NDSL
National Digital Science Library

생태환경 이용 및 관리기술;희귀종 서식 동굴 생태계 발굴 및 생태관광 기법을 통한 관리방안 연구

Technology for utilization and control of ecosystem;Surveys on the cave & subterranean ecosystems as habitats for rare and endemic species and its management by Ecotourism

주관연구기관	한양대학교
연구책임자	이원철
발행년월	2006-07
주관부처	환경부
사업관리기관	한국환경기술진흥원
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO200700002966
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 15:50:36

저작권 안내

① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.

② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.

③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.

④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

KiSTi
www.kisti.re.kr

052-031-016

생태환경 이용 및 관리기술

Technology for utilization and control
of ecosystem

희귀종 서식 동굴 생태계 발굴 및 생태관광 기법을통한 관리방안 연구

Surveys on the cave & subterranean ecosystems
as habitats for rare and endemic species
and its management by Ecotourism

한 양 대 학 교

환 경 부

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제 출 문

환경부장관 귀하

본 보고서를 "희귀종 서식 동굴 생태계 발굴 및 생태관광 기법을 통안 관리방안 연구에 관한 연구"과제 (세부(위탁)과제 "희귀종 서식동굴 생태계 탐사 및 동굴 육상생물 조사연구에 관한 연구")의 보고서로 제출합니다.

2006년 7월 31일

주관연구기관명 : 한양대학교

연구책임자 : 이 원 철
연 구 원 : 이 훈
〃 : 서 호 영
〃 : 김 병 우
연구보조원 : 최영희 외 12명
(세부)위탁연구기관명 :
제주도 동굴연구소
(세부)위탁연구책임자 : 손 인 석

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

보고서 초록

<table>
<tr><td>과제번호</td><td>052-031-016</td><td>해당단계
연구기간</td><td>1</td><td>구분</td><td>3 / 3</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">차세대 핵심환경기술개발사업</td></tr>
<tr><td>대분야명</td><td colspan="5">생태계 복원·관리</td></tr>
<tr><td>중분야명</td><td colspan="5">생태환경 이용 및 관리기술</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구개발
과제명</td><td>국문명</td><td colspan="4">희귀종 서식 동굴생태계 발굴 및 생태관광 기법을 통한 관리방안 연구</td></tr>
<tr><td>영문명</td><td colspan="4">Surveys on the cave & subterranean ecosystems as habitats for rare and endemic species and its management by Ecotourism</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">이원철</td><td>해당단계
참여연구원수</td><td>총 : 17명
내부 : 3 명
외부 : 14명</td><td>해당단계
연구개발비</td><td>정부:137,000천원
기업: 천원
계 :137,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참여연구원수</td><td>총 : 23명
내부 : 3 명
외부 : 20명</td><td>총
연구개발비</td><td>정부:467,000천원
기업: 천원
계 :467,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명
및
소속부서명</td><td colspan="2">한양대학교
생명과학과</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 제주도 동굴연구소 연구책임자 : 손 인 석</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>요 약</td><td>보고서
면수</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">생물의 서식처 중에서 다양한 생물상을 보일 뿐만 아니라 희귀생물 서식 및 종분화의 학습 장소인 동굴생태계는 아직까지 잘 연구되어 있지 않다. 거의 닫힌 생태계라고 할 수 있는 동굴 중에서 호소를 가지고 있는 동굴수생동물상(Stygofauna)과 동굴육상생물에 대한 연구는 시급한 조사 및 관리 보존이 필요한 상황이다. 효율적이고 체계화된 생태학적 시스템을 동굴관리 및 보존에 적용하고 전문적인 지식에 의거한 향후 방안을 위하여 전 세계적으로 보존의 가치가 가장 높고 희귀생물의 보고로 알려진 동굴생물상의 다양성 및 종분화 그리고 생물지리학적 특징 등의 조사연구를 수행한다. 또한 기존의 미비했던 동굴생물을 재정리, 개방동굴과 미개발동굴을 비교분석, 그리고 지역 사회에 미치는 영향 등 다각적인 접근에 의한 연구 자료를 종합하는 연구를 수행한다. 후손에게 물려줄 문화유산이며 생물자원의 보고인 동굴에 대한 체계적인 연구는 한층 더 효율적인 동굴관리 및 보존과 교육홍보에 필수적인 요소일 것이다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어</td><td>한 글</td><td>동굴생태계, 희귀종, 고유종, 동굴수생동물상, 생태관광</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td>Cave ecosystem, rare species, endemic species, Stygofauna, Ecotourism</td></tr>
</table>

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

요 약 문

Ⅰ. 제 목: 희귀종 서식 동굴 생태계의 발굴 및 생태관광 기법을 통한 관리 방안 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

동굴은 제한된 특수한 환경조건으로 인해 희귀생물(살아있는 화석; 갈르와벌레, 옛옆새우류, 원시환충류, 그리고 장님나사조개 등) 및 문화유산(매장문화재; 850여개의 자연동굴)의 보고로 널리 알려져 왔으나 조사의 어려움과 연구기반(전문적인 지식, 교육홍보 등) 등이 미비하여 겨우 기초적인 단계에 머물고 있다. 이러한 동굴은 생물의 서식처 중에서 다양한 생물상을 보일 뿐만 아니라 희귀생물 서식 및 종분화의 학습 장소인 동굴생태계로써 아직까지 잘 연구되어 있지 않다. 거의 닫힌 생태계라고 할 수 있는 동굴 중에서 호소(湖沼)를 가지고 있는 동굴수생동물상(洞窟水生動物像)과 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處)에 대한 연구는 시급한 조사 및 관리 보존이 필요한 상황이다. 그러나 특수한 환경조건이나 생태계를 보유한 국내 동굴들은 단순한 동굴관광에 의존하거나 전문적인 생물학적 검증이나 영향평가가 전혀 없는 상태에서 개방되어 훼손되고 있는 실정이다. 후손에게 물려줄 문화유산이며 생물자원의 보고인 동굴에 대한 체계적인 연구는 한층 더 효율적인 동굴관리 및 보존과 교육홍보에 필수적인 요소일 것이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

효율적이고 체계화된 생태학적 시스템을 동굴관리 및 보존에 적용하고 전문적인 지식에 의거한 향후 방안을 위하여 전 세계적으로 보존의 가치가 가장 높고 희귀생물의 보고(寶庫)로 알려진 동굴수생동물상(洞窟水生動物像)과 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處)의 생물다양성 및 종분화 그리고 생물지리학적 특징 등의 조사연구를 수행한다. 또한 기존의 미비했던 동굴생물을 재정리, 개방동굴과 미개발동굴을 비교분석, 그리고 지역 사회에 미치는 영향 등 다각적인 접근에 의한 연구 자료를 종합하는 연구를 수행한다.

Ⅳ. 연구개발결과

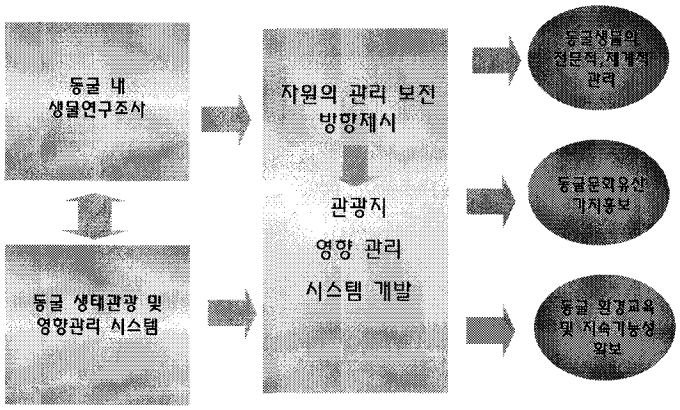
한국 동굴(지하)산 생물상을 재정리한 결과 4문, 10강, 31목, 94과, 260종(3미결정종)이었다. 이 중에는 모식산지인 36개 동굴과 5개의 우물에서 채집된 89종의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

한국 동굴산 모식종이 포함되어 있다. 거미류(*Asicoelotes* spp., *Draconarius* spp., *Ambanus* spp., *Porrhomma convexum*, *Conculus simboggulensis*, *Opopaea* sp., *Leptonera* spp., 등), 배각류(*Antrokoreana gracilipes*), 톡토기류, 요각류(*Attheyella gosuensis*, *Cantocamptus* sp., *Eucyclops* sp., *Apolethon* sp. 등), 고화류(*Bathynella uenoi* 등), 패충류(*Candonopsini* sp. 등) 그리고 갈르와벌레류 (*Galloisiana* spp., *Namkungia* spp.) 등이 주요 연구 분류군이다. 또한 주요 동굴별 분류군 및 환경인자, 보안된 동굴생물과 서식처의 관리 및 보존 그리고 한국형 동굴관광영향관리시스템을 구축하였다.

V. 연구개발결과의 활용계획

본 연구는 제한된 특수한 생태적 조건을 가지고 있는 동굴 중에서 생물다양성이나 종분화 등 희귀생물의 학습장이라고 할 수는 호소(湖沼)가 풍부한 동굴수생생물상(Stygofauna)과 해수와 담수가 동굴 속에서 만나는 동굴기수서식처(Achialine habitat)을 연구 조사하여 동물관리 및 보존에 적용함으로써 기존에 우리나라에서 이루어진 연구대상과는 전혀 다른 생태계에 대한 연구라 할 수 있다. 또한 초보단계였던 동굴생물학에 전문적인 자료(생물학, 계통진화학, 생물지리학 등)를 제공하고 자연문화유산인 동굴의 중요성을 홍보 및 교육에 활용할 수 있는 이점이 있다. 그리고 동굴은 자체적으로 문화적·생태적 가치를 가지며 다양한 생물의 서식처로서 또한 주요한 관광 매력지로서의 역할 등 다양한 존재 의의를 가지고 있다. 하지만 지금까지 동굴에 대한 연구는 어느 한 분야에서만 진행하고 있어 한계로 지적되고 있다. 특히 생물학 등의 학문과 학제적으로 결합하여 동굴관리의 생물학적 지표를 정하고 이를 지속관리하기 위한 생태관리 연구가 진행될 필요가 있다. 또한 동굴을 환경교육의 현장으로 삼고 환경에 대한 인식제고 및 경제적으로 환경을 지원할 수 있는 프로그램으로 실용화하는 연구가 진행되어야한다 (그림).



동굴 생태관광의 차별화 효과

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Summary

Ⅰ. Title: Surveys on the cave & subterranean ecosystems as habitats for rare and endemic species and its management by Ecotourism

Ⅱ. Significance and Objectives of the study

The study on the caves is in its basic stage in Korea with the difficulties of survey and poor research infrastructure (few specialists, little information and so on), although cave has its unique values as harboring rare and endemic species in the specialized environment (living fossils; ice bugs, bathynellids, primitive annelids, and blind screw shell and so on) and as cultural inheritance (buried cultural assets; over 850 natural caves). Cave ecosystem generally shows diverse fauna and harbors many rare and endemic species, however has not been studied yet in Korea. Cave ecosystem is nearly a closed ecosystem. Anchialine cave and cave brackish water system are needed urgent survey and conservation program. Currently cave tourism consists of quite simple program, visiting and watching of caves. The commercially managed caves were opened to public without a proper environmental impact assessment and a proper survey on living organisms in the cave ecosystem. Those caves opened to the tourists are damaging continuously without a proper conservation and management program. Cave ecosystem is important as the cultural inheritances for descendants and the practical and systematic study on the caves will result a more effective cave management, conservation and environmental education system.

Ⅲ. Contents of the study

○ Construction of an effective and systematic system for cave conservation and management.

○ Survey on the biogeographical characteristics, biodiversity, and speciation patterns in the aquatic cave fauna and cave brackish water habitats.

○ Construction of the list of cave organisms.

○ Comparisons between opened caves and unopened caves.

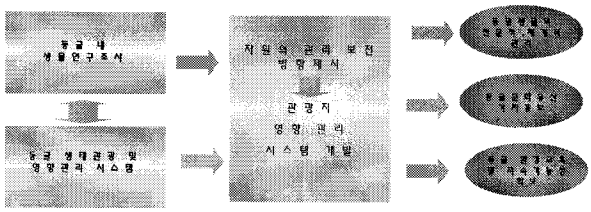
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Ⅳ. Results of the study

As a result, cave fauna in Korea was surveyed to harbor 260 species (including three unidentified species) belonging to four Phylum, nine Classes, 31 Orders and 94 families. Among them, 89 species are originated from the type localities in cave and stygofauna of Korea. Spiders (*Asicoelotes* spp., *Draconarius* spp., *Ambanus* spp., *Porrhomma convexum*, *Conculus simboggulensis*, *Opopaea* sp., *Leptonera* spp.), millipeds (Antrokoreana gracilipes), collembolars, copepods (*Attheyella namkungia*, *Cantocamptus* sp., *Eucyclops* sp., and *Apolethon* sp.), bathynellids (*Bathynella uenoi, Bathynella* sp.), ostracods (*Candonopsini* sp.) and Ice bugs (*Galloisiana* spp., *Namkungia* spp.) were the main targets to survey during the study. As a conservation method for cave ecosystem, Impact Management System for Cave Tourism (IMSCT) which based on Impact Management System for Tourism Destination (IMSTD) were developed and examined.

Ⅴ. Suggestions for applications

Present study summarizes cave fauna in Korea, specially in terrestrial, stygofauna and Anchialine habitat and also suggests a proper conservation and management program for cave ecosystem. Caves are a unique, non-renewable resource with significant biological, scientific, cultural and recreational values. Cave ecosystems often support unusual or rare organisms, both on the surface and underground. Many researches on cave in Korea have been performed since 1940s. However, most of them usually focused on geological characteristics. Consequently it is necessary to approach the conservation and management of cave environments from an interdisciplinary point of view including geological, biological, management and tourism. Development and application of cave management system need to be discussed further and theoretical studies are urgently needed. Present study suggests conservation & management system for cave more efficiently through this kind of approach.



[Distinct effects of cave Eco-tourism]

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Content

Chapter 1 Concept of project 1
1 Environmental and economical values 1

2 Importance and purpose of study 1

3 Contents of study 1

Chapter 2 Current status of Research and Development 3
1) Cave and cave organisms in Korea 3
1. Cave organisms 3
2. Natural caves and courtmartial tourism caves 9

2) Cave and cave organisms in foreign countries 12
1. Cave organisms 12
2. Caves and organisms in Japan 15
3. Caves and organisms in Russia 19

3) Current status of cave tourism in aboard 19

Chapter 3 Result 21
1) Review of cave organisms in Korea 21
1. cave organisms 21
2. List of cave organisms 25
3. type species and type locality of korean cave organisms 37

2) Survey result of cave organisms from Korea 43
1. Caves searched 43
가. lava caves in Cheju Island 43
나. limestone caves 47

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2. Photos of cave organisms 52
3. Survey on important organisms 70
가. cave terrestrial organisms 70
(1) True Spiders 70
(가) Review of the genus *Asiacoelotes* 70
(나) Review of the genus *Draconarius* 88
(다) Two species of the genus *Ambaus* 105
(마) A new species of the genus *Pholcus* 122
(바) On *Porrhomma convexum* from Korea 126
(사) On *Conculus simboggulensis* from Korea 127
(아) On *Opopaea* sp. from Korea 128
(자) A list of endemic spider species in Korean caves 129
(2) Millipeds from Korean caves 130
(가) Review of *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 130
(나) Distribution map and the lists of millipeds 138
① Distribution map of millipeds in Korea 138
② A list of millipeds reported in Korea during from 1963 to 2000..... 140
(3) Two species of Collembolars from Yongyeon cave 147
(4) On opilions from Korea 148
(5) Grylloballatid ice bugs from Korea 153
(가) *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. 153
(나) *Namkungia magnus* (Namkung, 1987) 169
(다) Gene analysis of Ice bugs from Korea 176

나. Aquatic cave organisms 178
(1) Copepoda 178
(가) *Attheyella namkungia* Kim et al., 2005 from Gosu cave 178
(나) *Cantocamptus* sp. from Gosu cave 193
(라) *Eucyclops* sp. from Gosu cave 194
(마) *Apolethon* sp. from Jaeamcheon cave 196
(2) Bathynellacea 197
(가) on *Bathynella fodinarum* from Yongyeon cave 197
(3) Ostracoda 199

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(가) *Candonopsini* sp. from Gosu cave 199
다. List of organisms from the surveyed caves..... 200
라. Variations of Temperature and Humidity at Gosu cave 223
마. Management and conservation of cave habitat and organisms..... 226
바. Web site for public relations 247
사. A donation list to the National Biological Resources Center 248

Chapter 4 Achievement and main research result 261
1. Annual achievement..... 261
2. Research paper..... 261
3. Presentations..... 262
4. Dissertations..... 263
5. Books 263

Chapter 5 Application plan of study results..... 264
1. Originality of the present study..... 264
2. Commercialization possibility of the results..... 265

Chapter 6 Collected informations from aboard 268
1. Waitomo Glowworm Caves, New Zealand..... 268
2. Scientific management system of Waitomo Glowworm caves 270
3. Various tour routes in Waitomo Glowworm Caves 271
제2절 Akiyosido, Japan..... 272
1. Akiyosido as a cave for tourism 273
2. Akiyosido as an alternative tour place..... 274
3. New projects to increase tourists 275
4. Finding new caves and researches on the caves 275

Chapter 7 References 276

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Appendix. Cave Eco-Adventure and cave management 290
1. Formation of cave..... 294
2. Cave Ecotourism..... 309
3. Management of tour resources..... 381

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

목 차

제1장 연구개발과제의 개요 1
제1절 환경기술 및 경제적 문제 1

제2절 연구목적 및 필요성 1

제3절 연구과제의 범위 및 방향 1
1. 연구과제의 영향 1
2. 연구과제의 차별성 2

제2장 국내외 기술개발 현황 3
제1절 국내 동굴 및 생물 현황 3
1. 한국 동굴산 동굴생물들 3
2. 한국 천연동굴 및 관광동굴 9

제2절 국외 동굴생물 및 동굴관광 현황 12
1. 국외동굴생물 현황 12
2. 일본의 동굴 및 생물현황 15
3. 러시아의 동굴 및 생물현화 19

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과 21
제1절 한국 동굴(지하)산 생물의 재정리 21
1. 한국 동굴(지하)산 생물에 관하여 21
2. 한국 동굴(지하)산 생물 목록 (2006) 25
2. 한국 동굴(지하)산 모식종과 모식산지 37

제2절 한국 동굴(지하)산 생물의 발굴 및 조사 43
1. 연구 대상 동굴들 43
가. 제주도 용암동물 43
나. 석회암동물 47

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2. 한국 동굴(지하)산 생물들의 사진 52
3. 주요 생물종 발굴 70
가. 동굴 육상 생물 70
(1) 한국산 거미류 70
(가) 한국산 *Asiacoelotes*속의 재정리 70
(나) 한국산 *Draconarius*속의 재정리 88
(다) 한국산 *Ambaus*속의 2종에 관하여 105
(마) 한국산 *Pholcus* 1신종에 관하여 122
(바) 한국산 굴폴호마거미(*Porrhomma convexum*)에 관하여 126
(사) 한국산 도토리거미(*Conculus simboggulensis*)에 관하여 127
(아) 한국산 알거미과 *Opopaea* sp.에 관하여 128
(자) 한국 동굴 모식산지에서 채집된 거미류 고유종 목록 129
(2) 한국 동굴산 배각류 130
(가) 등줄굴노래기(*Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938)에 관하여 130
(나) 배각류의 분포도 및 총목록 138
① 한국산 배각류의 분포도 138
② 한국산 배각류의 총목록(1963년-2000년) 140
(3) 용연동굴산 톡토기류 2종에 관하여 147
(4) 한국산 장님거미류에 관하여 148
(5) 한국산 갈르와벌레류 153
(가) *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. 153
(나) *Namkungia magnus* (Namkung, 1987) 169
(다) 한국산 갈르와벌레류의 유전자 분석 176
나. 한국 동굴산 수서 생물 178
(1) 요각류(Copepoda) 178
(가) 고수동굴산 *Attheyella namkungi* Kim et al., 2005 178
(나) 고수동굴산 *Cantocamptus* sp. 193
(다) 고수동굴산 *Eucyclops* sp. 194
(라) 제암천굴산 *Apolethon* sp. 196
(2) 고화류(Bathynellacea) 197
(가) 용연동굴산 용연옛새우(*Bathynella uenoi*)에 관하여 197
(3) 패충류(Ostracoda) 199
(가) 고수동굴산 *Candonopsini* sp.에 관하여 199
다. 조사 동굴별 분류군 목록 200

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

라. 각 조사 동굴에 대한 환경요인 측정 223
마. 고수동굴내 온도의 주기적 측정 226
바. 동굴생물과 서식처의 관리 및 보존방안 제시 227
사. 인터넷 사이트 개설 및 홍보 247
아. 기증 표본 목록 248

제3절 동굴관광영향시스템 구축 및 적용 249
1. 조사설계 및 사전조사 249
가. 연구대상자 선정..... 249
나. 조사설계 249
다. 사전조사설계..... 250
2. 동굴관광영향관리시스템 구축 251
3. 동굴 관광영향관리시스템적용 252
가. 문제파악 및 사전자료검토 252
나. 관광기회 설정 및 구역 구분 255
다. 관리목표 검토 256
라. 주요영향측정지표선정 및 기준 설정 256
마. 측정지표기준과 현재 선택비교 및 여향요인 규명 258
바. 대안적 관광기회 분류 및 관리전략 선정 259
사. 관리전략의 적용 및 시스템 평가 260

제4장 목표 달성도 및 주요 연구성과 목록 261
1. 연차별 목표 달성도 261
2. 연구논문 출판 261
3. 학회발표 262
4. 학위논문 263
5. 단행본 263

제5장 연구개발결과의 활용계획 264
1. 연구의 차별성 264
2. 연구개발사업성과의 사업화 가능성 265

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 268
제1절 일본과 뉴질랜드의 관광동굴 정보 268
1. 뉴질낸드 Waitomo Glowworm Caves 268
2. Waitomo Glowworm caves의 과학적 관리시스템 270
3. Waitomo Glowworm Caves 의 다양한 관광코스 구성 271
제2절 일본의 아키요시도 272
1. 아키요시도의 관광동굴화 시대 273
2. 대안관광지로서의 야키요시도 274
3. 관광객 감소와 관광객 유치를 위한 새로운 사업 275
4. 탐험에 의한 새로운 동굴 발견 및 동굴의 과학적 규명 275

제7장 참고문헌 276

부록. 동굴생태탐험과 동굴관리 290
1. 동굴의 생성 294
2. 동굴 생태관광 309
3. 관광자원 관리 381

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

List of Figures

Figure 1-1. Distinct effects of cave Eco-tourism. 2
Figure 2-1. Cave zone of Mt. Yongmun in North Korea (A. Infomation map; B. Interior strucures of Youngmun Grate Cave). 3
Figure 2-2. *Antrokorean gracilipes* (Baesilap Cave). 4
Figure 2-3. *Pseudocrangonix asiaticus* (Whansun Cave). 4
Figure 2-4. *Dolichocybaeus whansunensis* (Whansun Cave). 5
Figure 2-5. *Gallosiana* sp. (Simbuk Cave). 5
Figure 2-6. General schematic diagram showing the cave structure (Kim et al., 2005). 5
Figure 2-7. World map showing location of some of the more significant limestone (circle) and volcanic (asterisks) anchialines caves (Wilkens et al., 2000). 6
Figure 2-8. Classification of stigofauna based on habitat occurrences and epigean/hypogean affinities (Gibert et al., 1994). 7
Figure 2-9. General diagram of achialine caves and dissolution caves. 8
Figure 2-10. *Astyanax fasciatus* (Characidae). 8
Figure 2-11. World-wide pattern of taxonomic diversity in stygobiont amphipods (Holsinger, 1993). 14
Figure 2-12. Akiyoshida caves in Japan. 15
Figure 3-1. Patterns of references published on the Korean subterranean fauna. 21
Figure 3-2. Patterns of the Korean subterranean animal. 23
Figure 3-3. Patterns of the Korean subterranean Arthropoda. 23
Figure 3-4. Patterns of the Korean subterranean animal by the order and species. 23
Figure 3-5. Map showing holotype localities of the subterranean animal from Korea. 39
Figure 3-6. Holotype localities of the Korean subterranean animal by the administrative district. 42
Figure 3-7. Remaining status of holotype specimen based on the Korean subterranean animal. 42
Figure 3-8. Patterns of the holotype locality of the Korean subterranean species by the structure (Limstone, Lava, Well). 42

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Figure 3-9. Lava Geossem in Jeju city. A, Terranean entrance; B, Beach entrance. 43
Figure 3-10. Interior structure of lava Manjang (Jeju city). 44
Figure 3-11. Sinchang lava seong. A, Entrance B, Interior ceiling. 45
Figure 3-12. Researching view in lava Jeonggusu (Jeju city). 45
Figure 3-13. Fourth (A) and fifth (B) entrance of lava Jeamchen. 46
Figure 3-14. Suwolbong artificial cave excavated by Japanese army. 46
Figure 3-15. Second cave Seongru in Woojin city. 47
Figure 3-16. Cave Gosu in Danyang city. 47
Figure 3-17. Cave Yongyoen in Taepaik city. 48
Figure 3-18. Cave Whanseon in Samcheok city. 48
Figure 3-19. Cave Gwaneum in Samcheok city. 49
Figure 3-20. Cave Whaam in Jeonseon city. 49
Figure 3-20. Cave Whaam in Jeonseon city. 49
Figure 3-21. Cave Simbuk in Goisan city. 50
Figure 3-22. Cave Mosan in Mungyeong city. 50
Figure 3-23. Cave Gossi in Yeongwol city. 51
Figure 3-24. Several limestone entrances studied in this research. 51
Figure 3-25-(1-106). Photographies of cave animals token in the examination sites. 69
Figure 3-26. *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea, female. 79
Figure 3-27. *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea, female. 80
Figure 3-28. *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea, male. 81
Figure 3-29. SEM photo of *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea. 82
Figure 3-30. *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea, female. 83
Figure 3-31. *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea, female. 84
Figure 3-32. *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea, male. 85
Figure 3-33. SEM photograph of *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea. 86
Figure 3-34. Diagram of trichobotrium patterns on the left legs of the *A. songminjae* species complex in Korea. 87

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Figure 3-35. *Draconarius coreanus* (Paik & Yaginuma 1969) from Korea, female. 97
Figure 3-36. *Draconarius coreanus* (Paik & Yaginuma 1969) from Korea, female. 98
Figure 3-37. *Draconarius coreanus* (Paik & Yaginuma 1969) from Korea, male. 99
Figure 3-38. *Draconarius kayasanensis* (Paik 1972) from Korea, female. 100
Figure 3-39. *Draconarius kayasanensis* (Paik 1972) from Korea, female. 101
Figure 3-40. *Draconarius kayasanensis* (Paik 1972) from Korea, male. 102
Figure 3-41. *Draconarius hallaensis* n. sp. from Korea, male. 103
Figure 3-42. SEM photographs of *Draconarius* species from Korea, male left palp. 104
Figure 3-43. *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea, female. 113
Figure 3-44. *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea, female. 114
Figure 3-45. *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea, male. 115
Figure 3-46. *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea, female. 116
Figure 3-47. *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea, female. 117
Figure 3-48. *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea, male. 118
Figure 3-49. Diagram of trichobothrium patterns on the left legs of *Ambanus* spp. in Korea. 119
Figure 3-50. SEM photographs of *Ambanus* spp. in Korea. 120
Figure 3-51. SEM photographs of female *Ambanus* spp. in Korea. 121
Figure 3-52. *Phocus gusuensis* sp. nov. (A-D, male; E, female). 123
Figure 3-53. Male palpal organs of *Pholcus gosuensis* sp. nov. 124
Figure 3-54. Female of *Pholcus gosuensis* sp. nov. 125
Figure 3-55. *Porrhoma convexum* in Cave Manjang, Jeju city. 126
Figure 3-56. *Conculus simboggulensis*, male, in Simbukgul. 127
Figure 3-57. *Opopaea* sp. male, in Yongchigul. 128
Figure 3-58. Distribution map of *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, in 137 Korean limestones (2006. 132
Figure 3-59. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, Cave Whansun. 133
Figure 3-60. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 (female), Cave Whansun. 134

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Figure 3-61. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, male, Cave Whansun. 135
Figure 3-62. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, male gonapod, Cave Whansun. 136
Figure 3-63. SEM photos of *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938. 137
Figure 3-64. Distributional map of Diplopoda from Korean caves. 138
Figure 3-65. Distributional maps of four Korean Diplopoda spp. 139
Figure 3-66. Collembolla spp. in Cave Yongyeon, Taipaik city. 147
Figure 3-67. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), habitus and mouthpart. 148
Figure 3-68. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), female genitalia and legs. 149
Figure 3-69. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), male, habitus and mouthpart. 150
Figure 3-70. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), male genitalia and legs. 151
Figure 3-71. SEM photos of *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911). 152
Figure 3-72. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male. 163
Figure 3-73. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male. 164
Figure 3-74. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male. 165
Figure 3-75. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male. 166
Figure 3-76. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, paratype, female. 167
Figure 3-77. Type localities of extant Grylloblattodea in the world. 168
Figure 3-78. Photo of *Namkungia magnus*, habitus, in Jeongsun city. 173
Figure 3-79. *Namkungia magnus* (Namkung, 1986) com. nov. from Korea. 174
Figure 3-80. Photos of *Namkungia magnus* (Namkung, 1986) com. nov. from Korea. 173
Figure 3-81. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. 183

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Figure 3-82. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. 184
Figure 3-83. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. 185
Figure 3-84. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. 186
Figure 3-85. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. 187
Figure 3-86. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. 188
Figure 3-87. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. 189
Figure 3-88. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. 190
Figure 3-89. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype, SEM micrographs. 191
Figure 3-90. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. SEM micrographs. 192
Figure 3-91. *Cantocamptus* sp., habitus, in Cave Gosu, Danyang. 193
Figure 3-92. *Eucyclops* sp., habitus, in Cave Gosu, Danyang. 194
Figure 3-93. *Eucyclops* sp., A1, A2, mauthpart and swimming legs, in Cave Gosu, Danyang. 195
Figure 3-94. *Apolethon* sp., habitus, Lava Jaeamcheon, Jeju city. 196
Figure 3-95. *Bathynella uenoi* Morimoto, 1970, habitus and A1, A2, Cave Yongyeon, Taipaik city. 197
Figure 3-96. SEM photos of *Bathynella uenoi* Morimoto, 1970, habitus, female, Cave Yongyeon, Taipaik city. 198
Figure 3-97. SEM photos of *Candonopsini* spp., Cave Gosu, Danyang city. 199
Figure 3-98. Analysis of temperature on each interior site in the Gosudonggul. 227
Figure 3-99. Background screen and main schedule on internet site. 247
Figure 3-100. Map of study area. 249
Figure 3-101. Stages of IMSCT (Impact management system for cave tourism). 252
Figure 3-102. Zoning of visitor activity (experience). 256
Figure 5-1. Distinct effects of cave Ecotourism. 264
Figure 5-2. Model of distinct effects on cave eco-tourism. 265
Figure 6-1. Outline of the example on cave adverisement. 268
Figure 6-2. Patterns of management system in Waitomo Glowworm Caves. 269
Figure 6-3. Patterns of management system in Waitomo Glowworm Caves. 271

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Figure 6-4. Equipment and management systems in Waitomo Glowworm cvaes. 271
Figure 6-5. Ticketing box for the tourism in Waitomo Glowworm Caves. 272
Figure 6-6. Contents of the analysis on tourism of Akiyoshido caves. 273
Figure 6-7. Interior light-equipments and elevator in Akiyoshido caves. 274
Figure 6-8. Entrance, informational note and sight in Akiyoshido caves. 274
Figure 6-9. Figure 6-9. Signpost of natural conservation in Akiyoshdo caves. 275

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

List of Tables

Table 2-1. Value of cave in tourism resource. 10
Table 2-2. Status of openig cave in Korea. 11
Table 2-3. Classification of the Phylum Crustacea listing only those groups dwelling in cave on other subterranean habitats. 13
Table 3-1. Type of references about subterranean animals from Korea. 22
Table 3-2. No. of taxonomic papers published from Korean subterranean animal. 22
Table 3-3. Status of subterranean fauna in Korea (2006). 24
Table 3-4. List of the endemic subterranean species in Korea. 39
Table 3-5. Spination of leg segments of *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) from Korea (♂/♀). 78
Table 3-6. Spination of leg segments of *Asiacoelotes insidiosus*(L. Koch, 1878) from Korea (♂/♀). 78
Table 3-7. Spination of leg segments of *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea(♂/♀). 112
Table 3-8. Spination of leg segments of *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea (♂/♀). 112
Table 3-9. Checklist of Koran subterranean Diplopoda (1963-2000). 140
Table 3-10. Measurements of leg segments of *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea (mm) (♂/♀). 162
Table 3-11. Comparison of characters of *Galloisiana* spp. only occurred in northeastern Asia. 162
Table 3-12. Primer sequences (Svenson and Whiting, 2004). 176
Table 3-13. Amplication profiles (Svenson and Whiting, 2004. 176
Table 3-14. Red list status and GenBank data accession numbers. 177
Table 3-15. Total of each taxon collected in the researching subterraenean localies (2003-2006). 200
Table 3-16. Number of the collected indivisual in the stygofauna monthly. 201
Table 3-17. Analysis of environmental factor in the localities. 223
Table 3-18. Analysis of temperature in Gosudonggul by periods. 226
Table 3-19. Content of methods and materials in Mammalia. 238

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 3-20. Content of methods and materials in Pisces. 238
Table 3-21. Content of methods and materials in Amphibia and Repitilian. 238
Table 3-22. Checklist of Chordata collected in Korean cave. 239
Table 3-23. Checklist of insecta collected in Korean cave. 241
Table 3-24. Checklist of ground inveterbrate collected in Korean cave. 245
Table 3-25. Research guideline on subterranean animals in Korea. 246
Table 3-26. List of specimens donated by this research. 248
Table 3-27. Method of research accompanied on this study by year. 250
Table 3-28. Zoning of visitor activity (experience). 255
Table 3-29. The standard of ecological carrying capacity indicators. 257
Table 3-30. Evaluation and application of ecological carrying capacity indicator. 258
Table 3-31. The standard of social and physical carrying capacity indicators. 250

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 환경기술 및 경제적 문제

동굴은 제한된 특수한 환경조건으로 인해 희귀생물(살아있는 화석; 갈르와벌레, 옛엽새우류, 원시환충류, 그리고 장님나사조개 등) 및 문화유산(매장문화재; 850여개의 자연동굴)의 보고로 널리 알려져 왔으나 조사의 어려움과 연구기반(전문적인 지식, 교육홍보 등) 등이 미비하여 겨우 기초적인 단계에 머물고 있다. 특히 동굴내에 호소(湖沼)를 가지고 있는 동굴의 동굴수생동물상(洞窟水生動物像, Stygofauna; Gibert et al.(1994) defined fauna to inhabitating the various types of groundwater)과 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處, Anchialine habitat; Stock et al.(1986) defined habitats to consist of bodies of haline waters, usually with a restricted exposure to open air, always with more or less extensive subterranean connections to the sea, and showing noticeable marine as well as terrestrial influences)에 대한 연구의 중요성이나 가치는 매우 크며 아직까지 국내에는 전혀 알려져 있지 않고 있다.

제2절 연구목적 및 필요성

생물의 서식처 중에서 다양한 생물상을 보일 뿐만 아니라 희귀생물 서식 및 종분화의 학습장소인 동굴생태계는 아직까지 잘 연구되어 있지 않다. 거의 닫힌 생태계라고 할 수 있는 동굴 중에서 호소(湖沼)를 가지고 있는 동굴수생동물상(洞窟水生動物像)과 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處)에 대한 연구는 시급한 조사 및 관리 보존이 필요한 상황이다. 그러나 특수한 환경조건이나 생태계를 보유한 국내 동굴들은 단순한 동굴관광에 의존하거나 전문적인 생물학적 검증이나 영향평가가 전혀 없는 상태에서 개방되어 훼손되고 있는 실정이다. 후손에게 물려줄 문화유산이며 생물자원의 보고인 동굴에 대한 체계적인 연구는 한층 더 효율적인 동굴관리 및 보존과 교육홍보에 필수적인 요소일 것이다.

제3절 연구과제의 범위 및 방향

1. 연구과제의 방향.

효율적이고 체계화된 생태학적 시스템을 동굴관리 및 보존에 적용하고 전문적인 지식에 의거한 향후 방안을 위하여 전 세계적으로 보존의 가치가 가장 높고 희귀생물의 보고(寶庫)로 알려진 동굴수생동물상(洞窟水生動物像)과 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處)의 생물다양성 및 종분화 그리고 생물지리학적 특징 등의 조사연구를 수행한다. 또한 기존의 미비했던 동굴생물을 재정리, 개방동굴과 미개발동굴을 비교분석, 그리고 지역 사회에 미치는 영향 등 다각적인

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

접근에 의한 연구 자료를 종합하는 연구를 수행한다.

2. 연구과제의 차별성

본 연구는 제한된 특수한 생태적 조건을 가지고 있는 동굴 중에서 생물다양성이나 종분화 등 희귀생물의 학습장이라고 할 수는 호소(湖沼)가 풍부한 동굴수생생물상(Stygofauna)과 해수와 담수가 동굴 속에서 만나는 동굴기수서식처(Achialine habitat)을 연구 조사하여 동물관리 및 보존에 적용함으로써 기존에 우리나라에서 이루어진 연구대상과는 전혀 다른 생태계에 대한 연구라 할 수 있다. 또한 초보단계였던 동굴생물학에 전문적인 자료(생물학, 계통진화학, 생물지리학 등)를 제공하고 자연문화유산인 동굴의 중요성을 홍보 및 교육에 활용할 수 있는 이점이 있다. 그리고 동굴은 자체적으로 문화적·생태적 가치를 가지며 다양한 생물의 서식처로서 또한 주요한 관광 매력지로서의 역할 등 다양한 존재 의의를 가지고 있다. 하지만 지금까지 동굴에 대한 연구는 어느 한 분야에서만 진행하고 있어 한계로 지적되고 있다. 특히 생물학 등의 학문과 학제적으로 결합하여 동굴관리의 생물학적 지표를 정하고 이를 지속관리하기 위한 생태관리 연구가 진행될 필요가 있다. 또한 동굴을 환경교육의 현장으로 삼고 환경에 대한 인식제고 및 경제적으로 환경을 지원할 수 있는 프로그램으로 실용화하는 연구가 진행되어야한다 (그림 1).

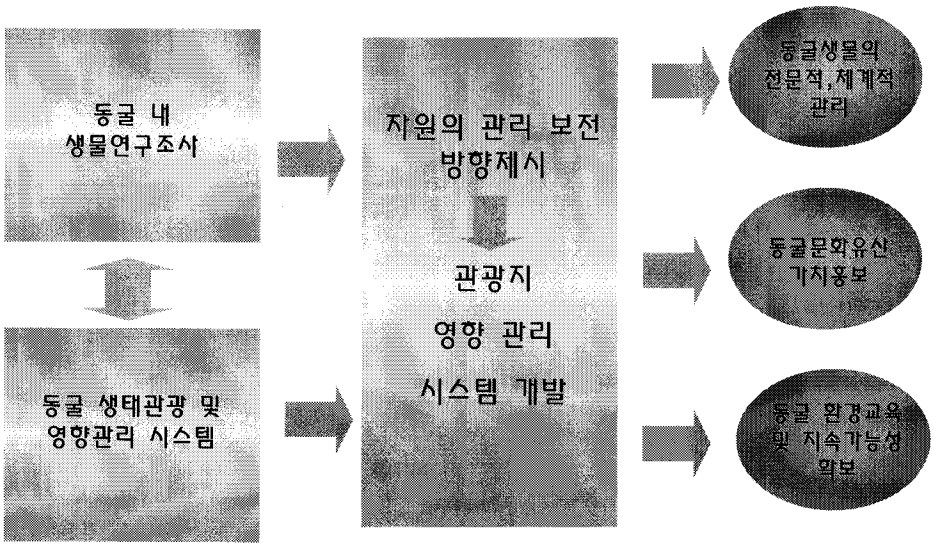


Figure 1-1. Distinct effects of cave Eco-tourism.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

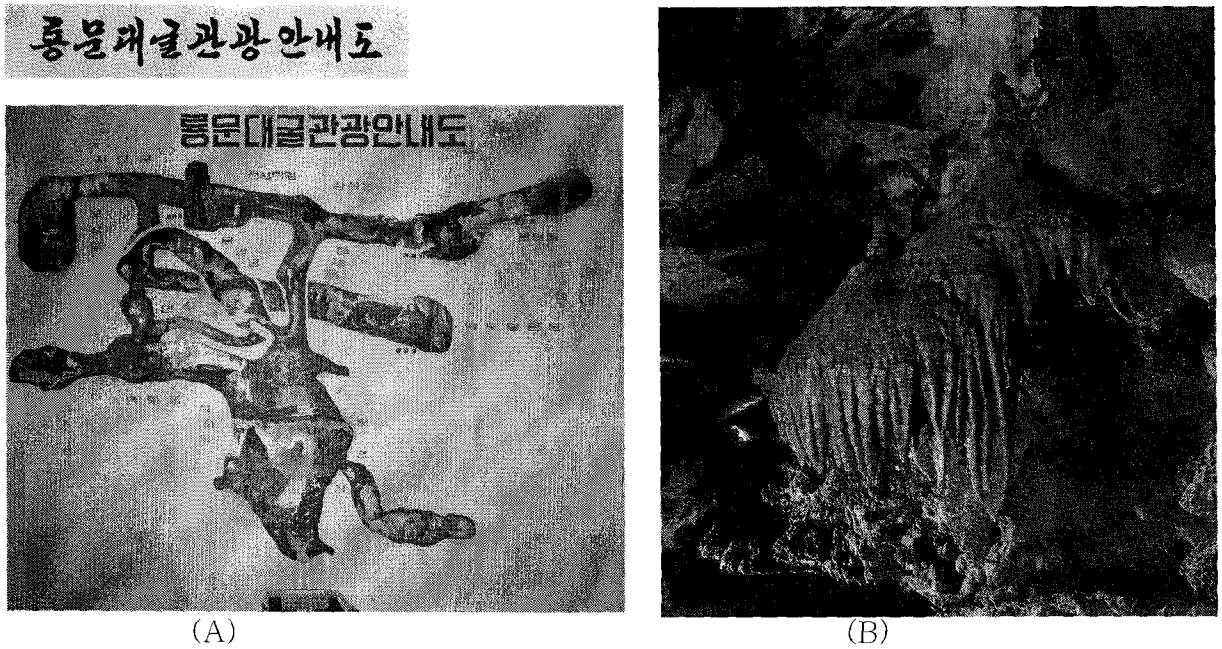
제2장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 동굴 및 생물 현황

1. 한국 동굴산 동굴생물

동굴생물에 관련된 보고는 처음 유럽에서 시작되었으며 최초의 기재는 Sloveria에서 채집된 일명 "어린 용"이라 부르는 *Proteus anguinus* Laurenti, 1768 이다(Juberthie 2000). 이후 지중해, 북아메리카 등으로 널리 알려지게 되었다. 그러나 동아시아 지역에서는 일본이 1950년대에 시작하여 1960년대에 비로소 동굴생물의 생물학적 중요성을 인식하게 되었으며 300,000만여 개의 동굴을 보유하고 있는 중국은 문화혁명 이후 생물학자에게 동굴이 폐쇄되었다가 1990년 이후부터 점차 개방화 되어 놀라운 성과를 보이고 있다고 한다(Ueno 2002).

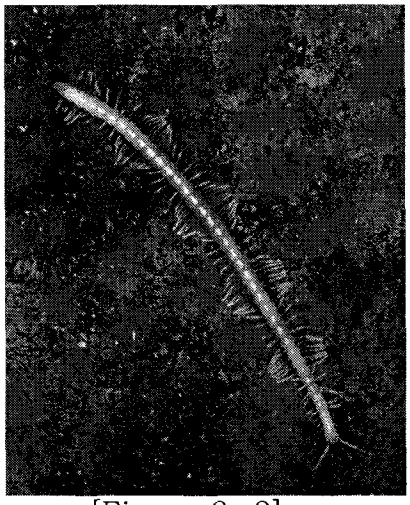
한국의 경우, 북한 연변의 청계동 동룡굴 (einer Hohle bei Whitish) 한국어로 청계동을 뜻하며 남궁은 이 지명이 평안북도 연변군 용산면 용문산 서쪽(그림 2)에 위치한 동룡굴 내부 지명이라고 했음 (Ueno et al. 1966))에서 채집된 배각강 (Diplopoda)의 등줄굴노래기 (*Antrokorean gracilipes* Verhoeff, 1938; 그림 3)가 동굴생물의 효시이다 (Ueno et al. 1966; 남궁 등 1987). 하지만 Ueno 등(1966)은 청계동을 북한에서 제일 유명한 동굴 중의 하나인 동룡굴의 내부 지명으로 보고한바 있으나 최근 세부적인 조사와 원로학자들의 자문에 의하면 이는 잘못된 오류 보고이다. 또한 Mori (1930)에 의해서 동룡굴에서 채집된 시료 중에서 Sato (1939)가 한국산 수생동굴동물로써 아시아동굴엽새우(*Pseudocrangonix asiaticus* (Sato 1939); 그림 4)를 처음으로 보고하였다.



(A) (B)

Figure 2-1. Cave zone of Mt. Yongmun in North Korea (A. Infomation map; B. Interior strucures of Youngmun Grate Cave).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



[Figure 2-2]



[Figure 2-3]

Figure 2-2. *Antrokorean gracilipes* (Baesilap Cave).

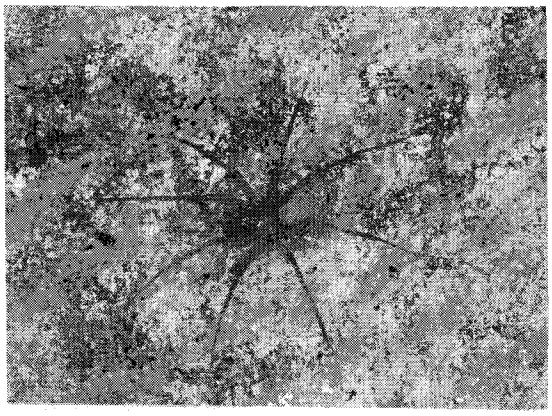
Figure 2-3. *Pseudocrangonix asiaticus* (Whansun Cave).

이후 30년 동안 별다른 연구는 없었으며 1966년에 "한일합동동굴조사"가 남한의 23개 동굴 (21석회암동굴, 2용암동굴)과 49 개 우물을 조사한 결과 24편의 논문에서 3강 50과 71속 101종이 발표되었다. 이것은 한국 동굴생물연구에서 가장 큰 성과였으며 학술적 가치와 지하생태계에 대한 생물학적 흥미를 진작시키는 계기가 되었다.

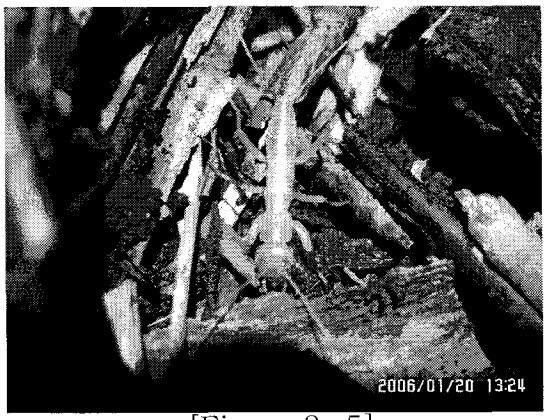
이에 따라 최와 남궁 (1966)은 1963-1966년에 걸쳐 4개 동굴에서 48종을 보고했고 백과 남궁 (1967)은 한국인으로써 최초 동굴산 신종, 환선굴뚝거미(*Dolichocybaeus whansunensis* (Paik et Namkung 1967); 그림 5)을 발표했다. 또한 이(1974)는 강원도 지역의 7개 동굴에서 무시 곤충류 (Collembolla) 5종과 이때까지 보고 된 92개 동굴목록을 함께 학계에 발표했고 남궁(1974a, b)은 화석곤충으로 알려진 희귀 갈르와벌레 2종, 고수갈르와벌레(*Gallosiana kosuensis* Namkung, 1974)와 비룡갈르와벌레(*Grylloblattella biryongensis* (Namkung, 1974))을 신종으로 보고했을 학계에 보고하였다(그림 6). 1966년에 결성된 한국동굴협회(1970)는 13개 제주도 용암동굴에서 49종을 보고했으며 1975년에는 5개 석회암 동굴에서 30여종의 동굴생물을 보고한 바 있고 한국동굴학회지를 통해 250여 편의 동굴 관련 논문을 출판했다하고 있다. 또한 대학 동굴탐험연구회 (동국대, 강원대, 상지대, 건국대, 서원대), 지방자치단체 (태백시, 삼척시, 영월군, 울진군, 정선군, 단양군, 평창군, 북제주군 등), 그리고 기타 여러 기업에서 발행하는 150여 편의 보고서가 발행되어 왔다(환경부 2002).

한편 또한 박과 이(1992)의 보고와 박(2003)의 북한산 나방에 대한 보고에 의하면 북한산 절족동물 신종이 400여종 이상이라고 하지만 이 중에 북한 지역에 관한 동동굴(지하)산 생물은의 연구는 아직까지 확인된 바는 없다. 지형학적으로 북한은 으나 남한보다 더 많은 동굴뿐만 아니라 제한된 지하 희귀 서식처를 보유하고 있기 때문에 훨씬 더 다양한 생물 분류군을 가지고 있을 것으로 가 많을 것으로 사료된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



[Figure 2-4]



[Figure 2-5]

Figure 2-4. *Dolichocybaeus whansunensis* (Whansun Cave).
Figure 2-5. *Gallosiana* sp. (Simbuk Cave).

이러한 동굴생물에 관련된 동굴환경구조는 통상 생태학적인 지대로 구분하여 크게 2가지(Threshold zone, Dark zone)로 구분한다 (Fig. 7). 한계지역은 다시 입구지대 (Entrance zone; 지상과 비슷한 온도와 습도, 많은 양의 햇빛, 그리고 이끼와 양치식물이 풍부한 지역)와 박명부 (Twilight; 빛의 급격한 감소, 식물이 성장할 수 상태, 그리고 간접적인 외부 온도와 습도에 영향을 받는 지역)로 구분하고 특히 박명부에 동굴 적응종(Trogloxenes, Stygoxenes)들이 많이 서식한다. 또한 빛이 전혀 없는 암흑대는 변온대(Variable-temperature dark zone; 입구의 방향과 크기에 따라 약간의 온도와 습도의 영향을 받는 지대)와 항온대(Constant-temperature dark zone, dark zone; 항상 일정한 온도와 습도를 유지하는 지역)로 구분하며 특히 항온대에서 진동굴성 생물들(Troglobite, Stygobite)이 주로 발견된다(Jackson 1984; Humphreys 2000; Illinois Natural History Survey 2003).

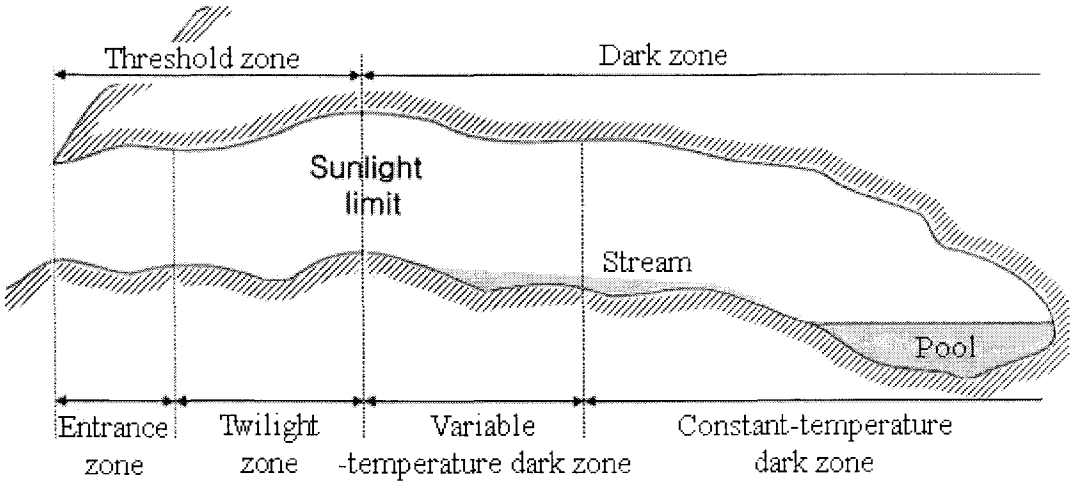


Figure 2-6. General schematic diagram showing the cave structure (Kim et al., 2005)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

일반적으로 동굴생물(CavernicolesCavernicoles)을 크게 2가지, 동굴육상생물 Edaphobite)과 동굴수생생물(Phreatobites)로 나누기도 하지만 일반적으로 생태학적 분류에 의거한 진동굴성(Troglobionts, Stygobionts), 호동굴성(Troglophiles, Stygophile) 그리고 외래성 (Trogloxenes, Stygoxenes)으로 구분하는 Barr(1968)의 방법을 따르고 있다(그림 7). 하지만 진동굴성의 기준이 눈(Eye)과 체색소 (Body pigment)의 결핍, 그리고 가늘고 긴 부속지 등의 형질을 기준으로 하지만 그것이 절대적인 기준이 될 수 없다고 한다 (Vandel 1964; Massoud et Thibaud 1973). 왜냐하면 지표 토양 표층에 서식하는 일부의 종들에서 이런 형질을 가진 토양 생물들이 발견되기 때문이다. 또한 Holsinger (1963)는 전 생활사를 동굴내부에서 살수 있는 진동굴성이면서 동굴외부에서 발견되는 *Nesticus pallidus*와 *Tomocerus bidentatus*를 예로 들어 발생학적인 자료도 절대 기준이 될 수 없다고 했다. 요컨대 서식장소와 형질변화 사이에 나타나는 이러한 일련의 연속적 중복성으로 말미암아 동굴생물의 생태분류를 시행할 수 있는 통합적인 기준은 아직 미흡하다고 할 수 있을 것이다 (Lee 1978b).

동굴 및 동굴생물상의 보존과 모니터링(그림 8, 9)에 대한 연구가 활발히 수행되고 있는 호주(Eberhard & Spate, 1995; Clarke, 1997; Hamilton-Smith & Eberhard, 2001; Eberhard, 2001; Thurgate *et al.*, 2001; Thurgate *et al.*, 2001) 등을 제외하고 일본, 중국, 러시아 등은 동굴관광자원을 중심으로 연구되어있다. 그 결과 현재 생태계에서 가장 다양

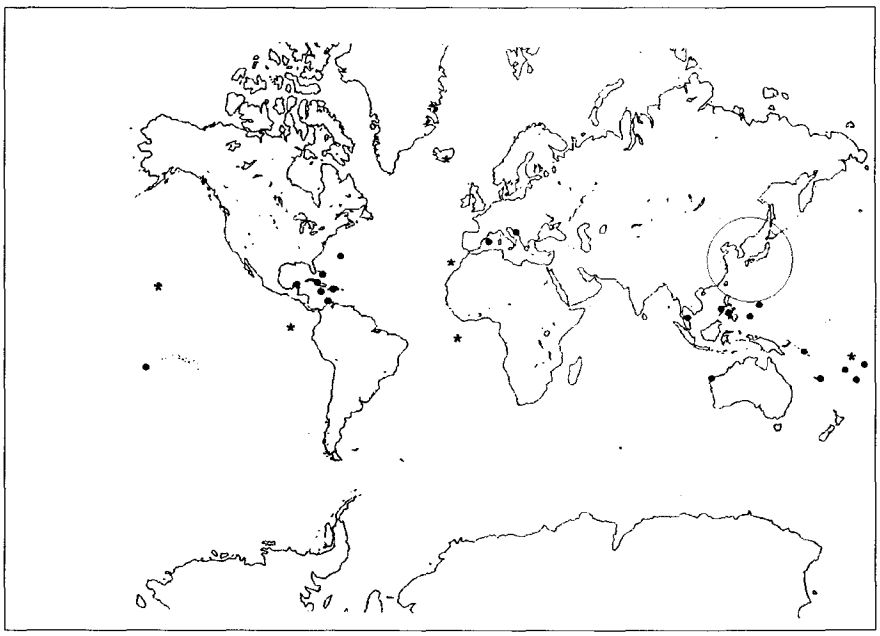


Figure 2-7. World map showing location of some of the more significant limestone (circle) and volcanic (asterisks) anchialines caves (Wilkens et al., 2000).

한 동물상을 가지고 있으며 희귀생물의 보고인 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處棲, Anchialine habitat; 그림 10A-B; Stock et al.(1986), defined Anchialine habitats to consist of bodies of haline waters, usually with a restricted exposure to open air, always with more or less extensive subterranean connections to the sea, and showing noticeable marine as well as terrestrial influences)나 동굴수생동물상(洞窟水生動物像, Stygofauna:

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Fauna inhabitating the various types of groundwater. Numerous names are in use for subsets of this system mostly based on the habitat type, defined by Gibert *et al.*, 1994)에 대한 체계적인 연구는 기초적인 단계에 머물고 있다고 볼 수 있으며 한국에서는 아직까지 한번도 발표나 연구되지 않은 大患의 연구 분야이다(그림 8). 특히 한국의 경우 용암동굴로 이루어진 제주도의 경우 게웃샘굴과 신창성굴 이외에도 많은 동굴이 이런 특징을 가지고 있을 가능이 높으며 육상의 경우도 동해안과 태백산맥을 사이에 위치한 湖沼나 수분이 많은 동굴(성류굴, 고수동굴 등) 등이 예상되고 있다.

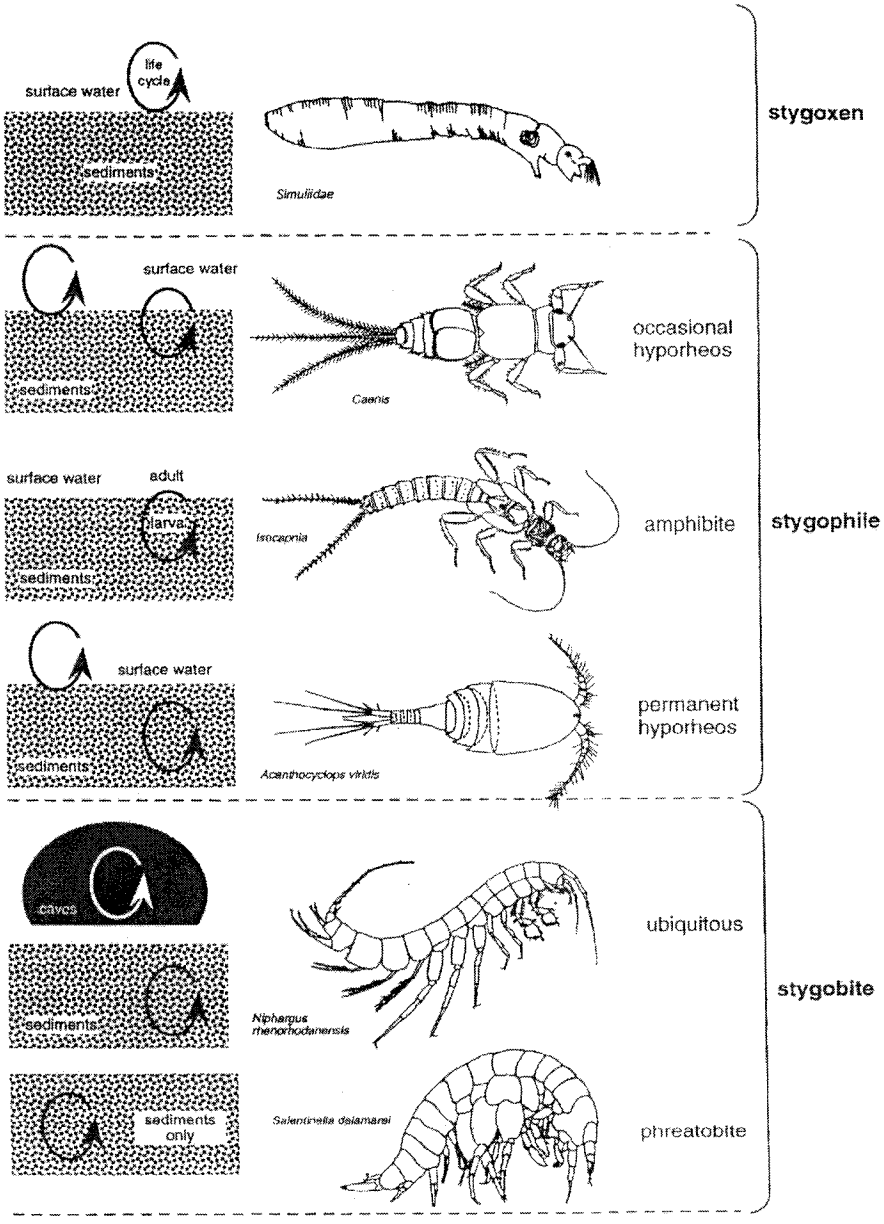
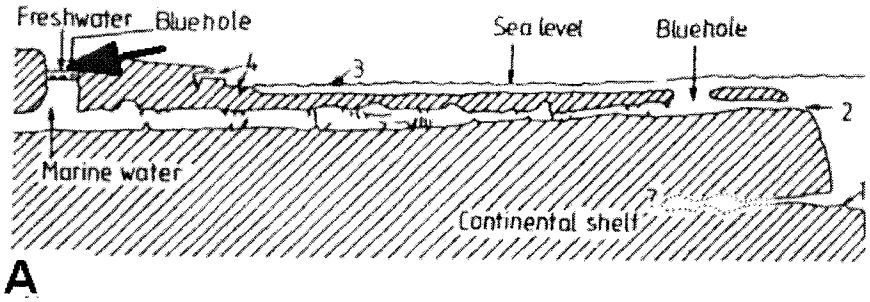


Figure 2-9. General diagram of achialine caves and dissolution caves.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



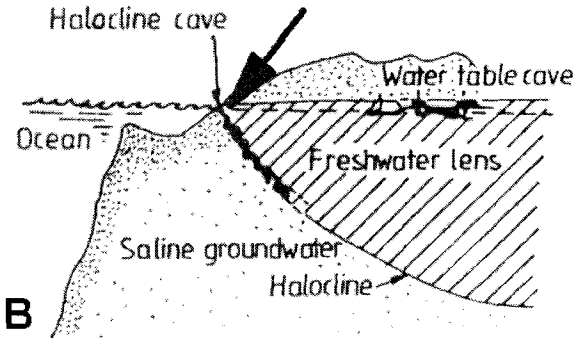


Figure 2-9. General diagram of achialine caves and dissolution caves. A: Diagram of a long anchialine cave in limestone bedrock of the Bahamas submerged plateform: (1) submerged marine bank at 120m depth, eroded during the Wurm; (2) old bank submerged since the post-Wurm; (3) present sea level; (4) grietas.
B: Dissolution cave in the Bahamas: Scheme showing the two zones of dissolution: one along the halocine at the contact between the fresh and sea water, causing marine caves, another on the top of the freshwater lens (Mylroie and Carew, 1990).

또한 카라신科(Charasidae) *Astyanax fasciatus*는 눈이 없는 동굴개체와 눈이 있는 육상개체라는 점에서 분류, 행동, 발생, 및 유전학적인(종분화) 면에서 많은 연구자들에게 흥미를 끌고 있는 종이다 (그림 11A-B).

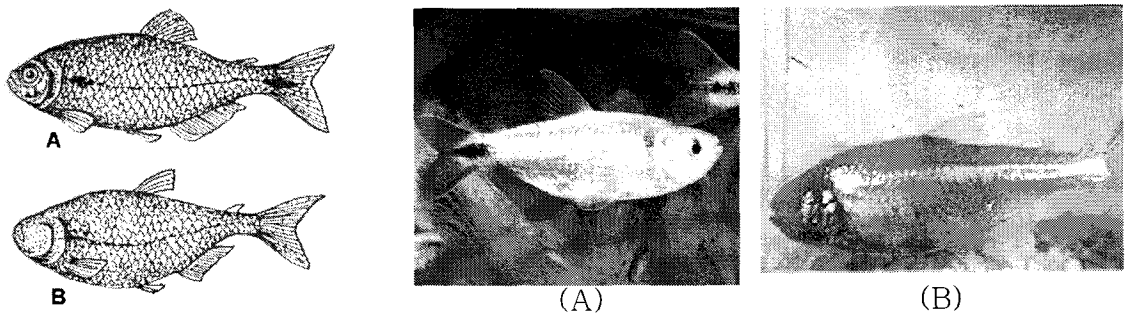


Figure 2-10. *Astyanax fasciatus* (Characidae) A, Opeing fresh water; B, Cave fresh water.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

본 연구의 1, 2차년도에는 제주도 용암동굴 2개소(게웃셈굴, 신창성굴)와 현재 육지에서 개방된 천연기념물 2개소(제 155호 성류굴, 제 256호 고수동굴)와 용연동굴(지방문화재 제 39호), 그리고 생물조사가 거의 없었던 울진군의 영치굴, 삼척의 몰골굴, 제주도의 제암천굴, 수월봉, 일본군 진지동굴, 와흘굴 등을 표본구로 정하여 조사를 실시했다. 특히 현재 유네스코(UNESCO: 국제연합교육과학기구)에서 자연유산보존 예정지역인 제주도 게웃셈굴는 해수와 담수가 교차하는 동굴기수서식처(Anchialine or Anchihaline habitats, 그림 10A-B)을 보유한 동굴로써 생물진화학, 생물지리생태학, 생물계통학 및 종분화 등에서 매우 중요한 가치가 있으며 일시적인 단기간의 조사가 아닌 지속적이고 종합적(지질학, 생물학, 암석학, 생태학 등)인 학술조사가 필요한 독특한 지형이다. 표본구로 지정된 동굴들은 동굴수생환경이 풍부한 지역(특히 성류굴과 고수동굴)으로써 생물다양성 및 유전자 확보에 중요한 자료로써 이용할 수 있고 동굴의 특성에 따른 생물 및 생태다양성에 대한 비교뿐만 아니라 관광객들의 방문형태에 따른 생태적 변화를 탐구하는데 유용한 탐구가 될 것이다. 또한 본 연구를 통해 방문객 영향에 의한 생물다양성, 종분화 및 생태환경의 변화(그림 9, 11A-B)를 비교할 수 있으며, 이를 통한 개방 동굴의 관리방안 모색과 미개방 동굴의 향후 관리전략을 수립하는데 도움이 될 수 있다.

2. 한국 천연동굴 및 관광동굴(Korean Cave and Cave Tourism)

가. 동굴관련 연구 현황

동굴은 20세기 초반 유럽 전반에 걸쳐 이루어진 석회동굴(limestone cave)의 탐험을 통하여 관광자원으로서 일반인에게 개방(public show-caves)되었다.
동굴자원은 그 자체로서 역사적 교육적 의미를 지닌다. 따라서 오랜 기간 사람들은 동굴을 방문하고 탐험하는 활동을 하였으며, 이런 활동의 보편화는 관광활동으로 이어졌다. 영국의 경우 20개가 넘는 개방동굴이 있어 연간 50만 명이 넘는 방문객을 기록하고 있으며(Baker & Genty, 1998), 뉴질랜드의 와이토모(Waitomo)동굴의 경우, 연간 50만 명이 넘는 인원이 방문하고 있다(Pavlovich, 2003). 전 세계적인 동굴에 대한 관심의 성장은 교육적인 목적의 야외 활동(outdoor experiences)과 환경에 대한 의식의 성장으로 볼 수 있으며(Caving Canada, 2003), 이에 따라 동굴관광객의 관심을 반영한 동굴 환경 프로그램이 다양하게 선보이고 있는 추세이다.

동굴과 관련한 학계의 연구도 다양한 분야에서 나타나고 있으며, 가장 활발한 부분은 생물학과 지질학 분야의 연구로 동굴과 동굴 생물상의 보존 및 모니터링에 관련된 분야에서 활발히 진행되고 있다(Arita, 1996; Berg & Watson, 2002; Eberhard & Hamilton-Smith, 1998; Hamilton-Smith & Eberhard, 2000; Hardwick & Gunn, 1996). 관광분야에서 살펴보면, 종유석을 보존하는데 있어서 지표면의 변화나 동굴 관광객의 증가가 미치는 영향에 관한 연구(Baker & Genty, 1998)와 동굴관광이 지역의 산업으로 자리잡은 뉴질랜드의 와이토모

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(Waitomo) 지역에서의 동굴관광과 지역 산업연계방안 연구가 있다(Pavlovich, 2003). 또한 동굴관광이 발달한 캐나다, 뉴질랜드, 호주, 미국 등에서는 비영리목적의 동굴보호단체들이 중심이 되어 동굴관광에 관한 규범, 동굴보존 방안제시, 연령별 환경교육 프로그램, 동굴관광에 대한 지식제공이 이루어지고 있다. 국내에서도 동굴관광은 오랜 기간 주요한 관광활동이었으며 많은 관광객이 방문하고 있다. 동굴 관광에 대한 연구는 동굴관광의 현황 파악연구(김상훈, 1978), 동굴관광자원개발에 관한 연구(김홍운, 1983) 등이 이루어졌으며, 최근에 동굴관광에 관한 관심이 증대되면서, 관광동굴에 관한 이미지 및 형태(홍충렬·김원진, 2001)가 분석되었다. 또한 강원도 삼척에서는 삼척 세계동굴엑스포를 개최하면서, 지역관광자원으로서 동굴관광을 연구하였다(김일동, 2001).

나. 동굴의 관광학적 가치

지질관광에 대한 연구를 보여준 Hose(1997)는 지질관광은 '단순히 지질자원의 미학적 감상수준을 넘어, 지질학에 대한 이해와 지식을 관광객들이 습득할 수 있도록 안내해설체계와 서비스 시설을 제공하는 것' 이라고 정의하여 관광을 통한 지질교육효과를 강조하였다(정강환, 2000). 동굴관광은 이와 같은 지질관광에 대한 정의에 동굴생물에 대한 교육을 효과를 추가할 수 있다.

인류에서 있어서 역사적, 문화적, 자연적 자원인 동굴의 가치가 확대되어 인식되고 있다(Caving Canada, 2003). 동굴은 학술, 문화, 산업, 관광의 공간으로서 문화적 가치가 있는 잠재적 자원임은 물론 지표상의 자연 생태 환경 및 지하 생태환경과의 균형을 유지하는 중요한 역할도 하고 있음이 확인되기 때문이다.

관광의 측면에서 보자면, 관광지역의 범위가 확대되고, 국민의 관광선호도 역시 다양해지는 경향에 따라 동굴의 관광자원이 그 특수성으로 인하여 그 관광성이 높아지는 추세이다. 동굴은 자연관광자원과 인문관광자원의 특성을 함께 갖추고 있는 '복합관광자원'이다. 동굴은 예술성(지하경관의 신비성), 종교성(원시종교의 유적성), 유용성(동굴 탐험장 및 핵폐기물 처리장), 학문성(지리학·지구과학·동굴학 및 관광학)과 같은 특징을 가지고 있어(유영준, 2002), 이를 활용하여 관광객을 유치할 수 있는 다방면의 관광매력성을 지니고 있다. 동굴내부에서의 활동과 동굴관광 현상을 바탕으로 '동굴관광은 동굴을 중심으로 동굴의 내부와 외부에서 동굴과 관련한 동굴관람활동, 지질 및 생물 학습활동 등을 하는 것' 이라 정의 할 수 있다.

Table 2-1. Value of cave in tourism resource.

구 분	관광자원으로서의 가치
예 술 성	지하경관의 신비성, 색채성, 지질 형성의 경이성
종 교 성	초자연적인 신비성, 사원 · 사의 신앙성, 원시종교의 유적성
유 용 성	동굴 탐험, 산업적 이용, 군사적 이용, 핵폐기물 처리장으로 이용
학 문 성	지구과학, 동굴학, 지질학, 지형학, 생물학, 환경학, 관광학, 종교학, 지리학, 문화인류학

자료: 유영준(2002). 동굴자원의 체험관광 활성화 방안. 『관광연구논총』, 14: 119-140.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

다. 한국 관광동굴

한국에는 약 850여 개의 자연동굴(석회석동굴, 용암동굴, 해식동굴)이 분포하는 것으로 알려져 있으나 보고서에 따라 국내의 동굴은 1000여개에 이른다고 추정되기도 한다. 우리나라에서 개방된 동굴은 총 13개소이며, 이들 동굴은 천연기념물 8개소, 지방기념물 3개소, 그리고 미지정 동굴 2개소가 일반인에게 개방되어있다. 개방된 동굴은 지역별로 강원도에 5개(고씨굴, 용연굴, 천곡굴, 화암굴, 환선굴), 충청북도에 5개(고수굴, 노동굴, 온달굴, 천동굴), 제주도에 3개(만장굴, 협재·쌍용굴, 미천굴)가 분포되어 있다.

Table 2-2. Status of openig cave in Korea.

동굴 / 내용	위 치	총연장(m)	개방일	문화재지정	입장객수(명)
고씨굴	강원도 영월군	6,300	1974.5	천연기념물 제 219호	24만
용연굴	강원도 태백시	1,486	1997.10	지방기념물 제 39호	10만
천곡굴	강원도 동해시	1,700	1996.5	미지정	24만
화암굴	강원도 정선군	1,803	2000.6	천연기념물 제 33호	30만
환선굴	강원도 삼척시	6,200	1997.10	천연기념물 제 178호	124만
고수굴	충청북도 단양군	1,400	1976.9	천연기념물 제 256호	45만
노동굴	충청북도 단양군	1,200	1990.1	천연기념물 제 262호	---
온달굴	충청북도 단양군	760	1997.11	천연기념물 제 261호	---
천동굴	충청북도 단양군	470	1978.10	지방기념물 제 19호	---
성류굴	경상북도 울진군	600	1976.1	천연기념물 제 155호	37만
만장굴	제주도 북제주군	7,270	1969.8	천연기념물 제 98호	53만
협재·쌍용굴	제주도 북제주군	109	1983.1	천연기념물 제 236호	---
미천굴	제주도 남제주군	1,695	2002.11	---	---

자료: 한국동굴연합(2000)과 조사자료를 참조하여 저자 재구성

개방된 동굴은 문화재로서 천연기념물 또는 지방기념물로 지정되어 있을 뿐만 아니라 10만에서 100만 이상의 관광객이 방문하는 인기있는 관광목적지가 되었으나, 최근 들어 다양한 관광자원의 개발과 동굴관광자원의 매력감소로 관광객이 감소하고 있다(동굴관리자 인터뷰, 개인면접, 2003년 7월).

동굴에서의 관광활동은 동굴의 특성에 약간씩 달라지지만, 동굴생성물 관람을 주로하는 것에는 큰 차이가 없다. 즉, 동굴내부에 설치된 이동통로를 따라 동굴의 생성물을 관람하기 위하여

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴내부를 이동한다. 동굴에 따라 동굴의 입구에 동굴의 생성원인 및 관람시 주의점등을 교육하기도 하지만, 일반적으로는 특정한 교육이나 해설이 없이 동굴관광이 이루어진다.
강원도 삼척의 환선굴에는 동굴 박물관이 설치되어 있어 동굴과 관련된 다양한 관람자료와 교육자료를 제공하여 주지만, 동굴과는 거리가 있는 삼척시내에 설치되어 있어 직접적인 관광효과를 누리기는 어려운 실정이다. 태백시의 용연굴은 남한에서 가장 높은 지대에 위치한 동굴로 주차장부터 동굴입구까지 무궤도열차를 운영하고 있고 동굴관리를 위한 다양한 관리방안을 모색하고 있으나 동굴내부에 동굴과는 무관한 다양한 설치물을 설치하여 동굴자원 자체의 매력을 감소시켜 문제로 지적된다. 또한 제주도의 관광동굴은 동굴이 있는 지역의 조경을 하여, 동굴과 다른 관광자원을 연계하여 다양한 관광활동을 하도록 돕고 있으나 동굴 자체의 매력을 충분히 살렸다고 보기는 어렵다. 따라서 동굴자원 자체의 매력을 살리기 위한 동굴관광활동이 필요하다고 판단된다.

제2절 국외 동굴 및 생물 현황

1. 국외동굴생물 현황

동굴과 동굴생물상의 보존과 모니텅에 대한 연구는 호주(Eberhard & Spate, 1995; Clarke, 1997; Hamilton-Smith & Eberhard, 2000; Eberhard, 2001; Thurgate *et al.*, 2001; Thurgate *et al.*, 2001)에서 가장 활발히 진행되고 있으며 특히 Eberhard & Spate(1995)는 NSW(New South Wales)에 분포하는 130여 개 동굴을 2년 동안 조사한 결과, 이전에 보고된 결과보다 1/3 目(Order: 21目에서 30目), 2배의 科(61科에서 115科)을 첨가하여 발표한 적이 있다. 그렇지만 일본, 중국, 러시아, 캐나다 등 기타 여러 나라에서는 동굴관광자원 자체에 주안점을 두면서 관리 방안이나 기타 자원으로써 활용하고 있으며 동굴생물상(예. 동굴수생동물상)의 보고는 개개인에 의한 톡토기(Collembola)나 거미류(Araneae) 등의 분류학적 연구만 보고 되고 있는 실정이다 (Kuramoto, 2001). 또한 전문적인 체계에 의한 동굴생물의 다양성, 종분화 및 유전자원에 대한 연구는 몇몇 종을 제외하고 아직 미개척 분야이다. 지금까지 보고된 갑각류(Phylum Crustacea)는 5강에 40000여종이 알려져 있으며, 이중 동굴 내에서는 3000 여종이 보고되어 있다 (표 1). 알려진 동굴성 갑각류 중에서도 특히, 단각류, 등각류와 함께, 저서성 요각류인 Harpacticoida가 많이 보고 되었다.

동굴관광은 20세기 초반 전 유럽에 걸친 석회동굴의 탐험을 통해 일반인에게 개방(public show-caves)되었다. 영국의 경우, 20개가 넘는 개방동굴이 있으며, 연간 50 만 명이 넘는 방문객을 기록하고 있다 (Baker & Genty, 1998). 그러나 생태적 영향을 고려하지 않은 동굴관광은 일반적인 대중관광과 마찬가지로 많은 부정적인 영향을 미치고 있다. 뉴질랜드 경우, 연간 약 50 만 명 이상이 방문하는 Waitomo 동굴(Pavlovich, 2003)에서는1979년 대중관광

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

으로 인해 대표적인 매력물인 반딧불이 사라지는 위기를 맞았다. 동굴관리위원회는 환경보전을 위해 동굴 안의 모든 촬영과 동굴 내에서는 일체의 대화가 금지되고, 동굴관찰은 개인적으로 할 수 없고 반드시 현지 안내원과 한 조가 되어 관찰해야 하며, 입장시간과 입장 인원을 제한하고 있다. 또한 입장료는 환경보전을 위한 재원을 지원하고 있어 환경보전에 지속적인 효과를 주고 있다.

Table 2-3. Classification of the Phylum Crustacea listing only those groups dwelling in cave on other subterranean habitats.

Class Branchiopoda (850)[1]– mostly fresh water– benthos, plankton
Order Cladocera (100 hypogean)
Class Remipedia (11)[1] – anchialine caves
Order Nectiopoda
Class Copepoda (10000)[1] – Marine and fresh water– plankton, commensal parasitic, interstitial
Order Platycopioida (2)
Order Misophrioida (2)
Order Calanoda (17)
Order Cyclopoida (153)
Order Harpacticoida (450+)
Calss Ostracoda (5700)[1] – mostly marine, some fresh water, few terrestrial; Stygoboints (300+) mostly in the order Podocopida
Calss Malacostraca (23000)[1] – marine, lotic and lentic fresh water, terrestrial
Superorder Syncarida
Order Anaspidacea (3)
Order Stygocaridacea (7)
Order Bathynellacea (145)
Superorder Peracarida
Order Mysidacea (17)
Order Spelaecogriphacea (2)
Order Mictacea (3)
Order Isopoda (575+)
Order Amphipoda (700+)
Superorder Eucarida
Order Decapoda
Infraorder Caridea (87)
Infraorder Astacidea (40)
Infraorder Anomura (2)
Infraorder Brachyura (38)

(1. The numbers in parentheses are the numbers of species).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

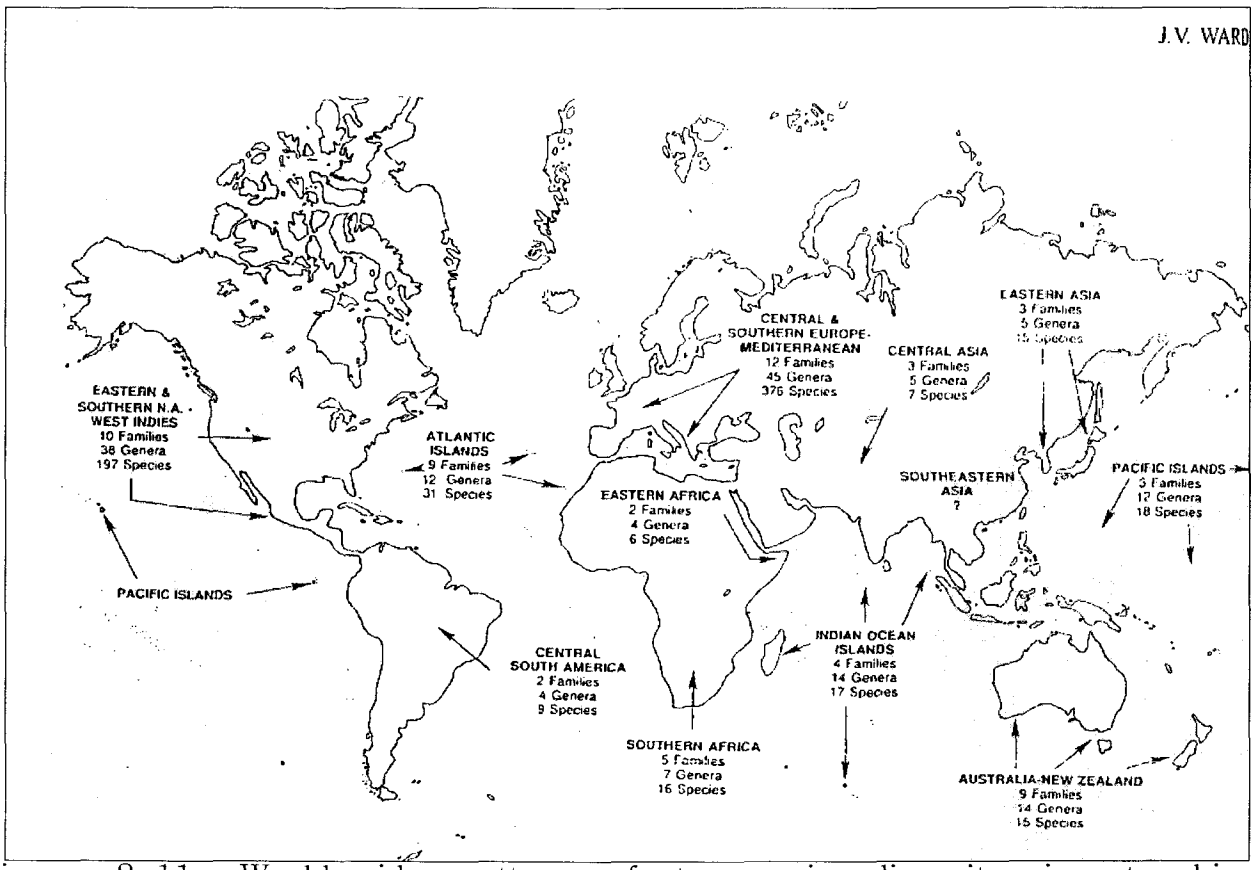


Figure 2-11. World-wide pattern of taxonomic diversity in stygobiont amphipods (Holsinger, 1993).

전 세계적으로 동굴 생태관광에 대한 관심이 높아지고 있으며, 그 이유는 방문객들이 단순한 야외 활동경험(Outdoor experiences) 보다는 교육목적의 야외활동을 선호하며, 일반인들의 환경에 대한 의식의 성장을 반영하고 있다(Caving Canada, 2003). 따라서 개방된 각 동굴들은 이러한 요구를 반영한 동굴 환경 프로그램이 다양하게 선보이고 있다.

하지만 외국의 경우도 동굴 생태관광을 규제하고 지원하기 위한 관리모형과 교육에 대해 특화된 연구가 진행된 것은 많지 않다. 일반적인 생태관광관리 기법을 그대로 적용하고 있는 수준이다. 각 동굴의 형성과정과 생태환경이 다르기 때문에 각 동굴에 따른 방문객 영향을 최소화할 수 있는 관리모형이 정립될 필요가 있으며, 이를 지원하기 위한 특화된 환경교육 및 해설 프로그램이 마련 될 필요가 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



(A) (B)

Figure 2-12. Akiyoshida caves in Japan. A, Blind fish exhibited in the fish port; B, Gateway of Japanese underground animal institute.

2. 일본의 동굴 및 생물현황

가. 일본에서 천연기념물로 지정된 동굴의 관광개발

일본의 동굴은 홋카이도에서 오키나와까지 널리 분포되어 있고 그 숫자도 많다. 그 중에 관광목적으로 개발된 주요 동굴은 이와테현 용천동굴(읍직영, 1959년 관광개발, 국가지정 천연기념물, 총연장 2500m, 연간 입장객 수 250,000명), 토쿄 히하라 광유동굴(히하라 보존회, 1947년 관광개발, 토쿄도 천연기념물 지정, 총연장 800m, 연간 입장객수 80,000명) 야마구치현의 아키요시 동굴(읍직영 1909년 관광개발, 국가지정 특별천연기념물, 연간 입장객 수 850,000명, 총연장 8,700m) 코우치현의 류카동굴(류카동굴보존회, 1931년 관광개발, 국가지정 천연기념물, 총연장 700m), 오이타현의 후렌동굴(노츠쵸, 국가지정 천연기념물, 총연장 100m, 관광개발), 카고시마현 쇼류동굴 (읍직영, 1963년 관광개발, 현지정 천연기념물, 총연장 3,500m, 연간 입장객 수 140,000명) 등이다. 위에서도 알 수 있듯이 천연기념물로 지정된 동굴이 각지에서 관광 개발되어 많은 관광객에게 문호가 열려있다. 이 동굴의 관리자들은 매년 「동굴 서미트」를 개최하고, 관광동굴 공통의 환경 보존 문제나 관광객의 모집문제를 거론하며 열심히 노력하고 있다.

나. 일본의 문화재 보존법

일본의 천연기념물은 1919년에 제정된 「사적명승천연기념물 보존법」에 의해 지정되었다. 실제로 1922년부터 천연기념물의 지정이 시작되었다. 이 법률은 1950년부터 문화재보호법」으로 계승되고, 이후 이 법률에 의해 문화재지정과 보호가 추진되게 되었다. 지정의 요건은 「학술상 가치가 높은 것」이고, 또한 국가의 자연을 기념하는 것으로 되어 있다. 천연기념물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

중 「세계적으로 또한 국가적으로 가치가 특히 높은 것」을 특별천연기념물로 지정하고 있다. 동굴로는 특별천연기념물로 지정되어, 이 동굴을 포함하여 아키요대(臺)도 특별천연기념물로 지정되어 있다. 천연기념물은 학술상 중요한 것이기 때문에, 이 가치를 훼손할 우려가 있는 행위는 엄격히 금지되어 있다. 또, 현상(現狀)을 변경할 우려가 있는 행위는 미리 문화청에 허가를 받지 않으면 안 된다. 실제로 관리자는 현상변경의 우려가 있는 행위를 개척할 경우, 현의 문화과에 상의한다. 현은 문화청의 의향을 듣고 허가신청에 관계된 지도를 한다. 허가신청서를 제출하면 문화청은 신중하게 심의하여 필요에 따라 현지조사를 하고 신청에 대한 결정을 한다.

다. 아키요시 동굴의 천연기념물 지정과 허가신청

아키요시대(臺)의 아키요시 동굴 (옛날에는 타키아나라고 부름)의 경우 거대한 동굴이 있다는 것은 지역사람들에게는 잘 알려져 있었다. 그러나 이 동굴은 신들의 거처이고 사람이 들어가는 장소는 아니었다. 다만 가뭄이 들었을 때, 마을 사람들은 비가 오기를 빌러 들어가고 동굴의 세계를 들여다보게 된다. 애도시대에는 마을사람들이 동굴을 탐사하여 「24경이 있다」라고 기술했으며(지하상신) 모리번의 젊은 의사들이 석약(石藥)을 찾아 동굴에 들어갔다는 기록이 있다. 메이지시대가 되자 이 뛰어난 동굴은 세상사람들에게 개방하자는 사람이 나타나 관광화가 시작된다. 아키요시 동굴의 『개굴식』은 1909년 우메하라 후미지로씨의 손으로 이루어졌다. 이 단계에서 동굴관광이 많은 이익을 얻으려는 생각보다 오히려 세상사람들에게 알리고 싶다는 생각이 강했다. 관광객이 오면 지역사람들은 진심으로 환영하며 동굴을 안내했다. 이 환영에는 마을사람들이 하는 아마추어 연극도 볼 수 있었다고 한다. 동굴안대는 지역사람들이 친절하게 했다. 아키요시동굴은 지하하천형 동굴로 광범위하게 지하하천이 흐른다. 이 지하천은 깊은 곳은 2m가 넘어 다리나 보트를 이용하여 젖지 않고 겨우 안까지 갈 수 있었다. 조명은 「횃불」을 이용했다. 관광동굴이라 해도 이름뿐이고 관광객은 적었다. 관광객이 오면 현지 청년들이 안내했다. 관광객은 모두 크게 만족하고 돌아갔다. 때문에 아키요시 동굴의 평판은 좋게 퍼졌다. 1919년의 일로 사적명승천연기념물로 보존법이 제정되어 천연기념물 후보가 된 아키요시 동굴을 조사하기 위해 토쿄대학 진보 코도라 교수와 내무성 관리가 찾아왔다. 이 조사결과, 아키요시 동굴은 천연기념물로 어울린다하여 1922년 일본 최초로 천연기념무로 지정되었다. 이것으로 이 동굴의 관리는 아키요시무라 (현 아키요시효)가 했다. 1926년에는 당시 황태자 쇼와천황이 방문하여 이로 인해 동굴에 전등을 달게 된다. 동굴 내에 전주가 세워지고 곳곳에 갓 없는 정등이 켜지게 된다.

1930년대에 들어가자 동굴의 학술연구가 진척되어 동굴에 사는 동굴생물로 신종이 계속 발견되고 눈이 퇴화된 동굴생물의 존재가 밝혀졌다. 1935년이 지나자 악몽과 같은 전쟁이 찾아와 관광객은 점차 줄어들었고 제 2차 대전 후 얼마 안 되는 시기에는 사회적인 혼란이 계속되고 관광객이 줄어들었다. 1950년 무렵부터 사회도 점차 안정을 되찾자 관광객이 조금씩 증가하게 된다. 1951년에는 사적명승천연기념물로 보존법이 개정되어, 문화재보호법으로 바뀐다. 이 법률개정으로 1952년 아키요시 동굴은 특별천연기념물로 지정되었다. 이것은 아키요시 동굴이 자연의 국보라 할 존재를 의미한다. 또한 1954년에는 자연공원법에 따라 아키요시대(臺)는 국정공원으로 지정되어 자연 친화적인 장소임과 동시에 뛰어난 경관지로서 법률로 보

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

호받게 되었다. 아키요시대(臺)에서 1956년 큰 사건이 일어났다. 전후 아키요시대(臺)는 미군의 훈련장으로 접수되었지만 이 해에 미군은 아키요시대(臺)를 실탄을 쏘는 폭격훈련장으로 쓰고 싶다고 신청해왔다. 아키요시대(臺)는 일본열도 탄생의 비밀을 간직한 학술상 중요한 장소이고 이 대지를 파괴하는 것은 너무 유감스럽다는 과학자의 진언으로 재검토되었다. 그 결과 미군은 아키요시대(臺)에서의 훈련을 중지하고 일본정부는 아키요시대(臺)를 영원히 보존할 특별천연기념물로 지정하여 아키요시대(臺) 전체를 보존하기로 결정하기로 했다. 아키요시대(臺)에서 미군이 떠나자 멋진 카르스트 지형을 볼 수 있는 초원은 관광의 대상이 되어 많은 관광객이 찾게 되었다. 마침 사회안정과 함께 시작된 관광 붐의 시기와 때를 같이 했기 때문이다. 관리자인 아키요시쵸는 관광대상으로서 1955년에는 아키요시동굴과 아키요시대(臺)를 직접 연결하는 엘리베이터 건설을 계획하고 나라에 허가신청을 냈다. 그 결과 25인승 엘리베이터 2대를 설치했다. 또, 동굴내의 통로를 정비하고 사람들이 안전하게 아키요시 동굴을 관광할 수 있도록 콘크리트길을 완성했다. 여기에 동굴내의 다리가 다시 설치되었다. 이것으로 동굴은 즐긴 관광객은 엘리베이터로 아키요시대(臺)로 갈 수 있게 되었다. 한편, 아키요시대(臺) 위에서는 1956년에 야마구치현에 의해 공중변소를 갖춘 전망대가 건설되고, 1958년에 소년의 집(아키요시대(臺) 청소년숙박훈련소), 1959년에는 아키요시대(臺) 과학박물관이 건설되고, 아키요시대(臺) · 아키요시 동굴관광은 자연학습관광의 성격이 강해졌다. 아키요시 동굴은 어린이에게는 대폭 할인요금을 적용해 왔다. 이런 일련의 시책은 많은 국민에게 받아들여져 관광객은 급증하게 된다. 동굴내는 관광객으로 넘치고, 엘리베이터를 타기위해 1시간 이상 기다리는 상황에 이르렀다. 아키요시쵸는 1962년 쿠로타니시 동굴의 관광개발과 그 최종지점에서 아키요시대(臺)를 향해 사람들이 걸어 나올 수 있는 터널건설계획을 세워 허가를 신청을 했다. 문화청은 이 계획을 조건부로 허가했다. 이 조건이란 이 터널에서는 사람은 다니지만 공기를 이동하지 않게 하는 장치를 다는 것이다. 터널은 동굴의 자연환경을 크게 바꿀 우려가 있기 때문이다. 그래서 터널공학전문가에게 의뢰하여 조건인 장치를 쿠로타니 터널 끝에 달았다. 동굴내 조명도 1960년에 크게 개량해야 한다고 허가 신청을 냈다. 동굴 내에서 있던 전주를 제거하고 전선은 지하게 매설, 전구는 수은등, 램프, 형광등으로 나누어 새로운 동굴조명을 실현했다. 이 조명을 새로운 동굴이론에 어울리는 것이 되었다.

라. 대관광지 아키요시대(臺), 아키요시동굴

동굴의 매력은 사람들의 마음을 강하게 자극했다. 또한 아키요시대(臺)의 광대한 카르스트 초원은 대단히 쾌적했다. 관광객의 증가는 해마다 계속되어 1975년에는 아키요시동굴의 입작객은 198만에 달했다. 관광객의 증가는 관광시설의 확충을 재촉했다. 아키요시대(臺)에서는 호텔, 매점이 자꾸자꾸 늘어났다. 그 뿐만이 아니라 아키요시대(臺)의 위를 관통하는 자동차도로 건설이 계획되었다. 자동차를 타고 아키요시대(臺)를 달리는 쾌적함을 즐기기 위해서였다. 이것은 자동차시대의 도래에 맞추기 위해서였다. 여기서 아키요시대(臺)의 끝없는 개발을 비판하는 사람이 생겼다. 그래서 관광개발의 적정수준을 기하기 위해 「아키요시대(臺) 마스터플랜 (아키요시대(臺) 보호를 위한 헌법)」이 만들어지고 어느 일정 규모이상의 개발행위는 현(자연보호), 쵸(아키요시쵸, 비토쵸)의 4자의 협의하여 개발을 제한했다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

관광객의 증가는 동굴에서 많은 문제를 야기했다. 많은 관광객이 좁은 공간에 머무르자 동굴에서 많은 문제를 야기했다. 많은 관광객이 좁은 공간에 머무르자 동굴의 이산화탄소가 증가하여 종유석의 정상성장을 저해했다. 또 사람은 먼지나 흙을 묻혀오기 때문에 동굴 생성물이 오염되었다. 그 뿐만 아니라 관광객은 천천히 동굴은 즐기기 위해서는 적정 인원수가 있고, 한번에 들어갈 수 있는 정원이 있다고 이의를 제기했다. 아키요시대(臺)의 이용자가 증가하자 그 영향이 동굴에 미쳤다. 대(臺) 위에 버려진 하수나 쓰레기가 지하의 동굴을 오염시킨다는 것을 알았기 때문이다. 그래서 아키요시대(臺) 위의 쓰레기나 하수는 모두 아키요시대(臺) 기슭으로 가지고 내려와 여기서 오수처리를 하여 강으로 방류했다. 한참 후에 아키요시대(臺)의 하수관이 파손되고, 하수가 아키요시 동굴로 세어드는 해프닝이 일어난 적도 있다(1984년). 이때에는 지하수생물에 커다란 변화가 일어났다. 그때까지 거의 볼 수 없었던 지하수성 곤충이 대폭 늘어났다. 이 사건은 동굴환경을 항상 감시하여 이상이 있으면 즉각 조사하여 대책을 수립하는 제도를 확립하지 않으면 안 되는 사실을 가르쳐 주었다. 인간이 만든 시설은 반드시 사고를 일으키기 때문이다. 아키요시 동굴에서는 아키요시대(臺) 과학박물관이 그 역할을 담당해 왔다.

마. 모객(募客)을 위한 새로운 사업과 자연보호운동

1975년 무렵 아키요시 동굴의 입장객 수는 감소하기 시작한다. 특히 1985년경이 되자 많은 관광객은 해외 관광지를 찾게 된다. 또한 학습관광과 같은 관광은 경원되고, 이 무렵부터 나온 테마파크형 놀이 관광을 좋아하게 되었다. 관광객 감소가 시작되자, 아키요시쵸는 관광객의 발걸음을 돌일킬 대책을 찾기 시작한다. 아키요시대(臺)에서도 리조트 붐을 기대하고 1985년에 중규모 관광 레크레이션기지(가족여행촌) 계획이 세워졌다. 이것은 관광객이 체재할 수 있는 숙박시설과 여러 가지 놀이 공간을 갖춘 시설이다. 그러나 이 시설에서는 관광객의 모객은 할 수 없었다. 많은 투자로 모객할 수 없게 되자 개의치 않고 모객할 계획을 연달아 내놓았다. 아키요시대(臺)에서는 1984년에 거대한 관음상을 가족여행촌에 만들까, 가까운 곳에 만들까 하는 구상이 세워졌다. 이 시설들은 아키요시대(臺)나 아키요시 동굴에 어울리는 시설이 아니기 때문에 야마구치현민 사이에서 강한 반대 운동이 일어나 이 계획은 백지화되었다. 동굴에서도 감소한 관광객의 발걸음 되돌리는 방법으로서 동굴 내 조명을 칼라화 하거나 새로운 가지동굴의 관광개발이나 탐험관광을 도입하거나 동굴을 이용한 콘서트 등 이벤트를 개최하며 할 수 있는 모든 시도를 하게 되었다. 그러나 동굴이라는 자연을 조용히 감상하거나 마음속으로 음미하는 것과는 상당히 거리가 먼 계획뿐이어서 결과적으로 환경파괴를 초래하는 사업뿐이었다. 이러한 관광사업에만 눈을 돌린 관광정책을 바람직하지 않다. 그것을 방지하기 위한 대책이 추구된다. 대대적인 현민의 운동 결과 1983년에는 아키요시대(臺) 학술전문가를 지명하여 아키요시대(臺)에 일정 규모이상의 사업을 하는 경우에는 올바른 의견을 학술전문가에게 구하는 제도가 생겼다. 객관적인 올바른 의격을 학술전문가에게 구하는 제도가 효과가 있어, 이후 보전을 요구하는 대대적인 주민운동을 일어나지 않았다.

바. 학술전문가 의견

천연기념물로 지정된 동굴이라도 관광개발이 진행되고 경영자가 열심히 한다면 자칫 궤도를 벗어난 계획인 나온다. 또한 미미한 변경을 해도 중대한 환경변화를 초래하는 가능성이 있

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

는 현상변경도 있을 것이다. 그래서 중요한 것은 현지에서 오랜 기간에 걸쳐 학술연구를 계속해 온 과학자의 공정한 의견이다. 아키요시대(臺)나 아키요시 동굴에서는 보전에 만전을 기하기 위해 이 학술연구를 계속해 온 과학자의 의견을 적극적으로 채택해 왔다. 아키요시대(臺)에서는 지질학 1명, 암석학 1명, 동물학 1명, 법률 1명 총 6명이 아키요시대(臺) 학술연구가로서 임명되어 일정규모 이상 변경을 수반하는 공사에 대해서는 의견을 묻게 되어있다.

사. 파괴된 곳의 복구

아무리 철저히 보전하더라도 때로는 파괴되는 일도 있을 것이다. 아키요시대(臺), 아키요시 동굴에서는 최근에 파괴된 곳의 복구사업이 시작되었다. 아키요시대(臺)에서는 오랜 동안의 관광사업 때문에 대규모의 나대지가 생겨 비가 오면 토사가 흘러내리고 식물이 살 수 없는 곳이 점점이 보인다. 이러한 장소는 자원봉사자가 잔디를 심는 복구작업이 신중하게 행해지고 있다. 동굴에서도 통로 부근의 동물생성의 일부가 파괴된 경우, 복구가 필요하다. 문화재 복구사업은 기술적 연구에서 시작하여 신중하게 진행하지 않으면 안 된다. 개발된 기술은 서로 교환해서 보다 완성도가 높은 공법을 개발하지 않으면 안된다. 국제협력이 필요하다.

3. 러시아의 동굴 및 생물현화

1950~1980년대 러시아 자연보존은 국민의 성금으로 운영된 "전 러시아 자연유산보존협회"가 주도하였으며, 당연히 이 시기에는 자연유산의 상세한 목록을 작성할 수 있었다. 1979~1986년의 기간에는 전 러시아 자연유산보존협회 중앙위원회내의 자연유산지역보존 분과의 하부분과로 동굴보존 분과가 있었으며, 이분과는 동굴보존에 관한 소개, 보존동굴의 추천, 동굴-자연유산 목록작성 등의 일을 하였다. 이 시기에도 자연유산 문제는 해결되지 못했다. 모든 자연유산에 passport와 "보존필수"(집단농장 등의 각 지방 조직에 위임됨)가 부여되었으며, 동굴들도 이들 자연유산에 포함되어 보호되도록 제시되었다. 그러나, 보존자금이 할당되지 않았으며, 자연유산보존을 위한 토양운반을 예견치 못했다. 따라서 동굴 보존은 서류에 의해서만 이뤄졌고, 심지어는 동굴의 서류상 보존을 위해서도 장기간의 관료주의적 절차를 거쳐야 했다. 첫째, 자연유산 지정이 가능한 것들의 조사, 동굴의 자연유산으로의 지정선포기반 조성, 동굴의 관리책임(연방수준 또는 지방수준) 경정, 동굴에 passport 부여(소속지방 지정, 동굴에 대한 약술, 평면도와 단면도 작성, 특징, 관리 수준 등), 보존 필수 등록 등을 했어야만 했다. 관리수준으로는 단순한 자연유산 지정, 몇몇 제한/보호 regim를 규정한 자연유산 지정, 완전한 금지 regim에 의한 자연유산 지정(최고 수준의 관리)등이 있었다. 국립공원이나 금지구역에 위치한 동굴은 자연유산으로서의 자신의 독립적 위상을 상실하였으며, 보호 대상의 한 구성요소가 되었다.

동굴에 대한 모든 서류가 등록된 후에는 지방 행정기관에 의한 동굴의 자연유산으로의 승인 절차를 거쳐야만 했는데, 통상 이 절차는 몇 달, 심지어는 몇 년이 소요되었다. 그리고, 승인 시기에는 동굴의 보존에 대한 책임을 질 단체나 조직이 지정되었는데, 이 조직이나 단체에 보존 필수성이 위임되며, 동굴보존 책임 또한 지워졌다. 그러나 보존에 대한 재정은 할당되지 않았다. 완전한 금지 지역에 의한 자연유산 지정지는 임업부에서 관리하였으며, 따라서 보존 기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

본 대상은 삼림이 되었고, 기타 대상에는 크게 주목하지 않았다. 1990년대에 자연유산 보존을 관장할 자연유산보존부가 신설되었으나, 상황은 크게 바뀌지 않았으며, 1999년부터는 자연유산사용부에서 동굴과 기타 자연지역 보존업무를 담당하고 있다.

관광동굴에 대해서는 쿤구르스카야, 대(大)아지쉬스까야 등의 예에서 보듯이 방문객 수, 관광을 위한 조명과 기타시설 등의 영향이 조사되었으며, 자연동굴-유산의 상태와 동굴에 미치는 방문객(여행객, 동굴학자, 지역민 등)의 영향 등이 연구되었다. 또한 지역별 자연동굴-유산의 수도 조사되었으며, 국립공원(보론쫍스까야, 숨간-쿠투크)과 금지지구(슐리간-타쉬)에 분포하고 있는 동굴에 대한 분석이 이뤄졌다. 이리하여 자연 및 인공동굴 보존문제 해결에 관한 가능한 방법들이 수행 중이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제3장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 한국 동굴산 생물의 재정리

1. 한국 동굴산 생물에 관하여

지금까지 한반도에서 알려진 동굴생물 (지하수계 동물만 포함)은 총 4문 (Phyla), 9강 (Classes), 31목 (Orders), 84과 (Families), 260(3)종 (Species)으로 파악되었다 (괄호 안의 숫자는 미결정 분류군 수). 그 중에서 절지동물류 (Arthropoda)는 6강 (60%), 25목 (81%), 85과 (90%), 243종 (94%)으로 가장 많이 보고되어 있으며 한국동굴 (지하)이 모식산지인 모식종 중에서 81종 (93%)이다 (Table 2). 진정 거미류 (Araneae)는 과단위 분류군에서 29과 (Family)로 제일 다양할 뿐만 아니라 111종 (43%)으로 가장 우점 분류군으로 나타났다 (Table 2). 또한 10강 (Class) 중에서 곤충강 (Insecta)은 11목 (Order)으로 가장 다양한 목단위 분류군으로써 크며 97종 (38%)이 알려져 있는데 32종이 한국동굴(지하)이 모식산지이다.

이러한 통계 수치는 이 (1978a, b)의 3문 7강 53과 109종, 남궁 (1987a)의 9강 30목 74과 141종, 최와 남궁 (2002) 5문 10강 27목 77과 142종, 그리고 이와 최 (2002)의 14강 145과 346종에 비해 상당한 차이를 보인다. 그 이유는 인정하는 논문이나 보고서 (이와 최 2002) 그리고 한정적인 지역, 특히 대부분의 동굴이 위치하는 강원도 (남궁 1987a)와 제주도 (최와 남궁 2002)의 동굴산동물상의 차이 때문일 것이다. 미동정 종수의 경우, 이와 최 (2002)의 경우 107종을 보고하였으나 본 연구에서는 체계적인 분류학적 견해, 보고서 각 분류군에 관한 전문가 등의 의견, 그리고 원기재 저자들의 동의에 입각하여 연체동물류(Mollusca)에서 3종만을 인정하여 수록하였다. 딱정벌레류의 경우, 조 등 (2003)에 의해 동굴산 22종이 재정리되었고 동굴산 나방류는 김과 최 (2000, 2001)에 의해 26종이 재기재된 결과가 새로이 포함되어서 증가되었다. 또한 김과 김 (2002)은 기존에 보고된 동굴산 꼽등이류에서 2종, *Diestrammena japonica*와 *D. apicallis*는 오동정이며 각각 알락꼽등이(*D. asynamora*와 꼽등이(*D. coreana*) 정정하였다.

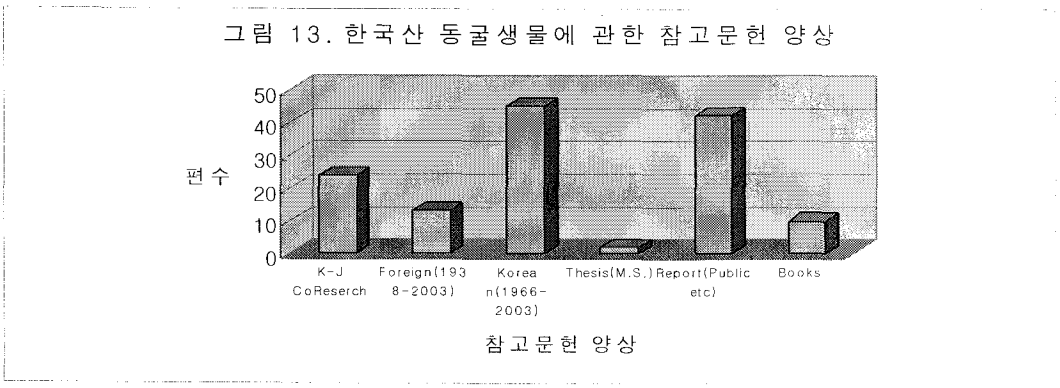


Figure 3-1. Patterns of references published on the Korean subterranean fauna.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

그러나 이러한 우리나라 동굴 생물의 알려진 종수는 현재 전 세계적으로 인정하고 있는 동굴(바다동굴과 지하생태계를 포함)산 거미강 (Arachnida) 100,000여종, 순각강 (Chilopoda) 10,000여종, 배각강 (Diplopoda) 80,000여종, 그리고 곤충강 (Insecta) 중에서 딱정벌레목 (Coleoptera) 300,000여종, 노린재목 (Hemiptera) 70,000여종, 파리목 (Diptera) 150,000여종에 비하면 너무나 미비한 숫자라고 할 수 있다 (Harvey *et al.* 2000).

Table 3-1. Type of references about subterranean animals from Korea.

Type (period)	Number of reference
Korea-Japan Joint Survey (1966)	24 papers
Foreign taxonomist (1938-2003)	13 papers
Korean Taxonomist (1966-2003)	45 papers
Thesis for a degree (1997, 2003)	2 theses (M.S.)
Report of public state & enterprise (1987-2003)	16 reports
Report of cave expeditionary party or journal of society in University (1975-1999)	28 papers
Books (1978-2003)	10 books
Total : 110 papers, 16 reports, 10 books, 2 theses	

Table 3-2. No. of taxonomic papers published from Korean subterranean animal.

	Number of taxonomic papers						Total
	-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-	
Turbellaria		1	2				3
Gastropoda					2	1	3
Arachnida		7	5	3		3	18
Chilopoda		1					1
Diplopoda	1						1
Insecta		7	6	5	6	6	30
Malacostraca	1	3	2	1	1		8
Maxillopoda		1	1			1	3
Mammalia		2				1	3
Total	2	22	16	9	9	12	70

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

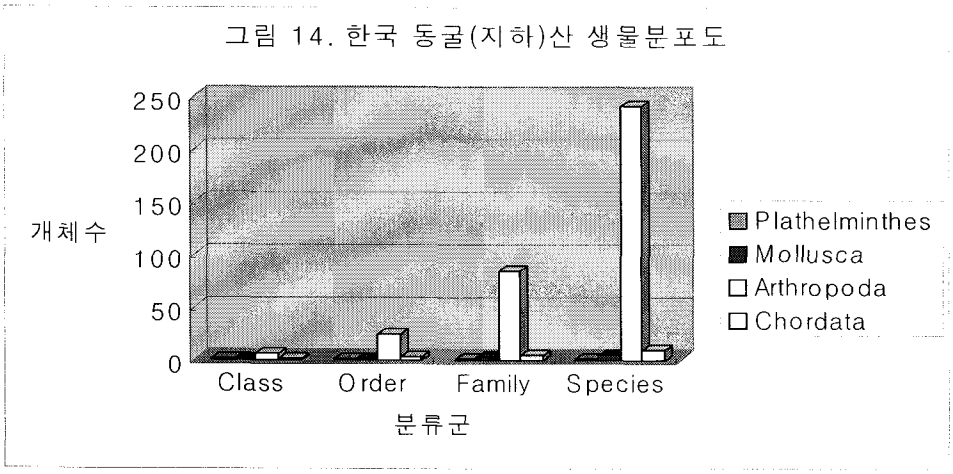


Figure 3-2. Patterns of the Korean subterranean animal.

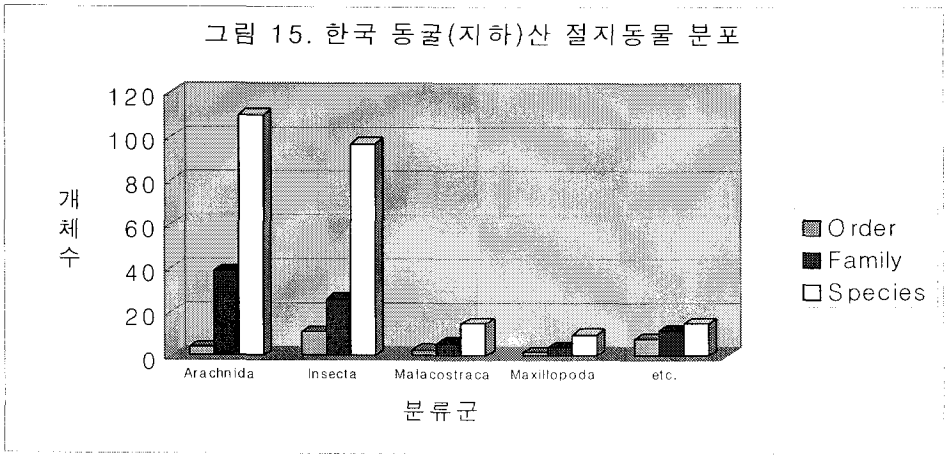


Figure 3-3. Patterns of the Korean subterranean Arthropoda.

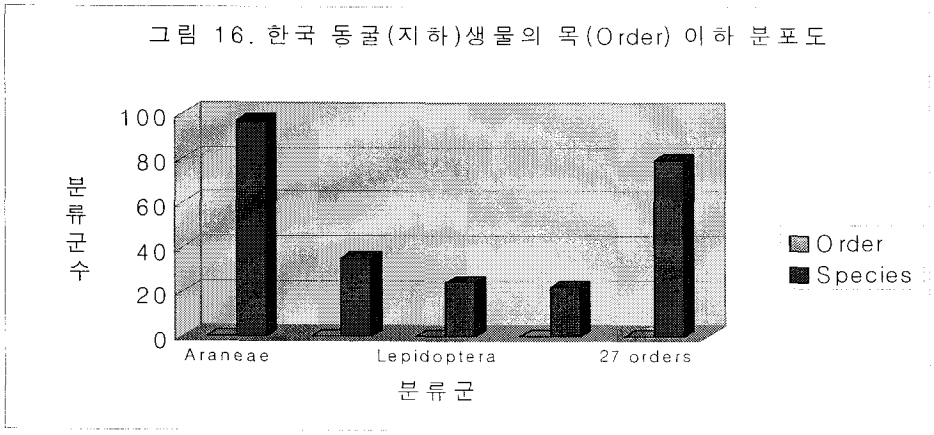


Figure 3-4. Patterns of the Korean subterranean animal by the order and species.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Figure 3-4. Patterns of Korean subterranean animal by order & species.

문 (Phylum)	강 (Class)	목 (Order)	과 (Family)	종 (Species)
편형동물문 (Plathelminthes)	와충강 (Turbellaria)	삼기장목(Tricladida)	2	2
연체동물문 (Mollusca)	복족강 (Gastropoda)	원시유폐목 (Achaeopulmonata)	1	1(1)
		중복족목(Mesogastropoda)	2	3(2)
절지동물문 (Arthropoda)	연갑강 (Malacostraca)	단각목(Amphipoda)	2	3
		고하목(Bathynellacea)	1	6
		등각목(Isopoda)	3	6
	소악강 (Maxillopoda)	갈고리노벌레(Harpacticoida)	2	8
		절병목(Podocopida)	2	3
	배각강(Diplopoda)	키노래기목(Polydesmida)	2	4
		땅노래기목(Polyzoniida)	2	2
	순각강(Chilopoda)	돌지네목(Lithobiomorpha)	1	1
		왕지네목 (Scolopendromorpha)	1	1
		그라나목(Scutigeromorpha)	1	1
	거미강(Arachnida)	진드기목(Acari)	4	5
		거미목(Araneae)	29	98
		통거미목(Opilionida)	4	5
		앉은뱅이목 (Pseudoscorpionida)	2	3
	곤충강(Insecta)	딱정벌레목(Coleoptera)	8	35
		톡토기목(Collembola)	8	22
		좀붙이목(Diplura)	1	1
		파리목(Diptera)	2	3
		갈르와벌레목(Grylloblattidea)	1	3
		노린재목(Hemiptera)	1	1
		매미목(Hymenoptera)	1	1
		나비목(Lepidoptera)	4	24
		돌좀목(Microcoryphia)	1	1
		메뚜기목(Orthoptera)	1	6
		낫발이목(Protura)	1	1
척삭동물문 (Chordata)	양서강(Amphibia)	도룡뇽목(Cuudata)	1	2
		개구리목(Salientia)	1	1
	포유강(Mammalia)	박쥐목(Chiroptera)	2	7
Total: 4문(Phyla), 10강(Classes), 31목(Orders), 94과(Families), 260(3)종(Species)				

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2. 한국 동굴(지하)산 생물목록

(*: Korean subterranean endemic species)

Phylum Plathelminthes 편형동물문

Class Turbellaria 와충강

Order Tricladida 삼기장목

Family Kenkiidae 통통플라나리아과

*1. *Sphalloplana coreana* Kawakasu et Kim, 1967 장님플라나리아

Family Planariidae 플라나리아과

2. *Dugesia japonica* Ichikawa et Kawakatsu, 1964 플라나리아

Phylum Mollusca 연체동물문

Class Gastropoda 복족강

Order Archaeopulmonata 원시유폐목

Family Carychiidae 양귀비고둥과

*3. *Carychium* sp. Kwon *et al.* 2001 노동굴고둥

Order Mesogastropoda 중복족목

Family Assimineidae 기수우렁이과

*4. *Cavernacmella coreana* Kwon et Lee, 1991 등근동굴우렁이

Family Hydrobiidae 동굴우렁이과

*5. *Akiyoshia* sp. Kwon, Park & Lee, 1993 흰동굴우렁이

*6. *Bithynella* sp. Kwon, Park & Lee, 1993 참동굴우렁이

Phylum Arthropoda 절지동물문

Class Arachnida 거미 강

Order Acari 진드기목

Family Epicriidae 동굴좀진드기과

*7. *Berlesiana uenoi* Ishkawa, 1968 고씨굴좀진드기

Family Rhagidiidae 홈응애과

8. *Rhagidia longisensilla* Shiba, 1969 긴털홈응애

Family Halacridae 동굴물응애과

9. *Soldanellonyx chappuisi* Walter, 1917 고씨굴물응애

Family Damaeidae 뿔염주응애과

*10. *Epidamaeus coreanus* (Aoki, 1966) 긴다리뿔염주응애

*11. *Epidamaeus uenoi* Aoki, 1966 우에노뿔염주응애

Order Araneae 거미목

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Family Ageleidae 가게거미과

12. *Tegenaria domestica* (Clerck, 1757) 참집가게거미

Family Amaurobiidae 비탈거미과

13. *Ambanus euini* (Paik, 1976) 입가게거미

= *Coelotes euini* : by Ovtchinnikov(1999)

*14. *Blabomma uenoi* Paik et Yaginuma, 1969 굴가게거미

*15. *Draconarius coreanus* (Paik et Yaginuma, 1969) 고려가게거미

*16. *Asiacoelotes songminjae* (Paik et Yaginuma, 1969) 민자가게거미

17. *Paracoelotes spinivulva* (Simon, 1880) 한국깔대기거미

= *P. vulgaris* (Paik, 1971, T from *Coras*): by Brignoli, 1982

Family Anapidae 도토리거미과

18. *Conculus lyugadinus* Komatsu, 1940 도토리거미

= *C. simboggulensis* Paik, 1971: by Namkung(2001)

Family Araneidae 왕거미과

19. *Argiope amoena* L. Koch, 1878 호랑거미

20. *Argiope bruennichii* (Scopoli, 1772) 긴호랑거미

21. *Neoscona melloteei* (Simon, 1895) 점연두어리왕거미

Family Ctenidae 너구리거미과

22. *Anahita fauna* Karsch, 1879 너구리거미

Family Clubionidae 염낭거미과

23. *Clubiona diversa* O.P. Cambridge, 1862 천마염낭거미

24. *Clubiona lutescens* Westring, 1851 갈색염낭거미

Family Cybaeidae 굴뚝거미과

25. *Cybaeus mosanensis* Paik et Namkung, 1967 모산굴뚝거미

= *C. nipponicus* : Paik, 1966(female, misidentified).

*26. *Dolichocybaeus whansunensis* (Paik et Namkung, 1967)환선굴뚝거미

Family Ctenidae 너구리거미과

27. *Anahita fauna* Karsch, 1879 너구리거미

Family Dictynidae 잎거미과

28. *Cicurina japonika* (Simon, 1888) 두더지거미

29. *Dictyna arudinacea* (Linnaeus, 1758) 갈대잎거미

Family Gnaphosidae수리거미과

30. *Drassodes lapidosus* (Walckenaer, 1802) 부용수리거미

31. *Gnaphosa kompirensis* Boes. et Str., 1906 넓적니거미

Family Leptonetidae 잔나비거미과

*32. *Leptoneta coreana* Paik et Namkung, 1969 고려잔나비거미

*33. *Leptoneta handeulgulensis* Namkung, 2001 한들잔나비거미

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

*34. *Leptoneta hogyegulensis* Paik et Namkung, 1969 호계잔나비거미
*35. *Leptoneta hwanseonensis* Namkung, 1987 환선잔나비거미
*36. *Leptoneta paikmyeonggulensis* Paik et Seo, 1984 백명잔나비거미
*37. *Leptoneta secula* Namkung, 1987 마귀잔나비거미
*38. *Leptoneta simboggulensis* Paik, 1971 심복잔나비거미
*39. *Leptoneta soryongensis* Paik et Namkung, 1969 소룡잔나비거미
*40. *Leptoneta waheulgulensis* Namkung, 1991 와흘잔나비거미
*41. *Leptoneta yongdamgulensis* Namkung, 1969 용담잔나비거미

Family Linyphiidae 접시거미과

*42. *Allomengea bombawigulensis* Namkung, 2001 범바위입술접시거미
*43. *Allomengea coreana* (Paik et Yaginuma, 1969) 입술접시거미
= *Menge coreana* Paik et Yaginuma, 1969: in Brignoli(1983)
44. *Arcuphantes scitulus* Paik, 1974 까막나사접시거미
45. *Doenitzius purvus* Oi, 1960 땅접시거미
46. *Gnathonarium dentatum* (Wider, 1834) 황갈애접시거미
47. *Hylyphantes graminicola* (Sundevall, 1830) 흑갈풀애접시거미
*48. *Jacksonella sexoculata* Paik et Yaginuma, 1969 육눈이애접시거미
*49. *Lepthyphantes cavernicola* Paik et Yaginuma, 1969 굴접시거미
50. *Lepthyphantes nasus* Paik, 1965 코접시거미
51. *Neriene longipedella* (Boes. et Str., 1906) 농발접시거미
52. *Neriene emphana* (Walckenaer, 1841) 대륙접시거미
53. *Neriene radiata* (Walckenaer, 1841) 테두리접시거미
54. *Nippononeta cheunghensis* (Paik, 1978) 청하꼬마접시거미
55. *Nippononeta projecta* (Oi, 1960) 뿔꼬마접시거미
56. *Porrhomma convexum* (Westring, 1851) 굴폴호마거미
57. *Porrhomma herbescens* (L. Koch, 1879) 묏폴호마거미
58. *Wideria capito* (Westring, 1861) 와흘쌍혹애접시거미

Family Liocranidae 밭고랑거미과

59. *Phrurolithus pennatus* Yaginuma, 1967 살깃도사거미

Family Lycosidae 늑대거미과

60. *Pardosa astrigera* L. Koch, 1878 별늑대거미
61. *Pirata piraticus* (Clerck, 1757) 늪산적늑대거미

Family Mimetidae Simon, 1890 해방거미과

62. *Mimetus testaceus* Yaginuma, 1960 큰해방거미

Family Mysmenidae 깨알거미과

63. *Mysmenella jobi* (Kraus, 1967) 깨알거미

Family Nesticidae 굴아기거미과

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

*64. *Nesticus coreanus* Paik et Namkung, 1969 반도굴아기거미
*65. *Nesticus kyeongkeomsanensis* Namkung, 2001 경검산굴아기거미
*66. *Nesticella quelpartensis* (Paik et Namkung, 1969) 제주굴아기거미
= *Nesticus quelpartensis*: by Lehtinen & Saaristo(1980)
Family Oxyopidae 스라소니거미과
67. *Oxyopes sertatus* L. Koch, 1878 낯표스라소니거미
Family Philodromidae 새우게거미과
68. *Philodromus subaureolus* Boes. et Str., 1906 갈새우게거미
69. *Thanatus formicinus* (Clerck, 1757) 창게거미
Family Pholcidae 유령거미과
70. *Pholcus acutulus* Paik, 1978 목이유령거미
71. *Pholcus crassus* Paik, 1978 부채유령거미
72. *Pholcus crypticolens* Boes. et Str., 1906 산유령거미
73. *Pholcus extumidus* Paik, 1978 엄지유령거미
*74. *Pholcus gosuensis* Kim et Lee, 2004 고수유령거미
75. *Pholcus opilionoides* (Schrank, 1781) 대륙유령거미
Family Pisauridae 닷거미과
76. *Dolomedes raptor* Boes. et Str., 1906 먹닷거미
77. *Dolomedes stellatus* Kishida, 1936 줄닷거미
78. *Dolomedes sulfureus* L. Koch, 1877 황닷거미
Family Salticidae 깡충거미과
79. *Rhene atrata* (Karsch, 1881) 까치깡충거미
8. *Myrmarachne formicaria* (De Geer, 1778) 산개미거미
81. *Synagelides agoriformis* Strand, 1906 어리개미거미
Family Scytodidae 가죽거미과
82. *Scytodes thoracica* (Latreille, 1802) 아롱가죽거미
Family Sparassidae 농발거미과
83. *Sinopoda koreana* (Paik, 1968) 한국농발거미
84. *Sinopoda stellata* (Schenkel, 1963) 별농발거미
Family Tetragnathidae 갈거미과
85. *Leucauge blanda* (L. Koch, 1878) 꼬마백금거미
87. *Leucauge subgemmea* Boes. et Str., 1906 금빛백금거미
88. *Meta manchurica* Marusik et Koponen, 1992 만주굴시내거미
= *Meta menardi* (misidentified by Paik *et al.*, 1969): by Namkung(2001)
89. *Meta reticuloides* Yaginuma, 1958 민무늬왕갈거미
90. *Metleucauge kompirensis* (Boes. et Str., 1906) 병무늬시내거미
91. *Metleucauge yunohamensis*(Boes. et Str., 1906) 안경무늬시내거미

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

92. *Tetragnatha lauta* Yaginuma, 1959 비단갈거미

Family Theridiidae 꼬마거미과

93. *Achaearanea angulithorax* (Boes. et Str., 1906) 종꼬마거미
94. *Achaearanea culicivora* (Boes. et Str., 1906) 대륙꼬마거미
95. *Achaearanea tepidariorum* (C. L. Koch, 1841) 말꼬마거미
96. *Argyrodes fur* Boes. et Str., 1906 안장더부살이거미
97. *Dipoena mustelina* (Simon, 1888) 게꼬마거미
98. *Episinus nubilus* Yaginuma, 1960 민마름모거미
99. *Steatoda cavernicola* (Boes. et Str., 1906) 반달꼬마거미
100. *Steatoda triangulosa* (Walckenaer, 1841) 별무늬꼬마거미
101. *Stemmops nipponicus* Yaginuma, 1969 먹눈꼬마거미
102. *Theridion takayense* Saito, 1939 넉점꼬마거미

Family Theridosomatidae 알망거미과

103. *Theridosoma epeiroides* Boes. et Str., 1906 알망거미

Family Thomisidae 게거미과

104. *Misumenops tricuspidatus* (Fabricius, 1775) 꽃게거미
105. *Oxytate striatipes* L. Koch, 1878 줄연두게거미
106. *Xysticus croceus* Fox, 1937 풀게거미
107. *Tmarus piger* (Walckenaer, 1802) 참범게거미

Family Uloboridae 응달거미과

108. *Octonoba sybotides* (Boes. et Str., 1906) 꼽추응달거미
109. *Philoponella prominensis* (Boes. et Str., 1906) 왕관응달거미

Order Opilionida 통거미목

Family Ischyropsalididae 큰턱통거미과

*110. *Nipponopsalis coreana* (Suzuki, 1966) 베틀통거미

= *Ischyropsalis coreana* Suzuki, 1966a: by Suzuki(1966b)

[기존의 심복통거미는 모식산지가 베틀굴이므로 베틀통거미가 더 타당]

Family Phalangiidae 참통거미과

111. *Himalphalangium spinulatum* (Roewer, 1911) 성굴통거미

= *Oipio pentaspinulatus* Suzuki, 1950: by Starega(2003)

Family Sabaconidae 빗털통거미(신청)

112. *Sabacon makinoi* Suzuki, 1949 마키노통거미(신칭)

= *Sabacon habei* Suzuki, 1965: by Suzuki(1974)

Family Triaenonychidae 동굴통거미과

113. *Kaolinonychus coreanus coreanus* (Suzuki, 1966) 방패소경거미

= *Peltonychia coreanus coreanus* Suzuki, 1966: by Suzuki(1975)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

*114. *Kaolinonychus coreanus longipes* (Suzuki, 1966) 공이통거미
= *Peltonychia coreanus longipes* Suzuki, 1966: by Suzuki(1975)

Order Pseudoscorpionida 앉은뱅이목
Family Chthoniidae 꼬마앉은뱅이과
*115. *Allochthonius opticus coreanus* Morikawa, 1970 눈딱지가재벌레
*116. *Pseudotyrannochthonius dentifer* (Morikawa, 1970) 톱니꼬마앉은뱅이
Family Neobisiidae 두줄앉은뱅이과
117. *Parobisium magnum chejuense* (Morikawa, 1970) 제주두줄앉은뱅이

Class Maxillopoda 소악강
Order Harpacticoida 갈고리노벌레목
Family Canthocamptidae 딱정장수노벌레과
*118. *Atteyella coreana* Miura, 1969 털보장수노벌레
*119. *Attheyella gosuensis* Kim et Lee, 2005 고수딱정장수노벌레
120. *Bryocamptus minutus* (Claus, 1863) 꼬마장수노벌레
121. *Bryocamptus zschokkei caucassicus* (Borutzky, 1930) 코카삭장수노벌레
= *B. zschokkei* (Schmeil, 1893): by Mizuno(1948)
*122. *Cantocamptus morimotoi* Miura, 1969 심복장수노벌레
123. *Epactophanes richardi* Mrazek, 1893 고씨장수노벌레
*124. *Gulcamptus uenoi* Miura, 1969 용연장수노벌레(신칭)
Family Parastenocaridae 길쭉장수노벌레과
125. *Parastenocaris nipponensis* Chappuis, 1955 일본길쭉장수노벌레
Order Podocopida 절병목
Family Candonidae 하얀씨벌레과
*126. *Candona morimotoi* Mckenzie, 1972 주둥이씨벌레
Family Cypridopsidae 가는꼬리씨벌레과
*127. *Cavernocypris coreana* (Mckenzie, 1972) 채찍꼬리씨벌레
= *Cypridopsis coreana coreana* Mckenzie, 1972: by Marmonier et al(1989)
= *Cypridopsis coreana elongata* Mckenzie, 1972: by Marmonier et al(1989)

Class Malacostraca 연갑강
Order Amphipoda 단각목
Family Gammaridae 옆새우과
*128. *Gammarus sobaegensis* Ueno, 1966 보통옆새우
Family Pseudocrangonycidae 동굴옆새우과
129. *Pseudocrangonyx asiaticus* Ueno, 1934 아시아동굴옆새우

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

*130. *Pseudocrangonyx coreanus* Ueno, 1966 장님애새우

Order Bathynellacea 고하목
Family Bathynelladae 옛새우과
*131. *Allobathynella coreana* Morimoto, 1970 고려옛새우
*132. *Bathynella fodinarum* Morimoto, 1970 화암옛새우
*133. *Bathynella minuta* Morimoto, 1970 꼬마옛새우
*134. *Bathynella rufu* Morimoto, 1970 북방옛새우
*135. *Bathynella uenoi* Morimoto, 1970 용연옛새우(개칭)
[기존의 고씨옛새우보다 모식산지가 용연굴이므로 용연옛새우가 더 타당]
*136. *Eobathynella matuta* (Morimoto, 1970) 노음옛새우
= *Parabathynella gracillima matuta* Morimoto, 1970: by Camach (2005)

Order Isopoda 등각목
Family Armadillidiidae 공벌레과
137. *Armadillidium nasatum* Budde-Lund, 1885 큰이마공벌레
138. *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) 공벌레
Family Asellidae 물벌레과
139. *Asellus hilgelforlii* Bovallius, 1886 한남우물벌레
Family Janiridae 물좀벌레과
140. *Mackinia birsteini* Henry et Magniez, 1991 부산우물좀벌레
*141. *Mackinia coreana* Matsumoto, 1967 대구우물좀벌레
*142. *Mackinia japonica dilatata* Matsumoto, 1967 우물좀벌레
*143. *Mackinia troglodytes* Matsumoto, 1967 동굴물좀벌레

Class Diplopoda 배각강
Order Polydesmida 키노래기 목
Family Polydesmidae 띠노래기 과
144. *Epanerchodus bifidus* Takakuwa, 1954 뿔띠노래기
*145. *Epanerchodus clavisetosus* Murakami et Paik, 1968 곤봉털띠노래기
*146. *Epanerchodus kimi* Murakami et Paik, 1968 김띠노래기
Family Pradoxosomatidae 무당노래기 과
147. *Oxidus gracilis* Koch, 1847 고운까막노래기

Order Polyzoniida 땅노래기목
Family Mongoliulidae 몽고노래기과
*148. *Skleroprotopus laticoxalis longus* Murakami et Paik, 1968

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

긴넓적다리삼당노래기

Family Polyzoniidae 땅노래기과

*149. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 둥줄굴노래기

Class Chilopoda 지네 강

Order Geopilomorpha 땅지네 목

Family Geophilidae 땅지네 과

150. *Scolioplanes maritimus japonnicus* Verhoeff, 1935 왜스콜리땅지네

Order Lithobiomorpha 돌지네 목

Family Henicopidae 그리마지네 과

151. *Esatigmatibius longicornis* Takakuwa, 1939 큰그리마지네

Order Scutigeromorpha 그리마 목

Family Scutigeridae 그리마 과

152. *Thereuonema hilgendorfi hilgendorfi* Verhoeff, 1905집그리마

Class Insecta 곤충강

Order Coleoptera 딱정벌레목

Family Agyrtidae 먼지송장벌레과

153. *Apteroloma potanini*(Semenov, 1893) 먼지송장벌레

Family Brachinidae 폭탄먼지벌레과

154. *Brachinus stenoderus* Bates, 1873 큰목가는먼지벌레

Family Carabidae 딱정벌레과

155. *Carabus* (*Isiocarabus*) *fiduciarius saishutoicus* Csiki, 1927 제주왕딱정벌레

Family Corylophidae 고목둥근벌레과

156. *Lewisium japponium*Mattews, 1899 동굴고목둥근벌레

Family Hapalidae 먼지벌레과

157. *Anisodactylus punctatipennis* Morawitz, 1862 점박이먼지벌레

158. *Colpodes japonicum* Motschulsky, 1860 일본줄납작먼지벌레

*159. *Coreoblemus parvicollis* Ueno, 1969 청풍장님좀먼지벌레

*160. *Coreoblemus namkungi* Park, Lefer & Sone, 2002 남궁장님먼지벌레

*161. *Gulaphaenops leptodiroides* Ueno, 1987 긴다리장님먼지벌레

*162. *Kurasawatrechus glabratus*Ueno et Namkung, 1968 비룡장님좀먼지벌레

*163. *Kurasawatrechus latior* Ueno et Namkung, 1968 환선장님좀먼지벌레

*164. *Kurasawatrechus longipes* Ueno et Namkung, 1968 심복장님좀먼지벌레

*165. *Kurasawatrechus setiger* Ueno et Namkung, 1968 마귀장님좀먼지벌레

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

166. *Trechus* (*Epaphius*) *ephippiatus* Bates, 1873 꼬마먼지벌레

Family Leiodidae 알버섯벌레과

167. *Catops lydiae* Iablokoff-Khnzorian, 1970 황모딱지애송장벌레

*168. *Coreobathyscia solivaga* Szymczakowski, 1975 동굴애송장벌레

Family Ptinidae 표본벌레과

169. *Pseudeurostus hilleri* (Reitter, 1877) 제주동굴표본벌레

Family Staphylinidae 반날개과

170. *Acanthoglossa hirtella* (Sharp, 1889) 넓적가슴반날개

1721. *Algon grandicollis*Sharp, 1874 가슴반날개

172. *Bisnius parcus*(Sharp, 1874) 작은가슴좀반날개

173. *Bolitobius parasetiger* Schulke, 1993 큰가슴뾰족반날개

174. *Domene crassicornis*(Sharp, 1874) 검은왕개미반날개

*175. *Derops coreanus*(Watanabe, 1969) 굴수염반날개

= *Paraleaster coreanus* Watanabe, 1969: by Smetana(1983)

176. *Geodromicus hermani* (Watanabe, 1991) 큰가슴물가네눈반날개

177. *Geodromicus lestevoides* (Sharp, 1889) 물가네눈반날개

= *Psephidonus lestevoides* Sharp, 1889: by Herman(2001)

178. *Geodromicus nipponensis* Watanabe, 1990 좀가슴물가네반날개

179. *Homeotarsus japonicum* (Sharp, 1874) 큰긴머리개미반날개

180. *Indoquedius praeditus* (Sharp, 1889) 홍다리왕눈이반날개

181. *Othius rufipennis*Sharp, 1874 홍딱지긴반날개

182. *Paederus fuscipes* Curtis, 1823 청딱지개미반날개

183. *Platydracus brevicornis* (Motschulsky, 1862) 홍딱지반날개

184. *Quedius simulans*Sharp, 1874 검은왕눈이반날개

185. *Sepedophilus marshami* (Stephens, 1832) 홀쭉알뾰족반날개

186. *Tachinus yezoensis*Li, 1995 큰갈색뾰족반날개

*187. *Uenohadesina styx* Smetana, 2000 됫박동굴네눈반날개

Order Collembola 톡토기목

Family Gulgasturidae 참굴톡토기과

*188. *Gulgastrura reticulosa* Yosii, 1966 참굴톡토기

Family Isotomidae 마디톡토기과

189. *Folsomia candida* (Willem, 1902) 장님마디톡토기

Family Entomobryidae 털보톡토기과

190. *Sinella* (*Coecobrya*) *dubiosa* Yosii, 1956 가시발톡토기

Family Neanuridae 혹무늬톡토기과

*191. *Anurida plurichaetotica* Yosii, 1966 털보민턱무늬톡토기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

*192. *Anurida plurichaetotica decipiens* Yosii, 1966 털보민틀이톡토기
193. *Micranurida pygmaea* (Borner, 1901) 꼬마민턱무늬톡토기
Family Onychiuridae 어리톡토기과
*194. *Onychiurus brevispinatus* Yosii, 1966 깻니어리톡토기
195. *Onychiurus flavescens* Kinoshita, 1916 기노시다어리톡토기
196. *Onychiurus izuruensis* Yosii, 1956 이즈루어리톡토기
*197. *Onychiurus longisetosus* Lee et Park, 1986 긴털어리톡토기
*198. *Onychiurus oblongatus* Lee et Park, 1986 길쭉어리톡토기
*199. *Onychiurus polychaetosus* Lee et Park, 1986 털보어리톡토기
200. *Onychiurus uenoi* Yosii, 1954 우에노어리톡토기
*201. *Onychiurus yongyeonensis* Yosii, 1966 용연어리톡토기
Family Oncopoduridae 민고리톡토기과
*202. *Oncopodura gul* Yosii, 1966 민고리톡토기
Family Sminthuridae 둥근톡토기과
*203. *Arrhopalites gul* Yosii, 1966 둥근굴톡토기
Family Tomoceridae 가시톡토기과
*204. *Tomocerus* (*Aphaenomurus*) *vicinus* Yosii, 1966 외털가시톡토기
*205. *Tomocerus* (*Plutomurus*) *diversispinus* Yosii, 1966 굴가시톡토기
*206. *Tomocerus* (*Plutomurus*) *gul* Yosii, 1966 장님굴가시톡토기
*207. *Tomocerus* (*Plutomurus*) *leei* Yosii, 1966 이굴가시톡토기
*208. *Tomocerus* (*Plutomurus*) *vigintiferispina* Lee, 1975 스므가시톡토기
209. *Tomocerus* (*Tomocerus*) *kinositai* Yosii, 1954 기노시다가시톡토기

Order Diplura 좀붙이목
Family Campodeidae 좀붙이과
210. *Campodea ishii* Silvestri, 1931 좀붙이

Order Diptera 파리목
Family Nycteribiidae 거미파리과
*211. *Nycteribia pleuralis* Maa, 1968 아무르거미파리
*212. *Nycteribia uenoi* Maa, 1968 거미파리
Family Streblidae 박쥐파리과
213. *Brachytarsina kanoi* Maa, 1967 박쥐파리
Order Grylloblattodea 갈르와벌레목
Family Grylloblattidae 갈르와벌레과
*214. *Gallosiana kosuensis* Namkung, 1974 고수갈르와벌레
*215. *Namkungia magna* (Namkung, 1986) 동대갈르와벌레

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

*216. *Namkungia biryongensis* (Namkung, 1974) 비룡갈르와벌레

Order Hemiptera 노린재목
Family Lygaeidae 긴노린재과
217. *Lygaeus hanseni* Jakovlev, 애십자무늬긴노린재

Order Hymenoptera 벌목
Family Formicidae 개미과
218. *Ectomomyrmex javanus* Mayr, 1867 일본침개미

Order Lepidoptera 나비목
Family Geometridae 자나방과
219. *Alcis angulifera* (Butler, 1878) 털뿔가지나방
220. *Descoreba simplex* Butler, 1878 큰빗줄가지나방
221. *Eustroma aerosum* (Butler, 1878) 노랑그물물결자나방
222. *Idiotephria amelia* (Butler, 1878) 노랑무늬물결자나방
223. *Idiotephria debilitata* (Leech, 1891) 줄점물결자나방
224. *Lampropteryx jameza* (Butler, 1878) 매듭물결자나방
225. *Melanthia procellata* (Denis et Schiffermuller, 1775) 흰무늬물결자나방
226. *Meteima mediorufa* (Bastelberger, 1911) 우수리가지나방
227. *Phigaliohybernia latifasciaria* Beljaev,1999 이른봄넓은띠겨울가지나방
228. *Telenomeuta punctimarginaria* (Leech, 1891) 검정물결자나방
229. *Triphosa dubitata* (Linnaeus, 1758) 담흑물결자나방
230. *Triphosa salebrosa* Prout, 1937 적갈물결자나방
231. *Triphosa sericata* (Butler, 1878) 큰담흑물결자나방
232. *Xanthorhoe muscicapata* (Christoph, 1881) 가흰물결자나방
Family Noctuidae 밤나방과
233. *Apamea sodalis* (Butler, 1878) 동굴밤나방
234. *Eutelia geyeri* (Felder et Rogenhofer, 1774) 비행기밤나방
235. *Apopestes indica* Moore, 1883 줄까마귀밤나방
= *Autophila inconspicua*: revised by Kim & Choi (2000))
236. *Autophila inconspicua* (Butler, 1881) 줄얼룩밤나방
237. *Dinumma deponens* Walker, 1858 검은띠밤나방
238. *Hypena tristalis* Lederer, 1853 검은무늬수염나방
239. *Lithophane pruinosa* (Butler, 1878) 가을회색밤나방
240. *Scolipteryx libatrix* (Linnaeus, 1758) 톱니밤나방
Family Notodontidae 재주나방과

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

241. *Dicranura tsvetajevi* Schintlemeister & Sviridov, 1986 갈색테재주나방
Family Thyatiridae 뾰족날개나방과
242. *Demopsestis punctigera* (Butler, 1885) 뾰족날개나방
Order Microcoryphia 돌좀목
Family Machilidae 돌좀과
243. *Pedetontus nipponicus* Silvestri, 1907 돌좀
Order Orthoptera 메뚜기목
Family Rhaphidophoridae 꼽등이과
244. *Diestrammena asynamora* (Adelung, 1902) 알락꼽등이
= *D. japonica* Karny: revised by Kim & Kim (2002))
*245. *Diestrammena coreana* (Yamasaki, 1969) 꼽등이
= *D. apicallis* Brunner: revised by Kim & Kim (2002)
246. *Diestrammena unicolor unicolor* Brunner von Wattenwyl, 1888
장수꼽등이
247. *Paratachycines ussuriensis* Storozhenko, 1990 검정꼽등이
248. *Paratachycines boldyrevi* (Uvarov, 1926) 굴꼽등이
*249. *Tachycines uenoi* Yamasaki, 1969 용담굴꼽등이

Order Protura 낫발이목
Family Acerentomidae 낫발이과
250. *Nipponentomon nippon* (Yosii, 1938) 일본낫발이

Phylum Chordata 척삭동물문
Clsaa Amphibia 양서강
Order Caudata 도롱뇽목
Family Hynobiidae 도롱뇽과
251. *Hynobius leechii* (Boulenger, 1887) 도롱뇽
252. *Onychodactylus fischeri* (Boulenger, 1886) 꼬리치레도롱뇽

Order Salientia 개구리목
Family Ranidae 개구리과
253. *Rana dybowskii* Gunther, 1876 산개구리

Class Mammalia 포유강
Order Chiroptera 박쥐목
Family Rhinolophidae 관박쥐과
254. *Rhinolophus ferrumequinum korai* Kuroda, 1938 관박쥐

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Family Vespertilionidae 애기박쥐과

255. *Miniopterus schreibersi fuliginosus* (Hodgson, 1835) 긴날개박쥐
256. *Murina leucogaster sibirica* Mori, 1933 관코박쥐
257. *Myotis nattereri amurensis* Ogenv, 1927 흰배윗수염박쥐
258. *Myotis daubentoni ussuriensis* Ognev, 1927 물윗수염박쥐
259. *Myotis formosus tsuensis* Kuroda, 1922 오렌지윗수염박쥐
*260. *Plecotus auritus uenoi* Imaizumi et Yoshiyuki, 1969 참긴귀박쥐

총 4문, 10강, 31목, 94과 260(3)종

2. 한국 동굴(지하)산 모식산지과 모식종

가. 한국 동굴(지하)산 모식산지

한국 동굴 (지하)산 동물생물의 신속, 신종들이 보고된 모식산지는 총 36개의 동굴과 4개의 우물이며 이 중에는 북한의 동룡굴을 비롯한 33개 석회암동굴과 3개의 제주도 용암동굴이 포함되어 있다. 행정 구역상 강원도가 가장 많은 18개의 모식산지를 보유하고 있으며 용연굴 (태백시 황지읍 율전리)에 8 모식종, 고씨굴 (강원도 영월군 하동면 진별리)과 그리고 심복굴 (충북 괴산군 연풍면 갈금리)이에 각각 7 모식종이 종의 모식산지로 보고 되어있다. 그 결과 현재까지 40개소 한국동굴(지하)이 모식산지로 알려져 있으며 87종이 신종으로 보고 되어있다. 그러나 이러한 통계는 1966년 한일 동굴탐험가와 일부 일본 학자들에 의해 23개 동굴과 49개 우물을 연구 조사한 결과, 7개국 27명의 동물분류학자에 의해 발표된 3문, 50과, 71속, 101종 (56신종 포함)에 비하면 약 40여 년 동안 너무도 미진한 결과라 할 수 있다. 40년 (1938-1978)간의 한국산 지하성 동물 (3문 7강 53과 109종)에 관해 정리한 이 (1978a, b)의 논문을 보면 우리의 관심이나 학문적인 체계가 얼마나 어두운 현실인지 짐작할 수 있을 것이다. 또한 1980년대 이후에 한국 동굴산 신종으로써 보고된 종은 6종의 진정 거미류 (Namkung, 1987b, 1991, 2001; Seo, 1989), 3종의 톡토기류 (Lee & Park 1986), 3종의 복족류 (Kwon & Lee,, 1991; Kwon *et al.*, 1993; Kwon *et al.*, 2001) 그리고, 1종의 갈르와벌레류 (Namkung, 1986) 그리고 3종의 딱정벌레류 (Ueno, 1987; Smetana, 2000 Park *et al.*, 2002)에 국한 되어 있다. 이러한 결과는 특수하고 제한된 동굴이라는 위험성과 동굴생물의 희귀성 그리고 동굴동물 분류군을 분류할 수 있는 전문적인 분류학자의 활동이 미미했음에 기인할 것이다. 특히 우리나라에는 분류연구를 집중적으로 하는 자연사박물관 (Natural History Museum)과 같은 중앙기관이나 표본관리를 위한 중앙관리 기능이 불가능한 실정이다. 또한 현재 47종의 한국동굴산 모식표본(Type-specimen)은 일본자연사박물관에 있고 나머지는 개인 및 그들의 소속기관에 위탁되어 있어 관리소홀로 인한 분실이나 파손의 우려가 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

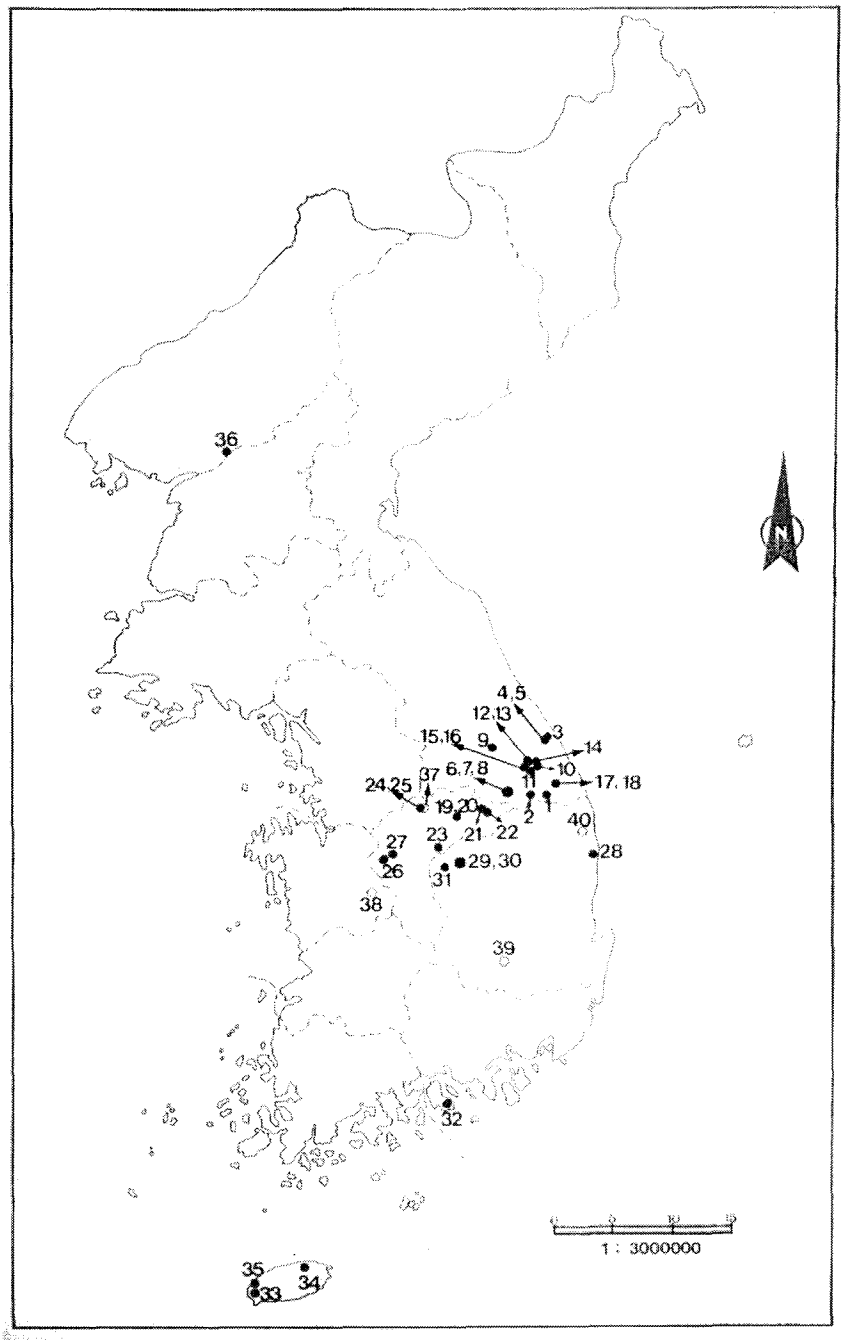


Figure 3-5. Map showing holotype localities of the subterranean animal from Korea. (● cave, ○ Well)

1. Yongyeongul
2. Sinryeonggul
3. Maguihalmigul
4. Dongdaegul
5. Beombauigul
6. Gossigul
7. Youngdamgul
8. Daeyagul
9. Gwangcheonseongul
10. Hwaamgu
11. Batgudeokgul
12. Nampeongbukgul
13. Sanhodonggul
14. Goyangigul
15. Kyeonggeomsangul
16. Biyounggul
17. Hwanseongul
18. Gwaneumgul
19. Sugul
20. Punggul
21. Gosudonggul
22. Nodongdonggul
23. Simbokgul
24. Gongidonggul
25. Beteulgul
26. Soyonggul
27. Daeyonggul
28. Gunggokgul
29. Yeongchigul
30. Hogeigul
31. Mosangul
32. Baikmyeonggul
33. Seonggul
34. Waheulgul
35. Handeulgul
36. Dongryeonggul
37. Well(Chungju)
38. Well(Daejeon)
39. Well(Daegu)
40. Well(Uljin)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

나. 한국 동굴(지하)산 모식종(2006)

Table 3-4. List of the endemic subterranean species in Korea.

