

간척지 연못-습지 시스템의 질소·인 초기 처리수준 및 식물성장

Treatment Efficiency and Plant Growth of Early Stage of
Pond-Wetland System at Estuary Lake

양 홍 모* · 최 수 명 · 윤 광 식(전남대)

Yang, Hong Mo · Choi, Soo Myung · Yoon, Kwang Sik

Abstract

Treatment efficiency and plant growth of a combined Pond-Wetland system was investigated. The system is composed of primary and secondary ponds and six wetland cells. Reed and cattail were planted as vegetation of wetland cells. The removal rates of BOD, SS, T-N, and T-P were 40%, 41%, 30%, and 47% at the secondary pond, respectively. The system removal rates measured at the last wetland cell were 57%, 54%, 60%, and 68% for BOD, SS, T-N, and T-P, respectively.

I. 서론

간척지 담수호의 수자원 보전을 위해서는 상류유역 및 담수호 주변 개답지역에서 담수호로 흘러드는 유입수에 함유되어 있는 비점원 및 미처리 점원 오염물을 자연생태적으로 처리할 수 있는 유역처리 시스템이 필요하다.

본 연구는 우리 나라 기후 및 담수호 여건에 적합하고 담수호 유입수를 자연생태적으로 정화하여 담수호의 수질을 보전할 수 있는 유역처리 연못-습지 결합 시스템의 구조, 초기 처리수준, 정수식물의 초기 생태적응을 고찰하였다.

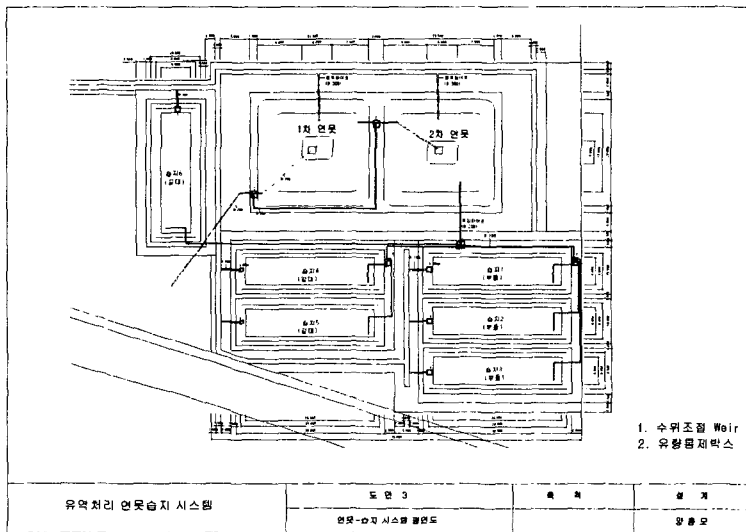
II. 유역처리 연못-습지 시스템

유역처리 수질정화 시스템은 고흥지구 담수호 유입부의 신양천변 개답지역 상류부에 위치한 포락지 1.2ha에 조성되어 있다. 그림 1. 은 시스템의 평면도를 보여주고 있다. 연못-습지 시스템은 연못 2개와 습지 셀6개로 구성되어 있다. 습지 셀중 습지1, 습지2, 습지3에는 2000년 6월 부들을 식재하였고, 습지3, 습지4, 습지5에는 2000년 6월 갈대를 일부 식재하고 2001년 5월 보식하였다. 평평으로 1차연못에 유입시킨 하천수는 자연유하로 2차연못을 거쳐 각 습지 셀로 유입된다. 연못은 유입부와 유출부의 위치가 대각선에 위치하며, 각 연못은 수중유입과 표면유출 구조를 갖추고 있다. 연못은 오염물의 침전과 정화가 동시에 이루어지도록 연못시스템으로 설계되어 있으며, 연못은 저류지(detention ponds)의 기능도 수행한다. 습지 셀은 연못에서 처

리되지 못한 질소와 인을 처리하고 연못에서 발생한 녹조(algae)를 제거하는 기능을 한다. 각 습지 셀의 유출부에 수문(weir)을 설치하여 적정수심을 유지할 수 있다.

연못의 설계인자는 체류시간 (hydraulic detention time), 수심 (water depth), BOD₅ 부하율 (loading rate) 등을 사용한다. 연못의 수심은 평균 2m가 유지되도록 설계하였으며, 부유물 침전을 고려하여 0.4m 여유깊이를 두었다. 따라서 초기 몇 년간 연못수심은 2.4m를 유지하게 된다.

수질정화 습지를 조성할 경우 중요한 설계인자로 체류시간 (hydraulic detention time), 수리학적 부하율 (hydraulic loading rate), 수심 (water depth), BOD₅ 혹은 T-N 부하율 (loading rate) 등을 사용한다. 습지를 3차 처리(tertiary treatment) 이상으로 정화하는 습지를 설계할 경우 습지의 소요면적을 결정하는 인자로 유입수와 처리수의 T-N농도를 흔히 이용한다. 습지 1개 셀의 바닥면적은 156m²이며, 각 셀에 약 20 m³/day가 유입되고 있다.

