

## LiCl 용융염계로부터 Cs 및 Sr 핵종제거 Part 1: 무기매질을 이용한 Cs의 핵종제거 기초특성평가

손미숙, 박환서, 강소림, 김인태  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150  
[shrick@lycos.co.kr](mailto:shrick@lycos.co.kr)

### 1. 서론

사용후 핵연료내 우라늄 및 초우란 원소의 회수공정으로 연구개발되고 있는 pyroprocess내 전해환원(electro-reduction)공정배출 염폐기물은 약 99wt%의 LiCl과 1wt%미만의 핵분열생성물인 Cs와 Sr이 금속염화물로 존재하고 있다. 따라서, Cs 및 Sr을 선택적으로 제거함으로써 최종처분 부피를 최소화하는 것이 바람직하다. LiCl염내에서 핵분열생성물을 제거하는 방법으로, selective reaction 또는 selective sorption과 같은 chemical agent를 이용하는 방법과 melt crystallization과 같은 물리적 조작에 의한 분리방법에 대한 연구들이 진행중이다. 기존에 zeolite-4A를 이용하는 방법은 LiCl용융염상에서 zeolite-4A가 구조적 변화가 발생하여 시간이 지남에 따라 제거특성을 잃어버리는 특성을 나타내므로, chemical agent를 이용한 방법은 새로운 분리매질 또는 무기매질의 개발을 필요로 한다. 본 연구는 이러한 단점을 극복하기 위해 새로운 무기매질을 합성하여 핵분열성 핵종을 제거하고자 하였다.

### 2. 실험 및 결과

핵종제거를 위해 무기매질은 TEOS(tetraethyl orthosilicate, Aldrich, Germany),  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  및  $H_3PO_4$ 를 원료로 하여, Ethanol 및  $H_2O$ 에 상기의 원료를 Si/Al/P의 몰비 및 부가되는 산의 양을 변화시켜 sol-gel법을 이용하여 합성하였다. 얻어진 hydrogel은  $110^\circ C$ 에서 2일간 건조후,  $600^\circ C$ 에서 열처리하여 잔존유기물 및 수분을 제거하여 Cs의 제거실험을 위해 사용하였다. LiCl내 Cs의 농도는 약 0.36wt%로 하였으며,  $650^\circ C$ 에서 모의 폐용융염을 녹여 약 2시간동안 제거실험을 수행하였다. 무기매질의 양은 200g salt에 대해 5g으로 하였다. 반응기 및 교반기는 알루미늄 재질로 하여 부식에 대한 영향을 최소화하고자 하였다. 시간에 따른 제거거동을 보기위해 알루미늄 봉을 이용하여 시료를 채취한 후, 탈이온수에 녹여 ICP-AES 및 AA를 이용하여 농도분석을 하였다.

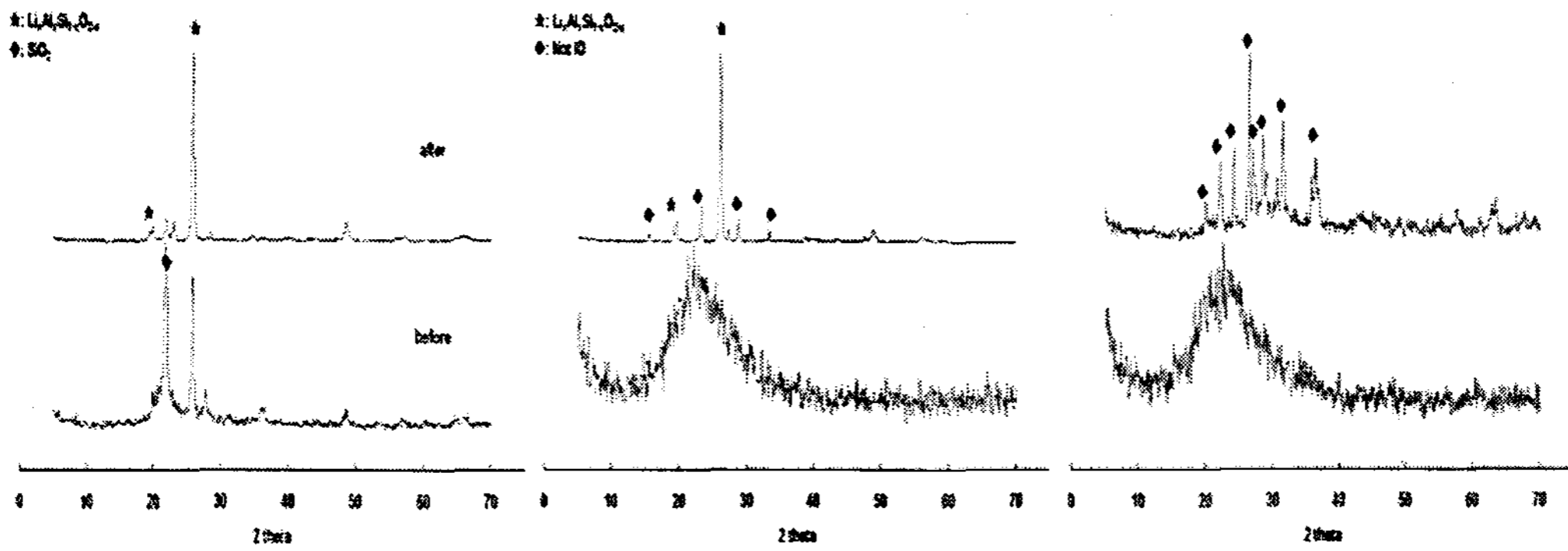
Fig 1은 각 조건에 따라 반응 후, 얻어진 무기매질의 시료를 XRD 분석한 결과로서, 조건에 따라 얻어진 시료모두 Li-aluminosilicate화합물이 생성되는 것을 확인하였다. Fig 2는 제조조건에 따라 합성된 무기매질에 대한 시간에 따른 Cs의 제거특성을 나타낸 것이다. 동일한 조건에서 부가된 HCl의 양이 가장 낮은 무기매질이 약 35%의 제거율을 나타내었다. 산의 양이 적을 수록 보다 높은 제거효율을 나타내었으며, 제올라이트 4A에 비해 동일 조건에서 약 2배정도 높은 제거효율을 보여주었다(Fig 3).