모식산지 동굴명(위치)		한국 동굴(지하)산 고유종 목록
1	용연굴(龍淵窟) 태백시 화전동	*Bathynella uenoi* Morimoto, 1970 용연옛새우
2		*Gulcamptus uenoi* Miura, 1969 용연장수노벌레
3		*Pseudotyrannochthonius dentifer* (Morikawa, 1970) 톱니꼬마앉은뱅이
4		*Blabomma uenoi* Paik et Yaginuma, 1969 굴가게거미
5		*Anurida plurichaetotica* Yosii, 1969 털보민턱무늬톡토기
6		*Onychiurus yongyeonensis* Yosii, 1969 용연어리톡토기
7		*Tomocerus gul* Yosii, 1969 장님굴가시톡토기
8		*Gulaphaenops leptodiroides* Ueno, 1987 긴다리장님먼지벌레
9	고씨굴(高氏窟) 천연기념물 219호 강원도 영월군 하동면 진별리	*Epidamaeus uenoi* Aoki, 1966 우에노뿔염주응애
10		*Epidamaeus coreanus* (Aoki, 1966) 긴다리뿔염주응애
11		*Berlesiana uenoi* Ishikawa, 1968 고씨굴좀진드기
12		*Lepthyphantes cavernicola* Paik et Yaginuma, 1969 굴접시거미
13		*Gulgastrura reticulosa* Yosii, 1966 참굴톡토기
14		*Anurida plurichaetotica decipiens* Yosii, 1966 털보민턱무늬톡토기
15		*Onychiurus brevispinatus* Yosii, 1966 깻니어리톡토기
16	용담굴(龍潭窟) 강원도 영월군 하동면 진별리	*Candona morimotoi* McKenzie, 1972 주둥이씨벌레
17		*Allobathynella coreana* Morimoto, 1970 고려옛새우
18		*Leptoneta yongdamgulensis* Paik et Namkung, 1969 용담잔나비거미
19		*Nesticus coreanus* Paik et Nakung, 1969 반도굴아기거미
20		*Tachycines uenoi* Yagasaki, 1969 용담굴꼽등이
21	대야굴(大野窟) 강원도 영월군 하동면 진별리	*Cavernocypris coreana* (McKenzie, 1972) 채찍꼬리씨벌레
22		*Attheyella coreana* Miura, 1969 털보장수노벌레
23		*Skleroprotopus laticoxalis longus* Murakawa et Paik, 1968 용담잔나비거미
24	화암굴(畵岩窟) 강원도 정선군 화암리	*Bathynella fodinarum* Morimoto, 1970 화암옛새우
25		*Arrhopalites gul* Yosii, 1966 둥근굴톡토기
26		*Plecotus auritus uenoi* Imaizumi et Yoshiyuki, 1969 참긴귀박쥐
27	산호동굴(珊瑚洞窟) 강원도 정선군 북면 여량리	*Onychiurus longisetosus* Lee et Park, 1986 긴털어리톡토기
28		*Onychiurus oblongatus* Lee et Park, 1986 길쭉어리톡토기
29		*Onychiurus polychaetosus* Lee et Park, 1986 털보어리톡토기
30	환선굴(幻仙窟) 천년기념물178 삼척시 신기면 대이리	*Dolichocybaus whanseunensis* Paik et Namkung, 1967 환선굴뚝거미
31		*Kurasawatrechus latior* Ueno et Namkung, 1968 환선장님좀딱정벌레
32		*Cavernacmella coreana* Kwon et Lee, 1991 둥근동굴우렁이
33		*Leptoneta hwanseonensis* Namkung, 1987 환선잔나비거미
34		*Akiyoshia* sp. Kwon et al., 1993 흰동굴우렁이
35	관음굴(觀音窟)천연기념물178호, 삼척시 대이리	*Sphalloplana coreana* Kawakatsu et Kim, 1967 장님플라나리아
36		*Epanerchodus kimi* Murakami et Paik, 1968 김떠노래기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

모식산지 동굴명(위치)		한국 동굴(지하)산 고유종 목록
37	비룡굴(飛龍窟) 강원도 정선읍 용탄리	*Namkungia biryongensis* (Namkung, 1974) 비룡갈로와벌레
38		*Kurasawatrechus glabratus* Ueno et Namkung, 1968 비룡장님좀딱정벌레
39	마귀할미굴 강릉시 옥계면 낙풍리	*Kurasawatrechus setiger* Ueno et Namkung, 1968 마귀장님좀딱정벌레
40		*Leptoneta secula* Namkung, 1987 마귀잔나비거미
41	신령굴(伸靈窟) 태백시 장성읍 백산리	*Allochthonius opticus coreanus* Morikawa, 1970 눈깍지가재벌레
42		*Mackinia troglodytes* Matsumoto, 1967 동굴물좀벌레
43	동대굴(東大屈), 강릉시 옥계면 산계리	*Bithynella* sp. Kwon et al., 1993 참동굴우렁이
44	남평북굴(南坪北窟) 강원도 정선군 남평리	*Tomocerus viginitiferspine* Lee, 1974 스므가시톡토기
45	광천선굴(廣川仙窟) 강원도 평창군 대화리	*Tomocerus vicinus* Yosii, 1966 외털가시톡토기
46	발구덕굴 강원도 정선군 무릉리	*Namkungia magnus* (Namkung, 1986) 동대갈르와벌레
47	고양이굴 강원도 정선군 옹정리	*Derops coreanus* (Watanabe, 1969) 굴수염반날개
48	경검산굴 강원도 정선군 용탄리	*Nesticus kyongkeomsanensis* Namkung, 2001 경감산굴아기거미
49	범바위굴, 강원도 강릉시 산계리	*Allomengea beombawigulensis* Namkung, 2001 범바위입술접시거미
50	고수동굴(古藪洞窟) 천연기념물 256호, 충북 단양군, 읍 고수리	*Galloisiana kosuensis* Namkung, 1974 고수갈로와벌레
51		*Attheyella gosuensis* Kim et al., 2005 고수딱정장수노벌레
52		*Pholcus gosuensis* Kim et Lee, 2004 고수유령거미
53	노동동굴 충북 단양군 노동리	*Carychium sp.* Kwon et al., 2001 노동굴고둥
54	심복굴(心伏窟) 충북 괴산군 연풍면 갈 금리	*Leptoneta simboggulensis* Paik, 1971 심복잔나비거미
55		*Allomengea coreana* (Paik et Yaginuma, 1969) 입술접시거미
56		*Canthocamptus morimotoi* Miura, 1969 심복장수노벌레
57		*Gammarus sobaensis* Ueno, 1966 보통옆새우
58		*Kurasawatrechus longipes* Ueno et Namkung, 1968 심복좀장님좀딱정벌레
59	풍굴(風窟) 충북 제천시 북진리	*Coreoblemus parvicollis* Ueno, 1969 청풍장님좀딱정벌레
60	공이동굴(公耳洞窟) 충북 중원군 공이동	*Kaolinonychus coreanus longipes* (Suzuki, 1966) 공이통거미
61	수굴(水窟) 충북 제천시 북진리	*Nycteribia uenoi* Maa, 1968 거미파리
62	베틀굴 충북 중원군 삼청리	*Nipponopsalis coreana* (Suzuki, 1966) 베틀통거미
63	소룡굴(小龍窟) 충북 청원군 구룡리	*Leptoneta soryongensis* Paik et Namkung, 1969 소룡잔나비거미
64	대룡굴(大龍窟) 충북 청원군 누현리	*Tomocerus diversipinus* Yosii, 1966 굴가시톡토기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

	모식산지 동굴명(위치)	한국 동굴(지하)산 고유종 목록
65	궁곡굴(宮谷窟) 경북 문경시 관음리	*Coreobathyscia solivaga* Szymczakowski, 1975 동굴애송장벌레
66	호계굴(虎溪窟) 경북 문경시 호계리	*Leptoneta hogyegulensis* Paik et Namkung, 1969 호계잔나비거미
67		*Jacksonella sexoculatus* Paik et Yaginuma, 1969 육눈이애접시거미
68		*Oncopodura gul* Yosii, 1966 참굴톡토기
69		*Coleoblemus namkungi* Park, 2002 남궁장님먼지벌레
70	모산굴(茅山窟) 경북 문경시 성저리	*Leptoneta coreana* Paik et Namkung, 1969 고려잔나비거미
71		*Tomocerus leei* Yosii, 1966 이굴가시톡토기
72	영치굴 경북 울진군 직산리	*Asiacoelotes songminjae* (Paik et Yaginuma, 1969) 민자가게거미
73	백명굴(百名窟), 경남 남해군 이동면 상주리 금산	*Leptoneta paikmyeonggulensis* Paik et Seo, 1984 백명잔나비거미
74	와흘굴 북제주군 조천읍 와흘리	*Leptoneta waheulgulensis* Namkung, 1991 와흘잔나비거미
75		*Nicteribia pleurialis* Maa, 1968 아무르거미파리
76	한들굴 제주도 북제주군 월령리	*Leptoneta handeulgulensis* Namkung, 2001 한들잔나비거미
77	성굴(成窟) 제주도 북제주군 한경면 신창리	*Epanerchodus clavisetonus* Murakami et Paik, 1968곤봉털띠노래기
78		*Nesticella quelpartensis* (Paik et Namkung, 1969) 제주굴아기거미
79		*Draconarius coreanus* (Paik et Yaginuma, 1969) 고려가게거미
80		*Diestrammena coreana* (Yamasaki, 1969) 꼽등이
81	동룡굴(東龍窟), 평안북도 연변군 용산면 용문산	*Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 등줄굴노래기
82	우물(충주시 성남동)	*Pseudocrangonyx coreanus* Ueno, 1966 장님애새우
83	우물(대전시 은행동	*Mackinia japonica dilatata* Matsumura, 1967
84		*Bathynella rufa* Morimoto, 1970 북방옛새우
85	우물(대구시 항촌동)	*Mackinia coreana* Matsumura, 1967 대구우물좀벌레
86	우물(울진군 근남면 노음리)	*Bathynella minuta* Morimoto, 1970 꼬마옛새우
87		*Mackinia japonica dilatata* Matsumoto, 1967 우물좀벌레
88		*Parabathynella gracillima matuta* Morimoto, 1970 노음옛새우
89	부산 해운대 우물	*Mackinia birsteini* Henry et Magniez, 1991 부산우물좀벌레
Total: 36 caves, 5 wells, 89 species		

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

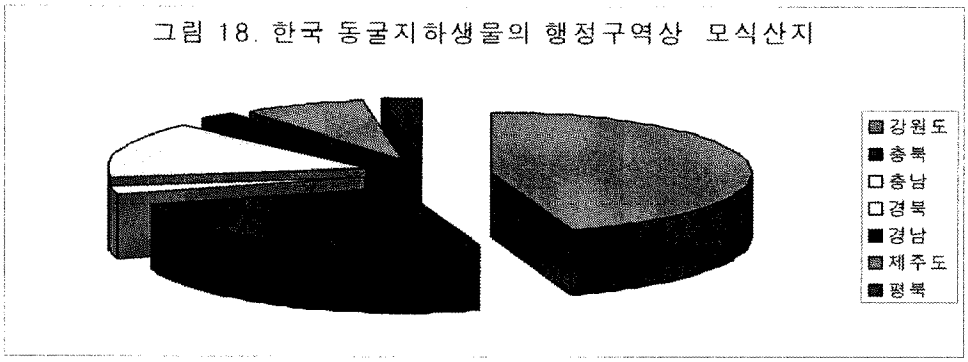


Figure 3-6. Holotype localities of the Korean subterranean animal by the administrative district.

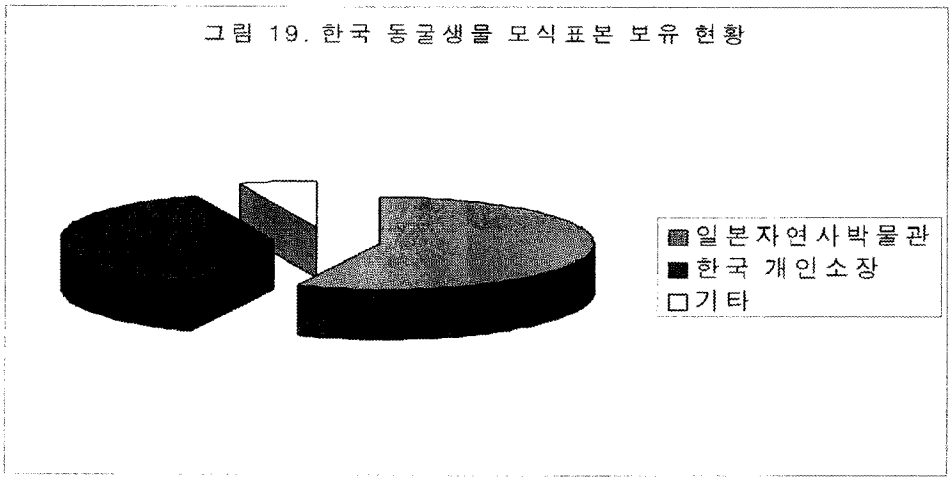


Figure 3-7. Remaining status of holotype specimen based on the Korean subterranean animal.

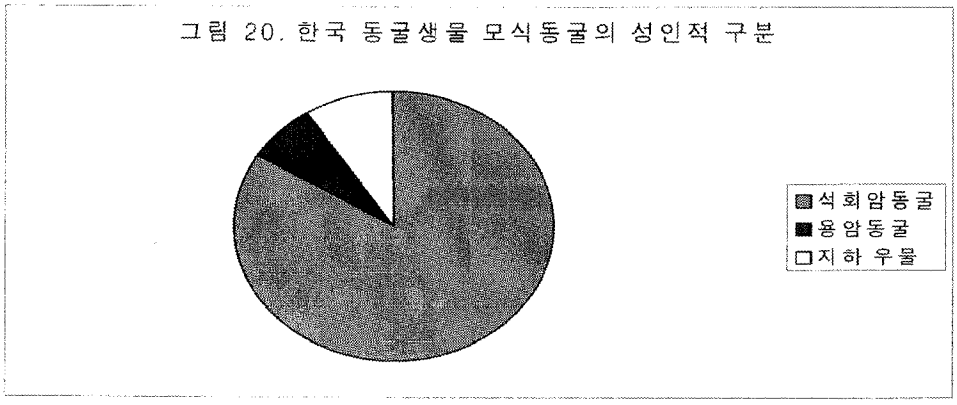


Figure 3-8. Patterns of the holotype locality of the Korean subterranean species by the structure (Limstone, Lava, Well).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제2절 한국 동굴(지하)산 생물의 발굴 및 조사

1. 연구 대상 동굴들

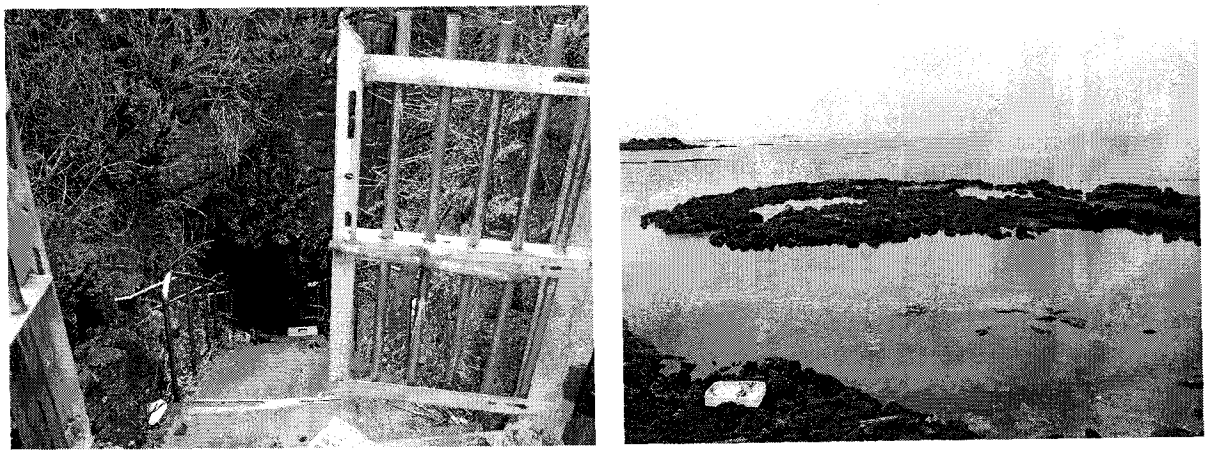
자연동굴은 한국뿐만 아니라 세계적으로 지질적 특성을 지닌 지역에 집중적으로 분포하고 있다. 자연동굴은 생성원인에 따라 몇 가지로 분류된다. 석회암지대에 동굴이 형성된 것을 석회암동굴이라 하고 화산폭발과 더불어 흘러내리는 용암이 외부로부터 응고되고 내부에 가스와 더불어 용암류가 흐르면서 식어 만들어진 동굴을 용암동굴 또는 화산동굴이라 부른다. 바닷가나 강가의 절벽에 생긴 동굴을 전자는 해식동굴, 후자를 하식동굴이라 분류한다. 현재 우리나라의 자연동굴의 주종은 석회암동굴로써 Karst지형에 주로 분포하며 현재 850여개로 추정되고 있다. 강원도 동해, 삼척, 영월, 정선, 평창, 태백, 강릉지역과 충청북도의 단양지역, 경상북도의 울진, 봉화, 문경지역 등에 주로 분포하고 있다. 그 외에도 크고 작은 동굴들은 전국적으로 산재하고 있다. 제주도를 비롯한 울릉도에는 화산지대를 중심으로 화산동굴이 100여개 이상 분포하는 것으로 추정하고 있으며 제주도의 해안선을 따라 해식동굴이 분포하고 있다. 본 연구에서는 석회암 동굴 20개와 용암동굴 5개, 해식 및 인공 동굴 1개를 연구 조사하였다.

가. 제주도 용암동굴:

(1) 게웃셈굴

(가) 행정구역: 제주시 북제주군 구좌읍 김녕리(북위 33도33분10초, 동경 126도45분1초)

(나) 동굴의 특징: 동굴은 2개의 입구를 가지고 있으며 제 1입구와 제 2입구의 사이는 박명부가 형성되어 있으며 제 1입구는 계단으로 정비되어 있고 제 2입구는 방치상태로 쓰레기장으로 전용되고 있었다. 제 2입구 상류는 함몰지형으로 계곡을 이루고 있으나 12번 국도에서 콘크리트 구조물로 차단되어 있었다. 제 1입구 하단 부근에서 담수가 용출되어 북쪽 공동은 호수를 이루며 북쪽 해안 청굴을 통하여 바다로 나가는 것 같았다. 동굴 지하수는 간조와 만조에 영향을 받아 수심이 1.2m 정도의 차이를 보인다고 한다. 즉, 동굴기수지역이 형성되어 있을 가능성이 가장 높은 대표적인 제주도 용암동굴이며 장어나 물고기가 확인되었다.



A B

Figure 3-9. Lava Geossem in Jeju city. A, ground entrance; B, beach entrance.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(2) 만장굴

(가) 행정구역: 제주시 북제주군 구좌읍 김녕리(북위 33도31분30초, 동경 126도46분20초)

(나) 동굴의 특징: 현재 천연기념물 제98호로 지정되어 잇으며 동굴의 입구는 3개로 이루어진 다층구조의 대형동굴이다. 약 7400m의 긴 동굴로써 제 2입구에서 제 3입구 사이 1km 구간이 관광동굴로 개방되어 잇고 조명 등 관람유도 시설이 설치되어 있다. 제2이구는 계간으로 정비되어 있고 철제 사다리를 설치했던 콘크리트 구조물이 남아있다. 입구가 모두 대형이기 깨문에 각 입구 부근의 박명부 범위가 넓다. 공동이 크고 부분적 다층 구조를 이루고 있으나 일부 구간 이외에는 점토, 토양, 유기물의 유입과 퇴적이 극히 적어 동굴 규모와 환경 유지에 비해 생물상은 빈약한 편으로 알려져 있다. 단 제 3입구 상층부의 공동은 대규모 박쥐서식처로써 중요한 학술적 가치를 갖는다. 또한 해발 100m 내외의 구릉지대에 분포하고 있으며 내부 기온은 10~14도 이고, 습도는 85~100%로서 저온 다습한 환경을 이루고 있다.



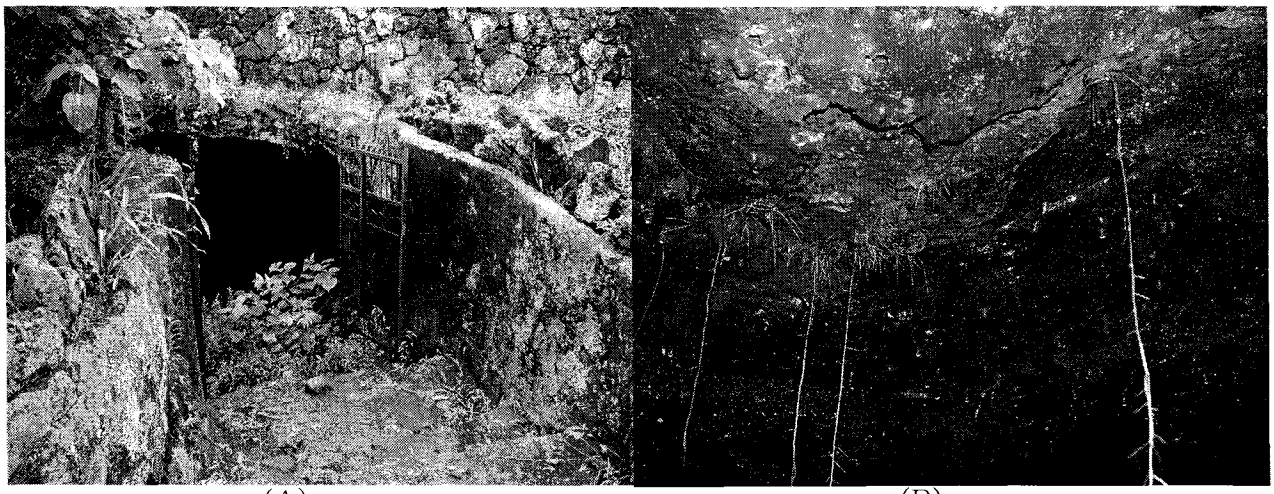
Figure 3-10. Interior structure of lava Manjang (Jeju city).

(3) 신창리 성굴

(가) 행정구역: 제주시 북제주군 한경읍 신창리(북위 33도20분06초, 동경 126도11분10초)

(나) 동굴의 특징: 동굴 중앙부분인 제 2입구에서 상류 쪽인 남동향 동굴에는 시메트 블록과 현무암괴를 쌓아 만든 농산물 저장고가 좌우 벽면을 따라 만들어져 있고 하류 쪽 동굴에는 마대자루에 담겨진 농산물이 저장되어 있었다. 하류의 공동은 우기 때 제2입구에서 하류 쪽 50m 지점 부근 양쪽 바닥에서 지하수가 용출되어 공동을 물로 채우기도 하므로 불안했다. 전체적으로 동굴환경이 잘 유지되고 있으나 각종 가정 쓰레기장으로 활용된 곳도 있다. 신창리 12번 국도에서 동쪽의 신창리 신흥동으로 방향으로 콘크리트 도로 포장된 길을 따라 마을 가운데로 가는 중에 제2입구 있다. 철근 문으로 잠겨 있으며 면사무소에서 관리하고 있었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



(A) (B)

Figure 3-11. Sinchang lava Seong. (A) Entrance (B) Interior ceiling.

(4) 정구수굴

(가) 행정구역: 제주시 북제주군 한경읍 금릉리(북위 33도22분57초, 동경 126도13분43초)

(나) 동굴의 특징: 금릉석물원 관광지에 동굴 입구가 있는데 계간으로 장 정비되어 있다. 입구 전면에는 지하수에 의한 작은 연못이 있으며 조수 간만의 차에 영향을 받는 것으로 알려져 있었다. 내부에는 불상이 모셔져 있고 바닥은 블록으로 정비되어 있고 원지형은 알 수 없었다. 일부 주민들은 정녀굴이라 부르며 용암종유와 동굴산호의 부분적인 발달이 야간 보일 뿐이다. 한림읍을 지나는 구 12번 국도 옆에 위치한 금릉석물원내 주차장 앞쪽에 입구가 있으며 안쪽으로 불상이 있는 약 10m 정도 용암동굴이 있으나 향냄새 때문에 육상생물은 거의 보기 힘들었다.

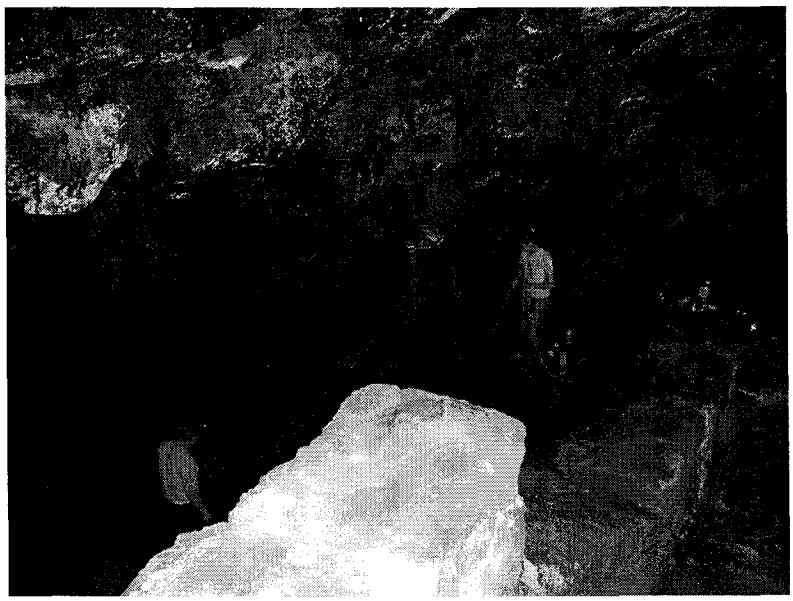


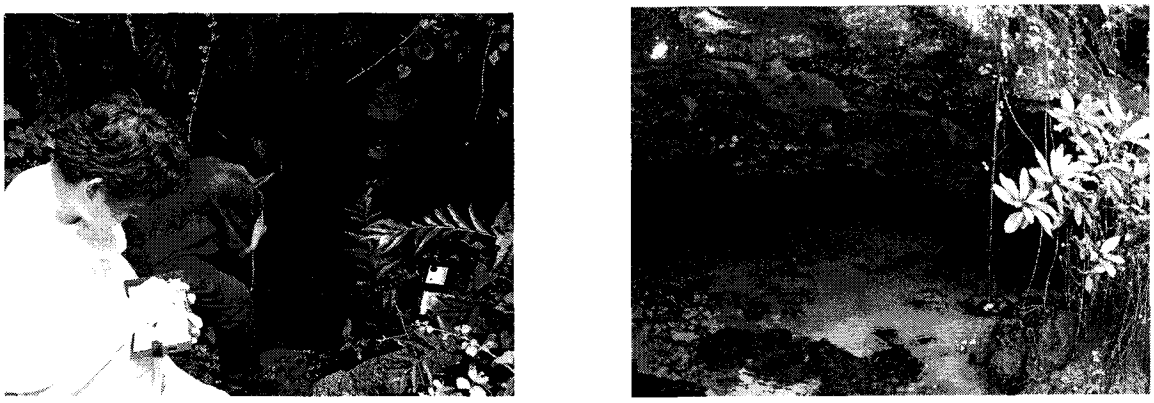
Figure 3-12. Researching view in lava Jeonggusu (Jeju city).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(5) 제암천굴

(가) 행정구역: 제주시 북제주군 한림읍 협재리(북위 33도23분17초, 동경 126도14분27초)

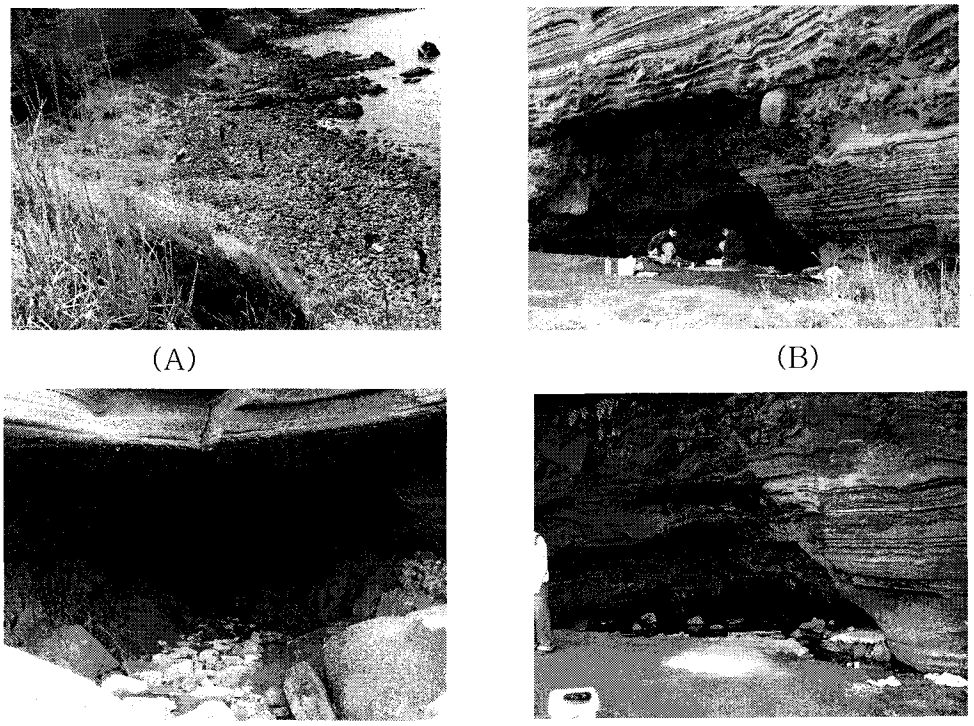
(나) 동굴의 특징: 5개의 입구가 남쪽으로부터 북쪽으로 연결되어 있고 영구 암대가 형성된 부분은 극히 일부로 제한되어 있다. 바닥은 연중 대부분 물이 차 있으며 해안 쪽 동굴수는 조수간만의 영향을 받는다. 전근이 용이하여 여름 휴가철에는 동굴 내부에서 장사를 하고 있었다, 또한 도로 밑을 지나는 공동의 천장은 쇠파이프로 지지해 놓았으나 매우 위험해 보였다.



(A) (B)

Figure 3-13. Fourth (A) and fifth (B) entrance of lava Jeamchen.

(6) 수월봉 일본군 진지 지역내 인공동굴



(A) (B)

(C) (D)

Figure 3-14. Suwolbong artificial cave excavated by Japanese army. A, total view; B, researching analysis of fresh water; C, interior structure; D, entrance in flowing water.

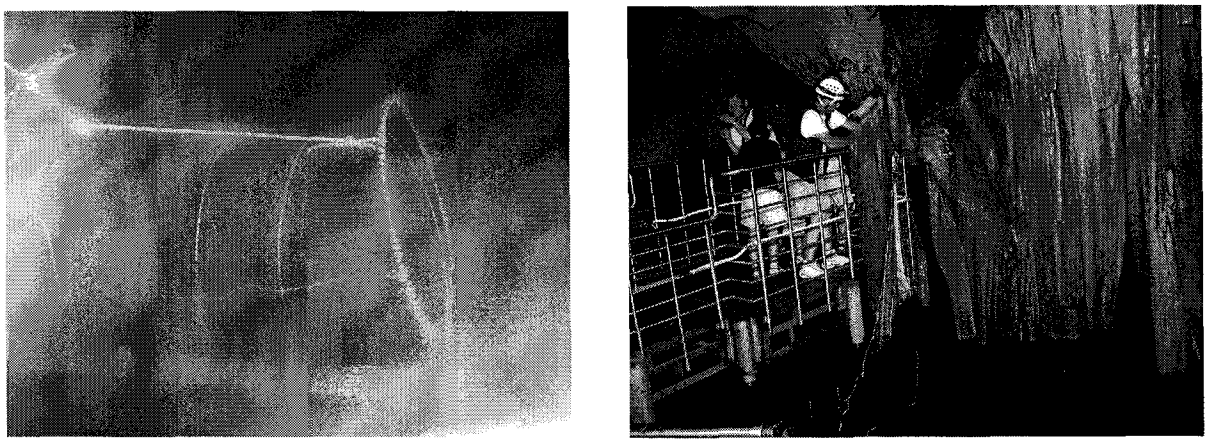
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

나. 석회암 동굴:

(1) 성류굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총길이 472m)

(가) 행정구역: 경상북도 울진읍 금남면 장평리 (북위 33도57분11초, 동경 129도22분53초)

(나) 동굴의 특징: 입구는 해발고도 20m에 위치하며 입구방향은 북동 방향으로 발달해 있다. 일반인에게 공개된 공개구역과 비공개구역으로 구분되며 총 9개의 동방과 12개의 고아자웅로 구분되며 공개구간에 6개의 동방과 9개의 광장이 있고 나머지는 비공개구역에 위치한다. 1구역의 1광장과 2구역의 3, 4광에는 대형 물고기가 서식하고 있었다. 또한 비공개구역의 12광장에는 구아노가 가득했으며 갈르와벌레 유충도 서식하고 있다.



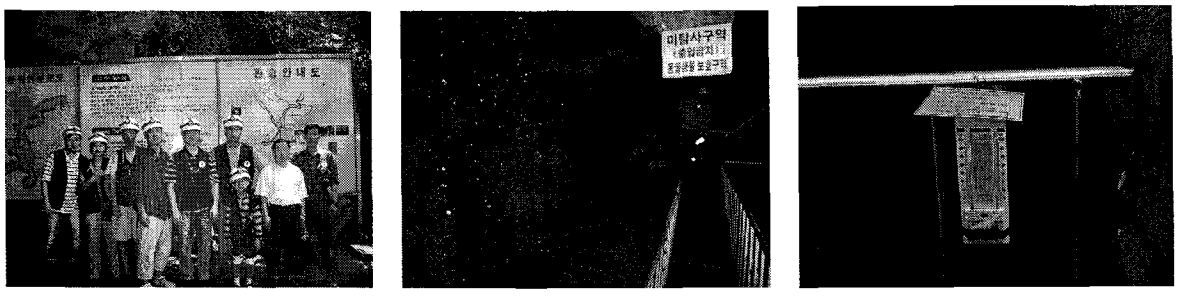
(A) (B)

Figure 3-15. Second cave Seongru in Woojin city.
A. Installment of the fish trap. B. Installment of the fish net.

(2) 고수동굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴 (총길이 1200m)

(가) 행정구역: 충청북도 단양군 가곡면 고수리 (북위 36도59분09초, 동경 128도23분02)

(나) 동굴의 특징: 소백산 줄기의 하나인 고수봉 자락, 해발 175m 지점에 형성된 전체 길이 5.4㎞의 굴이다. 평균 높이 5m, 가장 높은 곳은 70여 m에 이른다. 5억4000만년의 연륜을 지닌 석회암지대에 15만년전에 형성된 동굴로, 1973년 발견돼 76년 천연기념물 256호로 지정됐다. 발견 당시 굴 들머리에선 타제석기 등이 발견됐다고 한다. 또한 비공개구역과 1.7㎞ 정도가 개방 구역으로 구분되어 있으며 입구와 출구가 다르다.

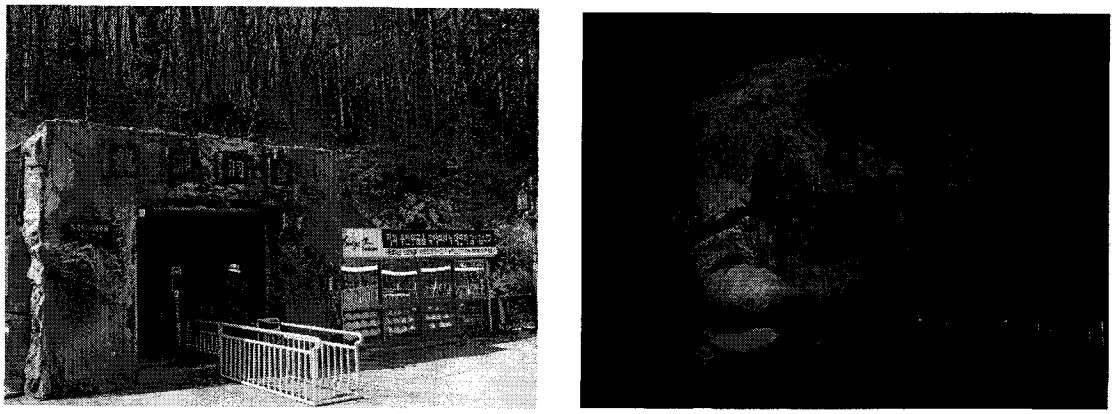


(A) (B) (C)

Figure 3-16. Cave Gosu in Danyang city. (A) researches in the front entrance; (B) undisclosed zone; (C) installment of the thermometer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

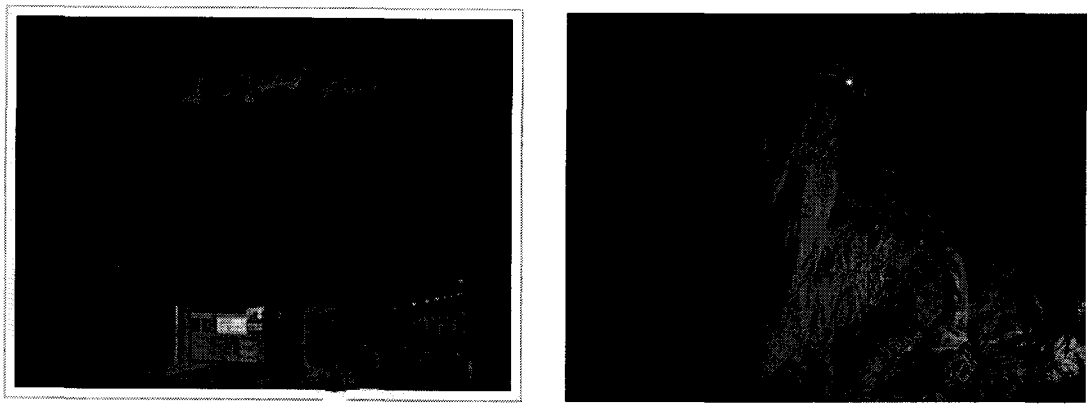
(3) 용연동굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 210m, 고도 952m)
(가) 행정구역: 강원도 태백시 화전 2동 (북위 37도12분21초, 동경 128도56분 38초)
(나) 동굴의 특징: 백두대간의 중추인 금대봉 하부능선에 자리잡은 강원도 지방기념물 제39호 용연동굴은 전국 최고지대의 동굴로서 다양한 석순, 종유석, 석주, 동굴 진주, 동굴산호, 석화, 커어튼 등의 생성물들이 많은 노년기 자연 석회동굴이다. 지굴 등의 틈에서 나오는 지하수에는 희귀 수생생물(용연옛새우 등)들이 보고된 학술적 가치가 큰 동물로써 8종의 모식종이 보고되어 있다.



(A) (B)

Figure 3-17. Cave Yongyoen in Taepaik city. A, entrance view; B, interior structure

(4) 환선굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 6.5km, 입구고도 493m)
(가) 행정구역: 강원도 삼척시 신기면 대이리 (북위 37도12분21초, 동경 128도56분 39초)
(나) 동굴의 특징: 동굴 입구는 대이리 덕항산 남부중턱에 위치하며 입구는 폭 16m, 높이 12m 의 거대한 반원형이고 내부에서 다량의 지하수류가 흘러나오고 있다. 대체로 북향으로 입굴이 전개되어 있으며 주굴은 약 3.2km이고 총 6.5km이상의 거대한 종유동굴로써 내부 80m 지점에서 북향굴, 서북향굴, 남향굴 및 중앙본굴의 4갈래로 분지된다. 천연기념물 제178호(1966년 6월 15일)로 지정된 개방동굴이다.

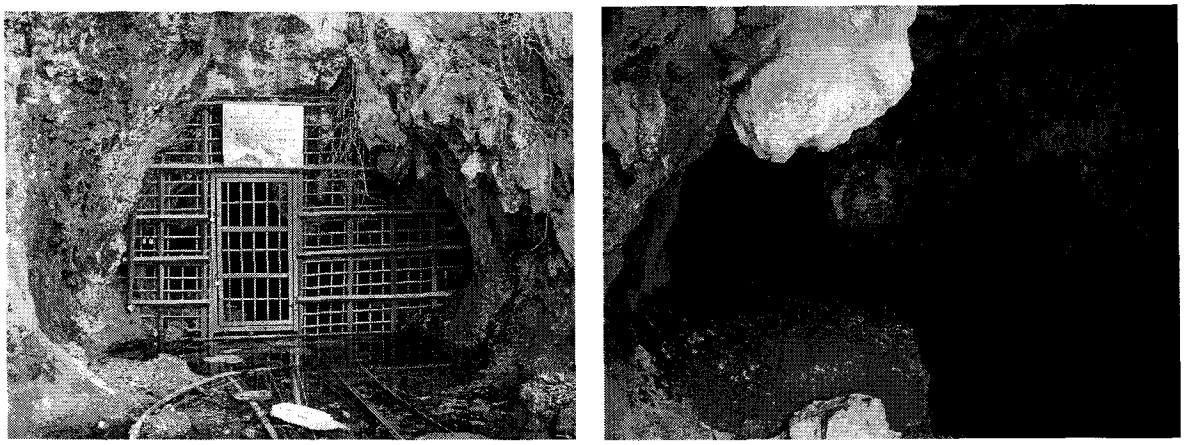


(A) (B)

Figure 3-18. Cave Whanseon in Samcheok city. A, entrance view; B, interior structure

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

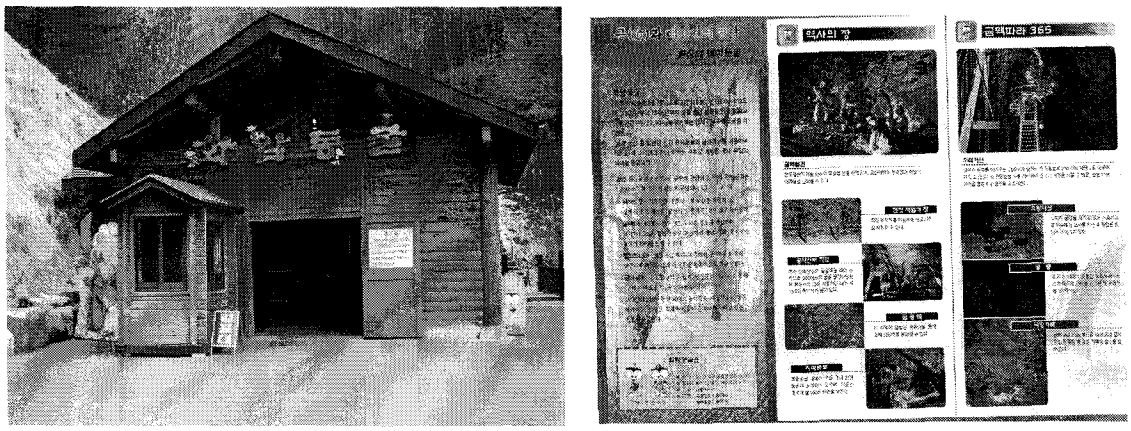
(5) 관음굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 1.6km, 입구고도 350m)
(가) 행정구역: 강원도 삼척시 시기면 대이리 (북위 37도19분34초, 동경 129도01분 24초)
(나) 동굴의 특징: 천연기념물 제178호인 대이리 동굴지대에 위치하며 동굴 입구의 크기는 폭 4.2m, 높이 3m로에서 막장까지 동굴 지하수에 의한 폭포수가 활발히 발달되어 있으며 4개의 폭포수와 종유석 등 동굴 생성물이 잘 발달된 석회암 동굴이다.



(A) (B)

Figure 3-19. Cave Gwaneum in Samcheok city. A, entrance view; B, interior structure with much ground fresh water

(6) 화암굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 500m, 입구고도 550m)
(가) 행정구역: 강원도 정선군 동면 화암리
(나) 동굴의 특징: 동굴입구는 화암리 마을 뒷산 기슭에 있는 폐광갱도(廢鑛坑道)이며 폭 1.5~2m, 높이 2m 가량의 항도를 서북향 쪽으로 10m 가량 들어가면 폭 40m 내외, 길이 70m, 높이 15m 가량의 일대 광장이 나타난다. 그 남서쪽 언덕에는 둘레 5m, 높이 8m 가량의 대석주(大石柱)가 서있고, 주위 동벽(洞壁)에는 화려한 종유류벽(鍾乳流壁), 석순(石筍) 등이 발달해 있고, 천장(天井)에는 즐비한 수지장 종유석군(手指狀 鍾乳石群)이 뻗어내려 있다.

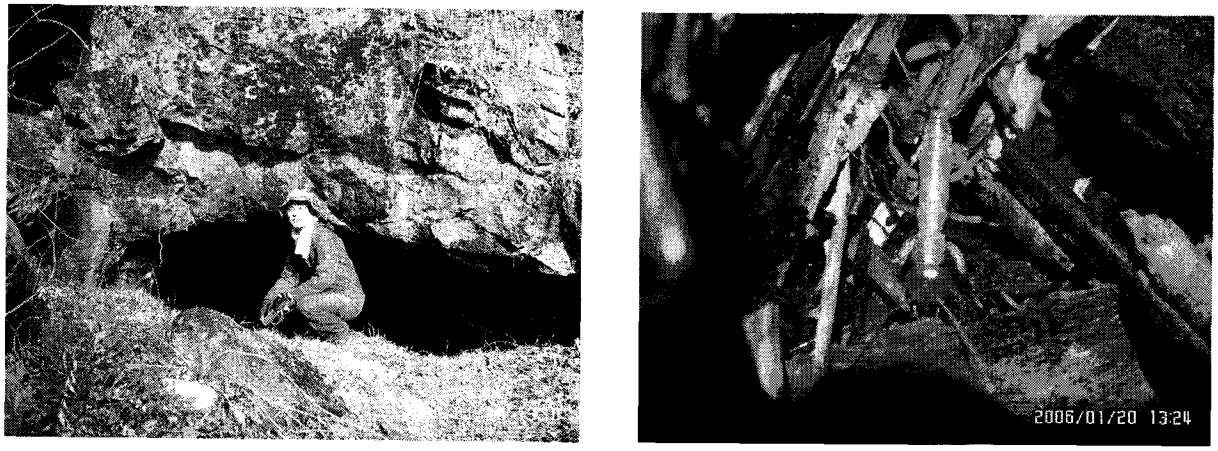


(A) (B)

Figure 3-20. Cave Whaam in Jeonseon city. A, Ticket box on the entrance; B, Invitation note of Cave Whaam.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

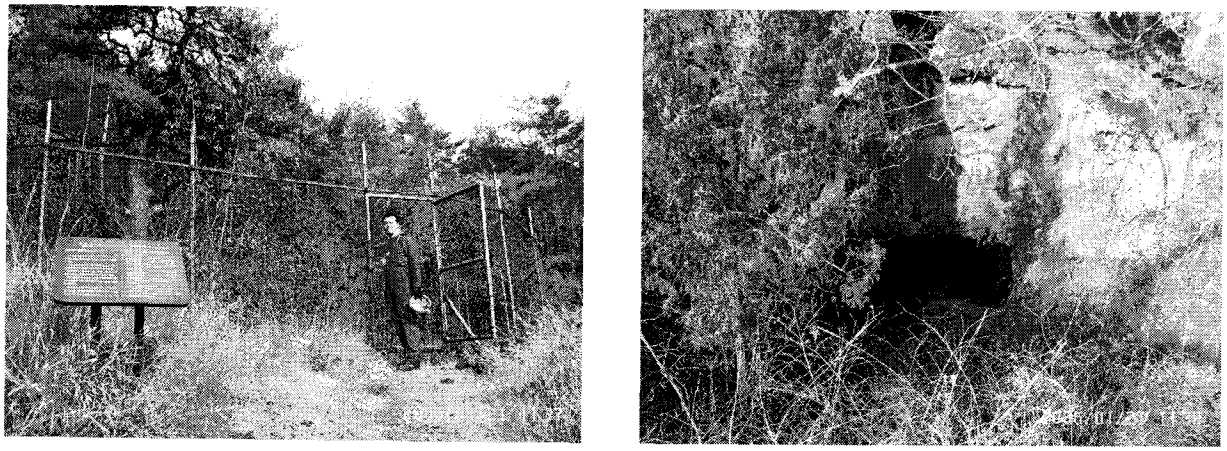
(7) 심복굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 412m, 입구고도 307m)
(가) 행정구역: 충청북도 괴산군 연풍면 율금리 (북위 36도46분59초, 동경 127도57분59초)
(나) 동굴의 특징: 금대마을 남서향 뒷산 계곡에 위치한 입구는 폭 4.5m, 높이 2.1m 정도이며 남서향이며 극전개방향은 북서향이다. 3개의 가지굴이 잘 발달된 격자형 구조로 주동고이 불분명하고 부분적으로 2층구조를 보이는 총 3층구조를 가지고 있다.



(A) (B)

Figure 3-21. Cave Simbuk in Goisan city. A, entrance view B, Galloisiana sp. found in the interior floor

(8) 모산굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 210m, 입구고도 165m)
(가)행정구역: 경상북도 문경시 가은읍 성저리 (북위 36도37분42초, 동경 128도02분19초)
(나) 동굴의 특징: 성저리 마을에서 북쪽으로 400m쯤 떨어진 모산(茅山)에 위치한 입구는 폭 5-15m, 높이 5-7m로 비교적 큰 규모로 10m 정도의 급경사를 내려가면 남북으로 갈라지는 지점이 나온다. 남쪽 굴은 길이 30여m로 진흙과 낙석의 퇴적물이 많고 종유석군은 거의 없다. 북쪽 주굴(主窟)에는 둘레 5m, 높이 19m에 이르는 거대한 돌기둥이 솟아 있고 막다른 곳 암벽 아래에서 많은 양의 지하수가 솟아나 동굴 막장을 향하여 흐른다.

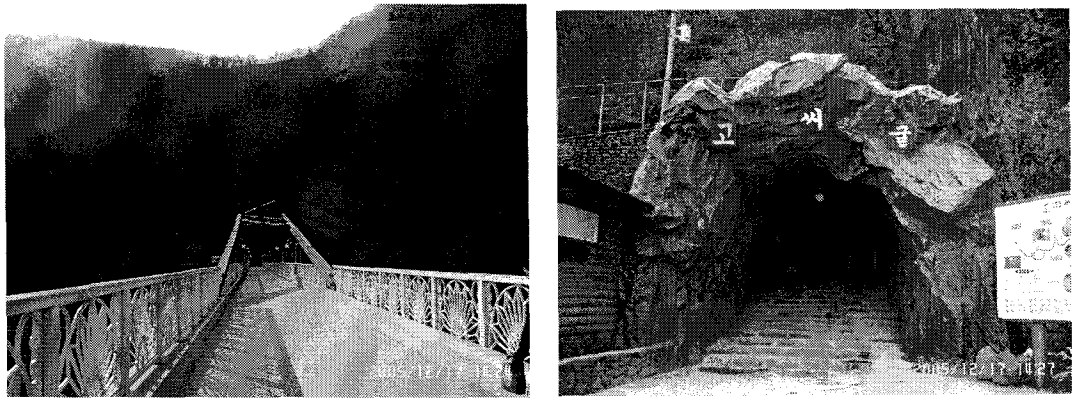


(A) (B)

Figure 3-22. Cave Mosan in Mungyeong city. A, total exterior view B, entrance view

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(9) 고씨굴: 수평과 수직이 복합된 석회암 동굴(총 3km)
(가)행정구역: 강원도 영월군 하동면 진별리 (북위 37도07분36초, 동경 128도32분05초)
(나) 동굴의 특징: 동굴의 입구는 남한강 강변에서 30m 정동의 언덕에 위치해 있으며 새롭게 단장한 다리를 건너서 들어갈 수 있도록 되어 있는 공개동굴이다. 주굴은 1.8km정도이고 3-4개의 큰 공동이 있고 웅장한 석순과 종유석의 활발히 발달한 천연기념물 219호이다. 현재 7종의 한국 동굴산 고유종이 보고되어져 있다.



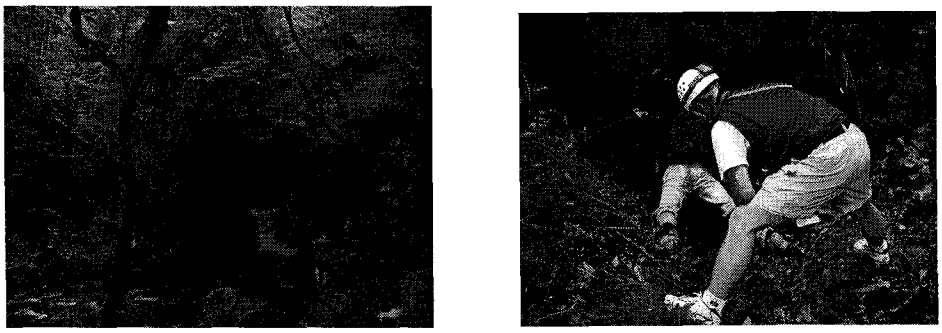
(A) (B)

Figure 3-23. Cave Gossi in Yeongwol city. A, total exterior view B, entrance view

(10) 기타 조사된 동굴들



(A) Yonggul (B) Eumseonggul (C) Soyonggul

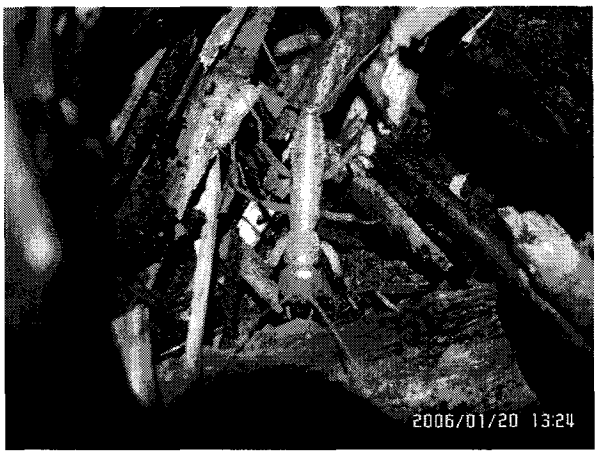


(D) Chodanggul (E)Yongchigul

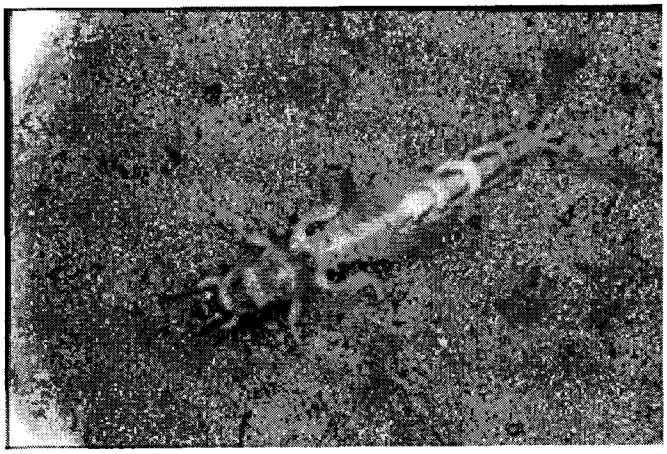
Figure 3-24. Several limestone entrances studied in this research.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

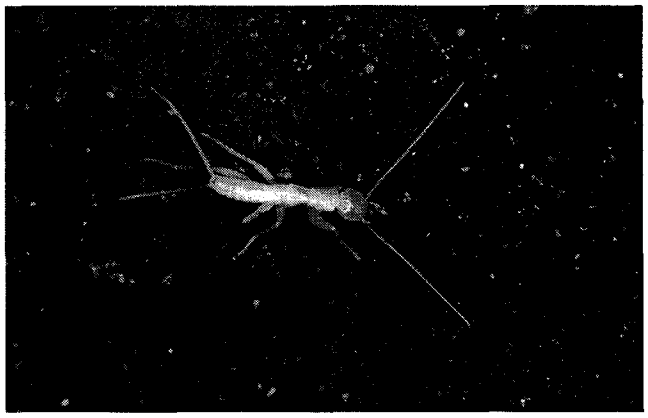
2. 한국 동굴산 생물들의 사진



1. *Galloisiana* sp. (Simbokgul)



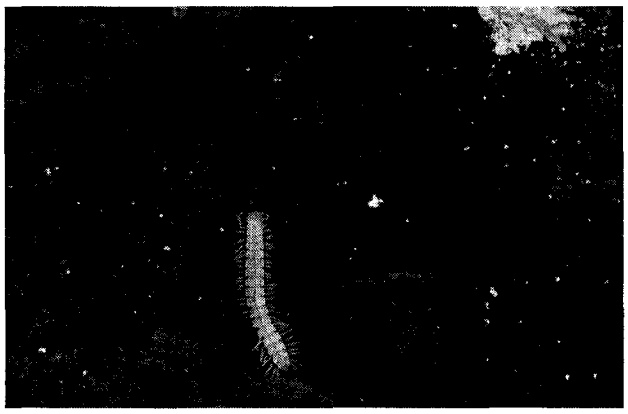
2. *Galloisiana* sp. (Cave Cheonho)



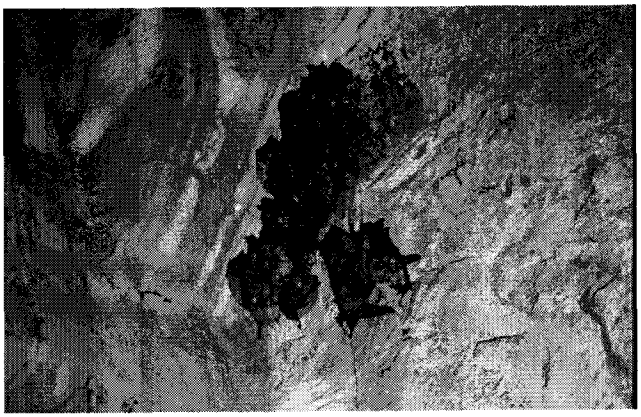
3. *Galloisiana* sp. (Heongjebonggul)



4. *Draconarius coreanus* (Seonggul)



5. *Epanerchodus clavisetosus*(Hwaheulgul)

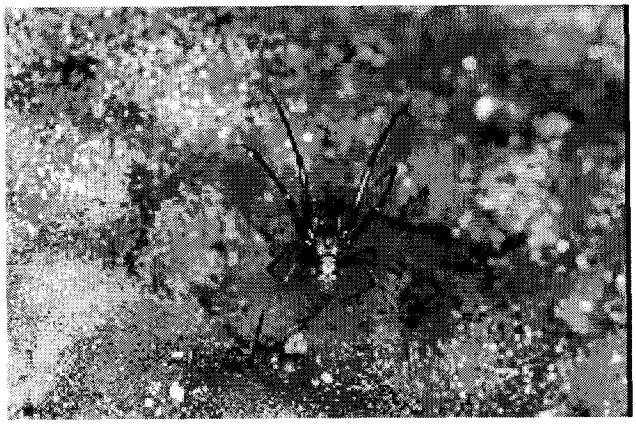


6. *hinolophus ferrumequinum* (Nodonggul)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



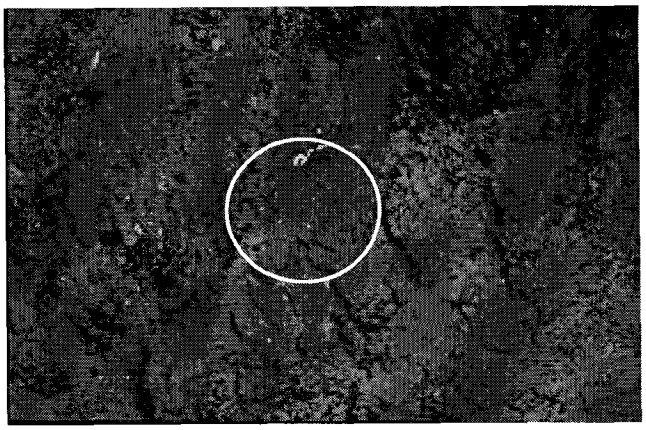
7. *Tomocerus diversispinus* (Seongrugul)



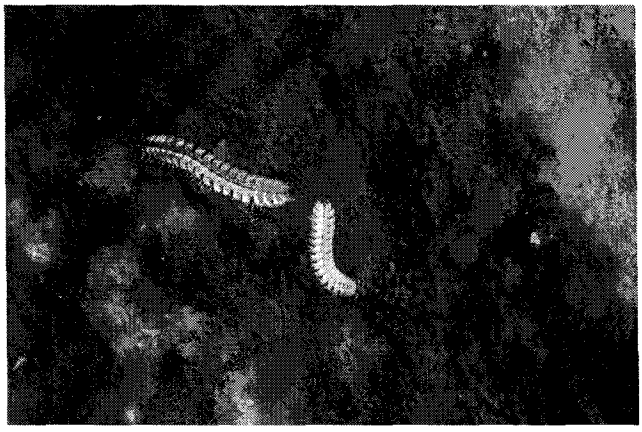
8. *Meta manchurica* (Seonggul)



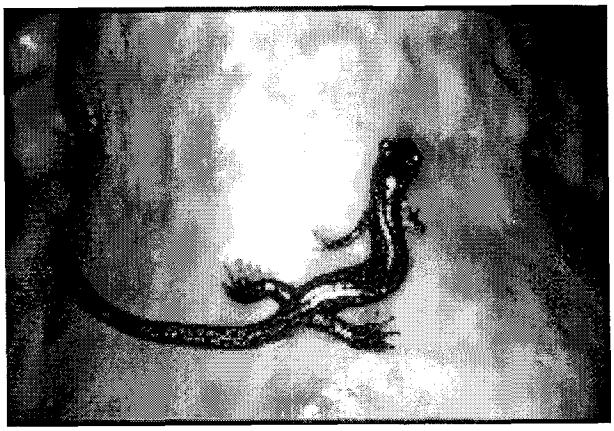
9. *Miniopterus fuliginosus* (Handeulgul)



10. *Gulaphaenops leptodiroides* (Chodanggul)



11. *Epanerchodus kimi* (Nodonggul)

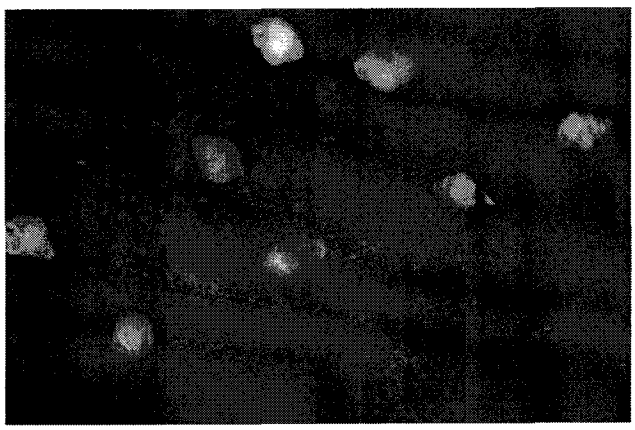


12. *Onychodactylus fischeri* (Gwaneumgul)

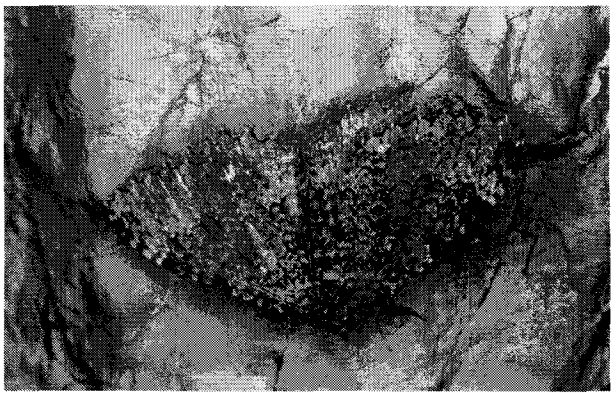
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



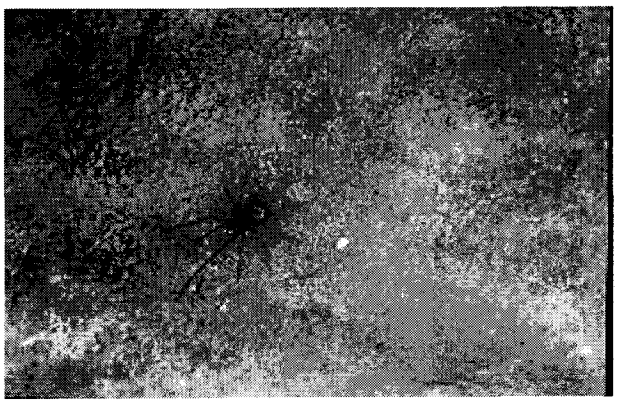
13. *Onychodactylus fischeri* (Hogyegul)



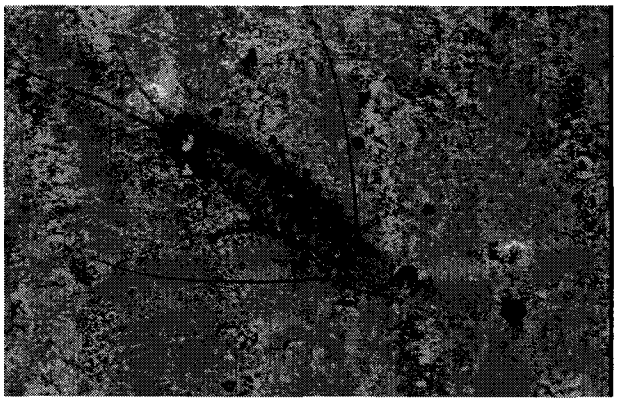
14. *Carychium* sp. (Nodonggul)



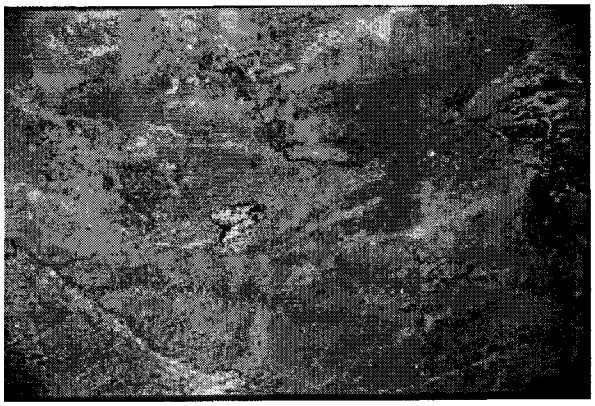
15. *Triphosa dubitata* (Ondalgul)



16. *Conculus lyugadinus* (Dongdaegul)



17. Machilidae sp. (Chodanggul)

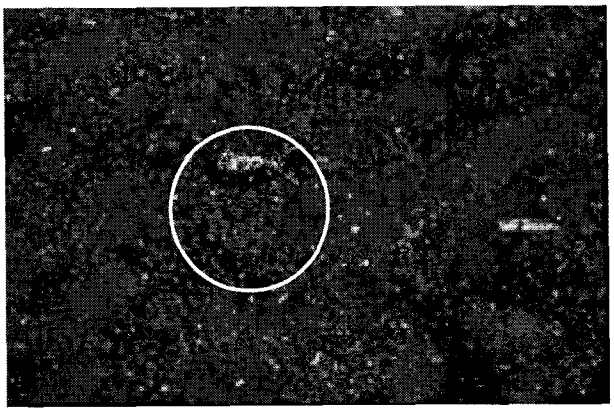


18. *Apamea sodalis* (Hoiokgul)

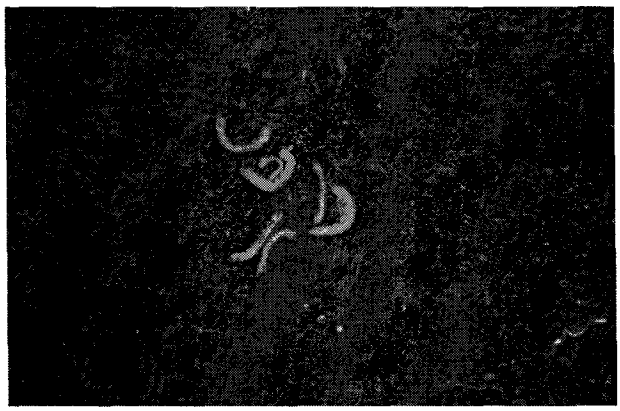
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



19. Agyrtidae sp. (Jeongsunmalgudeukgul)



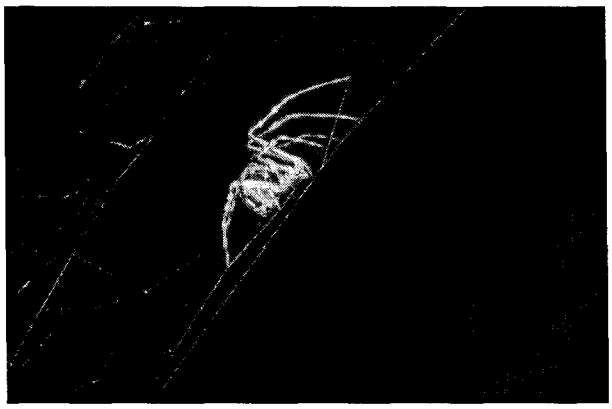
20. *Cicurina japonika* (Hyebjaegul)



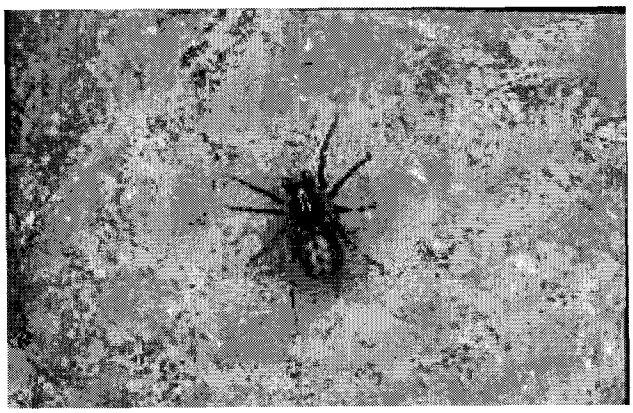
21. Isopoda sp. (Gwaneumgul)



22. *Antrokoreana gracilipes* (Baesilabgul)

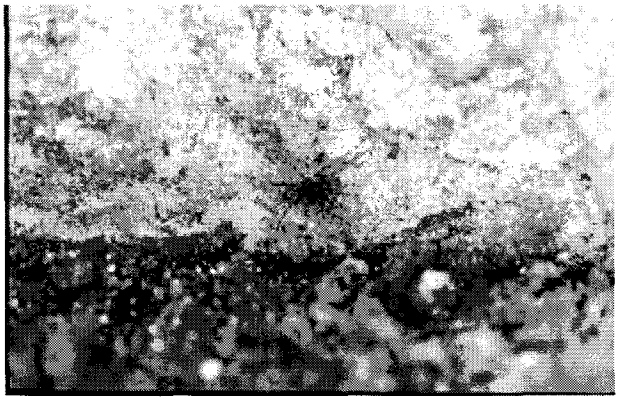


23. *Achaearanea tepidariorum* (Knamosgul)



24. *Cybaeus mosanensis* (Donggangbanggul)

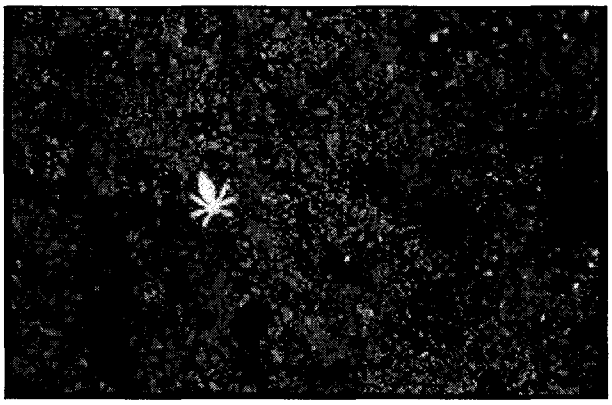
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



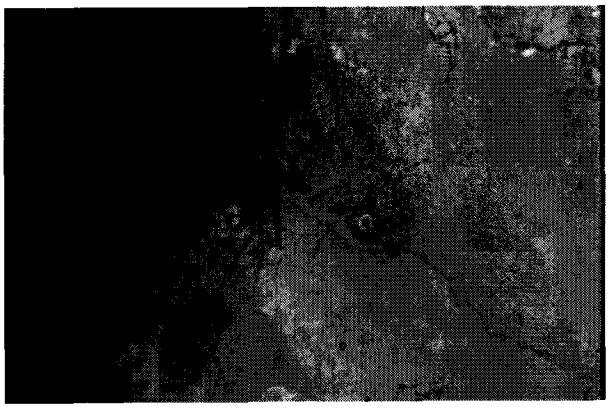
25. Asiaoelotes songminjae (Goyangigul)



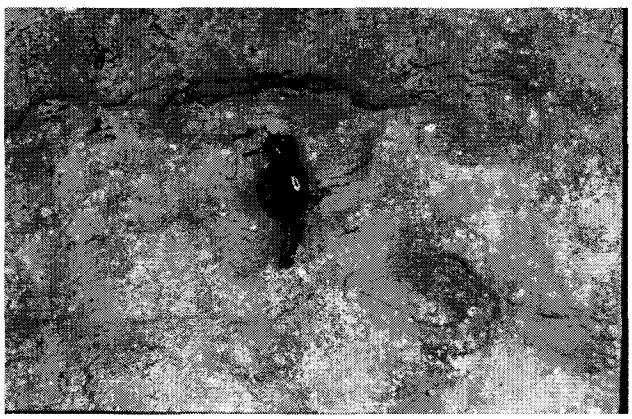
26. *Brachytarsina kanoi* (Benguigul)



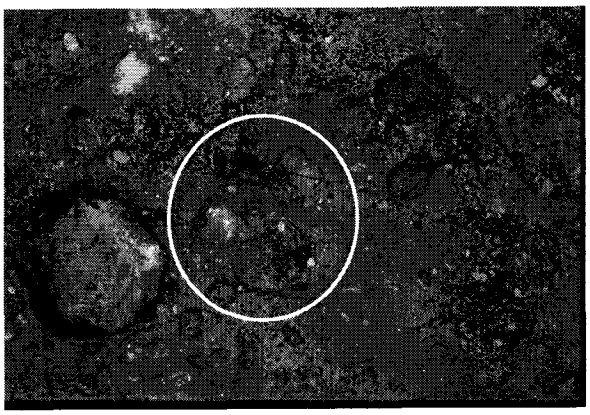
27. *Brachytarsina kanoi* (Changgul)



28. *Nesticus coreanus* (Yendyendonggul)

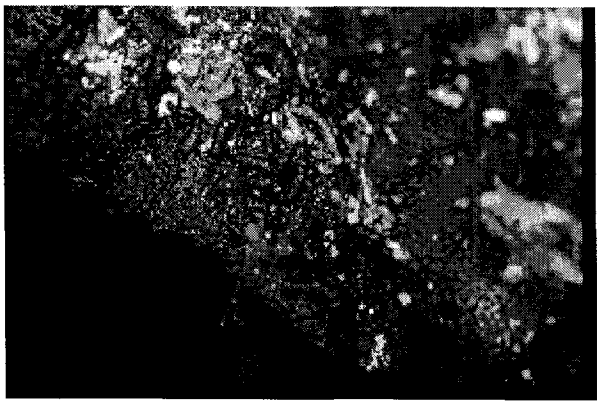


29. Gastropoda sp. (Yeongwolmureunggul)

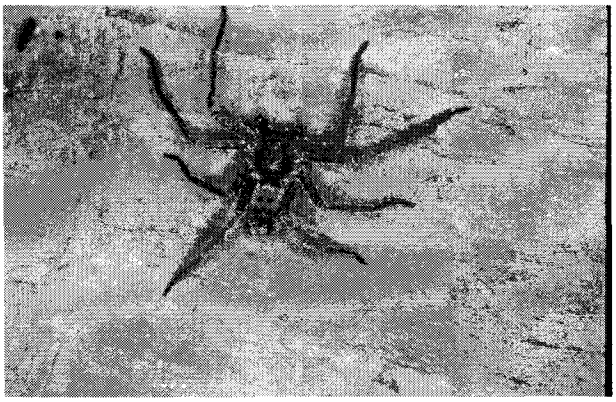


30. Opilionida sp. (Seongrugul)

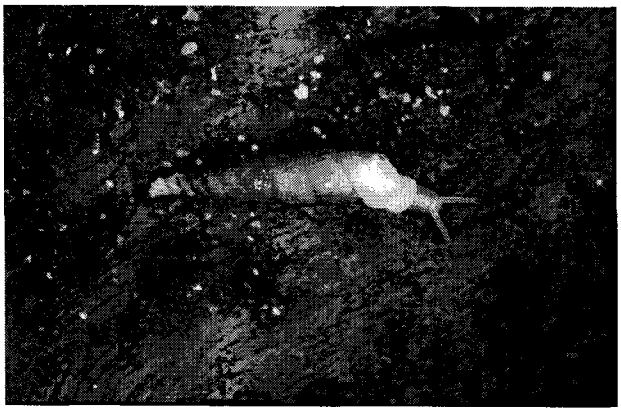
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



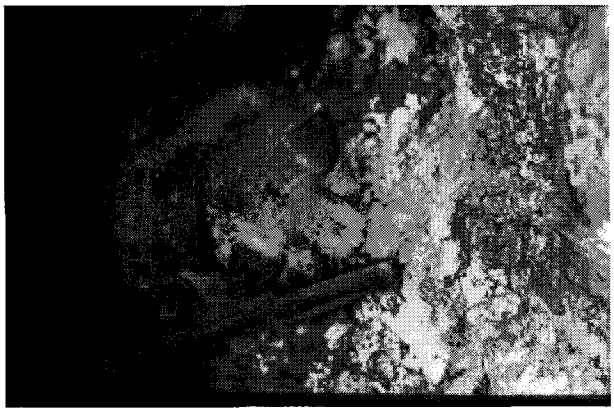
31. Opilionida sp. (Hwansungul)



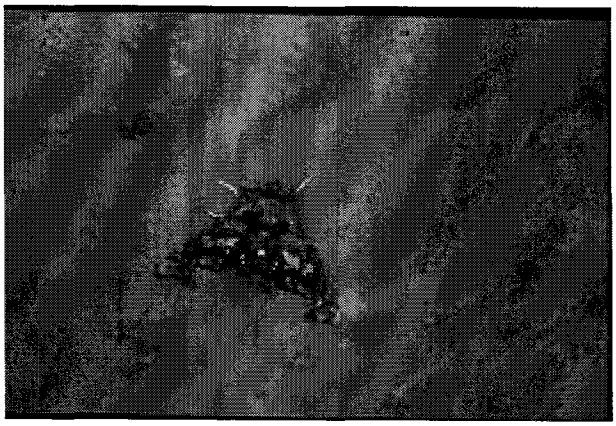
32. *Sinopoda stellata* (Gingul)



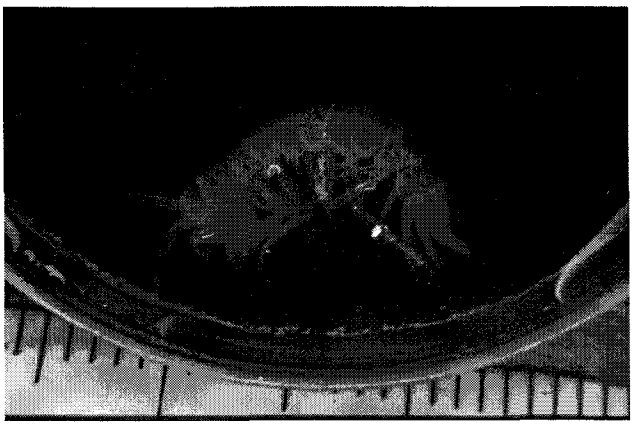
33. Carychiidae sp. (Hyebjaegul)



34. *Myotis ussuriensis* (Songgolgul)

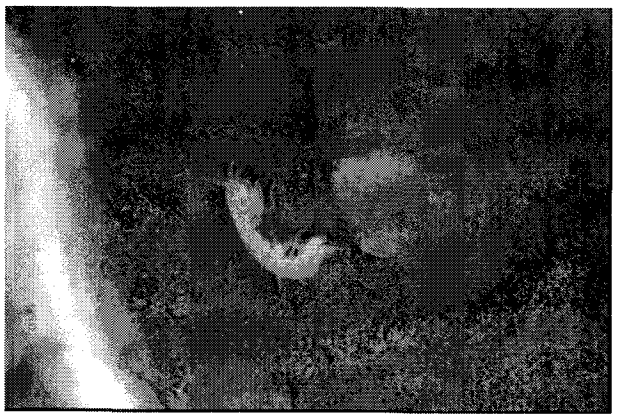


35. *Eutelia geyeri* (Sudanggul)

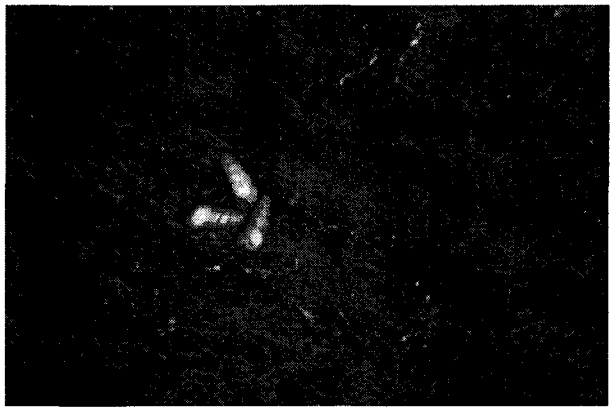


36. *Pseudocrangonyx asiaticus* (Gossigul)

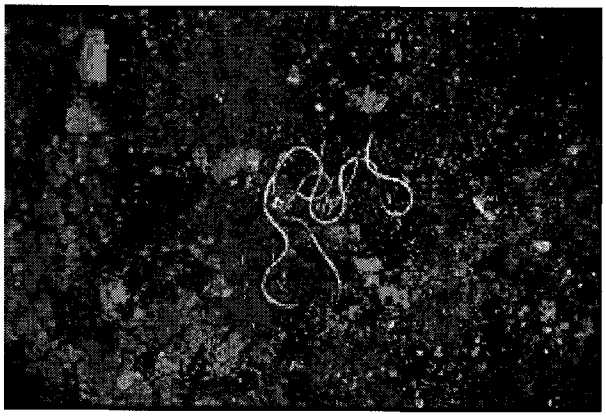
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



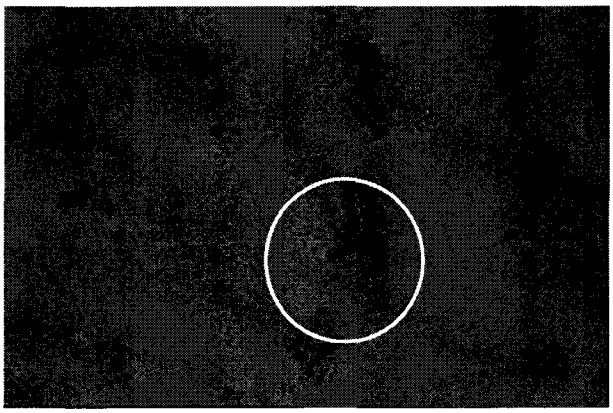
37. *Pseudocrangonyx asiaticus* (Hwansungul)



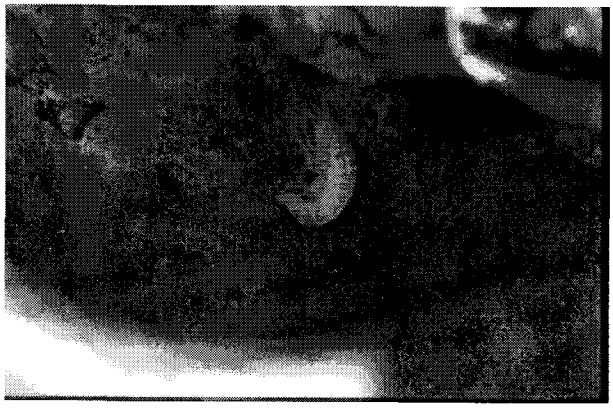
38. Carychiidae sp. (Seongrugul)



39. Nematoda sp. (Okgeogul)



40. Amphipoda sp. (Gyeussyemgul)

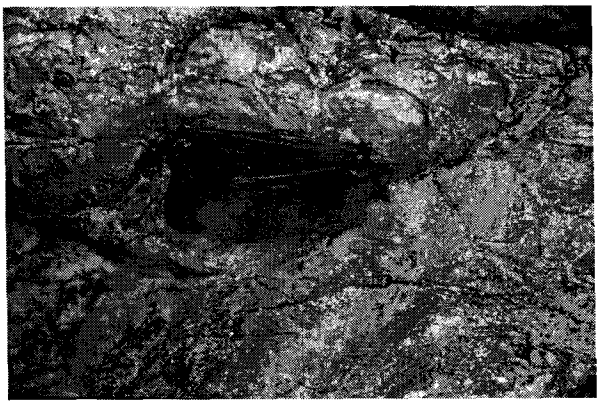


41. Amphipoda sp. (Waheulgul)

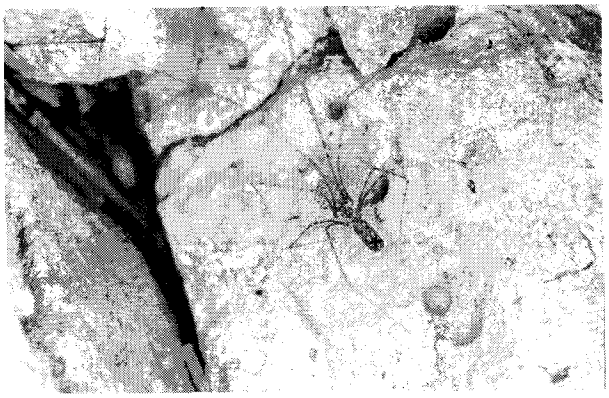


42. Bathynellidae sp. (Chodanggul)

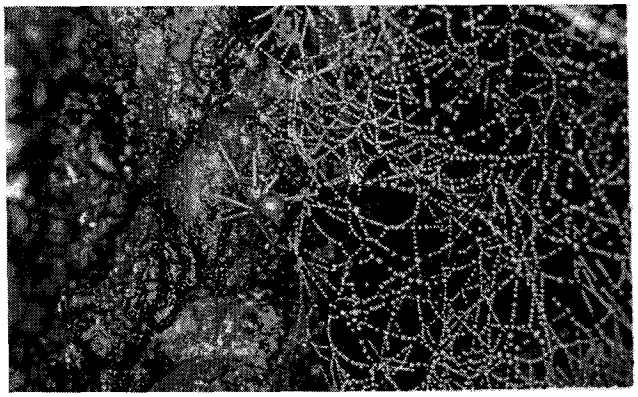
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



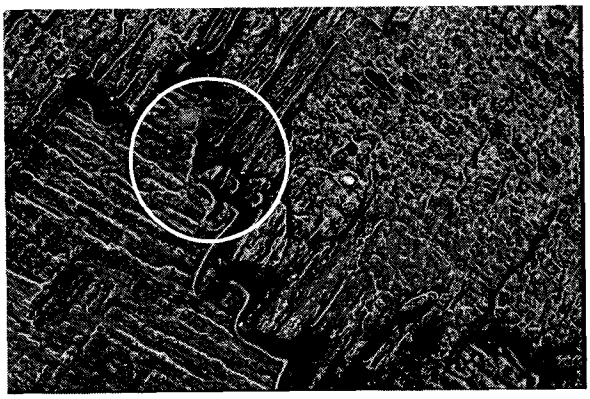
43. *Myotis ussuriensis* (Hoiokgul)



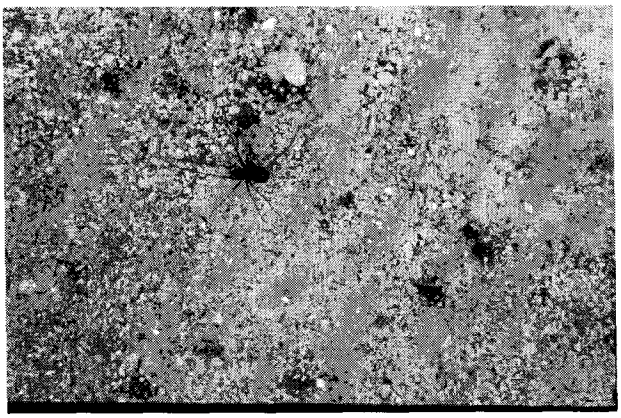
44. *Pholcus* sp. (Darakdaegul)



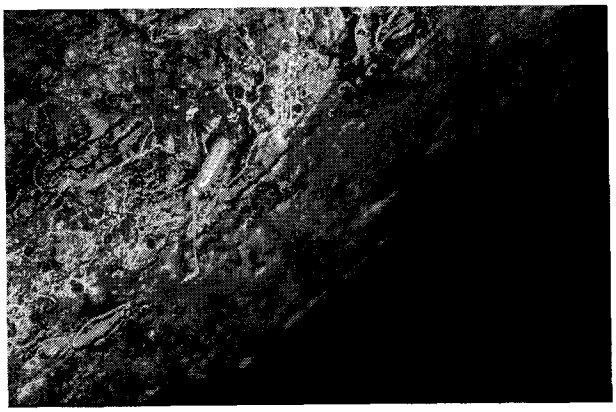
45. *Allomengea coreana* (Hwansungul)



46. *Leptoneta* sp. (Seongrugul)



47. Opilionida sp. (Hyebjaegul)

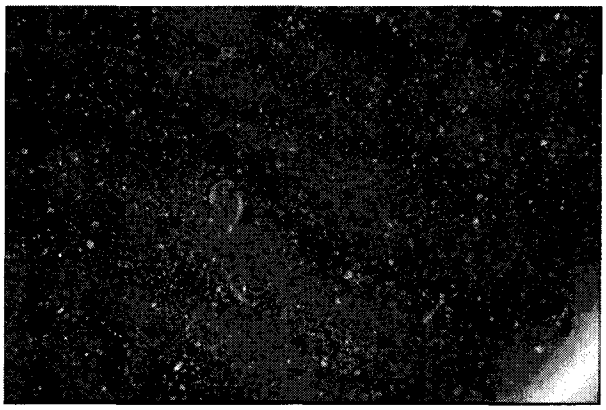


48. *Tomocerus gul* (Molgul)

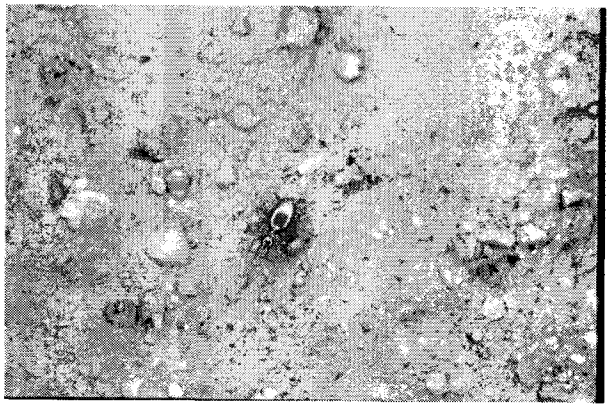
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



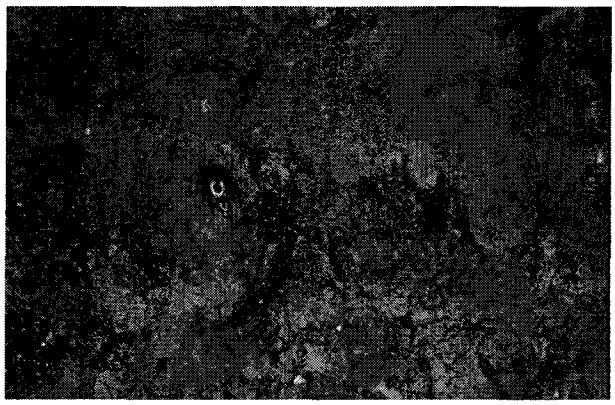
49. Amphipoda sp. (Hwansulgul)



50. Amphipoda sp. (Sohansemgul)



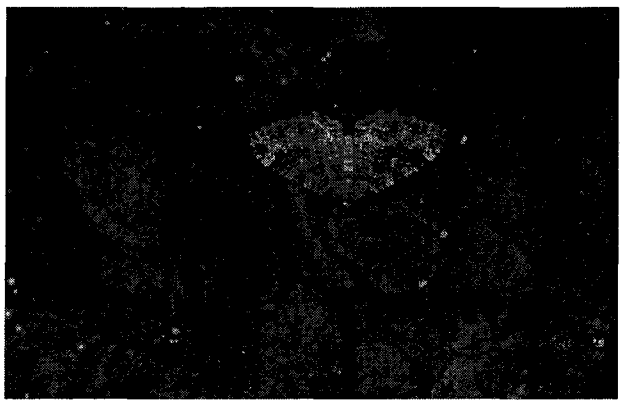
51. Hapalidae sp. (Ongjanfgul)



52. Hapalidae sp. (Chodanggul)



53. Isopoda sp. (Seongrugul)



54. *Triphosa salebrosa* (Handeulgul)

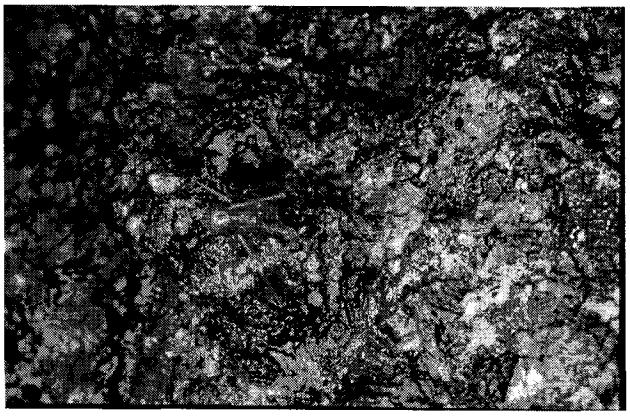
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



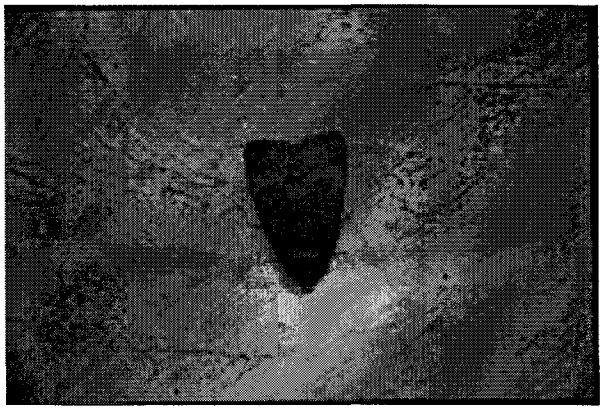
55. *Parobisium chejuense* (Daeseobigul)



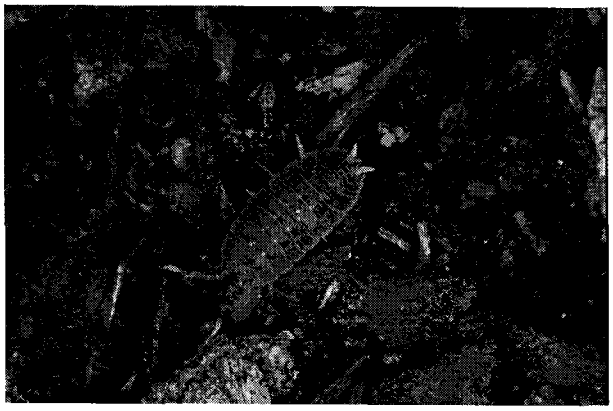
56. *Parobisium chejuense* (Pyeonggul)



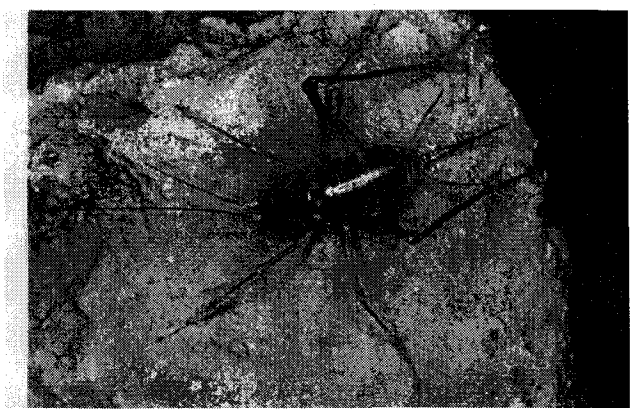
57. *Nesticella quelpartensis* (Gosaengisulgul)



58. *Apopestes indica* (Yeonpogul)

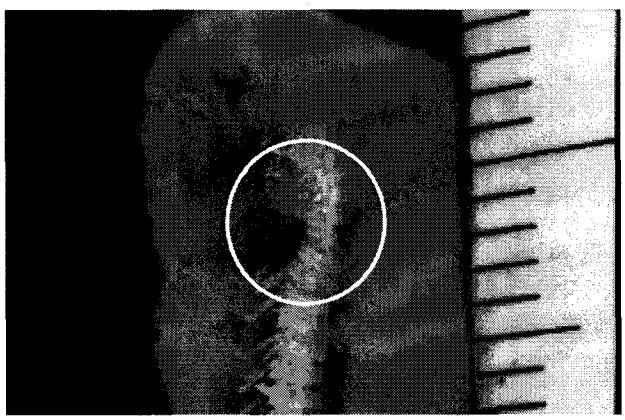


59. Isopoda sp. (Sarabong artificial cave)

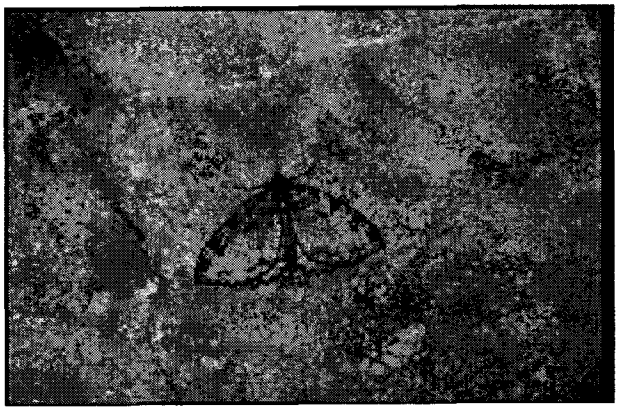


60. *Diestrammena coreana* (Seonggul)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



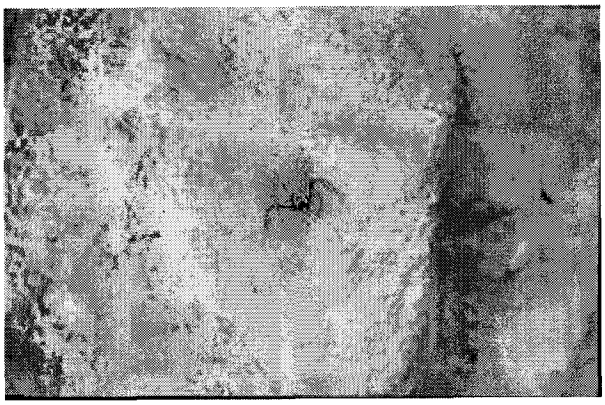
61. Acari sp. (Gossigul)



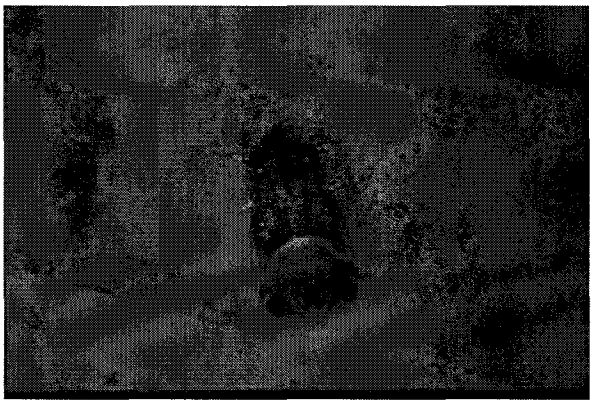
62. *Triphosa sericata* (Okgyegul)



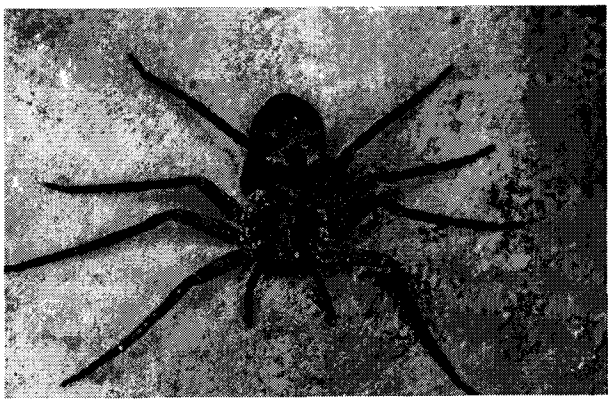
63. *Anurida plurichaetotica* (Gossigul)



64. *Pseudotyrannochthonius dentifer*(Hwangtigigul)



65. *Scolipteryx libatrix* (Sudalgul)

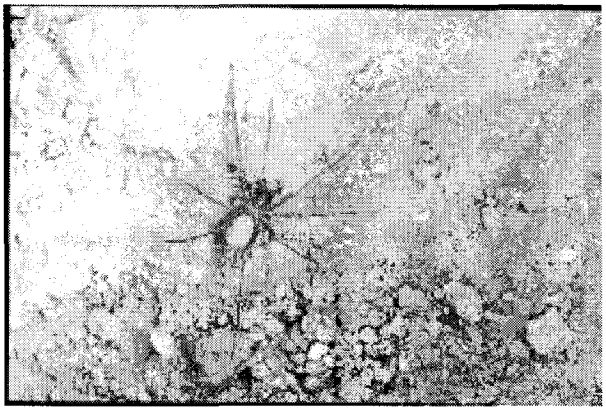


66. *Sinopoda koreana* (Waheulgul)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



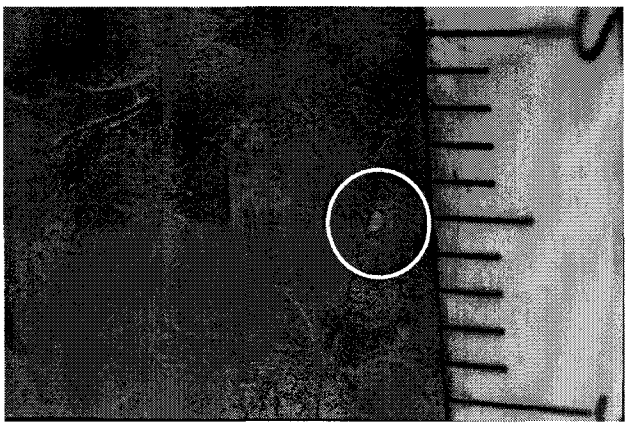
67. *Leptoneta hogyegulensis* (Hogyegul)



68. *Dolichocybaeus whansunensisv* (Hwansungul)



69. *Kurasawatrechus latior* (Hwasulgul)



70. Ostracoda sp. (Gossigul)

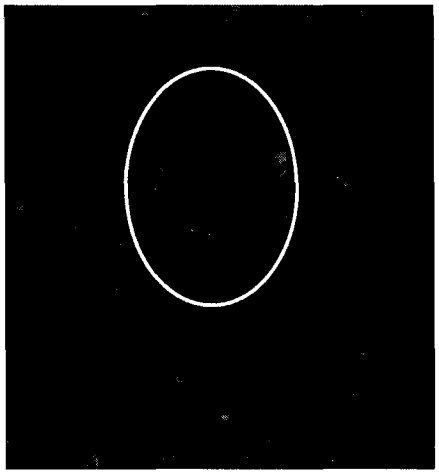


71. Copepoda sp.1 (Seongrugul)

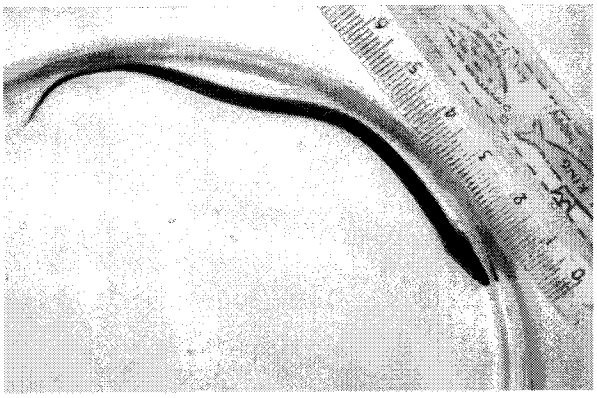


70. Copepoda sp-2 (Seongrugul)

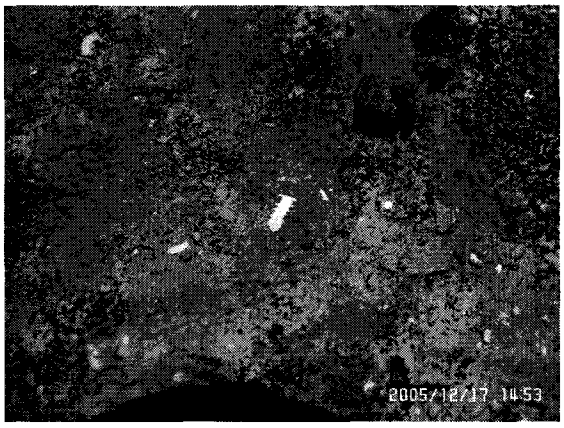
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



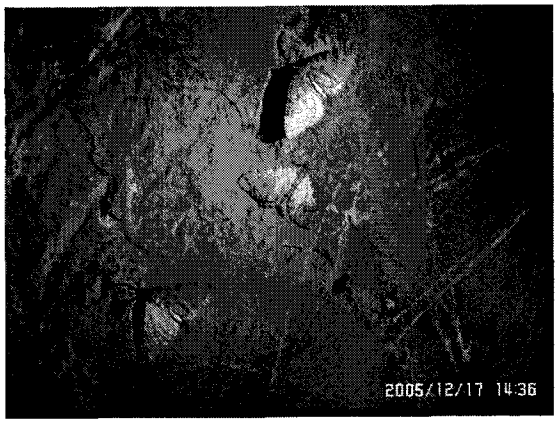
71. 물고기(Gyeossemgul)



72. 장어(Gyeossemgul)



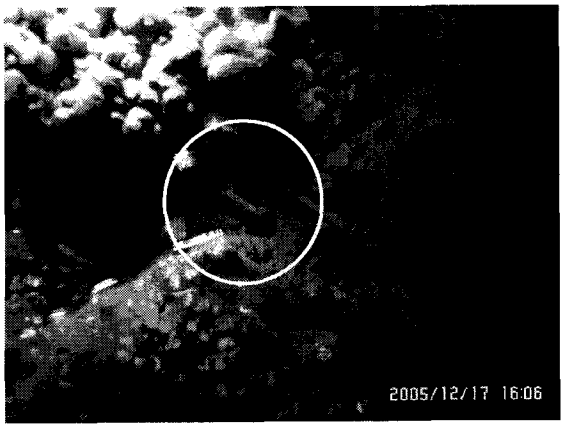
73. Collembulla sp. (Gossigul)



74. Lepidoptera sp. (Gossigul)

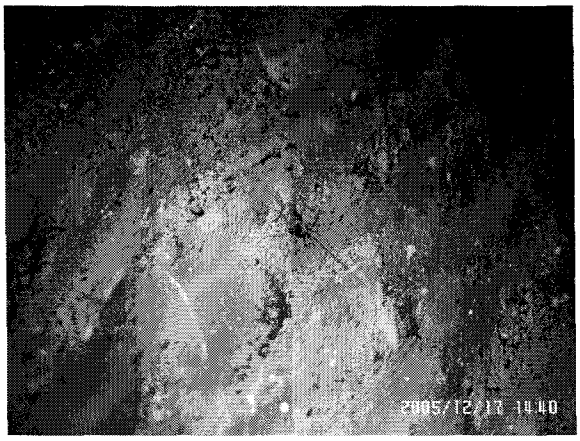


75. *Rhinolophus korai* (Gossigul)

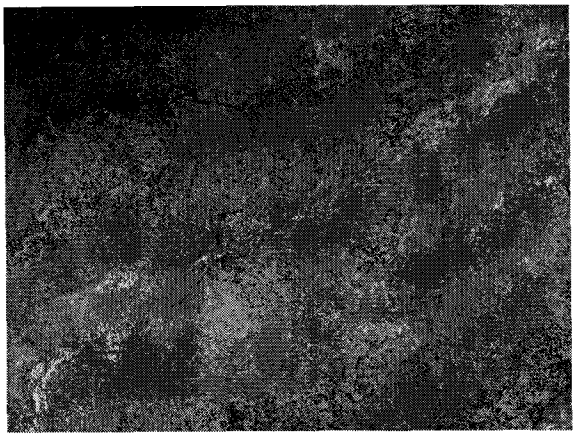


76. Amphipoda sp. (Gossigul)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



77. Opilionida sp. (Gossigul)



78. Rhaphidophoridae sp. (Yonggul)



79. *Meta manchurica* (Yonggul)



80. *Galloisiana* sp. (Mosnagul)

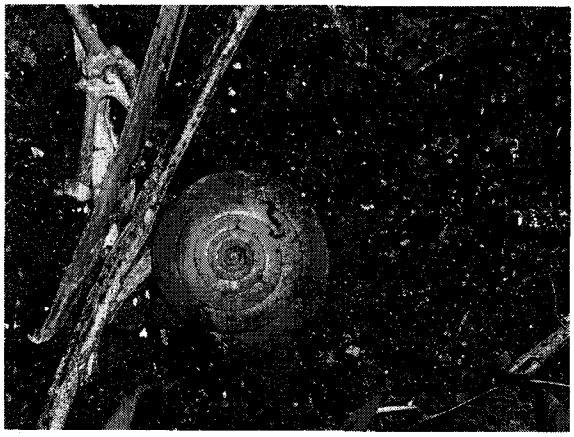


81. Amphipoda sp. (Mosangul)

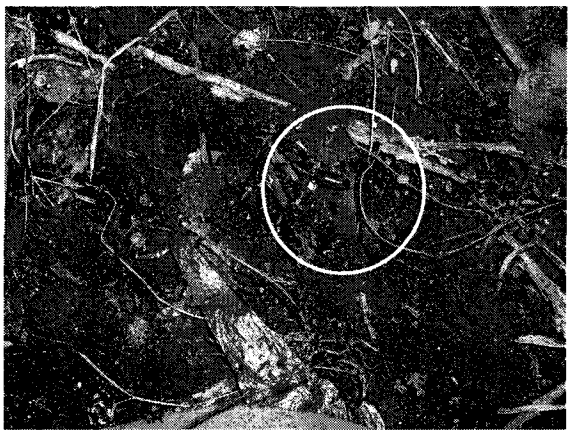


82. Achaearanea sp. (Seonggul)

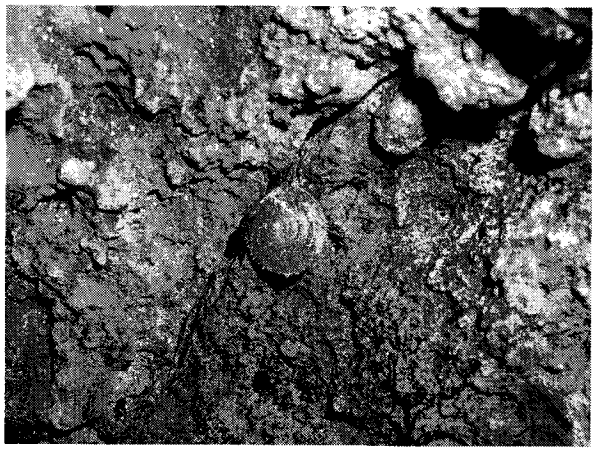
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



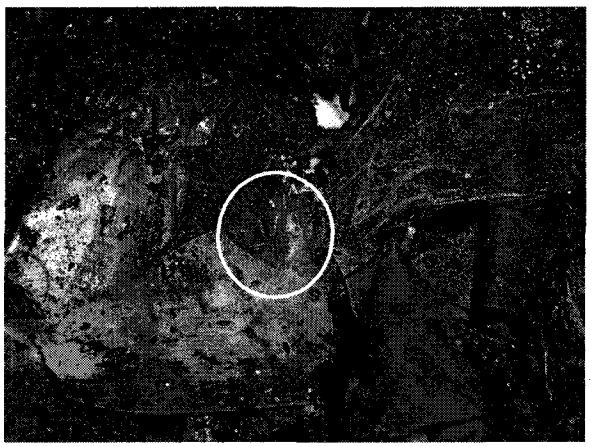
83. Gastropoda sp. (Seonggul)



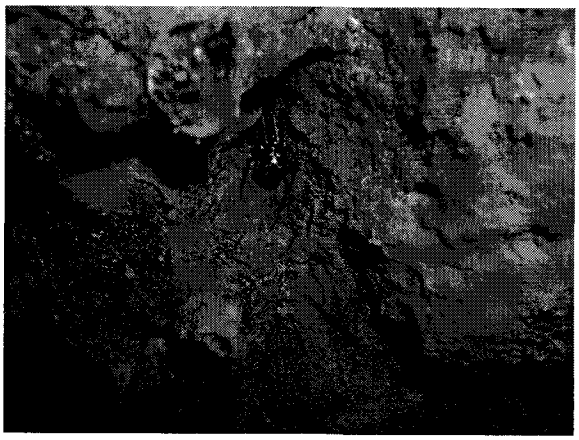
84. Isopoda sp. (Seonggul)



85. Gastropoda sp. (Seonggul)



86. Amaurobiidae sp. (Seonggul)

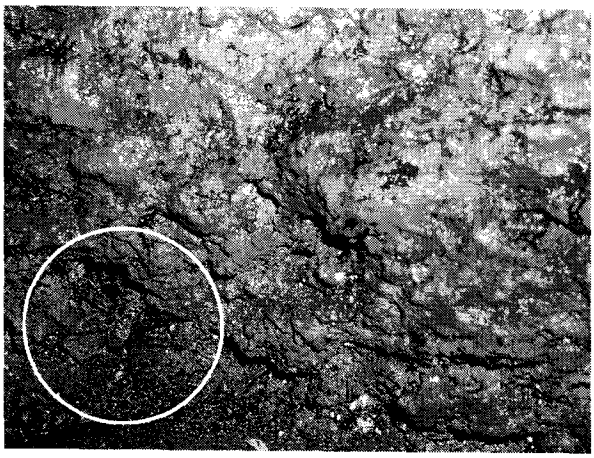


87. *Meta manchurica* (Seonggul)

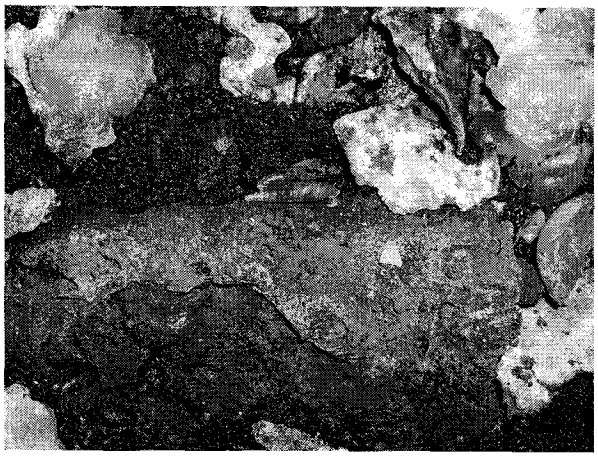


88. Hemiptera sp. (Seonggul)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



89. Sparassidae sp. (Seonggul)



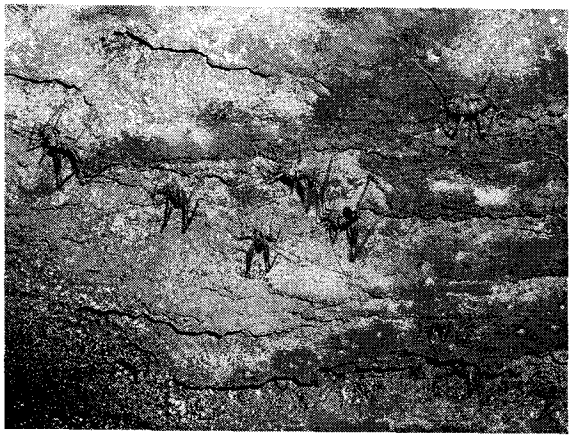
90. Gastropoda sp. (Seonggul)



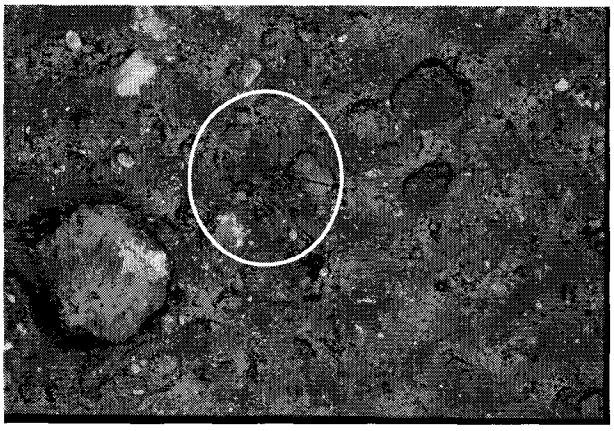
91. Amaurobiidae sp. (Seonggul)



92. 환형동물류 일종(Seonggul)

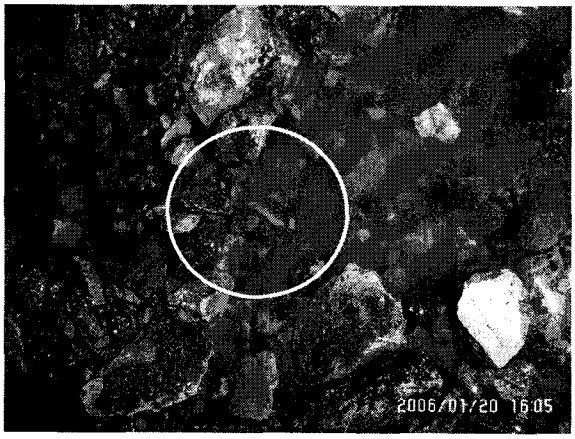


93. Rhaphidophoridae sp. (Seonggul)



94. Opilionida sp. (Seongrugul)

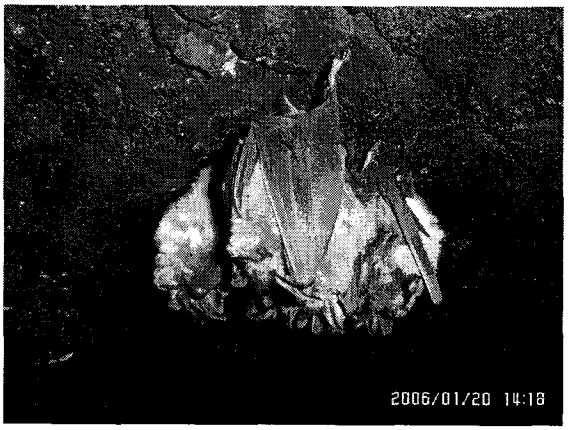
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



95. Amphipoda sp. (Simbukgul)



96. Decapoda sp. (Suwolbong artificial cave)



97. Rhinolophidae sp. (Simbukgul)



98. *Galloisiana* sp. (Simbukgul)



99. *Allomengea coreana* (Simbukgul)



100. Gastropoda sp. (Simbukgul)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



101. Rhinolophidae sp. (Yeongchigul)



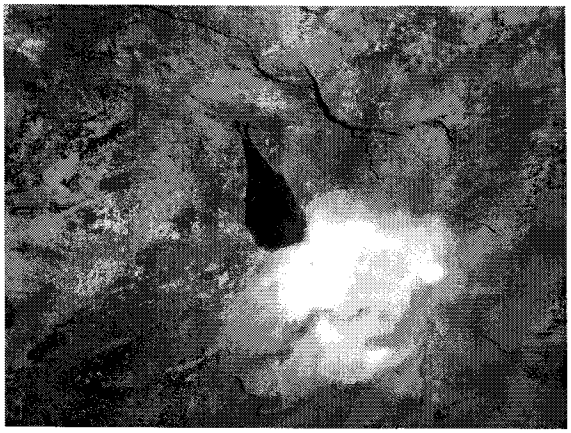
102. 두꺼비(Hogyegul)



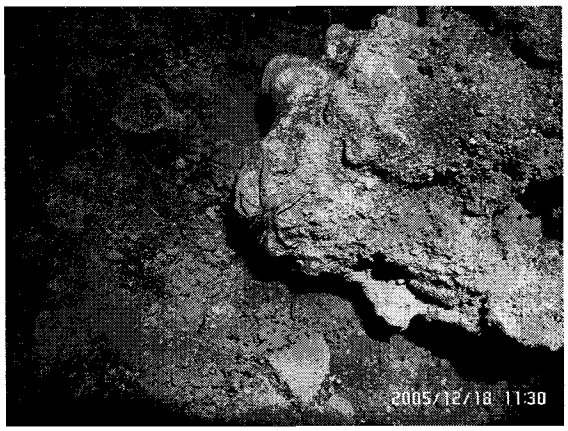
103. Geophilidae sp. (Hogyegul)



104. Hynobiidae sp. (Hogyegul)



105. Rhinolophidae sp. (Hwaamgul)



106. *Dolichocybaeus whansunensis* (Whansungul)

Figure 3-25-(1-106). Photographies of cave animals token in the examination sites

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

3. 주요 생물종 발굴

가. 동굴 육상 생물

(1) 한국산 거미류

(가) 한국산 *Asiacoelotes*속의 재정리

Asiacoelotes songminjae(Paik & Yaginuma, 1969) (Figs. 3-(26-29), 3-34a)

Coelotes songminjae Paik & Yaginuma, *in* Paik, Yaginuma & Namkung, 1969, p. 839, figs. 65-69 (D♀). - Paik, 1971, p. 172, figs. 1-6 (D♂), 1978, p. 351, fig. 158.1-8 (♂♀). - Paik & Namkung, 1979, p. 56, fig. 41a-b (♂♀). - Namkung, 2002, p. 388, fig. 28.2a-b (♂♀), 2003, p. 390, fig. 28.2a-b (♂♀).

Coelotes tropidosatus Wang & Zhu, 1991, p. 4, figs. 9-10(D♀). - Song, Zhu & Chen, 1999, p. 388, fig. 226A-B(♀).

Asiacoelotes songminjae: Wang, 2002: 32.

Asiacoelotes tropidosatus: Wang, 2002, 33.

Diagnosis: *Asiacoelotes songminjae*has four retrolateral teeth on right chelicerae (three on left chelicerae), 3rd metatarsus with one spine (0-1-0) on ventral in female and horizontally bent slender conductor in male papal organ. This species belongs to the *A. songminjae*complex in having the combination of slender embolus, three or four retromarginal teeth, broadly convoluted spermatheca closely situated and the absence of the conductor dorsal apophysis. *A. songminjae*is, however, clearly distinguishable from other closely related species by the epigynal furrow with slightly curved hiatus (semicircular in *A. insidiosus*); six distinct rotations of spermatheca (unreliable in *A. insidiosus*); four retrolateral teeth of right chelicerae in female (three in *A. insidiosus*); palpal organ with a blunt embolus apex (Fig. 4E), horizontally bent conductor (Fig. 3F-G), and median apophysis spoon-like with distal end rounded (Figs, 3G, 4D); cymbial furrow three-quarters the length of the tarsus (Fig. 3G-H); and intermediate tibial apophysis (ITA) a small ear-shaped slit (Figs. 3G, 4C). Furthermore, this species has the following leg spination (Table 1): Female - 1st tibia with six (2-2-2a) spines on ventral (five, 2-2-1a in *A. insidiosus*), metatarsus six (2-2-2) on ventral; 2nd tibia with six (2-2-2a) on ventral (four, 1-2-1a in *A. insidiosus*); 3rd tibia with two (1-1 on prolateral), metatarsus one (0-1-0) on ventral (absent in *A. insidiosus*); 4th metatarsus with 16 spines, tarsus one (0-1-0) on prolateral (absent in *A. insidiosus*). Male - first tibia with five (2-2-1a) spines on ventral (six, 2-2-2a in *A. insidiosus*); 2nd and 3rd femur with six spines (seven in *A. insidiosus*), and 3rd metatarsus 15 spines (16 in *A. insidiosus*).

Also, *Asiacoelotes songminjae* described on only specimen of the female in Yeongchi cave cannot be reliably identified from the basis of non-unique characters

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

and poor descriptions indistinct epigynum (semicircular, with a simple opening in the centre in Paik et al., 1969, p. 841), confused spermathecal duct (complicated and variable), and no fertilization duct and spermathecal head in their illustrations (Paik et al., 1969, p. 840, figs. 65–67). We firstly collected the male of *A. songminjae* in the type locality and surveyed many specimens of *Asiacoelotes* species in several forests and caves. From a reexamination of Korean *A. songminjae*, we conclude that this group consists of two species, *A. insidiosus* and *A. songminjae*. Additionally, the neotype of *A. songminjae* is necessary to be redescribed from the proper specimens of both sexes colleted in the same locality because of the insufficient descriptions, unbelievable data and the loss of the holotype collection or the mistake of the authors in the original description.

Female/Male (mm): Total body length 10.7/6.2; carapace length 4.7/3.2, carapace width 3.2/2.2, carapace height 2.7/1.9; cheliceral length 1.9/1.1, cheliceral width 0.9/0.6, cheliceral fang length 1.0/0.6; sternum length 2.5/1.7, sternum width 2.0/1.4; endite length 1.4/0.9, endite width 1.0/0.5; labium length 0.7/0.4, labium width 0.8/0.5; clypeus height 0.3/0.2; AER 1.0/0.6, PER 1.2/0.7, AME 0.2/0.2, ALE 0.2/0.2, PME 0.2/0.2, PLE 0.2/0.2. Eye formula ALE=PLE=PME=AME/ALE=PLE=PME=AME. 1st leg 12.8/11.3 (3.5/3.2, 1.6/1.5, 3.0/2.5, 3.1/2.6, 1.6/1.5), 2nd leg 11.6/10.4 (3.4/2.9, 1.5/1.5, 2.4/2.1, 2.8/2.4, 1.5/1.5), 3rd leg 10.9/9.8 (3.1/2.7, 1.3/1.4, 2.2/1.8, 3.0/2.6, 1.3/1.3), 4th leg 14.5/13.6 (4.0/3.6, 1.6/1.6, 3.2/2.9, 4.1/3.7, 1.6/1.8). Leg formula 4123/4123. Abdomen length 5.0/3.0, width 3.4/2.0, height 3.4/1.7; Anterior lateral spinneret 0.6/0.3; posterior lateral spinneret 1.2/1.1 (0.6/0.6, 0.6/0.5).

Female (neotype): Medium sized spider (10.7 mm), found wandering on the ground. Carapace elongate, moderately narrowed in eye area, and distinctly longitudinal fovea on middle. Abdomen dark brown with gray chevron patterns, heavily covered with short hairs (Fig. 1A). Palp, total length 4.4, with 13 trichobothria on tibia and one claw possessing five pectinated teeth. From dorsal, anterior eye row (AER) more or less procurved, posterior eye row (PER) straight and AER slightly smaller than PER. All eyes roughly equal in size.Clypeal height less than twice AME diameter and chillum absent. Chelicerae with three promarginal teeth, four retromarginal (three in left part), condyle developed on lateral boss at base, and fang slightly longer than cheliceral width (Figs. 1B, 4B). Endite longer than width and labium slightly wider than long (Fig. 1C). Sternum shield–shaped, longer than width, widest in 2nd coxae, posterior end protruded between hind coxae (Fig. 1D). Legs with ring patterns (Figs. 1A, 1E, 9): 4th leg longest, 3rd shortest; length of 1st leg (patella + tibia) slightly shorter than carapace length; trochanters not

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

notched; tibia 10–17 trichobothria in four rows (3p–2d–1d–4r in 1st leg, 4p–5d–4d–3r in 2nd, 3p–4–d–2d–3r in 3rd, 4p–6d–4d–4r in 4th) metatarsus three to seven in one row (seven in 1st leg, three in 2nd, six in 3rd and 4th) tarsus five to seven in one row (seven in 1st leg and 3rd, five in 2nd, six in 4th); tarsal organ situated close to distal end of tarsus, slightly anterior of most distal trichobothrium; tarsi with three claws, upper claw with ten pectinated teeth, lower with three.Leg spination (Table 1): 1st leg femur with seven spines, tibia with six (2–2–2a) on ventral, metatarsus seven (one, 0–0–1 on prolateral six, 2–2–2 on ventral) 2nd leg femur with seven spines, tibia eight (two, 1–1 on prolateral six, 2–2–2a on ventral), metatarsus nine (three, 1–0–2 on prolateral; one, 0–0–1 on retrolateral five, 2–2–1 on ventral) 3rd leg femur with seven spinestibia 12 (two, 1–1–0 on dorsal two, 1–1 on prolateral two, 1–1 on retrolateral six, 2–2–2a on ventral), metatarsus 15 (five, 1–2–2 on prolateral four, 1–1–2 on retrolateralsix, 2–2–2 on ventral), tarsus two (two, 0–1–0 on retrolateral and ventral); 4th leg femur with six spines, tibia 12 (two, 1–1 on dorsal two, 1–1 on prolateral; two, 0–1–1 on retrolateral six, 2–2–2a on ventral), metatarsus 16 (ten, 1–2–2 on prolateral and retrolateral six, 2–2–2 on ventral), tarsus two(two, 0–1–0 on prolateral and retrolateral.

Female epigynum with short epigynal teeth slightly longer than width, anteriorly situated, separated by as far as their width (Figs. 1F, 2A–B, 4A); genital opening reduced to epigynal furrow or slit, posteriorly extended from anterior marginal center, their width as long as the outside base of each epigynal tooth (Figs. 2A–B, 4A); copulatory ducts short, oriented straight towards epigynal teeth; spermathecal heads small, slender, situated between epigynal teeth (Fig. 2A–B); spermathecae with stalks strongly elongated, always with six convolutions on base (Figs. 1G, 2); spermathecal bases are complicated structures, as long as copulatory duct, oblique–shaped oriented towards center of genital opening (Fig. 2A–B); fertilization duct short, slender, underside situated close to epigastric furrow (Fig. 2A–B). Trachea only a simple horizontal furrow, situated close to ALS. Spinnerets (Fig. 4F–H): colulus absent; ALS cylindrical, apex with two major ampullate gland spigots (MAP) at mesal margins, 28 piriform gland spigots; PMS with spigots situated on distal half of segment, one minor ampullate gland spigot (mAP), 25 aciniform gland spigots (AC), and two cylindrical gland spigots (CY); PLS with second segment about same length as first segment, with 37 aciniform gland spigots and two cylindrical gland spigots.

Male: Medium sized spider (6.2 mm), two–thirds as long as female. Clypeal height about the same as AME diameter. Chelicerae with many long dense scopula;

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

three promarginal teeth, median one longest; three retromarginal teeth, inner one longest, small condyle at base; fang as long as width (Fig. 3B). Legs with ring patterns (Figs. 3A, 9): formula 4123, similar to female; tarsi with three claws, upper claw with eight pectinated teeth, lower with three; tibia with 14–19 trichobothria in four rows (4p–5d–4d–6r in 1st leg, 3p–4d–3d–4d in 2nd, 5p–4d–4d–5r in 3rd, 4p–4d–3d–4r in 4th), metatarsus five to eight in one row (eight in 1st leg, seven in 2nd and 4th, five in 3rd), tarsus six to eight in one row (six in 1st and 3rd leg, eight in 2nd and 4th).

Leg spination (Table 1): 1st leg femur with seven spines, tibia with five (2–2–1a) on ventral, metatarsus seven (one, 0–0–1, on prolateral; one, 0–0–1a on retrolateral; five, 2–2–1 on ventral); 2nd femur six spines, tibia eight(two, 1–1 on prolateral; six, 2–2–2a on ventral); 3rd leg femur six spines, tibia 12 (six, 1–1 on dorsal view, prolateral and retrolateral six, 2–2–2a on ventral), metatarsus 15 (five, 1–2–2 on prolateral; four, 1–1–2 on retrolateral; six, 2–2–2a on ventral); 4th leg femur six spines, tibia 12 (six, on dorsal view, prolateral and retrolateral, six, 2–2–2a on ventral), metatarsus 16 (two, 0–1–1 on dorsal; ten, 1–2–2 on prolateral and retrolateral; six, 2–2–2a on ventral), tarsus one (0–1–0) spine on retrolateral.

Male pedipalp with one patellar apophysis (Figs. 3F–H, 4C); retrolateral tibial apophysis (RTA) long, about same length as tibia, broadly extended beyond, with four long setae (Figs. 3F–H, 4C); intermediate tibial apophysis (ITA) a small slit and ear-shaped (Figs. 3G–H, 4C); cymbial furrow very elongated, about three-quarters the length of the cymbium, well developed concave with projecting point on upper (Fig. 3G–H); conductor long, slender, horizontally bent and with modified sharp tip (Fig. 3F–G); conductor dorsal apophysis absent; conductor lamella large, modified with many small setules (Fig. 3E–F); embolus posterior in origin, extremely long linear, and with blunt apex (Figs. E–F, 4E); median apophysis spoon-like, with distal end rounded and interior semicircular projection in middle (Figs. 3F–G, 4E).

Type specimens: Neotype ♀, an underground room of old AIK, Wangsimni, Seoul, Korea, 12–June–2001 1♂, same locality, 16–September–2000, B.W. Kim.

Specimens examined in Korea: Paraneotypes 1♂, an underground room of old AIK, Wangsimni, Seoul, Korea, 16–September–2000, B.W. Kim, 1♀, 12–June–2001; 2♀♀, Mt. Ungil, Namyangju-si, 31–April–1984, K.S. Lee, 1♀, 29–May–2000, 2♀♀, Mt. Yebong, 24–March–2001, 1♀, 18–April–2005, 1♀, 14–May–2005; 1♂, Mt. Nam, Seoul, 20–September–2000; 1♂, 1♀, about Dong river, Yeongwol-gun, 7–October–2002; 1♂, Yeongchi limestone cave, Uljin-gun, 11–October–2003; 1♀,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

temple Woljeong, Mt. Odae, Korea, 22-July-2005, 2♂♂, 4-September-2005; 1♂ with 2 subadult females, Okgye limestone cave, Gangwon-do, 3-September-2005; 1♂, Segeomjeong, Seoul, 26-October-2005, 1♀, 7-November-2005.

Distribution: Korea (Seoul, Mt. Yebong, Mt. Ungil, Mt. Odae, Okgye cave, Yeongchi cave), China (Jilin).

Asiacoelotes insidiosus (L. Koch, 1878) (Figs. 3-(30-33), 3-34b)

Coelotes insidiosus L. Koch, 1878, p. 751, pl. 15, figs. 12-13 (D♂).

Coras insidiosus: Simon, 1898, p. 258. - Boesenberg & Strand, 1906, p. 300, pl. 16, fig. 458 (♂♀). - Saito, 1939, p. 62, fig. 8(1) (♂), 1959, p.38, fig. 15a-c (♂). - Yaginuma, 1960, p. 93, fig. 82.6 (♀). - Shinkai, 1969, p. 34, fig. 18 (♂). - Yaginuma, 1971, p.93, fig. 82.6 (♀).

Tegenaria curta Boesenberg & Strand, 1906, p. 303, pl. 16, fig. 478 (D♀).

Coelotes curtus: Lehtinen, 1967, p. 224 (♀). - Nishikawa, 1974, p. 178, fig. 32 (♀).

Coelotes insidiosus: Lehtinen, 1967, p. 224, fig. 235. - Nishikawa, 1974, p. 177, figs. 20-22 (♂♀). - Nishikawa, 1977, p.34, figs. 6-7 (♂). - Shinkai, 1978, p. 95, fig. 37 (♂). - Simojana, 1982, p. 80, figs. 6-8, 12-13 (♂♀). - Irie, 1984, p. 16, figs. 1-6 (♂♀). - Yaginuma, 1986, p. 148, fig. 80.4 (♂♀). - Chikuni, 1989, p. 100, fig. 9 (♂♀). - Marusik & Logunov, 1991, p. 93, fig. 1.3 (♀).

Asiacoelotes insidiosus: Wang, 2002, p. 32.

Diagnosis: *Asiacoelotes insidiosus*has special structures with epigynal furrow almost semicircular in female and cymbial furrow three-fifths as long as tarsus and broadly bent conductor in male palpal organ. This species is similar to *A. songminjae* in having a slender embolus, three or four retromarginal teeth, broadly convoluted spermatheca closely situated and the absence of the conductor dorsal apophysis. However, it is clearly distinguishable by the epigynal teeth which are separated by as much as their length; epigynal furrow almost semicircular (slightly curved in *A. songminjae*); indistinct rotations of spermatheca (six in *A. songminjae*); three retrolateral teeth of right chelicerae in female (four in *A. songminjae*); palpal organ with a knife-shaped embolus apex (Fig. 8D); bent conductor (Fig. 7F-G); median apophysis spoon-like with sharp distal end (Figs. 7F, 8B); cymbial furrow three-fifths as long as tarsus (Fig. 7G-H); intermediate tibial apophysis (ITA) a small apophysis (Fig. 7G-H, 8C). Furthermore, this species has the following leg spination (Table 2): Female - 1st tibia with five (2-2-1a) spines on ventral (six, 2-2-2a in *A. songminjae*), metatarsus six (2-2-2) on ventral (five, 1-2-2 in *A. jejuensis*); 2nd tibia with four (1-2-1a) spines on ventral (six, 2-2-2a in *A.*

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

songminjae); 3rd tibia with two (1-1) spines on prolateral; 4th metatarsus with 16 spines, tarsus absent on prolateral (one, 0-1-0 in *A. songminjae*). Male - tibia with six (2-2-2a) spines on ventral (five, 2-2-1a in *A. songminjae*); 2nd and 3rd femur with seven spines (six in *A. songminjae*), and 3rd metatarsus 16 spines (15 in *A. songminjae*).

Female/Male (mm): Total body length 6.8/8.9; carapace length 3.4/4.1, carapace width 2.1/2.8, carapace height 1.8/2.2; cheliceral length 1.3/1.3, cheliceral width 0.6/0.9, cheliceral fang length 0.6/0.7; sternum length 1.6/2.3, sternum width 1.3/1.6; endite length 0.9/1.0, endite width 0.5/0.6; labium length 0.4/0.5, labium width 0.5/0.6; clypeus height 0.2/0.4; AER 0.6/0.8, PER 0.7/0.9, AME 0.1/0.2, ALE 0.1/0.2, PME 0.1/0.2, PLE 0.1/0.2. Eye formula ALE=PLE=PME=AME/ALE=PLE=PME =AME. 1st leg 8.0/12.3 (2.2/3.3, 1.0/1.6, 1.8/2.8, 1.9/2.9, 1.1/1.7), 2nd leg 7.3/10.7 (2.1/2.8, 1.0/1.4, 1.5/2.3, 1.7/2.6, 1.0/1.6), 3rd leg 7.2/10.1 (2.0/2.7, 1.0/1.3, 1.4/2.0, 1.8/2.7, 1.0/1.4), 4th leg 9.2/13.4 (2.4/3.6, 1.0/1.4, 2.1/2.8, 2.6/3.8, 1.1/1.8). Leg formula 4123/4123. Abdomen length 2.0/3.8, width 1.3/2.6, height 1.4/2.6; Anterior lateral spinneret 0.4/0.4; posterior lateral spinneret 0.9/0.9 (0.4/0.4, 0.5/0.5).

Female: Medium sized spider (6.8 mm) shorter than male, found under stones and in dead trees on the ground of forests. Carapace red brown, moderately narrowed in eye area, and distinctly longitudinal fovea on middle (Fig. 5A). Abdomen dark brown with gray spotted patterns, heavily covered with short hairs. Palp total length3.0, with ten trichobothria on tibia and one claw possessing eight pectinated teeth. From dorsal, anterior eye row (AER) slightly procurved, posterior eye row (PER) straight and AER slightly smaller than PER. All eyes of roughly equal size. Clypeal heightless than twice the AME diameter and chillum absent. Chelicerae with three promarginal teeth, three retromarginal teeth, condyle developed on lateral boss at base, and fang as long as cheliceral width (Fig. 5B). Endite almost half as long again as width and labium slightly wider than long (Fig. 5C). Sternum shield-shaped, longer than width, widest in 2nd coxae, posterior end protruded between hind coxae (Fig. 5D). Legs with ring patterns (Fig. 5A, E, 9): 4th leg longest, 3rd shortest; length of 1st leg (patella + tibia) always shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 11-16 trichobothria in four rows (4p-5d-2d-4r in lst leg, 4p-4d-3d-3r in 2nd, 1p-5d-4d-1r in 3rd, 3p-4d-5d-4r in 4th), metatarsus three to six in one row (six in 1st leg, three in 2nd, five in 3rd, six in 4th), tarsus five to six in one row (six in 1st, 3rd and 4th leg, five in 2nd); tarsal organ situated close to distal end of tarsus, slightly anterior of most distal trichobothria; tarsi with three claws, upper claw with nine pectinated teeth, lower with three. Leg spination (Table 2): 1st leg femur with seven spines, tibia with five (2-2-1a) on ventral, metatarsus seven

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(one, 0-0-1 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral); 2nd leg femur with seven spines, tibia six (two, 0-1-1 on prolateral; four, 1-2-1a on ventral), metatarsus nine (three, 1-0-2 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral); 3rd leg femur with seven spines, tibia 12 (two, 1-0-1 on dorsal; two, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus15 (one, 0-1-0 on dorsal; eight, 1-1-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus two (0-1-0 on retrolateral and ventral); 4th leg femur with six spines, tibia 12 (two, 1-0-1 on dorsal; four, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus three (one, 1-0 on retrolateral; two, 0-1-1 on ventral).

Female epigynum with short epigynal teeth almost as long as width, anteriorly situated, separated by as far as their width (Figs. 5F); genital opening reduced to epigynal furrow, curved almost to semicircular hiatus, their width equal to the outside base of each epigynal tooth (Figs. 5F, 6A, 8A); copulatory ducts short, slightly bent toward epigynal teeth (Fig. 6A-B); spermathecal heads small, slender, situated between epigynal teeth (Fig. 6A-B); spermathecae with stalks strongly elongated, indistinctly convoluted (Fig. 6); spermathecal bases are complicated structures, shorter than copulatory duct, not oblique-shaped (Fig. 6A-B); fertilization duct short, slender, underside situated close to epigastric furrow (Fig. 6A-B). Trachea only a simple horizontal furrow, situated close to ALS (Fig. 8E). Spinnerets (Fig. 8F-H): colulus absent; ALS cylindrical, apex with two major ampullate gland spigots (MAP) at mesal margins, 28 piriform gland spigots; PMS with spigots situated on distal half of segment, one minor ampullate gland spigot (mAP), 25 aciniform gland spigots (AC), and two cylindrical gland spigots (CY); PLS with second segment about the same length as the first segment, with 37 aciniform gland spigots, and two cylindrical gland spigots.

Male: Medium sized spider (8.9 mm), much longer than female. Clypeal height about twice the AME diameter. Chelicerae with many long dense scopula; three promarginal teeth, median one longest; three retromarginal teeth, inner one longest, small condyle at base, and fang shorter than fang width (Fig. 7C). Legs with ring patterns (Fig. 7A, D): formula 4123, similar to female; tarsi with three claws, upper claw with nine pectinated teeth, lower with three; tibia with 15-16 trichobothria in four rows (5p-3d-3d-4r in 1st leg, 3p-3d-5d-5r in 2nd, 3p-5d-4d-4r in 3rd, 3p-6d-4d-3r in 4th), metatarsus three to seven in onerow (seven in 1st leg, three in 2nd, six in 3rd, four in 4th), tarsus four to seven in one row (four in 1st leg, six in 2nd and 3rd, seven in 4th). Leg spination (Table 2): 1st leg femur seven spines, tibia with six (2-2-2a on ventral), metatarsus six (2-2-2a on ventral); 2nd femur

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

seven spines, tibia eight (two, 1-1 on retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus nine (three, 1-0-2 on retrolateral; six, 2-2-2 on ventral); 3rd leg femur seven spines, tibia 12 (six, 1-1 on dorsal, prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (four, 0-2-2 on dorsal; six, 1-1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus one (0-1-0 on retrolateral); 4th leg femur six spines, tibia 12 (six, 1-1 on dorsal, prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (four, 0-2-2 on dorsal; six, 1-1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spines.

Male pedipalp with one long patellar apophysis (Figs. 7F-H, 8C); retrolateral tibial apophysis (RTA) long, about the same length as tibia, broadly extended beyond (Figs. 7F-G, 8C); intermediate tibial apophysis (ITA) small (Figs. 7F-H, 8C); cymbial furrow very elongated, about three-fifths the cymbium length, well developed concave without projecting point on upper (Fig. 7F-H); conductor long, slender, lower bent and becomes wider (Fig. 7F-G); conductor dorsal apophysis absent (Fig. 7E-G); conductor lamella large, modified with many small setae (Fig. 7E-F); embolus posterior in origin and extremely long linear with knife-shaped apex (Figs. E-G, 8D); median apophysis spoon-like, interior semicircular projection in middle with distal end pointed (Figs. 7F-G, 8B).

Material examined in Korea: 2♂, 1♀, small pine forest (about $20m^2$) on Naksan beach, Gangwon-do, 19-February-2005, 10♂, 1♀, 29-April-2005; 2♀, Ggogji beach, Chungcheongnam-do, 23-April-2005.

Distribution: Korea, Japan.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 1. Spination of leg segments of *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) from Korea (♂/♀)

Note: a, apical part Metat., metatarsus.

	Dorsal	Prolateral	Retrolateral	Ventral
1st Leg Femur	123/111	0 1/002a	0/1 1	0/0
Tibia	0/0	0/0	0/0	222a/221a
Metat.	0/0	001/001	0/001a	222/221
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
2nd Leg Femur	122/112	011/1 1	0/0	0/0
Tibia	0/0	1 1/1 1	0/0	222a/222a
Metat.	0/0	102/1 2a	001/0	221/222
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
3rd Leg Femur	122/123	1 1/0	0/0	0/0
Tibia	110/1 1	1 1/1 1	1 1/1 1	222a/222a
Metat.	0/0	122/122	112/112	222/222a
Tarsus	0/0	0/0	010/0	010/0
4th Leg Femur	123/213	0/0	0/0	0/0
Tibia	1 1/1 1	1 1/1 1	011/1 1	222a/222a
Metat.	0/011	122/122	122/122	222/222a
Tarsus	0/0	010/0	010/010	0/0

Table 3-6. Spination of leg segments of *Asiacoelotes insidiosus*(L. Koch, 1878) from Korea (♂/♀)

Note: a, apical part Metat., metatarsus.

