

작동하는 복합환경조절장치 및 녹색기반시설로서 조경*
- 국립해양생물자원관 옥외공간 설계 -

성 종 상

서울대학교 환경대학원

Constructing Landscape as an Operational Multi-Environmental
Control Utility and Green Infrastructure*

- Landscape Design for National Marine Biology Resource Institute -

Sung, Jongsang

Department of Landscape Architecture, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University.

ABSTRACT

Landscape space can and should play as a multi-functional agent : healing contaminated soil, reducing natural hazards, supporting living things, making comfortable environment for human, and appealing to human aesthetics, etc. This article aims to show the possibility and role of landscape space as such agent. In landscape design for National Marine Biology Resource Institute, distributed rain water treatment system and rain gardens are introduced to replace a mono-functioning large detention pond which was suggested by disaster impact assesment. Phytoremediation and vegetation filtering system with muti-cell wetlands are also adapted to heal the contaminated soil. This kind of landscape as a 'living machine' which can play as an operational control utility of multi-environment and thus can be combined effectively into green infrastructure is important for post-industrial city, especially in an era of climate change.

Key Words : *Landscape Design, Operational Multi-Environmental Control Utility System, Green Infrastructure, Phytoremediation, Distributed Rainwater Treatment System.*

* 이 논문은 국토해양부에서 발주한 '국립해양생물자원관 오염토적지장의 친환경적 정화 및 옥외공간 조성방안 수립연구'의 성과를 논문형식으로 정리한 것임.

Corresponding author : Sung, Jongsang, Department of Landscape Architecture, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University,
Tel : +82-2-880-1423, E-mail : jssung@snu.ac.kr

Received : 30 January, 2012. **Revised** : 22 March, 2012. **Accepted** : 6 April, 2012.

I. 서 론

1. 녹색기반시설의 등장과 조경의 대응

탈산업의 시대에 조경은 이전과는 다른 차원에서 보다 진화된 효능을 갖춘 복합적 처방을 내어 놓기를 요구받고 있다. 복잡다기해진 현대 도시환경문제를 해결하는 한편, 기후 변화로 인한 각종 자연 재해에 대응하여 삶의 환경을 보다 안전하고 쾌적하게 조성하고 유지하는 데 조경의 역할과 가능성이 새롭게 주목받고 있는 것이다. 녹지와 공원이 수행해 온 종래의 기능에 더해 도시 열섬이나 건조 현상, 도시 홍수 조절 및 재해 예방 등의 새로운 환경 문제에 적극적으로 대응하는 장치로서의 효용발휘까지 기대되고 있는 것이다. 도시를 다루는 다른 어떤 영역 보다 유독 조경이 부각되고 있는 까닭은 자연이 지닌 속성과의 상호관련성을 중시하는 조경 본연의 속성에서 찾을 수 있다. 기후 변화로 자연재해가 한층 증가되고 있는 현시점에서 조경은 근거있는 대안이자 유력한 가능성으로 대두되고 있는 셈이다.

최근 들어 주목받고 있는 녹색기반시설¹⁾은 도

시기반시설과 관련하여 조경이 능동적인 역할을 할 수 있는 대표적인 개념이자 대상 영역이다. 개별적으로 분리되고 단기능적인 공학에 의존하는 종래의 ‘회색’기반시설(Meyboom, 2009)과 달리 녹색기반시설은 생태와 생명력을 존중하면서 자연이 지닌 복합적이고 통합된 성능을 좇아 구현하기를 추구한다. 단순히 자연 녹지나 오픈스페이스 등을 연결시키는 데에서 나아가 생명체의 생명활동을 지지, 촉진하면서 공기와 물을 정화시키고 자연자원을 보존하도록 함으로써 인간의 삶과 복지를 향상시키는 데에도 기여하는 것이다. 녹색기반시설을 단순한 생태적 시각만이 아닌, 사회문화적, 경제적 시각으로 바라보아야 하는 사유가 바로 여기에 있다. 도시기반시설에 대한 종래의 기술중심적, 집중처리 일변도의 접근에 대한 재고를 요구하는 시점(Belanger, 2009)에 회색에서 녹색으로의 변신은 이미 시대적 요청으로 대두된 지 오래이다. 그 변신의 주역으로 조경이 다시 화려하게 등장하고 있는 것이다.

2. 복합환경조절장치로서 조경공간

생태적 원리와 기법을 통해 조경공간을 작동 가능한 복합환경조절장치²⁾로 조성하려는 시도는

1) ‘녹색기반시설’이란 최근 서구에서 논의되고 있는 Green Infrastructure를 지칭하는 용어를 우리말로 바꾼 것이다. green infrastructure란 고속도로, 설비, 상하수도관망 등 이른바 gray infrastructure과 대비되는 개념으로서 그린웨이, 습지, 공원, 보전림, 그리고 자생식물녹지 등과 같은 오픈스페이스와 자연성 녹지들을 연계시킨 체계(Steve Wise, “Green Infrastructure Rising : Best practices in storm water management”, *Planning*, American Planning Association. August/September 2008:15)를 말한다. 굳이 기존 용어에다 ‘그린’이라는 단어를 덧붙여 새로운 용어를 만들어낸 데에는 인간의 건조 환경(built environment)이 생태적 환경과 긴밀하게 상호관련되어 있으며 그것을 회복시켜야 한다는 사실에 대한 최근의 재인식이 깔려있다. 인간의 건강과 복리를 향상시키기 위해서는 물론, 생물의 생존을 위해 필요한 맑은 공기, 깨끗한 물, 건강한 식재료 등을 확보하고 홍수나 가뭄 등의 자연 재해에 대처하기 위해서 생태적 건강성에 기초한 녹색기반시설 구축이 필수적이라는 데에 인식을 공유하고 있는 것이다. 말하자면 생명공동체의 지속가능성과 성장에 핵

심으로서 녹색기반시설(Benedict, Mark A., McMahon, Edward T., *Smart Conservation for the 21st Century*, *Renewable Resources Journal*. Autumn 2002 : 12)이 대두되고 있는 것이다. 이 녹색기반시설은 위계나 네트워크를 갖는 일련의 체계적 구조로 구성된다는 점에서 기존의 도시기반시설과 동일하나 생물, 물리적 성능이 존중되고 그에 따른 작용방식에 기본적으로 의존한다는 점에서 근본적인 차이가 있다.

2) ‘작동가능한 복합환경조절장치로서 조경공간’라는 용어는 환경적으로 다양한 기능과 성능을 능동적으로 발휘하는 조경공간이라는 의미로 연구자가 만들어 낸 개념어이다. 특별히 기능적이고 기계중심적 시각에서 특정의 단일 기능 위주로 구성되어 온 저간의 도시 조경공간들을, 종래의 기능에 더하여 빗물과 하수를 처리하는 배수구이면서 오염된 토양과 공기를 정화시키고, 홍수를 저감시키면서 도시 미기후를 조절해주는 기능까지 발휘하는 다목적 기능 공간으로 변신시킬 필요성에 주목하고자 하는 것이다. 이는 도시열섬현상, 도시건조화, 도시하천 건천

동시대 조경이 추구해야 할, 의미 있는 지향 중 하나로 부각되고 있다. 기후변화, 지구 온난화, 해수면 상승 등 전 지구적 차원에서의 환경문제와 그에 따른 재해에 대응하는 데에 있어서 생태적 원리에 입각한 조경적 접근이 유효하게 부상되고 있다. 그 구체적 해결방안으로 복합환경조절장치로서 조경공간 개념은 단순히 아름답게 장식하는 일만이 아니라 생태적으로 건강하면서 도시환경을 보다 쾌적하고 안전하게 하는 데에 기여하도록 한다는 점에서 조경의 새로운 면모를 입증하는 셈이기도 하다. 조경공간은 홍수를 조절하고 물과 토양의 오염을 방지하거나 정화하며, 지하수를 충전하고 토양환경을 개선할 수가 있다. 또 물과 바람, 대기의 흐름과 순환을 조절함으로써 도시 미기후를 적절하게 유지하도록 할 수도 있고, 도시 속에 생물을 불러 와서 시민들에게 휴식과 환경 교육의 기회를 제공할 수도 있다. 특히 기후변화로 인해 도시 홍수나 도시 열섬 현상이 빈번해짐에 따라 인공 환경이 지배하는 도시 속에서 공원녹지가 갖는 환경조절 성능은 더욱 주목받고 있다. 이제 조경공간은 단순한 장식이나 존재 가치를 넘어 ‘살아있는 기계(living machine)’로 작동할 것을 요구받고 있는 것이다.

