

습지와 우수지를 이용한 강우 유출수 처리

Stormwater treatment using Wetland and Pond

함 종 화* · 윤 춘 경 · 구 원 석 (건국대)

Ham, Jong Hwa · Yoon, Chun Gyeong · Koo, Won Suk

Abstract

Constructed wetlands have become a popular technology for treating contaminated surface and wastewater. In this study, the field experiment to reduce nonpoint source pollution from watershed runoff during rainy day using wetland and pond. TSS and T-N removal rate of wetland-pond system and pond-wetland system was 91% and 73%, 94% and 70%, respectively and values were same range. BOD₅ and T-P removal rate of pond-wetland system (38% and 78%) was higher than wetland-pond system (27% and 62%). overall, pond-wetland system is more useful than wetland-pond system to control NPS

I. 서론

하구에 위치한 호소는 유역으로부터 많은 오염물질이 유입되는데, 점오염원의 영향은 지난 수십년간 연구가 이루어져 왔으나, 비점오염원의 영향은 최근 들어 관심을 가지기 시작했다. 비점오염원은 주로 강우 시 유역으로부터 유입이 되는데, Yoon(1999)과 Ham(2000)은 농촌유역에서 강우 시와 비강우 시의 유출량 및 오염물질 부하량을 산정한 결과 전체 유량 및 부하량의 약 80 - 90%가 강우 시 하천을 거쳐 호소로 유입된다고 하였다. 이렇게 많은 오염물질이 토사와 함께 호소로 유입될 경우 바닥에 침전되어 계속적으로 영양물질을 수체로 용출시키게 되어 호소의 수질을 악화시킬 수 있다.

인공습지는 하수 및 오염된 지표수를 처리하는데 많이 사용되는 기법으로, 폭 넓은 범위의 수리부하에서도 운영이 가능하며, 유기물질, 고형물, 질소, 인과 같은 많은 오염물질을 제거 할 수 있기 때문에, 도시와 농촌지역의 강우유출수와 같은 비점오염을 처리하는데 유용하다.

본 연구는 강우 시 유역에서 발생된 강우유출수를 인공습지 및 우수지를 이용하여 처리할 경우 처리효율을 검증하고자 한다.

II. 재료 및 방법

2001년 12월까지 충남 당진군의 석문지구 담수호 유입부 좌안 퇴적구간에 인공습지 및 우수지를 조성하였으며, 약 2년 동안 석문 담수호로 유입되는 하천수를 처리하였다. 습지 및 우수지의 수심은 각각 0.3m와 1.5m를 유지하였고, 각각의 시험포에 약 800m³/day의 유량을 유입시켰으며, 그 결과 습지의 체류시간은 3일이고 우수지의 체류시간은 1.5일이 되었다.

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)

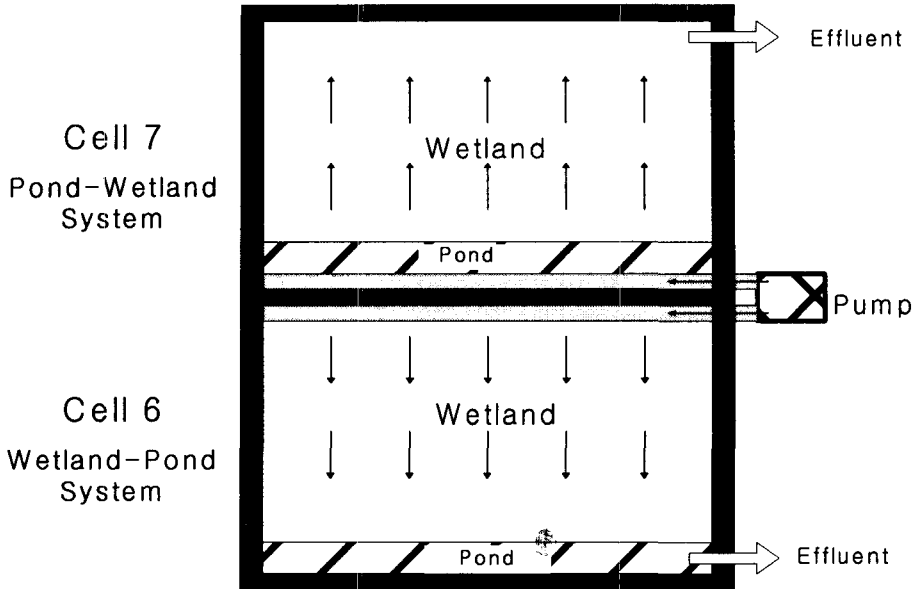


Fig. 1. Schematic layout of the systems

2003년 6월 중순부터 7월말까지 4개의 처리 시스템 중 동일한 지점에서 유입수가 유입되는 Cell 6과 Cell 7에서 강우유출수에 대해 일주기 조사를 실시하였다. Cell 6은 습지-유수지 시스템으로 습지가 먼저 배치되고 유수지가 나중에 배치되는 형태이고, Cell 7은 유수지-습지 시스템으로 유수지가 먼저 배치되고 습지에 나중에 배치되었다. 배치를 달리 함으로써 배치 형태별 처리효율의 차이를 검토하고자 하였다.