	Dorsal	Prolateral	Retrolateral	Ventral
1st Leg Femur	122/122	002/0	0/0	0/0 2
Tibia	0/0	0/0	0/0	221a/222a
Metat.	0/0	001/0	0/0	222/222a
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
2nd Leg Femur	212/122	1 1/1 1	0/0	0/0
Tibia	0/0	011/0	0/1 1	121a/222a
Metat.	0/0	102/0	0/102	222/222
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
3rd Leg Femur	122/122	1 1/0	0/0	0/1 1
Tibia	101/1 1	1 1/1 1	1 1/1 1	222a/222a
Metat.	010/022	112/111	112/111	222/222
Tarsus	0/0	0/0	010/0	010/0
4th Leg Femur	112/112	1 1/0	0/1 1	0/0
Tibia	101/1 1	1 1/1 1	1 1/1 1	222a/222a
Metat.	0/022	122/111	122/111	222/222
Tarsus	0/0	0/0	1 0/0	011/0

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

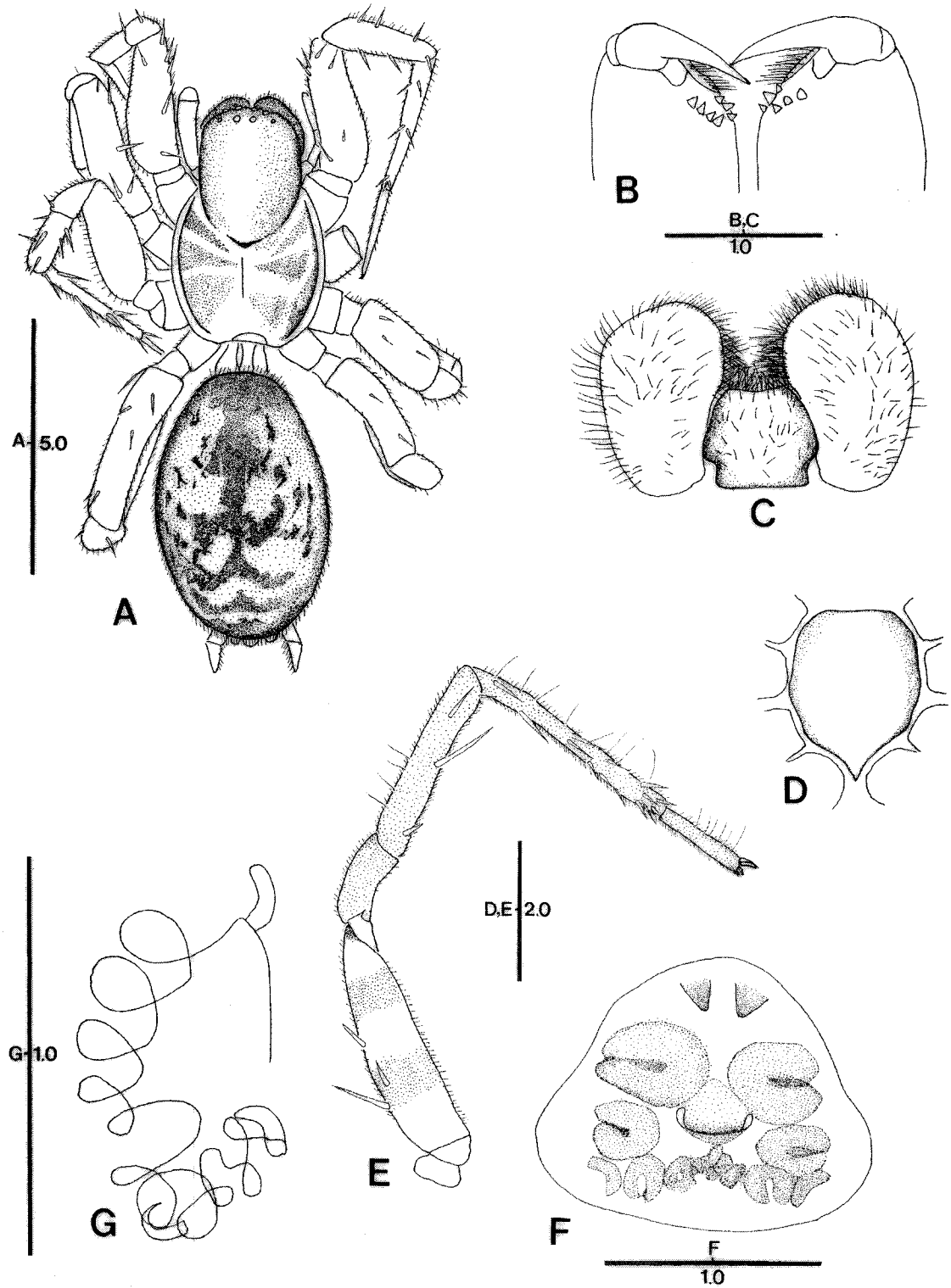


Fig. 3-26. *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea, female. A. Habitus, dorsal view. B. Chelicerae, posterior view. C. Endite and labium, ventral view. D. Sternum, ventral view E. 4th leg (left), prolateral view. F. Epigynum, ventral view. G. Diagram of convoluted spermatheca (right), ventral view

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

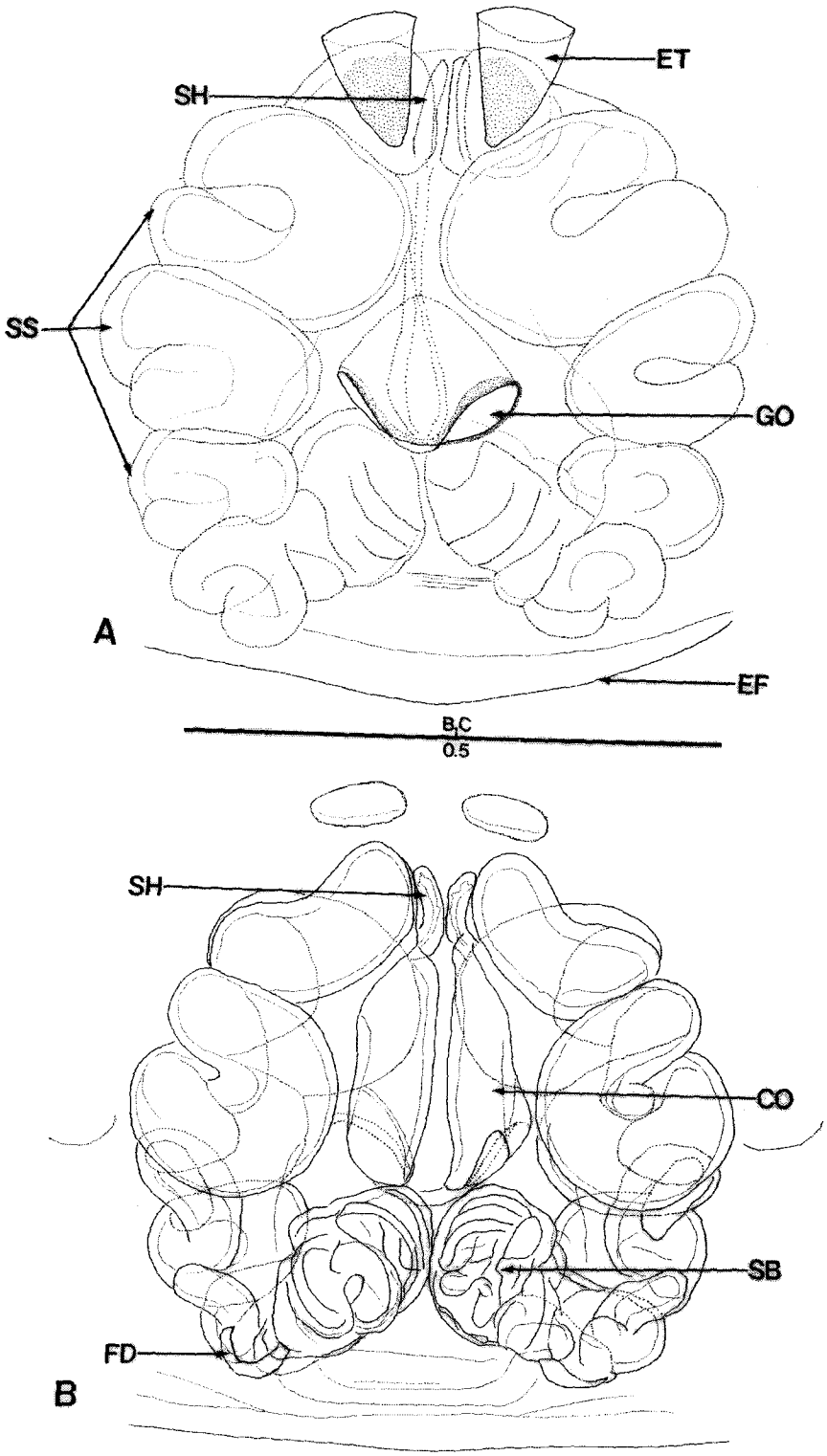


Fig. 3-27. *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea, female.
A. Epigynum, ventral view. B. Genitalia, dorsal view.
Note: CD, copulatory duct; ET, epigynal teeth; FD, fertilization duct; GO, genital opening; SB, spermathecal base; SH, spermathecal head; SS, spermathecal stalk; EF, epigastric furrow.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

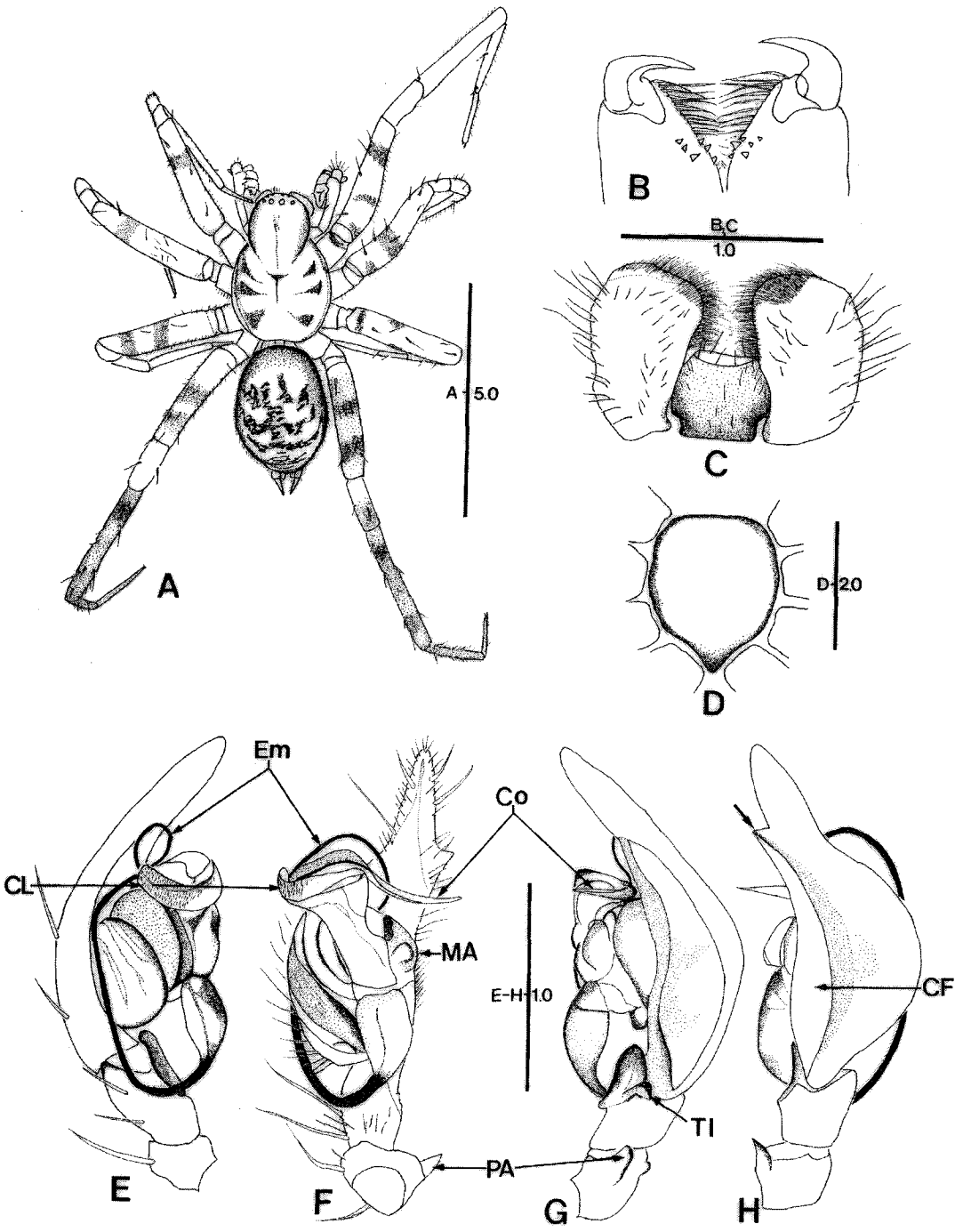


Fig. 3-28. *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea, male. A. Habitus, dorsal view. B. Chelicerae, posterior view. C. Endite and labium, ventral view. D. Sternum, ventral view E-H. Pedipalp, left part, H, projecting point on upper (arrow). Note: Co, conductor; CL, conductor lamella; CF, cymbial furrow; Em, embolus; MA, median apophysis; PA, patellar apophysis; TI, tibial intermediated apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

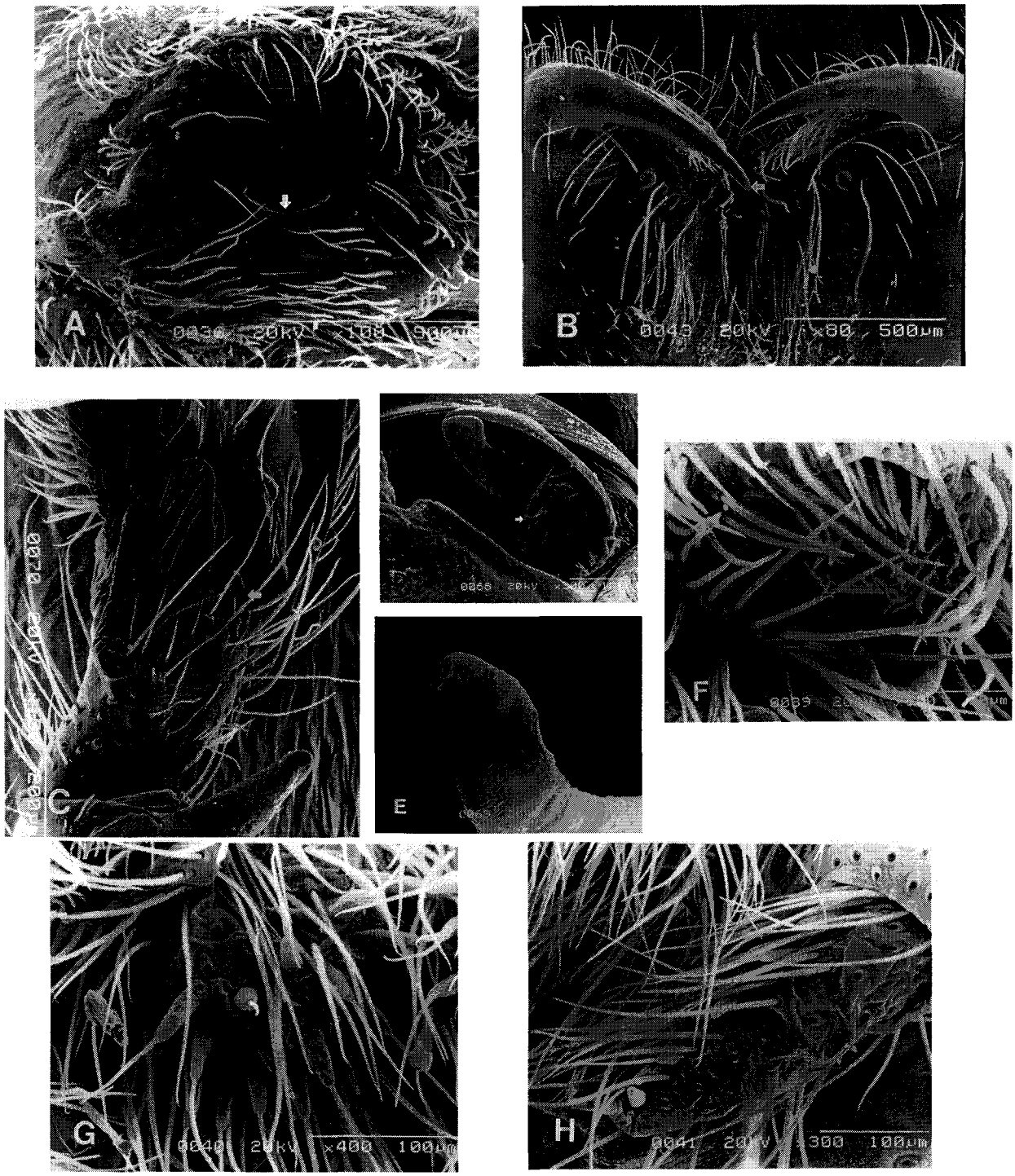


Fig. 3-29. SEM photo of *Asiacoelotes songminjae* (Paik & Yaginuma, 1969) in Korea. A. Epigynum, dorsal view, posterior extension of anterior marginal center (arrow). B. Chelicerae, posterior view, apex of cheliceral fang (arrow). C. Tibial apophysis, retrolateral view, intermediate apophysis (arrow). D. Median apophysis, ventral view, an interior semicircular projection (arrow). E. Embolus apex, mesal view. F. Female ALS, ventral view, major AGS (arrow). G. Female PMS, ventral view, cylindrical gland spigot (arrow) H. Female PLS, ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

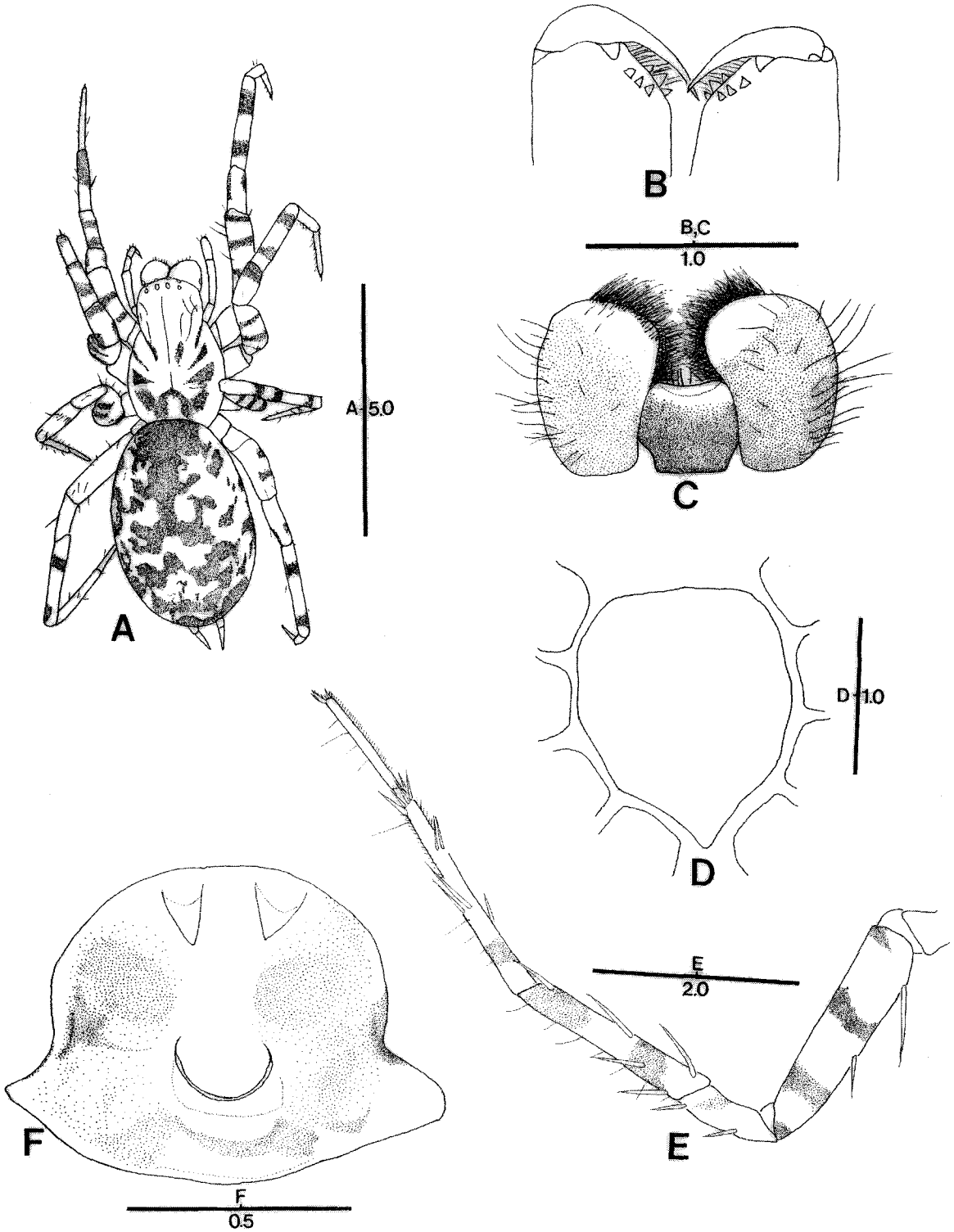


Fig. 3-30. *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea, female.
A. Habitus, dorsal view. B. Chelicerae, ventral view. C. Endite and labium, ventral view. D. Sternum, ventral view. E. leg IV (left), prolateral view. F. epigynum, ventral view. G. Diagram of convoluted spermatheca (right), ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

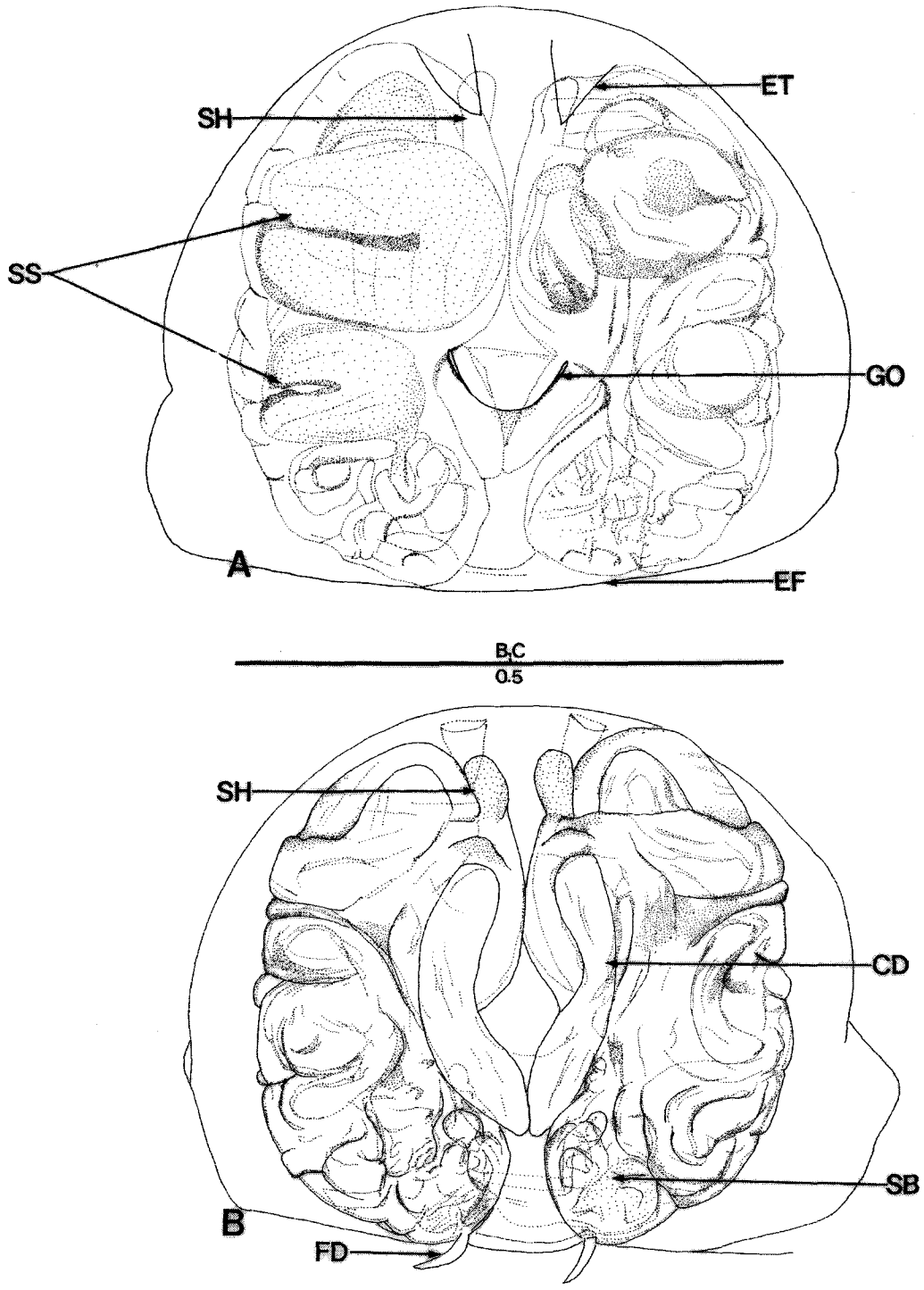


Fig. 3-31. *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea, female.
A. Epigynum, ventral view. B. Genitalia, dorsal view.
Note: CD, copulatory duct; ET, epigynal teeth; FD, fertilization duct; GO, genital opening; SB, spermathecal base; SH, spermathecal head; SS, spermathecal stalk; EF, epigastric furrow.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

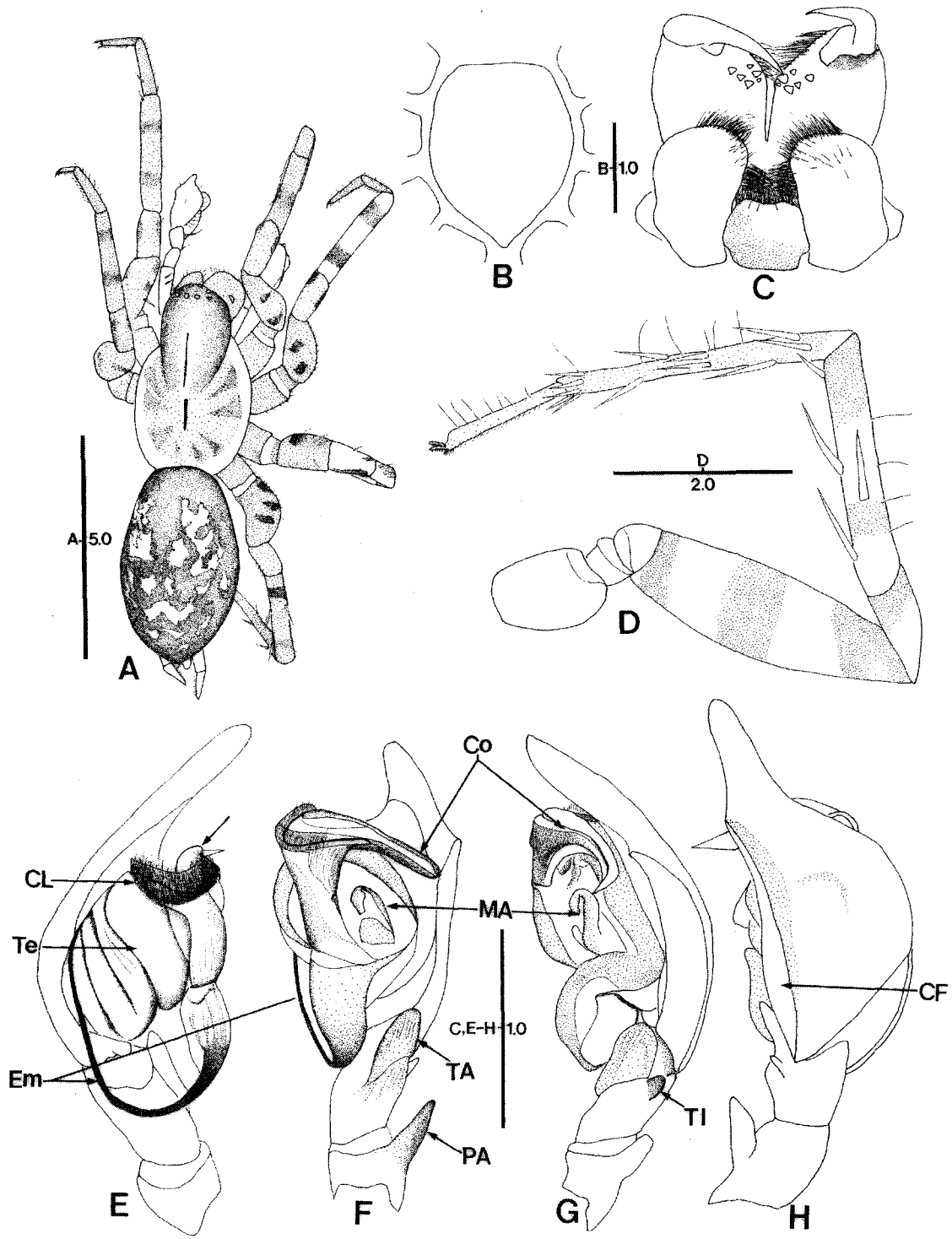


Fig. 3-32. *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea, male.
A. Habitus, dorsal view. B. Chelicerae, ventral view. C. Endite and labium, ventral view. D. Sternum, ventral view E-H. Pedipalp, left part.
Note: Co, conductor; CL, conductor lamella; CF, cymbial furrow; Em, embolus; MA, median apophysis; PA, patellar apophysis; Te, tegulum; TA, tibial apophysis; TI, tibial intermediate apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

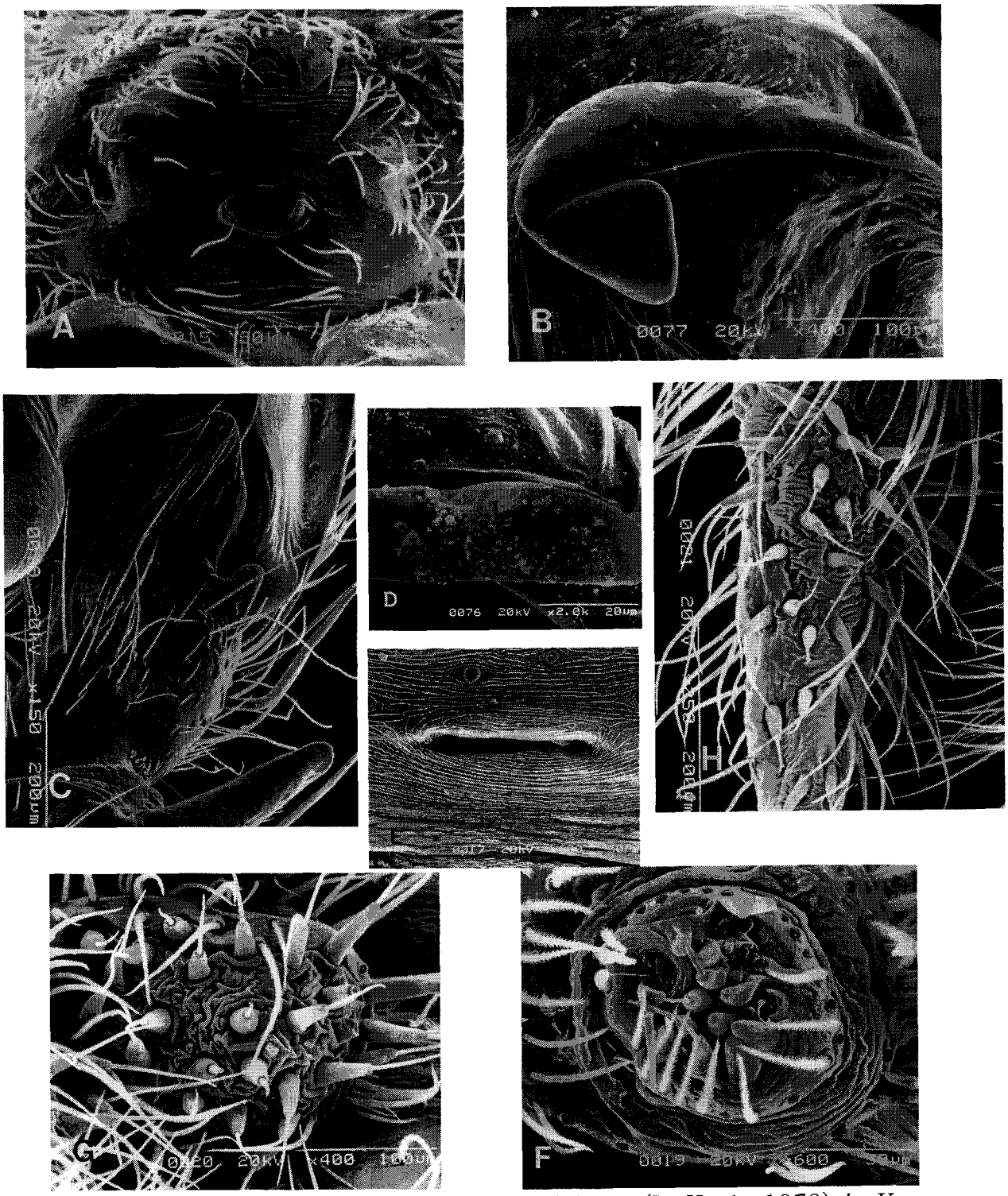


Fig. 3-33. SEM photograph of *Asiacoelotes insidiosus* (L. Koch, 1878) in Korea.
A. Epigynum, dorsal view. B. Trachea, ventral view. C. Median apophysis, ventral view. D. Embolus apex, mesal view. E. Female ALS, ventral view F. Female PMS, ventral view. G. Female PLS, ventral view.
Note: Co, conductor; CL, conductor lamella; CF, cymbial furrow; Em, embolus; MA, median apophysis; PA, patellar apophysis; Te, tegulum; TA, tibial apophysis; TI, tibial intermediate apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

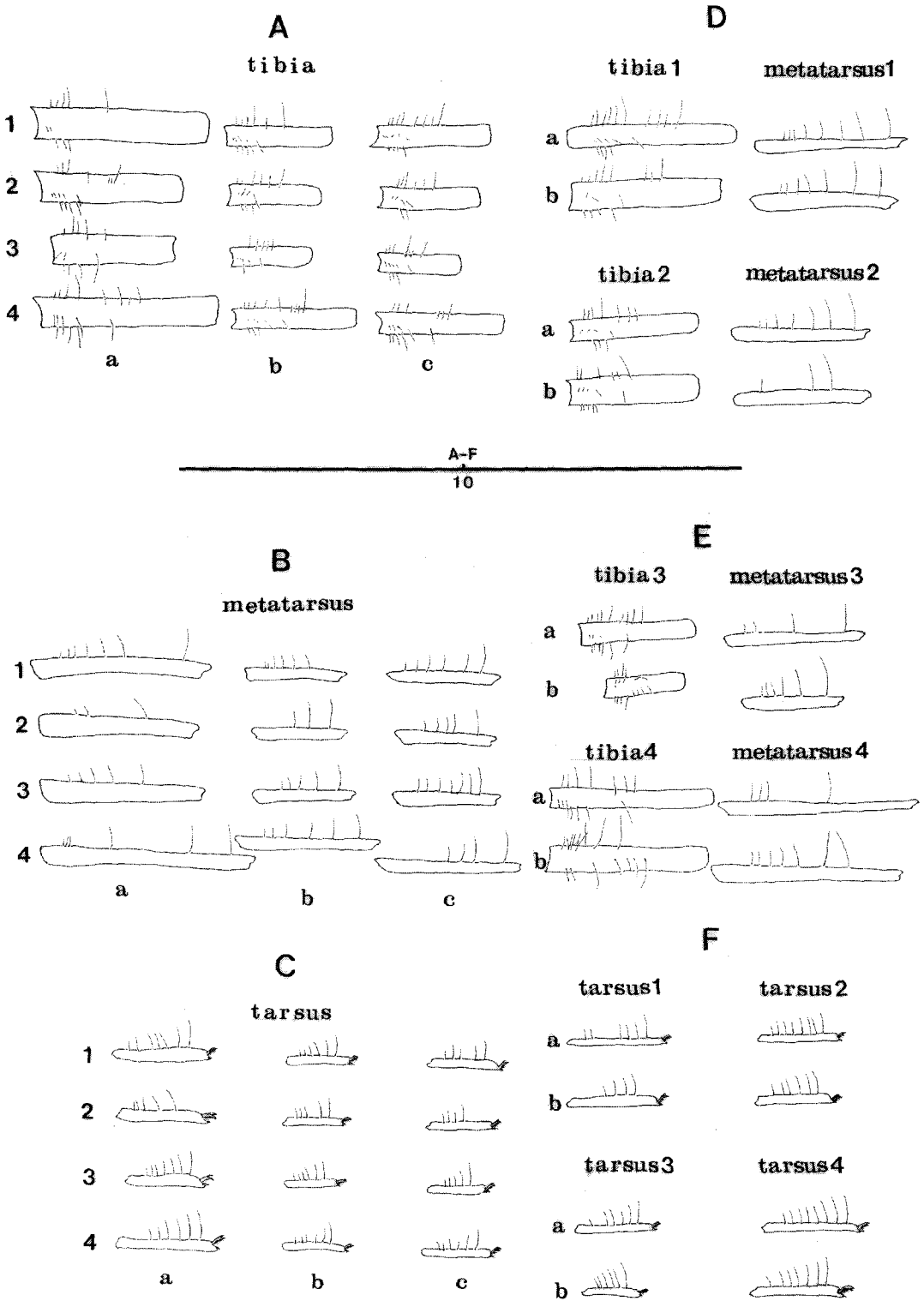


Fig. 3-34. Diagram of trichobotrium patterns on the left legs of the *A. songminjae* species complex in Korea.
Note. A. Female, tibia, dorsal view B. Female, metatarsi, retrolateral view C. Female, tarsi, retrolateral view D. Male, tibia, dorsal view E. Male, metatarsi, retrolateral view F. Male, tarsi, retrolateral view a, *Asiacoelotes songminjae* b, *Asiacoelotes insidiosus* 1, 1st leg; 2, 2nd leg; 3, 3rd leg; 4, 4th leg.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(나) 한국산 *Draconarius*속의 재정리

Draconarius coreanus(Paik & Yaginuma 1969) Figs. 3-(35-37), 3-42(a-b)

Coelotes coreanus Paik & Yaginuma, in Paik et al. 1969: 837, figs. 62-64; Paik 1978:337, figs. 149.1-3; Namkung 2002: 389, figs. 28.3a-b; Namkung 2003: 391, figs. 28.3a-b.

Material examined.—KOREA: *Jeju-do*: 1♀, Seong lava cave, Sinchangri, Bukjeju-gun, 33° 20′06′′N, 126° 11′10′′E, 18 m a.s.l., 17 January 2005, B.W. Kim (NBRC) 2♀, same location, 8 November 2003, B.W. Kim (NBRC) 1♂, same location, 9 August 1997, Y.G. Choi (NBRC).

Diagnosis.—This species is similar to *D. kayasanensis*, *D. stemmleri* (Brignoli 1978), *D. wudangensis* (Chen & Zhao 1997) and *D. hallaensis* n. sp. in having the female epigynum with atrium (genital opening) very broadly rectangular, situated posteriorly near epigastric furrow, copulatory ducts short, and male palpal organs with cymbial furrow more than half cymbial length, and with large lamella on conductor. The species is easily distinguished by epigynal teeth separated more broader than both spermathecal margins (put between both spermathecal margins in*D. kayasanensis*), spermatheca cylindrical (expanded in *D. kayasanensis*), not attached distally (overlapping in *D. kayasanensis*), spermathecal heads small and circular, situated medially on spermathecae and cymbial furrow elongate, about 68% (83% in *D. kayasanensis*) as long as cymbium, conductor horizontally bent with modified sharp tip, conductor lamella large, median apophysis split distal end with inner part furrowed on the middle, (linear without inner part furrowed in *D. kayasanensis* rounded in *D. hallaensis*), vague interior projection on the base (distinct in *D. kayasanensis* fluent in *D. hallaensis*) and retrolateral tibial apophysis with sharp distal tip (rounded distal tip in *D. hallaensis*).

Description.—*Female*: medium sized spider 9.5 mm in length, slightly longer than male. Carapace elongated, moderately narrowed in eye area, and with distinct longitudinal medial fovea. Abdomen dark brown, with gray chevron patterns, heavily covered with short hair-like setae (Fig. 1). Palp three rows of trichobothria on tibia and 1claw with 11 pectinate teeth. From dorsal aspect, AER more or less procurved, PER straight and AER slightly smaller than PER. AME smallest, other eyes roughly equal in size. Eye formula ALE = PLE = PME > AME/ALE = PLE = PME > AME. Clypeal height more than twice the AME; chilum divided (Fig. 2). Chelicerae with many long dense scopula hairs, 3 promarginal and 2 retromarginal teeth, condyle developed laterobaselly and fang slightly longer than cheliceral width (Figs. 2-3). Endite with anterior scopula, longer than wide; labium as long as wide (Fig. 5). Sternum shield-shaped, distinctly longer than wide, widest near coxa II, posterior

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

end not protruding between hind coxae (Fig. 4). Legs without annulations (Figs. 1, 6): leg IV longest, leg III shortest; length of patella I + tibia I slightly shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 4 rows of 4 to 7 trichobothria (leg I 7p-7d-5d-5r; leg II 5p-7d-4d-5r; leg III 5p-7d-5d-5r; leg IV 6p-8d-6d-5r), metatarsi with 1 row of 8 to 9 trichobothria, tarsi with 1 row of 8 to 10 trichobothria; tarsal organ situated close to distal end of tarsi, slightly anterior to distalmost trichobothrium; tarsi with 3 claws, upperclaws with 11 pectinate teeth (13 in leg I), lower with 4 (3 in leg II).

Legs: leg formula 4123. Leg spination: leg I: femur with 5 spines, tibia with 7 spines (prolateral 0-1;ventral 2-2-2a), metatarsus with 8 spines (prolateral 1-1; ventral 2-2-2); leg II: femur with 6 spines, tibia with 8 spines (prolateral 1-1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 10 spines (prolateral 1-2; retrolateral 0-0-1; ventral 2-2-2); leg III: femur with 7 spines, tibia with 11 spines (dorsal 1-0-0; prolateral 1-1; retrolateral 1-1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 17 spines (dorsal 1-2-0; prolateral 1-1-2; retrolateral 2-0-2; ventral 2-2-2), tarsus with 4 spines (prolateral 0-1-1; ventral 0-1; retrolateral 0-1); leg IV: femur with 6 spines, tibia with 12 spines (dorsal 1-0-1; prolateral 1-1; retrolateral 1-1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 17 spines (dorsal 1-0-0, 1-0; prolateral 1-2-2; retrolateral 1-2-2; ventral 2-2-2), tarsus with 6 spines (prolateral 0-1-1; retrolateral 0-1-1; ventral 0-1-1).

Genitalia: Female epigynum and genitalia (Figs. 7-9) with short epigynal teeth slightly longer than wide, situated in the middle of epigynum, separated more broadly than both spermathecal margins; atrium (genital opening) very broadly rectangular, situated posteriorly near epigastric furrow; copulatory ducts short, broadly semicircular in shape, extending mesad of both epigynal teeth and originating posteriorly near epigastric furrow; spermathecae cylindrical, not attached distally; spermathecal heads small and circular, situated medially on spermathecae; spermathecal base a small complicated structure, situated on lateral margin of atrium; spermathecal stalk slender, not extended, situated side-by-side between both epigynal teeth; fertilization duct short, slender, underside situated close to epigastric furrow.

Male: medium sized spider 9.0 mm in length (Fig. 10), slightly smaller than female. Eye formula ALE = PLE = PME > AME/ALE = PLE = PME > AME. Clypeal height about twice AME diameter; chilum divided (Fig. 11). Chelicerae with many long dense scopula hairs, 3 promarginal, median tooth largest, 2retromarginal teeth and small condyles at base and fang as long as wide (Fig. 12). Endite with anterior scopula, longer than wide; labium as long as wide (Fig. 13). Sternum shield-shaped,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

distinctly longer than wide, widest near coxae II, posterior end not protruding between hind coxae (Fig. 14). Legs (Figs. 10, 15) without annulations: leg formula 4123; tarsi with 3 tarsal claws, upper claws with 8pectinate teeth (11 on leg I), lower claws with 2 (4 on leg IV) 4 rows of 2 to 6trichobothria (leg I 6p-6d-2d-6r; leg II 6p-6d-6d-5r; leg III 6p-6d-5d-6r; leg IV 4p-6d-5d-4r), metatarsi with 1 row of 8 trichobothria, tarsi with 1 row of 8 trichobothria. Leg spination: leg I: femur with 8 spines, tibia with 7 spines (prolateral 0-0-1; ventral 2-2-2d), metatarsus with 8spines (prolateral 1-1; retrolateral 0-0-1; ventral 2-2-1); leg II: femur with 7 spines, tibia with 8 spines (prolateral 0-1-1a; ventral 2-2-2a), metatarsus with 17 spines (dorsal 1-0-0; prolateral and retrolateral 1-0, 1-2-2; ventral 2-2-2), tarsus with 4spines (prolateral 1-1; retrolateral 0-1; ventral 0-1); leg III: femur with 7 spines, tibia with 10 spines(dorsal 1-1; prolateral 1-1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 10 spines (prolateral 1-2; retrolateral 1-1; ventral 2-2-1), tarsus absent leg IV: femur with 6 spines, tibia with 10 spines (prolateral 1-1; retrolateral 1 -1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 16 spines (dorsal 1-0; prolateral and retrolateral 1-0, 1-2-2; ventral 2-2-2), tarsus with 5 spines (prolateral 1-1; retrolateral 0-1-1; ventral 0-1).

Male palp (Figs. 16-19, 50-51) with 1patellar apophysis; retrolateral tibial apophysis (RTA) long, about as long as tibia, broadly extended to the ventral part; intermediate tibial apophysis (ITA) small, grooved; cymbial furrow very elongate, about 68 % (1.5/2.2) as long as cymbial length, enclosing well developed concavity and with distal projection; conductor horizontally bent with modified sharp tip and slightly separated from lamella; conductor dorsal apophysis slender situated under conductor tip; conductor lamella large, modified with many small setules; embolus posterior in origin, extremely long linear, at least 2 times width of cymbium; median apophysis semicircular, split distal end with inner divided into 2 parts on the middle and vague interior projection on the base.

Dimensions (mm).—*Female*: Body length 9.5; carapace length 4.7, width 3.1, height 3.0; chelicera length 2.6, width 1.1, fang length 1.3; sternum length 2.5, width 1.9; endite length 1.5, width 0.8; labium length 0.7, width 0.7; clypeus height 0.2; AER 1.5, PER 2.0, AME 0.1, ALE 0.2, PME 0.2, PLE 0.2. Palp: femur 1.7, patella 0.7, tibia 1.0, tarsus 1.8, total 5.2. Leg I: femur 3.7, patella 1.6, tibia 3.0, metatarsus 3.0, tarsus 1.9, total 13.2. Leg II: femur 3.3, patella 1.6, tibia 2.5, metatarsus 2.7, tarsus 1.8, total 11.9. Leg III: femur 3.1, patella 1.5, tibia 2.2, metatarsus 3.0, tarsus 1.7, total 11.5. Leg IV: femur 4.0, patella 1.6, tibia 3.4, metatarsus 4.4, tarsus 2.0, total 15.4. Abdomen length 4.8, width 2.5, height 2.9. ALS 0.5; PLS 0.9 (0.5, 0.4).

Male: Body length 9.0; carapace length 4.1, width 2.9, height 3.3; chelicera length

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

1.8, width 0.9, fang length 1.0; sternum length 2.1, width 1.7; endite length 1.2, width 0.7; labium length 0.6, width 0.7; clypeus height 0.2; AER 1.2, PER 1.8, AME 0.1, ALE 0.2, PME 0.2, PLE 0.2. Palp: femur 1.5, patella 0.5, tibia 0.5, tarsus 2.2, total 4.7. Leg I: femur 3.5, patella 1.3, tibia 3.0, metatarsus 3.2, tarsus 1.9, total 12.9. Leg II: femur 3.3, patella 1.4, tibia 2.6, metatarsus 3.0, tarsus 1.9, total 12.2. Leg III: femur 3.3, patella 1.4, tibia 2.5, metatarsus 3.0, tarsus 1.9, total 12.1. Leg IV: femur 4.0, patella 1.4, tibia 3.4, metatarsus 4.7, tarsus 2.3, total 15.8. Abdomen length 4.5, width 3.0, height 3.3. ALS 0.5; PLS 0.9 (0.4, 0.5).

Distribution.—This species is known only from Seong lava cave, Jeju-do Island, in Korea.

Remarks.—The specimens were found wandering on the lava surface of Seong lava cave.

Draconarius kayasanensis (Paik 1972), NEW COMBINATION Figs. 3-(38-40)

Coelotes kayasanensis Paik 1972: 49, figs. 1-7; Paik 1978: 343, figs. 153.1-3.

Ambanus kayasanensis (Paik 1972): Ovtchinnikov 1999: 64; Wang 2003: 27; Namkung 2003: 396, fig. 28.10a; Namkung 2003: 398, fig. 28.10a.

Material examined.—KOREA: *Gangwon-do*: 3♂, Gwangmijang in Mt. Odae, Gangreung city, 37° 49′ 17′′ N, 128° 38′ 16′′ E, 357 m a.s.l., 10 June 2005, B.W. Kim (NBRC) 17♂, Mae Mountain summit in Mt. Odae, 37° 45′ 35′′ N, 128° 34′ 46′′ E, 1108 m a.s.l., same date, B.W. Kim (NBRC) 1♂, 1♀, Temple Sangwon in Mt. Odae, Pyeongchang-gun, 37° 47′ 00′′ N, 128° 34′ 10′′ E, 839 m a.s.l., same date, B.W. Kim (NBRC) 27♂, 1♀, same location, 11 June 2005, B.W. Kim (NBRC) 3♀, same location, 28 September 2005, B.W. Kim (NBRC) 2♂, same location, 11 October 2005, B.W. Kim (NBRC) 4♂, Temple Woljeong in Mt. Odae, Pyeongchang-gun, 37° 43′ 48′′ N, 128° 35′ 43′′ E, 662 m a.s.l., 10 May 2005, B.W. Kim (NBRC) 2♂, same location, 11 October 2005, B.W. Kim (NBRC).

Diagnosis.—This species is similar to *D. coreanus*, *D. stemmleri*, *D. wudangensis* and *D. hallaensis*in having the female epigynum with atrium (genital opening) very broadly rectangular, situated posteriorly near epigastric furrow, copulatory ducts short, and male palpal organs with cymbial furrow more than half cymbial length, and a large lamella on conductor. The species is easily distinguished by the epigynal teeth situated alongboth spermathecal margins (separated more broadly than both spermathecal margins in *D. coreanus*), spermathecal heads spherical, spermathecal stalk expanded anteriorly (cylindrical in *D. coreanus*), overlapped, and cymbial furrow very elongate, about 83% (68% in *D. coreanus*) as long as cymbium, conductor

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

roundly curvedwith modified sharp tip and distinctly separated from lamella on lateral margin, median apophysis thin semicircular, linear split distal end without inner part furrowed (with inner part furrowed on the middle in *D. coreanus* rounded in *D. hallaensis*), distinct interior semicircular projection on the base (vague in *D. coreanus* fluent in *D. hallaensis*) and retrolateral tibial apophysis sharp distal tip (rounded distal tip in *D. hallaensis*).

Description.—*Female*: Medium sized spider 9.5 mm, distinctly smaller than male. Carapace elongated, moderately narrowed in eye area, and with distinct longitudinal medial fovea. Abdomen dark brown, without gray chevron patterns, heavily covered with short hairs (Fig. 20). Palp: with 3 trichobothrial rows on tibia; 1 claw with 8pectinate teeth. From dorsal aspect, AER and PER straight, and AER slightly smaller than PER. AME smallest, others roughly same size. Eye formula ALE = PLE = PME > AME/ALE = PLE = PME > AME. Clypeal height twice as long as AME diameter; chilum divided (Fig. 21). Chelicerae with many long dense scopula hairs, 3 promarginal, median tooth largest, 2 retromarginal teeth, condyle developed laterobasally and fang slightly shorterthan cheliceral width (Fig. 22). Endite with anterior scopula, longer than wide; labium as long as wide (Fig. 23). Sternum shield-shaped, longer than wide, widest near coxae II, posterior end not protruded between hind coxae (Fig. 24). Legs without annulations (Figs. 20, 25): leg IV longest, leg III shortest; length of patella I + tibia I slightly shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 4 rows of 3 to 6trichobothria (5p-5d-3d-5r on leg I, 3p-6d-5d-4r on leg II, 4p-6d-5d-5r on leg III, 5p-5d-5d-5r on leg IV), metatarsi 1 row of 5 to 7, tarsi with 1 row of 6 to 7 tarsal organ situated close to distal end of tarsi, slightly anterior of most distal trichobothrium; tarsi with 3 claws, upper claws with 10 (11 in leg II) pectinate teeth, lower claw with 4.

Leg spination: femur I with 7 spines, tibia with 7 (0-0-1 on prolateral; 2-2-2a on ventral), metatarsus 7 (0-0-1 on prolateral; 2-2-2 on ventral); femur II with 7 spines, tibia 8 (1-1 on prolateral; 2-2-2a on ventral), metatarsus with 10 spines (0-1-2 on prolateral; 0-1-0 on retrolateral; 2-2-2 on ventral) femur III with 6 spines, tibia 12 (1-0-1 on dorsal; 1-1 on prolateral and retrolateral; 2-2-2aon ventral), metatarsus 17 (1-0 on dorsal; 10, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; 2-2-2 on ventral), tarsus 5 (1-1 on prolateral; 0-1-0 on retrolateral; 0-2 on ventral); femur IV with 6 spines, tibia 12 (1-0-1 on dorsal; 1-1 on prolateral and retrolateral; 2-2-2a on ventral), metatarsus with 17 spines (1-0 on dorsal; 10, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; 2-2-2 on ventral), tarsus with 6 (1-1 on prolateral; 0-1-1 on retrolateral; 0-2 on ventral).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Female epigynum (Figs. 26–29) with short epigynal teeth slightly wider than length, situated on both spermathecal margins; atrium (genital opening) very broadly rectangular, situated posteriorly near epigastric furrow; copulatory ducts short, broadly V–shaped, extending mesad of both epigynal teeth and originating posteriorly near epigastric furrow; spermathecal heads spherical, situated medially on spermathecae; spermathecal base small complicated structure, situated on the lateral margin of atrium; spermathecal stalk extended anteriorly, overlapped; fertilization duct short, slender, underside situated close to epigastric furrow.

Male: Medium sized spider 11.6 mm, distinctly larger than female. Eye formula ALE = PLE = PME > AME/ALE = PLE = PME > AME. Clypeal height more than twice AME diameter; chilum distinctly divided (Fig. 31). Chelicerae with many long dense scopula hairs, 3 promarginal, median tooth largest, 2 retromarginal teeth andsmall condyle at base and fang slightly longer than wide (Fig. 32). Endite with anterior scopula, longer than wide; labium as long as wide (Fig. 33). Sternum shield–shaped, longer than wide, widest near coxae II, posterior end not protruded between hind coxae (Fig. 34).

Legs without annulations (Figs. 30, 35): formula 4123, similar to female; tarsi with 3 tarsal claws, uppr claws with 10pectinate teeth (11 on leg I), lower with 3 (4 on leg IV); tibia with 4 rows of 5 to 7trichobothria (leg I 7p–6d–6d–7r, leg II 5p–6d–5d–6r, leg III 5p–7d–5d–6r, leg IV 6p–5d–6d–6r), metatarsi with 1 row of 8 trichobothria (7 on leg III), tarsi with 1 row of 9 trichobothria (8 on leg I and 10 on leg IV). Leg spination: Leg I femur with 8 spines, tibia with 8 spines (ventral 2–2–2a; prolateral 0–1–1), metatarsus with 8 spines (ventral 2–2–2; prolateral 1–1); leg II: femur with 7 spines, tibia with 9(prolateral 1–1–1; ventral 2–2–2a), metatarsus with 11 spines (dorsal 1–0–0; prolateral 1–2; retrolateral 1–0; ventral 2–2–2), tarsus with no spines; leg III: femur with 7spines, tibia with 12 (dorsal 1–0–1; prolateral 1–1; retrolateral 1–1; ventral 2–2–2a), metatarsus with 16 spines (dorsal 1–0 on; prolateral and retrolateral 1–0, 1–2–2; ventral 2–2–1), tarsus with 4 spines (prolateral 1–1; retrolateral and ventral 0–1) leg IV: femur with 6 spines, tibia with 12 (dorsal 1–1; prolateral and retrolateral 1–1; ventral 2–2–2a), metatarsus with 17 spines (dorsal 1–0; prolateral and retrolateral 1–2, 2–2–2; ventral 1–2–2), tarsus with 5(prolateral 1–1; retrolateral 0–1–1; ventral 0–1).

Male palp (Fig. 36–39, 52–53) with 1 patellar apophysis; retrolateral tibial apophysis (RTA) long, about same length as tibia, broadly extended to the ventral intermediated tibial apophysis (ITA) small grooved cymbial furrow very elongate, about 83% (2.0/2.4) as long as cymbial length, enclosing concavity, with distal

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

projection; conductor roundly curvedwith modified sharp tip and distinctly separated from lamella on lateral margin; conductor dorsal apophysis slender situated under conductor tip; conductor lamella large, modified with many small setules; embolus posterior in origin, extremely long linear, at least 2 times width of cymbium, with terminal part injector-shaped median apophysis thin semicircular, linearly split distal end without inner part furrowed on the middle, with distinct interior projection on the base.

Dimensions (mm).—*Female*: Body length 9.5; carapace length 3.9, width 2.6, height 2.3; chelicera length 1.7, width 1.0, fang length 0.6; sternum length 2.1, width 1.7; endite length 1.3, width 0.7; labium length 0.6, width 0.6; clypeus height 0.2; AER 0.8, PER 1.1, AME 0.1, ALE 0.2, PME 0.2, PLE 0.2. Palp: femur 1.4, patella 0.6, tibia 0.8, tarsus 1.5, total 4.3. Leg I: femur 3.0, patella 1.3, tibia 2.5, metatarsus 2.5, tarsus 1.6, total 10.9. Leg II: femur 2.8, patella 1.3, tibia 2.1, metatarsus 2.4, tarsus 1.6, total 10.2. Leg III: femur 2.5, patella 1.2, tibia 1.8, metatarsus 2.4, tarsus 1.4, total 9.3. Leg IV femur 3.3, patella 1.4, tibia 2.8, metatarsus 3.8, tarsus 1.7, total 13.0. Abdomen length 4.5/4.5, width 2.9/3.0, height 2.8/3.3. ALS 0.5/0.5; PLS 0.8/0.9 (0.4/0.4, 0.4/0.5).

Male: Body length 11.6; carapace length 4.1, width 2.9, height 3.3; chelicera length 1.8, width 0.9, fang length 1.0; sternum length 2.1, width 1.7; endite length 1.2, width 0.7; labium length 0.6, width 0.7; clypeus height 0.2; AER 0.7, PER 1.0, AME 0.1, ALE 0.2, PME 0.2, PLE 0.2. Palp: femur 1.5, patella 0.5, tibia 0.5, tarsus 2.2, total 4.7. Leg I: femur 3.5, patella 1.3, tibia 3.0, metatarsus 3.2, tarsus 1.9, total 12.9. Leg II: femur 3.3, patella 1.4, tibia 2.6, metatarsus 3.0, tarsus 1.9, total 12.2. Leg III: femur 3.3, patella 1.4, tibia 2.5, metatarsus 3.0, tarsus 1.9, total 12.1. Leg IV: femur 4.0, patella 1.4, tibia 3.4, metatarsus 4.7, tarsus 2.3, total 15.8. Abdomen length 4.5, width 3.0, height 3.3. ALS 0.5; PLS 0.9 (0.4, 0.5).

Distribution.—Korea (Mt. Odae, Gangwon-do).

Remarks.—The specimens were found wandering on the ground among stones and leaf litter

Draconarius hallaensis new species Figs. 3-41

Draconarius coreanus (Paik & Yaginuma 1969): Wang 2002: 67; Wang 2003: 526, figs. 22C-E (males misidentified).

Material examined.—Holotype ♂, Mt. Halla, Seoguipo city, 33° (18-20)′ N, 126° (33-39)′ E, Jeju-do Island, Korea, 12 August 1984, J.P. Kim (NBRC). Paratypes: 4♂, same locality, 12 August 1984, J.P. Kim (NBRC) 12♂, Korean

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

National Arboretum of Gwangreung, Pocheon city, 37° 45′N, 127° 10′E, Gyeonggi-do, Korea, 23 August 1994, K.S. Lee (NBRC).

Diagnosis.—This species is similar to *D. coreanus*, *D. kayasanensis*, *D. stemmleri* and *D. wudangensis* in having themale palpal organs with the cymbial furrow longer than half the cymbium length, median apophysis split distal end and a large lamella on the conductor. The species is also distinguished by its small size (less than 8 mm in total body length), cymbial furrow elongate, about 74% (68% in *D. coreanus* 83% in *D. kayasanensis*) as long as cymbium, conductor horizontally bent with modified sharp tip, median apophysis semicircular, split distal end curved roundly in the inside, thumb-shaped inner part (with inner part furrowed on the middle in *D. coreanus* linearly in *D. kayasanensis*), broadly fluent interior projection on the base (distinct in *D. kayasanensis* vague in *D. coreanus*) and retrolateral tibial apophysis rounded distal tip (sharp in *D. coreanus* and *D. kayasanensis*).

Description.—*Holotype male*: medium sized spider, 7.8 mm. Carapace elongated, moderately narrowed in eye area, and with distinct longitudinal medial fovea. Abdomen dark brown, without gray chevron patterns, heavily covered with short hairs (Fig. 40). From dorsal aspect, AER more or less procurved, PER straight and AER slightly smaller than PER. AME smallest, other eyes roughly equal in size. Eye formula ALE = PLE = PME > AME. Clypeal height slightly less than twice the AME; chilum divided (Fig. 41). Chelicerae with 3 promarginal, 2 retromarginal teeth, condyle developed laterobasallyand fang slightly longer than cheliceral width (Fig. 42). Endite with anterior scopula, longer than wide; labium as long as wide (Fig. 43). Sternum shield-shaped, distinctly longer than wide, widest near coxae II, posterior end not protruded between hind coxae (Fig. 44). Legs: without annulations (Figs. 40, 45), leg formula 4123; leg IV longest, leg III shortest; length of patella I + tibia I slightly shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 4 rows of 2 to 6 trichobothria (leg I 5p-2d-6d-2r, leg II 5p-4d-4d-4r, leg III 3p-6d-2d-4r, leg IV 4p-4d-3d-3r), metatarsi with 1row of 2 to 6 trichobothria, tarsi with 1 row of 3 to 8 trichobothria; tarsal organ situated close to distalmostof tarsi, slightly anterior of distalmost trichobothrium; tarsi with 3 claws, upperclaws with 10 pectinate teeth (8 in leg III and IV), lowerclaw with 2 (3 in leg III). Leg spination: leg I: femur with 6 spines (dorsal 1-1-2; prolateral 0-0-2), tibia with 7 spines (prolateral 0-0-1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 8 spines (prolateral 1-1; ventral 2-2-2); leg II: femur with 5 spines, tibia with 7 spines (prolateral 0-1-1; ventral 1-2-2a), metatarsus with 9 spines (prolateral 1-1; retrolateral 0-1-0; ventral 2-2-2); leg III: femur with 6 spines, tibia with 10 spines (dorsal 1-0-1; prolateral and retrolateral 1-1; ventral 0-2-2a), metatarsus with 16 spines

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(prolateral and retrolateral 1-0, 1-2-2; ventral 2-2-2), tarsus with 4 spines (prolateral 1-1; retrolateral 0-1-0; ventral 0-0-1); leg IV: femur with 5 spines, tibia IV with 10 spines (prolateral and retrolateral 1-1; ventral 2-2-2a), metatarsus with 17 spines (dorsal 1-0-0; prolateral and retrolateral 1-0, 1-2-2; ventral 2-2-2), tarsus with 6 spines (prolateral and retrolateral 0-1-1; ventral 0-2).

Male palp (Figs. 46-49, 54-55) with 1 patellar apophysis; retrolateral tibial apophysis (RTA) long, about same length as tibia, broadly extended to the ventral intermediate tibial apophysis (ITA) small grooved cymbial furrow very elongate, about 74% (1.4/1.9) as long as cymbiallength, enclosing concavity, with distal projection; conductor horizontally bent with modified sharp tip and slightly separated from lamella; conductor dorsal apophysis slender, situated under conductor tip; conductor lamella large, modified with many small setules; extremely long linear, at least 2X width of cymbium; median apophysis semicircular, split distal end curved roundly in the inside, thumb-shaped inner part, broadly fluent interior projection on the base and retrolateral tibial apophysis rounded distal tip.

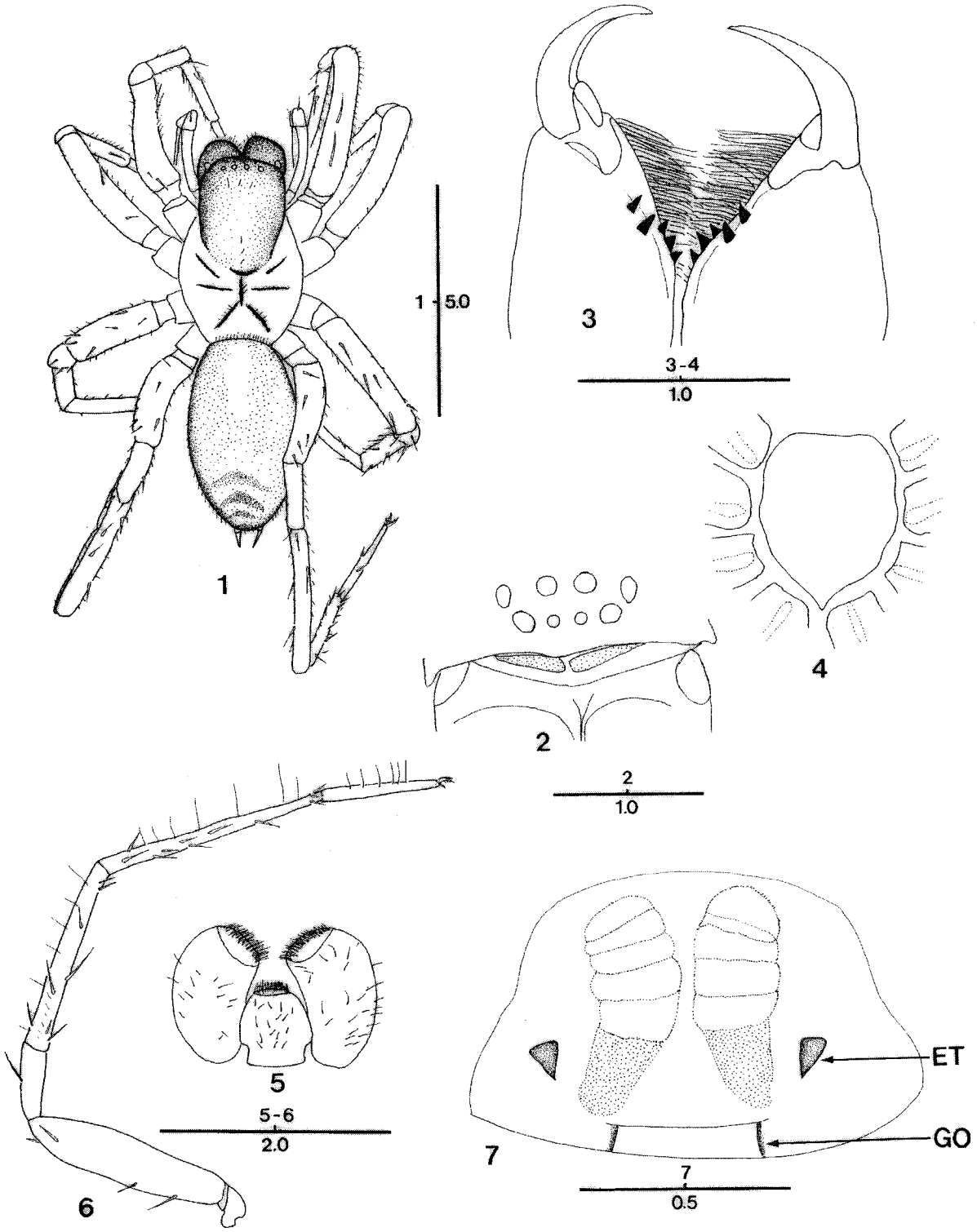
Female: Unknown.

Dimensions (mm).—*Male*: Body length 7.8; carapace length 3.9, width 2.7, height 2.0; cheliceral length 1.6, width 0.8, fang length 0.9; sternum length 2.0, width 1.5; endite length 1.0, width 0.6; labium length 0.6, width 0.5; clypeus height 0.2; AER 0.6, PER 0.8, AME 0.1, ALE 0.2, PME 0.2, PLE 0.2. Palp: femur 1.4, patella 0.5, tibia 0.4, tarsus 1.9, total 4.2. Leg I: femur 3.1, patella 1.2, tibia 2.7, metatarsus 2.8, tarsus 1.8, total 11.6. Leg II: femur 2.9, patella 1.2, tibia 2.3, metatarsus 2.7, tarsus 1.7, total 10.8. Leg III: femur 2.7, patella 1.2, tibia 1.9, metatarsus 2.8, tarsus 1.5, total 10.1. Leg IV: femur 3.5, patella 1.3, tibia 3.0, metatarsus 4.0, tarsus 1.9, total 13.7. Abdomen length 4.0, width 2.3, height 2.3.

Distribution.—Korea (Korean National Arboretum of Gwangreung, Mt. Halla).

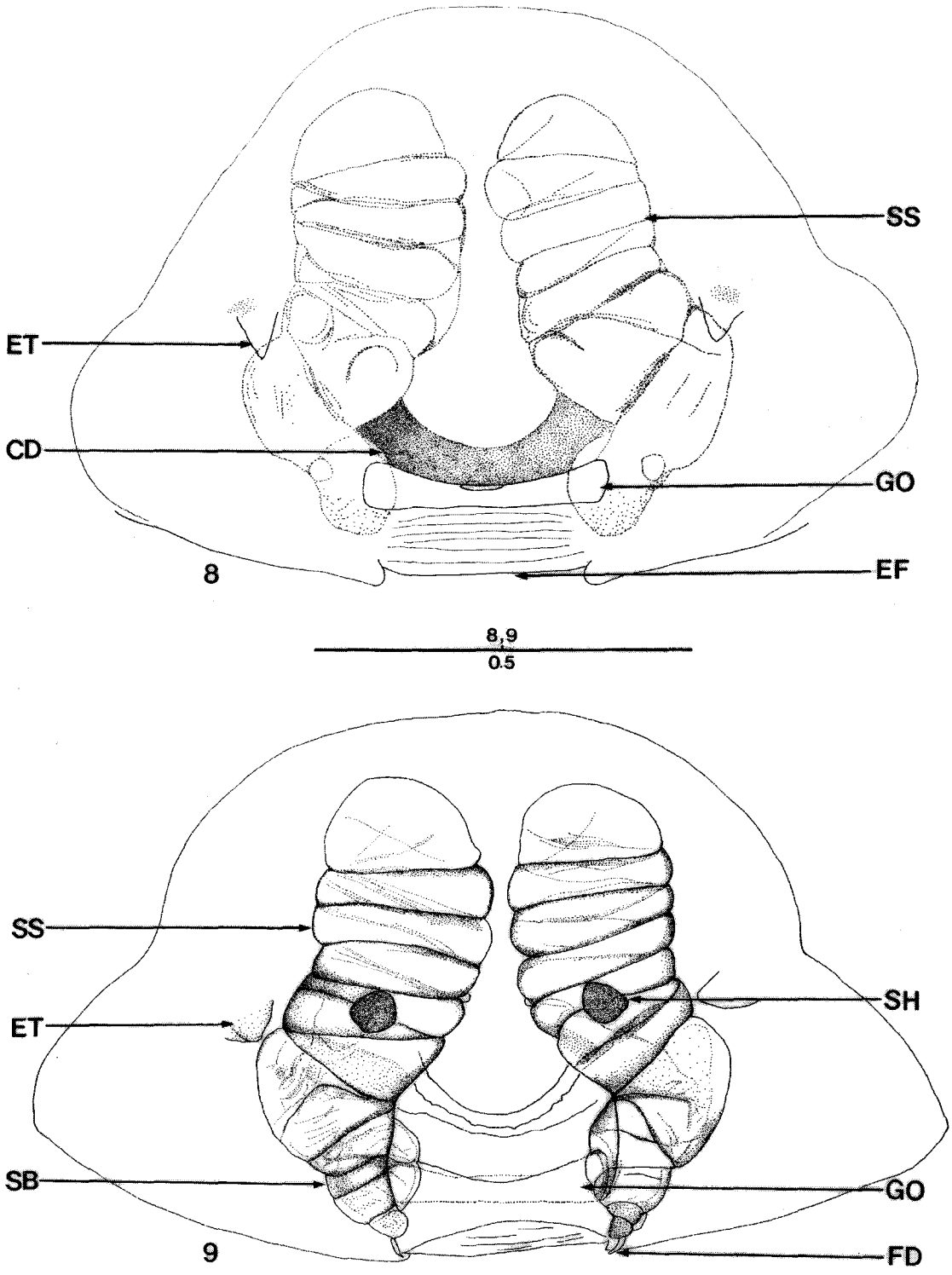
Remarks.—Specimens of this species was found wandering on ground among stones and leaf litter.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



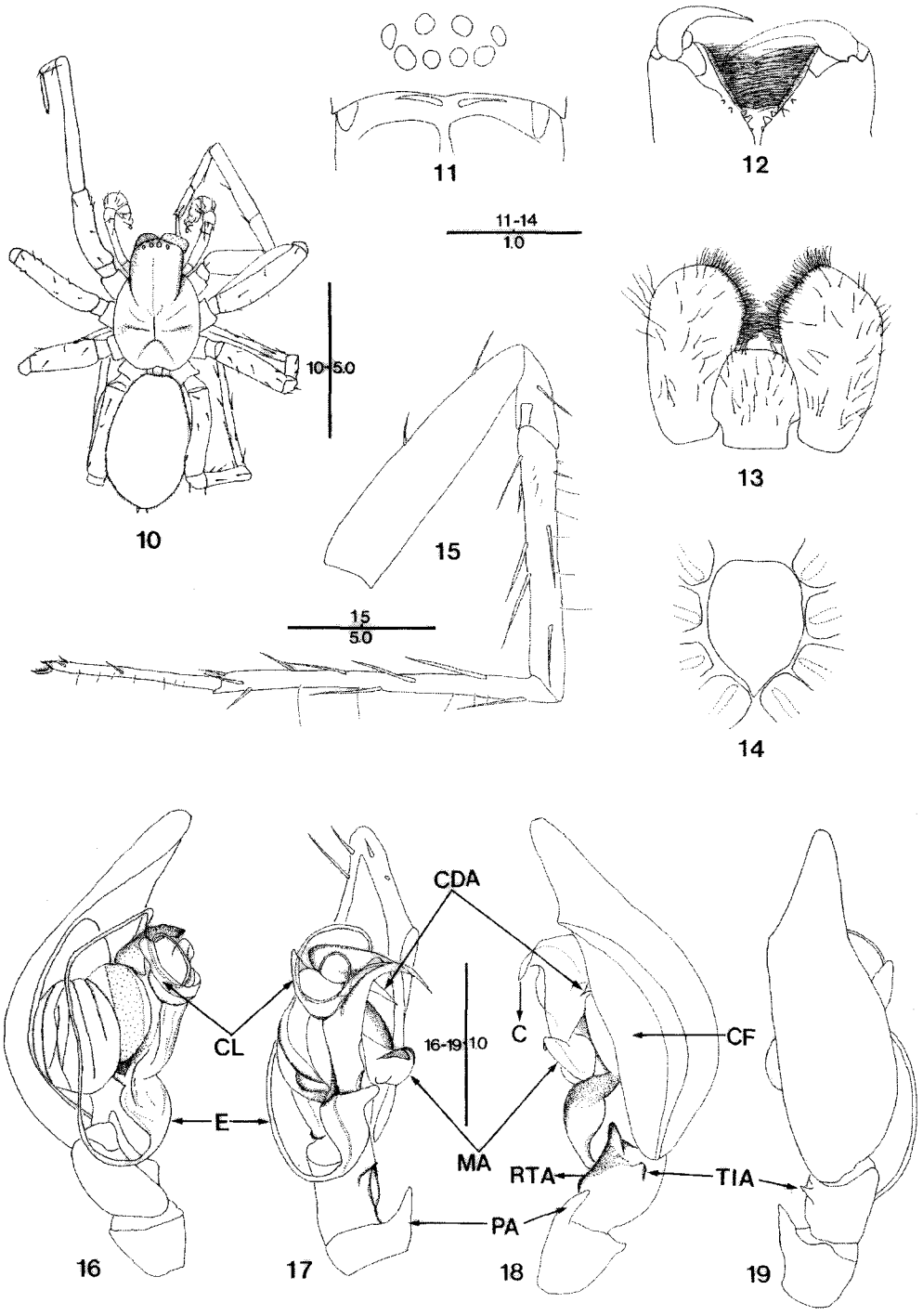
Figures 3–35. *Draconarius coreanus* (Paik & Yaginuma 1969) from Korea, female.
1. Habitus, dorsal view. 2. Eye area and clypeus, anterior view. 3. Chelicerae, posterior view. 4. Sternum, ventral view. 5. Endites and labium, ventral view. 6. 4th leg (left), prolateral view. 7. Epigynum, ventral view.
Note: ET, epigynal teeth; GO, genital opening.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



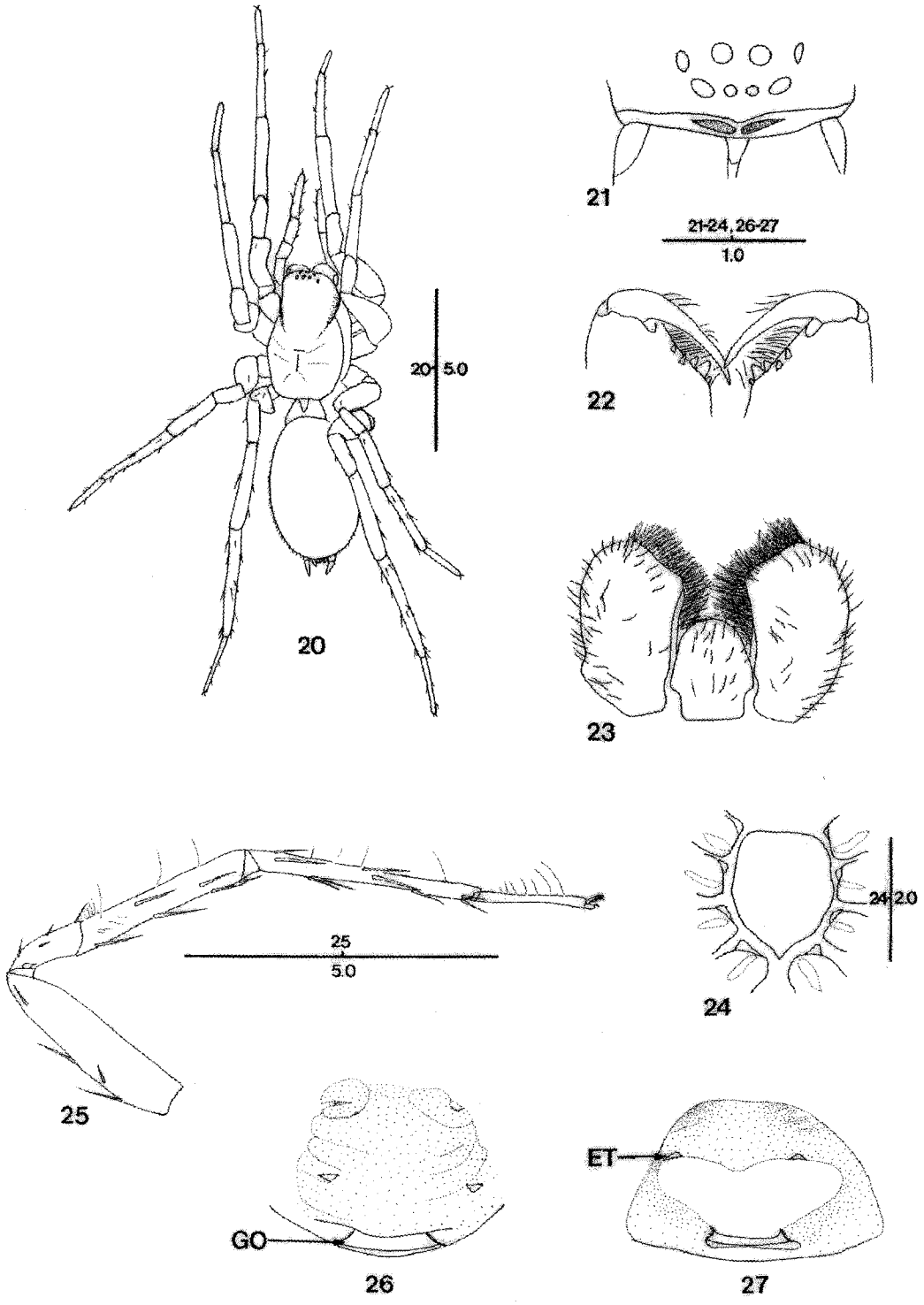
Figures 3-36. *Draconarius coreanus* (Paik & Yaginuma 1969) from Korea, female. 8. Epigynum, ventral view. 9. Genitalia, dorsal view.
Note: CD, copulatory duct; EF, epigynal furrow ET, epigynal teeth; FD, fertilization duct; GO, genital opening; SB, spermathecal base; SH, spermathecal head; SS, spermathecal stalk.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



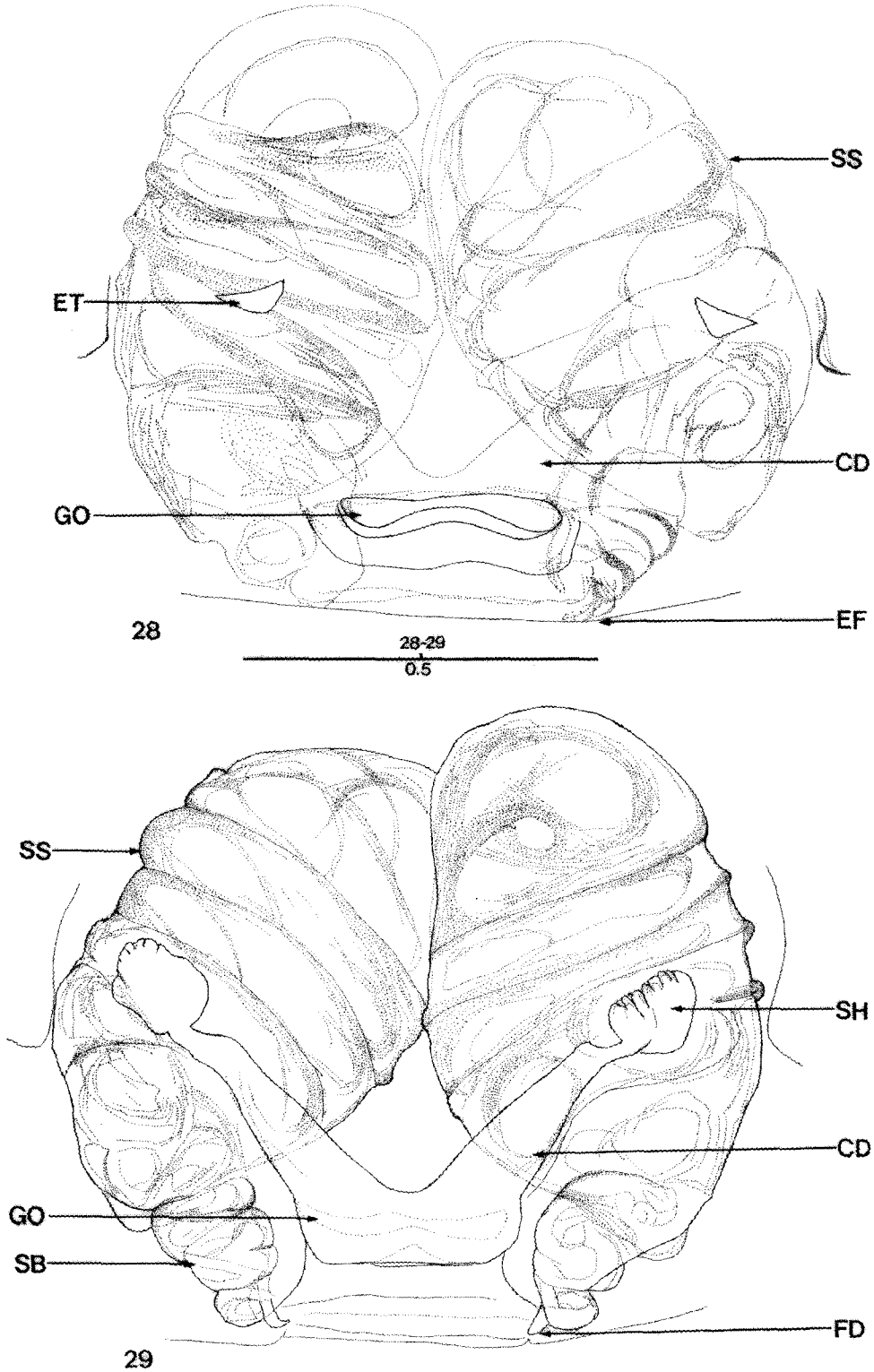
Figures 3–37. *Draconarius coreanus* (Paik & Yaginuma 1969) from Korea, male.
10. Habitus, dorsal view. 11. Eye area and clypeus, anterior view. 12. Chelicerae, posterior view. 13. Endites and labium, ventral view. 14. Sternum, ventral view. 15. 4th leg (left), prolateral view. 16–19. Palp, left, prolateral, ventral, retrolateral and dorsal views.
Note: CDA, conductor dorsal apophysis; C, conductor; CL, conductor lamella; CF, cymbial furrow; E, embolus; MA, median apophysis; PA, patellar apophysis; RTA, retrolateral tibial apophysis; TIA, tibial intermediated apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



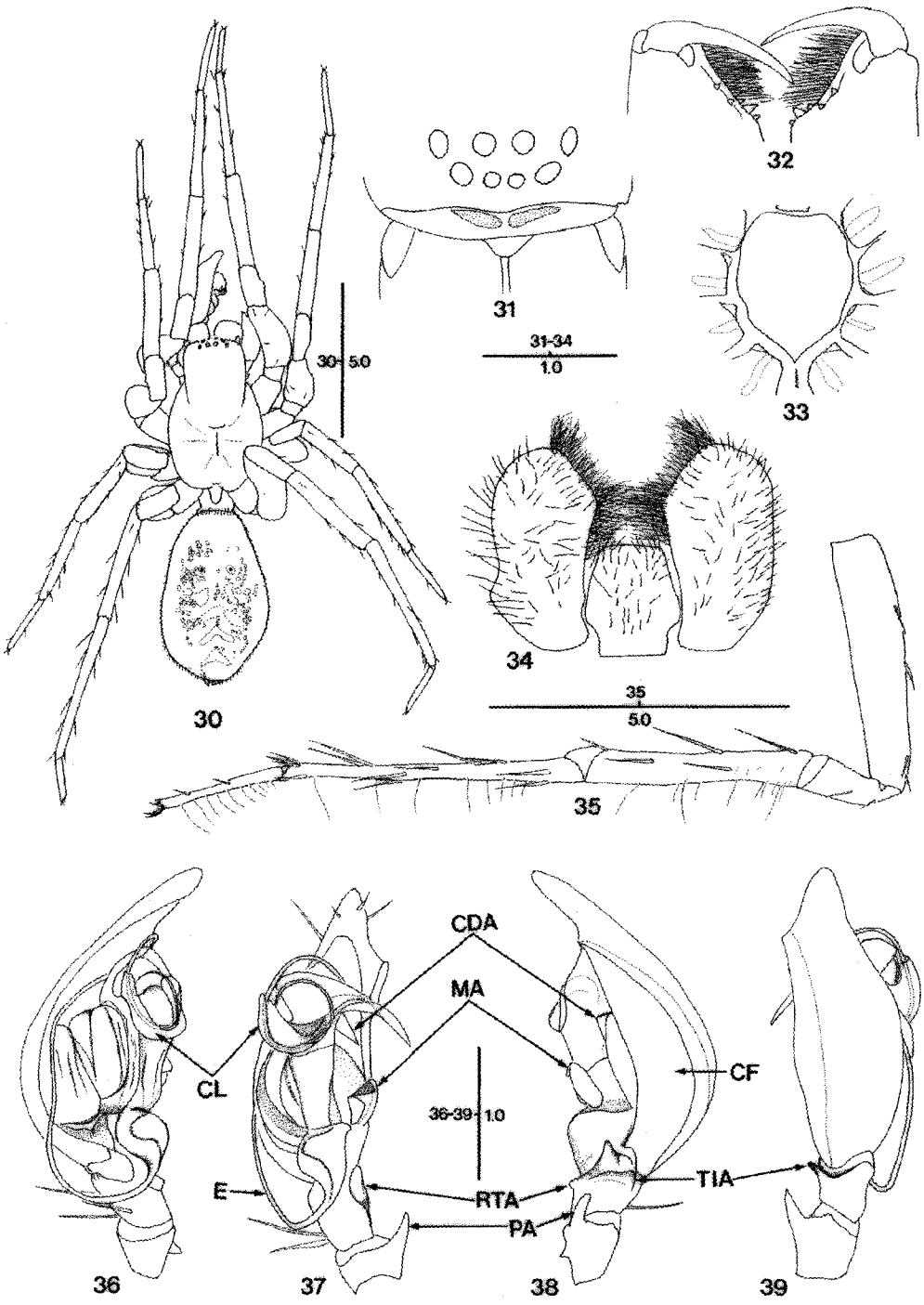
Figures 3–38. *Draconarius kayasanensis* (Paik 1972) from Korea, female.
20. Habitus, dorsal view. 21. Eye area and clypeus, anterior view. 22. Chelicerae, posterior view. 23. Endites and labium, ventral view. 24. Sternum, ventral view. 25. 4th leg (left), prolateral view. 26. Epigynum, ventral view.27. Epigynum, posterior view.
Note: ET, epigynal teeth; GO, genital opening.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



Figures 3-39. *Draconarius kayasanensis* (Paik 1972) from Korea, female.
28. Epigynum, ventral view. 29. Genitalia, dorsal view.
Note: CD, copulatory duct; EF, epigynal furrow ET, epigynal teeth; FD, fertilization duct; GO, genital opening; SB, spermathecal base; SH, spermathecal head; SS, spermathecal stalk.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



Figures 30–40. *Draconarius kayasanensis* (Paik 1972) from Korea, male.
30. Habitus, dorsal view. 31. Eye area and clypeus, anterior view. 32. Chelicerae, posterior view. 33. Endites and labium, ventral view. 34. Sternum, ventral view. 35. 4th leg (left), prolateral view. 36–39. Palp, left, prolateral, ventral, retrolateral and dorsal views.
Note: CDA, conductor dorsal apophysis; C, conductor; CL, conductor lamella; CF, cymbial furrow; E, embolus; MA, median apophysis; PA, patellar apophysis; RTA, retrolateral tibial apophysis; TIA, tibial intermediated apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

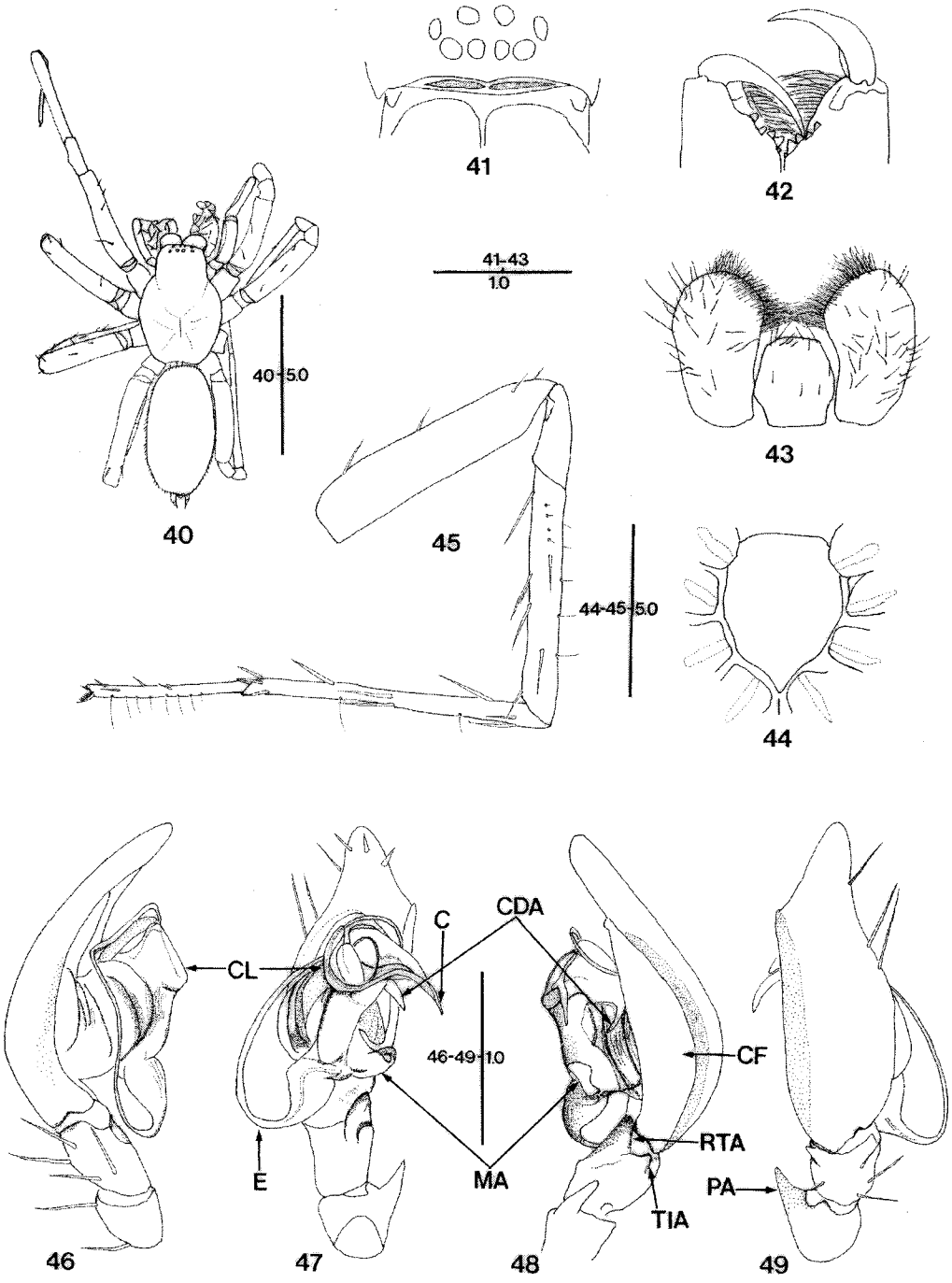
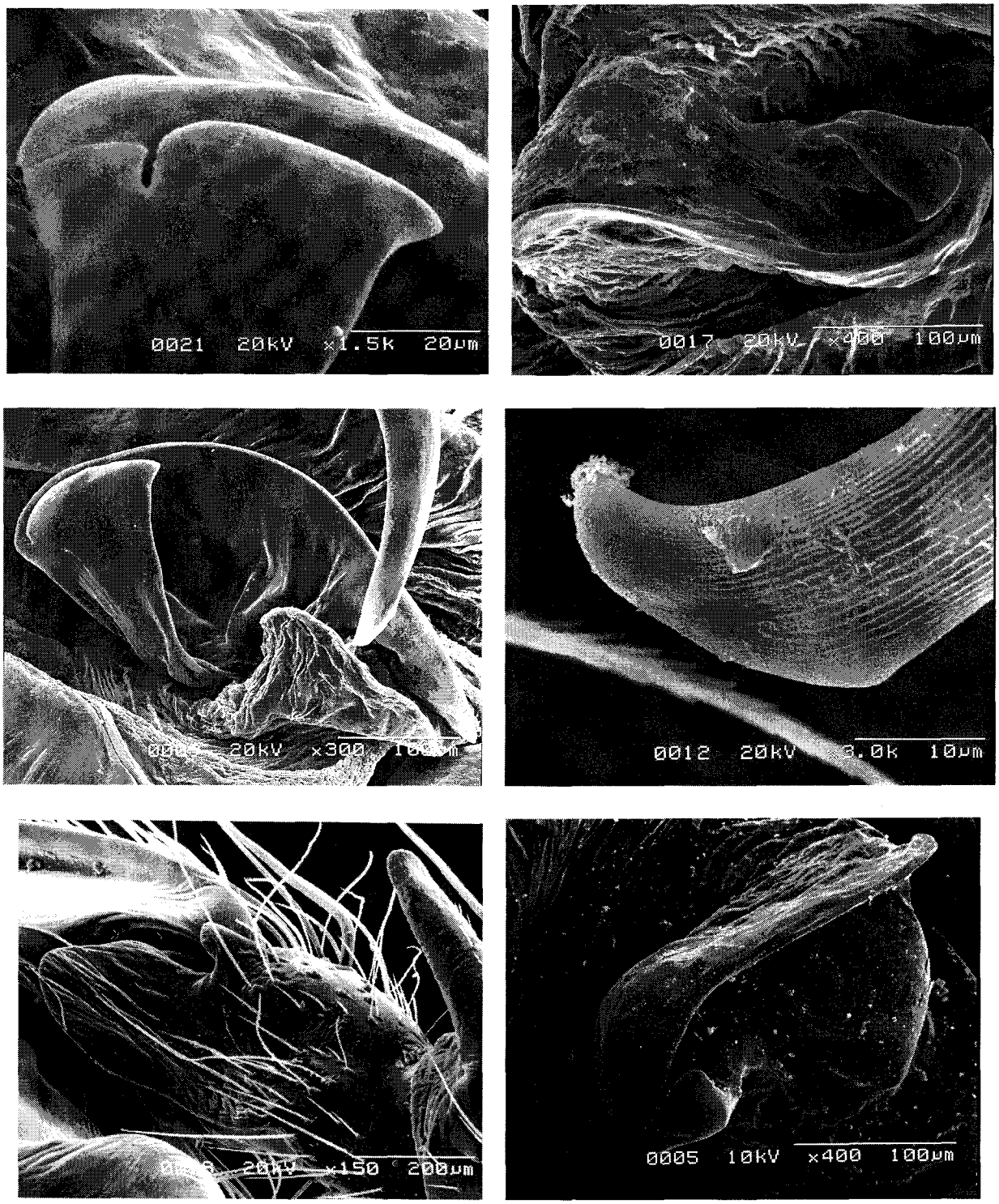


Figure 3-41. *Draconarius hallaensis* n. sp. from Korea, male.
40. Habitus, dorsal view. 41. Eye area and clypeus, anterior view. 42. Chelicerae, posterior view. 43. Endites and labium, ventral view. 44. Sternum, ventral view. 45. 4th leg (left), prolateral view. 46-49. Palp, left, prolateral, ventral, retrolateral and dorsal views.
Note: CDA, conductor dorsal apophysis; C, conductor; CL, conductor lamella; CF, cymbial furrow; E, embolus; MA, median apophysis; PA, patellar apophysis; RTA, retrolateral tibial apophysis; TIA, tibial intermediated apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



Figures 3-42. SEM photographs of *Draconarius* species from Korea, male left palp.
50. *Draconarius coreanus*, male palp, left part, median apophysis.
51. *Draconarius coreanus*, male palp, left part, distal part of median apophysis.
52. *Draconarius kayasanensis*, male palp, left part, median apophysis.
53. *Draconarius kayasanensis*, male palp, left part, distal tip of embolus.
54. *Draconarius hallaensis* n. sp., male palp, left part, median apophysis.
55. *Draconarius hallaensis* n. sp., male palp, left part, retrolateral tibial apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(다) 한국산 *Ambaus*속의 2종에 관하여

Ambanus lunatus (Paik, 1976)(Figures 3-(43-45), 3-49a, 3-(50a-b), (51a,b,e,f)

Coelotes lunatus Paik, 1976, p 84, figures 4, 19-21 (D♀) Paik 1978, p 346, figure 155 (♀).

Ambanus lunatus: Ovtchinnikov 1999, p 64 (transferred from *Coelotes*); Namkung 2001, p 393, figures 28.7a (♀); Namkung 2003, p 395, figures 28.7a (♀).

Diagnosis. This species is similar to *A. coreana*, *A. napolovi* Ovtchinnikov, 1999, *A. paiki* Ovtchinnikov, 1999 and *A. quadrativulvus* (Paik, 1974) in having female epigynum with atrium very broadly oval, situated posteriorly near epigastric furrow; copulatory pore deep, linear on inner lateral part; copulatory ducts broadly curved with transparent membranes in both posterior margins; male palpal organ with cymbial furrow less than one third cymbial length; large embolus with curved distal part; and conductor saucer-like, with a rounded distal end situated on centre of papal organ. *Ambanus lunatus* female can be distinguished by the presence of a semicircular swollen atrial hood; distinctive atrial septum triangularly expanded, originating in posterior plate; chelicerae with three promarginal teeth; and spermathecal stalk overlapped in the middle; the male by an embolus with two distal parts with cup-shaped processes and another divided into two protrusions facing the retrolateral side; cymbial furrow short about one fifth the cymbial length.

Description.

Measurements (mm). Female/Male: habitus length 12.3/12.6; carapace length 4.8/5.7, carapace width 3.3/3.8, carapace height 3.1/4.1; cheliceral length 2.7/2.7, cheliceral width 1.3/1.2, cheliceral fang length 1.4/1.4; sternum length 2.6/2.4, sternum width 2.0/2.0; enditelength 1.7/1.7, endite width 1.0/1.0; labium length 0.9/1.0, labium width 0.8/0.9; clypeal height 0.2/0.2; AER 1.0/0.7, PER 1.3/0.9, AME 0.1/0.1, ALE 0.2/0.2, PME 0.2/0.2, PLE 0.2/0.2. Eye formula ALE=PLE=PME>AME/ALE=PLE=PME>AME. Palp 5.2/5.4 (1.7/1.9, 0.8/0.6, 1.0/0.4, 1.7/2.5). First leg 12.0/15.2 (3.4/4.1, 1.6/1.9, 2.7/3.4, 2.7/3.6, 1.6/2.2), second leg 10.9/13.7 (3.1/3.8, 1.6/1.8, 2.2/2.8, 2.5/3.3, 1.5/2.0), third leg 10.4/12.9 (2.9/3.6, 1.5/1.7, 1.8/2.2, 2.7/3.5, 1.5/1.9), fourth leg 14.0/17.0 (3.8/4.5, 1.7/1.8, 2.9/3.6, 3.9/4.9, 1.7/2.2). Leg formula IV I II III/IV I II III. Abdomen length 6.9/6.0, abdomen width 4.5/3.8, abdomen height 4.7/4.0; ALS 0.5/05, PLS 0.9/0.9 (0.4/0.4 + 0.5/0.5)

Female: medium-sized spider slightly shorter than male, found under stones and fallen leaves on the ground of the forests. Carapace elongate, 1.2 times longer than width, moderately narrowed in eye area, and distinctly longitudinal fovea on middle (Figure 1A). AER straight and PER slightly procurved in frontal view; AME smaller than other eyes, separated by as much as their diameter (Figure 1B); and eye ratio

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

24. Clypeal height slightly longer than AME diameter and without chilum. Chelicerae with numerous long setae lateral condyle yellowish brown; three promarginal teeth, middle one largest; and two retromarginal teeth subequal in size (Figure 1C). Endites reddish brown, widest at mid part and labium rectangular, longer than wide (Figure 1D). Sternum shield-shaped, widest at second coxae, and slightly projected between 4th coxae (Figure 1E). Palp (Figure 1G-I) composed of one claw with seven side teeth; tibia with nine trichobothria in three rows (5d-1d-3r), tarsus five in one (5r) and femur with three spines, tibiawith five (four, 2-2 on dorsal; one, 0-1 on prolateral), tarsus 14 (five, 2-2-1 on prolateral; five, 0-5 on retrolateral; four, 0-4 on ventral). Legs (Figures 1F, 7) yellowish brown without ring patterns; length of first leg (patella + tibia) always shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 11-17 trichobothria in four rows (4p-5d-4d-4r on first leg, 4p-5d-4d-4r on second, 3p-5d-4d-4r on third, 1p-6d-3d-1r on fourth), metatarsi six to seven in one row (seven on first leg and second, six on third and fourth), tarsi six to seven in one row (seven on first leg, third and fourth, six in second); tarsal organ situated close to distal end of tarsus, slightly anterior of distal trichobothrium; tarsi with three claws, upper claws with nine to 12 side teeth (12 on first leg, 11 on second, nine on third and fourth), lower with one to two (one on first leg, two on second, third and fourth). Leg spination (Table 1): leg Ifemur with four spines, tibia seven (one, 0-0-1 on prolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus eight (two, 1-1 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spine; leg IIfemur with four spines, tibia six (one, 0-0-1 on prolateral; five, 1-2-2a on ventral), metatarsus nine (three, 0-1-2 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spine; leg III femur five spines, tibia ten (four, 1-0-1 on prolateral; retrolateral, six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (ten, 1-2-2 on prolateral; retrolateral, six, 2-2-2 on ventral), tarsus five (one, 0-1 on retrolateral; four, 0-1-1 on prolateral and ventral); leg IV femur four spines, tibia 12 (two, 1-0-1 on dorsal; four, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus five (four, 0-1-1 on prolateral and retrolateral; one, 0-1 on ventral). Abdomen ovoid with scattered brownish yellow spots and chevrons on dorsal side (Figure 1A). Cribellum absent. Spinnerets brown; ALS cylindrical with horizontal apical part; and PLS almost twice as long as other spinnerets and two segments, second segment slightly longer than proximal one.

Female epigynum and genitalia (Figures 1J, 2A-B, 9C-D): epigynal teeth absent; atrial septum distinctive, triangularly expanded, originating in posterior plate; atrial slit or true copulatory pore deep, linearon inner part; atrial hood semicircular and

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

swollen horizontally; copulatory ducts broadly curved with transparent membranes; spermathecal heads small cylindrical processes, situated at anterior of spermathecae; spermathecae short, overlapped, with indistinct stalks and bases; fertilization ducts very small, arising from the posterior spermathecae.

Male: medium-sized spiders slightly longer than female. Carapace elongate, 1.6 times as long as width, moderately narrowed in eye area, and distinctly longitudinal fovea on middle (Figure 3A). AER and PER almost straight in frontal view; AME smaller than other eyes, separated by slightly less than their diameter, and eye ratio 26 (Figure 3B). Clypeal height slightly longer than AME diameter and without chilum. Endites reddish brown, widest at mid part and labium rectangular, slightly longer than wide (Figure 3C). Sternum shield-shaped, widest at second coxae, and not produced between fourth coxae (Figure 3D). Chelicerae with numerous long setae, lateral condyle yellowish brown, with three promarginal teeth, middle one largest, and two retromarginal teeth subequal in size (Figure 3E). Legs (Figures 3F, 7) yellowish brown; length of first leg (patella + tibia) always shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 16-24 trichobothria in four rows (5p-7d-4d-6r on first leg, 6p-6d-6d-6r on second, 4p-6d-5d-7r on third, 2p-6d-4d-4r on fourth), metatarsi six to eight in one row (eight on first, third and fourth leg; six on second), tarsi eight to ten inone row (ten on first leg, nine on second and fourth, eight on third); tarsal organ situated close to distal end of tarsus, slightly anterior of distal trichobothrium; tarsi with three claws, upper claws with nine to 13 side teeth (13 on first leg, 12 on second, ten on third, nine on fourth), lower with zero to one (zero on first leg, one on second, third and fourth). Leg spination (Table 1): leg Ifemur with four spines, tibia seven (one, 0-0-1 on prolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus eight (two, 0-1-1 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spine; leg IIfemur with five spines, tibia six (one, 0-1-1 on prolateral; five, 1-1-2a on ventral), metatarsus nine (three, 0-1-2 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spine; leg IIIfemur six spines, tibia ten (four, 0-1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 17 (one, 1-0-0 on dorsal; ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus four (three, 1-1-1 on prolateral; two, 0-1-1 on retrolateral; one, 0-1 on ventral); leg IV femur four spines, tibia 12 (two, 1-0-1 on dorsal; four, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 17 (one, 1-0-0 on dorsal; ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus six (three, 1-1-1 on prolateral; two, 0-1-1 on retrolateral; one, 0-1 on ventral). Abdomen ovoid, with scattered brownish yellow spots and chevrons on dorsal side (Figure 3A). Cribellum absent. Spinnerets brown, ALS cylindrical, with

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

horizontal apical part and PLS almost twice as long as other spinnerets and with two segments, second segment slightly longer than proximal one.

Male palp (Figures 3G-J, 8A-B): patellar apophysis absent; RTA modified with ITA cymbial furrow short, aboutone fifth cymbial length; tegular sclerite weakly sclerotized and longitudinally situated on tegulum; conductor broadly saucer-like with many minute denticles, rounded distal end situated on centre of papal organ; conductor dorsal apophysis situated on upper embolus; embolus broad and short, wound counterclockwise, two distal parts with cup-shaped processes and another divided into two protrusions facing the retrolateral side.

Specimens examined: twofemales, 21 July 1984, two females, 24 July 1984, two females, 22 September 1984, three females, 3 October 1984, five females, five males, 3 November 1984, two females, 11 November 1984, one female, 14 April 1985, two females, 21 April 1985, three females, 3 May 1985, one female, four males, 18 May 1985, Mt. Yebong, Gyonggi-do, K.S. Lee one male, 6 September 1986, same locality, J.H. Kim; one female, 19 January 2006, Simbog cave, Chungcheongbuk-do, B.W. Kim.

Distribution: Korea (Mt. Yebong, Mt. Songni).

Ambanus coreana (Paik, 1992) nov. comb. (Figures 3-(46-48), 3-50(c-f), 51(c,d)

Coelotes sp. (A) Namkung and Yoon, 1975, p 39, figure 3 (♀).

Alloclubionoides coreana Paik, 1992, p 9, figures 1-8 (D♀♂, in Clubionidae); Namkung 2003, p 448, figure 34.31a-b (♂). Misidentified male.

Alloclubionoides coreanus: Platinick, 1997, p 702 (in Clubionidae).

Coelotes paikwunensis Kim and Jung, 1993, p 2, figures 1, 6-7 (D♀) Namkung 2002, p 390, figure 28.4a-b (♀). Misidentified female.

Ambanus paikwunensis: Wang 2002, p 28 (transferred from *Coelotes*) Namkung 2003, p 394, figure 28.6a-b (♀). Misidentified female.

Ambanus lunatus: Namkung 2002, p 393, figure 28.7b (♂) Namkung 2003, p 395, figure 28.7b (♂) Kim and Cho 2002, p 185, figures 361-366 (♂♀). Misidentified.

Diagnosis. This species is similar to *A. lunatus*, *A. napolovi* Ovtchinnikov, 1999, *A. paiki* Ovtchinnikov, 1999 and *A. quadrativulvus*. The female of *A. corenus* can be distinguished by the presence of an oblique (/ \) shaped atrial hood; atrial septum small and broadly obscure; chelicerae with two promarginal teeth; spermathecal stalk overlapped in lower; and the male byan embolus with distal part with cup-shaped process attached slender embolus tip facing down; cymbial furrow short at about one

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

quarter the cymbial length.

Description.

Measurements (mm). Female/Male: Habitus length 12.7/10.3; carapace length 6.7/5.5, carapace width 4.0/3.4, carapace height 3.7/3.6; cheliceral length 3.0/2.5, cheliceral width 1.8/1.3, cheliceral fang length 1.7/1.3; sternum length 3.0/2.5, sternum width 2.4/1.9; endite length 2.1/1.6, endite width 1.1/0.9; labium length 0.9/0.9, labium width 0.8/0.8; clypeal height 0.2/0.2; AER 0.8/0.9, PER 1.1/1.2, AME 0.1/0.1, ALE 0.2/0.2, PME 0.2/0.2, PLE 0.2/0.2. Eye formula ALE=PLE=PME>AME/ ALE= PLE=PME>AME. Palp 6.0/5.4 (2.0/1.9, 0.9/0.6, 1.2/0.4, 1.9/2.5). First leg 14.2/14.0 (4.0/3.8, 2.0/1.8, 3.1/3.1, 3.2/3.3, 1.9/2.0), second leg 12.2/12.6 (3.3/3.5, 1.8/1.6, 2.4/2.5, 3.0/3.1, 1.7/1.9), third leg 11.8/12.0 (3.2/3.3, 1.7/1.6, 2.1/2.1, 3.2/3.3, 1.6/1.7), fourth leg 16.1/16.0 (4.1/4.2, 2.0/1.7, 3.4/3.2, 4.5/4.6, 2.1/2.3). Leg formula IV I II III/IV I II III. Abdomen length 8.1/5.8, abdomen width 5.3/3.6, abdomen height 5.0/3.4; ALS 0.5/0.5, PLS 1.1/1.0 (0.5/0.5 + 0.6/0.5).

Female: medium-sized spiders distinctly longer than male, found under stones and fallen leaves on the ground of the forests. Carapace elongate, 1.7 times as long as width, moderately narrowed in eye area, and distinctly longitudinal fovea on middle (Figure 4A). AER and PER slightly procurved in frontal view; AME smaller than other eyes, separated by as much as their diameter; and eye ratio 28 (Figure 4B). Clypeal height twice as long as AME diameter and without chilum. Chelicerae with numerous long setae lateral condyle yellowish brown; two promarginal teeth, outer larger than inner; and two retromarginal teeth subequal in size (Figure4C). Endites reddish brown, widest at mid part; and labium rectangular, longer than wide (Figure 4D). Sternum shield-shaped, widest at second coxae, and slightly projected between fourth coxae (Figure 4E). Palp (Figure 4H-J) composed of one claw with seven side teeth; tibia with nine trichobothria in three rows (5d-1d-3r), tarsus five in one (5r) and femur with four spines, tibia six (three, 1-2 on dorsal and prolateral), tarsus 17 (one, 1-0 on dorsal; six, 3-2-1 on prolateral; five, 2-2-1 on retrolateral; five, 1-0-4 on ventral). Legs (Figures 4G, 7) yellowish brown without ring patterns; length of first leg (patella + tibia) always shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 22-25 trichobothria in four (five on second leg) rows (6p-7d-5d-7r on first leg, 6p-6d-6d-2r-4r on second, 5p-7d-5d-5r on third, 6p-6d-6d-5r on fourth), metatarsi seven to eight in one row (seven on first, third and fourth leg, eight on second), tarsi eight to nine in one row (nine on first leg, eight on second, third and fourth); tarsal organ situated close to distal end of tarsus, slightly anterior of distal trichobothrium; tarsi with three claws, upper claws with nine to 12 side teeth (12 on first leg, 11 on second, nine

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

on thirrd and fourth), lower with two to three (two on first, second and third leg, three on fourth). Leg spination (Table 1): leg I femur with four spines, tibia seven (one, 0-0-1 on prolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus eight (two, 1-0-1 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spine; leg II femur with four spines, tibia seven (two, 0-1-1 on prolateral, five, 2-1-2a on ventral), metatarsus 11 (three, 1-1-1 on prolateral; two, 0-1-1 on retrolateral; six, 2-1-3 on ventral), tarsus one (1-0-0) on ventral; leg IIIfemur eight spines, tibia ten (four, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus five (two, 0-2 on prolateral; one, 0-1 on retrolateral; two, 0-1-1 on ventral); leg IV femur four spines, tibia ten (four, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 15 (five, 1-2-2 on prolateral; four, 1-1-2 on retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus six (0-1-1 on prolateral, retrolateral and ventral). Abdomen ovoid with scattered brownish yellow spots and chevrons on dorsal side (Figure 4A). Cribellum absent. Spinnerets brown, ALS cylindrical, with horizontal apical part and PLS almost twice as long as other spinnerets and with two segments, second segment slightly longer than proximal one.

Female epigynum and genitalia (Figures 4J, 5A-B, 9A-B): epigynum teeth absent; atrial septum small broadly obscure, originating in posterior plate; atrial slit or true copulatory pore deep, linear on inner retrolateral part; atrial hood oblique (/ \) shaped; copulatory ducts broadly curved with transparent membranes; spermathecal heads small cylindrical processes, with some slender tentacles on distal part, situated at anterior of spermathecae; spermathecae short, overlapped, with indistinct stalks and bases; fertilization ducts very small, arising from the posterior margin of spermathecae .

Male: medium-sized spider distinctly shorter than female. Carapace elongate, 1.6 times as long as width, moderately narrowed in eye area, and distinctly longitudinal fovea on middle (Figure 6A). AER straight and PER slightly procurved in frontal view; AME smaller than other eyes, separated by slightly less than their diameter and eye ratio 35 (Figure6B). Clypeal height slightly longer than AME diameter and without chilum. Endites reddish brown, widest at mid part and labium rectangular, slightly longer than wide (Figure 6C). Chelicerae with lateral condyle yellowish brown with three promarginal teeth, middle one largest, and two retromarginal teeth subequal in size (Figure 6D). Sternum shield-shaped, widest at second coxae, and not projected between fourth coxae (Figure 6E). Legs (Figures 6F, 7) yellowish brown; length of first leg (patella + tibia) always shorter than carapace length; trochanters not notched; tibia with 22-25 trichobothria in four rows (7p-6d-6d-5r

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

on first leg, 7p-6d-5d-6r on second, 6p-6d-4d-6r on third, 6p-7d-3d-6r on fourth), metatarsi six to 13 in one row (13 on first leg, eight on second, six on third, seven on fourth), tarsi eight to nine in one row (nine on first leg, eight on second and third, 9 on fourth); tarsal organ situated close to distal end of tarsus, slightly anterior of distal trichobothrium; tarsi with three claws, upper claws with ten to 13 side teeth (13 on first leg, 12 on second, 11 on third, ten on fourth), lower with zero to three (zero on first leg, three on second and fourth, one on third). Leg spination (Table 2): leg I femur with four spines, tibia seven (one, 0-0-1 on prolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus seven (two, 0-1-1 on prolateral; six, 2-1-2 on ventral), tarsus without spine; leg II femur with four spines, tibia ten (two, 1-1 on prolateral; five, 1-1-2a on ventral), metatarsus nine (three, 1-2 on prolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus without spine; leg III femur six spines, tibia ten (four, 1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 16 (ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2 on ventral), tarsus four (two, 0-1-1 on prolateral; two, 0-1-0 on retrolateral and ventral); leg IV femur four spines, tibia ten (four, 0-1-1 on prolateral and retrolateral; six, 2-2-2a on ventral), metatarsus 17 (ten, 1-2-2 on prolateral and retrolateral seven, 3-2-2 on ventral), tarsus five (four, 0-1-1 on prolateral and retrolateral; one, 0-1 on ventral). Abdomen ovoid with scattered brownish yellow spots and chevrons on dorsal side (Figure 6A). Cribellum absent. Spinnerets brown; ALS cylindrical with horizontal apical part; and PLS almost twice as long as other spinnerets and with two segments, second segment as long as proximal one.

Male palp (Figures 6G-J, 8C-D): patellar apophysis absent; RTA modified with ITA cymbial furrow short, about one quarter of cymbial length; tegular sclerite weakly sclerotized and longitudinally situated on tegulum; conductor broadly saucer-like with many minute denticles, rounded distal end posited on center of papal organ; conductor dorsal apophysis situated on distal embolus; embolus broad and short, wound counterclockwise, distal part with cup-shaped process attached slender embolus tip facing down.

Specimens examined: one female, 9 October 1973, Mt. Gamak, near the D.M.Z., Gyeonggi-do, J. Namkung; one female, 4 June 1993, three females, two males, 9 December 1993, Mt. Paikwun, Gyeonggi-do, C.H. Jung; one female, five males, 23 October 2001, two females, five juveniles, 11 August 2004, Korean national arboretum of Gwangrung (KNAG), Gyeonggi-do, T.S. Kwon.

Distribution: Korea (KNAG, Mt. Paikwun, Mt. Gamak).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Explanation of table

Table 3-7. Spination of leg segments of *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea (♂/♀).

Note: a, apical part; Metat., metatarsus; ( ), original description by Paik (1976).

	Dorsal	Ventral	Prolateral	Retrolateral
1st leg Femur	1 1/110	0/0	002/002	0/0
Tibia	0/0	222/222	001/001	0/0
Metat.	0/0	222/222	1 1/011	0/0
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
2nd leg Femur	1 1/111	0/0	011/1 1	0/0
Tibia	0/0	122a/112a	001(1 1)/011	0/0
Metat.	0/0	222/222	1 1/012	0/0
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
3rd leg Femur	111/121	0/0	1 1/1 1	0/0
Tibia	0/1 1	222a/222a	1 1/011	1 1/011
Metat.	0/0	222/222	122/122	122/122
Tarsus	0/0	011/010	011/011	0 1/010
4th leg Femur	111/112	0/0	001/0	0/0
Tibia	101/101	222a/222a	1 1/1 1	1 1/1 1
Metat.	0/100	222/222	122/122	122/122
Tarsus	0/0	0 1/0 1	011/111	011/011

Table 3-8. Spination of leg segments of *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea (♂/♀).

Note: a, apical part; Metat., metatarsus; ( ), original description by Paik(1992).

	Dorsal	Ventral	Prolateral	Retrolateral
1st leg Femur	110/1 1	0/0	002/002	0/0
Tibia	0/0	222a/222	001/001(011)	0/0
Metat.	0/0	222/212(222)	101/011	0/0
Tarsus	0/0	0/0	0/0	0/0
2nd leg Femur	2 1/110	0/0	001/1 1	0/0
Tibia	0/0	212a/122a	011/001(011)	0/0
Metat.	0/0	213/222	111/1 2(011)	011/0
Tarsus	0/0	100/0	0/0	0/0
3rd leg Femur	123/112	0/0	1 1/1 1	0/0
Tibia	0/0	222a/222a	1 1/1 1	1 1/1 1
Metat.	0/0	222/222	122/122	122/122
Tarsus	0/0	011/010	0 2/011	0 1/010
4th leg Femur	112/111	0/0	0/001	0/0
Tibia	0/0	222a/222a	1 1/011	1 1/011
Metat.	0/1 0	222/322(222)	122/122	122/122
Tarsus	0/0	011/010	011/011	011/011

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

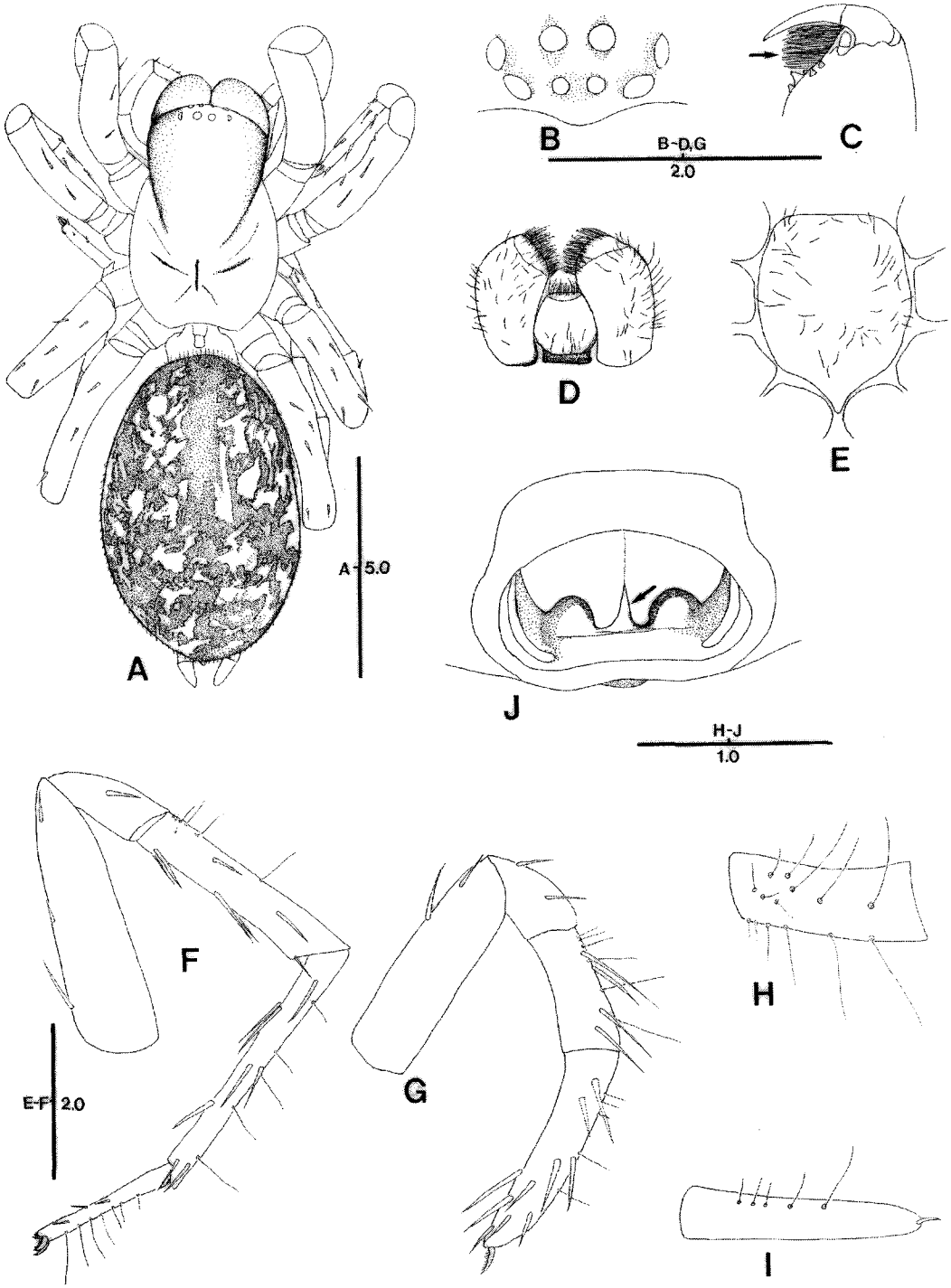


Figure 3-43. *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea, female.
A. Habitus, dorsal view. B. Eye area and clypeus, front view. C. Cheliceraewith long setae (allow), left part, posterior view. D. Endite and labium, ventral view. E. Sternum, ventral view. F. Fourth leg, left part, prolateral view. G-I. Palp, left part. H. Tibia, dorsal view. I. Tarsus, dorsal view. J. Epigynum with distinct atrial septum (allow), ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

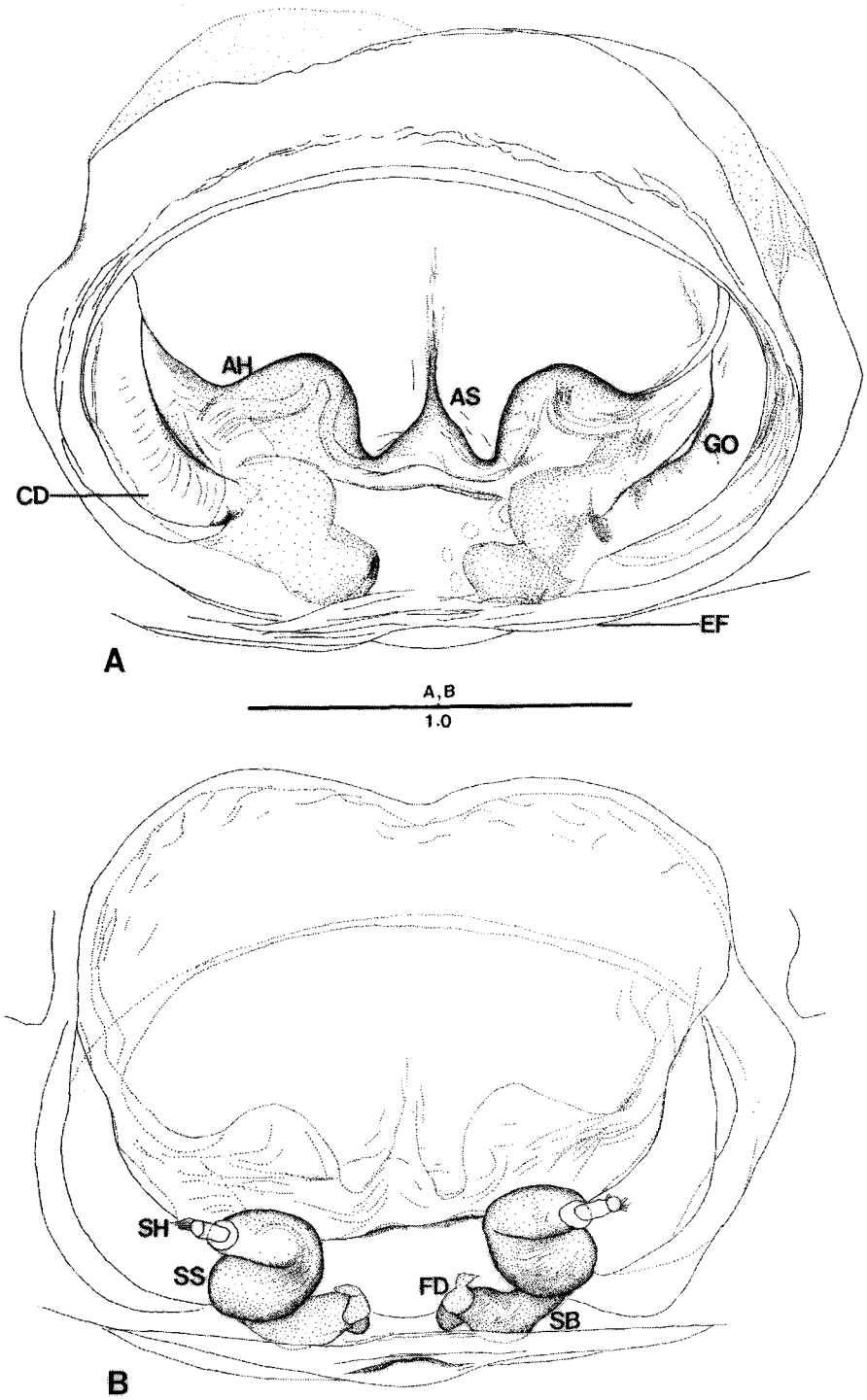


Figure 3-44. *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea, female.
A. Epigynum, ventral view. B. Genitalia, dorsal view.
Note: AH, atrial hood; AS, atrial septum; CD, copulatory duct; EF, epigastric furrow FD, fertilization duct; GO, genital opening; SB, spermathecal base; SH, spermathecal head; SS, spermathecal stalk.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

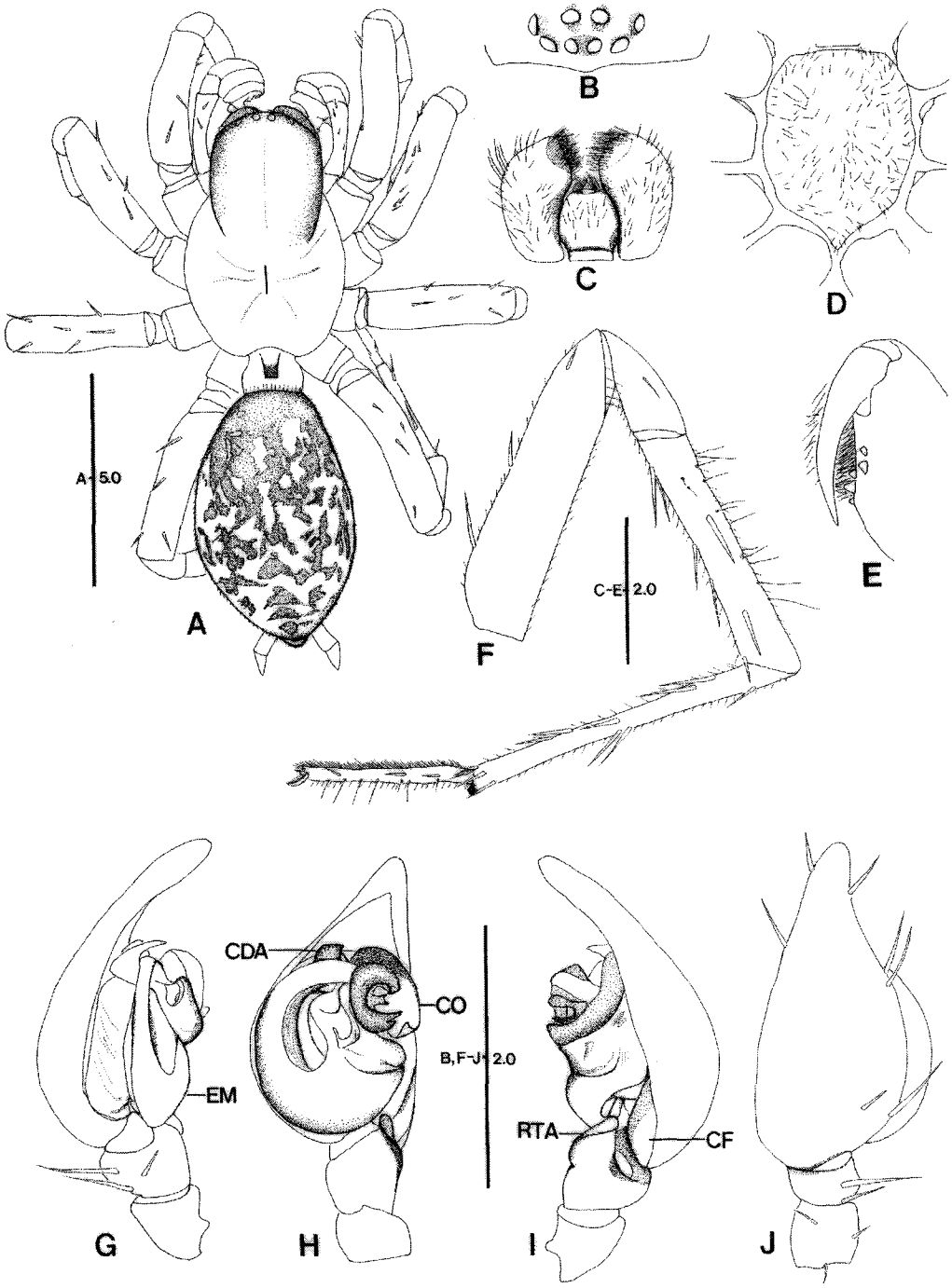


Figure 3-45. *Ambanus lunatus* (Paik, 1976) from Korea, male.
A. Habitus, dorsal view. B. Eye area and clypeus, front view. C. Endite and labium, ventral view. D. Sternum, ventral view. E. Fourth leg, left part, prolateral view. F. Chelicerae, left part, posterior view. G-J. Palp, left part, prolateral view (G), ventral (H),retrolateral (I) and dorsal (J). Note: CDA, conductor dorsal apophysis; CF, cymbial furrow; CO, conductor; EM, embolus; RTA, retrolateral tibial apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

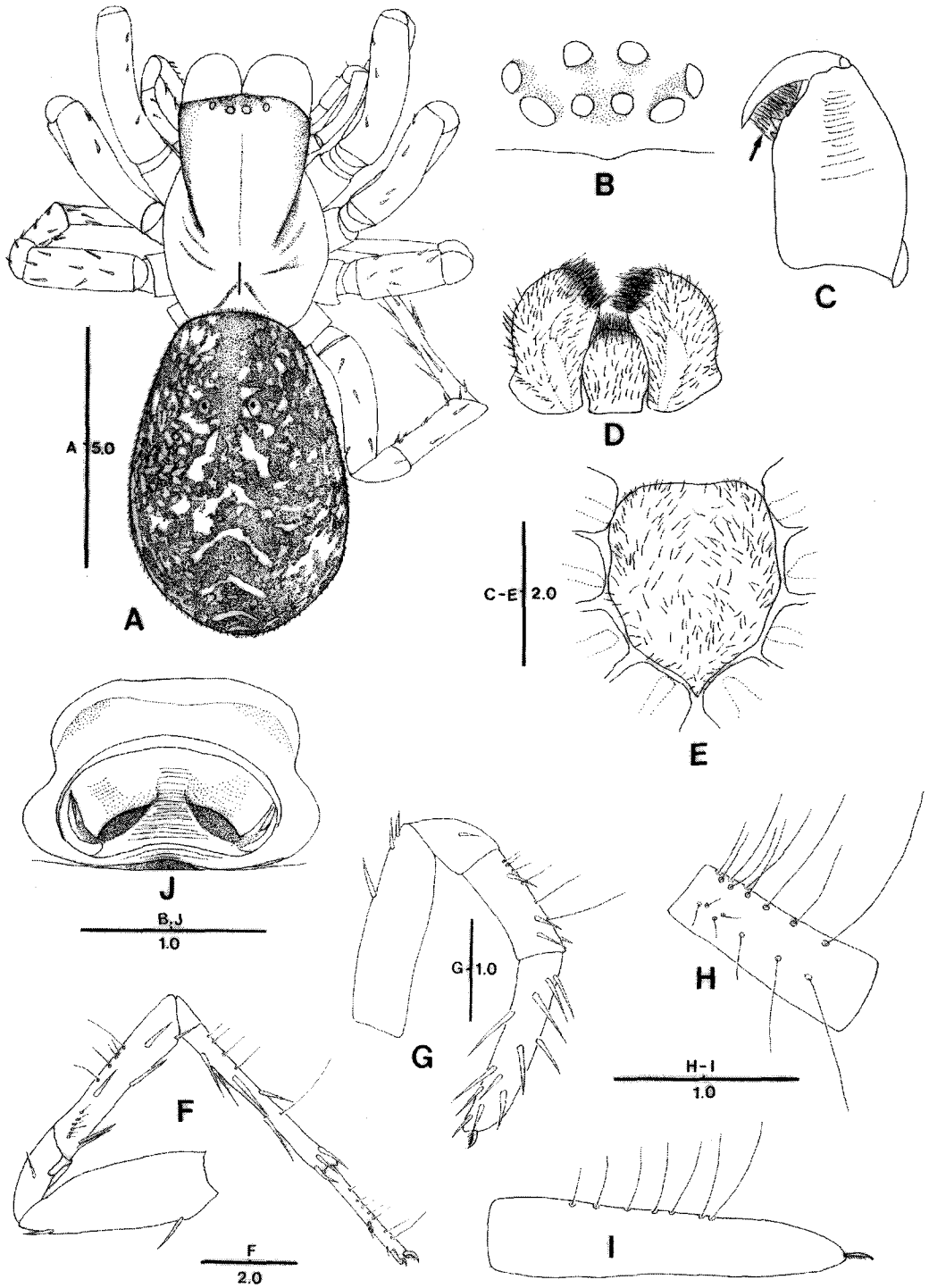


Figure 3-46. *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea, female.
A. Habitus, dorsal view. B. Eye area and clypeus, front view. C. Chelicerae with long setae (allow), left part, posterior view. D. Endite and labium, ventral view. E. Sternum, ventral view. F. Fourth leg, left part, prolateral view. G-I. Palp, left part. H. Tibia, dorsal view. I. Tarsus, dorsal view. J. Epigynum, ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

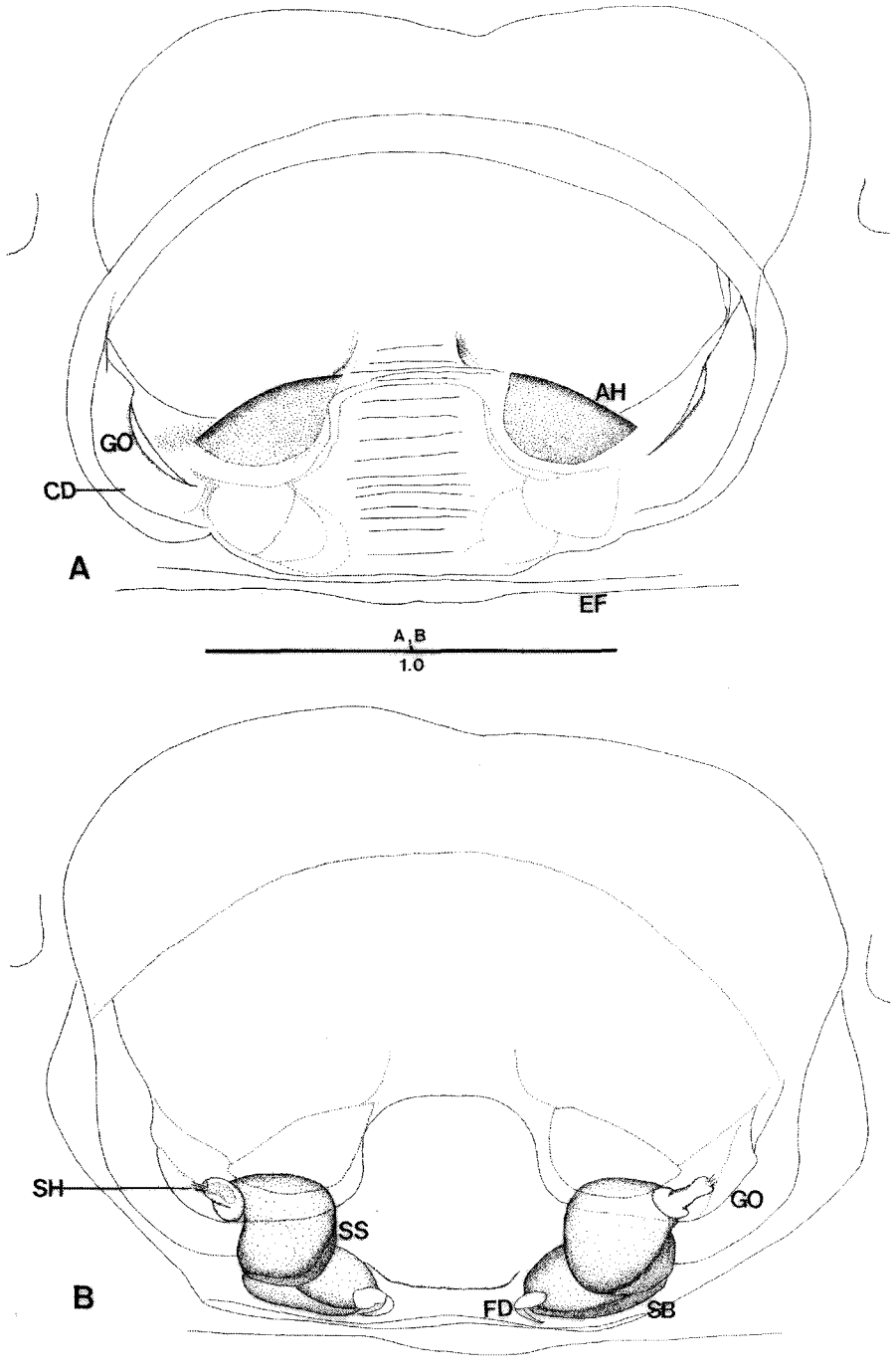


Figure 3-47. *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea, female.
A. Epigynum, ventral view. B. Genitalia, dorsal view.
Note: AH, atrial hood; AS, atrial septum; CD, copulatory duct; EF, epigastric furrow FD, fertilization duct GO, genital opening; SB, spermathecal base; SH, spermathecal head; SS, spermathecal stalk.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

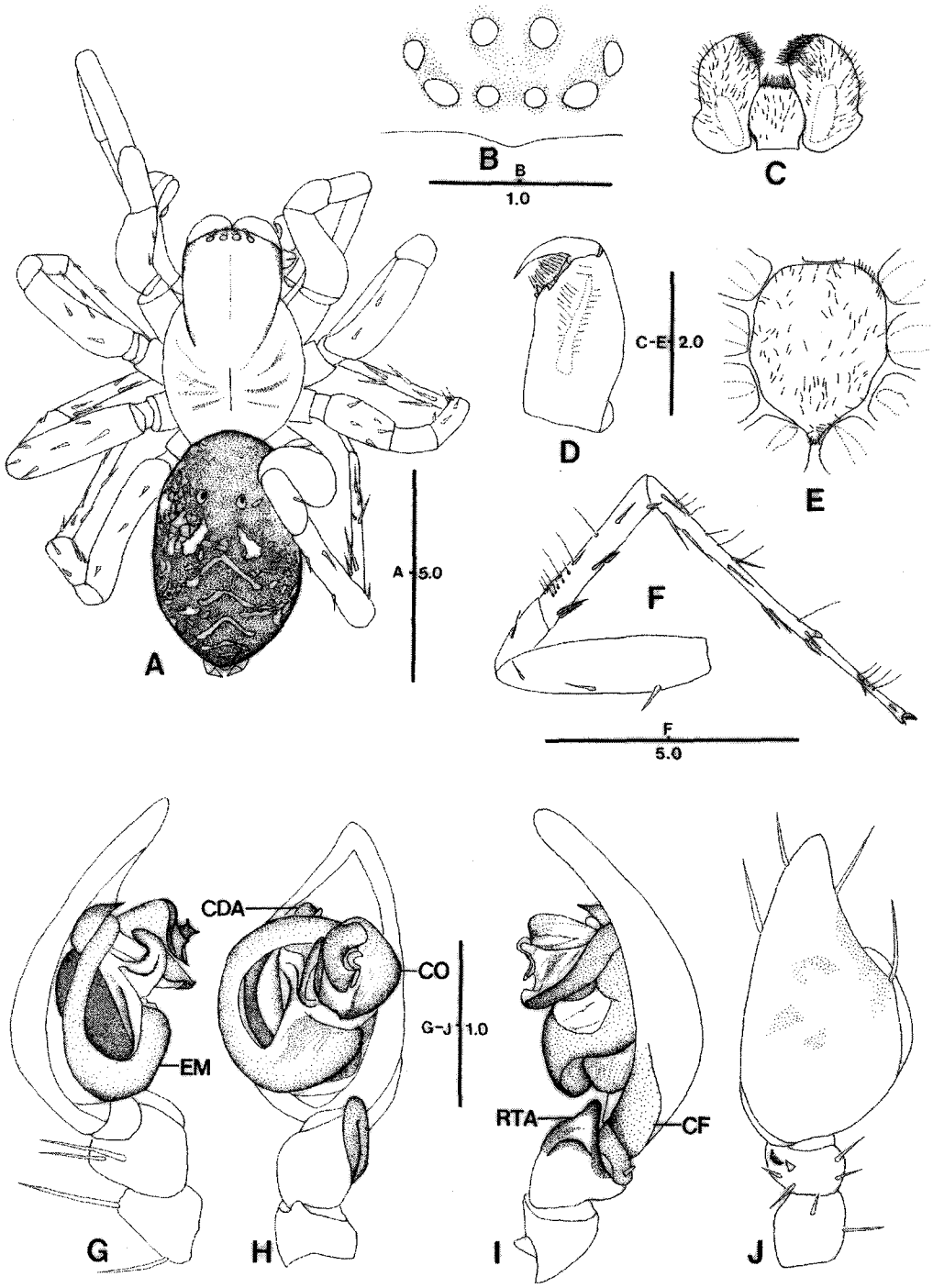


Figure 3-48. *Ambanus coreana* (Paik, 1992) from Korea, male.
A. Habitus, dorsal view. B. Eye area and clypeus, front view. C. Endite and labium, ventral view. D. Chelicerae, left part, posterior view. E. Sternum, ventral view. F. Fourth leg, left part, prolateral view. G-J. Palp, left part, prolateral view (G), ventral (H), retrolateral (I) and dorsal (J). Note: CDA, conductor dorsal apophysis; CF, cymbial furrow; CO, conductor; EM, embolus; RTA, retrolateral tibial apophysis.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

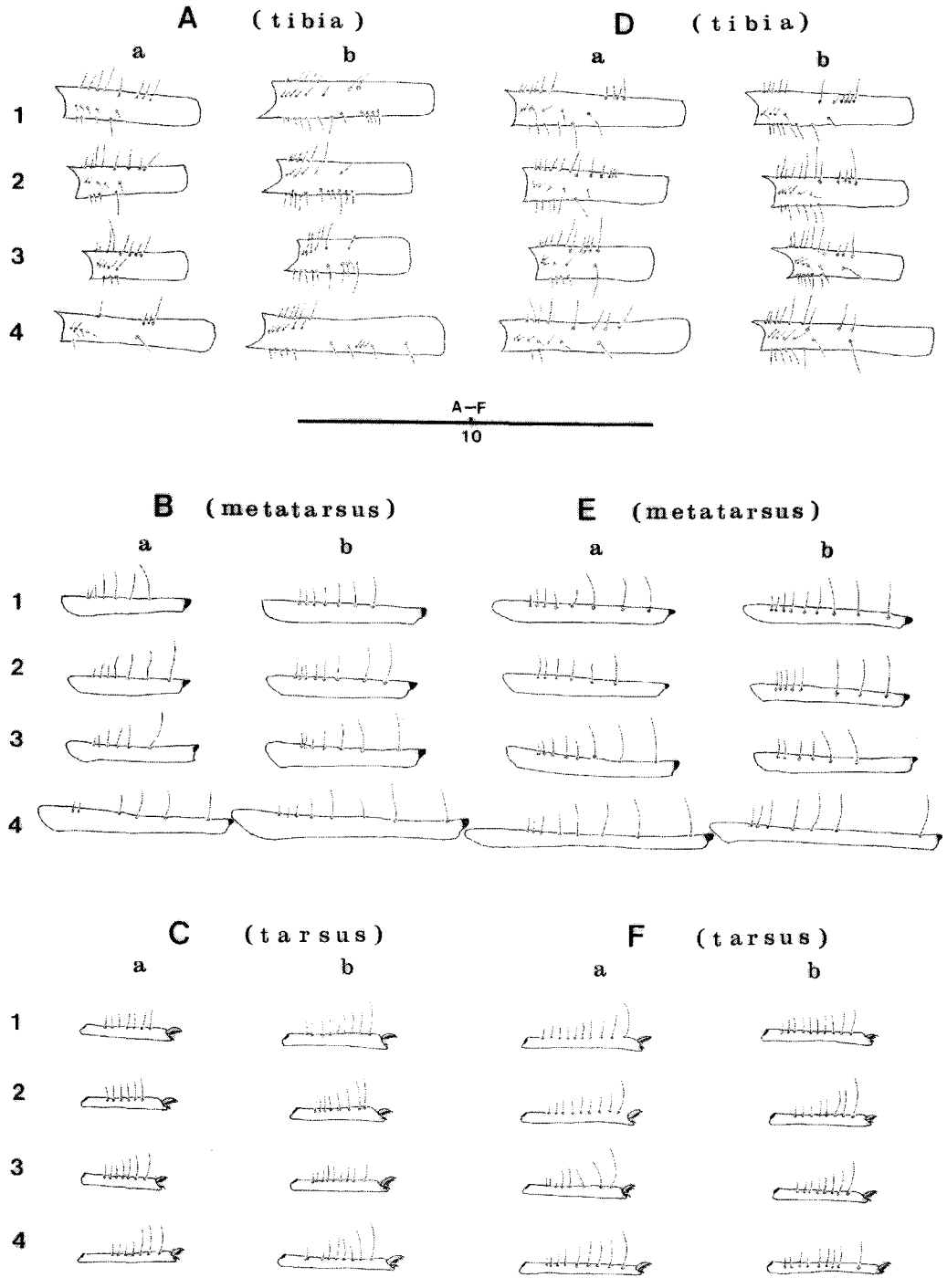


Figure 4-49. Diagram of trichobothrium patterns on the left legs of *Ambanus* spp. in Korea.

A. Female, tibia, dorsal view B. Female, metatarsi, retrolateral view C. Female, tarsi, retrolateral view D. Male, tibia, dorsal view E. Male, metatarsi, retrolateral view F. Male, tarsi, retrolateral view. Note: a, *Ambanus lunatus* b, *Ambanus coreana* 1, first leg; 2, second leg; 3, third leg; 4, fourth leg.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



Figure 3-50. SEM photographs of *Ambanus* spp. in Korea.

A. *Ambanus lunatus*, male palp, left part, ventral view.

B. *Ambanus lunatus*, male palp, left part, distal embolus tip (allow) and conductor.

C. *Ambanus coreana*, male palp, left part, ventral view.

D. *Ambanus coreana*, male palp, left part, embolus distal tip (allow).

E. *Ambanus coreana*, female 4th tarsus, distal trichobothrium and tarsal organ(allow).

F. *Ambanus coreana*, female fourth tarsus, left part, tarsal organ.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

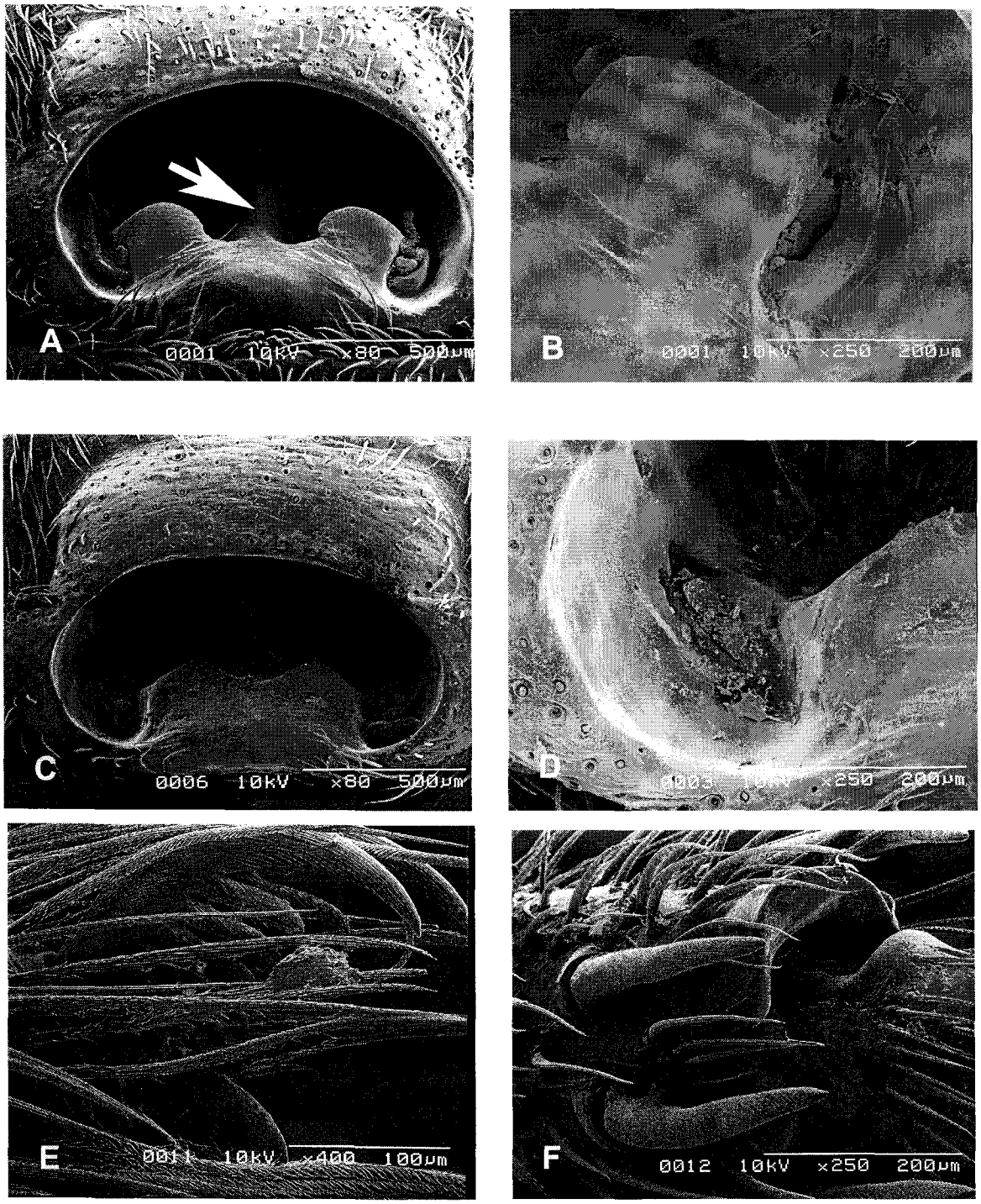


Figure 5-51. SEM photographs of female *Ambanus* spp. in Korea.

A. *Ambanus lunatus*, epigynum with distinct atrial septum (allow), ventral view.

B. *Ambanus lunatus*, epigynum, genital opening, ventral view.

C. *Ambanus coreana*, epigynum, ventral view.

D. *Ambanus coreana*, epigynum, genital opening, ventral view.

E. *Ambanus lunatus*, fourth leg, tarsal claws, left part, prolateral view.

F. *Ambanus lunatus*, 4th leg, distal metatarsus and tarsus, left part, prolateral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(마) 한국산 *Pholcus* 1신종에 관하여

Pholcus gosuensis sp. nov. (고수유령거미) (Figs. 3-(52-54))

Material examined. Holotype: ♂, Gosu cave, Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, 13 Aug. 1984, J. Namkung, in entrance zoon. Paratype: 1♂, 1♀, Gosu cave, Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, 27 Oct. 1975, 1♂, 20 Jan. 1982, Namkung, 1♂6♀, 17 Jul. 1999, 2♀, 1. Nov. 1999, Y.G. Choi, in entrance zoon.

Description.

Male. Prosoma ochre yellow and length/width/height 1.66/1.82/1.21. Carapace slightly wider than length with brownish gray dorsal marks and thoracic furrow (Fig. 1A). Eye pattern as in figs. 1A, C and eye area expanded on carapce diameter AME 1.61㎛, ALE 2.50㎛, PME 1.96㎛, PLE 2.77㎛ distance PME-PME 4.38㎛. Eye ratio, AME<PME<ALE< PLE (100: 122: 155: 172). Clypeus as in fig. 1C, without marks and 6 times of the diameter AME. Chelicerae as in fig. 1D with two pairs of frontal apophyses, FAC1, 2, two pairs of lateral apophyses, LAC1, 2 and length/width, 0.71/0.30. Opistosomacylinder-type, with very indistinct darker spots dorsally and length/width/height, 4.24/1.76/1.88. Labium swelled and entirely fused to sternum. Sternum broadly protruded, not extending between 4th coxae and length/width, 1.18/1.55. Palps as in figs. 2A-E, with one inner apophysis on femur and with large developed procursus that have 3 apophyses, AP1, 2, 3 on distal region, sclerotized prolonged callosity, inflatable area and circular depression site, and globular shaped genital bulb with two organs: embolus dorsally tip hairly and disc-shaped uncus havily sclerotized that is provided with minute scales. No appendix between embolus and uncus. Legs brownish yellow, without spines, without curved and vertical hairs and with 3 three tarsal claws. leg 1, 40.79 (femur 11.93, patella 0.64, tibia 11.93, metatarus 14, tarsus 2.29); leg 2, 30.86 (8.57, 0.64, 7.93, 12.29, 1.43); leg 3, 21.28 (6.07, 0.64, 5.29, 8.21, 1.07); leg 4, 28.06 (8.5, 0.64, 7.21, 10.57, 1.14).

