

수질-3 물상추를 이용한 중금속 제거에 관한 연구

이상호, 이인구*, 이상을¹

상명대학교 환경공학과, ¹은하환경건설(주)

1. 서론

최근의 급속한 산업발달로 인하여 산업폐수 발생량은 증가하고 있으며 이로 인한 수자원 오염은 날로 심각한 상태에 이르고 있다(정재욱, 1994). 중금속의 함유폐수의 경우에는 물리적 방법과 화학적 방법을 이용한 처리방법을 중금속이 함유되지 않은 순수 생활하수의 경우에는 물리적 방법과 생물학적 방법을 이용하고 처리하고 있다. 이런 방법들은 각 단계별로 별도의 공정을 설치하여야 하고 시설유지에 적지 않은 처리비용이 소요되는데 반해 수생식물을 이용한 처리방법은 유기물과 중금속을 동시에 제거할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 물속에 존재하는 중금속류는 미량일지라도 수중생물과 저니 등에 축적되어 먹이연쇄에 의해 농축됨으로써 어류, 조류, 등 상위 소비자는 물론 최종 소비자인 인간에게까지 피해를 나타낸다(Cheng, 1981).

본 연구는 물상추(*Pistia stratiotes*)에 의한 중금속의 처리효율에 관하여 물상추의 생리적 특성을 이용한 수처리시 중금속의 존재에 어느 정도의 영향이 미치는가를 평가하는데 연구의 목적이 있다.

2. 재료 및 실험 방법

본 실험에 사용된 물상추(*pistia stratiotes*)은 전남성파에 속하는 수생식물로서 청주시 농협 공판장에서 하수처리용으로 사용되고 있는 것을 취하여 수돗물에 48시간 담근 후 실험에 사용하였고 이곳의 하수에 중금속을 첨가하여 batch type 처리실험을 수행하였으며 물상추의 성장에 알맞은 여름철에 실험하였다.

Pb는 농도별로 0.5, 1, 1.5 mg/l로 Cr⁶⁺은 0.5, 1, 1.5 mg/l로 처리하여 물상추를 부유시키면서 Pb 및 Cr⁶⁺ 제거효율을 일별로 조사하였다. 또한 중금속에 의한 pH 저하와 상승 및 물상추에 의한 pH 조절능력, 시간변화에 따른 생체량 변화, 중금속 함유시 NH₃-N, NO₃-N, T-P 제거율을 조사하였다.

실험에 사용한 시약은 Pb(NO₃)₂와 Chromium(VI)atomic absorption standard solution을 가지고 시료의 채취 및 분석을 매일 실시하였고 standard method에 따라 분석하였다.

물상추의 생육은 실험실 조건하에서 행하였는데 기온은 24 ~ 29℃, 수온은 24 ~ 26℃로 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. Batch 실험

Batch 실험을 통하여 물상추가 각각의 중금속의 농도에 대한 생존가능성과 적절한 체류시간을 찾고자 함이다. 본 실험은 물상추가 성장하는데 적절한 온도였으며 채수와 시료의 분석은 매일 동일한 시각에 하였다. 중금속의 농도는 배출허용기준치를 최소로 하여 단계별로 높여서 각각 4개씩 수조를 사용하였다.

3.2. 물상추에 의한 중금속 제거효과 및 영향

Fig. 1에서 보면 Pb 0.5 mg/L 처리시 4일 만에 71.4 % 가 제거되어 0.08 mg/L가 수조에 잔존하였고, 1 mg/L 일 때 65.6%, 1.5 mg/L 일 때 81.2%가 물상추에 의해 제거되었다. 또한 Pb의 농도가 0.5 ~ 1.5 mg/L 까지 에서는 농도가 높아질수록 제거율이 높아졌다. Pb+Cr⁶⁺을 각각 0.5 mg/L를 함유한 수조에서는 4일 만에 50%가 제거되어 0.095mg/L가 잔존하였고 1 mg/L일 때 45.6%, 1.5 mg/L일 때 60.5%가 제거되어 Pb의 수조에서보다 제거율이 감소하였다.

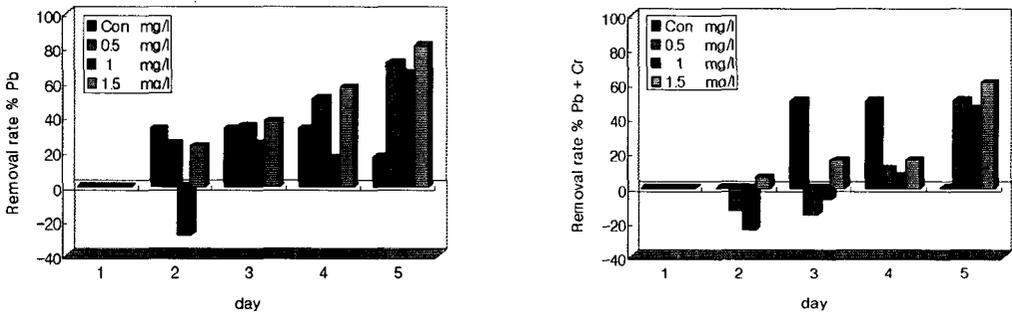


Fig. 1. Total removal rates in each lead culture medium

Fig. 2에서 보면 Cr⁶⁺은 물상추가 부유 후 4일 동안 0.5 mg/L에서 -7.3%의 제거율을 보였으며 1.5 mg/L에서 9.9%로 높은 농도에서 제거되는 것을 볼 수 있다.

