

우리나라 단열구조의 특성

장 태 우

경북대학교

1. 서언

한반도의 단열조사 연구는 1945년 이전 1대 50,000 축척의 지질도 작성과정에서 그 지역에서 관찰 인지되는 단층이 지질도상에 기재됨으로서 시작되었다. 그 후로 각종 지하자원 탐사를 위한 광상 지질조사와 여러 가지 지질조사시 해당지역내에 발달되는 단층들이 기재되고 하였다. 이들 자료들은 1대 1,000,000 지질도와 1대 250,000 지질도가 발간될 때 수합됨으로써 한반도의 중요 단층들이 많이 알려지게 되었다. 그러나 이들 단층들에 대해서 직접적이고 집중적인 조사연구가 제대로 이루어지지 못함으로서 각 단층들의 운동학적 및 기하학적 성질, 생성시기등이 정돈되어 있지 못하다. 물론 이와같은 연구는 많은 인력, 경비, 시간등이 소요되어져야할 문제이다.

시간과 인력이 많이 소요되는 야외 직접적인 단열 인지 조사의 전단계로서 실내에서 항공사진, 인공위성사진, 레이더사진, 음영기복도 등에 의한 단열성 선상구조 해석은 넓은 지역에 대한 단열구조의 예비적인 정보를 빠른 시간에 얻을 수 있다. 이와 같은 선상구조는 야외의 현지조사에서 그 정체가 지질학적으로 구명되었을 때 학술적인 의미를 갖게 된다.

2. 광역단열도 분석

그림1은 국지적인 야외지질조사에서 인지되어 각종지질도(주로 한국지질자원연구원의 1대 50,000지질도 및 1대 250,000 지질도)에 수록된 단층들과 음영기복도, 항공자력탐사도등으로부터 단열성 선상구조를 추출하여 작성한 남한의 광역단열도이다. 이 단열도에 수록된 단열들은 음영기복도로부터 해석되어진 단열들은 그 경사가 비교적 고각도인 45° 이상인 단열들이 주종을 이룰 것임을 간과해서는 안될 것이다. 왜냐하면 평탄지가 아닌 지형기복이 심한 지역에서 45° 이하의 경사를 갖는 단열들은 단열자취가 불규칙하여 선상단열로 인지되기 어렵기 때문이다.

대규모 단열의 경우는 추가령 지구대를 포함하는 서울-경기-강원지역, 조선누층군-평안누층군이 분포하는 태백산 광화대 지역, 충남탄전 부근 지역, 양산단층이 포함되는 경상분지 동부 지역 등에서 발달하고 있다. 다시 말하면 한반도 서남부지역 즉 덕유산-지리산을 포함하는 호남지역에선 광주단층을 제외하고는 대규모 단열이 관찰되지 않는다. 이에 비해 소규모 단열은 보통 인지하기가 어려운 평야지대(예를 들면 호남평야, 나주평야 등)를 제외하고는 그 발달이 전국적으로 고루 이루어지고 있음을 알 수 있다.

단열 배향의 장미그림을 그려보면, N10°W~N50°E, N30W~N50W, N60W~EW의 세 조가 선명한 편은 아니나 우세 배향을 나타낸다. 특히 N10W~N50E 조는 범위가 넓은 편이긴 하나 대부분의 단열이 여기에 포함된다.

지역별로는 한반도 서남부 지역 즉 지리산-전주선의 서남 지역과 태안반도-평택-서울-원주-춘천 지역에서는 대체로 여러 배향의 단열들이 고루 분포하고 있고, 서남부 경남-덕유산-운장산-금산지역에선 북서 단열이, 팔공산-의성 지역에선 서북서 단열이, 충남탄전 지역과 비무장지대-동해안을 따른 전 지역에선 북북동의 단열이 우세하게 발달되어 있음을 보여서 서북서, 북서, 북북동의 세 방향은 남한 전역 장미그림에서 우세 방향을 형성하는 기반이 되는 것으로 보인다.

단열의 밀도는 가장 조밀하게 발달하는 지역이 태백산 광화대 지역으로 특징적이다. 이는 이 지역에 물리적으로 연약한 성질의 함탄층을 포함하는 평안누층군이 분포하는 지역이란 점과 단열을 따라 배태한 금속광상이 역시 무수히 발달하고 있는 지역이란 점에서 그 까닭을 찾을 수 있다. 그 외 밀도가 높은 지역은 태백산 지역에서 서북서 방향으로 서울까지의 지역, 또 태백산 지역에서 남서 방향으로 진안까지의 지역, 고령-함안 지역, 충남탄전 지역, 가음단층 및 양산단층지역 등이 밀도가 높은 편이다. 이에 반해 지리산-전주선의 서남부 지역이 가장 밀도가 낮고 조치원-대전지역도 비교적 낮다.

