



산방산-용머리 해안 지질탐방로 활성화를 위한 연구

Research of Mt. Sanbongsan-Yongmeori Coast Geotrail activation

제주특별자치도 세계유산본부
전용문, 고정군

World Heritage Office, Jeju Special Self-Governing Province
Yongmun Jeon, Jung Goon Koh



목차

제1장 서론 / 3

- 1.1. 지질공원의 개념과 발전 / 3
- 1.2. 제주도 지질공원 개요 / 4
- 1.3. 연구배경 및 필요성 / 5

제2장 산방산-용머리 해안의 지질학적 가치 / 9

- 2.1. 산방산 / 9
 - 2.1.1. 산방산 용암돔의 형성과정과 형성시기 / 9
 - 2.1.2. 산방산 용암돔의 형태적 특징 / 10
- 2.2. 용머리 해안 / 12
 - 2.2.1. 용머리 응회환의 형성과정과 형성시기 / 12
 - 2.2.2. 용머리 응회환의 지질 및 퇴적 구조 / 12
 - 2.2.3. 산방산과 용머리 해안 일대의 지질 / 15

제3장 산방산-용머리 해안 지질트레일 코스 / 17

- 3.1. 기존 산방산 용머리 해안 지질트레일 코스 / 17

제4장 신규 지질트레일 코스 / 19

- 4.1. 기존 트레일 코스의 문제점과 신규 트레일 코스 구상 / 19
- 4.2. A 코스 (탐방 제한시 운영 가능한 대중적 코스) / 21
- 4.3. B 코스 (해안경관 탐방로) / 33
- 4.4. C 코스 (지질중심 코스) / 40

제5장 용머리해안 탐방객 설문조사 결과 / 57

- 5.1. 제주도 지질공원 인지도 조사 결과 / 58
- 5.2. 지질 트레일 추가의 필요성에 대한 조사결과 / 62
- 5.3. 설문조사 결과의 의미 / 64

제6장 결론 / 65



제1장 서론

1.1. 지질공원의 개념과 발전

지질공원이란 지질학적으로 가치가 있는 지역을 대상으로 생태, 고고, 역사, 문화적 자원을 활용하여 지역 경제를 활성화함으로써 그 지역의 중요한 지질유산을 보존하는 것을 목적으로 만들어진 프로그램이다. 최근 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 지질공원을 중심으로 한 지질관광(Geotourism)이 활성화 되고 있는 추세인데, 지질관광은 생태관광(Ecotourism)과 유사해 보이지만 그 배경은 매우 다르다. 예를 들어 우리가 수월봉을 방문하여 그곳에 살고 있는 여러 식물이나 동물의 생태적 가치를 배우고 관광하는 것은 생태관광이라고 할 수 있다. 그러나 수월봉의 화산재 지층이 어떻게 만들어졌으며, 어떤 토양이 발달하고 그 위에 어떤 동·식물들이 살고 있고 이러한 자연환경에 인간이 어떤 문화를 가지고 생활해 왔는지에 대한 전 과정을 배우고 즐기는 것이 지질관광이라 할 수 있다. 따라서 지질관광은 생태관광의 범위를 포함하며, 그 보다 더 큰 의미의 관광이라 할 수 있다(제주특별자치도, 2015).

지질공원의 개념은 2000년대 초반 유럽의 독일, 프랑스, 스페인, 그리스 등 몇몇 국가에서 작은 마을을 중심으로 만들어지기 시작하였다. 이들 지역은 지역경제 발전을 목적으로 어떻게 하면 지질과 다양한 자연자원들을 결합하여 관광을 활성화 할 수 있을 것인가 하는 목적으로 여러 프로그램을 만들기 시작하면서 지질공원의 개념이 시작되었다. 이들 유럽의 지질공원이 성공적으로 운영되고 지질관광과 지역의 경제활성화가 이루어지면서 이 지질공원들은 서로의 정보를 교환하고 서로 다른 지역의 장점을 배워서 공유하는 네트워크 시스템을 갖추기 시작했다. 그러한 과정에서 2000년에 유럽지질공원망이 결성되었다. 이러한 내용은 유네스코에 알려지게 되면서 유네스코는 지질공원이 매우 뛰어난 프로그램이라는 것을 인식하고 지질공원 프로그램에 대한 지원을 시작하게 되었다. 유럽지질공원망의 활동이 점점 확대되면서 이는 2004년 중국 북경에서 제1회



세계지질공원망 학술대회를 통해 세계지질공원망(Global Geoparks Network)으로 그 범위가 확대되고 세계지질공원망에 관련된 규정과 운영방식이 결정되었다(우경식, 2014). 그리고 세계지질공원망은 2015년 11월 유네스코 총회에서 공식적으로 승인을 받음에 따라 유네스코 정식 프로그램이 되었다(제주특별자치도, 2015). 2017년 유네스코 세계지질공원은 35개국 127개소가 지정되어 있으며, 우리나라에서는 제주도와 청송 지질공원이 유일하다. 그러나 현재 무등산 지질공원이 유네스코 심사중에 있고, 앞으로 한탄강 지질공원과, 동해안권 지질공원, 부산지질공원, 고창, 부안 지질공원이 세계지질공원을 추진중에 있다. 이처럼 짧은 기간동안 지질공원이 유네스코 정규 프로그램으로 승격된 데에는 세계유산의 경우 엄격한 보전원칙에 따라 지역주민의 여러 불편이 있어 왔지만 지질공원의 경우는 자유로운 활용이 가능하다는 점에서 원인을 찾아볼 수 있다.

1.2. 제주도 지질공원 개요

제주도는 2010년 10월 우리나라에서 처음으로 세계지질공원으로 인증되었다. 또한 2012년 12월 자연공원법 제2조, 제36조의 3항에 의거하여 울릉도·독도와 함께 국가지질공원으로 지정되었다. 그리고 2014년 재인증 평가에서 무사히 통과하여 세계지질공원의 지위를 이어가게 되었고, 2015년 11월에 세계지질공원이 유네스코 정식 프로그램으로 승인됨에 따라 ‘유네스코 세계지질공원 제주’라는 공식 타이틀을 획득하게 되었다.

제주도 지질공원을 대표하는 12개의 지질명소는 섬 중앙에 위치한 제주의 상징인 한라산, 수성화산체의 대표적 연구지로 알려진 수월봉, 용암돔으로 대표되는 산방산, 제주 형성초기 수성화산활동의 역사를 간직한 용머리해안, 주상절리의 형태적 학습장인 중문대포해안 주상절리대, 제주 형성과정에서 가장 먼저 만들어진 지층이자 100만 년 전 해양환경을 알려주는 지층인 서귀포층, 퇴적층의 침식과 계곡·폭포의 형성과정을 전해주는 천지연폭포, 해 뜨는 오름으로 알려진 성산일출봉, 거문오름용암동굴계 가운데 유일하게 체험할 수 있는 만장굴, 독특한 화산지형이자 생태계 보전지역인 선혈곶자왓,



섬속의 섬 우도, 하늘에서 날아온 섬 비양도 등이 있다(전용문 외, 2014;).

이러한 제주도 12개의 대표명소는 문화재보호법, 자연공원법, 제주도 환경보전 관리 계획, 제주특별자치도 유네스코 등록유산 관리에 관한 조례 등에 따라 법적 보호를 받고 있다. 특히 문화재보호법에 의해 엄격한 행위의 제한이 이루어지고 있으며, 선흘곶자왈과 비양도를 제외한 나머지 지역이 모두 국가지정문화재로 지정되어 있다[표 1].

[표 1]. 제주특별자치도 내에 분포하는 지질명소와 법적 지위

번호	지질명소명	세계유산	세계 및 국가 지질공원	천연기념물
1	한라산	○	○	○
2	성산일출봉	○	○	○
3	만장굴	○	○	○
4	서귀포층		○	○
5	산방산		○	○
6	용머리해안		○	○
7	수월봉		○	○
8	중문주상절리대		○	○
9	천지연폭포		○	○
10	선흘곶자왈		○	도지정 문화재
11	우도		○	우도 홍조단괴 해빈
12	비양도		○	비양도 호니토

1.3. 연구배경 및 필요성

산방산과 용머리 해안은 제주도에서 가장 오래된 화산체로서 독특한 모양과 아름다운 자연경관으로 인해 국가지정문화재 제526호와 명승 77호로 지정되어 있다. 또한 산



방산과 용머리 해안은 뛰어난 경관과 지질학적 가치로 인해 2010년 유네스코 세계지질공원 대표명소 및 국가지질공원 대표명소로 각각 지정되었다.

아름다운 자연경관에 걸맞게 많은 탐방객들이 산방산과 용머리 해안을 방문하고 있는데, 산방산의 경우 2015년에는 156,286명이 방문하였고, 2016년에는 160,261명이 방문하였다. 그러나 산방산의 경우 산방굴사를 산방산으로 잘못 알고 방문하는 경우도 있고, 낙석 발생의 우려가 높아 비가 많아 오거나 강풍이 불 경우 탐방이 통제되는 경우들이 많다. 용머리 해안은 2015년에 352,336명이 방문하였고, 2016년에는 364,802명의 탐방객이 방문하였다. 용머리 해안에 탐방이 가능한 기간을 100%로 놓고 본다면, 날씨와 물때 등의 영향으로 여름철에는 30%, 겨울철에는 50% 정도만 탐방이 가능한 실정이다. 또한 용머리 해안을 방문하는 탐방객이 사전에 탐방불가 사실을 알지 못하는 입구까지 와서 다시 돌아가는 탐방객도 상당수 있다(그림 1). 따라서 용머리 해안을 탐방하지 못하는 인원까지 고려한다면 용머리 해안은 연간 오십만명에 가까운 탐방객이 찾는 곳이라 할 수 있다. 한편 산방산과 용머리를 방문한 탐방객이 2016년의 경우 525,063명이 이르고, 날씨로 인해 그냥 돌아가는 탐방객까지 고려한다면 연간 60-70만명이 방문한다고 할 수 있다. 이렇게 산방산과 용머리 해안은 제주도에서 손꼽힐 정도로 많은 탐방객이 방문하는 곳이다. 따라서 탐방이 불가할 경우 이들을 주변 다른 장소로 유도할 수 있는 방안들이 요구된다.

탐방객들이 산방산과 용머리 해안 일대를 날씨에 상관없이 방문할 수 있고 또 주변 지역을 다양하게 방문하여 오래 머무르게 될 경우 자연스럽게 지역경제가 활성화 될 수 있을 것이다. 따라서 이번 조사과정에서 용머리 해안을 방문한 탐방객을 대상으로 산방산-용머리 해안 지질트레일의 필요성에 대한 설문조사를 실시하였다. 대다수의 탐방객이 지질트레일 코스에 방문할 의사가 있으며, 약 2시간 정도의 소요시간이 적당하다고 응답하였다. 그리고 용머리 해안에 물때로 인해 탐방이 제한될 경우가 많아 더욱 대안 지질트레일이 필요하다는 요구들이 많았다.

현재 산방산과 용머리 해안 일대에는 지질학적 및 역사적, 문화적, 생태적 가치가 뛰어난 유산들이 산재되어 있다. 이 자원들을 지질공원이라는 개념속에 담아 코스를



만들고 탐방객을 안내한다면 더 많은 탐방객이 이 지역을 방문하게 될 것이다. 이러한 대안 탐방로의 필요성에 따라 산방산-용머리 해안 지질탐방로 활성화 연구가 시작되었다. 이 연구는 산방산과 용머리 해안 탐방이 제한될 경우와 탐방이 가능한 경우를 모두 고려하여 현재 탐방로에서 접근이 가능한 명소들을 발굴하여 코스를 만들었다. 이 연구를 통해 제시된 대체 탐방코스는 앞으로 산방산과 용머리 해안 일대의 지역 경제를 활성화하고 탐방 여건을 정비해 나가기 위한 근거자료로서 중요한 의미가 있을 것으로 생각된다.



[그림 1] 날씨는 맑지만 높은 파도로 인해 출입이 통제된 내용을 알리는 용머리 해안 입구 안내판. 탐방객이 입구까지 와서 통제된 사실을 알고 돌아가고 있다.



한편 산방산과 용머리 해안 일대에는 서귀포시와 제주관광공사를 중심으로 2014년에 지질트레일 코스가 만들어 졌다. 이 코스는 A, B 두 개의 코스로 구성되어 있으며, 코스별 소요시간은 A코스의 경우 13.2km로 3시간 30분이 소요되며, B코스는 10km로 약 3시간이 소요된다. 이 트레일 코스는 길이가 길고 소요시간이 많이 걸려 가족단위 탐방객들이 코스들을 이용하기에는 어려움이 있는 실정이다. 또한 2014년 3월 제1회 산방산-용머리 트레일 행사와 2015년 11월 제2회 트레일 행사 이후 지속적인 트레일 행사가 진행되지 못하였고 홍보가 충분하지 않아 기존의 탐방코스 이용객들이 많지 않은 실정이었다. 그리고 2015년에 지질공원 마을 활성화 사업이 종료되면서 안내판이나 탐방로 등에 노후화가 급속히 진행중에 있어 이에 대한 대책마련이 필요한 실정이다(그림 2).



[그림 2] 2014년 산방산-용머리 지질트레일 개막식(좌). 훼손된 안내판 (우)

이번 조사에서는 기존 지질트레일 코스의 문제점을 분석하고 산방산 용머리 일대의 중요한 지질자원을 추가적으로 발굴하여 탐방객들이 쉽게 접근하고 걸을 수 있는 최적의 탐방로를 만드는 것을 목적으로 하였다.

이 신규 탐방로 코스는 산방산과 용머리 해안 탐방이 제한될 경우 이용할 수 있을 뿐만 아니라 산방산과 용머리 탐방을 마치고 난 이후에 추가적으로 답사도 가능한 코스가 될 수 있을것이다. 그리고 각 코스에는 교육적인 요소와 경관적인 요소들이 모두 포함되어 있어 앞으로 가족단위, 학생단체들이 모두 이용 가능한 탐방코스로 자리잡을 수 있을 것으로 생각된다. 산방산-용머리 지질트레일 코스의 발굴은 궁극적으로 지질공원이 추구하는 지역가치 발굴을 통해 많은 탐방객이 방문하고, 탐방객 증가를 통해 지역경제가 활성화되는 주요한 사례가 될 수 있을 것이다.

제2장 산방산-용머리 해안의 지질학적 가치

2.1. 산방산

2.1.1. 산방산 용암돔의 형성과정과 형성시기

산방산은 우리나라 어디에서도 보기 힘든 희귀한 화산지형일 뿐만 아니라 제주도 남서부 지역의 아름다운 경관을 만들어낸 웅장한 지형으로 2011년 문화재청 명승 제77호로 지정되었다(제주특별자치도, 2009).

산방산은 점성이 높은 용암이 만든 볼록한 돔(dome) 모양의 화산체로서 산방산 용암 돔의 형성시기는 K-Ar 전암연대 분석결과 $870 \pm 130\text{Ka}$ (윤상규 외, 1987), $747 \pm 23\text{Ka}$ (원종관 외., 1986)로 나타났고, 최근 Ar-Ar 전암연대 분석결과 $802 \pm 5\text{Ka}$ 로 측정되어(고기원, 2013) 약 80만년전 형성된 것으로 요약할 수 있다. 따라서 산방산은 인근에 위치한 용머리 응회환과 함께 제주에서 가장 오래된 화산지형 중 하나라고 할 수 있다. 지금까지의 연구결과 산방산은 용머리 응회환이 형성된 후에 응회환을 뚫고 흘러나온 조면암질 용암에 의해 산방산이 형성된 것으로 알려져 있으며, 점성이 매우 높은 조면암질 용암이 분화구로부터 천천히 밀려 올라와 멀리 흐르지 못하고 종모양으로 굳어지면서 용암돔을 형성하였다(박기화 외, 2006; 한국지질자원연구원, 2013; 그림 3).



[그림 3] 산방산 용암돔의 정경과 형성과정 모식도

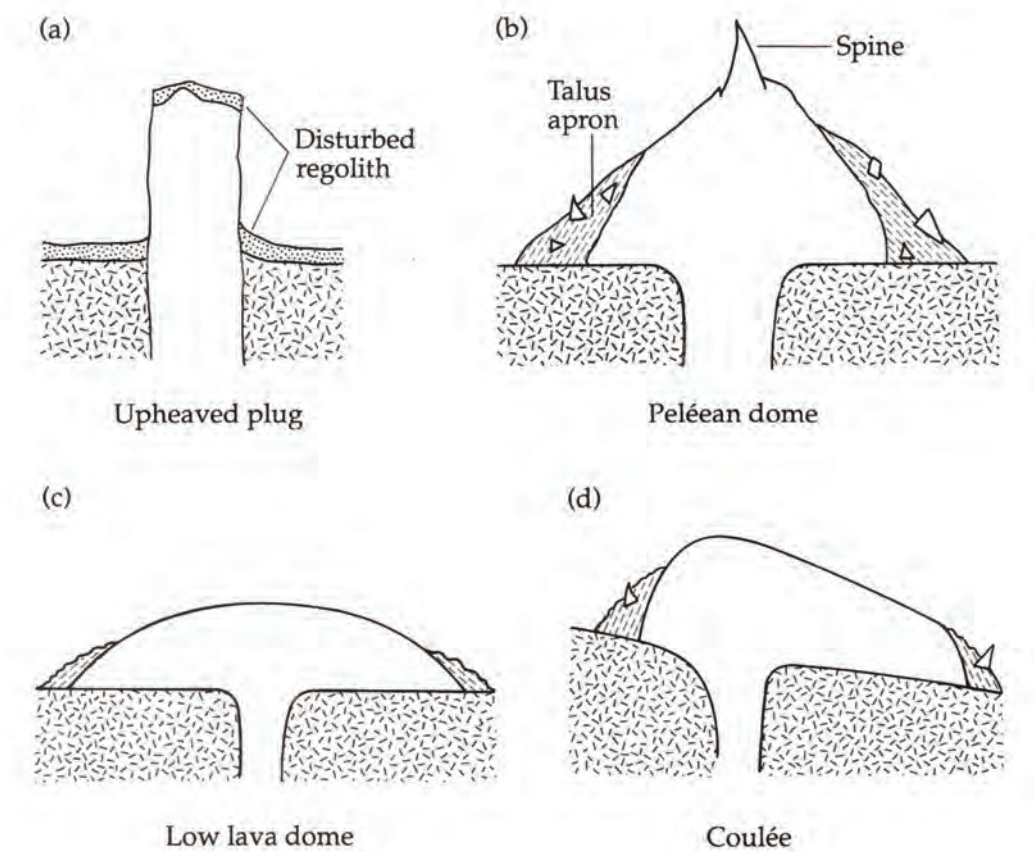


2.1.2. 산방산 용암돔의 형태적 특징

산방산은 거대한 용암덩어리로 이루어진 높이 약 395m의 종(鐘)모양의 화산으로 분화구가 없는 용암돔(lava dome) 형태를 하고 있다. 용암돔의 둘레는 3,780m, 직경은 장경 1,200m이며, 용암돔을 만든 마그마는 SiO₂성분이 약 64%로 점성이 높은 조면암으로 분류된다. 산방산 용암돔에 대해 자세히 기술한 한국지질자원연구원의 자료(2013)에 따르면, 산방산은 비대칭 타원형 모양을 보이는데, 특히 용암돔의 남동쪽은 바다와 접하고 있어, 해풍에 의해 심한 침식작용과 용머리 응회환이 형성될 때 파괴되어 산사면의 경사가 매우 급한 특징을 보이는 것으로 해석하였다. 반면에 북쪽 사면은 완만한 경사를 보이고 용암돔이 형성된 후, 재폭발 또는 분출의 흔적이 없으며, 용암 내부에 수평의 유동구조를 보이며, 붉은색 화성쇄설물이 포함된 용암층의 경계를 볼 수 있어 원지형이 보존된 것으로 해석하였다.

그리고 일반적인 용암돔의 절리는 부채꼴 모양으로 만들어지는데, 산방산의 절리는 남쪽의 경우 대부분 수직절리가 발달되어 있고(그림 4), 북쪽은 절리의 방향이 용암돔의 중심부 쪽으로 기울어져 있다. 이는 용암돔의 북쪽 부분이 상대적으로 원지형에 가깝고 남쪽 및 남동쪽 사면은 침식작용이 많이 발생한 결과로 해석한 바 있다(한국지질자원연구원, 2013).

한편 산방산 용암돔의 수직 암벽에는 풍화혈(風化穴)이 여러 곳에서 발달하고 있다. 이 풍화혈은 염분을 포함한 해풍에 의해 침식된 결과로 타포니라는 구조로도 잘 알려져 있다. 풍화혈이 크게 발달한 해발 약 130m 지점에는 산방굴사가 위치하고 있는데, 자연적으로 풍화혈이 확장되었다는 주장과 큰 규모의 풍화혈에 인위적인 굴착을 통해 크기가 커졌다는 해석들이 있다(그림 5).



[그림 4] 여러 종류의 용암 돔 형성과정. 산방산은 낮은 용암 돔(c)에 해당한다 (Sigurdsson et al., 2000)



[그림 5] 산방산 용암돔의 표면에 발달한 풍화혈 구조와 산방굴사 전경



2.2. 용머리 해안

2.2.1. 용머리 응회환의 형성과정과 형성시기

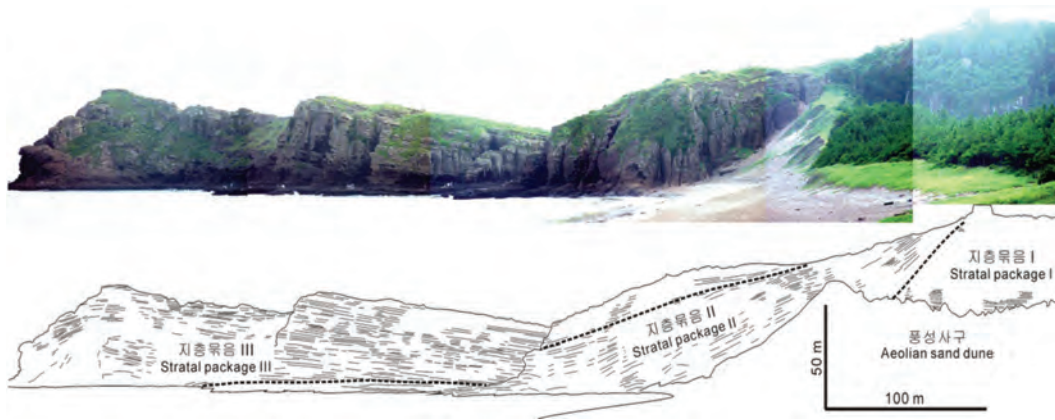
산방산 아래쪽에 자리잡은 용머리 해안은 용이 머리를 들고 바다로 들어가는 자세를 닮았다고 해서 붙여진 이름이다. 용머리 해안은 제주도에서 가장 오래된 수성화산 중 하나로, 제주도의 용암대지가 만들어지기 이전에 형성된 화산이다. 또한 화산 분출과정에서 분화구가 이동하는 사례를 보여주는 국제적인 장소로 알려져 있으며(Sohn, 1995), 경관적 가치가 뛰어나 산방산과 함께 2010년 제주도가 우리나라 최초로 유네스코 세계지질공원으로 인증될 당시 대표명소로 지정 관리되고 있다(제주특별자치도, 2009).

기존 지질조사 결과 용머리 응회환에 포함된 현무암편은 1.2 Ma의 K-Ar 연대를 보여주며(윤상규 외, 1987; 이동녕 외, 1988), 산방산 조면암은 약 0.8 Ma의 나이를 갖는 것으로 알려져 있다(원종관 외, 1986; 윤상규 외, 1987; 이동녕 외, 1988). 용머리 응회환은 산방산에서 유래한 암편을 전혀 포함하고 있지 않으며(Sohn, 1995), 산방산 조면암이 용머리 응회암 상부에 놓이는 것이 시추공에서 확인이 되어(Sohn and Park, 2004) 용머리는 산방산 형성 이전에 분출한 것으로 해석할 수 있다. 따라서 용머리는 현재까지 제주도 지표에 노출된 제주도의 모든 암석 중 서귀포층을 제외하고 가장 오래전에 형성된 화산체로 해석된다(한국지질자원연구원, 2013).

2.2.2. 용머리 응회환의 지질 및 퇴적 구조

용머리는 작은 크기에도 불구하고 지층의 자세와 지질구조가 복잡한 편인데, 이는 용머리가 근원화구를 달리하는 세 개의 층서단위(strata package; SP)로 구성되어 있기 때문이다(Sohn and Park, 2005)(그림 6). 용머리의 북쪽에 노출되어 있는 층서단위 I(SP I)은 가파른 침식면에 의해 잘린 후 SP II에 의해 피복되어 있는 모습을 하고 있다. SP II는 북동쪽에서 가장 두꺼우며, 남쪽과 서쪽 방향으로 층의 두께가 얇아진다. 또한

지층들이 남쪽과 서쪽 방향으로 경사져 있다. SP III는 용머리의 남쪽 말단부에서 가장 두껍고, 양방향으로 경사진 지층 형태를 보여준다. 또한 SP III는 북쪽과 북서쪽 방향으로 층의 두께가 얇아지며, 주된 퇴적구조도 판상층리에서 거대연흔 사층리로 변해 간다. 각 퇴적단위에서 고유향(古流向, paleoflow direction)을 측정한 결과, SP I은 남쪽의 화구로부터, SP II는 북동쪽으로부터, 그리고 SP III는 용머리의 남쪽 끝자락에서 동쪽 방향으로 수 백 미터 떨어진 곳의 화구로부터 유래했던 것으로 해석되었다(그림 6).