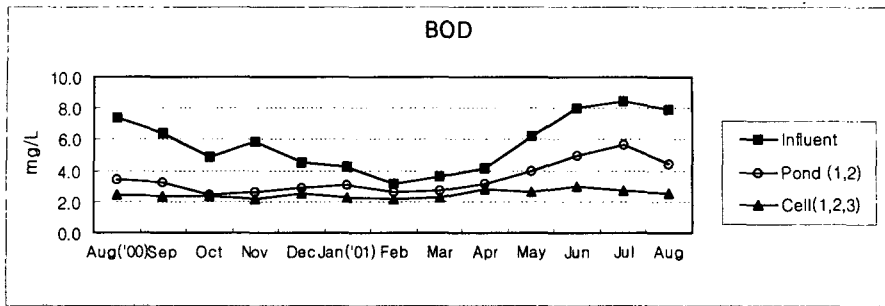


<그림 1> 수질정화 연못-습지 시스템 평면도

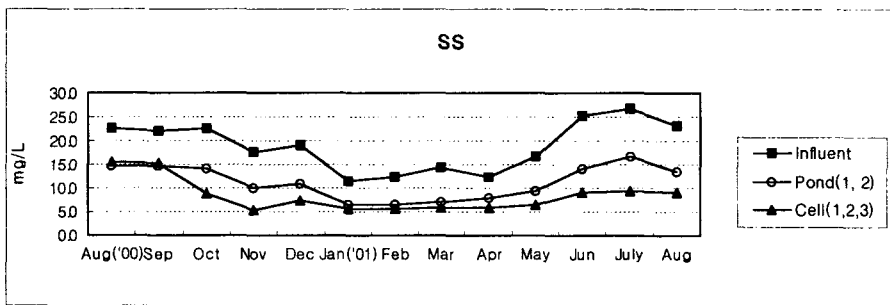
III. 시스템 초기 처리수준 및 정수식물 식물성장

<그림 2 > - <그림 5 >는 연못-습지 시스템의 1차연못, 2차연못, 습지 셀1, 셀2, 셀3의 2000년 8월부터 2001년 8월까지의 초기 처리수준을 나타낸다. 유입수의 평균 BOD는 5.8mg/l이며, 1차 및 2차연못에서 평균 3.5mg/l로 낮아져 40%의 처리율을 보이고 있다. 습지 셀 처리수의 평균BOD는 2.5mg/l로 평균 57%의 처리효율을 보이고 있다. 유입수의 평균 SS는 19mg/l이며, 1차 및 2차 연못에서 평균 11.2mg/l로 낮아져 41%의 처리율을 보이고 있다. 습지 셀 처리수의 평균 SS는 7.4mg/l로 평균 55%의 처리효율을 보이고 있다. 유입수의 평균 T-N은 6.0mg/l이며 1차 및 2차 연못에서 평균 4.2mg/l로 낮아져 30%의 처리율을 보이고 있다. 습지 셀 처리수의 평균 T-N은 2.4mg/l로 평균 60%의 처리효율을 보이고 있다. 유입수의 평균 T-P는 0.16mg/l이며 1차 및 2차 연못에서 평균 0.08mg/l로 낮아져 47%의 처리율을 보이고

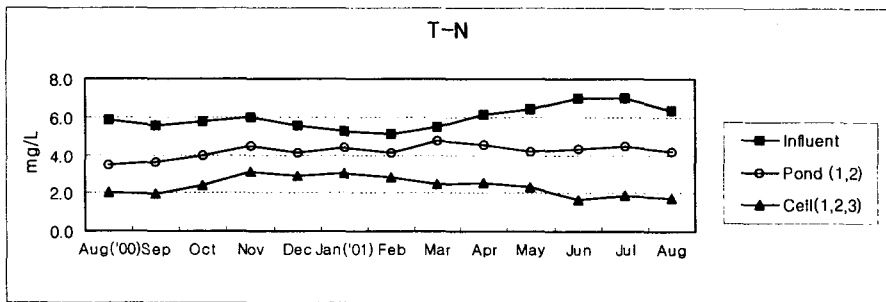
있다. 습지 셀 처리수의 평균 T-P는 0.05mg/l로 평균 68%의 처리효율을 보이고 있다.



