NDSL
National Digital Science Library

대체습지조성 중장기 계획 수립용역(Ⅱ)

Establishment of Long-term Plan for Creation of Replacement Wetlands (Ⅱ)

주관연구기관	한국해양연구원
연구책임자	권문상
발행년월	2004-11
주관부처	해양수산부
사업관리기관	한국해양연구원
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO200500002607
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 15:24:45

저작권 안내

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

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

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

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

KiSTi
www.kisti.re.kr

BSPM24900-1672-7

대체습지조성 중장기 계획 수립용역(Ⅱ)

Establishment of Long-term Plan for Creation of Replacement Wetlands (Ⅱ)

2004. 11

연구수행기관 / 한국해양연구원

해양수산부
MINISTRY OF MARITIME AFFAIRS & FISHERIES

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 "대체습지조성 중장기계획수립용역"의 제2차년도 연구보고서로 제출합니다.

2004년 11월

주관연구기관명 : 한국해양연구원
주관연구책임자 : 권문상
법제도 및 경제성 연구분야
분야책임자 : 권문상
참여연구원 : 오위영, 권석재, 박성욱, 이용희, 이미진, 이문숙, 강길모, 노화섭, 최정민
연구조원 : 정재윤, 권영주, 최선경

공학기술 연구분야
분야책임자 : 이광수
참여연구원 : 염기대, 안희도, 박우선, 진재율, 장인성, 김용권, 김윤칠, 김미경, 박진순
연구조원 : 김성은, 박은경, 고은선, 이보람

생태계기능 연구분야
분야책임자 : 김동성
참여연구원 : 이재학, 박홍식, 유재원, 고병설, 유옥환, 이형곤, 민원기, 오제혁, 신재철, 구본주, 신상호, 장태호, 안형진
연구조원 : 반은영, 염미화, 조명희 원정희

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

요 약 문

I. 제목

대체습지조성 중장기 계획 수립용역(II)

II. 연구개발의 필요성 및 목적

선진국에서는 습지의 훼손방지를 위한 최후의 수단으로서 대체습지조성 의무화가 환경을 보전하는 한 유형으로 인식됨과 동시에 육성해야 할 새로운 환경산업으로 인식되고 있기 때문에 우리나라도 환경보호를 위한 대체습지조성 의무화라는 능동적인 정책에 대한 검토가 요망된다.

대체습지조성 의무화 정책을 갖추고 집행하기 위한 수단으로 새로운 입법안과 그에 따른 환경보호기술 개발이 요구되며, 이러한 환경보호기술 개발을 정책적으로 잘 활용하여 소중한 환경자원을 보호하고, 보존하여 미래세대에 물려주어야 할 것이다.

현재까지 개발사업 수행으로 인하여 파괴된 연안지역 중에서 생태계 복원이 절실한 지역에 대해서는 습지복원에 대한 욕구가 증가하는 한편, 연안개발의 수요 또한 지속적으로 증가할 것인 바, 대체습지의 조성이 개발과 보전의 적절한 균형을 도모하기 위해 필요한 시대적 과제로 평가되고 있다. 이에 따라 관련 기술개발과 함께 정책개발 및 법·제도 정비를 위한 연구개발의 시급한 필요성이 제기되었다.

이상과 같은 시대적 필요에 의해 실시된 본 연구사업은 공유수면 매립 및 해안 시설로 인하여 상실 또는 훼손된 습지를 대체(replacement) 및 복원(restoration)하기 위하여 필요한 생태적·공학적 설계, 시공, 유지관리 관련 기반기술 확보 및 축적 그리고 이에 수반되는 대체습지 조성의무에 관한 법적 근거 및 세부 지침 마련에 그 목적을 두고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

III. 연구개발의 범위

제2차년도 각 분야별 연구범위를 정리하면 다음과 같다.

1. 법제도 분야

- 국내외 대체습지 조성관련 법제도 및 정책을 분석
- 대체습지 조성 의무화를 위한 법률(안) 제시
- 대체습지 조성을 위한 단계별 추진전략 제시

2. 경제 분야

- 습지의 기능 및 가치를 간략하게 정의하고 가치측정방법과 가치측정결과에 대한 선행연구를 정리
- 대체습지의 적정한 규모가 경제학적으로 어떻게 도출되는지를 보여 주고, 2차 공유수면매립 기본계획에 의한 대체습지조성의 가수요면적과 공급면적을 산출
- 대체습지조성을 위한 기금이 경제학적으로 어떤 의미를 갖고 있으며, 대체습지조성기금의 기준으로 습지조성비용, 습지의 가치 및 개발이익의 적용 가능성 설명

3. 생태 분야

- 연안습지의 생태학적 이해를 위한 개념적 정리(서식처 분류, 습지 유형에 따른 생태계 특성, 권역분류)
- 생태학자의 측면에서 생태계의 가치의 개념 및 측정방법을 조사하고, 대체습지조성에 어떠한 생태학적 기법이 적용되어야 하는 것에 대한 고찰
- 대체습지 생태계 조성 생태기술지도 작성

4. 공학 분야

- 중장기 계획에 바탕으로 두고 대체습지와 접목하는 다양한 분야의 공학기술의 개발 및 실용화를 목적으로 대체습지 조성 공학기술지도 작성
- 연안 지역의 환경특성별, 이용현황별 분류를 통해 대체습지의 조성가능 후보지 검토

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

IV. 연구 결과

제2차년도 각 분야별 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 법제도 분야

대체습지조성 국내법률(안)을 제시하기 위해 우선 국내의 습지보전법과 공유수면매립법, 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법과 신법제정의 경우를 중심으로 의무화 규정의 신설시 이들 법률의 장·단점을 분석하여 의무화 규정 대상법률로 공유수면매립법을 선정하고 개정안을 제시하였다.

동 개정안의 주요골자는 일정한 공유수면을 매립 하는 자에게 매립하는 습지의 면적에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하는 의무화 규정을 명시한 것이다.

이러한 의무화 규정을 구체화할 수 있는 실질적인 방법은 습지훼손자로 하여금 직접 대체습지를 조성토록 하는 방법과 대체습지조성비를 부과하는 방법이다.

대체습지조성비는 농지조성비, 대체산림자원조성비, 대체초지조성비 등 현재 타법에서 운용하고 있는 관련 부담금을 근거로 도입 하였다. 더불어 대체습지조성 및 대체습지조성비 신설에 따른 목적, 부과근거와 규정, 부과대상, 주체, 기준 및 절차 등 실질적으로 필요한 사항에 대해서도 검토하였다.

대체습지조성비는 해양수산부가 관리하는 수산발전기금에 납부토록 하였으며, 동 비용은 대체습지조성에 필요한 기술 및 연구개발과 손실된 습지에 상응하는 대체습지조성에 한하여 사용토록 용도를 제한하였다.

그리고 절차에 있어서는 대체습지조성 의무를 완료한 이후 공유수면매립자는 준공인가를 신청할 수 있도록 하였고, 다른 법령과 관련하여 자연환경보전법상의 생태계보전협력금에 대해서는 2중 부과 문제가 있어 삭제토록 하였고, 또한 다른 법령에 근거하여 공유수면매립을 하는 경우 개정 대체습지조성관련의무를 부담하게 하는 입법안을 제시하였다.

대체습지조성사업은 환경교통재해등에 관한 영향평가법에서 요구하는 대책으로 보았다. 왜냐하면 대체습지조성사업을 할 경우 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법에서 요구하는 환경영향평가의 대상이 될 경우 대체습지조성사업은 환경에 역영향을 미칠 수 있는 사업으로 본다는 반증이며, 대체습지조성의 실시계획에 이러한 영향을 충분히 고려할 수 있기 때문이다.

특히 공유수면매립시 잔여매립지의 임대·매각 대금을 대체습지조성을 위한 재원으로 활용하도록 하여 공유수면매립에 따른 경제적 이익을 얻을 수 없도록

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하였는 바, 이는 공유수면의 매립은 꼭 필요한 경우가 아니면 매립할 수 없도록 하는 제도적 장치의 일환으로 제시한 방안이다.

그리고 개정안의 입법과 관련하여 고려하여야 할 부분은 현재 대체습지를 조성할 수 있는 기술이 개발되어 있지 않기 때문에 조성 및 관리지침을 만들 수 없으며, 대체습지조성비를 부과하려 할 때 그 기준을 산정하기가 어렵다는 점이다. 그리고 공학분야와 생물분야의 Road Map에서 보는 바와 같이 이러한 대체습지조성 기술 개발을 하는데 있어 5년의 기간동안 생물분야에서는 36억원, 공학분야에서는 44억원 총 80억원의 소요예산이 필요한 것으로 분석되었다.

실질적으로 새로운 법률을 입안할 경우 입법절차상 관련단체 및 기관 또는 정부부처와 사전협의도 빼 놓을 수 없지만 규제개혁심의를 통과하는 문제와 함께 부담금 관리 기본법에 따른 부담금의 항목에 대체습지조성비가 포함되도록 하여야 한다는 것이다.

그러나 이러한 대체습지조성비의 산출기준을 마련하기 위해서는 반드시 관련 기술개발이 완료된 후 동 결과를 활용하여야 한다는 것이다. 그러나 현재 대체습지조성비를 부과할 경우 얼마를 부과해야 하는지에 대한 부과 기준의 산정이 여의치 않고 조성 및 관리 지침을 만들 수 있는 기술이 개발되어 있지 않다.

이러한 점을 감안한다면 공유수면매립에 따른 대체습지조성을 위한 의무화의 입법시기는 향후 관련기술의 개발이 완료되어 기술지침서가 제시되는 5년 이후에 하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

2. 경제 분야

대체습지조성의 이론적 적정면적은 습지상실로 인하여 생기는 피해를 줄이기 위해 설치하는 시설(예: 대체습지의 조성)에 대한 총비용함수(TAC: Total Abatement Cost Function)와 시설설치로 인하여 생기는 총이익함수(TB: Total Benefit Function)를 통해 도출할 수 있다.

TAC와 TB는 대체습지(RW: Replacement Wetland)에 대한 함수이기 때문에 각각 미분하면 한계비용 및 한계이익 함수를 도출할 수 있다. 한계비용함수(MAC=∂TAC/∂Rw)와 한계이익함수(MB=∂TB/∂RW)가 교차하는 점에서 대체습지의 조성적정면적(Optimal Replacement Wetland Size)과 적정조성가격을 구할 수 있다.

또한 대체습지의 전체 수요함수와 공급함수는 각 개발(매립)건에 따라 구해진 MAC와 MB를 수직적으로 합하여 구할 수 있다. 수요함수와 공급함수가 교차

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하는 점에서 전체 대체습지시장에서의 적정대체습지조성면적과 시장가격이 결정되어 진다.

습지는 비시장재화의 특성을 지니고 있어 인위적 시장(예: 미국의 mitigation bank system)이 형성되지 않으면 적정대체습지면적 및 적정조성가격이 현실적으로 도출될 수가 없다. 하지만 경제적 개념이 내포된 적정 수요와 공급은 아니지만 간접적으로 수요면적과 공급면적을 도출할 수 있다.

제2차 공유수면매립 기본계획을 보면 2001년부터 2011년까지 허가된 매립 면적이 38㎢이다. 따라서 또 다른 매립허가가 있지 않는 한 38㎢가 대체습지의 예상 수요량이라고 볼 수 있다. 그리고 예상수요면적에 미국의 평균 생성율(1.77)을 곱하게 되면 예상 공급면적인 67.2㎢(=38㎢×1.77)가 계산되어 진다.

습지의 상실을 초래하는 매립의 경우 개발자의 외부비용을 내재화하거나 편익의 일부를 환수함으로써 시장의 왜곡을 보정시킬 수 있다. 본 연구에서는 대체습지 조성비용 혹은 상실된 습지의 가치를 개발자가 내재화 시켜야하는 외부비용의 대체(substitute) 개념으로 보았고, 이렇게 산출되는 외부비용을 대체습지조성을 위한 기금의 기준으로 삼았다.

또한 개발자로부터 개발이익의 일정부분을 환수하는 것이 매립지의 외부편익을 내재화시키는 것이라 가정하고 이 또한 대체습지조성을 위한 기금의 기준이 될 수 있다고 보았다.

대체습지조성비용의 산출은 공학 및 생태학적 표준기술지침서가 마련되지 않은 상태에서는 정확하게 산출하기는 어려운 점이 있다.

스웨덴의 경우 인공습지를 조성하는 경우 38,040원/㎡, 반월천과 동화천의 경우는 각각 29,200원/㎡과 22,250원/㎡의 비용이 들었다. 미국의 경우 습지 형태별로 조성비용이 차이가 있음을 보여주고 있는데, 염습지와 잘피지대는 약 60,000원/㎡ 정도이고, 펄밭의 경우 훨씬 적은 18,900원/㎡ 정도이다.

최(2003)는 국내의 갯벌의 가치를 갯벌의 평균 수산물 생산 편익(4.9백만원/ha)과 평균 수질오염편익(9.8백만원/ha)을 합산 한 14.7백만원으로 보았는데, 이 가치는 심미적 가치 및 여가가치 등의 제외로 인하여 평가절하되었다고 볼 수 있다.

즉, 미국의 경우 잘피지대의 서식처 기능만을 가치화하여도 국내 갯벌 평균가치보다 높은 35.3백만원/ha으로 나타나고 있다.

이러한 평가절하의 문제나 가치평가의 신뢰성 문제를 극복하기 위해서는 시간 및 비용의 제약이 존재하기는 하나 기능별 및 지역별, 그리고 다양한 가치측정법을 사용하여 습지의 가치 평가를 수행하여야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

3. 생태 분야

● 연안습지의 서식처 분류

지역적인 습지의 분류와 범위 설정은 몇 가지 기준에 의해서 이루어지고 있는데, 기질, 해안의 노출정도, 생물상, 식생, 인간의 활동 등이 있다 (Robinson and Levings, 1995). 이러한 서식지의 분류는 생태계를 거시적으로 보는 시각에서는 매우 효과적인 수단이며, 해당 지역의 전 생태계를 대상으로 관리할 수 있는 장점을 가진다.

연안습지를 보다 상세히 정의하고 분류하여 이들의 특성을 파악하는 것은 국내 연안습지를 국가차원에서 체계적으로 관리하고 보전하는 가장 기초적인 요소가 된다.

이러한 의미에서 습지의 분류는 포괄적 개념에서 다양한 시각적 접근이 필요하며, 기존의 생물학적 개념에 기능적, 환경적, 경제적 개념을 도입하여 국내 실정에 맞게 유형별로 분류해야 한다. 연안습지 분류에 도움이 될 수 있는 국외의 대표적인 두 가지 분류 사례로는 U.S. FWS의 국가습지목록에서의 습지분류 체계와 람사협약에서 정의한 습지 분류가 있다.

대체습지 조성을 위한 기초 작업으로서 객관적인 습지의 유형별 분류를 제시할 수 있는 모형을 개발하기 위하여 앞에서 기술한 대표적인 연안습지 분류체계와 국내 학자들의 제안을 참고하고, 우리나라 해안환경과 식생대를 고려하여 우리나라 연안습지 분류체계를 다음과 같이 제안하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

우리나라 연안습지의 분류 체계안 1

단계 1	단계 2	단계 3	단계 4
해안 담수습지 또는 사구(Coastal freshwater wetland)	하천 수변습지 (riparian wetland)		갈대 담수 수생식물
	해안사구습지 (Coastal dune wetland)		해안식물
해안 염수습지 (Coastal saltwater wetland)	해빈 (beach)	조간대 / 조상대	펄해빈 (mud beach)
			모래해빈 또는 사빈 (sand beach)
			자갈해빈 (pebble (shingle) beach)
			암석해빈 (rock beach)
	갯벌 (광의) 또는 조석 습지 (tidal wetland)	조하대 평탄지형 (subtidal flat)	거머리말
			평탄지형
		조간대 갯벌 또는 갯벌 (협의) (intertidal flat or tidal flat)	펄갯벌 (mud flat)
			혼합갯벌
			모래갯벌 (sand flat)
		조상대 / 염습지 (supratidal zone / salt marsh)	갈대우점
			해홍나물 등 염생식물 우점
해안 기수습지 (Coastal brackishwater wetland)	석호 (lagoon)	담수성 석호 (freshwater lagoon)	갈대우점
		기수성 석호 (brackishwater lagoon)	갈대우점
		염수성 석호 (saline water lagoon)	갈대우점
	하구 (estuary)	조하대(subtidal zone)	거머리말우점
		조간대 갯벌 (intertidal flat or tidal flat)	펄 / 거머리말우점
			혼합 / 모래 / 갈대 또는 염생식물 우점
		조상대 (supratidal zone)	갈대우점
	삼각주 (delta)	조하대(subtidal zone)	
		조간대 갯벌 (intertidal flat or tidal flat)	
		조상대 (supratidal zone)	해안식물
인공습지 (Artificial wetland)	간척호 (reclaimed lake)		
	간척지 land(reclaimed)		갈대와 염생식물 (천이단계)
	염전 (saltpan)		염생식물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

● 연안습지 유형에 따른 생태계 특성

우리나라는 서해안의 간석지를 중심으로 해안 식생이 잘 발달되어 있으며 그 면적이 대단히 넓은데 대부분은 염생식물이 서식하고 있다. 우리나라 하천의 하구역이나 소택지의 물가에는 부들, 줄, 갈대 등의 추수식물(뿌리나 줄기의 밑부분이 수면 밑에 있는 수생식물)이 띠 모양 분포를 이루면서 서식한다. 그러나 해수의 영향을 받는 하구역의 물가에서는 부돌이나 줄은 자취를 감추고 갈대가 순군락 (純群落)을 형성하며 이어서 갯는쟁이, 해홍나물, 퉁퉁마디, 칠면초 등의 염생식물 군락이 바다를 향하여 나타난다.

거머리말 군락지는 해수유동을 제어하고 그늘이 있는 작은 공간을 형성하여, 부착생물들에게 착생기반을 제공하며, 어류의 산란과 유어(幼漁)의 보육, 생육장소 및 피난처를 형성한다. 또한 연안역의 기초 생산력을 증대시키며, 질소와 인 등의 영양염류를 흡수하고, 고사한 식물로부터 유기쇄설입자(detritus)를 공급하여, 생물 생산 및 초식동물(herbivore)과 부식섭식동물(detritivore)의 먹이연쇄(food chain), 생리활성 물질의 공급원이 되는 등 연안 생태계의 중요한 기능과 역할을 담당하고 있다.

모래갯벌은 이름에서 나타나듯이 바닥이 주로 모래질로 형성되어 있다. 해수의 흐름이 빠른 수로주변이나 바람이 강한 지역의 해변에 나타나는데, 해안경사가 급하고 갯벌의 폭이 좁아 보통 1km 정도이며 약간의 펄이 섞인 우리나라 서해안의 모래갯벌에는 바지락, 동죽, 백합, 가무락, 맛조개, 서해비단고둥, 갯고둥 등을 쉽게 볼 수 있다.

펄갯벌은 모래질이 차지하는 비율이 10% 이하에 불과하나 반대로 펄 함량은 90% 이상에 달하는 갯벌이다. 강화도 주변 연안에 잘 발달한 광대한 펄갯벌에서 표층 퇴적물의 평균 입자의 지름은 0.031mm에 이른다. 펄갯벌에서는 모래갯벌에 비해 갑각류나 조개류보다는 퇴적물식을 하는 갯지렁이류가 우점한다.

혼합갯벌은 모래나 펄이 각각 90% 미만으로 섞여 있는 퇴적물로 구성된 갯벌이다. 펄이 더 많으면 모래펄갯벌, 모래가 더 많으면 펄모래갯벌로 구분할 수도 있다.

자갈해안은 주로 해안가의 암반의 침식으로 인해 생긴 암편이나 하천에 의해 운반된 다양한 크기의 퇴적물과 패각을 만드는 생물의 파편으로 되어있다. 자갈해안에 서식하는 생물들은 갯벌해안이나 모래사장에 서식하는 생물돌에 비해 매우 한정된 종들이 낮은 서식밀도로 서식하고 있다.

암반해안은 해파에 의한 침식 해안의 한 예로서, 주로 파도의 침식작용의 결과로 형성된다. 동해안은 암반해안이 흔하나 조석 간만의 차이가 수십 cm에 불

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

과해 조간대의 폭이 좁다. 서해는 간만의 차이가 최대 8~9m 에 이르러 조간대의 폭은 대단히 넓으나 암반이 아닌 모래와 뻘이 대부분이다. 따라서 전형적인 암반조간대가 흔하지 않다. 또 강한 조류 때문에 물이 탁하여 생물상도 빈약하다.

사빈은 파랑의 작용에 의하여 해안에 모래가 퇴적된 지형이다. 사빈을 구성하는 모래는 바다로 유입하는 하천에 의하여 육지로부터 공급되고, 이들 모래가 파랑의 작용으로 해안으로 밀어 올려져서 형성된다. 모래 속에 신속하게 파고들어갈 수 있는 것이나, 조간대 상부의 건조한 모래에도 살 수 있는 것들이다. 모래해안에는 비교적 소수의 종밖에 살 수 없지만 그러나 종간의 경쟁이 적은 것일수록 일반적으로 개체수는 많다.

해안 사구는 해류, 하안류에 의하여 사빈으로 운반된 모래가 파랑에 의하여 밀려 올려지고, 그곳에서 탁월풍의 작용을 받아 모래가 낮은 구릉 모양으로 쌓여서 형성된 지형이다. 해안사구에 서식하는 생물은 해안과 육상환경에 모두 적응하여 살아가는 생물들로 다양하고 독특한 사구식생을 중심으로 무척추동물에서는 주로 대기중에서 호흡할 수 있는 갑각류와 곤충류가 주를 이루고, 척추동물에서는 조류와 파충류가 서식한다.

하구역은 하천의 담수가 해수와 혼합되는 수역으로 조류 및 어류를 포함한 많은 생물의 서식지이며 상업적으로 가치 있는 어류의 산란·양육지로 알려져 있다. 또한 잘 보전된 하구는 매우 생산성이 높은 환경의 하나이며 육상기인 퇴적물 및 오염물질을 처리하는 자연정화지의 역할을 하기도 한다. 하구역에 서식하는 저서동물은 유속(流速)이 가장 빠른 하구의 중앙 부근에서는 서식하는 종류가 적고 서식밀도가 낮으며, 유속이 비교적 느린 주변역이 종류와 양이 가장 풍부하다.

● 국내 해안습지 권역별 현황

동해안은 해안선이 단조롭고, 섬 또한 아주 적다. 전체적으로 조류작용이 거의 없고 활발한 파도의 작용에 의하여 여러 해안지형이 만들어졌다. 동해안에서는 파랑이 모래를 해안으로 올려 쌓아 만든 사빈해안이 비교적 넓게 분포한다. 동해는 수심이 매우 깊고 그 면적에 비해 대한해협의 폭이 비교적 좁으므로 동해안의 조석은 남쪽의 울산만이 60cm 정도이고 대부분 25cm 이하로 작아서 갯벌은 거의 분포하지 않는다(경관생태연구회, 2001).

서해안은 한반도 융기축인 백두대간으로부터 분기하여 서해로 향하는 일련의 정맥들과 서해로 유입되는 수많은 하천과 만들로 이루어진 굴곡이 심한 해

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

안선을 갖고 있다. 서해안의 조차는 세계적이며, 인천의 평균조차는 8.1m, 군산이 4.4m, 목포는 약 2.5m이다. 우리나라 남한 갯벌의 총면적은 2,393㎢로서 남한 국토면적의 2.4%를 차지하는데, 전체 갯벌의 83%인 1,980㎢ 가 서해안에 분포되어 있다.

남해안은 부산 송도에서 전남 해남에 이르는 해안으로, 길고 복잡한 전형적인 리아스식 해안이다. 남해안에 위치한 섬은 모두 육지의 구릉 및 산맥이 침강한 것이므로, 그 배열은 육지의 구조선에 일치한다. 남해안은 비교적 암석해안이 많은 반면 해안선의 심한 굴곡과 도서의 현저한 발달로 특징지어지며 동해안 쪽으로 갈수록 단순해지고 파랑의 영향도 커진다. 남해안의 갯벌과 사빈의 발달 정도는 동해안과 서해안의 점이적인 특성을 가진다.

제주도는 한반도 남서단에 위치한 화산섬으로서 주변 해역은 넓은 대륙붕이며, 동남쪽은 오키나와 해분으로 이어지게 가파른 경사를 이루고, 서쪽과 북쪽 해역은 비교적 완만한 지형을 형성하고 있다. 해안선 굴곡이 비교적 적어 큰 내만의 발달은 찾아볼 수 없다. 제주도 해안은 용암류가 바다에 접하면서 형성된 전형적인 화산해안으로서 전해안의 75%에 이르는 229.7㎞가 현무암 및 조면암질 안산암의 암석해안으로 분류된다.

● 연안습지의 생태계 가치 평가

갯벌 자원에 대한 경제적인 계량화 연구가 최근 들어 활발히 논의되고 있는데 특히 갯벌 등 자연 자원에 대한 가치평가 방식은 그 요인과 분야, 유형에 따라 매우 다양하기 때문에 아직까지 유용한 평가방법이 소개되고 있지 않으며, 주된 요인으로는 평가방법이 생태학적, 경제적 자료를 필요로 하지만 이들 자료가 아직까지 충분하게 확보되어 있지 않은 실정이다. 수 십 년간 해양생태계 연구가 진행되고 있지만 한정된 요인을 대상으로 한 생산량 추정, 개체군 특성 파악, 군집구조 규명 등으로만 결과를 나타내고 있으며, 갯벌 지역을 대상으로 한 연구의 경우 더욱 한정 되어진다. 따라서 습지환경을 대상으로 한 경제성 평가는 실제로 가장 최종적 연구 목표와 부합된 시기에 결과를 양산할 수 있기 때문에 우선 자료 선정 및 확보, 대응 모델 제시 등 기반 연구와 유형에 따른 모델 선정, 환경수용력 파악이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 습지를 대상으로 생태계 평가를 위한 자료 분석과 모델 방식을 제시함으로서 환경수용력 평가를 통한 생태계 경제적 가치를 평가할 수 있는 기반을 제안하고자 하였다.

생태계 모델의 구조를 파악하고 역학적 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 생물군별로 많은 정보를 필요로 한다. 즉, 생태계 내에는 많은 생물종들이 서식하

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

며, 이들은 서로 먹고 먹히는 관계에 있기 때문에, 한 생물군의 생체량 증감은 이들의 포식자 또는 피식자의 생체량 증감에도 영향을 미친다. 이러한 영향은 그들이 생산할 수 있는 생산량과 인간이 이용할 수 있는 어획량 변동에도 큰 영향을 초래한다. 따라서 생물군별 생체량(B), 섭식량(Q)과 피식-포식 관계(DC), 생물학적 생산량(P), 어획량(C), 그리고 영양효율(EE)에 대한 정확한 정보 수집은 필수적이다. 만약 이 중 5개의 파라미터만 알 수 있다면 나머지 한 파라미터는 생태계 질량 균형 (mass balance) 모델에 의해 자동적으로 추정된다.

위와 같은 평가방식은 각 영양단계별 현존량 및 생산성 자료가 요구된다. 이미 국내 갯벌에 대한 연구가 장기간 시도되고 있지만 각 영양단계별 포괄적인 현존량 자료를 거의 제시되지 않고 있으며, 다만, 산업종에 대한 일부 생산성만이 추정되었다. 따라서 기존에 조사된 습지의 생태적 가치는 주로 유사한 유형의 습지에서 산정된 외국자료에서 추정된 자료를 외삽한 경우로 이러한 측정치로도 이미 갯벌의 생산성율 육상의 어느 역보다도 높게 나타나고 있다. 하지만 갯벌의 산업종 생산량이 세계 최고인 현황에서 적용된 수치는 특히 2차 생산성에서 상당히 절하되고 있다. 따라서 기존의 invertory 연구 자료에서 이제는 기능적 갯벌 연구가 수행되어야 이러한 자료 추정이 가능해 진다.

● 대체습지조성기법의 생태학적 개념 적용

대체습지 예상 지역에서 생태적 대체습지 조성을 위한 정보를 올바르게 제공하기 위한 연구에 있어서 가장 고려해야 할 점은 지형의 특성에 의한 물리적인 구조 및 기작일 것이다. 해안습지, 특히 우리나라의 경우 갯벌로 구성된 습지 구조에서는 조석의 영향에 의한 간출시간, 조류의 이동속도에 의한 퇴적환경 및 지형구조, 담수의 유입양상 등이 생태계에 중요한 역할을 한다. 국내에서의 대체습지 조성 사례 (예, 시화호 매립에 따른 반월천 인공습지 조성과 동화천 인공습지 조성)는 단순한 공학적 설계 개념을 바탕으로 되어있어, 습지조성 후 많은 문제점이 도출 되어 지고 있다. 여기에서는 생태학적 대체습지의 모형 개발을 위하여 습지조성 예정지역에서의 서식지 조성과 생태계 조성에 필요한 생물상 및 천이 방식, 생태계 유지 방안 등을 통해 생태적 대체습지조성기법의 개념을 확립하고자 하였다.

먼저 조성하고자 하는 습지의 유형을 파악하기 위하여서는 우선적으로 주변 습지 구성 형태와 특히 조위에 대한 검토가 이루어 져야 한다. 본 연구에서 제안하고 있는 습지의 유형이 10가지로 분류되고 있는데, 이들의 분류기준이 되는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

환경요인은 주로 퇴적상과 특정 생물 군집 (염생식물, 거머리말)에 의한다.

Upper tidal zone - wetland, mudflat - Brachyuran zone
Mid tidal zone - muddy sandy, sand flat, sandy mud - Molluscan zone
Lower tidal zone - muddy zone - Holothurian zone

서식지 구성을 살펴보면 육상과 경계면에 위치한 상부지역은 염생식물로 구성되어 있거나 갈대 등 육상식물과 혼재된 지역으로 구성되며 조간대 상부해역의 경우 간출시간의 격차 (1-3시간/월)에 의해 육상식물과 염생식물의 서식 지역이 구분되고 있다. 육상식물의 경우 해수의 유입보다는 육상에서 내려오는 담수의 양이 서식범위를 결정하며 염생식물의 경우 저질내 염분도가 5‰ 이하를 유지하는 상태에서 질소 고정에 따른 양분 유입이 이루어져야 하므로, 간헐적인 해수 유입이 이루어져야 할 것이다.

니질갯벌로 이루어진 상부해역의 경우는 식물의 분포가 거의 없고, 조류의 유동이 적은 해역에 형성된다. 주로 기수역을 포함하여 니질의 공급이 이루어질 수 있는 지형적 조건을 가진 지역에 분포한다. 조성시 주로 조류의 속도를 조절하고, 수괴내 점토성분이 풍부한 해역인지를 판단하여야 할 것이다.

혼합갯벌로 이루어진 상부해역은 잦은 풍수가 발생하는 기수역이나 암반구조의 돌출된 지형을 가진 해역에 발달한다. 최근 들어 연안개발로 인한 주변의 장기적 퇴적환경 변화를 일으키는 지역에 나타나며, 굴 양식 등 인위적 활동에 의해 조성되기도 한다. 혼합갯벌의 경우 기질과 연약질이 혼재된 양상으로 생물다양성은 가장 높게 나타나고 있다. 또한 굴, 바지락 등이 서식할 수 있는 조건을 가지고 있어, 고부가가치의 갯벌 생물 생산력이 감소하는 추세에서 가장 높은 생산성을 나타내는 지역이다.

사질갯벌로 이루어진 중부해역의 경우 강한 조석과 파도의 형성 정도에 따라 좌우되며 생물서식 양상은 매우 빈약하지만 친수공간을 제공할 수 있다. 사니질, 니사질 갯벌로 이루어진 중부해역의 경우 습지 지역 중에 가장 높은 생물생산력을 보이는 해역이다. 사질보다는 안정적 퇴적상을 보여 패류 등이 서식할 수 있는 조건을 갖추었다. 습지 중 거머리말 군락은 인위적 오염이 적고, 안정된 환경구조를 보이는 지역에 발달한다. 거머리 말의 경우 퇴적물의 침식을 방지하고, 상호 영양분을 공급하게 되며, 이러한 환경에서는 갯벌이나 연안에 서식하는 어린생물의 서식처를 제공하게 된다. 실제로 거머리말 군락은 연안에서 잠재적 생산성 증대가 중요한 공간을 제공한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

습지 조성방안에서 고려되어야 할 사항으로는 조성 후 인위적 생물 상 조성과 이들의 유지, 자연적인 재생산 등이 있을 것이다. 효과적인 생물 가입에는 해수 유통방식에 의한 자연적인 가입과 인위적인 조성 방식을 나눌 수 있다. 자연적 생물 가입의 경우 수온이 상승하는 7월에 유생가입 시기에 해수의 유통을 포괄적으로 진행할 수 있는 시스템이 제공되어야 한다. 하지만 이 시기는 장마가 성행하여 담수의 유입이 원활하므로 담수의 장기 적체로 인한 패류의 폐사 등을 막기 위하여 습지 조성의 시기를 9월 이후 완공되어 일정기간 조정 및 안정시기를 거칠 것을 제안한다. 인위적 생물 가입의 경우는 현재까지 가장 안정된 생산성을 보일 수 있는 방안은 패류 이식이며, 바지락 등 패류의 경우 비용이 증가하더라도 기존의 종묘 보다 크기가 큰 10-20cm를 이식한다. 식물의 경우, 갈대 등의 이식연구는 전혀 진행된 바 없으며, 거머리말의 경우 한정된 해역을 대상으로 식재를 통안 안정성 검토만이 진행되고 있어, 대규모 면적을 통한 습지 조성은 외국 연구 자료의 검토 수준이다. 대상 종에 따른 충분한 실험을 통한 서식조건 파악이 우선이며, 식재별 서식공간, 토양의 재질 등에 대한 모니터링 연구가 선행되어야 할 것이다. 오히려 장기간에 걸친 자연적 천이에 의존하는 방식이 효과를 거둘 수 있다. 자연적 갈대 조성 기간은 5년 정도 걸리는 것으로 나타나고 있다.

생태계 조성시 생물다양성을 고려할 때 가장 높은 다양성을 나타내는 해역은 거머리말 서식해역으로 다양한 은신처를 제공하는 조건을 갖춘 해역과 혼합갯벌로 구성된 해역으로 복잡한 기질로 구성되어 다양한 생태의 생물이 서식할 수 있는 환경을 갖춘 해역이므로 본 연구에서는 대체습지 조성에 혼합갯벌구조를 제안한다.

대체 습지 조성에서 최종 목적은 자연적 천이과정을 통한 생태계 구성이 이루어지는 것, 즉 외부로부터 종 가입과 자체 내 생활사 반복을 통한 생물 서식구조를 나타내는 것이므로 지속적인 모니터링을 통한 조건 조절이 이루어져야 하며, 가능한 자연적 조건 유지를 위한 마스터플랜이 필요하다.

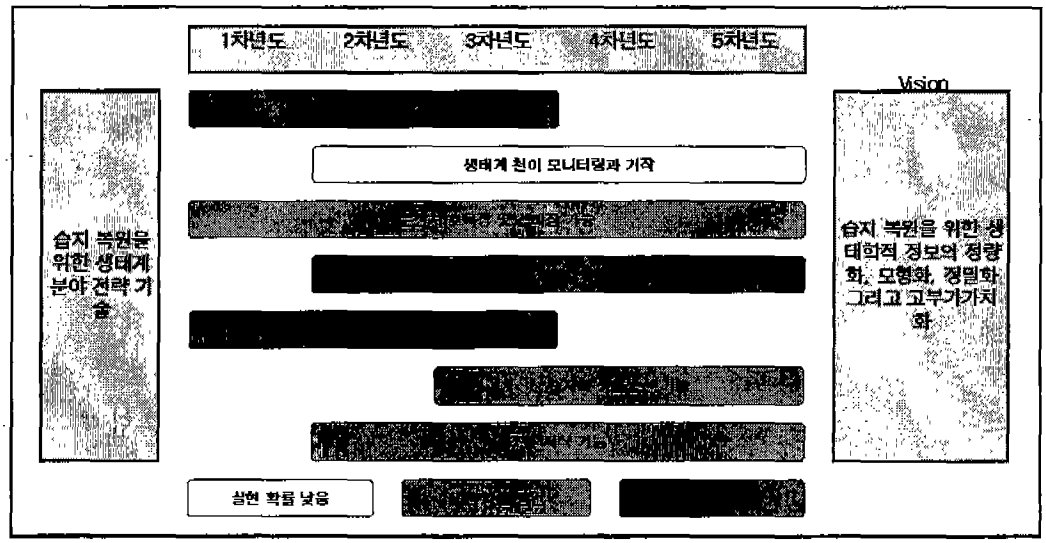
● 대체습지 생태계 조성 로드맵

세계적인 추세에 발맞추어 공학 일변도의 서식처 복원 개념에서 벗어나 생태학적 설계의 중요성을 알리고 다양한 습지 서식처의 생태학적 목표 기능을 충족시킬 수 있는 복원 기술의 기반 확보와 미래의 수요 기술을 파악하여 생태학적 복원의 핵심 기술 개발을 선도하고 국내외 복원 산업의 바람직한 발전적 방향을 제시하고자 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

로드맵에 표시된 목표 기술들은 그 난이도를 고려, 실현 가능성을 상, 중, 하의 3단계로 확률화 하여 표시하고, 예상되는 기술 수요에 따라 각 목표 기술의 시간적인 개발 관계를 나열하였다.

생태학적 복원 기술은 생태학적 관점에서의 서식처 설계와 복원이 가능하도록 해주는 것이며 본 보고서에서는 이를 위한 핵심 개발 목표 기술을 7개 분야 (습지의 유형 분류, 생태계 천이 모니터링과 기작, 은신처 보육장 및 섭이장 기능, 습지의 오염정화 기능, 습지의 생물 다양성, 습지의 생물생산 기능, 조류 서식 기능) 로 구분하였다 (마크로 로드맵). 그리고 마크로 로드맵 상의 각 연구목표에 대해서는 이 연구내용을 달성하기 위해서 각각에 대하여 세부연구목표를 설정하여 5년의 연구기간을 두고 각 기간에 맞는 연구내용을 보다 자세하게 서술하였다.



습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오

4. 공학 분야

대체습지조성과 관련한 공학기술은 다양한 분야의 토목기술의 집합으로 표현될 수 있으며, 따라서 각 단위기술에 대한 본격적 연구에 앞서 기술지도를 작성할 필요가 있으며, 이러한 기술지도를 바탕으로 중장기 계획에 의거하여 기술의 개발 및 실용화를 도모할 필요가 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 우선적으로 대상기술 개발의 필요성을 비롯하여 발전방향 및 목표를 정립하였다. 그리고 국내외의 기술현황을 검토하고 SWOT분석을 통해 국내 공학기술 연구 수준을 정리하였으며 기술영역 및 요소기술을 도출하였다. 이러한 자료에 근거하여 본문

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

에 제시한 바와 같이 마크로 기술지도와 기술영역별 기술지도를 작성하였다. 이때 대체습지조성 공학기술은 집합체적 성격을 가지고 있으므로 새로운 단위기술의 개발보다는 현재까지 보유하고 있는 기술의 적용에 중점을 두고 실용화에 초점을 맞출 필요가 있으며, 전체대상기간을 5년으로 설정하고 2단계로 나누어 실시하며, 1단계 기간을 3년으로, 2단계는 2년의 기간으로 실시하는 것으로 설정하였다.

또한 우리나라에 창출 개념의 대체습지를 조성할 경우 가능 후보지를 분류하고 적절한 목적에 맞게 검토하는 작업은 상당히 중요하다. 본 연구에서는 우리나라 연안을 권역별, 자연환경적 특성별(기후나 조차, 식생 등), 그리고 이용 현황별(염전 및 준설매립지) 등으로 구분하고, 이에 대한 관련 자료를 수집 분석하였다.

V. 연구개발결과의 활용계획

제1차년도 연구는 주로 자료 및 문헌 조사와 현장조사를 중심으로 실시되었으며, 당초 목표한 연구목표를 달성하였다. 제2차년도 연구는 대체습지조성 의무화를 위한 법안작성과 대체습지조성을 위한 기금의 경제학적 의미가 논의되었으며, 기금의 기준은 무엇이 되어야 하는 것을 살펴보았다. 또한 대체습지 조성 기술지침서 및 조성된 대체습지의 성공평가지침서 작성을 위해 공학 분야와 생태 분야에서는 기술 지도를 작성하였다. 향후 계획된 연구기간이 종료되는 시점에서는 기술지침서가 완성되게 되며, 그에 따라 완성도 높은 대체습지 조성 의무화에 관련된 법안이 수립될 수 있다. 특히, 지침서는 정부의 관리자, 산업계의 관련기술자, 관련 분야의 연구자 등에게 해안습지의 보존, 복원 및 강화는 물론 대체습지의 창출에 관련된 가이드라인을 제공해 줄 것이다. 또한 이러한 지침서는 해안습지에 관련된 모든 개인 활동과 산업에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

목 차

제1장 서 론 ····· 1

제2장 법제도 분석 ····· 5
제1절 서 론 ····· 7
제2절 대체습지의 개념 및 유형 ····· 8
1. 개념 ····· 8
2. 유형 ····· 8
가. 환경정비에 의한 분류 ····· 8
나. 조성위치에 의한 분류 ····· 9
다. 정비할 생태계에 의한 분류 ····· 9
제3절 관련 사례 검토 ····· 10
1. 사례대상지역의 분석기준 ····· 10
가. 사례대상지역의 선정 ····· 10
나. 분석기준 ····· 11
2. 미국 ····· 13
가. 조성목적 및 근거 ····· 14
나. 조성면적, 비용, 관리비 ····· 14
다. 조성방법 ····· 15
라. 조성주체 ····· 15
마. 조성효과 ····· 15
바. 모니터링 ····· 16
사. 미국사례의 시사점 ····· 16
3. 일본 ····· 16
가. 조성목적 및 근거 ····· 16
나. 조성면적, 비용, 관리비 ····· 17
다. 조성방법 ····· 17
라. 조성기술 ····· 18
마. 조성 후 효과 ····· 18
바. 재원조달방법 ····· 19

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

사. 모니터링 ····· 20
아. 일본사례의 시사점 ····· 20
4. 시화호 갈대습지공원 ····· 20
가. 조성 목적 및 근거 ····· 21
나. 조성면적, 비용, 관리비 ····· 23
다. 조성방법 ····· 23
라. 사업주체 ····· 23
마. 조성에 사용된 기술 ····· 23
바. 조성 후 효과 ····· 24
사. 재원조달방법 ····· 25
아. 모니터링 ····· 25
자. 운영관리계획 ····· 25
차. 시화호 사례의 시사점 ····· 26
제4절 대체습지 관련 국내외 법률 및 정책 검토 ····· 28
1. 외국의 법률 및 정책 ····· 28
가. 미국 ····· 28
나. 일본 ····· 45
다. 캐나다 ····· 55
라. 독일 ····· 63
2. 국내의 법률 및 정책 ····· 68
가. 대체습지조성을 위한 국내법률 및 정책 ····· 68
나. 대상법률 ····· 70
3. 국내외 법률분석 결과 ····· 73
제5절 대체습지조성 의무화를 위한 개정안 ····· 74
1. 법안작성의 배경 및 내용 ····· 74
가. 법안작성의 배경 ····· 74
나. 구성 및 주요 내용 ····· 75
2. 대체습지조성 의무화 입법시 고려요소 ····· 76
가. 적용대상 ····· 76
나. 의무화 방향 ····· 78
다. 대체습지 조성 운영 및 관리방향 ····· 81
라. 대체습지조성비 부과방안 ····· 90
3. 공유수면매립법 개정안의 조문별 입법취지 ····· 101

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

4. 공유수면매립법 개정안 ····· 108
가. (기존)공유수면매립법 중 개정 또는 신설된 조항 ····· 108
나. 공유수면매립법(개정안) ····· 111
5. 시행령/규칙 포함 내용 ····· 136
제6절 대체습지 조성을 위한 단계별 추진전략 ····· 138
1. 입법절차 및 시기에 관한 추진계획 ····· 138
가. 개관 ····· 138
나. 법률안의 입안 ····· 138
다. 관계 부처와의 협의 ····· 140
라. 입법예고 ····· 140
마. 규제심사 ····· 141
바. 법제처 심사 ····· 141
사. 입법시기 ····· 142
2. 로드맵에 따른 기술개발 단계별 추진전략 ····· 142
3. 조성·관리주체 및 운영방안 ····· 146
4. 대체습지조성 최적규모 산출요인 ····· 147
5. 단계별 추진전략에 따른 향후일정 ····· 148
제7절 결론 ····· 150

제3장 경제성 분석 ····· 153
제1절 서론 ····· 155
제2절 습지의 가치 ····· 155
1. 가치의 경제학(적) 개념 ····· 156
2. 습지의 기능과 가치 ····· 157
3. 습지 가치측정 방법 및 가치측정 사례 ····· 159
제3절 대체습지 조성의 적정 면적 및 가격 결정 ····· 163
1. 대체습지조성에 관련 제 용어들의 정리 ····· 163
2. 대체습지의 적정 면적 및 적정 가격의 이론적 접근 ····· 166
가. 경제학적 접근 ····· 166
나. 생태 및 공학적 접근 ····· 167
다. Mitigation Bank System 에서의 습지의 공급과 수요 ····· 170
3. 대체습지 조성 수요면적 및 공급면적 산출 ····· 172
제4절 대체습지조성기금의 산정 기준 ····· 173

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

1. 대체습지조성기금의 이론적 배경 ····· 173
2. 대체습지조성비용 ····· 175
가. 대체습지조성비용의 국내외 사례 ····· 175
나. 대체습지조성비용과 매립비용의 비교 ····· 177
3. 상실된 습지의 가치 ····· 179
4. 개발편익의 환수 ····· 181
제5절 요약 및 결론 ····· 183

제4장 생태계 기능 ····· 187
제1절 연안습지의 서식처 분류 ····· 189
1. 서론 ····· 189
2. 습지 분류 국외 사례 ····· 190
가. U.S. FWS의 국가습지목록 (National Wetland Inventory) ····· 190
나. 습지협약의 습지 분류 ····· 192
3. 연안습지 분류체계안 ····· 194
가. 해안 담수습지(coastal freshwater wetland) ····· 195
나. 해안 염수습지(coastal saltwater wetland) ····· 195
다. 해안 기수습지 (coastal brackishwater wetland) ····· 196
라. 인공습지 (artificial wetland) ····· 196
제2절. 연안습지 유형에 따른 생태계 특성 ····· 198
1. 염생식물 연안습지 ····· 198
2. 거머리말 군락지 ····· 201
3. 모래갯벌 ····· 207
4. 펄갯벌 ····· 209
5. 혼합갯벌 ····· 210
6. 자갈해안 ····· 211
7. 암반해안 ····· 213
8. 사빈 ····· 218
9. 사구 ····· 219
10. 하구역 ····· 221
제3절. 국내 해안습지 권역별 현황 ····· 223
1. 동해안 ····· 223
2. 서해안 ····· 225

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

3. 남해안 ····· 228
4. 제주도 ····· 230
5. 우리나라 해양 특성의 비교 ····· 232
제4절. 연안습지의 생태계 가치 평가 ····· 234
1. 서론 ····· 234
2. 생태계 모델 제시 ····· 235
가. 에너지 균형 (energy balance) 모델식 ····· 237
나. 생태계 역학 모델 ····· 237
다. 생태계 모델 파라미터 추정 모델 ····· 238
3. 자원량 모델 제시 ····· 247
4. 유형별 생태계 내 기능적 가치 평가 ····· 248
제5절. 대체습지조성기법의 생태학적 개념 적용 ····· 249
1. 서론 ····· 249
2. 습지조성 지역에서 지향하는 기능에 적합한 생태계 조성 ····· 250
가. 서식지 유형 파악 ····· 250
나. 서식지 구성 ····· 250
다. 생물상 및 천이 ····· 252
라. 생태계 조성 ····· 254
제6절. 대체습지 생태계 조성 로드맵 ····· 255
1. 서론 ····· 255
가. 대체습지의 생태적 정의 ····· 255
나. 해안에서의 습지 기능 ····· 257
다. 국내 습지 현황 ····· 260
2. 로드맵 개요 ····· 260
가. 로드맵 작성의 목표 ····· 260
나. 로드맵 작성의 프로세스 ····· 260
3. 대체습지 생태적 설계 (생태계) 및 조성 기술 마크로 로드맵 ····· 261
가. 이미지 시나리오 ····· 261
나. 생태학적 복원 기술 마크로 로드맵 ····· 262
4. 세부 로드맵 ····· 266
가. 서식처 특성 분류 및 평가 기술 ····· 266
나. 천이과정 모니터링 기술 ····· 271
다. 온신처·보육장 및 섭이장 강화기술 ····· 275

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

라. 오염정화 기능 ····· 283
마. 생물다양성 ····· 288
바. 생물 생산 ····· 295
사. 물새류 서식지 기능 개선 ····· 299
5. 서식처 조건과 생태계 기능 간 예측 모형 제작 ····· 303
가. 정의 ····· 303
나. 국내외 연구동향 ····· 303
다. 연구 목표 ····· 304
라. 연구 내용 ····· 304
6.. 유지관리 및 모니터링 ····· 304
가. 목적 ····· 304
나. 국내외 연구동향 ····· 305
다. 연구 목표 ····· 305
라. 연구 내용 ····· 305
7. 공학적 대체습지조성기법에 생물학적 개념 적용 ····· 308
가. 정의 ····· 308
나. 국내외 연구동향 ····· 308
다. 연구 목표 ····· 308
라. 연구 내용 ····· 309
제7절 결론 ····· 312
1. 연안습지의 서식처 분류 ····· 312
2. 연안습지 유형에 따른 생태계 특성 ····· 313
3. 국내 해안습지 권역별 현황 ····· 315
4. 연안습지의 생태계 가치 평가 ····· 316
5. 대체습지조성기법의 생태학적 개념 적용 ····· 317
6. 대체습지 생태계 조성 로드맵 ····· 319

제5장 공학기술 ····· 321
제1절 서론 ····· 323
제2절 대체습지 조성 공학기술지도 ····· 324
1. 개요 ····· 324
가. 대상기술의 정의 및 범위 ····· 324
나. 대상기술 개발의 필요성, 발전방향 및 목표 ····· 325

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. 기술개발동향 및 기술 수준 ····· 327
라. 기술개발 전략 ····· 332
2. 기술지도의 작성 ····· 334
가. 핵심요구사항 및 성능목표 설정 ····· 334
나. 기술영역 및 요소기술 도출 ····· 336
다. 기술지도의 전개 ····· 339
라. 연구개발 소요예산 ····· 342
제3절 대체습지 조성 가능 후보지 검토 ····· 343
1. 개요 ····· 343
2. 우리나라 해안의 특성 분류 ····· 343
가. 개요 ····· 343
나. 우리나라 해안의 현황 ····· 346
다. 해안 특성 분류 ····· 349
3. 실해역 실험습지 ····· 375
제4절 요약 및 결론 ····· 376

제6장 종합 결론 및 제언 ····· 377

참고문헌 ····· 387

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그 림 목 차

그림 2-1. 샌프란시스코만 지역의 대체습지 조성지역 ····· 13
그림 2-2. 샌프란시스코만 지역의 대체습지 조성 범위 및 유형 ····· 15
그림 2-3. 우미노코엔 전경 ····· 17
그림 2-4. 우미노코엔 조개채취에 있어 주의사항 ····· 19
그림 2-5. 인공습지 전경 ····· 22
그림 2-6. Artificial Island : 야생동물들이 쉴 수 있는 공간(인공섬) ····· 24
그림 2-7. Close Water : 갈대조성지역 ····· 24
그림 2-8. 미국 주정부의 습지규제프로그램 현황 ····· 28
그림 2-9. 미육군공병단의 매립허가절차 ····· 33
그림 2-10. 대체습지조성비 부과 대상지 개념도 ····· 77
그림 2-11. 대체습지조성 의무화 방향 ····· 82
그림 2-12. 대체습지조성절차도 ····· 85
그림 2-13. 부담금 신설절차 ····· 91
그림 2-14. 부담금 운용절차 ····· 92
그림 2-15. 공유수면매립법 개정 입법절차 ····· 139
그림 3-1. 습지의 경제적 가치 ····· 159
그림 3-2. 가치평가 방법(Grigalunas ad congar, 1995) ····· 160
그림 3-3. 대체습지의 적정면적과 가격 ····· 167
그림 3-4 미국 습지의 손실과 생성(1993년-1999년) ····· 169
그림 3-5. 습지 mitigation 시장의 수요·공급 및 관리 정책 ····· 171
그림 3-6. 외부비용을 부담시킬 경우 매립면적의 변화 ····· 174
그림 3-7. 개발이익을 일부 환수할 경우 매립면적의 변화 ····· 174
그림 3-8. GIS 데이터로 구축된 갯벌 분포도 ····· 186
그림 4-1. 시화호 유역의 염생식물 (갈대와 칠면초) 염습지 전경 ····· 198
그림 4-2. 연안습지 식물의 먹이망에서의 이동 과정 ····· 200
그림 4-3. 염생식물 ····· 200
그림 4-4 썰물때 물 밖으로 드러난 애기거머리말 군락 (거제도 다대리 포구) ····· 207
그림 4-5. 모래갯벌의 전경 (충남 태안군 이원면 민어포 갯벌) ····· 208
그림 4-6. 모래갯벌 서식 생물 ····· 209

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그림 4-7. 펄 갯벌에 서식하는 생물 ····· 211
그림 4-8. 자갈해안에 서식하는 생물 ····· 212
그림 4-9. 자갈의 크기에 따른 구배가 잘 나타나는 영흥도 외리 해안 ····· 213
그림 4-10. 하구생태계의 복합적인 먹이사슬을 설명하는 섬진강 하구의 에너지 시스템 다이어그램 ····· 222
그림 4-11. 동해안의 일반적인 모습 ····· 225
그림 4-12. 기수호인 동해안의 영랑호 ····· 225
그림 4-13. 서해안의 갯벌 ····· 227
그림 4-14. 남해안의 한려해상국립공원 ····· 229
그림 4-15. 남해안의 다도해해상국립공원 ····· 229
그림 4-16. 제주도의 해안 모습 ····· 231
그림 4-17. 제주도의 주상절리 ····· 231
그림 4-18. 우리나라 연안에 서식하는 대표적인 해조류와 무척추 동물의 수심에 따른 분포 ····· 233
그림 4-19. 우리나라 연안에 서식하는 대표적인 해조류와 무척추 동물의 수심에 따른 분포 ····· 234
그림 4-20. 생태계의 구조와 생태계 모델에 사용되는 기본 입력파라미터 ····· 236
그림 4-21. 해양 생태계내 생물환경과 비생물환경에 의한 생물간 상호작용 ·· 237
그림 4-22. Allen 곡선에 의한 생산량 추정이론 ····· 241
그림 4-23. 개체군의 구조와 개체군 모델에 사용되는 기본 입력파라미터. ····· 247
그림 4-24. 국내·외 현황과 미래 습지 복원 추세 ····· 261
그림 4-25. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오 ····· 263
그림 4-26. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 ····· 264
그림 4-27. 습지 분류를 위한 ternary diagram ····· 267
그림 4-28. 습지에서 포식자들의 상관관계 ····· 278
그림 4-29. 조간대 지역에서의 먹이생물에 대한 포식자의 분포와 포식영향 ·· 279
그림 4-30. 갯벌의 매립과 적조의 발생 빈도 관계 ····· 284
그림 4-31. 국내 갯벌에서 chamer를 이용하여 수질 정화 능력을 추정한 연구 사례 ····· 285
그림 4-32. 국내 갯벌에서 box model analysis를 수행하여 수질 정화 능력을 추정한 연구 사례 ····· 286
그림 4-33. 미국과 호주 그리고 남아프리카 등지에 분포하는 23개 사빈 습지의 저서동물 군집 생물 다양성 ····· 290

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그림 4-34. 갯벌의 서식처 간 생물 다양성의 변동이 군집의 유형과 서식처의 조건에 따라 달라지는 것을 보여주는 연구 ····· 290
그림 4-35. 인천 영종도와 용유도 주변 갯벌의 생물 다양성 연구 사례 ····· 291
그림 4-36. 다양한 환경에서의 알파, 베타, 감마 다양성의 변화 양상 ····· 293
그림 4-37. 생태계에서의 종 다양성 예측 모형 ····· 294
그림 4-38. 국내 연안역에서의 저서동물 군집 2차 생산력 추정 연구 사례 ···· 296
그림 4-39. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 ····· 306
그림 4-40. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 ····· 307
그림 4-41. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 ····· 307
그림 4-42. 생태적 대체습지조성기법의 개념적 적용 흐름도 ····· 311
그림 4-43. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오 ····· 320
그림 5-1. 주요 외부환경의 파급효과와 불확실성 정도 분석 ····· 327
그림 5-2. 대체습지조성 공학기술의 SWOT 분석 ····· 333
그림 5-3. 폐쇄형으로 조성된 일본 오사카남항 야조원 ····· 345
그림 5-4. 반개방형으로 조성된 일본 동경 가사이 해상공원 ····· 345
그림 5-5. 우리나라 주변 해역의 수심 ····· 355
그림 5-6. 우리나라 주변 해역의 등조차도 ····· 355
그림 5-7. 우리나라 해안의 해면 상태 ····· 356
그림 5-8. 연평균 기온과 강수량 ····· 357
그림 5-9. 우리나라 해역의 기온 분포 ····· 357
그림 5-10. 무상일수 및 결빙일수 ····· 358
그림 5-11. 우리나라 해역의 염분 분포도 ····· 359
그림 5-12. 우리나라 토양 분포 ····· 360
그림 5-13. 우리나라 하천유역도 ····· 361
그림 5-14. 우리나라 간척 자원도 ····· 372
그림 5-15. 실해역 실험습지 개념도 ····· 375

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 목 차

표 2-1. 환경정비 유형에 의한 분류 ····· 9
표 2-2. 실시장소에 의한 분류 ····· 9
표 2-3. 정비할 환경에 의한 분류 ····· 10
표 2-4. 사례대상지역의 분석기준 ····· 12
표 2-5. 면적별 조성 유형 ····· 14
표 2-6. 추진경위 ····· 21
표 2-7. 갈대습지공원의 개요 ····· 22
표 2-8. 자유흐름습지의 장단점 ····· 23
표 2-9. 모니터링 현황 ····· 25
표 2-10. 국가별 습지조성 사례 분석 ····· 27
표 2-11. 미국의 습지보전 법률 ····· 30
표 2-12. 청정수질법(CWA) 관련기관의 역할 및 일반사항 ····· 32
표 2-13. 미국 주의 대체습지 조성관련 법령 ····· 37
표 2-14. 보상Mitigation과 Mitigation Banking ····· 41
표 2-15. 자연환경보전법의 규제방법 ····· 46
표 2-16. 습지관련 캐나다 연방정부 관할의 법제 ····· 56
표 2-17. 순손실방지(no net loss)를 위한 지침 ····· 57
표 2-18. 환경평가추진단계별 습지훼손 저감대책 ····· 58
표 2-19. 보상조치에 관한 지침 ····· 60
표 2-20. 사스카츄완 습지정책의 내용 ····· 62
표 2-21. 독일의 연방자연보전법의 제19조 ····· 66
표 2-22. 대안별 장단점 비교 분석 ····· 72
표 2-23. 대체습지관리위원회와 중앙연안관리심의회의 비교 ····· 83
표 2-24. 대체습지조성비 및 해양생태계보존협력금 비교 분석 ····· 86
표 2-25. 대체습지조성의무화시 고려요소 ····· 88
표 2-26. 소관부처별 부담금 부과현황 ····· 92
표 2-27. 농지조성비 부과기준 ····· 98
표 2-28. 대체산림조성비 부과기준 ····· 99
표 2-29. 대체초지조성비 부과기준 ····· 99
표 2-30. 대체습지조성비 부과기준(안) ····· 100

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-31. 생물분야 기술·연구개발 예산 비용 ····· 143
표 2-32. 공학분야 기술·연구개발 예산 비용 ····· 144
표 2-33. 생물·공학분야 기술개발 소요예산 ····· 146
표 2-34. 단계별 추진전략에 따른 향후일정 ····· 149
표 3-1. 생태와 환경 시스템의 특징 ····· 157
표 3-2. 기능별 가치평가 사례비교 ····· 162
표 3-3. 대체습지 조성 형태와 조성 가능지역 ····· 165
표 3-4. 거리에 따른 대체습지 조성을 위한 위치선정 ····· 165
표 3-5. 생태계(ecosystem)에 의한 분류 ····· 166
표 3-6. 서식지 종류에 따른 공학 및 생태학적 대체습지 면적(미국의 mitigation bank) ····· 168
표 3-7 미국 습지의 손실과 생성(1993년-1999년) ····· 169
표 3-8. 연대별 갯벌 매립현황 ····· 172
표 3-9. 전국 매립현황 및 매립계획 ····· 173
표 3-10. 스웨덴 및 국내 인공 습지의 조성비용 비교 ····· 175
표 3-11. 미국의 대체습지 조성비용 ····· 176
표 3-12. 사업별 매립비용 ····· 178
표 3-13 습지매립공사와 대체습지조성공사의 공통점과 차이점 ····· 179
표 3-14. 습지 유형별 자산적 가치 ····· 180
표 3-15. 2차 공유수면 매립계획의 용도 및 지역별 매립면적 ····· 182
표 3-16. 2004년도 표준지공시지가 ····· 182
표 3-17. 2차 공유수면 매립면적의 지역별 용도별 공시지가 ····· 183
표 4-1. U.S. FWS의 국가습지목록에서의 습지분류 체계 ····· 193
표 4-2. 람사협약에서 정의한 바다와 해안의 습지 ····· 194
표 4-3. 우리나라 연안습지의 분류 체계안 1 ····· 197
표 4-4. 국내 염습지에 서식하는 대표적인 염생식물 목록 ····· 201
표 4-5. 거머리말의 출현지역과 생육지 특성 ····· 204
표 4-6. 왕거머리말의 출현지역과 생육지 특성 ····· 205
표 4-7. 포기거머리말의 출현지역과 생육지 특성 ····· 205
표 4-8. 수거머리말의 출현지역과 생육지 특성 ····· 206
표 4-9. 애기거머리말의 출현지역과 생육지 특성 ····· 206
표 4-10. 우리나라 암반조간대에서 흔히 관찰되는 해조류 ····· 215
표 4-11. 우리나라 암반조간대에서 서식하는 무척추동물의 종류와 분포 ····· 216

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-12 국내 사구에서 서식하는 대표적 사구식물 ····· 221
표 4-13. 우리나라 해양 경관의 특징 비교 ····· 232
표 4-14. 마크로 로드맵의 세부사항 요약 ····· 233
표 4-15. 습지의 형태에 따른 영양형태 ····· 281
표 4-16. 세가지 종류의 조간대에서의 생산성과 에너지 흐름 ····· 282
표 4-17. 주요 양식생물의 개체군 특성 및 서식 조건 ····· 310
표 4-18. 우리나라 연안습지의 분류 체계안 1 ····· 312
표 5-1. 선진국 대비 국내 기술개발 수준 ····· 332
표 5-2. 핵심기술의 성능목표 ····· 335
표 5-3. 대체습지 조성단계별 요소기술 ····· 336
표 5-4. 기술영역 및 요소기술 ····· 337
표 5-5. 연안역의 권역 분류 ····· 348
표 5-6. 우리나라 해안습지의 분류 체계(안) ····· 350
표 5-7. 우리나라 해안선 및 갯벌 현황 ····· 351
표 5-8. 서해안 권역에 대한 해안선 현황 ····· 351
표 5-9. 염전 규모별 분포 현황 ····· 363
표 5-10. 시, 군, 구, 육지, 도서별 염전현황 ····· 364
표 5-11. 4대 권역별 염전 현황 ····· 365
표 5-12. 우리나라 지역별 염전 및 폐염전 현황 ····· 367
표 5-13. 4대 권역별 폐염전 현황 ····· 368
표 5-14. 폐염전 용도 전환 현황 ····· 369
표 5-15. 폐염전 지원사업 현황 ····· 370
표 5-16. 폐염전 지원 세부현황 ····· 370
표 5-17. 연도별 폐전지원 실적 ····· 371
표 5-18. 4대 권역별로 구분한 국내 준설토 투기장 현황 ····· 373

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 1 장

서 론

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

습지는 수질보호 및 개선, 홍수 조절 및 야생동식물의 서식처 제공, 레크레이션 장소 제공 등 그 중요성에도 불구하고 우리나라의 연안습지는 간척과 매립으로 그 면적이 지속적으로 줄고 있다. 1946년부터 1999년까지 간척사업으로 상실된 갯벌은 77,187ha로 서울시 면적의 1.3배에 이르고 있고 공유수면의 매립추이도 1992년을 정점으로 감소하기 시작하였으나 1998년 이후에는 더 이상 감소하지 않고 있는 추세이다.

이러한 현실을 직시하여 제2차 공유수면매립기본계획수립을 위한 연구용역에서는 매립으로 인하여 상실되는 갯벌 생태계를 대체할 수 있는 습지 조성방안에 대하여 정책건의를 하였으며, 이러한 정책건의를 수용하여 2001년 7월 6일 제2차 공유수면 매립기본계획수립시 갯벌을 매립하는 사업자로 하여금 대체습지 조성을 의무화하는 제도 도입을 향후 추진과제로 채택한 바 있다. 즉, 공유수면 매립시 대체습지 조성 부담을 통해 갯벌매립을 제한하고 사실상 매립억제를 유도하며, 불가피한 갯벌매립의 경우에도 대체습지를 조성케 하여 갯벌 상실방지를 위한 구체적이고 실행적인 방안의 하나로서 대체습지를 조성하게 하는 의무화 입법이 필요하다는데 의견을 모았다.

당초 공유수면매립에 따른 대체습지조성 중장기계획수립연구의 목표가 기반기술 연구와 법제도 정비연구를 병행하면서 대체습지의 설계, 조성, 관리·운영 및 평가 관리를 망라하는 종합활용지침서를 작성하는 것이었으나 연구의 효율성 제고를 위하여 대체습지 조성관련 법제 정비 및 경제성 분석 분야에 관한 연구를 우선적으로 수행하면서 예산의 범위 내에서 대체습지 조성기술을 극대화 하는 방안을 강구키로 변경한 바 있다. 이에 따라 국내법제 정비안으로서 대체습지 조성·관리주체 및 운영방안, 경제성 분석 등 실질적 정책방향 설정에 관한 연구를 우선추진하게 되었다.

이번 2차 년도 법제도 분야에서는 대체습지 조성을 위한 국내법제도 개선 및 단계별 추진전략 제시를 위해 국내외 대체습지 조성 관련 법제도 및 정책을 분석하여 대체습지 조성 국내법제 정비안 제시, 기술개발 및 재원 조달 방법, 조성·관리주체 및 운영방안 등 단계별 추진전략을 제시하였다.

경제성 분야에서는 대체습지조성의 적정면적과 비용에 대한 이론적 근거를 설명하였으며, 2차 공유수면매립 기본계획(2001년-2011)에 의거하여 대체습지조성의 수요량과 공급량을 도출하였다. 또한 습지의 공공재적 특성을 감안하였을 때, 대체습지 조성기금의 경제학적 의미는 무엇인가를 설명하였다. 마지막으로 조성기금 설정을 몇 가지의 가정을 통하여 외부비용과 외부편익의 내재화로 정의한 후, 대체습지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

조성비용, 습지의 가치, 매립 이익 등이 외부비용 혹은 외부 편익의 대체(substitute) 개념으로 보았으며, 국내외 사례를 적용하여 가시적인 조성산출기준을 제시하여 보았다.

생태분야에서는 대체습지조성을 위한 한반도 연안 (남·서해안)의 유형별 환경 및 권역별 생태특성별 기술지도 작성을 위해 연안 환경 및 생태계 특성별 습지 유형 선정, 권역별 연안생태계 특성 및 가치 평가 기준 제안, 대체습지 조성을 위한 기술지도를 작성하였다.

공학분야에서는 대체습지 조성 관련 공학기술에 대한 기술지도 작성과 우리나라 연안의 대체습지조성 가능 후보지를 검토하였다. 대체습지조성 공학기술는 제1차년도 연구결과를 이용하여 계획, 설계 및 시공, 사후평가 등의 단계별, 해역환경특성별(예, 조석우세 또는 파랑우세), 대상기술의 특성(소프트웨어, 하드웨어, 시공장비 등) 등 각각의 특성에 대한 기술군별로 분류, 분석하여 작성하였으며, 대체습지 조성 가능 후보지 검토는 우리나라 해안의 특성을 분류하고, Case Study를 통해 대체습지 조성 가능성을 검토하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 2 장

법제도 분석

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제1절 서 론

선진국에서는 습지의 훼손방지를 위한 최후의 수단으로서 대체습지의 조성의무화가 환경을 보전하는 한 유형으로 인식됨과 동시에 육성해야 할 새로운 환경산업으로 인식되고 있기 때문에 우리나라도 환경보호를 위한 대체습지조성 의무화라는 능동적인 정책에 대한 검토가 요망된다 하겠다. 대체습지조성 의무화 정책을 갖추고 집행하기 위한 수단으로 새로운 입법안과 그에 따른 환경보호기술 개발이 요구되며, 이러한 환경보호기술 개발을 정책적으로 잘 활용하여 소중한 환경자원을 보호하고, 보존하여 미래세대에 물려주어야 할 것이다.

현재까지 개발사업 수행으로 인하여 파괴된 연안지역 중에서 생태계 복원이 절실한 지역에 대해서는 습지복원에 대한 욕구가 증가하는 한편, 연안개발의 수요 또한 지속적으로 증가할 것인 바, 대체습지의 조성이 개발과 보전의 적절한 균형을 도모하기 위해 필요한 시대적 과제로 평가되고 있다. 이에 따라 관련 기술개발과 함께 정책개발 및 법·제도 정비를 위해 이번 2차년도 대체습지 관련 법제도 및 정책연구 분야에서는 국내외 대체습지 조성관련 법제도 및 정책을 분석하여 대체습지 조성을 위한 법률(안)을 제시하는데 주요 연구목표로 삼았다.

법률(안) 도출을 위해 먼저 미국과 일본의 대체습지 관련기관인 미육군공병단, 미환경보호청, 일본항만공간연구소의 자료와 캐나다 및 독일의 자료를 수집·분석하였다. 특히 미국, 일본 및 시화호 갈대습지공원을 대상으로 조성목적, 비용, 사업주체, 재원조달방안 등 대체습지 조성에 필요한 요소를 분석기준으로 선정하여 분석하였다. 대체습지 조성을 위한 의무화 근거를 찾기 위해 미국, 일본, 캐나다, 독일 등 외국의 법률을 검토하였다. 그리고 1차년도 연구사업에서 검토한 국내 관련법률 및 정책의 분석결과를 토대로 현행 공유수면 매립법을 대상으로 대체습지조성을 위한 개정안을 도출하였다.

본 개정안에는 의무화 방향, 습지가 아닌 공유수면의 처리문제, 대체습지조성계획의 수립 여부, 대체습지조성계획의 입법기술상 문제, 대체습지조성비의 부과대상 및 의무주체, 대체습지조성비의 산정기준, 대체습지조성비의 관리회계 및 용처, 전문기관의 자격, 타법률에서 공유수면매립 의제조항 처리문제, 타법률의 개정요소 등을 고려요소로 선정하여 분석하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제2절 대체습지의 개념 및 유형

1. 개념

대체습지의 개념은 현재까지 일의적으로 정의되어 있지 않으며, 자연환경보전법에 대체습지의 개념 대신 대체자연에 대한 개념을 다음과 같이 정의하고 있다. 「대체자연이란 기존의 생태계와 유사한 기능을 수행하거나 보완적 기능을 수행하도록 하기 위하여 조성하는 것」(자연환경보전법 제2조 11호)이다.

이러한 대체에 대한 개념을 좀 더 분석해 보면 다음과 같다. 대체(replacement)는 원생태계가 가지고 있는 기능의 일부만을 강조하여 다른 형태의 생태계를 만드는데 반하여 영향완화조치(mitigation)는 개발이나 훼손된 생태계를 보상하는 차원에서 기능과 외형(규모)이 같은 생태계를 다른 장소에 조성하는 것이다.

대체습지 조성사업의 목적을 감안한다면 훼손된 생태계를 보상하는 차원에서 당해 습지의 기능과 규모를 다른 지역에 조성하는 것으로 보아야 할 것이다. 훼손된 생태계란 습지보전법에서 습지훼손의 개념을 "배수·매립 또는 준설 등의 방법으로 습지 원래의 형질을 변경하거나 습지에 시설 또는 구조물을 설치하는 등의 방법으로 습지를 보전외의 목적으로 사용하는 것"으로 정의(습지보전법 제2조 4호)하고 있다. 이러한 습지훼손의 개념을 유추하여 훼손된 생태계를 정의하면 "일정한 원인에 의하여 생태계 원래의 상태가 변경된 것"을 말한다. 따라서 습지훼손이 발생하기 전의 상태로 되돌리는 것이 대체습지를 조성하여야 하는 이유중의 하나라고 할 수 있다.

이러한 점들을 고려한 결과 대체습지는 건전하고 지속가능한 연안해양환경 유지를 위해 습지개발예정지역 인근 또는 다른 지역에 당해 개발습지의 크기 또는 기능에 상응하여 조성된 습지를 말한다. 대체습지의 조성이라 함은 습지의 창출뿐만 아니라 이미 훼손된 습지의 복원, 증강을 포함한다.

2. 유형

가. 환경정비에 의한 분류

습지훼손을 위한 보상조치로서 환경정비의 유형은 창출, 복원, 증강으로 구분하고

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

있지만 실제로 3가지 유형의 차이를 명확하게 정의하는 것은 어렵다. 일반적인 차이로 복원은 확실성면에서 환경개선 효과가 높은 것에 비해서 창출은 약간의 불확실성이 남아있고, 또한 증강은 다른 것에 비해 환경개선의 효과가 낮은 것으로 평가된다.

표 2-1. 환경정비 유형에 의한 분류

창출(creation)	새로운 환경을 인공적으로 만드는 것임. 예를들면, 새로운 간석이나 조류(藻類)장 등을 인공적으로 만드는 것임.
복원(Restoration)	종전에 있던 좋은 환경이 어떠한 원인에 의해 파괴되었을 때, 그 원인을 찾아 없애 줌으로서 원래의 환경으로 복원하는 것.
증강(enhancement)	현재의 환경이 가지고 있는 기능(생태적 기능, 수질정화 기능 등)을 여하한 방법에 의해 증강하는 것.

나. 조성위치에 의한 분류

보상조치를 실시하는 장소가 개발구역내 또는 인접지역인 경우를 on-site라고 하고, 그 이외에 떨어진 장소인 경우는 off-site라고 한다. 양자의 경계는 명확하게 정의되어 있지 않지만 다음과 같은 개념을 판단기준으로 한다.

표 2-2. 실시장소에 의한 분류

구분	기준	유의점
on-site	· 거리 40마일(약 60Km) 이내 · 동일의 유역·만내·底質 · 유사한 생태계의 범위	· 유사한 생물서식장의 정비가 기대되는 점에서 on-site가 좋음. · 공사중의 영향에 의해 생물이 이전하는 등 종전의 조건이 변화하는 경우도 있음.
off-site	· 상기이외의 부분	· 적지를 넓은 범위에서 선정하여 개발행위에 앞서 보상조치를 하는 것이 쉬움. · 대규모 보상조치가 요구되는 경우에도 대응가능함.

다. 정비할 생태계에 의한 분류

보상조치로서 정비할 생태계의 종류는 동종(in kind)과 이종(out of kind)으로 구

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

분한다. 원칙적으로 보상조치는 동종(in kind)으로 하는 것이 유익하다. 왜냐하면 상실된 환경과 새로이 정비할 환경의 가치를 평가할 때에 동종으로 하는 것이 기술적으로 콘센서스를 얻기 쉽기 때문이다.

표 2-3. 정비할 환경에 의한 분류

동종(in kind) ○→○ □→□ ☆→☆	상실된 생태계와 동일한 종류의 생태계를 정비함. 원칙적으로 동종의 보상조치를 우선적으로 검토하여 시행하여야 함.
이종(out of kind) ○→□ □→☆ ☆→○	잃어버린 생태계와 다른 종류의 생태계를 정비함. 이종이 될 수밖에 없는 경우 그 가치의 평가가 동종에 비해 복잡하게 되는 점이 있음.

제3절 관련 사례 검토

1. 사례대상지역의 분석기준

가. 사례대상지역의 선정

대체습지조성을 위한 관련법률 입법시 고려요소를 도출하기 위하여 미국, 일본과 우리나라의 시화호 갈대습지공원을 선정하여 관련사례를 검토하였다.

미국의 사례는 캘리포니아주 샌프란시스코 만의 습지복원사업을 선정하였는바, 동 지역의 선정이유는 조성부지가 州소유이고, 복원의 방법도 여러 가지로 다양하게 수행되었으며, 조성주체 또한 캘리포니아 운송국으로서 지방차원에서 수행된 사례로 향후 매립을 원하는 지방자치단체가 직접 인공갯벌을 조성하게끔 하는 모범사례가 될 수도 있기 때문이다.

일본의 사례는 요코하마 인공해변을 선정하였는바, 동 지역의 선정이유는 우선 도시에 위치하고 있으며 성공적인 인공갯벌 및 인공해변을 조성한 것으로 알려져 있으며, 동 지역을 지역주민의 휴식처 및 관광자원으로 활용하고 있어 향후 대체습지조성과 조성이후 이의 활용방안 면에서 유익할 것으로 판단되었기 때문이다.

우리나라의 시화호 갈대습지의 경우 시화호 간척사업의 보상적 차원에서 수행된 국내 최초의 인공습지 사례이며, 동 습지의 조성목적, 사업주체, 사후관리방안 등을

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

분석함으로써 향후 대체습지 조성시 발생되는 제 문제점을 도출하여 보다 건전하고 효율적인 환경보호방안을 마련하기 위해서이다.

나. 분석기준

분석기준은 조성목적 및 근거, 조성면적·비용·관리비, 조성방법, 사업주체, 조성에 사용된 기술, 조성후 효과, 재원조달방법, 사후평가제도(monitoring) 유무, 운영관리계획 등에 대해 조사를 수행하였다.

우선 조성목적 및 근거에는 사례별로 조성하게 된 목적 및 근거를 조사하였는바, 예를 들면 중앙정부 및 지방정부 차원의 법률과 정책이나 특정 사업의 시행과 병행하여 계획된 경우 등과 같이 당해 사업을 수행하게 된 근거를 찾고자 하였다. 그리고 조성목적과 관련하여서는 각 사례별로 조성하게 된 목적을 우선 기술하고 조성지역의 유형으로서 창출(creation), 복원(restoration), 증강(enhancement) 중 어느 것에 해당하는지를 파악하였다. 창출, 복원, 증강 등 환경정비 유형별 고려요소의 도출은 향후 우리나라 대체습지 조성 적용시 환경정비 유형의 기준을 제공할 수 있을 것이다.

조성면적, 비용 및 관리비와 관련하여서는 조성에 소요된 비용과 면적, 연간관리비와 관리인원을 조사함으로써 조성 기술별, 면적별 비용분석을 통해 향후 대체습지조성의 경제적 타당성 분석과 함께 환경산업으로 발전시킬 수 있는 방향성을 도출할 수 있는데 도움이 될 것이다.

조성방법과 관련하여서는 대체습지의 실시장소에 의한 분류로서 사업지구 주변(on-site) 또는 다른 지역(off-site)에 조성하였는가를 조사함과 동시에 정비할 환경(생태계)에 의한 분류로서 동종(in kind) 또는 이종(out of kind)으로 조성하였는가를 조사하였다. 이와 같이 실시장소와 정비할 생태계를 분류하여 당해 사례별 실시기준을 파악함과 동시에 동 방법의 적합성을 분석함으로써 향후 우리나라에 적용시 기준을 제공할 수 있을 것이다.

사업주체와 관련하여서는 개인, 국가, 지방자치단체, 기타 사업자 등 대체습지 조성시 우리나라의 상황에 적합한 사업주체를 선정키 위해 선정된 항목으로서 외국의 사례를 참고하여 동 사업주체별로 특징적인 요소를 도출하고자 하였다.

조성에 사용된 기술과 관련하여서는 대체습지의 조성시에 사용된 공학적, 생태학적 관련기술을 파악하여 대체습지 조성기술의 확보 및 미확보 기술의 경우 기술개발기간의 단축 내지 기술의 완성도를 높이고자 하는데 유익할 것이다.

조성후 효과와 관련하여서는 조성목적과 비교하여 계획대비 몇%를 달성하였는가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하는 등 시간별로 어떠한 효과를 내고 있는 지를 파악코자 하였다. 선행연구결과에 의하면 대체습지 조성 후 시간이 흐를수록 계획보다 높은 효과를 달성하는 것으로 분석되어 있다. 또한 조성후 환경편익효과를 분석함에 있어 평가항목(오염저감, 생태적 기능 증강, 심미적 효과)의 도출 및 영향평가를 위한 자료의 확보차원에서 중요하다.

재원조달방법과 관련하여서는 사례별 재원조달방법을 도출하기 위해 사업주체, 사업성격별로 분류하여 조사·분석하였다. 대체습지 조성시 사업주체, 사업성격별로 재원조달방법이 달라질 것인 바, 우리나라의 상황에 적합한 사업주체(국가, 지방자치단체, 특정기관)를 선정한 후 동 주체를 중심으로 구체적인 재원조달방법을 제시하고자 하였다.

표 2-4. 사례대상지역의 분석기준

분석 항목	조사 내용
조성목적 및 근거	·조성 목적 ·조성 지역의 유형파악(창출, 복원, 증강) ·중앙정부 및 지방정부 차원의 법률과 정책
조성면적, 비용, 관리비	·조성에 소요된 비용과 면적, 연간관리비와 관리인원에 대한 사항으로서 조성 기술별, 면적별 비용분석
조성방법	·on-site 또는 off-site 조성 ·in kind 또는 out of kind 조성
사업주체	·개인, 국가, 지방자치단체, 기타 사업자 등
조성에 사용된 기술	·공학적, 생태학적 관련기술을 확보하여, 기술개발기간의 단축 내지 기술의 완성도를 높임.
조성후 효과	·조성목적과 비교하여 시간별로 어떠한 효과를 내고 있는지 ·조성후 환경편익효과를 분석함에 있어 평가항목(오염저감, 생태적 기능 증강, 심미적 효과)의 도출 및 영향평가를 위한 자료 확보
재원조달방법	·사업주체, 사업성격별로 분류하여 조사·분석
사후평가제도유무	·누가(주체), 어떻게 사후관리 및 평가 시스템을 운용하고 있는지를 조사하여 조성 이후의 관리기준 제시
운영관리계획	·대체습지 조성주체의 역할과 효율적 관리방안 파악

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그리고 사후평가제도(monitoring)의 유무와 관련하여서는 누가(주체), 어떻게 사후관리 및 평가 시스템을 운용하고 있는지를 조사하여 조성 이후에 관리를 충실히 하여 조성목적을 충족시키기 위한 제도적 장치 마련을 위한 기준을 제시하고자 하였다.

운영관리계획과 관련하여서는 대체습지 조성주체의 역할과 효율적 관리방안을 파악하여 건전하고 지속가능한 해양환경조성을 위한 방안을 찾기 위해 동 항목을 선정하였다.

2. 미국

미국의 샌프란시스코만 지역은 개척시대부터 많은 개발수요의 대상이었으나 지난 10~20년 동안은 습지 등의 개발이 중단되어 있으며, 현재 샌프란시스코 만 공병단에서 추진하고 있는 사업은 16,000 에이커의 염전을 조수습지대로 복원시키는 것이다.

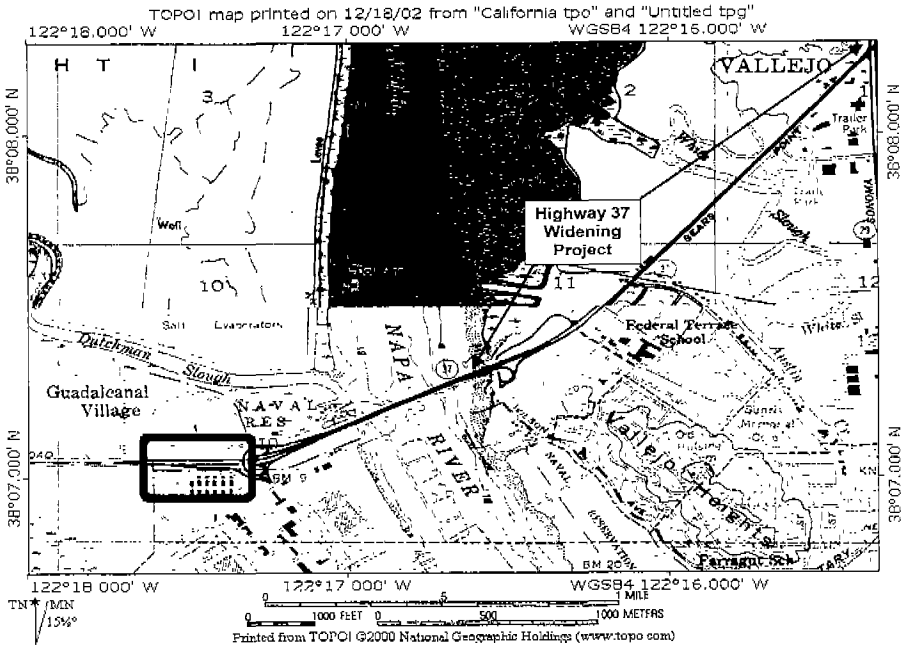


그림 2-1. 샌프란시스코만 지역의 대체습지 조성지역

주 : 대체습지가 조성되어 지는 지역(사각형)과 4차선으로 넓혀지는 고속도로 부분

이하에서는 캘리포니아주 운송국에서 습지를 복원하기 위해 취해진 조치들에 대해 알아보기로 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

가. 조성 목적 및 근거

동 대체습지의 조성목적은 고속도로 건설로 인한 보상적 조치로서 대체습지를 조성하였고 특히 멸종위기 야생동식물의 서식지 기능을 위한 습지를 마련하기 위해서 조성되었다. 고속도로 확장(2차선에서 4차선으로 확대)을 위해서는 8에이커의 습지가 훼손되며 총 13에이커에 영향을 주게 되는데 대체습지의 범위는 생태적 기능을 참고하여 4:1비율로 정하여 총 53 에이커의 습지를 대체습지로 복원하기로 하였다. 동 지역의 조성근거는 청정수질법, 멸종위기생물법 등 14개의 연방정부 관련법률과 캘리포니아 환경질법, 캘리포니아 멸종위기종법 등 주정부 관련법에 근거하고 있다.

나. 조성면적, 비용, 관리비

조성지역은 Guadalcanal Tidal Marsh-Mare Island Housing site, West of the Napa River, North side of Mare Island, Solano County, California이며, 대체습지(복원)범위는 53 에이커 (훼손된 습지의 4:1비율)를 대상으로 동지역의 경사면 변경을 통해 다양한 지역을 만들었는데 근처에 있는 Pritchard Marsh를 참조하여 조성하였다.

표 2-5. 면적별 조성 유형

조성 유형	면적
upland refugia habitat	5.6 acres
mudflat and subtidal sloughs	14.8 acres
tidal wetland habitat	29.1 acres

조성부지는 캘리포니아주 소유이다. 그러나 샌프란시스코 지역에서 매입하는 1 acre의 대체습지는 US$300,000까지 하는 곳도 있는데 이러한 대체습지를 조성하여 판매할 때 약 10%의 이익을 남긴다고 보고 있으며, 캘리포니아주 운송국의 연간 예산의 4%가 이러한 곳에 사용되도록 편성되어 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

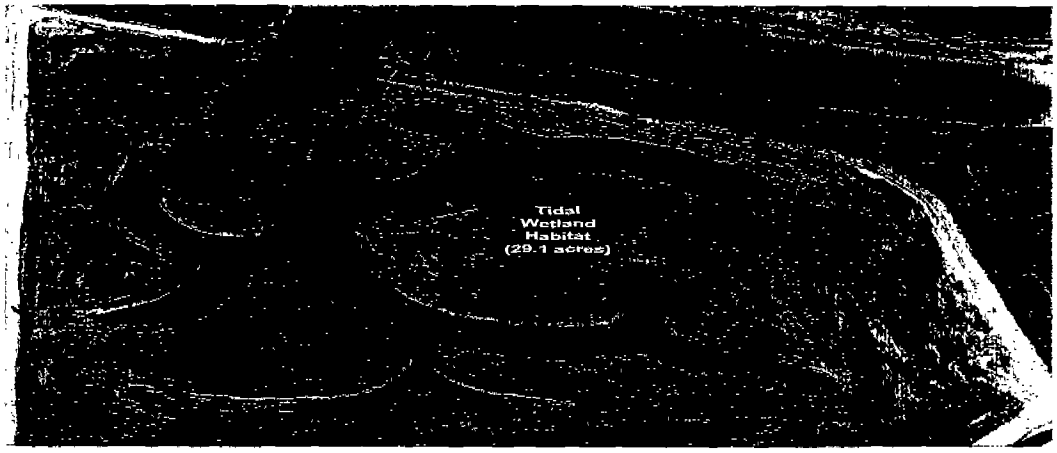


그림 2-2. 샌프란시스코만 지역의 대체습지 조성 범위 및 유형

다. 조성방법

조성방법은 지도에서 보는 바와 같이 고속도로 건설지역으로 파괴되는 지역의 인근지역에 위치하고 있으므로 on site가 되며, 정비할 환경은 훼손된 습지에 거주하던 멸종야생동물이 이주하여 서식하게 되었다고 하는 것으로 보아 in kind로 생각된다.

라. 조성주체

조성주체는 캘리포니아주 운송국이다.

마. 조성효과

2001년 10월 31일 완성된 후 11개월이 지난 2002년 9월에 조사한 대체습지의 효과는 현재 조수간만의 영향을 전적으로 받고 있으며 염습지(salf marsh)로서의 식물들이 자라고 있는 것이 확인되었다. 그리고 경사가 다양한 진흙구덩이 등이 만들어지기 시작하였고 외래종의 침범은 아직 관측되지 않았으며 멸종위기에 처한 야생조류들도 모여들기 시작하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

바. 모니터링

캘리포니아주 운송국과 산파블로만 지방야생생물 관리사무소(San Pablo Bay National Wildlife Refuge) 그리고 미국 지질조사소 (USGS) 등이 협력하여 모니터링을 계속할 것이며 습지가 완전히 형성되어 질 때까지 계획에 따른 사업을 수행할 예정이다.

모니터링업무와 관련해서 주목할 만한 점은 습지의 형태가 완전히 만들어졌다고 판단될 때 연방정부나 습지보전을 주요업무로 하고 있는 민간단체에 모니터링 업무를 이양하게 할 예정으로 있다는 것이다.

사. 미국사례의 시사점

미국의 습지보호정책은 단일의 법률에 의해 관리되지 않고 여러 관련법들에 의해 관리되고 있다. 샌프란시스코만 사례의 경우 고속도로 확장에 따른 대체습지조성의무를 시행한 경우로서 대체습지 조성을 함에 있어 생태적 기능비율을 고려하여 4:1로 대체습지를 조성하도록 결정하였는데, 이러한 면적의 비율은 궁극적으로 습지의 순손실을 방지하겠다는 no net loss 정책의 일환으로 해석된다.

한편, 조성주체 또한 캘리포니아 주운송국으로서 지방정부가 대체습지를 조성하였는바, 습지를 훼손하는 주체가 국가든 지방정부든 불문하고 모두 대체습지조성의무를 진다는 점이다.

그리고 가장 중요한 모니터링의 경우 조성주체인 캘리포니아주 운송국을 비롯하여 미국 지질조사소 등 캘리포니아 및 정부기관들이 협력하여 모니터링을 하고 조성습지가 완전한 형태로 만들어 졌을 경우 연방정부나 습지보전을 주요업무로 하고 있는 민간단체에게 모니터링 업무를 이양할 예정으로 있는 것으로 보아 조성후 사후관리에 전문성을 반영하는 구조를 갖추고 있다.

3. 일본

가. 조성목적 및 근거

일본 사이다마현 요코하마시에 위치한 인공해변인 우미노코엔(海の公園)은 일본의 「横浜國際港都總建設法」(1950년10월21일 법률제248호)에 근거한 「横浜國際港

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

都綜合計劃 1965년~1975년」의 세부사업인 가나자와(金澤)지역 매립사업(660ha, 사업비 1776억엔, 1968~1981년도) 추진과정에 있어 연안매립의 보상적 차원에서 조성되었다. 조성 대상지는 예로부터 경관이 매우 아름다운 곳으로 "金澤八景"으로 알려졌으나, 도시화 및 산업화 과정에서 상당부분 훼손됨으로 인해 동 지역의 효율적인 활용방안에 관한 논의가 있었고, 그 논의과정에서 친수공간으로서 우미노코엔을 조성하게 되었다.

우미노코엔은 조개잡이가 가능한 모래사장, 요트나 낚시가 가능한 해안, 바다를 이용한 다양한 레크리에이션 활동공간을 마련하기 위해 조성되었다.



그림 2-3. 우미노코엔 전경

나. 조성면적, 비용, 관리비

면적 34.3ha에 약 1㎞의 모래사장이 조성되었으며 간조시 폭은 200m, 만조시 60m에 이른다. 조성비는 토사비용이 약 890엔/㎥(1975년)이며, 운반비용은 평균 515엔/㎥, 합계 1,405엔/㎥이었다. 공사기간은 5년간 모래의 적응기간을 제외하면 1979년 4월 26일~9월 20일까지 4개월 동안 집중적으로 이루어졌다.

다. 조성방법

인공해변은 계획단계에서부터 9개의 계획안에 대한 충분한 토의를 거친 후 최종

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

안을 결정하였으며 이 과정에서 ①이용활동, ②수역활동 ③해상 ④경관 등이 주요 고려사항으로 검토되었다. 위 사항을 고려한 시뮬레이션을 하면서 보다 세부항목에 대한 설계 및 검토가 이루어 졌다. 특히 중요시 된 것은 주변 생태계를 충분히 고려한 공학적 설계에 의해 조성되었다. 동 지역은 새로운 해양환경을 조성하였다는 점에서 창출의 성격을 가진다고 말할 수 있다.

라. 조성기술

모래의 투입은 계획대상지에서 1.5㎞ 떨어져 있는 치바현의 아사마산(淺間山)의 모래를 바지선(화물수송선)으로 운반하여 바다 속에 5년 간 방치한 후 4000PS급 펌프식 준설선에서 해저에 설치된 관을 통하여 모래를 대상지역으로 운반하였다. 시공상 모래투입시 해수오탁방지, 공사주변 간석의 바지락 등 저생생물과 김양식으로의 영향 저감, 공사용 선박과 어선과의 항로 경합 회피에 유의하였다.

특히 해수오탁방지에 많은 주의를 기울였으며 김양식에 최대한 영향을 주지 않게 하기 위하여 공사기간은 4월~9월로 하였다. 동 사이트 조성을 위하여 토사량은 110만㎥이며 월평균 약30만㎥가 운반되었다. 동 사이트는 on site 및 in kind라고 말할 수 있을 것이다

마. 조성후 효과

현재 이 지역은 여러 가지 조개류가 자연발생하고 있어 시민들에게 조개잡이를 개방하고 있다. 매년 4월부터 6월까지는 조개잡이의 최적기로 많은 시민들이 찾아오고 있다. 그러나 자연보호를 위하여 다음과 같은 규정을 만들어 시행하고 있다.

○ 2㎝ 이하의 조개 채취금지
○ 조개 잡는 도구는 15㎝이하로 한정
○ 영리적인 목적의 채취 금지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

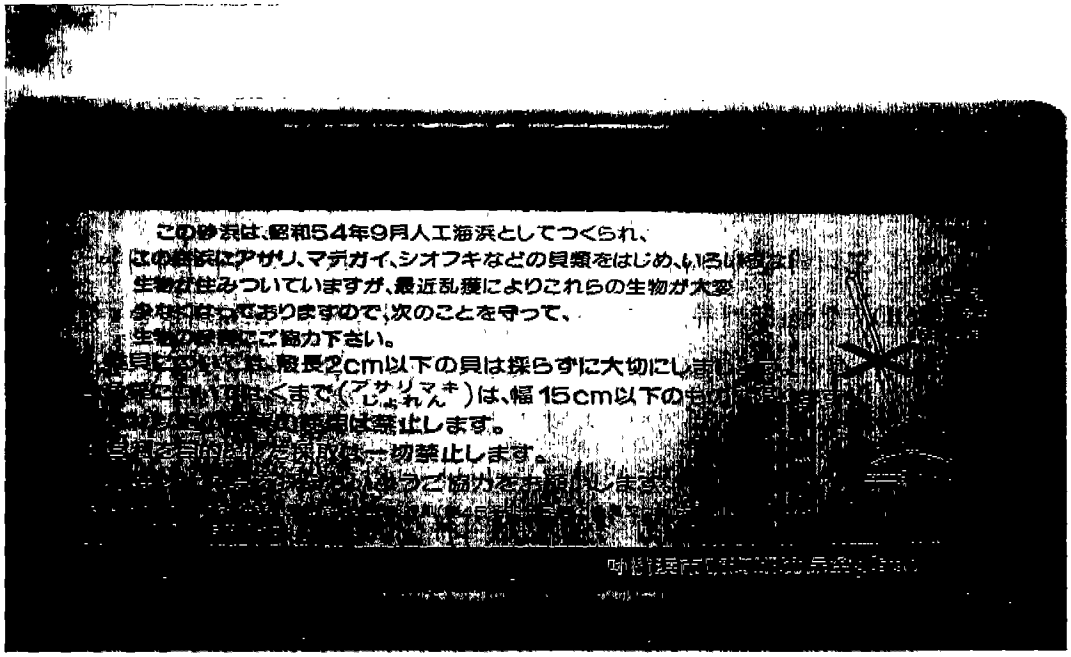


그림 2-4. 우미노코엔 조개채취에 있어 주의사항

도심 속의 인공해변으로 조성된 이 공원은 여름에는 해수욕장으로 이용되고 있으며 장애자를 위한 시설로 수륙양용 휠체어를 개발하여 장애자들에게 무료로 제공하고 있다. 또한, 이 공원은 바다, 모래, 녹지 등 풍부한 자연환경에서 가족이나 친구들과 함께 할 수 있는 여러 시설을 제공하고 있다.

바. 재원조달방법

일본에서는 항만정비사업 시행 시 국고보조가 50%, 항만관리자가 50%의 조성비용을 부담하고 있으며 우미노코엔의 경우에도 항만정비사업의 일환으로 조성되었으므로 우미노코엔은 이 제도가 적용되어 재원을 조달하였다.

1986년에 제정된 「민간사업자의 능력 활용에 의한 특정시설의 정비 촉진에 관한 임시조치법(민간법)」에 의하면 ①근해 인공섬 조성에 필요한 자금은 일본개발은행 등으로부터의 융자, ②임해부 공간 창조사업에 따른 근해인공섬의 공공시설 정비에 필요한 자금은 NTT(Nippon Telegraph and Telephone) 무이자 대부금(수익회수형)을 이용할 수 있으며 ③NTT무이자 대부금(수익회수형)을 받아 정비하는 사업은 등록면허세, 부동산취득세, 고정자산세, 도시계획세 및 특별토지보유세의 비과세조치를 받을 수 있다. 이러한 제도적 지원은 항만정비사업의 일환으로 조성되는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

해양환경 복원 사업의 재원조달에 많은 도움을 주며 관련사업의 촉진에도 영향을 주고 있다.

사. 모니터링

일본에는 아직 모니터링에 대한 법제도적 사항은 없지만, 동 지역에서는 조성이후 현재까지 COD, 생물(조개류, 어류)분포에 대한 지속적인 모니터링을 수행하고 있다. COD는 연간 평균 5㎎/L로 나타나고 있으며 23년 간 거의 일정한 수준을 유지하고 있다. 생물생식현황은 바지락, 개량조개를 중심으로 조사되고 있다. 바지락, 개량조개의 중량 및 개체수에 대한 변화는 나타나고 있지만 생물의 자원량 변동으로 보기는 어렵다. 모래사장의 환경, 생물의 생식에 대해서는 향후 지속적인 관리가 필요하지만 이미 충분히 안정되었다고 평가할 수 있다.

아. 일본사례의 시사점

일본의 우미노코엔은 가나자와 지역 매립사업의 추진과정에서 연안매립에 대한 보상적 차원에서 조성되었기 때문에 연안매립의 수요가 많은 우리나라의 실정에 적용해 볼 만한 좋은 사례라고 보여진다. 물론 미국과 같이 습지의 훼손에 따른 보상적 차원에서 대체습지를 조성하는 것과는 성격이 조금은 다르다고 할 수 있다. 즉, 미국의 경우 생태적 기능에 초점을 맞추고 있는 반면, 우미노코엔은 조개잡이가 가능한 모래사장, 요트나 낚시가 가능한 해안, 바다를 이용한 다양한 레크리에이션 활동공간으로 조성되었다.

조성기술 또한 인근의 모래를 운반하여 조성한 것과 해수오탁 방지를 위한 공사기간의 합리적 조정 방안 등은 향후 대체습지 조성사업시 반드시 고려하여야 할 사항으로 생각된다. 한편, 도심 속의 인공해변으로 조성된 이 공원은 시민들에게 휴식공간을 제공할 뿐만 아니라 조개잡이 공간의 제공과 같이 생태적 교육장으로서의 역할을 수행하고 있는 점도 대체습지 조성의 필요성으로 공감대가 형성될 수 있는 부분으로 생각된다.

4. 시화호 갈대습지공원

시화호 갈대습지공원의 경우 우리나라에서 인공습지를 최초로 조성한 사례이며,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

동 습지의 조성목적, 사업주체, 사후관리방안 등을 분석함으로써 대체습지 조성을 위한 고려요소를 도출하고자 한다.

가. 조성 목적 및 근거

시화호 인공습지의 조성배경은 1996년 7월 5일 정부에서 발표한 「시화호 수질개선 종합관리대책」에 따라 시화호 상류 유입지천을 통해 유입되는 생활 및 축산폐수 등 비점오염원을 자연적 정화방법을 이용하여 처리후 시화호로 유입되도록 인공습지 조성계획이 제시되면서 시작되었다. 동 인공습지의 추진경위는 다음과 같다.

표 2-6. 추진경위

기간	내용
'96. 7. 5	·시화호 수질개선대책 발표 ·유입지천 정화사업으로 인공습지 건설 제시
'96. 10 ~ '97. 08	·기본 및 실시설계 시행 ·외국전문가 자문 : 미국 HARZA Eng. CO.('96. 9~10)
'96. 9. 30	·공사착수

동 사업의 조성근거는 공유수면관리법에 의한 점·사용허가를 득하여 사업을 시행하였는바, 지방자치단체별 공유수면 점·사용 허가 기간은 다음과 같다.

- 안산시 : 1997. 6.11 ~ 2005.12.31
- 화성시 : 1997. 10.10 ~ 2006. 12.31

갈대습지공원의 제1차적인 조성목적은 시화호로 유입되는 3개 하천(반월천, 동화천, 삼화천)이 모이는 합류부 간석지에 갈대 등의 수생식물을 식재한 인공습지를 조성하여 축산폐수 및 생활하수를 자연적 정화방법으로 처리한 후 시화호로 유입시킴으로써 시화호의 수질개선을 도모함과 동시에 자연학습장 기능을 갖춘 생태공원 및 환경교육장으로 활용하고자 조성되었다.

대상 하천들의 유역은 대부분 농경과 축산을 하는 지역으로, 산재되어 있는 소규모 오염원들에 의해 비교적 저농도의 오염도를 보이는 유입 하천수를 효과적으로 처리하기 위해서는 대규모 기계시설과 고에너지가 필요한 하수처리장보다는 식물과 미생물에 의해 수처리를 하는 인공습지가 보다 적합하다고 판단되었기 때문이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-7. 갈대습지공원의 개요

구 분	주요 내용
위 치	·반월천, 동화천, 삼화천 합류부 공유수면 ·경기도 안산시 본오동, 화성시 비봉면 일원
사 업 비	·약 300억원
사업기간	·'97. 9 ~ 2003. 6
사업면적	·1,037,500㎡(314천평, 사토장 포함) ·습지조성면적 : 816,302㎡(247천평)
주요시설물	·자연학습원(전망대, 온실, 관리동, 주차장 등) ·제수문 2개소, 취수보 1개소
연간관리비	·300백만원(인건비 제외)
관리인원	·20인

동 갈대습지공원의 조성형태는 창출, 복원, 증강 중 시화호 방조제 조성전에 가지고 있는 기존 갯벌의 형태와 다른 갈대를 식재하였기 때문에 창출(creation)로 분류된다.



그림 2-5. 인공습지 전경

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

나. 조성면적, 비용, 관리비

시화호 갈대습지공원의 총 면적은 약 25만평 정도이며, 6년간의 사업기간으로 약 300억원의 사업비를 들여 반월천, 동화천, 삼화천 합류부 공유수면에 수질오염을 저감하기 위하여 인공적으로 조성하였다. 동 습지공원의 관리비는 인건비를 제외하면 연간 3억원 정도 소요될 것으로 추정하고 있다. 관리인원을 약 20인 정도로 추산한다면 10억 정도가 더 추가될 것으로 판단된다.

다. 조성방법

시화호 갈대습지공원의 조성방법은 시화호 간척사업에 따른 수질오염 저감을 위해 만들어진 것으로서 대체습지의 실시 장소적인 측면에서 보면 사업지구 주변지역(on-site)이고 정비할 환경(생태계)에 의한 측면에서 보면 이종(out of kind)으로 조성되었다고 판단된다.

라. 사업주체

조성주체는 시화호 간척사업의 주체인 한국수자원공사이다.

마. 조성에 사용된 기술

습지는 자유흐름습지와 지하흐름습지로 구분가능하며, 이 지역은 자유흐름습지의 형태로 조성되었다.

표 2 8. 자유흐름습지의 장단점

장 점	단 점
초기건설비 및 운전비용이 저렴	지하흐름습지에 비해 넓은 면적 소요
시공, 운전 및 유지관리가 수월	수면노출로 악취, 모기발생 가능
야생동물의 서식지 제공	시설견학, 교육시 안전관리에 유의
경관향상	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 2 6. Artificial Island : 야생동물들이 쉴 수 있는 공간(인공섬)

위 그림은 Open Water로 설계한 것으로서 인공섬 주위로 수심을 깊게 해 수중 식물 및 야생동물의 활동을 위한 공간으로 갈대가 없는 지역을 조성하였다.



그림 2-7. Close Water : 갈대조성지역

바. 조성후 효과

시화호 갈대습지공원 조성의 주목적이 수질오염의 저감이었는바, 시화호 수질개선대책의 기본방향은 공단폐수 및 생활하수 처리시설 증설, 유입지천 및 인근지역 유입 오염원 차단, 오염된 호수내 수질개선이었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

동 습지공원을 조성한 후 효과로는 BOD가 계획대비 65% 정도 달성되었다.

사. 재원조달방법

시화호 갈대습지공원의 재원은 시화호 수질개선대책 사업비 4,493억원(한국수자원공사 투자 : 2,369억원, 지자체 직접투자 : 2,124억원) 이다.

아. 모니터링

갈대습지공원의 모니터링은 2000년 5월부터 2001년 5월까지 외부기관인 서울대학교에서 토양, 식생, 어류, 양서파충류, 조류 등을 내용으로 하는 1차 모니터링을 실시하였으며, 2001년 5월부터 2002년 1월까지 1차 항목+수질, 수문, 운영방안 등에 대해 서울대학교에서 2차 모니터링을 실시하였다. 그리고 2002년 8월부터 현재까지 수질 측정을 대상으로 자체모니터링을 매년 시행하고 있다.

갈대습지공원의 모니터링은 외부기관에서 2년에 걸쳐 토양, 식생, 어류, 양서파충류, 조류, 수질 등에 대해 조사를 수행하여 갈대습지공원 조성에 따른 생태계의 변화를 감지한 것은 인공습지 조성뿐만 아니라 조성 이후의 상태를 점검하는 모니터링체제의 적극적인 도입이라는 측면에서 긍정적으로 평가된다. 한편, 자체모니터링으로서 수질모니터링만을 실시할 것이 아니라 이후에도 3년 또는 5년 단위의 정기적인 모니터링으로 인공습지의 변화양태를 철저히 관리하여야 할 것이다.

표 2-9. 모니터링 현황

수행기관	조사기간	조사내용	비고
서울대학교 1차 모니터링	'00. 5 ~ '01. 5	·토양, 식생, 어류, 양서파충류, 조류 등	
서울대학교 2차 모니터링	'01. 5 ~ '02. 12	·1차 항목+수질, 수문, 운영방안 등	
자체모니터링	'02. 8 ~ '02. 12	·수질모니터링	매년 수시 시행

자. 운영관리계획

동 갈대습지공원은 조성 주체인 한국수자원공사가 지속적으로 운영할 계획으로

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

있다. 그리고 공유수면관리법상 점·사용 허가를 연장함과 동시에 습지보전법에 의한 습지보호구역으로 지정하여 지역 환경보호에 앞장설 계획을 추진하려고 예정하고 있다.

차. 시화호 사례의 시사점

시화호 갈대습지공원의 1차적인 조성목적은 시화호를 간척하면서 발생하는 시화호 상류 유입지천을 통해 유입되는 생활 및 축산폐수 등을 정화하기 위하여 인공습지를 조성하게 된 것과 함께 장래 자연학습기능을 갖춘 생태공원을 조성하여 환경교육장으로 활용하는 것이 2차적인 목적이라고 하겠다.

이러한 시화호 갈대습지공원의 조성에 대한 평가를 해 본다면 시화호 갈대습지공원의 조성목적이 시화호를 간척하면서 발생하는 오염문제를 해결하기 위한 대책의 일환으로 추진되었으나 공유수면매립으로 인한 대체습지조성 의무를 이행하기 위한 것이 아니라는 점이다. 그리고 주목할 만한 점은 시화호 갈대습지공원 조성시 별도의 환경영향평가를 받지 아니하였다. 그 이유로 97년 당시 공유수면 점사용 허가시 환경영향평가를 받도록 하는 규정이 없었다는 것이다. 이러한 점은 대체습지조성이 또다른 환경영향평가대상이 되어야 하는가 하는 점에 시사점이 있다.

한편, 시화호 갈대습지공원은 시화호를 간척하면서 많은 갯벌이 훼손되었기 때문에 이러한 갯벌이 가지고 있는 오염정화기능의 일부를 인공적인 방법으로 조금이나마 창출하였다는 점에서 의의가 있을 것이다. 물론 시화호 갈대습지공원을 조성하여 계획대비 얼마만큼의 효과를 가져왔는가 하는 것에 대한 평가는 동 습지공원이 조성된 지 시간이 얼마 경과되지 않았기 때문에 현재 상황에서 평가를 한다는 것은 어려울 것이다. 그러나 현재까지 조성후 사후평가의 측면에서 볼 때 외부기관에 위탁하여 모니터링을 실시한 바 있고, 자체 모니터링도 실시하고 있는 것으로 볼 때 동 습지공원의 미래는 밝다고 할 수 있을 것이다.

동 습지공원의 조성목적이 오염의 저감을 최우선적인 목적으로 조성되었기 때문에 이러한 오염저감의 기능을 다하기 위해서는 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것이고, 조사내용 또한 수질모니터링에 부가하여 생태계 전반에 걸친 다양한 항목의 조사내용이 계속되어야 하리라고 보여진다. 그리고 미국의 사례에서 보는 바와 같이 동 습지공원이 기능적으로 완성되는 시점에서는 민간단체로 하여금 모니터하도록 하는 시스템이 필요하리라고 보여진다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-10. 국가별 습지조성 사례 분석

구분	미국 (샌프란시스코만)	일본 (우미노코엔)	한국 (시화호)
조성목적 및 근거	· CWA, 멸종위기생물법등 14개 연방법률 · 캘리포니아 환경질법, 멸종위기종법 · 고속도로건설에 따른 대체습지조성	· 橫浜國際港都總建設法 · 레크리에이션 활동공간 활용	· 비점오염원에 대해 자연적 정화 일환 · 공유수면관리법 · 자연적 정화방법에 따른 수질개선 및 생태/환경 교육장
조성면적, 비용, 관리비	· 대체습지범위는 53 에이커 (훼손된 습지 4:1비율)	· 면적 34.3ha에 1km 모래사장 조성 · 토사비용 및 운반비용 1,405엔/㎥	· 조성면적 25만평, 6년간 300억의 사업비, 연간 300백만원의 관리비
조성방법	· 습지훼손지역의 인접지역인 on-site/in-kind	· 환경영향최소화하기 위해 on-site /in-kind	· 시화호 수질저감에 따른 것으로 on-site/out of kind
사업주체	· 캘리포니아 운송국	· 요코하마 항만청	· 한국수자원공사
조성에 사용된 기술	-	· 인근지역의 모래이용 및 해수오탁방지를 위한 적정한 기간 조정	· 자유흐름습지 조성
조성후 효과	· 영습지로서의 식물 서식 및 야생조류의 서식지 모습을 갖춤	· 모래사장 조성에 따른 간조시 폭은 200m, 만조시 60m · 조개류의 자연발생	· 생물학적 산소요구량(BOD)의 계획대비 65%달성
재원조달 방법	· 캘리포니아 주운송국 : 주정부의 연간예산 4%정도 지출	· 국고보조 50%와 항만관리자 50%	· 사업주체 및 지자체
모니터링	· 캘리포니아 주운송국, 산파블로만지방야생생물관리사무소, 미국지질연구소 등 관리	· 모래사장의 환경 및 생물의 생식에 대한 안정화 평가	· 외부기관 및 자체 모니터링 실시하여 생태계변화 감지
운영관리 계획	· 대체습지 조성완료시 민간단체 이양	· 레크레이션 공간 및 생태적 교육으로 활용	· 습지보호구역으로서 지역환경보호

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제4절 대체습지 관련 국내외 법률 및 정책 검토

1. 외국의 법률 및 정책

가. 미국

미국의 서부해안은 경사가 급하기 때문에 뚜렷한 갯벌 형성이 드문 편이며, 동부해안을 중심으로 갯벌을 포함한 다양한 습지를 보유하고 있다.

최근에는 습지 가치에 대한 재평가가 이루어지면서 더 이상의 습지파괴를 막기 위해 연방정부와 주정부는 다양한 형태의 법률과 프로그램을 시행하고 있다. 연방정부는 1970년대 중반부터 습지에 대한 준설 및 매립을 규제하기 위해 대통령령으로(Executive Order 11990 of May 24, 1977)[1] 규정하였으며, 그 외 여러 정부기관에서 하위법령을 제정하였다.

■ 서부
- OREGON

■ 동부
- NEW JERSEY, NEW YORK
  PENNSYLVANIA
  RHODE ISLAND, VERMONT
  MAINE, MARYLAND
  MASSACHUSETTS
  NEW HAMPSHIRE

■ 오대호
- WISCONSIN, MICHIGAN
  MINNESOTA

■ 남부
- FLORIDA, VIRGINIA

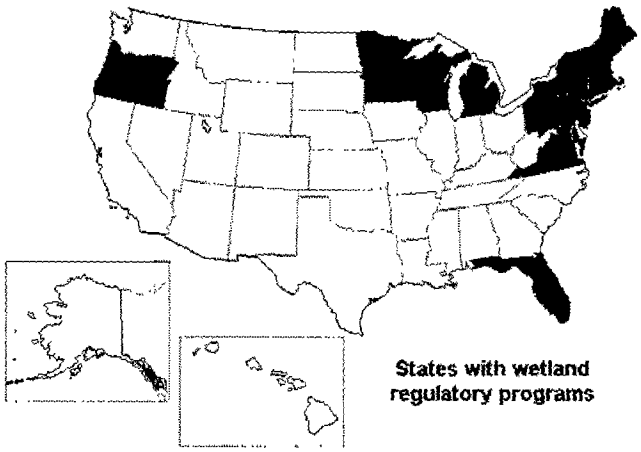


그림 2-8. 미국 주정부의 습지규제프로그램 현황(http://aswm.org/swp/states.htm#MN)

또한 연방헌법상 습지 규제에 관한 권한은 연방정부에 의해 독점되지 않으며, 일반해석(제1조 제8절 17,18항)[2]에 따라 연방정부 규제규정 외에 별도로 주정부가 독립

1) http://policy.nrcs.usda.gov/scripts/lpsiis.dll/GM/gm_310_401_22_Cf1.pdf

2) UNITED STATES CONSTITUTION(제1조 8절)
17항 : To exercise exclusive Legislation in all Cases whatsoever, over such District (not exceeding ten Miles square) as may, by Cession of particular States, and the Acceptance of Congress, become the Seat of the Government of the United States, and to exercise like Authority over all Places purchased by the Consent of the Legislature of the State in which the Same shall be, for the Erection of Forts, Magazines,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

적인 규제조항을 만들어 습지규제 프로그램을 이행하고 있다. 즉 미국에는 습지관리를 총괄하는 단일법이 없으며 습지관련 제도는 연방정부, 주정부, 지방정부의 3단계로 운영되고 있다.[3] 이하에서는 연방 및 주정부 차원에서 규정 및 시행되고 있는 관련법률과 정책을 알아보기로 한다.

(1) 연방차원의 습지보전 관련 법률

미국은 연안역관리법(CZMA: Coastal Zone Management Act), 범람원관리법(FMA: Floodplain Management Act) 및 청정수질법(CWA: Clean Water Act), 연안습지계획·보호·복원법(CWPPRA: Coastal Wetlands Planning, Protection and Restoration Act)등 21개의 법률에 의해 습지가 관리·보호되고 있으며 미연방 기관 중 국방부 산하 육군공병단(U.S. Army Corps of Engineers;Corps), 환경보호청(U.S. Environmental Protection Agency;EPA), 내무부 산하 어류·야생생물국(U.S. Fish and Wildlife Service;FWS), 상무부 산하 국가해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration;NOAA), 농무부 산하 자연자원보전국(Natural Resources Conservation Service;NRCS))등 5개 기관이 습지보호에 대한 일차적인 책임을 진다.

(가) 청정수질법(Clean Water Act)

1972년 연방수질오염규제법(Federal Water Pollution Control Act)이 제정된 후, 국가의 물자원의 보호와 청정수단을 더 효과적으로 수행하기 위하여 1977년 동 법이 청정수질법(Clean Water Act)으로 수정되었고, 이 법안 제404조에 미국 내 수로, 호수 등의 준설 또는 매립에 대한 허가규정이 새로이 신설되었다.[4]

청정수질법의 목적은 오염된 물의 화학적·물질적·생물학적 성질을 본래 상태로 되돌리고 유지하기 위한 것이다. 청정수질법은 1985년까지 항해가능한 수역에 오염물질의 배출을 제거하고 어류, 갑각류, 야생 생물의 보호와 보급을 제공하고, 1983년 7월 1일까지 물에서 레크리에이션을 할 수 있도록 수질을 확보하는 것이다. 청정수질법은 유독한 오염물질의 배출금지 등 신속한 방법으로 오염의 불특정한 근원

Arsenals, dock-Yards, and other needful Buildings
18항 : To make all Laws which shall be necessary and proper for carrying into Execution the foregoing Powers, and all other Powers vested by this Constitution in the Government of the United States, or in any Department or Officer thereof

3) http://www.gapulsarang.com.ne.kr/smain4-1.html#s4-1-2

4) http://www.epa.gov/owow/wetlands/facts/fact10.html

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

통제를 위한 이행 프로그램과 개발을 중간목표로 설정하여 지난 30년동안 수질향상에 많은 기여를 하였다.

표 2-11. 미국의 습지보전 법률[5)]

법 률	내 용
- Clean Water Act 제404조	습지와 관련된 행위규제
- Migratory Bird Hunting Swamp Act - Emergency Wetlands Resources System Act of 1986 - Land and Water Conservation Fund Act of 1985, As Amended - National Wildlife Refuge System Act of 1966	습지의 매입 및 취득
- Title XII of the Food Security Act of 1985 (Conservation Reserve Program) - Coastal Wetlands Planning, Protection, and Restoration Act - Water Resources Development Act of 1990	습지 복원
- Title XII, Subtitle C of the Food Security Act of 1985 (Swampbuster Water Bank Act)	습지관련 행위 인센티브 제공
- Coastal Barrier Resources Act - Fish and Wildlife Coordination Act - Endangered Species Act - Coastal Zone Management and Improvement Act of 1990 - Food, Agriculture, Conservation and Trade Act of 1990 - North American Wetlands Conservation Act of 1989 - National Flood Insurance Act of 1968	습지 보전

연방차원에서 습지보호와 관련하여 가장 중요한 규정은 청정수질법(CWA) 제404조로써 항해 가능한 수역(navigable waters)에 준설 또는 매립 물질을 배출할 경우 허가를 받도록 규정하고 있다(CWA 404조(a))[6)]. 또한 법원은 전통적 의미에서의 '항해 가능성' 만을 고집하지 아니하고, 다른 수역에 인접한 습지뿐만 아니라 고립되어 있는 습지라도 그 습지 파괴가 州間통상에 영향을 미칠 경우에는 동 규정을 적용받는 것으로 개념을 확대하고 있다.

습지내에서 건설 또는 매립공사를 하려고 하는 자는 육군공병단의 허가를 얻도록

5) 공경자, "미국의 습지에 관련한 법률개관", 해사법연구 제13권제1호, 2001.6, p.150

6) 허가 조건 : 첫째, 환경에 영향을 적게 미치는 다른 실질적인 대안이 없어야 한다. 둘째 성문법규에 위배되지 않아야 한다. 셋째 허가로 인한 환경에 대한 후유증이 발생할 가능성이 없어야 한다. 넷째 필요한 모든 경감조치를 취해야 한다. (박민규, "공유수면매립면허 업무의 지방이양결정에 따른 해양생태계 보호를 위한 법과제도의 연구", 해양정책연구 제16권1호. p.13; CWA 404조에 의하면 항해가능한 수면(공유수면)의 매립에 관해 공병단장은 매립허가를 내주는 책임이 있다.(The Secretary may issue permits for the discharge of fill material into the navigable waters at specified disposal sites ; 33.U.S.C. §1344(a))

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

되어있다. 습지이용허가는 일반허가(General Permits)와 개별허가(Individual Permit)로 나누어지며 대부분의 허가가 개별허가에 속한다. 개별허가의 경우 당해 사업의 환경영향을 평가하게 되는데, 평가요소는 보전 비용, 경제, 미학, 환경적 관심사, 야생 동·식물의 가치, 홍수예방, 일반주민의 복지, 역사적 가치, 레크리에이션, 토지사용, 수자원 공급, 수질 등이다.[7] 환경보호청(EPA)은 허가에 따른 최종적인 권한을 행사할 수 있으며 경우에 따라서 거부권을 행사할 수 있다. 또한 환경보호청이 연방차원의 기준을 설정하고, 주정부는 연방기준에 따라 환경보호청과 협력하여 주단위의 수질계획을 수립 시행하고 있다. 환경보호청은 새로운 정보와 특정물질의 인체 및 환경에의 위해도를 고려하여 수질기준을 개정하고, 주정부로 하여금 새로운 연방수질기준에 적합하도록 주의 수질기준을 개정하여 집행할 것을 요구하고 있다.

육군공병단과 환경보호청이 이 규정을 공동으로 집행하며, 어류·야생생물국(U.S. Fish and Wildlife Service)과 해양수산국(National Marine Fisheries Service), 주자원기관(State resource agencies)은 중요한 자문역할을 하고 있다.

육군공병단은 각각의 허가 결정과 관할(jurisdictional) 결정을 포함하는 프로그램 관리, 정책과 지침개발, 제404조 규정 이행의 의무가 있으며, 환경보호청은 허가 신청서를 평가할 때에 사용되는 환경기준을 개발하고 설명, 지리적인 관할권의 범위를 결정, 주정부의 관할에 대한 승인 및 감독, 면제되는 활동의 확인, 각각의 허가 신청서에 대한 검토 또는 코멘트, 공병단의 허가결정을 거부할 권한(404조(c)), 특정한 경우 404(q)를 적용, 제404조 규정 이행의 의무가 있다.

어류·야생생물국은 제404조의 필요조건에 따른 프로젝트를 포함하면서, 연방허가프로젝트와 모든 새로운 연방프로젝트의 어류와 야생생물에 대한 영향을 평가(Fish and Wildlife Coordination Act에 의해)하고, 제404(q)항에 따라서 특별한 경우나 또는 정책 이슈를 적용한다.[8]

제404조의 각각의 허가과정으로는 ① 공지[9](모든 허가에 관련된 사항은 15일 이내에 육군공병단에서 결정된다), ② Comment 기간[10](계획된 활동에 따라 15-30일), ③ 공청회[11], ④ 허가 평가[12], ⑤ 환경 평가와 조사결과 진술[13]로 이루어진다.

7) http://www.gapulsarang.com.ne.kr/smain4-1.html#s4-1-2

8) http://www.epa.gov/owow/wetlands/facts/reg_authority.pdf

9) 공지사항은 계획된 활동, 위치, 잠재적인 환경영향을 포함하여 허가신청서에 기재한다. 공지사항은 지정된 시간이내에 comment 할 것을 권한다.

10) 신청과 comment는 육군공병단, 다른 관련 연방, 주기관과 조직, 그리고 개개인에 의해서 검토되어 진다. 육군공병단은 환경 영향 진술이 필요한지를 결정한다.

11) 시민들은 육군공병단에게 공청회를 요청하였지만 보통 열리지 않았다.

12) 육군공병단은 자신들의 평가뿐만 아니라 다른 요소의 comment를 근거로 허가 신청서를 평가한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

동 프로그램의 시사점은 다음과 같다.[14] 우선 기존의 연안복구 또는 정비는 시설 복구 위주로 이루어져 왔으나 점진적으로 친환경적인 공간을 연출하려 한다는 점, 특정지역을 집중적으로 관리할 수 있는 모델 및 기준설정이 가능하다는 점, 관련정부기관의 적극적인 참여로 다원적·종합적 정비계획과 프로그램 수립이 가능하다는 점이다.

표 2-12. 청정수질법(CWA) 관련기관의 역할 및 일반사항

구 분		내 용
관련 기관	육군공병단	- 습지 개발 허가 (허가요건) 1. 환경영향 최소화 2. 성문법규 준수 3. 허가에 따른 환경유해가능성 없을 것 4. 필요한 모든 저감조치 - 허가결정과 관할 프로그램 관리 - 정책과 지침개발 - CWA 제404조 이행
	환경보호청	- 환경기준 설정 및 개발 - 관할권 범위 결정 - 주정부 관할 승인 및 감독 - 면제되는 활동 확인 - 허가 신청서 검토 및 코멘트 - 공병단 허가사항에 대한 거부권 - 특정한 경우 CWA 404(q) 적용 - CWA 제404조 이행
	어류·야생생물국	- 연방허가프로젝트와 모든 새로운 연방프로젝토의 어류와 야생생물에 대한 영향을 평가 - 특정한 경우 또는 정책 이슈에 대해 제404조(q) 적용
제404조 허가과정		- 공지사항(육군공병단 15일 이내에 허가 정보사항 공지) : 계획된 활동, 위치, 잠재적인 영향 등 - 공청회 : 대부분 생략 - 허가 평가 : 육군공병단의 자체 평가 및 코멘트에 따른 승인결정 - 환경평가와 조사결과 : 허가결정 사유 문서를 일반시민 이용
시사점		① 습지에 대한 친환경적인 공간 연출 ② 특정지역에 대한 집중관리에 따른 새로운 모델 ③ 기준설정과 관련 정부기관의 참여에 따른 다원화형식의 종합적이고 계획적인 정비계획과 프로그램 수립가능

13) 허가 결정이 어떻게 이루어졌는지 설명하는 문서(조사결과 진술)는 일반시민(public)이 이용할 수 있다.

14) http://www.epa.gov/owow/wetlands/facts/fact10.html

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

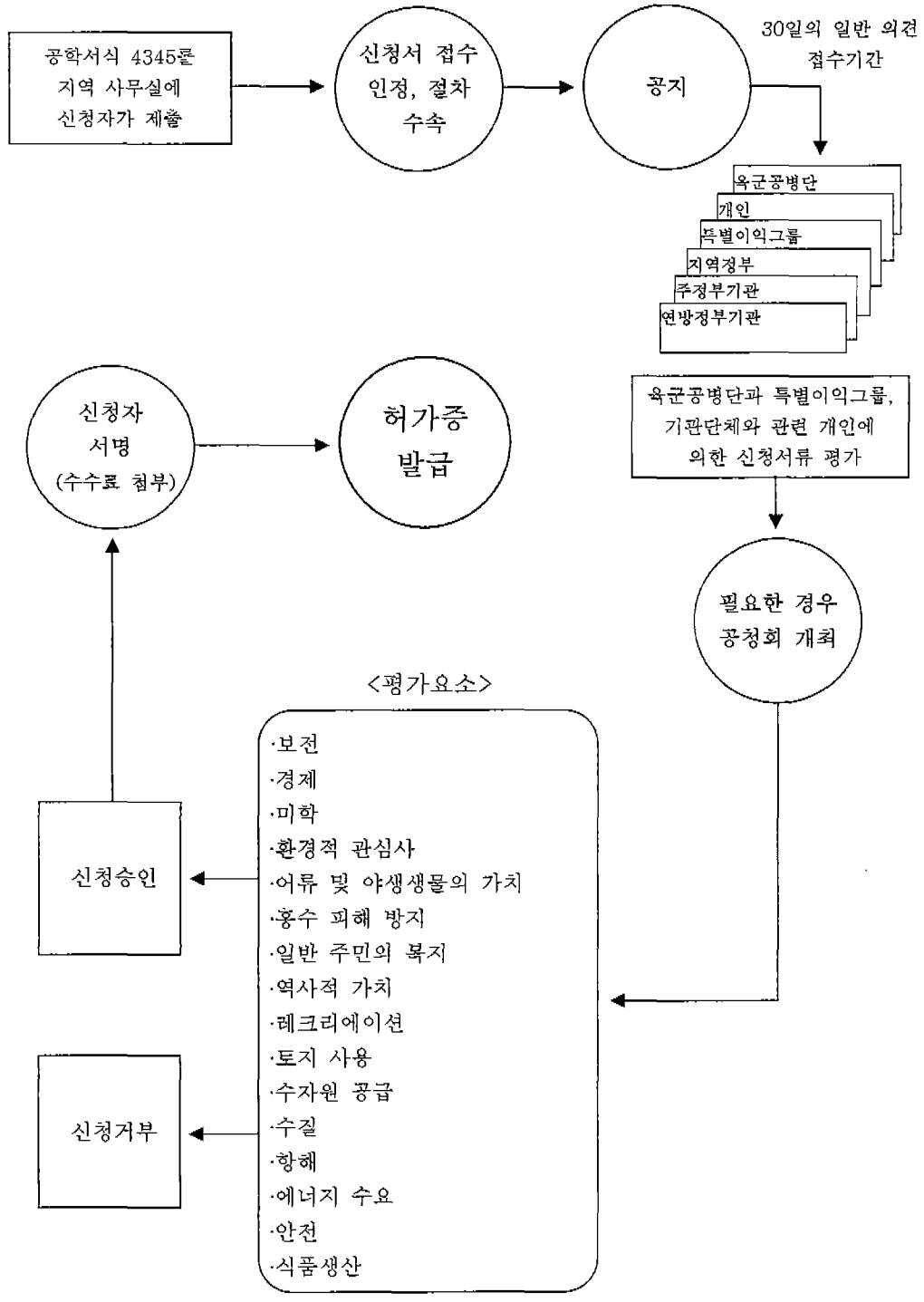


그림 2-9. 미육군공병단의 매립허가절차

Typical US Army Corps of Engineers review processes for Section 404 of Clean Water Act –"Dredge-and-Fill Permit Request" (Mitsch and Gosselink, 2000).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(나) 연안습지계획·보호·복원법

(CWPPRA: Coastal Wetlands Planning, Protection and Restoration Act)

미시시피江 및 그 지류의 유역면적은 2,600,000㎢에 달하며, 그 하구에 위치한 루이지애나州의 연안습지 면적은 약 14,000㎢로서, 이는 미국 연안습지의 약 40%를 차지하며, 우리나라 전체 갯벌(2,400㎢)의 약 6배에 해당한다. 그러나 범람에 의한 거주지 침수 방지를 위하여 1700년대 초부터 시작한 제방 축조, 운송거리 단축을 위한 산업화 시기의 운하 건설과 강 폭 확장, 그리고 지반침하와 해수면 상승 등으로 인하여 루이지애나州 연안습지 상실이 가속화되었다. 1900년대 이후 상실된 연안습지는 약 4,047㎢이며, 1990년대의 상실률은 65~91㎢/년으로서 미국 전체 상실률의 80%를 차지한다.

이에 루이지애나州의 연안습지 상실을 저감하는 것이 곧 미국의 연안습지 상실을 완화하는 것임을 인식한 상원의원 John Breaux의 주도로 1990년 聯邦法인 연안습지계획·보호·복원법(CWPPRA: Coastal Wetlands Planning, Protection and Restoration Act)을 입안·제정하였으며, 이를 일명 Breaux Act라고도 한다.

연안습지계획·보호·복원법(CWPPRA)에는 다음과 같은 권한이 부여된다.

- ㅇ육군장관은 연안습지 복원 및 상실방지계획 수립을 위해 대책본부(task force)를 소집한다.
- ㅇ종합계획이 승인될 때까지 우선시행사업 목록을 작성한다.
- ㅇ종합적인 복원계획을 수립한다.
- ㅇ종합적인 보전계획을 수립한다.
- ㅇ사업기획은 100% 연방정부에서 시행
- ㅇ州 연안습지보존계획이 승인되기 전까지는 연방정부가 해당 사업비의 75%를 부담하며,
- ㅇ승인되면 85%를 부담한다.
- ㅇ5백만불의 계획비와 연간 3천5백만불의 사업비는 1990년의 예산조정법에 따라 낚시기구, 모터보트 및 소형선박연료에 대한 소비세로 충당한다.

(2) 주차원의 습지보전 관련 법률

미국의 습지 훼손에 대한 대체습지를 조성하는데 있어 연방법률에는 청정수질법 및 미육군공병단과 환경보호청간에 양해각서(MOA)에 의한 지침[15]이 있다. 이를 근

15) Memorandum of Agreement(MOA) Between the Environmental Protection Agency and the Department of the Army(DA), Concerning the Determination of Mitigation Under the Clean Water Act 404(b)(1)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

거로 하여 각 주(state)에서는 대체습지 조성과 관련한 내용을 규정하고 있다. 이하에서는 Minnesota, Maine, Oregon, Washington 주에서 규정하고 있는 내용을 살펴보기로 한다.

(가) 미네소타(Minnesota) 주

미네소타주는 습지보존 관련법으로 습지보존법(Wetland Conservation Act; WCA)과 미네소타 습지보존법 지침서(The Minnesota Wetland Conservation Act Manual) 및 공공수작업허가프로그램(Public Waters Work Permit Program)등이 있다. 이 중에서 습지보존법의 Minnesota Rules Chapter 8420-BOARD OF WATER AND SOIL RESOURCES WETLAND CONSERVATION에 훼손된 습지에 대한 대체습지 조성을 규정한 바, "습지는 간척, 개착(開鑿) 또는 전체 또는 부분 매립되어서는 안된다. 단, 습지를 동일한 공공적 가치로 복원 또는 창출하여 대체되는 경우는 예외로 한다"고 규정하고 있다. 즉, 동 규정은 습지를 간척, 개착 또는 전체 또는 부분 매립할 경우 동일한 가치로 창출 또는 복원하도록 의무화하고 있다.

(나) 메인(Maine) 주

메인주는 습지보존 관련법으로 자연자원보호법(Natural Resources Protection Act; NRPA), 메인주법(Maine State Law)의 표제38(Title 38: WATERS AND NAVIGATION)중 제3장(Chapter 3: PROTECTION AND IMPROVEMENT OF WATERS)과 표제12(Title 12: CONSERVATION)중 제2장(Part 2: FORESTS, PARKS, LAKES AND RIVERS)의 206-A절(Chapter 206-A): USE REGULATION 및 관련 습지보상지침(Wetland Compensation Guidelines)이 있다. 이 법들 중 자연자원보호법 제310장(Wetlands and Waterbodies Protection)에 대체습지 조성에 관한 규정을 두고 있다. 동 장에서는 "보상이란 상실된 습지의 기능을 동일한 또는 그 이상의 가치로 보충하는 것이다. 보상의 목표는 습지가 지니고 있는 기능과 가치의 '순손실 방지(no net loss)'를 달성하는 것이다"라고 하여 훼손된 습지에 대해 보상으로서 대체습지조성에 관한 규정을 명시하고 있다.

