

## 환경일반-P6 한국산 해양갈조류를 이용한 각각의 중금속(납, 카드뮴, 크롬, 구리 그리고 망간)의 제거능 비교

이승훈\*, 박창호

경희대학교 환경·응용화학부

### 1. 서 론

과거 몇 년 동안 정부에서는 환경 오염성 중금속으로부터 발생하는 수질 오염에 대하여 환경적인 규제를 실시하였다. 그리고 이러한 규제 아래 폐수로부터 중금속을 제거하는 수많은 방법이 개발되었다. 폐수로부터 중금속을 제거하기 위한 기존의 방법으로는 화학적 침전, 용매 추출, 전기분해 회수, 막 분리 및 이온교환수지법 등이 있다. 그러나 이러한 물리·화학적 방법들은 2차 오염이 발생할 뿐만 아니라 용액 중 중금속이 낮은 농도로 함유되어 있을 경우에는 비경제적이며 2가지 이상의 방법을 혼용해야 한다는 문제점들이 있다 (Kim and Lim, 1999; Volesky and Holan, 1995). 따라서 기존의 제거방법의 문제점을 해결하고 타 방법에 비해 경제적으로 유리한 방법으로써 생물학적 흡착제를 이용하는 방법이 기대되고 있으며 본 연구에서는 생물흡착제로 갈조류를 사용하였다.

본 연구에서는 남해안 인근에서 채취한 생물흡착제를 이용하여 납, 카드뮴, 크롬, 구리 그리고 망간 이온을 흡착 및 제거하는 연구를 수행하였다. 각 생물흡착제의 중금속 이온의 흡착제거에서 최적 pH 조건, 반응시간, 중금속 용액의 농도 등의 변화를 통해 가장 효율적인 조건을 확인하였다. 그리고 중금속 단일용액과 혼합용액에 있어서의 흡착 효과를 비교하여 경쟁 흡착의 영향과 중금속 이온에 대한 각각에 생물흡착제의 선택성을 알아보았다. 또한 Freundlich 와 Langmuir 흡착등온식을 적용하여 흡착 경향을 살펴보았다.

### 2. 재료 및 실험방법

본 연구에서는 갈조류를 생물흡착제로 사용하였다.

분석용 표준용액은 원자흡광광도계 분석용인 납, 카드뮴, 크롬, 구리 그리고 망간 표준용액을 사용했으며, 표준용액 (1000 mg/L)을 일정한 농도 (10~50 mg/L)로 희석하여 사용하였다

생물흡착제의 양은 0.5g으로 하고 각각의 중금속 용액의 농도는 10 mg/L, pH는 2에서 8까지 증가시켜가며 pH의 변화에 따른 생물흡착제의 중금속 제거율 변화를 비교하였다. 그리고 온도조건은 21℃, 교반은 120rpm으로 120분간 실시하였다. 교반이 끝난 후 여과지 (No.2, Whatman Co.)를 이용해서 생물흡착제를 분리하였다. 선택적인 분리가 끝나면 이 용액을 원자흡광광도계 (model AA-6401 Atomic Absorption spectrometer, Shimadzu Co. Japan)를 이용해서 중금속 이온 농도를 분석하였다.

교반 시간 변화에 따른 중금속 제거율 실험은 삼각플라스크에 초순수로 희석시킨 중금속 이온 표준용액 50ml(10mg/L)를 넣은 후 부과적으로 0.5g의 생물흡착제를 넣고, 0.1N NaOH 또는 0.1N HCl를 이용해서 모든 용액의 pH를 4가 되도록 조정하였다. 그리고 대용량 교반기에서 21℃, 120rpm으로 5, 10, 20, 30, 60, 90, 120, 150분 동안 교반을 실시하였다. 그리고 여과 후 분석하였다.

실험데이터를 흡착속도식에 적용하고자 납 이온과 카드뮴 이온 각각의 초기농도를 동일하게 5에서 500 mg/L로 하면서 생물흡착제를 동일하게 0.5g 사용하여 21℃, 120rpm으로 60분 동안 교반을 실시한 후 여과 및 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

pH 변화에 따른 5가지 중금속의 흡착량의 변화는 생물흡착제에 대하여 5가지 중금속 이온 용액의 pH가 4-8일 때 크롬 이온은 흡착이 감소하였고 구리 이온은 계속적인 증가를 보였다. 나머지 3가지 이온은 변화가 거의 없었다 (Crist et al., 1981).

교반 시간 변화에 따른 납, 카드뮴, 크롬, 구리 그리고 망간 이온 흡착능의 영향과 흡착평형 시점을 살펴본 결과 대부분의 생물흡착제는 교반시간이 60분일 때 흡착평형에 도달하였다 (Costa, 1996).

단일중금속용액에서 생물흡착제의 최대흡착율을 비교한 결과 생물흡착제의 건조중량에 20% 이상의 납, 크롬 그리고 구리 이온을 흡착하였고, 카드뮴 이온은 10% 이상 흡착하였다.

초기 중금속 농도에 따른 흡착량 변화 실험결과를 Langmuir와 Freundlich 흡착등온식에 적용시켰다. Langmuir 흡착등온식이 Freundlich 흡착등온식보다 더 잘 만족함을 보여주며, 이를 토대로 본 연구에서 사용된 생물흡착제는 납 이온과 카드뮴 이온에 대하여 단분자층을 이루는 화학흡착으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- J.H. Kim, C.S. Kim, J.H. Kim, H.K. Kim, D.H. Jeong, E.S. Choi, E.S. Lim, P.C. Kim and J.K. Ryu, 1998, A study on the improvement of management system for drinking water, Report of N.I.E.R. Korea, 20. 199~213.
- B. Volesky and Z.R. Holan, 1995, Biosorption of heavy metals, Biotechnology Progress, 11. 235~250.
- R.H. Crist, K. Oberholser, N. Shank and M. Nguyen, 1981, Nature of binding between metallic ions and algal cell walls, Environ. Sci. Technol., 15. 1212~1217.
- A.C.A. da Costa, L.M.S. de Mesquita and J. Tornovsky, 1996, Batch and continuous heavy metals biosorption by a brown seaweed from a zinc-producing plant, Minerals Engineering, 9. 811~824.