그러나 사실 조경공간이 갖는 이 같은 복합환경조절장치로서의 면모는 정도 차이가 있기는 하나 꽤 오래 전부터 있었던 일이다. 일례로 19C 말 움스테드가 설계한 보스톤의 Fens and Riverway는 이전까지 버려져 있던 습지와 강을 거의 ‘야생적 자연’에 가까운 선형 녹지로 바꾸어 커다란 공원녹지체계 속에 통합시킨 것이다. 하수와 공

자유출물로 오염된 범람지의 물과 땅, 그리고 식생을 복원시킴으로써 인간의 건강과 안전 그리고 복리를 촉진시킨 것으로 평가(Spirm, 2002)되는 Fens and Riverway는 여기서 말하는 복합환경조절장치로서 조경공간의 훌륭한 선례라 할 만하다. 오염된 물과 땅을 정화하면서 홍수를 방지하는 살아있는 기계이면서 동시에 시민들에게 자연에 가까운 전원 경치를 감상하며 운동, 산책, 휴식을 제공하는 공원으로서의 효용을 발휘하도록 한 것이다. 환경이 미치는 인간행태와 심리에의 영향에 주목한 움스테드가 ‘자연스러운 경치’의 명상을 통해 육체적, 정신적, 그리고 도덕적 효과까지 의도하였다(위 책)는 점에서는 단순한 환경조절장치를 넘어 심리적 효용에까지 미칠 수 있는 조경공간의 의의를 입증해 보인 사례라 할 수가 있는 것이다.

이 글은 충남 장항에 신축될 국립해양생물자원관의 옥외공간을 대상으로 하여 다목적 환경조절장치이자 녹색기반시설로서의 가능성을 모색해 보고자 한 의도에서 구상되었다. 조경 본연의 기능을 그대로 수용하면서도 도시환경을 조절하는 ‘작동하는 살아있는 기계’로서의 면모를 예시적으로 보이고자 한 것이다. 이는 최근 들어 더욱 심각해지고 있는 전지구적 차원의 기후 변화에 대한 조경 차원의 대응의 일환이라는 점에서 더욱 주목할 만하다.

II. 설계 조건의 해석

1. 국립해양생물자원관 건립 배경과 의미

국립해양생물자원관은 해양생물자원의 효율적 보전을 위한 국가 중심 총괄 연구 및 관리기관으로서 세계 최고 수준의 “해양생물다양성 연구기관”을 목표로 하며, 전 세계적 차원에서 해양생물다양성의 분류 및 계통을 확립하고, 해양생물산업(MBT, Marine Bio Technology) 관련 해양생물자원의 원천소재를 제공하는 해양생물다양성 자원은행 역할을 수행한다. 이 같은 국립해양생

화 등 기성 시가지에서 열악해진 도시기후 문제뿐만 아니라, 최근 전지구적인 관심사로 부각된 도시 홍수, 폭염 등 자연재해에 대응할 수 있는 도시환경 설계 및 관리 전략의 모색에의 대응이기도 하다. 자연에 대한 이해를 바탕으로 생태적 순기능성을 증시하는 조경적 사고에 의한 통합적 접근이 그 어느 때보다도 더 절실한 상황에서 조경에 걸린 기대와 가능성을 입증해 줄 수 있는 면모라 할 수가 있을 것이다.

물자원의 건립은 “생물자원의 국가주권 기반 확보” 및 그것을 위한 관리 체계의 필요성이 증대되는 시대적 요구에 구체적으로 부응하는 일이기도 하다. 1993년 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity, CBD)의 발효이후 생물자원에 대한 개별국가의 배타적인 권리 소유가 인정되고 있는 상황에서 생물자원은 국가의 고유 자산이면서 국가 성장동력으로 분류되는 생물산업(Biological Technology)의 기본 자원이 된다. 특별히 1) 육상 생물에 비해 훨씬 다양한 해양생물을 체계적으로 수집, 보존, 관리할 수 있는 국가 중심기관으로서의 “해양생물다양성 연구기관”의 설립이 필요하고, 2) 이를 중심으로 해양생물 연구 전문인력 양성을 통해 3) 국가해양생물자원을 관리 국가 자산화 하고, 4) 생물 산업 발전을 위한 원천 소재를 지속적으로 공급할 수 있는 기반 조성이 시급하다(해양수산부, 2007)는 지적인 충분히 타당성을 지닌다. 이와 같은 국립해양생물자원관이 충남 장항지역 해안가에 입지하게 됨으로써 풍부한 지역의 해양생물자원을 토대로 한 연구 및 관리상의 국가적 거점이 되면서, 동시에 상대적으로 낙후된 지역을 활성화시키는 촉매제 역할 수행도 아울러 기대된다.

2. 설계 대상지와 범위

1) 대상지 위치 및 개요

대상지는 국립해양생물자원관 건립부지로 지정된 충남 서천군 장항읍 장암리, 송림리, 화천리 일원이다. 장항읍으로부터 서측으로 약 2.8km 정도 떨어진 지점으로 주변은 농경지와 구릉형 산지, 그리고 해안과 접하고 있다. 서측으로 불과 200여 미터 떨어진 해안에는 모래사장 길이만 약 1.5km에 달하는 송림해수욕장이 위치하고 있다. 해안과 대상지 사이에는 수령 60년 정도의 해송림이 해수욕장 구간길이 전체에 걸쳐서 분포하고 있다. 일부 작은 구릉형 산림지를 제외하면 대상지는 거의 전체가 논과 밭으로 구성되어 있으며 대상지를 포함하여 주변 농경지는 수년 전부터

토양 오염으로 인해 영농이 금지되어 있는 상태이다. 대상지 주된 영역에 해당되는 논은 해밭고도 6m 정도 밖에 되지 않는 저지대로서 배수가 불량한 상태이나 해양생물자원관은 전면적인 성토 후에 건립하도록 계획되어 있다. 대상지 주변으로는 장림리, 송림리 등 기존 마을이 나지막한 구릉과 수림대를 따라 분포하고 있다.

2) 설계 범위

이 과업의 범위는 국립해양생물자원관 전체 사업대상지에서 기계획이 수립되어 있는 북측 산지 근린공원과 현재 검토 중인 남측 유보지(수족관예정지)를 제외한 부분이다. 구체적으로는 산지 근린공원 아래에 조성되고 있는 오염토 적치장과 해양생물자원관 건물 및 부속동 주변 공간, 기수습지 등을 포함하고 있다(그림 1 참조).

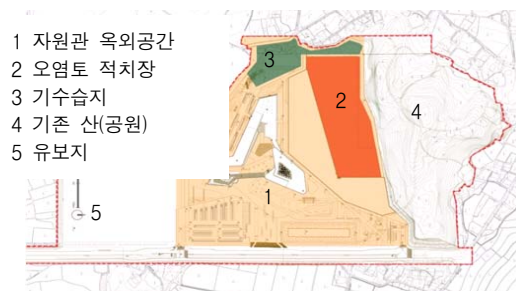


그림 1. 설계 범위 구분도.

