

계면활성제의 종류에 따른 Montmorillonite 내 세습 탈착 특성 분석

김보현^{1,2}, 박찬우¹, 서범경¹, 문제권¹, 박소진², 이근우^{1*}

¹한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

²충남대학교, 대전광역시 유성구 대학로 99

*kimbh@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력시설 해체 부지에서 발생하는 오염 토양중 세습은 토양내 수분에 의해서 전이 및 이온화되어 토양중의 점토성분에 흡착되고, 흡착된 세습은 지표면 또는 토양 깊이 방향으로 확산되어 일반적으로 토양 깊이 10 cm 정도까지 오염되는 것으로 알려져 있다.

토양은 크기에 따라 모래, 실트 및 점토로 구성되어 있으며, 모래, 실트와 같은 큰 미립자에 오염된 핵종(세습을 포함한 핵종)은 산 세척과 같은 기존의 방법으로 비교적 용이하게 제거가 가능하다. 그러나 방사성 핵종 중 Cs-137은 다른 방사성 핵종들과는 다르게 높은 흡착 안정성으로 일반적인 토양 폐기물 처리기술로는 제거하기 어려우며, 점토 광물의 층간(interlayer)나 frayed edge site에 선택적으로 흡착된다.

점토광물 중 montmorillonite는 2:1형 팽창성 광물로, 팽윤하게 되면 층간에 양이온의 흡착이 가능하기 때문에 높은 세습 흡착능을 가지는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 montmorillonite에 오염된 방사성 세습을 선택적으로 제거하기 위한 탈착제를 선정하기 위해 비이온성, 양이온성, 음이온성 계면활성제에 의한 층간 확장 특성을 비교하였고, 세습 제거율을 조사하였다. 이 중 높은 세습 탈착률을 나타낸 양이온계면활성제에 대한 탈착조건을 선정하기 위해서 알킬암모늄의 길이(alkylammonium chain length)에 따른 세습 탈착 특성을 분석 평가하였다.

2. 본론

2.1 실험방법

세습으로 오염된 점토를 제조하기 위하여 Ca-montmorillonite(Cs-MMT)를 20 μm 이하로 분리한 후 세습 용액에 분산하여 7일 동안 반응하였고, 원심 분리를 통해 분리된 액체 내 세습의 농도를 유도결합플라즈마 질량 분석기(ICP-MS)를 이용해 분

석하였다. 분리된 Cs-MMT는 40°C로 건조시켰다.

세습으로 오염시킨 montmorillonite를 Dodecyltrimethylammonium bromide (양이온성), Triton X-100 (비이온성), sodium dodecylsulphate (음이온성) 계면활성제 용액과 물, 암모늄이온 용액에 각각 분산시킨 후 80°C에서 24 시간동안 반응하여 원심분리를 통해 고/액 분리하였다. 가장 높은 제거율을 보인 양이온성 계면활성제의 알킬암모늄의 길이에 따른 세습탈착 특성을 조사하기 위해서 Tetramethylammonium bromide (TMAB), Octyltrimethylammonium bromide (OTAB), Dodecyltrimethylammonium bromide (DTAB), Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), Ammonium 용액을 사용하여 Cs-MMT와 24 시간 동안 반응시킨 후 원심분리를 통해 분리하였다. 용액 내 존재하는 세습의 양을 ICP-MS를 통해 측정하여 montmorillonite에 잔류하는 세습의 양을 계산하였다.

2.2 실험결과 및 고찰

Cs-MMT에 비이온성, 양이온성, 음이온성 계면활성제와 물과 암모늄용액을 처리하여 탈착 특성을 비교 분석하였다(Fig. 1).

층간삽입제 없이 물로만 세척할 경우 6%의 세습만 제되었고, 암모늄 이온만 사용한 경우 10% 미만의 세습만 제거되어 낮은 세습 탈착률을 나타내었다. 여러 가지 계면활성제를 점토에 처리 후 세습 탈착을 평가해 본 결과 양이온 계면활성제인 DTAB에 의한 세습 탈착률이 90% 이상으로 가장 높은 제거 효율을 나타내었다.