Guidelines, 55 Fed. Reg. 9,210 (1990)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(다) 오레곤(Oregon) 주

오레곤주는 2003년에 개정된 오레곤 개정규정 제196절(Oregon Revised Statutes Chapter 196(Columbia River Gorge; Ocean Resource Planning; Wetlands; Removal and Fill))에 계획된 습지손실에 따른 방안을 규정하고 있는 바, "습지지역은 다음과 같은 기준이 충족될 경우에만 매립이 계획되거나 시행되어 진다. (a) 습지에 대해 신청한 종합적인 계획에 있어서 공공의 필요성이 있는 경우; (b) 어떠한 계획된 습지 손실이라도 염하구 또는 습지의 기능과 가치의 창출, 복원, 증강에 의해 충분히 상쇄되어야만 할 경우"라고 명시하고 있다.

(라) 워싱턴(Washington) 주

워싱턴주는 습지보존 관련법으로 수질오염관리법(State Water Pollution Control Act), 해안선관리법(Shoreline Management Act), 성장관리법(Growth management Act) 및 습지조성지침서(Wetland Delineation Manual), 환경정책법(State Environmental Policy Act), 수자원완화법(Aquatic Resources Mitigation Act), 대체습지은행법(Wetlands Mitigation Banking Act) 및 관련 지침 등이 있다. 그 중 성장관리법과 습지조성지침서에 훼손된 습지에 대해 보상규정을 두고 있다. 우선 성장관리법에서는 임계지역(critical areas)의 가치와 기능을 보호하기 위해 개발규칙과 개발정책 중 가장 이용가능한 방법을 선택하여야 하며, 이를 실현하는 방법으로는 미육군공병단과 환경보호청이 사용하고 있는 지침서를 이용하고 있다. 성장관리법의 표제(Title 36(Counties)), 제36.70A절(Chapter 36.70A RCW Growth management(Planning by selected counties and cities))에 의하면 "임계지역(Critical areas)"은 습지를 포함한다고 규정[16]하고 있고(RCW 36.70A.030 Definitions) 또한 임계지역의 선정 및 보호방법에 대해서 다음과 같이 규정하고 있다. "카운티와 시티는 임계지역의 가치와 기능을 보호하기 위해 개발 규칙과 개발정책에 있어 가장 이용 가능한 기술을 포함하여야 한다. 또한 카운티와 시티는 소하성 어류를 증강하거나 또는 보존하기 위해 필요한 대책에 특별한 고려를 하여야 한다.

습지조성지침서에서는 지침서에 따라 습지를 조성하도록 규정하고 있는 바, RCW 36.70A.175 Wetlands to be delineated in accordance with manual에서 "이

16) RCW 36.70A.030 Definitions. (5) "Critical areas" include the following areas and ecosystems: (a) Wetlands; (b) areas with a critical recharging effect on aquifers used for potable water; (c) fish and wildlife habitat conservation areas; (d) frequently flooded areas; and (e) geologically hazardous areas.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

절에 채택된 개발 규칙하에 규정된 습지는 RCW 90.58.380에 따라서 Department(지역 공동체, 무역과 경제적 성장 부서)에 의해 채택된 매뉴얼과 일치하여 상세하게 기술되어야 한다"고 명시하고 있으며, RCW 90.58.380 Adoption of wetland manual 에서는 "Department는 습지조성에 관한 매뉴얼을 미육군공병단과 환경보호청에 의해 작성된 지침서를 따라야 한다"고 명시하고 있다.

표 2-13. 미국 주의 대체습지 조성관련 법령

State in U.S.A	관련법령	내용(조항)
Minnesota	Wetland Conservation Act	○ Minnesota Rules Chapter 8420 BOARD OF WATER AND SOIL RESOURCES WETLAND CONSERVATION 8420.0105 SCOPE. Wetlands must not be drained, excavated, or filled wholly or partially unless replaced by restoring or creating wetland areas of at least equal public value.
Maine	Natural Resources Protection Act (NRPA)	○ Chapter 310: WETLANDS AND WATERBODIES PROTECTION 5. General Standards C. Compensation. Compensation is the off-setting of a lost wetland function with a function of equal or greater value. The goal of compensation is to achieve no net loss of wetland functions and values.
Oregon	Oregon Revised Statutes(2003 Edition) Columbia River Gorge; Ocean Resource Planning; Wetlands; Removal and Fill(Chapter 196)	○ 196.681 Duties of department; standards for approval of plan; conditions for approval; order. (4) Wetland areas may be designated for development including fill or removal, or both, only if they meet the following standards: (a) There is a public need for the proposed uses set forth in the acknowledged comprehensive plan for the area; (b) Any planned wetland losses shall be fully offset by creation, restoration or enhancement of wetland functions and values or in an estuarine area, estuarine resource replacement is consistent with ORS 196.830; and (c) Practicable, less damaging alternatives,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

		including alternative locations for the proposed use are not available.
Washington	Title 36(Counties) Chapter 36.70A RCW Growth management -Planning by selected counties and cities.	○ RCW 36.70A.172 Critical areas-Designation and protection- Best available science to be used. (1) In designating and protecting critical areas(including wetland) under this chapter, counties and cities shall include the best available science in developing policies and development regulations to protect the functions and values of critical areas.
	Wetland Delineation Manual(State Wetlands Delineation Manual)	○ RCW 36.70A.175 Wetlands to be delineated in accordance with manual. Wetlands regulated under development regulations adopted pursuant to this chapter shall be delineated in accordance with the manual adopted by the department pursuant to RCW 90.58.380. ○ RCW 90.58.380 Adoption of wetland manual. The department by rule shall adopt a manual for the delineation of wetlands under this chapter that implements and is consistent with the 1987 manual in use on January 1, 1995, by the United States army corps of engineers and the United States environmental protection agency. If the corps of engineers and the environmental protection agency adopt changes to or a different manual, the department shall consider those changes and may adopt rules implementing those changes.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(3) 연방차원의 습지보호 정책

(가) No Net Loss Policy

습지의 순손실방지 정책은 1988년 미국국가습지정책포럼에서 처음으로 제안된 것으로, 부시 및 클리턴 행정부때 국가정책으로 채택되었다. 습지를 보존하기 위한 법과 제도가 강화된다고 하더라도 습지의 복원을 위한 좀 더 적극적인 정책적 뒷받침이 없다면 습지는 계속해서 줄어들 것이라는 전제하에 미국국가연구위원회 패널들은 1991년에 10,000,000 에이커의 습지를 2010년까지 복원한다는 야심에 찬 계획을 추진했다.[17]

"습지의 순손실 방지" 정책에 따르면 습지를 개발하려는 자는 상실되는 습지를 상쇄하기 위하여 개발면적 이상의 습지를 다른 지역에 조성하여야 한다는 것이다. 환경보호청은 이 정책을 지원하기 위하여, 허가 신청을 하는 자는 잠재적인 환경에 악영향을 완화시킬 수 있는 적합하고 합리적인 조치를 취함으로써, 습지 상실의 영향을 완화하여야 한다는 지침을 제시하였다.

또한, 1990년 육군공병단과 환경보호청은 환경보호청의 지침을 구체화하는 양해각서[18]를 체결하였는데, 그 골자는 다음과 같다, 먼저 습지에 대한 개발사업의 영향이 가능한 한 없도록 하는 조치를 취하고(avoidance), 그것이 힘들 경우에는 습지에 악영향을 감소하는 조치를 취하고(minimization), 마지막으로 습지의 복원 또는 조성 등을 통하여 피할 수 없는 영향에 대한 보상조치(compensation)를 취함으로써, 피해를 완화하여야 한다는 것이다.

또한 양해각서의 내용중 보상조치는 다른 지역(off-site)에 소재하는 습지보다는 동일지역내(on-site)의 습지로, 이종(out-of-kind)습지 보다는 동종(in-kind)습지로 보상조치 하는 것을 우선시 하고 있다.

이러한 습지상실 및 파괴를 완화하는 정책은 남아 있는 습지의 순상실이 더 이상 없어야 한다는 국가 목표를 반영하고 있는 것이다[19].

(나) mitigation banking

---

17) 박민규, "공유수면매립면허 업무의 지방이양 결정에 따른 해양생태계 보호를 위한 법과 제도의 연구", 해양정책연구, 제16권 제1호, p.19.

18) Memorandum of Agreement(MOA) Between the Environmental Protection Agency and the Department of the Army(DA), Concerning the Determination of Mitigation Under the Clean Water Act 404(b)(1) Guidelines, 55 Fed. Reg. 9,210 (1990)

19) 김홍균, "갯벌보존 및 관리: 습지보전법의 의의와 한계", 습지보전을 위한 한일 법률 워크샵(2002. 4. 19), p.19.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

mitigation banking 프로그램은 허가절차의 신뢰성 및 용이성 확보를 위한 방안으로 제시되고 있다. 이것은 기본적으로 시장원리에 기초하고 있다는 점에서 시장유인적 규제수단의 성격을 가지며, 습지의 순손실을 막으려는 국가의 습지보전정책에 부합한다. 이 프로그램은 1995년에 발표된 연방지침[20]에 따르면 mitigation banking 프로그램은 습지상실을 보상하는 유효한 수단이며, 개발행위 이전에 개발로 인해 불가피하게 발생할 수 있는 습지에 대한 악영향을 완화할 목적으로 다른 지역의 습지를 복원(restoration), 창출(creation), 증강(enhancement), 보전(preservation)하는 것이다.

즉, mitigation banking 프로그램은 banker가 해당 지역 및 그 외 지역의 판매가 가능한 습지권을 창출·보유하고 있다가 일정 지역의 습지를 개발하고자하는 자가 해당지역의 습지 상실을 보상하고자 할 때 개발자(user)에게 판매한다. 때문에 mitigation banking은 높은 습지권을 부여받기 위하여 습지를 복원, 조성, 향상하는 등 노력을 기울이게 된다. 1999년이후 미국내에 200개 이상의 mitigation banking이 운영되고 있으며, 이중 90개 정도가 영리를 목적으로 운영되는 것으로 알려지고 있다.

현재 mitigation banking 프로그램은 생태적·유기적으로 연관된 광범위한 지역을 장시간에 걸쳐 관리하게 된다는 점에서 동일 지역 내의 습지만을 다루는 프로그램보다 효과적이라는 장점이 있으나 다른 지역의 습지로 대체가 곤란한 특수한 기능의 작고 고립된 습지 등의 상실을 막을 수 없다는 등 유효성을 둘러싼 논란이 제기되고 있다.[21]

(다) 보상Mitigation과 Mitigation Banking의 관계

Mitigation은 자연환경 보호를 위해 개발행위를 모두 중지시키는 것이 아니라 필요 불가결한 개발은 그 실시를 인정하되 이 때 자연환경에 손실을 줄 경우에는 보상하지 않으면 안된다는 자연환경과 개발 즉, 양자의 관점에 입각한 환경관리제도라 할 수 있다. 이와같은 이념에서 본다면 합리성이 풍부한 제도로 인식되지만 실제로 운용과정에서 발생되는 문제점도 있다.

이러한 문제점은 '개발사업자의 경제적 부담'과 '자연환경의 보상방법에 대한 문

20) Federal Guidance for the Establishment, Use, and Operation of Mitigation Banks, 60 Fed. Reg. (1995).

21) mitigation bank 제도의 도입을 우리나라도 고려할 수 있으나 동 제도의 도입시 우선 대체습지의 조성기술개발 확보에 따른 습지의 조성이 가능하여야 하며, 이러한 공학적, 생태적 기술의 확보이후 습지의 가치가 정량적으로 평가되어 있어야 가능하다. 즉, 현재 우리나라의 상황에서 동 제도의 도입은 실행적인 면이 뒤받쳐 주지 못하기 때문에 입법시에도 학제간 공동연구가 지속적으로 이루어진 후 고려하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제'로 대별된다. 개발사업자의 경제적 부담이 큰 이유는 첫째, 대상이 되는 자연환경을 새로운 토지에서 자립하여 육성 시키는데는 대규모의 토지면적이 필요하게 되고 그 부지조성에 많은 비용이 요구된다는 것, 둘째, 자립하기까지 상당한 시간을 필요로 하고 이와 함께 관리·유지비용이 많이 드는 것 등이다. 보상방법에 대한 문제는 첫째, 개발사업자는 자연환경에 대한 전문지식이 부족하여 적정한 관리·유지가 어려운 점, 둘째, 자연환경이 자립하기까지 상당한 기간을 필요로 하고 보상하는 자연환경과 당해개발로 손실되는 자연환경과의 사이에 큰 시간차가 생기는 점 등이다.

이들 문제점에 대해서 사전에 전문가집단에 의해 상당 규모의 환경창조를 실시해 두고 보상조치를 필요로 하는 개발사업자에게는 이렇게 만들어진 필요한 부분만 자연환경을 Credit으로 구매시켜 개발실시전에 환경보상을 완료시키는 시스템이 Mitigation Banking이다.

이상과 같은 점에서 Mitigation Banking은 보상Mitigation을 원활히 추진시키기 위한 지원시스템으로 이해할 수 있다.

표 2-14. 보상Mitigation과 Mitigation Banking

보상Mitigation의 문제점		Mitigation Banking에서 보충할 수 있는 점
개발사업자의 경제적 부담	·부지조성공사에 많은 비용 필요 ·자연환경의 보호·육성에 관한 토지의 관리·유지 비용 과다	·부지조성공사 및 부지의 관리·유지는 전문사업자(Mitigation Banking 실시기관)가 실시하기 때문에 이들에 대한 개발사업자의 부담이 없게 됨
자연환경의 보상방법에 대한 문제	·전문적 지식이 부족한 개발사업자만으로는 적정한 관리 난이 ·보상되는 자연환경은 새롭게 창출되기까지 장기간을 필요로 하고 당해개발에서 손실되는 자연환경에 대해서 큰 시간차 발생 ·개발로 손실을 받는 생물종과 다른 종이 對象으로 될 가능성 상존	·Mitigation Banking실시기관은 자연환경보호, 육성 등에서 필요로 하는 전문가집단으로 구성되기 때문에 적정한 관리 가능 ·개발사업자는 본 시스템을 통해 사전에 보상조치를 완료시키기까지 시간차가 생기지 아니함 ·당해개발에서 손실을 받는 생물과 동종의 생물을 취급하는 Banking업자를 선택할 수 있기 때문에 보상대상생물은 異種이 되기 어려움.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(라) Mitigation Action Plan(2002년 12월 24일)

미국 부시 행정부는 최근 육군공병단과 환경보호청을 중심으로 농무부, 상무부, 교통부 등이 공동으로 '국가습지완화이행계획[22]'과 '습지보전지침서[23]'를 통해 훼손된 습지를 복원하고 그 피해를 완화하는 데 필요한 습지보전 실행방안을 제시하였다. 국가습지완화이행계획에는 습지보전을 위한 합리적 의사결정 방안, 습지보전 노력과 성과에 대한 평가방안, 습지보전활동 및 관련된 정보에 대한 이용방안 등이 주로 담겨있으며, 이와 함께 발표된 습지보전지침서에는 습지 모니터링과 장기적인 습지관리 방안, 재원확보 등에 관한 사항이 포함되어 있다.

특히, 국가습지완화이행계획은 청정수질법(Clean Water Act)에 따라 시행되어온 습지보전정책에 대한 국립과학아카데미(NAS: National Academy of Science)의 2001년 평가보고서를 토대로 수립되었는데, 이 평가보고서에는 지난 20년 동안 습지를 보전하고 훼손된 습지를 복원하기 위한 다양한 정책들이 시행되었으나, 습지의 순손실방지(no net loss)라는 습지관리의 기본 목적이 제대로 달성되지 못했다고 지적하고, 특히 습지의 기능적 측면을 충분히 고려하지 않은 습지보전정책의 여러 문제점과 이에 대한 개선 방향을 제시하는 내용을 담고 있다.

이 같은 습지보전계획에 대해 환경보호단체들은 다양한 반응을 보이고 있는데, 국제야생동식물기금(WWF)은 이 계획에 포함되어 있는 습지보전방안만으로는 습지를 보전하기에 한계가 있으며, 적어도 훼손된 습지면적과 동일한 면적의 습지를 조성하는 대체습지조성정책이 강화되어야 한다고 주장했으며, 미국 환경법연구소(ELI)는 이 계획에서 채택한 과학적 유역관리 기법이 구체적인 방법론을 제시하지 못하고 있기 때문에 실제 시행과정에서 습지기능의 복원을 위한 조치들이 오히려 잘못 적용될 가능성이 있다고 지적했다.[24]

(4) 주차원의 습지보호 정책

(가) 매사추세츠(Massachusetts)[25]

1970년대에 제정된 매사추세츠의 습지보전법[26]의 목적은 홍수통제, 태풍피해예방,

22) http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/map1226withsign.pdf

23) http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/RGL_02-2.pdf

24) 육근형,"미 정부, 새로운 습지보전 이행계획 발표",KMI(지구촌 해양 수산 제161호 2003. 1. 27.)

25) 박민규, 전게논문, p.25.

26) M.G.L. c.131

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

지표수 공급보호, 지하수공급보호, 공해방지, 어업의 보호, 패류가 서식하고 있는 지역의 보호와 야생 생태계의 보호 등 습지가 제공하는 8가지 중요한 이익을 보호하는 것이다. 그러므로 이 법은 종의 보호와 오염뿐만 아니라 자연재해 등 환경에 관한 모든 문제를 포괄적으로 규정하고 있다고 할 수 있다. 동법의 적용범위는 육지부터 바다에 이르기까지 포괄적이며 제방, 민물 습지, 바닷가, 강, 연못 등과 이 지역에 인접한 100피트 이내의 완충지역까지 모두 포함하고 있다. 즉 습기가 있는 지역이면 모두 법의 규제를 받으며 제거, 준설, 매립 또는 어떠한 형태의 변형등의 행위에 대해서도 규제를 받는다. 이러한 습지보전법은 주정부, 시·타운 등 지방자치단체에 습지보호에 관한 권한을 위임하고 있으며, 각 지방자치단체가 독립적으로 습지보호를 위한 프로그램을 구성·운영토록 하고 있다.

매사추세츠 주는 연방정부보다 더 강력한 습지보호법을 집행하는 우리나라의 시·군·구에 해당하는 자치단체의 보호위원회가 집행하며, 지원자로 구성된 위원회가 각 사안별로 검토하여 허가한다. 매립계획이 매사추세츠 습지보호법의 관할범위라고 판단되면 보호위원회는 신청서를 접수하고 공청회를 개최하며, 그 계획에 대한 조건을 첨부하여 허가를 하거나 거부할 수 있다. 보호위원회의 결정에 대하여 매사추세츠 환경보호부를 통해 이의를 제기할 수 있으며, 환경보호부는 서류검토와 현장검증 후에 보호위원회의 결정을 확인하거나 번복할 수 있다. 또한 환경보호부의 결정에 대해서는 행정법원에 재결을 요청할 수 있고, 그 후에 법원에 정식재판을 청구할 수도 있다.

(나) 미시간(Michigan)

EPA는 2003년 1월 7일 미시간주의 허가프로그램 수행관리를 검토결과 미시간환경품질부가 일반적으로 그 프로그램을 집행하는데 좋은 역할을 한다고 발표하였다.[27] 발표이후 미시간의 프로그램은 연방규정에 맞추어 주의 가이드라인에 대한 약간의 조치가 취해진 후, 1984년 미국에서 최초로 주정부의 허가프로그램이 되었다. 현재 미시간주는 EPA의 사전승인을 받아 CWA 제404조 허가 프로그램을 지속적으로 수행관리하고 있는 주(州)중 하나이다.

(다) 루이지애나(Louisiana)

루이지애나주 연안습지 복원계획은 CWPPRA 3952(b)[28]조에 명시되어 있다. 1993

27) http://www.access.gpo.gov/su_docs/fedreg/a030107c.html

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

년 11월에 수립된 복원계획에 따르면 향후 20년간 연안습지 상실을 65% 저감하는 것을 목표로 총 사업비 13억불이 투입된다. 연안습지 복원계획의 이행이 2000년 현재까지 8개 우선 프로젝트와 총 80개의 프로젝트가 대책본부에 의해 승인되었다. 이중 32개 프로젝트가 완료되었다. 이 프로젝트는 연안 습지 69,991에이커에 대한 보호와 복원을 할 수 있으며, 연방자금 273,065,062달러와 비연방 자금 45,517,657달러를 각각 건설에 이용할 수 있다.

또한 주정부는 단일계획의 필요성을 연방, 주 및 지방정부의 해당기관이 인식하고, 다양한 집단이 참여하여 1998년 13월까지 18개월에 걸쳐 Coast 2050을 수립하였는바, 이 프로그램은 '공공부문과 협조하여 연안자원을 지속시키며, 多目的 濕地使用을 통합(integrated multiple use)하는 접근방법을 생태계 관리에 제공하기 위하여 기술적으로 견실한 전략계획을 수립한다'는 임무에 근거하여 수립되었다.

Coast 2050프로그램은 지역 주민의 여론수렴 과정을 거침으로써 루이지애나주의 20개 연안 郡政府 모두의 지원을 받는 첫 번째 복원사업이 되었으며, 연안복원사업을 개발·수행함에 있어서 전체적인 측면을 고려한 지침의 본보기가 될 것이다.

(5) 평가

미국은 대륙법계인 우리나라와 다른 영미법계로서 법체계가 상이하기 때문에 우리나라와 같이 연방법률 차원에서 습지훼손자에게 훼손된 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 의무화하는 명시적인 규정은 없다. 그러나 연방법률인 CWA 제404조를 근거로 하여 주정부의 개별법이나 육군공병단과 환경보호청간의 MOA에 이러한 내용을 실행할 수 있는 실질적인 규범을 담고 있었다.

특이할만한 사항은 미국도 습지에 대한 인식이 과거에는 육지의 토지보다 못하다는 인식이 팽배해 있다가 1980년대에 이르러 습지의 가치에 대한 인식이 제고됨에 따라 각 종 제도적 장치 및 정책이 나타나기 시작했다는 점이다. 즉, 미국에서 습지보호를 위한 단일의 새로운 법률을 제정하기 보다는 기존의 법률을 활용함으로서 새로운 입법에 따른 어려움을 해소하려한 것으로 보인다. 이러한 해석이 가능한 것은 CWA 제404조(a)에서 매립시 육군공병단의 허가를 받아야 하고 환경보호청은 이러한 허가에 따른 최종적인 권한 행사로서 거부권을 행사하는 상호견제할 수 있는 2원적 구조를 가지고 있다. 그리고 연방법률 차원에서는 규율하고자 하는 일반적 이념이나 방향성을 설정하고 그 세부적 사항은 관련기관이나 주정부차원에서 실질적인 운영을 위한 시행세칙을 두고 있다.

28) US CODE ; TITLE 16 ; CHAPTER 59A ; § 3952 Priority Louisiana coastal wetlands restoration projects (b)Federal and State project planning

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

따라서 대체습지조성의무화를 위한 근거규정으로서 미국의 경우 CWA 제404조와 함께 각 주별로 제정 시행되고 있는 개별법률과 함께 육군공병단과 환경보호청간에 체결된 MOA를 둘 수 있으며, 우리나라가 대체습지조성 의무화시 고려하여야 할 사항은 대체습지조성의무화 법률에 있는 것이 아니라 대체습지를 성공적으로 조성하고 관리할 수 있는 관련기술을 토대로 각종 지침을 개발하여야 한다는 점이다. 이러한 지침의 경우 우리나라 해양환경 특성을 고려하여 개발되어야 하는 바, 향후 대체습지조성 의무화 이후에도 지속적으로 관련기술개발과 정책개발에 노력하여야 할 것이다.

나. 일본

(1) 관련법률

(가) 자연환경보전법

일본의 자연환경보전법은 자연환경보전을 위하여 원시자연환경보전지역, 자연환경보전지역, 도도부현(都道府縣)자연환경보전지역을 설정하고, 이 지역 내에서의 활동을 규제함으로써 자연을 보전하는데 그 목적이 있다.

원시자연환경보전지역은 인간활동의 영향을 받지 않은 원시상태의 자연을 국가유산으로 선정하여 엄격하게 관리되는 지역으로서, 원시생태가 유지되어 있을 것, 원칙적으로 1,000ha 이상의 면적일 것, 국·공유지일 것 등이 선정요건이다, 현재 일본에서는 5개 지역이 원시자연환경보전지역으로 지정·보전되고 있다.

자연환경보전지역은 고산생물이나 산호초와 같이 빼어난 자연상태를 유지하고 있는 곳을 지역의 사회적·자연적 조건을 고려하여 보전하는 것을 목적으로 한다. 자연환경보전지역은 구체적으로 자연환경이 뛰어난 상태를 유지하고 있는 해안, 호숫가, 습지 또는 하천 지역에서 그 면적이 정부 명령으로 결정된 면적 이상인 곳을 환경청장관이 자연환경보전법 제23조의 보전계획에 따라 특별지구, 해중특별지구, 보통지구로 세분하여 관리한다.

도도부현자연환경보전지역은 자연환경보전지역에 준하는 지역으로서 해당지역의 조례에 따라 지정된다.

또한 자연환경보전법에서는 보전사업에 따른 부담금 징수를 위한 원칙과 방법에 대한 규정을 언급하고 있다. 부담금은 첫째, 국가 또는 지방공공단체는 사업 또는 행위에 따른 보전사업의 추진이 필요하게 될 경우 그 원인이 된 공사 또는 행위에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

대해서 시공자에게 그 보전사업 추진에 필요한 한도의 비용 전부 또는 일부를 부담시킬 수 있는 원인자 부담(제37조), 둘째, 부담금 징수 방법이나 그 외 부담금에 관련하여 필요한 사항에 대해서는 정부의 법령 또는 조례에 의해서 정하는 부담금 징수방법(제39조), 셋째, 부담금 미납부자에 대해서는 환경청장관 또는 해당 지방공공단체장이 납부기한을 지정, 독촉하는 부담금 강제징수(제40조)조항에 근거한다. 특히, 환경부령으로 정해진 사항에 대해, 해당 지방공공단체장은 조례를 통해 연체금을 징수할 수 있다. 단, 연체금은 연 14-15%를 고지한 액수를 넘지 않는 범위 내에서 정한다. 환경부장관 또는 지방공공단체장은 독촉장을 받은 자가 지정한 기한까지 납부금액을 납부하지 않을시, 해당 부담금이 국가 수입이 될 경우에는 국세, 지방공공단체 수입이 될 경우에는 지방세의 체납처분의 예에 따라 규정된 부담금 및 연체금을 징수 할 수 있다. 이 경우 부담금 및 연체금의 선취특권 순위는 국세, 지방세로 이어지게 된다.

동법의 부담금 관련규정중 원인자 부담원칙과 납부방법은 대체습지조성을 위한 개정안에 반영하였으나 강제징수규정의 경우 매립면허 준공 신청시 대체습지조성비를 완납하는 조건으로 하였기 때문에 입법시 제외하였다.

표 2-15. 자연환경보전법의 규제방법

규제방법	내 용
지역지정	- 원시자연환경보전지역 - 자연환경보전지역 - 도도부현자연환경보전지역
부담금	- 원칙 : 원인자부담원칙 - 징수방법 · 법령 또는 조례에 의해 정하는 부담금 징수방법(제39조), · 강제징수(제40조)

(나) 자연공원법

자연환경보전법에 따라 설정되는 세 종류의 지역은 보전만이 목적인 반면 2002년에 개정된 자연공원법에 의하여 지정되는 세 가지 공원은 보전과 함께 이용이 목적이다.

자연공원법에 의해 국립공원, 국정공원, 도도부현자연공원이 설정되며, 국립공원

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

은 다시 특별지역, 해중공원지구, 보통지역으로 나뉘며, 특별지역은 다시 특별보호지구, 제1종 특별보호지역, 제2종 특별보호지역, 제3종 특별보호지역 등 4가지로 세분된다. 특별보호지구, 제1종 특별보호지역, 해중공원지구는 자연현상 유지가 우선목적이며, 제2종 특별보호지역과 제3종 특별보호지역은 제1차 산업과의 조정을 주안점으로 하고 있는 지역이다. 이들 지역에서의 모든 활동은 허가제에 의하여 규제되며 현재 국립공원은 28개소이다.

국정공원은 국립공원에 준하는 자연경관을 지닌 지역으로서 환경부장관이 지정하지만 그 관리는 도도부현에서 하는 점이 국립공원과 구별된다. 그러나 여기서 국립공원과 국정공원이 원시자연환경보전지역에 포함되지는 않는다.

도도부현자연공원은 해당 지역 내에 위치한 뛰어난 자연경관지로서 해당 지방의 조례에 의하여 지정되는 공원으로서 주로 지역주민의 레크레이션을 위하여 설정된다.

이와 같은 공원지정과 관련하여 주목할 점은 일본이 람사협약에 의하여 지정한 람사사이트 11개소 대부분이 국립공원, 국정공원 등으로 지정되어 보전되고 있다는 것이며, 국립공원법이 일본의 습지 보전에 중요한 역할을 담당하고 있음을 알 수 있다. 다만 이 법의 기본취지는 행위제한조치를 통하여 자연상태를 보전하는 것이 주목적이다.

(다) 해안법

해안법은 해일, 고조, 파랑 등에 대한 해안재해방재를 위한 해안보전사업 시행이 주목적이었으나 1999년 개정을 통하여 해안환경과 이용을 조화시키는 종합적인 해안관리제도로 확대되었다.

개정된 주요 내용으로는 ①환경과 이용을 법의 목적으로 추가, ②공공해역의 적정한 보전을 위한 조치 신설, ③공공해안구역 신설, ④해안관리를 위한 계획제도 개정, ⑤국가차원의 직할관리제도 도입, ⑥해안관리에 있어서 지방단체의 참여기회 부여, ⑦해안보전시설의 정의 개정, ⑧기술기준의 보완 등이다.

해안법에 근거하여 해안사업 7개념 계획에 Mitigation 개념을 도입한 것이 주목된다.

(라) 환경기본법

환경기본법은 지구환경 문제에 대한 인식의 증대 등 새로운 상황 속에 직면한 오

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

늘날 환경문제에 적절히 대처하기 위해 '지구환경보전'이라고 하는 새로운 논점을 포함시켜 새롭게 기본법제를 정비한 것이다. 환경기본법은 환경의 보전에 대한 정책을 종합적·계획적으로 추진, 현재 및 미래의 국민 건강과 문화적인 생활의 확보에 기여함과 동시에 인류의 복지에 공헌하는 것을 목적으로 하고 있다.

이에 대한 구체적인 정책으로는 국가 정책의 수립·실시에 해당하는 환경배려, 환경영향평가 추진 및 환경 보전을 위한 경제적 조치를 제시하고 있다.

(마) 자연재생추진법

자연재생추진법은 자연재생에 대한 기본적인 이념을 정하고 또한 사업실시자 등의 책무를 명확히 함과 동시에, 자연재생기본방침의 책정과 기타 자연재생의 추진을 위해 필요한 사항을 정함으로써 자연재생에 관한 시책을 종합적으로 추진하고, 생물의 다양성을 좀 더 확보하여 자연과 공생하는 사회의 실현을 도모하며, 더 나아가 지구환경 보전에 기여하는 것을 목적(제1조)으로 2002년에 제정되었다. 자연재생이란 과거에 손상되거나 소실된 생태계 및 기타 자연환경을 다시 복원시키는 것을 목적으로 하며, 관계행정기관, 관계지방공공단체, 지역주민, 특정비영리활동법인, 자연환경에 관한 전문적인 지식을 가진 자 등 지역의 다양한 주체가 참가하여, 하천, 습원, 갯벌, 해조류서식지, 마을산(里山), 마을땅(里地), 산림 기타의 자연환경을 보전, 재생, 혹은 창출 또는 그 상태를 유지·관리하는 것을 말한다(제2조 1항).

동 법에서는 자연재생에 대한 기본이념을 적시하고 있는 바, ⅰ) 자연재생은 건전하고 윤택한 자연이 후세대에 걸쳐 유지됨과 동시에, 생물의 다양성의 확보를 통해 자연과 공생하는 사회의 실현을 도모하고, 이와 함께 지구환경의 보전에 기여하는 것을 취지로 하여 적절히 추진, ⅱ) 지역의 다양한 주체가 연계함과 더불어, 투명성을 확보하면서 자주적이며 적극적으로 추진, ⅲ) 지역에 있어서 자연의 특성, 자연의 복원력 및 생태계의 미묘한 균형을 고려하고, 또한 과학적 지식을 바탕으로 하여 실시, ⅳ) 자연재생사업 착수 후에 있어서도 자연재생의 상황을 감시하고, 그 감시 결과에 과학적인 평가를 더해 이것을 당해자연재생사업에 반영시키는 방법에 의해 실시, ⅴ) 자연재생사업의 실시에 있어서는 자연재생의 보전에 관한 학습 (이하 「자연환경학습」이라 함) 의 중요성에 비추어 자연환경학습의 장으로서 활용이 이루어지도록 배려하도록 하고 있다(제3조). 그리고 국가 및 지방공공단체는 민간단체 등이 실시하는 자연재생사업에 협력하고, 실시자는 자연재생사업의 실시에 주체적으로 참여하도록 책임을 규정하고 있다(제4조 내지 제5조). 동 법에서 말하는 실시자는 하천법, 항만법, 기타 법률의 규정에 따라 자연재생사업의 대상이 되는 구역을

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

일부 또는 전부를 관리하는 자로부터 위탁을 받아 자연재생사업을 실시하고자 하는 자를 말한다.

자연재생에 관한 시책을 종합적으로 추진하기 위한 기본방침(이하 「자연재생기본방침」이라 함)을 5년 마다 정부에게 세우도록 의무화하고 있으며(제7조), 실시자로 하여금 자연재생기본방침에 근거하여 자연재생사업의 실시에 관한 계획을 세우도록 하고 있다. 그리고 자연재생 전체구상, 자연재생사업실시계획의 안에 대한 협의, 자연재생사업의 실시에 관련된 연락조정을 위하여 자연재생협의회를 구성하도록 하고 있는 바, 동 협의회의 구성원은 당해실시자 이외에, 지역주민, 특정비영리활동법인, 자연환경에 관해 전문적 지식을 가진 자, 토지의 소유자 등 기타 당해 실시자가 실시하려고 하는 자연재생사업 또는 이것에 관계되는 자연재생에 관한 활동에 참가하려고 하는 자, 관계지방공공단체 및 관계행정기관으로 하도록 하고 있다(제8조).

국가 및 지방공공단체는 자연재생을 추진하기 위해서 필요한 재정상의 조치 그 밖의 조치를 강구하도록 노력(제15조)하도록 하고 있으며, 자연재생에 관한 연구개발의 추진, 그 성과의 보급 그 밖의 자연재생에 관한 과학기술 진흥을 도모(제16조 3항)하도록 하고 있다.

그리고 자연재생의 종합적, 효과적 및 효율적인 추진을 도모하기 위해 환경성, 농림수산성, 국토교통성 그 밖의 관계행정기관의 직원을 가지고 구성한 자연재생추진회의를 설치(제17조)하도록 하고 있으며, 주무부서는 환경부장관, 농림수산부장관 및 국토교통부장관으로 한다(제18조 1항). 이 법령의 시행과 관련하여 이 법령의 시행 후 5년이 경과할 때 까지는 자연재생사업에 대해서는 환경영향평가법(1997년 법령 제81호)의 시행상황 그 밖의 토지의 형태 변경, 공작물 신설 등의 사업에 관계된 자연환경 보전상의 지장을 방지하기 위한 조치의 실시상태 등에 유의하고, 적정한 배려가 이루어지도록 함으로서(부칙 2) 환경영향평가법과 자연재생사업과의 상호관계에 대한 경과규정을 두고 있다.

자연재생추진법의 내용을 살펴본 결과 일본의 경우 자연환경의 복원을 위한 근거규정을 마련하였다는데 의의가 있다고 볼 수 있다. 그러나 아직까지도 일본의 경우 습지훼손자에 대한 대체습지 조성 의무화는 이루어지지 않고 있다고 판단된다.

(바) 환경영향평가법

환경영향평가법에서 환경영향평가 대상사업으로 공유수면매립법(1916년 법률 제57호)에 의한 공유수면의 매립 및 간척, 그 외 수면의 매립 및 간척사업(제2조 2항 7호)을 지정하고 있다. 그리고 동 법에서는 "국가, 지방공공단체, 사업자 및 국민은

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

사업 실시 전에 환경영향평가의 중요성을 깊이 인식하고, 이 법률의 규정에 따라 환경영향평가, 그 외의 수속이 적절하고 원활히 이루어져 사업의 실시에 의한 환경 부하를 방지 또는 저감하는 것, 그 밖의 환경 보전에 대한 배려가 적절히 이루어지도록 각각의 입장에서 노력하지 않으면 안 된다"(제3조)고 하여 국가의 책무를 규정하고 있다.

그리고 환경영향평가를 실시한 후, 당해 환경영향평가의 결과에 대해 환경보전을 위해 의견을 듣기 위한 준비서를 작성하여야 하는 바, 그 준비서에 담아야 할 내용으로 ⅰ) 조사결과의 개요 및 예측·평가결과를 환경영향평가의 항목별로 정리한 것(환경영향평가를 실시했음에도 불구하고 환경영향의 내용 및 정도가 분명하지 않았던 항목과 관련된 것을 포함한다.), ⅱ) 환경보전을 위한 조치(해당 조치를 강구하기까지의 검토 상황을 포함한다.), ⅲ) ⅱ)에서 언급한 조치가 장래에 판명해야 할 환경상황에 따라 강구해야 하는 경우 해당 환경의 상황 파악을 위한 조치, ⅳ) 대상사업과 관련되는 환경영향의 종합적인 평가를 들고 있다.

이러한 일본의 환경영향평가법의 경우 우리나라의 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법과 같이 공유수면 매립시 환경영향평가를 요하고 그 환경영향을 저감할 수 있는 방안으로 대체습지조성을 할 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

(2) 관련 정책

(가) 제6차 해안사업 7개년 계획(사회자본 정비중점계획으로 통일)

해안법에 근거하여 1998년 1월 30일 채택된 '제6차 해안사업 7개년 계획'은 해안환경 보전과 함께 창출을 보다 분명하게 명시하였다. 농림수산부, 수산청, 운수부, 건설부의 공동발의로 작성된 이 계획의 목적은 '해일, 고조, 파랑 등에 의한 재해 및 전국적으로 확장되고 있는 해안침식에 대응하기 위하여 시설의 耐津化 등을 추진하고, 자연과 공생하는 쾌적한 해안환경의 보전·창출을 시설정비 목표에 포함하였다. 즉, 모래해변이 지니고 있는 방재기능, 자연환경의 보전·이용 터전으로서의 기능향상을 위하여 우수한 모래해변을 적극적으로 확보하며, mitigation 개념을 도입하여 모래해변의 유지·회복을 통하여 새롭게 약 460ha의 모래해변을 창출할 것을 계획하였다.

(나) 제9차 항만정비 7개년 계획(사회자본 정비중점계획으로 통일)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

1996년에 수립된 '제9차 항만정비 7개년 계획'은 당초 5개년 계획으로 수립되었으나 1997년 12월 12일 7개년 계획으로 변경된 것으로서 3대 목표와 6대 시책을 주요 내용으로 하고 있다. 3대 목표 가운데 인공갯벌을 포함한 연안환경보존과 관련된 것은 '활력이 넘치는 지역으로의 발전 추진'이며, 이 목표를 달성하기 위한 시책으로 지역 활력을 지원하기 위한 풍요로운 공간창출 및 자연과 공생하는 환경창조를 제시하였다.

자연과 공생하는 환경창조는 Ecoport의 건설로 대변되며, 이의 실현을 위하여 항만환경계획 수립, 철저한 환경평가, 환경정비 추진, 충실한 환경관리, 추진정책 확립 등을 제시하였다. 특히 항만정비 추진의 경우, 종래의 항만 시설에 환경보전이나 창조를 위한 시설을 추가하여 항만환경 인프라로 확장하기 위한 정비와, 이를 위한 구체적 수단으로서 인공갯벌 조성, 모래해변의 회복·조성, 친수녹지의 조성 및 해수교환 방파제 시공 등을 제시하였다.

(다) 사회자본 정비 중점계획

2003년도 사회자본정비에 대한 국민의 적극적인 참여를 이끌고 동시에 정책 목표 실현에 관계된 사업 간의 협력을 높이기 위해 국민생활·산업활동 기반이 되는 사회자본의 정비에 관한 사업 분야별 계획을 통합하는 사회자본정비중점계획이 내각에서 결정되었다. 이것은 50년만의 사회자본에 대한 개혁으로 사업 간 제휴를 강화하고 민간과의 제휴를 통해 비용을 대폭 줄이겠다는 계획이다. 주된 내용은 사회자본정비중점계획법에 근거하여 도로, 교통안전시설, 공항, 항만, 도시공원, 하수도, 치수, 급경사지, 해안 등 9개 사업 분야별 계획을 일관된 사회자본정비중점계획 아래 실시한다는 내용이다.

사회자본 정비중점계획은 생활(삶), 안전, 환경, 활력이라는 4대 목표를 정하고 각 사업별 구체적 목표와 정책을 정하고 있다.

특히 주목할 것은 환경 분야에서 양호한 자연환경의 보전·재생·창출과 관련되어 과거 매립에 의해서 소실된 습지나 간석지 중에서 회복 가능한 약 7,000ha중 약 2,100ha(약 30%)를 2007년까지 복원하겠다는 계획을 언급하고 있다. 또한, 도시나 항만에 있어서 생물다양성 확보에 도움이 되는 양호한 수림지 등 자연환경을 보전·창출하는 공원·녹지를 약 2,400ha 확보하겠다는 목표를 설정하고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(라) 해안 보전 기본방침

해안법 제2조에 근거하여 지정되는 해안보전구역과 관련하여 2000년 5월 16일에 농림수산부, 운수부, 건설부의 공동 고시 제3호로 제정된 '해안보전구역 등의 해안보전에 관한 기본적인 방침'에서 해안보전시설정비에 관한 기본적 사항의 하나로 환경친화적 해안정비를 제시하고, 그 구체적 내용으로서 모래해변은 방재기능 뿐 아니라 白沙靑松 등 해안경관으로서의 가치도 있으므로 모래해변의 보전과 회복이 향후 추진하여야 할 중요사안임을 명시하였다.

(마) 21세기 국토 그랜드 디자인

국토종합개발법에 근거하여 전국종합개발계획 제5차계획으로 수립된 국토관리 관련 최상위 국가계획인 '21세기 국토 그랜드 디자인'은 ①지역자립 촉진 및 지역특성 창조, ②국토 안전성 확보, ③풍요로운 자연의 향유·계승, ④활력있는 경제사회 구축, 그리고 ⑤세계에 개방되는 국토 형성을 5대 기본 과제로 설정하고, 이를 달성하기 위해 친환경 거주지역의 창조, 대도시 리노베이션, 지역간 연대축 전개, 광역국제교류권 형성 등 4대 전략을 제시하고 있다.

특히 주목할 사항은 기본과제중 하나인 "풍요로운 자연의 향유·계승"의 실천계획의 하나로서 설정한 자연환경보전에서 'mitigation'을 그 세부 실천계획으로 채택하였다는 것이다. 즉, 다양한 국토개발사업 시행시에 자연환경보전을 반드시 고려하고, 환경영향평가를 통하여 보존지역의 개발 방지 또는 개발에 따른 악영향의 최소화를 위하여 노력하고, 이러한 절차에 따라 보전지역 및 개발 지역 설정을 명시하고 있다. 이는 미국에서 발전된 mitigation 정책을 일본에서 수용한 최초의 사례이다.

mitigation 정책의 구체적 실현을 위해서, 환경자료의 체계적인 수집과 자료제공체제의 정비, 시설입지 계획 등 초기단계에서 환경보전에 관한 조사, 검토 등을 지역주민, 전문가 등의 참여를 통해 수행하는 방향을 제시 하였다. 또한, 환경보전 및 최소화 관점에서 대책을 세우기 어려울 경우에는, 자연적 환경을 지역의 자연환경 특성에 맞게 계획적 정비 및 계승적 관리에 초점을 맞추고, 이에 대한 조치, 조치후 사후조사 그리고 조사후의 추가조치와 사업주체 및 조치의 실시주체와 경비부담 주체에 대한 검토 추진을 언급하고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(바) 환경기본계획

환경기본법에 근거하여 1994년 12월 16일에 채택된 '환경기본계획'은 일본의 분야별 환경정책 수립시 최상위 계획이며, 지속 가능한 사회로의 전환을 위해 환경, 공생, 참여, 국제협력 강화를 4대 장기목표로 한다.

여기서 공생이란 대기, 물, 토양 및 다양한 생물과 인간활동의 상호작용에 의해 형성되는 환경특성을 고려하여 귀중한 자연을 보존·관리·회복하고, 야생생물을 보호·관리함으로써 환경을 유용하게 이용함과 동시에 다양한 자연과 접할 수 있는 장소와 기회를 제공함으로써 자연과 인간 사이에 풍부한 교류를 지속하여 건강한 생태계를 유지·회복하고 자연과 인간과의 공생을 추구한다는 의미로 사용된 것이다.

환경기본계획은 공생 목표를 연안역에서 달성하기 위해 뛰어난 해중경관(海中景觀) 및 생물의 주요 서식지, 양호한 자연해변 등은 해중공원지구, 해중특별지구, 조수보호구 등 각종 제도를 활용하여 보전, 규제, 복원을 위한 사업을 추진하고 있다.

또한 갯벌과 조장(submarine forest)은, 적절한 어업활동을 통하여 수산자원을 적절하게 유지 관리하여야 하고, 보호수면 설정 등 각종 제도를 활용하여 보존하여야 하며, 환경정화능력 및 다양한 생물자원의 생식 및 서식지 확보를 위하여 노력하여야 한다고 명시하였다.

이러한 환경기본계획은 2000년에 제2차 환경기본계획인 <환경의 세기로서의 길잡이>로 수정되었다. 특히, 주목할 만한 변경 사항으로는 기존에 있던 환경정화능력 및 다양한 생물자원 생식 및 서식지 확보와 더불어 환경정화 능력 보전·확보를 추가 명시 하였다. 또한, 전국적 또는 일정지역을 중심으로 지정된 습지의 감소를 막고, 그 회복을 위한 대책 검토의 필요성에 대해서도 언급하고 있다.

(사) 민간사업의 대체습지 조성

주식회사 J-Pec의 환경녹화사업부는 대체습지 바이어 토프(소생활권 야생식물 생식공간)에 관한 사업을 시행하고, 이와 관련하여 대체습지 조성과 관련된 「개발에 의해 소실된 습지의 복원계획 책정 시스템」이라는 공법을 개발하였다.[29]

J-Pec은 니아가타(新潟)현의 奥只見·大鳥 발전소 증설공사에 따라 매립된 습지를 대상으로 매립조성지의 일부를 대체습지로 만들고, 연못의 바닥토양이나 식물, 수생곤충류 등을 이식, 습지환경의 복원을 계획했다.

29) http://www.jp-ec.co.jp/html/business_03_02.html

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

동식물의 생태를 고려한 공법은 전원개발(주):(지금의 J-Pec)과 대성건설(주)가 공동으로 특허 출원하고 있다[30]. 현재 J-Pec이 특허출원한 공법이 구체적으로 무엇인지 확실하지는 않으나 분명한 것은 환경에 대한 지구적 관심이 관련기술개발로 이어지고 있다는 사실이며, 이러한 기술은 환경산업창출로 이어질 수 있기 때문에 국가차원에서 이를 어떻게 육성, 발전시킬지에 대한 환경정책방향 결정이 향후 환경관련기술개발과 직결되며 환경관련기술 자급화 및 독립화 시기에 중대한 영향을 미칠 것으로 예상된다.

(3) 평가

일본의 경우 습지훼손자에게 대체습지를 조성하도록 의무화하고 있지는 않다. 환경영향평가법에 공유수면을 매립할 때 환경보전을 위한 조치를 취하도록 하고 있는 점은 현행 우리나라의 환경교통재해등에 관한 영향평가법의 내용과 일치하였다. 자연환경보전법에 원인자부담원칙을 규정하고 있다는 점이다. 즉, 원인자에게 그 보전사업추진에 필요한 한도의 이용 전부 또는 일부를 부담시킬 수 있도록 하고 있다. 그리고 한가지 주목할 점은 2002년에 제정된 자연재생추진법이 있는데 동 법은 과거에 손상되거나 소실된 생태계 및 기타 자연환경을 다시 복원시키는 것을 목적으로 하고 있다.

현재 우리나라가 추진하고 있는 대체습지조성의무화와 관련하여 우리나라의 경우 원인자 부담원칙을 기반으로 입법을 추진하고 있는데 반하여, 일본은 자연재생추진법상 국가 및 지방공공단체는 자연재생을 추진하기 위해서 필요한 재정상의 조치 그 밖의 조치를 강구하도록 노력(제15조)하도록 하고 있으며, 자연재생에 관한 연구개발의 추진, 그 성과의 보급 그 밖의 자연재생에 관한 과학기술 진흥을 도모(제16조 3항)하도록 하여 국가가 자연재생의 주체가 된다는 점이다.

그리고 자연재생의 종합적, 효과적 및 효율적인 추진을 도모하기 위해 환경성, 농림수산성, 국토교통성 그 밖의 관계행정기관의 직원을 가지고 구성한 자연재생추진회의를 설치(제17조)하도록 하고 있으며, 주무부서는 환경부장광, 농림수산부장관 및 국토교통부장관으로(제18조 1항)하여 어느 특정부서에 한정하지 않고 관련부서가 자연재생을 위해 협력하도록 하고 있었다. 따라서 우리나라의 경우에도 해양환경복원을 위해서는 해양수산부를 중심으로 하고 환경부와 건설교통부, 농림부 등 관계부서가 공동으로 협력할 수 있는 분위기가 필요하다고 보여진다.

30) 「개발에 의해 소실한 습지의 복원계획 책정 시스템」 <특원 2001-44643>(2000년 6월)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. 캐나다

(1) 연방정부차원의 법률

캐나다는 습지 보전에만 초점을 맞춘 통합적인 법령을 가지고 있지는 않다. 대부분의 법률은 습지자체에 대한 것보다는 습지보전을 지원하는 것에 초점을 두고 있다. 습지와 관련된 연방정부의 주요한 법은 아래 <표 2-16>와 같으며, 이중에서 갯벌 관련 주요법은 캐나다해양법(Canada Oceans Act), 수산업법(Fisheries Act), 캐나다환경영향평가법(Canadian Environmental Assessment Act) 등이 있다.

이 중 습지관련사업의 의사결정과 제도실행을 위한 자금지원을 목표로 하는 환경영향평가법은 습지보전에 관한 연방정책을 수행하기 위한 주요 수단이다. 특히, 환경영향평가법에 의한 환경평가를 통해 습지정책에 반영된 사항은 "연방토지관리자의 이행지침서(The Implementation Guide for Federal Land Management)"에 반영되어 추진되고 있다. 이 지침서는 습지복원(안)을 제시하고 습지기능의 상대적 중요성, 특정지역 혹은 유역내의 습지손실, 사업의 특성과 같은 요소에 대하여 각각 적용이 가능한 대안을 제시하고 있다.

그 중 "no net loss"를 위한 지침은 습지훼손에 대한 단계적 저감방안을 검토하고, 필수적 저감 방안(대체방안)을 확정하여, 구체적 대체 조치안(회피, 최소화, 보상)을 제시하고 모니터링 및 관리방안을 제시할 것을 규정하고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-16. 습지관련 캐나다 연방정부 관할의 법제

관련법	제정년도	목표 및 역할	성과 및 한계
야생동식물 보호법	1985	·야생동식물연구와 보전을 위한 프로그램 및 계획을 주정부와 협력하여 실시 ·국가적으로 중요한 철새 서식처 보호 및 멸종위기 종 보호를 위해 국립야생구역 지정 ·1994년 해양보호구역지정 (MWA)	·전체 NWA 면적 28.7만ha 중 습지는 약 40% 차지 ·이 법에 의하여 북미습지위원회 (North American Wetland Conservation Council) 설립 ·연방정부, 지방정부 및 비정부조직을 위한 야생동식물보호정책 토대 마련 ·보호구역내 산업개발을 가능성 상존
철새보전법	1994	·철새보호와 이를 위한 보호구역 지정 및 관리 (Migratory Bird Sanctuaries, MBSs)	·101개 MBSs 지정, 총 면적 약 1,130만ha(이 중 습지면적은 약 50% 차지) ·이 법은 철새와 그 서식처에만 초점을 둘뿐, 철새 생활사의 중요한 시기와 관련된 서식처보호는 언급되지 않음.
국립공원법	2000	·국립공원내 습지는 "생태보전의 유지"와 "훼손되지 않는다"는 조항으로 인하여 강력한 법적 보호를 받고 있음. ·해양국립공원(National Marine Park) 지정	·국립공원내 130만ha 습지 존재 ·법률에 따른 국립공원 수립 과정 복잡, 특히 해양보호구역의 수립은 더 복잡할 수 있음.
해양법	1996	·해양보호구역 지정으로 어업자원보호에 초점을 둠 ·연안하구 및 해양 시스템 관리를 위한 국가전략개발과 MPAs를 위한 통합관리	·갯벌(tidal wetland)에 적합한 법으로, 해양보호구역을 지정하는 다른 법령보다 두 가지 장점을 가지고 있음. - 이 법에 의해 MPAs의 범위를 광범위하게 확대·지정할 수 있음. - 사실상의 관할권 포함
수산업법	2000	·모든 어업활동이 이루어지는 수역에 적용 ·어류 및 어류 서식지의 보호와 관리, 오염방지 ·습지는 "어류서식처"를 제공하므로 이 법에 적용	·습지보전에 중요한 도구 ·단, 어류서식처에 초점이 맞추어져 있어 습지와 같은 자원의 통합관리에는 한계가 있음.
환경영향평가법	1992	·습지관련사업의 의사결정 ·제도실행을 위한 자금지원	·습지보전에 관한 연방정책을 수행하기 위한 주요 수단
소득법	1952	·생태적으로 민감한 지역에 적용되는 환경촉진 프로그램	·자발적인 습지보전과 기증을 유도하기 위한 감세정책 ·법 제정후 2년 동안 기증건수는 90건, 규모는 10,200ha, 가치는 2,500만 달러에 이름.

자료: Canadian Wildlife Service Environment Canada, 1999. http://lois.justice.gc.ca/
해양수산부, 세계주요국가의 갯벌백서, 2001.12, pp.201-202

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-17. 순손실방지(no net loss)를 위한 지침

순손실방지는 "순손실방지: 캐나다 습지보전을 위한 순손실방지 수행 지침"을 따라야 하며 다음과 같은 요소들이 포함되어야 한다. ○ 습지훼손저감대책의 순서 (예: 환경영향의 회피, 피할 수 없는 환경영향의 최소화, 피할 수 없는 환경영향에 대한 보상조치)와 각 대안에 관련된 기준 ○ 우선사항과 기준의 정의를 포함한 필수 보상조치 사항(즉, 기능 또는 지역기준관련, 습지종류관련, 지리학적 관련, 시간적 관련) ○ 습지복원 또는 인공습지조성에 따른 보상조치대안(순손실방지 목적을 위한 mitigation banking의 수용성의 방향/지시 또는 비습지조성 활동) ○ 모니터링과 관리차원의 필수조건 .

자료: THE FEDERAL POLICY ON WETLAND CONSERVATION IMPLEMENTATION GUIDE FOR FEDERAL LAND MANAGERS, 1996

캐나다 일부지역은 "남아있는 습지지역에 대한 더 이상의 훼손은 없음(no further loss of any remaining wetland area)"에 대해 규정하고 있다. 이 지역의 습지에 대해 영향과 침해는 피해야 하며 따라서 "최소화"와 "보상"은 이 지역에서 완화 옵션으로서 고려되지 아니한다. 이러한 주에서 밝힌 습지에 대한 인식과 정책은 과거 육지에 비해 해양환경의 중요성을 인정한 것이며, 공유수면매립의 불합리성을 연구할 수 있는 좋은 사례라고 보여진다.

보상이라 함은 기존습지의 회복 또는 강화를 통하여 피할 수 없는 훼손된 습지기능을 대체하거나 또는 최후의 수단으로서 새로운 습지의 창출이다. 따라서 보상완화는 다음과 같은 경우에 한하여 실시되어야 한다고 명시하고 있다.

(a) 모든 가능한 회피와 최소화 대책을 적용한 경우

(b) 프로젝트가 역효과를 줄이거나 또는 기능을 감소시키고 모든 가능한 mitigation을 적용한 경우

(c) 신청자가 그 기능이 언제, 어디서, 무엇을 등에 관하여 효과적으로 대체할 수 있는 것을 제공한 경우

특히 이 지침서에 따르면 습지별 환경평가제도를 통해 평가의 내용을 반영하여 습지훼손에 대한 저감대책을 마련하도록 하고 있다. "연방토지관리자의 이행지침서"에 의한 환경영향평가의 추진단계별 습지훼손에 대한 저감대책은 다음 표와 같다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-18. 환경평가추진단계별 습지훼손 저감대책

자발적인 환경평가 단계 (Canadian Environmental Assessment Agency 1994)	습지완화변경 고려요소
1단계 : 범위	N/A
2단계 : 환경영향평가	Avoidance
3단계 : 환경영향 완화	Avoidance Minimization
4단계 : 중요 역 환경영향 결정	N/A
5단계 : 환경영향 사전준비	N/A
6단계 : 환경평가 보고서 검토	N/A
7단계 : 책임있는 당국과 담당자 결정	N/A
8단계 : 이행(activity) 사후결정	Avoidance Minimization Compensation
9단계 : 패널의 검토 또는 조정	Avoidance Minimization Compensation

위 표에 의한 자발적인 환경평가 단계로는 1) 습지훼손이 어느 정도인지 범위를 정하는 것이며, 2) 그 지역에 환경영향평가를 하는 것으로 회피여부를 판단한다. 3) 습지의 환경영향을 완화하는 단계로 회피와 최소화하고, 4) 중요 역 환경영향을 결정하여, 5) 환경영향에 대해 사전준비하고, 6) 환경평가 보고서를 검토한다. 7) 책임있는 당국과 담당자에 의한 환경영향 정도를 결정하고, 8) 회피, 최소화, 보상에 따른 작업을 하며, 9) 회피, 최소화, 보상에 대해 패널의 검토 또는 조정한다.

(2) 연방정부차원의 정책

캐나다 연방정부는 1991년 연방정책(The Federal Policy on Wetland Conservation)을 제시하였는바, 동 정책의 구성은 연방정부의 책무를 이행하기 위한 목적(Objectives), 목적을 지원하기 위한 목표(Goals), 정책 수행방법에 대한 원칙(Guiding Principles), 정책을 수행하기 위한 방법과 수단을 명시해 놓은 전략(Strategies)으로 구성되어 있다. 동 정책의 목표중 주요한 것으로는 모든 연방정부의 육지 및 유수에 대한 습지기능의 No Net Loss 실현, 습지가 이미 손실되었거나,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

현재 계속 훼손되고 있는 지역에 대한 회복 및 복원(enhancement & rehabilitation)이 있으며, 주요 원칙으로는 습지 및 습지의 기능은 그 주변환경, 특히 수생 생태계와 관련하여 고려하여야 하고, 습지보전은 모든 연방 및 지방정부, 토지소유자, 비정부조직, 민간부문간의 협력 및 조정을 통해 이루어져야 한다는 것이다.

그리고 습지보전을 위한 7가지 전략으로 i) 대중인식 제고(Developing Public Awareness), ii) 연방정부 및 연방프로그램에서의 습지관리, iii) 연방보호구역의 습지보전 증진(Promoting Wetland Conservation in Federal Protected Areas), iv) 협력강화(Enhancing Cooperation), v) 중요 습지의 보전(Conserving Wetlands of Significance to Canadians), vi) 과학에 기반을 둔 정책(Ensuring a Sound Scientific Basis for Policy), vii) 국제협력 강화(Promoting International Actions)는 습지의 이용 및 관리를 지속가능하도록 하는 기반을 마련하는 것이다. 본 전략은 기존의 습지보전 프로그램과 연계하여 프로그램 관리자들에게 습지관리를 위한 방향, 지원 및 수단을 제공하는 것을 목표로 한다.

이러한 7가지 전략은 상술한「연방토지관리자의 이행지침서」에 의해 추진되고 있다. 이 지침서에서는 기존의 계획보다 우선하여 습지에서 고려해야 할 사항들을 통합적으로 관리할 필요가 있음을 제시하였고, 캐나다환경영향평가법(Canadian Environmental Assessment Act)에 의한 환경평가를 통해 습지정책이 추구해야할 목표 년도 및 방법 등 관련 세부 사항을 제시하고 있다.

그리고 북미습지위원회(NAWCC)의 습지훼손저감 정책이 있는바, 북미습지위원회는 1996년 「습지훼손저감 사업(Wetland Mitigation and Compensation Project)」에 착수하여 습지훼손저감을 위한 워크숍을 개최하였으며, 캐나다와 미국의 경험을 분석하여, 보고서를 제출하는 등 습지훼손저감을 위한 프로젝트를 진행하였다. 이에 따르면 "습지훼손저감(mitigation)"이란 대안의 단계적 발전을 통해 습지보전을 달성해 가는 과정(a process for achieving wetland conservarion through the application of a hierarchical pprogression of alternatives)이다.

습지훼손저감대책으로는 악영향의 회피(avoidance), 피할 수 없는 영향에 대한 피해의 최소화(minimization), 최소화 할 수 없는 나머지 영향의 경우에 보상조치의 시행(compensation)이 있으며, 이를 습지보전을 위한 도구로서 성공적으로 이용하기 위하여, 회피(avoidance), 영향최소화(minimization), 보상조치(compensation)를 단계적으로 활용토록 한다. 또한 성공적 습지훼손저감 프로세스를 진행하기 위한 16가지 원칙과 회피지침(Avoidance guidelines), 최소화지침(minimization guidelines), 보상지침(compensation guidelines)을 제시하고 있다.

회피, 영향 최소화, 보상조치 중 보상조치는 습지훼손저감과정의 마지막 단계로

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

습지개발이 불가피하고 피해최소화의 노력이 충분하지 않을 경우에 적용하도록 하며 그에 대한 12가지 지침을 제시하였다.

표 2-19. 보상조치에 관한 지침

Compensation Guidelines
1. 보상조치의 요구조건은 사례에 따라 달리 결정해야 하고, 기능/기능적인 부문, 습지의 형태, 지리적 여건 및 시간 등을 근거로 하여 우선순위를 정해야 한다.
2. 습지 기능손실에 대한 보상조치 방법은 먼저 훼손된 습지의 복원이고, 다음으로 훼손되고 있는 습지 서식처의 향상이며, 그 다음이 대체습지의 조성이다.
3. 기능 손실은 다음 순서에 따라 우선적으로 복원되어야 한다. i) 현장(on-site), ii) 현장과 가능한 가까운 곳, iii) 동일한 생태계가 있는 곳
4. 기능 손실은 첫 번째가 동일한 습지형태를, 두 번째가 다른 습지 형태를 복원하여야 한다.
5. 보상율은 손실된 습지 기능을 대체하는데 내재된 불확실성의 정도에 따라 선정되는데, 개발에 의한 직접적인 영향과 간접적인 영향 모두 고려해야 한다.
6. 습지의 사회·문화적 가치에 대한 영향도 보상조치에 포함되어야 한다.
7. 물리적 대체물과 사회적 가치 비용은 재정적 보상평가를 근거로 하여 제공한다.
8. 보상조치에 대한 평가는 환경적 변화의 탄력성을 고려해야 한다.
9. 습지기능을 대체하거나 복원하는 수행되는 방법을 평가하기 위한 모니터링이 필요하다. 모니터링의 과정은 투명하고 대중들이 접근 가능한 것이어야 한다.
10. 제안자는 습지기능을 대체하는 의미에서 보상조치의 효율성과 효과성을 설명해야 한다.
11. 과학적인 평가에 기반을 둔 반복적인 접근은 보상조치 방법의 신뢰성과 실행을 향상시킬 수 있도록 해야 한다.
12. 캐나다의 습지 보상조치를 지원할 수 있는 과학기술은 아직 완전하지 않아 한계를 노출하고 있지만, 지속적으로 발전하고 있으므로 과학적 근거에 의한 결정은 유용하다.

자료: 세계 주요국가의 갯벌백서, 해양수산부,. 2001

(3) 지방정부의 법률

캐나다의 습지보호만을 위한 별개의 법령을 가지고 있지 않다. 따라서 습지보호를 위해서 각 주에서는 보호구역, 야생생물관리, 물관리, 토지이용계획, 환경보호, 환경영향평가, 자원의 지속가능한 이용, 사유지보존과 관련된 법령을 이용하고 있는데, 대체습지조성과 관련한 제도로서 토지이용계획과 환경영향평가와 관련된 내용을 간략히 살펴보기로 한다.

우선 토지이용계획과 관련한 법들은 도시 지역내에 있거나 주변에 있는 습지가 도시계획과 관련하여 많은 정책결정이 수행되고 있는 지역이기 때문에 습지보호에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

중요한 역할을 하고 있다. 특히 온타리오의 경우에는 1997년에 온타리오 기본정책서(Ontario Principal Policy Statement)에서 불합리한 개발로부터 중요한 습지를 보호해야 한다는 필요성을 언급하였고, 또한 중요한 습지를 찾아내기 위하여 온타리오 습지평가시스템(Ontario Wetland Evaluation System)을 이용하였다. 또한 공유지법(Public Lands Act)에서는 승인 없이 공유지를 개간한다거나 매립하는 것을 금지하고 있으며, 특히 "연안지(shoreland)"의 준설과 매립을 금지하고 있다. 유사법으로는 알버타의 공유지법(Public Lands Act)으로 공유지 이용을 조절함으로써 효과적인 습지보호를 달성하고 있다.

그리고 환경영향평가 관련법은 특별한 습지를 보호하는데 이용되며, 이러한 법은 정부사업의 환경영향을 평가하기 위한 법적인 절차를 수립하는 것이다. 뉴브런즈윅의 환경청정법(Clean Environment Act)중 환경영향평가제도는 습지손실을 조절하기 위한 제도적 수단을 제공하고 있는데 반하여 뉴펀들랜드의 환경법(Environment Act)과 관련된 수자원정책은 수문학적 자원으로서의 습지 보호를 포함한다.

(4) 지방정부의 습지정책

현재 알버타, 사스카츄완, 매니토바, 온타리오 등 4개의 지방정부는 지역 차원의 습지정책을 가지고 있다. 유콘과 노스웨스트준주에서는 「습지보전을 위한 연방정책(Federal Policy on Wetland Conservation)」을 국가 소유 습지에 대한 지방정부의 정책결정에 이용한다. 매니토바에서는 습지를 포함한 수자원 전체에 대한 통합 정책을 수행하고 있으며, 또한 노바스코샤는 환경법(Environment Act) 내에 습지 관리지침(wetland directive)을 보유하고 있고, 프린스에드워드 섬에서는 습지변경지침서(wetland alteration guideline)를 가지고 있다. 브리티시콜롬비아, 퀘벡, 뉴펀들랜드는 습지정책을 가지고 있지 않지만, 습지 보존에 있어서 야생동식물서식처, 물 혹은 자원 채취에 초점이 맞추어진 기존 법률을 이용하고 있다.[31]

이처럼 캐나다에서 습지관리는 주로 지방정부수준에서 이루어지고 있기 때문에 각 주정부 및 준주정부에서는 습지 관련법을 제정하고 집행할 권리를 가지고 있다. 주정부와 준주정부는 독립적인 습지보호법령을 가지고 있지는 않지만, 주로 토지이용계획, 보호구역지정 및 야생동식물관리와 관련된 법률을 제정함으로써 습지보호를 위한 법적 수단으로 이용하고 있다.

31) 습지에 적용되는 캐나다 지방정부의 일반적인 주제는 습지의 지속가능한 관리, 습지의 동적인 특성과 주변환경과의 상호작용을 고려한 생태계적 접근, 국유지에 속한 습지 관리방법과 관련된 강력한 성명서에 의한 명백한 리더쉽, 사유지 관리에 대한 토지소유자의 권리, 지역주민의 이해, 습지를 보전하고 인센티브를 이용하는데 있어 토지소유자의 자발적인 참여, 습지에 대한 대중의 수요를 줄이기 위한 "where necessary"에만 적용될 수 있는 법령 및 제도, 습지관리목표를 달성하기 위한 정책수단 이용이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(가) 사스카츄완 주정부

사스카츄완은 습지 보호를 위해 습지정책 및 법을 이용하고 있다. 주로 습지보호는 현재 습지손실의 가장 큰 위협이 존재하는 농촌지역에 초점을 두고 있다. "사스카츄완 습지정책"은 1995년에 수립되었는데, "습지의 지속가능한 관리"를 목표로 하여 습지의 수, 종다양성, 생산능력을 유지하고자 하는 것으로, 사스카츄완의 습지보전단체에서 정책을 수행하고 있다. 습지정책은 목표, 원칙, 습지정의, 습지손실의 원인, 습지의 이익, 목표 달성을 위한 활동을 포함한다(표 2-20).

표 2-20. 사스카츄완 습지정책의 내용

구 분	내 용
목표	1. 습지의 기능과 가치를 유지하기 위한 지속가능한 습지관리 추구(공유지와 사유지 포함) 2. 중요한 습지 생물종과 습지의 기능을 유지하는데 필수적인 습지의 보전 3. 이전의 파괴 또는 변화로 인해 습지의 기능 또는 이익이 손실된 습지 생태계의 복원
방침	- 토지소유자의 권리와 의무에 대한 역할, 지역주민의 이해, 토지이용계획 및 관리에 있어서 통합적인 접근, 정책목표를 수행하기 위한 정부와 대중의 협력관계 구축, 정책 및 프로그램 결정에 있어서 습지의 정의를 인식하고, 이를 고려하는 정부조직의 필요, 생태적 접근의 필요
"Next Steps"	- 습지의 기능 및 이익에 관한 대중인식의 증진, 지속적인 습지모니터링, 정부정책과 프로그램의 조정, 습지관리를 위한 토지이용계획지침서 개발, 토지소유자의 습지관리 참여 활성화

자료 : North American Wetlands Conservation Council(Canada), 1999.

(나) 온타리오 주정부

온타리오 주정부의 지역계획법에 의한 Provincial Policy Statement 중 국가문화재정책(National Heritage Polices)은 자연자산의 보호와 불필요한 개발로부터 지역을 보호하는 것이 목표이다. 습지와 관련되어서는 캐나다 순상지(Canadian Shield)의 남부 및 동부의 중요 습지에 대해 개발이나 부지 변경을 허가하지 않도록 되어 있으며, 만일 캐나다 순상지 내의 습지를 개발이나 다른 용도로 변경해야 할 경우는 지역 내 자연자산이나 생태적 기능에 부정적인 영향을 주지 않는 한도내에서 할 수 있다고 명시되어 있다. 지방의 중요 습지는 온타리오 습지평가시스템(Ontario Wetland Evaluation System)을 이용할 뿐만 아니라, 정책보고에 관한 설명 및 이행

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

을 지원하는 자연자산관리 지침서(A Natural Heritage Reference Manual)를 이용하여 규명한다. 이 지침서는 습지와 자연자산의 생태적 기능과 사회적 이익에 관한 정보, 자연자산 및 해당 지역을 감정하고 평가하는 기술적 방법에 관한 정보, 자연자산시스템을 개발하기를 권고하는 계획적 접근, 습지나 인접 지역과 자연자산 및 해당구역에 대한 잠재적인 개발 영향을 평가하는 접근 등으로 이루어져 있다.

(5) 평가

캐나다의 습지보전체계는 no net loss를 추구하고 있는 미국의 습지보전체계와 거의 유사하다고 보여진다. 특히, 환경영향평가법을 근거로 하여 연방토지관리자의 이행지침서에 습지복원안을 제시하고 습지기능의 상대적 중요성, 특정지역 혹은 유역내의 습지손실, 사업의 특성과 같은 요소에 대하여 각각 적용가능한 대안을 제시하고 있다는 점이 주목된다.

그리고 온타리오주의 경우 습지평가시스템을 이용하여 주요 습지를 보호할 뿐만 아니라 정책보고에 관한 설명 및 이행을 지원하는 자연자산관리 지침서를 이용하고 있다는 점이다. 이와 같이 습지의 보호를 위해서는 연방 및 주정부 차원에서의 법률을 기본으로 하고 이를 실질적으로 지원할 수 있는 지침서의 마련이 우리나라에서 도입하여야 할 사항으로 판단되었다.

라. 독일

(1) 독일의 습지보전을 위한 활동

독일은 1992년 리오에서 이루어진 국제협약을 이행하기 위해, 지난 50년 동안에 이루어진 야생동물과 야생식물 서식처의 침해를 감소시킬 준비를 하고 있다. 동시에 사라진 식물과 동물의 손실을 대체할 수 있는 방법을 찾고 있다.

자연보호의 우선적 과제는 현존하는 자연적인 또는 자연에 가까운 지역을 보전하며, 경우에 따라서는 재자연화 조치를 통해 다시 자연상태로 복귀시키고, 이 지역들을 서로 연결하며 유해물질의 침해를 줄이는 것이다. 독일에는 현재 약 5000개 정도의 자연보호구역(Naturschutzgebiet)과 6000개 이상의 자연경관 보호구역(Landschaftsschutzgebiet)이 있는데 이것은 각각 전 국토의 약 1.8%와 25%에 해당하는 크기이다. 그 밖에도 13개의 국립공원이 국토의 약 2%인데, 이 중의 80%가 북해와 발트해의 갯벌 또는 연안이다. 지역의 크기로 보면 자연보호구역보다 자연

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

경관 보호구역이 더 의미가 큰데, 이 중 큰 것은 67개의 자연공원을 엮어 만든 대규모이다. 자연보호구역과는 달리 자연경관 보호구역에서는 농업과 휴양을 위한 이용이 가능하다.

독일에서는 갯벌의 중요성을 연구·홍보하여 보전에 대한 국민의식을 고취시켰으며, 1985년부터 시작하여 1990년 까지 각 지방자치단체에서 전 갯벌을 모두 국립공원으로 지정하였다[32].

갯벌은 3등급으로 나누어 관리하고 있는데, 전체의 54%가 안내자에 의해서만 접근과 관찰이 허용되는 엄격한 제1구역이며, 45%가 수로 등 완충지역인 제2구역, 나머지 1%만이 휴양지대인 제3구역이다. 이 때 휴양지역은 대부분 소규모이며, 전 연안에 고루 분포되어 있다. 또한 갯벌연구소와 갯벌관리청 및 관리사무소를 설치하여 효과적으로 갯벌을 관리·이용하고 있다.[33]

(2) 독일의 대체습지 조성 관련 규정

독일의 연방자연보전법은 독일연방 차원에 있어서 자연보호에 관한 가장 중요한 법으로서 1986년과 1990년에 개정되었으며, 2002년에 이 법은 대폭적인 개정이 이루어졌는데 특히 비오톱연계에 관한 사항이 추가 되었다. 또한 이 법에는 훼손된 습지에 관한 대체습지를 조성하는 규정(제2조 및 제19조)이 일부 포함되어 있다.

연방자연보전법의 제2조 자연보호와 경관관리의 원칙에 관한 사항 중 7항을 보면 "광물 자원의 탐사 및 채취, 굴착, 팁핑은 생태계에 대해 지속적으로 피해를 입히거나 자연경관의 가치 있는 부분 및 구성요소의 파괴를 방지하는 방법으로 수행되도록 한다. 자연과 경관의 피할 수 없는 침해는 좀 더 자연적인 상태로의 복원, 친자연적 조경, 기능회복, 토지 간척 또는 재경작을 통해서 뿐만 아니라 자연의 계승을 촉진시킴으로써 보상되도록 하여야 한다"고 규정[34]하면서 자연과 경관에 대한 보상 규정을 명시하였다.

또한 자연과 경관의 조정에 관하여 일반지역보호를 위하여 연방법상에 최소한의

32) 슐레스비리 홀스타인 주(1985년), 니더작센갯벌국립공원(1986년), 함부르크갯벌국립공원(1990년)

33) 환경운동연합, http://www.kfem.or.kr/wet/korea/conservation/content16.html

34) Federal Nature Conservation Act of 25 March 2002, Article 2 Principles of Nature Conservation and Landscape Management
7. The exploration and extraction of mineral resources, excavation and tipping shall be performed in such a way that any lasting damage to the ecosystem or the destruction of valuable parts and components of landscapes is prevented. Any unavoidable impairments of nature and landscape shall be compensated for or mitigated, in particular by encouraging the natural succession, as well as through restoration to a more natural state ('re-naturing'), semi-natural landscaping, rehabilitation, land reclamation or re-cultivation.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

수단이 제18조에 규정되어 있다. 자연과 경관을 훼손하는 침해를 보호하기 위하여 원인자 책임원칙에 근거하고 있는 규정들은 자연보전법상 가장 중요한 규정에 속하는데 이러한 이유는 이 규정들이 자연에 있어서 적어도 현재상태의 유지를 목표로 하고 있기 때문이다. 따라서 이 법 제18조의 자연보전적 침해규정은 주입법에 대한 일반규정이며, 주 입법은 연방법적 규정을 이행하고 계속적이고 일반적으로 일치하는 규정을 통하여 보충하는 기능을 한다. 이러한 침해규정은 무엇보다도 제18조 1항의 침해의 법적 정의와 제18조 2항, 3항에 있어서 법률효과규정을 통하여 특징지어진다.[35] 여기서 침해(Eingriff)라 함은 자연의 능력(Leistungsf higkeit)이나 경관의 모습에 현저히 혹은 지속적으로 악영향을 줄 수 있는 모든 습지외관의 변경이나 습지이용의 변경을 뜻한다.

연방자연보전법 제19조에는 조정 당사자의 의무 및 조정의 어려움에 관한 조항이 명시되어 있는바, 자연과 경관의 회피가능한 침해는 연방자연보전법 제19조 1항에 의하여 중지되어야 한다. 회피가능성의 개념은 계획의 구체적 실행과 관련하여 우선적으로 대상과 관련하여 이해되어야 한다. 회피가 불가능한 자연침해에 대해서는 이 법의 제19조 2항에 의하여 조정될 수 있다. 침해가 종료된 후 해당 지역에서 동일한 종류, 동일한 기능과 시각적 관계구조의 본질적 요소의 포기없이 침해 이전의 상태를 지속할 수 있는 상태를 창출하였을 경우에 조정이 된 것이라 할 수 있다. 따라서 조정명령의 목표는 동일한 종류의 조정조치를 통하여 동일한 경관공간 내에서 그리고 침해와 관련하여 실현될 수 있는 동일한 종류의 조정조치를 통한 침해결과의 지속적인 보상이라 할 수 있다.

침해와 결부된 자연과 경관의 훼손이 회피될 수 없고 게다가 필요한 정도로 조정될 수 없는 경우, 연방자연보전법 제19조 2항에 의한 주관부서는 자연보호와 경관보호의 이익이 자연과 경관의 모든 요구들에 비하여 비교형량하여 우월한 때에는 이 법의 제19조 3항에 의하여 침해를 거부하여야 한다.

회피가 불가능한 경우의 침해로 인한 훼손이 발생하였을 때 침해의 결과를 보상하기 위하여 연방자연보전법 제19조 4항 및 주법에 근거하여 다른 장소에서 조정적인 보상조치가 실현될 수 있다. 문제는 조정조치와 보상조치간 경계는 유동적이며, 무엇보다도 보상의 종류 및 장소와 관련하여 다양하다는 것이다. 즉, 조정은 동일한 종류의 보상을 통해서만 달성될 수 있고, 보상조치는 다른 동일 가치적 보상일 수도 있다. 조정조치는 침해에 관한 자연공간적 관계 내에서 존재하여야 한다. 반면에 보상조치는 다른 자연공간 및 경관공간 내에서 실행될 수 있다.[36]

35) 김명용, "독일의 연방자연보호법", 한국법제연구원, 2003. p.65

36) 김명용, 전게논문. p.76-79.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-21. 독일의 연방자연보전법의 제19조

Article 19 Obligations of the Intervening Party, Inadmissibility of Intervention (1) The intervening party (*Verursacher*) shall be obligated to refrain from any avoidable impairment of na-ture and landscape. (2) The intervening party shall be obligated to primarily endeavour to offset any unavoidable impairment through measures of nature conservation and landscape management (compensatory measures), or to offset them in some other way (substitute remediation). An impairment shall be considered to have been compen-sated for (*Ausgleichsmaßname*, compensatory measures) as soon as the impaired functions of the ecosystem have been restored and the natural scenery has been restored or re-landscaped in a manner consistent with the landscape concerned. An impairment shall be considered to have been offset in some other way (*Er-satzmaßnahme,* substitute remediation) as soon as the impaired functions of the ecosystem have been sub-stituted in an *equivalent* manner or the natural scenery has been re-landscaped in a manner that is consistent with the landscape. When determining type and scale of any such measures, the programmes and plans pur-suant to Articles 15 and 16 shall be complied with. (3) The intervention shall not be permitted or carried out if the impairments cannot be avoided or cannot be compensated for within an adequate period of time, or cannot be offset in some other way, and the interests of nature conservation and landscape management take precedence over other interests when weighing all claims on nature and landscape against each other. If biotopes which are irreplaceable for strictly protected species of wild animals and plants they harbour, are destroyed as a consequence of the intervention con-cerned, the intervention shall only be admissible if justified by imperative reasons of overriding public in-terest. (4) The Federal Laender may lay down more stringent provisions within the framework of paragraphs 1 to 3 above; they may in particular regulate crediting of compensatory measures and stipulate that monetary compensation (monetary substitute remediation) must be provided for impairments that cannot be compen-sated for or offset in some other way in the case of interventions the Federal Laender may have to permit. 제19조 조정 당사자의 의무, 조정의 어려움 (1) 조정 당사자(Verursacher)는 자연과 경관의 어떤 회피 가능한 침해는 중지할 의무가 있다. (2) 조정 당사자는 자연보존의 방법과 경관 관리(보상조치; compensatory measures)를 통해 피할 수 없는 손상을 상쇄하거나 또는 조정조치(substitute remediation)와 같은 다른 방법으로 손상을 상쇄시키기 위한 노력을 할 의무가 있다. 손상된 생태시스

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

템의 기능과 자연경관은 신속하게 보상되어야하는데 생태계의 침해된 기능이 복원되고 경관이 복구되거나 경관에 따라 예전 모습으로 복원되기(Ausgleichsmaßname, 보상조치)위해 보상되는 것으로 간주할 수 있다. 침해는 생태계의 침해된 기능이 동일한 모습의 상태 또는 경관이 경관의 예전모습으로 재생되는 몇몇 다른 방법으로 (Er-satzmaßnahme, 복원조치) 상쇄되는 것으로 간주한다. 조치의 종류와 규모를 결정할 때, 프로그램과 계획은 제15조와 16조에 준해서 따를 것이다.

(3) 만일 침해가 회피되거나 또는 적절한 기간이내에 보상되어지지 않는다면 조정은 승인되거나 이행되지 않을 것이다. 또한 다른 방법으로도 상쇄되지 않을 경우에도 마찬가지이다. 자연보존과 경관 관리의 이익은 각각에 대하여 자연과 경관의 모든 클레임을 비교 검토할 때에 다른 이익에 앞선다. 만약 엄격하게 보호될 수 없는 야생 동식물종의 비오톱이 조정에 따른 결과로서 파괴되어진다면 조정은 가장 중요한 공공 이익의 피할 수 없는 이유로서 정당화될 경우에 한하여 단지 허락될 것이다.

(4) 연방 주는 위 제1항에서 3항까지의 구성내에서 좀 더 강제적인 규정을 할 지도 모른다. 연방 주는 특히 보상 조치의 신용을 규정하거나 명문화 할 것이다. 금전적 보상(금전적 조정조치)은 보상할 수 없는 침해에 대해서 지급되어야만 하거나 또는 연방주의 허가에 대한 조정의 경우에 있어 어떤 방법으로도 상쇄되어야만 한다.

(3) 평가

독일의 경우 우리나라와 법체계가 동일한 대륙법계로 인하여 연방자연보전법 제2조와 19조에 자연과 경관에 대한 보상규정을 명시하고 있다. 물론 연방자연보전법에서 자연에 대해 침해가 있을시 이에 대한 보상의무를 명시하고 있으나 이의 실질적인 규정은 주정부 차원에 맡겨두고 있다고 보여진다. 그러나 우리나라의 경우 지방자치단체에 입법권을 부여하고 있지 않기 때문에 독일과는 약간 다르다고 할 수 있으나, 자연과 경관을 훼손하는 침해를 보호하기 위하여 원인자 책임원칙의 적용은 대체습지조성의무화에 대한 이념과 일치한다고 보여진다.

한편, 독일에 있어서 갯벌의 중요성을 인식하고 있는 사실이 있는 바, 3개의 지방자치단체에서 전 갯벌을 모두 국립공원으로 지정하여 관리하고 있다는 점이다. 이러한 갯벌에 대한 인식이 우리나라에 전파될 경우 공유수면매립 수요가 많이 줄어들 수 있을 것으로 보인다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

2. 국내의 법률 및 정책

가. 대체습지조성을 위한 국내법률 및 정책

대체습지 조성을 위한 국내 법률 및 정책에 관련된 사항은 1차년도 연구결과로 제시하였다. 따라서 이하에서는 대체습지조성을 위한 국내 법률과 정책을 간략히 정리하고 대체습지조성을 위한 개정안의 대상법률을 선정하고 국내외 분석결과를 논하기로 한다.

(1) 국내법률

대체습지조성을 위한 관련 국내법으로는 습지보전법, 연안관리법, 자연환경보전법, 공유수면매립법, 농지법, 환경·교통·재해등에 관한 영향평가법 등이 있다.

습지보전법에는 습지보전기본계획에 습지의 훼손원인 분석 및 훼손된 습지의 복원에 관한 사항을 포함하도록 하고 있으며(영 제2조), 생태계보전·습지환경개선 등을 위하여 관계중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체의 장으로 하여금 인공적인 습지를 조성하도록 권장하고, 훼손된 습지의 주변에 해류·사구 등의 변화로 인하여 자연적으로 조성되는 습지를 가능한 한 유지 또는 보전하도록 하고 있고(법 제18조), 갯벌을 포함한 훼손된 습지의 복원에 관한 사항을 국가의 습지관련 기본계획에 포함하도록 법률에서 명시했다는 점에서 의미가 있다.

연안관리법에는 연안통합관리계획(제5조)과 연안정비계획(제13조)을 통해 대체습지를 조성할 수 있는 길을 열어 놓고 있으며, 이들 계획에 대한 세부내용은 국내정책 부분에서 상세히 다루기로 한다.

자연환경보전법에는 생태계보전협력금의 부과에 있어서 공유수면관리법 제2조의 규정에 의한 바다와 바닷가를 대상으로 하는 사업에서 조성된 생태계보전협력금은 이를 습지 및 해양자연환경의 보전사업을 위해서만 사용하도록 제한하고 있다(법 제52조). 동 규정의 경우 공유수면을 매립할 경우 생태계보전협력금을 부과하고 그 부과금을 해양자연환경보전사업에 사용할 수 있도록 하고 있으나 상한액을 5억원으로 한정하고 있어 실질적인 대체습지 조성비용으로 충당하기에는 부족하다고 보여진다. 따라서 공유수면매립으로 인한 대체습지 조성의무화가 입법될 경우 동 부과금과 이중 의무부과문제가 발생되므로 생태계보전협력금의 적용을 배제시켜야 할 것이다.

공유수면매립법에는 대체습지 조성과 관련된 직접적인 규정은 없으나, 대체습지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

조성 수요가 공유수면 매립으로 발생하기 때문에 공유수면매립법과 연계하여 대체습지 조성을 의무화하는 방안을 모색하도록 하였다.

농지법에도 대체습지 조성과 관련된 직접적인 규정은 없으나, 농지전용에 따른 농지조성비의 부과 규정을 대체습지를 조성하게 하거나 대체습지를 조성할 비용을 부담하게 하는 근거규정으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 대체산림조성비 및 대체초지조성비도 대체습지조성을 위한 비용부담 근거로 활용할 수 있다.

환경·교통·재해등에관한평가법은 공유수면의 매립시 영향평가를 실시하도록 하고 있다(법 제4조 제1항 제10호). 그리고 사업자가 사업을 시행하기 전 평가서를 작성(법 제5조)하기 전에 의견수렴 절차로서 평가서초안을 작성하여야 한다. 동 평가서 초안의 작성시 사업계획에 대한 대안별 영향의 분석 및 평가, 영향에 관한 분석 및 대책, 환경에 미치는 불가피한 영향에 관한 분석 및 피해에 대한 대책을 세우도록(영 제5조)하고 있다. 따라서 대체습지조성을 동 대책의 하나로 볼 수도 있을 것이다.

(2) 국내정책

대체습지조성을 위한 관련 국내정책으로는 해양개발기본계획, 연안통합관리계획, 연안정비계획, 중장기 항만기술발전 기본계획, 공유수면 매립 기본계획, 습지보호지역 보전계획 등을 들 수 있다. 해양개발기본계획에는 갯벌의 지속가능한 보전·이용체제 구축의 실천을 위하여 체계적인 갯벌생태계 조사 및 데이터베이스 구축·운영, 습지보호지역 지정 및 관리, 훼손된 갯벌의 복원 및 대체갯벌의 조성, 갯벌문화사업 지원과 갯벌의 합리적인 이용방안 마련, 갯벌보전을 위한 국제협력의 강화를 강조하였으며, 특히 훼손된 갯벌의 복원 및 대체갯벌의 조성을 위해서는 생물 공학적 기법을 이용한 갯벌 복원기술 개발, 매립·간척으로 상실되는 갯벌에 대한 대체갯벌 조성 등을 구체적인 방안으로 제시하였다.

연안통합관리계획은 훼손된 연안을 복원·개선하는 연안해역 개선사업으로 훼손된 갯벌 및 철새도래지를 복원하기 위한 습지개선사업 시행 등을 들고 있으며, 또한 개발에 의해 훼손이 심각하거나 오염원 유입이 집중되는 지역에서의 습지복원사업을 시행하고 있다. 그리고 연안정비계획은 연안재해로부터 해안을 보호하고 훼손된 해안을 정비하는 연안보전사업과 연안해역의 정화, 폐선 제거 등 연안해역을 보전·개선하는 사업을 해역개선사업으로 정하고 있으므로 연안정비사업을 대체습지조성의 근거로 해석할 여지가 있다.

중장기 항만기술발전 기본계획에는 환경친화적인 항만기술개발을 위한 3대 중점

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

추진사업에 대체습지 조성과 관련된 '해양환경의 적극적인 보존 및 창출'이 포함되며, 그 구체적 사업의 하나로서 '인공간석지 및 식생지 조성기술 개발사업'이 명시적으로 포함되어 있다.

공유수면매립기본계획에는 대체습지조성과 관련된 명문의 정책이 포함되어 있지 아니하나 공유수면매립으로 인한 습지의 손실을 보상하기 위해 공유수면매립기본계획의 방향은 중요하다. 따라서 공유수면매립기본계획에서 매립가능지로 반영된 지구의 경우 당해 반영지구의 면적만큼 공유수면이 없어지기 때문에 습지의 순손실을 방지하는 차원에서 훼손되는 습지에 상응하는 대체습지조성은 필요하리라고 보여진다.

습지보호지역 보전계획에는 습지의 보전과 이용·관리에 관한 사항에 생물다양성의 유지방안과 습지복원사업 등 기타 습지보전을 위한 사업을 기술하도록 습지보호법에서 규정하고 있다. 습지보호지역 보전계획은 대상보호지역별로 훼손지 복원사업 등 습지보전을 위한 사업방향을 제시하도록 하고 있기 때문에 훼손지 복원사업에 사용되는 방법과 기술 등은 대체습지조성에 유용한 자료가 될 것으로 보인다.

나. 대상법률

대체습지 조성을 의무화하는 입법방안으로는 4가지 방법을 상정할 수 있다. 우선 현행 습지보전법상의 권장규정을 의무화하는 규정으로 개정하는 방안이 하나이고, 다른 하나는 공유수면매립법상에 공유수면매립자로 하여금 매립면적에 상응하는 대체습지를 조성하도록 의무화하는 규정을 신설하는 방안과 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법에 대체습지조성을 의무화하는 방안 그리고 새로운 법률로 제정하는 방안이다.

(1) 습지보전법

습지보전법에 대체습지 조성을 권장하는 규정을 의무화하는 규정으로 개정하는 방안의 장점으로 우선 현재 습지보전법에 대체습지 조성을 권장하는 규정이 있으므로 이를 의무화하도록 하는 것이 기존의 법률체계를 보호하는 실익이 있으며, 특히 습지보전법의 목적인 습지보전의 목표를 실질적으로 더욱 강화할 수 있다는 것이다.

또한 습지보전체계를 습지보전법으로 일원화하여 법률관계의 명확성을 도모할 수 있으며, 이를 통해 습지보전의 효율성을 높일 수 있다. 그리고 연안습지와 내륙습지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

롤 모두 대상으로 하여 습지보호 목적을 가장 충실히 달성할 수 있으나 습지보전법의 성격이 집행적이 아닌 이념적·선언적 성격이 강해 공유수면 매립시에 파생되는 실질적인 문제를 해결하는데 애로가 있다.

(2) 공유수면매립법

공유수면매립법상에 대체습지를 조성하는 규정을 신설하는 방안의 장점으로는 원인제공자에게 일정한 의무를 부과하게 하여 공유수면개발 억지력을 발휘할 수 있다는 점이다. 그리고 입법기술상 공유수면매립법의 경우 주관부처가 해양수산부인 반면, 습지보전법은 환경부와 해양수산부가 공동주관부처이기 때문에 공유수면매립법이 습지보전법 보다 법률의 개정이 쉽다는 것이다. 또한 공유수면 매립에 따른 습지의 파괴에 대한 보상적 차원에서 대체습지를 조성하게 하는 것은 일정한 행위(공유수면 매립)에 의한 결과를 예측(대체습지의 조성의무)할 수 있다.

그리고 법률의 집행적 성격으로 인해 대체습지조성시 발생하는 실질적인 문제를 해결할 수 있다는 장점이 있으며, 공유수면매립 면허신청, 실시계획 인가, 매립준공을 대체습지조성과정과 연계시켜 습지 훼손자로 하여금 대체습지조성에 대한 실효성을 확보할 수 있다.

(3) 환경·교통·재해등에관한영향평가법

환경·교통·재해등에관한영향평가법에 대체습지 조성을 의무화 하는 방안은 영향평가대상사업등(제4조)에 일정한 공유수면매립시에 영향평가를 실시하도록 하고 있고, 평가서초안 작성시에 공유수면매립에 따른 대체습지조성방안을 의무화하도록 할 수 있다. 동 법의 입법 목적이 환경등에 미치는 영향이 큰 사업에 대한 계획을 수립, 시행함에 있어 그 영향을 미리 평가, 검토하여 건전하고 지속가능한 개발을 목적으로 한다는 점에서 대체습지 조성 의무화도 대책 강구에 포함될 수 있으나, 동법의 구조가 대체습지 조성의무화와 그 실질적 조성에 따른 실행규범을 수용하기에는 법률구조상 문제가 있다고 보여진다.

(4) 새로운 법률

이상과 같은 기존 법체계와 신법제정에 대한 비교 검토 결과 대체습지조성을 의무화하는 규정을 습지보전법상에 규정하든 공유수면매립법 또는 환경·교통·재해

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

등에관한영향평가법이 규정하든 공히 습지개발 억지력과 새로운 해양산업 창출효과 및 환경보전 및 복원효과를 모두 달성할 수 있을 것이다. 최적의 대체습지조성의무화 대상법률을 선정하기 위해 각 법률별 장단점을 분석하고 자문단회의에서 논의한 결과 입법의 용이성과 연안습지의 효율적인 관리를 위한 주무부서인 해양수산부의 기능, 법률의 집행적 성격을 고려하여 공유수면매립법에 대체습지조성의무화 규정을 두는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

새로운 법률로 입법하는 동 안은 입법목적의 명확성을 달성할 수 있으며, 효율적인 관리체계와 사업의 집행효율을 극대화 할 수 있다. 그러나 동 안의 경우 단일 입법 주체로 삼기에는 너무 지엽적이며 기술적인 면이 많기 때문에 새로운 법제정에 따른 입법 가능성이 불투명할 것으로 보인다.

표 2-22. 대안별 장단점 비교 분석

구분	장점	단점
1안 공유수면매립법	· 원인제공자에게 일정한 의무를 부과하게 하여 공유수면매립 억지력 발휘 · 소관부서가 해양수산부 단일부서로 입법이 용이(습지보전법은 2개 부서가 공동소관임) · 일정행위(공유수면매립)에 의한 결과 예측(대체습지조성의무) 가능 · 대체습지조성시 발생하는 실질적인 문제해결 가능 · 대체습지조성의무화를 공유수면매립실시계획과 연계하여 의무화의 실행력 확보	· 공유수면매립법은 개발행위를 대상으로 하는 법률로써 해양환경보호를 목적으로 하는 대체습지조성의무화의 입법목적과 상이 · 대체습지조성 이후 조성된 습지의 관리를 위한 근거 미약
2안 습지보전법	· 대체습지조성을 권장하는 규정이 있으므로 기존 법률체계보호 · 습지보전 목적 강화(연안습지, 내륙습지 포함) · 습지보전체계를 일원화하여 법률관계의 명확성 도모 및 효율성 극대화	· 법률성격이 이념적 선언적 성격이 강해 공유수면매립시 파생되는 실질적 문제해결 난이 · 법률의 소관부처가 2개 부서로 입법 난이 · 습지개념 확대 필요(조하대 6m로)
3안 환경교통재해등에 관한 영향평가법	· 법률의 목적과 대체습지조성 의무화의 부합성 · 영향평가대상사업 및 평가서초안작성에 대체습지조성을 의무화할 수 있음	· 법률 구조가 대체습지조성 의무화와 실행규범을 수행하기 어려움

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

4안 새로운 법률	· 명확한 입법 목적 설정 가능 · 효율적 관리체계 달성 · 사업의 집행효율 극대화	· 단일 입법 주제로 삼기에는 너무 지엽적이며 기술적

3. 국내외 법률분석 결과

공유수면 매립으로 인한 습지 훼손시 훼손된 습지에 상응하는 가치의 대체습지를 조성하도록 하는 동 연구의 목적은 원인자 부담원칙이라는 대전제와 궁극적으로 습지의 순손실방지와 함께 지속가능한 해양환경을 유지하는 것이다.

과거 우리나라의 경우 좁은 국토공간과 과밀한 인구, 그리고 부족한 부존자원이라는 여러 가지 제약조건을 이겨내고 급속한 산업화와 도시화를 통해 국가발전을 이룩해 오느라 연안습지는 경제적 가치가 없는 땅이라고 여겼다. 그러나 갯벌의 경제적·생태적 가치 이외에 심미적·관광적 기능으로서의 가치가 점점 높아지는 공간으로 보호대상이 되고 있다. 이러한 갯벌의 중요성이 인식됨에 따라 갯벌을 보전하는 방법이 많이 연구되고 있으며, 그 방법론중의 하나로 습지 훼손자로 하여금 대체습지조성을 의무화하는 방안이 각 국가별로 법률 또는 정책에 담고 있다.

이러한 대체습지조성 의무화의 선도국은 미국으로서 미국은 청정수질법상 습지개발허가시 환경영향을 최소화하고 필요한 모든 저감조치를 취하고 그 저감조치의 하나로 대체습지를 조성하거나 미리 조성된 인공습지를 구매하도록 하여 습지의 순손실방지를 추구하고 있다.

일본의 경우, 대체습지를 조성하도록 하는 명문의 법률은 없으나 환경영향평가법이나 자연재생추진법을 통해 대체습지를 조성할 수 있는 근거를 두고 있다.

캐나다의 경우 환경영향평가법을 토대로 연방토지관리 이행 지침서에서 습지복원안을 제시하여 습지의 순손실을 방지하고 있으며, 각 지방정부차원에서도 공유지를 매립하는 것을 금지하고 있다.

독일의 경우에도 연방자연보전법에서 자연과 경관에 대한 침해시 보상하도록 규정하고 있다.

대체습지를 조성하도록 하는 의무화 규정의 경우 각 국가별 법체계에 따라 상이하지만 습지의 순손실 방지라는 국가정책은 거의 유사하다고 보여진다. 미국의 경우 청정수질법을 근거법으로 하여 각 주별로 동 근거법에 따른 의무화규정을 두고 실질적인 조성 및 지침에 대해서는 육군공병단과 환경보호청간의 MOA에 따라 운용하는 형태를 보였다. 즉, 미국의 경우 청정수질법상 매립시 허가요건으로 대체습

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

지를 조성한다는 점에서 매립원인에 그 근거를 두고 있었다. 일본, 캐나다의 경우 환경영향평가법을 근거로 하여 대체습지조성을 하도록 하고 있었으며, 독일의 경우 연방자연보전법에서 자연환경보전이라는 분야에서 대체습지를 조성하도록 하고 있었다.

이와 같이 대체습지를 조성하도록 하는 의무화 규정의 근거 법률은 특정한 법률에 근거를 두어야 한다는 기준을 도출하기는 어려웠다. 즉, 자국의 상황이나 법률의 발전 등 국내적 상황에 맞추어 습지의 순손실을 방지하는 방법을 찾았다고 볼 수 있다.

우리나라의 경우 습지보전법에 대체습지를 조성하도록 하는 권고규정이 있으나 습지훼손자로 하여금 대체습지를 조성하도록 의무화 하지는 않고 있었다. 그리고 환경교통재해 등에 관한 영향평가법에 따라 대체습지를 조성하는 지방자치단체(진해시)도 있었다. 그러나 이러한 진해시의 대체습지조성은 공유수면 매립에 따른 대체습지조성 의무화 조치로 취해진 것은 아니다. 그리고 공유수면매립법의 경우 공유수면을 매립하면서 파생되는 습지의 상실에 따른 보상규정이 없어 개발에 초점이 맞춰진 법률로 판단되었다.

이와 같이 국내외 관련 법률을 종합 분석해 본 결과 대체습지를 조성하도록 하는 의무화 규정의 대상법률은 일의적으로 확정할 수 없다고 보여 진다. 즉, 대상법률의 선정에 대한 적정성 판단보다는 의무화규정의 신설이 최우선되고 이러한 의무화 조치 이후 실질적인 습지의 순손실을 방지하고 건전하고 지속가능한 해양환경 보호를 위한 실질적인 지원과 노력이 더욱 필요하다고 보여 진다.

제5절 대체습지조성 의무화를 위한 개정안

1. 법안작성의 배경 및 내용

가. 법안작성의 배경

습지는 수질보호 및 개선, 홍수 조절 및 야생동식물의 서식처 제공, 레크레이션 장소 제공 등 그 중요성에도 불구하고 우리나라의 연안습지는 간척과 매립으로 그 면적이 지속적으로 줄고 있다. 1946년부터 1999년까지 간척사업으로 상실된 갯벌은 77,187ha로 서울시 면적의 1.3배에 이르고 있고 공유수면의 매립추이도 1992년을 정점으로 감소하기 시작하였으나 1998년 이후에는 더 이상 감소하지 않고 있는 추세

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이다.

이러한 현실을 직시하여 제2차 공유수면매립기본계획수립을 위한 연구용역에서는 매립으로 인하여 상실되는 갯벌 생태계를 대체할 수 있는 습지 조성방안에 대하여 정책건의를 하였으며, 이러한 정책건의를 수용하여 2001년 7월 6일 제2차 공유수면매립기본계획수립시 갯벌을 매립하는 사업자로 하여금 대체습지 조성을 의무화하는 제도 도입을 향후 추진과제로 채택한 바 있다. 즉, 공유수면 매립시 대체습지 조성부담을 통해 갯벌매립을 제한하고 사실상 매립억제를 유도하며, 불가피한 갯벌매립의 경우에도 대체습지를 조성케 하여 갯벌 상실방지를 위한 구체적이고 실행적인 방안의 하나로서 대체습지를 조성하게 하는 의무화 입법이 필요하다는데 의견을 모았다.

당초 공유수면매립에 따른 대체습지조성 중장기계획수립연구의 목표가 기반기술연구와 법제도 정비연구를 병행하면서 대체습지의 설계, 조성, 관리·운영 및 평가관리를 망라하는 종합활용지침서를 작성하는 것이었으나 연구의 효율성 제고를 위하여 대체습지 조성관련 법제 정비 및 경제성 분석 분야에 관한 연구를 우선적으로 수행하면서 예산의 범위 내에서 대체습지 조성기술을 극대화 하는 방안을 강구키로 변경한 바 있다. 이에 따라 국내법제 정비안으로서 대체습지 조성·관리주체 및 운영방안, 경제성 분석 등 실질적 정책방향 설정에 관한 연구를 우선추진하게 되었다.

나. 구성 및 주요 내용

개정안은 현행 공유수면매립법을 대상법률로 선정하여 대체습지조성과 관련되는 규정을 새로이 독립장에 총 21개 조문을 신설(16개)하거나 부분수정(5개) 하여 개정안을 도출하였다[37].

개정안은 개정목적에 따른 법의 목적을 일부 수정하였고, 개정법안 전체에 적용되는 기본적인 개념인 대체습지와 대체습지조성비[38] 및 해안습지 등에 대한 정의를 명확히 하였다. 그리고 공유수면 매립에 따른 습지의 순손실 방지를 위하여 해양수산부장관으로 하여금 10년 단위의 대체습지조성 기본계획을 수립하도록 하였다. 개발사업자가 공유수면을 매립하려할 경우 매립면허 신청시 매립대상 습지의 기능 및

37) 공유수면매립법은 지정항만구역 안의 공유수면을 제외한 모든 공유수면에 대한 해양수산부장관의 매립면허 등에 관한 권한을 지방으로 이양키로 지방추진위원회에서 의결됨에 따라 관계조문 정비와 그 후속조치를 위해 2004년 3월 개정법률안이 입법예고 되어 있다. 그러나 본 보고서는 2002.12.30 법률 제06842호를 대상으로 하였으며, 주요 개정목적인 면허권자에 대해서는 금번 사업의 개정안에 반영하였다.

38) 대체습지의무 등을 지는 자는 대체습지조성을 위탁하였을 경우 대체습지조성비를 납부하며 직접조성시에는 대체습지조성비 중 대체습지조성후의 관리목적에 따른 관리비만을 납부한다. 따라서 대체습지조성비에는 관리비도 포함되어 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

가치에 상응하는 대체습지를 조성하기 위한 대체습지조성 실시계획을 작성하여야 하는데 대체습지조성 기본계획의 범위안에서 실시계획을 수립·시행하도록 하였다. 이러한 실시계획이 대체습지조성 기본계획과 적합하고 실행가능한지를 대체습지관리위원회의 심의를 받도록 하였다.

대체습지조성비의 부과대상은 공유수면중 해안습지(조간대 6m-지적공부선)만을 대상으로 하였으며, 대체습지조성의 의무는 습지를 매립하는 모든 주체에게 부과하며, 조성방법으로 매립자가 직접 조성하도록 하는 방안과 대체습지조성비를 납부하는 방안으로 조성의무자에게 선택의 기회를 제공하였다.

대체습지조성을 위한 기준 및 절차 등을 제시하여 조성된 대체습지가 목적한 기능을 유지할 수 있도록 해양수산부장관이 고시하는 절차에 따라 조성 및 관리지침을 따르도록 하였다. 그리고 성공적인 대체습지조성을 위해 대체습지관리위원회와 대체습지조성의무자, 전문기관 및 지역주민이 공동으로 참여하여 조성상황을 모니터링하게 하고 그 결과를 매립면허 준공과 연계하도록 하였으며, 대체습지조성 완료인가 후 유지·관리 및 모니터링을 전문기관에게 맡겨 조성후 유지관리에 만전을 기하도록 하였다.

매립될 습지를 보상하는 방안으로 대체습지조성비를 부과할 때 부과의 산정기준과 조성비의 관리회계, 납입기한을 명시하였으며, 용처는 대체습지의 조성 및 관리와 관련기술개발에 사용토록 제한하여 입법목적을 충족시키도록 하였다.

그리고 대체습지의 관리를 위해 전문기관을 지정하고 육성할 수 있는 근거를 마련하였으며, 조성된 대체습지는 국유로 하여 그 소유권을 명확히 하였다. 또한 공유수면매립의 유인이 되고 있는 잔여매립지의 매각 및 임대대금을 대체습지조성을 위한 재원으로 활용토록 하였다.

한편, 자연환경보전법상 생태계보전협력금의 삭제문제, 환경교통재해영향평가법과의 관계문제, 대체습지조성비의 세입계정문제와 함께 다른 법령에 따라 공유수면을 매립하는 경우 동법의 대체습지조성관련 의무를 지도록 하는 등 다른 법령과의 관계에 대해 명시하였다.

2. 대체습지조성 의무화 입법시 고려요소

가. 적용대상

(1) 습지개념의 확대

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

대체습지의무 부과대상은 조하대 6m에서 지적공부선까지로 하였다. 이러한 조하대 6m의 지역은 람사협약에서 정하고 있는 습지의 기준에 해당되는 것이며, 동 지역은 갯벌을 보호하기 위한 완충지역으로서 보호대상이 된다. 따라서 기존 습지보전법 제2조(정의)의 습지개념을 확대할 필요가 있다.

현행 습지보전법은 연안습지를 갯벌에 한정하고 있어 국제적으로 연안습지의 범위를 충족시키지 못하고 있다. 그러나, 조하대 일정수심까지 습지의 개념을 확대한다면 습지의 확대로 인해 대체습지조성비를 많이 부과(습지의 보호효과 증대)할 수 있으나 실제로 동 법의 적용시에는 대체습지를 조성할 지역이 줄어듬과 동시에 조하대 일정수심 이상을 대상으로 대체습지를 창출할 경우 시공비용의 증가는 불가피하다는 문제점이 있다. 이러한 현실적인 문제점이 있음에도 불구하고 동 개정안에서는 조하대 6m지역까지를 습지지역으로 보고 대체습지조성 의무화 대상지역으로 선정하여 습지의 순손실방지라는 근본목적을 달성하려 하였다.

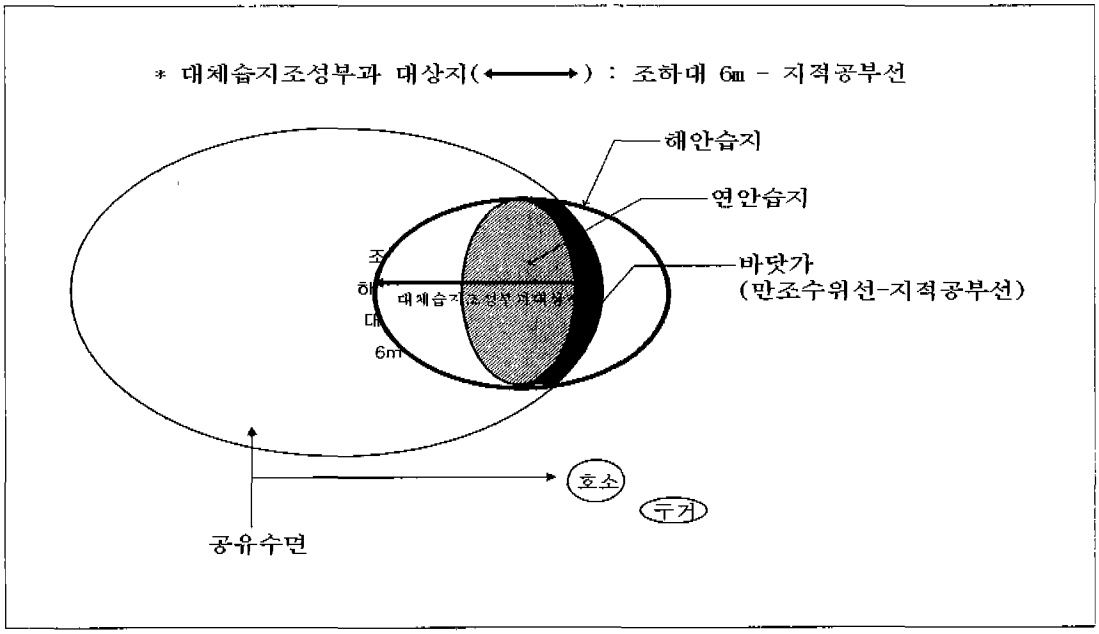


그림 2-10. 대체습지조성비 부과 대상지 개념도

(2) 매립면허 수수료와 대체습지조성비의 병과

기존 공유수면매립법상 부과되고 있는 공유수면매립 면허수수료와 대체습지조성비를 분리 부과하도록 하였다. 즉, 공유수면매립에 따른 면허수수료는 행정수수료로서 공유수면의 매립에 대해서는 기존 면허 수수료를 부과하고 상기 대체습지의무

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

부과대상인 습지에 한해서만 대체습지조성의무를 부과하도록 하였다. 즉, 기존의 면허 수수료와 대체습지조성의무로 부과되는 대체습지조성비는 성격이 전혀 다른 것이다.

(3) 대체습지 조성지

대체습지조성방법의 하나로서 대상지역의 설정문제가 있다. 이러한 대상지역의 설정문제에 있어 중요한 것은 대체습지의 개념에 창출, 복원, 증강 등의 개념이 모두 포함되어 있는데 조성할 대체습지의 유형에 따라 그 대상지역이 달라져야 한다는 것이다. 실제로 상정할 수 있는 대상지역으로는 첫째, 매립지의 대체공간으로서 해역(바다 및 바닷가)에 신규조성(창출) 둘째, 육지 또는 매립지의 일부를 습지로 조성(창출 또는 증강) 셋째, 기존에 훼손된 습지의 기능을 보완(복원 또는 증강)하는 방안을 생각할 수 있다. 그리고 훼손되는 습지와 동종(in kind)으로 만들 것인지 이종(out of kind)으로 만들 것인지를 고려하여야 하며, 이종의 습지를 만들 경우 습지의 유형을 작성하여 그 유형에 대한 가치평가가 이루어져야 하며 동 결과를 통해 유형별 가치비중치를 제시하여야 할 것이다.

이러한 점에서 본다면 습지훼손자가 직접 대체습지를 조성하고자 할 경우 창출에 한정할 것인지 복원 또는 증강에 한정할 것인지를 선택하여야 하며, 개정안의 입법취지(no net loss)를 고려한다면 훼손하는 습지에 상당하는 습지를 신규조성하는 창출을 원칙으로 하고 복원 또는 증강을 일정한 기준에 따라 할 수 있도록 하는 것이 타당하다고 보여진다. 복원 또는 증강의 문제는 원칙적으로 습지훼손자가 대체습지조성비를 납부할 경우 해양수산부장관 또는 시·도지사가 대체습지조성 기본계획에 따라 동 조성비를 활용하여 해양환경을 복원하는 것이 타당하다고 보여진다.

나. 의무화 방향

(1) 조성주체 및 방법의 2원화

대체습지 조성주체는 매립자 또는 국가(해양수산부장관 또는 시·도지사)로 2원화하였다. 매립자의 경우 훼손하는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하여야 한다는 점에서 조성주체가 되고, 국가의 경우 매립자가 직접 조성하지 아니하고 대체습지조성비를 납부할 경우 동 조성금을 활용하여 대체습지를 조성하도록 한다는 의미에서 주체의 2원화를 도모한 것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이와 같이 매립자에게 대체습지를 직접 조성할 수 있도록 하는 것은 국가가 강제적으로 대체습지조성비를 일률적으로 부과하여 선택권을 박탈하기 보다는 대체습지 조성의무자로 하여금 의무완제를 위한 방법을 선택하도록 하는 것이 타당하다고 판단된다. 이러한 구조는 미국에서도 채택하고 있는 방법이다. 특히, 습지훼손자가 개인이나 국가를 묻지 않고 면적에 상관없이 습지 훼손시 대체습지조성의무를 부담한다는 점에서 기존 공익을 목적으로 국가가 매립시 부여받은 각종 특혜를 없앴다는 점이 습지 보전의 중요성을 대변하는 대목이라고 하겠다. 또한 면적에 상관없이 대체습지조성 의무화 부과는 일정 면적을 대상으로 하는 기존 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법보다 진일보한 규정이다.

(2) 조성 절차

개정안의 주요목적이 건전하고 지속가능한 해양환경유지라고 볼 때, 동 법이 발효되어 개정목적이 달성되기 위해서는 대체습지의 조성 의무자가 직접 대체습지를 조성하고자 할 때 조성을 위한 기술 및 기준이 개발되어 있어야 하는데, 현재 이러한 기술 개발이 완전히 확립되어 있지 못한 것이 문제이다.

또한 대체습지조성비를 부과할 경우 얼마를 부과해야하는지에 대한 부과 기준의 산정이 여의치 않고 조성 및 관리 지침 또한 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 생각할 수 있는 것은 관련기술이 개발될 때까지는 대체습지조성비만을 부과하는 잠정조치를 두는 방안이다. 즉, 중앙연안관리심의회가 습지훼손지역에 상응하는 대체습지를 조성하는데 필요하다고 인정한 금액을 우선 부과하고, 관련기술이 개발된 후 동 관련기술로 대체습지를 조성한 후 사후 정산하는 방안을 생각할 수 있다. 이는 습지의 순손실 방지라는 목적을 충족시키기 위해 관련기술의 개발까지 해양환경이 훼손되는 것을 방치할 수 없기 때문에 생각할 수 있는 방안이다. 그러나 이러한 잠정조치의 경우 입법과정에서 적지 않은 문제가 있기 때문에 개정안에서는 제외하였다.

개정안에서는 우선 개발사업자에게 직접 대체습지조성 실시계획을 작성하도록 하여 각 사례별로 훼손되는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하였다. 개발사업자가 공유수면을 매립할 경우 우선 환경교통재해등에 관한 영향평가법 제4조에 따라 환경영향평가서를 작성하여야 하는 바, 우선 공유수면매립에 따른 영향을 파악하여 그 보상조치로서 대체습지조성 실시계획서를 작성하여 공유수면매립면허 신청서에 첨부하여 면허권자[39](해양수산부장관 또는 시도지사)에게 제출하도록 하였

39) 공유수면매립법중 개정법률안에 따르면 공유수면매립면허·실시계획인가 등에 관한 인·허가 관청을 해양수산부장관과 시·도지사로 각각 지정하되, 항만법에 의한 지정항만 구역을 제외한 공유수면은 시·도지사가 그

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. 면허권자는 제출받은 대체습지조성 실시계획서의 적정성을 평가하기 위하여 전문기관에게 기술적 심사를 의뢰할 수 있도록 하였다. 면허권자가 전문기관에게 기술적 심사를 의뢰할 경우 전문기관은 동 계획서의 내용이 대체습지조성 기본계획과 부합하는지 또는 그 내용의 적정성을 판단하여 면허권자에게 통보하여 면허권자는 그 결과를 활용하도록 하였다. 여기서 주목할 만한 것은 대체습지조성사업은 환경교통재해등에 관한 영향평가법에서 요구하는 대책으로 보아 대체습지를 조성 할 경우 별도의 환경영향평가를 받지 않도록 하였다는 점이다. 왜냐하면 대체습지조성사업을 할 경우 환경교통재해등에 관한 영향평가법에서 요구하는 환경영향평가의 대상이 될 경우 대체습지조성사업은 환경에 역영향을 미칠 수 있는 사업으로 본다는 반증이며, 대체습지조성의 실시계획에 이러한 영향을 충분히 고려할 수 있기 때문이다.

(3) 조성된 대체습지 관리주체의 전문화

면허권자는 대체습지조성 실시계획이 훼손되는 습지의 보상조치로서 적절하지 않다고 판단한 경우 계획서의 재작성을 요구하고 적절하다고 판단할 경우 대체습지를 조성하도록 하여야 한다. 그리고 대체습지조성을 위해 허가를 발하게 되는데 이는 공유수면매립 실시계획인가와 연계하였으며, 대체습지 조성 공사 시점에 공유수면매립공사를 시행토록 하였다. 공사 후 일정한 기간 이내에 그 환경영향을 평가하며 그 영향이 많은 경우 재설계/설계변경하여 공사를 다시 하도록 하였으며, 그 영향이 낮을 경우 보완조치를 취한 이후 모니터링을 다시 받도록 하였다. 이러한 과정을 거친 후 대체습지 조성이 완료되면 대체습지조성 완료인가를 받게 되는데 공유수면매립 준공인가를 대체습지조성 완료인가와 연계하도록 하였다.

대체습지조성 완료인가이후 조성된 대체습지가 원래 목적한 기능을 유지할 때까지 대체습지 전문기관이 관리토록 하였다. 이렇게 조성된 대체습지의 경우 해당 관리 지자체가 생태관광지로 활용하거나 지역의 특성에 맞는 용도로 활용할 수 있도록 하고 관리계획을 세워 지속적인 관리를 하도록 하였다.

이와 같이 대체습지의 조성후 관리를 별도의 조항으로 적시한 것은 복잡하고 다양한 생태계를 이해하고 처방할 수 있는 기술을 가진 전문기관이 관리하는 것이 적합하다고 판단되었기 때문이다. 즉, 대체습지의 관리가 당해 개발사업자에게 맡겨질 경우 도덕적 해이가 발생할 수 있으며, 만약 관리가 실패했을 경우 이는 새로운 환경부담으로 나타나기 때문이다. 그렇기 때문에 전문기관 역할의 중요성을 인식하

권한을 가지도록 하고 있다.(안 제9조 제1항)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

고 해양수산부장관이 그 자격기준을 정하고 자격 기준에 부합하는 기관이 대체습지를 관리할 수 있도록 한 것이다.

동 개정안에서 관리문제는 대체습지조성 완료인가 이전의 경우에는 공사이후 모니터링에 대체습지조성의무자, 중앙연안관리심의회, 전문기관 및 지역주민이 참여하여 그 영향을 평가하기 때문에 대체습지조성 완료인가 이후 문제로 상정하였다. 대체습지조성 완료인가 이후 조성된 대체습지가 그 목적한 기능을 유지하기 위해서는 과학적이고 전문적인 기술이 필요하기 때문에 이러한 기능이 유지될 때까지 전문기관의 관리가 필요하다.

다. 대체습지 조성 운영 및 관리방향

(1) 운영 및 관리체제

대체습지 조성시 실질적인 운영 및 관리사항은 상술한 개념적, 이념적, 계획적인 문제가 아니라 실제적으로 조성단계에서 파생되는 문제와 관련되는 사항이다. 개정안에서는 공유수면매립 준공 인가전에 대체습지 조성의무를 완료하도록 제시한 바 있으며, 대체습지조성은 공유수면매립면허 신청서에 대체습지조성 실시계획서를 첨부하여 매립면허를 받게 하여 실효성을 확보하도록 하였다. 그리고 공유수면 매립 실시계획인가 시점에 대체습지 조성을 위한 허가를 받고 공유수면매립공사시행 시점에 공사를 시작하도록 하였다. 대체습지 조성공사 이후 공사의 영향을 평가하여 그 결과를 공유수면 매립준공인가와 연계시켜 대체습지 조성의무를 완료토록 하였다.

특히 면허권자(해양수산부장관 또는 시·도지사)는 매립자가 조성하려는 대체습지조성 실시계획이 그 실현가능성이 있는 지 기술적 부분에 대해 전문기관에 심사를 의뢰할 수 있으며, 그 결과를 가지고 매립면허를 할 것인지를 판단하도록 하였다. 이때 고려하여야 할 사항으로 대체습지조성 실시계획에는 조성할 위치, 방법과 조성비용 및 조성이후 관리비용을 포함하도록 하였다.

한편, 대체습지조성비를 매립에 소요되는 비용으로 보지 아니하는 것이 중요한 요소이다. 왜냐하면 이는 잔여매립지와 관련한 것으로서 매립비용에 대체습지조성에 소요되는 비용을 포함할 경우 동 사업에서 추진하고 있는 공유수면 매립에 따른 대체습지조성의무화는 의미가 없으며 오히려 매립에 따른 면죄부를 줄 수 있기 때문이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

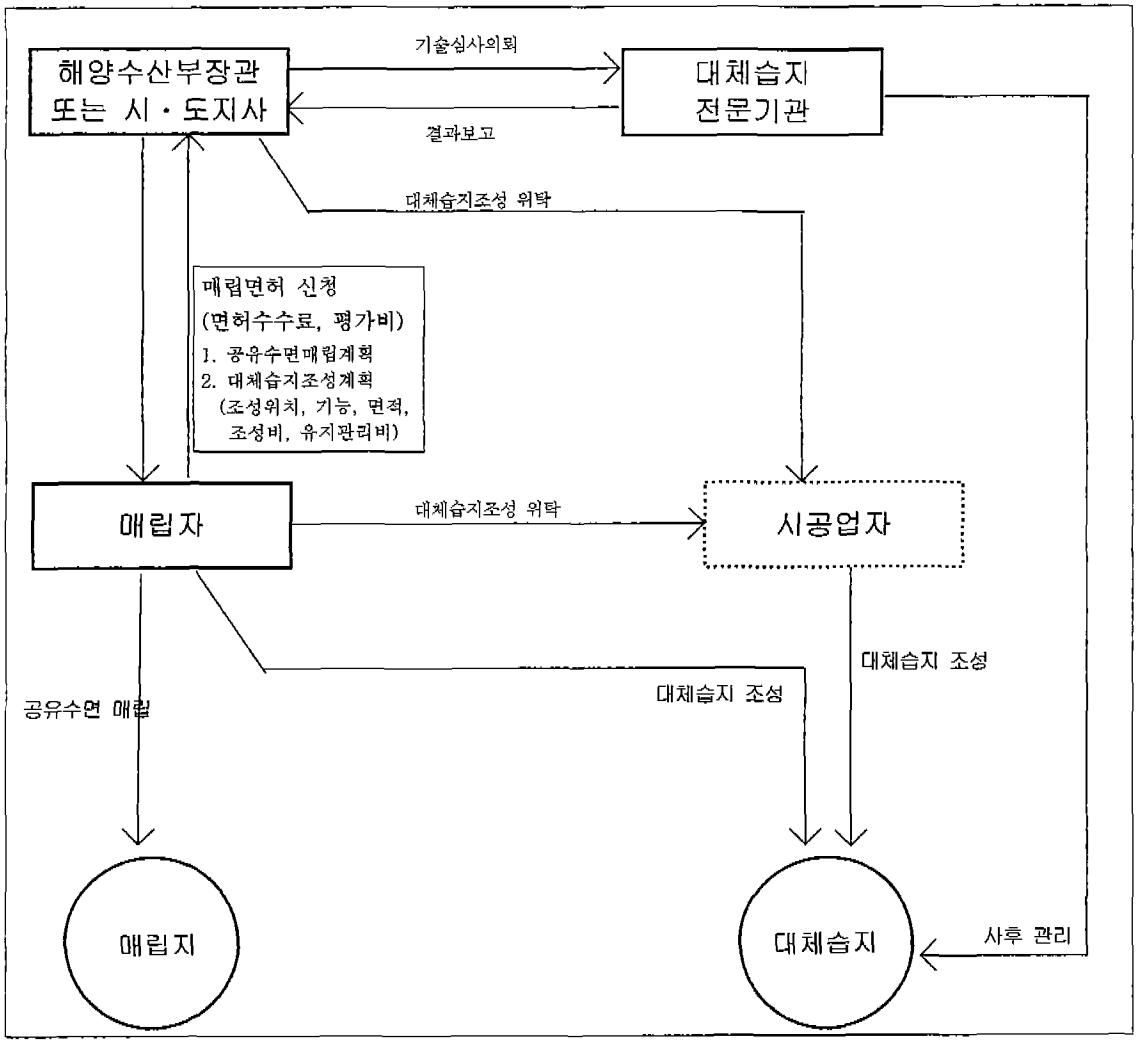


그림 2-11. 대체습지조성 의무화 방향

그리고 대체습지조성 과정에서는 중앙연안관리심의회와 대체습지조성의무자, 전문기관 및 지역주민이 참여하는 모니터링 시스템을 도입하여 객관성을 확보토록 하였으며, 대체습지조성 완료인가 이후에는 조성된 대체습지의 기능유지를 위해 모니터링 등 전문기술이 필요로 하기 때문에 대체습지 전문기관으로 하여금 대체습지를 유지·관리토록 하는 방안을 제시하였다. 조성된 대체습지가 목적한 기능을 유지할 경우 해당 지자체는 지역실정에 맞게 관리하기 위한 대체습지관리계획을 수립·시행토록 하였다.

대체습지조성과 관련한 심의기관으로 새로운 조직인 대체습지관리위원회의 설립과 현행 중앙연안관리심의회를 복수로 상정하여 분석한 결과, 대체습지관리위원회의 설립은 대체습지조성 목적에 부합되는 업무의 수행이 가능함에도 불구하고 새로

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

운 조직 설립의 난이성 및 공유수면 매립과 연계성이 부족하여 현행 중앙연안관리심의회를 활용하도록 하였다. 중앙연안관리심의회[40]는 기존 공유수면매립 기본계획의 심의기능을 하고 있으므로 대체습지조성 기본계획이나 대체습지조성 실시계획을 심의하는데 있어 연계성이 있으며 심의회가 연안관리를 주 목적으로 하고 있으므로 연안관리를 전체적인 면에서 조감할 수 있는 장점이 부각되었다.

표 2-23. 대체습지관리위원회와 중앙연안관리심의회의 비교

구분	대체습지관리위원회	중앙연안관리심의회
장 점	▪ 대체습지조성 목적에 부합되는 업무수행 ▪ 심의회의 구성인원(고위급 공무원)보다 더 전문가로 구성되어 대체습지에 관한 효율적이고 실질적인 업무 가능 ▪ 위원회의 구성, 운영, 기능적인 부분에 대한 법제 추가가능	▪ 기존 공유수면매립 기본계획의 심의기능을 하고 있으므로 대체습지조성기본계획이나 대체습지조성 실시계획을 심의하는데 있어 연계성이 있음 ▪ 심의회가 연안관리를 주 목적으로 하고 있으므로 연안관리의 전체적인 면에서 조감할 수 있음
단 점	▪ 대체습지조성 기술개발이 미정착에 따른 관계로 전문가들간의 의견대립에 의한 시행착오 ▪ 공유수면매립과 연계성 부족	▪ 대체습지 조성에 관한 전문가의 부족 ▪ 개정사항이 공유수면매립법상에서 개정보다 연안관리법상의 개정요건이므로 대체습지조성 목적에 맞는 효율적인 개정이 어려움

(2) 대체습지 조성비 등의 규모

대체습지조성사업의 경우 습지를 훼손하는 자에게 대체습지를 조성하도록 의무화하는 방안으로서 대체습지조성비를 납부하도록 하는 방안을 제시하였다. 물론 습지훼손자가 직접 훼손하는 습지에 상응하는 기능과 가치의 습지를 조성할 수도 있으며, 이러한 직접조성이 어려울 경우 대체습지조성비를 납부함으로서 의무를 다할

40) * 중앙연안관리심의회 기능(연안관리법 제22조)
1. 통합계획 및 지역계획의 수립·변경에 관한 사항
2. 정비계획의 수립·변경에 관한 사항
3. 기타 해양수산부장관이 필요하다고 인정하는 사항
구성 : 20명의 위원, 심의회의 위원장은 해양수산부차관이 되고, 위원은 재정경제부·국방부·행정자치부·문화관광부·농림부·산업자원부·환경부·건설교통부·해양수산부의 3급이상 공무원중에서 소속기관의 장이 추천하는 자 각 1인과 연안관리등에 관한 학식과 경험이 풍부한 자중에서 해양수산부장관이 위촉하는 자가 된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

수 있도록 하였다. 대체습지조성비에는 대체습지의 조성이후 그 기능을 목적한대로 유지할 수 있도록 관리하는 것이 무엇보다도 중요하기 때문에 유지관리비용[41]을 포함하게 하여 사후관리를 철저히 하였다.

이러한 대체습지조성의무화의 이념은 원인자 부담원칙에 근거한 것이다. 특히 공유수면매립지 중 잔여매립지를 대체습지조성을 위한 재원으로 활용하도록 하여 공유수면매립에 따른 경제적 이익을 얻을 수 없도록 하였는바, 이는 공유수면의 매립은 꼭 필요한 경우가 아니면 매립할 수 없도록 하는 제도적 장치라고 하겠다.

개발자가 대체습지를 직접 조성하지 아니할 경우 대체습지조성비를 수산발전기금[42]에 납부토록 하였으며, 납부된 대체습지조성비는 대체습지조성에 필요한 기술 및 연구개발과 대체습지조성 및 관리에 한하여 사용하도록 하였다. 대체습지조성비의 용도와 관련하여 대체습지조성 기술개발 비용부담을 매립자가 하여야 하는가 아니면 국가가하여야 하는가에 대한 문제가 발생할 수 있다. 조성된 대체습지는 국유이고 국가의 책무중 하나가 건전하고 지속가능한 해양환경의 조성이라고 볼 때 국가는 장기적으로 대체습지 조성기술을 개발하여야 하며 개발된 대체습지 조성기술을 해외에 활용하는 방안을 모색하여야 할 것이다.

대체습지 조성기술개발에 대한 의무주체 선정은 별도로 하고 대체습지조성비를 산정하는 일반적인 기준은 대체습지조성을 위한 실질적인 비용이어야 함과 동시에 다른 법률에서 부과하고 있는 부담금의 부과 비용 및 내용과 형평에 맞아야 할 것이다. 개정안에서 대체습지조성비를 부과하는 것은 자연환경보전법에서 부과하고 있는 생태계보전협력금과 비교할 수 있는 바, 생태계보전협력금의 부과 상한액이 최대 5억원으로 제한하고 있어 동 비용으로 대체습지를 조성하는 것은 거의 불가능하기 때문에 새로운 방법의 하나로 제시된 것이다.

41) 대체습지조성 관리비의 경우 대체습지조성이 완료되는 시점 즉 대체습지조성 완료인가(공유수면매립 준공인가) 신청 전에 완납하여야 한다.

42) 현재 해양수산부가 관리하는 회계는 수산발전기금 밖에 없으며, 동 기금의 특성을 고려한다면, 해양환경 보호를 위한 새로운 기금을 만들어 여기에서 관리하도록 하는 장기적인 계획이 필요하다고 보여진다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

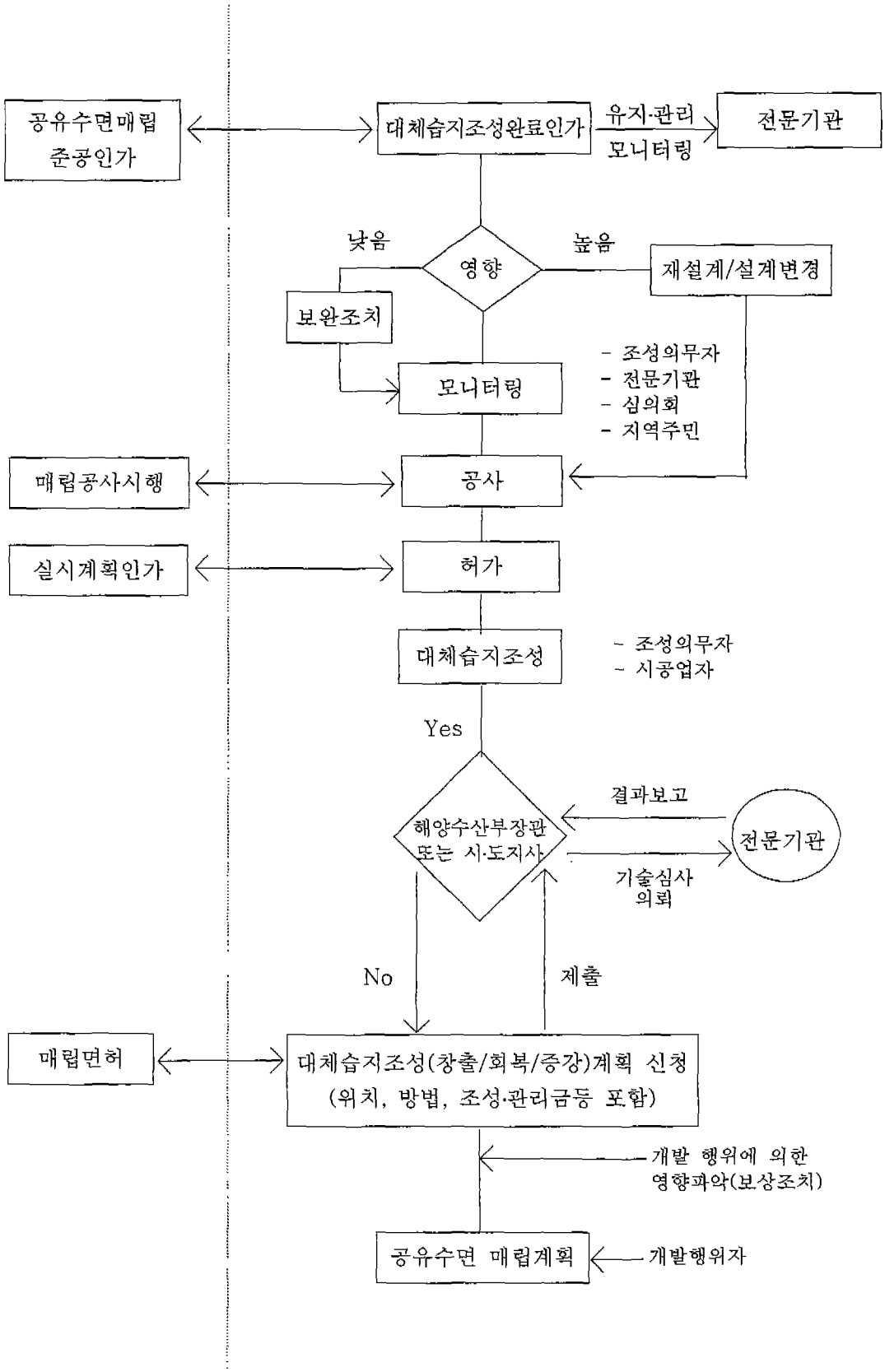


그림 2-12. 대체습지조성절차도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

자연환경보전법은 현재 육지를 대상으로 개정안을 입법예고 하고 있고 해양수산부에서 자연환경보전법상의 내용을 위주로 하여 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(안)을 입법예고 하고 있다. 물론 동 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(안)의 해양생태계보전협력금의 부과가 기존의 자연환경보전법과 동일하다고 하더라도 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(안)이 내년도에 시행될 경우 대체습지조성의무와의 이중의무 부과 문제가 발생한다. 그러나 습지훼손자로 하여금 훼손하는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하여 습지의 순손실 방지를 목적으로 하는 동 사업의 연구목적에 따르면 해양생태계보존협력금과 그 성질이 다르다. 따라서 동 개정안에서는 다른 법률과의 관계에서 현행 자연환경보전법상의 생태계보전협력금의 부과대상에서 공유수면매립에 따른 생태계보전협력금의 적용을 배제하도록 하였다.