3. 주요 설계 과제의 도출

본 계획의 상위계획으로서 기 수립된 기본계획과 건축계획을 토대로 하여 도출된 옥외공간의 주요설계과제를 정리하면 다음과 같다.

1) 오염토양의 정화 및 처리

(1) 오염토에 의한 폐경작지

대상지를 포함한 주변지역은 수년 전부터 일체의 영농행위가 금지될 정도로 구 장항제련소에서 배출된 오염물질로 인해 중금속 등으로 오염된 상태이다. 사업부지 일대의 주요염원은 비소

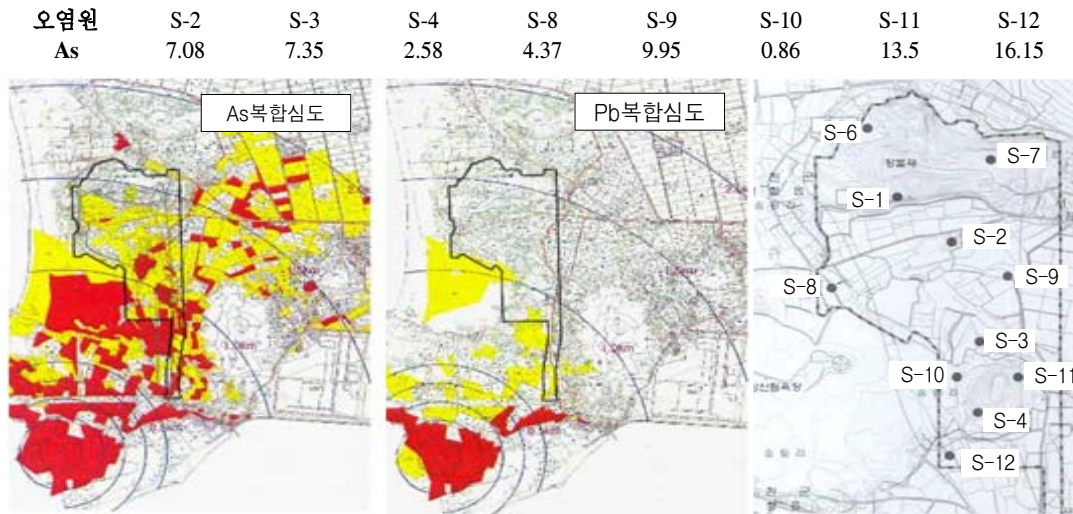


그림 2. 대상지 및 주변 오염현황.
 자료 : 환경관리공단. 한국광해관리공단. 2010.

(As), 납(Pb) 등의 중금속인데 이는 제련소의 굴뚝에서 배출된 된 것으로 판명되었다.3)

2009년 환경부에서 작성한 ‘옛 장항제련소 주변지역 토양 정밀조사’에 따르면 제련소로부터 반경 0.5km까지는 구리, 아연, 카드뮴, 비소, 납, 니켈 등 6개 항목, 0.5~1.0km까지는 카드뮴을 제외한 5개 항목, 1.0~1.5km까지는 비소와 니켈 등 2개 항목, 그리고 이후 4km까지도 비소에 오염된 것으로 나타났다. 제련소로부터 대략 1.0~1.5km 정도 떨어져 위치하고 있는 대상지는 주로 비소 오염도가 심각한 것으로 드러났다. 이에 서천군은 지난 2008년부터 제련소 반경 1km 이내 토지에 대해서 농작물 재배를 금지시키고 영농손실보상금을 농민들에게 지급한 바 있다. 이에 따라 대상지 주변 농경지에서는 농작물 대신에 해바라기와 코스모스 등 토양정화능이 있으면서 경관효과도 있는 식물을 재배하고 있다.

(2) 오염토적치장

대상지 내 토양오염 외에 본 설계에서 다루어 야할 또 다른 주요 오염원은 오염토적치장이다.



그림 3. 오염토적치장 위치.

이 적치장은 주변 지역에서 수거한 오염토를 관계 기관의 토양오염 종합처리 대책에 의거하여 종합적으로 처리할 때까지 임시로 적치해 둔 곳이다. 환경부와 협의하여 작성된 오염토양 적치장 설계안에는 단면상 깊이 3m(지면 위 1m, 지하 2m) 면적 약 71,775m² 규모로 자원관 바로 북측에다 적치하도록 계획되어 있다. 대상지 내 토양오염에 비해 이곳은 고농도의 오염토가 집적되어 있는 곳이어서 보다 적극적인 대책이 요구된다.

(3) 식물 및 자연 소재를 통한 오염 정화방안 도입

대상지내 오염이 심한 지표면 부분의 토양은 이미 해양생물자원관 신축에 앞서 일정 토심까지

3) 환경관리공단, 한국광해관리공단, 구 장항제련소 주변지역 토양정밀조사 보고서, 2008.

제거하여 오염토 적치장으로 이전해 간 상태이다. 또 기존 논경작지로서 주위에 비해 상대적으로 저지여서 배수가 불량한 지점은 약 2m 내외로 전면적인 성토작업을 실시하였다. 따라서 대상지 표토는 비교적 오염문제가 적다고 할 수가 있다. 하지만 주변부로부터 빗물이나 바람 등을 통해 오염물질이 유입될 수 있으므로 대상지 전반에 걸친 정화기법을 모색할 필요가 있다. 나아가 상대적으로 오염도가 심한 오염토 적치장은 적극적인 정화 및 처리 방식을 도입하여야 한다. 적치되어 있는 오염토양 자체의 정화 처리와 함께 빗물 등으로 유출될 오염물질의 거동 및 전이를 저감시킬 수 있는 방안으로 식물 및 자연 소재를 통한 오염 저감 기법과 함께 항구적인 대책이 강구되어야 한다.

2) 빗물저류 및 홍수 대책

(1) 홍수시 대상지 내 저류용량 확보

국립해양생물자원 건립에 따른 사전재해영향성 검토서에는 홍수 및 토사 유출량 저감대책시설로서 배수관로 설치와 저류지 설치계획을 제시하고 있다. 동 검토서상에서 대상지 동측 전면도로변에 배치하도록 제시된 침사지겸 저류지의 용량은 토사의 퇴사량과 상시 저류량에다 홍수시 조절 여유량을 합친 규모로 깊이 약 3.3m에 총 용량 9,894m³이다. 부지에 비해 과대해 보이면서 긴 직사각형의 단순 토목시설로 계획되어 있어 경관적으로 불량하다. 더군다나 저류 수심이 3미터가 넘어 안전상 철책을 두를 수밖에 없을 것임을 감안하면, 전면도로로부터 해양생물자원관으로 진입하는 우측부에 위치한 입지조건상 자원관의 이미지를 저하시키는 요소로 작용할 가능성이 농후하다. 따라서 저류지로서의 기능은 유지하면서 경관 및 이용을 고려하여 변신시키는 설계 전략이 요구된다. 다단계 습지에 의한 분산형 물 처리 기법은 그 유력한 실천방안이 될 수 있다.

(2) 명거 위주의 분산형 배수체계

기존 계획에 따르면 대상지 전체의 배수체계

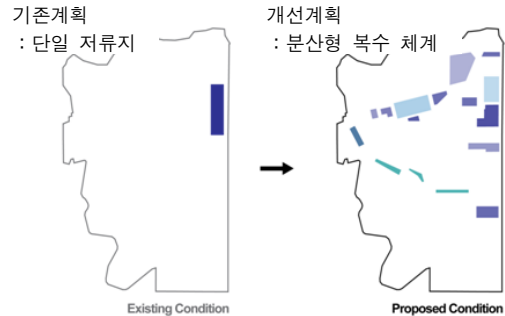


그림 4. 우수처리계획- 기존과 개선안.

