

자유수면형 인공습지 환경·생태공원 설계
-생태적 수질정화바이오토프 공원의 구조설계를 중심으로-

변 우 일

LEED 환경연구원 원장/상명대학교 일반대학원 겸임교수

A Study on Constructed Wetland Ecological Park Design
with Multiple-cell FWS Layout

- focus on Structural Design of Sustainable Structured wetland Biotope(SSB) Park -

Byeon, Wooil

President, Institute of Landscape Ecology and Environmental Design/Adjunct Professor, Sangmyung University.

ABSTRACT

The purpose of this study is to make a design guideline in designing constructed wetland which can treat water quality both of point and nonpoint source water pollution. It focuses on structural aspects of two case studies of constructed wetland applying SSB(Sustainable Structured wetland Biotope) system in Korea.

The constructed wetland of Lake Ju-am which was constructed in 2002 by Environmental Management Corporation, was designed by applying SSB system. It shows higher removal efficiency than expected - 56% of BOD removal efficiency, 60% of T-N removal, and 76% of T-P removal efficiency. In two cases, total wetland areal extents were calculated referred to treatment efficiency. The system is consist of micro-cell structures : inflow channel, forebay, multiple wetland cells and micro-pool. When designing constructed wetland appropriate in local area, the total organic system of vertical and horizontal structure : geology, hydrology, land use, and ecological surroundings of the sites should be considered totally.

Key Words : Constructed wetland, Point and nonpoint source, Removal efficiency, Ecological water purification.

Corresponding author : Byeon, Wooil, President, Institute of Landscape Ecology and Environmental Design/Adjunct Professor, Sangmyung University,
Tel : +82-31-704-4756, E-mail : bwi@leed.co.kr

Received : 29 August, 2006. **Accepted** : 14 October, 2006.

I. 서 론

토지이용의 고도화와 도시화로 불투수층면적이 확대되고 이로 인한 비점오염원의 증가는 수질악화의 주원인이 되고 있다. 비점오염원은 생활하수나 산업폐수와 같은 점오염원과 달리 도시, 농경지, 산림, 도로, 초지, 하천 주변 및 건설지역 등지에서 광역적으로 분포하는 오염원으로 인근 하천과 호수로 흘러들어 부영양화를 유발하는 주요 원인이 되고 있다(환경관리공단, 2004). 최근 환경부는 1989년부터 1996년까지 총 6차례의 물관련 종합대책에도 불구하고 수질이 개선되지 않자 대책의 근본적인 시각에 문제가 있다고 판단하고 발상의 전환을 시도하여 수질, 생태계, 수자원관리 및 지역민들의 참여를 유도하고 사전오염예방대책 위주의 수질정책으로 전환하고 있다(환경부, 2004).

최근의 환경이슈에 민감한 환경계획·설계자가 우리여건에 맞는 점·비점오염원 처리를 위한 인공습지를 성공적으로 설계할 수 있기 위해서는 지역성을 고려한 생태공학적인 연구와 수리·수문, 수질처리 등과 같은 환경공학적인 이해, 그리고 이를 실제로 조성하고 모니터링 할 수 있는 선진공법이나 실무기술이 축적되어야 한다. 이와 같은 측면에서 우리나라 풍토에 맞는 인공습지 공법인 생태적수질정화바이오톱(SSB: Sustainable Structured wetland Biotope)시스템이 개발되었다. 본 시스템을 환경설계를 통해 적용한 결과, 현재까지 성공적인 수질정화 효과와 생태복원 효과 및 친수공원의 이용성을 도모할 수 있었다.

본 연구의 목적은 생태공학과 환경공학적인 이론을 바탕으로 자유수면형 인공습지 환경·생태공원 설계를 위해 국내 여건에 맞게 개발된 생태적수질정화바이오톱(SSB)시스템이 적용된 2가지 설계사례에서 구조적 측면을 중심으로 시스템 설계의 관련요소들을 분석하는 것이다. 이는 환경계획·설계자가 인공습지 설계 시에 기준을 세우는데 기초가 될 것이다.

