

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

안 경 수 (인천대학교 토목환경시스템공학과 교수)

1. 서 론

이 계획지역은 인천광역시 남동구 논현동 33번지 일원으로서 관내 장수천, 만수천이 합류하여 지천을 이루고 해안으로 흐르는 하천과 바다가 접하는 지역을 사이에 두고 형성된 빈사지이다.

계획지역 반경 1km이내에는 민가가 없으며 도시계획상 주거지역도 0.6km밖에 위치하고 있을 뿐 아니라 동 주거지역들도 서해안 고속도로의 관통으로 본 대상지와 차단 분리되어 있는 지역이다.

또한 주변 대한 염전은 사실상 폐업되어 주민의 생산활동과 관련된 어장, 배수, 휴식공간 등 생활의존도가 전무한 지역이며 경관을 이루는 임목이나 수산, 동·식물이 서식하지 않고 장기간 해수의 유입이 없어 갯벌의 기능이 상실된 지역이다.

이 계획구역으로 미산 ~ 만수간 도로확장공사가 서울지방국토관리청 주관으로 실시 계획이 수립된 곳이며 이곳의 복상단을 가로지르게 되어 있고 인천국제공항에서 출발하여 인천역을 지나 남서울역에 이르는 제2공항철도가 생태공원 조성구역 하단을 통과하게 되어 있다.

이 지역의 북쪽상단에는 장아산이 위치하고 서쪽편으로 오봉산이 위치하고 있으며 남쪽 하단에 소래포구와 인접해 있어 육상생태에서 해상생태계까지 연결되는 자연천혜의 곳이기도 하다.

이 계획지역은 접근 교통망이 없어 방치되어 왔으나 현재는 서해안 고속도로와 제2경인고속도로, 제3고속도로, 서울외곽순환도로 등의 고속도로와 수인산업도로등의 간선도로 등의 개설로 주변여건이 향상되

어 수도권 지역의 근거리에 위치하고 있어 이 구역의 개발의 필요성이 대두되고 있다.

논현동 및 소래지구 개발로 도시화의 진전에 따른 인구의 집중과 개발면적의 확대로 자연면적의 감소로 인한 환경생태계의 파괴로 인하여 식물종 및 생물 다양성의 감소 등 주변자연환경 변화가 심각한 상태로 변하고 있다.

따라서 빈사지 상태의 공유수면과 방치된 폐염전을 활용하여 단순히 사람이 이용하고 즐기는 공원이 아닌 담수, 기수, 염수, 습지 조성을 통한 수체계를 이루게 함으로써 육상생태계에서부터 해상생태계의 다양성을 확보하고 자연생태계의 보전과 복원을 통한 생물 종다양성의 증진과 먹이연쇄 등 생태계적 과정의 건전화를 도모하고 있다.

또한 자연의 생태적 원칙과 지역의 특성을 살려 자연지역과 유사하게 야생 동식물의 서식처 제공을 통한 자연생태계의 보전 및 복원으로 생태적 순환고정을 회복시키고 수도권 시민들의 유일한 해안생태체험과 생태학습공간의 제공으로 자연의 소중함과 환경의식을 높이기 위한 학습장으로써, 또한 다양한 여가 활동과 휴식공간으로써도 이용할 수 있도록 하는 해양생태공원으로 조성하는 것을 기본 목적으로 하였다.

이 지역의 면적은 약 106만 3천평으로써 이중 공유수면이 42만평, 폐염전 53만평, 사유지 11만평으로 구성되어 있는 광활한 지역으로 해양생태공원 조성계획을 수립하기에는 어려움과 난관이 많았으며, 생태계 조사 연구팀과 조성계획수립 연구팀간에 이견 조정을 위해 여러 차례 현지답사 및 연구협의회와 업무조정회의 공청회·설명회 연구원간 외국 습지조성

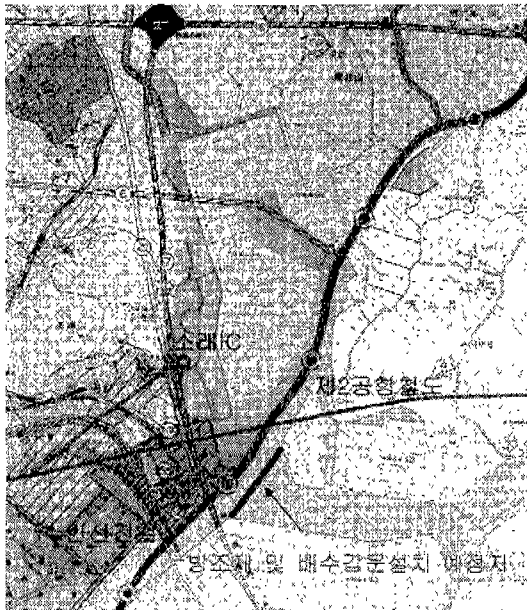


그림 1. 생태공원구역도 및 도시계획시설 현황도

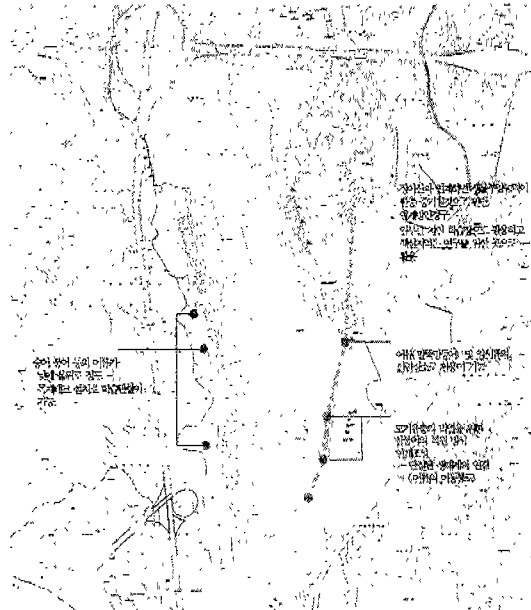


그림 2. 수도권 해양생태공원 주변도로 현황

사례 견학 등을 통하여 취합된 자료를 사용하였다.

2. 주변 생태계 조사 현황

식생 및 식물상 분야

2.1 조사 식물

조사대상 식물은 염생식물(halophyte), 수생식물(hydrophyte), 습생식물(hygrophyte) 및 육상식물(terrestrial plant)을 포함한 관속식물이다.

2.2 조사 지역

인천광역시 남동구 도림동의 갯벌, 폐염전 지역 및 장아산 지역을 포함한 수도권해양생태공원 사업지와 그 주변을 조사 대상지역으로 하였다. 현장조사에 앞서 지형도와 예비답사 자료를 검토하여 예비조사지점을 선정하고 현장을 답사하여 식물상이 풍부한 장소, 식물군집 종류가 다른 곳, 생태공원 시설지 및 주요 경관 등에 총 28 곳을 조사정점으로 확정하였다(그림3).

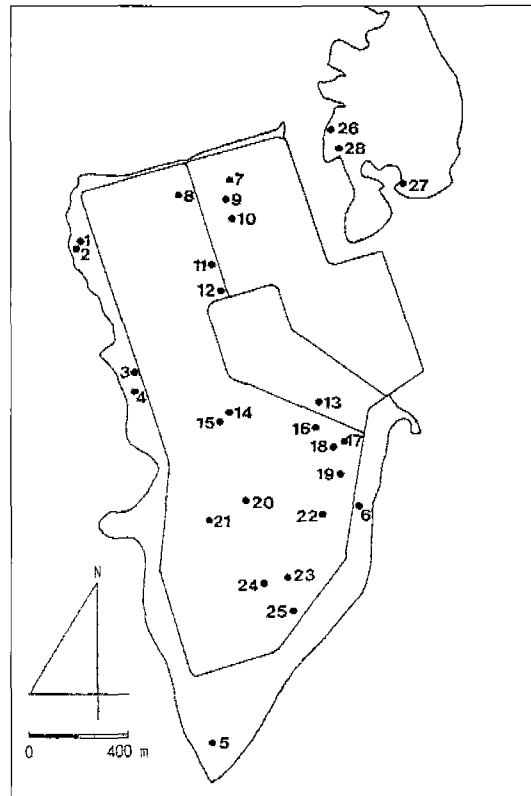


그림 3. 조사지점을 나타내는 지도

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

표 1. 소래 사업지구에서 생활형에 따른 식물 종수와 주요 출현 종

생활형		종수	백분율	주요종
수생식물	침수식물	2	1%	별말, 붕어마름
	정수식물	8	4%	애기부들, 부들, 보풀, 줄, 갈대, 물고챙이골, 세모고랭이, 세모고랭이
습생식물		26	14%	갈풀, 달뿌리풀, 물억새, 쇠보리, 고마리, 여귀, 속속이풀, 쯤쌀풀, 쉼사리, 미국가막사리 등
염생식물		17	9%	지채 칠면초, 나문재, 해홍나물, 갯개미자리, 갯질경, 갯개미취, 비썩, 큰비썩, 사데풀
육상식물		138	72%	솔새, 애기나리, 졸참나무, 장구채, 박주가리, 실새삼, 솔나물, 민들레 등
총 수		191	100%	
귀화식물		29	15%	털법새귀리, 소리쟁이, 좁명아주, 가시비름, 미국자리공, 다닥냉이, 아까시나무, 죽제비싸리, 붉은토끼풀, 자주개자리, 노랑개자리, 전동싸리, 수박풀, 달맞이꽃, 돼지풀, 등골나무, 큰비자루국화, 개망초, 망초, 미국가막사리, 코스모스, 서양민들레, 가시상처, 방가지뚱 등

2.3 식생 분포

2.3.1 장아산의 식생 분포

장아산의 산림지역에서는 대부분의 면적에 아까시나무 군집이 분포하고 있었으며 <그림 4, A>, 좁은 지역에서 교목층에 아까시나무가 우점하고 아교목 및 관목층에 졸참나무가 우점하는 아까시나무-졸참나무 군집이 분포하였다. <그림 4, B> 또한 아까시나무가 섞여 있는 리기다나무 조림지인 리기다소나무 - 아까시나무가 좁게 분포하였다. <그림 4, C> 장아산의 산림식생은 대부분이 조림지이었으며 특히 아까시나무가 번성하여 자연천이가 지연되고 있는 것으로 판단되었다.

2.3.2 자연 염습지의 식생 분포

조수 유입이 가능한 제방 너머 자연 염습지에서는 주로 칠면초-비썩 군집이 분포하였다(그림4, D). 그러나 사업지의 최남단부의 지형이 다소 높은 염습지에서는 칠면초-통통마디 군집이 자리를 잡고 있었다.<그림4, E> 이 칠면초-통통마디 군집의 북쪽으로 인접한 염습지에서는 올해에 염생식물이 정착하지 못하여 염습지의 토양이 그대로 노출되어 있었는데, 이곳에서 전년도의 칠면초 고사체가 높은 밀도로 발견되어 이곳이 예년에는 칠면초 군집이었을 것으로 판단

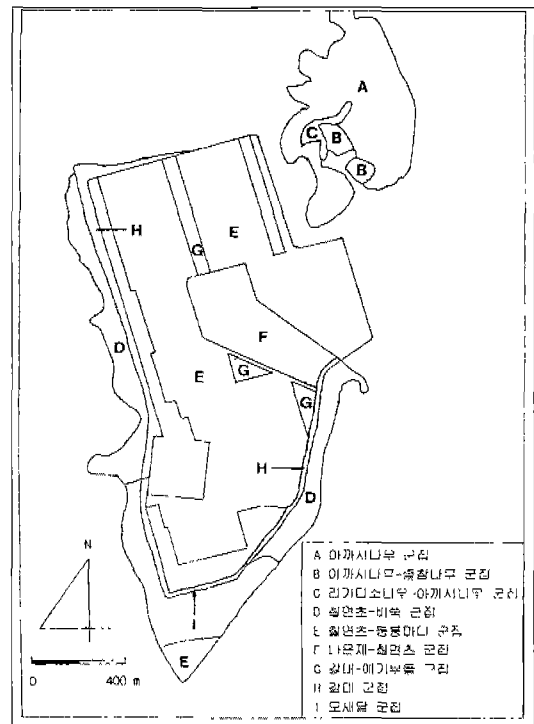


그림 4. 식물군집 분포도

되었다.