는 표면 유출수 집수 및 암거형 배관을 통한 배수라는 재래적인 방식을 취하고 있다. 구릉지로 위요된 주변 배후유역으로부터 유입된 표면 유출수는 대상지 내에 새로 설치될 암거관로를 통해 전량 서해와 솔리천 쪽으로 방류되도록 구성되어 있다. 암거형 배관에 의한 우수 집수 및 신속한 배수라는 전형적인 토목식 배수 계획으로 처리되어 있는 것이다. 이를 본 설계에서는 명거에 의한 분산형 수처리 방식을 적용하여 친환경적 수순환 체계로 개선하고자 한다. 위에서 말한 저류지 용량이 이 명거형 분산 수처리 체계에서 충분히 수용할 수 있도록 하여야 함은 물론이다. 달리 말해서 하나의 큰 수조형 저류지를 여러 개로 나누어진 다양한 수처리 공간 - 습지, 웅덩이, 도랑, 연못 등으로 분산시켜 처리하고자 하는 것이다. 분산형 수처리 기법은 빗물저류/지체에 의한 홍수 저감 및 자연증발산 증대, 침식방지에 의한 토사 유실 방지, 자연침투에 의한 지하수 함양 증대, 공중 습도 및 온도 조절, 생물 비오톱 조성, 지표면 오염물질 처리, 자연학습의 장 제공, 수경관의 연출 등 다양한 효과를 기대할 수가 있다.⁴⁾

4) 국내에서 분산형 수처리 기법의 의미나 효율성에 대해서는 이미 연구 단계를 넘어 실제 주거단지 등에서 적용되고 있다. 연구 논문만 해도 다음과 같이 토목, 조경, 단지계획 등 여러 분야에 걸쳐 수행되고 있다. 이태구, 한영해, 박철민. “친환경적 우수관리를 위한 지구단위계획에의 적용방안 연구”. 『國土計劃』. 大韓國土·都市計劃學會 v.37 no.2 = no.120, pp.105-116, 2002; 이태구, 한영해. “분산

3) 지역 생태계와의 순접(順接)

(1) 해안생태계의 수용 및 연장

국립 해양생물자원관이 건립되는 곳은 해안선까지는 불과 200여 미터도 떨어져 있지 않은 위치이다. 바다와의 사이에 사구와 송림이 위치하고는 있지만 바다의 영향은 여전히 강하다. 때로 바람에 의한 염분의 비사와 함께 갈매기, 큰뒷부리도요(*Limnodromus semipalmatus*), 붉은어깨도요(*Calidris tenuirostris*), 알락꼬리마도요(*Numenius madagascariensis*), 민물도요(*Calidris alpina*) 등 조류들이 날아들 개연성이 큰 곳인 것이다. 이미 해안생태계의 영향을 받고 있는 곳으로 해양생물 자원의 거점으로서 가능성을 지니고 있는 셈이다. 이에 해양생물자원 연구 및 전시를 위해 계획된 해수 인입을 활용하여 단지 내에 기수 습지를 조성하여 해안생태계를 조성함으로써 이들 해양생물들을 적극 유치할 수도 있다.

(2) 육상생태계의 보전 및 강화

해양생물자원관 건립 대상지는 구릉형 산지와 전답을 끼고 있다. 특히 대상지 북측에 연결하고 있는 구릉형 산지(공원)는 자연 식생을 중심으로 한 육상 생태계가 잘 보전되어 있는 곳이다. 오염도 적치장과 접하고 있는 산 아래 부분은 자연스럽게 형성된 웅덩이와 물도랑이 위치하고 있어

도롱뇽(*Hynobius leechi*), 산개구리(*Rana dybowskii*), 청개구리(*Hyla japonica*), 참개구리(*Rana nigromaculata*), 잠자리(*Odonata*) 등이 서식하고 있기도 하다. 상대적으로 강한 해양생태계의 영향 속에서 구릉과 수림대 중심의 육상생태계로서의 가치가 큰 곳으로 이를 잘 보전하고 건강하게 강화시켜 나가는 방안이 요구된다.

III. 설계 개념의 구상과 발전

1. 설계개념의 설정

죽은 땅에서 살아 숨 쉬는 경관으로 *From dead land to breathing alive landscape*

국립해양생물자원관 옥외공간 설계개념은 앞서 도출한 설계과제를 효율적으로 해결하면서 이 땅과 시설에 새로운 감각과 의미를 부여하기에 적절한 것이어야 한다. 옥외공간은 단순히 건물에 부속되거나 장식하는 곳이 아니다. 맑은 햇빛과 맑은 공기로 가득한 그 곳은 인간을 포함하여 살아있는 생명체의 생명활동을 온전히 수용하고 보양해주는 생명의 장이어야 한다. 그것은 단순히 개별 생명체의 생물적 활동을 지지하는 것에 머무는 것이 아니라, 생명체간의 유기적인 관계와 건강한 만남을 촉진시키는 것이어야 한다. 인간에게 있어서 그것은 자연의 미와 가치를 인식하고 향유함으로써 창출되는 (자연)문화를, 생물들에게 있어서는 유기적인 생태망 속의 건강한 생명활동을 생산해내는 것으로 귀결될 수 있을 것이다. 특별히 땅이 오염되거나 훼손되어 생명체가 살기에 적당하지 않은 경우 조경을 통한 치유와 회복이 중요한 관건이 된다. 자연과 생명 원리에 의한 조경 특유의 처방으로 자연의 생물물리적 과정에 의한 치유라는 현실 문제를 보다 적극적으로 해결함으로써 그러한 생명체를 지지하려는 노력은 더욱 강력한 힘과 설득력을 얻게 되는 것이다. 땅의 힘이 회복되고 생명체의 활동이 살아나도록 함으로써 해양생물자원관은 지역의 거점 녹색기반시설로 자리매김할 수 있게 된다.

식 우수관리의 개념과 국내에서의 적용방안”, 『國土計劃』. 大韓國土·都市計劃學會 v.38 no.5 = no.130, pp.271-282, 2003; 성종상, 이태구, 한영해. “분산식 우수관리를 위한 침투통 개발 및 적용효과 분석”. 『한국조경학회지』. 한국지반환경공학회, v.32 no.2, pp.78-85, 2004; 현경학, “물순환 신도시 조성을 위한 Low Impact Development”, 『지반환경』. 제9권 제2호, 2008. pp.30-37; 최희선·김귀곤, “물순환형 생태도시를 위한 유역차원의 습지조성 입지선정에 관한 연구”, 『國土計劃』. 第42卷 第6號, 대한민국토·도시계획학회, 2007. pp. 233-235; 이상호, “분산식 빗물관리 기술”. 『한국수자원학회지』 41-6. 한국수자원학회. 2008. pp.18-22; 광동근, “분산형 빗물관리시스템의 이·치수 효과 및 설계방법에 대한 연구: 수원지역을 대상으로”, 서울대학교 대학원 석사학위논문. 2010 외 다수.

동시에 지역민과 방문자를 위한 각종 조경 서비스(5)를 확보, 제공하여야 하는 것은 물론이다.

