

議政府-東豆川, 議政府-抱川間에 發達한 斷層構造

金 周 煥*

A study on Fault structures in the Chukaryong Rift Valley

Kim, Joo-Hwan*

요약 : 이 논문의 목적은 추가령 열곡 내에 발달한 단층구조를 확인하려는 것이다. 열곡에 관한 이해는 한국의 구조지형 발달에 관한 실태를 파악하는데 매우 중요한 의미를 갖는다. 그러나 아직까지 열곡형성에 관한 메카니즘이나 형성과정에 관한 논의가 확실하게 정리되지는 않았다..

야외조사를 통해서 얻은 자료를 기초로 하면 이 지역에 단층구조가 존재 하는 것이 확실하다. 그러나 열곡이 매우 길고 넓어서 단층구조 전체에 대한 증거를 확인하기는 매우 어려운 점이 있다. 이 연구에서 IMAGEM 은 매우 유용한 방법론의 하나이다. IMAGEM은 Electomagnetic Instrument Inc. 에 의해 개발되었고 0.001~20,000Hz를 커버한다.

주요어 : 열곡, 단층구조, 구조지형, IMAGEM

Abstract : The purpose of this study is to clarify the fault structures in the Chukaryong Rift Valley. The Rift Valley has very significant meaning to interpret the development of Korean structural landforms. But till now the mechanism and processes of the formation of the Rift Valley are not clearly proved IMAGEM is very useful in this study. IMAGEM is developed by the Electomagnetic Instrument, Inc. and it covers 0.001~20,000Hz.

Form the field survey data, it is certain that the faulted structures exist in the two points of the Rift Valley. But the Rift Valley is too long and braod to check the all evidences of the faulted structures.

Key Words : rifty, fault structure, structural landform, IMAGEM

I. 序 論

1. 問題의 提起

元山에서 서울을 연결하는 地質構造를 楸哥嶺地溝帶 (graben) 또는 楸哥嶺裂谷 (rift valley) 이라고 처음 발표한 사람은 小藤 (1903) 이다. 그 이후 체계적인 연구검토 없이 楸哥嶺地溝帶라는 용어를 계속 사용하고 있다. 그러나 이 地域이 본래의 構造地質學的인 地溝帶의 개념에 해당하는지의 여부는 확실한 檢證을 거쳐서 確定하는 작업이 필요하리라고 생각한다. 이 지역은 北北東-南南西 방향의 構造를 따라서 谷의 發達

이 현저하고 鐵原,平康의 低地帶에는 玄武岩이 주로 분포되어 있다.

本 地域은 小藤(1903), 木野崎(1937), 高橋英太郎(1962), 立岩巖(1976), 小林貞一(1953), 金相昊(1964), 金玉準(1973), 李大聲柳坂桂(1976), 金周煥(1977), 元鐘寬(1980), 梁教錫(1981), 石東雨(1982), 李大聲 外(1983), 金周煥(1997)에 의해 조사 研究된 바 있다. 그러나 지금까지도 楸哥嶺地溝帶의 具體的인 概念 규정이나 地質學的 또는 地形學的인 特性이 확실하게 밝혀지지 않고 있어 學者들 사이에서도 여러각도에서 서로 見解를 달리하고 있는 실정이다.¹⁾ .

* 登國대학교 교수

1) 金奎漢, 金玉準, 閔庚德, 1984, “楸哥嶺의 地質構造, 古地磁氣 및 岩石學的 研究”, 鑛山地質, 第3號, 大韓

2. 研究目的

本 研究의 目的은 議政府-東豆川 議政府-抱川間에 發達한 地形을 調査하여 斷層構造를 확인하려는 것이다.