2.3.3 폐염전 지역의 식생 분포

폐염전 지역에서는 이 지역의 동쪽과 서쪽에 바다

이 타일로 덮여져 있어서 식물의 정착이 어려워 식생이 발달하지 못한 곳이 있었다(그림 4). 그러나 폐염전의 대부분 지역은 바닥이 벌룩으로 되어 있어서 제염을 포기한 이후에 칠면초-통통마디 군집이 정착하여 있었다(그림 4 E). 한편 바닷물이 유입되지 않고 있는 우수지에서는 나문재-칠면초 군집이 넓게 분포하고 있었다(그림 4 F). 과거에 수로로 이용되었던 지역과 지대가 낮아서 물에 잠기는 지역에서는 갈대-애기부들 군집이 분포하였다(그림 4 G). 폐염전 주변의 제방에는 다양한 육상식물이 나타나고 있었지만, 대체로 갈대 군집이나 모새달 군집(그림 4 H, I)이 대상으로 발달되어 있었다.

2.4 생태계 보존 및 복원 방안

사업지에서 자연 갯벌은 보존되어야 하는데, 갯벌 생태계를 유지하는 가장 중요한 요인은 조류 보조에너지(tidal subsidy)로서 현재의 조류를 유지하는 것이 갯벌 보존의 기본이 된다(Mitsch and Gosselink, 1993). 염생식물 생육지는 조간대의 상부이고 특히 사업지의 갯벌은 한달에 2번 발생하는 대조시 침수되고 있고 이때 유입되는 해수에 의하여 이곳 생태계에 수분, 영양염류 등이 공급되므로, 만일 조위억류방지수문에 의하여 조류에 의한 침수가 억제되면 생태계의 구조와 기능에 악영향이 미칠 것으로 판단된다.

폐염전지는 복원, 대체, 이용이 가능한데, 복원은 폐염전의 일부지역에서 제방을 터서 해수의 유입을 유도하면 자연스럽게 생태계의 구조와 기능이 회복될 것으로 기대된다. 폐염전의 대체는 담수의 유입에 의한 기수 및 담수 습지의 조성과 부분적인 육상 생태계의 조성으로 가능하다고 생각된다. 이렇게 조성된 대체생태계는 원래의 생태계인 갯벌과 비교하면 생태계의 구조는 차이가 있지만 생태적 기능은 회복된 상태이다.

장야산 산림의 대부분의 면적을 차지하는 아까시나무 군집은 층구조가 발달되어 있지 않고 출현종수도 적어서 생물다양성이 매우 낮았으며 자연천이를 지연시키고 있으므로 다층구조의 자연림으로 유도하는 것이 필요하다고 생각한다(안 등, 1998).

2.5 특정종의 관리 방안

현재의 식물자원 중에서 관리할 가치가 있는 식물은 염생식물과 수생식물이라고 생각된다. 염생식물은 염분 스트레스가 가해지는 환경에서 견딜 수 있는 관속식물로서 토양에 어느 정도의 염분이 있을 때 최적의 생장을 보이는 절대염생식물과 염분토에서 생육은 가능하지만 염분이 없는 조건이 최적인 임의염생식물로 나눌 수 있다(Larcher, 1995). 본 사업지에서 절대염생식물은 칠면초, 해홍나물, 나문재 등이며, 임의염생식물은 갈대, 애기부들, 매자기 등이다. 절대염의 식물을 보존하려면 이들 식물의 최적 토양염분도 조건을 조성하여야 하는데, 간석지에서 자연적인 염분 경사를 유지하는 것이 중요하다. 임의염생식물의 경우 탈염된 조건에서도 생장이 가능하지만 이 조건에서는 다른 종과 경쟁에서 약하므로 주기적인 관리대책이 마련되어야 한다.

본 조사지에서 수생식물 중에서 보존의 가치가 있는 식물은 침수식물인 뿔말과 정수식물인 부들속의 식물이다. 뿔말은 기수에서 생육하는 침수식물로서 기수 연못을 조성하여야 보존이 가능하다. 부들속 식물은 사업지에서 최소한 2종 이상이 생육하고 있는데, 흔히 관찰되는 애기부들, 희귀한 부들 및 애기부들과 분류학적으로 혼동되고 있는 *Typha laximanii*가 관찰되고 있다. 본 사업지는 다양한 부들속 식물을 관찰할 수 있는 기회를 제공하고 있으나, 이들 각 식물의 생육환경에 대하여는 좀더 세밀한 조사가 필요하다.

3. 조류 및 포유류 분야

3.1 조사지역

담수 및 육역화된 지역(중앙부), 산림지역, 해변(갯벌) 및 소래포구의 4개지역으로 나누어 조사하였다.

3.2 종합분석 결과

우점종은 팽이갈매기, 쇠오리, 흰뺨검둥오리, 청둥오리, 고방오리, 쇠백로, 멧비둘기, 붉은머리오목눈이 등이고 천연기념물로 지정된 종은 황조롱이 3개체, 보

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

1995년 12월 26일 (수) 14:00 ~ 15:00, 서울대학교 수리과학관 401호 (152호) | 2000년 12월 26일 (수) 14:00 ~ 15:00, 서울대학교 수리과학관 401호 (152호)

호대상종은 말뚝가리 2개체 등이 있으며, 관찰 및 과거의 기록을 종합한 바 총 71종을 생태형으로 구분하면 텃새 16종, 여름새 17종, 겨울새 14종, 통과새 21종, 회귀종 3종으로 나타났다. 또한 8월, 10월, 1월의 실제 관찰된 42종을 분석한 바 텃새 11종, 여름새 12종, 통과새 9종으로 나타났다.

3.3 생태계 보전과 복원 방안

현존 생태계를 최대한 유지하고 도로 설치시 교량을 이용하여 수류의 유통, 동물의 이동로를 유지하기 위하여 비용에 여념치 않고 과감한 투자에 의한 보전과 복원을 실천해야 한다. 즉 담수호, 기수호, 기존 도로에 생태통로용 교량 가설, 초지조성, 조경사업 등과 자갈섬, 모래섬 등을 조성해야 할 것이다.

3.4 종다양성 방안

담수역, 기수역, 해수저류지 중앙부에 넓고 수심이 1~3m인 깊은 연못을 조성하여 오리류의 번식과 채식, 휴식을 위한 방안이 검토되고 연못에 말뚝(횃대)을 세워 휴식처로 활용하게 한다면 종이 다양해진다.

농수로, 갯벌, 소래포구 등에 낚시를 금지시켜 조류의 먹이사슬에 영향이 없도록 할 필요성이 있다. 또한 중앙연못을 연결하는 목재보드를 만들어야 한다. 갯벌이 훼손되지 않도록 담수호, 기수호, 해수저류지 조성시 수변초입부는 경사를 완만하게 유지하면서 건생천이 계열에 따른 식생물 수변으로부터 육상에 이르기까지 식재하여 정수성인 논과 같은 서식처를 선호

하는 정서곤충의 다양성을 높인다면 도래조류의 종다양성이 이루어지게 된다.

3.5 특정종에 대한 관리

현재까지는 황조롱이 1종만 천연기념물이고 환경부 보호대상종인 말뚝가리 2개체가 관찰되었다. 번식조류인 개개비, 개개비사촌 등은 이곳에서 번식시기에는 번식지 주변의 출입을 금하는 등의 보호조치가 필요하다.

4. 어류, 양서·파충류 분야

4.1 조사지점

염전지역 : 소래포구내 염전의 작은 지천과 저습지
하 천 : 장수천, 신천
산림지역 : 장아산 일대

4.2 조사 결과

1) 어류상

4차례에 걸쳐 생태공원 수계내의 어류상을 조사한 결과는 7종 83개체로 그 목록과 특이사항은 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 보는 바와 같이 생태공원 부지내의 수계는 기수역으로 주로 기수역에서 서식하는 어류가 주종이었으며, 천연기념물, 환경부 법적보호종은 확인되지 못했다. 한편 전체 면적에 비하여 어류상은 단순하다고 판단되며, 추후 본 해양생태공원내로 유입

표 2. 생태공원 부지내에서 채집 및 확인된 어류상 및 특이사항

분류군	국명	학명	개체수	비고
어 류	· 말뚝망둥어	Periophthalmus modestus	5	
	· 붕어	Carassius auratus	32	
	· 줄망둑	Acentrogobius pflaumi	3	
	· 살치	Hemiculter leucisculus	5	
	· 송어	Mugil cephalus	4	
	· 송사리	Oryzias latipes	12	
	· 참붕어	Pseudorasbora parva	22	
총 계		7종	83 개체	

1995년 12월 26일 (수) 14:00 ~ 15:00, 서울대학교 수리과학관 401호 (152호) | 2000년 12월 26일 (수) 14:00 ~ 15:00, 서울대학교 수리과학관 401호 (152호)

표 3. 생태공원 부지내에서 채집 및 확인된 양서·파충류상 및 특이사항

분류군	국명	학명	개체수	비고
양서·파충류	·참개구리	Rana nigromaculata	12	
	·황소개구리	Rana catesbeiana	2	유생발견
	·무자치	Elaphe rufodorsata	1	
	·유혈목이	Rhabdophis t. tigrinus	3	
	·아무르장지뱀	Takydromus amurensis	2	
총계		5종	20개체	

표 4. 장야산 일대에서 채집 및 확인된 양서·파충류상 및 특이사항

분류군	국명	학명	개체수	비고
양서·파충류	·참개구리	Rana nigromaculata	3	
	·산개구리	Rana dybowskii	6	
	·옴개구리	Rana rugosa	3	
	·두꺼비	Bufo bufo gargarizans	1	
	·참개구리	Hyla japonica	6	
	·누룩뱀	Elaphe dione	2	
	·쇠살모사	Agkistrodon ussuriensis	2	
	·무자치	Elaphe rufodorsata	2	
	·유혈목이	Rhabdophis t. tigrinus	4	
	·아무르장지뱀	Takydromus amurensis	4	
총계		10종	33개체	

표 5. 이동통로 조성에 있어서의 판단기준 및 추진계획

구분	판단기준	추진계획
· 이전상태 그대로 복원 (Original condition)	· 원래 상태의 훼손 미비 · 이전상태의 자료 충실히 존재	· 기존의 야생동물 이동경로 그대로 복원
· 이전과 유사한 상태로 복원 (Similar condition)	· 상당부분 훼손되었지만 이전상태의 자료 등이 존재하여 복원 가능	· 기존의 야생동물 이동경로와 최대한 유사하도록 복원
· 새로운 조건을 형성하여 복원 (Alternative condition)	· 높은 강도의 개발로 원형을 발견하기 거의 어려우며, 이전 상황에 대한 자료가 거의 없음	· 공사후 형성된 조건에 적합한 이동경로를 새로이 선정하여 이동통로 설치

※ 동물이동통로 설치에 따른 이동동물 종류 및 대책

표 6. 신설도로에 의한 동물이동통로 설치에 따른 이동동물 종류 및 대책

이동동물	대책
▶ 양서·파충류 - 참개구리, 참개구리, 무당개구리, 무자치, 유혈목이, 살모사, 쇠살모사, 도롱뇽, 산개구리, 누룩뱀, 두꺼비	· 휴관설치(소형) · 침입방지책 설치 · 좌우에 U자형 배수관 설치
▶ 포유류 - 너구리, 고라니, 족제비, 설치류	· 휴관설치(소형) · 침입방지책 설치 · 좌우에 U자형 배수관 설치

되는 장수천과 신천 상류역의 어류상도 추가로 조사하면 종의 수와 밀도에 변동이 있으리라 예상된다.