Female. In general very similar to male. Tip of palpal tarsus as in fig. 1E. Prosoma length/width/height 1.61/1.70/1.36. Opistosoma length/width/height, 4.09/2.58/2.49; chelicerae length/width, 0.58/0.27; chelicera fang length, 0.21; clypeus height, 0.58; endite length/width, 0.42/1.12; labium length/width, 0.39/0.61; sternum length/width, 1.64/1.94; diameter AME 1.06㎛, ALE 1.28㎛, PME 1.38㎛, PLE 1.28㎛ distance PME-PME 2.02㎛ leg 1 (femur 9, patella 0.64, tibia 9.5, metatarus 15. 3, tarsus missing); leg 2, 24.71 (6.64, 0.57, 6.14, 10.07, 1.29); leg 3 (4.93, 0.57, 4.5, 6.79, missing); leg 4 (6.857, 0.571, 6.21, missing, missing). Epigynum as in fig. 3A-C, consisting of frontal plate with worm-shaped "knob" (HPE)and posterior plate swelled. Female genitalia as in fig. 3D with a pair of circular seclerotized arch of uterus externus, one triangular in middle and a pair of small archs in upper region.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

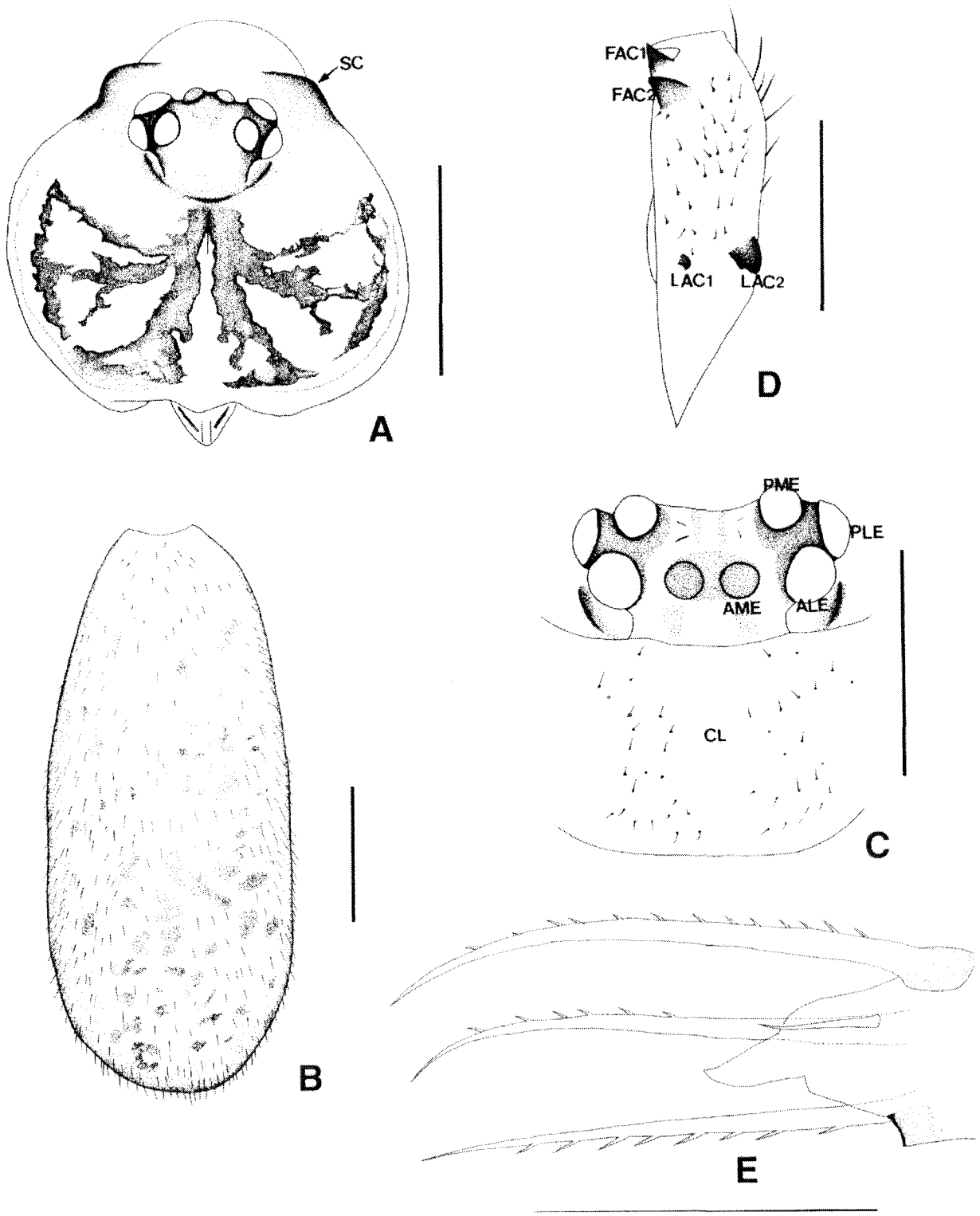


Fig. 3-52. *Phocus gusuensis* sp. nov. (A-D, male; E, female)
A. Cephalothorax, dorsal view B. Abodomen, dorsal view
C. Eye area and clybius, frontal view D. Right chelicerae, frontal view
E. Tip of female palp, left part, retrolateral view
(Scale bars: A-D, 1mm D 0.5mm, E 0.1)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

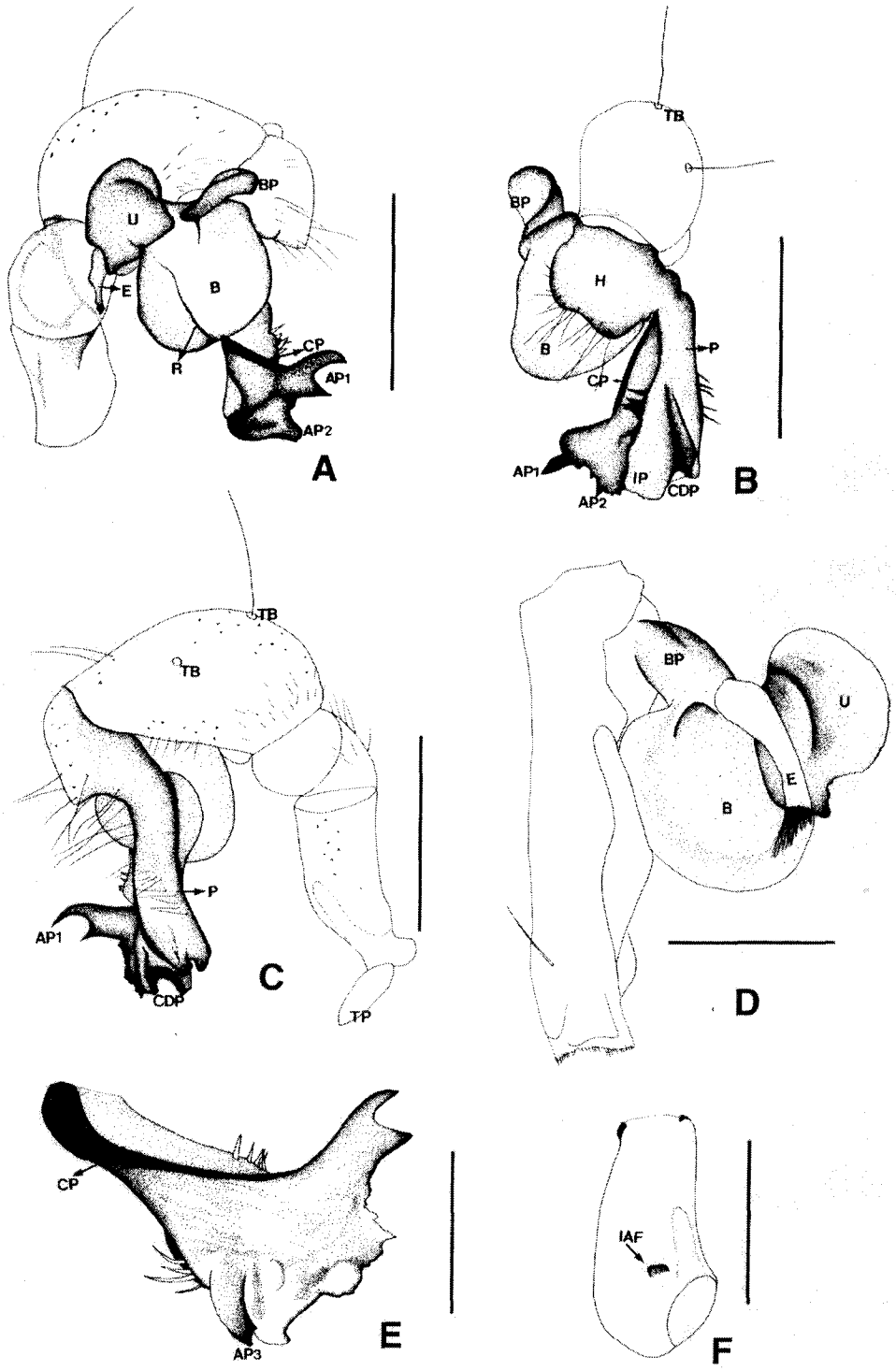


Fig. 3-53. Male palpal organs of *Pholcus gosuensis* sp. nov.(left part)
A. Bulb and procursus, inner ectal view
B. Procursus, frontal view
C. Procursus, outer ectal view
D. Uncus and embolus, ectal view
E. Procursus, inner ectal view
F. Fumer, inner ectal view
(Scale bars: A-C, 1mm; D-F, 0.5mm)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

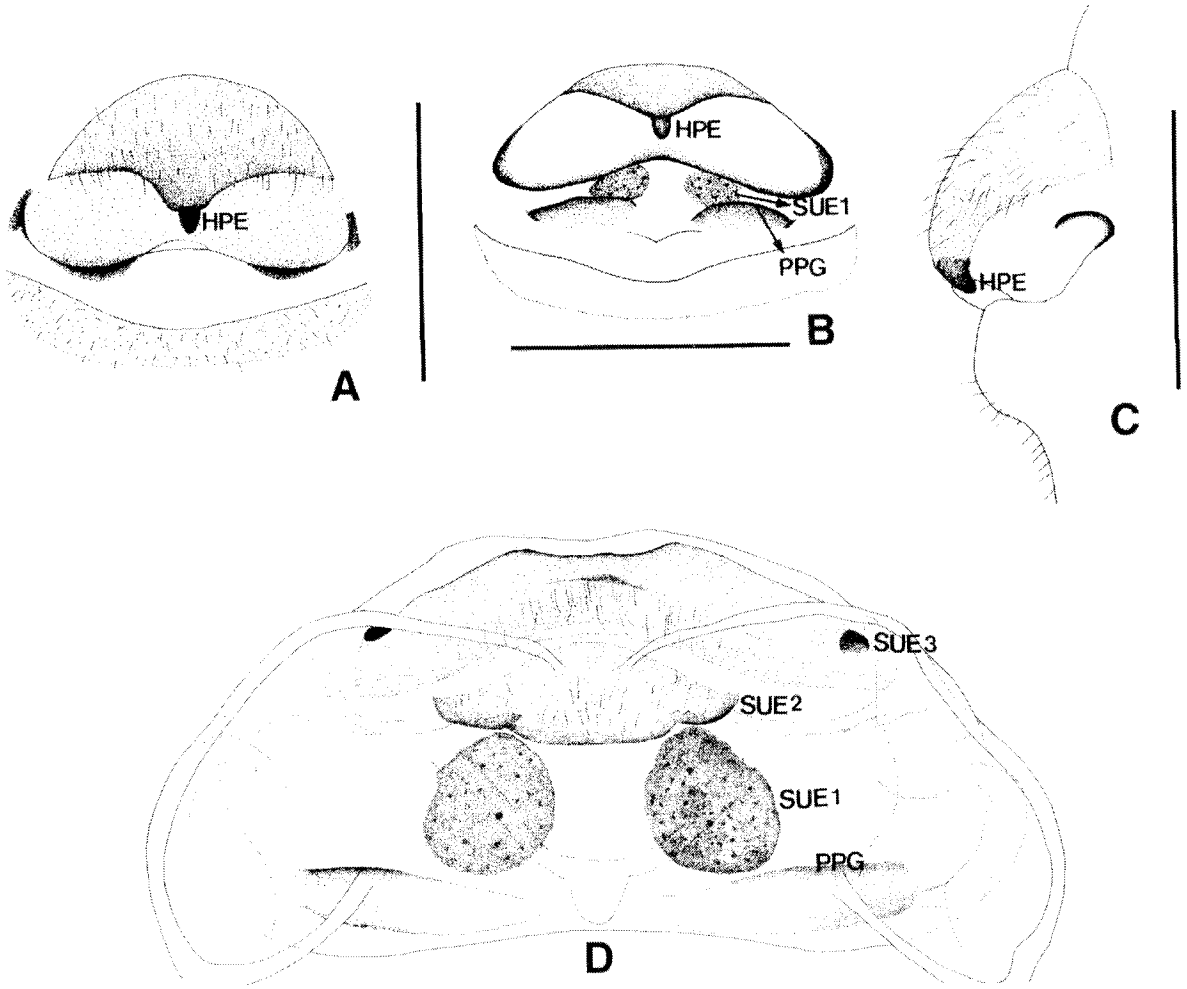


Fig. 3-54. Female of *Pholcus gosuensis* sp. nov.
A-C. Epigynum; A. ventral view B. posterior view C. laterial view
D. Genitalia, ventral view (Sclae bars: A-C, 1mm; D, 0.1mm)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(바) 한국산 굴폴호마거미(*Porrhomma convexum*, ?)에 관하여

한국 동굴산 *Porrhomma* 속에는 2종이 알려져 있으며 이 중에서 굴폴호마거미가 잘 알려져 있다. 본 2차년도 연구에서는 만장굴에서 채집된 *Porrhomma* sp. 일종을 정밀분석하는 중이며 특히 8개의 눈을 가진 다른 *Porrhomma* 속의 거미류와 다르게 3개, 4개, 등 눈의 퇴화가 확연히 보이는 성숙한 개체에 대해 세부 분석 중이다. 또한 본 속에 대한 분류학적 재정리를 하고 있는 중이다.

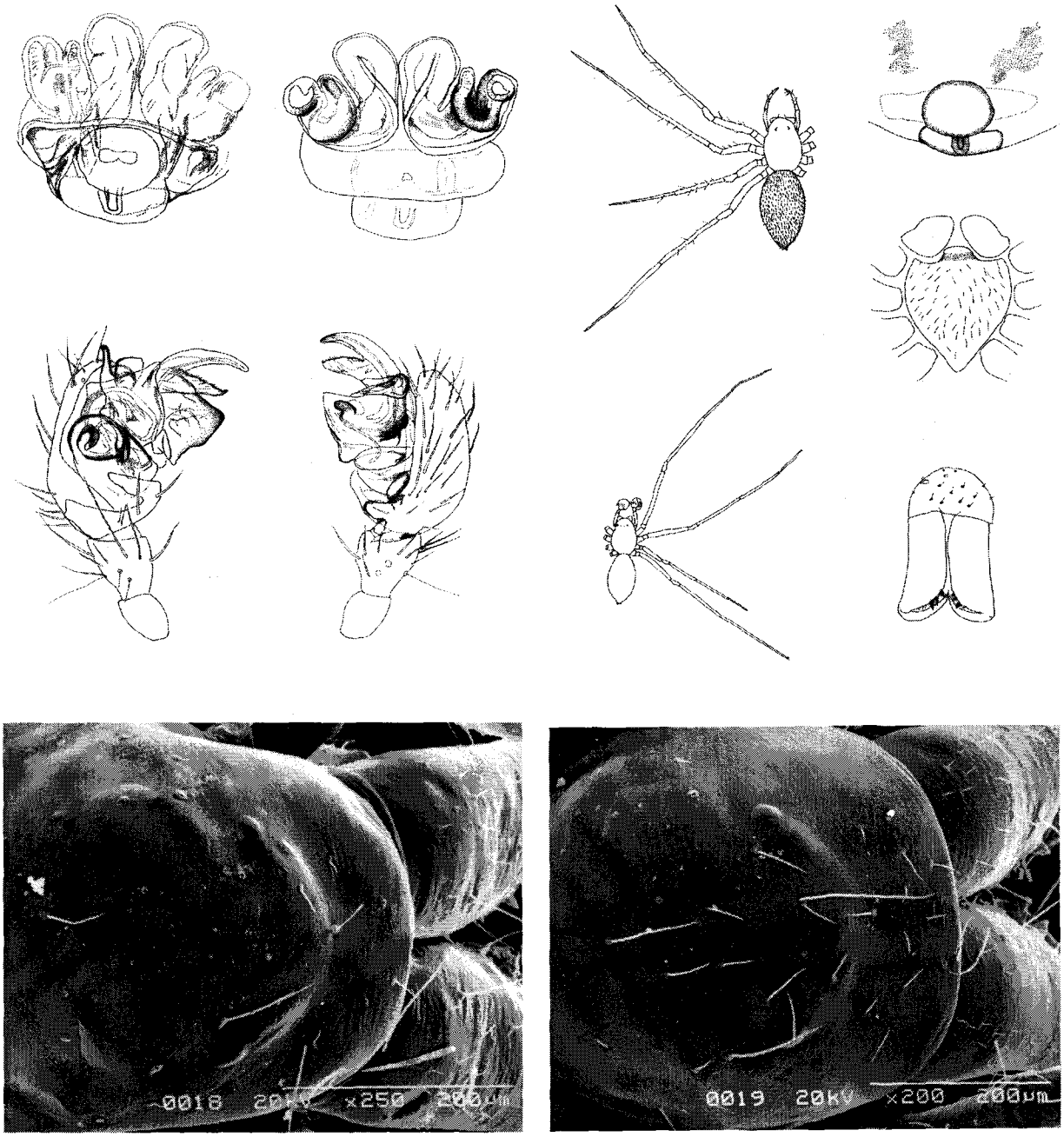


Figure 55. *Porrhoma convexum* in Cave Manjang, Jeju city.
[Upper, Male palpal organ and female genitalia; Lower, SEM photo of eye]

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(사) 한국산 도토리거미(*Conculus simboggulensis*)에 관하여

전 세계적으로 희귀한 *Conculus* 속에는 3종(*C. grossus*(뉴기니아), *C. simboggulensis*(한국), *C. lyugadinus*(한국, 일본)이 보고되어져 있다(Platnick, 2005). Namkung(2002)은 일본산 *C. lyugadinus* Komatsu, 1940이 *C. simboggulensis* Paik, 1971과 동일종으로 취급하였고 단순한 표시(=) 뿐인 내용의 글을 발표하였고 국내에선 그의 보고를 따르는 추세이지만 국제 거미목록(Platnick, 2005)에서 아직도 도토리거미를 인정하고 있다. 본 2차년도 과제에서는 영치굴에서 채집된 수컷을 정밀 분석하였고 현재 모식동굴인 심복굴 표본을 확보하기 위해 계속 추진 중이다. 또한 2mm 이하의 아주 작은 거미류인 본 종의 모식종(논문상 경북대학교 소장)은 현재 계명대학교 서보근 교수님이 보관하시는 것으로 알려져 있으나 확인할 수 없었으며 현재 일본산과 비교하기 위해 여러 일본 거미학자와 교류 중이다.

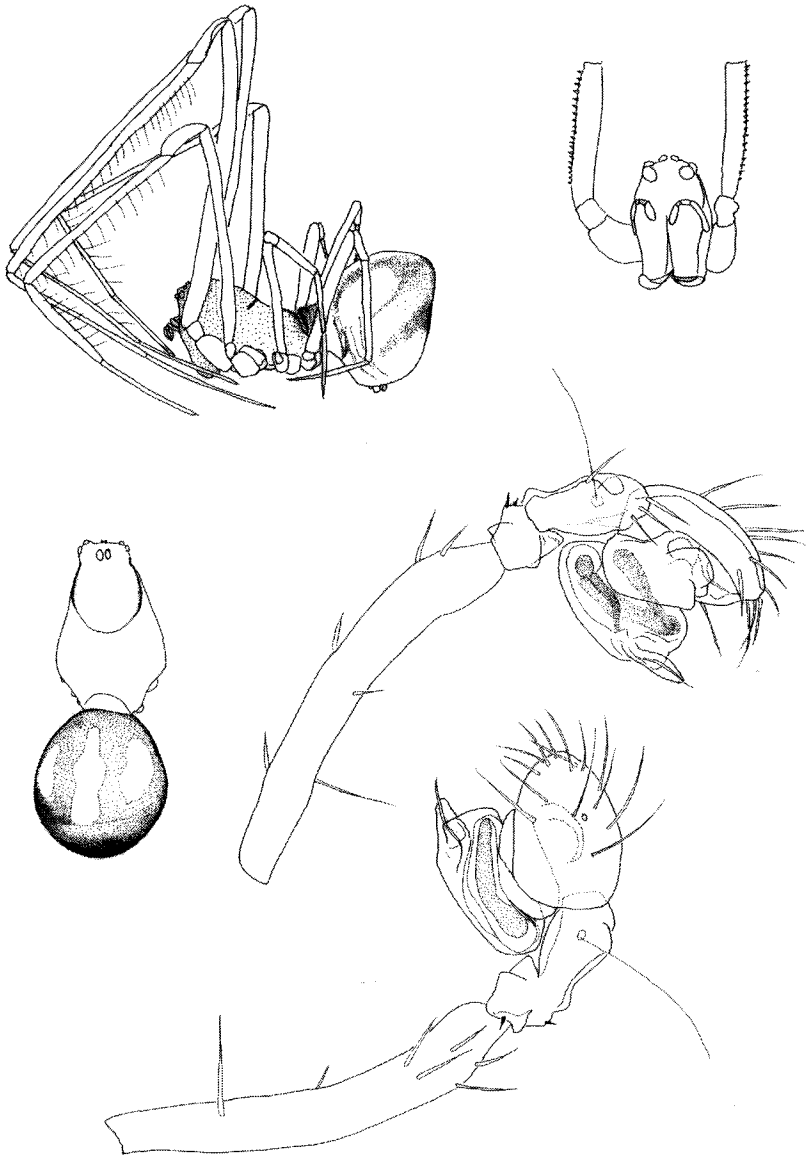


Figure 3-56. *Conculus simboggulensis*, male, in Simbukgul.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(아) 한국산 알거미과 *Opopaea* sp.에 관하여

3mm 미만인 알거미과에는 전 세계적으로 300종 가량이 알려져 있으며 한국에는 2종(*Gamasomorphae cataphracta*(진드기거미), *Ischnothyreus narutomii*(갑옷진드기거미))이 라려져 있다. 본 연구과제에서는 한국산 미기록속인 *Opopaea* sp.(일본산 *Opopaea sharakui*) 수컷을 영치굴에서 확보하여 정밀 분석 중이며 기존의 표본 중에서 *Orchestine* sp.(미기록속)과 함께 논문 투고 준비 중이다.

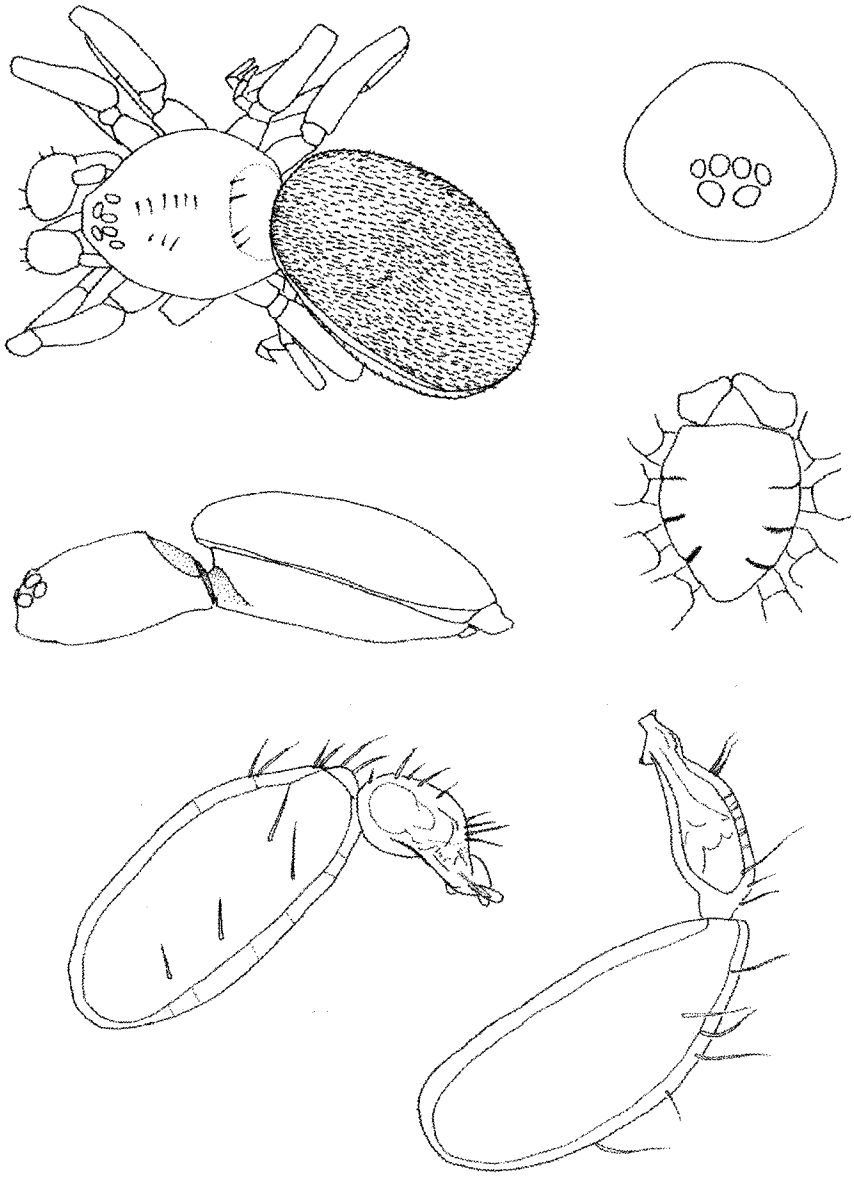


Figure 3-57. *Opopaea* sp. male, in Yongchigul.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(자) 한국 동굴 모식산지에서 채집된 거미류 고유종 목록

총 22종의 한국 동굴산 거미류 고유종이 보고되었으며 4종(굴가게거미, 백명잔나비거미, 육눈이애접시거미, 굴접시거미)은 원기재 이후 아직까지 한번도 보고가 없는 희귀종이다. 본 연구에서는 이 중에서 17종의 표본을 모식산지에서 확보하였고 2종(고려가게거미, 민자가게거미)은 이미 재정리하여 발표한 종들이다. 나머지 종들에 대한 세부적인 분석 및 재정리가 진행 중이다.

(*, 확보하지 못한 한국산 거미류 고유종 표본)

Order Araneae 거미목

1. *Blabomma uenoi* Paik et Yaginuma, 1969 굴가게거미 (환선굴)
2. *Draconarius coreanus* (Paik et Yaginuma, 1969) 고려가게거미(성굴)
3. *Asiacoelotes songminjae* (Paik et Yaginuma, 1969) 민자가게거미(영치굴)
4. *Dolichocybaeus whansunensis* (Paik et Namkung, 1967) 환선굴뚝거미(환선굴)
5. *Leptoneta coreana* Paik et Namkung, 1969 고려잔나비거미(모산굴)
6. *Leptoneta handeulgulensis* Namkung, 2001 한들잔나비거미(한들굴)
7. *Leptoneta hogyegulensis* Paik et Namkung, 1969 호계잔나비거미(호계굴)
8. *Leptoneta hwanseonensis* Namkung, 1987 환선잔나비거미(환선굴)
*9. *Leptoneta paikmyeonggulensis* Paik et Seo, 1984 백명잔나비거미(백명굴)
10. *Leptoneta secula* Namkung, 1987 마귀잔나비거미(마귀굴)
11. *Leptoneta simboggulensis* Paik, 1971 심복잔나비거미(심복굴)
12. *Leptoneta soryongensis* Paik et Namkung, 1969 소룡잔나비거미(소룡굴)
13. *Leptoneta waheulgulensis* Namkung, 1991 와흘잔나비거미(와흘굴)
14. *Leptoneta yongdamgulensis* Namkung, 1969 용담잔나비거미(용담굴)
*15. *Allomengea bombawigulensis* Namkung, 2001 범바위입술접시거미(범바위굴)
16. *Allomengea coreana* (Paik et Yaginuma, 1969) 입술접시거미(심복굴)
*17. *Jacksonella sexoculata* Paik et Yaginuma, 1969 육눈이애접시거미(호계굴)
*18. *Lepthyphantes cavernicola* Paik et Yaginuma, 1969 굴접시거미(고씨굴)
19. *Nesticus coreanus* Paik et Namkung, 1969 반도굴아기거미(용담굴)
*20. *Nesticus kyeongkeomsanensis* Namkung, 2001 경검산굴아기거미(경검산굴)
21. *Nesticella quelpartensis* (Paik et Namkung, 1969) 제주굴아기거미(성굴)
22. *Pholcus gosuensis* Kim et Lee, 2004 고수유령거미(고수동굴)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(2) 한국 동굴산 배각류

(가) 등줄굴노래기(*Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938)에 관하여

: 한국 동굴산 생물의 효시로써 현재 독일 함부르크 박물관에 모식표본이 소장되어 있으며 원기재 이후 정확한 기재나 보고가 없는 실정이다. 대부분의 동굴에서 발견되는 대표적인 동굴산 생물이지만 육상의 비슷한 환경 조건에서는 보고된 바 없다. 현재 137개의 동굴에서 확인되고 있다.

기재:

표본은 암컷 3마리 수컷 3마리이고, 몸길이는 약 35 ~ 45 mm, 마디는 약 38 ~ 46절을 갖는다. 몸은 얇고 길며 원통모양 이다. 몸의 색은 하얀색 또는 연한 노란색을 띠며 연한 분홍색을 띠는 개체도 있다. 몸은 머리와 몸통으로 구성되어 있으며, 여러 개의 체절로 이루어져 있다. 머리는 작고 둥글며, 한 쌍의 안테나를 가진다. 안테나는 안테나 소켓에 위치하며, 안테나 주변에 몇 개의 털이 있다.(Lim 2001) 이 종은 진동굴성으로서 눈이 퇴화 되었다. 머리는 껍질과 부속기관으로 구성되어 있고, 머리의 아랫부분은 구기와 여러 판으로 구성되어 있다.

안테나의 모양은 얇고 길며, 끝부분이 곤봉모양 이다. 하나의 가지로 되어있으며, 총 6마디와 기저부분으로 구성되어있다. 6번째 마디 끝에는 4개의 원통모양인 감각기관이 있다. 5번째 마디 끝부분에는 많은 양의 짧고 굵은 털들이 양쪽으로 배열되어 있으며, 4번째 마디 끝부분 둘레에도 많은 양의 짧고 굵은 털이 둘러싸고 있다. 각 마디의 끝부분에는 다른 털들에 비해 긴 털들이 4~8개 정도로 존재한다. 4~6마디는 털이 많은 편이고 1~3마디로 갈수록 털은 줄어든다.

구기는 한 쌍의 턱으로 구성되어있으며, 윗 턱과 상동 하는 하나의 판으로 된 ganthochil-arium이 있다(Lim 2001).

턱은 두 쌍으로 구성되며 두 개로 단편화된 gena 또는 기저가 있다. 단단한 앞쪽 턱의 부분은 여러 절로 구성되었다.

Ganthochilarium(턱부분)은 노래기의 목을 분류 할 때 사용되기도 한다. 턱 부분의 가장 앞 쪽에는 3 쌍의 촉수가 있으며, 이는 물질 수송 기능한다. 촉수 바로 위쪽에는 한 쌍의 얇은 판(lamellae)이 있으며, 각 얇은 판에는 4개의 털이 있다. 그 사이에는 하나의 praementum이 있다. 위로는 이들을 감싸고 있는 접교절이 한 쌍 존재한다. 구기 양쪽으로 하여 긴털 2쌍이 양 끝으로 나있고, 입주변에는 짧은 털들이 9쌍 존재한다. 오직 한 개체의 male 구기주변에 빗자루 모양의 털을 발견 할 수 있었다.

몸통은 여러 체절로 이루어져 있으며, 각 체절은 완전한 원 모양을 하고 있다. 머리부터 8~10체절 정도는 다른 체절에 비해 얇은 편이다. 허물을 벗을 때 마다 체절의 수가 증가한다(Lim 2001). 따라서 유생시기에는 항상 성체의 체절보다 그 수가 적다. 각 체절은 몇 개의 경피와 배판, 한 쌍의 흉막과 한 쌍의 흉골로 구성되어 있다. 흉골은 부속지를 지지한다. 모든 경피는 각 체절과 융합하였지만, 경피의 경계부분은 확실히 구분되어진다. 첫 번째 체절에는 단지 배판과 목(collum)을 가지며 경피와 흉골은 구분 되어있지 않다. 두 번째, 세 번째 체절은 모두 갖추고 있지만 한 쌍의 흉골을 가진다. 1~3번째 체절과 꼬리부분을 제외한 모든 체절

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

은 경피, 배판, 흉막, 흉골을 정상적으로 모두 가진다.

체절은 앞쪽으로 앞 체절에 덮히는 prozonite와 뒤쪽으로 보이는 체절 metazonite로 되어있다. 각 제절에서 모든 prozonite의 직경은 metazonite의 직경보다 약간 작다 (Lim 2001). 6번째 체절부터 ozopore가 존재하며 뒤쪽 몇 개의 체절에는 존재하지 않는다. 이는 metazonite의 가운데 쪽에 위치한다. Ozopore의 기능은 위험에 처했을 때 고약한 냄새나 액체를 배출하므로 상대를 멀리 하게 된다(Huth 2000).

걷는 다리 총 6마디이며 마지막에 발톱을 가지고 있다. 각 체절마다 다리는 두 쌍이 존재하며 2~4번째 체절은 각각 한 쌍의 다리를 가진다. 또한 첫 번째 체절과 꼬리 부분의 두 체절은 다리를 갖지 않는다. 또한 모든 다리의 발톱은 같은 모양이지만 첫 번째 다리 발톱은 약간 다른 모양으로 발톱 안쪽으로 작은 돌기를 가진다. 첫 번째 다리로 암수 구분이 가능 한데, 수컷의 첫 번째 다리의 5번째 마디에 갈고리가 존재하지만 암컷의 경우에는 갈고리가 없다. 첫 번째와 두 번째 다리는 다른 다리에 비해 크기가 축소되었다. 다리의 각 마디는 저절, 앞대퇴골, 대퇴골, 뒷대퇴골, 경절, 부절, 발톱으로 이루어져 있다. 저절(coxa)은 가장 기저부로서 흉골에 부착 되어있다(Lim 2001). 또한 저절 바로 위쪽으로는 호흡기관이 있으며 이들은 배쪽으로 호흡을 하게 된다.

생식기 수컷의 gonapod는 7번째 체절에 있으며 8~9번째 다리가 변하여 생기게 된다. 마지막 변태를 하면서 성체가 되었을 때 gonapod가 출현하게 된다. gonapod는 액체를 옮기는 관이며 정자를 만드는 기능을 한다. 교미 전에 gonapore를 통해 주입된 정자들은 gonapod에 담겨져 있게 된다. gonapod는 3부분으로 나눠 볼 수 있다. 각각은 쌍으로 존재한다. 가장 바깥쪽에 위치한 한 쌍의 gonapod 중 일부는 끝 쪽에 긴 두개의 털과 짧은 두개의 털로 네 개의 털이 존재한다. 가운데에는 세 개의 털이 있다. 두 번째 gonapod 한 쌍은 관 모양을 하고 있다. 내부에서부터 물질 이동이 가능하게 되어있다. 위쪽 부분에는 갈색의 작은 관과 연결 되어있다. 가장 안쪽에는 한 쌍의 가늘고 긴 flagellae가 있다. flagellae는 꼬여있는 형태로 한쪽 면에는 가는 털들이 많이 있다. 끝 부분에는 3개 정도 선이 꼬여 갈퀴처럼 보인다. flagellae의 앞으로 꼬여있는 부분의 끝에는 몇 개의 털이 존재한다.

음경은 체절의 두 번째와 세 번째 사이에 존재하며 두 번째 다리의 coxa 부분 쪽에 있다. 또한 암컷의 난관이 연결된 음문도 두 번째와 세 번째 체절 안 쪽으로 위치하고 있다.

꼬리마디는 마지막 부분의 체절로 배 쪽의 판과 한 쌍의 항문껍질로 이루어져 있다. 꼬리마디에는 많은 털들이 있고 다리는 존재하지 않는다.

분포: 한국에서 보고된 대부분의 석회암 동굴

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

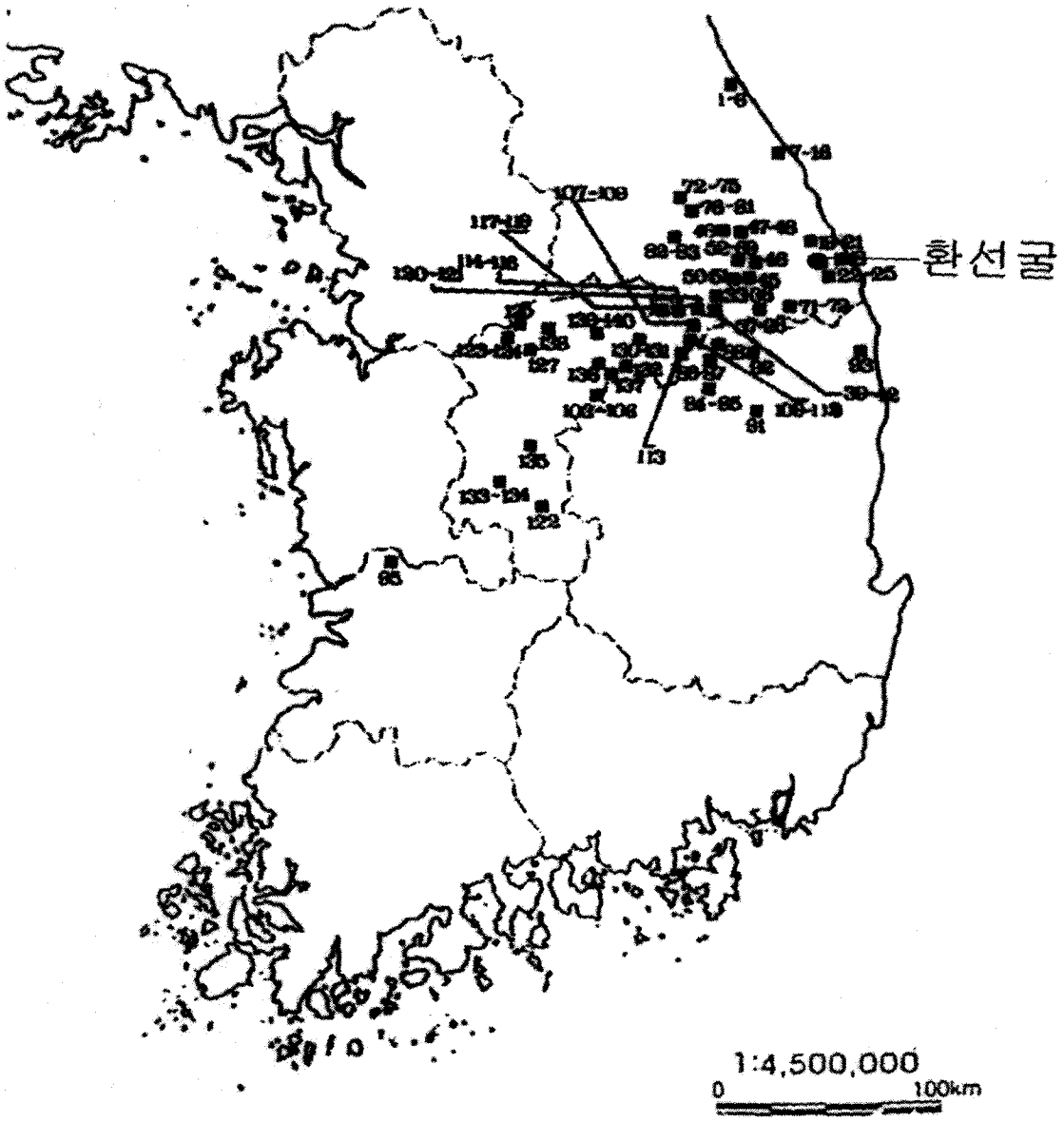


Figure 3-58. Distribution of *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, in 137 Korean limestones (2006)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

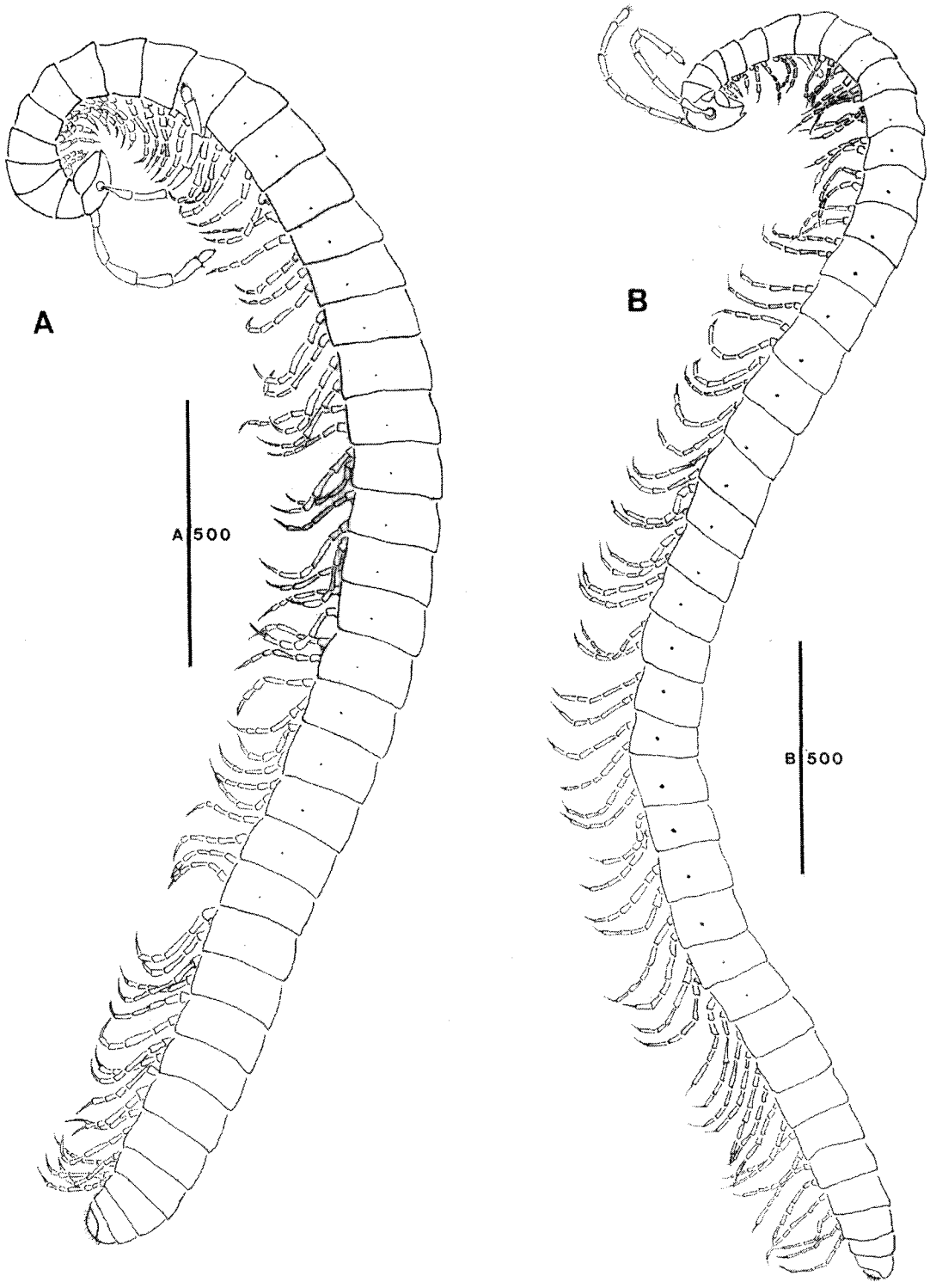


Figure. 3-59. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, Cave Whansun.
A. Habitus (female), lateral B. Habitus (male), lateral

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

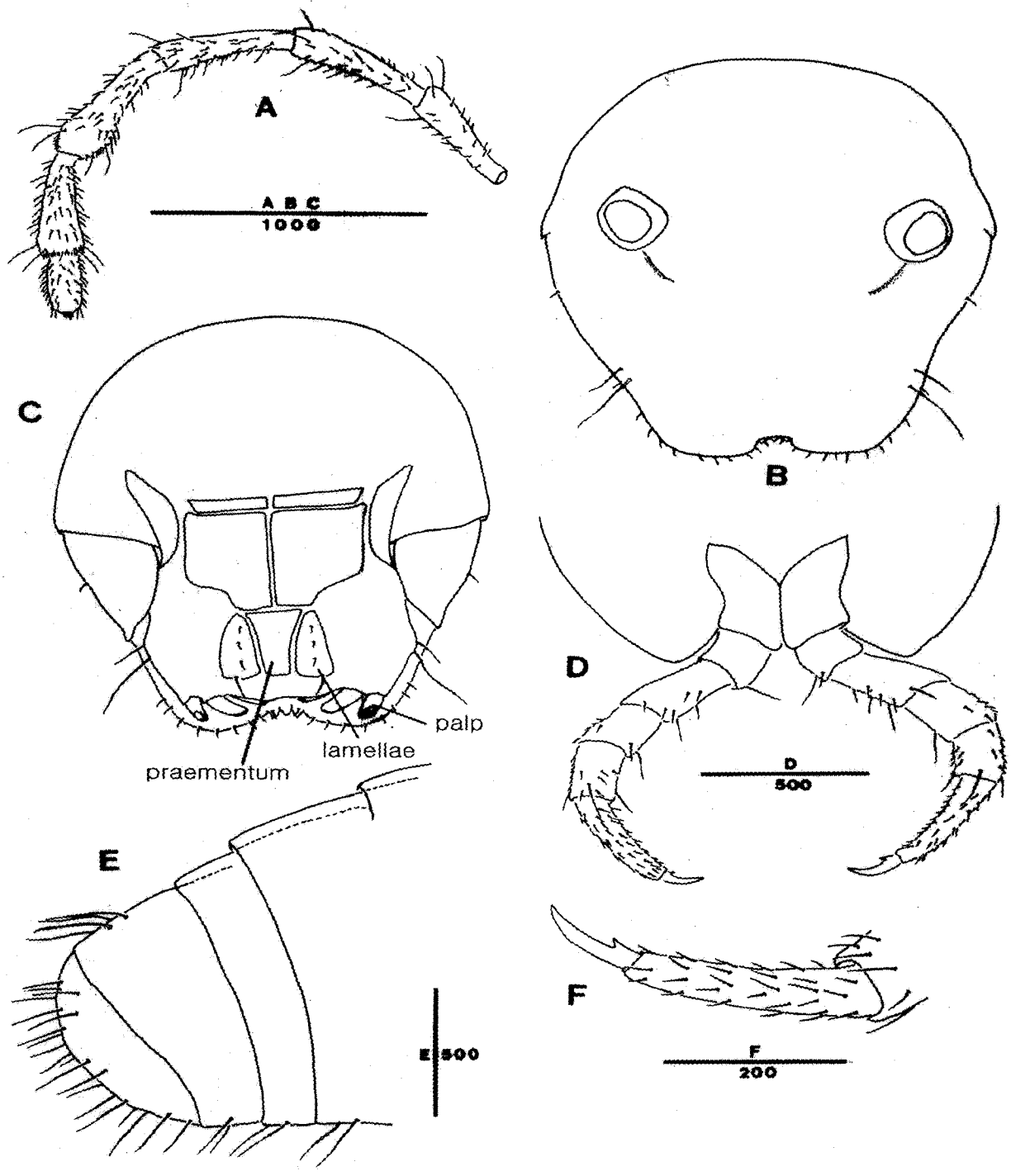


Figure 3-60. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, female, Cave Whansun
A. antenna, lateral. B.head C. head and ganthochilarium. D. frontal aspect of 1st leg E. telson. lateral. F. first leg, sixth segment and claw

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

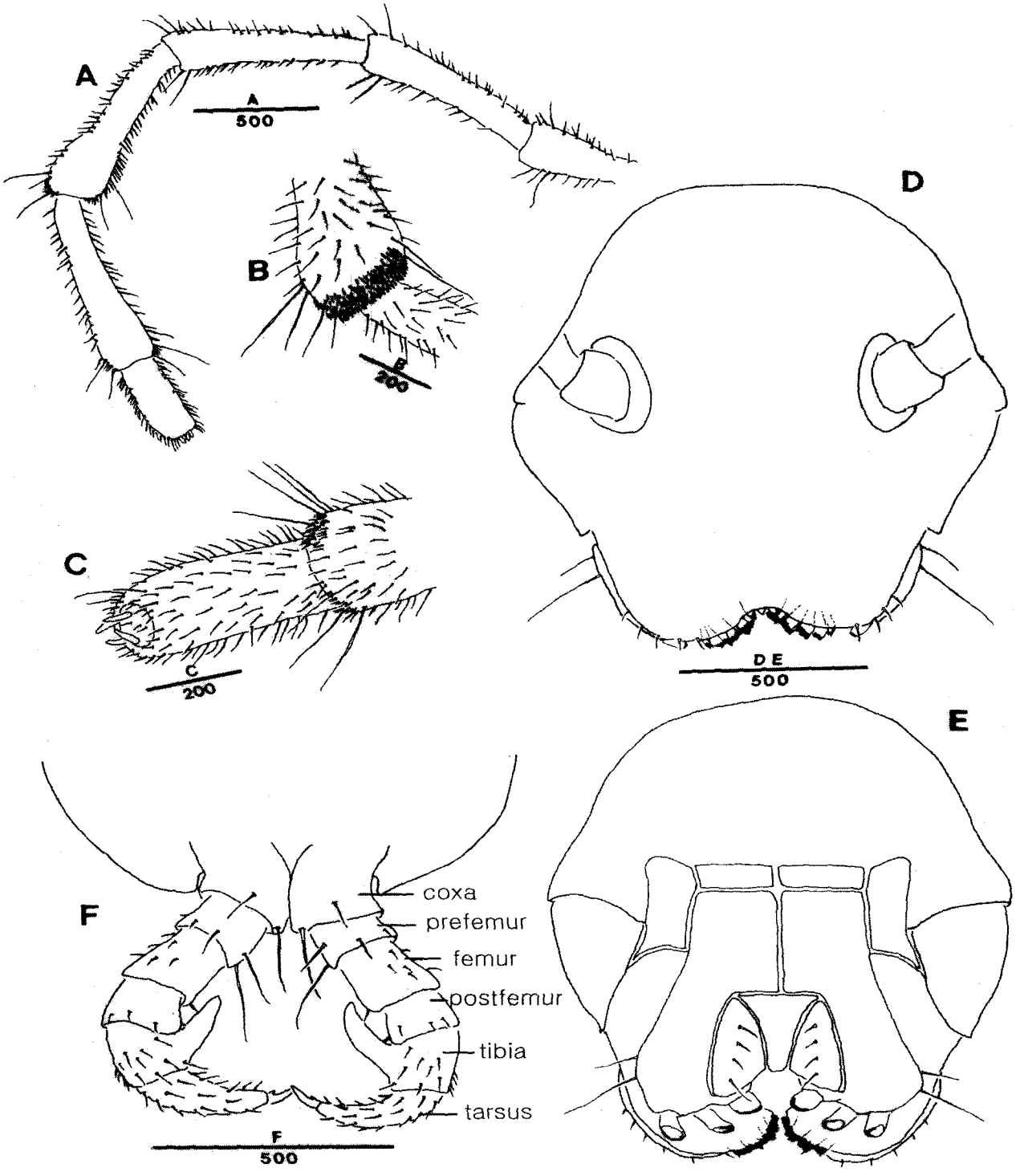


Figure 3-61. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, male, Cave Whansun.
A. antenna. B. fifth segment of antenna. C. sixth segment of anten- na. D. frontal aspect of head E. head and ganthochilarium F. frontal aspect of 1st leg

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

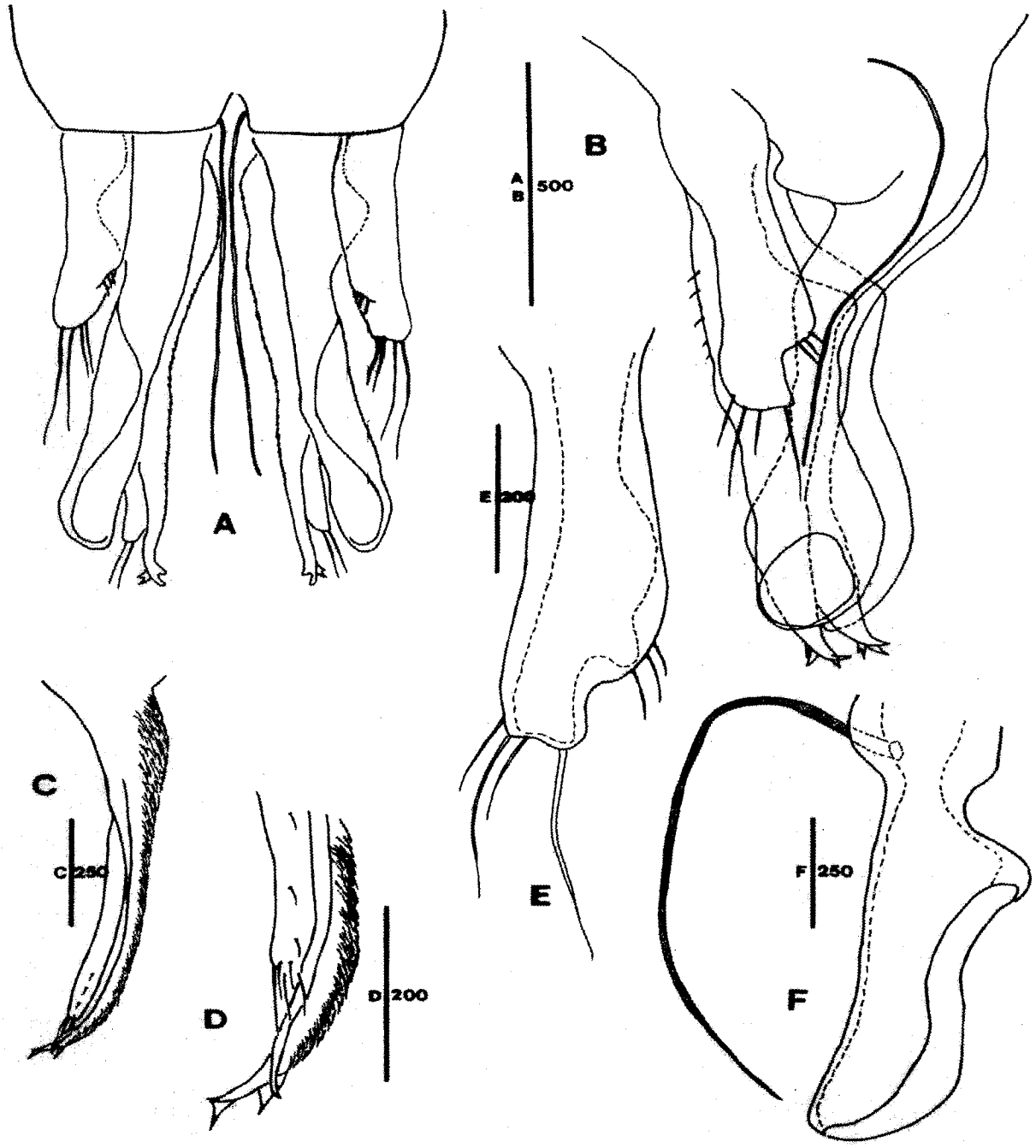


Figure 3-62. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938, male, Cave Whansun.
A, Caudal aspect of anterior gonapod. B, sides of gonapod C and D, gonapod, caudo-lateral aspect. E. gonapod, lateral. F. gonapod, lateral.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

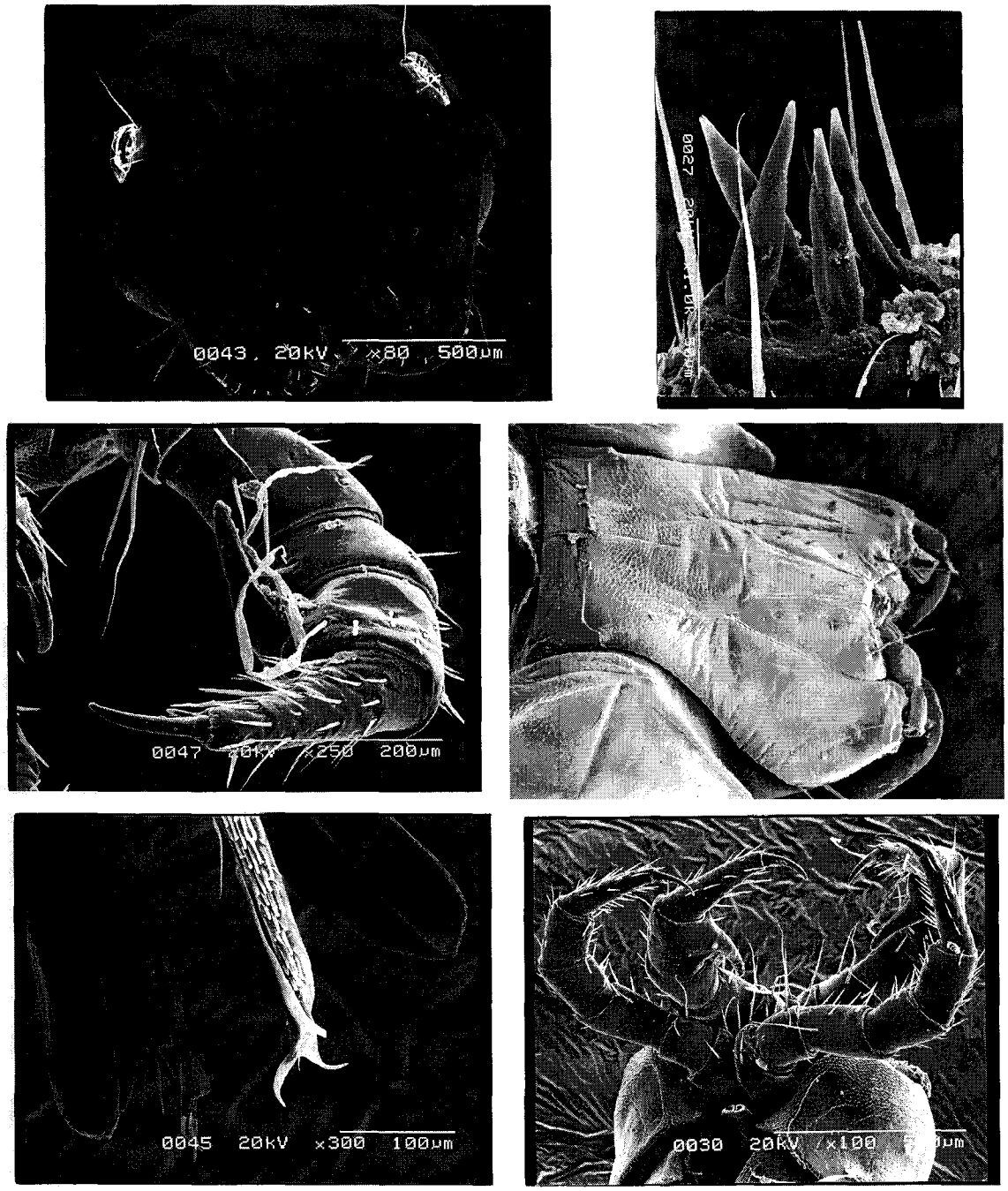


Figure 3-63. SEM photos of *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938

a. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff,1938 (female) frontal aspect of head

b. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff,1938 (female) terminal of antenna

c. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938(female) ganthochilarium, posterior

d. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 (male) 3-6th segment of first leg

e. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 (male) first and second legs, penis

f. *Antrokoreana gracilipes* Verhoeff, 1938 (male) caudal aspect of anterior gonapod.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(나) 배각류의 분포도 및 총목록

① 한국산 배각류의 분포도

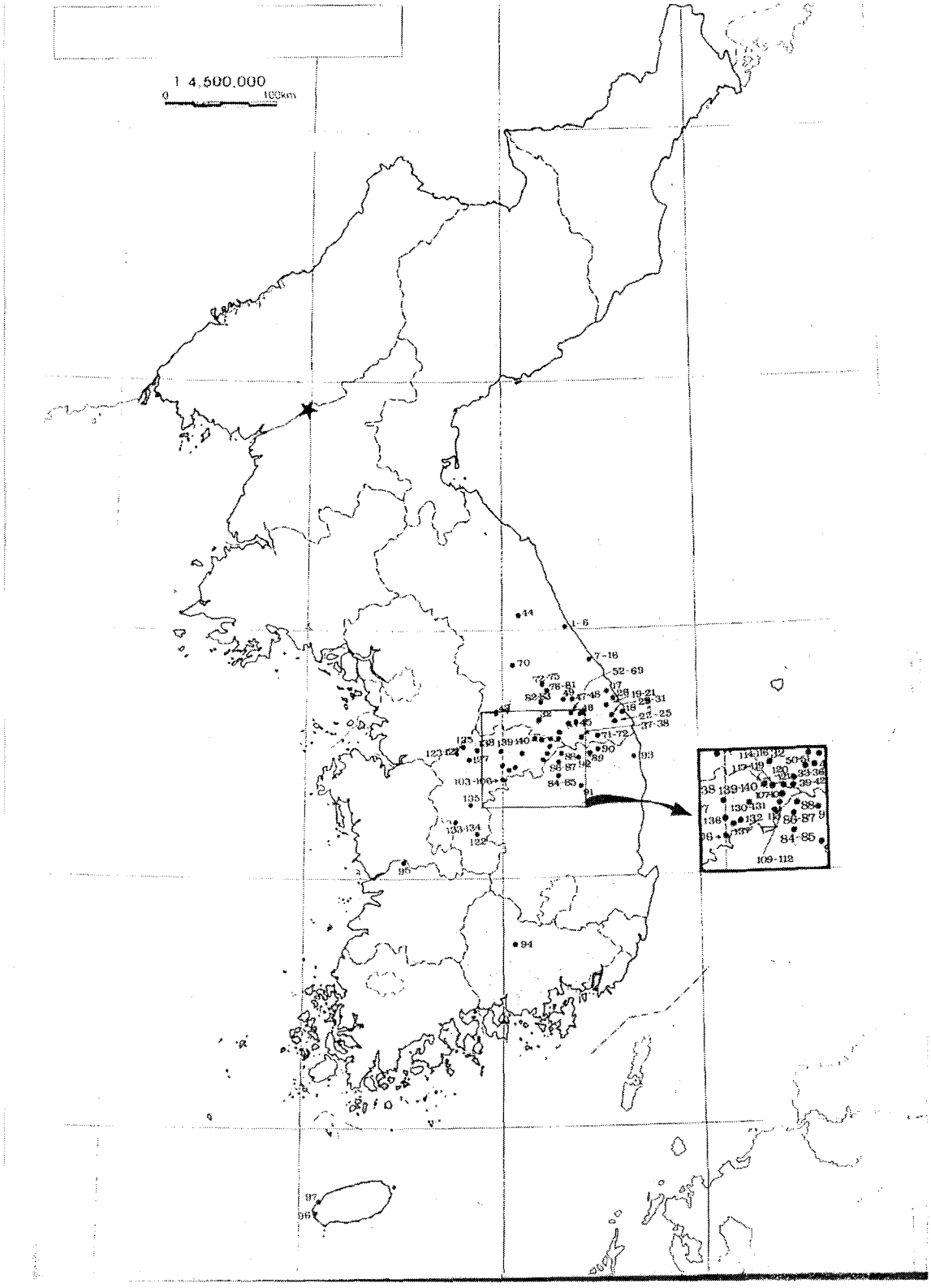
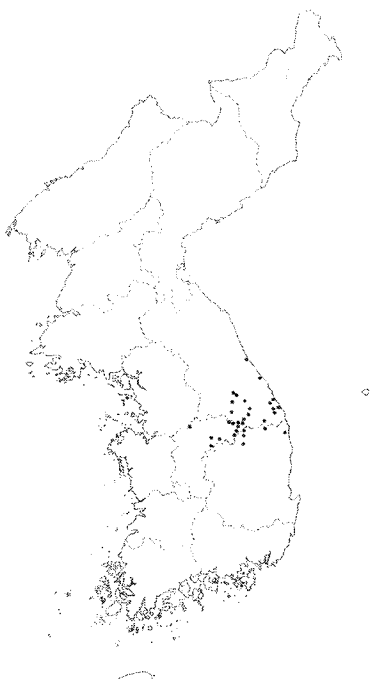


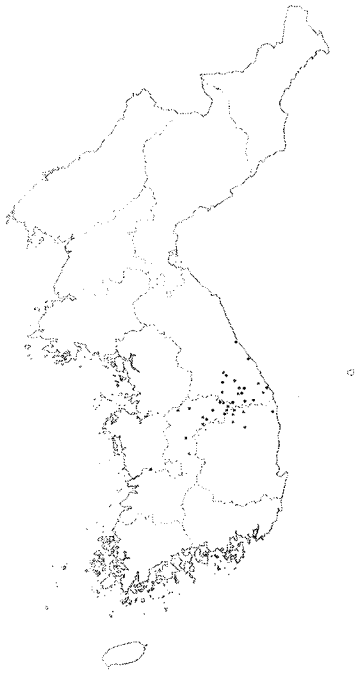
Figure 3-64. Distributional map of Diplopoda from Korean caves.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

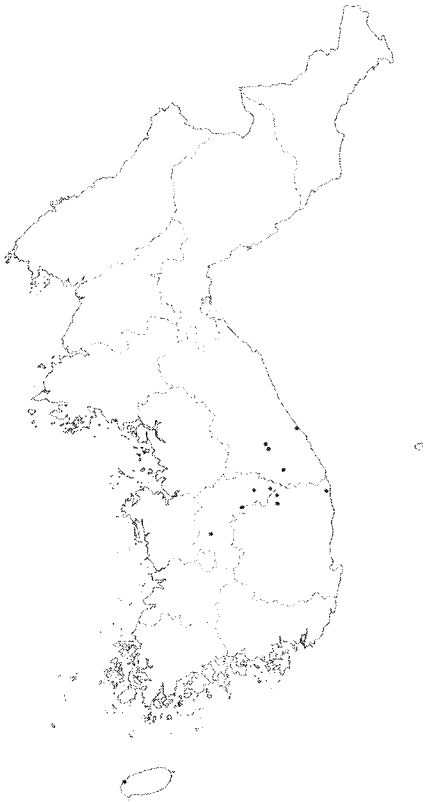
① 대표적 배각강 4종에 관한 분포도



a. *Antrokoreana gracilipes*



b. *Epanerchodus kimi*



c. *Skleroprotopus laticoxalis longus*



d. *Oxidus gracilis*

Figure 3-65(a-d). Distributional maps of four Korean Diplopoda spp.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

② 한국 동굴산 배각강(Diplopoda)의 총 목록표(1963-2000)

Table 3-9. Checklist of Koran subterranean Diplopoda (1963-2000).

한국 동굴산 노래기류 목록(1963년- 2000년)

동굴 번호	주소	채집지	채집일	학명	국명	표본수 수컷	암컷	유충
1	강원도강릉시강동면임곡리	샘골굴	19700524	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1	
2	강원도강릉시강동면임곡리	암자골굴	19700524	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		3	
	강원도강릉시강동면임곡리	임곡굴	20000820	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1		
3	강원도강릉시강동면임곡리	임곡굴	20000820	Cawjeekelia iksana Mikhaljova & Lim	익산노래기		1	
	강원도강릉시강동면임곡리	임곡굴	20000820	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	1	
4	강원도강릉시강동면임곡리	제공굴	19900524	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
	강원도강릉시강동면임곡리	제공굴	19700524	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	2	
	강원도강릉시강동면임곡리	제일수직굴	19941002	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1	
5	강원도강릉시강동면임곡리	제일수직굴	19941002	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1	
	강원도강릉시강동면임곡리	제일수직굴	19941003	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			2
6	강원도강릉시강동면임곡리	천생내기굴	19700524	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
	강원도강릉시강동면임곡리	천생내기굴	19700524	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19660818	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			1
	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19660818	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3	2
	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19980330	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
7	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19660818	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	3		
	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19660818	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		2	3
	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19980330	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	1	
	강원도강릉시옥계면낙풍리	마귀할미굴	19980330	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	남대굴	19970712	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1		
8	강원도강릉시옥계면산계리	남대굴	19990830	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	1
	강원도강릉시옥계면산계리	남대굴	19770712	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	3	1	
	강원도강릉시옥계면산계리	남대굴	19710704	Sklerioprotopus lachicoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	남산골굴	19700526	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2		
9	강원도강릉시옥계면산계리	남산골굴	19700526	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	4	1
	강원도강릉시옥계면산계리	남산골굴	19700526	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		2	
	강원도강릉시옥계면산계리	남산골굴	19700526	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		2	
	강원도강릉시옥계면산계리	동대굴	19770711	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
10	강원도강릉시옥계면산계리	동대굴	19710711	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	3	2	
	강원도강릉시옥계면산계리	동대굴	19990913	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	동대굴	19990731	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1	1	
	강원도강릉시옥계면산계리	돈바위굴	19760526	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
11	강원도강릉시옥계면산계리	돈바위굴	19700526	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	돈바위굴	19810607	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
12	강원도강릉시옥계면산계리	바위굴	19810601	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
13	강원도강릉시옥계면산계리	범바위굴	19770713	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	3	1	
	강원도강릉시옥계면산계리	범바위굴	19770713	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	4	3	1
14	강원도강릉시옥계면산계리	비선굴	19700526	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기			1
15	강원도강릉시옥계면산계리	서대굴	19790509	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19990801	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19990911	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		4	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19990911	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	3	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19810607	Anaulaciulus Pocock.	갈퀴노래기속		1	
16	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19810607	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2	6	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19770712	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19990801	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1		
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19810607	Oxidus Cook	깨딱노래기속		1	
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19770713	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운깨딱노래기			3
	강원도강릉시옥계면산계리	석화동굴	19810607	Sichotanus eurygaster Attems	어리구리노래기	1		
17	강원도동해시삼화동	철산굴	19720802	Epanerchodus Attems	띠노래기속	4		
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19991127	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	20000226	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19670508	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	6	1
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19670517	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19751031	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	3	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19751031	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19810122	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19810123	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19810123	Epanerchodus Attems	띠노래기속	1	4	
18	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19660817	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	1	1
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19690518	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2		
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19751031	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	4	3	2
	강원도삼척시근덕면금계리	초당굴	19760113	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1		

1

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

	강원도삼척시근덕면근계리	초당골	19810123	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		3	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당골	19991127	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기			2
	강원도삼척시근덕면금계리	초당골	19991226	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당골	19720113	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당골	19810122	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1	2	
	강원도삼척시근덕면금계리	초당골	19670518	Hyleoglomeris Verhoeff	구슬노래기속		1	
19	강원도삼척시노곡면여삼리	벽형수직굴	19960722	Brachycybe nodulosa Verhoeff	주홍넓적노래기		1	
	강원도삼척시노곡면여삼리	벽형수직굴	19960724	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
20	강원도삼척시노곡면여삼리	생심가리굴	19670521	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1		
21	강원도삼척시노곡면하군전리	용수배굴	19771002	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	
22	강원도삼척시도계읍마치리	연화굴	19630221	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	
	강원도삼척시도계읍마치리	연화굴	19820803	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		1
23	강원도삼척시도계읍우곡리	용소굴	19730806	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2	1	1
	강원도삼척시도계읍우곡리	큰계돌굴	19730806	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			2
24	강원도삼척시도계읍우곡리	큰계돌굴	19730806	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		5	1
	강원도삼척시도계읍우곡리	큰계돌굴	19730806	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	5	
25	강원도삼척시도계읍하고사리	지송굴	19771001	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2		
	강원도삼척시미로면상거노리	칠발재굴	19670521	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	5	
26	강원도삼척시미로면상거노리	칠발재굴	19670521	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	2	
	강원도삼척시미로면상거노리	칠발재굴	19670521	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	강원도삼척시신기면대이리	관음굴	19651023	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	3	1	
27	강원도삼척시신기면대이리	관음굴	19820101	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
	강원도삼척시신기면대이리	관음굴	19720109	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
28	강원도삼척시신기면대이리	서대대배배음굴	19660113	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	1
29	강원도삼척시조비동	선굴	19670520	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	2	1	
	강원도삼척시조비동	선굴	19740510	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
	강원도삼척시조비동	조비굴	19670522	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	2	
30	강원도삼척시조비동	조비굴	19740510	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도삼척시조비동	조비굴	19670522	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		4	
	강원도삼척시조비동	환선굴	19991224	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	2	
	강원도삼척시조비동	환선굴	19630728	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
	강원도삼척시조비동	환선굴	19660114	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	3	
31	강원도삼척시조비동	환선굴	19660114	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		4	
	강원도삼척시조비동	환선굴	19660115	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			1
	강원도삼척시조비동	환선굴	19630728	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도삼척시조비동	환선굴	19681230	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	3	
	강원도영월군수주면무릉리	영마굴	19810606	Epanerchodus Attems	띠노래기속		1	
32	강원도영월군수주면무릉리	영마굴	19960315	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도영월군수주면무릉리	영마굴	19810606	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속	1	1	
33	강원도영월군영월읍거운리	광운굴	19990812	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
	강원도영월군영월읍거운리	광운굴	19990812	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
34	강원도영월군영월읍문산리	계구리굴	19990708	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도영월군영월읍문산리	계구리굴	19990708	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	2	1	
	강원도영월군영월읍문산리	비둘기굴	19990709	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	1	
35	강원도영월군영월읍문산리	비둘기굴	19990709	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운꼬막노래기		1	
	강원도영월군영월읍문산리	비둘기굴	19990707	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	6	2	
	강원도영월군영월읍문산리	아심이굴	19990613	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		6	
36	강원도영월군영월읍문산리	아심이굴	19990613	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도영월군영월읍삼옥리	송이골굴	20000728	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		19	
	강원도영월군영월읍옹정리	봉래산바람굴	20000727	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		2	
37	강원도영월군중동면화원리	구당산수직굴	19960717	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1		
38	강원도영월군중동면화원리	안경수직굴	19950405	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1	
39	강원도영월군하동면예밀리	굴골굴	19990122	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19751030	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19820810	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1		
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19680101	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19680124	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	3	7	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19720602	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	1
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19660730	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19660730	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	2	
40	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19680124	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		4	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19680124	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2		
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19730513	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19751030	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19980816	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	1	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19990115	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	2	
	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19991031	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	5	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

	강원도영월군하동면진별리	고씨굴	19991031	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	3		
	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19660729	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	4		
	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19660729	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		9	2
	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19660729	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	4	
41	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19680125	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기			3
	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19680125	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2		
	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19720519	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	5	3
	강원도영월군하동면진별리	대아굴	19680125	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1	
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19660816	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	2
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19660816	Epanerchodus Attems	띠노래기속		1	
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19730514	Epanerchodus Attems	띠노래기속			1
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19660730	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
42	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19680127	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19680127	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1		
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19730806	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	3	1
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19751030	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19681230	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속			1
	강원도영월군하동면진별리	용담굴	19680127	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1		
43	강원도원주시판부면금대리	금대굴	19671031	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1	1
44	강원도인제군남면여론리	오계탕폐광	19991004	Brachycybe nodulosa Verhoeff	주홍넓적노래기	1	1	
45	강원도정선군남면무릉리	발구덕굴	19860804	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
46	강원도정선군동면북동리	돌굴굴	19660814	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	
47	강원도정선군북면여량리	신호굴	19890129	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	
48	강원도정선군북면여량리	신흥동굴	19951219	Anauloiulus koreanus koreanus Verhoeff	계림갈퀴노래기		1	
	강원도정선군북평면나전리	남평북굴	19680319	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	5	2
	강원도정선군북평면나전리	남평북굴	19680319	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	3	2
49	강원도정선군북평면나전리	남평북굴	19680319	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	1	
	강원도정선군북평면나전리	남평북굴	19680319	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1		1
	강원도정선군북평면나전리	남평북굴	19680319	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		2	
50	강원도정선군신동읍덕천리	수달굴	19990710	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2		9
	강원도정선군신동읍덕천리	수달굴	19990710	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
51	강원도정선군신동읍덕천리	연포굴	20000423	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		5	
	강원도정선군신동읍덕천리	연포굴	20000423	Cawjeekelia iksana Mikhaljova & Lim	익산노래기	1	6	
	강원도정선군정서울광하리	동강방굴	19980921	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
52	강원도정선군정서울광하리	동강방굴	19980902	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속	3		
	강원도정선군정서울광하리	동강방굴	19990411	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
53	강원도정선군정선면회동리	회동얼음굴	19950505	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1	
54	강원도정선군정선읍가수리	무영굴	1978087?	Skleroprotopus latricoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적삼당노래기		1	
	강원도정선군정선읍가수리	유지굴	19970705	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1	
55	강원도정선군정선읍가수리	유지굴	19990705	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도정선군정선읍가수리	유지굴	19990705	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	6	
	강원도정선군정선읍가수리	허미굴우영굴	19990613	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	1	
56	강원도정선군정선읍가수리	허미굴우영굴	19990613	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
	강원도정선군정선읍가수리	허미굴우영굴	19990613	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	2	
	강원도정선군정선읍가수리	허미굴우영굴	19990613	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	2	
	강원도정선군정선읍가수리	하미굴	19851027	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3	
57	강원도정선군정선읍가수리	하미굴	19990613	Antrokoreana Verhoeff	굴노래기속		5	
	강원도정선군정선읍가수리	하미굴	19990613	Brachycybe Wood	주홍넓적노래기속	1		
	강원도정선군정선읍가수리	하미굴	19990613	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
58	강원도정선군정선읍광하리	광하다리밑굴	19990703	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	2		
59	강원도정선군정선읍광하리	횃댕굴	19990508	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도정선군정선읍광하리	횃댕굴	19990508	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
	강원도정선군정선읍골암리	동광긴굴	19990508	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	5	
	강원도정선군정선읍골암리	동광긴굴	19990508	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	
60	강원도정선군정선읍골암리	동광긴굴	19990508	Hyleoglomeris Verhoeff	구슬노래기속		3	
	강원도정선군정선읍골암리	동광긴굴	19980921	Riuklaria Attems	키노래기속	1	1	
	강원도정선군정선읍골암리	동광긴굴	19990508	Riuklaria Attems	키노래기속	1	1	
61	강원도정선군정선읍생탄리	생탄굴	19680318	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2	4	3
	강원도정선군정선읍생탄리	생탄굴	19680318	Epanerchodus Attems	띠노래기속		1	
	강원도정선군정선읍용탄리	경검산굴	19990508	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2	
	강원도정선군정선읍용탄리	경검산굴	19660619	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		3	
62	강원도정선군정선읍용탄리	경검산굴	19990508	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	1	
	강원도정선군정선읍용탄리	경검산굴	19990508	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	강원도정선군정선읍용탄리	경검산굴	19660619	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		5	
63	강원도정선군정선읍용탄리	검굴	19680322	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기			1
	강원도정선군정선읍용탄리	생물굴	19990411	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1	
64	강원도정선군정선읍용탄리	생물굴	19990508	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	4	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

	강원도정선군정선읍용탄리	샘물골	19990508	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
65	강원도정선군정선읍용탄리	갈전골골	19860322	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		3	
	강원도정선군정선읍용탄리	영천골골	19860323	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	6	
66	강원도정선군정선읍용탄리	포탄리배골	19990507	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2	5	
67	강원도정선군정선읍용탄리	작은골골	19860323	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	1
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19860323	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19670829	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		4	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19860322	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19840130	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19660617	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
68	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19660617	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		3	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19670829	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	2	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19860322	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19860322	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	1	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19860322	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19860323	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	강원도정선군정선읍용탄리	배골골	19840130	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		2
69	강원도정선군정선읍용탄리	큰계골골	19730806	Skleroprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기			2
70	강원도천군내촌면문천리	내촌폐광	19991003	Skleroprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
71	강원도태백시백산동	신형골	19651228	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기			2
72	강원도태백시원동동	원동골	19860407	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19840131	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		3	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19990401	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19640728	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19640728	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기			1
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19660721	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19660729	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		1
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19730122	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		3	4
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19740511	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19770605	Epanerchodus Attems	미노래기속			1
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19640728	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19640828	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
73	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19670520	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19770907	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	3	5
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19800329	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19840131	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기			1
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19660727	Epanerchodus koreanus Verhoeff	쉼갈래미노래기	2		2
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19750907	Epanerchodus koreanus Verhoeff	쉼갈래미노래기	2	2	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19660727	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		2	1
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19770605	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	20000528	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기	1	1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19980816	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19660727	Tokyosoma ronkayi Shear	동경둘노래기	1		1
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	20000716	Tokyosoma ronkayi Shear	동경둘노래기		2	
	강원도평창군대화면대화리	광천선골	19770605	Tokyosoma Verhoeff	동경둘노래기속			1
	강원도평창군대화면대화리	늘골골	19640729	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	1	
74	강원도평창군대화면대화리	늘골골	19660728	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	강원도평창군대화면대화리	늘골골	19660814	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		3	3
	강원도평창군대화면대화리	밤내골	19660728	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
75	강원도평창군대화면대화리	밤내골	19660728	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	강원도평창군대화면대화리	밤내골	19660728	Skleroprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기			1
	강원도평창군이탄면기화리	쌍골	19990611	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	
76	강원도평창군이탄면기화리	쌍골	19990410	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	강원도평창군이탄면기화리	쌍골	19990410	Skleroprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
77	강원도평창군이탄면아하리	두문이골	19990509	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	4	7	
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19990410	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		2	
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19770606	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	2	
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19830706	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	1
78	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19770606	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19770709	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19791205	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	4	1	
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19830706	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	강원도평창군이탄면아하리	백룡골	19781205	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속	1	1	
	강원도평창군이탄면아하리	범골	19990709	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		1
79	강원도평창군이탄면아하리	범골	19990709	Hyleoglomeris Verhoeff	구슬노래기속	1		
	강원도평창군이탄면아하리	범골	19990714	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		1	
80	강원도평창군이탄면수항리	수항리수직굴	19990614	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

81	강원도평창군미탄면청리	평창비림굴	19980920	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		4		
	강원도평창군미탄면청리	평창비림굴	19981031	Epanerchodus Attems	띠노래기속		1		
82	강원도평창군평창읍응암리	응암토굴	19680326	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2	1		
	강원도평창군평창읍응암리	응암토굴	19680326	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	1	2	
	강원도평창군평창읍응암리	응암토굴	19680326	Sklerioprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	2	1		
83	강원도평창군평창읍주진리	장암굴	19660728	Sklerioprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1			
84	경상북도문경시가은읍성유리	비룡굴	19940814	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1		
85	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19641016	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2	6		
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19940814	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			1	
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19940814	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			2	
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19641016	Epanerchodus Attems	띠노래기속		2		
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19630621	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	11			
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19641017	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기			1	
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19630625	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		2		
	경상북도문경시가은읍성저리	모산굴	19970508	Sklerioprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	4		
86	경상북도문경시문경읍관음리	공불굴	19670619	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		3		
	경상북도문경시문경읍관음리	공불굴	19670619	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기	1		1	
87	경상북도문경시문경읍하리우무실	우무실굴	19670506	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	4	4	
	경상북도문경시문경읍하리우무실	우무실굴	19630602	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1		
	경상북도문경시문경읍하리우무실	우무실굴	19670506	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	2	3	
	경상북도문경시문경읍하리우무실	우무실굴	19670506	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1	5	9	
	경상북도문경시문경읍하리우무실	우무실굴	19670506	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기			3	
88	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19660225	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1			
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19660426	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1		
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19660829	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	2	8		
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19980606	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	6		
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19660225	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1		1	
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19660828	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	1		
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19660829	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		3		
	경상북도문경시호계면호계리	호계굴	19980606	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		2	1	
89	경상북도봉화군봉성면우곡2리	폐광굴	19990317	Epanerchodus Attems	띠노래기속		7		
90	경상북도봉화군춘양면우무치리	오사장폐광굴	19990317	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1			
91	경상북도안동시북후면석탑리	이컴굴	19820130	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			1	
92	경상북도예천군감천면봉방리	굴이바위굴	19600528	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1			
93	경상북도울진군근남면노음리	성류굴	19670809	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	3	3	2	
	경상북도울진군근남면노음리	성류굴	19770513	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	1	
	경상북도울진군근남면노음리	성류굴	19751101	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기			8	
	경상북도울진군근남면노음리	성류굴	19751101	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기	1			
	경상북도울진군근남면노음리	성류굴	19770513	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기			2	
	경상북도울진군근남면노음리	성류굴	19991013	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기			3	
94	경상북도합천군쌍책면수원리	베티굴	19990115	Sklerioprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적삼당노래기	1	3		
95	전라북도익산시여산면호산리	천호동굴	19660402	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기			1	
	전라북도익산시여산면호산리	천호동굴	19691229	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		2		
96	제주도북제주군한경면신창리	신창성굴	19660201	Epanerchodus Attems	띠노래기속			4	
	제주도북제주군한경면신창리	신창성굴	19660501	Epanerchodus Attems	띠노래기속			10	
	제주도북제주군한경면신창리	신창성굴	19660501	Epanerchodus clavisetosus Murakami & Paik	곤봉털띠노래기	2	12		
	제주도북제주군한경면신창리	신창성굴	19660201	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		8		
97	제주도북제주군한림읍금릉리	조롱굴	19660502	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		1		
98	제주도북제주군한림읍협재리	황금굴	20000521	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1			
99	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000508	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000508	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000603	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000604	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000508	Nedyopus Attems	구리노래기속		4		
	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000604	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		1		
	제주도제주시건입동 사라봉	진지동굴	20000808	Tokyosoma ronkayi Shear	동경털노래기		1		
100	제주도제주시노형동	영창굴	19991116	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1	2		
101	제주도제주시오등동	봉남못굴	19991115	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1	2		
102	제주도제주시화북동	진지동굴	20000604	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	제주도제주시화북동	진지동굴	20000604	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1			
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19970712	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1			
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19980509	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		1		
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19980509	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		4		
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19630623	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	6	13	5	
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19630623	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1	1		
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19630623	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기	1			
	충청북도괴산군연풍면갈금리	심복굴	19640804	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄굴노래기		5	1	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19640804	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		2	1	
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19650709	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	3		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19660226	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2			
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19670620	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19740924	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
103	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19940814	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19970224	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19940814	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19960926	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기			2	
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19631004	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		3	3	
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19660226	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	1	1	
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19660626	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1			
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19700530	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19863023	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19980509	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	3	2	1	
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19980509	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19980509	*Epanerchodus koreanus* Verhoeff	외갈래띠노래기	♀1	1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19670607	Sklerοprotopus Attems	삼당노래기속	♀1	1		
	충청북도괴산군연풍면갈곡리	삼복골	19980509	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	♀1	1		
104	충청북도괴산군연풍면삼풍리	이광등골	19670506	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	♀2	2		
105	충청북도괴산군연풍면유하리	수여골	19641001	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	3		
	충청북도괴산군연풍면유하리	수여골	19670507	Epanerchodus Attems	띠노래기속		2		
	충청북도괴산군연풍면적석리	입석산	19650710	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기			1	
106	충청북도괴산군연풍면적석리	입석산	19650710	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운깨막노래기	2	2		
	충청북도괴산군연풍면적석리	입석산	19650710	Sichotanus eurygaster Attems	어리구리노래기		2		
	충청북도단양군가곡면어의곡리	어의곡골	19700125	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
	충청북도단양군가곡면어의곡리	어의곡골	19700122	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
107	충청북도단양군가곡면어의곡리	어의곡골	19700125	Epanerchodus Attems	띠노래기속			1	
	충청북도단양군가곡면어의곡리	어의곡골	19700113	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	1	4	
	충청북도단양군가곡면어의곡리	어의곡골	19700125	Sklerοprotopus Attems	삼당노래기속		3	1	
	충청북도단양군가곡면여천리	여천골	19750921	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	3	8		
108	충청북도단양군가곡면여천리	여천골	19750921	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	4	3		
	충청북도단양군가곡면여천리	여천골	19750921	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	2	1	
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19991101	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1			
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19750920	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	3		8	
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19780513	Epanerchodus Attems	띠노래기속	1	1		
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19741104	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	3			
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19750920	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1			
109	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19750927	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2	2		
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19751028	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2			
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19780513	*Epanerchodus kimi Murakami* & Paik	김띠노래기	1	3	4	
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19821120	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1		1	
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19750920	Sklerοprotopus Attems	삼당노래기속	4	2		
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19990918	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1		
	충청북도단양군단양읍고수리	고수골	19751028	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1			
	충청북도단양군단양읍노동리	노동골	19840301	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1			
	충청북도단양군단양읍노동리	노동골	19731117	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1		
110	충청북도단양군단양읍노동리	노동골	19990817	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	충청북도단양군단양읍노동리	노동골	19990919	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1		
	충청북도단양군단양읍노동리	노동골	19990919	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		4		
111	충청북도단양군단양읍북하리	뒷뜸골	19720121	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1			
	충청북도단양군단양읍북하리	뒷뜸골	19630812	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운깨막노래기	1			
112	충청북도단양군단양읍천동리	천동골	19780513	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		2	1	
	충청북도단양군단양읍천동리	천동골	19780513	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	1		
	충청북도단양군대강면두음리	두음골	19700121	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1		
113	충청북도단양군대강면두음리	두음골	19700122	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		1	1	
	충청북도단양군대강면두음리	두음골	19700122	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	2	2	
	충청북도단양군대강면두음리	두음골	19700122	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	1		
	충청북도단양군매포면하괴리	하괴골	19660801	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	6	16		
114	충청북도단양군매포면하괴리	하괴골	19660801	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	2			
	충청북도단양군매포면하괴리	하괴골	19660801	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기		2	2	
115	충청북도단양군매포읍도담리	돔범개골	19711009	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1			
	충청북도단양군매포읍도담리	베실앞골	19711009	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2	1		
116	충청북도단양군매포읍도담리	베실앞골	19711009	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	4	2		
	충청북도단양군매포읍도담리	베실앞골	19731010	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1			
	충청북도단양군어상천면연곡리	종산갈영골	19750928	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2	1	1	
117	충청북도단양군어상천면연곡리	종산수직골	19750928	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김띠노래기	1	3		

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

	충청북도단양군어상천면면곡리	중산수작골	19750928	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1	1	
118	충청북도단양군어상천면임현리	단양일광골	19660101	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		3	3
119	충청북도단양군어상천면임현리	일광골	19660101	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		1
120	충청북도단양군영춘면하리	남골	19791204	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2	2	1
	충청북도단양군영춘면하리	남골	19791204	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2		
121	충청북도단양군영춘면하리	온달골	19990919	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
122	충청북도목천군충성면장수리	광주리골	19680910	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기			1
	충청북도목천군충성면장수리	광주리골	19700525	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		3	
123	충청북도음성군금왕읍금성리	돌모랭이	19651118	Anaulaciulus Pocock	갈퀴노래기속			1
	충청북도음성군금왕읍금성리	돌모랭이	19651118	Tokyosoma Verhoeff	등경털노래기속	1	1	
	충청북도음성군금왕읍육령리	병풍바위골	19641210	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2		
	충청북도음성군금왕읍육령리	병풍바위골	19650418	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2	2	
124	충청북도음성군금왕읍육령리	병풍바위골	19641210	Sichotanus eurygaster Attems	어리구리노래기	1		
	충청북도음성군금왕읍육령리	병풍바위골	19641122	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속			1
	충청북도음성군금왕읍육령리	병풍바위골	19660521	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
	충청북도음성군생극면오생리	수리산박쥐골	19640705	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기			1
125	충청북도음성군생극면오생리	수리산박쥐골	19641003	Hyleoglomeris koreana Golovatch	노랑구슬노래기	1		
	충청북도음성군생극면오생리	수리산박쥐골	19640705	Hyleoglomeris Verhoeff	구슬노래기속		1	
	충청북도음성군생극면오생리	수리산박쥐골	19641003	Yamasinaium koreanum Golovatch	장님노래기		1	
126	충청북도음성군원남면보천리	백마산골	19631230	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기			1
	충청북도음성군음성읍동읍리	골바위골	19661120	Brachycybe Wood	주홍넓적노래기속	1	2	
127	충청북도음성군음성읍동읍리	골바위골	19661120	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1	
	충청북도음성군음성읍동읍리	골바위골	19640521	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
	충청북도제천시금성면포전리	포전골	19970319	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		
	충청북도제천시금성면포전리	포전골	19990101	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	
128	충청북도제천시금성면포전리	포전골	19990521	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	
	충청북도제천시금성면포전리	포전골	19980501	Epanerchodus Attems	띠노래기속		1	
	충청북도제천시금성면포전리	포전골	19971023	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	충청북도제천시금성면포전리	포전골	19991003	Hyleoglomeris Verhoeff	구슬노래기속		1	
129	충청북도제천시신림면	신림회목골	20000805	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속			7
130	충청북도제천시청풍면북진리	청풍수철	19660120	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	2	1	2
	충청북도제천시청풍면북진리	청풍수철	19630811	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기		4	
131	충청북도제천시청풍면북진리	청풍풍철	19630811	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		1	
	충청북도제천시청풍면북진리	청풍풍철	19660120	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	1	
132	충청북도제천시한수면송계리	보덕양골	19660627	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2		
	충청북도제천시한수면송계리	보덕양골	19660627	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
	충청북도청원군문의면구룡리	대용골	19640609	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기	1	2	
	충청북도청원군문의면구룡리	대용골	19660404	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기			10
133	충청북도청원군문의면구룡리	대용골	19630625	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		2	
	충청북도청원군문의면구룡리	대용골	19640403	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속	2		
	충청북도청원군문의면구룡리	대용골	19630722	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1		
	충청북도청원군문의면구룡리	대용골	19640609	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	2	2	
134	충청북도청원군문의면구룡리	소용골	19640609	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	1	1
	충청북도청원군문의면구룡리	소용골	19640609	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기	1	1	
	충청북도청원군미원면운암리	청석다리골	19750706	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		2	
135	충청북도청원군미원면운암리	청석다리골	19670807	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1	3	
	충청북도청원군미원면운암리	청석다리골	19750706	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속	2	2	
	충청북도청원군미원면운암리	청석다리골	19670807	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19660605	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1	3	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19660628	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		3	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19630526	Antrokoreana Verhoeff	골노래기속		1	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19630521	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		1	
136	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19631006	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	2		
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19660605	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19660625	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기		2	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19660628	Epanerchodus kimi Murakami & Paik	김미노래기	1		
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19631006	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기		1	
	충청북도충주시살미면공이리	공이동골	19631006	Oxidus gracilis C. L. Koch	고운까막노래기			3
137	충청북도충주시상모면이목리	토현박쥐골	19750923	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기		2	
	충청북도충주시상모면이목리	토현박쥐골	19670618	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		4	
138	충청북도충주시주덕읍삼청리	베틀골	19680325	Antrokoreana gracilipes Verhoeff	등줄골노래기	1		1
	충청북도충주시주덕읍삼청리	베틀골	19680325	Epanerchodus koreanus Verhoeff	외갈래띠노래기	1		
139	충청북도충주시호암동	유추막골	19630713	Skleroprotopus Attems	삼당노래기속		1	
140	충청북도충주시호암동유추막	대추골	19640516	Skleroprotopus lacticoxalis longus Murakami & Paik	긴넓적다리삼당노래기		1	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(3) 용연동굴산 톡토기류 2종에 관하여

한국 동굴로써 가장 높은 680m인 용연동굴은 3종(*Anurida plurichaetotica* Yosii, 1969(털보민턱무늬톡토기), *Onychiurus yongyeonensis* Yosii, 1969(용연어리톡토기), *Tomocerus gul* Yosii, 1969(장님굴가시톡토기)의 톡토기류 모식산지이며 이들 종들은 모두 일본인 학자에 의해 신종으로 보고되었으며 모식종들은 일본국립자연사박물관에 보관되어져 있는 것으로 보고되어져 있으며 아직 재기재된 적은 없는 종들이다.



Figure 3-66. Collembolla spp. in Cave Yongyeon, Taipaik city.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(4) 한국산 장님거미류에 관하여

우리나라 고유종으로 처음 발표된 성굴장님거미(*Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911)는 최근에 Starega (2003)에 의해 동종이명되었다. 하지만 기존의 미약한 논문 기록에 의한 분석이었고 해당 종은 아시아에서 일반적으로 널리 알려진 종이다. 세분적인 검증이 필요하며 진행 중이다.

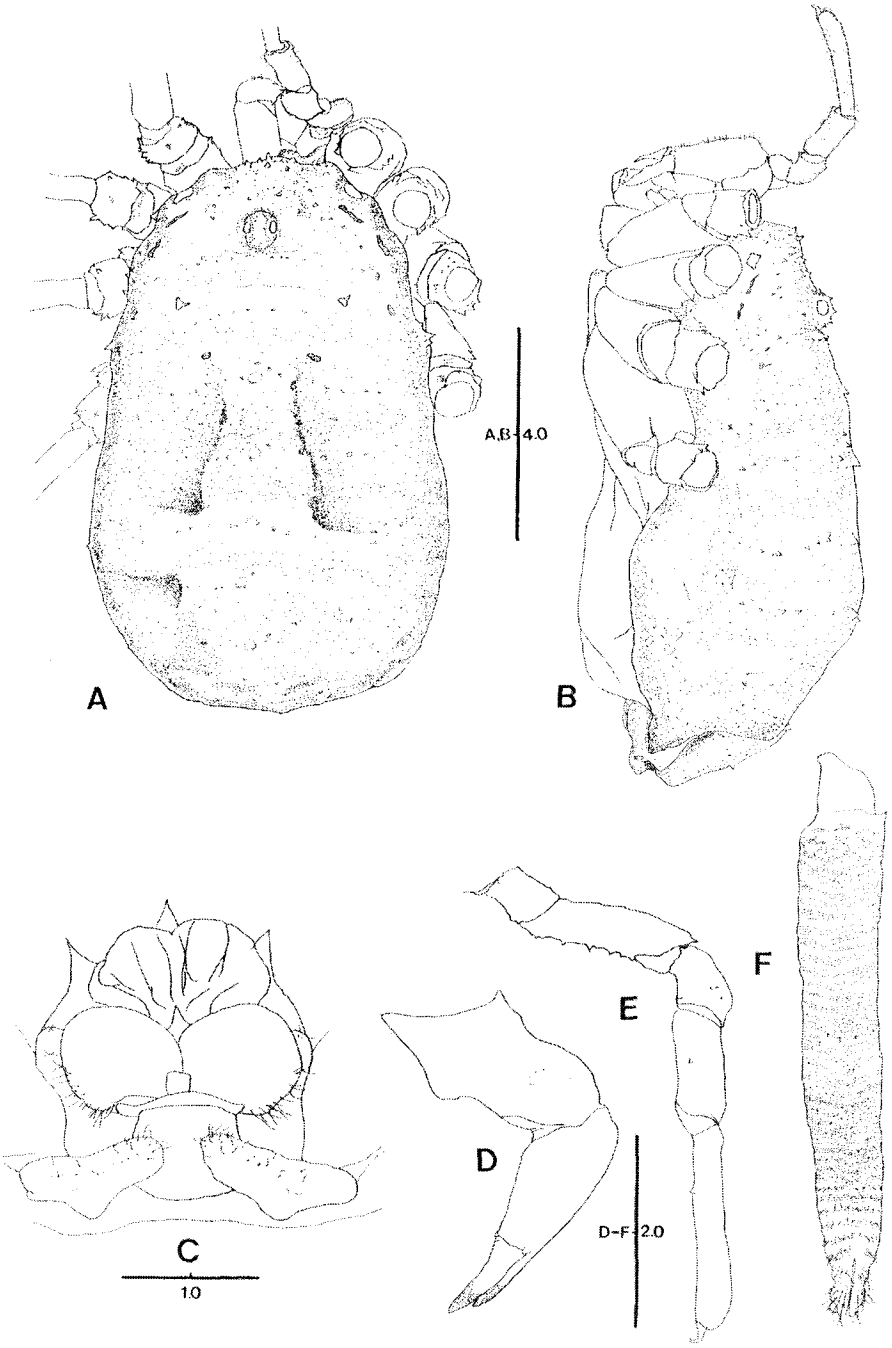


Figure 3-67. *Himalphangium spinulatum*(Roewer, 1911), habitus and mouthpart.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

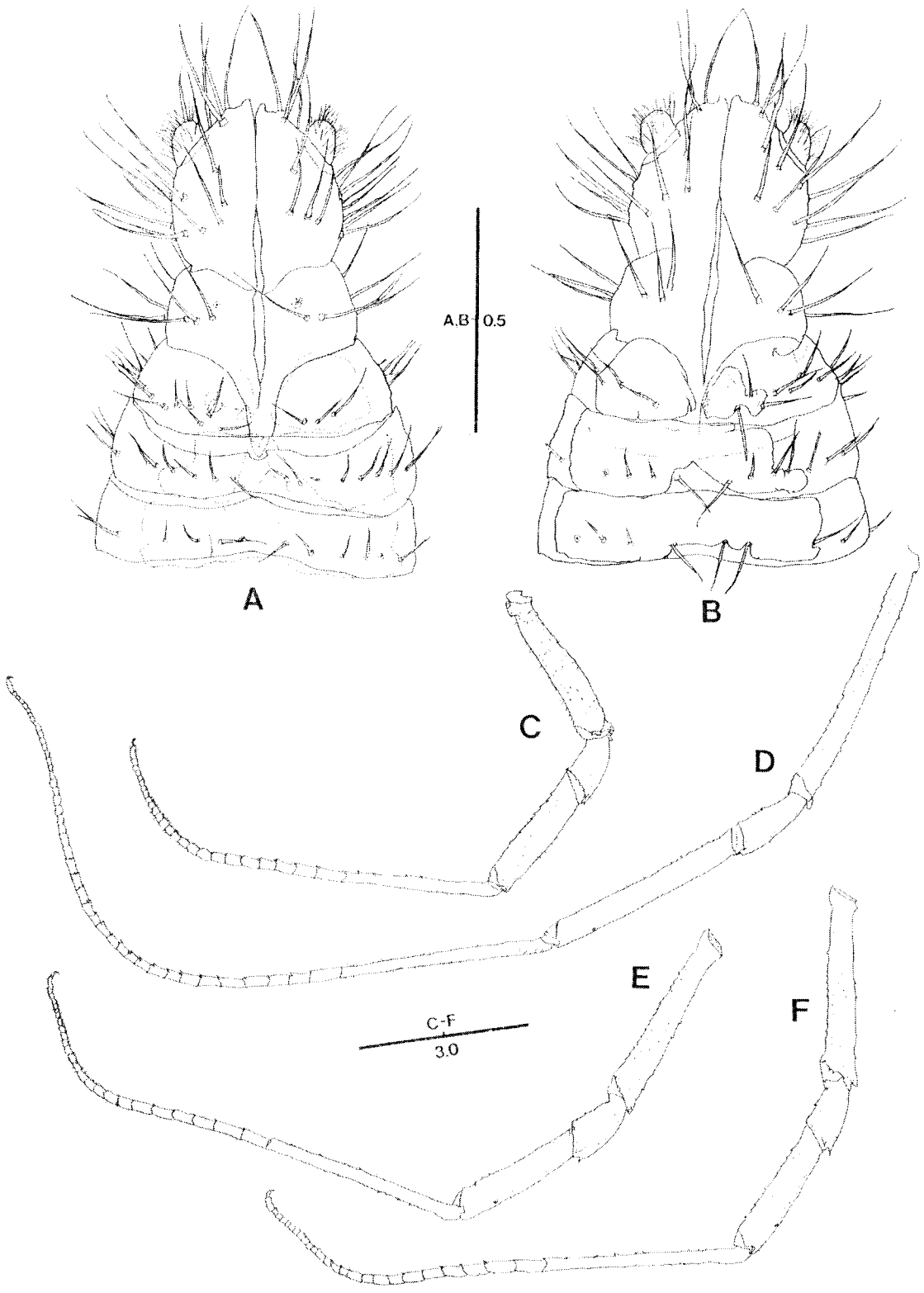


Figure 3-68. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), female genitalia and legs.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

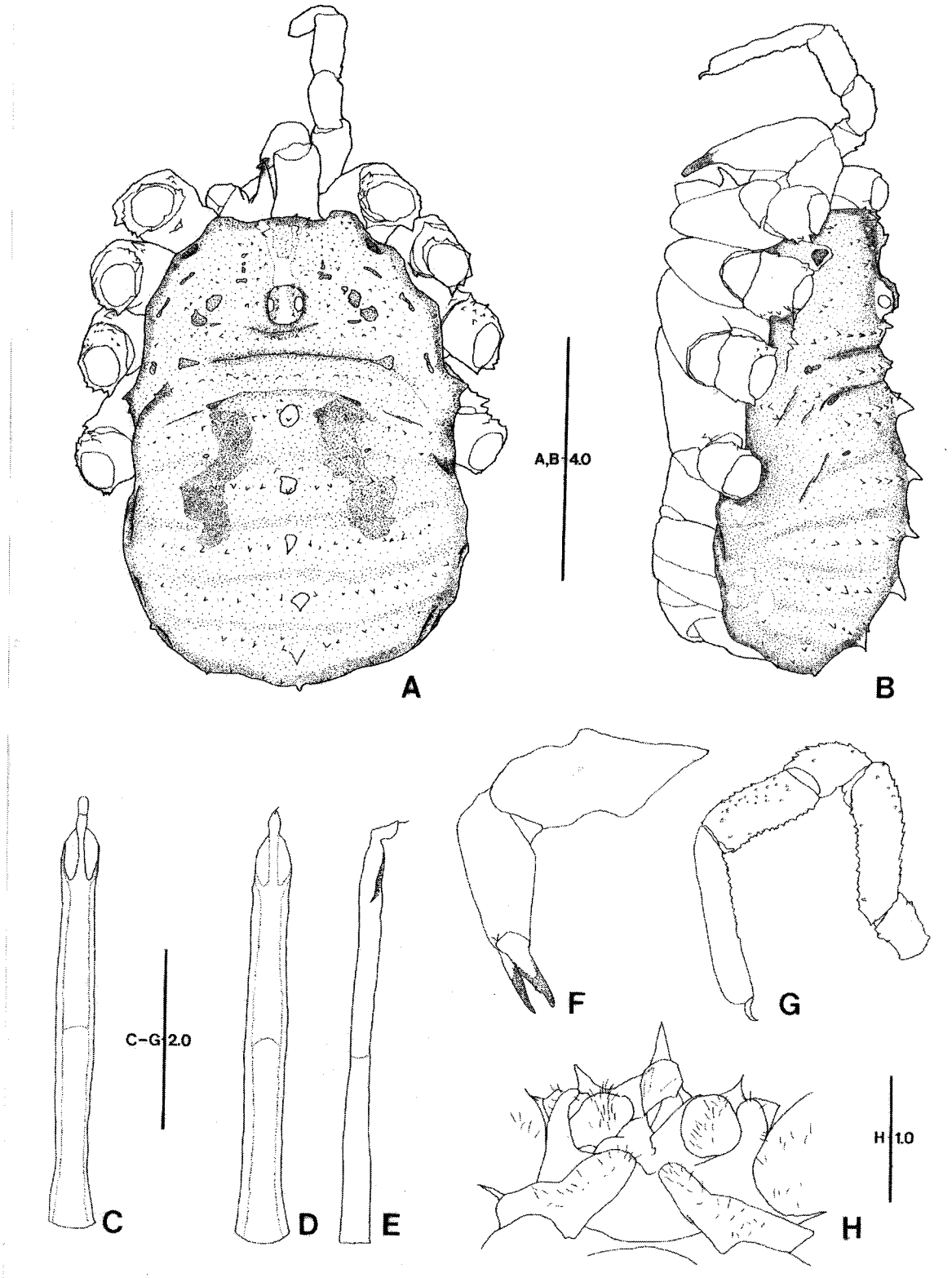


Figure 3-69. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), male, habitus and mouthpart.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

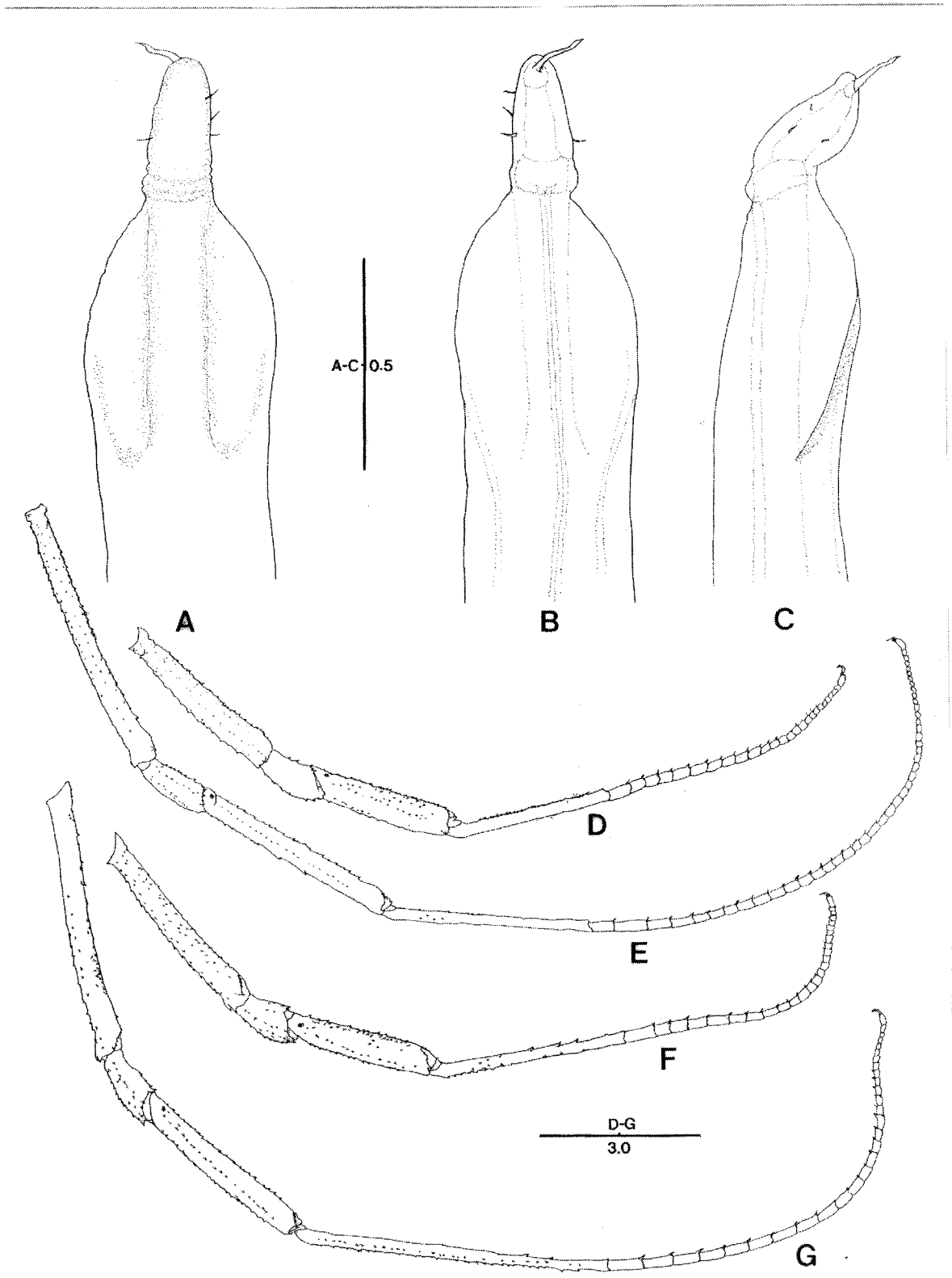


Figure 3-70. *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911), male genitalia and legs.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

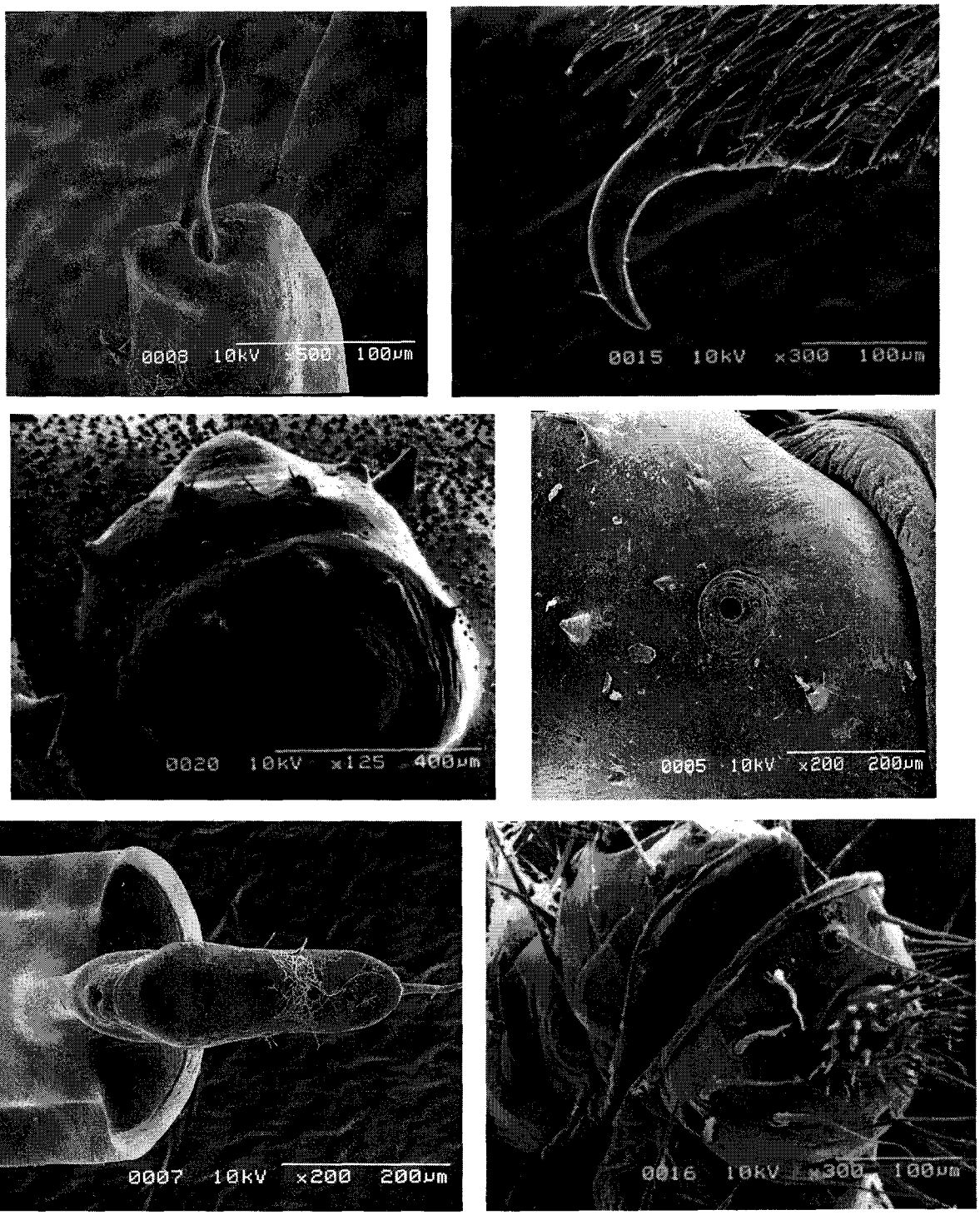


Figure 3-71. SEM photos of *Himalphangium spinulatum* (Roewer, 1911).

a, apical part of penis; b, claw on the pedipalp, left part

c, eye area, dorsal view; d, tibial trachae on the 2nd leg, femlae, left part

e, apical part of male penis; f, female epigynum, posterior view

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(5) 한국산 갈르와벌레류

(가) *Galloisiana odaesanensis* sp. nov.

Galloisiana odaesanensis sp. nov. (Figs. 3-(72-77))

Type localities. Located beside small streams, and mixtures of dead tree, and colonies of *Abies holophylla* Maxim. (Woljeong temple and Sangwon) and *Quercus mongolica* Fischer (Maebong mountain peak) in Mt. Odae, Gangwon-do, South Korea and bimonthly established by pitfall traps and aspirator in these sites from 1 April 2005 to 24 March 2006.

Etymology: The specific name is derived from the name of the mountain Odae, type locality.

Materials. Holotype. One male, Sangwon temple, 10 Jun. 2005, collected by B.W. Kim. This specimenwas found wandering on ground amongst stones and leaf litter surrounded by a colony of giant fir trees, *Abies holophylla* Maxim. Paratype. One female, Maebong, 11 Jun. 2005; 1male, 1 immature or nymph, Woljeong temple, 10 Jun. 2005, collected by B.W. Kim. These specimens were found wandering on ground among stones and leaf litter surrounded by a colony of many Mongolian oaks, *Quercus mongolica* Fischer. The holotype and paratype specimens in 70% ethanol were deposited in the National Biological Resources Center (NBRC) at Incheon city, South Korea.

Male (Holotype)

Total body length 19.7 mm (measured from anterior margin of labrumto posterior margin of 10th abdominal segment). Body color heavy orange-brown in head and thorax, lighter in abdominal segments, and covered with numerous short hairs (Fig. 1A).

Head attached obliquely to pronotum. Cranium wider than long (length 2.6 mm, width 2.8 mm) (Fig. 4E), with seven setae on each lateral margin, four setae around the antennal socket, eight on its posterior and two on its center epicranial suture distinct Y-shaped, reaching the circumantennal suture, and a pair of parietal sutures extend from the occipital foramen over to the vertex. Clypeus distinctly wider than long (length 0.8 mm, width 1.1 mm) (Fig. 2A), projected on its anterior middle part. Anterior tentorial pits sclerotized in its upper lateral margin. Eyes longer than width (length 0.4 mm, width 0.3 mm) (Fig. 2I), composed of 42 well-pigmented ommatidia and ocular setae. Antennae 10.0 mm (Figs. 1A, 4F), filiform, composed of 35 antennomeres including smallest distal segment on right part, 30 antennomeres on broken left, 3rd segment (0.4mm) 1.7 times longer than 2nd segment (0.2 mm).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Labrum wider than long (length 0.7 mm, width 0.8 mm) (Fig. 2A), semicirclular, covered with many setae on its middle and lower part. Labial palp 1.5 mm (0.4+0.5+0.6) (Fig. 2B), with three segments including the longest distal segment, symmetry, five setae on 1st, five on 2nd, absent on 3rd. Paraglossa and glossa (Fig. 2B) symmetry, pointed, with many minute hairs on its apical part. Maxilla about six times longer than width (length 1.1 mm, width 0.2 mm) (Fig. 2C), symmetry, hooked, with triangular process on inner top, numerous minute hairs on two thirds of inner margin from the apical part and one row composed of many hairs on its outer margin. Maxillary palp 2.3 mm (0.2+0.3+0.6+0.6+0.6) (Fig. 2C), with five segments including the longest distal segment, symmetry, one seta on 2nd segment, seven on 3rd, two on 4th. Lacinia four times longer than width (length 1.4 mm, width 0.3 mm) (Fig. 2D), pointed, with two preapical teeth, a row of 16 sparsely arranged long setae on its inner margin. Mandible about two times longer than width (length 1.5 mm, width 0.7 mm) (Fig. 2H), asymmetrical, one point on the distal of left, two teeth on the right, and two teeth on each inner margin. Mentum 3.5 times wider than long (length 0.2 mm, width 0.7 mm) (Fig. 2B), without setae. Prementum two times wider than long (length 0.3 mm, width 0.6 mm) (Fig. 2B) Postmentum as long as width (1.3 mm) (Fig. 2G), isosceles-trapezoid shaped with four to five setae. Cardo 2.7times longer than width (length 0.8 mm, width 0.3) (Fig. 2E), curved, with some hairs on its inner upper part. Stipes 3.3 times longer than width (length 1.3 mm, width 0.4) (Fig. 2F), ship-shaped, covered with many setae and hairs.

Pronotum 1.1 times longer than width (length 3.2 mm, width 2.8 mm) (Fig. 3D), rectangular, with some hairs on its anterior margin and scattered on its dorsum. Mesonotum 1.2 times wider than long (length 2.3 mm, width 2.7 mm) (Fig. 3E), slightly concaved in the posterior, with some hairs on both anterior and posterior margins, three setae on the middle lateral part, with discontinuous long longitudinal suture. Metanotum 1.3 times wider than long (length 2.0 mm, width 2.5 mm) (Fig. 3F), clearly concaved in the posterior, with three setae on the middle lateral, and two median sutures on the anterior part.

Cervical sclerites about two times longer than width (length 1.33 mm, width 0.65 mm) (Fig. 3A), symmetry, triangular pyramid elongated anteriorly, with each six setae on each lateral margin,and two small setae on the posterior of right part and one on the left. Basisternum of prothorax as long as width (length 1.0 mm, width 1.0) (Fig. 3A), symmetry, triangular swollen in anterior part, with long median suture, with many hairs scattered. Katepisterna indistinct in prothorax. Trochantin of prothorax about two times longer than other trochantins (Fig. 3A), crescent-shaped, symmetry, with two setae on the distal part. Basisternum of mesothorax 1.2 times

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

wider than long (length 1.2 mm, width 1.4 mm) (Fig. 3B), symmetry, many setae scattered on its anterior part, with median suture originating in the posterior, with distinct sternal apophyses. Anepisterna of mesothorax (Fig. 3B) symmetry, situated on the upper region to katepisterna, with many setae scattered on its middle. Katepisterna of mosothorax (Fig. 3B) symmetry, surrounded by Anepisterna, basisterna and trochantin, with many setae scattered. Trochantin of mesothorax (Fig. 3B) asymmetrical, composed of two parts; large part situated in upper region to the small, with three setae on its middle and one to two on its lateral margin, small part half as wide as 1st trochantins, with many setae scattered on its middle. Basisternum of metathorax about 1.8 times wider than long (length 0.8 mm, width 1.4 mm) (Fig. 3C), many setae scattered on its anterior part, with short median suture on the posterior. Anepisterna of metathorax (Fig. 3C)symmetry, situated on the upper region to katepisterna, with many setae intensively scattered on its posterior. Katepisterna of motathorax (Fig. 3C)asymmetrical, adjoined anepisterna, basisterna and trochantin, with many setae regularly scattered. Trochantin of metathorax (Fig. 3C) asymmetrical, composed of two parts; large part semicircular, situated in lateral region to the small, with zero to two minute setae on its middle, small part circular, situated in lower to others,with zero to two minute setae on its middle.

Legs (Fig. 3G–I, Table 1) elongated, leg formula 312, with distinct rib on the ventral part of each coxa, two large spines on the ventral end of tibia, developed white pulvilli, two setae each on the apical of 2nd and 3rd tarsi, many long hairs on all tarsi, and two strong tarsal claws without teeth 1st leg 11.9 mm, femur ratio 3.1, with many setae scattered on the prolateral of coax, three groups of setae (two on the dorsal, 11 on the prolateral, 18 on the ventral) onfemur, seven long setae (three on the prolateral, four on the ventral) on tibia, 10 on tarsus (six on 1st tarsal segment, two each on 2nd and 3rd); 2nd leg 11.6 mm, femur ratio 4.0, with 12 setae scattered on coxa, one seta on the prolateral of trochanter, three rows composed of 23 setae (10 on the dorsal, four on the prolateral, nine on the ventral) on femur, 16 setae (five on the dorsal, four on the prolateral, seven on the ventral) on tibia, 10 in tarsus (six in 1st tarsal segment, two each in 2nd and 3rd); 3rd leg 14.8 mm, femur ratio 5.0, with nine setae (two on the dorsal, one on the prolateral, six on the ventral) on coxa, three rows composed of 22 setae (nine on the dorsal part, three on the prolateral, ten on the ventral) on femur, 17 setae (five on the dorsal, three on the prolateral, nine on the ventral) on tibia, 10 on tarsus (six on 1st tarsal segment, two each on 2nd and 3rd).

Abdominal tergites (Fig. 1A, B) slightly convex in the middle, symmetry, with

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

lateral margin flexed to the posterior, 10-segmented, one pair of setae on the middle lateral of 2nd tergite to 8th, four setae on the dorsal of 1st and 3rd, five on 2nd, eight on 4th to 8th 1st tergite about four times wider than long (length 0.6 mm, width 2.3 mm), 2nd 3.7 times wider than long (length 0.7 mm, width 2.6 mm), 3rd 3.4 times wider than long (length 0.8 mm, width 2.7 mm), both 4th and 5th 2.7 times wider than long (length 1.0 mm, width 2.7 mm), 6th three times wider than long (length 0.9 mm, width 2.7 mm), 7th 2.7 times wider than long (length 1.0 mm, width 2.7 mm), 8th 3.2 times wider than long (length 0.6 mm, width 1.9 mm).

Abdominal sternites (Fig. 1A, C) symmetry, with lateral margin flexed to the posterior, indistincteversible sac on the mid-posterior margin of 1st sternite, two rows (one rows composed of eight to 12 setae on the middle, another composed of four to seven on the posterior margin) on 3rd sternite to 8th 1st sternite 2.2times wider than long (length 0.6 mm, width 1.3 mm) without setae, 2nd 2.6 times wider than long (length 0.7 mm, width 1.8 mm) with five setae on the middle and two on the posterior margin, 3rd 2.6 times wider than long (length 0.8 mm, width 2.1 mm) with 12 setae on the middle and five on the posterior margin, 4th 2.2times wider than long (length 1.0 mm, width 2.2 mm) with nine setae on the middle and seven on the posterior margin, 5th 2.6 times wider than long (length 0.9 mm, width 2.3 mm) with 11 setae on the middle and six on the posterior margin, 6th 2.4 times wider than long (length 0.9 mm, width 2.2 mm) with eight setae on the middle and six on the posterior margin, 7th 2.6 times wider than long(length 0.8 mm, width 2.1 mm) with eight setae on the middle and six on the posterior margin, 8th 2.3 times wider than long (length 0.8 mm, width 1.8 mm) with eight setae on the middle and four on the posterior margin.

Ninth abdominal sternite (Fig. 4C, D) 2.1 times wider than long (length 0.7 mm, width 1.5 mm), with eight setae on its posterior margin, projected in the middle and numerous hairs scattered. Styli one-segmented, with strongly asymmetrical coxae, left (length 0.8 mm, width 0.9 mm) about 2.3 times wider than right (length 0.9mm, width 0.4 mm) wrapped round process on the mid-prolateral; distal segment of styli about five times longer than width (length 0.5 mm, width 0.1 mm), cylindrical, symmetry, two setae each on the middle and the distal part.

Tenth abdominal sternite (Fig. 4A, B) 1.9 times wider than long (length 0.7 mm, width 1.3 mm), some asymmetry with the curved apical process, with a pair of oval paraprocts (length 0.4 mm, width 0.3 mm) on the ventral and a semicircular epiproct of eleventh sternite(length 0.1 mm, width 0.3 mm) dorsomedially above the paraprocts.

Cercomere (Figs. 1A, 4A) eight (length 8.0 mm), symmetry, cylindrical, with ring

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

patterns of trichobothria and setae on the distal part of segments except for the terminal 1st cercomere (length 1.3 mm) longer than others, with three ring patterns composed of 12 setae (1d-5-6), four ring patterns composed of 32 trichobothria (2v-10-10-10); 2nd cercomere (length 0.7 mm) shorter than others, with one ring pattern composed of five setae(2d, 1p, 1r, 1v), one ring pattern composed of 10 trichobothria; 3rd cercomere (length 0.9 mm), with one ring pattern composed of six setae(2d, 1p, 1r, 2v), one ring pattern composed of nine trichobothria; 4th cercomere (length 1.0 mm), with five setae (0-0-2d, 0-3v), one ring pattern composed of nine trichobothria; 5th cercomere (length 1.08 mm), with five setae (0-0-1d, 0-0-1p, 0-3v), one ring pattern composed of nine trichobothria; 6th cercomere (length 1.11 mm), with five setae (0-0-1d, 0-0-1p, 0-3v), one ring pattern composed of six trichobothria; 7th cercomere (length 1.0 mm), with four setae (0-0-1d, 0-0-1r, 0-2v), one ring pattern composed of five trichobothria; 8th cercomere (length 0.93 mm), with two long setae on the apical part, no trichobothrium.

Genital organ (Fig. 1D-G) situated between the ventral part of the 9th segment and 10th segment, strongly asymmetrical; eversible sac of phallomere about two times longer than width (length 1.0 mm, width 0.5 mm), wrinkled cylindrical, wound to upper left cercus and originating from the lateral base of the left phallomere; left phallomere about 1.8 times longer than width (length 0.7 mm, width 0.4 mm), hook-shaped with broad base, situated in left upper margin and many hairs scattered right phallomere situated on the lower part of theprinciple copulatory sclerite, pointed and round base; accessory copulatory sclerite composed of three parts(1st part reverse "◆-shaped, 2nd reverse "L"- shaped, 3rd elongated oval-shaped situated in the right upper margin) principal copulatory sclerite composed of two parts (upper and lower to genital opening) surrounded with left pallomeres and 1st accessory copulatory sclerites (upper part, with semicircular swollen process, largely depressed in the right; lower part, triangularly concaved process in the top) genital opening situated in the middle of principal copulatory sclerite, with long cylindrical copulatory duct hooked in the inner part.

Female (Paratype)

Total body length 18.0 mm (measured from anterior margin of labrumto posterior margin of 10th abdominal segment). Body color heavy orange-brown in head and thorax, light in abdominal segments, and covered with numerous short hairs (Fig. 5A).

Head attached obliquely to pronotum (Fig. 5B). Cranium wider than long (length

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2.7 mm, width 3.0 mm), with six setae on each lateral margin, four setae around the antennal socket, eight on the posterior and six on its middle epicranial suture distinct Y-shaped, reaching the circumantennal suture, and a pair of parietal sutures extend from the occipital foramen over to the vertex. Clypeus distinctly wider than long (length 0.8, width 1.5), projected on its anterior middle, with distinct clypeal suture. Anterior tentorial pit sclerotized in its upper lateral margin. Eyes longer than width, with long ocular setae. Antennae filiform,composed of 32 antennomeres on broken right part, 30 antennomeres on broken left, and 3rd segment 2.4 times longer than 2nd.

Pronotum 1.1 times longer than width (length 3.0 mm, width 2.7 mm), with median suture, some hairs on its anterior and lateral margins, and eight setae on its dorsal. Mesonotum 1.1 times wider than long (length 2.1 mm, width 2.4mm), slightly concave in the posterior, and long median suture. Metanotum 1.2 times wider than long(length 1.9 mm, width 2.3 mm), with one setae on its mid-lateral, two median sutures on its anterior.

Cervical sclerites about two times longer than width (length 1.2 mm, width 0.6 mm) (Fig. 5C), symmetry, triangular pyramid anteriorly elongated, with six setae on each of the two lateral margins and small setaeon its posterior. Basisternum of prothorax as long as width (length 1.0 mm, width 1.0) (Fig. 5C), symmetry, triangular swollen in the anterior, with two median sutures, with many hairs scattered. Katepisterna of prothorax inclined, elongated oval shaped, and situated near the posterior part of the cervical sclerite (Fig. 5C). Trochantin of prothorax crescent-shaped, symmetry, with two setae on its distal (Fig. 5C).

Legs (Table 1) elongated, leg formula 312, with distinct ribs on the ventral part of each coxa, two large spines on the ventral end of tibia, developed white pulvilli, two setae each on the apical part of the 2nd tarsus and 3rd, many long hairs on all tarsi, and two strong tarsal claws without teeth; 1st leg 10.0 mm, femur ratio 2.9, with many setae scattered on the prolateral of coxa, 13 setae (five on the dorsal, 18 on the ventral) on the femur, nine long setae on the ventral of tibia, 10 on the tarsus (six on 1st tarsal segment, two each on 2nd and 3rd); 2nd leg 9.83 mm, femur ratio 4.0, with three rows composed of 21 setae (six on dorsal, three on prolateral, 12 on ventral) in femur, 19 setae in tibia, 10in tarsus (six in 1st tarsal segment, each two in 2nd and 3rd) 3rd leg 12.41 mm, femur ratio 3.7, with three rows composed of 15 setae (seven on dorsal, four on prolateral, four on ventral) on femur, 21 setae on tibia, 12 setae in tarsus (eight on 1st tarsal segment, two each on 2nd and 3rd).

Abdominal tergites, symmetry, lateral margin flexed to the posterior,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

10-segmented, with one seta on the posterior margin of 1st tergite to 8th, one seta on the mid-lateral of 2nd tergite to 7th, two on the posterior of 3rd to 4th, four each on 5th, 9th and 10th, and six each on 7th and 8th 1st tergite about 2.6 times wider than long (length 0.7 mm, width 1.8 mm), 2nd three times wider than long (length 0.8 mm, width 2.4 mm), 3rd 3.3 times wider than long (length 0.8 mm, width 2.6 mm), 4th 2.6 times wider than long (length 1.0 mm, width 2.6 mm), 5th 2.3 times wider than long(length 1.1 mm, width 2.5 mm), 6th 2.2 times wider than long (length 1.1 mm, width 2.4 mm), 7th 2.1 times wider than long (length 1.0 mm, width 2.1 mm), 8th 2.4 times wider than long (length 0.7 mm, width 1.7 mm), 9th three times wider than long (length 0.5 mm, width 1.5 mm), 10th 1.7 times wider than long (length 0.7 mm, width 1.2 mm).

Abdominal sternites symmetry, with lateral margin flexed to the posterior, two rows (one rows composed of seven or nine setae on the middle, and another composed of six or ten setae on the posterior margin) on 5th sternite to 7th, with5th sternite wider than others; 1st sternite 1.3 times wider than long (length 0.6 mm, width 0.8 mm) without seta, 2nd two times wider than long (length 0.7 mm, width 1.4 mm) with five setae scattered on the middle, 3rd 1.8 times wider than long (length 1.0 mm, width 1.8 mm) with nine setae scattered on the middle and four on the posterior margin, 4th 1.6 times wider than long (length 1.1 mm, width 1.8 mm) with 16 setae on the middle and nine on the posterior margin, 5th 1.9 times wider than long (length 1.0 mm, width 1.9 mm) with seven setae on the middle and six on the posterior margin, 6th 1.6 times wider than long (length 1.1 mm, width 1.8 mm) with seven setae on the middle and six on the posterior margin, 7th 1.5 times wider than long (length 1.1 mm, width 1.7 mm) with nine on the middle and ten setae on the posterior margin, 8th 1.9 times wider than long (length 0.8 mm, width 1.5 mm) with two setae on the mid-lateral.

Cercomere seven (length 6.7 mm) (Figs. 5F), symmetry, cylindrical, with ring patterns of trichobothria and setae on the distal part of segments except for the terminal 1st cercomere (length 1.5 mm) longer than others, with 6 setae (0-0-1d, 0-1p-1p, 0-1r, 0-0-2v), threering patterns composed of 27 trichobothria (8-10-9); 2nd cercomere(length 0.8 mm) shorter than others, with five setae (0-0-2p, 0-1r-2r), one ring pattern composed of nine trichobothria; 3rd cercomere (length 0.9 mm), with five setae (0-0-2p, 0-1r-2r), one ring pattern composed of nine trichobothria; 4th cercomere (length 1.0 mm), with four setae (0-0-2p, 0-1r-1r), one ring pattern composed of nine trichobothria; 5th cercomere (length 1.0 mm), with four setae (0-0-1d, 0-0-1p, 0-0-2r), one ring pattern composed of nine trichobothria; 6th cercomere (length 0.8 mm), with two setae (0-0-1d,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

0-0-1v), one ring pattern composed of four trichobothria; 7th cercomere (length 0.9 mm), with two long setae on apical part, no trichobothrium.

Ovipositor (Fig. 5D-E) situated in the ventral part of 8th segment and 9th, symmetry, not attaining in the distal of the 4th cercal segment gonoplac (3.2 mm) longer than others, connected with 9th abdominal segment and gonangulum, and numerous setae on the dorsal gonangulum situated between the 8th sternite and 1st gonapophysis, asymmetrical "/ \"-shaped, slightly pointed; 1st gonapophysis (length 2.7 mm) slightly curved to the inside, with numerous bound hairs on the lower posterior, adjoined gonangulum, and vertically emarginated in the mid-anterior.

Distribution. The species is known only from Mt. Odae in Gangwon-do, South Korea. Natural History. Adult male, female and immature have been taken from June. Habitats are a ground amongst stones and leaf litter located beside small streams, and mixtures of dead tree, and colonies of *Abies holophylla* Maxim. and *Quercus mongolica* Fischer.

A key to the genus *Galloisiana* of the living ice-crawlers of the world

1. Pronotum composed of the marginal area on the posterior, and lacinia with one tooth---------- Other genera
- Pronotum rounded, nonexistent of the marginal area on the posterior, and lacinia with two teeth ---------- 2
2. Cercomere composed of 10-12 segments ------ 3
- Cercomere composed of seven to nine segments -- 4
3. Cervical sclerite with 10 or 11 setae on the lateral margin and supra-anal plate with truncated projection on the apical --- *Galloisiana magnus* Namkung, 1987
- Cervical sclerite with eight setae on the lateral margin and supra-anal plate with long projection on the apical ------ *Galloisiana ussuriensis* Storozhenko, 1988
4. Antennomere composed of 50 segments -- *Galloisiana kiyosawai* Asahina, 1959
- Antennomere composed of less than 50 segments - 5
5. Antenna composed of 40-49 segmen--------- 6
- Antenna composed of less than 40 segments ---- 8
6. Eye present ---------- 7
- Eye absent ---------- *Galloisiana chujoi* Gurney, 1961
7. Supra-anal plate symmetrical with pointed projection on the apical and cercus composed of eight segments --- *Galloisiana nipponensis* (Caudell et King, 1924)
- Supra-anal plate asymmetrical with curved projection on the apical and cercus composed of nine segments ------ *Galloisiana kosuensis* Namkung, 1987

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

8. Pronotum concaved on the mid-posterior ------ 9
- Pronotum rounded on the posterior ---------- 10
9. Eye present and supra-anal plate with pointed projection on the apical
---------- *Galloisiana notabilis* Silvestri, 1927
- Eye present and supra-anal plate with pointed projection on the apical
---------- *Galloisiana sinensis* Wang, 1987
10. 3rd segment of antenna 2.7times more longer than 2nd
---------- 11
- 3rd segment of antenna 2.7 times less shorter than 2nd
---------- 12
11. 3rd segment of antenna three times longer than 2nd and cervical sclerite with four or five setae on the lateral margin. --- *Galloisiana sofiae* Szeptycki, 1987
- 3rd segment of antenna about three times as long as 2nd and cervical sclerite with seven or eight setae on the lateral margin
---------- *Galloisiana olgae* Vrsansky and Storozhenko, 2001
12. Body length longer than 17 mm and cervical sclerite with six setae on the lateral margin ---------- *Galloisiana odaesanensis* sp. nov.
- Body length shorter than 17 mm and cervical sclerite with nine to eleven setae on the lateral margin or 3rd segment of antenna about 1.5 times more longer than 2nd ---------- 13
13. 3rd segment of antenna about2.5 times more longer than 2nd
---------- *Galloisiana yuasai* Asahina, 1959
- 3rd segment of antennae about 1.3-1.5 times longer than 2nd
---------- *Galloisiana yezoensis* Asahina, 1961

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 3-10. Measurements of leg segments of *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea (mm) (♂/♀).

	Coxa	Trochanter	Femur	Tibia	Tarsus	Total
1st leg	2.3/1.6	1.0/0.7	3.1/2.9	2.6/2.4	3.1/2.4	12.1/10.0
2nd leg	1.7/1.1	1.1/0.7	2.9/2.8	2.8/2.6	3.3/2.7	11.8/9.9
3rd leg	1.6/1.1	1.3/0.9	3.9/3.6	4.0/3.5	4.1/3.4	14.9/12.5

Table 3-11. Comparison of characters of *Galloisiana* spp. only occurred in northeastern Asia.

	Hab	Ho/Pa	Size (♂/♀)	Eye	A(L:R)	A(3/2)	CS (♂/♀)	SA	Cer	Prf
G. nipponensis	Mt.	M	21	P	43:35(b)	3-3.5	-	Sy, poi	9	R
G. yuasai	Mt.	M/F	13-16	P	31-35	2.5	11/9	Sy, poi	8	R
G. kiyosawai	Mt.	F	24	V	50	3.5-4	-	-	-	R
G. yezoensis	Mt.	F	16-17	P	31-33	1.3-1.5	?	-	7	R
G. chujoi	Ca.	F	-	A	43:36(b)	2.2-2.3	-	-	8	R
G. notabilis	Is.	M-Ny	-	A	37	1.75	-	Sy, poi	-	C
G. kosuensis	Ca.	M/F	22/-	P	45-46	3	4	Asy, cur	9	R
G. sinensis	Mt.	M-?	12	P	34	2	-	Sy, cyl	9	C
G. sofiae	Mt.	M	19	P	35-36	>3	4-5	Sy, poi	9	R
G. ussuriensis	Mt.	M	21	A	15-17(b)	<3	8	Sy, long	10	R
G. olgae	Mt.	F	17	P	37-38	3	7-8	-	9	R
G. odaesanensis	Mt.	M/F	20/18	P	30(b):35	1.7/2.4	6/6	Sy, cur	8/7	R
G. magnus	Ca.	M	43	A	52: 16(b)	2.3	10-11	Sy, tru	12	R

Note: A(L:R), antenna segment (Left : Right); A(3/2), antenna (3rd segment/2nd segment); A, absent; Asy, asymmetrical; b, broken; C, concave; Ca., cave; F, female; Cer, number of cercalsegments CS, setae on cervical sclerite; cur, curved on the apical; cyl, cylindrical; Hab, habitat; Ho, holotype; Is., island Mt. Mountain; Ny, nymph; P, present; Pa, paratype; poi, pointed; Prf, pronotum form on the posterior; R, rounded pronotum on the posterior; SA, supra-anal plate; Sy, symmetrical; tru, truncated tip in male supra-anal plate; V, vestigial ?, obscure; -, unknown.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

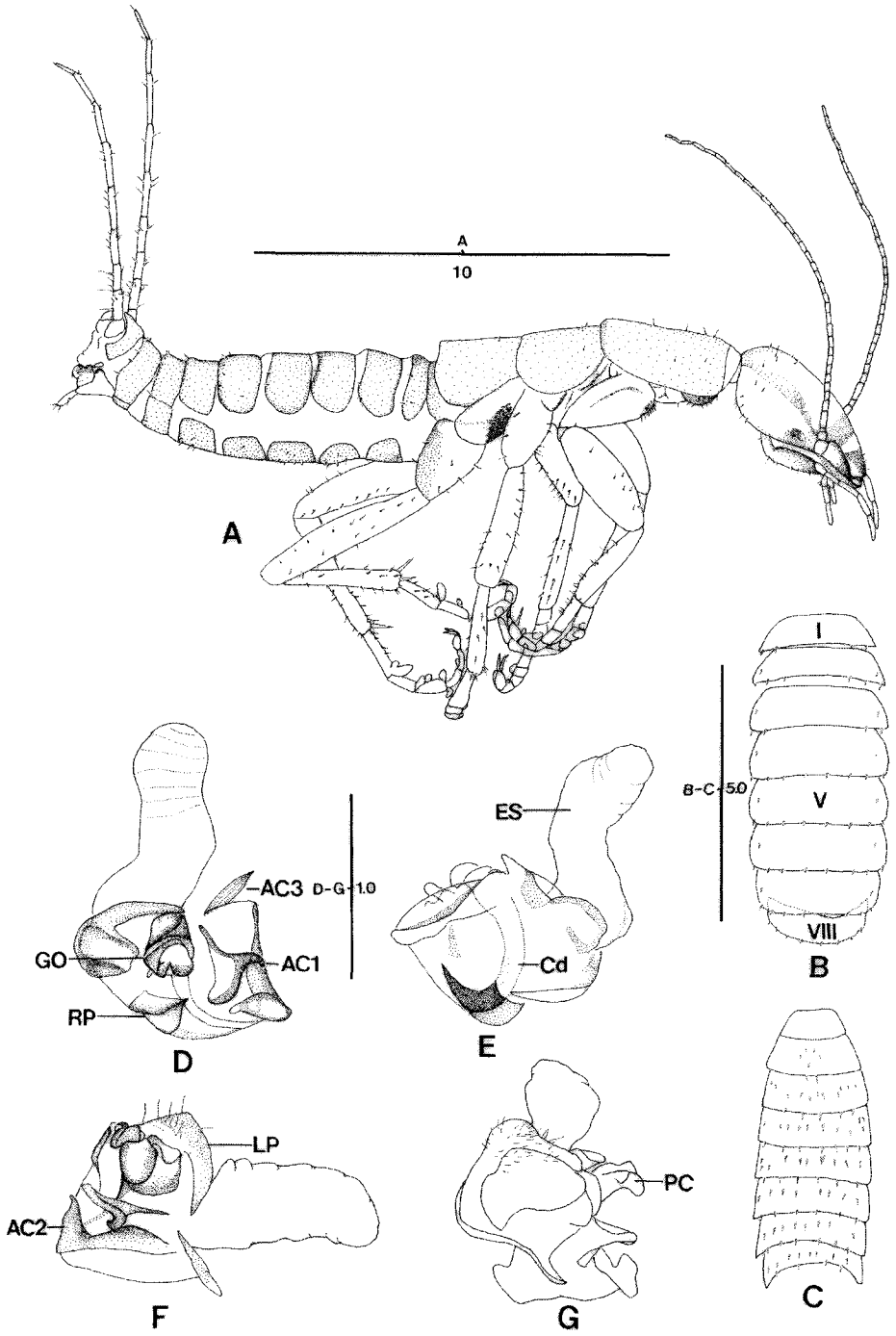


Fig. 3-72. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male.
A. Habitus, lateral view. B. Abdominal tergites, dorsal view. C. Abdominal sternites, ventral view. D-G. Genital organs, ventral (D), lateral (left, E; right, F) and posteiror view (G). AC1, 2, 3, 1st, 2nd, 3rdaccessory copulatory sclerite; Cd, conductor; ES, eversible sac of phallomere; GO, genital opening; LP, left phallomere; PC, principal copulatory sclerite; I, V, VIII, first, fifth, eighth abdominal segments. Scale: mm.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

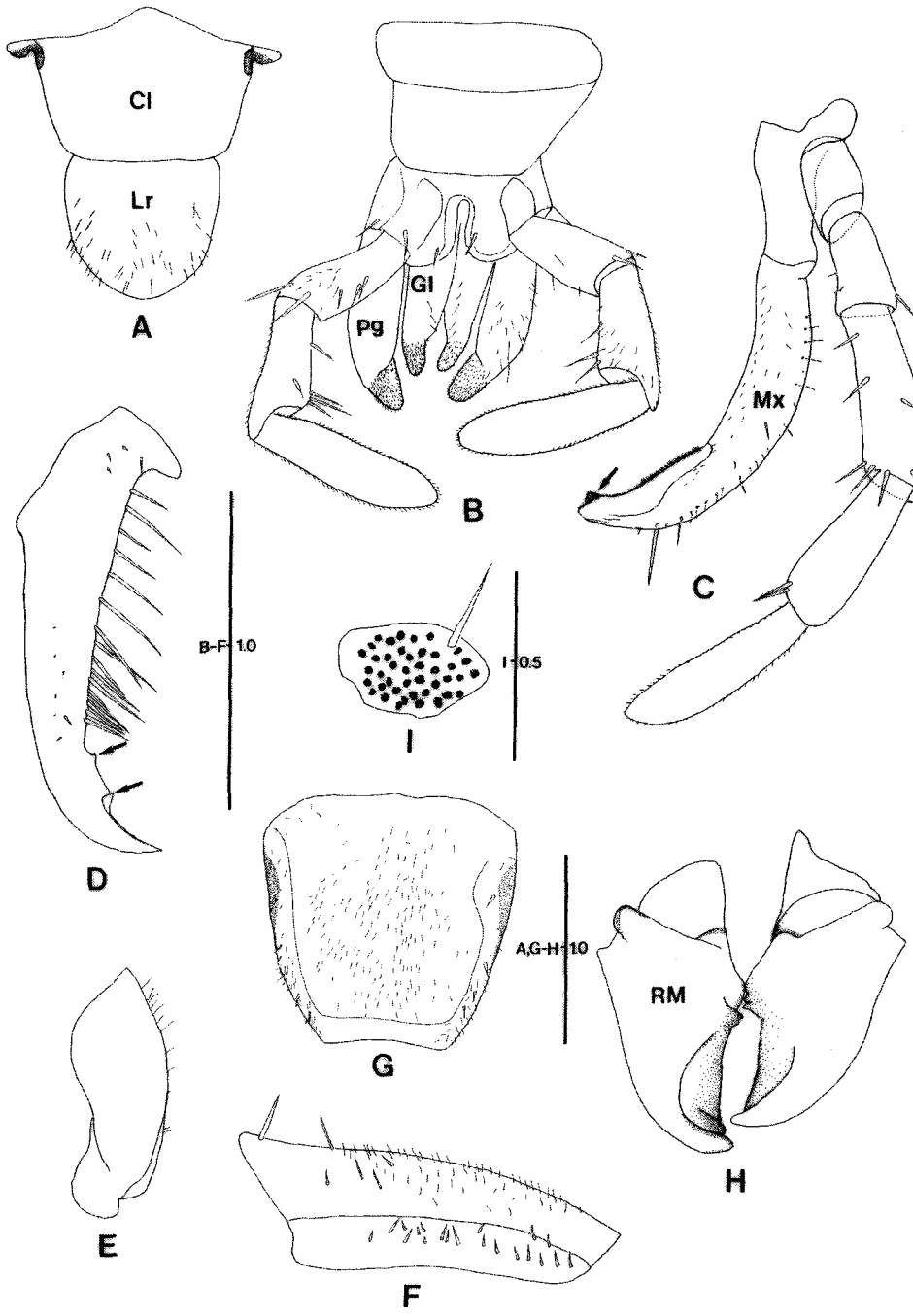


Fig. 3-73. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male.
A. Clypeus and labrum, dorsal view. B. Labial palp, paraglossa, glossa, mentum and prementum, dorsal view. C. Maxilla with triangular process (allowed) and maxillary palp, left, dorsal view. D. Lacinia with two preapical teeth (allowed), left, ventral view. E. Cardo, left, ventral view. F. Stipes, left, ventral view. G. Postmentum, ventral view. H. Mandible, ventral view. Cl, clypeus; Gl, glossa; Lr, labrum; Mx, maxilla; Pg, paraglossa; RM, right mandible. Sclae: mm.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

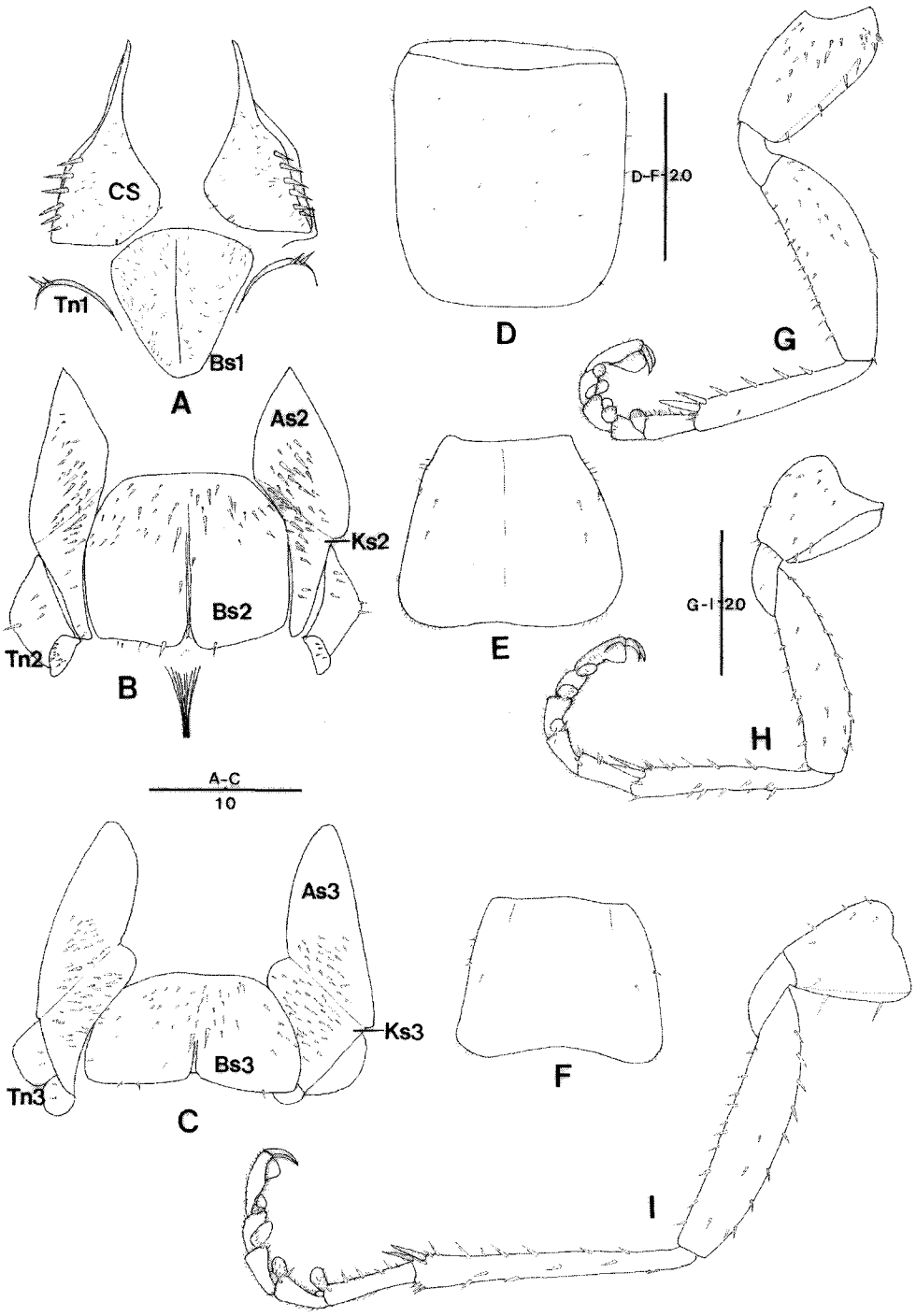


Fig. 3-74. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male.
A. Cervical sclerites and eusterna of prothorax, ventral view. B, C. Basisternum of mesothorax (B) and metathorax (C), ventral view. D. Pronotum, dorsal view. E. Mesonotum, dorsal view. F. Metanotum, dorsal view. G-I. 1st to 3rd legs, left, prolateral view. As2, 3, 2nd, 3rd anepisterna; Bs 1, 2, 3, 1st, 2nd, 3rd basisterna; Ks2, 3, 2nd, 3rd katepisterna; Tn1, 2, 3, 1st, 2nd, 3rd trochantin. Scale: mm.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

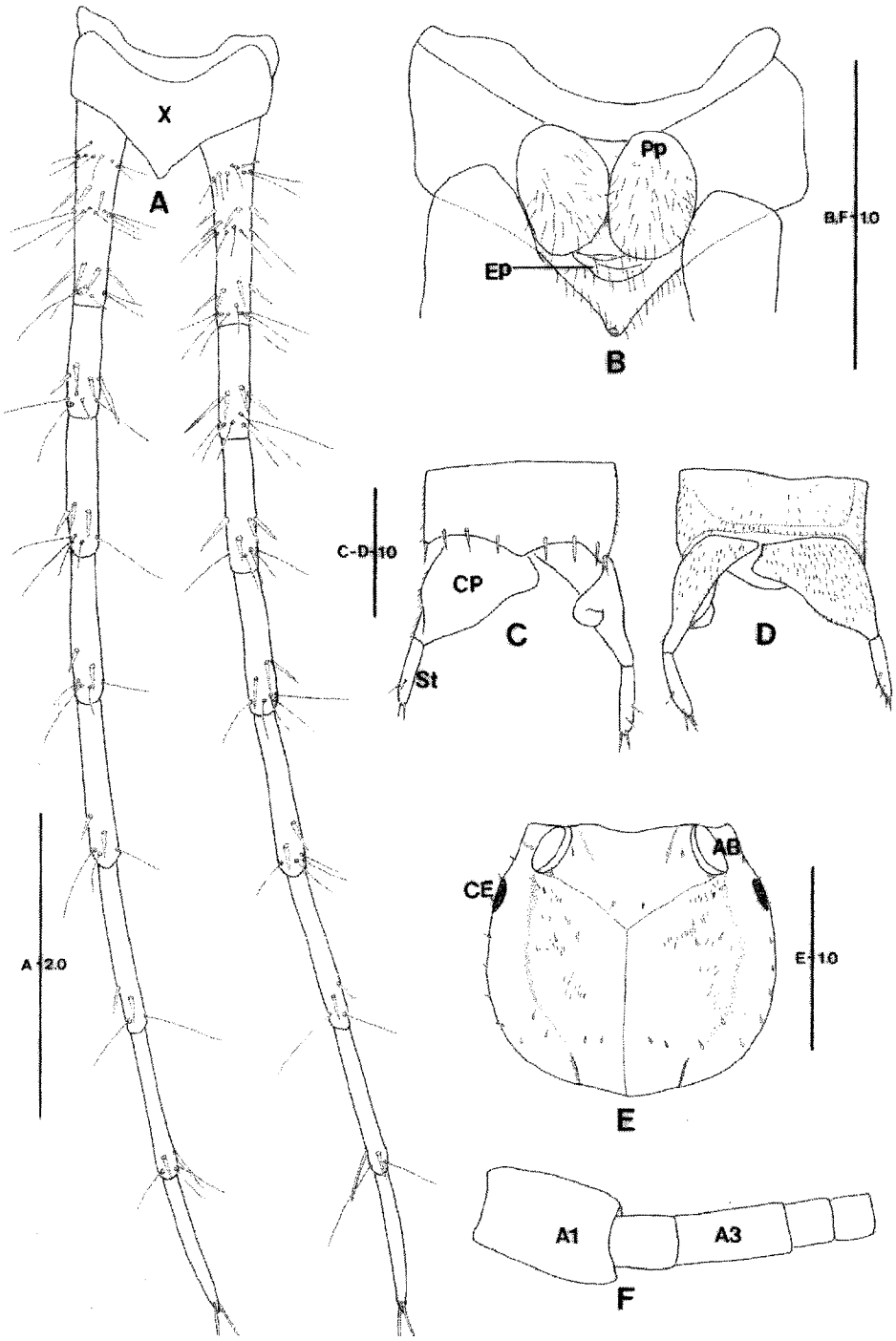


Fig. 3-75. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, holotype, male. A.Cercomeres, dorsal view. B. Ninth abdominal segment with paraprocts and epiprot, posteroventral view. C, D. Ninth abdominal segment with coxal plate an stylus, dorsal (C) and ventral view (D). E. Cranium with compoundeyes, antenr base and epicranial suture, dorsal view. F. Basal antennomeres, left, retrolate view. A1, A3, 1st, 3rd antennomre; AB, antennal base; CE, compound eye; coxal plate; Ep, epiproct; Pp, paraproct St, stylus. Sclae: mm

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

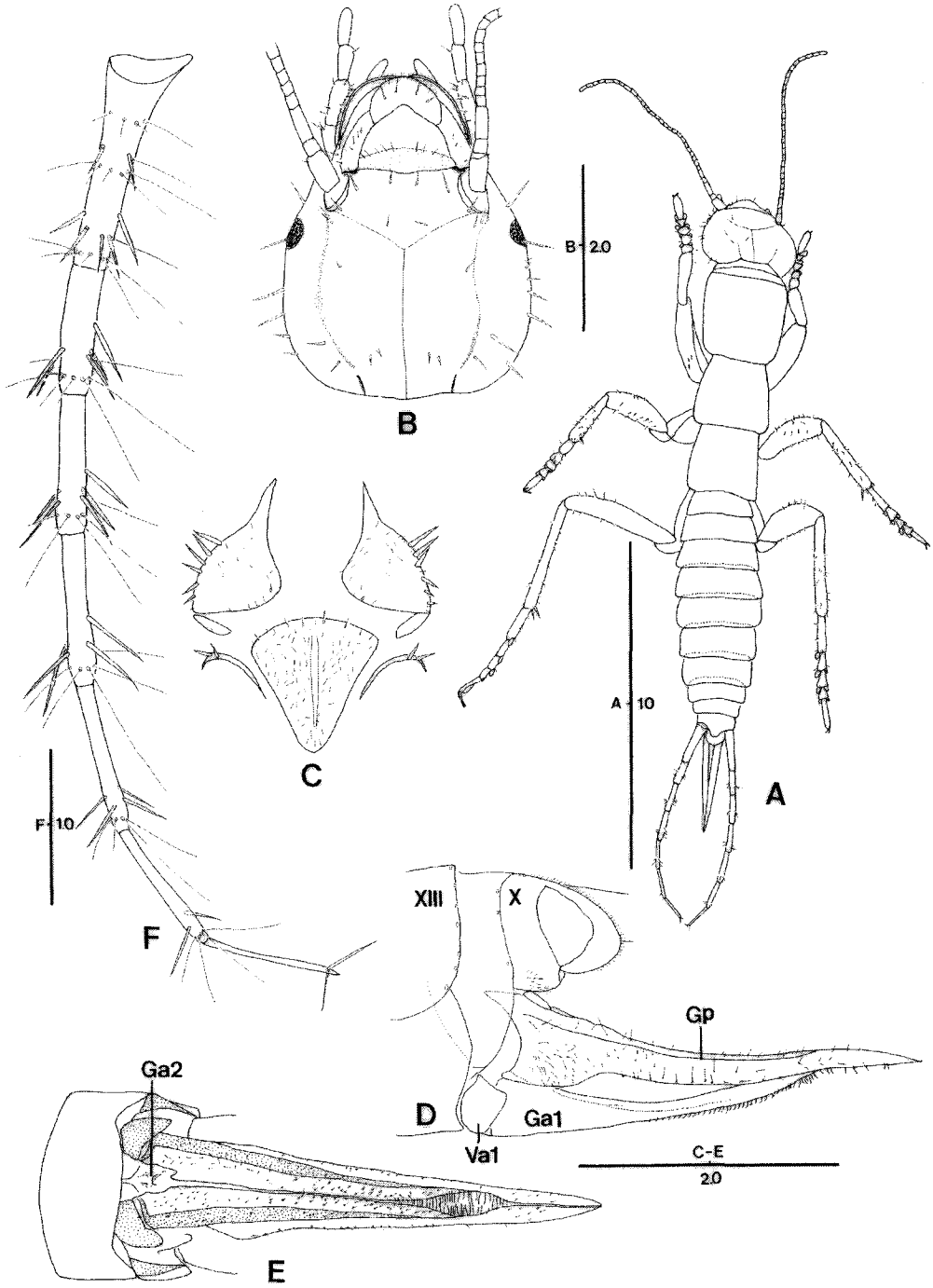


Fig. 3-76. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. from Korea, paratype, female.
A. Habitus, dorsal view. B. Headwith compound eyes, antennomeres and clypeus, dorsal view. C. Cervical sclerites and eusterna of prothorax, ventral view. D-E. Ovipositor, lateral (D) and dorsal view (E). F. Cercomeres, left, retrolateral view. Ga1, 2, 1st, 2nd gonapophysis; Gp, gonoplac; Va1, 1st valvifer; VIII, X, eighth, tenth abdominal segments. Scale: mm.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

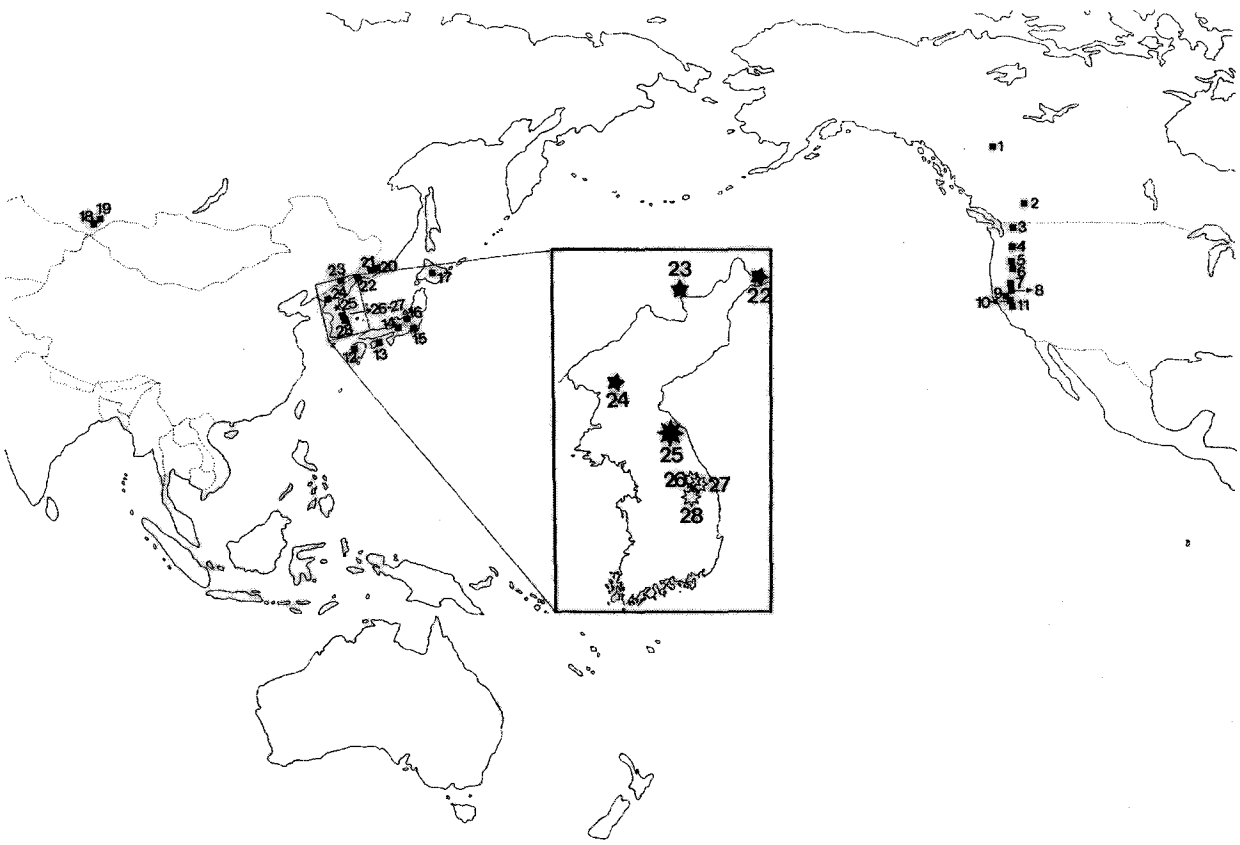


Fig. 3-77. Type localities of extant Grylloblattodea in the world.

