

## 제주 송이 및 제올라이트의 중금속 흡착능 비교 · 검토

감 상 규, 현 성 수<sup>\*</sup>, 이 민 규<sup>1</sup>, 안 병 준<sup>2</sup>

제주대학교 환경공학과, <sup>1</sup>부경대학교 화학공학과,

<sup>2</sup>전북대학교 화학교육과

### 1. 서론

폐수로부터 중금속을 제거하기 위한 공정으로는 침전, 응집, 부상, 이온교환, 용매추출, 착염화, 여과, 증발, 막분리 방법 등을 들 수 있다. 모두 실용 가능한 방법들이나 이들 공정 대부분이 전처리가 필요하고 2차 오염이 발생할 뿐만 아니라 용액 중의 중금속 농도가 1~100mg/L 정도로 낮게 있을 경우에는 비효율적이고 비용이 비싼 단점이 있다(Mattuschka and Straube, 1993).

흡착법 또는 이온교환법의 경우에는 흡착제로서 또는 이온교환제로서 활성탄, 실리카겔, 활성알루미나 및 이온교환 수지 등이 널리 사용되고 있는데, 이들은 물리화화학적인 폐수처리에 많이 사용되고 있으나, 공존이온 존재 시에 비효율적이고 중금속만을 선택적으로 제거할 수 있는 흡착제는 고가이기 때문에 흡착능력이 우수함에도 불구하고, 일반적으로 대량소비가 되지 않고 특수한 경우에만 이용되고 있어 풍부하고 손쉽게 구할 수 있으면서도 가격이 저렴하고 경제적인 재료의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다(Volesky, 1993).

따라서 본 연구에서는 화산지역이라는 제주도의 지형학적 특성 때문에 다량 산재해 있고 부존 천연자원의 활용이라는 측면에서 상당한 관심이 되고 있는 송이의 다양한 물리화학적 특성을 고려하여 제주도의 대표적인 수 개 지역에서 채취한 송이와 이들로부터 합성한 제올라이트 및 국내 타지역의 천연 제올라이트에 대해 중금속 흡착능을 살펴 보고 이를 비교 · 검토하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

제주 송이는 제주도 전 지역에 다량 산재해 있고, 지역 및 색깔에 따라 화학적 조성 및 물리적 특성이 다르므로 대표적으로 4개 지역 [봉개(암회색), 상명(황갈색), 금약(적갈색), 동광(적갈색)] 의 송이를 채취하였고, 이들로부터 Na-P1 제올라이트를 합성하였다. 천연 제올라이트는 경북 동해안 지방인 경주시와 포항시의 3개 지역(용동, 대신, 석동)에서 채취하였다.

실험에 사용된 중금속 이온은  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ 으로 각각 Aldrich사 제품의  $Pb(NO_3)_2$ ,  $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ ,  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Sr(NO_3)_2$ 를 사용하여 조제하였으며, 기타 시약은 시판 특급 혹은 일급 시약을 사용하였다.

송이, 천연 및 합성 제올라이트를 물로 수회 세척한 후 105°C에서 일정시간 동

안 건조시켜 수분을 제거한 후 표준체로 걸러서 200 mesh(입경 0.074mm) 이상의 것을 탈이온화된 증류수로 세척하여 사용하였다.

중금속 흡착 실험은 중금속 일정 농도를 500ml를 1L 삼각플라스크에 취하고 각 흡착제 일정량을 가하고 교반 하면서 회분실험을 행하였다. 시료를 일정시간마다 채취하여 이를 원심분리기(VS-4000)를 이용하여 4000rpm이상으로 10분 동안 원심분리한 후 상등액을 원자흡광 광도계 (GBC사제 904 AA)로 중금속 농도를 분석하였다. 이 때 반응계의 온도는 항온수조를 사용하여 20℃로 유지하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 단일 중금속 용액에서의 흡착능 비교 · 검토

중금속 종류에 따른 흡착능은 흡착제에 관계없이  $Pb^{2+} > Cu^{2+} > Cd^{2+} > Sr^{2+} > Mn^{2+}$ 의 순으로 감소하였다.

각 흡착제의 중금속 흡착능은 송이의 경우 봉개>동광 >상명>금악 송이의 순으로, 합성 제올라이트(Na-P1)의 경우 이의 원료물질인 동광>금악>상명>봉개 송이의 순으로 감소하였는데 이는 송이 자체의 흡착능과는 다른 결과를 보였다. 특히 봉개 송이는 송이 사이에서는 가장 높은 중금속 흡착량을 보였으나, 이로부터 합성한 Na-P1 제올라이트는 가장 낮은 흡착량을 보였다. 천연 제올라이트의 경우 흡착능은 대신>용동>석동 순으로 감소하였다.

흡착제의 종류에 따른 흡착능을 비교하면, Na-P1 합성 제올라이트는 송이 및 천연 제올라이트에 대해 각각 20배 이상, 3배 이상의 높은 흡착량을 보였다. 천연 제올라이트가 합성 제올라이트에 비해 낮은 흡착량을 보이는 것은 천연적으로 만들어 졌기 때문에 결정 결합 구조 또는 세공이 미물질로 막혀 있기 때문인 것으로 사료된다.

#### 3.2 혼합 중금속 용액에서의 흡착능 비교 · 검토

실제로 폐수 등에 존재하는 중금속 이온은 단일이온으로 보다는 여러 가지 중금속 이온이 혼합되어 있는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구에서도 혼합 중금속 용액에서의 흡착능을 살펴 보고, 단일 용액에서의 결과와 비교 · 검토하였다. 모든 흡착제에서 혼합 중금속 용액에서의 흡착능은 단일 용액의 경우와 동일한 경향을 나타내었으나, 흡착능은 단일 이온 용액에 비해 다소 떨어졌다. 그러나 총 흡착량은 증가하는 것을 알 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- Mattuschka, B. and G. Straube, 1993, Biosorption of metals by a waste biomass, J. Chem. Tech. Biotechnol., 58, 57-63.
- Volesky, b., H.A. May-Phillips and Z.R. Holan, 1993, Cadmium biosorption by *Saccharomyces cerevisiae*, Biotechnol. Bioeng., 41, 826-829.