동 사업의 최종 목표가 공유수면매립에 따른 대체습지조성 의무화인바, 이를 위해서는 대체습지조성비를 얼마만큼 부과하는 것이 적절한가 하는 것이 가장 중요한 이슈중의 하나이다. 그러나, 현재까지 대체습지를 조성하는데 소요되는 비용을 조성비로 부과하는 방안과 상실되는 습지의 가치를 기준으로 부과하는 방안으로 조성비를 모색하였으나, 이에 대한 명확한 답을 구하기가 어려웠다. 이는 관련기술 개발이 아직 이루어지지 아니하였다는 것과 객관적인 습지의 가치를 도출하기가 어렵다는 점이 이유로 볼 수 있다. 따라서 이러한 대체습지의 조성 및 관리비용의 도출은 향후 관련기술의 개발시점에 객관적인 기준을 도출할 수 있을 것으로 판단되어 향후 과제로 설정하고자 한다.

표 2-24. 대체습지조성비 및 해양생태계보존협력금 비교 분석

	대체습지조성비	해양생태계보존협력금
근거법률	▪ 공유수면매립법	▪ 해양생태계의보전및관리에관한 법률(안)
목적	▪ 공유수면매립에 따른 습지훼손을 대체하기 위하여 대체습지 조성 및 관리	▪ 해양생태계에 지대한 영향을 미치는 해양개발행위를 억제하고, 동 행위에 따른 해양생태계의 지속적인 이용
부과내용	▪ 습지조성 및 복구를 하기 위하여 감소되는 습지를 대체조성하는데 필요한 재원을 마련하고자 당해 습지를 개발하는 자에게 개발하고자 하는 습지에 상당하는 습지의 조성 및 관리에 소요되는 비용 부과	▪ 해양생태계를 체계적으로 보전하고 해양생태자산을 관리·활용하기 위하여 해양생태계에 미치는 영향이 현저하거나 생물다양성의 감소를 초래하는 개발사업을 하는 사업자에 대하여 비용을 부과

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

대상(사업)	▪ 연안습지를 포함한 공유수면을 매립하고자 하는 자	▪ 환경·교통·재해등에관한영향평가법제4조의 규정에 의한 환경영향평가대상사업중 해양환경에 영향을 미치는 사업 ▪ 광업법 제4조의 규정에 의한 광업중 대통령령이 정하는 규모이상의 공유수면내 탐광·채굴 ▪ 기타 해양생태계에 미치는 영향이 현저하거나 해양자산을 이용하는 사업중 대통령령이 정하는 사업
부과주체	▪ 해양수산부장관 및 시/도지사	▪ 해양수산부장관 및 시/도지사
기금용도	▪ 대체습지조성에 필요한 기술 및 연구개발과 대체습지조성 및 관리	▪ 해양생태계 및 생물종의 보전사업 ▪ 제17조의 규정에 의한 서식지외보전기관의 지원 ▪ 제25조의 규정에 의한 해양생물다양성관리계약의 이행 ▪ 제30조의 규정에 의한 해양보호구역관리기본계획의 수립·시행 ▪ 제36조의 규정에 의한 해양생태계 보전을 위한 권리등의 매수 ▪ 제37조의 규정에 의한 해양보호구역등의 권리등의 매수 ▪ 제42조제1항의 규정에 의한 해양보호구역의 주민지원 ▪ 제54조제4항의 규정에 의한 해양생태계 교란 동·식물을 제거하기 위한 기술·제품의 개발, 현적의 연구 등 ▪ 제56조의 규정에 의한 해양생태계보전·이용시설의 설치·운영 ▪ 제59조의 규정에 의한 해양생태계의 복원 ▪ 제61조의 규정에 의한 해양생태관광의 육성 ▪ 제67조의 규정에 의한 권리등의 수용·사용 ▪ 제68조의 규정에 의한 손실보상 ▪ 제72조의 규정에 의한 민간단체의 육성 ▪ 기타 대통령령이 정하는 바에 의하여 해양수산부장관이 정하는 사업

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

세입	▪ 수산발전기금	▪ 수산발전기금

(3) 전문기관의 지정

개정안은 전문기관의 자격으로 대체습지를 관리할 수 있는 기술을 확보한 기관, 관련기술개발이 가능한 기관, 습지조성후 사후 관리기능에 적합한 기관 등을 조건으로 하였다.

전문기관의 지정과 관련하여 가장 문제가 되는 것은 전문기관의 운영에 필요한 운영비의 고려이다. 즉, 전문기관을 새로이 신설할 경우 동 조직을 운영하는데 소요되는 운영비의 규모를 산정하여야 하며, 동 운영비로 지출되는 비용은 대체습지관리에 소요되는 비용의 실질적인 부담요소가 되기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 실질적인 문제를 고려하여 대체습지를 관리할 수 있는 기존 연구기관을 활용하는 것이 현실적인 대안이라고 판단하였다. 이러한 대안으로서 현재 정부출연연구기관을 대상으로 하여 동 연구기관에 대체습지조성센터를 설립하는 방안을 고려하였다. 이와 같이 기존조직을 활용할 경우 대체습지 연구개발 및 조성된 대체습지의 관리를 위해 소요되는 운영비를 최소화할 수 있어 습지의 순손실 방지 및 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지할 수 있는 장점이 있다. 이러한 사례로서 한국해양연구원에서는 심해저센터나 바다목장센터 등을 운영하고 있어, 대체습지의 효율적 관리를 위해 생물학적, 공학적 관련전문가들로 하여금 대체습지 관련 연구 및 기술개발과 조성된 대체습지를 관리하도록 하는 것이 재정운영측면에서 보다 타당하다고 보여 진다.

표 2-25. 대체습지조성의무화시 고려요소

입법고려요소	연구결과
대체습지조성 의무화 대상법률	■ 공유수면매립법 - 4개 법률 (공유수면매립법, 습지보전법, 환경·교통·재해등에관한영향평가법, 신법제정)에 대해 검토한 결과 입법의 용이성과 연안습지의 효율적인 관리를 위한 주무부서인 해양수산부의 기능, 법률의 집행적 성격을 고려하여 공유수면매립법을 개정대상법률로 선정함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

의무화 방향	■ 직접조성 - 공유수면을 매립하고자 하는 자는 매립할 대상지역에 습지가 존재하는 경우 대체습지 조성 및 관리의 의무(사후관리비)를 지도록 함. ■ 대체습지조성비 부과 - 공유수면을 매립하고자 하는 자가 대체습지를 직접조성하지 아니할 경우 대체습지조성비를 납부함으로서 대체습지조성의무를 대체할 수 있도록 함(근거: 부담금관리기본법상의 농지조성비, 대체산림자원조성비, 대체초지조성비 등) ■ 의무주체 - 대체습지조성의무는 습지를 매립하는 주체에게 주체의 성격 및 매립면적에 관계없이 부과함.
적용대상 (습지가 아닌 공유수면의 처리문제)	■ 부과대상 - 조하대 6m에서 지적공부선까지로 습지개념 확대(람사협약 제1.1) ■ 공유수면매립 면허수수료와 대체습지조성비 분리 부과 - 공유수면매립시 습지 이외의 지역에 대해서는 기존면허수수료를 부과하고 습지에 한해서 대체습지조성의무(직접조성 또는 대체습지조성비 납부)를 이행하게 하여 2중 의무부담문제를 해결함.
대체습지조성비의 산정기준	■ 대체습지조성비는 각 사례별로 부과하되 이미 훼손된 습지의 기능 및 가치를 기준으로 하고 대체습지 조성후의 관리를 위한 관리비를 포함함.
대체습지조성 기본계획	■ 동법은 공유수면의 환경친화적 매립과 합리적인 이용을 도모하고 동시에 습지의 손실 방지 및 건전하고 지속가능한 해양환경 유지를 그 목적으로 하고 있는 바, 이를 위한 실질적인 정책으로서 대체습지조성 기본계획을 해양수산부장관이 수립하도록 함. ■ 대체습지조성 기본계획은 기본정책방향, 중·장기계획, 연도별 내용 및 추진계획 등을 포함하여 수립함.
대체습지조성비의 관리회계 및 용처	■ 개발자가 대체습지를 직접조성하지 아니할 경우 대체습지조성비를 수산발전기금에 납부하여야 하며, 납부된 대체습지조성비는 대체습지조성에 필요한 기술 및 연구개발과 대

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	체습지 조성 및 관리에 한하여 사용되도록 함.
전문기관의 자격	■ 전문기관의 자격은 대체습지를 관리할 수 있는 기술을 확보한 기관, 관련 기술개발이 가능한 기관, 습지 조성 후 사후 관리기능에 적합한 기관 등에 한하여 대통령령에 규정함.
타법률에서 공유수면매립 의제조항 처리문제	■ 타 법률에 의해서 공유수면을 매립할 시 개정된 공유수면 매립법의 의무를 지도록 하여(보칙 제40조의2(다른 법률과의 관계)) 습지의 순손실을 방지함.
타법률의 개정요소	■ 자연환경보전법상 제49조(생태계보전협력금) 및 관련규정의 삭제 ■ 부담금관리기본법에 대체습지조성비 관련조항 신설 ■ 대체습지조성사업은 환경·교통·재해등에관한영향평가법 제6조3항 및 시행령 제5조에서 요구하는 대책으로 봄. ■ 어업협정체결에 따른 어업인등의 지원 및 수산업발전특별법에 대체습지조성비 및 잔여매립지의 매각 및 임대 대금의 세입계정을 명문화하고 기금의 용도를 명확히 하기 위한 근거규정을 마련함.

라. 대체습지조성비 부과방안

(1) 부과근거 법률

대체습지조성비를 부과하려할 때 그 근거법률은 부담금관리기본법에 따라야 한다. 즉, 부담금관리기본법의 목적이 "부담금의 설치 관리 및 운용에 관한 기본적인 사항을 규정함으로써 부담금운용의 공정성과 투명성의 확보를 통해 국민의 불편을 최소화하고 기업의 경제활동을 촉진"하기 위한 것이며(제1조), 부담금을 별표의 규정에 의한 부담금으로 한정하고 이 법에 의하지 아니하고는 부담금을 설치할 수 없도록 부담금설치를 제한하고 있기 때문이다(제2조 및 제3조)

부담금관리기본법은 "부담금부과의 근거가 되는 법률에는 부담금의 부과 및 징수

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

주체·설치목적·부과요건·산정기준·산정방법·부과요율 등이 구체적이고 명확하게 규정"하도록 부담금 부과요건을 명시하고 있다(제4조). 특히 부담금부과의 원칙으로 "필요한 최소한의 범위 안에서 공정성 및 투명성 확보와 특별한 사유가 없는 한 동일한 부과대상에 대하여 이중의 부담금 부과금지"(제5조)를 규정하고 있기 때문에 개정안에서는 자연환경보전법에서 규정하고 있는 "공유수면관리법 제2조의 규정에 의한 바다와 바닷가를 대상으로 하는 사업에서 조성된 생태계보전협력금"을 삭제하도록 하였다.

한편, 부담금관리기본법은 중앙행정기관의 장이 부담금을 신설하고자 하는 경우에는 해당 법률안을 입법예고하기 전에 기획예산처장관의 심사를 받도록 부담금 신설에 관한 심사조항(제6조)과, 중앙행정기관의 장은 매년 부담금의 부과실적 및 사용내역 등이 포함된 부담금운용보고서를 작성하여 기획예산처장관에게 제출하고, 기획예산처장관은 제출받은 부담금운용보고서를 기초로 부담금운용종합보고서를 작성하여 국회에 제출하도록 부담금운용종합보고서의 국회제출조항(제7조), 기획예산처장관은 부담금운용의 적정을 기하기 위하여 각 부담금의 부과목적, 부과실태 및 사용내역의 건전성 등을 지속적으로 점검·평가하도록 하는 부담금운용의 평가조항(제8조)을 두고 있다. 이러한 부담금관리기본법상 부담금의 신설과 운용과 관련한 절차는 다음과 같다.

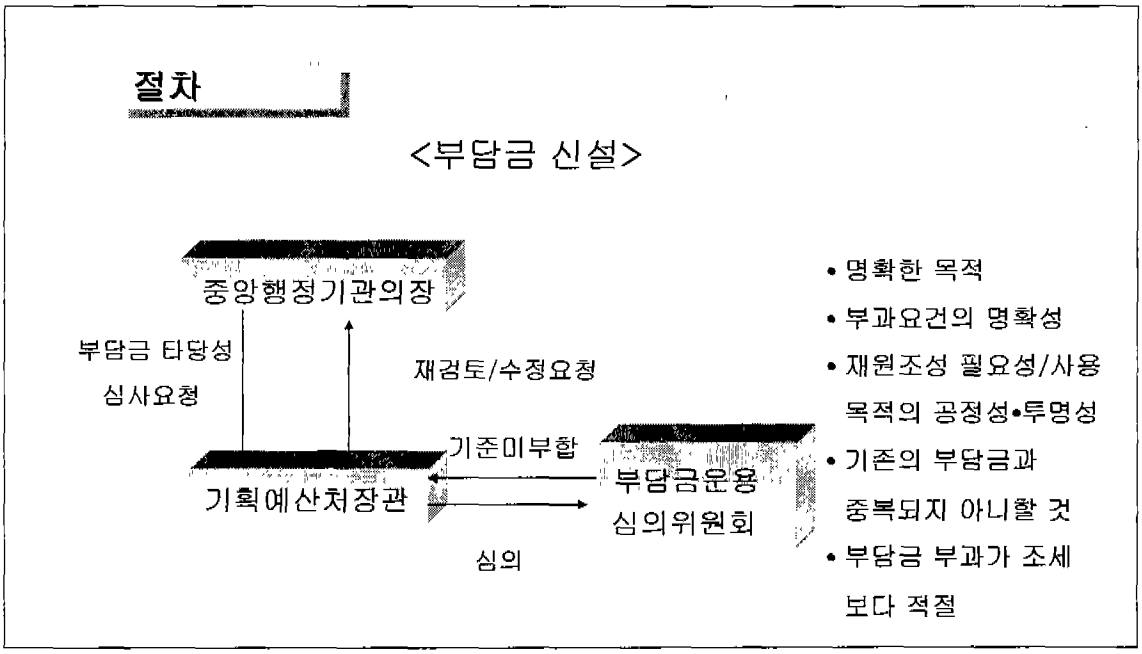


그림 2-13. 부담금 신설절차

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

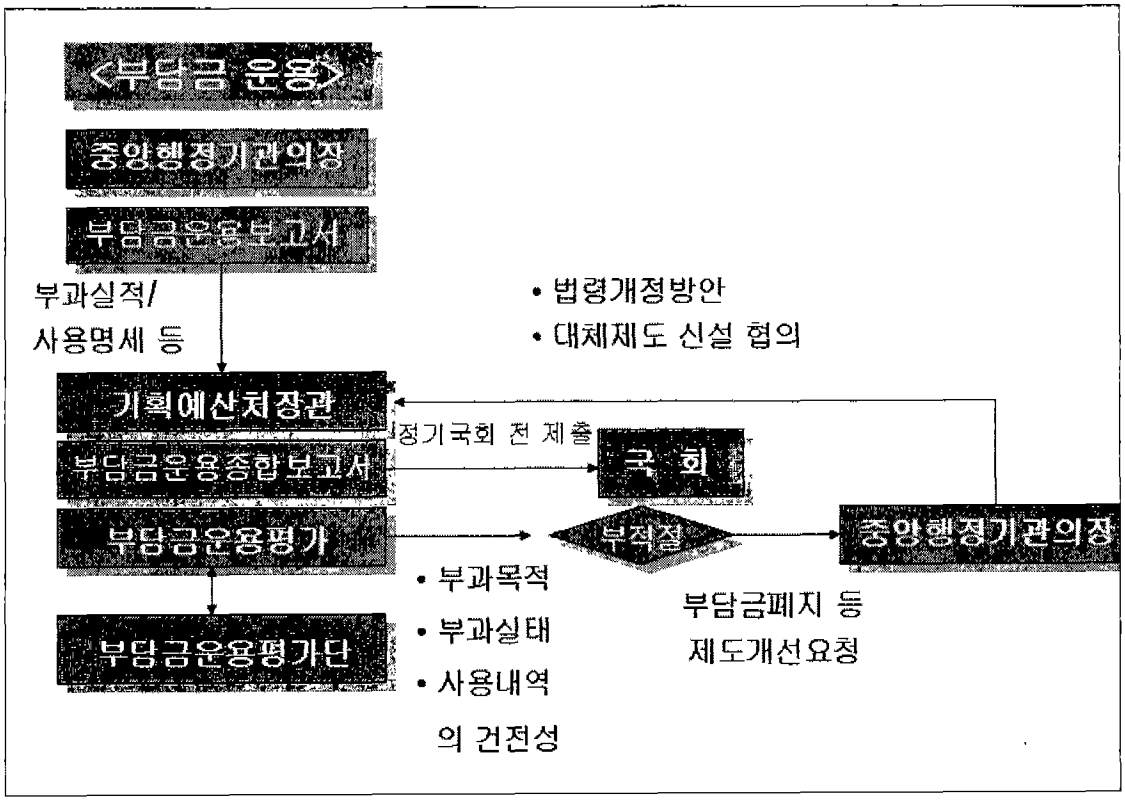


그림 2-14. 부담금 운용절차

(2) 부담금의 종류 및 유사사례

(가) 부담금의 종류

부담금기본법 제3조에 따라 부과되는 부담금에는 농지조성비 등 100가지의 부담금이 설치되어 운용되고 있으며, 이를 소관부처별로 부과되는 부담금 현황을 살펴보면 표 2-26와 같다.

표 2-26. 소관부처별 부담금 부과현황

부처	법률	부담금
재정경제부 (8개)	한국주택금융공사법	주택신용보증기금출연금
	농림수산업자신용보증법	농림수산업자신용보증기금출연금
	담배사업법	연초경작지원등의 사업을 위한 출연금
	신기술사업금융지원에관한법률	기술사업보증기금출연금

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	신용보증기금법	신용보증기금출연금
	화재로인한재해보상과보험가입에관한법률	한국화재보험협회출연금
	공적자금상환기금법	출연금
	예금자보호법	예금보험기금채권상환특별기여금
교육부 (1개)	학교용지확보에관한특례법	학교용지부담금
외교부 (1개)	한국국제교류재단법	국제교류기여금
행정자치부 (3개)	농어촌도로정비법	농어촌도로 손괴자부담금
	소하천정비법	소하천소요공사비예치금
	지방자치법	지방자치단체 공공시설수익자분담금
과학기술부 (2개)	원자력법	원자력연구개발사업비용부담금
	원자력법 원자력관계사업자의 비용부담에 관한규정	원자력관계사업자 등의 비용부담금
문화관광부 (6개)	관광진흥개발기금법	국외여행자납부금
	관광진흥법	카지노사업자납부금
	관광진흥법 경주보문관광단지입주계약규정 단지공동관리비분담금징수규정 관광단지이용자분담금징수규정	관광지 등 지원시설 이용자 분담금
	관광진흥법	관광지 등 지원시설 원인자 부담금
	국민체육진흥법	회원제골프장 시설입장료에 대한 부가금
	방송법	방송발전기금징수금
농림부 (9개)	농지법	농지복구비용예치금
	농지법 농지조성비농지별단위당금액조정고시	농지조성비
	농산물유통및가격안정에관한법률	농산물수입이익금

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	농산물유통및가격안정에관한법률 각 도 도매시장 조례 또는 업무규정	쓰레기유발부담금
	양곡관리법	농산물수입이익금
	인삼산업법	농수산물가격안정기금납입금
	초지법 초지조성비용기준및대체초지조성납입기준액고시	대체초지조성비
	축산법 축산발전기금운영규정	축산물수입이익금
	자유무역협정체결에따른농어업인등의지원에관한특별법	총량초과부담금
산업자원부 (7개)	고압가스안전관리법 안전관리부담금의부과·징수등에관한고시	안전관리부담금
	광업법	광물수입·판매부담금
	농어촌전화촉진법 전기수용자일시부담금의금액고시	전기 수용자 부담금
	석유사업법 석유의수입·매부과금의징수,징수유예및환급에관한고시	석유의 수입·판매부과금
	오존층보호를위한특정물질의제조규제등에관한법률	특정물질(특정물질 포함제품을 포함한다) 제조업자·수입업자로부터 징수하는 수입금
	전기사업법	전력산업기반기금부담금
	집단에너지사업법 열공급규정	집단에너지 공급시설 건설비용부담금
정보통신부 (2개)	전기통신사업법 전파법 기간통신사업자허가신청요령및심사기준고시	기간통신사업자의 허가시 조건에 따른 연구·개발출연금
	전기통신사업법 별정통신사업등록업무처리지침	별정통신사업 등록시 조건에 따른 연구·개발출연금
보건복지부 (2개)	국민건강증진법 담배사업법	국민건강증진부담금
	약사업	의약품부작용피해구제사업부담금

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

환경부 (23개)	대기환경보전법 배출부과금사무처리규정	배출부과금
	먹는물관리법	수질개선부담금
	수도법 서울특별시수도시설이설등원인자및손괴자부담금징수조례	원인자부담금
	수질환경보전법	배출부과금
	오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 배출부과금가격변동지수고시	배출부과금
	자연공원법 원상회복소요비용예치기준고시	원상회복예치금
	자연환경보전법	생태계보전협력금
	자원의절약과재활용촉진에관한법률	폐기물부담금
	자원의절약과재활용촉진관관한법률	재활용부과금
	하수도법	손괴자부담금
	하수도법 표준하수도사용조례기준 서울특별시하수도사용조례	원인자부담금
	폐기물관리법 방치폐기물처리이행보증금산출을위한폐기물의종류별처리단가고시	폐기물처리이행보증금
	한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률 물이용부담금부과율고시	물이용부담금
	환경개선비용부담법 환경개선부담금부과·징수업무처리규정 2002년도 환경개선부담금부과금산정지수고시	환경개선부담금
	환경개선비용부담법 폐수종말처리시설비용부담규정공고	환경오염방지사업비부담금
	환경·교통·재해등에관한영향평가법 환경영향조사등에관한규칙 협의기준초과부담금사무처리규정	협의기준초과부담금
	금강수계물관리및주민지원등에관한버률	총량초과부과금

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	금강수계물관리및주민지원등에관한법률 금강수계물이용부담금부과율고시	물이용부담금
	낙동강수계물관리및주민지원등에관한법률	총량초과부과금
	낙동강수계물관리및주민지원등에관한법률 낙동강수계물이용부담금부과율고시	물이용부담금
	영산강·섬진강수계물관리및주민지원등에관한법률	총량초과부과금
	영산강·섬진강수계물관리및주민지원등에관한법률 영산강·섬진강수계물이용부담금부과율고시	물이용부담금
	수도권대기환경개선에관한특별법	총량초과부담금
노동부 (2개)	임금채권보장법 2002년도임금채권보장부담금비율및경감기준고시	사업주부담금
	장애인고용촉진및직업재활법 2002년도장애인고용부담기초액고시	장애인고용부담금
건설교통부 (23개)	개발제한구역의지정및관리에관한특별조치법	개발제한구역훼손부담금
	골재채취법	복구예치금
	개발이익환수에관한법률	개발부담금
	대도시권광역교통관리에관한특별법 광역교통시설부담금부과를위한표준개발비고시	광역교통시설부담금
	댐건설및주변지역지원등에관한법률	수익자부담금
	도로법	원인자부담금
	도로법	부대공사비용부담금
	도로법	손괴자부담금
	도시개발법	공공시설관리자의 비용부담금
	도시개발법	도시개발구역밖의 도시개발시설 및 추가설치 비용부담금

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	도시공원법	원인자부담금
	도시교통정비촉진법	혼잡통행료
	도시교통정비촉진법	교통유발부담금
	산업입지및개발에관한법률	시설부담금
	산업입지및개발에관한법률	원인자부담금
	산업입지및개발에관한법률	이용자부담금
	수도권정비계획법	과밀부담금
	유통단지개발촉진법	시설부담금
	유통단지개발촉진법	원인자부담금
	유통단지개발촉진법	이용자부담금
	자동차손해배상보장법 자동차손해배상보장사업업무처리규정	손해배상보장사업분담금
	항공법 공항시설관리규칙	소음부담금
	국토의계획및이용에관한법률	기반시설부담금
해양수산부 (5개)	기르는어업육성법 수산업법	수산자원조성금
	어장관리법	어장정화정비실시부담금
	해양오염방지법	해양환경개선부담금
	해양오염방지법	분담금
	항만법	항만시설손괴자부담금
산림청 (6개)	산지관리법	대체산림자원조성비 및 분할납부이행보증금

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	산림법	임산물수입이익금
	산지관리법	산림복구비용예치금
	산지관리법	산지복구하자보수보증금
	사방사업법	수익자부담금
	사방사업법	원인자부담금

(나) 농지조성비

농지조성비는 농지전용허가를 받아 농지를 전용하는 자에게 전용으로 인하여 감소되는 농지를 대체 조성하는데 소요되는 비용을 마련하도록 하고 있다. 농지조성비의 부과 근거는 1981년 3월 7일 법률 제3381호로 개정(시행일 '81.4.1)된 농지보전법 제4조 제4항이며, 부과기준은 다음과 같다.

표 2-27. 농지조성비 부과기준

◦ 부과금액 : 부과대상농지의 면적(㎡)×지목별 농지조성비 고시단가(원/㎡)×감면율 적용(해당되는 경우) ※ 농지조성비의 단위당 금액은 농림부장관이 농지별로 결정·고시(농지법 제40조제6항) ◦ 농지조성비 고시단가 적용시 지목구분(훈령 제25조) - 사실상 농지는 주재배작목에 따라 전 또는 답으로 구분하고 - 과수원은 전, 농업기반시설의 부지는 답을 기준으로 조성비 산출

(다) 대체산림조성비

대체산림조성비는 산지전용허가를 받아 산지를 전용하는 자에게 산지전용에 따른 대체산림자원조성에 드는 비용을 마련하도록 하고 있다. 대체산림조성비는 산지관

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

리법 제19조 제6항 및 동법시행령 제24조 제4항, 산림청 고시 제2004-11호이며, 부과기준은 산지전용허가 또는 산지전용신고의 유형에 면적을 기준으로 부과하고 있다.

표 2-28. 대체산림조성비 부과기준

[산지관리법 제19조제6항]

대체산림자원조성비의 단위면적당 금액은 조림비(잣나무를 기준)와 식재후 10년까지의 육림비를 합한 금액과 산림이 가지는 수원함양(水源涵養)·대기정화·토사유출방지 등의 공익적 가치평가액을 감안하여 산림청장이 매년 결정·고시.

- 산지전용제한지역 : 단위면적당 금액에 100분의 100을 가산한 금액
- 산지전용제한지역을 제외한 보전산지 : 단위면적당 금액에 100분의 30을 가산한 금액
- 준보전산지 : 단위면적당 금액

(라) 대체초지조성비

대체초지조성비는 초지를 전용하는 자에게 전용으로 감소되는 초지를 대체조성하는데 소요되는 비용을 마련하도록 하는 것으로서 축산발전기금으로 편입되었다. 대체초지조성비는 초지법 제23조 제3항, 동법 시행령 제16조의 3을 근거로 하고 있으며, 부과기준은 다음과 같다.

표 2-29. 대체초지조성비 부과기준

◦ 초지조성비용 기준(1만m^2당 초지조성비용)
- 경운초지 : 3,838천원
- 불경운초지 : 3,011천원
- 임간초지 : 2,403천원

◦ 대체초지조성비 납입기준액(1만m^2당 기준) : 7,570천원

구 분	대체초지조성비	비 고
초지조성비	3,838천원	
초지관리비	3,732천원	
계	7,570천원	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(3) 대체습지조성비 설립시 고려요소 검토

대체습지조성비를 설치하려할 경우 이 비용은 부담금관리기본법에 따라야 하는 바, 대체습지조성비를 부과할 때 부과목적으로 상정할 수 있는 것은 "습지조성 및 복구를 하기 위하여 감소되는 습지를 대체조성하는데 필요한 재원을 마련하고자 당해 습지를 개발하는 자에게 개발하고자 하는 습지에 상당하는 습지의 조성에 소요되는 비용을 납부"하도록 하는 것이다.

대체습지조성비의 부과 산정방안은 다음과 같다.

표 2-30. 대체습지조성비 부과기준(안)

◦ 부과금액 : 부과대상습지의 면적(㎡)×기능(function)별 습지조성비 고시단가(원/㎡)×감면율 적용(해당되는 경우) ◦ 습지조성비의 단위당 금액은 해양수산부장관이 습지별로 고시 - 습지조성비 고시단가 적용시 function 구분 ◦ 대체습지조성후 관리비

대체습지조성비의 부과결정권자는 해양수산부장관 및 시·도지사로 하며, 납입절차로 고려할만한 사항은 공유수면매립준공인가 신청시까지 대체습지조성비를 완납하도록 하여야 한다는 것이다. 대체습지조성비의 부과금액, 감면비율, 기타 대체습지조성비의 징수에 따른 필요한 구체적인 사항은 유사사례를 참고로 하여 대통령령에서 정하도록 하여야 할 것이다.

그리고 대체습지조성비를 부과할 경우 부담금관리 기본법 제3조(부담금설치의 제한)에 따라 부담금은 별표에 규정된 법률의 규정에 의하지 아니하고는 이를 설치할 수 없도록 하고 있기 때문에 별표에 "112. 공유수면매립법 제14조의5 규정에 의한 대체습지조성비"을 새로이 신설하여야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

3. 공유수면매립법 개정안의 조문별 입법취지

공유수면매립법 개정안	개정 사유
제1장 총칙	
제1조 (목적) 이 법은 공유수면을 환경친화적으로 매립하여 합리적으로 이용함과 동시에 습지의 순손실 방지 및 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지함으로써 공익증진과 국민경제의 발전에 이바지함을 그 목적으로 한다.	(부분수정) - 기존 법률은 공유수면매립으로 인한 이익증진 및 경제발전에 그 목적을 두었으나, 연안습지의 보호 및 건전하고 지속가능한 해양환경 유지를 위한 전반적인 조치를 포괄할 수 있도록 입법의 목적을 확대 규정함.
제2조 (정의) 4. "대체습지"라 함은 건전하고 지속가능한 연안 해양환경 유지를 위해 습지개발예정지역 인근 또는 다른 지역에 당해 개발습지의 크기 또는 기능에 상응하여 조성된 습지를 말한다. 5. "해안습지"라 함은 습지보전법 제2조 3호상의 연안습지와 염습지의 상부지역, 사구지역과 함께 저조선을 기준으로 수심 6m까지의 공간을 말한다. 6. "대체습지조성비"라 함은 대체습지를 조성하고 관리하는데 소요되는 비용을 말한다.	(부분수정) - 개정법안 전체에 적용되는 기본적인 개념으로서 이에 대한 정의를 확실히 하고자 함.
제3장의2(대체습지조성 및 관리)	**(신설)**
제14조의2 (공유수면매립자의 책무) ① 공유수면을 매립하고자 하는 자는 건전하고 지속가능한 해양환경을 보전하기 위해 습지훼손방지대책을 강구하여야 한다. ② 전항의 습지훼손방지대책은 환경·교통·재해등에관한영향평가법 제5조와 제6조, 영 제4조와 제5조에 따른 대책으로서 공유수면의 매립 전에 훼손대상 습지의 훼손을 회피하거나 최소화하는 모든 조치를 말한다. ③ 공유수면을 매립하고자 하는 자는 제1항에 의한 습지훼손방지대책을 취했음에도 불	(신설) - 공유수면을 매립하고자 하는 자는 건전하고 지속가능한 해양환경보전을 위해 공유수면 매립에 앞서 습지의 훼손을 회피하거나 최소화는 조치를 취한 다음 그럼에도 불구하고 습지의 매립을 회피할 수 없을 경우 훼손되는 습지의 기능과 가치에 상응하는 보상조치를 취하도록 의무화함으로써 공유수면매립 억제력과 함께 습지의 순손실 방지를 도모하고자 함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

구하고 습지의 매립을 회피할 수 없을 경우 해양수산부장관이 고시하는 조성 및 관리지침에 따라 훼손되는 습지의 기능과 가치에 상응하는 대체습지를 조성하고 관리할 의무를 진다(이하 '대체습지 조성 의무 등'이라 한다.).	
제14조의3(적용범위) 제14조의2 제3항의 대체습지 조성 의무 등은 공유수면매립이 해안습지 중 저조선을 기준으로 수심 6m내에서부터 지적공부선까지 이루어지는 사업에 적용한다.	(신설) - 대체습지조성의무는 현행 습지보전법상의 연안습지만을 대상으로 하는 것이 아니라 연안습지의 기능을 유지하기 위해 필요한 완충지역으로서 저조선을 기준으로 수심 6m까지의 지역을 포함함으로서 실질적인 습지의 순손실 방지를 도모함. - 공유수면매립법 제3조2항2호 및 사유재산권 보호원칙에 따라 개인소유의 수면 매립은 제외함.
제14조의4(대체습지조성 기본계획) ① 해양수산부장관은 대통령령이 정하는 바에 따라 공유수면 매립에 따른 습지의 순손실을 방지하기 위하여 대체습지조성 기본계획을 수립하여야 한다. ② 대체습지조성 기본계획은 심의회의 심의를 거쳐 10년 단위로 수립하되 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 1. 대체습지조성에 관한 기본정책방향 2. 대체습지조성의 중·장기 계획 3. 대체습지조성의 연도별 내용 및 추진계획 4. 기타 해양수산부장관이 필요하다고 인정하는 사항 ③ 해양수산부장관은 제1항의 규정에 의하여 대체습지조성 기본계획을 수립하고자 하는 때에는 미리 관계중앙행정기관의 장과 협의하고 관계 시·도지사의 의견을 들어야 한다. 제14조의5(대체습지조성 기본계획의 고시 등) ① 해양수산부장관은 제14조의4에 따라 대체습지조성 기본계획을 수립한 때에는 지체 없이 이를 관보에 고시하고, 관계중앙행정기관의 장 및 시·도지사에게 통보하여야 한다.	(신설) - 공유수면 매립에 따른 습지의 순손실 방지를 위해 해양수산부장관으로 하여금 10년 단위의 대체습지조성 기본계획을 작성하도록 하여 건전하고 지속가능한 개발이 유지될 수 있는 해양환경을 확보할 수 있는 기반을 마련하고자 함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

② 제1항의 규정에 의한 통보를 받은 시·도지사는 지체 없이 시장·군수·구청장으로 하여금 관할구역에 대한 대체습지조성계획을 일반인이 열람할 수 있도록 하여야 한다. ③ 제1항 및 제2항의 규정에 의한 고시·통보 및 열람에 관한 필요한 사항은 해양수산부령으로 정한다. 제14조의6(대체습지조성 기본계획의 변경 등) ① 해양수산부장관은 필요하다고 인정하는 경우 대체습지조성기본계획을 변경 또는 폐지 할 수 있다. ② 제14조의4 제1항 및 제3항의 규정은 제1항의 규정에 의한 대체습지조성 기본계획의 변경에 관하여 이를 준용한다. 다만, 대통령령이 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 제14조의5 제1항의 규정에 한하여 이를 준용한다.	
제14조7(대체습지조성 실시계획) ① 제14조의2 규정에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지를 조성하고자 하는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 대체습지조성 실시계획을 공유수면매립면허 신청서에 첨부하여 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 제출하여야 한다. ② 전항에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지조성 실시계획을 수립 또는 변경하고자 하는 경우, 해양수산부장관 또는 시·도지사는 실시계획서의 적정성을 평가하기 위하여 전문기관에게 기술적 심사를 의뢰할 수 있다. ③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지조성 실시계획을 승인한 때에는 지체없이 이를 관보에 고시하여야 한다.	(신설) - 공유수면매립면허신청시 대체습지조성 실시계획을 작성하도록 하여 대체습지조성 의무화를 매립면허와 연계시켜 그 실효성을 확보토록 함. - 면허권자는 동 실시계획의 실현가능성과 적합성을 전문기관에 의뢰할 수 있도록 하여 기술적 문제를 해결토록 함. - 실시계획에는 대체습지조성방법 등을 기술토록 하여 대체습지조성이 해양환경에 역영향을 미치지 않도록 하는 구체적 내용을 기술하는 등 해양환경영향평가를 가름할 수 있는 실질적인 조치임.
제14조의8(대체습지 전문기관) ① 해양수산부장관은 대체습지의 관리를 위해 전문기관을 지정할 수 있으며, 전문기관의 자격 및 역할은 대통령령으로 정한다. ② 해양수산부 장관은 전문기관으로 하여금 우리나라 연안환경에 적합한 대체습지를 조성할 수 있는 기술을 개발하도록 지원하여	(신설) - 대체습지조성의무의 최종 목표인 대체습지의 성공적인 조성을 위해 조성중 모니터링 및 조성후 관리할 수 있는 전담기관이 필요함. - 동 기관으로 하여금 지속적인 연구개발로 대체습지조성을 위한 기술을 확보토록

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

야 한다.	함.
제14조의9(대체습지조성 의무 등의 이행) ① 제14조의2 제3항의 규정에 의해 대체습지 조성 의무 등을 지는 자는 대체습지를 직접 조성하거나 대체습지조성비를 납부함으로써 그 의무를 이행한 것으로 본다. ② 해양수산부장관 또는 시·도지사는 제14조의11 규정에 의해 수납한 대체습지조성비를 활용하여 제14조의4 제2항의 규정에 따라 대체습지를 조성하고 그 기능을 유지하도록 관리하여야 한다. ③ 대체습지의 조성은 습지의 창출을 원칙으로 하며, 대통령령에 정하는 기준에 따라 이미 훼손된 습지를 복원, 증강할 수 있다.	(신설) - 대체습지조성 의무자는 대체습지를 직접 조성하여 의무를 이행하거나 또는 대체습지 조성비를 납부함으로써 그 의무를 완료함. - 대체습지조성 의무자가 대체습지조성비를 납부하겠다고 할 경우 동 조성비의 수납자인 해양수산부장관 또는 시·도지사는 상실되는 대체습지에 상응하는 습지를 대체습지 기본계획에 따라 조성하고 관리하도록 하여 대체습지조성의무이행방법을 구체적으로 적시함. - 습지의 창출에 대비한 대체습지 조성의 유형에 따른 비율을 적시함으로써 습지의 순손실 방지 및 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지토록 함.
제14조의10(대체습지조성비) ① 대체습지조성 의무 등을 지는 자는 대통령령이 정하는 산정기준에 따라 대체습지조성비를 납부하여야 한다. 단, 직접조성시에는 제14조의15 제1항 규정의 이행을 위한 대체습지 관리비만을 납부한다. ② 전항에 규정에 의해 수납한 대체습지조성비는 어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 제22조의 규정에 의한 수산발전기금의 세입으로 한다. ③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 제1항의 규정에 의하여 수납한 금액을 대체습지의 조성 및 관리와 관련기술개발에 사용하여야 한다.	(신설) - 대체습지조성의무에는 조성뿐만 아니라 일정기간동안 관리의무(관리비 납부)도 포함하도록 하여 대체습지 조성이후 동 습지의 기능이 충족되도록 함. - 대체습지조성의무자가 직접조성하지 아니하고 대체습지조성비를 납부하고자 할 경우 동 조성비의 세입계정과 용처에 대해 규정함으로써 대체습지조성비의 관련사항을 규정함.
제14조의11(대체습지의 조성 진척도 관리) ① 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지 조성의무자가 대체습지 조성공사를 시행한 이후 해양수산부장관이 고시하는 대체습지조성 및 관리지침에 따라 그 영향을 평가하여 대체습지조성 완료인가에 반영하여야 한다. ② 해양수산부장관 또는 시·도지사는 전항에 의한 영향을 평가하기 위하여 대체습지조	(신설) - 대체습지조성을 위해 공사 이후 대체습지조성 완료인가 전까지 그 영향을 평가하여 영향을 낮을 경우 보완조치를 하도록 하고, 영향이 높을 경우 재설계나 설계변경을 통해 다시 공사하도록 함으로써 성공적인 대체습지조성을 위한 기반을 마련함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

성의무자, 심의회, 전문기관, 지역주민을 참여시켜 주기적으로 점검하게 하여야 한다. ③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 전항의 규정에 의한 점검을 한 결과 시정조치가 필요하다고 인정하는 경우에는 당해 대체습지 조성의무자에게 이를 시정할 것을 지시하고, 동 의무자는 그 조치계획 및 조치결과를 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 보고하여야 한다. ④ 제2항의 규정에 의한 점검의 방법·기타 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.	
제14조의12(대체습지조성 완료인가) 제14조의9 규정에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지 조성공사를 완료한 때에는 대통령령이 정하는 방법에 따라 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 대체습지조성 완료인가를 신청하여야 한다.	(신설) -대체습지조성시 완료인가를 받도록 함으로써 실시계획에서 상정한 목표를 효율적이고 적합하게 달성하도록 함.
제14조의 13(대체습지의 소유권 귀속) 제14조의12 규정에 의해 조성된 대체습지는 국가의 소유로 한다.	(신설) - 조성된 대체습지를 국가소유로 하여 그 소유권을 명확히 함.
제14조의 14(대체습지의 관리 등) ① 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지조성 완료인가 후 대체습지의 효율적이고 지속가능한 유지관리를 위하여 대통령령에서 정하는 일정한 기능이 달성될 때까지 전문기관으로 하여금 관리토록하고, 일정한 기능이 달성된 이후에는 해당 지방자치단체로 하여금 관리하게 할 수 있다. ② 해양수산부장관 또는 시·도지사는 전항에 의한 관리비용으로 제14조의10 규정에 따른 대체습지조성비를 활용할 수 있다. ③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 제1항에 의한 대체습지의 효율적인 관리를 위해 대통령령이 정하는 기준에 따라 대체습지관리계획을 수립·시행하여야 한다.	(신설) - 조성된 대체습지를 효율적이고 지속가능한 유지관리를 위해 일정기간 동안에는 전문기관으로 하여금 관리하고 그 이후에는 해당 지방자치단체로 하여금 관리하도록 하여 관리의 효율성을 도모함. - 국가는 지방자치단체에 관리를 위탁할 경우 관리비용을 지원하여야 하며, 지방자치단체는 위탁받은 대체습지의 관리계획을 수립 시행하여 실질적인 관리가 되도록 함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제4장 매립공사의 시행·보상·소유권취득등	
제15조 (실시계획등의 인가) ① 현행①항 ② 제1항 전단의 경우 매립면허를 받은 자는 대체습지조성비의 --%를 납부하지 않았을 때에는 실시계획의 인가를 신청할 수 없다. ③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 개발사업자가 대체습지를 조성하고자 할 경우, 실시계획인가시 대체습지조성 허가를 하여야 한다. ④ 현행③항	(부분수정) - 공유수면매립의 경우 실시계획인가와 대체습지조성 허가, 매립공사시행과 대체습지 공사를 연계시킴으로서 대체습지조성의 효율화를 기하도록 함.
제23조 (권리·의무의 승계) ①-③현행 ④ ①항과 ②항에 따른 권리·의무의 승계자는 대체습지조성의무도 승계한다.	(부분수정) - 기존 매립관련 권리의무의 승계시와 마찬가지로 대체습지조성관련 의무도 승계함.
제25조 (준공인가) ①현행 ② 제1항 전단의 경우 매립면허를 받은 자는 대체습지조성을 완료하지 않았거나 대체습지조성비를 완납하지 않았을 때에는 준공인가를 신청할 수 없다.	(부분수정) - 공유수면매립 준공인가는 대체습지조성 완료인가 또는 대체습지조성비를 완납할 경우에 한하여 신청하도록 하여 대체습지조성 의무를 완료토록 함.
제27조의2 (잔여매립지의 활용) ①국가는 제27조의 규정에 의한 잔여매립지를 매각하거나 임대한 경우 그 대금은 어업협정체결에 따른 어업인등의지원 및 수산업발전특별법 제22조의 규정에 의한 수산발전기금의 세입으로 한다. ② 해양수산부장관은 제1항에 의한 기금을 대체습지조성을 위한 재원으로 활용하여야 한다.	(신설) - 잔여매립의 경우 과거 국가가 공유수면을 매립하는 절대적인 유인으로 작용하였는바, 해양환경에 대한 국민적 인식의 변화와 함께 원인자 부담원칙에 따라 공유수면을 매립하여 생긴 이익을 공유수면(해양환경)의 건전한 관리를 위해 사용하도록 하여야 함. - 대체습지조성비 및 잔여매립지의 매각 및 임대 대금의 세입개정을 명문화하고 기금의 용도를 명확히 하기 위한 근거규정을 마련함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

보착	
제40조의2 (다른법률과의 관계) ① 자연환경보전법 제49조에 의한 생태계보전협력금의 부과대상중 공유수면매립에 따른 생태계보전협력금은 본 법 제14조의5에 의한 대체습지조성비로 대체한다. ② 대체습지조성사업은 환경·교통·재해등에 관한 영향평가법 제6조3항 및 시행령 제5조에서 요구하는 대책으로 본다. ③ 어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 중 다음과 같이 개정한다. 제23조 제1항 제7의2호를 다음과 같이 신설한다. 제7의2호 공유수면매립법 제14조의11 규정에 의한 대체습지조성비 및 제27조의2조에 따른 잔여매립지의 매각 및 임대 대금 제25조제1항 제5의2호를 다음과 같이 신설한다. 5의2 대체습지조성사업 및 연구개발 ④ 부담금관리기본법 중 별표를 다음과 같이 개정한다. 별표 이 법에 의하여 설치하는 부담금(제3조관련) 112. 공유수면매립법 제14조의11 규정에 의한 대체습지조성비 ⑤ 별표로 정한 법령에 따라 공유수면을 매립하는 경우 동법의 대체습지 조성 관련조항의 의무를 진다.	(신설) - 공유수면을 매립할 경우 자연환경보전법상 생태계보전협력금을 부과 하도록 하고 있어 대체습지조성비와 2중부과문제가 발생되므로 생태계보전협력금은 발전적으로 해체함. - 대체습지조성사업은 환경교통재해등에 관한 영향평가법이 대상으로 하는 매립사업이 아니라 동 법에서 요구하는 환경피해에 대한 대책임을 명시함으로서 별도의 환경영향평가를 받지 않도록 함. - 대체습지조성비 및 잔여매립지의 매각 및 임대대금의 세입계정을 명시하고 기금의 용도를 명확히 하기 위한 근거규정을 마련함. - 대체습지조성비를 부과할 경우 부담금관리 기본법 제3조(부담금설치의 제한)에 따라 부담금은 별표에 규정된 법률의 규정에 의하지 아니하고는 이를 설치할 수 없도록 하고 있기 때문에 별표에 근거규정을 마련함. - 다른법령에 근거하여 공유수면매립을 하는 경우에도 개정 대체습지조성관련의무를 부담하게 하여 공유수면을 매립하는 모든 사업에 대해 대체습지조성의무화를 추구함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

4. 공유수면매립법 개정안

가. (기존)공유수면매립법 중 개정 또는 신설된 조항

(기존)공유수면매립법 조문 제목	개정 또는 신설
제1장 총칙	
제1조(목적)	제1조(목적) - 부분수정
제2조(정의)	제2조(정의) - 부분수정
제3조(적용배제등)	
제2장 공유수면매립기본계획	
제4조(매립기본계획의 수립)	
제5조(매립기본계획에의 반영요청등)	
제6조(매립기본계획의 내용)	
제7조(매립기본계획의 고시등)	
제8조(매립기본계획의 변경등)	
제3장	
제9조(면허)	
제10조(면허의 부관)	
제11조(면허의 기준)	
제12조(권리를 가진 자의 범위)	
제13조(면허의 고시)	
제14조(면허수수료)	
	제3장의2 대체습지조성 및 관리(신설)
	제14조의2(공유수면매립자의 책무) 제14조의3(적용범위)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	]제14조의4(대체습지조성 기본계획) 제14조의5(대체습지조성 기본계획의 고시 등) 제14조의6(대체습지조성 기본계획의 변경 등) 제14조의7(대체습지조성 실시계획) 제14조의8(대체습지 전문기관) 제14조의9(대체습지조성 의무등의 이행) 제14조의10(대체습지조성비) 제14조의11(대체습지의 조성 진척도 관리) 제14조의12(대체습지조성 완료인가) 제14조의13(대체습지의 소유권 귀속) 제14조의14(대체습지의 관리 등)
제4장 매립공사의 시행·보상·소유권취득등	
제15조(실시계획의 인가)	제15조(실시계획등의 인가) - 부분수정(①, ③, ④)
제16조(다른법률과의 관계)	
제17조(매립공사의 시행)	
제18조(토지등에의 출입등)	
제19조(불용 국·공유지의 양여등)	
제20조(손실방지와 보상)	
제21조(손실보상의 예외)	
제22조(토지등에의 출입등에 대한 보상)	
제23조(권리·의무의 승계)	제23조(권리·의무의 승계) -부분수정(④)
제24조(매립지의 사용)	
제25조(준공인가)	제25조(준공인가) - 부분수정(②)
제26조(매립지의 소유권취득등)	
제27조(잔여매립지의 매수청구등)	
	제27조의2(잔여매립지의 활용) - 신설

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제28조(매립목적변경의 제한)	
제29조(매립목적변경제한의 예외)	
제30조(재평가매립지의 소유권취득)	
제31조(매립지사용의 확인)	
제5장 감독	
제32조(면허의 취소등)	
제33조(공익처분등에 있어서 손실의 보상)	
제34조(면허의 효력상실)	
제35조(원상회복)	
제6장 보칙	
제36조(보고 및 검사등)	
제37조(청문)	
제38조(국가등이 시행하는 매립)	
제39조(매립지의 이관)	
제40조(권한의 위임·위탁)	
	제40조의2(다른법률과의 관계) - 신설
제7장 벌칙	
제41조(벌칙)	
제42조(양벌규정)	
제43조(과태료)	
부칙	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

나. 공유수면매립법(개정안)

'대체습지 조성 의무화'를 위한 공유수면매립법 개정안

※ 공유수면매립법 [일부개정 2002.12.30 법률 제06842호]을 대상으로 함

제1장 총칙

제1조 (목적) 이 법은 공유수면을 환경친화적으로 매립하여 합리적으로 이용**함과 동시에 습지의 손실 방지 및 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지**함으로써 공공의 이익을 증진하고 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "공유수면"이라 함은 공유수면관리법 제2조제1호의 규정에 의한 공유수면을 말한다.
2. "바닷가"라 함은 공유수면관리법 제2조제2호의 규정에 의한 바닷가를 말한다.
3. "매립"이라 함은 공유수면에 토사·토석 기타의 물건을 인위적으로 투입하여 토지를 조성하는 것(간척을 포함한다)을 말한다.
4. "대체습지"라 함은 건전하고 지속가능한 연안 해양환경 유지를 위해 습지개발 예정지역 인근 또는 다른 지역에 당해 개발습지의 크기 또는 기능에 상응하여 조성된 습지를 말한다.
5. "해안습지"라 함은 습지보전법 제2조 3호상의 연안습지와 염습지의 상부지역, 사구지역과 함께 저조선을 기준으로 수심 6m까지의 공간을 말한다.
6. "대체습지조성비"라 함은 대체습지를 조성하고 관리하는데 소요되는 비용을 말한다.

제3조 (적용배제 등) ①이 법은 다음 각호의 경우에 이를 준용한다.

1. 수산물양식장의 축조
2. 조선시설의 설치
3. 조력이용에 관한 시설물의 축조
4. 공유수면의 일부를 구획하여 시행하는 영구적인 설비의 축조

②이 법은 다음 각호의 경우에는 이를 적용하지 아니한다.

1. 다른 법령의 규정에 의하여 구거 또는 저수지를 변경하기 위하여 매립하는 경우

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

2. 공유수면관리법 제5조제1항제4호의 규정에 의하여 공유수면을 매립하는 경우

제2장 공유수면매립기본계획

제4조 (매립기본계획의 수립) ①해양수산부장관은 국토의 전체적인 기능 및 용도에 맞고 환경과 조화되도록 공유수면을 이용·관리하기 위하여 10년마다 연안관리법 제22조의 규정에 의한 중앙연안관리심의회(이하 "심의회"라 한다)의 심의를 거쳐 공유수면매립기본계획(이하 "매립기본계획"이라 한다)을 수립하여야 한다.

②해양수산부장관은 제1항의 규정에 의하여 매립기본계획을 수립하고자 하는 때에는 미리 관계중앙행정기관의 장과 협의하고 관계 특별시장·광역시장 또는 도지사(이하 "시·도지사"라 한다)의 의견을 들어야 한다.

③제2항의 경우에 시·도지사가 제출하는 의견에는 매립기본계획과 관련된 시장·군수 또는 구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다) 및 당해 시·군 또는 구에 설치된 지방의회의 의견을 첨부하여야 한다.

제5조 (매립기본계획에의 반영요청 등) ①공유수면을 매립하고자 하는 행정기관의 장 기타 공유수면을 매립하고자 하는 자는 매립기본계획에 포함되지 아니한 공유수면중 매립이 필요한 공유수면이 있는 경우에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 해양수산부장관에게 이를 반영하도록 요청할 수 있다.

②해양수산부장관은 관계행정기관의 장에게 매립기본계획의 수립에 필요한 자료를 요구할 수 있으며, 이 요구를 받은 관계행정기관의 장은 정당한 사유가 없는 한 이에 협조하여야 한다.

제6조 (매립기본계획의 내용) 매립기본계획은 연안관리법에 의한 연안통합관리계획, 국토기본법에 의한 국토종합계획과 국토이용관리법에 의한 국토이용계획에 적합하고 환경과 조화되도록 수립하여야 하며, 매립예정지별로 다음 각호의 사항을 정하여야 한다. <개정 2002.2.4>

1. 매립예정지의 위치와 규모
2. 매립예정지의 토지이용계획
3. 매립의 필요성과 매립방법에 관한 사항
4. 매립으로 인한 환경 및 생태계의 변화 중 대통령령이 정하는 사항과 그 대책에 관한 사항
5. 매립예정지의 토지이용계획과 관련한 매립 전·후의 경제성 비교에 관한 사항
6. 기타 해양수산부장관이 필요하다고 인정하는 사항

제7조 (매립기본계획의 고시 등) ①해양수산부장관은 매립기본계획을 수립한 때

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

에는 지체없이 이를 관보에 고시하고 관계중앙행정기관의 장 및 관계 시·도지사에게 통보하여야 한다.

②제1항의 규정에 의한 통보를 받은 시·도지사는 시장·군수 또는 구청장으로 하여금 매립기본계획을 14일 이상 일반인이 열람할 수 있도록 하여야 한다.

③제4조제1항의 규정에 의하여 수립된 매립기본계획은 매립예정지로 된 공유수면의 이용을 위하여 이미 설정되어 있는 권리를 제한하지 아니한다.

④관계행정기관의 장은 제4조제1항의 규정에 의하여 수립된 매립기본계획의 매립예정지안에서 대통령령이 정하는 경우를 제외하고는 새로운 권리를 설정할 수 없다.

제8조 (매립기본계획의 변경 등) ①해양수산부장관은 수립·고시된 매립기본계획에 대하여 5년마다 그 타당성 여부를 검토하고 매립기본계획의 변경 또는 폐지등 필요한 조치를 하여야 한다.

②해양수산부장관은 필요하다고 인정하는 경우에는 매립기본계획을 변경 또는 폐지할 수 있다.

③제4조 내지 제7조의 규정은 제1항 및 제2항의 규정에 의한 매립기본계획의 변경 또는 폐지에 관하여 이를 준용한다.

제3장 면허

제9조 (면허) ①공유수면을 매립하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 매립목적을 명시하여 해양수산부장관의 면허를 받아야 한다.

②해양수산부장관은 제1항의 규정에 의한 면허를 하고자 하는 때에는 미리 관계중앙행정기관의 장과 협의하고 관계 시·도지사의 의견을 들어야 한다.

③해양수산부장관은 매립기본계획에 적합한 범위안에서 제1항의 규정에 의한 면허를 하여야 한다.

④도시계획구역안의 공유수면과 항만법 제2조제2호의 규정에 의한 지정항만의 항만구역안의 공유수면의 매립은 국가·지방자치단체 또는 정부투자기관관리기본법 제2조의 규정에 의한 정부투자기관중 대통령령이 정하는 정부투자기관(이하 "정부투자기관"이라 한다)이 매립한다. 다만, 매립목적·규모 또는 입지여건등을 감안하여 대통령령이 정하는 경우에는 개인등이 매립할 수 있다.

⑤해양수산부장관은 동일한 위치의 공유수면에 대하여 매립면허의 신청이 경합된 경우에는 대통령령이 정하는 우선순위에 따라 면허를 할 수 있다.

제10조 (면허의 부관) 해양수산부장관은 제9조의 규정에 의하여 면허를 하는 경우에는 이해관계인의 보호 또는 공익상 필요한 사항 기타 대통령령이 정하는 사항

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

에 대하여 부관을 붙일 수 있다.

제11조 (면허의 기준) ①해양수산부장관은 매립예정지 및 매립으로 인한 피해가 예상되는 인근의 구역안의 공유수면에 관하여 권리를 가진 자가 있는 경우에는 다음 각호의 1에 해당하는 경우를 제외하고는 매립면허를 할 수 없다.

1. 공유수면에 관하여 권리를 가진 자가 매립에 동의하고 매립이 환경 및 생태계의 변화에 관하여 충분히 고려한 것으로 인정되는 경우
2. 매립으로 인하여 생기는 이익이 그 손실을 현저히 초과하는 경우
3. 매립이 법령의 규정에 의하여 토지를 수용 또는 사용할 수 있는 사업을 위하여 필요한 경우
4. 기타 공익을 위하여 특히 필요한 경우로서 대통령령이 정하는 경우

②제1항의 규정에 의한 매립으로 인한 피해가 예상되는 인근의 구역의 범위는 대통령령으로 정한다.

제12조 (권리를 가진 자의 범위) 제11조제1항에서 "공유수면에 관하여 권리를 가진 자"라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 자를 말한다.

1. 법령의 규정에 의하여 공유수면의 점·사용 허가를 받은 자
2. 어업권자 또는 수산업법 제2조제7호의 규정에 의한 입어자
3. 법령의 규정에 의하여 허가를 받아 공유수면으로부터 인수하거나 공유수면에 배수하는 자
4. 관습에 의하여 공유수면으로부터 인수하거나 공유수면에 배수하는 자

제13조 (면허의 고시) 해양수산부장관은 제9조제1항의 규정에 의하여 매립면허를 한 때에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 이를 고시하여야 한다.

제14조 (면허수수료) 해양수산부장관은 제9조제1항의 규정에 의하여 매립면허를 한 때에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 면허수수료를 징수할 수 있다. 다만, 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 면허수수료를 면제할 수 있다.

1. 대통령령이 정하는 공익목적의 법인 또는 공공단체가 시행하는 매립
2. 제3조제1항제1호의 규정에 의한 수산물양식장의 축조

제3장의 2 대체습지 조성 및 관리

제14조의2 (공유수면매립자의 책무) ① 공유수면을 매립하고자 하는 자는 건전하고 지속가능한 해양환경을 보전하기 위해 습지훼손방지대책을 강구하여야 한다.
② 전항의 습지훼손방지대책은 환경·교통·재해등에관한영향평가법 제5조와 제6조, 영 제4조와 제5조에 따른 대책으로서 공유수면의 매립 전에 훼손대상 습지의 훼

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

손을 회피하거나 최소화하는 모든 조치를 말한다.
③ 공유수면을 매립하고자 하는 자는 제1항에 의한 습지훼손방지대책을 취했음에도 불구하고 습지의 매립을 회피할 수 없을 경우 해양수산부장관이 고시하는 조성 및 관리지침에 따라 훼손되는 습지의 기능과 가치에 상응하는 대체습지를 조성하고 관리할 의무를 진다(이하 '대체습지 조성 의무 등'이라 한다.).
제14조의3(적용범위) 제14조의2 제3항의 대체습지 조성 의무 등은 공유수면매립이 해안습지 중 저조선을 기준으로 수심 6m내에서부터 지적공부선까지 이루어지는 사업에 적용한다.

제14조의3(적용범위) 제14조의2 제3항의 대체습지 조성 의무 등은 공유수면매립이 해안습지 중 저조선을 기준으로 수심 6m내에서부터 지적공부선까지 이루어지는 사업에 적용한다.

제14조의4(대체습지조성 기본계획) ① 해양수산부장관은 대통령령이 정하는 바에 따라 공유수면 매립에 따른 습지의 순손실을 방지하기 위하여 대체습지조성 기본계획을 수립하여야 한다.
② 대체습지조성 기본계획은 심의회의 심의를 거쳐 10년 단위로 수립하되 다음 각호의 사항이 포함되어야 한다.
1. 대체습지조성에 관한 기본정책방향
2. 대체습지조성의 중·장기 계획
3. 대체습지조성의 연도별 내용 및 추진계획
4. 기타 해양수산부장관이 필요하다고 인정하는 사항
③ 해양수산부장관은 제1항의 규정에 의하여 대체습지조성 기본계획을 수립하고자 하는 때에는 미리 관계중앙행정기관의 장과 협의하고 관계 시·도지사의 의견을 들어야 한다.

제14조의5(대체습지조성 기본계획의 고시 등) ① 해양수산부장관은 제14조의4에 따라 대체습지조성 기본계획을 수립한 때에는 지체 없이 이를 관보에 고시하고, 관계중앙행정기관의 장 및 시·도지사에게 통보하여야 한다.
② 제1항의 규정에 의한 통보를 받은 시·도지사는 지체 없이 시장·군수·구청장으로 하여금 관할구역에 대한 대체습지조성계획을 일반인이 열람할 수 있도록 하여야 한다.
③ 제1항 및 제2항의 규정에 의한 고시·통보 및 열람에 관한 필요한 사항은 해양수산부령으로 정한다.

제14조의6(대체습지조성 기본계획의 변경 등) ① 해양수산부장관은 필요하다고 인정하는 경우 대체습지조성기본계획을 변경 또는 폐지 할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

② 제14조의4 제1항 및 제3항의 규정은 제1항의 규정에 의한 대체습지조성 기본계획의 변경에 관하여 이를 준용한다. 다만, 대통령령이 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 제14조의5 제1항의 규정에 한하여 이를 준용한다.

제14조7(대체습지조성 실시계획) ① 제14조의2 규정에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지를 조성하고자 하는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 대체습지조성 실시계획을 공유수면매립면허 신청서에 첨부하여 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 제출하여야 한다.

② 전항에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지조성 실시계획을 수립 또는 변경하고자 하는 때에는 대체습지관리위원회의 심의를 거쳐 해양수산부장관 또는 시·도지사의 승인을 얻어야 한다.

③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지조성 실시계획을 승인한 때에는 지체없이 이를 관보에 고시하여야 한다.

제14조7(대체습지조성 실시계획) ① 제14조의2 규정에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지를 조성하고자 하는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 대체습지조성 실시계획을 공유수면매립면허 신청서에 첨부하여 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 제출하여야 한다.

② 전항에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지조성 실시계획을 수립 또는 변경하고자 하는 경우, 해양수산부장관 또는 시·도지사는 실시계획서의 적정성을 평가하기 위하여 전문기관에게 기술적 심사를 의뢰할 수 있다.

③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지조성 실시계획을 승인한 때에는 지체없이 이를 관보에 고시하여야 한다.

제14조의8(대체습지 전문기관) ① 해양수산부장관은 대체습지의 관리를 위해 전문기관을 지정할 수 있으며, 전문기관의 자격 및 역할은 대통령령으로 정한다.

② 해양수산부 장관은 전문기관으로 하여금 우리나라 연안환경에 적합한 대체습지를 조성할 수 있는 기술을 개발하도록 지원하여야 한다.

제14조의9(대체습지조성 의무 등의 이행) ① 제14조의2 제3항의 규정에 의해 대체습지 조성 의무 등을 지는 자는 대체습지를 직접 조성하거나 대체습지조성비를 납부함으로써 그 의무를 이행한 것으로 본다.

② 해양수산부장관 또는 시·도지사는 제14조의11 규정에 의해 수납한 대체습지조성비를 활용하여 제14조의4 제2항의 규정에 따라 대체습지를 조성하고 그 기능을 유지하도록 관리하여야 한다.

③ 대체습지의 조성은 습지의 창출을 원칙으로 하며, 대통령령에 정하는 기준에 따라 이미 훼손된 습지를 복원, 증강할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제14조의10(대체습지조성비) ① 대체습지 조성 의무 등을 지는 자는 대통령령이 정하는 산정기준에 따라 대체습지조성비를 납부하여야 한다. 단. 직접조성시에는 제14조의14 제1항 규정의 이행을 위한 대체습지 관리비만을 납부한다.
② 전항에 규정에 의해 수납한 대체습지조성비는 어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 제22조의 규정에 의한 수산발전기금의 세입으로 한다.
③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 제1항의 규정에 의하여 수납한 금액을 대체습지의 조성 및 관리와 관련기술개발에 사용하여야 한다.

제14조의11(대체습지의 조성 진척도 관리) ① 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지 조성의무자가 대체습지 조성공사를 시행한 이후 해양수산부장관이 고시하는 대체습지조성 및 관리지침에 따라 그 영향을 평가하여 대체습지조성 완료인가에 반영하여야 한다.
② 해양수산부장관 또는 시·도지사는 전항에 의한 영향을 평가하기 위하여 대체습지조성의무자, 심의회, 전문기관, 지역주민을 참여시켜 주기적으로 점검하게 하여야 한다.
③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 전항의 규정에 의한 점검을 한 결과 시정조치가 필요하다고 인정하는 경우에는 당해 대체습지 조성의무자에게 이를 시정할 것을 지시하고, 동 의무자는 그 조치계획 및 조치결과를 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 보고하여야 한다.
④ 제2항의 규정에 의한 점검의 방법·기타 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제14조의12(대체습지조성 완료인가) 제14조의9 규정에 의한 대체습지 조성의무자가 대체습지 조성공사를 완료한 때에는 대통령령이 정하는 방법에 따라 해양수산부장관 또는 시·도지사에게 대체습지조성 완료인가를 신청하여야 한다.

제14조의 13(대체습지의 소유권 귀속) 제14조의12 규정에 의해 조성된 대체습지는 국가의 소유로 한다.

제14조의 14(대체습지의 관리 등) ① 해양수산부장관 또는 시·도지사는 대체습지 조성 완료인가 후 대체습지의 효율적이고 지속가능한 유지관리를 위하여 대통령령에서 정하는 일정한 기능이 달성될 때까지 전문기관으로 하여금 관리토록하고, 일정한 기능이 달성된 이후에는 해당 지방자치단체로 하여금 관리하게 할 수 있다.
② 해양수산부장관 또는 시·도지사는 전항에 의한 관리비용으로 제14조의10 규정에 따른 대체습지조성비를 활용할 수 있다.
③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 제1항에 의한 대체습지의 효율적인 관리를 위해 대통령령이 정하는 기준에 따라 대체습지관리계획을 수립·시행하여야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제4장 매립공사의 시행·보상·소유권취득등

제15조 (실시계획등의 인가) ① 매립면허를 받은 자는 매립공사의 착수전에 대통령령이 정하는 바에 의하여 실시계획을 작성하여 해양수산부장관의 인가를 받아야 한다. 허가받은 실시계획을 변경하고자 하는 경우에도 또한 같다.

② 제1항 전단의 경우 매립면허를 받은 자는 대체습지조성비의 --%를 납부하지 않았을 때에는 실시계획의 인가를 신청할 수 없다.

③ 해양수산부장관 또는 시·도지사는 개발사업자가 대체습지를 조성하고자 할 경우 실시계획인가시 대체습지조성 허가를 하여야 한다.

④ 해양수산부장관은 제1항의 규정에 의하여 실시계획을 인가 또는 변경인가한 때에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 이를 고시하여야 한다.

제16조 (다른 법률과의 관계) ①매립면허를 받은 자가 제15조제1항 전단의 규정에 의하여 실시계획의 인가를 받은 경우에는 다음 각호의 인가·허가·승인·해제·협의·신고(이하 "인·허가등"이라 한다)를 받은 것으로 보며, 실시계획의 인가를 고시한 때에는 관련법률에 의한 인·허가등의 고시·공고가 있은 것으로 본다. <개정 2002.12.30>

1. 농지법 제36조의 규정에 의한 농지의 전용허가
2. 농어촌정비법 제20조의 규정에 의한 농업기반시설의 목적외 사용승인
3. 사방사업법 제14조의 규정에 의한 사방지안에서의 벌채등의 허가 및 동법 제20조의 규정에 의한 사방지의 지정해제
4. 산지관리법 제14조·제15조의 규정에 의한 산지전용허가 및 산지전용신고, 산림법 제57조의 규정에 의한 보안림의 지정해제 및 동법 제62조제1항·제90조제1항의 규정에 의한 입목벌채 등의 허가
5. 초지법 제21조의2의 규정에 의한 토지의 형질변경등의 허가 및 동법 제23조의 규정에 의한 초지의 전용허가·신고 또는 협의
6. 수산업법 제69조의 규정에 의한 보호수면구역안에서의 공사시행의 승인
7. 전기사업법 제32조의 규정에 의한 자가용전기설비 공사계획의 인가 또는 신고
8. 자연공원법 제23조의 규정에 의한 공원의 점·사용의 허가, 동법 제25조의 규정에 의한 공원보호구역안에서의 행위허가 및 동법 제50조의 규정에 의한 공원관리청과의 협의
9. 도시계획법 제4조의 규정에 의한 토지의 형질변경등의 허가, 동법 제23조의 규정에 의한 도시계획사업시행자의 지정 및 동법 제25조의 규정에 의한 도시계획사업실시계획의 인가
10. 하수도법 제20조의 규정에 의한 공공하수도의 점용허가
11. 도로법 제8조의 규정에 의한 도로관리청과의 협의 또는 승인, 동법 제34조의 규정에 의한 도로공사의 시행허가, 동법 제40조의 규정에 의한 도로의 점용허가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

12. 사도법 제4조의 규정에 의한 사도의 개설허가 13. 하천법 제6조의 규정에 의한 관리청과의 협의 또는 승인, 동법 제30조의 규정에 의한 하천공사의 시행허가 및 동법 제33조의 규정에 의한 하천의 점용허가

14. 공유수면관리법 제5조의 규정에 의한 공유수면의 점·사용허가 및 동법 제8조의 규정에 의한 실시계획의 인가(매립면허를 받은 매립예정지를 제외한다)

15. 소하천정비법 제10조의 규정에 의한 소하천공사의 시행허가

16. 골재채취법 제22조의 규정에 의한 골재채취의 허가

17. 매장및묘지등에관한법률 제16조의 규정에 의한 무연분묘의 개장허가

②해양수산부장관은 제15조제1항 전단의 규정에 의하여 실시계획을 인가하고자 하는 경우 그 사업계획에 제1항 각호의 1에 해당하는 사항이 포함되어 있는 때에는 매립면허를 받은 자가 제출한 관계서류를 구비하여 관계행정기관의 장과 미리 협의하여야 한다.

제17조 (매립공사의 시행) 매립면허를 받은 자는 인가받은 실시계획의 내용에 따라 매립공사를 시행하여야 한다.

제18조 (토지등에의 출입등) 매립면허를 받고자 하는 자 또는 매립면허를 받은 자가 매립에 관한 조사·측량 또는 매립공사등을 위하여 다음 각호의 1에 해당하는 행위를 하고자 하는 경우에는 미리 그 소유자·점유자 또는 관리인등의 동의를 받아야 한다. 다만, 그 소유자·점유자 또는 관리인을 알 수 없는 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 타인의 토지나 공유수면(이하 "토지등"이라 한다)에 출입하고자 하는 경우
2. 타인의 토지등 위의 죽목·토석 기타 장애물을 변경하고자 하는 경우
3. 타인의 토지등을 재료적치장이나 임시도로로 일시 사용하고자 하는 경우

제19조 (불용 국·공유지의 양여등) ①국유 또는 공유의 도로·제방·구거·저수지 기타의 공공시설이 매립공사의 시행으로 인하여 용도가 폐지되는 경우에는 국유재산법 및 지방재정법의 규정에 불구하고 다음 각호의 구분에 따라 매립면허를 받은 자에게 이를 양여 또는 매각할 수 있다.

1. 용도가 폐지되는 공공시설에 갈음하여 제26조제1항제1호의 규정에 의하여 국가 또는 지방자치단체의 소유로 되는 도로·제방·구거·저수지 기타의 공공시설을 새로이 설치하는 경우에는 양여

2. 제1호의 경우를 제외한 경우에는 매각

②제1항의 규정에 의한 공공시설은 국유의 수면 및 수류를 포함한다.

③국가는 매립공사의 시행으로 새로이 설치되는 공용시설 또는 공공시설의 용지로 바닷가가 사용되는 경우에는 국유재산법의 규정에 불구하고 그 바닷가를 당해 공용시설 또는 공공시설을 관리할 관리청에 양여할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제20조 (손실방지와 보상) ①제12조의 규정에 의한 권리를 가진 자가 있는 공유수면에 대하여 매립면허를 받은 자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 그 권리를 가진 자에게 끼친 손실을 보상하거나 그 손실을 방지하는 시설을 하여야 한다.

②매립면허를 받은 자는 제1항의 규정에 의한 보상에 관하여 보상을 받을 자와 협의하여야 한다.

③매립면허를 받은 자 또는 제12조의 규정에 의한 권리를 가진 자는 제2항의 규정에 의한 협의가 성립되지 아니하거나 협의할 수 없을 경우에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 관할토지수용위원회에 재결을 신청할 수 있다.

④공익사업을위한토지등의취득및보상에관한법률 제83조 내지 제86조의 규정은 제3항의 규정에 의한 관할토지수용위원회의 재결에 대한 이의신청등에 관하여 이를 준용한다. <개정 2002.2.4>

⑤공익사업을위한토지등의취득및보상에관한법률 제20조제2항, 제28조제2항 및 제58조제3항의 규정은 제3항 및 제4항의 규정에 의한 재결과 관련한 수수료등 비용에 관하여 이를 준용한다. <개정 2002.2.4>

제21조 (손실보상의 예외) 제13조의 규정에 의한 매립면허의 고시일 이후에 제12조의 규정에 해당하는 권리를 취득한 자에 대하여는 제20조제1항의 규정을 적용하지 아니한다. 제12조의 규정에 의한 권리를 가진 자가 매립면허의 고시일 이후에 설치한 시설등에 대하여도 또한 같다.

제22조 (토지등에의 출입등에 대한 보상) 매립면허를 받고자 하는 자 또는 매립면허를 받은 자는 제18조의 규정에 의한 토지등에의 출입 또는 사용등으로 인하여 생긴 손실을 보상하여야 한다.

제23조 (권리·의무의 승계) ①매립면허를 받은 자는 매립면허로 인한 권리를 양도할 수 있다.

②매립면허를 받은 자가 사망하거나 매립면허를 받은 법인의 합병이 있는 때에는 그 상속인 또는 합병후 존속하는 법인이나 합병에 의하여 설립되는 법인은 그 매립면허에 따른 권리·의무를 승계한다.

③제1항 및 제2항의 규정에 의하여 매립면허를 받은 자의 권리·의무를 양수 또는 승계한 자는 이 법의 적용에 있어서 이를 매립면허를 받은 자로 본다.

④ ①항과 ②항에 따른 권리·의무의 승계자는 대체습지조성의무도 승계한다.

제24조 (매립지의 사용) 매립면허를 받은 자는 제25조의 규정에 의한 준공인가전까지 매립목적의 달성에 지장이 없는 범위안에서 한시적으로 매립지를 사용하거나 매립지에 공작물을 설치할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제25조 (준공인가) ①매립면허를 받은 자가 매립공사를 준공한 때에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 지체없이 그가 소유권을 취득하고자 하는 매립지의 위치와 지적법 제5조의 규정에 의한 지목을 정하여 해양수산부장관에게 준공인가를 신청하여야 한다.

② 제1항 전단의 경우 매립면허를 받은 자는 대체습지조성을 완료하지 않았거나 대체습지조성비를 완납하지 않았을 때에는 준공인가를 신청할 수 없다.

제26조 (매립지의 소유권취득등) ①국가·지방자치단체 또는 매립면허를 받은 자는 제25조의 규정에 의한 준공인가를 받은 날에 다음 각호의 구분에 따라 매립지의 소유권을 각각 취득한다.

1. 대통령령으로 정하는 공용 또는 공공의 용에 사용하기 위하여 필요한 매립지는 국가 또는 지방자치단체

2. 매립된 바닷가에 상당하는 면적(매립된 바닷가중 매립공사의 시행으로 인하여 새로이 설치된 공용시설 또는 공공시설의 용지에 포함된 바닷가를 제외한다)을 집합구획한 매립지는 국가. 이 경우 국가가 소유권을 취득하는 매립지의 위치는 제25조의 규정에 의하여 매립면허를 받은 자가 정한 매립지가 아닌 곳으로 한다.

3. 제1호 및 제2호의 규정에 의하여 국가 또는 지방자치단체가 소유권을 취득한 매립지를 제외한 매립지중 대통령령이 정하는 당해 매립공사에 소요된 총사업비(조사비·설계비·순공사비·보상비 기타 비용을 합산한 금액으로 한다)에 상당하는 매립지는 매립면허를 받은 자

4. 제1호 내지 제3호의 규정에 의하여 국가·지방자치단체 또는 매립면허를 받은 자가 소유권을 취득한 매립지를 제외한 잔여매립지(이하 "잔여매립지"라 한다)는 국가

②제1항제3호 및 제4호의 규정에 의하여 매립지의 소유권을 취득한 자 및 국가가 그 매립지의 소유권보존등기를 신청하는 때에는 그 신청서에 소유권행사의 제한에 관하여 대통령령이 정하는 사항을 기재하여야 하며, 등기공무원은 소유권보존등기를 함에 있어서 직권에 의하여 소유권행사의 제한에 관한 사항을 부기하여야 한다.

③제1항제3호 및 제4호의 규정에 의하여 매립지의 소유권을 취득한 자 및 국가는 제28조 본문의 규정에 의한 매립목적변경의 제한기간이 경과한 때에는 제2항의 규정에 의하여 소유권보존등기에 부기된 소유권행사의 제한에 관한 사항의 말소등기를 관할등기소에 신청할 수 있다.

제27조 (잔여매립지의 매수청구등) ①매립면허를 받은 자는 준공인가를 받은 날부터 1년 이내에 제26조제1항제4호의 규정에 의하여 국가가 소유권을 취득한 잔여매립지의 매수를 청구할 수 있으며, 그 청구자가 실수요자인 경우에는 국가는 정당한 이유없이 이를 거절하지 못한다. 이 경우 그 청구자가 산업입지및개발에관한법

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

률에 의한 산업단지개발사업의 시행자인 때에는 국유재산법 제34조의 규정에 불구하고 당해 잔여매립지의 매각가격을 대통령령으로 정할 수 있다.

②국가는 제26조제1항제2호의 규정에 의하여 소유권을 취득한 매립지와 제26조제1항제4호의 규정에 의하여 소유권을 취득한 잔여매립지를 그 매립목적에 따라 다음 각호의 1에 해당하는 시설의 용지로 임대하는 경우에는 국유재산법의 규정에 불구하고 영구시설물을 설치하게 할 수 있다. 다만, 잔여매립지가 제1항의 규정에 의한 매수청구기간이 경과하지 아니한 때에는 매립면허를 받은 자의 동의를 받아야 한다. <개정 2002.12.30>

1. 산업집적활성화및공장설립에관한법률 제2조제1호의 규정에 의한 공장
2. 산업입지및개발에관한법률 제2조제2호의 규정에 의한 지식산업을 위한 시설
3. 산업입지및개발에관한법률 제2조제3호 및 제4호의 규정에 의한 정보통신산업관련시설 및 자원비축시설
4. 관광진흥법 제3조제1항제2호의 규정에 의한 관광숙박업을 위한 시설과 동조동항제3호의 규정에 의한 관광객이용시설업중 전문휴양업을 위한 농어촌 휴양시설 및 민속·문화자원소개시설

③국가는 제2항의 규정에 의한 매립지 및 잔여매립지를 임대하는 경우에는 국유재산법 제33조·제36조 및 제38조의 규정에 불구하고 매립지 및 잔여매립지의 임대방법·임대기간 및 임대료를 대통령령으로 정할 수 있다.

제27조의2 (잔여매립지의 활용) ①국가는 제27조의 규정에 의한 잔여매립지를 매각하거나 임대한 경우 그 대금은 어업협정체결에 따른 어업인등의지원 및 수산업발전 특별법 제22조의 규정에 의한 수산발전기금의 세입으로 한다.

② 해양수산부장관은 제1항에 의한 기금을 대체습지조성을 위한 재원으로 활용하여야 한다.

제28조 (매립목적변경의 제한) 매립면허를 받은 자, 매립지의 소유권을 취득한 자와 그 승계인은 매립면허를 받은 매립예정지와 매립지 또는 준공인가를 받은 매립지에 대하여 준공인가전의 기간 및 준공인가일부터 20년 이내에는 매립목적을 변경하여 사용할 수 없다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 매립목적변경인 경우에는 그러하지 아니하다.

제29조 (매립목적변경제한의 예외) ①매립면허를 받은 자, 매립지의 소유권을 취득한 자와 그 승계인은 제28조 본문의 규정에 불구하고 매립면허를 받은 매립예정지와 매립지 또는 준공인가를 받은 매립지가 다음 각호의 1에 해당되는 경우에는 대통령령이 정하는 바에 따라 해양수산부장관의 인가를 받아 매립목적을 변경할 수 있다.

1. 매립지의 일부를 공용 또는 공공의 용으로 변경함으로써 나머지 매립지를 매

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

립목적에 맞게 사용하는 것이 불가능한 경우

2. 관련 법령의 규정에 의한 국가계획이 변경되어 매립지를 매립목적에 맞게 사용하는 것이 불가능한 경우

3. 산업의 발전 기타 주변여건의 변화등으로 인하여 매립목적의 변경이 불가피한 경우

②해양수산부장관은 매립지의 소유권을 취득한 자와 그 승계인이 매립목적을 변경하고자 하는 경우에는 변경하고자 하는 매립목적을 기준으로 하여 재평가한 매립지가액의 증가분에 상당하는 매립지중 대통령령이 정하는 필요경비(제세공과금, 감정평가비, 준공인가시의 매립지의 취득가액에 소비자물가지수를 곱한 자본비 기타 비용을 합산한 금액으로 한다)에 상당하는 매립지를 제외한 매립지(이하 "재평가매립지"라 한다)를 국가에 귀속시키고자 신청하는 경우에 한하여 제1항의 규정에 의한 인가를 할 수 있다.

③해양수산부장관은 제1항의 규정에 의하여 매립목적변경의 신청이 있는 경우에는 관계중앙행정기관의 장과 협의하고 관계 시·도지사의 의견을 들은 후 심의회의 심의를 거쳐야 한다.

④제2항의 규정에 의한 매립지의 재평가방법 기타 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

⑤해양수산부장관은 제1항 및 제2항의 규정에 의하여 매립목적변경을 인가한 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 이를 고시하여야 한다.

⑥제1항 및 제2항의 규정에 의하여 매립목적의 변경을 인가받은 자는 매립목적변경인가서를 첨부하여 관할등기소에 그 변경등기를 신청할 수 있다.

제30조 (재평가매립지의 소유권취득) ①국가는 제29조제1항의 규정에 의하여 해양수산부장관이 매립목적의 변경을 인가한 날에 재평가매립지의 소유권을 취득한다.

②해양수산부장관은 제1항의 규정에 의하여 국가가 취득한 재평가매립지의 소유권에 관하여 지체없이 등기·등록 기타 권리보전에 필요한 조치를 하여야 한다.

③제29조제1항의 규정에 의하여 매립목적의 변경인가를 받은 자는 변경인가일부터 1년 이내에 국가가 소유권을 취득한 재평가매립지의 매수를 청구할 수 있으며, 국가는 정당한 이유없이 이를 거절하지 못한다.

④제29조제6항의 규정은 매립목적의 변경인가를 받은 자가 제3항의 규정에 의하여 재평가매립지를 매수하여 소유권에 관한 등기를 신청하는 경우에 이를 준용한다.

제31조 (매립지사용의 확인) 해양수산부장관은 제26조제1항제3호의 규정에 의하여 매립지의 소유권을 취득한 자와 그 승계인이 제25조의 규정에 의한 준공인가시의 매립목적과 동일한 목적으로 매립지를 사용하는지 여부를 대통령령이 정하는 바에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

의하여 확인할 수 있다.

제5장 감독

제32조 (면허의 취소등) 해양수산부장관은 매립공사의 준공인가전에 다음 각호의 1에 해당하는 사유가 있는 경우에는 이 법에 의한 면허 또는 인가등을 취소·변경하거나 매립공사의 시행구역안에 있는 공작물 기타 물건의 개축·제거 또는 원상회복 기타 필요한 처분을 할 수 있다.

1. 허위 기타 부정한 방법으로 매립면허 기타 처분을 받은 경우
2. 매립공사가 매립면허를 받은 자의 귀책사유로 인하여 예정공정에 현저히 미달된 경우
3. 공유수면의 상황 변경등 예상하지 못한 사정변경으로 인하여 공익상 특히 필요한 경우
4. 기타 법령의 규정에 의하여 토지를 수용 또는 사용할 수 있는 사업을 위하여 필요한 경우
5. 이 법 또는 이 법에 의한 명령이나 처분에 위반한 경우

제33조 (공익처분등에 있어서 손실의 보상) 해양수산부장관은 제32조제3호 또는 제4호의 규정에 의한 처분으로 인하여 손실을 받은 자가 있는 경우에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 그 손실을 보상하여야 한다.

제34조 (면허의 효력상실) ①다음 각호의 1에 해당하는 경우에 매립면허는 그 효력을 상실한다. 다만, 해양수산부장관은 천재지변·불가항력등 매립면허를 받은 자에게 귀책사유가 없는 경우에는 매립면허의 효력이 상실된 날부터 3월 이내에 한하여 그 효력을 소급하여 회복시킬 수 있다.

1. 매립면허에 의하여 공사의 실시계획의 인가를 신청하여야 할 경우로서 지정된 기일내에 그 신청을 하지 아니한 경우
2. 실시계획에서 정한 기간내에 매립공사를 착수하지 아니한 경우
3. 실시계획에서 정한 기간내에 매립공사를 준공하지 아니한 경우

②해양수산부장관은 제1항제3호의 규정에 의하여 매립면허의 효력이 상실된 경우로서 매립면허를 받은 자가 그 매립공사를 대통령령이 정하는 공정 이상을 시행한 경우에는 제1항의 규정에 불구하고 매립면허의 효력이 상실된 날부터 1년 이내에 한하여 그 효력을 소급하여 회복시킬 수 있다.

③해양수산부장관은 제1항 단서 및 제2항의 규정에 의하여 매립면허의 효력을 회복시킨 경우에는 그 매립면허의 부관을 변경하거나 새로운 부관을 붙일 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제35조 (원상회복) ①매립면허를 받은 자는 자기의 귀책사유로 인하여 그 매립면허의 효력이 소멸된 경우에는 매립공사의 시행구역안의 공유수면을 원상으로 회복하여야 한다. 다만, 해양수산부장관은 원상회복을 할 수 없거나 기타 대통령령으로 정하는 사유가 있는 경우에는 그 매립면허를 받은 자의 신청에 의하여 그 의무를 면제할 수 있다.

②해양수산부장관은 제1항 단서의 규정에 의하여 의무를 면제한 경우에는 매립공사의 시행구역안의 공유수면에 있는 시설 기타의 물건을 무상으로 국가의 소유로 할 수 있다.

③제2항의 규정은 매립면허를 받지 아니하고 공유수면을 매립하였거나 매립면허의 효력소멸후 1년 이내에 제1항 단서의 규정에 의한 의무면제신청을 하지 아니한 경우에 이를 준용한다.

④해양수산부장관은 제1항의 규정에 의한 원상회복의 의무이행을 보증하기 위하여 원상회복에 소요되는 비용에 상당하는 금액을 대통령령이 정하는 바에 의하여 예치하게 할 수 있다. 다만, 매립면허를 받은 자가 국가·지방자치단체·정부투자기관 기타 대통령령이 정하는 자인 경우에는 그러하지 아니하다.

⑤제4항 본문의 규정에 의한 원상회복의 의무이행을 보증하기 위한 금액의 예치 기타 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제6장 보칙

제36조 (보고 및 검사등) ①해양수산부장관은 매립공사의 지도·감독에 필요하다고 인정되는 때에는 매립면허를 받은 자에 대하여 대통령령이 정하는 바에 의하여 필요한 자료의 제출 또는 보고를 하게 할 수 있으며, 관계공무원으로 하여금 매립면허를 받은 자의 사무실·사업장 기타 필요한 장소에 출입하여 장부·서류 기타 물건을 검사하게 하거나 관계인에게 질문하게 할 수 있다.

②제1항의 규정에 의하여 출입·검사를 하는 공무원은 해양수산부령이 정하는 바에 의하여 그 권한을 표시하는 증표를 관계인에게 내보여야 한다.

제37조 (청문) 해양수산부장관은 제32조의 규정에 의하여 면허를 취소하고자 하는 경우에는 청문을 실시하여야 한다.

제38조 (국가등이 시행하는 매립) ①국가·지방자치단체 또는 정부투자기관이 매립을 하고자 하는 경우에는 미리 해양수산부장관과 협의하거나 승인을 얻어야 한다.

②제1항의 규정에 의하여 매립을 협의하거나 승인을 얻은 기관은 제3항의 규정에 의한 준공인가전에 국가·지방자치단체 또는 정부투자기관외의 자에게 매립에 관한

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

권리를 양도할 수 없다.

③제1항의 규정에 의하여 매립공사를 시행한 기관은 당해 매립공사를 준공한 때에는 지체없이 지적법 제5조의 규정에 의한 지목을 정하여 해양수산부장관에게 준공인가를 신청하여야 한다.

④제1항의 규정에 의하여 매립공사를 시행한 기관은 제3항의 규정에 의한 준공인가를 받은 날에 그 매립지의 소유권을 취득한다. 다만, 공용 또는 공공의 용에 필요한 매립지는 그러하지 아니하다.

⑤제9조제1항 내지 제3항 및 제5항, 제10조 내지 제13조, 제15조 내지 제22조, 제23조제2항 및 제3항, 제24조, 제26조제1항제1호·제2호·제2항 및 제3항, 제28조, 제29조제1항·제3항·제5항 및 제6항, 제31조 내지 제37조의 규정은 제1항의 규정에 의한 매립에 관하여 이를 준용한다.

제39조 (매립지의 이관) 해양수산부장관은 정부사업으로 실시하는 매립공사를 준공한 때에는 매립지를 대통령령이 정하는 바에 의하여 지체없이 그 매립지의 매립목적에 따라 관계중앙행정기관의 장에게 이관하여야 한다. 이 경우 농업을 주목적으로 하는 매립공사에 있어서 방수 또는 방조제 시설공사를 준공한 때에는 이를 지체없이 농림부장관에게 이관하여야 한다.

제40조 (권한의 위임·위탁) 이 법에 의한 해양수산부장관의 권한은 대통령령이 정하는 바에 따라 그 일부를 소속기관 또는 시·도지사에게 각각 위임하거나 농림부장관, 건설교통부장관의 소속기관에 각각 위탁할 수 있다. 이 경우 시·도지사는 위임받은 사무의 일부를 해양수산부장관의 승인을 얻어 시장·군수 또는 구청장에게 재위임할 수 있다.

제40조의2 (다른법률과의 관계) ① 자연환경보전법 제49조에 의한 생태계보전협력금의 부과대상중 공유수면매립에 따른 생태계보전협력금은 본 법 제14조의5에 의한 대체습지조성비로 대체한다.

② 대체습지조성사업은 환경·교통·재해등에 관한 영향평가법 제6조3항 및 시행령 제5조에서 요구하는 대책으로 본다.

③ 어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 중 다음과 같이 개정한다.

제23조 제1항 제7의2호를 다음과 같이 신설한다.

제7의2호 공유수면매립법 제14조의11 규정에 의한 대체습지조성비 및 제27조의2조에 따른 잔여매립지의 매각 및 임대 대금

제25조제1항 제5의2호를 다음과 같이 신설한다.

5의2 대체습지조성사업 및 연구개발

④ 부담금관리기본법 중 별표를 다음과 같이 개정한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

별표

이 법에 의하여 설치하는 부담금(제3조관련)

112. 공유수면매립법 제14조의11 규정에 의한 대체습지조성비

⑤ 별표로 정한 법령에 따라 공유수면을 매립하는 경우 동법의 대체습지 조성 관련조항의 의무를 진다.

제7장 벌칙

제41조 (벌칙) 다음 각호의 1에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 매립면허를 받지 아니하고 매립공사를 한 자
2. 허위 기타 부정한 방법으로 매립면허 기타의 처분을 받은 자
3. 제28조 본문의 규정에 위반한 자

제42조 (양벌규정) 법인의 대표자나 법인 또는 개인의 대리인·사용인 기타의 종업원이 그 법인 또는 개인의 업무에 관하여 제41조의 규정에 의한 위반행위를 한 때에는 행위자를 처벌하는 외에 그 법인 또는 개인에 대하여도 동조의 벌금형을 과한다.

제43조 (과태료) ①제36조제1항의 규정에 의한 보고를 하지 아니하거나 허위의 보고를 한 자 또는 관계공무원의 검사를 거부·방해·기피한 자는 200만원 이하의 과태료에 처한다.

②제1항의 규정에 의한 과태료는 대통령령이 정하는 바에 따라 해양수산부장관(권한의 위임·위탁 또는 재위임이 있는 경우에는 위임·위탁 또는 재위임을 받은 기관을 말한다. 이하 같다)이 부과·징수한다.

③제2항의 규정에 의한 과태료처분에 불복이 있는 자는 그 처분의 고지를 받은 날부터 30일 이내에 해양수산부장관에게 이의를 제기할 수 있다.

④제2항의 규정에 의한 과태료처분을 받은 자가 제3항의 규정에 의하여 이의를 제기한 때에는 해양수산부장관은 지체없이 관할법원에 그 사실을 통보하여야 하며, 그 통보를 받은 관할법원은 비송사건절차법에 의한 과태료의 재판을 한다.

⑤제3항의 규정에 의한 기간내에 이의를 제기하지 아니하고 과태료를 납부하지 아니한 때에는 국세 또는 지방세 체납처분의 예에 의하여 이를 징수한다.

부칙 <제5911호,1999.2.8>

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제1조 (시행일) 이 법은 공포후 6월이 경과한 날부터 시행한다.

제2조 (종전의 처분등에 대한 경과조치) 이 법 시행당시 종전의 규정에 의하여 행하여진 처분 및 기타 절차는 이 법의 규정에 의하여 행하여진 것으로 본다.

제3조 (매립목적변경에 관한 경과조치) ①이 법 시행당시 종전의 규정에 의하여 매립면허를 받은 자(매립지의 소유권을 취득한 자와 그 승계인을 포함한다. 이하 같다)가 매립목적을 변경하고자 하는 경우에는 제28조 내지 제30조의 개정규정을 적용하지 아니하고 종전의 제21조의2의 규정을 적용한다.

②이 법 시행당시 종전의 규정에 의하여 매립면허를 받은 자가 종전의 제21조의2의 규정에 위반한 경우에는 종전의 제32조의 규정을 적용한다.

제4조 (소유권보존등기에 관한 경과조치) 이 법 시행당시 종전의 규정에 의하여 매립면허를 받은 자가 매립으로 취득한 매립지의 소유권보존등기를 하고자 하는 경우에는 제26조제2항의 개정규정을 적용하지 아니한다.

제5조 (시정명령위반등에 대한 경과조치) ①해양수산부장관은 이 법 시행당시 종전의 규정에 의하여 매립면허를 받은 자가 준공인가후에 종전의 제21조의2의 규정에 의한 매립목적변경의 제한을 위반하거나 면허 기타 처분시에 붙인 조건을 위반한 경우에는 종전의 제28조의 규정을 적용하여 위반내용을 시정하기 위하여 필요한 처분이나 명령을 할 수 있다.

②제1항의 규정에 의한 처분이나 명령을 위반한 자에 대하여는 종전의 제33조의 규정을 적용한다.

제6조 (벌칙에 관한 경과조치) 이 법 시행전의 행위에 대한 벌칙의 적용에 있어서는 종전의 규정에 의한다.

제7조 (다른 법률의 개정) ①농어촌도로정비법중 다음과 같이 개정한다.

제12조제1항제3호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

②자전거이용활성화에관한법률중 다음과 같이 개정한다.

제14조제1항제3호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

③2002년월드컵축구대회지원법중 다음과 같이 개정한다.

제21조제1항제5호중 "공유수면매립법 제9조의2"를 "공유수면매립법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

④제14회아시아경기대회지원법중 다음과 같이 개정한다.

제23조제1항제6호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "같은 법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "같은 법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

⑤청소년기본법중 다음과 같이 개정한다.

제45조제1항제5호중 "공유수면매립법 제4조제1항"을 "공유수면매립법 제9조제1항"으로 한다.

⑥농어촌정비법중 다음과 같이 개정한다.

제87조제1항제16호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제7조"를 "동법 제13조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

⑦농어촌발전특별조치법중 다음과 같이 개정한다.

제67조제1항제9호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

⑧수산업법중 다음과 같이 개정한다.

제17조제2항중 "공유수면매립법 제14조"를 "공유수면매립법 제26조"로 한다.

⑨중소기업창업지원법중 다음과 같이 개정한다.

제22조제1항제4호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

⑩기업활동규제완화에관한특별조치법중 다음과 같이 개정한다.

제15조 본문중 "공유수면매립법 제4조제4항 후단"을 "공유수면매립법 제9조제4항 단서"로, "동법 제4조제5항 각호"를 "동법 제16조제1항 각호"로 한다.

⑪전원개발에관한특례법중 다음과 같이 개정한다.

제6조제1항제6호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

⑫한국가스공사법중 다음과 같이 개정한다.

제16조의3제7호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

⑬지역균형개발및지방중소기업육성에관한법률중 다음과 같이 개정한다.

제18조제1항제10호중 "공유수면매립법 제3조의4"를 "공유수면매립법 제4조 및 제8조"로, "동법 제4조"를 "동법 제9조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

⑭제주도개발특별법중 다음과 같이 개정한다.

제15조제1항제9호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

⑮한국토지공사법중 다음과 같이 개정한다.

제19조제1항제5호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제29조제1항"을 "동법 제38조제1항"으로 한다.

<16>산업입지및개발에관한법률중 다음과 같이 개정한다.

제21조제1항제19호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제7조"를 "동법 제13조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

제23조제1항중 "공유수면매립법 제3조의2"를 "공유수면매립법 제4조 및 제8조"로 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

<17>자연공원법중 다음과 같이 개정한다.

제47조제1항제4호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

<18>수도법중 다음과 같이 개정한다.

제31조제1항제3호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<19>하수도법중 다음과 같이 개정한다.

제13조의2제1항제3호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<20>토지구획정리사업법중 다음과 같이 개정한다.

제2조제3항 및 제80조의2제1항제1호중 "공유수면매립법 제4조"를 각각 "공유수면매립법 제9조"로 하고, 제80조의2제3항중 "공유수면매립법 제12조"를 "공유수면매립법 제25조"로 한다.

<21>주택건설촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제33조제5항제7호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<22>택지개발촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제11조제1항제7호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

<23>도로법중 다음과 같이 개정한다.

제25조의2제1항제3호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로 한다.

<24>한국수자원공사법중 다음과 같이 개정한다.

제18조제5호중 "공유수면매립법 제29조"를 "공유수면매립법 제38조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로 한다.

<25>환경관리공단법중 다음과 같이 개정한다.

제16조의3제6호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로 한다.

<26>폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률중 다음과 같이 개정한다.

제12조제1항제20호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로 한다.

<27>고속철도건설촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제8조제1항제4호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<28>공공철도건설촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제6조제1항제4호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<29>화물유통촉진법중 다음과 같이 개정한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제37조제1항제3호중 "공유수면매립법 제4조'를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로 한다.

<30>유통단지개발촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제13조제1항제8호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<31>항공법중 다음과 같이 개정한다.

제96조제1항제4호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<32>수도권신공항건설촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제8조제1항제4호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조"를 "동법 제38조"로 한다.

<33>항만법중 다음과 같이 개정한다.

제11조제1항제5호중 "공유수면매립법 제4조"를 "공유수면매립법 제9조"로, "동법 제29조제1항"을 "동법 제38조제1항"으로 하고, 동조제2항중 "공유수면매립법 제3조의2"를 "공유수면매립법 제4조 및 제8조"로, "동법 제3조의4"를 "동법 제7조"로 한다.

<34>신항만건설촉진법중 다음과 같이 개정한다.

제9조제2항제6호중 "공유수면매립법 제3조의4"를 "공유수면매립법 제4조 및 제8조"로, "동법 제4조"를 "동법 제9조"로, "동법 제9조의2"를 "동법 제15조"로, "동법 제29조제1항"을 "동법 제38조제1항"으로 한다.

<35>외국인투자촉진법중 다음과 같이 개정한다.

별표 1의 제6호 라목중 "제4조"를 "제9조"로, "제9조의2"를 "제15조"로, "제29조"를 "제38조"로 한다.

제8조 (다른 법령과의 관계) 이 법 시행당시 다른 법령에서 종전의 공유수면매립법의 규정을 인용한 경우 이 법중 그에 해당하는 규정이 있는 경우에는 종전의 규정에 갈음하여 이 법의 해당조항을 인용한 것으로 본다.

부칙(국토기본법) <제6654호,2002.2.4>

제1조 (시행일) 이 법은 2003년 1월 1일부터 시행한다.

제2조 내지 제5조 생략

제6조 (다른 법률의 개정) ①및 ②생략

③공유수면매립법중 다음과 같이 개정한다.

제6조 본문중 "국토건설종합계획법에 의한 국토건설종합계획"을 "국토기본법에 의한 국토종합계획"으로 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

④내지 <16>생략

제7조 생략

부칙(공익사업을위한토지등의취득및보상에관한법률)<제6656호,2002.2.4>

제1조 (시행일) 이 법은 2003년 1월 1일부터 시행한다.

제2조 내지 제10조 생략
제11조 (다른 법률의 개정) ①내지 ⑥생략
⑦공유수면매립법중 다음과 같이 개정한다.
제20조제4항중 "토지수용법 제73조 내지 제75조의2"를 "공익사업을위한토지등의취득및보상에관한법률 제83조 내지 제86조"로 한다.
제20조제5항중 "토지수용법 제58조 및 제60조"를 "공익사업을위한토지등의취득및보상에관한법률 제20조제2항, 제28조제2항 및 제58조제3항"으로 한다.
⑧내지 <85>생략

제12조 생략

부칙(산지관리법) <제6841호,2002.12.30>

제1조 (시행일) 이 법은 공포 후 9월이 경과한 날부터 시행한다.

제2조 내지 제10조 생략

제11조 (다른 법률의 개정) ①내지 ⑫생략
⑬공유수면매립법중 다음과 같이 개정한다.
제16조제1항제4호를 다음과 같이 한다.
4. 산지관리법 제14조·제15조의 규정에 의한 산지전용허가 및 산지전용신고, 산림법 제57조의 규정에 의한 보안림의 지정해제 및 동법 제62조제1항·제90조제1항의 규정에 의한 입목벌채 등의 허가
⑭내지 <74>생략

제12조 생략

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

부칙(산업집적활성화및공장설립에관한법률) <제6842호,2002.12.30>

제1조 (시행일) 이 법은 2003년 7월 1일부터 시행한다.

제2조 내지 제6조 생략

제7조 (다른 법률의 개정) ①및 ②생략

③공유수면매립법중 다음과 같이 개정한다.

제27조제2항제1호중 "공업배치및공장설립에관한법률"을 "산업집적활성화및공장설립에관한법률"로 한다.

④내지 <28>생략

제8조 생략

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

별표

1. “경제자유구역의지정및운영에관한법률” 제11조 1항 7호에 따른 공유수면매립
2. “고속철도건설촉진법” 제8조 1항 4호에 따른 공유수면매립
3. “공공철도건설촉진법” 제6조 1항 4호에 따른 공유수면매립
4. “관광진흥법” 제52조 1항 4호에 따른 공유수면매립
5. “국민임대주택건설등에관한특별조치법” 제23조 4항 3호에 따른 공유수면매립
6. “국토의계획및이용에관한법률” 제61조 1항에 따른 공유수면매립
7. “금강수계물관리및주민지원등에관한법률” 제26조 1항 17호에 따른 공유수면매립
8. “기업활동규제완화에관한특별조치법” 제15조에 따른 공유수면매립
9. “낙동강수계물관리및주민지원등에관한법” 제28조 1항 17호에 따른 공유수면매립
10. “농어촌도로정비법” 제12조 1항 3호에 따른 공유수면매립
11. “농어촌정비법” 제14조 3항에 따른 공유수면매립
12. “댐건설및주변지역지원등에관한법률” 제9조 1항 11호에 따른 공유수면매립
13. “도로법” 제25조의2 1항 3호에 따른 공유수면매립
14. “도시개발법” 제19조 1항 4호에 따른 공유수면매립
15. “산업입지및개발에관한법률” 제21조 1항 9호에 따른 공유수면매립
16. “산업집적활성화및공장설립에관한법률” 제13조의2 1항 11호에 따른 공유수면매립
17. “소하천정비법” 제10조의2 1항 16호에 따른 공유수면매립
18. “송유관안전관리법” 제4조 1항 6호에 따른 공유수면매립
19. “수도권신공항건설촉진법” 제8조 1항 4호에 따른 공유수면매립
20. “수도법” 제31조 1항 3호에 따른 공유수면매립
21. “신항만건설촉진법” 제9조 2항 6호에 따른 공유수면매립

22. “어항법” 제37조 1항 3호에 따른 공유수면매립
23. “연안관리법” 제18조 1항 15호에 따른 공유수면매립
24. “영산강·섬진강수계물관리및주민지원등에관한법률” 제26조 1항 17호에 따른 공유수면매립
25. “유통단지개발촉진법” 제13조 1항 8호에 따른 공유수면매립
26. “자연공원법” 제21조 4항에 따른 공유수면매립
27. “자전거이용활성화에관한법률” 제14조 1항 3호에 따른 공유수면매립
28. “전원개발촉진법” 제6조 1항 6호에 따른 공유수면매립
29. “제주국제자유도시특별법” 제60조 1항 8호에 따른 공유수면매립
30. “주택법” 제17조 1항 3호에 따른 공유수면매립
31. “중소기업창업지원법 ” 제22조 1항 4호에 따른 공유수면매립
32. “지방소도읍육성지원법” 제9조 1항 26호에 따른 공유수면매립

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

33. “지역균형개발및지방중소기업육성에관한법률” 제18조 1항 10호에 따른 공유수면매립
34. “지역특화발전특구에대한규제특례법” 제40조 1항 8호에 따른 공유수면매립
35. “집단에너지사업법” 제49조 1항 8호에 따른 공유수면매립
36. “청소년활동진흥법” 제52조 1항 5호에 따른 공유수면매립
37. “택지개발촉진법” 제11조 1항 7호에 따른 공유수면매립
38. “폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률” 제12조 1항 20호에 따른 공유수면매립
39. “하수도법” 제13조의2 1항 3호에 따른 공유수면매립
40. “하천법” 제32조 1항 8호에 따른 공유수면매립
41. “한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률” 제15조 1항 18호에 따른 공유수면매립
42. “한국가스공사법” 제16조의3 7호에 따른 공유수면매립
43. “한국수자원개발공사법시행령” 제15조 1항에 따른 공유수면매립
44. “한국수자원공사법” 제18조 1항 5호에 따른 공유수면매립
45. “한국토지공사법” 제19조 1항 5호에 따른 공유수면매립
46. “항공법” 제96조 1항 4호에 따른 공유수면매립
47. “항만공사법” 제23조 1항 5호에 따른 공유수면매립
48. “항만법” 제11조 1항 5호에 따른 공유수면매립
49. “해양오염방지법” 제4조의8 2호에 따른 공유수면매립
50. “화물유통촉진법” 제37조 1항 3호에 따른 공유수면매립
51. “환경관리공단법” 제16조의 6호에 따른 공유수면매립
52. “수산업법” 제69조 3항에 따른 공유수면매립
53. “외국인투자촉진법” 부칙 제10조 8항에 따른 공유수면매립
54. “군사시설보호법” 제10조 1항 2호에 따른 공유수면매립

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

5. 시행령/규칙 포함 내용

개정안	시행령	시행규칙
제1조(목적)		
제2조(정의)		
제14조의2(공유수면매립자의 책무)		
제14조의3 (적용범위)		
제14조의4 (대체습지 조성 기본계획)	- 공유수면매립기본계획 시행령상의 내용을 참고하여 대체습지조성으로 인한 인접지역의 환경변화 등	
제14조의5 (대체습지 조성 기본계획의 고시 등)		- 대체습지조성계획의 고시, 통보, 열람 내용, 고시 기간 등)
제14조의6 (대체습지조성계획의 변경 등)	- 경미한 대체습지조성계획 변경 사항	
제14조의7 (대체습지조성 실시계획)	- 대체습지조성 실시계획의 내용 (조성예정지 위치·규모·현황, 조성방법, 조성으로 인한 환경변화, 기타 해양수산부장관 또는 시·도지사가 필요로 하는 사항) - 대체습지조성 실시계획의 통보(해수부장관 또는 시·도지사 고시→관계행정기관통보→시장·군수·구청장통보→일반인 열람)	- 대체습지조성 실시계획 승인 신청시 첨부서류 등
제14조의8 (대체습지 전문기관)	- 전문기관의 자격, 역할(대체습지조성 및 관리, 연구, 기술개발 등) - 결격사유, 준수사항, 업무의 휴지 또는 폐지, 등록취소	**해양수산부장관고시(향후)** - 대체습지조성 및 관리지침(공학적, 생태적 조성 및 관리지침) - 대체습지의 기능수준에 따른 관리지침마련
제14조의9 (대체습지조성의무등의 이행)	- 조성의무자의 관리의무 기간 - 습지의 창출 대비 복원, 증강의 비율	
제14조의10 (대체습지조성비)	- 대체습지조성비 산정기준 - 대체습지조성비 납부절차, 부과시기 및 납입방법 (매립면허후 분할납부하여 실시계획인가전까지 --% 납부, 준공인가전까지 100%	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	납부), 부과기준일, 납입기한, 분할납부 등 - 대체습지조성비의 용도(연구개발, 복원, 증강, 창출(유지관리))	
제14조의11 (대체습지의 조성 진척도 관리)	- 점검자의 수, 방법, 점검회수, 시기, 보고방법 등	
제14조의12 (대체습지조성 완료인가)	- 완료인가 요건	- 서류 등
제14조의13 (대체습지의 소유권 귀속)		
제14조의14 (대체습지의 관리 등)	- 대체습지의 일정한 수준의 기능 (__%) - 대체습지관리계획의 수립내용, 방법 등	**해양수산부장관 고시** - 대체습지관리지침
제15조(실시계획 등의 인가)		
제23조(권리·의무의 승계)		
제25조(준공인가)		
제27조의2(잔여 매립지의 활용)		
보칙 제40조의2(다른 법률과의 관계)		

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제6절 대체습지 조성을 위한 단계별 추진전략

1. 입법절차 및 시기에 관한 추진계획

가. 개관

정부제출 법률안을 입법하기 위한 절차로는 법률안의 입안, 당정협의, 입법예고, 규제심사 및 법제처의 심사를 거친 후 국무회의의 심의를 거쳐 대통령 명의로 국회에 제출된다.

따라서 해양수산부가 공유수면을 환경친화적으로 매립하여 합리적으로 이용함과 동시에 습지의 순손실 방지 및 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지하기 위해 대체습지 조성을 의무화하도록 공유수면매립법을 개정하기 위해서는 다음과 같은 입법절차를 따라야 한다.

나. 법률안의 입안

법률안 입안은 정부의 주요 정책의 골간으로서 국민의 권리·의무와 관련되거나 정부의 조직 등에 관한 정부의 중요한 정책의지를 규범화하여 특별한 사정이 없는 한 계속하여 시행되는 것을 목표로 하는 내용을 법률이라는 형식의 틀에 맞추는 과정이다. 이러한 법률안을 입안함에 있어서는 그 필요성·기대효과 및 부수적 문제점과 이에 소요되는 재정소요 등을 충분히 분석·검토하여야 하는 바, 정책목표의 정확한 인식 및 폭넓은 상황파악, 기존 법령의 검토, 입법조치가 필요한 사항 추출, 정책 판단시와 마찬가지로 정책의 법령화 과정에서도 다양한 대안 검토를 해야 한다. 따라서 법률안을 입안함에 있어서는 입법하고자 하는 정책내용의 확정, 현행 법제도 및 외국의 관련 법제도, 입법에 따른 비용·편익 분석, 예상되는 문제점 및 이의 해결방법 등을 충분히 검토하여야 한다.

본 연구에서는 대체습지조성 의무화 필요성과 기대효과 및 관련문제(관련법의 개정, 대체습지관리위원회 설치, 전문기관 자격 및 역할, 대체습지조성비 부과 등)에 대해서 분석·검토하기로 한다.

법률안의 입안사항으로는 공유수면매립법상 대체습지조성과 관련되는 규정을 새로이 독립장에 총 21개 조문을 신설(16개)하거나 부분수정(5개) 하여 개정안을 도출하였으며, 본 개정안에는 의무화 방향, 습지가 아닌 공유수면의 처리문제, 대체습지조성계획 및 실시계획 문제, 대체습지조성비 부과대상 및 의무주체, 대체습지조성비의 산정기준, 대체습지조성비의 관리회계 및 용처, 전문기관의 자격, 타법률에서 공유

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

수면매립 의제조항 처리문제, 타법률의 개정요소 등 중심으로 공유수면매립에 따른 대체습지조성을 의무화하는 법률안을 제시하였다.

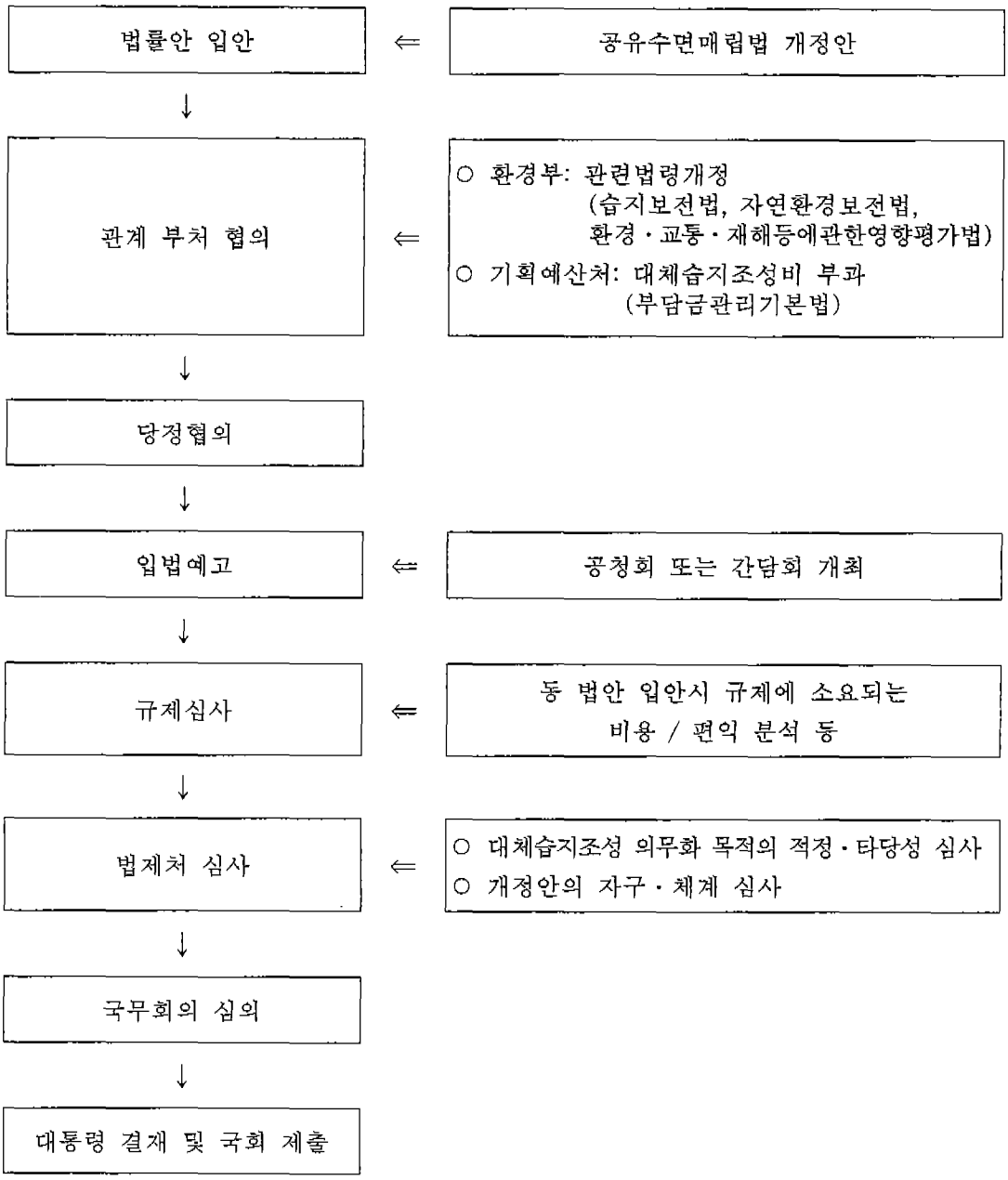


그림 2-15. 공유수면매립법 개정 입법절차

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. 관계 부처와의 협의

법률안 및 대통령령안은 차관회의와 국무회의의 심의를 거치게 되어 있어 관계부처 의견 조회가 필요하며, 주무부처안이 마련되면 당해 법률안의 내용과 관계된 부처와 의견을 협의·조정하여 단일의 안을 입안하여야 한다.

따라서 동 개정안에서 관계부처와의 협의문제는 관련법령개정 사항으로 습지보전법, 자연환경보전법, 환경·교통·재해등에관한영향평가법에 대해서는 환경부와 협의하여야 하고, 대체습지조성비 부과관련 사항으로 부담금관리기본법에 대해서는 기획예산처와 협의를 하여야 한다. 이와같이 대체습지조성을 의무화하기 위해서는 정부조직법상 다른 부처의 고유업무와 관련있는 사항에 대해서 협의를 하여야 할 것이다.

라. 입법예고

주무부처의 법률안이 확정되면 국정을 이끌어가는 정부와 여당이 정책의 내용에 대한 공감대를 형성하고 국회 입법과정에서의 협조를 얻기 위하여 여당과의 당정협의에 들어간다. 이후 입법예고를 하게 되는데, 입법예고[43]는 행정절차법 시행의 필수적인 법적절차이다.

입법예고는 법률안을 입안한 주무부처에서 하며, 국민의 권리·의무 또는 일상생활과 밀접한 관련이 있는 법령 등을 제정·개정 또는 폐지하고자 할 때에는 입법에 앞서 입법취지, 주요내용 또는 전문을 관보·공보나 신문·방송·인터넷 등에의 공고에 의한 방법으로 하고, 필요하다고 인정되는 단체 등에 대하여 입법예고 사항을 통지할 수 있다.

입법예고절차와 함께 공청회나 간담회를 거쳐 의견을 수렴할 수도 있는데, 공청회나 간담회의 실시 주체도 입법예고와 마찬가지로 법률안 입안부처이다. 공청회를 개최하고자 하는 경우에는 공청회 개최 14일 전까지 당사자 등에게 통지하고 관보·공보 또는 일간신문 등에 공고하여야 한다.

따라서 공유수면매립법의 개정안에 따른 입법예고와 공청회 또는 간담회를 개최하여야 할 것인 바 공청회시 대체습지조성비의 산정기준이나 관련 기술 개발 유무 및 적정성이 논의의 초점이 될 것으로 예상된다. 따라서 대체습지를 조성할 수 있는 기술·연구개발이 이루어져 있지 않는 등 현실적인 문제가 있기 때문에 이러한 관련 기술 개발을 완료한 후 입법을 하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

43) 입법예고제란 국민에 의하여 선출된 대의기관이 아닌 행정기관이 국민을 규율하는 법규를 제정·개정 또는 폐지함에 있어 국민의 의견을 직접 청취함으로써 당해 규범의 정당성(legitimacy)을 확보하여 그 실효성을 크게 높일 수 있도록 하는 것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

마. 규제심사

각 부처에서 규제에 관한 사항, 즉 국가 또는 지방자치단체가 특정한 행정목적을 실현하기 위하여 국민의 권리를 제한하거나 의무를 부과하는 내용의 법령을 입법하고자 하는 때에는 행정규제기본법에 의하여 규제영향분석과 규제의 대상·범위 및 방법에 관하여 중앙행정기관별 자체심사를 거치고 공청회, 입법예고, 이해관계인·전문가 등의 의견을 수렴한 후 규제영향분석서, 자체심사의견과 행정기관 및 이해관계인 등의 제출의견의 요지를 첨부하여 규제개혁위원회의 규제심사[44]를 받아야 한다.

국민의 정부 이후 규제개혁에 관한 대통령의 확고한 의지에 따라 규제개혁위원회의 기능이 확대되었고, 국무조정실장이 차관회의의 의장으로서 규제심의 결과를 제대로 반영하지 아니한 법령안의 상정을 저지하기 때문에 입법절차상 피할 수 없는 관문이 되었다.

실제로 동 개정안을 입안하기 위해서는 동 개정안의 입안에 따른 규제영향분석이 필요하고 각계의 의견을 수렴한 후 규제영향분석서를 작성하여 소정의 심사를 거쳐야 한다. 실제로 규제개혁위원회의 규제심사를 통과하기 위해서 규제항목을 추출하여 각 항목별 규제영향분석서를 작성하여야 한다. 이때에는 과학적이고 기술적인 명확한 근거가 없을 경우 심의를 통과하기가 사실상 어렵다. 따라서 실질적인 입법을 하기 위해서는 상술한 바와 같은 관련 기술개발이 이루어진 이후에 가능하리라고 보여진다.

바. 법제처 심사

법제처는 국무회의에 상정되는 모든 법률안에 대해 정부조직법 제24조[45]에 의해 심사권이 있고, 이에 따른 심사는 모든 정부입법과정에서 반드시 거쳐야 할 법적 절차이다. 법제처의 법령안 심사는 부처별로 분장하고 있는 법제관이 담당하고 있는 바, 주무부처로부터 법률안의 심사가 의뢰되면 법제처는 그 내용의 적정·타당성 등 실질적인 사항과 그 자구·체계 등 형식적인 사항에 대하여 심사를 하여 원안을 수정·보완하도록 되어 있다.

따라서 법제처는 대체습지조성 의무화에 따른 공유수면매립법 개정안이 정부정책의 목표와 일치, 국민의 권리·의무와의 연계성에 기인하여 법률안 입안의 필요성, 기대효과, 개정안에 대한 문제점과 대안, 재정소요 등에 대해서 법리적으로 문제점이 없는지 심사를 할 것이다.

---

44) 행정규제기본법 제1조에 규제심사에 대한 목적을 적시하고 있는바, 이 법은 행정규제에 관한 기본적인 사항을 규정하여 불필요한 규제를 폐지하고 비효율적인 규제의 신설을 억제함으로써 사회·경제활동의 자율과 창의를 촉진하여 국민의 삶의 질을 높이고 국가경쟁력의 지속적인 향상을 도모함을 목적으로 하고 있다

45) 제24조 (법제처) ①국무회의에 상정될 법령안·조약안과 총리령안 및 부령안의 심사와 기타 법제에 관한 사무를 전문적으로 관장하기 위하여 국무총리소속하에 법제처를 둔다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

특히, 개정안의 중요 요소인 대체습지 조성 의무사항, 전문기관 자격, 대체습지 조성비 및 타법률과의 관계 등에 대해서 법리적으로 적정·타당하며, 나아가 국민의 자유와 권리에 침해가 없는지 등을 검토할 것이다.

또한 법령심사는 심사의뢰된 법률안이 법률로서의 일정한 형식을 갖추게 하는 한편, 입안과정에서 필요한 절차를 거쳤는지를 확인하는 목적도 있다. 이후 국무회의의 심의를 거쳐 대통령의 결재와 동시에 법률안은 국회로 제출된다.

사. 입법시기

공유수면 매립에 따른 대체습지조성 의무화는 습지의 순손실 방지와 함께 원인자 부담원칙의 정책목표를 달성하기 위한 적절한 수단이라고 판단된다. 그러나 이러한 정책목표를 달성하기 위한 절차로서 입법과정을 거쳐야 한다. 이러한 입법과정에서 필요한 것이 관련 기술개발이었다. 관련기술을 개발하기 위해 공학 및 생물분야에서 기술개발 로드맵을 작성하였으며, 소요예산도 적시하고 있다.

현재 공유수면의 매립에 따른 습지훼손은 상당히 많이 진척되어 온 것이 현실이며, 이에 입법시기 또한 늦출 수가 없는 것도 사실이다. 하지만 입법 과정상의 어려움(관련 부처와 협의문제 등)이 예상됨은 물론 대체습지조성을 하는데 있어 기술과 연구개발이 이루어지지 않았기 때문에 대체습지조성비의 산정기준을 제시할 수 없다는 점과 대체습지조성 및 관리지침이 없어 실질적으로 대체습지조성과정중의 모니터링과 조성이후 관리기준을 제공할 수 없다는데 문제가 있다.

따라서 입법시기는 생물·공학분야의 기술개발이 이루어져 기술지침서가 작성되는 최소 5년 후에 동 결과를 활용하여 대체습지조성비를 산정하는 기준을 도출한 이후에 입법하는 것이 적절하다고 판단된다.

2. 로드맵에 따른 기술개발 단계별 추진전략

법률을 개정함에 있어서 개정된 법률이 공포되기까지 어려움이 있으나 더욱 중요한 것은 실질적인 대체습지를 조성하는데 필요한 기술개발이라고 하겠다. 대체습지를 조성하는데 필요한 연구와 기술을 단기간에 개발하는 것은 어렵고 특히 많은 예산이 필요하다고 한다.

이와같이 대체습지를 조성하는데 필요로 하는 예산과 기술·연구개발에 대해서 생물·공학분야의 로드맵을 통해 대체습지조성 의무화시기를 상정해 보기로 한다.

먼저 생물분야의 로드맵상으로는 최소 기간 5년과 이에 따른 비용으로는 36억원 정도가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

소요된다고 보고 있다. 단계별 추진사항으로는 1차년도에 ⅰ)습지유형을 분류하고, ⅱ)생물다양성을 평가하는데 있어 5억원 정도가 소요되며, 2차년도에 ⅰ)국내 습지 유형 도식, ⅱ)생태계 천이 패턴 모니터링, ⅲ)습지 기능성 파악하는데 있어 7억원 정도가 소요되고, 3차년도에 ⅰ)생태계 조절요인 파악, ⅱ)유형별 생태계 기능 비교, ⅲ)습지오염정화기능 파악, ⅳ)생물생산기능 파악, ⅴ)유형별 조류서식패턴 파악하는데 있어 10억원 정도가 소요된다고 하였으며, 4차년도에 ⅰ)생태계 Resilience추정 및 천이과정 모형 도출, ⅱ)생태계 구조별 습지오염정화 능력 평가, ⅲ)개체군 가입율 및 섭이율 평가, ⅳ)Net production 산정, ⅴ)조류 먹이망 및 서식량 모니터링을 하는데 있어 9억원 정도가 소요되며, 5차년도에 ⅰ) 유형별 생태계 모니터링기법 및 예측 모델 선정, ⅱ)오염정화 기작 모형화, ⅲ)생태계 기능성 모델 제시, ⅳ)유형별 생산량 증대 기술 선정, ⅴ)조류 서식환경 평가 및 방안을 제시하는데 있어 5억원 정도가 소요될 것으로 예측하고 있다.

표 2-31. 생물분야 기술·연구개발 예산 비용

내용 / 기간	연구 목표	연구 내용	추정 예산
1차년도	○습지유형 분류 ○생물 다양성 평가	○습지의 정의 및 유형 분류 기준 마련 ○국내 연안 습지 현황 분석	5억원
2차년도	○국내 습지 유형 도식 ○생태계 천이 패턴 모니터링 ○유형별 생물 다양성 평가 ○습지 기능성파악 (보육장, 섭이장)	○습지의 생태계 구성원과 각 유형별 기능을 파악하여 분류 체계를 제시 ○천이 패턴 모니터링 기법 선정 및 표준화 ○현장조사를 통한 알파,베타, 감마 다양성 파악 ○군집 분석	7억원
3차년도	○생태계 조절요인 파악 ○유형별 생태계 기능 비교 ○습지오염정화기능 파악 ○생물생산기능 파악 ○유형별 조류서식패턴 파악	○군집, 개체군 분석, 생체량 파악 ○Microbial food web 파악 ○먹이단계별 생산력 파악 ○섭식유형 파악 ○조성된 식생 천이 모니터링	10억원
4차년도	○생태계 Resilience추정 및 천이과정 모형 도출 ○생태계 구조별 습지오염정화 능력 평가 ○개체군 가입율 및 섭이율 평가	○에너지 수지에 따른 생태계 구조 파악 ○개체군별 서식특성 조사 ○연간 생산력 추정 ○우점하는 조류의 먹이	9억원

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	○Net production 산정 ○조류 먹이망 및 서식량 모니터링		
5차년도	○유형별 생태계 모니터링기법 및 예측 모델 선정 ○오염정화 기작 모형화 ○생태계 기능성 모델 제시 ○유형별 생산량 증대 기술 선정 ○조류 서식환경 평가 및 방안 제시	○대체습지 관리를 위한 모니터링 자료 효율성 분석 ○단계별, 생태계 구조별 오염 정화량 파악 ○유형별 생태계 구성모델 구축 ○복합적 생태계 평가	5억원

다음 공학분야에서는 대체습지를 조성하는데 있어 로드맵상으로는 5년의 기술개발이 필요로 하며 예산은 44억원 정도가 소요된다고 보고 있다. 단계별 추진사항으로 1단계(2006~2008년), 2단계(2009~20010년)으로 나누어 관련 기술을 개발하고자 하였으며, 조성단계별 순서로는 계획 및 설계단계, 시공단계, 유지관리 단계로 구분하였다.

관련 기술개발과 예상소요비용으로는 i)해양환경특성 평가/예측 기술분야에 4억원, ii)환경영향분석 및 피해저감 기술분야에 6억원, iii)환경 모니터링, 유지관리 및 기능평가 기술분야에 6억원, iv)수리·퇴적환경 제어 기술분야에 3억원, v)대체습지 설계 및 시공기술분야에 19억원, vi)생태기반 조성기술분야에 6억원에 총 44억원 정도가 소요될 것으로 예측하고 있다.

표 2-32. 공학분야 기술·연구개발 예산 비용 (단위 : 억원)

구분 \ 단계		1단계 (2006-2008년)	2단계 (2009-2010년)	추정 예산
해양환경 특성 평가/예측 기술	○해양환경인자에 대한 관측 및 분석기술 ○조간대 등 특수지형에서의 관측기술 ○지하수 및 토양오염 조사 기술 ○시뮬레이션 기반 해양환경특성 평가기술 ○시뮬레이션 기반 해양환경변화 예측기술 ○해저지형변화 분석 및 예측기술 ○해저퇴적물 이동특성 분석 및 예측기술 ○지반안정성 평가기술	2	2	4
환경영향 분석 및 피해저감 기술	○세굴 방지공 성능 향상 기술 ○친환경적 매립기술 ○준설토 투기장 SS 급속 침전기술 ○친환경적 준설토 투기기술	2	4	6

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

	○토양오염 제어 및 복원기술 ○수질오염 제어 및 개선기술 ○습지지반 최종복토 및 표토처리기술			
환경 모니터링, 유지관리 및 기능평가 기술	○실시간/준실시간 모니터링 자동화 기술 ○신속복구 및 보수/보강기술 ○친환경적 리모델링 기술/기능개선기술 ○사후 성공여부 평가모델/평가기술	2	4	6
수리·퇴적 환경 제어 기술	○제어구조물의 친환경적 설계/시공기술 ○제어구조물의 성능 향상 ○시뮬레이션 기반 수리환경 제어기술 ○식재 등 친환경적 제어 기술 ○친환경적 소재 개발 및 활용기술 ○수리환경 제어구조물 기술	3	-	3
대체습지 설계 및 시공기술	○해양조건을 고려한 시뮬레이션 기반 설계기술 ○부유식, 고정식, 잠제 등 해양구조물 설계 및 시공기술 ○수심변화를 고려한 초연약지반 처리기술 ○해양공사 가설구조물 설계 및 시공기술 ○열악한 해양조건에 대비한 구조물 방호기술 ○친환경적 신소재 개발/활용기술 ○습지/초연약지반용 시공장비 개발/활용기술 ○시공 중 환경오염 방지기술 ○안전관리/품질관리 기술 ○차수기술 ○내진기술 ○연약지반-구조물 비선형 응답해석 기술 ○신뢰성 기반 구조/지반 안전성 해석 기술	17	2	19
생태기반 조성기술	○지반환경 조사/분석/평가 기술 ○토양오염 처리/토양환경 조성 기술 ○친환경적 수질개선 기술 ○습지지반 조기안정화 기술 ○서식기반/소규모 지형 조성기술 ○친환경적 호안 조성기술 ○식재 및 이식기술	6	0	6
준설토 활용 대체습지 조성기술	○준설토 분석/평가 기술 ○오염준설토 생물학적/화학적/공학적 처리 기술 ○준설토 이용 매립지 조기안정화 기술	(13)	(10)	(23)

이와 같이 공학분야와 생물분야의 Road Map에서 보는 바와 같이 이러한 대체습지 조성 기술 개발을 하는데 있어 생물분야에서는 36억원, 공학분야에서는 44억원 총

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

계 80억원의 소요예산이 필요한 것으로 분석되었다.

표 2-33. 생물·공학분야 기술개발 소요예산 (단위 : 억원)

연도 / 분야	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
생물분야	5	7	10	9	5	36
공학분야	13	13	8	5	5	44
계	18	20	18	14	10	80

현재 동 연구사업의 경우 3차년도에 3억원이 배정되었으나 4차년도(2005년)에는 예산 배정이 없는 상황이다. 만약, 대체습지조성 의무화를 위한 정부의 강력한 의지에 따라 2006년도부터 예산을 마련할 경우 상술한 생물분야와 공학분야의 Road Map에 따른 투자를 하면 될 것이다. 그러나 이러한 예산을 확보하지 못할 경우 생물 및 공학분야의 Road Map에 적시된 기술개발 항목중 확보한 예산과 함께 관련 기술의 우선순위 선정 작업이 필요하다고 보여진다. 물론 3차년도에 배정된 3억원을 어떻게 활용할 것인지 그 방향을 설정하는 것이 향후 대체습지조성 의무화 정책의 중요한 전환점이 될 것으로 판단된다.

3. 조성·관리주체 및 운영방안

대체습지 조성주체는 매립자 또는 국가(해양수산부장관 또는 시·도지사)로 2원화하였는 바, 매립자의 경우 훼손하는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하여야 한다는 점에서 조성주체가 되고, 국가의 경우 매립자가 직접 조성하지 아니하고 대체습지조성비를 납부할 경우 동 조성금을 활용하여 대체습지를 조성하도록 한다는 의미에서 조성주체가 된다.

매립자에게 대체습지를 직접 조성할 수 있도록 하는 것은 국가가 강제적으로 대체습지조성비를 일률적으로 부과하여 선택권을 박탈하기 보다는 대체습지조성의무자로 하여금 의무완제를 위한 방법을 선택하도록 하는 것이 타당하다고 판단된다. 이러한 구조는 미국에서도 채택하고 있는 방법이다.

