

생장단계와 체류시간에 따른 창포의 질소와 인 제거효과 Removal Effect of Nitrogen and Phosphorus Acid of *Acorus calamus* var. *angustatus* on its Growth Gradation and Water-storage Time

서병수¹ · 박종민¹ · 박우진¹

¹전북대학교 산림과학부

I. 연구목적

최근 도시하천의 생태적 복원과 수질환경보전에 관한 관심이 높아지면서, 생태하천을 조성하거나 하천과 호소 등의 수질개선을 위하여 인공습지와 인공섬 등을 조성하고 그곳에 정화능력이 큰 식물을 집단적으로 식재하는 사례가 많아지고 있다. 이때에는 주로 하천 주변에 자라는 갯버들, 부들, 갈대, 달뿌리풀, 미나리 등의 내습성 식물과 부레옥잠 등의 수생식물들이 주로 이용되고 있다.

수질정화를 목적으로 조성하는 인공습지는 그 내부로 유입되는 오염수의 양에 따라 규모와 오염수의 체류시간이 결정되어야 한다. 특히 오염수가 계속적으로 또는 주기적으로 발생하는 경우에 체류시간을 결정하기 위해서는 인공습지에 어떤 식물을 어느 정도의 밀도로 식재하고, 식물의 성장기에 따라 얼마 동안 오염수를 체류시킴으로써 적절한 정화효과를 거둘 수 있는지에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 이 분야에 대한 연구로는 부레옥잠과 미나리를 이용한 유입수의 농도 및 체류시간에 따른 유기물질 및 영양염류의 처리효율을 조사한 박진식(2002)의 연구 등이 있지만, 우리나라에서 이 분야에 대한 연구는 대단히 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 우리나라의 습지와 하천에 자생하는 창포를 이용하여 질소와 인의 농도별, 창포의 성장단계별, 오염수의 체류시간별로 하천수의 질소와 인 제거효과를 분석하여 식물정화시설과 인공습지의 효율적인 운용을 위한 기초자료를 제공하기 위한 목적으로 수행하였다.

II. 연구방법

1. 질소, 인의 농도조절

질소의 농도는 5ppm, 10ppm, 20ppm의 3수준으로 조절하였고, 인의 농도는

0.5ppm, 1ppm, 2ppm의 3수준으로 조절하였다. 이는 각각 전라북도의 동진강, 만경강, 전주시내 세천인 연화천에서 2000년부터 2002년 사이에 측정된 질소와 인의 최고농도를 선택한 것이다. 농도조절에 사용한 시약은 질소는 KNO_3 이고, 인산은 K_2HPO_4 이다.

2. 창포의 생장시기 구분

창포의 생육단계를 3단계로 구분하여 시험을 실시하였다. 즉 생장초기단계인 4월 20일, 생장단계인 5월 20일, 생장최성기인 6월 10일에 각각 시험을 실시하였다.

3. 체류시간 구분

오염수의 체류시간은 1시간, 2시간, 3시간, 4시간의 4단계로 구분하여 질소와 인의 농도를 측정하였다. 또한 장시간 체류효과를 측정하기 위하여, 4일간 오염수를 체류시킨 시험구와 2일간 체류시킨 다음 그 시험수를 생장상태가 비슷한 다른 식물체 재배 포트에 옮겨 2일간 체류시킨 시험구를 배치하였다. 이 시험은 생장최성기를 대상으로 질소는 20ppm, 인은 2ppm 처리구만을 배치하였다.

4. 공시식물의 재배조건

포트에 유기물이 없는 마사토를 10kg씩 일정하게 담은 후 pot당 3본씩 공시식물을 식재하여 비닐하우스에서 재배하였다. 시험시 농도조절이 된 물은 포트당 3ℓ씩 동일하게 관수하였다. 시험의 반복은 각 요인당 3반복으로 배치하였다. 공시식물의 단계별 초장과 분얼포기수, 엽수는 표 1과 같다.

표 1. 공시식물의 생장단계별 초장, 분얼 포기수 및 엽수

생장단계	초장(cm)	분얼수	엽수
생장초기	46.1	1	3
생장기	55.6	3	5
생장최성기	63.8	5	7

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 단시간 체류에 따른 창포의 질소·인 제거효과

(1) 질소 제거효과

체류시간 경과에 따른 수중 질소는 모든 농도와 성장시기에서 체류 1시간 후에 가장 많은 감소율을 나타내었고 2시간, 3시간, 4시간이 경과하면서 감소율은 극히 조금씩 증가하였다. 그리고 3가지 처리농도 가운데서 가장 고농도인 20ppm 처리구에서 감소율이 가장 높았다. 가장 많은 감소율을 나타낸 시험구는 성장최성기의 20ppm 처리구이었다.