측정 기간동안에 20mm 이상의 강우는 총 8회 이었으며, 이 중 6회의 강우에 대한 강우 유출수의 처리효율을 측정하였다. 유입수질의 변화에 따라 수질이 급격히 변하는 시기에는 약 8시간 간격으로 측정하였고, 강우가 그친 후 수질이 크게 변하지 않는 시기에는 1일 간격으로 측정하였으며, 5개 지점에 대해 각각 29회 샘플을 채취하였다. BOD₅, TSS, T-N 및 T-P에 대해 측정을 하였으며, 모든 항목은 Standard Methods를 기준으로 분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

시간 변화에 따른 유입수 및 유출수의 농도변화는 Fig. 2와 같고 평균 유입수 및 유출수의 농도는 Table 1과 같다.

BOD₅는 시스템의 총 처리율이 각각 27%와 38%로 제거율이 높게 나타나지는 않았다. 하지만, 유출수의 농도는 3.1mg/L와 2.7mg/L로 낮은 농도를 나타내고 있어 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. BOD₅는 유수지 보다는 습지에서 더 많이 처리되며, 습지-유수지 시스템 보다는 유수지-시스템에서 처리율이 약 1.4배 높게 나타났다. 강우 유출수에 포함된 BOD₅는 유수지에서의 침전보다는 습지에서 미생물에 의한 분해가 더 크게 작용한 것으로 생각된다.