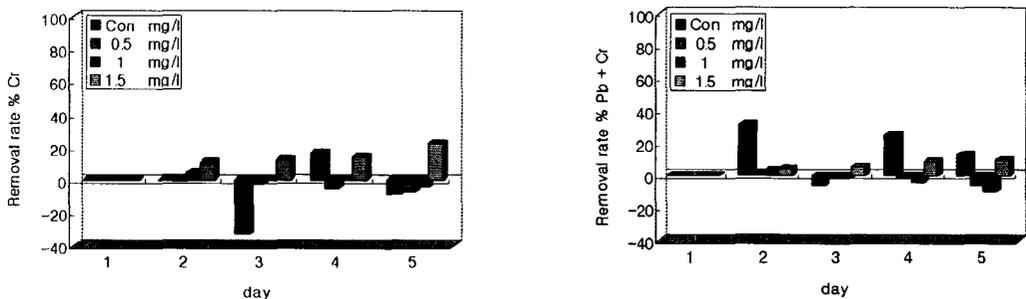


Fig. 2. Total removal rates in each Chromium culture medium

Fig. 3에서 보면 전반적으로 시일이 경과하면서 pH는 높아졌는데 6.26 ~ 7.70의 범위에서 중금속의 종류에 따라 조금씩 상이하였다.

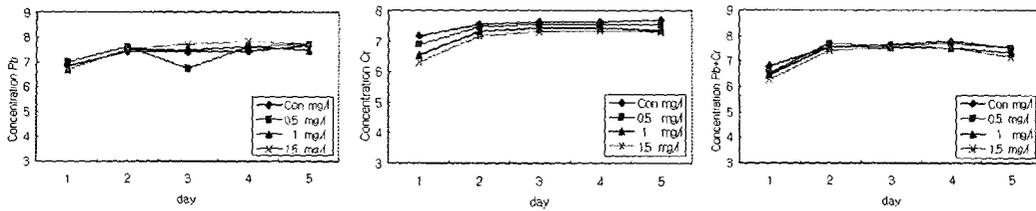


Fig 3. pH change of *pistia stratiotes* by time courses at Pb and Cr water

4. 요약

물상추에 의한 Pb 제거효율은 96시간 동안 0.5 mg/L일 때 71.4%, 1 mg/L일 때 65.6%, 1.5 mg/L일 때 81.2%로 나타났으며, 0.5 mg/L 일 때 24시간만에 24.6%로 가장 높은 제거효율을 나타냈다. 또한 농도가 높아질수록 높은 제거효율을 나타냈다. Cr⁶⁺의 제거효율은 높은 농도에서 시간이 지날수록 제거효율이 높아졌다 각 수조별 pH 변화는 전반적으로 높아지는 경향을 보였고 Pb의 경우는 1.5 mg/L에서 96시간 동안 6.7에서 7.73으로 가장 큰 변화를 보였다.

수온을 23 ~ 26°C로 유지하면서 물상추의 비성장율을 살펴본 결과 Pb의 경우 1.5 mg/L에서 24시간만에 0.046g day⁻¹에서 96시간 후에는 1.5 mg/L에서 0.114 g day⁻¹로 가장 높은 성장을 보였으며 Cr⁶⁺의 경우도 1 mg/L에서 24시간 후에 0.012g day⁻¹에서 96시간 후에는 0.5 mg/L에서 0.07g day⁻¹로 가장 높은 성장률을 보였다.

중금속 수조의 NH₃-N, NO₃-N, T-P 제거효율을 보면 NH₃-N는 전체적으로 50%이상의 높은 제거효율을 보여 영양원으로서의 흡수가능성을 보였고 NO₃-N와 T-P의 경우는 전체적으로 낮은 제거효율을 보였다.

참 고 문 헌

- 정재욱, 1994, 부레옥잠을 이용한 하수처리공정에 중금속이 미치는 영향, 석사학위논문 아 주대학교 산업대학원 .
- 나규환, 권성환, 이장훈, 1996, 수생식물을 이용한 수질정화에 관한 연구, 한국환경위생 학 회지, 22(3), 49-55.
- Cheng, 1981, M.H. et al.: Heavy metals uptake by activated sludge. J. Water pollut Control Fed. 53(11), 1609-1619.
- Passow, H., Rothsten, A., and Clarkson, T. W., 1961 : Pharmacol. Rev., 13, 185.
- Aderson, D. M.,Guillard, R. R. L., Morel, F. M . M., and Rueter, J. G, 1978. : J. Phycol., 15, 13
- Pearson, R. G., 1969 : Surv. Prog. Chem., 5, 1.