

## 감손우라늄을 함유한 촉매로부터 우라늄 분리연구

성진현, 정성기, 박광현

경희대학교, 경기도 용인시 기흥구 서천동 1

[sungjih@khu.ac.kr](mailto:sungjih@khu.ac.kr)

### 1. 서론

원자력 산업에서 우라늄을 분리하는 기술은 중요한 분야 중의 하나이다. 원자력 발전소의 연료로 사용하기 위하여 광물로부터 우라늄을 추출하여 분리하는 데 필요로 할 뿐만 아니라, 원자력 발전소의 운영 중에 발생된 우라늄 오염 폐기물을 제염하는 데에도 우라늄의 분리기술을 필요로 하고 있다.

일반 화학 산업에서도 감손우라늄이 함유된 촉매를 이용하여 고분자물질의 합성에 사용하기도 한다[1]. 국내에서도 감손우라늄이 함유된 화학촉매를 아크릴로니트릴의 합성에 사용하였으며, 사용 후 발생된 폐촉매는 처리에 많은 어려움이 있어 저장 창고에 보관하고 있는 중이다[2]. 본 연구에서는 산성용액을 이용하여 감손우라늄이 함유된 촉매로부터 우라늄을 분리하여 폐촉매의 처리 가능성에 대하여 알아보고자 한다.

### 2. 실험 및 결과

#### 2.1 감손우라늄 함유 촉매

본 실험에서 우라늄을 함유한 촉매로 Solutia사에서 제조한 MAC-3를 시편으로 사용하였으며, 화학적 조성을 Table 1에 나타내었다[3].

Table 1. Chemical composition of catalyst

Components	Concentration (%)
Silicon dioxide	45 - 55
Antimony oxide	25 - 30
Uranium	5 - 10
Iron Oxide	1 - 5

촉매를 전자주사현미경(SEM-EDX)으로 관찰한 사진과 구성성분을 Figure 1과 Table 2에 각각 나타내었다. 사진으로부터 촉매는 대략 100 $\mu$ m 이하의 직경을 갖는 원형임을 알 수 있었다. 이 촉매는 원형의 SiO<sub>2</sub> 지지체에 USbO<sub>5</sub>나 USb<sub>3</sub>O<sub>10</sub>가 흡착되어 촉매활성을 가지는 것으로 알려져 있다

[4]. 따라서 감손우라늄을 분리하기 위해서는 우라늄-안티모니 화합물이 분해되어야 한다.

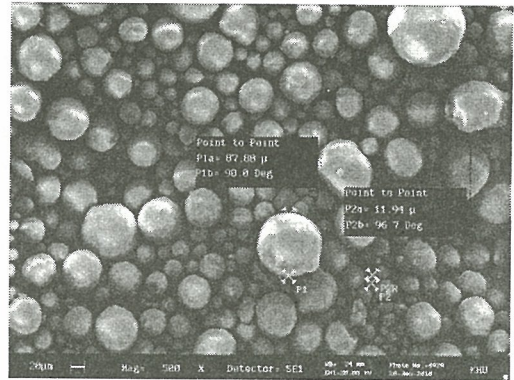


Fig. 1. SEM data of catalyst(MAC-3)

EDX의 결과로부터 촉매 속에는 감손우라늄이 약 9wt% 이하로 함유되어 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Uranium content of catalyst before experiment (wt%)

Particle	P1	P2
Size ( $\mu$ m)	87.88	11.94
Si	25.9	24.32
Sb	20.75	25.61
U	7.62	8.68
Fe	3.69	4.82

#### 2.2 감손우라늄 분리실험

촉매로부터 감손우라늄을 분리하기 위하여 질산, 염산, 왕수 그리고 역왕수를 사용하였다. 촉매 0.2g과 각각의 산성용액 10ml를 테프론 재질의 산분해 용기에 넣은 후 마이크로웨이브 장치(MARS-5)를 이용하여 170 $^{\circ}$ C에서 40분간 반응하였다. 반응 후 산성용액을 1 $\mu$ m의 여과지를 이용하여 여과하였다. 여과된 촉매를 전자주사현미경(SEM-EDX)으로 분석하여 Table 3에 나타내었다. 실험결과에 의하면 염산용액이 촉매로부터 우라늄을 잘 제거하는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Uranium content of catalyst after experiment (wt%)

Acid Solution	HNO <sub>3</sub>	HCl	HNO <sub>3</sub> :HCl (1:3)	HNO <sub>3</sub> :HCl (3:1)
Si	23.02	0.74	21.61	24.14
Sb	16.63		19.14	19.63
U	6.18	1.49	7.16	6.56
Fe	2.84		3.82	4.42

촉매에 포함된 감손우라늄은 안티모니와 결합하여 산화물을 형성하고 있으므로, 촉매로부터 감손우라늄을 분리하기 위해서는 우라늄-안티모니 화합물이 분해되어야 한다. XRD를 이용하여 염산을 이용한 실험 전후의 촉매내에 있는 USbO<sub>5</sub>와 USb<sub>3</sub>O<sub>10</sub>를 분석하여 Figure 2에 나타내었다. 염산 용해실험 후 촉매에 있는 USbO<sub>5</sub>와 USb<sub>3</sub>O<sub>10</sub>이 염산 용해실험 전 촉매에 있는 것보다 훨씬 적음을 알 수 있었다.

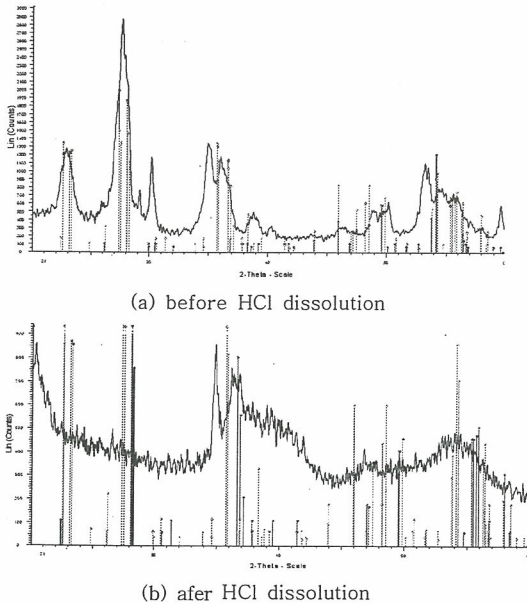


Fig. 2. XRD data of catalyst

### 3. 결론

산성 용액을 이용하여 감손우라늄이 함유된 촉매에서 우라늄을 제거하는 실험을 수행하였다. 염산용액을 이용하였을 때 우라늄을 제일 많이 제거할 수 있었으며 우라늄-안티모니 화합물이 분해되는 것을 알 수 있었다. 이 방법은 앞으로 폐촉매 처리에 유용하게 사용될 수 있을 것으로

기대된다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 지식경제부의 한국에너지기술평가원에서 시행한 전력산업 인프라 구축지원 사업으로 수행된 논문입니다.

### 5. 참고문헌

- [1] Ind. Eng. Chem. Res., 43, pp5460-5465, 2004
- [2] 한국원자력통제기술원, 원자력통제, 2009년.
- [3] Solutia Inc., Material Safety Data Sheet of MAC-3 Catalyst, 2002.
- [4] Inorganica Chimica Acta, 94, p26, 1984.