대체습지를 조성한 이후의 관리주체는 대체습지 전문기관으로 하였다. 왜냐하면 조성된 대체습지가 원래 목적한 기능을 유지하기 위해서는 복잡하고 다양한 생태계를 이해하고 처방할 수 있는 기술을 가져야 하고 도덕적 해이 문제를 차단하기 위

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

해 전문기관이 관리하는 것이 적합하다고 판단되었다. 그리고 조성후 관리를 위한 재원은 대체습지조성의무자에게 부담하도록 하였다. 대체습지조성 의무자는 원인자 부담원칙에 따라 훼손하는 습지에 상응하는 대체습지를 조성할 의무와 조성된 습지가 그 기능을 유지할 때까지 필요한 관리비용을 부담하여야 한다. 즉, 공유수면매립이라는 원인행위가 없으면 습지훼손이라는 결과가 발생하지 않을 것이며, 습지를 훼손하는 자는 그에 상응하는 습지를 조성하여야 한다. 이때 습지의 조성이라 함은 그 기능이 유지되어야 하며 그 유지에 소요되는 관리비용은 습지훼손자에게 부과하는 것이 타당하다고 보여진다.

대체습지 조성시 실질적인 운영 및 관리사항은 실제적으로 조성단계에서 파생되는 문제와 관련되는 사항으로서 공유수면을 매립하고자 하는 자는 공유수면매립면허 신청서에 대체습지조성 실시계획서를 첨부하여 매립면허를 받도록 하고, 공유수면 매립 실시계획인가 시점에 대체습지 조성을 위한 허가를 받고 공유수면매립공사 시행 시점에 공사를 시작하도록 하였다. 그리고 대체습지 조성공사 이후 공사의 영향을 평가하여 그 결과를 공유수면 매립준공인가와 연계시켜 대체습지 조성의무를 완료토록 하였다.

특히 면허권자(해양수산부장관 또는 시·도지사)는 매립자가 조성하려는 대체습지조성 실시계획이 그 실현가능성이 있는 지를 전문기관을 활용하여 기술적 심사를 받을 수 있도록 하고 그 결과를 가지고 매립면허를 할 것인지를 판단하도록 하였다. 이때 고려하여야 할 사항으로 대체습지조성 실시계획에는 조성할 위치, 방법과 조성비용 및 조성이후 관리비용을 포함하도록 하였다.

4. 대체습지조성 최적규모 산출요인

자연습지인 경우 전형적인 공공재이기 때문에 시장이 존재하지 않으며, 이러한 이유 때문에 가격(가치)을 측정하기 어려울 뿐만 아니라 자연습지의 적정규모라는 것 자체가 의미가 없다. 이에 반해 대체습지인 경우는 인간에 의해 자연습지를 모형으로 조성하는 것이기 때문에 비용의 개념이 들어가게 되며 적어도 가격은 형성될 수 있다. 하지만 적정 대체습지 조성의 적정면적이 산출되기 위해서는 대체습지에 대한 다수의 공급자와 수요자가 존재하는 시장이 존재되어야만 가능한 것이다. 미국의 mitigation bank system 이라는 제도라는 것이 인위적으로 시장을 만들어 놓고 그 시장의 기능에 의해 대체습지의 적정면적 및 가격이 형성되게끔 만들게 하는 것이다. 이러한 제도가 성립된 경우는 대체습지의 적정 면적이 이론적으로 도출될 뿐만 아니라 실제적인 도출도 가능하게 된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

현재 국내의 경우 이러한 시장이 형성되지도 않았을 뿐만 아니라 향 후 형성되기도 어려운 상황이다. 주된 이유는 대체습지에 대한 수요가 미국에 비해 현저히 낮고, 조성지역도 충분치가 않기 때문이다. 이러한 국내 상황에서는 적정면적 도출이 불가능하고, 대체안으로써 공유수면 매립 기본 계획에 나와 있는 매립계획을 대체습지 수요면적으로 보고 생성율을 곱하여 공급면적을 계산하는 것이 차선의 방법이라고 할 수 있다. 이런 방법으로 도출한 수요면적이 38km^{2}였으며, 공급면적은 약 67km^{2}로 계산되었다.

차선의 방법으로 수요면적 및 공급면적을 도출되어도 대체습지 조성지역이 충분치가 않다면 그것도 문제가 될 수 있다. 공학 분야에서는 이번 연구범위 중 하나인 대체습지 가능 후보지를 조사하며, 폐염전 및 준설토를 조성 후보지로 적절하다고 판단하였다. 이러한 조성 후보지를 확보하는 것도 성공적인 대체습지 제도를 정착시키는 전제 조건이 되기 때문에 전국적으로 조성 가능지를 조사하여 GIS 기법을 이용한 데이터 구축을 하는 것도 중요한 연구과제가 될 수 있겠다.

5. 단계별 추진전략에 따른 향후일정

공유수면매립에 따른 대체습지조성의무화는 공유수면 매립시 대체습지 조성 부담을 통해 갯벌 매립을 제한하고 사실상 매립을 억제하도록 유도하기 위해 추진되었다. 즉, 우리나라 해역 실정에 맞는 대체습지의 생태적·공학적 설계 및 조성·유지관리를 위한 기반기술의 확보 및 실용화와 대체습지조성 의무·운용에 관한 법률적·제도적 근거마련 및 경제적 타당성 분석이라는 목표아래 해양수산부에서는 2002년-2006년까지 중장기 사업으로 추진키로 하고 2002년도에 예산 3억원을 확보하였다.

그러나 당초 목표한 사업비의 미확보로 대체습지조성 의무화 사업은 위기에 봉착해 있다고 볼 수 있다. 2차년도 연구사업의 결과 대체습지조성 의무화를 위해서는 대체습지조성금의 부과 산정기준과 기술지침이 필요하며 이를 위해서는 관련기술 개발이 선행되어야 가능하다고 분석되었다. 그리고 이러한 의무화를 시행할 때 문제되는 실제로 대체습지를 조성할 대상 후보지는 유형별로 얼마나 되는가 하는 것도 풀어야 할 과제로 도출되었다.

한편, 2차년도 연구사업의 핵심과제가 입법안 제시였는 바, 이러한 입법안의 제시 이후 입법안이 실제로 법률로서 입법되기 위해서는 관련기술개발 이후에 입법을 추진하는 것이 타당하다고 분석되었으며, 생물 및 공학분야의 Road Map에 따른 관련기술의 본격적인 개발을 통해 대체습지조성 의무화를 시행하기 위해서는 주무부서에서 고려하여야 할 사항으로 분야별 향후 일정을 다음과 같이 제시하였다.

우선, 법제도 분야에서는 2005-2007년까지는 우리나라 연안의 대체습지조성후보지를 조사

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하고 2008년에는 대체습지의 효율적인 관리 및 운영체제를 연구하고, 2009년에는 개정안에 제시한 대체습지조성 기본계획의 방향성을 제시하고, 2010년에는 대체습지의 지속가능한 활용방안을 연구토록 하여야 할 것이다. 그리고 관련기술개발이 완료되는 2011년에는 동 연구결과를 반영하여 입법을 추진하여야 할 것이다.

경제성 분야에서는 2005-2007년까지는 법제도 분야와 협력하여 우리나라 연안의 대체습지 조성후보지를 조사하고 2008-2009년에는 해안습지의 가치를 추정하고 , 2010년에는 대체습지 조성의무화의 핵심요소인 표준조성비 및 조성기금 산정을 위해 기술분야의 연구결과를 토대로 연구하도록 하여야 할 것이다. 그리고 2011년에는 입법 추진시에 요구되는 대체습지조성 의무화에 따른 규제/편익비용을 분석하여 입법시 기초자료를 제공하도록 하여야 할 것이다.

생물 및 공학분야에서는 우선 2005년도에는 한정된 예산의 범위로 인하여 우리나라 연안의 유형별 습지특성 분석과 실해역 습지 현장을 조사하고 2006-2010년까지는 기술지도에 따른 요소기술을 개발하도록 하여야 할 것이다. 그리고 2011년에는 개발된 기술을 활용하여 대체습지 조성 및 관리지침을 작성하고 2012년 이후에는 대체습지를 실제로 조성하고 관리하는데 기술적 지원을 하도록 하여야 할 것이다.

표 2-34. 단계별 추진전략에 따른 향후일정

<table>
<tr><th>구분</th><th>법제도</th><th>경제</th><th>생물</th><th>공학</th></tr>
<tr><td>2005년</td><td colspan="2">조성후보지 조사(경기,충청)</td><td>습지유형분류</td><td>실해역 습지
현장조사</td></tr>
<tr><td>2006년</td><td colspan="2">조성후보지 조사(전라)</td><td colspan="2" rowspan="4">기술지도에 따른 요소기술 개발</td></tr>
<tr><td>2007년</td><td colspan="2">조성후보지 조사(경상, 강원, 제주)</td></tr>
<tr><td>2008년</td><td>관리·운영체제</td><td>해안습지의
가치추정(Ⅰ)</td></tr>
<tr><td>2009년</td><td>국가기본계획
방향제시</td><td>해안습지의
가치추정(Ⅱ)</td></tr>
<tr><td>2010년</td><td>지속가능한
활용방안</td><td>표준조성비 및
조성기금 산정</td><td colspan="2" rowspan="2">대체습지 조성 및 관리지침 작성</td></tr>
<tr><td>2011년</td><td>입법추진</td><td>규제/편익
비용분석</td></tr>
<tr><td>2012년 이후</td><td>시행령·시행규칙
제정</td><td>경제적 타당성
모니터링</td><td colspan="2">대체습지조성 및 관리</td></tr>
</table>

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제7절 결론

현 세대와 미래세대에서도 환경문제는 최대 현안과제 중의 하나임은 분명하다. 이러한 환경문제중의 하나로 공유수면 매립에 따른 습지의 훼손을 볼 수 있으며, 선진국에서는 습지훼손에 따른 해양환경악화를 방지하기 위한 방안으로 상실되는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하고 있다.

이러한 국제적 추세에 따라 우리나라도 공유수면매립에 따른 대체습지를 조성하도록 하는 정책적 판단에 따라 이를 법적으로 의무화하는 방안을 서둘러 마련하게 되었다. 이를 위해 우선 선진국인 미국, 일본, 캐나다, 독일의 대체습지에 관한 정책과 법률 자료를 수집·검토하고 국내법 제도를 분석하여 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지하기 위한 대안으로 훼손되는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하는 입법안을 마련하고자 하였다.

대체습지조성 국내법률(안)을 제시하기 위해 우선 국내의 습지보전법과 공유수면매립법, 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법과 신법제정의 경우를 중심으로 의무화 규정의 신설시 이들 법률의 장·단점을 분석하여 의무화 규정 대상법률로 공유수면매립법을 선정하고 개정안을 제시하였다. 동 개정안의 주요골자는 일정한 공유수면을 매립하는 자에게 매립하는 습지의 면적과 기능에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하는 의무화 규정을 명시한 것이다.

이러한 의무화 규정을 구체화할 수 있는 실질적인 방법은 습지훼손자로 하여금 직접 대체습지를 조성토록 하는 방법과 대체습지조성비를 부과하는 방법이다. 대체습지조성비는 농지조성비, 대체산림자원조성비, 대체초지조성비 등 현재 타법에서 운용하고 있는 관련 부담금을 근거로 도입 하였다. 더불어 대체습지조성 및 대체습지조성비 신설에 따른 목적, 부과근거와 규정, 부과대상, 주체, 기준 및 절차 등 실질적인 필요한 사항에 대해서도 검토하였다.

대체습지조성비는 해양수산부가 관리하는 수산발전기금에 납부토록 하였으며, 동 비용은 대체습지조성에 필요한 기술 및 연구개발과 손실된 습지에 상응하는 대체습지조성 및 관리에 한하여 사용토록 이용을 제한하였다.

그리고 절차방법에 있어서는 대체습지조성 의무를 완료한 이후 공유수면 매립자는 준공인가를 신청할 수 있도록 하였고, 다른 법령과 관련하여 자연환경보전법상의 생태계보전협력금에 대해서는 2중 부과 문제가 있어 삭제토록 하였고 또한 다른 법령에 근거하여 공유수면매립을 하는 경우 개정 대체습지조성 관련의무를 부담하게 하는 입법안을 제시하였다. 그리고 대체습지조성사업은 환경교통재해등에 관한 영향평가법에서 요구하는 대책으로 보았다. 왜냐하면 대체습지조성사업을 할 경우

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

환경교통재해등에 관한 영향평가법에서 요구하는 환경영향평가의 대상이 될 경우 대체습지조성사업은 환경에 역영향을 미칠 수 있는 사업으로 본 다는 반증이며, 대체습지조성 실시계획에 이러한 영향을 충분히 고려할 수 있기 때문이다.

특히 공유수면매립시 잔여매립지의 임대·매각 대금을 대체습지조성을 위한 재원으로 활용하도록 하여 공유수면매립에 따른 경제적 이익을 얻을 수 없도록 하였는바, 이는 공유수면의 매립은 꼭 필요한 경우가 아니면 매립할 수 없도록 하는 제도적 장치의 일환으로 제시한 방안이다.

그리고 개정안의 입법과 관련하여 고려하여야 할 부분은 현재 대체습지를 조성할 수 있는 기술이 개발되어 있지 않기 때문에 조성 및 관리지침을 만들 수 없으며, 대체습지조성비를 부과하려 할 때 그 기준을 산정하기가 어렵다는 점이다. 그리고 공학분야와 생물분야의 Road Map에서 보는 바와 같이 이러한 대체습지조성 기술개발을 하는데 있어 5년의 기간동안 생물분야에서는 36억원, 공학분야에서는 44억원 총 80억원의 소요예산이 필요한 것으로 분석되었다.

실질적으로 새로운 법률을 입안할 경우 입법절차상 관련단체 및 기관 또는 정부부처와 사전협의도 빼 놓을 수 없지만 규제개혁심의를 통과하는 문제와 함께 부담금 관리 기본법에 따른 부담금의 항목에 대체습지조성비가 포함되도록 하여야 한다는 것이다.

그러나 이러한 대체습지조성비의 산출기준을 마련하기 위해서는 반드시 관련기술개발이 완료된 후 동 결과를 활용하여야 한다는 것이다. 그러나 현재 대체습지조성비를 부과할 경우 얼마를 부과해야 하는지에 대한 부과 기준의 산정이 여의치 않고 조성 및 관리 지침을 만들 수 있는 기술이 개발되어 있지 않다. 이러한 점을 감안한다면 공유수면매립에 따른 대체습지조성을 위한 의무화의 입법시기는 향후 관련기술의 개발이 완료되어 기술지침서가 제시되는 5년 이후에 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

한편, 정책분야의 향후 작업계획으로 3차년도에는 공유수면 매립에 따른 대체습지 조성 의무화를 위한 법률안 입안시 기초자료가 되는 조성 후보지를 검토하도록 한다. 즉, 우리나라 연안을 경기도·충청남도, 전라남도·전라북도, 경상남도·경상북도 및 강원도 등 3개 권역으로 나누어 3차 년도에는 경기도·충청남도 지역의 대체습지 조성 후보지를 조사하고, 연구방법으로는 공유수면 매립에 따른 대체습지조성 의무화 법률을 입안시 실질적으로 습지훼손자가 훼손된 습지에 상응하는 대체습지를 조성하고자 할 때 조성대상 지역이 있는지를 조사하고자 한다. 특히 우리나라 연안중 경기도·충청남도 지역을 대상으로 습지의 상태, 연안의 형태 및 이용도등을 파악하여 대체습지를 창출하거나, 복원 또는 증강유형으로 분류하여 개정법안

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

입안시 예상되는 수요와 공급현황을 파악하고자 한다.

그리고 4차 년도에는 생물, 공학분야의 기술지도에 따른 관련연구개발 과정에서 대체습지조성을 의무화하는데 필수적인 요소인 대체습지조성비의 객관적인 산정기준을 제시하기 위해 학제간 연구를 추진하고자 한다. 그리고 대체습지 조성과 관련한 관리 및 운영전략 검토를 위해 대체습지 조성 의무화 선진국인 미국의 실질적인 정부(연방 및 지방정부)의 역할 및 관리요소를 도출하여 우리나라 국내정책에 도입하고자 한다. 특히 워싱턴주, 오레곤주, 메인주, 미네소타주 등 각 주의 기능과 역할 및 환경보호청, 육군공병단과의 상호관계 등 습지 훼손에서부터 대체습지를 조성할 때까지의 실질적인 절차를 분석하여 우리나라에 적합한 관리 및 운영방안을 제시하여 입법의 완성도록 높이고자 한다.

마지막으로 동 연구사업의 최종연도에는 개발된 대체습지조성 및 관리 관련기술이 개발된 이후 대체습지조성비의 산정기준 제시와 함께 공유수면매립에 따른 대체습지조성 의무화 입법안이 성공적으로 입법되기 위한 단계별 절차를 지원하여 습지의 순손실방지와 지속가능한 해양환경 보전에 기여하고자 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 3 장

경제적 분석

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제1절 서 론

습지는 인간이 누리고 있는 자연의 일부이기도 하면서 또한 인간이 보호해야할 환경이기도 하다. 따라서 습지를 훼손시키는 무분별한 개발은 제한되고 손실된 습지는 보정되어야 할 것이다. 공공의 이익을 위한 피할 수 없는 개발이 존재하는 것이 현실이라면 습지의 적절한 개발과 보전이 공존할 수 있는 제도를 구현하는 것 또한 시대적 요구라 할 수 있겠다. 이러한 제도가 현재 선진국가(특히 미국)에서 시행하는 mitigation bank system이라 할 수 있으며, 본 연구의 주제가 되는 대체습지 조성에 관한 검토도 같은 맥락으로 이해 할 수 있다.

습지는 전형적인 준공공재(quasi-public goods) 성격을 띠고 있다. 따라서 습지상실의 주원인인 매립행위는 외부효과를 발생시키며, 이것을 내재화시키지 않으면 시장실패가 발생되어 습지 훼손이 가속화 될 것이다.

본 장에서는 대체습지의 적절한 규모와 조성비용 산출에 대한 이론적 근거를 마련하는 것에 주안점을 두고 있다. 본 장의 구성을 보면 2절에서는 습지의 기능 및 가치를 간략하게 정의하고 가치측정방법과 가치측정결과에 대한 선행연구를 정리하였으며, 3절에서는 대체습지의 적정한 규모가 경제학적으로 어떻게 도출되는지를 보여 주고, 2차 공유수면매립 기본계획에 의한 대체습지조성의 가수요량과 공급량을 산출한다. 4절에서는 대체습지조성을 위한 기금이 경제학적으로 어떤 의미를 갖고 있으며, 대체습지조성기금을 습지조성비용, 습지의 가치, 그리고 조성이익으로부터 도출될 수 있음을 설명하였다.

제2절 습지의 가치

자연(혹은 환경)은 인간에게 많은 서비스를 제공하고 있으며, 이것에 대한 직관적 인식은 있으나 이것을 가치화하는 데는 많은 어려움이 있다. 즉, 자연의 심미적 기능이나 레저로서의 이용 등은 시장이 존재하지 않은 경우가 대부분이어서 그 가치를 화폐적 가치로 변환시키는데 한계가 있을 수 있다. 하지만 자연자원이나 양질의 환경도 자산으로 분류되어야 한다는 것이 환경 및 자원경제학자들의 주장이고, 그것이 국가의 부를 나타내는 GDP(Green GDP)에 계상하자는 것이 주류이고 보면 자연자원 및 환경의 질을 가치화하는 기존의 비시장가치기법(non-market valuation methods)의 적용이 비록 신뢰성의 문제제기가 있기는 하지만 유용하게 사용할 수

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

있다.

1. 가치의 경제(학)적 개념

지난 300년 동안 서구사회에서 자연을 바라보는 시각의 중심은 인본주의 철학이라 할 수 있다. 인간은 모든 가치의 척도가 되고, 자연으로부터 분리되어야 한다는 사고에서 자연을 바라보고 있다. 이러한 견해는 16세기의 종교혁명 그리고 17세기와 18세기에는 산업혁명의 뿌리가 되었으며, 자연은 과학과 기술을 통해 소유될 수 있다는 믿음이 기저에 깔려 있다고 할 수 있겠다(Nash, 1989).

비록 인본주의사상이 주류를 이루기는 하였지만 일각에서는 자연은 인간의 이익을 위해서 단독으로 존재하지 않는다는 非인본주의적 사상이 여러 형태로 나타나고 있었다. 이러한 사상은 생명중심사상(biocentrism), 생태중심사상(ecocentrism), 전면적 생태보호운동(deep ecology), 사회 생태학(social ecology), 그리고 환경운동과 여성해방운동을 통합한 에코페미니즘(ecofeminism)을 포함한다(Mazzotta, 1996).

현재 환경자원 경제학의 토대를 이루고 있는 신고전학파 경제학(neoclassical economics)의 이론과 방법론은 과학 및 기술혁명의 철학적 견해를 지니고 있다고 할 수 있다. 따라서 경제이론에서 자연자원은 인간에 의해 사용되는 투입요소와 폐기물 저장장소로 보고 있으며 환경경제학에서는 자연자원과 환경의 즐거움의 효율적 분배에 초점을 맞추고 있다(Daly, 1991)

"가치"라는 개념은 여러 가지 의미를 가질 수 있다. 예를 들면 경제학자와 생태학자가 환경서비스 및 생태시스템의 가치를 논하는 데 있어 두 가지의 다른 정의를 사용하고 있다. 생태학자들은 "본질적인 가치를 지닌 사물 또는 사물의 질(quality)을 원하는 것"을 가치라 정의한다. 한편 경제학자들은 "화폐나 상품과 등가치적이라는 표현"으로 가치를 정의한다. 즉, 개인의 행복 혹은 효용에 영향을 주는 것을 화폐의 총량으로 변환시켜 나타내는 것이 경제학자들이 말하는 가치라 할 수 있다(Freeman, 2003).

자연의 가치라는 것은 넓은 의미에서 다양성이 보존되는 동안에만 그 가치가 유지된다고 볼 수 있다. 본질적 가치의 개념은 환경에 적용될 때에 여러 가지 면에서 의미가 있기는 하지만 환경관리에 관련한 의문사항을 해결하기 위한 기초를 제공하는 데는 문제가 있다고 할 수 있다. 반대로 경제학적 형태의 도구적 가치는 환경과 관련한 의문사항을 답하는데 적당하다고 볼 수 있다(Freeman, 2003).

자연의 도구적 가치를 평가하기 위해서는 목표를 설정하고 자연의 구성이 목표를 추진하는데 어떻게 기여하는지를 확인할 필요가 있다. 경제학은 사회 구성원의 생

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

계와 행복을 위해 사회가 무엇을 제공해야하는가를 연구하는 학문이다. 그러므로 경제학의 목표는 인간의 행복을 증가시키는데 있다고 볼 수 있다. 가치에 대한 경제학적 이론은 인간의 욕구를 충족시키고 개인의 행복이나 효용을 증가시킬 수 있는 사물의 역량에 기초하고 있으며, 어떤 사물의 경제적 가치는 그것이 인간 행복에 기여하는 정도를 측정하는 것이다. 자원·환경 시스템(resource-environment systems)의 경제적 가치는 인간의 행복(human well-being)을 만들어주는 생태계 기능과 서비스 기여에 존재한다고 볼 수 있다(Freeman, 2003).

2. 습지의 기능과 가치

습지를 가치화 한다는 것은 습지시스템의 기능을 평가한다는 것을 의미한다. 자연적으로 혹은 인간에 의해 만들어진 이러한 시스템에서는 3가지 개념에 의해 구분된다 - 군집(stocks), 흐름(flows), 군집과 흐름 사이의 구성. 이들 3가지 시스템의 특징은 생태(구성요소, 환경적 기능, 다양성) 및 경제(자산, 서비스, 특성)와 공통된 개념을 갖는다. 표 3-1은 이들 시스템의 기본적인 특징과 그것의 생태적·경제적 관계를 요약한 것이다.

표 3-1. 생태와 환경 시스템의 특징

일반적인 시스템	생태시스템	경제시스템
군집(stocks)	구성요소(structural components)	자원, 자산(Assets)
흐름(flows)	환경적 기능(Environmental function)	서비스(service)
조직, 구성(organization)	생물과 문화의 다양성(Biological and cultural diversity)	특성(Attributes)

생태시스템에서는 생태계의 환경적 기능(영양물, 미기후적(microclimatic)기능)과 에너지 흐름 및 그것의 구성요소(생물자원, 무생물 물질, 식물상과 동물군집의 공간)로 구별되어진다. 생물군집 또는 자연 자원과 환경적인 흐름 또는 서비스가 일정한 범주에 부합하는 것처럼 이러한 특징은 경제적 전망에 유용하다. 더불어 생태시스템은 일정한 경제적 사용을 유발하거나 그것 스스로 가치를 갖고 있기 때문에 경제적 가치도 갖고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이러한 시스템의 이해는 습지의 가치를 분별하는데 도움이 된다(그림 3-1 참조).

① 직접적 이용가치[46] : 낚시 등과 같은 습지의 직접적 이용이나 습지 자원과 서비스와의 상호작용으로부터 발생되는 가치

② 간접적 이용가치 : 홍수조절이나 오염정화 등과 같이 습지의 자연기능과 환경서비스에 의하여 인간의 경제적 활동 및 재산에 제공되는 간접적으로 지원되는 가치

③ 비이용가치 :습지의 직접적 또는 간접적 이용으로부터 발생되는 가치 이외의 가치

이용 및 비이용가치는 선진국에서 넓게 존재하는 온난한 기후의 습지와 개발도상국에 주로 분포하는 열대지역의 습지와는 크게 차이가 있다. 예를 들어 대부분의 열대지역의 습지(후진국형)는 경제적 활동을 하는 시장이 없이 단지 인간의 식량을 공급하는 차원에서 여가 및 여행과는 관계없이 직접적 이용이 주가 되고 있다. 이와 대조적으로 상업적인 어업활동을 제외한 식량공급차원에서 직접적 이용가치는 온대지역 습지(선진국형)에서는 작고, 대신에 여가기능의 가치는 크게 나타나고 있어 비이용가치의 중요성이 강조된다. 인구에 따른 습지의 비상업적인 직접 이용 가치는 종종 후진국의 열대기후 습지에 대한 경제적 가치를 결정한다. 가치가 사라지는 것에는 열대지방 습지 시스템의 붕괴 또는 난개발을 이끄는 정책결정이 중요한 요인이다.

습지의 직접적인 이용은 이러한 자원의 소비적인 사용과 서비스와 같은 비소비적인 사용을 모두 포함하며, 상업적-비상업적인 활동 모두 포함한다. 일반적으로 습지에서 생산되는 서비스 중 시장에서 거래되는 것(어패류 등)은 가격이 존재하기 때문에 가치측정이 용이하나 시장이 존재하지 않는 습지의 가치 (간접이용가치 및 비이용가치)는 평가하기가 어려워 후진국일수록 습지가치가 평가절하 되어 난개발로 이어지고 습지가 급속하게 상실되는 경향을 보이게 된다(Farber and Costanza, 1987).

이와 같은 습지보존 및 보호의 문제는 습지 가치평가와 직접적으로 연관되어 있다. 미국에서 mitigation bank system이 시행되고 성공적으로 정착[47]될 수 있는 요인 중 가장 중요한 것은 지역별로 습지의 가치가 다양한 측정방법으로 연구되어 있

46) 학자간에 "이용"과 "사용"이라는 용어에 대한 견해 차이가 있으며, 그것은 적절한 용어 선택의 문제이지 본질적 큰 차이는 없다고 본다. 본 연구에서는 "이용"이라는 말을 선택하기로 한다.

47) 이곳에서의 성공은 시스템이 잘 정착되었다는 것이고, "습지보호"가 성공적으로 이루어졌다고는 볼 수 없으며, 이 부분에 대해서는 학자간에 이견이 있음을 밝힌다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

어 습지를 단위화(credit) 할 수 있는 기본 자료가 제공된다는 것이다.

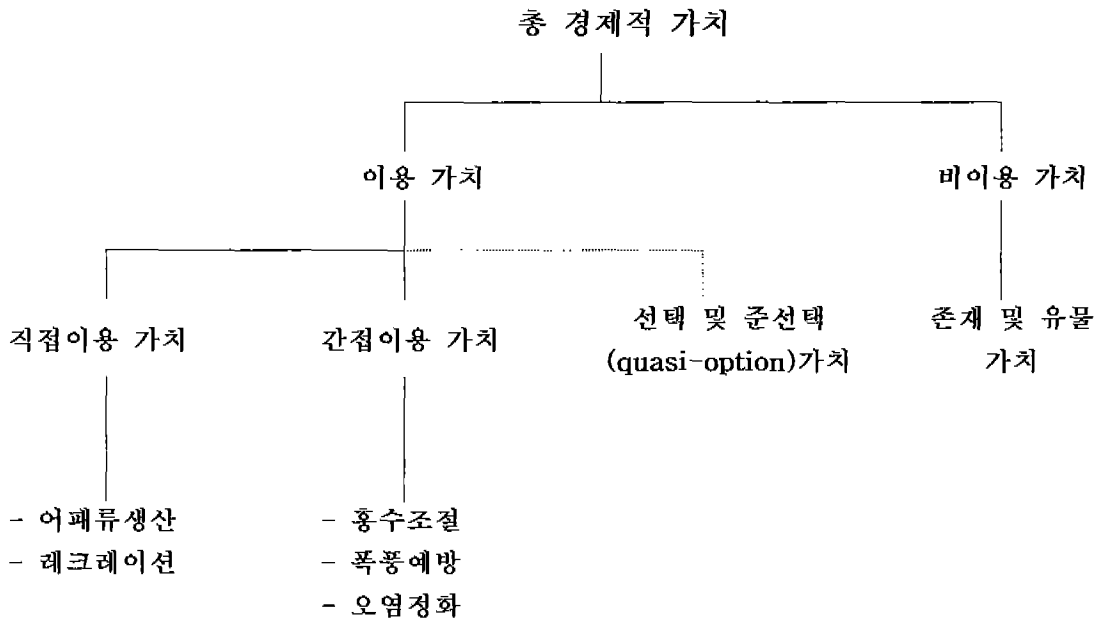


그림 3-1. 습지의 경제적 가치

3. 습지 가치측정 방법 및 가치측정 사례

습지정책의 선결조건은 습지의 가치가 바로게 평가되어야 한다는 것이다. 하지만 습지는 대표적인 비시장재화이기 때문에 가치를 평가하는데 어려움이 있다. 습지의 총 가치는 이용가치와 비이용가치를 합한 것으로 나타낼 수 있다. 그림 3-2와 같이 습지가치의 분류(혹은 기능)에 따라 다양한 측정방법[48]이 존재한다. 주택가격이나 여행비용 등을 간접적으로 이용하여 습지의 가치를 측정하는 HPM이나 TCM 등은 이용가치를 측정하는데 많이 사용되고 있다. 설문 등을 통해 직접적으로 가치를 측정하는 CVM은 이용가치와 비이용가치 모두를 측정할 수 있는 방법으로 널리 사용되고 있다.

48) 습지 측정 방법에 대한 구체적 설명은 "황해 연안역의 해양환경 복원을 위한 연구: 인공갯벌 (Ⅰ-Ⅱ)", 한국해양연구원, 2002의 5장 5절을 참조.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

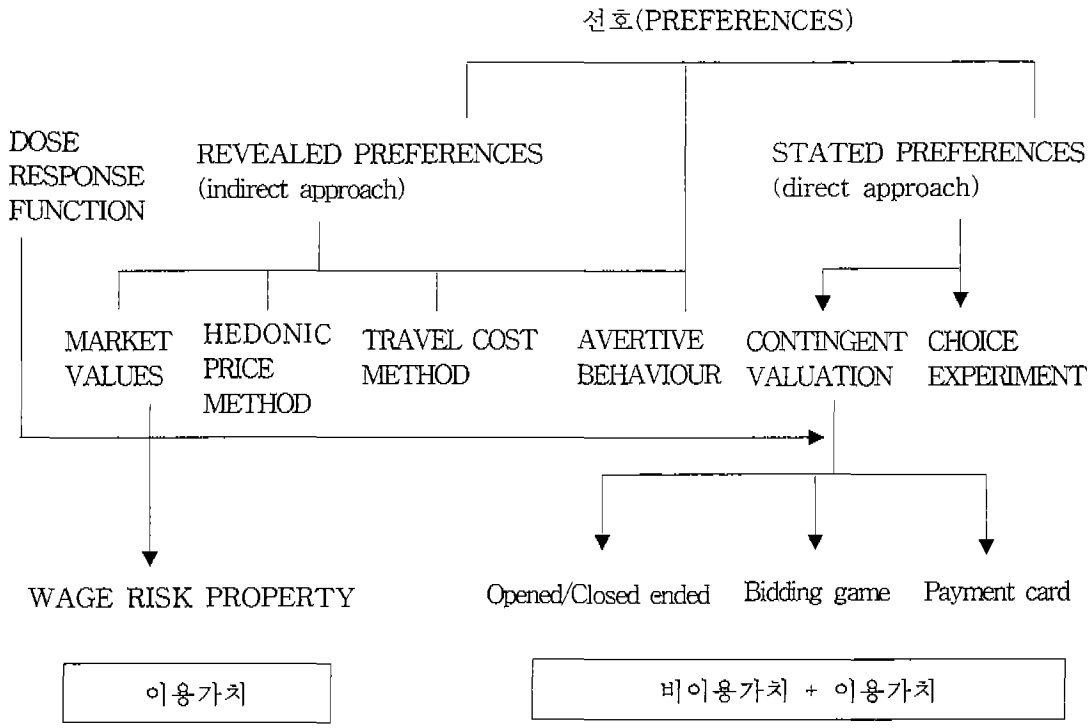


그림 3-2. 가치평가 방법(Grigalunas and Congar, 1995)

표 3-2는 갯벌의 기능별 가치평가에 대한 선행연구를 비교한 것이다. 수산물 생산에 대한 기능을 평가하는 방법은 생산한 수산물에 대한 시장이 존재하기 때문에 평가방법이 비교적 용이하다고 할 수 있다. 동일한 가치측정방법(시장가격법)으로, 같은 지역(영산강4단계 지구)의 수산물 생산기능을 평가한 경우에도 지역에 따라 많은 편차를 보여주고 있다.

서식지의 기능인 경우 시장가격법이나 편익이전의 방법을 사용하여 가치를 측정하였으며, 시장가격법을 사용하였을 경우 수상생물만을 대상으로 삼고, 조류의 서식처 기능에 대한 평가가 배제되어 서식처기능의 가치가 평가절하 되었을 가능성이 크다고 하겠다[49].

보존가치의 경우, 일부는 이용가치에 포함되고 일부는 비이용가치에 속한다. 따라서 전체 습지의 가치를 합하는 경우 이중계산(double count)이 될 소지가 있으며, 국내에서 이루어진 심미적 기능에 대한 평가의 경우 직접적으로 이루어 진 것은 없

49) 조류의 서식은 습지의 건강한 정도를 보여주는 척도가 될 수 있기 때문에 세계적으로 조류의 서식처(혹은 철새 도래지)는 습지보호구역 등으로 지정되는 경우가 많다. 조류 서식지의 경우 가치화 하기위한 시장이 존재하지 않기 때문에 시장가격법으로 가치를 직접적으로 측정할 수 없으며, 조건가치화법(CVM) 등으로 도출될 수 있다. 하지만 이 기능은 심미적 기능의 가치와 이중 계상(double counting) 될 수 있는 문제가 발생되므로 두 가지의 기능이 동시에 가치화 작업이 이루어질 경우에는 분리(separation)를 위한 기술적 방안이 강구되어야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

고 농어촌연구원(1999)과 환경부(1996)에서 내 놓은 결과는 편익이전법[50]을 사용한 것이기 때문에 신뢰성(reliability)의 문제를 안고 있다. 또한 여가가지(유병균, 2000)의 경우 샘플수가 너무 작아 결과의 유의성에 문제가 있을 수 있다.

국내에서 폭풍피해예방, 수질정화기능 및 대기정화기능의 가치는 대체이용법을 사용하여 도출하였으나 엄밀히 말하면 편익이전법과 대체이용법을 함께 사용한 방법(joint method)이라 할 수 있겠고, 여타의 기능을 이 방법으로 평가했을 경우보다 유효성이 있다고 볼 수 있다.

표 3-2에서 나타난 단위당 습지기능의 가치는 연구대상지역, 연구기법, 연구시기[51], 그리고 연구기관의 연구목적[52]에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 앞서 서술하였듯이 대체습지조성정책에 있어 습지의 가치는 중요한 기준점이 된다. 따라서 정책의 성공을 위해서는 시간과 비용의 문제가 있기는 하지만 다양한 가치측정방법을 사용하여 전국의 습지의 가치를 기능별로 도출하는 연구가 선행되어야만 된다.

50) 편익이전법(Benefit Transfer Method)은 시간과 비용의 제약이 존재할 시 선행연구 결과를 수행중인 연구에 적용하는 기법으로 미국에서 일반화되어 사용되어진다. 하지만 이 기법을 사용하기 위해서는 연구 대상의 유사성과 지역적 유사성 등이 존재할 경우 사용되어져야하며 그렇지 않을 경우 연구 결과가 왜곡될 수 있다 (T.A. Grigaluans and R. Congar, 1995).

51) 습지의 가치는 시기를 달리하는 경우 동일한 지역을 동일한 기법으로 측정하더라도 결과가 다르게 나타날 수 있다. 주요 요인으로는 i) 사람들의 선호(혹은 인식)의 변화, ii) 환경의 변화, 그리고 iii) 화폐가치의 변화 등을 들 수 있겠다.

52) 예를 들면 표희동(한국수산개발원, 2000)과 농어촌연구원(1999)의 습지(갯벌)가치는 큰 차이를 보이고 있는데, 표희동의 연구목적은 갯벌보호에 있고 농어촌연구원은 경지와 갯벌의 가치 비교에 있다고 할 수 있다. 국내의 연구 결과가 많다면 상호 비교(cross check)를 통해 객관성에 대해 논의할 수 있겠지만 지금 상황에서는 논의가 불가하다고 할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-2. 기능별 가치평가 사례 비교

저자(발표년도) *조사지역*	가치화기법(평가한가치)	가치평가결과	불변가격 (2000년 기준)
이홍동 등(1996) *홍보,군장,대부도* *남리,영종도 지구*	시장가격법(수산물가치) 대체비용법(정화기능) 편익이전(서식지) 편익이전(심미적가치)	수산물생산가치 9,025천원/ha 수질정화가치 3,835천원/ha(하수처리장)	10.5백만원/ha 4.7백만원/ha
농어촌연구원(1999)	시장가격법(수산물가치) 시장가격법(서식지가치) 대체비용법(정화기능) 대체160비용법(재해방지) 대체비용법(대기정화) 편익이전(심미적가치)	수산물생산가치 3,581천원/ha 수질정화가치 275천원/ha(하수처리장) 서식지기능가치 4,991천원/ha 심미적가치 1,954천원/ha 재해방지가치 2,207천원/ha 대기정화가치 302천원/ha	3.7백만원/ha 0.28백만원/ha 5.1백만원/ha 1.9백만원/ha 2.3백만원/ha 0.3백만원/ha
한국산업경제연구원 (1998) *영산강4단계 지구* *(무안,함평,신안 등)*	시장가격법(수산물가치) 대체비용법(정화기능)	수산물생산가치 358,16555.43백만/ha /21,360ha 수질정화가치 6,064천원/ha(인공습지)	1.7백만원/ha 6.1백만원/ha
신효중 등 (새만금민 관조사단, 1998) *새만금지구*	시장가격법(수산물가치) 대체비용법(정화기능) CVM	사용가치+보존가치 208,088백만원/년 /40,100ha 수산물생산가치 6,303천원/ha 수질정화가치 2,313천원/ha	5.2 백만원/ha/년 6.3백만원/ha 2.3백만원/ha
박정근(새만금민관조 사단, 2000) *새만금지구*	시장가격법(수산물가치) 대체비용법(정화기능)	수산물생산가치 5,334천원/ha	5.3백만원/ha
표희동(2000a) *영산강4단계 지구*	시장가격법(수산물가치) 대체비용법(정화기능) CVM	수산물생산가치 55.43백만원/ha 수질정화가치 10.20백만원/ha(하수처리장) 갯벌보전가치 8.10백만원/ha	5.5백만원/ha/년 1.0백만원/ha/년 0.8백만원/ha/년
최미희(2000) *영산강4단계 지구*	시장가격법(수산물가치) 대체비용법(정화기능)	수산물생산가치 7.38백만원/ha 수질정화가치 10.26백만원/ha(하수처리장)	7.4백만원/ha 10.26백만원/ha
유병국(2000) *강화남단*	CVM	여가가치10,909백만원(28,600원/년/가구) 수산물생산+서식지+정화+여가가치 21,157백만원	10,9백만원 21,157백만원
표희동(2000b) *안면도*	CVM	갯벌생태체험장 88,009백만원/년 (55,879원/년/가구)	88,009백만원/년

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제3절 대체습지 조성의 적정 면적 및 가격 결정

대체습지의 적정면적에는 두 가지 범주로 분류될 수 있다. 첫째는 습지가 한 단위 손실되었을 때 생성 되어야 할 적정면적을 말하고, 두 번째는 대체습지의 전체 시장에서 공급측면과 수요측면을 고려한 적정면적을 생각할 수 있다. 이러한 적정면적분석은 대체습지조성비용과 함께 습지보호정책의 직접적 고려사항이 된다.

미국의 mitigation bank system은 대체습지의 인위적인 시장의 역할을 하게 되어 대체습지의 적정 수요와 공급 및 가격 도출이 가시화 될 수 있다. 이러한 제도가 정착되지 않은 현 상태에서 대체습지의 적정 수요량 및 공급량의 예측은 불가능하다고 할 수 있다. 본 절에서는 대체습지 조성의 적정면적에 관한 이론적 고찰을 한 후 현실적으로 가능한 방법인 공유수면기본매립계획에 근거로 한 대체습지 수요량과 공급량을 산출하고자 한다.

1. 대체습지조성에 관련 제 용어들의 정리

대체습지란 개발로 인하여 손실된 갯벌의 가치를 "no net loss"의 개념으로 보정하는 것을 말한다. 이곳에서 보정되는 가치는 기능의 복원이라는 말을 사용할 수도 있으며, 그 기능의 복원은 화폐 혹은 조성되는 습지면적으로 이전될 수 있어야 한다.

상실된 습지를 대체하여 새로운 습지를 조성할 경우 기술력이나 복원시간 등에 따라 기능의 복원이 30%만 이루어졌다면 나머지 70%는 면적으로 대체되어 조성되어야 한다는 것이다. 즉, 1이라는 습지면적이 상실되어 1이라는 대체습지면적을 조성하였는데, 복원율[53](recovering rate)이 30% 밖에 되지 않았다면 이 지역은 1.7의 면적이 조성되어야 한다는 논리이다.

표 3-3은 대체습지 조성형태에 대한 정의와 형태에 따른 대체습지 조성 가능지역을 나타내고 있다. 복원(restoration)은 방조제 등과 같은 인공시설물이나 태풍과 같은 자연재해로 발생되는 외부적 환경변화로 인하여 갯벌의 기능이 약화되거나 상실된 지역에 그 원인을 규명하여 원래의 습지 상태로 환언시키는 것을 말한다. 창출(creation)이라 함은 말 그대로 인공적으로 습지를 만드는 것을 말하며, 조성가능지역으로는 인공지형, 해안지형, 해저지형 그리고 해안 인근(인접) 지역 등 폭 넓게

53) 본 연구에서는 복원율과 대비되는 생성율(rate of creation)이라는 용어를 사용하게 되는데, 생성율은 상실된 면적과 새로 생성된 면적의 비율을 나타낸다. 즉, 대체습지 조성 면적=상실된 면적+상실된 면적*(1-복원률) 혹은 대체습지 조성 면적=상실된 면적*생성율로 나타낼 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

선택할 수 있으나 비용이 많이 드는 단점이 있다. 증강(enhancement)은 현재 습지가 지니고 있는 기능(생태적 기능, 수질정화 기능 등)을 강화하거나 추가하는 것을 말하며 전 습지지형이 대상이 될 수 있다.

복원과 증강이라는 용어를 구분하여 사용하기는 하나 실질적으로 습지대체의 일환으로 현장에서 적용할 경우에는 구분이 용이하지 않을 수 있다. 또한 각각 습지대체의 조성형태간의 교환비율이 명확하지 않은 것도 해결되어야 할 문제라고 할 수 있다. 이러한 경우에는 각 형태별 조성비용을 비교하여 교환비율로 나타내는 것이 한 방법이라 할 수 있겠다. 단위당 조성비용이 창출 4천만원, 복원 2천만원, 그리고 증강 1천만원으로 가정한다면, 교환비율은 1:0.5:0.25이 된다. 대체습지 조성형태별 대체습지조성 가능후보지가 제한적일 때 유용하게 쓰일 수 있다.

표 3-4는 대체습지 조성시 상실된 위치 기준으로 인근에 조성(on-site)하는지 아니면 떨어진 곳(off-site)에 조성하는지를 구분하여 놓은 것이다. 상실된 습지를 대체하는 조성지역의 거리적 위치는 대체습지로 창출되는 가치 수혜의 형평성 문제, 적지 선정의 폭(비용측면), 그리고 지방자치단체간의 분쟁문제를 야기 시킬 수 있기 때문에 법제도 제정시 신중하게 고려해야만 할 사항이다. 또한 on-site에 대한 거리기준(60km)은 미국의 mitigation bank system에 사용되는 것으로 우리나라에 적용할 시에는 행적구역의 면적 등을 고려하여 재조정된 후 사용되어야 할 것이다.

표 3-5는 습지의 생태계적 대체의 구분이라 할 수 있는데, in-kind의 경우가 우선적으로 이루어져야 될 사항이지만 창출이나 증강의 경우 필요하다면 out-of-kind도 고려되어야 할 사항이다. 또한 대체습지 조성이 off-site의 경우가 on-site의 경우보다 환경변화 요인이 많으므로 그 지역의 생태학적 특성이 out-of-kind로 변화될 가능성이 높다고 할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-3. 대체습지 조성 형태와 조성 가능지역*

용 어	정 의	대체습지 조성 가능지역
복원 (restoration)	종전의 좋은 환경이 어떠한 원인에 의해 파괴되었을 때, 그 원인을 찾아 없애 줌으로써 원래의 환경으로 복원하는 것.	- 인공시설물이나 환경변화로 인하여 갯벌 기능이 약화되거나 상실된 지역
창출 (creation)	습지를 인공적으로 만드는 것.	- 인공지형(완전히 매립된 지역) - 해안지형(침식 및 퇴적작용이 일어나는 곳) - 해저지형(퇴적물 공급이 많고 수심 낮은 곳) - 과거 습지였거나 습지와 인접한 내륙지역에 설치된 염전이나 양식장 같은 인공시설물이 설치된 곳
증강 (enhancement)	현재의 환경이 가지고 있는 기능(생태적 기능, 수질정화 기능 등)을 강화하거나 추가하는 것.	전 습지지역

* 2장 법제도분석에서 사용된 표를 재인용

표 3-4. 거리에 따른 대체습지 조성을 위한 위치선정*

구분	개념의 기준	유의점
on-site	· 거리 40마일(약60km) 이내 · 동일 유역·만내	- 대체습지로 창출되는 가치 수혜의 형평성 문제 - 적지 선정의 폭 - 지방자치단체간의 분쟁 가능성
off-site	· 상기 이외의 부분	

* 2장 법제도분석에서 사용된 표를 수정 후 재인용

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-5. 생태계(ecosystem)에 의한 분류*

동종 (in kind)	상실된 환경(생태계)과 동일한 종류의 환경(생태계)을 정비함. 원칙적으로 동종의 보상조치를 우선적으로 검토하여 시행하여야 함.
이종 (out of kind)	잃어버린 환경(생태계)과 다른 종류의 환경(생태계)을 정비함. 캘리포니아의 경우에는 이종이 될 수밖에 없는 경우도 많지만 그 가치의 평가가 동종에 비해 복잡하게 되는 점이 있음.

* 2장 법제도분석에서 사용된 표를 재인용

2. 대체습지의 적정 면적 및 적정 가격의 이론적 접근

가. 경제학적 접근

존재하고 있는 기존습지를 자연습지로 하고 새로 조성된 습지를 인공습지라 정의할 때, 자연습지는 적정면적이라는 개념이 필요치 않다. 하지만 인공습지의 경우는 조성시 비용이 발생되기 때문에 적정면적에 대하여 생각해 볼 수 있다.

습지를 공공재(public good)로 규정하였을 때, 외부의 환경변화로 인하여 습지의 기능이 약화되거나 상실되었을 경우 습지로부터 얻는 자원의 양이 줄어들거나 질이 저하된 환경서비스를 갖게 됨으로써 거주주민에게는 직접적으로 타지역인들에게 간접적으로 피해를 주게 된다. 이렇게 발생한 피해를 습지상실로 인한 피해라 정의한다. 정책결정자는 이럴 때, 피해를 줄이거나 보정하기 위해서 피해경감시설(abatement equipment)을 설치하려 하는데 이러한 조치를 위해 들어가는 비용을 경감비용(abatement cost)[54]이라 한다. 한편 대체습지조성(피해경감시설)을 하게 되면 이익(benefit)이 발생되는데, 경감비용과 더불어 대체습지 적정면적 및 가격을 도출하는데 사용된다.

그림 3-3은 어떻게 대체습지의 적정면적과 가격이 도출되는 지를 그림으로 보여주고 있다. MAC는 한계피해경감시설(혹은 한계대체습지조성비용)을 의미하며, 이것은 한단위의 경감시설(대체습지)이 증가하였을 때 비용이 어떻게 변화하는 것을 보여주고 있다. 여기서 MAC= ∂TAC/∂RW임을 나타낸다. MB는 한단위의 경감시설(혹은 대체습지)이 증가하였을 때, 이익이 어떻게 변화하는 가를 나타내고 있다.

54) 본 연구에서는 경감시설을 대체습지의 조성으로 보고 대체습지조성비용과 경감비용을 동일한(identical) 것으로 가정하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

즉, MB= ∂TB/∂RW를 나타낸다. RW^L에서 RW^*로 옮겨갈 경우 면적 a만큼 수익을 더 얻을 수 있고, RW^H에서 RW^*로 옮겨갈 경우 면적 b만큼 대체습지조성 비용을 줄일 수 있기 때문에 RW^*에서 적정(optimal) 대체습지 면적이 결정되며, 대체습지의 적정가격(비용) t^*도 구할 수 있게 된다.

개발로 인하여 생기는 개발자의 이익함수(Benefit function for developer)와 이로 인해 발생되는 피해함수(damage function for residents)를 아래 그림에 적용하면 똑같은 결과를 얻을 수 있다. 여기에서 피해함수는 습지의 가치와 동일하다고 가정한다.

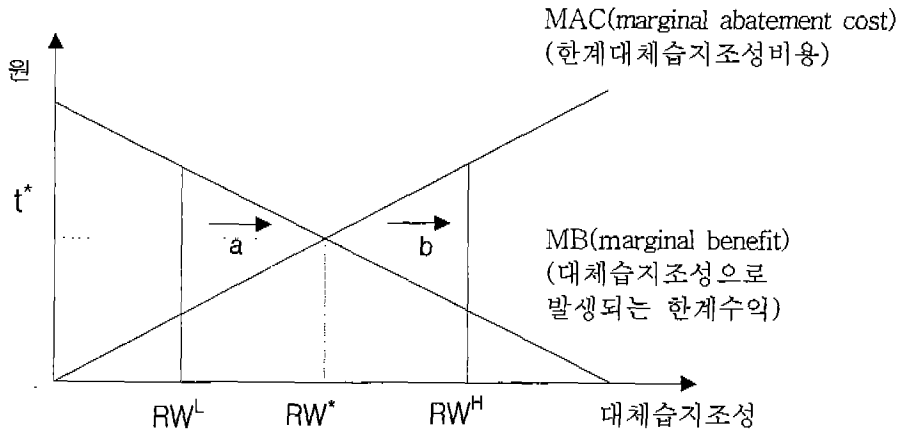


그림 3-3. 대체습지의 적정면적과 가격

나. 생태 및 공학적 접근

습지의 적정규모에 대한 경제학적 접근은 몇 가지 문제를 지니고 있다. 우선은 각기의 함수를 도출하는데 어려움이 있다. 앞서 서술한 바와 같이 습지의 가치는 시장이 존재하지 않아 평가가 어려울 뿐만 아니라 시간과 비용이 많이 든다는 어려움이 있다[55]. 또한 편익이전기법을 이용하려고 하여도 국내의 연구 실적이 충분치 않아 적용하기가 적절치 않은 경우가 많다. 피해경감비용이나 개발자의 개발이익 등도 현 시점에서는 구하기가 어렵거나 구하더라도 왜곡될 소지가 크다 하겠다.

대체습지의 적정규모에서 간과될 수 없는 것은 공학 및 생태적 요소가 고려되어야 한다는 것이다. 즉, 공학 및 생태적 복원 기술은 대체습지의 복원시간을 좌우하는데 이러한 생태학적 복원율은 적정면적을 결정하는데 중요한 요소가 된다[56].

55) 습지의 가치 중 수산물 생산기능 및 수산물의 서식기능은 시장의 가격을 이용하여 평가할 수 있다.

56) 수산자원을 관리하는데 있어서 지속가능한 생산(sustainable yield)을 도출하는 것이 중요하다. 여기에서 경제

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-7은 서식지 종류에 따라 손실된 습지와 대체습지의 면적 간에 비율을 나타내고 있다. 비율의 차이는 생태적 기능이 완성되는데 걸리는 시간에 의하여 결정된다고 볼 수 있다. 이 비율은 미국의 경우라서 한국에 그대로 적용하기에는 문제가 있으나 기본적 연구결과가 나오지 않은 상황에서는 표에서 나오는 비율을 적용하는 것이 차선의 방법이라 할 수 있다. 본 연구에서 주 대상이 되는 연안습지는 2:1의 비율을 보이고 있으며, 초기년도의 비율은 만 2년이 지난 시점에는 1:1의 비율로 환언되고 있다. 하지만 미국의 습지 구조에 비하여 생태 환경 및 구조가 복잡한 국내의 경우 환원의 시기가 더욱 길어질 것으로 예상된다.

표 3-6. 서식지 종류에 따른 공학 및 생태학적 대체습지 면적 (미국의 mitigation bank)

서식지의 종류	Bank지 : 개발지	
	당초(1995년)	1997년
계절적으로 나타나는 습지	2 : 1	1 : 1
상시 출현하고 있는 습지	2 : 1	1 : 1
하천 연안	3 : 1	2 : 1
봄에 출현하는 연못	3 : 1	1 : 1

표 3-7과 그림 3-4는 미국의 mitigation bank system(이하 MBS)이 시행된 후 습지의 손실(losses)과 생성(gains)을 연도별로 나타낸 것이다. 개발로 인한 손실은 1997년 15,700ha로 가장 많고 생성(22,300ha)도 같은 연도에 가장 많은 것으로 나타났다. 생성율은 1994년에 가장 많아 191%로 나타났고, 1993년에는 128%로 가장 낮다. 평균 생성율은 177%(1:1.77)로 표 3-7에 나타나는 비율과 유사함을 보이고 있어 이 생성비율도 습지의 적정면적에 적용할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 추세분석에 따라 미국의 MBS가 잘 정착되는 것으로 분석되어 진다[57]. 여기에서의 평균생성율은 평균적인 개념의 수치로만 나타나 있지만, 자세히 살펴보면 공학 및 생태학적 연구에 의한 지역별·기능별 특성이 반영된 수치라 할 수 있다. 국내의 경우 이러

적 최대 지속가능한 생산(MEY: Maximum Economic Sustainable Yield)과 생물학적 최대 지속가능한 생산(MSY: Maximum Sustainable Yield)으로 나눌 수 있다. 본 연구에서도 습지의 적정 규모는 경제학적 접근과 공학 및 생태학적 접근이 동시에 이루어질 필요가 있다.

57) 연도별 생성률 변동의 추이가 큰 까닭은 손실된 습지와 생성된 습지간의 거래 시간(transaction or trading time)이 존재하기도 하고 습지 교환비율이 연도에 따라 환원(1997년)되기 때문에 발생되는 현상이라고 볼 수 있다. 따라서 7년간의 순생성은 증가한다고 보아도 무방하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

한 연구가 수행되지 않은 관계로 공유수면매립기본계획에 의한 대체습지 공급면적을 산출할 시 평균생성율(177%)을 이용하기도 한다.

표 3-7. 미국 습지의 손실과 생성(1993년-1999년) (단위: ha)

연도	손실(loss)	생성(gain)	순생성(Net gain)	생성률(%)
1993	4,670	6000	1,330	128
1994	7,000	15,700	8,700	224
1995	10,700	19,000	8,300	178
1996	10,300	19,700	9,400	191
1997	15,700	22,300	6,600	142
1998	12,700	19,300	6,600	152
1999	8,700	19,200	10,500	221
합계	69,770	121,200	51,430	174
평균	9,967	17,314	7,347	177

* 생성에는 creation, restoration 그리고 enhancement를 포함한다.
** 순생성 = 생성-손실
*** 생성률 = 1+(생성-손실)/손실
출처: W. Mitsch and J.Gosselink, 2000.

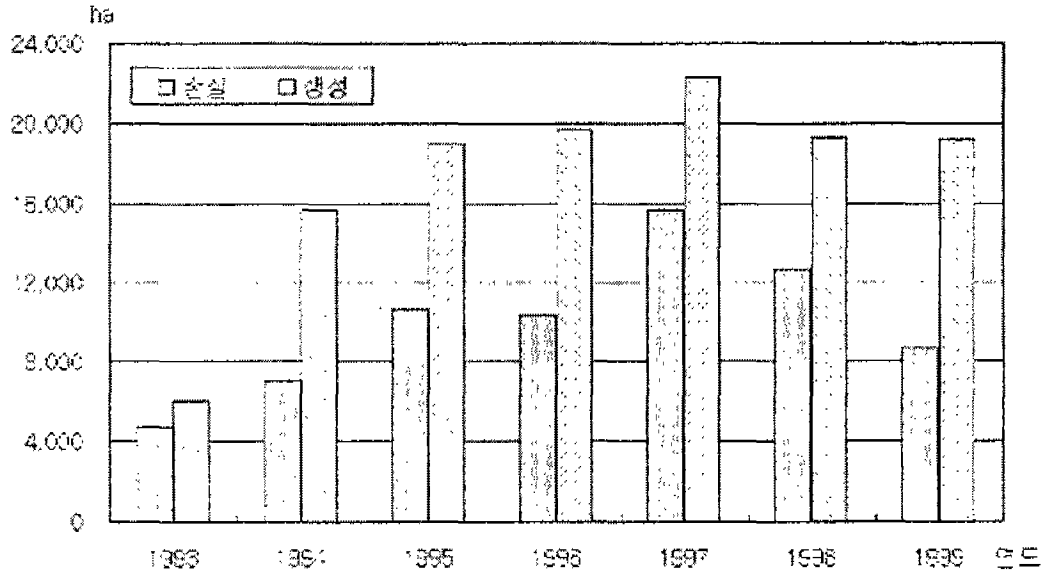


그림 3-4. 미국 습지의 손실과 생성(1993년-1999년)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. Mitigation Bank System 에서의 습지의 공급과 수요

앞에서 언급한 습지의 적정면적에 대한 이론은 독립된 대체습지조성에 대한 분석이라 할 수 있겠다. 예를 들면 새만금간척사업으로 인하여 습지가 손실되었고, 새만금사업에 한정하여 독립적으로 대체습지를 조성할 경우 적정한 습지의 면적을 도출하는 이론적 근거라 할 수 있겠다.

시장 전체의 공급함수와 수요함수는 그림 3-6에 나와 있는 개별 MAC함수와 MB함수를 수직적으로 합산하여 구할 수 있다[58]. 이러한 함수가 도출되기 위해서는 미국의 mitigation bank system과 같은 인위적 시장이 존재해야만 한다. 그림 3-5는 MBS에서의 공급, 수요, 그리고 제도의 전반적 설명이 포함되어 있다.

습지의 수요는 항만과 같은 공공기반시설의 건설과 상업, 산업, 주택 및 농업용지의 조성 등 개발로 인하여 발생된다. 이러한 개발로 인하여 발생된 수요가 대체습지의 수요로 전환되기 위한 조건으로는 습지의 이익, 부지(site)의 대체 이익, 그리고 허가 과정의 이익을 들 수 있다.

습지의 공급함수는 용지의 획득(acquisition)을 말하며, 이것은 비용에 대한 함수로 나타낼 수 있다. 비용은 복원(restoration)[59]에 대한 투자비용을 말한다. 투자비용은 다시 조성비용, 관리비용, 시장 형성에 소요되는 시간에 대한 비용, 그리고 제도의 불확실성에서 오는 위험비용으로 나눌 수 있다.

제도에 대한 서술은 공급측면의 안정성을 위한 것으로서 제도가 원활하게 수행되기 위해서는 통제규칙(regulatory rule)과 시장거래규칙이 정립되어야 한다. 통제규칙으로는 시장으로의 진입(entry)과 유역(watershed) 계획을 들 수 있다. 거래규칙을 위해서는 대체습지에 대한 디자인, 조성, 성취, 모니터링, 관리, 실패에 따른 책임(liability) 등에 대한 기준(standard)이 잘 규정되어져야 한다.

---

58) 습지는 준공공재화(quasi-public good)로 분류될 수 있기 때문에 사적재화(private good)와는 달리 수요 및 공급함수가 수직적으로 합산되어야 한다.

59) 여기서의 복원(restoration)은 창출(creation)과 증강(enhancement)은 모두 포함한 것으로 해석해야 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

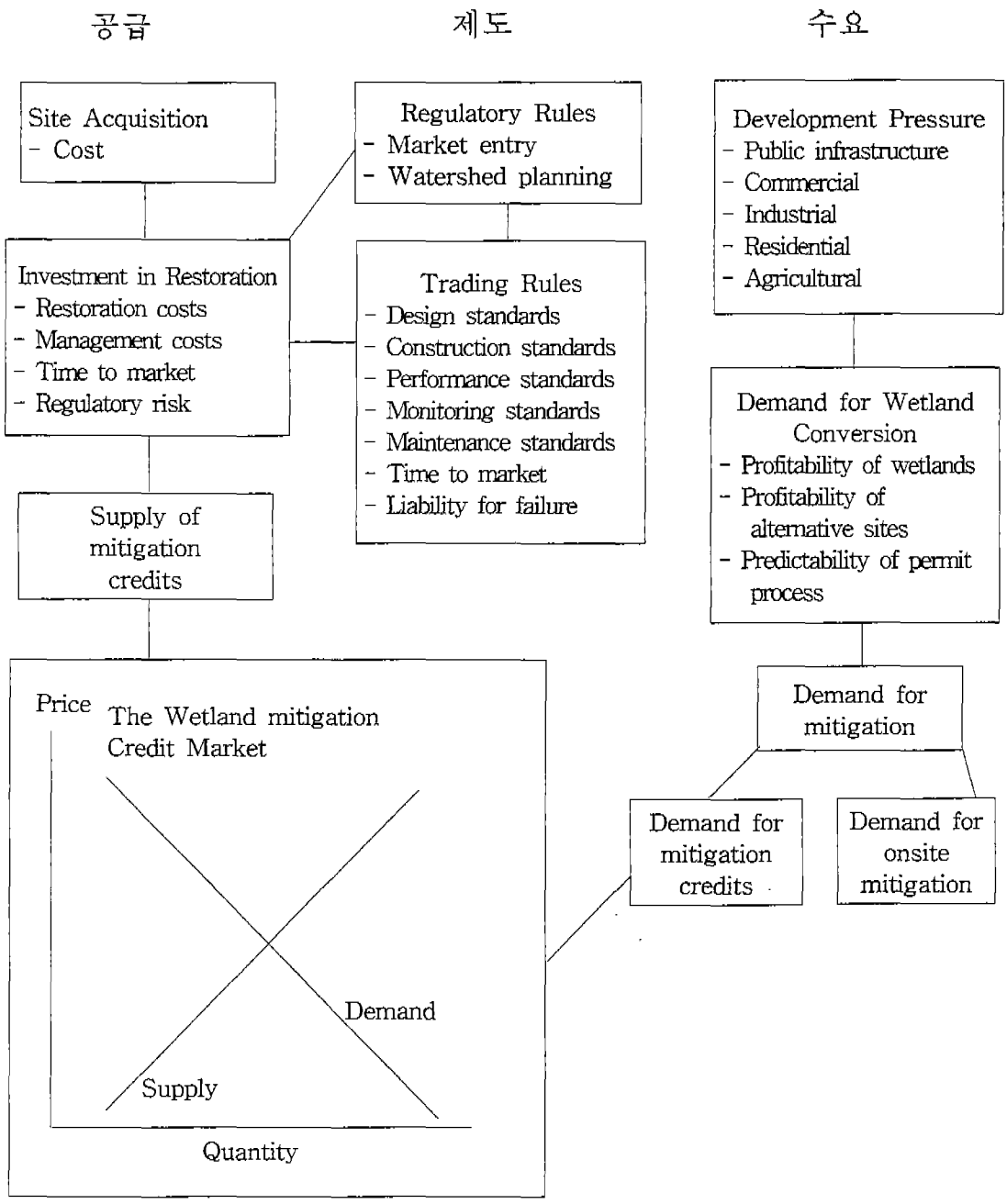


그림 3-5. 습지 mitigation 시장의 수요·공급 및 관리 정책(USACE,1994)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

3. 대체습지 조성 수요면적 및 공급면적 산출

현 시점에서 적정·대체습지 조성 면적을 구하기에는 한계가 있음을 이미 서술한 바 있다. 이러한 제약된 조건속에서 구할 수 있는 것은 국가의 공유수면매립계획을 통하여 대체습지 조성 수요량과 가공급량을 산출하는 것이다.

표 3-8은 과거 국내의 매립현황을 보여주고 있다. 과거 약 40년 동안 매립으로 상실된 갯벌의 면적은 총 1,506㎢ 이며, 80년대와 90년대 주로 매립이 이루어지고 있음을 알 수 있으며, 이 시대에 이루어진 매립면적은 전체 중 90%를 넘고 있다. 표 3-9는 제2차 공유수면매립 기본계획에 의해 2001년과 2011년 사이에 시행될 매립계획에 대한 현황을 보여주고 있다. 2001년부터 2011년 사이에 매립허가를 신청한 면적은 392㎢로 전체 갯벌 면적의 15.4%에 해당된다. 하지만 이중 38㎢만 반영가능지구로 지정되어 신청면적 대비 약 10%만 허가되었으며, 이 면적은 전국 갯벌 대비 1.7%에 해당되는 수치이다.

대체습지조성제도를 당장 실시한다면 단기적 수요면적 예측은 제2차 공유수면매립 기본계획을 참조 할 수 있다. 즉, 2001년부터 2011년까지의 매립면허 면적이 변동되지 않는다면, 10년 동안 약 38㎢가 대체습지조성면적의 예상 수요라고 볼 수 있다. 그리고 예상수요량에 미국의 평균 생성율(177%)을 곱하면 예상 공급면적은 약 67.3㎢로(38㎢×1.77) 계산되어진다. 하지만 예상공급면적이 구해진다고 하여도 실질적으로 조성가능 후보지가 제한적이라면 공급면적이라는 것의 의미가 상실된다.

표 3-8. 연대별 갯벌 매립현황

연대	매립면적(㎢)	비율(%)
1960년대	0.54	0.04
1970년대	112.17	7.44
1980년대	677.29	44.95
1990년대	716.79	47.57
합계	1,506.70	100.00

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-9. 전국 매립현황 및 매립계획

	적용년도	건수	면적(㎢)	비율(%)
전국 갯벌	1999년*		2,550	100.0
매립현황	1960 ~2000년*	313	1,507	59.1
매립계획 수립 대상	2001 ~2011년**	365	392	15.4
반영가능지구		196	38	1.5
반영곤란지구		169	354	13.9

* 해양수산부 인터넷 연안관리정보사이트(http://www.coast.go.kr

** 제2차 공유수면매립 기본계획

제4절 대체습지조성기금의 산정 기준

1. 대체습지조성기금의 이론적 배경

습지를 보전하는 실질적인 방안중의 하나가 개발자에게 매립한 만큼의 대체습지를 조성하게 하여 상실된 습지를 보정하여 무분별한 매립도 방지할 수 있게 하는 것이다. 개발자(매립자)의 개발비용에 외부비용을 부담시키거나 개발이익 중 일부를 환수하는 방법 등은 대체습지조성을 위한 기금을 산정하는 기준이 될 수 있다. 이것을 그림으로 간단하게 살펴보면 아래와 같다.

그림 3-6는 개발자가 매립시 발생되는 사적한계비용과 사적한계편익함수를 나타내고 있다. 외부비용(external costs)을 내재화 한다면 사적한계비용(PMC)은 오른쪽 상단방향으로 이동되어 사회적 한계비용(SMC)이 되며, 매립면적이 S에서 S*로 감소하는 효과를 볼 수 있다. 여기에서 대체습지조성비용 혹은 이것과 대체될 수 있는 상실된 습지의 가치를 개발자에게 부담시키는 외부비용으로 생각할 수 있다.

그림 3-7은 매립으로 생기는 이익을 개발자로부터 일정부분 환수하게 되면 사적한계편익곡선이 좌측 하단방향으로 이동하게 되고 이로 인하여 외부비용을 부담시키는 것과 같이 매립면적을 감소시키는 효과를 보게 된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

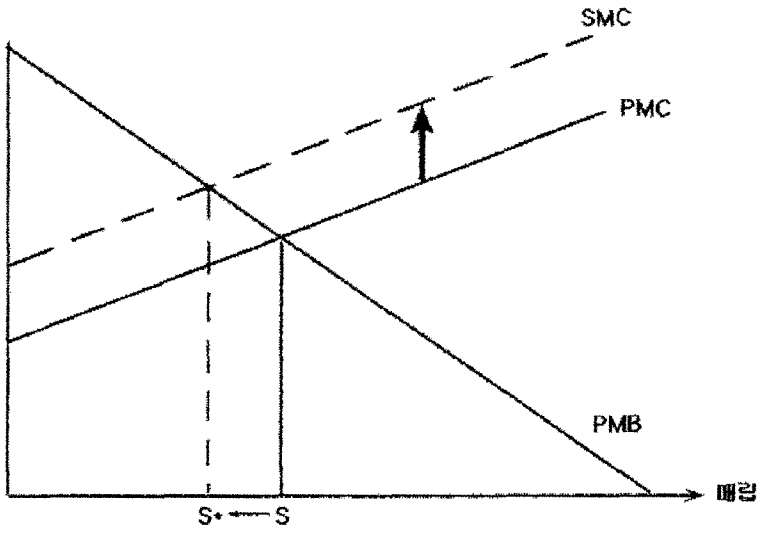


그림 3-6. 외부비용을 부담시킬 경우 매립면적의 변화

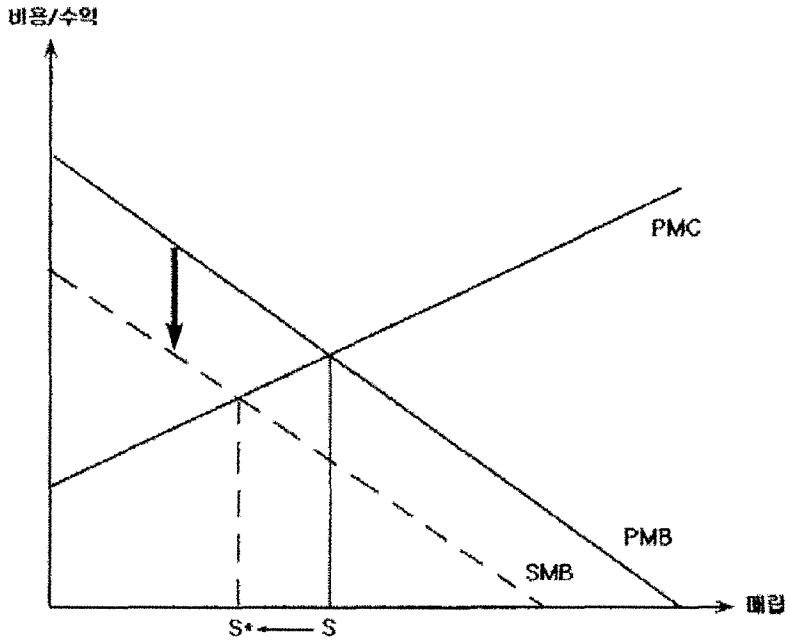


그림 3-7. 개발이익을 일부 환수할 경우 매립면적의 변화

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

2. 대체습지조성비용

가. 대체습지조성비용의 국내외 사례

"no net loss"의 원칙에 충실할 경우 대체습지조성기금을 산정하는 기준은 대체습지조성비용이 적당하다고 할 수 있다. 하지만 공학적, 생태적학적 기술지침서가 완성되지 않은 상태에서 표준화된 조성비용을 산출할 수가 없는 상황이다.

대체습지를 조성하는데 소요되는 비용의 항목은 토지보상비[60], 습지조성건설비용(공학 및 생태학적 디자인과 건설 포함), 모니터링 비용, 유지비용, 시장 형성에 소요되는 시간에 대한 비용(time value), 그리고 제도의 불확실성에서 오는 위험비용으로 나눌 수 있다. 여기에서 토지보상비용과 건설비용은 고정비용이라 할 수 있고, 나머지 항목은 모두 가변비용이라 할 수 있다.

표 3-10은 국내외 대체습지조성비용을 비교한 것이다. 스웨덴의 경우 m^2당 총 조성비가 38,040원이 투입되고, 항목별 구성비를 보면 건설비가 68.5%, 연간 관리비 22.1% 그리고 토지보상비 8.8%로 되어 있다. 스웨덴과 시화호의 단위당 조성비용은 비슷하나 영산강 인공습지(공사계획)의 경우 비용이 현격하게 낮다.

표 3-10. 스웨덴 및 국내 인공 습지의 조성비용 비교

지역	비용항목	단위당 비용(원/m^2)	구성비(%)
스웨덴	건설비	26,000	68.5
	토지보상비	3,360	8.8
	연간관리비	8,400	22.1
	연간유지비	240	0.6
	단위당 총 조성비	38,040	100.0
영산강	건설비	390	95.3
	유지관리비	20	4.7
	단위당 총 조성비	410	100.0
시화호	반월천 인공습지 건설비	29,200	
	동화천 인공습지 건설비	22,800	

60) 공유수면에서 이루어지는 습지조성은 토지보상비가 필요치 않으나 공유수면 배후지의 개인소유의 토지에서 염전이나 축제식 양식을 하는 장소에 습지를 조성하는 경우는 토지보상비가 존재한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-11은 미국의 습지유형별 조성비용을 나타낸 것이다. 지역적으로는 미동북부의 뉴잉글랜드지방으로 국한되어 있기는 하나, 습지유형별로 가치화가 되어 있어 편익이전방법을 사용할시 세분하여 적용할 수 있다. 하지만 비고에 나타나 있듯이 조성조건이 각기 달라 습지유형별로 조성비용을 비교하기에는 쉽지 않다. 뉴햄프셔주의 창출(creation)과 3년간의 모니터링을 기준으로 하여 살펴보면, 염습지와 잘피지대지의 조성비용은 각각 58$/㎡(63,000 원/㎡)와 54.74$/㎡(60,214원/㎡)로 큰 차이를 보이지 않고 있으나, 펄밭의 경우는 다른 습지 유형에 비해 조성비용이 현저히 낮은 17.21$/㎡(18,931원/㎡)로 나타난다.

표 3-11. 미국의 대체습지 조성비용

서식처의 유형	장소	$/㎡	$/acre	출처	비고
염습지 Saltmarsh	Massachusetts	146.72	593,792	1	Creation, 3years of monitoring
	New Hampshire	58.37	236,220	1	Creation, 3years of monitoring
	New Hampshire	20.03	81,071	1	Tidal brackish marsh
	Average NE	33.27	134,662	1	Average all creation projects L. Berger Report
	So. New England	36.00	145,679	3	Placement/grading of sediments, planting
	Matunuck	36.22	146,575	4	Removal of fill, planting, monitoring(8yrs)
잘피지대 Eelgrass bed	New Hampshire	54.74	221,522	1	Creation, 3years of monitoring
	New Hampshire	13.73	55,565	2	Actual Project, 7acres in Piscatiaqua River
	Rhode island	17.16	69,457	2	Planting, monitoring, +25% contingency
	So. New England	5.78	23,388	3	Planting only
	ave. submeng.veg.	4.94	20,000	5	from King and Bohlin(1994),mostly freshwater
	ave, seagrass	3.70	14,974	5	Ave. estimates made over last 20 years
	gen, seagrass	24.71	100,000	5	with planting guarantee
펄밭 Mud Flat	New Hampshire	17.21	69,291	1	Creation, 3years of monitoring
	So. New England	12.21	49,406	3	Placement/grading of sediments, (no monitoring)

1. U.S. Army Corps of Engineers, Regulatory Branch, permitted Projects(see previous
2. Restoration Plan and Environmental Assessment for the Jan, 19, 1996 North Cape Oil Spill, Draft for Public Comment, Sept. 14, 1998
3. Natural Resource Damage Assessment Guidance Document : Primary Restoration (Oil Pollution Act of 1990) NOAA
4. NOAA Restoration Center, Gloucester, Mass.(John Catena, pers. communication)
5. Guidelines for the Conservation and Restoration of Seagrasses in the U.S. and Adjacent Waters, by Fonseca, Kenworthy and Thayer, Nov. 1998

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

나. 대체습지조성비용과 매립비용의 비교

매립공사 중 일부 공정은 습지를 조성하는 공정과 흡사하며, 국내의 습지조성 공사에 비해 매립공사가 현저히 많이 이루어졌기 때문에 매립공사의 비용을 살펴보면 대체습지비용을 가늠하는 기준이 될 수 있다고 본다.

표 3-12는 국내 단위당 매립비용을 보여 주고 있다. 사업에 따라 매립비용의 차이가 많이 나는데, 예를 들면 미포(2) 매립공사는 ㎡ 당 573천원이 드는 반면 인천송도 2공구는 3.4천원 밖에는 소요되지 않고 있으며, ㎡ 당 가중평균비용은 7.2천원이다. 이렇게 매립비용의 편차가 큰 이유는 아래와 같다.

■매립편차의 주요 요인

(1) 설계조위

매립지역의 수심이 동일할 경우는 설계조위차가 큰 지역이 공사비가 많이 든다.
(예: 동해안 보다는 서해안이 공사비가 많이 든다.)

(2) 매립대상지역의 수심

수심이 깊을수록 매립재의 소요량이 증가하여 공사비가 커짐

(3) 대상지역의 연약지반 개량 조건

지반개량(지반의 안정화)을 해야 할 연약지반 두께나 압밀성질에 따라 연직배수재의 재질, 길이가 변화하며 매립재의 소요량이 변한다.
(연약지반 두께가 커지고 압축성이 커짐에 따라 공사비는 증가함)

(4) 매립재료원의 구득조건

재료원의 성격(파쇄암, 토사, 해사, 준설토)이나 재료원까지의 거리, 운반방법 등은 공사비에 많은 영향을 미친다

(5) 매립에 필요한 외곽호안 축조여건

매립면적에 비하여 외곽호안의 길이가 길수록 매립 공사비에 미치는 영향이 커진다.

(6) 공사의 규모

같은지역의 매립공사인 경우 규모가 크면 클수록 상대적 고정비용의 비율이 작아져 단위당 공사비용이 작아진다.

(7) 기타조건

대상지역의 파랑조건, 보상여건, 매립지 이용조건 등이 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-12 사업별 매립비용

사업명	계획년도	매립면적	사업비 (백만원)	평당조성비 (천원)	㎡당조성비 (천원)
안 골	2003년	654,155m² (197,882평)	166,476	840	256.1
배후부지	1999년	3,083,454m² (932,745평)	158,084	170	52.7
거 제	1997년	416,000m² (125,840평)	107,468	850	262.1
미포 2 (울산)	2004년	100,000m² (30,250평)	57,338	1900	573.4
미포 1 (울산)	1999년	128,371m² (38,832평)	38,634	990	321.9
하모지구 (제주)	1998년	85,980m² (26,009평)	8,217	320	97.2
인천송도 1공구	2003년	27,714,000m² (8,383,485평)	127,178	15	4.7
인천송도 2공구	2003년	12,361,000m² (3,739,201평)	41,451	11	3.5
인천송도 3공구	2003년	24,623,000m² (7,448,458평)	102,251	14	4.3
인천송도 4공구	2003년	30,847,000m² (9,331,218평)	122,883	13	4.1
인천송도 5공구	2003년	32,633,000m² (9,871,483평)	127,013	13	4.0
인천송도 6공구	2003년	28,751,000m² (8,697,178평)	109,150	13	3.9
가중 평균		13.17㎢ (40,850,167평)	97,178	23.9	7.2

표 3-13은 습지매립공사와 대체습지조성공사의 유사점과 차이를 보여 주고 있다. 매립공사의 경우는 매립지의 침수배제와 매립지반의 안전이 공사의 기술적 고려 사항인 반면 대체습지 조성공사는 조성된 습지의 안정화 및 생물 서식 환경조성이 기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

술적 주안점이라고 할 수 있다. 친환경 설계·시공은 두 공사의 공통점이라고 할 수 있다. 공사 순서로 보았을 때, 외곽시설 및 매립은 일반적으로 공통된 작업이라 볼 수 있고, 지반 개량, 상부기반 시설조사 및 식재·생태조성은 각기 다른 공사 공정이라고 볼 수 있다.

국내의 대체습지조성(creation의 경우)공사는 매립공사에 비해 실적이 현저히 낮기 때문에 단위당 조성비용을 간접적으로 산출(편익이전법)하기에는 현 단계에서 무리가 있다. 또한 단위당 평균 매립비용과 단위당 식재·생태조성비용 그리고 스웨덴의 인공습지 조성비용에서 보여준 비용항목별 비율을 이용하여 대략적 습지조성비용을 추정하는 방법도 각 항목의 비용의 편차가 너무 커서 사용하기에 무리가 있음을 알 수 있다. 정확한 대체습지의 조성비용 산출은 각 케이스별(습지의 유형, 생태학적 기능, 공학적 지형)로 이루어져야 하며, 결국 공학적, 생태학적 기술지침서가 케이스별로 작성되어야 한다는 결론에 도달하게 된다.

표 3-13 습지매립공사와 대체습지조성공사의 공통점과 차이점

구 분	습지매립공사	대체습지 조성공사
목 적	인위적 편리성 제공	환경복원(생태계 재생)
주요 기술적 고려사항	매립지의 침수배제 (적정 매립고 및 배수시설유지) 매립 지반의 안전 (지반개량 등) 친환경 설계·시공	조성된 습지의 안정화 (세굴·퇴적환경 제어) 생물서식 환경 조성 친환경 설계·시공
공사순서 (일반적인 경우)	외곽시설→매립→(지반개량) →상부기반 시설 조성	외곽시설→매립(습지조성) →식재·생태조성

자료 : (주)건일엔지니어링

3. 상실된 습지의 가치

매립으로 인하여 상실된 습지의 가치를 외부비용으로 본다면 대체습지조성비용의 대체(substitute) 개념으로 대체습지조성기금의 기준으로 삼을 수 있다. 국내에서의 습지의 가치평가는 앞 절의 표 3-2에서 나타난 바와 같이 연구 대상지역, 연

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

구기법, 연구시기, 그리고 연구기관의 연구목적에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 또한 축적된 국내 연구 사례가 많지 않아 연구결과가 신뢰성이 있는지를 검증할 수 있는 방법이 없다고 하겠다. 습지를 보전하는 정책이 바르게 수립되기 위해서는 기본적으로 습지의 가치평가가 이루어져야 한다는 것은 명백한 사실이다. 따라서 정책의 성공을 위해서는 시간과 비용의 문제가 있기는 하지만 다양한 가치측정방법을 사용하여 전국의 습지의 가치를 기능별로 도출하는 연구가 선행되어야만 된다.

표 3-14은 현존하는 서식처 기능의 단위당 자산적 가치를 새로 조성한 서식처의 단위당 자산적 가치와 비교해 놓고 있다. 서식처의 가치를 습지 유형별로 보면 잘피지대, 염습지 그리고 펄밭 순으로 높다. 새로 조성하여 서식처로서의 기능이 완성되는 기간은 염습지가 15년으로 가장 오래 걸리고 펄밭이 3년으로 가장 짧다. 새로 조성된 서식처의 가치는 현존하는 서식처의 가치와 비교하였을 때 약 80% 정도로 나타내고 있어 습지의 가치로만 비교하였을 경우 설령 습지를 제도적으로 조성한다고 하여도 습지를 훼손시키지 않고 보전하는 것이 최선책임을 보여주고 있다.

표 3-14 습지 유형별 자산적 가치

	현존하는 서식처 Existing Havitats	조성된 서식처 Created Habitats	
습지의 유형	자산적 가치 (원/㎡)	완전한 기능을 발휘하는 기간(년)	자산적 가치(원/㎡)
잘피지대 Eelgrass	3,533	10	2,845
염습지 Saltmarsh	1,221	15	983
펄밭 Intertidal Mud Flat	224	3	178

출처: French and Schuttenberg(1998)

최(2003)에 의하면 국내의 갯벌의 평균 ha당 가치는 14.7백만원으로 보고 있다[61]. 14.7백만원은 갯벌의 평균 수산물 생산 편익(4.9 백만원/ha)과 평균 수질오염편익

61) 최(2003)의 경우 갯벌이 어떤 습지의 유형에 속하는지는 구별하지 않고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(9.8 백만원/ha)을 합산 한 것이다. 심미적 가치, 보전가치, 그리고 여가가치 등은 평가방법의 문제, 이중 계산문제, 표본숫자의 문제 등으로 인하여 제외되었으나 만약 이러한 것들도 가치화시킨다면 갯벌의 가치는 좀 더 높아질 수 있다고 본다. 예를 들면 미국 잘피지대의 서식처 기능의 가치만 보았을 때도 35.3백만원/ha으로 나타나고 있다.

4. 개발편익의 환수

매립지는 사용용도에 따라 미곡생산, 원예단지 수익, 수자원확보, 수질정화, 대기정화, 교통개선 등의 기능을 지닐 수 있으며, 이러한 기능은 국가차원의 편익을 얻을 수 있다. 하지만 연구의 단순화를 위하여 개발자를 국가가 아닌 개인으로 가정하고 개인은 매립지를 분양하여서만 편익을 창출할 수 있다고 가정한다. 이러한 경우 창출된 편익의 일부를 대체습지조성기금으로 거둠으로서 개발자로부터 무분별한 매립으로 인한 습지의 상실을 방지할 수 있다. 강한 가정으로 인하여 현실 세계에 적용하는데 문제가 있을 수 있겠으나 앞서 서술된 비용측면에서의 접근방법과 비교해 본다는데 의미가 있다.

표 3-15은 2차 공유수면 매립계획에 의한 용도별, 지역별 매립면적을 나타내고 있다. 용도별로는 도시용지(13 ㎢)가 가장 많고, 지역별로는 전남이 17㎢로 전체매립면적의 약 45%를 차지하고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-15. 2차 공유수면 매립계획의 용도 및 지역별 매립면적 (단위 : ㎢)

용도 / 지역	공업용지	도시용지	농축산용지	문화시설용지	어항시설용지	유통가공시설용지	폐기물처리시설용지	항만시설용지	기타시설용지	총 계
부 산	0.022	0.083	-	0.746	-	-	0.073	0.185	0.077	1.186
인 천	0.990	6.222	-	0.060	-	-	-	0.046	2.600	9.918
울 산	0.623	-	-	-	-	-	-	-	0.037	0.660
경 기	-	-	-	0.120	-	-	-	-	-	0.120
강 원	-	-	-	-	-	-	-	-	0.087	0.380
충 남	1.187	0.104	-	0.083	0.081	-	-	-	0.023	1.478
전 북	-	-	-	0.030	-	-	-	-	0.064	0.200
전 남	1.425	5.094	8.200	0.330	0.050	0.130	0.000	0.683	1.580	17.492
경 북	-	-	-	0.003	-	-	-	-	0.008	0.011
경 남	3.188	1.903	0.200	0.116	0.016	0.180	0.038	0.107	0.717	6.463
제 주	-	0.077	-	0.448	-	-	-	0.024	0.166	0.715
총 계	7.434	13.482	8.400	1.935	0.440	0.310	0.217	1.045	5.358	38.621

출처 : 해양수산부(공유수면 매립기본계획 관련 고시)

표 3-16은 2004년 기준 지역별 용도별 표준지 공시지가를 나타내고 있으며, 표 3-19는 2차 공유수면 기본계획에 의한 매립면적의 지역별 용도별 공시지가를 나타내고 있다.

표 3-16. 2004년도 표준지공시지가 (단위 :백만원/ ㎢)

용도	상업용	주거용	공업용	농경지	임야	기타
부 산	1,200,000	530,000	550,000	35,000	6,700	220,000
인 천	910,000	500,000	420,000	20,000	6,000	100,000
울 산	570,000	260,000	120,000	13,000	1,000	65,000
경 기	980,000	270,000	170,000	19,000	7,300	59,000
강 원	400,000	41,000	40,000	5,500	450	25,000
충 남	430,000	18,000	64,000	6,10	1,800	53,000
전 북	420,000	14,000	36,000	5,000	700	8,650
전 남	348,000	9,300	46,000	4,500	420	4,000
경 북	470,000	29,000	60,000	5,100	290	33,000
경 남	600,000	51,000	115,000	5,400	300	45,000
제 주	620,000	92,000	73,500	12,000	4,000	45,000
전국평균	766,750	260,144	243,375	24,444	5,157	113,978

표준지공시지가는 각 지역별 중간값(median value)임
출처 : 한국감정평가협회

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 3-17. 2차 공유수면 매립면적의 지역별 용도별 공시지가 (단위 : 백만원)

용도 / 지역	공업용지	도시용지	농축산용지	문화시설용지	어항시설용지	유통가공시설용지	폐기물처리시설용지	항만시설용지	기타시설용지	총 계
부 산	11,825	71,795	0	895,200	0	0	16,060	40,755	16,942	1,052,577
인 천	415,800	4,386,440	0	54,600	0	0	0	4,628	260,000	5,121,468
울 산	74,760	0	0	0	0	0	0	0	2,412	77,172
경 기	0	0	0	117,110	0	0	0	0	0	117,110
강 원	0	0	0	0	7,325	0	0	0	2,175	9,500
충 남	75,966	23,244	0	35,690	4,293	0	0	0	1,219	140,412
전 북	0	0	0	12,600	0	0	917	0	549	14,066
전 남	65,550	910,025	36,900	114,840	200	520	0	2,732	6,320	1,137,087
경 북	0	0	0	1,410	0	0	0	0	248	1,658
경 남	366,602	619,264	1,080	69,432	702	8,080	1,710	4,797	32,269	1,103,936
제 주	0	27,412	0	277,760	0	0	0	1,080	7,470	313,722
총 계	1,010,503	6,038,179	37,980	1,578,642	12,520	8,600	18,687	53,992	329,604	9,088,707

제2차 공유수면 기본계획에 의하면 약 38㎢(2001년-2011년)가 매립될 예정이고 이 매립면적에 용도별 지역별 표준지 공시지가를 적용하면 총 9.09조억원의 가치가 창출된다고 할 수 있다. 만약 공사별 실제 매립비용이 산출되어 적용할 수 있다면 순매립이익을 계산할 수 있다.

개발이익으로부터 환수되는 대체습지조성기금은 개발자가 개인이라는 가정하에 개발이익은 매립지의 표준지 공시지가를 적용하여 계산하였다. 또한 대체습지조성에 필요한 공학 및 생태학적 표준 기술지침서가 아직 작성되지 못하고, 습지의 가치가 지역별 기능별로 제대로 평가되지 않은 국내의 상황에서는 순편익에서 일정부분을 정부가 환수하는 방법도 대체습지기금 조성의 또 다른 기준으로 생각해 볼 수 있다.

제5절 요약 및 결론

습지가 인간에게 주는 혜택은 무궁무진하다. 습지의 가치가 제대로 인식되지 않았던 80년대와 90년대에는 집중적인 개발이 진행되었고 그때에 현재 갯벌의 약 60% 정도가 상실되었다. 개발에는 국가의 공공의 이익을 위한 것도 있지만 공공의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이익에 반하는 개발도 존재한다. 대체습지의 조성의무는 꼭 필요한 개발만을 유도하는 제도적 장치라고 할 수 있다.

대체습지조성의 이론적 적정면적은 습지상실로 인하여 생기는 피해를 줄이기 위해 설치하는 시설(예: 대체습지의 조성)에 대한 총비용함수(TAC: Total Abatement Cost Function)와 시설설치로 인하여 생기는 총이익함수(TB: Total Benefit Function)를 통해 도출할 수 있다. TAC와 TB는 대체습지(RW: Replacement Wetland)에 대한 함수이기 때문에 각각 미분하면 한계비용 및 한계이익 함수를 도출할 수 있다. 한계비용함수(MAC=∂TAC/∂Rw)와 한계이익함수(MB=∂TB/∂RW)가 교차하는 점에서 대체습지의 조성적정면적(Optimal Replacement Wetland Size)과 적정조성비용을 구할 수 있다. 또한 대체습지의 전체 수요함수와 공급함수는 각 개발(매립)건에 따라 구해진 MAC와 MB를 수직적으로 합하여 구할 수 있다. 수요함수와 공급함수가 교차하는 점에서 전체대체습지시장에서의 적정대체습지조성면적과 시장가격이 결정되어 진다.

습지는 비시장재화의 특성을 지니고 있어 인위적 시장(예: 미국의 mitigation bank system)이 형성되지 않으면 적정대체습지면적 및 적정조성가격이 현실적으로 도출될 수가 없다. 하지만 경제적 개념이 내포된 적정(optimal)수요와 공급은 아니지만 간접적으로 수요량과 공급량을 도출할 수 있다. 제2차 공유수면매립 기본계획을 보면 2001년부터 2011년까지 허가 된 매립 면적이 38㎢ 이다. 따라서 또 다른 매립허가가 있지 않는 한 38㎢가 대체습지의 예상 수요량이라고 볼 수 있다. 그리고 예상수요면적에 미국의 평균 생성률(1.77)을 곱하게 되면 예상 공급면적인 67.2㎢(=38㎢×1.77)가 계산되어 진다.

공공재의 특징을 지닌 습지는 개발자의 외부비용을 내재화하거나 편익의 일부를 환수함으로써 시장의 왜곡을 보정시킬 수 있다. 본 연구에서는 대체습지조성비용 및 상실된 습지의 가치를 개발자가 내재화 시켜야하는 외부비용의 대체(substitute) 개념으로 보았고, 이렇게 산출되는 외부비용을 대체습지조성을 위한 기금의 기준으로 삼았다. 또한 개발자로부터 개발이익의 일정부분을 환수하는 것이 매립지의 외부편익을 내재화시키는 것이라 가정하고 이 또한 대체습지조성을 위한 기금의 기준이 될 수 있다고 보았다.

대체습지조성비용의 산출은 공학 및 생태학적 표준기술지침서가 마련되지 않은 상태에서는 정확하게 산출하기는 어려운 점이 있다. 스웨덴의 경우 인공습지를 조성하는 경우 38,040원/㎡, 반월천과 동화천의 경우는 각각 29,200원/㎡과 22,250원/㎡의 비용이 들었다. 미국의 경우 습지 형태별로 조성비용이 차이가 있음을 보여주고 있는데, 염습지와 잘피지대는 약 60,000원/㎡ 정도이고, 펄밭의 경우 훨씬 적은

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

18,900 원/㎡ 정도이다.

최(2003)는 국내의 갯벌의 평균 ha당 가치는 14.7백만원으로 보고 있다. 14.7백만원은 갯벌의 평균 수산물 생산 편익(4.9 백만원/ha)과 평균 수질오염편익(9.8 백만원/ha)을 합산 한 것으로 심미적 가치 및 여가가치 등의 제외로 인하여 평가절하 되었다고 볼 수 있다. 즉, 미국의 경우 잘피지대의 서식처 기능만을 가치화 하여도 국내 갯벌 평균가치보다 높은 35.3백만원/ha으로 나타나고 있다. 이러한 평가절하의 문제나 가치평가의 신뢰성 문제를 극복하기위해서는 시간 및 비용의 제약이 존재하기는 하나 기능별 및 지역별, 그리고 다양한 가치측정법을 사용하여 습지의 가치평가를 수행하여야 한다.

대체습지 조성 적정지역의 선정 및 지역별 조성비용을 산출하는데 있어 비용효과적인 측면에서 반드시 도입되어야 기법이 GIS기법이라 할 수 있다. 요즘에는 GIS (Geographical Information System) 기법이 사용되지 않는 분야가 없을 정도로 폭넓게 사용되고 있다. 그림 3-8는 습지에 관련하여 GIS를 응용한 예[62]를 보여주고 있다. 우선 갯벌의 분포도를 표시하였고, 매립현황을 규모별로 보여주었으며, 매립공사로 상실될 예정 지역이 표시되었다. 만약 습지 배후지의 지형적 특성 및 용도현황 등이 부가된 후 기술지침서의 내용과 연계될 수 있다면 대체습지조성 정책을 훨씬 효과적으로 수행할 수 있으리라 본다.

62) GIS는 위성사진, 항공사진, 해도 등을 이용한 위치정보와 습지의 분포 및 면적, 해양지형, 지질, 생태학적 분포, 퇴적물 공급, 해류의 방향 등의 속성정보를 담을 수 있다. 또한 인근 지역의 지형경관 및 산업시설, 거주인구 및 유동 인구 조사 등 환경 관련 정보를 표시할 수도 있어 대체습지조성적지 선정, 관리 및 모니터링 등을 보다 효율적으로 운영할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

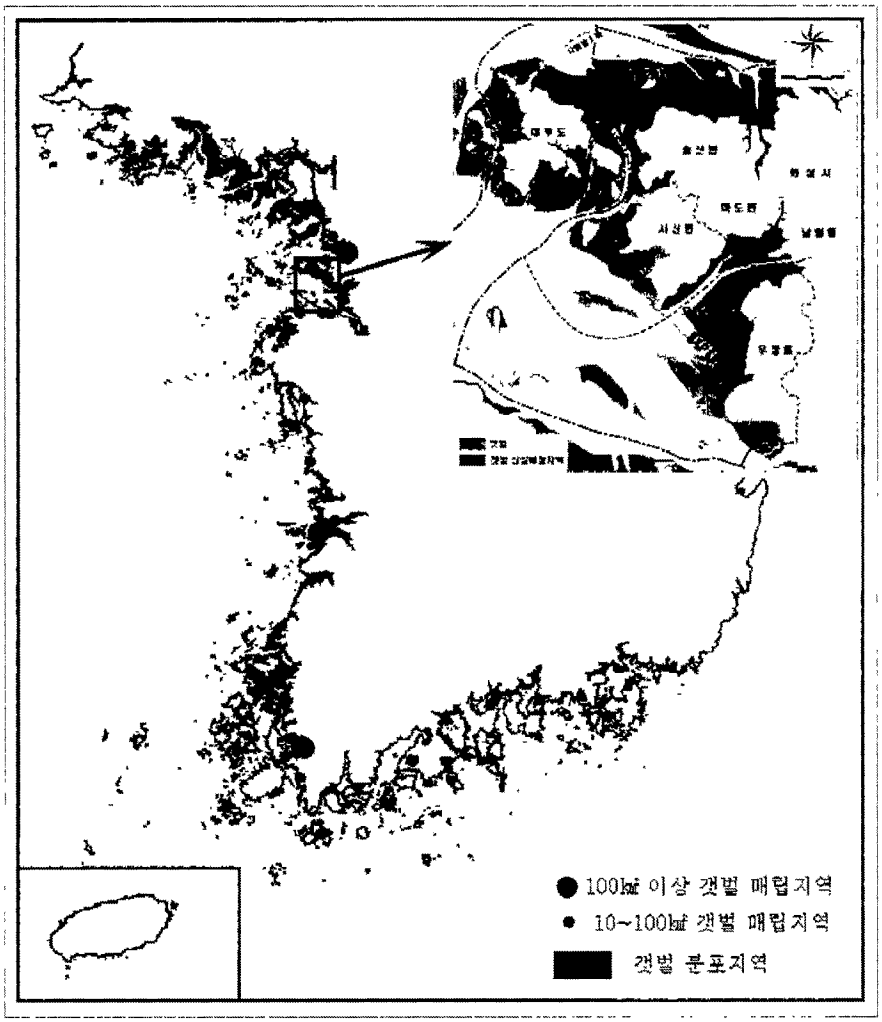


그림 3-8. GIS 데이터로 구축된 갯벌 분포도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 4 장

생태계 기능

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제1절 연안습지의 서식처 분류

1. 서 론

습지의 분류는 1900년대에 들어와서야 북아메리카와 유럽의 토탄지 (peatland)를 분류하는 데에서 시작되었다. 지역적인 습지의 분류와 범위 설정은 몇 가지 기준에 의해서 이루어지고 있는데, 기질, 해안의 노출정도, 생물상, 식생, 인간의 활동 등이 있다 (Robinson and Levings, 1995). 그러나 단순한 분류 체계는 습지의 서식지를 정확하게 분류할 수 없다는 문제점이 지적되어 계층 체계를 가진 분류기준이 제시되기도 한다 (Cowardin et al. 1979). 지역적인 규모에서 습지를 이상적으로 분류하기 위해서는 습지의 다양한 형태에 대한 정의가 선행되어야하며, 생물들의 생리와 생태와 같은 기능적인 요소를 체계화한 경우도 있으며, 물리적인 요소와 생물학적인 요소를 모델로 구성하여 분류하는 경우도 있다 (Morris, 1996). 이러한 서식지의 분류는 생태계를 거시적으로 보는 시각에서는 매우 효과적인 수단이며, 해당 지역의 전 생태계를 대상을 관리할 수 있는 장점을 가진다. 뿐만 아니라 단위 습지는 외부의 충격에 반응하는 단위가 되므로 서식지에 관한 정보는 환경관리에도 쓰이고, 단위 생물군집의 서식처가 되기에 자원관리도 유용하게 사용될 수 있다.

연안습지는 기능에서나 가치 면에서 매우 중요하지만 우리나라에서는 습지의 체계적인 관리를 하지 못했다. 그 실례로 1984년에는 습지가 발달한 하구와 내만이 155곳에 달하는 것으로 보고 되었으나, 이들 대부분은 간척의 대상물로 인식되어 현재 25% 이상이 소멸되고, 앞으로의 계획대로 진행되면 전체의 65%가 사라지게 되어있는 실정이다 (Beazley, 1993). 현재 국내에서는 다양한 습지의 유형에 대한 조사 결과가 있으나 이를 database화하고 모형적인 접근을 통하여 종합적으로 분류한 습지의 유형별 체계가 아직 제시되지 않고 있으며, 주로 물리적, 지형적 특성에 따른 퇴적환경 조성을 근거로 습지의 유형을 정리하고 있는데 반하여, 외국의 경우는 식생 등 생물학적 유형을 기반으로 기능적, 지형적 특성을 나누어 다양한 방면으로 습지를 해석하고 있다. 습지관리가 비교적 잘되고 있는 나라들은 1950년대부터 습지의 개념을 정립하고 1970년대 이후 습지 분류의 토대를 마련하고, 1980년대와 1990년대에 습지목록을 작성하여 습지 관리에 만전을 기하고 있다 (Mitsh and Gosselink, 2000).

따라서, 자연적인 습지의 파괴가 심각한 국내의 실정을 가만하면 연안습지를 보다 상세히 정의하고 분류하여 이들의 특성을 파악하는 것은 국내 연안습지를 국가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

차원에서 체계적으로 관리하고 보전하는 가장 기초적인 요소가 된다. 이러한 의미에서 습지의 분류는 포괄적 개념에서 다양한 시각적 접근이 필요하며, 기존의 생물학적 개념에 기능적 환경적, 경제적 개념을 도입하여 국내 실정에 맞게 유형별로 분류해야 한다.

2. 습지 분류 국외 사례

습지 (또는 서식지) 분류는 많은 학자들과 기관에 의해서 행해졌지만, 연안습지 분류에 도움이 될 수 있는 대표적인 두 가지 분류 사례는 다음과 같다 (제 등, 2001).

가. U.S. FWS의 국가습지목록 (National Wetland Inventory)

현재 미국의 습지분류체계는 1979년에 USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service)에서 작성한 국가 습지목록(National Wetlands Inventory)을 기본으로 하고 있다 (Misth and Gosselink, 2000; Table 2). 여기에서는 습지를 식물 (수생식물: hydrophytes)과 토양 (습지토양: hydric soils), 그리고 홍수범람 빈도를 이용하여 정의하였다. 전통적으로 습지에 포함되지 않았던 '생태적으로 연관된 깊은 수심지역 (ecologically related areas of deep water)'도 '심수(深水) 서식처(deepwater habitats)'로 새롭게 분류에 포함되었다.

이 분류법의 특징은 동물과 식물을 동정할 때 이용되는 명명법 분류체계와 유사하다는 것이다. 분류계층은 시스템(system)과 하위 시스템(subsystem), 그리고 계급(class)의 세 가지 준위로 구분되었다. 최상위 단계를 '시스템(system)'이라고 불리며, '수문학적, 지형학적, 화학적 또는 생물학적 요인들의 영향을 유사하게 보유하는 단위이다. 이들은 다음의 다섯 개 단위 시스템으로 표현되었다(표 4-1).

① 바다 (marine) - 대륙붕 상부의 외해 (open ocean)와 이에 연결된 고에너지 해안선.

② 하구역 (estruarine) - 육지에 의해 반 폐쇄되어 있고 부분적으로 제약을 받으며, 해양과 일시적이나마 접촉이 가능한 하구 부분의 수심이 깊은 조수성 서식지 (deepwater tidal habitat)와 인접해 있는 조석 습지(tidal wetlands). 육지에서 유출

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

된 담수에 의해 가끔씩 희석됨.

③ 하천역 (riverine) - 하도 내에 포함되어 있는 습지와 수심이 깊은 서식지(deepwater habitat)로 다음 두 경우는 제외됨. i) 교목, 관목, 영구적인 이끼, 지의류 등이 우점하는 습지, ii) 해양 기원의 염분이 0.5‰를 초과하는 서식처.

④ 호수역 (lacustrine) - 다음의 세 가지 특징을 포함하는 습지와 수심이 깊은 서식지. i) 함몰지나 댐이 된 하도, ii) 교목, 관목, 영구적인 이끼 등이 없고, 지표면의 30% 이상을 덮고 있는 이끼(moss)나 지의류(lichen)가 없는 곳, iii) 총 면적이 8ha를 초과하는 곳. 면적이 8ha 미만인 곳도 경계의 전체 또는 일부가 현재의 활발한 파랑작용에 의해 형성되었거나 기반암으로 된 해안으로 이루어져 있을 경우에는 포함되며, 분지의 최고 수심이 저수위 때 2m 이상인 경우도 포함된다. 이곳의 물은 조수성(tidal)이거나 비조수성(nontidal) 모두 가능하지만, 해양기원의 염분이 항상 0.5‰ 미만이다.

⑤ 늪지 (palustrine) - 교목, 관목, 영구적인 이끼 또는 지의류 등이 우점하고 있는 모든 비조수성 (nontidal) 습지와 해양기원 염분농도가 0.5‰ 미만인 지역에서 형성된다. 식생이 없는 습지도 포함될 수 있지만, 다음의 네 가지 특징을 모두 가지고 있어야 한다. i) 8ha 미만의 지역, ii) 활발한 파랑작용에 의해 형성되었거나 기반암으로 된 해안이 없는 곳, iii) 저수면 시에 최고수심이 2m 미만인 경우, iv) 해양성 염분이 0.5‰ 미만인 경우. 따라서 이 시스템은 앞서 언급된 네 가지 시스템 가운데, 해양 시스템을 제외한 하구역, 하천역, 호수역과 인접해 나타날 수 있다.

두 번째 계층인 '하부 시스템 (subsystem)'은 침수정도, 수위, 수분의 구배, 유속, 구성물질의 유형, 또는 범람원 발달 범위 등을 이용하여 시스템을 보다 상세히 설명하기 위한 하위 범주이다.

① 조하대(subtidal) - 기질이 연속적으로 침수되어 있음.
② 조간대(intertidal) - 조수에 의해 기질의 침수와 노출이 반복됨.
③ 조석 (tidal) - 하천 시스템에서 경사가 완만하고 조석의 영향을 받아 수위와 유속 변동이 발생함.
④ 완경사 영구하천(lower perennial) - 연중 유량이 유지됨. 경사 완만. 조석의 영향 없음.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

⑤ 급경사 영구하천(upper perennial) - 연중 유량이 유지됨. 경사 급함. 조석의 영향 없음.
⑥ 간헐적 하천(Intermittent) - 유량이 연중 내내 유지되지 않음.
⑦ 육수성 호수(limnetic) - 호수 내의 모든 심수 서식처(deepwater habitat).
⑧ 연안성 호수(littoral) - 연안에서 수림 2m에 이르는 부분을 포함.

세 번째 계층인 '계급 (class)'은 우점하고 있는 식생이나 기질의 유형에 의해 각 생태계의 일반적인 특성을 설명한다. 식생에 의해 표면부가 30% 이상 피복되어 있는 경우에는 식생 계급 (vegetation class)이 사용되고 (예, scrub-shrub wetland), 30% 미만일 때는 기질의 계급 (substrate class)이 사용된다 (예, unconsolidated bottom).

나. 습지협약의 습지 분류

습지협약에서는 습지를 영구적인 습윤환경과 건조환경의 점이지대로 규정하고, 다음과 같이 다섯 개의 범주로 습지를 분류하였다.

① 바다/해안 (marine/coastal : 암석해안과 산호초해안을 포함하는 연안습지)
② 기수 (estuarine : 삼각주, 염습지 (tidal marsh), 맹그루브 습지 등을 포함)
③ 호수 (lacustrine : 호수와 관련된 습지)
④ 하천 (riverine : 강과 하천을 따라 형성된 습지)
⑤ 늪 (palustrine: 하천과 연결되지 않은 늪지대를 의미)

그리고 바다와 해안은 (표 4-2)와 같이 유형을 구분한다. 이 분류는 U.S. FWS의 국가습지목록 분류체계와 구조면에서 일부 유사한 면이 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-1. U.S. FWS의 국가습지목록에서의 습지분류 체계 (Misth and Gosselink, 2000)

시스템(System)	하위시스템(Subsystem)	계급(Class)
바다(Marine)	조하대(Subtidal)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Reef
	조간대(Intertidal)	Aquatic Bed
		Reef
		Rocky Shore
		Unconsolidated Shore
하구(Estuarine)	조하대(Subtidal)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Reef
	조간대(Intertidal)	Aquatic Bed
		Reef
		Rocky Shore
		Unconsolidated Shore
		Emergent Wetland
		Scrub-shrub Wetland
		Forested Wetland
하천(Riverine)	조석하천(Tidal)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Rocky Shore
		Unconsolidated Shore
		Emergent Wetland
	완경사 영구하천 (Lower Perennial)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Rocky Shore
		Unconsolidated Shore
		Emergent Wetland
	급경사 영구하천 (Upper Perennial)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Rocky Shore
		Unconsolidated Shore
	간헐적 하천(Intermittent)	Streambed
호수(Lacustrine)	육수성 호수(Limnetic)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
	연안성 호수(Littoral)	Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Rocky Shore
		Unconsolidated Shore
		Emergent Wetland
늪지(Palustrine)		Rock Bottom
		Unconsolidated Bottom
		Aquatic Bed
		Unconsolidated Shore
		Moss-lichen Wetland
		Emergent Wetland
		Scrub-shrub Wetland
		Forested Wetland

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-2. 람사협약에서 정의한 바다와 해안의 습지

A: 천해지역 (만과 해협 포함) - 저조선으로부터 수심 6m까지의 얕은 바다
B: 조하대의 수중 식생대 - 해조숲, 거머리말 군락 등
C: 산호초
D: 바위해안 (암초지대, 해식애 포함)
E: 모래와 자갈해안 - 사주, 모래섬, 사구 등
F: 하구 - 하구지역의 천해대와 삼각주
G: 조간대 펄, 모래갯벌
H: 조간대 초지 - 염습지, 초지, 조석이 발생하는 기수 및 담수 초지
I : 조간대 수목습지 - 맹그로브, 조간대 수목 늪지 등
J : 해안석호 (coastal brackish/saline lagoon) - 바다와 연계된 기수나 염수 호수
K: 해안 담수호 (삼각주 담수호 포함)

3. 연안습지 분류체계안

국내 습지의 유형을 관점별로 체계화하고 도식화하며, 일관적인 유형 분석 보다는 생태계 기능성, 잠재적 특성 등을 고려하여 우리나라 습지를 분류해야하며, 좀더 세분화되고 기능 지향적인 해안 습지의 분류 체계를 제시하고 수리적인 접근을 통하여 반복적으로 객관적인 습지의 유형별 분류 결과를 제시할 수 있는 모형을 개발해야한다. 이러한 취지에서 연안습지의 정의에 따라 앞에서 기술한 대표적인 연안습지 분류체계와 국내 학자들의 제안을 참고하고, 우리나라 해안환경과 식생대를 고려하여 우리나라 연안습지 분류체계를 다음과 같이 제안하고자한다. 일반적으로 연안습지의 수리적인 발달은 다음의 요소에 의해서 결정된다. i) 해수와 하천에 의해서 공급되는 퇴적물의 양과 종류, ii) 퇴적물 등을 부유시키고 이동시키는 조류 및 파랑에너지, iii) 식물의 퇴적물 고착능력 등이다.

따라서 분류 단계는 크게 네 단계로 나누어 1단계에서는 염수와 담수 환경의 작용 여부와 인공성으로 구분하였고, 2단계에서는 강, 파랑, 조석영향에 따른 지형의 특성에 따라 구분하였다. 또한 3단계에서는 조위에 따른 구분이나 염분 또는 해수에 의한 수몰기간 등이 해당되게 하였으며, 4단계는 퇴적물 유형과 식생에 따른 구분이었다 (표 4-2).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

가. 해안 담수습지(coastal freshwater wetland)

① 수변습지 (riparian wetland)

하천성 해안 담수습지 지역으로 외견상으로는 거의 내륙습지이며 만조 시에만 한시적으로 조석의 영향을 받는 지역이다.

② 해안사구 습지 (coastal dune wetland)

해안사구는 모래를 이동시킬 수 있을 정도로 강한 바람이 지속적으로 존재하고, 적절한 크기의 모래입자가 다량으로 공급되어 집적되는 장소이다 (Goldsmith, 1978).

나. 해안 염수습지(coastal saltwater wetland)

① 해빈 (beach)

해빈은 간조선과 만조선 사이의 지역으로 미고결 상태의 퇴적물이 쌓여 있는 지역을 말한다. 해빈의 경계선 상한은 다년생 식물의 식생 분포대나 사구 또는 해안절벽 등에 의해 구분된다. 해빈은 조석습지와 구분하여 조석보다는 파랑과 바람의 영향을 상대적으로 많이 받는 곳에 형성된다.

② 조석 습지와 갯벌 (tidal wetland and tidal flat)

- 조하대 평탄지형 (subtidal flat)

조하대는 최저조선 이하의 해안지역으로 조간대 갯벌과 같은 해안 퇴적지형이다. 갯벌과 같은 경사도로 이어지고 수심이 얕기 때문에 갯벌과 유사한 종조성를 가진다.

- 조간대 갯벌 (intertidal flat) 또는 갯벌(tidal flat)

갯벌은 조석류로 운반된 부유물질이 쌓여 이루어지는 해안 퇴적지형이다. 상대적으로 파랑의 에너지에 비해 조석류 에너지가 큰 곳에 나타난다. 따라서 갯벌은 조차가 크고 경사가 완만함 해안에서 잘 발달된다.

- 조상대 (supratidal zone)와 염습지 (salt marsh)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

조상대에서 나타나는 대표적인 지형은 퇴적지형과 염습지이다. 퇴적지형은 조간대 갯벌과 연속선상에서 발달하는 것이 보통이며, 해수에 의한 침수빈도가 낮아지는 상부로 가면서 구배를 이루어 식물이 정착하여 염습지가 형성된다.

다. 해안 기수습지 (coastal brackishwater wetland)

① 석호(lagoon)

석호는 해안의 만입부 (bay)에서 발생하는 지형으로 하구 (estuary)와 많은 조건에서 유사하다. 그러나 잘 발달된 석호에서는 사취 (spit)나 사주 (barrier island)에 의해 입구가 해양과 차단되어 있기 때문에, 하구와는 달리 해류의 순환이 빈번히 일어나지 않고 조류의 영향도 거의 받지 않는다.

우리나라 동해안에서 나타나는 석호는 대부분 육지로부터 소하천에 의해 담수가 공급되고 있어 담수환경 내지는 약한 기수환경을 보이는 것이 특징이다.

② 하구 (estuary)

하구 (estuary)는 강의 하류와 바다가 만나는 곳으로 염분의 구배가 뚜렷한 곳을 말하나 이에 대한 정의가 매우 다양하다. 하구에서의 염분은 담수에서부터 해수에 이르는 넓은 폭을 나타나내는데, 일반적으로 염분 0.1‰부터 32‰까지의 구역을 하구로 본다. 이와 같이 하구에서는 염도 등 환경변화가 매우 크기 때문에, 하구를 여러 구역으로 나누기도 한다 (Mitsch and Gosselink, 1986).

③ 삼각주(delta)

강이 바다와 만나는 하구에는 유속이 감소됨으로써 하천에 의해 운반되던 퇴적물이 쌓이게 되어 삼각주가 형성된다. 삼각주는 해안에서 바다 쪽으로 연장되어 성장하므로, 하구의 육지 쪽에서 형성되는 사주지형과는 형태상으로 구분된다.

라. 인공습지 (artificial wetland)

인공적으로 조성된 연안습지에는 해수의 영향을 받는 간척 등으로 인위적으로 형성된 습지에 대해서 새롭게 제안하고자 한다. 이 연안습지 분류에서 해안 하천수변 식생대를 제외하면 식생대는 크게 세 개로 구분되고 있음을 알 수 있다. 사구의 해안식물 식생과 갈대 또는 해홍나물과 같은 명아주과 염생식물이 우점하는 식생 그리고 거머리말 식생이 그것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-3. 우리나라 연안습지의 분류 체계안 1

단계 1	단계 2	단계 3	단계 4
해안 담수습지 또는 사구 (Coastal freshwater wetland)	하천 수변습지 (riparian wetland)		갈대 담수 수생식물
	해안사구습지 (Coastal dune wetland)		해안식물
해안 염수습지 (Coastal saltwater wetland)	해빈 (beach)	조간대 / 조상대	펄해빈 (mud beach)
			모래해빈 또는 사빈 (sand beach)
			자갈해빈 (pebble (shingle) beach)
			암석해빈 (rock beach)
	갯벌 (광의) 또는 조석 습지 (tidal wetland)	조하대 평탄지형 (subtidal flat)	거머리말
			평탄지형
		조간대 갯벌 또는 갯벌 (협의)(intertidal flat or tidal flat)	펄갯벌 (mud flat)
			혼합갯벌
			모래갯벌 (sand flat)
		조상대 / 염습지 (supratidal zone / salt marsh)	갈대우점
			해홍나물 등 염생식물 우점
해안 기수습지 (Coastal brackishwater wetland)	석호 (lagoon)	담수성 석호 (freshwater lagoon)	갈대우점
		기수성 석호 (brackishwater lagoon)	갈대우점
		염수성 석호 (saline water lagoon)	갈대우점
	하구 (estuary)	조하대(subtidal zone)	거머리말우점
		조간대 갯벌 (intertidal flat or tidal flat)	펄 / 거머리말우점
			혼합 / 갈대 또는
			모래 / 염생식물 우점
		조상대 (supratidal zone)	갈대우점
해안 기수습지 (Coastal brackishwater wetland)	삼각주 (delta)	조하대(subtidal zone)	
		조간대 갯벌 (intertidal flat or tidal flat)	
		조상대 (supratidal zone)	해안식물
인공습지 (Artificial wetland)	간척호 (reclaimed lake)		
	간척지 land(reclaimed		갈대와 염생식물 (천이단계)
	염전 (saltpan)		염생식물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제2절. 연안습지 유형에 따른 생태계 특성

1. 염생식물 연안습지

염생식물의 정의는 각 학자마다 다소 차이가 있지만, 일반적으로 토양의 염분농도가 높아 일반 육상식물이 생육할 수 없는 지역의 식물을 염생식물(halophyte)이라고 한다. 염생식물이 높은 토양의 염분을 이겨내는 기작은 생리적으로 매우 다양하다. 그러나 아직 모든 기작이 자세히 밝혀지지는 않았는데, 일반적으로 식물은 체내로 과다한 염이 유입되는 것을 에너지를 사용하면서 억제하지만 일부는 체내로 이동하는 염분을 축적하는데 이 경우 세포의 소기관 중 액포에 저장함으로써 생리적인 대사에 지장을 덜 받는다. 그리고 일단 체내로 들어온 염을 저장하지 않고 체외로 배출할 경우 표피 중 특수하게 분화된 세포인 염선(salt gland)에서 체내의 염분을 축적하였다가 세포가 파괴되면서 체외로 배출하거나, 뿌리로부터 흡수된 염분을 증산작용을 통하여 표피로 이동시키며, 증산작용이 일어나지 않는 야간이나 이른 아침에는 뿌리로부터 물과 함께 흡수된 염을 수공을 통하여 물과 함께 이동 및 배출하고, 식물체의 각 기관에 염을 축적시키고 염이 과다해지면 이 조직이나 기관을 고사시키거나 탈락시킴으로써 염을 체내에서 제거기도 하며, 뿌리에서 흡수된 염분이 잎까지 이동되었다가 다시 뿌리를 통하여 토양으로 이동되는 경우와 표피의 모용에서 염분을 제거하는 방법 등이 염분을 조절하는 기작으로 알려져 있다(해양수산부, 2002).



그림 4-1. 시화호 유역의 염생식물 (갈대와 칠면초) 염습지 전경

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하구역의 후미처럼 담수 유입의 영향을 받는 곳에 발달된 소택지(沼澤地)에는 조석의 주기에 따라 기수 (汽水, 바닷물과 민물이 섞여 염분이 적은 물)나 해수가 들어오고 나가는 해안 습지가 존재하게 된다. 우리나라는 서해안의 간석지를 중심으로 해안 식생이 잘 발달되어 있으며 그 면적이 대단히 넓은데 대부분은 염생식물이 서식하고 있다. 이러한 염습지 식생은 만조 때 해면과 육지와의 경계선인 고조선보다 다소 위쪽에 위치하나 조석(潮汐)에 따라 해수의 출입이 있을 수 있는 장소에 위치한다. 염분을 포함한 염습지 식생을 형성하여 독특한 동물과 식물 군집이 분포한다. 염습지의 주변에는 갈대밭이 벌판을 이룰 정도로 잘 발달하고 그 사이의 밑바닥은 펄로 되어 있는데 이런 곳을 감조니질지(感潮泥質地)라고 한다 (홍재상, 1998).

우리나라 하천의 하구역이나 소택지의 물가에는 부들, 줄, 갈대 등의 추수식물(뿌리나 줄기의 밑부분이 수면 밑에 있는 수생식물)이 띠 모양 분포를 이루면서 서식한다. 그러나 해수의 영향을 받는 하구역의 물가에서는 부들이나 줄은 자취를 감추고 갈대가 순군락 (純群落)을 형성하며 이어서 갯는쟁이, 해홍나물, 퉁퉁마디, 칠면초 등의 염생식물 군락이 바다를 향하여 나타난다. 갈대의 서식 환경은 수심이 약 2미터에서부터 지하 수위 1미터까지 이며 그중에서도 수심이 50센티미터부터 지하수위 20센티미터 사이에서 잘 자란다. 그러나 하천의 물의 흐름이 빨라서 토양이 불안정하고 교반되는 장소나 수위가 급격하게 변하는 장소에서는 갈대 군락을 볼 수 없다. 또한 갈대는 펄이나 유기물이 풍부한 담수나 기수 지역에 생육하기 때문에 영양이 심하게 부족한 곳에는 분포하지 않는다. 내염성(耐鹽性)이 상당히 강하며 담수에서 기수 지역에 이르기까지 염분 농도가 넓은 범위에 걸쳐 자란다. 바로 이런한 특성으로 부들이나 줄이 들어갈수 없는 염성 습지에서 광대한 군락을 형성하며, 모든 식물들에게 일반적으로 유해한 황화수소나 맘모니아 화합물 등도 갈대의 생육에 별로 해를 끼치지 않는 것으로 보고되어 있다 (홍재상, 1998).

우리나라와 같은 온대지방의 간석지에서 생산된 유기물은 초식동물이 거의 없기 때문에 대부분 분해되어 부니질 먹이 사슬로 이동된다. 즉, 염생식물 생산의 최소 90%이상이 염습지에서 분해되어 부니질 먹이사슬로 이동될 것으로 예상된다. 염생식물은 섬유소가 풍부하므로 분해 초기에는 대부분 갯벌 미생물에 의해 분해되며 시간이 지날수록 저서동물에 의해 분해된다. 저서동물은 부니질 먹이사슬의 분해자임과 동시에 육식성 저서동물이나 연안 어류의 먹이가 되어 먹이 연쇄의 중요한 고리를 형성하게 된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

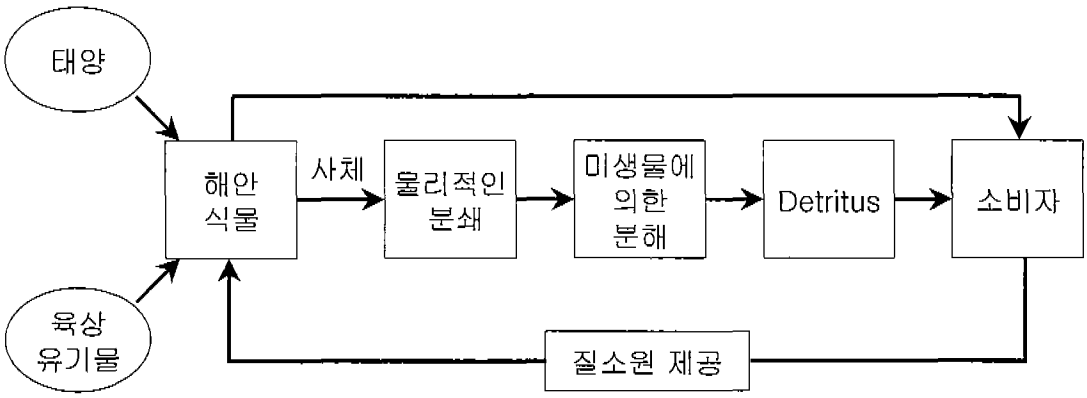


그림 4-2. 연안습지 식물의 먹이망에서의 이동 과정 (이 과정을 통해서 해안식물은 소비자들의 먹이원이 되며 습지의 정화기능에 관여하게 됨)

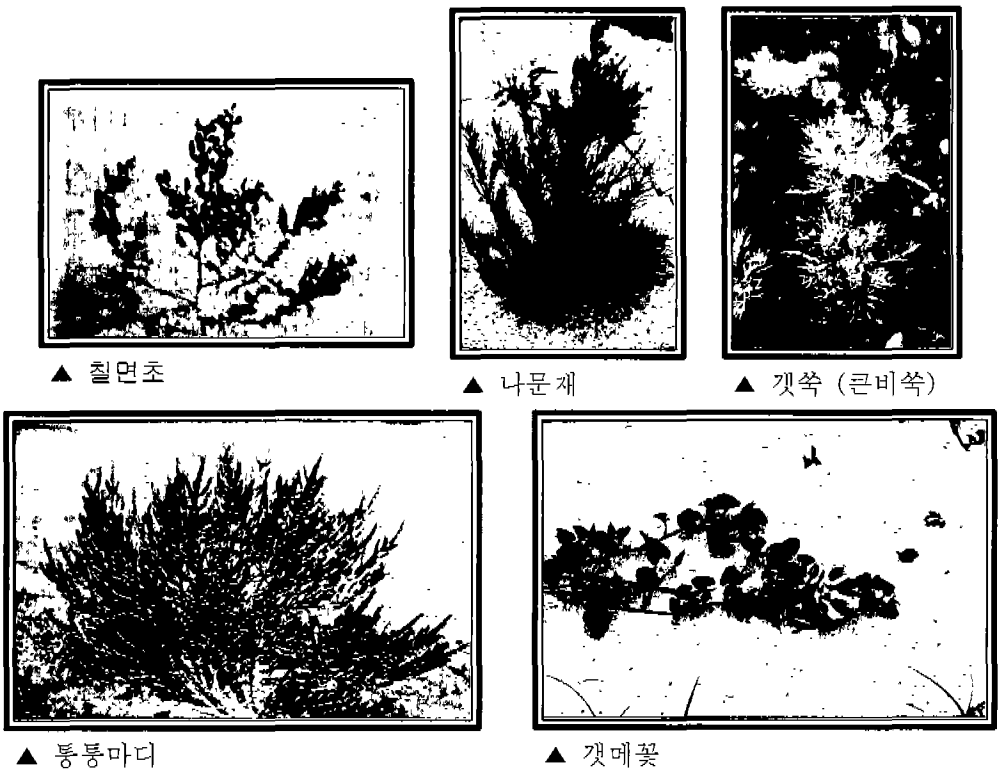


그림 4-3. 염생식물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-4. 국내 염습지에 서식하는 대표적인 염생식물 목록 (해양수산부, 2002)

Family name (과명)	Scienticific name (국명)
Zosteraceae	*Zostera* spp. (4종)
Scheuchzeriaceae	*Triglochin maritimum* (지채)
Graminae	*Puccinellia coreensis* (갯꾸러미풀)
	Puccinellia nipponica (갯겨이삭)
	Phragmites communis (갈대)
	Zoysia sinica (갯잔디)
	Phacelurus latifolius (모새달)
Cyperaceae	*Carex scabrifolia* (천일사초)
Juncaceae	*Juncus haenkei* (갯골풀)
Chenopodiaceae	*Atriplex subcordata* (갯는쟁이)
	Atriplex gmelini (가는갯는쟁이)
	Salicornia herbacea (퉁퉁마디)
	Suaeda japonica (칠면초)
	Suaeda asparagoides (나문재)
	Suaeda maritima (해홍나물)
	Suaeda australis (방석나물)
	Suaeda malacosperma
	Salsola collina (솔장다리)
	Salsola komarovi (수송나물)
Caryophyllaceae	*Spergularia marina* (갯개미자리)
Plumbaginaceae	*Limonium tetragonum* (갯질경)
Plantaginaceae	*Plantago major* var. *japonica* (왕질경이)
	Plantago camtschatica (개질경이)
Compositae	*Aster tripolium* (갯개미취)
	Artemisia scoparia (비쑥)
	Artemisia fukudo (큰비쑥)
	Sonchus brachyotus (사데풀)

2. 거머리말 군락지

해초(seagrass)는 해수에서 수중 생활을 하면서 성장하여, 꽃이 피고 수정이 일어나는 해양 현화 식물이다. 해초의 분류 체계는 단자엽 식물 강(Monocotyledoneae)의 Naiadales(Helobiae) 목에 5과 12속 58종으로 분류된다. 해초는 대부분 서식처에 따라 열대와 온대 지역 종으로 구분되며 온대 지역에는 Althenia, Phyllospadix, Posidonia, Zostera 속(屬)이 분포하며, 특히 Zostera 속이 세계적으로 가장 널리 분포한다. 이 식물들은 형태학적으로 잎, 줄기, 뿌리의 구분이 뚜렷하고, 관다발 조직

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이 발달해 있으며, 지하경과 뿌리로서 바닥에 고착하여 초지(beds)를 형성하여 연안 수괴나 하구역에 서식한다. 이 식물체들의 생태학적인 특성으로는 해수유동을 제어하고 그늘이 있는 작은 공간을 형성하여, 부착생물들에게 착생기반을 제공하며, 어류의 산란과 유어(幼漁)의 보육, 생육장소 및 피난처를 형성한다. 또한 연안역의 기초 생산력을 증대시키며, 질소와 인 등의 영양염류를 흡수하고, 고사한 식물로부터 유기쇄설입자(detritus)를 공급하여, 생물 생산 및 초식동물(herbivore)과 부식섭식동물(detritivore)의 먹이연쇄(food chain), 생리활성 물질의 공급원이 된다. 식물체들의 초지는 부유현탁물질의 확산을 방지하고, 식물체 부착을 통하여 수질환경 개선의 역할을 담당하고, 퇴적물의 지하경과 뿌리는 사니의 이동을 방지하고 저질의 안정과 퇴적물의 축적 장소를 제공하는 등 연안 생태계의 중요한 기능과 역할을 담당하고 있다.

