

수생식물과 발포유리를 이용한 수질정화에 관한 연구

조해용, 김형주

선문대학교 환경공학과

e-mail:chohy@sunmoon.ac.kr

A Study on the effect of the water purification capacity by aquatic plants and foamed glass

Hae-Yong Cho, Hyung-Ju Kim

Dept. of Environmental Engineering, Sunmoon University

요약

COD 제거효율은 각 조의 부처꽃을 제외한 대조군의 경우 물상추 56%, 달뿌리풀 48%, 미나리 41%의 제거효율을 보이고, 발포유리가 첨가된 조의 경우는 물상추 69%, 달뿌리풀 68% 미나리 62%의 제거효율을 보임으로써 발포유리를 첨가한 조의 COD 제거효율이 대조군 보다 높았다. T-N의 제거효율은 발포유리를 첨가한 조의 경우 부처꽃 91%, 달뿌리풀 93%와 발포유리를 첨가한 혼합조가 94%의 높은 T-N 제거효율 보임으로써 모든 질소성분이 제거된 것으로 사료된다. T-P의 제거효율은 대조군의 부처꽃 35%, 달뿌리풀 8%이며, 발포유리를 첨가한 조의 부처꽃 78%, 달뿌리풀 43%로 발포유리를 첨가한 조의 T-P 제거효율이 대조군 보다 높았다.

1. 서론

국내 오·폐수처리시설은 분뇨처리를 중심으로 시작되어 대도시나 대규모 폐수 방류시설에 우선하여 건설되었으나, 최근 들어서는 수질오염원의 양적인 증가와 질적인 다양화에 대처하고, 폐수방류시설의 질소, 인 처리기준이 강화됨으로써 보다 나은 처리방법이 필요하며, 농촌지역이나 호소, 하천에서의 인, 질소 등의 무기영양염류를 제거하기 위한 노력이 크게 대두되고 있다. 이러한 노력의 일환으로 여러 가지 방법이 연구되어 왔으나 운영에 따른 기술적, 경제적인 난점 때문에 운영이 수월한 자연정화방법이 부각되고 있다. 특히 자연정화방법 중에서도 수생식물을 활용하는 방법에 대한 연구가 진행되어 왔다. 수생식물은 질산염, 인

산염, 중금속 등 각종 수질오염물질을 섭취하여 제거하는 수질정화능력을 지니고 있을 뿐 아니라 대기로부터 수증으로 산소를 공급하고 수생미생물의 수질정화능력을 증가시킨다고 보고된 바 있다. 본 연구에서는 수생식물처리법에 적용 가능한 식물 중 부처꽃, 물상추, 달뿌리풀, 미나리를 연구대상 식물로 선정하여 수경시스템(aquatic system)의 개념으로 이들 종이 정체수계에서의 영양염류 제거능력 비교측정·분석 및 수계에 미치는 영향에 대해 연구해 보고자 하였다. 또한 현장이나 인공식물섬 적용 시 식생기반재로 폐유리를 재활용하여 발포유리를 첨가함으로써 수질개선에 기여하는 정도를 밝히고, 향후 수생식물을 이용한 수질정화시스템 개발의 기초 자료를 제공함을 그 목적으로

하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 실험재료

실험대상으로 선정된 식물들은 2005년 8월 1일 충청남도 천안시 산내식물원에서 구입 하였다. 공시 식물들은 세척하여 이물질을 없앤 후 활착이 일어나는 정도를 보기위해 뿌리, 줄기, 잎 부분을 균일하게 정리하였다. 실험 대상 식물은 침수식물(Submerged Plant)인 부처꽃(Lythrum anceps), 부수식물(Free-floating Aquatic Plant)인 물상추(Pistia stratiotes L.) 그리고 정수식물(Emergent Plant)인 달뿌리풀(Phragmites japonica Steud.)과 미나리(Oenanthe javanica)를 선정하여 개체별뿐만 아니라 자생지 생태적인 측면에서도 정화효능을 비교할 수 있도록 하였다.

2.2 식생기반재 제조

인공식물섬의 기반재로 사용될 발포유리는 폐유리와 제올라이트, CaCO₃, glass-Na₂ SiO₃, NaOH를 발포제로 사용하여 750℃인 전기로에서 150분간 발포하였다. 본 실험에서는 인공식물섬의 식생 기반재를 일반적으로 많이 사용하고 있는 기반재가 아닌 폐유리를 재활용한 발포유리를 식물과 함께 식재함으로써 발포유리가 유기물부하(COD)와 T-N, T-P를 제거하는데 얼마나 영향을 미치는지 측정하고자 한다.

