

## 퇴적침출(Heap leaching)을 이용한 토양 중 Co 및 Cs의 제염

이정준, 김계남, 정윤희, 문제권, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

jjlee@kaeri.re.kr

국내 원자력시설에서 발생하는 방사능 오염토양의 주요 핵종은 Co, Cs으로 보고되는데, 저장고의 저장용량한계 및 방사성폐기물로서의 처분비용 등의 문제가 인식되어 왔다. 오염토양 중 Co, Cs의 제염을 통해 방사성폐기물로서 처분해야 하는 토양의 양을 감소시킬 필요가 있다. 이에 본 연구는, 인공오염토양을 시료로 하여 Soil washing 공정의 하나인 Heap leaching 기술의 적용가능성을 조사하였다.

Heap leaching 기술의 적용을 위해서는, 침출제와 토양입자의 접촉에 의해 대상 핵종(Co, Cs)이 침출되어 제거되기 때문에, 대상 토양의 투수성이 문제가 될 수 있다. 따라서, 투수성이 낮은 미세토양의 경우, 응결조작을 통해 입자를 조립화시켜 침출제의 막힘을 방지할 수 있다. Figure 1에 기본적인 공정의 흐름을 도시한 것 같이, Heap leaching 기술은, 응결이 필요하지 않은 조립토양(예, sand)은 직접 퇴적침출로, 미세토양의 경우 응결시킨후 퇴적침출로 제염하는 공정을 포함한다.

원자력시설 주변에서 채취한 비오염토양을 채취한 후 건조시켜,  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , CsCl 0.01M 용액으로 토양 (4.75mm이하) 중 Co 및 Cs 함유량이 4mmol/kg-soil이 되도록 인공적으로 오염시켜 시료로 사용하였다. 인공적으로 오염시킨 토양을 이용하여, 미세토양은 응결후 침출처리, 조립토양은 직접 침출처리방법으로 Co, Cs의 제염을 평가하였다.

먼저, 0.075mm이하의 미세토양에 응결제인  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 를 2% 첨가하여 응결시켰으며, 입도분포곡선로부터 평균입경이 약 100배 정도 증가하여 heap leaching 공정 수행시 미세토양에 의한 공극의 막힘현상을 방지할 수 있을 것으로 판단되었다(Figure 2).

토양 중 Co, Cs의 제염을 위해, HCl 0.1M을 각각의 토양 충전 칼럼에 유입시켜, 유출액의 체적 및 Co, Cs 농도를 AA로 측정하여, 초기 함유량으로부터 Co, Cs의 제거율을 계산하였다.

먼저, 응결토양의 침출제염결과, 28.8일 동안, Co 97.9%, Cs 81.1%가 제거되는 것으로 나타났으며, 목표제염율 80%를 기준으로 Co 52, Cs 289 ml/g의 침출제가 사용되었다. 조립토양(0.075mm이상) 중 0.075~2.0mm 토양을 이용한 결과, 14.3일 동안 Co 99.9%, Cs 96.5%가 제거되었고, 응결토양에 비해 상대적으로 적은 양의 침출제사용으로 높은 제염효율을 보이는 것으로 나타났다(목표제염율 80% 기준 Co 19, Cs 80 ml/g)(Figure 3).

또한, 10L 규모의 실증칼럼을 이용하여, 응결토양과 조립토양을 조성별로 혼합하여 Co, Cs의 침출제염을 검토한 결과, 11.3일 동안 Co 94.0%, Cs 82.8%가 제거되었고(Figure 4), 침출제 사용량은 토양중량대비 8배(8ml/g)로, 기존의 토양세정공정에 비해 폐액발생이 약 1/5 저감되었다.