II. 선행연구 고찰

자연 생태계의 힘을 이용하여 수질을 정화하는 인공습지(constructed wetland)는 강우유출수 및 하천수에 함유되어 있는 영양염류를 제거하여 부영양화를 최소화할 수 있는 수질정화시설인 동시에 생물의 먹이공급원, 서식처, 생태학습공간 등 생태공원으로서의 역할을 할 수 있어서 지역민들에게도 많은 호응을 받고 있다(환경관리공단, 2003, 2005). 해외의 경우 인공습지 조성에 관해 비교적 많은 조성사례가 있으나 강우에 의한 비점오염원 처리에는 비교적 경험이 적고(Mitsch and Gosselink, 1993; Jing et al., 2001), 국내의 경우 농경유역과 하천유역의 비점오염원 수질정화를 위한 조성사례는 실험적인 단계라고 할 수 있다. Hammer(1993)는 습지를 자연습지, 복원습지, 조성습지(created wetland), 인공습지(constructed wetland) 등 4가지로 구분하였다. 이 중에서 오염물질을 처리하는데 주로 이용되는 습지시스템은 자연습지와 인공습지이며, 인공습지는 자유수면형(SF 또는 FWS)습지와 지하흐름형(SSF) 습지로 크게 구분된다. 자유수면형과 지하흐름형 인공습지는 자연습지의 처리시스템을 모방하나 자연습지와 달리 거의 모든 장소에서 조성이 가능하다(Kadlec and Knight, 1996; US EPA, 1999a).

대상지의 생태경관을 중심으로 환경·생태공원을 조성한 사례는 2001년말 환경부의 최초 점·비점오염원처리 실험사례인 주암호 인공습지 Bio-Park 조성 프로젝트를 비롯하여 최근 대청호 상류 회인천 주변 인공습지 환경공원 기본 및 실시설계(한국수자원공사, 2004)와 현재에 이르기까지 하천, 댐 상류 저수지, 간척지 등에 도입 것 등이다. 특히, 최근에는 도시 환경의 쾌적성 향상을 위해 단지나 택지개발 등의 도시환경설계에도 적용되어 왔다).

1) 도시의 택지개발지역의 환경설계를 위한 다양한 적

III. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

자유수면형 인공습지 환경·생태공원의 구조 연구를 위해 선정한 첫 번째 연구대상지는 전남 주암호 인공습지 생태공원이다. 주암호 인공습지 생태공원은 국내 최초로 환경부에서 발주한 인공습지를 통한 점·비점오염원 수질정화 사례로서 생태적수질정화바이오톱시스템을 적용하여 평상시 유지용수 및 점오염원으로 하수처리수를 처리하고, 강우시는 농경유역의 비점오염원을 정화한다. 그림 1과 같이 전남 보성군 복내면 복내리 128-1 유지 등 주암호유역 일원으로 점오염원 및 비점오염원에 의한 주암호 수질악화가 심각하다. 유역의 대부분이 산림과 농업지역으로 구성되어 있으며 인근에는 복내면 소재지와 복내 초등학교, 복내 하수처리장이 위치하고 있다.

두 번째 연구대상지는 충북 보은군 회북면 신대리 회인천 하류 대청호 저수구역 일원이다. 현재 유역내 발생하는 초기강우시 비점오염원과 향후 주거지 등에서 발생하게 될 하수처리를 위한 하수처리장 조성시 점오염원의 처리를 위해 설계된 인공습지이다. 경관자원과 생태자원을 활용하는 측면에서 그림 2와 같이 현황분석을 실시하였다.

2. 연구의 방법

본 연구는 우리 여건에 맞는 점·비점오염원 처리를 위한 인공습지를 성공적으로 설계하기 위해 필요한 구조적 기준을 살펴보기 위한 연구이므로 우리나라 풍토에 맞게 개발된 생태적수질정화바이오톱(SSB : Sustainable Structured wetland Biotope)시스템이 적용된 국내 인공습지 설계 사례지를 대상으로 대표적 설계요소인 적정 면적산정, 수직적 구조, 평면적 구조를 분석하였다, 또한, 생태적수질정화바이오톱 시스템이 적용된 인공

용사례에 관해서는 “변우일, 2006. 저류지 생태공원 설계모형개발에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술 학회 9(3) pp.1-16.” 논문 등을 참고 바람.



