

梁山斷層 周邊의 地形分析*

曹 華 龍**

The Geomorphic Analysis of the Yangsan Fault Area

Wha-Ryong Jo**

요약 : 梁山斷層은 韓半島 南東部 寧海에서 洛東江 河口에 이르는 斷層이다. 이 斷層을 沿하여 扇狀地 起源의 河成段丘가 연속적으로 형성되어 있으며, 高位面, 中位面, 低位面으로 구분된다. Mindel / Riss 間 期 혹은 그 이전에 形成되었을 것으로 추정되는 高位面은 斷片的으로 분포하고 있고, Riss 期 및 最終氷期 중에 각각 形成된 것으로 추정되는 中位面 및 低位面은 넓은 지역에 걸쳐 분포한다.

梁山斷層 주변의 地形·地質의 특징은, 梁山斷層이 右橫變位斷層 운동을 하고 있음을 시사하고 있으며, 彦陽 주변과 神光盆地에는 活斷層의 증거로 보이는 지형특징이 나타났다.

主要語 : 氣候段丘, 海面變動段丘, 活斷層, 橫變位斷層

Abstract : Yangsan Fault stretches from Yonghae to the mouth of Naktong River in the south-eastern part of Korean Peninsula. The river terraces originated from alluvial fans are classified into the High, Middle, and Low Surfaces. The High Surfaces which were distributed in fragments are considered to be formed during the Mindel/Riss Interglacial period or the former periods. But the Middle and Low Surfaces which were distributed widely are considered to be formed during the Riss and Last Glacial period respectively.

The geomorphic and geologic features around Yangsan Fault suggest that the fault is right strike-slip fault, and some geomorphic evidences of active fault were found on Eonyang and Sinkwang Basin.

Key Words: climatic terrace, sea-level change terrace, active fault, strike-slip fault.

1. 序 言

Landsat 映像에 의하면 韓半島에는 많은 lineament(線的構造)가 확인된다(姜必鍾, 1979, 1981). 그 중에서도 慶北 盈德郡 寧海 부근에서 淸河, 神光, 慶州, 彦陽, 梁山을 지나 洛東江 河口에 이르는 lineament는 윤곽이 가장 선명하고 연장길이도 가장 길며, 直線性이 현저한 것으로 주목되는데 이것이 梁山斷層地形과 관련된다.

梁山斷層은 立岩巖(1929)에 의해 처음으로 언급된 이래 많은 지질학적 연구가 이루어졌는데, 최근에는 韓·日조사팀이 彦陽부근의 이 단층이 活斷層임을 밝혔다(岡田 등, 1994; 曹華龍 등, 1994).

活斷層이란 지금도 地震이 발생할 때마다 變位를 계속하고 있는 단층을 말한다. 여기서 '지금'이란 지질·지형학적으로 新生代 第四紀를 말하며, 따라서 어떤 단층이 第四紀 地層이나 지형면을 변위시키고 있는지 여부가 活斷層 여부를 판정하는데 가장 중요한 단서가 된다. 그러나 양산단층을 沿한 지역의 第四紀 地層이나 지형면에 대한 연구는 별로 이루어져 있지 않다.

본 연구는 양산단층을 沿하여 第四紀 地形 즉, 段丘地形이 비교적 잘 나타나는 神光盆地와 그 南·北 연장지역, 彦陽에서 梁山에 이르는 지역을 대상으로 地形面을 분류하고, 編年을 고찰하였으며, 斷層運動과의 관계를 검토하였다.

* 이 논문은 1995년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비로 연구되었음.

** 慶北大學校 師範大學 地理教育科 教授(Prof. Dr., Dept. of Geography Education, Kyungpook National Univ., Daegu, Korea)

2. 地形·地質 개관

1) 地形 개관

(1) Lineament 분석

그림1은 컴퓨터로 작성된 梁山斷層 주변지역의 陰影起伏圖와 이를 기초로 lineament를 그린 것이다.

이 그림에서 梁山斷層(④)은 북북동~남남서 방향이며, 이와 거의 평행하는 방향의 많은 lineament가 양산단층선의 좌우에 몇 열씩 형성되어져 있다. 그러나 이 lineament들은 북쪽으로 갈수록 이 단층

선에 수렴되고, 남쪽으로 갈수록 벌어져서 양산단층을 축으로 마치 부채꼴 모양을 하고 있다. 이들 lineament의 일부 구간은 지질도에서 단층선으로 인정되고 있으나 대부분의 구간은 단층선으로 보고되지 않았다. 양산단층도 현재 일반적으로 전구간을 단층으로 인정하고 있음에도 불구하고 지질도에서는 梁山圖幅과 彥陽圖幅에만 인정되고 있으며, 그 명칭 또한 양산도폭에는 양산단층, 언양도폭에는 언양단층으로 명명되어 있다. 記述의 편의를 위하여 주요 lineament의 명칭을 기존에 보고된 단층명, 혹은 지명을 붙여 명명하고, 다음과 같이 詳述하기로 한다.

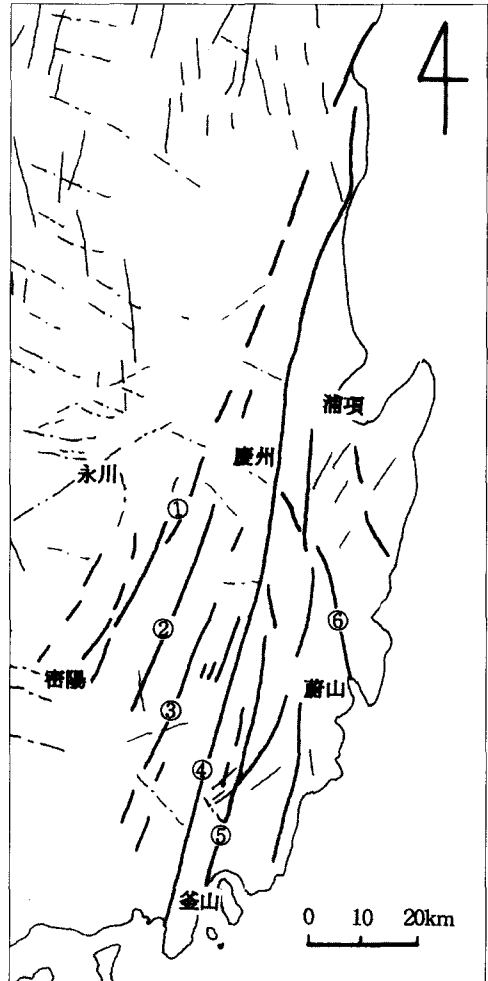


그림 1. 梁山斷層 周邊地域의 陰影起伏圖와 lineament圖

가장 서쪽에 형성되어 있는 密陽 lineament(그림 1의 ①)는 밀양 부근에서 시작되어 密陽江의 지류 東倉川을 따라 북상하여 五峯山 바로 서쪽을 지나 永川市 古鏡面, 慶州市 杞溪面, 浦項市 竹長面, 盈德郡 達山面, 柄谷面 柄谷里에 이르러 해안선을 따라 계속 북상한다. 전체 길이는 梁山 lineament에 비견할만하나 연속성은 梁山 lineament보다 불량하다.

밀양 lineament 바로 동쪽에 毛良 lineament(그림 1의 ②)가 형성되어 있다. 三浪津 부근에서 시작하여 泛棹里, 南明里를 거쳐 雲門山 바로 동쪽을 지나 慶州市 乾川邑에 이르는 것으로 짧지만 윤곽이 뚜렷하고 연속성이 좋으며, 거의 직선으로 이루어져 있다.

利峴 lineament(그림 1의 ③)는 金海市 부근에서 시작하여 북상 丙浦川, 배내천 하곡을 따라 북상하여 高獻山, 白雲山 부근까지 추적되는 것으로 윤곽이 뚜렷하고 연속성이 좋다. 毛良, 利峴 lineament는 높은 산지 중에 형성되어 있어 곡폭은 좁으나, 마치 조각도로 흠을 파 둔 것처럼 윤곽이 뚜렷한 것이 특색이다.

