

## 중·저준위 폐기물처분장 부지의 지하수 진화특성연구

오승주, 권장순, 고용권, 김은영, 하창용\*

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

\*한국방사성폐기물관리공단, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

ohseungju@kaeri.re.kr

### 1. 서론

방사성 폐기물 처분장은 폐기물을 외부로 부터 장기적이고 안전하게 고립하기 위하여 지하 수백 미터의 심지질층에 건설된다. 때문에 처분장의 설계, 건설 및 운영의 전 과정에 걸쳐서 심부 지질 환경의 화학적 조건은 처분장의 안정성을 평가하는데 매우 중요한 인자로 활용된다. 본 연구에서는 경주 지역에 건설 중인 중·저준위 방사성폐기물 처분장의 부지감시를 목적으로 수행되었으며 시추공에 다중패커 시스템(Multi-packer system)을 설치하여 심도별, 시간별 지하수의 수리화학적 특성의 변화양상을 모니터링하고자 하였다. 또한 지하수의 수리 지구화학적 진화과정을 이해하고 장기간에 걸친 변화양상을 예측하고자 하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 연구지역

연구 지역은 경주시 양남면 봉길리 지역으로 해안에 접하고 있으며 서쪽의 해발고도가 동쪽에 비해 상대적으로 높아 동쪽으로 완만하게 경사를 이루고 있다. 처분부지의 반경 1km의 모양은 화강암류로서 화강섬록암 및 섬록암으로 산출된다 [1]. 지역적으로 파쇄대가 존재하며 단열광물은 몬모릴로나이트, 제올라이트광물, 녹니석, 일라이트, 방해석순으로 산출되며 단일 광물로 산출되는 경우가 매우 드물고 여러 점토광물의 집합체로 산출된다[2].

#### 2.2 연구방법

연구지역의 시료 채취대상은 지표수, 시추공 지하수, 해수로 시추공 지하수의 경우 다중패커 시스템을 적용하여 시추공을 구간별로 격리하여 심도별 시료채취가 이루어졌다.

현장 측정은 모든 시료에 대해 온도(T), pH, 전기전도도(Electrical conductivity, EC), 용존산소(dissolved oxygen, DO), Eh를 측정하였다. 알칼

리도는 0.05N 염산을 이용하여 산-염기 적정법으로 측정하였다. 지하수의 경우 충분한 양수를 통하여 안정된 현장 측정값을 얻었다. 모든 시료는 0.45 $\mu$ m 셀룰로즈 막필터로 여과하였고 양이온은 고순도 질산을 이용하여 pH를 2이하로 유지하였다. 시료 채취는 양이온, 음이온, 산소-수소 동위원소, 탄소동위원소, 황동위원소를 대상으로 이루어졌다. 탄소 동위원소는 NaOH를 첨가하여 pH를 10이상으로 유지한 후 BaCl<sub>2</sub>를 첨가하여 BaCO<sub>3</sub>의 형태로 침전시켰다. 황동위원소는 염산을 이용하여 pH를 4 이하로 낮춘 후 BaCl<sub>2</sub>를 첨가하여 BaSO<sub>4</sub> 형태로 침전시켰다. 음이온분석은 IC (Ion Chromatography)를 이용하여 한국원자력연구원에서 분석하였으며 양이온 분석과 산소, 수소, 탄소, 황 동위원소는 한국기초과학연구원에서 분석하였다. 양/음이온 분석은 물의 전하 균형 오차  $\pm 5\%$  이내로 분석의 신뢰도를 보였다.