그림 1. 주암호 인공습지 대상지 주변현황.

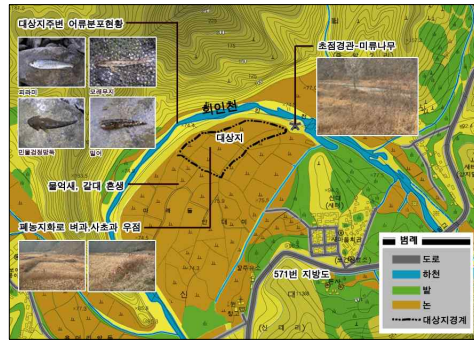


그림 2. 회인천 인공습지 경관 및 생태자원 주변현황.

습지의 수질처리효율 결과를 분석함으로써 생태적수질정화바이오톱 시스템의 구조적 설계기준에 대한 효과를 검증하였다.

본 연구는 인공습지 생태공원 설계 방법론에 해당되는 연구로써, 생태공학과 환경공학을 접목하는 합리적 접근방법과 계획디자인 과정에서 대상지의 장소성을 직감적으로 읽는 예술적인 속성을 통합적으로 반영한 환경설계의 사유(변우일, 1997)적 배경을 계획의 바탕에 깔고 있다. 연구과정에서 보여 지는 설계 방법론은 경관드로잉(변우일, 1999)을 통해 제시하였음을 밝힌다.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. 설계에 적용된 시스템의 특성

본 연구 대상지에 적용된 생태적수질정화바이오톱(SSB : Sustainable Structured wetland Biotop) 시스템은 다단계셀을 도입한 오염원 처리를 위한 인공습지 시스템으로서 국내 처음으로 환경부

점·비점오염원 수질정화 인공습지에 적용된 주암호 인공습지 생태공원(Bio-Park)과 지천수량 전체의 수질정화를 위해 경안천 고수부지에 적용되어 하천수질향상에 기여한 시스템 공법이다. 본 시스템은 기존에 조성된 인공습지와는 달리 대상지의 경관 생태적 특성을 고려하고 평면구조, 처리유량, 목표처리농도, 용량 및 유속, 수리학적 체류시간, 수리학적 부하율, 배치 및 형태, 길이/넓이비(AR), 배수 및 수위, 식재밀도, 토양 등을 종합적으로 고려하여 좁은 토지를 효과적으로 이용하면서 수질정화기능을 향상시키도록 설계되었다. 또한 생태적수질정화비오톱 시스템을 도입하여 수질정화뿐만 아니라 생물서식기능, 경관향상기능을 수행하고 생태환경체험공간 등으로 동시에 활용할 수 있어 도시지역에서도 환경을 개성하고 토지를 효율적으로 이용할 수 있다.

생태적수질정화비오톱의 구성은 크게 침강저류지(forebay)와 수생식물습지/ 연못(wetland/ pond), 침전지(micropool) 등 세 개의 영역으로 나뉜다. 기본적인 수처리방식은 침강저류지에서 1차적으로 고형물질을 침전시키고 유속을 저하시켜 수생식물 습지로 유입시킨 후 수생식물에 의한 자연형 수질정화 기작을 거친 다음, 산소 재부유·부유물질 제거 등의 기능을 하는 침전지를 통과하여 방류되는 구조를 통해 이루어진다. 따라서 본 연구는 이러한 메카니즘을 토대로 시스템 설계자가 가장 중요시해야 하는 수처리효율과 관련된 면적을 산정하고 이와 관련된 수직적 구조와 수평적 구조의 설계방안에 연구의 초점을 맞추고자 한다.

2. 점·비점오염원 처리를 위한 면적산정

평상시, 또는 비강우시 목표처리효율을 달성하기 위한 습지면적은 다음과 같이 산정되었다.