2. 복합환경조절장치로서 조경공간 구상

1) 토양오염의 정화처리 기법

(1) 식생정화기법의 적용

환경오염물질을 정화하거나 저감시키는데 있어서 식물과 균, 그리고 미생물 등의 능력을 이용하는 식물상정화기법(phytoremediation)은 최근에 주목되는 환경복원 방법 가운데 하나이다.⁶⁾ 그것은 뿌리로 수분과 토양의 양분을 흡수하는 식물의 생화학적 능력과, 균이나 미생물의 분해능을 이용하여 지하수나 토양의 오염물질을 제거하는 방법이다. 흡수된 오염물질은 식물체에 있는 균과 미생물의 움직임에 의해 스스로 분해되어 처리되기도 하지만, 식물 체내에 흡수되어 농축된 경우에는 식물을 잘라 오염물질을 제거하도록 하여야 한다. 특별히 낮은 농도로 넓은 범위에 걸쳐 오염된 경우에 효과적이므로 본 대상지는 식생정화기법이 적절할 것으로 판단된다. 이를 위한 식물로는 대상지 주변에 자생하고 있는 것

중에서 정화 성능이 좋은 종을 우선적으로 선정할 필요가 있다. 정화식물은 중금속의 흡수, 안정화를 통해 오염을 정화시키기도 하지만, 다른 한편으로는 대상지에서 오염된 우수 침투를 줄여서 중금속으로 인한 지하수 오염 또는 침출수 발생을 최소화하여 2차 오염을 방지할 수도 있다.

(2) 오염토 적치장의 오염 처리기법

토양 오염도가 상대적으로 높은 오염토 적치장은 몇 가지 기법을 복합적으로 적용할 필요가 있다. 우선 구릉형으로 처리된 표토의 토양수분은 대부분 강우에 의해 공급되며 식물과 토양에 의한 증발산 이외에는 적치장 하부로 이동하면서 오염물질인 중금속도 하부로 이동시키게 된다. 따라서 오염토 적치장 내 상층면 가까이 쪽에 계획된 차집관로는 빗물 등과 함께 아래로 이동된 오염물질을 차집하기에 유리하도록 하부로 옮겨 설치하도록 한다. 또한 적치장 상부 표면은 지형 조작을 통해 구릉을 조성함으로써 표면수 유출이 원활하도록 한다. 이로써 적치장 내부로의 빗물 유입을 최소화하여 오염 부담을 경감할 수 있도록 하는 것이다. 그런 연후에 표토에는 식물상정화기법을 적용하도록 한다. 오염토 적치장에서 기대되는 식물상정화기법의 오염 제거 기작은 식물에 의한 직접흡수(phytoaccumulation)와 안정화(phytostabilization), 그리고 경우에 따라 침출수 발생억제에 의한 오염물질의 이동지연(vegetative cap) 등이다(국토해양부, 2010 : 112).

(3) 오염토 적치장을 환경교육 현장으로 활용

오염토 적치장에서 산책이나 관람 등의 단순한 옥외 활동은 특별히 문제가 되지 않는다. 따라서 지면을 구릉으로 경사처리하여 표면배수를 원활하게 하고 오염토 처리에 적합한 식재 처리한 후 관람로를 개설하여 개방시킨다. 관람로 주변으로는 오염토에 대한 간단한 정보나 처리 기법, 그리고 정화 과정 등에 대한 정보를 알려 주는 안내판 등을 설치하여 토양 오염에 대한 현장 교

- 5) 조경 서비스(landscape service)란 생태계 서비스(ecosystem service) 개념에 착안하여 연구자가 만들어본 조어이다. 생태와 문화, 과학과 예술을 넘나들면서 경관과 장소 창출을 주목적으로 하는 조경을 통해 휴식, 완상, 운동, 모임, 놀이, 건강과 치유, 전시, 학습 등등의 효용을 달성 가능한 바, 이들을 조경서비스라는 개념으로 간주할 수가 있을 것이다.
- 6) Thomas H. Russ(2000), *Redeveloping Brownfields*, McGraw Hill. p. 179; Steven Rock(2001), *Phytoremediation: Integrating art and engineering through planting*, in Nial Kirkwood ed., *Manufactured Sites*. Spon Press. pp.52-60.
- 7) 식물 뿌리와 토양 미생물의 상호작용에 따른 생물리학적 작용에 의존하는 식물상정화기법은 토양 속에서 식물 뿌리의 작용이 미치는 범위 곧, 근권(根圈, rhizosphere)이 중요한 관건이 된다. 따라서 이 기법은 주로 토양 오염이 얇게 분포한 토지에서 상대적으로 장기간 처방으로 적용하기에 적절하다. 보다 상세한 내용은 다음을 참조할 것. Thomas H. Russ(2000), 위 책. pp.178-181; Steven Rock(2001), 위 책. pp.52-60.

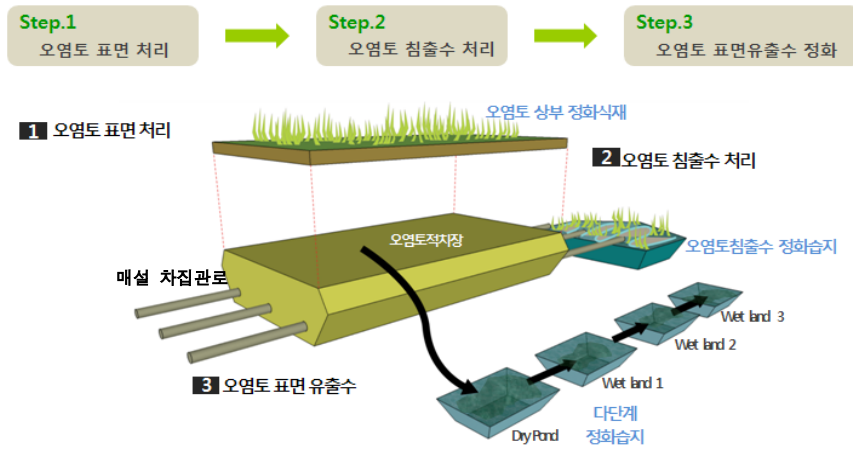


그림 5. 오염토 적치장 오염 처리 모식도.

육의 장으로 활용한다. 관람자들은 산업시대의 부산물인 토양 오염 현장을 보면서 한번 오염된 토양을 치유하기 위한 과정이 얼마나 어렵고 긴 시간의 노력이 필요한 지를 실감할 수가 있게 될 것이다. 그와 더불어 토양 및 기상 조건에 따른 수종별 생육상태나 오염 정화 효율 등을 지속적으로 모니터링하고 이를 안내판이나 자료 등으로 관람자들에게 알려줌으로써 식물에 의한 오염처리과정에 대한 이해와 관심을 유발시킬 수 있도록 한다.

2) 분산형 수처리 구상

(1) 다양한 분산형 수처리 공간을 통한 저류지 용량 대체

분산된 복수의 습지 또는 물웅덩이, 그리고 투수형 침투 물구덩이와 빗물 정원 등 홍수시 부지

표 1. 유역별 저류 용량검토.

유역계	필요 저류용량(m ³)	유역별 설계 저류용량(m ³)
유역1	816	-(유역2에 포함)
유역2	3,249	4,698
유역3	824	849
유역4	3,972	4,070
유역5	1,277	1,796
총계	10,138	< 11,413

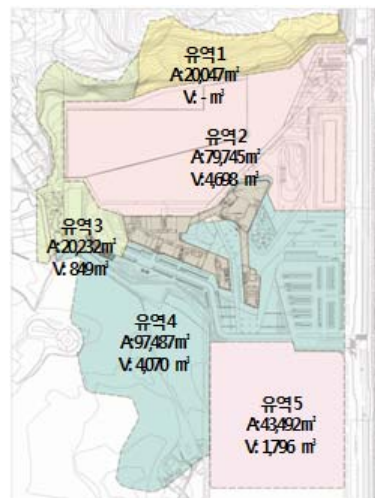


그림 6. 유역 구분도.

