

## 용융염기반 우라늄금속전환체의 전해정련 공정에서 우라늄 및 란탄족원소의 화학적 거동

조영환, 김택진, 최인규, 지광용  
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[yhcho@kaeri.re.kr](mailto:yhcho@kaeri.re.kr)

란탄족원소들은 우라늄의 핵분열 생성물로 사용후 핵연료에 생성, 존재한다. 용융염매질에서 진행되는 차세대 사용후핵연료 관리공정에서 공정의 물리, 화학적 환경에 따라 란탄족 원소의 화학적 거동이 변하게 된다. 산화우라늄의 우라늄금속 전환공정에서 란탄족 원소는 공정조건에 따라 란탄족 산화물로 존재하게 되며, 이후 전해정련 공정으로 옮겨진다. 그리고 그 후의 전기화학적 거동을 이해하는 것은 전해정련공정의 효율성관점에서 매우 중요하다.

(1) 전해정련 공정의 관점에서 란탄족산화물의 용해도가 첫째 관심의 대상이 된다. 전해정련 조건에서 란탄족산화물/혼합산화물의 용해도를 측정한 결과 약간의 용해도를 나타낸 유로피움을 제외한 대부분의 란탄족 산화물은 LiCl-KCl (450 °C)에서 녹지 않는 것으로 나타났다.

(2) 전해정련공정에서 란탄족 산화물은 LiCl-KCl 450 °C 용융염에서 거의 녹지 않는 것으로 밝혀졌을 지라도, anode에서 생성된 U(III)와 반응하여 Ln(III)이온으로 빠르게 녹아들게 됨을 실험적으로 관찰하였다. 모든 REE 산화물에 대해서 동일한 현상을 확인하였다. 그 결과 우라늄은 산화물 침전으로 떨어지게 된다. 이 반응을 UV-VIS 분광법을 응용하여 실시간으로 확인할 수 있었다. 이는 란탄산화물이 존재하는 양 만큼 우라늄정제효율을 떨어뜨린다는 것을 의미한다.

(3) 전해정련 공정의 효율성 관점에서 금속전환체내의 잔류 리튬산화물이 존재할 시 그 영향이 큰 관심을 끈다. 리튬산화물은 용융염매질에서 해리되어 산소이온( $O^{2-}$ )으로 존재한다. U(III)이온은 산소이온과 반응성을 UV-VIS 분광법과 XRD 방법으로 조사하였다. 그 결과, U(III)는 미량의 산소이온과도 반응하여 우라늄산화물 침전을 형성함을 확인할 수 있었다. 이는 잔류 산화리튬에 의한 산소이온의 존재가 전해정련공정의 효율을 크게 떨어뜨릴 수 있음을 시사한다.

사용후 핵연료 차세대관리를 위한 용융염매질에서의 Pyroprocess 공정中 금속전환공정에서 전해정련공정으로 넘어가는 단계에서 잔류리튬산화물 및 란탄족산화물은 전해정련공정에 영향을 미치는 요인이 된다. 따라서 그 부작용을 최소화 하는 방향으로 공정개발단계에서부터 적절히 고려가 되어야 할 것으로 판단된다.