2) 양서·파충류상

가) 생태공원 부지내

4차례에 걸쳐 생태공원 부지내 양서·파충류상을 확인한 결과 양서류 2종, 파충류 3종 총 5종 7개체로 종목록 및 특이사항은 <표3>와 같다. <표3>에서 외래도입종으로 우리나라 하천 및 호소생태계의 교란종인 황소개구리 유생(올챙이)을 확인하였으나, 밀도는 여타의 지역에 비하여 높지는 않았다. 그 원인으로는 이 지역에 계류가 흔히 서식하고 있으며, 가끔 황소개구리의 유생을 먹이원으로 하고 있는 것이 황소개구리의 밀도

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

가 그리 높지 않은 원인이라고 판단된다. 추후 생태계 교란을 철저히 방지하기 위하여 황소개구리의 서식처와 유생의 방제가 우선되어야 할 것이다.

나) 장아산 일대

생태공원 부지와 인접하여 있는 장아산 일대의 양서·파충류상을 확인한 결과 양서류 5종, 파충류 5종, 총 10종 33개체로 종목록 및 특이사항은 <표4>과 같다.

동물이동통로 설치에 따른 이동동물의 종류와 그 대책은 <표6>과 같다.

4.3 법적보호종 및 관리대상종의 현황분석

4.3.1 법적보호종 : 관철종 없음

4.3.2 관리대상종

가) 말뚝망둥어

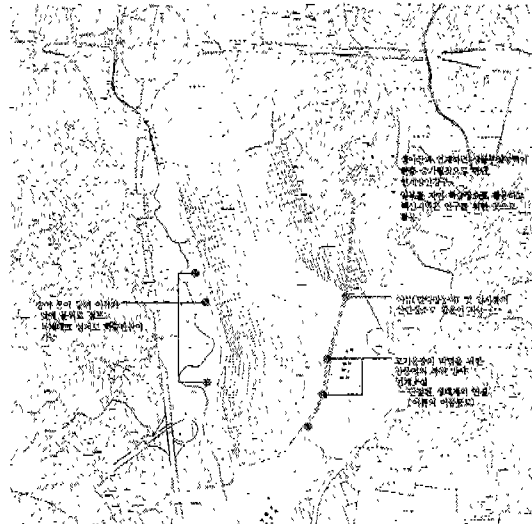
말뚝망둥어는 내만이나 하구 또는 기수역의 갯벌에 산다. 간조때에는 가슴지느러미와 꼬리지느러미를 이용하여 육상을 활발하게 뛰어다니며, 작은 갑각류나 곤충을 잡아먹고 산다. 굴은 갯벌에 수직으로 파고, 진흙 펠렛으로 된 터릿(Turret)이 있어 구분된다. 우리나라 서해와 남해연안에 서식하고 있다. 이 종을 관리하고자 하는 것은 해양생태공원 부지내 말뚝망둥어의 서식처를 보호하면 이 어류가 주는 시각적인 행동 때문에 교육의 효과를 가져오고 서식처를 생태교육의 실습장으로 충분히 활용할 수 있기 때문이다.

나) 황소개구리

황소개구리는 북미에서 최초 식용으로 도입하였으나 사육에 실패하여 자연에 방사되었다. 우리 나라에서는 천적이 없기 때문에 호수나 습지생태계의 교란종으로 자연생태계에 심각성을 던져주고 있다. 그러므로 해양생태공원내의

황소개구리를 방제하여 생태공원내 생물상의 교란을 막아야 한다.

4.4 분포도 및 산란장소 Mapping



5. 육상곤충류 및 담수대형 무척추 동물 분야

5.1 조사결과

1) 분포확인종

표 7. 육상 곤충상의 조사 결과

목 명	파수	종수	상대적 우점도 (R.D)
Microcoryphia 돌잠자리목	1	1	0.5
Odonata 잠자리목	4	10	4.6
Blattaria 바퀴목	1	2	0.9
Mantodea 사마귀목	1	2	0.9
Orthoptera 메뚜기목	6	12	5.6
Phasmida 대벌레목	1	1	0.5
Hemiptera 노린재목	8	18	8.3
Homoptera 매미목	2	4	1.8
Neuroptera 풀잠자리목	1	1	0.5
Coleoptera 딱정벌레목	15	49	22.7
Hymenoptera 벌목	7	20	9.2
Diptera 파리목	11	33	15.3
Lepidoptera 나비목	18	63	29.2
13목	76	216	100.0

표 8. 담수 대형무척추동물 조사 결과

대분류군	목 명	파수	종수	상대적 우점도 (R.D)	
MOLLUSCA 연체 동물문	Mesogastropoda 중복족목	2	2	3.5	15.8
	Basommatophora 기안목	3	4	7.0	
	Stylommatophora 병안목	1	3	5.3	
ANNELIDAE 환형 동물문	Arhynchobdellidae 턱거머리목	2	2	3.5	7.0
	Archiligochaeta 물지렁이목	1	1	1.8	
	Neoligochaeta 지렁이목	1	1	1.8	
ARTHROPODA 절지 동물문	Anostraca 무갑목	1	1	1.8	77.2
	Amphipoda 단각목	1	1	1.8	
	Ephemeroptera 하루살이목	1	1	1.8	
	Odonata 잠자리목	3	10	17.5	
	Hemiptera 노린재목	6	8	14.0	
	Coleoptera 딱정벌레목	6	11	19.3	
	Diptera 파리목	5	11	19.3	
	기타	1	1	1.8	
계	16목	34	57	100.0	100.0

2) 분포예상 종목록

표 9. 생태연못, 생태습지 조성 후 예상되는 종목록

목 명	종 수	목 명	종 수	목 명	종 수
연체동물문	16종	잠자리목	37종	파리목	12종
환형동물문	4종	노린재목	16종	날도래목	3종
절지동물문	10종	플잠자리목	2종	기타	10종
하루살이목	4종	딱정벌레목	18종		

표 10. 생태공원 조성 후 예상되는 종목록

목 명	종 수	목 명	종 수	목 명	종 수
나비목	81(300)	메뚜기목	17(25)	물썸목	2(2)
딱정벌레목	65(300)	잠자리목	12(30)	바퀴목	2(3)
벌목	33(200)	노린재목	31(100)	사마귀목	3(3)
파리목	37(150)	매미목	14(80)	기타	6(100)

3) 특정종

큰주홍부전나비

- 현재 경기만의 도서지방에 국지적으로 분포하는 멸종가능성이 높은 종이다.

물장군

- 환경부 보호대상종으로 본 지역이 물장군의 서식처로 적합하다.

계획사항

생태표본관과 생태관실, 자연형하천조성, 나비생태공원조성, 수서생태계 및 육상생태계, 개체밀도 높은 지역 보존과 종다양성 확보를 위해 장아산 지역을 비롯한 농업지역을 공원에정지에 포함시켜 생태마을 조성 및 생태농업으로 변경

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀

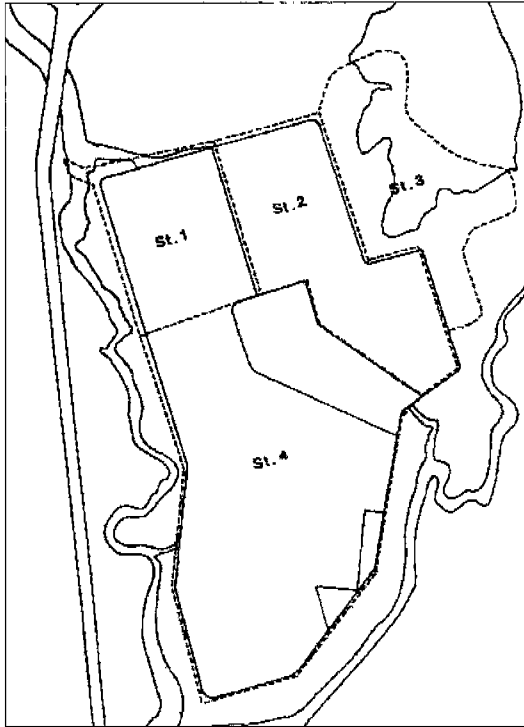


그림 5. 육상 곤충류 조사 지역 (St. 1- St 4.)

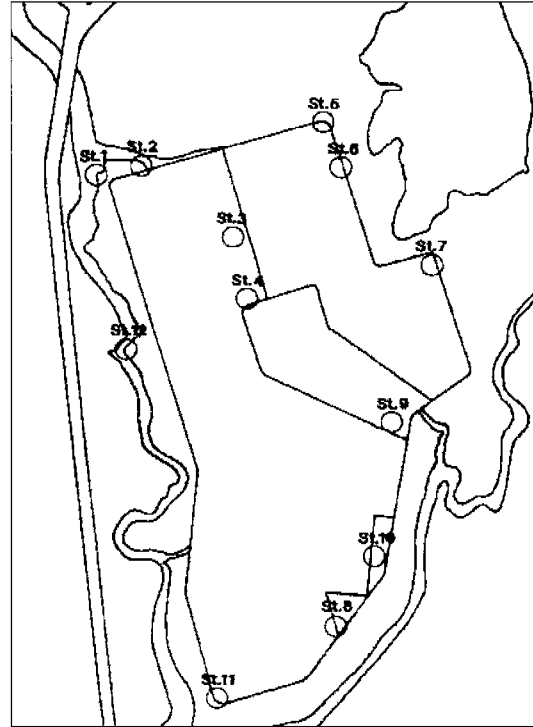


그림 6. 담수 대형무척추동물 조사 지점 (○)

6. 갯벌 생태계 분야

6.1 조사지역의 개황

표 11. 소래포구 상부지역 염습지에 서식하는 염생식물 종 목록

Family	Scientific name	Local name
Grainage (벼과)	<i>Phragmites communis</i>	갈대
	<i>Zoysia sinica</i>	갯잔디
Cyperaceae(사초과)	<i>Carex scabrifolia</i>	전일사초
Chenopodiaceae (명아주과)	<i>Atriplex gmelini</i>	가는갯등쟁이
	<i>Salicornia herbaceae</i>	통통마디
	<i>Suaeda japonica</i>	칠면초
	<i>Suaeda asparagoides</i>	나문재
Caryophyllaceae(석죽과)	<i>Spergularia marina</i>	갯개미자리
Plumbaginaceae(갯질경이과)	<i>Limonium tetragonum</i>	갯질경
Compositae(국화과)	<i>Aster tripolium</i>	갯개미취
	<i>Artemisia scoparia</i>	비쭉
	<i>Artemisia fukudo</i>	큰비쭉

국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀, 국립생태원 생태조사팀

표 12. 소래포구 상부지역 염습지에 서식하는 대형저서동물

Taxon	Scientific name	Local name
Annelids	Perinereis aiubuhntensis	두토막눈썸 참갯지렁이
Polychaeta	Hediste japonica	참갯지렁이
Mollusca Gastropoda	Assiminea japonica	기수우렁이
Arthropods Crustacea	Sesarma plicatum	가지게
Brachyura	Uca arcuata	농게
	Helice tridens tridens	방게
	Cleistostoma dilatatum	세스랑게
	Macrophthalmus japonicus	칠게
	Ilyoplax dentimerosa	털콩게
	Uca lactea	흰발농게
Fishes Gobiidae	Periophthalmus cantonensis	말뚝망둥어

표 13. 소래포구 상부지역 염습지 식생에 분포하는 대형 무척추동물의 우점종

소래포구에서의 서식처 위치	염습지 식생	우점종	비고
인공둑 바로 밑	갈대	가지게의 어린 종, 기수우렁, 방게, 농게	정선 3, 5, 7, 9, 10, 11, a, b, c, e, f
	갯잔디	농게, 방게	정선 7, 9, e, f
	천일사초	세스랑게, 기수우렁	정선 2, 5, 7, 10, 11, a, b, c, e
염습지 식생의 중간지역	칠면초, 갯개미취, 비썩, 큰비썩	가지게의 어린 종, 기수우렁, 방게, 농게	정선 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, a, b, c
	없음	세스랑게	전체 정선(정선 12, 13 제외)
염습지 식생과 갯골상부의 경계면	칠면초, 갯개미취, 비썩, 큰비썩	가지게, 농게, 방게	정선 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, a, b, c
	없음	흰발농게, 털콩게	정선 8, 14, 15
조수웅덩이	없음	칠게	정선 2

○ 소래포구 갯벌

상부지역은 행정구역상으로는 인천시 남동구 서창동 일대, 그리고 시흥시 방산동, 월곶동, 포동, 그리고 장곡동에 이르러 있으며, 갯골(tidal creek) 주변으로 펼쳐진 폐염전과 갈대, 천일사초, 칠면초 등 내염성이 강한 식물종들이 군락을 이루고 있는 우리나라의 전형적인 염습지 식생을 이루고 있으며 동시에 보존가치가 높은 다양한 계류의 집단 서식지이다. 갯골 그 자체는 주변 하천의 영향으로 이질성분이 우세하는 전형적인 하구역 펼갯벌의 상부 지역 특성을 나타낸다.