내 유출수를 담당하는 모든 수처리 공간들의 처리 용량 총합은 기존 단일 저류지의 용량을 초과하는 처리 능력을 갖추도록 한다. 대상지 내에 떨어지는 빗물을 한 군데로 집중시키는 대신에 최대한 각 지점에서 분산시켜 처리하도록 함으로써 홍수시 부담을 경감시키고 지표면이 갖는 건강한 자연성을 회복시킬 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 전체 대상지를 지형과 정지 레벨에 맞추어 5개의 유역으로 구분하고, 기존 저류지 용량을 각 유역별로 분산시킨다. 각 유역별 면적과 저류량은 그림 6 및 표 1과 같다. 이들 수처리 공간들

은 홍수시 안전한 수처리가 가능하도록 overflow를 통해 배수시설과 연결시킨다.

(2) 암거형 배수에서 명거형 배수 위주로

암거 위주로 계획되어 있는 기존 배수체계를 명거 위주의 배수체계로 개선한다. 해양생물자원관 부지 내 외부공간은 기본적으로 투수성 표면으로 하되 옥상이나 포장면 등 일부 불투수면의 표면 유출수는 녹지 쪽으로 유도하여 일차 저류 후 명거와 암거를 통해 배수시키도록 한다. 특히 주변 오염토로 인해 오염물질이 함유될 수밖에 없는 초기 빗물은 다단계 습지와 빗물 정원을 통해 정화과정을 거친 후 배출된다. 잔디 수로와 침투 구덩이, 그리고 빗물 정원 등의 명거형 배수 시설을 통해 빗물을 일차 처리한 후 집수구를 통해 대상지 전면 도로를 따라 설치될 관로로 통해 솔리천 등으로 배수되도록 한다.

(3) 다단계 습지에 의한 생태능 향상

해안 구릉형 산지에 연결하고 있는 대상지의 지형과 레벨에 따라 구분된 유역별 배수 체계 속에 일련의 습지들을 배치한다. 각기 다른 크기와 모양, 수심 그리고 저면 조건으로 조성된 이들 습

지들은 강우시 표면 유출수를 침투, 저류시키면서 단지 밖으로 배출시킨다. 그 과정에 토사와 오염물질, 그리고 분진을 침전시키거나 흡착시켜서 토양과 물을 정화시킨다. 습지 이외에도 땅의 여건에 맞추어 잔디수로, 실개천, 물웅덩이, 침투구덩이, 습초지 등을 기존 저류지 용량 이상을 저류할 수 있는 규모로 각 유역별로 배치한다. 이들 다양한 수 처리 공간들은 단순한 홍수시 저류 기능뿐만 아니라 앞에서 말한 다목적 환경 조절 기능을 수행하게 된다.

3) 해양생물자원관의 옥외공간으로서 전시연출

(1) 기수역 조성에 의한 해양생물종 유치 및 전시

해양생물자원관으로 인입하기 위한 해수 인입관을 통해 유입한 해수와 대상지 내에서 유출되는 담수를 활용하여 기수 습지를 조성한다. 인근에서 발견되는 기수역의 환경조건을 조사, 분석하여 실제 상황과 흡사하게 재구성할 수 있다. 새섬매자기(*Schipus planiculmis*), 갯잔디(*Zoysia sinica*), 갯메꽃(*Calystegia soldanella*), 갯씀바귀(*Lxeris repens*), 갈대(*Phragmites communis*), 기타 사초류 등과 해당화(*Rosa rugosa*), 곰솔(*Pinus*

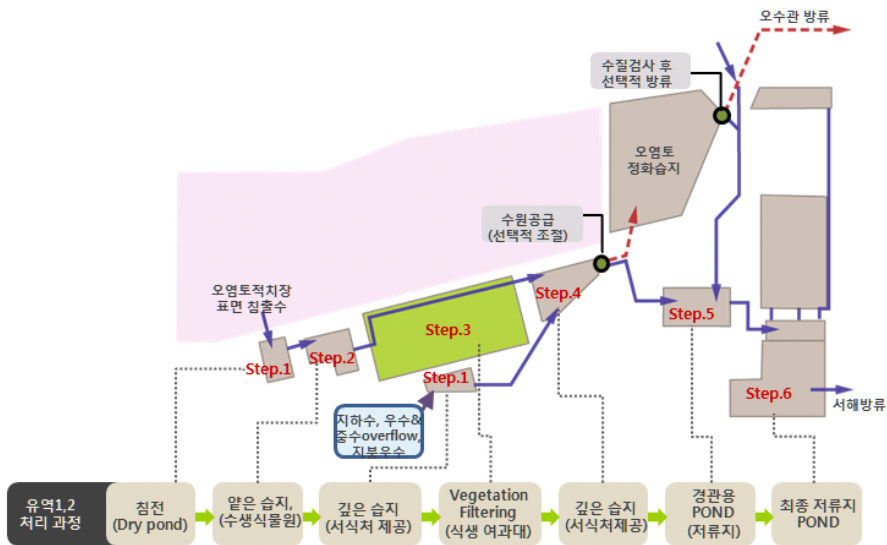


그림 7. 다단계 습지에 의한 수처리 과정 모식도.

thunbergii) 등 인근지역에서 발견되는 식물들을 기수역의 조건에 맞추어 도입하고 칠게(*Macrophthalmus japonicus*), 흰발농게(*Uca lactea*), 갯지렁이(*Marphysa sanguinea*), 민챙이(*Bullacta exarata*) 등의 해양생물들이 서식할 수 있도록 유도한다. 다만 이들 생태 서식처의 조성은 생태적 조건에 대한 면밀한 분석을 전제로 하여 조성하되 조성 후 일정기간 모니터링을 통해 보완해나갈 필요가 있다.

다. 기수역 습지에 통합된 해안경관을 함축적으로 조성하여 관람객들이 그 속에 몰입될 수 있도록 함으로써 해안생물환경에 대한 이해를 용이하게 하고 체험의 깊이를 더 할 수 있도록 하는 것이다. 경관 요소들은 재현 경관의 전형이 되면서 동시에 경관 구성의 패턴과 소재로 활용한다. 모래사장이나 골, 사구, 빨과 갯골 등으로 해양 환경에 가깝게 조성함으로써 다양한 종류의 해양생물종들이 자연스럽게 서식할 수 있도록 유도한다.

(2) 해안 경관 요소의 재구성에 의한 해안 경관 연출

기수습지 주변은 서해안, 대상지 인근에서 찾은 경관요소를 차용하여 해안경관으로 재구성한

IV. 계획 및 설계

1. 종합계획



그림 8. 종합계획도.



그림 9. 오염토 적치장 상부 계획.

2. 부문별 계획 및 설계

1) 오염토 적치장 상부

평지 형태로 넓은 면적을 차지하고 있는 오염토 상부는 지형조작을 통해 표면 배수를 원활히 할 수 있도록 하고 주 오염원인 비소 축적이 가능한 벨트 그라스(*Agrostis palustris*) 또는 중금속 처리 효능이 있는 유채(*Brassica campestris subsp.*), 해바라기(*Helianthus annuus*), 코스모스(*Cosmos bipinnatus*) 등으로 초지 경관을 조성한다. 북측 산과의 경계부에 있는 물 도랑의 생태 서식환경

을 보존하고 대상지와의 생태적 연계성을 강화하도록 한다. 특히 물웅덩이에서 발견된 한국산개구리(*Rana coreana*) 서식처를 자원관 내 새로 조성하는 습지로 확장시킬 수 있도록 도랑형의 생태통로를 마련한다. 이 생태도랑은 개구리 등의 이동통로가 되면서 표면 유출수의 배수 도랑 기능도 함께 수행하도록 계획한다.