3. 研究動向

小藤(1903)은 서울과 元山사이의 地形的 特徵을 나타내는 用語로 楸哥嶺地溝帶 또는 裂谷이라는 表現을 使用하였다. 木野崎(1937)는 이 地域의 北北東-南南西 方向의 正斷層이 玄武岩 熔岩流의 通路 구실을 하였고 平康 西南側의 鴨山에서부터 熔岩이 분출한 것으로 보고 있으며, 小林貞一(1953)은 地溝帶의 범위를 보령 地域까지 확대하여 생각하였다. 그러나 高橋英太郎(1962)은 이 地域이 地溝帶나 裂谷帶가 아니고 花崗岩이 주위의 古期地層에 대하여 差別侵蝕에 의해 形成된 花崗岩의 盆地가 연속된 것이라고 지적하고 支那方向으로 발달하는 소위 大寶花崗岩類는 月井里 斷層線을 따라 貫入했으며, 玄武岩 熔岩類는 그보다 후기에 형성된 大光里 斷層線을 따라 噴出した 것이라고 하였다. 金相昊(1969)는 地溝帶의 定義에 대해 검토하고 南大川 兩岸의 地形的 特征에 의해 楸哥嶺裂谷의 地形은 本地域의 간헐적 융기로 구조선을 따라서 回春된 南大川의 下方侵蝕과 一部 斷層運動이 첨가되면서 形成된 것으로 생각하였다. 또한 열곡이라는 용어도 성인이 확실히 밝혀질때까지 한시적으로 사용할 것을 주장하였다.

金周煥(1977)은 楸哥嶺地溝帶의 一部인 서울 부근인 道峯山, 佛岩山, 水落山 等地에서 많은 節理를 測定하여 構造와의 關係를 整理하였으며

構造와 河川의 流向과의 關係를 명확히 하였다. 소위 추가령열곡이라고 일컬어지는 지역 주변 산지에서 많은 절리를 측정하는데는 그럴만한 이유가 있다. 즉 지질구조는 지형발달의 기본적인 골격을 마련해 주기는하나 현재의 지형을 관찰하여 과거의 지형에 영향을 미친 지질구조를 확인하기란 언제나 쉬운 것 만은 아니다. 따라서 무수히 많은 절리를 측정하여 정량화 하면 과거에 단층이 지형발달에 어떠한 영향을 주었는가를 알 수 있는 간접적인 자료를 확보하게 된다. 金玉準(1980)도 이 地域은 白堊紀末에서 第三紀의 변형에 의해 형성된 地質構造로 解析하였다. 이러한 견해를 인정한다면 추가령 열곡의형성은 제3기 초부터 시작되었다고 볼수있다. 또한 金玉準(1980)은 楸哥嶺 地溝帶는 延白卓狀地를 北北東-南南西와 東東北-西西南 方向으로 發達하는 斷層帶이며, 이 地溝帶내에 發達하는 多數의 平行하는 正斷層이 平康, 鐵原地域 河谷에 分布하는 玄武岩의 上昇通路 역할을 하였을 것으로 보인다. 또한 이 地域의 岩石分布에 관한 研究는 李大聲柳坂柱(1976), 元鐘寬(1980), 梁教錫(1981)에 의해 이루어졌으며, 玄武岩의 古地磁氣研究가 石東雨(1982)와 李大聲 外(1983)에 의해 정리되었다. 元鐘寬(1980)은 楸哥嶺裂谷帶의 玄武岩 熔岩은 平康附近의 鴨山에서 裂罅噴出에 의한 것으로 보고 있다.²⁾ 金周煥(1997)은 미국 EMI(Electromagnetic Instruments, Inc.)에서 개발한 IMAGEM탐사기를 議政府와 東豆川사이에서 활용하여 두지점 사이에 斷層構造가 존재함을 확인하였다.³⁾

鑛山地質學會, p.216
2) 金奎漢 外 3人, 1981, 前掲書, pp.216-217.
3) 金周煥, 1997, "楸哥嶺裂谷內 議政府-東豆川間에 發達한 斷層構造의 構造地形學的 解析", 地理學研究, 第31 輯, 韓國地理教育學會, pp.19-26

II. 研究方法

국내의 探查環境은 지극히 열악한 상황이다. 특히, 陸上 電氣比抵抗値가 북미나 유럽 지역에 비해 약 100배, 일본에 비해 약 10배 정도의 높은 차이를 보이는 地質環境에 西歐에서 개발된 EM(Electromagnetic:電氣·電磁) 探查機器를 그대로 적용하게 되면 많은 문제점을 갖게 된다.