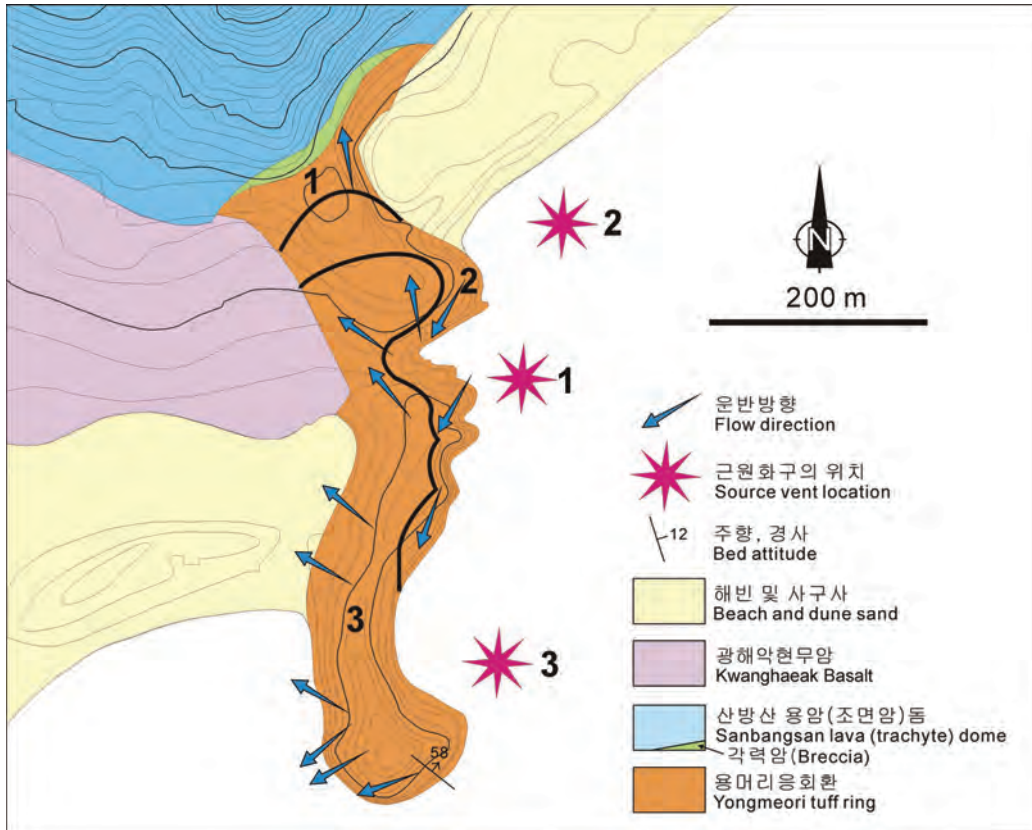


[그림 6] 용머리 응회환의 지층구성 및 퇴적단위(Sohn, 1995)

SP I 과 SP II 사이의 경사진 침식면은 SP I의 퇴적 직후 화산체의 대규모 붕괴에 의해 형성되었던 것으로 해석된다. 이러한 붕괴는 차별하중 또는 화도의 확장에 따른 화구륜 지층의 불안정에 기인한 것으로 보인다. 침식면이 남쪽 방향으로 경사져있어 붕괴된 화산쇄설물의 대부분은 화도 내부로 붕괴했을 것으로 해석된다. 따라서 용머리가 SP I, II, III 등 세 개의 지층단위로 구성되어 있으며, 이들은 침식면에 의해 나뉘어져 있는데, 이는 용머리의 분출 당시 지반이 붕괴하고 그에 따라 화구의 위치도 변화하였기 때문에 나타난 현상으로 해석된다(Sohn, 1995; 그림 7). 그리고 용머리 해안의 연구를 통해 제시된 화도이동 현상은 성산일출봉에서도 유사한 화도이동(vent migration) 현상이



나타났다는 연구결과가 보고되기도 하였다. 이와같은 화도이동 현상은 수성화산 분출 과정에서 흔히 수반되는 현상으로 최근 많은 연구들이 진행중에 있다.



[그림 7] 용머리 응회환 주변의 지질도. 용머리 응회환은 세 개의 지층단위로 구성되어 있으며, 각각의 지층단위는 서로 다른 운반방향을 보여주고 있어 세 개의 화구에서 분출이 차례로 일어나 형성된 것으로 해석된다. 용머리 응회환의 분출 이후 산방산 용암돔과 광해악 현무암의 분출이 일어났다. (Sohn, 1995; 한국지질자원연구원, 2013)



2.2.3. 산방산과 용머리 해안 일대의 지질

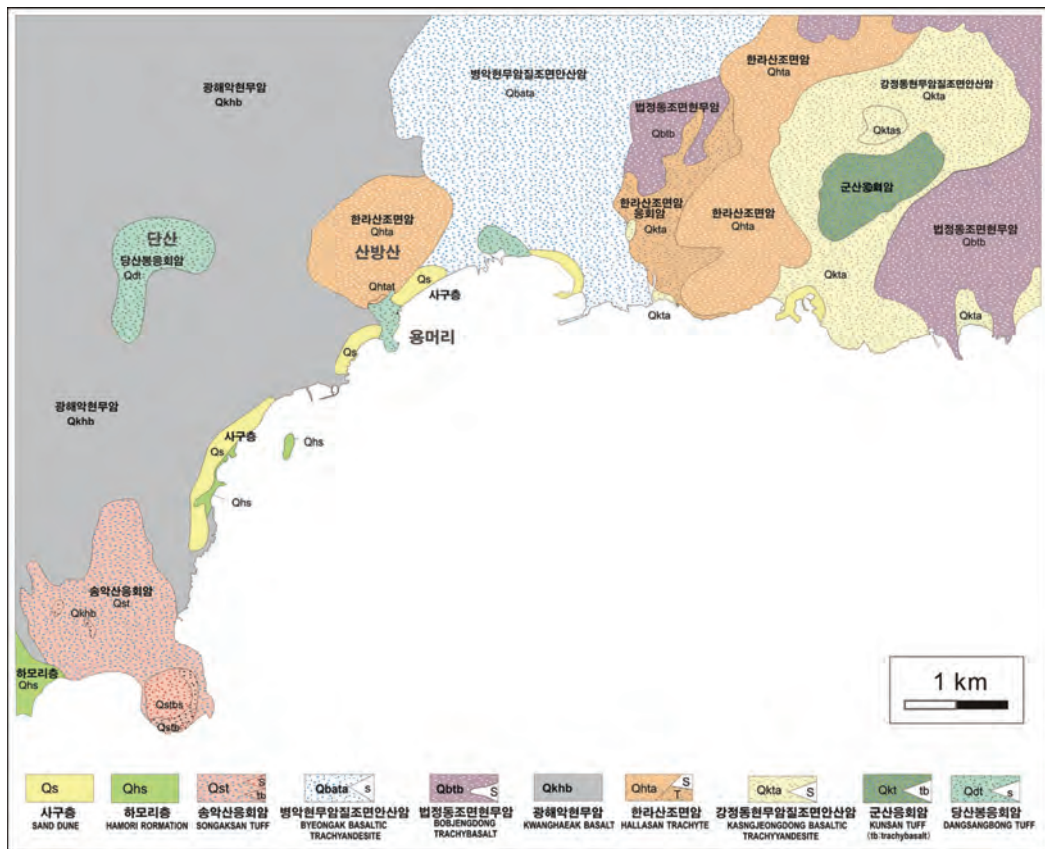
산방산과 용머리 해안 일대는 최하부로부터 당산봉응회암, 군산응회암, 강정동현무암질 조면안산암, 한라산조면암, 광해악현무암, 법정동조면현무암, 병악현무암질조면안산암, 송악산응회암, 하모리층 순으로 구성되어 있다(박기화 외., 2001; 그림 8).

용머리 해안일대를 구성하는 당산봉응회암은 한경면에 위치한 당산봉응회암과 동일한 지층을 말하는 것이 아니라 서귀포층 퇴적 이후 동 시기에 형성된 수성화산체를 통칭하여 명명한 것이다. 이처럼 오래된 고기의 수성화산체를 과거에는 모두 당산봉응회암으로 명명해 왔으나, 최근 Brenna et al(2010) 등의 연구결과에 따르면 한경면 당산봉은 약 45만년과 20만년전 두 번에 걸쳐 만들어 졌다는 연구결과를 발표하였다. 그리고 용머리 응회환은 앞서 언급한 바와 같이 약 100만년 이전에 형성된 것으로 밝혀졌다. 따라서 기존 지질도상에는 용머리 해안이 당산봉 응회암 분포지역으로 기재되어 있으나 실제로는 용머리응회암은 약 100만년 전에 형성되었고 당산봉 응회암은 약 45만년전에 형성되어 시기적으로 다른 수성화산체라 할 수 있다.

그리고 군산응회암의 경우도 서귀포층 퇴적 이후 형성된 수성화산체의 일부로 기재하고 있다. 군산응회암의 경우 정확한 연대측정 결과는 알려지지 않았으나 당산봉과 유사한 시기에 형성된 것으로 추정된다. 그리고 이들 수성화산체 형성 이후 강정동현무암질 조면암이 군산응회암 일대를 감싸며 분출하였고, 이후 한라산조면암이 연구지역 일대로 분출하였다.

그 후 광해악현무암과 법정동조면현무암이 차례로 분출하였고 그 이후 병악오름에서 용암이 분출하여 용머리 해안 일대로 흘러들어간 것으로 해석하였다. 이 병악현무암의 형성시기는 현무암 하부에 위치한 고토양층을 대상으로 연대를 측정한 결과 약 5천년전 분출한 것으로 발표되었다(이진영 외, 2014)

그리고 마지막으로 약 3천4백년전 수성화산분출에 의해 송악산이 형성되었고, 이후 송악산 화산재가 파도에 재 퇴적되어 하모리층이 형성되었다(안웅산 외, 2015; Sohn et al., 2015).



[그림 8] 산방산-용머리 일대의 지질도 (박기화 외, 2001). 산방산과 용머리 해안 일대는 최하부로부터 당산봉응회암, 군산응회암, 강정동현무암질 조면안산암, 한라산조면암, 광해현무암, 법정동조면현무암, 병악현무암질조면안산암, 송악산응회암, 하모리층 순으로 구성되어 있다.



제3장 산방산 용머리 해안 지질트레일 코스

3.1. 기존 산방산 용머리 해안 지질트레일 코스

기존 산방산 용머리 해안 지질트레일 코스는 2014년 4월에 처음 만들어졌으며, ‘80만년의 오랜 기다림의 미학’이라는 주제로 80만년전 형성된 산방산과 용머리 해안을 중심으로 개설되었으며 A, B코스로 나뉘어져 있다(제주시 외, 2016; 그림 9). 이후 코스의 길이가 너무 길어 일부 단축코스들이 추가되었다.

기존 산방산 용머리 해안 지질트레일 A코스는 13.2km 길이며, 용머리 해안을 출발하여 사계포구(1.2km) → 형제해안로 전망대(1.7km) → 해안사구와 하모리층(2.1km) → 사람발자국화석(2.8km) → 대정향교·단산(5.5km) → 코스분기점(6.4km) → 산방산탄산온천(7.5km) → 불미마당(8.7km) → 베리돌아진밭(10.7km) → 조면암돌담(12.2km) → 산방산 주차장(12.7km) → 산방연대(12.9km) → 용머리해안 주차장으로 돌아오는 코스이며 약 3시간 30분이 소요된다(그림 10). A코스는 사계리와 덕수리 마을을 경유하는 코스로 형제섬과 송악산 등 제주에서도 손꼽히는 해안풍광 및 하모리층을 볼 수 있다. 또한 제주 오랜 삶의 역사를 나타내주는 사람발자국 화석, 덕수리 불미공예 등을 포함해 지질학적 가치와 함께 문화·역사 등 풍성한 이야기가 담겨져 있는 코스라 할 수 있다.

산방산 용머리 해안 지질트레일 B코스는 10km 길이로 화순금모래해변에서 출발하여 화순리 선사유적지(1.2km) → 황개천/명알목소(1.5km) → 개끄리민소(2.1km) → 곤물/곤물동(3.8km) → 화순꽃자왈(5.1km) → 흙발동산 전망대(5.9km) → 주슴길(7.5km) → 사근다리동산(9.6km) → 화순금모래해변(도착 10km)으로 이어진 코스이며, 약 3시간이 소요된다(그림 9). B코스는 화순리를 경유하는 코스로 산방산과 어우러진 금모래해변과 제주 해안마을 삶의 모습을 엿보는 소금막 등 다양한 풍경을 바라볼 수 있다. 또한 마을 곳곳에 숨어있는 용천수와 화순꽃자왈 등을 경유하며 자연 속에 형성된 제주 사람들의 문화를 살펴볼 수 있는 코스이다.



[그림 9] 2014년에 만들어진 산방산-용머리 지질공원 트레일 지도.
A코스와 B코스로 나뉘어져 있으며, 소요시간은 약 4-5시간 정도이다.



제4장 신규 지질트레일 코스

4.1. 기존 트레일 코스의 문제점과 신규 트레일 코스 구상

기존 산방산-용머리 해안 지질트레일 A코스는 13.2km 길이며 약 3시간 30분이 소요된다. B코스는 10km 길이로 약 3시간이 소요된다. 그러나 이 코스를 실제로 답사를 해보면 A코스는 약 4시간 30분, B 코스는 4시간이 소요되는 것으로 나타났다(그림 10).

기존 트레일 코스 A, B의 경우 소요시간이 많다보니 가족단의 탐방객이 이 코스들을 이용하기에는 어려움이 있는 실정이다. 또한 2014년 제1회 산방산-용머리 트레일 행사와 2015년 제2회 트레일 행사 이후 지속적인 트레일 행사가 개최되지 못한 까닭에 홍보가 충분하지 못하여 트레일을 찾는 탐방객이 많지 않은 실정이었다. 따라서 이번 조사에서는 기존 탐방로 코스의 문제점을 분석하고 산방산 용머리 일대의 중요한 지질자원을 추가적으로 발굴하여 탐방객들이 쉽게 접근하고 걸을 수 있는 탐방로를 만들고자 하였다. 이 신규 탐방 코스는 우천시나 높은 파도로 인해 탐방이 불가할 경우 탐방객이 대체적으로 이용할 수 있을 뿐만 아니라 산방산과 용머리 탐방이후에 추가적으로 답사도 가능한 코스가 될 것이다. 그리고 교육적인 요소와 경관적인 요소들이 포함되어 있어 앞으로 가족단위, 학생단체들이 이용 가능한 탐방코스로 자리 잡을 수 있을 것이다.

이번 조사를 통해 산방산과 용머리 해안 일대에 크게 3가지 코스를 만들었다. A 코스는 산방산과 용머리를 연결하는 코스로 가장 접근성이 좋고, 탐방소요 시간이 짧은 장점이 있다. 코스 내에는 탐방이 불가한 경우라도 용머리 동쪽 측면을 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 화순과 사계 바닷가를 모두 조망할 수 있고 하멜전시관등을 관람할 수 있다. B코스는 용머리 주차장에서 설콧바당 모래길을 거쳐 사계리 포구에서 마을 돌담길을 걷는 코스로서 아름다운 바닷가 길과 시골길을 가볍게 걸을 수 있다는 장점이 있다.



C코스는 용머리에서 화순항을 거쳐 산방산의 남쪽으로 돌아오는 코스인데, 중간에 아아용암 단면, 수정화산체, 꽃자왈, 용천수 등 다양한 자연자원을 볼 수 있는 코스이다 (그림 10). 이들 각각의 코스는 연령 및 목적 등에 따라 다양하게 이용이 가능하다.



[그림 10] 신규 산방산-용머리 지질트레일 코스별 지도

4.2. A 코스 (탐방 제한시 운영 가능한 대중적 코스)

A코스는 용머리 주차장에서 시작하여 하멜전시관, 기후변화홍보관, 산방연대, 산방굴사를 거쳐 용머리 주차장으로 돌아오는 루트로 탐방객이 가장 쉽게 접근할 수 있는 코스이다(그림 10, 11). 이 코스는 접근성이 가장 좋고, 자연경관이 뛰어나며, 용머리나 산방산을 둘러본 탐방객도 추가적으로 방문할 수도 있고, 탐방 불가시 대체 코스로도 사용이 가능하다는 장점이 있다.

A코스는 용머리 해안이 탐방 불가할 경우 지질공원 해설사의 설명을 듣고 개별적으로 방문할수도 있고 경우에 따라 해설사와 동행도 가능하다. A코스는 용머리 탐방을 포함하여 총 4km 길이며, 소요시간은 약 2시간 내외이다. 반면 용머리 탐방이 불가할 경우 2km 길이로 약 1시간이 소요된다.



[그림 11] 접근성이 가장 좋은 산방산-용머리 해안 A코스



① A-1 용머리 주차장 및 탐방안내소

A-1 용머리 주차장과 탐방안내소는 A코스의 출발지이자 도착지이다. 용머리 주차장은 2014년 산방산 용머리 지질트레일 개막식장으로 사용되었으며 현재 지질공원 탐방 안내지도와 이정표가 설치되어 있다(그림 12). 그러나 2014년 설치된 안내판의 트레일 내용이 현재와 달라 앞으로 안내판과 지도에 교체가 필요하다.

용머리 탐방안내소는 지질공원 해설사가 매일 상주하면서 탐방객들을 안내하는 곳이며, 지질트레일 코스의 중심에 위치하고 있다(그림 12). 현재는 오전 10시부터 매시간 정각에 탐방객 인솔 해설투어가 실시되고 있으며, 단체 탐방객 예약 및 요청에 의해서도 개별해설이 가능하다. 앞으로 A코스가 정비될 경우 해설사의 간단한 설명을 듣고 탐방할 수 있으며, 필요시 동행하여 해설 탐방도 가능할 것이다.



[그림 12] 용머리 주차장과 용머리 지질공원 탐방안내소

② A-2 하멜전시관

하멜전시관은 우리나라를 유럽에 알린 최초의 사람을 네덜란드인 하멜을 기념하여 만든 전시관이다. 하멜은 조선 효종 45년 네덜란드 동인도회사 소속 선원들과 함께 상선 ‘스페르베르호’를 타고 일본으로 항해하던 중에 풍랑을 만나 제주도 남쪽 해안에 표류하였다. 이후 조선에 억류되어 있다가 13년 후 고국으로 돌아가 하멜표류기를 남겼다. 이 책은 유럽 여러 나라의 언어로 번역되면서 우리나라를 유럽 세계에 최초로 알리게 되었다.

하멜전시관은 당시 난파한 배를 재현하고 내부에 관련 자료를 전시한 것으로 하멜이 난파된 350년을 기념하여 2008년에 개관하였다(그림 13).



[그림 13] 하멜전시관 외부와 내부전시실



③ A-3 기후변화 홍보관

1987년 조성한 용머리 해안 산책로는 바닷물에 잠기는 일이 거의 없었다. 그러나 최근에는 겨울철의 경우 절반 이상이 잠기고, 여름철의 경우 3분의 1이 잠기는 일이 계속되고 있다. 용머리 해안은 최근 40여년 동안 해수면이 23cm나 상승하여 우리나라에서 지구 온난화로 바닷물에 잠기는 시간이 점점 길어지는 양상을 보여주는 대표적인 곳으로 소개되고 있다. 용머리 해안 기후변화 홍보관은 급격한 해수면 상승을 일반인들에게 알리고 교육하기 위해 2012년에 만들어졌다(그림 14).

해수면 상승으로 인해 용머리 해안과 같이 탐방로가 물에 잠기는 곳은 앞으로 계속 늘어날 전망이다. 이산화탄소의 발생이 억제되지 않을 경우 지구온난화로 인한 해수면 상승이 계속되어 800년 후에는 세계 주요도시가 물속으로 사라질 것이라고 예고하고 있다.



[그림 14] 기후변화홍보관과 내부 전시물

④ A-4 용머리 응회환

용머리 응회환을 탐방하는 데는 약 40-50 여분이 소요되며 개별 또는 지질공원 해설사와 동행하여 탐방이 가능하다. 탐방로를 따라 걷다보면 화산재가 차곡차곡 기왓장처럼 쌓인 모습을 볼 수 있는데, 이는 지하에서 상승하던 뜨거운 마그마가 차가운 물과 만나 폭발적으로 퍼지면서 화산물질이 가루가 되어 상승했다가 다시 지표에 쌓여 만들어진 지층으로 화산쇄설층(pyroclastic flow deposit)이라 불린다(Sohn, 1995). 수성화산활동으로 인해 용머리는 낮고 넓은 고리모양의 화산체가 만들어졌는데, 이를 응회환(tuff ring)이라 부른다.

한편, 탐방로를 걷다보면 용머리 해안의 지층 경사와 방향이 급변하는 독특한 모습을 볼 수 있다. 이는 용머리가 세 번에 걸쳐 분화구가 이동하면서 분출된 결과로, 우리나라에서 최초로 화도이동을 연구하여 외국 학계에 보고한 곳이기도 하다.

용머리 해안은 아름다운 해안 경관 뿐만 아니라 화산재 지층의 내부구조와 다양한 해안 침식지형을 볼 수 있어 교육적으로 가치가 매우 높은 곳이며, 현재 지질공원 해설사를 중심으로 해설 탐방이 이루어지고 있다(그림 15).



[그림 15] 용머리 탐방객과 지질공원 해설사 탐방활동 장면



⑤ A-5 하멜기념비

조선 효종4년(1653년) 하멜 일행이 탄 네덜란드 무역선 스페르베르호가 심한 풍랑으로 제주 남서쪽 해안에서 난파된 채 발견(1653년 8월 16일) 되었다. 구조된 하멜 일행 8명은 13년 동안 조선에 머물다가 탈출하여 일본을 거쳐 네덜란드로 돌아갔다. 네덜란드에 도착한 하멜은 회사에 보고서를 제출하는데 이것이 바로 ‘하멜표류기’다. 하멜 표류기는 한국을 서방세계에 널리 알린 최초의 책자로서 중요한 의미가 있다. 하멜 기념비는 하멜의 업적과 그들이 제주도에 표류한 사실을 기념하고, 한국과 네덜란드 간의 우호 증진에 기여하기 위하여 1980년에 건립되었다(그림 16).



[그림 16] 하멜기념비와 안내판

※ 하멜이 실제 도착한 지역에 대한 논란

얼마전까지 하멜이 제주에 처음 표착한 곳은 용머리 일대로 알려져 있지만, 과거 기록을 살펴보면 차귀도 일대일 가능성이 높다는 의견들이 꾸준히 제시되어 왔다. 그 근거로는 1696년에 제작된 ‘지영록(知瀛錄)’이라는 사료에 ‘서양국인표인기’에서 하멜 일행이 대야수 연변에 표착했다는 내용이 나타난다. 김상헌이 쓴 남사록(1601)에 따르면 ‘대야수포(大也水浦)’는 대정현의 서쪽에서 30리(13.5km) 떨어져 있다고 적고 있는데, 지금의 수월봉과 대정현까지의 거리가 12km 내외인 점을 고려하면 남사록에서 언급한 대야수포는 지금의 고산리 일대일 가능성이 높다. 또한 탐라순력도(1702)의 한라장축(漢拏壯屬)에서 대야수포는 고산의 남쪽해안 부근에 존재한 곳으로 적고 있다. 따라서 하멜이 표착한 곳이 대야수 연변이고 대야수 연변이 대야수포와 동일한 지역이라면 하멜의 표착지는 현재 고산리 한장동에서 신도리 일대일 가능성이 높다고 할 수 있다(제주특별자치도, 2015).

⑥ A-6 항망대(항우치 해변)

항망대는 황우치 해변과 화순항, 박수기정의 아름다운 경관을 조망할 수 있는 곳이며 사람에 따라 ‘항망대’ 또는 ‘항만대’라고도 불린다. 이 단어들은 항만(港灣)을 뜻하는 것으로 6·25전쟁 당시 모슬포 제1훈련소에 군사물자를 이곳에서 실어 날랐다 해서 붙여진 지명이다. 항망대 지점은 경관적 가치가 뛰어난 곳이며, 용머리 해안이 탐방 불가할 경우 해설장소로 활용이 가능하다.

그림 17은 1951년 한국전쟁당시 두 척의 미국 수송선(LST)이 화순해변에 정박해 있는 모습을 찍은 것이다. 이 수송선은 육군 제1훈련소와 인근 미군부대에 물자를 보급하고 장병을 실어 나르던 수송선으로 추정된다. 또한 한국전쟁당시 본토의 피난민들이 대거 화순 해변을 통해 상륙하기도 하였다(사진으로 보는 제주역사 2012).



[그림 17] 황우치에서 바라본 풍경 2017년과 1951년 미국 수송선이 정박한 모습



⑦ A-7 산방연대

연대는 햇불과 연기를 이용하여 정치·군사적으로 급한 소식을 전하던 통신수단을 말하는데, 연대는 주로 구릉이나 해변지역에 설치되었고 봉수대는 산 정상에 설치하여 낮에는 연기로 밤에는 햇불을 피워 신호를 보냈다. 산방 연대는 사계리 산방산 앞 도로변에 인접한 해안의 언덕 위에 자리하고 있으며(그림 18), 이곳은 ‘연디동산’이라고도 불린다. 조선 세종 19년(1437) 왜구의 침입에 대비하여 쌓은 것으로 추정되는데, 1950년 한국전쟁을 거치면서 없어지고, 연대의 주춧돌로 보이는 돌들만이 남아 있다가 최근들어 복원이 이루어졌다. 이 연대에는 대정현 소속의 별장 6명, 봉군 12명이 배치되어 한 달에 5일씩 6교대로 24시간동안 해안선을 지켰다고 하며, 동쪽으로 당포 연대, 서쪽으로 무수 연대와 서로 연락을 주고 받았다(문화재청 홈페이지). 현재 산방연대는 제주특별자치도 기념물 제23-21호로 지정되어 있다.



[그림 18] 산방연대 전경

⑧ A-8 산방산과 용머리의 선후관계

산방산과 용머리는 제주도에서 가장 오래된 화산체들로서 어떤 화산체가 먼저 생성되었는가에 대한 논란이 있었던 곳이다. 최근에는 방사성 동위원소 측정법이 발달함에 따라 두 암석의 절대연령 측정으로 선후 관계가 밝혀져 있지만, A-8 지점에서는 육안 관찰만으로도 산방산과 용머리간의 선후관계를 확인할 수 있는 곳이다(그림 19).

A-8번 지점에서는 구성물질과 형태가 다른 세 종류의 지층을 관찰할 수 있다. 단면의 최하부에는 화산재로 구성되며, 층리가 잘 발달한 용머리 응회환 지층을 볼 수 있다. 그리고 그 상부에 용머리 응회환이 형성된 이후 바람에 날린 모래가 오랜 시간에 걸쳐 그 위에 쌓인 풍성 사구층이 덮고 있는 지층이 나타난다. 그리고 최상부에는 조면암질 암석들이 불규칙하게 섞여 있는 지층이 나타난다. 이 최상부 지층은 산방산 용암돔이 만들어질 때 용암돔이 붕괴하거나 약하게 폭발하며 용암돔의 가장자리에 조면암의 파편이 쌓여서 만들어진 지층으로 용머리 화산체가 만들어진 이후에 산방산 용암돔이 형성되었음을 말해주는 증거라 할 수 있다(그림 19). 또한 산방산 용암돔의 Ar-Ar 전암 연대 분석결과 형성시기가 $802 \pm 5\text{Ka}$ 로 나타나(고기원, 2015) 용머리 응회환이 먼저 만들어지고 산방산 용암돔이 뒤에 형성되었음을 이를 뒷받침하고 있다. 따라서 A-8번 지점은 용머리 응회환과 산방산 용암돔의 층서관계는 물론 두 화산체의 형성과 관련된 여러 지질작용을 잘 보여주는 교육적 가치를 지닌 장소라 할 수 있다.