표 2. 창포의 체류시간별 및 성장단계별 질소감소량

체류 시간	성장 단계	NO ₃ -N 5ppm	감소율 (%)	NO ₃ -N 10ppm	감소율 (%)	NO ₃ -N 20ppm	감소율 (%)
0		5.00		10.00		20.00	
	초기	4.06	18.80	6.33	36.70	9.52	52.40
1	생장기	4.01	19.80	6.27	37.30	9.43	52.85
	최성기	3.90	22.00	6.20	38.00	9.28	53.60
	초기	3.85	23.00	6.15	38.50	8.98	55.10
2	생장기	3.84	23.20	6.10	39.00	8.75	56.25
	최성기	3.77	24.60	6.05	39.50	8.64	56.80
	초기	3.71	25.80	6.11	38.90	8.97	55.15
3	생장기	3.72	25.60	6.05	39.50	8.71	56.45
	최성기	3.67	26.60	5.99	40.10	8.44	57.80
	초기	3.69	26.20	6.01	39.90	8.94	55.30
4	생장기	3.69	26.20	6.02	39.80	8.63	56.85
	최성기	3.64	27.20	5.97	40.30	8.39	58.05

(2) 인 제거효과

체류시간 경과에 따른 수중 인은 모든 농도와 성장단계에서 체류 1시간 후에 가장 많은 감소율을 나타내었고 2시간, 3시간, 4시간이 경과하면서 감소율은 극히 조금씩 증가하였다. 그리고, 3가지 처리농도 가운데서 가장 고농도인 2ppm 처리구에서 감소율이 가장 높았다. 즉, 성장최성기의 2ppm 처리구에서 4시간 체류 후에

25.1%로 가장 많은 감소율을 나타내었다. 이러한 경향은 질소의 감소율에서와 같은 것이지만, 질소의 경우 최소 19.8%에서 최고 58.1%까지 제거한 것에 비하면, 인은 최소 10%에서 최고 25.1%까지 제거하여 인보다는 질소의 제거효과가 크게 나타났

표 3. 창포의 체류시간별 및 성장단계별 인 감소량

체류 시간	성장 단계	T-P 0.5ppm	감소율 (%)	T-P 1ppm	감소율 (%)	T-P 2ppm	감소율 (%)
0		0.500		1.000		2.000	
	초기	0.450	10.00	0.897	10.30	1.791	10.45
1	생장기	0.441	11.0	0.849	15.10	1.719	14.05
	최성기	0.429	14.20	0.835	16.50	1.765	11.75
	초기	0.439	12.20	0.875	12.50	1.712	14.40
2	생장기	0.430	14.00	0.824	17.60	1.623	18.85
	최성기	0.421	15.80	0.817	18.30	1.659	17.05
	초기	0.432	13.60	0.869	13.10	1.710	14.50
3	생장기	0.425	15.00	0.819	18.10	1.589	20.55
	최성기	0.416	16.80	0.805	19.50	1.542	22.90
	초기	0.430	14.00	0.859	14.10	1.706	14.70
4	생장기	0.421	15.80	0.815	18.50	1.506	24.70
	최성기	0.411	17.80	0.801	19.90	1.499	25.05

2. 장기체류에 의한 창포의 질소·인 제거 효과

질소의 경우 오염수를 한 포트에 4일간 체류시켰을 때 20ppm에서 6.36ppm으로 감소하여 68.2%의 제거율을 보인 반면, 2일 후에 시험수를 다른 포트로 옮긴 것은 4.25ppm으로 감소하여 78.8%의 제거율을 보였다. 즉, 4일간 계속 체류시킨 것보다 2일 체류 후에 시험수를 다른 포트로 옮긴 것이 10.6% 더 많은 제거효과를 나타내었다. 인의 경우 오염수를 한 포트에 4일간 체류시켰을 때 2ppm에서 1.27ppm으로 36.54%의 제거율을 보인 반면, 2일 후에 시험수를 다른 포트로 옮긴 것은 1.09ppm으로 45.50%의 제거율을 보였다. 즉, 질소와 마찬가지로 4일간 계속 체류시킨 것보다 2일 체류 후에 시험수를 다른 포트로 옮긴 것이 약 9% 더 많은 제거효과를 나타내었다.

이것은 오염수를 한 곳에 장시간 체류시키는 것보다는, 단계적 처리를 하거나 일정 기간마다 정화시설의 식물을 교체하는 것이 수질정화효과를 높일 수 있다는 것을 증명하는 결과라고 할 수 있겠다.