2) 잔디 수로와 빗물정원

주차장, 보차도 등 포장면에서 유출되는 우수

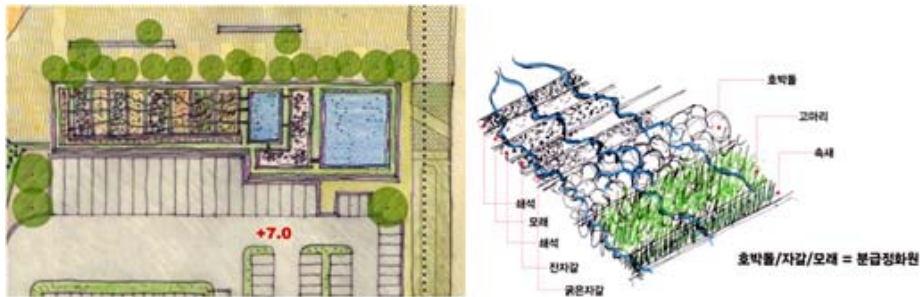


그림 10. 빗물정원과 그 일부로서 분급정화원.



그림 11. 잔디수로 + 빗물정원 복합체계 개념도.

는 여러 종류의 오염물질을 함유하고 있으므로 다양한 유형의 정화 처리가 필요하다. 이를 위해 다양한 식생, 모래, 쇄석, 자갈, 호박돌 등을 활용하여 생물물리화학적 작용을 통한 정화 기능을 발휘할 수 있는 빗물정원을 조성한다. 빗물정원에서 정화된 물은 잔디 수로에서 한 번 더 처리되며(vegetation filtering) 이 잔디 수로는 창포, 붓꽃, 갯버들 등을 식재하여 자연스러운 경관을 연출하도록 한다.

3) 오염토 적치장 침출수 정화습지

오염토 적치장으로부터 나오는 침출수는 농도가 비교적 높으므로 외부 처리장으로 배출하기 전에 대상지 내에서 일차 처리하여 내보내도록 한다. 유입된 침출수는 200여 미터에 이르는 긴 수로형 습지를 따라 천천히 흐른 후 넓은 저류형 습지에 도달하게 된다. 기본적으로 습지식물과 자갈, 모래, 진흙 등 자연 소재만으로 처리하되 유로를 최대한 길게 하여 장시간에 걸친 정화작용을 유도한다. 도랑의 둔덕에는 양버들(*Populus*

nigra), 갯버들(*Salix gracilistyla*) 등의 수목을, 고랑에는 부들(*Typha orientalis*), 갈대(*Phragmites communis*), 매자기(*Scirpus fluviatilis*) 등을 각각 식재하여 습지의 기능을 보완하면서 생태적인 환경을 연출하도록 한다. 정화를 주목적으로 하는 습지로서 일정 시간이 경과한 후에는 자연스러운 습지생태를 유지함으로써 각종 곤충이나 조류 등의 서식처로서의 역할도 수행할 수 있게 된다.

4) 다기능 초지 열린터와 데크

잔디 또는 야생초화류로 처리되는 열린터는 생태와 심미, 그리고 재해에 대응하는 다목적 공간이다. 평상시에는 지역의 자생 초화류에 의한 야생초지경관 속에서 바람과 햇빛을 마음껏 취할 수 있는 곳이며, 특정시점에는 크고 작은 행사와 모임 등을 위한 이벤트 장소로 사용할 수 있다. 가운데 부분이 완만하게 낮추어져 있어서 홍수시에는 빗물을 일시 저류하고 침투시키는 기능도 담당할 수 있다. 전시동과 연구동에서 쉽게 접근할 수 있으며, 특히 전시동으로부터는 데크형 광장을 조성하여 관람객들을 자연스럽게 열린터로 유도하도록 한다. 원래 있었던 작은 봉우리 발파로 나온 석재로 조형마운드와 암석 경관을 연출한다.



그림 12. 오염토적치장 침출수 정화습지.

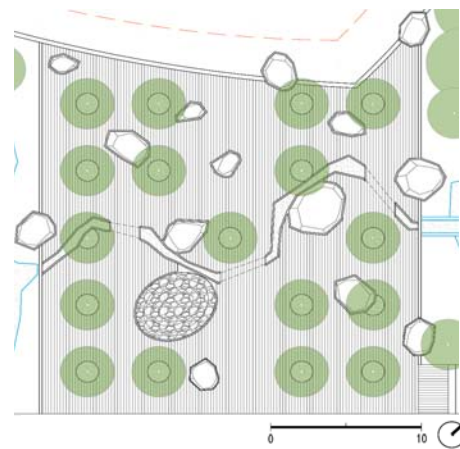


그림 13. 열린터로 유도하는 데크광장.

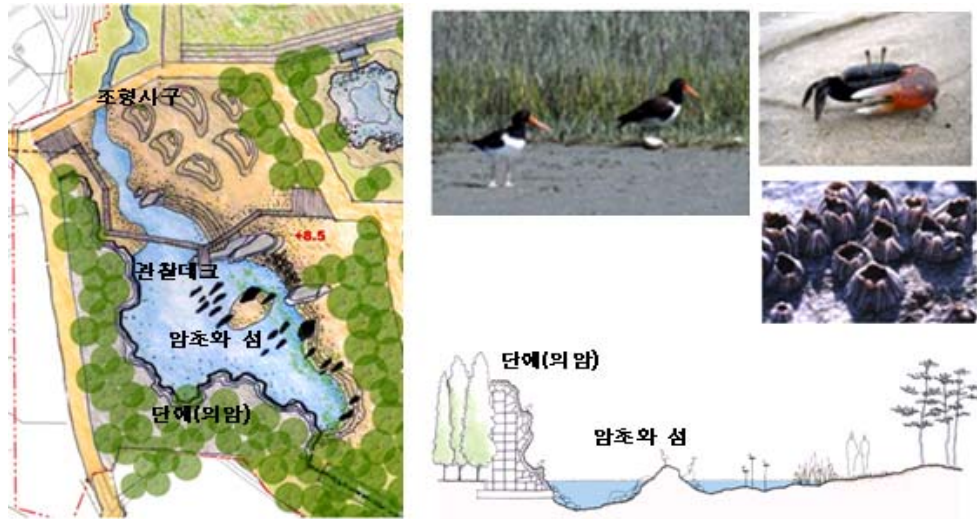


그림 14. 기수습지.

5) 기수습지

해양생물자원관의 연구 및 전시를 위해 인입 하도록 계획되어 있는 해수와 대상지 내에서 유출되는 빗물 등을 한데 모아 기수습지를 조성한다. 이곳은 해양생물자원관을 찾은 관람객들을 서측의 송림 및 해수욕장으로 유도시켜주는 한편, 바다로부터 대상지 내로 다양한 해양생물들이 유입되도록 하는 매개 역할도 수행한다. 따라서 생물 활동공간과는 상충되지 않도록 하는 범위 내에서 관람을 위한 통로와 관찰 데크 등을 설치한다. 그와 함께 인근 해안에서 찾아 낸 사구, 사장, 갯골, 암초, 단애 등 해안 지형요소들을 해안 식생과 함께 적절히 조합하여 해안경관으로 연출한다. 또한 해수 인입을 조수간만의 패턴과 연동시킴으로써 보다 생동감 있는 해안경관이 연출될 수 있도록 한다.

6) 환경예술정원

지역 농산물 유통 및 문화활동의 장인 장항 열린장터 옆에 위치하고 있는 환경예술정원은 훼손되고 오염된 자연을 회복시키고 치유하는 장으로 도입된 곳이다. 이곳에서는 지역 예술가들의 주도로 회복과 치유를 주제로 한 예술이 생산되고

전시된다. 지역 현장에서 주민과 함께 한다는 점에서 기성의 예술과 다른, 새로운 형식의 환경예술 실험과 실천의 장이 될 것이다. 오염된 토양에서 생태의 소중함을 실감하면서 예술을 통해 그 치유 과정에 동참하고자 하는 의미를 함께 나누는 장이다. 치유에의 처방이 존중과 배려, 그리고 공생과 상호작용에서 찾아야 하는 것임을 확인하고 공감하게 된다.