스크리닝 과정에서 높은 탈착률을 나타낸 양이온성 계면활성제의 종류를 선정하기 위해, 알킬그룹의 길이가 다른 다양한 양이온성 계면활성제를 처리하였고 그 중 DTAB가 높은 세습 제거를 나타내었다.

양이온성 계면활성제(DTAB) 첨가량 및 농도에 따른 세습 탈착을 평가하기 위해서 20°C와 80°C에서 DTAB의 농도를 50-1000 mg/g clay 까지 첨가하여 분석하였다(Fig. 2). 세습 탈착률은 DTAB의 농

도가 증가함에 따라 증가하였고, 최대 세슘 제거율은 1000 mg/g clay 조건에서 나타났으며 20°C에서 최대 93%, 80°C에서 최대 97%의 세슘 제거율을 나타냈다.

면서 흡착된 세슘과의 이온교환에 의한 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- [1] 이근우, 박찬우, 양희만, 서범경, "방사성 오염 토양의 Cs 탈착 방안 설정에 관한 연구", 한국 방사성폐기물학회 2015 추계학술발표회 논문 요약집, 13(3), 275-276, 10.14-16, 2015, 부산.
- [2] Yamamoto, T (2012) Radioactivity of fission product and heavy nuclides deposited on soil in Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant accident, Journal of Nuclear science and Technology, 49, 1116-1133.

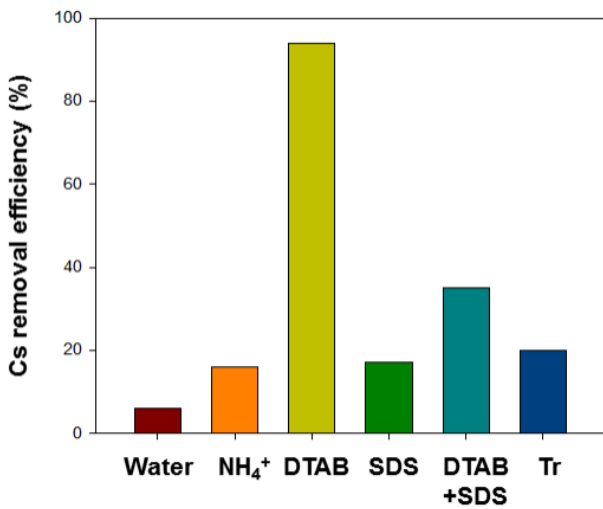


Fig. 1. Cs removal efficiency from Cs-MMT by various types of surfactant at 80°C.

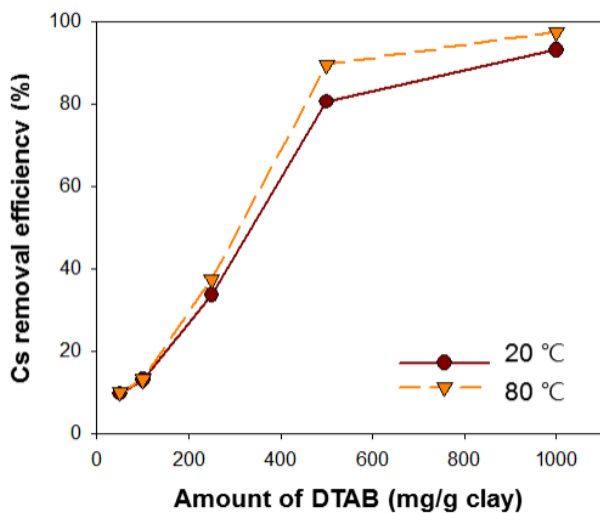


Fig. 2. Cs removal efficiency from Cs-MMT as a function of the added amount of DTAB at 20°C and 80°C.

3. 결론

Montmorillonite로 부터 세슘을 제거하기 위해서 계면활성제의 종류에 따른 세슘 탈착 특성을 조사하였다. 실험 결과 양이온성 계면활성제에서 가장 높은 탈착량을 보여주었고, 최대 세슘 제거율은 97%로 나타났다. 양이온성 계면활성제의 첨가량이 늘어남에 따라 세슘의 탈착량도 증가되었으며, 세슘탈착은 양이온 계면활성제가 층내로 층간 삽입되