

후쿠시마 모의 해수폐액에 함유된 미량원소의 생광물학적 제거

황진하^{1,2*}, 이승엽¹, 이민희², 백민훈¹, 서범경¹

¹한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

²부경대학교, 부산광역시 남구 용소로 45

*jhhwang@kaeri.re.kr

1. 서론

일본 후쿠시마 원전사고 당시 쓰나미에 의해 원전의 냉각기능이 상실되었고 원자로 냉각을 위해 해수가 주입됨에 따라 해수로부터 대용량의 방사성 폐액이 발생하였다. 동경전력회사(TEPCO)의 보고서에 따르면 폐액처리의 주요 대상 원소로 I-131, Cs-134, Cs-137 외에 Sb-125, Ru-106 등이 포함되어 있다[1]. 이들은 원전사고에서 뿐만 아니라 원전 해체 시에도 일부 발생 될 것으로 예측되며, 특히 우리나라의 경우 부산시 기장군에 위치한 고리 1호기가 2017년 수명 만료에 따른 원전 해체를 준비하고 있다. 따라서 국내에서는 후쿠시마 사고와 유사한 원전 중대사고나 원전 해체를 대비하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있으며, 현재 일반적으로 흡착제를 이용한 처리연구가 진행되고 있다. 인공합성물질로 미량원소들을 처리하는 것이 일반적이지만, 효과적이면서 친환경적, 경제적으로 오염물질을 제거하는 방법이 새롭게 요구되고 있다.

본 연구에서는 자연계에 흔히 존재하는 황산염환원박테리아(SRB)[2]를 이용하여 미량원소들을 안정하게 광물화시켜 제거하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 실험방법

본 실험에 사용된 미생물은 토양 중에 서식하는 SRB로서 배양액을 통해 일정기간 배양시킨 후 실험에 사용하였다. 실험용 용액은 총 100 mL의 용량으로 제조하였으며, 해수에 Na-lactate, Fe(II)-chloride를 함께 넣어주었다. 또한 Sb, Ru 등의 원소들을 각각 1 ppm, 0.1 ppm, 0.01 ppm 세 가지 농도로 주입하고 반복실험을 실시하였다. 그 후 SRB를 소량 주입 해 주었으며 120 rpm, 30°C 조건에서 수 일간 실험을 진행하였다. 흡착의 영향을 알아보기 위해, 미생물이 없는 조건에서도 흡착 실험을 수행하였으며, 모든 채취된 용액시료는 0.2 μm

필터 하여 ICP를 이용하여 농도를 분석하였다. 용액으로부터 침전된 고체 시료의 표면을 관찰하기 위해 XRD 및 SEM분석을 실시하였다.

2.2 결과

미생물에 의해 mackinawite(FeS)라는 검은색의 판상 광물이 만들어졌으며, 미량원소의 제거량은 원소에 따라 조금씩 차이가 있었지만 시간에 따라 원소들의 농도가 감소하는 경향을 보여주었다. 단순 흡착에 의한 제거율은 미미한 것으로 나타났으며, 미생물의 활동에 의해 만들어지는 황화물에 의해 대부분의 미량원소들이 제거되는 것으로 보였다. 황화물은 생성과정에서 미량의 금속 및 희토류 원소들을 포획하는 능력이 있기 때문에 대부분의 미량원소들은 결정광물 내에 고정화 될 것으로 예상된다.

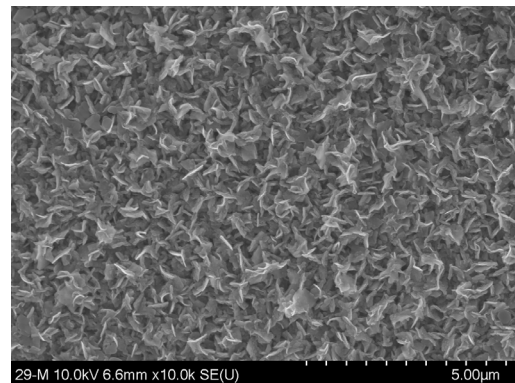


Fig. 1. SEM image of a biogenic sulfide material (mackinawite).

3. 결론

본 실험에서 미량원소의 상당량이 SRB에 의해 제거되었다. 이러한 실험결과는 중대 원전 사고 발생 시 또는 원전 해체 시 발생 될 미량원소들을 생물학적 방법을 이용하여 효과적이면서도 경제적으로 제거할 수 있다는 것을 의미한다. 기존의 흡착제를 이용한 방식으로는 많은 비용이 소요되며, 개별 원소마다 다른 공정 및 흡착소재들을 사용해야 하기 때문에 상당한 부담이 있다. 본 연구에서 개발된

미량원소 제거 방식이 저비용, 친환경적인 광물화 기술이기 때문에, 많은 미량원소들을 단일 공정으로 쉽게 제거할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

4. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부의 원자력연구개발사업 (No. 2012M2A8A5025589)의 일환으로 연구비를 지원받아 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] http://www.tepco.co.jp/en/nu/fukushima-np/images/handouts_120326_08-e.pdf
- [2] S.Y. Lee et al., "Abiotic reduction of uranium by mackinawite (FeS) biogenerated under sulfate-reducing condition.", J Radioanal Nucl Chem, 296: 1311-1319 (2013).