

## 방사성폐기물 처분장에서 기체 발생과 이동 평가

황용수, 권선주, 정미선

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045번지 (덕진동 150)

[yshwang@kaeri.re.kr](mailto:yshwang@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

사용후핵연료 및 저준위 방사성폐기물 처분 사업에 있어 기체 발생 및 이동은 처분장 안전성에 영향을 주는 주요 요인들의 하나이다. 심지층에 위치하는 사용후핵연료 처분장의 경우 기체 발생은 처분 구조물의 부식과 C-14 라돈과 같은 일부 방사성 기체 발생을 의미하며 천부 환경에 입지하는 저준위 방사성폐기물 처분장의 경우 콘크리트나 철제 드럼 등의 부식에 따른 수소 및 메탄 기체 발생 문제와 방사성 열화(radiolysis)에 따른 방사 분해 기체 발생 그리고 방사성 기체 발생을 의미한다. 이렇게 발생하는 기체 발생 기구를 정확히 이해하고 이와 같은 이해를 바탕으로 발생률 및 발생량을 산정하고 이렇게 발생한 기체들이 어떤 경로로 외부로 이동하는가를 이해하는 것은 처분장 방사선적 종합 안전성 평가에서 중요하다.

### 2. 기체 발생 기구

부식 기체 발생은 처분장 지화학 조건에 좌우된다. 구체적인 지화학 조건들은 아래와 같다.

- (1) 호기성 혐기성 부식 기구의 존재 시간: 이를 위해서는 처분장 폐쇄 시 존재하는 산소의 양
- (2) 처분장 폐쇄후 처분장으로 침투하는 지하수의 양
- (3) 처분장 내 기생하는 미생물의 종과 량

이와 같은 지화학 조건의 변화는 궁극적으로 방사성 탄소-14가 이산화 탄소 혹은 메탄 기체로 존재하는가를 결정하게 된다. 기체 발생 기구는 대상 처분 물질에 따라 결정된다. 처분 대상체가 유류 성분을 함유하는지, 셀룰로오스를 함유하고 있는지, 시멘트 물질을 포함하고 있는지, 철 등 금속체를 함유하고 있는지에 따라 발생 기구가 달라지게 된다. 따라서 저준위 방사성폐기물을 처분하는 경우 이와 같은 폐기물 분류에 따라 각 처분 동굴이나 사일로별로 서로 다른 기체 종류에 대한 발생량을 평가해야 한다.

### 3. 기체 이동 및 평가 방법

이와 같은 기체 발생이 인간을 포함한 생태계에 도달하기 위해서는 공학적 방벽 및 천연 방벽층을 통과해야 한다. 이 경우 만일 공학적 방벽의 기체 투과율이 아주 낮고 기체 발생량이 많으면 기체들이 공학적 방벽 내에 누적되어 기체압을 증가시켜 최악의 경우에는 미세한 구조적 변형을 가져 올 수 있다. 그러나 사용후핵연료 처분과 저준위 방사성폐기물 처분의 경우 스웨덴에서 보고된 바와 같이 기체압 증가로 인한 구조적 변형 가능성을 실질적으로 없다고 알려져 있다. 심지층 처분의 경우 발생한 기체는 기체 상태로 외부로 유출되기는 매우 어렵고 기체가 지하수에 용해된 상태로 이동하게 될 것이다. 불포화매질대에 처분된 경우에는 발생한 기체는 기체 상태를 유지한 채 이동하게 될 수 있으나 불투수층의 존재 여부 등에 따라 유동 경로가 매우 달라질 수 있다. 최종 안전성 평가에서는 이러한 유동 경로를 고려하고 최종적으로 어떤 생태계로 발생한 기체들이 도달하는지에 대한 이해를 통해 정확한 기체 발생으로 인한 추가적인 연간 개인 선량이 예측 가능할 것이다.

### 감사의 글

이 연구는 과학기술부가 과학재단을 통해 주관하는 원자력중장기 연구개발 사업의 일환으로 지원 중인 처분안전해석 연구에서 수행되었습니다.