

智異山地 主稜線東部(細石—帝釋峰)의 周氷河地形*

張

昊**

《目 次》

1. 序 論

- (1) 從來의 研究와 調査地域 選定의 理由
- (2) 研究目的
- (3) 研究方法

2. 智異山地 및 調査地域의 概觀

- (1) 地形 및 地質概觀
- (2) 氣候 및 植生概觀

3. 地形의 觀察과 同定

- (1) 非對稱斜面
- (2) Cryoplanation terrace와 Solifluction 堆積物

(3) Blockfield

(4) Tor

(5) Tafoni와 Gnamma

(6) 瘤狀構造土와 Turf Bank

4. 綜合考察

(1) 形成環境

(2) 形成時期

(3) 地形發達

5. 結論과 問題點

1. 序 論

(1) 從來의 研究와 調査地域 選定의 理由

“周氷河(Periglacial)”란 用語는 Poland의 地質學者인 Walery von Lozinski가 東部 Europe의 Carpatia山脈에서 岩屑의 生産과 관련된 凍結風化의 環境(frost weathering conditions)을 記述하기 위하여 1910年 國際地質學會議(XI Geological Congress in Stockholm)에서 처음으로 제안하였다¹⁾. Lozinski, W.는 周氷河地域을 更新世氷床 및 氷河 周邊地域의 氣候 및 地形形成環境으로 概念規定하였으나, 현재는 확대 해석되어서 地表에서 凍結·融解의 反復(freeze-thaw oscillations)이 탁월하거나 永久凍土(permafrost)가 存在하는 地域의 自然環境으로 하나의 氣候地形帶(morphoclimatic zone)를 나타낸다.

이렇게 보면 周氷河地域은 ① 亞極地域 또는 森林限界線以北地域, ② 北極의 tundra地域과 寒帶砂漠地域(polar desert zone) 및 ③ 高山帶(alpine zone)를 포함한다²⁾.

우리나라에서 처음으로 周氷河地形을 報告한 사람은 1941年 Lautensach, H.로 白頭山의 海拔高度(이하, 高度로 함) 2000m 부근에서 現成의 縞狀構造土(Streifenböden) 및 階段狀構造土(Terrassenböden)를 觀察하였다^{3),4)}. 그후 서울 東部の 峨嵯山山麓 약 25m高度에서 나타나는 土壤斷面에서 化石 involution이 報告되었다⁵⁾. 本格的인 周氷河地形의 研究는 金道貞教授에 의해 시작되어 漢拏山 白鹿潭火口原의 南西部 1834m 高度에서 瘤狀構造土(earth hummocks, Thurfur)가, 頂上 東斜面 1850m 高度에서 階段狀構造土(Terrassenböden, turf-banked terraces)가 發見되었는데 모두 現成이었다⁶⁾. 赤木祥彦는 無等山(1186m) 西斜面에서 岩海라 해야할 岩塊流

* 이 論文은 1982年度 文敎部學術研究助成費에 의하여 研究되었음.

**全北大學校 師大 助授敎

1) French, H. M., 1976, *The Periglacial Environment*, Longman, London, p. 2.

2) French, 前掲書, pp. 2-3.

3) Lautensach, H., 1941, "Der Hakentozan. Eine Vulkanische Landschaften Koreanischmenschurischen Grenzbereich," *Geogr. Zeitschrift*, 47, p. 419.

4) 3)은 金道貞, 1973, "韓國의 霜蝕의 類型," 地理學, 第8號, pp. 1-7에서 引用.

5) 金相昊, 1966, 漢江下流의 低位侵蝕面地形研究, 서울大學校 出版部, pp. 45-49.

6) 金道貞, 1970, "漢拏山의 構造土 考察," 駱山地理, 第1號, pp. 3-10.