1. *Grylloblatta scudderi* Kamp, 1979 (Mt. Paul); 2. *Grylloblatta campodeiformis* Walker, 1914 (Canadian Rocky Mountains); 3. *Grylloblatta occidentalis* Silvestri, 1931 (Mt. Baker); 4. *Grylloblatta chirurgica* Gurney, 1961 (Skamania Cave); 5. *Grylloblatta sculleni* Gurney, 1937 (Mt. Cascade); 6. *Grylloblatta rothi* Gurney, 1953 (Happy Valley); 7. *Grylloblatta chandleri* Kamp, 1963 (Eagle Lake); 8. *Grylloblatta gurneyi* Kamp, 1963 (Lava Beds National Mountain); 9. *Grylloblatta barberi*Caudell, 1924 (Sunny Side Mine); 10. *Grylloblatta washoa* Gurney, 1961 (Echo Summit); 11. *Grylloblatta bifratrilecta*Gurney, 1953 (Sonora Pass); 12. *Galloisiana notabilis* Silvestri, 1927 (Nagasaki Prefecture); 13. *Galloisiana chujoi* Gurney, 1961 (Oninoiwaya Cave); 14. *Galloisiana kiyosawai* Asahina, 1959 (Hirayu-Onsen); 15. *Galloisiana nipponensis* (Caudell et King, 1924) (Niko-Chu); 16. *Galloisiana yuasai* Asahina, 1959 (Tokugo-Toge); 17. *Galloisiana yezoensis* Asahina, 1961 (Miyazaki-Toge); 18. *Grylloblattella pravdini*(Storozhenko andOliger, 1984) (Teletskoye Lake); 19. *Grylloblattella sayanensis* Storozhenko, 1996 (Mt. Sayan); 20. *Galloisiana ussuriensis* Storozhenko, 1988 (Primorje); 21. *Galloisiana olgae* Vrsansky et Storozhenko, 2001 (Mt. Olga) 22. *Grylloblattina djakonovi* Bey-Bienko, 1951 (Yenhaeju); 23. *Galloisiana sinensis* Wang, 1987 (Mt. Jangpaik); 24. *Galloisiana sofiae* Szeptycki, 1987 (Mt. Myoyang) 25. *Galloisiana odaesanensis* sp. nov. (Mt. Odae); 26. *Galloisiana magnus* Namkung, 1986 (Balgudeok Cave); 27. *Namkungia biryongensis*(Namkung, 1974) (Biryong Cave); 28. *Galloisiana kosuensis* Namkung, 1974 (Gosu Cave).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(나) *Namkungia magnus* (Namkung, 1987)

Namkungia magnus (Namkung, 1986) com. nov. (Figures 3-(78-80)

Examined. Holotype. 1♀, Balgudeok cave, Munung-ri, Jeongseong-gun, Gangwon-do, 4 May 1986, collected by Y.K. Kim. The holotype specimen has been deposited in the Arachnological Institute of Korea.

Diagnosis. The present species bears a superficial resemblance to the *N. biyongensis* (Namkung, 1974)in having large body length (longer than 30 mm), eyeless, more than 47 segments in antennae, and 12 segments in cerci but is clearly distinguishable by asymmetrical supra-anal plate of the 10th abdominal tergite bulged with truncate projection (dull in *N. biyongensis*), 52 segments in left antennae (48 in *N. biyongensis*), the cervical sclerite with nine (left) or 11 (right) setae (10 or 9 in *N. biyongensis*) on lateral part, and several copulatory sclerites of the genital structure accessory copulatory sclerite composed of three parts, principal copulatory sclerite composed of two parts surrounded with left phallomeres and 1st accessory copulatory sclerites, and genital opening situated in the middle part of principal copulatory sclerite. Also, this species is the largest body length, 43.25 mm in the world (38.5 mm in the original description) and has the greatest 12-segmented cercus(10-segmented in the original description) like *N. biyongensis*.

Male:

Total body (Fig. 2A) length 43.25 mm (measured from the anterior margin of rostrum to the posterior margin of tenth abdominal segment), found wandering on ground amongst stones in cave.

Head (Figs. 1A, 2B) attached obliquely to pronotum; cranium wider than length (length 6.05 mm, width 6.36 mm), with ten setae on each lateral margin, four setae around antennal socket, and distinct cranium line from the base of the antennae to the occiput,and a pair of short parietal sutures originating in the occipital foramen; clypeus distinctly 1.7 times wider than length (length 1.24 mm, width 2.09 mm), projected on the anterior middle part and anterior tentorial pit scleritized in the upper lateral margin; eye absent, with ocular seta; antennae filiform composed of 49 segments (52 in original description) in broken left, 16 segments in broken right, and 3rd segment (0.75 mm) 2.3 times longer than 2nd segment (0.33 mm).

Labrum clearly 1.5 times wider than length (length 1.11mm, width 1.71 mm), broadly crescent-shaped, covered with many hairs on the middle and lower part labial palp 2.63 mm (0.79+0.73+1.11 mm), withthree segments including the longest distal segment, symmetrical, scattered many setae on 1st and 2nd, and absent on 3rd; paraglossa and glossa symmetrical, pointed, many minute hairs on the apical;

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

maxilla symmetrical, hooked; maxillary palp, length 2. 33 mm (0.44+0.60+1.33+ 1.24+1.43 mm), with five segments including the longest distal segment, symmetrical, scattered many setae on the 1st and 2nd; lacinia pointed, withtwo preapical teeth, a row of sparsely arranged many long setae on the inner margin part.

Pronotum (Figs. 1B, 2A) 1.1 times longer than width (length 6.20 mm, width 5.66 mm), with six setae on the anterolateral, and clearly vertical suture on the middle mesonutum (Figs. 1C, 2A) 1.2 times wider than length (length 4.50 mm, width 5.27 mm), scattered many hairs on the posterior, five setae on the anterolateral, slightly concaved in the posteriorpart, and clearly vertical suture on the middle; metanotum (Figs. 1D, 2A) 1.2 times wider than length (length 4.11 mm, width 5.04 mm), five setae on the middle lateral part, distinctlyconcaved in the posterior, and two vertical sutures on the anterior.

Cervical sclerites (Fig. 1J) 1.7 times longer than width (length 2.33 mm, width 1.40 mm), symmetrical, with nine setae on the lateral marginsof left (11 on right) and four small setae on the posterior of right part and five on the left; basisternum of prothoracic segment 1.1 times longer than width (length 2.00 mm, width 1.78 mm), symmetrical, swollen triangular in anterior, with two long vertical suture on the middle, and some scattered hairs on the anterior katepisterna of prothoracic segment distinctly situated between trochantin and cervical sclerite; trochantin of prothoracic length 0.86 mm, crescent-shaped, symmetrical, with two setae on the distal part.

Basisternum of mesothoracic segment (Fig. 1K) clearly 1.5 times wider than length (length 1.81 mm, width 2.67 mm), symmetrical, many scattered setae on anterior part, with two vertical sutures on the middle originated in the posterior part and distinct big sternal apophysis; katepisterna of mesothoracic segment symmetrical, composed in two parts jointed in the lateral margin (upper part length 1.79 mm, width 0.60 mm, with ten setae on the middle and anterior parts lower part length 1.52 mm, width 0.92 mm, diamond shaped, with oneseta on the mid-lateral part, and two vertical sutures in the middle); trochantin of mesothoracic segment circle, situated between coax of 2nd leg and distinct big sternal apophysis.

Basisternum of metathoracic segment (Fig. 1L) about two times wider than length (length 1.40 mm, width 2.95 mm), many scattered setae on the anterior part, with two small vertical suture on the posterior; katepisterna of metathoracic segment symmetrical, composed in two parts jointed in the lateral margin part (upper part length 1.75mm, width 0.92 mm, long rectangular, scattered numerous setae lower part length 1.40 mm, width 0.79 mm, diamond shaped, with two vertical sutures in the middle trochantin of mesothoracic segment circle, situated between coax of 2nd

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

leg and sternal apophysis.

Legs (Table 1) elongated, leg formula 321, with each two setae in all trochanter, two large spines on the ventral of distal tibia, white pulvilli developed, two setae each on the apical of 2nd and 4th tarsi, numerous stronglylong hairs on all tarsi, and two strong tarsal claws without teeth; 1st leg 21.76 mm, femur ratio 3.0, some scattered setae on coax, trochanter smaller than others, 25 setae (nine on the dorsal, 16 on the ventral) on femur, ten setae in tibia, 12 in tarsi (six on 1st tarsus, two each on 2nd to 4th); 2nd leg 23.11 mm, femur ratio 4.2, some setae scattered on coxa, three rows composed of 18 setae (ten on the dorsal, two on the prolateral, six on the ventral) on femur, 20 setae on tibia, 12 on tarsi (six in 1st tarsus, two each in 2nd to 4th) 3rd leg 29.66 mm, femur ratio 4.7, many scattered setae on coax, three rows composed of 29 setae (seven on the dorsal, four on the prolateral, 20 on the ventral) on femur, 26 setae (12 on the dorsal, five on the prolateral, nine on the ventral) on tibia, 12 on tarsi (six on 1st tarsus, two each on 2nd to 4th).

Abdominal tergites (Figs. 1F, 2E) slightly convex, symmetrical, lateral margin flexed to the posterior, ten-segmented, with a pair of vertical groove on the lateral of 1st segment to 6th, supra-anal plate of 10th segment with truncate projection, one pair of seta on the middle lateral of 2nd tergite to 8th, eight setae on the posterior of 1st, and 3rd to 8th, six on 2nd and 9th, four on 10th; 1st tergite 2.9 times wider than length (length 1.55 mm, width 4.50 mm), 2nd 3.1 times wider than length (length 1.55 mm, width 4.81 mm), 3rd 2.8 times wider than length (length 1.71 mm, width 4.81mm), 4th 2.5 times wider than length (length 2.02 mm, width 5,04 mm), 5th 2.5 times wider than length (length 1.94 mm, width 4.88 mm), 6th 2.5 times wider than length (length 1.86 mm, width 4.65 mm), 7th 2.6 times wider than length (length 1.63 mm, width 4.26 mm), 8th 2.6 times wider than length (length 1.40 mm, width 3.57 mm), 9th 2.1 times wider than length (length 1.40 mm, width 2.87 mm), 10th 1.5 times wider than length (length 1.55 mm, width 2.40 mm).

Abdominal sternites (Figs. 1G, 2C) slightly convex, symmetrical, with the lateral margin flexed to the posterior part, swollen sclerite in the mid-posterior, two groups (one group composed of eight to twelve setae on the middle part, another composed of 14 to 18 on the posterior margin) on 3rd sternite to 7th; 1st sternite 1.9 times wider than length (length 1.32 mm, width 2.56 mm) with seta, 2nd about two times wider than length (length 1.71 mm, width 3.41 mm) with four on the middle part and five on the posterior, 3rd two times wider than length (length 1.86 mm, width 3.72 mm) with 18 on the middle and nine on posterior margin, 4th about two times wider than length (length 2.02 mm, width 4.11mm) with 15 on the middle and 11 on the posterior margin, 5th about two times wider than length (length 2.09 mm, width 4.11

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

mm) with 15 on the middle and 9 on the posterior margin, 6th 1.8 times wider than length (length 2.17 mm, width 3.95 mm) with 14 on the middle and sevenon the posterior margin, 7th 1.9 times wider than length (length 1.94 mm, width 3.72 mm) with 15 on the middle and eight on the posterior margin, 8th 2.3 times wider than length (length 1.32 mm, width 3.10 mm) with seven on the middle and four on the posterior margin.

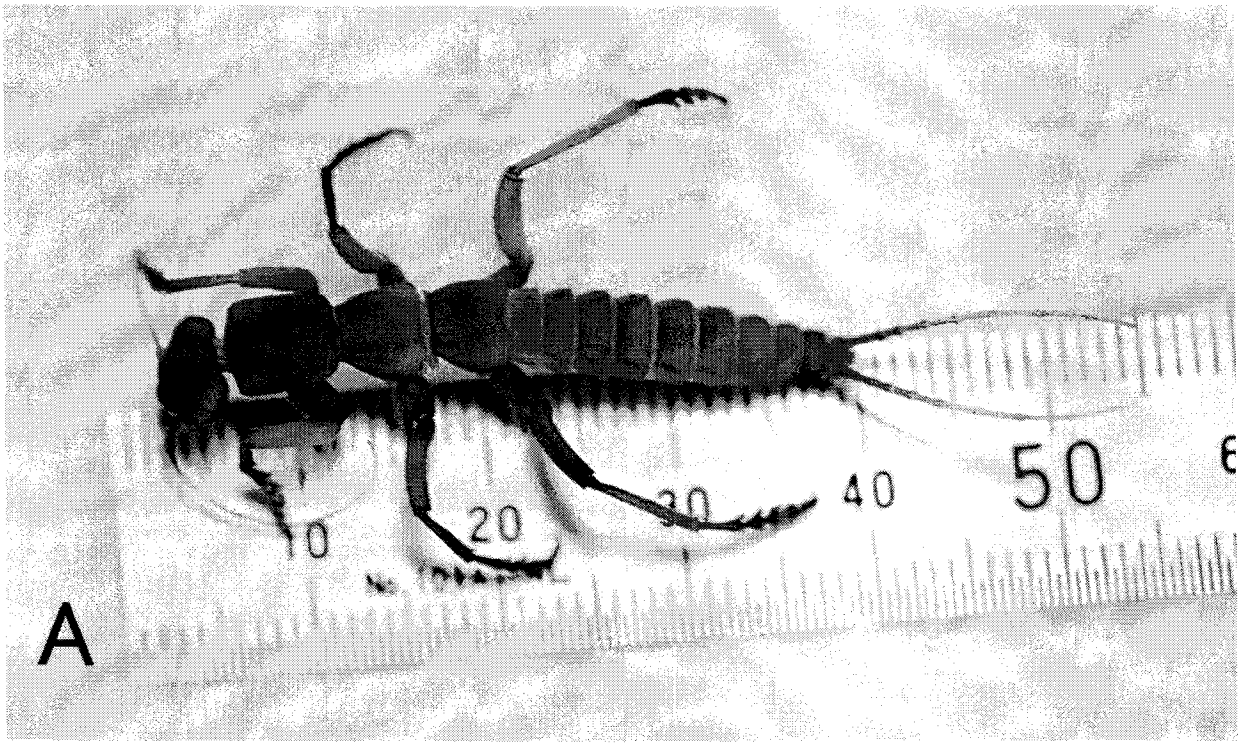
Ninth abdominal segment (Figs. 1E, 2D) indistinctlyseparated from 9th abdominal sternite, slightly projected in the middle; stylus two-segmented, with strongly asymmetrical coax, left (length 1.33 mm, width 1.46 mm) about 1.4 times wider than right (length 1.90 mm, width 1.02 mm), and stylus about four times longer than width (length 0.89 mm, width 0.22 mm), cylindrical, symmetrical, with five setae in the right part.

Cercus (Figs. 1H-I, 2D-E) 12-segmented, some broken in last segment, symmetrical, cylindrical, with ring patterns of sound sensory organ (trichobothrium) and setae on the distal partof most segments, and seta absent in 1st 1st segment (length 0.28 mm) with one ring pattern composed of 15 trichobthria; 2nd segment (length 0.25 mm) smaller than others, with 3 setae (1d, 2v), one ring pattern composed of seven trichobothria; 3rd segment (length 0.33 mm), with one ring pattern composed of five setae (2p, 1r, 2v), one ring pattern composed of nine trichobothria; 4th segment (length 0.63 mm), with eight setae (0-2d, 0-3p, 0-2r, 0-1v), one ring pattern composed of four trichobothria; 5th segment (length 0.74 mm), with eight spines (0-2d, 0-2p, 0-3r, 0-1v), one ring pattern composed of six trichobothria; 6th segment (length 0.91 mm), with eight setae (0-2d, 0-2p, 0-2r, 0-2v), one ring pattern composed of fivetrichobothria; 7th segment (length 1.09 mm), with eightsetae (0-2d, 0-2r, 0-2r, 0-2v), one ring pattern composed of six trichobothria; 8th segment (length 1.30 mm), with seven setae (0-2d, 0-3p, 0-1r, 0-1v), one ring pattern composed of six trichobothria; 9th segment (length 1.44 mm), with five setae (0-1d, 0-2p, 0-1r, 0-1v), one ring pattern composed of five trichobothria; 10th segment (length 1.53 mm), with four setae (0-1d, 0-2p, 0-1r, 0-1v), with six trichobothria; 11th segment (length 1.42 mm), three setae (0-0-1d, 0-0-2v), three trichobothria; 12th segment broken in about one thirds.

Genital organ (Figs. 1M-O, 2F) situated between the ventral of stylus coxae of the 9th segment and the 10th segment, strong asymmetry eversible sac of phallomere 2.5 times longer than width (length 2.03 mm, width 0.83 mm), wrinkled cylindrical, with the distal part curved to the lower and originating fromthe lateral base of the left phallomere; left phallomere slightly longer than width (length 0.95 mm, width 0.89 mm), L-shaped with broad base, situated between eversible sac of

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

phallomere and principle copulatory sclerite and many scattered hairs; right phallomere situated in between left phallomere and right stylus coax, semicircular, with round distal part accessory copulatory sclerite composed of three parts (1st part ◆-shaped with round process, 2nd reverse L-shaped, 3rd elongated oval-shaped situated in between eversible sac of phallomere and the ventral of 10th abdominal segment); principal copulatory sclerite composed of two parts (upper and lower to genital opening) surrounded with left phallomeres and 1st accessory copulatory sclerites (upper part largely depressed in the right with semicircular swollen process; lower part, triangularly concaved process in the apical) genital opening situated in the middle part of principal copulatory sclerite.



Fgiure 3-78. Photo of *Namkungia magnus*, habitus, in Jeongsun city.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

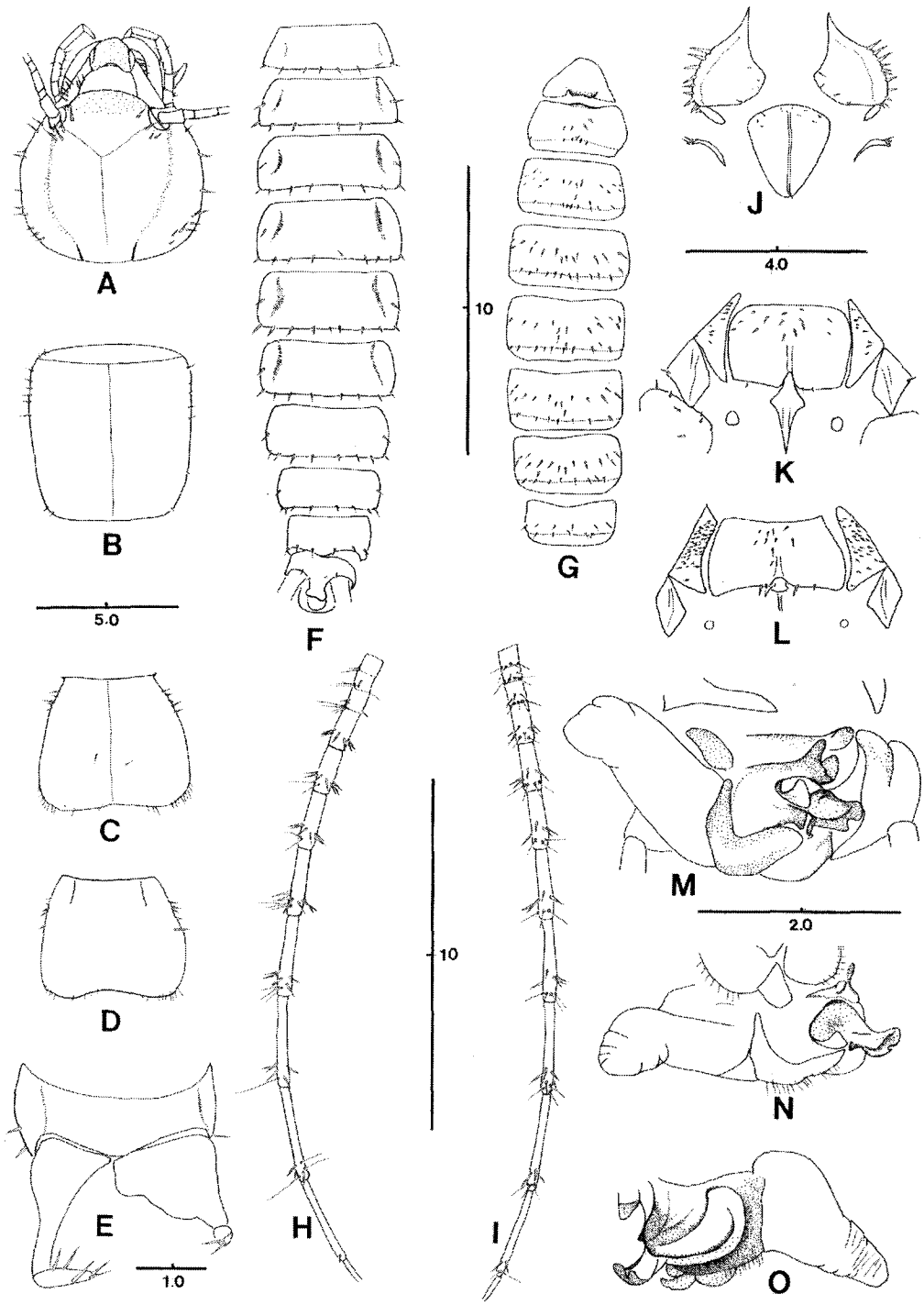


Figure 3-79. *Namkungia magnus* (Namkung, 1986) com. nov. from Korea.
A. Head, dorsal view. B. Pronotum, dorsal view.
C. Mesonotum dorsal view. D. Metanotum, dorsal view.
E. Ninth abdominal segment, ventral view. F. Abdominal tergites, dorsal view.
G. Abdominal sternites, ventral view. H. Cercus, dorsal view.
I. Cercus, ventral view. J. Cervical sclerites
K. Basisternum of mesothoracic segment. L. Basisternum of metathoracic segment. M-O. Genital organs, posterior view, dorsal view, ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

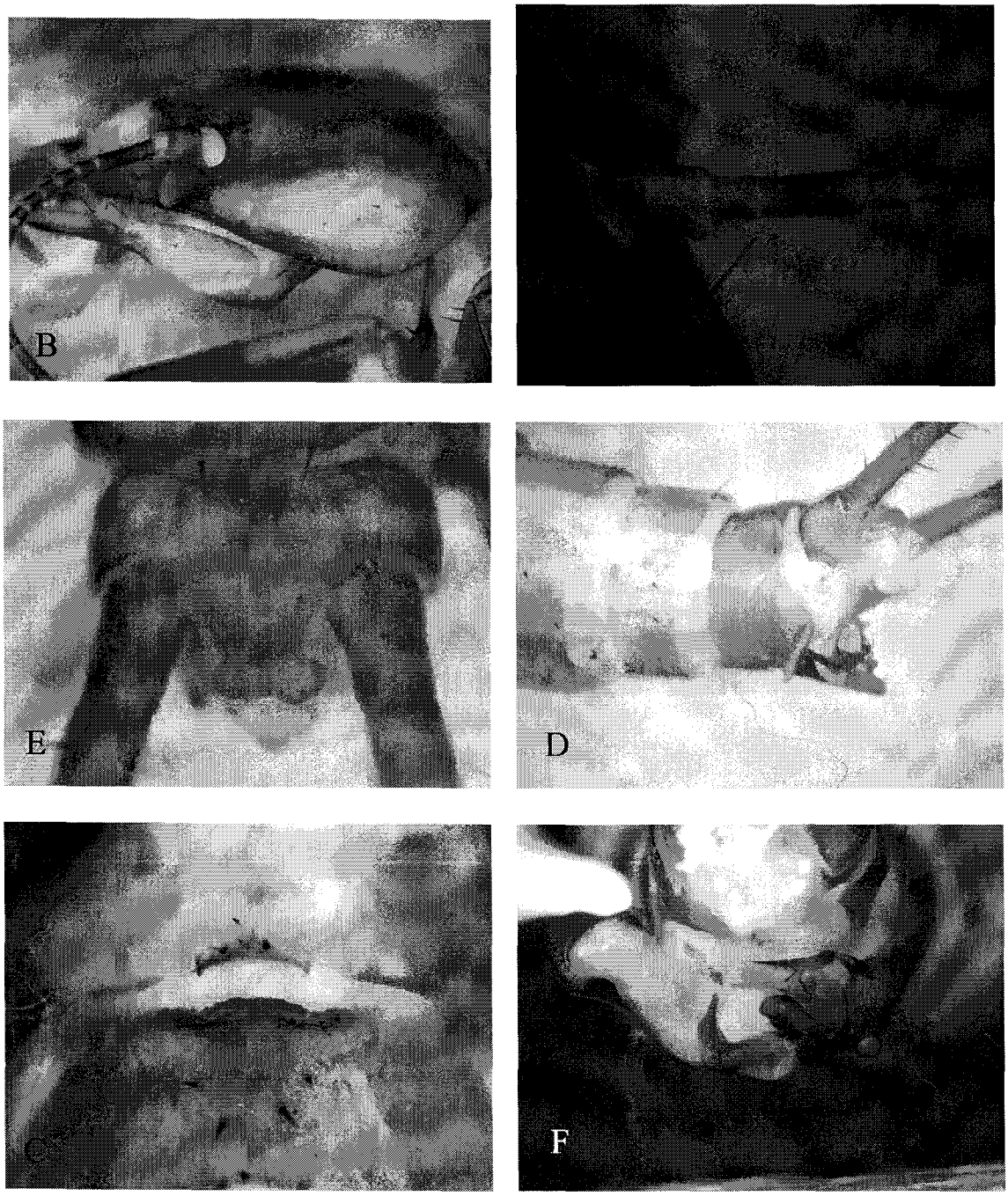


Figure 3-80. Photos of *Namkungia magnus* (Namkung, 1986) com. nov. from Korea.
A. Head, lateral view. B. Antenna, 1-3th segments C. Eversible sac, ventral view. D. Abdominal segment & cercus, lateral view.
E. Tenth abdominal segment, dorsal view. F. Genital organ, posterior view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(다) 한국산 갈르와벌레류의 유전자 분석

현재 미국 Brigham Young 대학의 Dr. Whiting에 의해 연구되고 있는 핵 게놈에서 3개 유전자 (18S rRNA(~2000bp), 28S rRNA (~2300bp), histone H3(~300bp) 그리고 미토콘드리아 게놈에서 3개 유전자, 12S rRNA (~400bp), 16S rRNA (~500bp), COII (700bp)에 의한 계통분석이 현재 진행 중이다. 본 연구과제에서는 국내 5개 동굴, 육상 1곳 그리고 일본산 1종을 확보하여 유전자 분석 및 형태적인 재분석을 병행하여 계통분석을 진행 중이다.

1. 심복굴(유충, 복안을 가지고 있음, 2cm 이내)
2. 모산굴(유충, 복안이 완전히 퇴하, 2cm 이내)
3. 고수동굴(유충, 복안을 가지고 있으며 고수갈르와벌레로 추정, 2cm 이내)
4. 천곡동굴(유충, 복안을 가지고 있음, 2cm 이내)
5. 주지굴(유충, 복안이 퇴화되어 있으며 거대한 체형 등에 의해 Namkugia속으로 추정 3cm 이상)
6. 오대산(암수 성체, 복안을 가지고 있음, 2cm 정도)
7. 일본 나가사기 지역(*Galloisiana yuasai*, 암수, Tsukuba 대학의 Dr. Uchifune)

Table 3-12. Primer sequences (Svenson and Whiting, 2004)

Gene	Primer	Sequence
16S	16Sa	5'-CGC CTG TTT ATC AAA AAA AT-3'
	16Sb	5'-CTC CGG TTT GAA CTC AFA TCA-3'
COII	COII 2a	5'-ATA GAK CWT CYC CHT TAA TAG AAC A-3'
	COII Flue	5'-TCT AAT ATG GAT TAG TGC-3'
	COII 9b	5'-GTA CTT GCT TTC AGT CAT CTW ATG-3'
	COII R-lys	5'-GAG ACC AGT ACT TGC TTT CAG TCA TC-3'
H3	HexAF	5'-ATG GCT CGT ACC AAG CAG ACG GC-3'
	HexAR	5'ATA TCC TTG GGC ATG ATG GTG AC-3'

COII, cytochrome oxidase II, H3 histone 3

Table 3-13. Amplication profiles (Svenson and Whiting, 2004)

	Hot start	Denature	Anneal	Extraction	Final extend	Cycles
16S	95°(12min)	94°(30s)	54°(30s)	72°(1min)	72°(5min)	40
COII	95°(12min)	94°(1min)	54°(1min)	72°(1min 15s)	72°(1min)	40
H3	95°(12min)	94°(1min)	54°(1min)	72°(1min)	72°(10min)	40

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 3-14. Red list status and GenBank data accession numbers

(Jarvis & Whiting, 2006 in press)

Genus, species	inferred species	Locality	Loc.#	IUCN	18S	28S	12S	16S	H3	COII
Gryllobiatta campodeiformis	*campodeiformis*	Canada, AB, Kananaskis, Co., Lilian Lake	1	NT	DQ457300	-	DQ457228	DQ457263	-	-
Gryllobiattasp. indet.	*campodeiformis*	USA, MT, Gallatin, Co., Buffalo Horn Creek	2	NT	DQ457299	DQ457336	DQ457227	DQ457262	DQ457398	DQ457367
Gryllobiattasp. indet.	*chirurgica*	USA, WA, Yakima, Co., Goat peak Trail	3	VU	DQ457292	DQ457329	DQ457220	DQ457255	-	DQ457362
Gryllobiattasp. indet.	*campodeiformis*	USA, WA, Yakima, Co., Chinook Pass	4	DD	DQ457274	DQ457311	DQ457203	DQ457237	DQ457376	DQ457345
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Yakima, Co., Chinook Pass	4	VU	DQ457275	DQ457312	DQ457204	DQ457238	DQ457377	DQ457346
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Skamania, Co., Dead Horse Cave	5	VU	DQ457293	DQ457330	DQ457221	DQ457256	DQ457394	DQ457363
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Skamania, Co., New Cave	6	VU	DQ457295	DQ457332	DQ457223	DQ457258	DQ457395	DQ457365
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Klickitat, Co., Cheese Cave	7	VU	DQ457289	DQ457326	DQ457217	DQ457252	DQ457391	DQ457359
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Skamania, Co., Ice Caves Picnic Area	8	VU	DQ457272	DQ457309	DQ457201	DQ457235	DQ457374	DQ457343
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Skamania, Co., Ice Caves Picnic Area	8	VU	DQ457273	DQ457310	DQ457202	DQ457236	DQ457375	DQ457344
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Skamania, Co., Dry Creek Cave	9	VU	DQ457291	DQ457328	DQ457219	DQ457254	DQ457393	DQ457361
Gryllobiattasp. indet.	*chirurgica*	USA, WA, Skamania, Co., Surprise Cave	10	VU	DQ457294	DQ457331	DQ457222	DQ457257	-	DQ457364
Gryllobiattasp. indet.	sp. nov. 1	USA, WA, Skamania, Co., Little Red River Cave	11	VU	DQ457290	DQ457327	DQ457218	DQ457253	DQ457392	DQ457360
Gryllobiattasp. indet.	*chirurgica*	USA, WA, Skamania, Co., Ape Cave	12	VU	DQ457297	DQ457334	DQ457225	DQ457260	DQ457396	-
Gryllobiatta sculleni	*sculleni*	USA, OR, Benton, Co., Mary's Peak	13	CR	DQ457301	-	DQ457229	DQ457264	-	DQ457368
Gryllobiattasp. indet.	*incertae sedis*	USA, OR, Linn, Co., Sawyer's Ice Cave	14	DD	DQ457270	DQ457307	DQ457199	DQ457234	DQ457372	DQ457342
Gryllobiattasp. indet.	*incertae sedis*	USA, OR, Linn, Co., Sawyer's Ice Cave	14	DD	DQ457271	DQ457308	DQ457200	-	DQ457373	-
Gryllobiattasp. rothi.	*rothi*	USA, OR, Deschutes, Co., Mackenzie Pass	15	CR	DQ457269	DQ457306	DQ457198	DQ457233	DQ457371	DQ457341
Gryllobiattasp. indet.	*incertae sedis*	USA, OR, Josephine, Co., Oregon Cave	16	DD	DQ457298	DQ457335	DQ457226	DQ457261	DQ457397	DQ457366
Gryllobiattasp. indet.	*gumeyi*	USA, CA, Siskiyou, Co., Three Level Ice Cave	17	CR	DQ457296	DQ457333	DQ457224	DQ457259	-	-
Gryllobiattasp. indet.	*gumeyi*	USA, CA, Siskiyou, Co., Merrill Ice Cave	18	CR	DQ457276	DQ457313	DQ457205	DQ457239	DQ457378	DQ457347
Gryllobiatta gumeyi	*gumeyi*	USA, CA, Siskiyou, Co., Merrill Ice Cave	18	CR	DQ457277	DQ457314	DQ457206	DQ457240	DQ457379	DQ457348
Gryllobiatta gumeyi	*gumeyi*	USA, CA, Siskiyou, Co., Cox Ice Cave	19	CR	DQ457278	DQ457315	DQ457207	DQ457241	DQ457380	DQ457349
Gryllobiatta gumeyi	*gumeyi*	USA, CA, Tehama, Co., Wilson Ice Cave	20	CR	DQ457267	DQ457304	DQ457196	DQ457231	-	DQ457339
Gryllobiattasp. indet.	*gumeyi*	USA, CA, Tehama, Co., Wilson Ice Cave	20	CR	DQ457268	DQ457305	DQ457197	DQ457232	DQ457370	DQ457340
Gryllobiattasp. indet.	*gumeyi*	USA, CA, Nevada, Co., Carpenter Ridge	21	DD	DQ457288	DQ457325	DQ457216	DQ457251	DQ457390	-
Galloisiana yuasai	*yuasai*	JAPAN, Nagano, Pref., Tokugo Pass		NT	DQ457279	DQ457316	DQ457208	DQ457242	DQ457381	DQ457350
Galloisiana sp. indet.	sp. nov. 2	JAPAN, Nagano, Pref., Kakuma Valley		DD	DQ457280	DQ457317	DQ457209	DQ457243	DQ457382	DQ457351
Galloisiana sp. indet.	sp. nov. 2	JAPAN, Nagano, Pref., Kakuma Valley		DD	DQ457281	DQ457318	DQ457210	DQ457244	DQ457383	DQ457352
Galloisiana nipponensis	*nipponensis*	JAPAN, Tochigi, Pref., Lake Chuzenji		NT	DQ457282	DQ457319	DQ457211	DQ457245	DQ457384	DQ457353
Galloisiana sp. indet.	*nipponensis*	JAPAN, Tochigi, Pref., Lake Chuzenji		NT	DQ457283	DQ457320	-	DQ457246	DQ457385	DQ457354
Gryllobiattina djakonovi	*djakonovi*	RUSSIA, Primorskii, Krai, Petrov Island		VU	DQ457284	DQ457321	DQ457212	DQ457247	DQ457386	DQ457355
Gryllobiattina sp. indet.	*djakonovi*	RUSSIA, Primorskii, Krai, Petrov Island		VU	DQ457285	DQ457322	DQ457213	DQ457248	DQ457387	DQ457356
Gryllobiattina sp. indet.	*djakonovi*	RUSSIA, Primorskii, Krai, Benozovii Stream		VU	DQ457286	DQ457323	DQ457214	DQ457249	DQ457388	DQ457357
Gryllobiattina sp. indet.	*djakonovi*	RUSSIA, Primorskii, Krai, Mt. Krinitshnaya		VU	DQ457287	DQ457324	DQ457215	DQ457250	DQ457389	DQ457358
Scleropbasma parvisensis		Namibia, Kuduberg			DQ457302	DQ457337	-	DQ457265	-	-
Tyrannophasma gladiator		Namibia, Brandberg			DQ457303	DQ457338	DQ457230	DQ457266	DQ457399	DQ457369

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

나. 한국 동굴산 수서 생물

(1) 요각류(Copepoda)

(가) 고수동굴산 *Attheyella namkungi* Kim et al., 2005

Attheyella namkungi sp. nov. (Figs. 3-(81-90))

Type locality. A stream in Gosu cave at Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, South Korea.

Material. Holotype 1♀ (NHM 2005-289) dissected on 10 slides collected 07 Aug. 2003. Paratype. 1♂ (NHM 2005-290) collected 7 Aug. 2003 in 70% alcohol. Other paratypes: 5♀5♂ (NHM 2005-291-300), 7 Aug. 2003, 3♀1♂, 11 Oct. 2003, 16 ♀5♂, 8 Dec. 2003, 17♀3♂, 19 Dec. 2003, 4♀3♂, 18 Feb. 2004, 101♀3♂, 11 Sept. 2004 in 70% alcohol, and 2♀1♂ on SEM stub from same locality as holotype. Coll. Y.G. Choi and B.W. Kim. All specimens are from a stream in Gosu cave at Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, South Korea. Holotype and a part of paratype specimens were deposited to the Natural History Museum London. The other paratypes were deposited to a central collection in the department of Life Science Hanyang University, Korea.

Female (Holotype)

Total body length 1088㎛ (measured from anterior margin of rostrum to posterior margin of caudal rami). Largest width measured at posterior margin of cephalic shield: 310㎛. Urosome gradually tapering posteriorly (Fig. 1A). All somites except anal with strongly serrated on hind edges of dorsal surface (Fig. 1A-B).

Prosome (Fig. 1A-B) comprising cephalothorax, incorporating first pedigerous somite, and 3 free pedigerous somites. Cephalothorax with oval integumental window(Fig. 1A-B). Rostrum small, protruded, indistinctly separated from cephalosome, pore on the posterior part and with pair of sensilla near anterior margin (Fig. 1A). Pedigerous somite covered with minute spinules on both posterolateral margins. Body slightly constricted between each somite.

Urosome (Fig. 1A-B) 5-segmented, comprising leg 5 bearing somite, genital double-somite (representing fused genital and first abdominal somite), and 3 free abdominal somites. Ventral surface smooth and ventral hind margin with large spinules laterally and medially. Hyaline frills of urosomites not distinct.

Genital double-somite about 1.5 times broader than long. Genital field as in figures 3G. Ellipse-type copulatory pore located at ventral surface near posterior margin of genital double-somite. Copulatory tube leads into cruciform seminal receptacles. Each side of seminal receptacles well developed with small opening of oviduct into atrum.

Anal somite (Fig. 2B-C) ornamented with pair of sensilla dorsally, with one

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

interrupted and arched row of spines at base of caudal rami ventrally. Anal operculum convex, slightly reaching beyond limit of anal somite and armed with many spinules on its posterior margin. Anal sinus 'S' - (right side) or reversed 'S' - (left side) shaped with lateral rows ofhairs. Caudal rami (Figs. 2B-C) slightly divergent, about 2.4 times longer than wide, without inner setule row and protrusion on lateral margin, and with 7 setae each: seta I minute, shortest, setae II and III bare apical three setae, inner seta IV tiny, seta V well developed and outer seta VI plumose; seta VII basally tri-articulated. Small pores present on median ventral margin.

Antennule (Fig. 2A) 7-segmented, segment 1 longest. Armature formula: 1-[1 bare], 2-[9], 3-[6], 4-[1 + (1 + ae)], 5-[1], 6-[3], 7-[8+acrothek]. Apical acrothek consisting of small aesthetasc fused basally to two slender setae. Segment 1 with spinular rows around anterior margin. Segment 2 with spinular rows around lateral margin dorsally. Segment 3 with spinular rows around lateral and posterior margin. Segment 4 with relatively short aesthetasc not reaching middle of 7^{th} segment, and fused basally to seta and set on distinct pedestal.

Antenna (Fig. 3A) comprising coxa with spinules on inner margin, allobasis with 2 long abexopodal setae, free 1-segmented endopod, and 1-segmented exopod. Endopod with 2 spines along anterior margin, and apically with 2 spines and 3 geniculate setae. Exopod small with 2 inner and 2 apical bipinnate setae.

Labrum rhomboidal, with short cutting edge. Anterior margins of both sides with 7 spinules, and row of hairs on median apical margin.

Mandible (Fig. 3B) with knob on outer surface. Gnathobase well developed with several multicuspidate teeth around distal margin and long unipinnate seta at dorsal corner. Rows of fine spinules present at around proximal surface. Palp small, 2-segmented and distal segment with 4 smooth apical setae.

Maxillule (Fig. 3C). Praecoxa with arthrite bearing 6 apical spines and 2 setae on anterior surface. Coxa with cylindrical endite bearing spine and seta. Basis with 2 naked setae and curved, pinnate seta. Endopod and exopod incorporated in basis, represented by 2 bare and 2 plumose setae, respectively.

Maxilla (Figs. 3D) comprising syncoxa and allobasis. Anterior surface armed with rows of spinules as shown in Fig. 3D. Syncoxa with 2 endites. Proximal syncoxal endite with strong pinnate spine fused to endite and 2 pinnate spines. Distal syncoxal endite with 3 pinnate spines. Allobasis drawn out into strong, slightly curved claw. Accessory armature consisting of naked seta on anterior surface and naked seta on posterior surface. Endopod 1-segmented with 3 naked setae.

Maxilliped (Fig. 3E). Syncoxa with pinnate spine on inner distal corner and with

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

low of spinules on outer lateral margin. Basis with one row of spinules on outer lateral margin, and rows of spinules along palmar region. Endopod fused with a long pinnate claw. Accessory armature consisting of minute outer seta.

legs 1-4 (Figs. 4A-B, 5A-B) with wide intercoxal sclerites and well developed praecoxae. Intercoxal sclerites of leg 1 and leg 4 without spinules, bunch of spinules in leg 2 and spinules in leg 3. Coxae and bases with anterior row of surface spinules as figured. Exopod 3-segmented, endopod 2-segmented except for leg 1. Each ramus of leg 1 3-segmented.

Leg 1 (Fig. 4A) with large praecoxa, with row of long spinules on anterior surface. Coxa with raw of spinules on anterior surface. Basis with strong, bipinnate spine and spinules along inner margin, and with stout pinnate spine and spinules along outer margin. Endopod 1.5 times as long as exopod. Enp-1 about 4 times longer than width, and 2.4 times longer than enp-2 with rows of spinules along outer and inner margin. Exopod reaching to middle of enp-2. Exp-2 shortest, and exp-1 subequal to exp-3 in length.

Legs 2-4 (Figs. 4B, 5A-B). Coxae and baseswith spinular rows along outer margin. Outer margin of basis with stout spine (leg 2) or naked seta (leg 3-4). All segments with pattern of spinules as figured.

Leg 2 enp-2 twice longer than enp-1. Endopod reaching to proximal and area of exp-2. Enp-2 with row of spinules along outer margin. Exp-2 with row of setules along inner margin.

Leg 3 enp-2 3 times longer than enp-1. Endopod reaching to proximal area of exp-2. Rows of spinules along anterior lateral surface of enp-2. Two pinnate inner setae of enp-2 closely located at each other (Figs. 5A, 9C). Exp-2 shortest and exp-3 1.6 times longer than exp-1. Exp-1 and exp-2 with row of setules along inner margin.

Leg 4 enp-2 twice longer than enp-1. Endopod not reaching to distal margin of exp-1. Exp-1 subequal to exp-2. Exp-3 largest and 1.6 times longer than exp-1.

Spine and setal formulae as followings:

	Exopod	Endopod
Leg 1	0.1.022	1.1.120
Leg 2	0.1.123	1.120
Leg 3	0.1.223	1.220
Leg 4	0.1.223	0.020

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Leg 5 (Fig. 3F). Baseoendopod forming short, outersetophore bearing basal seta and rows of spinules along inner and outer margin. Endopodal lobe long, and not reaching to distal margin of exopod, with 3 pinnate setae inner laterally, 2 pinnate setae apically and pinnate seta outer laterally. A secretary pore presents in middle of endopod. Row of short spinules along outer margin. Exopod elongate, slightly tapering distally with short inner, 2 apical and 2 outer bipinnate setae of different lengths. Rows of spinules along inner and outer margins. Leg 6 (Fig. 3G) with small protuberance bearing pinnate spine, slender pinnate seta and small seta.

Male (Paratype)

More slender than female. Body length 845-855㎛ (n=5). Largest width measured at posterior margin of cephalic shield: 250㎛. Urosome distinctly narrower than prosome and comprising 5 pedigerous somites and 5 free abdominal somites. First abdominal somite about 1.5 times broader than long. Anal sinus smooth with lateral rows of hairs. Caudal rami (Fig. 6D-E) about 2.8 times longer than width.

Antennule (Fig. 7A-H) 10-segmented. Subchirocer with geniculation between segments 5 and 6, and segments 7 and 8. Segments 4 and 6 represented by small sclerites along anterior margin. Segment 5 largest and swollen. Segment 10 triangular. Armature formula : 1-[1 bare] , 2-[7 bare], 3-[7 bare], 4-[2 bare], 5-[2 pinnate + 6 bare + (1 + 1ae)], 6-[2 pinnate], 7-[1 pinnate + 1 bare], 8-[0], 9-[1 bare], 10-[7 bare + acrothek]. Aesthetasc on segment 5 short and not reaching distal margin of 9th segment. Apical acrothek consisting of minute aesthetasc and 2 naked setae.

Antenna, labrum (Fig. 6B), mandible, maxillule, maxilla, maxilliped, leg 1 and exopods of leg 2-4 same as in female.

Leg 3 endopod (Fig. 8A) 3-segmented and modified. Endopod reaching to middle of exp-2. Enp-1 shortest with inner seta. Enp-2 with long spiniform process being homologous with one of two inner setae of enp-2 in ♀. Enp-3 longest with 2 apical setae; inner seta very long and exceeding outer seta of leg 5. Setae and spines on exopod modified and shorter and stouter than those in ? (Fig. 5A).

Leg 4 (Fig. 8B) endopod 2-segmented. Endopod not reaching to middle of exp-1. Enp-1 short without seta. Enp-2 with inner and 2 apical setaeand outer apical seta shorter than inner. Enp-2 twice longer than width. Setae and spines on exopod modified and shorter and stouter than those in ? (Fig. 8B).

Leg 5 (Fig. 6C) fused medially and defined at base. Baseoendopod with short setophore bearing outer basal seta, and well-developed trapezoid endopodal lobe with tube pore on inner margin, large pore on anterior surface and 2 apical setae inner one longer than outer, and with several spinules along inner margin and on

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

anterior surface. Exopod subrectangular, about 1.6 times longer than broad, and with short inner, 2 apical and 2 outer setae; several spinuleson anterior surface.

Leg 6 (Fig. 6C) asymmetrical, represented on both sides by small plate (fused to ventral wall of supporting somite along right side, articulating at base and covering gonopore along left side). Outer distal corner produced into cylindrical process bearing 2 pinnate setae.

Etymology. The specific name namkungi is named after Namkung Jun, a pioneer of study on the Korean subterranean animals.

A key of the genus *Attheyella* from Korea (amended from Chang and Lee, 2003)

1. Antenna exp. 1-segmented with 4setae. ------- 2
   - Antenna 2-segmented with 3setae ---- *Attheyella crassa* (Sars, 1862)
2. Antennule 8-segmented and anal operculum with triangular hyaline.
   ---------- *Attheyella orientalis* Chappuis, 1929
   - Antennule 7-segmented and anal operculum convex
   ---------- 3
3. Leg 1 endopod-1 longer than exopod ----- 4
   - Leg 1 endopod-1 shorter than exopod ------ 5
4. Leg 5 baseoendopod bearing 6 setae and male leg 2 endopod-2 with 5 (320) setae ---------- *Attheyella byblis* Chang & Kim, 1992
   - Leg 5 baseoendopod bearing 4 setae and male leg 2 endopod-2 with 4 (220) setae ---------- *Attheyella tetraspinosa* Chang, 1993
5. Leg 3 endopod-2 bearing 4 (220) setae and leg 4 endopod-1 without seta
   ---------- 6
   - Leg 3 endopod-2 bearing 5 (221) setae and leg 4 endopod-1 with seta
   ---------- *Attheyella paucisetosa* Chang & Kim, 1992
6. Male leg 3 apophysis shorter than inner apical seta on enp-3 and distinctly sexual dimorphism in caudal rami ---------- 7
   - Male leg 3 apophysis longer than inner apical seta on enp-3 and slightly sexual dimorphism in caudal rami ---------- *Attheyella namkungi*sp. nov.
7. Leg 2 endopod-2 bearing 2 (020) setae and leg 4 endopod-2 with 3 apical setae
   ---------- *Attheyella nakaii* (Brehm, 1927)
   - Leg 2 endopod-2 bearing 3 (120) setae and leg 4 endopod-2 with 2 apical setae ---------- *Attheyella coreana* Miura, 1969

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

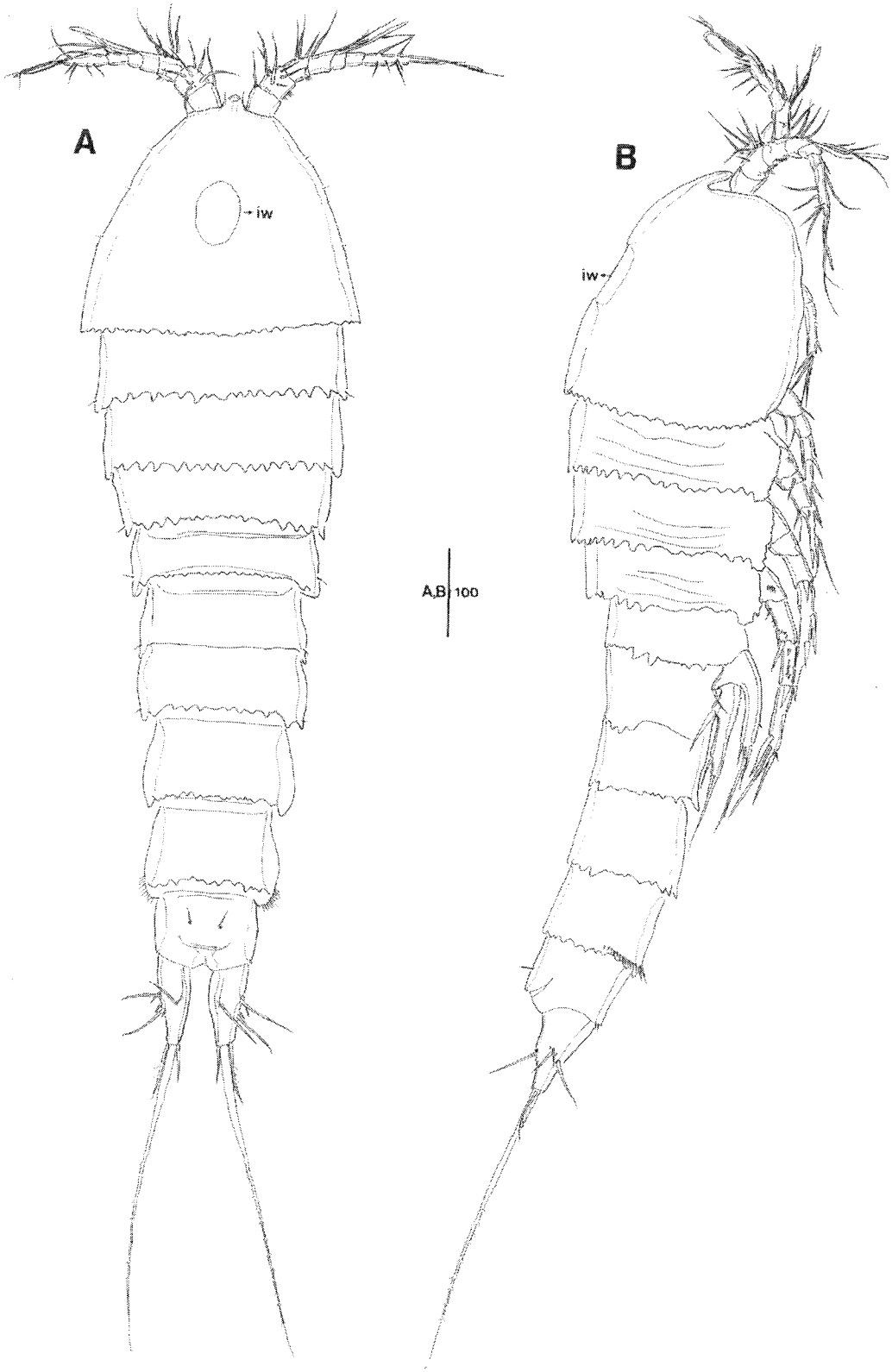


Figure 3-81. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. A-B, female: A, habitus, dorsalview B, habitus, lateral view

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

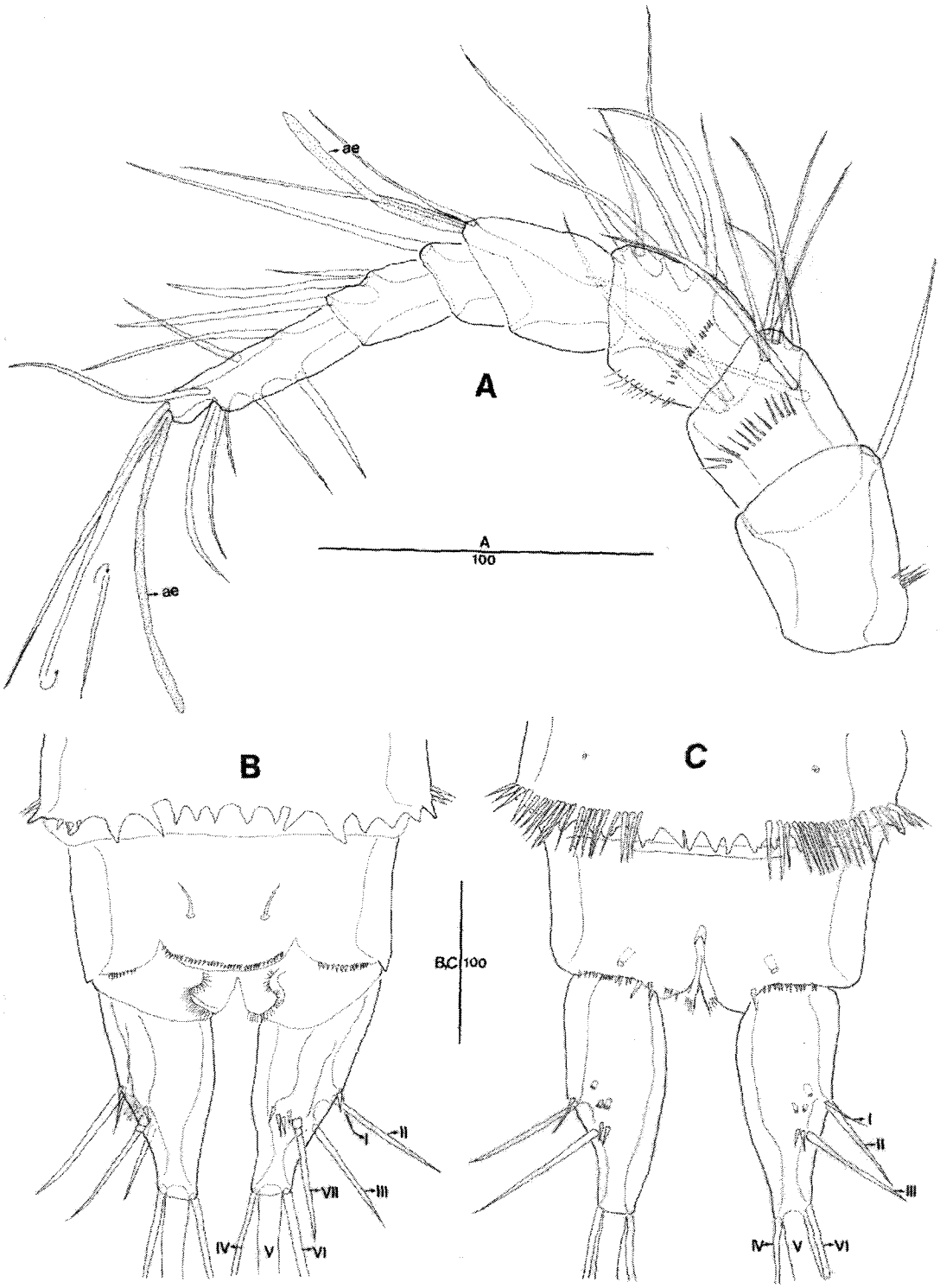


Figure 3-82. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. A-C, Female: A, antennule; B, anal somite and caudal rami, dorsal; C, anal somite and caudal rami, ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

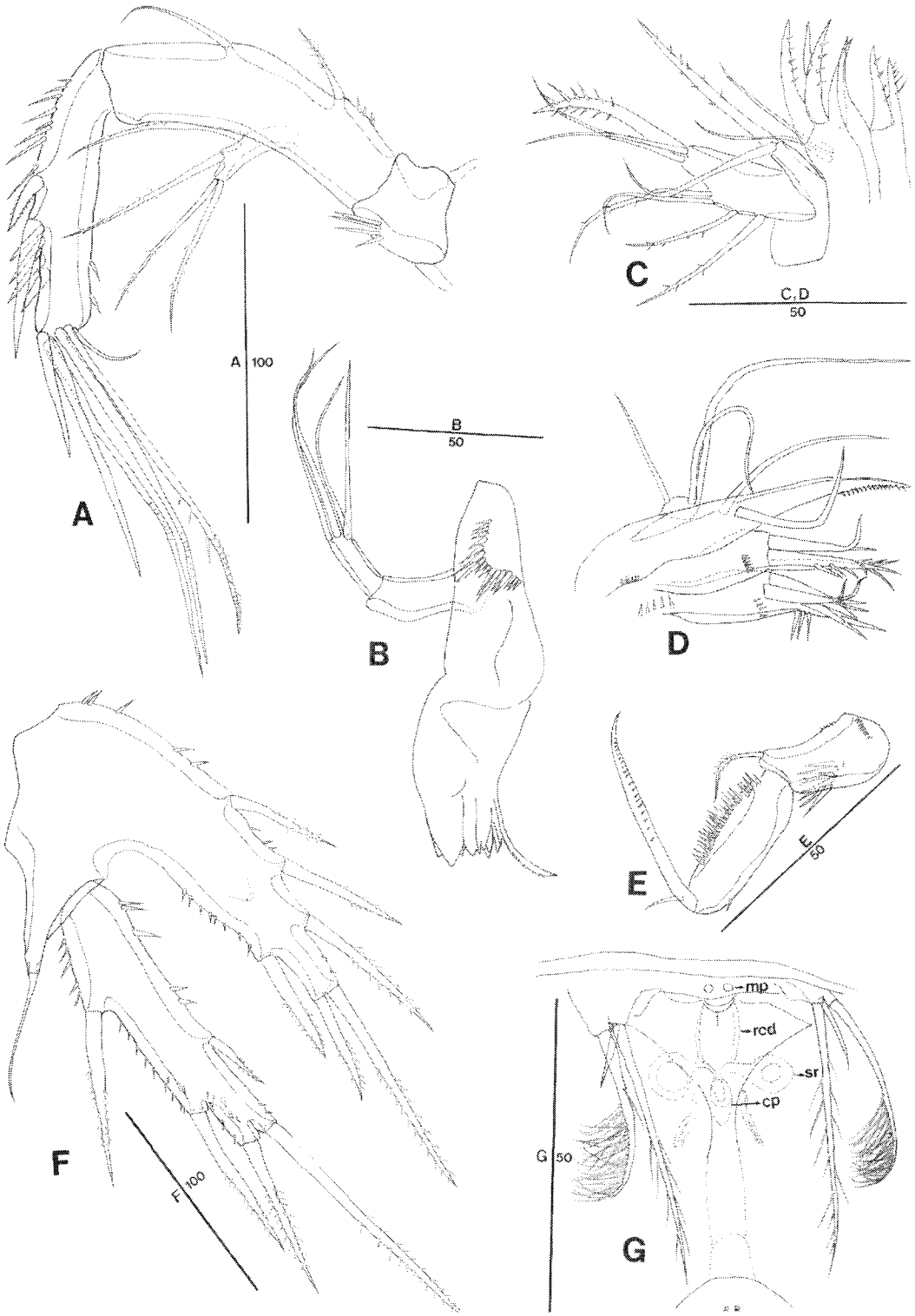


Figure 3-83. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. A-G, female: A, antenna; B, mandible; C, maxillule;D, maxilla; E, maxilliped; F, leg 5; G, genital field

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

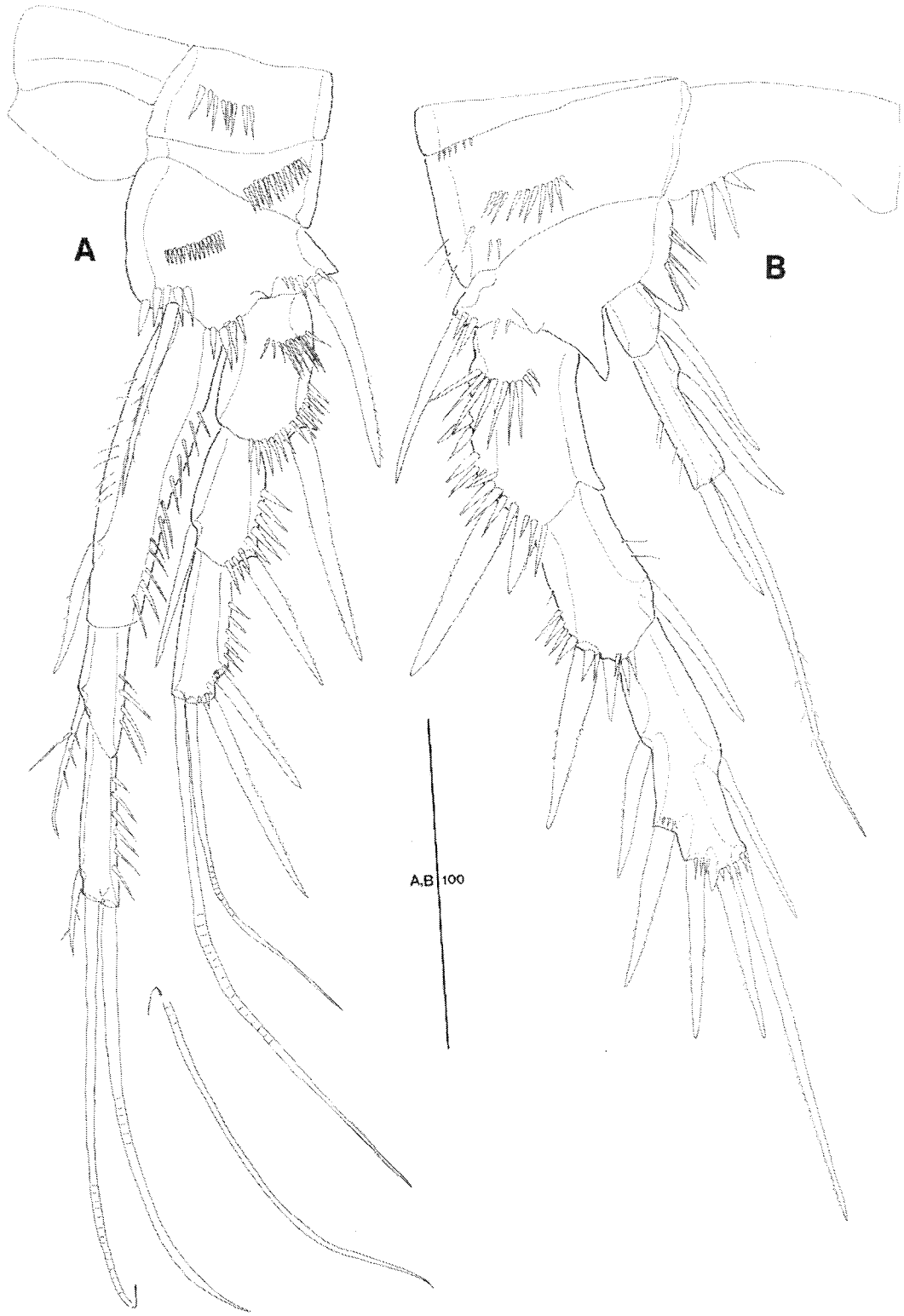


Figure 3-84. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. A-B, female: A, leg 1; B, leg 2.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

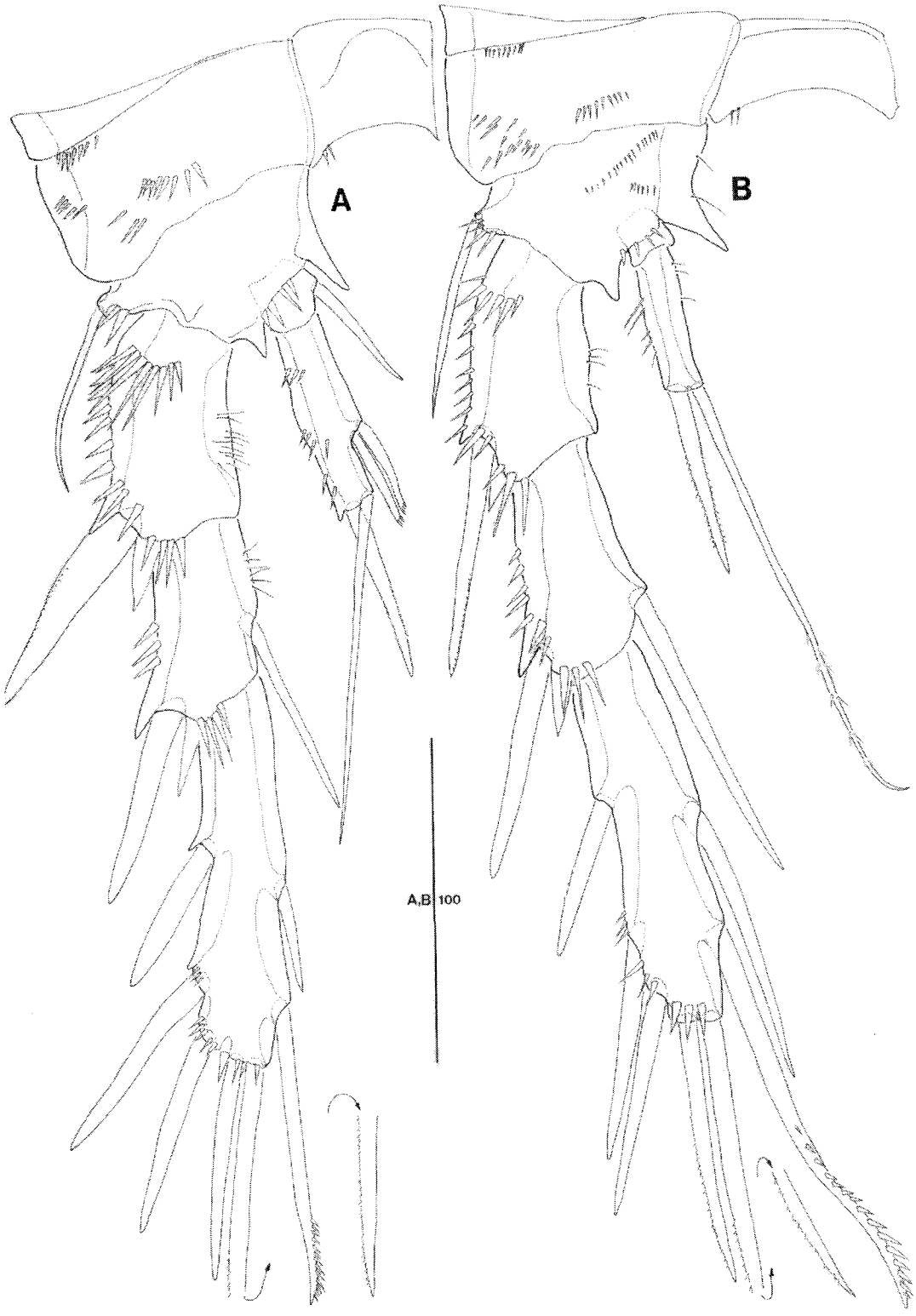


Figure 3-85. *Attheyella namkungi* sp. nov., holotype. A-B, female: A, leg 3; B, leg 4.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

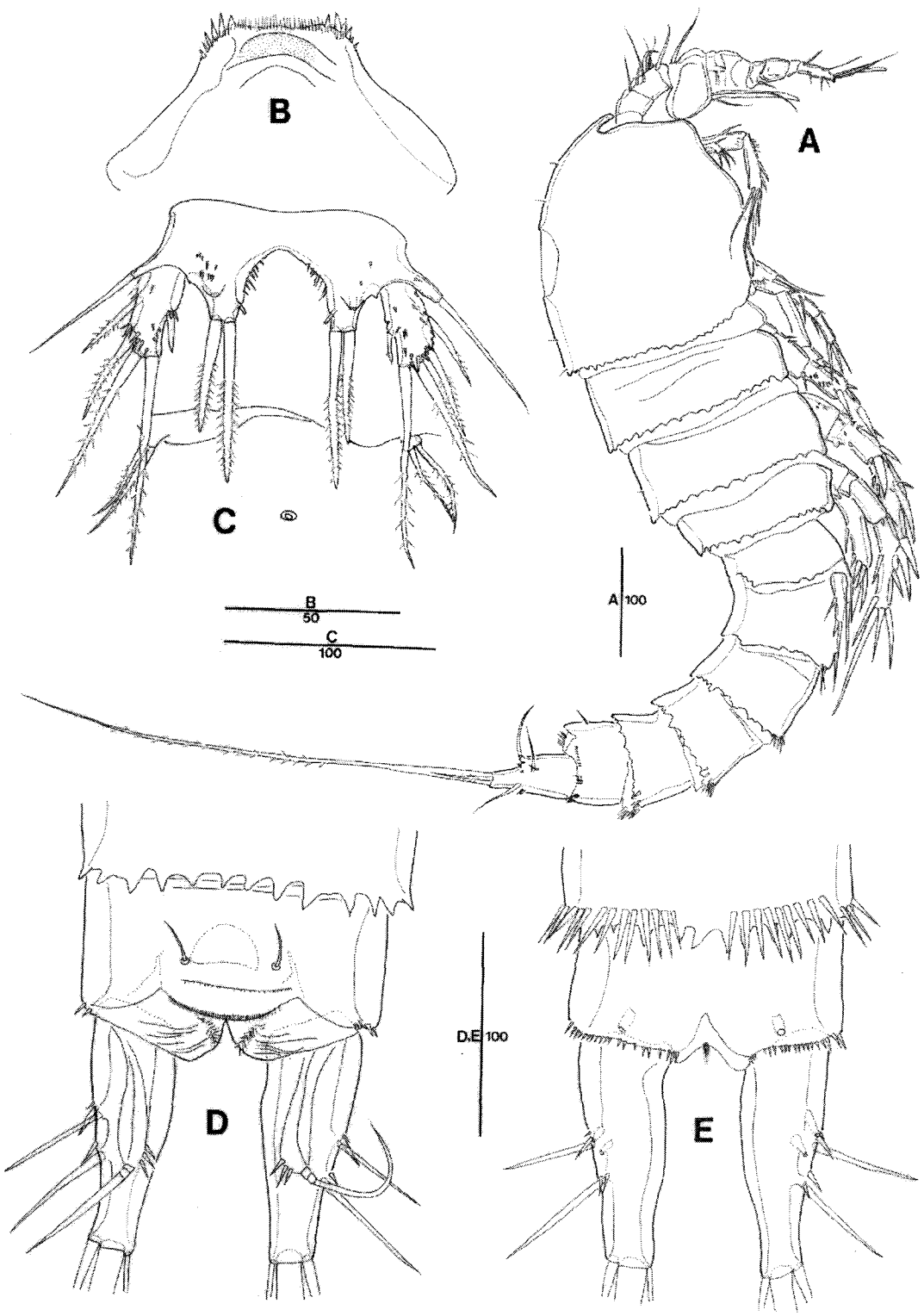


Figure 3-86. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. A-E, male: A, habitus, lateral view; B, labrum; C, leg 5 and leg 6; D, anal somite and caudal rami, dorsal; E, anal somite and caudal rami, ventral view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

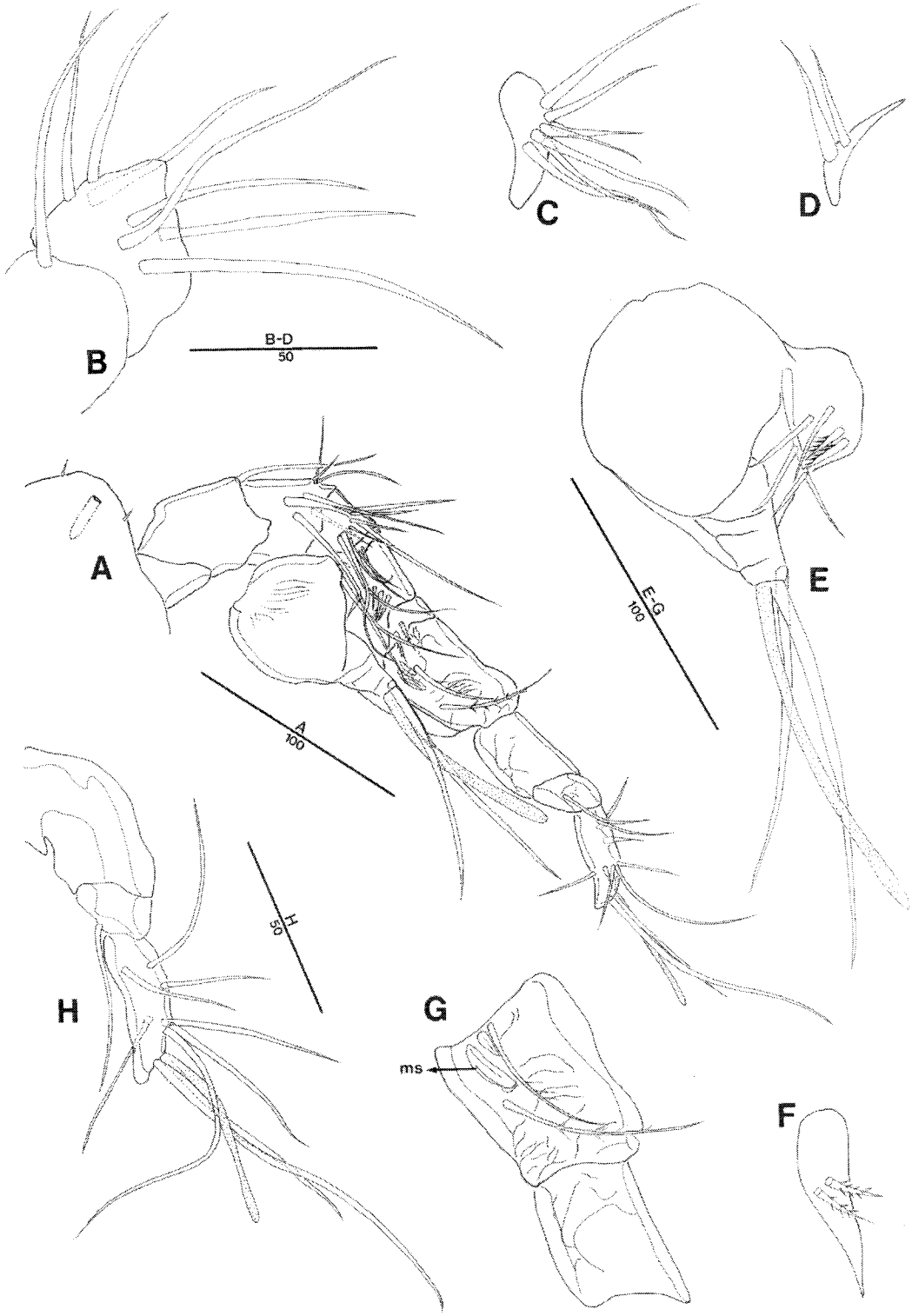


Figure 3-87. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. A-H, male antennule: A, A1 with rostrum; B, 2nd segment; C, 3rd segment; D, 4th segment; E, 5th segment; F, 6th segment; G, 7th & 8th segment; H, 9th & 10th segment.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

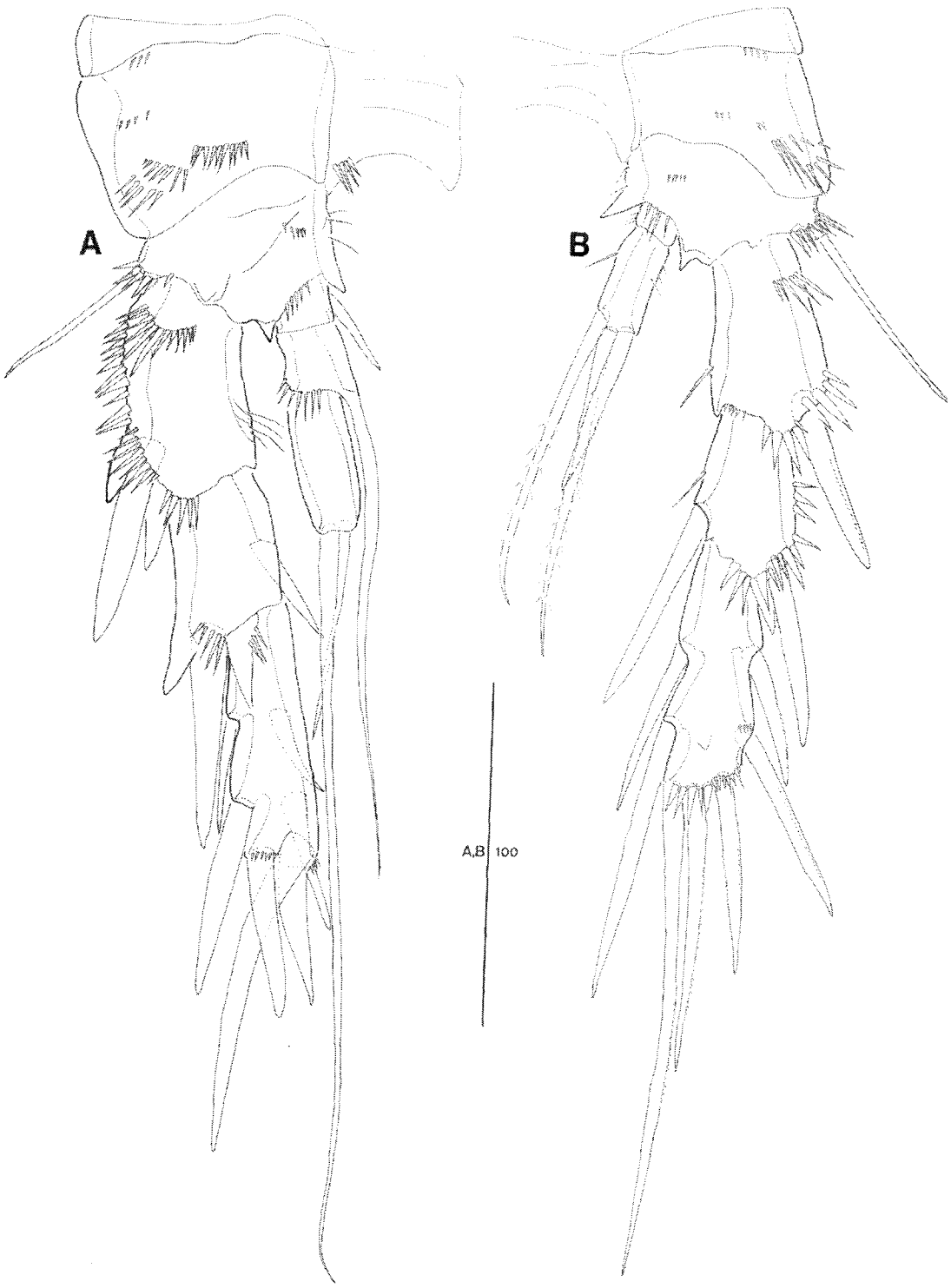


Figure 3-88. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. A-B, male: A, leg 3; B, leg 4.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

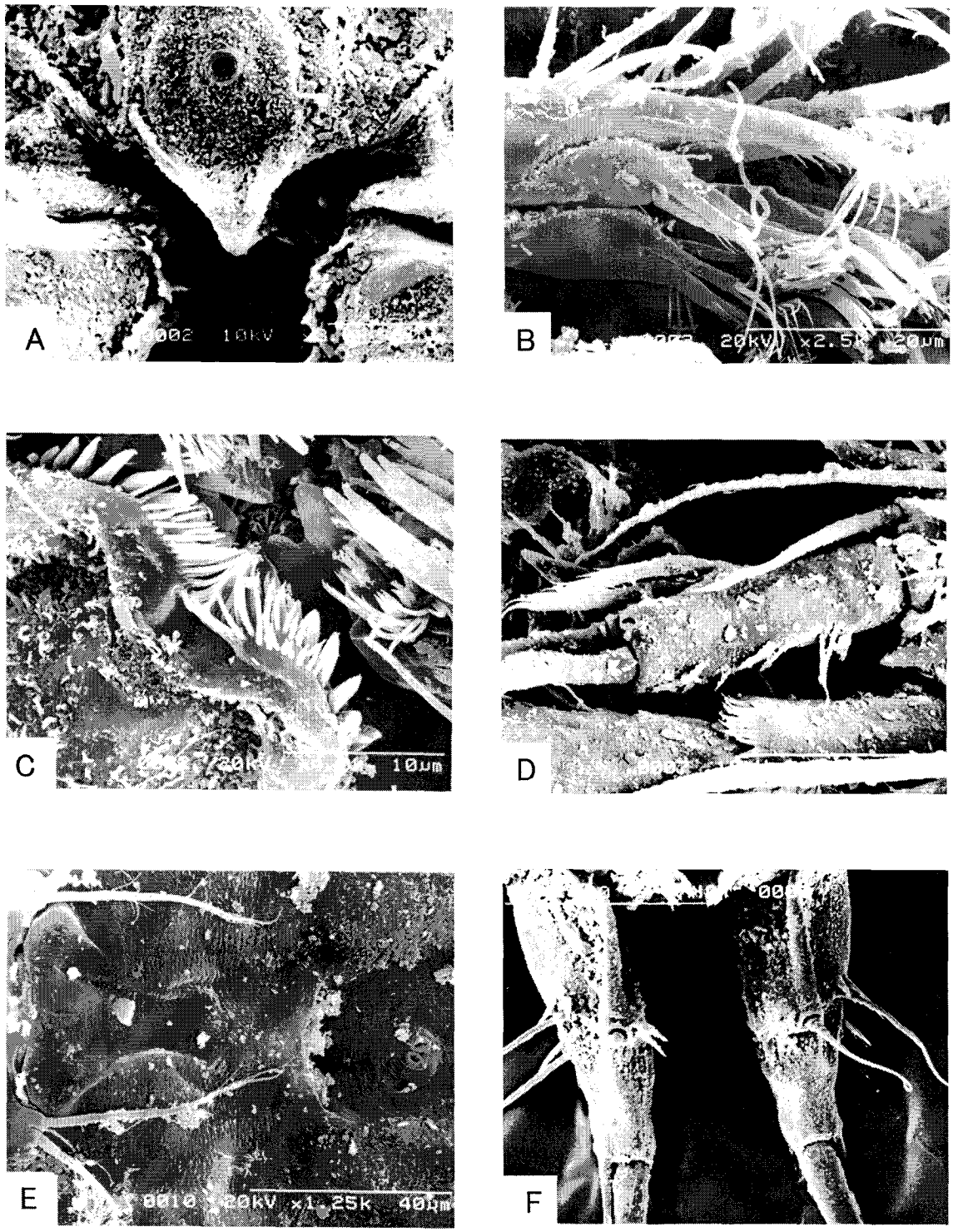


Figure 3-89. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. SEM micrographs, A-F, female. A, rostrum with large pore; B, maxilla with two endites, right part; C, labrum, ventral view; D, leg 3 endopod-2, left part; E, genital field, ventral view; F, caudal rami, dorsal view.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

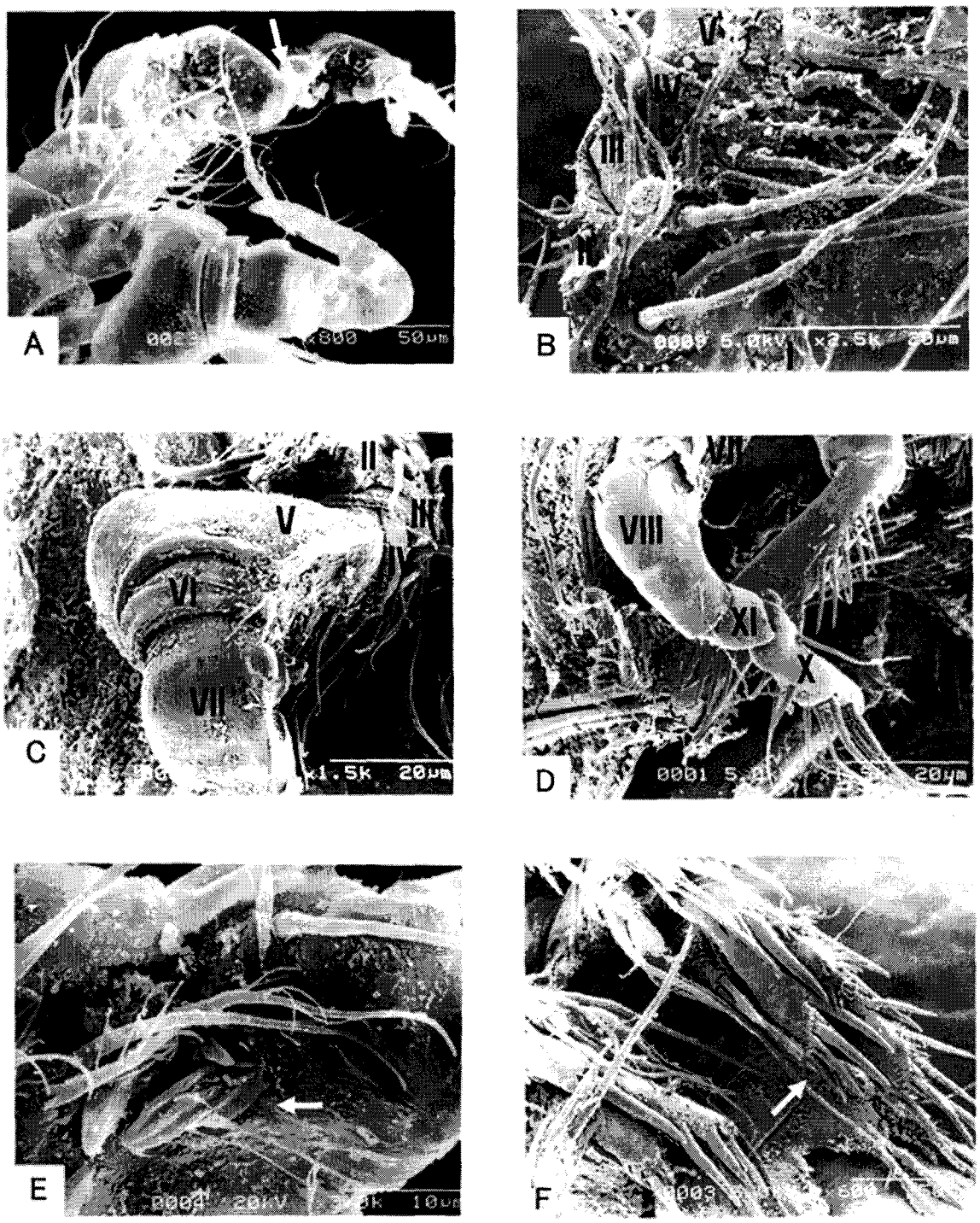


Figure 3-90. *Attheyella namkungi* sp. nov., paratype. SEM micrographs, A-F, male. A, antennule, left part, ventral view (geniculation arrowed); B, antennule, 1st - 5th segment, ventral view; C, antennule, 2nd - 7th, dorsal view; D, antennule,7th-10th segments, lateral view; E, 5th and 6thsegment of antennule (modified seta arrowed); F, leg 3 endopod-2 without barbed apophysis and 2 apical setae(distal part arrowed).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(나) 고수동굴산 *Cantocamptus* sp.

적은 수의 암컷 표본과 수컷 표본을 확보하지 못했으며 연구 진행 중이다.

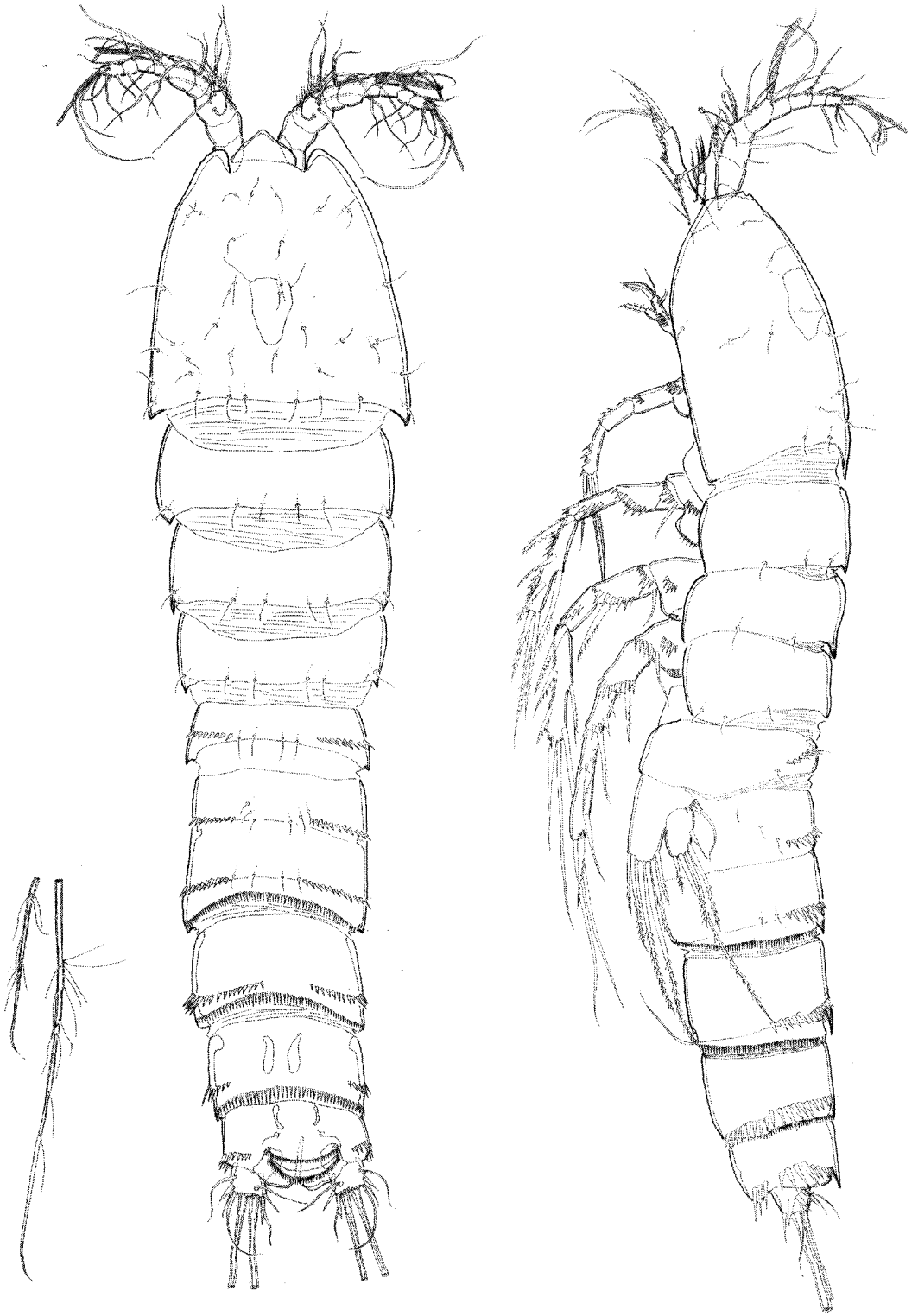


Figure 3-91. *Cantocamptus* sp., habitus, in Cave Gosu, Danyang.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(라) 고수동굴산 *Eucyclops* sp.

한국 동굴산으로 아직까지 보고가 없는 검물벼룩목의 Eucyclops sp.는 대표적인 담수산 *E. serrulatus*와 유사하며 세부적인 연구가 진행 중이다.

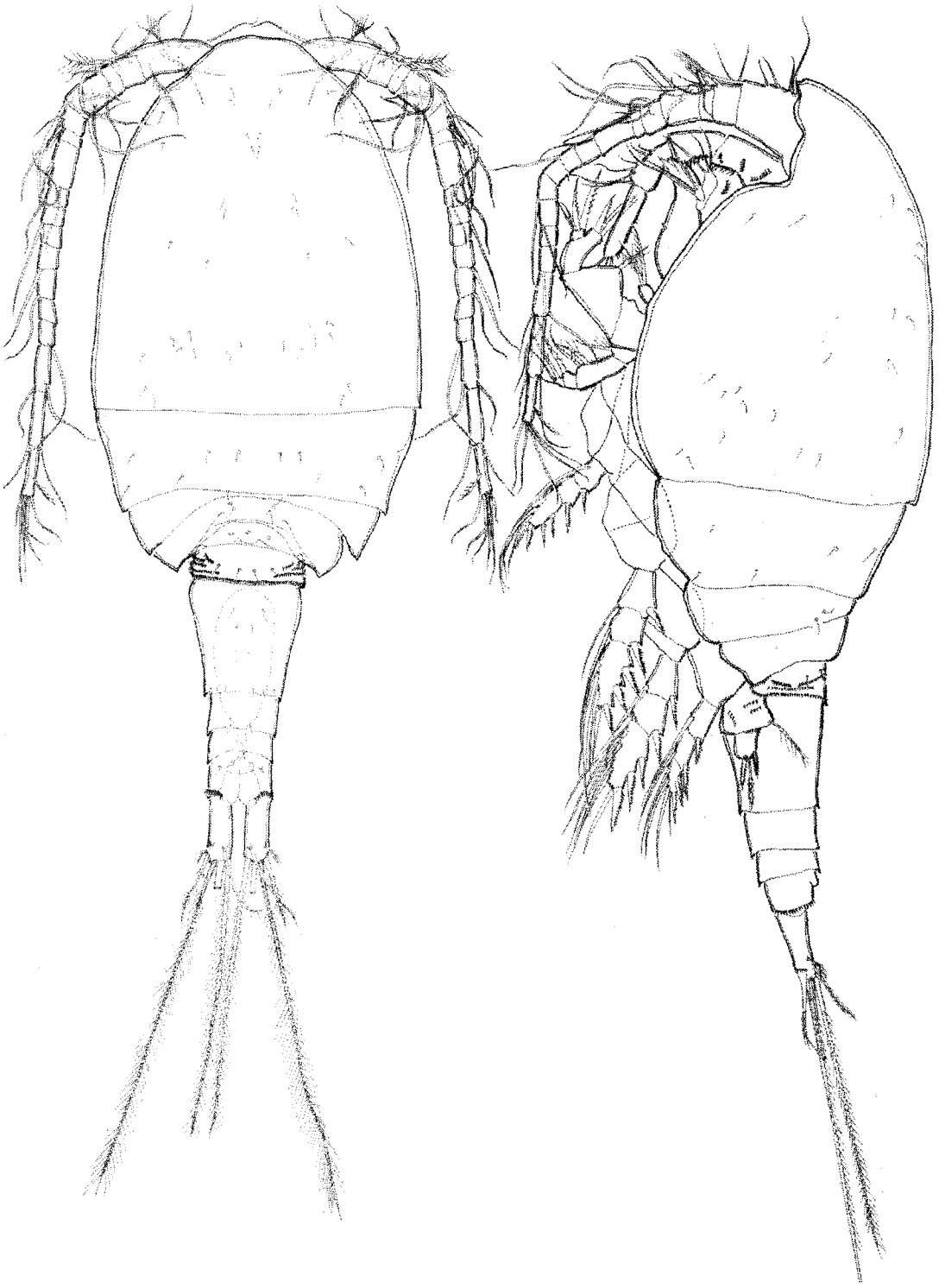


Figure 3-92. *Eucyclops* sp., habitus, in Cave Gosu, Danyang.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



Figure 3-93. *Eucyclops* sp., A1, A2, mauthpart and swimming legs, in Cave Gosu, Danyang.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(마) 제암천굴산 *Apolethon* sp.

전 세계적으로 *Apolethon*은 중국산 2종(*A. trigonos* Shen et Tai, 1973, *A. bilobatus* Shen et Tai, 1973)이 알려져 있는 매우 희귀한 가혹노벌레과(Laophontidae)의 일종이다. 본 연구과제 수행 중, 제주도 제임천굴에서 채집된 암컷을 정밀 분석한 결과 Apolethon속의 일종으로 확인되엇으며 수컷 표본 확보를 위해 추후에도 계속 진행할 예정이다.

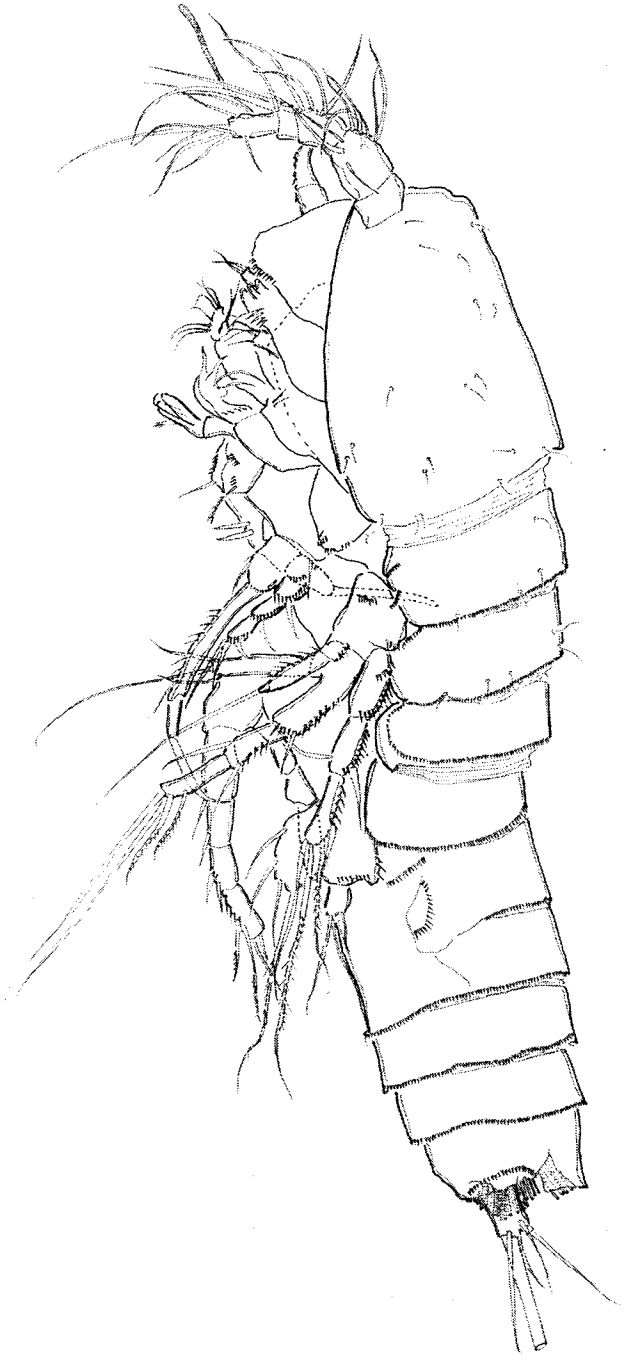


Figure 3-94. *Apolethon* sp., habitus, Lava Jaeamcheon, Jeju city.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(2) 고화류(Bathynellacea)

(가) 용연동굴산 용연옛새우(*Bathynella uenoi* Morimoto, 1970)에 관하여

고하목(Bathynellacea)은 대표적인 희귀 지하수생 생물로써 현재 약 200여종이 알려져 있으며 Morimoto(1970)에 의해 동굴산 3종(*Allobathynella coreana* Morimoto, 1970 고려옛새우(용담굴); *Bathynella fodinarum* Morimoto, 1970 화암옛새우(화암굴); *B. uenoi* Morimoto, 1970 용연옛새우(용연굴)과 지하 우물산 3종(*B. minuta* Morimoto, 1970 꼬마옛새우(울진 노음리 우물); *B. rufu* Morimoto, 1970 북방옛새우(대전 은행동 우물); *Parabathynella gracillima matuta* Morimoto, 1970 노음옛새우(노음리 우물)) 보고 되어져 있다(Kim *et al.*, 2004). 본 2차년도 연구에서는 Morimoto 이외에 한번도 보고된 적이 없는 한국 동굴산 옛새우류에 대한 재정리를 수행하기 위해 먼저 용연동굴산 옛새우류 일종(용연동굴산 ?)의 표본을 다수 확보하였으며 이들에 관한 정밀 분석 중이다. 또한 기타 지역(성류굴, 고수동굴)에서 소수 개체를 확보 중이며 계속 진행 중이다.



Figure 3-95. *Bathynella uenoi* Morimoto, 1970, habitus and A1, A2, Cave Yongyeon, Taipaik city.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

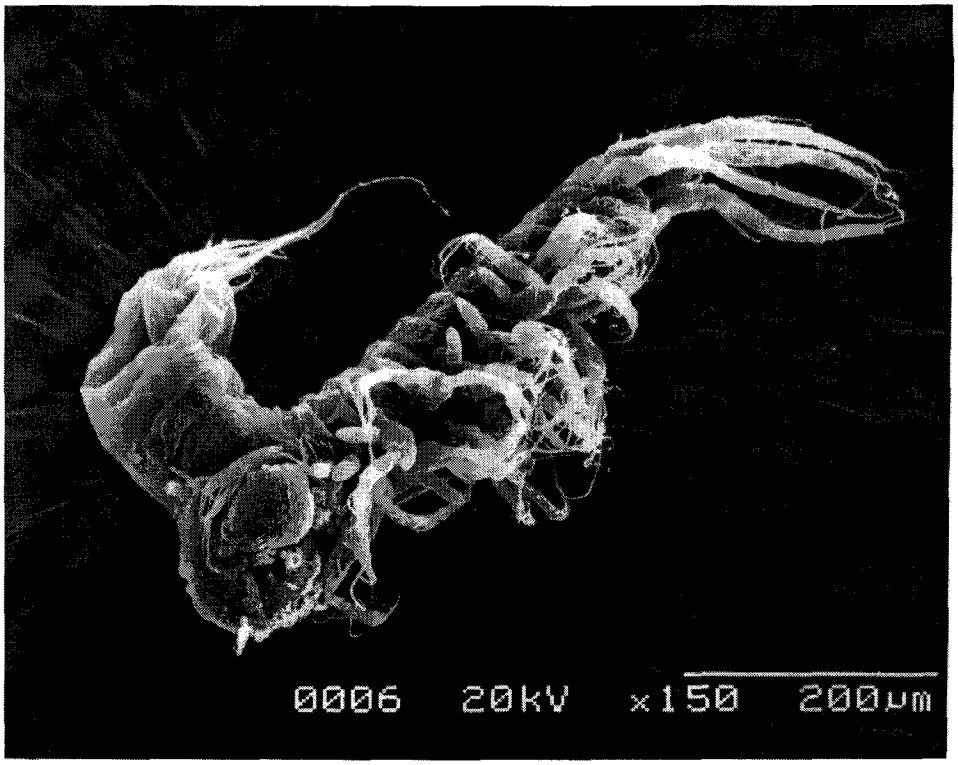




Figure 3-96. SEM photos of *Bathynella uenoi* Morimoto, 1970, habitus, female, Cave Yongyeon, Taipaik city.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(3) 패충류(Ostracoda)

(가) 고수동굴산 *Candonopsini* spp.에 관하여

현재 환경 지표종으로 가장 가능성이 높은 분류군 중의 하나인 Ostracoda는 대표적인 동굴 수생 생물이다. 중생대 오르도비스기부터 이어져 온 생물로써 처음 고생물학 분야에서 많은 연구가 수행되었으며 한국산 화석종 및 고생물학 분야의 보고에 의하면 100여종 이상이 기재되어져 있다. 하지만 최근 다양한 서식처(Cypridopsis속의 경우 1000m 이상의 동굴에서 서식)에서 발견되어지고 있으며 심해산도 많이 보고되고 있고 전자현미경(SEM)의 발달로 보다 한층 더 세부적이면서 체계적으로 분류체계가 정립되어져 가고 있는 분류군이다. 한국 동굴산은 Mckenzie(1972)에 의해 3종(*Candona morimotoi* Mckenzie, 1972 주둥이씨벌레(용담굴); *Cypridopsis coreana* Mckenzie, 1972 채찍꼬리씨벌레(대야굴); *Cypridopsis coreana elongata* Mckenzie, 1972 길쭉이채찍꼬리씨벌레(심복굴)) 보고되어져 있다가 1985년 후자 2종이 동종이명(*Cavernocypris coreana*)으로 처리된 분류군이다. 본 연구과제에서는 이들에 관한 재분석이 현재 진행 중이며 특히 후자의 2아종에 관한 새로운 분류학적 접근을 시도하기 위해 표본 확보 및 정밀 분석 중이다. 또한 기타 여러 동굴에서 채집된 다수의 Ostracoda(ex. *Candonopsini* spp.)에 관한 분석이 진행이다.

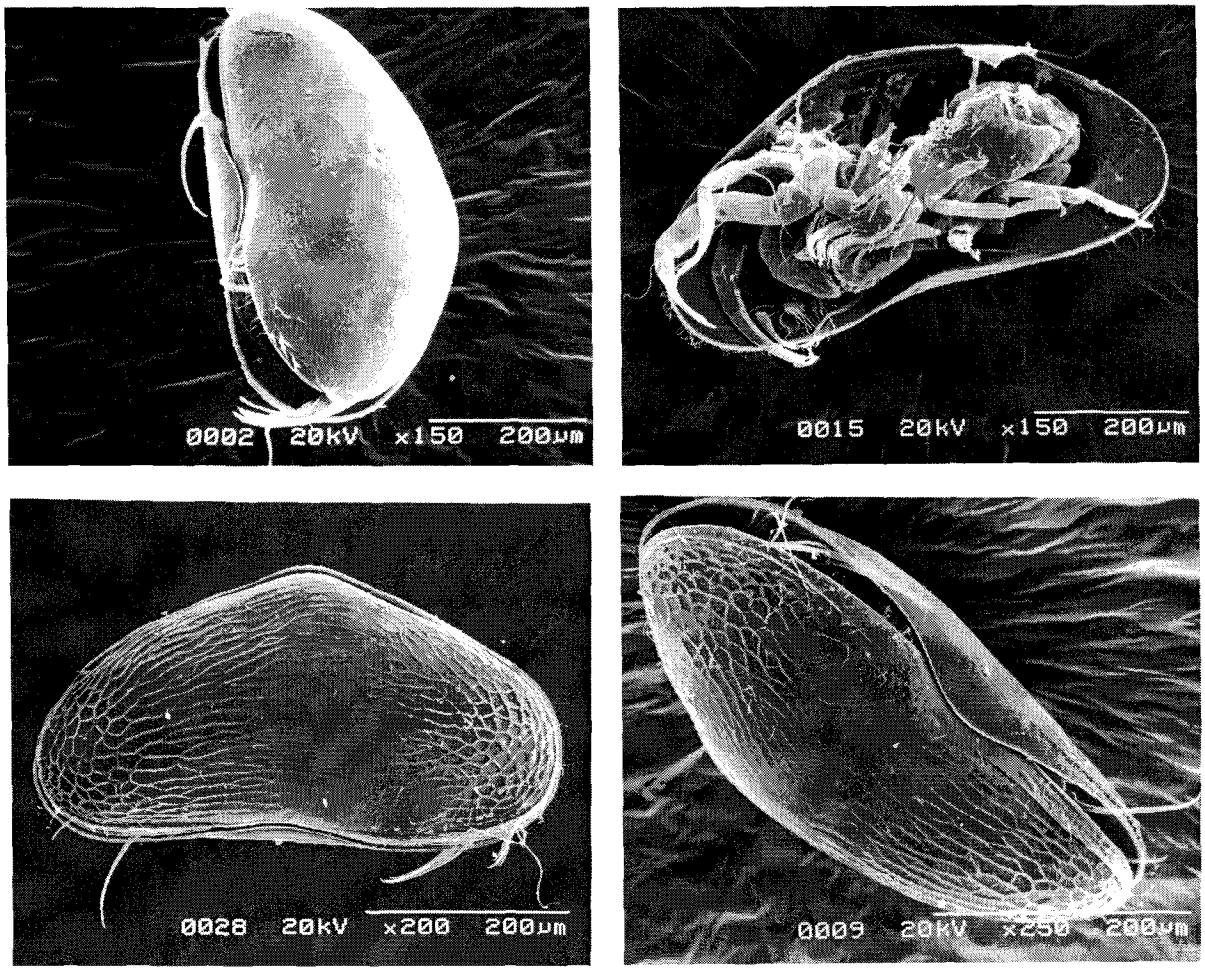


Figure 3-97. SEM photos of *Candonopsini* spp., Cave Gosu, Danyang city.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

다. 조사 동굴별 분류군 목록

(1) 각 동굴에서 채집된 육상 분류군별 개체수

Table 3-15. Total of each taxon collected in the researching subterraenean localies (2003-2006).

Taxon				No of Individual
Phylum	Class	Order	Family	
Nematoda				3
Arthropoda	Isopoda			19
	Diplopoda	Polydemida	Polydesmidae	56
		Polyzoniida	Mongoliulidae	4
			Polyzoniidae	45
	Chilopoda	Geoilomorpha		18
	Insecta	Coleoptera		42
		Collembola		61
		Diptera		203
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	39
		Hymenoptera	Formicidae	18
		Lepidoptera		26
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	85
	Arachnida	Pseudoscorpionida		18
		Opilion		23
		Araneae	Araneidae	10
			Leptonetidae	103
			Pisauridae	1
			Linyphiidae	9
			Agelenidae	1
			Tetragnathidae	1
			Pholcidae	28
			Others	75
Unidentified taxa				9
Total				897

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Oct. 2003)

Taxon				Yeongchigul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			2
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	2
		Polyzoniida	Mongoliulidae	
			Polyzoniidae	1
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		
		Collembola		
		Diptera		30
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	Opiliones		
		Araneae	Leptonetidae	4
			Others	2
Total				잘못된 계산식

No. of each taxon collected in the researching localites (Oct. 2003) (Nov. 2003)

Taxon				Seonggul	Manjanggul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual	
Nematoda					
Arthropoda	Isopoda				
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae		
		Polyzoniida	Mongoliulidae	2	2
			Polyzoniidae		
	Chilopoda	Geopilomorpha			
	Insecta	Coleoptera			2
		Collembola			
		Diptera		4	2
		Grylloblattodea	Grylloblattidae		
		Hymenoptera	Formicidae		
		Lepidoptera		3	4
		Orthoptera	Rhaphidophoridae		
	Arachnida	Opiliones			
		Araneae	Leptonetidae	3	
			Pholcidae		
			Araneidae		8
			Others	2	
Unidentified taxa					
Total				14	18

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Dec. 2003)				
	Taxon			Yeongchigul
Phylum	Class	Order	family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	
		Polyzoniida	Mongoliulidae	
			Polyzoniidae	1
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		2
		Collembola		1
		Diptera		6
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		3
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	Opiliones		
		Araneae	Leptonetidae	3
			Pholcidae	1
			Others	5
Unidentified taxa				1
Total				23

No. of each taxon collected in the researching localites (May. 2004)				
	Taxon			Gosudonggul
Phylum	Class	Order	family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			1
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	4
		Polyzoniida	Mongoliulidae	
			Polyzoniidae	4
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		10
		Collembola		7
		Diptera		10
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		5
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	2
	Arachnida	Opiliones		2
		Araneae	Leptonetidae	4
			Pholcidae	1
			Others	5
Unidentified taxa				
Total				55

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Oct. 2004)

Taxon				와흘굴
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			4
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	2
		Polyzoniida	Mongoliulidae Polyzoniidae	1
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		
		Collembola		5
		Diptera		3
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	Opiliones		1
		Araneae	Leptonetidae Pholcidae Others	1
Unidentified taxa				
Total				17

No. of each taxon collected in the researching localites (Jan. 2005)

Taxon				Seonggul	Nodongdonggul
Phylum	Class	Oder	Family	No of Individual	
Nematoda					
Arthropoda	Isopoda			1	
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	1	4
		Polyzoniida	Mongoliulidae Polyzoniidae	2	1
	Chilopoda	Geopilomorpha		3	
	Insecta	Coleoptera		3	2
		Collembola			
		Diptera		6	9
		Grylloblattode a	Grylloblattidae		
		Hymenoptera	Formicidae		
		Lepidoptera			
		Orthoptera	Rhaphidophoridae		
	Arachnida	opiliones			
		Araneae	Leptonetidae Pholcidae	11	7
			Others	4	
Unidentified taxa					
Total				31	23

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Jun. 2005)

Taxon				Yeongchigul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	1
		Polyzoniida	Mongoliulidae Polyzoniidae	2
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		1
		Collembola		5
		Diptera		10
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	Opiliones		
		Araneae	Leptonetidae	1
			Pholcidae	
			Others	5
Unidentified taxa				
Total				25

No. of each taxon collected in the researching localites (Jul. 2005)

Taxon				Yeongchigul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	3
		Polyzoniida	Mongoliulidae Polyzoniidae	1
	Chilopoda	Geopilomorpha		2
	Insecta	Coleoptera		3
		Collembola		
		Diptera		
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	67
	Arachnida	opiliones		
		Araneae	Leptonetidae	1
			Pholcidae	1
			Others	3
Unidentified taxa				8
Total				89

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Sep. 2005)

Taxon				Hwansungul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	2
		Polyzoniida	Mongoliulidae	
			Polyzoniidae	3
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		2
		Collembola		3
		Diptera		1
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	opiliones		
		Araneae	Leptonetidae	5
			Pholcidae	1
			Others	1
Total				18

No. of each taxon collected in the researching localites (Feb. 2005)

Taxon				Cheondonggul	Hwansungul
Phylum	Class	Oder	Family	No of Individual	
Nematoda					1
Arthropoda	Isopoda				
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	3	1
		Polyzoniida	Mongoliulidae		
			Polyzoniidae	1	3
	Chilopoda	Geopilomorpha			
	Insecta	Coleoptera		2	2
		Collembola		1	1
		Diptera		6	7
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	1	
		Hymenoptera	Formicidae		
		Lepidoptera			
		Orthoptera	Rhaphidophoridae		
	Arachnida	Opiliones			
		Araneae	Leptonetidae	2	2
			Pholcidae	1	1
			Others	4	3
Unidentified taxa					
Total				21	21

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Jan. 2006)							
Taxon				Simbukgul	Gosugul	Hogyegul	Mosangul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual			
Nematoda							
Arthropoda	Isopoda			1		2	
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	3	2	6	
		Polyzoniida	Mongoliulidae				
			Polyzoniidae	4	2	2	
	Chilopoda	Geopilomorpha					9
	Insecta	Coleoptera		2			
		Collembola					6
		Diptera		3	5	5	3
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	4			7
		Hymenoptera	Formicidae			4	
		Lepidoptera					
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	2	3	3	1
	Arachnida	Pseudoscorpionida		2	1	1	
		Opiliones		7	6		2
		Araneae	Pholcidae	11			
			Leptonetidae	8		19	23
			Pisauridae			1	
			Linyphiidae	8			1
			Tetragnathidae				1
			Araneidae				
			Orthers	4	4	1	3
Unidentified taxa					1		
Total				59	24	44	56

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Apr. 2006)

Taxon				Soyunggul	Yonggul	Hwansungul	Yongyeongul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual			
Nematoda					2		
Arthropoda	Isopoda			6	2		
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	2	6	3	2
		Polyzoniida	Mongoliulidae				
			Polyzoniidae			15	
	Chilopoda	Geopilomorpha		3	1		
	Insecta	Coleoptera		6	1	2	
		Collembola			2		32
		Diptera		3		102	1
		Grylloblattodea	Grylloblattidae				
		Hymenoptera	Formicidae		7		
		Lepidoptera		2	9		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	7		1	13
	Arachnida	Opiliones			2	2	
		Araneae	Leptonetidae	7		1	
			Pholcidae	6	6		
			Others	2	21	1	
Unidentified taxa							
Total				42	38	127	48

No. of each taxon collected in the researching localites (May. 2006)

Taxon				Mureungrigul
Phylum	Cass	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	3
		Polyzoniida	Mongoliulidae	
			Polyzoniidae	
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		1
		Collembola		
		Diptera		5
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	Opiliones		1
		Araneae	Leptonetidae	
			Agelenidae	1
			Others	1
Unidentified taxa				1
Total				13

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

No. of each taxon collected in the researching localites (Jun. 2006)				
		Taxon		Gosudonggul
Phylum	Class	Order	Family	No of Individual
Nematoda				
Arthropoda	Isopoda			
	Diplopoda	Polydesmida	Polydesmidae	6
		Polyzoniida	Mongoliulidae	
			Polyzoniidae	2
	Chilopoda	Geopilomorpha		
	Insecta	Coleoptera		1
		Collembola		4
		Diptera		9
		Grylloblattodea	Grylloblattidae	1
		Hymenoptera	Formicidae	
		Lepidoptera		
		Orthoptera	Rhaphidophoridae	
	Arachnida	Opiliones		
		Araneae	Leptonetidae	1
			Agelenidae	
			Others	4
Total				28

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(2) 각 동굴에서 채집된 수서 분류군의 월별 개체수

Table 3-16. Number of the collected indivisual in the stygofauna monthly.

Studies of aquatic ecology in three limestones (Aug. 2003)											
Taxon			Gosu cave			Seongrugul			Yeongchigul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	2	5		40	49			96
		Harpacticoida	7		33	2	2			44
		Copepoda etc.								
		Podocopida	44	12		12	1			69
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda			1	1	1			3
		Amphipoda								
	Arachnida	Ticks	3							3
		Mites	1			5	1			7
	Insecta	Coleoptera	7	1					1	9
	Branchiopoda	Cladocera								
Molluscs	Gastropoda		4	2	1		6			13
Annelida	Polychaeta					1				1
	Oligochaeta									
	Unidentified taxa						8		1	9
	Total		68	20	35	61	68		2	254

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in lava caves (Aug. 2003)							
Taxon			Geossemgul	Seonggul	Hyupjegul	Jeonggu-sugul	Total
Phylum	Class	Order					
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	11	4	167		182
		Harpacticoida	3		5	1	9
		Copepoda etc.		8	196	6	210
		Podocopida					
	Malacostraca	Isopoda	1	1			2
		Amphipoda	2		1	3	6
	Arachnida	Ticks	10		155	1	166
		Mites	14				14
	Insecta	Coleoptera					
		Collembola			3	1	4
		Diptera			1		1
		unidentified		1	107	25	133
		aquatic infants	3		100		103
Molluscs	Gastropoda		8		85	2	95
Annelida	Polychaeta						
	Oligochaeta						
	Unidentified taxa		1				1
	Total		53	14	820	39	926

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Nov. 2003)										
Taxon			Gosu cave			성류굴			Yeongchi gul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida Harpacticoida Copepoda etc.			17					17
		Podocopida			43					43
	Malacostraca	Bathynellacea Isopoda Amphipoda			4					4
	Arachnida	Ticks Mites								
	Insecta	Coleoptera aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera								
Molluscs	Gastropoda				5					5
Annelida	Polychaeta									
	Oligochaeta									
	Unidentified taxa				5					5
	Total				74					74

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in lava caves (Nov. 2003)							
Taxon			Geossemgul	Seonggul	Hyupjegul	Jeonggu-sugul	Total
Phylum	Class	Order					
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida			100		100
		Harpacticoida			2		2
		Copepoda etc.			145		145
		Podocopida					
	Malacostraca	Isopoda Amphipoda			126		126
	Arachnida	Ticks			2		2
		Mites			3		3
	Insecta	Coleoptera					
		Collembola					
		Diptera					
		unidentified			10		10
		aquatic infants			63		63
Molluscs	Gastropoda				186		186
Annelida	Polychaeta						
	Oligochaeta						
	Unidentified taxa						
	Total				637		637

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Dec. 2003)

Taxon			Gosu cave			Seongrugul			Yeongchigul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	3		2		41			46
		Harpacticoida	52		4		29			85
		Copepoda etc.					4			4
		Podocopida	20		20		1	1	23	65
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda								
		Amphipoda					1	1	329	331
	Arachnida	Ticks								
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera	2							2
Molluscs	Gastropoda									
Annelida	Polychaeta									
	Oligochaeta									
Unidentified taxa			13		5		25		6	49
Total			90		31		101	2	358	582

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in lava caves (Dec. 2003)

Taxon			Geossemgul	Seonggul	Hyupjegul	Jeonggu-sugul	Total
Phylum	Class	Order					
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida					
		Harpacticoida					
		Copepoda etc.				19	19
		Podocopida				1	1
	Malacostraca	Isopoda					
		Amphipoda				1	1
	Arachnida	Ticks					
		Mites					
	Insecta	Coleoptera					
		Collembola					
		Diptera					
		unidentified aquatic infants				2	2
Molluscs	Gastropoda						
Annelida	Polychaeta						
	Oligochaeta						
Unidentified taxa							
Total						23	23

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Jan. 2004)

Taxon			Gosu cave			성류굴			Yeongchi gul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida			1		45	12		58
		Harpacticoida	53				2	1		56
		Copepoda etc.	1							1
		Podocopida	14				3	2		19
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda								
		Amphipoda			6					6
	Arachnida	Ticks								
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera								
Annelida	Polychaeta									
	Oligochaeta									
	Unidentified taxa		9	2	4		4	7		26
	Total		77	2	11	0	54	22	0	166

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Feb. 2004)

Taxon			Gosu cave			Seongrugul			Yeongchi gul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida		9	21		11	8		49
		Harpacticoida		259	3			2	35	299
		Copepoda etc.		18	2					20
		Podocopida		28	66		3	3	17	117
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda								
		Amphipoda			2			1		3
	Arachnida	Ticks	0	314	94	0	14	14	52	488
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera								
Molluscs	Gastropoda									
Annelida	Polychaeta									
	Oligochaeta									
	Unidentified taxa			7	4		5	6		22
	Total			635	192		35	34		896

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Mar. 2004)										
Taxon			Gosu cave			Seongru			Yeongchi gul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	1	15	8		8	22		54
		Harpacticoida	77	58	6				6	147
		Copepoda etc.	10	5	2					17
		Podocopida	11	10	52		1	1	9	84
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda								
		Amphipoda		1	4				422	427
	Arachnida	Ticks								
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera								
Molluscs	Gastropoda			7	6					13
	Unidentified taxa		12	24	16		2	7	1	62
	Total		111	120	94		11	30	438	804

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Apr. 2004)										
Taxon			Gosu cave			Seongru			yonhc higul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	32	9	171		2	28		242
		Harpacticoida	4	1	150					155
		Copepoda nauplius	38	2	21					61
		Ostracoda	122	16	61		2	4		205
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda								
		Amphipoda		4			2		494	500
	Arachnida	Ticks								
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera								
Molluscs	Gastropoda			2	1					3
Annelida	Polychaeta									
	Oligochaeta									
Hynobiide(도룡뇽과)									19	19
Unidentified taxa			6	16	22		2	6		52
Total			202	50	426		8	38	513	1237

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (May 2004)

Taxon			Gosu cave			Seongru			Yongchigul	Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	27	5	1	11	30	23		97
		Harpacticoida	16	2	179	4	3	2		206
		Copepoda	3		8	13	15	1		40
		Ostracoda	24	152	24	1	38		5	244
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda								
		Amphipoda		3			5	2	183	193
	Arachnida	Ticks								
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants								
	Branchiopoda	Cladocera				6	193	1		200
Molluscs	Gastropoda			2	2		2	10	13	29
Hynobiide(도룡뇽과)									6	6
Unidentified taxa			11	1	37	35	26	13		123
Total			81	165	251	70	312	52	207	1138

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Jun. 2004)

Taxon			Gosu cave			Seongru cave			Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	5	4	10	301	1064	73	1457
		Harpacticoida	42		146		1		189
		Copepoda nauplius	37		43	61	74	49	264
		Ostracoda	11	51	44		23	12	141
	Malacostraca	Bathynellacea							
		Isopoda							
		Amphipoda		2					2
	Arachnida	Ticks							
		Mites							
	Insecta	Coleoptera							
		aquatic infants							
	Branchiopoda	Cladocera		3		162	63	9	237
Molluscs	Gastropoda			1	2		2	2	7
Annelida	Polychaeta								
	Oligochaeta								
hynobiide(도룡뇽과)									
Unidentified taxa			8		1			8	17
Total			103	61	246	524	1227	153	2314

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Jul. 2004)

Taxon			Gosu cave			Seongru cave			Yongen cave		Total
Phylum	Class	Order	EZ	MZ	IZ	1	2	3	YH	WF	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	1		5		132	8			146
		Harpacticoida	101	3	78	182			1	1	366
		Copepoda nauplius	33		1		15				49
		Ostracoda	6	13	26		8				53
	Malacostraca	Bathynellacea									
		Isopoda									
		Amphipoda									
	Arachnida	Ticks									
		Mites									
	Insecta	Coleoptera									
		aquatic infants									
	Branchiopoda	Cladocera									
Molluscs	Gastropoda			1	1		1	5			8
hynobiide(도룡뇽과)											
	Unidentified taxa							3			3
	Total		141	17	111	182	156	16	1	1	625

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; YH, House of Yong, WF, Waterfall; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Quantatical analysis of stygofauna (Jul. 2004)

Taxon			Seongru cave		Total
Phylum	Class	Order	2	3	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	43		43
		Harpacticoida	1	1	2
		Copepoda nauplius	10	1	11
Total			54	2	56

2=Second pool (10liter), 3=third pool(20liter)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Aug. 2004)										
Taxon			Gosu cave			Seongrugul			Yongyeongul	Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	IZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida					114			114
		Harpacticoida		2	2		1			5
		Copepoda nauplius								
		Ostracoda								
	Malacostraca	Bathynellacea								
		Isopoda				5				5
		Amphipoda				1				1
	Arachnida	Ticks								
		Mites								
	Insecta	Coleoptera								
		aquatic infants				1				1
	Branchiopoda	Cladocera								
Molluscs	Gastropoda									
Annelida	Polychaeta									
	Oligochaeta									
hynobiide(도룡뇽과)										
Unidentified taxa			22			5			1	28
Total			22	2	2	12	115		1	154

EZ, entrance Zone; MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Sep. 2004)									
Taxon			Gosu cave		Seongrugul			Yongye ongul	Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	1	2	3		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	3		34				37
		Harpacticoida	114						114
		Copepoda nauplius							
		Ostracoda	76		31				107
	Malacostraca	Bathynellacea	3						3
		Isopoda						3	3
		Amphipoda	1						1
	Arachnida	Ticks				1			1
		Mites							
	Insecta	Coleoptera							
		aquatic infants							
	Branchiopoda	Cladocera							
Molluscs	Gastropoda				2		3		5
hynobiide(도룡뇽과)									
Unidentified taxa			2					8	10
Total			199		67	1	3	11	281

MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol1, First pool; 2, Second pool, 3, Thirdpool

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Oct. 2004)

Taxon			Gosudonggul		Seongrugul			Molgolgul		용연굴	Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	1	2	3	WR	RR		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida		2	13		1				16
		Harpacticoida	1	6							7
		Copepoda nauplius									
		Ostracoda	4	2							6
	Malacostraca	Bathynellacea								23	23
		Isopoda									
		Amphipoda									
	Arachnida	Ticks									
		Mites									
	Insecta	Coleoptera								6	6
		aquatic infants								1	1
	Branchiopoda	Cladocera									
Molluscs	Gastropoda		3	1			3	4			11
hynobiide(도룡뇽과)											
Unidentified taxa				1	3			4	1	2	11
Total			8	12	16	4		8	1	32	81

MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; WR, Water road; RR, rest Rock; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Nov. 2004)

Taxon			Gosu cave		Seongyu cave				Molgolgul		Yongyeongul	Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	1	2	3	WS	WR	RR		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	3	8		4		169				184
		Harpacticoida		20								20
		Copepoda nauplius										
		Ostracoda	4	5					2			11
	Malacostraca	Bathynellacea										
		Isopoda										
		Amphipoda										
	Arachnida	Ticks										
		Mites										
	Insecta	Coleoptera aquatic infants						71				71
	Branchiopoda	Cladocera										
Molluscs	Gastropoda		2									2
hynobiide(도룡뇽과)												
Unidentified taxa			1	6	2			7	1	6		23
Total			10	39	6			247	3	6		311

MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; WR, Water road; WS, Wangpi Stream; RR, rest Rock; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Dec. 2004)

Taxon			Gosu cave		Seongyu cave				Molgolgul		Yongye ongul	Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	1	2	3	WS	WR	RR		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	2	41	6	32	1	3	1			86
		Harpacticoida	1	46	1							48
		Copepoda nauplius										
		Ostracoda	3	28			3		1	1		36
	Malacostraca	Bathynellacea										
		Isopoda										
		Amphipoda										
	Arachnida	Ticks			1							1
		Mites										
	Insecta	Coleoptera aquatic infants						2				2
	Branchiopoda	Cladocera										
Molluscs	Gastropoda											
Annelida	Polychaeta											
	Oligochaeta											
hynobiide(도룡뇽과)												
Unidentified taxa				7			3			2		12
Total			6	122	8	32	7	5	2	3		185

MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; WR, Water road; WS, Wangpi Stream; RR, rest Rock; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Jan. 2005)

Taxon			Ondaldonggul	Simbukgul	Mosangul	Total
Phylum	Class	Order				
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida		9	25	34
		Harpacticoida	17	137	53	207
		Copepoda nauplius				
		Ostracoda		55	68	123
	Malacostraca	Bathynellacea				
		Isopoda				
		Amphipoda	2	21	7	30
	Arachnida	Ticks				
		Mites				
	Insecta	Coleoptera aquatic infants				
	Branchiopoda	Cladocera				
Molluscs	Gastropoda		13			13
hynobiide(도룡뇽과)						
Unidentified taxa						
Total			32	213	128	373

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Feb. 2005)

Taxon			Gosu cave	Seongyu cave			Molgolgul		Yongyeongul	Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	1	2	3	WS	WR	RR		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida		32	2	18			49			101
		Harpacticoida		11		2						13
		Copepoda nauplius										
		Ostracoda		15					3			18
	Malacostraca	Bathynellacea										
		Isopoda										
		Amphipoda							1			1
	Arachnida	Ticks										
		Mites										
	Insecta	Coleoptera										
		aquatic infants										
	Branchiopoda	Cladocera										
Molluscs	Gastropoda											
hynobiide(도룡뇽과)												
Unidentified taxa				4	4							8
Total				62	6	20			53			141

MZ, Yongamkyo; IZ, Yongsugol; WR, Water road; WS, Wangpi Stream; RR, rest Rock; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Feb. 2005)

Taxon			Seongrugul	Gosudonggul		Hwansungul	Total
Phylum	Class	Order		IZ	MZ		
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida			23		23
		Harpacticoida		21	12		33
		Copepoda nauplius					
		Ostracoda	7	4			11
	Malacostraca	Bathynellacea					
		Isopoda					
		Amphipoda		1			1
	Arachnida	Ticks					
		Mites					
	Insecta	Coleoptera					
		aquatic infants					
	Branchiopoda	Cladocera					
Molluscs	Gastropoda			7		8	15
Annelida	Polychaeta						
	Oligochaeta						
hynobiide(도룡뇽과)							
Unidentified taxa							
Total			7	33	35	8	83

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (March. 2005)

Taxon			Molgolgul		Seongrugul			Total
Phylum	Class	Order	WF	RR	2	3	WS	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida					3	3
		Harpacticoida	49	5	67	20	27	168
		Copepoda nauplius						
		Ostracoda	14					14
	Malacostraca	Bathynellacea						
		Isopoda						
		Amphipoda						
	Arachnida	Ticks						
		Mites						
	Insecta	Coleoptera aquatic infants					3	3
	Branchiopoda	Cladocera						
Molluscs	Gastropoda		12			3		15
hynobiide(도룡뇽과)								
	Unidentified taxa							
	Total		75	5	67	23	33	203

WR, Water road; WS, Wangpi Stream; RR, rest Rock; 2, Second pool, 3, Third pool

Studies of aquatic ecology in three limestones (Mar. 2005)

Taxon			Gosudonggul		Seongrugul				Total
Phylum	Class	Order	IZ	MZ	1	2	3	WS	
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	36	13	3	11		2	
		Harpacticoida	127	20	12	26	6	7	
		Copepoda nauplius							
		Ostracoda							
	Malacostraca	Bathynellacea							
		Isopoda							
		Amphipoda							
	Arachnida	Ticks							
		Mites							
	Insecta	Coleoptera aquatic infants							
	Branchiopoda	Cladocera							
Molluscs	Gastropoda								
Annelida	Polychaeta								
	Oligochaeta								
hynobiide(도룡뇽과)									
	Unidentified taxa								
	Total		163	33	15	27	6	9	0

IZ, Yongsugol; WS, Wangpi Stream; 1, First pool; 2, Second pool, 3, Third pool

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Dec. 2005)

Taxon			Hwansungul	Gossigul	Cheonguldonggul	Total
Phylum	Class	Order				
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida Harpacticoida Copepoda nauplius Ostracoda	37	13	4	54
	Malacostraca	Bathynellacea Isopoda Amphipoda				
	Arachnida	Ticks Mites				
	Insecta	Coleoptera aquatic infants				
	Branchiopoda	Cladocera				
Molluscs	Gastropoda					
Annelida	Polychaeta					
	Oligochaeta					
hynobiide(도룡뇽과)						
Unidentified taxa						
Total			37	13	4	54

Studies of aquatic ecology in three limestones (Jen. 2006)

Taxon			Simbukgul	Total
Phylum	Class	Order		
Platyhelminthes			3	3
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida Harpacticoida Copepoda nauplius Ostracoda		
	Malacostraca	Bathynellacea Isopoda Amphipoda	6	6
	Arachnida	Ticks Mites		
	Insecta	Coleoptera aquatic infants		
	Branchiopoda	Cladocera		
Molluscs	Gastropoda			
Annelida	Polychaeta			
	Oligochaeta			
hynobiide(도룡뇽과)				
Unidentified taxa				
Total			9	9

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

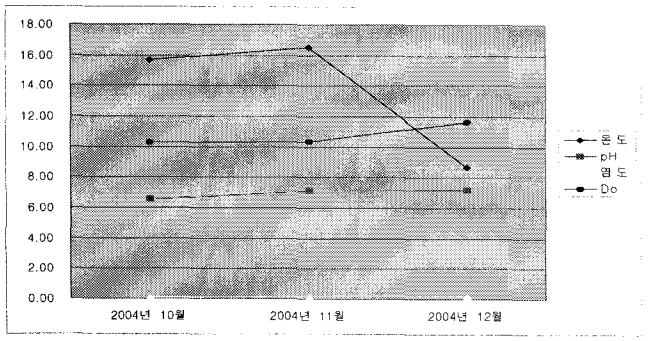
Continued

Studies of aquatic ecology in three limestones (Apr. 2006)					
Taxon			Yongyeongul	Gwaneumgul	Total
Phylum	Class	Order			
Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida Harpacticoida Copepoda nauplius Ostracoda		7	7
	Malacostraca	Bathynellacea Isopoda Amphipoda	28		28
	Arachnida	Ticks Mites			
	Insecta	Coleoptera aquatic infants			
	Branchiopoda	Cladocera			
Molluscs	Gastropoda				
Annelida	Polychaeta				
	Oligochaeta				
hynobiide(도룡뇽과)					
	Unidentified taxa				
	Total		28	7	35

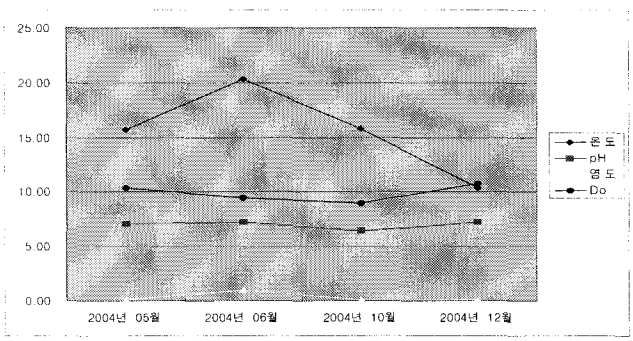
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

라. 각 동굴에 대한 환경 요인 측정

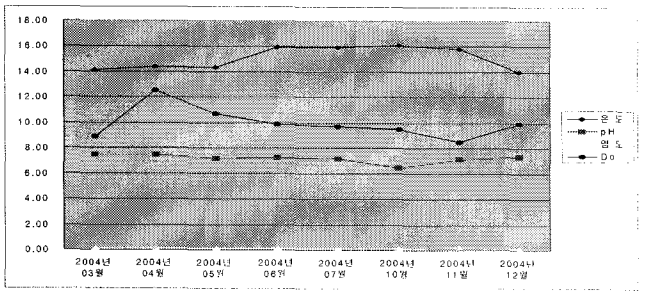
Table 3-17. Analysis of environmental factor in the localities.



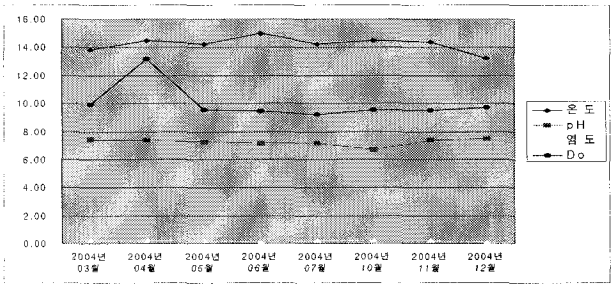
[Wangpi stream]



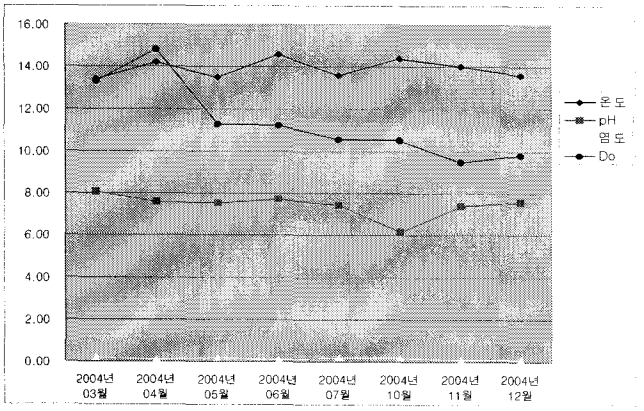
[First pool in Seongrugul]



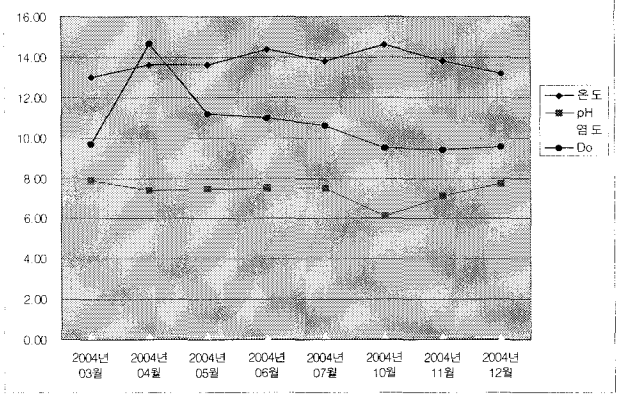
[Second pool in Seongrugul]



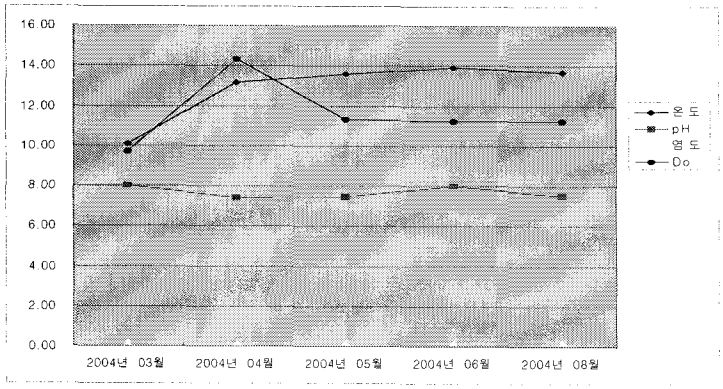
[Third pool in Seongrugul]



[IZ in Gusudonggul]



[MZ in Gosudonggul]



[EZ in Gosudonggul]

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Molgolgul (Water Road)

	T	pH	Salinity	CON	TDS	Do
2004, Oct.	12.50	6.84	0.20	232.00	147.90	10.45
2004, Nov.	12.10	7.69	0.20	235.00	150.70	9.69
2004. Dec.	12.20	6.64	0.20	235.00	153.40	10.59
2005. Jan.	11.70	6.90	0.20	243.00	157.90	10.17
2005. Feb.	11.40	7.71	0.20	229.00	150.20	9.72
2005. Apr.	11.60	7.74	0.20	227.00	50.90	9.82

Molgolgul (Rest Rock)

2004, Oct.	11.10	6.89	0.20	236.00	132.50	10.50
2004, Nov.	12.20	7.74	0.20	238.00	142.50	10.01
2004. Dec.	12.40	6.85	0.20	246.00	159.20	10.06
2005. Jan.	11.10	6.42	0.20	244.00	162.50	8.54
2005. Feb.	11.10	7.53	0.20	240.00	159.30	9.96
2005. Apr.	11.10	7.72	0.20	220.00	147.30	8.14

Yongyeongul

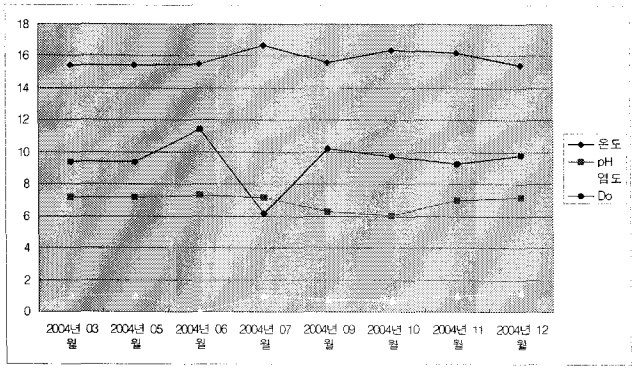
2004, Oct.	No water	No water	No water	No water	No water	No water
2004, Nov.	No water	No water	No water	No water	No water	No water
2004. Dec.	No water	No water	No water	No water	No water	No water
2005. Jan.	No water	No water	No water	No water	No water	No water
2005. Feb.	Dry state					
2005. Apr.	Dry state					

2004. Aug.						
HY	11.80	7.26	0.20	227.00	146.00	10.54
Big WF	10.00	7.59	0.30	378.00	258.00	10.93
Small WF	12.70	7.63	0.20	336.00	213.00	9.92

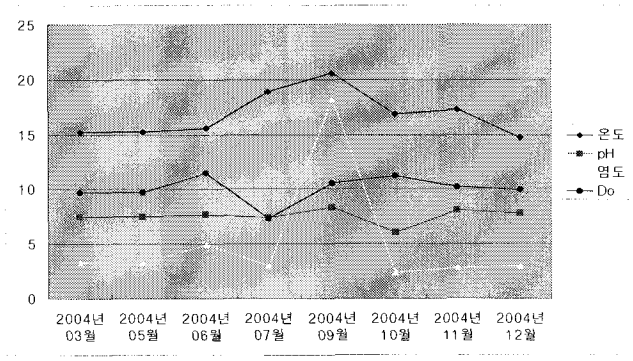
Yeongchigul

2003. Jul.	-	-	-	-	-	-
2003. Aug.	12.90	6.50	-	-	-	-
2003. Sep.	-	-	-	-	-	-
2003. Oct.	18.50	8.00	-	-	-	-
2003. Nov.	-	-	-	-	-	-
2003. Dec.	13.60	8.15	-	-	-	-
2004. Jan.	13.60	8.40	-	-	-	-
2004. Feb.	13.20	6.87	-	-	-	-
2004. Apr.	13.50	7.82	-	-	-	-
2004. Mar.	13.90	8.30	0.20	363.00	225.00	14.78
2004. May	13.90	7.64	0.20	389.00	240.00	11.70

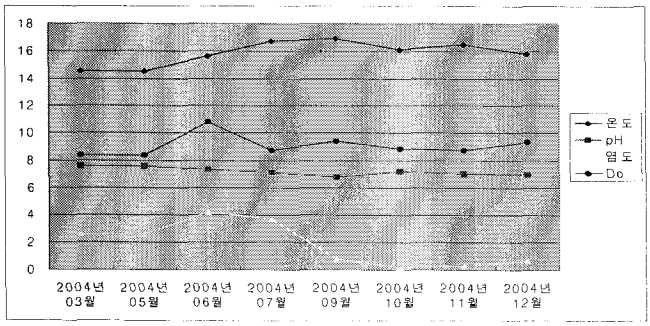
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



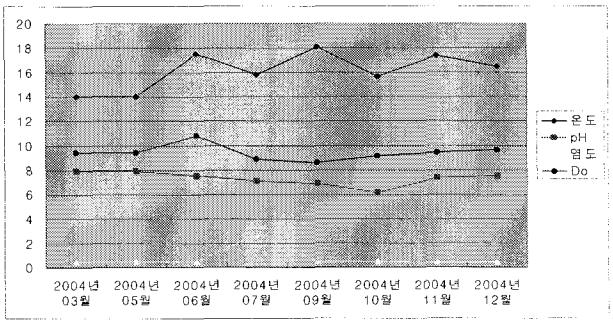
[Gyeossemgul, terranean]



[Gyeossemgul, beach]



[Jaeamcheongul]



[Suwolbong artificial cave]

Sogulgul	T	pH	Salinity	CON	TDS	DO	etc.
2004. Feb.	10.1	6.23	0.1	118	79.8	10.7	
Jeonggusugul							
2004. Apr.	14.9	7.68	15.1	20.4(ms/cm)	-	8.55	
2004. Mar.							
2004. May	15.3	7.19	0.9	1393	856	9.19	
2004. Jun.	15.4	7.04	2.6	3.9(ms/cm)	2.51(g/ℓ)	9.56	
2004. Jul.	18.7	7.6	0.5	943	527	8.19	
Waheulgul							
200. Aug.							
2004. Sep.							
2004. Oct.	19.4	5.13	0.1	291	158	8.57	
2004. Nov.	18.2	6.47	0.1	263	145	9.17	
2004. Dec.	-	-	-	-	-	-	dry
2005. Jan.	16	7.04	0.2	265	158	8.84	
2005. Feb.	16.7	6.62	0.2	277	160.5	8.58	
2005. Apr.							