7) 수경연못

대상지 내 전 구역에서 흘러내린 빗물은 최종적으로 전면도로에서 해양생물자원관으로 진입하는 주접근로 우측에 조성된 연못으로 모이게 된다. 이곳은 원래 토목계획에서 재해영향평가로 잡았던 저류지와 동일한 기능을 하면서 자원관 전면의 경관연출 및 휴계를 위한 수경요소가 된다. 물놀이장으로부터 유입되는 입수부에 물 소리와 흐름을 가시화할 수 있는 감각적 장치를 도입하여 전체 대상지가 물을 통해 기능적으로 연결되어 있음을 암시적으로 알린다. 입수부에 마련된 휴게용 데크는 그와 같은 물의 감각적 연출을 감지하기 유리한 장치이다. 수중 암석원은 대상지에 원래 있었던 작은 언덕을 발파하면서 나

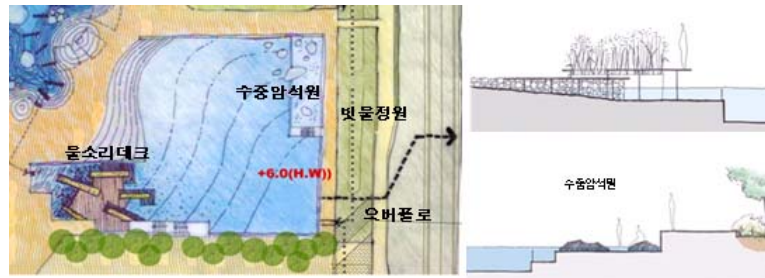


그림 15. 수경연못(저류지).

은 암석을 재활용한 것이다.

V. 마무리

생태 조경은 땅이 지닌 한계와 가능성을 이해하고 그것을 발전적으로 극복하는 방안을 제시함으로써 그 타당성을 획득하게 된다. 그에 더해서 유지관리 및 환경의 질적 향상을 위한 전략과의 긴밀한 연계성을 확보함으로써 생태 설계는 지속 가능 시대에 건강한 환경 창출에 능동적으로 기여할 수 있게 된다. 이 글은 환경 시대에 조경이 추구해야 할 지향의 하나로서 생태적 원리와 기법을 통해 조경공간을 작동가능한 복합환경조절장치로 조성하려는 시도의 일환으로 구상되었다. 현재 충남 장항에 신축 중인 국립해양생물자원관을 그 구체적인 대상지로 하여 옥외공간에 적용하여 본 설계안을 정리한 것이다. 앞서 재해영향 평가에 의해 제시된, 단일 기능의 대규모 토목적 시설로서 저류지를 다단계 습지와 빗물 정원, 다목적 초지 등으로 분산된 수 처리 체계로 변경시킴으로써 홍수 저감이라는 본래 기능은 그대로 유지하면서 토사유실 방지, 오염물질 처리, 지하수 함양 증대, 공중 습도 및 온도 조절, 생물 비오름 조성, 자연학습의 장 제공, 수경관의 연출 등 다양한 효과를 발휘할 수 있도록 하고자 하였다. 아울러 식물과 모래, 자갈 등의 자연소재를 통해 오염된 토양을 점진적으로 정화시켜 나가는 식물상정화공법을 적용하였다. 조경을 통해 오염과 홍수 등 환경 위해요소를 저감시키면서 외부환경

본연의 자연적 건강성을 회복시켜 주는, ‘살아있는 기계’로서 작동하도록 한 것이다. 식물과 자연소재의 생물물리화학적 과정을 작동 원리로 하는 그것은 주변의 자연환경 및 환경기반시설과 유기적으로 통합되면서 작동하는 복합적 환경조절장치로서, 이른바 녹색기반시설로서의 의미와 효용성을 확장시켜 나갈 수 있게 될 것이다. 이런 점이야말로 자연 과정에 순응하면서 환경 친화적 순기능을 수행하는 조경 본연의 진면목이라 할 수가 있을 것이다.

조성된 조경공간에 대한 생태 모니터링과 연구를 통해 생태적 설계를 위한 지식이 확보될 수 있을 것(Galatowitsch, 1998 : 102)이라는 점을 감안하면, 이후 실시설계와 시공 단계는 물론 관리 운영 단계에까지 본 연구의 주요 개념과 기법에 대한 일관성 유지 및 지속적인 관찰이 요구된다.

인 용 문 헌

곽동근. 2010. “분산형 빗물관리시스템의 이·치수 효과 및 설계방법에 대한 연구 : 수원지역을 대상으로”, 서울대학교 대학원 석사학위논문.

국토해양부. 2010. 『국립해양생물자원관 오염토적치장의 친환경 정화 및 옥외공간 조성방안 수립』.

성종상 · 이태구 · 한영해. 2004. “분산식 우수관리를 위한 침투통 개발 및 적용효과 분석”. 『한국조경학회지』. v.32 no.2, pp.78-85.

- 이상호. 2008. “분산식 빗물관리 기술”. 『한국수자원학회지』 41-6. 한국수자원학회. pp.18-22.
- 이태구·한영해·박철민. 2002. “친환경적 우수관리를 위한 지구단위계획에의 적용방안 연구”. 『國土計劃』. 大韓國土·都市計劃學會 v.37 no.2 = no.120, pp.105-116.
- 이태구·한영해. 2003. “분산식 우수관리의 개념과 국내에서의 적용방안”, 『國土計劃』. 大韓國土·都市計劃學會 v.38 no.5 = no.130, pp.271-282.
- 최희선·김귀곤. 2007. “물순환형 생태도시를 위한 유역차원의 습지조성 입지선정에 관한 연구”, 『國土計劃』. 第42卷 第6號, 대한민국토·도시계획학회, pp.233-235.
- 해양수산부. 2007. 국립해양생물자원관건립 기본계획(안) 연구보고서.
- 환경관리공단. 한국광해관리공단. 2010. 구 장항제련소 주변지역 토양정밀조사 보고서.
- 현경학. “물순환 신도시 조성을 위한 Low Impact Development”, 『지반환경』. 제9권 제2호, 2008. pp.30-37.
- Benedict, Mark A. and McMahon, Edward T., 2002. “Green Infrastructure : Smart Conservation for the 21st Century”, *Renewable Resource Journal* 2002 Autumn : 12-17.
- Belanger, Pierre, 2009. “Landscape as Infrastructure”, *Landscape Journal*, 28 : 1-0. pp.79-95.
- Galatowitsh, S.M.. 1998. “Ecological Design for Environmental Problem Solving”, *Landscape Journal*. 17(2) : 99-104.
- Greenhalgh, L. and Worpole, K.. 1995. *Park Life : Urban Parks and Social Renewal. A report by Comedia in Association with Demos, Da Costa*, London. Gloucester, UK : Comedia.
- Meyboom, Annalisa. 2009. “Infrastructure as Practice,” *Journal of Architectural Education*. pp.72-81.
- Rock, Steven. 2001. Phytoremediation : Integrating art and engineering through planting, in Nial Kirkwood ed., *Manufactured Sites*. Spon Press.
- Russ, Thomas H. 2000, *Redeveloping Brownfields*, McGraw Hill.
- Spirn, Ann W. 2003. “The Authority of Nature : Conflict, Confusion and Renewal in Design, Planning, and Ecology”, in Johnson, Bart R., and Hill, Kristina eds., *Ecology and Design : Frameworks for Learning*, Island Press.
- Wise, Steve. 2008. “Green Infrastructure Rising : Best practices in storm water management”, *Planning*. August/September. pp.12-19.