2.3 수질분석방법

수생식물에 의한 수질의 정화정도를 알아보기 위하여 입수 전 수질을 분석하고 실험개시 후 7일간격으로 수질의 변화를 측정하였다. 측정항목은 수온, pH, COD(Chemical Oxygen Demand), 총질소함량(Total-Nitrogen, T-N), 그리고 총인함량(Total-Phosphorus, T-P)을 측정하였다. 수질분석은 Standard Method 및 환경오염공정시험법¹에 의거하여 측정하고, 식물종마다 그 차이점을 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 COD 제거효율

부처꽃대조군과 발포유리를 첨가한 부처꽃을 제외한 COD의 제거효율은 대조군의 경우 물상추, 달뿌리풀, 미나리가 각각 56%, 48%, 41%의 제거효율을 보이고, 발포유리가 첨가된 물상추, 달뿌리풀, 미나리는 각각 69%, 68%, 62%의 제거효율을 보임으로써 발포유리를 첨가한 조의 제거효율이 더 높았다. 발포유리가 첨가된 혼합조 역시 63%로 대조군보다 높은 제거효율을 보였다. 이는 발포유리가 COD를 제거함에 있어 영향을 미치는 것으로 사료된다.

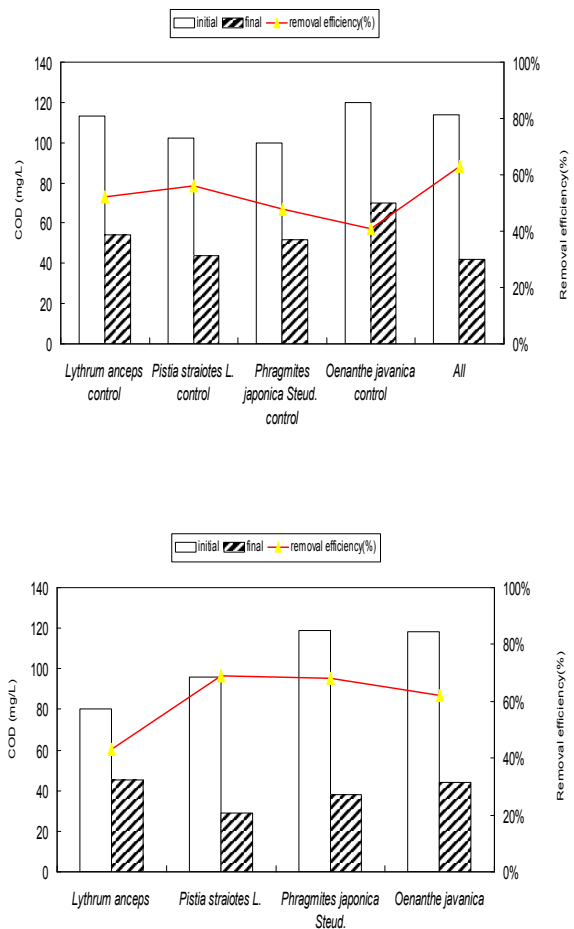


그림 1. 수생식물의 종별 COD 제거효율

발포유리가 첨가된 물상추가 처리종료 시 초기 농도의 69%로 가장 높은 제거효율을 보인 반면 미나리의 대조군이 33%로 가장 낮은 제거효율을 보였다. 유기물질의 제거율이 낮은 이유는 수체 내에 생물학적으로 분해 불가능한 물질들이 축적

되어 있음을 간접적으로 판단할 수 있다.

3.2 T-N 제거효율

각 실험조의 T-N 제거효율은 대조군의 부처꽃과 달뿌리풀이 각각 89%, 76%, 발포유리가 첨가된 조의 부처꽃과 달뿌리풀은 각각 91%, 93%로 발포유리가 첨가된 조의 T-N 제거효율이 높았다. 이와 반대로 물상추조와 미나리조는 대조군이 각각 88%, 86%, 발포유리를 첨가한 조가 각각 83%, 73%로 발포유리를 첨가한 조가 T-N 제거효율이 낮았다. 또한, 발포유리를 첨가한 혼합조가 94%의 높은 제거효율을 보임으로써 거의 모든 질소 성분을 제거했다고 볼 수 있다.