한반도에 자생하는 거머리말속의 생육 장소는 크게 조하대와 조간대 지역으로 구분되어, 조하대에 생육하는 거머리말속의 종들은 수거머리말, 왕거머리말과 포기거머리말로서 조석 차에 따라서도 대기에 식물체가 노출되지 않았다. 동해 연안과 제주도에 생육하는 거머리말의 경우 조하대에 생육하였으며, 남해연안은 생육지와 조석 차의 정도에 따라 다양하게 나타났다. 서해연안의 경우 큰 조석차에 의해 대부분 조간대와 조하대의 경계 지역에서 생육지가 발달되었으나 일부 생육지의 경우 조하대에서도 넓은 초지를 형성하였다. 한반도에 자생하는 거머리말속의 생육지의 유형은 출현 종과 해역에 따라 다양하게 나타났다. 동해안의 경우 거머리말은 석호, 만, 항구, 보초 등 물리적으로 파랑의 영향이 적은 해역의 조하대 지역에서 출현하였으며, 포기거머리말은 만과 항구 지역에서 거머리말 생육지보다 깊은 수심에서 출현하였다. 왕거머리말의 경우 넓은 만과 개방연안에서 출현하였다. 남해안의 경우 거머리말은 만, 항구, 하구와 보초지역의 조간대 하부와 조하대 지역에서 출현하였으며, 포기거머리말과 수거머리말은 만 지역의 조하대에서 출현하였다. 애기거머리말은 섬의 만 지역의 조간대 상부와 중부지역에서 출현하였다. 서해안의 경우 거머리말속의 생육지는 연안지역에서는 출현하지 않았으며, 대부분 섬 지역에서 출현한 것이 특징이다. 거머리말과 포기거머리말은 만과 항구에서 출현하였으며, 포기거머리말은 조하대 지역에서만 출현한 반면에 거머리말은 조간대의 중부와 하부 지역과 조하대 지역에서 출현하였다. 애기거머리말은 만 지역의 조간대 상부와 중부지역에 넓게 분포하여 출현하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-5. 거머리말의 출현지역과 생육지 특성

해역	출현지역	생육지 유형	면적 m×m	출현형태	수심 (cm)	퇴적환경
남해	경남 거제시 남부면 다대리 다대	inner bay	40×50	patchy	120	sand
남해	경남 거제시 남부면 저구리 저구	bay	10×80	beds	300	sand
남해	경남 거제시 동부면 가배리 쪽박굼	bay	150×300	beds	330	sand
남해	경남 고성군 고성읍 신월리 신부	inner bay	2200×1250	beds	250	sand
남해	경남 고성군 고성읍 월평리 곡룡	bay	100×200	beds	340	muddy sand
남해	경남 남해군 고현면 차면리 골안(목섬)	bay	100×300	beds	450	sand
남해	경남 남해군 차면리 바깥난초섬(광양만)	bay & Island barrier	300×400	beds	380	sand
남해	경남 남해군 창선면 수산리 신촌 (동대만)	inner bay	1440×250	beds	200	muddy sand
남해	경남 남해군 이동면 화계리(앵강만)	inner bay	120×150	beds	50	sand
남해	경남 마산시 구산면 내포리 욱곡	bay	60×20	patchy	120	sand
남해	경남 마산시 구산면 다구리 다구	bay & Island barrier	40×120	beds	280	muddy sand
남해	경남 마산시 구산면 석곡리 명주	bay	60×50	beds	150	sand
남해	경남 진해시 성내동 와성(와성만)	bay	150×100	beds	150	sand
남해	경남 진해시 안골동 안골포	bay	80×100	beds & patchy	150	muddy sand
남해	경남 진해시 죽곡동 명동초교	bay & Island barrier	300×50	beds	220	muddy sand
남해	경남 통영시 도산면 오륜리 상양지(수월)	bay	200×100	beds	440	sand
남해	전남 고흥군 과역면 백일리 내백	bay	100×150	beds	320	sand
남해	전남 고흥군 봉래면 신금리 외라노도	bay	80×100	beds	400	muddy sand
남해	전남 여천군 돌산읍 금봉리 황대도	Island barrier	80×100	patchy	160	muddy sand
남해	전남 여천군 돌산읍 율림리	bay	200×100	beds	150	sand
남해	전남 여천군 화양면 안포리 원포	inner bay	60×100	patchy	120	sand
남해	전남 여천군 화양면 장수리 세포	bay	40×120	beds	300	muddy sand
남해	전남 완도군 장좌리 청해진	inner bay	600×400	beds	240	sanddy mud
남해	전남 장흥군 회진면 신상리 (득량만)	bay	80×100	beds	120	sanddy mud
남해	전남 진도군 임회면 쭉림리	inner bay	100×350	beds	520	muddy sand
남해	전남 진도군 임회면 쭉림리 현복동	bay	200×200	beds	350	muddy sand
남해	제주도 남제주군 성산읍 성산리	Island bay	200×100	beds	780	sand
남해	제주시 조천읍 함덕리	Island barrier	200×100	beds	560	sand
남해	경남 거제시 장목면 장목리 장목만	bay	80×30	patchy	140	sand

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-5. 계속

해역	출현지역	생육지 유형	면적 (m×m)	출현형태	수심 (cm)	퇴적환경
동해	강원도 고성군 현내면 초도리 화진포	lagoon	40×80	beds	120	sand
동해	강원도 삼척시 근덕면 덕산리 덕산항	port	95×60	beds & patchy	350	sand
동해	강원도 삼척시 근덕면 장호리 장호항	port	120×140	beds	700	sand
동해	강원도 양양군 남애리 남애항	port	40×50	beds	150	sand
동해	경북 경주시 감포읍 전동리	port	100×80	beds	400	sand
동해	경북 영덕군 영해읍 대진리 대진항	port	60×40	patchy	370	sand
동해	경북 울진군 죽변면 죽변리 죽변	bay	80×140	beds	300	sand
동해	경북 울진군 후포면 후포리 후포	bay	140×60	patchy	430	sand
동해	경북 포항시 장기면 모포리 모포항	port	120×100	beds	300	sand
동해	부산시 기장군 기장읍 대변리 죽도	bay & Island barrier	50×80	beds	120	sand
동해	울산시 동구 일산동 일산해수욕장	bay	60×80	patchy	600	sand
서해	인천광역시 옹진군 백령면 가을리 두무진	port	60×70	beds	340	sand
서해	인천광역시 옹진군 이작리 소이작도	bay	200×250	patchy	intertidal (150)	sand
서해	인천광역시 옹진군 자월면 승봉도	bay	150×180	patchy	intertidal (160)	sand
서해	인천광역시 옹진군 자월면 자월도	bay	300×100	patchy	intertidal (160)	sand
서해	전남 신안군 팔금면 반월도	Island bay	80×100	beds	120	mud
서해	전북 군산시 옥도면 선유도리 선유도	bay	100×250	beds	220	sandy mud
서해	전북 군산시 옥도면 어청도리 어청	port	60×50	beds	340	
서해	전북 군산시 옥도면 장자도리 장자도	bay & port	40×60	patchy	180	
서해	전북 부안군 위도면 진리 벌금	bay	50×150	beds	400	muddy sand

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-6. 왕거머리말의 출현지역과 생육지 특성

해역	출연지역	생육지 유형	면적 (m×m)	출현형태	수심 (m)	퇴적환경
동해	강원도 고성군 죽왕면 공현진리	open	20×20	patchy	14	sand
동해	강원도 양양군 동호리 동호해수욕장	open	20×20	patchy	15	sand
동해	경북 울진군 죽변면 죽변리 봉평해수욕장	open	40×20	patchy	9	sand
동해	경북 포항시 흥해읍 칠포리 칠포	open	40×40	patchy	11	sand

표 4-7. 포기거머리말의 출현지역과 생육지 특성

해역	출연지역	생육지 유형	면적 (m×m)	출현형태	수심 (㎝)	퇴적환경
남해	경남 거제시 장목면 장목리 장목만	bay	60×80	patchy	350	sand
남해	경남 거제시 동부면 가배리	bay	150×300	beds	330	sand
동해	강원도 삼척시 근덕면 덕산리 덕산항	port	20×30	patchy	520	sand
동해	부산시 기장군 기장읍 대변리 죽도	bay	10×10	patchy	300	sand
서해	인천광역시 옹진군 백령면 가을리 두무진	port	30×40	patchy	450	muddy sand
서해	충남 보령시 오천면 삽시도리 삽시도	bay	150×80	patchy	700	sand

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-8. 수거머리말의 출현지역과 생육지 특성

해역	출 현 지 역	생육지 유형	면적 (m×m)	출현형태	수심 (cm)	퇴적환경
남해	경남 거제시 동부면 가배리 쪽박금	bay	300×400	beds	540	muddy sand
남해	전남 진도군 임회면 죽림리	inner bay	800×300	beds	500	muddy sand
동해	경북 경주시 감포읍 전동리	port	50×20	patchy	400	sand

표 4-9. 애기거머리말의 출현지역과 생육지 특성

해역	출 현 지 역	생육지 유형	면적 (m×m)	출현형태	수심 (cm)	퇴적환경
남해	경남 거제시 남부면 다대리 다대	bay	100×150	beds	intertidal	sand
남해	경남 남해군 이동면 화계리(앵강만)	inner bay	120×50	patchy	intertidal	sand
서해	인천광역시 옹진군 자월면 승봉도	bay	250×150	beds	intertidal	sand
서해	인천광역시 옹진군 이작리 소이작도	bay	200×80	beds	intertidal	sand
서해	인천광역시 옹진군 자월면 자월도	inner bay	100×50	beds	intertidal	sand
서해	전북 군산시 옥도면 선유도리 선유도	bay	300×80	patchy	intertidal	muddy sand

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

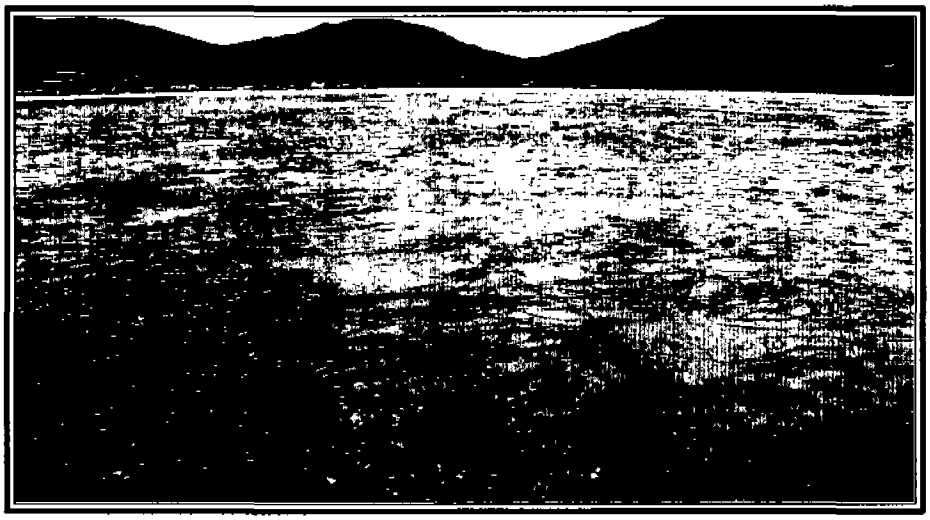


그림 4-4. 썰물때 물 밖으로 드러난 애기거머리말 군락 (거제도 다대리 포구)

3. 모래갯벌

다른 말로 사질갯벌이라고도 한다. 모래갯벌은 이름에서 나타내듯이 바닥이 주로 모래질로 형성되어 있다. 해수의 흐름이 빠른 수로주변이나 바람이 강한 지역의 해변에 나타나는데, 해안경사가 급하고 갯벌의 폭이 좁아 보통 1km정도이다. 유럽의 네덜란드, 독일, 덴마크의 갯벌은 대부분 모래갯벌이며, 국내에서는 백령도의 용기포, 대청도의 옥죽동 모래사장과 인천 용유도 을왕리 해수욕장, 태안 및 안면도 해안 등이 전형적인 모래갯벌로 알려져 있고, 서해안의 파랑에 개방된 해안에서 잘 나타난다. 강 하구나 모래갯벌은 저질의 모래 알갱이의 평균 크기가 0.2~0.7mm정도이고, 유기물 함량은 1~2% 정도로 적은 편이고 미사와 점토 성분이 차지하는 니질(泥質) 함량의 비율도 대체로 4%를 넘지 않는다.

약간의 펄이 섞인 우리나라 서해안의 모래갯벌에는 바지락, 동죽, 백합, 가무락, 맛조개, 서해비단고둥, 갯고둥 등을 쉽게 볼 수 있다. 흙 속에 몸을 파묻고 사는 이들은 바닷물이 들어오면 수관이라 불리는 긴 주둥이를 표면으로 내어 물 속에 떠 있는 유기물을 걸러서 먹이로 취한다 (여과식자). 조개류와는 달리 대부분의 고둥류는 퇴적물내의 유기물을 골라먹는다 (퇴적물식자). 민챙이, 비틀이고둥 등이 여기에 포함된다. 그러나 일부 고둥은 죽은 동물을 먹거나 (왕좁쌀무늬고둥, 부식자), 조개류를 잡아먹는 종류 (큰구슬우렁이, 포식자)도 있다 (홍재상, 1998).

사니질의 경우에는 현탁물을 여과하는 섭식자가 많으며 수관이나 강모 등을 이용

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하여 여과한다. 이매패에서는 수관을 저표상에 내놓고 현탁물을 섭취한다. 갑각류인 Hippa adactyla는 촉각이 있는 빗살무늬의 강모로 수중의 현탁물을 여과하여 먹는다. 갯지렁이류인 털날개갯지네 (*Chartopterus variopedatus*)는 양 끝이 모래의 표면으로부터 돌출한 가죽질의 U자형의 서관을 만들고 그 안에 사는데, 흉부배면의 흡반에 의해 몸을 벽면에 고정하고 몸 중앙부에 있는 3개의 부채 모양의 선상지(扇狀肢)를 움직여서 수류를 만들어서 상층의 물을 서관 내로 빨아들인다. 한편 제12체절에 있는 날개 모양의 돌기부분에서 점액을 분비하고 해수 중의 유기현탁물을 이 점액망에 달라붙여 섭취한다. 쏙 (*Upegebia major*)은 Y자형의 갱도 내에 살지만 복지의 펌프작용에 의해 상층의 물을 빨아 들여서 현탁물을 섭식한다. 한편 쏙과 근연종이지만 사니 중에 유기질을 섭식하는 쏙붙이 (*Callianassa japonica*)의 갱도는 가지로 갈라져 있고 군데군데 둥근 부분이 있는데, 이것은 유기물 잔사를 섭식하면서 갱도를 파고가다가 먹어 치운 모래를 밖으로 운반해 낼 때의 일련의 행동과 관련이 있다. 갯지렁이류에는 퇴적물식자가 많은데 *Arenicola*도 모래 속에 U자형의 갱도를 만들고 있다. 그 속에서 몸 후반부의 리듬활동에 의해 수류를 만들고 머리 부분쪽으로부터 표층의 신선하고 유기물이 풍부한 모래를 갱도 내로 끌어넣어 그것을 삼겨서 영양을 섭취한다 (윤성규와 홍재상, 1995).

완벽하게 상호 연결된 먹이사슬이 보여주듯이 갯벌에 사는 많은 생물들은 갯벌의 높은 생산성을 이용하도록 적응되어있다. 실제로 새를 비롯한 다른 생물 (사람포함) 들은 갯벌의 생산성을 토대로 살아가고 있다.



그림 4-5. 모래갯벌의 전경 (충남 태안군 이원면 민어포 갯벌)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

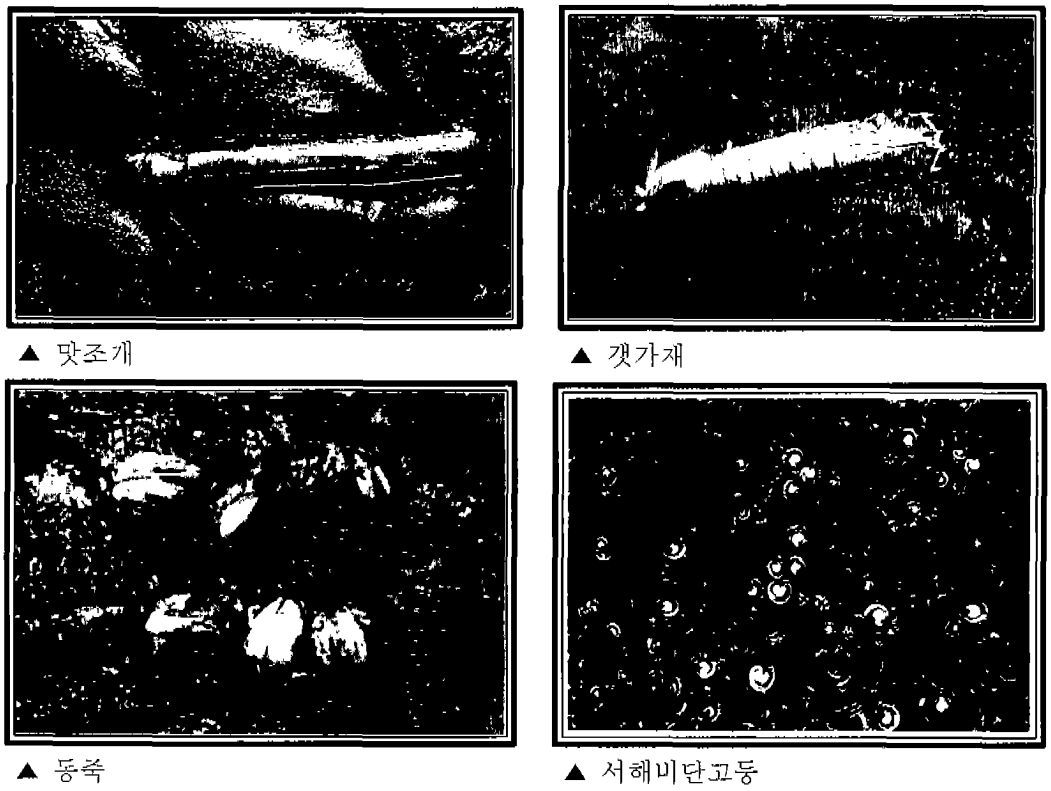


그림 4-6. 모래갯벌 서식 생물

4. 펄갯벌

모래질이 차지하는 비율이 10% 이하에 불과하나 반대로 펄 함량은 90% 이상에 달하는 갯벌이다. 강화도 주변 연안에 잘 발달한 광대한 펄갯벌에서 표층 퇴적물의 평균 입자의 지름은 0.031mm에 이른다. 이곳에서는 펄의 깊이가 깊은 곳은 수미터나 되고 함수량(含水量)도 높아 걸을 때 보통 허벅지까지 빠지기 때문에 갯벌 조사가 매우 힘들다. 그런데 강화도 주변 갯펄의 대부분은 결국 한강의 상류에서 하구를 통해 경기만으로 유입, 운반된 것이다. 같은 펄갯벌이지만 강화도에서 그리 멀지 않은 인천의 동춘동 송도 갯벌은 전체적으로 평균 입도의 크기가 강화도보다 다소 크고 이질 함량과 유기물 함량도 낮다. 고막잡이로 유명한 전남 고흥 등지의 갯벌은 니질 함량이 68% 이상으로 높고 유기물 함량도 10% 이상이며, 함수량도 높아 매우 질퍽하기 때문에 발이 빠져 걸을 수가 없을 정도이다. 이러한 곳에서 조개잡이를 하는 아주머니들은 나무 판자로 만든 갯펄 썰매를 타고 미끄러져 다닌다. 이 지방 사람들은 이 썰매를 잘 조정하고 다니며 고막이나 가리맛 등의 조개류를 독특한 방법으로 채취하고 있다 (홍재상, 1998).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이렇게 니질 함량이 비교적 높은 펄갯벌에서는 모래갯벌보다 퇴적물의 간극이 좁아 산소나 먹이를 포함하는 바닷물이 펄 속 깊이 침투하기가 어렵다. 따라서 이곳에 서식하는 생물들은 지표면에 구멍을 내거나 관을 만들어 이를 통해 바닷물이 침투되도록 한다. 펄갯벌에서는 모래 갯벌에 비해 갑각류나 조개류보다는 퇴적물식을 하는 갯지렁이류가 우점한다. 우리나라 펄갯벌에서는 두토막눈썹참갯지렁이, 바위털갯지렁이, 넓적발참갯지렁이, 긴다리송곳갯지렁이, 치로리미갑갯지렁이, 눈썹참갯지렁이 등 흔히 낚시용 미끼로 쓰이는 갯지렁이류가 많이 서식한다. 어민들은 주로 강태공들의 낚싯밥으로 쓰이는 이들을 채취하여 타지방이나 외국으로도 출하하며 소득을 올리고 있다. 니질의 갯벌에는 퇴적물식자가 많으며, 유기물이 풍부한 퇴적물을 갱도 내로 흡입하여 섭식하거나 감촉수의 섬모운동 또는 긴 입수관으로 퇴적물을 삼켜 영양분을 섭취한다. 모래에 펄이 섞인 곳에 서식하는 유령 갯지렁이류나 *Cirriformia* (명주실타래갯지렁이류) 등의 갯지렁이류는 다수의 실 모양의 감촉수를 저표면에 펼쳐서 먹이가 되는 입자를 모아서 감촉수의 섬모운동에 의해 입으로 운반한다. 반색동물 (半索動物, Hemichordata)에 속하는 별벌레아재비류인 *Balanoglossus*는 약간 깊은 층에 수평으로 갱도를 만들고 다량의 모래를 삼켜서 그 중의 유기물을 이용한다. 이매패 중 대부분은 현탁물식자이지만 퇴적물을 섭식하는 것도 있다. 애기대양조개 (*Macomaincongrura*)는 긴 입수관을 뻗쳐서 유기물이 많은 저표면의 퇴적물을 빨아 삼켜서 먹이를 얻는다 (윤성규와 홍재상, 1995).

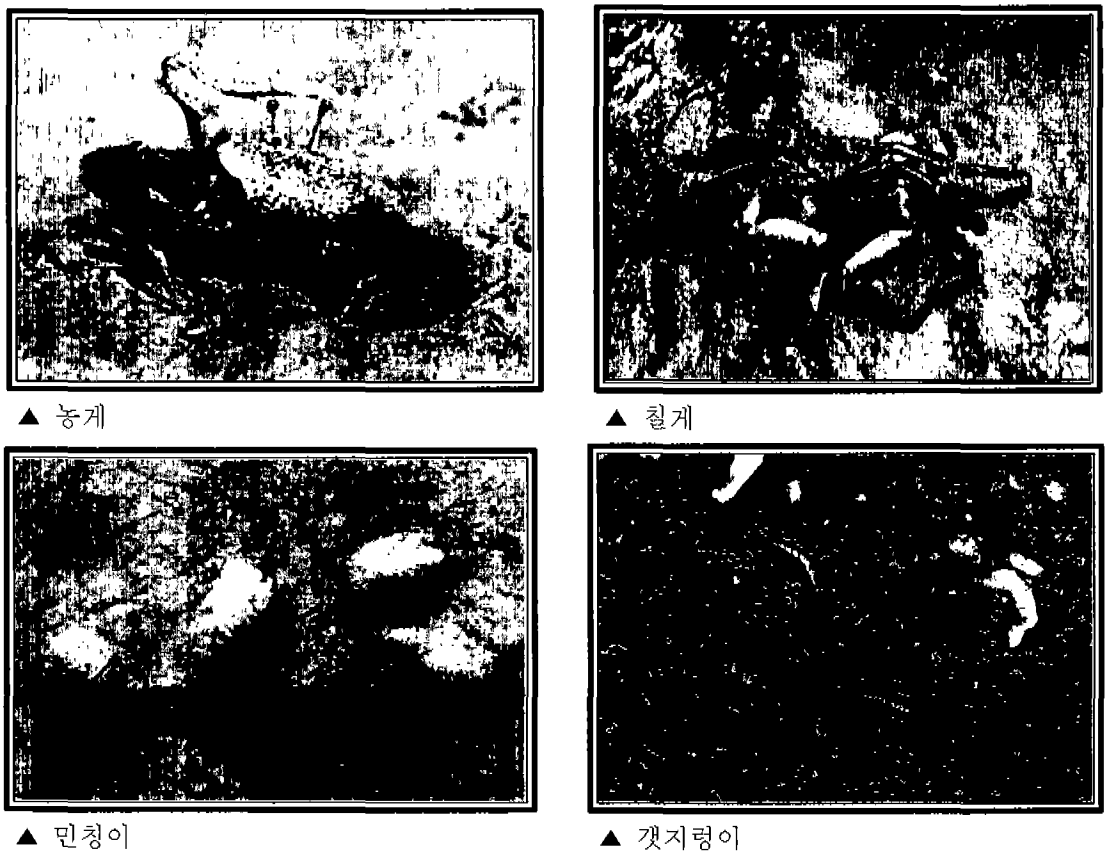
5. 혼합갯벌

모래펄갯벌은 혼성갯벌이라고도 하는데 모래나 펄이 각각 90% 미만으로 섞여 있는 퇴적물로 구성된 갯벌이다. 펄이 더 많으면 모래펄갯벌, 모래가 더 많으면 펄모래갯벌로 구분할 수도 있다. 그러나 지역에 따라서 또는 같은 지역이라 할지라도 부분적으로 상부와 하부가 다를 수 있고, 주변 해안선의 형태에 따라서 좌우측으로 모래와 펄의 비율이 각기 다양하게 달라질 수 있다.

인천 송도 주변의 최전 갯벌은 간조 때 바다 쪽으로 4km 정도가 노출되는데 상부는 이질이 90%인 펄갯벌이고, 중부는 펄 함량이 약 60%인 사니질 (砂泥質)이며, 하부는 펄이 40%인 니사질 (泥砂質)이다. 중부와 하부는 혼성인 모래펄갯벌 (또는 펄모래갯벌)을 이루는데 상부에서 하부를 향하여 내려갈수록 펄 함량의 비율이 차츰 낮아지고 반대로 모래 함량은 많아지는 입도 분포를 보인다. 또한 최전 갯벌은 유기물 함량이 상부에서 하부로 내려가면서 3.2~1.4%로 차츰 감소하는 경향을 보

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

인다. 저서동물의 분포 유형을 보면 상부에서는 칠게가, 중부에서는 동죽이나 맛조개가, 하부에서는 가시닻해삼이 우점하는 서해안 특유의 띠 모양 분포를 나타낸다.



▲ 농게 ▲ 칠게

▲ 민칭이 ▲ 갯지렁이

그림 4-7. 펄 갯벌에 서식하는 생물

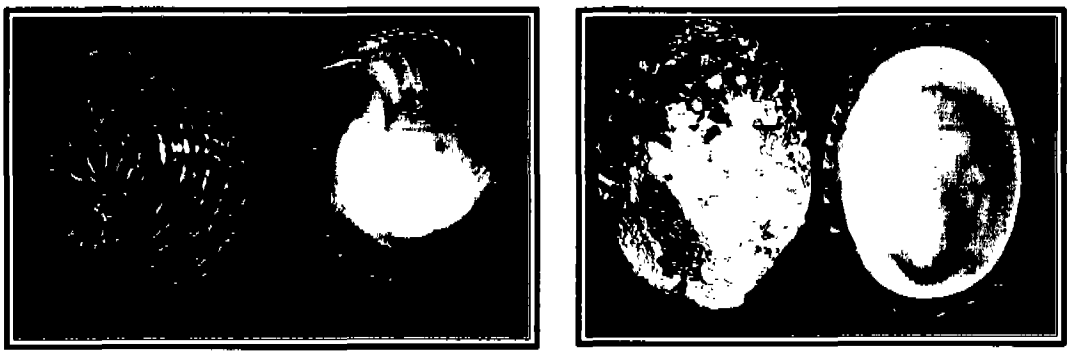
6. 자갈해안

해안은 바다와 육지의 경계선으로서 이를 구성하는 물질은 주로 해안가의 암반의 침식으로 인해 생긴 암편이나 하천에 의해 운반된 다양한 크기의 퇴적물과 패각을 만드는 생물의 파편으로 되어있다. 자갈 또는 역 (gravel)은 직경이 2mm (-1Φ) 보다 큰 입자들을 통칭하는데, 크기에 따라 다시 4가지로 분류된다. 즉, 왕모래 (granule)는 2~4mm, 잔자갈 (pebble)은 4~64mm, 왕자갈 (cobble)은 64~256mm, 거력 (boulder)은 256mm 이상으로 세분된다. 이들의 배열과 구배는 주로 해양의 파도나 연안류에 의해 이루어지게 되며, 다양한 타입의 자갈들은 인근 지역의 해안가의 암반과 광물질의 지질학적 특성을 반영하게 된다.

자갈해안에 서식하는 생물들은 갯벌해안이나 모래사장에 서식하는 생물들에 비해

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

매우 한정된 종들이 낮은 서식밀도로 서식하고 있다. 자갈해안의 특성상 저질의 공극률이 매우 높아서 산소의 투과율은 1m 이상으로 매우 좋지만 저질에 구멍을 뚫고 살아가는 수 많은 퇴적물 식자들이 살기에 불가능하며, 큰 에너지의 파도에 의해서 고착 내지는 부착하기가 쉽지 않고 또한 저서생태계의 먹이 순환의 기본이 되는 영양성 입자 물질이 퇴적될 수 없는 환경으로 매우 빈영양상태를 나타내기 때문에 이를 이용하는 한정된 고착생물들이 낮은 서식밀도로 살아가는 특징을 보인다. 국내 동해안의 독도와 울릉도의 자갈해안 네 정점에서 세 계절동안 조사된 결과에 의하면, 채집된 종은 총 18종 뿐으로 연체동물이 15종으로 대다수를 차지하고, 이중 14종이 복족류였다 (차재훈 등, 2001). 이중 가장 우점한 종은 깜장각시고둥 (*Monodonta perplexa*)과 배무래기 (*Notoacmea schrenckii*)로 총 12회의 채집기간 중 각각 11회와 10회 채집되었는데, 깜장각시고둥 개체군은 자갈해안의 매끈한 돌 위에서 서식하며, 자갈 위의 유기물을 섭취하고, 주위의 자극에 반응하여, 즉시 바위에서 물 속으로 떨어지는 행동을 보이는 것으로 보고 되었다. 이러한 결과는 갯벌이나 모래해안에서 나타나는 출현 종수와 서식밀도에 비해 매우 낮은 생물의 서식을 보여주는 결과이다.



◀ 깜장각시고둥 (*Monodonta perplexa*)　　◀ 배무래기 (*Notoacmea schrenckii*)

그림 4-8. 자갈해안에 서식하는 생물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-9. 자갈의 크기에 따른 구배가 잘 나타나는 영흥도 외리 해안 (해양수산부, 2004)

7. 암반해안

암반해안은 해파에 의한 침식 해안의 한 예로서, 주로 파도의 침식작용의 결과로 형성된다. 파도에 의한 침식작용은 파도가 해안에서 부서질 때 가해지는 물과 공기의 압력, 파도에 의해 이동되는 모래나 자갈에 의한 마모작용, 그리고 석회암 해안에서는 물에 의한 용해작용의 형태로 진행된다. 단면에서 볼 때 암반해안의 기본적인 요소는 파식절벽 (wave-cut cliff), 파식대지 (wave-cut platform), 해파건조대지 (wave-built terrace)와 퇴적에 의해 형성된 해빈 (beach)이다.

우리나라 동, 서, 남해 어디를 가나 경성저질 조간대인 암반조간대를 볼 수 있다. 그러나 그 특징들은 조금씩 다르다. 동해안은 암반해안이 흔하나 조석 간만의 차이가 수십 cm에 불과해 조간대의 폭이 좁다. 서해는 간만의 차이가 최대 8~9m 에 이르러 조간대의 폭은 대단히 넓으나 암반이 아닌 모래와 뻘이 대부분이다. 따라서 전형적인 암반조간대가 흔하지 않다. 또 강한 조류 때문에 물이 탁하여 생물상도 빈약하다. 생물상이 풍부하고 조간대 현상이 뚜렷한 곳은 남해안이다. 암반조간대가 넓고 수온이 다른 해역에 비해 높아 다양한 생물을 발견할 수 있다. 암석해안에서 기반암의 차이는 침식속도의 차이를 일으키고 해안의 다양한 기복을 형성하는 원인

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이 된다. 이러한 기복은 흔히 파랑이나 파도의 방향, 해수 흐름 등 수리적인 차이를 일으키고 해안지형의 요철을 더욱 풍부하게 한다. 이 경우 수직적인 요철 뿐 아니라 해안선의 평면적인 구조에도 많은 요철을 만든다. 특히 기반암에 절리가 발달된 경우에는 절리를 따라 파식에 대한 저항에 차이가 있으므로 드나듦이 많은 경관이 나타난다. 해안의 암석에는 서식하는 생물에 의해서도 여러 가지 크기와 형태의 공간이 만들어진다. 이와 같이 물리적, 생물적 작용에 의해 1차적으로 형성된 수로나 조간대에 형성된 조수웅덩이 등 비교적 큰 공간으로부터 작은 공간까지 매우 다양하고, 이들 생성된 공간 내에 퇴적된 암석이나 모래더미에서는 다시 복잡한 생물적 공간구조가 만들어지게 된다. 따라서 암석해안지대는 해안 중에서 가장 다양한 공간구조를 형성할 수 있는 다양한 기질과 공간을 제공하며, 이는 다양한 생물들의 서식처가 된다. 이러한 특성으로 암반조간대는 간석지에 비해 생물의 종류가 다양하고 그 양도 풍부하다. 암반 조간대의 생물은 대부분 부착하여 생활한다. 기질이 단단하여 내생하기 힘들기 때문이다. 표면에 부착하여 생활하면 다른 생물에게 쉽게 발견되어 잡혀 먹힐 위험이 있으므로 껍질을 두껍게 하여 스스로를 보호하는 생물들이 많이 있다. 이러한 시인성으로 인하여 오래전부터 많은 사람들의 조사의 대상이 되어왔다 (고철환외, 1997).

암반조간대는 부착기질을 제공하므로 많은 해조류가 착생한다. 우리나라의 암반조간대에서 흔히 관찰되는 해조류를 아래의 표에 게재하였다 (고철환 외, 1997). 해조류의 생물상은 파도에 노출된 정도에 따라 다르다. 파도가 강한 조간대에는 패, 톳, 풀가사리가 전형적으로 출현하며, 섬으로 둘러싸여 있거나 내만역과 같이 파도가 약한 지역의 다르게 나타난다. 파도에 어느 정도 노출되어 있으면 잎파래, 납작파래, 청각, 불등가사리, 부챗살, 서실 등이 흔하게 나타나며 파도가 약한 연안가에서는 구멍갈파래, 지충이, 바위수염, 작은구슬산호말, 진두발, 바위수염, 우뭇가사리 등이 흔하다.

조간대에 서식하는 동물은 거의 대부분 해면동물, 말미잘, 연체동물, 절지동물, 극피동물에 속하는 무척추동물이며, 대표적인 종들은 아래의 표에 명시하였다. 대부분 바위에 부착하여 살아가나 절지동물과 극피동물처럼 돌아다니며 먹이를 찾는 종류도 있다. 해면동물이나 말미잘은 조수 웅덩이나 간조선 부근에 서식한다. 연체동물은 암반조간대에서 가장 우점하는 동물이며 그 종류도 다판류, 이매패류, 삿갓조개류, 고둥류 등 다양하다. 다판류 중 흔한 것은 군부이며, 이매패류로서 흔한 것은 담치류와 굴 종류이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-10. 우리나라 암반조간대에서 흔히 관찰되는 해조류 (고철환 외, 1997)

분류군	서식처	분포지역
녹조류		
구멍갈래파래 (*Ulua pertusa*)	조대 하부	전국
납작파래 (*Enteromorpha compressa*)	외해수의 영향이 있는 바위 등	전국
잎파래 (*Enteromorpha linza*)	만내의 돌 등	전국
송클라도포라 (*Cladophrora albida*)	조간대의 바위, 다른 해조상	전국
염주말 (*Chaeotomorpha monilitera*)	조간대	동해안
청각 (*Codium fragile*)	저조선 부근의 암석, 조개껍질	전국
갈조류		
패 (*Ishige okamurai*)	조간대 중부	남해안
뚬부기 (*Pelvetia wrightii*)	조간대	남해안
톳 (*Hizikia fusiforme*)	조간대 하부	제주도
지충이 (*Sargassum thurbergii*)	조간대 하부	전국
홍조류		
바위수염 (*Myelophycus caespeitosus*)	조간대 중부	남해안
우뭇가사리 (*Gelidium amansii*)	외해에 면한 저조선 이하의 암초	전국 특히 경북
작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*)	조간대 하부	전국
산호말 (*Corallina officinalis*)	조간대의 암상	
불등가사리 (*Gloiopeltis furcata*)	조간대 상부	전국
풀가사리 (*Gloiopeltis tenax*)	조간대 중부	남해안, 제주
부챗살 (*Gymnogongrus flabelliformis*)	조간대의 암상, 타이드 풀	전국
진두발 (*Chondrus ocellatus*)	저조선 위나 저조선 이하의 깊은 곳	전국
참피아 (*Champia parvula*)	조간대 하부	전국
애기잘룩마디잘룩이 (*Lomentaria hakodatensis*)	조간대 하부	전국
서실 (*Chondria crassicaulis*)	조간대 하부의 바위	전국
떨기나무꼴폴리시포니아 (*Polysiphonia japonica*)	조간대 하부, 타이드 풀	울릉도, 거제도, 흑산도, 제주도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-11. 우리나라 암반조간대에서 서식하는 무척추동물의 종류와 분포(고철환 외, 1997)

분류군	서식처	분포지역
연체동물문		
털군부 (*Acanthochitoniae defilippii*) 털군부과	조간대 중하부	전국
군부 (*Liolophura japonica*) 군부과	조간대 중하부	전국
진주배말 (*Cellana grata*) 삿갓조개과	조간대 하부	남해, 동해
대수리 (*Reishia clavigera*) 뿔소라과	조간대 중하부	전국
갈고둥 (*Heminerita japonica*) 갈고둥과	조간대 하부	남해, 서해, 제주
두드럭배말 (*Collisella* (*Condidacmea*) *dorsuosa*) 흰삿갓조개과	조간대 상부	전국
총알고둥 (*Littorina brevicula*) 총알고둥과	조간대 상부	전국
좁쌀무늬총알고둥 (*Granulilittorina exigua*) 총알고둥과	조간대 최상부	전국
굵은줄격판담치 (*Septifer* (*Mytilisepta*) *virgatus*) 홍합과	조간대 하부	전국
홍합 (*Mytilus coruscus*) 홍합과	조간대에서 수심 20m 이내	남동해
가시굴 (*Saxostrea echinata*) 굴과	조간대 중부	남서해
굴 (*Crassostrea gigas*) 굴과	조간대 중부	남서해
절지동물		
갯강구 (*Ligia exotica*) 갯강구과	해안가	전국
조무래기따개비 (*Chthamalus challengeri*) 따개비과	조간대 상부	전국
무늬발게 (*Hemigrapsus sanguineus*) 바위게과	조간대 중하부	동해, 서해, 제주

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

굴 종류로는 서, 남해안에 많이 나는 가시굴과 동해안에 주로 서식하는 굴이 있다. 삿갓조개 중 진주배말과 두드럭배말은 물이 맑은 동해, 남해에 서식한다. 고둥류로 가장 흔한 것은 총알고둥과 좁쌀무늬총알고둥이다. 건조와 열에 강하여 상부조간대의 가장 높은 곳에 서식한다. 그밖에 육식자인 대수리도 흔히 발견된다. 절지동물로서는 따개비와 조무래기따개비가 대표적이다. 석회질 껍질을 가지므로 고둥이나 패류로 오해하기 쉬우나 석회질 껍질은 갑각의 변형된 형태일 뿐이다. 등각류의 일종인 갯강구는 매우 빠르게 돌아다니며, 발이 해수에 젖는 것을 싫어하며 해수 속에 잠기면 얼마 후 죽는다. 게 종류로는 간조선 부근의 자갈 밑이나 암반의 갈라진 틈 속에서 돌아다니는 무늬발게가 가장 흔하게 나타난다 (고철환 외, 1997).

조간대 암반지역은 조석의 주기에 따라 대기에 노출되므로, 서식하는 생물은 대부분 육상, 해양환경이 교차되는 환경에 어느 정도 적응하여 생활 할 수 있으나 환경이 혹독해지면 여기에 견디는 정도는 생물의 종류에 따라 다르기 때문에, 조수에 따른 노출정도에 따라 생물의 종류가 다르게 나타난다. 해수면에 수평으로, 높이에 따라 달라지는 조간대생물의 분포를 대상분포 (帶狀分布, zonation)라고 한다. 조간대생물이 이렇게 대상분포를 보이는 것은 세계적으로 공통된 현상이다. 일반적으로 암반조간대를 3개의 분포대로 나누고 이를 각각 상부조간대 (上部潮間帶, supralittoral zone), 중부조간대 (中部潮間帶, midlittoral zone), 하부조간대 (下部潮間帶, infralittoral zone)로 구분한다. 조간대생물의 분포를 몇 개의 분포대로 나눌 것인가는 서식 암반지역의 특성에 따를 수밖에 없으나 생물의 종류가 확연히 달라지는 높이를 기준으로 나누는 것이 일반적인 방법이다 (고철환 외, 1997).

이러한 대상분포는 조석운동, 생물간 상호작용, 각 생물의 적응 정도에 의해 결정된다. 즉 온도, 건조 ,섭식 시간의 길이 등 생물의 서식과 밀접한 관계가 있는 환경이 조간대의 수직 높이에 따라 다르기 때문에 형성되는 것으로 알려져 있다. 조석운동에 따라 실제적으로 해수면으로부터의 높이 차이가 작더라도 노출, 침수 시간에는 뚜렷한 차이가 있으며, 연속 노출 시간의 길이가 급격히 변화하는 이러한 높이를 임계조석선 (臨界潮夕線, critical tidal level)이라 한다. 노출, 침수 시간의 길이가 뚜렷히 달라지는 임계조석선을 경계로 서식종의 종류가 달라져서 대상분포를 이룬다는 것이 지금까지 알려진 정설이다. 즉 조석의 상승, 하강에 따라 노출 또는 침수 시간이 급격히 변하는 지점이 있고 이들 지점을 경계로 생물의 분포대가 달라진다는 것이다. 이를 임계조석선 가설이라고 한다. 임계조석선은 혼합주조형이 우세한 지역에서 나타나며 반일주조형 지역에서는 잘 관찰되지 않는다. 반일주조형이 우세한 지역에서는 대상분포의 양상이 뚜렷하지 않은 것이 특징이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

8. 사 빈(砂 濱)

여름에 해수욕장으로 이용되는 사빈은 파랑의 작용에 의하여 해안에 모래가 퇴적된 지형이다. 사빈을 구성하는 모래는 바다로 유입하는 하천에 의하여 육지로부터 공급되고, 이들 모래가 파랑의 작용으로 해안으로 밀어 올려져서 형성된다. 우리 나라에서는 동해안에 넓고 깨끗한 사빈이 잘 발달하므로 큰 해수욕장도 동해안에 집중되어 있다. 동해안에 사빈이 잘 발달하는 것은 동해 사면을 따라 흘러내리는 급경사의 하천으로부터 모래를 충분히 공급받을 수 있고, 파랑의 작용이 활발하기 때문이다. 특히 주문진에서 강릉에 이르는 곳에는 많은 해수욕장이 발달해 있는데 이는 주문진천, 연곡천, 사천, 강릉 남대천 등을 통해 많은 모래를 공급받기 때문이다. 황, 남해는 조차가 크고 섬이 많기 때문에 파랑의 작용이 약하여 동해안에 비하여 사빈의 발달이 미약하다. 그러나 서해안에도 사빈이 곳곳에 나타난다. 태안반도나 안면도, 변산 반도처럼 바다로 돌출해 있는 해안은 외해로부터 밀려오는 파랑의 영향을 직접 받기 때문에 비교적 넓은 사빈이 형성된다. 이러한 사빈은 주로 연안의 침식 물질이나 바다에서 밀려온 물질로 이루어졌으며, 모래가 부족하여 침식을 받아 후퇴하고 있다. 남해안은 출입이 심하고 섬들이 파랑을 가로막아 사빈의 발달이 빈약하다.

모래해안은 파도의 작용으로 모래가 항상 움직이므로 연중 백사장의 모습은 변화하고 있다. 봄과 여름에는 부드러운 파도가 모래해안의 기반 (beach flatform) 위에 모래를 퇴적시켜서 폭넓은 모래사면과 모래둑 (berm)을 형성한다. 가을이 되면서 처음 오는 폭풍의 큰 파도는 해안으로부터 먼바다 쪽으로 모래를 운반해 가서 먼바다 쪽에 얕은 언덕을 형성한다. 겨울철 모래사장에는 암반 (해안선이 침식된 표면)이나 겨울의 파도에도 운반될 수 없는 둥근자갈 (직경 7~25cm정도, cobblestone) 외에는 아무것도 남아 있지 않을 수도 있다 (윤성규와 홍재상, 1995).

모래해안은 이렇게 안정된 생물의 서식처라기보다는 거친 환경이어서 그곳에 사는 생물은 항상 변화하는 모래와 파도에 적응하지 않으면 서식할 수 없다. 이러한 환경에 잘 적응할 수 있는 종은 파도를 잘 이용하여 이동하거나, 모래 속에 신속하게 파고 들어갈 수 있는 것이나, 조간대 상부의 건조한 모래에도 살 수 있는 것들이다. 모래해안에는 비교적 소수의 종밖에 살 수 없지만 그러나 종간의 경쟁이 적은 것일수록 일반적으로 개체수는 많다. 파랑의 힘은 유기성 쇄설물 (detritus)과 해조류나 어패류 사체의 일부 등 비교적 큰 유기물 파편을 끊임없이 운반해서 이를 해안가에 퇴적시킨다. 이렇게 띠를 이루듯 쌓여있는 유기성 물질들은 모래해안에 서식하는 동물에게는 먹이로 매우 중요한 가치를 가진다. 파도의 움직임이 심한 모

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

래해안에서 적응하여 살아가는 생물들은 각각의 생존 전략을 가지고 있다. 예를 들면, 게가재류인 Emerita (sand crab, mole crab)는 파도의 힘을 이용하여 모래해안을 상하로 이동한다. 이 게는 뒷부분부터 모래 속에 숨어들고 긴 촉각을 수중에 펼치고 파도가 빠져나가는 흐름을 이용하여 현탁물을 걸러서 이를 먹이로 섭취하고 있다. 꽃게류나 세로무늬가 있는 어류인 망상어는 게가재류처럼 잠입해 있는 동물을 포식하기 위해 조석의 흐름을 타고 이동한다. 소형의 쐐기 모양을 한 이매패류인 *Donax variabilis* (bean clam)는 모래에 잠입해 있다가 신속하게 파도를 타고 이동하면서 수중에 부유하는 먹이가 가장 풍부하고 물의 움직임도 가장 격심한 곳에 멈추어 먹이를 섭식한다. 맛조개류의 일종인 *Siliqua patula*는 쇄파대 부근에서 봄부터 여름에 걸쳐 증가하는 규조류를 섭취하여 살아간다. 갯가톡톡벌레류 (beach hopper)는 고조선 상부의 모래 속에 작은 구멍을 파고 살고 있으며, 야간에는 떠밀려 온 해조류 조각를 먹기 위해 밖으로 나온다. 야간에 활동하는 갯가톡톡벌레류를 섭취하는 다른 육식성 생물들인 딱정벌레류인 rove beetle과 열대와 아열대의 모래해안에 서식하는 달랑게류 역시 고조선의 상부에 살고 있다 (윤성규와 홍재상, 1995).

9. 사 구

해안 사구는 해류, 하안류에 의하여 사빈으로 운반된 모래가 파랑에 의하여 밀려 올려지고, 그곳에서 탁월풍의 작용을 받아 모래가 낮은 구릉 모양으로 쌓여서 형성된 지형이다. 해안 사구의 형성에 영향을 주는 요소는 모래 공급량, 입도 분포; 풍속 및 풍향, 식물의 특성, 주위의 지형, 기후 등으로 알려져 있다 (해양수산부, 2002). 해안 사구의 기능은 육지와 바다 사이의 퇴적물 양을 조절하여 해안을 보호하고, 해안의 고유생물의 서식지, 해안 식수원 저장지 그리고 아름다운 경관지 등으로 그 중요성이 최근 강조되고 있다.

2001년 환경부의 조사자료에 의하면, 현재 우리나라의 섬지역을 제외한 전국 해안에는 133곳의 해안사구가 있으며, 이중 길이가 대형이면서 양호한 사구는 충청남도 4지역 (신두, 신온3리, 삼봉, 소당), 강원도 4지역 (송죽, 동호, 오봉, 하시동), 경상북도 1지역 (고래불)이다. 해역별로 살펴보면, 서해안은 인천을 포함한 경기도에서 4곳의 사구가 있으나, 주변의 위락시설에 의하여 대부분 훼손된 상태이며, 충남은 신두리 사구를 비롯하여 42곳의 사구가 있는데, 20% 정도는 보전 상태가 양호하나, 도로 건설, 해수욕장 개발 등으로 원형이 대부분 훼손된 상태로 나타났다. 전북

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

에서는 9곳의 사구가 확인되었으며, 고창군 장호리와 용정리에 위치한 비교적 규모가 큰 사구가 존재하였으나, 해안도로와 위락시설에 의하여 대부분 원형이 훼손되었거나 훼손이 진행되고 있음이 조사되었다. 남해안은 전남에 21곳의 사구가 있으며, 대규모의 사구는 거의 존재하지 않고 해수욕장 지역은 거의 훼손되었으며, 경남은 2곳에 사구가 확인되었으나 보존 상태가 좋지 않은 것으로 나타났다. 동해안은 해안선을 따라 사구가 많이 존재하였는데, 강원도에는 32곳의 사구가 존재하며, 군사시설 보호 구역 안에 사구가 대부분 존재하고 초지의 규모는 상대적으로 작았으나 길이로 볼 때 대규모인 사구가 상대적으로 많았으나 해수욕장으로 개발된 곳에는 훼손이 심하게 나타났다. 경북에서는 11곳의 사구를 확인하였고, 대부분 상대적으로 작은 규모이며, 주로 해수욕장 주변에 위치하고 있어 훼손이 진행되고 있는 실정이었다. 제주도에는 12곳의 사구가 확인되었으며, 대부분 길이가 1,000m 미만의 소형 규모로서, 대부분의 사구는 초지 규모가 작고, 해수욕장 시설과 개발에 의하여 원형을 잃어가고 있는 것으로 보고 되었다. 섬 지역을 제외한 국내 사구 지형은 주변의 개발로 인하여 원형을 유지하고 있는 곳은 거의 없으며, 현재 위락시설이나 해안도로 건설에 의하여 훼손이 빠르게 진행되고 있는 실정이다.

해안사구는 해양과 육상 환경의 전이지대로서 생태적으로 매우 중요한 지역으로 사구 생태계는 해안 생태계와 밀접한 연관성을 가지고 있다. 해빈과 사구에서 교환되는 물질은 직접적으로 생물 작용에 영향을 미친다. 즉, 사구로 이동된 모래는 식물의 성장을 억제하고, 이동된 모래양은 지형의 형태를 결정한다. 사구로 이동된 염분 분무는 해빈 근처에서 식물의 성장 범위를 제한시키게 되고, 쇄파대로 흘러나온 지하수는 식물 플랑크톤을 위한 영양분을 제공하며, 유기물 교환은 사구와 해빈에 먹이 사슬을 제공한다. 비록 해안과 사구의 생태계는 서로 상이한 식물, 동물, 생태학적 작용이 있지만, 이러한 교환 물질에 의하여 서로 상호작용을 하게 된다.

해안사구에 서식하는 생물은 해안과 육상환경에 모두 적응하여 살아가는 생물들로 다양하고 독특한 사구식생을 중심으로 무척추동물에서는 주로 대기중에서 호흡할 수 있는 갑각류와 곤충류가 주를 이루고, 척추동물에서는 조류와 파충류가 서식한다. 국내 대표적인 사구인 태안군 신두리 사구와 인근 배후습지에서 조사된 환경부의 자료에 의하면, 초종용, 갯방풍, 해당화 등 사구성 식물 29종과 방울새풀, 미국자리공, 달맞이꽃 등 귀화식물 20종, 쇠뜨기, 골풀, 떡쑥 등 자생식물 237종 등 모두 286종이 식물이 자생하는 것으로 조사되었고, 지금은 흔하게 볼 수 없는 종달새를 비롯하여, 천연기념물인 황조롱이, 마도요, 후투티 등의 6종의 조류들이 서식하고 있으며, 멸종 위기에 처한 금개구리 등의 6종의 양서류, 표범장지뱀 등의 5종의 파충류, 왕쇠똥구리, 참뜰길앞잡이, 개미귀신 등의 곤충류가 서식함이 조사되었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-12. 국내 사구에서 서식하는 대표적 사구식물 (해양수산부, 2002)

Family name	Scienticific name (국명)
Graminae	*Elymus dahuricus* (갯보리)
	Elymus mollis (갯그령)
	Cynodon dactylon (우산잔디)
	Zoysia macrostachya (왕잔디)
	Ischaemum anthephoroides (갯쇠보리)
	Ischaemum crassipes (쇠보리)
Cyperaceae	*Carex kobomugi* (통보리사초)
	Carex pumila (좀보리사초)
Juncaceae	*Fimbristylis cymosa* (바다지기)
Polygonaceae	*Rumex maritimus* (금소리쟁이)
Chenopodiaceae	*Chenopodum virgatum* (버들명아주)
Rosaceae	*Rosa rugosa* (해당화)
Leguminosae	*Lathyrus japonica* (갯완두)
Umbelliferae	*Glehnia littoralis* (갯방풍)
Primulaceae	*Lysimachia mauritiana* (갯까치수영)
Convolvulaceae	*Calystegia soldanella* (갯메꽃)
Borranginaceae	*Messerschmidia sibirica* (모래지치)
Verbenaceae	*Vitex rotundifolia* (순비기나무)
Solanaceae	*Linaria japonica* (해란초)
Compositae	*Ixeris repens* (갯씀바귀)

10. 하구역

하구역(河口域)은 하천의 담수가 해수와 혼합되는 수역(水域)으로 조류 및 어류를 포함한 많은 생물의 서식지이며 상업적으로 가치 있는 어류의 산란·양육지로 알려져 있다. 또한 잘 보전된 하구는 매우 생산성이 높은 환경의 하나이며 육상기인 퇴적물 및 오염물질을 처리하는 자연정화지의 역할을 하기도 한다. 이러한, 생태적인 측면뿐만 아니라 하구역은 자연재해의 방지나 공간이용의 측면에서도 홍수피해를 저감하고 해일(海溢)과 같은 자연재해로부터 육상생물 및 국민재산을 보호하는 기능 등을 가지고 있다. 또한 하구역 자체의 경관이 가지는 심미적 가치와 레크레이션 및 휴식의 장소를 제공한다는 점과 만입(灣入)된 하구역은 항구의 최적지로 해상운송 및 산업을 활성화시킬 수 있다는 점에서 사회·경제적으로도 매우 중요한 역할을 한다 (이창희 외, 2001).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하구역은 강물이 하구를 거쳐 바다에 이르는 과정에서 바닷물과 섞여 일정한 염분 구배를 나타내는 독특한 환경 구조를 보이며 이에 따라 고유한 생태학적 특성을 나타낸다. 담수생태계와 해양생태계가 공존하는 점이지대 (漸移地帶, ecotone)를 형성하여 다양하고 풍부한 야생생물의 서식 환경을 제공해준다. 특히, 저서생물의 서식기반이 되는 하구 바닥의 퇴적물의 조성은 파랑의 크기, 조류의 세기, 하천유량 등과 퇴적물의 기원에 따라 다양하게 나타나므로, 조류, 어류, 게, 가재, 해양 포유류, 조개류, 곤충류, 파충류 등 다양한 동물들이 서식하며 많은 해양 어류가 유생기를 하구에서 보낸다. 이러한 동물들은 복잡한 먹이사슬과 상호작용을 통해 특정 식물, 소형생물들과도 관계를 맺고 있어 상호 연관관계를 통해 하구생태계를 이루는 한편 이러한 하구생태계는 해양생태계와 육상생태계를 연결하는 고리가 된다.

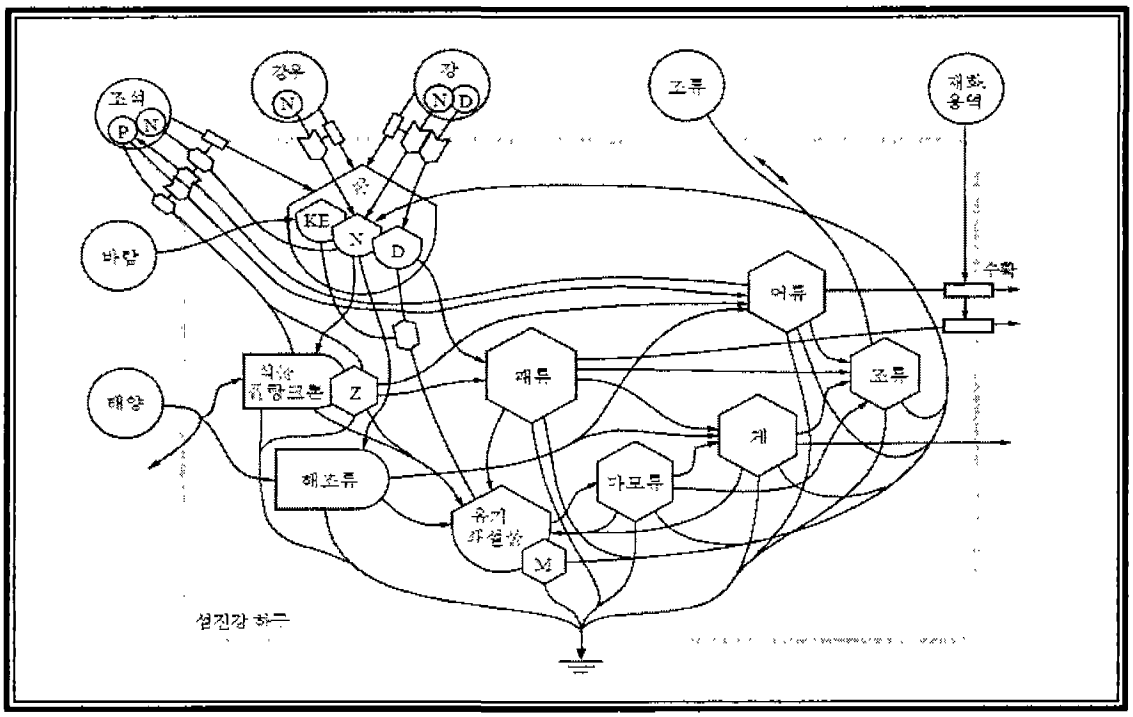


그림 4-10. 하구생태계의 복합적인 먹이사슬을 설명하는 섬진강 하구의 에너지 시스템 다이어그램
(KE = 운동에너지; N = 영양염류; M = 미생물; D = 유기쇄설물; P = 시스템 외부의 플랑크톤 개체군; Z =동물플랑크톤; 출처: 이창희 외, 2001)

하구역에 사는 생물에는 매우 넓은 범위의 염분농도에서 생활할 수 있도록 적응된 광염성생물(廣鹽性生物)이 많으며, 산란을 위해 강에서 바다로 내려가는 뱀장어, 반대로 바다에서 강으로 거슬러 올라오는 연어나 큰가시고기 등의 물고기는 삼투압

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(滲透壓)조절에 의하여 생리적 탈수(脫水)나 수종(水腫)의 위험에서 견디게 되는데, 이러한 적응을 위하여 여러 가지 염분농도 기울기를 가진 기수역에서 수일~수십일 동안 머무르면서, 삼투압조절을 하기도 한다. 저서동물은 유속(流速)이 가장 빠른 하구의 중앙 부근에서는 서식하는 종류가 적고 서식밀도가 낮으며, 유속이 비교적 느린 주변역이 종류와 양이 가장 풍부하다. 참새우과의 새우는 유생시기에 하구역에 정착하고, 성장함에 따라 바다로 흩어져 가는데, 이는 하구역의 풍부한 먹이 때문이다. 하구역에서는 하천의 흐름과 해수의 조류 및 수직흐름이 있기 때문에 동물플랑크톤과 부유유생(浮遊幼生) 등의 부유성 동물은 떠내려가지 않고 그곳에 머무르기 위하여 하구역 상층의 담수층과 하층인 해수층 사이를 하루에 2번 왕복하는 운동을 하고, 썰물 시는 하천수와 함께 바다로 떠내려갔다가 만조시에 하구역에 생기는 염수쐐기를 타고서 다시 하구역으로 돌아오는 이동을 하고 있다. 새우 등이 바다 쪽으로 서식처를 옮길 때에는, 밀물 때 바다 밑으로 파고들었다가, 썰물 때에 조수를 타고서 바다 쪽으로 이동해 나간다. 이렇게 염분농도에 적응할 수 있는 생물들의 종류는 순수 해양생물이나 담수생물군에 비해 수가 적으며, 해양생물에 속하는 종류가 대부분이며 담수생물에 속하는 광염성 생물은 극히 일부분에 지나지 않는다.

제3절. 국내 해안습지 권역별 현황

우리나라의 해역은 해양환경과 생물의 지리적인 분포를 보면 해안별로 차이가 뚜렷하며 제주도는 한반도 해안과 별도로 구별되어 보통 네 개의 해역으로 구분한다.

1. 동해안

동해안은 두만강 하구에서 부산 송도에 이르는 직선거리 809km, 실제거리 1,727km의 해안으로 해안선이 단조롭고, 섬 또한 아주 적다(해양수산부, 2002). 전체적으로 조류작용이 거의 없고 활발한 파도의 작용에 의하여 여러 해안지형이 만들어졌다. 동해안은 근본적으로 한반도 융기축인 백두대간에 근접하여 있고, 높은 산들이 동해안을 따라 평행하게 뻗어 있다. 동해안에도 동한만, 웅기만, 나진만, 청진만, 성진만, 영흥만, 영일만, 울산만 등 여러 만이 형성되어 있으나 크지 않고, 바다

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

로 돌출된 산지가 형성한 수많은 돌출지역 사이에는 아주 작은 만이나 석호 (潟湖)가 분포하고 있다 (경관생태연구회, 2001).

동해의 표층 수온은 해역별과 계절별로 심한 차이가 있다. 여름철에는 쿠로시오의 확장과 육지로부터 유입되는 육수의 영향, 태양 복사열 등에 의하여 수온이 높아져 남부해역은 최고 27~29℃, 북부지역은 20~24℃가 된다. 겨울철에는 쿠로시오에 의하여 포항 연안까지는 10℃이상이 분포하지만, 북한 연안은 대부분은 4℃이하로서 특히 함경도 이북은 저층에 이르기까진 모두 1℃이하의 저온이 된다.

동해안의 육지 경사는 급하고, 하천의 유속이 빨라 침식된 퇴적물을 운반한다. 소규모의 하천 하구에서는 파도의 작용으로 모래가 해안쪽으로 이동하여 사주와 사빈해안을 형성하고, 이 사주가 해수 유통을 부분적으로 차단하게 되어서 풍호, 경포호, 향호, 매호, 영랑호, 광포호, 송지호, 화진포호 등의 호수가 형성되었다. 이들 휴전선 이남에 분포하는 기수호의 총 수면적은 610ha에 달하였다 (김 등, 1981). 이 호수들은 바다로부터 완전히 폐쇄되어 있지 않고 좁은 입구를 통하여 바다와 연결되기도 하므로 해수가 간헐적으로 넘쳐왔다. 이 입구를 통해 들어오는 해수와 육상으로부터 유입되는 담수가 섞여 염분농도 5‰ 이상인 혼합수를 만드는데 이러한 물을 기수 (汽水)라고 한다 (Horne, 1994). 동해안의 기수호에는 겨울철이면 고니 (백조)류, 기러기류, 오리류가 규칙적으로 도래한다. 동해안으로 유입되는 하천들 중 상대적으로 규모가 큰 하천은 해안에 모래를 운반하지만, 유로가 짧은 소규모 하천들이 운반하는 것은 대부분 자갈이다. 이렇게 운반된 모래와 자갈은 조차가 거의 없는 동해안에서는 연안류와 파랑에 의해 운반·퇴적된다. 동해안에서는 파랑이 모래를 해안으로 올려 쌓아 만든 사빈해안이 비교적 넓게 분포한다. 하천은 상류에서 자갈과 모래를 운반하는데, 자갈은 산지를 벗어난 곳부터 더 이상 운반되지 못하고 퇴적되나, 상대적으로 가벼운 모래는 하구까지 도달하게 되는 것이다.

동해는 수심이 매우 깊고 그 면적에 비해 대한해협의 폭이 비교적 좁으므로 동해안의 조석은 남쪽의 울산만이 60cm 정도이고 대부분 25cm 이하로 작아서 갯벌은 거의 분포하지 않는다 (경관생태연구회, 2001). 동해안은 산지와 구릉지가 해안과 접하고 있어 파도 침식에 의해 생기는 절벽 (해식애)이 잘 발달하고 지반의 융기와 해수면 변동에 의해서 계단모양의 단구지형이 발달하여 단구면 위로 교통로나 취락이 발달하였으며 동해의 삼척이남 부근과 포항의 장기갑 등에서 볼 수 있다. 그러나 이러한 지형적이 여건으로 인해 서해안이나 남해안에 비해 동해안은 도서의 발달이 미약하며 그 규모가 작다. 근래에는 해안 연안에 무절석회조류의 이상증식에 따른 백화현상으로 동해안의 연안자원이 피해를 입고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-11. 동해안의 일반적인 모습



그림 4-12. 기수호인 동해안의 영랑호

2. 서해안

서해안은 압록강 하구에서 전남 해안에 이르는 해안으로, 직선거리는 650km이나, 실제거리는 4,719km에 달한다 (해양수산부, 2002). 서해안은 한반도 융기축인 백두대간으로부터 분기하여 서해로 향하는 일련의 정맥들과 서해로 유입되는 수많은 하천과 만들로 이루어진 굴곡이 심한 해안선을 갖고 있다.

수온의 연변화가 상당히 심하여, 여름철에는 북부 해역이 24~25℃, 중부 해역이 26~27℃, 남부해역이 27~28℃에 이른다. 겨울철에 북부 연안은 2~4℃이지만 일부에서는 0℃ 이하로 내려가 결빙을 볼 수 있으며, 중부 5~6℃, 남부 7~8℃로서 연교차는 20~22℃이다. 최대 수심은 100m에 평균 수심이 44m밖에 되지 않아 다른

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

해안에 비해 얕은 수심을 가지며, 해저지형이 매우 평탄하다.

동해안이나 남해안과 비교하여 상당히 큰 조차를 보인다. 서해안의 조차는 세계적이며, 인천의 평균조차는 8.1m, 군산이 4.4m, 목포는 약 2.5m이다. 서해로 유입되는 청천강, 대동강, 한강, 안성천, 만경강, 동진강, 영산강 등은 하구가 나팔처럼 벌어진 이른바 익곡의 형태를 하고 있는 삼각강이다 (경관생태연구회, 2001). 이 하천들은 서해안의 완만한 사면을 흐르면서 넓은 유역분지로부터 공급된 많은 세립퇴적물을 해안으로 운반하고 이들은 썰물 때 활발한 조류의 흐름을 따라 바다 쪽으로 쉽게 이동하였다가 밀물에 의해 다시 해안 쪽으로 재운반·퇴적됨으로써 해안 일대에 넓은 갯벌을 형성한다.

우리나라 남한 갯벌의 총면적은 2,393㎢로서 남한 국토면적의 2.4%를 차지하는데, 전체 갯벌의 83% 인 1,980㎢ 가 서해안에 분포되어 있다. 서해안의 갯벌은 네덜란드, 독일, 덴마크 및 영국을 포함하는 북해 연안, 캐나다 동부해안, 미국 동부 조지아 해안 및 남아메리카의 아마존 하구와 더불어 세계 5대 갯벌지대로 손꼽히고 있으며, 회귀 철새들의 중간 기착지 역할도 하고 있다. 갯벌이 가장 넓게 분포하는 곳은 경기만과 전남 일대이며, 금강, 만경강과 동진강 하구 일대에도 갯벌이 비교적 넓게 발달해 있다. 갯벌은 일찍부터 간척의 대상이 되어 왔는데 서해안에서는 갯벌이 넓고, 해안선의 출입이 큰 곳들을 중심으로 대규모 간척 사업을 벌여오고 있다. 지금까지 실시된 간척사업 중 대표적인 것은 전북 군산시, 부안군 계화도, 전남 진도의 소포리, 영산강, 시화 등지에서 완공된 것들이다. 이와 같은 대단위 간척사업들로 인해서 서해안은 해안선의 변화가 가장 큰 해안으로 알려지고 있다. 간척으로 얻은 토지는 주로 농경지와 공업 용지로 이용되고 있다.

서해안의 중부에 위치한 경기만은 서해안의 특성을 가장 잘 나타내고 있다. 조차는 거의 8m에 이르며, 한강은 하구에서 임진강, 예성강과 합쳐져 많은 양의 담수와 퇴적물을 서해로 운반한다. 경기만은 한강이 실어 나르는 풍부한 영양염과 다양한 환경 여건으로 수산물이 풍부하고 많은 해양생물이 서식하기 좋은 장소이다. 또 하구 주변은 수도인 서울과 인접하여 예로부터 해상교통과 무역이 활발하였고, 인구가 집중하였다. 해안에서는 간척과 매립이 수 백년 동안 진행되어 왔으며, 지금도 진행되고 있다. 경기만은 약 2,200만에 달하는 수도권 인구가 해양과 접할 수 있는 가장 가까운 해안이므로 많은 관광객들이 이곳 해안을 방문한다.

서해안은 심한 조석차와 해수 중 혼탁 물질의 농도가 다른 지역에 비해 높아 해조류 양식은 일부 지역의 김 양식을 제외하고는 적은 편이다. 그러나 육지로부터 담수의 유입이 있는 영양염류가 풍부한 지역이 많아 하구를 왕복하는 어류인 숭어, 황복 등과 조피볼락 등의 연안 정착성 어류와 꽃게 등의 어업이 활발하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

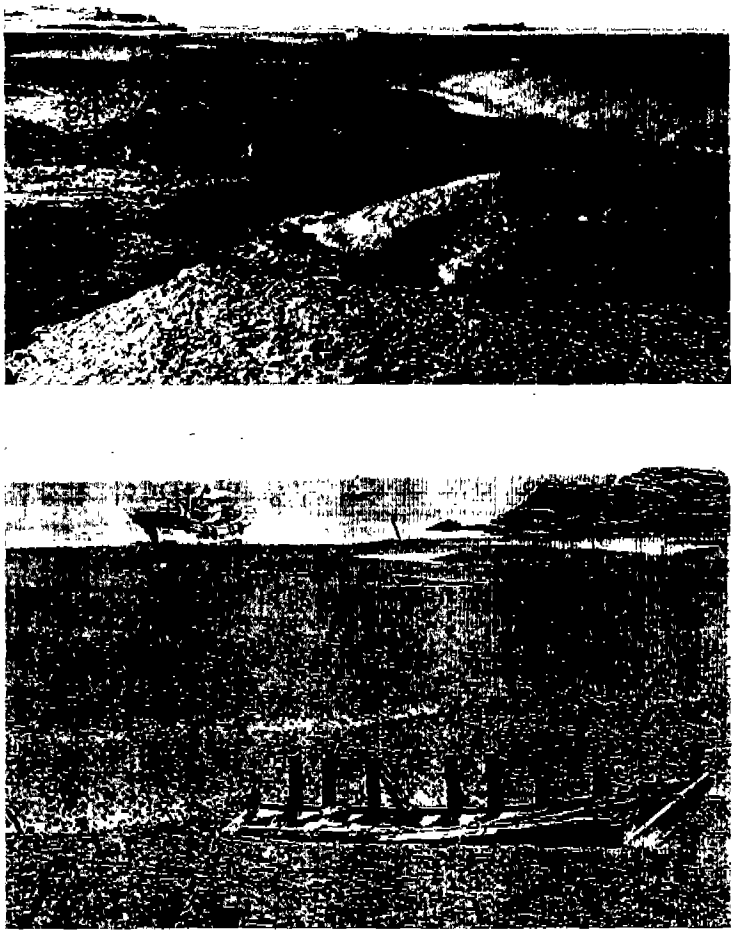


그림 4-13. 서해안의 갯벌

서해안은 상대적으로 파랑의 작용이 활발하지 못하고, 해안을 따라 섬·반도 등의 지형 장애물이 많고 내만이 많아 사빈의 발달이 미약한 편이다. 그러나 외해에 면하는 해안에서는 상당히 규모가 큰 모래 갯벌이 형성되어 있으며, 해안부의 육지 쪽에는 사구가 나타난다. 이것은 서해안에 불어오는 강한 서풍내지 북서풍에 의해 해안의 모래가 육지 쪽으로 운반, 퇴적된 것이다. 서해안의 사구는 모래갯벌이 넓고 외해의 영향을 직접 받는 백령도, 대청도, 임자도 등 도서와 태안반도와 안면도, 고창과 영광군의 해안에 주로 발달해 있다. 이들 해안에는 사구의 이동을 저지하기 위하여 방사림으로 조성한 해송과 함께 사구와 모래갯벌이 아름다운 경관을 이루고 있다.

서해안은 각종 임해 공단과 금강, 영산강의 하구언 중으로 인위적인 해안 변화가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

많아 연안의 수질이 점차 악화되고 있다.

3. 남해안

남해안은 부산 송도에서 전남 해남에 이르는 해안으로, 직선거리는 225km에 불과하나 실제거리는 8.8배인 1,980km나 되는 길고 복잡한 전형적인 리아스식 해안이다. 높은 해안선의 굴곡률과 함께 다도해를 이루는 해역에 산재하는 수많은 도서군 (島嶼群)은 세계의 해안지형에서 그 유례를 볼 수 없는 것이어서, 이른바 한국식 해안(Korean coast)이라는 별칭으로 불린다. 서쪽의 전남해안에는 1,840여 개, 동쪽의 경남해안에는 400여 개에 이르는 크고 작은 섬들이 산재하여 한국 총 도서 중 60 % 이상이 남해안에 위치한다. 섬은 모두 육지의 구릉 및 산맥이 침강한 것이므로, 그 배열은 육지의 구조선에 일치한다.

남해안은 비교적 암석해안이 많은 반면 해안선의 심한 굴곡과 도서의 현저한 발달로 특징지어지지만 동해안 쪽으로 갈수록 단순해지고 파랑의 영향도 커진다. 특히, 부산지역을 중심으로 산지에서 해안으로 가까워질수록 수심이 깊어지고, 큰 파도의 빈번한 내습 등으로 해안 침식활동이 왕성하여 해식대 및 파식대와 같은 침식지형이 잘 발달되어 있다. 갯벌과 사빈의 발달 정도는 동해안과 서해안의 점이적인 특성을 가진다.

남해안에서는 쿠로시오의 지류인 대마 난류, 연안류, 북한 한류 등 성질이 다른 여러 수괴가 서로 교차하므로 여름철에는 전 해역이 26~29℃의 거의 비슷한 수온 분포를 보이지만, 겨울철에는 황해 저층 냉수괴의 영향을 받는 서부 해역은 10℃ 전후로 떨어지며, 동부 해역은 난류의 영향을 받아 12~14℃의 분포를 보인다. 주요 해양생물로는 미역, 다시마, 김, 톳 등의 해조류와 굴, 피조개, 새고막, 고막, 전복류 등의 연체동물류와 넙치, 방어, 조피볼락, 참돔, 자주복 등의 어류와 이 밖에 우렁쉥이, 보리새우 등이 있다.

서쪽의 전남해안 일대는 넓은 갯벌이 전개되어 간척 사업이 활발하게 진행되었다. 해안지형의 지절 (肢節)이 복잡하여 어류의 산란장으로 적합하고, 또 수산양식업에 유리하기 때문에 휴어기 (休漁期)가 없는 좋은 어장을 이루는 한편 국내에서 해조류, 어패류의 양식이 가장 성한 해역이 되고 있다. 낙동강 하구 지역은 습지와 선상지가 잘 발달하여 전형적인 하구의 모습을 보였다. 잘 발달된 삼각주, 염습지, 모래섬, 사구 등 독특하고 다양한 지형이 제공하는 생물 서식처는 1970년대 말까지 국내 최대의 철새도래지로서 문화재 보호 구역으로 지정되었으나 1980년대 이후 하

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

구주변 지역의 산업화와 도시화로 인해 하구언이 조성되고 넓은 면적의 하구 습지가 매립되었다.

남해안은 많은 임해공단과 도시 건설에 따른 인구집중으로 산업 및 생활오폐수의 영향이 다른 해역에 비해 높다. 내만의 해수는 외해 해수와의 교환이 불량하여 오염정도가 높은 곳이 많다. 특별관리해역으로 지정된 울산연안, 진해만, 광양만 외에 진주만과 여수연안의 오염도가 특히 심하다.



그림 4-14. 남해안의 한려해상국립공원



그림 4-15. 남해안의 다도해해상국립공원

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

4. 제주도

제주도는 한반도 남서단에 위치한 화산섬으로서 동으로 대한해협, 북으로 황해, 남·서로는 동지나해와 면하고 있으며 해안선의 길이는 306km이다. 부속섬으로 4개의 유인도와 16개의 무인도로 구성되어 있고, 주변 해역은 넓은 대륙붕이며, 동남쪽은 오키나와 해분으로 이어지게 가파른 경사를 이루고, 서쪽과 북쪽 해역은 비교적 완만한 지형을 형성하고 있다. 해안선 굴곡이 비교적 적어 큰 내만의 발달은 찾아볼 수 없다. 조수간만의 차는 남해안과 비슷하여, 동해안보다는 크며, 서해안보다는 작은 편이다.

제주도는 지리적인 특성으로 인하여 한반도와는 상이한 기후환경과 식생구조를 지닌다. 뿐만 아니라 최근의 지질시대인 제4기의 분화활동으로 형성된 화산도로 지형과 지질도 한반도와는 양상을 달리한다. 제주도 해안은 용암류가 바다에 접하면서 형성된 전형적인 화산해안으로서 전해안의 75%에 이르는 229.7㎞ 가 현무암 및 조면암질 안산암의 암석해안으로 분류된다 (경관생태연구회, 2001). 제주도의 북부 해안은 바다를 향하여 완만하게 기울어진 평탄한 지형이 대부분이며, 반면에 남부 해안은 주상절리와 함께 급경사의 해식애가 출현하며, 정방, 천지연 등의 폭포를 형성한다. 대부분 암석해안으로 이루어진 제주도에서는 파랑이 강하며, 해안 전역에 걸쳐 파식대 (shore platform)가 나타나는데 대부분이 간조시에 노출되는 조간대형 파식대이다. 제주도 해안지역의 평균 풍속은 3.5㎧이며, 바람이 가장 강한 지역은 모슬포를 중심으로 하는 서부지역이며, 평균 풍속은 4.1㎧이다. 겨울철에는 계절풍의 영향을 크게 받는 섬의 북서 해안지대에서 강하고 여름철에는 상대적으로 남동해안지대가 강하다.

제주도는 화산도의 특성상 하천의 발달이 매우 미약하다. 해안은 투수성이 큰 현무암으로 구성되어 있으므로 제주도의 하천은 강수 직후에만 일시적으로 하도에 유수가 발생하는 전형적인 건천을 이룬다. 따라서 하천을 통하여 해안으로 다량의 토사가 지속적으로 공급되지 못하므로 제주도의 모래해안은 규모와 출현빈도가 모두 낮아 전해안의 7.1%에 해당하는 21.9㎞ 에 불과하다. 협재, 곽지, 김녕, 표선, 중문해수욕장 등의 사빈은 길이가 500m 전후이며, 도처에 기반암이 노출되어 사빈의 연속성도 좋지 않다. 반면에 주변에 파식에 약한 화산체가 위치하여 다량의 암설을 공급받는 사계, 화순, 신양 일대에는 비교적 규모가 큰 사빈이 존재한다 (경관생태연구회, 2001). 일부 해안에서는 남동계절풍에 의해 바람의 방향과 유사하게 배열된 사구 (sand dune)를 형성하고 있는 곳도 있으며, 동부 해안지역은 큰 사구층을 형성하기도 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-16. 제주도의 해안 모습



그림 4-17. 제주도의 주상절리

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

5. 우리나라 해양 특성의 비교

표 4-13. 우리나라 해양 경관의 특징 비교

	동해안	서해안	남해안	제주도
수온	1-27℃	2-28℃	5-26℃	5-26℃
연평균수온	8.6-15.9℃	10.9-14.9℃	15.7-18.8℃	15.7-18.8℃
염분	33.0-34.4‰	31.0-34.6‰	33.0-34.5‰	33.0-34.5‰
평균 수심	1,684m	44m	101m	70m
최심부	4,049m	103m	227m	300m
면적	1,007,600㎢	404,000㎢	75,400㎢	
용적	1,698,300㎢	17,620㎢	7,630㎢	
조석(대조차)	0.2m(동해)	8.1m(인천)	0.2m(부산)	0.2m(서귀포)
주요 어종	오징어 명태	숭어, 황복, 조피볼락, 꽃게	해조류와 어패류	돌돔, 벵어돔, 감성돔, 참돔, 혹돔, 방어
환경적 특징	모래 해안	갯벌, 리아스식 해안	리아스식 해안	화산섬, 암반해안

제주도를 포함한 우리나라 해양을 해양 경관과 환경적인 특징들로 구분을 지어보면 동해안은 수심과 면적에서 다른 해역과 제주도 주변에 비해 큰 차이를 보이고 있다. 경관에 관련된 환경적인 특징은 앞서 말했듯이 서해안은 리아스식 해안과 갯벌이 그 주된 특징인 반면 동해안은 사빈 (모래) 해안이 주를 이루고, 남해안은 복잡한 리아스식 해안과 제주도는 섬의 형성으로 기인한 암반 해안으로 그 특징을 이루고 있다.

각 해양에서 생태 구조 역시 그 지역의 수심과 밀접한 연관성을 보이고 있으며, 서해의 경우 외해 쪽에 위치한 섬은 암반 조간대에서 해조상이 더 다양하게 나타나고 조하대에는 뚜렷한 대상분포를 나타내는 저서생물은 없다. 기질에는 보통 엷게 펼 퇴적물이 피복되어 있다. 남해안과 동해안은 상대적으로 암반 저서생물의 서식 수심대가 넓고 주변 환경이 다양하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

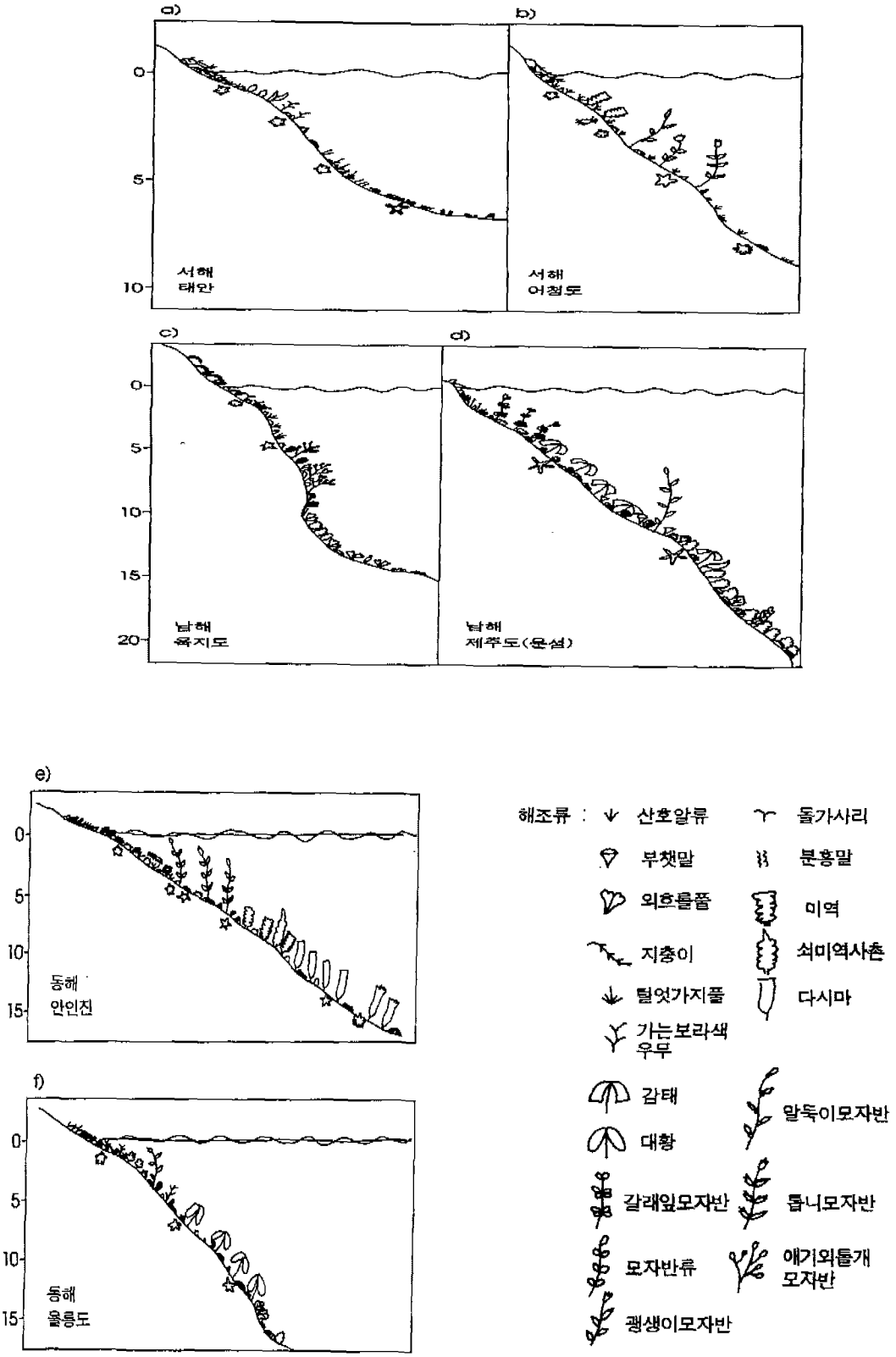


그림 4-18. 우리나라 연안에 서식하는 대표적인 해조류와 무척추 동물의 수심에 따른 분포 (고철환 외, 1997)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

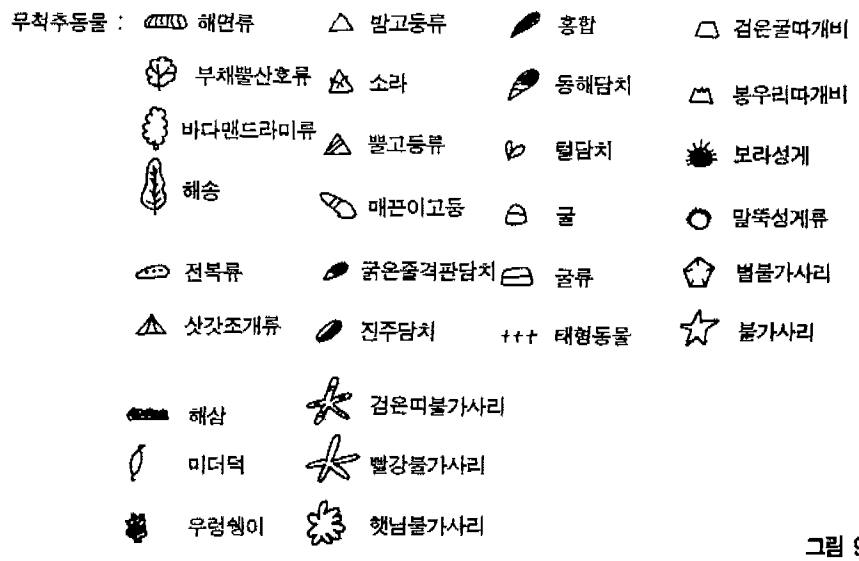


그림 4-19. 우리나라 연안에 서식하는 대표적인 해조류와 무척추 동물의 수심에 따른 분포 (고철환 외, 1997)

제4절. 연안습지의 생태계 가치 평가

1. 서론

습지는 지구 표면의 약 6%를 차지하고 있으며, 한대지방에서 열대지방까지 골고루 분포하고 있다. 이들 습지 환경은 인간 거주 역사와도 상당한 관련을 가지고 있지만 인간에게 주는 편익에 대한 이해는 상당히 부족한 상태이다. 산업화가 진행되면서 습지는 과거와는 다른 관점에서 오히려 평탄한 지형과 안정된 수분 공급으로 인해 간척, 매립을 통하여 농업, 산업, 도시 용도로 이용되고 있다. 이러한 관점 변화로 인해 현재 지구상의 습지 지역은 약 25%나 감소하였다 (Davis. 1994). 급속한 산업 발전과 경제성장에 따라 갯벌의 간척매립 사업 등을 통한 농업용, 도시용, 산업용으로 전환하면서, 연안 갯벌 자원의 사회, 경제적인 중요성이 재평가 되어야 할 필요성을 인식하게 되었다. 따라서 갯벌 자원에 대한 경제적인 계량화 연구가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

최근 들어 활발히 논의되고 있다 (한국해양연구소, 1996). 특히 갯벌 등 자연 자원에 대한 가치평가 방식은 그 요인과 분야, 유형에 따라 매우 다양하기 때문에 아직까지 유용한 평가방법이 소개되고 있지 않으며, 주된 요인으로는 평가방법이 생태학적, 경제적 자료를 필요로 하지만 아들 자료가 아직까지 충분하게 확보되어 있지 않은 실정이다. 수 십 년간 해양생태계 연구가 진행되고 있지만 한정된 요인을 대상으로 한 생산량 추정, 개체군 특성 파악, 군집구조 규명 등으로만 결과를 나타내고 있으며, 갯벌 지역을 대상으로 한 연구의 경우 더욱 한정 되어진다. 따라서 습지환경을 대상으로 한 경제성 평가는 실제로 가장 최종적 연구 목표와 부합된 시기에 결과를 양산할 수 있기 때문에 우선 자료 선정 및 확보, 대응 모델 제시 등 기반연구와 유형에 따른 모델 선정, 환경수용력 파악이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구는 습지를 대상으로 생태계 평가를 위한 자료 분석과 모델 방식을 제시함으로서 환경수용력 평가를 통한 생태계 경제적 가치를 평가할 수 있는 기반을 제안하고자 한다.

2. 생태계 모델 제시

생태계 구조 모델은 생태계의 구조를 설명해 주는 다양한 생태계 특성치를 추정하여 대상생태계 영양구조의 정적인 단면을 나타내고 있으며, 생태계 역학 모델(Ecosim 모델)은 생태계 구조 모델에서 추정된 결과를 바탕으로 어획과 환경의 변화가 생태계에 미치는 영향을 역학적 시뮬레이션으로 보여준다.

생태계 모델의 구조를 파악하고 역학적 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 생물군별로 많은 정보를 필요로 한다 (그림 4-20). 즉, 생태계 내에는 많은 생물종들이 서식하며, 이들은 서로 먹고 먹히는 관계에 있기 때문에, 한 생물군의 생체량 증감은 이들의 포식자 또는 피식자의 생체량 증감에도 영향을 미친다. 이러한 영향은 그들이 생산할 수 있는 생산량과 인간이 이용할 수 있는 어획량 변동에도 큰 영향을 초래한다. 따라서 생물군별 생체량(B), 섭식량(Q)과 피식-포식 관계(DC), 생물학적 생산량(P), 어획량(C), 그리고 영양효율(EE)에 대한 정확한 정보 수집은 필수적이다. 만약 이 중 5개의 파라미터만 알 수 있다면 나머지 한 파라미터는 생태계 질량균형 (mass balance) 모델에 의해 자동적으로 추정된다. 일반적으로 영양효율 (EE)은 다른 파라미터에 비해 직접 추정하는 것이 어려우므로, 질량 균형 (mass balance) 모델에 의해 간접적으로 추정된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

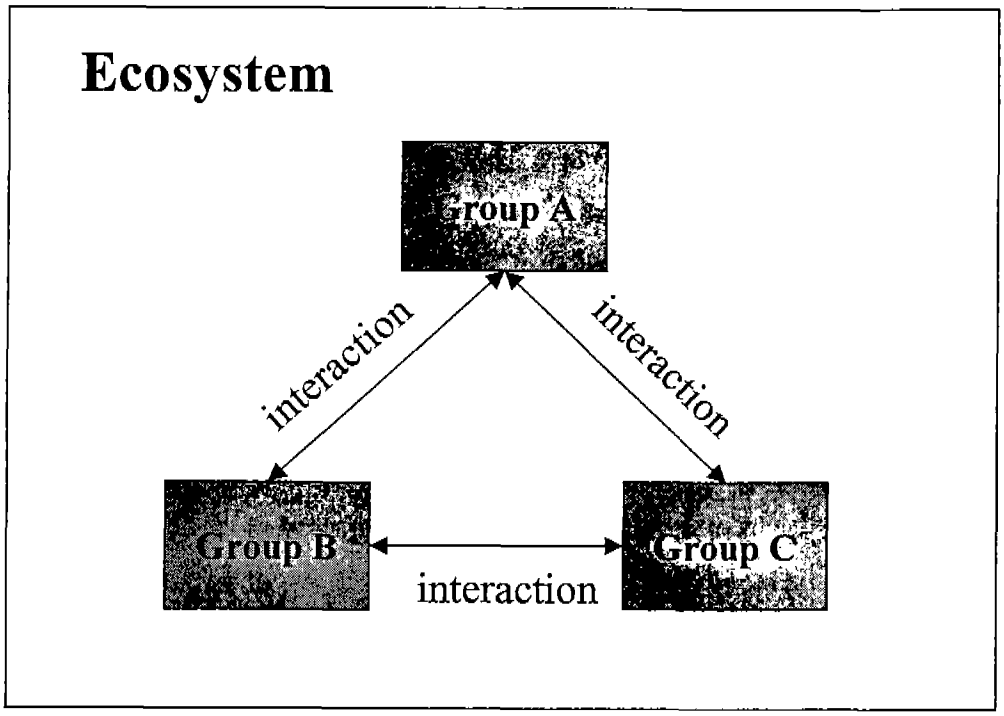


그림 4-20. 생태계의 구조와 생태계 모델에 사용되는 기본 입력파라미터.

특히, 생태계 구조 모델 (Ecopath 모델)의 경우 생태계의 구조와 가능을 설명해 주는 다양한 생태계 특성치를 추정하여 대상생태계 영양구조의 정적인 단면을 나타내고, 생태계 역학 모델 (Ecosim 모델)은 생태계 구조 모델에서 추정된 결과를 바탕으로 어획과 환경의 변화가 생태계에 미치는 영향을 시뮬레이션으로 보여준다 (그림 4-21).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

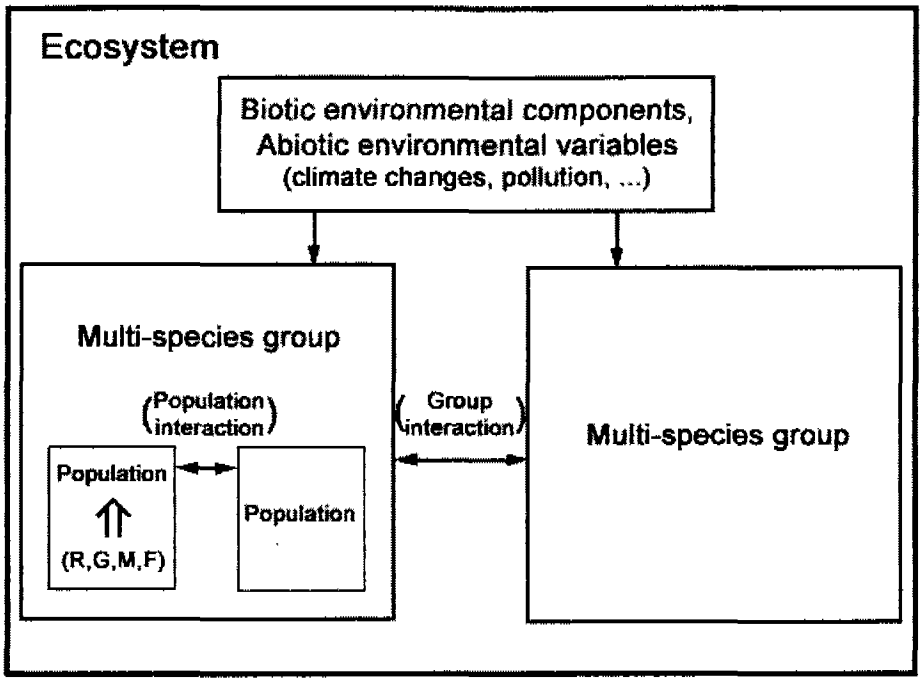


그림 4-21. 해양 생태계내 생물환경과 비생물환경에 의한 생물간 상호작용. 여기서, R은 가입, G는 성장, M은 자연사망, F는 어획사망을 나타낸다.

가. 에너지 균형 (energy balance) 모델식

본 생태계 구조 모델에서는 모든 생물의 에너지 유입과 유출이 균형을 이루어야 한다. 각 그룹간 에너지 균형은 다음 식에 의해 성립된다.

섭식량 = 생산량 + 호흡량 + 미동화량 ---------- ⓐ

Ecopath는 에너지뿐만 아니라 영양단위로 사용할 수 있는데, 만약 Ecopath에서 영양단위가 사용된다면, 호흡량은 위 식에서 고려되지 않고, 미동화량은 섭식량과 생산량간의 차로 추정된다.

나. 생태계 역학 모델

생태계 역학 모델에 의한 시뮬레이션을 위하여 Walter *et al.* (1997)에 의하여 개

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

발된 Ecosim 모델에서 사용되는 기본식은 자원의 순간성장률에 대한 식으로, 이식은 Ecopath의 기본식 ⓐ 에서 유도된다.

$$dB_i/dt = g_i \sum_j C_{ij} - \sum_j C_{ji} + I_i - (M_i + F_i + e_i) B_i \quad \text{--------} \ ⓑ$$

여기서, g_i는 순성장효율 (생산량/섭식량 비), M_i는 포식에 의한 사망이 아닌 자연사망계수, F_i는 어획사망계수, e_i는 이출율, I_i는 이입량 (순회유율 = $e_i \cdot B_i - I_i$)이다. 오른쪽 항의 두 합은 섭식량을 나타내는데, 첫 번째 합은 그룹 i의 총섭식량이고, 두 번째 합은 i 그룹이 다른 포식자에 의해 피식된 양을 나타낸다. 이 미분방정식은 Adams-Basforth의 적분법 또는 Runge-Kutta 4th order에 의해 계산된다.

ⓑ에 의해 생물군별 자원량, 어획량, 섭식량/생체량, 평균체중 및 급이시간 (feeding time)의 변동을 상대적인 값으로 예측할 수 있으며, 또한 어획수준 F_i에 따른 변동도 예측 가능하다.

다. 생태계 모델 파라미터 추정 모델

(1) 기초생산자 (식물플랑크톤 및 습지식물)

① 생체량 (B, biomasss)

해양조사나 자원조사에 의해 직접 추정하여 서식면적당 평균 생체량 (t/km^2)으로 구한다.

② 생산량 (Primary, production)

식물플랑크톤에 의한 기초 생산량을 측정하는 방법으로 광합성의 결과 증가된 산소의 양을 측정하는 산소명암법 측정법과 광합성 결과 감소된 이산화탄소의 양을 측정하는 C-14 측정법 등이 있다 (고 등, 1997).

용존산소 측정법 : $P_g = P_n + P_p$

(P_g : 총일차생산량, P_n : 순일차생산량, P_p : 호흡으로 소모한 산소량) --- ⓒ

동위원소 C-14 측정법

: 일차생산량 = 동화된 C^{14}양 / 주입된 C^{14}양 × CO_2의 농도 --------- ⓓ

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

부유식물의 기초생산량은 일정한 해수내의 부유식물의 엽록소 (Chlorophyll-a) 농도를 측정하여 부유식물의 광포화도 (I_s)와 현재 광상태 (I), 최대 광합성능력 (Q_{max})을 구해,

$$P = \frac{I}{I_s} \times Q_{\max} \times Chlorophyll\ a \quad \text{---------- ⓔ}$$

관계에 의해 측정한다 (고 등, 1997).

③ 생산량/생체량 (P/B) 비

생산량을 생체량으로 나눈 비로 계산하거나, 회전율 (turnover ratio : T) 추정에 의해서도 구할 수 있다. 회전율이란 한 생물종의 생활사 가운데 주기가 일정하게 되는 시간 간격 (Δt)에 결쳐 평균 생체량에 대한 생산량의 비를 회전율이라 한다 (Waters, 1969).

$$P/\overline{B} = T \quad \text{---------- ⓕ}$$

(2) 동물플랑크톤

동물플랑크톤의 경우, 먹이섭식의 특성에 따라 초식성 동물플랑크톤(*Calanoids* 등)과 육식성 동물플랑크톤 (*Euphausiids*, *Mysids*, *Amphipods* 등)으로 분류하여야 한다.

① 생체량 (B, biomasss)

해양조사나 자원조사에 의해 직접 추정하여 서식면적당 평균 생체량 (t/km^2)으로 구한다.

② 생산량 (P, production)

생체량 B_t는 $B_t = N_t \cdot W_t$로 표현되며, 생체량의 시간에 따른 순간 변화율은 $\frac{dB}{dt} = N \cdot \frac{dW}{dt} + W \cdot \frac{dN}{dt}$ 이며, 생산율 (dP/dt)은 생체량 변화율 가운데서 사망으로 인한 감소율을 뺀 값이 되므로,

$$\frac{dP}{dt} = N \cdot \frac{dW}{dt} \quad \text{---------- ⓖ}$$

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이다. 식 ⓖ 를 시간 t_1에서 t_2까지 적분하면, 이 기간에서의 생산량은

$$P(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} N \cdot \frac{dW}{dt} dt \quad \text{---------- ⓗ}$$

으로 나타낼 수 있다.

생산량은 Allen 곡선을 이용하여 그래프로도 추정이 가능하다 (그림 4-3). 초기의 개체수 (N_1)는 한달 후 사망에 의해서 N_2로 줄어들게 되는 것과 동시에 개체의 중량은 $\overline{W_1}$에서 $\overline{W_2}$로 증가한다. 이 기간 동안의 생산량 P_1은 $\overline{N_2}(\overline{W_2} - \overline{W_1})$이 된다. 전 조사기간에 걸친 생산량은 각 시간간격에 대한 생산량을 더한 값이 되므로 그림 4-3 의 곡선에서 빗금부분의 면적이 된다. 즉,

$$P = \sum_{i=0}^{m} P_i = \sum_{i=0}^{m} \overline{N_i}(\overline{W}_{i+1} - \overline{W}_i) = \sum_{i=0}^{m} \overline{N_i} \Delta \overline{W_i} \cong \int_{W_0}^{W_m} N_t dW \quad \text{---------- ⓘ}$$

생산량은 순간 성장률 (G)을 사용하여 추정할 수도 있다. 생산율 (dP/dt)은 $\frac{dP}{dt} = N \cdot \frac{dW}{dt}$이고, $\frac{dW}{dt} = W \cdot G$이므로,

$$\frac{dP}{dt} = N \cdot \frac{dW}{dt} = N \cdot W \cdot G = B \cdot G \quad \text{---------- ⓙ}$$

이다. 따라서,

$$P = \overline{B} \cdot G \quad \text{---------- ⓚ}$$

또한, 생산량을 추정하는 방법에는 소실량 합산법이 있는데, 이 방법은 생활사가 단순한 생물종의 생산량 추정에 적합하다. 시간 t에서 시간 t+1으로 변하는 동안의 생체량은 B_t에서 B_{t+1}로 변동하고, 이 기간 동안에 이입이나 이출이 없다고 가정하면,

$$P = (B_{t+1} - B_t) + E_t \quad \text{---------- ①}$$

으로, 여기서, E_t는 사망으로 인한 소실량으로, $E_t = (N_t - N_{t+1}) \cdot \frac{1}{2}(W_t + W_{t+1})$이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다.

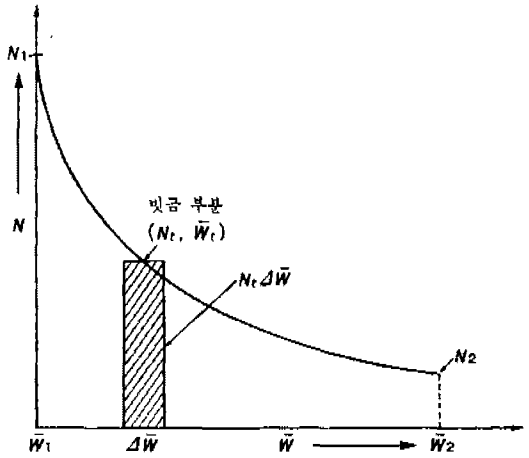


그림 4-22. Allen 곡선에 의한 생산량 추정이론.

③ 생산량/생체량 (P/B) 비

생산량을 생체량으로 나눈 비로 계산하거나, 만약 둘 (P, B) 중 하나의 추정이 불가할 경우, 보통 어업생물학자들에 의해 사용되어지는 순간전사망계수 (Z)가 P/B 값으로 사용될 수 있다 (Allen, 1971).

$$Z = \ln\left(\frac{N_t}{N_{t-1}}\right) \quad \text{---------- ⓜ}$$

또 다른 방법으로 식 ⓕ를 사용하여 회전율 추정에 의해서도 가능하다.

④ 섭식량/생체량 (Q/B) 비

섭식량/생체량 (Q/B) 비는 생물의 단위 생체량당 먹이 섭식량으로 위내용물 분석에 의해 구한 시간당 섭식량 (Q)을 생체량 (B)으로 나눈 비로, 생물그룹 구성종들의 생체량으로 가중평균해서 추정한다.

⑤ 먹이조성 (DC)

먹이조성은 생물군간의 피식-포식 관계를 나타내는 것으로, DC_{ij}는 포식자 i가 섭

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

식한 먹이 중에서 피식자 j가 차지하는 부분이다. 즉,

$$DC_{ij} = \frac{Q_{ij}}{Q_i}$$

$$\sum_{j=1}^{k} DC_{ij} = 1 \quad \text{---------- ⓝ}$$

으로, 여기서, Q_i는 생물 i의 시간당 총섭식량이고, Q_{ij}는 포식자 I에 의해 섭식된 피식자 j의 양이다.

(3) 저서동물

저서동물의 경우, 먹이섭식의 특성에 따라 육식자 (자포동물, 권패류 (구슬우렁이, 좁쌀무늬고둥류 등), 갑각류 등), 부유물식자 (다모류, 이매패류), 그리고 퇴적물식자 (이매패류, 단각류, 갯지렁이류 등)로 분류하여야 한다.

① 생체량 (B, biomasss)

해양조사나 자원조사 또는 어획조사에 의해 직접 추정하여 서식면적당 평균 생체량 (t/km^2)으로 구한다.

② 생산량 (P, production)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

③ 생산량/생체량 (P/B) 비

생산량을 생체량으로 나눈 비로 계산하거나, 만약 둘 (P, B) 중 하나의 추정이 불가할 경우, 순간전사망계수 (Z)를 사용하여,

$$P/B = Z = \ln\left(\frac{N_t}{N_{t-1}}\right) \quad \text{---------- ⓞ}$$

로 추정한다.

또 다른 방법으로 무척추동물, 생산량이 체장과 관계없는 생물의 경우, 그리고 성장률을 이용하는 경우 다음식으로 추정할 수 있다.

무척추동물의 경우 : $P/B = 0.65*M^{-0.37}$ (M : body mass, kcal) ----- ⓟ

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

생산량이 체장과 관계없는 생물의 경우 :

P/B = T/10 (T : annual mean temperature, ℃) -------- ⑨

성장률 이용가능한 경우 :

$$\frac{dP}{dt} = N \cdot (WG) = N \cdot W \cdot G = B \cdot G$$

$$P = \overline{B} \cdot G \qquad \therefore P/\overline{B} = G \text{ ---------- ⑩}$$

④ 섭식량/생체량 (Q/B) 비

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑤ 먹이조성 (DC)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑥ 어획량 (C)

현장조사에 의해 어획된 어종별 어업별 면적당 평균 어획량 (단위: t/km^2/yr)을 구한다.

(4) 어류

① 생체량 (B, biomasss)

해양조사나 자원조사에 의하여 직접 추정하거나 코호트 분석법에 의해 자원생태학적 특성치를 이용하여 간접적으로 추정할 수 있고, 서식면적당 평균 생체량 (t/km^2)으로 구한다.

② 생산량 (P, production)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

③ 생산량/생체량 (P/B) 비

생산량을 생체량으로 나눈 비로 계산하거나, 만약 둘 (P, B) 중 하나의 추정이 불가할 경우, 보통 어업생물학자들에 의해 사용되어지는 순간전사망계수 (Z)가 P/B 값으로 사용될 수 있다 (Allen, 1971). Allen (1971)의 방법은 평형상태를 가정한 것

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

으로, 일반적으로 생태계는 평형상태가 아니므로 성장률을 이용하여 다음식으로 추정할 수 있다.

$$\frac{dP}{dt} = N \cdot (GW) = N \cdot W \cdot G = B \cdot G$$

$$P = \overline{B} \cdot G \qquad \therefore P/\overline{B} = G \text{ ---------- ⓢ}$$

생산량/생체량 (P/B) 비는 개체의 성장식을 사용하여 추정할 수 있다. von Bertalanffy 성장식의 경우, 생물이 성장할 때 단위시간당 축적되는 물질의 양 (dW/dt)은 $\frac{dW}{dt} = HW^{\frac{2}{3}} - kW$ 이므로,

$$\frac{dP}{dt} = N(HW^{\frac{2}{3}} - kW) = NW(HW^{-\frac{1}{3}} - k) = B(HW^{-\frac{1}{3}} - k)$$

$$\therefore P = \overline{B}(HW^{\frac{-1}{3}} - k) \text{ ---------- ⓣ}$$

이다. 따라서,

$$P/\overline{B} = HW^{-\frac{1}{3}} - k$$

$$(H = 3KW_{\infty}^{\frac{1}{3}},\ k = 3K,\ W_t = W_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})^3) \text{ ------- ⓤ}$$

으로 추정할 수 있다.

Roberson 성장식의 경우, $\frac{dW}{dt} = KW\left(\frac{W_{\infty} - W}{W_{\infty}}\right)$로 나타내므로,

$$P/\overline{B} = K\left(\frac{W_{\infty} - W}{W_{\infty}}\right)$$

$$\left(W_t = \frac{W_{\infty}}{1 + e^{b - Kt}}\right) \text{ ---------- ⓥ}$$

으로 추정할 수 있다.

Gompertz 성장식의 경우, $\frac{dW}{dt} = KW(\ln W_{\infty} - \ln W)$로 나타내므로,

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

$$P/\overline{B} = K \cdot \ln(W_\infty / W_t)$$

$$(W_t = W_\infty e^{-ae^{-Kt}}) \text{ ---------- ⓦ}$$

으로 추정할 수 있다.

④ 섭식량/생체량 (Q/B) 비

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑤ 먹이조성 (DC)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑥ 어획량 (C)

현장조사에 의해 어획된 어종별 어업별 면적당 평균 어획량 (단위: t/km^2/yr)을 구한다.

(5) 바다새

① 생체량 (B, biomasss)

목시조사 등에 의해 조사된 자원개체수에 평균 중량을 곱하여 서식면적당 평균 생체량 (단위: t/km^2)으로 구한다.

② 생산량 (P, production)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

③ 생산량/생체량 (P/B) 비

앞에서 언급한 방법에 의해 추정된 연간 생산량을 평균 생체량으로 나누어 추정한다.

④ 섭식량/생체량 (Q/B) 비

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑤ 먹이조성 (DC)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(6) 최고포식자 (포유동물)

① 생체량 (B, biomasss)

자원조사 또는 목시조사에 의해 직접 추정하여 서식면적당 평균 생체량 (t/km^2)으로 구한다.

② 생산량 (P, production)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

③ 생산량/생체량 (P/B) 비

어류의 추정 방법과 동일하다.

④ 섭식량/생체량 (Q/B) 비

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑤ 먹이조성 (DC)

동물플랑크톤의 추정 방법과 동일하다.

⑥ 어획량 (C)

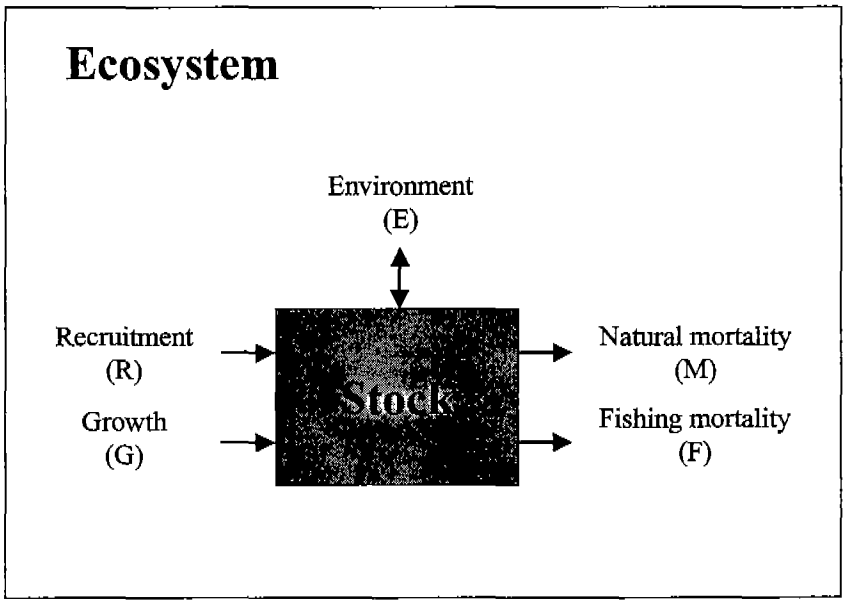
현장조사에 의해 어획된 어종별 어업별 면적당 평균 어획량 (단위: $t/km^2/yr$)을 구한다.

위에서 언급한 생태계 모델의 경우 먹이 사슬 (food web)별로 에너지 역학을 근간으로 이루어 지는데, 비교적 포괄적인 개념의 생체량 기준 모델이다. 각 단위별로 생물 종간 개체군 특성이 일부 배제되어 있어, 먹이단계별 우점하는 생물에 대한 개체군 특성을 보완한다면 한층 효율적인 모델로 발전하게 된다. 개체군 모델은 또 다른 차원에서의 자료 확보가 필요하다. 우선 대상 생물의 생태적 특성을 파악하기 위해 연급군 선정을 통한 성장률, 사망률 등을 파악해야 하며, 여기에는 다양한 성장 패턴에 따른 분석이 이루어진다 (그림 4-23). 이러한 자료를 통해 만들어진 생태계 모델은 더욱 효율적인 자료를 제시할 것이며, 환경 조성에 따른 환경수용력 (Carrying capacity) 평가를 통해 인위적인 자원 조성이나 또는 자원량 추정에 따른 자원 평가 등이 이루어진다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

3. 자원량 모델 제시

생태계 내에 유용 생물에 대한 자원 개체수나 자원량의 추정에는 다양한 방법들이 이미 개발되어 사용되고 있다. 이러한 방법들은 대개 두 가지 그룹으로 나눈다. 즉, 실제 조사에 의한 직접적인 추정 방법과 어획자료를 이용하는 간접적인 추정 방법으로 본 연구에서는 이 두 방법에 의한 자원량 추정 모델을 모색해 보았다.



Population parameters

1. Recruitment (R)
2. Growth (G)
3. Natural mortality (M)
4. Fishing mortality (F)

그림 4-23. 개체군의 구조와 개체군 모델에 사용되는 기본 입력파라미터

대상해역 전체의 자원량을 추정하기 위한 직접적인 방법은 실제 조사에 의해 각각의 조사 정점에서 추정된 단위 면적당 어류의 평균밀도에다 전체 서식면적과 평균중량을 곱함으로써 그 해역 전체의 자원량을 추정할 수 있다. 즉,

$$B = \overline{D} \cdot A \cdot \overline{W} \text{ ---------- } ⓧ$$

여기서, B는 생체량, $\overline{D}$는 평균밀도, A는 서식면적, 그리고 $\overline{W}$는 평균중량이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

어획자료를 이용하는 간접적인 방법은 생체량을 기초로 한 코호트 분석법인 Zhang 모델 (장, 1991)을 사용하여 자원량을 추정할 수 있다. 이 방법에서는 연도별 연령별 어획량, 연령별 순간성장률, 순간자연사망계수, 마지막 순간어획사망계수가 입력자료로 필요로 하며, 그 모델식은 다음과 같다.

$$B_{ij} = C_{ij}\frac{(F_{ij}+M-G_{ij})}{F_{ij}[1-\exp\{-(F_{ij}+M-G_{ij})\}]} \quad \text{----------} \ ⓨ$$

$$B_{ij} = B_{i+1j+1}\exp(M-G_{ij}) + C_{ij}\exp\left(\frac{M-G_{ij}}{2}\right) \quad \text{----------} \ ⓩ$$

여기서, C_{ij}는 i년 j연령생물의 어획중량, B_{ij}는 i년 j연령생물의 자원중량, F_{ij}는 i년 j연령생물의 순간어획사망계수, M은 순간자연사망계수, G_{ij}는 i년 j연령생물의 순간성장률이다. 가장 최근 년의 최고령 생물에 대한 자원량은 식 ⓨ로부터 해당자료를 사용하여 추정하고, 여기서 구해진 자원량과 그 전년의 전연령어에 대한 자료를 사용하여 식 ⓩ로부터 그 전년의 전연령 생물에 대한 자원량을 추정한다.

4. 유형별 생태계 내 기능적 가치 평가

습지는 지형적 또는 환경적 특성에 따라 다양한 생태계 구조를 나타낸다. 우선 기존의 생태계 구배는 조위에 따른 퇴적학적 특성으로 나누었다. 그러나 여기에 습지식물에 의한 영향이 다시 생태계 구조를 다분화하고 있다. 따라서 유형별 생태계 기능성은 우선 생물상 등 생태계구조를 기본으로 한 유형을 정리해야 할 것이다. 습지에 서식하는 생물군을 정리하여 모델에 제시된 생체량변화나 황경수용력 등이 차이를 보이는지를 판단하는 것이 가장 중요하다. 현재까지 나누고 있는 여러 방면의 습지 유형을 우선 생태학적 기준으로 판단해 보는 것이 중요하며, 이러한 구분 형태는 기존에 조사된 자료를 중심으로 재구성할 계획이다.

위와 같은 평가방식은 각 영양단계별 현존량 및 생산성 자료가 요구된다. 이미 국내 갯벌에 대한 연구가 장기간 시도되고 있지만 각 영양단계별 포괄적인 현존량 자료를 거의 제시되지 않고 있으며, 다만, 산업종에 대한 일부 생산성 만이 추정되었다. 따라서 기존에 조사된 습지의 생태적 가치는 주로 유사한 유형의 습지에서 산정된 외국자료에서 추정된 자료를 외삽한 경우로 이러한 측정치로도 이미 갯벌의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

생산성을 육상의 어느 역보다도 높게 나타나고 있다. 하지만 갯벌의 산업종 생산량이 세계 최고인 현황에서 적용된 수치는 특히 2차 생산성에서 상당히 절하되고 있다. 따라서 기존의 invertory 연구 자료에서 이제는 기능적 갯벌 연구가 수행되어야 이러한 자료 추정이 가능해 진다.

제5절. 대체습지조성기법의 생태학적 개념 적용

1. 서론

대체습지 예상 지역에서 생태적 대체습지 조성을 위한 정보를 올바르게 제공하기 위한 연구에 있어서 가장 고려해야 할 점은 지형의 특성에 의한 물리적인 구조 및 기작일 것이다. 해안습지, 특히 우리나라의 경우 갯벌로 구성된 습지구조에서는 조석의 영향에 의한 간출시간, 조류의 이동속도에 의한 퇴적환경 및 지형구조, 담수의 유입양상 등이 생태계에 중요한 역할을 한다 (박, 1991). 또한 환경 과 더불어 생태학적 종간 분포, 개체 가입양상을 좌우하는 요인 등이 고려되어야 한다 (Snelgrove, 1998).

국내의 경우 대체습지 예상지역에서의 생태계를 파악하여 생태학적 대체습지조성을 위한 모형 연구 사례는 매우 미비하며, 훼손된 습지에서 인공적인 퇴적물 집적시설을 설치하여 습지를 복원한 연구 사례는 있었으나 국내에서의 대체습지 조성사례 (예, 시화호 매립에 따른 반월천 인공습지 조성과 동화천 인공습지 조성)는 단순한 공학적 설계 개념을 바탕으로 되어있어, 습지조성 후 많은 문제점이 도출 되어 지고 있다. 국외의 경우, 습지 조성 지역의 생태적 연구를 바탕으로 조성 지역에 적합한 모형을 채택하여 습지를 조성한 사례가 많이 있다.

여기에서는 생태학적 대체습지의 모형 개발을 위하여 먼저 습지조성 예정지역에서의 서식지 조성과 생태계 조성에 필요한 생물상 및 천이 방식, 생태계 유지 방안 등을 통해 생태적 대체습지조성기법의 개념을 확립하고자 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

2. 습지조성 지역에서 지향하는 기능에 적합한 생태계 조성

가. 서식지 유형 파악

먼저 조성하고자 하는 습지의 유형을 파악하기 위하여서는 우선적으로 주변 습지 구성 형태와 특히 조위에 대한 검토가 이루어 져야 한다. 본 연구에서 제안하고 있는 습지의 유형이 10가지로 분류되고 있는데, 이들의 분류기준이 되는 환경요인은 주로 퇴적상과 특정 생물 군집 (염생식물, 거머리말)에 의한다. 퇴적상의 경우 조위와 조류 등 물리적, 지형적 특성에 의해 형성된다. 우리나라의 전형적인 갯벌은 생물학적 서식조건에 따른 퇴적학적 구성 조건으로서 크게 3개 형태로 구분하고 있다 (Frey et al., 1988).

Upper tidal zone- wetland, mudflat - Brachyuran zone
Mid tidal zone - muddy sandy, sand flat, sandy mud - Molluscan zone
Lower tidal zone - muddy zone - Holothurian zone

이러한 구획은 포괄적인 관점에서 나누어 진 것으로 각각의 물리적 환경에 따라 세분화 될 수 있다.

나. 서식지 구성

(1) 상부 지역 (육상과 경계면)

염생식물로 구성되어 있거나 갈대 등 육상식물과 혼재된 지역, 또는 펄로 구성된 조간대 상부해역의 경우 간출시간의 격차 (1-3시간/월)에 의해 육상식물과 염생식물의 서식 지역이 구분되고 있다. 육상식물의 경우 해수의 유입보다는 육상에서 내려오는 담수의 양이 서식범위를 결정하는 것으로 알려져 있다. 따라서 갈대 숲을 조성하기 위한 조건으로는 담수의 원활한 유입을 위해 육상지역에 축대나 방조제로서 습지를 구획하지 말고 자연스러운 우수유입을 유도하여야 할 것이다.

염생식물의 경우 우리나라에서는 해홍나물과 퉁퉁마디, 나문재 등이 대표적이다. 이들의 저질내 염분도가 5‰ 이하를 유지하는 상태에서 질소 고정에 따른 양분 유입이 이루어지므로, 간헐적인 해수 유입이 이루어져야 할 것이다. 물론 우수유입이 원활한 곳에서도 서식하지만 이 경우 생물의 색이 홍색에서 녹색으로 전환되면 성장이 매우 더딘 양상을 나타낸다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 상부지역 (니질 갯벌)

습지 중에 식물의 분포가 거의 없고, 조류의 유동이 적은 해역에 형성된다. 주로 기수역을 포함하여 니질의 공급이 이루어 질 수 있는 지형적 조건을 가진 지역에 분포한다. 니질의 경우 입도 특유의 점착성 성분으로 인해 수분의 수직적 유통이 적어 환원이 이루어지는 공간이다. 따라서 심미적으로 색이나 구성 조건이 열악한 환경이지만 미생물의 활동이 가장 활발하여 유기물 분해 등이 일어나는 속칭 '정화구역'이다. 우리나라해안 중에 복잡한 해안선을 나타내는 지역에 주로 발달하고 있다. 조성시 주로 조류의 속도를 조절하고, 수괴내 점토성분이 풍부한 해역인지를 판단하여야 할 것이다. 그러나 포괄적 경제성 검토에서는 정화능력으로 인해 높은 가치를 보이나 산업적 생물 양산의 가치로 평가할 경우 가장 낮은 지역으로 평가되고 있다.

(3) 상부지역 (혼합갯벌)

잦은 풍수가 발생하는 기수역이나 암반구조의 돌출된 지형을 가진 해역에 발달한다. 최근 들어 연안개발로 인한 주변의 장기적 퇴적환경 변화를 일으키는 지역에 나타나며, 굴 양식 등 인위적 활동에 의해 조성되기도 한다. 혼합갯벌의 경우 기질과 연약질이 혼재된 양상으로 생물다양성은 가장 높게 나타나고 있다. 또한 굴, 바지락 등이 서식할 수 있는 조건을 가지고 있어, 고부가가치의 갯벌 생물 생산력이 감소하는 추세에서 가장 높은 생산성을 나타내는 지역이다. 간출시간이 200-240시간/월인 해역에서 주로 높은 생물 서식을 나타낸다. 즉 조위의 경우 평균 해수면 부근에서 약 1m 이내 상층부 정도에 해당한다. 이 경우 조류의 속도에 의한 니질 침전량을 특히 고려하여야 한다. 니질의 침전은 자갈이나 패각질의 매몰을 야기시키기 때문에 장기적으로는 니질 퇴적상을 나타내면서 오히려 생물상의 심각한 감소를 보일수 있다. 이 경우 니질이 퇴적되어도 관을 만들거나 갱도를 만드는 생물의 활동이 기존의 자갈과 패각에 의해 어려워지므로 생물 서식이 불가능해지기 때문이다.

(4) 중부해역 (사질 갯벌)

모래질 구성 습지는 강한 조석과 파도의 형성 정도에 따라 좌우 될 것이다. 지형에 변화를 주어 long-shore current, rip current등을 고려하여 형성되는데, 생물서식 양상도 매우 빈약한 해역이지만 인간 활동에서 유익한 친수공간을 제공할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(5) 중부해역 (사니질, 니사질 갯벌)

습지 지역 중에 가장 높은 생물 생산력을 보이는 해역이다. 사질보다는 안정적 퇴적상을 보여 패류 등이 서식할 수 있는 조건을 나타내며, 적절한 조류의 이동으로 갯벌에서 가장 많은 먹이 활동 조건인 현탁물 식자(수괴에서 먹이를 걸러 먹는 활동)가 서식하기 원활하다. 우리나라에서 가장 광범위한 면적을 차지하고 있으며, 주로 평균해수면에서 1-2m 아래 해역에 지형적인 조건에 따라 구성된다.

(6) 하부해역 (거머리말 군락)

습지 중 거머리말 군락은 인위적 오염이 적고, 안정된 환경구조를 보이는 지역에 발달한다. 거머리 말의 경우 해저면에 서식하는 유일한 현화식물로서 뿌리를 통해 영양분을 공급받는다. 뿌리구조는 상호 공유하는 그물망 형식에서 단독형 등 다양하지만 해저면의 구조상 그물망형이 우세하다. 이러한 구조는 퇴적물의 침식을 방지하고, 상호 영양분을 공급하게 되며, 이러한 환경에서는 갯벌이나 연안에 서식하는 어린생물의 서식처를 제공하게 된다. 하지만 환경에 민감하여, 수질악화, 과다한 유기물 공급 등은 잘피의 광합성을 저해하여 성장을 어렵게 만든다. 따라서 탁도 조건이 가장 중요한 조절인자가 된다. 실제로 거머리말 군락은 연안에서 잠재적 생산성 증대가 중요한 공간을 제공한다. 외국의 경우 잘피 이식 연구가 진행되고 있지만 뚜렷한 성과는 보이지 못하고 있으며, 최근에는 이식보다는 탁도나 환경에 강한 잘피의 선발육종을 통해 종 개량이 이루어지고 있으며, 인공 잘피 등을 생산하여 인위적 서식지 복원이나 퇴적물 이동 방지 등에 활용하고 있다.

다. 생물상 및 천이

습지 조성방안에서 고려되어야 할 사항으로는 조성 후 인위적 생물 상 조성과 이들의 유지 자연적인 재생산 등이 있을 것이다. 최근 들어 자원의 중요성이 인식되면서 인위적 환경에 경제성을 지닌 생물의 서식을 선호하게 된다. 초기 습지 조성에서 가장 효과적인 성과를 보이기 위해서는 적절한 생물의 인위적 가입을 통한 생산도 한 방향이 될 수 있다.

효과적인 생물 가입에는 해수 유통방식에 의한 자연적인 가입과 인위적인 조성 방식을 나눌 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(1) 자연적 생물 가입

자연적인 가입에는 시기에 따라 외부로부터 유입되는 해수의 양을 확보하는 것으로 갯벌에서 가장 높은 수입원인 패류의 경우 주로 수온 15도에서 성숙하여 18도 전후부터 산란이 시작된다. 서해중부해역을 예로 들면, 5-6월 사이 산란이 시작되며, 7월 유생 성장을 통한 착저가 진행된다. 따라서 수온이 상승하는 7월에 유생가입 시기에 해수의 유통을 포괄적으로 진행할 수 있는 시스템이 제공되어야 한다. 하지만 이 시기는 장마가 성행하여 담수의 유입이 원활한 시기이다. 실제로 자연상에서도 장마시 갯벌의 정도 즉 장기 노출로 인한 담수의 장기 적체시 상당량의 패류가 폐사하는 양상을 보이고 있다. 따라서 갯벌 패류의 연간 생산성이 장마시기에 담수의 유입량과 공급시기 등이 크게 좌우 되고 있다.

따라서 해수의 유통량 제어 및 신속한 담수 조절 기술이 고려되어야 하며, 습지조성 시기의 경우도 9월 이후 완공되어 일정기간 조정 및 안정시기를 거치는 것을 제안한다. 자연적인 생물 가입의 경우 생물량이나 종조성 등은 자연상황에 의존하여야 하기 때문에 모든 환경조건을 갖춘 상황에서도 상이한 생물상이 구성되거나 기회종 등 환경 안정 인자 등이 조성될 수 있다.

(2) 인위적 생물 가입

조속한 생태계 구성 및 생산력 증대를 위한 방안일 수 있다. 우리나라의 경우 습지를 통한 수산물 확보가 전체 생산량의 20%이상을 유지하고 있다. 또한 양식생산량의 경우 세계 2위를 차지하고 있다. 그러나 실제 양식 대상 생물의 생태나, 특히 갯벌 생물의 생태연구는 매우 미비한 실정이다. 현재 갯벌에서 생산되는 생물 중에 생활사를 조절할 수 있을 정도로 양식을 수행할 수 있는 생물은 전혀 없다. 다만 인공 종묘 생산을 통한 부분적인 생활사 관리가 이루어지고 있다. 굴, 바지락 등도 아직 자연 채묘에 의존하고 있어, 바지락의 경우 7-8월 사이 천수만 주변 지역에서 전국으로 약 2-10 mm의 치패가 공급되는 실정이다. 굴의 경우도 종묘생산을 통한 수하양식은 수행되지만 갯벌의 경우 자연부착에 의존하기 때문에 주로 기질 조성에 힘쓰고 있다. 현재까지 가장 안정된 생산성을 보일 수 있는 방안은 패류 이식이며, 바지락 등 패류의 경우 비용이 증가하더라도 기존의 종묘 보다 크기가 큰 10-20cm를 이식한다. 이러한 방식은 이미 태안군일대의 바지락 마을 어장에서 실험을 거친 것으로 10cm 이상인 바지락의 경우 사망률이 10%이하로 높은 생존율을 보이고 있다. 한편 굴은 부착상태의 자갈을 이식하는 방식이 좋다. 자연 가입의 경우 공간 점

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

유에서 따개비와 높은 경쟁을 나타내기 때문에 습지 조성시기에 따라 굴의 부착시가가 최고 3년 이상 지연될 수 있다. 굴을 부착하기 위해서는 기질의 선택도 중요하다. 우선 변성암 재질은 높은 구리성분 함유로 인해 유생 가입이 원활하지 못하는 연구결과가 있어 주로 퇴적암계열은 자갈이 좋으며, 콘크리트 등 인위적 기질의 경우 자체 안정 시기를 거쳐야 하기 때문에 (산성 물질 용출), 단기적 효과는 적게 나타난다.

식물의 경우도 마찬가지이다. 갈대 등의 이식연구는 전혀 진행된 바 없으며, 거머리말의 경우 한정된 해역을 대상으로 식재를 통한 안정성 검토만이 진행되고 있어, 대규모 면적을 통한 습지 조성은 외국 연구 자료의 검토 수준이다. 대상 종에 따른 충분한 실험을 통한 서식조건 파악이 우선이며, 식재별 서식공간, 토양의 재질 등에 대한 모니터링 연구가 선행되어야 할 것이다. 오히려 장기간에 걸친 자연적 천이에 의존하는 방식이 오히려 효과를 거둘수 있다. 이러한 경우 갈대는 해수 잠긴 시간이 1-3시간/월을 유지하며, 적절한 담수 유입이 진행되어야 할 것이다. 갈대의 경우 성장이 빠르고, 다년생이지만 엽체의 경우 매년 새로 생산되어 주변에 유기물질 공급원이 될 수 있다. 시화호의 경우 해수면하 해수 유지 이후 토양내 염분도 감소를 통한 자연적 갈대 조성 기간이 5년정도 걸린 것으로 나타나고 있다. 반면에 염생식물의 경우 15-100시간/월의 잠김 시간이 유지되어 적절한 해수유입이 요구된다.

라. 생태계 조성

생태계 조성에는 변수에 따른 다양한 관점에 따라 해석할 수 있다. 조성된 습지가 자연과 유사한 생태계 구조를 나타내기 위해서는 충분한 천이과정을 거쳐야 한다. 갯벌 생태계의 경우 대부분 3-5년의 생활사를 지닌 생물군으로 구성되어 통계학적 유의성을 확보하기 위해서는 15년 이상의 천이 기간을 요구한다 (Reise, 1984). 따라서 본 연구에서는 생물다양성 분야와 생물 재생산 분야에 대한 방안을 정리하였다.

(1) 생물다양성 분야

최근 들어 환경 안정성이 높은 가치를 나타내고 있는 시점에서 생물 다양성, 즉 극상환경 이전의 안정된 생태계 구조를 나타내는 연구 방향이 성행하고 있다. 생물다양성을 높이거나 유지하기 위해서는 우선 안정된 환경 유지가 우선이지만, 습지의 경우 지형, 물리적 조건 등 환경에 따라 큰 차이를 나타낸다. 가장 높은 다양성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

을 나타내는 해역은 거머리말 서식해역으로 다양한 은신처를 제공하는 조건을 갖춘 해역과 혼합갯벌로 구성된 해역으로 복잡한 기질로 구성되어 다양한 생태의 생물이 서식할 수 있는 환경을 갖춘 해역이다. 본 연구에서는 대체습지 조성의 중요한 관점이 생물다양성 유지에 초점을 맞춘다면 혼합갯벌구조를 제안한다. 즉, 자갈과 암반, 패각, 니질 퇴적상이 혼재된 해역은 표서동물이나 내서동물의 구성비가 높게 나타나며, 부착동물까지 감안하면 가장 높은 다양성을 나타낸다. 최근에는 굴, 지중해담치 양식과 바지락, 비틀이 고둥 생산 등으로 수산생물 생산에도 높은 가치를 나타낸다. 다만 심미적 가치에서는 매우 빈약한 해역이기도 하다. 반면 갈대해역은 높은 심미적 가치를 지니나, 한정된 환경구조와 육상생물과 해양생물이 혼재된 양상으로 인해 생물다양성은 매우 낮으며, 대신 단위 면적당 생산성은 높은 해역이다.

(2) 생태계 유지 (재생산)

대체 습지 조성에서 최종 목적은 자연적 천이과정을 통한 생태계 구성(ECOSYSTEM)이 이루어지는 것이다. 즉, 외부로부터 종가입과 자체 내 생활사 반복을 통한 생물 서식 구조를 나타내는 것이다. 위에서 언급한바, 연안개발에 의한 주변 환경 변화에 따른 생태계 안정성 회복도는 조건에 따라 차이를 보이지만 대략 15년 이상의 기간을 요구한다. 따라서 지속적인 모니터링을 통한 조건 조절이 이루어져야 하며, 가능한 자연적 조건 유지를 위한 마스터플랜이 만들어져야 할 것이다.

제6절. 대체습지 생태계 조성 로드맵

1. 서 론

가. 대체습지의 생태적 정의

(1) 습지의 정의 및 개념

▶ 습지의 여러 가지 정의 및 범위에 대한 고찰과 대체습지 적용에 맞는 정의 도출

▶ 람사협약(1971)의 습지정의: 자연적 또는 인공적, 영구적 또는 일시적으로 물이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

흐르고 있거나, 담수 또는 기수에 관계없는 소택지, 늪지대, 이탄지역 또는 수역으로 간조시에 수심 6m를 넘지 않는 해역

▶ 미국의 환경보호청의 습지정의: 수분이 포화된 토양조건에서 서식하는 식물이 생장할 수 있도록 지표수 혹은 지하수가 항상 혹은 주기적으로 수몰 또는 포화되는 지역으로, 소택지, 늪지 및 유사지역으로 수심이 2m이하의 지역

▶ 습지보전법의 습지정의: 담수, 기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로 육지 또는 섬 안에 있는 호, 소와 하구등의 지역인 내륙습지와 조간대 지역인 연안습지로 구분

▶ 습지보전법의 습지정의 문제점: 연안습지를 단순히 조간대 지역에만 국한시켜, 국제적인 습지정의 지역에 모순

▶ 습지정의(개정안): 담수, 기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로 육지 또는 섬 안에 있는 호, 소와 하구등의 지역(내륙습지)과 바닷가에서부터 간조시에 수심 6m 를 넘지 않는 해역(해안습지)

습지에 대한 정의 및 범위에 대해서는 일차적으로 국제적인 협의 사항 중 하나인 람사조약에 기반을 두거나, 선진 연구가 이루어진 미국 등의 예를 기반으로 우리나라 해양 현황에 맞게 수정 및 보완이 이루어져야 하리라 본다. 또한 우리나라 연안의 생태적 연구는 국지적이고, 연구 내용적으로도 부분적 연구가 주를 이루고 있어, 로드맵에 의한 대체습지 조성을 위한 생태적 연구 결과에 따른 우리 나라 연안 환경에 기반한 새로운 습지의 정의가 도출되는 것이 바람직하다.

