

## PC8) 비산재 기반 합성 제올라이트를 이용한 스트론튬 및 세슘의 흡착 제거

김도형 · 정하늘 · 황현석 · 서준형 · 이광원<sup>1)</sup> · 이창한<sup>2)</sup> · 이준엽<sup>3)</sup> · 최정학

부산가톨릭대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>울산광역시 상수도사업본부 수질연구소, <sup>2)</sup>부산가톨릭대학교 환경행정학과,  
<sup>3)</sup>㈜캠토피아 기업부설 생활환경연구소

### 1. 서론

오늘날 원자력은 에너지원으로서의 역할과 함께 우리의 삶에 많은 이점과 편의를 제공하고 있지만 원자력의 이용 과정에서 필연적으로 발생하는 방사선 피폭 문제와 방사성 폐기물의 처리 문제는 원자력 이용에 대한 찬반 논쟁과 사회적 갈등의 요인이 되고 있다. 특히 2011년 일본의 후쿠시마 원전사고로 인해 630,000~770,000 TBq에 이르는 방사성 핵종이 유출된 것으로 알려지면서 방사성 핵종의 처리 문제는 원자력의 이용에 있어서 시급히 해결해야 할 중요한 과제로 대두되고 있다(Hu et al., 2012). 원자력 발전소에서 발생하는 액체 폐기물은 대부분 <sup>60</sup>Co, <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs과 같은 방사성 핵종과 Na, K, B 등의 비방사성 핵종을 다량 함유하고 있는데, 방사성 핵종의 경우 액체 폐기물 내에서 비교적 낮은 농도로 존재하지만 방사성 폐기물에서 발생하는 열의 대부분이 이 핵종들에 의해 나타나며(Cheon et al., 2014), 환경으로 유출 시 방사능 누출로 인해 생물체의 암이나 유전자 돌연변이를 유발하는 것으로 알려져 있다(Wu et al., 2009). 이에 본 연구에서는 실험실 규모에서 석탄 비산재를 기반으로 한 제올라이트를 합성하고, 이를 흡착제로 적용하여 수중에서 방사성 핵종 중금속인 스트론튬 및 세슘을 흡착 제거하고자 하였다.

### 2. 재료 및 방법

본 연구에서의 흡착제는 국내 화력발전소에서 발생하는 비산재(coal fly ash)를 활용하여 용융/수열 합성법으로 Na-A형 제올라이트를 제조하여 사용하였으며, 핵종 중금속 시약은 실험실에서 취급의 용이성을 위해 비방사성 동위원소 시약인 Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 및 CsNO<sub>3</sub>를 사용하였다. 또한 흡착이 진행되는 동안 일정한 pH를 유지시키기 위하여 2-[N-morpholino]ethane-sulfonic acid (MES, Sigma-Aldrich, USA)를 완충용액으로 사용하였다. 흡착속도 실험과 등은 흡착 실험을 수행하였으며, 반응 후 AAS와 ICP-MS를 이용하여 핵종 중금속을 정량분석하였다. 흡착속도 실험 결과를 Pseudo-First-Order kinetic Model (PFOM)과 Pseudo-Second-Order kinetic Model (PSOM)에 적용하고, 등은 흡착 실험 결과를 Freundlich model과 Langmuir model에 적용하여 흡착 양상 및 특성을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

합성 Na-A형 제올라이트에 대한 스트론튬 및 세슘의 흡착은 3시간 이내에 흡착평형에 도달하는 것으로 나타났다. 흡착속도 모델은 Pseudo-Second-Order kinetic Model (PSOM)에 잘 따르는 것으로 평가되었다. Freundlich 모델과 Langmuir 모델을 이용한 fitting에서는 Langmuir 모델에 좀 더 적합한 것으로 평가되었다.

### 4. 참고문헌

- Cheon, K. H., Choi, J. H., Shin, W. S., Choi, S. J., 2014, Adsorption characteristics of cobalt, strontium, and cesium on natural soil and kaolin, J. Environ. Sci. Int., 23, 1609-1618.  
Hu, B., Fugetsu, B., Yu, H., Abe, Y., 2012, Prussian blue caged in spongy adsorbents using diatomite and carbon nanotubes for elimination of cesium, J. Hazard. Mater., 217, 85-91.  
Wu, J., Li, B., Liao, J., Feng, Y., Zhang, D., Zhao, J., Wen, W., 2009, Behavior and analysis of cesium adsorption on montmorillonite mineral, J. Environ. Radioact., 100, 914-920.

### 감사의 글

본 연구는 2017년도 부산가톨릭대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행되었습니다.