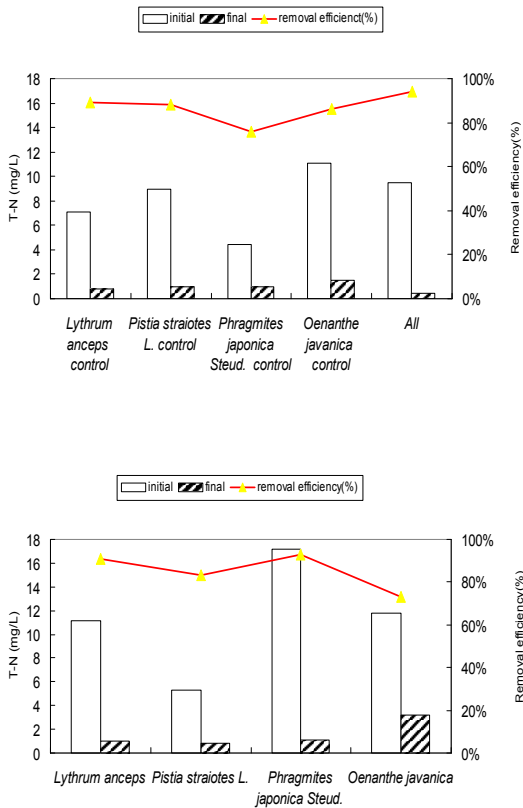


그림 2. 수생식물의 종별 T-N 제거효율

3.3 T-P 제거효율

T-P 제거효율은 T-N 제거효율의 경우와 마찬가지로 대조군의 부처꽃과 달뿌리풀이 각각 35%와 8%이며, 발포유리를 첨가한 부처꽃과 달뿌리

풀은 각각 78%, 43%로 발포유리를 첨가한 조가 T-P 제거효율이 높았다. 이는 발포유리가 부처꽃조와 달뿌리풀조에서는 T-P를 제거함에 있어 영향을 미치는 것으로 사료된다. 반면 미나리조 역시 대조군이 77%, 발포유리를 첨가한 조가 28%로 발포유리를 첨가한 조가 T-P 제거효율이 낮았다. 또한, 물상추조는 대조군과 발포유리를 첨가한 조 모두 95%로 같은 T-P 제거효율을 보였다.

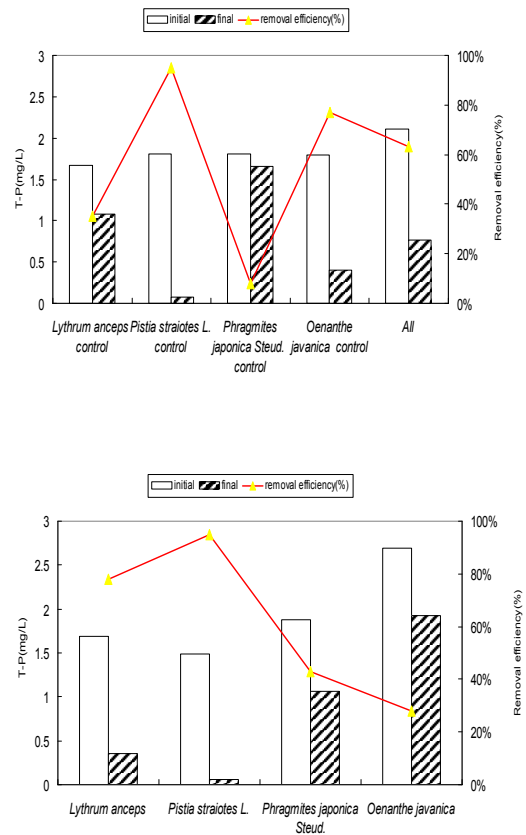


그림 3. 수생식물의 종별 T-P 제거효율

4. 결론

본 연구는 정화조 처리수와 유사한 인공폐수를 제조하여 수생식물과 폐유리를 재활용한 인공식물섬의 기반재인 발포유리를 이용한 회분식 배양조에서 COD, T-N 및 T-P의 농도와 제거효율을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 유입·유출이 없는 상태에서 시간적 변화로 수생식물 식재에 의한 수질 개선 효과를 정량적으로 분석하는 것은 한계가 있으나 식재하기

전보다 COD는 평균 55%의 제거효율을 보이며, T-N은 평균 85% 그리고 T-P는 평균 58%의 제거효율을 보였다.

2. T-N의 제거효율은 대조군의 경우 부처꽃 89%, 달뿌리풀 76%이며, 발포유리를 첨가한 조의 경우 부처꽃 91%, 달뿌리풀 93%로 발포유리를 첨가한 조의 T-N 제거효율이 대조군 보다 높았다. 또한, 발포유리를 첨가한 혼합조 역시 대조군 보다 높은 94%의 T-N 제거효율로 모든 질소성분을 제거된 것으로 사료된다.
3. T-P의 제거효율은 T-N 제거효율의 경우와 같이 대조군의 부처꽃 35%, 달뿌리풀 8%이며, 발포유리를 첨가한 조의 부처꽃 78%, 달뿌리풀 43%로 발포유리를 첨가한 조의 T-P 제거효율이 대조군 보다 높았다. 이와 반대로 미나리조는 대조군이 77%, 발포유리를 첨가한 조가 28%로 발포유리를 첨가한 조의 T-P 제거효율이 대조군보다 낮은 결과를 보였다.

참고문헌

- [1] Richardson, C.J. *Wetlands ecology*. pp.535-550. In Encyclopedia of environmental biology (Nierenberg WAed). Academic Press. (1995)
- [2] Anderson, J.M., *Effects of acid precipitation on wetlands*. lands directorate environment Vanada. Working paper No. 50, Ottawa, Ontario, pp.67 (1986)
- [3] 김철수, 임병선, 이점숙, “자연생태계 보전지역의 효율적인 관리방안에 관한 연구”. 한국환경과학 연구협의회, pp.64-65 (1995)
- [4] 안윤주, 공동수, “생이가래를 이용한 수질오염물질 제거방안 연구” 대한환경공학회 추계학술연구논문초록집, pp.487-492. (1994)
- [5] 조강현, “생태적 하천복원을 위한 하안식생의 구조와 기능에 대한 이해”, 한국생태학회 Workshop논문집, pp.2-4 (2001)