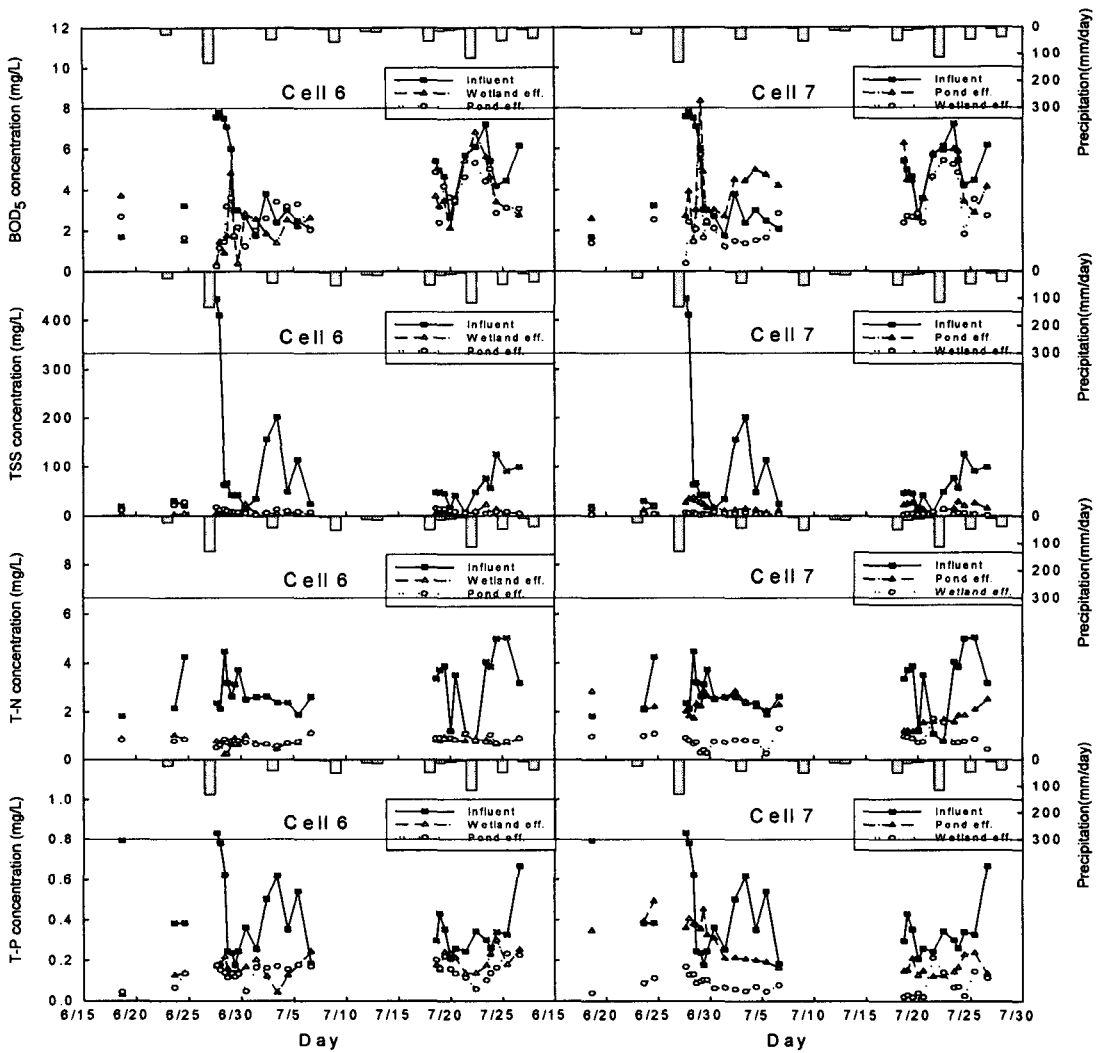


Fig. 2 Changes of the water quality in influent and effluent of wetland and pond

Table 1. Water quality and removal rate in wetland and pond during rainy day

		Cell 6			Cell 7		
		Inflow	Wet. Eff	Pond Eff.	Inflow	Pond Eff.	Wet. Eff.
BOD ₅	Conc. (mg/L)	4.3	3.1	3.1	4.3	4.3	2.7
	Rem. rate(%)		29	27		1	38
TSS	Conc. (mg/L)	79.5	9.8	7.5	79.5	16.9	4.9
	Rem. rate(%)		88	91		79	94
T-N	Conc. (mg/L)	2.83	0.70	0.76	2.83	2.04	0.84
	Rem. rate(%)		75	73		28	70
T-P	Conc. (mg/L)	0.37	0.17	0.14	0.37	0.22	0.08
	Rem. rate(%)		55	62		40	78

Fig. 2의 TSS를 보면 유입수의 농도는 크게 급변하는데 최종 유출수의 농도는 큰 변화 없이 비슷한 범위를 나타내었다. TSS의 평균처리율은 Cell 6과 Cell 7에서 각각 91%와 94%로 비슷한 처리율을 나타내었다. 하지만 Cell 6의 경우 88%가 습지에서 제거되었고 단지 3%만이 우수지에서 제거된 반면에, Cell 7은 79%가 우수지에서 제거되었고 15%가 습지에서 제거되었다. 습지 관리상 우수지-습지 시스템에서와 같이 우수지에 많은 부유물질이 가라앉고 습지에서 생물학적 처리가 이루어지는 것이 더 유리할 것으로 판단된다. 우수지에 많은 sediment가 침전되어 수심이 낮아지면 우수지의 바닥의 sediment를 준설하면 쉽게 안정된 시스템을 다시 이용할 수 있는 장점이 있다.

T-N의 평균 처리율은 Cell 6과 Cell 7에서 각각 73%와 70%로 크게 차이가 나지는 않았다. Cell 6의 경우 습지에서 75% 까지 처리되었던 것이 우수지를 통과하면서 농도가 오히려 높아져 총 처리율이 73%로 나타난 반면에, Cell 7에서는 우수지에서 28%가 처리되고 습지에서 48%가 처리되어 총 제거율이 70%로 나타났다.

T-P의 평균 처리율은 Cell 6과 Cell 7에서 각각 62%와 78%로 Cell 7에서 훨씬 높은 처리효율을 나타내었다. Cell 6의 경우 습지에서 55%가 처리되고 우수지에서 7%가 처리된 반면에, Cell 7의 경우 우수지에서 40%, 습지에서 38%로 우수지에서 처리율이 크게 나타났다. 이처럼 Cell 6에서는 우수지가 T-P의 제거에 크게 기여하지 못한 반면에 Cell 7에서 습지보다 약간 더 많은 T-P를 제거할 수 있었기 때문에 Cell 7에서 더 높은 처리율이 나타난 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 습지와 우수지를 이용한 강우유출수의 처리 가능성을 검토하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. BOD₅는 습지-우수지 시스템과 우수지-습지 시스템에서 각각 27%, 38%로 나타났으며, TSS는 91%와 94%로 거의 비슷한 범위를 나타내었다.

2. T-N의 경우 평균 제거율이 습지-우수지 시스템에서 73%, 우수지 시스템에서 70%로 큰 차이를 보이지 않은 반면에 T-P는 우수지-습지 시스템(78%)이 습지-우수지 시스템(62%)보다 높은 제거율을 나타내었다.

3. 이상에서와 같이, T-N을 제외한 대부분의 항목에서 우수지-습지 시스템에서의 처리효율이 습지-우수지보다 더 좋게 나타났으며, 특히 T-P는 우수지-습지에서의 처리율이 훨씬 높게 나타났다.

4. 본 연구에서는 강우유출수의 유입유량을 평상시와 동일한 유량을 유입시켜 실험을 하였다. 향후 연구에서는 우수지 및 습지로 유입시키는 유입유량을 평상시의 2배, 3배로 증가시킴에 따른 유출수의 농도 및 처리효율을 검증할 예정이다.

V. 참고문헌

1. 농업기반공사 농어촌연구원, 2002, 인공습지 및 우수지에 의한 수질개선 현장시험.
2. Kadlec, R. H. and R. L. Knight, 1996, Treatment wetlands, CRC Press.
3. Mitsch W. J., and J. G. Gosselink, 1993, Wetlands, Van Nostrand Reinhold, New York, NY.