

## 지구화학평형모델을 이용한 KURT 지역 심부 지하수의 지구화학적 특성 조사

김은영, 류지훈, 김건영, 배대석  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045  
[kevzz@keari.re.kr](mailto:kevzz@keari.re.kr)

### 1. 서론

방사성폐기물 처분을 위하여 한국원자력연구원 지하처분시설인 KURT(KAERI Underground Research Tunnel)에서 심부 지질환경을 이해하고 특히 KURT와 그 주변 지하수의 지구화학적 특성을 규명하는 일은 방사성폐기물 처분환경을 연구함에 있어서 필수적이다. KURT 지역에서는 단층 및 절리 등이 국부적으로 발달해 있고, 이러한 단층 및 절리를 따라서 지하수의 흐름이 연결되어 있어 지하수의 지구화학적 변화가 발생한다. 본 연구는 KURT와 주변 인접한 심부 시추공의 지하수를 대상으로 지하수의 혼합과 단열대를 통해 이동하는 지하수의 지구화학적 반응 및 특성 그리고 산화환원과정을 통하여 지구화학적으로 변화하는 지하수의 지구화학적 개념모델을 제시하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 시료 채취 및 분석

한국원자력연구원의 지하처분연구시설(KURT)과 주변 심부공을 대상으로 시료를 채취하였다. 심부 시추공에서는 다중패커에 의해 시료 채취가 이루어졌고 현장에서 지하수 샘플 챔버를 이용하여 대기와의 접촉이 차단된 상태에서 지하수의 온도(T), pH, 전기전도도(Electrical conductivity, EC), 용존산소(dissolved oxygen, DO), Eh를 측정하였다. 모든 시료는 0.45 $\mu$ m 셀룰로즈 막필터로 여과하였고 양이온은 고순도 질산을 이용하여 pH를 2이하로 유지하였다. 양이온 분석은 ICP-AES (Ion Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)를 이용하였고 IC (Ion Chromatography)를 이용하여 음이온을 분석하였다. 양/음이온 분석은 물의 전하 균형 오차  $\pm 5\%$  이내로 분석의 신뢰도를 보였다.

#### 2.2 지구화학 개념모델

KURT 지역 시추공으로부터 채취한 지하수의 지구화학적 특성들을 조사하고 지구화학 평형모델인 PHREEQC를 이용하여 KURT 지역에 존재하는 지하수의 혼합과 단열대를 통한 지하수 거동에 있어서 양이온교환능력(CEC)이 지하수의 지구화학적 특성에 미치는 영향 그리고 지하수의 산화환원과정에 따른 지구화학적 개념모델링을 수행하였다. PHREEQC는 상용화되어 널리 사용되고 있는 지구화학평형 모델링 프로그램으로서 지구화학 반응과 관련하여 널리 쓰이고 있다.

#### 2.3 산화-환원 반응

방사성폐기물 처분장에서는 산화-환원 조건이 핵종 용해도와 이동도에 영향을 미치기 때문에 산화환원 환경과 이를 결정하는 요인의 파악은 중요하다. 지하수에서 산화-환원반응은 산소 소모, 탈질 반응, Fe-Mn 환원, SO<sub>4</sub> 환원 등의 순서로 발생한다. 이들 반응에 의해 지하수의 산화-환원 조건이 주로 결정되게 된다. 특히, 황철석은 지하수의 산화-환원 반응에 직접적으로 관계되어 pH 조건도 변화시키기 때문에 중요하다[1].

#### 2.4 양이온 이온 교환

지하수에는 여러 가지 화학요소들이 용해되어 이온으로 존재하는데 양이온과 음전하를 띤 광물 표면에 있는 다른 양이온과의 교환을 양이온 이온 교환이라고 한다. 지하수에 혼한 이온들로 2가 이온들은 비교적 강하게 결합하고 1가 이온들은 치환하는 경향이 크다. 따라서 지구화학 반응은 지하수 내 용존된 Na<sup>+</sup>와 Ca<sup>2+</sup>과 관련되어 반응한다[2].

### 3. 결론

본 연구에서 수행한 연구는 KURT 지역의 지

하수의 지구화학적 특성을 바탕으로 지구화학평형모델을 이용하여 KURT 지역의 지하수의 지구화학특성에 어떤 지화학과정이 영향을 미치는지를 조사하였다. 그 결과, 지하수 혼합, 산화환원과정, 양이온 교환과정 등이 KURT 지역에 존재하는 지하수의 지구화학특성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### 4. 참고문헌

- [1] 한국광물학회, 2009년 추계 학술발표회 논문요약집, 28-29, 2009.
- [2] Journal of contaminant hydrology, 82, 293-318, 2006.

#### 5. 감사의 글

이 연구는 교육과학기술부 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.