[그림 19] 산방산과 용머리의 선후관계를 볼 수 있는 지층



⑨ A-9 용머리 전망대

A-9번 지점은 산방산 중턱에서 용머리와 아름다운 인근 해안을 조망할 수 있는 지점이다. 특히 이 지점에서는 용머리가 마치 바다로 들어가는 용의 모습을 한 모습을 볼 수 있다. 그리고 이 지점에서는 신규 산방산-용머리 트레일 A코스 전체를 조망할 수 있을 뿐만 아니라 동쪽으로 화순 박수기정을 볼 수 있고 바다쪽에 형제섬, 송악산을 조망할 수 있다(그림 20).

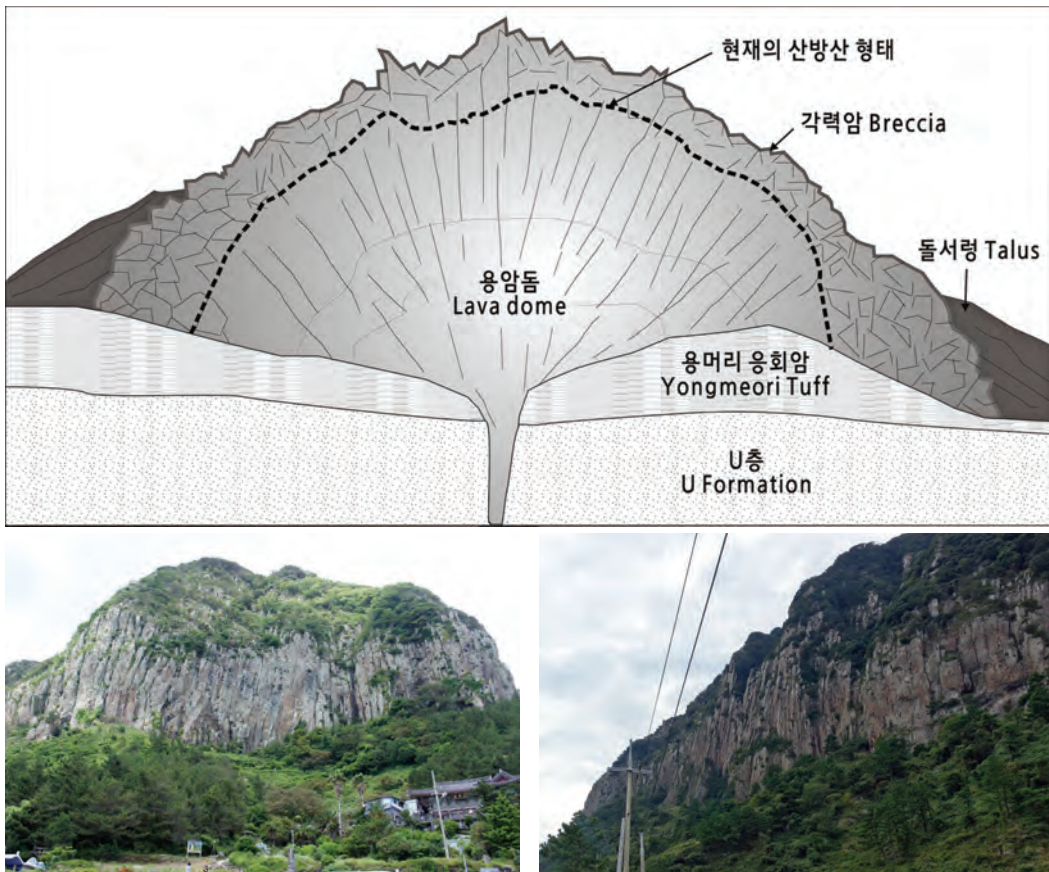
2017년 11월 이전까지 A-9번 지점은 별도로 산방산에서 매표를 하고 탐방이 가능하였으나, 현재는 매표소가 매점 인근으로 이전함에 따라 무료로 방문이 가능하게 되었다.



[그림 20] 용머리 전망대에서 바라본 풍경

⑩ A-10 산방산과 산방굴사

산방산은 약 80만년전 점성이 높은 용암이 밀려올라와 만든 종 모양의 용암돔이다 (그림 21). 산방산은 큰 규모의 주상절리가 잘 발달되어 있는데, 탐방로 상에서 이 주상절리를 쉽게 볼 수 있다. 주상절리는 액체 상태인 뜨거운 용암이 고체 암석으로 굳으면서 부피가 줄어들어 형성되며, 위에서 보면 육각형으로 갈라진 형태가 거북이의 등모양과 비슷해서 거북등절리라 한다. 현무암질 용암에서 주상절리는 약 900℃에서 만들어지는데, 용암이 빨리 식을수록 주상절리 기둥의 굵기는 가늘어지고, 주상절리 표면에 발달한 띠구조의 간격은 좁아진다. 따라서 산방산에 발달한 거대한 주상절리는 점성이 높은 용암이 천천히 식으면서 만들어진 결과로 해석할 수 있다.



[그림 21] 산방산 용암돔의 형성단면과 용암돔의 내부에 발달한 절리



주상절리의 표면에는 풍화에 의해 형성된 작은 구멍들이 많은데 이를 타포니라고 부른다(그림 22). 타포니 구조는 주로 집단적으로 나타나며, 크기는 수 cm에서 수 m에 달하며, 작은 풍화혈들이 군집을 이룬 것을 “벌집풍화”라고 한다. 벌집풍화 구조의 생성원인은 명확하게 밝혀지지 않았지만, 일반적으로 물에 노출되기 쉬운 절리나 균열대, 혹은 약대를 따라 시작되는 풍화에 의하여 생성된다. 특히 바람이나 파도에 의해 암석에 침투된 염분이 결정화됨으로써 풍화혈이 점진적으로 더 커지는 것으로 알려져 있다.

한편, 산방산의 중턱풍화혈이 크게 발달한 해발 약 130m 지점에는 산방굴사가 위치하고 있는데, 굴이 방(房)처럼 생겼다 하여 산속에 방이 있는 산 곧, 산방산(山房山)이라 부른다. 산방굴사는 자연적으로 풍화혈이 확장되었다는 주장과 큰 규모의 풍화혈에 인위적인 굴착을 통해 크기가 커졌다는 해석들이 있다. 그리고 산방굴사 안에는 불상을 안치해 놓았고, 천장에서 떨어지는 물방울은 건강에 효험이 있는 약수로 마시기도 한다. 또한 산방굴사에서 용머리해안, 형제섬, 가파도를 바라보는 풍경은 그 경치가 뛰어나 영주십경 중의 한 곳으로 꼽힌다(그림 22).



[그림 22] 산방산 주상절리에 포함된 타포니 구조와 산방굴사 전경

4.3. B코스 (해안경관 탐방로)

B코스는 용머리 주차장에서 출발하여 설굼바당길, 사계 용암언덕과 사계어촌체험관, 용천수, 발담, 큰물을 지나 용머리 주차장으로 되돌아오는 코스이다(그림 23). B코스의 총 길이는 약 2.5km이며, 소요시간은 약 1시간 정도이다.

B코스는 한라산과 용머리, 산방산을 배경으로 해변을 걸으며 아름다운 경관을 볼 수 있을 뿐만 아니라, 제주도 돌담과 용천수를 보면서 가볍게 걸을 수 있는 평탄한 코스이다.



[그림 23] 아름다운 해변과 발담을 걸을 수 있는 B코스 탐방로



① B-1 용머리 주차장 및 탐방안내소

B-1지점 용머리 주차장과 탐방안내소는 B코스의 출발지이자 도착지이다.

② B-2 설콤투모래길

설콤투모래길은 주민들이 바다에서 해산물 채취하여 운반하는 통로로 이용되고 있는 길이다. 설콤투 명칭의 유래는 이 일대 해안에 눈이 쌓여도 불어오는 바람 때문에 구멍이 생기는데, 눈 속에 생긴 구멍이란 의미로 ‘설혈’이라 했으며 이후 ‘설콤투’이라 변형되었다고 한다. 그리고 바다를 뜻하는 ‘바당’이라는 말이 설콤투와 합쳐져 ‘설콤투바당’이라는 말로 사용된 것으로 추정된다(제주시 외, 2015).

설콤투모래길은 한라산을 배경으로 산방산과 용머리 해안의 아름다운 경관을 볼 수 있을 뿐만 아니라 용머리 화산재 지층과 주변 암석들이 풍화되어 해안에 쌓인 지층들을 관찰할 수 있다(그림 24). 이 지층은 지질도상에 최근에 형성된 사구층으로 기재되어 있다. 이번 조사에서 현생 사구층을 제외하고 수평층리 또는 기울어진 층리가 잘 발달한 사암층과 검은색 현무암편들이 초코칩에 쿠키처럼 박혀있는 역암층이 나타났다(그림 25). 역암층에 포함된 검은색 현무암 알갱이는 대부분 둥근 모서리를 보이며 불규칙하게 흩어져 있고 크기도 왕모래부터 잔자갈까지 다양하게 나타난다(그림 25). 이와같은 특징은 각지고 날카로운 모서리를 지닌 용머리 화산재 지층과 구별되는 특징이다. 설콤투모래길에 분포하는 사암층과 역암층은 용머리 응회환(화산재 지층)이 파도에 깎여나가 운반되는 동안 크기가 작아지고 모서리가 둥글게 마모되 화산재 입자들과 함께 해안가에 쌓여 지층을 형성하게 된 것이다. 따라서 설콤투모래길에서는 수성화산활동에 의해 형성된 용머리 화산재 지층과 파도에 깎여나가고 다시 쌓인 지층을 비교 관찰할 수 있는 교육적 장소라 할 수 있다.



[그림 24] 경관이 뛰어난 설굼바당길 전경과 수평층리가 발달한 사암층



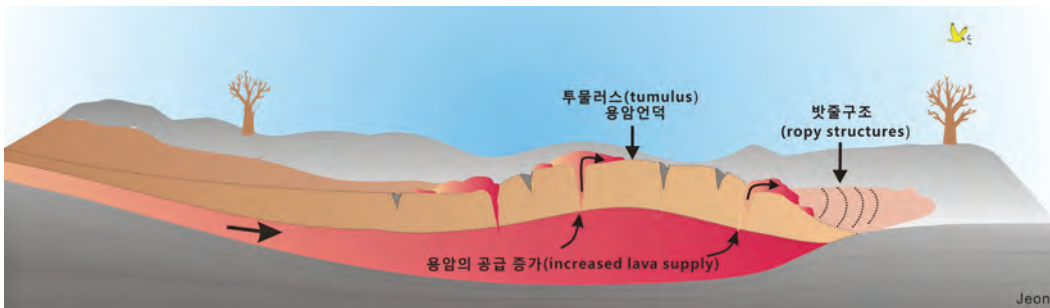
[그림 25] 모서리가 둥근 형태의 검은색 현무암 알갱이가 포함된 역암층



③ B-3 사계포구 용암언덕

B-3번 지점은 설굼바당 모래길 끝지점에 형성된 낮은 언덕모양의 지형이다. 언덕 지형은 용암이 흐르는 동안 앞부분이 먼저 굳어져 잘 흐르지 못하게 되면 계속되는 용암 공급에 의해 중간부분이 부풀어 올라 만들어진 구조로서 언덕모양의 지형으로서 ‘투물러스(tumulus)’라고 불린다(그림 26, 27). 제주도의 동쪽과 서쪽 해안에는 이런 용암 언덕 구조들이 많이 발달되어 있는데, 주로 점성이 낮은 파호이호이 용암이 흐르면서 만들어진 구조들이다.

사계포구 용암언덕 일대에는 둥근 형태의 아래로 오목한 지형들도 발달되어 있다(그림 27). 이 오목한 지형은 투물러스가 만들어질 때 부풀어 올랐던 용암이 증가된 압력에 의해 다시 배수되어 빠져나가면 부풀어 올랐던 중간부분이 내려앉으면서 아래로 오목한 지형을 만들게 된 것이다(그림 26). 이 오목한 웅덩이 모양의 지형은 작은 물고기들의 은신처로 이용되고 있으며, 경관적 가치가 높다. 이 용암의 표면에는 주상절리가 잘 발달해 있으며, 주상절리 하나의 장축은 최대 1.5m에 이른다.



[그림 26] 용암언덕(투물러스)의 형성과정 모식도



[그림 27] 설굼바당 해안의 용암언덕 지형(좌), 용암이 부풀러 올랐다가 배수되면서 생긴 원형의 함몰구조(우). 용암의 표면에 육각형의 절리가 발달

④ B-4 사계어촌체험관

사계포구를 지나 해안을 따라 걷다보면 부두 끝에 사계어촌체험관이 위치해 있다. 사계어촌체험관에는 간단한 해산물을 먹을 수 있는 식당이 마련되어 있고, 해녀복을 입고 제주 바다를 체험해 보는 프로그램도 마련되어 있다(그림 28). 탐방객들은 해녀복을 입고, 망사리와 테왁을 두르고 바다로 들어가 보는 해녀체험 경험은 일반 스킨스쿠버와는 다른 제주 해녀문화를 몸소 체험하는 재미가 될 수 있을 것이다. 그러나 해양 체험활동은 여름철에만 이용이 가능하다.

그리고 어촌체험관 외부에는 1991년 4월 제주도를 방문한 당시 소련 고르바초프 대통령의 영부인이 사계리 어촌계를 방문하여 해녀들을 만나 해녀들이 직접 채취한 해산물을 시식하는 모습이 형상화 되어 있다(그림 28).



[그림 28] 사계어촌체험마을의 모습과 고르바초프 영부인 방문 기념 조형물



⑤ B-5 용천수와 밭담 (농업용수)

B-5번 지점은 사계어촌체험관 앞 도로에서 마을로 접어드는 구간에 위치해 있으며 용천수와 돌담을 볼 수 있는 곳이다(그림 29). 이곳 용천수는 주변 용천수가 관로를 타고 이곳으로 모인 것으로 수량이 많아 농업용수로 사용중에 있다. 과거 제주도의 밭농사를 위해 대부분이 용천수를 사용하였으나, 1970년대 이후부터 지하수 관정이 보급됨에 따라 용천수를 이용하여 농사를 짓는 곳이 거의 사라져 가는 추세이다. 따라서 이곳은 오래전 방식처럼 용천수를 사용하여 농사를 짓는 것을 볼 수 있는 드문 장소이다.

한편 용천수 집수원 맞은편 밭에는 제주도 여느 지역과 달리 평탄한 대지위에 회색을 띠는 암석과 구멍이 송송 뚫린 두 종류의 암석으로 구성된 독특한 돌담을 볼 수 있다(그림 29). 지질학적으로 이 지역은 용머리와 단산, 송악산 일대에서 내려온 화산재로 덮여 있어 지형적으로 평탄하며, 용암 덩어리를 쉽게 볼 수 없는 곳이다. 따라서 돌담을 만들기 위해서는 어디에선가 돌을 구해와야 하는데 그곳이 바로 산방산과 인근 설굼바당 이었던 것으로 추정된다. 구멍이 없고 회색을 띠는 암석은 산방산에서 흘러내린 조면암을 이용한 것으로 추정된다. 그리고 구멍이 많은 검은색 현무암은 인근 설굼 바당 근처에서 운반해온 암석들로 추정된다. 다른 지역에서는 지표에 매우 흔한 현무암 덩어리가 이곳 사계리에서는 산방산과 설굼바당에서 가져와야 될 정도로 귀하게 대접받았던 것으로 추정된다.

그리고 이 일대는 전체적으로 완만한 대지의 형태를 보이도 있는데, 이는 인근 용머리, 단산, 송악산 등지에서 날아온 화산재가 쌓이고 풍화작용에 의해 이동 되면서 완만하고 넓은 대지를 만든 것으로 추정된다.



[그림 29] 용천수 전경과 조면암으로 이루어진 독특한 밭담

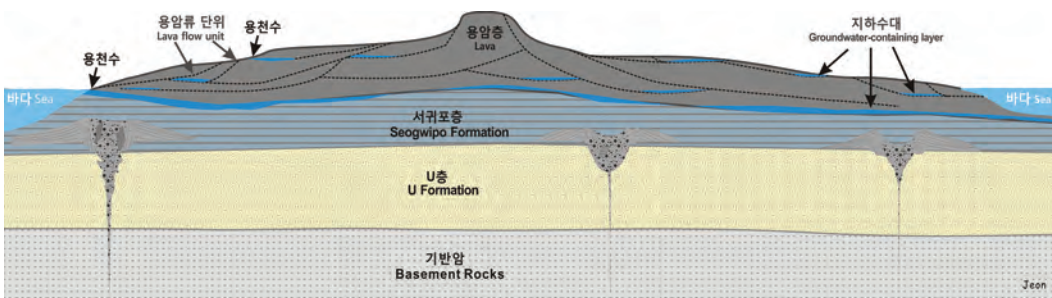
⑥ B-6 용천수 큰물

제주도 지표는 대부분 투수성이 좋은 용암으로 구성되어 지표의 물이 지하로 쉽게 스며드는 특징이 있다. 그 결과 지표에서 물을 구하기 어려웠고 용천수가 솟아나는 지점을 중심으로 마을들이 생겨나게 되었다. B-5번 지점에서 용천수가 지하에서 샘솟는 지점을 볼 수 있는데, 주민들은 이 용천수를 큰물이라 불렀다(그림 30). 오래전부터 이곳 큰물은 마을의 중요한 공동 자산으로 물을 효율적으로 나눠 쓰기 위해, 물이 고여 있는 구간중 상류는 식수로, 그 아래에선 채소류를 씻고, 하류에서 몸을 씻는 용도로 사용했다고 한다.

지질학적으로 제주도 용천수는 용암층 하부에 위치한 서귀포층(불투수층)으로 인해서 더 이상 지하로 스며들지 못하고 지표로 용출된다고 알려져 왔다. 그러나 최근 연구에 따르면 제주도 용암층 사이에 협재된 토양층이 지하수의 흐름을 제어하면서 제주도 곳곳에 용천수가 형성된다는 ‘너와모델’을 발표되었다(안웅산 외, 2017). 이 모델은 중산간 지역에서 용천수가 형성되는 원인을 설명해 주는 새로운 이론으로 알려지고 있다(그림 31).



[그림 30] 사계리 용천수 큰물 전경



[그림 31] 제주도 용천수 형성과정(전용문, 2017). 지하에 불투수층 역할을 하는 서귀포층과 용암 사이에 협재된 고토양층으로 인해 용천수가 흘러나오는 모식도.

4.4. C코스 (지질중심 코스)

C코스는 용머리 해안에서 황우지 해변, 소금막용암, 서근다리 등을 거쳐 화순 금모래 해변으로 이어지는 코스로 용암과 주상절리, 수성화산체, 꽃자왈, 용천수 등 다양한 지질학적 요소들이 포함되어 있다.

C코스의 총 길이는 약 5.7km이며, 탐방에는 약 2시간이 소요되어 특히 지질학에 관심이 많은 탐방객들이 선호할 수 있는 코스라 할 수 있다(그림 32). 그리고 지질공원 해설사와 동행할 경우 교육적 목적이 보다 높아질 수 있을 것이다.



[그림 32] 지질경관을 볼 수 있는 C 탐방코스



이 모래층은 완전히 고화된 상태로 암석화 되어 있으며, 대부분이 검은색 현무암편들이 다량 포함된 특징으로 미루어 용머리 화산재 지층의 일부가 침식되어 얇은 바닷가에 서 쌓인 것으로 추정된다. 그리고 용머리 동쪽 해안 설کم바당에 분포하는 사암과 역암층에 비해 원마도가 양호한 현무암편이 많이 포함된 특징은 이곳 황우지 해변에 분포하는 사암과 역암층이 동쪽에 비해 수심이 깊었거나 지형적인 차이로 인한 결과로 추정된다. 따라서 설کم바당과 황우지 해변에 분포하는 사암과 역암층은 모두 용머리 응회환에서 기원되었으나 지형의 차이, 수심 및 연안류의 흐름 등의 차이로 인해 각각 입자 크기가 다른 퇴적물들이 쌓이게 된 것으로 추정된다.

그리고 이와같은 지층은 송안산 일대 사계리, 하모리 등지에 분포하는 하모리층에 비해 성물질의 입자 크기가 크고 층리의 발달이 상대적으로 뚜렷하지 않아 퇴적환경과 퇴적시기가 달라 별도의 지층으로 명명할 필요성도 있는 것으로 생각된다(그림 34).



[그림 34] 황우지 해변 전경과 하부 사암층의 내부 단면



한편, 황우치 해변 상부에 위치한 미고결 사구층은 약 10m 두께이며, 단면상에서 수 cm에서 수십cm 두께의 수평층리와 사층리가 발달하고 있다(그림 35). 이 지층은 대부분 분급이 양호한 세립에서 중립질 크기의 모래로 구성되어 있어 있으며, 깨진 형태의 조 개편이 포함되기도 한다. 이 상부 지층은 비교적 최근에 파도의 영향을 받는 해안가 주변에서 파도와 바람에 의해 퇴적된 지층으로 추정된다. 따라서 황우치 해변은 현생 파도와 바람에 의해 쌓이는 모래지층을 볼 수 있을 뿐만 아니라 용머리 해안에서 파도에 침식되고 퇴적된 지층들을 함께 비교하면서 관찰할 수 있어 지질학적으로 중요한 지층으로 활용이 가능할 것이다.



[그림 35] 황우치 해변 전경과 모래사구 단면



③ C-03 소금막 용암(병악현무암)

C-3 지역은 황우지 해변 중간지점에 두꺼운 용암이 나타나는 구간으로, 소금막 명칭의 유래는 주민들이 바닷물을 증발시켜 소금을 만들기 위해 움막을 지어 생활했다고 해서 소금막이라 불려왔다고 전해진다.

제주도의 대표적 염전은 제주도 서쪽에 위치한 구엄리 돌염전을 들 수 있는데, 구엄리 염전은 해수면보다 높게 위치한 용암의 표면위에 발달한 육각형 절리 내부에 바닷물을 가두어 증발시켜 소금을 생산하였다. 이곳 소금막의 경우도 구엄리와 유사하게 용암이 해안보다 약간 높은 위치에 위치해 있고, 용암의 표면에 육각형의 절리가 발달되어 있어 염전으로 사용하기에 적합한 환경이었기 때문으로 풀이된다(그림 36).



[그림 36] 소금막 전경과 육각형 주상절리



소금막 일대는 ‘병악오름현무암질조면안산암’이 분포하는 것으로 조사되어 있다(그림 33). 이 암석은 병악오름에서 기원하여 화순곶자왈을 지나 약 9km 떨어진 소금막 까지 이어지고 있으며, 2015년 조사결과 약 5천년전 분출한 것으로 발표되었다(이진영 외, 2014; 안웅산 외, 2016). 병악오름 용암류는 제주도에서 가장 젊은 용암류로 제주도에 사람들이 살았을 당시에 분출했다는 점에서 제주도가 활동적인 활화산 지대임을 보여주는 사례라 할 수 있다.

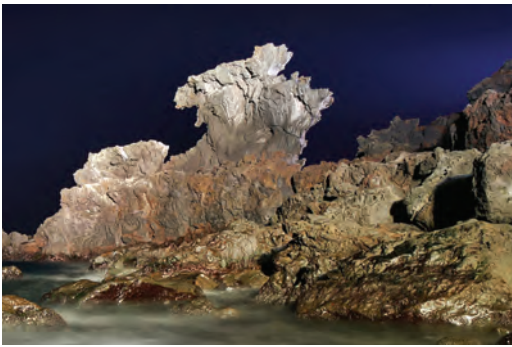
소금막일대에서 관찰되는 병악오름 용암류 최대 20m 두께를 보이며 지점에 따라 두께가 수m 로 감소하여 큰 두께 차이를 보여준다. 이 용암류의 상부에는 특징적으로 붉은색의 클링커(clinker)층이 존재하고 있으며, 내부에는 주상절리가 잘 발달되어 있다. 상부 클링커층은 두께가 최대 4-5m에 이르며 울퉁불퉁하게 솟아있는 지형을 만들고 있다(그림 37).



[그림 37] 용암 상부와 클링커간의 불규칙한 경계면이 발달한 소금막 일대. 아아용암의 클링커가 파도의 침식되어 풍화에 강한 용암만 돌출된 형태로 남게 되었다.



클링커층의 발달 형태는 용두암, 섬지코지, 보목리, 쇠소깍 해안 등과 유사한 외형을 보이는데(그림 38), 이는 점성이 아아용암이 흐르면서 내부 용암이 상부 클링커층을 감싸는 모양으로 솟구친 형태로 존재하다가 굳어지고, 이후 파도에 침식되면서 상대적으로 풍화에 약한 클링커 층이 먼저 침식되어 단단한 용암만 남으면서 형성된 것으로 추정된다. 이와같이 독특한 모양으로 솟아있는 용암지대의 형성과정에 대해서는 이번 연구를 통해 그 성인을 제시하고 있다.