MT탐사의 경우, 최대 가탐심도(maximum depth of investigation), Z_{max} 는

$$Z_{max} = 500 \sqrt{\frac{\rho}{f_{min}}}$$

여기서 ρ : (electric) resistivity (電氣比抵抗値)
 f : frequency(周波數)

으로 주어지기 때문에 電氣比抵抗値가 높은 지역에서는 高周波를 사용해도 상당히 깊은 심도의 地下情報를 얻어낼 수 있으며, 최소 가탐심도(minimum resolvable depth)는

$$Z_{max} = 500 \sqrt{\frac{\rho_{avg}}{f_{max}}}$$

으로 주어지기 때문에 淺部(shallow subsurface)의 정보를 얻기 위해서는 高周波 資料가 요구된다. 본 연구에서는 미국 EMI(Electromagnetic Instruments, Inc.)에서 개발한 IMAGEM탐사기를 활용하였으며, IMAGEM은 약 $10^4 \sim 100,000$ Hz 대역의 MT탐사장비로서, 기존 MT탐사방법(주파수대역 : 0.001 ~ 약20,000Hz)과 마찬가지로 서로 직교하는 전기장 및 자기장을 측정하여 지하의

전기비저항 분포에 관한 정보를 추출하였다. 이렇게 현장에서 얻는 자료는 전기장 및 자기장 4개의 변화를 기록한 시계열(time series)로 정리하고 이 자료는 각 시계열간의 상호상관(cross power)과 자기상관(autopower)을 구하고 이로부터 임피던스(impedance)를 계산하였다. 그 다음 겹보기 電氣比抵抗値 및 電氣場(Ex, Ey)과 磁氣場(Hx, Hy)사이의 位相差 資料를 계산하여 해석에 사용하였다. 즉,

$$\rho = \frac{1}{\omega\mu} \left(\frac{E_x}{H_y} \right)^2$$

여기서: ρ : (electric) resistivity(電氣比抵抗値)
 ω : angular frequency(角周波數)
 μ : magnetic permeability(透磁率)

겹보기 전기비저항값과 위상자료는 Bostic역산과 공간필터링을 통하여 2차원 전기비저항 단면을 얻게 된다. 이러한 방법은 가장 최신의 방법으로서 앞으로 많은 이용이 기대된다.4)

III. 地質 및 地形

1. 地質

元山-連川-서울 사이의 楸哥嶺構造線은 白堊紀 혹은 第3紀初에 形成된 走向移動斷層과 그 후에 本構造線이 block-faulting에 의해서 회생된 複合斷層谷으로 생각된다. 地溝와 裂谷의 定義를 보면 地溝는 긴 두개 組의 正斷層에 의해 길게 상대적으로 꺼진 地殼을 말하며 rift에 의해 地形적으로 길고 좁은 함몰지역이 나타날 때 裂谷이라고 부른다. 대체로 元山-서울을 연결하는 추가령지구대를 경계로 하여 남북한은 그 지질과 지질구조 및 지형에 있어 상당한 차이가 있

4) 金周煥, 1997, 前掲書, pp.20 ~ 21.

다. 추가령지구대 이북에서의 산계와 지질구조선은 요동방향이 우세하다.

