

## 지질환경정보시스템 구성 방안에 대한 연구

정계열, 정해룡, 이정환

한국방사성폐기물관리공단, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

jjy@krmc.or.kr

### 1. 서론

현재 세계적으로 사용후핵연료를 포함하는 고준위 폐기물 처분을 위한 방법으로 심지층 처분이 가장 안전하고 가능성 있는 방법으로 받아들여지고 있다. 이와 관련하여 우리나라에서도 고준위 폐기물 처분을 위한 방법으로 심지층 처분을 고려하고 있다. 심지층 처분에 적합한 부지를 선정하기 위한 조건 중 지질환경을 평가하는 방법의 선행단계로써, 우리나라의 지질환경과 관련된 기존의 문헌 및 조사 결과를 수집하고 이들을 데이터베이스화하여, 체계적이고 과학적인 방법으로 평가를 계획하고 있다. 본 연구에서는 지질환경과 관련된 자료의 효율적인 데이터베이스 관리 및 평가가 가능한 시스템인 지질환경정보시스템에 대한 구성에 대하여 연구하였다.

### 2. 본론

심지층 처분을 위한 자연방벽 평가는 계획단계와 사업단계로 구분할 수 있으며, 계획단계에서는 처분 원칙과 자연방벽 평가 프로그램을 제시하게 되고, 사업단계에서는 절차에 따른 부지선정 작업을 수행하게 된다. 우리나라의 경우 심지층 처분 프로그램이 확정되지 않은 계획단계에 있으며, 사용후핵연료 최종처분 정책이 아직 결정되지 않은 상태이지만 최종처분으로 심지층처분을 고려하고 있다. 최종처분을 위한 자연방벽 평가시 고려해야할 요소는 장기 지질 안정성, 기술성, 사회·경제·환경 등으로 구분할 수 있으며, 이들에 대한 자료를 효율적으로 관리하고 정량적으로 평가할 수 있도록 지질환경정보시스템을 구축하였다.

#### 2.1 지질

처분 부지의 지질은 역학적, 열적, 수리적 및 화학적 특성을 결정하는 중요한 역할을 한다. 지질과 관련된 암종분포 및 구조지질학적 특성인 단층, 습곡, 전단대, 변질대에 대한 기초자료는 기존 지질도를 참고하여 구축하였다. 특히, 제4기에 움직임이 있었던 단층은 활동성 단층으로 분류하고 동해 및 남해,

서해의 해안 중심으로 조사 및 데이터베이스 구축 중에 있다. 암석의 열적특성은 역학적 환경 및 지하수 유동, 화학적·생물학적 환경에 영향을 미치기 때문에 처분장 배치와 설계시 중요하다.

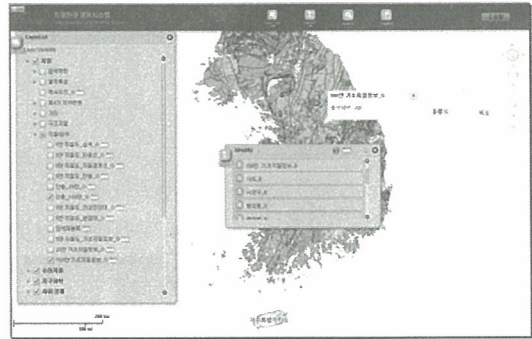


Fig. 1. 지질환경정보시스템 1:100만 지질도.

지질학적 장기 안정성 요소 중 급발성 사건에 해당하는 지진과 화산의 경우, 지진은 고문헌의 기록된 자료를 바탕으로 역사지진 데이터베이스를 구축하였으며, 화산은 제4기에 활동한 6곳을 대상으로 자료를 구축하였다. 완속성 사건에 해당하는 용기·침강, 침식·퇴적 요소는 10~100만년동안의 장기 안정성을 요하는 처분 부지에 영향을 줄 수 있으므로, 이들 항목에 대한 조사 및 데이터베이스 구축 중에 있다.