[그림 38] 용두암과 쇠소깍 해안에 돌출된 형태로 서있는 독특한 용암

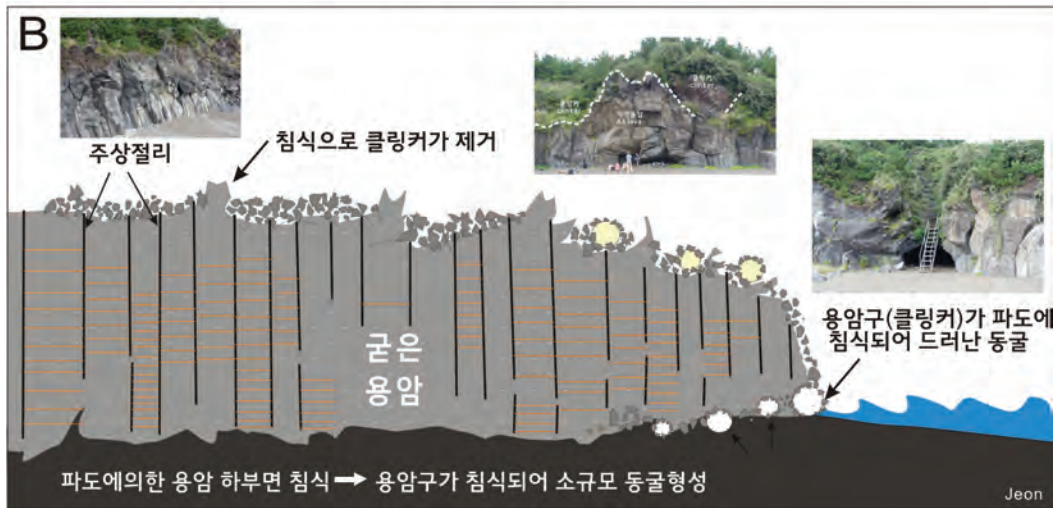
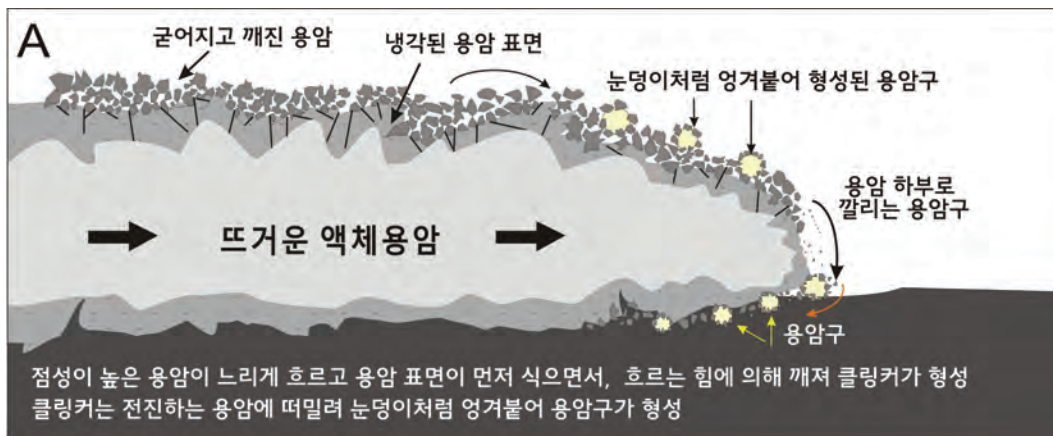
④ C-4 소금막 파식동굴

C-4번 지점은 병악현무암의 하부에 발달한 클링커(clinker)층이 파도에 침식되어 만들어진 동굴을 볼 수 있다. 동굴의 연장 길이는 10m 미만이며, 안으로 들어갈수록 좁아지는 반원형 모양을 보인다(그림 39). 이 동굴은 점성이 낮은 용암이 지속적으로 흐르면서 만들어진 만장굴과 같은 용암동굴과는 다른 종류의 동굴이다. 소금막 동굴은 점성이 높은 용암의 하부에 형성된 용암구 또는 클링커층이 파도에 제거되면서 만들어진 공동의 일종으로 생각되며, 제주도에서는 흔히 켜라고 부른다.

병악현무암의 하부에 클링커와 소규모 동굴(켜)이 동시에 존재하는 원인은 점성이 높은 용암은 느리게 흐르면서 용암의 표면은 빨리 굳어지고 내부는 여전히 뜨거운 상태로 흐르기 때문에 굳어지는 용암의 표면이 잡아당겨 깨지는 자파쇄각력화(auto-brecciation) 작용을 받아 상부에 클링커가 형성된다. 그리고 이 상부 클링커는 불도저의 바퀴처럼 전진하면서 용암의 바닥으로 밀려들어 용암의 바닥에 클링커가 존재하게 된 것이다. 그리고 이 과정에서 용암의 표면에 있던 클링커는 전진하는 용암의 힘에 의해 눈덩이처럼 서로 엉겨붙어 둥근형태의 공모양을 만드는데 이것이 용암구(lava ball)이다. 용암구는 점성이 높은 아아용암의 상부와 하부에 흔히 나타나는데, 이 용암구의 내부는 비어 있는 경우가 대부분이다. 따라서 용암 하부에 나타나는 소규모 켜는 아아용암의 하부에 용암구가 존재하였다가 파도의 침식에 의해 깎여나가고 빈 공간만 남게 된 것이다(그림 40). 따라서 만장굴이나 김녕굴이 만들어지는 원리와 소금막의 소규모 공동은 그 형성원인이 서로 다르다고 할 수 있으며 지질 교육장으로 활용하기에 가치가 충분히 있다.



[그림 39] 소금막 파식동굴 전경과 동굴 내부 천정에 발달한 클링커 파편들



[그림 40] 주상절리 하부에 공동이 만들어지는 과정

⑤ C-5 제주식 무덤, 산담

C-5번 지점은 소금막 상부 탐방로에 위치하며 제주식 무덤과 산담을 볼 수 있다(그림 41). 제주 사람들이 오랜 세월동안 자연에 적응하며 만들어낸 모습 중에는 돌을 이용한 것이 많은데, 그 중 돌담은 아름다운 경관을 자아내며 제주의 대표적 문화유산으로 손꼽힌다. 제주의 돌담은 울담, 잣담, 산담, 원담 등 쌓여진 위치와 역할에 따라 그 이름도 다양한데, 밭을 둘러싸고 있는 것을 밭담이라 부른다. 사람들은 돌담을 쌓으면서 밭의 경계를 나누고, 바람을 막고, 소나 말이 넘어오는 것을 막았다. 구멍이 숭숭 뚫린 돌담의 틈 사이로 바람이 드나들어 강한 태풍에도 쓰러지는 일이 거의 없을 정도로 굳건히 자리를 지키며 제구실을 해냈다(제주시 외 2015).



[그림 41] 제주식 산담



⑥ C-6 아아용암과 주상절리

C-6번은 병악현무암의 단면을 볼 수 있는 지점이다. 이 점에서는 암회색의 용암과 그 상부에 붉은색의 클링커가 발달한 모습을 볼 수 있고 직접 손으로 두 종류의 암석을 만지고 비교해 볼 수 있다. 이 용암은 점성이 높은 아아용암의 전형적인 모습을 보여주고 있으며 용암과 상부 클링커와의 불규칙하고 울퉁불퉁한 경계면을 관찰할 수 있다. 그리고 용암의 내부에는 수직의 주상절리가 잘 발달되어 있는데, 이 주상절리는 보는 방향에 따라 사람이나 다양한 동물의 모양을 보이는 경우들이 있어 탐방하면서 잠시 쉬어하기에 적당한 지점이다(그림 42).



[그림 42] 주상절리가 잘 발달한 아아용암과 상부에 분포하는 클링커



⑦ C-7 사근다리 응회암

사근다리 응회암은 기존 지질도상에 단산응회암 분포지역으로 기재된 지역이다(그림 43). 지질도상에 단산응회암의 분포지는 단산 뿐만 아니라 용머리와 사근다리가 해당 되는데 단산에서 분출한 화산재가 날아와 쌓였다는 개념이 아니라 제주도가 형성될 초기에 제주도 남쪽지역에 수성화산활동에 의해 쌓인 응회암 분포지를 총칭하여 불렀던 명칭이다. 따라서 실제 각 세 지역의 화산체는 형성시기와 구성성분이 각각 다르며, 분화구의 위치도 각각 다른 독립된 화산체 들이라 할 수 있다.

사근다리 화산체의 단면을 보면 주로 모래크기의 화산재들로 구성되어 있으며, 일부 수~수십cm 크기의 현무암질 암편들이 포함되어 있다. 지층은 측방으로 층리 또는 물결 모양의 사층리 구조가 발달되어 있다. 현무암편의 함량이 낮고 측방으로 사층리 등이 발달한 특징은 화쇄난류에 의해 운반 퇴적되었음을 지시하며 분화구 약간 이격된 지점에 쌓인 지층으로 해석된다. 그리고 지층의 경사각이 대체로 수평 또는 저각도를 이루는 것으로 미루어 고기 응회환의 일부가 해안가에 남아있는 것으로 추정할 수 있다.

현재까지 사근다리 화산체는 현재 이름조차 없는 응회환의 일부로 분화구가 어디인지, 어떻게 형성되었는지 조사된 바가 없다. 그러나 이번 조사를 통해 사근다리 응회암은 응회환의 일종이며, 암석의 굳어진 정도와 산출위치, 지층의 경사각과 구성물질의 종류, 남겨진 부분 등을 고려해 볼 때 제주도 형성 초기 단계에 수성화산이 활발하게 발생할 당시 용머리와 단산, 당산봉과 유사한 시기에 만들어진 화산체중의 하나였을 것으로 추정된다.

현재 사근다리 일대는 항만공사로 인해 일반인의 출입이 통제된 상태이다. 그러나 내년 상반기 항만공사가 완료되면 화순항으로 이어지는 도로가 개설될 예정으로 있어 앞으로 접근성이 좋고 교육적 가치가 높은 지질트레일 코스의 명소로 활용이 가능할 것으로 판단된다.



[그림 43] 응회암으로 구성된 사근다리 전경, 화쇄난류에 의해 퇴적되어 거대 연흔 사층리 등이 관찰된다.



⑧ C-8 화순용천수(체험가능)

C-8 화순용천수는 제주도내 강정, 애월, 삼양 용천수와 더불어 큰 규모의 용천수로 알려진 곳이다. 특히 화순용천수는 수량이 매우 풍부하며 연중 마르지 않으며 현재까지 유일하게 식용이 가능한 용천수로 알려져 있다. 또한 이곳에는 용천수 족욕체험이 가능한데, 동시에 30여명이 무료로 족욕을 할 수 있어 트레일 중간에 잠시 경치를 즐기며 쉬기에 적절한 지점이다(그림 44).

이 지점에 용천수가 분포하는 이유는 이 지역 지표에 분포하는 병악현무암의 하부에 투수성이 좋지 않은 사근다리 응회암이 분포하기 때문으로 추정된다. 일단 비가 내려 지표에서 스며든 물은 투수성이 양호한 용암층을 통과한 이후 그 하부에 위치한 사근다리 응회암과 같은 불투수성 지층을 만나 더 이상 지하로 스며들지 못하고 용천수로 흘러나오는 것으로 추정된다.



[그림 44] 화순용천수 전경



⑨ C-9 금모래 해변

금모래 해변 일대에는 1965년경 실제 금을 채취하는 사업이 진행되었으나 금 채취량이 적어 경제적 가치가 낮아 사업이 중지되었다는 이야기가 오래전부터 전해오고 있다. 그러나 지질학적 측면에서 볼 때 제주도는 육지에 비해 최근에 형성된 화산섬이므로 지표나 지하에 금이 존재할 가능성은 매우 적다. 따라서 실제로 금을 채취하는 사업이 진행되었다는 점에서 매우 의아하다고 할 수 있다.

금모래 해변을 이루는 모래를 자세히 관찰해보면 갈색의 화산재 알갱이와 검은색의 현무암 알갱이와 그리고 흰색의 조개껍질 파편 등이 섞여있는 모습을 볼 수 있다(그림 45). 모래의 대부분을 차지하는 갈색의 알갱이는 인근 용머리와 사근다리 응회암을 이루던 화산재가 파도에 깎여 퇴적된 것으로 금 성분과는 무관하며 색깔만 일부 유사한 특징을 보인다. 그리고 모래에 포함된 검은색 현무암편은 병악현무암 및 주변 용암에서 파쇄된 후 파도를 따라 운반 퇴적된 것으로 생각된다. 그리고 조개 파편은 최근 해안주변에 산재한 조개들이 운반과정에서 서로 부딪혀 깨지면서 작은 조각으로 남겨진 것으로 추정된다. 따라서 금모래 해변 일대는 소문으로 알려진 바와 같이 금이 분포하고 있는 않지만 제주도 해안에 분포하는 화산기원의 모래들을 관찰할 수 있는 대표적인 교육장소라 할 수 있다.



[그림 45] 금모래 해변 전경과 해변 모래의 근접사진



⑩ C-10 화순 하강물(빨래터)

화순 하강물은 오래전부터 화순리 주민들이 용천수를 이용한 시설로 사용되어 온 시설이다. 현재 하강물은 3칸으로 구분되며, 첫 번째는 음용수, 두 번째는 세척, 세 번째는 빨래터로 사용되고 있다(그림 46). 그리고 지금의 시멘트 구조는 과거 화순리 일대에 제1훈련소 주둔당시 시멘트를 지원받아 만들어졌고, 공덕비가 지금도 남아 있다.



[그림 46] 하강물 전경. 구역이 나뉜 모습을 볼 수 있다.



⑪ C-11 주شم길 꽃자왈

제주도 곳곳에는 나무와 덩굴이 뻘뻘하게 우거지고 크고 작은 암괴들이 불규칙하게 흩어져 있어 사람이 출입하기 어려운 지역이 많다. 돌이 많고 빈약한 토양으로 인해 농사를 지을 수 없어 과거 버려진 땅으로 여겨졌으며, 제주사람들은 이를 ‘꽃자왈’이라 불렀다. 지질학적으로 꽃자왈은 화산 분출시 화구(오름)로 부터 흘러나와 굳어진 용암의 크고 작은 암괴가 요철지형을 이루며, 토양발달이 빈약한 곳으로 정의된다(송시태, 2000; 전용문 외, 2014).

주شم길은 해안에서 일어나는 일을 빨리 보고 하기 위해 가는 길이라는 옛 말에서 유래되었다. 이 지역은 해안주변 저지대에 비해 볼록하게 솟은 지형을 보이며, 볼록한 용암의 상부지표를 따라 길이 만들어져 있다(그림 47). 이 일대의 용암은 치밀하고 기공함량이 적은 용암으로 구성되어 있으며, 용암의 상부에는 불규칙한 암괴들이 분포하고 있다. 탐방로에는 암괴들을 양쪽 가장자리로 치워 평탄하지만 원지형은 불규칙한 것으로 추정된다. 이 용암은 상류의 해발 492m 병악현무암과 연장되는 것으로 추정되며, 평균 1.5km의 폭으로 산방산 근처의 해안지역까지 이어지는 전형적인 아아용암지대이다.

산방산-용머리 지질트레일 코스의 대부분은 해안지역을 따라 걸으며 용암류와 수성화산체를 조망하는 것이 대부분인데 주شم길은 꽃자왈이라는 제주도의 보존가치가 높은 자원을 직접 볼 수 있다는 점에서 교육적 가치가 높다.



[그림 47] 주شم길 꽃자왈 탐방로 전경과 아아용암의 상부에 발달한 클링커

제5장 용머리해안 탐방객 설문조사 결과

산방산-용머리 해안 지질공원 탐방로의 필요성과 현재 탐방객의 만족도 등을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 10월 17일부터 31일까지 총 146명을 대상으로 실시하였다.

설문지는 총 15개 문항으로 구성되어 있고, 탐방객 기본정보 및 탐방 만족도, 문제점, 신규 탐방로 개설의 필요성 등에 대해 질문하였다(그림 48).

응답자의 기본정보는, 거주지의 경우 도외가 89%로 도내에 비해 월등히 높았으며, 연령은 50대가 34%로 가장 높았고, 그 다음으로 60대 21%, 40대 17% 순으로 나타났다. 용머리 탐방에 동행인은 부모·형제·배우자가 41%로 가장 높았고, 친구가 30%로 나타나 가족과 친구단위 탐방객이 높은 비율을 보이는 것으로 조사되었다.

제주도 용머리 지질공원 탐방객 의견조사

지질공원은 지역의 아름다운 자연과 역사·문화를 발굴하여 탐방객에게 즐거움을 주고 지역 경제를 발전시키고자 만들어진 유네스코 프로그램입니다.
본 설문은 용머리 해안 지질공원을 방문한 탐방객의 느낀점을 조사하여 용머리 탐방객들의 만족도를 높이기 위한 자료로 사용될 예정입니다.
응답의 내용에는 맞고 틀림이 없고, 응답내용은 오직 학술적인 통계에만 이용될 것이오니, 질문의 내용에 충실히 응답해주시길 것을 부탁드립니다.

☐ 조사기관 : 제주특별자치도 세계유산본부 한라산연구부 생물권지질공원 연구과
☐ 조 사 자 : 전용문 박사 (064-710-8027) ymjcs74@korea.kr

8. 용머리 해안이 제주도 지질공원 대표명소로 지정된 사실을 알고 계셨나요?
① 알고 있다 ② 모르고 있다

9. 용머리 해안을 둘러본 후 전체적인 만족도는?
① 매우만족 ② 대체로 만족 ③ 보통 ④ 대체로 미흡 ⑤ 크게 미흡

9-1. 미흡 또는 불만으로 응답한 경우 구체적으로 어떤 부분에 대한 문제인지 적어주시면 감사하겠습니다. (문제점 :)

10. 용머리 해안에 무료로 활동하는 매설사가 있다는 것을 알고 계셨나요?
① 알고 있다 ② 모르고 있다

11. 용머리 해안이 보다 활성화되기 위해 개선해야 할 사항은 무엇입니까?
① 탐방로 추가 ② 안내판 추가 ③ 해설활동 강화 ④ 홍보강화
⑤ 주변 시설물 정비(놀이기구 등) ⑥ 교통편의 정비 ⑦ 기타()

12. 용머리 해안 탐방로 이외에 인근의 산방산, 단산, 화순리 등을 연결한 지질공원 걷기 코스가 있다면 방문해보실 의향이 있으신가요?
① 방문한다 ② 방문하지 않는다 ③ 기타 ()

13. 용머리 해안 탐방로 이외에 주변 명소들을 연계한 지질공원 걷기 코스를 만든다면 소요시간이 어느 정도면 적당하다고 생각하십니까?
① 1시간 이내 ② 1시간~2시 ③ 2시간~3시간 ④ 4시간 이상 ⑤ 기타 ()

14. 다음 중 용머리 해안 주변에 분포하는 여러 명소중 방문해 보고 싶은 곳 한 곳을 골라주세요?
① 안방산 ② 단산(대정향교) ③ 금도래해변 ④ 하모리죽 사람발자국 일대
⑤ 형제섬 해안 산책로(사계해변) ⑥ 덕수리 불미마을 ⑦ 기타()

15. 다른 지질명소 중에 지질공원 걷기행사를 진행한다면 어떤 지역이 가장 적당하다고 생각하십니까? 한곳만 골라주세요.
① 성산일출봉 일원 ② 수혈봉 일원 ③ 천지연-식귀포층 일원
④ 중문 주상절리대 일원 ⑤ 우도 ⑥ 비양도 ⑦ 동백동산 ⑧ 기타()

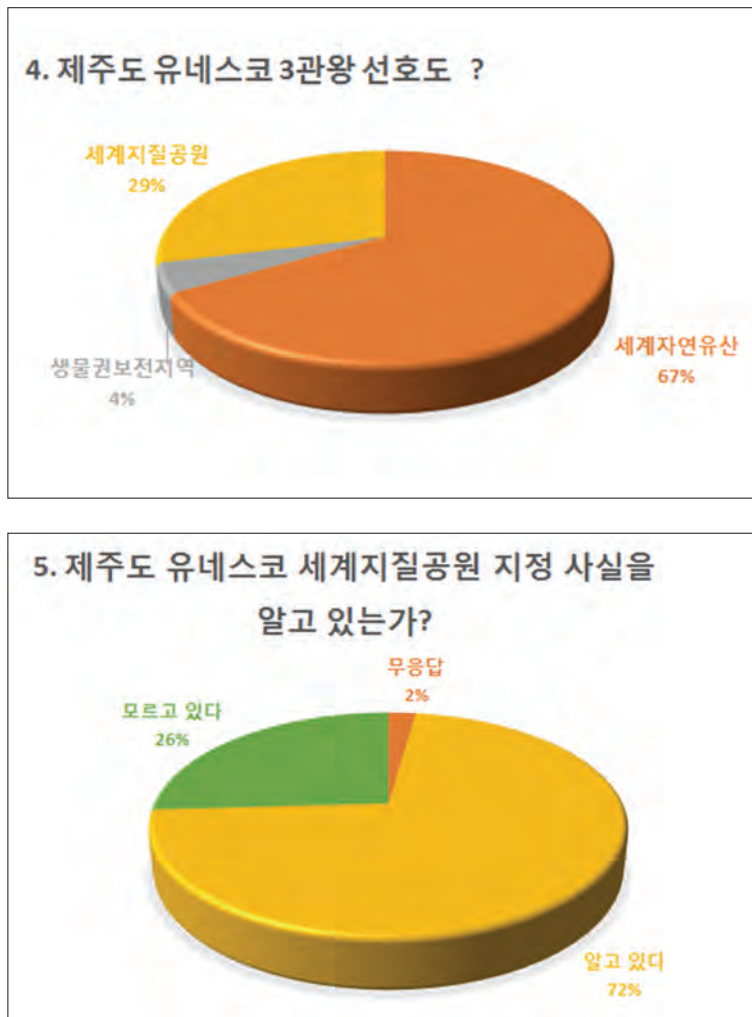
[그림 48] 산방산-용머리 탐방객 설문조사서



5.1. 제주도 지질공원 인지도 조사 결과

설문조사에서 기본적인 사항을 제외한 주요 질문 중 첫 번째는 제주도 유네스코 3관왕 중에서 선호도가 높은 브랜드를 조사하였다. 조사결과 세계자연유산 67%, 지질공원 29%, 생물권보존지역 4%로 나타났다(그림 49).

그리고 제주도가 유네스코 세계지질공원으로 지정된 사실을 알고 있는가 하는 질문에 72%가 알고 있다고 응답하였다.

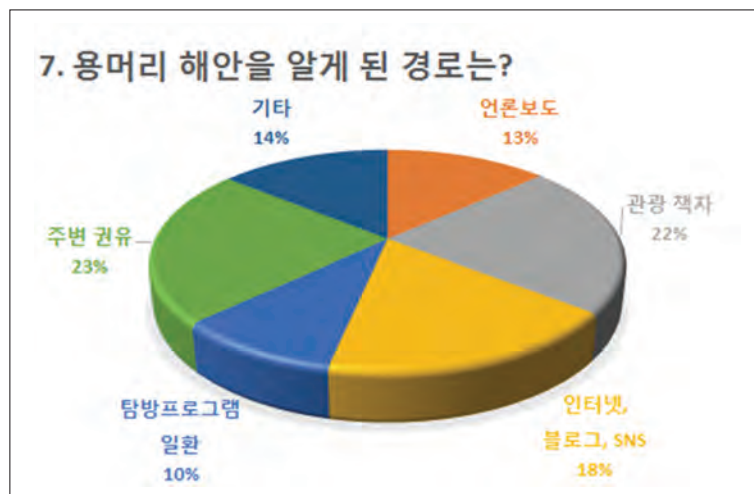
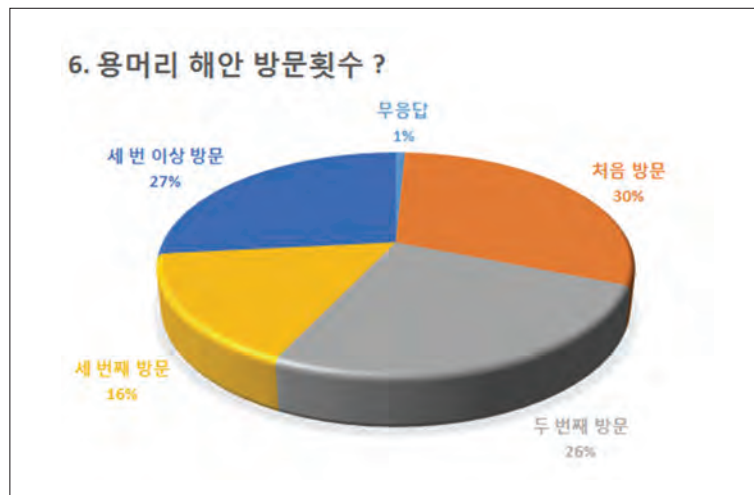


[그림 49] 유네스코 브랜드 선호도 및 지질공원 인지도 조사결과



다음으로 용머리 해안을 방문한 횟수에 대해서는 첫 번째 방문이 30%, 두 번째 26%, 세 번째 16%, 세 번 이상이 27%로 나타나 재방문의 비율이 높은 것으로 나타났다(그림 50).

그리고 용머리 해안을 방문하게 된 경로는 주변권유 23%, 관광책자 22%, 인터넷과 블로그 등 18%, 언론보도 13%로 나타났다(그림 50).

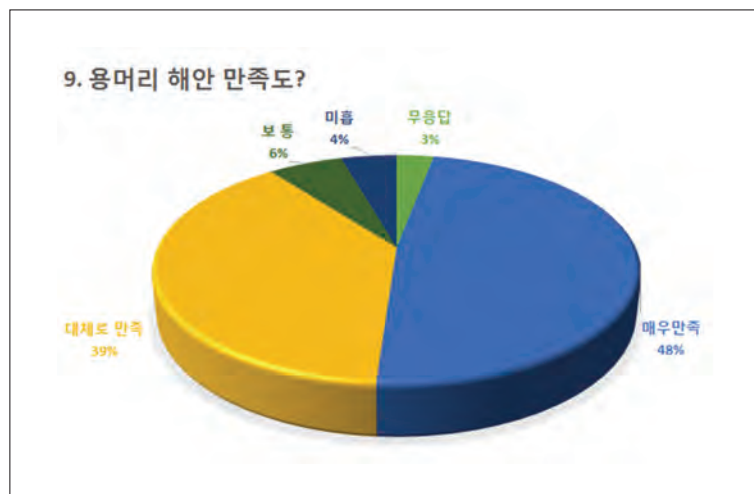


[그림 50] 용머리 해안 방문횟수와 용머리 해안 방문 경로



다음으로 용머리 해안이 지질공원 대표명소로 지정된 사실을 알고 있는가 하는 질문에 54%가 알고 있다고 응답한 반면, 45%는 모르고 있다고 응답하여 아직 지질공원 지정에 대한 인지도가 낮은 것으로 나타났다(그림 51).

다음으로 용머리 해안을 탐방한 이후 만족도에 대해서는 매우 만족 48%, 만족 39%로 만족의 비율이 높은 것으로 나타났다(그림 51).