포천군과 연천군이 속해 있는 지역은 지질적으로 경기육괴에 속한다. 경기 육괴는 영남육괴와 더불어 한반도 선캄브리아계의 기저부를 형성하는데 구성 암석의 대부분이 화강암질 편마암 및 이에 협재되는 편암과 규암으로 이루어진 변성암복합체이다. 이 변성암 복합체에 관한 층서 연구는 연구자 마다 차이가 있어 한마디로 언급하기는 어려운 실정이나 몇가지 공통점을 찾을 수 있다. 즉 경기변성암복합체 혹은 경기편마암 복합체와 같이 육괴의 기저부를 형성하는 하위부분과 이를 부정합으로 덮는 춘천계나 연천층군과 같은 상위 부분으로 크게 나눌 수 있다는 점이다. 이 복합체는 과거에 주로 화강편마암으로 기재된 것이나 최근의 조사에 의하면 이들은 대부분이 준편마암류인 호상편마암, 반상변정질편마암 및 기타 미그마타이트질 편마암으로 구성되며 간혹 흑운모 연니석편암, 결정질 석회암 및 규암을 협재한다. 경기육괴는 시생대와 원생대 초의 고도 변성암으로 구성된 경기 편마암복합체를 기반으로 하여 중부 원생대층으로 추측되는 암층군이 북동부와 남서부에 분포하며, 소규모의 중생대층이 수개 처의 함몰지에 퇴적되어 있다.⁵⁾ 추가령지구대의 남부연장선으로 생각되는 지역에는 북북동~남남서의 방향의 대규모 단층군들이 발달하고 있다. 각지층군은 습곡작용을 받아 심히 변형되었다. 서로 간섭하는 단열계와 이에 수반되는 관입암괴 및 습곡계의 시차성이 중북부 지역에서 최소한 4회의 변형기로 확인된다. 따라서 경기 육괴는 매우 복잡한 지질구조를 보이고 있어 층서설정에 어려움이 있으나, 규암층등의 건층이 비교적 잘 분포하여 그

일부의 구조 해석이 가능하게 되었다. 추가령지구대, 양산단층과 동태단층등은 남한에서 알려진 가장 신기의 단층들로 이들을 환구조론에서 본 현재의 북서태평양의 지구조운동과 관련되어 형성된 것으로 보는 경우도 있다. 추가령지구대는 신제3기에 태동하였으며 제4기의 플라이오스토세에는 추가령지구대에도 알카리현무암이 분출하였다. 이 경우 처음에는 열하분출에서 중심분출로 이화된 추가령 열곡대에서는 현무암만이 분출되었다. 추가령열곡대의 현무암류는 감람석현무암과 휘석현무암이 분포하며 이러한 화산암류의 SiO₂의 양은 44.16~50.14%이다. 경기도 연천군(連川郡) 동부 한탄강유역 서북측을 따라 배열되어 있는 지장산, 종자산 및 보장산을 잇는 산지는 유문암질응회암으로 구성되어 있다. 이의 분포는 대체로 추가령열곡의 방향으로서 거력의 기반암(연천계 변성암류) 및 고기 현무암력을 포함한다. 이는 세립질의 녹색응회암층과도 누층을 이루고 있다. 추가령지구대(한탄강연안)에는 제4기의 현무암대지가 발달되어 있어 제3기 화산암츠의 분포지역과 뚜렷한 지형적 부정합을 이루고 있어 양자의 화산활동은 지형적으로도 시기를 달리함을 알 수 있다. 그리고 이들 지역에서 현무암대지를 이루는 현무암층의 하위에는 미고결된 층적층이 개재되어 있어 화산활동의 시작은 플라이오스토세에 들어서 있었던 것이 확실하다.

포천부근의 지질을 이미 발행된 1:250,000지질도 서울,남천점 도폭을 참고하여 정리하면 다음과 같다. 즉 본지역은 원생대층과 중생대, 신생대층으로 구성되어 있다. 원생대층은 선캄브리아기의 서산층군과 경기편마암복합체로 구성된다. 서산층군은 포천읍을 중심으로 서북쪽에

5) 연세대학교 지질학과 동문회, 1982, "한국의 지질과 광물자원", 김옥준교수 정년퇴임기념논총, pp. 19-21

일부 나타나며 경기편마암복합체중 호상편마암은 포천을 중심으로 남동부와 서북쪽에 대각선 방향으로 나타난다. 반상변정질 편마암은 호상편마암과 대보화강암 사이에 협재하고 있다. 화강암질 편마암은 북동쪽에 일부 나타난다. 중생대층은 주라기와 백악기로 구분되고 주라기의 대보화강암은 포천부근을 북동-남서 방향으로 가로지르며 분포한다. 백악기의 중성화산암류는 포천북쪽에 일부 나타난다. 제4기의 충적층은 하천을 중심으로 모래, 역, 점토등이 나타난다. 第四紀 玄武岩이 덮힌 臨津江, 漢灘江의 流路는 元山-서울 사이의 構造線과는 직접적인 관련이 없다. 이 地域의 玄武岩에 의한 峽谷地形은 第四紀 玄武岩 噴出이후 地殼의 응기와 함께 河川의 下刻作用에 의해 형성되었으며 蛇行川의 地形이 현재까지 발달되어 있다.⁶⁾