주암호 인공습지의 경우 Kadlec and Knight (1996)가 북미에서 운영중인 20개 인공습지를 대상으로 도출한 평상시 습지의 면적과 처리효율의 상관관계식을 참고하여 목표처리효율을 달성하

기 위한 최소 습지면적을 산정하였다. 그 결과 모두 1ha(10,000m²)이하의 값을 나타내었는데, 습지에 필요한 여울, 웨어, 데크 등 시설 설치면적을 고려하여 습지면적은 13,660m²로 결정되었다.

회인천 인공습지의 경우, 하수처리수의 목표효율을 BOD 기준 50%로 가정하고 습지면적을 계산한 결과 하수처리장의 하루유출량을 250m³/day로 정할 경우 필요 습지면적이 4,877m²로 산정되었다. 따라서 습지면적 5,015m²와 기타시설면적을 포함한 17,890m²는 목표처리효율을 달성할 수 있는 습지면적으로 판단된다. 이 밖에 습지면적 산정에 습지내 체류시간, 수리학적부하율(HRT), 처리유량 및 습지내 용량 및 유속 등을 고려하였다.

3. 수직적 구조

일반적인 습지에서 수생식물에 의한 직접적인 영양물질의 제거율은 5% 이내로(Hammer, 1993), 미생물과 토양에 의한 영양물질 제거율에 비해 그 효과가 미미하다. 따라서 미생물과 토양에 의한 영양물질 제거가 효과적으로 이루어질 수 있도록 습지의 배치와 구조를 고려해야 한다. 미국 EPA 기준에서 제시하고 있는 자유수면형 습지의 수직적 구조(US EPA, 1999a)를 참고하여 국내환경에 맞는 수직적 구조를 연구, 설계하였다(그림 3 참조). 국내여건에 맞게 적용하여 개발된 생태적수질정화비오톱시스템의 구조 시스템은 연못-습지형(pond/wetland system)으로 조성하여 처리유량을 늘리고 생태공원으로서의 토지이용 효율도 높였다. 즉, 자유수면형 인공습지 중 연못-습지형 시스템을 통해 대상지의 경사특성을 고려하여 토지이용효율을 높이고 주변 농촌경관과 조화를 이루며 야생동물의 서식처, 동식물관찰, 주민의 휴식공간 등 다양한 기능을 수행할 수 있도록 하였다.

생태적수질정화비오톱 시스템이 적용된 주암호 인공습지의 경우, 유입수로와 침강저류지를 거친 후 3단계의 습지셀(multiple cells)을 거쳐

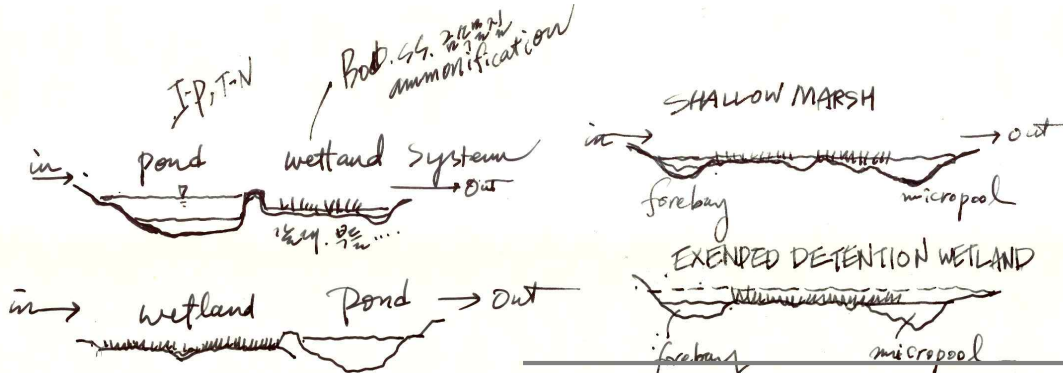


그림 3. 자유수면형 습지의 단위셀 단면구조 study sketch(변우일, 2005).

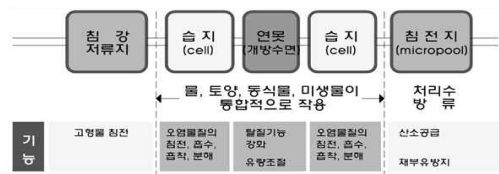


그림 4. 생태적수질정화 바이오톱의 다단계 셀의 구조와 기능.