- 지질/암석
  - 5만 지질도    • 5만 단층    • 5만 습곡
  - 5만 연성전단대    • 5만 변질대    • 5만 탄층선
  - 25만 지질도    • 25만 단층
  - 100만 지질도    • 100만 단층
- 구조지질
  - 단층대    • 제4기 단층특성(활동성 단층)
- 열적특성
  - 지열류량    • 지온경사    • 열물성    • 열생산률
- 지진
  - 제4기 지각변동
  - 용기율    • 침식/퇴적
- 기타
  - 제4기 화산

## 2.2 수리지질

지하 심부의 암석을 통한 지하수의 유동은 심지층 처분의 격리 및 지연기능에 가장 큰 영향을 미치는 요소이며, 이러한 지하수 유동은 암반의 투수성과 동수구배에 영향을 받는다. 암반의 투수성은 지하수 관측망 및 기존 대규모 관정에서 이루어진 수리지질 결과를 토대로 데이터베이스를 구축하였다. 일반적으로 동수구배는 지형경사에 영향을 받는 요소이나 주변 지하수의 사용이나 심부 지층의 영향을 반영하기 위해 실제 관측된 지하수위를 근거로 작성된 수문지질도 자료를 이용하였다. 지하수 유동방향에 따른 배출지역과 함양지역의 분포는 수리모델의 경계 조건 설정에 중요한 요소이며, 처분장으로부터 생태계에 이르는 방사성핵종의 유동경로가 최대가 되기 위해서는 함양지역 아래가 처분 부지로써 유리하다.

### - 수리지질

- 수리상수 • 수리지질

### - 수문지질도

- 유역경계 • 우물 • 단층 • 유동방향
- 지하수동수위선 • 수문지질경계 • 대수층

## 2.3 지구화학

심지층 처분부지 주변 지하수의 화학적 특성은 케니스터 부식속도 및 핵종 용해도, 흡착능에 영향을 미치기 때문에 처분장의 격리기능과 지연기능에 영향을 미친다. 수소이온농도(pH)는 방사성핵종 용해도 및 흡착, 처분용기 부식, 완충재·뒹채움재에 영향을 준다. 일반적으로 지하 100m 이하에서 지하수는 6~10의 pH 농도를 보인다. 산화-환원전위는 pH와 마찬가지로 처분용기 부식에 영향을 미치며, 산화-환원에 민감한 핵종의 용해도에 영향을 미친다. 총용존고형물(TDS)은 주로 완충재의 안정성과 방사성핵종의 흡착에 영향을 미치며, TDS 농도가 높으면 완충재의 팽창능력이 감소하며 농도가 100 g/L 이상일 때 절반이상 감소하는 것을 알려지고 있다. 지하화학 자료는 전국규모 조사단계에서는 고려대상이 아니지만, 후보지역 조사부터는 부지조사의 경우 다양한 깊이에서의 지하수화학조성을 측정해야 함으로써 기존 자료에 근거한 조사가 필요하다. 주로 심도가 깊은 국내온천수조사 자료 및 농촌지하수조사 자료, 국가지하수관측망 자료의 지구화학 특성을 이용하여 구축하였다.

### - 수리화학

- 국내온천수 • 농촌지하수조사
- 국가지하수관측망

### - 관측망

## 2.4 사회/경제

심지층 처분장의 건설과 운영은 해당지역에 다양한 영향을 미치므로 지역의 고용 및 산업, 서비스, 인구, 환경, 주변 조건 등을 충분히 고려해야 한다. 방사성폐기물 운반비용은 부지의 위치에 따라 크게 달라지기 때문에 기존 도로, 철도, 항만의 위치를 파악할 필요가 있다. 또한, 부지선정은 지질환경적으로 최적의 부지라 할지라도 해당지역 주민의 동의가 없이는 진행되지 어려우므로 이해당사자와 지역주민의 협조가 필요하다. 따라서, 인구밀집지역이나 행정구역 경계지역은 분쟁을 유발할 가능성이 크므로 되도록 피하는 것이 좋다. 기 발간된 수리지질도를 기본으로 구축하였으며, 2005년 인구조사 결과의 행정구역별 인구를 기준으로 인구밀도를 구축하였다.

### - 기본도

- 철도 • 건물 • 도로 • 하천 • 행정구역
- 인구밀도 • 등고선

## 3. 결론

본 연구에서는 심지층 처분 자연방벽을 평가하는 방법으로, 우리나라의 지질환경과 관련된 기존의 문헌 및 조사 결과를 수집, 데이터베이스화하여 정량적으로 평가할 수 있는 지질환경정보시스템을 구축하였다. 향후 기 구축된 요소에 대한 추가 조사와 미구축된 요소에 대한 추가가 필요하며, 복합 요소를 고려한 조건별 검색시스템과 요소별 중요도를 고려한 최적부지분석시스템을 개발할 계획이다. 이러한 연구성과는 향후 사용후핵연료의 심지층 처분을 위한 기반자료를 제공할 것이며, 처분정책 수립에 있어서 중요한 과학적 근거로 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 사용후핵연료 중간저장시설의 건설시에도 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 4. 감사의 글

본 연구는 2012년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2012171020001A)

## 5. 참고문헌

- [1] 심지층 처분장 부지선정인자 분석보고서, p.74, 2012.