○ 외부 환경

주변의 남동공단을 비롯한 소래포구 앞 바다에 LNG기지 건설, 송도 신시가지 조성, 시화 방조제의

건설 등 대규모의 각종 연안개발과 이로 인하여 주변 인구의 증가 등으로 본 조사지역으로 유입되는 각종 오폐수 및 유기물량을 증가시킴으로써 이곳의 각종 동·식물종들의 질적, 양적인 감소를 초래했을 것으로 판단된다.

6.2 퇴적물의 평균 입도 :

전 정점에서 0.3~6.9φ의 범위, 지점간에 큰 차이를 보이지 않고 전반적으로 세립화된 경향을 보였다.

6.3 갯골의 수직적 구배에 따른 퇴적물의 평균입도 :

갯골 하부에서의 평균입도가 5.0±1.4φ로 상대적

으로 조립한 특성을 보인 반면, 제방주변, 갯골과 염습지 경계면, 갯골 중부에서는 전반적으로 세립화된 특성을 보였다.

6.4 만조시 갯골의 수질 환경

수질에 대한 조사를 수행한 결과, 일부 정점에서의 염분농도 차이를 제외하고는 수온과 용존산소량이 있어서는 표층과 저층간 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 염분의 분포는 표층과 저층간의 염분농도가 각각 평균 $15.5 \pm 10.0\%$ 과 $20.0 \pm 9.1\%$ 로 비교적 큰 차이를 보였다.

6.5 조사지역의 염습지 식생

조사기간 중 관찰된 식물은 6과 12종에 걸쳐 총 23,620개체가 파악되었다. 이 중에서 사초과의 천일사초가 44.7%, 명아주과의 가는갯능쟁이 튕툭마디 칠면초 나문재가 24.0%, 벼과의 갈대와 갯잔디가 21.3%, 국화과의 비쭉 큰비쭉이 6.9%, 갯질경이과 갯질경이 0.2%, 석죽과의 갯개미취가 0.1%의 비율을 각각 차지하였다. 벼과 사초과의 염생식물의 개체수가 전체의 65.7%를 차지하지만 독 아래 부분에 제한되어 분포하는 반면, 명아주과 국화과의 염생식물의 개체수는 30.9%로 상대적으로 적은 비율을 차지하지만 전 지역에 고루 분포하는 특성을 보였다. 한편 이들 식생의 분포를 살펴보면 띠형태의 대상분포가 잘 발달되어 있다. 서창동 방향의 정점 2에서는 갈대→천일사초→칠면초→갯개미취·비쭉·큰비쭉의 분포를 보였으며, 정점 5에서도 이와 유사하여 갈대·갯질경이→천일사초→갯개미취·비쭉·큰비쭉의 대상분포를 보였다. 또한 정점 6과 7에서도 유사한 분포를 보였다. 이러한 대상분포가 전 조사 지점을 통틀어 가장 발달한 지점은 청룡저수지 방향의 정점 11을 들 수 있으며 시흥쪽의 정점 b에서도 이러한 뚜렷한 대상분포를 보였다.

조사 지역의 식생을 살펴본 결과, 인공 제방으로부터 갯골 하부 방향으로 갈대→천일사초→칠면초→갯개미취·비쭉·큰비쭉의 순서로 대상분포(Zonation)를 이루고 있음을 알 수 있는데, 이는 다른 염습지에

서 수행된 연구결과들과 일치하는 것으로써 각 식물의 염분 내성 정도에 따라 그 분포를 달리 함으로써 간접적으로 퇴적물 내 염분농도의 구배를 나타내고 있다. 본 조사 지역에서 조사된 동물은 4문 4강 5과 11종으로 나타났다. 총 5,979 개체가 분포하였다. 이 중에서 절지동물문 갑각강 십각목의 계류에 속하는 가지게, 농게, 방게, 세스랑게, 칠게, 털콩게가 71.5%, 연체동물문의 복족강에 속하는 기수우렁이 25.0%, 환형동물문의 다모강에 속하는 두도막눈썹참갯지렁이와 참갯지렁이가 0.1%, 기타의 어류 망둑어과에 속하는 말뚝망둑어가 0.1%로 분포했다

6.6 염습지 식생에 서식하는 대형저서동물의 분포패턴

각 정선별, 정점별 서식생물을 식물과 동물로 구분하여 나타냈다. 일반적으로 독의 바로 아래 부분은 갈대, 갯잔디, 천일사초 등이 분포한다. 팔갯벌의 상부 지역인 갈대가 분포하는 곳에는 주로 농게, 방게, 가지게의 어린 개체, 기수우렁 등이 우점하고 있다. 이곳에 서식하는 가지게의 어린 개체들은 독으로 기어 올라가는 것도 목격할 수 있다. 갯잔디가 분포하는 곳에는 방게와 농게, 그리고 천일사초 지역에는 기수우렁과 세스랑게 등을 볼 수 있다. 식물이 없는 작은 기수웅덩이에는 칠게와 참갯지렁이가 분포하고 있다.

전반적으로 인공독과 갯골의 상부 사이의 중간지대인 염습지 식생에서는 칠면초, 갯개미취, 비쭉, 큰비쭉 등이 분포한다. 이 부분의 두드러진 특징은 농게, 방게, 가지게의 어린 개체들이 우점한다. 식물의 밀도가 높아 그늘을 만들고 높은 습도를 유지하는 곳에서는 거의 항상 기수우렁을 관찰할 수 있다. 세스랑게는 염생식물의 존재 유무에 상관없이 습도가 높은 곳이면 쉽게 관찰할 수 있다. 염습지 식생의 중간 중간에 소형 갯골이 있는 곳에서 가지게, 농게, 방게 등과 간혹 말뚝망둑어도 관찰할 수 있다. 간혹 염생식물이 없는 얇은 조수웅덩이의 습도가 높은 지역에서는 두도막눈썹참갯지렁이의 표층 흔적을 관찰할 수 있다. 염습지 식생과 갯골의 상부 경계면에는 칠면초, 갯개미취, 비쭉, 큰비쭉, 나문재, 튕툭마디 등이 분포한다.

이 곳에서는 주로 방게, 농게, 가지게의 성체 등이 우점하고 있다. 특히 토양이 건조하고 (습도가 낮고) 통통마디가 분포하는 소래포구 입구의 몇몇 지역에는 흰발농게와 털콩게가 우점하고 있다

6.7 저서성 대형무척추동물

조사기간 중 출현한 총 37종의 대형저서동물의 개체수와 생체량의 분포를 살펴보았을 때 상위 몇 종에 의한 우점도가 매우 높게 나타났다. 본 연구에서는 개체수와 생체량에 있어서의 상위 5종을 각각 우점종으로 선정하여 이들의 각 공간별 분포를 파악하였다. 개체수 우점종에 있어서는 다모류의 *Hediste japonica*(참갯지렁이)와 *Mediomastus californiensis*, 절지동물의 *Cleistostoma dilatatum*(세스랑게)과 *Macrophthalmus japonicus*(칠게), 그리고 기타 분류군의 *Nemertinea* sp. 2가 우점종으로 나타났다. 하지만 *Hediste japonica* 한종에 의한 개체수가 전체의 78%를 차지함으로써 매우 높은 우점도를 나타냈다. 또한 이 종은 총 49개의 정점 중 30개의 정점에서 출현하여 638 ind./m²의 높은 서식밀도를 나타냈다. 이 종의 공간분포를 살펴보면, 전 지역에서 고루 출현하였지만 특히, 소래포구 입구에 가까이 위치한 정선 6에서 1,670 ind./m²로 높은 서식밀도를 나타냈으며, 청룡저수지 부근의 정선 7에서 224 ind./m²로 가장 낮게 나타났다. 두 번째 우점종인 *Mediomastus californiensis*의 경우, 전체 개체수의 5.9%를 차지하였고, 25개 정점에 출현함으로써 58 ind./m²의 서식밀도를 보였다. 이 종의 공간분포를 살펴보면 시흥시 월곶동 방향의 정선 1, 2에서 100 ind./m²이상의 높은 서식밀도를 나타냈으며 정선 3, 4와 특히, 청룡저수지 부근의 정선 7에서 9 ind./m²의 낮은 밀도로 분포하였다. 세 번째의 우점종인 *Cleistostoma dilatatum*의 경우, 전체 개체수의 3.4%를 차지하였고, 29개 정점에서 출현하여 29 ind./m²의 서식밀도를 보였다. 이 종은 청룡저수지 부근의 정선 7에서 58 ind./m²로 높은 서식밀도를 보였고 시흥시 월곶동 방향의 정선 1과 3에서 10 ind./m²의 낮은 서식밀도를

보였다. *Macrophthalmus japonicus*는 전체 개체수의 2.2%를 차지하였으며, 13개의 정점에서 출현하여 41 ind./m²의 서식밀도를 보였다. 이 종은 시흥시 월곶동 방향의 마지막 조사 지점인 정선 3과 청룡저수지 부근의 정선 7에서는 출현하지 않고 정선 1과 5에서 높은 서식밀도를 보였다.

6.8 소래포구 갯벌 생태계의 보존 방안

소래포구 갯벌생태계의 중요성

첫째 갯골의 좌우로 발달된 팔갯벌의 저서생물군집과, 둘째 갯골의 상부에서 독 사이에 발달된 염습지 식생의 보존에 초점이 맞추어져야 한다. 이러한 갯골과 염습지 식생 생태계 보존의 조건은 현재 상태의 조수와 지천으로부터의 담수가 드나드는 환경이 계속 유지되어야 하는 조건이 전체되어야 한다. 다시 말하면, 현재 두 생태계에 우점하는 종들이 서식하는 모든 지역에서의 (1) 조위별 침수시간의 주기적 유지, (2) 현재와 같은 상태의 퇴적상의 유지, (3) 만조시 들어오는 해수의 맑은 수질의 유지 등을 들 수 있다.

이러한 관점에서 볼 때, 혹시 있을 수 있는 조위역류 방지라는 명분으로 건설될 지도 모르는 수문의 설치계획 등은 먼저 주기적 침수시간의 변화와 수량적 변동을 초래하고 이는 종국적으로 현재의 소래포구 갯골 및 염습지 식생생태계를 파괴하는 결정적 역할을 할 것임은 거의 확실하다.