3. 단열계의 등급별 특성

남한의 광역단열도의 단열 자료를 가지고 크기(길이)를 토대로, 40km 이상 단열을 F1 단열, 20-40km를 F2 단열, 1-20km를 F3 단열, 1km 이하를 F4 단열의 네 등급으로 구분하고 등급별 특성을 알아 보고자 한다.

F₁ 등급 단열들은 다수가 경기육괴의 추가령지구대 지역과 경상분지 지역에 발달하고 있으며 특히 경상분지 지역에 가장 많은 수의 F₁ 등급 단열이 발달하고 있으며 한반도 서남부에 광주단층만이 이 등급에 속하는 단열이다. F₁ 등급 중 추가령지구대 지역의 동두천 단층과 경상분지의 양산단층은 연장이 150 km 이상에 달하는 특별히 큰 단열이다. F₁ 단열의 배향은 남한 전체 단열의 최 우세 배향과 평행하게 북북동을 가리키는 것들이 가장 많고 서북서를 가리키는 단열들도 볼 수 있는데, 전자에 속하는 단열들은 추가령지구대 지역과 경상분지 양산단층 지역에 집중 분포하고 있으며 후자에 속하는 단열들은 경상분지 중 의성 소분지에 평행한 조(가음단층조)를 이루며 발달하고 있다. 추가령지구대의 F₁ 단열들은 정단층 운동의 산물로 간주되고(Lee et al., 1987) 경상분지의 양산단층조와 가음단층조들은 주향이동 단층들이다. 경상분지와 기반암의 접촉부를 따라 발달하는 안동단층과 일월산 단층은 역 단층이다. 대부분의 F₁ 단열들은 쥬라기 대보조산운동 이후 쥬라기 화강암 및 백악기 암층들을 절단하고 생성된 취성 단열작용의 산물이다.

F₂ 등급 단열은 한반도 남서부 지역 즉 지리산-전주선 그 남서부 지역을 제외하고는 조사 지역 전역에서 비교적 고루 발달되고 있다. 그 중에서도 태백산 광화대 지역과 충남탄전 지역에서 더 집중적으로 발달하는데 이는 탄전이 분포하는 이 지역의 지질 발달과 밀접한 연관이 있는 것으로 판단된다. F₂ 단열의 배향은 전체적으로 볼 때 F₁ 단열의 배향과 평행하게 북북동 조와 서북서 조가 인지되는데 북북동 조가 압도적으로 우세한 배향이다. 양 등급 단열들의 배향에 있어서 이와 같은 평행성은 성인적으로 상당히 연관성이 있었을 것으로 짐작해 볼 수도 있다. 북북동 조의 F₂ 단열은 태백산 지역과 충남탄전 지역에서 집중적으로 많이 발달하고 있는 편이나 그 외 배향의 단열들은 특정 지역에 편중해서 발달되는 경향을 보인다고 하기가 어렵다.

F₃ 등급은 호남평야, 나주평야 등 지형적인 평탄성과 인공적인 토지 경작의 영향으로 단열 인지가 어려운 지역을 제외하고는 전역에 고루 분포하고 있으며 광역단열도에서 가장 풍부한 단열 등급이다. 이 등급의 단열도 특히 태백산 광화대 지역에서 가장 조밀한 발달 상태를 보이고 충남탄전 지역과 옥천구조대에서 약간 발달 빈도가 높은 편이다. F₃ 단열의 배향은 F₁ 및 F₂와 마찬가지로 북북동 조 및 서북서 조를 갖는 것 외에 북서 조를 더 갖는다. 특히 북북동 조는 N10W에서 N50E까지 우세 배향의 범위가 매우 넓다. 또 세 조 간에는 빈도의 상대적 차가 크지 않고 우세 배향의 구분이 명확하지 않은 편이다. 그러니까 동북동 방향을 제외한 모든 방향에서 단열들이 비교적 고루 분포한다고 볼 수도 있다.