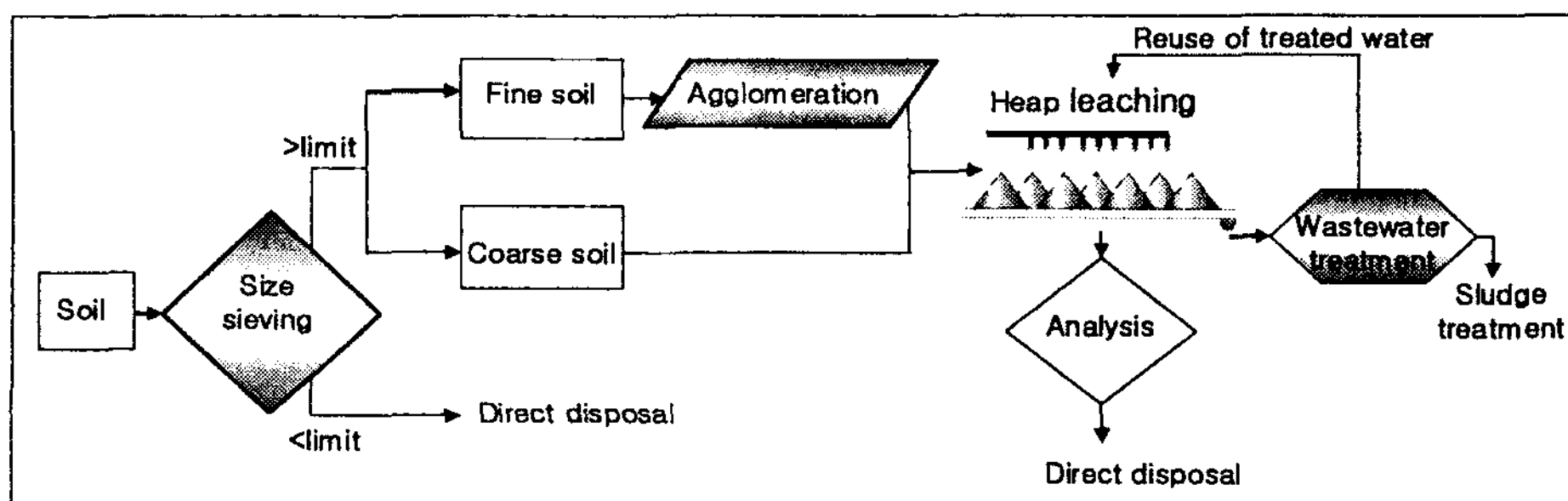


Figure 1. Schematic diagram of heap leaching process for the soil contaminated with radionuclides

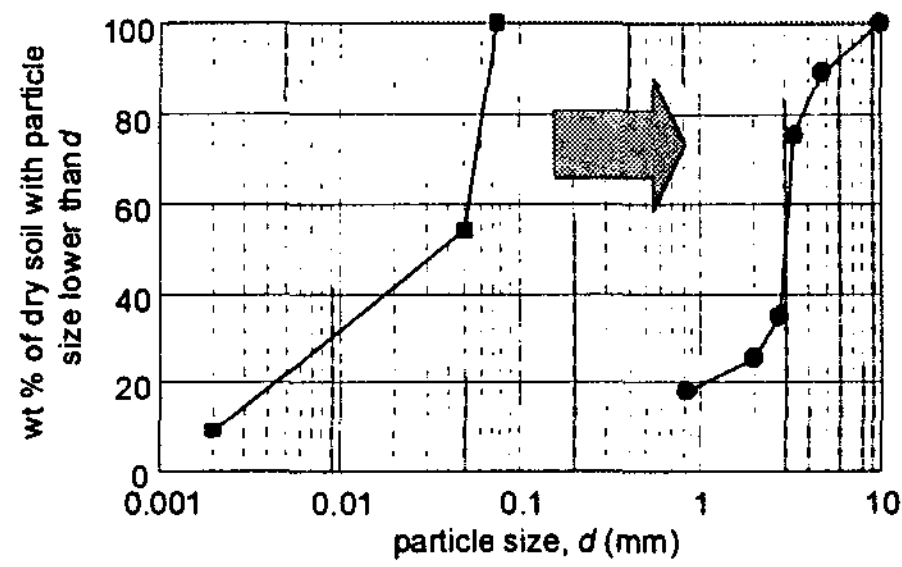
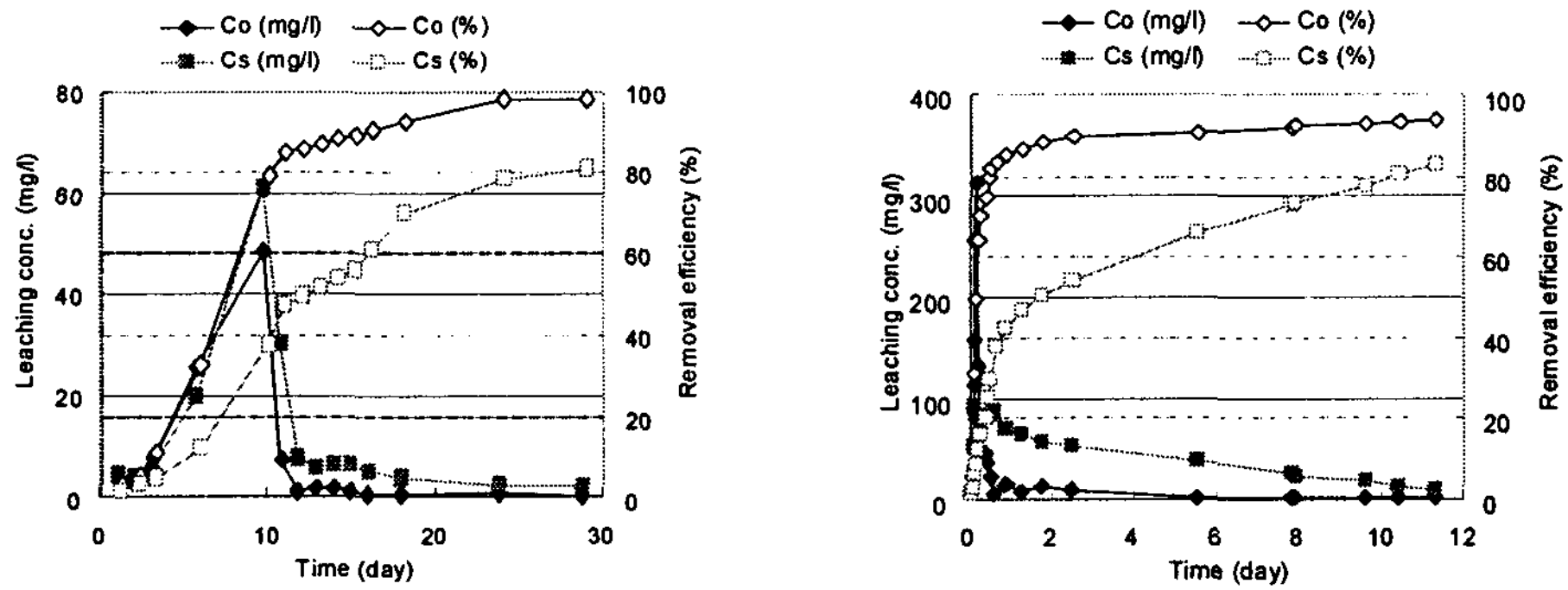