### 3. 결론

LiCl염내 핵종을 제거하는 여러 가지의 기술로서, 본 연구에서는 Cs를 선택적으로 제거할 수 있는 방법으로 기존의 제올라이트 4A보다 높은 무기매질을 개발코자 하였다. 본 연구의 결과로 Si와 Al로 이루어진 무기매질을 이용하여 약 두배정도 높은 제거효율을 얻을 수 있었다.

### 사 사

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.



A. Li/Si/Al/P= 0.8/4/2/1

B. Li/Si/Al/P= 0/4/1/0.13

C. Li/Si/Al/HCl= 0/4/1/0.008

Fig 1. XRD patterns of each inorganic material before and after removal experiments

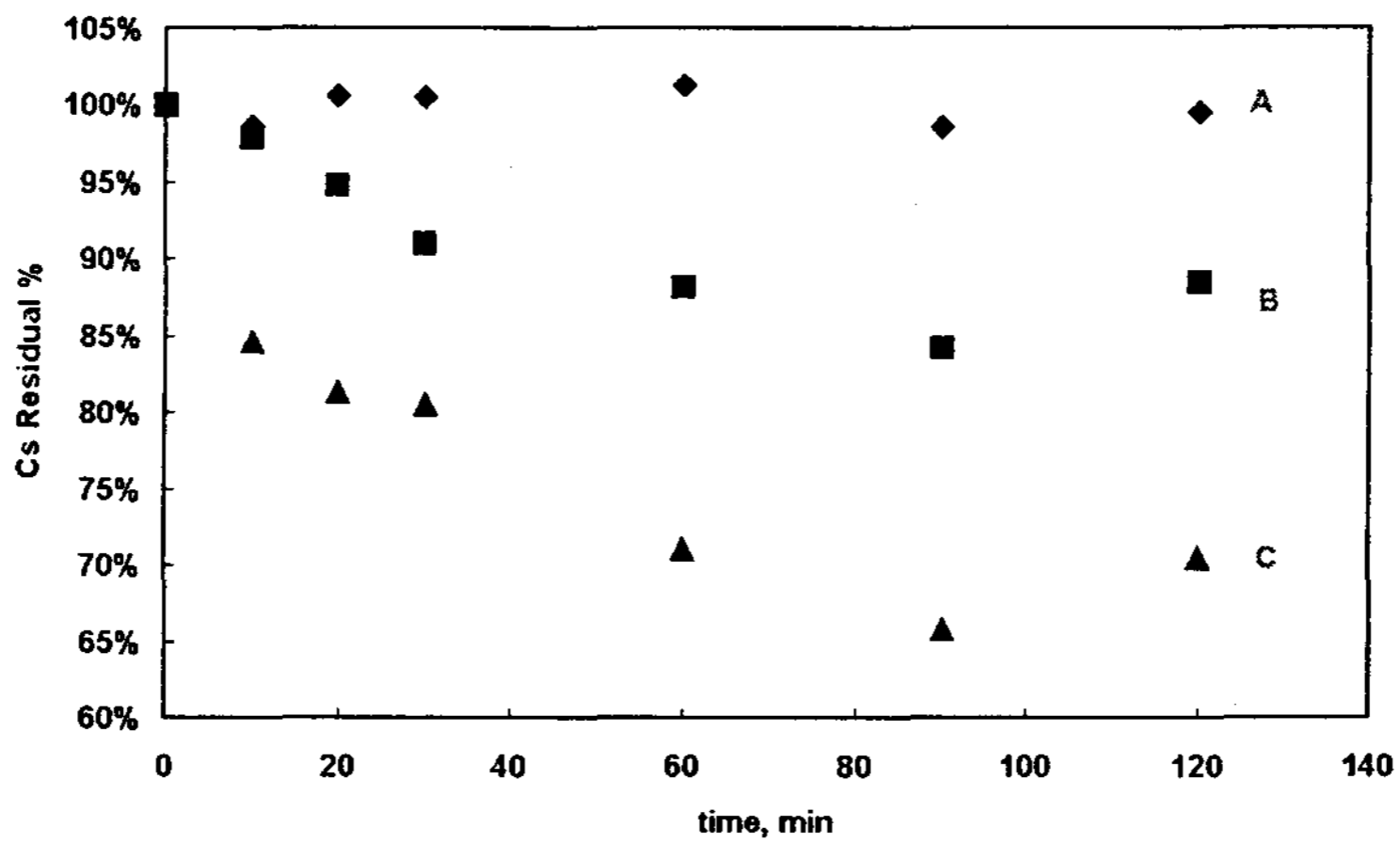


Fig 2. Removal removal of Cs by using inorganic material

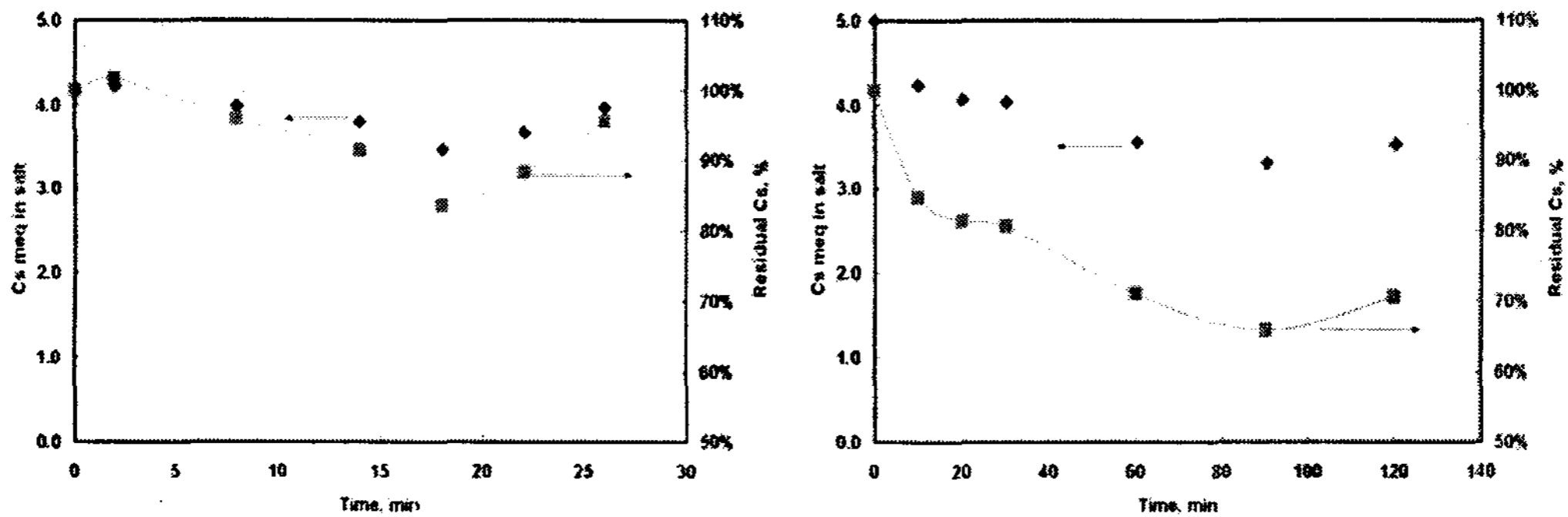


Fig 3. Comparison of removal efficiency between zeolite-4A and new inorganic material