梁山 lineament(그림 1의 ④)는 洛東江 河口에서 洛東江 本流, 梁山川, 彦陽, 慶州, 神光, 寶鏡寺, 江口, 寧海에 이르는 것으로, 神光盆地 남쪽은 깊게 開析되어 곡폭이 넓고 곡저가 낮으며 대부분의 구간에 곡저 충적평야가 형성되어 있다. 그러나 神光盆地 북쪽은 개석도가 낮으며 윤곽도 불분명하다.

釜山 lineament(그림 1의 ⑤)는 影島 서쪽 끝에서 시작되어 東萊溫泉場을 지나 水營江, 回夜江 하곡을 따라 북상 蔚山 서쪽을 지나 外東邑, 普門圍地, 川北盆地, 兄山 서쪽까지 추적되는 것으로 많이 휘어져 있다.

佛國寺 lineament(그림 1의 ⑥)는 울산만 동안, 불국사 산맥 서쪽을 연하여 북상, 佛國寺, 川北盆地를 지나 釜山 lineament와 합쳐지는 것으로 이 lineament는 북북서 남남동 방향으로 방향이 그 밖의 것과 약간 다르지만 같은 構造運動으로 형성된 것으로 판단된다.

이상에서 기술된 북북동~남남서 방향의 lineament系 서쪽 嶺南地方 중앙부에는 서북서~동남동 방향의 많은 lineament가 형성되어 있으며, 영남지 방북동부 지역에는 거의 남~북 방향의

lineament가 형성되어 있다. 그러나 이들 lineament는 윤곽이나 연속성이 梁山斷層系列보다 훨씬 불량하고 梁山斷層系에 의해 절단되고 있다. 따라서 이들 lineament의 원인이 된 構造運動은 梁山系列의 것 보다 더 오래된 것으로 해석할 수 있다.

(2) 切峯面圖 分析

그림 2는 양산단층 주변지역의 절봉면도이다. 이 절봉면도는 谷幅 4km 이하의 곡을 埋谷하여 等高

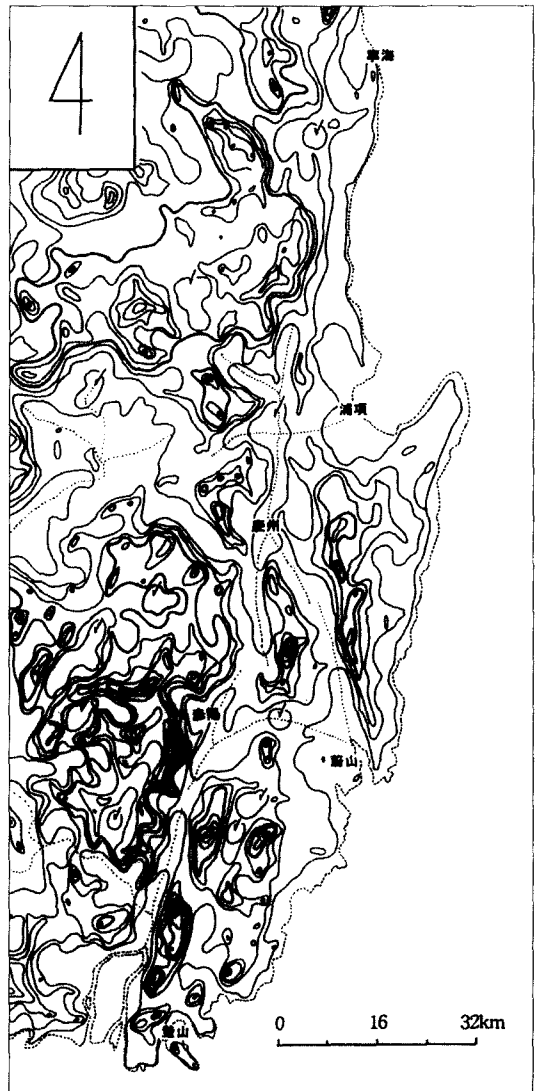


그림 2. 梁山斷層 周邊의 切峯面圖
(등고선간격 100m, 곡폭 4km 이하 埋谷, 점선은 하천)

線 간격 100m로 그린 것이다. 곡폭 4km 이하를 埋谷하였으므로 앞에서 본 lineament 중 곡폭이 좁은 것은 절봉면도 상에서 부분적으로 나타나기도 하지만 불분명한 구간도 많다. 그러나 梁山 lineament와 佛國寺 lineament는 그 윤곽이 뚜렷하여 이 두 lineament의 구조운동이 다른 것에 비하여 훨씬 컸던 것으로 추정할 수 있다.

양산 lineament 서쪽을 연하여 太白山脈의 軸이 계속되어 북쪽에서부터 香爐峯(930m), 飛鶴山(762m), 道德山(702m), 高獻山(1037m), 神佛山(1209m), 土谷山(855m) 등의 고봉이 솟아있고, 양산 lineament쪽으로 급경사를 이루고 있다. 이 lineament의 동쪽을 연하여서는 彦陽보다 남쪽에 元曉山(922m), 金井山(801m) 白陽山(641m) 등의 고봉이 솟아 있고, 梁山 lineament쪽으로 급경사를 이루고 있다. 그러나 언양보다 북쪽은 비교적 낮은 지형이 계속되어 있다.

이와 같이 양산 lineament 東·西 周邊 地形은 고도 분포에 있어서 조화를 이루지 못하고 있다. 慶州 북쪽과 彦陽을 중심으로한 지역에는 동쪽이 함락한 지형처럼 보인다. 그러나 勿禁지역에서부터 洛東江 河口까지는 동쪽이 서쪽보다 현저히 높고, 경사변환도 동쪽이 훨씬 뚜렷하여 서쪽이 함락한 것처럼 보인다. 그러나 한 단층선을 따라 나타나는 이와같은 구조운동은 설명하기 어려우며, 禹炳榮(1984)이 주장하는 것과 같이 右橫變位(right strike-slip fault)로 설명하는 것이 훨씬 가능성이 높다.

佛國寺 lineament 동쪽을 따라서는 吐含山(745m)을 주봉으로 하는 소위 佛國寺山脈이 형성되어 서쪽으로 급경사를 이루고 있으나 동쪽으로는 완만히 낮아지고 있다.

이상에서 살펴본 lineament와 절봉면도의 특성을 기초로 한반도 동남부 지역을 梁山 및 佛國寺 두 lineament에 의하여 3개의 地塊로 나누어 볼 수 있다. 즉, 梁山 lineament 서쪽의 지괴(太白山脈地塊로 가칭), 梁山 lineament와 佛國寺 lineament 사이의 지괴(元曉山地塊로 가칭), 그리고 경주 북쪽의 梁山 lineament와 佛國寺 lineament동쪽의 지괴(吐含山地塊로 가칭)가 그것이다. 지형의 고도 분포, 金海三角洲의 基盤을 이루는 金海灣, 蔚山灣 등의 형성과 관련지워 볼 때, 太白山脈 地塊에 대하여

元曉山地塊 및 吐含山地塊는 남쪽으로 밀려 내려온, 다시 말해서 梁山斷層과 佛國寺斷層이 右橫變位斷層運動을 하고 있는 것과 잘 조화를 이루는 지형배열을 하고 있다.

2) 地質概觀

梁山斷層 주변의 지질은 소위 慶尙累層群(章基弘, 1977)으로 분류되는 白堊系地質層이 대부분이며, 동부 일부 지역에 第3系도 분포하고 있다(그림 3).