### 3. 결과 및 토의

지표수에 총용존고체함량(TDS)은 110~380mg/L의 범위를 나타내었으며, 대부분 Ca-Na-HCO<sub>3</sub> 형을 나타낸다. 지하수의 경우 Ca-HCO<sub>3</sub>, Ca-Na-HCO<sub>3</sub> 유형을 보였으나 시간이 지남에 따라 일부 시추공의 상부 구간에서 Na-Cl 형과 Ca-(Na)-Cl형으로 진화하는 양상을 보였으며 TDS 또한 증가하였다. 본 연구지역이 해안가에 접하고 있으므로 해수의 영향으로 판단된다. 하지만 해수의 유형은 Na-Cl 유형으로 고농도의 Na와 Cl을 함유하고 있어 해수의 영향을 받은 지하수의 경우 Na-Cl 유형으로 진화하여야 한다. 그러나 연구지역의 해수의 영향을 받은 지하수는 Na-Cl형과 Ca-(Na)-Cl 형으로 각기 다른 진화의 특성을 보이고 있다. 해안 지역에서 해수가 대수층을 통해 육지 쪽으로 침투할 경우, 대수층 내의 이온교환 site는 Na 이온으로 채워지고, Ca 이온을 내보내는 역이온 교환 반응이 일어난다. 이에 반응성 용질이동모델링[3]을 이용하여 역이온 교

환반응을 모사해보았다(그림1).

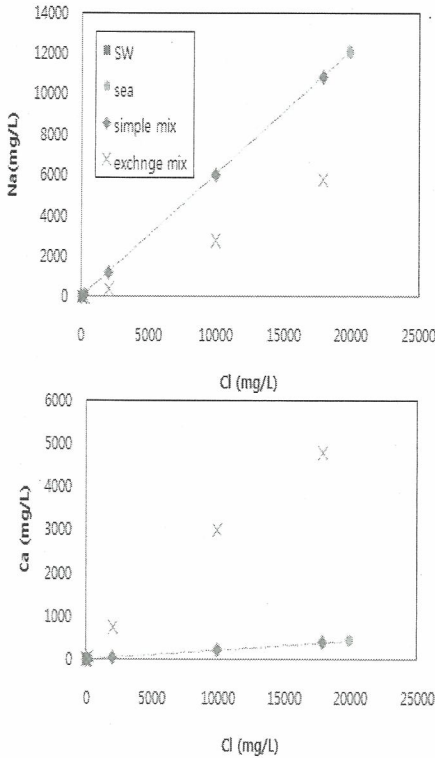


Fig. 1. Na-Ca 역이온교환 모델링.

또 해수 유입의 특징을 보이고 있는 시추공을 중심으로 Br과 Cl의 분석 농도 값을 해수의 함량비와 비교하였으며 시간이 지남에 따라 대부분 해수의 Br:Cl 함량비인  $34.7 \times 10^{-4}$ 의 직선상에 분포하고 있음을 확인할 수 있다(그림2).

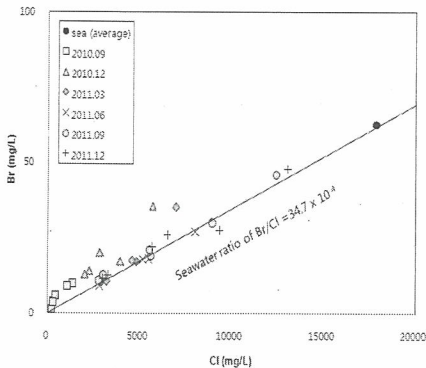


Fig. 2. 지하수의 Br 및 Cl의 분포.

#### 4. 결론

본 연구는 방사성폐기물 처분장 부지의 지속적인 지구화학적 모니터링을 통하여 처분장의 수리 지구화학적 특성과 변화양상을 파악하고자 하였다. 연구결과 연구지역의 수리화학적 특성은 해수의 유입으로 인하여 물-암석 반응의 촉진과 보다 복잡한 반응에 의해 결정되었다.

#### 5. 참고문헌

- [1] 김건영, 고용권, 최병영, 신선호, 김두행 (2008) 중 저준위 방사성폐기물 처분부지의 지구화학적 특성 II. 암석 및 광물, 방사성폐기물 학회지, 6, 307-327.
- [2] 한국수력원자력, 중저준위 방사성폐기물처분시설 안전성 분석 보고서(2007)
- [3] Parkhurst, D.L., (1995) User's guide to PHREEQC-A computer program for speciation, reaction path, advective transport and inverse geochemical calculations: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 95-4227, 143p.