표 1. 생태적수질정화바이오톱 시스템이 적용된 회인천 인공습지 수생식물 처리시설의 면적 및 용량.

처리시설명	면적(m ²)	평균수심(m)	용량(m ³)
침강저류지	935	1.2	1,122
1차정화습지	600	0.2	120
연못	90	0.6	54
1차정화습지	670	0.2	134
연못	155	0.6	93
2차정화습지	815	0.2	163
연못	160	0.6	96
3차정화습지	1,245	0.2	249
마이크로풀	345	1.0	345
총합계	5,015		2,376

침전지(micropool)를 통해 복내천으로 방류되는 구조로 계획하였다(그림 4 참조).

습지의 유하거리가 긴 구간에 대해서는 일정

거리마다 유량조절조와 연못(pond)을 설치하여 균등한 물흐름이 이루어질 수 있게 하였다. 도로 및 시가지에서 발생하는 농도가 높은 소량의 초기 유출수는 여재에 의한 별도의 소형 전처리 시설에서 처리하도록 하였다. 또한, 홍수시를 대비하여 평상시 수심을 기준으로 1.0m의 여유고(freeboard)를 가지도록 하였다.

생태적수질정화바이오톱 시스템이 적용된 회인천 인공습지의 경우, 침강저류지와 정화습지·연못으로 구성된 셀을 거쳐 마이크로풀을 거치는 구조를 도입하였으며 이는 자유수면형 습지의 구조를 만족시킨다. 강우시 총 처리계획용량을 체류시간인 19시간으로 고려하여 시설별 면적과 수심, 용량을 산정하였고, 그 결과는 표 1과 같다.

4. 수평적 구조

구조적인 측면에서 개방수면은 식생이 밀생해 있는 얇은 습지와 교대로 배치하는 것이 바람직하다(Knight, 1993). 자유수면형 습지의 수평적 구조는 하나의 단일습지로 구성되는 것보다 여러 개의 셀로 구분하여 배치하는 것이 수처리에 있어서 효율적이므로(US EPA, 1999b) 생태적수질정화바이오톱시스템에서는 인공습지의 셀수와 구조를 참고하여 3개 이상의 다단계셀로 나누어 연속적으로 배치하는 함으로써 처리효율을 높였다(그림 5 참조).

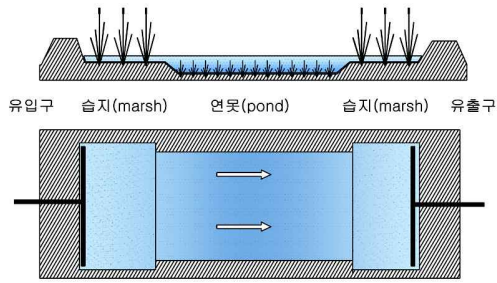


그림 5. 다단계셀의 단위셀 평면.

그림 6은 주암호 인공습지 준공직후에 찍은 항공사진으로서 생태적수질정화비오톱시스템을 적용하여 다단계 셀로 흐르는 수평적 구조와 물의 흐름을 도와주는 좁은 골, 둑 등의 레이아웃을 볼 수 있다. 그림 7, 8는 생태적수질정화비오톱 시스템



그림 6. 항공촬영한 주암호 인공습지 준공 직후의 모습.

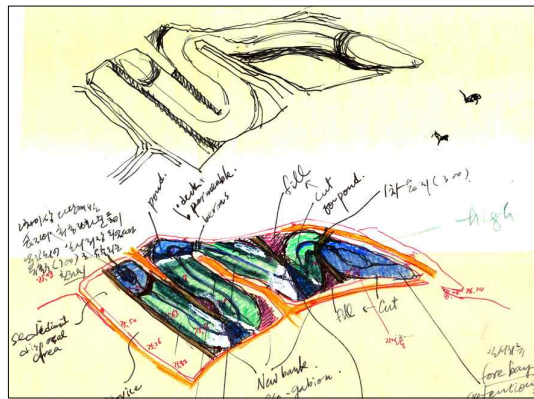


그림 7. 회인천 인공습지 1,2,3차 대안조성 과정(변우일, 2004).