白堊系는 陸成堆積岩인 河陽層群과 이를 덮고 있는 酸性 및 中性火山岩인 楡川層群, 그리고 이들 지층을 貫入한 佛國寺花崗岩으로 나누어진다. 梁山

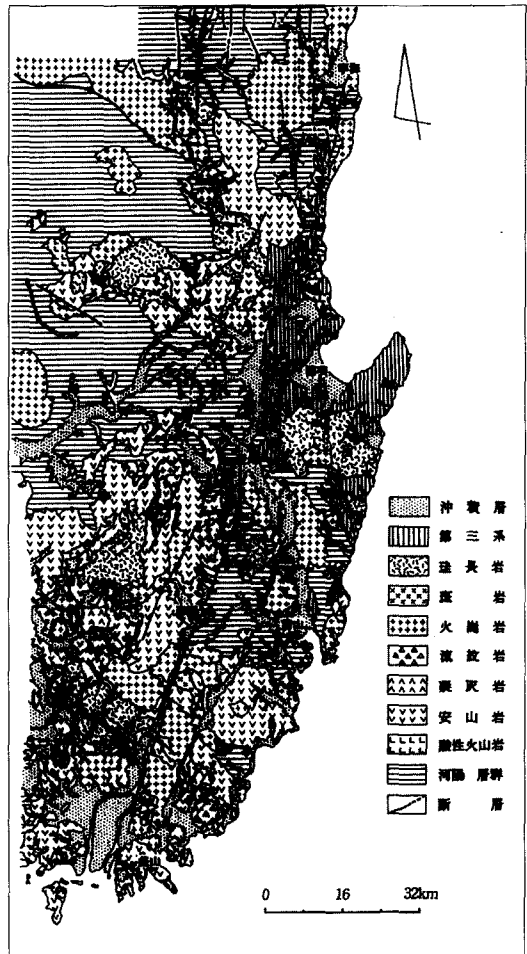


그림 3. 梁山斷層 周邊의 地質圖

斷層 서측의 대략 慶州에서 安康까지는 河陽層群으로 산지고도가 낮다. 그러나 安康보다 북쪽과 慶州보다 남쪽은 安山岩을 主體로하는 楡川層群과 이를 貫入한 佛國寺花崗岩 및 斑岩類가 주로 분포하며 지형고도가 높게 나타난다. 한편 양산단층의 동쪽은, 慶州에서 彥陽까지는 河陽層群으로 500m 이하의 낮은 지형을 이루고, 彥陽보다 남쪽은 安山岩과 花崗岩이 주체를 이루며 산지고도도 높게 나타난다. 慶州보다 북쪽은 川北礫岩, 延日統 등 第三系 堆積岩이 주로 분포하고 있으며 지형고도도 낮다.

이와같이 양산단층을 경계로 동서간의 지질분포가 조화를 이루지 못하고 어긋나있는 것은 양산단층의 橫變位斷層운동의 가능성을 강하게 시사하고 있다. Choi et al.(1980) 및 禹炳榮(1984)은 이와 같은 지질 분포의 어긋남을 기초로 양산단층이 약 25km 정도 右橫變位했다고 주장하고 있으며, 章基弘 등(1990)은 양산단층 북부에서 약 35km 橫變位했다고 보고했다.

양산단층의 활동시기에 대해서는 많은 논의가 있다. 章基弘 등(1990)은 浦項市 북동부와 盈德郡 남부에 분포하고 45Ma의 放射年代를 보이는 地境里酸性火山岩이 양산단층에 의해 변위되고 있는 것으로부터, 양산단층운동은 45Ma 이후에 있었다고 보고, 다시 中新統의 延日層群이 이 단층을 덮고 분포하고 있는 것으로부터 양산단층운동은 新生代 中新世 이후에는 주요활동이 종식되었다고 했다.

Jolivet et al.(1991)은 浦項 부근의 中新統 岩脈研究(Lee and Pouclet, 1988), 양산단층 동측에 분포하는 第三系 등의 古地磁氣연구(McCabe et al., 1988; Kim and Yoon, 1988) 등을 종합하여 양산단층의 활동시기를 42~14Ma라고 추정하여 中新世까지 그 활동이 계속되었음을 시사하였다.

최근 筆者도 참여한 韓·日양산단층조사팀의 조사 과정에서 彥陽부근 양산단층이 第四紀에까지 운동하고 있음을 시사하는 段丘面 變位와 活斷層 露頭를 발견하였으며(岡田 등, 1994; 曹華龍 등 1994), 또한 佛國寺斷層線상에 위치하는 慶州市 外東邑 末方里에서 逆斷層의 活斷層노두가 발견되는 등 점차로 이들 두 단층선이 현재도 활동하고 있는 活斷層임이 논의되고 있다. 慶州 북쪽 中新統의

분포가 양산단층선의 동측에 한정되어 단층선에 임박해 분포하고 있는 지질분포 패턴도 中新世 이후에도 양산단층운동이 계속되었다는 설명을 유리하게 하고 있다.

3. 地形面 分類

지형면 분류는 小河川이 예상 단층선을 횡단하여 흐르는 곳에 발달해 있는 段丘, 扇狀地 등 河成地形面에 한정하였다.

대상지역은 이들 하성지형면이 모식적으로 나타나는 5개 지역을 선정 분류하였는데 북쪽에서부터 ① 淸河 西井川 상류지역, ② 神光盆地, ③ 丹邱里 지역, ④ 彥陽지역, ⑤ 梁山川 中·上流지역 이다.

지형분류는 1/20,000~1/15,000 축적의 항공사진을 판독하여 실내에서 먼저 豫察圖를 작성하고 현지조사를 통하여 지형면의 특색, 토양의 적색화정도, 礫의 풍화정도 등을 조사하고, hand level에 의해 지형면 간의 比高 변화를 측정하였다.

먼저 각 지역별로 지형면의 특색을 기술하고 마지막에 이를 종합하여 지형면 분류를 종합 고찰하였다. 高位面, 中位面, 低位面 등 지형면의 명칭은 종합고찰한 결론으로 붙여진 것이지만, 기술의 편의상 각지역의 지형면을 기술할 때부터 이 명칭을 사용하기로 한다.

1) 淸河 西井川 상류지역

西井川은 浦項市 淸河面 서북 경계지역에 있는 天嶺山(775m) 남동사면에서 발원하여 月浦灣에 유입되는 작은 하천이다. 이 하천의 중·상류부는 양산단층선을 따라 유로가 형성되어 있고 柳溪里, 西井里, 鳴安里 일대에는 하성단구가 넓게 분포하고 있다(그림4).

① 高位面 : 西井里 일대에 분포하고 있으며, 그림4에는 나타나 있지 않지만 동쪽으로 德城里를 거쳐 해안에 위치한 龍頭里까지 계속된다. 安心지수지 서쪽 鳴安里 일대에는 단편적으로 분포한다.

이 면의 말단부는 谷低沖積平野와 비교 20m 전후의 가파른 崖面으로 경계되어 있으나 面上은 아주 완만한 경사(3%)를 이루는 지형면이다. 그러나 산지에서 이면을 가로질러 흘러오는 小河川 들에

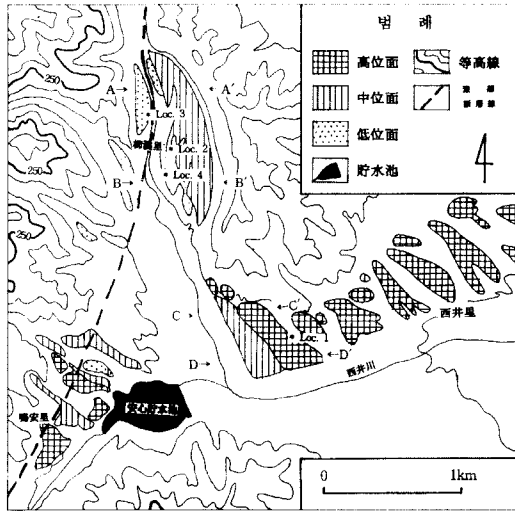


그림 4. 清河 西井川 上流지역의 河成段丘

의해 開析切斷되어 여러부분으로 나누어져 있다. 基盤岩 위에 3~5m 두께의 礫層이 퇴적되어 있는데 礫은 pebble급의 亞圓礫이 대부분이며 많이 풍화되어 있다. 표면의 토양은 明赤褐色(2.5 YR 6/6)으로 많이 赤色化되어 있다.(Loc. 1).