를觀察하고 이를 南原 蛟龍山(500m) 南斜面의 pediment·그 背後急斜面·pediment를 開析하는 谷까지 연속되어 分布하는 岩塊流과 比較하면서 岩塊流의 形成時期를 日本의 pediment의 形成時期와 관련시켜 最終氷期로 보았다⁷⁾. Demek, J.는 1971年 8月~9월에 北韓을 調査旅行하는 중에 白頭山(2744m)을 踏査하고 약 2200m高度 이상에서 現成의 solifluction terrace·earth hummock 등 여러 周氷河地形을 報告하였다^{8),9)}. 赤木祥彦는 泰安半島 鳥飛山(352m)의 北北東斜面 및 羅州에서 化石 blockfield를¹⁰⁾, 權純植은 釜山 金井山(760m) 東斜面의 100여m 高度에서 solifluction堆積物¹¹⁾, 100~500m高度에서 blockfield¹²⁾, 그리고 巨濟島 南東海岸의 80m高度 이하에서 周氷河堆積物을¹³⁾ 觀察하였다. 600m 이하의 高度에서도 몇 地域에서 化石 solifluction 現象이 推定되었다^{14),15),16)}.

지금까지의 研究를 概觀해 본 바와 같이 우리나라의 周氷河地形의 研究는 高山地에서의 調査와 低地에서의 것으로 나뉠 수 있다. 高山地에는 現成周氷河地形도 分布하나, 低地の 것은 모두 化石周氷河地形이어서 地形의 同定(identification)에 어려운 점이 많다. 이와 같은 상태를 극복하여 과거의 周氷河環境을 명확히 究明하기 위해서는 寒冷地形이 分布할 가능성이 가장 큰 高山地의 調査와 現在 周氷河氣候下의 海外調査가 필요하다.

그런데 智異山은 우리나라 南西部에 위치하여 있기는하지만 南韓內陸部에서 가장 높은 山(天王峰, 1915m)이며 主稜線東部の 細石과 帝釋峰 사이에는 1400~1800m高度의 高原 내지는 平頂

峰이 많이 分布한다. 이곳에서 周氷河地域에서 報告되는 地形과 유사한 것들이 觀察되었고 調査가 용이한 登山路 주변이어서 本研究의 調査地域으로 選定하였다.

(2) 研究目的

海外的 調査研究가 부족하고 北韓의 踏査가 불가능한 현재의 상황에서 寒冷地形의 研究를 위해서는 南韓의 高山地域의 調査가 行하여져야 한다.

本論文의 主目的은 智異山地 主稜線東部の 細石에서 帝釋峰까지의 ① 地形의 觀察과 化石·現成地形의 區分, ② 觀察된 地形과 國內外 周氷河地形研究의 文獻과의 比較를 통한 地形의 同定, 그리고 ③ 同定된 地形을 통한 形成環境·形成時期·地形發達의 究明 등이다.

여기서 同定된 周氷河地形은 이곳이 南韓에서는 高山地이므로 南韓에서는 maximum limit에 分布하는 즉, 模式地(type-locality)의 典型的인 地形이 될 것이다. 따라서 本地域에서의 調査를 통한 ‘눈’을 갖고 유사한 地形을 점점 낮은 高度로 확대해가면 minimum limit도 追跡하는 것이 가능하여 우리나라의 周氷河環境 내지는 第四紀의 自然環境을 보다 명확히 할 수 있지는 않을까 하는 것이 本研究를 시작하게 된 動機이다.

(3) 研究方法

地形圖(1/25,000, 1/50,000)와 航空寫眞(1/10,000, 1/20,000), 地質圖(1/50,000)¹⁷⁾ 등을 이용하여 豫備調査를 하면서 調査地域을 選定하였다.

7) 赤木祥彦, 1971, “韓國·光州市付近の Pediment と岩塊流,” 東北地理, 第23卷, 第2號, pp. 110-115.

8) Demek, J. 1972, “Present-day Geomorphological Processes in the Mountain Group Paektusan in North Korea,” *Zprávy Geogr. ústavu čsava IX-1*, pp. 12-32.

9) Demek, J., 1973, “Die Klimamorphologie des vulkanischen Gebietes von Changbai-san in Nord Korea,” *Z. Geomorph. N. F. Suppl. Bd. 17*, pp. 58-71.