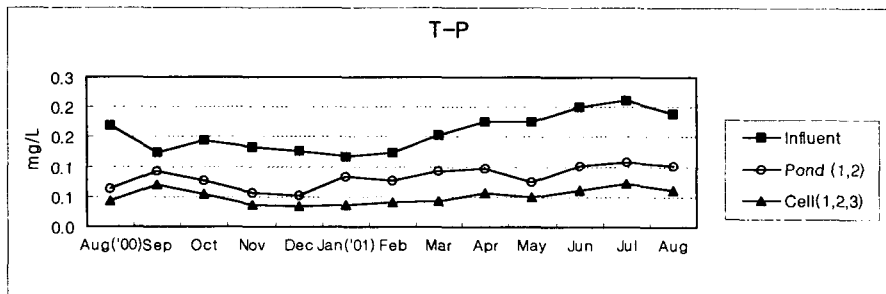
< 그림 2 > 연못-습지 시스템 초기 BOD 처리수준



< 그림 3 > 연못-습지 시스템 초기 SS 처리수준



< 그림 4 > 연못-습지 시스템 초기 T-N 처리수준



< 그림 5 > 연못-습지 시스템 초기 T-P 처리수준

2000년에 6월에 시스템 주변에서 자생하는 부들을 채취하여 뿌리에서 약 35cm 높이를 절단하여 30cm 간격으로 습지 셀1, 셀2, 셀3에 식재하였다. 식재 때의 줄기와 식재 후 새로 나온 줄기는 겨울에 죽고, 2001년 4월 초부터 새줄기가 나오기 시작하였다. 습지 식물이 완전히 성장한 시기인 2001년 8월 23일 1㎡격자 틀을 이용하여 발생본수와 초장(草長)을 측정하였다. 초장은 격자틀 내에 10개체의 식물체를 습지셀 마다 3반복으로 30개체를 측정하여 평균초장으로 나타냈고 발생본수는 격자틀 내에 발생한 식물체를 모두 조사하여 평균하였다. 부들은 2001년 8월 말에 식재 직후와 비교하여 평균 66.5cm 신장(伸長)하여 335% 증가하였고, 분지(分枝)수는 평균 75개체가 증가하여 375% 증가하였다

<표 1> 습지의 부들생육

초 종	이식 당시①		이식 16개월 후② (2001. 8. 23)		상대 성장량 ②-①	
	초장 (cm)	분지수 (개)	초장 (cm)	분지수 (개)	초장 (cm)	분지수 (개)
부 들 <i>Typha angustiflora</i>	35.0	20.0	152.8	95.0	117.8 (335%)	75.0 (375%)

IV. 결론

담수호로 유입하는 하천수를 자연생태적으로 정화하는 유역처리 연못-습지 시스템의 구조, 초기처리 수준, 초기 정수식물 성장을 고찰하였다. 시스템은 1차연못, 2차연못, 6개의 습지 셀로 구성되어 있다. 펌핑으로 1차연못에 유입시킨 하천수는 자연유하로 2차연못을 거쳐 각 습지 셀로 분산 유입된다.

초기 약 1년간의 연못 및 습지(셀1, 셀2, 셀3)의 처리수준은 1차연못 및 2차연못에서 BOD, SS, T-N, T-P가 각각 40%, 41%, 30%, 47%가 처리되며, 습지 셀까지의 BOD, SS, T-N, T-P의 처리효율은 각각 57%, 55%, 60%, 68%이다. 시스템이 겨울철에도 운영된 것을 고려하면 상당히 높은 초기 처리효율이다. 부들이 생태적으로 적응하면 습지 셀의 처리효율이 향상될 것으로 예측된다.

SS의 처리수준이 다소 낮다. 강우시 연못과 습지 셀의 제방에서 빗물과 함께 진흙이 유입되는데 원인이 있는 것으로 사료된다. 연못과 습지 셀의 제방에는 풀이 거의 자라지 않은 상태이다. 습지 셀의 겨울철 T-N처리효율은 다소 낮은 경향을 보이고 있다. 수온이 낮아 습지내 미생물의 질산화와 탈질화 활동 저하에 원인이 있는 것으로 사료된다. T-P의 처리효율이 BOD, SS, T-N, 처리효율보다 다소 높다. T-P가 연못과 습지셀의 바닥에 침전되어 저장되는데 원인이 있는 것으로 사료된다. 1차 및 2차 연못에서 유입수의 BOD, SS, T-P, T-N이 상당부분 제거되고 있어 저수지 및 담수호 유입부의 저류지를 연못시스템으로 설계하면 기존의 저류지보다 처리효율을 증가시킬 수 있다고 사료된다.

2000년 6월 뿌리로 부터 35cm 높이로 절단하여 1㎡ 당 20주 식재한 부들이, 2001년 8월에는

초장이 평균 117.8cm로 성장하여 평균 82.8cm 신장하여 335% 증가하였고, 분지수는 평균 75 개체로 증가하여 375% 증가율을 보이고 있다. 습지의 부들 초기성장이 양호한 편이다.

참고문헌

1. 양홍모, 2000, 수질정화 인공습지 사례 설계고려사항, 농촌과 환경, 농업기반공사, 67: 83-96
2. 양홍모, 1999, 수자원보전을 위한 점원 및 비점원 오염물의 자연생태적 친환경적 처리 인공 습지 및 연못-습지 시스템, 한국수자원학회지32(5):111-123
3. 양홍모, 1999, 농촌지역 점원 및 비점원 오염물의 자연생태적 친환경적 처리 및 재활용 연못 시스템과 인공습지, 21세기 친환경지역농업 개발시스템에 관한 심포지엄, 한국농업시스템학회