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

라. 고수동굴내 온도의 주기적 측정

Table 3-18. Analysis of temperature in Gosudonggul by periods.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
03. 08. 18	19	15	15	15	16	16	17	17	16	16	16	15	19	17	15
03. 08. 26	19	15	15	15	16	16	16	16	16	15	15	14	20	18	15
03. 09. 06	18	15	14	15	16	16	16	16	16	16	16	14	19	18	15.5
03. 09. 22	17	15	14	15	16	16	17	17	16	16	16	15	18	18	15.5
03. 10. 01	19	15	15	15	18	16	17	18	16	15	17	16	19	17	15
03. 10. 13	13	14	15	15	17	17	18	18	17	15	16	17	19	18	15
03. 10. 28	16	14	15	15	16	17	17	16	17	16	16	16	19	17	15
03. 11. 06	14	14	14	14	16	17	17	16	17	17	16	16	16	16	15
03. 11. 18	7.5	7.5	9	12	16	16	17	17	17	14	15	15	16	15	13
03. 12. 01	13	14	15	14	13	13	15	15	16	15	16	12	12	13	5
03. 12. 10	-1	0	13	11	16	16	16	16	16	12	15	14	15	15	12
03. 12. 23	3.5	9	8	12	16	16	17	16	16	12	14	14	15	15	13
04. 01. 02	1	4	7.5	13	16	16	17	16	16	12	14	14	15	15	12.5
04. 01. 09	-1	0	12	12	16	15	15	15	15	12	15	14	15	15	12
04. 01. 16	2	8	12	12	15	15	15	15	15	13	13	13	13	14	12
04. 01. 26	3	9	6	9.5	16	17	17	16	16	12	13	14	9	15	11
04. 02. 09	2	7	11	12	15	15	15	15	15	13	13	13	12	13	11
04. 02. 17	5	0.5	7	9.5	15	16	15	15	15	12	13	13	13	13	11
04. 02. 27	3	8	6	9	15	17	17	16	16	12	13	14	9	15	11
04. 03. 07	10	15	13	12	12	12	15	15	15	15	15	9.5	8	7	11
04. 03 .16	12	9	10	10.5	16	16	16	16	13	13	13.5	13	13	15	12
04. 03. 20	11	7	9	11.5	16	16	16	16.5	16	12.5	13.5	12	13	15	13
04 .03. 30	10	9	9	12	16	16	16	16	16	12	14.5	14	13	15	12
04. 04. 07	25	11	11	13.5	16.5	16.5	16	16.5	16	13	14	14	16	15.5	13
04. 04. 17	24	12	12	13.5	16	16	16	16.5	16	13	14	14	16	15.5	13
04. 04. 27	18	11	13	13.5	16	16.5	16	17	16.5	14	15.5	15.5	14.5	15.5	13.5
04. 05. 07	20	11	12	14	16	17	17	17	16	13	13	13	14.5	16	13
04. 05. 18	27	13	14	15	16.5	16.5	16	17	16.5	13	15	14	15	16	15
04. 05. 29	27	14	14	15	16.5	17	17	17	16.5	15.5	15.5	15.5	20.5	16	15
04. 06. 09	30	14	14	15	17	16.5	16.5	16.5	16	15	15	15	20	17	15
04. 06. 20	20	15	14.5	15.5	16.5	17	17	17	16.5	15.5	15	14.5	19.5	17	15.5
04. 06. 30	24	14	14	15	16.5	16	17	17	16	15	15	14	19	16	15
04. 07. 09	27.5	15	14	15	18	17	17	17.5	17	16	16	15	19	16	15
04. 07. 20	29	15	15	16	16	17	17	17	16	15	15	15	20	16	15
04. 07. 29	30	16	15	16	18	16	17	17	16	16	16	16	26	16	16
04. 08. 10	32	16.5	16	16	17	17	18	17	17	16	16	16	25	16.5	16
04. 08. 22	21	15	15	16	17	16	17	17	16	16	16	16	20.5	16	16
04. 08. 30	27.5	14	14	16	17	16	18	17	17	16	16	16	20	16	16
04. 09. 11	19	16	15	16	17	16	18	17.5	17	16	16	15	19	18	16
04. 09. 25	22.5	15.5	15	15.5	17.5	16.5	18	17	17	16	16	15	20	17	16
04. 10. 07	21.5	15	14	15.5	17	16	17	17	17.5	15.5	15.5	15	19	16.5	15.5
04. 10. 19	18	14	14	15.5	17	18	17	18	17	16	16.5	17	21	17	16
04. 10. 30	20	12.5	13	15.5	17	16.5	18	17	15	15	15	15	19	16	15
04. 11. 09	19	14	13	15	17	16.5	18	16	15	15	15	15	20	16	15
04. 11. 23	12	11	11	13	17	16	17	17	16	13	13	13	16	15	13
04. 12. 07	6.5	13.5	14	12	17	16	17	16.5	16.5	13	13	13	15	16	13
04. 12. 18	6	7	10.5	9	12	17	16.5	16.5	16.5	13	13	15	15	16	13
04. 12. 31	0.5	2	4	11.5	16.5	16	17	16.5	16.5	12.5	13	13	15	16	12
05. 01. 11	0	1	13.5	15	16.5	17	18	17	16.5	12	13	13	10	15	
05. 01. 28	3	3.5	7	11	17	16	18	17	17	12	13	14.5	16	15	12
05. 02. 16	9	6	7	11	16.5	16	17	16.5	16	12	13	14	14	16	11
05. 02. 26	0	3	3	8	16	16	17	15	17	7	12	12	13	14.5	12.5
05. 03. 18	8	7.5	6	9	16.5	16	17	16.5	16	12	13	14	14	14	10
평균	14.4	10.8	11.9	13.4	16.2	16.2	16.7	16.5	16.1	14	14.6	14.3	16.4	15.6	13.5

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

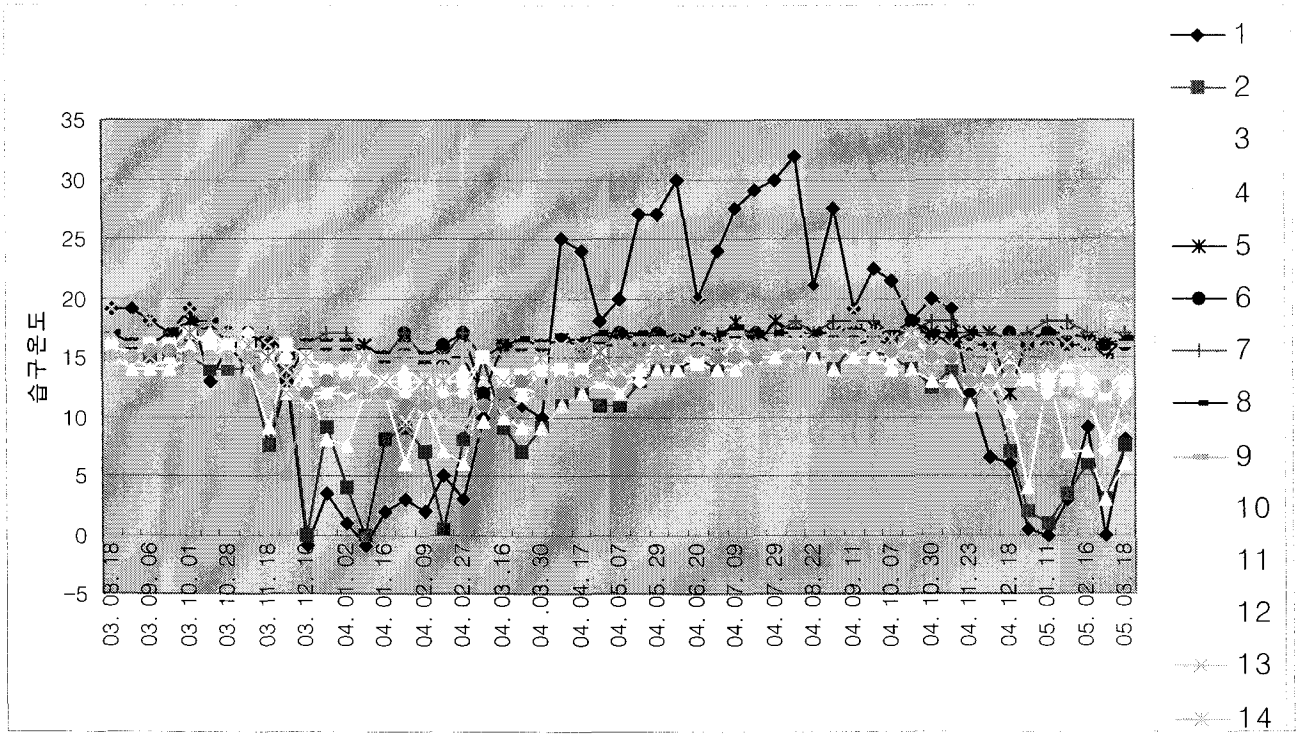


Figure 3-98. Analysis of Temperature on each interior site in the Gosudonggul.

마. 동굴생물과 서식처의 관리 및 보존방안 제시

(1) 희귀종 서식동굴의 관리 및 보존방안 제시

동굴이란 지하에 발달된 동공으로서 인간에 의해 인위적으로 만들어지지 않고 자연현상에 의해 형성된 것을 지칭한다. 즉, 자연현상에 의해 형성공간으로써 지하수가 흘렀던 기점부터 끝나는 지점이라고 일반적으로 정의할 수 있다. 현재 한국에는 1000여개의 자연 동굴들이 주로 한반도의 북서부와 중동부의 석회암 지역과 최남단의 화산도인 제주도에 분포한다. 남한의 카이스트 지형은 탄산염광물이 지표상에 노출되어 있는 한반도의 중동부 지역에 발달되어 있다. 이러한 동굴이 선사시대에는 주거지로 이용되었다는 것은 충청북도 미원의 청석다리굴, 단양의 고수동굴, 제천의 점말동굴 등지에서 출토된 유물로 알려진바 있다. 또한 동굴은 특별한 관리 및 보존이 필요한 자연유산인 동시에 지질학적 환경과 지형학적 형태, 수(水)지질학적 특성, 수질화학적 특성, 광물자원, 수성암층, 미기후적 특성, 희귀동•식물 등이 포함된 종합 자연유산이다. 이러한 모든 것들이 비록 동굴이 외부세계와 관계되어 있다 하더라도 동굴만의 특별한 환경을 형성한다. 동굴의 이러한 독립성과 동시에 외부세계와 끊임없는 상호작용 등으로 인해 동굴은 지상과 지하의 중간적 위치에 놓이게 되며 또한 동굴세계로의 특별한 접급방식이 필요하다. 동굴세계의 특수성, 동굴의 미약한 자저응력, 그리고 동굴의 외부세계로 부터의 취약성 등으로 인해 동굴 관리에 대한 특별한 관심이 요구된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(가) 자연문화재로서의 동굴의 가치

동굴이란 출입구가 존재하며, 학문적 가치를 지니고, 오랜 동안 자연적(인공적)으로 만들어진 다양한 성분의 집성암 등을 포함한 특별한 자연의 집합체가 형성된 지하자원이다. 일반적으로 동굴은 완전한 무조명이며 통상 1m 이상(성인 남자 키 정도)으로써 폭과 높이보다 길이가 길어야 한다. 이러한 자연유산은 특별한 의미를 지닌 학문적, 문화적, 미적 가치 등을 지닌 독특한 모양, 특별한 지층의 반영뿐만 아니라 외국의 경우처럼 지하도시, 지하 교회벽화 등 인공미가 가미된 동굴도 문화재로서의 자연유산이 될 수 있다. 그렇다면 동굴을 왜 연구하고 보존해야 하는가?

① 동굴은 살아 있지 않은 자연의 요소이며 인간의 출현 훨씬 이전에 생겨난 특수한 환경조건을 지닌 지하층이며 지구의 표면층의 구성요소이다.

② 동굴 내부에는 일시적 또는 영구적으로 생활하는 희귀종을 포함한 생물이 살고 있다. 또한 동굴 내부의 기후 조건 등에 따라 진화적으로 귀중한 아주 원시적인 희귀생물종도 있으며 동면하는 익수류(박쥐 등)는 아주 좋은 연구대상이 되기도 한다.

③ 동굴은 자연의 지질학적 유산으로써 지하수나 기타 요소의 관찰이 용이하며 광물층의 표면과 지각의 활동 과정 등을 용이하게 연구할 수 있다.

④ 동굴은 고대지형 연구의 아주 좋은 조건을 제공한다. 동굴에는 지구 초창기의 형성 과정 등의 환경상태가 잘 보존되어 있으며 동굴의 변화과정 뿐만 아니라 주변의 변화과정도 연구할 수 있는 학술적 대상이 된다.

⑤ 동굴 내부에서 서식하는 동•식물의 연구는 생물의 진화적인 연구에 중요한 자료가 된다.

⑥ 동굴 암각화 등 고대 벽화나 고대인간의 생활양상 등 문화 유적과 유물이 보관되어 있어 특별한 고고학적 의미를 지니고 있다.

⑦ 동굴 내부 생성물이 지닌 독특한 미적 환경을 지닌다.

⑧ 동굴의 탐험과 방문은 자연에 대한 관심과 학문적 연구의 욕구를 유발시킨다.

⑨ 동굴내의 특수한 환경 조건과 생성물 등은 인간생활에 많은 유익한 발명품 등을 만들 수 있게 했다 (예, 화약, 냉장고, 에어컨, 의약품 등).

(나)자연 동굴 문화유산의 훼손

동굴은 아주 오랜 시기에 걸쳐 형성되었으며 그 내부는 형성 당시의 지형을 보여주고 기후는 비교적 안정적이다. 그러나 인간의 손길이 닿고 개방된 이후에는 매우 쉽게 손상되며 완전한 회복은 거의 불가능하다. 그러나 동굴은 그 자체의 신비로 인해 오래 전부터 인간의 순례지로 이용되어 왔고 동굴에 대한 호기심의 증가로 인하여 개발과 무분별한 학술탐사 등으로 내부 미기후의 변화, 동•식물의 구성 변화 등이 발생하였다. 이러한 부분별한 인간의 행위로 인해 동물은 본래의 아름다움과 지하층 천연의 모습을 상실하고 생물학적, 화학적, 기후적 제반환경조건이 열악하게 변했다. 동굴내부에는 외부와 다른 환경으로 인해 미생물은 크게 번식하지 못하고 변화가 적은 수질학적, 수질화학적 조건으로 인해 기후는 비교적 안정적이었다. 그만큼 동굴은 외부의 침입에 민감하기도 하며 인간의 입굴은 동굴배부 환경을 극단적으로 파괴시켰으며 그 예로 지극히 평온한 환경에서 살 수 있는 박쥐의 수가 극격히 (2배 이상) 감소한 경우를 흔하게 볼 수 있다.

따라서 문화재로 지정된 천염기념물인 동굴의 경우, 그 자체뿐만 아니라 그 주변 일대를 포함하

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

여 동굴의 환경에 악영향을 받지 않도록 해야 한다. 인간의 활동은 동굴에 심각한 피해를 주는데 인간에 의해 파괴된 동굴이나 카이스트 지형은 거의 회복되기가 힘들다. 그리고 동굴의 기후는 매우 오랜 기간에 걸쳐 형성되어 왔기 때문에 개방에 따른 일시적 기후의 변화는 다시 회복되기 어려우며, 이는 동굴 내부의 생태계에 심각한 변화를 가져온다. 또한 학술적 탐사 등을 목적으로 탐사객이 들고 들어오는 여러 가지 장비나 이물질에 의한 내부 생성물 등에도 심각한 피해를 준다. 이 이외에도 심각한 피해는 인간에 의한 종유석과 광물층의 훼손, 동굴의 내부에 남긴 방문객의 흔적(이름 새기기 등)등이다.

동굴은 지하세계의 내부와 외부의 전달자로서 역사적으로 복잡한 내부 관계를 갖는 자연 시스템이다. 각각의 현상에 대한 동굴 내부 구성 요소들의 시스템적 상호 관계는 이들 구성요소들의 상호복잡적인 반을 일으킨다. 이것은 기존에 형성된 균형에 영향을 주며 악영향 시에는 다양한 연쇄반응으로 회복될 수 없는 파괴를 가져온다.

동굴의 특이한 약점으로 동굴 내부 환경 요소의 변화에 대한 동굴의 강한 반응에 의해 결정되는 동굴의 일정한 용량(열균형의 원리)을 들 수 있다. 예를 들어, 동굴 내에 외부에서 들어온 특이한 이물질들이 화학 및 생물학적 구조로 정착된다면 동굴 내 전체 용량을 맞추기 위해 내부가 변화하는 것은 자명한 이치인 것이다.

어떤 상황 하에서 동굴 보존을 고려해야 하는가의 분제 중 가장 근본적인 것은 에너지의 상태를 고려해야 한다는 것이다. 지하에 큰 저수고가 있는 높은 에너지를 가진 동굴은 최소한 연 1회 내부 온도가 상승한다. 이런 동굴은 하부 지층이 잘 발달되어 있으며 형태와 크기가 바뀌지만 종유석은 드물게 나타난다. 중간 정도의 에너지를 가진 동물은 물이 적고 동굴이나 바람 등에 의해 날아온 표면 물질이 자주 보인다. 여기서는 대량의 종유석이 자란다. 낮은 수준의 에너지를 가진 동굴은 매우 안정적인 동굴로써 물방울의 낙하는 아주 섬세한 크리스탈을 형성한다. 이 세 가지의 형태가 한 동굴에서 다 나타날 수도 있다.

동굴의 이러한 연약성은 곧바로 동굴보존의 문제와 연결된다. 더구나 동굴의 특성과 내부과정의 특성 등은 각각의 동굴 특성에 대한 부합하는 관리를 요구하며 결과적으로 동굴의 종합적인 보존과 관리대책 수립을 위한 각 동굴에 대한 학술적인 연구가 요구되는 것이다.

개방을 전제로 하여 국립공원 또는 시•도 자치단체로의 관리 귀속은 사람의 접근이 허용되긴 하나, 문화파괴주의로부터 보존될 수 있으며 이러한 동굴의 개방을 통해 정신적•교육적 관심을 고조하며 만물의 다양한 상호작용의 이해, 동굴 생태계의 특수성 인식, 자연의 진행과정의 규모인식, 지구상에서 인간의 파괴적 역할과 건설적 역할 인식 그리고 자연(물 등) 생태계의 위엄 등 다양한 부수적인 요과를 거둘 수 있다. 그러나 동굴개방에 따른 관광시설 설비는 동굴내 생태계, 미기후 그리고 심지어 그 구조까지도 변화를 가져올 수 있다.

자연유산으로 지정한 후 개방을 전제로 일부는 통제가 가능하지만 기본적으로 관광을 위한 설비는 문화재위원회의 심의를 거쳐야 가능하다. 그러나 통제 수준의 임의적 해석으로 인한 방만한 관리는 그러한 동물들에 관한 매우 어두운 미래만 예상할 수 있을 것이다. 예를 들어 전기/전화선로 등의 부설 시설, 유용 지하자원의 채굴작업으로 인해 동굴은 파손/파괴될 수 있으며 그 외형도 심각한 손상을 입게 될 것이다. 또한 일부 국내 동굴 및 외국의 실례에서 볼 수 있는 동굴의 전용(창고, 시체매장소 등)에 의해서도 동굴은 파손될 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴보존의 필수적 정책결정 관광대상으로서 동굴이 동굴보존요구에 부응하고 동시에 사람의 접근이 가능하기 때문에 관광시설의 설비 자체가 동굴보존의 기본적인 방법이 될 수 있는데 동굴의 관광개방을 위해서 '사전에 충분한 연구, 관광시설 설비 계획 구성, 작업 실현, 동굴 운용' 등의 조치가 우선적으로 실행되어야 한다. 사전 연구단계에서는 가능한 총체적인 연구(동굴의 구조, 지각 구조의 형성 조건, 다양한 지층계의 존재 여부, 수질과 미기후, 방사선의 수준과 변화 상태, 동굴실의 배치 상태, 전체적 지형에서 동굴의 위치, 최근거리의 호수나 강의 위치, 바다와의 상호 관계, 동굴 내외부 기온 관계 등)가 이뤄져야 하며, 이 단계에서 동굴의 어떠한 부분이 관광 대상으로 개방될 것이며 어느 부분에는 관광 시설이 금지되거나 또는 접근금지구역으로 정할 것인지에 대한 평가가 이뤄져야 한다.

동굴 개방을 전제로 한 관광개발 계획서에는 동굴의 이용 계획뿐만 아니라 사업의 전반적인 계획, 즉 준비, 설비, 운용 등의 전 단계에서 최적의 자연보존조치가 이뤄져야 한다. 계획에는 동굴의 배치 특성, 편리한 접근로의 건설, 주차장/매표소/매점/식당/관리소 등의 위치, 입구의 설비, 내부 관광로, 견학관, 관광을 위한 사다리나, 교량의 설치, 배수시설, 조명시설, 안전 설비 등에 대한 고려가 반드시 포함되어야 하며 관광시설비는 동굴의 특성을 반드시 고려하여 이뤄져야 한다. 또한 관광시설 설비시에는 가능한 동굴 내부 환경에 변화를 가져오지 않도록 해야 하고 불필요한 시설들의 설치를 방지해야 함은 물론이고 배수관이나 전선, 램프, 변압기 등이 관관객의 눈에 띄지 않도록 해야 한다. 만약 이것이 불가능하다면 최대한 미관을 고려하여 장식효과를 줘야 한다. 관광설비 계획서에는 시설 안전 문제와 운용 문제 등에 대한 사전 고려가 필수적으로 실행되어야 하며 동굴내 동•식물과 지하수, 미기후, 동굴의 지층계 등에 대한 사전 고려가 우선적으로 수행되어야 하며 또한 전문가에 의한 사전 조사가가 수반되어야 한다. 따라서 종합계획에는 동굴의 구조적 특성, 동굴내 동•식물을 위한 최적의 조건 형성 (관광로 밑으로 배수관 건설, 소음의 최소화, 주기적 정화작업 등), 내부 환경 조절 문제(고기와 바람의 구성과 수준 조절) 등에 대한 고려가 반드시 선행되어야 하며 동굴내 열균형에 대한 고려도 병행해야한다. 램프나 기타 전기 제품, 방문객의 체온 등에 의한 동굴의 온난화는 동굴내 광물 성장 조건과 동굴 동•식물의 거주 조건의 변화를 가져올 뿐만 아니라 방문객의 옷이나 신발 등에 묻어 들어온 버섯이나 기타 잡초의 성장에 좋은 조건을 제공하며 결국 이것은 동굴내 조명 주위에 이끼류의 급속한 성장을 초래한다. 이러한 현상을 방지하는 방법으로는 개방시간의 단축(조명시간 단축 등), 저온 램프의 설치, 램프 주변에 이끼류 성장을 억제할 수 있는 용액의 살포 등이 있다. 따라서 동굴 자체의 주기적 보수 작업뿐만 아니라, 자연보존조치, 동굴내 수온과 공기/공기의 구성성분, 습도, 동굴내 상황변화(동굴 전체의 견고성, 균열발생, 종유석의 상태변화, 이끼류/곰팡이의 발생, 동굴 동•식물의 감소 등) 등에 대한 모니터링 작업이 계획되어야 하며 기타 악영향을 제거할 수 있는 모든 추가 보호 조치가 계획되어야 한다.

관광시걸 건설단계에서는 가능한 한 동굴 자체 및 종유석, 동•식물, 주변환경에 최소한 영향만을 주도록 동굴 자체의 변형을 최소화하고 최초 계획한대로 작업을 진행해야 한다. 도로 건설시에는 동굴내부 환경에 최소한의 변화만을 주어야 하는데 이를 위해서 콘크리트가 가장 적합하다. 왜냐하면 동굴과 비교시 가장 유사한 성분을 포함하고 있기 때문이다. 또한 건설 단계에서 중요한 것 중의 하나가 입구 설비 문제인데, 박쥐의 이동로와 공기의 통로 (동굴 미기후에 변화를 주지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

않기 위해)를 반드시 남겨 놓아야함과 동시에 방문객의 무분별한 출입을 통제할 수 있도록 해야 한다. 그리고 무분별한 칸막이의 설치는 박쥐의 이동과 동굴내 미기후에 악영향을 분다는 것이다. 견학소의 설치시에는 동굴의 외양 변화를 최소화하도록 해야하며 이것은 기타 시설물 설치시에도 마찬가지다.

동굴 운용 단계에서는 방문객의 수를 적절히 통제해야 하는데, 관광 가이드에 의한 동굴의 역사와 중요성, 동굴의 외부 환경에 대한 취약성, 보존방법 등에 대한 홍보가 이뤄지는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 가끔 동굴내에서 콘서트가 열리는 경우가 있는데 악기의 소음이나 관객의 운집은 동굴에 악영향을 줄 수 있음으로 가급적 자체해야 한다.

계절이나 요일에 따라 변동하는 방문객의 수는 관광동굴이 안고 있는 문제점의 하나인데, 방문객의 수를 적절히 분할하도록 노력해야 한다. 시차적으로 출입이 가능하도록 다양한 교통편의 마련도 좋은 방법이라 할 수 있다. 동굴 내부 환경의 모니터링은 동굴 내부 환경, 동•식물의 변화 상태를 보여 주는데, 계절과 무관한 동굴의 변화는 회복작업이 필요하다는 신호이다. 따라서 동굴 내부 환경을 관찰하지 않는다는 것은 동굴내 미기후, 형상변화, 나아가 동굴내 동•식물에까지 악영향을 미치는 요소를 방관하는 것으로써 동굴내부의 심각한 파괴를 가져올 수 있다.

관광을 전제로 한 개방 대상 동굴 설비는 동굴 인근 지역의 농업활동에 제한을 가져오는데 수류(水流)의 동굴 유입, 산림 벌채, 지하수의 수량변화(우물의 설치나 건설작업 등) 등을 엄밀히 확인해야 한다. 동굴이 위치한 지역의 주변 환경에 대한 인간의 악영향을 완전히 근절하는 것이 불가능한 이상, 동굴에서 발생하는 현상에 대한 평가를 가능하게 해주는 이러한 모니터링 작업은 필수적이라 할 수 있다.

(다) 동굴생물에 관리 및 보존 지침서

동굴 속에서 서식하는 동물은 주로 포유류, 양서류, 파충류, 곤충류, 수서 무척추동물류, 육서무척추동물류 등이다. 여러 특수한 환경 조건을 갖는 동굴 하에서 일시적인 서식이나 적응 등을 통해 생활하고 있는 이들 조사 대상 생물들의 확보 및 보존을 위해 우선적으로 동굴의 환경적 특징과 동굴생물의 일반적인 구분 및 특성을 이해해야 한다.

① 동굴의 환경적인 특징

a. 빛이 없기 때문에 식물이 자라지 못하므로 초식 동물이 없다. 다만 입구의 박명부에는 한겨울에도 양치식물과 이끼류가 자라고 있다. 양치식물이나 이끼가 자라지 못하는 굴은 규모가 작아 연중 동굴환경을 유지하지 못하는 굴로 보아도 무난하며 동굴환경을 유지하는 굴의 이끼류는 계절에 따라 변화가 있으나 양치식물은 연중 생장하고 있다. 또한 개방동굴의 조명장치 주위에서 이끼류가 많이 발견되고 있으나 아직 까지 이들에 관한 연구는 없는 실정이다.

b. 먹이가 부족하기 때문에 많은 에너지를 필요로 하는 대형동물은 없다. 간혹 입구 근처에 산비둘기 등의 등지가 발견되거나 야생동물들의 배설물이 발견되며 일부 동굴에선 대형 동물의 뼈(곰이나 너구리 등)가 보고된 적도 있다.

c. 항상 일정한 온도와 습도를 유지한다. 동굴 속의 기온은 습도의 차이에 따라 약간의 변동은 있으나 연중 일정한 온도를 유지하고 있다. 입구가 큰 굴은 외부 환경이 내부 깊은 곳까지 영향을

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

미치는 경우도 있으나 내부 규모가 큰 동굴은 연중 경의 일정한 온도와 습도를 유지한다. 가뭄이 들 때는 습도가 떨어지기도 하지만 깊숙이 들어갈수록 변화는 거의 없다. 일반적으로 동굴의 기온은 굴이 있는 지역에 따라 차이가 있기는 하지만 통상 12-14℃를 유지하며 입구 부근에서는 계절에 따라 8-11℃ 정도가 되기도 하며 0℃ 가까이 떨어지기도 한다. 습도는 90-95% 이상이 대부분이지만 가뭄이 들 때나 건기 및 한겨울의 경우 입구 부근은 80%이하로 떨어지기도 한다. 굴 내부의 기온과 습도는 천장 두께에 의해 영향을 받기도 하며 천장이 대체로 얇은 제주도 화산동굴의 경우 외부와 기온차가 10℃ 정도 차이가 있다. 또한 입구부근의 온도와 습도는 입구의 크기와 방향에 의해 더 큰 차이가 날 수도 있다. 특히 입구의 방향이 북쪽인 동굴과 인근에 남향으로 입구가 있는 동굴과는 박명부에서 기온의 차이가 많이 나기도 한다. 입구의 크기는 외부환경이 굴 내부에 영향을 미치는 범위에 영향을 미친다. 특이한 경우로 동굴 내부에 얼음이 얼며 기온이 -2-2℃ 정도를 유지하는 굴도 있다.

② 동굴 환경에 적응한 생물들의 서식처

동굴생물이란 동굴 내부에서 서식하는 거미류, 노래기류, 곤충류, 패류, 수서무척추동물류, 일부 양서류 및 포유류 등을 총칭한다. 또한 이들 동굴생물을 동굴생태적인 특징에 의해 크게 외래성, 호동굴성, 진동굴성 등으로 나누기도 한다.

a. 동굴 안팎을 드나들며 사는 생물: 주로 외래성이라 부르는 생물로써 전체의 60% 정도를 차지하며 박명부 근처의 어둡고 침침 곳을 좋아하며 동굴을 생활의 일부로써 활동한다. 포유류인 박쥐류가 동굴에서 15종 정도가 발견되었고 이와 비슷한 주기성 동굴생물로는 알락꼽등이, 담흑물결자나방, 꼬리치레도롱뇽 등이 있다. 또한 가장 잘 적응한 대표적인 생물 중의 하나인 거미류가 여기에 속하며 유령거미류, 가게거미류, 더두지거미, 잔나비거미류, 등이 있다.

b. 대표적인 미입성 동물인 뱀은 동굴에 먹이를 따라 들어온 경우로써 대부분 어둠이나 공간 및 기후적인 제약 때문에 굶어 죽는다. 또한 몸이 유연한 일부 개구리의 경우 200m 정도의 수직 동굴에서도 발견되는 경우도 있으나 마차가지로 먹이 부족 등에 의해 자연사한다.

c. 호동굴성 동물은 동굴 속에서도 정상적인 생활을 할 수 있지만 동굴과 비슷한 환경인 지상에서도 살고 있는 분류군으로써 25% 정도를 차지한다. 토양성 생물이 대부분이며 비록 눈을 보유하고 있으나 그 기능이 소멸되어 가는 과정에 있으며 색소나 생리적인 특성이 거의 동굴에 적응된 분류군이다. 대표적인 예가 김띠노래기, 긴넓적다리삼당노래기, 굴꼽등이, 톡토기류, 갈르와벌레류, 방패소경거미, 잔나비거미류, 굴폴호마거미, 의갈류, 진드기류, 등이다. 특히 굴폴호마거미의 경우, 동굴 외부에서 발견되는 개체는 8개의 눈을 가지고 있으나 동굴 내부(만장굴 등)에서 발견되는 개체는 4, 5, 6개의 눈을 가지고 있으며 기타 문헌에 의하며 눈이 퇴화된 개체도 보고된 바 있다. 또한 갈르와벌레는 고생대 석탄기에서부터 백악기에 걸쳐 번성했던 것으로 보이는 화석곤충으로 매우 귀중한 연구대상이다. 현재 한국, 일본, 러시아 북동쪽과 연해주 일대 그리고 북미 서부 지역에서만 발견되고 있으며 한국의 경우 많은 동굴(30여개 이상의 석회암동굴)에서 발견되어지고 있다.

d. 진동굴성 생물은 동굴 속의 환경에 완전히 적응되어 살아가고 있는 종류로 전체의 약 15% 정도를 차지하고 있다. 진동굴성 생물은 지상의 비슷한 환경에서는 찾아볼 수 없는 생물로써 동굴별로 격리된 상태에서 적응하여 독특한 진화를 해온 것들이 많고 과거 지질시대에서부터 생존해온

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

화석동물들도 적지 않다. 일부 복족류, 곤충류, 고화류, 패충류 등에서 볼 수 있다.

③ 동굴생물의 일반적인 특징

a. 체색이 투명하거나 백색이다. 빛이 없기 때문에 생기는 현상으로 일반적인 진동굴성 동굴생물의 특징이며 패각류, 패충류, 노래기류, 고화류, 일부 톡토기류에서 볼 수 잇다.

b. 눈이 퇴화되거나 없다. 빛이 없기 때문에 눈의 감각기가 퇴화되며 일부 지표층이나 기타의 여러 조건하에서 눈이 퇴화된 생물이 알려져 있다.

c. 더듬이 기관과 다리 등에 분포하는 감각기관이 발달되어 있다. 즉, 눈이 없는 대신에 청각 등을 감지할 수 있는 여러 감각기관(예, 귀털 등)이 발달되어져 있다.

d. 호흡기관이 변형되거나 퇴화한다. 특수한 동굴 대기환경, 즉 미량의 산소량 때문에 호흡기관이 퇴화하거나 피부호흡을 하는 경우가 많다.

e. 물질대사가 매우 느리다. 환경의 변화가 일정하며 먹이의 절대적인 부족현상에 적응한 예로써 생식력은 낮고 개체수도 적으나 수명은 지상의 2-10배 이상인 것으로 알려져 있다.

④ 동굴생물의 먹이사슬 및 먹이원

일반적으로 구아노는 동굴에서 중요한 1차 영양원으로 알려져 있으며 실제로 구아노 퇴적층에서 많은 생물이 발견된다. 또한 점토나 토양이 유입된 곳이나 일부 관광설비 시설물에서도 다양한 생물을 볼 수 있다. 특히 동굴생물의 영양원은 외부에서 유입된 낙엽이나 나무토막, 지하수(일부 동굴의 경우 다양의 지표수가 지하수로를 통해 동굴 내부로 유입), 토양과 함께 들어온 유기물, 동물사체나 동물생물의 배설물 등이 대부분이며 주로 입구부근이나 박명부에 많이 분포하고 있다.

⑤ 조사 방법과 내용

동굴 동물의 연구는 동굴의 환경을 파악하고 동굴 생태계를 규명하기 위해 미생물의 연구와 병행되어야 한다. 동굴 주위의 식생과 입구부근의 식물군은 동굴의 환경 및 동굴동물 종의 조성과 함께 연관지어 연구되어야 하고, 특히 관광동굴의 오염대책 및 환경보존 혹은 환경 복원에 미생물의 역할이 규명되어 적극 활용되어야 할 것이다.

동굴성 동물들은 그 특수성에 의해 진화와 적응을 연구하는데 귀중한 자료가 되므로 동굴환경의 유지는 이들의 서식에 매우 중요하다. 동굴 동물들도 조사가 시작 된지 40년이 되었지만 아직도 국내의 분류 동정은 70%선에 그치고 있고, 생태학적인 연구는 미진한 실정이다. 때문에 보다 많은 사람들이 연구에 참여하여 종의 다양성 확보와 동굴생태계를 규명할 수 있어야 한다. 그리고 동굴학의 각 분야와 연계되어 보다 다양하고 발전된 연구가 이루어질 수 있도록 기반이 마련되어야 한다.

a. 동굴 동물 서식지로서의 동굴 환경구의 구분

b. 입구 외부: 동굴생물 서식 환경에서 동굴 입구는 동굴 내부와 외부의 기온 변화가 시작되는 곳을 말 한다.

- 일반적인 지표, 지중, 지상 서식 생물체들이 있으며 빛을 따라 간혹 동굴내부로 들

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

어오기도 한다.

c. 동굴 입구 부분: 동굴 입구부분은 입구에서부터 빛의 한계지점까지의 박명부로, 외부유기물의 유입이 가장 많고, 지형에 따라 정상적인 동굴환경이 유지되는 곳도 있다. 통상 외부보다 기온이 높거나 낮으며 습도가 높다. 외래성 동굴 동물 중 습하고 음침한 환경을 좋아하는 종류들이 많으며 동굴외부에서도 흔히 볼 수 있는 토양성 동물들이 많다.

- 이끼류와 양치식물들이 자라고 있다.
- 동굴 수로가 외부와 연결되는 굴은 외부 수서 생물들도 출입한다.

d. 빛의 한계점을 전 후한 부분: 깊은 동굴의 경우 빛의 한계점 3-5m전부터 5-10m후까지의 구간으로 동굴환경이 정상적으로 유지되기 시작하는 부분이다. 입구의 크기와 방향, 지형 등에 따라 외부 환경의 영향 범위가 깊어지기도 한다.

- 외래성 동굴 동물 중 주기성동굴생물과 호동굴서 동굴 동물등이 많으며 진동굴성동굴 동물들도 간혹 발견된다.
- 박쥐류의 동면장소로 이용되며, 나방류의 동면, 하면 장소로 이용된다.

e. 동굴 내부(항온대로 동굴환경이 연중 유지되는 구간이며 습한 벽면과, 바닥에 토양층이 퇴적된 부분, 구아노 퇴적층, 잔잔하게 흐르는 물, 고여있는 물, 함몰 등으로 지표층이 가까운 곳 등에서 호 동굴성, 진동굴성 동굴 동물들이 서식하며, 간혹 외래성도발견된다.)

- 박쥐의 생활장소로 이용되고, 동면장소로도 이용된다.
- 습한 벽면 지역
- 지표면과 가까운 함몰 토양층
- 구아노 퇴적층 : 구아노가 완전히 젖어있을 때
  : 구아노가 습한 상태일때
  : 구아노가 약간 습한 상태일 때
  : 구아노가 건조할 때
- 잔잔하게 흐르는 물
- 고여 있는 물

f. 개방 동굴의 환경과 동물상 조사 시 고려 사항

관광동굴에는 조명 빛과 열, 관람객들에 의한 이산화탄소 농도가 증가 등으로 정상적인 동굴환경의 유지가 어렵다. 정상적인 동굴 생물들의 서식조건도 유지되지 못하고 있으며, 많은 스트레스를 안겨주고 있다. 동굴에 따라서는 인위적인 물의 공급으로 환경을 회복하는 노력을 보여주는 굴도 있지만 이끼의 침입을 막지 못하고 있으며, 관광구간 내에서 동굴환경의 복원 유지는 사실상 불가능하다. 몇몇 동굴은 자연적인 분위기마저 상실되었다.

개방 동굴 환경의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

- 입구 부분 외에도 조명의 영향이 미치는 곳에는 이끼가 광범위하게 자라고 있다.
- 관광통로에서는 외래성 동굴생물들이 깊숙이 들어와 서식하기도 한다. 대부분의 동굴이 관광개방지역이 아닌 곳까지 외래성 생물들이 들어와 있다.
- 습도가 유지되는 환경에서는 간혹 노출된 동물들을 볼 수 있다.
- 대부분의 동굴에서 많은 동굴 동물들이 깊숙이 숨어버려 발견이 쉽지 않다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

-습도가 유지되는 계절에는 노출된 동물들을 비교적 쉽게 볼 수 있다.
- 관람객이 많지 않은 굴은 동굴 동물들의 스트레스가 그 만큼 적다.
- 출구와 입구사이에 구조적인 차이가 있는 동굴은 통로에서 대류현상이 심화되어 외부환경의 영향을 많이 받는다.
- 건조현상은 인위적인 물의 공급으로 많이 해소할 수 있으나, 인위적인 물의 공급이 생성물에 미치는 영향은 아직 파악되지 않고 있다.
- 인공통로를 만든 곳 일부에서는 새로 자라고 있는 종유석들을 볼 수 있다.
- 개방 후 동굴 동물의 변화에 대한 조사는 별로 이루어진 적이 없다.
- 동굴 내부의 변형이 많을수록 비례하여 심각한 영향을 받는다.
- 내부의 변형이 심해 자연 동굴의 분위기가 약화될수록 종과 개체 수가 현저히 줄어든다.
- 내부 통로에서 발생하는 소음이 심하면 동굴 동물에게 많은 스트레스를 주고, 습도와 유기물이 유지되는 환경에서도 동굴 동물들의 발견이 쉽지 않다.
- 입구부분 바닥의 변형이 심한 곳은 진귀한 생물들이 많이 사라졌다.
- 인위적인 물의 공급 등 관리상의 환경 복원 노력이 있는 굴은 사라졌던 동굴 동물들을 많이 출현하나 유기물이 빈약해 서식조건은 열악한 편이다.
- 일부 동굴은 동굴 동물의 조사가 미진한 상태에서 개방되었다.
- 일부 동굴은 내부 공사에 따른 스트레스와 관람객들의 쇄도로 환경스트레스가 해소되지 않고 있다.
- 수로가 전혀 없는 굴은 동굴환경이 계속 악화되고 있으며, 과거에 비해 동굴생물의 발견 빈도가 현저히 줄어들었다.
- 내부에 인위적 영향이 많을수록 동굴생물의 발견빈도가 낮게 나타난다.
- 다량의 동굴수가 있고 거대한 규모의 동굴은 동굴환경의 유지상태가 가장 양호하다.
- 다량의 동굴 수가 있고 거대한 규모의 동굴은 동굴 환경의 유지 상태가 가장 양호하다.
- 많은 굴이 동굴 동물 서식장소가 일부 변형되었고 조명의 영향을 받는다.

g. 한국 동굴생물 조사의 문제점

동굴 생물에 대한 조사의 역사가 미천한 국내 현식에서 그나마 연구를 위한 실질적인 표본의 수집과 촬영, 기록, 생태 관찰 등의 작업은 남궁과 최 등 거의 개인적인 차원에서 이루어졌다. 최근 들어 연구 모임이 결성되고 분류 범위가 늘어나면서 오랜 동안 보관만 해오던 동굴 동물들의 상당수가 비로소 빛을 보게 되었으나, 아직도 소화해내지 못하는 분야가 많이 있다. 이는 개인적인 노력의 한계 때문에 그만큼 심도 있는 조사가 이루어지지 않았기 때문이라고도 볼 수 있다. 앞으로 더욱 활발한 동정과 함께 생태 관찰 기록을 합하여 종합적인 정리 작업이 시작되어야 하겠다.

한국 동굴 생물 조사에서 가장 문제가 되는 점은 동굴 속에서 안전하고 원활하게 조사 활동을 할 수 있는 연구자가 극히 제한되어 있다는 것이다. 현재 동굴 속에서의 사진 기록과 표본

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

확보를 1-2명에게 전적으로 의존하고 있는 현실로, 심도 있는 관찰과 효과적인 표본 확보는 매우 어렵다. 각 분류군 별로 가장 적합한 표본 확보 방법이 적용되어야 하나 인원과 장비의 제약, 위험성 때문에 각각의 적용은 거의 불가능한 실정이다. 실제 각 분류군별 전문가와 동행을 하드라도 교과서적인 장비의 운용은 매우 어렵다. 무엇보다도 동굴 환경에의 적응과 탐사 능력의 부족으로 많은 위험이 내포되며 장비의 파손도 비일비재한다.
경험이 없는 연구자가 전문 탐험대의 도움을 받아 조사를 하더라도 동굴 환경에서 장시간 견딜 수 있도록 적응하지 않으면 심리적으로 위축을 가져오게 된다. 또 활동적인 탐험대는 장시간 한 곳에 머무르는 것이 습관 되어 있지 않으므로 연구자는 1-2명의 보조자와 동행하는 것이 좋다. 분류군 별 연구자 중에는 동굴 탐사기술을 습득하고 장비를 보유하고 있는 사람들이 거의 없기 때문에 각 분류군 담당자들 간에 협조체제를 갖추고 능률적인 조사를 하는 것이 현재 국내 여건에서는 사실상 불가능하다.

탐사 기술을 습득하고 기본 장비를 보유하고 있는 연구자라도 동굴 동호인이 절대 부족하고 고가 장비의 절대 부족으로 심도 있는 조사는 하지 못하고 있으며, 생태 관찰과 촬영 기록도 일시적인 기회에 의존할 수밖에 없다.
동굴 생물은 지상의 유사 종과 생태적인 차이를 보이는 것도 있으며 대부분이 체장 5mm이내의 미소동물로 발견 자체도 쉽지 않기 때문에 분류 동정에 필요한 만큼 표본을 확보하려면 한 동굴을 년간 4-6회 탐사하여야 한다. 그러므로 각 분류군의 전문가라 할 지라도 년간 조사할 수 있는 동굴은 5개 이내가 된다. 어떤 경우는 최초 발견에서부터 암, 수 성체의 표본을 확보하는데 15년이 걸린 적도 있으며, 몇 종은 1963년에 최초 발견된 이후 아직까지도 유충만 발견될 뿐 수컷의 성체를 확보하지 못하고 있기도 하다.

h. 각 동굴 별 세부 조사 내용

ⓐ 환경

- 동굴의 규모와 구조에 따른 계절별 동굴환경(온도, 습도, 수온 및 pH, 토양 습도 및 pH, 박명부의 범위 등)의 변화와 유지 상태
- 동굴 동물의 영양원이 되는 유기물(구아노, 낙엽, 나무토막, 동물의 사체, 유기질 쓰레기)의 종류와 공급 형태 등 동굴 동물의 서식 조건
- 동굴의 내부 바닥의 형태.(암반, 토양 유입층, 점토 퇴적층, 낙엽 등 외부 공급 유기물, 구아노 퇴적층, 고여있는 물, 수로의 형태 등)
- 동굴 내부 벽면과 천장의 형태.(균열의 크기와 수, 함몰의 위험, 점토의 코팅 정도, 표면 습기 유지 상태, 삼출수 혹은 낙수의 형태와 정도)

ⓑ 입구에서부터 박명부 내의 서식 동물

- 계절별 토양성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 계절별 주기성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 계절별 호암, 호습성 동물들의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 계절별 미입성 동물들의 종류.
- 계절별 외래성, 호동굴성, 진동굴성 동굴동물의 조성 비.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 동굴 주위 식생과의 연관성

ⓒ 박명부에서부터 항온대까지의 서식 동물

- 환경의 변화에 따른 육서성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 환경의 변화에 따른 수서성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 계절과 환경의 변화에 따른 주기성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 바닥의 상태와 유기물의 종류에 따른 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 각 환경구별 먹이 사슬과 동굴 전체의 먹이사슬과의 연계성.
- 각 종별 교미, 산란, 섭식 등 생태.
- 환경의 변화에 따른 외래성, 호동굴성, 진동굴성 동굴동물의 조성비.

ⓓ 항온대 이후의 서식 동물

- 육서성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 수서성 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 계절별 환경의 변화에 따른 주시경 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 바닥의 상태와 유기물의 종류에 따른 동굴 동물의 종의 조성과 개체수의 변화.
- 각 환경구별 먹이 사슬과 동굴 전체의 먹이사슬과의 연계성.
- 각 종별 교미, 산란, 섭식 등 생태.
- 외래성, 호동굴성, 진동굴성 동굴동물의 조성 비.

⑤ 분류군별 현황과 조사 내용

ⓐ 포유류

포유류는 박쥐를 제외하면 모두 미입성으로 분류될 수도 있겠으나, 흰넓적다리붉은쥐 등은 박명부를 지나친 곳에서도 발견된 바 있다.

동굴 속에서 발견된 박쥐는 2과 14종으로 87년 기록에 비해 5종이 늘어났다. 지상의 서식환경이 위협받으면서 동굴로 들어온 것으로 보인다. 어느 지역 어느 동굴에서나 흔히 볼 수 있는 것은 관박쥐며, 나머지는 간혹 눈에 띈다. 굴에 따라서는 애기박쥐류 수천마리가 군집을 이루는 곳이 있다. 특히 제주도의 동굴에서는 긴가락박쥐가 수만 마리 군집을 이루고 있기도 하다. 박쥐는 동굴 안에서 배설물을 남김으로서 동굴 생태계 유지에 매우 중요한 역할을 담당한다.

안주애기박쥐, 쇠박쥐, 검은토끼박쥐, 멧박쥐, 작은 윗수염박쥐, 긴꼬리수염박쥐 등은 발견이 극히 어렵다.

◇ 조사 방법 및 내용

- 육안 관찰 및 포획조사.
- 초음파 탐지기 이용 확인.
- 외부기생충은 핀셋과 흡충관을 이용하여 채집 후 80% 에탄올에 고정.

Table 3-19. Content of methods and materials in Mammalia.

종류	주요 동굴 생물 및 조사 내용
박쥐	1. 서식 종

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

	2. 종별 개체수 3. 발견 지역의 환경 4. 외부 기생충 5. 구아노의 상태
쥐	1. 서식 종 2. 종별 개체수 3. 발견 지역의 환경

ⓑ 어류

홍수기 때 혹은 외부와 연결된 수로를 따라 들어온 물고기들이 대부분이며 외국에서는 동굴에 적응하여 눈과 색소가 퇴화된 동굴어들이 있으나 국내에서는 아직 발견되 않고 있다.

◇ 조사방법 및 내용

- 육안 관찰 및 포획 조사.

Table 3-20. Content of methods and materials in Pisces.

종류	주요 동굴 생물 및 조사 내용
어류	1. 서식 종 2. 종별 개체 수 3. 동굴수의 형태 4. 수온, 수심, pH등

ⓒ 양서 · 파충류

도롱뇽 중 꼬리치레도롱뇽은 동굴 깊숙이 들어와 있는 것들이 자주 목격되어 양서류 중 유일하게 동굴성으로 판단되고 있다. 외국에서는 눈이 없고 색소가 퇴화된 동굴 도롱뇽이 있으나 우리나라에서는 아직 발견되지 않고 있다.

개구리류는 대부분 물길을 따라 들어왔거나 수직굴에 떨어진 것들로 섭식 활동을 제대로 못해 결국 굶어죽고 말며 동굴 동물들에게 훌륭한 먹이가 된다. 아직 동굴에 적응한 양서류는 국내에서 발견되지 않았다.

뱀 2종이 발견된 적이 있었으나 모두 먹이를 찾아 들어와TEk가 길을 읽고, 기온이 낮아 힘을 쓰지 못하는 상태로 있었으며, 동굴의 공간에서 동면중인 파충류는 발견하지 못하였다.

◇ 조사방법 및 내용

- 육안 관찰 및 포획 조사.

Table 3-21. Content of methods and materials in Amphibia and Repitilian.

종류	주요 동굴 생물 및 조사 내용
양서류	1. 서식 종

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

	2. 종별 개체수 3. 발견 지역의 환경
파충류	1. 발견 종 2. 종별 개체수 3. 발견 지역의 환경

Table 3-22. Checklist of Chordata collected in Korean cave.

문	강	목	과	종		비고
				동정	미동정	
척삭동물	조기	잉어	1	3	0	
		메기	1	1	0	
		소계 2목	2	4	0	
	양서	도롱뇽	1	3	0	
		개구리	3	4	0	
		소계 2목	4	7	1	
	파충	뱀	1	2	1	
	포유	식충	1	1	0	
		박쥐	2	14	0	
		쥐	1	1	0	
		소계	4	16	0	

ⓓ 곤충류

동굴에서 곤충류는 거미류와 함께 우점종으로 위치를 지키고 있다. 목 단위 종의 수로는 거미목이 가장 우점점종이지만 강 단위 전체로 볼 때 곤충류가 더 우점종이다. 그리고 양쪽 다 동정이 활발하고 원활하게 이루어진다면 곤충류가 훨씬 우세할 것으로 추정된다. 다만 아직 동정이 미진한 상태로 특히 톡토기류와 좀먼지번레류에서 많은 종들이 추가될 것으로 기대된다.

- 낫발이목 : 발견과 표본의 확보가 어려워 기록과 동정을 위한 성과를 올리지 못하고 있다.
- 톡토기목 : 동굴성 곤충으로는 우점종이 될 가능성이 가장 많은 종류나 아직 채집과 분류가 활발하게 행해지지 않고 있다. 현재까지 9과 23종이 기록되어 있으며 앞으로의 연구에 따라 많은 종이 추가될 것으로 기대된다. 토양성 곤충의 대표 종으로 대부분 호동굴성 이상의 동굴 적응성을 기대할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 좀붙이목 : 동굴에서 확인된 종은 2과 3종이나 2종은 정확한 동정이 되지 않은 상태로 있으며, 발견이 어렵다. 통양성이며 호동굴성 이상의 동굴 적응성을 기대할 수 있으나 발견과 표본확보가 여의치 않다.
- 돌좀목 : 동굴 입구부근 바위 벽면에서 쉽게 볼 수 있는 종류로 현재 1과 2종이 기록되어 있으며, 많은 연구가 필요하다.
- 갈르와벌레목(귀뚜라미붙이목) : 석탄기에서 백악기에 걸쳐 번성했던 화석곤충으로 추정되어 화석곤충으로 불리기도 하는 원시형 곤충이지만, 아직 화석이 발견되지 않아 논란의 여지가 있다. 국내에서는 1963년 남궁에 의해 처음 발견되었으며 현재 1과 2속 3종(이북종 포함 4종)이 기록되어 있다. 세계적으로도 30여만종이 기록되어 있다. 도서지방을 제외한 전국에서 현재 45개 동굴과 지상 5곳에서 발견되었으나 발견은 매우 어렵다. 암컷 성체는 8곳에서 확인되었으나 특히 수컷 성숙체의 발견이 어려워 종의 기재가 늦어지고 있다. 갈르와벌레는 북미 서부와 동아시아 북부에서만 발견되며 한국과 일본이 분포의 남방 한계선이다. 일본에서는 도서지방에서도 발견되고 있다. 북쪽에서는 지상종이 주류를 이루고 한국과 일본에서는 동굴종이 주류를 이룬다. 특히 한국 종은 타 지역 종보다 체구가 크다. 동굴에의 적응 면에서 호동굴성 이상으로 분류되며 일본에서는 환경 지표 종으로 연구하고 있다. 유충일 때는 백색이나 성충이 되면 머리부터 갈색으로 변한다. 지상 종과 동굴 입구부근에서 발견된 것들 중에는 눈이 있는 종류도 있다.
- 강도래목 : 1과 1종(수서 생활을 하는 진강도래 유충)이 기록되었다.
- 집게벌레목 : 입구부근 토양층의 낙엽퇴적층에서 1과 2종이 기록되었으며 1종이 미 동정 상태로 있다. 동굴에 적응된 형태는 발견되지 않았다.
- 메뚜기목 : 꼽등이류 1과 4종이 기록되어 있다. 동굴 곤충 중 가장 쉽게 발견할 수 있는 종류며 동굴 환경에 적응하여 내부 깊숙한 곳까지 들어와 사는 것들도 있다. 현재 동정이 진행중이며 많은 종들이 추가될 것으로 기대된다. 전국적인 분포를 보이는 알락꼽등이는 박쥐와 함께 외래성 중 대표적인 주기성 동물로 동굴 생태계유지와 에너지 순환에 중요한 역할을 한다. 한 동굴에서 2-3종의 꼽등이가 무리 지어 섞여 있는 것도 자주 볼 수 있으며, 월동 기에는 박명부를 전후한 지점의 천장이나 벽면의 움푹 파인 곳에서 수백 마리씩 무리져 있는 것을 볼 수 있다.
- 노린재목 : 5과 6종이 발견되었으며 이 종 2종은 미 동정 상태로 있다. 입구 부근 음습한 곳에서 간혹 눈에 띈다. 동굴성은 없다.
- 매매목 : 제주도 동굴의 박명부 내 토양층에서 매매충 1종이 발견되었을 뿐이다. 외래성 중 미입성으로 보인다.
- 딱정벌레목 : 현재 동굴 곤충 중 가장 우점종이며 앞으로도 많은 종들이 기재될 것으로 기대된다. 지금까지 발견 확인 된 종은 18과 40종이며 이 중 먼지벌레류가 가장 우세하다. 특히 먼지벌레과의 장님좀먼지벌레류는 진동굴성으로 동굴 환경에의 적응성이 뛰어나고 격리된 상태에서 독특한 진화를 해온 종류로 매우 중요시된다. 장님좀먼지벌레류는 현재 3속 7종만이 기재되어 있으나 39개 동굴에서 발견되었으며 25동굴에서 수컷이 채집되어 동정을 기다리고 있다. 이 외의 종류로는 송장벌레와 반날개류가 중요한 위치를 차지하며 8종이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

현재 동정 중에 있다. 송장벌레와 반날개류도 앞으로의 표본 확보와 동정에 따라 많은 종들이 기재될 수 있을 것으로 기대된다. 미소 갑충인 개미사돈 종류도 기록되어 있으나 개체수 극히 적고 발견도 매우 어렵다.

- 벌목 : 입구 부근에서 3과 3종이 발견되었으며, 병행하여 개미류에 대한 연구도 필요하다. 동굴성은 없는 것으로 보인다.
- 파리목 : 현재 8과 16종이 발견되었으나 동정이 된것은 6종뿐이다. 주로 박명부를 전 후한 곳에 서식하며 검정날개버섯파리류는 동굴에서 월동하는 거미류 등 포식 동물들에게 좋은 먹이가 된다. 그밖에는 박쥐에 기생하늦 종류가 주목된다.
- 나비목 : 동굴성 나방으로 2과 14종이 기록되었으며 주기성 동굴동물로 동면 및 하면을 위해 동굴을 이용한다. 동면기에는 내부 깊숙한 곳까지 들어오기도 하며, 하면기에는 입구에서 가까운 곳을 선호한다. 동굴에 따라서는 균류에 감염되어 전 개체가 동충하초가 되기도 한다.

Table 3-23. Checklist of insecta collected in Korean cave.

문	강	목	과	종		비고 (미결종종)
				동정	미동정	
절지동물	곤충	낫발이	1	1	0	
		톡토기	9	23	7	
		좀붙이	2	1	2	(2)
		돌좀	1	2	1	
		갈르와벌레	1	3	8	(8)
		강도래	1	1	0	
		집게벌레	1	2	1	
		메뚜기	1	4	1	(1)
		노린재	5	4	2	
		매미	1	0	1	
		딱정벌레	18	40	34	(22)
		벌	3	3	1	
		파리	8	6	10	(2)
		나비	2	14	6	(2)
		14목	54	104	74	(37)

◇ 조사방법 및 내용

- 육안 관찰 및 포획 조사.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 흡충관 사용(낫발이, 톡토기, 소형 먼지벌레)
- 소형 붓 사용(낫발이, 톡토기, 좀붙이, 돌좀, 딱정벌레)
- 소형 네트 사용(낫발이, 톡토기, 돌좀, 갈르와, 강도래, 집게벌레 메뚜기, 파리)
- 부드러운 핀셋 사용(좀붙이, 갈르와, 집게벌레, 딱정벌레)
- 수픈 사용(좀붙이, 갈르와, 집게벌레, 매미, 딱정벌레)
- 플라스틱 관병 사용(돌좀, 집게벌레, 메뚜기 딱정벌레, 벌, 파리)
- 독병 사용(돌좀, 집게벌레, 메뚜기, 딱정벌레, 벌, 파리)
- 토양 채취 후 berlese funnel 사용(낫발이, 톡토기, 딱정벌레)
- 나비류는 삼각지 이용 보관.
- 나비 외에는 80%에탄올에 고정
- 개체 수가 한 마리일 영우는 촬영 관찰.
- 육안으로 확인되는 유충은 촬영 관찰
- 꼽등이 등 암 수가 육안 확인되는 것은 수컷만 채집
- 표본 확보 후 주위 환경을 원상태로 유지 할 것.
- pit fall trap은 사용하지 말 것.
- 벽면이나 천장의 돌은 파내지 말 것.
- 조사의 최우선은 안전에 둔다.

ⓔ 저서 무척추 동물

- 플라나리아 : 현재 1목 3과 3종이 알려져 있고, 2과 4종이 동정이 되지 않은 상태로 있다. 장님 플라나리아 1종만 진동굴성이며 나머지는 외래성이다. 산골 플라나리아는 동굴 내부에서 발견되는 장소로 보아 호동굴성으로 의심되기도 하나 아직 판단은 하지 못하고 있다. 수서성은 4종이고 육서성이 3종이다.
- 연체동물: 현재 활발한 동정이 진행 중인 종류로 지금까지 확인 된 것만 4목 21과 48종이다. 10종이 동굴수에서 채집되었다.
- 갑각류: 동굴에서 기록된 갑각류는 대부분 지하수성 동굴동물로 미소종이 많아 발견과 채집이 매우 어렵다. 동굴 자료는 1966년 일본인에 의한 동정 자료가 대부분이며, 국내인에 의해서는 최근 들어서 본격적인 채집이 시작되었다.
- 등각목: 현재 확인 기록된 종류는 7과 10종으로 지하수성 동굴동물인 물벌레류가 2과 4종, 토양성인 쥐며느리 등이 5과 6종이다. 현재 동정이 안된 것이 2종 이상이며 앞으로도 많은 종이 추가될 수 있을 것으로 기대 된다. 쥐며느리류는 육서성이며 외래성이다.
- 단각목: 현재 3과 3종이 확인되어 있다. 대표적인 지하수성 동굴동물이다. 옆새우류는 제주 등지에서 동굴성으로 보이는 종류가 발견되었으나 아직 동정은 되지 않았다. 도약옆새우는 육서성으로 최근 제주도 동굴의 입구부근 박명부의 낙엽퇴적층에서 발견되기 시작했다.

◇ 조사 방법 및 내용

- 육안 관찰
- 소형 네트 이용(플라나리아, 등각류, 단각류)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 소형 붓 이용(연체동물, 플라나리아)
- 플라나리아와 연체동물은 마취후 10% 포름알데히드로 고정.
- 그 밖의 종류는 80% 에탄올이나 10% 포름알데히드로 고정.
- 어떠한 경우에도 물이나 육상에 고정액이 떨어지지 않게 할 것.

ⓕ 육서 무척추 동물

- 연가시: 현재 2목 2과 3종으로 기록되나 2종이 정확한 동정이 안된 상태다. 동굴 입구부근에서 박명부를 지나친 곳까지의 물이나 습한 토양층에서 발견되며 동굴에서 발견된 것은 알락꼽등이에 기생하는 것으로 확인되었다. 윙외로 내부 깊숙한 곳에서 발견되기도 하나 모두 기생성이며 외래성으로 판단된다.
- 연체동물: 현재 활발한 동정이 진행중인 종류로 지금까지 확인된 것만 4목 21과 48종이다. 그리고 23개 동굴에서 채집된 28종이 현재 동정 중에 있으며, 이중 20종이 미기록종 이거나 신종일 가능성이 매우 높다. 10종이 동굴수에서 채집되었고 나머지는 육상에서 채집되었으나 수서성에 대한 판단은 아직 이르다.

동굴 내 서식 장소와 환경으로 보아 동정중인 것을 포함한 30종 정도가 동굴성일 것으로 판단되며 나머지는 거의 외래성이다. 동굴성으로 보이는 것들은 대부분 체장이 1mm 내외의 미소 패류로 발견이 매우 어렵지만 앞으로 더 많은 동굴에서 새로운 개체들이 발견될 것으로 기대가 된다.

- 갑각류: 동굴에서 기록된 갑각류는 대부분 지하수성 동굴동물로 미소종이 많아 발견과 채집이 매우 어렵다. 동굴 자료는 1966년 일본인에 의한 동정 자료가 대부분이며, 국내인에 의해서는 최근 들어서 본격적인 채집이 시작되었다. 현재까지 확인 기록된 종은 모두 6목 16과 30종이며 아직 많은 종이 미확인 상태로 있다. 육서성은 8종이며 나머지는 수서성이다.
- 등각목: 현재 확인 기록된 종류는 7과 10종으로 지하수성 동굴동물인 물벌레류가 2과 4종, 토양성인 쥐며느리등이 5과 6종이다. 현재 동정이 안된 것이 2종 이상이며 앞으로도 많은 종이 추가될 수 있을 것으로 기대 된다. 물벌레류는 수서성이고 동굴성이며, 쥐며느리류는 육서성이며 외래성이다.
- 노래기: 노래기류는 동굴에서 흔히 볼 수 있는 종류로 등줄굴노래기는 우리나라 동굴동물의 대표종으로 꼽힌다. 6목 10과 9종이 확인 되었으며, 8종이 아직 정확한 동정이 되지 않았다. 동굴성은 4종이며 동정중인 것들 중 2종이 발견 장소와 외형적 특징으로 보아 동굴성일 것을 판단된다. 노래기류는 종의 수는 적으나 어느 동굴에서나 쉽게 볼 수 있으며 동굴성이라도 많은 개체수를 유지하고 있다.
- 지네: 지네류는 4목 7과 7종이 기록되어 있으며 발견된 것들 중 5종이 정확한 동정이 되지 않았다. 모두 외래성으로 현재까지 발견된 동굴성은 없는 것으로 판단된다.
- 결합류: 2001년 5월 한탄강 하안 절벽의 공동을 조사하던 중, 바위그늘의 습하고 부드러운 토양층에서 처음 발견되었다. 이곳의 서식 장소는 동굴환경을 유지하는 것이 아니나, 2001년 6월 문경의 호계굴 내부의 습하고 부드러운 토양층에선 2개체가 발견되어 동굴 동물로 정식 기록하였다. 눈이 없고 그밖에 나타나는 외형상의 특징으로 보아 호동

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

굴성 이상의 적응가능성을 판단할 수 있다. 세계적으로 120여종이 알려져 있다고 하며, 국내 미기록 강이다. 자료의 불충분으로 현재 여건에서는 강 이하 단위의 동정은 할 수 없으며 관련 문헌을 수집하고 있다.

- 거미강 : 현재까지 동굴에서 발견 기록된 거미류는 4목 43과 130종이다. 거미류는 동굴 동물 중 가장 우점종이며 앞으로도 더 많은 종들이 추가될 것으로 기대된다.

• 앉은뱅이목: 의갈류라 하며 동국에서는 현재 2과 5종이 기록되어 있다. 발견되는 환경으로 보아 기록된 종 중 3종이 동굴성으로 판단된다. 많은 굴에서 계속 발견되고 있으며, 동정이 계속 되다면 더 많은 종들이 기재될 것으로 기대된다.

• 통거미목: 통거미류는 장님거미라고도 하며 분류와 생태는 국내 미개척 분야다. 동굴에서 발견된 것은 1966년 한일합동동굴조사 이후 일본인에 의해 동정된 것을 포함 일본인에 의해서만 4과 6종이 기록되어 있을 뿐이다. 이중 동굴성으로 판단되는 것이 3종이다. 앞으로의 동정 여부에 따라 많은 종이 추가될 것으로 기대되며 지상 종에 대해서도 보다 많은 연구가 필요하다.

• 진드기목: 많은 종이 알려져 있으나 동굴 종으로는 1966년 한일합동동굴조사 이후 일본인에 의해 동정 기록된 것들과 박쥐류에 기생하는 것들로 10과 10종만이 알려져 있을 뿐이다. 동굴에서는 노래기, 톡토기 등 여러 동물의 몸에 기생하는 것들이 확인되고 있다. 현재 7곳의 동굴에서 발견된 노래기에 기생하는 종류와 통거미에 기생하는 종류, 박쥐에 기생하는 종류, 구아노층이나 고여 있는 물에서 발견된 것들이 동정 중에 있다. 앞으로 활발한 채집과 동정이 계속 된다면 많은 종들이 추가될 것으로 기대된다. 기생성 동물이기 때문에 동굴에의 적응성은 쉽게 판단할 수 없으나, 진동굴성 노래기류와 톡토기류에 기생하는 종류는 동정의 결과와 동굴 환경에 따른 서식 분포와 조건을 파악하면 동굴성 여부를 결정할 수 있을 것이다.

• 거미목 : 동굴 동물 중 목 단위로는 현재 가장 우점 종이다. 동굴에서 발견 확인된 것은 모두 27과 109종이며, 약 30종에 대한 동정이 필요하다. 동굴에의 적응성도 뛰어나 입구 부근과 박명부를 전 후한 곳에서 발견되는 종류는 외래성으로 분류되지만 시신경이 퇴화과정에 있다는 연구 결과가 있다. 현재까지의 서식지 관찰로 보아 잔나비거미류와 굴아기거미류, 도토리거미류, 접시거미류, 굴뚝거미류, 두더지거미류, 가게거미류의 일부 혹은 대부분이 동굴성일 것으로 판단된다. 백금거미류와 호랑거미류 등 10여종은 원래 지상종으로 서식장소가 동굴환경과는 관련이 없으나, 입구가 큰 수직굴이나 햇빛이 미치는 동굴 내부의 동굴 환경(온도, 습도)이 영향을 미치는 범위에서 간혹 발견되므로 일단 목록화 하였다. 이들은 앞으로 생태관찰을 통해 동굴환경과의 연관성을 검토하여 목록에 계속 기재 여부를 결정할 것이다.

◇ 조사 방법 및 내용

- 육안 관찰
- 흡충관 사용(결합류, 앉은뱅이, 진드기, 토양성 미소 거미)
- 소형 붓 사용(연체동물, 등각류, 노래기, 지네, 결합류, 앉은뱅이, 통거미, 진드기, 토양성 미소거미)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 소형 네트 사용(등각류, 단각류, 통거미, 거미)
- 부드러운 핀셋 사용(연가시, 연체동물, 등각류, 노래기, 지네, 통거미)
- 수픈 사용(연체동물, 등각류, 노래기, 결합류, 앉은뱅이, 진드기)
- 플라스틱 관병 사용 (등각류, 노래기, 결합류, 앉은뱅이, 거미)
- 독병 사용(통거미, 거미)
- 토양 채취 후 berlese funnel 사용 (결합류, 앉은뱅이, 진드기, 토양성 미소거미)
- 80% 에탄올에 고정(연체동물은 마취 후 80% 에탄올이나 10% 포름알데히드에 고정)
- 개체 수가 한 마리일 경우는 촬영 관찰.
- 육안으로 확인되는 유충은 촬영 관찰.
- 표본확보 후 주위 환경을 원상태로 유지 할 것.
- 벽면이나 천장의 돌은 파내지 말 것.
- 조사의 최우선은 안전에 둔다.

Table 3-24. Checklist of ground inveterbrate collected in Korean cave.

종류		주요 동굴 생물 및 조사내용	
연가시		1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
연체동물		1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
갑각	등각	1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
	단각	1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
노래기		1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경 5. 개체 수 다,소에 따른 pH	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
지네		1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
거미	앉은뱅이	1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경 5. 발견 장소 도면에 표시	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
	통거미	1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
	진드기	1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태
	거미	1. 서식 종 3. 발견 지역의 환경 5. 거미줄의 상태	2. 종별 개체 수 4. 발견 장소의 상태

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 3-25. Research guideline on subterranean animals in Korea.

한국 동굴산 생물 조사 지침표(2006)		
조사자:		
조사 및 입굴 일시: 년 월 일 시 분부터 - 시 분까지		
구분	조사내용	비고
동굴명/동굴도	/	동굴도 작성자
동굴특징	수직, 수평/석회암, 용암, 폐광, 인공, 해식	원표시
행정구역/지명	/	현지명
위도, 고도	/	입구/출구(GPS)
조망	/	입구/출구
주요 서식처별 환경조건 (대기 및 수질)	1. 박명부: 2. 내부공간(지굴 등): 3. 막장: 4. 동굴내 수로 및 작은 웅덩이:	
동굴생물서식조건 (발견장소)	1. 박명부: 2. 내부공간(지굴 등): 3. 막장: 4. 동굴내 수로 및 작은 웅덩이:	동굴도에 표시
희귀 분류군		
우점 분류군	목단위: 강단위: 과단위: 종단위:	
분류군별 동굴 적응도	1. 색체: 백색, 갈색, 검은색, 줄무늬, 천연색, 기타색 2. 눈: 존재, 퇴화 진행, 흔적, 완전 퇴하 3. 체형: 4. 감각기관의 유무:	
생태학적 적응	1. 외래성: 주기성, 호암성, 미입성 2. 호동굴성: 3. 진동굴성: 4. 초진동굴성:	
주변 수자원		호소, 계곡
동굴내 특이성		
동굴외 특이성		
위협요소		
기타 보안		

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

마. 인터넷 사이트 개설 및 홍보

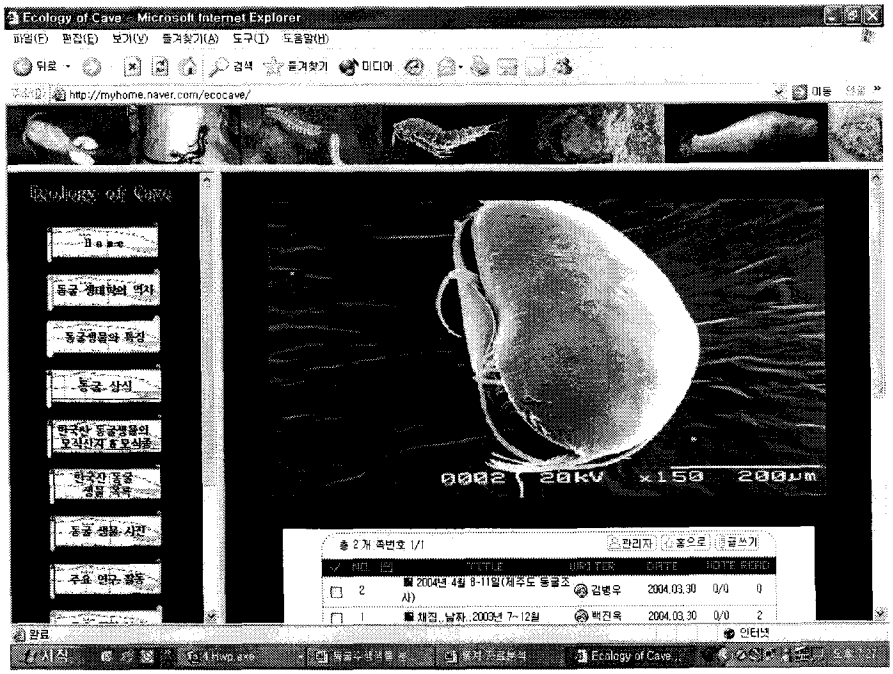




Figure 3-99. Background screen and main schedule on internet site.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

사. 기증 표본 목록

(1) 육상 생물 중에서 거미류 (국립생물자원관)

Table 3-26. List of specimens donated by this research.

순번	수증(수탁)번호	품목	수량	취득경위	비고
1	113	*Asiacoelotes songminjae*	1(암컷)	채집	액침(neotype)
2	114	*Asiacoelotes songminjae*	1(수컷)	채집	액침(neoparatype)
3	115	*Asiacoelotes insidiosus*	1(암수)	채집	액침(미기록종)
4	116	*Draconarius coreanus*	1(암컷)	채집	액침(neotype)
5	117	*Draconarius hallaensis*	1(수컷)	채집	액침(neoparatype)
6	118	*Draconarius kayasanensis*	1(암컷)	채집	액침(재기재종)
7	119	*Draconarius kayasanensis*	1(수컷)	채집	액침(재기재종)
8	120	*Draconarius hallaensis*	1(수컷)	채집	액침(holotype)
9	121	*Ambanus coreana*	1(암컷)	채집	액침(재기재종)
10	122	*Ambanus coreana*	1(수컷)	채집	액침(재기재종)
11	123	*Ambanus lunatus*	1(암컷)	채집	액침(재기재종)
12	124	*Ambanus lunatus*	1(수컷)	채집	액침(재기재종)

(2) 수서생물 중에서 요각류

(가) 런던 자연사박물관

- *Attheyella namkungi* Kim, Soh and Lee, 2005:
Holotype 1♀ (NHM 2005-289) dissected on 10 slides collected 07 Aug. 2003. Paratype. 1♂ (NHM 2005-290) collected 7 Aug. 2003 in 70% alcohol. Other Paratypes: 5♀5♂ (NHM 2005-291-300), 7 Aug. 2003, 3♀1♂, 11 Oct. 2003, Coll. Y.G. Choi and B.W. Kim. All specimens are from a stream in Gosu cave at Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, South Korea.

(나) 국립생물표본관 (추후 예정)

- *Attheyella namkungi* Kim, Soh and Lee, 2005: 5♀5♂, 11 Oct. 2003, Gusu Cave, Coll. BW Kim.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제 3절 동굴관광영향관리시스템 구축 및 적용

1. 조사설계 및 사전 조사 결과

가. 연구대상지 선정

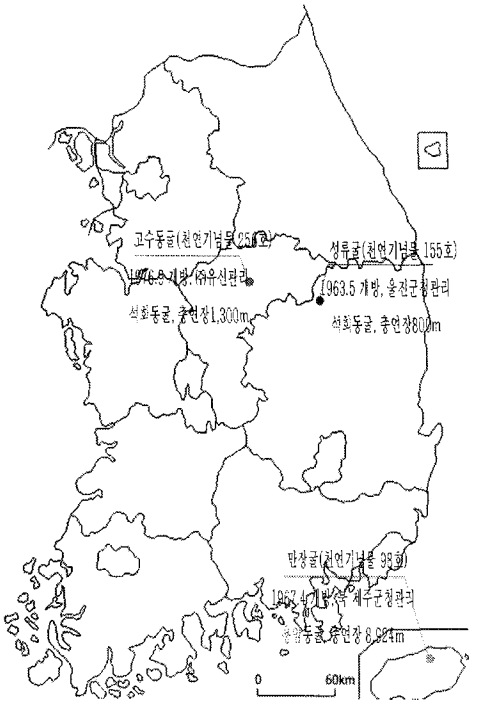


Figure 3-100. Map of study area.

관광동굴은 관광객에게 관람을 목적으로 동굴을 개방하고, 일정비용을 수입으로 하고 지방자치단체나 소유기관이 동굴관리를 하고 있는 동굴을 의미하며, 국내에는 총 13개(2005년 현재)가 분포되어 있다. 이 연구에서는 국내 관광동굴 중에서 고수동굴과 성류굴, 만장굴을 연구대상지로 설정하였다.

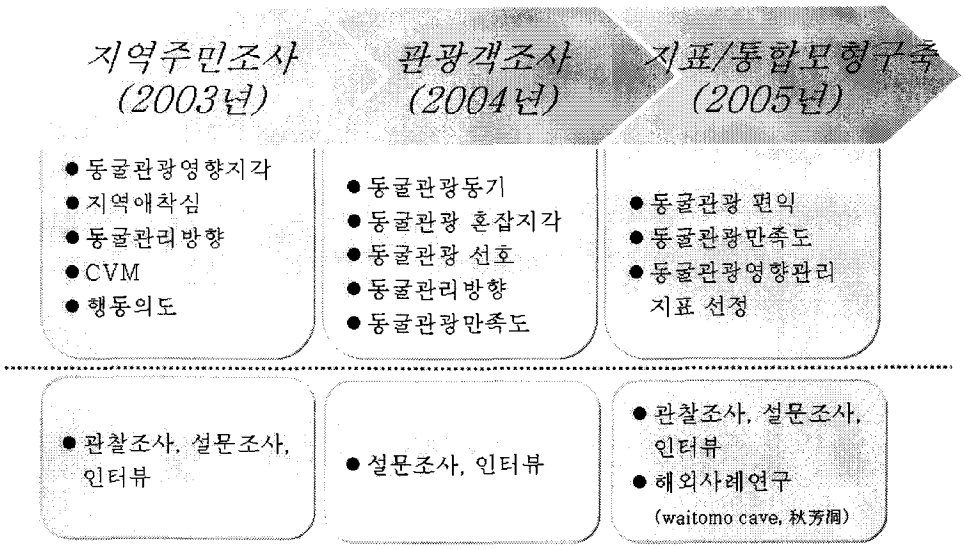
연구대상지는 1960년대 그 자연적 고유성을 인정받아 천연기념물로 지정되었으며, 지금까지 동굴관광을 지속하여 오고 있다. 세 지역을 연구대상지로 선정한 이유는 세 지역이 지질학적, 생물학적, 관광학적 중요성을 갖기 때문이다. 첫째, 한반도에 분포된 동굴은 대부분이 강원도와 충북, 경북, 제주도에 집중적으로 분포하고 있으며, 선정된 연구대상은 이 지역의 대표적인 관광동굴이다. 둘째, 단양의 고수동굴, 울진의 성류굴, 제주 만장굴은 1960년대와 1970년대 개장된 이후 지금까지 30여 년간 관광객을 유치하고 있으며, 최근 관광객의 감소 및 관리기술 부족에 따른 문제점이 발생하고 있어 비교의 유사성이 있다. 셋째, 세 동굴은 동굴의 생물학적 특성과 지역적 상황, 관리주체 등에서 차이를 나타내고 있다. 따라서 동굴관리지표를 선정하고 각 지표가 동굴의 특성에 따라 어떻게 변화되고 관리할 수 있는가를 반영함으로써 관광동굴에서 실행 가능한 동굴관광관리통합모형을 구축할 수 있다.

나. 조사설계

동굴관광영향관리시스템 구축과 적용을 위해서는 레저활동을 통한 레저편익의 당사자인 지역주민, 관광객의 의견을 조사하기 위한 설문조사와 자원 관리 및 운영의 주체가 되는 관리자 및 관련 전문가와의 질적 면접을 실시하고, 객관적 의사결정을 위한 관찰조사를 실시하여 동굴관광영향관리시스템에 적용하여야 한다. 따라서 이 연구에서는 동굴관광영향관리시스템 구축과 적용을 위하여 사전 조사가 실시되었고, 사전조사 결과가 이후 연구대상 동굴의 동굴관광영향관리시스템에 적용되었다. 사용된 연구방법은 2차 자료 분석, 설문조사, 질적 면접, 관찰조사이며 연구연도별 연구방법은 다음의 그림과 같다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 3-27. Method of research accompanied on this study by year.



다. 사전조사결과

사전 조사의 목적은 동굴관광영향관리시스템 적용을 위하여 동굴과 관련된 정보를 일차적으로 수집하고 그 결과를 통하여 연구 대상 동굴의 특징을 파악하는 것이다. 사전 조사결과에 따라 동굴관광영향관리시스템에 적용할 과제를 도출하였다. 주체별로 과제를 도출하여 보면, 첫째, 지역주민 조사를 통하여 지역주민 참여방안과 동굴관광시설 및 프로그램 계획에 적용 과제를 발견하였다. 둘째, 관광객 조사를 통하여 동굴관리 목표설정, 동굴관광구역 구분과 동굴관광프로그램 계획을 위한 과제를 도출하였으며, 셋째, 관리자와의 질적 면접과 관찰조사 결과는 동굴관리 목표 설정, 관리 방안, 동굴관광시설과 프로그램 구성 방안과 동굴교육 매체 선택 등의 실질적 과제와 해결방안을 도출할 수 있었다.

사전조사결과를 종합하여 보면, 연구대상인 세 동굴에서는 동굴 간 차이점보다는 공통점이 많이 나타났다. 관광객의 경우, 혼잡지각, 혼잡지각 영향원인은 정도의 차이는 있지만, 전체적인 혼잡지각, 선호 관광객 수, 관찰 관광객 수, 기대 관광객 수와의 관계에서 일관성이 나타났다. 특히 동굴내부에서의 관광객 혼잡지각에 대한 영향요인이 기대관광객 수와 선호관광객 수로 나타났으므로 이를 바탕으로 한 동굴내부에서 혼잡지각을 줄일 수 있는 방안을 제시하여 줄 수 있게 되었다. 동굴관광의 동기, 교육매체에 대한 선택과 동굴교육의 필요성에서는 세 동굴 관광객의 의견이 거의 일치하였다. 세 동굴에서 공통적으로 나타난 바에 따르면, 동굴관광객의 동굴 재방문은 평균적으로 초기방문 이후 10년 이상이 지난 다음 이루어지고 있는 실정이다. 2번 이상 동굴을 방문객 관광객들의 경우를 살펴보면, 중·고등학교 시절의 수학여행에서 시작하여, 일반적 여행목적, 결혼이나 개인적 행사 기념 목적, 결혼 이후 자녀의 교육목적으로 동굴을 방문하는 형태가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 동굴

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

은 방문객의 방문을 지속적으로 유도하고 방문객의 만족도를 높이기 위한 전략을 설정하여야 한다. 동굴관리자의 경우 동굴관리에 필요한 요소로 동굴관리 목표를 손꼽았으며, 동굴관리의 가장 중요한 목표는 동굴 내 환경 유지로 나타났다. 이에 따라 동굴의 관리의 목표 관리방안 도출 등은 세 지역에서 거의 유사한 형태로 나타났다. 또한 동굴관광객을 위한 대체시설(박물관)의 설치를 계획하고 있으며, 환경교육 프로그램에 대한 필요성 인식도 일치하는 것으로 나타났다. 또한 관리를 위한 많은 노력을 하고 있지만, 동굴 내 오염과 같은 문제점이 있다는 점이 밝혀졌으며, 각 관리자를 통하여 해결방안도 제안되었다.

지역주민의 경우 동굴관광에 대한 관심은 표현되었으나, 동굴관광이 지역주민의 삶을 바꿀 정도의 파급효과는 나타내지 않은 것으로 세 지역에서 공통적으로 드러났다. 그러나 동굴관광을 통하여 경제적 수입이 늘어나야 한다는 점을 기대하고 있는 것으로 나타나 동굴관광에 지역주민 참여를 통한 경제 수입 활성화방안이 필요하다. 또한 관광객을 위한 환경교육 프로그램을 형성하고, 또 관광객을 위한 동굴 전시관이나 박물관이 필요하다고 응답되어 동굴관광객 관리를 위한 동굴관광프로그램 개발과 시설 운영에 지역주민의 의견을 반영하여야 할 것이다.

동굴관광의 주체가 되는 세 관광객, 지역주민, 관리자의 의견은 동굴관광에 있어서 자원관리의 필요성, 환경교육 프로그램의 필요성과 다양성 추구, 동굴환경의 회복 필요성 인식 등에 있어서 일치하고 있다. 그러나 구체적인 동굴 관리 방안, 동굴 교육 매체 선택에 있어서 차이점이 나타나고 있으므로 동굴관광영향관리시스템의 적용시 반영하여 한다. 사전연구결과를 통하여 보면, 전반적으로 동굴관광영향관리시스템을 적용하기 위한 세 연구지역의 지역주민, 관광객, 관리자의 의견은 일치하고 있는 것으로 드러났다. 따라서 이후의 연구에서는 세 지역에 동굴관광영향관리시스템을 일괄적으로 적용하며, 세 지역에서 차이점으로 나타난 부분은 각 동굴의 동굴관광영향관리시스템에 적용하여야 할 것이다.

2. 동굴관광영향관리시스템 구축

지금까지 논의된 이론적 고찰과 사전조사 결과를 바탕으로 동굴관광영향관리시스템(IMSCT: Impact Management System for Cave Tourism)을 구축하였다.

동굴관광영향관리시스템은 총 7단계로 구성되며 각 단계는 3부분, 4개의 역할로 나누어진다 (그림 2). 첫 번째 부분은 현황분석 및 문제파악, 두 번째 부분은 지표 및 기준 선정, 세 번째 부분은 모니터링이며, 이 과정은 동굴 관리자, 전문가, 지역주민, 관광객의 입장에서 각각 다르게 나타날 수 있다. 이 세 부분의 과정을 거쳐 동굴의 특성에 알맞은 동굴관광 지표와 통합모형이 구축되는 것이다. 동굴관광영향관리시스템은 관광지영향관리시스템과 비교하여 전체 시스템 흐름에서 변화가 없으며, 각 동굴의 특성에 맞추어 관리목표 설정 차이로 나타낼 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

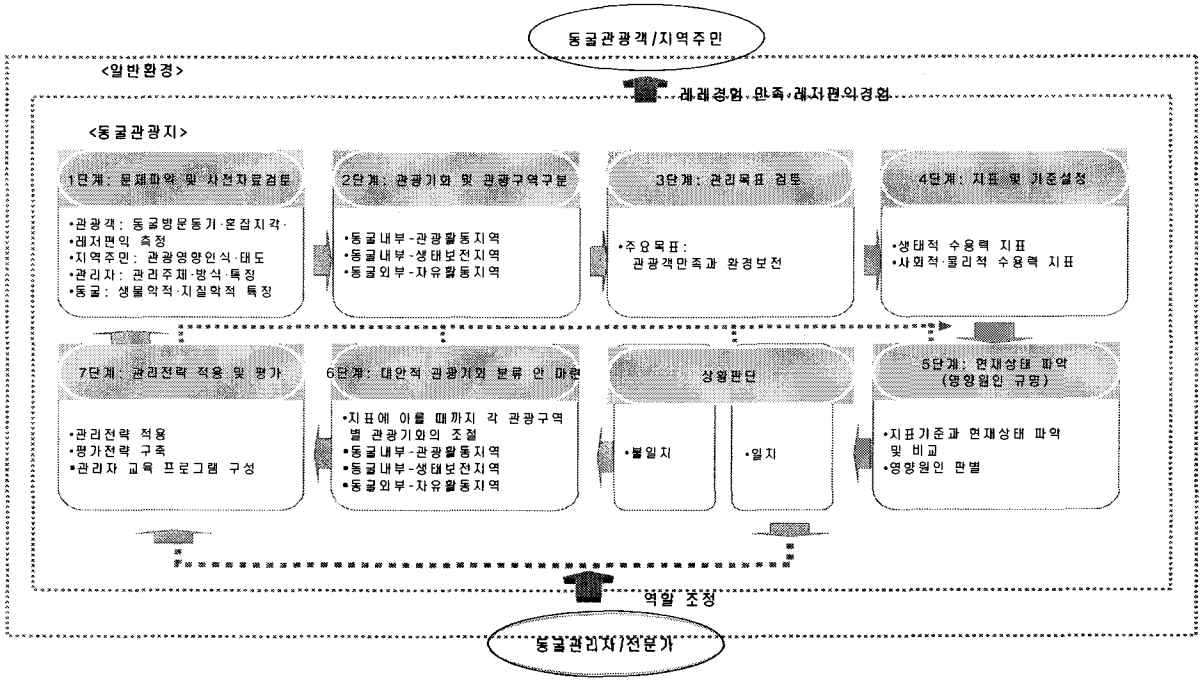


Figure 3-101. Stages of IMSCT (Impact management system for cave tourism).

3. 동굴관광영향관리시스템 적용

가. 문제파악 및 사전자료 검토

(1) 관광지 특성

고수동굴, 성류굴, 만장굴은 동굴의 특성 상 Heaton(1986)이 주장한 저에너지(low energy)에 속하는 동굴에 속하므로 관광객의 출입에 따라 동굴환경이 매우 민감하게 변화하며, 관광객에 의한 동굴 내 환경변화는 동굴 내에 성장하고 있는 동굴생성물의 성장과 동굴생물에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 동굴관리를 위하여 개방관광동굴에 대한 관광객 관리 방안은 필수적이다. 이 연구에서는 사전 연구된 보고서와 실제 동굴방문결과를 바탕으로 고수동굴, 성류굴, 만장굴의 동굴 내부 환경과 오염 형태, 내부시설을 파악하였다.

고수동굴의 동굴 내부의 시설은 인공통로, 스피커, 배전반, 계단, 인터폰, 시멘트 포장, 숏크리트 등으로 구성되어 있다. 동굴내부의 생물학적 특징을 살펴보면, 동굴 내의 온도 및 습도의 변화와 이산화탄소 농도의 변화를 측정한 결과, 동굴 내부의 기온은 외부에 비하여 점차 증가하는 경향을 보여주었으며, 습도도 점차 증가하는 경향을 보여주었다. 또한 고수동굴 내의 동굴생성물에는 조명 아래에서 녹색오염이 생성되고 있으나 관리자에 의해 녹색오염이 주기적으로 제거되고 있어 발생비율을 측정하는데 한계를 나타내었다. 동굴관리자는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

명확한 기준에 의해서라기보다는 자신의 관리경험을 토대로 일정하게 동굴관리 기준을 응용하는 것으로 파악된다.

성류굴은 성류굴 내의 온도 및 습도의 변화와 및 이산화탄소 농도의 변화를 측정한 결과, 동굴 내부의 기온은 외부에 비하여 매우 높게 나타났으며, 습도와 이산화탄소도 외부보다 매우 높은 수치를 나타내었다. 조명이 설치된 총 69개 지점 중에서, 30개 지점에서 녹색오염이 발견되었고(43%), 관광객이 만져서 흑색으로 변색된 동굴생성물도 다수 발견할 수 있다. 일부 구간에서는 흑색으로 되어 있는 부분이 많은 것으로 알려져 왔으나, 2000년 들어서 동굴관리자가 동굴내부의 물을 동굴생성물 위에 뿌려서 동굴생성물이 갈색으로 피복되고 있다. 성류굴 내에는 굴의 규모에 비해 점토질의 퇴적물과 동굴호소 및 수로가 많다. 따라서 전체적으로 습도가 높고 동굴생성물 위에 수분이 많으므로 녹색오염이 생길 가능성이 높다. 이를 고려하여 조명이 신중하게 선택되어야 하고 일단 설치된 조명의 관리가 매우 중요하다.

만장굴은 내부의 기온은 13-14° C로서 기온변화는 것의 없는 것으로 나타났으며, 동굴외부 기온보다 낮게 나타났다. 동굴외부는 시간별 습도의 변화폭이 크게 나타났지만, 동굴내부의 습도는 100%로 변화 없이 일정하였다. 아스만통풍건습구 온도계로 측정한 결과 96% 이상의 높은 상대습도 값을 나타냈다. 일반적으로 동굴내부는 외기의 영향을 거의 받지 않게 되므로 기온 및 습도의 변화는 거의 없게 된다. 만장굴의 이산화탄소량은 동굴의 내부가 외부보다 높은 양을 보여주고 있다. 만장굴 내에는 216개의 조명이 설치되었는데 거의 모든 조명 아래에서 녹색오염이 나타나고 있으며(95%이상), 심한 곳은 양치식물까지도 성장을 하고 있었다(자연유산보존협회, 2000).

(2) 관리주체의 특성

성류굴과 만장굴의 관리자는 고정관리자와 순환 근무자로 구성되어 있으며, 동굴이 위치한 해당 지자체에서 관리하고 있다. 고수동굴은 고정 관리자이고, 고수동굴은 개인소유동굴로 (주) 유신에 의하여 관리되고 있다. 세 동굴은 천연기념물이기 때문에 시설의 변경 및 증대 등과 관련하여 문화재청의 허가를 받아야 한다. 고수동굴은 동굴내부시설 관리 및 관광객의 안전관리 등을 위하여 동굴 내부에 관리인원 5명이 배치되어있다. 관리의 주체가 되는 관리자가 동굴 개방이후 지속적으로 근무하고 있어 동굴에 대한 학술적 관심이 높으며, 동굴의 관리가 양호한 편이다. 성류굴은 관리소장을 비롯한 상주 관리자가 배치되어 있다. 고수동굴과 만장굴과는 달리 관람 장소가 좁게 형성되어 있어 동굴내부의 상주관리자가 없다. 최근 들어 동굴관광에 대한 관심이 증대되고 있으며, 동굴 외부의 시설도 개선되고 있다. 만장굴은 동굴관리원과 매표소 관리원이 상주하고 있으며, 동굴내부에 상주 관리원이 2명이 배치되어 있다.

(3) 관광객의 특징

고수동굴, 성류굴, 만장굴은 1990년대 초반까지 연간 오십 만 명 이상의 관광객을 유치하여 관광동굴의 주도지로서 면목을 유지하여왔다. 그러나 이 세 동굴은 1997년을 기점으로

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

관광객이 급격히 감소하고 있다. 월별 동향을 살펴보면, 4월 전후, 7월과 8월, 11월에 집중적으로 관광객이 관람하는 것으로 나타났다. 그리고 주중보다 공휴일 또는 주말(1일 7,000명 ~ 8,000명)에 관광객이 집중하는 경향이 나타났다(고수동굴, 성류굴, 만장굴 내부자료, 2005). 관리자와의 인터뷰 및 관광객의 의견을 종합하여 보면 관광객 수 및 월별 동향, 관광객의 만족도 등은 동굴의 규모, 경관 및 환경, 외적 환경, 동굴 홍보여부, 교통 편리성, 다른 레저시설과의 연계성 등과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

세 동굴 관광객의 동굴 관광 동기는 주로 '지식', '모험', '여유'를 추구하기 위하여 동굴을 방문하는 것으로 나타났으며, 관광 동기에 있어서는 세 지역에서 큰 차이 없는 결과로 나타났다. 따라서 동굴관광을 위하여 동굴내부의 교육프로그램을 만들어 관광객의 '지식추구'를 돕고, 동굴내부 관람 프로그램을 다양화하여 다양한 동굴관광 경험을 추구할 수 있도록 하여야 한다. 또한 동굴과 주변관광지를 연계하여 프로그램화하여 관광객의 다양한 관광동기를 충족할 수 있도록 할 필요가 있다.

동굴은 자원 중심적 관광지로서 다른 휴양지역과 달리 동굴내부의 설치 시설에 따라 관광객들의 관광활동이 동일하게 이루어지고 있는 장소이며, 매우 다양한 관광매력을 지니고 있는 것으로 판단된다. 그러나 동굴의 관광매력은 동굴관리에는 어려운 점으로 작용하게 된다. 동굴관광객의 혼잡지각 측정은 관광측면과 환경적 측면에서 주요한 역할을 수행한다. 관광측면에서 동굴은 어두운 지역에서 조명과 관리시설에 의지하여 관광코스를 이동하여야 하므로 관광객의 안전을 유지하고, 관광경험의 품질을 높이기 위하여 관광객 혼잡지각 측정을 수행하여야 한다. 또한 환경적 측면에서 동굴관광객의 수 조절은 동굴내부의 생물과 생성물을 보호하는데 중요한 과제이다. 따라서 방문객의 동굴방문 동기를 달성하고, 적절한 자극을 제공함으로써, 혼잡지각을 감소시키기 위하여 관리적 측면에서 위에서 제시한 혼잡지각에 영향을 미치는 영향요인들의 관계를 고려하여야 할 것이다. 관리목표를 설정하기 위하여 총 40개의 항목을 이용하여 동굴관광객의 레저편익을 측정하였다. 40개의 항목을 구성요인에 따라 '자아발전', '심리적 안정', '도전성취', '자연친화'로 구분할 수 있다. 레저편익 구성 항목 중에서 '자연친화' 및 '심리적 안정'과 관련된 항목의 평균값이 가장 높은 것으로 나타났다. 동굴관광객은 동굴관광을 통하여, 도시의 혼잡을 탈출하고, 자연경험을 통하여 행복한 느낌을 얻기를 원하는 것이다. 레저편익에 따라서 동굴관광을 관리하는데 있어 자연적 환경을 유지하고 동굴 관람인원의 적절한 관리를 통하여, 동굴관광객의 혼잡지각을 감소시키는 등의 전략이 관리전략 목표에 반영되어야 한다.

(4) 지역주민의 특징

동굴관광지는 레저활동이 동굴내부에서 이루어지고 있으며, 지역주민의 거주지와 2Km정도 떨어져 있다. 그러나 동굴을 중심으로 동굴입구와 출구주변에 상업을 주로 하는 지역주민들이 형성되어 있어서 다른 관광지의 지역주민의 형태와 차이를 나타내고 있을 것으로 판단하였다. 이 연구에서는 지역주민을 동굴주변의 상업을 주로 하는 지역주민과 동굴과 떨어져 거주지를 형성한 지역주민의 조사를 실시하여 지역주민의 관광영향인식과 관광산업에 대한 태도를 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같이 구분하여 기술할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

첫째, 지역주민의 관광영향인식은 경제적 효과인지가 지역주민의 관광영향 인식과 태도형성에 가장 유효한 영향요소는 아니었으나 동굴관광을 통한 경제효과를 기대하고 있다. 둘째, 지역주민이 관광을 통한 부정적 인식이 높을수록 환경교육의 필요성을 지지하였다. 이는 지역주민은 고수동굴, 성류굴, 만장굴에 대한 체계적인 동굴관리방안과 환경교육을 요구하고 있는 것이라고 판단할 수 있겠다. 셋째, 지역주민의 동굴관광의 다양화를 위하여 동굴환경교육 및 동굴환경교육시설의 필요성을 지지하고 있다. 사전 연구결과는 지역주민이 교육프로그램과 교육시설을 요구한다는 것을 전달하고 있어 동굴관광을 위한 관리적 측면에서의 접근이 필요하다. 그러나 아직까지 동굴관광에 대한 지역주민의 관심은 미흡한 것으로 판단된다. 따라서 동굴관광의 성공을 위하여 지역주민의 도움은 필수적인 것이기 때문에 지역주민에게 동굴관광의 중요성, 지역주민의 역할, 발전방안 수립을 위한 제안 등을 홍보하고 교육할 필요가 있다.

나. 관광기회 설정 및 구역구분

자원의 보존과 이용을 동시에 충족시키기 위해서는 계획대상지의 환경적 속성을 분석하고, 이를 바탕으로 용도지역(zoning)지정 작업을 통해 보전관리의 효율성을 높일 수 있다(박휘, 1999). 또한 이러한 개념은 자원의 보존적인 측면과 함께 관광객의 관광기회의 다양화라는 측면에서도 중요하게 고려될 수 있다.
동굴의 관광구역구분은 동굴내부-관광활동지역, 동굴내부-생태보전 지역, 동굴외부-자유활동지역으로 분류할 수 있다. 각 권역은 그 특색에 맞는 기능을 수행하게 된다.

Table 3-26. Zoning of visitor activity (experience).

구분		관광구역구분과 관광기회 설정		
		동굴내부-생태보전지역	동굴내부-관광활동지역	동굴외부-자유활동지역
관광기회설정	규제관리	자연자원보존을 위한 강력한 규제지역	이용객과 자연보존을 위한 적정수준의 규제지역	자연보존에 대한 규제는 미약하고 이용객의 안전과 편리함을 위한 규제지역
	관광동기분류	모험추구	지식·여유추구	모험·지식·여유 추구 (동굴방문 사전·후 지역)
	관광편익분류	자아발전·심리적안정·도전성취·자연친화	자아발전·심리적안정·도전성취·자연친화	자아발전·심리적안정·도전성취·자연친화
	관광활동	체험을 위주로 하는 관광활동(사전허가)	해설을 위주로 하는 교육프로그램 구성	다양한 교육 프로그램구성 다양한 관광활동가능

동굴내부-관광활동지역은 주요한 관광활동지역으로서 관리중점사항이 관광자의 만족과 생태적 환경만족의 균형에 맞추어 진다. 이 지역에서는 동굴의 매력요인들을 관람할 수 있으며, 동굴내부-생태보전지역보다 다수의 조명을 설치 할 수 있다. 동굴내부 생태보전 지역은 관광자의 만족보다는 생태적 환경과 지리적 관리방안에 더 중점을 두게 되어 일반적으로 관광객의 관람을 제한하며 특수한 목적에 의해서만 개방한다. 만일 관광객에게 이 지역을

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

개방하기 위해서는 관련 전문가의 의견을 수렴하고, 관람객들의 안전을 위한 장치를 점검하고 난 뒤 관리자의 결정에 의하여 개방할 수 있어야 한다. 동굴외부-자유활동지역은 관광객들이 다양한 관광활동을 즐길 수 있으며, 지역주민은 이 지역에서 상업 활동을 할 수 있어, 동굴의 특성에 알맞은 제품을 전시하고 판매할 수 있다. 또한 동굴관리 주체와 동굴관리자의 판단에 의하여 동굴과 관련한 동굴관광 전·후의 생태교육을 실시하거나 동굴과 관련된 다른 시설을 설치할 수 있다. 각 동굴별 관광기회 설정 및 구역구분은 그림 3과 같다.

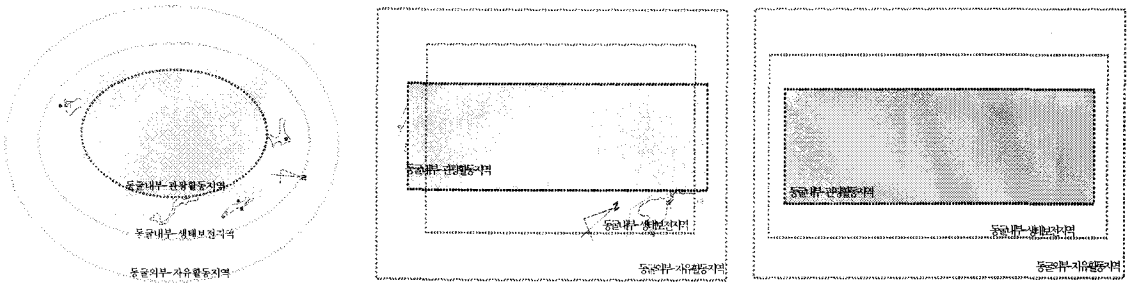


Figure 3-102. Zoning of visitor activity (experience). (Gosugul, Seongrugul, Manjanggul)

다. 관리목표검토

관리목표 검토는 연구대상 동굴의 관리자와의 심층면접을 통하여 결정되었다.
관리자의 관리 목표는 환경부문, 사회문화적 부문, 경제부문으로 나누어 결정하였다. 관리자가 관리목표로 지향하는 것은 환경부문의 환경보전 및 생태계보전과 사회 문화부문에서 관광객 만족, 지역주민과의 연관성, 관광홍보 및 수익성 유지 등으로 나타났다. 또한 동굴관광을 통하여 지역경제에 기여하여야 한다는 의견도 상위를 유지하였다. 전반적인 의견을 종합하였을 때 동굴관광에 대한 관리목표는 환경부문에 있어서는 환경보전과 오염 및 훼손방지, 사회문화적 부문에 있어서는 관광객 만족과 지역주민의 삶의 질 유지, 경제부문에 있어서는 동굴관광을 통한 지역경제 기여, 관광홍보 등이 될 수 있다. 또한 동굴자원의 지속적인 관리를 위한 환경모니터링, 장기종합계획 수립 등이 요구된다.
관광객과 지역주민에 대한 관리 목표점 도출은 다음과 같다. 관광객 행동특성에 따라 동굴관광객의 관광동기, 레저편익, 관광만족도를 제고하고, 혼잡지각을 감소시키기 위하여 동굴관광관리 시스템 구축, 관광프로그램 구성 및 시기별 운영, 주변관광지와의 연계, 동굴생태계유지 등의 목표점이 도출되었다. 또한 지역경제를 기반으로 하여 지역주민의 만족을 제고하기 위하여 동굴생태에 대한 지역주민 교육, 동굴관광에 대한 설명회 등을 통하여 지역주민의 참여를 높여야 할 것이다.

라. 주요영향측정지표선정 및 기준설정

동굴관리 및 동굴생물상과 관련된 선행연구와 본 조사를 통하여 나타난 결과를 바탕으로

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

하여 다음과 같은 생태적 수용력 지표, 사회적·물리적 수용력 지표를 설정하였다. 관리지표는 관련 전문가와 워크숍을 실시하였으며, 이후 관련전문가와의 지속적인 인터뷰 및 관련 자료의 검토를 통하여 조정하였다.

Table 3-29. The standard of ecological carrying capacity indicators

구분		관광구역구분과 기준 설정		
		동굴내부-생태보전지역	동굴내부-관광활동지역	동굴외부-자유활동지역
생태적 수용력지표	온도	변화가 없도록 유지	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	상대습도	90%이상	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	이산화탄소	변화가 없도록 유지	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	水 용출량	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	척추동물	4종 이상 서식 또는 박쥐류가 50마리 이상	3종 이상 서식 또는 박쥐류가 10마리 이상	---
	담수무척추동물	3종 이상 서식	2종 이상 서식	---
	육상무척추동물	20~15종 서식(진동굴성과 호동굴성 적응율이 30% 이상)	10~15종 서식(진동굴성과 호동굴성 적응율이 20% 이상)	---
	동굴 내 생성물	10종 이상의 동굴생성물	5종 이상의 동굴생성물	---
	녹색오염	녹색오염 0%	녹색오염 15%	---
	흑색오염	흑색오염 0%	흑색오염 15%	---
	조명설치형태	조명설치안됨	관광객 안전을 위한 조명 설치(최소한의 조도와 벽면으로 위치조정)	관광객 안전을 위한 조명 설치(관광객이 우선됨)
	동굴시설형태	동굴의 자원을 보호하기 위한 최소한의 시설물이 있으나 쉽게 발견되지 않음	관광객 이동통로, 안내 표지판 등이 다수 설치되어 있으나 환경을 헤치지 않음	일반적인 관광이용지역 시설물과 주차지역

자료: 문화재청(2005). 동굴 보전가치 평가 기준 및 등급, 관련 연구자 인터뷰 및 조사 자료를 바탕으로 연구자 재구성

동굴관리를 위한 사회적·물리적 수용력 지표 구성은 동굴관광영향관리시스템 설정단계에서 제시한 지표와 추가지표로 구성하였다. 추가된 지표는 경영관리 부분이며, 규제관리, 관리자 환경의식, 관리자 숫자, 관광객간의 조우, 소음정도, 관리기법 사용여부, 관광객의 공간, 교육시설 설치, 도로설치 등의 항목으로 구성되었다. 각 지표는 관광구역구분에 따른 관리지표와 기준을 설정하였다(<표 5> 참조).

관광객의 혼잡지각은 주관적인 규범으로 이를 바탕으로 관리 기준을 설정하는데 문제가 있

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

을 수 있다. 그러나 연구대상이 동굴이고, 동굴내부의 혼잡지각은 관광객의 레저경험의 만족도를 유지하기 위하여 필수적인 항목이라 판단하여 지표에 설정하였다.

마. 측정지표기준과 현재 상태 비교 및 영향원인 규명

연구의 특성에 따라 현재 동굴의 지역 설정에서 동굴내부-관광활동지역의 기준과 현재 상태를 비교하였다(표 4참조). 측정지표 기준과 현재상태를 비교하였을 때 만장굴의 경우, 이산화 탄소와 조명설치형태와 오염 부분에서 면밀한 검토를 수행하여야 할 것으로 나타났다. 성류굴의 경우, 이산화탄소 관리와 조명설치형태를 검토하여야 할 것으로 나타났다.

Table 3-30. Evaluation and application of ecological carrying capacity indicator.

구분		관광구역구분과 기준 설정	현황 파악		
		동굴내부-관광활동지역	고수동굴	성류굴	만장굴
생태적 수용력지표	온도	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	△	△	○
	상대습도	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	○	△	○
	이산화탄소	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	△	X	X
	水 용출량	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	○	△	△
	척추동물	3종 이상 서식 또는 박쥐류가 10마리 이상	★	★	★
	담수무척추동물	2종 이상 서식	★	★	★
	육상무척추동물	10~15종 서식(진동굴성과 호동굴성 적응율이 20% 이상)	★	★	★
	동굴 내 생성물	5종 이상의 동굴생성물	★	★	★
	녹색오염	녹색오염 15%	○	△	X
	흑색오염	흑색오염 15%	○	△	X
	조명설치형태	관광객 안전을 위한 조명 설치(최소한의 조도와 벽면으로 위치조정)	△	X	X
	동굴시설형태	관광객 이동통로, 안내 표지판 등이 다수 설치되어 있으나 환경을 헤치지 않음	△	△	△

자료: 문화재청(2005). 동굴 보전가치 평가 기준 및 등급, 관련 연구자 인터뷰 및 조사 자료를 바탕으로 저자 재구성(주: ○: 상태양호, △: 조절필요, X: 면밀검토 필요, ★: 검토 확인 중)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

이러한 현상에 대한 원인은 다각도로 고려하여 볼 수 있으나, 근본적인 문제 원인을 정리하여보면 다음의 세 가지로 설명할 수 있으며, 문제원인에 따른 해결방안도 제시하였다.

첫째 동굴 내부 시설물 설치 미비이다. 동굴의 내부시설은 일괄적으로 설치되어온 것이 아니라 지난 30여 년 간 중복설치 되어오면서 기존의 시설물을 철거하거나 조정하지 않아 생기는 문제이다. 또한 최근 들어 다양한 연구에 의하여 문제점이라고 지적되어도 예산의 부족이나 관리자의 관심부족으로 문제가 되어오고 있다. 먼저 조명에 따른 녹색오염을 줄이기 위하여 열이 발생되지 않으며, 동굴관광객의 안전에 문제가 되지 않은 조도를 유지할 수 있는 조명으로 일괄교체 되어야 한다. 또한 보행등 설치 시에는 가급적 통로만을 비추도록 동굴벽면에 차단시설을 설치하여야 하며, 다양한 관리 기술을 습득하여 동굴의 특성에 맞는 기술을 운용할 필요성이 있다. 소음과 오염을 유발할 수 있는 오래된 철재 시설물들은 교체되어야 한다.

둘째, 관광객의 수 및 문제행동이다. 현재 동굴관광을 하는 관광객은 동굴입장 시에 문제행동에 대한 교육을 받지 않고 있다. 고수동굴에서만 동굴입구에서 음식물이나 쓰레기를 동굴입구에 맡겨 두도록 조치 받고 있다. 따라서 동굴내부에서 발생하는 관광객의 문제행동은 아이들의 소리 지르기, 위험행동, 낙서, 흑색오염 유발과 같은 다양한 형태이다. 또한 제한없는 동굴의 입장객 수로 동굴관광객의 혼잡지각이 높아지고, 동굴 내부의 이산화탄소량의 증가와 같은 문제로 나타나고 있다. 따라서 일 당, 주중과 주말 당 관광객 수를 설정하는 방안이 요구된다. 또한 동굴내부 총인원을 지속적으로 유지하기 위하여 세 동굴 모두에 동굴내부 인원을 표시할 수 있는 센서 등의 부착이 필요하다. 동굴을 방문하는 관광객에게 올바른 정보를 제공하여, 동굴내부 관광객 수에 대한 관광객의 기대를 조절하게 하고, 이 과정을 통하여 관광객의 혼잡지각을 줄 일수 있다. 또한 동굴관광객의 동굴내부 문제행동을 사전에 방어하고, 동굴관광 동기 충족을 위하여 동굴관람에 앞서 환경교육이 필요하다.

셋째, 동굴관리 체계 미비이다. 동굴의 지속적인 관리와 관광객 만족제고, 동굴 생태환경 보전을 위하여 각 분야의 전문가 의견을 종합적으로 관리할 수 있는 시스템적인 측면에서 동굴관리가 필요하지만 이루어지고 있지 못하다. 세 연구 대상지에서 고수동굴을 제외한 성류굴과 만장굴 관리자는 순환보직 근무제로 인하여 지속적으로 변동되고 있으며, 이에 따라 동굴에 대한 전문적인 지식을 갖추고 관리기법을 운영하는데 시간적 한계가 있다. 따라서 동굴의 일관적인 관리가 이루어지지 못하는 실정이고 이는 다시 동굴의 환경오염과 같은 연쇄적 문제를 유발한다. 따라서 동굴 관리의 지속성을 유지하고 동굴의 체계적인 관리를 위하여 전문적인 관리를 운용할 수 있도록 근무체제의 변환이 요구된다. 또한 이것이 어려울 경우, 관련전문가가 직접적으로 관리자를 교육시키고, 동굴의 관리에 적극적으로 개입하도록 도와야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Table 3-31. The standard of social and physical carrying capacity indicators.

구분		관광구역구분과 기준 설정		
		동굴내부-생태보전지역	동굴내부-관광활동지역	동굴외부-자유활동지역
사회·물리적 수용력 지표설정	규제관리	자연자원보존을 위한 강력한 규제지역	이용객과 자연보존을 위한 적정수준의 규제지역	자연보존에 대한 규제는 미약하고 이용객의 안전과 편리함을 위한 규제지역
	관리자환경의식	강력한 환경의식유지	강력한 환경의식과 관광객 관리유지	관광객에게 피해를 주지 않을 정도의 관리
	관리자숫자	필요에 의한 설치	지역구분별로 관리자설치(교육 안내원과 동굴관리자배치)	동굴출입을 위한 매표소, 동굴관광안내를 위한 관리자 설치
	경영관리	• 관리비용 대비 요금제도/할인 및 할증 제도검토 • 동굴의 수익적 경영이 가능한 수준으로 제시		• 지역주민의식을 반영한 경영관리기법 응용가능
	관광객간의 조우 (혼잡지각측정)	그룹 간 조우가 거의 이루어지지 않도록	그룹 간 조우가 이루어지나 서로의 활동을 방해하지 않는 정도의 조우	그룹 간 조우가 빈번히 이루어지는 정도의 조우
	동굴주변과 내부의 소음정도	발생하지 않도록 유지	적정한 소음이 허용되나 관광객간의 활동과 동굴 내 생물이 방해받지 않을 정도로 유지	소음이 허용되나 관광지에 문제를 유발하지 않는 정도로 유지
	관리기법 사용 여부	자연자원 관리를 위한 기법 사용	자연자원과 관광객 관리를 위한 기법 사용	관광객 관리를 위한 기법 사용
	관광객의 공간	설치하지 않음 (자연상태 철저 유지)	약간의 공간만 마련, 설치물 없음 (자연상태 유지)	휴게시설, 벤취등 다양한 시설 설치
	교육시설설치	설치하지 않음 (자연상태 철저 유지)	교육을 위한 안내원배치	교육시설 설치를 적극적으로 권장
	도로설치	없음	없음	관광객의 편리를 위한 도로 설치 (동굴주차지역까지 도로설치)

바. 대안적 관광기회 분류 및 관리전략 선정

동굴관광영향관리시스템 1단계에서 6단계까지 논의된 내용을 중심으로 대안적 관광기회를 관광구역에 따라 설정할 수 있다. 동굴외부-자유활동지역에서의 동굴생태 교육 실시이다. 이 구역에서는 동굴내부-관광활동 지역에 자원해설가를 배치하지 않을 경우, 철저한 동굴 환경교육이 실시되어야 한다. 또한 학습내용은 동굴 생성원인, 동굴내부 특성, 간단 동굴 체험과 안전 교육 등을 주로 한다. 또한 동굴내부 학습과 관련한 학습자료 판매함으로써, 일정비용을 지불하고, 학습을 할 수 있도록 독려한다. 지역의 여건이 허락될 경우, 이 구역에서는 동굴교육관(가칭)을 설치하여 동굴 관람 전·후에 동굴체험과 학습을 동시에 할 수 있으며, 그 대상은 동굴관리자와 관광객이 모두 포함될 수 있다. 삼척 환선굴에는 동굴박물관이 설치되어 있기는 하나 환선굴과 장소가 떨어져 있어 학습의 효과와 연계 관광측면에서는 그 결과가 미약한 편으로 판단된다. 제안된 동굴관광객 학습 활동이 어렵다면, 관광객의 동굴 입장을 30분 또는 1시간 단위로 조절하고 동굴입장에 앞서 동굴관람과 문제행동 방지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

를 위한 환경교육 설명을 직원을 통하여 실시하면, 동굴관리 지표와 기준의 차이를 유발하는 관광객의 문제 행동을 조절할 수 있을 것이다. 따라서 연구대상이 세 지역은 모두 동굴을 구역 구분하여 설정한 것이기에 환경교육 효과 증대, 동굴 연계 관광을 통하여 관광객의 레저편익, 만족을 모두 제고할 수 있다.

동굴내부- 관광활동 지역에서의 동굴 생태해설교육 실시가 필요하다. 이 지역에서는 자원해설가를 배치하여 동굴 안내를 실시하는 것이 필요하며, 새로운 자원해설가를 채용하는 것보다 현재의 직원을 교육하여 활용하도록 하는 것이 가장 효과적인 방법이다. 고수동굴과 만장굴의 경우에는 관광객의 안전 및 관리를 위하여 동굴내부에 직원을 배치하고 있는 상황이다. 따라서 동굴내부 관리인원을 늘리고 그 역할을 증대한다면, 동굴내부 안내는 그리 어려운 과제는 아니라고 판단된다. 레저편익의 관점에서도 동굴관리자의 교육은 그 과정 속에 속해 있으며, 관리자의 목표설정에 동굴안내를 지정하여 교육을 실시하여 동굴관리와 자원해설가의 역할을 병행 할 수 있다.

동굴내부- 생태보전 지역은 관광객 출입을 방지한다. 이 지역은 동굴내부 생태보전을 위한 최소한 지역으로 선정되었다. 또한 관광객의 발길이 닿기에는 많은 위험이 있는 지역도 이 지역에 선정되어 생태보전을 위할 수 있다. 이 지역에서의 동굴관람 활동은 극도로 제한되며, 연구목적이나 동굴탐사를 위한 최소한의 인원이 신청할 경우, 관리자가 관리목표를 중심으로 고려한 뒤 개방여부를 판단하여야 한다. 현재까지 각 동굴의 동굴내부-생태보전 지역은 관광객에 의한 손상이 적은 것으로 판단되므로 지금까지의 관리방안을 유지하는 것이 올바르다.

사. 관리전략의 적용 및 시스템 평가

이 단계에서는 동굴관광영향관리시스템의 1단계에서 6단계에서 논의되어온 관리전략을 평가하는 단계이다. 이 연구에서 대상 동굴은 지표의 현재상태와 기준이 일치하지 않아 6단계로 진행하였다. 7단계는 시스템의 운영이후 항상 진행된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

생태관광분야에서는 총 3편의 연구논문과 총 4회의 학술심포지움 참석 및 논문발표, 총 1권의 박사학위 논문을 출판하였다.

동굴생물분야에서는 총 11편의 연구논문(4편의 SCI 논문 포함)과 총 10회의 학술심포지움 참석 (일본동굴학회 등) 및 논문발표(국제동굴생물학회 등)가 수행되었으며 다수의 분류군(거미류, *Leptonera* spp. Linyphiidae spp. 등; 갈르와벌레류, 비룡굴, 셈터굴, 고수동굴, 심복굴, 모산굴 등; 요각류, 고수동굴, 천곡동굴, 제암천굴 등; 고화류, 용연동굴, 영암지하수산; 패충류, 다수의 동굴산 등)에 관한 연구가 추후 진행될 예정이다

1. 연차별 목표달성도

	연차별 목표	목표 달성 및 성과
1년차	1. 동굴생물상 기초 조사 2. 주요 희귀 생물종의 발굴 및 기재 3. 희귀생물종 서식환경요소조사 4. 동굴관광에 의한 동굴환경영향자료 수집 및 분석 5. 생태관광 보전관리 모형의 탐구 6. 연구내용과 동굴생물의 홍보	1. 1차 동굴생물상 재정리 (한국생물과학협회 학술발표) 2. 고수유령거미 발굴 3. 1차년도 주요 동굴별 조사 4. 1차년도 자료 수집 및 분석 5. 일본 및 호주의 실태 파악 6. 인터넷 사이트 개설
2년차	1. 주요 희귀생물종의 발굴 및 기재 2. 희귀생물종 및 주요보호대상 동물목록 작성 3. 희귀생물종을 중심으로한 지표종 선정 4. 문헌조사 자료 및 기초조사 자료화 5. 동굴기수지역의 발굴 6. 1차 관리방안 도출	1. *Attheyella namkungi* 발굴 2. 희귀생물종 및 주요보호대상 동물목록 작성 (환경생물학회지) 3. 희귀생물종을 중심으로한 지표종 선정 (육상의 거미류와 갈르와벌레류, 수생의 요각류 및 고화목) 4. 문헌조사 자료 및 기초조사 자료화 (환경생물학회지) 5. 동굴기수지역의 발굴 (게웃셈굴) 6. 1차 IMSCT 관리방안도출(효율적인 관광자원관리를 위한 주체 간 목표설정 및 관리방안제안)
3년차	1. 희귀종 서식동굴의 관리 방안 제시 2. 한국산 동굴수생생물상 재정리 3. 동굴생태보전관리 모형 구축 4. 동굴생태환경해설 콘텐츠 구성	1. 동굴생물의 관리 방안 지침서(동굴관리자의 생태관광목표 및 기준 설정) 2. 한국산 동굴(지하)생물상 목록 재정리 (육상의 거미류와 갈르와벌레류, 수생의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

5. 한국산 동굴생물의 최종 자료화	요각류 및 고화목 중심으로) 3. 동굴관광영향관리시스템 (IMSCT) 구축 및 적용(동굴생태관광실현을 위한 자원관리 방안 제시)

2. 연구 논문 출판

최영희·이훈(2006). 거리효과와 사회표상이론을 통한 지역주민의 영향인식 및 군집특성: 관광동굴을 중심으로. 『관광학연구』, 30(2), 161-180.

최영희·이원철·이훈(2005). 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 태도. 『한국호텔경영학연구』. 14(1), 193-215.

최영희·서용석·이훈(2004). 동굴에서의 혼잡지각 결정요인. 『관광연구논총』. 16호, 57-79.

김병우 (2004) 제41호 분류학회보 원고 투고- 진정거미류를 중심으로

김병우 (2005) 제42호 분류학회보 원고 투고- 갈르와벌레류에 관하여

Kim BW (2007) The male of *Ambanus euini* with the description of *A. jaegeri* new species from Korea (Arachnida: Araneae: Amaurobiidae). Revue Suisse de Zoologie (in submit)

Kim BW, Lee W (2006) A Review of the Spider Genus *Asiacoelotes* (Arachnida: Araneae: Amaurobiidae) in Korea. Integrative Biosciences 10: 49-64.

Kim BW, Lee W (2006) Two poorly known species of the spider genus *Ambanus* (Arachnida: Araneae: Amaurobiidae) in Korea. J of Natural History, 40(23-24): 1475-1492.

Kim BW, Lee W (2006) Spiders of the genus *Draconarius* (Araneae, Amaurobiidae) from Korea. J. of Arachnology (in press)

Kim BW, Lee W (2007) A new species of the genus *Galloisiana* (Grylloblattodea, Gryllobalattidae). Zoological Science (in press)

Kim BW, Lee W (2006) Redescription of the largest ice bug, *Namkungia magnus* Com. nov. (Grylloblattodea, Grylloblattidae) from Korea. Zootaxa 1359: 57-66.

Kim BW, Soh HY, Lee W (2005) A new species of the genus *Attheyella* (Copepoda: Harpacticoida: Canthocamptidae) from Gosu cave in Korea. Zoological Science 22: 1279-1293.

Kim BW, Lee W (2004) A new species of *Pholcus* (Araneae: Pholcidae) from Gosu cave, Korea. Kor. J Syst. Zool. 20(1): 79-85.

Kim BW, Choi YG, Soh HY, Lee H, Kim WR, Lee W (2004) A list cave fauna and research prospect in Korea. Korean J. Environ. Biol. 22(1): 12-27.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

3. 학회발표

- 2006. 2 동굴관광영향관리시스템(IMSCT)구축 및 적용 (최영희·이훈 공저, 한국관광학회 제 59차 학술논문 발표 대회)
- 2005. 12 관광동굴 관리 사례 및 바람직한 관리 방안 (최영희·이훈 공저 한국동굴연합회 제 1회 학술발표 및 심포지엄)
- 2005. 7 관광동굴 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 군집특성: 단양 고수동굴과 울진 성류굴 비교 (최영희·이훈 공저, 한국관광학회 제 56 차 학술논문발표대회)
- 2005. 4 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 태도 (최영희·이원철·이훈 공저, 한국호텔경영학회, 제28차 학술논문발표대회)
- 2006. 11 한국산 Ambanus의 재정리 (2신종 포함) (김병우, 이원철) 한국환경생물학회 2006년도 추계학술대회
- 2006. 8 한국산 *Draconarius* 3종에 관한 재기재(1신종 포함)(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2006. 8 한국산 희귀 종 *Ambanus* 2종에 관한 재기재(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2006. 8 세계에서 가장 큰 한국산 동대갈르와벌레의 재기재(1신종 포함)(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2006. 8 살아있는 화석곤충인 오대산 갈르와벌레 1신종(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2005. 8. 한국산 *Asiacoelotes*에 관한 재정리 (김병우 이원철) 제 60회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2005. 8. 한국산 *Draconarius*의 재정리 (김병우 이원철) 제 60회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2004. 8. 한국 동굴산 생물에 관하여(김병우) 제 59회 한국생물과학협회 정기 학술발표 심포지움
- 2004. 11. 한국 동굴산 요각류 1신종 (김병우 이원철) 제17차 국제동굴생물협회(인도)
- 2003. 11. 일본동굴학회 심포지움 참석 (김병우)

4. 박사학위논문

- 최영희 (2006). 레저편익모형을 통한 동굴관광영향관리시스템(IMSCT)구축 및 적용: BBM과 IMSTD를 중심으로. 한양대학교 대학원 박사학위 청구 논문.

5. 단행본 출판 예정

- 최영희 이훈 (2006)동굴생태탐험과 동굴관리. 정행사 118pp.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제5장 연구개발결과의 활용계획

제 1절 동굴관광영향 관리 시스템 구축 및 적용에 관한 활용

1. 연구의 차별성

국내의 기존 동굴관광은 대중관광형태의 자연을 관람하는 자연관광(Nature-Based Tourism) 이다. 자연관람형 관광은 자연에 관심이 있는 관광자가 가져야 할 보전 및 관리의 의무는 지니지 않고 있기 때문에 관광자 수의 증가는 곧 관광자원 및 생태계 파괴로 이어지게 된다. 따라서 환경의 영향을 민감하게 받는 관광자원일수록 관광자원 관리 및 관광자 교육에 노력을 기울여야 한다. 동굴관광에서의 생태관광 도입은 바로 관광객이 책임질 수 있는 관광(responsible tourism)의 형태를 가지게 된다. 동굴 생태관광은 동굴 환경교육 가능성 및 환경교육 프로그램을 개발할 수 있다. 이를 통하여 자원의 관리 보전 방향을 제시해줄 수 있으며, 관광객 영향 관리 시스템을 도입하여 관광자원의 보전을 이끌 수 있다. 결국, 기존의 동굴관광과는 차별화되는 동굴생물을 보전하며, 동굴문화유산의 가치를 홍보하고, 동굴 환경교육 및 지속가능성을 확보할 수 있다.

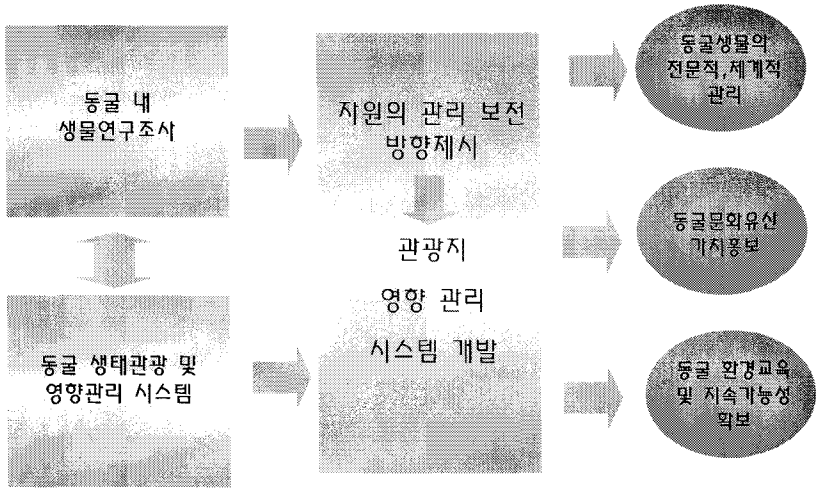


Figure 5-1. Distinct effects of cave Eco-tourism

동굴은 자체로 문화적·생태적 가치를 가지며 다양한 생물의 서식처로서 또한 주요한 관광매력지로서의 역할 등 다양한 존재의의를 가지고 있다. 하지만 지금까지 동굴에 대한 연구는 어느 한 분야에서만 진행하고 있어 한계로 지적되고 있다. 특히 이 연구에서는 생물학 등의 학문과 학제적으로 결합하여 동굴관리의 생물학적 지표를 정하고 이를 지속관리하기 위한 생태관리 연구와 동굴을 환경교육의 현장으로 삼고 환경에 대한 인식제고 및 경제적으로 환경

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

을 지원할 수 있는 프로그램으로 실용화하기 위하여 연구가 진행되어왔다.
연구결과에 따라 네 가지 측면에서 차별화된 관리기술이 유기적으로 결합하고 있다.

첫째, 학제적 연구를 통해 동굴에 대해 총체적 관점으로 접근하였다. 생물학적 기초연구는 동굴생태계에 대한 생물의 다양성과 생물보존의 지표를 제공할 수 있으며, 동굴관리를 위해 방문객의 영향을 어디까지 허용할 것인가(LAC)에 대한 기준을 제시할 수 있었다.

둘째, 일반화된 모형을 정립하고 이를 각 동굴관광에 적합하도록 특화된 관리기술을 활용할 수 있다. 지속가능한 관광과 생태관광을 위한 일반적 관리모형을(ROS, LAC, VIM 등) 한국적 상황과 동굴의 환경에 적합하도록 구성하여 실제적인 관리체제와 방안을 마련하고 동굴관광영향관리시스템을 구축하였다.

셋째, 생물지표 조사결과를 바탕으로 프로그램을 구성하고 이를 통해 환경교육에 직접 활용할 수 있다. 생물학적 연구내용은 방문객에게 환경해설교육 프로그램을 만드는 콘텐츠가 되며, 구체적인 생물학적 콘텐츠를 방문객의 특성별(연령별, 학력별, 환경지식 등)로 적합하게 프로그램화할 수 있었다.

넷째, 환경교육과 이해를 통해 환경복원과 보존을 위한 경제적 지원전략을 구상할 수 있다. 생태관광객에 대한 해설프로그램은 환경가치에 대한 이해와 환경보존을 위한 지원을 이끌어낼 수 있다. 환경보존에 대한 'willingness to pay' 개념을 확대하고 다양한 회원제도와 같은 다양한 동굴관광관리 제안을 통해 인적·경제적 환경보존 전략을 수립하였다.

2. 연구개발사업성과의 사업화 가능성

지금까지의 연구결과는 동굴관광영향관리시스템 운영을 통하여 크게 환경적 보전성 관리 효과, 사회적 형평성 유지 효과, 경제적 효율성 창출 효과 등을 모색하는 것이다. 연구결과에 따른 기술의 판매 이는 동굴의 특성에 따른 동굴관광영향관리 시스템을 통한 동굴보전방안, 동굴생태관광상품 창출 방안, 동굴관광관리자 교육, 동굴관광환경교육 프로그램 구축과 같은 소프트웨어의 판매가 주가 될 것이다. 이를 통하여 기대되는 성과는 매우 다양하게 나타날 것으로 판단되며, 사례를 통하여 설명하고자 한다.

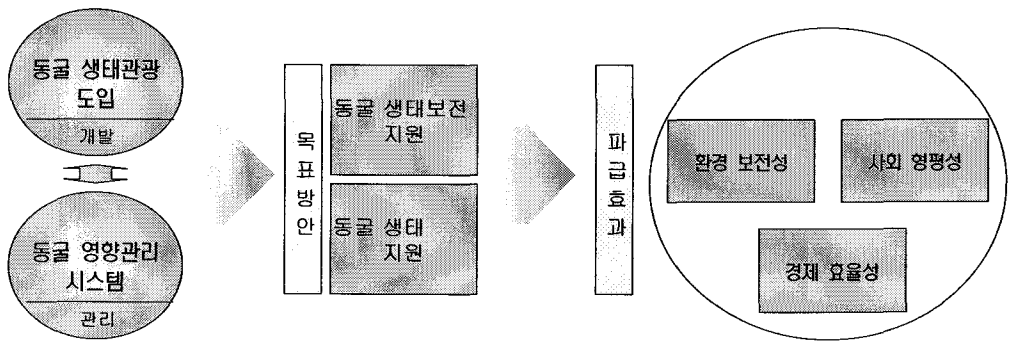


Figure 5-2. Model of distinct effects on cave eco-tourism.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

환경 보전·관리 측면의 효과로는 생태계가 지속가능성을 가질 수 있도록 관광자의 영향을 최소화하고 이에 따른 환경 영향 관리가 가능하다는 것이다. 동굴과 같이 제한된 지역에서의 민감한 지형 형태에서 생태관광의 도입이 되지 않으면 동굴 내 지형 및 생태계는 파괴되기 쉬우며, 실제로 국내 관광자가 많이 방문하고 있는 동굴의 경우는 환경 파괴 현상이 나타나고 있다. 이에 동굴 생태관광은 환경 파괴를 최소화함과 동시에 환경을 보전·복원할 수 있는 효과까지도 가져다 줄 수 있다.

뉴질랜드 국립박물관에서는 시민을 위하여 정기적으로 웰링턴 주변의 생태관광지를 대상으로 야외 생태관광을 주최하고 있다. 특히, Waitomo 반딧불 동굴 박물관의 경우 각각의 관광지 특성에 맞게 학술적인 근거를 바탕으로 정성스럽게 박물관을 꾸며 놓았다. 그래서 박물관에서 1차적인 학습을 할 수 있으며, 생태관광의 자원활용을 극대화하고 있다.

국내에서도 삼척의 경우 2002 삼척세계동굴박람회를 개최하였다. 환선굴 지역은 동굴체험의 장으로서 관광자들이 실제로 동굴 미개방 지역까지 탐사할 수 있는 기회를 마련해 주었고, 새천년도로 유원지에 해변지역 해수욕장의 이벤트 행사를 유치하였으며, 해신당공원 및 황영조 기념공원과 연계하여 1997년부터 2001년까지 400여 만명 관광객 유치 및 130억여 원의 입장료 수입을 가져온 바 있다.

동굴 생태관광은 대중관광활동의 형태를 지양하며 환경 및 교육에 관심이 많은 전문가, 고학력층, 고소득층의 관광자가 많이 참여할 것으로 예상된다. 지난 2000년 교육부의 제6차 교육과정에서 환경교육의 강화를 골자로 하여 환경보전시범학교와 초·중등학교에서 환경교육이 이루어지게 의무과정을 둔 것을 시작으로 생태 대안학교의 설립, 환경운동연합·녹색연합 등의 시민단체 회원 증가는 환경에 대한 중요성이 증대되고 있으며, 환경교육의 필요성을 일반인들도 느끼고 있다는 것을 보여준다. 이와 함께 세계 어느 나라보다 교육열이 강한 국내 교육열은 교육적인 관광형태의 발전 가능성을 간접적으로 보여주고 있다.

따라서 개인적으로 환경에 관심이 있는 F.I.T 개별 관광자뿐만 아니라 소수의 환경 체험 단체 관광자에 대한 참여가 많을 것으로 예상된다. 따라서 관광자들이 지불하는 관광요금은 환경보전에 필요한 비용으로 쓰이게 될 것이다.

이와 같이 동굴영향관리시스템 구축에 따른 소프트웨어 판매는 경제적으로도 그 사업화에 대한 가능성이 긍정적이라 할 수 있다. 하지만 경제적 효과뿐만 아니라 더욱 중요한 것은 동굴 생태관광의 관리 및 교육적인 측면을 지역주민이 주체가 되어 개발해 나가며, 관광자 역시 환경 교육을 받게 됨으로써 사회적 형평성 및 환경적 보전성을 동시에 이끌어 나가는데 그 의의가 있다고 할 수 있다.

나. 동굴관광 영향관리 시스템 판매에 따른 파급효과 및 활용방안

거시적인 측면에서 살펴보았을 때 생물이 존재하는 살아있는 동굴, 즉 다양한 생물이 존재하는 동굴을 연구함으로써 다음과 같은 시너지 효과를 얻을 수 있다.

첫 번째, 생명의 신비와 문화유산으로써 보존 가치를 더욱 증대시킬 수 있는 자료를 제시할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

두 번째, 극한환경생태에서 적응하고 진화한 생물들을 밝힘으로써 미래의 과학자원인 유전자를 확보할 수 있다.

세 번째 기존의 비전문적인 동굴생물연구로부터 체계적이고 학문적인 자료를 제시할 수 있다.

네 번째, 살아있는 생물을 연구함으로써 합리적인 동굴관광자원 홍보와 학생 및 관련연구자들의 교육의 장으로 활용할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제1절 일본과 뉴질랜드의 관광동굴 정보(The information of Cave Tourism in Japan and New Zealand)

동굴관광 선진사례분석은 우리보다 먼저 동굴관광이 시행되어온 지역의 동굴관광의 현황을 비롯하여 동굴관광 관리 방안 및 시스템의 형태를 파악하기 위한 목적으로 실시되었다. 해외 사례 지역은 동굴관광 프로그램이 구성현황, 동굴관광의 지속력을 중심으로 평가하여 뉴질랜드 Waitomo Golwworm Caves, 일본의 秋吉洞를 선정하였다. 구체적인 연구성과 구축을 위하여 동굴관리자 및 관련 정부기관, 동굴관련 연구자등을 인터뷰하고, 2차 자료를 수집하였으며, 일본과 호주에서 직접 자원을 탐방하였다. 동굴관광해외사례 분석은 동굴관광의 현황과 동굴관광관리방안, 동굴관광 프로그램을 중심으로 이루어졌다. 각 동굴에서의 동굴관리 시스템 및 프로그램과 관련된 시사점은 국내동굴관광영향관리 시스템을 구축하는데 반영하였다.

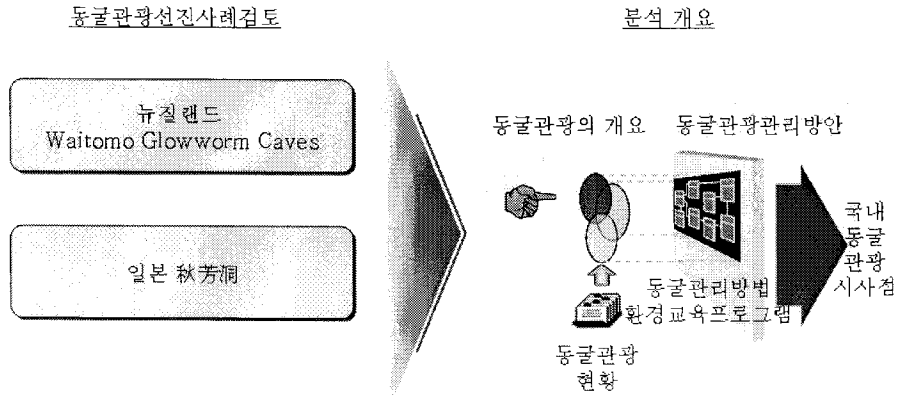


Figure 6-1. Outline of the example on cave advertisement.

1. 뉴질랜드 Waitomo Glowworm Caves

1) Waitomo의 역사

뉴질랜드 남서쪽에 위치한 Waitomo Glowworm Caves는 100년 넘게 세계적으로 백만 명이 넘는 사람들을 끌어들일 정도로 유명한 생태 관광동굴이다. 이 동굴은 반딧불이를 관찰할 수 있는 곳으로 유명한데, 동굴에 들어서면서, 빛나는 작은 반딧불을 따라 보트여행을 하게 된다.

Waitomo Glowworm Caves에서 250미터 이상을 들어가면 인상적인 지하 대성당과 석회화살, 연회궁, 파이프 오르간 등이 펼쳐진다.

이글에서는 Waitomo Glowworm Caves를 중심으로 동굴의 특징, 관리시스템의 특징, 동굴관광상품의 특징을 파악하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

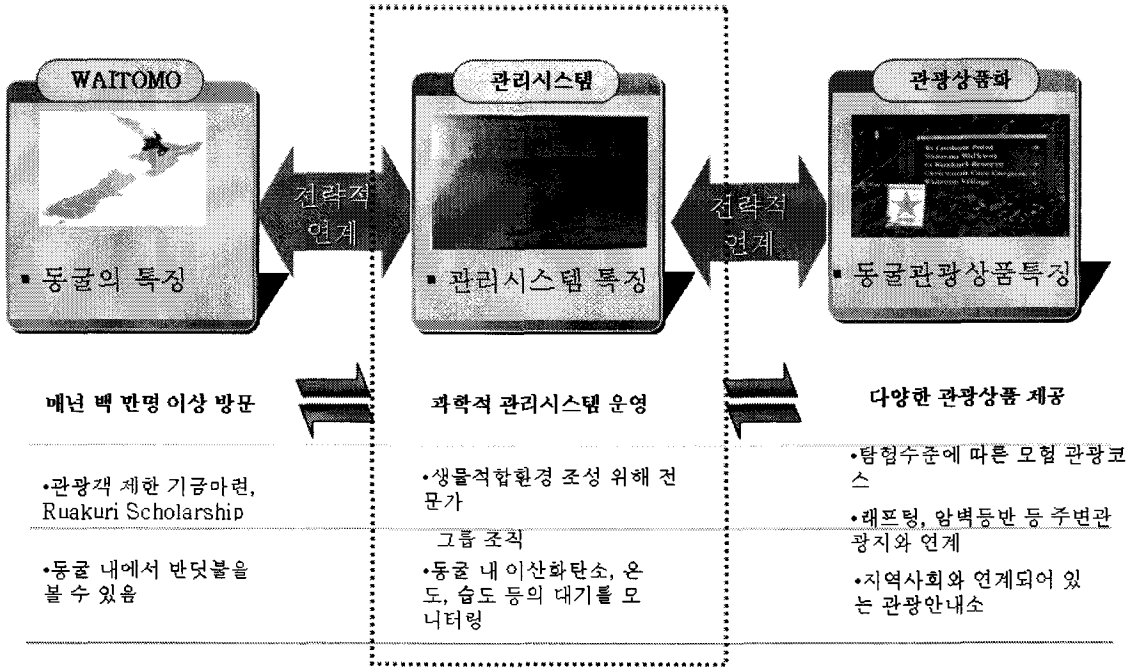


Figure 6-2. Patterns of Management System in Waitomo Glowworm Caves

Waitomo Glowworm Caves와 인접한 동굴로 Aranui 동굴과 Ruakuri 동굴이 있다. Waitomo Glowworm Caves로부터 서쪽으로 3킬로 정도 떨어진 위치에 있는 Aranui 동굴은 섬세한 형상물을 감상할 수 있다. Ruakuri의 숲과 잘 어우러져 있으며 세계에서 가장 큰 종유석이 있는 곳이기도 하다.

Ruakuri 동굴에는 매년 3만5천 명 이상의 특별한 모험 관광객들이 방문한다. 모험관광객들을 나이와 탐험 수준에 따라 두 가지로 나눠 전설적인 관광을 운영하고 있다. 가장 인기가 좋은 것은 Black Labyrinth(어둠의 미궁)으로서 세계적으로 명성이 자자한데, 3시간 동안 반딧불이 반작이는 Ruakuri Cave을 누비면서 뛰고 표류하는 등의 경험을 하게 된다. Black Abyss(어둠의 심연)은 고급 모험코스로서 Ruakuri Cave를 흐는 강에서 면허를 가진 가이드와 함께 5시간 동안 높은 곳에 올라가고 급류를 따라 떠다니게 된다.

Waitomo Glowworm Caves는 표면으로부터 동굴바닥까지 34미터 높이이며, 강 표면에서 Glowworm Grotto의 천장까지는 6.5미터이다. 기온은 12개월 동안 2~3도 정도의 변동만 보이는데, 평균 기온은 섭씨 16도이다. 강의 온도는 겨울에는 섭씨 8도, 여름에는 섭씨 16도이다. 강의 깊이는 대략 1~2미터 정도이다.

Aranui Cave는 가장 작고 사랑스런 동굴로 정교한 형성물을 가진 곳이다. 입구가 작고 강이 없지만 Wetas(자이언트 거미)들의 거대한 왕국을 이루는 것이 특징이다. Aranui Cave의 갈라진 틈에서는 Wetas가 가만히 달라붙어 있다. Wetas는 귀뚜라미나 메뚜기와 연관이 깊은 곤충으로서 동굴에 사는 Wetas는 다리와 더듬이가 일반 Wetas과는 다르다. 동굴에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

사는 weta은 앞을 거의 볼 수 없게 때문에 좋은 후각과 긴 다리를 가지고 있으며, 먹이를 구하기 위해 오직 밤에만 동굴 밖으로 나오며 보름달이 떴을 때는 빛의 양이 많아서 나오지 않는다. 빛이 거의 없는 동굴의 특성상 먹이가 부족하기 때문에 cave Weta는 동굴 입구에서 10미터 거리에서 대량 군집을 이루며 살아가고 있다.
Ruakuri Scholarship은 관광을 제한하는 데 따른 기금마련을 가능하기 위해 2003년에 설립됐는데, 구체적인 활동 목적은 와이토모 지역민들이 지역관광에 이로운 연구를 더욱 심층적으로 하기 위해 도움을 주도록 자금을 형성하기 위한 것이다.

2. Waitomo Glowworm Caves의 과학적 관리시스템

동굴은 그 형성 자체가 단시간에 이루어진 것이 아니다. 종유석, 석순, 석주와 같은 장식과 조형물은 석회암 위를 흐르거나 동굴의 지붕으로부터 떨어진 물로 인해 생기는 것으로, 수백 수천년 동안 이뤄진 것으로 지형과 석회석 상태, 동굴의 나이 등 다양한 원인에 의해 영향을 받을 수 있다. 그러나 관광객의 입장에 따른 변화가 있을 경우 매우 빠른 속도로 진행되기 때문에 동굴의 관리방안은 매우 중요하다.
Waitomo 동굴에서는 특별 과학자문 그룹을 구성하고 수백만 마리의 반딧불이를 보호하기 위한 생물학적 조사를 실시하였다. 조사결과 Waitomo 동굴에 거주하는 반딧불이는 안정된 조건과 최소한의 공기흐름을 선호하는 것으로 나타났다.
동굴에서 관광활동이 이루어지기 때문에 과학자문 그룹은 동굴 내 반딧불이 거주하기 적정한 동굴환경을 만들기 위해 방문객 수와 동굴 내 환경의 변화를 공기의 질과 바위와 물의 온도, 습도, 이산화탄소로 측정하였다. 이러한 과정을 통하여 과학자문 그룹에서는 동굴내부의 공기의 흐름을 조절하기 위해 상부 출입문을 여닫는 것을 결정하였고, 세세한 환경 영향에 영향을 미치지 않는 일일 방문객 수를 추산해 내었다. 동굴관리자들은 과학자문 그룹의 연구내용을 바탕으로 동굴의 관리시스템과 그 내용에 관한 것으로 동굴내의 이산화탄소량, 온도, 습도를 측정하여 관광객들도 볼 수 있도록 컴퓨터 시스템을 설치하였다. 이 시스템에서는 동굴내의 생태변화를 유발하지 않은 한도 내에서 동굴내부의 지표에 따른 기준을 설정하고 이에 문제가 발생할 시에 직접적으로 동굴관광객의 입장시간이나 동굴관광객 수를 조절을 관리자에게 알리게 된다. 물론, Waitomo Glowworm Caves는 동굴방문이전에 예약을 하여야 하기 때문에 일별 관광객 수의 조절은 매우 용이하게 이루어 질 수 있다.