7. 토지이용계획

7.1 기본방향

생태계 복원을 위한 토지이용체계 구축

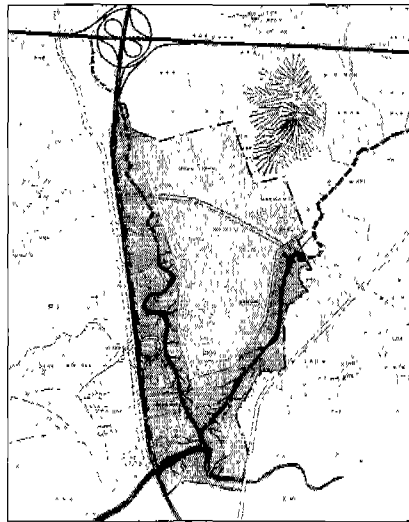
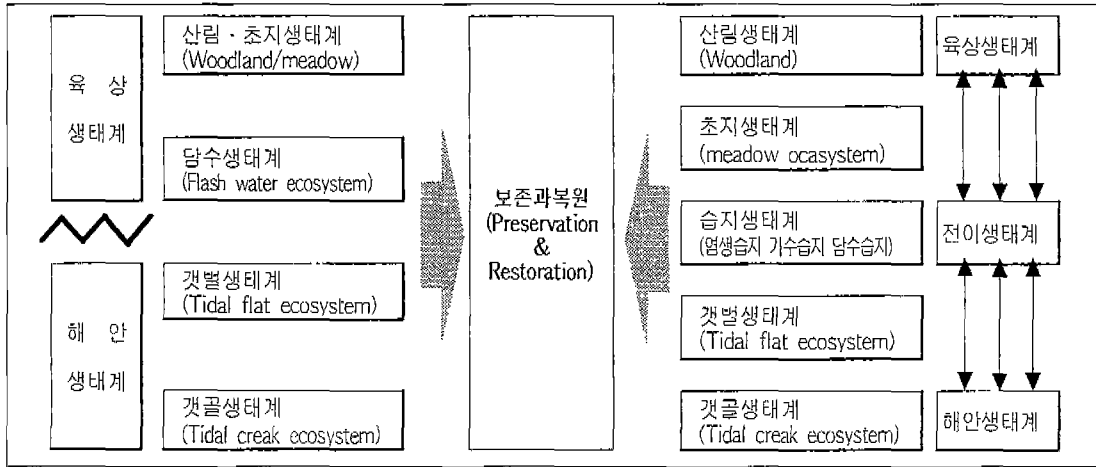
이 지역은 염전조성에 따라 육상생태계와 해안생태계가 인위적으로 단절된 생태적 교란지이다. 따라서 폐염전지역을 습지생태계로 복원하여 원래의 생태계로 회복시키는 토지이용체계가 구축되어야 한다.

습지생태계 복원

생태계의 복원, 그리고 종의 다양성의 확보를 위한 폐염전지역에 대한 습지의 조성은 해안생태계에서 산

특집

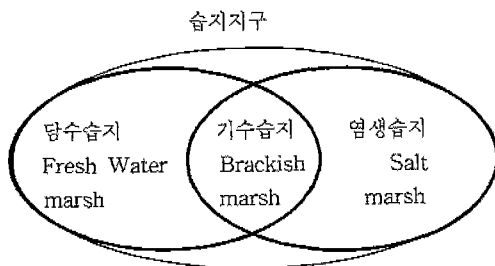
수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -



기존생태계



복원생태계



해수 및 조류에 의한 영향
생물 종다양성 및 풍부도

림생태계로 이어지는 생태고리 연결로 토지이용체계의 근간을 이루도록 하고 폐염전지역내 산재 분포된 소습지를 바탕으로 담수습지-기수습지-염생습지의 3 단계로 복원된 습지생태계를 조성토록 계획하였다.

복합용도구상

생태계의 구조와 기능이 재확립될 수 있는 토지이용체계를 지니면서 생태공원으로서의 역할이 원만히 수행될 수 있도록 복원·보존과 이용이 조화되는 복합용도 공간(Multiple Use Module)의 개념을 적용

시설계획총괄표

구분	부지면적(㎡)	건축면적(㎡)	연면적(㎡)	비고			
계	3,514,440	17,340	29,400				
	826,800	12,940	23,000				
시설이용지역	서비스지구	225,800	2,540	4,640			
		비지터센터	12,000	2,200	4,300		
		서비스센터	23,100	340	340		
			1	4,700	170	170	
			2	18,400	170	170	
		도로	114,700	-	-		
		생태주차장	76,000	-	-		
			1	41,000	-	-	
			2	14,000	-	-	
		3	21,000	-	-		
	전시\학습지구	252,700	5,000	9,460			
		열전자연학습장	159,800	-	-		
		해양수산과학관	11,000	2,500	4,620		
		해양박물관	6,300	2,000	3,850		
		생태수족관	9,500	500	990		
야외전시장			20,200	-	-		
갯골관찰원	45,900	-	-				
교육\연구지구	63,800	3,300	4,900				
	모니터링센터	24,500	1,500	2,600			
	갯골연구센터	8,500	1,000	1,900			
	Ranger교육관	30,800	800	1,500			
운동\휴양지구	284,500	6,500	10,400				
	청소년생태환경교육공원	85,500	2,100	4,000			
생태환경가족휴양동산	199,000	4,400	6,400				
	2,610,240	-	-				
보전·복원지역	갯별지구	1,159,100	-	-			
		염생식물관찰원	134,000	-	-		
		갯별보존지	1,025,100	-	-		
	습지지구	378,340	-	-			
		침전지(식생수처리지)	193,000	-	-		
		습지	185,340	-	-		
	초지지구	1,072,800	-	-			
		모니터링조사지	87,000	-	-		
		초지	985,800	-	-		
	기타	77,400	-	-			

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 ..

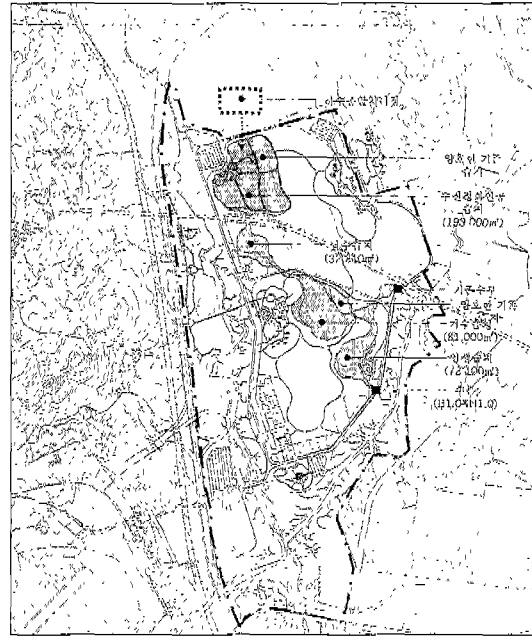
하여 토지이용계획을 수립하였다.

7.2 습지조성계획

7.2.1 기본방향

본 생태공원의 생태보존·복원의 중심을 이루는 습지는 폐염전 지역내 산재 분포하고 있는 소습지들을 바탕으로 갯벌-습지-산림생태계로 이어지는 생태고리 연결을 위한 대체생태계의 하나로 하수처리장의 처리수와 해수의 유입을 통해 담수습지, 기수습지, 염생습지의 3단계로 복원된 습지를 조성을 기본방향으로 하였으며, 습지는 얇은 수면으로 덮여 있거나 때때로 침수되는 낮은 지역 수심이 얕거나 주기적으로 물에 잠기는 곳 가운데 연중 최소 2주이상 침수기간을 갖고, 배수가 불량한 침수환경과 기간에 적용된 생물상을 나타내는 지역으로 이중 기수습지는 육역 및 해양생태계를 연결하는 완충적인 기능을 지닌 생태적추이대(ecotone)로서 독특한 환경을 구성하며 생태적 다양성이 높고, 풍부한 에너지, 영양물을 갖고 있어 생태적 가치가 높은 환경임을 계획시 고려하였다.

습지조성체계도

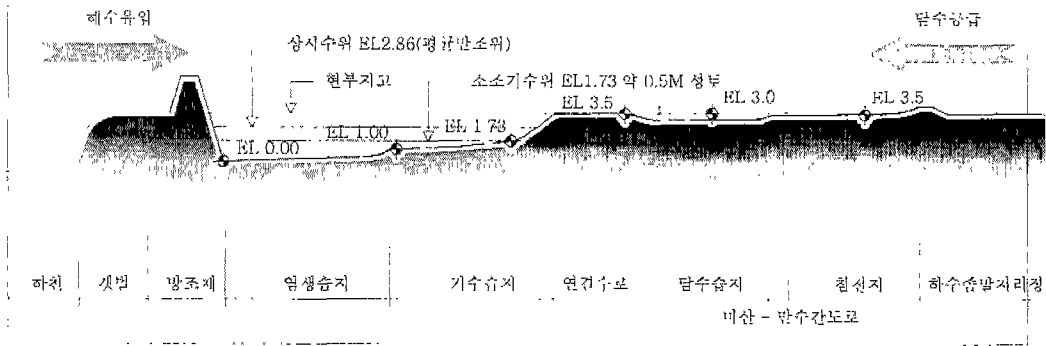


7.2.2 습지조성

본 대상지내의 습지조성은 기존 습지의 보존·복원 차원에서 하수처리장의 처리수와 해수유입을 통한 담수

구분	담수습지	기수습지	염생습지
공간적 범위	• 침전지로부터 유입되는 담수를 수원으로 하며 폐염전 북쪽에 위치	• 폐염전 중앙부에 위치하며 유수지 남쪽에 위치	• 폐염전 남서쪽에 위치하며 갯골에 인접
지형환경	제방에 의해 둘러싸여진 폐염전 지역		폐염전지역과 자연습지
토양환경	• 폐염전 지역으로 비타이 타입로 포장 4.6-18.8mS/cm	• 폐염전 지역으로 벌흙으로 구성 4.6-18.8mS/cm	• 폐염전 지역으로 벌흙으로 구성 4.6-27.9mS/cm
수환경	PH는 8.5, 염류도는 12ppt		
잠재자원	• 하수종말 처리장으로부터 유입되는 담수를 수원으로 확보	• 침수된 폐염전 습지에서 다양한 수생식물과 염생식물이 혼재, 폐염전 수로주변에 다양한 수서곤충 출현	• 수심에 따라서 육상, 염생, 습생, 수생식물이 대상(zonation)으로 출현하여 야생생물이동통로로서 기능을 하는 습지와 칠면초, 통통마디가 출현하는 염분도가 높은 지역
조성방안	• 개방수면을 확보하여 잠수성 오리류의 서식장소 및 어류의 서식처 제공 • 개량토와 코어매트를 사용하여 법면의 경사도를 1/3이하로 조성	• 수서곤충, 양서류의 서식처 제공 • 종다양성 확보를 위하여 1/5 ~ 1/10의 경사도와 0.5~10ppt의 염분도 유지	• 원자연상태의 염생식물 보전을 중심으로 인공요소의 도입을 제한 • 기존의 생태적 자원이 자연발생할 수 있는 서식환경을 조성.

