

석탄회로부터 합성한 제올라이트를 이용한 혼합 중금속 함유 폐수 처리에 관한 연구

이 민규, 박 경태*, 조효정, 감 상규¹, 안 병준²

부경대학교 화학공학과, ¹제주대학교 환경공학과,
²전북대학교 화학교육과

1. 서론

화력 발전소에서 연료로 사용되는 석탄을 연소시 발생하는 연소회분은 석탄의 유기성 가연성분이 연소된 후 남은 잔류 광물질로 연소 석탄에 따라 무연탄은 원탄 사용량의 45%, 유연탄은 15%가 회재이며, 이중 75-90%가 fly ash로 발생되고 있다. 따라서 일반적으로 석탄회는 비산 석탄회를 말한다. 석탄회는 현재 무연탄과 유연탄에 대한 발생물은 화력 발전소에 의한 장기전원계획에 의하면 1996년에 380만톤, 2001년 500만톤이 발생되는 것으로 추정되고 있다.

석탄회는 고온에서 연소되어 배출되며, 전체 구성의 90%가 수십 μm 이하의 미세한 입자로 구성되어 가시적인 1차 오염물로 지역주민의 민원의 대상으로 대부분의 경우 전기 집진기에 의하여 엄격하게 포집되고 있다. 집진된 석탄회는 일반 폐기물로 분류되어 발전소내의 회저 장치에 보관하나 표면 건조에 의한 재비산, 석탄회내의 유해성분의 침출에 의한 토양 및 수질오염과 저장지의 확보 등이 문제점이 제기되고 있다. 석탄회의 최종 처리는 단순매립 폐기처리하고 있으나 매립지의 확보도 곤란한 실정이다.

이러한 석탄회 처리의 문제점 해결과 폐수중의 중금속 이온을 제거하기 위해 사용되는 흡착제의 대체 방안으로서 화력 발전소에서 다량 발생하는 석탄회로부터 합성한 제올라이트를 이용하여 혼합 중금속 용액에서의 중금속 이온 제거 실험을 수행해 보았다.

2. 재료 및 실험 방법

본 실험에서는 석탄회로부터 합성한 제올라이트를 흡착제로 사용하였다. 실험에 사용된 중금속 이온은 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 등을 사용하여 조제하였다.

삼각 flask에 일정량의 흡착제와 일정 농도의 중금속 이온 용액을 넣은 후에 충분히 교반시키면서 일정 시간 간격으로 시료를 채취하여 원심 분리시킨 다음, 상등액을 원자흡광 광도계 (SHINMASTU AA-6701F)로 분석하여 중금속 이온의 농도를 얻었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 단일 이온과 혼합 이온의 흡착능 비교

실제로 폐수 중에 존재하는 중금속 이온은 단독이온으로 보다는 여러 가지 금속이온이 동시에 존재하는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구에서도 공존이온의 제거효과를 살펴보기 위해 Pb, Cd, Cu, Zn 등을 각각 0.1mM 함유한 용액에서의 각 금속이온의 흡착능을 살펴보았다. Fig. 1에서 보여지는 바와 같이 혼합 용액 경우의 흡착능의 순위는 단독

이온 용액의 경우와 동일한 경향을 나타내었으나 흡착능은 단독 이온 용액에 비해 다소 떨어졌다. 그러나 총 흡착량은 증가하는 것을 알 수 있었다.

3.2 단일 이온과 혼합 이온의 흡착 속도 비교

단일 중금속 이온이 존재할 때의 흡착속도와 혼합 중금속 이온이 존재할 때의 흡착속도를 비교하면 Fig. 2에서 보여지는 바와 같이 혼합 중금속 용액에서의 흡착속도가 단일 중금속 용액에서의 흡착 속도에 비해 느린 것을 알 수 있었다.

3.3 용출실험

흡착능이 다한 제올라이트는 일반적으로 매립에 의해서 처리를 하게 되는데, 이때 폐기물에 함유되어 있는 중금속 이온이 강우나 지하수에 의하여 용출되어 제 2의 환경오염을 일으킬 문제점을 가지고 있다. 따라서 지하수와 유사 조건의 용액에서의 용출의 정도를 알아 본 결과 0~0.3% 정도로 거의 용출이 되지 않음을 알 수 있었다.

4. 요약

석탄을 이용한 화력 발전소로부터 다량 발생하는 석탄회 처리의 문제점과 폐수중의 중금속 이온을 제거하기 위해 사용되는 흡착제의 대체 효과를 살펴보기 위해서 석탄회로부터 합성한 제올라이트를 중금속 이온 제거 실험에 이용해 보았다.

혼합 이온의 경우 흡착능은 단일 이온에 비해서 다소 떨어지는 것을 알 수 있었으나 총흡착량은 증가하는 것을 알 수 있었으며, 흡착 순위는 단일 이온일 경우와 동일하게 나타났다. 또한 최종적으로 성능이 다한 제올라이트를 폐기시에 지하수에 의한 용출의 정도를 알아본 결과 거의 용출은 일어나지 않았다.

참고문헌

- 김성현, 1992, 유연탄 회재의 활용방안 연구(I), 한국에너지 기술연구소 보고서, KE-92053G, pp. 111-114.
- Apak, R et al., 1996, *J. Nucl. Sci. Technol.*, Vol. 33, No. 5, pp. 396-402.
- K. S. Choi, 1988, Removal of heavy metal ions from wastewater by ion exchange, *J. of KSEE*, Vol. 10, No. 2, pp. 25-30.
- Torry. S, 1978, Coal ash utilization, Noyes data corporation, pp. 5-27.

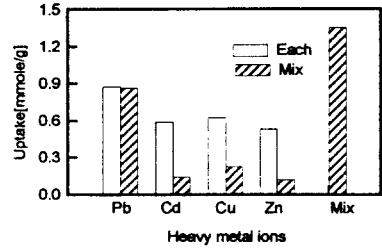


Fig. 1. Effect of mixed heavy metal ion on uptake (adsorbent=0.1 g/L, initial heavy metal ion concentration=0.1 mM, pH of solution=5.5)

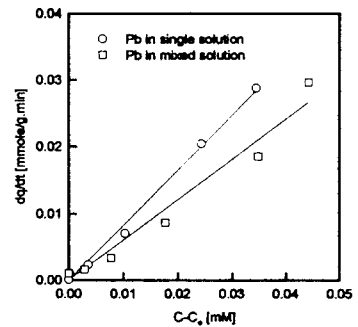


Fig. 2. Linear plot of the sorption rate versus the single and mixed metal concentration difference