

PB10) Reference wetland를 활용한 비점오염저감습지 조성

김영윤*, 안중수¹, 박태국¹, 이용민², 정용현², 성기준², 이석모²
부경대학교 환경공학과, ¹(주)부경엔지니어링,
²부경대학교 생태공학과

1. 서 론

수계의 수질관리에 있어 비점오염원의 관리에 대한 필요성이 점차 증대되고 있는 상황에서 정부는 비점오염관리대책의 일환으로 4대강 수계의 비점오염관리시설 시범설치 사업의 실시, 비점오염관리시설 모니터링 및 유지관리 사업의 진행 등 적극적인 대책을 강구하고 있다(환경부, 2004). 비점오염원으로부터 발생하는 오염물질은 유량 및 부하량의 변동이 크기 때문에 기존의 하수처리 시스템에서 인공습지를 대안으로 이용하는 방안이 제시되어 왔다. 습지를 이용한 오염물질 처리 시스템은 유량과 부하량의 변동에 유연하게 대처할 수 있고, 특히 영양염류의 제거능력이 우수하다. 또한 다른 처리시스템과 비교해 건설비가 저렴하며, 생물의 서식처를 제공하는 등의 다양한 이점을 가지고 있다. 미국의 경우 습지의 조성 시 오염물질 처리목적의 처리습지(Treatment Wetland)와 생태계 회복을 위한 습지복원(Restored) 및 대체습지(Mitigation Wetland)조성이 주를 이루고 있고, 처리습지의 경우에는 하수, 광산폐수, 침출수, 도시 및 농경지 비점오염물질의 처리 등에 적용되며 수질개선이 일차적인 목적이지만 광범위한 동식물의 서식지 역할 및 기타 습지의 순기능을 동시에 제공할 수 있도록 조성되고 있다(Mitsch and Jorgensen, 2004). 국내 인공습지의 적용사례들은 복원 및 대체습지 조성에 대한 연구는 드물며, 비점오염물질처리와 같은 수질개선이 주목적이고 기타 습지기능을 유도할 수 있도록 하는 인공처리습지의 연구가 진행되고 있다(함종화 등, 2005; 장정렬 등, 2007). 본 연구에서는 선행연구를 통한 낙동강수계 자연습지의 효율적인 비점오염저감기능에 착안하여(낙동강수계관리위원회, 2005), 이를 참조습지로 삼아 물리, 화학, 생물학적 특성을 조사하였고, 조사결과를 바탕으로 비점오염저감을 위한 인공습지를 조성하였다.

2. 재료 및 실험 방법

본 연구에서는 낙동강 수계 남강지류에 위치한 자연습지인 대평늪을 참조습지로 선정하고 2007년 6월부터 2008년 7월 까지 습지에 크게 유입부, 중앙부, 유출부로 구분하여 수질, 식생, 지형특성을 조사하였다. 수질은 SS, COD, TN, DIN, TP, DIP, Chl-a를 분석하였고, 식생조사는 방형구(0.5 m × 0.5 m)를 이용하여 조사기간 동안 습지에 출현하는 식물종 생체량 및 피도를 측정하였다. 기타 수리적 및 토양특성 등에 대한 조사도 수행하여 인공습지 설계인자를 추출하였다. 인공습지의 조성 예정지역은 서낙동강과 평강천의 합류 지점으로서 조성목적은 인근 지역의 비점오염물질이 강우 시 저류하여 서낙동강으로 직

접 유출되는 것을 방지함으로써 수질개선에 기여하기 위함이다. 또한 조성 시 기계적인 작동 부분을 최소화하여 생태계의 자기조절, 자가설계 능력을 최대한 이용하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 참조습지조사

참조습지는 농경유역에 위치하고 있고, 주변 토지이용은 논, 산림, 도로, 기타 주거지로 이루어져 있다. 또한 습지로 유입되는 주요하천이 없어 강우 시 유입되는 유량으로 인해 수문특성이 영향을 받고 있으며 계절별 유입량의 차이가 크게 나타난다. 참조습지의 면적은 약 83,371 m², 평균수심 0.97(0.5 ~ 1.9)m, 체적은 80,870 m³이며, 습지면적이 배수구역 면적의 6 %로 큰 습지규모를 보였다. 낮은 수심대에서는 정수식물이 경계를 이루고 있고, 중간수심대에서는 부엽, 부유, 침수식물이 우점하고 있으며, 깊은 수심대에서는 부유식물이 일부 분포하고 있었다. 참조습지의 수리, 수문특성의 경우 평상시에는 습지로의 유입량을 측정 할 수 없는 수준이고 강우 시에 배수구역으로부터 많은 양의 강우유출수가 유입된다. 개략적인 참조습지의 체류시간 및 표면적부하를 알아보기 위해서 2008년 조사기간 중 74.50 mm의 강우 시 유입된 유량을 기준으로 참조습지의 체류시간과 표면적부하를 산정하였으며, 각각, 6.24 day, 2.17 m³/m²/day로 나타났다. 참조습지의 토양특성은 Table 2와 같이 퇴적물유형은 미농무성의 토양분류법에 따른 분류 시 CLAY로 분류되었고 분급상태는 poorly sorted로 나타났다. 또한 표층의 유기물함량 및 미생물활성도(탈수소효소)도 각각 12.19 %, 1.63 ± 0.53 mg/kg로 높게 나타났다.

