

우리나라 단층 연구의 최신 동향

한국지질자원연구원 지질조사연구본부 활성지구조연구센터 천영범

단층은 지각변형의 대표적 산물로, 지하에 존재하는 불연속면 또는 불연속면들의 집합체이다. 오랜 지질시대 동안 지속된 단층운동은 운동감각에 따라 지역적 또는 광역적인 지각의 용기와 침강을 초래한다. 또한 단층의 순간적인 미끄러짐(slip)은 변위량, 파열면적, 마찰계수 등에 따라 다양한 규모의 지진을 발생시킨다. 이와 같이 진화한 단층대(단층핵 및 손상대)는 지하의 대표적인 약대(weakness zone)로서, 지하수와 열수 등 다양한 유체의 이동을 촉진하거나 차단하는 통로 및 장벽으로 기능한다.

단층은 지진성 미끄러짐(즉, 재활성)으로 지표 피해를 유발할 수 있다는 점에서 지진지질학적으로 중요할 뿐만 아니라, 지하의 구조적 약대로서 주변 암반에 비해 상대적으로 불안정한 특성을 보이므로 암반 안정성 및 유체 거동 측면에서도 중요한 의미를 지닌다. 따라서 단층의 장기적 안정성을 다각도로 평가하기 위해서는 단층의 규모(길이, 폭), 기하(주향, 경사), 분포 및 연결성, 진화사, 제4기 활동성(지진성 지표파열 특성), 그리고 단층물질의 역학적·암석지화학적·광물학적 특성 등을 다양한 시·공간적 스케일에서 종합적으로 분석할 필요가 있다. 본 발표에서는 국내에서 수행 중인 단층 연구를 (1) 거시적 규모의 고지진학 기반 연구와 (2) 부지 규모의 단층역학 및 암석지화학 기반 연구로 구분하여 논의한다.

(1) 거시적 규모의 고지진학 연구: 지진은 단층의 순간적인 미끄러짐에 의해 발생하는 현상으로, 중규모 이상의 지진을 유발하는 단층운동은 강한 지진동과 함께 경우에 따라 파열면이 지표에 도달할 수 있다. 특히 현재의 지구조 응력장이 유지된 제4기 동안 지표파열 이력이 확인된 단층은 향후 중규모 이상의 지진을 재발시킬 잠재성을 지닌다. 따라서 특정 지역의 단층 재발특성(recurrence interval pattern)을 이해하기 위해서는 활성단층(또는 활동성단층)의 추적과 함께, 확인된 단층의 고지진학적 정보(위치, 길이, 운동 시기, 재발주기 등)를 확보하는 것이 필수적이다. 국내에서는 2016년 경주지진을 계기로 관련 연구가 급속히 발전하였으며, 전통적인 지표지질조사와 굴착조사뿐만 아니라 다양한 지구물리탐사 기법과 수직·경사시추 등 다학제적 접근이 활발히 적용되고 있다. 아울러, 다양한 연대측정 기술의 발전은 제4기 변형 시기의 보다 정밀한 규명에 크게 기여하고 있다.

(2) 부지 규모의 단층역학 및 암석지화학 연구: 복잡한 내부 변형구조를 지닌 단층대는 구성물질과 변형양상에 따라 지진원 심도에서 시작된 지진성 파열의 전파를 촉진하거나 억제할 수 있으며, 동시에 구간에 따라 유체의 이동 통로 또는 장벽으로 작용한다. 따라서 부지 규모에서 관찰되는 단층 및 단열군의 변형 특성, 단층물질과 모암의 단층역학적 특성, 그리고 암석지화학적·광물학적 특성을 규명하는 것은 해당 단층의 활동성 여부와 관계없이 장기적 안정성 평가의 핵심 요소가 될 수 있다. 최근 국제적으로는 정량적 기법을 활용한 단층대의 물성, 재활성 가능성(reactivation potential), 그리고 유체 이동 특성 평가 연구가 활발히 수행되고 있으며, 국내에서도 이러한 방법론의 적용이 점차 확대되고 있다.