

이온 크로마토그래피에 의한 U(IV)와 U(VI)의 분리

김승수, 강광철, 조영현, 김정석, 정의창, 조원진
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
nsskim@kaeri.re.kr

대기와 접한 자연수중에 존재하는 대부분의 우라늄은 산화수가 6가의 우라늄 이온(U(VI))으로 존재한다. 그러나 사용후핵연료를 처분하였을 경우 심부지하수의 낮은 산화환원 전위 및 처분용기의 부식에 의한 산소의 소모로 인해 UO_2 펠렛은 원자가가 4가인 형태(U(IV))로 존재할 것으로 예상된다. 따라서 처분환경에서 우라늄의 거동을 예측하기 위해서는 U(IV)의 제조 및 확인이 필요하다.

본 연구에서는 우라늄화합물을 인산매질에서 환원제로 ferrous sulfamate를 사용하여 환원시킨 후 이들의 산화상태를 UV/Visible spectroscopy로 확인하였다. 또한, 이 용액을 0.1M hydrazine 혹은 0.01M $Na_2S_2O_4$ 와 같은 환원제로 수 $\mu\text{g/mL}$ 로 희석시킨 다음, pH 증가 및 희석에 따른 U(IV)의 안정성을 검토하였다. 이를 위하여 용액중 우라늄 총량을 ICP-MS로 측정된 결과 0.01M $Na_2S_2O_4$ 희석용액에서 6.4 $\mu\text{g/mL}$ 의 우라늄이 검출되었으나, 레이저-형광 스펙트로미터를 이용하여 U(VI)의 양을 측정된 결과 U(VI)의 양이 0.4 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났다. 따라서 희석용액중 우라늄은 U(IV)로 존재하는 것으로 생각된다. 그러나 0.1M hydrazine의 경우 높은 pH (약 9.0)에 의해 우라늄 침전이 형성되어 산화수 확인이 불가능하였다.

0.01M $Na_2S_2O_4$ 희석용액에서 우라늄의 U(IV)로 존재를 재확인하기 위하여 이온 크로마토그래피법을 사용하여 U(IV)와 U(VI)를 분리하고자 시도하였다. 사용한 교환체로는 Dowex AG 50W-X8 양이온교환수지¹⁾와 Lichroprep Si60 음이온교환수지²⁾를 사용하여 분리하였다. Dowex AG 50W-X8에서 분리조건을 얻기 위하여 U(VI)과 Th(IV)를 사용하여 예비실험을 시도하였으며, 그 조건으로 글러브 박스에서 U(IV)와 U(VI)을 분리하여 U(IV)로 존재를 재확인하였다 (그림 1).

그러나 Lichroprep Si60를 충전한 컬럼의 경우 용리액으로 0.01M $HClO_4$ 와 5.0M HCl을 사용하였을 경우 U(VI)과 Th(IV)이 잘 분리되었으나, 동일 시료를 사용하여 분리하였을 경우 U(VI)가 U(IV)보다 더 큰 값으로 나타났다.

참고문헌

1. M. C. Duff and C. Amrhein, J. Chromatography A, 743, 335-340, 1996.
2. 김승수 외, 이온크로마토그래피를 이용한 산화수별 플루토늄의 분리, 분석과학회지. 14(1), 28-33, 2001.

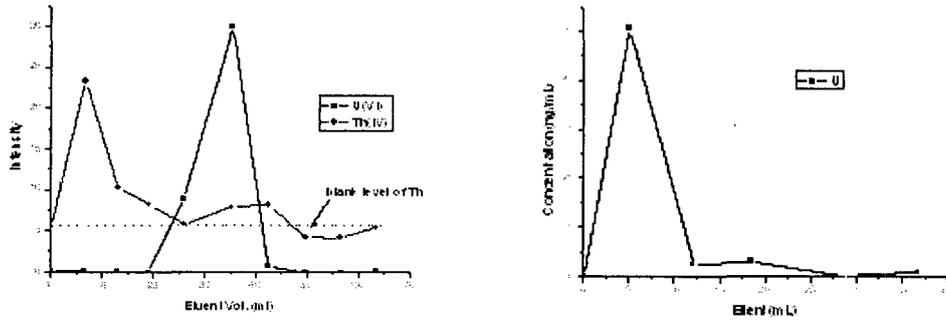


그림 1. Dowex AG 50W-X8를 충전한 이온칼럼의 크로마토그램

용리액 : 0.125M oxalic acid + 0.2M HNO₃

유속 : 0.3 ml/min.

시료량 : 40 μL

검출기 : ICP-MS