Figure 2. Particle size distribution before and after an agglomeration of soils with size of less than 0.075 mm



(a) The agglomerated soils

(b) Not-agglomerated soils

Figure 3. Leaching concentration and removal efficiency of Co and Cs with time in column test using the agglomerated soils and not-agglomerated soils

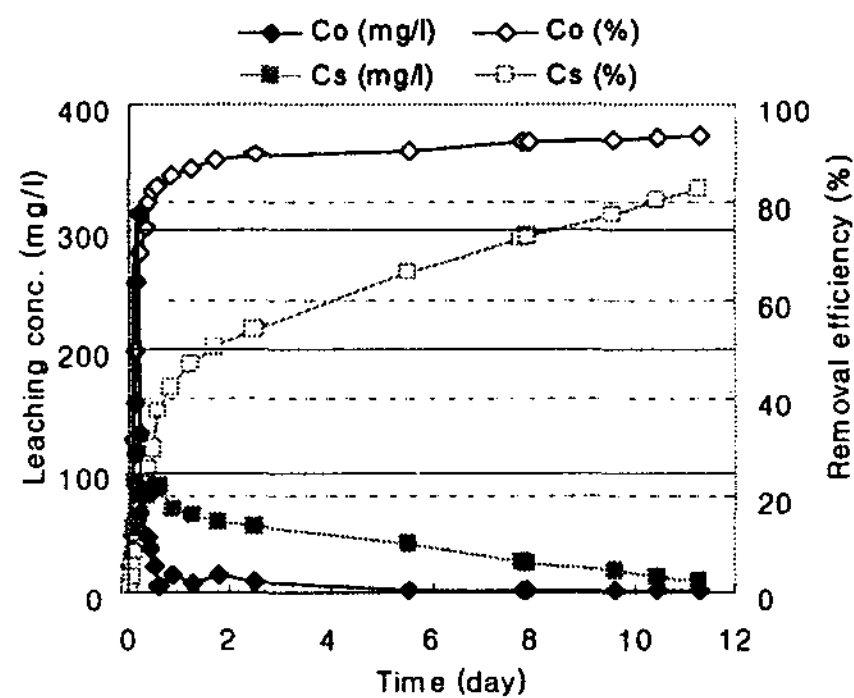


Figure 4. Leaching concentration and removal efficiency of Co and Cs with time in column test using the mixed soils