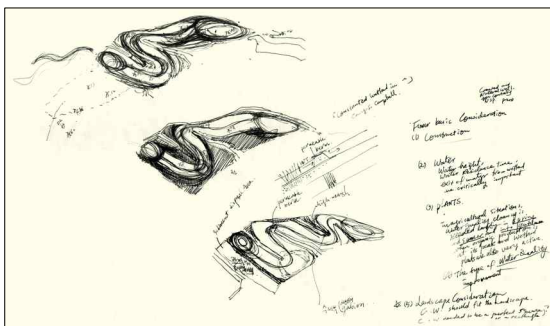


그림 8. 생태적수질정화비오톱시스템을 적용하여 설계한 회 인천 인공습지 최종안 도출과정(변우일, 2004).

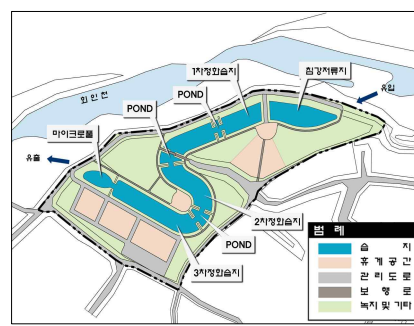


그림 9. 회인천 인공습지 수평적구조.

템을 적용한 회인천 인공습지 대안도출과정이고 그림 9는 3차 다단계 셀로 배치한 수평적 구조의 최종계획안이다.

처리효율의 관점에서 습지의 형태와 직접적으로 관련이 있는 설계기준은 길이/넓이비(aspect ratio, AR)이다. AR값이 클수록 짧은 순환(short circuiting)을 최소화하고 자연유하에 가깝게 흐를 수 있다(US EPA, 1999b). 국내대상지 지형에 맞게 개발된 생태적수질정화비오톱 시스템을 적용한 주암호 인공습지의 경우 AR값은 기존의 지형을 활용하여 24로 하였다.

습지의 배치 및 형태를 결정하기 위해 대상지의 지형, 수리·수문, 토지이용, 주변지역의 생태적 관계를 종합적으로 분석하였다. 특히, 대상지

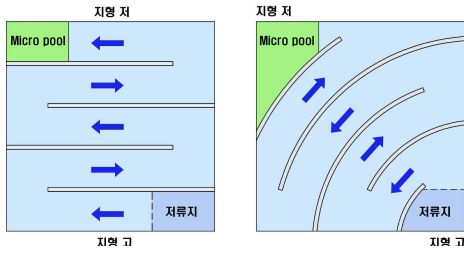


그림 10. 습지형태 개념.



그림 11. 주암호 인공습지에 적용한 수평적구조.

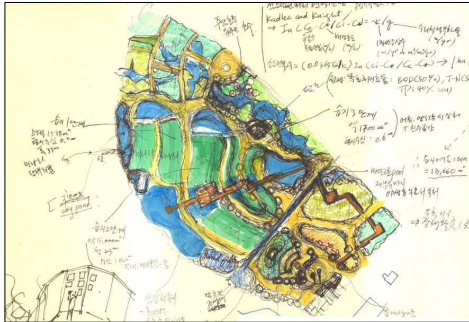


그림 12. 주암호 인공습지 초기단계 schematic design (변우일, 2001).

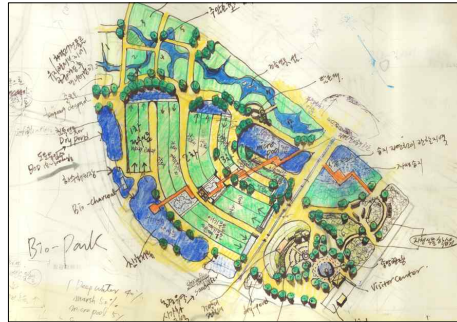


그림 13. 주암호 인공습지 중간단계 schematic design (변우일, 2001).