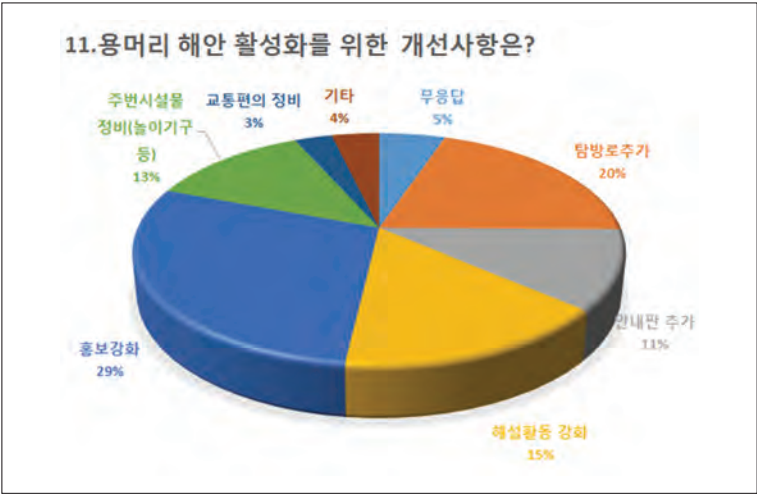


[그림 51] 용머리 해안 지질공원 대표명소 지정여부와 탐방만족도



용머리 해안에서 지질공원 해설사들이 무료 해설 활동을 하고 있는지 알고 있는가에 대한 질문에서 모른다는 응답이 61%로, 알고 있다는 39%에 비해 높게 나타났다(그림 52).

그리고 용머리 해안을 활성화하기 위한 개선사항에 대해서는 홍보강화 29%, 탐방로 추가 20%, 해설활동 강화 15%, 주변시설(놀이기구 정비) 정비 13%, 안내판 추가 11%로 나타났다(그림 52).

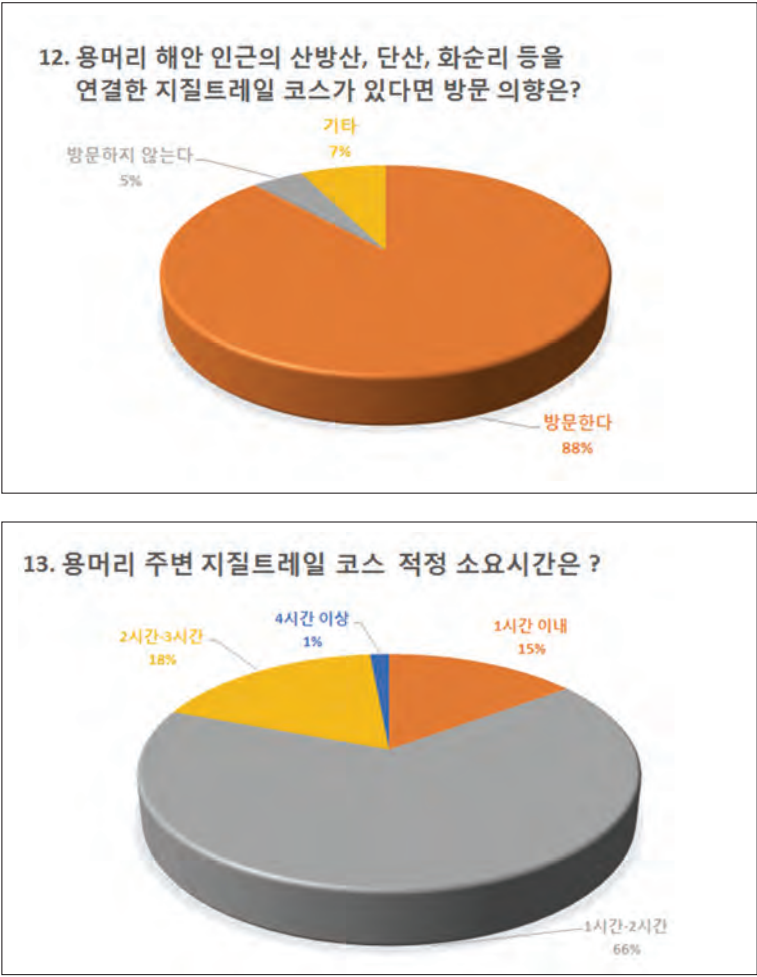


[그림 52] 용머리 해안 해설활동 인지여부와 개선방향



5.2. 지질트레일 추가의 필요성에 대한 조사결과

제주도는 산방산-용머리 해안 일대에 지질트레일 추가의 필요성과 구체적인 사항들을 파악하기 위하여 추가적인 설문을 실시하였다. 먼저 용머리 해안 인근에 산방산, 단산, 화순리 등을 연결한 지질트레일 코스가 있다면 방문할 의향이 있는가 하는 질문에 88%가 방문하겠다고 응답하였다. 그리고 지질트레일 코스의 적정 소요시간은 1시간-2시간이 66%로 가장 높았고, 2시간-3시간이 18%로 1시간 이내가 15%로 나타나 2시간 내외가 가장 선호도가 높은 것으로 파악되었다(그림 53).

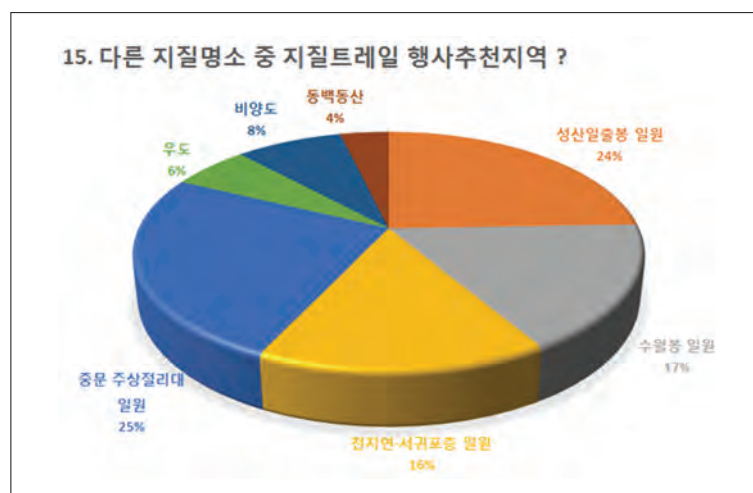
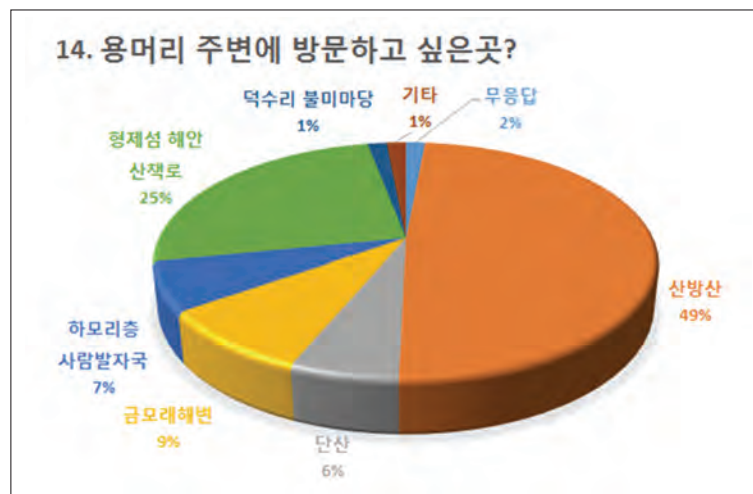


[그림 53] 인근 코스 연계한 트레일 방문 의향과 적정소요시간



그리고 용머리 주변에 추가로 방문하고 싶은 명소는 어디인가 하는 질문에 산방산이 49%로 가장 높았고, 형제섬 산책로 25%, 금모래해변 9%, 사람발자국산지 7%로 조사되었다(그림 54).

마지막으로 산방산-용머리 이외의 지질명소중 지질트레일 코스를 추천해 달라는 질문에 중문주상절리대 일대가 25%로 가장 높고, 성산일출봉 일원 24%, 수월봉 일원 17%, 천지연-서귀포층 일원이 16%로 나타났다(그림 54).



[그림 54] 용머리 주변에 방문하고 싶은 지역과 추가 트레일 추천지



5.3. 설문조사 결과의 의미

이번 설문조사에서 유네스코 3관왕 브랜드 선호도에서 자연유산 67%, 지질공원 29%, 생물권 4%로 지질공원과 생물권보전지역에 대한 브랜드 선호도를 높이는 방안이 필요하다. 또한 용머리 해안이 지질공원으로 지정된 사실을 모르는 탐방객이 45%로 지질명소 인지도 향상을 위한 노력이 필요한 것으로 조사되었다. 그리고 용머리해안의 탐방만족도는 87%로 높은 편이지만 앞으로 홍보강화, 탐방로 추가, 해설활동 강화가 필요하다는 응답이 많아 이를 보완해 나가야 할 것이다.

용머리-산방산 일대에 지질트레일이 만들어지면 방문할 것인가에 대해 88%가 방문할 의사가 있다고 응답하였으며, 적정 탐방시간은 2시간 내외를 가장 선호하는 것으로 파악되었다. 따라서 산방산과 용머리 일대의 명소들을 연계한 지질트레일 코스를 많은 탐방객들이 필요하다고 인식하고 있으며, 특히 용머리 해안은 만조시 통행이 불가하여 이를 해결하기 위한 대체탐방로 개설도 필요한 것으로 조사되었다.

이와같은 탐방객 설문조사 결과를 바탕으로 이번 지질탐방로 신규 조사를 추진해 왔으며, 탐방객의 선호도가 높은 코스를 포함하고 소요시간은 2시간 정후에 가능하도록 하였다.



제6장 결론

산방산과 용머리 해안은 제주도에서 가장 오래된 화산체로서 독특한 모양과 아름다운 경관으로 국가지정문화재와 명승, 지질공원 대표명소로 지정되어 있다. 산방산은 2015년에는 156,286명이 방문하였고, 2016년에는 160,261명이 방문하였다. 용머리 해안은 2015년에 352,336명, 2016년에 364,802명의 탐방객이 방문하였다. 이 두 지점은 날씨가 좋지 않을 경우 탐방이 불가능하며, 특히 용머리의 경우 날씨와 물때 등의 영향으로 여름철에는 30%, 겨울철에는 50% 정도만 탐방이 가능하다. 또한 사전에 탐방불가 사실을 알지 못하는 탐방객들은 입구까지 와서 다시 돌아가는 탐방객이 많은 실정이다. 이런 탐방객이 모두 탐방한다고 가정하면 산방산과 용머리 일대는 연간 60에서 70만명 방문할 수 있는 잠재적인 지질 및 관광의 명소라 할 수 있다.

한편 2014년 산방산 용머리 일대의 지역경제 활성화를 위해 산방산 용머리 해안 지질 트레일 코스 A, B가 만들어 졌다. A코스는 13.2km 길이이며, B코스는 10km 길이로 각 코스를 탐방하기 위해서는 각각 4시간에서 5시간 가량이 소요된다. 트레일 코스의 소요시간이 많다고 거리가 길어 가족단의 탐방이나 단체 탐방객이 이 코스들을 이용하기에는 어려움이 있는 실정이다.

따라서 산방산과 용머리를 방문한 탐방객이 날씨의 영향에 상관없이 방문할 수 있고, 지질학적, 역사적, 문화적, 생태적 가치를 지질공원 트레일에 담은 새로운 코스가 만들어 진다면 더 많은 탐방객이 이 지역을 다시 방문하게 될 것이다. 이러한 지질트레일 탐방로 추가의 필요성에 따라 산방산-용머리 해안 지질탐방로 활성화 연구가 시작되었다.

이번 조사를 통해 크게 3가지 코스를 만들었다. A코스는 용머리 주차장에서 시작하여 하멜전시관, 기후변화홍보관, 산방연대, 산방굴사를 거쳐 용머리 주차장으로 돌아오는 루트로 탐방객이 가장 쉽게 접근할 수 있는 코스이다. 이 코스는 접근성이 가장 좋고, 자연경관이 뛰어나며, 용머리나 산방산을 둘러본 탐방객도 추가적으로 방문할 수도



있고, 탐방 불가시 대체 코스로도 사용이 가능하다는 장점이 있다. A코스는 용머리 탐방을 포함하여 총 4km 길이이며, 소요시간은 약 2시간 내외이다. 반면 용머리 탐방이 불가할 경우 2km 길이로 약 1시간이 소요된다. B코스는 설콧바당길, 사계용암언덕과 사계어촌체험관, 용천수, 발담, 큰물을 지나 용머리 주차장으로 되돌아오는 코스이다. B코스의 총 길이는 약 2.5km이며, 소요시간은 약 1시간 정도이다. 이 코스는 한라산과 용머리, 산방산을 배경으로 아름다운 경관을 볼 수 있을 뿐만 아니라 제주도 돌담과 용천수를 보면서 가볍게 걸을 수 있는 코스이다.

C코스는 용머리 해안에서 황우지 해변을 거쳐 화순 금모래 해변으로 이어지는 코스로 용암과 수성화산체, 꽃자왈, 용천수 등 다양한 지질학적 요소들이 포함되어 있다. C코스의 총 길이는 약 5.7km이며, 탐방에는 약 2시간이 소요되어 지질학에 관심이 많은 탐방객들이 선호할 수 있는 코스라 할 수 있다. 이들 각각의 코스는 연령 및 목적 등에 따라 다양하게 이용이 가능하다.

이 신규 탐방로 코스는 산방산과 용머리 해안이 탐방이 제한될 경우를 이용할 수 있을 뿐만 아니라 산방산과 용머리 탐방을 마치고 난 이후에 추가적으로 답사도 가능한 코스가 될 수 있을것이다. 그리고 각 코스에는 교육적인 요소와 경관적인 요소들이 모두 포함되어 있어 앞으로 가족단위, 학생단체들이 모두 이용 가능한 탐방코스로 자리 잡을 수 있을 것으로 생각된다.

한편 탐방객 설문조사에서도 주변 명소들을 연계한 코스를 방문할 의사가 있다는 응답이 88%에 달하고, 2시간 전후의 코스가 가장 적당하다는 조사결과에 비추어 볼 때, 이번 연구결과를 바탕으로 코스 개발이 잘 이루어진다면 실제 많은 탐방객이 방문할 것으로 예상되며, 탐방객 증가로 인해 마을이 활성화되는 제2의 수월봉이 될 수 있을 것이다.



Research of Mt. Sanbongsan-Yongmeori Coast Geotrail activation

World Heritage Office,
Jeju Special Self-Governing Province
Yongmun Jeon, Jung Goon Koh



Table of Contents

Chapter 1. Introduction / 71

- 1.1. Definition and Development of Global Geoparks / 71
- 1.2. Outline of Global Geoparks on Jeju Island / 72
- 1.3. Research Backgrounds and Its Importance / 74

Chapter 2. Geological Values of the Sanbangsan-Yongmeori Coast / 77

- 2.1. Mt. Sanbangsan / 77
- 2.2. Yongmeori Coast / 80
 - 2.2.1. Formation Process and Period of Yongmeori Tuff Ring / 80
 - 2.2.2. Sedimentary structure of Yongmeori Tuff Ring / 81
 - 2.2.3. Geology around Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast / 83

Chapter 3. Geo-Trail Courses in Sanbangsan-Yongmeori Coast / 85

- 3.1. Existing Trail Courses / 85

Chapter 4. Newly added trail courses / 87

- 4.1. Course A
(Public course that can be operated during access restrictions) / 89
- 4.2. Course B (Coastal Landscape Route) / 101
- 4.3. Course C (focusing on geology) / 109

Chapter 5. Results of Survey with Visitors to Yongmeori / 126

- 5.1. Results of Survey on Awareness on Geoparks in Jeju / 126
- 5.2. Results of Survey on the Need to Add More Geo-trails / 129
- 5.3. Significance of Survey Results / 129

Chapter 6. Conclusions / 133



Chapter 1.

Introduction

1.1. Definition and Development of Global Geoparks

Geopark is a program with an aim to protect the area's significant geological heritage by using ecological, archeological, historical and cultural resources of areas with geological importance and reviving the local economy. Recently geotourism is invigorated around the world including Korea. Geotourism looks similar to ecotourism, but each background is quite different from each other. For example, in case of ecotourism, when we visit Suwolbong, we could be informed of ecological values of a variety of flora and fauna that have inhabited for a long time at that area and make a tour around, which is called 'Ecotourism'. On the other hand, geotourism is about getting to know and experiencing how the volcanic ash layers of Suwolbong was made, what type of soil was developed beneath them and what flora and fauna have been formed on the layers, finally getting aware of and enjoying how human settled down and led their life generation by generation, and what culture they created. Therefore, geotourism is embraced in the field of ecotourism and has the meaning and value of more than ecotourism.

The concept of geoparks was formed in the early 2000s. It was initially introduced when Germany, the UK and Greece strived to make their tourism boosted with priority given to small villages in order to make economic growth. Having local geotourism successfully proceeded and ending up with its economic fruits, they felt a necessity of having a network system through which the geoparks concerned can share the needed information among them and learn the strength of other geoparks. Meanwhile the European Geoparks



Network was established, which in turn made UNESCO interested. UNESCO recognized that geopark is a brilliant program and should be supported as a part of UNESCO, starting the supportive program for European Geoparks Network. The expansion of European Network's activities led to establishing Global Network of National Geoparks, followed by official approval to designate Global Geoparks in UNESCO General Assembly in Nov. 2015. Global Geoparks Network is recognized as one of regular programs of UNESCO for a relatively short period of time. The main reason for that is that local residents in World Heritage sites have been feeling uncomfortable in many ways due to strict regulations in management of World Heritage sites, but in terms of Global Geoparks relatively less restrictive activities are assured.

1.2. Outline of Global Geoparks on Jeju Island

In 2010, Jeju Island was certified as a member of Global Geoparks Network by UNESCO and got the title of National Geoparks along with Uleung-do Island and Dok-do Island in December of 2012 under the third clause of Article 2 and 36 of National Parks Act.

The entire land of Jeju is recognized as a Geopark with a variety of volcanic landforms and geological resources. Among them, there are 12 representative geological attractions: Mt. Hallasan located at its center as a symbol of Jeju; Suwolbong Tuff Ring known as the very textbook for the hydrovolcanism; Mt. Sanbangsan of a magnificent lava dome; Yongmeori Tuff Ring revealing the history of hydrovolcanic activities at the initial stage of Jeju's formation; Jungmun Daepo Columnar Jointed Lava as a geological exploration center for learning formation of volcanic columnar joint; Seogwipo Formation of maritime sedimentary deposits formed initially with shellfish fossils showing oceanic environment of about 1 million years ago; Cheonjiyeon Waterfalls exposing



erosional process of sedimentary layers and formation of valleys and falls; Seongsan Ilchulbong Tuff Cone known as the volcano of sunrise; Manjagul Lava Tube that is the only accessible one among Geomunoreum Lava Tube System; Seonheul Gotjawal of uniquely formed volcanic forest with wetlands in it as ecosystem conservation area; Udo Island, an island of the island; Biyangdo Island that has been allegedly said to be flown from somewhere.

At the moment, these 12 representative sites of Geoparks are legally protected under the Cultural Properties Protection Law, the Natural Parks Act, the Management Plan of Environmental Preservation of Jeju Island and Jeju Special Self-Governing Province Management Regulations for UNESCO registered Heritages. Especially further development or any kind of damage on those sites are severely restricted by enforcing the strong Cultural Properties Protection Law and all these sites except Seonheul Gotjawal and Biyangdo Island are designated as National Monument (Table 1).

Table 1. Jeju Representative Places & Conservation Zones and Systems

Geosites	World Heritage	MAB	Natural Monuments	Other Protection Measures	Buffer Zone
Mt. Hallasan	○	○	182	National Park Scenic Site No.90, 91	○
Mangjanggul Cave	○	×	98		○
Seongsan Ilchulbong	○	×	420	Natural conservation area	○
Cheonjiyeon Waterfall	×	×	43, 378, 379		○
Seogwipo Formation	×	×	195	Public Water Surface	○
Columnar Joints	×	×	443	Public Water Surface	○
Mt. Sanbangsan	×	×	376	Scenic Site No. 77	○
Yongmeori Coast	×	×	526	Public Water Surface	○
Suwolbong	×	×	513	Public Water Surface	○
Udo Island	×	×	438		○
Biyang Island	×	×	439		○
Seonheul Gotjawal	×	×		Natural conservation area	○



1.3 Research Backgrounds and Its Importance

Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast are the oldest volcanic surface forms on Jeju Island and have been designated as State-Designated Cultural Properties No. 526 and Scenic Site No. 77 thanks to their unique shapes and beautiful natural scenery. In addition, Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast were added to the list of UNESCO Global Geoparks and National Geoparks in 2010 thanks to their outstanding landscape and geological values.

Their natural beauty has attracted many tourists to Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast: Sanbangsan registered 156,286 visitors in 2015 and 160,261 in 2016. However, there were many occasions in which visitors mistook Sanbanggalsa, where a Buddhist temple is situated, for Sanbangsan, as well as visitors were not allowed entrance due to heavy rainfall or strong winds mainly for fear of falling rocks.

Yongmeori Coast had 352,336 visitors in 2015 and 364,802 in 2016. Assuming the total duration for sightseeing on Yongmeori Coast is 100 percent, only 30 percent is available during summer and 50 percent during winter due to weather conditions and tide. If the number of tourists who were not aware of the coast being closed in advance and returned was included (Fig. 1), Yongmeori Coast would be the place where almost 500,000 tourists visit each year. It is also presumable that there may be 600,000 to 700,000 tourists who are likely to see both these places. Since Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast receive a great number of tourist visits in Jeju, it is necessary to draw up measures to guide them to other appropriate destinations in case of closures for various reasons. Also, if tourists spend much time staying in and around Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast, it will have a positive impact on the local economy.

Currently there are many geological, historical, cultural, and ecological heritage sites scattered around Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast. Should

these valuable resources be included in the concept of a Geo-trail and then courses for tourists be created to attract more visitors, it will surely increase the number of repeat visitors as well. The necessity of adding these alternative trail courses has prompted research on methods to activate the Sanbangsan-Yongmeori Geo-trails. New trails were recently added through this research, considering accessibility from the existing ones as well as cases where the access to the trails are either blocked or allowed. The suggested alternative trail courses are expected to play an important role in revitalizing the local economy of the Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast area, as well as helping improve trail-related infrastructure for the future.



Fig. 1. Despite the fair weather, visitors are not allowed to enter due to high waves. Many visitors are turned away at the entrance when Yongmeori Coast turns out to be closed.



On the other hand, a Geo-trail was built around the Sanbangsan and Yongmeori Coast in 2014 by Seogwipo City and the Jeju Tourist Corporation. It consists of two courses, A (13.km) and B (10km), which take approximately 3 hours and 30 minutes and 3 hours, respectively. These courses are deemed unsuitable for most family visitors because they are long and take a lot of time to finish. Due to insufficient efforts to promote the trail, there are not many tourists. As the overall number of trail visitors decreased and the project for revitalizing Geopark villages was finished in 2015, installed facilities including signposts along the trail have worn out rapidly. It is urgent to take measures (Fig. 2).



Fig. 2. Sanbangsan-Yongmeori Coast Geo-Trail Opening Ceremony in 2014 (Left). Damaged Geo-trail signposts(Right).

The purpose of this study was to analyze the problems of the existing Geo-trail courses, find more of the important geological resources in and around the Sanbangsan and Yongmeori areas and, finally, build best courses to which visitors can easily access. Newly added courses can be used not only when the Sanbangsan and Yongmeori Coast are inaccessible, but also after visitors finish the Sanbangsan and Yongmeori trails. It is expected that each of the courses will be suitable for both families and student field trips, because each course will contain educational and landscape elements.



Chapter 2.

Geological Values of the Sanbangsan-Yongmeori Coast

2.1. Mt. Sanbangsan

Mt. Sanbangsan is not only rare volcanic terrain in Korea, but also represents the southwestern part of Jeju with its beautiful, magnificent features, contributing to its designation in 2011 by the Cultural Heritage Administration as Scenic Site No. 77. (Jeju Special Self-Governing Province, 2009).

Mt. Sanbangsan is a dome-shaped volcanic body formed from highly viscous lava. The formation period of the Sanbangsan Lava Dome was 870 ± 130 thousand years (ka) (Yoon et al., 1987) and 747 ± 23 ka (Won et al., 1986) as a result of the potassium-argon (K-Ar) dating whole rock geochronology analysis. It can be estimated that Mt. Sanbangsan was formed about 800,000 years ago based on the recent result of Ar-Ar whole rock geochronology analysis of 802 ± 5 ka (Koh, 2013). This suggests that Mt. Sanbangsan is one of the oldest volcanic bodies in Jeju, along with the neighboring Yongmeori tuff ring. The research has so far revealed that the trachytic lava pushed through the tuff ring after the formation of Yongmeori tuff ring and formed Sanbangsan. The highly viscous trachyte lava oozed out slowly from the crater, but did not flow, forming a lava dome (Park et al., 2006; KIGAM, 2013; Fig. 3).



Fig. 3. Mt. Sanbangsan and its formation process diagram

Mt. Sanbangsan is a massive bell-shaped lava lump, about 395 meters high and a lava dome without a crater. The dome has a circumference of 3,780 meters and diameter of 1,200 meters. It was formed of magma, the highly viscous trachyte lava; its SiO₂ content is approximately 64%. According to KIGAM (2013), which details the Sanbangsan Lava Dome, Mt. Sanbangsan has an asymmetric oval shape. The southeast part of the lava dome, in particular, bordered by the sea, undergoes severe erosion from strong winds from the sea. Also, the southeast part is believed to have the steeper slope because it was destroyed during the formation of the Yongmeori tuff rings. On the other hand, its northern part features a gentle slope, and no traces have been found of re-explosion or other eruption after the formation of the lava dome. Inside, the lava shows a horizontal flow structure: the fact that the red-colored pyroclastic flow deposit came to be embedded into the boundary of the lava layers shows that the original terrain has been preserved.

Generally a lava dome has fan-shaped joints, but along the southern section of Mt. Sanbangsan, vertical joints developed mostly (Fig. 4); in the north the joints lean inward toward the center of the lava dome. This is because the northern part of the lava dome is relatively close to the original terrain and its south and southeast slopes have undergone much erosion (KIGAM, 2013).

