

# 추가령 열곡 대광리 단층대의 구조 운동과 지형 발달

## 이먼부1, 이광률2, 윤순옥3

1 한국교원대학교 지리교육과 교수

2 경희대학교 지리학과 박사과정

3 경희대학교 지리학과 부교수

### 1. 대광리 단층대의 구조 지형 분포 특성

대광리 단층대는 강원도 철원군 철원읍 울이리에서 경기도 연천군 신서면 도신리까지로, 본 연구에서는, 선형의 등질적 지형 공간에서 개석 등에 의해 구분된 각 단위지역을 구역(segment)이라 하였고, 대광리 단층대의 상부 지역을 부거 구역(Bugeo Segment), 하부 지역을 대광 구역(Sintan- Daegwang Segment)이라고 명명하였다.

대광 구역의 지형 특성은 횡단면도로 볼 때, 단층선에 의해 하곡의 동쪽에 단상의 기복이 나타나며 차탄천은 하곡 내에서도 서쪽 사면 아래에 치우쳐 흐르고 있다(Fig. 3). 이러한 단면을 통해 추정 단층선, 삼각말단면, 벤치, kernbut, kerncol 등의 지형 요소들을 확인 할 수 있다.

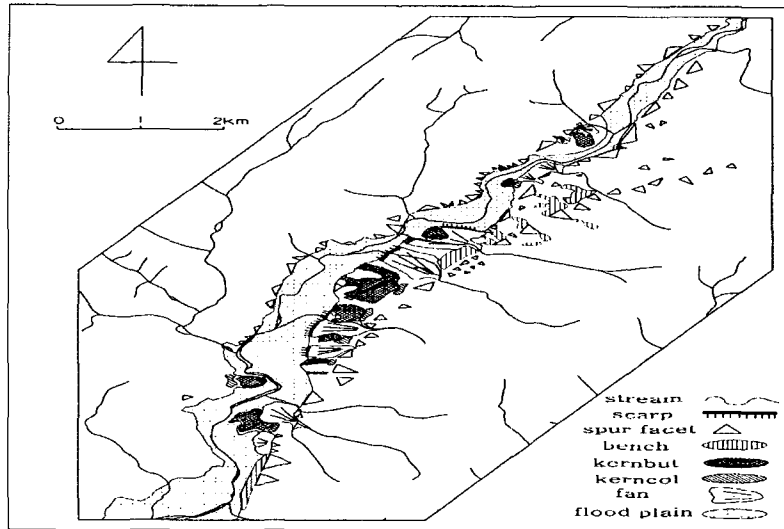
단층선의 위치와 방향성을 통하여 단층운동의 증거를 찾기 위해, 지질도를 기초하여 하곡 횡단면 상에 추정 단층면을 지도화하였다. 지표의 지형 기복은 지질 구조의 영향을 받으며, 특히, 단층선 부근은 침식에 의한 저항에 약하므로 차별침식에 의해 단층선을 따라 단층곡이 생기며, 단층 변위에 의해 단층애와 같은 급사면의 지형이 생기기도 한다. 즉, 선적 구조를 가지는 하곡이나, 능선, 단애 등을 연결한 선과 단층선은 밀접한 관계가 있으므로, 이러한 선을 단층 추정선으로 보아 지형 특성을 설명하였다.

지표의 지형 기복은 기반암과 단층선 등의 지질 특성에 의해 많은 영향을 받는데, 대광리 단층대에서 나타나는 지형 기복의 특징도 지질 특성을 반영하였다. 특히, 주향이동 단층, 정단층, 역단층 작용에 의해 형성될 수 있는, 주 하곡의 선구조(lineament), 지류 하천의 하도 변형, 단애(escarp), 벤치(bench), 지구(graben), 삼각말단면(triangular facet), 선상지(fan)(Keller · Pinter, 1999) 등이 단층선을 따라 형성된 차탄천의 하곡과 양 사면에서 나타난다. 또한 또 다른 단층선이 주 단층선이 평행하게 지남에 따라 형성된 지형으로 추정되는 kernbut와 kerncol (Lawson, 1904, Bate and Jackson, 1980에서 재인용) 등도 나타나고 있다.

본 연구에서는, 단층 운동과 관련된 이러한 지형들을 야외 조사를 통해 지형도상에 분류하고, 지형 특성을 밝혀, 대광리 단층대에 나타나는 각각의 구조 지형의 형성과정과 상호관련성을 검토한다. 이를 통해 대광리 단층대의 구조 운동과 지형 발달의 특성을 파악하고자 한다.