습지조성 중단면도



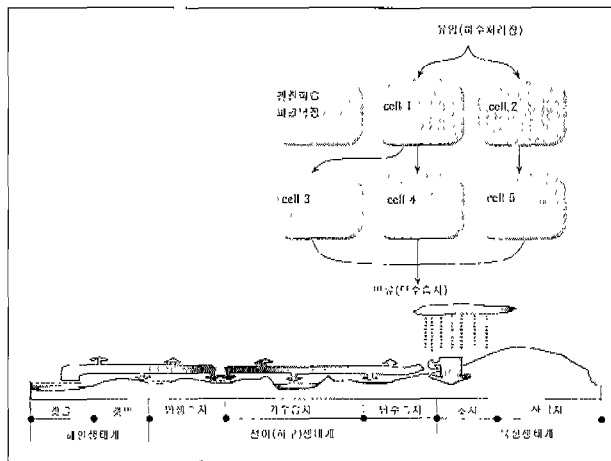
습지, 기수습지, 염생습지를 조성하는 것으로 그 위치적 특성에 따라 복원과 창출의 기준을 마련, 계획한다.

습지의 구성은 유동적 특성을 갖는 물로 담수, 기수, 염수의 범역이 정확하다고 볼 수 없으나, 구분지을 수 있는 각각의 허용범위를 기준으로 하였다.

공습지를 수질정화처리하여 사용토록 한다.

인공습지 시설계획을 살펴보면 아래와 같다.

인공습지조성개념도



7.2.3 하수처리장 방류수 수질정화

인공습지조성

본 생태공원내 습지에 담수를 공급하기 위하여 계획대상지 상부에 건립예정인 하수처리장으로부터 일일 일정량의 처리수를 유입 본 습지의 수원으로 계획하고 본 생태공원습지의 수원은 대상지 상부에 건립 예정인 하수처리장으로부터의 방류수로 하되, 아래와 같이 인

인공습지 면적	193,000㎡
처리목표	하수처리장 방류수 BOD5 20mg/l 를 10mg/l 로 처리
연평균기온	12℃로 산정
인공습지 수심	여름 0.3m, 겨울 0.5m로 조절
처리용량	9,000㎡/day (EPA BOD5 제거모델 적용)
유입수 이동	Cell 1과 Cell 2로 유입, Cell 1의 처리수는 Cell 3, 4로 흘러 최종처리수 방류, Cell 2의 유입수는 Cell 5로 흘러 최종처리후 방류
시설조성	각 Cell은 수심 1-1.5m구역(deep zone)조성 수질정화 인공습지 관찰학습 및 간이피코낙장, 습지내에는 내부관찰 DECK설치

특징

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

1. 서론 2. 조사지역의 현황 3. 생태계 현황조사 4. 습지조성계획 5. 결론 6. 참고문헌 7. 부속

7.3 시설이용지역 토지이용계획

시설이용지역은 생태공원 기능 수행을 위한 최소한의 시설이 설치되는 지역으로, 시설의 확산방지를 위해 도입시설의 기능에 따라 교육·연구지구, 전시·학습지구, 운동·휴양지구, 서비스지구 등 4개 지구로 구분 계획하였다. 각 시설이용지구는 획정된 지구면적내에서 생태보존·복원지역과 충분한 거리를 확보하여 시설설치에 따른 완충역할을 수행할 수 있도록 토지이용계획을 수립하였다.

토지이용계획표

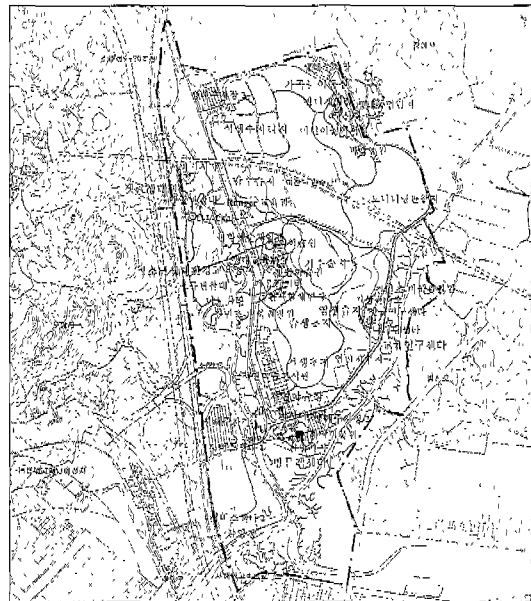
구분	부지면적(m ²)	구성비(%)	비고
계	3,514,440	100.0	
시설이용지역	826,300	23.5	
교육/연구지구	63,800	1.8	
전시/학습지구	252,700	7.2	
운동/휴양지구	284,500	8.1	
서비스지구	225,800	6.4	
보존·복원지역	2,610,240	74.3	
갯벌지구	1,159,100	33.0	
습지지구	378,340	10.8	
초지지구	1,072,800	30.5	
기타	77,400	2.2	

7.4 시설배치계획

7.4.1 기본방향

보존 및 이용강도를 결정하는 생태적 한계수용력을 바탕으로 산정된 적정규모와 허용시설을 적절히 도입 배치하도록 하고 시설간의 기능적 상관성을 갖도록 가급적 집약배치를 하여 생태적 환경에 대한 악영향

시설배치계획도



서비스지구 시설개요

(단위 : m²)

구분	부지면적	건축면적	연면적	비고
비지터센타	12,000	2,200	4,300	자료전시관, 탐방객안내소, 자연생물관, 영상실, 교육실, 식당, 매점 등
휴게소	23,100	340	340	
	1	4,700	170	
	2	18,400	170	
도로	114,700	-	-	
생태주차장	76,000	-	-	
	1	41,000	-	
	2	14,000	-	
	3	21,000	-	
계	225,800	2,540	4,640	

1. 서론 2. 조사지역의 현황 3. 생태계 현황조사 4. 습지조성계획 5. 결론 6. 참고문헌 7. 부속

전시·학습지구 시설개요

(단위 : m²)

구 분	부지면적	건축면적	연면적	비 고
염전자연 학습장	159,800	-	-	염전생산시설지, 소금창고, 염전학습, 시관 등
해양수산 과학관	11,000	2,500	4,620	아이맥스영화관, 안내실, 영상실, 기념품판매실, 전시실, 시청각실, 과학실, 회의실, 전망실 등
해양 박물관	6,300	2,000	3,850	영상실, 안내실, 전시실, 표본실, 해양실, 희귀동물실, 조류실 등
생태수족관	9,500	500	990	
아외전시장	20,200	-	-	
갯골관찰원	45,900	-	-	
계	252,700	5,000	9,460	

을 최소화하도록 한다.

보존·복원지역과의 사이에 완충공간을 두어 생태적 전이공간으로서의 역할과 함께 시설이용에 따른 생태적 충격을 완화하도록 계획하는 것을 기본방향으로 하였다.

● Ranger 교육관 / NGO 전용관

Ranger 교육관은 보전적 가치가 높고 자연자원이 수려한 국립공원 등지의 이용객을 관리하고 감시 선도하는 자연보호감시원을 교육하는 곳이며, 이용객의 이용빈도가 높은 대상지 좌측, 답습지 주변에 배치, 교육과 실습이 이루어질 수 있도록 배치하였다.

그리고 대상지의 장소성을 제고시키며, 경제적 효율을 고양시킬 수 있는 계획수립을 위해 염전창고를

복원, NGO전용관, 문화예술체험관, 에너지체험관 등으로 활용토록 하고, 특히 NGO 전용관은 NGO들의 환경운동과 생태공원내 생태환경 보존을 위한 감시활동 공간으로 활용되도록 하며 추후에도 필요에 따라 지속적인 복원 활용이 되도록 하였다.

7.5 소생물권별 조성계획

소생물권별 조성계획에서 생태적 고려사항을 살펴보면 복원한 습지시스템과 인접 초지는 다양한 생물을 부양할 수 있는 서식환경이므로 수변 또는 수중의 생물군집에 의해 생태적 안정성을 유지할 수 있도록 계획 설계되어야 한다. 습생, 수생식물의 생태적 특성을 고려하여 기존의 식물군락을 보존하고 어류

교육·연구지구 시설개요

(단위 : m²)

구 분	부지면적	건축면적	연면적	비 고
모니터링 센터	24,500	1,500	2,600	모니터링연구실, 실험실, 표본실, 회의실, 자료실
갯골연구 센터	8,500	1,000	1,900	연구실, 자료실, 실험실, 수장고
Ranger 교육관	30,800	800	1,500	
계	63,800	3,300	4,900	

운동/휴양지구 시설개요

(단위 : m²)

구 분	부지면적	비 고
청소년생태환경 교육공원	85,000	생태교육관, 초지운동장, 야외학습원, 들판생활체험장, 개울놀이터 등
생태환경 가족휴양동산	199,000	도시락동산, 잔디게임장, 놀이시설, 체험농장
계	284,500	

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

및 조류의 생육에 적합한 식물환경을 조성함으로써 일종의 담수생태 학습원, 야생조류원으로서의 기능이 부여 되어야 한다.

그리고 1차 처리된 오수가 습지계통으로 유입되어 생태적 정화과정을 거쳐 해안으로 방류되도록 하여 수변의 식물군락에 의한 오염물질의 흡수, 분해 기능을 감안하여 일정 폭의 식생여과대(vegetation filter strips)를 조성함으로써 수환경의 생물학적 정화기능

의 극대화를 고려하였다.

습지 가장자리에는 환경사의 식생호안을 조성하여 주기적으로 변동하는 수위와 조위에 따라 완만한 환경경도(environmental gradients)를 형성시키고 인접한 토양층에 지하수의 수직적 변동이 원활하게 일어나게 하여 다양한 식물군락 발생의 기반을 확보토록 고려하였다.

현존식물과 목표식물 선정

구분		담수습지	기수습지	해수습지
식물	현존생물	애기부들, 부들, 줄 보풀, 갈풀, 여뀌, 붕어마름, 고마리, 사마귀풀, 갈풀, 썩사리, 미국가막사리, 세모고랭이	갯조풀, 통통마디, 갈풀, 뽕말, 돌피, 애기부들, 새섬매자기, 갯개미취, 칠면초, 모새달	나문재, 통통마디, 칠면초, 지채, 갯덤싸리, 비썩, 가는갯쟁이, 갯질경, 갯개매자리
	서식예상생물	애기부들, 줄, 고마리, 쏨살풀, 갈풀, 썩사리, 여뀌, 큰고랭이, 물수세미, 마름, 미나리, 세모고랭이	갈대, 새섬매자기, 애개부들, 갯조풀, 애기부들, 칠면초, 모새달, 뽕말, 줄말, 실말	나문재, 통통마디, 칠면초, 지채, 갯개미취, 지채, 천일사초, 갯덤싸리, 갈대, 비썩, 갯질경, 거머리말, 가는갯쟁이

현존생물과 목표종 선정

구분	담수습지	기수습지	해수습지
현존생물	괭이갈매기, 재갈매, 백로류, 오리류, 개개비, 도요류, 초지대에 종다리, 멧새류	청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠오리, 재갈매기, 괭이갈매기, 뒤부리도요, 마도요	담수, 기수습지와 비슷한 종이집결
서식예상생물	논병아리, 쇠물닭, 물닭, 담수성오리류, 개개비, 멧새류, 들총새, 백로류, 흰물떼새, 쇠제비갈매기	물닭, 담수성오리, 도요새, 물떼새류, 갈매기류	기러기류, 오리류, 재두루미, 백로류, 멧새류, 개개비

현존생물과 목표종 선정

구분	담수습지	기수습지	해수습지
현존생물	붕어	말뚝망둥어, 붕어, 송사리, 살치, 송어, 참붕어	송어, 말뚝망둥어, 줄망둑, 살치
서식예상생물	버들치, 밀어, 참붕어, 동사리, 미꾸리, 모래무지, 피라미, 납짜루떼, 송사리, 돌고기, 붕어	붕어, 송사리, 살치, 송어, 말뚝망둥어, 줄망둑, 살치, 송어, 참붕어, 버들붕어	송어, 학공치, 전어, 망둥어과

현존생물과 목표종 선정

구분	담수습지	기수습지	해수습지
현존생물	무자치, 유헬목이, 줄장지뱀, 자라, 낚생이	참개구리, 황소개구리, 무자치, 아무르장지뱀, 유헬목이	-
서식예상생물	무자치, 유헬목이	참개구리, 황소개구리, 무자치, 유헬목이	-

현존생물과 목표종 선정

구분	담수습지	기수습지	해수습지
현존생물	왕잠자리, 밀잠자리, 고추잠자리, 뽕잠자리, 소금쟁이, 검은다리실베짖이	꼬마길앞잡이, 왕물벌레, 꼬마물벌레, 트고슴도기, 포충나방류, 노랑나비, 배추흰나비	꼬마길앞잡이, 토고슴도기, 빨나방류, 갈타구류
서식예상생물	물장군, 개아재비, 논우렁이, 노란허리잠자리, 흰얼굴잠자리, 큰주홍부전나비	노랑나비, 네발나비, 큰멋쟁이나비, 왕잠자리류, 콩중이, 방아깨비, 고추잠자리, 검은다리실베짖이	왕물벌레, 꼬마물벌레, 포충나방류, 노랑나비, 배추흰나비

7.6 모니터링

① 모니터링(하도분야)의 목적 및 필요성

- 하도형태를 재정비한 구간(하수종말처리장 부근의 장수천에 패브릭폼으로 호안한 구간)에서 복원효과 분석을 위한 지속적인 관찰이 필요하다.
- 하도에 영향을 주는 조수위 혹은 기타 부속물이 설치되는 경우, 하안의 침식 및 고수부지 영역에서의 퇴적 정도를 모니터링해 생태계 변화의 지표를 제시한다.