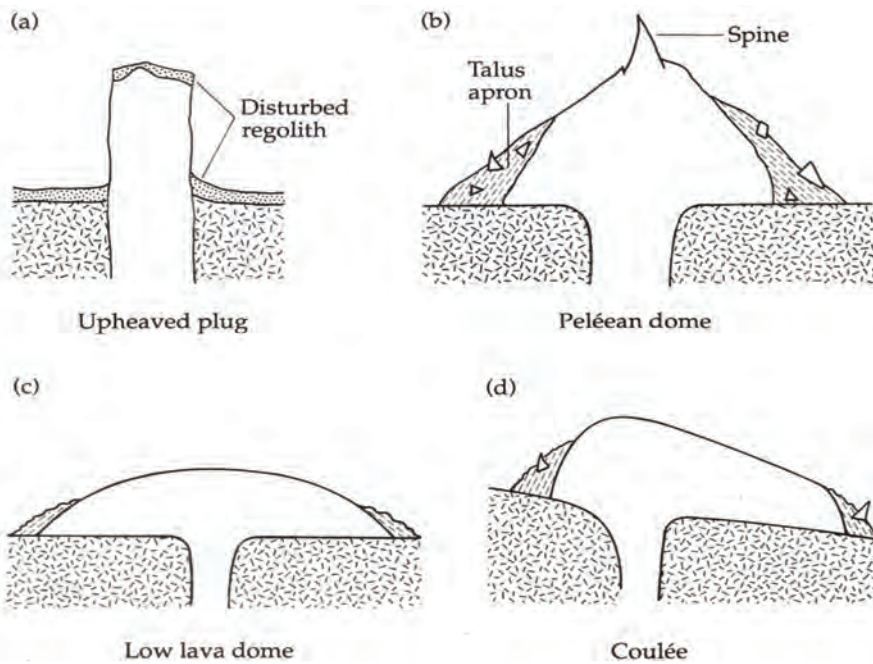


Fig. 4. Several types of lava dome formation process. Mt. Sanbangsan is a low lava dome(c). (Sigurdsson et al., 2000)

Weathering pits are seen to have developed at many places along Mt. Sanbangsan's vertical rock walls. The weathering pit is also known for small cave-like features called taffoni, resulting from high onshore winds and salt spray. The Sanbanggalsa Temple was built through further digging out about 130m above sea level, where the weathering pits are large (Fig. 5).



Fig. 5. Taffoni on the surface of Mt. Sanbangsan Lava Dome and Sanbanggalsa Temple



2.2. Yongmeori Coast

2.2.1. Formation Process and Period of Yongmeori Tuff Ring

Yongmeori (or head of a dragon) Coast, located at the foot of Mt. Sanbangsan, is named because it looks as if a dragon's head is sinking underwater. Yongmeori Coast, which was created by hydro volcanic eruptions, is one of the oldest volcanoes on Jeju Island. It had already formed before the main lava mass of the island came into being. The tuff ring is internationally well-known because its crater was displaced during volcanic eruption. It also has such an outstanding scenic view that it was designated as one of the representative places along with Mt. Sanbangsan when Jeju Island was certified as the first UNESCO Global Geopark in South Korea in 2010 (JSSGP, 2009).

According to previous geological surveys, the basaltic fragments at the Yongmeori tuff ring showed a K-Ar dating age of 1.2 million years (Ma) (Lee et al., 1988), and the trachyte at Mt. Sanbangsan has an age of about 0.8 Ma (Won et al., 1986; Lee et al., 1988). No rock fragments originated from Mt. Sanbangsan were found at the Yongmeori tuff ring (Sohn, 1995), and through examining boreholes, it was found that the trachyte originated from Mt. Sanbangsan was located in the upper part of the Yongmeori tuff ring (Sohn and Park, 2004), which made it clear that the Yongmeori tuff ring had erupted before the formation of Mt. Sanbangsan. Thus, Yongmeori is presumed to be the oldest among all the rock exposed to the surface on Jeju Island (KIGAM, 2013).

2.2.2. Sedimentary structure of Yongmeori Tuff Ring

Despite its small size, the Yongmeori Tuff Ring has complicated strata and geological structure, because it is made up of three strata packages (SPs) that have different source craters (Sohn and Park, 2005; Fig. 6). Exposed to the north of Yongmeori is SP I, whose eroded area was covered by SP II after having been cut sharply. The northeast side of SP II is the thickest, and the layer thins out in the southern and western directions. The strata also incline toward the south and west. SP III is the thickest at the south end of Yongmeori and the formation slopes in two directions. The layer thins towards the north and northwest, and the sedimentary structure also changes from platy strata to massive ripple-mark fossiliferous strata. Results of measuring paleoflow direction in each sedimentary unit show SP I originated from the southern crater, B from the northeast, and C from a crater hundreds of meters away from the south end of Yongmeori (Fig. 6).

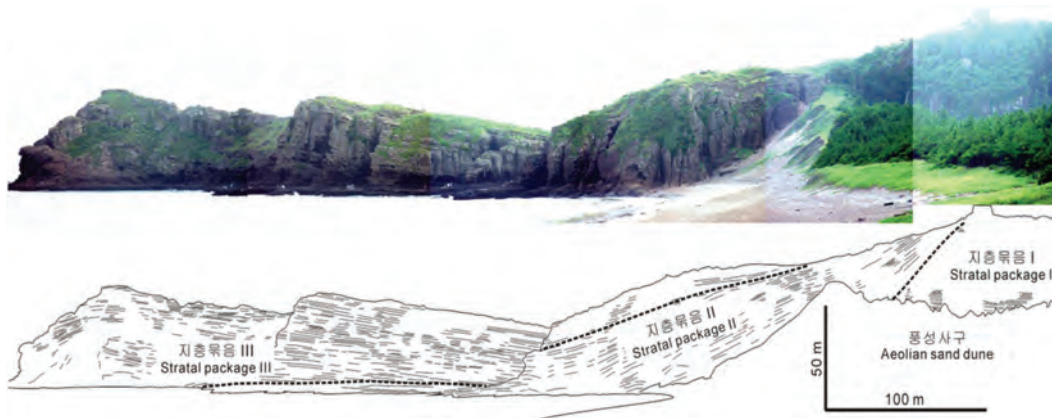


Fig. 6. Stratification and sedimentation unit of Yongmeori Tuff Ring (Sohn, 1995; KIGAM, 2013).



The inclined erosion surface between SP I and SP II is interpreted to have formed after volcanic edifices collapsed after the deposition of SP I. This collapse appears to have occurred due to the instability of the crater rim as a result of different loads or expansion of the magma chamber. It is interpreted that most of the collapsed volcanic clusters collapsed into the interior of the volcanic chamber because the erosion surface was inclined to the south. Yongmeori is composed of three strata units, SP I, II, and III, and they are divided by erosion surfaces, which is interpreted to have resulted from the disintegration of the ground during the eruption and the change in the crater position (Sohn, 1995; Fig. 7).

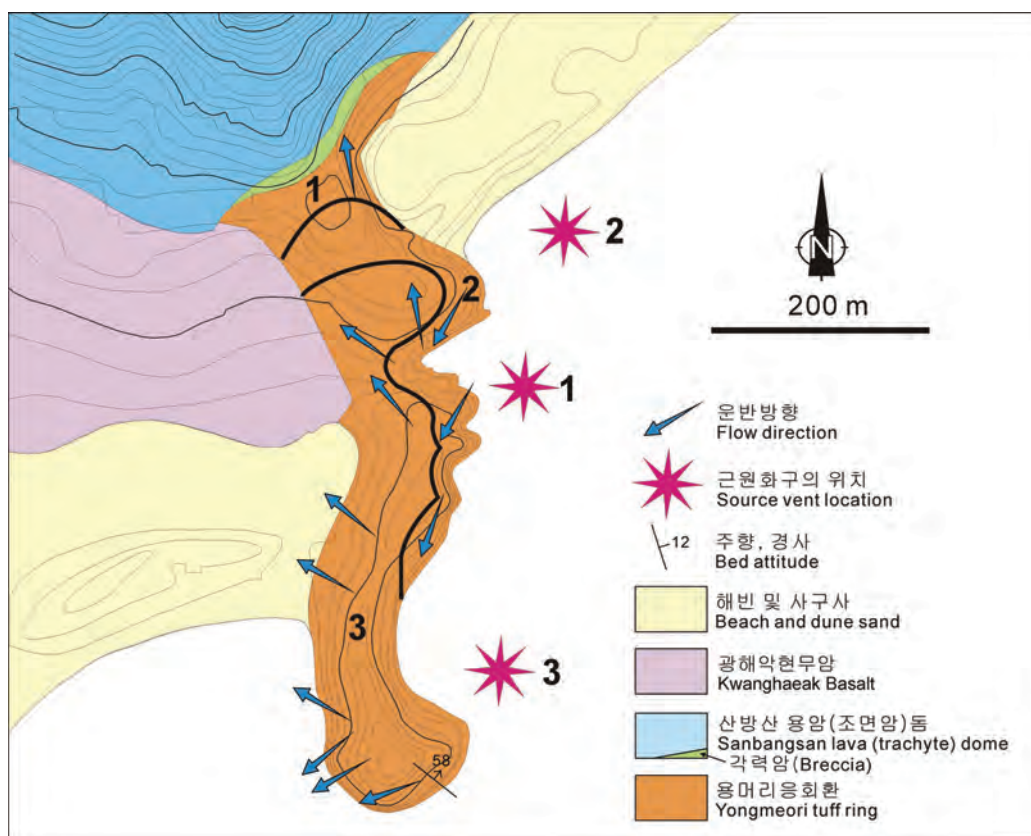


Fig. 7. A geological map around Yongmeori Tuff Ring. Yongmeori Tuff Ring consists of three strata units, each of which has inclination in different directions and can be interpreted to have been formed by successive eruptions in three craters.



2.2.3. Geology around Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast

The area around Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast is composed, from the bottom, of Dangsangebong tuff, Kunsan tuff, Kangjeongdong basaltic trachyandesite, Hallasan trachyandesite, Kwanghaeak basalt, Beopjeongdong trachybasalt, Byeongak basaltic trachyandesite, Songaksan tuff, and Hamori Formation (Fig. 8).

The Dangsangebong tuff, which constitutes Yongmeori Tuff, is not a Dangsangebong tuff located within Hangyeong-myeon, but is named after volcanic edifices that formed after the Seogwipo Formation. According to a recent study by Brenna (2010), Dangsangebong in Hangyeong-myeon was created twice, about 450,000 years ago and 200,000 years ago. Thus, the two volcanic edifices were recorded as Dangsangebong Tuff in existing geological maps, but in reality, the Yongmeori Tuff formed about 1 million years ago, whereas the Dangsangebong Tuff came about some 450,000 years ago.

In addition, Kunsan Tuff is marked as a part of hydrovolcanic edifices that formed after the deposition of the Seogwipo Formation. Hydrovolcanic eruptions were followed by the eruptions of Kangjeong-dong basaltic trachyte surrounding part of Kunsan Tuff, and then Hallasan trachytes in the research area. Kwanghae-ak basalts and Beopjeong-dong trachybasalts erupted afterwards. Lava flows erupted from the Byeongak Oreum about 5,000 years ago (Lee et al., 2014). Lastly, Mt. Songaksan was formed by hydrovolcanic eruptions about 3,400 years ago, and then pyroclastic materials were reworked by the sea waves and formed the Hamori Formation (Ahn et al., 2015; Sohn et al., 2015).

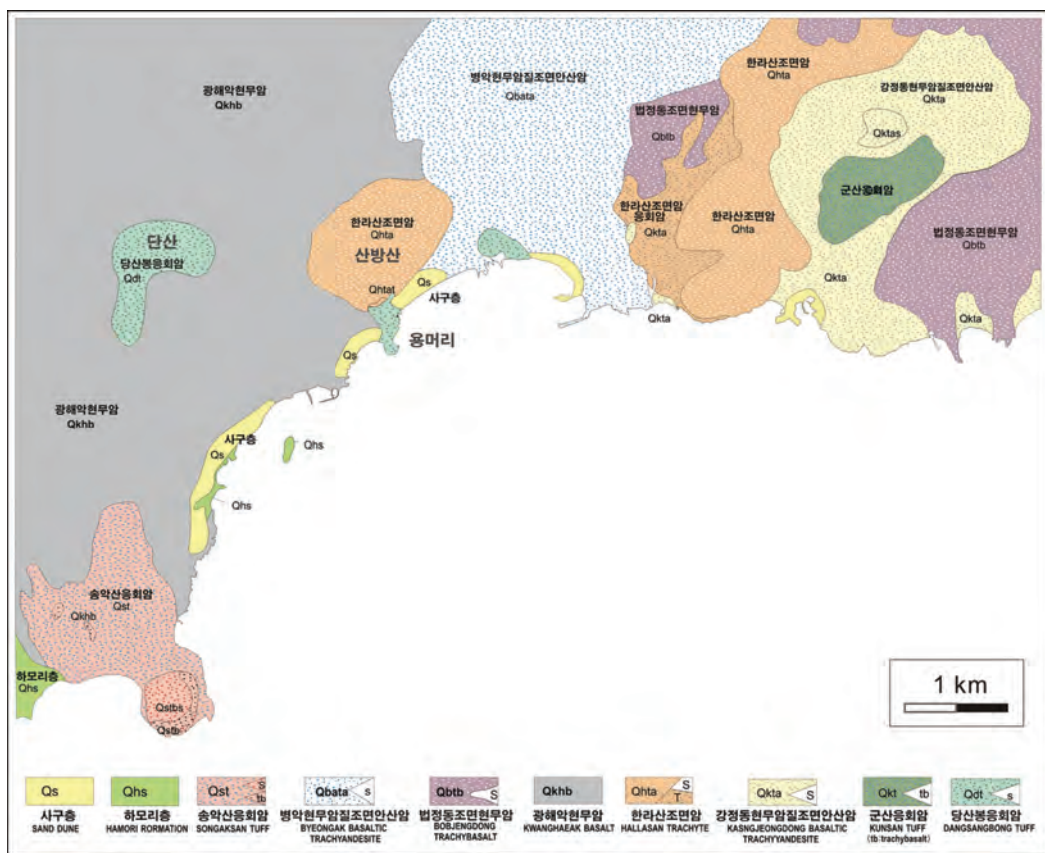


Fig. 8. Geological map around Sanbangsan-Yongmeori(Park et al., 2001)



Chapter 3.

Geo-Trail Courses in Sanbangsan-Yongmeori Coast

3.1. Existing Trail Courses

Existing trail courses in Sanbangsan-Yongmeori Coast were first created in April 2014 under the theme of “Long-awaited Aesthetics of 800,000 Years,” which was divided into A and B courses. (Jeju City et al., 2016; Fig. 9).

The A course is 13.2km long, starting at Yongmeori Coast and finishing at the Yongmeori parking lot through Sagye Port (1.2km), Hyeongje-seom Island Coastal Road Observatory (1.7km), coastal sand-dunes and Hamori Formation (2.1km), human footprints site (2.8km), Daejeong-Hyanggyo and Dansan (5.5km), a fork point (6.4km), Sanbangsan Hot Spring (7.5km), Bulmimadang (8.7km), Beridorajinbat (10.7km), trachyte stone walls (12.2km), Sanbangsan parking lot (12.7km), and Sanbang-Yeondae (12.9km). This course takes about 3 hours and 30 minutes (Fig. 10). Course A runs through Sagye-ri and Deoksu-ri villages, and you can see the well-known coastal scenery in Jeju including Hyeongje-seom Island and Mt. Songaksan and the Hamori Formation. In addition, geological, cultural and historical values are preserved throughout the area, including human fossilized footprints, and bulmicrafts in the Deoksu-ri village reflecting the long history of Jeju.

Course B is 10 km long, starting and finishing at Geummorae Beach in Hwasun through Hwasun Prehistoric Site (1.2km), Hwanggaecheon (1.5km), Gaekkeuriminso (2.1km), Gonmul/Gonmuldong (3.8km), Hwasun gotjawal (5.1km), Hombat-dongsan Observatory (5.9km), Juseumgil (7.5km), and Sageundari-dongsan (9.6km), which takes about 3 hours (Fig. 9). The B course



runs through Hwasun-ri village with a variety of scenic landscapes, including Geummorae Beach which is harmonious with Mt. Sanbangsan, and Sogeummak in which one can feel the life of a Jeju coastal village. It is also a course for visitors to explore the culture of Jeju Island that was established in harmony with nature, while walking through Hwasun gotjawal and fresh spring water throughout the village.



Fig. 9. Sanbangsan-Yongmeori Geopark trail map (2014)



Chapter 4.

Newly added trail courses

The existing trail course A is 13.2 km long and ostensibly takes about 3 hours and 30 minutes; course B is 10 km long, supposedly 3 hours. However, in real-life duration of course A is more like 4 hours and 30 minutes, with course B taking 4 hours (Fig. 10). Since they take such a long time to complete, it seems rather difficult for families to take advantage of these courses. The number of visitors interested to hike these trails has dropped because successive events have not taken place, although there were the first and second Sanbangsan-Yongmeori trail events in 2014 and 2016. The purpose of the survey was to analyze the existing courses, seek out important geological resources in Sanbangsan and Yongmeori, and establish visitor-friendly paths. The newly added courses will serve as alternatives in case other options cannot be accessed due to rain or high waves. They can also be explored additionally after walking through the existing trail courses. Plus, the educational and landscape elements on the courses can make them a popular destination for families and student groups in the future.

Three courses have been set up as a result of this survey. The A course connects Sanbangsan and Yongmeori with the best accessibility, and does not take long to complete. Even when the course itself is closed, visitors can see the eastern side of Yongmeori, as well as enjoy the expanse of the sea in front of Hwasun and Sagye villages. One can also visit the Hamel Exhibition Hall. Course B begins at the Yongmeori parking lot and runs along Seolkumbadang sand beach and Sagye-ri Port. You can stroll along beautiful countryside beach roads. The C course starts from Yongmeori, passes through Hwasun Port and



returns to the south of Mt. Sanbangsan. Along the course you can see a variety of natural resources such as cross-sections of aa lava, hydrovolcanic edifices, gotjawal forest, and fresh spring water (Fig. 10). Courses can be taken according to the age of visitors and the purpose of the visit.



Fig. 10. Map for the newly added Sanbangsan-Yongmeori trail courses

4.1. Course A (Public course that can be operated during access restrictions)

The A course runs from and to Yongmeori parking lot, via Hamel Exhibition Hall, Climate Change Exhibition Hall, Sanbang-Yeondae, and Sanbanggulsa Temple which people can easily visit (Fig. 10, 11). This course is excellent in natural scenery with the best accessibility, and can be visited after touring Yongmeori or Sanbangsan. It can be used as an alternative course in case of closures.

If Yongmeori Coast is closed, you can listen to an explanation by a geopark interpreter who, in some cases, might accompany you. The course A is four kilometers long, including the Yongmeori section, and takes about 2 hours. On the other hand, if it is not possible to visit Yongmeori, it will be about two kilometers long and take about one hour in total.



Fig. 11. The A Course for Sanbangsan-Yongmeori Coast



① A-1 Yongmeori Parking Lot and Information Center

Course A starts and finishes at Yongmeori parking lot and Geopark Information Center. Yongmeori parking lot was used as a venue for the opening ceremony of Sanbangsan-Yongmeori Trail in 2014, and there are the tour guide map of the Geopark and the signposts (Fig. 12). However, the contents of the guide board installed in 2014 needs to be updated or completely reinstalled.

There are Geopark interpreters at the Yongmeori Information Center located at the center of the geological trail course, helping visitors every day (Fig. 12). An interpreters-guided tour is available at every hour from 10 a.m., and group visitors are recommended to make reservations in advance. After all the work is done in this course, visitors themselves can explore the trail after the interpreter's brief explanation, but if necessary he or she can accompany visitors.



Fig. 12. Yongmeori Parking Lot and Yongmeori Geopark Tour Information Center

② A-2 Hamel Exhibition Hall

This exhibition hall was built in honor of Hendrik Hamel, the Dutchman who first introduced Korea to Europe. Hamel and his crewmates from the Dutch East Indies sailed for Japan on the ship *De Sperwer*, but were blown off course by a typhoon and survived shipwreck on the south coast of Jeju. They were then detained in the Joseon Kingdom and 13 years later finally returned to the Netherlands. Hamel wrote, *Journal of Hendrick Hamel*, his account in the Joseon Kingdom. This book was translated into many European languages and exposed Korea to Europe for the first time. The Hamel Exhibition Hall is set up within a full-size replica of the ship and displays related materials. In 2008 it opened, celebrating 350-year anniversary of Hamel's arrival (Fig. 13).



Fig. 13. Interior and exterior of the Hamel Exhibition Hall.



③ A-3 Climate Change Exhibition Hall

The Yongmeori Coastal Promenade was rarely submerged in seawater after it was established in 1987. Recently, however, more than half of the winter and a third of the summer sees the walking trail submerged. The sea level at Yongmeori Coast has risen by as much as 23 centimeters over the last 40 years and has been a prime example of the coastal pathways going underwater for a longer period of time due to global warming in Korea. The Yongmeori Climate Change Exhibition Hall was founded in 2012 to raise public awareness on the rapid rise in sea level (Fig. 14).

As the sea continues to rise, the number of the submerged working trails is expected to increase in the future, such as the coastal path at Yongmeori. Unless something is done to curb carbon dioxide emissions, global warming will continue to cause the sea levels to rise, leading the major world cities to be submerged in seawater within about 800 years.



Fig. 14. Exhibitions inside Climate Change Exhibition Hall

④ A-4 Yongmeori Tuff Ring

It takes about 40 to 50 minutes to walk around the tuff ring. You can either enjoy the walk by yourself or a Geopark narrator-led tour is available. When you walk along the trail, you can see the volcanic ash piled up on the ground. This is because the hot magma rising from the underground exploded in contact with the cold water, soaring high into the atmosphere as powder, and falling to accumulate on the surface. This is called a pyroclastic deposit (Sohn, 1995). It resulted in the formation of a volcanic edifice with a low, wide annulus, which is a tuff ring. Also, when hiking the trail we can see that the direction of the slope of the Yongmeori Coastal stratum changes drastically, which is reported to have been the result of eruptions while the crater moving three times.

Yongmeori Coast is well-known not only for its breath-taking scenic view but also its educational value because visitors can observe the inner structure of the volcanic ash layers and various types of coast erosion topography, and currently interpreter-guided tour is available (Fig. 15).



Fig. 15. Visitors at Yongmeori and a Geopark interpreter



⑤ A-5 Hamel Monument

In 1653 the Dutch merchant ship De Sperwer, with Hamel and other crew aboard, was found wrecked on the southwestern coast of Jeju due to a heavy storm. After being detained in Korea for 13 years, Hamel and 7 others escaped to Japan and returned to the Netherlands. He submitted a report to the company to claim unpaid pay, which was Journal of Hendrick Hamel. It was the first published information to make Korea known to the Western world. The Hamel Monument, which was built in 1980 to promote friendship between Korea and the Netherlands, stands as an important symbol of remembrance of Hamel and other crew members for their stay in Jeju (Fig. 16).



Fig. 16. Hamel Monument and a signboard



⑥ A-6 Hangmangdae (Hwanguchi Beach)

At Hangmangdae, visitors can enjoy beautiful scenery of Hwanguchi Beach, Hwasun Port, and Paksukijeong. It is named Hangmangdae, or Hangmandae. These names mean a port; it is where military supplies were carried to the first military training camp at Moseulpo during the Korean War. It boasts excellent scenic beauty, and interpreter' explanations are available when it is not possible to visit the Yongmeori Coast.

Fig. 17 shows two American landing ships (LST) anchored at the shore of Hwasun Beach in 1951 during the Korean War. They are believed to have transported soldiers and supplies to the Army's First Training Center and nearby US military bases. Also during the Korean War, a large number of refugees from the mainland came through Hwasun Beach (History of Jeju by Photos, 2012).



Fig. 17. Scenery from Hwanguchi in 2017 (Left), US landing ships in 1951 (Right).



⑦ A-7 Sanbang-Yeondae(smoke mound)

The Yeondae(smoke mound) was a communication tool that was used to deliver political and military emergency messages by torch light or smoke. There was no difference in terms of function from Bongsudae, but Yeondae were mainly installed in low hills and beaches and Bongsudae on hilltops. Smoke signals was sent during the day and a large fire set for night. Sanbang-Yeondae is located on the coastal hill adjacent to the road in front of Mt. Sanbangsan in Sagye-ri village (Fig. 18), and is named Yeondi-dongsan. It is believed to have been built 19 years after King Sejong ascended the throne (1437) in case of the invasion from Japan. However, it was destroyed during the Korean War and there remain only what appear to be its cornerstones. It is reported that six Byeoljang and twelve Bonggun personnel from the Daejeong District were deployed to the Yeondae to guard the shoreline for 24 hours in six shifts, five days a month. Dangpo Yeondae in the east and Musu Yeondae in the west communicated between each other (Cultural Heritage Association website). Currently, Sanbang-Yeondae is designated as a memorial of Jeju Special Self-Governing Province.



Fig. 18. Sanbang-Yeondae

⑧ A-8 Stratigraphic relationships between Sanbangsan and Yongmeori

Among the oldest volcanic edifices on Jeju Island, Sanbangsan and Yongmeori were the subject of a debate about which of these two volcanoes was first made. In recent years, the answer was found by measuring the absolute age of two rocks using radioisotope measurements. At the A-8 point, one can see an answer to the problem with the naked eye (Fig. 19).

At the base of the A-8 point of the Yongmeori is a formation of volcanic ash and at the upper part, there is an aeolian dune that accumulated by wind-blown sand over a long time after the formation of the Yongmeori Tuff Ring. On top of it, there is a stratum where trachyte rocks are irregularly mixed. This stratum was formed by the accumulation of trachyte fragments on the edge of the lava dome while the collapse or weak explosion of the lava dome took place during the formation of the Sanbangsan Lava Dome. This suggests that the Sanbangsan Lava Dome was formed after the Yongmeori volcanic edifices were formed (Fig. 19). And, according to the Ar-Ar whole rock dating, its formation period was 802 ± 5 ka (Ko Gi-won, 2015), which also suggests that the Sanbangsan Lava Dome was formed later than Yongmeori. Therefore, the A-8 point is a place of a great educational value because it shows various geological activities related to the volcanic landforms including the sequence of strata of Yongmeori Tuff Ring and Sanbangsan Lava Dome.