표 1. 지질계통

지질시대	지층명	구성암석	관계	비고
신생대	제 4 기	충적층	사,역,점토,애추 및사구	부분 정합
	중생대	백악기	경상누층군	
원생대	주라기	대동누층군	대보화강암	점이 또는 관입
	선캠브리아기	경기편마암복합체	호상편마암	
		서산층군	반상변정질편마암 화강암질편마암	
		편암		

2. 地形

경기도의 산지는 황해도와 경기도의 경계를 이루는 마식령산맥,강원도의 북부에서 남남서 방향으로 달리는 산맥,강원도의 오대산 부근에서부터 남남서 방향으로 달려 경기도와 충청도의 경계선을 이루는 차령산맥에 의해서 그 대체적인 윤곽이 결정된다.

마식령산맥은 오랜기간동안의 침식을 받은 구릉성 산지로서 천마산(764m),수룡산(717m),국사봉(764m),화장산 (560m), 등의 비교적 낮은 산봉들이 있을 뿐이다.

광주산맥은 태백산맥의 칠령부근에서 갈라져 서울 근처에 달하는산맥으로서 경기도 북동부와 동부(포천,가평,양주군 일대)의 험준한 산지는 대부분 여기에 속한다. 여기에는 명지산(1250m),국망봉(1176m),광덕산(1046m),용문산(1157m),명성산(922m),백운봉(937m),등의 900m이상의 고봉들이 솟아있다. 광주산맥이 서울 부근에 가까워지면 고도가 약간 낮은 설악산(935 m),축령산(879m), 상산(828m),왕방산(737m), 국사봉(764m),천마산(812m), 청우산(616m),예봉산(683m),수락산(637 m),등 600_900m대의 산봉우리로 구성된 산맥으로 변한다.

경기도의 고도분포는 100m이하가 51.49%를 차지하나 포천군은 100m이하의 고도분포 비율이 군전체의 8.43%밖에 되지 않고 평균고도는 250.32m이다. 포천군과 관련이있는 하천으로는 한탄강,포천천,영평천,지장대천,신내천등이 있고 저수지로는 냉정저수지,호수로는 산정호수를 들 수있다.

IV. 測定資料의 分析

전기비저항치를 等值線圖로 작성하고 Shading

6) 金奎漢 外 3人, 1981, 前掲書, P. 216.

을 해 본 결과 지하 200 ~ 500m에 높은 전기비저항치가 나타나며 이러한 현상이 보이는 곳은 基盤岩으로 생각된다.(김주환, 1997) 특히 좌측에는 지하 200 ~ 500m 사이에서도 등치선이 밀집된 것을 알 수 있다. 이것은 좌측의 높은 저항치와 마찬가지로 基盤岩으로 보인다. 중앙부의 완만한 등치선이 보이는 곳에는 斷層이 존재한다고 볼 수 있고 최소한 Shear zone이나 파쇄대가 200 ~ 500m 정도의 폭으로 분포한다고 말할 수 있다. 지하 2000m 이하는 측정치가 나와 있지 않다. 이 지역에서는 offset된 길이가 1600m 정도이고 그 중에 파쇄대가 200 ~ 400m 정도 나타난다고 하는 것은 매우 큰 의미를 갖는다.

이러한 자료를 분석해본 결과 추가령지구대의 일부인 의정부-포천 사이에는 부분적이기는 하지만 단층구조가 확인된다.

V. 結 論

위의 測定結果로 보면 議政府-東豆川, 議政府-抱川間의 2 個地域에서는 분명히 斷層構造가 확인된다.