

선택성 이온교환수지에 의한 Cs 함유 토양 제염폐액 정화

원휘준, 김계남, 오원진, 정종현
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

원자력연구소에 보관 중인 오염 토양폐기물을 토양 세척법으로 제염하여 비 방사성폐기물화 한다면 그 부피를 10% 이하로 저감시킬 수 있으며 연구소의 고체 방사성폐기물 저장 용량을 크게 늘릴 수 있다. 1988년 발견 당시 오염 토양 폐기물의 주요 방사성 핵종은 Co-60 이었는데 시간 경과에 따라 Cs-134, 137 이 주요 방사성 핵종이 되었다. 오염토양 폐기물의 60 % 이상은 방사능 농도가 극히 낮아 물리적으로 입도를 분리하거나 수 세척에 의해 비 방사성폐기물화 할 수 있음을 파악하였다. 방사능 농도가 비교적 높은 토양으로부터 이들 방사성 핵종을 제거하기 위해서는 코발트와 같은 전이금속 이온에 대해 착화능을 가지는 유기산 계통 세척제를 사용하며 세습 이온의 제거를 위해 세척 용액의 산도를 무기산 등으로 조절한다. 토양 제염을 위해 연구소에서 선정한 세척제는 구연산 혹은 수산이며 여기에 질산을 소량 첨가하거나 유기산 자체를 사용한다. 그림 1은 유기산 용액을 사용하여 제염 시 시간 경과에 따른 제염용액 내 금속성분의 농도변화를 보여 준다. 제염용액으로 용출되어 나오는 세습 이온의 양이 극히 미량이라 그림에는 정확히 그 경향이 나타나지 않지만 타 금속 이온의 농도 증가와 함께 세습 이온의 농도도 증가함을 보여준다.

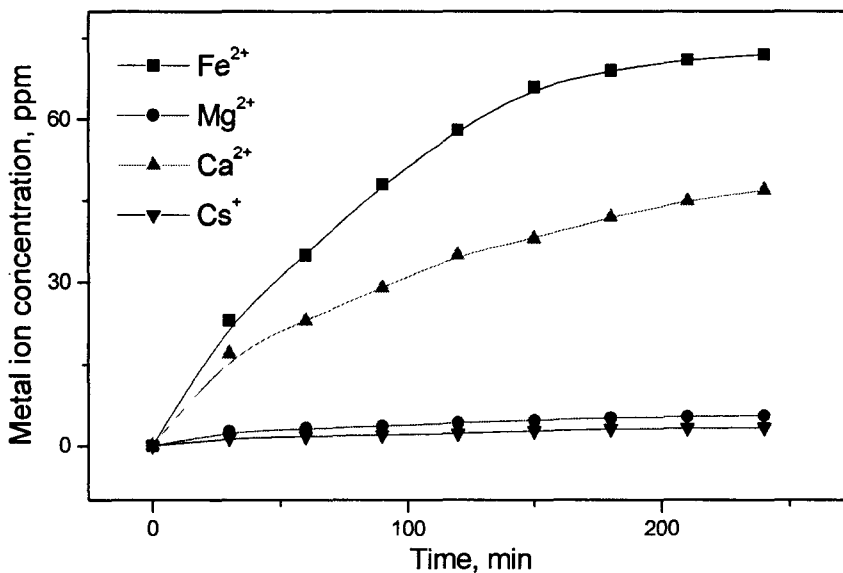


Figure 1. Metal ion concentration against time, 100 ml of 0.05 M citric acid + 0.03 M HNO₃, 10g soil, 25°C.

본 연구에서는 토양 제염 폐액을 모사하여 이들 방사성 핵종이 양이온 교환 수지에 흡착되는 경향을 살펴보았다. 또한, 음이온교환 수지의 표면을 개질하여 세슘이온에 선택적으로 작용하는 이온 교환수지를 제조하여 이 이온교환수지의 세슘이온에 대한 흡착특성을 살펴보았다. 세슘이온에 선택적으로 작용하는 이온교환 수지는 음이온교환 수지에 페로시안 칼륨 용액을 접촉시킨 후 전이금속을 첨가시킴에 의해 제조하였다. 연구결과, 양이온 교환 수지 및 선택성 이온교환 수지 모두 유기산 세척제를 재생시키는 것으로 나타났다. 그림 2는 선택성 이온교환 수지를 사용했을 때, 첨가하는 수지 량 증가에 따른 금속 성분 제거 분율을 보여준다. 양 이온 교환 수지가 제염용액 중의 금속 성분을 모두 제거하는 반면 선택적 이온교환 수지는 세슘이온만을 흡착하였다.

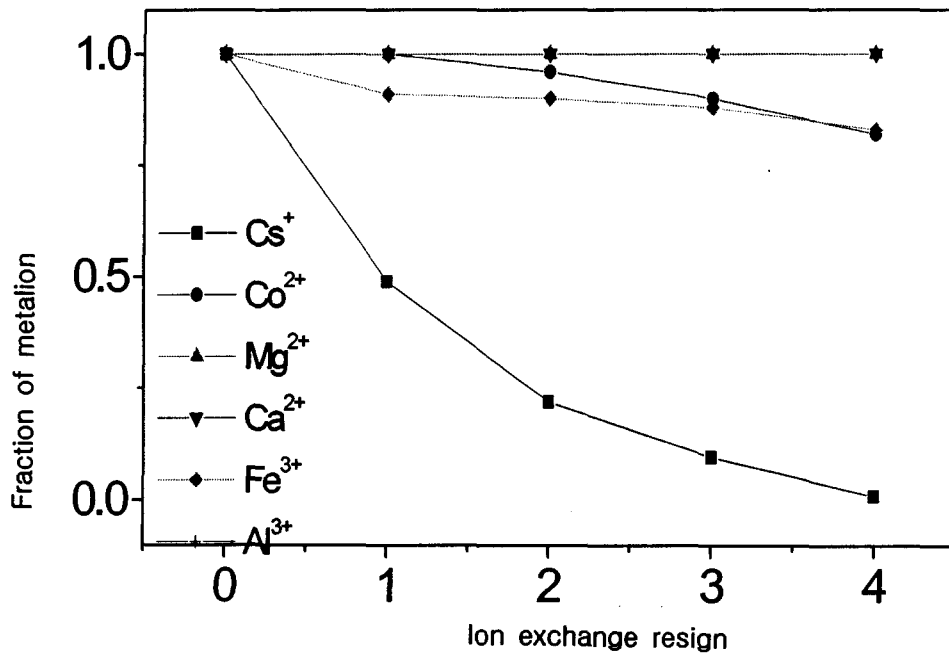


Figure 2. Fraction of metal ion concentration remained in a 0.05 M citric acid solution against the amount of Cs ion selective ion exchange resin ($[Cs^+]_0 = 3.0$, $[Co^{2+}]_0 = 5.0$, $[Mg^{2+}]_0 = 10.0$, $[Ca^{2+}]_0 = 45.0$, $[Fe^{3+}]_0 = 67.0$, $[Al^{3+}]_0 = 48.0$ ppm).

방사성 제염폐액 중 방사성 세슘이 주성분이고 코발트가 극미량으로 존재한다면 선택적 이온교환 수지를 사용함에 의해 2차적으로 발생하는 폐 이온교환 수지의 부피를 25% 까지 줄일 수 있음을 확인하였다.