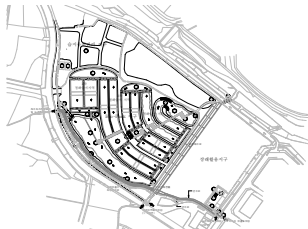


그림 14. 주암호 인공습지 평면도.



그림 15. 주암호 인공습지 조감도.



그림 16. 주암호 인공습지 조성사례.

의 지형적 잠재력을 최대한 고려하여 기존의 단순한 사각형 구조에서 탈피하여 지형에 순응하면서도 자연유하가 가능한 유기적형태의 구조가 되도록 하였다.

그림 10은 주암호 인공습지 대상지의 지형여건하에서 처리효율을 높이면서 다단계(multiple cell) 구조를 가능하게 했던 습지형태의 개념도이다. 생태적수질정화비오톱 시스템이 반영된 주암호 인공습지의 인공습지구조는 점오염원(하수처리수) 및 비점오염원을 효율적으로 처리할 수 있도록 지형적 여건을 최대한 고려하여 높은 지형

에서 낮은 지형으로 자연유하가 가능한 입지를 선정하였다. 그러나, 기능적이고 직선적 형태를 지닌 그림 10의 배치개념도 a를 b처럼 대상지의 지형에 부합하면서도 Persson(1999)이 제시한 고효율습지와 같이 유하거리를 길게하여 호를 그리는데는 유기적인 구조로 변형·개선하였다. 그림 11은 이처럼 SSB 공법 시스템의 평면적 구조를 적용하고 설계하여 시공된 주암호 인공습지의 모습이다. 주암호 인공습지의 초기단계부터 최종단계까지 schematic design과 대상지 평면도, 조감도, 조성사례는 그림 12~16과 같다.



그림 17. 화인천 인공습지 기본계획도.

생태적수질정화바이오톱 시스템을 총체적으로 적용한 화인천 인공습지의 경우 대상지의 지형과 잠재성을 최대한 활용하고, 유하거리를 길게 하면서 대상지의 기존 지형차를 이용한 자연유하가 가능하게 하는 습지형태를 적용하였으며 최종설계안은 그림 17과 같다.

5. 수질처리효율 결과

생태적수질정화바이오톱 시스템을 적용한 주암호 인공습지는 조성직후부터 수질모니터링이 진행되고 있으며 최근의 수질처리결과는 현재 환경부 보고서 등을 통해 분석중이다. 조성직후인 2003년 2월부터 6월까지 실측한 평균유입수질, 평균유출수질 및 처리효율은 표 2와 같으며 BOD는

표 2. 주암호 인공습지 유입유출농도 및 평균처리효율.

구분	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
유입수질농도	10.0	16.1	9.098	0.695
유출수질농도	4.4	5.1	3.649	0.164
처리효율(%)	55.9	68.1	59.9	76.4

자료 : 2003년 2월~6월 모니터링 실측결과(환경관리공단, 2003).

평균 56%, T-N는 평균 60%, T-P는 평균 76%의 처리효율을 나타내어 당초 목표처리효율로 설정한 BOD 50%, T-N 50%, T-P 40%를 초과하였다. 생태적수질정화바이오톱 시스템을 적용한 화인천 인공습지는 조성직후부터 수질측정·모니터링 중에 있으나 수질처리효율분석은 일정기간 자료축적이 이뤄진 이후 가능할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 국내에서 점오염원과 비점오염원처리를 동시에 고려한 인공습지를 설계하기 위하여 생태적수질정화바이오톱 시스템을 적용한 두 가지 사례에서 환경계획설계자들이 국내여건에 맞는 인공습지를 설계할 경우 가장 도움이 될 수 있는 구조적 측면을 주로 살펴보았다. 생태적수질정화바이오톱 시스템은 평면구조, 처리유량, 목표처리농도, 용량 및 유속, 수리학적 체류시간, 수리학적 부하율, 배치 및 형태, 길이/넓이비(AR), 배수 및 수위, 식재밀도, 토양 등에 관해 상호관계를 보다 깊이 있게 다루어야 환경적 공학적 처리효율을 높일 수 있다. 본 연구에서는 자유수면형 인공습지 환경·생태공원 설계에 그 초점

이 있으므로, 깊이 못 다룬 환경공학적인 부분은 추후지면을 통해 논하기로 하겠다.