Fig. 19. Strata that show which of the two volcanoes, Mt. Sanbangsan and Yongmeori, was first made



⑨ A-9 Yongmeori Observatory

At the A-9 point in the middle of Mt. Sanbangsan, one can enjoy a beautiful view of Yongmeori and the surrounding beaches. Especially looking at Yongmeori from here, one can envision a dragon slipping into the sea. Here, the newly added Sanbangsan Trail A course, Hyeongje-seom Island, and Mt. Songaksan unfold before your eyes (Fig. 20).



Fig. 20. A view from Yongmeori Observatory

⑩ A-10 Mt. Sanbangsan and Sanbanggulsa

Mt. Sanbangsan is a bell-shaped lava dome made about 800,000 years ago of highly viscous lava coming up (Fig. 21). In Mt. Sanbangsan, massive columnar joints are well developed, which can be easily seen on the walking trails. Columnar jointing occurs as the hot liquid lava cools and contracts into solid rock. Seen from above, hexagon-shaped pillars of columnar joints look like the shape of turtle back, which is why they are also called Turtle shell Joint. In basaltic lava, columnar jointing forms at about 900°C. The faster the lava is cooled, the thinner the pillar and the narrower the gap between the stripes on the pillar surface. It can thus be said that the massive columnar jointing of Mt. Sanbangsan resulted from highly viscous lava cooling down slowly.

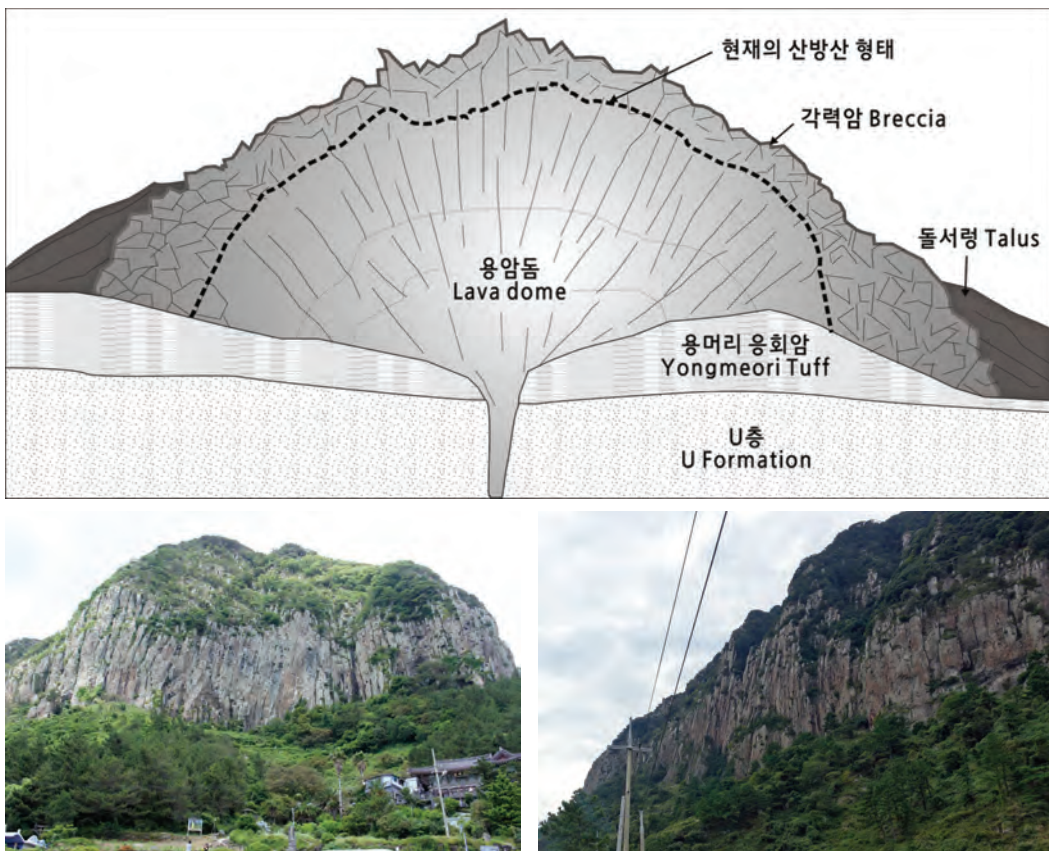


Fig. 21. Cross section of Sanbangsan Lava Dome and jointing inside the dome



Many small holes on the surface of the jointing were made by weathering and are called taffoni (Fig. 22). Taffonis are mainly distributed in clusters, called honeycomb weathering, and range in size from a few centimeters to a few meters. The exact causes of honeycomb weathering are not fully known, but it usually begins along cracked areas or joints that are easily exposed to water. In particular it is known that as salt penetrating into the rocks by the wind and waves crystallizes, the size of the weathered pit grows gradually bigger.

On the other hand, partway up Mt. Sanbangsan there is a cave that looks like a room, which earned the mountain its name Sanbangsan, meaning “mountain with a room inside.” There is a Buddhist statue inside the Sanbangulsa Temple, and water dripping from the ceiling is known to be healthful and visitors sometimes drink it. From Sanbangulsa Temple, one can enjoy a great scenery of Yongmeori Coast, Hyeongje-seom Island, and Gapado Island, which are included in the Yeongjusipgyeong, or “ten best scenic views in Jeju” (Fig. 22).



Fig. 22. Taffoni structures in columnar joints at Mt. Sanbangsan and Sanbangulsa Temple

4.2. Course B (Coastal Landscape Route)

Course B starts and finishes at Yongmeori Parking Lot through Seolkumbadang, Sagye lava mound, Sagye Fishing Village Experience Center, fresh spring water, stone walls, and Keunmul (Fig. 23). The course is 2.5km long and takes about an hour. Visitors can enjoy not only beautiful scenery against the backdrop of Mt. Hallasan, Yongmeori, and Sanbangsan, but walking through stone walls and spring water that can be seen only on Jeju Island.



Fig. 23. Course B route. The entire course consists of beautiful coastal trails along with stone walls.



① B-1 Yongmeori Parking Lot and Information Center

This is the starting and finishing point for Course B.

② B-2 Seolkumbadang Sandy Beach

Seolkumbadang sandy beach is an area for residents to collect and transport seaweed from the sea. The name comes from holes that the wind makes in the snow when it accumulates along this shore; it was first called Seolhyeol, meaning “hole in the snow,” which later became Seolkum. Also, Seolkum-dong-nae Village was established east of Keunmul, Yonghae-dong, where the sea was called Badang, giving the sea facing village the name Seolkumbadang (Jeju City et al., 2015).

Walking on the Seolkumbadang sandy beach, visitors can see not only the beautiful scenery of Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast against the backdrop of Mt. Hallasan but also the strata of accumulated volcanic ash and surrounding rocks formed by coastal weathering (Fig. 24). The geological map marks these strata as a recently created sand dune layers. However, through this geological survey, sandstone beds with well-developed horizontal or inclined bedding and conglomerate beds with black basaltic fragments embedded like chocolate chips were observed around Seolkumbadang, other than Phanerozoic sand dune deposits (Fig. 25). Most of those black basaltic fragments embedded inside the conglomerate bed have rounded edges and are scattered irregularly, varying in size from large granules to fine pebbles (Fig. 25). It is distinguished from the Yongmeori volcanic ash strata with its sharp-edged aggregate. This difference comes from the fact that sandstones and conglomerate beds distributed on the Seolkumbadang sandy beach came to have round edges while the Yongmeori tuff rings (strata of volcanic ashes) were eroded and carried by waves, which was followed by the basaltic grains and volcanic ash particles being deposited

on the coastline to form sand strata. Therefore, Seolkumbadang sand beach has educational value, because visitors can observe and understand how Yongmeori strata of volcanic ashes formed through hydrovolcanic activities, and compare these strata with sandstone and conglomerate beds which formed after these strata were eroded by waves and then accumulated again.



Fig. 24. Seolkumbadang sandy beach excelling in scenic beauty and horizontally bedded sandstones



Fig. 25. Conglomerate beds where round-edged black basaltic grains are embedded



③ B-3 Lava Hill(tumulus) at Sagye Port

B-3 point is a low hill formed at the end of the Seolkumbadang sandy road. This hill-like terrain was formed by lava flows that stagnated at the front, causing the middle part of the lava flow to swell up. This would be called a tumulus (Fig. 26, 27). Many lava hills are found on the east and west coasts of Jeju Island, structures made by pahoehoe lava which is mainly free-flowing, low in viscosity.

At the Sagye Port lava hill area, downward concave terrains can be found. This concave terrain was formed when the bulging lava at the formation of the tumulus escaped under the mounting pressure, and then the inflated mid-section descended, forming a concave topography (Fig. 27). This place is a pocket with small fish and it provides excellent scenery. Columnar jointing is well developed on the surface of this lava flow and the length of one joint's long axis reaches a maximum of 1.5 meters.

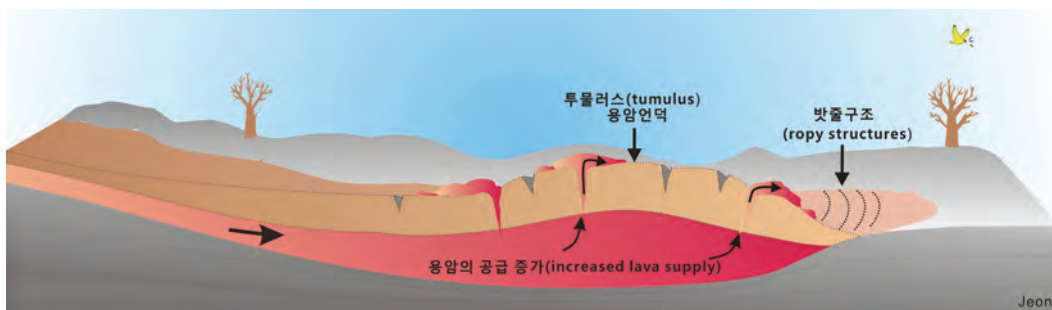


Fig. 26. Formation process diagram of a tumulus (lava hill)



Fig. 27. A lava hill rising at the Seolkumbadang shore (Left). The circular shaped cave-in that was formed when the swollen lava collapsed and leaked out (Right). Hexagonal joints have developed on the lava surface.

④ B-4 Sagye Fishing Village Experience Center

This center is located at the end of the Sagye Port along the coastal road. There is a restaurant where visitors can taste Jeju seafood and enjoy a hands-on experience program in a Jeju fishing village, in particular the Jeju Haenyeo culture (Fig. 28). This is done without SCUBA gear, by donning the swimsuits and other traditional diving equipment of the Haenyeo(woman seafood diver) and personally diving under the sea. Outside the Experience Center, there is exhibited a life-size sculpture of the first lady of the erstwhile Soviet Union, Mrs. Raisa Gorbacheva, who visited Sagye village in April 1991 and tasted the seafood that Sagye Haenyeo had harvested (Fig. 29).



Fig. 28. Sagye Fishing Village Experience Center and the sculpture commemorating the visit by the First Lady Gorbacheva.



⑤ B-5 Yongcheonsu (spring water) and Stone Walls (farm water)

The B-5 point is located at the entrance to the village from the road in front of Sagye Fishing Village Experience Center, and visitors can see Yongcheonsu-spring water and stone walls (Fig. 29). It is where the surrounding spring water collected, abundant enough to serve as irrigation. In the past, Jeju's spring water was mostly used for crop farming, but since the 1970s with the widespread usage of ground water wells, use of spring water for crops has almost disappeared. Thus this place provides a rare opportunity to see crop farming using spring water as they did in the past.

On this field across from a spring water collection basin, unlike other places in Jeju Island, unique stone walls composed of gray rocks can be seen on flat land (Fig. 29). This area is topographically flat, covered with volcanic ash from Yongmeori, Dansan, and Mt. Songaksan, and the underlying lava mass cannot be easily found. Thus, presumably it was Mt. Sanbansan where villagers got stones to build these walls, because the rock of Sanbangsan Lava Dome was mostly light-colored trachyte lava with high viscosity. Although basalt was very common for stones in other areas of Jeju, it is assumed that basalt was considered of a high value in Sagye-ri because villagers had to walk more than a kilometer to Mt. Sanbangsan to get it.



Fig. 29. Yongcheonsu and unique stone walls made of trachyte



⑥ B-6 Yongcheonsu Keunmul(big spring water)

The surface of Jeju Island is composed mostly of basaltic lava with very high permeability. Since it was difficult to obtain water from the surface, villages formed along the shorelines where spring water emerged.

When you walk past the B-5 point, you can see a spring. The residents call this spring water Keunmul (Fig. 30). For a long time the Keunmul was regarded as an important common asset of the village. In order to use the water efficiently, it is said that the upper stream was used as drinking water and the water immediately below for washing vegetables; downstream, the villagers washed their bodies. They are also said to have used a separate bucket to wash clothes and did not use soap or lye.

Geologically speaking, as for spring water, the impermeable layer of Seogwipo Formation at the lower part of Jeju lava bed is said to serve as a container for ground water. However, recent research has suggested a so-called Neowa(shingle) model, in which the narrow soil layers between the lava strata of Jeju Island have been controlling the ground water flow (Ahn et al., 2017). This theory explains the reason for the formation of spring water in the Seogwipo Formation, which lies deep underground in the middle part of Mt. Hallasan, and the reason for the irregular spring water distribution along the coast of Jeju Island (Fig. 31).



Fig. 30. Yongcheonsu Keunmul in Sagye-ri

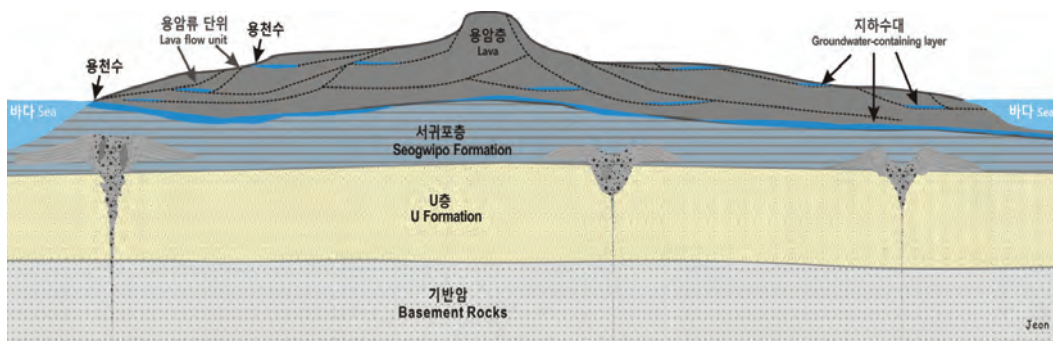


Fig. 31. Formation process of Jeju spring water. A diagram displaying yongcheonsu flowing through the mid-section of lava layers and the upper part of the Seogwipo Formation, due to the impermeable layer of the Seogwipo Formation underneath Jeju Island and palesols existing between lava layers.

4.3. Course C (focusing on geology)

Course C starts from Yongmeori Coast to Geummorae Beach in Hwasun through Hwanguchi Beach, featuring a variety of geological elements including lava and hydrovolcanic structures, gotjawal forest and springs. It is 5.7km long and takes about two hours to finish, most preferred by those who are interested in geology (Fig. 32). Geopark guides can add educational value as well.



Fig. 32. Course C route



① C-1 Yongmeori Parking Lot and Information Center

C-1, the Yongmeori parking lot and Information Center, is both start and finish point.

② C-2 Hwanguchi Beach

C-2 is known as Hwanguchi Beach, located near the junction of Hangmangdae, the point between of Yongmeori and Sanbangsan, and Sagye-ri Beach. The place is listed as sand dune deposit on the geological map (Park et al., 2000). However, this geological research found that the lower part of Hwanguchi Beach contains cemented sandstone bed and the upper part uncemented sand dune deposits. The sandstone bed on the lower part is up to 1.5 meters thick, made up of coarse-grained sand, and develops both bedding and cross-bedding structure. Within sandstone bed fragments broken seashells and granule-sized grains with moderate roundness can be found (Fig. 33). This layer of sandstone is fully cemented rock. The fact that fragments of black basalt are abundant in this layer suggests that part of the volcanic ash strata was eroded away and then deposited at the shallow seaside. The many basaltic fragments, moderately round compared with the sandstone and conglomerate found along the sand path at Seolkum Badang beach east of Yongmeori, suggest that sandstone and conglomerate beds around Hwanguchi Beach resulted at deeper sea levels compared with the eastern part, or from topographical differences. Therefore, all sandstone and conglomerate beds to be found at Seolkum Badang and Hwanguchi Beaches seem to have originated from the Yongmeori Tuff Ring but to have developed sediments of different size texture due to differences in topography, sea levels, and near-shore currents.

The strata here have larger elements and indistinct beddings, compared with Hamori strata around Sagye-ri and Hamo-ri areas. They also feature

different environments and times of deposit, so they need to be named differently (Fig. 34).



Fig. 33. Hwanguchi Beach and cross-section of sandstone bed

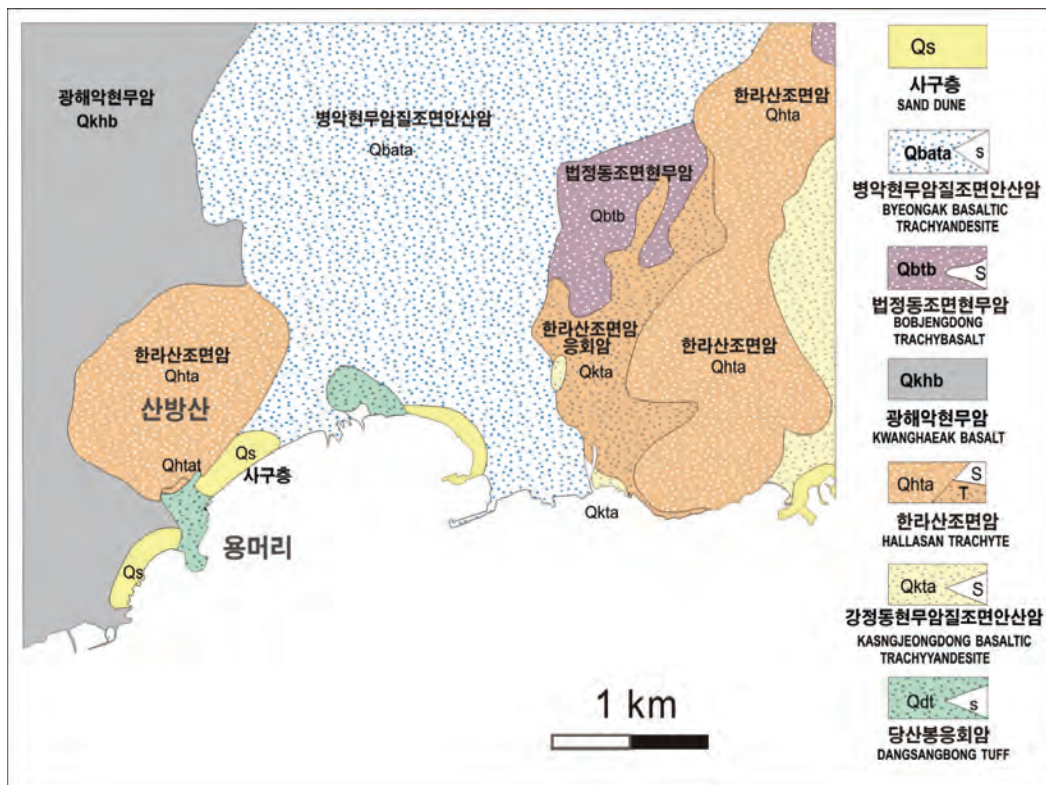


Fig. 34. Detailed geological map of part of Course C(Park et al. 2000)



On the other hand, uncemented sand dune deposits at the upper part of Hwanguchi Beach are about 10 meters thick, and their cross-section clearly shows that horizontal beddings of up to dozens of centimeters thick and partially sloped cross-beddings (Fig. 35.). The strata are composed of sand with moderate sizes from fine to medium and contain fragments of broken seashell. It is estimated that the upper sediments formed relatively recently by wind and waves. Therefore, sand layers deposited by waves and wind can now be found, and at Hwanguchi Beach sedimentary layers eroded by waves at Yongmeori can be compared, which makes the strata here all the more important geologically.



Fig. 35. Hwanguchi Beach and cross-section of the sand dune

③ C-3 Sogeummak Lava (Byeongak basalt)

C-3 is the place where thick lava appears at the middle of Hwanguchi Beach. The word Sogeummak(sogeum means salt and mak means a hut) comes from the fact that residents would stay in a mud hut to gather salt after sea water evaporated from their nearby salt pan.

One representative salt pan in Jeju is the Natural Saltern in Gueom-ri, where sea water was penned into hexagonal joints at the lava surface, just higher than sea level. Salt could be obtained after the water evaporated. Sogeummak here is also located a little higher than the sea level and the surface of the hexagonal joints was a proper spot for a saltern like the one at Gueom-ri (Fig. 36).



Fig. 36. Sogeummak and hexagon-shaped columnar joints



According to the geological maps, in the area around Sogeummak can be seen basaltic trachyandesite of Byeongak Oreum (Park et al. 2000). This rock stretches from Byeongak Oreum all the way to Sogeummak, 9 kilometers distant from the oreum, passing through Hwasun gotjawal forest. It dates back to an eruption 5,000 years ago according to dating done in 2015 (Lee et al, 2014; Ahn et al, 2016). The lava flow at Byeongak Oreum is among the youngest in Jeju, and it is a good proof that Jeju is still an active volcanic area in that the eruption occurred at a time when people lived in the region.

The lava flow around Sogeummak is up to 20 meters thick with various thickness at different points, sometimes as thin as single-digit meters. The upper part contains characteristically red clinker layers and columnar joints inside. The clinker layers are up to 4 to 5 meters thick, forming rugged topography (Fig. 37).



Fig. 37. Upper part of aa lava, showing the development of irregular boundaries between the upper part of the lava and clinker. Waves have eroded the weak clinkers, leaving only the lava structure behind.



The formation of the clinker layers is similar to that of Yongduam Rock, Seopjikoji, Bomok-ri and Soesokgak Beach (Fig. 38). It is assumed that this unique topography was created from aa lava with high viscosity spewing and flowing down, covering the upper clinker layer, and then waves eroding the relatively weak clinker layer first, leaving the solid lava formation behind. This research has revealed for the first time how the tower-shaped lava structures were formed like the ones in Yongduam and other coastal areas.



Fig. 38. Unique lava structures in Yongduam and Soesokgak



④ C-4 Sogeummak Wave-cut Cave

At C-4, you can find a cave that was created after the clinker layer at the lower part of Byeongak basalt was eroded. The cave is less than 10 meters long and a semi-circle shape where the farther you can go into the cave, the narrower it becomes (Fig. 39). This cave differs from other lave caves like Manjanggul cave which was created by lava with low viscosity flowing slowly. Sogeummak cave is thought to be a void space created after a lava ball or clinker layer with high viscosity at the lower part of lava was taken away by waves.

The reason why clinker and small-sized caves (Gue) exist together at the lower part of Byeongak basalt is that clinker is made at the upper part due to auto-brecciation where a hardened surface of lava is pulled and broken when highly viscous lava flows very slowly with its surface hardened and hot lava inside flowing continuously. The clinker at the upper part moves down to the bottom like a caterpillar track of a bulldozer. That is why clinker exist at the lower part of lava as well. While lava inside keeps flowing along, it forces clinker at the surface to stick together and form a sphere like a snowball, which in turn creates lava balls. Lava balls can be found at the upper and lower parts of aa lava with high viscosity, while the insides of lava balls are hollow. Small-sized caves or gue are created after a lava ball at the lower part of aa lava has been eroded by waves and disappeared (Fig. 40). Processes of forming Manjanggul Cave or Gimnyeongul Cave are different from those forming small caves at Sogeummak, which makes this place educationally valuable.



Fig. 39. Wave-cut Cave at Sogeummak and fragments of clinker at the ceiling of the cave

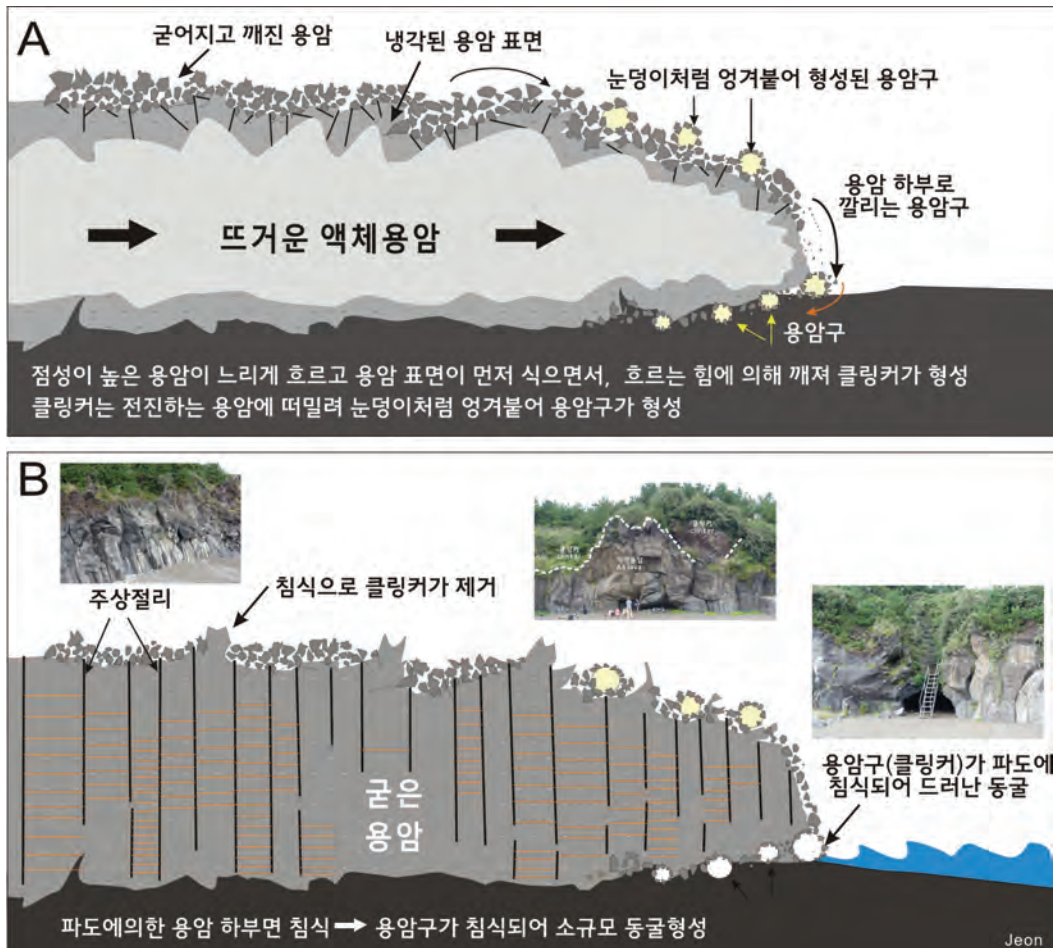


Fig. 40. A void space at the lower part of columnar joints, which is estimated to have been created after a lava ball was eroded. B) Clinker sticks together and forms lava ball, which is assumed to have eroded and disappeared.