(2) 대체습지의 개념

▶ 대체습지의 개념에 대한 정립 및 배경

▶ 해안개발에 따른 해안 서식지의 변형과 자연서식지 고유기능의 소실과 생물다양성 감소 등에 따른 자원고갈과 해안 자연생태계 훼손을 방지하기 위한 대체습지 조성 필요성 제기

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 미국의 영향완화조치: 개발에 따르는 자연 생태계의 파괴를 최소화하며, 훼손 또는 손실된 자연생태계를 복원, 창출, 회복, 개선, 대체, 또는 보전을 위한 영향완화조치 발효

▶ 공유수면매립법(1999)과 제2차 공유수면 매립기본계획 수립

▶ 자연환경보전법의 '대체자연'은 기존 생태계와 유사한 기능을 수행하거나 보완적 기능을 수행하도록 하기 위하여 조성하는 것

▶ 대체습지의 개념: 건전하고 지속가능한 연안해양환경 유지를 위해 습지개발예정지역 인근 또는 다른 지역에 당해 개발습지의 크기 또는 기능에 상응하는 습지를 복원, 회복, 개선 및 새로운 습지의 창출

나. 해안에서의 습지 기능

(1) 해안습지의 종류

▶ 해안습지 정의에 따른 국내에서 나타나는 해안습지의 유형별 정리

▶ 해안습지는 습지보전법에 따라 만조시에 수위선과 지면이 접하는 경계선으로부터 간조시에 수위선과 지면이 접하는 경계선까지의 지역으로 모든 조간대를 포함하는 습지. 람사협약의 정의인 자연적 또는 인공적, 영구적 또는 일시적으로 물이 흐르고 있거나, 담수 또는 기수에 관계없는 소택지, 늪지대, 이탄지역 또는 수역으로 간조시에 수심 6m를 넘지 않는 해역을 제안

▶ 해안습지를 구분하는 유형: 1단계는 염수와 담수환경의 작용여부와 인공성으로 구분, 2단계는 강, 파랑, 조석영향에 따른 지형특성에 따른 구분, 3단계는 퇴적물 유형과 식생에 따른 구분

① 해안 담수습지 (coastal freshwater wetland)

▶ 수변습지 (riparian wetland)

▶ 해안사구 습지 (coastal dune wetland)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

② 해안 염수습지 (coastal saltwater wetland)

▶ 해빈 (beach): 조석보다는 파랑과 바람의 영향을 상대적으로 많이 받는 지역으로, 펄해빈 (mud beach), 모래해빈 (sand beach), 자갈해빈 (pebble beach), 암석해빈(rock beach)로 구분

▶ 조석 습지와 갯벌 (tidal wetland and tidal flat): 파랑에너지에 비해 조석에너지가 크게 나타나는 지역으로, 조차가 크고 경사가 완만한 해안에서 잘 발달되며, 펄갯벌 (mud flat), 모래갯벌 (sand flat), 혼합갯벌 (mud-sand flat)으로 구분

③ 해안 기수습지 (coastal brackishwater wetland)

▶ 석호 (lagoon): 해안의 만입부에서 사취(spit)나 사주(barrier island)에 의한 해양과 차단되어, 해류의 순환이과 조류의 영향이 거의 없으며, 소하천에 의한 담수환경 및 기수환경보임

▶ 하구 (estuary): 강의 하류와 바다가 만나는 곳으로 염분의 구배가 뚜렷한 지역

▶ 삼각주 (delta): 하구지역에 하천에 의해 운반되던 퇴적물이 쌓이는 곳으로, 해안선에서 바다쪽으로 연장되어 성장

④인공습지 (artificial wetland): 인공적으로 조성된 습지

(2) 해안습지의 생물서식기능

▶ 해안습지의 다양한 환경에 따른 생물서식기능의 중요성 제시

▶ 해양생물의 산란장 및 생육장으로 매우 중요한 역할

▶ 조류의 중간 기착지 및 휴식 및 번식장으로 중요한 역할

(3) 해안습지의 수질정화기능

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 해안습지를 구성하는 퇴적물과 생물 먹이망에 의한 수질정화기능 특성 제시

▶ 육상기원의 오염물질이 퇴적물에 서식하는 미생물이나 저서조류 및 염생식물의 흡수에 의한 수질정화

▶ 해안습지내의 다양한 생물종에 의한 수중 유기물과 질소, 인등의 영양염을 섭취하여 연안역의 수질을 정화

▶ 해수의 부영양화의 주요 원인물질인 무기영양소 (무기인, 무기형태 질소)나 중금속, 난분해성 물질을 분해하여 수질을 정화시킴

▶ 해안습지내의 염생식물의 군집분포는 수중 오탁물질을 여과시키는 기능 가짐

(4) 해안습지의 생산기능

▶ 해안습지를 구성하는 생태계의 생산기능에 대하여 일차생산자와 수산업의 주요 생물생산의 측면에서의 중요성 제시

▶ 해빈식물, 염생식물 및 부착조류의 광합성에 의한 일차생산기능

▶ 이매패류및 갑각류 등 유용생물들이 일차생산자를 이용하는 이차생산기능

▶ 높은 일차생산과 이차생산기능으로 수산유용생물, 어장, 조개류 및 김 양식장으로 이용되어 지는 등 높은 생산기능을 가짐

(5) 해안습지의 친수기능

▶ 현대인의 휴식 및 거주지 환경으로서의 해안습지의 친수기능 이해를 위한 다양한 실례 제시

▶ 해안습지는 현대인이 자연과 친근하게 접근할 수 있는 새로운 기회를 제공하는 장소

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 현대인의 여가활동, 자연학습 및 교육장소로 이용

(6) 기타

▶ 해안습지가 가지는 물리적 지리학적 특성 이해와 산업적 이용 측면에서의 부가적 기능 등을 제시함

다. 국내 습지 현황

▶ 해안습지 정의에 따른 국내 습지의 면적, 위치, 식생 유형별 자료 정리
▶ 국내 대표적 해안습지 생태계의 특성 연구자료 정리

▶ 연안개발에 의한 훼손된 연안 습지의 면적 및 보전 및 복원 현황

2. 로드맵 개요

가. 로드맵 작성의 목표

▶ 세계적인 추세에 발맞추어 공학 일변도의 서식처 복원 개념에서 벗어나 생태학적 설계의 중요성을 알리고 다양한 습지 서식처의 생태학적 목표 기능을 충족시킬 수 있는 복원 기술의 기반 확보와 미래의 수요 기술을 파악하여 생태학적 복원의 핵심 기술 개발을 선도하고 국내외 복원 산업의 바람직한 발전적 방향을 제시함

나. 로드맵 작성의 프로세스

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

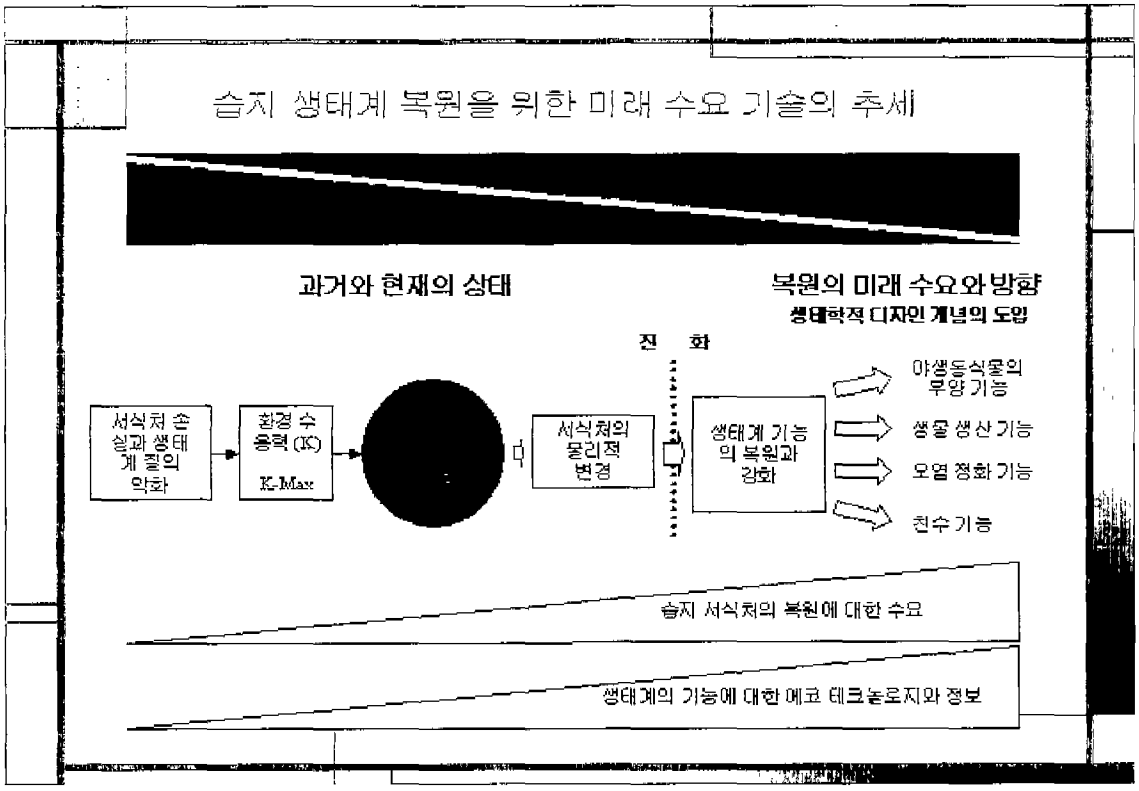


그림 4-24. 국내·외 현황과 미래 습지 복원 추세

3. 대체습지 생태적 설계 (생태계) 및 조성 기술 마크로 로드맵

가. 이미지 시나리오

▶ 대체 습지의 생태적 설계 및 조성 기술 마크로 로드맵은 미래 자연 서식처 복원 산업의 변화와 발전에 대비, 서식처의 생태학적 설계 능력을 강화하기 위하여 목표 기술 (습지의 분포와 유형, 생태학적 기능과 시스템, 그리고 생태계 모형 등)과 관련된 연구 분야의 기술 개발 방향을 제시하였으며 기간은 5개 년도로 나누어 설정함

▶ 로드맵에 표시된 목표 기술들은 그 난이도를 고려, 실현 가능성을 상, 중, 하의 3단계로 확률화하여 표시하고, 예상되는 기술 수요에 따라 각 목표 기술의 시간적인 개발 관계를 나열함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 각 목표 기술을 나타낸 박스에서 왼쪽은 개발 착수 시점을, 오른쪽은 개발 완료 시점을 의미함

나. 생태학적 복원 기술 마크로 로드맵

(1) 마크로 로드맵 시나리오

(다음 페이지 도표 참조)

▶ 생태학적 복원 기술은 생태학적 관점에서의 서식처 설계와 복원이 가능하도록 해주는 것이며 본 보고서에서는 이를 위한 핵심 개발 목표 기술을 7개 분야로 구분하였다. 기초부터 응용 생태학 분야의 범위에 해당하는 각 개발 목표 기술은 산업적으로 수행된 서식처 복원의 품질과 신뢰성을 향상시킬 것이며, 궁극적으로는 이와 같은 목표 기술의 연구를 통하여 종합적으로 축적된 생태학적 정보와 기술이 미래의 지식기반 산업화를 위한 전략적 수단으로서 활용될 것임

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

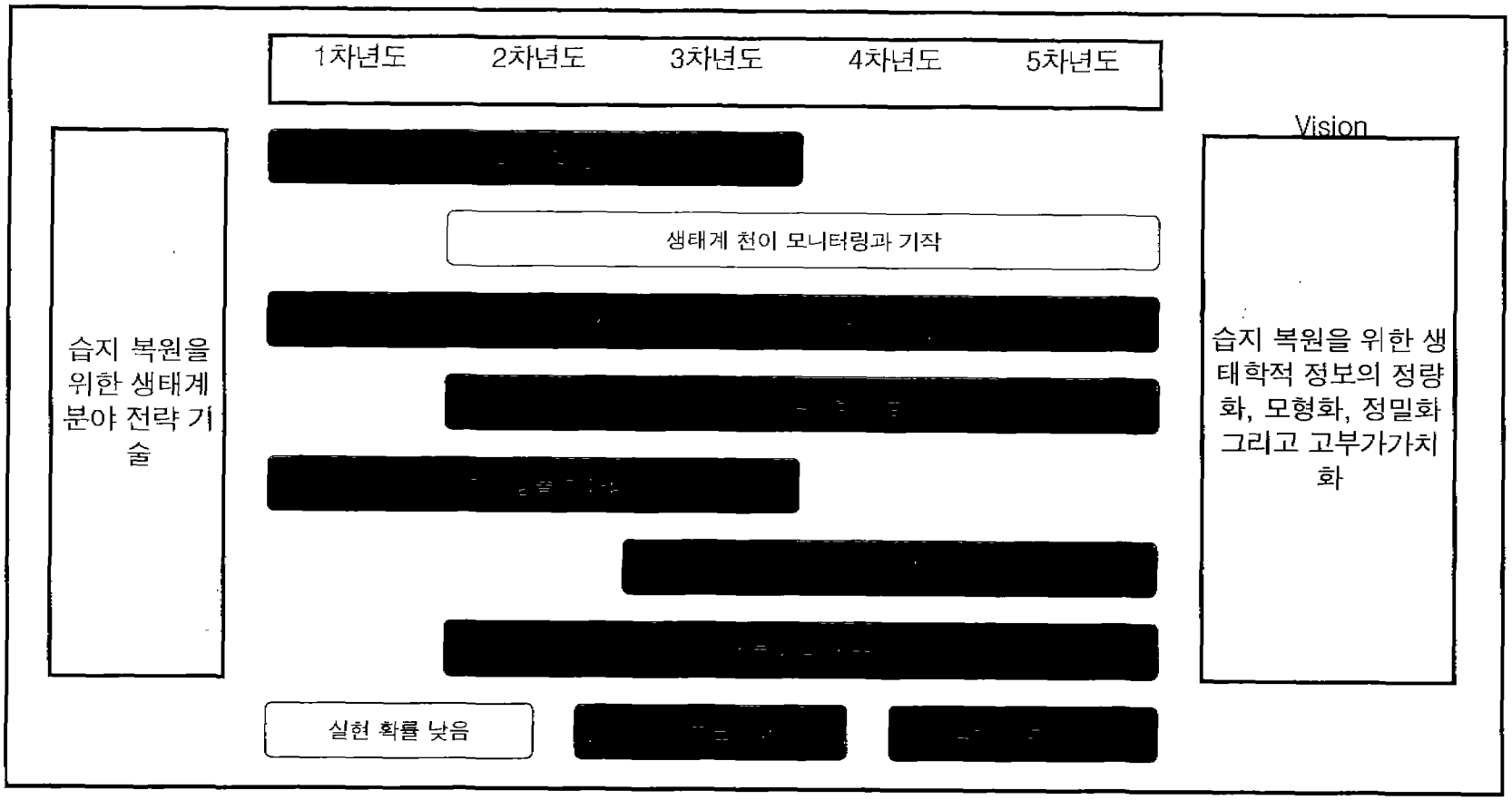


그림 4-25. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 마크로 로드맵

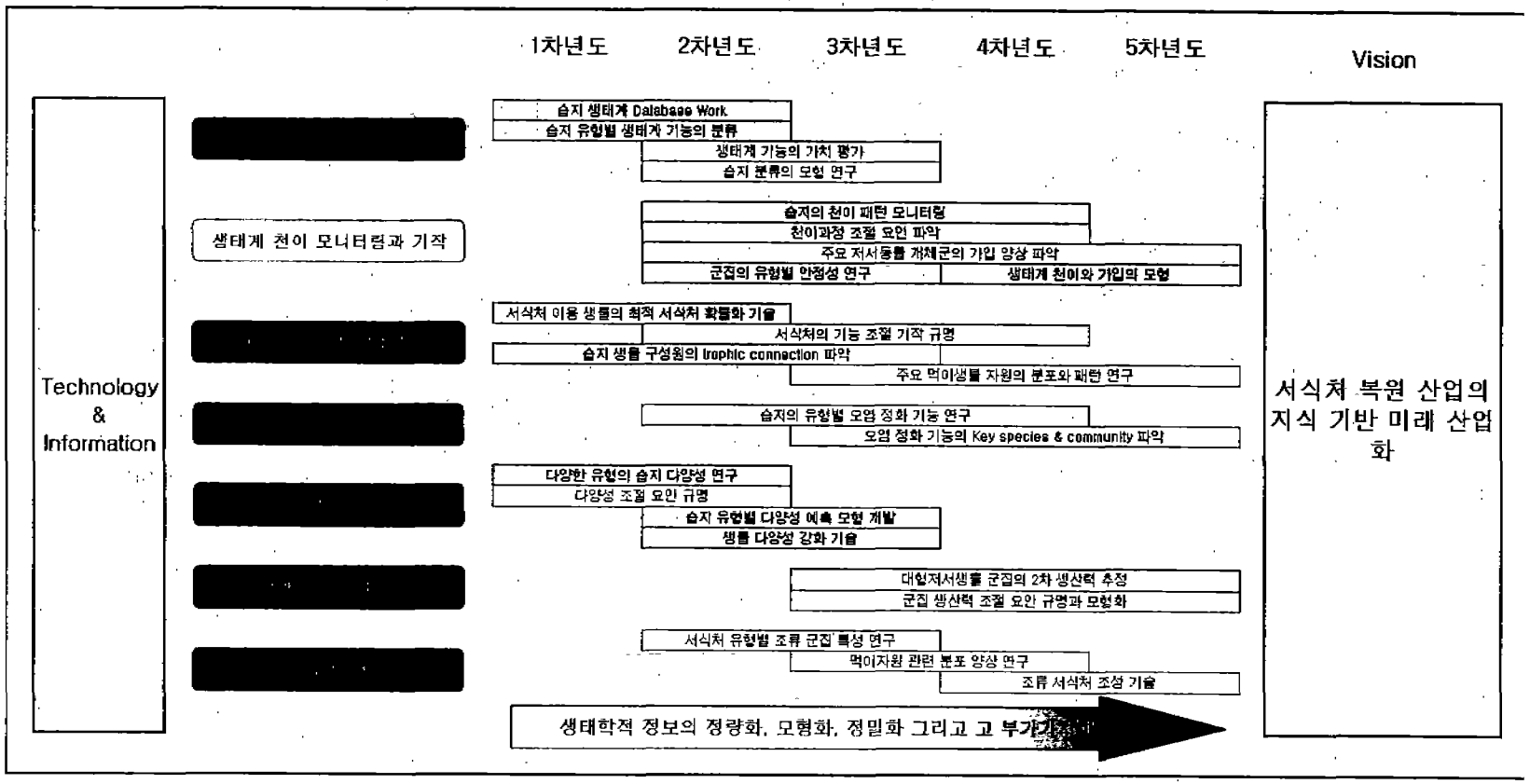


그림 4-26. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-14. 마크로 로드맵의 세부사항 요약

내용기간	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	비고
당해연도 연구목표	●습지유형 분류 ●생물 다양성 평가	●국내 습지 유형 도식 ●생태계 천이 패턴 모니터링 ●유형별 생물 다양성 평가 ●습지 기능성파악 (보육장, 섭이장)	●생태계 조절요인 파악 ●유형별 생태계 기능 비교 ●습지오염정화기능 파악 ●생물생산기능 파악 ●유형별 조류서식패턴 파악	●생태계 Resilience추정 및 천이과정 모형 도출 ●생태계 구조별 습지오염정화 능력 평가 ●개체군 가입율 및 섭이율 평가 ●Net production 산정 ●조류 먹이망 및 서식량 모니터링	●유형별 생태계 모니터링기법 및 예측 모델 선정 ●오염정화 기작 모형화 ●생태계 기능성 모델 제시 ●유형별 생산량 증대 기술 선정 ●조류 서식환경 평가 및 방안 제시	
연구내용	●습지의 정의 및 유형 분류 기준 마련 ●국내 연안 습지 현황 분석	●습지의 생태계 구성원과 각 유형별 기능을 파악하여 분류 체계를 제시 ●천이 패턴 모니터링 기법 선정 및 표준화 ●현장조사를 통한 알파,베타, 감마 다양성 파악 ●군집 분석	●군집, 개체군 분석, 생체량 파악 ●Microbial food web 파악 ●먹이단계별 생산력 파악 ●섭식유형 파악 ●조성된 식생 천이 모니터링	●에너지 수지에 따른 생태계 구조 파악 ●개체군별 서식특성 조사 ●연간 생산력 추정 ●우점하는 조류의 먹이	●대체습지 관리를 위한 모니터링 자료 효율성 분석 ●단계별, 생태계 구조별 오염정화량 파악 ●유형별 생태계 구성모델 구축 ●복합적 생태계 평가	
추진전략	●국내연안 습지현황조사 (과거-현재) ●국외 습지 분류 및 관리 구조 파악	●코드화 된 유형에 따른 공간적인 위치, 면적 등 지형적 자료를 도식화 ●지속적인 다양성 자료 확보 ●습지 기능 관련 자료 분석	●식생 등 유형별 환경 변수 선정 후 모니터링 방식 선정 ●미생물 분해율 산정, 미세먹이망 관련 실험 ●유형별 군집, 개체군 역학 조사	●먹이 단계별 에너지 수지 산정	●육상 및 연안 생태계 관련 자료 대입 및 수치 산정 ●유형별 오염 정화율 산정 ●연구 자료를 DB화 하여 상호 효율성 검토	
예상실적	▶국내 습지 유형 정의 ▶국내 연안 습지 현황 분석 (wetland map 작성) ▶유형별 서식 생물 inventory 작성 및 다양도 평가(WEB 설계)	▶국내 습지 유형 및 세부 정보 DB 시스템 구축 ▶모니터링 기법 표준화 ▶생물다양성 현황 자료화 및 예측 모형 개발(WEB 보완)	▶유형별 대체습지 조성 방안 (식생, 가입경로, 군집 유지방안 등) 선정 ▶유형별 FOOD WEB 모형 선정 ▶국내 습지 서식 조류 Inventory 작성	▶지역별 대체습지 조성 평가 방식 제시 ▶생태계 가치평가 기준 마련 ▶국내 습지 생물 생산성 파악 (산업종 양식 등 생태적 기반의 이용모델 제시) ▶조류 모니터링 시스템 구축 (민간 네트워크 조성)	▶습지 조성후 생산성 파악 모니터링 기법 및 모델 선정, 운영 ▶해역별 적정 습지 조성 기준 마련 ▶습지 관련 포탈 시스템 운영 ▶유지 관리 기법 제안서 제작	
추정예산	5억원	7억원	10억원	9억원	5억원	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

4. 세부 로드맵

가. 서식처 특성 분류 및 평가 기술

(1) 해안습지 서식처 분류 기술

① 정의

▶ 포괄적 개념에서의 습지를 다양한 시각으로 정립함

▶ 기존의 생물학적 개념에 기능적 환경적, 경제적 개념을 도입하여 유형별로 분류함

▶ 습지의 유형을 환경 요인과 생물상 또는 기능군에 따라 분류. 습지 유형의 분류는 대체 습지의 조성을 위한 전략적 계획 및 방안을 마련하는데 중요한 정보를 제공

국내의 해안에는 갯벌 (펄갯벌, 모래갯벌), 사빈, 사구, 자갈해안, 암반해안, 식생해안 등 다양한 형태의 생태계가 형성되어 있음. 이러한 각각의 생태계에 대한 특성을 밝히고, 또한 지역별, 해역별 생태계를 파악하여 일차적인 서식처의 분류를 실시. 이와 더불어 생물학적인 요소 외 생태계에 영향을 미치는 환경적인 요인, 또한 인간에게 가치를 부여하게 되는 기능적, 경제적 개념을 도입하여 종합적인 유형을 구분하는 이차적인 작업이 필요

② 국내외 기술 동향

▶ 이미 해안선부근에 위치한 습지의 대부분이 매립됨. 1990년대부터 서해안 갯벌을 대상으로 연구가 진행됨

▶ 현재 국내에서는 다양한 습지의 유형에 대한 조사 결과가 있으나 이를 database화하고 모형적인 접근을 통하여 종합적으로 분류한 습지의 유형별 체계가 아직 제시되지 않고 있으며, 주로 물리적, 지형적 특성에 따른 퇴적환경 조성을 근거로 갯벌의 유형을 정리하고 있음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 국내 해안습지의 생물 서식처 분류에 대한 연구는 극히 국지적이고 일시적인 초보적인 조사 및 결과가 나와 있는 상태로, 연안을 체계적으로 분류하고 각 연안에 서식하는 생물을 대상으로 한 종합적으로 생태계를 구분하는 연구는 전무한 상태임

▶ 외국의 경우 식생 등 생물학적 유형을 기반으로 기능적, 지형적 특성을 나누어 다양한 방면으로 습지를 해석하고 있음

▶ 외국의 경우 이미 습지의 유형별 분류가 가장 기초적이고 필수적인 과정임을 인식하여 다양한 분류 기준을 제시하고 있으며, 그림 4-27은 식생의 관점에서 분류된 wetland classes의 ternary diagram으로 다양한 화학적, 생물학적 구배에 따른 구분 양상을 보여주는 예이다. 이외에도 다양한 연구 문헌에서 hierarchical method에 따라 여러 개의 system과 subsystem 등으로 구분된 습지의 유형을 제시하고 있음

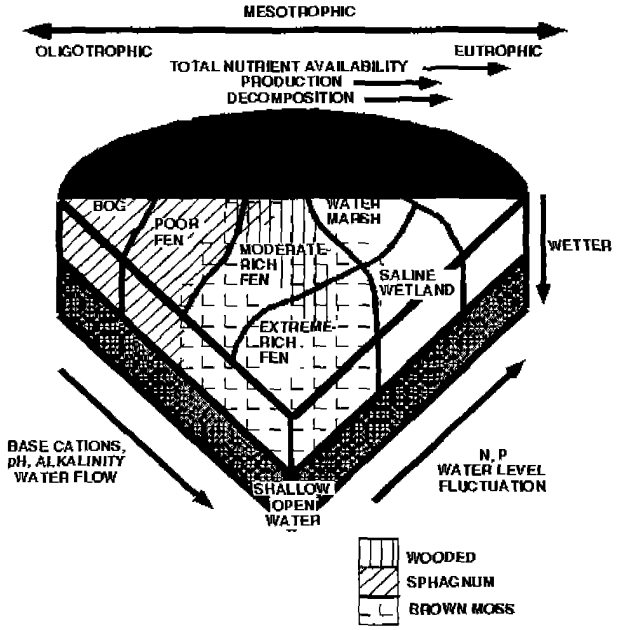


그림 4-27. 습지 분류를 위한 ternary diagram

(Source: http://www.devonian.ualberta.ca/peatland/peatinfo.htm)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

③ 기술개발 목표

▶ 국내 습지의 유형을 관점별로 체계화하고 도식화

▶ 일관적인 유형 분석 보다는 생태계 기능성, 잠재적 특성 등을 고려하여 우리나라 습지를 분류함

▶ 앞서 그림 1의 saline wetland class를 국내의 기존 database를 활용하여 좀더 세분화되고 기능 지향적인 해안 습지의 분류 체계를 제시하고 수리적인 접근을 통하여 반복적으로 객관적인 습지의 유형별 분류 결과를 제시할 수 있는 모형을 개발

④ 기술개발 내용

▶ 국내 해안의 습지 유형을 관점별로 코드화

▶ 코드화 된 유형에 따른 공간적인 위치, 면적 등 지형적 자료를 도식화

▶ 습지별 기준에 따라 도식화 된 자료를 바탕으로 특성치를 상대적으로 구분

▶ 해당 변수에 따른 습지유형별 상호 비교

▶ 습지의 생태계 구성원과 각 유형별 기능을 파악하여 분류 체계를 제시함

▶ Statistical approach를 통하여 ordination 방법과 그 외 분류 technique을 적용하여 습지 유형의 분류 모형을 개발

국내외 학자들에 의해 수행되어왔던 대표적인 해안습지 분류체계 및 제안을 바탕으로 우리나라 해안의 여러 환경과 생물의 서식 양상이 충분히 반영된 국내 습지의 유형을 관점별로 체계화하고 도식화하며, 일반적으로 수행되어 왔던 일관적인 유형 분석보다는 생태계 기능성, 잠재적 특성 등을 고려하여 우리나라 해안 습지를 분류해야하며, 보다 더 세분화하여 기능 지향적인 해안 분류체계를 제시해야 함. 해안습지의 수리적인 발달은 일반적으로, 해수와 하천에 의해 공급되는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

퇴적물의 양과 종류, 조류 및 파랑에너지, 식물의 퇴적물 고착 능력 등에 의해 결정되어지며 따라서 이러한 환경적, 생태계 적 유형과 기능이 파악된 분류체계를 제시하여야 함

(2) 습지 유형별 생태계 특성 분석

① 정의

▶ 포괄적 개념의 습지를 유형별로 정리한 후 생물학적 변수를 토대로 생물상 및 생태계 구조를 파악함

② 국내외 기술 동향

▶ 습지를 생태적 특성을 기반으로 장기모니터링을 실시하여 습지의 조성에서 천이과정, 극상에 이르는 생태계 구조 변화와 단계별 환경 자료를 체계적으로 정리하고 있음

▶ 국내의 경우 갯벌을 대상으로 퇴적상 별 서식생물의 inventory 작성, 군집구조, 산업종의 개체군 연구를 실시함

▶ 근년에 들어와 부분적이기는 하나 갯벌의 기능성과 천이과정 연구가 실시되고 있음

③ 기술개발 목표

▶ 습지 유형별 생태계 구조 및 기능 파악

우리나라 해안의 습지를 유형별로 나누고, 각각의 습지를 구성하고 있는 생물 들, 즉 일차생산자로부터 이차생산자, 소비자에 이르는 상위단계에 이르기까지 각각의 위치에 있는 생물들의 구조를 파악하고, 각각의 생물들의 생태적 특성을 기반으로하여 유형별 습지에서의 기능을 파악, 분석

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

④ 기술개발 내용

▶ 습지 유형별 생물상 파악- inventory 검색 시스템 개발

▶ 생물량, 우점종 평가 - 정량적 자료 확보

▶ 생물간 상호 연관성 및 군집 구조 파악

▶ 유형별 생태계 모니터링을 통한 천이과정 및 생태계 구조 규명

유형별로 나누어진 습지에 서식하고 있는 생물들의 종류를 파악하며, 이를 기반으로 하여 습지 유형별 종 목록을 작성하여 이를 필요에 따라 검색할 수 있는 시스템을 개발하여 단시간 내에 활용할 수 있도록 하고 이와 더불어 각각의 유형별 생태계 내에 서식하고 있는 생물 군집 중 우점종을 파악하고, 생물량을 측정함으로써 정량적인 자료를 확보하여, 생태계 가치나 생산량을 파악하기 위한 수치자료 값을 얻음. 또한 각각의 생태계 내에서 생물 상호간의 포식-피식 관계, 에너지의 전이와 같은 물질순환 등 생물 간의 상호연관성 및 군집구조를 파악. 이러한 생태계는 일정 기간 연속적인 모니터링 조사 및 분석을 통하여 생태계 자체에서 일어나는 천이과정을 파악하고, 전체적인 생태계 구조 및 변화를 알아냄

(3) 생태계 가치 평가 기준 제안

① 정의

▶ 습지로 구성된 생태계를 유형별로 비교하여 선정된 기준에 따른 경제적 가치를 평가

② 국내외 기술 동향

▶ 습지의 생태적 가치를 육상생태계나 연안개발지역, 연안환경 등과 경제적 가치로 환산하여 비교하고 있음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 국내의 경우 산업종을 대상으로 수산업가치를 평가하고 있음

▶ 생태적 가치에 대한 경제적 기준이 아직 정립되지 못하고 있음

③ 기술개발 목표

▶ 습지생물의 경제적 가치를 환산할 수 있는 기준을 정립하여 유형별 습지의 가치를 상대적으로 평가할 수 있도록 함

④ 기술개발 내용

▶ 현재까지 산정된 습지 지역의 산업종에 대한 경제적 가치를 정리

▶ 외국의 사례를 정립하여 현 생태계 구성원의 경제성을 평가

▶ 유형별 습지 생태계의 가치평가기준을 마련하고, 산정에 따른 평가액을 비교함

▶ 생태계 유지에 따른 부가적인 경제성 (해양생물의 이용도, 주변 환경과의 조화에 따른 가치, 혹 개발에 따른 이익추구 자료와 비교 자료 확보) 을 파악

▶ 기준 시점에서 생태계의 경제적 가치 (market and non-market price)를 산정하고 이를 생태계 기능의 주요 components로 삽입하여 습지의 유형별 중요성의 order를 추정함

나. 천이과정 모니터링 기술

(1) 정의

▶ 습지조성에 따른 향후 안정된 생태계 유지를 위한 최적 모니터링 기술 개발

▶ 대체 습지의 조성에서 목표로 하는 기능이나 생물상이 복원되기 이전의 중간 과정이라 할 수 있는 생태계 내 주요 군집 (즉 저서생물 군집)의 천이 과정을 파악하고 기작을 이해하며 조절 요인을 파악하는 연구 분야라고 할 수 있음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 특히 저서생태계와 표영생태계의 상호 연결 (benthic-pelagic copulation)기작 Benthic-pelagic copulation: 저서생태계와 표영생태계의 상호연결 작용으로, 각 생태계에 사는 생물들은 내부적요인(생활사의 일부분)또는 외부적요인(주야, 조석, 폭풍)에 의해 각 생태계로 이동하여 교류를 가짐을 통한 천이과정 이해

▶ 천이 과정의 모니터링과 기술 그리고 정보의 축적을 통하여 복원 습지의 유형에 따른 가입 양상 및 생태계의 회복 과정을 파악하고 예측하는 것이 가능해지는 것이므로 복원 기술의 수요 측면에서 매우 높은 중요도를 갖는 연구로 볼 수 있음

(2) 국내외 기술 동향

▶ 습지를 대상으로 한 장기간 모니터링을 통해 습지 조성 및 이식 후 천이과정을 예측하면서 자연환경과의 차이점을 파악하여, 단계별로 안정된 생태계 형성을 위한 방안을 구축함

▶ 국내의 경우 현황 파악 연구는 여러차례 진행되었으나 갯벌에 대한 장기적 모니터링 연구가 매우 미비하고, 습지 천이과정에 대한 자료가 거의 전무한 실정임

▶ 국내의 경우 인공적 염습지 조성에 따른 저서동물 군집의 천이에 관한 연구가 기존 연구 가운데 유일하게 습지 복원과 관련된 천이 과정 연구 사례에 해당하는 것임. 연구 내용에서 복원과 관련된 천이 과정을 연구하고 있으며 가입하는 유생의 공급량과 생물적인 간섭의 효과에 따른 천이 과정 연구가 진행 중에 있음

▶ 국내의 경우 주)한국연안환경생태연구소에서 복원과 관련된 천이 과정을 연구하고 있으며 가입하는 유생의 공급량과 생물적인 간섭의 효과에 따른 천이 과정 연구가 진행 중에 있음

▶ 국외의 경우 주요 산업종을 대상으로 이들의 가입 시점과 가입 후 (post-settlement) 시점까지 겪게 되는 과정에 대한 연구가 수행된 사례가 있음. 또한 인공적으로 식재 이식이나 공간 확보를 통한 습지 조성과정을 환경 및 생태학적 변수를 지정한 후 지속적으로 모니터링 함으로서 환경 복원 개념

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

의 과정을 단계별로 정리하고 있으며 이러한 노력을 현재까지 지속적으로 수행하여 그 변동 계수를 줄여나가고 있음

▶ 국외의 경우 교란이나 자연적 재해 또는 인공적인 조성에 의한 새로운 서식처에서의 가입 양상을 파악하는 연구는 1970년대부터 수행되고 있음

(3) 기술개발 목표

▶ 습지 유형별 천이과정을 모니터링 할 수 있는 최적 기술 개발

▶ 다양한 천이 과정의 모니터링 자료를 수집하고 분석하여 생태계 복원 과정을 이해하고 복원 생물상의 최종적인 상태(복원 시점과 군집 생물상의 외관 등)를 예측할 수 있는 기술과 정보를 축적함

(4) 기술개발 내용

① 습지의 천이 패턴 모니터링

▶ 다양한 유형의 습지에서의 저서생물 군집의 천이 패턴 (가입 시점, 가입 후 과정)을 모니터링함

▶ 다양한 유형의 습지에서의 여러 환경 변수 및 천이 시기, 접근 방식 등을 선정하여 모니터링의 표준화

▶ 시험적인 대체 습지의 조성시 무생물 서식처에서의 가입과 천이 과정 그리고 정상화까지의 소요 기간 추정 연구

▶ 자연 서식처에서의 소규모 인위적 defaunation 후 가입과 천이 과정 그리고 정상화까지의 소요 기간 추정 연구

▶ 국내외의 가능한 자료를 수집하여 천이 과정에 대한 meta-analysis 수행

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

② 천이과정 조절 요인 파악

▶ 기존 서식생물의 군집 구조 및 환경 평가 기술 정립

▶ 저서생물 군집의 착저와 군집의 성립(establishment) 여부를 조절하는 요인을 파악함

▶ 유형별 천이과정에 영향을 미치는 환경 인자 파악

▶ 대조구 및 사후 개발 해역 내 주 환경변화요인 파악

▶ 환경 모니터링 및 측정 기술 표준화

③ 주요 생물의 개체군 특성 연구

▶ 생태계 구성 생물 파악

▶ 주요 산업종이나 기능종의 가입 특성 파악

▶ 유생 및 동일 연급군(Cohort) 분석하여 성장 및 사망 특성 파악

▶ 주요 생물의 적정 서식밀도, 포식 및 피식환경 파악

④ 생태계 회복도 (Resilience) 측정

▶ 군집 및 개체군 연구를 통한 생태계 안정도 평가 방식 결정 (저서생물 대상)

▶ 적정한 모니터링 방법 정립 (저서생물 대상)

▶ 군집 천이 과정 모니터링에 의한 단계별 생태계 현황 평가방법 정립

▶ 저서생물 군집의 유형별 교란 요인 또는 서식처 조성 조건이나 생성 시점 등에 따른 회복 여부 또는 안정도를 측정함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 주요 서식처의 복원 또는 보존 순위를 매김할 수 있는 정보를 제공함

⑤ 생태계 천이와 가입의 모형

▶ 생태계 천이 연구 자료를 이용하여 조절 요인에 따른 천이 과정을 모형화

▶ 서식처 조건별 저서동물 군집 자료를 종합하여 서식처의 유형에 따른 저서생물 군집 가입을 예측할 수 있는 모형을 제시함

다. 은신처·보육장 및 섭이장 강화기술

(1) 정의

▶ 습지는 고유의 생태계 특성을 가지고 있지만 육상과 해양 생태계의 전이역(ecotone)으로서의 기능이 중요하게 작용되는 지역임
▶ 어류 또는 육상생물의 먹이 공급원으로서의 역할 및 기능을 파악함

▶ 습지의 은신처, 보육장 및 섭이장 기능을 파악을 통한 습지의 주요 기작을 이해하기 위한 연구 분야

(2) 국내외 기술 동향

▶ 국내의 경우 단편적인 연구사례는 있지만, 습지생태계내에 생물군집의 종합적인 자료는 전혀 없음. 다만 외국의 사례를 외삽하여 중요성과 가치를 평가하고 있음

▶ 국내의 경우 환경 범위에 따라 전공별로 생태계 구조를 파악하려고 노력함. 포괄적이지 못한 범위 선정으로 국한된 습지 생태계 구조를 파악하고 있음

▶ 국내의 경우 최근 서 (2004)의 연구가 갯벌습지가 주요 어류의 섭이장 기능을 수행하고 있음을 보고함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 국내의 경우 주)한국연안환경생태연구소가 조류의 먹이로서 이용 빈도가 높은 주요 개체군의 적정 서식처 조건을 파악하여 이들의 기대 서식처를 예측하는 연구를 수행한 바 있음

▶ 외국의 경우 습지를 고유의 생태계 개념을 벗어나 육상과 연계된 포괄적 개념에서 중요성을 부가시키고 있음 - 기능적 특성 (산란장, 어린개체의 성육장) 자료를 충분히 확보함

▶ 외국의 경우 습지 고유의 생물 뿐 아니라 주변 육상동물, 조류, 파충류를 포함한 광역 생태계 구조망 파악

▶ 외국의 경우 현장 실험을 통해 서식처의 유형별 상위 포식자의 이용도 변화를 파악한 연구 사례 있음 (예를 들어, Karsten Reise, Millicent L. Quammen 또는 Mary A. Sewell의 cage experiment)

▶ 국외의 경우 이미 오래 전부터 주요 산업종의 어린 개체들 (새우, 어류 치자어 등)에 대한 사빈이나 갯벌의 은신처, 보육장 기능에 대한 연구가 진행됨

(3) 기술개발 목표

▶ 습지 고유 생물이 아닌 생활사의 일부를 이용하는 생물을 파악하여 이들의 개체군 특성을 규명함

습지는 해양생물의 온신처, 산란장 및 보육장으로서 중요한 역할을 담당하고 있어, 생활사의 일부분을 습지로 이동하여, 산란하고 성장하는 해양생물에 대한 파악이 필요하며, 이들 생물의 이동기간, 이동시기, 성장기간 등의 개체군 특성을 규명하여야 한다.

▶ 습지에 국한되지 않은 포괄적 개념에서의 생태계 구조 파악

생활사의 일부분을 습지에서 산란하고 성장하는 해양생물은 습지에서의 산란이나 성장기간이지난 후, 다시 다른 곳으로 이동하여 서식하게 된다. 그러므로, 이들 해양생물들의 생태계 구조를 파악하기 위해서는 습지에 국한되지 않은 포괄적인

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

범위에서의 개념이 필요하다.

▶ 습지의 주요 기능 (은신처, 보육장 그리고 섭이장)과 습지를 이용하는 해양생물의 주요 서식처를 파악

습지를 이용하는 해양생물이 다양한 습지의 종류에 따라 은신처, 보육장 및 섭이장의 기능을 달리 하고 있어, 다양한 종류의 습지에 따른 해양생물의 주요 서식 기능을 파악하여야 한다.

▶ 주요기작을 이해함으로 기능이 강화된 서식처를 조성할 수 있는 생태학적 정보를 축적함

습지를 이용하는 해양생물의 개체군 특성과 습지의 특성에 따라 반응을 달리하는 특이성 등의 주요 기작을 이해하여 습지의 은신처, 보육장 및 섭이장의 기능이 강화된 대체습지를 조성할 수 있는 정보의 축적이 필요하다.

(4) 기술개발 내용

① 이용 생물의 최적 서식처 확률화

▶ 이용생물의 서식밀도 파악

습지를 이용하는 해양생물은 종류에 따라 저서동물, 어류 및 조류로 다양하며, 종류에 따른 적정 채집방법을 통한 서식밀도를 파악한다.

▶ 포식자 및 서식 경쟁자와의 생태적 관계 규명

습지를 이용하는 해양생물은 종내 및 종간 서식 경쟁 관계를 가지고 있으며, 또한, 포식자 및 피식자의 관계를 통한 먹이망 구조를 가지고 있다. 그러므로, 먹이 및 서식에 따른 경쟁관계를 파악하여, 습지를 이용하는 해양생물의최적 서식처를 규명할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

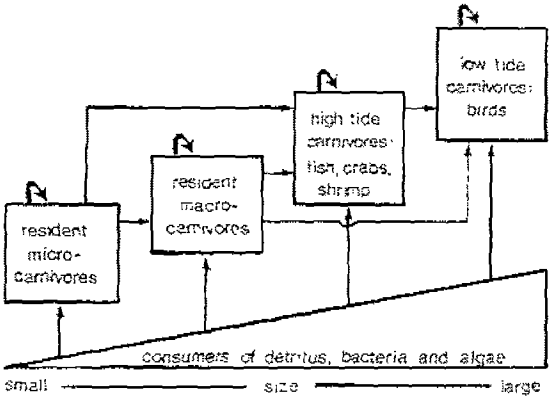


그림. 습지에서 포식자들의 상관관계에 대한 설명으로, 화살표는 피식자 (prey) 생물량을 나타낸다. 각 부분의 포식은 개체의 크기에 영향을 받으며, 일부는 작은 개체에서 높은 단계로 직접 이동되어 진다.

그림 4-28. 습지에서 포식자들의 상관관계에 대한 설명으로, 화살표는 피식자(prey) 생물량을 나타낸다. 각 부분의 포식은 개체의 크기에 영향을 받으며, 일부는 작은 개체에서 높은 단계로 직접 이동되어 진다.

▶ 안정된 개체 공급을 위한 적정 환경 파악

습지 생태계 구조는 습지를 일시적 또는 영구적으로 이용하는 해양생물의 밀도에 따라 다양하게 나타난다. 또한, 습지를 이용하는 해양생물의 밀도는 습지 환경 즉, 염분, 온도, 조석, 퇴적물 입도, 퇴적물 노출시간 등의 물리적 환경요인과 종내 및 종간 서식 관계, 피식자 및 포식자 간의 먹이 경쟁 관계등의 생물학적 요인에 따라 다양하게 나타난다. 그러므로 습지 생태계내의 해양생물의 안정적인 유지를 위한 적정 환경에 대한 파악이 필요하다.

▶ 습지를 이용하는 주요종 (megafaunal component and nurslings)의 선호 서식처를 파악

습지를 이용하는 주요종 (유용생물)들은 습지 환경에 따라 서식밀도 및 분포가 다양하게 나타난다. 그러므로 주요종들의 서식밀도가 높은 지역에서의 서식 환경 조건을 조사하여, 주요종들의 선호 서식처에 대한 파악이 필요하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

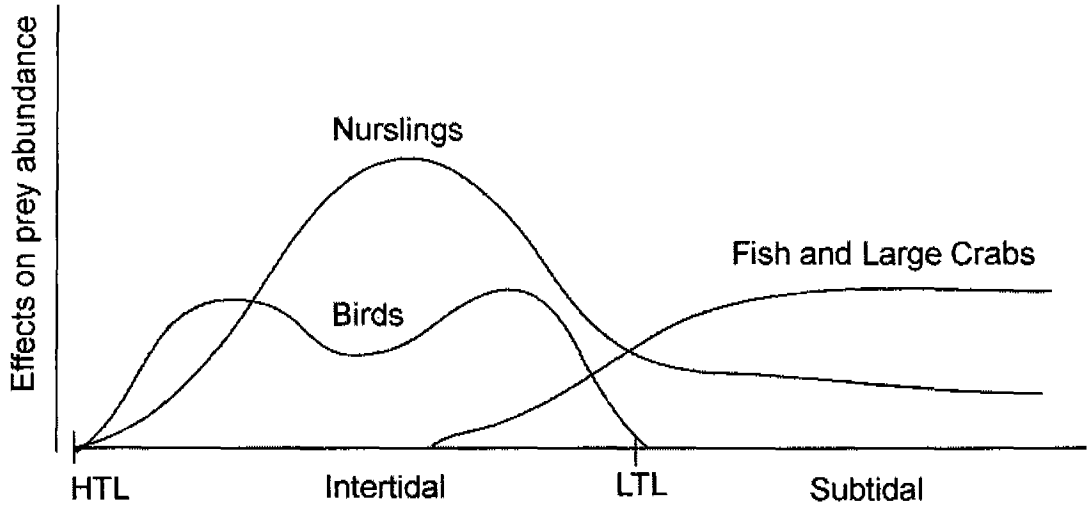


그림 4-29. 조간대 지역에서의 먹이생물에 대한 포식자의 분포와 포식영향.

② 은신처 및 보육장 기능의 기작 규명

▶ 습지 유형별 생활사의 일부를 이용하는 생물 목록 작성

습지는 유형에 다양하게 구분되어지며, 각 습지별로 이를 이용하는 해양생물 또한 각각 습지의 환경에 적응한 생물들이 나타나게 된다. 그러므로 다양한 습지 유형에 따른 이를 이용하는 해양생물의 목록을 작성은 습지의 은신처 및 보육장 기능의 기작을 규명하는 기본적인 정보이다.

▶ 이들의 습지 생활방식과 서식환경 파악

다양한 습지에서 생활사의 일부를 이용하는 해양생물은 습지 유형에 따라 다양한 생활방식을 가지고 있으며, 습지의 서식환경에 적응하여 살아가고 있어, 각 습지에서 해양생물의 생활방식과 서식환경 파악은 기작을 설명하는데 필요하다.

▶ 장기적인 기능 강화를 위한 주요 환경 인자 파악 및 범위 평가

습지의 은신처 및 보육장의 기능은 장기적인 환경용인의 변동에 따라 영향을 받게 되며, 각 습지에 적응하는데 필요한 환경요인의 파악과 범위의 평가는 습지의 기능을 강화하는데 매우 필요한 요인이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 은신처 및 보육장 기능을 수행하는 서식처효과를 규명함

습지의 은신처 및 보육장의 기능 효과는 습지의 유형에 따라 다르게 나타난다. 각 서식처에 적응하여 나타나는 해양생물은 서식처의 변화에 따라 영향을 크게 받게 되어, 서식처 효과를 규명하는 것은 습지의 은신처 및 보육장 기능의 기작을 규명하는데 매우 필요하다.

③ 식생대의 파악과 효과 규명

▶ 식생대의 조건별, 유형별 서식처 적정 범위를 파악하고 효과를 규명함

습지에서 식생대는 다른 저서동무들의 서식공간과먹이자원을 제공하며, 수질정화, 토양침식, 수자원 보호 등의 기능을 하고 있으며, 일차생산력이 매우 높은 특성을 가지고 있다. 우리나라의 대표적인 식생대로는 해안습지의 위치에 따라, 만조선 부근의 갈대밭과 염생식물 군락, 사구 식생대 그리고 간조선 부근의 거머리말 군락(잘피밭)의 세 종류로 구분되어 진다. 이 가운데, 수생 식생대의 잘피밭은 해안 개발과 유기물 오염에 약하고, 하구의 갈대밭과 주변 염생식물지대는 경작지나 산업용지로 개발되어, 서식 기반이 크게 약화되고 있다. 갈대군락은 다년생으로 해수와 담수가 만나는 하구역에서높게 나타나며, 내만에서도 다른 염생식물과 함께 큰 군락을 형성해, 우리나라에서 넓게 분포하는 식생대다. 갈대군락은 토양의 침식과 육상으로의 오염된 물을 정화하는 기능을 가진다. 사구 해안식물 군락은 해양과 육지의 전이대로 완충역할을 하며, 야생동식물의 서식지 제공, 담수 저장원, 침식 방지 기능을 가지고 있다. 거머리말 군락 (잘피밭)은 수생염생식물로 거머리말류 (Zostera)와 말거머리말류 (Phyllospadix)의 두 종류가 있다. 이들 식물은 저조선에서부터 수심 10m 전후 까지 서식하며, 지형의 변화와 유기물 오염에 매우 약하며, 해양생물의 은신처, 산란장 및 보육장의 기능으로 중요한 역할을 하고 있다.이와 같이, 식생대는 생태계에서매우 중요한 역할을 차지하고 있으며, 각 식생대의 서식 조건과 서식 범위를 파악하는 것은 식생대를 은신처, 산란장 및 보육장으로이용하는 해양생물의 기능을 밝히는데 매우 필요하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

④ 서식종(Resident)과 일시방문종(visitor) 간 trophic connection과 이용도 파악

▶ 유형별 포괄적 생태계 구성원 파악

다양한 습지 형태에서 서식하는 해양생물의 먹이단계별 구성원을 파악한다. 먹이 단계별 구성원은 크게 일차생산자와 분해자, 그리고, 소비자로 구성되어진다

표 4-15. 습지의 형태에 따른 영양형태

Trophic type	Primary production	Pool of detritus; decomposition	Consumption of biomass
Exposed sandy shore	Inhibitied by unstable sediment	Small, irregular import; oxic	Interstitial fauna, some large scavengers
Beds of suspension feeders	High in phytoplankton, variable in benthic micro- and mcroalgae	Moderate to large, accumulation of fecal material, variables import; oxic and anoxic	Large suspension-feeders, particularly bivalves; few grazers and deposit-feeders
Mud flat	High in benthic microalgae, occasionally drifting green algae	Accumulation of allochthonous deteritus; primarily anoxic	Deposit-feeders and algal grazers dominate; often small (nematodes)
Sand flat	High in benthic microalgae	Variable, small import; oxic and anoxic	Grazers dominate; large deposit-feeders
Seagrass bed	High in aquatic phanerogams, benthic and epiphytic microalgae	Large, variable import; oxic and anoxic	Trophically very diverse, many grazers on epiphytes
Saltmarsh and mangroves	High in halophytes, variable in benthic microalgae	Very large, high import; primarily anoxic	Trophically diverse; often small

▶ 상호 먹이 사슬 및 에너지 전환율 산정

다양한 습지에 서식하는 해양생물 상호간의 먹이 사슬 구조를 파악하고 먹이 사슬 구조에 따른 각 영양단계별 에너지 흐름을 파악한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-16. 세가지 종류의 조간대에서의 생산성과 에너지 흐름 (Asmus and Asmus, 1985)

Tidal flat % submersion	High flat 17	Grass flat 33	Sand flat 50
Gross primary productivity (P) in /O2 m-2 a-1	332	1034	321
% pytoplantkon	0	2	22
% benthic microalgae	100	18	78
% seagrass+epiphytes	0	80	0
Community respiration * in /O2 m-2 a-1	130	540	180
P/R - ratio	2.55	1.91	1.79
Net primary productivity in gCm-2a-1 of			
pytoplankton	0	8	28
benthic microalgae	120	67	90
seagrass+epiphytes (40%)	0	167	0
Energy flow through the macrofauna in gCm-2a-1	35	85	69
% through diatom-grazers	74	85	71
Biomass production of macrofauna in gCm-2a-1	10.3	28.4	29.5
% of hydobia ulvae	80	85	43
Production-versus-biomass ratio of macrofauna	1.03	1.6	1.85

▶ 우점 생물의 포식량 및 개체군 유지를 위한 영양단계별 공급량 파악

다양한 습지생태계에서의 우점 생물의 섭식량을 측정하고, 우점 생물이 생태계 내에서 개체군을 유지하는데 필요한 영양단계별 공급량을 파악한다.

▶ 습지의 주요 방문자 (megafaunal component)와 먹이 생물 간의 포식-피식 관계 연구

습지에서 생활사의 일부분을 산란장, 보육장 및 섭이장으로 이용하는 생물에 대한 먹이망 구조 (포식과 피식)를 파악한다.

▶ 서식처의 유형별 현장 실험을 통해 top-down predator (조류)나 bottom-up predator (어류, 새우, 게, 치자어 등) 의 서식처 이용도의 패턴 파악

⑤ 주요 생물자원의 분포와 패턴 추정

▶ 섭이생물의 개체군 특성 파악

습지를 이용하는 해양생물에 대한 개체군 특성을 파악하여, 산란장, 보육장 및 섭

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

이장으로서의 기능을 파악한다.

▶ 에너지 수지 평가에 따른 습지 생태계 먹이사슬 규명

습지생태계를 구성하고 있는 생물들의 생산량, 생물량 및 섭식율을 파악하여 에너지 흐름을 평가하고, 이에 따른 습지 생태계의 먹이사슬을 규명한다.

▶ 습지에 서식하는 먹이 생물 자원의 분포와 시공간적 패턴을 조절하는 요인을 이해함

습지에서 서식하는 유용생물 자원의 분포와 시공간적 패턴을 조절하는 물리적인 요인(염분, 온도, 조석, 퇴적물 입도, 퇴적물 노출시간 등)과 생물학적 요인 (종내 및 종간 서식 관계, 피식자 및 포식자 간의 먹이 경쟁 관계)을 평가한다.

▶ 주요 먹이 생물의 서식처 조건을 확률화하며 최적 서식처를 규명함

라. 오염정화 기능

(1) 정의와 필요성

▶ 습지는 생물 생산과 지화학적 작용을 통해 육상으로부터 유입되는 유기물을 제거하거나 감소하는 기능을 수행

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

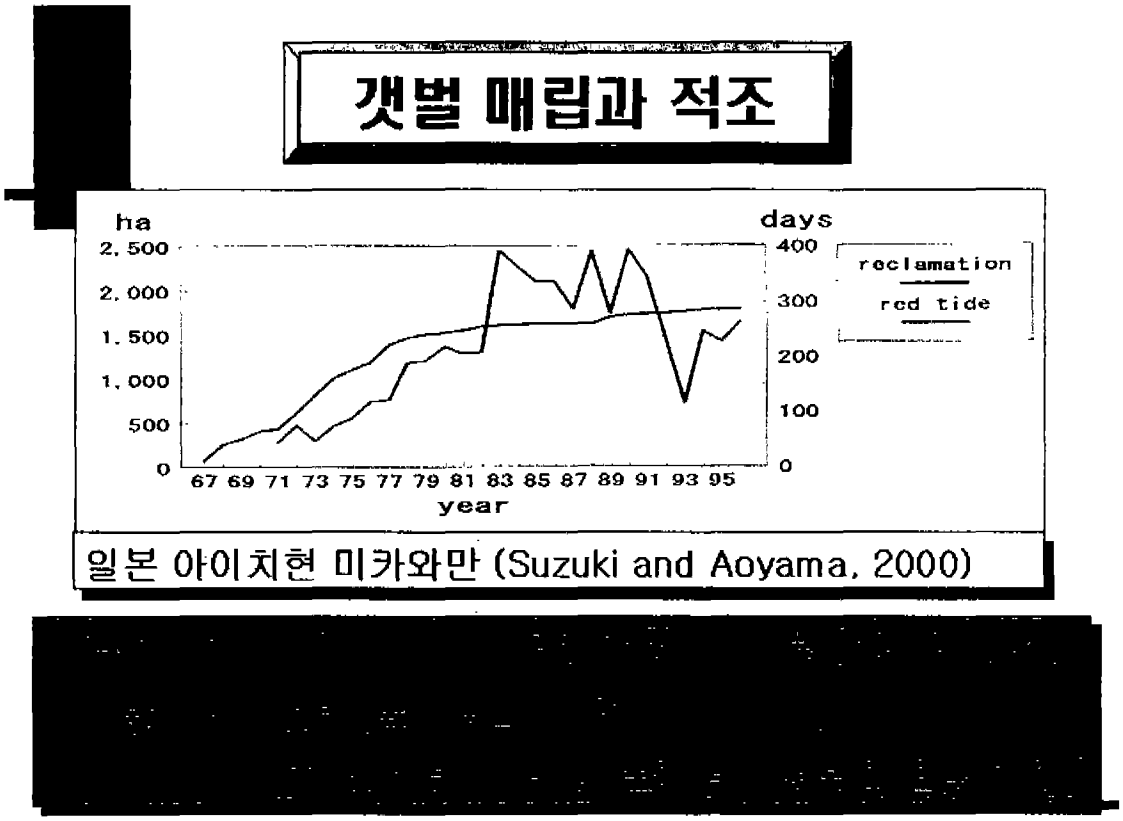


그림 4-30. 갯벌의 매립과 적조의 발생 빈도 관계- 연안역 내 습지 오염정화 기능의 중요성을 알 수 있다.

▶ 습지의 에너지 수지를 파악하여 기능적 특성에 따른 다양한 생태계 구성원 (biological components, bacteria, benthic diatom, meiofauna, macrofauna, seagrass 등)의 역할을 규명

▶ 습지 생태계의 유형에 따른 생태계 구성원과 오염 정화기능의 변화를 파악하기 위한 연구를 수행함

▶ 습지의 유기물 오염 정화기능의 패턴에 대한 이해를 바탕으로 이것이 강화된 서식처의 설계를 위한 정보의 축적과 도구의 개발이 필요

▶ 기술적 난이도 매우 높음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 국내외 기술 동향

▶ 국내의 경우 해양수산부 (2001)에서 chamber를 이용하여 현장에서 실험을 수행한 연구와 유 등 (2002)의 box model analysis를 이용한 유기물 오염 정화기능 평가 연구 사례 등이 있음

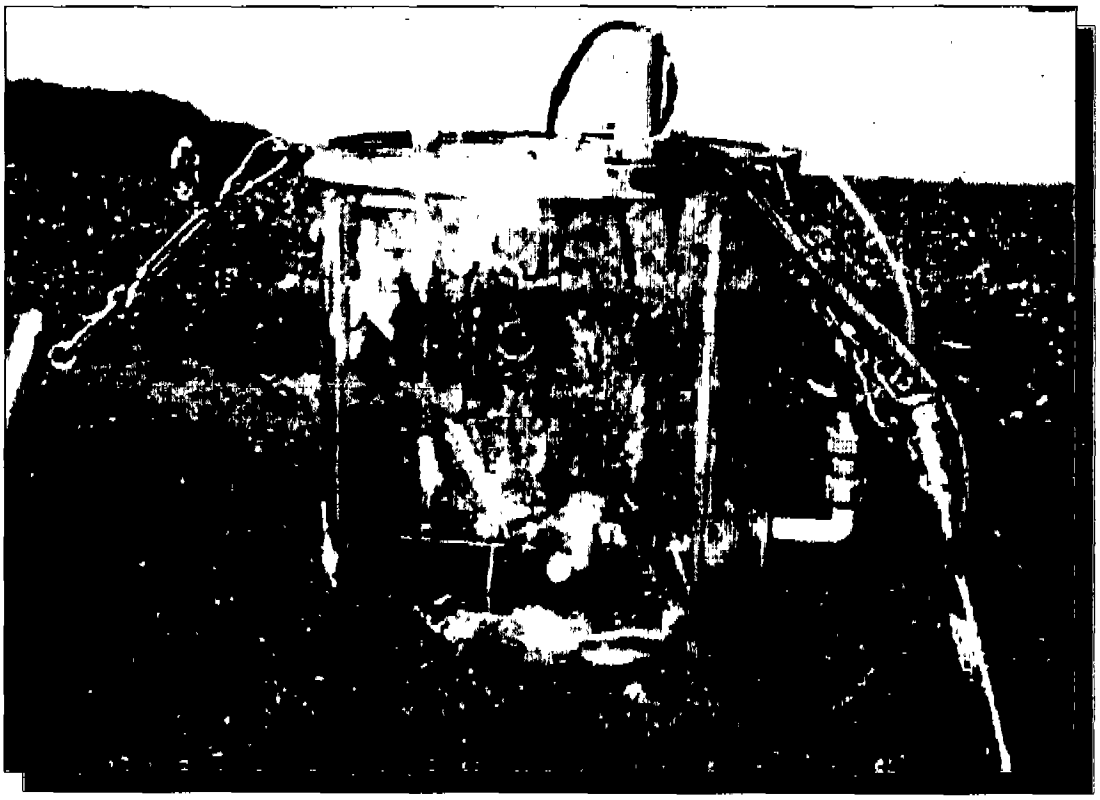


그림 4-31. 국내 갯벌에서 chamer를 이용하여 수질 정화 능력을 추정한 연구 사례.

▶ 국내의 경우 최근 들어 미생물의 분해율 및 환원성 세균의 밀도 등을 연구-기초 연구 시작

▶ 국외의 경우 습지의 기능별 구조에 따른 역할 규명, 탄소 순환 차원으로 산정 모델 개발

▶ 국외의 경우 장기간의 연구를 통해 습지로 유입되는 Chl-a의 양과 습지로부터 유출되는 양을 측정하여 습지에서 소실되는 양과 그것의 계절적 변화를 추정하는 연구를 수행한 사례 있음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 국외의 경우 영양염과 에너지 순환에 주요 기능을 담당하는 생물군의 functional group 별 분류 그리고 이를 바탕으로 시스템 내 유기물의 분해 능력을 추정하는 모형 연구 사례가 풍부함.

▶ 구미, 유럽, 일본 등의 경우 습지의 유기물 오염 정화기능을 추정하기 위하여 다양한 디자인의 현장 실험과 모형 연구를 다년간 수행한 바 있음

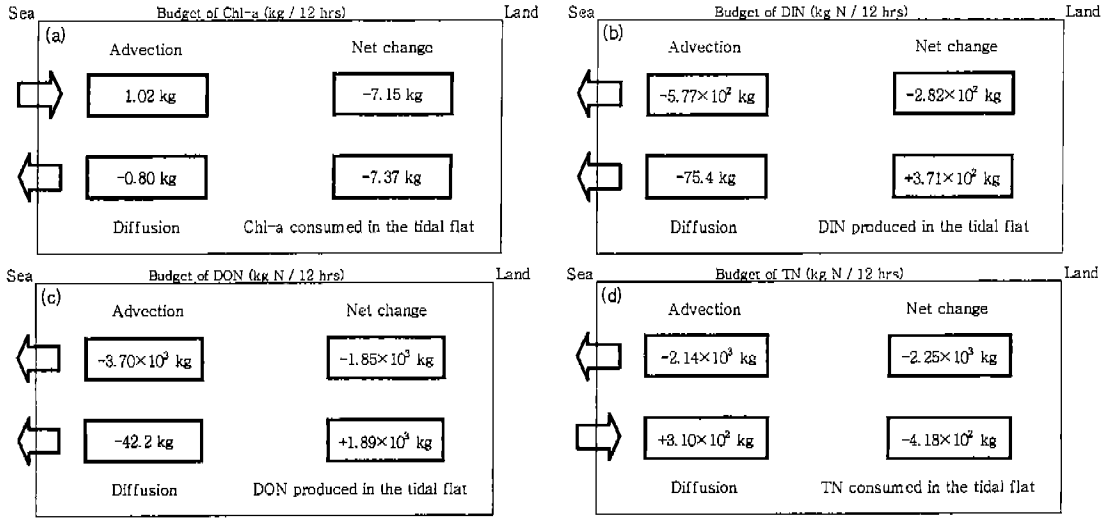


그림 4-32. 국내 갯벌에서 box model analysis를 수행하여 수질 정화 능력을 추정한 연구 사례.

(3) 기술개발 목표

▶ 습지 유형별 탄소, 질소, 인의 순환과정, sink/source 파악

▶ 다양한 유형의 습지 생태계 오염 정화기능을 추정하고 주요 기능군과 군집의 역할을 규명함

▶ 습지의 유기물 오염 정화기능 추정 모형 개발

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(4) 기술개발 내용

① 습지의 유형별 오염정화 기능

▶ 습지 내 영양 단계별 생산성과 energy budget 자료 수집 및 측정

특히 1차, 2차 영양단계별 먹이 선택성과 먹이원을 파악. 즉, 자가 섭식 방식의 경우 먹이원의 유입경로를 파악하여, 습지 기원성인지 외부 공급성인지를 파악한 후 역할에 따른 생산성을 비교

▶ 유기물의 습지 유입, 유출량 파악과 습지 내 유기물 저장고 (organic reservoir)의 크기와 variability 추정, 조절 요인 파악

외부 유입성 유기물의 양을 산정하여 갯벌내 유기물 총량 중 자체 생산량과 비중을 비교하고 또한 이들이 유입되거나 공급되는 경로를 파악

▶ 습지 내 주요 지화학적 작용에 따른 유기물 오염 정화기능 평가와 조절 기작 파악

미생물 분해에 의한 유기물 분해율을 비교

▶ 습지의 유형에 따른 유기물 오염정화 기능의 시공간적 패턴을 파악함

미생물에 따른 유기물 분해율과 1차 소비자에 의한 포식율 자료를 확보. 따라서 습지 유형별 미생물 현존량과 1차 소비자 현존량 추정 자료를 근거로 생물학적 오염 정화율을 산정

② 오염 정화 Key role species & community 규명 기술

▶ 주요 기능종과 우점종의 대사율, 생산력 추정

전체 생태계내 먹이망 구조에서 중요한 역할을 하는 우점종을 현존량 차원에서 선정. 이들을 대상으로한 개체군 연구를 수행하는데, 무게 변화 및 성장 단계를 근거로 한 생산력 평가 이외에 호흡율, 먹이 선택성, 먹이 소비의 시간적 변화 등 에너지 수지내 비중을 평가할 수 있는 자료를 확보

▶ 오염 정화에 있어 높은 중요성을 갖는 개체군과 군집의 시공간적 패턴과 조절 요인 파악

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

생물을 통한 유기물 제어량을 평가하기 위해 수행되는 방식으로 단위시간당 소비양을 추정하기 위한 모니터링을 위와 동일한 조건을 통해 실시

▶ 영양 단계별 에너지 수지 평가

주요 기능종의 생산성 및 개체군 정보가 확보 되면, 단계별 연관성을 포괄적으로 연계. 또한 영양단계별 우점종을 대상으로한 각 단계별 에너지 비중을 평가하고, 영양 단계내 에너지 이동량을 flow chart를 통한 수지도를 작성하여 각 습지 유형별 에너지 수지도를 도시화

▶ 생물 다양성과 오염 정화기능 간의 관계 연구

일반적으로 안정된 생태계 구조 평가방식으로 생물다양성을 추정하고 그러한 환경 변화폭이 해양에서 가장 큰 갯벌형태의 습지에서 생물다양성이 오염정화기능에 미치는 영향에 대한 검토가 전혀 이루어지지 않은 상태로 실제 습지 보전에서의 역할이 기능성인지 생태계 관리차원에서인지의 기준 평가가 이루어져야 함. 따라서 각 유형별 추정된 생물다양도와 생태계 구조별 오염 정화율을 비교 검토하여, 각 기능별 차이점과 습지 관리차원에서의 비중을 비교

▶ 생물과 지화학적 작용을 고려한 습지 오염물질 정화기능 추정 모형 개발

실제 습지에 유입된 유기물의 분해과정이 생물학적 요인에 의한 것인지 아니면 화학적 기작에 의한 것이진 그리고 각 요소별 역할을 평가. 이러한 평가 방식은 포괄적인 조사방식을 통한 장기적 또는 대규모적 기간 및 투자를 요구. 따라서 실제 연구 자료를 통한 기존 모형 및 시스템 분석을 통해 자료를 외삽하여, 유형별 역할을 비교

마. 생물다양성

(1) 정의와 필요성

▶ 습지 생태계 구성원에 대한 정량적, 정성적 자료 확보와 더불어 서식처의 기능(생산력, 오염정화 기능, 군집 구조의 안정성 등)과 직결되는 생물 다양성의 패턴과 조절 요인을 파악함

▶ 다양한 서식처의 환경 조건에 따른 서식처 내, 서식처 간 그리고 지역의 생물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다양성 변동을 예측하는 모형을 개발함

▶ 복원사업 주체 또는 공학 분야와의 공조를 통해 생물 다양성이 높은 서식처의 복원을 위한 최적의 지형(topography) 선택을 가능토록 하는 기술임. 훼손된 서식처의 복원 계획 수립 시 생물 다양성의 목표값을 설정하는 것도 가능해질 것임. 따라서 높은 다양성과 질을 갖는 서식처의 복원과 복원 과정에서 생물 다양성의 변화에 대한 관찰로부터 얻어질 수 있는 경험과 지식의 습득에 필수적인 기술이라 할 수 있음

(2) 국내외 기술 동향

▶ 복원 관련 연구 분야에서는 생물 다양성을 높은질의 서식처 (high quality habitats) 복원을 위한 주요 항목으로 분류하며 복원 예정 서식처의 생물 다양성 목표값 설정을 위한 기본 정보 파악이나 생물 다양성을 기준으로 복원 후 사후 모니터링에서 복원의 성공 여부를 판단하는 연구를 수행하고 있음

▶ 생물 다양성을 기준으로 장기간 (10년 이상) 복원된 서식처를 모니터링하며, 복원 이전과 이후의 자료를 비교하여, 복원의 효과를 제시함

▶ 국외의 경우 습지의 다양성과 그 조절 요인에 대해 좁은 범위에서부터 넓은 범위의 다양한 연구 사례가 있음. 해안의 습지와 관련된 연구에서는 사빈 (모래해변)을 대상으로 그 생물 다양성을 조절하는 해변 형태나 수리 환경의 관계를 파악하는 모형이 제시된 바 있음. 대체로 인과 관계의 파악에 집중되어 있으며 예측력을 높인 모형 연구는 많지 않음

▶ 국외의 연구 사례 가운데 담수 생태계에서는 강과 호수, 소하천, 도랑 등의 무척추 동물 다양성 (alpha diversity, species richness와 Shannon diversity)의 패턴과 예측을 위해 강력한 모형 기법인 인위적 계통의 네트워크 (artificial neural network) 기법을 이용하여 모형을 제시하는 사례 많음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

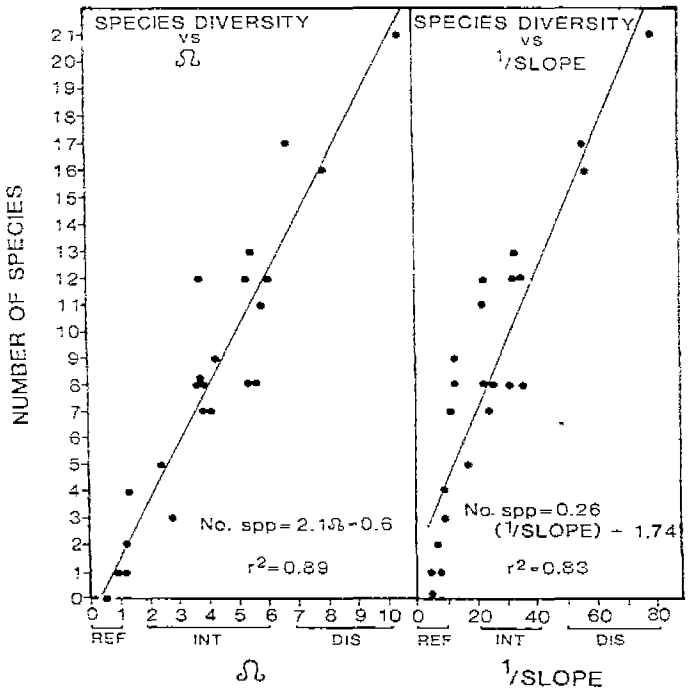


그림 4-33. 미국과 호주 그리고 남아프리카 등지에 분포하는 23개 사빈 습지의 저서동물 군집 생물 다양성 - 생물 다양성이사빈의 에너지 조건, 경사도 등과 같은 해변 형태와 상관성이 있다는 것을 보여주는 그림

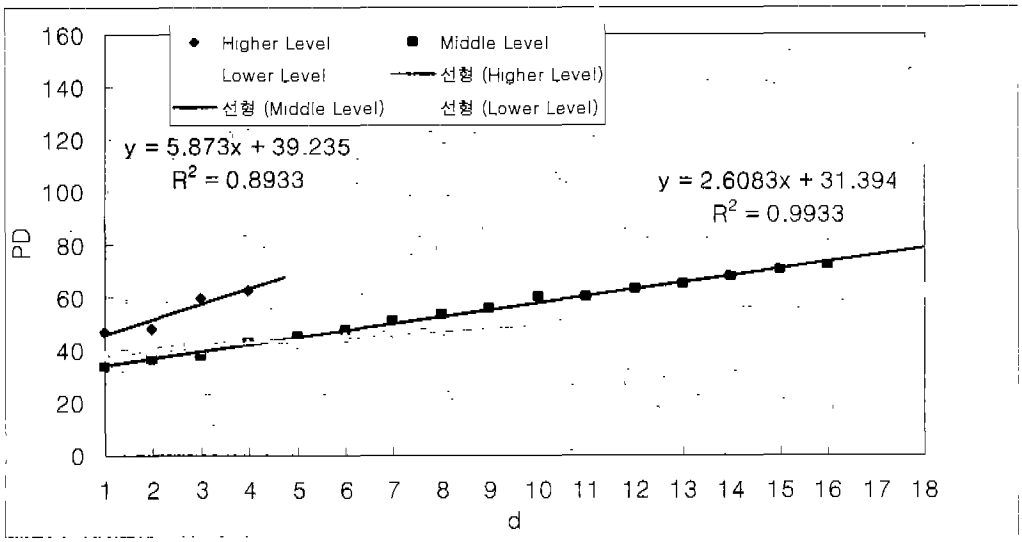


그림 4-34. 갯벌의 서식처 간 생물 다양성의 변동이 군집의 유형과 서식처의 조건에 따라 달라지는 것을 보여주는 연구 - 넓은 공간 내에서도 단순한 조성의 군집이 존재하거나 좁은 공간 내에서 조성이 크게 달라져 높은 생물 다양성이 나타날 수 있다. 이러한 차이를 유발하는 환경 요인에 대한 연구가 필요하며, 이는 습지 복원에 필요한 생물 다양성 연구 사례의 일부이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 국내의 경우 장기간 갯벌 연구를 통해 시공간적으로 갯벌 서식생물에 대한 자세한 조사가 이루어 졌으나, 동물 분류학 차원의 인력 부족으로 인해우점 생물군에 대해서만 집중적인 연구가 치우친 경향을 보임, 기존 갯벌 생물 군집의 연구에서 시공간적인 생물 다양성의 패턴에 대한 해석과 조절 요인을 탐색하는 연구가 매우 부족한 상태임

▶ 국내의 경우 대부분이 국지적인 범위에서의 다양성 패턴에 대한 연구이며, 비록 좁은 지리적 범위이긴 하나습지 다양성의 장기변동 패턴에 대한 연구가 수행된 바 있음. 다양한 조건에 적용이 가능한 강건한 모형의 제작을 찾기 위해서는 이러한 연구들이 좀더 높은 빈도로 다양한 환경의 습지에서 수행되어야 함

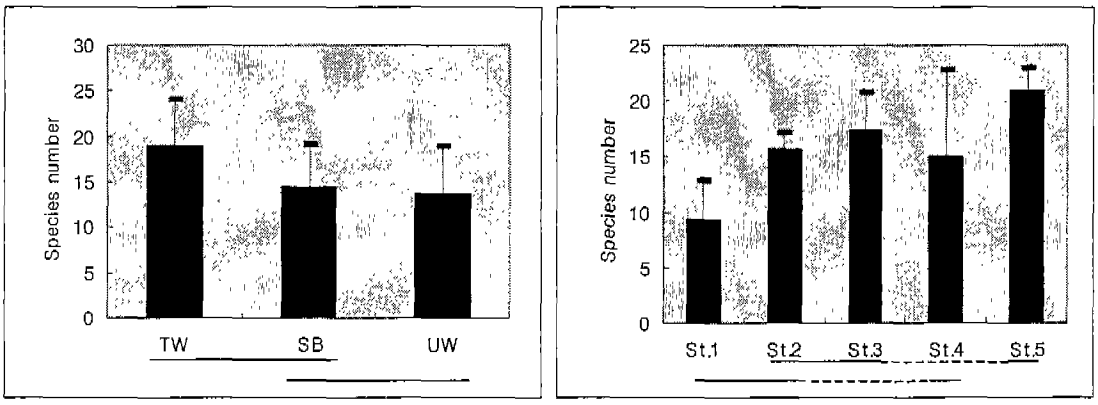


그림 4-35. 인천 영종도와 용유도 주변 갯벌의 생물 다양성 연구 사례 - 이 그림은 다양한 갯벌 지역과 지역 내 조위에 따른 생물 다양성 변화의 규칙을 찾기 위한 연구 결과의 일부이다. 습지의 생물 다양성의 변화무쌍한 패턴을 이해하고 조절 요인을 찾기 위해서는 이와 같은 유형의 연구가 보다 빈번하게, 보다 다양한 유형의 습지에서 행해져야 한다.

(3) 기술개발 목표

▶ 생물 다양성이 높은 서식처를 복원하기 위한 모형의 개발에 필요한 핵심 기술과 정보는 아래와 같음

- 다양한 유형 습지의 알파, 베타, 감마 다양성 파악
- 다양성 조절 요인 규명
- 습지 유형별 다양성 예측 모형 개발

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

- 생물다양성 강화 기술

▶ 공학적 설계와 연계하여 복원 목표 서식처의 생물 다양성을 예측하여 복원 성공 여부의 기준으로 삼거나 여러 설계 방안 중 최적의 것을 선택하는 기준으로 활용 가능한 모형을 개발함

(4) 기술개발 내용

① 다양한 유형 습지의 알파, 베타, 감마 다양성 파악

▶ 습지 유형별 서식생물 목록(inventory) 작성

다양한 유형의 습지에서의 다양성을 파악하기 위해서는 우선 각 습지에서 나타나는 종에 대한 목록 작성이 필요하다.

▶ 다양한 환경 조건의 습지에서 알파, 베타, 감마 다양성의 변동 양상을 파악

다양성은 크기에 따라 알파, 베타 , 감마 다양성으로 나누어지며, 알파 다양성은 한 지역 (또는 정점)안에서의 종 다양성으로, 특정 지역 다양성 (Local diversity)이라고도 한다. 베타 다양성은 지역(또는 정점)에서 지역 (또는 정점)으로의 종조성의 변화를 나타내는 것으로 종 회전 (species turnover)이라 부르며, 감마 다양성은 가장 넓은 범위로 서로 다른 local diversity를 포함한 다양성으로 넓은 지역 다양성 (regional diversity)라고도 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

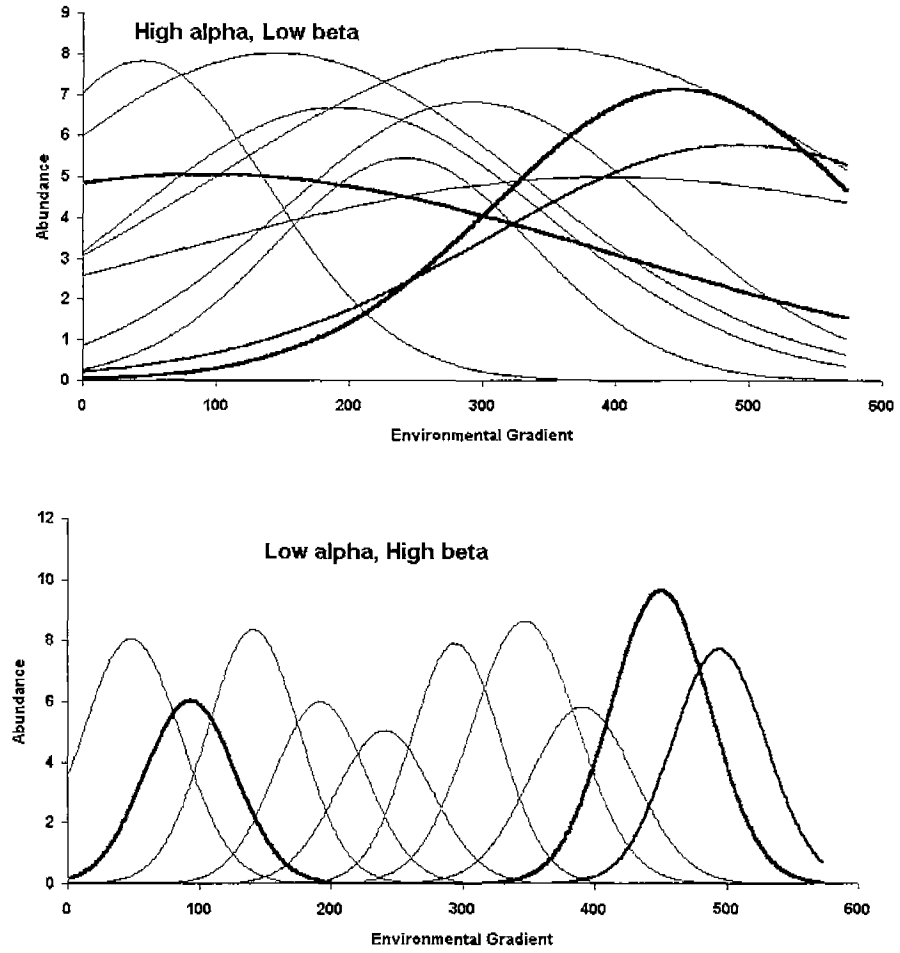


그림 4-36. 다양한 환경에서의 알파, 베타, 감마 다양성의 변화 양상

② 다양성 조절 요인 규명

▶ 개체군별 서식생물의 밀도와 생태계 내 지위에 관련된 자료 정리

▶ 주요 개체군의 기능과 지위 그리고 다양성에 미치는 개체군 별 promotional effect 진단을 통한 개체군 자료의 생태학적 독성 범주화

▶ 생물다양성에 영향을 미칠 수 있는 환경 변수 선정 및 측정 방법 표준화

③ 습지 유형별 다양성 예측 모형 개발

▶ 유형별 다양성 비교 후 환경 모니터링 자료를 바탕으로 다양성을 예측할 수 있

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

는 모형 개발

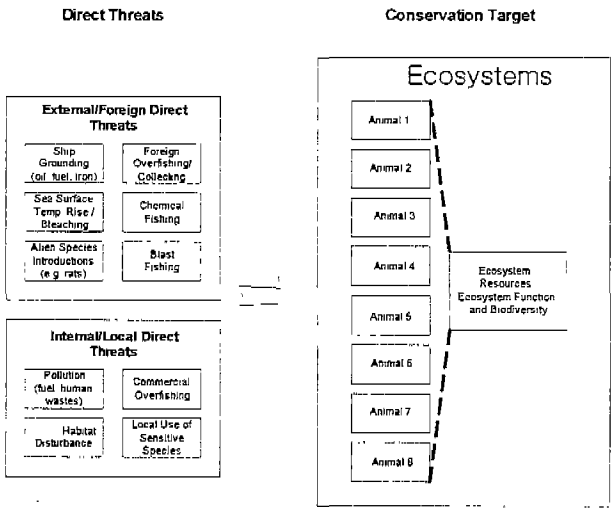


그림 4-37. 생태계에서의 종 다양성 예측 모형

▶ 다양한 측면에서의 예측 모형의 타당성 분석, 적용 범위 검토

④ 생물 다양성 강화 기술

▶ 다양성 유지와 확보를 위한 환경 조건 파악

▶ 서식처 조성에 따른 생물 가입 조건 규명

▶ 개발된 다양성의 예측 모형을 이용하여 높은 생물 다양성의 서식처를 설계하는 기술을 개발함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

바. 생물 생산

(1) 정의와 필요성

▶ 갯벌의 경제적 기능을 부각하여 안정된 생태계 구조 하에 산업성을 부가하기 위함

▶ 습지의 특징인 높은 생물 생산력을 추정하고 그 특성을 파악하는 연구를 수행

▶ 생물의 군집 생산력이 높은 습지를 복원하기 위하여 반드시 개발되어야 할 기술임

▶ 주요 산업종의 적정 서식처 설계를 위하여 반드시 개발되어야 할 기술임

▶ 습지를 이용하는 회유성 조류나 어류 등에게 충분한 먹이를 제공할 수 있는 서식처를 설계하는 데에 있어 반드시 필요한 기술임

(2) 국내외 기술 동향

▶ 국내의 경우 습지 내 고유생물 중 산업종에 대해서는 개체군 연구가 활발히 진행되었음

▶ 국내의 경우 인공적으로 조성된 조하대 역 해조장의 저서동물 군집 2차 생산력이 타 서식처에 비해 상대적으로 증가하였음을 보고한 사례가 있음 (동해수산연구소, 2002)

▶ 국내의 경우 경기만이나 태안이나 여수 등지의 조하대 해역을 대상으로 대형 저서동물 군집의 2차 생산력을 추정, 이들과 관련된 correlative agents를 파악하였음

▶ 대체로 국내의 경우 제한된 지리적 범위 내에서 추정과 비교 연구가 이루어짐

▶ 국외의 경우 생태계 단위 차원에서의 탄소량 기반의 생산성 규명

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 국외의 경우 수십 개의 호소를 대상으로 어류의 어획량이나 현존량의 패턴 파악과 예측을 위한 모형 연구가 수행된 바 있음

▶ 국외의 경우 저서동물 군집에 대한 2차 생산력 추정과 생산력이 높은 서식처를 파악하는 연구 사례가 풍부함

▶ 국외의 경우 다양한 서식처의 대형 저서동물 군집을 대상으로 allometric equation이나 empirical model을 이용하여 서식처의 2차 생산력을 추정함

▶ 국외의 경우 다양한 갯벌 또는 습지의 생산력을 low, medium 그리고 high의 3가지 수준으로 범주화하는 연구 사례 있음

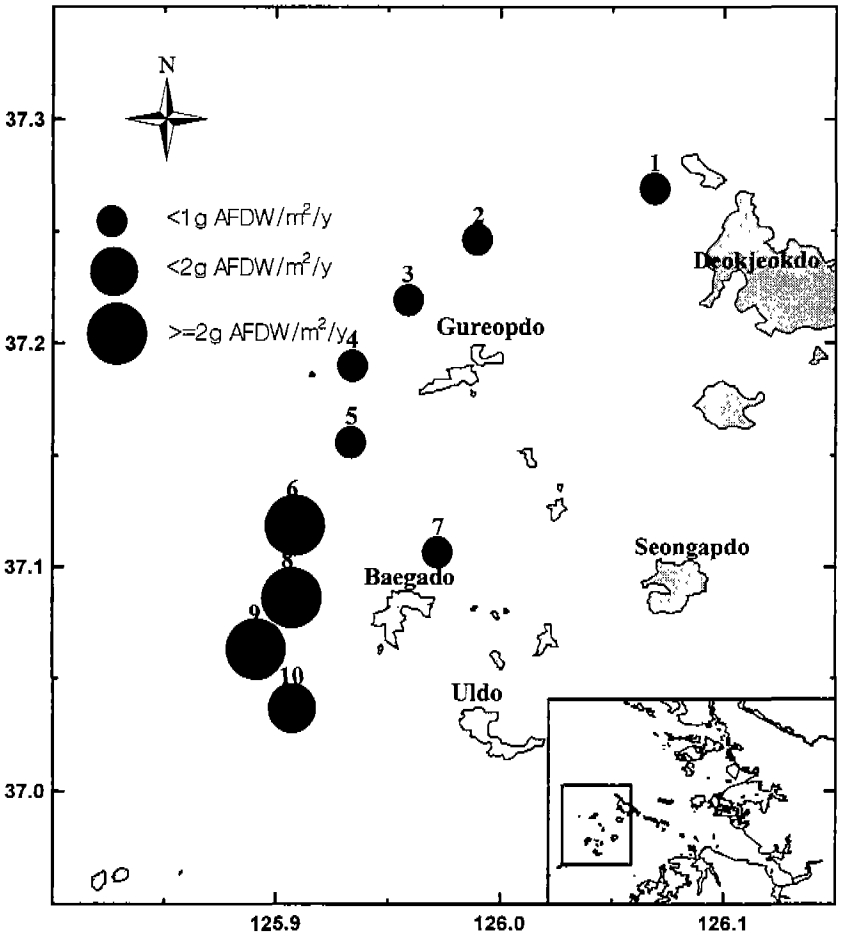


그림 4-38. 국내 연안역에서의 저서동물 군집 2차 생산력 추정 연구 사례 ((주) 한국연안환경생태연구소 제공). 이와 같은 방법으로 습지의 2차 생산력, 특히 대형저서동물 군집의 2차 생산력을 측정하고 데이터베이스화하여 패턴과 예측이 가능한 모형을 설계하는 것이 필요하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(3) 기술개발 목표

▶ 습지에 가입된 생물의 안정된 성장을 통한 생산성 증대를 모색하고, 특히 산업종의 서식량을 증대시킬 수 있는 방안을 정립

▶ 습지 저서생물 군집의 2차 생산력을 추정하고 이를 조절하는 요인을 규명하고 서식처 유형에 따른 예측 모형을 개발함

▶ 조류나 어류의 급이장으로서 이들의 높은 서식밀도를 지탱할 수 있는 습지를 복원하는 기술 개발

(4) 기술개발 내용

① 대형생물 군집의 2차 생산력 추정

▶ 다양한 유형의 습지에서의 정량 조사를 통한 저서동물 군집 자료 수집
영양단계별 분리를 통해 차후 먹이망 구조를 통한 생산량 추정에 따른 에너지 수지를 평가하기 위한 기초 자료를 습득.

▶ 군집차원에서의 bulk production 산정 기술 검토와 문헌 정보 수집
기존 연구 방식은 대상지역내 산업종 중 우점종을 대상으로한 생산력 만을 추정해 옴. 따라서 군집을 대상으로 한 종합적인 현존량 자료를 추정함으로서 먹이망내 에너지 수지를 및 탄소 이동량을 평가하여야 함

▶ 국내의 다양한 습지의 저서생물 군집 2차 생산력을 추정함
군집내 생물 2차 생산량 추정에는 다양한 방식이 소개되어 있음. 우선적으로 단위시간당 생물 성장률 평가를 위한 정기적인 모니터링이 필요하며, 성장 패턴을 파악할 수 있는 성장 모델 적용을 고려하여야 함. 기존 연구 방식은 주로 일본 사례를 들은 von Bertalanffy 방식을 주로 이용하였으나, 생물마다 성장 특성을 고려한 엄격한 모델 평가 방식을 적용하여야 함. 따라서 포괄적인 단위생산력 추정을 통하여 갯벌에 이입되는 포식자 및 1차생산력과의 연계성을 검토하여 갯벌 구조에 따른 먹이망 및 에너지 수지를 작성함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

② 대형생물 군집의 2차 생산력 추정 기술

▶ 다양한 습지에서의 2차 생산력 추정치를 비교하고 이를 바탕으로 2차 생산력을 예측하고 생산력이 강화된 서식처를 설계할 수 있는 모형을 개발함

우선적으로 포괄적인 생산성 평가 기술을 정리함. 비록 습지유형별 추정방식이 다르다 하더라도 정량적인 분석 기법을 비교 검토하여야 함. 단위시간별 평가 기준을 선정하여 단위 통일이 우선적으로 고려되어야 함

▶ 추정 모형의 타당성 분석

추정된 생산력 추정 모형을 선정하여, 각 군집별 자료를 적용함. 한편, 적용된 자료의 흐름과 경로를 파악하고, 이들의 적용 방식을 검증하기 위한 시간별 현자 자료를 측정하여 대비함. 이들의 모형 변화량을 추적하여 기존의 연구사례에 따른 추정치와 비교하여 모델의 적합성을 평가한 후 각 습지 유형별 적정 모형을 선정함.

③ 미생물과 중형생물 생산력 추정 기술

▶ 습지 내 미세조류의 생산력 추정과 조절 요인의 파악

미세조류의 분포와 현존량 자료를 토대로 1차 생산력 추정을 시도함. 또한 습지유형별 추정된 생산량을 비교하고, 특히, 기존 연구 자료에 따른 생산성 변화와의 차이점을 검토하여 각 유형별 생산성 조절 요인을 파악함.

▶ 해안습지 우점 미생물과 중형생물 군집의 현존량 추정을 위한 생체량 측정

습지유형별 정량적인 현존량을 일정기간 조사하여 단위 시간,면적당 생산량 추정 추정방식은 기존의 연구 사례를 검토하여 선정하지만 다양한 기법의 적용을 통한 시간별 생산성 추이를 파악한 후 비교함

▶ 중형생물 군집의 섭식 및 호흡량 실험을 통한 우점 분류군의 2차 생산력 측정

먹이망내 에너지 수지 파악을 위한 포식 현황과 호흡량을 통한 net productivity 평가를 위한 실험으로 기존의 생산성 추정 방식을 보조하는 자료를 확보하는 과정임

▶ 해안습지 유형별 중형생물과 대형 생물 간의 에너지 흐름에 관한 고찰

앞서 추정된 2차 생산력 자료에 미생물과 중형동물의 1,2차 생산성 자료를 대비

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

함 중형동물의 경우 1차 또는 2차 생산성의 혼재된 동물군으로서 각 역할별 생물학적 지위를 평가하는 것이 전체 에너지 수지 평가에 중요한 자료가 됨. 따라서 생태계 지위별로 검토한 후 종합적인 에너지 수지 및 먹이망을 평가할 수 있는 systematic ecology flow를 도식화 함

④ 습지 생물 생산 기능 강화 기술

▶ 해안습지 유형별 대표적 우점생물의 생산력 강화를 위한 환경 조절 실험을 통해 생산 기능 강화를 위한 환경 조성 기술 연구

평가된 단위생산력과 에너지 수지를 통한 에너지 흐름을 파악하여, 각 먹이 단계별 생산성 손실과 에너지 전이율을 선정. 산정된 에너지 전이율에 따른 자원 가입량과 유효 자원 확보양을 추정하여. 이들이 조절되는 요인을 평가. 각 단계별 평가된 에너지 보완 공간의 산업종 이입 방안을 검토하여 생산성 향상을 위한 방안을 제시

사. 물새류 서식지 기능 개선

(1) 정의

▶ 람사협약 이후, 물새류 서식지로서 국제적으로 중요한 습지의 가치를 평가함.

▶ 국내 연안 습지는 조류의 서식처 및 중간 기착지로서 그 중요성이 널리 알려져 있으나, 많은 지역에서 개발에 따른 서식지 훼손이 발생하고 있음.

▶ 습지 생태계 내 영양단계 중 최종 소비자로서 대부분의 조류가 위치하여 습지 생태계의 균형을 유지하고, 건강성을 판단하는 중요한 척도가 됨.

▶ 갯벌, 사구, 하구역 등 해안습지의 유형에 따른 조류 서식 실태와 생태적 특성을 파악하여, 훼손된 서식지에 대한 대체 습지를 복원하는 기술 개발을 의미함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 국내외 기술 동향

▶ 현재 습지와 관련된 국내 조류 연구동향은 연안 주요 철새도래지에 대한 모니터링이 연차적으로 진행 중이며, 천연기념물 실태조사 및 보전방안에 대한 연구가 진행 중이며, 인공 조성한 소규모 습지를 통해 조류 서식지 다양성 증대에 관한 시도가 있었음.

▶ 물새류는 동아시아 철새이동경로(flyway)를 따라 국가간을 이동하기 때문에 이들의 보호와 생태연구를 위하여 국제습지보존협회(Wetland International) 산하에 두루미 보호 네트웍, 도요새 보호 네트웍 그리고 오리·기러기 보호 네트웍의 3개 네트웍을 조직하여 동아시아·호주간 국제협력을 강화하고 있음.

▶ 국외의 경우 조류 서식지에 대한 각종 법령을 통하여 습지에 대한 개발과 훼손을 엄격히 규제하며, 습지 서식 조류에 대한 국제적 협력을 통한 대규모의 연구가 이루어지고 있으며, 특히 탐조원이나 자원봉사자들의 참여로 인한 연구를 통해 집중적인 연구 이루어짐

(3) 기술개발 목표

▶ 조성되는 대체습지의 생태적 안정을 통하여 물새류 서식 기능의 강화 기술 개발

▶ 해안습지에 서식하는 물새류의 다양성 증가

▶ 국가간을 이동하는 철새를 보호하기 위하여 네트웍 활동을 통한 국제협력 강화

(4) 기술개발 내용

① 서식처 유형별 조류 군집 특성 연구

▶ 조류 군집 특성과 관련된 한국 연안 습지 유형을 분류, 구분하며, 유형별 서식 조류의 시기별 도래, 번식 양상 등을 연구하고, 조류 군집 구성과 특성을 비교, 연구함으로서 대체습지 생태계 조성 기술 개발의 기반을 마련함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 습지 유형별 서식 조류의 특성 연구

1) 대표적 습지 유형 구분 예

i) 해안 갯벌: 구성 습지- muddy, sandy mudflat. shallow water

ii) 해안 사구: 구성 습지- 사주, 초지, 배후습지(석호와 marsh, peatland)

iii) 하 구 역: 구성 습지- water(deep, shallow), marsh(salt, alkaline 등), tidal mudflat, swamp

iv) 연안 인공 습지: 구성 습지-농경지(논 위주), 저수지(water, marsh 등)

2) 습지 유형별 조류 구성 및 계절별, 시기별 도래 양상 조사

3) 유형별 조류 서식 밀도의 시기별 변화 및 비교

4) 유형별 조류 번식 적합지역의 특성 연구

▶ 습지 유형별 서식 조류의 군집 비교 연구

1) 습지 유형 별 서식 조류 예

i) 해안 갯벌: 섭금류, 백로류, 갈매기류의 먹이터(feeding site)

ii) 해안 사구: 물떼새류, 제비갈매기류의 번식처(breeding site)

iii) 얕은 수역(shallow water): 오리류, 고니류, 물닭류의 먹이터

iv) 소택지(marsh): 기러기류, 두루미류, 참새목 조류(warbler)의 먹이터

v) 산림 소택지(swamp): 참새목 조류의 먹이터 및 번식처

vi) peatland(fen과 bog): 도요류, 참새목 조류의 먹이터 및 번식처

vii) 논: 백로류, 뜸부기류, 도요류의 먹이터 (여름), 기러기류, 오리류의 먹이터 (겨울)

2) 조류 별 서식 특성 비교 연구

3) 습지 유형별 조류 분서, 경쟁, 포식 등의 상호 작용 연구

4) 유형별 조류 군집의 구성원과 관계 연구

5) 지역에 따른 서식 조류 군집의 차이

-지리적, 상대 면적, 연계성, 생산성 등 고려, 서식환경의 차이 연구

6) 인간의 간섭 정도, 공존 가능성과 공간 등에 대해 연구

② 먹이 자원 관련 분포 양상 연구

▶ 습지 유형별 조류의 먹이 자원의 종류를 파악하고, 조류의 섭식과 의존 관계 등을 연구하고, 시기적 변화를 이해함으로서 대체 습지 생태계의 로드맵 구성에 중요 기반설계 자료로 활용한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 습지 유형별 먹이 자원 조사

1) 습지 유형 별 대표적 조류 먹이 자원 예

i) 식물성 먹이자원: marsh-사초과 식물(Scirpus), shallow water-침수성, 부엽성 식물

ii) 저서 무척추동물 자원: mudflat, marsh-갯지렁이, 이매패류, 갑각류

iii) 어류 자원: deep, shallow water-연안, 회유성 어류

iv) 곤충 및 절지동물 자원: swamp, marsh, peatland-인시목, 파리목, 거미류 등

v) 기타 먹이 자원

2) 습지 유형별 먹이 취식 조류와 섭식 행동 패턴 연구

3) 습지 유형별 조류의 먹이 자원 의존 및 이용 관계

▶ 서식 조류 종류별 주 먹이 자원 이용 조사

1) 조류별 주 먹이 자원 예

i) 식물성 먹이자원: 두루미류, 기러기류 - 사초과 식물.
오리류, 고니류, 물닭류 - 침수성, 부엽성 식물

ii) 저서 무척추동물 자원: 도요, 물떼새류, 갈매기류

iii) 어류 자원: 백로류, 저어새류, 도요류, 갈매기류

iv) 곤충 및 절지동물 자원: 참새목 조류

2) 조류의 위 내용물, 토한 내용물, 배설물 등을 통한 주 먹이원

3) 조류 먹이 자원의 계절적, 시기별 변화와 조류 이주, 이동 패턴

③ 조류 서식처 조성 기술

▶ 습지에 도래하는 조류의 도래원인 파악한 후에 습지 유형별 및 지역 특성에 생태적으로 적합한 습지를 조성 및 개발하여 장기적으로 보전 관리해 나감. 이를 위한 습지 조성 기술을 개선하거나 창출할 필요가 있음.

▶ 조류 서식 환경 인자 및 이주 요인에 대한 연구

1) 조류 서식 환경 요인 예

i) 휴식처(roosting site): sand dune, tidal mudflat, water(수면 위), marsh 등

ii) 먹이터(feeding site): mudflat, water, marsh, 논 등

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

iii) 번식처(breeding site): sand dune, marsh, swamp 등

iv) 이동경로(migration route): 서해안

2) 습지 유형별 최적의 조류 서식 환경 설계-다양성, 풍부성 측명

3) 이주(migration)성 조류의 중간 기착지로 조성 기술 연구

4) 조류 서식처 조성을 위한 유형 별 습지 조경 계획 연구

5) 조류의 서식 및 인간과의 공존을 위한 환경 및 활용방안 개발

▶ 인공습지 조성을 통한 조류 서식지 유도 연구

1) 습지 유형별 조류 서식 환경 조성의 예

i) 해안 갯벌: 휴식처(roosting site) 조성 - 인공 염습지, 인공 염전, 인공 섬(sand dune) 조성.

ii) 해안 사구: 먹이터 및 번식처 조성 - 배후 습지로 인공 석호와 marsh 조성.

iii) 하구역: 휴식처 조성 - 인공 섬. tide와 물 흐름에 영향이 적은 mudflat.
먹이터 조성 - 울방개논. 조류먹이논
번식처 조성 - 배후 습지로 수위 변동 적은 marsh 조성.

iv) 연안 인공 습지: 번식처 조성-논과 저수지 사이에 marsh, swamp 조성.

2) 습지 유형별 이용 조류의 최적, 효율적 대체 습지 조성안 연구

3) 간척지에 인공 호수, marsh 조성 후, 조류 유입 시도 및 지속적인 천이 과정 연구

5. 서식처 조건과 생태계 기능 간 예측 모형 제작

가. 정의

▶ 대체 습지 조성을 위한 모니터링 자료를 토대로 DB를 구축한 후, 실제 조성 이후 생태계 구조 변화 및 천이과정을 예측할 수 있는 기법을 작성

나. 국내외 연구동향

▶ 외국의 경우 유형별 생태계 구조 및 환경 변동을 장기간 모니터링 하여 생태계 및 환경 특성을 파악하고 있으며, 이러한 노력은 현재까지 지속적으로 수행하여

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그 변동 계수를 줄여나가고 있음

▶ 아직까지 서식처 조건에 따른 생태계 기능을 평가하는 데 그치고 있으며, 예측 가능한 모델을 일부 제시하고 있으나 통계적인 기반을 치중하여 예측시기가 전체 모니터링 기간의 약 10%정도에 미치고 있어 현재까지도 제안 수준에 그치고 있음

▶ 국내의 경우 갯벌 연구시 최종 연구목표로 위와 같은 표제를 제시하고 있으나 아직까지 자료 환경 및 생물 종 목록 정리 수준에 그치고 있음

다. 연구 목표

▶ 대체습지 조성에 따른 생태계 천이과정 및 궁극적으로 자연 환경과 유사한 조건을 유지할 수 있도록 최적 모델을 제시함

라. 연구 내용

▶ 유형별 서식처 조건 관련 자료 DB화

▶ 유형별 생태계 구조 및 기능 정립

▶ 선진 연구결과를 검색하여 예측 모형 자료 확보

▶ 각 모델별 검증을 통한 적정 모델 선정 및 수정

▶ 예측모형 제작 후 검증

6.. 유지관리 및 모니터링

가. 목적

▶ 대상해역에서의 위와 같은 모니터링 자료를 근거로 적정 습지 형태를 선정한 후 인위적 조성을 통한 자연습지와 유사한 환경을 유지하기 위한 관리 방식 및 모

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

니터링을 통한 조성 방식 확립

▶ 모니터링을 통하여 예측의 bias를 관찰하고 원인을 추정

▶ 생태계 parameters의 예측과 모니터링을 통해 성공적 복원의 시기를 추정

나. 국내외 연구동향

▶ 외국의 경우 대체 습지 조성 후 유사 대조구를 선정하여 동시에 지속적 모니터링을 실시하고 습지조성시스템의 PROCESS를 수정·보완해 가고 있음

▶ 습지 조성을 위해 유형별 특성 분석뿐 아니라 신규 조성, 훼손된 지역 조성, 자연습지 확대를 위한 조성 등 습지 현황을 고려하여 연구하고 있음

▶ 국내의 경우 위에 제시한 생물, 생태학적 연구 기반은 아직 확립되지 않고, 공학적 개념을 도입한 인공갯벌 조성 연구가 수행되고 있음

▶ 육상 호소생태계 위주의 습지 복원이나 관리를 위한 연구가 수행되고 있음 (수질관리차원에서 팔당 부근, 환경연구원)

다. 연구 목표

▶ 대체 습지의 효율적 조성과 생태학적 차원에서 대상 자연 습지와 유사한 형태의 천이과정을 가질 수 있는 최적의 습지 조성 기법을 확립

▶ 대체 습지 조성 후 장기간의 모니터링을 통하여 변화 과정에 대한 관찰을 통하여 조성 전 예측 범위 밖의 돌출 현상에 대한 연구 경험을 축적하고 습지 조성 연구의 predictability를 높임

라. 연구 내용

▶ 연구 자료를 토대로 한 대상 해역에 맞는 대체 습지 조성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▶ 기존 연구 결과의 검증을 위한 모니터링 기법과 측정 변수 선정

▶ 대체 습지 조성 후 서식처와 주변 생태계의 생물학적 components와 환경 요인의 변화에 대한 장기간 모니터링

▶ 대조구를 선정하여 동시 조사 수행, 예측 모형의 신뢰도 평가

▶ 유지 관리 기법 선정

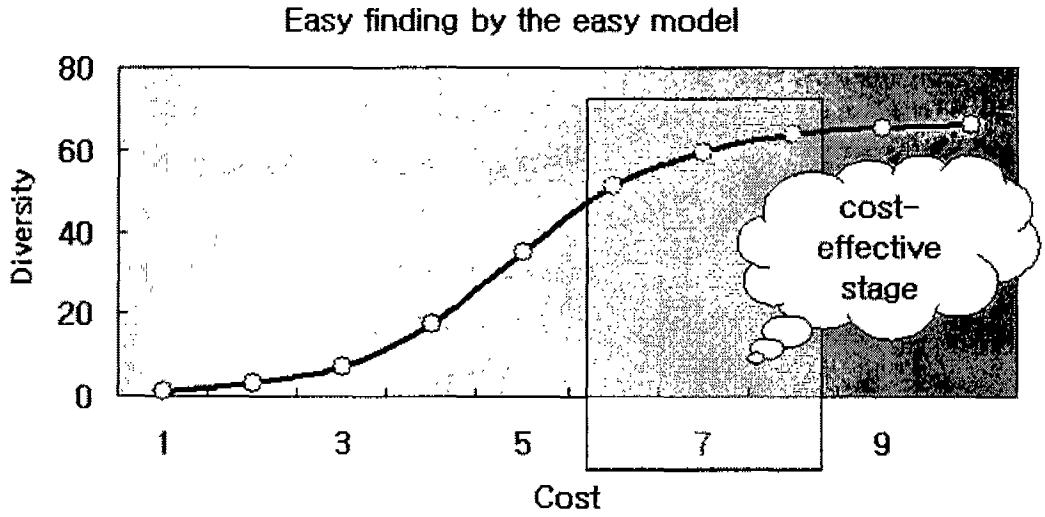


그림 4-39. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 - 생물 다양도의 측면에서 가장 효율적인 서식처의 조성 조건을 설계하는 것이 가능해짐

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

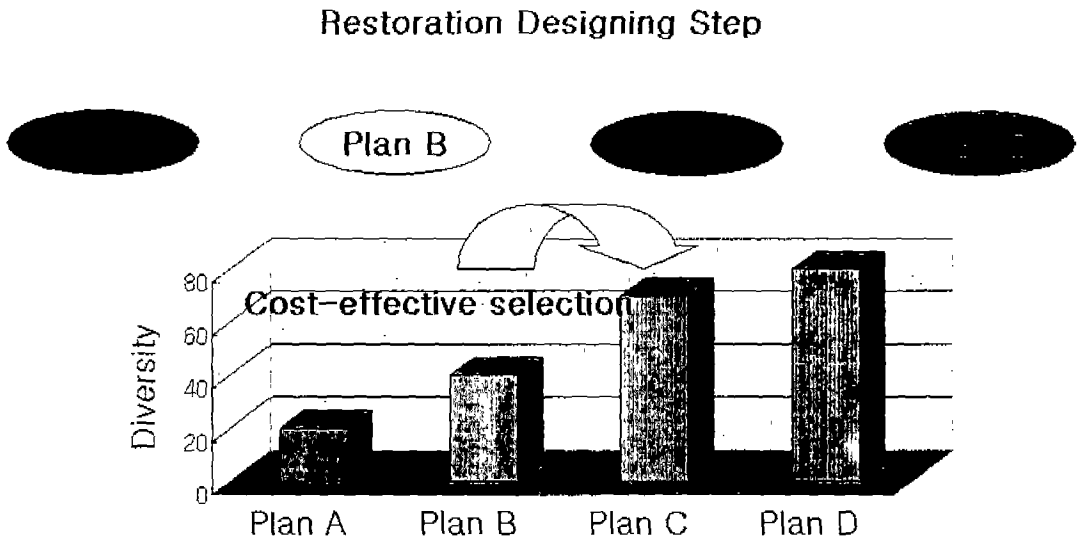


그림 4-40. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 - 생물 다양도의 측면에서 여러 습지 조성 설계안 가운데 가장 효율적인 것을 선택하는 것이 가능해짐

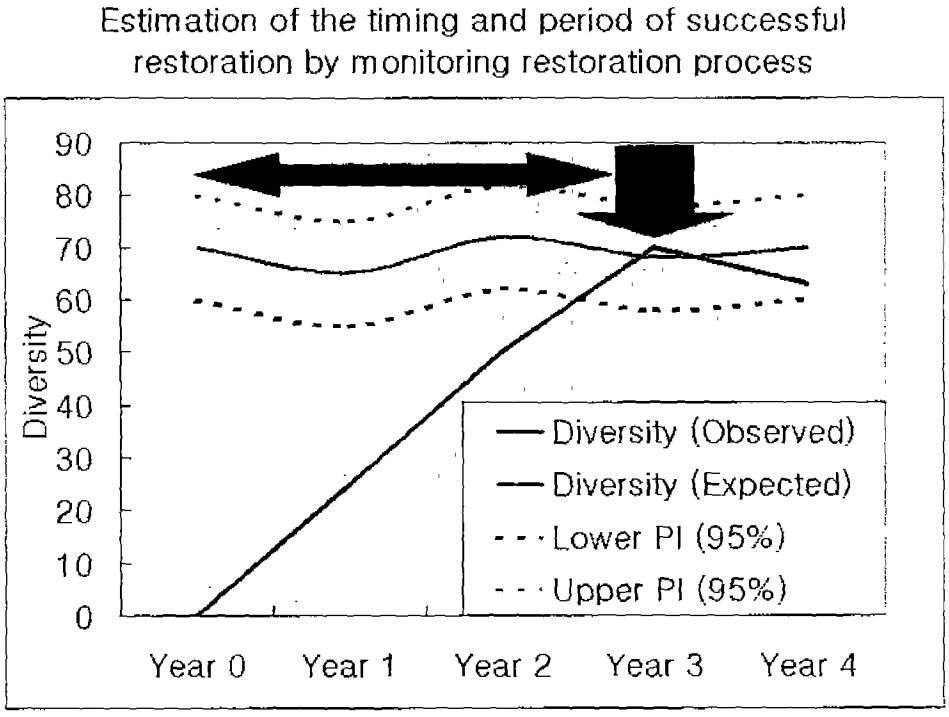


그림 4-41. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 - 생물 다양도의 측면에서 성공적 복원 시기를 측정하는 것이 가능해짐

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

7. 공학적 대체습지조성기법에 생물학적 개념 적용

가. 정의

▶ 대체습지 예상 지역에서 공학적 설계와 연계하여 생태적 대체습지 조성을 위한 생태적 정보를 제공하여 성공적인 대체습지조성기법의 모형과 개발

나. 국내외 연구동향

▶ 국내의 경우 대체습지 예상지역에서의 생태계를 파악하여, 생태학적 대체습지조성을 위한 모형 연구는 미비함.

▶ 국내의 경우 훼손된 습지에서 인공적인 퇴적물 집적 시설을 설치하여 습지복원 연구 사례는 진행되어졌음 (한국해양연구원 2002, 2003).

▶ 국내에서의 대체습지 조성 사례 (예, 시화호 매립에 따른 반월천 인공습지 조성과 동화천 인공습지 조성)는 단순한 공학적 설계 개념을 바탕으로 되어있어, 습지조성 후 많은 문제점이 도출 되어 지고 있음.

▶ 국외의 경우, 습지 조성 지역의 생태적 연구를 바탕으로 조성 지역에 적합한 모형을 채택하여 습지를 조성한 사례는 많음.

다. 연구 목표

▶ 유실되어질 습지 지역과 습지조성 예정 지역 주변의 생태계 조사

▶ 습지조성 예정 지역에서 지향하는 기능에 적합한 생태계 조성 수립 (대상 생물종 선정)

▶ 생태계 조성 (대상 생물 종)에 필요한 생물 및 환경 요인 파악

▶ 생태적 대체습지조성기법의 개념적 적용

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

라. 연구 내용

(1) 유실되어질 습지 지역과 습지조성 지역 주변의 생태계 조사

▶ 유실되어질 습지 지역에서의 습지 이용현황에 대한 전반적인 생태계 조사를 실시함
- 유실되어질 습지 지역의 이용 현황: 예를 들면 해수욕장, 어업 생산, 조류서식 등
- 유실되어질 습지 지역의 생물학적 정보 파악: 생물의 밀도, 종 다양도 및 생산량 파악
- 습지조성 지역의 이용 현황, 지역의 요청 및 규제조건 파악
- 습지조성 지역 주변의 생물학적 정보파악: 생물의 분포, 밀도, 종 다양도 및 생산량 파악

(2) 습지조성 지역에서 지향하는 기능에 적합한 생태계 조성 수립

▶ 습지조성 지역의 생태계 자료를 바탕으로 조성되어질 습지가 지향하는 습지의 기능을 수립: 습지가 지향하는 습지의 기능은 은신처 보육장 및 섭이장 기능, 습지의 오염정화 기능, 습지의 생물생산 기능, 조류 서식 기능을 포함함

▶ 지향하는 기능에 적합한 대상 생물 종 선정: 습지의 기능에 따라 이에 적합한 대상 생물 종은 다양하며, 습지의 조위에 따라 생물들의 분포가 다르게 나타나기 때문에 조위에 따른 생물의 대상분포 파악 필요함. 일반적으로 조위에 따라 4 지역 (조간대 상부, 중부, 하부 그리고, 조하대 지역) 또는 2 지역 (조간대 지역과 조하대 지역)의 생물대로 구분 할 수 있음.

(3) 생태계 조성 (대상 생물 종)에 필요한 생물 및 환경 요인 파악

▶ 생태계 조성에 필요한 대상 종들의 개체군 특성을 파악하여, 습지 조성 시 반영함: 생물의 개체군 특성에는 종의 생활사 패턴, 섭식특성, 서식에 적합한 저질 및 수질 특성이 있음

▶ 대상 종들이 새로운 습지 환경에 적응하고 생존에 필요한, 먹이 조건 및 종들

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

간의 상호작용 요인과 환경요인을 파악하여 지속적인 유지가 필요함

표. 4-17. 주요 양식생물의 개체군 특성 및 서식 조건 (국립수산과학원 자료제공)

종명 (일반명)	학명	서식			산란		먹이	양식적지	
		서식지	수온	수명	산란기	산란적온		수심	저질
갯지렁이 (본충)	*Marphysa sanguinea*	조간대-수심 50m (25-30cm 깊이)	8.8-26.7		4-6월		자연먹이	조간대	사니질
갯지렁이 (석충)	*Perinereis nuntia*	조간대 간조선 (5-10cm 깊이)	0-50	1년	4-9월	18-27	잡식성	조간대	사질 사니질 연사질 조약돌
바지락	*Ruditapes philippinarum*	조간대-10m	0-36	8-9년	6-9월	21-23	식물성 플랑크톤	4시간 노출선 -2m	사니질 및 사력질
백합	*Meretrix petechialis*	조간대-수심20m	12-31	6년	7-10월	22-27	식물성 플랑크톤	0-5시간 노출선	사니질
꽃게	*Portunus trituberculatus*	수심 2-30m	0-40 (7-35)	3년	6-10월	15-20	이매패류 갑각류 어류 권패류	조하대	모래질 진흙질
대하	*Penaeus chinensis*	연안, 천해	6-34 (20-26)	1년	4-6월	14-18	잡식성	조하대	사니질

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

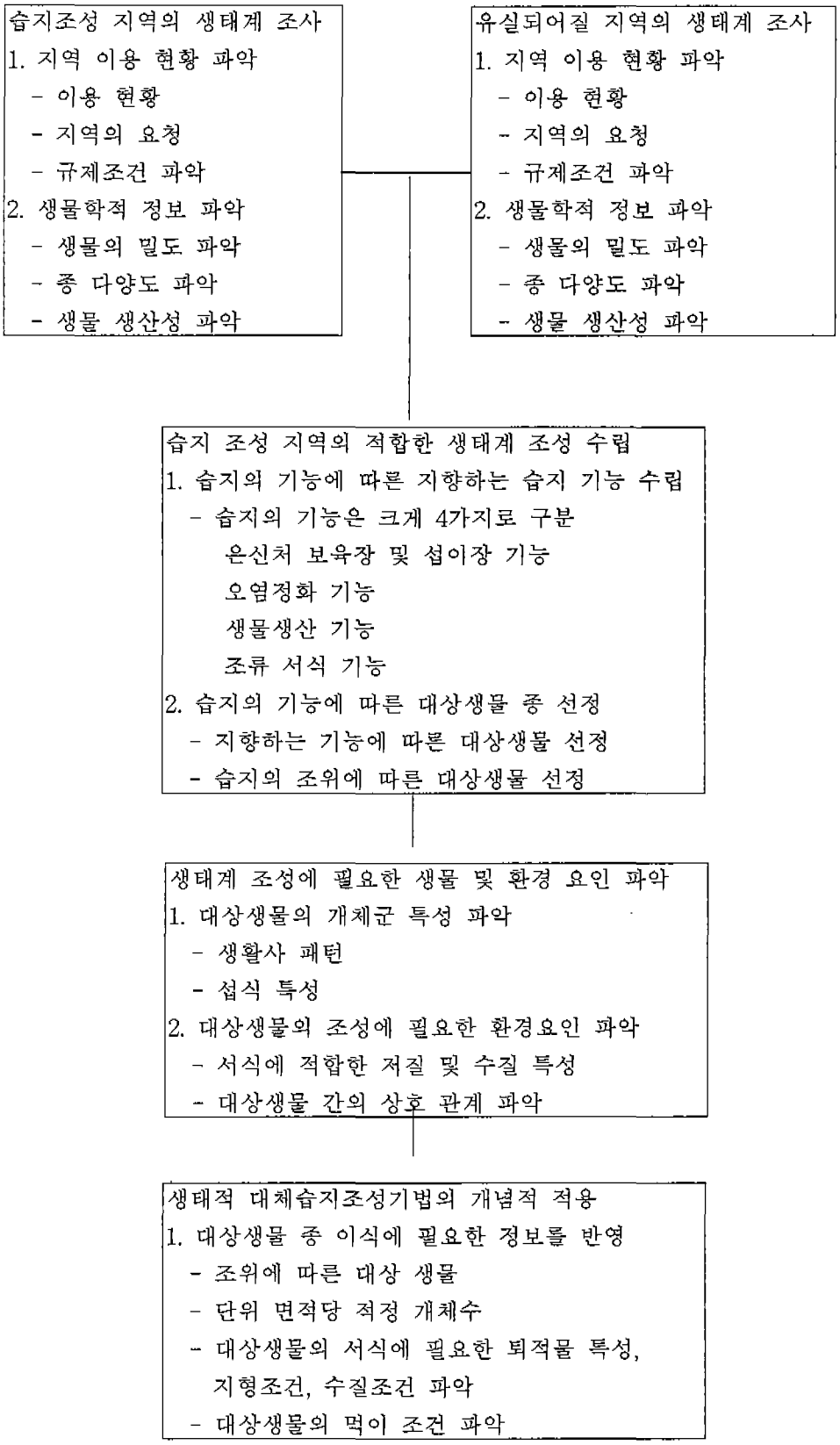


그림 4-42. 생태적 대체습지조성기법의 개념적 적용 흐름도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제7절 결 론

1. 연안습지의 서식처 분류

지역적인 습지의 분류와 범위 설정은 몇 가지 기준에 의해서 이루어지고 있는데, 기질, 해안의 노출정도, 생물상, 식생, 인간의 활동 등이 있다 (Robinson and Levings, 1995). 이러한 서식지의 분류는 생태계를 거시적으로 보는 시각에서는 매우 효과적인 수단이며, 해당 지역의 전 생태계를 대상으로 관리할 수 있는 장점을 가진다. 연안습지를 보다 상세히 정의하고 분류하여 이들의 특성을 파악하는 것은 국내 연안습지를 국가차원에서 체계적으로 관리하고 보전하는 가장 기초적인 요소가 된다. 이러한 의미에서 습지의 분류는 포괄적 개념에서 다양한 시각적 접근이 필요하며, 기존의 생물학적 개념에 기능적 환경적, 경제적 개념을 도입하여 국내 실정에 맞게 유형별로 분류해야 한다. 연안습지 분류에 도움이 될 수 있는 국외의 대표적인 두 가지 분류 사례로는 U.S. FWS의 국가습지목록에서의 습지분류 체계와 람사협약에서 정의한 습지 분류가 있다. 대체습지 조성을 위한 기초 작업으로서 객관적인 습지의 유형별 분류를 제시할 수 있는 모형을 개발하기 위하여 앞에서 기술한 대표적인 연안습지 분류체계와 국내 학자들의 제안을 참고하고, 우리나라 해안환경과 식생대를 고려하여 우리나라 연안습지 분류체계를 다음과 같이 제안하였다.

표 4-18. 우리나라 연안습지의 분류 체계안 1

단계 1	단계 2	단계 3	단계 4
해안 담수습지 또는 사구(Coastal freshwater wetland)	하천 수변습지 (riparian wetland)		갈대 담수 수생식물
	해안사구습지 (Coastal dune wetland)		해안식물
해안 염수습지 (Coastal saltwater wetland)	해빈 (beach)	조간대 / 조상대	펄해빈 (mud beach)
			모래해빈 또는 사빈 (sand beach)
			자갈해빈 (pebble (shingle) beach)
			암석해빈 (rock beach)
	갯벌 (광의) 또는 조석 습지 (tidal wetland)	조하대 평탄지형 (subtidal flat)	거머리말
			평탄지형
		조간대 갯벌 또는 갯벌 (협의) (intertidal flat or tidal flat)	펄갯벌 (mud flat)
			혼합갯벌
			모래갯벌 (sand flat)
		조상대 / 염습지 (supratidal zone / salt marsh)	갈대우점
			해홍나물 등 염생식물 우점

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 4-18. 계속

<table>
<tr><td rowspan="11">해안 기수습지
(Coastal brackishwater wetland)</td><td rowspan="3">석호 (lagoon)</td><td>담수성 석호
(freshwater lagoon)</td><td colspan="2">갈대우점</td></tr>
<tr><td>기수성 석호
(brackishwater lagoon)</td><td colspan="2">갈대우점</td></tr>
<tr><td>염수성 석호
(saline water lagoon)</td><td colspan="2">갈대우점</td></tr>
<tr><td rowspan="4">하구 (estuary)</td><td>조하대(subtidal zone)</td><td colspan="2">거머리말우점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">조간대 갯벌
(intertidal flat
or tidal flat)</td><td>펄</td><td>거머리말우점</td></tr>
<tr><td>혼합</td><td rowspan="2">갈대 또는
염생식물 우점</td></tr>
<tr><td>모래</td></tr>
<tr><td>조상대
(supratidal zone)</td><td colspan="2">갈대우점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">삼각주 (delta)</td><td>조하대(subtidal zone)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>조간대 갯벌
(intertidal flat
or tidal flat)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>조상대
(supratidal zone)</td><td colspan="2">해안식물</td></tr>
<tr><td rowspan="3">인공습지
(Artificial wetland)</td><td>간척호
(reclaimed lake)</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>간척지
land(reclaimed</td><td></td><td colspan="2">갈대와 염생식물
(천이단계)</td></tr>
<tr><td>염전 (saltpan)</td><td></td><td colspan="2">염생식물</td></tr>
</table>

2. 연안습지 유형에 따른 생태계 특성

우리나라는 서해안의 간석지를 중심으로 해안 식생이 잘 발달되어 있으며 그 면적이 대단히 넓은데 대부분은 염생식물이 서식하고 있다. 우리나라 하천의 하구역이나 소택지의 물가에는 부들, 줄, 갈대 등의 추수식물(뿌리나 줄기의 밑부분이 수면 밑에 있는 수생식물)이 띠 모양 분포를 이루면서 서식한다. 그러나 해수의 영향을 받는 하구역의 물가에서는 부들이나 줄은 자취를 감추고 갈대가 순군락 (純群落)을 형성하며 이어서 갯는쟁이, 해홍나물, 퉁퉁마디, 칠면초 등의 염생식물 군락이 바다를 향하여 나타난다.

거머리말 군락지는 해수유동을 제어하고 그늘이 있는 작은 공간을 형성하여, 부착생물들에게 착생기반을 제공하며, 어류의 산란과 유어(幼漁)의 보육, 생육장소 및 피난처를 형성한다. 또한 연안역의 기초 생산력을 증대시키며, 질소와 인 등의 영양염류를 흡수하고, 고사한 식물로부터 유기쇄설입자(detritus)를 공급하여, 생물 생산 및 초식동물(herbivore)과 부식섭식동물(detritivore)의 먹이연쇄(food chain), 생리활성 물질의 공급원이 되는 등 연안 생태계의 중요한 기능과 역할을 담당하고 있다.

모래갯벌은 이름에서 나타나듯이 바닥이 주로 모래질로 형성되어 있다. 해수의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

흐름이 빠른 수로주변이나 바람이 강한 지역의 해변에 나타나는데, 해안경사가 급하고 갯벌의 폭이 좁아 보통 1km 정도이며 약간의 펄이 섞인 우리나라 서해안의 모래갯벌에는 바지락, 동죽, 백합, 가무락, 맛조개, 서해비단고둥, 갯고둥 등을 쉽게 볼 수 있다.

펄갯벌은 모래질이 차지하는 비율이 10% 이하에 불과하나 반대로 펄 함량은 90% 이상에 달하는 갯벌이다. 강화도 주변 연안에 잘 발달한 광대한 펄갯벌에서 표층 퇴적물의 평균 입자의 지름은 0.031mm에 이른다. 펄갯벌에서는 모래 갯벌에 비해 갑각류나 조개류보다는 퇴적물식을 하는 갯지렁이류가 우점한다.

혼합갯벌은 모래나 펄이 각각 90% 미만으로 섞여 있는 퇴적물로 구성된 갯벌이다. 펄이 더 많으면 모래펄갯벌, 모래가 더 많으면 펄모래갯벌로 구분할 수도 있다.

자갈해안은 주로 해안가의 암반의 침식으로 인해 생긴 암편이나 하천에 의해 운반된 다양한 크기의 퇴적물과 패각을 만드는 생물의 파편으로 되어있다. 자갈해안에 서식하는 생물들은 갯벌해안이나 모래사장에 서식하는 생물들에 비해 매우 한정된 종들이 낮은 서식밀도로 서식하고 있다.

암반해안은 해파에 의한 침식 해안의 한 예로서, 주로 파도의 침식작용의 결과로 형성된다. 동해안은 암반해안이 흔하나 조석 간만의 차이가 수십 cm에 불과해 조간대의 폭이 좁다. 서해는 간만의 차이가 최대 8~9m 에 이르러 조간대의 폭은 대단히 넓으나 암반이 아닌 모래와 뻘이 대부분이다. 따라서 전형적인 암반조간대가 흔하지 않다. 또 강한 조류 때문에 물이 탁하여 생물상도 빈약하다.

사빈은 파랑의 작용에 의하여 해안에 모래가 퇴적된 지형이다. 사빈을 구성하는 모래는 바다로 유입하는 하천에 의하여 육지로부터 공급되고, 이들 모래가 파랑의 작용으로 해안으로 밀어 올려져서 형성된다. 모래 속에 신속하게 파고 들어갈 수 있는 것이나, 조간대 상부의 건조한 모래에도 살 수 있는 것들이다. 모래해안에는 비교적 소수의 종밖에 살 수 없지만 그러나 종간의 경쟁이 적은 것일수록 일반적으로 개체수는 많다.

해안 사구는 해류, 하안류에 의하여 사빈으로 운반된 모래가 파랑에 의하여 밀려올려지고, 그곳에서 탁월풍의 작용을 받아 모래가 낮은 구릉 모양으로 쌓여서 형성된 지형이다. 해안사구에 서식하는 생물은 해안과 육상환경에 모두 적응하여 살아가는 생물들로 다양하고 독특한 사구식생을 중심으로 무척추동물에서는 주로 대기중에서 호흡할 수 있는 갑각류와 곤충류가 주를 이루고, 척추동물에서는 조류와 파충류가 서식한다.

하구역은 하천의 담수가 해수와 혼합되는 수역으로 조류 및 어류를 포함한 많은 생물의 서식지이며 상업적으로 가치 있는 어류의 산란·양육지로 알려져 있다. 또

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

한 잘 보전된 하구는 매우 생산성이 높은 환경의 하나이며 육상기인 퇴적물 및 오염물질을 처리하는 자연정화지의 역할을 하기도 한다. 하구역에 서식하는 저서동물은 유속(流速)이 가장 빠른 하구의 중앙 부근에서는 서식하는 종류가 적고 서식밀도가 낮으며, 유속이 비교적 느린 주변역이 종류와 양이 가장 풍부하다.

3. 국내 해안습지 권역별 현황

동해안은 해안선이 단조롭고, 섬 또한 아주 적다. 전체적으로 조류작용이 거의 없고 활발한 파도의 작용에 의하여 여러 해안지형이 만들어졌다. 동해안에서는 파랑이 모래를 해안으로 올려 쌓아 만든 사빈해안이 비교적 넓게 분포한다. 동해는 수심이 매우 깊고 그 면적에 비해 대한해협의 폭이 비교적 좁으므로 동해안의 조석은 남쪽의 울산만이 60cm 정도이고 대부분 25cm 이하로 작아서 갯벌은 거의 분포하지 않는다 (경관생태연구회, 2001).

서해안은 한반도 융기축인 백두대간으로부터 분기하여 서해로 향하는 일련의 정맥들과 서해로 유입되는 수많은 하천과 만들로 이루어진 굴곡이 심한 해안선을 갖고 있다. 서해안의 조차는 세계적이며, 인천의 평균조차는 8.1m, 군산이 4.4m, 목포는 약 2.5m이다. 우리나라 남한 갯벌의 총면적은 2,393㎢로서 남한 국토면적의 2.4%를 차지하는데, 전체 갯벌의 83% 인 1,980㎢ 가 서해안에 분포되어 있다.

남해안은 부산 송도에서 전남 해남에 이르는 해안으로, 길고 복잡한 전형적인 리아스식 해안이다. 남해안에 위치한 섬은 모두 육지의 구릉 및 산맥이 침강한 것이므로, 그 배열은 육지의 구조선에 일치한다. 남해안은 비교적 암석해안이 많은 반면 해안선의 심한 굴곡과 도서의 현저한 발달로 특징지어지며 동해안 쪽으로 갈수록 단순해지고 파랑의 영향도 커진다. 남해안의 갯벌과 사빈의 발달 정도는 동해안과 서해안의 점이적인 특성을 가진다.

제주도는 한반도 남서단에 위치한 화산섬으로서 주변 해역은 넓은 대륙붕이며, 동남쪽은 오키나와 해분으로 이어지게 가파른 경사를 이루고, 서쪽과 북쪽 해역은 비교적 완만한 지형을 형성하고 있다. 해안선 굴곡이 비교적 적어 큰 내만의 발달은 찾아볼 수 없다. 제주도 해안은 용암류가 바다에 접하면서 형성된 전형적인 화산해안으로서 전해안의 75%에 이르는 229.7㎞ 가 현무암 및 조면암질 안산암의 암석해안으로 분류된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

4. 연안습지의 생태계 가치 평가

갯벌 자원에 대한 경제적인 계량화 연구가 최근 들어 활발히 논의되고 있는데 특히 갯벌 등 자연 자원에 대한 가치평가 방식은 그 요인과 분야, 유형에 따라 매우 다양하기 때문에 아직까지 유용한 평가방법이 소개되고 있지 않으며, 주된 요인으로는 평가방법이 생태학적, 경제적 자료를 필요로 하지만 이들 자료가 아직까지 충분하게 확보되어 있지 않은 실정이다. 수 십 년간 해양생태계 연구가 진행되고 있지만 한정된 요인을 대상으로 한 생산량 추정, 개체군 특성 파악, 군집구조 규명 등으로만 결과를 나타내고 있으며, 갯벌 지역을 대상으로 한 연구의 경우 더욱 한정되어진다. 따라서 습지환경을 대상으로 한 경제성 평가는 실제로 가장 최종적 연구목표와 부합된 시기에 결과를 양산할 수 있기 때문에 우선 자료 선정 및 확보, 대응 모델 제시 등 기반 연구와 유형에 따른 모델 선정, 환경수용력 파악이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 습지를 대상으로 생태계 평가를 위한 자료 분석과 모델 방식을 제시함으로서 환경수용력 평가를 통한 생태계 경제적 가치를 평가할 수 있는 기반을 제안하고자 하였다.

생태계 모델의 구조를 파악하고 역학적 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 생물군별로 많은 정보를 필요로 한다. 즉, 생태계 내에는 많은 생물종들이 서식하며, 이들은 서로 먹고 먹히는 관계에 있기 때문에, 한 생물군의 생체량 증감은 이들의 포식자 또는 피식자의 생체량 증감에도 영향을 미친다. 이러한 영향은 그들이 생산할 수 있는 생산량과 인간이 이용할 수 있는 어획량 변동에도 큰 영향을 초래한다. 따라서 생물군별 생체량(B), 섭식량(Q)과 피식-포식 관계(DC), 생물학적 생산량(P), 어획량(C), 그리고 영양효율(EE)에 대한 정확한 정보 수집은 필수적이다. 만약 이 중 5개의 파라미터만 알 수 있다면 나머지 한 파라미터는 생태계 질량 균형 (mass balance) 모델에 의해 자동적으로 추정된다.

위와 같은 평가방식은 각 영양단계별 현존량 및 생산성 자료가 요구된다. 이미 국내 갯벌에 대한 연구가 장기간 시도되고 있지만 각 영양단계별 포괄적인 현존량 자료를 거의 제시되지 않고 있으며, 다만, 산업종에 대한 일부 생산성 만이 추정되었다. 따라서 기존에 조사된 습지의 생태적 가치는 주로 유사한 유형의 습지에서 산정된 외국자료에서 추정된 자료를 외삽한 경우로 이러한 측정치로도 이미 갯벌의 생산성을 육상의 어느 역보다도 높게 나타나고 있다. 하지만 갯벌의 산업종 생산량이 세계 최고인 현황에서 적용된 수치는 톡히 2차 생산성에서 상당히 절하되고 있다. 따라서 기존의 invertory 연구 자료에서 이제는 기능적 갯벌 연구가 수행되어야 이러한 자료 추정이 가능해 진다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

5. 대체습지조성기법의 생태학적 개념 적용

대체습지 예상 지역에서 생태적 대체습지 조성을 위한 정보를 올바르게 제공하기 위한 연구에 있어서 가장 고려해야 할 점은 지형의 특성에 의한 물리적인 구조 및 기작일 것이다. 해안습지, 특히 우리나라의 경우 갯벌로 구성된 습지구조에서는 조석의 영향에 의한 간출시간, 조류의 이동속도에 의한 퇴적환경 및 지형구조, 담수의 유입양상 등이 생태계에 중요한 역할을 한다. 국내에서의 대체습지 조성 사례 (예, 시화호 매립에 따른 반월천 인공습지 조성과 동화천 인공습지 조성)는 단순한 공학적 설계 개념을 바탕으로 되어있어, 습지조성 후 많은 문제점이 도출 되어 지고 있다. 여기에서는 생태학적 대체습지의 모형 개발을 위하여 습지조성 예정지역에서의 서식지 조성과 생태계 조성에 필요한 생물상 및 천이 방식, 생태계 유지 방안 등을 통해 생태적 대체습지조성기법의 개념을 확립하고자 하였다.

먼저 조성하고자 하는 습지의 유형을 파악하기 위하여서는 우선적으로 주변 습지 구성 형태와 특히 조위에 대한 검토가 이루어 져야 한다. 본 연구에서 제안하고 있는 습지의 유형이 10가지로 분류되고 있는데, 이들의 분류기준이 되는 환경요인은 주로 퇴적상과 특정 생물 군집 (염생식물, 거머리말)에 의한다.

