

## 원자로에서 조사된 이산화우라늄의 공기중 산화거동 (Air-oxidation Behavior of $UO_2$ irradiated in Nuclear Reactor)

한국원자력연구소 유길성, 주준식, 신영준

### 1. 서론

원자로로부터 발생하는 사용후핵연료에 대한 안전한 관리 및 처리, 처분은 원자력 발전을 지속시키기 위한 필요 불가결한 선택이다. 일반적으로 사용후핵연료는 최종 처분 또는 재처리 전에 중간저장시설에서 장기간 안전한 방법으로 관리한다. 이러한 장기 중간저장의 기간은 각 원자력 발전국의 사정에 따라 다르나, 현재 전 세계적으로 사용후핵연료의 최종 처분 결정이 늦으짐에 따라 당초 약 50년으로 예정된 중간저장 기간이 100년 또는 이 보다 더 긴 중간저장 기간을 요구하고 있다. 따라서 원자력연구소에서는 이러한 사용후핵연료의 장기저장 방법들 중 우리나라의 실정에 맞으며, 또한 가장 경제적이며 안전한 방법에 관한 연구를 수행해오고 있다. 이산화우라늄( $UO_2$ )으로 만들어진 사용후핵연료는 원자로 내에서의 연소시 여러 가지 물리적/화학적 변화를 보이며, 이러한 변화가 사용후핵연료의 장기저장시 그 안전성에 문제를 일으킬 수도 있다. 특히 사용후핵연료의 저장 안전성에는 산화로 인한 부피증가가 위험요소로 고려되며, 따라서 본 연구에서는 사용후핵연료의 산화거동에 관한 실험 및 분석이 수행되었다.

### 2. 실험방법

한국원자력연구소에서 보유하고 있는 고준위 방사선 물질에 대한 재료시험 시설인 조사후시험시설(Post Irradiation Examination Facility)내에 보관하고 있는 몇 개의 사용후핵연료 다발을 본 연구를 위해 선정하였다. 이 사용후핵연료 다발은 국내의 상용 원자력 발전소로부터 타고 나온 핵연료로 다발들로서 이 다발들로부터 다시 몇 개의 핵연료봉을 선정하였다. 선정된 연료봉으로부터 길이방향의 서로 다른 연소도 위치에서 핵연료 시편을 절단한 후, 방사선 차폐 실험실인 핫셀내에서 산화시험 및 증가된 무게측정을 수행하였다. 시험기기는 원통형의 전기로와  $10^5g$  까지 정밀 측정이 가능한 밸런스를 사용하였으며 실험방법은 간헐적 무게측정 방법을 사용하였다.

### 3. 실험결과

사용후핵연료에 대한 산화시험 결과는 이산화우라늄이 원자로에서 연소되기 전과 연소된 후에는 상당한 산화율의 차이를 보임을 알 수 있었다. 원자로 연소 후에는 연소 전의 산화율보다 상당히 산화율이 낮아지며, 산화로 인한 분말화의 과정도 지연됨을 알 수 있었다. 또한 연소 전과는 달리 긴 시간의 산화동안에도 전체 산화에 의한  $U_3O_8$  형성으로 인한 포화 무게 값을 얻을 수 없었다. 이러한 산화지연 현상은 핵연료가 원자로에서 연소될 때 생성되는 핵분열생성물과 직,간접적으로 연관된 것으로 보이며, 앞으로도 이에 대한 세밀한 연구가 수행되어야 할 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 중장기 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음을 밝혀둡니다.