

이찬원, 권영택, 양기섭<sup>1</sup>, 윤종섭\*경남대학교 환경보호학과, <sup>1</sup>경남대학교 환경문제연구소

## 1. 서론

산업활동의 결과로 생산된 많은 종류의 오염물질들은 하천의 오염을 가중시키고, 중금속 및 화학물질은 부유물질과 흡착되거나 결합하여 퇴적된다. 이렇게 생성된 저질은 부유물질 및 여러 종류의 물질들이 가라앉아 입자의 크기 및 화학적·물리적 성질, 지역적, 계절적인 요인으로 차이를 나타내고 있다.

저질에 흡착된 여러 물질들은 어류, 저서생물, 수초 등에 영향을 미치게 되고, 먹이연쇄를 통해 생체내에 고농도로 축적된다.

저질의 오염도를 평가하기 위해 저질 자체내에 오염물질의 농도를 측정하고, 저질이 생물에 미치는 영향을 측정할 필요가 있다.

본 논문에서 우포늪의 일반수질현황 및 저질의 오염농도를 파악하였고, 이를 바탕으로 우포늪 저질의 물벼룩 독성도를 측정하였다. 그리고, 우포늪에서 자생하고 있는 물벼룩인 *S. ventulus*의 민감도 및 적용가능여부를 알아보았으며, 이 종을 사용하여 퇴적물의 독성도를 평가한 것은 이 논문이 최초이다.

## 2. 재료 및 실험방법

## 2.1 물벼룩

수질의 생물독성도 평가를 위해 일반적으로 사용되고있는 *Ceriodaphnia dubia*와 *Daphnia magna*를 퇴적물 독성도 평가에 적용하였다. 그리고 우포늪에서 자생하고 있는 *Simocephalus ventulus*를 채취하여 배양후 실험에 사용하였다.

## 2.2 간극수 방법

물벼룩 독성 실험에 사용된 간극수는 퇴적물 250g을 8000rpm에서 45분간 20℃에서 원심 분리시켜, 상등수를 여과지(GF/C)로 여과시켰다. 여과액은 4℃에 보관하며 7일 이내에 실험하였다.(Giesy, 1988)

독성실험에 사용된 물벼룩의 종류는 *C. dubia*, *D. magna*, *S. ventulus*이었다.

## 2.3 용출수 방법

용출수는 저질과 저질채취 지점의 물을 1:4로 하여 300rpm으로 30분간 교반하여, 24시간 정체시킨후 상등액을 여과지(GF/C)로 여과 시켜 실험에 사용하였다(Alan V. Nebeker, U.S EPA)

## 2.4 시료채취지점

우포늪은 동경 128 °25', 북위 35 ° 33'에 위치하여 경남 창원군 대합면, 이방면, 유어면에 걸쳐, 약 70여만평에 달하는 면적으로 가로 약 2.5Km 세로 약 1.6Km형상으로 낙동강 지류인 토평천 유역에 위치하고 있다. 물벼룩독성을 평가하기 위해 1998년 10월과

1999년 1월에 Fig. 1의 위치에서 시료를 채취하였다.



Fig. 1 Sampling site in Upo wetland

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 우포늪의 일반수질

우포늪의 수질현황은 1993년 1월부터 95년 7월에 걸쳐 경남대 환경보호학과자료(94-95년 학사논문)와 1998년 10월, 1999년 1월에 측정하였다.

암모니아성 질소와 총인의 농도범위는 각각 0.012~0.815 mg/L, 0.005~0.246 mg/L 이었으며, 측정시기별 및 지점별로 변화가 심하였다.

#### 3.2 우포늪 저질 물벼룩 독성평가

물벼룩 독성도는 1998년 10월(가을), 1999년 1월(겨울)의 용출수와 간극수를 이용하여 조사하였다. Fig.2는 1998년 10월(가을)에 용출수와 간극수를 이용해 지점별 물벼룩 독성을 평가한 결과이다. 그림에서 보면 간극수가 용출수보다 독성이 높게 나타났다. 물벼룩 독성도가 가을에 높게 나타났다. 가을에 깊이별 실험은 농장앞 지점만 *C. dubia*가 실험 후에도 계속 생존하여 LT50을 측정하지 못하였다.