② 中位面 : 柳溪里 동쪽에 넓게 형성되어 谷口에서는 現河床과의 比高 30~40m로 높으나 하류쪽으로 갈수록 比高가 점차 낮아져 清河西部初等學校 부근에 이르러 沖積平野에 수렴된다(그림5). 柳溪里 동쪽에는 높은 노두(Loc. 2)가 나타나는데 표고는 20cm 정도로 낮으며, 그 아래쪽에 扇狀地性의 두꺼운 礫층이 6~7m 두께로 형성되어 있다.

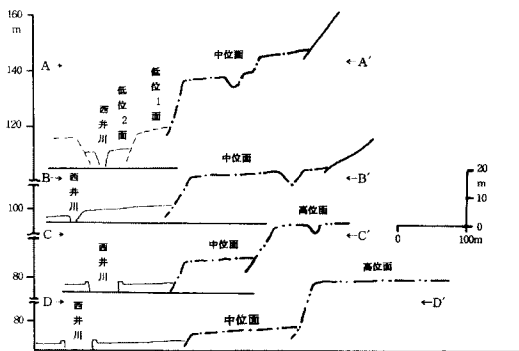


그림 5. 西井川 沿邊 河成段丘 縱斷比高變化

다시 그 아래쪽에 갈색(7.5 YR 4/6)의 사질실트층이 약 30cm 두께로 퇴적되어 있고 그 밑에 보이는 부분만 약 1.5m 정도의 礫층이 형성되어 있다. 사질 실트층 윗쪽의 礫은 粘土皮膜이 형성되어 있으나 비교적 신선하지만 그 아래쪽의 礫은 많이 풍화되어 있었다. 따라서 상하 礫층은 퇴적시기가 다른 不整合관계로 보여지며, 아래쪽 礫층은 高位面の 잔재로, 윗쪽 礫층은 그 위를 덮고 퇴적하여 새로운 면 즉, 중위면을 형성한 것으로 추정된다.

③ 低位面 : 저위면은 河床比高 10~15m의 L1면과 6~7m의 L2면이 인정되며, 특히 L2면은 단구 礫층이 1m 전후로 아주 얇고(Loc. 3, 4) 기반암이 단구 比高의 대부분을 차지하는 侵蝕段丘였다.

2) 神光盆地

神光盆地는 행정적으로 浦項市 神光面과 대략 일치하는 지역으로 曲江川 상류 유역이 대부분이며, 남부 일부지역은 杞溪川의 한 소지류에 의해 배수된다.

이 분지를 남북으로 양산단층이 지나고있어 분지의 형태가 남북으로 길게 이루어져 있다. 이 분지의 주변산지 산록에는 형성시기가 다른 선상지 기원의 단구가 다양하게 형성되어 있다(그림6), 남부지역에는 冷水里, 牛角里 일대 즉, 분지 동쪽 산록에 단구지형이 다양하게 형성되어 있지만, 서쪽 興谷里 일대는 단구지형이 없다. 그러나 북부지역은 竹城里, 上邑里, 安德里, 萬石里 일대 즉, 서쪽 산록에 다양한 단구지형이 형성되어 있으나 동쪽 산록에는 거의 없다. 이와같은 지형배열은 단층선이 지나는 위치와 깊은 관련을 갖는 것으로 판단된다.

① 高位面 : 萬石里, 安德里, 竹城里 등 서부 주변산지 산록에 주로 분포하고 동부 주변산지에도 단편적으로 분포하고 있다. 山脚에 연속되게 분포하여 낮은 분수령을 이루며, 波浪狀의 표면경관을 보인다. 萬石里 도로변 노두 (Loc. 1)에 의하면 표면 50cm 두께의 적갈색토양(2.5 YR 5/8)이 형성되어 있고 그 아래쪽 약 4m 두께의 pebble급 礫이 중심인 礫층이 형성되어 있는데 원마도 및 분급상태가 선상지 퇴적물의 특색을 보이며, 호미로 긁힐 정도의 풍화된 상태이었다. 竹城里, 冷水里 노두 (Loc. 2, Loc. 8)에도 적색토가 두껍게 형성되어 있

고 B층에는 虎斑紋이 발달해 있었다.

② 中位面 : 牛角里, 冷水里 지역의 東部산지 산록에 전형적으로 분포하며, 개석을 받기 전에는 合流扇狀地 형태를 이루었을 것으로 보인다. 북서쪽은 경지정리가 이루어져서 원면이 많이 변화되었지만 土亭里에서 萬石里까지에 그 아랫면과 10m 전후의 뚜렷한 崖面으로 경계되어 있는 지형면이 상당히 넓게 나타나 있다. 河床比高 10~20m 이고 말단부에는 開析谷이 많이 들어있지만 남아 있는 原面은 비교적 평탄하고 논농사가 주로 이루어지고 있다. 중위면에서는 노두가 많이 나타나는 데(Loc. 3, 4, 5, 6, 7, 9) 토양 B층의 토색은 황등색

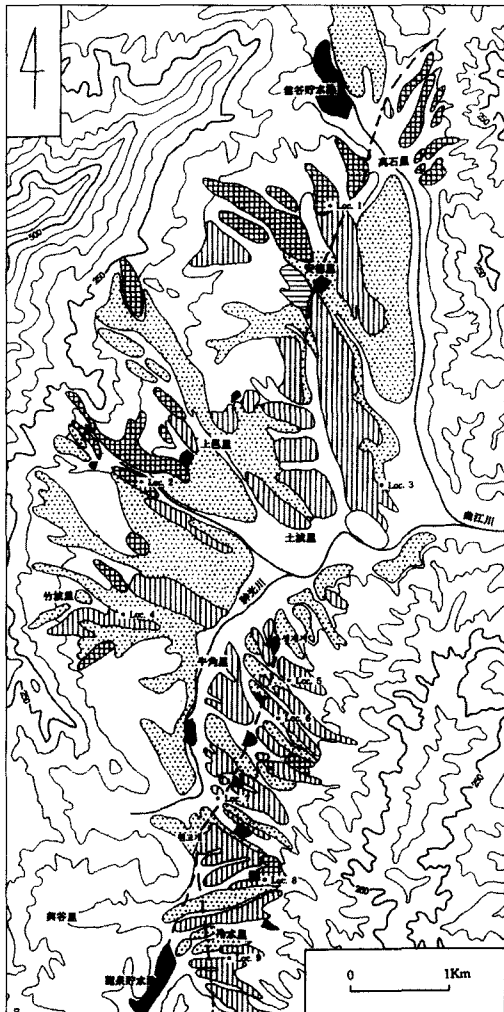


그림 6. 神光盆地의 河成段丘

(7.5 YR 8/8) 혹은 등색(7.5 YR 7/6)으로 상당히 적색화되어 있었으나, 표토의 두께는 50cm 전후로 두껍지 않다. 그 아래 역층은 보이는 부분만도 5~7m로 두꺼우며 가끔 그 아랫쪽에 풍화된 화강암 등의 기반암이 노출되는 곳도 있다. pebble, cobble 급의 역이 대부분이며 아원력, 아각력으로 이루어졌다. 粘土皮膜과 風化殼이 대부분 형성되어 있고, 가끔 완전히 풍화된 역도 포함되어 있다.

牛谷里 일대는 중위면들을 연속적으로 가로질러 절단하는 線構造가 있으며, 양산단층의 방향과도 일치하여 주목되고 있다. 즉, 曲江川과 杞溪川의 분수령인 「원고개」에서부터 「생계지」라는 저수지까지로 그 중간에는 송내지, 오두지 등의 저수지가 있고 이 선구조를 따라 어떤 곳에는 깊은 兩谷이 형성되어 있고, 또 어떤 곳은 좁은 폭의 저지로 중위면이 절단되어 있기도 하다. 지형면의 배열도 이 선구조를 경계로 위·아래쪽이 다르게 나타나고, 고도의 차이도 다소 있는 것으로 보였다. 이 선구조가 단층운동의 결과임을 확증할만한 지질적 증거는 아직 찾지 못했지만, 앞에서 언급한 것과 같은 지형적인 특색은 단층운동 때문인 것으로 해석하는 것이 유리하다. 만일 중위단구면을 절단하는 이 선구조가 양산단층운동으로 형성되었다면 양산단층이 活斷層이라는 또하나의 증거가 된다.