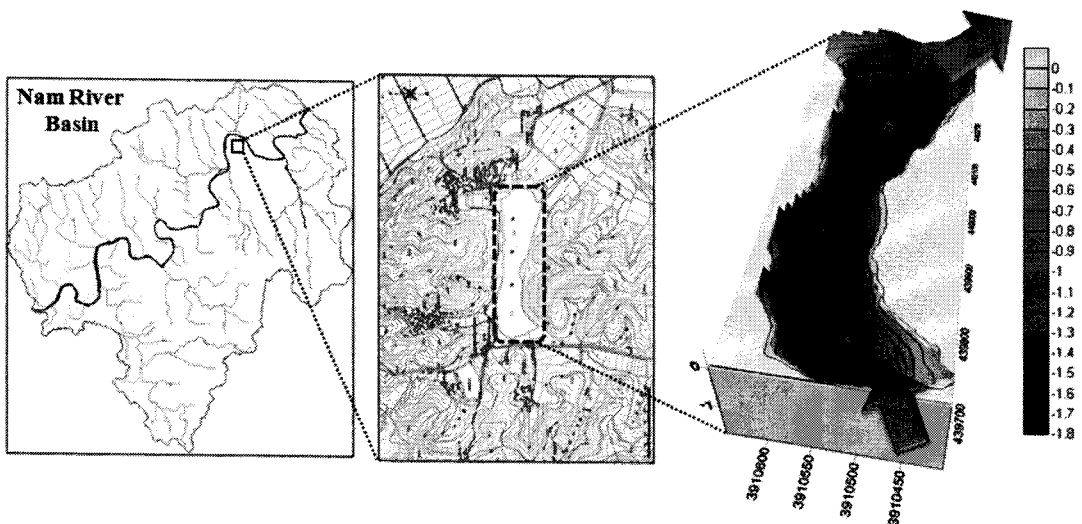


Fig. 1. Location of a reference wetland and wetland depth distribution.

Table 1. Physical characteristics of a reference wetland

	Catchment area	Area	Average Depth	Volume	L:W ratio	Wetland/watershed area	Detention Time	Hydraulic Loading Rate
	m ²		m	m ³			day	m ³ /m ² /day
Daepyung Wetland	1,448,500*	83,371	0.97(0.5~1.9)	80,869.9	7.437:1	0.058	6.24	2.17

Table 2 Sediment characteristics of a reference wetland(July 2008)

	IL	COD	CEC	pH	TN	TP	Dehydrogenase	Mean Particle	Sorting degree	Silt	Clay	Type
	%	g/kg	Cmol/kg		%	%	mg/kg	Φ	Φ	%	%	USDA
Mean	12.19	7.95	5.96	5.43	0.45	0.045	1.63	8.54	1.87	36.42	63.58	CLAY
S.D	1.88	2.20	0.54	0.30	0.12	0.010	0.53	0.26	0.19	5.02	5.02	

3.2. 인공습지의 조성

참조습지의 조사결과를 바탕으로 서낙동강상류 평강천 합류지점에 Fig. 2와 같이 비점오염원 저감을 위한 인공습지를 조성하였다. 조성지역은 부산광역시 강서구에서 묘목장으로 활용하던 곳으로서 부산시의 협조로 장소를 제공받았으나 법적규제 상 묘목장 면적 내에서 습지를 조성하도록 허가되었다. 처리대상구역의 면적은 약 23,720 m²이고, 토지이용은 축사, 농지, 등이며, 일부 접근로를 제외하고는 비포장지대로 이루어져있다. 습지조성면

