

# 수생식물 float를 이용한 농업배수 중 용존 인산 현장제거 기술

## In-situ Removal of Dissolved Phosphorus in Agricultural Drainage Water by Planted Floats: Preliminary Results from Growth Chamber Experiment

최 우 정\*

Chol, Woo-Jung

### I. 서 론

인은 대부분의 담수 생태계에서 일차 생산의 제한 원소로 부영양화의 원인이 된다. 따라서, 인이 담수 생태계로 유입되기 이전에 수생식물을 이용하여 다양한 종류의 폐수로부터 인을 제거하기 위한 연구가 진행되고 있다(Aoi and Hayashi, 1996; Tanner, 1996). 수생식물은 인을 흡수하여 체내에 저장함으로써 수질 인 농도를 효과적으로 감소시키며, 제거(수확)된 식물체는 바이오가스 생산이나 가축사료로 활용가능하다.

수생식물을 이용하는 인 제거 기술은 크게 세 가지로 구분된다. 첫 번째는 부레옥잠, 개구리밥, 병풀과 같은 자유부유식물을 이용한 연못 시스템(Boyd, 1969), 두 번째는 갈대, 부들 등을 식재한 인공습지 시스템(Kadlec and Knight, 1996), 마지막 세 번째는 식물의 뿌리를 이용한 근권여과법이다(Dushenko et al., 1995). 부유식물과 뿌리식물의 가장 큰 차이는 부유식물은 용존양분을 흡수하는 반면, 뿌리식물은 토양 양분을 이용한다는 점이다. 현재까지 부유수생식

물을 이용하는 수질정화기술의 가장 큰 문제는 이용 가능한 식물종이 단순하여 대부분 단일 식물종을 이용하기 때문에 수질정화 효율의 계절적·공간적 변동이 크다는 것이다(Alaerts et al., 1996). 예를 들면 부레옥잠의 기온이 낮은 동절기에는 대부분 사멸되고 개구리밥은 염농도가 높은 물에서는 생존력이 급감한다(Kadlec and Knight, 1996).

본 연구는 수질 인 제거를 위한 수생식물 float 이용 기술 확대 적용이 가능하도록 기존의 부유식물과는 다른 식물 종을 발굴하기 위해 수행되었다. 대상 식물은 고상 배지에 뿌리를 두고 주변 수면으로 뻗어나가는 포복성 줄기 식물(creeping-stem plant)이다. 이들 식물은 마디에 새로운 뿌리가 형성되고 이 뿌리는 용존 양분을 흡수할 수 있다. 본 연구에서는 4 가지 포복성 줄기 식물을 선택하여 소규모 수조에서 이들 식물의 성장과 용존 인 흡수능력을 조사하였다.

### II. 재료 및 방법

폴리에틸렌으로 제조한 float(10cm × 25cm

\* 자료정리: 전남대학교 생물산업공학과 교수(Wjchoi@chonnam.ac.kr)

× 6cm) 바닥에 지름 0.5cm의 구멍 40개를 뚫어서 물의 유입이 가능하게 하였으며, 그 위에 면직포를 덮고 모래층 5cm를 설치하였다. Float를 인위적으로 조절한 배수 시료로 채워진 플라스틱 수조(90cm × 40cm × 35cm)에 부상시켰다. Float에 4종의 포복경 수생식물(water primrose, Ludwigia pe; plides; parrot feather, Myriophyllum aquaticum; water couch, Paspalum paspalodes; waterbutton, Cotula coronpifolia)을 혼합 이식하였다.

인위적인 배수 시료는 주변 농경지 배수의 수질을 분석한 후 그에 유사하게 제조하였다. 배수 시료는 총인 농도 2수준(1.6와 0.4mg L<sup>-1</sup>)×염 농도 2수준(NaCl 무처리와 2g L<sup>-1</sup> 처리)으로 하여 인산 농도와 염 농도에 따른 식물의 생장과 인 흡수량을 조사하였다. 처리명은 인 고농도+염 저농도(HNLS), 인 고농도+염 고농도(HNHS), 인 저농도+염 고농도(LNHS), 인 저농도+염 저농도(LNLS)로 하였다.