③ 低位面 : 중위면을 개석한 곡저에 형성되어 있고 하상비고가 상류쪽에는 7~8m에 이르지만 하류쪽으로 갈수록 비고가 낮아져 층적평야와 수렴된다. 단구력도 거의 풍화를 받지 않고 신선한 상태이며, matrix도 전연 고결되어 있지 않은 상태이다.

3) 丹邱里 地域

이 지역은 神光盆地 남쪽에 접해 있는 지역으로 행정적으로는 경주시 江東面 丹邱里이다. 杞溪川의 지류 碧溪川과 前谷川을 연하여 단구지형이 형성되어 있다. 전체적으로 오래된 扇狀地를 개석하면서 새로운 선상지를 만들어가는 형태의 단구배열을 보인다(그림7).

① 高位面 : 하천을 중심으로 가장 바깥쪽에 pair로 분포하고 있으며 河床比高 약 20m이다. 대부분 松林地를 이루고 있으나 부분적으로 경지나 공원묘지(大明公園墓地)등으로 토지이용이 이루어

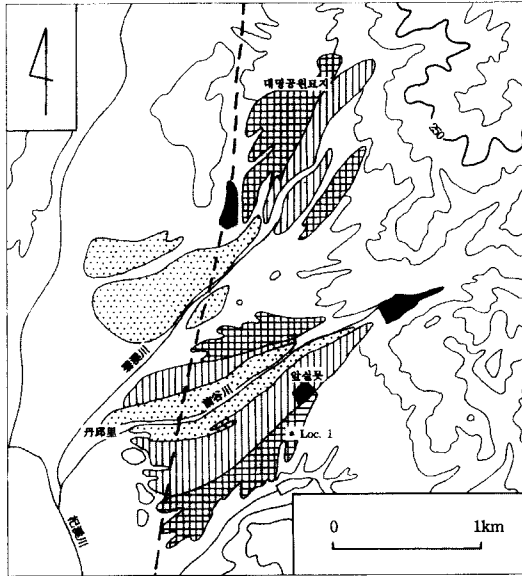


그림 7. 丹邱里 地域의 河成段丘

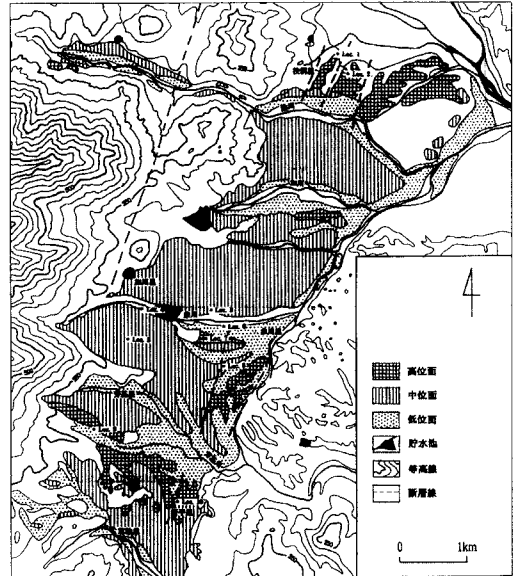


그림 8. 彥陽 周邊地域의 河成段丘

지고 있다. 31번 도로와 「앞실뭇」 저수지 사이 개석곡벽에 폭넓은 노두(Loc. 1)를 관찰할 수 있는데, 표면 약 2m 두께는 적색화가 진전된 명적갈색(2.5 YR 5/8)의 실트·점토층이 형성되어 있고, 그 아래 약 6m는 礫層과 모래층이 互層을 이루고 있다. 礫은 亞圓礫이며 매우 풍화되어 있었고, matrix도 상당히 고결되어 있었다.

② 中位面 : 고위면 안쪽에 pair로 나타나며, 하상비고 10m 전후이다. 지형면의 보존 상태가 양호하나 노두는 쉽게 발견되지 않았다. 前谷 남쪽 중위면 말단부에는 중위면 위에 20~30m 고도로 솟아있는 分離丘陵 3개가 나란히 줄지어 분포하고 있어서 이들 分離丘陵 동쪽으로 단층선이 지나고 있을 가능성을 보이고 있다.

③ 低位面 : 碧溪川에서는 고위면과 중위면 전면에 거의 완전한 선상지 형태를 이루며 형성되어 있으나 前谷川에서는 중위면 안쪽에 중위면을 개석하고 형성되어 있다.

4) 彥陽地域

단구지형이 다양하게 발달해 있는 지역은 彥陽에서 通度寺入口까지의 지역으로 蔚山市 三南面의 校洞里, 加川里, 象川里, 芳基里 지역과 梁山市 下

北面 尊地리, 新平里 지역이다. 이 지역은 新佛山(1208.9m), 鷲樓山(1058.9m) 등으로 연결되는 높은 산지의 동쪽 사면으로 酌川, 加川, 象川, 芳基川 등 太和江 상류와 梁山川 상류 지류들이 동쪽으로 흘러내리면서 형성시기가 다른 다양한 선상지성 단구지형을 형성하고 있다. 이 지역은 일견 京釜高速公路가 지나는 연속적인 저지로 보이지만 두곳의 낮은 분수령이 있다. 新平里 부근이 梁山川과 太和江(芳基川)의 분수령이고, 芳基里 早日목장 부근이 芳基川과 象川의 분수령이지만 이 분수령은 모두 단구면으로 이루어져 있다(그림8).

① 高位面 : 校洞里, 芳基里 일대에 분포한다. 개석을 많이 받아 남아 있는 평탄면의 평면적인 분포 형태가 樹枝狀이며 표면도 波浪狀의 起伏을 이루고 있다. 단구역층은 두껍고 완전히 풍화되어 있으며, 표면에는 두꺼운 적색토가 덮여있다. 酌川과 太和江사이 校洞里 일대의 고위면은 고도 110~90m의 고도를 이루며, 지형배열의 특징으로 보아 酌川이 만든 선상지가 개석을 받아 단구화된 것으로 보인다. Loc. 1 지점에는 아파트단지 조성을 위하여 고위면의 일부를 절개하는 과정에 훌륭한 노두가 나타났다. 표면에 1~1.5m 두께의 적색토(2.5 YR 5/8)가 쌓여 있고, 그 아래 약 17m 두께

의 礫層이 부분적으로 砂質렌즈를 포함한 상태로 퇴적되어 있었다. cobble급의 역이 중심이며 가끔 boulder급의 역도 포함되어 있으며, 亞圓礫이고 표토 바로 아랫부분은 호미로 긁힐 정도로 완전히 풍화되어 있었으나 아래로 깊이 내려갈수록 풍화는 덜된 상태였다. 이와같은 현상은 땅속 깊은 곳에서는 外氣와 접촉할 기회가 적기 때문에 결과된 것으로 해석된다. Loc. 2지점에는 아래쪽 역층은 조금밖에 보이지 않지만 약 2m 두께의 적색토(5 YR 4/8)가 역층위에 퇴적되어 있었다. Loc. 7 지점에는 국도를 새로 내는 과정에 노두가 나타났는데 표면에 약 50cm 두께의 적색토(2.5 YR 6/8)가 있고 그 아래 약 2m 두께의 역층이 보였는데 완전 풍화된 역이 대부분이었다. Loc. 9 지점에는 많은 노두를 볼 수 있는데 표면 1m가 細礫을 약간 포함한 적색토(2.5 YR 5/8)이고, 그 아래 3m가 boulder급에서 pebble급에 이르는 다양한 크기의 풍화된 역층이며, 다시 그 아랫쪽에는 심층풍화된 화강암의 기반암이 나타났다. Loc. 10 지점에도 두꺼운 적색토와 완전풍화된 역층을 보이는 노두가 있었다.