F₄ 등급의 단열은 그 길이가 1 km이하로 짧은 것들이기 때문에 즉 노두 규모의 단열이기 때문에 1대 250,000 및 1대 500,000 음영 기록도에서는 잘 검색될 수 없는 단열이며, 광역단열도에서 F₄ 단열은 단지 1대 50,000 지질도에서 추출한 단열들이다. 그럼으로 이들은 광역단열도에서는 아주 소량 분포하는 것처럼 보이지만 실제 야외 노두조사에서 이들을 인지해서 측정을 하거나 지도에 그려 넣는다면 남한 전역에 대해서 헤아리기가 불가능할 정도로 많은 수가 존재하게 될 것이다. 광역단열도상 F₄ 단열의 배향도 북북동 방향이 가장 우세하고 서북서 조와 북서 조도 존재한다. 여기서도 동북동 방향의 단열은 매우 소수이다.

4. 지구조 구역별 특성

남한의 지구조 구역은 대보조산운동의 중심대에 해당하며 한반도 지체구조의 허리에 해당하는 옥천구조대를 중심으로 북서부에 경기육괴와 남동부에 영남육괴가 골격을 형성한다. 양 육괴는 다중 변형작용과 고도 변성작용의 산물인 선캠브리아기 편마암 및 편암 복합체로 이루어진다. 옥천구조대는 구성 지층이 변성작용을 받은 정도가 약한 북동부의 옥천 비변성대(조선누층군, 평안누층군)와 변성작용의 정도가 약간 높은 남서부의 옥천 변성대(옥천층군)로 나누어지며 옥천변성대 남쪽엔 백악기 영동-광주 함몰지(영동층군, 진안층군, 능주층군)를 포함한다. 경기육괴 남서부엔 중생대의 충남함몰지(대동층군)와 공주함몰지(공주층군)

를 포함한다. 영남육괴는 변성퇴적암이 더 풍부한 북동부의 소백산지괴와 화강편마암이 주축인 남서부의 지리산지괴로 나눌 수 있다. 한반도 동남부엔 또 하나의 중요 지구조 구역의 하나인 백악기 경상분지가 위치하며 비변성·비변형의 경상누층군으로 구성된다.

경기 육괴

충남함몰지와 공주함몰지를 포함하는 경기육괴에서의 단열 분포는 여러 등급의 단열이 고루 분포하지만 F_1 단열은 북서부에만 발달하고 있는 반면 F_2 단열과 F_3 단열은 옥천구조대 경계 지역에서 더 조밀 간격으로 분포한다. 전체적인 단열의 밀도는 북서부 쪽으로 가면서 낮아진다. 단열의 배향은 충남함몰대와 공주함몰대를 제외한 육괴의 중서남부 지역에선 다양한 배향의 단열 발달을 보여주나 북부 및 동부지역과 충남함몰지 및 공주함몰지에선 NE 방향의 단열이 우세하게 분포한다.

옥천구조대

영동-광주함몰대를 포함하는 옥천구조대에는 광주단층을 제외하고는 F_1 등급의 단열이 발달하지 않는다. 특히 옥천 비변성대에는 F_2 단열과 F_3 단열이 지구조구역 중 가장 높은 발달 빈도를 보여주는데, 양 등급의 단열 중엔 다른 어느 지구조구역에서 보다는 충상단층을 많이 포함한다. 또 이 대의 단열의 배향은 북북동 방향을 가장 우세하게 보여주는데 남쪽엔 EW 방향의 단열이 약간 포함된다. 이에 반해 영동-광주함몰대를 포함하는 옥천 변성대에는 F_2 등급은 드물고 대부분 F_3 등급단열이 분포한다. 또 이 대의 남서부 지역은 단열 발달이 빈한한데 이는 평탄한 호남평야와 나주평야의 발달로 인해 단열 발달을 인지하기가 어려웠던 탓으로 보인다. 단열의 배향은 대체로 다양한 배향을 나타낸다.

영남 육괴

영남육괴에도 F_2 단열은 간혹 발달하고 대부분의 단열이 F_3 크기이다. 지리산지괴에 비해 소백산지괴에서 단열발달 밀도가 현저히 낮게 보이는데 여기가 안동, 예천, 영주의 평탄한 화강암 분포지인데 연유하여 단열 인지가 적게 이루어진 것으로 보인다. 단열의 배향은 소백산 지괴에서는 여러 방향으로 다양하고, 지리산지괴 지역에서는 동북 반 지역에서 북북서조가 우세하며 서남 반 지역에선 역시 여러 배향의 단열이 혼재 분포한다.