10) Akagi, Y., 1974, “Pediment in the Taean Peninsula and the Yeongsan River Basin, Korea,” *the Science Report of the Tohoku Univ., 7th Series(Geogr.)*, vol. 24, No. 2, pp. 183-203.

11) 權純植, 1977, 東萊金井山麓의 Solifluction 堆積物에 關하여, 서울大學校 碩士學位論文.

12) 權純植, 1978, “釜山市 梵魚寺 周邊의 Block field에 關하여,” 地理學論叢, 第5號, pp. 49-54.

13) 權純植, 1979, “巨濟島의 周氷河堆積物,” 地理學論叢, 第6號, pp. 151-153.

14) 張載勳, 1976, “山麓緩斜面의 形狀的特徵과 成因研究,” 誠信師大論文集, 第9輯, pp. 287-306.

15) 金相昊, 1979, “月岳山 및 主屹山 一帶의 地形考察,” 韓國自然保存協會調查報告書, 第5號, pp. 41-55.

16) 張昊, 1981, “茂朱郡 安城盆地의 地形發達,” 全北大學校 師大論文集, 第7輯, pp. 45-54.

17) 孫致武 外, 1964, 花開地質圖 및 圖幅說明書, 慶尙南道.

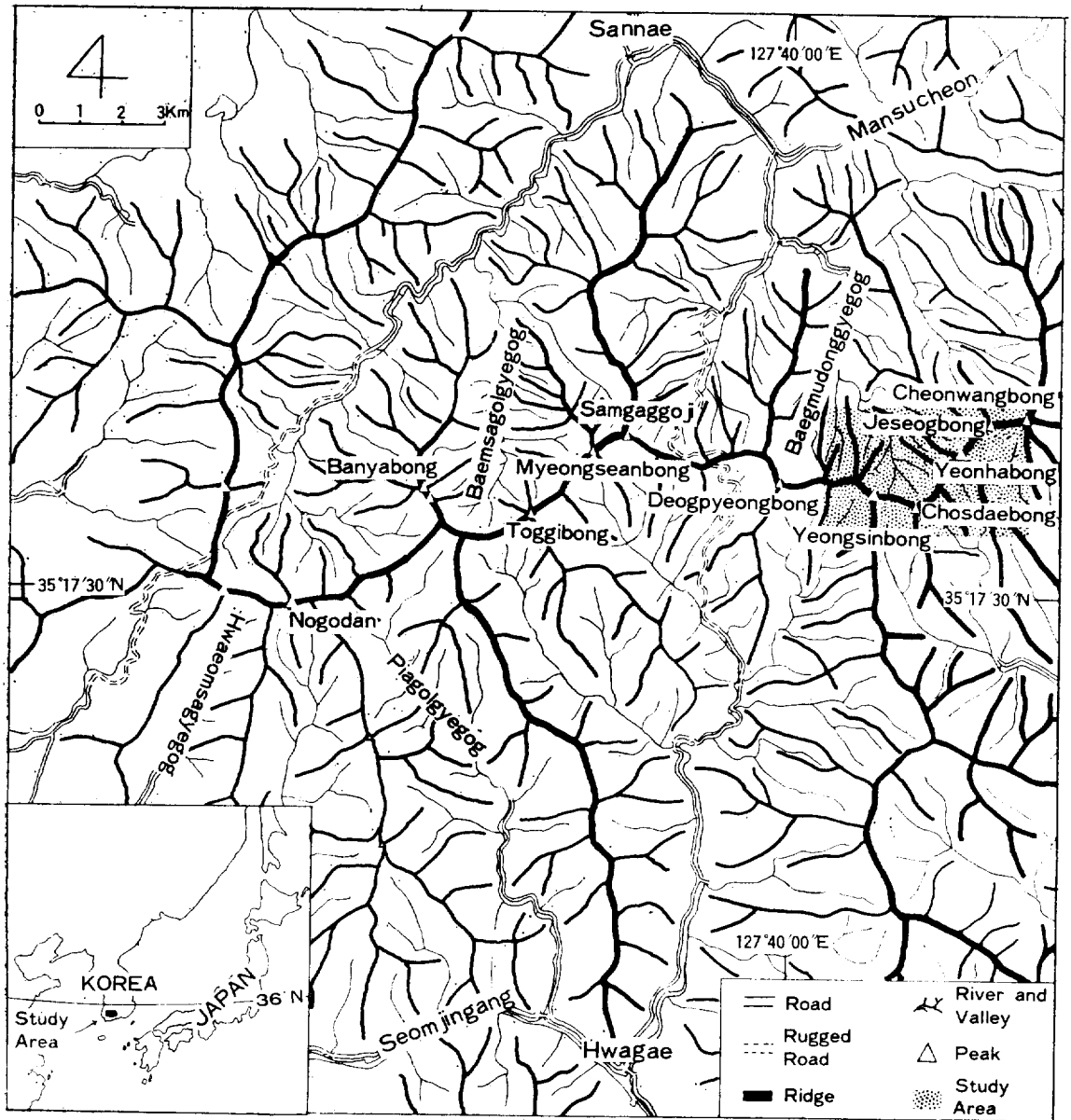


그림 1 智異山地와 研究地域

現地調査에 重點을 두어 '81年 6月 5日부터 8日 까지 [백무동—장터목—天王峰—細石—뱀사골], '82年 6月 9日부터 12日까지 [백무동—細石—장터목—帝釋峰—大成里], '82年 8月 21日부터 25日까지 [華嚴寺溪谷—老姑壇—임걸령—細石—장터목—帝釋峰—巨林], '82年 10月 14日부터 18日까지 [백무동—장터목—帝釋峰—細石—백무동]의 4회의 踏査를 하여, 조사경로를 변경하면