芳基里 고위면은 3부분으로 나누어져 단편적으로 분포하고 있지만 전체적인 분포패턴으로 미루어보아 芳基川이 만든 하나의 큰 선상지가 오랜 개석을 받아 지금과 같은 형태로 남아있는 것으로 판단된다.

② 中位面 : 넓은 분포 면적을 가지며, 선상지의 윤곽이 많이 남아있다. 면의 말단부에 일부 침식곡이 들어 있는 외에는 면의 보존상태가 아주 양호하다. 象川 좌우에 삼성전관 공장이 설치된 지형면과 加川里쪽의 지형면은 상천에 의해 20m 깊이로 개석되어 있으나 선상지의 윤곽이 뚜렷하다. 현 河床과의 比高는 상류쪽이 약 20m로 높고 하류쪽은 약 10m로 하류쪽으로 갈수록 그 아랫쪽면과 수렴되고 있다. 지형면의 특색만을 보아서는 加祚盆地 등 내륙분지의 低位1면과 닮았으나 礫의 풍화정도나 표토의 토색으로 보아서는 중위면의 특색을 보인다. Loc. 3은 국도의 加川橋 바로 북쪽 도로변에 있는 노두로 표면 1m 두께의 황등색(7.5 YR 7/8) 토양이 형성되어 있고 아랫쪽에 역층은 모든 역에 風化殼이 형성되었고 완전히 풍화된 역도 부분적으로 섞여 있었으며, matrix는 상당히 고결되어 있었다. Loc. 4 지점에는 신촌 소류지의 댐을 축조할

당시 관찰된 노두로 17~18m 두께의 역층이 부분적인 bedding을 이루며 퇴적되어 있는 것이 관찰되었다. Loc. 5 지점은 삼성전관에서 새로운 공장 건설을 위하여 중위면을 절개한 높이 약 20m, 폭 300m의 노두가 나타났는데 아랫쪽 3m~7m가 적색을 띠고 풍화가 상당히 이루어진 역층이 윗쪽 10~15m가 앞에서 언급된 중위면 역층 노두의 특색을 보이고, 표층 약 0.5~1.0m가 황등색의 실트, 점토층이 형성되어 있었다. 상부역층과 하부역층간의 경계는 파상형의 경계를 보이고 색깔의 차이가 뚜렷한 것으로 보아 부정합면이며, 하부역층은 중위면의 역층에 埋沒된 고위면의 역층일 것으로 추정되었다. Loc. 8지점에도 작은 溪流가 중위면을 개석하고 있는 곡벽에 역층노두를 쉽게 찾아볼 수 있다. 이곳에서는 표토층은 20cm 전후로 얇지만, 그 아래 3~4m 두께의 역층의 역은 풍화각이 형성되어 있고 부분적으로 풍화되어 있는 亞圓礫이었다.

③ 低位面 : 중위면이 개석된 곡간에 하상비고 7~8m의 지형면으로 아주 평탄하다. Loc. 6지점 象川 옆 노두에서 하부 2m의 역층은 반정도 풍화된 역과 황갈색 matrix로 이루어진 오래된 역층이고, 윗쪽 약 5m의 아랫부분에 역층이 노출되어 있었는데 아주 신선한 역이 있으며 matrix도 적색화가 거의 이루어지지 않았다.

低位面 아래쪽에 河床比高 4~5m의 지형면이 있지만, 주민들의 설문조사에 의하면 큰 홍수때 가끔 침수된다고 하기 때문에 현 하천의 氾濫原으로 분류했다. 그러나 일반적인 하천 하류의 범람원과 달리 현재의 하천이 하상을 하각하고 있는 형

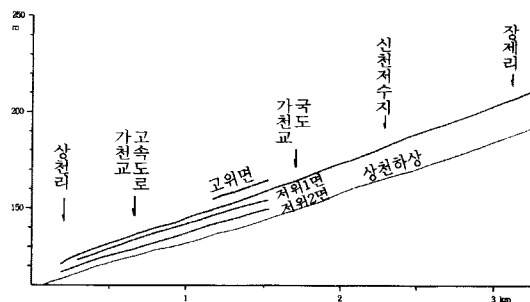


그림 9. 象川 沿邊의 河成段丘 縱斷變化

태의 지형특징을 보인다.

象川변의 각 지형면을 계측하여 종단면 변화를 나타낸 것이 그림9이다. 연속적으로 추적이 가능한 지형면이 중위면으로 상류 「장제리」 부근에서는 河床比高 18m이나 하류부 「상천리」 부근에서는 10m에 채 이르지 못하는 비고를 보여 중위면은 역층의 두께가 두껍고 하부로 갈수록 비고가 낮아지는 특색을 보인다. 고위면은 추적되는 거리가 짧아서 단정하기 어려우나 하상비고의 변화가 거의 보이지 않는다. 저위면도 중위면에 비해 현 하상과의 비고 변화가 적게 나타났다.

5) 梁山川 中 · 上流지역

梁山市 下北面 三師里, 龍淵里와 上北面 石溪里, 大石里 등 梁山川 본류 하곡을 따라 단구지형이 형성되어 있다. 좁은 谷間に 형성되어 있어서 단구의 폭이 좁으며, 龍淵里보다 상류쪽은 본류성 단구가 많으며, 그 아래쪽은 지류성 단구가 많다(그림 10).

① 高位面 : 石溪里와 大石里에 비교적 넓게 분포한다. 개석을 받아 개석곡이 깊게 들어있으며, 남아 있는 단구면도 波浪狀의 기복을 갖고 있어 밭으로 주로 이용되고 있었다. 본류와의 비고는 30

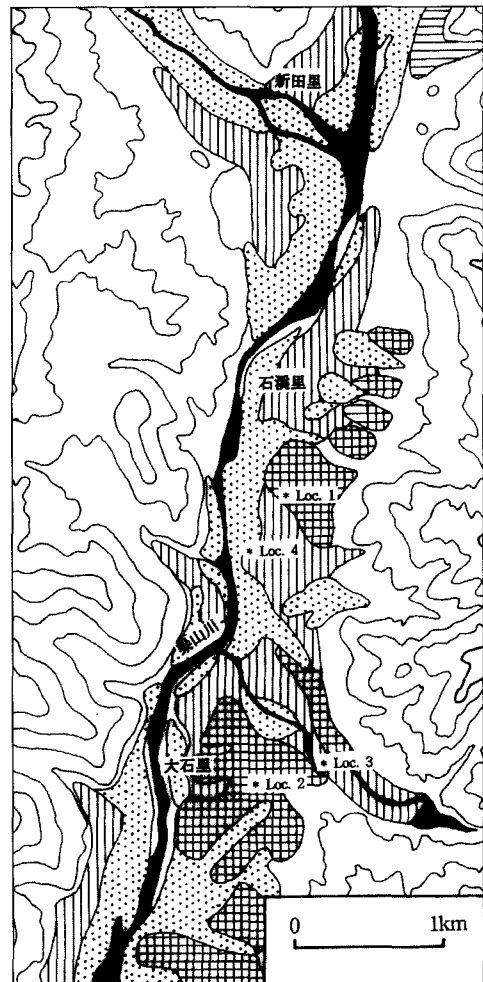
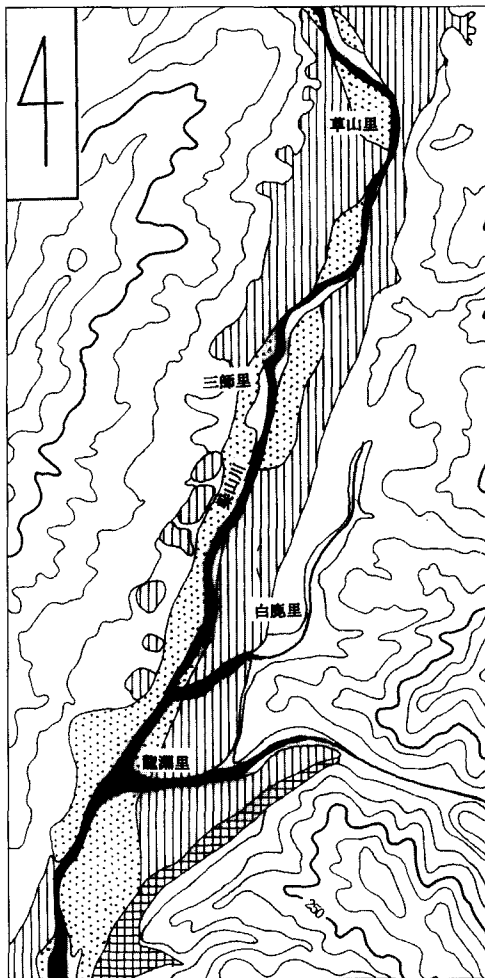