이를 위한 독립적인 관리 시스템은 컴퓨터 시스템, 관련 전문가집단으로 양분되어 전체 Waitomo Glowworm Caves의 관리 시스템을 형성하고 있다. 이러한 형태의 관리 기반이 있어 동굴내부의 생물학적 변화, 지리학적인 변화를 감지하고 수 년 이내의 관리방안이나 관광객 관리 방안이 도출되는 것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

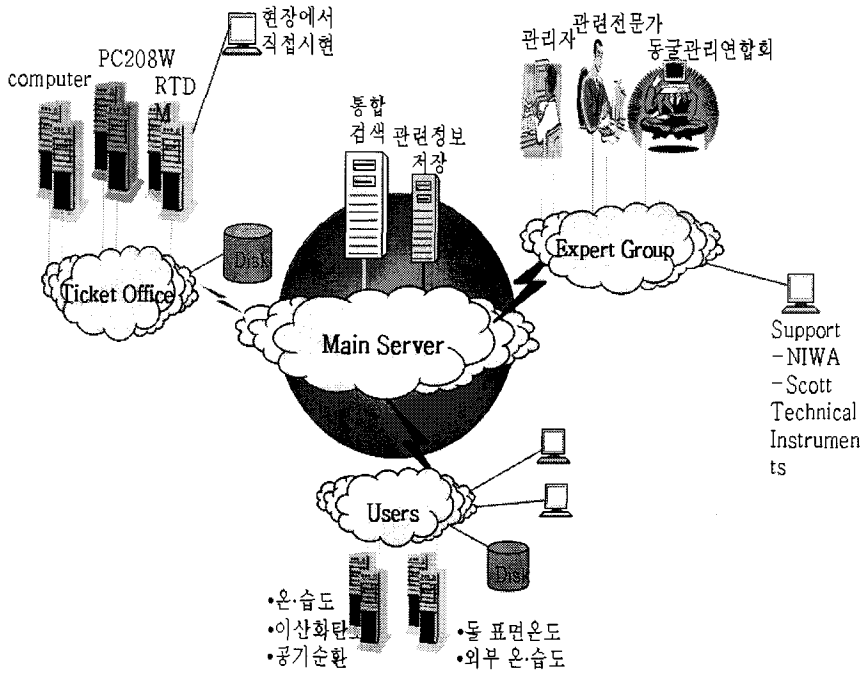


Figure 6-3. Patterns of Management System in Waitomo Glowworm Caves.

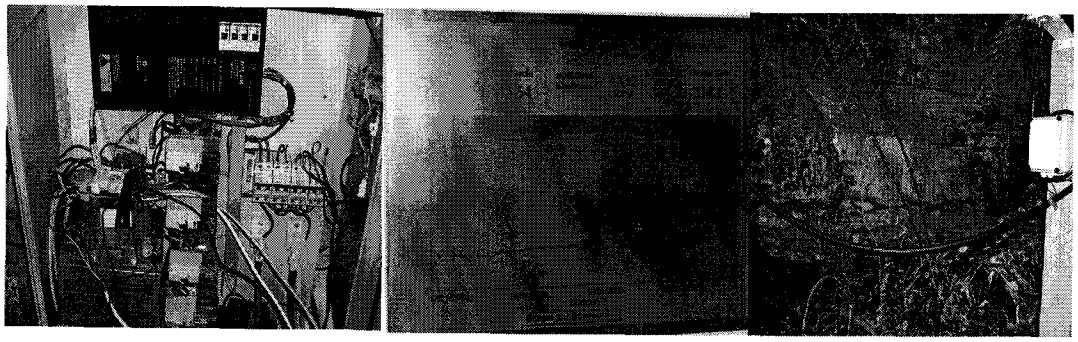


Figure 6-4. Equipment and Management Systems in Waitomo Glowworm Caves

3. Waitomo Glowworm Caves의 다양한 관광코스 구성

와이토모 지역은 지상과 지하 양쪽에서 특별한 전경을 제공해 주고 있다. Aranui 동굴의 약간 위쪽 계곡에는 말을 타고 골프를 즐길 수 있는 Otorohanga Kiwi House가 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Black water에서의 래프팅, 암반등반은 삶의 활력을 불어넣어 준다.
동굴과 동굴관광코스에 대한 다양한 정보를 위하여 다음의 동굴관광안내소를 이용하게 된다. 동굴관광안내소는 동굴관광에 대한 개괄적인 정보를 제공하여 준다.



Figure 6-5. Ticketing box for the tourism in Waitomo Glowworm Caves.

동굴을 관람할 때는 형성물을 만지기, 담배 피기, 사진 촬영이 금지되며, 안전을 위해 혼자 다니지 말고 관람 시간 내내 정숙을 유지해야 한다. 관광객들은 오클랜드에서 와이토모 동굴까지 대형버스로 이동하는 고급 관광을 즐길 수도 있다.

2. 일본의 秋吉洞

일본에 있는 동굴의 종류 중 가장 많은 것이 석회동굴이다. 일본의 동굴은 北海道(홋카이도)에서 沖繩(오키나와)까지 널리 분포돼 있으며 관광지로 개발된 동굴도 많다. 이 중 관광동굴로 알려진 주요 동굴은 岩手縣(이와테 현)의 龍泉洞[류센도][1], 福島縣(후쿠시마 현)의 아부쿠마洞[2], 東京(도쿄)의 日原(입빠라)종유동굴[3], 山口縣(야마구치 현)의 秋芳洞(아키요시도)[4], 高知縣(고치현)의 龍河洞[류가도][5], 熊本縣(쿠마모토현)의 珠泉洞(슈센도)[6], 鹿兒島縣(카고시마 현)의 昇龍洞(쇼류도)[7], 沖繩縣(오키나와현)의 玉泉洞(교크센도)[8]이다. 이 동굴의 관리자들은 매년 한 번 '동굴서미트(관리자회의)'를 개최하여 동굴 공통의 문제를 논의해오고 있다. 이 글에서는 각 동굴의 특징 및 동굴관리 상황을 살펴 秋芳洞(아키요시도)를 사례로 동굴의 특징, 연계관리시스템, 동굴관광상품의 특징을 파악하였다.

---

1) 町營, 1959년 관광 개발, 국가지정 천연기념물, 총연장 2.500미터, 연간 동굴 방문객수 약 250,000명
2) 町營, 1973년 관광 개발, 총연장 720미터, 연간 동굴 방문객수 370,000명
3) 日原보존회, 1947년 관광 개발, 東京都(도쿄부) 천연기념물지정, 총연장 800미터, 연간 동굴방문객수 약 80,000명
4) 町營, 1090년 관광 개발, 국가지정 특별천연기념물, 연간 동굴 방문객수 850,000명, 총연장 8,700미터
5) 龍河보존회, 1931년 관광 개발, 국가지정 천연기념물, 총연장 4,000미터, 연간 동굴 방문객수 260,000명
6) 珠泉村(슈센무라) 삼림조합, 1975년 관광개발, 총연장 4,800미터, 연간 동굴 방문객수 약 120,000명
7) 町營, 1963년 관광개발, 縣지정 천연기념물, 총연장 3,500미터, 연간 동굴 방문객수 약 140,000명
8) 南都월드주식회사, 1972년 관광 개발, 총연장 5,000미터, 연간 동굴 방문객수 1,570,000명

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

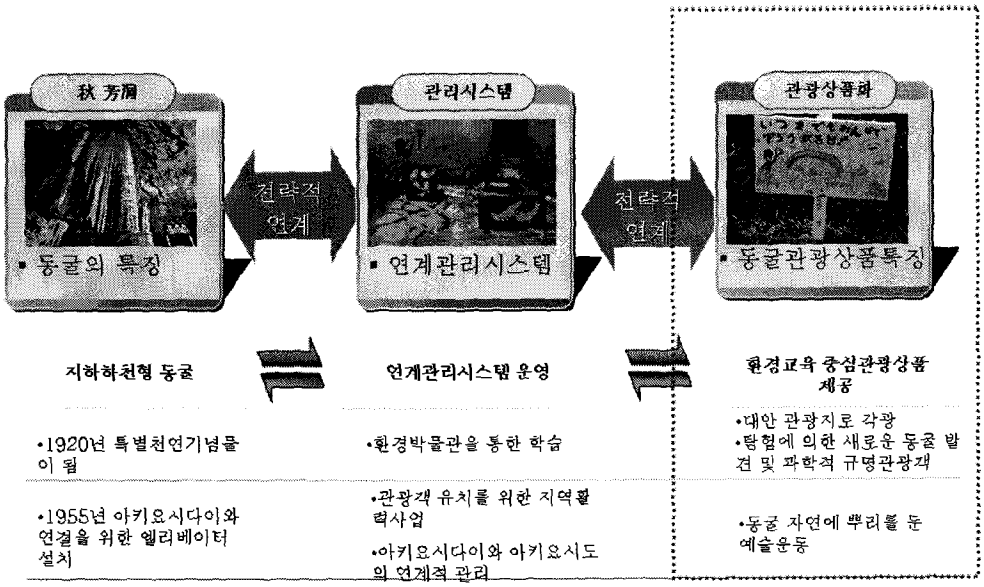


Figure 6-6. Contents of the analysis on tourism of Akiyoshido caves.

1. 秋芳洞(아키요시도)의 관광동굴화 사례

일본의 대표적인 개방동굴은 秋芳洞(아키요시도)을 들 수 있는데, 이 동굴은 메이지시대 때 뛰어난 동굴을 세계인들에게 개방하자는 의도로 관광지화 되어, 처음 이 동굴이 개방될 때는 관광으로 많은 이익을 얻기보다 오히려 세계인들에게 보이기 위한 것이 강했다고 한다. 관광객들이 오면 마을 사람들이 연극을 보여주는 등 대대적인 환영하고 동굴 안내 역시 대단히 친절하게 했다는 기록이 있다.

秋芳(아키요시)동굴은 지하 하천형 동굴로 동굴 내부에는 넓은 지하수가 흐르고 있으며, 1920년 천연기념물 적합판정을 받았다. 이에 따라 동굴 관리는 秋芳村(아키요시무라현) 秋芳町)이 실시하고, 동굴은 사적명승천연기념물법에 의거해 철저히 보호되었다. 昭和(쇼와) 시대가 되자 동굴 내에 전등이 설치되고 전국적 홍보활동을 펼치고, 동굴에 대한 학술적 연구가 진행되었다. 연구결과, 동굴생물 가운데 신종 발견이 잇따르고, 눈이 퇴화된 동굴 생물의 존재가 속속 밝혀졌다. 향후 1951년에는 사적명승 특별천연기념물로, 곧이어 특별천연기념물로 지정돼 보존 철저한 보호가 이어지고 있다.

그러나 이 동굴의 관광지화를 위해 아키요시무라현에서는 1955년 아키요시도 동굴과 외부 카르스트지형의 관광지를 잇는 25인승 엘리베이터 설치를 건의해 2대를 설치할 수 있는 국가의 허가를 받았고 동굴 내부 통로를 정비해 사람들이 안전하게 관람할 수 있도록 콘크리트 통로를 완성했다. 동굴 내부의 다리 역시 개조되었다. 한편 秋吉臺(아키요시다이)전망대가 설치되고 秋吉臺(아키요시다이) 과학박물관이 만들어져 동굴관광이 자연학습 관광의 성격을 강하게 띠게 됐다. 어린 학생들에 대해서는 할인혜택도 주어졌다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



Figure 6-7. Interior light-equipments and elevator in Akiyoshido caves

이러한 정책으로 인해 급격한 관광객 수 증가를 꾀할 수 있게 됐는데, 동굴내부에는 관광객들로 넘치고 엘리베이터를 기다리는데 1시간 이상 걸리는 사태까지 벌어졌다. 이에 대한 문제를 해결하기 위해 동굴 환경이 크게 바뀌는 위험을 무릅쓰고 카르스트지형 관광지에서 바로 통할 수 있는 터널을 만들기도 했다. 동굴 내부의 조명도 수은등, 메탈할로이드등, 형광등으로 분리 사용해 새로운 조명을 만들어냈다. 그러나 1년 쯤 지나자 동굴 곳곳에서 녹색을 띤 식물들이 출현해 동굴은 더럽혀져 갔다. 조도를 낮추고 식물이 자라지 못하게 했지만 이미 지라난 식물에 대해서는 약품 사용을 할 수 없어 물리적으로 제거하였다.

2. 대안관광지로서의 秋芳洞(아키요시도)

秋芳洞(아키요시도)와 광대한 카르스트초원인 秋吉臺(아키요시다이)는 관광객들에게 쾌적한 관광 매력물로 다가갔다.
1975년의 관광객 수는 198만 명에 달했다. 관광객이 늘자 하수나 쓰레기가 과다하게 배출되어 지하 동굴을 더럽히기도 했는데, 이러한 일련의 사건을 계기로 동굴환경을 항상 관리하고 이상이 발견되면 즉시 조사하고, 보호 대책을 강구할 수 있는 제도를 확립해야 한다는 교훈을 남겼다.

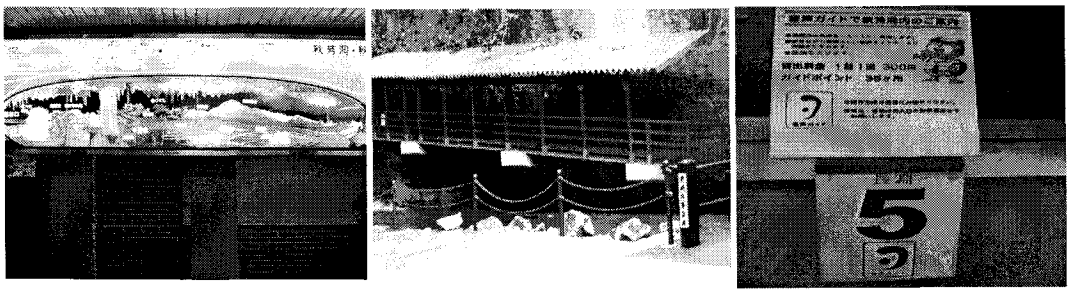


Figure 6-8. Entrance, informational note and sight in Akiyoshido caves.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

3) 관광객 감소와 관광객 유치를 위한 새로운 사업

1975년경부터 이 동굴을 찾는 관광객 수가 감소하기 시작했다. 이에 대한 대안으로 학습 관광과 같은 진지한 관광은 경원시되고 테마파크 형 놀이관광이 선호되는 경향에 맞춰 중간 규모의 관광 '가족 여행촌' 건설에 착수했다. 그러나 별다른 실효가 없자 동굴 근처에 골프장을 만들자고 제기됐으나 주민들의 강력한 반대에 부딪혀 무산됐다. 동굴 내에서는 조명을 유리로 만들거나 새로운 동굴지류 개발 혹은 탐험관광을 도입하거나 동굴 내 콘서트 등의 이벤트를 개최하는 등 갖가지 시도가 이뤄졌다. 그러나 동굴의 자연을 차분히 음미하거나 마음에 감동을 주는 방법과는 거리가 먼 계획으로 결과적으로는 환경파괴를 초래하는 사업에 그치고 말았다.
이와 같이 사업에만 중점을 두는 관광정책은 바람직하지 않다는 판단 하에 1983년에는 일정 규모 이상의 사업을 벌일 경우에는 반드시 전문가의 의견을 구해야 하는 제도가 생겨나고 동굴 원형보존의 중요성이 대두되었다.

4) 탐험에 의한 새로운 동굴 발견 및 동굴의 과학적 규명

1961년부터 야마구치 대학에는 '야마구치 케이빙 클럽' 이라는 동굴탐험 그룹이 조직돼 秋吉臺(아키요시다이)에 위치한 동굴을 탐험해 왔다. 秋吉臺(아키요시다이)에는 아직도 발견되지 않은 동굴도 있다. 이들은 창립이해 35년간에 걸쳐 秋吉臺(아키요시다이)에서 420개의 동굴을 탐험하고 측량하고 등록해 그 결과를 책으로도 출판했다. 또한 동굴 생성물, 광물, 척추동물 화석, 퇴적물, 서식생물 등의 조사를 펼쳤는데 이는 동굴의 실태를 이해하는데 있어 매우 중요하며 연구의 진보는 당연히 동굴관광에도 큰 공헌을 할 수 있게 되었다. 秋吉臺(아키요시다이)과학박물관에서는 秋芳洞(아키요시도)의 지리적 특징과 동굴 내 생물의 과학적 규명 및 관광객 관리에 힘쓰고 있다. 최근 환경학습이 교육에도 도입되어 환경사상에 기반을 둔 자연학습이 시작되고 있다. 여기서는 전문 가이드가 있어 방문객들에게 교육의 장을 제공하고, 秋吉臺(아키요시다이)에 위치한 각 동굴은 관광코스로 연계되고 있다.

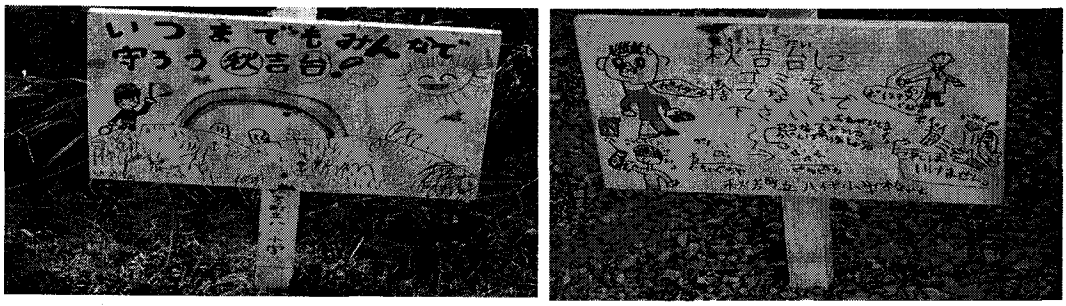


Figure 6-9. Signpost of natural conservation in Akiyoshdo caves.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제 7장 참고문헌

강원대학교 한국동굴연구소. 2003. 성류굴 환경보전 및 안전진단. 울진군.

강원대학교 자원개발연구소. 1987. 대이리 동굴군 종합학술조사 보고서. 삼척시.

권헌교, 신원섭, 김재준. 2004. 도시림의 유형에 따른 이용편익 비교. 한국산림휴양학회지, 8(2): 37-46.

김남조. 2000. 측정항목의 상대적 기여도를 이용한 사회적 수용력의 영역회피, 혼잡지각, 만족의 관계에 대한 연구. 관광연구논총. 19:177-204.

김남조, 정철, 박상현, 김진선. 2000. 사회적 수용력의 혼잡기대, 혼잡지각, 만족의 관계에 관한 연구: '99 강원국제관광엑스포를 중심으로. 관광학연구. 24(1):243-257.

김남조. 2001. 관광목적지에 대한 지역주민과 관광자의 지각, 태도, 기대행위 차이. 관광학연구. 25(3):43-62.

김남조, 최승묵. 2001. 1990년대 야외위락공간의 수용력 연구성향분석. 학술연구발표논문집. 한국관광학회 제 49차 학술 심포지엄. 한양대학교. 서울시.

김병우, 최용근, 서호영·이훈·김원록·이원철. 2004. 한국 동굴생물상 목록 및 연구전망. 환경생물, 22(1): 12-27.

김상훈. 1978. 우리나라 관광동굴의 현황과 그 개발에 대한 소고. 관광학연구, 2: 39-55. 김일동. 2001. 자치단체 국제 이벤트: 강원도 삼척시: 가장 깊은 비밀-동굴 주제로 2002 삼척 세계동굴박람회 개최. 지방행정. 50(574):72-79.김상훈. 1978. 우리나라 관광동굴의 현황과 그 개발에 대한 소고. 관광학연구. 2:39-55.

김진선. 2000. 레크레이션 지역의 수용력에 대한 이론적 고찰. 한국공원휴양학회, 2(2):164-177.

김진선. 2003. 허용변화한계법과 휴양기회분포를 적용한 갯벌자원평가. 한국조경학회지. 31(4):57-66.

김진선, 정성태. 2003. 공간집약적 관광지에서 사회적 수용력 연구. 한국조경학회지, 31(2):28-35.

김창수, 김의근. 1995. 관광지의 적정수용력 측정에 관한 연구. 관광시스템품질연구, 1(2):41-58.

김홍운. 1983. 단양지역 동굴관광지의 효율적인 재개발에 관한 연구. 관광학연구. 7:18-32.

남궁준, 석동일, 서무송. 1987. 한국의 동굴. 아카데미서적. pp. 264-281.

단양군. 2005. 고수동굴. [online]. 충청북도 단양군. Available from http://www.danyang.chungbuk.kr/. (accessed 14. December. 2005)

문준식. 2002. 자연동굴도 亂개발 신음: 지자체 무분별 훼손, 상당수 '中毒' . 세계일보. 2002년 8월 23일.

박봉우, Haas, G. E. 1992. 생태학적 접근을 통한 삼림휴양지의 사용환경평가 및 관리체계: 삼림휴양지 계획 및 관리도구로서의 레크리에이션 기회분포역분석 접근. 한국임학회지. 81(4):372-382.

세계일보. 2002. 자연동굴도 난 개발 신음, 지자체 무분별 훼손, 상당수 '중병' . 2002년 8월 23일.

신원섭. 1998. 야외휴양관리. 서울: 도서출판 따님.

신원섭. 2001. Recreation Opportunity Spectrum(ROS)의 개념과 적용: 연구 사례를 중심으로. 한국

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

산림휴양학회지. 5(4):33-39.
엄붕훈, 한성미. 1993. 공원잔디공간 이용자의 혼잡도 지각에 관한 연구: 경주 보문관광단지 잔디공간을 대상으로. 한국조경학회지. 21(3):65-75.
연평식. 2004. Benefits-based management model을 이용한 휴양자원 속상과 휴양편익 구명. 박사학위청구논문. 충북대학교 대학원.
울진군. 2003. 성류굴. [On-line], Available from http://tour.uljin.go.kr/. (accessed 14. December. 2005)
유영준. 2002. 동굴자원의 체험관광 활성화 방안. 관광연구논총. 14:119-140.
이훈. 1999. 관광지 영향관리시스템 개발에 관한 탐색적 연구 : 수용력 평가모형 비교분석을 중심으로. 관광개발논총. 10:131-140.
이훈. 2000a. 비수기 해변 관광객 혼잡지각의 형성 및 영향에 대한 인과구조분석. 관광학연구. 23(2):47-67.
이훈. 2000b. 혼잡지각 측정척도 비교검증: 만족도 및 설명변인의 관계를 중심으로. 관광학연구, 24(2):93-115.
이훈. 2001. 지속가능한 관광을 위한 교육훈련. 지속가능한 관광. 일신사. 서울.
자연유산보존협회. 2000. 천연기념물 공개동굴 실태조사 및 보존대책 연구 보고서. 문화재청.
정강환. 2000. 지질관광대상지 활성화를 위한 관광객 시장분석과 관광프로그램 및 이벤트개발에 관한 연구. 관광학연구. 24(1):281-296.
차승훈. 2004. 지속가능한 관광 지표 설정과 평가시스템 구축방안에 관한 연구: 동굴 관광지를 사례로 하여. 석사학위청구논문. 건국대학교 대학원.
최영희, 서용석, 이훈. 2004. 동굴에서의 혼잡지각 결정요인. 관광연구논총. 16:57-79.
최영희, 이훈 2004. 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 군집특성: 단양 고수동굴과 울진 성류굴 비교. 학술연구발표논문집. 한국관광학회 제 56차 학술 심포지엄. 대명콘도, 단양군.
최영희, 이훈, 이원철. 2005. 동굴관광지에 대한 지역주민의 태도 및 영향요인: 지역애착과 태도이론을 중심으로. 호텔경영학연구. 14(1):193-215.
하종대. 2000. 동굴을 살리자(상): 파괴의 현장 르포. 동아일보, 2000년 7월 24일, [On-line], Avaliable from http://www.donga.com/fbin/output?sfrm=4&n=200007230 223#/
하종대, 이승헌. 2000. 동굴을 살리자(하): 구멍난 보존대책. 동아일보, 2000년 7월 25일, [On-line], Avaliable from http://www.donga.com/fbin/output?sfrm=4&n=2000072404 55
한국관광공사. 2001. [On-line], Available from http://knto.or.kr (accessed 17. October. 2003.)
한국동굴학회. 2002. 전국자연동굴 조사 지침서 작성에 관한 연구보고서. 환경부.
홍충렬. 1995. 관광지로서의 천곡동굴 연구. 동굴, 40(41):58-69.
홍충렬, 김원진. 2001. 관광동굴에 대한 이미지 및 행태 특성. 호텔관광연구. 7:135-153.
환경부. 1998. 자연환경보전법. 행정간행물 등록번호 38000-67140-9962. 245pp.
환경부. 1998. 자연환경보전법. 행정간행물 등록번호 38000-67140-9962. 245pp.
환경부. 2002. 전국 자연동굴 조사지침서 작성에 관한 연구 보고서. 273pp.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

한국동굴협회. 1970. 한국의 동굴(1)- 제주도 용암동굴. 문화공보부. 126pp.
한국동굴학회. 2002. 전국 자연동굴 조사지침서 작성에 관한 연구 보고서. 환경부. 273pp.
한국자연보전협회. 1989. 한국의 휘귀 및 위기동식물 도감. 165pp.
홍충렬, 김원진 2001. 관광동굴에 대한 이미지 및 형태 특성 - 충북 단양굴 고수동굴 관광객을 중심으로. 호텔관광연구. 7: 135-152.
홍현철 1996. 고수동굴 주변 관광상업지역의 특성. 동굴. 47: 19-34.
Ando, H., Nagashima, T. 1982. A preliminary note on the embryogenesis of Galloisiana nipponensis (Caudell et King). pp. 89-95. In: Biology of the Notoptera. Ando, H. (ed.). Kashiyo-Insatsu Co. Nagano.
Arita, H. T. 1996. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, Mexico. Biological conservation, 76(2):177-185.
Asahina, S. 1959. Descriptions of two new Grylloblattidae from Japan. Konty□. 27:249-252.
Asahina, S. 1961. A new Galloisiana from Hokkaido (Grylloblattoidea). Konty□. 29:85-87.
Baccetti, B. 1982. The spermatozoon of Arthropoda. XXXII. Galloisiana nipponensis (Caudell et King) (Grylloblattodea). pp. 71-78. In: Biology of the Notoptera. Ando, H. (ed.). Kashiyo-Insatsu Co. Nagano.
Baker, A., Genty, D. 1998. Environmental pressures on conserving cave speleothems: effects of changing surface land use and increased cave tourism. J. Environ. Manage. 53(2): 165-175.
Barr, T. C. 1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. Evol. Biol. 2:35-102.
Bey-Bienko, G. Y. 1951. A new representative of Orthopteroid insect of the group Grylloblattoidea (Orthoptera) in the fauna of USSR. EntomolObozr. 31:506-509.
Boxshall, G. A. Halsey, S. H. 2004. An Introduction to Copepod Diversity. Part I. The Ray Society. London.
Brown, P. J., Driver, B., McConnell, C. 1978. The opportunity spectrum concept and behavioral information in outdoor recreation resources supply inventories: background and application. National Workshop on Integrated Inventories of Renewable Natural Resources. Tuscan, Arizona. January 8-12.
Caudell, A. L. 1924. Note on Grylloblatta with description of a new species. J. Wash. Acad. Sci. 14:369-371.
Caudell, A.L., King, J. L. 1924. A new genus and species of the notopterous family Grylloblattidae from Japan. Proc. Entomol. Soc. Wash. 26:53-60.
Caving Canada. 2003. Available from http://www.cancaver.ca/
Calaforra, J. M., Fernandez-Cortes, A., Sanchez-Martos, F., Gisbert, J., & Pulido-Bosch, A.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2003. Environmental control for determining human impact and permanent visitor capacity in a potential show cave before tourist use. Environmental conservation, 30(2):160-167.

Canadian Parks/Recreation Association. 1997. The benefits catalogue. Gloucester, ON, Canada. Canadian Parks/Recreation Association.

Chang, C. Y. 1993. Harpacticoid copepods of the genus Attheyella (Harpacticoida: Canthocamptidae) in Korea. Korean J Syst Zool 9(2): 181-190.

Chang, C. Y., Kim, H. S. 1992. Two new species of genus Attheyella (Harpacticoida: Canthocamptidae) from springs of Korea. Korean. J. Syst. Zool. Special Issue (3):67-76.

Chang, C. Y., Lee, J. M. 2003. Taxonomy on freshwater Canthocamptid Harpacticoids from Korea II. Genus Attheyella. Korean. J. Syst. Zool. 19(2): 189-201.

Chappuis, P. A. 1958. Mission Franco-Japonaise dens les grottes du Japon. Harpacticoides de la grotte dite Akiyoshi-Do. Notes biospol 13: 71-83.

Cho, Y. B., Shin, C. R., Choi, Y. G. 2003. Korean cave species of the superfamily staphylinoidea(Coleoptera) I. Ins. Koreana 20(2):139-148.

Cho, M. H. 2002. Tourism redevelopment strategy: the case of the Kangwon land resort casino. Anatolia: An International Journal of Tourism And Hospitality Research, 13(2):185-197.

Choi, K. C., Namkung, J. 1966. The Reports on the caves in Korea and theirfaunae, Preliminary survey on the caves of Taeiri area and their faunae. Korean Caving Assoc. pp. 1-24.

Choi, Y. G., Kang, M. S. 2001. Fauna of Caves (Teonsulgul, Hanmosalgul, Doramjigul) in Haengwon-ri Jeju-do. J. Speleol. 1:43-54.

Choi, Y. G., Namkung, J. 2002. Fauna of Lava tubes in Jeju Island. J. Speleol. 2:31-51.

Cigna, A. A. 1993. Environmental management of tourist caves: the examples of grotta di castellana and grotta grande del vento, Italy. Environmental Geology, 21:173-180.

Dallai, R., Machida, R., Uchifune, T., Lupetti, P., Frati, F. 2005. The sperm structure of Galloisiana yuasai(Insecta, Grylloblattodea) and implications for the phylogenetic position of Grylloblattodea. Zoomorphology. 124:205-212

Dankittipakul, P., Wang, X. P. 2003. New species of coelotine spiders (Araneae, Amaurobiidae) from northern Thailand I. Revue Suisse de Zoologie 110:723-737.

Dankittipakul, P., Wang, X. P. 2004. New species of coelotine spiders (Araneae, Amaurobiidae) from northern Thailand II. Revue Suisse de Zoologie 111:539-550.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Dankittipakul, P., Chami-Kranon, T., Wang. X. P. 2005. New and poorly known species of coelotine spiders (Araneae, Amaurobiidae) from Thailand. Zootaxa 970:1-11.

Donnelly, M. P., Vaske, J., Shelby, B. 1992. Establishing management standards: Selected examples of the normative approach. USDA Forest Service General Technical Report PNW-305. In : Defining Wilderness Quality: The Role of Standards in Wilderness Management-A Workshop Proceedings. B. Shelby, G. Stankey and B. Shindler (eds.).

Dowart, C. E., Leung, Y., Moore, R. 2005. Managing visitors perceptions. National Recreation and Park Association. [On-line], Available from http://www.nrpa.org/content/default.aspx?documentId=916. (accessed 20. October. 2005)

Driver, B., Brown, P., Gregoire, T., Stankey, G. 1987. The ROS planning system: evolution, basic concepts, and research needed. Leisure sciences. 9(3):203-214.

Dussart, B. H., Defaye, D. 1990. R□pertoire mondial des Crustac□s Cop□podes des eaux int□rieures. III. Harpacticoïdes. Crustaceana Suppl. 16, E. J. Brill, Leiden

Eberhard, S., Hamilton-Smith, E. 1998. Conservation of Cave Fauna in Australia. Cave and karst management. 15-30.

Fahrenbach, W. H. 1962. The biology of a harpacticoid copepoda. La Cellule 62(3): 301-376

Forest Service. 1998. Recreation opportunity spectrum inventory: appendix D. [On-line], Available: www.fs.fed.us/mntp/plan/-RMP-D.pdf.

Frissel, S. S., Stankey, G. H. 1972. Wildness environmental quality: search for social and ecological harmony. Proceedings of the Society of American foresters: 170-183.

Galassi, D. M. P., 2001. Groundwater copepods: diversity patterns over ecological and evolutionary scales. Hydrobiol. 453/454: 227-253.

Getz, D. 1983. Capacity to absorb tourism: concepts and implications for strategic planning. Annals of Tourism Research. 10(2):239-263.

Gokan, N., Nagashima, T., Visscher, S. N., Ando, H. 1982. Fine structure of the eye of Galloisiana nipponensis (Caudell et King) pp. 159-172. In: Biology of the Notoptera. H Ando (ed.). Kashiyo-Insatsu Co., Nagano.

Graefe, A., Kuss, F. R., Vaske, J. J. 1990. Visitor impact management: the planning framework. National Parks and Conservation Association. Washington, D.C.

Greenslade, P., Greenslade, P. J. M. 1971. The use of baits and preservatives in pitfall traps. Journal of the Australian Entomological Society. 10:253-260.

Gurney, A. B. 1948. The taxonomy and distribution of the Grylloblattidae. Proc. Entomol. Soc. Wash. 50:86-102.

Gurney, A. B. 1953. Recent advences in the taxonomy and distribution of Grylloblatta (Orthoptera). J. Wash. Acad. Sci. 43:325-332.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Gurney, A. B. 1961. Further advences in the taxonomy and distribution of Grylloblattidae (Orthoptera). Proc Entomol Soc. Wash. 74:67-76.

Harvey, M. S, Shear, W. A., Hoch, H. 2000. Onychophora, Arachnida. Myriapods and Insecta. pp. 79-94. In: Subterranean Ecosystems. Wilkens H., Culver, D. C., Humphreys, W. F. (eds.). Elsevier Science B. V. Netherlands.

Hickman, C.P., Roberts, L. S., Larson, A. 2000. Animal Diversity. McGraw-Hill Comp. 429pp.

Holsinger, J. R. 1963. Annotated Checklist of the Macroscopic Troglobites of Virginia with Notes on their Geographic Distribution. Nat. Spel. Soc. Bull. 25(1):23-36.

Humphreys, W. F. 2000. Backgroud and glossary. pp. 3-14. In: Subterranean Ecosystems. Wilkens, H., Culver, D. C., Humphreys, W. F. (eds.). Elsevier Science B. V. Netherlands.

Huber, B. A. 1998. On the valve in the genitalia of female pholcids(Pholcidae, Araneae). Bull. Br. Arachnol. Soc., 11: 41-48.

Huber, B. A. 2001. The pholcids of Australia(Araneae: Pholcidae): taxonomy, biogeography, and relationships. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 260: 1-144.

Huys, R., Gee, J. M., Moore, C. G., Hamond, R. 1996. Marine and Brackish Water Harpacticoid Copepods. Part I. Synopses of the British Fauna (New Series) 51. Field Studies Council. Shrewsbury. 352pp.

Illinois Natural History Survey. 2003. Biospeleology. http://www.inhs.uiuc.edu/~sjtaylor/cave/biospeleol.html.

International Commission on Zoological Nomenclature. 1999. International Code of Zoological Nomemclature. 4thed. Internat. Trust for Zool. Nomemcl. 306pp.

Ishida, T. 1990. Copepods in the Mountain Waters of Kyushu, Tsushima and Ryukyu Islands, South-western Japan. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery 44:39-51.

Ishida, T. 1995. Redescription of Attheyella coiffaiti Chappuis and A. coreana Miura (Crustacea : Copepoda : Harpacticoida) from Japan. Japanese J. Limnol. 56(2):87-94

Ishida. T., Ito, T. 1991. Freshwater Harpacticoid Copepods (Crustacea) from South Primorye, the Soviet Far East. Bull. Biogeogr. Soc. Japan. 46(7):77-82.

Janetzky, W., Mart□nez Arbizu, P., Reid, J. W. 1996. Attheyella (Canthosella) mervini sp. n. (Canthocamptidae, Harpacticoida) from Jamaican bromeliads. Hydrobiol 339:123-135.

Jackson, D. D. 1984. Underground worlds. Time-Life Books. 120pp.

Juberthie, C. 2000. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. pp. 17-39. In: Subterrenean Ecosystems. Wilkens, H., Culver, D.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

C., Humphreys W. F. (eds.). Elsevier Science B. V. Netherlands.

Kamp, J. W. 1963. Descriptions of two new species of Grylloblattidae and the adult of Grylloblatta barberi, with an interpretation of their geographical distribution. Ann. Entomol Soc. Am. 56:53-68

Kamp, J. W. 1979. Taxonomy, distribution, and zoogeographic evolution of Grylloblatta in Canada (Insecta: Notoptera). Can. Entomol. 111:27-38.

Karanovic, T. 1999. The taxonomic status of Attheyella (B.) wulmeri (Kerhervᅠ, 1914) (Crustacea: Copepoda: Harparticoida). Annls Limnol 35(4):233-244

Kim, J. I., Kim, T. W. 2002. Taxonomic Study of Korean Stenopelmatoidea (Orthoptera: Ensifera). Korean J. Entomol. 32(3):141-151.

Kim, J. P., Jung, C. H. 1993. A new species of the genus Coelotes (Araneae: Agelenidae) from Korea. Korean Arachnology 9:1-6.

Kim, J.P., Cho, J.H. 2002. Spider: Natural Enemy and Resources. Korean Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon. 424pp.

Kim, J.P., Jung, J. W., Park, Y. C., Yoo, J.S. 2005. Check list of Korean Aranea spider. Korean Arachnology 21:75-154.

Kim, S. S., Choi, Y. K. 2000. Some moths taken at caves, South Korea(I). J. Lepid. Soc. Korea 13:49-51.

Kim, S. S., Choi, Y. K. 2001. Some moths taken at caves, South Korea(II). J. Lepid. Soc. Korea 14:39-42.

Klass, K. D. 2003. Ordnung Notoptera (Grylloblattodea). pp 155-161. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie, Band 1: Wirbellose, 5. Teil: Insecta, 2nd edn. Dathe, H. H., Gruner, H. E. (eds.). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin,

Kwon, O. K., Lee, J. S. 1991. Five New Species and Three New Subspecies of Korean land snail Fauna. Korean J. Malacol. 7(1):1-11.

Kwon, O. K., Park, G. M., Lee, J. S. 1993. Coloured Shells of Korea. Academy Publ. Co., Seoul. 445pp.

Kwon, O. K., Min, D. K., Lee, J. R., Lee, J. S., Je, J.G., Choi, B. L. 2001. Korean Mollusks with Color Illustration. Min Shell House. 332pp.

Lee, B. H. 1974. Etude de la faune coreenne des insects Collemboles V. Inventaire desgrottes de Corae et etude sur les Tomoceridae cavernicoles avec la description d'une nouvelle espece. Ann. Speleol. 29(3):403-418.

Lee, B. H. 1978a. General Review and Checklists Korean Subterranean Fanua I. invertebrates(except Insecta) & Mammals. Korean J. Zool. 21(3):103-125.

Lee, B. H. 1978b. General Review and Checklists Korean Subterranean Fanua II-Insects. Korean J. of Entomol. 8(2):1-13.

Lee, B. H., Choi, Y. G. 2002. Cave Animals from Korea. The 4th Samcheok

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

International Cave Symposium, Samcheok City, pp. 81-103.

Lee, B. H., Hwang, U. W., Kim, W., Park, K. H., Kim, J. T. 1995. Systematic position of cave collembolla, Gulgastrula reticulosa (Insecta) based on morphological characters and 18S rDNA nucleotide sequence analysis. Memoires de Biospeologie 22:83-90.

Lee, B. H., Kim, J. T. 1975. Population Dynamics of the Springtail, Guldastrura reticulosa (Insecta, Collembulla), from Korea cave. Special Bull. Japanese Soc. Coleopt. 4:183-188.

Lee, B. H., Park, K. H. 1986. Three New Species of Onychiuridae (Collembola) from a Korean Cave. Korean J. Syst. Zool. 2(1):11-20.

Lee, B. H., Thibaud, J. M. 1998. New Family Gulgastruridae of Collembolla (Insecta) based on morphological, ecological and molecular data. Korean J. Biol. Sci. 2:451-454.

Lee, H. P., Namkung, J. 1971. Preliminary animal ecological studies on the Korean caves. 1) In the Gossi cave and Yongdam cave. Dongkuk Univ. J. Agric. Forest Sci. pp. 187-199.

Lehtinen, P. T. 1967. Classification of the cribellate spiders and some allied families, with notes on the evolution of the suborder Araneomorpha. Ann. Zool. Fenn. 4:199-468.

Manning, R., Lime, D., Hof, M., Freimund, W. 1995. The visitor experience and resource protection(VERP)Process: The application of carrying capacity to Arches national park. The George Wright Forum. 12(3):41-55.

Marans, R. W., Mohai, P. 1991. Leisure resources, recreation activity and the quality of life. pp. 351-363. In: Benefits of Leisure, Venture. Driver, B. L., Brown, P. J., Peterson, G. L. (eds.). State College. PA.

Massoud, Z. Thibaud, J. M. 1973. Essai de Classification des Collemboles "Cavernicoles" Europeens. International Speleology 1973. V, sub-section Db: Karst Zoology. pp. 141-157.

Matsuzaki, M., Ando, H., Visscher, S.N. 1982. Fine structure of oocyte and follicular cells during oogenesis in Galloisiana nipponensis (Caudell et King) pp. 79-87. In: Biology of the Notoptera. Ando, H. (ed.) Kashiyo-Insatsu Co., Nagano,

McCool, S. F. 1991. Limits of acceptable change: a strategy for managing the effects of nature-dependent tourism development. Paper presented at Tourism and the land: building a common future conference. Whistler, BC. December 1-3.

Miura, Y. 1969. Result of the speological survey in South Korea 1966. 14. Subterranean harpacticoid copepods of South Korea. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo. 12:241-254.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Ministry of Culture Tourism. 2000. Romanization Reference for Korean Place Names and Cutural Terms. National Academic of Korean Language. 417pp.

Mori, T. 1930. The great scenery of the limestone cave, Dongryong-gul. Chosen 177:63-78.

Nagashiama, T. 1982. Anatomy of Galloisiana nipponensis (Caudell et King). Part I. Skeleto-muscular system of the head. pp. 113-135. In: Biology of the Notoptera. Ando, H. Kashiyo-Insatsu Co. Nagano.

Nagashima, T. 1991. Postembryonic development and homology of external genitalia in Galloisiana nipponensis (Caudell et King) (Notoptera: Grylloblattidae). Int. J. Insect Morphol. Embryol. 20:157-168.

Nagashima, T., Ando, H., Fukushima, G. 1982. Life history of Galloisiana nipponensis (Caudell et King). pp. 43-59. In: Biology of the Notoptera Ando, H. Kashiyo-Insatsu Co. Nagano.

Namkung, J. 1974a. A new species of cave dwelling Grylloblattodea (Grylloblattidae) from Korea. Korean J. Entomol. 4(1):1-7.

Namkung, J. 1974b. A new species of Galloisiana (Grylloblattidae) from Kosudong-gul cave in Korea. Korean J. Entomol. 4(2):91-95.

Namkung, J. 1982. The taxonomy of the Grylloblattodea and their distribution in Korea. pp. 29-42. In: Biology of the Notoptera. Ando, H. Kashiyo-Insatsu Co. Nagano,

Namkung, J. 1986. One new species of the genus Galloisiana (Notoptera; Grylloblattidae) from Korea. Korean J. Syst. Zool. 2(2):53-58.

Namkung, J. 1987a. The limestone caves and their fauna in Kang-won-do, Korea. Thebranch. The Korean Assoc. Cons. Nat. 156pp.

Namkung, J. 1987b. Two new cave spiders of the genus Leptoneta (Araneae: Leptonetidae) from Korea. Korean Arachnol. 3:83-90.

Namkung, J. 1991. A new species of the lava cave-dwelling leptonetid spider from Cheju-do, Korea (Araneae: Leptonetidae). Korean Arachnol. 7:29-33

Namkung, J. 2001. The Spiders of Korea. Kyohak-sa, Publ. Co., 647pp.

Namkung, J. 2002. The Spiders of Korea (1st edition). Kyo-Hak Publishing Co., Seoul, 648pp.

Namkung, J. 2003. The Spiders of Korea (2nd edition). Kyo-Hak Publishing Co., Seoul, 648pp.

Namkung, J., Kim, J. P. 1990. A new species of the genus Pholcus (Araneae: Pholcidae) from Korea. Korean Arachnol. 5:131-137.

Namkung, J, Yoon, K. I. 1975. The spider Fauna of Mt. Gamak, Paju-gun, Kyeonggi-do. Korean Journal of Plant Protection. 14:37-42.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

National Park Service. 1997. VERP: the visitor experience and resource protection framework: a hand book for planners and managers. U.S. National Park Service. Denver Service Center: Denver.

National Recreation and Park Association. 2005. [On-line], Available from http://www.nrpa.org/. (accessed 20. December. 2005.).

Neulinger, J. 1974. The Psychology of Leisure : Research approaches to the study of leisure. Springfield, 3: Charles C. Thomas.

Oh, Y. K.. 1977. Periodic changes of the testis and ductus epididymis in Korean hibernating bats. Korean J. Zool. 20:67-76.

Oh, Y. K. 1979. An ecological study on hibernation in the horseshoe bats (Rhinolophus ferrumequinum korai). Korean J. Anat. 12:69-75.

Ono, H. 1988. A Revisional Study of the Spider Family Thomisidae (Arachnida, Araneae) of Japan. National Science Museum. Tokyo. 252pp.

Ovtchinnikov, S. V. 1999. On the supraspecific systematics of the subfamily Coelotinae (Araneae, Amaurobiidae) in the former USSR fauna. Tethys Entomological Research 1:63-80.

Paik, K. Y., Yaginuma, T., Namkung, J. 1969. Results of the speleological survey in South Korea 1966 XIX. Cave-dwelling spiders from the southern part of Korea. Bulletin of the National Science Museum. Tokyo. 12:795-844.

Paik, K. Y. 1972. One new spider of genus Coelotes. Theses Collection of Graduate School of Education, Kyungpook University. 3:49-52.

Paik, K. Y. 1974. Three new spiders of genus Coelotes (Araneae: Agelenidae). Research Review of Kyungpook National University 18:32-43.

Paik, K. Y. 1976. Five new spiders of genus Coelotes (Araneae: Agelenidae). Educational Journal of Teachers Collection, Kyungpook University 18:77-88.

Paik, K. Y. 1978. Illustrated Flora and Fauna of Korea. Volume 21 (Araneae). Samwha Press, Seoul. 546pp.

Paik, K. Y., 1978. The Pholciddae (Araneae) of Korea. Educ. J. Kyunhpook Univ., 20: 113-135. <-- 위와 연도 겹침

Paik, K. Y. 1992. A new genus of the family Clubionidae (Arachnida, Araneae) from Korea. Korean Arachnology. 8:7-12.

Paik, K. Y., Namkung, J. 1967. Korean spiders of genus Cybaeus (Araneae, Argyronetidae) 2. Korean J. Zool. 10:21-26.

Park, J. K., Lafer, G. S., Sone, S. 2002. A New Cave Dwelling Species of the Genus CoreoblemusUeno, 1969 (Coleoptera: Carabidae: Trechinae) from Korea. Ins. Koreana 19(2):181-185.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Park, K. T., Lee, B. H. 1992. Results of the Expedition in N. Korea Eastern European Countries. Korean J. Appl. Entomol. 31(1):79-85.

Park, S. R., Won, P. O. 1978. Chromosome of the Korean bat. J. Mammal. Soc. Japan 7(4):199-203.

Pavlovich, K. 2003. The evolution and transformation of a tourism destination network: the Waitomo Caves, New Zealand. Tour. Manage. 24(2):203-216.

Pesce, G. L. 2005. Groundwater biology homepage. University of L' Aquila - Italy. http://www.geocities.com/~mediaq/index2.html.

Pickard-Cambridge, F. O. 1893. Handbook to the study of British spiders (Drassidae and Agelenidae) British Naturalist Supplement 3:117-170.

Platnick, N. I. 1997. Advances in spider taxonomy 1992-1995 with redescriptions 1940-1980. New YorkEntomological Society. 976p.

Platnick, N. I. 2004. The world spider catalog, version 4.5 [online]. The American Museum of Natural History. New York. Available from http://research.amnh.org/entomology/ spiders/catalog/INTRO1.html (accessed 7 April 2004).

Platnick, N. I. 2006. The world spider catalog, version 6.5 [online]. The American Museum of Natural History. New York. Available from http://research.amnh.org/entomology/ spiders/catalog/INTRO1.html (accessed 8 March 2006).

Platnick, N. I. 2006. The world spider catalog, version 7.0 [online]. The American Museum of Natural History. New York. Available from http://research.amnh.org/entomology/ spiders/catalog/INTRO1.html (accessed 7 July 2006).

Pravidin, F. N., Storozhenko, S. Y. 1978. A new species of the Grylloblattida (Insecta) from southern Primorye territory. Reva. Entomol . URSS. 56:352-354

Por, F. D. 1983. The freshwater Canthocamptidae (Copepoda: Harpacticoida) of Israel and Sinai. Israel J. Zool. 32:113-134.

Por, F. D., Hadel, V. F. 1986. Two new species of Attheyella(Copepoda: Harpacticoidea: Canthocamptidae) from Bromeliads of the Serra da Jur□ia (Sao Paulo, Brazil). J. Crust. Bio. 6(4):777-788.

Reid, J. W. 1984. Semiterrestrial meiofauna inhabiting a wet campo in central Brazil, with special reference to the Copepoda (Crustacea). Hydrobiol. 118:95-111.

Reid, J. W. 1987. Attheyella (Mrazekiella) spinipes, a new harpacticoid copepoda (Crustacea) from Rock Creek Regional Park, Maryland. Proc. Biol. Soc. Wash. 100(4):694-699.

Sato, T. 1939. The Pseudocrangonyx of Korea. Kagaku (Science). 9(4):205.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Seo, B. K. 1989. Description of two new species of genus Leptoneta (Araneae: Leptonetidae) from Korea. Korea Arachnol. 5:29-37.

Silvestri, F. 1927. Contribuzione alla conoscenza dei Grylloblattidae. Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Scuola. sup. Agr. Portici. 20:107-121.

Smetana, A. 2000. Uenohadesina styx, a New Cave-dwelling Genus and Species of the Subfamily Omaliinae (Coleoptera, Staphylinidae) from South Korea. Elytra. 28(2): 285-294.

Stankey, G. H., Cole, D. N., Lucas, R. C., Peterson, M. E., Frissell, S. S., Washburne, R. F. 1985. The limits of acceptable change(LAC) system for wilderness planning. USDA Forest Service General Technical Report INT-176. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.

Storozhenko, S. Y. 1986. The annotated catalogue of living grylloblattida (insecta). Articulata. 2:279-292.

Storozhenko, S. Y. 1988. A review of the family Grylloblattidae (Insecta). Articulata 3:167-182

Storozhenko, S. Y. 1996a. A new species of Grylloblattella Storozhenko, 1988 from Siberia (Grylloblattida). Zoosyst. Rossica. 4:320.

Storozhenko, S. Y. 1996b. On origin and historical development of the family grylloblattidae (Insecta: Grylloblattidae). Chteniya Pamyati Alekseya Ivanovicha Kurentsova. 6:13-20.

Storozhenko, S. Y. 1997. Classification of the order Grylloblattida (Insecta), with description of new taxa. Far East Entomol. 42:1-20.

Storozhenko, S. Y., Oliger, A. I. 1984. A new species of Grylloblattida from north-eastern Altai. Entomol. Obozr. 63:729-732.

Storozhenko, S. Y., Park, J. K. 2002. A new genus of the ice crawlers (Grylloblattida: Grylloblattidae) from Korea. Far East Entomol. 114:18-20.

Szeptycki, A. 1987. Galloisiana sofiae sp. n., a new species of Grylloblattodea from Northern Korea. Pol. Pismo. Entomol. 57:257-262.

Timm, H. 1976. Die Bedeutung von Genitalstrukturen fur die Klarung systematischer Fragen bei Zitterspinnen (Arachnida: Araneae: Pholcidae). Entomologica germ. 3(1/2): 69-76.

Uchifune, T., Machida, R. 2005. Embryonic development of Galloisiana yuasai Asahina, with special reference to external morphology (Insecta: Grylloblattodea). J. Morphol. 266:182-207.

Ueno, S. I. 1987. A New Aphaenopsoid Trechine Beetle from South Korea. J. Speleol. Soc. Japan 12:1-7.

Ueno, S. I. 2002. Cave Animals in East Asia: Their Scientific Significance. The 4th

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Samcheok International Cave Symposium, pp. 77-80.

Ueno, S. I., Pae, S. K., Nagao, F. 1966. Results of the Speleological Survey in South Korea 1966 I. General Acccount, with Brief Descriptions of the Caves Visited. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo 9(4):465-499.

Ueno, S. I. 2002. Cave Animals in East Asia: Their Scientific Significance. The 4th Samcheok International Cave Symposium. pp. 77-80.

Ulrich, R. W., Dimberg, U., Driver, B. 1990. Psychological indicators of leisure consequences. Journal of Leisure Research. 22(2):154-166.

USDA Forest Service(2005). [online], Available from http://www.fs.fed.us/.

Vandel, A. 1964. Biospeologie. La Biologie des Animaux Cavernicoles. Gauthier-Villars Editeur. 619pp. (not seen)

Verhoeff, K. W. 1938. Ostrasiatische Hohlendiplopoden (148. Diplopoden-Aufsatz.). Mitt. Hohlenu. Karstforsch. 1938:83-93.

Vrsansky, P., Storozhenko, S. Y., Labandeira, C. C., Ihraingova, P. 2001. Galloisiana olgaesp. nov. (Grylloblatodea: Grylloblattidae) and the paleobiology of a relict order of insects. Ann. Entomol. Soc. Am. 94:179-184.

Walker, E. M. 1914. A new species of Orthoptera forming a new genus and family. Can. Entomol. 46:93-99.

Walker, E. M. 1931. On the anatomy of Grylloblatta compodeiformis Walker-1. Exoskeleton and musculature of the head. Ann. Entomol. Soc. Am. 24:519-536.

Walker, E. M. 1933. On the anatomy of Grylloblatta compodeiformis Walker-2. Comparisons of head with those of other orthopteroid insects. Ann. Entomol. Soc. Am. 26:309-344.

Walker, E. M. 1938. On the anatomy of Grylloblatta compodeiformis Walker -3. Exoskeleton and musculature of the neck and thorax. Ann. Entomol. Soc. Am. 31:588-640

Walker, E. M. 1943. On the anatomy of Grylloblatta compodeiformis Walker-4. Exoskeleton and musculature of the abdomen. Ann. Entomol. Soc. Am. 36:681-706.

Walker, E. M. 1949. On the anatomy of Grylloblatta compodeiformis Walker-5. The organs of digestion. Can. J. Res. 27:309-344.

Wang, X. P. 2002. A generic-level revision of the spider subfamily Coelotinae (Araneae, Amaurobiidae). Bulletin of the American Museum of Natural History. 269:1-150.

Wang, X. P. 2003. Species revision of the coelotine spider genera Bifidocoelotes, Coronilla, Draconarius, Femoracoelotes, Leptocoelotes, Longicoelotes, Platocoelotes, Spiricoelotes, Tegecoelotes, and Tonsilla(Araneae: Amaurobiidae).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Proceedings of the California Academy of Sciences 54:499-662

Wang, X. P. 2006. The online Coelotinae. http://coelotinae.inhs.uiuc.edu/coelotinae (accessed 8 March 2006).

Yamasakine, T. 1982. Nymphal morphology in early postembryonic stages of Galloisiana nipponensis (Caudell et King). pp. 97-111. In: Biology of the Notoptera. Ando, H. (ed.). Kashiyo-Insatsu. Co. Nagano,

Zhang, Z. S., Zhu, M. S., Song, D. X. 2002. Three new species of the subfamily Coelotinae from Mt Shennongjia of Hubei province, China (Araneae: Amaurobiidae). Journal of the Baoding Teacher's College. 15:52-55.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴생태탐험과
동굴관리



2006

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

내용없음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

목차

I 동굴의 생성 _ 1

II 동굴 생태관광 _ 15

III 관광자원 관리 _ 55

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

목차

IV 동굴관광영향관리시스템 구축 및 적용 _ 86

V 동굴 탐험하기 _ 107

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

i

동굴의 생성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴의 생성

동굴은 땅 표면에 뚫린 자연적인 구멍을 가리킨다.
현재 문화재청에서는 동굴의 정의를 길이 10m이상으로 생성된 것으로 정의한다. 동굴은 그 생성 원인에 따라서 형태가 틀리게 나타난다. 땅속 깊숙한 곳에 웅장하고도 화려한 지하 궁전의 모습을 이룬 것도 있고 좁고 험악한 산골짜기와도 같은 동굴도 있다. 또 그런가 하면 어떤 동굴은 커다랗고 길다란 터널로 되어 한없이 이어지기도 한다. 그 모두가 그 지역의 지질이나 환경 때문에 각기 나름대로의 모습을 지니고 있다. 학술적으로 동굴은 자연적으로 형성된 지하의 텅 빈 공간으로서 인간에 대해 인위적으로 만들어지지 않고 자연현상에 의해 형성된 것을 말한다. 동굴은 그 성인(成因) 과 동굴주위의 암석에 따라 석회동굴, 용암동굴, 해식동굴, 풍식동굴, 빙하동굴 등으로 분류할 수 있으며, 국내에는 석회동굴, 용암동굴, 해식 동굴 등이 분포하고 있다.

석회동굴(limestone cave)

구조

석회동굴의 형태는 그 지역의 지질구조, 지하수 또는 동굴을 흐르는 물의 속도 및 유량과 밀접한 관계를 갖는다. 석회동굴의 형태를 지배하는 지질구조는 층리, 단층, 절리, 습곡 등이다. 그리고 석회동굴 내부에 발달하는 동굴생성물의 분포도 이들 지질구조와 밀접한 관계를 갖는다. 석회동굴의 생성을 지배하는 지질구조 중에서도 단층이나 절리와 같은 균열구조는 석회동굴의 발달방향이나 공간적인 형태에 주도적인 영향을 미친다. 절리 내에 지하수가 포화된 초기단계에는 주요 절리를 따라 복잡한 그물 모양의 동굴망이 형성된다. 그리고 동굴류가 흐르는 후기 단계에 이르면 동굴의 침식은 어느 정도 선택적으로 진행되기 시작하여 하나 또는 두 개의 주요 절리가 동굴의 발달방향을 이끌게 된다. 초기에 형성된 동굴망의 일부가 주굴 주변에 남아 있는 것을 대부분의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴에서 볼 수 있다.

석회동굴의 형태는 동굴류의 수원과도 밀접한 관계가 있다. 동굴류가 외부 지표의 하천으로부터 물을 공급 받는 경우에는 단일 통로의 석회동굴이 발달하는 것이 보통이다. 그러나 지표에서 침투하는 빗물이 동굴류를 발달시키는 경우에는 지굴이 많이 발달한다. 돌리네로 스며드는 빗물은 최상류의 지굴을 만들며, 이러한 지굴들은 하류로 내려감에 따라 서로 결합하여 넓은 통로를 만든다.

석회동굴의 통로는 물이 계속 흐르기만 하며, 천장이 무너지지 않는 한 확장될 수 있다. 그러나 대부분의 경우에는 침식기준면의 하강으로 동굴류가 이동하고 동굴은 성장을 멈춘다. 침식기준면이 서서히 낮아지면 통로 밑으로 좁고 깊은 협곡이 생긴다. 이에 반하여 침식기준면이 갑자기 낮아지면 동굴류가 기존의 동굴 밑으로 유로를 바꾸면서 새로운 통로를 만들게 된다. 성장이 끝난 건조한 동굴은 지표면으로 부터 개석이 진전되어 파괴될 때까지 오랜 동안 원형을 유지한다.

카르스트 지형

서회암은 빗물이나 지하수에 쉽게 녹기 때문에 석회암이 넓게 분포된 지역에서는 독특한 형태의 지형을 쉽게 볼 수 있는데, 이를 가르켜 "카르스트(Karst)지형"이라고 한다(우경식, 2002). 카르스트(Karst)라는 용어는 아드리아해 북동 연안에 위치한 구 유고슬라비아의 석회암 지대의 지명에서 유래했다(두산동아대백과사전, 2006).


자료: 캐나다 Codroy Valley의 돌리네

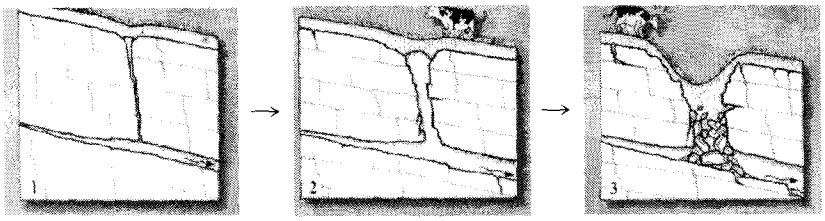
카르스트 지형의 대표적인 형태는 대표적인 지형으로는 테라로사, 돌리네, 우발라, 라피에(카렌), 석회동굴 등이 있다. 돌리네, 우발라, 석회동굴 등이 있다.

돌리네(doline, sinkhole)는 석회암 지역에서 지표면에 내려온 빗물이 지하로 스며들

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

어가게 되어 이루어지는 깔때기 모양의 지형을 말한다. 융기한 석회암 지형에서 빗물이 땅의 갈리진 틈을 통하여 혹은 구조선을 따라 땅속으로 스며들어 석회분을 용해하고 침식하여 생기는 지형으로, 석회암 지역에서 볼 수 있는 카르스트 지형의 일종이다. 돌리네의 전면에는 경작지로 이용할 수 있는 토양이 발달되어 있는데 이를 테라로사(석회암의 탄산칼슘이 제거되고 불순물이 남은 붉은색의 토양)라 하며, 돌리네가 확대되어 인근의 돌리네와 연결되면 불규칙한 모양인 우발라(uvala)가 형성된다.

[그림] 돌리네의 형성과정



자료:

우발라보다 훨씬 큰 석회암 지역의 폐쇄적인 분지는 폴리에(polje)라고 하는데, 하천이 흐르고 하천 연안에 충적지가 펼쳐진다. 또 석회암이 지표에 노출된 경사지에서는 빗물이 흘러 내리면서 조직이 약한 부분을 따라 깊이 수 센티미터 내지 수 미터의 작은 용식구를 파 놓는데 이들 용식구 사이의 뾰족한 암주나 능 모양으로 남아있는 돌출부를 라피에(lapies, Karren)라고 한다.



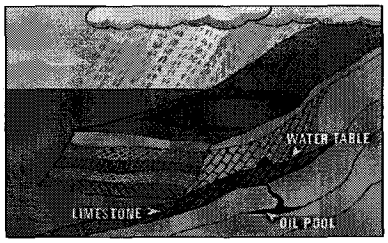
자료: 호주 Bullock Creek 지역의 Karren

우리나라는 고생대 조선계 지층의 석회암이 널리 분포하여 비교적 카르스트 지형의 발달이 양호한 편이며, 강원도의 삼척, 대화, 충북 단양 등지에 나타난다(두산동아대백과사전, 2006).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

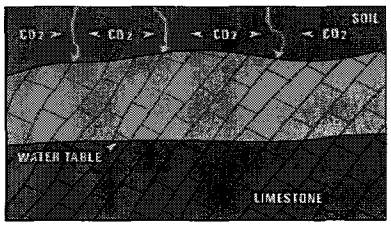
석회동굴의 생성과정

동굴의 생성과정의 물의 지표면 작용, 탄산의 형성, 탄산의 작용, 동굴의 형성과 변화에 이르는 총 5단계로 구성된다.



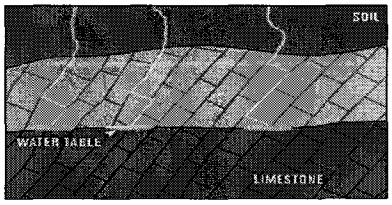
1단계: 물의 지표면 작용

석회동굴은 기본적으로 지표면에 떨어지는 물과 눈이 녹아 몇 백 만년동안 형성된다.



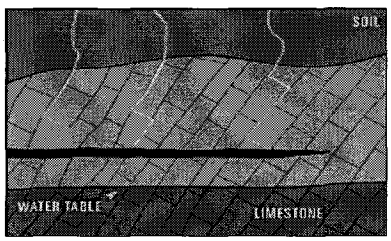
2단계: 탄산의 형성

하늘에서 내리는 비(H_2O)는 공기 중의 이산화탄소(CO_2)와 반응하여 탄산(H_2CO_3)이 형성된다.



3단계: 탄산의 작용

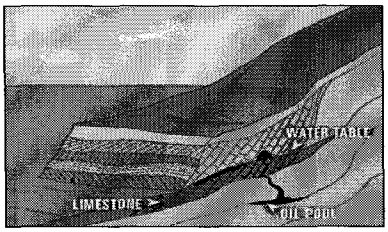
형성된 탄산(H_2CO_3)이 땅으로 스며들면서 석회암지대를 만나면 석회암을 조금씩 녹이게 된다.



4단계: 동굴의 형성

지표에서 스며드는 빗물과 지하를 흐르는 지하수가 만나면서 지하수면 근처에 동굴이 만들어지기 시작한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



5단계: 동굴의 변화

동굴이 생성된 뒤에도 지속적으로 스며드는 물은 석회암을 계속 녹여 동굴 천정이나 벽면, 바닥 등에 기암 퇴적물을 쌓이게 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

석회동굴에는 무엇이 있을까요?

- 종유관 : 동굴 천장에서 내려 뻗은 좁고 긴 관 모양의 생성물
- 종유석 : 천장에서 고드름 모양으로 생성되며, 기둥 형태에 비해 가느다란 생성물
- 석순 : 종유석으로부터 떨어지는 물이 바닥에 닿아 위로 자라나는 생성물
- 석주 : 종유석과 석순이 계속해서 서로 연결되어 기둥 모양
- 유석
- 곡석
- 석회화단구
- 동굴주간
- 커튼종유석 : 동굴의 천장이나 벽면에 틈새를 따라 흐르던 물이 표면장력에 의해 얇게 커튼 모양으로 길어 올라 생성된 것

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

용암동굴(lava cave)

유형


자료: 일본 Yoshida-tainai의 lava tree mold (사진 T.katsumata)

용암(화산)동굴의 기본적인 형태는 U자 모양의 그릇을 엎어 놓은 것과 같은 모양을 한다. 동굴의 모양은 형성 당시 지형적인 조건, 분출한 용암의 양, 용암의 물리, 화학적인 성질, 그리고 성장과정과 밀접한 관계를 갖는다. 형성당시 지형(지표)적 조건이 경사가 수평적이면 동혈의 천정도 수평에 가깝다. 그리고 경사진 곳에서는 삿갓형 모양 지형조건이 완만한 경사이면 원통형(상)동혈의 형성되기도 한다. 이와 같은 것은 단지 원칙적인 것뿐이고 그렇지 않은 경우도 많다. 제주화산도의 화산(용암)동굴에서 흔히 관찰되는 동굴의 유형들은 삿갓형, 원통형, 찐빵형, 불규칙형으로 분류 할 수가 있다(자연속으로, http://www.intonature.co.kr).

삿갓형

이 형은 통상의 경사가 급하고 동굴의 크기가 작아 유동속도가 빠른 용암류에서 형성된다. 이 형의 모양은 동상의 평평하고 천정의 삿갓모양을(△)이루고 있어 동벽의 발달이 빈약하며 대형의 용암붕(선반)이 관찰은 되지 않는다.

원통형

모양은 원통상으로서 동상에는 2차 용암의 흔적이 남아 있는 경우도 있으며 경사가 완만하면서도 급한 편에 속한 곳에서 잘 형성되며 곳에 따라서는 타원형으로 점이 하기도 한다.

찐빵형

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴의 모양 중 가장 보편적이고 단순한 형태이며 이 형은 동상의 평탄하고 동벽과 천장이 찐빵처럼 둥근 모양을 한 것이다.

불규칙형

동굴의 분기 또는 합류하는 곳, 주굴이 지굴과 교차하는 곳, 용암이 유출할 때 침식 표면의 복잡한 요철이 있는 곳에서 형성된다.

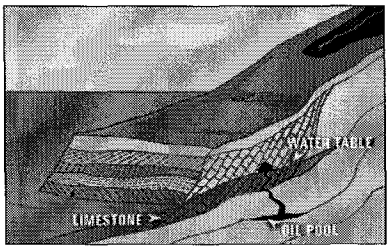
구조

화산(용암)동굴은 석회동굴에 비해 그 구조는 단순한 수평굴이기는 하지만 제주도 북제주군 조천읍에 선흘리에 분포하는 뱅디굴이나 그 외 몇몇 동굴들은 망상형을 이루는 경우도 있다. 용암동굴은 용암이 분출·고결할 때 형성된 일차적인 동굴이다. 용암동굴은 화구에서 용암이 분출할 때의 온도는 900℃ ~ 1,200℃로 추정하고 있다. 동질이 현무암질 용암이라고 할지라도 곳에 따라 온도를 달리 할 수 있으며 온도가 낮아지면 점성이 커져 유동성이 약화된다. 따라서 동질의 용암이라도 동굴이 형성될 때 온도에 따라서 형태와 규모가 달라진다. 또한 용암류의 유로와 유출할 때의 지형은 용암동굴의 수평, 수직적인 형태를 규정하는데 결정적인 역할을 한다. 따라서 동굴의 수평 및 수평·수직적인분포를 해석함으로써 용암이 분출할 때의 지표면의 모양을 추정 할 수 있다.

용암동굴의 형성과정

용암동굴은 1회 혹은 여러 번의 용암유출에 의해 형성이 된다. 여러번 용암단위에 의하여 형성될수록 동굴형태는 다양하고 복잡하게 된다. 흔히 동굴학자들에 의해 주장되는 형성과정은 화산의 폭발에서 용암의 온도에 따라 변화하는 것으로 보고되고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



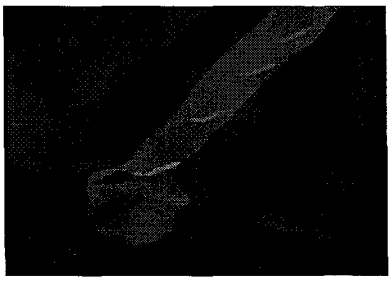
1단계: 화산폭발

화산폭발에 따라 용암이 화산주위로 흘러내리게 된다.



2단계: 용암유입

용암이 경사면을 타고 흘러내리는데 모양은 마치 혀와 비슷하다. 이 혀 모양은 용암동굴의 형태를 구성하고 빠르게 흘러 지하 깊이 스며든다.



3단계: 용암동굴모양형성

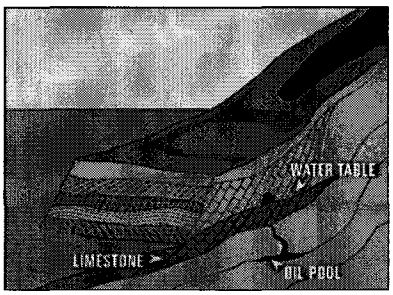
용암의 양이 줄어들고 용암의 속도도 줄어들면서 온도가 급속히 떨어지게 되고 용암은 동굴의 형태를 갖추게 된다.



4단계: 용암동굴형성

지하에서 용암의 유입이 멈추면 용암은 더 이상 흐르지 않는다. 이렇게 용암동굴이 탄생된다(추가적인 용암 유입이 있다면 동굴은 더욱 깊어진다).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



5단계: 용암동굴

용암동굴의 가장 얇은 부분이 지표면에 위치하게 되어 동굴 입구가 된다. 이러한 용암동굴은 하와이, 미국 서부, 일본, 제주도 등지에서 발견된다.



용암동굴에는 무엇이 있을까요?

① 용암주석 : 용암이 흐르며 나뭇가지 같은 것을 태울 때, 이 재를 주석이라 합니다. 이는 용암이 흘러갈 때 생긴 용암석주와는 다르다.

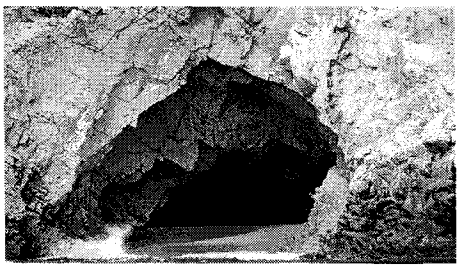
② 용암석순 : 용암이 천장에서 떨어지면서 생긴 것으로 꼭 촛농이 떨어진 것 같은 모양을 하고 있다.

③ 용암구 : 용암이 흐르는 동안 용암이 부분적으로 굳으면 굳은 용암은 중간에 멈추게 되고, 굳지 않은 용암은 용암의 주위를 계속 흐르면서 용암구가 만들어진다.

④ 용암종유석 : 용암이 식으면서 고드름처럼 늘어져 굳은 것을 말한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

해식동굴

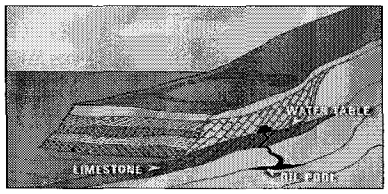


자료: 멕시코의 Friar Rocks
(사진 G. G. Dimijian)

해식동굴이란 바다에서 일어나는 파도의 침식에 의해서 형성되는 동굴이다. 파도가 해식동굴을 만들때 절벽의 일부에 단층이나 균열면 등의 약한 부분이 심하면 물은 심하게 그 부분을 삭마한다. 일단 삭마되면 파도는 그곳에 집중적으로 침식을 심하게 가하여 깊은 동굴을 만들게 된다.

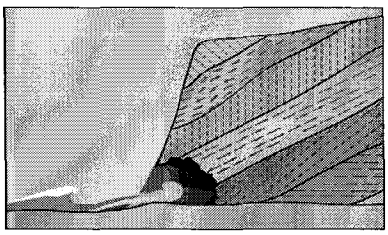
해식동굴의 형성과정

해식동굴은 파도의 영향에 따라 형성된다.



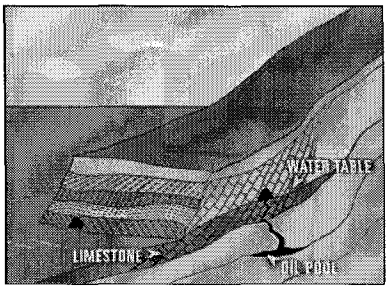
1단계

바다에 접한 절벽에 부딪히는 파도는 해식동굴을 만들기도 한다.



2단계

파도가 바위에 부딪히면서 바위는 점차로 부드러워지고, 파도의 영향에 따라 점차적으로 침식하게 된다.



3단계

해식동굴은 일반적으로 사암, 석회암에서 발견되지만 화강암에서는 잘 발견되지 않는다.

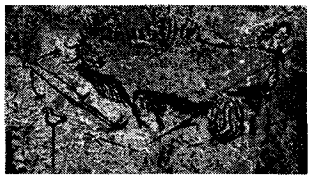
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

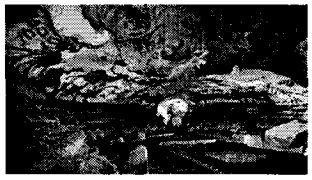
동굴과 인류

인류는 빙하기에 아메리카와 오스트레일리아의 인간거주한 것으로 나타나고 있으며, 최후빙기인 40000~15000년 전에 인간이 동굴에 거주한 흔적을 남겼으며, 프랑스 중부(라스코), 스페인 북부(알타미라)에서 그 흔적을 찾을 수 있다.

우랄산맥남부 카포바이아 동굴의 벽화에는 매머드, 코뿔소, 야생말이 나타나고 있고, 유럽러시아 북동부 페초라의 비초프스크에서는 매머드 야영지 확인되었다. 모스크바 동쪽 블라디미르 부근에서는 크로마뇽인 부류의 사람들이 입은 옷이 발견(풀오버, 머리덮개)되기도 하였다. 이러한 역사적 결과는 초기 인류가 수렵·채집 공동체로서 소밀하게 분포된 집단이며, 빙기세계가 제공하는 기회를 이용하였다는 사실을 알려준다.

라스코 동굴벽화







라스코(Lascaux)는 구석기 후기의 벽화가 있는 석회암 동굴유적이다. 프랑스 중부 도르도뉴지방의 몽티냐크 소재하고 있으며, 1940년 이 마을의 소년들에 의해 우연히 발견되었는데, 이 방면의 최고 권위자인 H.브뢰유가 정밀조사를 하였다. 동굴의 벽면에 그려진 채화와 각화는 800점 이상이나 되며, 들소·야생마·사슴·염소 등이 주로 그려져 있고, 고양이나 주술사와 같은 인물도 함께 그려져 있다. 따라서 이 동굴에 그려진 동굴벽화는 알타미라 동굴벽화와 함께 인류 최초의 회화로 여겨지고 있다. 동물화는 대개 크게 표현되었으며, 주동굴에 있는 검은 소 등은 가로가 5m 이상이나 된다. 동물상은 어느 것이나 약동적이며 생기에 넘치고, 기법도 상당히 발달되어 있다[1].

1) http://art2me.org/images/Lascaux.htm

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

알타미라 동굴







알타미라(Altamira) 동굴은 스페인 북부 칸타브리아 지방 칸타브리아주에 있는 구석기시대 후기의 동굴로 길이 270m이다. 벽화는 1879년 우연히 5세의 소녀에 의하여 발견되었는데, 당시에는 그 진위를 놓고 학회나 언론에서 떠들썩하였으나, 얼마 안 되어 북 스페인이나 남프랑스에 있는 구석기 시대의 동굴에서도 똑같은 벽화나 부조 등이 발견되어 인류 최고의 경탄할 만한 미술이라는 것이 실증되었다. 오늘날에는 구석기시대 후기의 마들렌기(약 1만~2만 년 이전)의 것으로 추정하고 있다. 벽화의 대부분은 천장에 그려져 있다. 매머드·토나카이·들소·사슴 등이 흑·적·갈색으로 그려져 있는데 그 생생한 묘사, 아름다운 색채와 입체감은 보는 사람을 압도한다. 이 벽화를 통하여 당시의 예술활동뿐만 아니라 수렵의 방법이나 무기·신앙 등을 알 수 있다. 세계유산목록에 등록되어 있다[2].

2) http://art2me.org/images/Altamira.htm

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

인류최초의 동물변화는?

기원전 2만5000년경 선사시대에 그려진 것으로 추정되는 인류 최초의 동물변화 그림입니다. 이곳에 벽화가 남겨진 프랑스 서부 지역은 카르나크 부터 스페인 북부의 알타미라 동굴(洞窟)까지 이어지는 선사시대 유럽 동물벽화 지대의 모습. 이들 벽화는 지난해 11월 한 동굴탐험에 의해 발견됐으며 프랑스 정부의 정밀 조사를 거쳐 20일 공개됐다. 지금까지 가장 오래된 동물벽화는 1940년 프랑스 서남부 지역에서 발견된 동굴벽화로 기원전 1만5000년경 남겨진 것으로 알려져 있다. 이곳에 벽화가 남겨진 동기는 다산과 예술성에서 동물에 대한 경외심을 표현하는 것으로 추정된다. 그럼.. 인류최초의 동물변화는 무엇일까?

출처: 네이트 판/http://pann.nate.com/talk/301053 2006-06-05

(http://photo.donga.com/usr/photopro/phnview.php?cgubun=2003061300041&photo_idxno=51490)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

ii

동굴 생태관광

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

생태관광

생태관광의 등장 배경 및 정의

생태관광(Ecotourism)은 1965년 Hetzer가 'links'라는 잡지에 관광이 개발 도상국에 미치는 영향을 비평하는 글을 기고하면서 그 대안으로 문화, 교육 그리고 관광을 제고하여 '생태적 관광(Ecological tourism)'이라고 언급하면서 생겨났다는 것이 일반적인 견해이다(강미희, 1999; 김경아, 1996; 김정연, 1994). 그 후 생태관광의 개념은 1980년대 후반에 와서 널리 쓰이게 되었다.

자연환경을 관찰하고 체험하기 위해 특정 자연지역을 방문하는 것은 새로운 현상은 아니다. 지난 수세기 동안의 서유럽의 탐험가들 사이에서 아프리카 사파리 관광은 매우 인기 있는 것이었다. 이와 더불어 하이킹, 등산, 크로스컨트리 스키, 낚시, 카누 타기, 보트 타기와 같은 위락활동도 자연환경에 기초한 활동으로, 생태관광이라는 용어가 등장하기 이전부터 포괄적으로 생태관광에 속하는 활동들은 존재하였다(Orams, 1995). 그러나 시간이 흐르면서 자연관광의 형태가 환경에 대해 부정적인 영향을 유발시키면서, 기존의 자연관광보다는 환경에 대한 부정적 영향을 최소화시키고 자연보전에 관심을 두는 개념적 용어가 출연하게 되었는데, 그것이 바로 생태관광이다(Higgins, 1996).

그러므로 우리는 생태관광이 전혀 새로운 내용을 갖는 개념이라고 파악하기보다 자연관광이 좀더 보편화되면서, 그 동안 지속되어온 대량관광이라는 전통적인 유형의 관광형태에 대해 반대하는 개념으로 이해하는 것이 올바르다(Orams, 1995: 김경아, 1996; 김남조 외, 1998에서 재인용).

생태관광의 개념적 정의

오늘날 관광은 세계에서 가장 큰 산업 분야로 성장하고 있으며(WTTC, 1995), 관광 산업 내에서 다방면의 연구가 진행되어 왔으나,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

이에 비하여 관광산업에서 환경 관리에 관한 문제는 부분적인 연구만이 이루어져 왔다(Butler 1991; Buckly and Pannell 1993; Westcott and Molinski 1993; WTTERC 1993). 최근 들어 생태관광은 급성장을 이루고 있는 분야(Mathews 1993)로 인정되고, 후속적으로 학술적인 연구가 이루어지고 있지만, 생태관광에 대한 정의는 아직 명확하지 않으며(Buckly 1994), 이에 대한 학자들간의 견해 일치도 이루어지지 않았다(Valentine, 1993). 이 점이 생태관광의 정의설정이 절대적으로 필요한 이유이다.

현재 사용하고 있는 "생태관광"이라는 용어는 1983년 Ceballos-Lascurain에 의하여 만들어졌다(Canadian Environmental Advisory Council, 1992). 그는 미국홍학(American flamingo)번식지인 유카탄(Yucatan)북부의 습지를 보전하기 위한 운동을 펼치면서 생태관광이라는 용어를 사용하기 시작하였다(강미희, 1999).

1983년 Ceballos-Lascurain이 처음으로 생태관광에 대한 정의를 내린 이후, 많은 학자들과 국제기구 혹은 국가 수준에서 생태관광의 개념을 정립하였다. 이후 생태관광에 대한 다양한 학자에 의하여 정의가 제시되었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

[표] 생태관광의 정의

학자	생태관광의 정의
Ceballos-Lascurain(1987)	그 지역의 경관이나 야생 동·식물, 그 지역에서 발견되는 문화유산을 감상하고 즐기기 위해 비교적 훼손되지 않은 자연지역으로 떠나는 여행.
Butler(1989)	생태관광은 환경인식과 강화, 의사소통에 민감한 관광형태이며, 관광객에게 환경체계에 대한 중요한 인식을 심어주고 관광지의 경제적·사회적·생태적 상황에 긍정적으로 기여하는 것.
Davis(1989)	위기에 처한 환경과 위협받는 종(種)과 관련하여 주의 깊고 책임감 있게 행하는 여행.
Fennell & Eagles(1989)	생태관광과 자연관광은 경제적 측면의 촉진과 보호지역내의 생태계 체계를 유지·확립하기 위한 것이다. 참가활동으로는 새나 고래를 관찰하고 야생식물 촬영을 예로 들 수 있다.
Kutay(1989)	생태관광은 관광의 일부분으로서 계획된 자연지역과 사회경제적인 부분이 연계된 생물학적 자원내의 개발 모형.
Shoup(1989)	제한된 수의 관광객이 행하는 세심하게 통제된 여행.
Travel Weekly(1989)	환경을 이용하되 환경문제에 민감하게 행하는 관광.
Ziffer(1989)	생태관광은 지역주민의 참여, 적절한 마케팅의 적용, 규제 강화를 확립·유지하고, 지역사회 개발과 토지에 대한 기업의 투자를 유치하기 위한 그 지역의 관리 접근법.
Alder(1990)	환경적·생태적 문제와 관련하여, 여행자에게 방문지역을 각별히 존중할 것과 가능한 훼손되지 않을 것을 강조하는 관광.
Boo(1990)	생태관광은 학습, 감상, 경관과 야생동식물을 관람할 목적으로 비교적 훼손되지 않은 지역으로 떠나는 여행
Farrell & Runyan(1991)	자연보호주의자와 관광객이 함께 자연을 보존하고 관광을 유지하는 상호 이익적인 태도 하에 환경에 집중하고자 하는 노력.
The Ecotourism Society(1991)	자연자원의 보전이 곧 지역주민의 편익이 될 수 있는 경제적 기회를 창출하는 동시에 생태계의 균형을 깨드리지 않도록 주의를 기울이면서, 환경의 문화적, 자연적 역사를 이해하기 위해 자연지역으로 떠나는 의미 있는 여행.

(표계속)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(앞의 표에서 계속)

학 자	생태관광의 정의
Place(1991)	경제적인 측면에서 지역사회의 참여를 통해, 공원을 기반으로 보호와 경제적인 발전을 동시에 이룰 수 있는 관광.
Fridgen(1991)	자연적인 경이로움을 추구하는, 환경을 지향하는 관광. 전문가 여행이 포함됨.
Valentine(1991)	생태관광은 비교적 방해받지 않은 자연지역을 기초로 이를 손상시키지 않고 질을 저하시키지 않아야 한다. 또한 이용되는 보호지역의 계속적인 보호와 관리에 직접적인 공헌자가 되어야 하며, 적절하고 적당한 관리체계에 위임해야한다.
Brause(1992)	사람들로 하여금 자연의 아름다움과 경이, 가치를 접하게 하여 파괴되고 있는 자연을 보호, 보전, 재 구축할 수 있는 기회를 제공하는 관광.
The Ecotourism Association of Australia(1992)	환경과 문화에 대한 이해, 감상, 보전을 조장하며 생태적으로 지속가능한관광.
Figgis(1992)	타인의 경험에 해를 주지 않으면서 자연환경과 문화유산에 대한 이해와 감상을 제고하기 위해 오지 혹은 자연저역으로 떠나는 여행.
Hunt(1992)	Neo-Tourism으로 관광이 독특한 자연 문화적 환경을 개발하기보다는 보호, 보전하는데 기여할 수 있다는 오랜 기간동안 인식된 결과.
Young(1992)	환경을 이해하고 감상하며 보전할 수 있도록 조장하며 지역사회와 문화와 복지를 유지시키는 자연지역으로의 관광.
Var(1992)	상대적으로 방해받지 않고 오염되지 않은 자연지역에 있는 야생동식물과 문화를 감상하고 배우기 위해 특별한 목적으로 행해지는 여행.
Williams(1992)	실질적인 관광으로서 원시적, 전원적인 환경과 지역문화, 자원보호에 보다 가까이 접촉하고자 하는 관광.
Blangy & Wood(1993)	환경을 보존하고 지역주민의 복지를 유지하면서 자연을 방문하는 책임감있는 여행.
Miller(1993)	보전, 보호와 지속가능한 개발이라는 개념으로 나타난 국제적인 추세.
Western(1993)	환경을 심각하게 고려하는 소수의 관광산업만이 많은 순수주의자들이 주장하는 진정한 관광.

(표계속)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

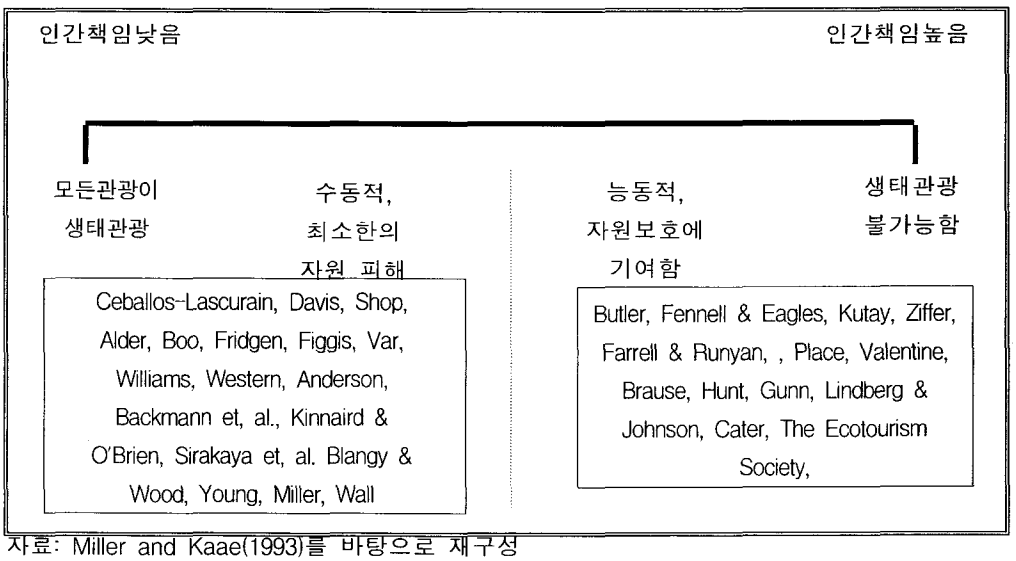
(앞의 표에서 계속)

학 자	생태관광의 정의
Andersen(1994)	생태관광은 문화적 변화와 자연보호정신을 통해 환경과 지역경제에 긍정적인 영향을 미치는 관광경험. 전체적인 경제, 환경 계획의 일부분으로 교육을 통해 인간에 의한 환경파괴를 최소화.
Backmann et, al.(1994)	일상에서 느낄 수 없는 삶의 새로운 각성이며, 자신을 발견하는 관광.
Gunn(1994)	생태관광은 지속가능한 관광개발의 현행 표현. 자원보호와 관광개발은 양립할 수 있다.
Lindberg & Johnson(1994)	대부분의 생태관광 개념 속에는 '보호에 도움이 될 것'이라는 기대가 포함되어 있다.
Wall(1984)	생태관광은 희귀하거나 위험에 처해 있는 특정 동식물을 포함하는 자연환경에서 발생하는 관광.
APEC Working Group(1995)	생태관광이란 환경보전과 경제발전의 조화를 유지하는데 도움을 주며 생활수준 향상, 고용촉진, 귀중한 자원의 보전과 활용을 통하여 지속가능한 관광발전으로 기하는 것.
Cater(1995)	생태관광은 희소하거나 아름다운 생태계와 문화자원을 감상, 학습하고 보전을 도모하며 개발이익이 지역주민에게 환원되는 관광.
The Ecotourism Association of Australia(1995)	생태관광은 지역주민들에게 실제적 편익을 제공해야 하며 환경가치의 유지 교육과 보존에 있어서 사전 교육적 역할을 해야한다. 또한 생태관광은 대중관광과 관련한 부정적인 영향 없이 외화획득, 고용기회의 증가, 경제성장과 같은 관광편익을 가져다 줄 것이다.
한국관광공사(1996)	자연관광의 한 분야로서 멸종 위협의 동식물을 보호, 보전을 하면서 이를 보고 즐기는 관광의 한 형태.
Kinnaird & O'Brien(1996)	생태관광과 자연관광은 환경에 거의 영향을 미치지 않는 개발과 보존의 목표를 위한 이상적인 해결책으로 제시되고 있다.
Sirakaya, et al.(1999)	생태관광은 미래를 위한 환경·문화적 관리와 이용통제를 통한 천연자원의 개발과 관련하여 자연을 파괴하지 않는 방법으로서 자원을 지속적으로 보존

자료: Sirakaya(1999), 서울대학교 농업개발연구소(2000)를 바탕으로 연구자재구성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

위에서 제시된 대로 생태관광의 개념은 대상지와 책임의 범주, 생태관광의 목표, 구성요소 등에 따라 그 정의가 다양하게 제시되고 있다. 먼저, 대상지에 대한 분류를 보면, 생태관광의 대상지는 일반자연 관광지와 동일하게 보아오다가 최근에 들어와서는 자연관광지와 더불어 지역만의 문화를 포함하고 있다. 둘째로 대상물에 대한 책임의 정도는 매우 다양하다. Miller와 Kaae(1993)는 책임의 정도로 생태관광의 다양한 정의를 분류하였다. 생태관광에 대한 개념을 하나의 연속체(Continuum)로 제시하였다(그림 참조)



자료: Miller and Kaae(1993)를 바탕으로 재구성

[그림] 생태관광패러다임: 연속체로서의 생태관광

그림의 오른쪽 극에서는 생태관광을 포함한 모든 관광이 자연세계에 부정적인 영향을 미친다고 보고, 이런 관점에서 보면 어떤 종류의 관광이라도 부정적인 영향을 미치므로 관광자체가 불가능하다. 이와 반대로 왼쪽 극에서는 인간은 살아있는 유기체로 간주되고 인간의 행동이 자연스럽기 때문에 다른 생물에 대한 의무 또는 책임이 없다고 보고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

다시 말해서 생태관광이 활동적이고 자연환경의 증진에 기여하는 이상을 촉진하는 개념이냐, 아니면 생태관광객들이 단순히 신중해야 하고 자연환경의 훼손을 최소화해야 하는 개념이냐에 따라 이를 분류한 것이다(Orams, 1995). 선행연구들이 제시한 각 연구자들의 생태관광에 대한 일련의 정의들은 Miller와 Kaae가 제안한대로 책임의 정도에 따라 소극적인 생태관광과 적극적인 생태관광으로 분류할 수 있으며, 모든 생태관광의 정의는 이 연속체(spectrum)의 양 극 안에 위치하고 있다고 볼 수 있다.

셋째로 먼저 생태관광의 목표로 생태관광 정의를 분류하여 보면, '상품'지향적, 또는 '원칙'지향적으로 분류될 수 있다(Carter, 1994). Buckly(1994), Orman(1995), 그리고 Stewart와 Sekartjakrarini(1994)는 생태관광의 정의와 결론을 역할과 분석의 순서를 반영하는 것이라 하였다. 그런 까닭에 Orman(1995)은 환경을 살리고자하는 생태관광객을 유지하는 것에 중점을 두고 있으며, Blangy와 Nielsen(1993)은 생태관광 운영자를 위한 원칙에 중심(상품 지향적인 정의)을 두고 있고, 이러한 정의는 지역개발 지지자의 입장에서는 불완전한 것이다. 이와 다르게, Stewart와 Sekartjakrarini(1994)가 주장한 바와 같이, 확장되어진 다면적 자연과 지역의 발전을 도모하는 것을 포함하는 원칙지향적인 정의로 분류되어질 수 있다(Boo, 1992; Budowski cited in Kutay, 1992; Cater, 1994b; Ecotourism Society, 1992, 1998; Kutay, 1992; Whelan, 1991; Ziffer, 1989).

넷째로, 생태관광은 상품에 의하여 정의되기 보다, 생태관광에 대한 경험을 제공하는 부분과 제공받는 부분으로 나누어 볼 수 있으며, 이것은 수요요소와 공급 요소로 나누어 설명할 수 있다(Wight, 1995). 수요요소는 생태관광의 활동형태, 자연문화 자원에 대한 관심정도, 물리적 노력정도라고 볼 수 있고, 공급요소는 자연과 자원에 대한 복원력, 숙박시설의 형태 등이라고 볼 수 있다.

요약하면, 지난 시간동안 많은 학자들은 생태관광에 대한 정의를 내

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

리기 위하여 많은 의견을 제시하여 왔다. 생태관광에 대한 학자간의 많은 정의는 생태관광 대상지, 생태관광을 통하여 이루고자 하는 목표, 생태관광지의 자연자원에 대한 책임의 정도 등으로 그 구성요소를 볼 수 있다.

이러한 구성요소를 중심으로 하여 학자간의 정의를 분류하여 볼 수 있다. 첫 번째로는 생태관광의 대상지를 어디로 선택하느냐에 따라 생태관광의 정의는 분류되어 질 수 있고, 두 번째로는 자연자원에 대한 인간의 책임의 정도로 분류할 수 있는데, 이는 자연자원에 대한 인간의 책임이 낮은 것에서부터 인간의 책임이 높은 것 순으로 분류할 수 있다. 세 번째로는 생태관광 정의를 생태관광의 목표로 분류하여 볼 수도 있는데 이는 상품 지향적인 목표와 원칙 지향적인 목표로 나눌 수 있다. 마지막으로 생태관광을 경험을 제공하는 부분과 제공받는 부분으로 나누어 볼 수 있다.

이렇게 구성요소를 중심으로 하여 살펴본 정의는 다음에서 논의될 개념적 틀의 기초를 형성하게 된다.

생태관광의 개념적 틀

지금까지 살펴보고 분류하여 본 생태관광에 대한 여러 학자들의 정의에서 공통된 부분을 추출해 보면 관광대상과 관광목적 및 관광활동, 관광 개발과 관리, 관광의 긍정적 효과를 꼽을 수 있다.

첫 번째로 관광대상에 있어서는 생태관광은 비교적 손상되지 않은 자연자원을 근간으로 이루어지는 관광(nature based tourism)인데 여기에는 다른 문화적 환경까지 관광대상에 포함된다(Ceballos-Lascurain, 1987; The Ecotourism Society, 1991; The Ecotourism association of Australia, 1992; Figgis, 1992; Hunt, 1992; Andersen, 1994; Cater, 1995; Sirakaya, et. al, 1999).

두 번째로 생태관광을 유발시키는 관광 목적 및 관광 활동은 뛰어난 자연지역이나 특이한 야생자원을 가진 지역의 생태계를 관찰하거나 그

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

지역만의 문화를 체험하는 것이다(Boo, 1990; Brause, 1992; Butler, 1989; Cater, 1995; Ceballos-Lascurain, 1987; Fennell & Eagles, 1989; Figgis, 1992; The Ecotourism Association of Australia, 1992; Var, 1992). 이러한 관찰·체험활동은 환경교육(environmentally educated tourism)을 포함하여 환경에 대한 관광객의 태도를 긍정적으로 변화시키기 위한 것이며, 이는 다음의 생태관광 요건에서 다시 한번 논의될 것이다(Alder, 1990; Andersen, 1994; Cater, 1987; The Ecotourism Association of australia, 1995).

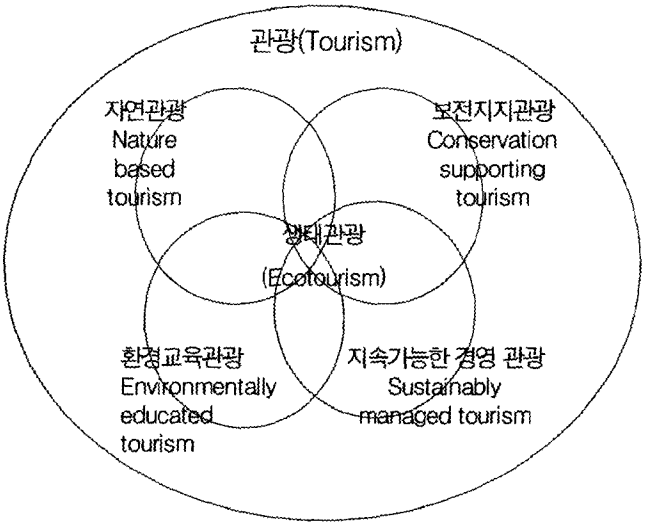
세 번째로는 관광개발과 관리의 측면을 보면 생태관광자원의 보호를 위해서는 관광영향을 최소화하여 생태적 지속성을 유지시키는 관리(sustainably managed)가 요구되어 진다(APEC Working Group, 1995; Sirakaya, et al,, 1999; The Ecotourism Association of Australia, 1992; Valentine, 1991; Young, 1992). 또한 생태관광자의 관광 활동 면에서 보면 자연환경에 대한 영향을 최소화하면서 여행을 하는 것으로 책임감 있는 관광활동이 요구된다(Blangy & Wood, 1993; Davis, 1989; Shoup, 1989; Ziffer, 1989).

마지막으로 생태관광의 긍정적 효과는 생태관광이 자연환경 보전에 미치는 긍정적인 효과를 말하는 것으로, 이는 두 가지 측면으로 볼 수 있다. 첫 번째 긍적적인 효과로는 자연체험을 통하여 관광객에게 자연보전의 필요성을 느끼게 만드는 교육적인 효과를 들 수 있다(Alder, 1990; Andersen, 1994; Cater, 1987; The Ecotourism Association of australia, 1995; Var, 1992). 두 번째 긍정적인 효과는 관광수입이 지역사회와 자연보호에 환원되는 경제적 효과를 들 수 있다(Andersen, 1994; APEC Working Group, 1995; Blangy & Wood, 1993; Butler, 1989; Farrell & Runyan, 1991; Kutay, 1989; Place, 1991; The Ecotourism Association of australia, 1995; The Ecotourism Society, 1991).

이러한 개념상의 논의들을 Buckly(1994)는 각각 생태관광의 틀과 생

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

태관광의 개념적 규정으로 제시하였다.



자료: Buckly(1994). A Framework for Ecotourism. Annals of Tourism Research, 21(3): 662.

Buckly(1994)는 생태관광에 대한 능동적이며, 엄격한 개념을 제시하고 있다. 이 개념을 되짚어봄으로써, 생태관광의 구성요소를 확인할 수 있다. 즉, 생태관광의 대상물은 자연을 근간으로 하는 관광을 말하며, 관리적 측면에서는 지속가능한 운영(sustainably-run tourism), 관광지 활동에서 목적하는 생태관광 활동의 결과는 생태관광객과 지역주민으로부터 보전에 대한 지지(conservation supporting)를 이끌어 내는 것이며, 이러한 여러 생태관광의 결과를 이끌어내기 위한 필수 적인 요소로서 환경교육(environmentally- educated tourism)을 포함해야 한다고 하였다.

생태관광의 개념적 규정을 통해서는 생태관광의 관계 당사자간의 역할과 생태관광의 세부적인 관리 방안을 제시하고 있다.

다음의 표에서는 생태관광의 개념적인 틀을 관광 산업적 측면(생태관광을 운영하기 위한 업체들), 운영요소(지속적인 운영을 위한 역할), 정책적 측면(생태관광을 활성화시키기 위한 정책적 배려), 환경보호 요소(환경관리 수단 등)로 구분하여 관리자, 운영자, 지역주민, 공급자의 역할을 구체적으로 정리해 놓은 것이다.

앞에서의 논의를 통하여, 생태관광의 구성요소와 각 구성요소 간 역할이 어떠한지 확인하였다. 이러한 생태관광의 구성과 구성요소 간 역할은 과연 어떠한 결과를 유발시키기 위하여 존재하는 지에 대해서는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

생태관광의 정의나 개념적 틀에서도 확인 할 수 있다.

[표] 생태관광의 개념적 규정

색인단어	자연관광	지속가능- 운영관광	보전지지관광	환경적인식관광
관광산업측면	상품, 매력물	운영, 관리	예산, 구매	행위, 태도(개별관광객) ;교육, 윤리(공급자)
별칭	[생태관광],자연지역관광, 녹색관광	생태적으로 지속가능한 관광, 환경적 책임 관광	[includes NGO's trusts,societies, firms]	[생태관광]
차별 특징	대상지 매력물 : 자연환경요소	환경영향감소와 환경관리개선을 위한 세심한 단계 투입	수입 · 활동이 환경보전단체활동에 기여	(개별여행자) 자연에 대한 태도, 영향최소화를 위한 (공급자) 세심한 행동, 행위를 변화 위한 교육 · 규칙
환경문제	보전가치의 효과 : 생태적 수용력	a. 에너지효율성,온실효과,공기 · 물의 오염 b. 자원사용, 일회용품, 소모품, 재활용, 하수, 쓰레기	보전단체를 위한 자금지원방법: a. 출발국 · 목적국가 NGO에게 직접지불 b. 목적국가에 경제적기부	a. 보전가치의 효과: 생태적수용력 b. 관광에서 개별행동까지 교차
하위산업 요소	리조트운영자, 사파리와 관광업체 운영자	리조트운영자, 교통수단운영자,호텔 체인, 관광업체운영자	Specialist ecotourism companies, not-for-profit 단체	Specialist ecotourism companies, 비이익단체, 개별여행자
규모와 성장	중간규모, 급격한 성장	대부분의 산업, 안정적인 규모	작은 하위산업, 완만한 성장	일반적으로 소규모, 급격한 성장
산업 구성요소	목적지, 마케팅	운영자, 관리	구매(purchasing),이윤	교육적인 프로그램.
운영요소	a. 그린 마케팅 b. 접근성 c.수입에대한영향: 휴양전이 · 수용력	a. 관광객 기대 b. 에너지 보존 c. 쓰레기 관리 d. 건강과 안전	a.법인조직,주주우선 b.틈새시장, 보전기금 c.대상지노동력이용	a. 관광객 기대 b. 관광객 관계 c.틈새시장 d. 교육 프로그램
환경관리 수단	a. 관광객행동변화 (예: 숙련된 가이드, 지도자, 집단 윤리)	a. 관광객 교육 b. 환경 · 에너지감사 c. 기술향상	a. 마케팅 전략 b. 구매와 고용정책	a. 관광객행동변화 (예: 가이드, 교육프로그램, 집단윤리)

(표계속)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

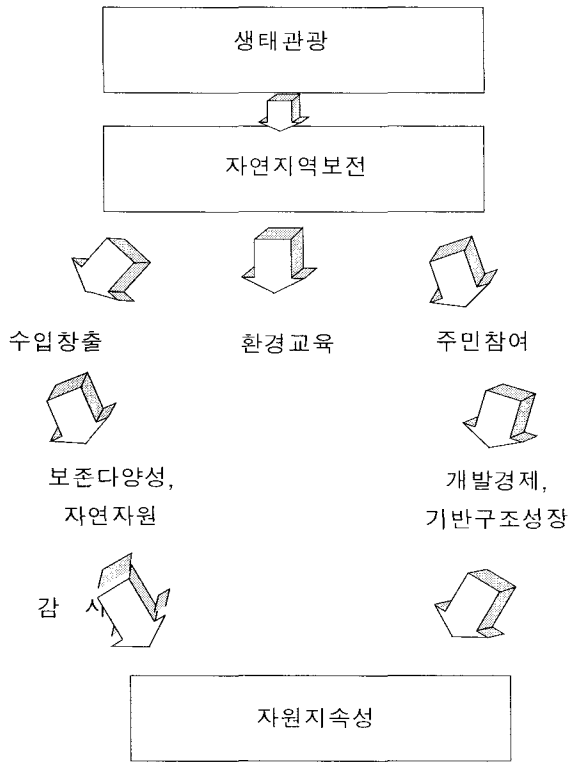
(앞의 표에서 계속)

색인단어	자연관광	지속가능- 운영관광	보전지지관광	환경적인식관광
정책 선택권	a. 관광객 교육 b. 환경관리강화 c. 입장객 제한 d. 사업 시행 규약	a. 환경 법률 b. 에너지 가격 c. 산업 규약	a.출발지:요구사항무 b. 목적지: 요금 · 세금;지역상품 구매와 고용;외부인 소유제한	a. 해설/교육 표지판 b.이동수단내영상시 설 c. 강제적 교육 d. 임의의 전시 etc.
요구 정보	특정활동이 생태계에 미치는 영향	a. 주요교통수단 · 숙박업의 실제영향 b. 영향저감가능성 c. 영향저감 비용 d.관광객기대,유동성 e. 수입	a. 개별사업자 총수입 b. 하위산업요소 규모 c. 대상내외의 직 · 간접적 재정 흐름 d. 보전의 실제영향	다른 태도 또는 주제가 상이한 교육 프로그램 참가자에 의하여 발생되는 효과에 대한 양적인 측정

자료: Buckly(1994). A Framework for Ecotourism. *Annals of Tourism Research*, 21(3); 663.

Ross and Wall(1999)은 그들의 연구에서 이론과 실제간의 차이와 더불어 생태관광의 역할(기능)에 대하여 설명하고 있다. 이는 구체적으로, 생태관광의 역할(기능)은 목적지, 관광객, 지역주민에게 긍정적 영향을 주는 것으로 자연지역에 대한 보호, 좋은 관광경험의 제공, 지역에 대한 경제적 파급효과를 자원의 보전, 환경 교육, 그리고 지역주민참여를 통하여 이루어 내는 것이다(Ross and Wall, 1999). Ross and Wall(1999)은 개발과 보존의 동시 달성을 추구하고 있기 때문에 이 부분에서 개발의 주체로서 지역주민참여의 중요성에 대하여 강조하고 있으며, 위에서 다룬 Buckly(1994)는 환경보존을 달성하기 위한 지역주민 역할의 중요성과 지역주민의 교육을 강조하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



자료: Ross. S., Wall G.(1999). Ecotourism: Towards congruence between theory and practice. Tourism Management, 20(1); 124.

생태관광 운영원칙

대중관광의 대안으로서 등장한 생태관광은 관광객 모두를 변화시키지 못하고 있으며, 단지 대중관광의 경험과는 다른 기대감을 갖게 할뿐이며(Carter, 1994), 생태관광을 고객을 유혹하기 위한 형식적인 용어로 사용하고 있다(Wight, 1993). 이러한 현상은 생태관광이 훼손되지 않은 자연지역의 자연자원과 문화자원을 대상으로 하는 대중관광의 모습으로 변해갈 가능성을 내재하고 있다. 이러한 이유로 기존의 대량대중관광의 문제점을 줄이고, 생태관광이 추구하는 환경보전과 지역사회의 지속 가능한 개발이라는 두 가지 목표를 달성할 수 있도록 The Ecotourism Society를 비롯하여, 많은 학자와 단체들이 관광객과 관광운영자를 위한 윤리강령과 지침을 개발하였다. 종합적인 운영원칙을 살펴보면 다음과 같다.

관광의 규모가 큰 것과 작은 것, 영향력이 큰 것과 작은 것간의 구분선은 어디에 두어야 하는가? 자연여행이나 문화여행에 직접적 이해관계가 없는 집단에서 통용되는 생태관광객이라는 표식이 어느 정도 그 해답을 들려준다. 이런 소규모 자연관광의 정의에서부터 모든 형태의 자연관련 관광에도 적용할 수 있는 일련의 원칙들이 필요하며, 이 같은 발전이 이루어짐으로 자연보전에도 도움이 될 것이다(김성일 역, 1999; 서울대학교 농업개발연구소, 2000에서 재인용). 현재 다양하게 전개되고 있는 생태관광의 기본원칙을 생태관광의 주요구성요소인 환경보전,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

환경교육, 지역주민참여의 관련여부에 따라 분류하여 보기로 한다.

[표] 생태관광의 종합적 원칙

관련 요소	종합적 원칙 세부내용
환경보전 (이용유형)	대중의 환경보호에 대한 인식을 변화시켜 여행대상지의 자연적, 문화적 환경과 지역주민에게 미치는 관광객의 부정적 영향을 최소화 할 수 있는 이용유형을 도입하도록 한다.
환경보전 (지원보조)	정부와 지방자치단체의 적절한 지원과 보조를 통해 법정 보호지역이나 기타 자연지역의 보전과 관리에 기여하도록 한다
환경보전 (관리방안)	지속가능성을 전재로 하는 관리 방안을 제시하도록 한다.
환경교육 (생태관광객)	지역의 사회 · 문화 · 자연에 대한 이해를 높이고, 공감대를 형성이 가능한 매력요소를 개발하여 생태관광객의 참여를 유도하고 만족시켜야 한다.
환경교육 (지역주민과 생태관광운영자)	지역주민과 생태관광 운영자들이 자연지역을 이용하고 방문하여 생태관광객들이 보기 원하는 것들에 대해 더 잘 알수 있도록 기회를 제공하도록 한다.
환경교육 (전문가동반)	생태관광객을 위하여 생태관광객의 교육을 담당하고 설명할 관련 전문가를 동반하도록 한다.
지역주민 참여 (의사결정)	관광유형과 양에 대한 의사결정과정에 지역주민 참여를 극대화하도록 하고, 생태관광의 프로그램 운영시에 지역에 대한 설명을 위하여 지역주민을 참여시키도록 한다.
지역주민 참여 (경제적 이익)	전통적인 경제활동이나 사회구조를 변화시키지 않고 보완할 수 있도록 지역주민에게 직접적이고 균등한 경제적 편익과 기타 유형의 편익을 제공하도록 한다.

자료: 서울대학교 농업개발연구소(2000)를 바탕으로 재구성하였음.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴생태관광

한국동굴의 특징

우리나라에는 지역마다 차이가 있기 하지만 거의 전국에 걸쳐 자연동굴이 분포한다. 이 가운데 남한에만 대략 천 개 이상이 있는 것으로 추정되며, 많은 수가 강원도와 충청북도, 그리고 제주도 등지에 분포하고 있다(우경식, 2002). 강원도의 강릉, 삼척, 정선, 평창, 태백, 영원 그리고 충북의 단양지역에는 고생대 석회암이 넓게 분포하고 있어서 석회동굴이 잘 발달해 있다. 경상북도의 문경, 안동, 울진과 평해, 전라남도의 화순, 전라북도의 익산과 무주에도 석회암이 약간 분포하기 때문에 석회동굴이 발견된다.

제주도는 화산활동으로 형성된 현무암 지대이므로, 이곳에서 발견되는 동굴은 대부분 용암동굴이다. 제주도 용암동굴의 규모와 수는 전 세계적으로도 널리 알려져 있다.

한편 제주도와 홍도, 독도, 전라북도의 채석강 등 전국의 섬과 해안을 따라 크고 작은 해식동굴이 많이 발견되고 있다(우경식,2002).

동굴관련 연구 현황

동굴은 20세기 초반 유럽 전반에 걸쳐 이루어진 석회동굴(limestone cave)의 탐험을 통하여 관광자원으로서 일반인에게 개방(public show-caves)되었다.

앞장에서 논의한 바와 같이 동굴자원은 그 자체로서 역사적 교육적 의미를 지닌다. 따라서 오랜 기간 사람들은 동굴을 방문하고 탐험하는 활동을 하였으며, 이런 활동의 보편화는 관광활동으로 이어졌다. 영국의 경우 20개가 넘는 개방동굴이 있어 연간 50만 명이 넘는 방문객을 기록하고 있으며(Baker & Genty, 1998), 뉴질랜드의 와이토모(Waitomo)동굴의 경우, 연간 50만 명이 넘는 인원이 방문하고 있다

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

(Pavlovich, 2003). 전 세계적인 동굴에 대한 관심의 성장은 교육적인 목적의 야외 활동(outdoor experiences)과 환경에 대한 의식의 성장으로 볼 수 있으며(Caving Canada, 2003), 이에 따라 동굴관광객의 관심을 반영한 동굴 환경 프로그램이 다양하게 선보이고 있는 추세이다.

동굴과 관련한 학계의 연구도 다양한 분야에서 나타나고 있으며, 가장 활발한 부분은 생물학과 지질학 분야의 연구로 동굴과 동굴 생물상의 보존 및 모니터링에 관련된 분야에서 활발히 진행되고 있다(Arita, 1996; Berg & Watson, 2002; Eberhard & Hamilton-Smith, 1998; Hamilton-Smith & Eberhard, 2000; Hardwick & Gunn, 1996). 관광분야에서 살펴보면, 종유석을 보존하는데 있어서 지표면의 변화나 동굴관광객의 증가가 미치는 영향에 관한 연구(Baker & Genty, 1998)와 동굴관광이 지역의 산업으로 자리잡은 뉴질랜드의 와이토모(Waitomo) 지역에서의 동굴관광과 지역 산업연계방안 연구가 있다(Pavlovich, 2003). 또한 동굴관광이 발달한 캐나다, 뉴질랜드, 호주, 미국 등에서는 비영리목적의 동굴보호단체들이 중심이 되어 동굴관광에 관한 규범, 동굴보존 방안제시, 연령별 환경교육 프로그램, 동굴관광에 대한 지식제공이 이루어지고 있다. 국내에서도 동굴관광은 오랜 기간 주요한 관광활동이었으며 많은 관광객이 방문하고 있다. 동굴 관광에 대한 연구는 동굴관광의 현황 파악연구(김상훈, 1978), 동굴관광자원개발에 관한 연구(김홍운, 1983) 등이 이루어졌으며, 최근에 동굴관광에 관한 관심이 증대되면서, 관광동굴에 관한 이미지 및 형태(홍충렬 · 김원진, 2001)가 분석되었다. 또한 강원도 삼척에서는 삼척 세계동굴엑스포를 개최하면서, 지역관광자원으로서 동굴관광을 연구하였다(김일동, 2001).

동굴의 관광학적 가치

지질관광에 대한 연구를 보여준 Hose(1997)는 지질관광은 '단순히 지질자원의 미학적 감상수준을 넘어, 지질학에 대한 이해와 지식을 관광객들이 습득할 수 있도록 안내해설체계와 서비스 시설을 제공하는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

것'이라고 정의하여 관광을 통한 지질교육효과를 강조하였다(정강환, 2000). 동굴관광은 이와 같은 지질관광에 대한 정의에 동굴생물에 대한 교육을 효과를 추가할 수 있다.

인류에서 있어서 역사적, 문화적, 자연적 자원인 동굴의 가치가 확대되어 인식되고 있다(Caving Canada, 2003). 동굴은 학술, 문화, 산업, 관광의 공간으로서 문화적 가치가 있는 잠재적 자원임은 물론 지표상의 자연 생태 환경 및 지하 생태환경과의 균형을 유지하는 중요한 역할도 하고 있음이 확인되기 때문이다.

관광의 측면에서 보자면, 관광지역의 범위가 확대되고, 국민의 관광선호도 역시 다양해지는 경향에 따라 동굴의 관광자원이 그 특수성으로 인하여 그 관광성이 높아지는 추세이다. 동굴은 자연관광자원과 인문관광자원의 특성을 함께 갖추고 있는 '복합관광자원'이다. 동굴은 예술성(지하경관의 신비성), 종교성(원시종교의 유적성), 유용성(동굴 탐험장 및 핵폐기물 처리장), 학문성(지리학·지구과학·동굴학 및 관광학)과 같은 특징을 가지고 있어(유영준, 2002), 이를 활용하여 관광객을 유치할 수 있는 다방면의 관광매력성을 지니고 있다. 동굴내부에서의 활동과 동굴관광 현상을 바탕으로 '동굴관광은 동굴을 중심으로 동굴의 내부와 외부에서 동굴과 관련한 동굴관람활동, 지질 및 생물 학습활동 등을 하는 것'이라 정의 할 수 있다.

[표] 관광자원으로서 동굴의 가치

구 분	관광자원으로서의 가치
예 술 성	지하경관의 신비성, 색채성, 지질 형성의 경이성
종 교 성	초자연적인 신비성, 사원 · 사의 신앙성, 원시종교의 유적성
유 용 성	동굴 탐험, 산업적 이용, 군사적 이용, 핵폐기물 처리장으로 이용
학 문 성	지구과학, 동굴학, 지질학, 지형학, 생물학, 환경학, 관광학, 종교학, 지리학, 문화인류학

자료: 유영준(2002). 동굴자원의 체험관광 활성화 방안. 『관광연구논총』, 14: 119-140.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

국내 동굴관광의 특징 및 문제점

한국에는 약 850여 개의 자연동굴(석회석동굴, 용암동굴, 해식동굴)이 분포하는 것으로 알려져 있으나 보고서에 따라 국내의 동굴은 1000여 개에 이른다고 추정되기도 한다. 그러나 개방된 동굴은 총 13개로 천연기념물 8개소, 지방기념물 3개소, 그리고 미지정 동굴 2개소가 일반인에게 개방되어있다. 개방된 동굴은 지역별로 강원도에 5개(고씨굴, 용연굴, 천곡굴, 화암굴, 환선굴), 충청북도에 5개(고수굴, 노동굴, 온달굴, 천동굴), 제주도에 3개(만장굴, 협재·쌍용굴, 미천굴)가 분포되어 있다.

[표] 우리나라 개방동굴 현황

동굴 / 내용	위 치	총연장(m)	개방일	문화재지정
고씨굴	강원도 영월군	6,300	1974.5	천연기념물 제 219호
용연굴	강원도 태백시	1,486	1997.10	지방기념물 제 39호
천곡굴	강원도 동해시	1,700	1996.5	미지정
화암굴	강원도 정선군	1,803	2000.6	천연기념물 제 33호
환선굴	강원도 삼척시	6,200	1997.10	천연기념물 제 178호
고수굴	충청북도 단양군	1,400	1976.9	천연기념물 제 256호
노동굴	충청북도 단양군	1,200	1990.1	천연기념물 제 262호
온달굴	충청북도 단양군	760	1997.11	천연기념물 제 261호
천동굴	충청북도 단양군	470	1978.10	지방기념물 제 19호
성류굴	경상북도 울진군	600	1976.1	천연기념물 제 155호
만장굴	제주도 북제주군	7,270	1969.8	천연기념물 제 98호
협재·쌍용굴	제주도 북제주군	109	1983.1	천연기념물 제 236호
미천굴	제주도 남제주군	1,695	2002.11	---

자료: 한국동굴연합(2000)을 참조하여 저자 재구성

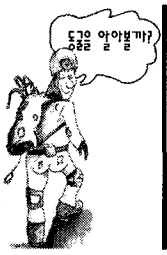
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

개방된 동굴은 문화재로서 천연기념물 또는 지방기념물로 지정되어 있을 뿐만 아니라 10만에서 100만 이상의 관광객이 방문하는 인기있는 관광목적지가 되었으나, 최근 들어 다양한 관광자원의 개발과 동굴관광자원의 매력감소로 관광객이 감소하고 있다(동굴관리자 인터뷰, 개인면접, 2003년 7월).

동굴에서의 관광활동은 동굴의 특성에 약간씩 달라지지만, 동굴생성물 관람을 주로 하는 것에는 큰 차이가 없다. 즉, 동굴내부에 설치된 이동통로를 따라 동굴의 생성물을 관람하기 위하여 동굴내부를 이동한다. 동굴에 따라 동굴의 입구에 동굴의 생성원인 및 관람시 주의점등을 교육하기도 하지만, 일반적으로는 특정한 교육이나 해설이 없이 동굴관광이 이루어진다.

강원도 삼척의 환선굴에는 동굴 박물관이 설치되어 있어 동굴과 관련된 다양한 관람 자료와 교육 자료를 제공하여 주지만, 동굴과는 거리가 있는 삼척시내에 설치되어 있어 직접적인 관광효과를 누리기는 어려운 실정이다. 태백시의 용연굴은 남한에서 가장 높은 지대에 위치한 동굴로 주차장부터 동굴입구까지 무궤도열차를 운영하고 있고 동굴관리를 위한 다양한 관리방안을 모색하고 있으나 동굴내부에 동굴과는 무관한 다양한 설치물을 설치하여 동굴자원 자체의 매력을 감소시켜 문제로 지적된다. 또한 제주도의 관광동굴은 동굴이 있는 지역의 조경을 하여, 동굴과 다른 관광자원을 연계하여 다양한 관광활동을 하도록 돕고 있으나 동굴 자체의 매력을 충분히 살렸다고 보기는 어렵다. 따라서 동굴자원 자체의 매력을 살리기 위한 동굴관광활동이 필요하다고 생각한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



용천동굴도 있네요: 용천 수산동굴 천연기념물 지정



제주 북제주군 구좌읍 '용천동굴'과 제주 성산읍 수산리 '수산동굴'이 천연기념물로 지정됐다.

북제주군은 30일 문화재청이 용천동굴과 수산동굴을 국가지정문화재 천연기념물 제466호와 제467호로 각각 지정했다고 밝혔다.

용천동굴은 길이 2470m, 천장 높이 1.5~20m, 너비 7~10에 이르는 용암동굴로, 동굴 안에는 140m에 이르는 용암유리터, 용암폭포 등의 용암동굴 생성물 및 독특한 형태의 길 벽면들이 잘 보존되어 제주도에 분포하는 용암동굴의 전형적인 모습을 보여주고 있다.

이 굴은 또 석회동굴에서 볼 수 있는 종유관, 평정석순, 동굴산호 등의 탄산염생성물이 매우 다양하게 대규모로 발달해 학술적 가치가 크며, 동굴 끝 부분에는 길이 약 200m의 대형호수가 분포한다.

이와 함께 지정된 수산동굴은 길이 4520m의 대형 용암동굴로, 제주지역에서 분포하는 동굴들 중에서 용암선반, 용암종유, 용암교, 용암주석 등 용암동굴 내부에는 용암생성물이 발달해 있으며 제주도의 형성사를 밝힐 수 있는 학술적 가치가 높은 것으로 평가된다.

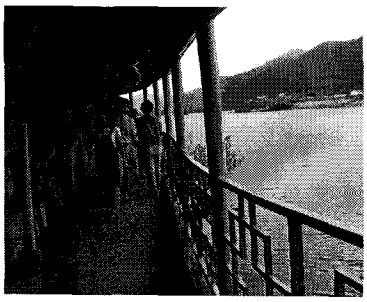
허호준 기자 hojoon@hani.co.kr [한겨레신문 2006-02-03]

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴관광 사례분석

국내에서는 가장 많은 관광객이 찾는 관광동굴인 울진 성류굴, 단양 고수굴, 삼척 환선굴, 제주 협재·쌍용굴, 제주 미천굴에 대하여 소개하고, 해외 사례에서는 선진 개발 및 관리로 국제적으로 알려진 관광동굴인 뉴질랜드 Waitomo Growworm Caves 동굴 및 일본의 秋芳洞(아끼요시도)등을 소개하고자 한다.

울진 성류굴



비좁은 성류굴 진입도로



노후화·표준화되지 않은 표지



동굴 입구 주변 난립한 상점들

개요

울진의 성류굴(경상북도 울진군 근남면 구산리 산 30)은 1976년 1월에 개장하였으며, 천연기념물 제155호로 지정되어 있고, 주굴은 480m, 전체 약 800m를 이루고 있다.

주요 특징

우리나라 석회굴 중에서 최남단에 위치하고 있으며, 연간 50만 명 이상 관광객이 방문했으나, 최근 급격한 감소추세에 직면하고 있다. 다수의 관광객만을 추구하여 관광객 방문으로 인한 환경 훼손 및 관광객 편의시설 (조명, 계단, 안내표지 등) 노후화 심각한 상태이다.

전략적 시사점

성류굴은 석회암 동굴로 노후화가 심각해 관광객이 점차 감소하고 있으며, 관광동굴의 지속적인 리모델링 및 차별화된 운영·관리가 필요한 실정이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

단양 고수동굴



현수막으로 표시한 동굴입구


상점 난립으로 복잡한 입구


동굴 내부 노후화된 안내표지

개요

단양 고수동굴은 1976년 9월에 개장하였다. 충청북도 단양군 단양읍 고수리에 위치하고 있으며, 천연기념물 제256호로 지정되어 있다. 현재 전체 개방동굴 13개 중에서 사유재산으로 관리되는 동굴 중 하나로 (주)유신이 소유하고 있다. 주굴 및 지굴의 크기는 1,300m이고, 수직으로 50m에 이른다.

주요특징

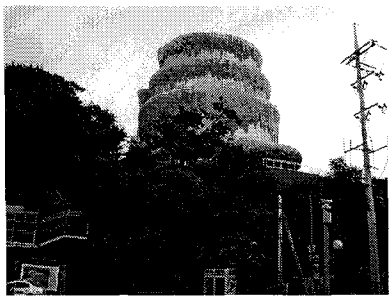
연간 동굴지구(노동굴 포함) 관광객 70만 명 수준 관광객 방문으로 인한 환경 훼손으로 새로운 코스 개발하였으며, 주변 상점 난립 및 안내표지 노후화 등 울진 성류굴과 비슷한 문제점 존재하고 있다.

전략적 시사점

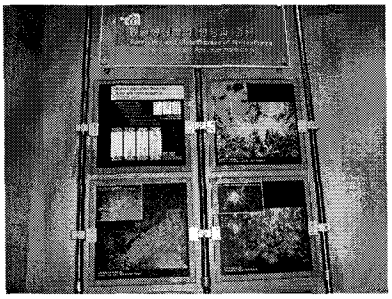
관광객이 감소하고 있으나, 최근 미개방된 지역 코스를 개발하는 등의 노력을 실행하여 동굴관리의 소중함을 새삼 알려주고 있다. 그러나 추가적으로 관광지 주변 상점 정리 및 안내표지(동굴 외부 안내표지, 내부 설명표지) 개선이 필요한 실정이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

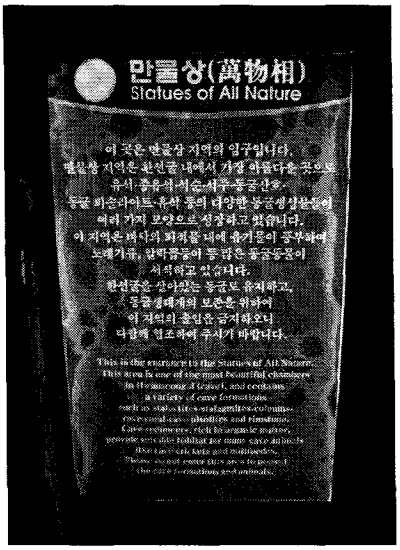
삼척 환선굴



동굴 엑스포를 개최한 동굴신비관



동굴신비관내 오리엔테이션 기능



동굴 내부 네온 설명표지

개요

삼척 환선굴은 1997년 10월에 일반인에게 개장되었다. 강원도 삼척시 신기면 대이리 산 117에 위치하고 있어 동굴에 들어가기 위해서는 등산으로 하여야 한다. 현재 천연기념물 제178호로 지정되어 있으며, 강원도 삼척시에 의하여 관리되고 있다. 주굴 3.3km에 이르고 있으며, 총길이 6.5km이다.

주요 특징

관광객 124만 명으로 관광동굴 중 짧은 기간에 가장 많은 관광객이 방문하였다.

약간 거리가 있지만, 삼척시내에 동굴박물관이 설치되어 있어 동굴입장 전 동굴탐험관, 동굴신비관에서 오리엔테이션 기능수행하고 있어 동굴생태관광에 좋은 자료로 제시되고 있다.

또한 동굴 내부 안내 및 설명 표지를 새로 정비, 네온 표지로 동굴 내부에서의 시각적 효과 증대되어 있고, 대규모 동굴 개방으로 웅장함을 느낄 수 있으나, 환경 훼손이 우려된다는 한계가 나타나고 있다.

전략적 시사점

동굴 내부 환경 훼손 방지 및 교육관광(Edutainment) 오리엔테이션 기능을 수행하기 위해 체험·전시관이 필요하다는 사실을 사실적으로 나타내어 준다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

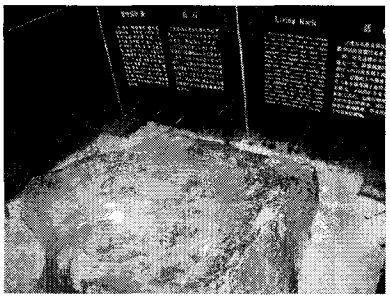
제주도 협재·쌍용굴



동굴 가기 전 한림공원 산책로



숲의 형상을 나타낸 협재굴 입구



설명표지의 스토리텔링 기능

개요

협재·쌍용굴은 제주도의 대표적인 관광명소로 1983년 1월에 개장되었다. 제주도 북제주군 한림읍 협재리에 위치하고 있으며, 천연기념물 제236호로 지정되었다. 현재 재암문화재단이 소유하고 있으며, 동굴의 길이는 협재굴이 100m, 쌍용굴이 393m에 이르고 있다.

주요특징

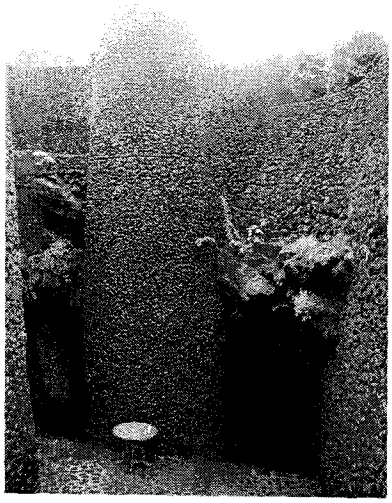
한림공원 내 위치해 있어, 공원 이용객이 동굴을 함께 방문하고 있다. 이러한 행태는 관광객을 적극적으로 유치하는데 있어서 유리하지만 협재굴 및 쌍용굴 내부 대부분이 개방되어 있어 생태계 파괴가 진행되고 있다는 문제점을 갖고 있다. 그러나 시설적으로 주변지역을 숲으로 둘러싸게 하여 자연 이미지 강조하여 좋은 반응을 유도하고 있다.

전략적 시사점

제주도 관광객의 필수 관광코스 중 하나로 단순한 동굴관광시장뿐만 아니라, 공원과 연계하여 많은 표적시장 공략 가능하다는 점이며, 설명표지의 스토리텔링 기능을 활용하여 동굴 체류시간 증대시키고 있어 관광학적 측면에서 도움을 준다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제주 미천굴



돌로 화려하게 꾸민 동굴입구



체험관광 기능의 아트센터

개요

미천굴은 제주도 남제주군 성산읍 삼달리 1010에 위치하고 있으며, 도민자본으로 설립된 일출랜드의 소유이다.

동굴의 크기는 제1굴 400m, 제2굴 1320m (개방은 제1굴 중 365m 수준)으로, 관광객 수는 43만 명(전년대비 2.3% 감소)이다.

주요특징

미천굴과 함께 일출랜드를 개장하여 주변 관광과 관광동굴을 연계되어 있으며, 주변 아트센터에서 도자기 만들기, 염직 작업, 티셔츠 만들기 등 체험관광을 함께 제공하여 다양한 관광행동을 체험하도록 개발하고 있다.

제주도의 3多 중 하나인 돌로 입구를 꾸며 화려한 이미지를 강조하고 있다. 현재 동굴 내부 표지 노후화 및 환경훼손이 우려되는 상황이다.

전략적 시사점

제주도 여러 관광코스 및 관광행동 기능을 연계하여 동굴관광 이외 다양한 관광활동이 가능하다.

인공적인 개발과 함께 생태계를 동시에 고려하여, 깔끔하면서도 환경친화적인 개발이 필요하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

해외 관광동굴

뉴질랜드 Waitomo caves

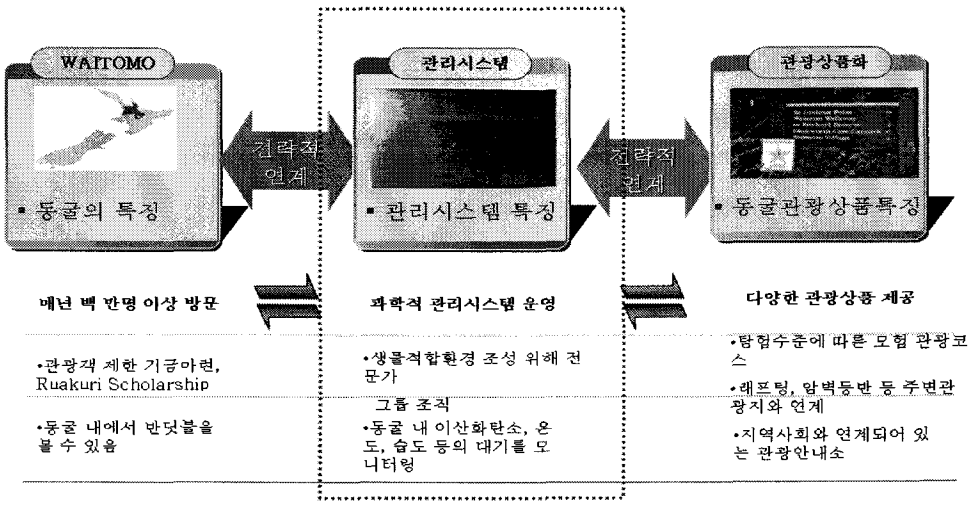
Waitomo의 역사

뉴질랜드 남서쪽에 위치한 Waitomo Glowworm Caves는 1887년 마오리 부족장과 영국인 측량기사에 의하여 발견되었고, 1888년 일반인에게 관광동굴로 개방되었다. 100년 넘게 세계적으로 백만 명이 넘는 사람들을 끌어들일 정도로 유명한 생태 관광동굴이다. 이 동굴은 반딧불이를 관찰할 수 있는 곳으로 유명한데, 동굴에 들어서면서, 빛나는 작은 반딧불을 따라 보트여행을 하게 된다.

Waitomo Glowworm Caves에서 250미터 이상을 들어가면 인상적인 지하 대성당과 석회 화살, 연회궁, 파이프 오르간 등이 펼쳐진다.

이글에서는 Waitomo Glowworm Caves를 중심으로 동굴의 특징, 관리시스템의 특징, 동굴관광상품의 특징을 살펴보자

[그림] Waitomo Glowworm Caves의 관리시스템의 구성형태



Waitomo Glowworm Caves와 인접한 동굴로 Aranui 동굴과 Ruakuri 동굴이 있다. Waitomo Glowworm Caves로부터 서쪽으로 3킬로 정도 떨어진 위치에 있는 Aranui 동굴은 섬세한 형상물을 감상할

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

수 있다. Ruakuri의 숲과 잘 어우러져 있으며 세계에서 가장 큰 종유석이 있는 곳이기도 하다.

Ruakuri 동굴에는 매년 3만5천 명 이상의 특별한 모험 관광객들이 방문한다. 모험관광객들을 나이와 탐험 수준에 따라 두 가지로 나눠 전설적인 관광을 운영하고 있다. 가장 인기가 좋은 것은 Black Labyrinth(어둠의 미궁)으로서 세계적으로 명성이 자자한데, 3시간 동안 반딧불이 반작이는 Ruakuri Cave을 누비면서 뛰고 표류하는 등의 경험을 하게 된다. Black Abyss(어둠의 심연)은 고급 모험코스로서 Ruakuri Cave를 흐는 강에서 면허를 가진 가이드와 함께 5시간 동안 높은 곳에 올라가고 급류를 따라 떠다니게 된다.

Waitomo Glowworm Caves는 표면으로부터 동굴바닥까지 34미터 높이이며, 강 표면에서 Glowworm Grotto의 천장까지는 6.5미터이다. 기온은 12개월 동안 2~3도 정도의 변동만 보이는데, 평균 기온은 섭씨 16도이다. 강의 온도는 겨울에는 섭씨 8도, 여름에는 섭씨 16도이다. 강의 깊이는 대략 1~2미터 정도이다.


동굴관광안내소모습

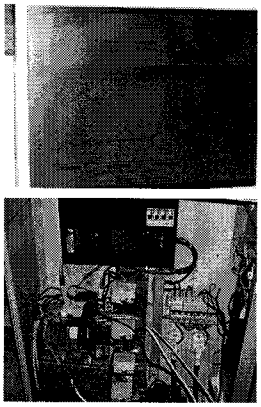
Aranui Cave는 가장 작고 사랑스런 동굴로 정교한 형성물을 가진 곳이다. 입구가 작고 강이 없지만 Wetas(자이언트 거미)들의 거대한 왕국을 이루는 것이 특징이다. Aranui Cave의 갈라진 틈에서는 Wetas가 가만히 달라붙어 있다. Wetas는 귀뚜라미나 메뚜기와 연관이 깊은 곤충으로서 동굴에 사는 Wetas는 다리와 더듬이가 일반 Wetas과는 다르다. 동굴에 사는 weta은 앞을 거의 볼 수 없게 때문에 좋은 후각과 긴 다리를 가지고 있으며, 먹이를 구하기 위해 오직 밤에만 동굴 밖으로 나오며 보름달이 떴을 때는 빛의 양이 많아서 나오지 않는다. 빛이 거의 없는 동굴의 특성상 먹이가 부족하기 때문에 cave Weta는 동굴 입구에서 10미터 거리에서 대량 군집을 이루며 살아가고 있다.

Ruakuri Scholarship은 관광을 제한하는 데 따른 기금마련

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

을 가능하기 위해 2003년에 설립됐는데, 구체적인 활동 목적은 와이토모 지역민들이 지역관광에 이로운 연구를 더욱 심층적으로 하기 위해 도움을 주도록 자금을 형성하기 위한 것이다.

Waitomo Glowworm Caves의 과학적 관리시스템



동굴관리시스템

동굴은 그 형성 자체가 단시간에 이루어진 것이 아니다. 종유석, 석순, 석주와 같은 장식과 조형물은 석회암 위를 흐르거나 동굴의 지붕으로부터 떨어진 물로 인해 생기는 것으로, 수 백 수 천년 동안 이뤄진 것으로 지형과 석회석 상태, 동굴의 나이 등 다양한 원인에 의해 영향을 받을 수 있다. 그러나 관광객의 입장에 따른 변화가 있을 경우 매우 빠른 속도로 진행되기 때문에 동굴의 관리방안은 매우 중요하다.

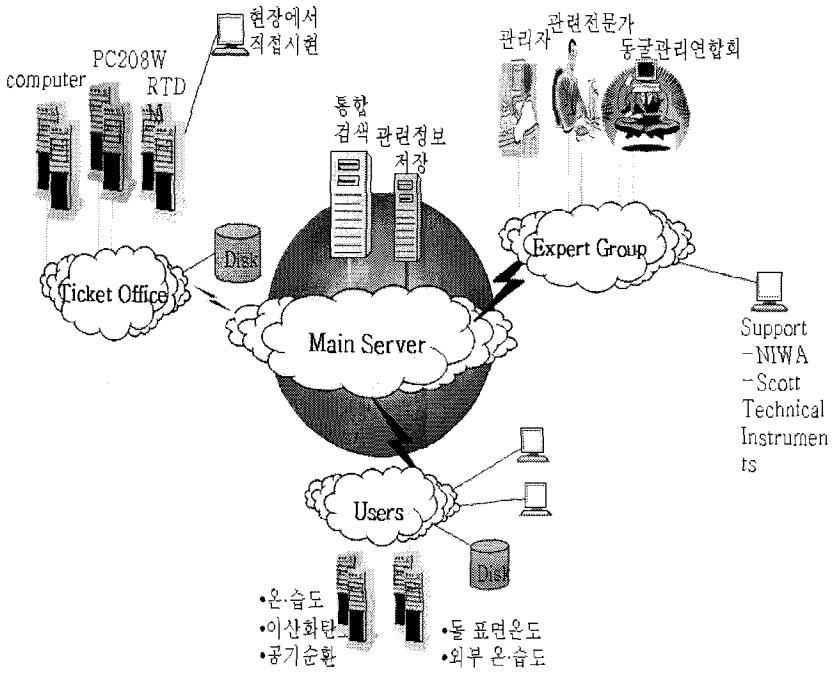
Waitomo 동굴에서는 특별 과학자문 그룹을 구성하고 수백만 마리의 반딧불이를 보호하기 위한 생물학적 조사를 실시하였다. 조사결과 Waitomo 동굴에 거주하는 반딧불이는 안정된 조건과 최소한의 공기흐름을 선호하는 것으로 나타났다.

동굴에서 관광활동이 이루어지기 때문에 과학자문 그룹은 동굴 내 반딧불이 거주하기 적정한 동굴환경을 만들기 위해 방문객 수와 동굴 내 환경의 변화를 공기의 질과 바위와 물의 온도, 습도, 이산화탄소로 측정하였다. 이러한 과정을 통하여 과학자문 그룹에서는 동굴내부의 공기의 흐름을 조절하기 위해 상부 출입문을 여닫는 것을 결정하였고, 세세한 환경 영향에 영향을 미치지 않는 일일 방문객 수를 추산해 내었다. 동굴관리자들은 과학자문 그룹의 연구내용을 바탕으로 동굴의 관리시스템과 그 내용에 관한 것으로 동굴내의 이산화탄소량, 온도, 습도를 측정하여 관광객들도 볼 수 있도록 컴퓨터 시스템을 설치하였다. 이 시스템에서는 동굴내의 생태변화를 유발하지 않은 한도 내에서 동굴내부의 지표에 따른 기준을 설정하고 이에 문제가 발생할 시에 직접적으로 동굴관광객의 입장시간이나 동굴관광객 수를 조절을 관리자에게 알리

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

게 된다. 물론, Waitomo Glowworm Caves는 동굴방문이전에 예약을 하여야 하기 때문에 일별 관광객 수의 조절은 매우 용이하게 이루어 질 수 있다. 즉, 지역의 관광시스템이 관광산업 종사자들을 연계하고 있으며, 이 프로그램에 따라 동굴관광객 수를 통제하고, 숙박업체, 관광일정, 동굴방문 일정 및 활동 프로그램 등을 조정하고 지역의 관광산업의 연속성을 강화시켜주고 있다. 지상과 지하 양쪽에서 특별한 전경을 제공해 주고 있다.

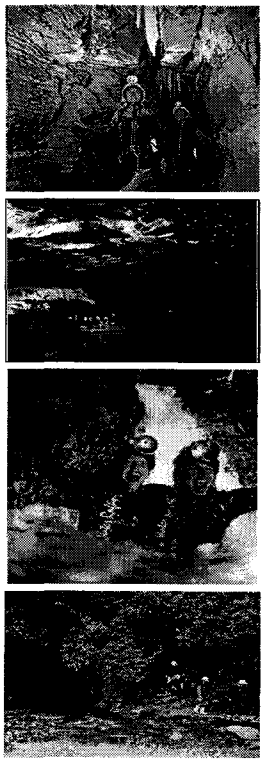
[그림] Waitomo Glowworm Caves의 관리시스템의 구성형태



이를 위한 독립적인 관리 시스템은 컴퓨터 시스템, 관련 전문가집단으로 양분되어 전체 Waitomo Glowworm Caves의 관리 시스템을 형성하고 있다. 이러한 형태의 관리 기반이 있어 동굴내부의 생물학적 변화, 지리학적인 변화를 감지하고 수 년 이내의 관리방안이나 관광객 관리 방안이 도출되는 것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Waitomo Glowworm Caves의 다양한 관광코스 구성



동굴탐험참가모습

와이토모 지역은 연간 백 만명이 넘는 방문객들이 지속적으로 방문하고 있어 뉴질랜드의 대표적 관광지로 인식되어 오고 있다.

동굴과 동굴주변의 관광자원을 활용하여 다양한 관광코스를 구성하고, 관광지역에 따라 동굴내부관람, 환경교육, 트랙킹, 동굴탐험 등을 다양하게 제시하고 있다.

또한 동굴관광객의 성향과 동굴관광 경험 여부에 따라 관람하고 체험하는 코스가 초급-중급-고급의 형태로 변형되어 제시되어 있어 누구나 다 즐길 수 있다는 강점을 갖고 있다.

동굴관광프로그램은 동굴관광객이 동굴에서 경험하고 싶은 모험성-신기성-즐거움 등을 복합적으로 경험하도록 구성되고 있으며, 체험 참여자에 따른 요금제도도 다양하게 운영되고 있어 우리나라 관광동굴에 적용될 경우 많은 도움을 줄 수 있다.

구체적으로 살펴보면, Aranui 동굴의 약간 위쪽 계곡에는 말을 타고 골프를 즐길 수 있는 Otorohanga Kiwi House가 있다. Black water에서의 래프팅, 암반등반은 삶의 활력을 불어넣어 준다.

동굴과 동굴관광코스에 대한 다양한 정보를 위하여 다음의 동굴관광안내소를 이용하게 된다. 동굴관광안내소는 동굴관광에 대한 개괄적인 정보를 제공하여 준다.

동굴을 관람할 때는 형성물을 만지기, 담배 피기, 사진 촬영이 금지되며, 안전을 위해 혼자 다니지 말고 관람 시간 내내 정숙을 유지해야 한다. 관광객들은 오클랜드에서 와이토모 동굴까지 대형버스로 이동하는 고급 관광을 즐길 수도 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

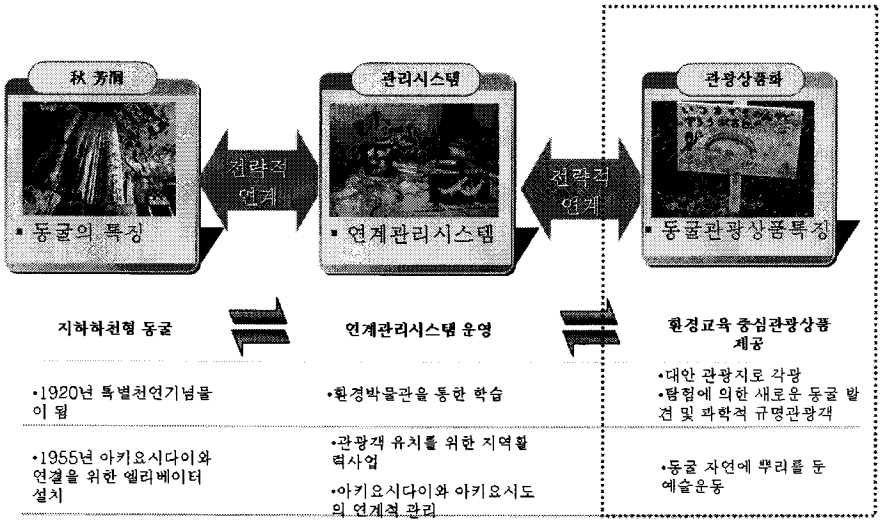
일본의 秋芳洞(아키요시도)

일본에 있는 동굴의 종류 중 가장 많은 것이 석회동굴이다. 일본의 동굴은 北海道(홋카이도)에서 沖繩(오키나와)까지 널리 분포돼 있으며 관광지로 개발된 동굴도 많다. 이 중 관광 동굴로 알려진 주요 동굴은 岩手縣(이와테 현)의 龍泉洞[류센도][3], 福島縣(후쿠시마 현)의 아부쿠마洞[4], 東京(도쿄)의 日原(입빠라)종유동굴[5], 山口縣(야마구치 현)의 秋芳洞(아키요시도)[6], 高知縣(고치현)의 龍河洞[류가도][7], 態本縣(쿠마모토 현)의 珠泉洞(슈센도)[8], 鹿兒島縣(카고시마 현)의 昇龍洞(쇼류도)[9], 沖繩縣(오키나와현)의 玉泉洞(교크센도)[10]이다. 이 동굴의 관리자들은 매년 한 번 '동굴서미트(관리자회의)'를 개최하여 동굴 공통의 문제를 논의해오고 있다. 이 글에서는 각 동굴의 특징 및 동굴관리 상황을 살펴 秋芳洞(아키요시도)를 사례로 동굴의 특징, 연계관리시스템, 동굴관광상품의 특징을 파악하였다.

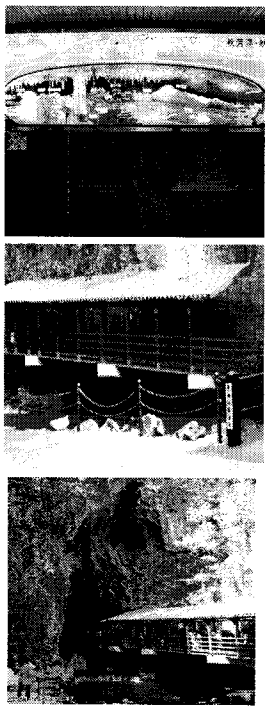
[그림] 秋芳洞(아키요시도)사례분석 내용

3) 町營, 1959년 관광 개발, 국가지정 천연기념물, 총연장 2.500미터, 연간 동굴 방문객수 약 250,000명
4) 町營, 1973년 관광 개발, 총연장 720미터, 연간 동굴 방문객수 370,000명
5) 日原보존회, 1947년 관광 개발, 東京都(도쿄부) 천연기념물지정, 총연장 800미터, 연간 동굴방문객수 약 80,000명
6) 町營, 1090년 관광 개발, 국가지정 특별천연기념물, 연간 동굴 방문객수 850,000명, 총연장 8,700미터
7) 龍河보존회, 1931년 관광 개발, 국가지정 천연기념물, 총연장 4,000미터, 연간 동굴 방문객수 260,000명
8) 珠泉村(슈센무라) 삼림조합, 1975년 관광개발, 총연장 4,800미터, 연간 동굴 방문객수 약 120,000명
9) 町營, 1963년 관광개발, 縣지정 천연기념물, 총연장 3,500미터, 연간 동굴 방문객수 약 140,000명
10) 南都월드주식회사, 1972년 관광 개발, 총연장 5,000미터, 연간 동굴 방문객수 1,570,000명

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



秋芳洞(아키요시도)의 관광동굴화 사례



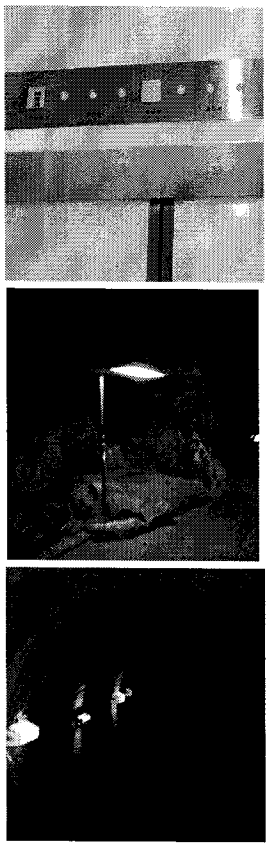
아키요시도 입구모습

일본의 대표적인 개방동굴은 秋芳洞(아키요시도)을 들 수 있는데, 이 동굴은 메이지시대 때 뛰어난 동굴을 세계인들에게 개방하자는 의도로 관광지화 되어, 처음 이 동굴이 개방될 때는 관광으로 많은 이익을 얻기보다 오히려 세계인들에게 보이기 위한 것이 강했다고 한다. 관광객들이 오면 마을 사람들이 연극을 보여주는 등 대대적인 환영하고 동굴 안내 역시 대단히 친절하게 했다는 기록이 있다.

秋芳(아키요시)동굴은 지하 하천형 동굴로 동굴 내부에는 넓은 지하수가 흐르고 있으며, 1920년 천연기념물 적합판정을 받았다. 이에 따라 동굴 관리는 秋芳村(아키요시무라현) 秋芳町)이 실시하고, 동굴은 사적명승천연기념물법에 의거해 철저히 보호되었다. 昭和(쇼와)시대가 되자 동굴 내에 전등이 설치되고 전국적 홍보활동을 펼치고, 동굴에 대한 학술적 연구가 진행되었다. 연구결과, 동굴생물 가운데 신종 발견이 잇따르고, 눈이 퇴화된 동굴 생물의 존재가 속속 밝

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

혀졌다. 향후 1951년에는 사적명승 특별천연기념물로, 곧이어 특별천연기념물로 지정돼 보존 철저한 보호가 이어지고 있다.