### 2. 지형 요소별 분석

그림 1은 야외 조사를 통해 조사된 대광리 단층대의 지형 분류도이다. 분류도에 제시된 지형은 삼각말단면, 벤치, kernbut, kerncol, 선상지, 하안단구, 범람원 등의 지형면과 하천, 단애이다.



FFig. 1. Geomorphological map of Daegwangri Fault Zone.

### 2.1. 삼각말단면(spur facet, triangular facet)

능선의 말단부에서 삼각형 모양으로 생긴 급경사의 사면을 삼각말단면으로 구분하였다. 삼각말단면은 단층애에 골짜기가 파여 단층애가 축소되면서, 골짜기와 골짜기 사이에 삼각형의 말단면이 형성된 것으로 두 삼각말단면 사이의 단층애 아래에는 선상지 형성에 유리하다(Büdel, 1982). 특히, 삼각말단면의 기저부는 단층선과 일치하거나 평행하게 발달한다(Bloom, 1998). 그러므로 삼각말단면의 분포는 단층 운동과 매우 관계가 깊으며, 이것의 분포 축은 단층선과 같거나 유사하다고 볼 수 있다. 삼각말단면은 지질, 기후, 수문에 의한 풍화·침식의 정도에 따라 절단되거나 분리되면서 변형된다(Fig. 2).

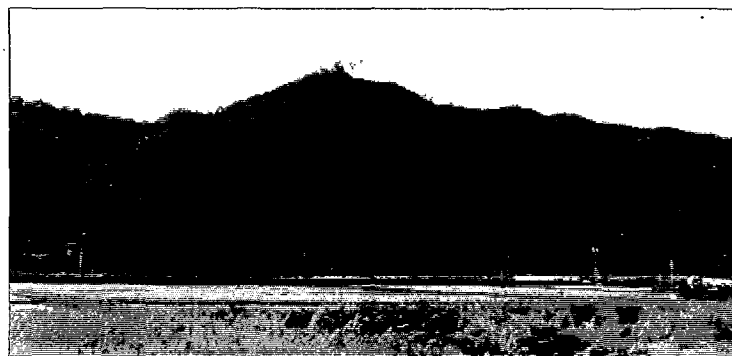


Fig. 2. Spur facet in Bugeo Segment on weathering processes of dissection and segregation.

삼각말단면의 분포는, 부거 구역과 대광 구역에서 매우 상이하게 나타난다. 부거 구역에서는 주 하곡의 양쪽 사면에 삼각말단면이 연속적으로 나타난다. 대광 구역에서는 동쪽 사면에 나타나는 삼각말단면 열이 규모도 크고 연속성도 좋다. 또한 신탄리 부근에서는, 이 삼각말단면 열과 부거 구역의 하곡 동쪽에서 이어진 삼각말단면 열이 수렴되는 것으로 보인다. 대광 구역의 하곡 서쪽에도 삼각말단면 열이 나타나는데, 하곡을 따라 굽어져 나타난다. 대광리에서는 차탄천의 동쪽에서 새로운 삼각말단면들이 나타나는데, 이는 규모가 매우 작고, 연속성도 좋지 않다. 특히, 삼각말단면의 사이사이에는 선상지의 선단부 단애가 나타나고 있다.

## 2.2. 선상지(fan)

연구지역의 선상지는, 구조곡을 따라 흐르는 주 하천에 합류하는 지류 하천에 의해 운반된 퇴적물이 단층애의 곡구를 중심으로 주 하도쪽을 향하여 원추형으로 분포하고 있다. 이러한 선상지는 단층선의 측면에서 우세하게 나타나는데(Mack and Seager, 1990; Stefan Back, et al., 1999; Eliet et al., 1995; 조화룡, 1997; 윤순욱·황상일, 1999), 대광리 단층대에서도 단층선과 연관 있는 삼각말단면 사이로 흘러 나오는 지류 하천에 의해 선상지가 많이 형성되어 있다. 그러나, 본 연구에서는 종축의 길이가 약 100m 이상인 것을 지형 분류도에 표현하였다. 지형 분류도에서 선상지는 총 8개 지점에서 나타나며, 이 중 부거리에서 하곡의 서쪽에 분포하는 두 곳의 선상지만이 부거 구역이면서, 남동사면의 전면에 나타나는 것이고, 나머지 6곳은 두 개의 단층선이 만나서 이루는 대광 지역으로 북서사면의 전면에 나타난다.