그림 10. 梁山川 中 · 上流지역의 河成段丘

~40m이다. 石溪里 고속도로 횡단교량옆 노두(Loc. 1)에서 표토는 약 50cm의 두께로 명적갈색(5 YR 5/6)을 나타내며, 그 아래 약 2m 두께의 礫層은 pebble급의 亞圓礫이 중심이며 거의 풍화된 역이었다. 大石里 덕운교옆 노두(Loc. 2)에서는 표면 1m 두께의 적색토(2.5 YR 6/8)가 형성되어 있고 그 아래 풍화된 역층이 형성되어 있었다.

② 中位面 : 전 구간에 걸쳐 분포하며 말단부의 분류하상과의 비고 10m 전후의 지형면이다. 三師里, 白鹿里는 분류와 평행된 분류성 단구를 이루지만 그 아래쪽 龍淵里, 上森里, 石溪里, 大石里 일대에는 소지류의 선상지 형태의 단구가 많다. 원면의 보존상태가 양호하며 대부분이 논으로 이용되고 있다. 대석리 소지류변 노두(Loc. 3)에서 표토 30cm 정도는 옅고 황갈색(2.5 YR 6/8)이며, 그 아래 약 4m의 역층은 pebble 및 cobble급의 아원력으로 풍화각이 형성된 정도였다. 대석리 국도변 노두(Loc. 4)에서도 약 3m 두께의 역층 노두를 관찰할 수 있는데, pebble 중심의 아원력으로 부분풍화가 이루어졌고 matrix도 어느정도 고결되어 있었다.

③ 低位面 : 분류를 연하여 분류와 하상비고 5~7m의 단구로 좁게 분포한다. 표토는 옅고 역은 거의 풍화되지 않고 신선했다. 石溪里와 大石里 쪽에 扇狀錐의 형태로 중위면을 피복하고 있는 지형이 있는데 경지와 취락이 입지하고 있어 현재도 형성되고 있는 것으로 보이지는 않는다. 역의 풍화정도가 저위면과 유사하여 같이 분류하였다.

4. 討 議

1) 各 段丘別 地形 特色 綜合

조사지역의 단구면은 高位面, 中位面, 低位面으로 분류되었으며 곳에 따라서는 低位面이 1, 2면으로 細分되는 곳도 있었다.

각 지형면의 분포 패턴의 특색을 요약하면 高位面은 오랫동안 開析을 받아 남아있는 原面の 분포가 단편적이거나 樹枝狀의 낮은 분수령을 이룬다. 면의 표면 형태도 波浪狀의 起伏을 보이고 있다. 中位面도 말단부쪽에 개석곡이 많이 들어있으나

原面の 보존상태가 비교적 양호하다. 低位面은 중심하천에 의해 단구화된 이외에는 원면이 거의 보존되어 있다.

단구면상의 토양의 상태를 종합해보면 高位面에는 0.5~2.0m 정도의 두꺼운 토양층이 형성되어 있는데 이들의 토색은 2.5 YR 및 5 YR의 적갈, 명적갈, 등색의 색조를 나타낸다. B층에는 일반적으로 虎斑紋이 형성되어 있다. 中位面의 표면을 덮고 있는 토양은 두께가 50cm 전후로 고위면 보다 옅으며, 토색은 부분적으로 적색화가 이루어져 7.5 YR 계열의 등색, 황등색, 명황적갈색, 갈색 등의 색조를 보인다. 低位面은 표토의 두께가 30cm 전후로 더욱 옅고 적색화도 거의 이루어지지 않았다.

礫層의 풍화 정도는 고위면에서는 호미로 모든 礫이 굵힐 정도로 완전히 풍화된 곳도 있고 약 2/3 정도의 역이 완전 풍화되고 나머지 1/3 정도의 역은 완전풍화되지는 않았지만 風化殼이 두껍게 형성되어 있었다. 중위면의 역은 완전풍화된 역이 일부 섞여있기도 하지만 대부분의 역은 風化殼이 형성되어 있고 粘土皮膜이 이루어져 있으며, matrix도 상당히 고결된 상태를 보인다. 저위면의 역은 거의 신선한 역이며 matrix 물질도 완전히 分離상태에 있었다.

이상의 특색을 종합해 보면 高位面은 아주 오래된 地形의 특색을 보이고, 中位·低位面으로 오면서 地形 특색이 단계적으로 젊어지고 있다는 것을 알 수 있다. 본지역 段丘는 거의 대부분이 선상지성의 堆積段丘이므로, 어떤 한 시기에 퇴적면이 형성되고 그 다음시기에 이 퇴적면이 개석을 받아 단구화되는 첫번째의 段丘化 cycle을 지나고, 다시 그 개석곡저나 전면에 퇴적이 이루어지고 침식을 받는 두번째 cycle, 또 세번째 cycle이 반복되어 이와 같은 지형면이 형성된 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 단구화 cycle을 어떤 time scale로 설명하는냐 하는 것이 문제인데, 다음 項에서 이 문제에 대해서 토의해 보겠다.

2) 各 段丘面 형성 시기 추정

본 조사지역에서 단구 형성의 절대년대를 논할 수 있는 編年資料는 얻지 못했다. 따라서 토양의 토색, 역의 풍화정도, 단구면의 하상비고 등을 기

존연구와 관련지위 각 단구의 형성시기를 추정해 보기로 한다.

河成段丘는 상류부 山間盆地에는 期에 퇴적하고 間 期에는 침식되어 형성되는 氣候段丘 성격의 단구가 형성되고, 海岸에서는 間 期 高海水準期에 퇴적되고 期 低海水準期에 침식되어 단구화되는 海面變動段丘가 형성되어 이들 각각은 면의 형성시기가 서로 상반된다(貝塚, 1977). 전자는 상류쪽에 하상비고가 큰 두꺼운 堆積段丘를 이루고 하류쪽으로 갈수록 비고가 낮아져 그 아랫면에 수렴되거나 沒入한다. 그러나 후자는 하류쪽에 비고가 뚜렷하며 수렴되지 않는다.

본 연구지역의 河成段丘는 상류부는 氣候段丘의 성격을 띤 선상지성 단구가 대부분으로 張昊(1986)의 小白山脈 동서쪽의 山間盆地들의 하성단구와 성격상 유사한 점이 많다. 張昊는 高·中·低位面을 각각 1, 2면으로 세분했으며, 高位面은 지형면의 특색, 토색, 礫의 風化정도가 본지역과 아주 유사하다. 그러나 중위면은 張의 中位面보다는 다소 젊은 경향을 보이고, 저위 1면보다는 좀 더 오래된 특성을 보인다. 이와 같은 차이는 단구면 분류상의 문제일 수도 있고, 또 지역과 기반암의 차이 때문에 발생하는 지역차일 수도 있어 금후 계속 검토할 문제이다.