겨울에는 모든 지점에서 실험이 끝난 후에도 생존하여 LT50을 측정할 수가 없었다.

3일, 7일후의 치사율을 측정하였고, *C. dubia*는 3일후에 현미경으로 관찰한 결과 모든 *C. dubia*에서 *neo-C. dubia*를 가지고 있었다. 그래서 출산한 개체수를 조사하였다.

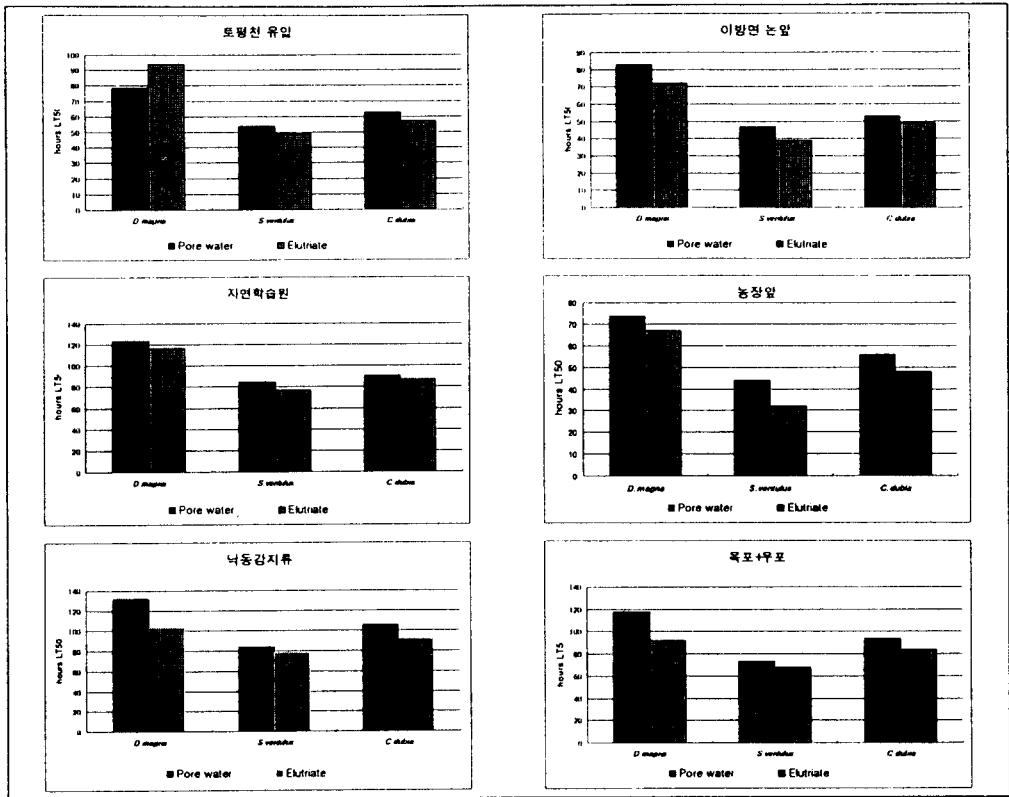


Fig. 2 Toxicity test of pore water and elutriate water by freshwater invertebrate (*D. magna*, *C. dubia*, *S. ventulus*, 1998. 10)

Table. 1 Elutriate toxicity test by freshwater invertebrate in depth (1999.1)