아키요시도의 내부 조명형태 및 엘리베이터

그러나 이 동굴의 관광지화를 위해 아키요시무라현에서는 1955년 아키요시도 동굴과 외부 카르스트지형의 관광지를 잇는 25인승 엘리베이터 설치를 건의해 2대를 설치할 수 있는 국가의 허가를 받았고 동굴 내부 통로를 정비해 사람들이 안전하게 관람할 수 있도록 콘크리트 통로를 완성했다. 동굴 내부의 다리 역시 개조되었다. 한편 秋吉臺(아키요시다이)전망대가 설치되고 秋吉臺(아키요시다이) 과학박물관이 만들어져 동굴관광이 자연학습 관광의 성격을 강하게 띠게 됐다. 어린 학생들에 대해서는 할인혜택도 주어졌다.

이러한 정책으로 인해 급격한 관광객 수 증가를 꾀할 수 있게 됐는데, 동굴내부에는 관광객들로 넘치고 엘리베이터를 기다리는데 1시간 이상 걸리는 사태까지 벌어졌다. 이에 대한 문제를 해결하기 위해 동굴 환경이 크게 바뀌는 위험을 무릅쓰고 카르스트지형 관광지에서 바로 통할 수 있는 터널을 만들기도 했다. 동굴 내부의 조명도 수은등, 메탈할로이드등, 형광등으로 분리 사용해 새로운 조명을 만들어냈다. 그러나 1년 쯤 지나자 동굴 곳곳에서 녹색을 띤 식물들이 출현해 동굴은 더럽혀져 갔다. 조도를 낮추고 식물이 자라지 못하게 했지만 이미 지라난 식물에 대해서는 약품 사용을 할 수 없어 물리적으로 제거하였다.

2) 대안관광지로서의 秋芳洞(아키요시도)

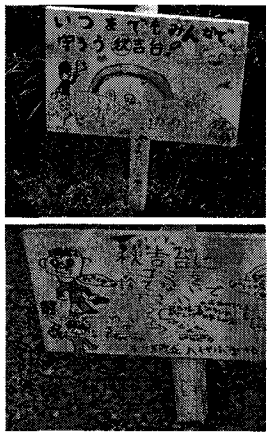
秋芳洞(아키요시도)와 광대한 카르스트초원인 秋吉臺(아키요시다이)는 관광객들에게 쾌적한 관광 매력물로 다가갔다.

1975년의 관광객 수는 198만 명에 달했다. 관광객이 늘자 하수나 쓰

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

레기가 과다하게 배출되어 지하 동굴을 더럽히기도 했는데, 이러한 일련의 사건을 계기로 동굴환경을 항상 관리하고 이상이 발견되면 즉시 조사하고, 보호 대책을 강구할 수 있는 제도를 확립해야 한다는 교훈을 남겼다.

관광객 감소와 관광객 유치를 위한 새로운 사업


아키요시다이의 푯말

1975년경부터 이 동굴을 찾는 관광객 수가 감소하기 시작했다. 이에 대한 대안으로 학습 관광과 같은 진지한 관광은 경원시되고 테마파크 형 놀이관광이 선호되는 경향에 맞춰 중간 규모의 관광 '가족 여행촌'건설에 착수했다. 그러나 별다른 실효가 없자 동굴 근처에 골프장을 만들자고 제기됐으나 주민들의 강력한 반대에 부딪혀 무산됐다. 동굴 내에서는 조명을 유리로 만들거나 새로운 동굴지류 개발 혹은 탐험관광을 도입하거나 동굴 내 콘서트 등의 이벤트를 개최하는 등 갖가지 시도가 이뤄졌다. 그러나 동굴의 자연을 차분히 음미하거나 마음에 감동을 주는 방법과는 거리가 먼 계획으로 결과적으로는 환경파괴를 초래하는 사업에 그치고 말았다.

이와 같이 사업에만 중점을 두는 관광정책은 바람직하지 않다는 판단 하에 1983년에는 일정 규모 이상의 사업을 벌일 경우에는 반드시 전문가의 의견을 구해야 하는 제도가 생겨나고 동굴 원형보존의 중요성이 대두되었다.

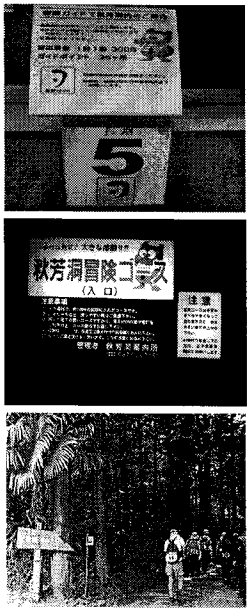

동굴탐험모습

탐험에 의한 새로운 동굴 발견 및 동굴의 과학적 규명

1961년부터 야마구치 대학에는 '야마구치 케이빙 클럽'이라는 동굴탐험 그룹이 조직돼 秋吉臺(아키요시다이)에 위치한 동굴을 탐험해 왔다. 秋吉臺(아키요시다이)에는 아직도 발견되지 않은 동굴도 있다. 이들은 창립이해 35년간에 걸

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

쳐 秋吉臺(아키요시다이)에서 420개의 동굴을 탐험하고 측량하고 등록해 그 결과를 책으로도 출판했다. 또한 동굴 생성물, 광물, 척추동물 화석, 퇴적물, 서식생물 등의 조사를 펼쳤는데 이는 동굴의 실태를 이해하는데 있어 매우 중요하며 연구의 진보는 당연히 동굴관광에도 큰 공헌을 할 수 있게 되었다. 秋吉臺(아키요시다이)과학박물관에서는 秋芳洞(아키요시도)의 지리적 특징과 동굴 내 생물의 과학적 규명 및 관광객 관리에 힘쓰고 있다. 최근 환경학습이 교육에도 도입되어 환경사상에 기반을 둔 자연학습이 시작되고 있다. 여기서는 전문 가이드가 있어 방문객들에게 교육의 장을 제공하고, 秋吉臺(아키요시다이)에 위치한 각 동굴은 관광코스로 연계되고 있다.



아키요시도
관광프로그램

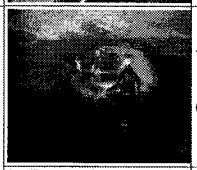
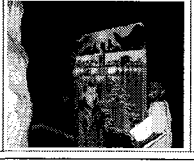
프로그램을 중심으로 살펴보면, 환경학습이 동굴내부와 외부에서 진행되는데 동굴내부의 환경학습은 이어폰을 사용한 것이며, 동굴외부의 환경교육은 아키요시다이 환경박물관에서 이루어지고 있고, 지역의 축제와도 연계되어 있다.

동굴이 대평원지대에 위치하고 있기 때문에 동굴과 대평원을 연결하여 트렉킹, 자연관찰, 동굴 탐험 등의 코스를 복합적으로 제안하고 있으며, 동굴관광객의 성향과 동굴경험에 따라 동굴의 관람코스를 일반관람코스와 동굴모험코스로 세분화하여 경험의 다양성을 제시하고 있다.

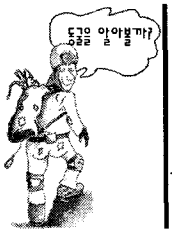
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



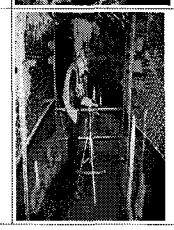
미국의 Hidden River cave

분류	이미지	특징
동굴의 역사		1800년대에 동굴을 중심으로 지역이 형성되었고, 관광교역지 이었으며, 1940년대 동굴훼손방지법이 제정되었으며 1990년대 지방정부에서 관리관광동굴 개방에 이르러 보존하여 오고 있다.
동굴관광 현황	 	Hidden river cave는 미국동굴박물관을 갖추고 있어 연간 수 십 만 명의 방문객이 방문하고 있다. 미국의 동굴은 관광동굴과 크리스타이, 지하수에 관한 교육을 시작 중심으로 탐험동굴로 나뉘며 내 부 에 는 안내 프로그램을 운영하고 있다.
동굴관광 프로그램		관람객의 편의를 위한 교육, 탐험, 휴식 등을 제공하고 있다.
		동굴의 지질학적 특징과 동굴의 생성과정을 이해할 수 있으며, 교육방법에 따라 동굴의 보존을 위한 수 있다.
		프로그램은 동굴의 현황, 동굴 경험의 정도, 추구하는 이상 요소 만족도에 따라 제공하고 있다.
동굴관리 개발		동굴관리를 위한 시설 확충 및 관리직원의 교육과 동굴의 보존을 위한 대응 방안을 제시하고 있다.

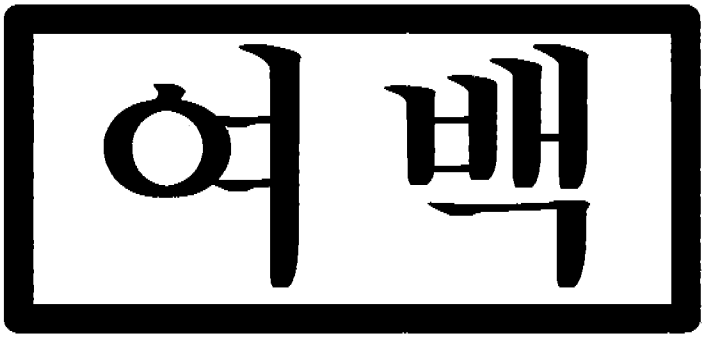
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



호주의 Jenolan caves

구분	이미지	특징
동굴의 역사		Jenolan caves는 1838년 발견되어 1880년 이후 관광목적으로 개방된 호지적동굴이다. 9개의 동굴로 이루어져 있어 동굴의 특징에 따른 관광프로그램이 구성되어 있다.
관광동굴 현황		동굴모험관광의 메카답게 지속적으로 관광객이 증가 중이다. 연간 25만 명이 방문하고 있다.
관광동굴 프로그램		9개 동굴의 특성에 따라 동굴관찰, 동굴 모험 등 다양한 활동이 가능하다.
		주요 활동 레마는 탐험트랙(워수여부에 따른 구분(산, 강, 협곡), 주기나 머무는 관광(off track, 비스테스의 관광형태, 관찰, 머무름 시간에 따른 프로그램의 구분)
		주요 레마는 동굴생성에 따른 요소, 동식물의 탐험, 야생동물 관찰, 지하세계의 놀이 등이다.
테마 관광동굴 개발		Jenolan Caves Reserve Trust는 동굴 관광프로그램, 동굴개발관광동굴 등 효율적인 관광동굴 운영을 위해 조직적으로 구성되어 있는 Jenolan caves 의 관리 관광객 유치를 위한 다양한 마케팅 전략을 수립하고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

iii

관광자원관리와 기법

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

관광자원관리

관광자원관리의 중요성

레크리에이션 자원 관리자는 종종 다음 세대를 위한 자원의 보호와 관광객을 위한 즐거움을 제공해야 하는 두 가지 어려운 목표를 부여받는다(Manning, 1985). 이런 역설적인 상황은 관리자에게 갈등을 일으키고, 두 가지 목표를 동시에 달성하기 위한 기준 설정에 많은 어려움을 야기한다(Dorwart, Leung, & Moore, 2005). 따라서 두 가지 목표를 달성하기 위하여 레크리에이션과 관련한 연구들은 오랜 기간 동안 레크리에이션 지역의 수용력(carrying capacity)에 중점을 두고 이루어졌다.

수용력

수용력이란 원래 방목학에서 나온 개념으로 일정한 범위의 지역이 수용할 수 있는 동물의 개체수를 의미하였다(신원섭, 1998). 수용력의 개념은 1960, 70년대의 생물학적 개념으로 출발하여 1980년대 사회 환경적, 심리적 요소가 반영된 사회적 수용력(social carrying capacity)개념으로 발전되었다. Warger(1964)는 레크리에이션 자원에 방문하는 방문객 수가 증가할수록 환경적 자원만 영향을 받을 뿐만 아니라 방문객 스스로도 영향을 받을 수 있음을 강조하면서 사회적 수용력의 중요성을 제안하였고 이후 다양한 연구에 의하여 밝혀진 혼잡지각과 같은 다양한 변수로 측정되어졌다(Manning, 2001). 따라서 레크리에이션 자원 관리에 있어서 수용력의 주요 요소는 환경적 요소와 사회적 요소로 구분할 수 있다.

수용력은 생태계의 관리개념으로서 함유 혹은 수용할 수 있는 능력(ability), 또는 일정한 공간과 지역 내에 공존할 수 있는 총량을 의미한다(O'Reilly, 1986). 수용력에 대한 정의는 다양한 학자에 의하여 이루어졌다. Mathieson과 Wall(1982)은 허용한계를 넘는 물리적 변화와 방문자 경험의 저하 없이 어느 장소를 이용할 수 있는 최대 인원수로 정

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

의하였다. 한편 Shelby와 Heberlein(1986)의 경우는 여러 평가 기준들을 통해 볼 때 수용수준을 넘는 경험한계 이상의 이용수준이라고 정의하였다. 이들 정의들은 두 측면을 강조하고 있는 바로 레크리에이션 지역의 환경과 방문객의 레크리에이션 경험의 질이다(이훈, 1999; Graefe et al., 1990).

이러한 수용력의 개념을 토대로 레크리에이션 수용력 개념을 정의하여 보면, 레크리에이션 수용력이란 일반적으로 일정한 관광지 내에 수용할 수 있는 관광객의 최대인원수로 정의하고 있지만, 학자들 간에는 두 가지 견해가 공존하고 있다. 그 첫 번째는 레크리에이션 지역의 지역주민이 관광의 부정적 영향을 느끼지 않고 관광을 수용할 수 있는 관광 목적지의 능력을 말하며, 둘째로는 관광지의 환경적 쇠퇴 없이 관광객을 지속적으로 만족시키고 유인할 수 있는 수준으로서의 능력을 말한다(김창수 · 김의근, 1995; O'Reilly, 1986). 이 연구에서는 수용력을 '레크리에이션 지역 방문객 경험의 질적 수준을 최적수준으로 유지하고 지역주민이 관광객에 대하여 호감을 가지는 범위에서 레크리에이션 지역의 생태적 환경을 훼손시키기 않는 수용 가능한 최대방문객수를 의미'하며, 구분은 생태적 수용력과 사회 · 물리적 수용력으로 구분하여 제시할 것이다.

수용력의 개념은 관광지 개발과 기획을 위하여 유용하게 논의되었으며 연구의 한계에 따른 변화를 겪고 있다. 수용력은 다양한 형태의 가치를 포괄하고 있다. 이 가치를 구분하여 보면, 다음과 같은 두 가지 형태의 이론적 가치를 나타낸다.

먼저 수용력 개념의 다양성과 포괄성이다.

수용력의 형태는 환경, 물리, 시설, 사회 및 문화적인 영역을 포함하고 있으며, 자연 및 물리적 자원을 관리하고 대상지역 방문객 및 지역주민의 만족을 유지하는데 그 목적이 있다고 할 수 있다. 즉, 수용력은 관광지역이 생태시스템을 유지시킬 수 있는 개발과 방문자 수로 인한 변화의 한계를 제시하고 있으며, 관광자의 편의를 위한 시설개발의 변

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

화 한계를 규정해 줄 수 있다. 또한 지역주민의 사생활 보호와 갈등을 최소화하여 삶의 질을 유지시킬 수 있는 방문자 수, 관광 편의시설, 생태적 변화를 함께 고려한다. 둘째 레크리에이션 지역의 개발과 관리에 있어서 개발의 수준과 성장의 한계를 구별할 수 있는 유용한 개념이다. 레크리에이션 지역 방문객들은 높은 관광경험의 질을 유지할 수 있도록 생태환경, 편의시설, 혼잡 등의 변화한계를 규정할 수 있도록 있어야 한다(이훈, 1999). 수용력은 통합적 접근을 가능하게 하며 레크리에이션 활동으로 인한 물리적, 사회적, 생물학적 영향의 관계를 관리하여 어떠한 것이 최적의 선택인가에 대한 가능성을 구별토록 하여준다.

수용력의 한계와 자원관리방안

수용력의 물리적 측면을 강조한 초기연구들은 비판받아왔다. 선행연구를 통하여 나타난 바에 따르면 실제적으로 레크리에이션 지역에서 이용수준과 레크리에이션 참여자의 경험의 질 또는 만족간의 영향관계 간의 간접적이거나 미약한 직접적 관계로 제시되고 있다. 즉, 물리적 수용력을 측정하고 레크리에이션 지역 방문객의 이용수준에 제한을 두는 방법으로는 레크리에이션 지역의 여러 가지 부정적인 영향을 해결하기에는 한계가 있다고 주장된다(Gunn, 1979).

또한 수용력은 레크리에이션 지역을 관리하기 위한 개념적 틀, 즉 실질적으로 활용되지 못하는 한계가 지적되고 있다. 수용력의 계산방식으로 지역사회의 인식이나 방문자 만족과 같은 레크리에이션 수용력의 잠재적이고 고유한 질적 측면들을 고려하지 못한다는 것이다(이훈, 1999). 또한 수용력은 상황에 따라 의견에 다양하게 공존하기 때문에 허용할 수 있는 영향의 수준과 성장을 제한해야 할 수준이 관리목적이 제시되지 못하였을 경우 결정을 내리기 어렵다(Goodey, Glasson, & Godfrey, 1993). 즉 수용력 개념이 관광산업의 복잡성과 다양성을 다룰 수 없기 때문이다(McCool, 1991). 이용수준을 조절하려는 수용력의 개념만으로는 한계가 있기 때문에 레크리에이션 지역관리를 위해서는 더

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

욱 변화된 접근이 필요한 것이다. 따라서 수용력 가치를 확장하고 한계를 극복하기 위하여 레크리에이션 자원관리 모델인 허용가능한 변화한계(LAC: Limits of Acceptable Change System for Wilderness Planning; Stankey, Cole, Lucas, Peterson, Frissel, & Washburne, 1985), 방문객 영향관리(VIM: Visitor Impact Management; Graefe et al., 1990), 방문객 경험과 자원 보호(VERP: Visitor Experience and Resource Protection, Manning, Lime, & Freimund, 1995), 관광영향관리시스템(IMSTD: Impact Management System for Cave Tourism, 이훈, 1999)등이 제안되었다.

관광지영향관리시스템 연구 배경

관광지 영향관리시스템(IMSTD: Impact Management System for Cave Tourism)은 수용력 접근방식을 이용한 Getz(1982)의 관광기획 평가 수용력(Assessing Capacity in Tourism Planning: ACTP)과 LAC(Limits Of Acceptable Change System for Wilderness Planning; Stankey et al., 1985), VIM(Visitor Impact Management; Graefe et al., 1990)을 포함한 세 모델을 평가하는 과정에서 비판적으로 서로의 장점들을 도출하여, 관광지를 대상으로 더욱 진보된 관리기획을 모색한 결과로 한국 관광지 관리를 위한 모델로 정립된 것이다(이훈, 1999).

Getz(1983)의 관광기획 평가 수용력(Assessing Capacity in Tourism Planning: ACTP)모델은 전략적 관광기획을 위하여 제시된 모델이다. Getz는 관광수용력을 위하여 유형자원의 한계, 지역주민의 비용편익 평가에 기초한 수용력, 시스템접근에서 수용력의 역할 등의 개념을 제안하였다(이훈, 1999). Getz의 모델은 수용력 개념과 시스템 이론을 통해 관광기획을 세우고자 하였고, 전략적 접근과 연속적인 기획과정을 시도하였으나, 실제적용을 위하여 구체적인 실천방안을 제시하고 있지 않은 한계를 지니고 있다. 이 연구에서는 IMSTD의 근간이 되는 Getz(1983)의 관광기획 평가 수용력(Assessing Capacity in Tourism Planning:

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

ACTP)과 LAC(Limits Of Acceptable Change System for Wilderness Planning), VIM(Visitor Impact Management)을 포함하여 ROS(Recreation Opportuny Spectrum), VERP(Visitor Experience and Resource Protection)을 추가적으로 검토하여 이후 연구에 반영하였다.

관광지영향관리 시스템의 배경 모형

레크리에이션 기회분포(ROS: Recreation Opportuny Spectrum)

레크리에이션 자원 이용객들은 레저 활동을 통하여 획득하고자 하는 경험에 따라 레크리에이션 지역을 선택한다(USDA Forest Service, 2005). Vidren과 Knopf(1987)는 레크리에이션 자원의 특징에 따라 레크리에이션 참여자의 경험이 영향을 받는다고 보고 하였다. 즉, 레크리에이션 자원은 그 다양한 특성으로 인하여 다른 차원의 레크리에이션 경험의 품질을 제공하게 되는 것이다.

ROS는 레크리에이션 지역을 구분하여 자원의 품질을 유지하고, 관광객 경험의 질을 높이기 위하여 자원의 특성에 따라 적절한 레크리에이션 자원을 제공하는 것이다. 각각의 레크리에이션 자원 등급에 적합한 물리적·사회적·관리적 구성요소가 설명되어 질 수 있으며, 경험 가능한 레크리에이션의 자원을 결정하는 것으로 대상지의 현황이나 여건에 따라 등급 조절이 가능하다(김진선, 2003; Brown, Driver, & McConnell, 1978). 일반적인 지표요소로서 생태적 환경은 수질, 식생분포 등이고 물리적 환경은 용도지역 구분, 접근성, 도로 포장상태로 판단되고 사회적 환경은 이용자 수, 이용형태, 이용동기, 기대 및 활동, 지역주민의 개발욕구 등이다. 관리적 환경은 생태적 교육기회의 제공, 홍보, 법 규제 및 제도 등이다.

[표] 레크리에이션 기회와 자원 목록화

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

자원등급	경험 가능한 기회	물리적 · 사회적 · 관리적 구성요소
원시지역	사람들로부터 벗어나서 고립감을 느낄 수 있는 기회	필수적으로 인공이 가미되지 않은 자연과 넓은 지역을 특징으로 함
준원시(비시설적)지역 (자동차운행안됨)	고립감을 맛보기는 하지만 원시적인 등급보다 못함	지배적으로 비인공 자연과 적당한 크기의 규모이나 시설이 도입되지 않는 특징
준원시(시설적)지역 (자동차운행가능)	고립감을 느끼지만 원시적 등급보다 못하며, 시설 도입됨	지배적으로 비인공 · 인공자연과 적당한 크기의 규모를 특징으로 함
자연지역	고립감을 느끼는 동시에 이용자 집단 사이의 친밀감을 동등하게 느끼는 기회가 제공	지배적으로 자연환경을 특징으로 하지만 사람의 자취를 느낄 수 있음
농촌지역	개인, 그룹의 친밀감과 편리 지배적	자연환경의 변형이 눈에 띄고, 이용의 집중이 적당하거나 높음
도시지역	개인, 그룹의 친밀감과 관리가 지배적	본질적으로 도시적 환경이 특징이나 배경이 자연적인 요소 지님, 포장 · 인위적 방법으로 토양 답압 방지, 인위적 식생

자료: Brown, et al.(1978). The opportunity spectrum concept and Behavioral Information in outdoor recreation resources supply inventories: Background and application. National workshop on integrated inventories of renewable natural resources. Tuscan, Arizona, January: 8-12.

허용 가능한 변화한계(LAC: Limits Of Acceptable Change System for Wilderness Planning)

LAC는 자연적인 변화와 사회적인 변화가 동시에 고려되며, 수용력 개념에서 중심이 되었던 '얼마만큼의 이용이 적절한 수준인가'라는 관점이 '얼마만큼의 변화가 적절한 수준인가'란 관점으로 이동되었다고 볼 수 있다(Manning, 2001).

대상지역에 바람직한 조건이 무엇이냐가 중요하고, 그 조건에 맞는 관리목표를 설정하는 것이다(Frissel, & Stankey, 1972; Lime, 1970). 관리목표는 실행 가능하며, 대상지의 여건과 적합해야 하고, 측정이 가능하며 수행기간과 효과가 설명되어야 한다. 이 과정은 자원의 관점에서 물리적인 변화를 수용할 수 있는 자원의 상한 제한선(upper limits)을

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

평가하는 방법이다. 즉, 계량적인 기준으로 허용되어질 수 있는 변화의 양을 결정하고, 변화를 방지하기 위한 적절한 관리행위, 관리 실행이 이루어지는 모니터링 절차를 포함하고 있다.

[표] LAC 계획단계

단계	주요수행내역	구체적 수행내역
1단계	관리지역의 문제점과 이슈파악	방문객 · 자원관리자 · 계획자 · 정책수립자로 인한 문제파악, 지역의 수요 · 공급분석, 자원특성유지를 위한 관리방안
2단계	관리지역이 제공할 수 있는 휴양기회의 설정(ROS개념투입)	1단계의 문제들을 검토하고 레크리에이션 기회등급의 이름, 종류를 선별, 휴양자원 등급 설정
3단계	관리지역의 자원 및 사회적 상태에 대한 인자 설정	관리하고자 하는 자원, 사회적 조건 제시(양적인 척도로 나타낼 수 있는 지표 선택)
4단계	관리지역의 현재 자원 및 사회적 상태 조사	수집된 자료의 기록, 레크리에이션 자원 등급 분석과 지표를 표준화하는데 기존 자료로 사용
5단계	자원 및 사회적 인자 기준의 구체화	데이터를 중심으로 바람직한 표준을 설정
6단계	휴양 기회 분류안의 마련	대상지의 전체적인 문제를 해결하고 바람직한 레크리에이션 자원등급을 이루기 위하여 허용가능한 한계 설정
7단계	관리안의 설정	행정적 비용과 관광객과 환경적 영향에 대한 분석 병행
8단계	효율적인 관리안의 평가 및 선택	요율적인 관리안은 1단계에 준한 대상지의 특성과 이슈에 대한 결과로서 관리는 7단계에서 입증된 것을 이용함
9단계	관리안의 시행 및 모니터링	모니터링은 효율적인 관리행위를 위하여 순환과정을 제공하고, 다른 기준이나 더욱 엄격한 적용이 요구될 대 관리자가 교체되므로 중요함

자료: Stankey, et al.(1985). The limits of acceptable change(LAC) system for Wilderness Planning. United States Department of Agriculture Forest Service: 1-34.

이용자의 어떤 유형을 받아들이는가에 대한 결정, 관리자의 관리 조건, 자원을 보호하기 위한 행동들을 구체적으로 결정하는 것이다 (Frissel, & Stankey, 1972; Lime, 1970). LAC는 총 9단계에 이르며, 연구 대상지의 현실적 조건이나 제반여건을 고려하여 단계조절이 가능하다. LAC에서 레크리에이션 기회의 분류는 기본적으로 ROS(Recreation

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Opportunity Spectrum; Brown et al., 1978)를 따르고 있다(이훈, 1999). 그러나 LAC는 현재의 결과에 대한 원인을 탐색하지 않아, 지속적인 관리에 소비적인 측면이 나타나는 한계를 보이고 있다.

방문객 영향관리(VIM: Visitor Impact Management)

VIM(Visitor Impact Management; Graefe et al., 1990)은 위절에서 논의된 수용력 개념의 한계를 극복하고, 이 결과를 인간영향과 상호작용에 적용시키려는 접근방법이다(이훈, 1999). 즉, 방문객 영향에 대한 과학적 이해를 바탕으로 부정적 영향을 감소시키기 위한 관리시스템을 형성하기 위한 관리기획 모델이다(Graefe et al., 1990).

VIM은 일반적 수용력 개념에 바탕을 두고 있지만, 방대한 이론적 검토과정을 바탕으로 수집된 다양한 원리들을 결합하고, 실제 적용 가능성을 높이기 위하여 시도되었다(이훈, 1999). Getz(1983)는 수용력 연구의 단점을 인식하고 전략적 관광기획을 위하여 수용력 접근방법과 기획모델을 제시하였고, VIM은 그의 연구에 대한 포괄적 논의와 개인의 레크리에이션 품질 및 관광경험에 영향을 미치는 요소에 대한 논의를 바탕으로 제안되었다.

VIM접근은 문제 상황의 인식, 바람직하지 않은 영향을 발생시키는 잠재적 요인들의 결정, 바람직하지 않은 영향을 개선하기 위하여 적용 가능한 관리전략의 선정 등 세 가지 주요한 쟁점을 해결하기 위한 것이다. VIM은 여덟 단계로 구성되어지면, 구체적인 내용은 [표]와 같다.

[표] VIM 계획단계

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

단계	주요수행내역	내용	구체적 수행내역
1단계	사전자료 검토	선행연구결과와 레크리에이션 지역 정보를 통한 정책적 방향 검토	상황 평가 정리
2단계	관리목표 점검	정책적 방향과 입법의 일관적 수행을 위한 현재 관리목표 분석(방문객 경험 및 자원관리목표)	특정 부분 목적의 명확한 서술
3단계	주요영향지표 선택	측정가능한 사회적 · 생물학적 지표 설정	지표와 측정내역 리스트 작성
4단계	주요영향지표 기준 선택	선택된 영향요인에 대한 요구조건의 관점에서 관리목표 재기술	요구사항에 대한 량(量)적 기술
5단계	주요영향지표의 기준과 현재 상태 비교	사회적 · 생물학적 영향요인의 현장 평가	선택된 기준의 일치와 불일치 결정
6단계	(불일치시 진행) 영향원인규명	방문객의 사용패턴 · 발생가능한 잠재적 요인 · 수용불가능한 영향의 엄정한 평가	관리를 위한 일반적 요인의 기술
7단계	관리전략 규명	방문객 영향의 발생가능한 문제를 다룰 수 있는 직접적 · 간접적 관리 전략의 수행	대안적인 관리 전략의 매트릭스 설정
8단계	적용		

자료: Graefe et al.(1990). Visitor Impact Management: The Planning Framework. National Parks and Conservation Association. Washington D.C, USA, p.10.

방문객경험과 자원보호(VERP: Visitor Experience and Resource Protection)

VERP는 방문객 이용 계획과 관리를 위한 방법론이다. VERP의 많은 구성요소는 일반적인 관리 계획의 요소이다. 즉, VERP는 방문객 사용영향, 방문객 경험, 레크리에이션 지역의 자원에 중점을 둔 계획과 관리모형이다. 이 영향은 방문객 행동 · 이용수준 · 이용의 형태 · 이용시간 · 이용위치에 영향을 받는다. VERP는 수용력 문제와 관련된 의사결정에 합리적이고 논리적인 도움을 주기 위하여 개발되었다(National Park Service, 1997).

아홉 단계가 VERP에 중요한 요소이다. 이 아홉 단계는 레크리에이션 지역의 상황에 따라 다르게 수행될 수 있다. 각 수행단계는 순차적

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

으로 배열되어 있으나, 그 과정이 일률적으로 진행된다는 것 보다는 VERP자체가 반복적인 과정으로 진행된다는 것을 기억해야 한다.

[표] VERP 계획단계

단계	주요수행내역	내용
1단계	<기틀 확립> 다학제적 전문가 팀 구성	자원관리 계획을 수립하고 운영할 수 있는 팀 구성
2단계	공공참여전략 개발	공원관리협회직원이나 다른 외부인을 참여시킬 수 있으며 공공참여전략은 계획초기에 수립되어야 함
3단계	관리목적, 중요성, 주요 테마결정: 관리 전략 장애요인 판별	주요목적을 설정하는 것은 매우중요하며, 다른 단계는 이를 돕기 위한 과정이라 판단할 수 있음
4단계	<분석> 자원 및 방문객 이용 습관 분석	레크리에이션 지역에서 가능한 모든 방문객 이용과 경험, 자원을 이해하기 위한 단계로 지도 또는 교과서 형태로 문서화 시켜야 함
5단계	<처방> 자원의 상태와 방문객 경험의 잠재적 범위 기술	레크리에이션 활동, 개발, 관리방법을 관리지역의 특성에 따라 제공하는 것으로 이 것은 교과서 형태로 문서화
6단계	잠재적 지역에서 세부적 장소로 분할	5단계의 내용에서 특정지역을 선택, 주요하게 보전되어야 할 지역을 보전하는 것임
7단계	각 지역에 대한 지표와 기준 선정; 모니터링 계획 수립	지역에 따른 관리 지표와 기준을 설정
8단계	<모니터링과 관리 실행> 자원과 사회적 지표를 모니터링	레크리에이션 지역관리자가 정규적으로 모니터링하는 것임
9단계	관리행위 실행	사회적 · 자원의 상태가 기준을 벗어날 경우, 관련 전략이 사용되는 것임

자료: National Park Service(1997). VERP: The visitor Experience and Resource Protection Framework: A hand book for planners and Managers. USNational Park Service Denver Service Center: Denver. pp. 8-12.

VERP의 아홉 가지 단계 중에서 자원관리를 위하여 네 요소가 주요 항목이 된다. 그 네 가지 요소는 지역화관리의 일부분을 이루는 요구조건에 대한 결정, 요구조건을 충족 할 지표와 기준의 설정, 지표와 기준의 모니터링, 요구 조건에 위반되거나 보호할 가치가 충분하다고 여겨지는 자원에 대하여 관리 전략을 실행하는 것으로 볼 수 있으며, 이 내용은 계획단계에서 살펴 볼 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

관광지영향관리 시스템의 적용과정

IMSTD는 총 11단계의 과정을 거쳐 자원관리를 위하여 적용되며, 각 단계는 다음과 같이 진행된다.

첫 번째는 문제파악 및 사전자료 검토 단계이다. 관광지의 환경적, 사회적 문화적 특성과 지리적 위치 등 일반 환경과 차별화 되는 전체적 특성은 구분하고, 그 관광지에서 발생-하는 다양한 문제들, 특히 관광 수용력과 관련된 문제들을 자세히 파악하는 과정이다. 또한 기존에 조사된 2차 자료와 관련 자료들을 수집하여 검토함으로써 관리 대상인 관광지에 대하여 충분한 이슈파악과 이해를 갖추는 단계이다.

두 번째 관광기회 설정 단계이다. LAC, ROS의 장점을 이용했던 것과 같이 자연자원, 문화자원, 위락자원 등 관광자원의 특성, 수용력 고려, 사회적 상태와 관리자의 의도에 따라 제공하고자 하는 관광유형과 기회를 규정하는 과정이다. 특히 관광지에서는 전체지역이 집단시설지구나 기반시설 등 구역별로 다른 관광기회를 제공할 수 있기 때문에 각 지구별 관광유형을 구별할 필요가 있다.

세 번째는 관리목표의 검토 및 우선순위를 결정하는 단계이다. 관광지에서 발생하는 문제점들과 제공하려는 관광기회를 바탕으로 상세한 관리목표를 설정하고 각 관리 목표들을 중요도에 따라 우선순위를 정하는 과정이다. 관리목표를 정하기 위해서는 관광지의 사회적·생태적 상태와 수용력을 고려하고 지속적 관광기회를 제공할 수 있도록 장기적인 관점에서 검토되어야 한다.

네 번째는 주요영향 측정인자를 선호하는 단계이다. 물리적·사회적·환경적 수용력을 측정할 수 있는 측정인자들을 구성하는 과정이다. Graefe의 경우와 같이 물리적 영향, 생물적 영향, 사회적 영향 등으로 구성하는 측정인자들도 에가 될 수 있다. 중요한 점은 각 측정인자들은 각 관광지 상황과 상태의 특수성을 고려하여 구성되어야 한다. 앞에서 지적한 것과 같이 측정인자는 관리목표를 성취할 수 있도록 도와야 하고, 관광지와 영향의 변화에 민감하게 부응하며 직접적으로 측정이 가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

능해야 한다.

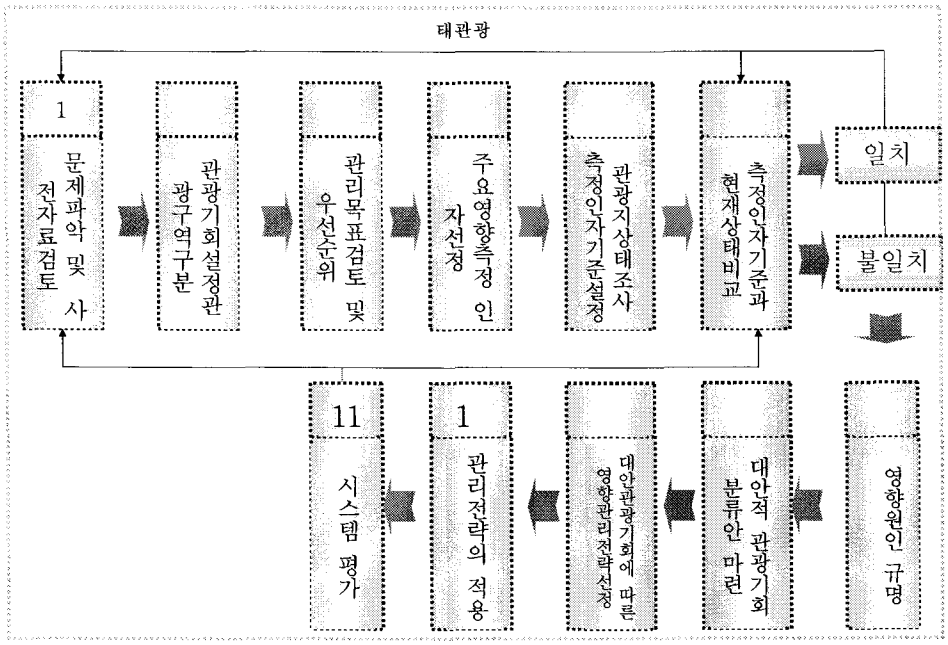
다섯 번째 관광지 상태조사 및 측정인자 기준을 구체화하는 단계이다. 관광지의 자원과 상태에 대한 조사를 통해 목록을 작성하고 바람직한 상태에 대한 관리목표와 비교하여 측정인자에 대한 구체적인 기준을 마련하는 과정이다. 기준은 계량적으로 측정 가능한 것을 원칙으로 하되 필요한 경우에는 질적분석방법을 이용할 수 있도록 한다. 조사는 객관적이고 과학적으로 진행되어야 하며 조사과정의 오류로 결과에 영향을 미치지 않도록 신중해야 한다.

여섯 번째는 측정인자 기준들과 현재 상태를 비교하는 과정이다. 현재 상태에 대한 평가과정을 통해 기준과 일치한다면 단기적으로는 여섯 번째 과정만 반복함으로써 관광지 관리가 가능하다. 그러나 VIM에서는 제기하고 있지 않지만, 장기적으로는 관광지 라이플 사이클의 변화와 방문자 이용형태 및 영향이 변하기 때문에 첫 번째 단계부터 다시 검토해야 할 것이다. 이 단계에서 불일치한 결론이 나온다면 다음 일곱 번째 단계로 진행된다.

일곱 번째는 불일치한 영향의 원인을 규명하는 단계이다. 앞에서 제기한 것과 같이 방문자의 이용형태, 이용의 집중, 그룹의 크기, 방문자 행동특성 등 이용자의 측면과 관광지 주변 편의시설과 상업시설의 측면 등 전체적으로 문제발생의 원인을 찾아내야 한다.

[그림] IMSTD의 적용 단계

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



자료: 이훈(1999). 관광산업개발 ; 관광지 영향관리시스템 개발에 관한 탐색적 연구 : 수용력 평가모형 비교분석을 중심으로, 『관광개발논총』, vol.10; 131-140.

여덟 번째, 대안적 관광 분류 안을 마련하는 단계이다. 문제가 된 영향원인의 규명을 통해 기존의 관광형태 이용수준과 이용지역을 수정하여 관광지의 부정적 영향을 기준이하로 줄일 수 있는 대안적인 관광형태와 기회를 마련한다. LAC에서와 같이 지도와 목록표 등을 이용하는 것이 필요하다.

아홉 번째는 대안 관광기회에 따른 영향 관리전략을 선정하는 단계이다. 관리전략은 직접적 관리와 간접적 관리로 나누어 효과적으로 적용하기 위한 노력을 하여야 한다. VIM과 같이 매트릭스 기법은 유용한 선택수단이 될 수 있다. 열 번째와 열한 번째는 관리전략을 대상지역에 적용하는 단계와 전체 관광지 시스템을 모니터링 하는 단계이다. 시스템 평가는 단기적으로 여섯 번째 단계에서 상태와 기준을 비교하는 과정을 반복하는 것이 경제적 효율성을 갖지만, 장기적으로는 앞에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

서 지적한 바와 같이 전체적 변화에 부응하기 위해서 처음단계부터 점검하는 것이 필요하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

관광지영향관리시스템과 레저편익지향관리의 통합모형

선행연구는 수용력과 레저편익 개념을 바탕으로 각 이론의 한계를 극복하고 장점을 활용하여 자원관리의 효율적 관리와 레크리에이션 경험 품질을 높이기 위하여 레저관광영향관리모델을 제시하였다. 또한 제시된 레저관광영향관리모델은 다양한 레크리에이션 지역을 관리하기 위하여 실행되었다. 이 연구에서는 국내자원에 알맞은 레저관광영향관리모델을 구성하기 위하여 LAC, VIM, VERP, IMSTD, ROS, BBM을 살펴보았다.

레저관광영향관리모델의 비교 분석

레저관광영향관리모델의 장점과 단점

이 연구에서 분석된 레크리에이션 레저관광영향관리모델은 7단계에서 12단계에 이르는 일련의 과정을 거쳐 수행된다. 각 레저관광영향관리모델은 단계의 절차에서 차이를 보이고 있으나, 포괄적으로 보면 상황평가, 관리목표설정, 관리지표 선정 및 관리지표 기준 설정, 관리지표 기준과 현재 상태비교, 적용 및 평가(모니터링과 피드백)의 5단계로 이루어져있다. 각 레저관광영향관리모델은 서로의 장점과 단점을 비교 보충하여 발전해온 것으로 판단되며 이를 정리하여 보면 IMSTD의 적용단계의 형태로 나타낼 수 있다.

레저관광영향관리모델은 수용력과 레저편익을 기본 이론으로 발전하여 왔다. 각 모형은 자원과 레저 경험자의 경험의 질을 보호하는 것을 목적으로 하며 모형에 따라 레크리에이션 지역관리를 위하여 지역 공공의 의견을 포괄하기도 하고 그렇지 않은 것도 있다.

자연환경은 주요한 레크리에이션 자원의 특성이다. 따라서 레크리에이션 자원관리에서 중요한 것은 자원이 가지고 있는 다양성과 그 특성을 관광객들이 충분히 이용할 수 있도록 관리하는 일이다(신원섭,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2001). ROS는 레크리에이션 자원의 다양성을 고려하여 자원의 등급을 설정하고 그에 따른 레저 활동을 결정하는 것이다. 이것은 자원의 효율적인 관리를 위하여 유용하게 응용되고 있음이 많은 연구를 통하여 보고되고 있다(Haas, Driver, & Brown, 1980; Virden & Knopf, 1989). 따라서 ROS를 통하여 제안된 레크리에이션지역의 특성에 따른 구분은 다른 레저관광영향관리모델에서 널리 사용되고 있다. LAC와 VERP는 ROS에서 제안한 레크리에이션 활동구분에 따라 지역 구분을 2단계와 6단계에서 응용하고 있으며, BBM은 ROS개념이 발전된 모형이라 볼 수 있다.

그러나 VIM은 레크리에이션 지역의 구분을 시도하지 않고 일괄적으로 레크리에이션 자원의 관리를 수행하고 있다. VIM은 기본적으로 LAC를 보완하고자 하였으며 Shelby와 Heberlein(1984)의 개념적 틀에 기초하고 있으며, VIM은 다양한 문헌연구를 바탕으로 신뢰성을 바탕으로 구성되었다(이훈, 1999).

또한 방문객 영향관리를 위한 주체가 지역주민, 관리자, 방문객에 있음을 파악하고 이들 간의 의견조절을 중요한 과제로 선정하고 있으며, 설정된 관리지표의 기준과 현재상태의 차이에 대한 인과요인을 강조하고 있다. 즉, 자원 상태에 영향을 미치는 수많은 요소가 잠재적으로 공존하고 있기 때문에 어떤 요인이 가장 영향을 미치는 요인인가 판단하는 것이다. 즉, VIM은 레크리에이션 자원관리를 통합적으로 접근하여 주요 영향 요인의 관리에 응용될 때 효과적이라 할 수 있다.

VERP는 총 9단계로 구성되어 있으나 9단계가 끝이 나더라도 지속적인 모니터링 과정을 통하여 운영된다. 모니터링 과정은 요구되는 자원과 방문객 경험의 상태를 장기간에 걸쳐 확인함으로써 레크리에이션 자원 관리자에게 통합적이고 연속적인 관리방안을 모색하는데 도움을 준다(Manning, 2001). 이 과정 속에서 특정 레크리에이션 자원의 수용력이 확인되고 관리되어 질 수 있는 것이다. 또한 VERP는 실질적 적용이라는 강력한 방안을 제시하며, 모니터링 과정을 통한 실질적인 수

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

용력 파악을 가능하도록 도움을 준다. LAC와 VERP는 레크리에이션의 효율적인 관리를 위하여 공공의 참여를 위한 방안을 모색하도록 제안하고 있다(이훈, 1999; Dorwart et al., 2005).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

[표] 자원관리 모형 비교

포괄단계 구분	구분	LAC Limits of Acceptable Change (Stankey et al., 1985)	VIM Visitor Impact Management (Graefe et al., 1990)	VERP Visitor Experience and Resource Protection (Manning et al., 1995)
상황평가	단계 1	관리지역의 문제점과 이슈파악	사전자료 검토	<기틀 확립> 다학제적 전문가 팀 구성
관리목표 설정	단계 2	관리지역이 제공할 수 있는 휴양기회의 설정(ROS개념투입)	관리목표 점검	공공참여전략 개발
관리지표 선정 및 관리지표 기준설정	단계 3	관리지역의 자원 및 사회적 상태에 대한 지표설정	주요영향지표 선택	관리목적, 중요성, 주요 테마결정: 관리 전략 장애요인 판별
	단계 4	관리지역의 현재 자원 및 사회적 상태 조사	주요영향지표 기준 선택	<분석> 자원 및 현재방문객 이용 습관 분석
	단계 5	자원 및 사회적 지표 기준의 구체화	주요영향지표의 기준과 현재 상태 비교	<처방> 자원의 상태와 방문객 경험의 잠재적 범위 기술
관리지표 기준과 현재상태 비교	단계 6	휴양 기회 분류안의 마련	(불일치시 진행) 영향원인규명	잠재적 지역에서 세부적 장소로 분할
	단계 7	관리안의 설정	관리전략 규명	각 지역에 대한 지표와 기준 선정; 모니터링 계획 수립
적용 및 평가(모니터링과 피드백)	단계 8	효율적인 관리안의 평가 및 선택	적용	<모니터링과 관리 실행> 모니터 자원과 사회적 지표
	단계 9	관리안의 시행 및 모니터링	***	관리행위 실행
	단계10	***	***	***
	단계11	***	***	***
	단계12	***	***	***
적용 지역		Mt Jefferson Wilderness, Nantahala River	Icewater Spring Shelter, The Logan Pass/Hidden Lake Trail, Jenolan caves	Golden gate national recreation area, Grand Canyon national park, Colorado &Green rivers

(앞의 표에서 계속)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

포괄단계 구분	구분	IMSTD	ROS	BBM
상황평가	단계 1	Impact Management System for Tourism Destination (이훈, 1999)	*Recreation Opportunity Spectrum* (Driver & Tocher, 1970)	Benefit Based-Management (Driver & Peterson, 1987)
관리목표설정	단계 2	문제파악 및 사전자료 검토	대상지 현황파악 (사회적·생태적·관리적)	임무의 분석
관리지표선정 및 관리지표기준 설정	단계 3	관광기회 설정 및 관광구역 구분	현재 ROS등급파악	사용자의 요구규정
	단계 4	관리목표 검토 및 우선순위	대상지역 지표설정 (사회적·생태적·관리적)	임무와 목표의 조정
	단계 5	주요영향측정 인자 선정	바람직한 표준지표 설정	구성요소의 점검
관리지표기준 과 현재상태비교	단계 6	관광지 상태조사 및 측정인자 기준설정	허용가능한 한계지표 설정	레크리에이션장소와 서비스의 조정
	단계 7	측정인자 기준과 현재 상태 비교	ROS재등급 (현황과 목표상태의 불일치 요인 분석파악)	비교장소의 선정
적용 및 평가(모니터링 과 피드백)	단계 8	(불일치시 진행) 영향원인 규명	관리목표수립	모니터링 과정 개선
	단계 9	대안적 관광기회 분류안 마련	***	직원의 교육과 훈련
	단계10	대안관광기회에 따른 영향관리전략	***	선정프로그램과 모니터 결과의 적용
	단계11	관리전략의 적용	***	재검토와 분석
	단계12	시스템 평가	***	비 목표 편익의 평가
적용 지역		***	***	마지막 보고서 작성

자료: 선행연구를 바탕으로 저자 재구성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

레저관광영향관리모델의 국내 적용의 문제점 및 한계

레저관광영향관리모델은 미국 내 레크리에이션 자원의 관리를 위하여 제안된 개념으로 자원의 개념이나 구성요소, 속성 등에서 국내여건과 차이를 이루고 있다. 먼저 ROS의 경우 자원의 유용한 설계와 관리를 기초적 자료를 제공하여 주지만, 지역의 분류에 있어서 원시지역이나 준 원시지역은 국내에 존재하지 않는 실정이다. 따라서 ROS의 분류방식을 국내에 적용하고자 하였을 경우, 국내 상황에 알맞도록 분류방식을 새로이 적용해야 한다.

두 번째 레크리에이션 지역의 면적과 개념에 대한 차이점이 있다. 국내 레크리에이션 지역은 당일 관광을 주로 하며, 레크리에이션 지역은 그 지역이 멀리 동떨어져 있는 것이 아니라 지역주민의 거주지가 레크리에이션 활동 지역이 되는 경우가 많다. VIM에서는 지역주민과의 관계를 강조하여 이를 자원관리 기법 속에 적용하였지만, 다른 일부 연구에서는 지역주민에 대한 고려는 집중적으로 이루어지지 못하고 있다. 다만 공공의 참여를 지원하여야 한다고 강조한다. 따라서 개념의 차이에서 발생하는 문제들을 바로잡기 위하여 자원관리 모형을 적용할 때 국내 상황에 알맞도록 조작적 정의를 세심하게 제시하여야 할 것이다. 이훈(1999)은 자원관리 모형을 한국적 상황에 적용하고자 할 경우, 관광지 지역주민의 삶의 질에 대한 측정방법, 측정도구, 목표수준과 관리방법에 대한 연구를 해야 할 것이라고 하면서 '지속가능한 관광개발'의 실천적 내용을 적용할 것을 제안하였다.

세 번째 적용지역의 차이가 있다. 레저관광영향관리모델은 미국의 자연자원중심의 광활한 야생지역을 대상으로 구상된 것이며, 적용지역에 있어서도 광범위한 지역이 대부분이다. 따라서 밀도가 높고 자연자원의 형태가 다르며 관광의 형태가 성수기와 비수기가 명확하게 구분되는 한국적 상황과는 현실적 차이가 발생할 수 있다.

마지막으로 관리주체의 다양화로 발생하는 문제이다. 레크리에이션

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

자원은 매우 다양하며 그 특성이나 관리주체는 매우 다양한 실정이다. 따라서 자원관리 모형을 개괄적으로 제안하고 관리하기 위해서는 제도적인 지원이 필수적이다. 예를 들면, 레크리에이션 지역 관리는 관리목표설정이 필수적인데 국내의 자원관리 부분에서는 구체적인 관리목표를 설정하지 못한 채 일률적인 관리가 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 자원의 특성에 따른 관리지표의 설정과 기준을 설정하는 데에도 문제가 발생하고 있다. 또한 미국에서 제안된 자원관리기법은 특정한 법의 기준에 따라서 수행되고 있으나 국내의 상황은 이와는 다르다. 따라서 실천적인 자원관리 기법 모형의 개발하고 실행하기 위해서는 제도적 지원이 필요하다.

레저관광영향관리모델 개발을 위한 레크리에이션 원칙탐색

선행 연구된 레저관광영향관리모델의 분석과 레크리에이션 관리 원칙을 통하여 레저관광영향관리모델 개발을 위한 레크리에이션 관리 원칙 탐색하고 설정하였다.

원칙 1 레크리에이션관리는 관계되는 물리적 수용력·생물학적 수용력·사회적 수용력 안에서 고려되어져야 한다.

레크리에이션 지역에 대한 세 가지 수용력 측면의 접근은 레크리에이션 수용력에 대한 분석에서 전개되었고, 레크리에이션 기회를 설명하는데도 유용하다고 발견되었다. 이 세 가지 측면에서의 구조적인 틀은 보편적, 다학제적 양식으로 레크리에이션을 고려하고 분석하는 유용한 방법이라고 볼 수 있다(신원섭, 2001; Getz, 1983; Manning, 1985; Shelby, & Heberlein, 1986)

원칙 2 레크리에이션 참여에 대한 참여객의 기호는 다양하며, 이는 레크리에이션 자원의 선택과 활동에 영향을 미치기 때문에 레크리에이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

션 지역 범위 내에서 구분이 필요하다.

이용자 기호의 다양성은 이용자의 다양한 사회적, 경제적 성격과 문화적 영향을 받고 이에 따라 레크리에이션 자원의 선택과 활동에 영향을 미친다. 따라서 레크리에이션 활동의 다양한 기회를 제공과 관리를 위하여 레크리에이션 지역을 구분하여 구분된 지역에서 제공할 수 있는 레크리에이션 활동을 명확히 하여야 할 필요성이 있다. 레크리에이션과 태도·선호도·동기는 방문객 사이에 관계가 있다. 즉, 환경적·사회적·관리적 조건의 결합에서 이용객들 간의 관계를 고려하여, 조화를 이루도록 하여야 한다. 같은 지역에 이끌린 방문객들이 비슷한 가치를 공유하고 방문객들 사이에 동질성의 인식이 강화되는 경향을 가져서, 이들은 관리하는 것이 잠재적으로 이 지역의 사회적 수용력을 높일 수 있다(Brown et al., 1978; Driver, Brown, Gregoire, & Stankey, 1987; Shelby, & Heberlein, 1986).

원칙 3 레크리에이션 관리를 위해서 뚜렷한 목표가 필요하다

이 원칙은 원칙 2와 연계되는 것이다. 레크리에이션 기회가 이용자의 다양한 기호를 충족시키기 위해 제공된다면, 관리목표는 이를 반영하여야 한다. 관리목표는 궁극적으로 가치판단에 토대를 두고, 세부적으로는 레크리에이션 지역의 자원적 요소, 사회적 요소와 관리요소에 토대를 두고 형성되어야 한다. 즉, 세 가지 수용력을 통합하고 레크리에이션 지역의 특성에 따른 뚜렷한 목표 제시가 필요하다(Frissel, & Stankey, 1972; Lime, 1970).

원칙 4 레크리에이션지역을 방문하는 방문객의 만족도는 다면적 개념이다.

방문객은 레크리에이션지역을 구성하는 자연적·사회적·관리 환경의 많은 측면을 인식하고 있고 민감하다. 다양하고 잠재적인 요인들이 방문객의 만족도에 영향을 미칠 수 있으므로 이를 고려하여야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

즉, 레크리에이션 관리는 먼저 다루기 쉬운 많은 개념들에 주의를 기울이면서 광범위한 부분에 토대를 두어야 한다(신원섭, 2001; Graefe, & Vaske, 1987; Shelby, & Heberlein, 1986).

원칙 5 레크리에이션은 활동의 참여기회를 확대하기보다는 레저편익을 충족시켜야 한다.

레저 활동 참여가 레크리에이션 외면상의 설명이지만, 이것은 궁극적으로 레저 활동 참여로 이끄는 선택된 가치, 보상이나 만족을 충족시켜야 한다. 레크리에이션 관리에서 레저편익에 대한 고려는 이용객과 그들의 만족을 더 근본적으로 이해하여야 한다(Allen, 1996; Driver, & Peterson, 1987; Driver, 1990; Driver, & Bruns, 1999).

원칙 6 레크리에이션 지역 관리를 위하여 이용객과 관리자들의 지각 차이점을 인정하여야 한다.

레크리에이션 지역에 대한 방문객과 관리자들은 관광영향인식·평가·해석이 차이를 나타낸다는 것은 선행 연구를 통하여 밝혀지고 있다. 레크리에이션 관리의 근본적인 목적인 이용객들에게 레크리에이션 만족을 제공하는 것이라면, 관리자 스스로의 지각과 이용객들의 지각을 어떻게 결합시킬 것인가에 대하여 연구하여야 한다(신원섭, 2001; Farrell, Hall, & White, 2001; Floyd, Jang, & Noe, 1997; Kim, Lee, & Shelby, B., 2003; White, Hall, & Farrell, 2001)

원칙 7 공공의 참여를 적극적으로 장려하여야 한다.

친숙하거나 편리한 실행에만 의지하기 보다는 모든 잠재적인 관리 실행 요소를 고려하여야 한다. 따라서 공공의 참여를 돕기 위한 다양한 방안을 모색하여야 한다. 레크리에이션 자원의 미래 생존력을 높이기 위하여 지역사회의 관심과 공공의 태도는 자연지역에 대한 환경적 관리와 정책을 바탕으로 더욱 크게 영향을 미칠 수 있을 것이다(김남조,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

2001; 이훈, 1999; 조광익 · 김남조, 2002; Dorwart & Leung, 2005). 여기에서 공공(public)이란 지역주민을 중심으로 하는 지역 지방정부의 관리, 지역주민, 지역주민 대표, 상인 등을 포괄적으로 의미한다.

IMSTD와 BBM의 통합 모형: 수정된 관광지영향관리모형(adjusted IMSTD) 개발

선행연구를 통하여 제시된 레저관광영향관리모델의 비판적 고찰과 관광지영향관리모형 개발을 위한 레크리에이션 관리 원칙을 바탕으로 하여 수정된 관광지영향관리 모형을 제안하였다. 관광지영향관리모형은 이미 앞에서 제시되었듯이 수용력을 바탕으로 하는 레저관광영향관리 모델의 비판적 고찰을 통하여 한국적 상황에 알맞도록 제안된 모형이다. 따라서 이 연구에서는 관광지영향관리모형를 기본적인 레저관광영향관리모형으로 두고 다른 레저관광영향관리모형의 장점과 단점을 재논의하여 적용하도록 하며, 특히 레저 활동에 참여하기 위하여 레크리에이션 지역을 찾는 관광객들의 레저편익을 관리모형에 적용한 BBM의 내용을 중점적으로 적용하였다.

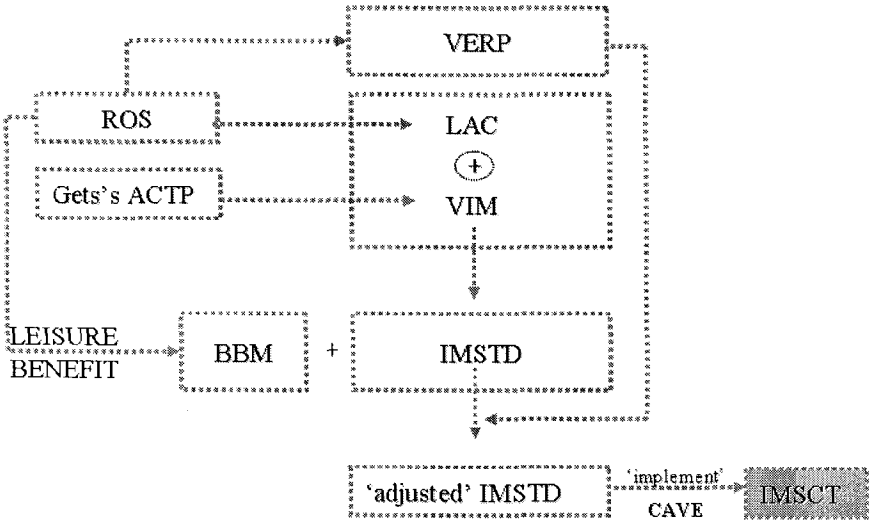
ROS는 관광객이 추구하는 관광활동에 따라 관광기회를 제공하기 위하여 동일 관광지에서 관광구역과 기회를 구분하여 관리하였다. 이 구분은 매우 효과적인 자원관리방법으로 평가되어 이후 VERP, LAC등에서 적극적으로 활용되었으며, 이후 레저 편익의 개념을 적용하여 BBM 모형으로 발전한다. VIM은 Getz의 관광기회평가수용력을 이론적 바탕으로 발전한 모형으로 IMSTD의 근본적인 연구 틀로 판단된다. 지금까지 논의된 자원관리 모형의 연계성으로 그림으로 표현하였다.

관광자원의 올바른 관리를 위해서는 관광자원 관리를 총체적으로 관리하기 위하여 시스템적인 접근이 필요하다. 또한 관광자원 관리를 위하여 설정된 모형은 레저 활동의 사회적 변화와 중요성 인식을 반영하여 하며, 실행 가능성을 갖추어야 할 것이다. 관광자원의 관리 및 경영목표를 설정하고 이에 따른 관리방안을 모색한다는 기본적인 틀에서

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

BBM과 IMSTD는 서로 만나고 있다. 이들의 응용단계는 총 12단계와 총 11단계로 나누어져 있지만, 이들을 연계시켜 보면 다음의 그림과 같은 과정으로 나타날 수 있다.

[그림] 레저관광영향관리모델의 연계성



BBM과 IMSTD를 연계시키면 총 3단계의 구분이 가능하다.

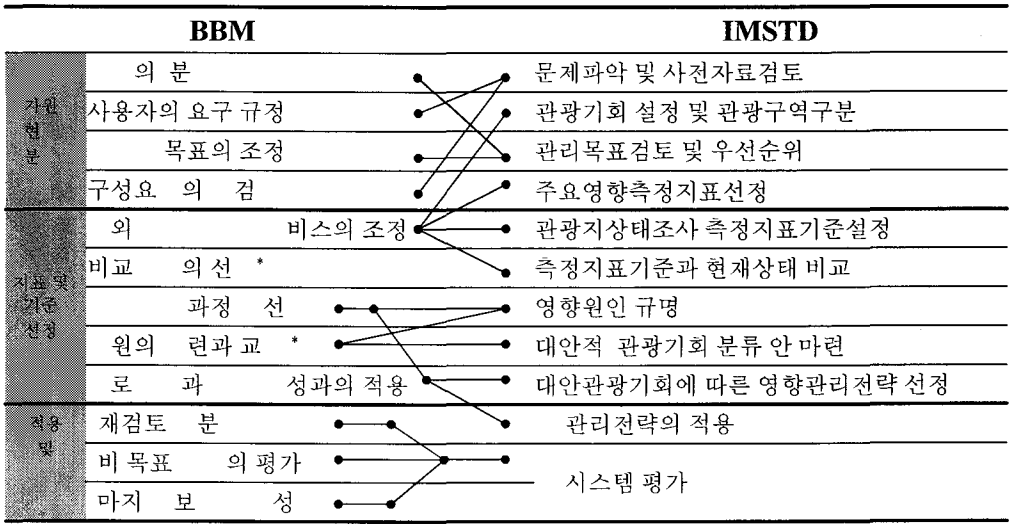
1단계는 현황분석 및 문제파악, 2단계는 지표 및 기준 선정, 3단계는 모니터링 과정이며, 이 과정은 관리자, 전문가, 지역주민, 이용객의 입장에서 각각 다르게 나타난다. 1단계의 주요한 사안은 BBM과 IMSTD에서 용어가 다르게 나타나고 있을 뿐이며, 관리목표를 설정하기 위한 사전단계 과정은 유사하다. 단순히 BBM의 경우 레저 편익을 추출하는 과정이 있기 때문에 IMSTD와 차이를 나타내고 있다.

기존의 관광지영향관리 모형은 총 11단계로 제안되었다. 수정된 관광지영향관리 모형은 총 7단계를 3부분으로 나누어 제안하였다. 자원관리 모형의 구분은 개괄적으로 현재상황평가와 목표설정, 지표 및 기준설정, 적용 및 평가(모니터링과 피드백)로 구분하였다. 수정된 IMSTD는 1단계 문제파악 및 사전자료 검토, 2단계 관광기회 설정 및 관광구

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

역 구분, 3단계 관리 목표 검토 및 설정, 4단계 주요 영향 측정 지표 선정 및 기준설정, 5단계 측정지표 기준과 형태상태 비교 및 영향원인 규명, 6단계 대안적 관광기회 분류 및 영향관리 전략 선정, 7단계 관리 전략의 적용 및 시스템 평가로 총 7단계로 구성되어 있다. 각 단계는 다음과 같다.

[그림] IMSTD의 적용 단계 BBM과 IMSTD의 통합모형



주: BBM의 *는 IMSTD에 적용되지 않은 부분임

1단계 문제 파악 및 사전자료 검토

이 단계는 해당 관광자원과 관련된 모든 관련분야의 현황을 파악하기 위한 단계로 관광지의 특징, 관리형태, 관광객, 지역 및 지역주민의 특성을 분석하는 단계이다. 각 부분별로 보면, 관광지는 사회적·환경적·경제적 특징 분석하고, 관리자의 운영 현황 및 관리체계를 분석하여 자원관리를 위한 문제점 파악이 주요한 목적이다.

또한 관광지에 대한 관광객의 요구를 규정하고, 관광객의 인구 통계적 특성을 파악하여 이후의 관광기회 설정을 위한 기본 자료로 응용하

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

기 위하여 관광의 주체가 되는 관광객의 관광동기, 관광만족도, 혼잡지각, 레저편익을 분석한다. 마지막으로 지역주민을 대상으로 하여 관광영향 지각, 자원관리 방안을 측정하여야 한다. 이 단계에서는 관광객과 관리자에 대한 조사를 바탕으로 자원에 대한 관광객과 관리자의 인식차이등도 파악하여야 한다.

2단계 관광기회 설정 및 관광구역 구분

이 단계에서는 관광객에게 제공 가능한 레저 활동을 파악하여 레저기회를 설정한다. 레크리에이션 관리 원칙 2에 따라 레크리에이션 지역 내에서 관광구역을 구분하는 것이다. 즉, 관광객의 주요 활동에 따른 관광구역 구분하고, 관광구역에 따른 관광기회를 설정한다. 이 단계는 일 단계에서 분석된 자원의 특성, 관광객의 특성을 바탕으로 구성되어야 한다. 특히 관광객이 관련 관광지역을 선택하는 데 영향을 미치는 요인을 밝혀야 한다.

3단계 관리 목표 검토

관광지 관리 목표는 사회적 목표, 생물학적 목표, 물리적 목표로 나누어 설정하고, 앞 단계에서 구분된 관광권역별 목표를 설정한다. 관리자 목표는 각 목표별 우선순위 조사를 하고 이에 따라 관리 목표의 설정한다. 관리자의 임무를 조정하여 임무와 목표를 점검한다. 또한 이 단계에서는 관광객조사를 통하여 나타난 레저편익을 참조하도록 한다. 일 단계에서 조사된 관리자와 관광객의 인식차이가 크다면 그것을 극복하기 위한 방안도 관리 목표에 첨부하도록 한다.

4단계 주요 영향 측정 지표 선정 및 기준설정

이 단계에서는 관광지 관리 목표를 달성하기 위하여 사회적 수용력, 생물학적 수용력, 물리적 수용력 지표를 설정한다. 레크리에이션 지역의 조사 여건에 따라 사회적 수용력과 생물학적 수용력 지표만을 설정

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

하여도 된다. 지표는 관리자들이 직접적이며 상대적으로 측정가능하고, 변화하는 이용 상태를 민감하게 반영하여야 한다. 이후 조사내용을 주체별(지역주민, 관광객)로 재구성하여야 한다. 또한 환경적 지표 설정을 위하여 관련전문가와 관리자와의 심층 인터뷰를 실시하여 진행하여야 한다.

주요 영향 측정 지표를 중심으로 측정 지표의 기준을 설정하여야 한다. 측정지표의 기준설정을 설정하기 위하여 분야별 전문가와의 의견을 교류하고, 지표와 관련한 2차 자료의 분석, 관련 기준안 검토 등이 이루어져야 한다. 또한 관련 전문가들은 동굴을 관리하기 위한 관리위원회의 구성원을 구성한다.

5단계 측정지표 기준과 현재상태 비교 및 영향원인 규명

지표의 현재 상태파악하기 위하여 일정기간 동안의 자료 수집하고 이를 측정 지표 기준과 비교하여 이 둘이 불일치 할 경우 이후 단계로 진행하고, 일치할 경우는 1단계로 순환한다.

또한 측정지표와 현재상태의 차이에 대한 영향원인을 명확하게 규명하기 위하여 이 단계에서는 1단계에서 파악된 관광객의 유형 및 활동 특징을 응용할 수 있다. 이 단계는 레크리에이션 자원관리의 필요 요소 규명과정이다. 따라서 관리자, 지역주민, 관광객별 관리 필요요소가 제안되어야 한다.

6단계 대안적 관광기회 분류 및 영향관리 전략 선정

이 단계는 3단계에서 논의된 관리 목표 검토에 따라 관광객 관리방안 제안하고 이에 따라 문제를 발생시키는 현재의 관광형태 이외의 대안적인 관광기회의 분류 안을 제안하여야한다. 이에 따라서 관광 프로그램을 구성하고 적용하여야 한다. 이 단계는 다른 레저관광영향관리모델에서 나타난 프로그램과 모니터링 성과의 적용을 포함한다고 볼 수 있다. 관광지 관리 목표를 달성하기 위하여 직·간접적 관광객 관리를

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

위한 관리방안 제안하는 단계이다. 또한 제시되는 프로그램에 따라 동굴관리 직원의 교육훈련 방안을 마련하고 교육을 실시하여야 한다.

7단계 관리 전략의 적용 및 시스템 평가

지금까지 구성된 자원관리 방안을 실제적으로 적용하여 레크리에이션 자원을 관리하는 것이다. 이와 동시에 일정기간을 두고 적용되는 시스템에 대하여 모니터링을 실시하고 분석한다. 이 단계는 BBM의 PⅡ, 모니터링 과정 개선과 BBM의 PⅢ, 재검토와 분석, 비 목표 편익 발생에 대한 평가, 마지막 보고서 작성을 모두 포함한다고 볼 수 있다. 동굴관리자, 전문가, 지역주민의 역할에 따라 업무역할이 달라질 수 있으며, 이 단계에서는 시스템 평가를 위한 '자원을 관리하기 위한 관리위원회'의 구성과 역할조정을 제안할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

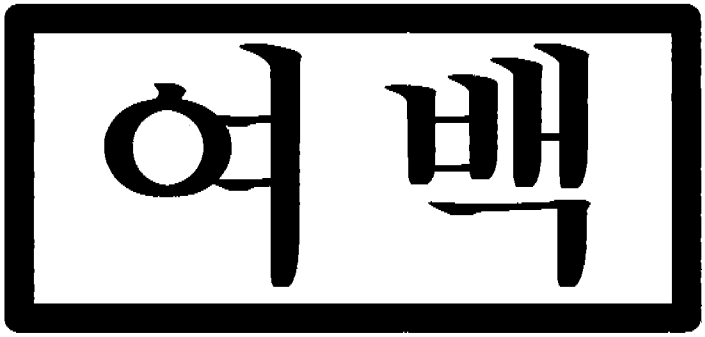
여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

iv

동굴관광영향관리시스템 구축과 적용

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

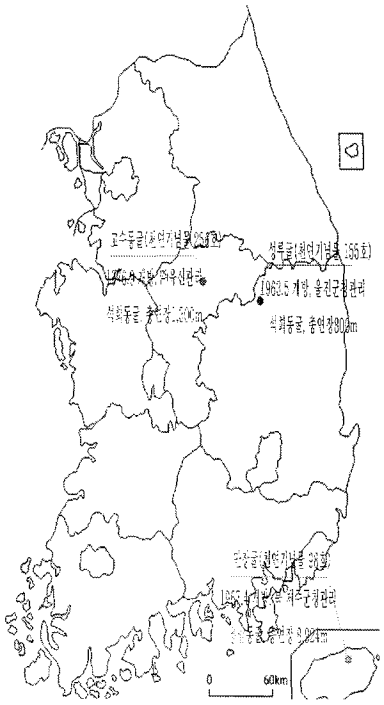


IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

동굴관광영향관리시스템 구축 및 적용

연구대상지 선정

[그림] 연구대상지



관광동굴은 관광객에게 관람을 목적으로 동굴을 개방하고, 일정비용을 수입으로 하고 지방자치단체나 소유기관이 동굴관리를 하고 있는 동굴을 의미하며, 국내에는 총 13개(2005년 현재)가 분포되어 있다. 이 연구에서는 연구대상지는 관광동굴 중에서 고수동굴과 성류굴, 만장굴로 설정하였다.

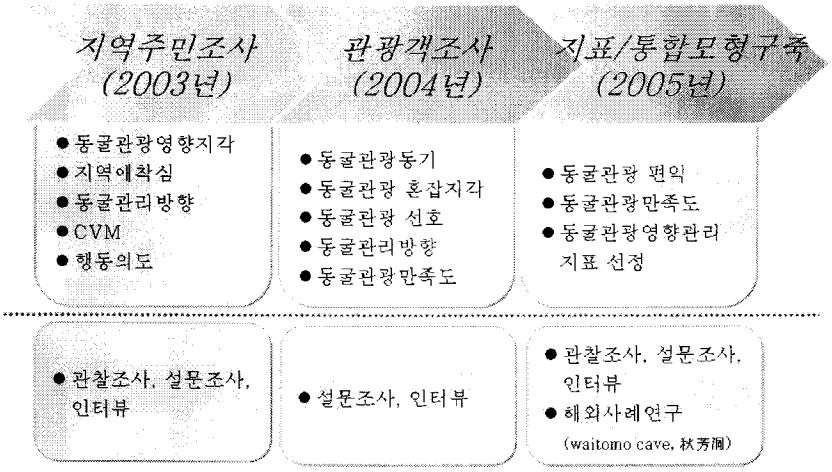
연구적용대상은 1960년대 그 자연적 고유성을 인정받아 천연기념물로 지정되었으며, 지금까지 동굴관광을 지속하여 오고 있는 고수동굴, 성류굴, 만장굴을 지정하였다. 세 지역을 연구대상지로 선정한 이유는 세 지역이 지질학적, 생물학적, 관광학적 중요성을 갖기 때문이다. 첫째, 한반도에 분포된 동굴은 대부분이 강원도와 충북, 경북, 제주도에 집중적으로 분포하고 있으며, 선정된 연구대상은 이 지역의 대표적인 관광동굴이다. 둘째, 단양의 고수동굴, 울진의 성류굴, 제주 만장굴은 1960년대와 1970년대 개장된 이후 지금까지 30여 년간 관광객을 유치하고 있으며, 최근 관광객의 감소 및 관리기술 부족에 따른 문제점이 발생하고 있어 비교의 유사성이 있다. 셋째, 세 동굴은 동굴의 생물학적 특성과 지역적 상황, 관리주체 등에서 차이를 나타내고 있다. 따라서 동굴관리지표를 선정하고 각 지표가 동굴의 특성에 따라 어떻게 변화되고 관리할 수 있는가를 반영함으로써 관광동굴에서 실행 가능한 동굴관광관리통합모형을 구축할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

조사설계

동굴관광영향관리시스템 구축과 적용을 위해서는 레저활동을 통한 레저편익의 당사자인 지역주민, 관광객의 의견을 조사하기 위한 설문조사와 자원 관리 및 운영의 주체가 되는 관리자 및 관련 전문가와의 질적 면접을 실시하고, 객관적 의사결정을 위한 관찰조사를 실시하여 동굴관광영향관리시스템에 적용하여야 한다. 따라서 이 조사는 동굴관광영향관리시스템 구축과 적용을 위하여 사전 조사가 실시되었고, 사전조사 결과가 이후 연구대상 동굴의 동굴관광영향관리시스템에 적용된다. 사용된 연구방법은 2차 자료 분석, 설문조사, 질적 면접, 관찰조사이다.

[표] 연구방법



사전조사결과

사전 조사의 목적은 동굴관광영향관리시스템 적용을 위하여 동굴과 관련된 정보를 일차적으로 수집하고 그 결과를 통하여 연구 대상 동굴의 특징을 파악하는 것이다. 사전 조사결과에 따라 동굴관광영향관리시

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

스템에 적용할 과제가 나타났다. 관련된 조사주체별보면, 지역주민 조사를 통하여 지역주민 참여방안과 동굴관광시설 및 프로그램 계획에 적용 과제를 발견하였다. 관광객 조사를 통하여 동굴관리 목표설정, 동굴관광구역 구분과 동굴관광프로그램 계획을 위한 과제를 도출하였으며, 관리자와의 질적 면접과 관찰조사 결과는 동굴관리 목표 설정, 관리 방안, 동굴관광시설과 프로그램 구성 방안과 동굴교육 매체 선택 등의 실질적 과제와 해결방안을 도출할 수 있었다.

전체 연구결과를 통하여 보면, 연구대상인 세 동굴에서는 동굴 간 차이점보다는 공통점이 많이 나타났다. 관광객의 경우, 혼잡지각, 혼잡지각 영향원인은 정도의 차이는 있지만, 전체적인 혼잡지각, 선호 관광객 수, 관찰 관광객 수, 기대 관광객 수와의 관계에서 일관성이 나타났다. 특히 동굴내부에서의 관광객 혼잡지각에 대한 영향요인이 기대관광객 수와 선호관광객 수로 나타났으므로 이를 바탕으로 한 동굴내부에서 혼잡지각을 줄일 수 있는 방안을 제시하여 줄 수 있게 되었다. 동굴관광의 동기, 교육매체에 대한 선택과 동굴교육의 필요성 간구에서는 세 동굴 관광객의 의견이 거의 일치하였다. 세 동굴에서 공통적으로 나타난 바에 따르면, 동굴관광객의 동굴 재방문은 평균적으로 10년 이상이 지난 다음 이루어지고 있는 실정이다. 2번 이상 동굴을 방문객 관광객들의 경우를 살펴보면, 중·고등학교 시절의 수학여행에서 시작하여, 일반적 여행목적, 결혼이나 개인적 행사 기념 목적, 결혼 이후 자녀의 교육목적으로 동굴을 방문하는 형태가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 동굴은 방문객의 방문을 지속적으로 유도하고 방문객의 만족도를 높이기 위한 전략을 설정하여야 한다. 동굴관리자의 경우 동굴관리에 필요한 요소로 동굴관리 목표를 손꼽았으며, 동굴관리의 가장 중요한 목표는 동굴 내 환경 유지로 나타났다. 이에 따라 동굴의 관리의 목표 관리방안 도출 등은 세 지역에서 거의 유사한 형태로 나타났다. 또한 동굴관광객을 위한 대체시설(박물관)의 설치를 계획하고 있으며, 환경교육 프로그램에 대한 필요성 인식도 일치하는 것으로 나타났다. 또한

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

관리를 위한 많은 노력을 하고 있지만, 동굴 내 오염과 같은 문제점이 있다는 점이 밝혀졌으며, 각 관리자를 통하여 해결방안도 제안되었다.

지역주민의 경우 동굴관광에 대한 관심은 표현되었으나, 동굴관광이 지역주민의 삶을 바꿀 정도의 파급효과는 나타내지 않은 것으로 세 지역에서 공통적으로 드러났다. 그러나 동굴관광을 통하여 경제적 수입이 늘어나야 한다는 점을 기대하고 있는 것으로 나타나 동굴관광에 지역주민 참여를 통한 경제 수입 활성화방안이 필요하다. 또한 관광객을 위한 환경교육 프로그램을 형성하고, 또 관광객을 위한 동굴 전시관이나 박물관이 필요하다고 응답되어 동굴관광객 관리를 위한 동굴관광프로그램 개발과 시설 운영에 지역주민의 의견을 반영하여야 할 것이다.

동굴관광의 주체가 되는 세 관광객, 지역주민, 관리자의 의견은 동굴관광에 있어서 자원관리의 필요성, 환경교육 프로그램의 필요성과 다양성 추구, 동굴환경의 회복 필요성 인식 등에 있어서 일치하고 있다. 그러나 구체적인 동굴 관리 방안, 동굴 교육 매체 선택에 있어서 차이점이 나타나고 있으므로 동굴관광영향관리시스템의 적용시 반영하여 한다. 사전연구결과를 통하여 보면, 전반적으로 동굴관광영향관리시스템을 적용하기 위한 세 연구지역의 지역주민, 관광객, 관리자의 의견은 일치하고 있는 것으로 드러났다. 따라서 이후의 연구에서는 세 지역에 동굴관광영향관리시스템을 일괄적으로 적용하며, 세 지역에서 차이점으로 나타난 부분은 각 동굴의 동굴관광영향관리시스템에 적용하여야 할 것이다.

동굴관광영향관리시스템 구축

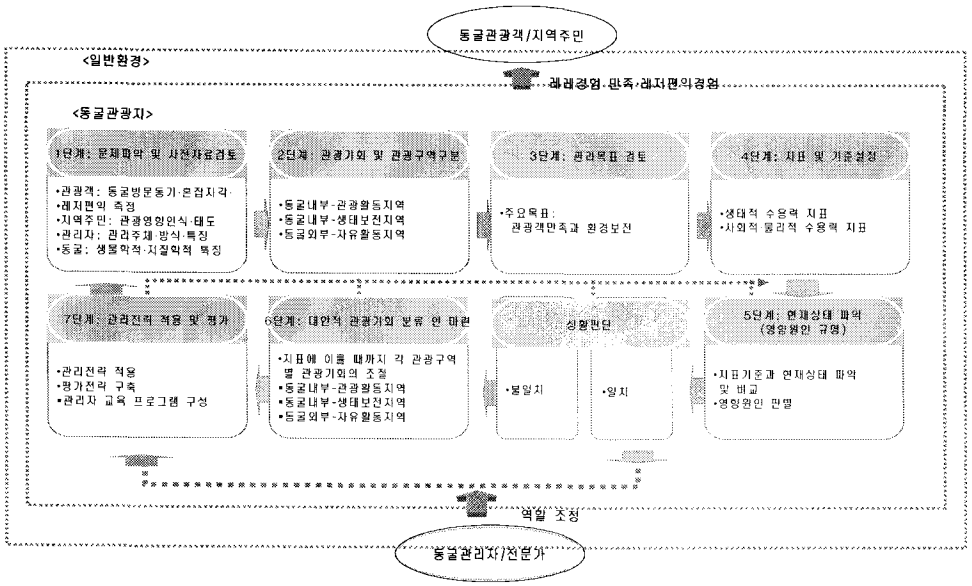
지금까지 논의된 이론적 고찰과 사전조사 결과를 바탕으로 동굴관광영향관리시스템(IMSCT: Impact Management System for Cave Tourism)을 구축하였다.

동굴관광영향관리시스템은 총 7단계로 구성되며 각 단계는 3부분, 4개의 역할로 나누어진다. 첫 번째 부분은 현황분석 및 문제파악, 두 번

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

째 부분은 지표 및 기준 선정, 세 번째 부분은 모니터링이며, 이 과정은 관리자, 전문가, 지역주민, 이용객의 입장에서 각각 다르게 나타날 수 있다. 이 세 부분의 과정을 거쳐 동굴의 특성에 알맞은 동굴관광지표와 통합모형이 구축되는 것이다. 동굴관광영향관리시스템은 관광지영향관리시스템과 비교하여 전체 시스템 흐름에서 변화가 없으며, 각 동굴의 특성에 맞추어 관리목표 설정 차이로 나타낼 수 있다.

[그림] 동굴관광영향관리시스템의 적용단계



동굴관광영향관리시스템 적용

1단계 문제파악 및 사전자료 검토

(1) 관광지 특성

고수동굴, 성류굴, 만장굴은 동굴의 특성 상 Heaton(1986)이 주장한 저에너지(low energy)에 속하는 동굴에 속하므로 관광객의 출입에 따라 동굴환경이 매우 민감하게 변화하며, 관광객에 의한 동굴 내 환경변

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

화는 동굴 내에 성장하고 있는 동굴생성물의 성장과 동굴생물에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 동굴관리를 위하여 개방관광동굴에 대한 관광객 관리 방안은 필수적이다. 문화재청에서는 지난 2000년 천연기념물 공개동굴의 실태를 조사하고 보존대책과 관련한 연구보고서를 출판하였다. 이 연구에서는 이 보고서를 바탕으로 고수동굴, 성류굴, 만장굴의 동굴 내부 환경과 오염 형태, 내부시설을 파악하였다.

고수동굴의 동굴 내부의 시설은 인공통로, 스피커, 배전반, 계단, 인터폰, 시멘트 포장, 숏크리트 등으로 구성되어 있다. 동굴내부의 생물학적 특징을 살펴보면, 동굴 내의 온도 및 습도의 변화와 이산화탄소 농도의 변화를 측정한 결과, 동굴 내부의 기온은 외부에 비하여 점차 증가하는 경향을 보여주었으며, 습도도 점차 증가하는 경향을 보여주었다. 또한 고수동굴 내의 동굴생성물에는 조명 아래에서 녹색오염이 생성되고 있으나 관리자에 의해 녹색오염이 주기적으로 제거되고 있다.

성류굴은 성류굴 내의 온도 및 습도의 변화와 및 이산화탄소 농도의 변화를 측정한 결과, 동굴 내부의 기온은 외부에 비하여 매우 높게 나타났으며, 습도와 이산화탄소도 외부보다 매우 높은 수치를 나타내었다. 조명이 설치된 총 69개 지점 중에서, 30개 지점에서 녹색오염이 발견되었고, 관광객이 만져서 흑색으로 변색된 동굴생성물도 발견할 수 있다. 일부 구간에서는 흑색으로 되어 있는 부분이 많은 것으로 알려져 왔으나, 2000년 들어서 동굴관리소에서 동굴내부의 물을 동굴생성물 위에 뿌려서 동굴생성물이 갈색으로 피복되고 있다. 성류굴 내에는 굴의 규모에 비해 점토질의 퇴적물과 동굴호소 및 수로가 많다. 따라서 전체적으로 습도가 높고 동굴생성물 위에 수분이 많으므로 녹색오염이 생길 가능성이 높다. 이를 고려하여 조명이 신중하게 선택되어야 하고 일단 설치된 조명의 관리가 매우 중요하다.

만장굴은 내부의 기온은 13-14℃로서 기온변화는 것의 없는 것으로 나타났으며, 동굴외부 기온보다 낮게 나타났다. 동굴외부는 시간별 습도의 변화폭이 크게 나타났지만, 동굴내부의 습도는 100%로 변화 없이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

일정하였다. 아스만통풍건습구 온도계로 측정한 결과 96%이상의 높은 상대습도 값을 나타냈다. 일반적으로 동굴내부는 외기의 영향을 거의 받지 않게 되므로 기온 및 습도의 변화는 거의 없게 된다. 만장굴의 이산화탄소량은 동굴의 내부가 외부보다 높은 양을 보여주고 있다. 만장굴 내에는 216개의 조명이 설치되었는데 거의 모든 조명 아래에서 녹색오염이 나타나고 있으며, 심한 곳은 양치식물까지도 성장을 하고 있다고 보고되었다(자연유산보존협회, 2000).

(2) 관리주체의 특성

성류굴과 만장굴의 관리자는 고정관리자와 순환 근무자로 구성되어 있으며, 동굴이 위치한 해당 지자체에서 관리하고 있다. 고수동굴은 고정 관리자이고, 고수동굴은 개인소유동굴로 (주) 유신에 의하여 관리되고 있다. 세 동굴은 천연기념물이기 때문에 시설의 변경 및 증대 등과 관련하여 문화재청의 허가를 받아야 한다. 고수동굴은 동굴내부시설 관리 및 관광객의 안전관리 등을 위하여 동굴 내부에 관리인원 5명이 배치되어있다. 관리의 주체가 되는 관리자가 동굴 개방이후 지속적으로 근무하고 있어 동굴에 대한 학술적 관심이 높으며, 동굴의 관리가 양호한 편이다. 성류굴은 관리소장을 비롯한 상주 관리자가 배치되어 있다. 고수동굴과 만장굴과는 달리 관람 장소가 좁게 형성되어 있어 동굴내부의 상주관리자가 없다. 최근 들어 동굴관광에 대한 관심이 증대되고 있으며, 동굴 외부의 시설도 개선되고 있다. 만장굴은 동굴관리원과 매표소 관리원이 상주하고 있으며, 동굴내부에 상주 관리원이 2명이 배치되어 있다.

(3) 관광객의 특징

고수동굴, 성류굴, 만장굴은 1990년대 초반까지 연간 오십 만 명 이상의 관광객을 유치하여 관광동굴의 주도지로서 면목을 유지하여왔다. 그러나 이 세 동굴은 1997년을 기점으로 관광객이 급격히 감소하고 있

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

다. 월별 동향을 살펴보면, 4월 전후, 7월과 8월, 11월에 집중적으로 관광객이 관람하는 것으로 나타났다. 그리고 주중보다 공휴일 또는 주말(1일 7,000명 ~ 8,000명)에 관광객이 집중하는 경향이 나타났다(고수동굴, 성류굴, 만장굴 내부자료, 2005). 관리자와의 인터뷰 및 관광객의 의견을 종합하여 보면 관광객 수 및 월별 동향, 관광객의 만족도 등은 동굴의 규모, 경관 및 환경, 외적 환경, 동굴 홍보여부, 교통 편리성, 다른 레저시설과의 연계성 등가 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

세 동굴 관광객의 동굴 관광 동기는 주로 '지식', '모험', '여유'를 추구하기 위하여 동굴을 방문하는 것으로 나타났으며, 관광 동기에 있어서는 세 지역에서 큰 차이 없는 결과로 나타났다. 따라서 동굴관광을 위하여 동굴내부의 교육프로그램을 만들어 관광객의 '지식추구'를 돕고, 동굴내부 관람 프로그램을 다양화하여 다양한 동굴관광 경험을 추구할 수 있도록 하여야 한다. 또한 동굴과 주변관광지를 연계하여 프로그램화하여 관광객의 다양한 관광동기를 충족할 수 있도록 할 필요가 있다.

동굴은 자원 중심적 관광지로서 다른 휴양지역과 달리 동굴내부의 설치 시설에 따라 관광객들의 관광활동이 동일하게 이루어지고 있는 장소이며, 매우 다양한 관광매력을 지니고 있는 것으로 판단된다. 그러나 동굴의 관광매력은 동굴관리에는 어려운 점으로 작용하게 된다. 동굴관광객의 혼잡지각 측정은 관광측면과 환경적 측면에서 주요한 역할을 수행한다. 관광측면에서 동굴은 어두운 지역에서 조명과 관리시설에 의지하여 관광코스를 이동하여야 하므로 동굴관광객의 관광경험의 품질을 높이기 위하여 관광객 혼잡지각 측정을 통하여 파악하여야 한다. 또한 환경적 측면에서 동굴관광객의 수 조절은 동굴내부의 생물과 생성물을 보호하는데 중요한 과제이다. 따라서 방문객의 동굴방문 동기를 달성하고, 적절한 자극을 제공함으로써, 혼잡지각을 감소시키기 위하여 관리적 측면에서 위에서 제시한 혼잡지각에 영향을 미치는 영향요인들의 관계를 고려하여야 할 것이다. 관리목표를 설정하기 위하여 총 40개의 항목을 이용하여 동굴관광객의 레저편익을 측정하였다. 40개의 항목

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

을 구성요인에 따라 '자아발전', '심리적 안정', '도전성취', '자연친화'로 구분할 수 있다. 레저편익 구성 항목 중에서 '자연친화' 및 '심리적 안정'과 관련된 항목의 평균값이 가장 높은 것으로 나타났다. 동굴관광객은 동굴관광을 통하여, 도시의 혼잡을 탈출하고, 자연경험을 통하여 행복한 느낌을 얻기를 원하는 것이다. 레저편익에 따라서 동굴관광을 관리하는데 있어 자연적 환경을 유지하고 동굴 관람인원의 적절한 관리를 통하여, 동굴관광객의 혼잡지각을 감소시키는 등의 전략이 관리전략 목표에 반영되어야 함을 나타내고 있다.

(4) 지역주민의 특징

동굴관광지는 레저활동이 동굴내부에서 이루어지고 있으며, 지역주민의 거주지와 2Km정도 떨어져 있다. 그러나 동굴을 중심으로 동굴입구와 출구주변에 상업을 주로 하는 지역주민들이 형성되어 있어서 다른 관광지의 지역주민의 형태와 차이를 나타내고 있을 것으로 판단된다. 이 연구에서는 지역주민을 동굴주변의 상업을 주로 하는 지역주민과 동굴과 떨어져 거주지를 형성한 지역주민의 조사를 포괄하여 지역주민의 관광영향인식과 관광산업에 대한 태도를 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같이 구분하여 기술할 수 있다.

첫째, 지역주민의 관광영향인식은 경제적 효과인지가 지역주민의 관광영향 인식과 태도형성에 가장 유효한 영향요소는 아니었으나 동굴관광을 통한 경제효과를 기대하고 있다. 둘째, 지역주민이 관광을 통한 부정적 인식이 높을수록 환경교육의 필요성을 지지하였다. 이는 지역주민은 고수동굴, 성류굴, 만장굴에 대한 체계적인 동굴관리방안과 환경교육을 요구하고 있는 것이라고 판단할 수 있겠다. 셋째, 지역주민의 동굴관광의 다양화를 위하여 동굴환경교육 및 동굴환경교육시설의 필요성을 지지하고 있다. 사전 연구결과는 지역주민이 교육프로그램과 교육시설을 요구한다는 것을 전달하고 있어 동굴관광을 위한 관리적 측면에서의 접근이 필요하다. 그러나 아직까지 동굴관광에 대한 지역주민

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

의 관심은 미흡한 것으로 판단된다. 따라서 동굴관광의 성공을 위하여 지역주민의 도움은 필수적인 것이기 때문에 지역주민에게 동굴관광의 중요성, 지역주민의 역할, 발전방안 수립을 위한 제안 등을 홍보하고 교육할 필요가 있다.

2단계 관광기회 설정 및 구역구분

자원의 보존과 이용을 동시에 충족시키기 위해서는 계획대상지의 환경적 속성을 분석하고, 이를 바탕으로 용도지역(zoning)지정 작업을 통해 보전관리의 효율성을 높일 수 있다(박 휘, 1999). 또한 이러한 개념은 자원의 보존적인 측면과 함께 관광객의 관광기회의 다양화라는 측면에서도 중요하게 고려될 수 있다.

동굴의 관광구역구분은 동굴내부-관광활동지역, 동굴내부-생태보전지역, 동굴외부-자유활동지역으로 분류할 수 있다. 각 권역은 그 특색에 맞는 기능을 수행하게 된다.

[표] 연구대상 동굴의 관광구역별 관광기회 설정

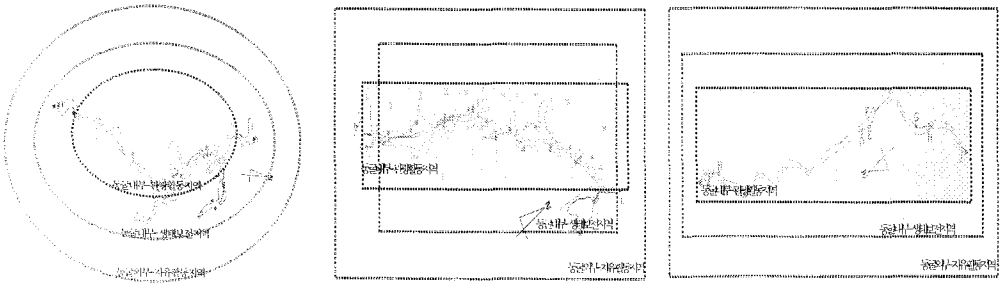
구분		관광구역구분과 관광기회 설정		
		동굴내부-생태보전지역	동굴내부-관광활동지역	동굴외부-자유활동지역
관광기회설정	규제관리	자연자원보존을 위한 강력한 규제지역	이용객과 자연보존을 위한 적정수준의 규제지역	자연보존에 대한 규제는 미약하고 이용객의 안전과 편리함을 위한 규제지역
	관광동기분류	모험추구	지식 · 여유추구	모험 · 지식 · 여유 추구 (동굴방문 사전 · 후 지역)
	관광편익분류	자아발전 · 심리적안정 · 도전성취 · 자연친화	자아발전 · 심리적안정 · 도전성취 · 자연친화	자아발전 · 심리적안정 · 도전성취 · 자연친화
	관광활동	체험을 위주로 하는 관광활동(사전허가)	해설을 위주로 하는 교육프로그램 구성	다양한 교육 프로그램구성 다양한 관광활동가능

동굴내부-관광활동지역은 주요한 관광활동지역으로서 관리중점사항이 관광자의 만족과 생태적 환경만족의 균형에 맞추어 진다. 이 지역에서는 동굴의 매력요인들을 관람할 수 있으며, 동굴내부-생태보전지역보다 다수의 조명을 설치 할 수 있다. 동굴내부 생태보전 지역은 관광자의 만족보다는 생태적 환경과 지리적 관리방안에 더 중점을 두게 되

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

어 일반적으로 관광객의 관람을 제한하며 특수한 목적에 의해서만 개방한다. 만일 관광객에게 이 지역을 개방하기 위해서는 관련 전문가의 의견을 수렴하고, 관람객들의 안전을 위한 장치를 점검하고 난 뒤 관리자의 결정에 의하여 개방할 수 있어야 한다. 동굴외부-자유활동지역은 관광객들이 다양한 관광활동을 즐길 수 있으며, 지역주민은 이 지역에서 상업 활동을 할 수 있어, 동굴의 특성에 알맞은 제품을 전시하고 판매할 수 있다. 또한 동굴관리 주체와 동굴관리자의 판단에 의하여 동굴과 관련한 동굴관광 전·후의 생태교육을 실시하거나 동굴과 관련된 다른 시설을 설치할 수 있다. 각 동굴별 관광기회 설정 및 구역구분은 그림과 같다.

[그림] 동굴별 관광기회의 설정



주: 왼쪽부터 고수동굴, 성류굴, 만장굴의 순서로 배열되었음

3단계 관리목표검토

관리목표 검토는 연구대상 동굴의 관리자와의 심층면접을 통하여 결정되었다.

관리자의 관리 목표는 환경부문, 사회문화적 부문, 경제부문으로 나누어 결정하였다. 관리자가 관리목표로 지향하는 것은 환경부문의 환경보전 및 생태계보전과 사회 문화부문에서 관광객 만족, 지역주민과의 연관성, 관광홍보 및 수익성 유지 등으로 나타났다. 또한 동굴관광을 통하여 지역경제에 기여하여야 한다는 의견도 상위를 유지하였다. 전반

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

적인 의견을 종합하였을 때 동굴관광에 대한 관리목표는 환경부문에 있어서는 환경보전과 오염 및 훼손방지, 사회문화적 부문에 있어서는 관광객 만족과 지역주민의 삶의 질 유지, 경제부문에 있어서는 동굴관광을 통한 지역경제 기여, 관광홍보 등이 될 수 있다. 또한 동굴자원의 지속적인 관리를 위한 환경모니터링, 장기종합계획 수립 등이 요구된다.

관광객과 지역주민에 대한 관리 목표점 도출은 다음과 같다. 관광객 행동특성에 따라 동굴관광객의 관광동기, 레저편익, 관광만족도를 제고하고, 혼잡지각을 감소시키기 위하여 동굴관광관리 시스템 구축, 관광프로그램 구성 및 시기별 운영, 주변관광지와의 연계, 동굴생태계유지 등의 목표점이 도출되었다. 또한 지역경제를 기반으로 하여 지역주민의 만족을 제고하기 위하여 동굴생태에 대한 지역주민 교육, 동굴관광에 대한 설명회 등을 통하여 지역주민의 참여를 높여야 할 것이다.

4단계 주요영향측정지표선정 및 기준설정

동굴관리 및 동굴생물상과 관련된 선행연구와 본 조사를 통하여 나타난 결과를 바탕으로 하여 다음과 같은 생태적 수용력 지표, 사회적·물리적 수용력 지표를 설정하였다. 관리지표는 관련 전문가와 워크숍을 실시하였으며, 이후 관련전문가와의 지속적인 인터뷰 및 관련 자료의 검토를 통하여 조정하였다.

[표] 생태적 수용력 지표 설정기준

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

구분		관광구역구분과 기준 설정		
		동굴내부-생태보전지역	동굴내부-관광활동지역	동굴외부-자유활동지역
생태적 수용력지표	온도	변화가 없도록 유지	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	상대습도	90%이상	관광객 활동과 동굴생물아 영향 받지 않도록 유지	---
	이산화탄소	변화가 없도록 유지	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	水 용출량	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	관광객 활동과 동굴생물이 영향 받지 않도록 유지	---
	척추동물	4종 이상 서식 또는 박쥐류가 50마리 이상	3종 이상 서식 또는 박쥐류가 10마리 이상	---
	담수무척추동물	3종 이상 서식	2종 이상 서식	---
	육상무척추동물	20~15종 서식(진동굴성과 호동굴성 적응율이 30% 이상)	10~15종 서식(진동굴성과 호동굴성 적응율이 20% 이상)	---
	동굴 내 생성물	10종 이상의 동굴생성물	5종 이상의 동굴생성물	---
	녹색오염	녹색오염 0%	녹색오염 15%	---
	흑색오염	흑색오염 0%	흑색오염 15%	---
	조명설치형태	조명설치안됨	관광객 안전을 위한 조명 설치(최소한의 조도와 벽면으로 위치조정)	관광객 안전을 위한 조명 설치(관광객이 우선됨)
	동굴시설형태	동굴의 자원을 보호하기 위한 최소한의 시설물이 있으나 쉽게 발견되지 않음	관광객 이동통로, 안내 표지판 등이 다수 설치되어 있으나 환경을 헤치지 않음	일반적인 관광이용지역 시설물과 주차지역

자료: 문화재청(2005). 동굴 보전가치 평가 기준 및 등급, 관련 연구자 인터뷰 및 조사 자료를 바탕으로 저자 재구성

동굴관리를 위한 사회적·물리적 수용력 지표 구성은 동굴관광영향관리시스템 설정단계에서 제시한 지표와 추가지표로 구성하였다. 추가된 지표는 경영관리 부분이며, 규제관리, 관리자환경의식, 관리자 숫자, 관광객간의 조우, 소음정도, 관리기법 사용여부, 관광객의 공간, 교육시설 설치, 도로설치 등의 항목으로 구성되었다. 각 지표는 관광구역구분에 따른 관리지표와 기준을 설정하였다.

관광객의 혼잡지각은 주관적인 규범으로 이를 바탕으로 관리 기준을 설정하는데 문제가 있을 수 있다. 그러나 연구대상이 동굴이고, 동굴내부의 혼잡지각은 관광객의 레저경험의 만족도를 유지하기 위하여 필수적인 항목이라 판단하여 지표에 설정하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

5단계 측정지표기준과 현재 상태 비교 및 영향원인 규명

첫째 동굴 내부 시설물 설치 미비이다. 동굴의 내부시설은 일괄적으로 설치되어온 것이 아니라 지난 30여 년 간 중복설치 되어오면서 기존의 시설물을 철거하거나 조정하지 않아 생기는 문제이다. 또한 최근 들어 다양한 연구에 의하여 문제점이라고 지적되어도 예산의 부족이나 관리자의 관심부족으로 문제가 되어오고 있다. 먼저 조명에 따른 녹색오염을 줄이기 위하여 열이 발생되지 않으며, 동굴관광객의 안전에 문제가 되지 않은 조도를 유지할 수 있는 조명으로 일괄교체 되어야 한다. 또한 보행등 설치 시에는 가급적 통로만을 비추도록 동굴벽면에 차단시설을 설치하여야 하며, 다양한 관리 기술을 습득하여 동굴의 특성에 맞는 기술을 운용할 필요성이 있다. 소음과 오염을 유발할 수 있는 오래된 철재 시설물들은 교체되어야 한다.

둘째, 관광객의 수 및 문제행동이다. 현재 동굴관광을 하는 관광객은 동굴입장 시에 문제행동에 대한 교육을 받지 않고 있다. 고수동굴에서만 동굴입구에서 음식물이나 쓰레기를 동굴입구에 맡겨 두도록 조치받고 있다. 따라서 동굴내부에서 발생하는 관광객의 문제행동은 아이들의 소리 지르기, 위험행동, 낙서, 흑색오염 유발과 같은 다양한 형태이다. 또한 제한 없는 동굴의 입장객 수로 동굴관광객의 혼잡지각이 높아지고, 동굴 내부의 이산화탄소량의 증가와 같은 문제로 나타나고 있다. 따라서 일 당, 주중과 주말 당 관광객 수를 설정하는 방안이 요구된다. 또한 동굴내부 총인원을 지속적으로 유지하기 위하여 세 동굴 모두에 동굴내부 인원을 표시할 수 있는 센서 등의 부착이 필요하다. 동굴을 방문하는 관광객에게 올바른 정보를 제공하여, 동굴내부 관광객 수에 대한 관광객의 기대를 조절하게 하고, 이 과정을 통하여 관광객의 혼잡지각을 줄 일수 있다. 또한 동굴관광객의 동굴내부 문제행동을 사전에 방어하고, 동굴관광 동기 충족을 위하여 동굴관람에 앞서 환경교육이 필요하다.

셋째, 동굴관리 체계 미비이다. 동굴의 지속적인 관리와 관광객 만족

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

제고, 동굴 생태환경 보전을 위하여 각 분야의 전문가 의견을 종합적으로 관리할 수 있는 시스템적인 측면에서 동굴관리가 필요하지만 이루어지고 있지 못하다. 세 연구 대상지에서 고수동굴을 제외한 성류굴과 만장굴 관리자는 순환보직 근무제로 인하여 지속적으로 변동되고 있으며, 이에 따라 동굴에 대한 전문적인 지식을 갖추고 관리기법을 운영하는데 시간적 한계가 있다. 따라서 동굴의 일관적인 관리가 이루어지지 못하는 실정이고 이는 다시 동굴의 환경오염과 같은 연쇄적 문제를 유발한다. 따라서 동굴 관리의 지속성을 유지하고 동굴의 체계적인 관리를 위하여 전문적인 관리를 운용할 수 있도록 근무체제의 변환이 요구된다. 또한 이것이 어려울 경우, 관련전문가가 직접적으로 관리자를 교육시키고, 동굴의 관리에 적극적으로 개입하도록 도와야 한다.

[표] 사회적 · 물리적 수용력 지표 설정기준

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

구분		관광구역구분과 기준 설정		
		동굴내부-생태보전지역	동굴내부-관광활동지역	동굴외부-자유활동지역
사회적·물리적수용력지표설정	규제관리	자연자원보존을 위한 강력한 규제지역	이용객과 자연보존을 위한 적정수준의 규제지역	자연보존에 대한 규제는 미약하고 이용객의 안전과 편리함을 위한 규제지역
	관리자환경의식	강력한 환경의식유지	강력한 환경의식과 관광객 관리유지	관광객에게 피해를 주지 않을 정도의 관리
	관리자숫자	필요에 의한 설치	지역구분별로 관리자설치(교육 안내원과 동굴관리자배치)	동굴출입을 위한 매표소, 동굴관광안내를 위한 관리자 설치
	경영관리	• 관리비용 대비 요금제도/할인 및 할증 제도검토 • 동굴의 수익적 경영이 가능한 수준으로 제시		• 지역주민의식을 반영한 경영관리기법 응용가능
	관광객간의 조우 (혼잡지각 측정)	그룹 간 조우가 거의 이루어지지 않도록	그룹 간 조우가 이루어지나 서로의 활동을 방해하지 않는 정도의 조우	그룹 간 조우가 빈번히 이루어지는 정도의 조우
	동굴주변과 내부의 소음정도	발생하지 않도록 유지	적정한 소음이 허용되나 관광객간의 활동과 동굴 내 생물이 방해받지 않을 정도로 유지	소음이 허용되나 관광지에 문제를 유발하지 않는 정도로 유지
	관리기법 사용 여부	자연자원 관리를 위한 기법 사용	자연자원과 관광객 관리를 위한 기법 사용	관광객 관리를 위한 기법 사용
	관광객의 공간	설치하지 않음 (자연상태 철저 유지)	약간의 공간만 마련, 설치물 없음 (자연상태 유지)	휴게시설, 벤취등 다양한 시설 설치
	교육시설설치	설치하지 않음 (자연상태 철저 유지)	교육을 위한 안내원배치	교육시설 설치를 적극적으로 권장
	도로설치	없음	없음	관광객의 편리를 위한 도로 설치 (동굴주차지역까지 도로설치)

6단계 대안적 관광기회 분류 및 관리전략 선정

동굴관광영향관리시스템 1단계에서 5단계까지 논의된 내용을 중심으로 대안적 관광기회를 관광구역에 따라 설정할 수 있다. 동굴외부-자유활동지역에서의 동굴생태 교육 실시이다. 이 구역에서는 동굴내부-관광활동 지역에 자원해설가를 배치하지 않을 경우, 철저한 동굴환경교육이 실시되어야 한다. 또한 학습내용은 동굴 생성원인, 동굴내부 특성, 간단 동굴 체험과 안전 교육 등을 주로 한다. 또한 동굴내부 학습과 관련한 학습자료 판매함으로써, 일정비용을 지불하고, 학습을 할 수 있도록 독려한다. 지역의 여건이 허락될 경우, 이 구역에서는 동굴교육관(가칭)을 설치하여 동굴 관람 전·후에 동굴체험과 학습을 동시에 할

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

수 있으며, 그 대상은 동굴관리자와 관광객이 모두 포함될 수 있다. 삼척 환선굴에는 동굴박물관이 설치되어 있기는 하나 환선굴과 장소가 떨어져 있어 학습의 효과와 연계 관광측면에서는 그 결과가 미약한 편으로 판단된다. 현재 이런 모든 활동이 어렵다면, 동굴의 입장을 30분 또는 1시간 단위로 조절하고 동굴입장에 앞서 동굴관람과 문제행동 방지를 위한 환경교육 설명을 직원을 통하여 실시하면, 동굴관리 지표와 기준의 차이를 유발하는 관광객의 문제 행동을 조절할 수 있을 것이다. 따라서 연구대상이 세 지역은 모두 동굴을 구역 구분하여 설정한 것이기에 환경교육 효과 증대, 동굴 연계 관광을 통하여 관광객의 레저편익, 만족을 모두 제고할 수 있다.

동굴내부- 관광활동 지역에서의 동굴 생태해설교육 실시이다. 이 지역에서는 자원해설가를 배치하여 동굴 안내를 실시하는 것이 필요하며, 새로운 자원해설가를 채용하는 것보다 현재의 직원을 교육하여 활용하도록 하는 것이 가장 효과적인 방법이다. 고수동굴과 만장굴의 경우에는 관광객의 안전 및 관리를 위하여 동굴내부에 직원을 배치하고 있는 상황이다. 따라서 동굴내부 관리인원을 늘리고 그 역할을 증대한다면, 동굴내부 안내는 그리 어려운 과제는 아니라고 판단된다. 레저편익의 관점에서도 동굴관리자의 교육은 그 과정 속에 속해 있으며, 관리자의 목표설정에 동굴안내를 지정하여 교육을 실시하여 동굴관리와 자원해설가의 역할을 병행 할 수 있다.

동굴내부- 생태보전 지역은 관광객 출입을 방지한다. 이 지역은 동굴내부 생태보전을 위한 최소한 지역으로 선정되었다. 또한 관광객의 발길이 닿기에는 많은 위험이 있는 지역도 이 지역에 선정되어 생태보전을 위할 수 있다. 이 지역에서의 동굴관람 활동은 극도로 제한되며, 연구목적이나 동굴탐사를 위한 최소한의 인원이 신청할 경우, 관리자가 관리목표를 중심으로 고려한 뒤 개방여부를 판단하여야 한다. 현재까지 각 동굴의 동굴내부-생태보전 지역은 관광객에 의한 손상이 적은 것으로 판단되므로 지금까지의 관리방안을 유지하는 것이 올바르다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

7단계 관리전략의 적용 및 시스템 평가

이 단계에서는 동굴관광영향관리시스템의 1단계에서 6단계에서 논의되어온 관리전략을 평가하는 단계이다. 이 연구에서 대상 동굴은 지표의 현재상태와 기준이 일치하지 않아 6단계로 진행하였다. 7단계는 시스템의 운영이후 항상 진행된다고 볼 수 있다. 이 연구에서는 각 연구대상동굴에 IMSCT운영을 제안하며 동굴의 관리전략을 적용하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

V

동굴 탐험하기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

생존이 아닌 공룡으로 학교에 왔었는데

.와서 봐 주세요 부탁해

바라 파충류 피부 같은 것이 있는데 이것은 무엇을 위한 것인지 설명해 주세요. 또한 파충류 같은 파나마인 입과

동굴 탐험을 떠나기 전에

우리는 동굴의 화려한 경관에 치중하는 단편적 관람보다 그 굴 자체를 몸으로 느끼고 무언가 찾아야 합니다.한 방울 한 방울의 석회수로 거대한 석주를 만들어 가는 동굴 형성의 긴 역사를 통해 대자연의 꾸준함과 인내를 배워야 합니다. 빛 한 점 없는 원초적 어둠 속에서 엄숙한 삶을 이어가는 한 마리 작은 동굴생물로부터 햇살의 감사함을 그냥 흘려 보내는 우리의 가벼움을 반성해야 합니다. 어둡고 축축한 미지의 지하 세계라는 선입견에서 벗어나 조상의 삶터로 이용된 문화의 공간으로서 자신과의 유대도 느껴봅시다.

무엇을 준비할까요?

동굴은 어두운 곳이죠? 그래서 필요한 것이 랜턴입니다. 랜턴은 손전등도 있고, 머리에 쓰는 헤드 랜턴도 있습니다. 관광지로 개발된 동굴에서는 조명시설이 잘 되어 있지만 그래도 동굴천장, 미세한 틈 사이에 사는 동굴생물을 관찰하기 위해서는 랜턴이 필요합니다. 만약 우리가 조명시설이 없는 자연동굴을 탐험할 기회가 생긴다면 랜턴은 생명과도 같은 존재입니다. 가능하면 무겁지 않고 성능이 좋은 랜턴을 준비하는 것이 좋습니다. 충분한 여분의 건전지와 전구를 준비하는 것도 잊어서는 안됩니다.

동굴에서는 무엇보다도 안전에 많은 신경을 써야 합니다. 동굴은 넓은 광장도 있지만 꼬불꼬불하고 좁고 낮은 곳도 있기 때문에 동굴 벽에 머리를 부딪치기가 쉽습니다. 그래서 헬멧은 꼭 써야 하는데 관광동굴에서는 입구에 헬멧이 준비되어 있지만, 자연동굴에서는 롤러스케이트

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

용 헬멧 정도라도 준비해야 합니다.

동굴 온도는 보통 13~15도 정도입니다. 동굴에 따라서는 8~12도의 기온을 보이거나 한여름에도 3~5도를 나타내는 특이한 곳도 있습니다. 보온이나 안전을 생각한다면 긴 바지, 긴팔 상의 그리고 가벼운 보온용 자켓을 준비해야 합니다. 그리고 석회동굴의 바닥은 진흙이거나 물이 흥건한 경우가 많기 때문에 등산화나 발에 꼭 맞는 장화를 신는 것이 좋습니다.

동굴에서는 그냥 지나치기에 아쉬운 아름다운 장면이나 색다른 경험이 많습니다. 자세히 관찰해 보면 신기한 동굴 생물들도 있습니다. 보고 느낀 것을 기록으로 남기는 일은 동굴 체험에서 매우 중요한 일입니다.

▪기록과 관찰을 위해서 : 사진기, 돋보기, 손전등과 헤드 랜턴, 기록노트와 필기구, 동굴생물 도감 등

▪안전을 위해서 : 삔 데 바르는 약, 소독약과 지혈제, 해열제, 반창고, 붕대 등 구급약 세트

▪복장과 기타 준비물 : 헬멧, 긴 바지, 긴팔 상의, 등산화(장화), 장갑과 면 머플러, 물통, 휴대용 칼 등

이것만은 알고 갑시다

동굴은 우리가 쉽게 경험할 수 있는 숲과 바다와는 환경이 다릅니다. 어둡다는 곳, 아름다운 종유석이 있는 곳이라는 단순한 생각만으로는 동굴 환경을 제대로 이해하기 어렵습니다. 동굴환경의 형성 유래와 동굴생물들에 대한 특성에 대해서는 우리가 꼭 공부를 하고 가야 합니다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

우리가 미리 공부한 내용을 미지의 세계를 탐험하며 현장에서 확인해 보는 일도 큰 즐거움을 주는 일 중에 하나입니다. 하지만 학문적 지식만으로 동굴이 가지고 있는 어둠의 의미를 결코 깨달을 수 없습니다. 동굴을 사랑하는 마음의 눈이 있어야 합니다. 사랑의 마음은 상대를 잘 이해하는 것으로부터 시작됩니다.

동굴의 유형

우리는 앞에서 석회동굴, 용암동굴 그리고 해식동굴 등과 같은 여러 동굴들에 이미 공부를 하였습니다. 오늘 우리가 탐사할 자연동굴은 석회동굴입니다. 그렇다면 석회동굴의 생성과정과 특징 그리고 석회동굴의 이차 생성물에 대해서는 한번 더 공부를 하고 가야하지 않을 까요?

신기한 동굴생물

동굴은 빛이 없는 곳이기 때문에 광합성 식물은 살지 못할 환경이라는 것을 여러분들도 쉽게 짐작할 수 있겠지요? 그렇다면 빛이 없는 동굴에서 사는 동물들도 우리가 주변에서 흔히 보는 동물들과는 다른 특징이 있을 것입니다. 이들을 우리는 진동굴성 생물, 호동굴성 생물 그리고 외래 생물 등으로 구분하여 공부하였습니다. 우리가 탐사할 동굴에서 사는 생물들에 대해 다시 한번 간단히 요약을 해볼까요?

이것만은 꼭 지킵시다

시간적 여유를 가지자

어느 동굴을 가보았느냐 보다 그 동굴에서 무엇을 보고 무엇을 느꼈는가가 중요합니다. 화려한 조명으로 장식된 관광동굴에서도 그냥 휘휘 둘러보는 것만으로 무엇을 보았다고 말하기 어렵습니다. 동굴은 본래 어둠의 곳입니다. 밝은 조명 뒤에 가려진 어둠의 의미를 알아야 합니다. 눈앞에 펼쳐지는 석주의 거대함과 섬세한 곡석의 아름다움을 만들어내기 위해 수천 수만년의 꾸준함과 인내의 역사가 있었다는 것을 이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

해해야 합니다. 그러면 대자연의 경이 앞에 우리는 겸손해 질 수 있습니다. 천장과 벽면 그리고 바위의 좁은 틈새에서 생명의 존재를 찾는 데도 시간을 투자해야 합니다. 누가 빨리 뛰는가를 겨누는 운동경기처럼 앞사람을 밀치며 바쁘게 움직여서는 아무것도 볼 수 없고, 느낄 수도 없을 것입니다. 동굴에서는 여유를 가져봅시다.

흔적을 남기지 말자



우리가 동굴을 탐방하는데 있어서 꼭 기억해야 할 것이 있습니다. 그것은 될 수 있는 대로 내가 지나간 흔적을 남기지 않아야 한다는 점입니다. 여러번 강조하거니와 동굴에서의 모든 생성물은 우리 생각의 한계를 뛰어 넘는 오랜 세월 동안 이루어 진 것입니다. 아름다운 석순을 꺾어서 집에 가지고 와 본들 아무 의미가 없습니다. 석순은 동굴 속에 있을 때 비로소 의미를 가지는 것입니다. 동굴 벽에 기념을 하기 위해 자신의 이름을 세기는 행위는 두고두고 자신을 욕해 달라는 것과 같습니다. 우리는 조용히 동굴을 방문했다가 흔적 없이 나와야 할 것입니다.

함부로 채집을 하지 말자

수천 수만 년, 깜깜한 동굴에서 생명을 이어온 생물들을 보는 순간 여러분은 생명의 경이로움을 느낄 것입니다. 그리고 이 생물에 대해서 더 알고 싶은 호기심도 생길 것입니다. 도감에 나와 있지 않거나 현장에서 확인하기 어려울 때 혹은 특별히 연구할 필요가 있는 것을 발견했을 때는 부득이 채집하는 경우가 있습니다. 그러나 이 경우에 채집대상이 알게 모르게 희귀종이 될 수도 있는데, 종을 보호하는 뜻에서 되도록 채집하지 말고 촬영하거나, 그 특징, 모양에 대해 상세하게 기록하고 스케치하여 나중에 전문서적을 참고하여 해결하는 것이 바람직합니다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

우리들의 발길이 잦아질수록 이들의 삶의 터전은 점차 줄어듭니다. 우리가 내딛는 발자국 하나 하나에도 이들을 위한 배려와 애정이 깃들어야 할 것입니다.

꼭 기록을 남기자

특별히 아름답거나 독특한 특징이 있어 기록을 남기고 싶은 것이 있으면 촬영을 게을리 해서는 안됩니다. 촬영을 할 때는 촬영한 장소와 일시, 촬영 조건 등을 기록해 두도록 합니다. 동굴 체험을 통해 무엇을 보고, 무엇을 배웠으며, 느낀 것은 무엇인지 기록으로 남기는 일도 중요합니다. 이러한 기록들이 쌓일수록 자연에 대한 이해도 깊어지는 법입니다. 먼 훗날 다시 그곳을 찾았을 때 변화된 모습을 기록하여 비교해 볼 수도 있겠지요. 그쯤 되면 여러분도 어느덧 동굴 전문가가 되어 있을 것입니다.

동굴체험

동굴의 입구는 언제 봐도 으스스 합니다. 깜깜한 굴 속 저 안에 무엇이 들었을 지? 호기심과 두려움이 교차합니다. 미지의 세계로 출발하기 전부터 겁부터 잔뜩 먹을 필요는 없습니다. 동굴 탐험을 쉽게 생각해서는 안되겠지만, 우리는 동굴 탐험을 위해 공부도 많이 했고, 준비도 철저히 했잖아요? 자 용기를 내어 들어가 볼까요?

어두컴컴한 동굴입구

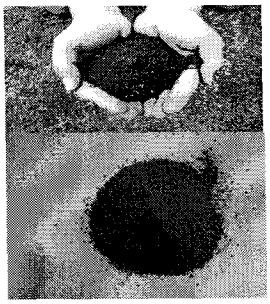
동굴의 입구에서 한 걸음씩 발자국을 띠며 조심조심 어둠 속에 나의 눈을 적응시켜봅시다. 동굴 입구로부터 멀지 않은 곳까지는 외부로부터 흘러 들어오는 빛이 있어서 완전히 깜깜하지만은 않습니다. 하지만 어느 지점을 지나게 되면 아무리 눈을 부라려도 한치 앞이 보이지 않습니다. 빛의 한계점을 지났기 때문입니다. 빛의 한계점을 전후하여 관찰할 수 있는 생물들의 특징과 차이점도 비교해보세요. 이러한 빛의 한계

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

점을 지나치면 랜턴이나 횃불과 같은 인공의 빛이 없이는 아무리 오래 동안 적응을 한다해도 앞이 보이지 않습니다. 물론 이런 경우에는 좌우도 구분하기 어렵겠죠? 동굴을 탐험할 때는 항상 조명기구의 준비에 만전을 기해야 합니다.

박쥐가 나타났다~!


Lespezilor 동굴의 박쥐


박쥐의 똥(guano)

동굴 왼편 빛의 한계점을 지나 천장을 조심스레 관찰해 봅시다. 동굴 내 동물 가운데서 가장 덩치가 큰 박쥐는 생긴 건 무섭고 징그럽지만 실제로는 우리 생활에 아주 유익한 동물입니다. 한 번 먹이를 먹을 때 자기 몸무게의 1/3~1/2에 해당하는 어마어마한 양의 모기나 나방을 잡아먹어서 농사에 도움을 주는 고마운 동물이기도 합니다. 또 구아노라고 불리는 박쥐 똥의 퇴적물은 동굴 속의 중요한 영양원이 되기도 합니다.

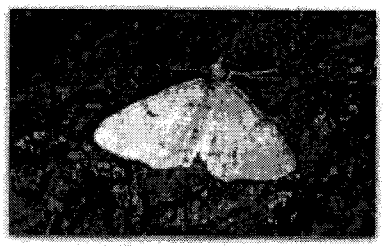
어떤 생물들이 관찰될까요?

동굴 입구에서 꽤 들어왔죠? 하지만 뒤를 돌아보니 동굴 입구를 통해 흘러들어 오는 빛도 아직은 보이는군요. 동굴 벽과 바위 틈새를 잘 관찰해보세요. 거미류, 나방류, 꼽등이 등 외래성 동물과 호동굴성 동물들이 많이 관찰됩니다. 동굴 입구에서 여기까지 동굴생물의 60~70%가 분포하고 있습니다.

나방류

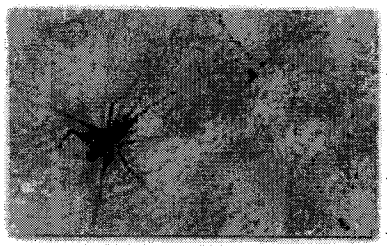
동굴 입구에서부터 굴 깊숙한 곳에 이르기까지 관찰할 수 있는 생물입니다. 동굴 속의 나방은 물결자나방이 가장 많고, 간혹 줄까마귀밤나방이 발견되기도 합니다. 물결자나방은 더듬이가 가늘고 길며, 날개는 황적색이고, 갈색 무늬가 있습니다. 줄까마귀밤나방은 물결자나방보다

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35



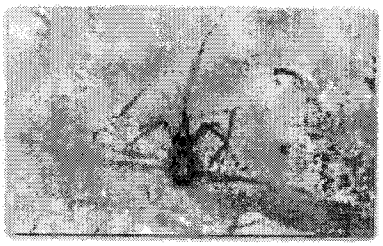
색이 어둡고 체형이 길어서 이 둘은 쉽게 구분됩니다. 옆의 그림은 담흑물결자나방입니다.

◦ 꼽등이



귀뚜라미와 비슷하게 생긴 꼽등이는 동굴 입구에서부터 동굴 깊숙한 곳까지 서식하고 있습니다. 이들은 인공 동굴 안에서도 살아가고 있으며, 종류로는 알락꼽등이와 굴꼽등이가 있는데 이 가운데 굴꼽등이는 우리나라 고유한 종입니다. 옆의 그림은 알락꼽등이입니다.

◦ 거미류



가장 흔한 동굴 동물로써 120여종이 알려져 있습니다. 동굴 거미들은 굴 내 깊숙한 곳, 바닥, 천장, 벽면의 균열이나 틈, 종유석 사이의 좁은 틈에서 관찰할 수 있습니다. 옆의 그림은 유령거미입니다.

동굴속에는 언제나 물이 흐릅니다.

동굴 깊숙이 들어갈수록 길은 점점 험해집니다. 침묵의 동굴 속에 물 흐르는 소리도 요란해집니다. 조그만 계곡도 건너고 바위 언덕도 넘어서 스릴 넘치는 동굴 탐험이 이어집니다. 여기서는 종유석이나 석순과 같은 석회동굴의 이차생성물들도 관찰할 수 있습니다. 종유석의 단면에는 나이테 모양이 나타나는데 이는 우기와 건기가 반복되면서 생겨난 것이지 종유석의 나이를 나타내는 것은 아닙니다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

이런 깊은 곳에서도 생물은 발견됩니다. 방패소경거미를 한번 찾아보세요. 거미류중 유일한 호동굴성으로 주홍색을 띠고 3㎜ 정도의 크기이며, 동굴 내부 습한 바닥에서 볼 수 있습니다. 또 다른 호동굴성 생물인 김띠노래기와 등줄굴노래기도 찾아보세요. 습한 벽면이나 경사진 바닥에서 볼 수 있습니다. 이들은 우리나라 동굴생물의 대표 종으로서 석회동굴에서만 서식하는 한국 고유종입니다. 어린 김띠노래기는 백색이지만 성체가 되면 몸 전체가 붉은 색으로 변합니다. 2~3㎝ 길이에 몸통은 18개의 마디로 되어 있습니다. 등줄굴노래기의 몸통에는 43~46개의 마디가 있고, 등 중앙에 세로의 옹기선이 있어 등줄굴노래기라는 이름이 붙여졌습니다. 가슴 판을 움직여 몸을 좌우로 늘리거나 줄일 수 있고, 움직일 때 좌우 다리가 물결치듯 번갈아 일어납니다.

자 이제.. 환한 곳으로 나가 볼까요?

우리가 걸어서 들어갈 수 있는 곳의 마지막입니다. 바위 더미 밑으로 흘러드는 두 갈래 물길이 만나 큰 물을 이루는 곳이기도 합니다. 아담하고 아늑한 어둠의 세계에 어느새 익숙해진 자신의 모습이 스스로 대견하죠? 맑고 깨끗한 물 속에 가만히 발을 담그고 상상의 나래를 펴봅시다. 낙반으로 막혀 있는 동굴 저쪽에는 또 어떤 세계가 있을까? 황금빛으로 빛나는 종유석의 궁전과 수정처럼 맑은 호수... 오늘 동굴나라 생물들의 초대에 여러분은 어떤 손님이었습니까? 혹시 무례하게 굴지는 않았나요? 이곳저곳에 낙서를 남기지는 않았겠죠? 수천 수만년의 오랜 세월을 지켜온 동굴의 세계, 내일의 후손들에게 온전한 모습으로 넘겨줘야 할 책임은 오늘 우리에게 있습니다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

요즘에는 집에서 다이빙도 할 수 있다구요?

그동안 수 많은 다이버들이 훈련을 통해 다양한 해양 환경에 적응하여 왔습니다. 그 훈련은 수심에 따른 압력의 변화, 수중에서의 시야확보, 부력조절 등 다양한 내용을 포함하고 있습니다.

수조 수압훈련 장면에서 마스크 착용 및 호흡조절 모습

수심 5m 이하 다양해진 다이버들의 모습

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

연구성과 활용계획서

1. 연구목표 및 내용

가. 연구목표

동굴은 제한된 특수한 환경조건으로 인해 희귀생물(살아있는 화석; 갈르와벌레, 옛엽새우류, 원시패충류, 그리고 장님나사조개 등) 및 문화유산(매장문화재; 850여개의 자연동굴)의 보고로 널리 알려져 왔으나 조사의 어려움과 연구기반(전문적인 지식, 교육홍보 등) 등이 미비하여 겨우 기초적인 단계에 머물고 있다. 이러한 동굴은 생물의 서식처 중에서 다양한 생물상을 보일 뿐만 아니라 희귀생물 서식 및 종분화의 학습 장소인 동굴생태계로써 아직까지 잘 연구되어 있지 않다. 거의 닫힌 생태계라고 할 수 있는 동굴 중에서 호소(湖沼)를 가지고 있는 동굴수생동물상(洞窟水生動物像)과 동굴기수서식처(洞窟汽水棲息處)에 대한 연구는 시급한 조사 및 관리 보존이 필요한 상황이다. 그러나 특수한 환경조건이나 생태계를 보유한 국내 동굴들은 단순한 동굴관광에 의존하거나 전문적인 생물학적 검증이나 영향평가가 전혀 없는 상태에서 개방되어 훼손되고 있는 실정이다. 후손에게 물려줄 문화유산이며 생물자원의 보고인 동굴에 대한 체계적인 연구는 한층 더 효율적인 동굴관리 및 보존과 교육홍보에 필수적인 요소일 것이다.

나. 주요연구내용

※ 공공기반기술 과제의 경우 지침(안), 데이터베이스, 매뉴얼, S/W, 기법, 실험기준, 책자 등의 구체적인 성과물을 포함하여 간략히 개조식으로 기술

- 동굴 서식 희귀종의 다양성을 규명하고, 이의 목록을 작성한다.
- 작성된 목록을 바탕으로 주요서식처가 되는 동굴을 분류한다.
- 희귀 생물종을 중심으로 한 지표종을 선정하고 이의 목록을 작성한다.
- 동굴 서식 생물에 의한 동굴 관리 및 보존의 기초 자료를 제시한다.
- 동굴 생물 지표종에 의한 보존 가치가 큰 자연동굴의 분류 방안을 제시한다.
- 동굴관광의 영향을 조사하여 구체적인 관리 방안을 제시한다.
- 동굴 생태관광을 통한 환경교육 및 해설 프로그램을 개발한다.

2. 연구성과 및 활용실적

가. 연구성과

항목	산업체 기술이전	지적재산권 출원		지적재산권 등록		학술지 게재				학술지 발표	
		국내	국외	국내	국외	국내		국외		국내	국외
						SCI	비SCI	SCI	비SCI		
건수							8	6		18	2

※ SCI 논문게재의 경우는 관련목록 첨부

항목	기존제품 개선	신제품 개발	기존공정 개선	신공정 개발	지침(안)	데이터베이스	메뉴얼	기타
건수								단행본 1

※ 성과항목별 내용을 간략하게 기재

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

나. 활용실적

※ 구체적 성과물의 명칭, 성능, 용도, 수요처 등에 대하여 기술

※ 활용사례(법규 및 정책반영, 타연구 활용, 교육 등)가 있는 경우에는 구체적으로 기술

다. 관련사진

※ 관련사진(연구관련 사진, 성과물 등) 2매 이상 첨부

3. 연구성과 활용계획

거시적인 측면에서 살펴보았을 때 생물이 존재하는 살아있는 동굴, 즉 다양한 생물이 존재하는 동굴을 연구함으로써 다음과 같은 시너지 효과를 얻을 수 있다. 첫 번째, 생명의 신비와 문화유산으로써 보존 가치를 더욱 증대시킬 수 있는 자료를 제시할 수 있다. 두 번째, 극한환경 생태에서 적응하고 진화한 생물들을 밝힘으로써 미래의 과학자원인 유전자를 확보할 수 있다. 세 번째 기존의 비전문적인 동굴생물연구로부터 체계적이고 학문적인 자료를 제시할 수 있다. 네 번째, 살아있는 생물을 연구함으로써 합리적인 동굴관광자원 홍보와 학생 및 관련연구자들의 교육의 장으로 활용할 수 있다.

4. 기대효과

1. 파급효과

본 연구결과는 연구 사업성과의 사업화 가능성에서도 살펴본 것과 같이 크게 환경적 보전성 관리 효과, 사회적 형평성 유지 효과, 경제적 효율성 창출 효과 등이 기대된다(그림).

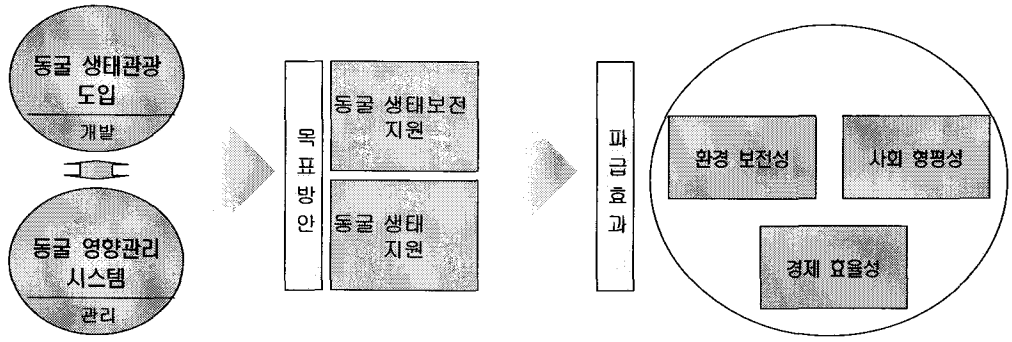


그림 동굴 생태관광 파급효과 모형

환경 보전·관리 측면의 효과로는 생태계가 지속가능성을 가질 수 있도록 관광자의 영향을 최소화하고 이에 따른 환경 영향 관리가 가능하다는 것이다. 동굴과 같이 제한된 지역에서의 민감한 지형 형태에서 생태관광의 도입이 되지 않으면 동굴 내 지형 및 생태계는 파괴되기 쉬우며, 실제로 국내 관광자가 많이 방문하고 있는 동굴의 경우는 환경 파괴 현상이 나타나고 있다. 이에 동굴 생태관광은 환경 파괴를 최소화함과 동시에 환경을 보전·복원할 수 있는 효과까지도 가져다 줄 수 있다.

사회적 측면에서 보면, 기존의 관광산업 주체가 일반기업 및 외지 투자자가 대다수를 차지하는데 반하여 생태관광의 주체는 지역주민과 지역자치단체이라는 것에 그 효과가 있다. 생태관광의 이념적 특징에서도 지역주민이 주체적 역할 강화, 지역사회의 '생활의 질' 향상, 지역사회

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

와 방문객을 위한 '양질의 환경' 유지 등은 생태관광이 지역주민에 대한 주체적 역할과 지역사회 보호를 얼마나 중시하는지를 볼 수 있다(Harry Coccossis, 1995). 또한 관광자의 환경교육은 환경에 대한 중요성을 직접 현장에서 보고 느낌으로써 보다 생생한 환경교육 효과를 가져올 수 있게 된다.

생태관광으로 얻어지는 환경보전적 효과는 첫째 주민들의 자연파괴적인 행위를 방지할 수 있고, 둘째 주민들로 하여금 자연을 보전하도록 노력하게 해주며, 셋째, 주민 반대로 불가능하던 보호구역을 지정함으로써 미래의 개발 압력으로부터 자연을 보호하고 관리계획을 수립할 수 있고, 넷째 관광매력을 지속적으로 유지시키고 관광산업을 활성화시킬 수 있다. 마지막 다섯째 지역문화를 존중하고 주민에게 복지와 고용과 재정적 이익을 제공한다고 정리할 수 있다(최, 2001).

동굴 생태관광의 환경보전적 효과는 뉴질랜드의 Waitomo 동굴에서도 볼 수 있다. Waitomo 동굴에서는 환경보전을 위하여 동굴 안의 활동과, 입장시간, 그리고 입장인원을 제한하며 반딧불 생태계를 보존하는 효과를 얻었다. 뉴질랜드는 정부의 보호구역 설정으로 주로 생태자원이 보전되며, 지역주민의 주도적 활동에 의해 관광객이 환경을 파괴할 여지가 없으며, 관광지 입장료는 환경보전을 위한 재정적 뒷받침을 줄 수 있어 환경보전에 지속적인 효과를 주고 있다.

경제적 측면에서 볼 때, 대량관광보다 관광객 수는 통제 및 관리로 적어지지만 환경교육 프로그램의 도입, 지속가능한 관광자원의 체험이라는 효과로 인하여 비교적 고가의 관광상품을 창출할 수 있다. 또한 관광수익이 기업체의 이익으로 유출되는 것이 아니라 환경 보전을 위하여 재투입되고, 그 이익 또한 지역사회로 환원이 되기 때문에 경제적으로 발생하는 긍정적인 효과는 기존 자연관람 형태의 대량관광보다 더 크다고 할 수 있다.

동굴관광의 매력성은 관광자의 꾸준한 방문을 통한 생태적 관리 지속성의 가능성을 보여주는 것이다. 이러한 경제적 지속효과는 결국 환경 보전으로 이어지게 되어, 관광매력물의 매력성이 유지되는 결과를 낳게 된다.

1) 시장규모

○ 주시장(국가 또는 지역) : _____한국 내국인 및 일본, 중국, 유럽, 미국 등 ___

○ 시장규모

구 분	현재의 시장규모	예상되는 시장규모
세계시장규모	93조원(생태관광산업)	(2010년) 143조2천억원
한국시장규모	484억원(동굴입장료 수입기준)	(2010년) 662억원

* 산출근거 :

■ 한국시장규모

- 한국시장 규모는 생태관광의 전반적인 시장 규모를 측정한 것이 아니라, 동굴관광의 전반적 규모를 산정 하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 동굴입장료를 기준으로 시장 규모를 산정 하였으며, 산출식은 다음과 같다(동굴관광의 직·간접 경제효과를 고려한다면 시장 규모는 훨씬 크게 산정 될 것이라 생각됨).

- 산출식: ① 동굴별 연간 입장객 수 * 입장료 + ② 동굴박람회 시장규모

① 497만 * 1300원 = 64 억원,

② 삼척 세계동굴 박람회:

환선굴입장수입 130 억원 + 직·간접효과300억원= 420 억원

③ ①+② = 484억원, 2010년은 연간 4%의 시장성장세를 반영하여 산출하였다.

- 국내의 개방 동굴수는 현재(2003.4)까지 13개소로 전체 동굴의 연간입장객은 약 497 만 명이다. 이를 세부적으로 살펴보면, 각 동굴별 연간입장객은 약 30 만 명에 이르며 평 균 입장료는 1,300원이다.

※ 향후 활용에 따른 기술적, 사회적, 경제적, 환경개선 파급효과를 구체적으로 기술 (정량적 및 정성적으로 작성)

- 예상매출액(단위: 백만원), 수입대체효과((단위: 백만원), 수출증대효과(단위: 백만원), 원가절감(단위: 백만원, 기존대비%), 에너지절감효과(단위: 백만원, 기존대비%), 생산성 향상 (단위: 백만원, 기존대비%) 인력양성 또는 고용창출효과(단위:명), 투자유치실적(단위: 백만원), 인프라구축 효과 등

5. 성과 활용성 제고를 위한 의견(추가지원사항 포함)

※ 연구성과 활용성 제고를 위한 업무 주체별(주관연구기관, 실시기업 또는 수요처, 전문기관, 환경부 등) 역할을 각각 기술

본 연구과제와 관련된 기초적인 연구, (동물생물상 조사, 생물다양성 파악 등)는 우리나라에서 아직 초기단계에 머물러 있으므로, 기초조사사업을 추후에도 계속적으로 추진하는 것이 필요함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

자체평가의견서

1. 과제현황

과제코드	2003-05002-0018-0

사 업 명	희귀종 서식 동굴 생태계 발굴 및 생태관광 기법을 통한 관리방안 연구				
환경부 기술분류	환경기술	환경기반	(소) ※해당없음	국가기술지도 (NTRM)	생 태 계 복원기술
국가과학기술 표준분류체계		환경보전·복원 기술	자연생태계 보 전·복원 기술		
총괄과제	차세대핵심환경기술개발사업		총괄책임자(기관)	한국환경기술진흥원	
연구개발과제명	희귀종 서식동굴생태계 발굴 및 생태관광기법을 통안 관리방안 연구		연구단계	3차년도	
연구기관명	한양대학교		연구책임자	이 원 철	

연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2003.6.1-2004.5.31	140,000		140,000
	2차연도	2004.6.1-2005.5.31	190,000		190,000
	3차연도	2005.6.1-2006.5.31	137,000		137,000
	4차연도				
	5차연도				
	계				

참여기업			
상 대 국		상대국 연구기관	

비고 : 총괄과제란은 총괄과제에 해당하는 경우에만 기재합니다.

2. 평가일 : 2006년 7월 31일

3. 평가자

소속	직위	성명	서명
한양대학교		이원철	

4. 평가자 확인

본인은 평가대상 과제의 연구개발결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 이 자료가 전문가 및 전문기관 평가시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Ⅰ. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성 및 창의성

본 연구는 지금까지 미진하였던 동굴생태계에 대한 연구를 수행하였으며, 일부나마 조사된 바 있었던 동굴 육상생태계뿐만이 아니라, 제한된 특수한 생태적 조건을 가지고 있는 동굴 중에서 생물다양성이나 종분화 등 희귀생물의 학습장이라고 할 수는 호소(湖沼)가 풍부한 동굴수생생물상(Stygofauna)과 해수와 담수가 동굴 속에서 만나는 동굴기수서식처(Anchialine habitat)을 연구 조사하여 동물관리 및 보존에 적용함으로써 기존에 우리나라에서 이루어진 연구대상과는 전혀 다른 생태계에 대한 연구를 개척하였다 할 수 있다. 또한 초보단계였던 동굴생물학에 전문적인 자료(생물학, 계통진화학, 생물지리학 등)를 제공하고 자연문화유산인 동굴의 중요성을 홍보 및 교육에 활용할 수 있는 이점을 제시하였다. 동굴은 자체적으로 문화적·생태적 가치를 가지며 다양한 생물의 서식처로서 또한 주요한 관광매력지로서의 역할 등 다양한 존재 의의를 가지고 있다. 하지만 지금까지 동굴에 대한 연구는 어느 한 분야에서만 진행하고 있어 한계로 지적되고 왔다. 본 연구는 생물학, 관광학 등의 학문이 학제적으로 결합하여 동굴관리의 생물학적 지표를 정하고 이를 지속관리하기 위한 생태관리 연구를 처음으로 수행하였다.

2. 연구개발결과의 파급효과

거시적인 측면에서 살펴보았을 때 생물이 존재하는 살아있는 동굴, 즉 다양한 생물이 존재하는 동굴을 연구함으로써 다음과 같은 시너지 효과를 얻을 수 있다. 첫 번째, 생명의 신비와 문화유산으로써 보존 가치를 더욱 증대시킬 수 있는 자료를 제시할 수 있다. 두 번째, 극한환경생태에서 적응하고 진화한 생물들을 밝힘으로써 미래의 과학자원인 유전자를 확보할 수 있다. 세 번째 기존의 비전문적인 동굴생물연구로부터 체계적이고 학문적인 자료를 제시할 수 있다. 네 번째, 살아있는 생물을 연구함으로써 합리적인 동굴관광자원 홍보와 학생 및 관련연구자들의 교육의 장으로 활용할 수 있다. 끝으로 실제로 개방된 관광동굴이 많은 일반인들의 무제한 적인 방문으로 훼손될 우려가 높고, 추후에도 더욱 많은 동굴생태계가 대중에게 새로이 개방될 수 있는 상황에서 이를 올바로 관리할 방안을 소개함으로 해서, 동굴생태계를 온전히 보전하면서, 지속적으로 이용할 수 있는 합리적 방안을 보급할 수 있을 것으로 생각된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

1. 학문적 기여의 측면: 전 세계적으로 희귀 동물의 보고인 동굴수서생태계에 대한 본격적인 조사를 통해서, 생물다양성 연구에 커다란 기여를 할 수 있으며, 이는 계통진화학적인 측면에서도 매우 중요한 결과를 제시해 줄 수가 있다. 아울러 동굴생태계라는 특수한 생태계에 잘 적응하고 있는 생물들을 발굴하고, 이 생물의 추후 응용가능성 여부에 대한 기초자료를 제공할 수가 있다. 새로이 조사 발굴되는 동굴생물들은 유용가능성이 있는 생물 및 유전자원을 확대하는데 기여한다.
2. 실용적 기여의 측면: 본 연구는 향후 동굴을 대상으로 하는 생태관광의 방향제시와 지침이 될 것으로 판단된다. 또한 동굴 보전에 대한 실천적 대안으로 생태관광을 활용한 관리 및 교육 방안을 제시하며, 동굴을 활용한 지속가능한 생태환경과 관광을 결합하는 체계수립 과정이다. 또한 동굴을 환경교육의 현장으로 삼고 환경에 대한 인식제고 및 경제적으로 환경을 지원할 수 있는 프로그램으로 실용화하는 연구가 진행되어야한다.
3. 사업화 및 기금확보 측면: 동굴 관광에서 수용력의 문제는 이용관광자의 수적 제한과 더불어 관광자가 지불하는 경제적 비용의 증가로 이어질 수 있다. 이런 관점에서, 생태관광의 핵심은 관광자가 지불하는 경제적 가치를 최대한 보전하기 위해 관광자가 기대하는 경험의 질을 충족시켜 주어야한다는 점이다. 본 연구는 다학제적인 연구를 통해, 동굴이 가지고 있는 제한된 여건 속에서 경제적 가치를 창출할 수 있는 기회를 확대시킨다. 또한 이를 구체적인 사업화 단계와 민간재단을 통한 보전과 연구기금을 확보하는 방안들이 마련될 수 있다.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

본 연구는 3년간 수행되면서, 석회암 동굴 20개소, 용암동굴 5개소, 해식 및 인공동굴 1개소 등 총 26개 동굴에 대하여 주기적인 채집을 통하여 총 260종의 한국동굴산 생물을 확인하였다. 이는 3년이라는 연구기간을 감안하더라도 꾸준한 성실성이 없이는 도출하기 어려웠던 결과라 생각되며, 세부분야중 생태관광관리 기법에 관하여서는 관련연구원이 동굴생태관광을 주제로 박사학위를 연구기간 중 취득하였다. 이러한 결과는 연구기간동안의 연구진의 성실성을 단적으로 보여줄 수 있다고 생각된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

5. 공개발표된 연구개발성과(논문 · 지적재산권 · 발표회 개최 등)

2. 연구 논문 출판

최영희·이훈(2006). 거리효과와 사회표상이론을 통한 지역주민의 영향인식 및 군집특성: 관광동굴을 중심으로. 『관광학연구』, 30(2), 161-180.

최영희·이원철·이훈(2005). 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 태도. 『한국호텔경영학연구』. 14(1), 193-215.

최영희·서용석·이훈(2004). 동굴에서의 혼잡지각 결정요인. 『관광연구논총』. 16호, 57-79.

김병우 (2004) 제41호 분류학회보 원고 투고- 진정거미류를 중심으로

김병우 (2005) 제42호 분류학회보 원고 투고- 갈르와벌레류에 관하여

Kim BW, Lee W (2006) A Review of the Spider Genus Asiacoelotes (Arachnida: Araneae: Amaurobiidae) in Korea. Integrative Biosciences 10: 49-64.

Kim BW, Lee W (2006) Two poorly known species of the spider genus Ambanus (Arachnida: Araneae: Amaurobiidae) in Korea. J of Natural History (in press)

Kim BW, Lee W (2006) Spiders of the genus Draconarius (Araneae, Amaurobiidae) from Korea. J. of Arachnology (in press)

Kim BW, Lee W (2006) A new species of the genus Galloisiana (Grylloblattodea, Gryllobalattidae). Zoological Science (in press)

Kim BW, Lee W (2006) Redescription of the largest ice bug, Namkungia magnus Com. nov. (Grylloblattodea, Grylloblattidae) from Korea. Zootaxa (in press)

Kim BW, Soh HY, Lee W (2005) A new species of the genus Attheyella (Copepoda: Harpacticoida: Canthocamptidae) from Gosu cave in Korea. Zoological Science 22: 1279-1293.

Kim BW, Lee W (2004) A new species of Pholcus (Araneae: Pholcidae) from Gosu cave, Korea. Kor. J Syst. Zool. 20(1): 79-85.

Kim BW, Choi YG, Soh HY, Lee H, Kim WR, Lee W (2004) A list cave fauna and research prospect in Korea. Korean J. Environ. Biol. 22(1): 12-27.

3. 학회발표

- 2006. 2 동굴관광영향관리시스템(IMSCT)구축 및 적용 (최영희·이훈 공저, 한국관광학회 제 59차 학술논문 발표 대회)
- 2005. 12 관광동굴 관리 사례 및 바람직한 관리 방안 (최영희·이훈 공저 한국동굴연합회 제 1회 학술발표 및 심포지엄)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

- 2005. 7 관광동굴 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 군집특성: 단양 고수동굴과 울진 성류굴 비교 (최영희·이훈 공저, 한국관광학회 제 56 차 학술논문발표대회)
- 2005. 4 관광동굴에 대한 지역주민의 영향인식 및 태도 (최영희·이원철·이훈 공저, 한국호텔경영학회, 제28차 학술논문발표대회)
- 2006. 8 한국산 Draconarius 3종에 관한 재기재(1신종 포함)(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2006. 8 한국산 희귀 종 Ambanus 2종에 관한 재기재(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2006. 8 세계에서 가장 큰 한국산 동대갈르와벌레의 재기재(1신종 포함)(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2006. 8 살아있는 화석곤충인 오대산 갈르와벌레 1신종(김병우, 이원철) 제 61회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2005. 8. 한국산 Asiacoelotes에 관한 재정리 (김병우 이원철) 제 60회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2005. 8. 한국산 Draconarius의 재정리 (김병우 이원철) 제 60회 한국생물과학협회 정기 학술발표
- 2004. 8. 한국 동굴산 생물에 관하여(김병우) 제 59회 한국생물과학협회 정기 학술발표 심포지움
- 2004. 11. 한국 동굴산 요각류 1신종 (김병우 이원철) 제17차 국제동굴생물협회(인도)
- 2003. 11. 일본동굴학회 심포지움 참석 (김병우)

4. 박사학위논문

- 최영희 (2006). 레저편익모형을 통한 동굴관광영향관리시스템(IMSCT)구축 및 적용: BBM과 IMSTD를 중심으로. 한양대학교 대학원 박사학위 청구 논문.

5. 단행본 출판 예정

- 최영희 이훈 (2006)동굴생태탐험과 동굴관리. 정행사 118pp.

비고 : 각 평가항목에 따라 자체평가한 내용을 상세하게 기술(각 항목별 200자 이내)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Ⅱ. 연구목표 달성도

번호	세부연구목표	달성내용	달성도 (%)
1	동굴 서식 희귀종의 다양성을 규명하고, 이의 목록을 작성한다.	한국 동굴(지하)생물의 재정리	100
2	작성된 목록을 바탕으로 주요서식처가 되는 동굴을 분류한다.	석회암동굴 20개, 용암동굴 5개, 인공 및 해식동굴 1개	100
3	희귀 생물종을 중심으로 한 지표종을 선정하고 이의 목록을 작성한다	동굴육상생물: 거미류, 갈르와벌레류 동굴수서생물: 요각류, 고화류	100
4	동굴 서식 생물에 의한 동굴 관리 및 보존의 기초 자료를 제시한다.	희귀동굴생물의 서식처의 관리 및 보존 지침서 보안	100
5	동굴관광의 영향을 조사하여 구체적인 관리 방안을 제시한다.	동굴관광영향관리시스템(IMSCT)의 구축 및 적용	100
6	동굴 생태관광을 통한 환경교육 및 해설 프로그램을 개발한다.		100

Ⅲ. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

전체 연구기간 동안 연구 목표에 도달하기 위하여 충실하게 노력하였으며, 이에 만족할 만한 연구성과를 얻었다고 생각합니다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구는 공공기반 연구 중에서도 가장 기초적인 분야이므로, 논문 업적을 위주로 평가가 되어야 하며, 연구의 성격상 연구논문의 출판에 많은 시간을 걸리므로 현재 출판된 논문보다는 추후에 출판예정이거나, 출판될 논문이 다수 있습니다. 이점이 고려되어서 평가되어야 할 것으로 생각됩니다.

3. 연구개발결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

연구 개발 결과는 관련유관 단체와 연구기관으로 배포되어 기초자료로 활용이 될 수 있으며, 동굴생물관련연구는 본 연구의 종료에도 불구하고 아주 초보적인 단계에 있으므로, 이아 같은 기초연구는 계속하여 지원이 되어야 할 것으로 생각합니다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35

Ⅳ. 보안성 검토

1. 연구책임자의 의견

본 연구내용은 관련학회에 널리알리는 것이 중요하므로 보안통제의 필요성이 없습니다.

2. 연구기관 자체의 검토결과

보안통제의 필요성이 없음.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:50:35