

## 방사성폐기물 처분 부지 특성연구를 위한 한반도 선구조 예비 통계분석

박경우, 김천수, 배대석, 김경수

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

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

고준위방사성폐기물 처분장의 후보 부지를 결정하는데 있어, 안전성 평가(Safety assessment)를 위한 전제 조건으로 지질의 구조적 안정성이 주요 필수 조건이 된다. 일반적으로 광역규모의 지질 구조를 파악하기 위해서는 우선 지질도에 기재된 단층 및 전산 음영기복도를 종합하여 선구조를 분석하며, 분석결과를 바탕으로 현장조사를 실시하여 지질구조에 대한 정보를 획득하게 된다. 고준위 방사성폐기물이 처분될 영역은 심부 지하 영역에 초점이 맞춰지는데, 심부 지질의 구조는 선구조 및 지표지질 분석결과 파악된 지표 지질구조와의 상관성에 대한 논의가 필수적이다. 이는 시추공 또는 지하 터널에서 나타나는 심부영역의 지질구조에 대한 파악이 필수적이다. 본 연구에서는 기존 지질도에 기재된 단층, 전산 음영기복도에서 분석된 한반도의 선구조 분석결과를 바탕으로 프랙탈 차원 분석을 실시하였으며, 한반도의 선구조 통계분석 결과 한반도의 평균적인 암괴규모를 추정하여 보았다.

본 연구에서 사용한 선구조는 단층 혹은 단층대로 확인된 지질구조와 직접적 조사가 이루어지지 않는 지형적 특성으로 볼 때 잠재적인 지질구조로 사료되는 선형 구조를 통칭한다. 이들 선구조를 길이에 따라 40 km 이상은 F<sub>1</sub>, 20~40 km는 F<sub>2</sub>, 1~20 km는 F<sub>3</sub>, 1 km 이하는 F<sub>4</sub>로 분류하였다. 상기 자료에서 도출된 선구조는 1:50,000 수치지도를 이용한 음영기복도 상에서 명확하게 보여지는 선구조만을 추출한 것이 대부분을 이룬다. 실제 준광역 내지 부지규모의 선구조 분석에서는 1:25,000 혹은 1:5,000 수치지도를 이용하기 때문에 이보다 훨씬 세밀한 분석이 가능해지고 결과적으로 더 많은 수의 선구조를 추출할 수 있게 된다. 따라서, 광역 선구조 분석에서 추출되지 않은 선구조 외에도 실제 국지 영역에서는 지질구조의 가능성이 있는 선구조가 다수 인지될 수 있다.

본 연구에서는 상기 자료를 근거로 공간적 분포특성을 도출하였다. 통계적 분석에는 Fracman(Golder. Co.)의 geofractal module을 이용하였다. 남한 지역 중 제주도과 일부 소규모 도서를 제외한 도면 (296km×387km) 상에서 도출된 선구조의 개수는 총 1,247개이고, 총 누적길이는 10,976.5 km이다. 선구조의 평균 길이는 8.802 km 이며, 표준편차는 8.910 km로 다소 크게 나타났다. 선구조 밀도(intensity)는 P<sub>20</sub>값이 0.0109 개/km<sup>2</sup>이고, P<sub>21</sub>값은 0.0963 km/km<sup>2</sup>로 나타났다.

남한 영역에 분포하는 선구조의 box 프랙탈 차원을 분석해 본 결과, box size에 따라 1.59~1.63의 값을 보인다. 기본적으로 box 프랙탈 차원 값은 1에서 2의 값을 보이는데, 1에 근접한 값을 나타내는 것은 선구조가 일정 영역에 집중되어 분포하고 있음을 의미하고, 2에 가까운 값을 보이면 전체 영역에 고루 분포함을 의미하여 선구조의 선형성을 지시하게 된다. Box 프랙탈 차원 값(1.59~1.63)의 한반도의 선구조 패턴이 비교적 전체적으로 고루 분포함을 의미한다.

질량 프랙탈 타원을 분석해 본 결과, 계산방법(선형중심, 선형 자취, 선형 교차)에 따라 프랙탈 차원의 값이 다양해진다. 질량 프랙탈 타원 값은 또한 프랙탈 차원을 결정하기 위한 원의 중심 위치에 따라 달라지는데, 남부 지역과 북부 지역에 각각 중심 위치를 두고, 질량 프랙탈 타원 값을

분석해 보았다. 분석에 사용된 원은 내원의 반경이 5 km, 외원의 반경이 100 km이며, 그 내부에 20개의 원이 존재하는 모형을 사용하였으며, 전체 영역을 포함하기 위해 다중중심 방법을 사용하였다.

남쪽과 북쪽 지역의 질량 프랙탈 타원은 선구조 중심과 연장길이를 이용하여 계수할 때 1.988~1.996(선형 중심), 1.821~1.868(선형 자취)로 남쪽 지역에서 약간 높게 나왔다. 그러나, 선구조 교차점을 이용하여 계산한 결과, 남쪽 지역에서는 2.012, 북쪽 지역에서는 1.824의 값을 보여 차이를 보였다. 이는 남쪽에 분포하고 있는 선구조의 밀도가 북쪽에 비해 더 크며, 선구조의 연결성도 더 양호한 결과이다.

광역 선구조 자료를 대상으로 이들이 경계를 이루는 개략적인 암괴의 규모를 가늠할 수 있다.  $P_{20}$ 은 선구조의 크기 분포에 지배되고, 따라서 선구조의 최대 연장길이보다 작은 규모에서는 규모 종속적이다. 반면에  $P_{21}$ 은 선구조의 크기를 직접적으로 통합하기 때문에 규모에 종속되지 않는 특성을 갖는다. 다만, 양자의 밀도 모두는 선구조의 상대적인 방향성에 대해서는 영향을 받는다.

Dershowitz and Herda(1992)가 제안한 관계식으로부터 선구조 간의 간격( $S_i$ )를 얻을 수 있다. 이 때,  $C_{p2}$ 는 방향성에 대한 Fisher 분포함수의 밀집도 매개변수인  $K$ 에 따라 결정되는 상수로서, 선구조의 수선방향과 간격 측정방향이 이루는 사잇각에 따라  $K=5$ 일 때, 1.0부터 3.0까지의 범위를 갖는다.

선구조 수선과 간격 측정방향이 사잇각이 평행하다는 가정에서  $C_{p2}$ 는 1.0(Dershowitz and Herda, 1992)이므로, 본 분석을 통하여 얻어진  $P_{21}$ 의 값(0.0963)을 대입하여  $S_f$ 는 대략 10km 인 것을 알 수 있다. 즉, 3개 방향군으로 분포하는 광역 선구조들은 상호 간에 확률적으로 최소 약 10km×10km의 암괴를 형성하면서 분포함을 의미한다. 이러한 암반블록의 규모 내에는 지역적으로 정밀한 분석을 통하여 적어도  $F_3(1\sim 20\text{ km})$  등급 규모와 동등하거나 그 이하 규모의 선구조가 인지될 가능성은 충분하다.