생태적수질정화비오름 시스템이 적용된 사례 대상지중 주암호 인공습지의 경우, 환경관리공단이 2002년 12월에 인공습지를 완공하여 현재 시스템을 운영 중에 있으며 주기적으로 수질 환경과 생태환경의 변화를 모니터링하고 있다. 주암호 인공습지는 다양한 설계기준을 충분히 만족시키는 것으로 검증되었으며, 수 처리효율도 높게 모니터링 된다. 시행 첫해로서 아직 하천수를 정화하는 실험결과가 도출되지 않은 회인천 인공습지의 경우는 설계에서 시공 및 유지관리에 이르기까지 모니터링하면서 대상지 생태계를 세부적으로 반영한다면 높은 처리효율을 기대할 수 있을 것이다. 이를 지속적으로 모니터링 할 경우 국내 점·비점오염원 처리연구에 필요한 데이터베이스 구축에 선도적 역할을 할 것으로 판단된다.

본 설계에 있어서 또 하나 주안점으로 두었던 지역의 문화·교육적 공간으로서의 역할은 지역주민의 휴게활동과 학생들의 현장실습, 타 시군공무원의 모범사례탐방 등 활발한 활동이 이루어지고 있는 것으로 조사되어 본 인공습지가 단순히 수질정화용 습지로서 뿐만 아니라 도시 및 농촌지역의 생태공원으로서 역할을 충실히 할 수 있다는 것이다. 따라서 환경계획 및 설계가들이 이와 같은 시스템을 잘 이해하고 적용한다면, 도시 및 지역환경개선을 위해 보다 과학적이고 의미 있는 환경·생태공원을 조성할 수 있을 것이다.

인 용 문 헌

변우일. 1997. 생태적 환경복원설계에 관한 현상학적 고찰. 한국조경학회지 25(3).
 변우일. 1999. 환경설계에서 경관드로잉의 의미와 방법론에 관한 연구. 한국조경학회지 26(4).
 변우일. 2001. 생태공원 어떻게 조성해야 하는가. 환경부 자연생태교육강좌 14회.
 변우일. 2006. 저류지 생태공원 설계모형개발에 관

한 연구. 한국환경복원녹화기술학회 9(3) : 1-16.
 한국수자원공사. 2004. 회인천 인공습지 기본계획 및 설계 보고서.
 환경관리공단. 2003. 주암호 인공습지(Biopark) 운영결과보고서.
 환경관리공단. 2004. 비점오염원 관리포럼 4. 환경관리공단. 2005. 주암호 인공습지(Biopark) 운영결과보고서.
 환경부. 2004. Best Practices 혁신사례집.
 Hammer, D. A. 1993. Designing constructed wetlands systems to treat agricultural nonpoint source pollution(In Olson, R. K. eds., "Created and natural wetlands for controlling nonpoint source pollution"). Boca Raton : C. K. Smoley. pp. 71-111.
 Jing, S. R., Y. F. Lin., D. Y. Lee., and T. W. Wang. 2001. Using constructed wetland systems to remove solids from highly polluted river water. Water Science Technology : Water Supply 1 (1) : 89-96.
 Kadlec, R. H., and R. L. Knight. 1996. Treatment wetlands. Boca Ration : Lewis Publishers.
 Knight, R. L. 1993. Ancillary benefits and potential problems with the use of wetlands for nonpoint source pollution control(In Olson, R. K. eds., "Created and natural wetlands for controlling nonpoint source pollution"). Boca Raton : C. K. Smoley. pp.131-150.
 Mitsch. W. J., and J. G. Gosselink. 1993. Wetlands. New York : John Wiley & Sons, Inc.
 Persson, J. 1999. The hydraulic performance of ponds of various layouts, paper submitted to Int. Jnl. of Urban Water, UK.
 US EPA. 1999a. Storm water technology fact sheet : storm water wetlands. EPA 832-F-99-025.
 US EPA. 1999b. Constructed wetlands treatment of municipal wastewaters. EPA-625-R-99-010.