선상지의 평면적 크기는 퇴적물을 운반하는 지류 하천의 길이 및 유역분지의 규모와 배후 산지의 기반암의 성질과 관련이 깊다. 본 지역에서도 지류 하천의 길이가 상대적으로 매우 짧은 부거 구역의 선상지와 대광 구역의 가장 하류 쪽 선상지는 선정에서 선단까지의 종축의 길이가 매우 짧다. 배후산지의 경우, 두 곳은 편암류 및 화산암류이며, 철형으로 나타나는 선상지의 종단 경사도 상대적으로 급한 편이다. 반면, 나머지 5개의 선상지는 지류 하천의 길이가 상대적으로 길며, 배후산지의 기반암은 모두 화산암류이고, 종축의 길이도 500~700m 정도로 규모가 큰 편이다. 특히 선상지의 선단과 범람원의 경계부는 3~7m 정도의 단애가 형성되어 있다.

## 2.3. 벤치(bench)

일반적으로 벤치는 암석의 저항력에 따른 차별침식이나 침식기준면의 변화에 의해 형성된 좁고 긴 완경사지 또는 평탄지를 의미하는데(Bates and Jackson, 1980), 본 연구에서는 두 열 이상의 단층선이 나란히 지표를 가로지를 때, 사이의 산록에 나타나는 완경사의 사면이나 평탄면을 말한다. 연구 지역에서는 대광리와 신탄리 사이에, 하곡의 북서사면을 따라 2~3km 구간에서 벤치로 볼 수 있는 넓은 완경사의 지형면들이 나타난다(Fig. 4, 5.). 이 벤치들은 대체로 두 열의 추정 단층선 사이에 분포하고 있다. 해발고도는 150~210m, 하상비고 50~100m로 상류에서 하류쪽으로 오면서 해발고도가 점차 낮아지고 있다.

#### 2.4. 잔류구릉(kernbut)과 잔류요지(kerncol)

kernbut란 연약부의 차별 침식의 영향으로, 하곡의 가운데에 남은 작은 구릉을 말한다. 연구 지역에 발견되는 이러한 kernbut 능선 말단부는 대부분 삼각말단면으로 이루어져 있고, kernbut의 사이에는 그와 규모가 유사한 선상지들이 발달해 있다. kernbut의 해발고도는 120~180m, 하상비고는 50~80m이다. kernbut의 정상부에는 풍화를 많이 받아 손으로도 부스러질 정도의 기반암이 드러난 곳이 많으며, 원력이 나타나지 않는 것으로 보아, 활발한 풍화·침식과 사면 이동의 영향으로 개석되고 남은 침식 지형들로 볼 수 있다.

kernbut의 배후에 나타나는 안부는 kerncol이라 할 수 있다. 연구지역에서는 선상지로 둘러싸인 kernbut 하나를 제외하면, 모든 kernbut와 배후의 삼각말단면의 사이에는 낮은 요지형이 나타난다. 이 요지는 경사가 완만하여 현재 경작지나 교통로로 이용되고 있다.

#### 2.5. 굴절 하도(deflected stream)

부거 구역에는 3개의 지류하천이 분포한다. 대광 구역에서는 주 하곡의 서쪽에서 흘러나오는 지류 하천이 3개, 하곡의 동쪽 북서사면에서 흘러 내려와 차탄천에 합류하는 지류 하천은 7개로 볼 수 있다. 특히, 대광 구역의 동쪽 지류 하천은 삼각말단면 열과 접하는 부근에서 그 유로가 모두 북서쪽으로 휘어져 있다.