② 모니터링의 내용

- 흐름에 대한 조사
 - 하도변화에 절대적인 영향을 미치는 다음과 같은 일반적인 수리량을 조사한다. 특히 부유사량 조사는 식생에 의한 영향을 받아 갯벌의 형성과정에 주요한 역할을 하므로 반드시 모니터링을 실시한다.
 - 해수위 및 수위에 의한 수위변동에 대한 조사
 - 홍수시 및 대조시의 유속 및 유향의 변화 조사
 - 홍수시 및 대조시의 부유사량(wash load) 조사
- 하도변화특성 조사
 - 하도의 변화 특성에 대해 다음과 같은 내용으로 모니터링하여 하도유지관리는 물론 양호한 생태

적 입지조건이 마련되도록 한다. 하도변화의 허용범위를 넘어서거나 하천부속물에 영향을 미칠 때는 적절한 대책을 세워 안전을 도모해야 한다.

- 하상재료의 변화(하상 및 저수로 범면)
- 퇴적 및 침식 조사
- 범면 세굴현상 조사
- 식생의 거동 조사
 - 칠면초 등 식생에 의한 계절별 부유사 퇴적 효과를 정량적으로 평가할 수 있으며, 반대로 퇴적에 따른 식생분포 특성을 살필 수 있다. 다시 말해, 하도변화와 식생과의 상호작용을 파악하여 하도의 유지관리는 물론 고수부지형태인 관수역의 갯벌의 성장과정을 규명할 수 있으며, 이를 토대로 하도변화의 허용범위를 설정하게 되면 지속적인 유지관리가 가능하다. 따라서, 식생에 대한 수리특성에 대한 정기적인 모니터링에는 다음과 같은 조사가 필요하다.
 - 연간 식생분포 조사
 - 식생의 계절별 성장특성 조사

③ 생태분야 모니터링 내용, 방법 및 주기

생태공원에서의 모니터링은 생태보전 및 복원계획에 의해 조성된 생태분야 현황을 조사하여 변화추이

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

를 연구하는 것으로 장기적으로 조성되어지는 생태공
원에서는 대단히 중요하다. 각 분야에서 제시하고 있
는 모니터링 내용, 방법 주기를 고려한 정기적 조사가

이루어져야 하며, 그 분야별 모니터링 내용, 모니터링
방법, 모니터링 주기는 다음 표에 나타난 것과 같다.

식생 및 식물상 분야

분야	모니터링 내용	모니터링 방법	모니터링 주기
수생식물	<ul style="list-style-type: none"> · 식물상의 변화 · 분포지의 변화 · 군집구조의 변화 · 생장의 계절적 변화 · 밀도의 변화 · 식물 생산력의 변화 · 환경의 변화 	<ul style="list-style-type: none"> · 채집 및 석엽표본 제작 · 지형도에 mapping · 트랜섹트상의 방형구법 조사 · 영구방형구법에 의한 생활사 조사 · 개체군의 생태학적 조사 · 수확법에 의한 생산력의 추정 · 수 환경요인 조사 (수온, 전기전도도, pH, 용존산소) 	<ul style="list-style-type: none"> · 정기조사 : 월 1 회 · 보완조사 : 홍수기 이후
육상식물	<ul style="list-style-type: none"> · 식물상의 변화 · 분포지의 변화 · 군집구조의 변화 · 생장의 계절적 변화 · 밀도의 변화 · 식물 생산력의 변화 · 환경의 변화 	<ul style="list-style-type: none"> · 채집 및 석엽표본 제작 · 지형도에 mapping · 트랜섹트상의 방형구법 조사 · 영구방형구법에 의한 생활사 조사 · 개체군의 생태학적 조사 · 상대성장법에 의한 생산력의 추정 · 토양 환경요인 조사 (수분 및 유기물함량, pH, 전도도) 	<ul style="list-style-type: none"> · 정기조사 : 월 1 회 · 보완조사 : 식물최대 생장기
염생식물	<ul style="list-style-type: none"> · 식물상의 변화 · 분포지의 변화 · 군집구조의 변화 · 생장의 계절적 변화 · 밀도의 변화 · 식물 생산력의 변화 · 환경의 변화 	<ul style="list-style-type: none"> · 채집 및 석엽표본 제작 · 지형도에 mapping · 트랜섹트상의 방형구법 조사 · 영구방형구법에 의한 생활사 조사 · 개체군의 생태학적 조사 · 수확법에 의한 생산력의 추정 · 토양 환경요인 조사 (수분 및 유기물함량, pH, 전도도) 	<ul style="list-style-type: none"> · 정기조사 : 월 1 회 · 보완조사 : 식물최대 생장기

조류 및 포유류 분야

분야	모니터링 내용	모니터링 방법	모니터링 주기
수생식물	<ul style="list-style-type: none"> · 종류과목 · 계절별 분포상황 · 우점종, 희귀종 · 번식조류, 번식 경과 조사 	<ul style="list-style-type: none"> · 문헌조사 · 현지조사 · 번식장소 확인 · 번식상황조사 · 번식지 분포도 작성 · 복원을 위한 자료수집 	<ul style="list-style-type: none"> · 계절별조사(1년 4회) · 1년간 실시한 후 보완상황 도출시 수정 실시

어류, 양서류·파충류 분야

분야	모니터링 내용	모니터링 방법	모니터링 시기	모니터링 주기
어류(Fish)	<ul style="list-style-type: none"> ·종명세 파악 ·군집분석 ·서식처 조성방안 ·계절별 변동요인 ·복원 및 보전 방안 제시 ·서식지의 면적과 어류군집과의 관계분석(생체량 분석) 	<ul style="list-style-type: none"> ·기존 문헌조사 ·현지조사 <ul style="list-style-type: none"> - 채집 및 동정 ·다양도 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 종다양도 - 균질도 - 풍부도 - 상대밀도 - 유효개체수분석 ·서식지 분포도 작성 ·서식처 복원 계획수립 	<ul style="list-style-type: none"> ·계절별 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 년 4회 실시 - 우점종은 산란기, 활동기를 구별하여 조사 ·보완조사 <ul style="list-style-type: none"> - 雨期(홍수기)에 어류의 밀도변화 및 유입어류 파악 	<ul style="list-style-type: none"> ·3년을 단위로 1년차에는 전체 종명세를 기록하고 (Base line data), 2년차에는 지역대표종, 우점종, 고유종 등, Target species를 정하여 서식면적과 생존밀도, 그리고 변화상을 파악하며, 3년차에는 복원 및 관리방안을 제시한다.
양서류·파충류 (Herpetofauna)	<ul style="list-style-type: none"> ·종명세 파악 ·외래 도입종 조사 ·군집분석 ·서식처 조성방안 ·계절별 변동요인 ·복원 및 보전방안 제시 ·서식지의 면적과 양서류·파충류 군집과의 관계분석(생체량 분석) ·대표종의 복원과 산란장소 확보를 위한 방안제시 	<ul style="list-style-type: none"> ·기존 문헌조사 ·현지조사 <ul style="list-style-type: none"> - 채집 및 동정 - 산란장소 확인 - 산란할 수 확인 - 번식과 생존율 파악 ·다양도 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 종다양도 - 균질도 - 풍부도 - 상대밀도 ·서식지 분포도 작성 ·서식처 복원 계획수립 ·도입종의 실태파악 <ul style="list-style-type: none"> - 서식밀도 - 피해 및 교란 실태 	<ul style="list-style-type: none"> ·계절별 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 년 4회 실시 - 대표종은 산란기, 활동기를 구별하여 조사 ·보완조사 <ul style="list-style-type: none"> - 雨期(홍수기)에 외래 도입 양서류·파충류(황소개구리, 붉은귀거북)변화상 조사 	

육상곤충류 및 담수대형 무척추 동물분야

분야	모니터링 내용	모니터링 방법	모니터링 시기	모니터링 주기
곤충 (Insect)	<ul style="list-style-type: none"> ·종명세 파악 ·군집분석 ·서식처 조성방안 ·계절별 변동요인 ·서식환경 분석 ·지표종의 생태계 유지상태 조사 ·복원 및 보전방안 제시 ·도입필요종 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ·기존 문헌조사 ·현지조사 <ul style="list-style-type: none"> - 채집, 관찰 및 동정 - 모니터링 카드활용 ·다양도 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 종다양도 - 유사도 - 풍부도 - 우점도 - 유효개체수분석 ·서식지 분포도 작성 ·서식처 복원 계획수립 	<ul style="list-style-type: none"> ·정기운영 <ul style="list-style-type: none"> - 계절별 조사 - 3, 5, 7, 10월 ·수시운영 <ul style="list-style-type: none"> - 지표종, 보호대상 종의 수시조사 - 건조 및 홍수시의 개체군 변화파악 	<ul style="list-style-type: none"> ·3년을 단위로 1년차에는 전체 종명세를 기록하고 (Base line data) 2년차에는 지역대표종, 우점종, 고유종 등, Target species를 정하여 서식면적과 생존밀도 그리고 변화상을 파악하며, 3년차에는 복원 및 관리방안을 제시한다.
담수대형 무척추 동물 (Benthic-Macro invertebrates)	<ul style="list-style-type: none"> ·종명세 파악 ·군집분석 ·서식처 조성방안 ·계절별 변동요인 ·지표종의 생태계 유지상태 조사 ·복원 및 보전방안 제시 ·도입가능종 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ·기존 문헌조사 ·현지조사 <ul style="list-style-type: none"> - 채집, 관찰 및 동정 - 모니터링 카드활용 ·다양도 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 종다양도 - 유사도 - 풍부도 - 우점도 ·서식지 분포도 작성 ·서식처 복원 계획수립 ·도입종의 실태파악 ·피해 및 교란 실태 	<ul style="list-style-type: none"> ·정기운영 <ul style="list-style-type: none"> - 계절별 조사 - 2, 5, 7, 10월 ·수시운영 <ul style="list-style-type: none"> - 지표종, 보호대상 종의 수시감시 - 건조 및 홍수시의 개체군 변화파악 	<ul style="list-style-type: none"> ·1년차에는 전체 종명세의 기록 및 도입가능종을 선정하여 일부 도입하며, 2년차에는 지역 대표종, 우점종, 고유종 등, Target species를 정하여 서식면적과 생존 밀도 그리고 변화상을 파악하며, 3년차에는 도입종을 포함하여 복원 및 관리방안을 제시한다.