	(단위:%)				
	<i>D. magna</i>		<i>C. dubia</i>		<i>S. ventulus</i>
	3d	7d	3d	출산된 수	3d
자연학습(0-5cm)	10	60	40	5	20
자연학습(5-10cm)	10	40	0	2	10
자연학습(10-15cm)	10	40	0	0	20
자연학습(15cm이상)	10	60	0	4	20
농장앞 (0 - 5cm)	30	80	10	10	30
농장앞 (5-10cm)	10	50	20	8	30
농장앞 (10-15cm)	0	60	30	11	20
농장앞 (15cm이상)	0	90	20	13	20
공장앞(0 - 5 cm)	0	40	20	4	20
공장앞(5 - 10 cm)	0	20	40	9	30
공장앞(10 - 15 cm)	0	30	0	8	40
공장앞(15 cm이상)	0	50	10	6	20
토평(0 - 5 cm)	20	80	30	0	60
토평(5 - 10 cm)	30	70	30	0	40
토평(10 - 15 cm)	40	80	40	4	40
토평(15 cm이상)	20	90	30	14	40

Table. 1은 1999년 1월(겨울) 우포늪 저질을 이용하여 깊이에 따른 물벼룩 독성도를 보여주고 있다. Table. 1에서 *D. magna*는 공장앞 지점에서 3일이 지난후에도 죽지 않았고, *C. dubia*는 농장에서 출산된 개체수가 가장 많았다. *D. magna*, *C. dubia*, *S. ventulus*는 실험이 끝난후에도 계속 생존하였고, 출생된 개체수는 농장앞 > 공장 > 자연학습 > 토평천의 순으로 나타났다. 토평천 저질의 COD, T-P, TKN농도는 낮았지만, 물벼룩의 독성도는 다른 지점에 비해 조금 높게 나타났다.

#### 4. 결론

우포늪의 일반수질항목은 측정시기와 지점별로 변동이 심하였다. pH는 7.0 ~ 8.5를 유지하고, 암모니아성 질소는 0.012 ~ 0.815 mg/L, 총인은 0.005 ~ 0.246 mg/L 이었다.

저질의 강열감량은 5 ~ 19 %이고, 계절 및 지점에 따라 큰 변화를 나타내지 않았다. 저질내 유기물 함량은 COD 4 ~ 92 mg/g, TKN 4 ~ 21mg/g, T-P 0.03 ~ 3.01 mg/g 이다. T-P는 가을과 겨울의 차이가 심하게 나타났다.

우포늪 물벼룩 독성도는 겨울 보다 가을이 높았으며, 겨울에는 모든 지점에서 물벼룩이 실험이 종료된 후에도 계속 생존하였다. 겨울에 깊이별 독성실험에서 *C. dubia*로부터 출생된 개체수는 농장앞 > 공장 > 자연학습 > 토평천의 순으로 나타났다.

우포늪에서 자생하고 있는 물벼룩인 *S. ventulus*은 *D. magna*보다 민감하게 반응을 하였고, *C. dubia*와 비슷한 독성을 나타내어 수질 및 저질의 독성실험에 적용 가능성을 알 수 있었다.

#### 참고문헌

- 이찬원, 1999, 내륙 습지 퇴적물의 생태환경 독성도 평가, 습지보전학술세미나, 67-95
- Nebker, A.V., M. A. Carins, J.H. Gakstatter, K.W. Malueg, G.S. Schuytema and D.F.Krawczuk. 1984. Biological methods for determining toxicity of contaminated freshwater sediments to invertebrates Environ. Toxicol. Chem. 3:617-630
- Giesy, J. P., Graney, R. L., Rosiu, C. J. and Benda, A. (1988). Comparison of three sediment bioassay methods using Detroit river sediments. Environ. Toxicol. Chem., 7, 483-498.
- F. Colin, S. Gazbar, 1995, Distribution of water in sludge in relation to their mechanical dewatering, Wat Res Vol. 29, No. 8, 2000-2005
- William J. Adams, Richard A. Kimerle, James W. Barnett, Jr. 1992. Sediment Quality and aquatic life assessment., Environ. Sci. Technol., Vol. 26, No. 10, 1864-1875