

악틴계 물질 TRU 산화환원거동

김승수, 강광철, 백민훈, 최종원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

nsskim@kaeri.re.kr

사용후핵연료를 직접 처분할 경우 악틴족 원소 중 우라늄을 제외한 가장 많이 포함된 핵종이 플루토늄이다. 따라서 사용후핵연료의 처분 안정성을 확보하기 위해서는 플루토늄의 거동이 예측되어야 한다.

플루토늄의 거동은 지하수의 pH와 산화환원 조건에 따라 플루토늄의 산화수가 3, 4, 5, 6가로 변하는데, 흡착성이 큰 3, 4가로 존재할 경우 5, 6가인 경우보다 처분매질에서 이동속도가 매우 느릴 수도 있다. 따라서 플루토늄의 이동속도를 예측하기 위해서는 산화수별 정량이 선행되어야 한다. 산화수가 다른 플루토늄을 분리하는 기존의 방법으로는 TTA(thenoyltrifluoroacetone) 또는 DBM(dibenzoylmethane)을 이용한 용매추출법이 가장 많이 알려져 있다¹⁻². 그러나 이 방법들은 절차가 복잡하며 냉각시키거나 산을 가하는 중간과정에서 산화수가 변할 수도 있다.

본 연구에서는 Pu^{3+} , Pu^{4+} , PuO_2^+ , PuO_2^{2+} 상태의 플루토늄을 제조하여 이온크로마토그래피로 분리하는 방법을 연구하였다. 아르곤 분위기에서 1.0M HClO_4 매질에 녹아있는 Pu^{4+} 에 환원제로 과량의 ferrous sulfamate를 첨가하여 Pu^{3+} 용액을 조제하였으며, Pu^{4+} 는 NaNO_2 를 첨가하여 안정화시켰다. PuO_2^{2+} 와 PuO_2^+ 용액을 전기화학셀에서 조제하였다. 0.1 M HClO_4 매질에서 Pu^{3+} 용액을 전기셀에 넣은 후 작업전극과 상대전극사이에 2.0 V를 걸어줌으로서 PuO_2^{2+} 을 조제하였다. 이렇게 얻은 PuO_2^{2+} 용액의 일부를 취하여 NaOH로 pH를 3으로 조절한 후 두 전극사이에 -978 mV를 걸어주어 PuO_2^+ 를 조제하였다. 각 과정에서 얻은 플루토늄의 산화수는 UV-Visible 스펙트럼으로 확인하였다.

산화수별 플루토늄의 분리를 위해서는 각각 SiO^- (LiChrosphere Si60, 15-25 μm , Merck), SiO-SO_3^- (ISOLute™ SCX, 40-70 μm , IST) 작용기를 가진 이온교환체를 충전한 두 컬럼을 이용하는 방법을 시도하였다(그림 1). 예비실험으로서 플루토늄과 화학적 성질이 유사하며 산화수가 안정한 Eu^{3+} , Th^{4+} , NpO_2^+ , UO_2^{2+} 을 사용하여 분리조건을 얻었다. 이 분리조건을 플루토늄에 적용시켰을 때, SiO^- , SiO-SO_3^- 이온교환체를 이용한 방법은 산화수별 플루토늄을 성공적으로 분리할 수 있었다.

참고문헌

1. B. Grambow, A. Loida, L. Kahl, W. Lutze, *Mat. Res. Soc. Proc.*, **353**, 39(1995).
2. M. P. Neu, D. C. Hoffman, *Radiochim. Acta*, **66/67**, 251(1994).

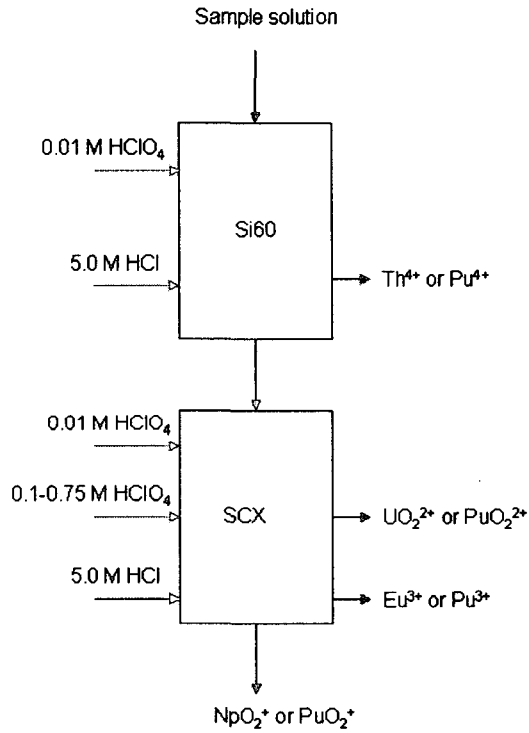


그림 1. 두 칼럼 방법을 이용한 예비실험 핵종(Eu^{3+} , Th^{4+} , NpO_2^+ , UO_2^{2+}) 및 산화수별 플루토늄의 분리 흐름도