

초임계 이산화탄소와 추출제를 이용한 우라늄 오염 토양제염 연구

성진현, 김정수, 박광현, 문제권*, 이근우*

경희대학교, 경기도 용인시 기흥구 서천동 1

*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

[_sungjh@khu.ac.kr](mailto:sungjh@khu.ac.kr)

1. 서론

우라늄 추출은 과거에도 중요했고, 미래에도 중요한 기술이다. 우라늄에 오염된 토양은 원자력연료 관련 시설과 원자력 산업 시설 등에서 언제든지 발생할 수 있다. 우라늄을 제염하는데 있어 환경기준이 보다 심화되는 미래에는 2차폐기물 발생을 근본적으로 억제하는 혁신적인 제염법이 필요하다. 초임계 이산화탄소를 이용하여 우라늄에 오염된 토양을 건식제염할 경우 기존 용매의 문제점인 2차폐기물 발생을 근본적으로 억제할 수 있는 기술적 특징을 가지고 있다. 그러나 이산화탄소는 비극성이어서 극성인 우라늄이온을 이산화탄소로 직접 추출하기 위해서는 초임계 이산화탄소 하에서 우라늄과 결합하여 우라늄을 분리할 수 있는 추출제를 필요로 한다. 본 연구에서는 자체적으로 개발한 TBOD(*N,N,N',N'*-Tetrabutyl-3-oxapentanediamide)와 Ploline을 이용하여 초임계 이산화탄소 하에서 토양으로부터 우라늄의 추출 분리효율을 평가하고, 원자력산업에서 이미 많이 사용되고 있는 TBP(Tri-*n*-butyl phosphate)를 이용한 초임계 이산화탄소 하에서 토양으로부터 우라늄의 추출 분리효율과도 비교하여 적용 가능성을 모색하여 보았다. 또한 TBOD와 함께 IPA(Isopropyl alcohol) 또는 Butanol을 보조추출제로 사용하여 초임계 이산화탄소 하에서 토양으로부터 우라늄의 추출 분리효율을 향상시키는 시너지효과에 대하여도 연구하였다.

2. 실험 및 결과

토양으로부터 우라늄의 추출분리효율을 평가하기 위하여 우라늄이 오염된 모의토양을 제조하였다. 토양을 75 μ m-2mm의 크기로 분리하고 과산화수소수와 질산수용액으로 토양 내의 유기물과 금속성분들을 제거하였다. 전처리된 토양 250g에 비방사성 우라늄이온(Atomic Absorption Spectroscopy 표준용액, Aldrich, 973 μ g/ml) 50ml와 증류수 200ml를 혼합한 후 상온에서 방치하였다. 진공회전증발 농축기로 물을 제거하면서 비방사성 우라늄을 토양에 흡착시킨 후 토양을 자연 건조시켜 비방사성 모의토양시료를 제조하였다(그림 1).

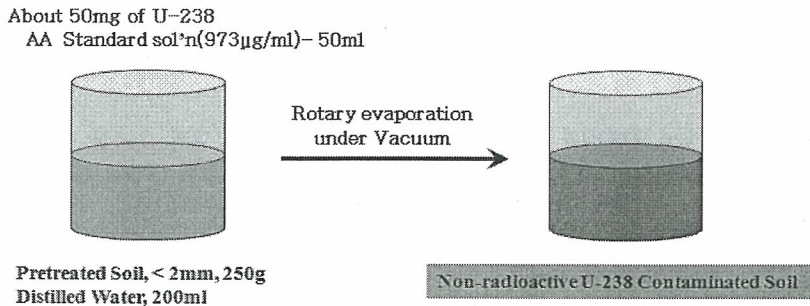


그림 1. 우라늄이 오염된 모의토양 제조

비방사성 우라늄이 약 200ppm으로 흡착된 모의토양 약 10g을 초임계유체 추출용 컬럼에 넣은 후 초임계 이산화탄소 하에서 추출제(TBP, TBOD, Pyridine)를 이용하여 모의토양으로부터 우라늄을 추출 분리하였다. 추출전후 토양에 흡착되어 있는 비방사성 우라늄 농도를 ICP로 분석하여 각각의 추출분리효율을 평가하여 그래프로 정리하였다(그림 2).

또한 초임계 이산화탄소 하에서 추출제(TBOD)와 함께 IPA 또는 Butanol을 보조추출제로 이용하여 모의토양으로부터 우라늄을 추출 분리하였다. 추출전후 토양에 흡착되어 있는 비방사성 우라늄 농도를 ICP로 분석하여 각각의 추출분리효율을 평가하여 그래프로 정리하였다(그림 3).

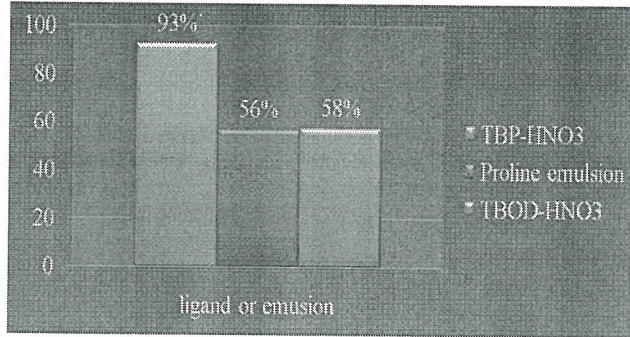


그림 2. TBP, TBOD, Proline을 이용한 우라늄 추출을 비교

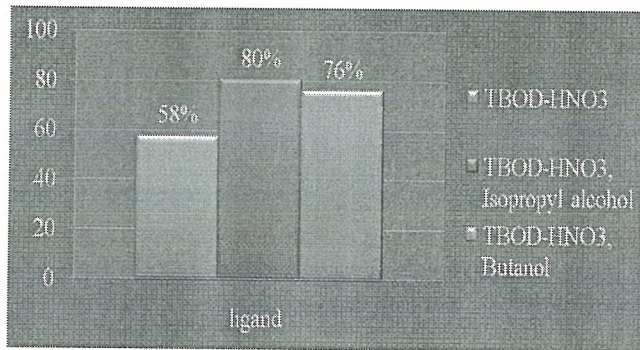


그림 3. TBOD와 보조추출제를 이용한 우라늄 추출을 비교

3. 결론

초임계 이산화탄소하에서 TBOD와 Proline을 이용한 모의토양으로부터의 우라늄 추출효율은 TBP를 이용한 추출효율보다 낮았다. 그러나 초임계 이산화탄소하에서 추출제 TBOD와 함께 IPA 또는 Butanol을 보조추출제로 이용한 모의토양으로부터 우라늄추출효율은 TBOD만을 이용한 추출효율보다 높게 나타났다.

사사

본 연구는 교육과학기술부의 연구개발사업으로 수행되었으며, 한국원자력연구원은 주관기관으로 경희대학교는 위탁기관으로 참여하여 수행하였다.