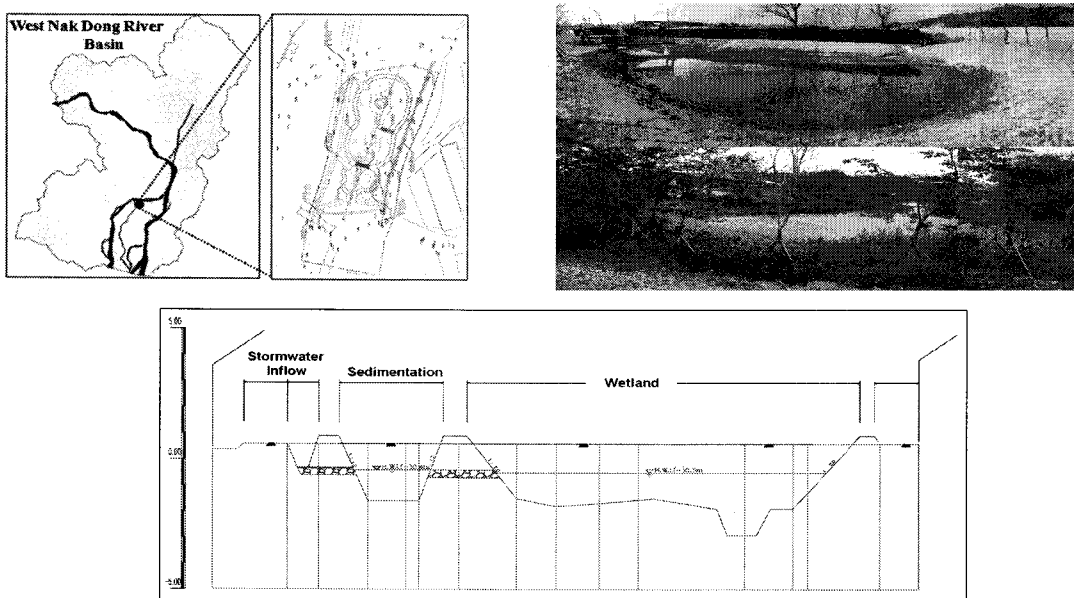


Fig. 2. Picture of a stormwater treatment wetland in West Nakdong river.

적은 약 510 m², 습지용량은 약 360 m³이고, 처리구역면적의 2.2 %가 습지면적에 해당한다. 본 처리구역에서는 비강우시의 유출은 발생하지 않으나, 강우 시 축사 등으로부터 비교적 고농도 적은 양의 강우유출수가 유입된다. 따라서 습지조성시 강우유출수를 유도하기 위한 기존수로를 재정비 하였으며, 유입수로에 적정 경사를 주어 강우유출수가 구배를 따라 유입되도록 조성하였다.

참조습지 조사결과를 바탕으로 형상비를 종횡비가 큰 형태로 조성하고, 유입부 직후에 침강저류지 이후, 수심 분포에 따라 얇은 습지와 깊은 습지를 조성하였다(Fig. 2.). 또한 극한강우사상에 대비한 습지내 비상월류수로를 조성하였고, 습지 모니터링 및 유지관리를 위한 관리데크도 조성하였다. 습지로부터 유출된 처리수는 유출부 말단의 배수관로로 유입되어 최종적으로 서낙동강으로 유입된다. 부지조성이 완공된 후, 습지의 식생은 인근 서낙동강 변의 갈대를 습지사면에 이식하였고, 기타 유입과 유출부에 고령이 및 부들을 각각 식재하였으며, 습지내에는 인근 서낙동강에서 마름, 붕어마름, 검정말을 채취하여 이식하였다. 습지토양은 침수식물 및 부엽식물을 채취했던 서식지의 토양 seed bank를 채집하였으며, 얇은 습지와 깊은 습지에 고루 도포하였다. 채집된 seed bank는 실험실에서 발아 실험을 진행하였으며 실험결과, 높은 발아율을 보였다. 조성된 인공습지는 차후 조성의 참조대상이 되었던 자연습지와 비교하여 비점저감효율평가 및 천이과정에 대한 모니터링이 진행될 것이다.

4. 요 약

낙동강 수계에 존재하는 자연습지의 효과적인 비점오염저감기능에 착안하여 자연습지를 참조습지로 삼아 비점오염원 저감을 위한 인공습지를 조성하였다. 참조습지 조사결과, 면적은 약 83,371 m², 평균수심 0.97(0.5 ~ 1.9)m, 체적은 80,870 m³이며, 습지면적이 배수구역면적의 6 %로 나타났다. 식생은 부엽 및 침수식물이 우점하고 있으며 강우 시에 유량이 집중되었다. 74.5 mm 강우 시 습지로 유입된 유량을 기준으로 체류시간 및 표면부하율을 산정한 결과 각각, 6.24 day, 2.17 m³/m²/day로 나타났다. 퇴적물유형은 CLAY이고, 분급상태는 poorly sorted로 나타났다. 또한 유기물함량 및 미생물활성도(탈수소효소)도 각각 12.19 %, 1.63 ± 0.53 mg/kg로 높게 나타났다. 참조습지의 형상비, 수심분포, 식생유형, 토양특성 등을 반영하여 인공습지를 조성하였다.

감사의 글

이 논문은 부산지역환경기술개발센터의 2007년도 연구사업비(07-1-70-76)의 지원과 2008년도 교육과학기술부와 한국산업기술재단 지역혁신인력양성사업의 지원에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

낙동강수계관리위원회, 2005. 비점오염물질저감시설 삭감효율 평가·분석(2차년도).
장정렬, 최선화, 권순국. 2007. 식생습지와 개방수역의 배열에 따른 인공습지의 수처리 특

성. 한국물환경학회지 23(1): 122-130

함종화, 윤춘경, 김형철, 구원석, 신현범. 2005. 식생피도가 인공습지의 질소 및 인 처리 효율에 미치는 영향과 습지식물의 조성 및 관리. 육수지 38(3): 393-402

Mitsch, W. J., and S. E. Jorgensen. 2004. Ecological engineering and ecosystem restoration. Wiley, New Jersey.

Schueler, T. R., Holland H. K. 2002. *The practice of watershed protection*. Center for watershed protection, pages 491-492.