Upper tidal zone - wetland, mudflat - Brachyuran zone
Mid tidal zone - muddy sandy, sand flat, sandy mud - Molluscan zone
Lower tidal zone - muddy zone - Holothurian zone

서식지 구성을 살펴보면 육상과 경계면에 위치한 상부지역은 염생식물로 구성되어 있거나 갈대 등 육상식물과 혼재된 지역으로 구성되며 조간대 상부해역의 경우 간출시간의 격차 (1-3시간/월)에 의해 육상식물과 염생식물의 서식 지역이 구분되고 있다. 육상식물의 경우 해수의 유입보다는 육상에서 내려오는 담수의 양이 서식 범위를 결정하며 염생식물의 경우 저질내 염분도가 5‰ 이하를 유지하는 상태에서 질소 고정에 따른 양분 유입이 이루어져야 하므로, 간헐적인 해수 유입이 이루어져야 할 것이다.

니질갯벌로 이루어진 상부해역의 경우는 식물의 분포가 거의 없고, 조류의 유동이 적은 해역에 형성된다. 주로 기수역을 포함하여 니질의 공급이 이루어 질 수 있는 지형적 조건을 가진 지역에 분포한다. 조성시 주로 조류의 속도를 조절하고, 수괴내 점토성분이 풍부한 해역인지를 판단하여야 할 것이다.

혼합갯벌로 이루어진 상부해역은 잦은 풍수가 발생하는 기수역이나 암반구조의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

돌출된 지형을 가진 해역에 발달한다. 최근 들어 연안개발로 인한 주변의 장기적 퇴적환경 변화를 일으키는 지역에 나타나며, 굴 양식 등 인위적 활동에 의해 조성되기도 한다. 혼합갯벌의 경우 기질과 연약질이 혼재된 양상으로 생물다양성은 가장 높게 나타나고 있다. 또한 굴, 바지락 등이 서식할 수 있는 조건을 가지고 있어, 고부가가치의 갯벌 생물 생산력이 감소하는 추세에서 가장 높은 생산성을 나타내는 지역이다.

사질갯벌로 이루어진 중부해역의 경우 강한 조석과 파도의 형성 정도에 따라 좌우되며 생물서식 양상은 매우 빈약하지만 친수공간을 제공할 수 있다. 사니질, 니사질 갯벌로 이루어진 중부해역의 경우 습지 지역 중에 가장 높은 생물 생산력을 보이는 해역이다. 사질보다는 안정적 퇴적상을 보여 패류 등이 서식할 수 있는 조건을 갖추었다. 습지 중 거머리말 군락은 인위적 오염이 적고, 안정된 환경구조를 보이는 지역에 발달한다. 거머리 말의 경우 퇴적물의 침식을 방지하고, 상호 영양분을 공급하게 되며, 이러한 환경에서는 갯벌이나 연안에 서식하는 어린생물의 서식처를 제공하게 된다. 실제로 거머리말 군락은 연안에서 잠재적 생산성 증대가 중요한 공간을 제공한다.

습지 조성방안에서 고려되어야 할 사항으로는 조성 후 인위적 생물 상 조성과 이들의 유지, 자연적인 재생산 등이 있을 것이다. 효과적인 생물 가입에는 해수 유통 방식에 의한 자연적인 가입과 인위적인 조성 방식을 나눌 수 있다. 자연적 생물 가입의 경우 수온이 상승하는 7월에 유생가입 시기에 해수의 유통을 포괄적으로 진행할 수 있는 시스템이 제공되어야 한다. 하지만 이 시기는 장마가 성행하여 담수의 유입이 원활하므로 담수의 장기 적체로 인한 패류의 폐사등을 막기 위하여 습지 조성의 시기를 9월 이후 완공되어 일정기간 조정 및 안정시기를 거칠 것을 제안한다. 인위적 생물 가입의 경우는 현재까지 가장 안정된 생산성을 보일 수 있는 방안은 패류 이식이며, 바지락 등 패류의 경우 비용이 증가하더라도 기존의 종묘 보다 크기가 큰 10-20cm를 이식한다. 식물의 경우, 갈대 등의 이식연구는 전혀 진행된 바 없으며, 거머리말의 경우 한정된 해역을 대상으로 식재를 통안 안정성 검토만이 진행되고 있어, 대규모 면적을 통한 습지 조성은 외국 연구 자료의 검토 수준이다. 대상 종에 따른 충분한 실험을 통한 서식조건 파악이 우선이며, 식재별 서식공간, 토양의 재질 등에 대한 모니터링 연구가 선행되어야 할 것이다. 오히려 장기간에 걸친 자연적 천이에 의존하는 방식이 효과를 거둘 수 있다. 자연적 갈대 조성 기간은 5년 정도 걸리는 것으로 나타나고 있다.

생태계 조성시 생물다양성을 고려할 때 장 높은 다양성을 나타내는 해역은 거머리말 서식해역으로 다양한 은신처를 제공하는 조건을 갖춘 해역과 혼합갯벌로 구성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

된 해역으로 복잡한 기질로 구성되어 다양한 생태의 생물이 서식할 수 있는 환경을 갖춘 해역이므로 본 연구에서는 대체습지 조성에 혼합갯벌구조를 제안한다.

대체 습지 조성에서 최종 목적은 자연적 천이과정을 통한 생태계 구성이 이루어지는 것, 즉 외부로부터 종 가입과 자체 내 생활사 반복을 통한 생물 서식 구조를 나타내는 것이므로 지속적인 모니터링을 통한 조건 조절이 이루어져야 하며, 가능한 자연적 조건 유지를 위한 마스터플랜이 필요하다.

6. 대체습지 생태계 조성 로드맵

세계적인 추세에 발맞추어 공학 일변도의 서식처 복원 개념에서 벗어나 생태학적 설계의 중요성을 알리고 다양한 습지 서식처의 생태학적 목표 기능을 충족시킬 수 있는 복원 기술의 기반 확보와 미래의 수요 기술을 파악하여 생태학적 복원의 핵심 기술 개발을 선도하고 국내외 복원 산업의 바람직한 발전적 방향을 제시하고자 한다.

로드맵에 표시된 목표 기술들은 그 난이도를 고려, 실현 가능성을 상, 중, 하의 3단계로 확률화 하여 표시하고, 예상되는 기술 수요에 따라 각 목표 기술의 시간적인 개발 관계를 나열하였다.

생태학적 복원 기술은 생태학적 관점에서의 서식처 설계와 복원이 가능하도록 해주는 것이며 본 보고서에서는 이를 위한 핵심 개발 목표 기술을 7개 분야 (습지의 유형 분류, 생태계 천이 모니터링과 기작, 은신처 보육장 및 섭이장 기능, 습지의 오염정화 기능, 습지의 생물 다양성, 습지의 생물생산 기능, 조류 서식 기능) 로 구분하였다 (마크로 로드맵). 그리고 마크로 로드맵 상의 각 연구목표에 대해서는 이 연구내용을 달성하기 위해서 각각에 대하여 세부연구목표를 설정하여 5년의 연구기간을 두고 각 기간에 맞는 연구내용을 보다 자세하게 서술하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

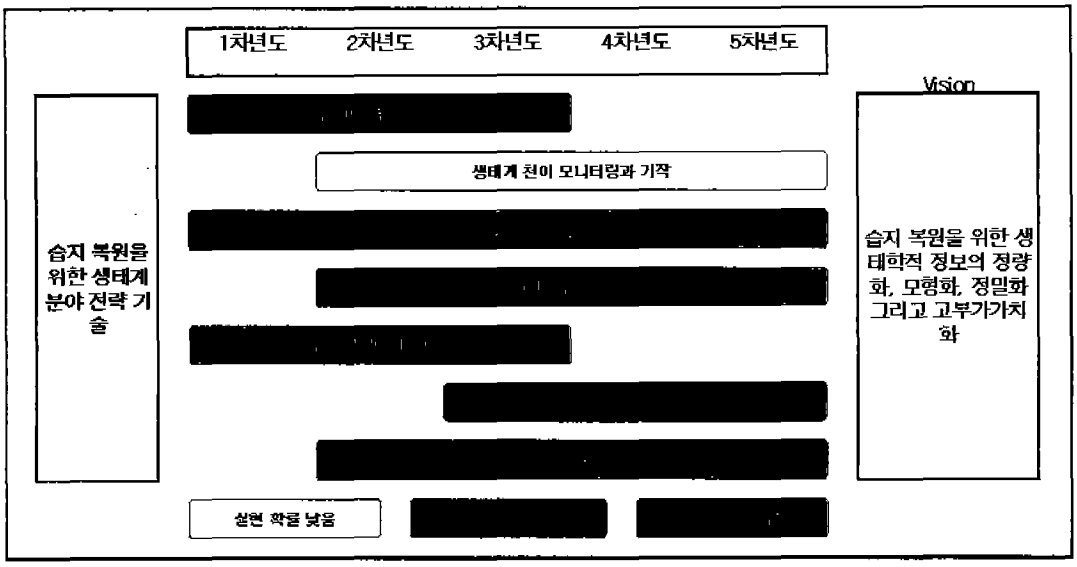


그림 4-43. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 5 장

공학기술

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제1절 서 론

갯벌을 포함하는 연안습지의 광범위한 가치에 대한 새로운 인식과 국제적 습지보전 추세에 따라 습지를 훼손시키는 무분별한 개발은 제한하고 손실된 습지는 복구되어야 한다는 것에 공감하게 되었다. 우리나라는 국토면적이 협소하여 항만, 임해공단 등의 토지수요 충족을 위하여 연안습지를 포함하는 공유수면의 간척·매립을 통한 토지의 확보가 불가피한 측면이 있다. 불가피한 연안개발로 인해 상실 또는 훼손되는 연안습지를 보상하기 위하여 개발사업자로 하여금 대체습지 조성을 의무화하는 제도적 방안을 강구할 필요성이 제기되었으며, 수립된 제도적 방안의 실효성 확보를 위하여 관련 공학적 조성기술의 확보 및 실용화를 도모할 필요가 있다.

대체습지를 조성할 경우 조성목적, 적정규모, 주요 목표기능, 조성공법, 습지지형의 유지 등과 함께 생물의 서식을 고려하여야 하며, 조성된 습지가 인근 해역에 미치는 영향 등에 대해서도 검토하여야 한다. 또한 대체습지 조성이 또 다른 형태의 매립사업이 되지 않도록 생물의 서식기반 조성에 중점을 두고 환경친화적 소재와 공법을 개발할 필요가 있으며, 입지별 지역적 특성에 적합한 소재와 공법에 대한 연구가 필요하다.

대체습지조성과 관련한 공학기술은 다양한 분야의 토목기술의 집합으로 표현될 수 있으며, 따라서 각 단위기술에 대한 본격적 연구에 앞서 기술 지도를 작성할 필요가 있다. 이러한 기술 지도를 바탕으로 중장기 계획에 의거하여 기술의 개발 및 실용화를 도모하는 것이 바람직하다. 또한 대체습지 조성기술은 수리·퇴적역학 정보가 근간을 이루며, 이는 훼손되지 않은 갯벌의 효율적 관리 및 훼손 대비책 확보의 기초 자료로 이용될 수 있다.

본 연구의 당해연도 목표는 대체습지 조성 공학기술지도의 작성과 우리나라 연안의 환경특성별 조성가능 후보지 검토에 두고 있다. 따라서 대체습지 조성 공학기술지도 작성에 대해 제2절에 기술하였으며, 제3절에서는 우선 우리나라 연안을 대체습지 조성 가능성 파악을 위해 지역별, 환경특성별, 그리고 이용현황 등에 따라 구분하고, 이에 대한 관련 자료를 수집 분석하여 대체습지의 조성가능성을 평가하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제2절 대체습지 조성 공학기술지도

우리나라의 경우 지금까지 대체습지와 직접적으로 관련된 공학적 기술개발 연구는 전무하다고 할 수 있으며, 연안습지 중 갯벌을 대상으로 하는 연구는 산발적으로 수행되었으나, 대부분 현장조사를 통한 생태학적 개념모델 구축 또는 갯벌의 자정능력 평가 등에 그치고 있다(과학기술처, 1989-1991 ; 한국해양연구소, 1998-1999, 해양수산부, 1998, 1999-2003 ; 환경부, 1996, 1998-2001). 또한 현재 한국해양연구원과 군산대학교에서 인공갯벌조성과 관련된 연구를 수행 중이나 이는 대체습지와는 개념이 다른 갯벌만을 대상으로 하고 있으며, 대체습지 조성과는 접근방법이 다르고, 조성의 설계 및 시공기술 개발의 초보적인 단계에 있다고 할 수 있다.

대체습지조성 공학기술은 많은 부분에 대해 매립기술을 원용할 수 있으며 다양한 분야의 토목기술의 집합으로 표현될 수 있다. 이러한 기술의 확보와 실용화를 위해서는 각 분야에 대한 단위기술의 개발과 함께 이들을 묶어 적용하는 시스템 기술을 개발할 필요가 있으며 현장적용을 통해 그 실용성을 검증해야 한다. 따라서 각 단위기술의 개발을 위한 본격적 연구에 앞서 기술 지도를 작성할 필요가 있으며, 이러한 기술 지도를 바탕으로 중장기 계획을 수립하고 이에 의거하여 기술의 개발 및 실용화를 도모할 필요가 있다.

1. 개요

가. 대상기술의 정의 및 범위

(1) 대상기술의 정의

- ○ 대체습지의 정의 : 건전하고 지속가능한 연안환경 유지를 위해 습지개발예정지역 인근 또는 다른 지역에 당해 개발습지의 크기 또는 기능에 상응하는 습지를 확보하는 것 또는 이와 같은 목적으로 조성되는 습지
- ○ 대체습지 조성기술의 정의 : 대체습지를 조성하기 위한 제반 공학적 기술을 의미하며, 이는 훼손된 습지의 복원, 회복 및 개선과 새로운 습지의 창출을 위한 계획, 설계, 시공, 운영관리, 그리고 사후평가에 관련되는 일련의 집합적 기술 체계를 의미함.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 대상기술의 범위

○ 본 대상기술은 다음의 기술을 포함함.

- 대체습지를 조성하기 위한 제반 공학기술은 인공적으로 습지를 조성하는 공학기술과 기본적으로 차이가 없으므로 이를 같은 기술로 취급함.

- 인공적으로 습지를 조성하는 전과정에서 요구되는 수리·퇴적환경, 생태환경 등을 관측·분석하고, 관련 자료를 해석·평가하는 모니터링에 관련된 기술 전반을 포함함.

- 기술의 영역별로 해안습지의 친환경적 복원 및 조성에 관련된 해양, 환경, 토목 분야의 계획, 설계, 시공 및 유지관리 분야, 그리고 기술적 경제적 타당성 분석 분야를 포함함.

  · 해안습지의 친환경적 조성 및 복원의 전과정에 관련된 수공학적, 지반공학적, 그리고 해안공학적 등 토목공학 기술 전반을 포함함.

  · 야생생물 관리, 토양보전 및 수질보전 등 생태학의 원리나 기초적 지식을 응용하는 생태공학 또는 응용생태학적 기술도 요소기술로 취급.

- 연안습지의 훼손 제어, 기능 개선 및 회복 등의 기술도 포함함.

- 이상의 기술과 관련된 특수 환경에서의 관측 장비, 시공 장비, 친환경적 건설재료 개발 등의 하드웨어 기술과 환경인자의 해석과 예측에 필수적인 소프트웨어 기술, 그리고 친환경적 신공법 개발 등의 엔지니어링 기술도 개발·수립·확보되어야 할 주요 기술로 취급함.

나. 대상기술 개발의 필요성, 발전방향 및 목표

대체습지조성기술 개발의 필요성 및 발전방향은 다음과 같이 요약할 수 있다(그림 5-1 참조).

○ 안보적 차원의 생존 전략으로서 자연환경의 보전, 복원, 그리고 적극적인 개념의 창출을 통해 지속가능한 자원 순환형 생태환경 기반 확립 및 삶의 질 향상 추구.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

- 지구온난화에 따른 해수위의 상승과 빈번한 자연재해에 대한 적극적 대응으로 지속적인 성장과 안보적 차원의 생존 추구.

- 적극적인 환경 인프라의 창출로 대상해역 또는 국가적 차원의 환경용량 확대 및 유지를 통한 생태환경 기반 확립 및 삶의 질 향상 추구.

○ 해양공간을 포함하는 국토의 친환경적 확장과 효율적 활용.

- 해안습지도 국토의 일부라는 점을 자각하고 국토의 친환경적 확장 추구.

- 심각한 물 부족 위기 극복을 위한 수자원 통합관리와 안정적 확보에 기여.

○ 육상공간의 부족 심화와 연안 공간 이용의 지속적인 수요에 의한 연안역의 개발에 따른 연안습지의 훼손, 지구 온난화 현상에 의한 해수위의 상승, 그리고 가속화 될 해안선의 침식 변형 등에 대비하기 위한 관련 기술은 세계 각국에서 생존의 문제로 인식하고, 선진국을 중심으로 자기 나라에 적합한 기술 개발에 역량을 집중하고 있음.

○ 생물서식기반 및 생물다양성 확보를 위하여 습지공간의 확대를 적극적으로 추진하고 있으며, 이를 위한 시뮬레이션 기반 분석 및 예측을 위한 자체 기술의 개발 보유가 가속화할 것으로 예상됨.

○ 환경모니터링 기술은 각 환경 인자에 관련된 센서의 개발과 더불어 IT기술을 활용하여 실시간 또는 준 실시간 모니터링 자동화 체계로 전환될 것으로 예상됨.

○ 수치모형으로 대표되는 소프트웨어 분야는 컴퓨터와 수치계산기법의 발전과 더불어 분해능 향상은 물론 계산시간의 단축으로 실시간 또는 준 실시간 예측 및 예보를 추구하고 있음.

○ 자국의 실정과 환경에 알맞은 친환경적 건설 신소재의 개발과 활용기술의 수립이 추구되고 있으며, 또한 중소형 시공/보수 장비의 개발 등 자체 수요를 자체 해결하는 방향으로 발전하고 있음.

○ 장기적인 해수위 상승, 지속적인 해안의 침식, 그리고 빈번하게 발생하는 자연재해에 대응하는 수단의 일환으로 연안습지를 적절히 활용하고 있으며 이에 대한 기술개발을 위해 꾸준히 투자하고 있음.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

High Impact	· 육상공간의 부족 및 다양한 환경 문제 발생 · 다양한 수요로 인한 연안습지 절대면적의 지속적 감소 · 연안습지 훼손으로 인한 서식기반 파괴 및 생물다양성 감소	· 지속적 해수위 상승으로 인한 연안지형의 파괴 · 빈번한 자연재해 발생 · 좁은 국토로 인한 후보지 선정의 제약
Low Impact	· 현실로 다가선 심각한 물 부족 현상 · 연안환경복원에 대한 관심 증대 · 관련 토목기술의 지속적 발전	· 시장형성의 초기 단계 (대체습지의 조성 의무화 필요) · 기술개발 및 실용화 연구에 대한 관심 부족
	Low Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty

그림 5-1. 주요 외부환경의 파급효과와 불확실성 정도 분석

이상과 같은 필요성과 발전방향에 따라 본 연구에서의 대체습지조성기술 개발의 목표를 다음과 같이 설정하였다.

- ○ 친환경적 대체습지 조성을 위한 설계 및 시공기술의 실용화, 경험의 축적
- ○ 대체습지 조성을 위한 설계 및 시공을 위한 지침서 작성
- ○ 대체습지 조성 후 사후 운영관리, 평가를 위한 모델 개발 및 지침서 작성
- ○ 대체습지 조성을 위한 환경모니터링 및 환경영향평가 지침서 작성
- ○ 초 연약지반에서의 대체습지 조성 구조물에 대한 설계 및 시공 기술 개발

다. 기술개발동향 및 기술 수준

대체습지의 조성에는 연안수리학, 연안공학, 퇴적학 및 퇴적역학, 지화학, 생태학, 그리고 조경학 등 많은 분야가 연관되어 있다. 조성된 습지가 생태학적 건강성 등 다양한 측면의 가치를 지니기 위해서는 적절한 입경의 퇴적물 및 유기물의 공급이 필수적이며, 퇴적물 이동의 제어는 수리환경조건의 제어를 전제로 하므로 인공갯벌 조성을 위해서는 일차적으로 대상지 주변 해역에 대한 정량적인 연안물리학 및 연

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

안퇴적학적 정보가 필요하다.

우리나라의 경우 습지의 인공적 조성에 관련된 기술을 개발하기 위한 연구가 시작단계에 머무르고 있는 반면, 구미 해양선진국에서는 약 20년 전부터 습지의 인공적 조성 등, 연안수리 및 퇴적역학 측면에서의 효율적인 연안역 관리에 필요한 과학적 공학적 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

(1) 해외 기술개발 동향

(가) 미국

미국의 경우 연안에 접한 지방정부가 다양한 지원사업을 통하여 연안습지의 복원 및 창출을 지원하고 있으며, 연방정부 차원의 지속적인 기초연구와 조성 관련 기술개발연구는 주로 '육군공병단 수로실험국(WES ; U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station)'에서 수행하고 있고, 습지의 복원, 창출, 계획, 그리고 운영·관리에 관한 기술을 자문, 제공하고 있다. 수로실험국 환경실(Environmental Laboratory) 내에 설치된 '습지연구·기술센터(WRTC : Wetlands Research and Technology Center)'는 연방 차원에서의 습지 관련 과학기술사업, 부처간 협조체제 및 습지관련 민원해결 등 습지와 관련된 대부분의 업무를 담당하며, 공병단에 위임된 습지자원의 포괄적이고 학제적인 관리를 지원한다. WRTC는 연구프로그램 WRP(Wetlands Research Program)을 다음의 4개 분야로 나누어 1994년까지 수행한 바 있다.

① Critical Processes :
습지에 영향을 주는 수리학(hydraulics), 수문학(hydrology), 퇴적·침식, 수질, 토질역학에 관한 연구

② Delineation and Evaluation of Wetlands :
토양특성, 수리학 및 식생의 특성에 따라 습지의 경계를 결정하는 방법과 습지의 생태학적 가치를 평가하는 방법에 관한 연구

③ Restoration and Establishment of Wetlands :
훼손된 습지의 성공적인 복원기법과 새로운 습지의 창출에 관한 연구

④ Stewardship and Management of Wetlands :
발견되지 않은 습지 파악, 공병단 소유습지의 관리 방법, 습지의 변화와 그 영향에 관한 연구

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

WRTC는 1999년부터 WRP를 특성화하기 위한 새로운 연구프로그램, CRWRP (Characterization and Restoration of Wetlands Research Program)를 시작하였다. CRWRP의 첫번째 사업은 향후 습지의 복원과 창출에 관련된 미육군공병단의 업무 추진방침 설정에 관한 연구 과제를 도출하는 것이었으며(Streever, 1999), 미육군공병단의 습지 관련 사업과 관리의무에 가장 도움이 되는 연구 과제를 우선적으로 선정하였다. 선정된 과제는 복원·창출된 습지에서의 식물 다양성에 관한 연구, 습지의 복원·창출에 필요한 구조물 개발, 습지사업에 지역 이해집단을 효율적으로 포함할 수 있는 방안 도출, 준설토를 이용한 인공습지에 다양한 서식지를 조성할 수 있는 방법 개발, 그리고 습지의 배수경사 조성방법 개발 등 매우 다양하며, 사업화 추진이 결정된 대표적인 과제를 요약하면 다음과 같다.

① 성공기준의 개선 및 새롭게 제시되는 성공기준의 타당성 여부 검토
② 복원·창출된 습지의 수리·지형학적 평가
③ Headcutting에 의해 상실된 습지를 수리학적 방법으로 복원하기 위한 연구
④ 자연습지와 준설토를 이용한 인공습지의 비교 연구
⑤ 복원·창출된 습지의 장기 지속성에 관한 연구
⑥ 지방별 고유 식물종 보전을 위한 연구
⑦ 標準示方書 작성 연구

미국은 이미 오래전부터 mitigation banking system을 실시하는 등 안보적 차원에서 습지를 보존, 복원 및 창출하기 위해 많은 노력을 기울여 왔으며, 지난 20여년간 지속적으로 관련 기술, 장비, 시설 및 표준지침을 개발 실용화하기 위해 투자를 하고 있다. 그러나 아직도 끊임없이 문제는 제기되고 있으며 이에 대한 답을 얻기 위한 연구도 지속적으로 실시하고 있다.

(나) 일본

일본은 활발한 연안개발사업으로 인하여 연안습지의 상당부분을 상실하였으나, 그 중요성을 인식하고 지속적인 연구와 조성사업을 수행하고 있으며, 항만공항기술연구소는 대규모의 실내 mesocosm을 설치하여 물리적 교란과 해수교환에 따른 저서생물 군집 변화 연구를 지속적으로 수행하고 있다. 또한 일본은 해안침식 방지를 위한 인공수초 응용연구를 수행한 바 있다. 또한 최근에는 미국의 mitigation bank와 유사한 mitigation policy에 입각하여 연안습지 보존과 복원을 위한 정책을 채택하고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

일본에 습지가 인공적으로 조성된 것은 1973년 이후이며, 현재까지 약 900ha가 조성되었다. 습지조성에 관련된 연구가 본격적으로 수행된 시기는 1994년 운수성이 '환경과 공생하는 항만(Ecoport)' 건설을 지향하는 '항만환경정책'을 수립하고 항만 기술자들을 중심으로 'Ecoport Working Group (EWG)'을 결성한 이후라 할 수 있다. EWG는 갯벌의 주요 기능을 일목요연하게 정리하고 자국의 조성사례와 함께 인공갯벌 조성과정에서 고려하여야 할 사항을 기술한 '항만과 갯벌의 공생지침서'를 발간한 바 있다. 또한 운수성 산하 항만공항기술연구소(PARI: Port and Airport Research Institute)를 중심으로 인공습지 관련 기초연구와 현장실증실험을 지속적으로 수행하고 있다.

(다) 유럽

유럽연합은 1989년부터 시작된 MAST(MArine Science and Technology) 프로그램을 통해 연안역의 수리학 및 퇴적역학에 관한 심도 있는 연구를 실시하고 있으며, 연안습지의 효율적 관리 및 인공습지 조성에 필수적인 퇴적물의 거동과 연안구조물의 영향의 예측에 신뢰성을 높이는 등 기초연구에 중점을 두고 있다.

유럽연합이 MAST 프로그램을 통하여 인공습지조성을 위한 기초연구를 지원하고 있는 한편, 네덜란드, 독일 및 덴마크 3국은 북해 연안 Wadden Sea의 조간대 관리를 위해 1978년에 협의체를 발족하였으며, 1997년 8차 회의에서 채택된 공동선언문의 목표에는 염습지와 조간대의 면적의 인위적 확장이 포함되어 있다. 또한 이들 3개국은 공동목표 추구와 병행하여 자국의 필요에 따라 연안 인공 염습지 조성을 활발하게 추진하고 있다.

(2) 국내 기술개발 동향

우리나라의 경우 지금까지 인공습지의 조성과 관련된 연구는 전무하다고 할 수 있으며, 습지와는 개념이 다른 갯벌을 중심으로 관련된 연구를 산발적으로 수행하였으나, 대부분 실태조사를 통한 생태학적 개념 모델 구축 수준이나 갯벌의 자정능력 평가에 그치고 있으며, 습지의 인공적 조성기술 개발 연구와는 거리가 있었다. 현재 한국해양연구원에서 수행한 '황해 연안역의 해양환경복원에 관한 연구 : 인공갯벌'이 갯벌의 인공적 조성의 기술개발을 위한 본격적 연구의 시초라 할 수 있으나, 이 연구는 수리환경변화 및 퇴적물이동에 대한 관측, 분석, 예측 및 제어에 중

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

점을 둔 기반기술 연구에 중점을 두고 있으며, 설계 및 시공기술 연구는 상대적으로 미약한 실정이다. 또한 훼손된 갯벌의 복원 및 기존 갯벌 보호에 초점을 맞추고 있다.

인공습지 조성 연구에 필수적인 퇴적학 등 관련분야 연구 또한 지금까지는 여러 가지 제약조건으로 인해 주로 정성적 연구에 치중한 것이 사실이며, 특히 인간생활에 밀접한 영향을 미치는 수심 20~30m까지의 천해역에 관한 지속적인 정량적 연구는 상대적으로 부족하였다.

앞에서 언급한 바와 같이 선진국은 자국의 연안환경에 적합한 인공습지 조성기술을 개발 확보하고 있으나 특정한 기술이 항상 최선은 아니며, 이는 해당 지역의 수리·퇴적현상에 관한 충분한 사전지식이 필요하기 때문이다. 또한 퇴적물의 입도 구성비에 따라 파랑 및 해·조류 등의 외력조건에 대한 거동도 판이하며, 퇴적층의 압밀과 유동화, 난류, 미세 부유퇴적물의 응집과 해리 등 퇴적물과 유체의 상호작용을 고려한 유체와 퇴적물의 거동도 지역적 특성에 크게 좌우되기 때문이다.

선진국은 경제적인 연구 지원 이전에 제도적 환경도 잘 갖추어져 있다. 현재 환경보전의 중요성에 관한 인식 정도와 습지의 다양한 가치를 고려할 때, 앞으로도 습지를 인공적으로 조성하기 위한 연구를 지속적으로 수행할 것으로 예상된다. 우리나라의 경우 기존 습지의 보존이 우선되어야 하나, 인공습지 조성에 관한 인식이 크게 부족하고, 현재까지 상실된 갯벌 면적, 우리나라의 입지적 조건 등을 고려할 때 비록 늦은 감은 있으나 제도적 개선과 아울러 우리나라 환경에 적합한 인공습지 조성기술 확보를 위한 연구가 시급한 실정이라 할 수 있다.

또한 지역에 따라 생물상이 다르고 쉽게 구할 수 있는 건설재료가 다르므로 인공습지는 규격에 맞추어 조성할 수는 없으며, 또한 조성된 습지가 목표로 한 기능, 조성방침 및 의도한 생태계와는 전혀 달라질 수 있으므로 지역적 특성에 알맞은 공법, 신소재 등의 연구 개발이 포함되어야 한다.

(3) 국내 기술개발 수준

현재 본 과제를 통해 정부가 지원하는 대체습지조성 공학기술 개발 연구는 주로 실해역 실증시험을 통한 관련 단위기술의 실용성을 확보하는 데 중점을 두고 있으며, 이 과정을 통해 엔지니어링 또는 시공 관련 산업체들의 부분적인 참여가 요구되고 있다.

선진국 대비 국내 기술개발 수준, 전문인력 보유 정도, 그리고 관련 인프라 구축

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

정도를 추정하여 요약하면 다음의 표 5-1과 같이 정리할 수 있으며, 공학기술 연구의 SWAT분석 결과는 그림 5-2와 같다.

표 5-1. 선진국 대비 국내 기술개발 수준

항목	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)	비고
해양환경특성 평가 및 예측 기술	60	80	80	
수리·퇴적환경 제어기술	50	50	60	
준설토 활용기술	40	40	40	
인공습지 설계 및 시공기술	40	40	40	
생태기반 조성기술	30	30	10	
환경영향분석 및 피해저감기술	60	60	60	
환경모니터링, 유지관리 및 기능평가기술	80	60	60	

라. 기술개발 전략

앞으로 대체습지 조성의 의무화 추세에 따라 대체습지 조성기술의 개발과 실용화가 강력히 요구되고, 이를 바탕으로 초 연약지반 처리기술, 생태기반 조성기술, 준설토 활용 서식지 조성기술 등과 관련한 환경산업이 지속적으로 성장할 것으로 예상된다. 그러나 일부 특정한 분야를 제외하면 타 분야에서 사용되는 기술의 원용 등 토목공학 관련 단위요소기술은 확보되어 있는 것으로 평가되나, 실제 설계 및 시공 사례는 전무한 실정이며, 따라서 기술을 직접 적용하고 평가하여 그 실용성을 검증할 필요가 있다.

또한 생태설계조건 산정, 설계 외력 산정 및 환경영향 해석을 포함한 해양특성 평가, 모니터링 기술, 대체습지 조성 최적화기술, 기반구조물 설계기술 등을 체계화하여 검증된 실용화 기술의 미확보 한계를 극복하고, 연안역 인공습지 조성을 위한 자체 기술을 확보함으로서 적극적인 연안환경 인프라를 창출하는 전략 수립이 필요한 시점이라 할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

<강점>	<약점>
◦연안습지 보존 및 연안환경개선에 대한 사회적 요구 증대 ◦연안환경 훼손 심화로 연안환경 제어기술 요구 증대 ◦고급 IT인력 보유 및 IT인프라 우수 ◦세계 최고수준의 해양토목기술 및 산업체의 유사사업의 시공경험 풍부	◦생태기반 구축기술에 대한 연구 등 기초연구 부족 ◦대체습지조성기술 분야에 대한 장기적 연구개발전략 미비 ◦분야별 고급연구인력 부족 ◦기술개발/적용사례 및 경험 부족 ◦경제성으로 인해 투자순위 낮음 ◦장기적 지속적 투자비를 요구하는 기술
<기회요인>	<위협요인>
◦대체습지 조성의 의무화 추세 ◦물 부족에 대비한 수자원 확보 필요성 증대 ◦연안환경 보존 및 개선기술의 시장성 증가 ◦연안역 이용의 증가에 따른 연안환경 보전 기술 강화 ◦연안습지 보전가치 인식 증대	◦자체 기술개발에 대한 필요성을 인지하지 못하는 분위기 ◦매립 등 회복 불가능한 극단적 연안습지 훼손 계속 진행 ◦선진국과 후진국간의 기술격차 심화 ◦사회집단간 연안역 이용에 관한 입장 차이

그림 5-2. 대체습지조성 공학기술의 SWOT 분석

대체습지조성 공학기술은 집합체적 성격을 가지고 있으므로 새로운 단위기술의 개발보다는 현재까지 보유하고 있는 기술의 적용에 중점을 두고 실용화에 초점을 맞출 필요가 있으며, 전체대상기간을 5년으로 설정하고 2단계로 나누어 실시하며, 1단계 기간을 3년으로, 2단계는 2년의 기간으로 실시하는 것으로 설정하였다.

- 제1단계(2006-2008)는 기반기술 적용단계로 실제 실해역에 적용하는 실험조성을 통해 현재 보유기술의 적용성을 시험하고 그 기술의 실용성과 적용 한계 등을 정확히 파악하며, 대체습지조성 설계 및 시공 경험의 축적. 공학적 설계 및 시공에 관한 지침서 작성.

- 제2단계(2009-2010)는 기반기술의 실용화 단계로 실해역 실험을 통해 각 단위기술의 문제점을 분석 평가하며, 필요기술과 애로기술을 연구 개발하고 실용화가 가능한 분야의 기술부터 실용화를 추진함. 운영관리/평가모델 수립 및 관련 지침서 작성. 환경영향 평가모델 수립 및 관련 지침서 작성.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

2. 기술지도의 작성

가. 핵심요구사항 및 성능목표 설정

(1) 핵심요구사항

○ 해안지역에 인공적으로 습지를 조성하는 기술은 일반 토목공사의 매립기술을 원용할 수 있으며, 토목공학적 기술 기반은 어느 정도 구축되어 있으나, 해안이라는 지역적 특성과 생태와 직접 연관지어진다는 특성, 그리고 주기적으로 침수와 건조 상태를 반복한다는 특성 등을 고려해야 하는 점이 다르므로 이에 대한 문제를 중점적으로 다룰 필요가 있음.

○ 대체습지 조성을 위한 설계 및 시공과 관련된 토목공학 기술의 경우, 특정한 분야를 제외하면 각 단위요소기술은 보유하고 있는 것으로 평가되나, 실제 설계 및 시공 경험이 없어 자신감이 결여된 상태이며, 이러한 단위기술을 체계화하여 적용해 본 사례는 없는 실정임. 따라서 각 단위요소기술을 실제 적용하여 대체습지 조성에 맞도록 개선 또는 수정하여 실용화하는 데 초점을 맞출 필요가 있음.

○ 후보지 환경특성평가 및 예측기술은 대체습지 조성을 위한 입지 평가 및 목적기능 설정을 위해 반드시 선행되어야 할 기술이며, 조간대 등 특수지형에서의 현장조사 장비 및 기술의 확보와 관측 정밀도의 향상이 요구되며, 환경변화 특성 변화의 정확한 예측이 필수적임.

○ 조성된 습지의 목표 기능을 유지하기 위해서는 수리·퇴적환경이 적절히 제어되어야 하며, 친환경적 소재 개발 및 활용기법과 친환경적 제어기술의 실용화 추구.

○ 연약지반 또는 조간대 등 특수지역에 조성되어야 할 습지 관련 구조물의 적정한 안정성, 효율적인 시공성 및 최적의 경제성을 확보하는 데 초점을 맞추고 기술의 실용화를 추구할 필요가 있음.

○ 서식처 조성 등 생태기반조성을 위하여 단순한 토목기술 뿐 아니라 생태공학 또는 응용생태학적 기술이 융합된 기술의 개발이 요구됨.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 성능목표

표 5-2. 핵심기술의 성능목표

핵심 기술 내용	기술성능 목표	비고
해양환경특성 평가 및 예측기술	·조간대 등 특수환경에서의 현장조사 기술 확보 ·해양환경특성 평가를 위한 가상현실 구현 ·해양환경특성변화 예측 정밀도 85% 이상 구현 ·후보지 선정을 위한 지침 정립	
수리·퇴적환경 제어기술	·특수환경에 적합한 제어기술 실용화 구현 ·친환경적 소재 활용 및 구조물 기법의 실용화 ·퇴적제어/식재 등 친환경적 기술의 실용화	
준설토 활용기술	·준설토의 100% 재활용 추구 ·친환경적 매립 및 지반 조기안정화 기술 보유 ·급속침전 등 준설토 처리기술의 실용화	
인공습지 설계 및 시공기술	·생태적 설계조건 산정 기술의 실용화 ·특수환경에서의 친환경적 시공기술의 실용화 ·특수환경 시공장비의 개발 및 실용화 ·친환경적 건설 소재 개발과 활용기술 확보 ·조성된 인공습지의 적정한 안정성, 효율적인 시공성, 및 최적 경제성 확보	
생태기반 조성기술	·수환경 조성기술 확보 ·친환경적 수질개선기술의 실용화	
	·토양환경 조성기술 확보 ·지반환경 조사/분석/평가 기술의 실용화 ·습지지반 조기안정화 기술 실용화 ·초연약지반 처리기술의 개발 및 확보	
	·서식기반 조성기술 확보 ·친환경적 호안조성기술 실용화 ·식재 및 이식기술의 실용화	
환경영향분석 및 피해저감기술	·정책적 규제방안 및 환경평가지침 마련 ·환경피해의 저감을 위한 자체 기술력 보유	
환경모니터링, 유지관리 및 기능평가기술	·실시간/준실시간 모니터링 자동화 체제 구현 ·신속복구, 보수/보강기술 확보 ·성공여부 평가를 위한 세부지침 수립	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

나. 기술영역 및 요소기술 도출

대체습지조성 공학기술의 요소기술은 여러 가지 측면에서 도출할 수 있다. 즉, 계획, 설계, 시공, 그리고 사후 평가 등 조성단계별로 요구되는 기술을 중심으로 분류할 수 있으며, 조석 우세 또는 파랑 우세 등 외력환경이나 점토질 우세 또는 사질 우세 등 해저퇴적환경에 따라 요구되는 기술을 중심으로 분류할 수 있다. 또한 소프트웨어, 하드웨어, 그리고 시공 장비 등 대상기술의 특성에 따라 분류할 수도 있다. 여기서는 우선 대체습지 조성단계별 요소기술에 대해 개략적으로 살펴보고(표 5-3), 이를 기술영역별로 요소기술을 세분화하여 재분류 정리하였다(표 5-4).

표 5-3. 대체습지 조성단계별 요소기술

조성단계	요소기술
계획 및 설계단계	- 해양환경 관련 인자에 대한 관측 및 분석기술 - 조간대 등 특수지형에서의 관측기술 - 시뮬레이션 기반 해양환경특성 평가 및 환경변화 예측 기술 - 생태적 설계조건 산정 기술 및 생물서식환경 조성 기술 - 환경영향분석 및 피해저감 기술 - 신뢰성 기반 평가 및 설계 기술 - 대체습지의 기술적 경제적 타당성 평가 기술
시공단계	- 특수환경(초연약지반 등)에서의 시공 기술 - 특수 장비 개발 및 활용 기술 - 친환경적 매립기술 - 수심변화를 고려한 연약지반 처리 기술 - 습지지반 조기안정화 기술 - 수리 및 퇴적환경 제어 기술 - 식재 및 이식 기술 - 친환경적 건설소재 개발 및 활용기술 - 시공중 환경오염 방지 기술
유지관리단계	- 계획 설계단계의 기술 중 일부 - 조성된 대체습지의 성공여부 평가 모델 개발 또는 평가 기술 - 신속 복구, 유지관리, 보수 및 보강기술

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-4. 기술영역 및 요소기술

기술영역	핵심 기술 내용	요소기술
해양특성평가/환경영향 저감 기술	해양환경특성 평가 및 예측 기술	- 해양환경인자에 대한 관측 및 분석 기술 - 조간대 등 특수지형에서의 관측기술 - 지하수 및 토양오염 조사 기술 - 시뮬레이션 기반 해양환경특성 평가기술 - 시뮬레이션 기반 해양환경변화 예측기술 - 해저지형변화 분석 및 예측기술 - 해저퇴적물 이동특성 분석 및 예측기술 - 지반안정성 평가 기술
	환경영향분석 및 피해저감기술	- 세굴 방지공 성능 향상 기술 - 친환경적 매립기술 - 준설토 투기장 SS 급속 침전 기술 - 친환경적 준설토 투기 기술 - 토양오염 제어 및 복원 기술 - 수질오염 제어 및 개선 기술 - 습지지반 최종복토 및 표토처리 기술
모니터링, 유지관리, 기능평가기술	환경모니터링, 유지관리 및 기능평가 기술	- 실시간/준실시간 모니터링 자동화 기술 - 신속복구 및 보수/보강기술 - 친환경적 리모델링 기술/기능개선 기술 - 사후 성공여부 평가모델/평가기술
수리·퇴적 환경 제어기술	수리·퇴적환경 제어 기술	- 제어구조물의 친환경적 설계/시공 기술 - 제어구조물의 성능 향상 - 시뮬레이션 기반 수리환경 제어 기술 - 식재 등 친환경적 제어 기술 - 친환경적 소재 개발 및 활용기술 - 수리환경 제어구조물 기술

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

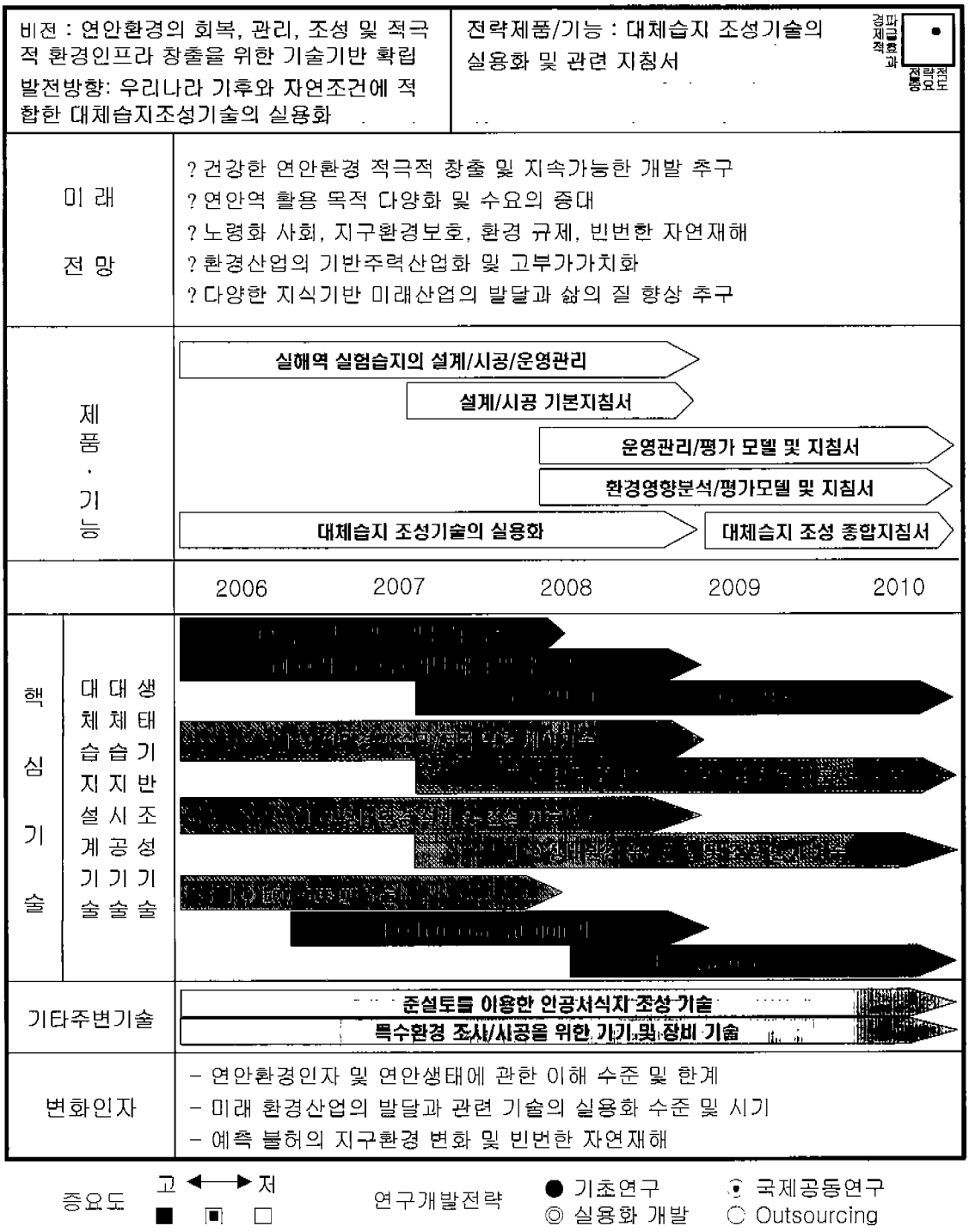
표 5-4. (계속)

기술영역	핵심 기술 내용	요소기술
건설 기반기술	인공습지 설계 및 시공기술	- 해양조건(초천해역, 유속, 파랑, 해상부유물 등)을 고려한 시뮬레이션 기반 설계기술 - 부유식, 고정식, 잠제 등 해양구조물 설계 및 시공기술 - 수심변화를 고려한 초연약지반 처리기술 - 해양공사 가설구조물 설계 및 시공기술 - 열악한 해양조건에 대비한 구조물 방호기술 - 친환경적 신소재 개발/활용기술 - 습지/초연약지반용 시공장비 개발/활용기술 - 시공 중 환경오염 방지기술 - 안전관리/품질관리 기술 - 차수기술 - 내진기술 - 연약지반-구조물 비선형 응답해석 기술 - 신뢰성 기반 구조/지반 안전성 해석 기술
생태공학 기술	생태기반 조성기술	- 지반환경 조사/분석/평가 기술 - 토양오염 처리/토양환경 조성 기술 - 친환경적 수질개선 기술 - 습지지반 조기안정화 기술 - 서식기반/소규모 지형 조성기술 - 친환경적 호안 조성기술 - 식재 및 이식기술
준설토 활용기술	준설토 활용 인공습지 조성기술	- 준설토 분석/평가 기술 - 오염준설토 생물학적/화학적/공학적 처리 기술 - 준설토 이용 매립지 조기안정화 기술

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

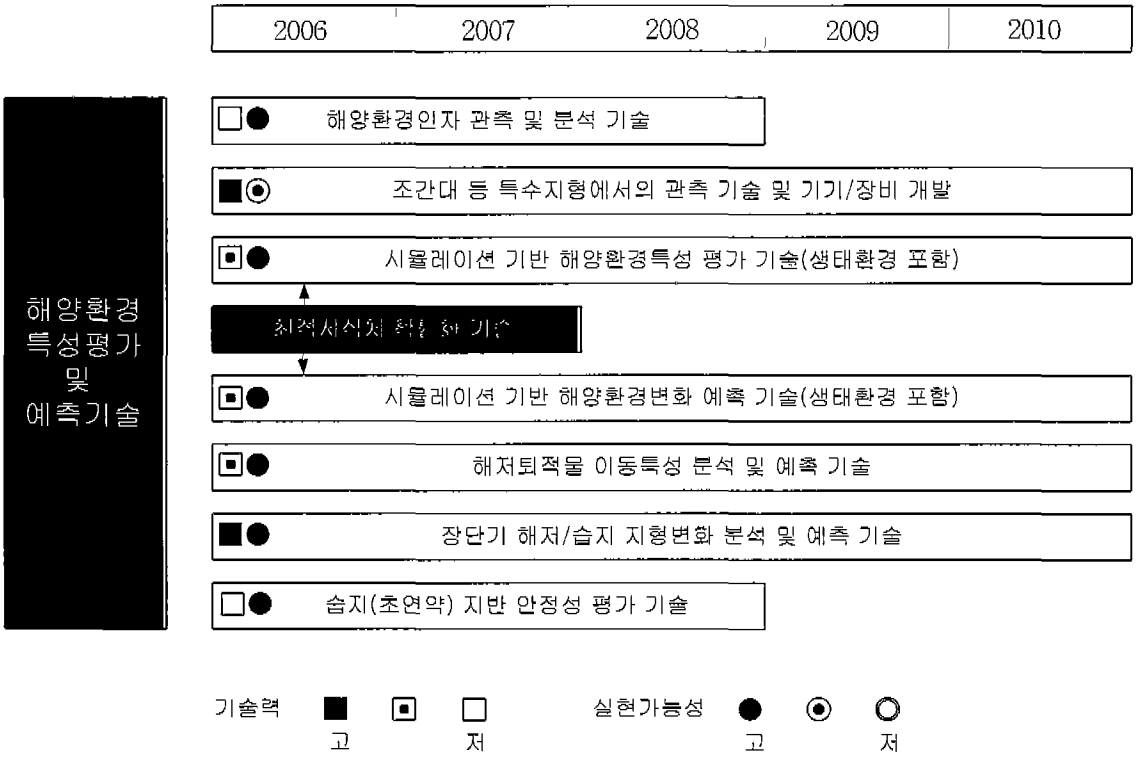
다. 기술지도의 전개

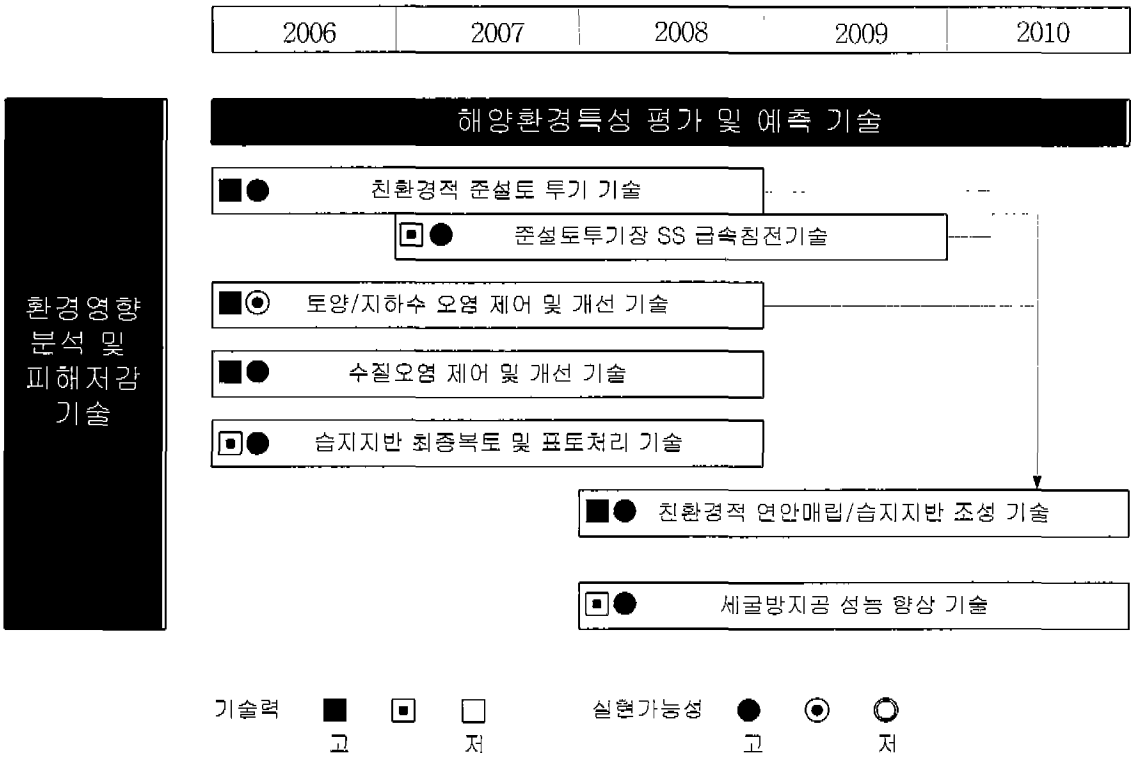
(1) 마크로 기술지도



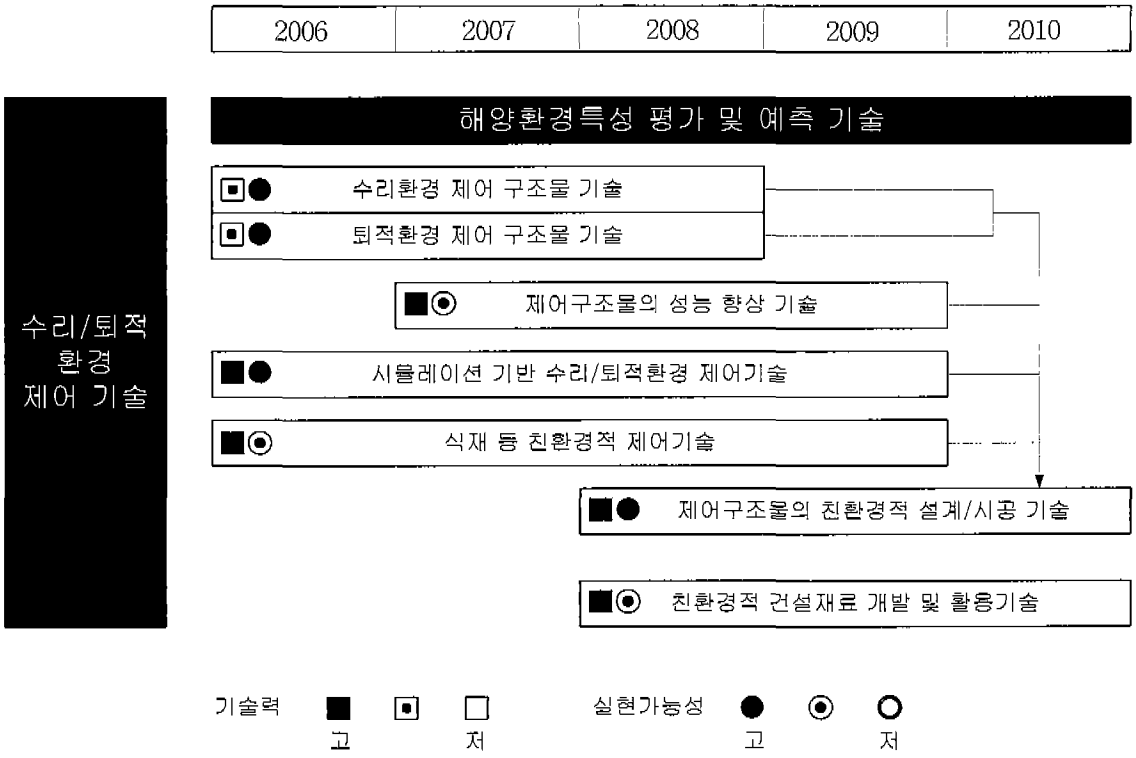
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

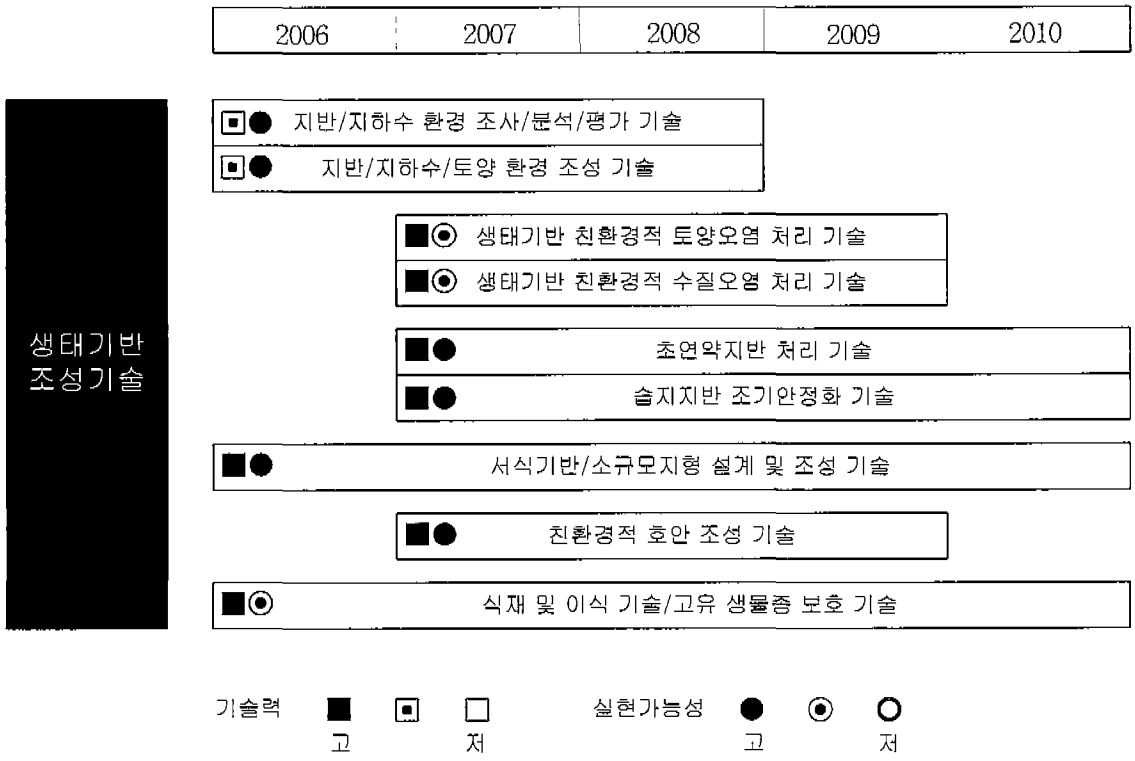
(2) 기술영역별 기술지도



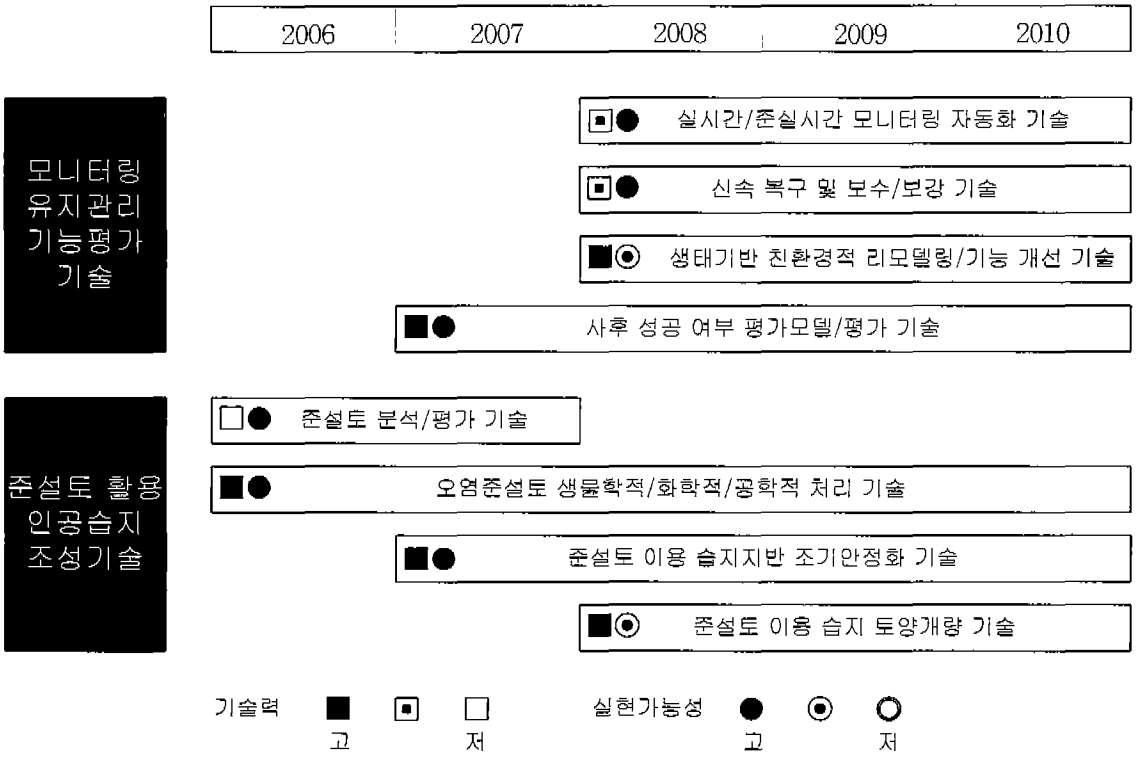


IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44





IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



라. 연구개발 소요예산

(단위 : 억원)

구분	1단계			2단계		합계
	2006	2007	2008	2009	2010	
해양환경특성 평가/예측 기술	2	2				4
환경영향분석 및 피해저감 기술			2	2	2	6
환경 모니터링, 유지관리 및 기능평가 기술			2	2	2	6
수리·퇴적환경 제어 기술	1	1	1			3
대체습지 설계 및 시공기술	8	8	1	1	1	19
생태기반 조성기술	2	2	2			6
준설토 활용 대체습지 조성기술	(3)	(5)	(5)	(5)	(5)	(23)
합 계	13	13	8	5	5	44

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제3절 대체습지 조성 가능 후보지 검토

1. 개요

제1차년도 연구를 통해 대체습지를 영향완화조치(mitigation)의 개념을 차용하여 "건전하고 지속가능한 연안역의 해양환경 유지를 위해 습지개발예정지역 인근 또는 다른 지역에 당해 개발습지의 크기 또는 기능에 상응하는 습지를 확보하는 것"으로 정의하고, 습지의 확보가 훼손된 습지의 복원, 회복, 개선뿐만 아니라 새로운 습지의 창출도 포함한다고 정리한 바 있다. 이미 언급한 바와 같이, 대체습지 조성을 위해 공학적인 설계를 하는데 있어 생물서식기반 조성과 생물서식 촉진방안을 고려해야 함은 물론이고, 수서 생태계와 육상 생태계의 임계 서식지를 제공하는 것과 함께, 동·식물의 서식 공간 제공 및 휴식환경을 제공할 수 있도록 고려해야한다. 그리고 대체습지의 공학적인 안정성 확보 및 저서생태계의 활성화를 촉진시킬 수 있는 설계가 필요하다.

습지의 복원, 회복, 개선 등에 대해서는 대상지역이나 공법 등에 대해서는 별 다른 의문점이 제기되지 않으나 새로운 습지의 창출에 대해서는 과연 우리나라와 같이 국토의 면적이 좁은 경우 그 대상지역이 있느냐? 있다면 어떤 지역에 조성할 수 있느냐? 바다 한가운데 조성할 수 있느냐? 또는 이렇게 조성한다면 또 다른 의미의 매립이 아닌가? 등의 의문이 제기되고 있는 것이 사실이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에 창출 개념의 대체습지를 조성할 경우 그 가능성을 검토하기 위하여 우선 우리나라 해안을 환경 특성별, 이용 현황별, 또는 지역별 등으로 구분하고 이에 대한 관련 자료를 수집 분석한 후, 전형적인 특성을 갖는 2개의 경우에 대해 각각의 특성에 적합한 대체습지 조성기법을 적용하여 개념적으로 설계를 실시하고, 그 결과를 분석하여 대체습지의 조성가능성을 평가한다.

2. 우리나라 해안의 특성 분류

가. 개요

대체습지는 인공적으로 조성된다는 측면에서 볼 때 일반적으로 사용하는 용어인 인공습지라 할 수 있으나, 그 의미는 다르다고 할 수 있다. 즉, 인공습지가 기술적

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

인 측면이 강조된 개념이라면 대체습지는 인공습지의 의미에 영향완화조치(mitigation)라는 의미가 더해진 개념이라고 할 수 있다. 그러나 기술적인 측면에서는 큰 차이가 없다.

해안에 조성되는 인공습지는 자연환경조건, 지형적인 조건 등의 입지조건과 조성목적 등에 따라 매우 다양한 형태로 나타날 수 있다. 우선, 주로 유출입되는 물의 종류에 따라 담수지, 기수지 또는 염수지로 나눌 수 있으며, 평면 형상에 따라 호안 등의 구조물로 둘러싸인 폐쇄형(그림 5-3)과 바다에 직접 접하는 개방형(그림 5-4)으로 나눌 수 있으며, 개방형은 습지의 일부만 바다에 접한 반개방형과 섬 형태의 완전 개방형으로 구분지울 수 있다. 또한 물이 완만히 흐르도록 조성된 유수 계곡형과 호수형으로 조성할 수도 있다. 또한 수위 및 유량 조절 방법에 따라서는 자연조절식과 인위적인 수문조작 등을 통한 강제 조절식 등으로 나눌 수 있다. 즉, 자연상태에서 나타나는 거의 모든 형태의 습지를 인공적으로 조성할 수 있다고 할 수 있으며, 대개는 지형적인 조건이나 수리 환경적 조건에 따라 서식할 것으로 예상되는 생물의 다양성 확보 등을 위해 여러 가지 형태, 형상 또는 기법 등을 적절히 조합하여 대상지역에 습지를 조성하게 된다. 이러한 현상은 습지를 생태공원으로 조성할 경우 보다 두드러진다.

따라서 대체습지는 조성할 수 있는 지역이나 해역이 따로 정해져 있는 것은 아니고 육지든 바다든 어디에도 조성할 수 있다고 할 수 있다. 즉, 협곡을 막아 댐을 만드는 것처럼 표고가 높은 산에도 조성이 가능하며(실제로 표고가 높은 분지지형에 자연습지가 존재하고 있다. 울산 무제치늪의 경우 표고가 해발 510~630m에 이른다), 심해에도 인공구조물을 축조하고 수위의 강제조절방식을 이용하여 인공섬과 같은 형태의 습지를 조성할 수 있다. 그러나 이와 같이 습지를 조성하는 것은 또 다른 자연의 파괴를 초래할 수 있으며 많은 건설비용이 소요되므로 비용 대비 효과 측면에서 부적절하다 할 수 있다. 일반적으로 대체습지는 기후환경이나 생태환경에 따라 그리고 조성목적, 중점기능 및 건설예산 등에 따라 그 입지와 규모 또는 형태를 적합하도록 조성하게 된다.

본 절에서는 우리나라에서 조성 가능한 대체습지 후보지를 개략적으로 파악하기 위해 우선 국내 연안의 현황을 살펴보고 자연환경조건 및 활용 목적 등에 따른 해안 특성을 분류하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 5-3. 폐쇄형으로 조성된 일본 오사카남항 야조원

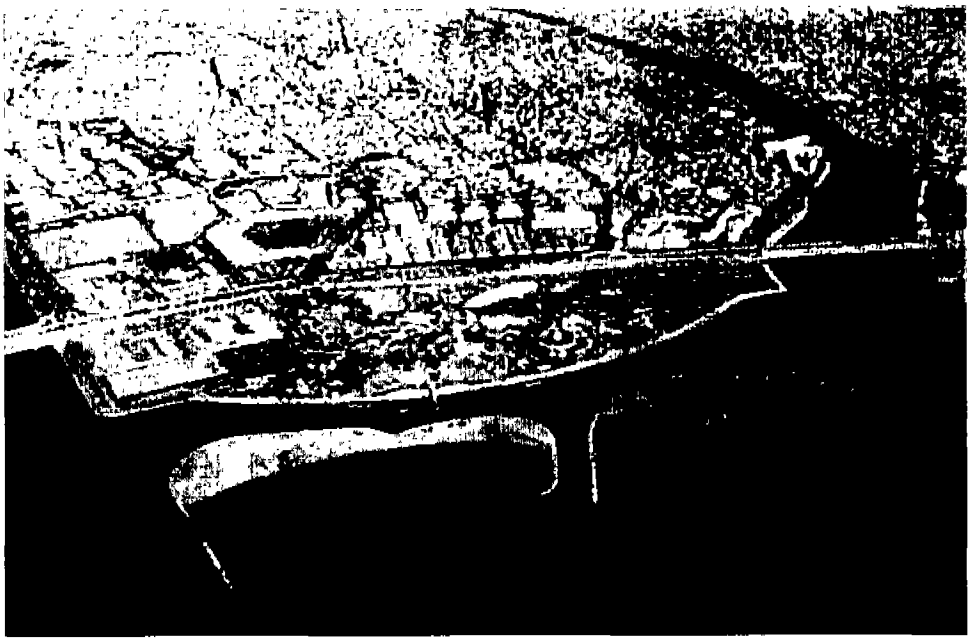


그림 5-4. 반개방형으로 조성된 일본 동경 가사이 해상공원

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

나. 우리나라 해안의 현황

(1) 연안역의 범위

연안역은 연안해역과 연안육역으로 구분할 수 있으며, 1999년에 제정된 연안관리법에 따르면 연안해역은 만조 수위선으로부터 영해의 외측 한계까지의 바다와 바닷가를 말하고, 연안육역은 무인도서와 연안해역의 육지쪽 경계선으로부터 최대 500m 또는 1km(지정항만, 13종 어항, 산업단지의 경우) 범위의 육지 지역을 의미한다. 이러한 연안자원 및 공간의 보전·이용·개발을 합리적으로 조정하여 지속가능한 개발과 환경보전을 효과적으로 실천하고자 하는 목적으로 연안관리법이 1999년에 제정된 바 있고, 중앙연안관리심의회와 환경보전위원회의 심의를 거쳐 연안통합관리계획을 2000년도에 수립하였다.

(2) 연안의 특성

우리나라 해안선의 총길이는 11,542㎞로 국토면적에 비해 긴 해안선을 보유하고 있으며, 육지면적 대비 해안선 길이의 비율을 비교해 보면 한국 117%, 일본 87%, 영국 57%, 뉴질랜드 56% 등으로 일본을 포함한 외국에 비해 높은 편이다. 여기서 육지의 해안선은 6,227㎞(도서의 해안선 5,315㎞)이며, 이중 26.2%인 1,632㎞가 방조제·호안 등의 인공해안으로 형성되고 있는데, 현재 해안선 총길이 재산정을 위한 조사측량이 실시되고 있으며 이는 2008년 완료될 예정이다.

우리나라 해안선은 서·남·동해안별로 위치에 따라 각기 다른 지형적 특성을 지니고 있는데, 서·남해안은 리아스식 해안으로 해안선이 복잡하고 수심이 낮은 반면에 동해안은 주로 암반해안으로 해안선이 단조롭고 수심이 깊다. 그리고 서·남해안은 경사가 완만하고 조수간만의 차가 커서 갯벌이 넓게 분포하고 있는 반면, 동해안은 하천이 급경사이고 길이가 짧아 양질의 모래해안이 분포하고 있다. 이중 서해안 갯벌은 세계 5대 갯벌의 하나로 손꼽히고 있으며, 서·남해안에 국토면적의 2.4%에 해당하는 2,393㎢의 갯벌이 분포한다.

연안해역의 이용 실태를 살펴보면, 1,092㎢의 연안해역이 수산양식장으로 이용되고 있으며, 1,387㎢의 해역이 항만수역에 포함된다. 그리고 20개소의 국립공원 중 연안에 위치한 국립공원은 5개소 3,367㎢이며, 이중 해역이 2,649㎢로 국립공원 총

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

면적 6,473㎢의 40.9%이고, 연안에 위치한 국립공원 면적의 78.7%를 차지하고 있다. 연안해역에 지정되어 있는 자연환경보전지역은 4,876㎢로 이중 52.4%인 2,556㎢가 수산자원 보전지구이며 1962년 이후 공유수면 매립면허 면적은 2,622㎢로서 이중 1,778㎢의 면적이 준공되었거나 시공 중이다.

이러한 연안역은 연안생태계 손실이나 생물 다양성의 감소, 연안오염의 심화 및 쾌적성 감소, 그리고 연안개발수요의 증대에 따른 계획입지의 난립 및 연안 접근권 제약 등의 문제점을 가지고 있는데, 특히 갯벌의 훼손이나 적조 발생 등으로 인한 해양생물 다양성 감소는 심각한 실정이다. 갯벌의 경우 시화지구, 새만금지구 등 대규모 간척·매립사업으로 최근 10년간 갯벌 상실면적이 약 810㎢로 조사된 바, 이는 전체 갯벌면적의 33.8%에 해당되는 것으로 항만, 공단, 관광시설 등 연안개발로 갯벌생태계의 생산력과 기능이 크게 저하되는 것뿐만 아니라 최근 갯벌에 대한 국민의 관심제고로 갯벌관광객이 대폭 증가된 반면, 이를 수용할 수 있는 교육 프로그램 등이 없어 관광객에 의한 갯벌 훼손이 증가하고 있다. 이러한 사실은 대체습지의 필요성을 더더욱 강조하는 부분이라 할 수 있다.

(3) 연안의 권역 분류

국가차원의 연안관리를 위한 적절한 공간 규모의 설정이 필요한데, 이를 위해서는 국가 연안관리의 주요 쟁점 파악을 위한 단위규모 설정이 필요하다. 표 5-5는 연안통합 관리계획에 따라 국내 연안을 10개 권역으로 구분한 것으로 해당 행정구역 및 설정 요인을 함께 나타내었다. 여기서 대체습지 조성 후보지와 밀접한 관계가 있는 권역은 서해안의 4개 권역과 남해안의 3개 권역이라 할 수 있는데, 이 중에서도 특히 서해안의 4개 권역(서해중부-Ⅰ, 서해중부-Ⅱ, 서해남부-Ⅰ, 서해남부-Ⅱ)의 의미는 더욱 크다고 할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-5. 연안역의 권역 분류

권 역 명	해당 행정구역	설 정 요 인
서해중부-I	인천 광역시 서구·동구·중구·남구·연수구·남동구·강화군·옹진군, 경기도 김포시·시흥시·안산시·화성군·평택시, 충청남도 아산시·당진군	○ 한강 하구의 영향권을 고려하여 경기만과 아산만을 통합시스템으로 설정 ○ 인천광역시에서 아산을 연결하는 연안 신산업지대의 입지 고려
서해중부-II	충청남도 서산시·태안군·홍성군·보령시·서천군(일부)	○ 태안반도 관광자원 및 천수만 수산자원의 유기적 연관성 고려
서해남부-I	충청남도 서천군(일부), 전라북도 군산시·김제시·부안군·고창군	○ 금강하구의 영향권 및 연안관리의 주요쟁점인 새만금지역 고려
서해남부-II	전라남도 목포시·영광군·함평군·무안군·신안군·영암군·해남군(일부)	○ 도서 및 갯벌의 통합시스템 고려 ○ 해상교통의 연계성 고려
남해서부	전라남도 해남군(일부)·진도군·완도군·강진군·장흥군·보성군·고흥군·순천시(일부)·여수시(일부)	○ 도서 및 만의 통합시스템 고려 ○ 수산업 및 관광의존형 지역경제 특성 고려
남해중부	전라남도 순천시(일부)·여수시(일부)·광양시, 경상남도 사천시·통영시·마산시·창원시·진해시·거제시·하동군·남해군·고성군	○ 만의 수리적 특성에 따른 육상기인 오염부하 영향 고려 ○ 임해산업활동 및 수산자원이용과의 연계성 고려
남해동부	부산광역시, 울산광역시	○ 항만·공단·도시 등 연안이용특성의 동질성 고려
동해남부	경상북도 경주시·포항시·울릉군·영덕군·울진군	○ 개방해역 및 행정구역 고려 ○ 임해산업활동 환경영향 고려
동해중부	강원도 삼척시·동해시·강릉시·속초시·양양군·고성군	○ 개방해역 및 행정구역 고려 ○ 해변관광위주의 연안이용 고려
제 주	제주도 제주시·서귀포시·북제주군·남제주군	○ 도서 통합시스템 고려

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. 해안 특성 분류

우리나라의 해안 특성은 크게 기후나 토양, 파랑조건 등을 포함한 자연환경조건에 따라 구분할 수 있고, 또한 준설매립이나 염전 등 활용방안에 따라 구분할 수도 있다. 대체습지의 조성은 앞에서도 언급한 바와 같이 어떤 지역이나 해역에서도 가능하지만 유사한 환경조건을 갖는 지역을 분류하여 그 특성에 적합한 적용기술을 표준화하는 것도 생태계 조성이나 경제성 분석에 많은 도움을 줄 수 있다. 또한 우리나라 해안습지를 분류하고 각 지역에 대한 환경특성을 조사하여 데이터베이스를 구축한다면 인근지역에 대체습지를 조성할 때 그 지역의 자연환경과 유사한 조건을 갖도록 기본 자료로 활용할 수 있다. 따라서 우리나라의 해안 특성을 분류하는 것은 조성 가능한 대체습지 후보지를 파악하는데 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

(1) 자연환경조건에 따른 분류

본 과제의 제1차년도 연구에서는 습지, 연안습지, 해안습지에 대해 각각 정의하고, 해안습지의 여러 가지 분류에 대해 조사하였으며, 우리나라 해양환경과 식생대를 고려하여 우리나라에 적합한 해안습지 분류체계(안)를 4단계로 나누어 표 5-6과 같이 제안한 바 있다. 즉, 1단계에서는 염수와 담수 환경의 작용 여부와 인공성으로 구분하였고, 2단계에서는 강, 파랑, 조석영향에 따른 지형의 특성에 따라 구분하였다. 3단계에서는 조위에 따른 구분이나 염분 또는 해수에 의한 수몰기간 등이 해당되게 하였으며, 마지막으로 4단계는 퇴적물 유형과 식생에 따라 구분하였다.

우리나라 해안선의 총연장은 표 5-7에서 보는 바와 같이 11,542.5km인데, 이 중 서해안과 남해안의 길이가 거의 비슷하게 나타나고 있다. 반면, 갯벌의 경우에는 남해안에 비해 서해안의 면적이 약 5배 정도로 월등하게 넓게 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 한편, 인공해안의 길이 또한 서해안이 남해안에 비해 긴데, 이로부터 인공적인 간척사업의 대부분이 서해안에 집중되어 있다는 사실을 확인할 수 있다. 표 5-8은 해당시도 통계연보(2002) 자료로서 서해안 권역의 해안선 분포를 각 지역별로 구분하여 나타낸 것이다. 이 표를 보면 서해안 권역 중에서도 서해 남부II 권역의 해안선이 가장 넓게 분포하고 있음을 알 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-6. 우리나라 해안습지의 분류 체계(안) (해양수산부, 2003)

단계 1	단계 2	단계 3	단계 4
해안 담수습지 또는 사구 coastal freshwater wetland	하천 수변습지 riparian wetland		갈대 담수 수생식물
	해안사구습지 coastal dune wetland		해안식물
해안 염수습지 coastal saltwater wetland	해빈 beach	조간대/조상대	뻘해빈 mud beach
			모래해빈(사빈) sand beach
			자갈해빈 pebble(shingle) beach
			암석해빈 rock beach
	갯벌(광의) 또는 조석 습지 tidal wetland	조하대 평탄지형 subtidal flat	거머리말
			평탄지형
		조간대 갯벌 또는 갯벌(협의) intertidal flat or tidal flat	펄갯벌 (mud flat)
			혼합갯벌
			모래갯벌 (sand flat)
		조상대/염습지 supratidal zone/ salt marsh	갈대우점
			해홍나물 등 염생식물 우점
해안 기수습지 coastal brackishwater wetland	석호 lagoon	담수성 석호 freshwater lagoon	갈대우점
		기수성 석호 brackishwater lagoon	갈대우점
		염수성 석호 saline water lagoon	갈대우점
	하구 estuary	조하대 subtidal zone	거머리말우점
		조간대 갯벌 intertidal flat or tidal flat	펄 | 거머리말우점
			혼합 | 갈대 또는 염생식물 우점
			모래 | 갈대 또는 염생식물 우점
		조상대 supratidal zone	갈대우점
해안 기수습지 coastal brackishwater wetland	삼각주 delta	조하대 subtidal zone	
		조간대 갯벌 intertidal flat or tidal flat	
		조상대 supratidal zone	해안식물
인공습지 artificial wetland	간척호 reclaimed lake		
	간척지 land reclaimed		갈대와 염생식물 (천이단계)
	염전(saltpan)		염생식물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-7. 우리나라 해안선 및 갯벌 현황

구분	전체 해안선 (km)	육지부 (km)	도서부 (km)	인공해안 (km)	갯벌 (km^2)
서해안	5,256.6	2,458.2	2,698.3	1,098.1	1,986
남해안	5,594.9	3,143.4	2,451.5	408.8	407
동해안	428.1	425.8	2.3	122.4	-
제주도	262.9	200.1	62.8	1.8	-
전 국	11,542.5	6,227.5	5,214.9	1,631.1	2,393

표 5-8. 서해안 권역에 대한 해안선 현황

구 분		해안선(km)	권역별비율(%)
서해 중부 I 권역	중 구	53.56	4.1
	동 구	10.90	0.8
	남 구	2.20	0.25
	연수구	6.00	0.5
	남동구	8.29	0.6
	서 구	7.15	0.5
	강화군	274.87	21.1
	옹진군	517.33	39.7
	평택시	24.50	1.9
	안산시	84.50	6.5
	시흥시	16.70	1.3
	김포시	25.87	2.0
	화성시	152.00	11.7
	아산시	7.00	0.5
	당진군	113.00	8.7
서해 중부 II 권역	보령시	250.90	23.1
	서산시	176.20	16.2
	서천군	76.70	7.1
	홍성군	50.00	4.6
	태안군	530.80	48.9
서해 남부 I 권역	군산시	102.10	33.8
	김제시	36.60	12.1
	고창군	74.00	24.5
	부안군	89.00	29.5
서해 남부 II 권역	목포시	71.40	3.2
	영암군	15.20	0.7
	무안군	220.30	9.7
	함평군	20.60	0.9
	영광군	199.15	8.8
	신안군	1,734.19	76.7

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그림 5-5는 우리나라 주변 해역의 수심을 나타낸 것으로 서해안 권역의 경우 다른 권역에 비해 상대적으로 얕은 수심을 보이고 있다. 우리나라 전역의 등조차도를 나타낸 그림 5-6에서 알 수 있듯이 서해안 권역의 조차는 4~6m 정도로 상당히 크다. 따라서 얕은 수심이나 큰 조차 등으로 볼 때 대체습지를 서해안 권역에 조성하는데 있어 상대적으로 유리한 면이 있다고 할 수 있다. 즉 인공습지의 조성에 필수적으로 필요한 해수 유출입이 다른 권역에 비해 비교적 원활하고 매립이나 절토 비용이 상대적으로 적게 소요되어 경제적 이점 또한 발휘할 것으로 기대된다. 그림 5-7은 우리나라 인근 해역의 해면상태를 1월과 7월로 구분하여 나타낸 것으로 서해안의 경우 1월에는 해면의 평균값이 0.6m~1.5m로 가장 우세한 반면 하절기에는 해면의 높이가 많이 줄어드는 것을 보여주고 있다. 해면상태는 대체습지 조성시 해수 유출입과 밀접한 관련이 있기 때문에 조차 이외에도 이에 대한 고려도 이루어져야 할 것이다.

해안습지의 특성 중 서식생물을 고려할 때 가장 중요하게 취급되어야 하는 것은 연안공학적 요소라 할 수 있다. 특히 우리나라의 갯벌과 같은 습지 형태에서는 조석의 영향에 의한 간출시간, 조류의 이동속도에 의한 퇴적환경 및 지형적 조건, 담수의 유입양상 등이 생태계에 중요한 역할을 한다. 본 연구에서 제안하고 있는 습지의 유형은 주로 퇴적상과 특정 생물 군집(염생식물, 거머리말) 등의 환경요인에 의하여 10가지로 분류되고 있는 것으로부터 대체습지 조성에서 이들이 차지하는 비중을 알 수 있다. 우리나라의 전형적인 갯벌은 생물학적 서식조건에 따라 다음과 같이 3가지의 형태로 구분할 수 있다.

① 조간대 상부 지역 : 이 지역은 최상부와 조상대의 두개의 구역으로 구분할 수 있다. 최상부는 육지와 경계를 이루는 곳으로 주로 염생식물이 분포하거나 갈대 등 육상식물과 혼재된 지역을 말한다. 이 지역의 경우 조석에 의한 간출시간이 중요한 요소가 되며, 간출시간에 따라 육상식물과 염생식물의 서식 지역이 구분되고 있다. 육상식물의 경우 해수의 유입보다는 육상으로부터의 담수 유입량이 서식범위를 결정하는 것으로 알려져 있다. 따라서 갈대숲을 조성하기 위해서는 담수의 원활한 유입을 유도할 수 있도록 계획되어야 한다.

조상대는 습지 중에 식물의 분포가 거의 없고 조류의 유동이 적은 해역으로 점착성 미세퇴적물의 공급이 이루어 질 수 있는 지형적 조건을 가지고 있다. 니질이 우세한 경우 특유의 점착성 특성으로 인해 수분의 수직적 유통이 적어 환원이 이루어지는 공간이다. 따라서 심미적으로 색이나 구성 조건이 열악한

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

환경이지만 미생물의 활동이 가장 활발하여 유기물 분해 등이 일어나는 속칭 '정화구역'이다. 우리나라 해안 중에 복잡한 해안선을 나타내는 지역에 주로 발달하고 있다. 대체습지 조성시 수위와 유속의 제어에 중점을 두어야 한다. 경제성 측면에서 보면 정화능력으로 인해 높은 가치를 보이나 생물생산의 가치로 평가할 경우 가장 낮은 지역으로 평가되고 있다.

사질과 니질의 혼합상을 보이는 경우 잦은 풍수가 발생하는 기수역이나 암반구조의 돌출된 지형을 가진 해역에 발달한다. 최근 들어 연안개발로 인한 주변의 장기적 퇴적환경 변화를 일으키는 지역에 나타나며, 굴 양식 등 인위적 활동에 의해 조성되기도 한다. 혼합갯벌의 경우 기질과 연약질이 혼재된 양상으로 생물다양성은 가장 높게 나타나고 있다. 또한 굴, 바지락 등이 서식할 수 있는 조건을 가지고 있어, 고부가가치의 갯벌 생물 생산력이 감소하는 추세에서 가장 높은 생산성을 나타내는 지역이다. 간출시간이 200-240시간/월인 해역에서 주로 높은 생물 서식을 나타낸다. 즉 조위의 경우 평균 해수면 부근에서 약 1m 이내 상층부 정도에 해당한다. 이 경우 조류의 속도에 의한 니질 침전량을 특히 고려하여야 한다. 니질의 침전은 자갈이나 패각질의 매몰을 야기시키기 때문에 장기적으로는 니질 퇴적상을 나타내면서 오히려 생물상의 심각한 감소를 보일 수 있다. 이 경우 니질이 퇴적되어도 관을 만들거나 갱도를 만드는 생물의 활동이 기존의 자갈과 패각에 의해 어려워지므로 생물 서식이 불가능해지기 때문이다.

② 조간대 중간 지역 : 사질이 우세한 습지는 강한 조석과 파랑의 영향이 지배적이다. 주로 지형적 영향에 따라 연안류나 해안류에 의해 형성되며, 생물서식 양상도 매우 빈약한 해역이지만 인간 활동에서 유익한 친수공간을 제공할 수 있다.

사질과 니질이 혼합된 갯벌의 경우 습지 지역 중에 가장 높은 생물 생산력을 보이는 해역으로, 지형적으로 사질갯벌보다 매우 안정하며 패류 등이 서식할 수 있는 좋은 조건을 가진다. 원활한 조류의 이동으로 갯벌에서 가장 많은 먹이 활동 조건인 현탁물 식자(수괴에서 먹이를 걸러 먹는 활동)가 서식하기 원활하다. 우리나라에서 가장 광범위한 면적을 차지하고 있으며, 주로 평균해수면에서 1-2m 아래 해역에 지형적인 조건에 따라 구성된다.

③ 조하대 : 조간대 하부에 위치하는 지역으로 연중 대부분 해수에 잠겨있는 지역으로 지역에 따라서는 거머리말 군락 등이 발달한다. 거머리말은 해저면에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

서식하는 유일한 현화식물로서 뿌리를 통해 영양분을 공급받는다. 뿌리구조는 상호 공유하는 그물망 형식에서 단독형 등 다양하지만 해저면의 구조상 그물망형이 우세하다. 이러한 구조는 퇴적물의 침식을 방지하고, 상호 영양분을 공급하게 되며, 이러한 환경에서는 갯벌이나 연안에 서식하는 어린생물의 서식처를 제공하게 된다. 하지만 환경에 민감하여, 수질악화, 과다한 유기물 공급 등은 잘피의 광합성을 저해하여 성장을 어렵게 만든다. 따라서 탁도가 가장 중요한 조절인자가 된다. 실제로 거머리말 군락은 연안에서 잠재적 생산성 증대가 중요한 공간을 제공한다. 외국의 경우 잘피 이식 연구가 진행되고 있지만 뚜렷한 성과는 보이지 못하고 있으며, 최근에는 이식보다는 탁도나 환경에 강한 잘피의 선발육종을 통해 종 개량이 이루어지고 있으며, 인공 잘피 등을 생산하여 인위적 서식지 복원이나 퇴적물 이동 방지 등에 활용하고 있다.

이상에서 언급한 바와 같이 연평균 기온이나 강수량 등도 대체습지를 조성할 때 고려해야 할 중요한 요소이다. 그림 5-8은 국내 연평균 기온 및 강수량을 나타낸 것으로 평균적으로 볼 때 남부지방의 기온이 높고 강수량이 많으며 북부지방의 기온은 낮고 강수량이 적게 분포하고 있다. 이 중 서해안 권역의 연강수량은 1200㎜ 정도이며, 연평균기온은 11℃에서 13℃ 정도로 나타난다. 그림 5-9는 우리나라 기온을 1월과 7월로 구분하여 나타낸 것으로 서해안 부근의 동절기인 1월 평균 기온이 -2℃인 점을 고려한다면 서해안 권역 중 서해 중부 권역에서 조성한 담수호 또는 기수호가 동절기에 얼 수 있다는 사실을 고려하여야 할 것으로 판단된다. 이러한 사실은 우리나라 전체의 무상일수와 결빙일수의 분포를 나타낸 그림 5-10에서도 확인되는데, 이에 대한 고려가 반드시 필요함을 알 수 있다. 무상일수는 서리가 내리지 않는 기간으로 마지막 서리에서 첫서리 사이의 기간을 말한다. 서해안 부근의 무상일수는 180일 정도이다.

그림 5-11은 우리나라 인근 해역의 염분 농도를 1월과 7월로 구분하여 나타낸 것으로 서해안 부근의 염분의 농도가 약 32.0% 정도로 계절이나 지역에 관계없이 거의 일정하게 나타나 염생식물의 번식에 미치는 염분 농도의 영향은 크지 않을 것으로 판단된다. 그림 5-12는 국내의 토양 분포를 나타낸 것으로 토양의 경우 우리나라 대부분은 산악토로 되어 있으며, 서해안 권역은 사토·사력 질식토, 사토·사양토가 주로 분포되어있다. 그림 5-13은 우리나라 하천 유역도를 도시한 것인데, 하천의 흐름으로 인해 내륙의 토사가 해안이나 습지로 흘러들어가기 때문에 대체습지 조성시 이에 대한 검토도 수행할 필요가 있을 것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

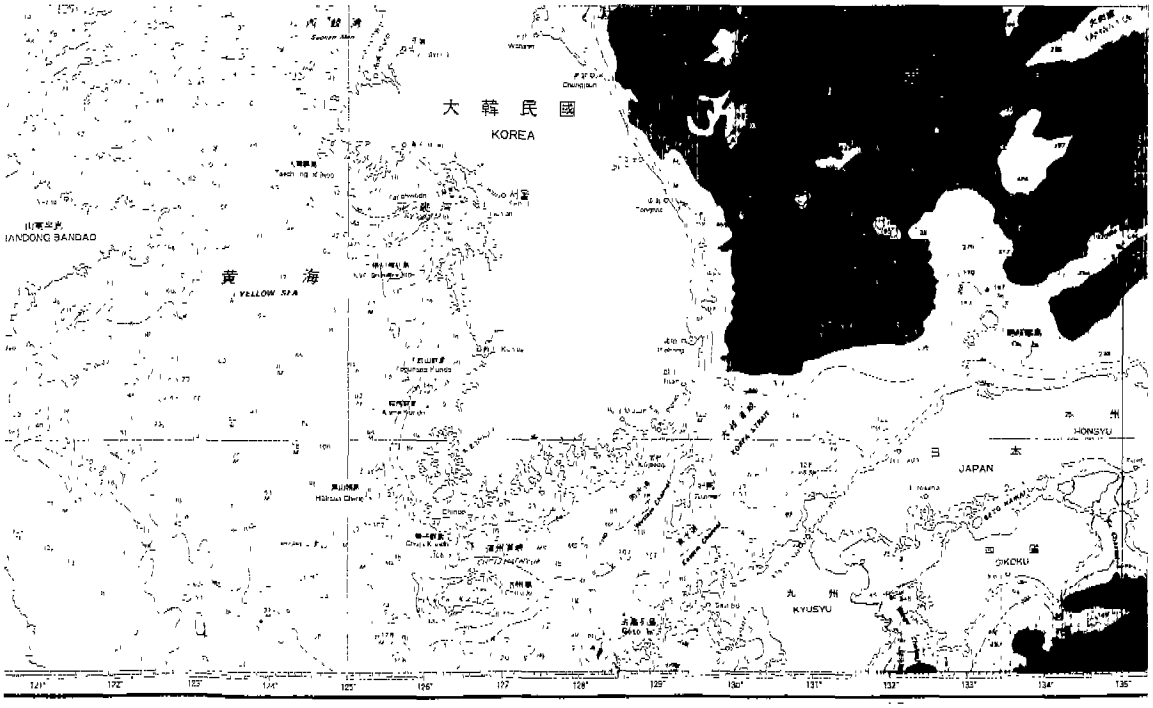


그림 5-5. 우리나라 주변 해역의 수심

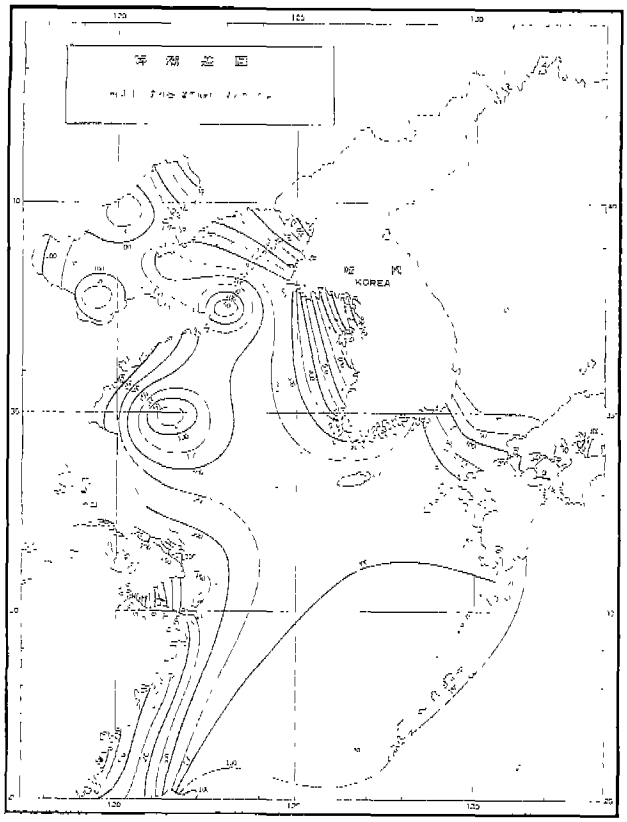
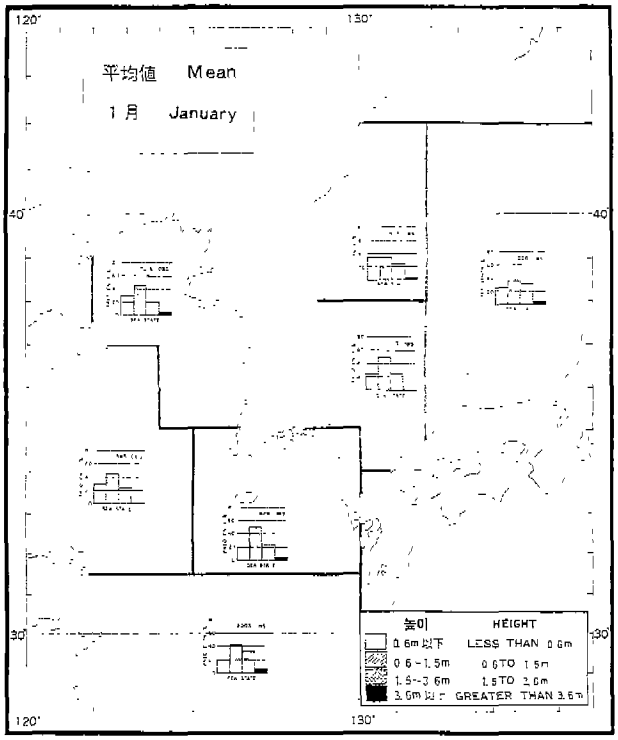
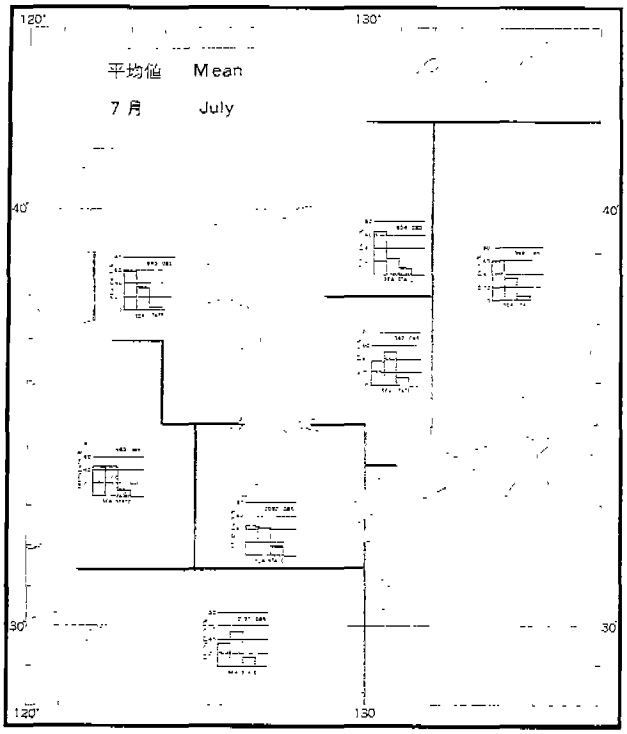


그림 5-6. 우리나라 주변 해역의 등조차도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



(a) 1월의 해면 상태



(b) 7월의 해면 상태

그림 5-7. 우리나라 해안의 해면 상태

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

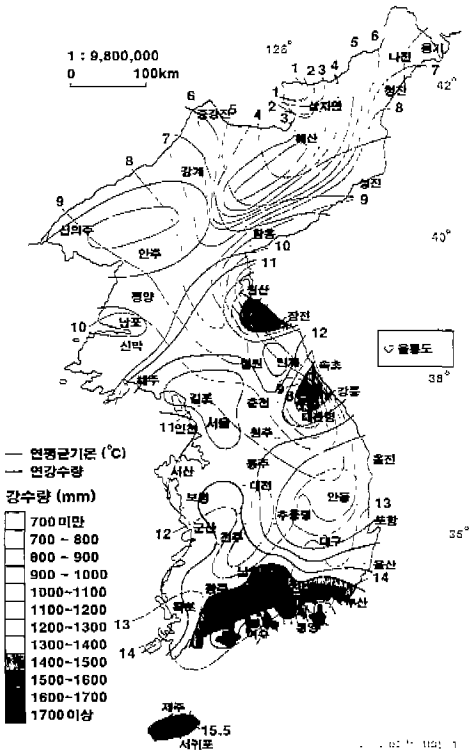
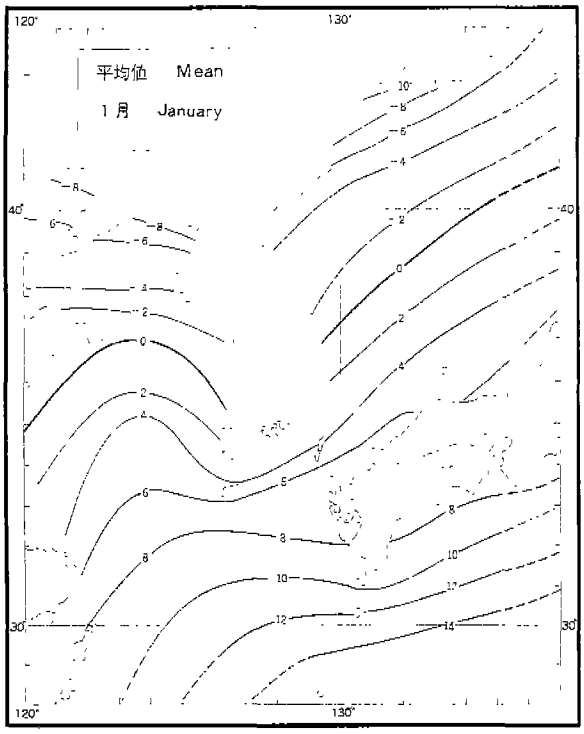


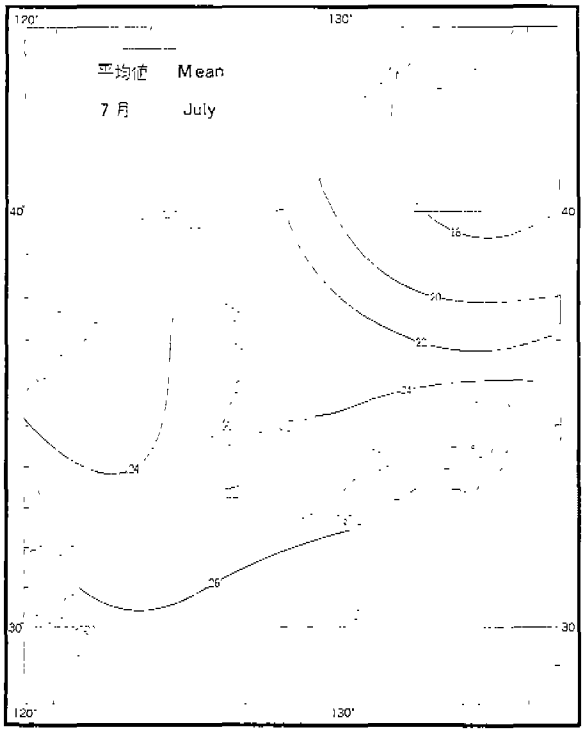
그림 5-8. 연평균 기온과 강수량



(a) 1월의 기온

그림 5-9. 우리나라 해역의 기온 분포 (계속)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



(b) 7월의 기온 분포

그림 5-9. 우리나라 해역의 기온 분포

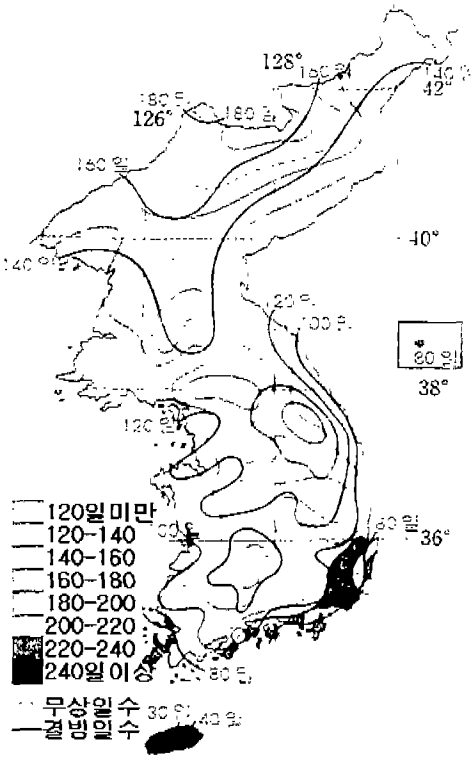
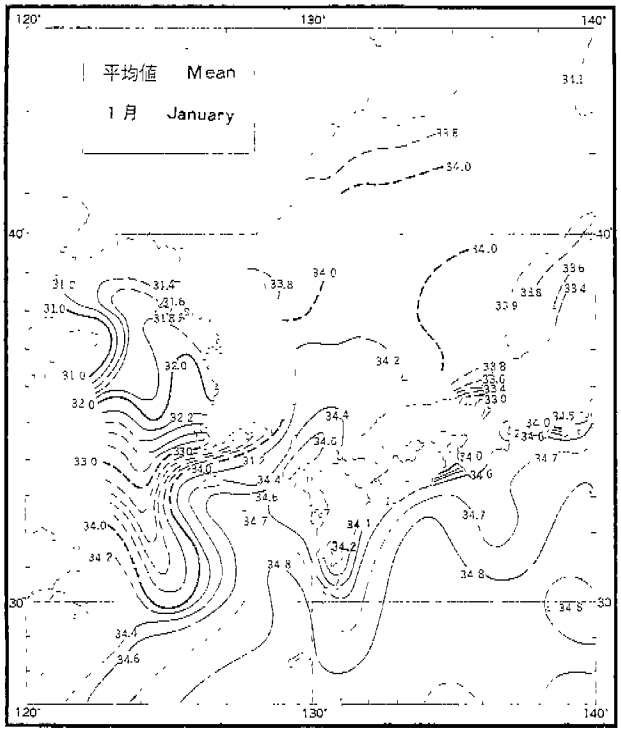
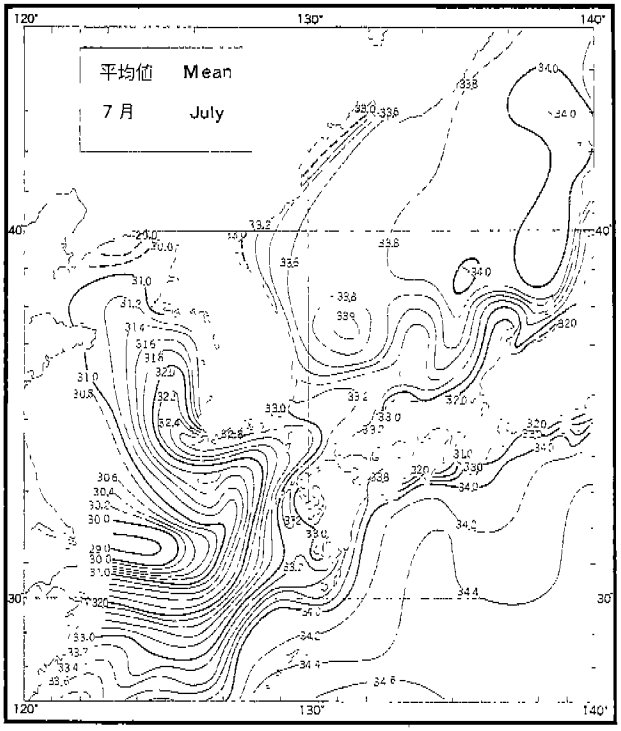


그림 5-10. 무상일수 및 결빙일수

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



(a) 1월의 염분 분포



(b) 7월의 염분 분포

그림 5-11. 우리나라 해역의 염분 분포도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

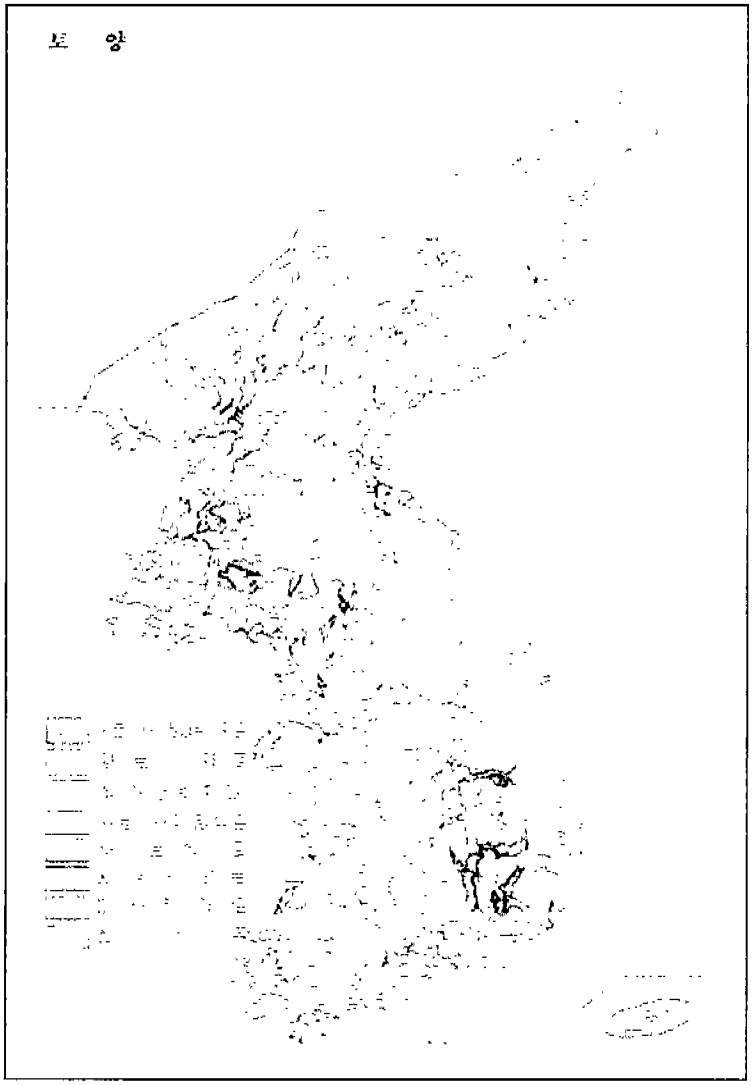


그림 5-12. 우리나라 토양 분포

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

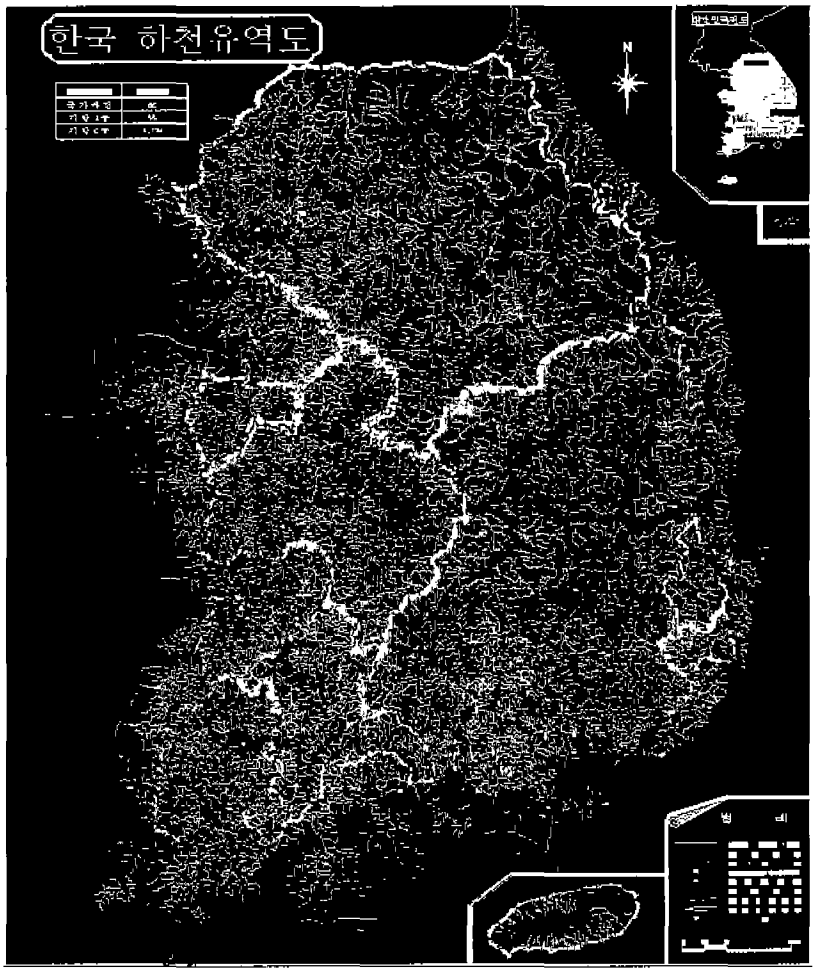


그림 5-13. 우리나라 하천유역도

(2) 활용 목적에 따른 분류

(가) 염전 및 폐염전

우리나라 염전의 규모별 분포를 살펴보면 표 5-9에 제시된 바와 같이 육지에 448개소 2,955ha, 도서에 985개소 2,875.0ha의 면적을 허가 받아 이 중 육지 406개소 2,511.5ha, 도서 870개소 2,478.7ha에서 소금을 생산 중이다. 또한 대부분 10ha 이하의 소규모 염전으로 육지와 도서 각각 허가 염전수의 89.2%, 97.2%로 나타났다. 시군구, 육지 도서별 염전 현황을 나타낸 표 5-10을 보면, 개수나 면적 전체로 보았을 때 전남 지역이 다른 지역에 비해 월등히 많고, 그 다음으로 충남과 인천/경기 순으로 분포하고 있다. 하지만, 휴업에 들어간 염전의 수나 면적은 전북이 가장 많

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

은 것으로 나타나고 있다. 이러한 특성은 4대 권역별 갯벌 현황을 나타낸 표 5-11을 보면 더욱 더 확연하게 파악할 수 있다.

지역별 염전과 폐염전 현황 및 4대 권역별 갯벌 현황은 표 5-12 및 표 5-13과 같으며, 염전에 대한 구조조정이 실시되어 폐전지원이 실시되기 시작한 1997년 이후 총 1,578ha가 폐전되었으며, 이는 1997년 염전총면적 7,289.1ha의 21.6%에 해당한다. 폐염전 용도전환 현황을 살펴보면 표 5-14에 수록된 바와 같이 양식장으로 390.7ha, 농지로 12.1ha, 폐염전 그대로 방치한 것이 1,136ha, 그리고 기타 용도로 28.5ha가 용도전환된 것으로 나타났다. 폐염전 지원사업 현황을 표 5-15에 제시하였으며, 지원대상 염전면적 4,334ha 중 36.4%인 1,577ha가 폐전지원을 받았으며, 지원금액은 175.7억원이었다. 폐염전 지원 세부현황을 표 5-16에, 그리고 연도별 폐염전 지원 실적을 표 5-17에 각각 수록하였다. 이상으로부터 1997년 염전구조조정이 법제화된 이후 1,577ha의 염전이 폐쇄되었으며, 양식장, 농지 등 타 용도로 전환되었음을 알 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-9. 염전 규모별 분포 현황 (단위: ha)

염전규모		면적				염전수(업자수)			
		허가		가동		허가		가동	
		면적	비율	면적	비율	수	비율	수	비율
1ha 이하	육지	10.2	0.3	6.8	0.3	9	2.0	8	2.0
	도서	59.5	2.1	51.5	2.1	64	6.5	55	6.3
2ha 이하	육지	92.6	3.1	81.8	3.3	48	10.7	42	10.3
	도서	615.9	21.4	547.9	22.1	406	41.2	359	41.3
5ha 이하	육지	886.7	30.0	854.9	34.0	247	55.1	225	55.4
	도서	1,212.2	42.2	1,056.3	42.6	440	44.7	391	44.9
10ha 이하	육지	654.4	22.1	607.1	24.1	96	21.4	90	22.2
	도서	344.9	12.0	281.9	11.4	47	4.8	41	4.7
20ha 이하	육지	473.8	16.0	412.5	16.4	32	7.1	29	7.1
	도서	250.3	8.7	172.4	7.0	20	2.0	17	2.0
30ha 이하	육지	116.9	4.0	75.0	3.0	5	1.1	4	1.0
	도서	121.0	4.2	97.5	3.9	5	0.5	4	0.5
50ha 이하	육지	258.1	8.7	227.2	9.0	7	1.6	6	0.5
	도서	78.2	2.7	78.2	3.22	2	0.2	2	0.2
100ha 이하	육지	153.8	5.2	96.2	3.8	2	0.4	1	0.2
	도서	-	-	-	-	-	-	-	-
100ha 이상	육지	308.2	10.4	150.0	6.0	2	0.4	1	2.0
	도서	193.0	6.7	193.0	7.8	1	0.1	1	0.1
합계	육지	2,954.7	100.0	2,511.5	100.0	448	100.0	406	100.0
	도서	2,875.0	100.0	2,478.7	100.0	985	100.0	870	100.0
계		5,829.7		4,990,2		1,433		1,276	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-10. 시, 군, 구, 육지, 도서별 염전현황 (단위: 개, ha)

시, 군, 구	구분	육지		도서		합계		비고
		업체수	면적	업체수	면적	업체수	면적	
인천/경기	허가	41.0	346.6	7.0	89.9	48.0	436.5	
	휴업	6.0	85.3	2.0	43.9	8.0	129.2	
	가동	35.0	261.3	5.0	46.0	40.0	307.3	
충남	허가	112.0	769.9	10.0	44.4	122.0	814.3	
	휴업	7.0	68.3	7.0	27.3	14.0	95.6	
	가동	105.0	701.6	3.0	17.1	108.0	718.7	
전북	허가	7.0	459.2	2.0	13.9	9.0	473.1	
	휴업	2.0	279.1	1.0	11.8	3.0	290.9	
	가동	5.0	180.1	1.0	2.1	6.0	182.2	
전남	허가	259.0	1,081.4	887.0	2,355.0	1,146.0	3,436.4	
	휴업	37.0	68.9	79.0	275.0	116.0	343.9	
	가동	222.0	1,012.5	808.0	2,080.0	1,030.0	3,092.5	
합계	허가	419.0	1,657.1	906.0	2,503.2	1,325.0	5,160.3	
	휴업	52.0	501.6	89.0	358.0	141.0	859.6	
	가동	367.0	2,155.5	817.0	2,145.2	1,184.0	4,300.7	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-11. 4대 권역별 염전 현황 (단위: 명, ha)

구 분			조합원수	염전면적
서해권역			1,252	4,849
서해 중부 I 권역	합 계		61	522.8
	중 구	소 계	13	150.6
		운남동	7	68.8
		운서동	4	56.0
		을왕동	2	25.8
	강화군	소 계	2	26.6
		삼산면	2	26.6
	옹진군	소 계	5	63.3
		백령면	3	47.4
		북도면	1	11.8
		영흥면	1	4.1
	안산시	소 계	9	51.5
		대부남	3	16.0
		대부동	6	35.5
	화성시	소 계	18	143.4
		남양면	1	1.0
		마도면	1	57.6
		서신면	14	71.6
		우정면	2	13.2
	당진군	소 계	14	87.4
		송산면	13	63.4
		송악면	1	23.9
서해 중부 II 권역	합 계		96	645.5
	보령시	소 계	3	13.6
		오천면	2	10.8
		천북면	1	2.9
	서산시	소 계	26	128.3
		대산읍	25	119.9
		지곡면	1	8.4
	서천군	소 계	7	27.3
		장항읍	7	27.3
	태안군	소 계	60	476.3
		고남면	2	8.3
		근흥면	8	66.6
		소원면	13	111.8
		안면읍	11	163.9
		이원면	10	27.4
		태안읍	3	33.2
		남 면	13	65.2

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-11. 4대 권역별 염전 현황 (단위: 명, ha) (계속)

구 분			조합원수	염전면적
서해 남부 I 권역	합 계		9	473.2
	군산시	소 계	5	209.9
		옥구읍	5	209.9
	김제시	소 계	1	30.9
		성덕면	1	30.9
	고창군	소 계	2	192.1
		심원면	2	192.1
	부안군	소 계	1	40.3
		진서면	1	40.3
서해 남부 II 권역	합 계		1,086	3,207.7
	목포시	소 계	14	54.7
		달동	7	30.3
		대양동	2	8.2
		삼향동	1	5.3
		충무동	4	10.9
	영암군	소 계	1	6.5
		암초면	1	6.5
	무안군	소 계	32	92.3
		망운동	2	5.4
		운남면	1	8.6
		해제면	29	78.3
	영광군	소 계	122	588.1
		백수읍	33	204.7
		염산면	89	383.5
	신안군	소 계	917	2,466.1
		도초면	97	244.7
		비금면	206	448.7
		신의면	237	459.9
		안좌면	26	66.0
		암태면	12	46.9
		압해면	40	160.1
		임자면	42	140.8
		자은면	10	56.9
		장산면	21	50.8
		증도면	39	278.7
		지도읍	92	315.1
		팔금면	20	60.1
		하의면	75	137.4

자료: 염업조합 중부·경인·남부지부, 2002, 조합원대장

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-12. 우리나라 지역별 염전 및 폐염전 현황 (단위: ha)

년도		인천·경기	충남	전북	전남	계
'97	염전면적	969.9	1,144.3	610.2	4,565.0	7,289.1
	폐전면적	281.3	142.4	65.5	774.6	1,263.8
	비율	29.0	12.4	10.7	17.0	17.3
'98	염전면적	688.3	1,001.9	544.7	3,790.4	6,025.3
	폐전면적	46.7	5.3	59.8	54.6	166.4
	비율	6.8	0.5	11.0	1.4	2.8
'99	염전면적	641.6	996.6	484.9	3,735.7	5,858.8
	폐전면적	1.5	14.3	1.9	11.4	29.1
	비율	0.2	1.4	0.4	0.3	0.5
'00	염전면적	640.1	982.3	483.0	3,724.3	5,829.7
	폐전면적	42.0	29.0	9.7	38.0	118.7
	비율	6.6	2.9	2.0	1.0	2.0
계	염전면적	598.1	953.3	473.3	3,686.3	5,711.0
	폐전면적	371.5	191.0	136.9	878.6	1,578
	비율	38.3	16.7	22.4	19.2	21.6

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-13. 4대 권역별 폐염전 현황 (단위: ha)

구 분		염전면적	합 계	폐염전	어패류 양식장	전, 답	기타
서해권역		1,985.7	442	207	176	21	38
서해 중부 I 권역	소 계	573.7	75	2	48	-	25
	중 구	22.1	4	-	2	-	2
	남동구	30.0	1	-	-	-	1
	강화군	87.6	3	-	2	-	1
	옹진군	67.2	9	-	7	-	2
	안산시	127.3	22	-	10	-	12
	화성시	148.8	21	-	14	-	7
	당진군	90.7	15	2	13	-	-
서해 중부 II 권역	소 계	312.5	58	9	44	1	4
	보령시	12.0	2	1	1	-	-
	서산시	74.8	18	2	15	1	-
	서천군	36.3	4	1	3	-	-
	태안군	189.4	34	5	25	-	4
서해 남부 I 권역	소 계	137.0	9	5	2	-	2
	군산시	37.2	3	2	-	-	1
	고창군	69.8	5	3	1	-	1
	부안군	30.0	1	-	1	-	-
서해 남부 II 권역	소 계	962.5	300	191	82	20	7
	목포시	15.8	6	6	-	-	-
	영암군	20.2	6	3	-	-	3
	무안군	29.5	5	5	-	-	-
	영광군	63.4	14	10	4	-	-
	신안군	833.6	269	167	78	20	4

자료: 염업조합 중부·경인·남부지부, 2002, 조합원대장

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-14. 폐염전 용도 전환 현황 (단위; 개, ha)

구분		1997년		1998년		1999년		2000년		계	
		염전수	면적	염전수	면적	염전수	면적	염전수	면적	염전수	면적
양식장	2ha이하	3	5.6	1	0.2	4	6.6	2	2.7	10	15.1
	2~5ha	9	33.9	3	10	-	-	1	2.9	13	46.8
	5~10ha	12	94	2	10.7	-	-	3	18	17	122.7
	10~20 ha	9	124.3	2	21.8	-	-	-	-	11	46.1
	20~30 ha	2	60	-	-	-	-	-	-	2	60
	계	35	317.8	8	42.7	4	6.6	6	23.6	53	390.7
농지	2ha이하	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2~5ha	1	3.2	1	3.5	1	2.2	1	3.2	4	12.1
	5~10ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10~20 ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20~30 ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	계	1	3.2	1	3.5	1	2.2	1	3.2	4	12.1
폐전	2ha이하	88	131.2	5	6.6	2	3.5	5	8.8	100	105.1
	2~5ha	106	324.1	11	34	3	8	4	13.4	124	379.5
	5~10ha	30	205.8	4	25.8	1	7.7	4	23.5	39	262.8
	10~20 ha	12	155.9	1	19.2	-	-	2	20.9	15	196
	20~30 ha	4	117.6	1	30	-	-	-		5	147.6
	계	240	934.6	22	115.6	6	19.2	15	66.6	283	1,136
기타	2ha이하	-	-	-	-	1	1.1	-	-	1	1.1
	2~5ha	-	-	1	4.7	-	-	-	-	1	4.7
	10~20 ha	1	8.3	-	-	-	-	-	-	1	8.3
	20~30 ha	-	-	-	-	-	-	1	24.4	1	24.4
	계	1	8.3	1	4.7	1	1.1	-	24.4	4	38.5
합계		277	1,263.9	32	166.5	12	29.1	23	118	344	1,577.3

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-15. 폐염전 지원사업 현황 (단위: 명, ha, 백만원)

구분	지원대상자	지원대상 염전면적	지원금액
총 지원사업규모	1,238	4,334	44,941
'97 폐전지원	277(22.4%)	1,264(29.2%)	14,341(31.9%)
'98 폐전지원	32(2.6%)	166(3.8%)	1,710(3.8%)
'99 폐전지원	12(1.0%)	29(0.7%)	337(0.7%)
2000 폐전지원	23(1.9%)	118(2.7%)	1,180(2.6%)
누 계	344(27.8%)	1,577(36.4%)	17,568(39.1%)

* ( )안은 총지원 규모 대비 비율임.

표 5-16. 폐염전 지원 세부현황 (단위: 개, ha, 백만원, %)

구분		폐전지원비			실직대책비		지원비 계
총 괄 ('97~2001)		염전면적	업체수	지원금액	근로자수	지원금액	
		4,334 (100)	1,238 (100)	43,620 (100)	870 (100)	1,321 (100)	44,941 (100)
'97	허가면적	1,819(42)	277(22.4)	14,317 (32.8)	28 (3.2)	24 (1.8)	14,341 (31.9)
	지원면적	1,264(29.2)					
'98	허가면적	226(5.2)	32(2.6)	1,710 (3.9)	- (0)	- (0)	1,710 (3.8)
	지원면적	166(3.8)					
'99	허가면적	38(0.9)	12(1.0)	337 (0.8)	- (0)	- (0)	337 (0.7)
	지원면적	29(0.7)					
'00	허가면적	140(32)	23(1.9)	1,180 (2.7)	- (0)	- (0)	1,180 (2.6)
	지원면적	118(2.7)					
계	허가면적	2,223(51.3)	344(27.8)	17,544 (40.2)	28 (3.2)	24 (1.8)	17,568 (39.1)
	지원면적	1,577(36.4)					

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5 17. 연도별 폐전지원 실적 (단위; 백만원, ha)

구 분		폐전지원비			실직대책비		
		업체수	면 적	금 액	인 원	금 액	단가
'97	계획	226	1,007	11,806	11	4	11
	실적	261	994	11,686	11	4	0.3
	비율	98	98	98	100	100	30
'98	계획	84	570	5.737	40	61	1
	실적	48	437	4,340	17	20	1
	비율	57	76	75	42	32	100
'99	계획	259	806	8,112	162	246	1
	실적	12	29	337	-	-	-
	비율	4	3	4	-	-	-
'00	계획	265	860	8,656	219	333	1
	실적	23	118	1,180	-	-	-
	비율	8	14	14	0	0	0
계	계획	874	3,243	34,311	432	644	1
	실적	344	1,578	17,543	28	24	0.8
	비율	39	49	51	6	8	80

(나) 준설 매립

그림 5-14는 국내의 간척 자원도를 나타낸 것으로 이미 완공이 된 구간을 포함하여 지금 현재 진행 중인 구간, 그리고 향후 계획되어 있는 지역을 구분하여 나타내었다. 이 그림을 보면, 우리나라 간척 지구의 대부분은 서해안에 집중되어 있음을 알 수 있는데, 해안선을 따라 거의 빠짐없이 연장되어 있는 것으로 나타난다. 또한

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

기존에 완공이 되어 간척지로 활용하고 있는 지역에 비하면 향후 예정되어 있는 지구의 비율이 훨씬 더 크다는 사실을 알 수 있고, 이러한 간척지 개발로 인해 훼손되는 습지의 면적 또한 상당하다고 추정할 수 있다. 따라서 서해안이나 남해안의 연안 개발로 인해 훼손되는 습지를 대체할 수 있는 인공습지의 개발 또한 그 인근 지역에 조성하여야 한다고 볼 때, 대체습지의 후보지로서는 서해안이 중심이 될 수 밖에 없을 것으로 판단된다.

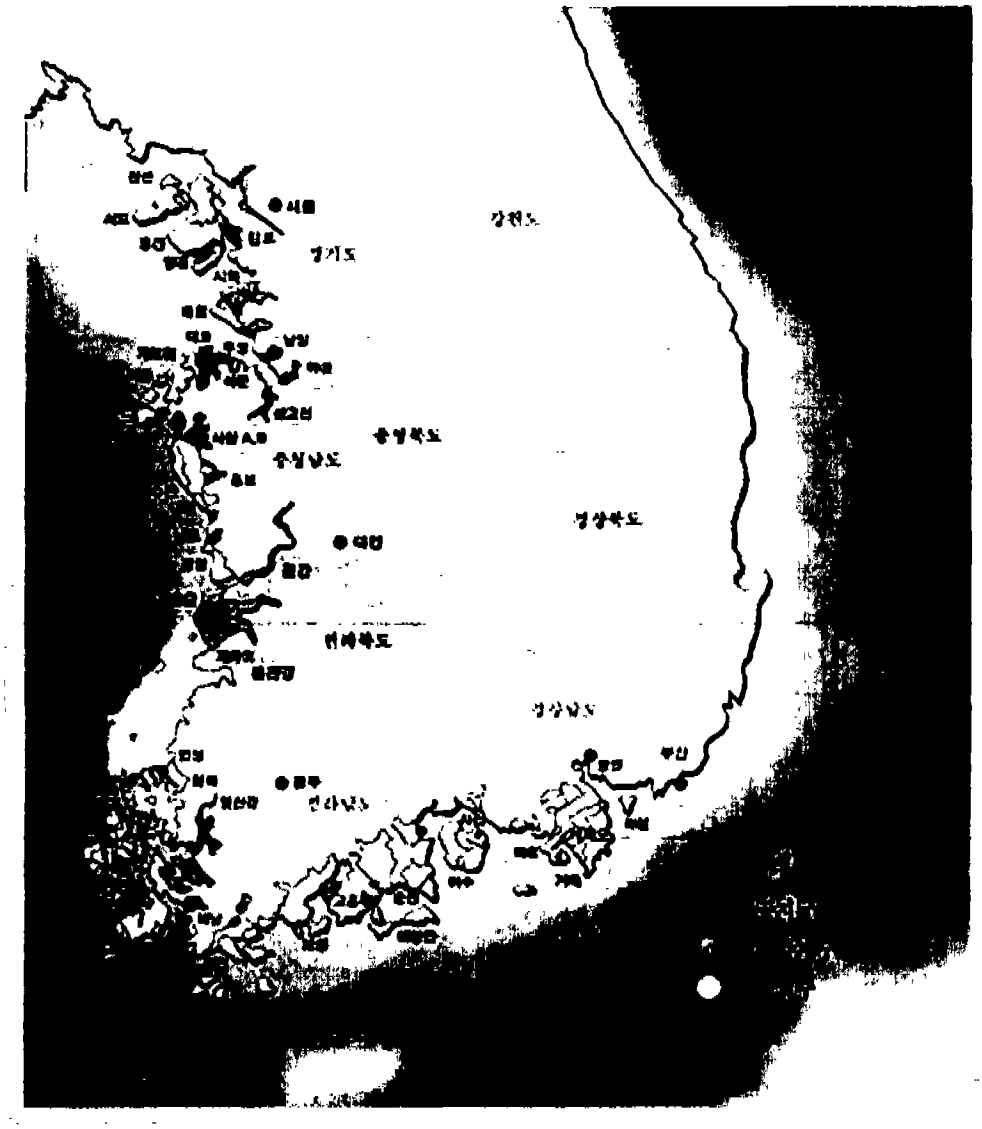


그림 5-14. 우리나라 간척 자원도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

서해권역에 대하여 준설토 투기장 현황을 표 5-18에 수록하였다. 항만부지나 해상공원 조성 등 다양한 활용 방안을 가지고 있음을 알 수 있고, 서해안을 따라 골고루 분포하는 것으로 나타났다. 그리고 해당 토질은 거의 대부분 점토질 실트 또는 실트질 점토로 연약한 편이라 투기장의 원활한 활용을 위해서는 지반의 안정화 처리 공법 등이 반드시 필요하다.

표 5-18. 4대 권역별로 구분한 국내 준설토 투기장 현황

구 분		투기장명	공사기간	준공 여부	투기장 활용방안
서해권역		17개소			
서해 중부 I 권역	소 계	7개소			
	인천남항	인천남항 제1준설토투기장 인천남항 제2준설토투기장 인천남항 제3준설토투기장	'90-'93 '98-'04 '02-'03	준공 준공 예정	항만부지활용 CY, 하수종말처리장 물류단지활용
	인천북항	북항지구 준설토투기장 청라지구 준설토투기장 인천 영종도 준설토투기장	'97-'01 '97-'01 '01-'03	시행중 시행중 시행중	항만부지활용 항만시설 유보지 -
	평택항	평택항(아산) 준설토투기장	'96-'97	준공	항만부지활용
서해 중부 II 권역	소 계	3개소			
	보령신항 대천항 비인항	보령신항 준설토투기장 대천항 개발2단계 준설토투기장 비인항 준설토투기장	- '95-'99 '97-'99	예정 준공 준공	항만배후부지 항만부지활용 항만부지활용
서해 남부 I 권역	소 계	4개소			
	군산항	군산내항 군산항 남측안벽 1공구 군산항 남측안벽 2공구 남측도류제 후면 임항부지	'80-'00 '97-'97 '99-'99 '92-'98	시행중 준공 준공 시행중	해상공원조성 항만부지 항만 야적장 활용 항만 야적장 활용
서해 남부 II 권역	소 계	3개소			
	목포북항 목포항	목포북항 준설토투기장 목포북항 대반동 준설토투기장 목포남항 준설토투기장	'84-'92 '91-'03 '98-'02	준공 시행중 시행중	수산관련단지조성 수산관련단지조성 친수공간

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 5-18. 4대 권역별로 구분한 국내 준설토 투기장 현황 (계속)

투기장명	조성면적		호안 축조	준설토 토질
	면적 (㎡)	투기용량(㎥)		
17개소	13,715	95,431		
7개소	9,627	61,573		
인천남항 제1준설토투기장	779	4,200	2,845	실트질 점토, 실트질 모래, 점토질 실트
인천남항 제2준설토투기장	495	2,283	1,928	〃
인천남항 제3준설토투기장	2,630	15,600	6,765	〃
북항지구 준설토투기장	972	7,410	1,501	〃
청라지구 준설토투기장	171	860	298	〃
인천 영종도 준설토투기장	3,000	18,080	4,150	〃
평택항(아산) 준설토투기장	1,580	13,140	3,634	사질 실트, 사질토
3개소	834	5,142		
보령신항 준설토투기장	670	4,600	2,610	점토
대천항 개발2단계 준설토투기장	153	517	1,085	실트질 모래, 실트질 점토
비인항 준설토투기장	11	25	208	〃
4개소	2,061	24,123		
군산내항	202	10,000	11,538	점토 및 사질토
군산항 남측안벽 1공구	175	651	959	모래 및 사질 실트
군산항 남측안벽 2공구	279	2,232	1,530	점토, 사질토
남측도류제 후면 임항부지	1,405	11,240	2,810	〃
3개소	1,193	4,592		
	193	419	948	점토 및 실트
	583	1,662	1,172	〃
	417	2,511	1,680	〃

자료: 인천·대산·군산·목포 지방해양수산청, 2001, 내부자료
해양수산부, 2001, 전국준설토투기장 활용방안연구

이러한 준설토투기장은 대체습지를 조성하기 위한 좋은 입지라 할 수 있으나, 항만 배후부지나 산업용도로 사용하기 위한 경우 습지로 활용하기는 어려운 측면이 있으며, 이러한 준설토 투기장에 대체습지를 조성하고자 하는 경우 처음 설계 당시부터 이를 고려하여 설계하고 시공하는 것이 생물서식 조건의 충족이나 경제적인

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

측면에서 바람직하다 할 수 있다. 그러나 대체습지를 조성하는 경우 현재 일반적으로 조성되는 준설토투기장보다 계획 지반고를 낮춰야 하기 때문에 계획 준설량을 처리하기 위해서는 더 넓은 면적에 대해 투기장을 조성해야 하는 문제점이 있으며, 이는 또 다른 환경파괴를 유발할 수 있다는 점을 염두에 두어야 할 것이다.