張昊(1986)가 연구한 소백산맥 산록 산간분지들 중에서 加祚盆地에 대해서는, 筆者도 참여한 별도의 연구(曹華龍 등, 1987)가 있다. 加祚盆地에는 저위1면 상에 土炭層이 넓게 형성되어 있는데 이 土炭層의 carbon dating 결과가 35,000y.B.P.를 나타내고 있으므로 저위1면을 最終 期에 형성된 것으로 편년했다. 또한 고위면의 토양이 10 R 혹은 2.5 YR 계열의 색조 정도로 적색화되어 있고, 단구력이 완전히 풍화된 것으로부터 이들 고위면은 적어도 2회이상의 간빙기를 경과한 지형면일 것으로 추정하였다. 따라서 高位面은 Mindel 期 혹은 Mindel / Riss간빙기, 中位面은 Riss 期, 低位面은 最終 期에 형성된 것으로 편년했다. 본 연구 지역의 段丘도 土色, 礫의 風化정도, 地形면의 특색이 加祚盆地의 그것과 유사하여, 高位面은 Mindel/Riss 間 期나 그 이전, 中位面은 Riss

期, 低位面은 最終 期에 형성된 것으로 추정했다.

본 연구지역에서 清河 柳溪里의 고위면은 그 수준을 해안까지 추적할 수 있으며, 해안에서 약 30m의 고도를 보이고 있다. 東海岸에서 海面變動段丘의 연구에 주력해온 崔成吉(1988, 1991, 1993)은 海岸에서 17~20m의 고도를 갖고 있는 河成 및 海成段丘를 最終 間 期 最盛期の 면으로 분류하고 있다. 따라서 이보다 높은 고도(30m)에 있는 清河 고위면은 最終間 期보다 더 오래된 어떤 시기에 형성된 것으로 해석할 수 있어 앞의 편년 결과와 모순되지 않는다.

3) 梁山斷層과 段丘地形

斷層運動이 일어나 한쪽 地盤이 상승하면 그 斷層崖의 전면에는 合流扇狀地 지형이 연속적으로 나타나게 된다. 또 이와 같은 선상지 들은 期과 間水期가 반복되는 것과 같은 원인으로 퇴적물의 공급량이 늘었다 줄었다하는 과정을 거치면서 퇴적물의 공급량이 많을 때 선상지가 형성되고, 반대로 퇴적물 공급량이 줄었을 때 이미 형성되었던 선상지가 개석되어 단구가 만들어진다. 이와 같은 과정이 반복되면서 형성시기가 다른 여러면의 단구지형이 형성된다. 본고에서 조사된 단구지형들도 양산단층을 연하여 이와 동일한 과정을 거치면서 형성된 것으로 볼 수 있다. 그러나 단구지형의 분포가 한쪽면에만 한정되어 있지 않고 어떤 곳에서는 단층 동쪽을 연하여, 또 어떤 곳은 단층의 서측을 연하여 연속적으로 분포하고 있는 것이 특이하다. 이것은 아마도 양산단층운동이 수직운동보다 수평운동이 탁월하여 단층애면이 동측에 나타났다가 서측에 나타났다가 하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

양산단층의 活斷層 여부를 판정할 수 있는 단구지형면의 變位를 살펴보면 彥陽 지역에서는 校洞里 일대와 早日里 일대의 고위면의 변위와 象川里의 중위면 변위가 이미 보고된 바(岡田의, 1994, 曹華龍 등, 1994)이다. 이번 조사에서 神光盆地 牛角里 일대에 중위 단구면을 가로지르는 線의構造가 단층운동과 관련이 깊은 것으로 생각된다.

5. 結 言

梁山斷層 주변의 지형을 lineament 分布圖, 切峯面圖, 地質圖 등을 개관하는 巨視的 측면의 분석과 단층선을 연하여 발달한 세부지형에 대하여 항공사진판독, 현지조사 등의 微視的인 분석을 실시하였다. 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 梁山斷層을 軸으로 그 좌우에 발달해 있는 북북동-남남서 방향의 密陽, 毛良, 利峴, 梁山, 釜山, 佛國寺 lineament는 右橫變位斷層運動의 결과로 보이며, 韓半島 南東部에서 일어나고 있는 가장 최근의 地殼運動을 반영하는 것으로 판단된다.
2. 梁山斷層은 lineament가 선명하고, 이 lineament를 연하여 合流扇狀地性 河成段丘가 연속적으로 분포하고 있으며, 彦陽, 神光盆地에서 이 斷層線이 段丘面을 變位시키고 있는 것으로 보이는 地形들이 관찰되어 活斷層의 가능성이 매우 높아졌다.
3. 梁山斷層을 연하여 발달해 있는 河成段丘는 高位, 中位, 低位面으로 분류되며 高位面은 Mindel/Riss 間 期 혹은 그 이전, 中位面은 Riss 期, 低位面은 最終 期에 段丘面이 형성된 것으로 추정된다.

文 獻

- 姜必鍾, 1979, "南韓 人工衛星 映像의 地質學的 分布 I", 地質學會誌, 15(2), 109-126.
- 禹炳榮, 1984, "梁山斷層의 地形學的研究", 慶北大學校 碩士學位論文, 41p.
- 立岩巖, 1929, 朝鮮地質圖, 1:50,000, 慶州地質圖幅及同圖幅說明書, 朝鮮總督府地質調査所, 第十輯.
- 章基弘, 1977, "慶尙盆地 上部 中生界의 層序堆積 및 地構造", 地質學會誌, 13(2), 76-90.
- 曹華龍, 張昊, 李鍾南, 1987, "加祚盆地의 地形發達", 韓國第四紀學會誌, 1(1), 35-45.
- 崔成吉, 1991, "韓國 東海岸 冷川 河口部の 海面變動段丘와 迎日灣 北岸의 海成段丘", 地理學論集, 17(1), 61-73.
- 崔成吉, 1993, "韓國 東海岸에 있어서 最終間水期の 舊汀線高度 研究: 後期 更新世 河成段丘의 地形層序的 對比의 觀點에서", 韓國第四紀學會誌, 7(1), 1-26.
- 具塚爽平, 1977, 日本の地形 「特質と由來」, 岩波書店, 東京.
- Chang, H., 1986, "Geomorphologic Development of Intermontane Basins in Korea", Dissertation of University of Tsukuba.
- Chang, K., Woo, B., Lee, J., Park, S and Yao, K., 1990, "Cretaceous and Early Cenozoic stratigraphy and history of eastern Kyongsang Basin, South Korea", J. Geol. Soc. Korea, 26, 471-487.
- Choi, H. I., Oh, J. H., Shin, S. C. and Yang, M. Y., 1980, "Geology and geochemistry of the Gyeongsang strata in Ulsan area", Korea Inst. Geol. Materials Bull., 20, 33p.
- Choi, S. G., 1988, "Fossil Cryogenic Structures in the Terrace Deposit of the Oship River, Samchok, Korea", The Scientific Reports of the Tohoku Univ. 7th Series(geography), Vol. 38(2), 133-139.
- Jolivet, L., Huchon, P., Le Pichon, X., Chamot Rooke, N. and Thomas, C., 1991, "Arc deformation and marginal basin opening : Japan Sea as a case study", J. G. R., 96, B3, 4367-4384.
- Kang, P. C., 1981, "Geological evolution of Korea and structural analysis of Korea transect area", CCOP Bulletin, 14, 31-51.
- Kim, J. Y. and Yoon, S., 1988, "The occurrence of the Yangsan fault", J. Sci. Pusan National Univ., 46, 265-274.
- Lee, J. S. and Pouclet, A., 1988, "Le volcanisme néogène de Pohang(SE Corée), nouvelles contraintes géochronologiques pour l'ouverture de la mer du Japon", C. R. Acad. Sci. Paris, 307, 1405-1411.
- McCabe, R., Min, K. D., Han, J., Han, H. C. and Lee, D., 1988, "Blocks rotations in

southeast and east Asia". Paper presented at
1988 DELP Tokyo International

Symposium, Tokyo Institute of Technology
Tokyo, Dec. 13-16.