

용융 슬래그 Na-P형 제올라이트의 중금속 흡착 특성

이성기¹⁾, 배인국^{2)*}, 장영남²⁾, 채수천²⁾, 류경원³⁾

1) 과학기술연합대학원대학교 자원순환공학

2) 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 (bae@kigam.re.kr)

3) 충북대학교 지구환경과학과

1. 서론

현대사회는 산업화와 도시화로 인해 다량의 폐기물이 발생하고 있다. 이런 폐기물들을 처리하는 방법으로는 주로 매립, 소각, 해양투기 등의 방법이 쓰이고 있으나, 그중에서도 매립이 가장 많이 쓰이고 있다. 하지만, 매립지 부족과 쓰레기에서 발생하는 2차 오염에 대한 문제점 때문에 이 또한 쉽지 않은 실정이다. 이를 해결하기 위한 방법이 소각하는 방법이다. 폐기물을 소각하게 되면 부피가 1/5 정도로 줄어들게 되어 처리하기가 쉬워진다. 하지만 소각으로 발생된 소각재는 다량의 중금속과 다이옥신같은 환경호르몬을 포함하고 있어 이를 매립할 경우에도 2차 오염의 우려가 있다. 이를 해결하기 위해 다량의 에너지를 사용하여 소각재를 고온에서 용융시켜 처리한다. 소각재를 고온에서 용융시키면 다이옥신같은 환경호르몬은 고온에서 분해되며 중금속은 회수되거나 슬래그내에 고정화된다. 이런 슬래그는 로 반재나 세골재로 주로 쓰이고 있다. 하지만 용융시에 다량의 에너지가 소비되므로 다른 고부가가치의 제품을 만들 필요성이 있다.

또한 현대 사회는 산업이 발달함에 따라 필요한 여러 가지 제품을 만들어 내기 위해 많은 중금속들이 사용되고 있다. 섬유, 제지, 염색, 전기전자분야 등에서 각종 중금속들이 사용되고 있으며, 이 때문에 생태계를 교란시킬 위험이 크다고 할 수 있다. 이런 중금속들이 환경에 노출되면 생태계의 질서를 어지럽히고 나아가 인간의 삶도 위협하게 될 것이 분명하다. 따라서 이런 중금속을 제거하기 위한 연구도 절실히 필요하다고 하겠다.

본 연구에서는 폐기물인 소각재 용융 슬래그를 이용하여 고부가가치의 제올라이트를 합성하고 이를 이용하여 여러 가지 중금속의 흡착 특성을 알아보려고 하였다.

2. 본론

1) 제올라이트 합성

출발물질인 용융슬래그에서 제올라이트 합성 시, 부족한 Na_2O , Al_2O_3 및 SiO_2 성분은 알루미늄산소다(sodium aluminate) 및 규산소다(sodium silicate)를 통하여 보충하였다. $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 3.2-4.2$, $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 70.7-80$ 의 조성에서 $80\sim 83^\circ\text{C}$ 의 온도로 15시간정도 반응시켰다. 반응시킨 후, 반응물을 실온에서 방냉하여 고액 분리하였다. 고액분리후, 고체를 세척한 세척액의 pH가 12이하가 되도록 수세하였다. 세척한 고체를 90°C 의 오븐에서 20~30시간이상 건조하여 분쇄한 후 각종 분석과 실험에 사용하였다. XRD 및 SEM 분석을 통하여 제올라이트의 결정상 및 형태를 확인하였다.

2) 중금속의 흡착 실험

중금속의 흡착 실험에 사용된 시약은 산업적으로 많이 사용되고 독성이 크거나 환경적으로 유해하다고 판단되는 Cu, Ag, As, Pb, Cr, Mn 등을 선정하여 실험하였다. 각 원소에 대해, 시판되는 1000ppm standard 용액을 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30ppm으로 희석하여 사용하였다. 0.1g의 시료에 각 용액 100mL를 혼합하여 20°C 의 온도에서 1시간동안 흡착 실험을 하

였다. 반응후 1 μ m membrane filter로 여과하여 여과액을 ICP로 분석하였다. 상대적인 양의 변화를 비교하기 위해 각 희석용액을 blank로 하여 흡착 실험한 용액과 같이 측정하였다.