## 참 고 문 헌

- 김규한, 김옥준, 민경덕, 이윤수, 1984, 추가령 지구대의 지질구조, 고지자기 및 암석학적 연구. 광산지질, 17, 215-230.
- 김남신, 1994, 전곡리 피복물의 형성과 변화 과정. 한국교원대학교 석사학위논문. 81 p.
- 김도정, 1973, 한국의 화산지형. 지리학회보 7호, 1-9.
- 김두일, 이형호, 한옥, 1993, 서울-철원간 추가령곡의 군사지리적 분석. 육군사관학교 화랑대연구소, 서울, 85 p.
- 김상호, 1964, 추가령 열곡에 대한 고찰. 사대학보, 6, 156-161.
- 김옥준, 1980, 한반도의 지진지체구조분석에 관한 연구. 과학기술처, 1-159.
- 김주환, 1997, 추가령 열곡 내 의정부-동두천간에 발달한 단층구조의 구조지형적 해석. 지리학연구, 31, 19-26
- 박준범, 박계현, 1996, 한반도 중부의 신생대 알칼리 화산암류에 대한 암석학 및 암석 성인적 연구. 지질학회지, 32, 223-249.
- 송무영, 신광수, 1998, 철원 부근 추가령 지구대의 지질구조 및 지표환경 해석을 위한 인공위성 영상자료 분석 연구. 지구과학학회지, 19, 675-683.
- 양교석, 1982, 추가령열곡대 내 한탄강 하류지역에 분포하는 화산암류에 관한 연구. 한국지구과학학회지, 3, 13-25.
- 원종관, 1983, 한반도에 있어서의 제4기 화산활동에 관한 연구. 지질학회지, 19, 158-168
- 원종관, 김윤규, 이문원, 1990, 추가령 알칼리 현무암에 대한 지구 화학적 연구. 지질학회지, 26, 70-81

- 원종관, 이문원, 1988, 한반도에서의 제4기 알칼리 화산암의 암석학적 연구. 지질학회지, 24, 181-193.
- 원종관, 이문원, 이준기, 1987, 추가령 구조대의 지형 발달과 화산 활동 - 민통선 부근을 중심으로. 휴전선 일대의 자연 연구, 강원대 출판부, 11-45.
- 윤순옥, 이광률, 2000, 홍천강 중·하류의 하안단구 지형발달. 대한지리학회지, 35, 189-205.
- 윤순옥, 황상일, 1999, 한국 남동부 경주시 불국사단층선 북부의 활단층지형. 대한지리학회지, 34, 231-246.
- 이기화, 이전희, 1995, 추가령 단층대의 구역화 : 경기 육괴 주요 단층대의 지구 물리학적 연구. 지질학회지, 31, 116-124.
- 이대성, 유기주, 김광호, 1983, 추가령열곡의 지구조적 분석. 지질학회지, 19, 19-38.
- 조화룡, 1997, 양산단층 주변의 지형 분석. 대한지리학회지, 32, 1-14.
- 한국지질자원연구소, 1996, 철원-마전리 지질조사보고서, 31 p.
- Back, S., Batist, M., Strecker, M.R. and Vanhauwaert, P., 1999, Quaternary depositional systems in Northern Lake Baikal, Siberia. The Journal of Geology, 1999, 107, 1-12.
- Bates, J.A. and Jackson, R.L., 1980, Glossary of Geology. American Geology Institute, Falls Church, 751 p.
- Bloom, A.L., 1998, Geomorphology. Prentice Hall, Upper Saddle River, 482 p.
- Büdel, J., 1982, Climatic Geomorphology(in English). Princeton University Press, Princeton, 443 p.
- Eliet, P.P., and Gawthorpe, R.L., 1995, Drainage development and sediment supply within rifts, examples from the Sperchios basin, central Greece. Journal of the Geological Society, London, 152, 883-893.
- Kang, P.C., 1984, A Study on Remote Sensing Application for the Tectonic-framework of the Korean Peninsula. Ph. D. Thesis, Korea University, 125 p.
- Keller, E.A. and Pinter, N., 1999, Active Tectonics. Prentice Hall, Upper Saddle River, 338 p.
- Lee, K.H. and Lee, Y.M., 1991, A Gravity Study of the Chugaryeong Rift Valley(1). Jour. Geol. Korea. 27, 308-318.
- Lee, M.B., Han, U., Yang, C.S., Choe, H.S., Kim, N.S. and Han, J.Y., 2000, Geomorphic responses to the tectonic activity in the Chugaryung rift valley, Central Korea. Geoscience Journal, 4. 93-96.
- Mack, G.H. and Seager, W.R., 1990, Tectonic control on facies distribution of the Camp Rice and Palomas Formation in the southern Rio Grande rift. Geology Society of America Bulletin, 102, 45-53.
- Won, C.K. and Lee, M.W., 1988, The Study of Petrology for the Quaternary Alkali Volcanic Rock of the Korean Peninsula, Jour. Geol. Korea. 24, 181-193.