특집

수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

갯벌 분야

분야	모니터링 내용	모니터링 방법	모니터링 시기	모니터링 주기
수리학	•갯골의 염분농도, 온도, 용존산소 파악	•조사선 상에서 - T-S Bridge - DO Meter를 이용하여 조사	•격월별(2,4,6,8, 10,12월)(원래 매뉴얼에서는 월별조사를 권장)	•격월별(2,4,6,8,10,12월)
	•퇴적물의 간극수의 염분농도	•갯골 및 염습지 식생내에서 현장조사	•계절별(2,5,8,11월)	•계절별(2,5,8,11월)
염습지 식생내에 서식하는 계류의 개체군 생태학 모니터링	•종명세 파악 •종별 분포도 변동 •서식처 조성방안 •계절별 변동요인 •복원 및 보전방안 제시 •서식지의 면적과 계류 군집과의 관계분석 (생체량 분석)	•기존 문헌조사 •현지조사 - 채집 및 동정 •다양도 분석 - 종다양도 - 균질도 - 풍부도 - 상대밀도 - 유효개체수분석 •서식지 분포도 작성 •서식처 복원계획 수립	•계절별(2,5,8,11월)조사 - 우점종인 계류와 기수우렁 등에 대해서는 먹이 조사를 위해서 월별조사	•주요 계류인 가지계, 농계, 방계, 세스랑계와 참갯지렁이 및 기수우렁 등은 먹이 조사 및 개체군 생태를 위해 1차년도에는 월별조사한다. •3년을 단위로 1년차에는 전체 종명세를 기록하고 (Base line data) 2년차에는 지역대표종, 우점종, 고 유 종 등, Target species를 정하여 서식면적과 생존밀도 그리고 변화상을 파악하며, 3년차에는 복원 및 관리방안을 제시한다
갯골의 대형저서동물 모니터링	•종명세 파악 •종별 분포도 변동 •서식처 조성방안 •계절별 변동요인 •복원 및 보전방안 제시 •주요 우점종의 개체군 생태학	•기존 문헌조사 •현지조사 - 채집 및 동정 •다양도 분석 - 종다양도 - 균질도 - 풍부도 - 상대밀도 - 유효개체수분석 •서식지 분포도 작성 •서식처 복원계획수립	•계절별(2,5,8,11월) 조사 - 우점종은 먹이식성 조사 •최우점종인 참-갯지렁이에 대해서는 월별 조사	

④ 물리적요소와 수질의 모니터링

물리적 요소 모니터링 항목

항 목		관 측 빈 도
유량측정		주 1회
수위(습지, 저류조)		주 1회
기 상 관 측	강우	매일
	종발량 및 침투량	매일
	날씨(cloud cover)	매일
	풍향, 풍속, 풍압	매일
	온도	매일
	습도	매일

수질 모니터링 항목

항 목		샘플 채취 빈도
BOD		주 1회
COD		주 1회
DO		주 1회
pH		주 1회
EC		주 1회
PO4-P		주 1회
T-P		주 1회
TKN		주 1회
NO2-N		주 1회
NO3-N		주 1회
NH3-N		주 1회
T-N		주 1회
SS		주 1회
염도		주 1회
조위		매 일
침 전 물	Percent Moisture	quarterly
	Percent	quarterly
	Acid Soluble Iron	quarterly
	Total Iron	quarterly

⑤ 하천분야에 대한 모니터링 해 모니터링이 이루어져야 하며, 각 내용에 대한 방법 하천의 변화특성을 주기적으로 조사하고 그 특성을 과 주기는 다음과 같다. ⑤ 규명하여 생태자연하천 조성을 위한 보완을 하기 위

분야	모니터링 내용	모니터링 방법	모니터링 주기
하 천 분 야	• 해수 및 수위변동조사	• 수위관측	• 부인교 및 소염교에 자동수위계 설치운영
	• 홍수시 및 대조시 유속 및 유량 변화조사 • 홍수시 및 대조시 부유사량 조사	• 홍수시 유속 및 유량변화 측정 • 홍수시 부유사량 측정	• 홍수시 및 대조시(년 4회)
	• 하상재료조사 • 퇴적 및 세급조사	• 시료채취 및 분석 • 횡단측량 및 토적산출	• 계절별 조사(년 4회)
	• 연간 식생분포 조사 • 식생의 계절별 성장특성조사	• 둔치부 식생의 계절별 조사	• 홍수시 및 대조시 1개월 뒤 포함(년4회)

특집

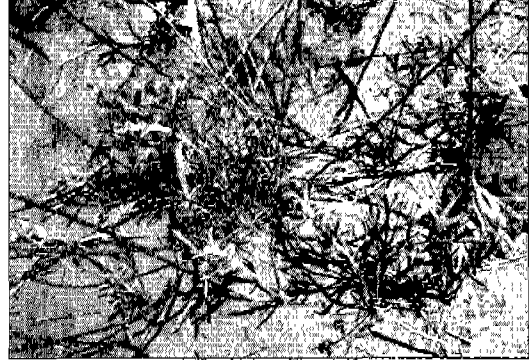
수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -

국립생태원 생태조사팀, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원

○ 식생 및 식물상 현황



통통마디



비쭈



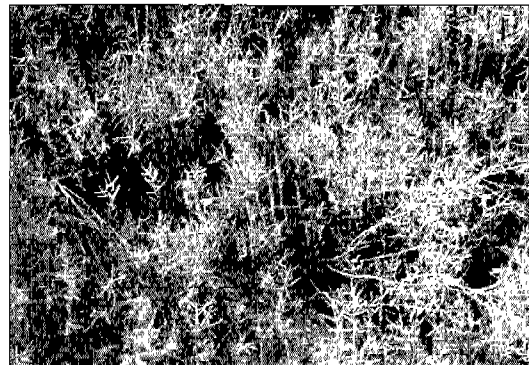
애기부들



지체



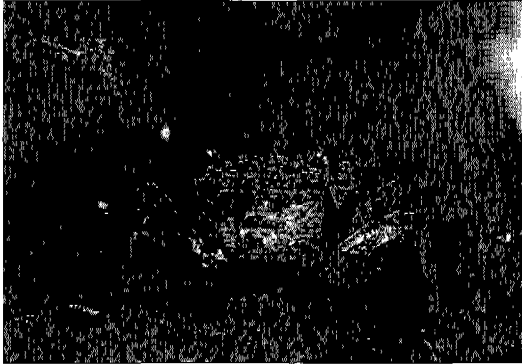
천일사초



칠면초

국립생태원 생태조사팀, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원, 국립생태원

○ 갯벌 생태계 현황



가지계



기수우렁



두토막눈썹참갯지렁이



말뚝망둥어



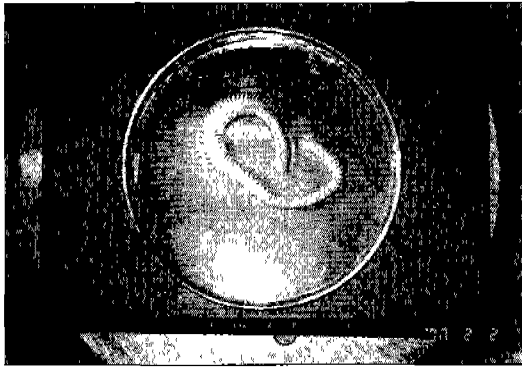
방게



세스랑게

특집

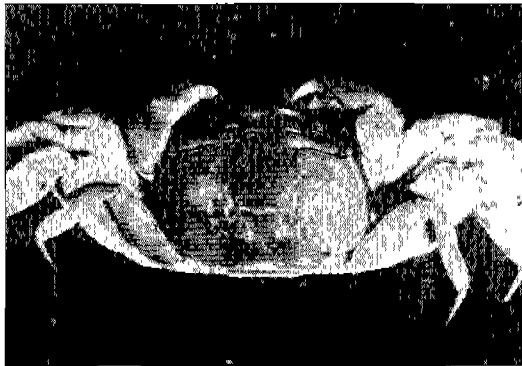
수도권 해양생태공원 조성사례 - 생태계 현황조사에 의한 습지조성계획 중심으로 -



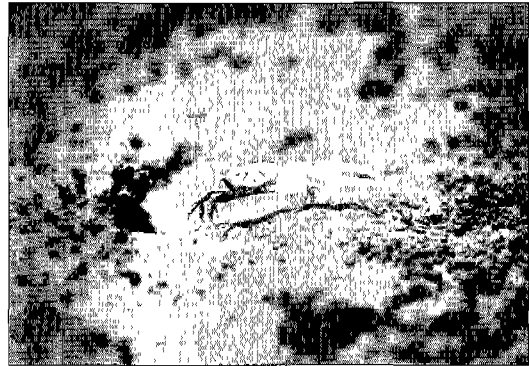
참갯지렁이



칠 게



털콩게



현발농게

〈참 고 문 헌〉

백남극·심재한, 1999. 뱀, 지성자연사박물관 시리즈 ①. 200 pp.
 심재한, 1997a. 생물다양성보존을 위한 강원도 계방산 지역 양서·파충류의 종다양성 및 군집분석에 관한 연구. 한국환경생태학회지, 11(1):84-99.
 심재한, 1997b. 제2차 자연환경 기초조사 지침서. 환경부, pp. 141-156.
 최기철, 1986. 강원도의 자연(담수어편). 강원도 교육위원회, pp.178-205.
 최기철, 1990. 한국의 희귀 및 위기 동·식물 실태조사연구. 한국 자연 보존협회 연구보고서, 제10집. pp.117.

최기철·전상린·김익수·손영목, 1990. 원색한국담수어도감. 향문사, 172-174.
 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 59-497.
 김훈수, 1973. 한국동식물도감-제14권 동물편(집게·게류). 문교부. pp.694.
 민병미, 1985. 한국 서해안 간척지의 토양과 식생 변화. 서울대학교 이학박사학위논문.
 백의인, 1989. 한국동식물도감-제31권 동물편(갯지렁이류). 문교부. pp.764.
 이창복, 1993. 대한식물도감. 향문사.
 이형곤, 1999. 강화도 동검지역 염습지 식생에 서식하는 저서생물의 생태학적 연구. 인하대학교 이학석사학위

- 논문, pp.107.
- 홍재상, 1998. 한국의 갯벌. 대원사.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. Hayek, M. S. Foster, 1994. Measuring and monitoring biological diversity(Standard methods for Amphibians), Smithsonian Institution Press, 364 pp.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3:36-71.
- Margalef, R., 1968. Perspectives in ecological theory. Chicago, University of Chicago Press, 112 pp.
- McNaughton, S. J., 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature*, 216:144-168.
- Patton, D. R., 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystem. Timber Press Inc. pp. 118-120.
- Pielou, E. C., 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. *Amur. Nat.*, 100:463-465.
- Pielou, E. C., 1975. *Ecological diversity*. Wiley, New York, 165 pp.
- Row, J. M. and C. B. Yuill, 1997. Landscape-Level Habitat Modeling for Amphibians and Reptiles in West Virginia. West Virginia University, Morgantown, WV 26506(Internet data).
- Fork, R. L. and W. C. Ward, 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27, pp.3-27.
- Pacific Estuarine Research Laboratory, 1990. A manual for assessing restored and natural coastal wetlands with examples from southern California. Pacific Estuarine Research Laboratory, California Sea Grant Report No. T-CGSCP-021. La Jolla, California, pp.105.
- Seneca and Broome, 1992. Restoring tidal marshes in North Carolina and France. In: *Restoring the Nation's Marine Environment*. Ed. Gordon W. Thayer, Maryland Sea Grant College: pp.53-78.