

온라인자동분리장치를 이용한 악티나이드핵종의 분리

임성아, 김철수, 장병욱, 김용재, 강상훈, 이화용

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19번지

sayim@kins.re.kr

악티나이드핵종을 선택적으로 분리하는 수지 및 온라인자동분리장치를 결합하여 환경시료중 Pu, Np 및 U에 대한 자동분리방법을 개발하였으며 그 특성을 평가하였다. 계측기의 종류, 분석핵종 그리고 환경시료의 종류에 따라 ICP-MS를 이용한 극미량 분석용 자동분리장치와 α -spectrometry를 이용한 알파선 계측용 대용량 다수시료 동시분리장치를 각각 개발하였다. 각 분리장치는 시료이송용 튜빙펌프와 세척 및 용출 용액을 선택적으로 주입할 수 있는 용액선별기 및 용액의 유로를 변경해주는 2-way 밸브 등으로 구성되어 있으며, 핵종의 분리는 각 핵종에 선택적 수지를 사용하였다.

ICP-MS용 자동분리장치는 계측기의 검출하한치가 낮은 장점을 이용하여 최종분리액이 1 ml 되도록 소형 컬럼(3 mm i.d. x 25 mm)을 사용하여 소형화된 분리장치를 개발하였다. Pu 분석의 경우, Np과 동시 분석이 가능한 TEVA 수지를 사용하여 2차에 걸친 자동 분리를 함으로써 U-238의 방해효과를 최소화하도록 하였으며, U 분리에는 UTEVA 수지를 사용하였다. 또한, 분리의 효율성을 높이기 위하여 10개 시료를 연속으로 처리할 수 있도록 분리조건을 설정하였고, 시료 1개의 분리에는 약 30분이 소요되었다. 알파선 계측용 자동분리장치는 대용량 시료를 처리할 수 있도록 대용량 컬럼(6.6 mm i.d. x 100 mm) 7개를 장착하였고 시료 7개를 동시에 독립적으로 분리할 수 있도록 설계하였으며 모든 시료의 분리에 약 1시간 10분이 소요되었다. 최종 분리액은 컬럼에 충전된 수지량에 따라 차이가 있으나 약 13 ml였다. 사용된 수지는 핵종에 따라 다른 수지를 사용하였으며 ICP-MS용 분리장치와 동일하였다.

핵종분리의 신뢰성을 평가하기 위하여 표준해수시료(IAEA-381)를 이용하여 ICP-MS용 자동분리장치의 신뢰성을 검토한 결과, 회수율은 83% 이상이었고 U-238에 의한 방해효과는 0.3% 이하였으며 수지 재사용에 따른 잔류효과는 1% 이하였다. 한편, 알파선 계측용 분리장치의 경우, 20 g의 토양 및 해저토의 산 추출액을 직접 주입하여 Pu를 자동분리한 결과, 80% 이상의 높은 회수율을 보였으며, 각 컬럼별 회수율 차이는 10% 이내였다. 또한 반복측정에 따른 수지의 재 사용성과 분리장치의 재현성을 검토한 결과 6회까지는 회수율에 큰 저하가 일어나지 않았다.

이들 분리장치는 간단한 시료전처리를 거쳐 준비된 주입시료를 주입용 튜브에 연결한 후 미리 입력된 프로그램을 이용하여 전 과정이 자동으로 진행됨으로써 핵종분리에 소요되는 인력과 시간을 대폭 절감하였고, 일정량의 용액을 일정 속도로 주입함으로써 높은 재현성을 보였으며 폐회로의 온라인 분리방법을 사용하여 외부 환경에 의한 오염을 배제할 수 있었다.