경상분지

경상분지에서 단열은 F_1 에서 F_4 까지 여러 등급의 단열이 모두 분포하며 단열의 우세 배향도 지역별로 다르다. F_1 단열은 분지의 동부에서 북북동 방향으로 양산단층 조가 평행하게

발달하며 의성 지역에서는 가음단층 조가 서북서 방향으로 달리고 있다. F₂ 단열은 분지의 동부에서 어느 정도 관찰되나 그 밖의 지역에선 드물게 분포한다. F₃ 단열은 분지 내에서 고루 발달하나 남서부와 북동부에 훨씬 조밀하게 분포한다. 단열의 배향은 분지 동부에서는 북북동이 우세하고, 남서부에선 북서 방향, 중서부에선 다양한 방향, 의성 지역에선 서북서 방향, 북동부에서 다양한 방향을 각각 나타낸다.

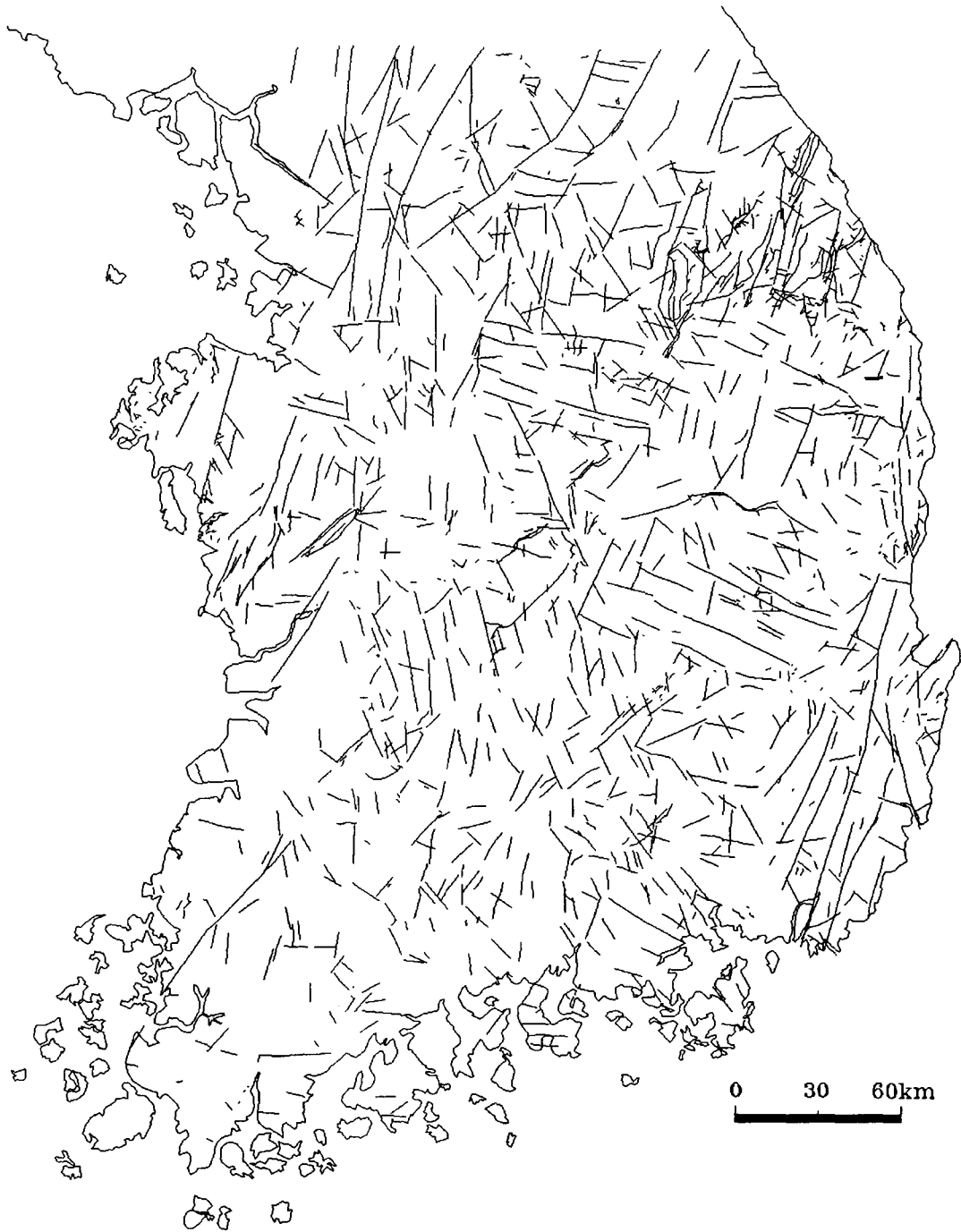


Fig. 1 Fracture map of southern Korea (compiled from fault and lineament maps).