처리가 완료된 수조를 성장상에 투입하여 70일간 실험을 실시하였으며, 배수 시료는 격주로 교체하였다. 실험 종료 후 식물체를 수확하여 건물중과 체내 인 함량을 분석하여 인 흡수량을 계산하였다.

### Ⅲ. 주요 결과 및 고찰

수생식물 4종 중 water primrose의 생장은

극히 불량하였지만, 나머지 3종은 뚜렷한 생장 증가가 나타났다. Float에 의해 저거된 인의 양은 HNLS에서 1.08g, HNHS에서 0.97g, LNLS에서 0.27g, LNHS에서 0.27g으로 전반적으로 용존 인의 농도가 증가함에 따라 식물의 인 흡수량도 증가하였지만, 염 농도의 영향은 뚜렷하지 않았다. 동일 float내에서 3종의 식물종을 비교하면 고 인산농도에서는 water couch와 waterbutton의 인산 흡수량이 유사하였지만, 저 인산농도에서는 waterbutton이 전체 인산 흡수량의 70% 이상 차지하였다<표 1>.

### Ⅳ. 결론

연구 대상 4가지 식물 중 water couch, parrot feather, waterbutton은 float를 이용한 용존 인산 제거에 효과가 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 소개한 기술은 기존의 부유수생식물 이용 기술의 단점을 극복할 수 있는 새로운 기술로 판단된다.

### Ⅴ. 활용방안 및 기대효과

수생식물을 식재한 float 기술은 용존 인산을 직접 제거하며, 계절별로 다른 종의 식물을 이용할 수 있으며, 뿌리 식물을 이용할 수 없는 콘크리트 수로 등에도 쉽게 이용가능한 장점이

표 1. 70일간 실험 후 float내 식물종에 의한 인산 흡수량

종	HNLS	HNHS	LNLS	LNHS
	g			
Water couch	0.41(38)	0.35(36)	0.02(8)	0.03(12)
Parrot feather	0.24(23)	0.18(19)	0.06(22)	0.05(18)
Waterbutton	0.42(39)	0.44(45)	0.19(70)	0.19(70)
전체	1.08(100)	0.97(100)	0.27(100)	0.27(100)

※ Water primrose는 제외함.

※ 괄호안은 전체에 대한 %비율.

있다. 하지만, 본 연구에서는 개별 식물종의 인산 흡수량을 조사한 반면, 투입된 전체 인산의 흡수율은 조사하지 않았다. 또한, 70일 간의 연구기간과 성장상 조건에서의 연구는 현장 적용성에 의문을 갖게 한다. 따라서, 수생식물 float 기술을 현장에 적용하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

### 참고문헌

1. Aoi, T. and Hayashi, T., 1996. Nutrients removal by water lettuce (*Pistia stratiotes*). *Water Sci. Technol.* 34, pp.407~412.
2. Alaerts, G.J., Mahbubar, M.R. and Kelderman, P., 1996. Performance of a full-scale duckweed-covered sewage lagoon. *Water Res.* 30, pp.843~852.
3. Boyd, C.E., 1969. Vascular aquatic plants for mineral nutrient removal from polluted waters. *Econ. Bot.* 23, pp.95~103.
4. Dushenko, V., Kumar, P., Mptto, H. and Raskin, I., 1995. *Environ. Sci. Technol.* 29, pp.1239~1245.
5. Kadlec, R.L., Knight, R., 1996. *Treatment Wetlands*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
6. Tanner, C.C., 1996. Plants for constructed wetland treatment systems - a comparison of the growth and nutrient P take for eight emergent species. *Ecol. Eng.* 7, pp.59~83.

### 출 처

Wen L and Rechnagel F.  
*Agriculture, Ecosystems and Environment* 90권,  
(2002년도)