해수 또는 담수로 유출된
세슘 이온의 무기광물학적 제거 기술

KEYWORD 방사성 세슘 제거, 세슘 광물화, 방사성 폐수 처리

기술완성도(TRL) Small scale prototype (성능검증 ; 4단계)

기술 개발 배경

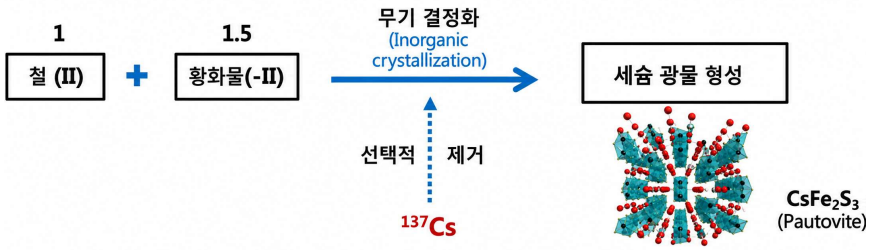
세슘 이온의 무기광물학적 제거 기술 개발 필요

- 방사성 폐수 내 세슘 이온의 저비용, 고효율 및 대용량 처리 기술 필요
  - 운영 원전 등 현장에서 사용 중인 유기이온교환수지를 이용한 핵종 흡착 기술은 흡착 제거율이 높지 않고, 대규모 방사성 폐수처리에 한계가 있으며, 2차 방사성 폐기물이 대량 발생하는 문제가 있음
  - 흡착제를 이용한 선택적 세슘 흡착 기술은 2차 방사성 폐기물의 대량 발생은 물론 Na^{+}, Ca^{2+} 등의 다른 용존 이온들이 과량 존재 시 이온교환수지의 효율이 급격히 저하되는 문제가 있음
  - 유기이온교환수지 외 다른 흡착제들은 공업적 제조 및 합성 비용이 과다 소요되고, 흡착 핵종들이 시간경과에 따라 다시 탈착(용출 및 기화)되는 문제가 있음

기술 내용 및 특징

세슘 이온의 무기광물학적 제거 기술 핵심 기술

- 세슘 광물화에 의한 대용량 세슘 제거 및 주요 핵종 단시간 처리 가능
  - 세슘을 포함하는 방사성 폐수의 온도와 pH 조절 후 제일철(Fe(II))과 황화물(S(-II))을 투입하여 세슘 이온을 파우토바이트(Pautovite; $CsFe_2S_3$)라는 단단한 결정성 광물로 전환시켜 세슘 이온을 제거하는 기술임
  - 무기광물학적 세슘 광물화에 의한 세슘 제거 기술은 대용량 회분식 방법으로 단시간에 세슘, 코발트 등 주요 핵종 대부분을 제거할 수 있음
  - 처리 후 폐기물 내에 흡착제를 사용하지 않고 세슘, 코발트만 슬러지로 제거되므로 폐기물의 부피를 크게 줄일 수 있고, 방사선 및 고열 환경에서 매우 안정적이며, 사후 폐기물 관리가 용이하여 처분안정성을 획기적으로 증대시킬 수 있음



[무기화학적 세슘 광물 형성 과정 개념도]

Technology Brief

세슘 이온의 무기광물학적 제거 기술

종래기술과의 차별성

종래 기술의 한계

- 종래의 유기이온교환수지를 이용한 핵종 흡착 기술은 흡착제거 율이 낮고 대용량 폐수처리가 어려우며 대량의 방사성폐기물을 발생시킴
- 이온교환수지 외의 다른 흡착제들은 제조 및 합성 비용이 과다 소요되고 시간이 지나면 탈착되는 문제가 있음
- 본 발명자가 기개발한 미생물을 이용한 생광물학적 세슘 제거 기술은 세슘과의 반응 특성이 느리고 다량의 유기물이 발생하는 문제점이 있음

본 기술의 우수성

- 방사성 폐수에 제일철과 황화물을 투입하여 흡착제를 사용하지 않고 세슘, 코발트 등 주요 핵종만 제거함
- 방사성 핵종의 제거 속도가 매우 빠르고 발생되는 폐기물의 대폭적 감량은 물론 사후 폐기물 관리 용이 및 처분안정성을 획기적으로 높일 수 있음
- 세슘 광물화에 의한 세슘 제거 기술은 대용량 회분식 방법으로 단시간에 세슘은 물론 대부분의 주요 핵종의 효율적 제거 가능

적용분야

- 방사성 세슘 등 방사성 폐기물 취급 분야
  - 원자력발전소 등 방사성 폐수 발생 기관
  - 원전 해체, 제염 처리 등 방사성 폐수 처리 및 관리 업체
  - 오염토양 복원 처리 업체



기대효과

- 대용량 세슘·코발트의 단시간 제거 가능
- 흡착제 미사용으로 2차 폐기물 부피 대폭 저감
- 결정성 광물화로 장기 안정성 및 처분안전성 향상
- 방사선·고열 환경에서도 안정적인 사후관리 가능
- 방사성 폐수 및 오염토양 복원 부담 절감

보유특허

No.	국가	출원 / 등록번호	발명의 명칭	상태
1	한국	10-2000679(등록일: 2019.7.10)	세슘 이온의 무기광물학적 제거 방법 및 장치	등록
	일본	6970222(등록일: 2021.11.1)		등록
	미국	11309098(등록일: 2022.4.19)		등록

문의처

기술문의	기술이전(1차)	기술이전(2차)
처분성능실증연구부 이승엽 박사 042-868-4735 | seungylee@kaeri.re.kr	처분성능실증연구부 유재복 042-868-2236 | jbyoo@kaeri.re.kr	기술사업화팀 이재용 042-868-4521 | jaylee93@kaeri.re.kr