⑤ C-5 Sandam, Jeju-style Tombs

C-5 is a point on the upper route of Sogeummak where Jeju-style graves or Sandam can be found (Fig. 41). One of the ways Jeju people have adapted to nature of Jeju over the long period of time is to use stone with which, among other things, they built stone walls. Stone walls contribute to beautiful landscape and are one of cultural heritages of Jeju. Heritage of the past resulting from the wise efforts against strong windy weather and making barren soil more productive have become today's beautiful cultural landscape. Stone walls have different names like Uldam, Jatdam, Jandam and Wondam depending on their location and functions. Batdam is a stone wall surrounding a field. Stone walls were built to demarcate fields, protect crops from high wind, and keep out cattle and horses. Gaps between stones within the walls helped them to survive even severe typhoons by letting some wind through so that the walls would not collapse (Jeju City et al, 2015).



Fig. 41. Jeju-style Sandam



⑥ C-6 Aa Lava and Columnar Joints

C-6 commands a view of the cross-section of Byeongak basalt. Dark gray lava and red clinker at its upper part can be found here and the two very different types of rocks can be touched and compared. The lava here is typical of aa lava with high viscosity, and an irregular, rugged boundary between the lava and the upper clinker can be observed. Within the lava there are vertical columnar joints which can resemble human figures or various animals depending on angles from which they are viewed. It makes a good spot to take a brief break (Fig. 42).



Fig. 42. Aa lava with well-developed columnar joints and clinkers with varying thickness at the upper part.



⑦ C-7 Sageundari Tuff

Sageundari Tuff is listed on geological maps as a place with Dansan Tuff (Fig. 43). The area with Dansan Tuff on the maps includes Yongmeori and Sageundari as well as Dansan, but this does not suggest that volcanic ash spewed from Dansan flew over and accumulated here, but it was just the name for the whole area with tuff ring deposits from hydro-volcanic activities over the southern part of Jeju at the early period of Jeju Island's formation. The volcanic structures of these three places are separate from each other and have different histories of formation, elements, and crater locations.

The cross-section of Sageundari volcanic structure shows that it is made up of mostly sand-sized volcanic ash, and containing fragments of basalt rock from one - to two-digit centimeters. The layer develops bedding and cross-bedding on the side. The feature of low content of basalt rock fragments and cross-bedding of its side shows that it was carried and deposited by pyroclastic surge, a little away from the crater. The fact that its slope is low-angled, almost horizontal, suggests that part of the old tuff ring remains on the shore.

So far no research has been conducted on the Sageundari volcanic structure; it does not even have a unique name, just part of the tuff ring, and there is no information on where its crater is and how it was created. This research, however, has revealed that the Sageundari Tuff is part of the tuff ring, and considering the hardness of its rock and the location of its production, the angle of slope and its elements, and the remaining part, it should be one of those volcanic structures that were created at around the same time as Yongmeori, Dansan, and Dongsanbong when hydro-volcanic activity took place at the early period of Jeju's formation.



Currently, the Sageundari area is closed to the public due to port construction. When the construction is completed at the first half of next year, a new road will be built to the Hwasun Harbor, which means that a geo-trail with better access and higher educational value will be available.



Fig. 43. Sageundari made up of tuff. Cross-bedding with huge ripple marks, deposited through pyroclastic surge, can be observed.



⑧ C-8 Hwasun Spring Water (firsthand experience available)

Water from Hwasun Spring at C-8 is known as one of the big springs along with those in Gangjeong, Aewol, and Samyang. Hwasun water is always abundant throughout the year and the only potable spring water in the area. A foot bath is possible here at Hwasun spring with a capacity of up to 30 people, a great place to relax and enjoy the landscape while walking along the trail (Fig. 44).

The reason why this place has spring water is probably that lava in this area is Byeongak basalt and at the lower part is Sageundari tuff with low permeability. Rainwater goes down through lava layers with good permeability to layers with no permeability like Sageundari tuff at the deeper part and groundwater flows out of the ground, being unable to permeate any further.



Fig. 44. Hwasun Spring Water



⑨ C-9 Geummorae Beach(Golden Beach)

It has been said for a long time that gold was collected around Geummorae Beach in 1965, but the amount of gold collected was so small and its economic value so low that the business stopped.

A close look at sand of Geummorae beach reveals a mix of brown volcanic ash grains, black basalt grains and white seashell fragments (Fig. 45). Most of the sand is brown grains, deposited with volcanic ash of Yongmeori and Sageundari basalt nearly eroded by waves, which have nothing to do with the element gold other than it has only a golden color. Black basalt fragments contained in sand is thought to have been carried along with waves after cut away from the Byeongak basalt and other lava nearby. Seashell shards come from shells scattered around the shore that collided with each other and broke up while being washed about in the surf. There is no gold around Geummorae beach, unlike rumor has it, but the beach is a good place for educational purpose to observe sand on the Jeju shores which originated from volcano.



Fig. 45. Geummorae Beach and a close look at its sand



⑩ C-10 Hwasun-Hagang-mul (public washhouse)

Hwasun Hagan-mul is where residents of Hwasun-ri have long used spring water. It consists of three sections; first for drinking water, second for washing and the third for laundry (Fig. 46). the structure was made with cement provided from the training station in Hwasun-ri, and a monument is there to honor its support.



Fig. 46. Hagang-mul, with divided sections

⑪ C-11 Juseum-gil Gotjawal

There are many places across Jeju Island that are hard to access due to dense trees and vines and small rocks scattered around. Poor, stony soil made many areas impossible to cultivate, so it was considered abandoned land in the past. It is called gotjawal. Geologically, gotjawal is uneven terrain with big and small rocks after lava flowed out of a crater during an eruption and then hardened, and the soil layer is so thin as to make the area agriculturally barren (Song, 2000; Chun et al, 2014).

Juseum-gil is an old term meaning a route to pass in order to report what happened on the shore as soon as possible. This area is somewhat elevated terrain over the other low-lying areas near the shore and there is a foot-worn path along its upper surface (Fig. 47). Lava in this area is dense with few air holes in it, and the upper part of lava has irregular rocks. Rocks have been moved away to either side so that the path is flat even though its original terrain is assumed to have been rugged. The lava is thought to be connected upstream with Byeongak basalt 492 meters high above the sea level, and at 1.5 kilometers wide it is a good example of aa lava stretching all the way down to the coastal area near Mt. Sanbangsan.

Most of the Sanbangsan-Yongmeori Geo Trail course is for walking along the coast and seeing hydro-volcanic structure, and Juseum-gil is a place with high education value in that it is a perfect place to see personally the gotjawal forest, an important resource of Jeju worth conserving.



Fig. 47. Path through Juseum-gil gotjawal and clinker at the upper part of aa lava



Chapter 5.

Results of Survey with Visitors to Yongmeori

A survey was conducted over October 17 to 31, via questionnaire responses from 146 visitors, to measure satisfaction levels and help determine a need to build a Sanbangsan-Yongmeori geotrail. It consisted of 15 questions, asking basic information, level of the satisfaction, problems, etc. (Fig. 49)

As for basic information, 89% of the respondents live outside Jeju, far more than on the island. Those in their 50s accounted for 35% of the total, followed by 21% in their 60s and 17% in their 40s. Accompanied by parents, siblings and spouses were 41% of respondents, and by friends, 30%.

5.1. Results of Survey on Awareness on Geoparks in Jeju

Aside from basics was an important question: which award among the UNESCO triple crown titles held higher recognition. According to the responses, World Natural Heritage is the most recognized title (67%), followed by Geoparks (29%) and Biosphere Reserves (4%) (Fig. 45). To the question, whether you knew that Jeju had been listed as a UNESCO Global Geopark, 72% of respondents said yes.

Regarding prior visits to Yongmeori, 30% said it was their first time, 26% their second time, 16% their third time, and 27% more than three times, showing a high repeat rate. How respondents came to know about Yongmeori: 23% said recommendations from those around them, 22% tour books, 18% the internet,



blogs and the like, and 13% said they learned through the media. More than half (54%) said they were aware that Yongmeori is a representative Geopark site, while 45% said no. As for level of satisfaction, 48% said very much and 39% mostly, suggesting that the levels are quite high.

To the question whether they knew there are volunteer geopark guides at Yongmeori, 61% said they did not know, and only 39% said they did. As for what needs improvement at Yongmeori, 29% cited a need to step up publicity efforts, 20% to add more trail courses, 15% more guides, 13% better maintenance (including amusement facilities), and 11% more signposts.



<Questionnaire on Yongmeori Geo-Park

Trail>

The Geo-Parks is a UNESCO program designed to give pleasant experience to visitors and to boost the local economy by exploring beautiful nature, the history and culture of a region. This questionnaire surveys the opinions of visitors to the Yongmeori Coastal Geo-park and is to be used to enhance level of satisfaction. There are no right or wrong answers, and all replies will be used only for academic and statistical purposes. We appreciate your candid response.

Organization: Research Department of Biosphere & Geoparks, Mt. Halla Research Division,
World Natural Heritage Management Center, Jeju Special Self-Governing Province
Surveyor: Dr. Jeon Yong-moon (064-710-6057) ymjeon74@korea.kr

1. How old are you?

- ① 10s ② 20s ③ 30s ④ 40s ⑤ 50s ⑥ 60s
⑦ 70 or over

2. Where do you live?

- ① in Jeju ② outside Jeju (where? _____) ③ in-
ternational (Nationality: _____)

3. Who accompanied you on this visit? (Check any and all that apply.)

- ① alone ② spouse ③ parents or children ④ sib-
lings ⑤ friends
⑥ colleagues ⑦ club or group ⑧ other ()

4. What first comes to mind when you hear "UNESCO Triple Crown of Jeju"?

- ① World Natural Heritage ② Biosphere Reserves
③ Global Geoparks ④ other () ⑤ none of these

5. Did you know that Jeju has been designated as a UNESCO Geopark?

- ① Yes, I did. ② No, I didn't.

6. How many times have you visited Yongmeori Coast so far?

- ① first time ② second time ③ third time ④ more than
three times

7. How do you know about Yongmeori Coast?

- ① Media ② Books ③ Internet, Blogs, SNS,
etc
④ Part of site tours ⑤ Recommendations from those
around you ⑥ Other ()

8. Did you know that Yongmeori Coast is a representative Geopark of Jeju?

- ① Yes, I do. ② No, I don't.

9. How well are you satisfied with your visit to Yongmeori Coast?

- ① Very much ② Mostly ③ So so ④ Not much
⑤ Never

10. Did you know that there are volunteer guides for Yongmeori Coast?

- ① Yes, I do. ② No, I don't.

11. What do you think is needed to be done to make Yongmeori Coast more booming?

- ① To add more trails ② to set up more signposts
③ to provide more interpretation / guides ④ to step up
efforts for publicity
⑤ to carry out facility maintenance (e.g. amusement facilities)

12. Would you be willing to visit other hiking trails of Geoparks connecting Sanbangsan, Dansan and Hwasun-ri near Yongmeori coastal trail?

- ① Yes, I would. ② No, I would not.

13. How much time do you think proper to walk around a geopark trail linking hot spots nearby other than Yongmeori coastal trail?

- ① within one hour ② one to two hours ③ two to three
hours
④ more than 4 hours ⑤ others ()

14. Please choose one place you would like to visit among several tourist destinations near Yongmeori Coast.

- ① Sanbangsan ② Dansan (DaejeongHyanggyo) ③ Ge-
ummorae Beach
④ Human footprints at Hamori foundation ⑤ Hyeong-je
Island Coastal Promenade (Sagye Beach) ⑥ Deoksu-ri
Bulmi-madang ⑦ Other ()

15. Please choose one place where you think the most appropriate to hold a Geopark walking occasion among other geopark place.

- ① Seongsan Ilchulbong Sunrise Peak ② around
Suwolbong Peak
③ around Cheonjiyeon - Seogwipo Formation ④ around
Jungmun Columnar Joints
⑤ Udo Island ⑥ Biyangdo Island ⑦ Dongbaek-dong-
san ⑧ other

Fig. 48. Questionnaire on Yongmeori Geo-Park Trail



5.2. Results of Survey on the Need to Add More Geo-trails

Jeju conducted an additional survey to determine a need to build more geo-trails, and what else might be needed. First, a question about visit a future geo-trail connecting Sanbangsan, Dansan and Hwasun near Yongmeori had 88% of the respondents expressing willingness. Most, 66%, said between one and two hours would be ideal for the time needed to finish the course, 18% said between two and three hours, and 15% hoped within one hour — most preferring a completion time within two hours.

To the question of where aside from Yongmeori they might like to visit, 49% said Mt. Sanbangsan, 25% recommended a promenade in front of Hyeongje-seom Island, 9% Geummorae Beach, and 7% the Human Footprint Remains. Finally, recommendations on geo-trails at geopark sites other than Sanbangsan and Yongmeori received responses of 25% proposing Jungmun Columnar Joints, 24% Seongsan Ilchung-bong Peak, 17% Suwolbong Peak and 16% the area around Cheonjiyeon-Seogwipo Formation.

5.3. Significance of Survey Results

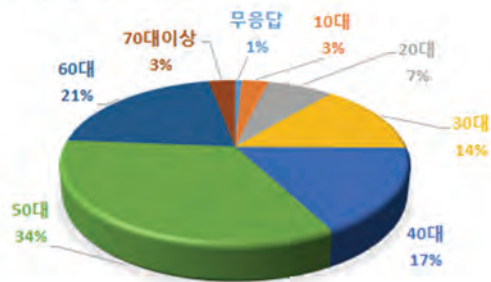
This survey shows that among the UNESCO triple crown titles, World Heritage enjoys the highest rate of recognition (67%), followed by Geoparks (29%) and MAB (4%), which means that we need to find ways to further promote Geoparks and MAB. The percentage of those who did not know that Yongmeori was added to the list of Geoparks is 45%, which also suggests that there should be more efforts to raise awareness on Geopark sites. The level of satisfaction with the Yongmeori trail is rather high with 87% but, still, many



respondents said efforts should be stepped up to boost publicity, add more trails and more tour guides for Geoparks. It indicates there are many things to be done. As for the willingness to visit a newly added geo-trail across Yongmeori-Sanbangsan, 88% said yes and most respondents figure it should take less than two hours to complete. Many visitors also believe it necessary to build a geo-trail connecting tourist destinations near Sanbangsan and Yongmeori. It is also important to open an alternative trail in case high tides make access to Yongmeori impossible.



1. 귀하의 연령은?



2. 귀하의 거주지는 ?



3. 방문시 함께한 동행인



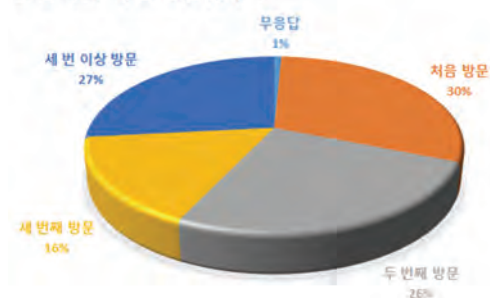
4. 제주도 유네스코 3관왕 선호도 ?



5. 제주도 유네스코 세계지질공원 지정 사실을 알고 있는가?



6. 용머리 해안 방문횟수 ?



7. 용머리 해안을 알게 된 경로는?



8. 지질공원 대표명소로 용머리 해안이 지정?





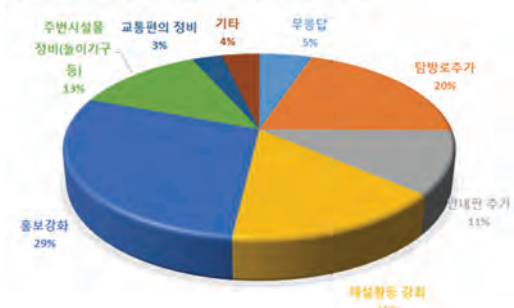
9. 용머리 해안 만족도?



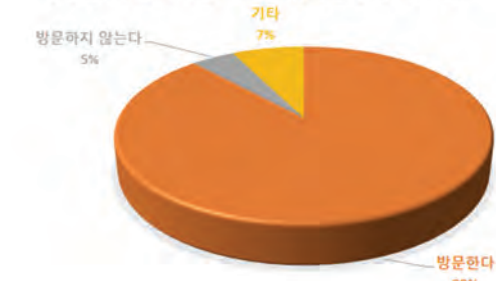
10. 용머리 해안 해설사 활동여부 사전 인지?



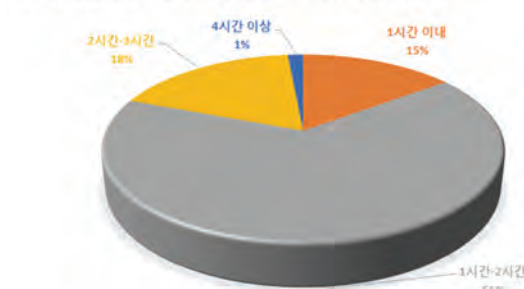
11. 용머리 해안 활성화를 위한 개선사항은?



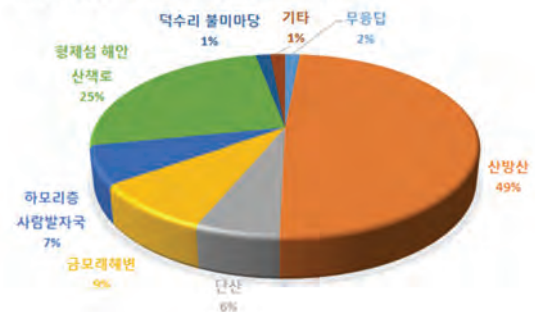
12. 용머리 해안 인근의 산방산, 단산, 화순리 등을 연결한 지질트레일 코스가 있다면 방문 의향은?



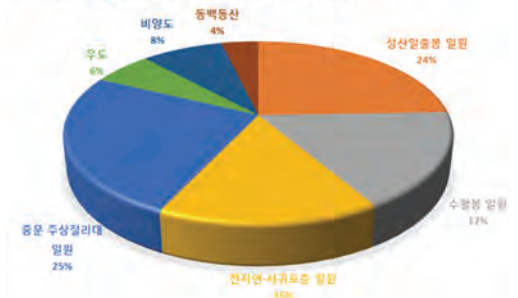
13. 용머리 주변 지질트레일 코스 적정 소요시간은?



14. 용머리 주변에 방문하고 싶은곳?



15. 다른 지질명소 중 지질트레일 행사추천지역?





Chapter 6.

Conclusions

Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast are the oldest volcanic structures in Jeju, designated as National designated Cultural Properties, Scenic Sites, and representative sites of Geoparks, thanks to their unique form and beautiful landscape. Mt. Sanbangsan had 156,286 visitors in 2015 and 160,261 in 2016. Yongmeori Coast had 352,336 in 2015 and 364,802 in 2016. Bad weather, however, often makes it impossible to visit these places, Yongmeori in particular with a 30% possibility of closure in summer and 50 % in winter due to wind, waves and tides. Unaware that the trails will be closed, many visitors end up being turned away at their entrance. If all of these potential visitors were counted, the total visits to Sanbangsan and Yongmeori would be 600 to 700 thousand annually, making these places more attractive geological and tourist destinations.

In the meantime, to boost the local economy around Mt. Sanbangsan and Yongmeori Coast, the original geo-trail courses A and B along the Sanbangsan and Yongmeori Coast were established in 2014. The 13.2 km course A and the 10 km course B take about 4 to 5 hours each to finish. Long hours and long distances make it difficult for families or groups to visit these places.

Therefore, if there are new Geopark trail courses of geological, historical, cultural and ecological value that would make the visit regardless of the weather, they can attract more visitors. The need to build new courses prompted this research on a Sanbangsan-Yongmeori geo-trail.



The researchers came up with three new courses. The new Course A would start from Yongmeori parking lot, passing through Hamel Exhibition Hall, Climate Change Exhibition Hall, Sanbang Yeondae, and Sanbanggalsa Temple, and return to Yongmeori parking lot, the most easily accessible route. In addition to easy access, this course with beautiful natural landscape can be enjoyed by visitors who have already finished looking around Yongmeori and Sanbangsan, or be used as an alternative in case the other courses are closed. Course A would be 4 kilometers long, including Yongmeori, and takes about two hours. Without the Yongmeori course itself, it would take only an hour to finish this course, only 2 kilometers long. Course B runs from Yongmeori parking lot through Seolkum Badang-gil, Sagye Lava Hill, Sagye Fishing Village Experience Center, fresh-water spring, batdamand Keunmul, and back to the parking lot. It is a 2.5 kilometer course and takes about an hour to finish. This course not only commands a beautiful view against the backdrop of Mt. Hallasan, Yongmeori and Sanbangsan, but also offers an opportunity for a leisurely walk along stone walls and spring water of Jeju.

Course C covers Yongmeori Coast, Hwanguchi Beach, and Hwasun Geummorae Beach, full of various geological elements such as lava, hydro-volcanic structures, gotjawal and spring water. It is about 5.7 kilometers long and takes about 2 hours to complete. It might be preferred by visitors who are interested in geology.

Courses can be chosen according to ages and purposes. These new courses can be used not only as alternatives in case the Sanbangsan and Yongmeori routes are closed, but also for further exploration after Sanbangsan and Yongmeori. Each of these courses contains both educational and landscape elements, which makes them favored by families and students too.

참고문헌

- 고기원, 박준범, 강봉래, 김기표, 문덕철, 2013. 제주도의 화산활동. 지질학회지 49권 2호. 209-230
- 박기화, 이병주, 조등룡, 김정찬, 이승렬, 김유봉, 이한영, 조병욱, 장병남, 손병국, 전희영, 김용욱, 2000, 서귀포·하효리도폭 지질보고서(1:50,000). 제주도, 한국자원연구소, 56p.
- 박기화, 안주성, 기원서, 박원배, 2006, 제주도 지질여행. 한국지질자원연구원, 제주 발전연구원, 대전, 183p.
- 송시대, 2000, 제주도 암괴상 아아용암류의 분포 및 암질에 관한연구. 부산대학교 박사학위논문, 118p
- 안웅산, 손영관, 윤우석, 류춘길, 정종옥, 강창화, 2015. 사람발자국 퇴적층 하부의 테프라 유리조성: 테프라 기원지와 사람발자국의 형성시기. 지질학회지 51권 2호. 105-126
- 안웅산, 전용문, 기진석, 김기표, 고수연, 이병철, 정차연, 2017. 야외지질학적 관찰을 통해 제주도 지하수 모델 제안, 지질학회지 53권 2호. 347-360
- 안웅산, 최형순, 2016. 매우 젊은 꽃자왈 용암류의 연대: 꽃자왈 형성의 주요원인. 지질학회지 52권 4호. 433-441
- 원종관, Matsuda, Nagao, 김광호, 이문원, 1986, 한국, 제주도에 산출하는 조면암질의 고지자기 및 절대연령에 관한 연구, 광산지질학회지, 19, 25-33.
- 윤상규, 한대석, 이동영, 1987, 제주도 남부 지역의 제4기 지질 조사 연구. 한국동력자원연구소, KR-86-2-(B)-2, 64p. (in Korean with English abstract)
- 이동영, 윤상규, 김주용, 김윤종, 1988, 국토이용지질조사연구(구성본 등): 제주도 제4기 지질조사연구. 한국동력자원연구소, KR-87-29, 233-278. (in Korean with English abstract)
- 이진영, 김진철, 박준범, 홍세선, 임재수, 최한우, 2014. 제주도 상창리 제4기 퇴적층의 연대와 화산활동. 지질학회지, 50권 6호. 697-706
- 전용문, 안웅산, 류춘길, 강순석, 송시대, 2012, 제주도 꽃자왈 지역에 대한 지질학적 고찰: 예비 연구결과, 지질학회지, 48, 425-434.



- 제주시, 서귀포시, 제주관광공사, 2016. 지오와 함께하는 행복한 제주여행.
- 제주특별자치도, 2009, 세계지질공원 신청대상지 학술조사 보고서.
- 제주특별자치도, 2015, 바람의 언덕 수월봉
- 제주특별자치도, 2015. 제주도 지질공원 지질탐방로 활성화 운영사례 연구. 145p
- 한국지질자원연구원, 2013. 제주도 지질공원. 151p
- Brenna, M., Cronin, S. J., Smith, I. E. M., Sohn, Y. K., and Nemeth, K., 2010, Mechanisms driving polymagmatic activity at a monogenetic volcano, Udo, Jeju Island, South Korea: Contributions to Mineralogy and Petrology, v. 160, no. 6, p. 931-950.
- Sohn, Y.K. 1995, 'Structures and sequences of the Yongmeori tuff ring, Cheju Island, Korea: sequential deposition from shifting vents', Journal of the Geological Society of Korea, 31, 57-71.
- Sohn, Y.K. and Park, K.H., 2004, Early-stage volcanism and sedimentation of Jeju Island revealed by the Sagye boreole, SW Jeju Island, Korea. Geosciences Journal, 8(1), 73-84.
- Sohn, Y. K., Yoon, W. S., Ahn, U. S., Kim, G. B., Lee, J.-H., Ryu, C. K., Jeon, Y. M., and Kang, C. H., 2015, Stratigraphy and age of the human footprints-bearing strata in Jeju Island, Korea: Controversies and new findings: Journal of Archaeological Science: Reports, v. 4, p. 264-275.
- Sigurdsson et al., 2000. Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press, 307-319.

산방산-용머리 해안 지질탐방로 활성화를 위한 연구

발 행 일 : 2017. 12

발 행 처 : 제주특별자치도 세계유산본부 한라산연구부

저 자 : 제주특별자치도 세계유산본부 전용문
제주특별자치도 세계유산본부 고정군

연 락 처 : (064) 710-6027

인 쇄 : 열린출판기획 (064) 724-0114

발간등록번호 79-6500655-000010-14

이 책에 실린 내용은 출처를 명시하여 인용할 수 있으나, 무단 전재·복제하면 법에 저촉됩니다.