3. 실해역 실험습지

제1차년도 연구를 통해 선정된 실해역 실험습지 후보지에 대체습지조성기술 개발과 관련하여 실해역 실험습지를 구상해 보았으며, 그 개념도를 그림 5-42에 수록하였다. 실해역 실험습지 총면적을 100m×110m로 가정하고 바다 쪽으로 10m 길이의 저류지를 두어 해수의 유출입을 조절할 수 있도록 하였으며, 실험장은 4개로 구분하여 다양한 실험을 실시할 수 있도록 구상하였다.

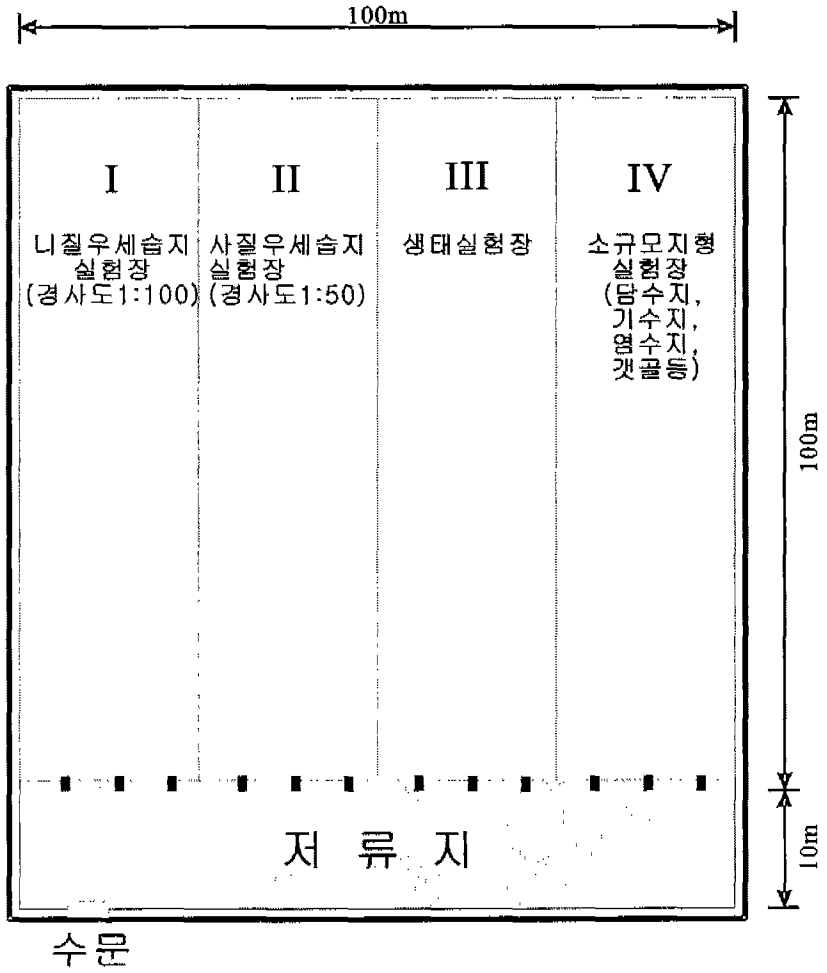


그림 5-15. 실해역 실험습지 개념도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제4절 요약 및 결론

본 사업의 2차년도인 당해연도에서 공학부분의 경우, 크게 2가지 부분에 중점을 두고 과업을 수행하였다. 먼저 중장기 계획에 바탕으로 두고 대체습지와 접목하는 다양한 분야의 공학기술의 개발 및 실용화를 목적으로 대체습지 조성 공학기술지도를 작성하고자 하였다. 그리고 우리나라 연안의 지역별, 환경특성별, 이용현황별 분류를 통해 대체습지의 조성가능 후보지를 검토하였다. 그 결과를 정리 요약하면 다음와 같다.

대체습지조성과 관련한 공학기술은 다양한 분야의 토목기술의 집합으로 표현될 수 있으며, 따라서 각 단위기술에 대한 본격적 연구에 앞서 기술 지도를 작성할 필요가 있다. 이러한 기술 지도를 바탕으로 중장기 계획에 의거하여 기술의 개발 및 실용화를 도모하는 것이 바람직하다. 이를 위하여 본 연구에서는 우선적으로 대상기술 개발의 필요성을 비롯하여 발전방향 및 목표를 정립하였다. 그리고 국내외의 기술현황을 검토하고 SWOT분석을 통해 국내 공학기술 연구 수준을 정리하였으며 기술영역 및 요소기술을 도출하였다. 이러한 자료에 근거하여 본문에 제시한 바와 같이 마크로 기술지도와 기술영역별 기술지도를 작성하였다. 이 때 대체습지조성 공학기술은 집합체적 성격을 가지고 있으므로 새로운 단위기술의 개발보다는 현재까지 보유하고 있는 기술의 적용에 중점을 두고 실용화에 초점을 맞출 필요가 있으며, 전체대상기간을 5년으로 설정하고 2단계로 나누어 실시하며, 1단계 기간을 3년으로, 2단계는 2년의 기간으로 실시하는 것으로 설정하였다.

우리나라에 창출 개념의 대체습지를 조성할 경우 가능 후보지를 분류하고 적절한 목적에 맞게 검토하는 작업은 상당히 중요하다. 본 연구에서는 우리나라 연안을 권역별, 자연환경적 특성별(기후나 조차, 식생 등), 그리고 이용 현황별(염전 및 준설매립지) 등으로 구분하고 이에 대한 관련 자료를 수집 분석하였다. 한편, 제1차년도 연구를 통해 선정된 실해역 실험습지 후보지에 대체습지조성기술 개발과 관련하여 실해역 실험습지를 구상해 보았으며, 그 개념도를 제시하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제 6 장

종합결론 및 제언

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

현 세대와 미래세대에서도 환경문제는 최대 현안과제 중의 하나임은 분명하다. 이러한 환경문제중의 하나로 공유수면 매립에 따른 습지의 훼손을 볼 수 있으며, 선진국에서는 습지훼손에 따른 해양환경악화를 방지하기 위한 방안으로 상실되는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하고 있다.

이러한 국제적 추세에 따라 우리나라도 공유수면매립에 따른 대체습지를 조성하도록 하는 정책적 판단에 따라 이를 법적으로 의무화하는 방안을 서둘러 마련하게 되었다. 이를 위해 우선 선진국인 미국, 일본, 캐나다, 독일의 대체습지에 관한 정책과 법률 자료를 수집·검토하고 국내법 제도를 분석하여 건전하고 지속가능한 해양환경을 유지하기 위한 대안으로 훼손되는 습지에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하는 입법안을 마련하고자 하였다.

대체습지조성 국내법률(안)을 제시하기 위해 우선 국내의 습지보전법과 공유수면매립법, 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법과 신법제정의 경우를 중심으로 의무화규정의 신설시 이들 법률의 장·단점을 분석하여 의무화 규정 대상법률로 공유수면매립법을 선정하고 개정안을 제시하였다. 동 개정안의 주요골자는 일정한 공유수면을 매립하는 자에게 매립하는 습지의 면적에 상응하는 대체습지를 조성하도록 하는 의무화 규정을 명시한 것이다.

이러한 의무화 규정을 구체화할 수 있는 실질적인 방법은 습지훼손자로 하여금 직접 대체습지를 조성토록 하는 방법과 대체습지조성비를 부과하는 방법이다. 더불어 대체습지조성 및 대체습지조성비 신설에 따른 목적, 부과근거와 규정, 부과대상, 주체, 기준 및 절차 등 실질적으로 필요한 사항에 대해서도 검토하였다.

대체습지조성비는 해양수산부가 관리하는 수산발전기금에 납부토록 하였으며, 동 비용은 대체습지조성에 필요한 기술 및 연구개발과 손실된 습지에 상응하는 대체습지조성에 한하여 사용토록 용도를 제한하였다.

그리고 절차에 있어서는 대체습지조성 의무를 완료한 이후 공유수면매립자는 준공인가를 신청할 수 있도록 하였고, 다른 법령과 관련하여 자연환경보전법상의 생태계보전협력금에 대해서는 2중 부과 문제가 있어 삭제토록 하였고 또한 다른 법령에 근거하여 공유수면매립을 하는 경우 개정 대체습지조성관련의무를 부담하게 하는 입법안을 제시하였다.

특히 공유수면매립시 잔여매립지의 임대·매각 대금을 대체습지조성을 위한 재원으로 활용하도록 하여 공유수면매립에 따른 경제적 이익을 얻을 수 없도록 하였는바, 이는 공유수면의 매립은 꼭 필요한 경우가 아니면 매립할 수 없도록 하는 제도적 장치의 일환으로 제시한 방안이다.

개정안의 입법과 관련하여 고려하여야 할 부분은 현재 대체습지를 조성할 수 있

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

는 기술이 개발되어 있지 않기 때문에 조성 및 관리지침을 만들 수 없으며, 대체습지조성비를 부과하려 할 때 그 기준을 산정하기가 어렵다는 점이다. 그리고 공학분야와 생물분야의 Road Map에서 보는 바와 같이 이러한 대체습지조성 기술 개발을 하는데 있어 5년의 기간 동안 생물분야에서는 36억원의 소요예산, 공학분야에서는 44억원 총 80억원의 소요예산이 필요한 것으로 분석되었다. 실질적으로 새로운 법률을 입안할 경우 반드시 관련기술개발이 완료된 후 동 결과를 활용하여야 입법이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 공유수면매립에 따른 대체습지조성을 위한 의무화의 입법시기는 향후 관련기술의 개발 이후로 하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

경제성 분석에서는 우선 대체습지조성의 적정면적과 가격(비용)의 이론적 도출을 설명하였다. 즉, 대체습지조성에 대한 한계비용함수(MAC=∂TAC/∂Rw)와 한계이익함수(MB=∂TB/∂RW)가 교차하는 점에서 대체습지의 조성적정면적(Optimal Replacement Wetland Size)과 적정조성가격을 구할 수 있다. 또한 대체습지의 전체수요함수와 공급함수는 각 개발(매립)건에 따라 구해진 MAC와 MB를 수직적으로 합하여 구할 수 있으며, 수요함수와 공급함수가 교차하는 점에서 전체대체습지시장에서의 적정대체습지조성면적과 시장가격이 결정되어 진다.

습지는 비시장재화의 특성을 지니고 있어 인위적 시장(예: 미국의 mitigation bank system)이 형성되지 않으면 적정대체습지면적 및 적정조성가격이 현실적으로 도출될 수가 없다. 하지만 경제적 개념이 내포된 적정(optimal)수요와 공급은 아니지만 간접적으로 수요량과 공급량을 도출할 수 있다. 제2차 공유수면매립 기본계획을 보면 2001년부터 2011년까지 허가 된 매립 면적이 38㎢ 이다. 따라서 또 다른 매립허가가 있지 않는 한 38㎢가 대체습지의 예상 수요량이라고 볼 수 있다. 그리고 예상수요면적에 미국의 평균 생성률(1.77)을 곱하게 되면 예상 공급면적인 67.2㎢(=38㎢×1.77)가 계산되어 진다. 하지만 조성가능 후보지가 제한되어 있다면 대체습지 공급면적은 의미가 없게 됨을 밝힌다.

공공재의 특징을 지닌 습지는 개발자의 외부비용을 내재화하거나 편익의 일부를 환수함으로써 시장의 왜곡을 보정시킬 수 있다. 본 연구에서는 대체습지조성비용 및 상실된 습지의 가치를 개발자가 내재화시켜야하는 외부비용의 대체(substitute) 개념으로 보았고, 이렇게 산출되는 외부비용을 대체습지조성을 위한 기금의 기준으로 삼았다. 또한 개발자로부터 개발이익의 일정부분을 환수하는 것이 매립지의 외부편익을 내재화시키는 것이라 가정하고 이 또한 대체습지조성을 위한 기금의 기준이 될 수 있다고 보았다.

대체습지조성비용의 산출은 공학 및 생태학적 표준기술지침서가 마련되지 않은 상태에서는 정확하게 산출하기는 어려운 점이 있다. 스웨덴의 인공습지 조성비용은

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

38,040원/㎡, 반월천과 동화천의 경우는 각각 29,200원/㎡과 22,250원/㎡의 비용이 들었다. 미국의 경우 습지 형태별로 조성비용이 차이가 있음을 보여주고 있는데, 염습지와 잘피지대는 약 60,000원/㎡ 정도이고, 펄발의 경우 훨씬 적은 18,900 원/㎡ 정도이다.

최(2003)는 평균 수산물 생산 편익(4.9 백만원/ha)과 평균 수질오염편익(9.8 백만원/ha)을 합산한 14.7백만원을 갯벌의 가치로 보았는데, 심미적 가치 및 여가가치 등의 제외로 인하여 평가절하되었다고 볼 수 있다. 즉, 미국의 경우 잘피지대의 서식처 기능만을 가치화하여도 국내 갯벌 평균가치보다 높은 35.3백만원/ha으로 나타나고 있다. 이러한 평가절하의 문제나 가치평가의 신뢰성 문제를 극복하기 위해서는 시간 및 비용의 제약이 존재하기는 하나 기능별 및 지역별, 그리고 다양한 가치측정법을 사용하여 습지의 가치평가를 수행하여야 한다.

대체습지 조성 적정지역의 선정 및 지역별 조성비용을 산출하는데 있어 비용효과적인 측면에서 반드시 도입되어야 할 기법이 GIS기법이라 할 수 있다. 요즘에는 GIS기법이 사용되지 않는 분야가 없을 정도로 폭 넓게 사용되고 있다. 만약 습지 배후지의 지형적 특성 및 용도현황 등이 부가된 후 기술지침서의 내용과 연계될 수 있다면 대체습지조성 정책을 훨씬 효과적으로 수행할 수 있으리라 본다.

생태 부분에서는 생태학적 대체습지조성기법을 개발하기 위하여 크게 세 가지의 연구를 수행하였는데, 첫째는 연안습지의 생태학적 이해를 위한 개념적 정리(서식처 분류, 습지 유형에 따른 생태계 특성, 권역분류)가 있고, 두 번째는 생태학자의 측면에서 생태계의 가치의 개념 및 측정방법을 조사하고, 대체습지조성에 어떠한 생태학적 기법이 적용되어야 하는 것에 대한 고찰을 하였으며, 마지막으로는 앞서 연구된 것을 바탕으로 대체습지 생태계 조성 로드맵을 작성하였다.

서식처의 분류는 생태계를 거시적으로 보는 시각에서는 매우 효과적인 수단이며, 해당 지역의 전 생태계를 대상으로 관리할 수 있는 장점을 가진다. 본 연구에서는 서식처 분류에 있어 기존의 생물학적 개념에 기능적 환경적, 경제적 개념을 도입하여 국내 실정에 맞게 유형별로 분류하였다(표 7-1 참조).

우리나라는 서해안의 간석지를 중심으로 해안 식생이 잘 발달되어 있으며, 대부분은 염생식물이 서식하고 있다. 우리나라 하천의 하구역이나 소택지의 물가에는 부들, 줄, 갈대 등의 추수식물(뿌리나 줄기의 밑부분이 수면 밑에 있는 수생식물)이 띠 모양 분포를 이루면서 서식한다. 그러나 해수의 영향을 받는 하구역의 물가에서는 부들이나 줄은 자취를 감추고 갈대가 순군락 (純群落)을 형성하며 이어서 갯는쟁이, 해홍나물, 퉁퉁마디, 칠면초 등의 염생식물 군락이 바다를 향하여 나타난다. 하지만 이러한 염생식물의 분포는 습지 형태에 다른 각기 다른 생태적 특성을 보이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

고 있는 것으로 조사되었다. 우리나라의 습지형태는 거머리말 군락지, 모래갯벌, 펄갯벌, 혼합갯벌, 자갈해안, 암반해안, 사빈, 해안 사구, 그리고 하구역 등으로 나누어진다.

수십년간 해양생태계 연구가 진행되고 있지만 한정된 요인을 대상으로 한 생산량 추정, 개체군 특성 파악, 군집구조 규명 등으로만 결과를 나타내고 있으며, 갯벌 지역을 대상으로 한 연구의 경우 더욱 한정 되어진다. 따라서 습지환경을 대상으로 한 경제성 평가는 실제로 가장 최종적 연구 목표와 부합된 시기에 결과를 양산할 수 있기 때문에 우선 자료 선정 및 확보, 대응 모델 제시 등 기반 연구와 유형에 따른 모델 선정, 환경수용력 파악이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 습지를 대상으로 생태계 평가를 위한 자료 분석과 모델 방식을 제시함으로서 환경수용력 평가를 통한 생태계 경제적 가치를 평가할 수 있는 기반을 제안하고자 하였다.

대체습지 예상 지역에서 생태적 대체습지 조성을 위한 정보를 올바르게 제공하기 위한 연구에 있어서 가장 고려해야 할 점은 지형의 특성에 의한 물리적인 구조 및 기작일 것이다. 해안습지, 특히 우리나라의 경우 갯벌로 구성된 습지구조에서는 조석의 영향에 의한 간출시간, 조류의 이동속도에 의한 퇴적환경 및 지형구조, 담수의 유입양상 등이 생태계에 중요한 역할을 한다. 국내에서의 대체습지 조성 사례 (예, 시화호 매립에 따른 반월천 인공습지 조성과 동화천 인공습지 조성)는 단순한 공학적 설계 개념을 바탕으로 되어있어, 습지조성 후 많은 문제점이 도출 되어 지고 있다. 여기에서는 생태학적 대체습지의 모형 개발을 위하여 습지조성 예정지역에서의 서식지 조성과 생태계 조성에 필요한 생물상 및 천이 방식, 생태계 유지 방안 등을 통해 생태적 대체습지조성기법의 개념을 확립하고자 하였다.

세계적인 추세에 발맞추어 공학 일변도의 서식처 복원 개념에서 벗어나 생태학적 설계의 중요성을 알리고 다양한 습지 서식처의 생태학적 목표 기능을 충족시킬 수 있는 복원 기술의 기반 확보와 미래의 수요 기술을 파악하여 생태학적 복원의 핵심 기술 개발을 선도하고 국내외 복원 산업의 바람직한 발전적 방향을 제시하고자 한다. 로드맵에 표시된 목표 기술들은 그 난이도를 고려, 실현 가능성을 상, 중, 하의 3단계로 확률화하여 표시하고, 예상되는 기술 수요에 따라 각 목표 기술의 시간적인 개발 관계를 나열하였다.

생태학적 복원 기술은 생태학적 관점에서의 서식처 설계와 복원이 가능하도록 해주는 것이며 본 보고서에서는 이를 위한 핵심 개발 목표 기술을 7개 분야 (습지의 유형 분류, 생태계 천이 모니터링과 기작, 온신처 보육장 및 섭이장 기능, 습지의 오염정화 기능, 습지의 생물 다양성, 습지의 생물생산 기능, 조류 서식 기능) 로 구분하였다 (마크로 로드맵). 그리고 마크로 로드맵 상의 각 연구목표에 대해서는 이

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

연구내용을 달성하기 위해서 각각에 대하여 세부연구목표를 설정하여 5년의 연구기간을 두고 각 기간에 맞는 연구내용을 보다 자세하게 서술하였다.

공학분야에서는 크게 2가지 부분에 중점을 두고 과업을 수행하였다. 먼저 중장기 계획에 바탕으로 두고 대체습지와 접목하는 다양한 분야의 공학기술의 개발 및 실용화를 목적으로 대체습지 조성 공학기술지도를 작성하고자 하였다. 그리고 우리나라 연안의 지역별 환경특성별, 이용현황별 분류를 통해 대체습지의 조성가능 후보지 검토하였다.

대체습지조성과 관련한 공학기술은 다양한 분야의 토목기술의 집합으로 표현될 수 있으며, 따라서 각 단위기술에 대한 본격적 연구에 앞서 기술지도를 작성할 필요가 있으며, 이러한 기술지도를 바탕으로 중장기 계획에 의거하여 기술의 개발 및 실용화를 도모할 필요가 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 우선적으로 대상기술 개발의 필요성을 비롯하여 발전방향 및 목표를 정립하였다. 그리고 국내외의 기술현황을 검토하고 SWOT분석을 통해 국내 공학기술 연구 수준을 정리하였으며 기술영역 및 요소기술을 도출하였다. 이러한 자료에 근거하여 본문에 제시한 바와 같이 마크로 기술지도와 기술영역별 기술지도를 작성하였다. 이 때 대체습지조성 공학기술은 집합체적 성격을 가지고 있으므로 새로운 단위기술의 개발보다는 현재까지 보유하고 있는 기술의 적용에 중점을 두고 실용화에 초점을 맞출 필요가 있으며, 전체대상기간을 5년으로 설정하고 2단계로 나누어 실시하며, 1단계 기간을 3년으로, 2단계는 2년의 기간으로 실시하는 것으로 설정하였다.

우리나라에 창출 개념의 대체습지를 조성할 경우 가능 후보지를 분류하고 적절한 목적에 맞게 검토하는 작업은 상당히 중요하다. 본 연구에서는 우리나라 연안을 권역별, 자연환경적 특성별(기후나 조차, 식생 등), 그리고 이용 현황별(염전 및 준설매립지) 등으로 구분하고 이에 대한 관련 자료를 수집 분석하였다. 한편, 제1차년도 연구를 통해 선정된 실해역 실험습지 후보지에 대체습지조성기술 개발과 관련하여 실해역 실험습지를 구상해 보았으며, 그 개념도를 제시하였다.

이와 같은 연구수행결과 다음과 같이 제언한다.

▣ 우리나라 습지 유형파악

- 공유수면매립에 따른 대체습지조성을 의무화하기 위해서는 우선 우리나라 습지의 특성을 파악하는 연구가 필요하다. 2차년도 연구결과 우선 우리나라 해안의 여러 환경과 생물의 서식 양상이 충분히 반영된 국내습지의 유형을 관점별로 체계화하고 도식화하며, 일반적으로 수행되어 왔던 유형분석보다는 생태계 기능성, 잠재적 특성

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

등을 고려하여 우리나라 습지를 보다 더 세분화하여 기능 지향적인 해안 분류체계를 제시하여야 한다. 그 후 이를 토대로 습지 유형별 생태계 구조 및 기능을 파악·분석하고 생태계 가치 평가기준 및 각종기술이 개발되어야 한다.

▣ Road Map 실행재원 확보 및 투자

- 습지의 순손실을 방지하기 위해서는 정부의 확고한 정책적 의지를 바탕으로 하는 기술개발에 소요되는 재원을 확보하는 노력이 필요하다. 현재 미국의 경우 대체습지조성을 위한 관리지침이 있어 이를 참고할 수도 있으나, 우리나라 연안환경에 적합한 기술이 아니기 때문에 외국의 기술을 그대로 도입할 수 없다는 난점이 있다. 대체습지조성 기술개발은 5년에 80억 정도가 소요되는 중기적인 정책이기는 하나 예산의 적절하고 효율적인 배분이 있을 경우 당초 목표로 하는 건전하고 지속가능한 해양환경의 확보가 조속히 실현될 수 있다고 판단된다.

▣ 대국민 공감대 형성 및 홍보전략 수립

- 대체습지조성 의무화는 해안습지의 중요성 인식을 바탕으로 국민에게 해안습지가 공공재로서 더 이상 매립·간척만의 대상이 아니라는 공감대를 형성할 수 있는 전략적 방안 수립이 필요하다. 현재 새만금 간척에서 보여주고 있는 국민의 해안습지에 대한 인식을 토대로 해안습지는 보호되어야 하고 미래세대에 물려주어야 할 유산이며 현세대의 의무라는 점을 집중 조명할 필요가 있다. 아무리 선진국에서 실시하고 있는 좋은 정책이라고 하더라도 국민이 공감하지 않는 정책은 더 이상 실효성을 거둘 수 없음을 보았다. 이러한 현 시점의 사회적 분위기는 결국 해안습지를 보전하는 것이 현세대와 미래세대에게 모두 이익이라는 점을 부각하는 대국민 홍보전략을 마련하여야 한다.

▣ 범정부 및 NGO와의 협력체제 구축

- 해안습지의 보전을 위한 대국민 공감대 형성 및 홍보와 더불어 중앙정부간, 중앙정부와 지자체간, 지자체 상호간에 범정부 협력체제를 구축함과 동시에 환경관련 NGO와 협력체제를 구축하여야 한다. 공유수면 매립면허는 실제로 지자체에 이양되었고, 정부가 필요로 하는 매립과 지자체가 필요로 하는 매립이 필연적으로 발생하기 때문에 공유수면매립에 따른 대체습지 조성의무화 입법에 대비하여 이들의 이해를 얻고 이익을 조성하기 위한 협력체제가 필요한 시점이다. 환경분야에서의 NGO의 역할과 이들의 활동 영역이 더욱 확대되고 있다는 점을 본다면 대체습지조성 의무화 정책실현을 위해서는 NGO와의 협력이 필요하다고 보여진다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

▣ 개정안의 주요 고려사항 심층분석

- 개정안에서 대체습지 조성비의 산정기준, 대체습지 조성주체, 전문기관의 운영등과 같은 주요 고려사항에 대한 심층적 분석을 통해 최종 입법안에 이를 반영하여 입법의 완성도를 높여야 할 것이다. 입법시에 절차상 요구되는 내용 준비도 포함하여 입법이후 파생될 수 있는 세부적인 운영사항도 향후 연구되어야 할 것이다.

▣ 해양수산부 소관 법률의 활용

- 해안습지의 중요성에 대한 대국민 공감대 형성 및 범정부간 협력체제가 구축된 후, 습지의 순손실 방지라는 정책적 목표를 달성하기 위해서는 잠정조치로서 현재 해양수산부에서 입법추진하고 있는 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률상 해양생태계보호협력금을 활용할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 즉, 해양생태계보호협력금은 공유수면 매립시 매립자에게 5억원을 상한액으로 부과할 수 있도록 하고 있으나 훼손된 습지를 새로이 창설, 복원하는데 5억원이라는 금액은 너무 부족하기 때문에 동 상한액을 삭제하여 실제로 습지 손실에 따른 대체습지를 조성할 수 있는 비용에 상응하는 부담금을 부과하는 방안을 생각할 수 있다. 이러한 방안의 취지는 대체습지조성 관련기술 개발이 향후 5년 이후에나 가능하기 때문에 그동안 습지의 손실을 방치할 수 없는 절박한 현실에 기인한 것이다. 그리고 공공재인 습지를 보전하기 위한 습지훼손자는 원인자 부담원칙에 따라 훼손하는 습지에 상응하는 습지를 만들 의무가 있으며 이는 현세대뿐만 아니라 미래세대를 위한 것이기도 하다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

[참 고 문 헌]

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

여백

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

Barbier, E.B., 1994,Valuing Environmental Functions: Tropical Wetlands, Land Economics, May, 70(2).

Barbier, E.B., Mike Acreman, and Duncan Knowler, 1997, Economic Valuation of Wetlands : A Guide for Policy Makers and Planners, Ramsar, Wallingford. UK.

Baumol, W.J. and Wallace E. Oates, 1988, The Theory of Environmental -Policy, 2nd Edition, Cambridge University Press, Victoria Australia.

Blama, R.N., S.D. Garbarino, J. Gill and M.C. Landin. 1995. Shoreline stablization and wetland restoration at Barren Island and historic Smith Island, Chesapeake Bay, Maryland; Innovative geotextile tube technology. Proc. National Interagency Wetlands Workshop, New Orleans, LA.

Brouwer R., Ian H. Langford, Ian J. Bateman, Tom C. Crowards, and R. Kerry Turner, A Meta-Analysis of Wetland Contingent Valuation Studies, CSERGE Working Paper GEC 97-20, University of East Anglia, U.K., http://www.uea.ac.uk/env/cserge

Cowardin, L.W., V. Carter, F.C. Golet, and E.T. LaRoe. 1979. Classification of wetland and deepwater habitats of the United States. US Fish and Wildlife Service FWS/OBS-79/31.

Dahl, T.E., 2000, Status and Trends of Wetlands in the Conterminous United States 1986 to 1997, U.S Department of the Interior, Fish & Wildlife Service, Washington, D.C.

Davis, J.E. and B. Streever. 1999. Wetland erosion protection structures: How low can you do? CRWRP-1, No. 1:5-7, US Army Corps of Engineers.

Dennison, M.S. and J.A. Schmid. 1997. MITIGATION BANK PILOT PROJECT (Monitoring Report 996-1998)

Environmental Laboratory. 1987. Wetlands Delineation Manual. US Army Corps of Engineers.

Farber S. and Robert Costanza, 1987, The Economic Value of Wetlands Systems, Journal of Environmental Management, 24.

Freeman, A.M., 2003, The Measurement of Environmental and Resource Values : Theory and Methods, 2nd Edition, An RFF Press Book, MA U.S.A.

Grigalunas, T.A. and R. Congar, 1995, Environmental Economics for Integrated Coastal Area Management : Valuation Methods and Policy Instruments, UNEP, Nairobi, Kenya.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

Hales, L.Z. 1981. Floating breakwaters : State-of-the-art Literature review. US Army Coastal Engineering Research Center. CERC-TR-81-1.

Hayes, D.F., T.J. Olin, J.C. Fischenich, and M.R. Palermo. 2000. Wetlands Engineering Handbook. US Army Coastal Engineering Research Center. ERDC/EL TR-WRP-RE-21.

Heimlich, R.E., 1994, Costs of an Agricultural Wetland Reserve, Land Economics, May, 70(2).

Heimlich, R.E., Keith D. Wiebe, Roger Claassen, Dwight Gadsby, and Robert M. House, 1998, Wetlands and Agriculture : Private Interests and Public Benefits, Economic Research Service, Agricultural Economic Report No. 765.

Horne, A. J. and C. R. Goldman. 1994. Limnology, 2nd ed. McGraw-Hill. New York, etc.

Houwing, E.-J., Y. var der Waay, J.H.J. Terwindt, P.G.E.F. Augustinus, K.S. Dijkema and J.H. Bossinade. 1995. Salt marshes and sea level rise: Plant dynamics in relation to accretion enhancement techniques. IMAU-report R95-27.

Jin, J.-Y. et al. 2000. Benthic SPHINX: a new instrumented tripod for monitoring the benthic boundary layer processes in sand/mud mixtures. Abstrcts 6th International Conference on Nearshore and Estuarine Cohesive Sediment Transport Processes, Delft, the Netherlands.

Jin, J.-Y., K.C. Hwang, J.S. Park, K.D. Yum and J. K. Oh. 1999. Development of a time-selective self-triggering water sampler and its application to *in-situ* calibration of a turbidity sensor. J. Korean Soc. of Oceanogr., 34(4).

Kadlec, R.H. and R.L. Knight. 1996. Treatment WETLANDS. Lewis Publishers.

Kent, D.M. 2001. Applied Wetlands Science and Technology(2rd edition). Lewis Publishers.

Knutson, P.L., H.H. Allen and J.W. Webb. 1990. Guidelines for vegetive erosion control on wave-impacted coastal dredged material sites. Technical Report D-90-13, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Mehta, A.J. and R. Srinivas. 1992. Observations on the entrainment of fluid mud by shear flow. In: Nearshore and estuarine cohesive sediment transport ed. by A.J. Mehta, Coastal and Estuarine Studies, 42:224-246, AGU, Washington.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

Middletion, B. 1999. Wetland Restoration Flood Pulsing, and Disturbance Dynamics. John Wiley&Sons

Minnesota State. 2004. The Minnesota Wetland Conservation Act Manual.

Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 1986. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York. 539 pp.

Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 2000. Wetlands(3rd edition). John Wiley&Sons, New York.

Moller, H., 1999. Wetland Restoraton in Ramsar Conservation, Technique Report (Ramsar COP 7, Doc. 17.4)

Morris, M.C. 1996. Testing a nearshore biophysical classification system. Thesis for Master Degree of the University of British Columbia.

Landin, M.C. 1998. Geotextile tube structures for wetlands restoration and protection. WRP Technical Note HS-RS-3.2.

Le Hir, P. 1994. Fluid and sediment "integrated" modelling application to fluid mud flows in estuaries. In: Cohesive Sediments, ed. by N. Burt, R. Parker and J. Watts, 417-428, John Wiley and Sons, Chichester.

Louisiana Coastal Wetlands Conservation and Restoration Task Force and the Wetlands Conservation and Restoration Authority. 1998. Coast 2050: Toward a sustainable coastal Louisiana.

Oregon State. 2000. Wetland Mitigation Banking Guidebook for Oregon.

Reise, K.. 1985. Tidal flat ecology. Springer-Verag.

Robinson, C.L.K. and C.D. Levings. 1995. An overview of habitat classification system. ecological models, and Geographic information systems applied to shallow foreshore marine habitats. Canadian Report of Fisheries and Aquatic Science 2322.

Rogers Jr., S.M. 1987. Artificial seaweed for erosion control. Shore and beach. 55(1).

Rosenberger, R.S. and John B. Loomis, 2001, Benefit Transfer of Outdoor Recreation Use Values, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-72.

Schuyt, K. and Luke Brander, 2004, The Economic Values of the World's

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

Wetlands, Living Waters, January, wwf.

Shafer, D.J. and D.J. Yozzo. 1998. National guidebook for application of hydrogeonorphic assessment to tidal fringe wetlands. Tech. Report WRP-DE-16.

Snelgrove, P.V.R., 1998. The biodiversity of macrofaunal organism in marine sediments, Biodiversity and Conservation, 7..

Streever, B. 1999. Guidlines and standards for wetlands restoration and creation: charting a work unit's course. CRWRP-1, No. 1:1-5, US Army Corps of Engineers.

Tabatabai, F. 1994. Wetland Mitigation banking: Investigation of an Innovative Approach to Off-site Wetland Compensatory Mitigation. University of California(LA)

UNDP, SNU. 2000. An ESSD Model of the Rural Farmland and Agricultural Resources in Ta돼 Agricultural Tideland. UNDP-Assisted Project Report ROK/98/006. MOST, MAF, MOE, KARICO.

US Army Corps of Engineers. 1980. Experimental dune restoration and stabilization, Nauset Beach, Cape Cod, Massachusetts. Coastal Engineering Research Center, Technical Paper No. 80-5.

US Army Corps of Engineers. 1986. Engineering and Design - Design of breakwaters and jetties. EM 1110-2-2904. Washington, D.C.

Washington State. 1992. Wetland Mitigation Replacement Ratios: Defining Equivalency.

Washington State. 2004. Guidance on Wetland Mitigation in Washington State.

WAVE. 1998. Guidance manual for symbiosis of harbours and tidal flats.

Woodward, R.T. and Yong-Suhk Wui, The Economic Value of Wetland Services : A Meta-Analysis, Texas A&M University.

Zedler, J. B., 1996. Tidal wetland restoration: a scientific perspective and Southern California focus. California Sea Grant College System, La Jolla.

田中 章. 2000. 環境影響評価制度におけるミティゲーション手法の國際比較研究. 日本造園學會誌. Vol.62, NO.5.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

水産廳漁港部 外. 1995. ミティゲーションの概念を導入しに沿岸域計畫・整備方策策定調査報告書. 國土總合開發事業調整費.

姜閏求·高橋重雄·野々村治·高野忠志·黑田豊和. 2000. 人工干潟地盤の內波安定性に關する基礎實驗. 海岸工學論文集, 第47卷.

小倉陸夫. 1995. 今村均 人工干潟の創造技術に關する研究.ヘドロ.

(財)港湾空間高度化センター. 1998. 港湾における干潟との共生マニュアル.

경관생태연구회. 2001. 경관생태학. 도서출판 동화기술.

강대석, 남정호, 2003, 에머지 개념을 이용한 해양환경자원의 가치 평가와 정책활용 방안, 한국해양수산개발원.

강태진, 유정식, 홍종학, 2000, 미시적 경제 분석, 박영사.

고철환 등. 1997. 해양생물학. 서울대학교 출판부.

고철환, 2001, 한국의 갯벌 환경, 생물 그리고 인간, 서울대학교 출판부.

김승우, 김홍균, 유상희, 이호생, 임종수, 정태용, 한택환, 홍종호, 2001, 환경경제학, 박영사.

김종만 등. 1981. 동해안 기수호(향호, 송지호, 영랑호)의 해양생태학적 연구. 한국해양연구소보.

김충실, 이상호, 2002, 다중범위 이산선택 CVM기법에 의한 갯벌의 가치평가, 농촌경제 제25권 제4호 통권99호.

남광현, 오위영, 2003, 인공갯벌 조성에 관한 경제적 타당성 분석, Ocean and Polar Research, Vol.25(4).

농림부, 2002, 농지조성비, 농지업무편람.

농어촌진흥공사 농어촌연구원, 1999, 간척지 개발과 갯벌상태의 경제성 비교·분석에 관한 연구(최종).

농어촌연구원. 1999a. 방조제 축조 후 연안의 해안지형과 퇴적환경 변화 연구.

농어촌진흥공사. 1996. 한국의 간척.

박석두. 1997. 농지전용 관련 부담금제도의 개선방안. 농촌경제 제20권 제4호.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

박성욱, 권문상, 이용희, 이미진, 2003, 연안습지의 효율적 관리를 위한 Mitigation 개념의 한국적 적용 방안에 관한 연구 -법제도 개선방안을 중심으로-, Ocean and Polar Research, Vol.25(4).

박태윤・이동근. 1997. 연안습지의 보전 및 효율적 이용방안에 관한 연구. 한국환경정책・평가연구원

박홍식, 1991. 인천 연안 조간대 저서동물에 대한 생태학적 연구. 인하대학교 석사학위청구논문.

신승식 , 2001, 환경적 재화(財貨)의 가치평가기법인 헤도닉(Hedonic) 가격모형의 이론적 구성, 월간 해양수산 통권 제197호.

염기대 등. 2001. 항만과 갯벌의 공생지침서(역). 한국해양연구원.

오호성, 1998, 환경경제학, 법문사.

윤성규, 홍재상. 1995. 해양생물학-저서생물. 아카데미서적.

이동근, 윤소원, 1999, 연안습지의 보전가치에 대한 경제성 평가에 관한 연구-강화도를 사례지역으로-.

이상식, 김형수, 정상만, 2002, 폐천의 습지 활용에 대한 레크리에이션 및 심미적 가치평가, 한국도시방재학회지 제2권 제1호 통권4호.

이창희 외. 2001. 하구/석호 육해전이지역 통합관리방안연구. 한국환경정책・평가연구원.

전재경. 2003. 해양보전을 위한 공유수면 매립법제 개선방안. 한국법제연구원

전재경. 2004. 우리나라 습지보전 제도의 개선방안. 국가습지보전사업 착수기념 심포지엄.

정규종, 2004, 습지총량유지를 위한 내륙형 대체습지조성방안에 관한 연구중심으로, 서울대학교대학원.

조명희, 조화룡. 1997. 한국의 간석지 분포. 한국지역지리학회지 제3권 제2호.

조한진, 장성호, 서정민, 박진식, 2003, 습지와 간척지의 생태적 기능가치에 대한 비교분석, 산업과학기술 제13집.

제종길. 1998. 갯벌 연구: 현재와 미래. 해양연구, 20 (2).

제종길. 1999. 해안습지 보전현황과 보호방안. 자연보존, 105.

제종길. 2002. 해안 서식지 복원과 외국의 현황. 환경기술동향 제25호.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제종길, 서종철, 신상호. 2002. 해안습지의 분류와 복원을 통한 보전. 세계 습지의 날 기념세미나 자료집.

차재훈 등. 2001. 울릉도·독도 조간대 저서동물의 계절적 변이에 대한 연구. 한국수중과학회 학회지. 제2권.

최미희. 2000. 우리나라 습지정책의 생태-경제 통합 접근. 숙명여자대학교 박사학위 논문.

최영국·김연정. 1999. 갯벌자원의 효율적 관리전략 수립연구. 국토연구원.

표희동, 2000, 우리나라 갯벌의 보존가치 추정을 위한 소비자 선호도 조사 분석, 월간 해양수산 통권 제188호.

표희동, 2001, 갯벌과 간척농지의 수질 및 대기조절가치의 비교분석, 자원·환경 경제연구 제10권 제1호.

표희동, 2001, 토지·생태계의 환경회계에 관한 국제적 동향, 월간 해양수산 통권 제207호.

표희동, 채동렬, 2003, CVM을 이용한 안면도 갯벌의 생태관광에 대한 경제적 가치 추정, 해사문제연구 제9집.

한국수자원공사. 1997a. 시화지구 반월천, 동화천 습지조성공사 기본 및 실시설계 보고서.

한국수자원공사. 2002. 시화호 인공습지 운영관리 방안 연구.

한국개발연구원과 한국농촌경제연구원, 2000, 영산강 IV단계 농업종합개발사업 타당성 및 기본조사 보고서(사회·경제분야).

한국해양수산개발원, 2000, 해양자원의 경제적 가치 추정과 해양환경보전방안연구, 해양수산부.

한국해양수산개발원, 2001, 갯벌의 보존과 개발에 대한 경제분석의 표준화 및 해양환경회계설계 방안에 관한 연구, 해양수산부.

한국해양연구소. 1993. 방조제 축조에 따른 퇴적환경 변화 연구(I).

한국해양연구소. 1994. 방조제 축조에 따른 퇴적환경 변화 연구(II).

한국해양연구소. 1997-1999. 갯벌의 효율적인 이용과 보존을 위한 연구.

한국해양연구소. 1997b. 연안방재 구조물의 설계기술 개발 (I).

한국해양연구소. 1998a. 갯벌의 효율적인 이용과 보존을 위한 연구.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

한국해양연구소. 1998b. 연안방재 구조물의 설계기술 개발 (II).

한국해양연구소. 1999b. 연안방재 구조물의 설계기술 개발 (III).

한국해양연구소. 1999d. 갯벌의 효율적인 이용과 보존을 위한 연구.

한국해양연구소. 2000. 황해 연안역의 해양환경 복원을 위한 연구 : 인공갯벌

한국해양연구원. 2002. 황해 연안역의 해양환경 복원을 위한 연구: 인공갯벌(I-II).

한국해양연구원, 2004, 자문단 회의 자료집-대체습지 조성 중장기 계획 수립 용역-.

해양수산부. 1998a. 우리나라의 갯벌.

해양수산부. 1999a. 항만 및 어항 설계기준.

해양수산부. 2001. 세계 주요국가의 갯벌백서.

해양수산부. 1999-2003. 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구.

해양수산부. 2004. 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구.

해양수산부. 2003. 갯벌기능 평가 및 친환경적 활용 기술 개발.

해양수산부, 2003, 대체습지조성 중장기 계획 수립용역(I).

해양수산부와 환경부, 2002, 습지 : 물과 삶 그리고 문화, 세계 습지의 날 기념 세미나.

환경부, 1996, 갯벌보전과 이용의 경제성 평가, 한국해양연구소.

환경부. 1998-2001a. 훼손된 해안생태계 복원 기술.

환경부. 1998-2001b. 인공습지조성 및 갯벌에 의한 오염정화기술개발.

환경부, 2002. 훼손된 해안생태계 복원 기술.

환경부. 2003. 습지보호지역 보전계획.

홍재상. 1998. 한국의 갯벌. 대원사.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

그리고 사후평가제도(monitoring)의 유무와 관련하여서는 누가(주체), 어떻게 사후관리 및 평가 시스템을 운용하고 있는지를 조사하여 조성 이후에 관리를 충실히 하여 조성목적을 충족시키기 위한 제도적 장치 마련을 위한 기준을 제시하고자 하였다.

운영관리계획과 관련하여서는 대체습지 조성주체의 역할과 효율적 관리방안을 파악하여 건전하고 지속가능한 해양환경조성을 위한 방안을 찾기 위해 동 항목을 선정하였다.

2. 미국

미국의 샌프란시스코만 지역은 개척시대부터 많은 개발수요의 대상이었으나 지난 10~20년 동안은 습지 등의 개발이 중단되어 있으며, 현재 샌프란시스코 만 공병단에서 추진하고 있는 사업은 16,000 에이커의 염전을 조수습지대로 복원시키는 것이다.

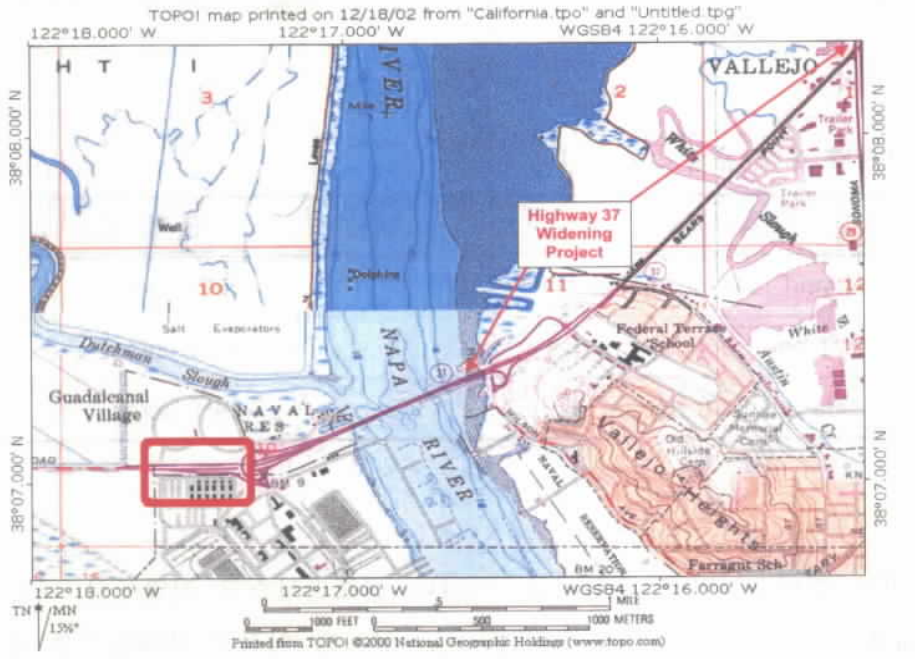


그림 2-1. 샌프란시스코만 지역의 대체습지 조성지역

주 : 대체습지가 조성되어 지는 지역(사각형)과 4차선으로 넓혀지는 고속도로 부분

이하에서는 캘리포니아주 운송국에서 습지를 복원하기 위해 취해진 조치들에 대해 알아보기로 한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

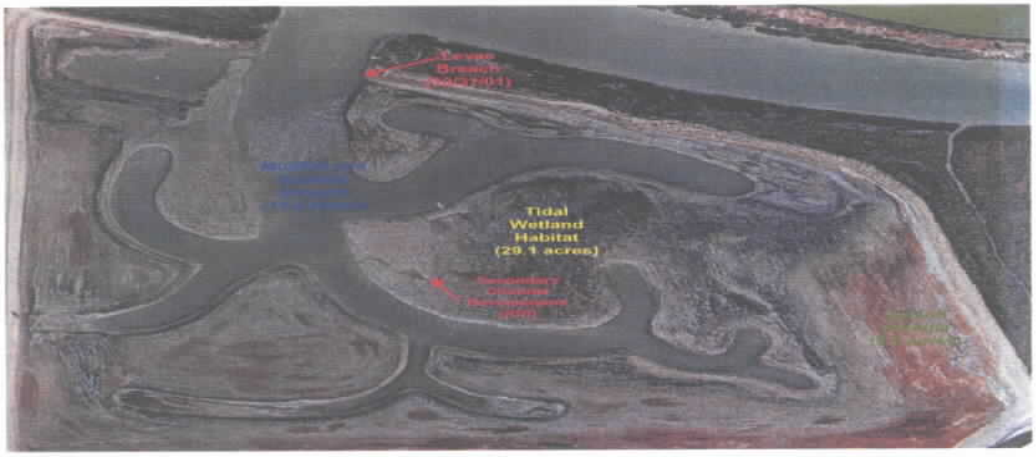


그림 2-2. 샌프란시스코만 지역의 대체습지 조성 범위 및 유형

다. 조성방법

조성방법은 지도에서 보는 바와 같이 고속도로 건설지역으로 파괴되는 지역의 인근지역에 위치하고 있으므로 on site가 되며, 정비할 환경은 훼손된 습지에 거주하던 멸종야생동물이 이주하여 서식하게 되었다고 하는 것으로 보아 in kind로 생각된다.

라. 조성주체

조성주체는 캘리포니아주 운송국이다.

마. 조성효과

2001년 10월 31일 완성된 후 11개월이 지난 2002년 9월에 조사한 대체습지의 효과는 현재 조수간만의 영향을 전적으로 받고 있으며 염습지(salf marsh)로서의 식물들이 자라고 있는 것이 확인되었다. 그리고 경사가 다양한 진흙구덩이 등이 만들어지기 시작하였고 외래종의 침범은 아직 관측되지 않았으며 멸종위기에 처한 야생조류들도 모여들기 시작하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

都綜合計劃 1965년~1975년」의 세부사업인 가나자와(金澤)지역 매립사업(660ha, 사업비 1776억엔, 1968~1981년도) 추진과정에 있어 연안매립의 보상적 차원에서 조성되었다. 조성 대상지는 예로부터 경관이 매우 아름다운 곳으로 "金澤八景"으로 알려졌으나, 도시화 및 산업화 과정에서 상당부분 훼손됨으로 인해 동 지역의 효율적인 활용방안에 관한 논의가 있었고, 그 논의과정에서 친수공간으로서 우미노코엔을 조성하게 되었다.

우미노코엔은 조개잡이가 가능한 모래사장, 요트나 낚시가 가능한 해안, 바다를 이용한 다양한 레크리에이션 활동공간을 마련하기 위해 조성되었다.



그림 2-3. 우미노코엔 전경

나. 조성면적, 비용, 관리비

면적 34.3ha에 약 1㎞의 모래사장이 조성되었으며 간조시 폭은 200m, 만조시 60m에 이른다. 조성비는 토사비용이 약 890엔/㎥(1975년)이며, 운반비용은 평균 515엔/㎥, 합계 1,405엔/㎥이었다. 공사기간은 5년간 모래의 적응기간을 제외하면 1979년 4월 26일~9월 20일까지 4개월 동안 집중적으로 이루어졌다.

다. 조성방법

인공해변은 계획단계에서부터 9개의 계획안에 대한 충분한 토의를 거친 후 최종

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

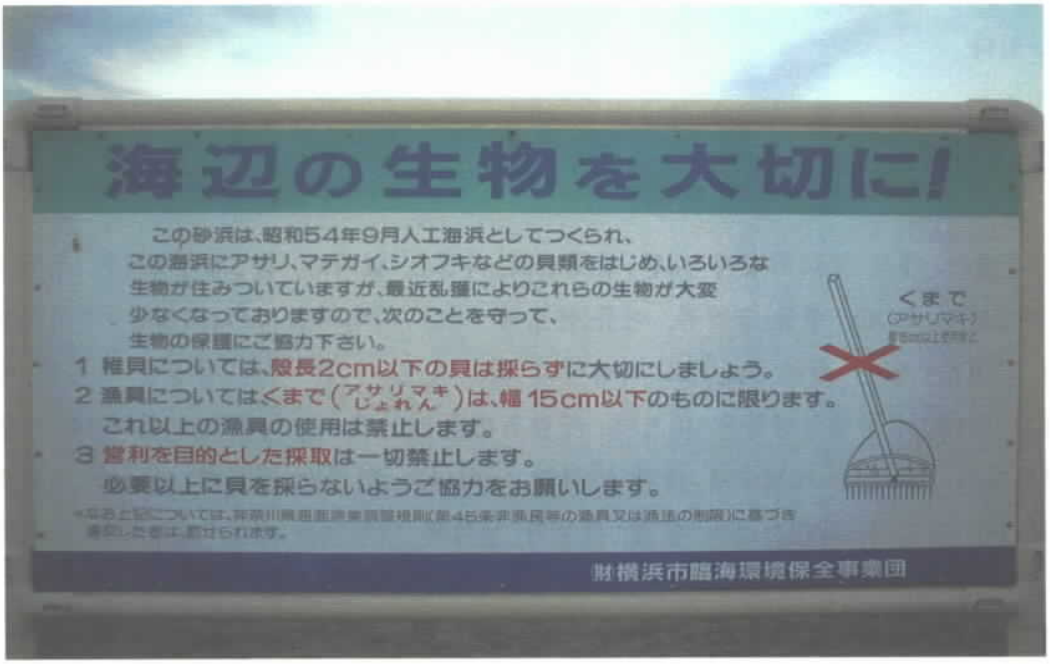


그림 2-4. 우미노코엔 조개채취에 있어 주의사항

도심 속의 인공해변으로 조성된 이 공원은 여름에는 해수욕장으로 이용되고 있으며 장애자를 위한 시설로 수륙양용 휠체어를 개발하여 장애자들에게 무료로 제공하고 있다. 또한, 이 공원은 바다, 모래, 녹지 등 풍부한 자연환경에서 가족이나 친구들과 함께 할 수 있는 여러 시설을 제공하고 있다.

바. 재원조달방법

일본에서는 항만정비사업 시행 시 국고보조가 50%, 항만관리자가 50%의 조성비용을 부담하고 있으며 우미노코엔의 경우에도 항만정비사업의 일환으로 조성되었으므로 우미노코엔은 이 제도가 적용되어 재원을 조달하였다.

1986년에 제정된 「민간사업자의 능력 활용에 의한 특정시설의 정비 촉진에 관한 임시조치법(민간법)」에 의하면 ①근해 인공섬 조성에 필요한 자금은 일본개발은행 등으로부터의 융자, ②임해부 공간 창조사업에 따른 근해인공섬의 공공시설 정비에 필요한 자금은 NTT(Nippon Telegraph and Telephone) 무이자 대부금(수익회수형)을 이용할 수 있으며 ③NTT무이자 대부금(수익회수형)을 받아 정비하는 사업은 등록면허세, 부동산취득세, 고정자산세, 도시계획세 및 특별토지보유세의 비과세조치를 받을 수 있다. 이러한 제도적 지원은 항만정비사업의 일환으로 조성되는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

표 2-7. 갈대습지공원의 개요

구 분	주요 내용
위 치	·반월천, 동화천, 삼화천 합류부 공유수면 ·경기도 안산시 본오동, 화성시 비봉면 일원
사 업 비	·약 300억원
사업기간	·'97. 9 ~ 2003. 6
사업면적	·1,037,500㎡(314천평, 사토장 포함) ·습지조성면적 : 816,302㎡(247천평)
주요시설물	·자연학습원(전망대, 온실, 관리동, 주차장 등) ·제수문 2개소, 취수보 1개소
연간관리비	·300백만원(인건비 제외)
관리인원	·20인

동 갈대습지공원의 조성형태는 창출, 복원, 증강 중 시화호 방조제 조성전에 가지고 있는 기존 갯벌의 형태와 다른 갈대를 식재하였기 때문에 창출(creation)로 분류된다.



그림 2-5. 인공습지 전경

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 2-6. Artificial Island : 야생동물들이 쉴 수 있는 공간(인공섬)

위 그림은 Open Water로 설계한 것으로서 인공섬 주위로 수심을 깊게 해 수중 식물 및 야생동물의 활동을 위한 공간으로 갈대가 없는 지역을 조성하였다.



그림 2-7. Close Water : 갈대조성지역

바. 조성후 효과

시화호 갈대습지공원 조성의 주목적이 수질오염의 저감이었는바, 시화호 수질개선대책의 기본방향은 공단폐수 및 생활하수 처리시설 증설, 유입지천 및 인근지역 유입 오염원 차단, 오염된 호수내 수질개선이었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

대체습지의무 부과대상은 조하대 6m에서 지적공부선까지로 하였다. 이러한 조하대 6m의 지역은 람사협약에서 정하고 있는 습지의 기준에 해당되는 것이며, 동 지역은 갯벌을 보호하기 위한 완충지역으로서 보호대상이 된다. 따라서 기존 습지보전법 제2조(정의)의 습지개념을 확대할 필요가 있다.

현행 습지보전법은 연안습지를 갯벌에 한정하고 있어 국제적으로 연안습지의 범위를 충족시키지 못하고 있다. 그러나, 조하대 일정수심까지 습지의 개념을 확대한다면 습지의 확대로 인해 대체습지조성비를 많이 부과(습지의 보호효과 증대)할 수 있으나 실제로 동 법의 적용시에는 대체습지를 조성할 지역이 줄어듬과 동시에 조하대 일정수심 이상을 대상으로 대체습지를 창출할 경우 시공비용의 증가는 불가피하다는 문제점이 있다. 이러한 현실적인 문제점이 있음에도 불구하고 동 개정안에서는 조하대 6m지역까지를 습지지역으로 보고 대체습지조성 의무화 대상지역으로 선정하여 습지의 순손실방지라는 근본목적을 달성하려 하였다.

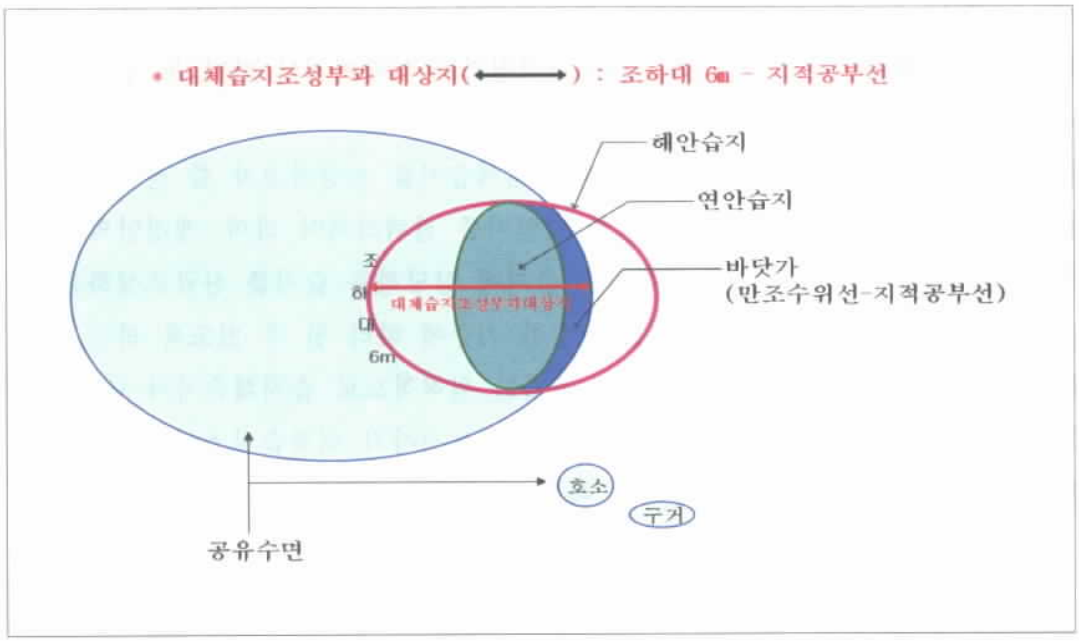


그림 2-10. 대체습지조성비 부과 대상지 개념도

(2) 매립면허 수수료와 대체습지조성비의 병과

기존 공유수면매립법상 부과되고 있는 공유수면매립 면허수수료와 대체습지조성비를 분리 부과하도록 하였다. 즉, 공유수면매립에 따른 면허수수료는 행정수수료로서 공유수면의 매립에 대해서는 기존 면허 수수료를 부과하고 상기 대체습지의무

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

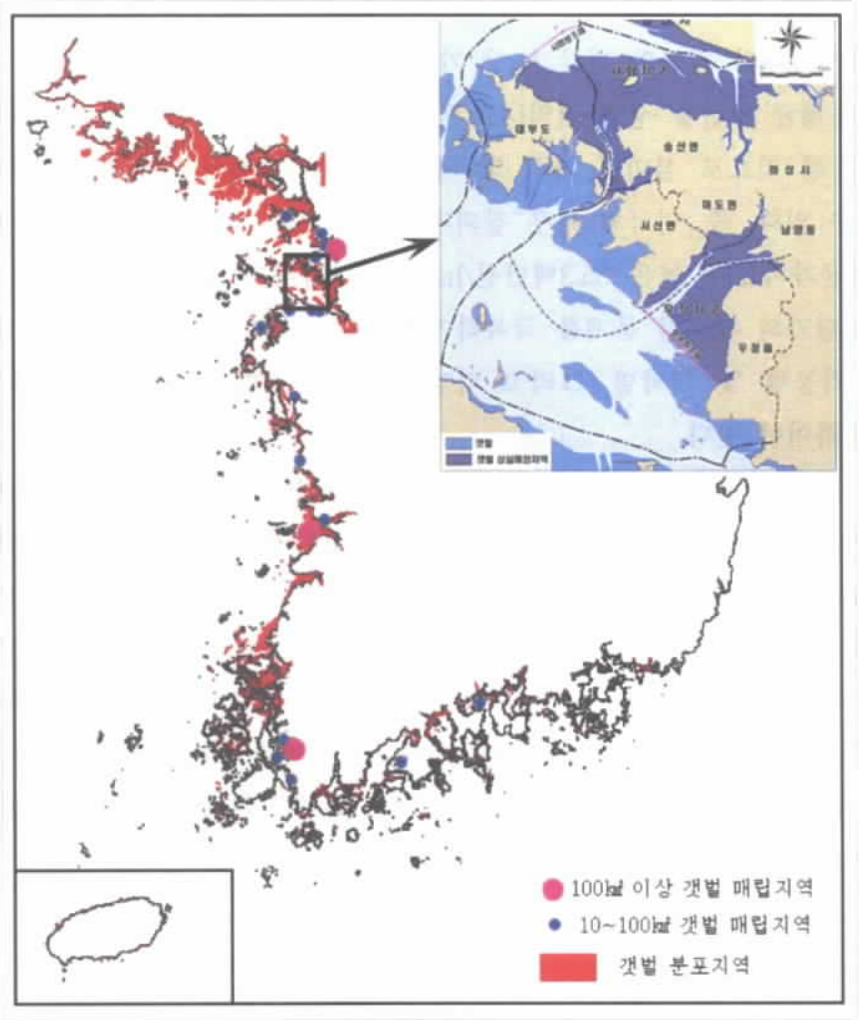


그림 3-8. GIS 데이터로 구축된 갯벌 분포도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

제2절. 연안습지 유형에 따른 생태계 특성

1. 염생식물 연안습지

염생식물의 정의는 각 학자마다 다소 차이가 있지만, 일반적으로 토양의 염분농도가 높아 일반 육상식물이 생육할 수 없는 지역의 식물을 염생식물(halophyte)이라고 한다. 염생식물이 높은 토양의 염분을 이겨내는 기작은 생리적으로 매우 다양하다. 그러나 아직 모든 기작이 자세히 밝혀지지는 않았는데, 일반적으로 식물은 체내로 과다한 염이 유입되는 것을 에너지를 사용하면서 억제하지만 일부는 체내로 이동하는 염분을 축적하는데 이 경우 세포의 소기관 중 액포에 저장함으로써 생리적인 대사에 지장을 덜 받는다. 그리고 일단 체내로 들어온 염을 저장하지 않고 체외로 배출할 경우 표피 중 특수하게 분화된 세포인 염선(salt gland)에서 체내의 염분을 축적하였다가 세포가 파괴되면서 체외로 배출하거나, 뿌리로부터 흡수된 염분을 증산작용을 통하여 표피로 이동시키며, 증산작용이 일어나지 않는 야간이나 이른 아침에는 뿌리로부터 물과 함께 흡수된 염을 수공을 통하여 물과 함께 이동 및 배출하고, 식물체의 각 기관에 염을 축적시키고 염이 과다해지면 이 조직이나 기관을 고사시키거나 탈락시킴으로써 염을 체내에서 제거기도 하며, 뿌리에서 흡수된 염분이 잎까지 이동되었다가 다시 뿌리를 통하여 토양으로 이동되는 경우와 표피의 모용에서 염분을 제거하는 방법 등이 염분을 조절하는 기작으로 알려져 있다(해양수산부, 2002).



그림 4-1. 시화호 유역의 염생식물 (갈대와 칠면초) 염습지 전경

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

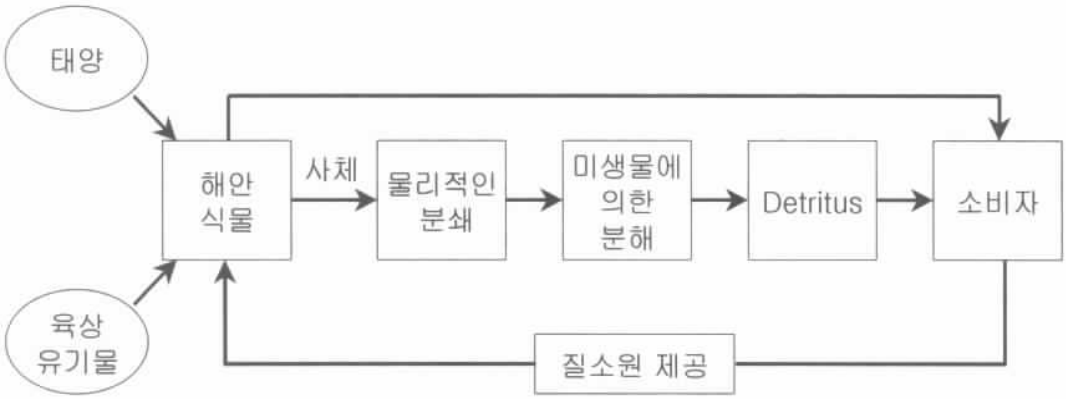


그림 4-2. 연안습지 식물의 먹이망에서의 이동 과정 (이 과정을 통해서 해안식물은 소비자들의 먹이원이 되며 습지의 정화기능에 관여하게 됨)

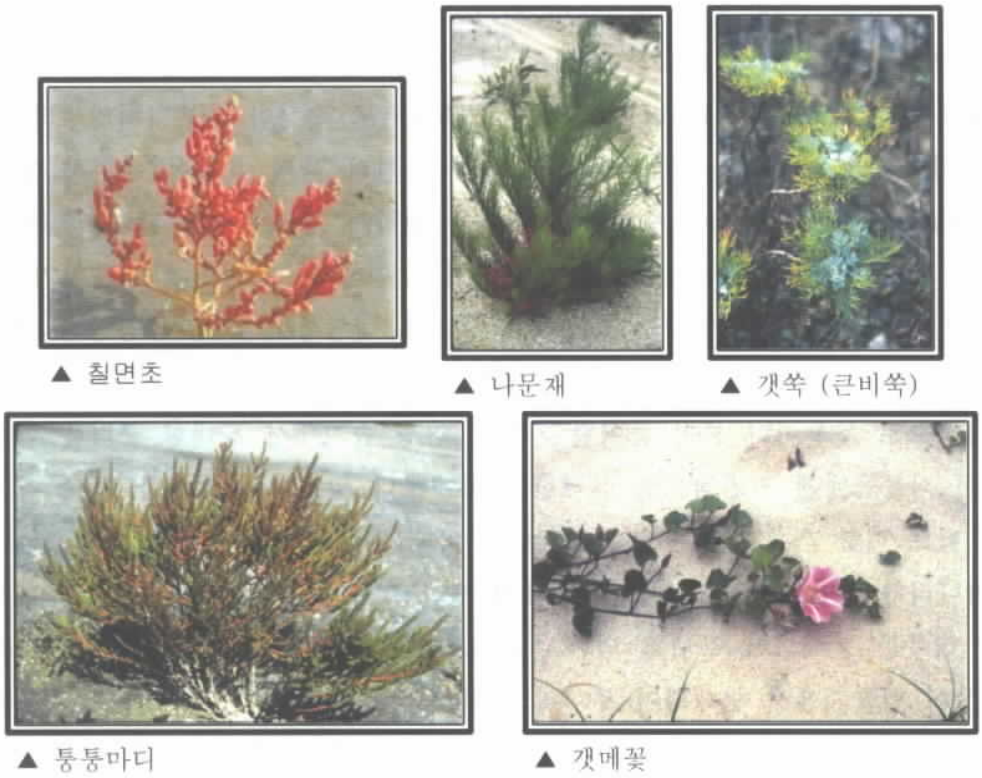


그림 4-3. 염생식물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-4. 썰물때 물 밖으로 드러난 애기거머리말 군락 (거제도 다대리 포구)

3. 모래갯벌

다른 말로 사질갯벌이라고도 한다. 모래갯벌은 이름에서 나타내듯이 바닥이 주로 모래질로 형성되어 있다. 해수의 흐름이 빠른 수로주변이나 바람이 강한 지역의 해변에 나타나는데, 해안경사가 급하고 갯벌의 폭이 좁아 보통 1km정도이다. 유럽의 네덜란드, 독일, 덴마크의 갯벌은 대부분 모래갯벌이며, 국내에서는 백령도의 용기포, 대청도의 옥죽동 모래사장과 인천 용유도 을왕리 해수욕장, 태안 및 안면도 해안 등이 전형적인 모래갯벌로 알려져 있고, 서해안의 파랑에 개방된 해안에서 잘 나타난다. 강 하구나 모래갯벌은 저질의 모래 알갱이의 평균 크기가 0.2~0.7mm정도이고, 유기물 함량은 1~2% 정도로 적은 편이고 미사와 점토 성분이 차지하는 니질(泥質) 함량의 비율도 대체로 4%를 넘지 않는다.

약간의 펄이 섞인 우리나라 서해안의 모래갯벌에는 바지락, 동죽, 백합, 가무락, 맛조개, 서해비단고둥, 갯고둥 등을 쉽게 볼 수 있다. 흙 속에 몸을 파묻고 사는 이들은 바닷물이 들어오면 수관이라 불리는 긴 주둥이를 표면으로 내어 물 속에 떠 있는 유기물을 걸러서 먹이로 취한다 (여과식자). 조개류와는 달리 대부분의 고둥류는 퇴적물내의 유기물을 골라먹는다 (퇴적물식자). 민챙이, 비틀이고둥 등이 여기에 포함된다. 그러나 일부 고둥은 죽은 동물을 먹거나 (왕좁쌀무늬고둥, 부식자), 조개류를 잡아먹는 종류 (큰구슬우렁이, 포식자)도 있다 (홍재상, 1998).

사니질의 경우에는 현탁물을 여과하는 섭식자가 많으며 수관이나 강모 등을 이용

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

하여 여과한다. 이매패에서는 수관을 저표상에 내놓고 현탁물을 섭취한다. 갑각류인 Hippa adactyla는 촉각이 있는 빗살무늬의 강모로 수중의 현탁물을 여과하여 먹는다. 갯지렁이류인 털날개갯지네 (*Chartopterus variopedatus*)는 양 끝이 모래의 표면으로부터 돌출한 가죽질의 U자형의 서관을 만들고 그 안에 사는데, 흉부배면의 흡반에 의해 몸을 벽면에 고정하고 몸 중앙부에 있는 3개의 부채 모양의 선상지(扇狀肢)를 움직여서 수류를 만들어서 상층의 물을 서관 내로 빨아들인다. 한편 제12체절에 있는 날개 모양의 돌기부분에서 점액을 분비하고 해수 중의 유기현탁물을 이 점액망에 달라붙여 섭취한다. 쏙 (*Upegebia major*)은 Y자형의 갱도 내에 살지만 복지의 펌프작용에 의해 상층의 물을 빨아 들여서 현탁물을 섭식한다. 한편 쏙과 근연종이지만 사니 중에 유기질을 섭식하는 쏙붙이 (*Callianassa japonica*)의 갱도는 가지로 갈라져 있고 군데군데 둥근 부분이 있는데, 이것은 유기물 잔사를 섭식하면서 갱도를 파고가다가 먹어 치운 모래를 밖으로 운반해 낼 때의 일련의 행동과 관련이 있다. 갯지렁이류에는 퇴적물식자가 많은데 *Arenicola*도 모래 속에 U자형의 갱도를 만들고 있다. 그 속에서 몸 후반부의 리듬활동에 의해 수류를 만들고 머리 부분쪽으로부터 표층의 신선하고 유기물이 풍부한 모래를 갱도 내로 끌어넣어 그것을 삼겨서 영양을 섭취한다 (윤성규와 홍재상, 1995).

완벽하게 상호 연결된 먹이사슬이 보여주듯이 갯벌에 사는 많은 생물들은 갯벌의 높은 생산성을 이용하도록 적응되어있다. 실제로 새를 비롯한 다른 생물 (사람포함)들은 갯벌의 생산성을 토대로 살아가고 있다.



그림 4-5. 모래갯벌의 전경 (충남 태안군 이원면 민어포 갯벌)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



▲ 맛조개 ▲ 갯가재

▲ 동죽 ▲ 서해비단고둥

그림 4-6. 모래갯벌 서식 생물

4. 펄갯벌

모래질이 차지하는 비율이 10% 이하에 불과하나 반대로 펄 함량은 90% 이상에 달하는 갯벌이다. 강화도 주변 연안에 잘 발달한 광대한 펄갯벌에서 표층 퇴적물의 평균 입자의 지름은 0.031mm에 이른다. 이곳에서는 펄의 깊이가 깊은 곳은 수미터나 되고 함수량(含水量)도 높아 걸을 때 보통 허벅지까지 빠지기 때문에 갯벌 조사가 매우 힘들다. 그런데 강화도 주변 갯펄의 대부분은 결국 한강의 상류에서 하구를 통해 경기만으로 유입, 운반된 것이다. 같은 펄갯벌이지만 강화도에서 그리 멀지 않은 인천의 동춘동 송도 갯벌은 전체적으로 평균 입도의 크기가 강화도보다 다소 크고 이질 함량과 유기물 함량도 낮다. 고막잡이로 유명한 전남 고흥 등지의 갯벌은 니질 함량이 68% 이상으로 높고 유기물 함량도 10% 이상이며, 함수량도 높아 매우 질퍽하기 때문에 발이 빠져 걸을 수가 없을 정도이다. 이러한 곳에서 조개잡이를 하는 아주머니들은 나무 판자로 만든 갯펄 썰매를 타고 미끄러져 다닌다. 이 지방 사람들은 이 썰매를 잘 조정하고 다니며 고막이나 가리맛 등의 조개류를 독특한 방법으로 채취하고 있다 (홍재상, 1998).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

인다. 저서동물의 분포 유형을 보면 상부에서는 칠게가, 중부에서는 동죽이나 맛조개가, 하부에서는 가시닻해삼이 우점하는 서해안 특유의 띠 모양 분포를 나타낸다.



▲ 농게 ▲ 칠게

▲ 민칭이 ▲ 갯지렁이

그림 4-7. 펄 갯벌에 서식하는 생물

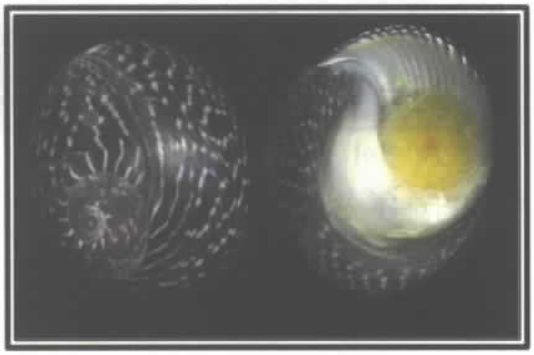
6. 자갈해안

해안은 바다와 육지의 경계선으로서 이를 구성하는 물질은 주로 해안가의 암반의 침식으로 인해 생긴 암편이나 하천에 의해 운반된 다양한 크기의 퇴적물과 패각을 만드는 생물의 파편으로 되어있다. 자갈 또는 역 (gravel)은 직경이 2mm (-1Φ) 보다 큰 입자들을 통칭하는데, 크기에 따라 다시 4가지로 분류된다. 즉, 왕모래 (granule)는 2~4mm, 잔자갈 (pebble)은 4~64mm, 왕자갈 (cobble)은 64~256mm, 거력 (boulder)은 256mm 이상으로 세분된다. 이들의 배열과 구배는 주로 해양의 파도나 연안류에 의해 이루어지게 되며, 다양한 타입의 자갈들은 인근 지역의 해안가의 암반과 광물질의 지질학적 특성을 반영하게 된다.

자갈해안에 서식하는 생물들은 갯벌해안이나 모래사장에 서식하는 생물들에 비해

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

매우 한정된 종들이 낮은 서식밀도로 서식하고 있다. 자갈해안의 특성상 저질의 공극률이 매우 높아서 산소의 투과율은 1m 이상으로 매우 좋지만 저질에 구멍을 뚫고 살아가는 수 많은 퇴적물 식자들이 살기에 불가능하며, 큰 에너지의 파도에 의해서 고착 내지는 부착하기가 쉽지 않고 또한 저서생태계의 먹이 순환의 기본이 되는 영양성 입자 물질이 퇴적될 수 없는 환경으로 매우 빈영양상태를 나타내기 때문에 이를 이용하는 한정된 고착생물들이 낮은 서식밀도로 살아가는 특징을 보인다. 국내 동해안의 독도와 울릉도의 자갈해안 네 정점에서 세 계절동안 조사된 결과에 의하면, 채집된 종은 총 18종 뿐으로 연체동물이 15종으로 대다수를 차지하고, 이중 14종이 복족류였다 (차재훈 등, 2001). 이중 가장 우점한 종은 깜장각시고둥 (*Monodonta perplexa*)과 배무래기 (*Notoacmea schrenckii*)로 총 12회의 채집기간 중 각각 11회와 10회 채집되었는데, 깜장각시고둥 개체군은 자갈해안의 매끈한 돌 위에서 서식하며, 자갈 위의 유기물을 섭취하고, 주위의 자극에 반응하여, 즉시 바위에서 물 속으로 떨어지는 행동을 보이는 것으로 보고 되었다. 이러한 결과는 갯벌이나 모래해안에서 나타나는 출현 종수와 서식밀도에 비해 매우 낮은 생물의 서식을 보여주는 결과이다.



◀ 깜장각시고둥 (*Monodonta perplexa*)



◀ 배무래기 (*Notoacmea schrenckii*)

그림 4-8. 자갈해안에 서식하는 생물

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-9. 자갈의 크기에 따른 구배가 잘 나타나는 영흥도 외리 해안 (해양수산부, 2004)

7. 암반해안

암반해안은 해파에 의한 침식 해안의 한 예로서, 주로 파도의 침식작용의 결과로 형성된다. 파도에 의한 침식작용은 파도가 해안에서 부서질 때 가해지는 물과 공기의 압력, 파도에 의해 이동되는 모래나 자갈에 의한 마모작용, 그리고 석회암 해안에서는 물에 의한 용해작용의 형태로 진행된다. 단면에서 볼 때 암반해안의 기본적인 요소는 파식절벽 (wave-cut cliff), 파식대지 (wave-cut platform), 해파건조대지 (wave-built terrace)와 퇴적에 의해 형성된 해빈 (beach)이다.

우리나라 동, 서, 남해 어디를 가나 경성저질 조간대인 암반조간대를 볼 수 있다. 그러나 그 특징들은 조금씩 다르다. 동해안은 암반해안이 흔하나 조석 간만의 차이가 수십 cm에 불과해 조간대의 폭이 좁다. 서해는 간만의 차이가 최대 8~9m 에 이르러 조간대의 폭은 대단히 넓으나 암반이 아닌 모래와 뻘이 대부분이다. 따라서 전형적인 암반조간대가 흔하지 않다. 또 강한 조류 때문에 물이 탁하여 생물상도 빈약하다. 생물상이 풍부하고 조간대 현상이 뚜렷한 곳은 남해안이다. 암반조간대가 넓고 수온이 다른 해역에 비해 높아 다양한 생물을 발견할 수 있다. 암석해안에서 기반암의 차이는 침식속도의 차이를 일으키고 해안의 다양한 기복을 형성하는 원인

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-11. 동해안의 일반적인 모습



그림 4-12. 기수호인 동해안의 영랑호

2. 서해안

서해안은 압록강 하구에서 전남 해안에 이르는 해안으로, 직선거리는 650km이나, 실제거리는 4,719km에 달한다 (해양수산부, 2002). 서해안은 한반도 융기축인 백두대간으로부터 분기하여 서해로 향하는 일련의 정맥들과 서해로 유입되는 수많은 하천과 만들로 이루어진 굴곡이 심한 해안선을 갖고 있다.

수온의 연변화가 상당히 심하여, 여름철에는 북부 해역이 24~25℃, 중부 해역이 26~27℃, 남부해역이 27~28℃에 이른다. 겨울철에 북부 연안은 2~4℃이지만 일부에서는 0℃ 이하로 내려가 결빙을 볼 수 있으며, 중부 5~6℃, 남부 7~8℃로서 연교차는 20~22℃이다. 최대 수심은 100m에 평균 수심이 44m밖에 되지 않아 다른

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-13. 서해안의 갯벌

서해안은 상대적으로 파랑의 작용이 활발하지 못하고, 해안을 따라 섬·반도 등의 지형 장애물이 많고 내만이 많아 사빈의 발달이 미약한 편이다. 그러나 외해에 면하는 해안에서는 상당히 규모가 큰 모래 갯벌이 형성되어 있으며, 해안부의 육지 쪽에는 사구가 나타난다. 이것은 서해안에 불어오는 강한 서풍내지 북서풍에 의해 해안의 모래가 육지 쪽으로 운반, 퇴적된 것이다. 서해안의 사구는 모래갯벌이 넓고 외해의 영향을 직접 받는 백령도, 대청도, 임자도 등 도서와 태안반도와 안면도, 고창과 영광군의 해안에 주로 발달해 있다. 이들 해안에는 사구의 이동을 저지하기 위하여 방사림으로 조성한 해송과 함께 사구와 모래갯벌이 아름다운 경관을 이루고 있다.

서해안은 각종 임해 공단과 금강, 영산강의 하구언 중으로 인위적인 해안 변화가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

구주변 지역의 산업화와 도시화로 인해 하구언이 조성되고 넓은 면적의 하구 습지가 매립되었다.

남해안은 많은 임해공단과 도시 건설에 따른 인구집중으로 산업 및 생활오폐수의 영향이 다른 해역에 비해 높다. 내만의 해수는 외해 해수와의 교환이 불량하여 오염정도가 높은 곳이 많다. 특별관리해역으로 지정된 울산연안, 진해만, 광양만 외에 진주만과 여수연안의 오염도가 특히 심하다.



그림 4-14. 남해안의 한려해상국립공원



그림 4-15. 남해안의 다도해해상국립공원

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 4-16. 제주도의 해안 모습



그림 4-17. 제주도의 주상절리

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

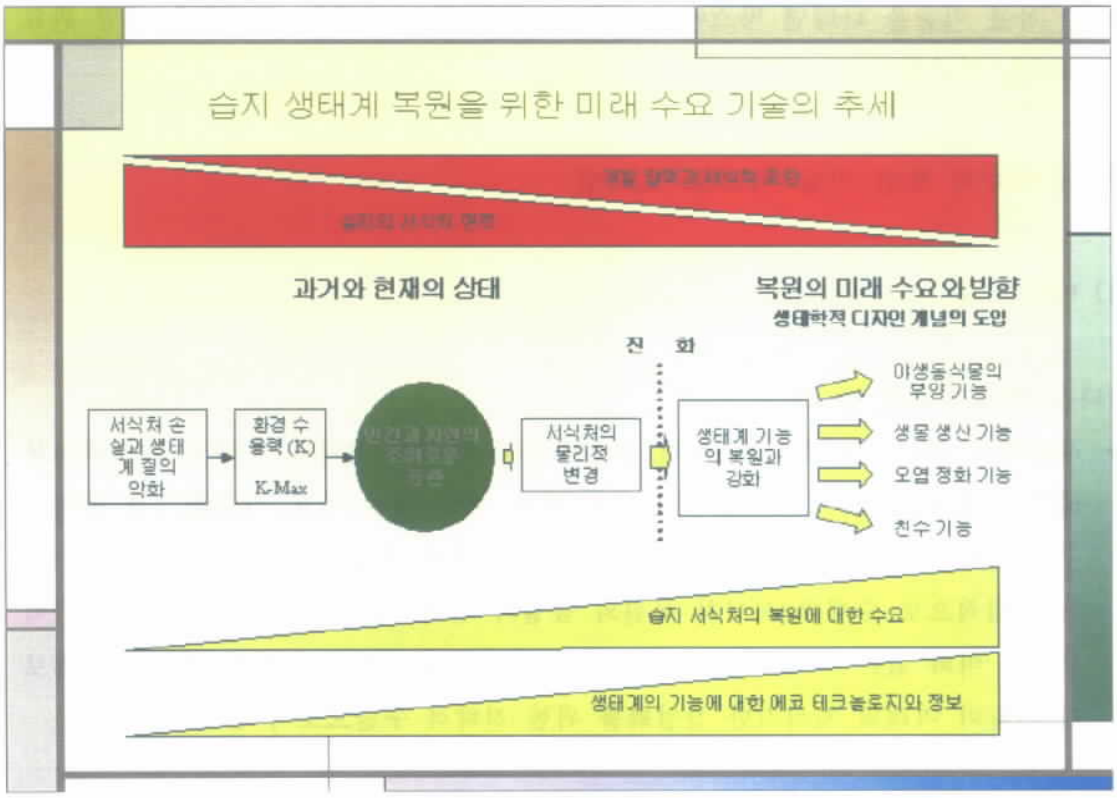


그림 4-24. 국내·외 현황과 미래 습지 복원 추세

3. 대체습지 생태적 설계 (생태계) 및 조성 기술 마크로 로드맵

가. 이미지 시나리오

▶ 대체 습지의 생태적 설계 및 조성 기술 마크로 로드맵은 미래 자연 서식처 복원 산업의 변화와 발전에 대비, 서식처의 생태학적 설계 능력을 강화하기 위하여 목표 기술 (습지의 분포와 유형, 생태학적 기능과 시스템, 그리고 생태계 모형 등)과 관련된 연구 분야의 기술 개발 방향을 제시하였으며 기간은 5개 년도로 나누어 설정함

▶ 로드맵에 표시된 목표 기술들은 그 난이도를 고려, 실현 가능성을 상, 중, 하의 3단계로 확률화하여 표시하고, 예상되는 기술 수요에 따라 각 목표 기술의 시간적인 개발 관계를 나열함

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

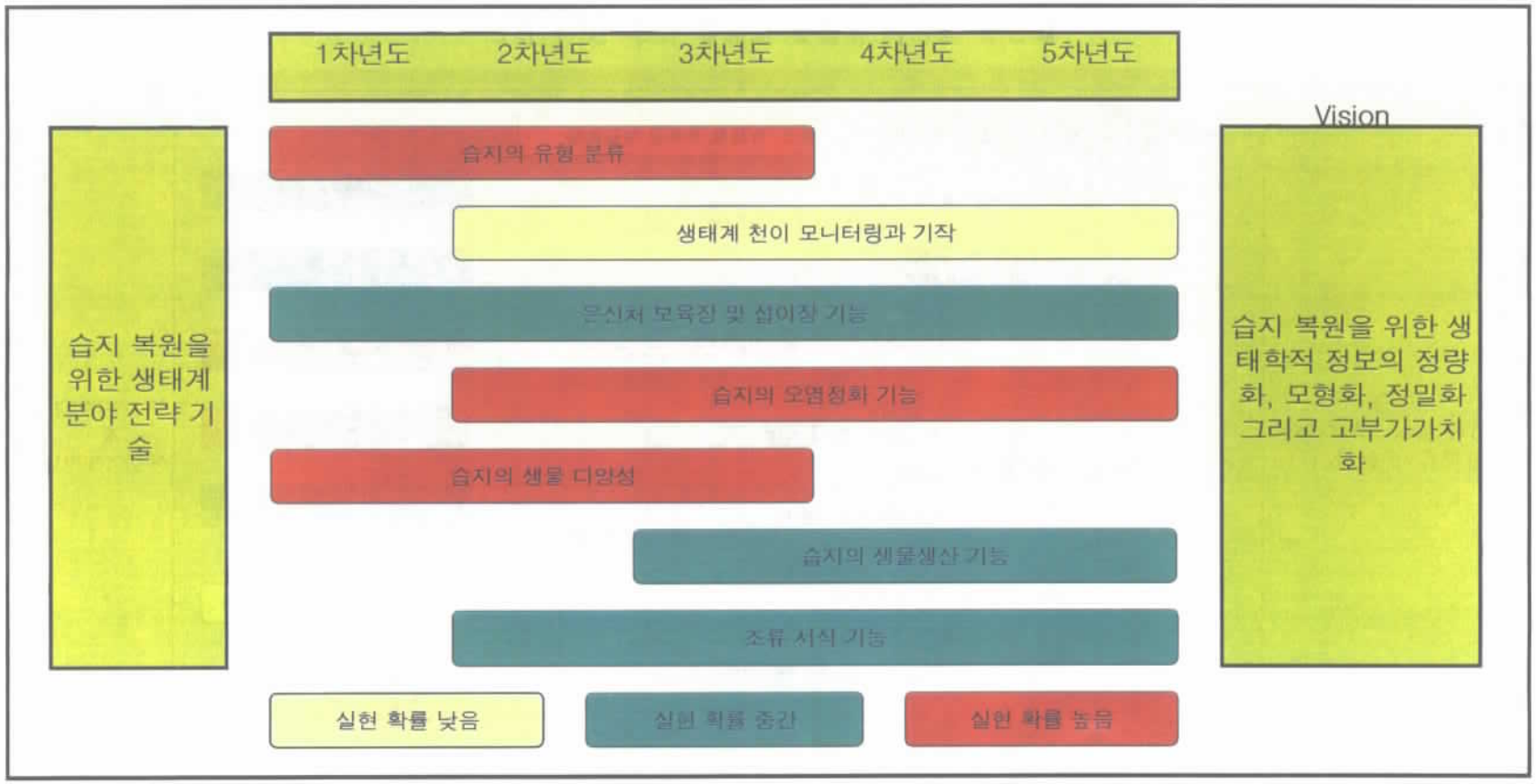


그림 4-25. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 마크로 로드맵

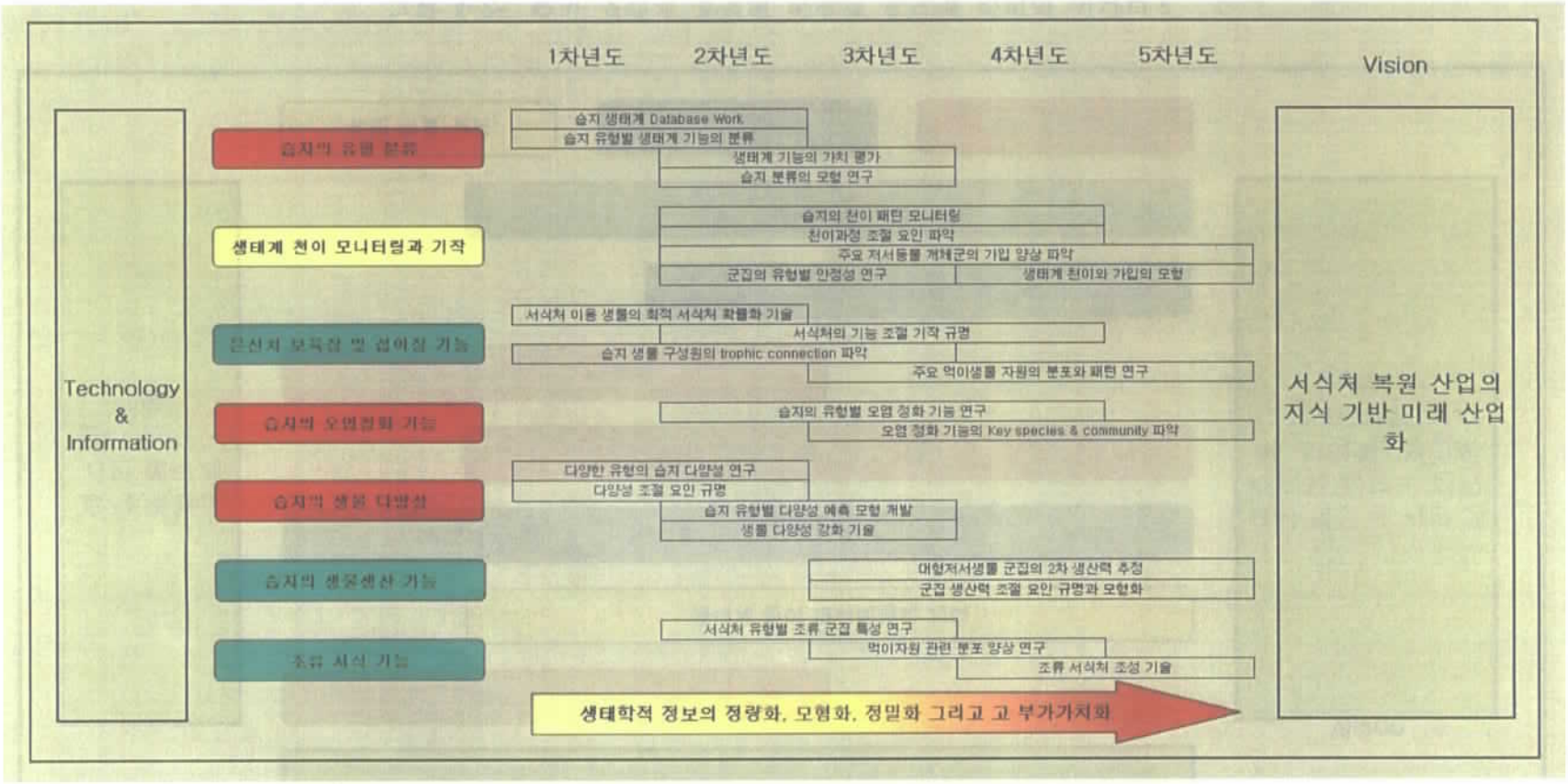


그림 4-26. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

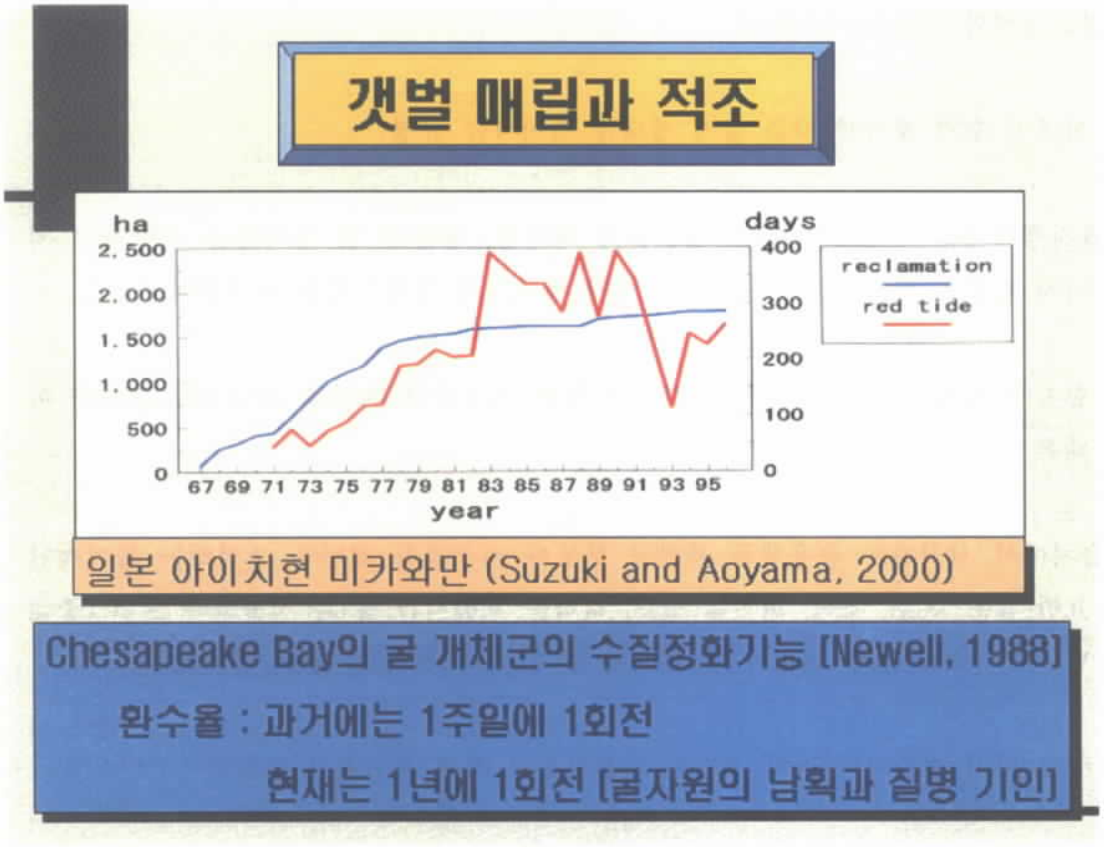


그림 4-30. 갯벌의 매립과 적조의 발생 빈도 관계- 연안역 내 습지 오염정화 기능의 중요성을 알 수 있다.

▶ 습지의 에너지 수지를 파악하여 기능적 특성에 따른 다양한 생태계 구성원 (biological components, bacteria, benthic diatom, meiofauna, macrofauna, seagrass 등)의 역할을 규명

▶ 습지 생태계의 유형에 따른 생태계 구성원과 오염 정화기능의 변화를 파악하기 위한 연구를 수행함

▶ 습지의 유기물 오염 정화기능의 패턴에 대한 이해를 바탕으로 이것이 강화된 서식처의 설계를 위한 정보의 축적과 도구의 개발이 필요

▶ 기술적 난이도 매우 높음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

(2) 국내외 기술 동향

▶ 국내의 경우 해양수산부 (2001)에서 chamber를 이용하여 현장에서 실험을 수행한 연구와 유 등 (2002)의 box model analysis를 이용한 유기물 오염 정화기능 평가 연구 사례 등이 있음



그림 4-31. 국내 갯벌에서 chamer를 이용하여 수질 정화 능력을 추정한 연구 사례.

▶ 국내의 경우 최근 들어 미생물의 분해율 및 환원성 세균의 밀도 등을 연구-기초 연구 시작

▶ 국외의 경우 습지의 기능별 구조에 따른 역할 규명, 탄소 순환 차원으로 산정 모델 개발

▶ 국외의 경우 장기간의 연구를 통해 습지로 유입되는 Chl-a의 양과 습지로부터 유출되는 양을 측정하여 습지에서 소실되는 양과 그것의 계절적 변화를 추정하는 연구를 수행한 사례 있음

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

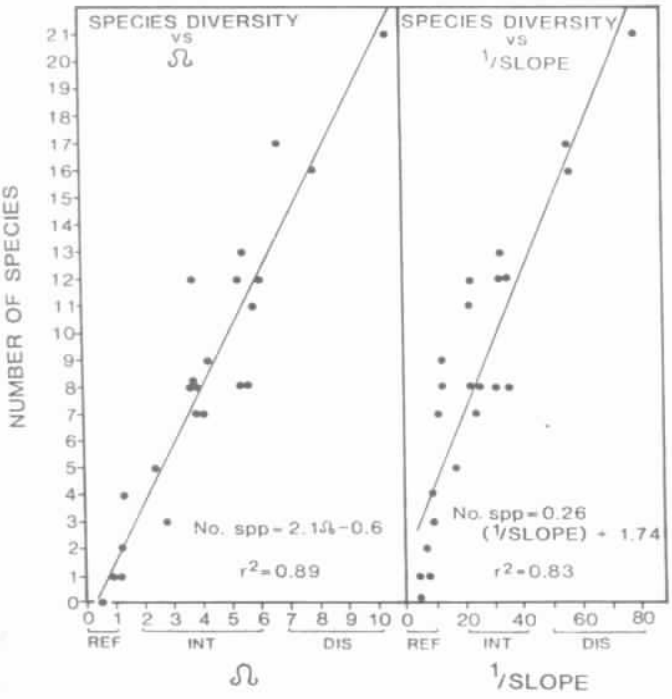


그림 4-33. 미국과 호주 그리고 남아프리카 등지에 분포하는 23개 사빈 습지의 저서동물 군집 생물 다양성 - 생물 다양성이사빈의 에너지 조건, 경사도 등과 같은 해변 형태와 상관성이 있다는 것을 보여주는 그림

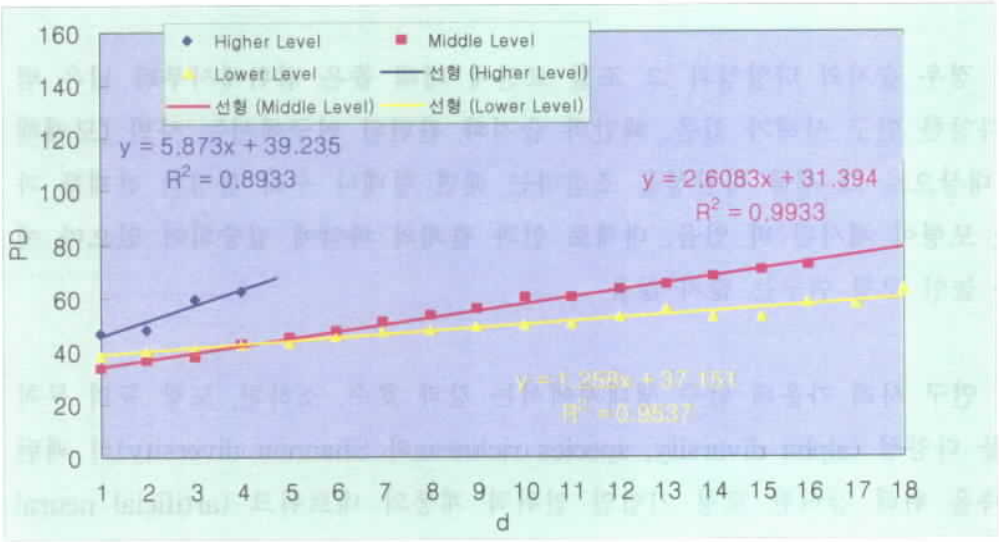


그림 4-34. 갯벌의 서식처 간 생물 다양성의 변동이 군집의 유형과 서식처의 조건에 따라 달라지는 것을 보여주는 연구 - 넓은 공간 내에서도 단순한 조성의 군집이 존재하거나 좁은 공간 내에서 조성이 크게 달라져 높은 생물 다양성이 나타날 수 있다. 이러한 차이를 유발하는 환경 요인에 대한 연구가 필요하며, 이는 습지 복원에 필요한 생물 다양성 연구 사례의 일부이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

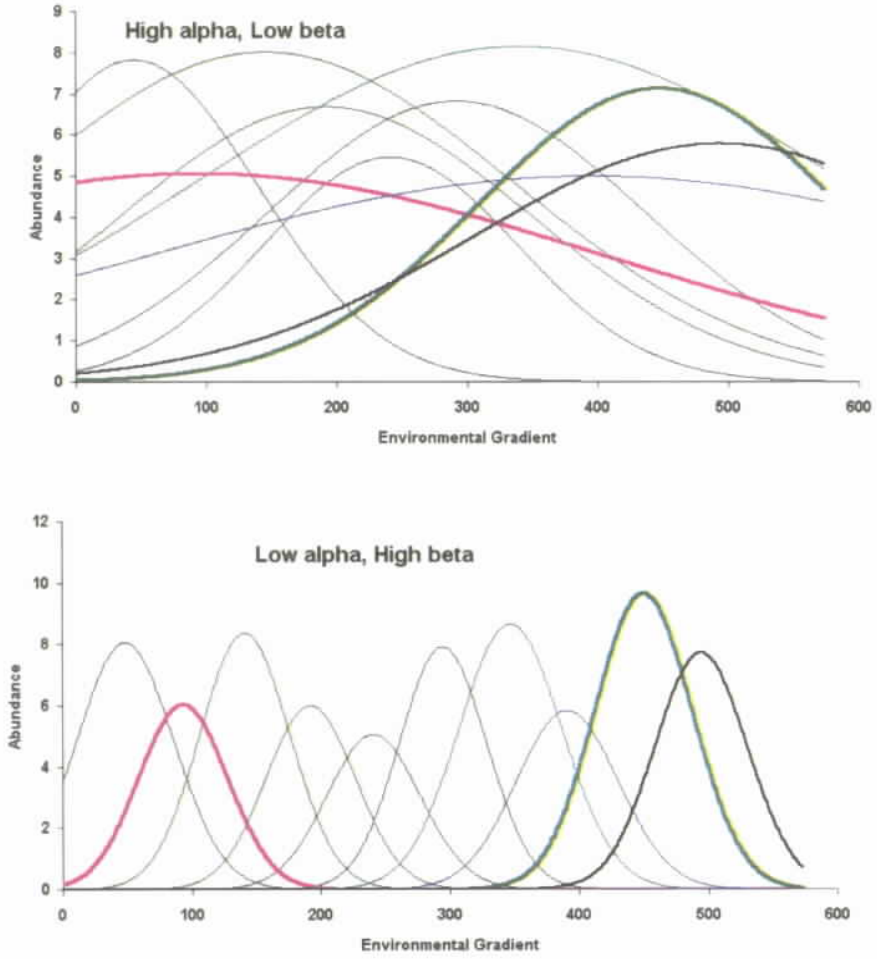


그림 4-36. 다양한 환경에서의 알파, 베타, 감마 다양성의 변화 양상

② 다양성 조절 요인 규명

▶ 개체군별 서식생물의 밀도와 생태계 내 지위에 관련된 자료 정리

▶ 주요 개체군의 기능과 지위 그리고 다양성에 미치는 개체군 별 promotional effect 진단을 통한 개체군 자료의 생태학적 특성 범주화

▶ 생물다양성에 영향을 미칠 수 있는 환경 변수 선정 및 측정 방법 표준화

③ 습지 유형별 다양성 예측 모형 개발

▶ 유형별 다양성 비교 후 환경 모니터링 자료를 바탕으로 다양성을 예측할 수 있

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

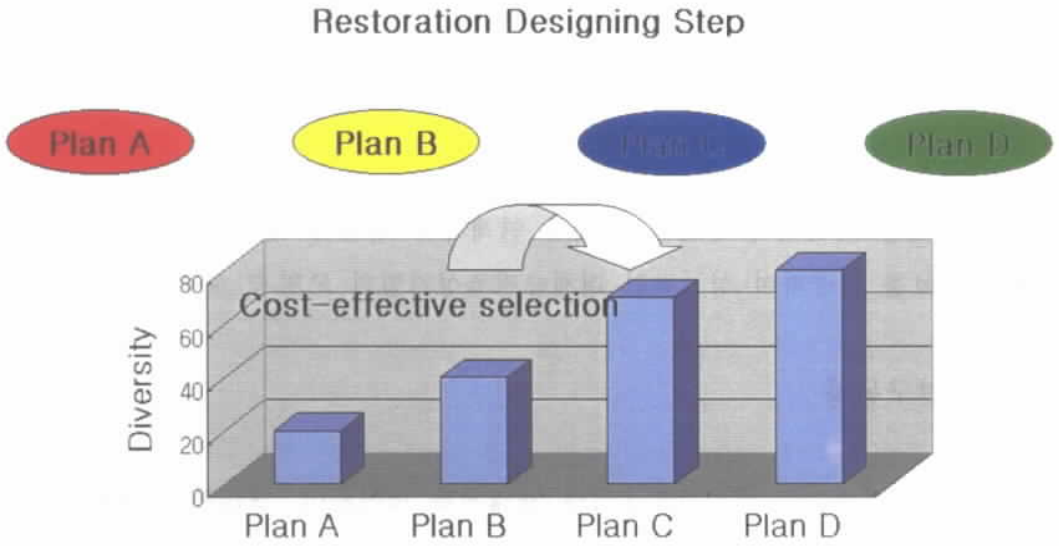


그림 4-40. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 - 생물 다양도의 측면에서 여러 습지 조성 설계안 가운데 가장 효율적인 것을 선택하는 것이 가능해짐

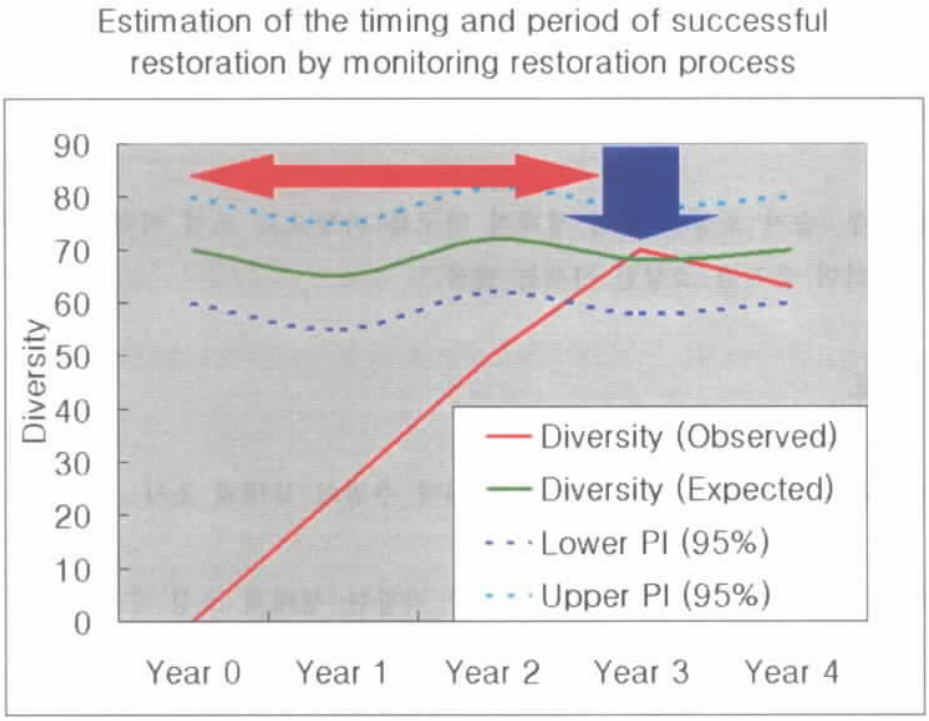


그림 4-41. 생태계 설계 기술 개발 후의 적용 예 - 생물 다양도의 측면에서 성공적 복원 시기를 측정하는 것이 가능해짐

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

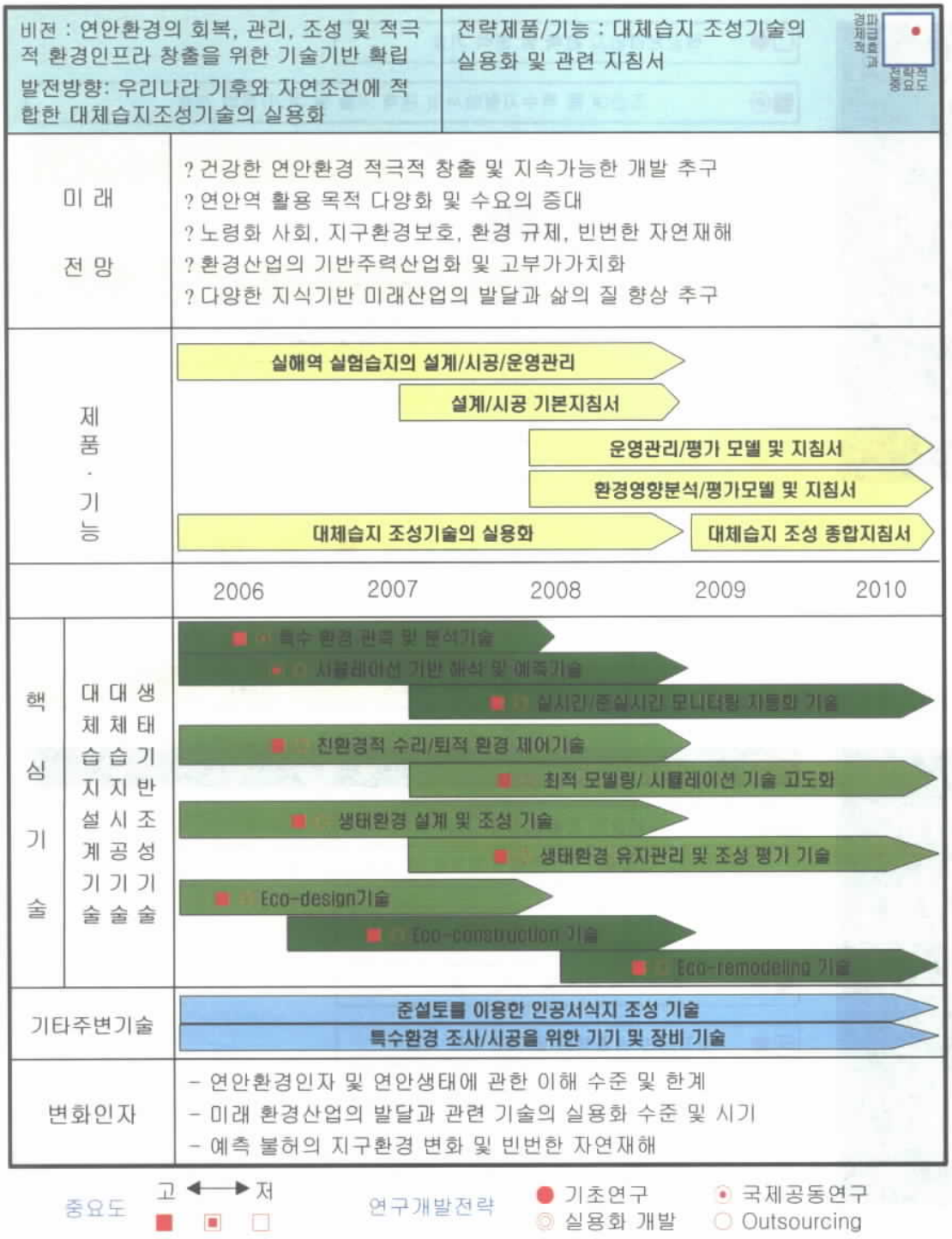


그림 4-43. 습지 생태계 조성의 마크로 로드맵 이미지 시나리오

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

다. 기술지도의 전개

(1) 마크로 기술지도



IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

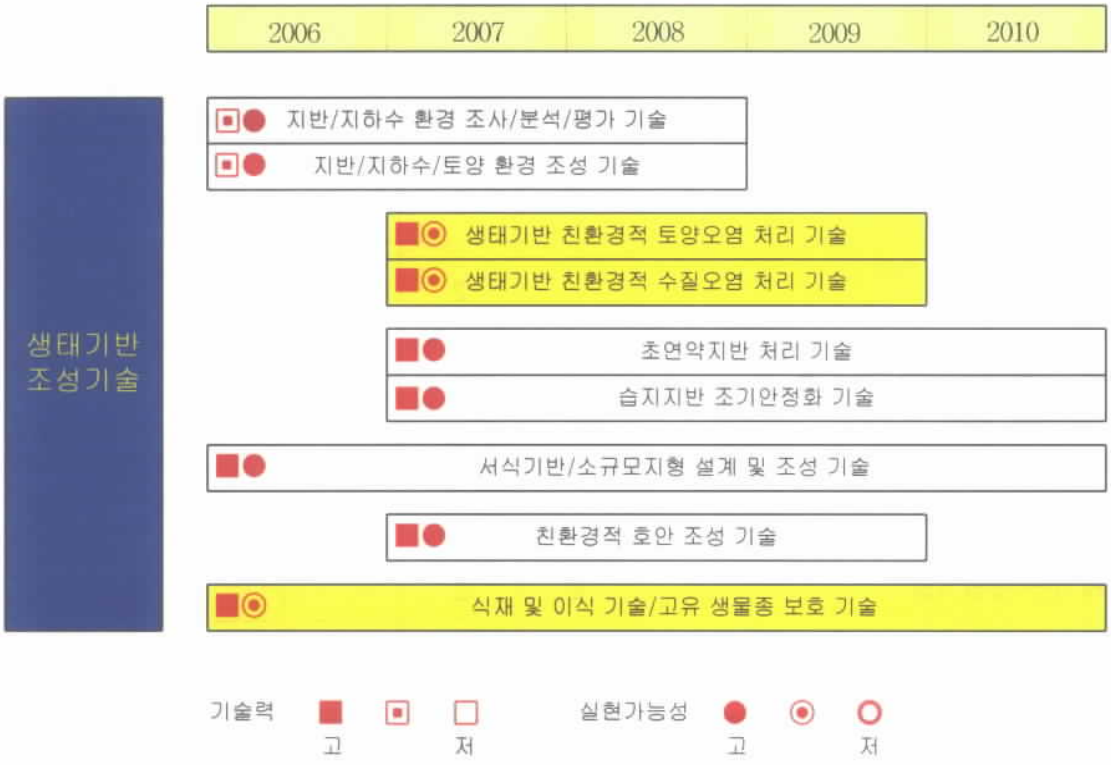
(2) 기술영역별 기술지도





IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44





IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



라. 연구개발 소요예산

(단위 : 억원)

구분	1단계			2단계		합계
	2006	2007	2008	2009	2010	
해양환경특성 평가/예측 기술	2	2				4
환경영향분석 및 피해저감 기술			2	2	2	6
환경 모니터링, 유지관리 및 기능평가 기술			2	2	2	6
수리·퇴적환경 제어 기술	1	1	1			3
대체습지 설계 및 시공기술	8	8	1	1	1	19
생태기반 조성기술	2	2	2			6
준설토 활용 대체습지 조성기술	(3)	(5)	(5)	(5)	(5)	(23)
합 계	13	13	8	5	5	44

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 5-3. 폐쇄형으로 조성된 일본 오사카남항 야조원



그림 5-4. 반개방형으로 조성된 일본 동경 가사이 해상공원

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



그림 5-5. 우리나라 주변 해역의 수심

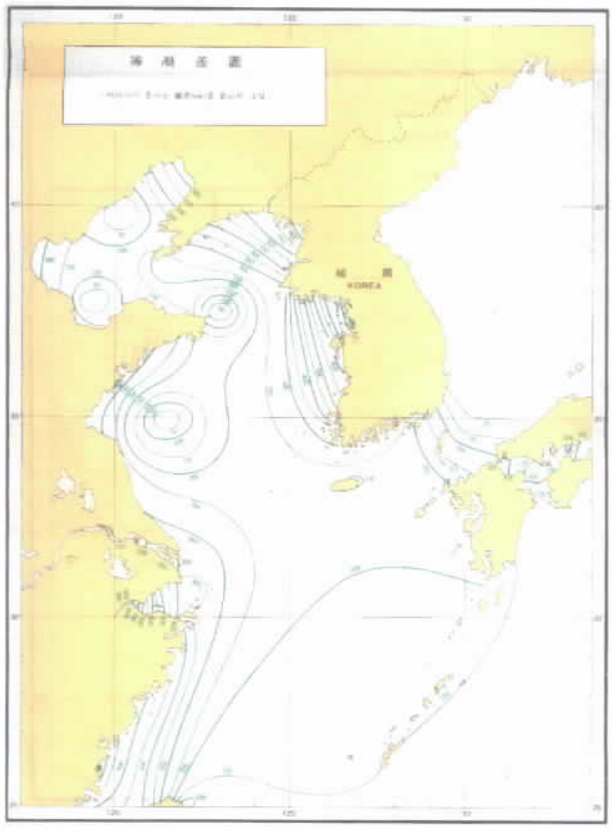
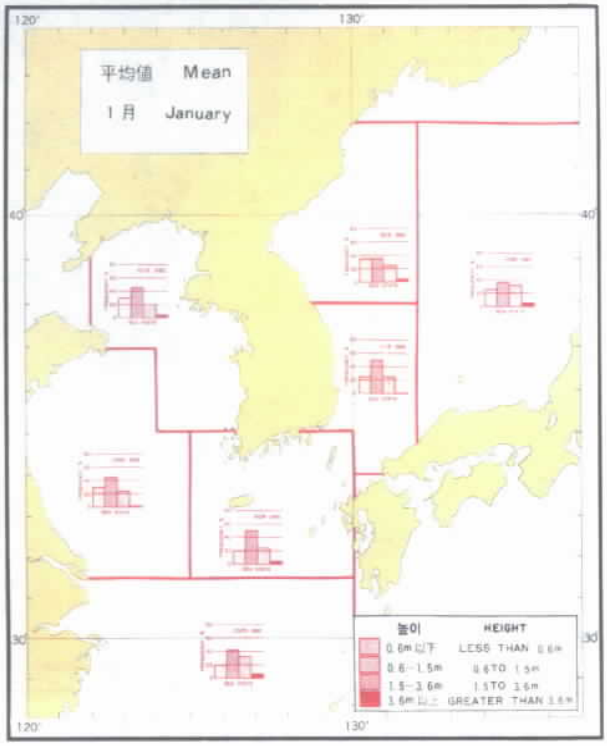
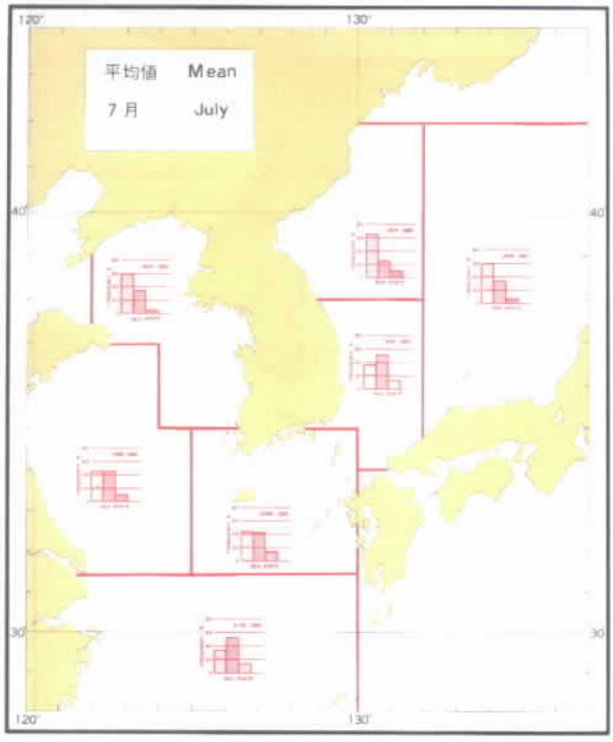


그림 5-6. 우리나라 주변 해역의 등조차도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



(a) 1월의 해면 상태



(b) 7월의 해면 상태

그림 5-7. 우리나라 해안의 해면 상태

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

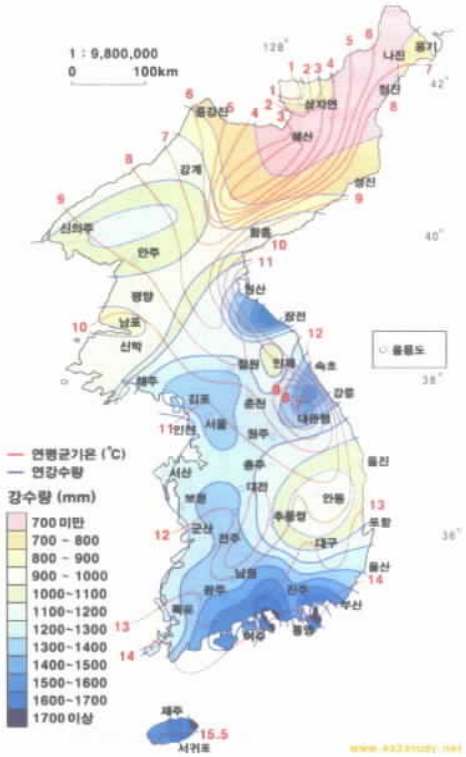
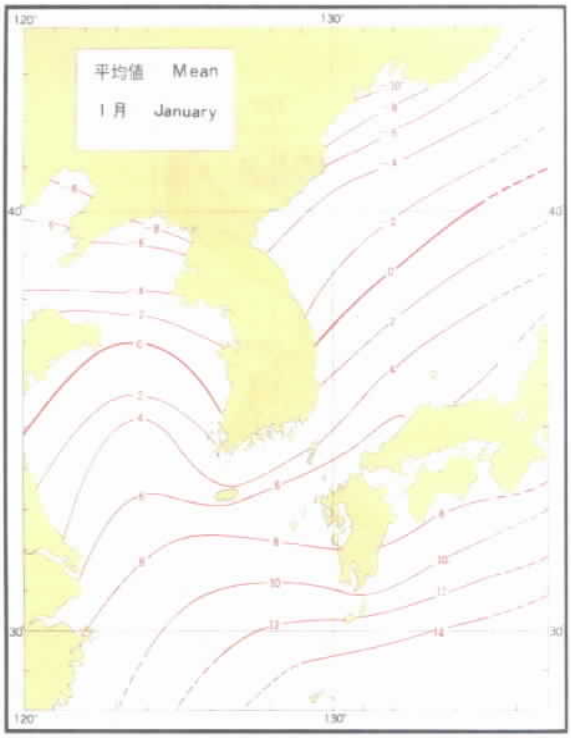


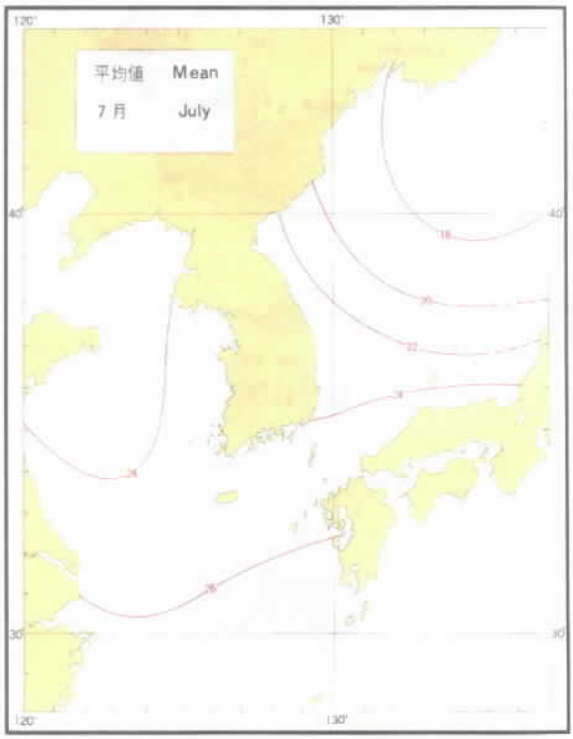
그림 5-8. 연평균 기온과 강수량



(a) 1월의 기온

그림 5-9. 우리나라 해역의 기온 분포 (계속)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



(b) 7월의 기온 분포

그림 5-9. 우리나라 해역의 기온 분포

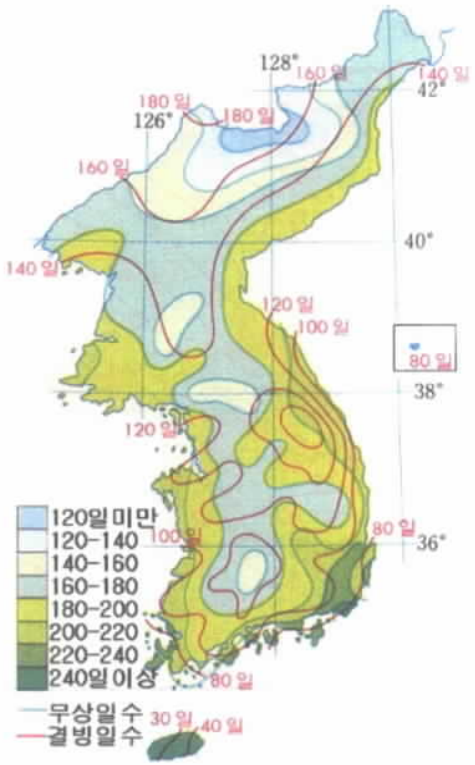
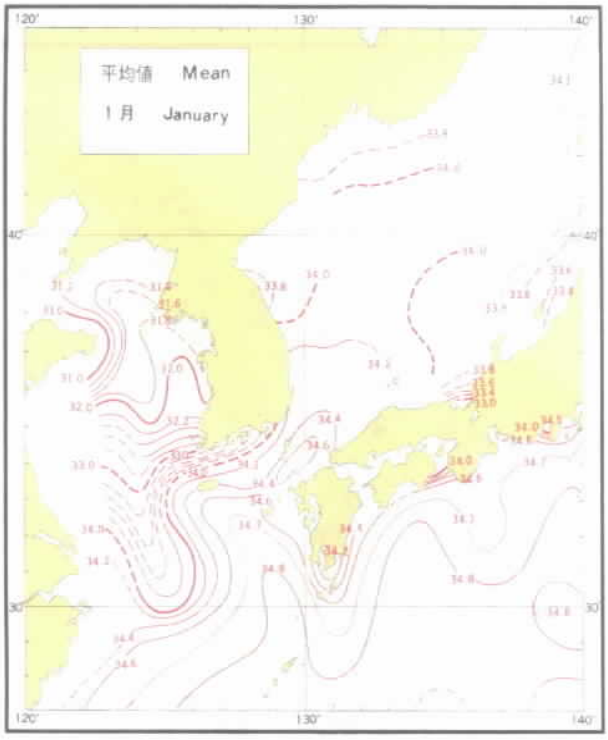
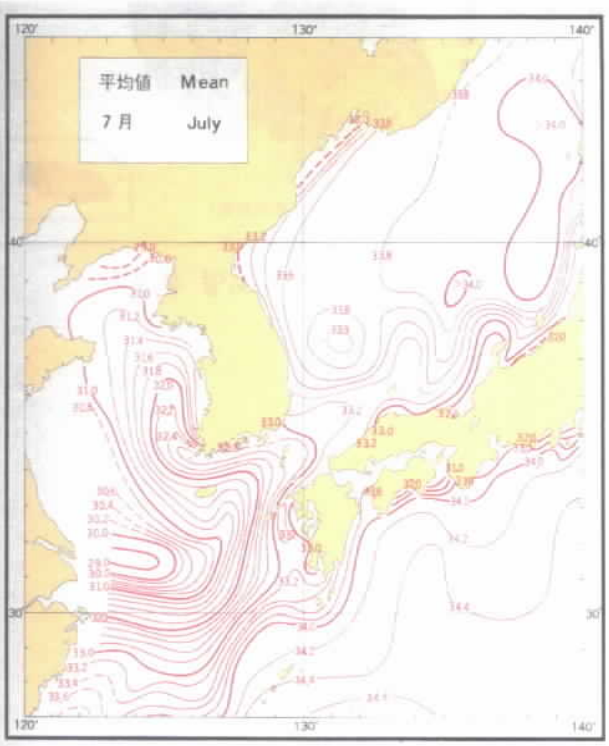


그림 5-10. 무상일수 및 결빙일수

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44



(a) 1월의 염분 분포



(b) 7월의 염분 분포

그림 5-11. 우리나라 해역의 염분 분포도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

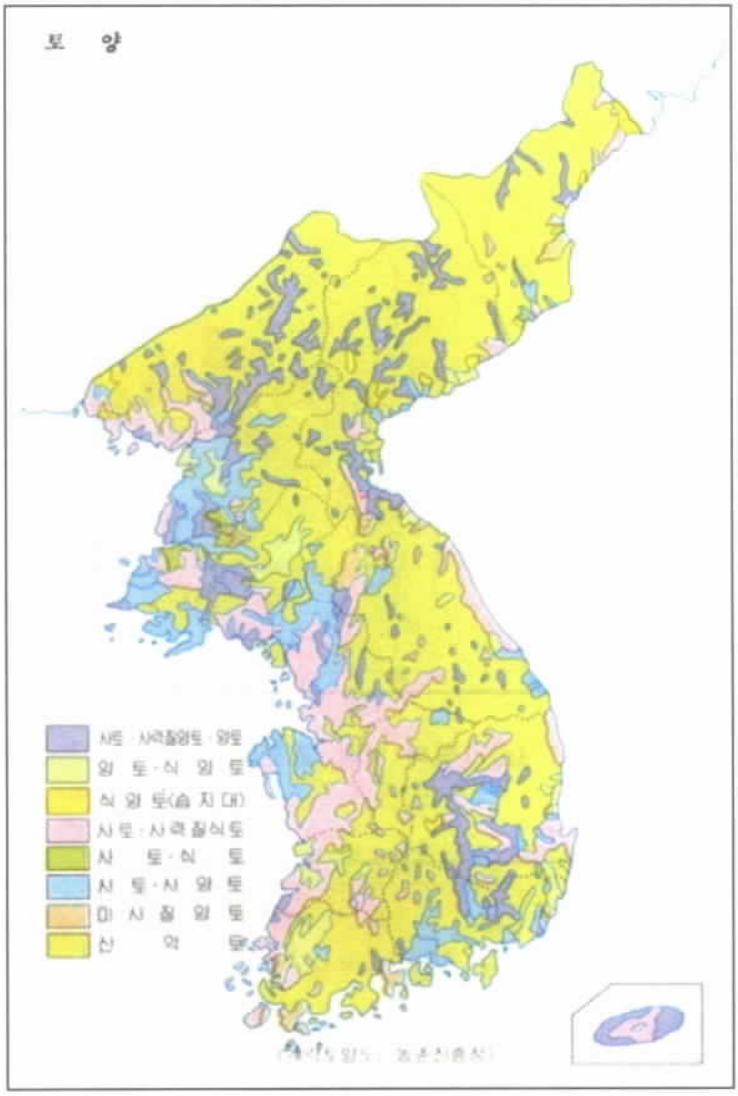


그림 5-12. 우리나라 토양 분포

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

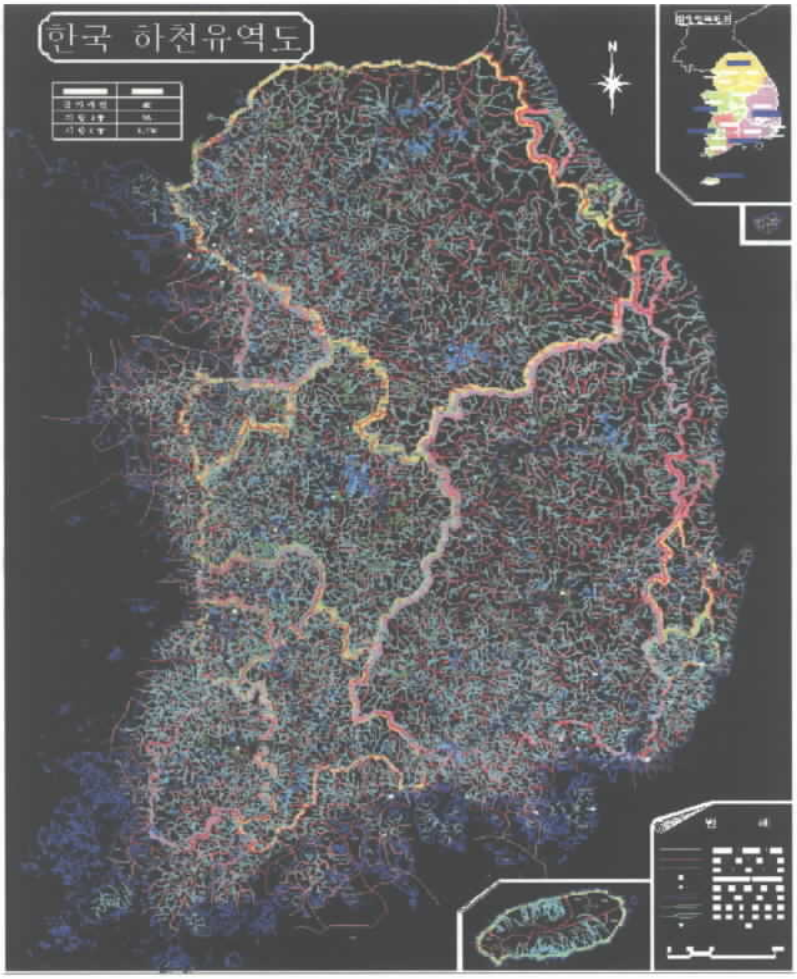


그림 5-13. 우리나라 하천유역도

(2) 활용 목적에 따른 분류

(가) 염전 및 폐염전

우리나라 염전의 규모별 분포를 살펴보면 표 5-9에 제시된 바와 같이 육지에 448개소 2,955ha, 도서에 985개소 2,875.0ha의 면적을 허가 받아 이 중 육지 406개소 2,511.5ha, 도서 870개소 2,478.7ha에서 소금을 생산 중이다. 또한 대부분 10ha 이하의 소규모 염전으로 육지와 도서 각각 허가 염전수의 89.2%, 97.2%로 나타났다. 시군구, 육지 도서별 염전 현황을 나타낸 표 5-10을 보면, 개수나 면적 전체로 보았을 때 전남 지역이 다른 지역에 비해 월등히 많고, 그 다음으로 충남과 인천/경기 순으로 분포하고 있다. 하지만, 휴업에 들어간 염전의 수나 면적은 전북이 가장 많

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44

기존에 완공이 되어 간척지로 활용하고 있는 지역에 비하면 향후 예정되어 있는 지구의 비율이 훨씬 더 크다는 사실을 알 수 있고, 이러한 간척지 개발로 인해 훼손되는 습지의 면적 또한 상당하다고 추정할 수 있다. 따라서 서해안이나 남해안의 연안 개발로 인해 훼손되는 습지를 대체할 수 있는 인공습지의 개발 또한 그 인근 지역에 조성하여야 한다고 볼 때, 대체습지의 후보지로서는 서해안이 중심이 될 수 밖에 없을 것으로 판단된다.



그림 5-14. 우리나라 간척 자원도

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 15:24:44