3. 결과

도시소각재 용융슬래그로부터 합성된 Na-P형 제올라이트에 대한 중금속 흡착특성을 하기에 앞서 중금속 흡착특성에 중요한 인자 중에 하나인 양이온 교환능을 암모늄 아세테이트법에 의해 측정한 결과, 240cmol/kg (상용의 Na-A형 제올라이트 280cmol/kg)으로 비교적 높은 값을 나타내었다.

앞서 설명한 방법에 의하여 Cu, Ag, As, Pb, Cr, Mn의 중금속에 대하여 농도에 따른 흡착특성을 조사하였다 (Fig. 1). 본 연구에서 합성한 Na-P형 제올라이트의 경우, As와 Cr에 대해서는 거의 흡착이 일어나지 못하였고, 대부분의 경우, 농도가 증가함에 따라 흡착 능력은 저하되었다. Cu의 경우, 농도가 15ppm까지는 90%이상의 흡착율을 보이고 있으나, 20ppm이후의 농도에서는 흡착율이 점점 감소하여, 30ppm에서는 흡착율이 30%를 나타내었다. Ag의 경우를 보면, 1ppm에서는 약 60%, 5ppm에서는 최대 흡착량인 약 80%를 나타내었으나, 10ppm이상의 농도에서는 흡착율이 점점 떨어져 최종 30ppm에서는 더 이상 흡착이 일어나지 않았다. Mn은 Cu, Ag와 유사하게, 1ppm에서 5ppm까지 90%에서 거의 100%까지 증가하고 5ppm보다 높은 농도에서는 점점 흡착율이 감소하여 30ppm에서는 Mn 이온이 흡착되지 않았다. Pb의 경우, 1ppm에서는 75%정도의 흡착율을 나타내지만 농도가 진해질수록 점점 흡착량이 증가하는 것을 알 수 있으며, 10ppm이상의 농도에서는 모든 Pb 이온을 흡착하였으며, 모든 농도에서 가장 높은 흡착률을 보였다.

참고문헌

- 장영남, 배인국, 채수천, 류경원, (2001) 브라운관 후면유리폐기물을 이용한 제올라이트 합성, 한국자원환경지질학회지, 34(2), 167-173
- 류완호, 이원목, 홍필선, 양천희, 안재영, 백일현, 이병노, (2003) 석탄회를 이용한 제올라이트의 합성과 중금속 흡착 특성, HWAHAK KONGHAK, 41(5), 655-660
- 노진환, (2003) 천연 제올라이트의 수환경 개선용 기능성 소재로의 활용에 관한 연구 (II) : 국내산 제올라이트의 중금속 이온 흡착 특성, 한국광물학회지, 16(3), 201-213
- 이성기, 배인국, 장영남, 채수천, 류경원 (2006) 도시소각재 용융슬래그로부터 P형 제올라이트 합성, 한국광물학회지, 19(1), 7-14

감사의 글

본 논문은 21세기 프론티어연구개발사업 중 자원재활용기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

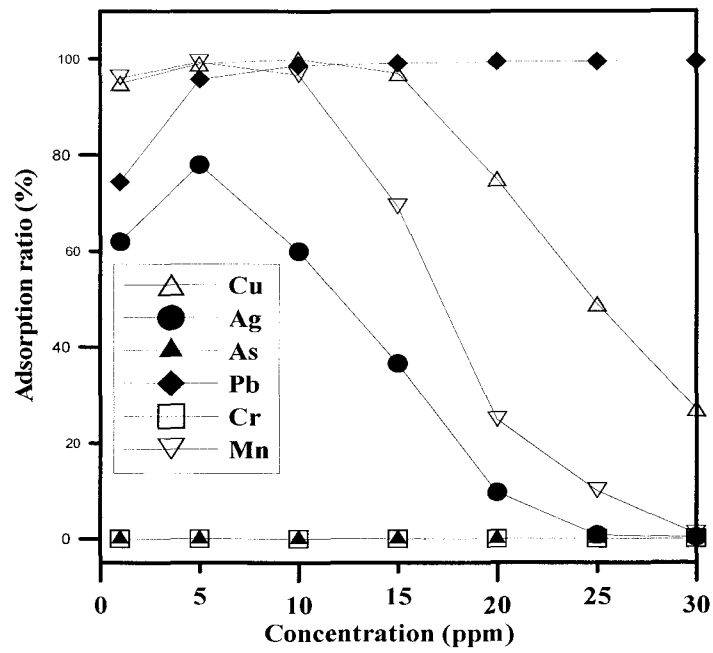


Fig. 1. Adsorption ratio of various heavy metals for Na-P zeolites synthesized from melting slag.