서 넓은 범위를 季節을 달리하면서 觀察하려고 노력하였다(그림 1). 이때에 地形의 觀察과 計測, 土壤調査 및 露頭觀察, 植生 및 개미채집을 하였다. 채집된 植生과 개미는 生物學專攻者の 同定을 받았다.

'82年 10月의 調査時에는 4地點의 earth hummock과 한 地點의 turf bank에 폭 5cm, 두께 2cm, 길이 124cm의 觀測 pole을 30cm 깊이로

박아서 94cm가 地表에 노출되도록 설치하여 長期的으로 그 變化를 조사하려한다.

2. 智異山地 및 調查地域의 概觀

(1) 地形 및 地質概觀

德裕山脈¹⁸⁾의 남부에 위치하는 智異山地는 全南·北 慶南의 二道, 求禮·南原·咸陽·山淸·河東郡의 五個郡에 걸쳐서 그 넓이가 439km²이다. 主稜線은 老姑壇(1507m)에서 天王峰(1915m)까지 45km이며, 그 사이에 盤若峰(1732m) 토끼봉(1538m), 明善峰(1586m), 德坪峰(1538m), 靈神峰(1690m), 춧대봉(1713m), 烟霞峰

(1710m), 帝釋峰(1806m)등 1500m高度 이상의 高峰이 여러개 있으나 主稜線에서 200여 m 起伏 이하의 平頂峰이다. 主稜線을 중심하여 北斜面에 屛사골 계곡·백무동계곡·칠선계곡이, 南斜面에 華嚴寺溪谷·피아골계곡 등이 있어서 智異山地에의 入口가 되어 여러곳에서 主稜線에 이르게 된다. 일단, 主稜線에 도달하면 우리나라 最長의 縱走稜線의 登山路가 연속된다. 위에 든 溪谷의 入口 외에 河東郡 花開面 大成里, 山淸郡 矢川面 巨林과 中山里에서도 進入이 가능하다¹⁹⁾. 北斜面의 계곡은 萬壽川에 흘러 南江으로 流入하여 洛東江의 上流가, 南斜面의 것은 蟾津江이 된다(그림 1).

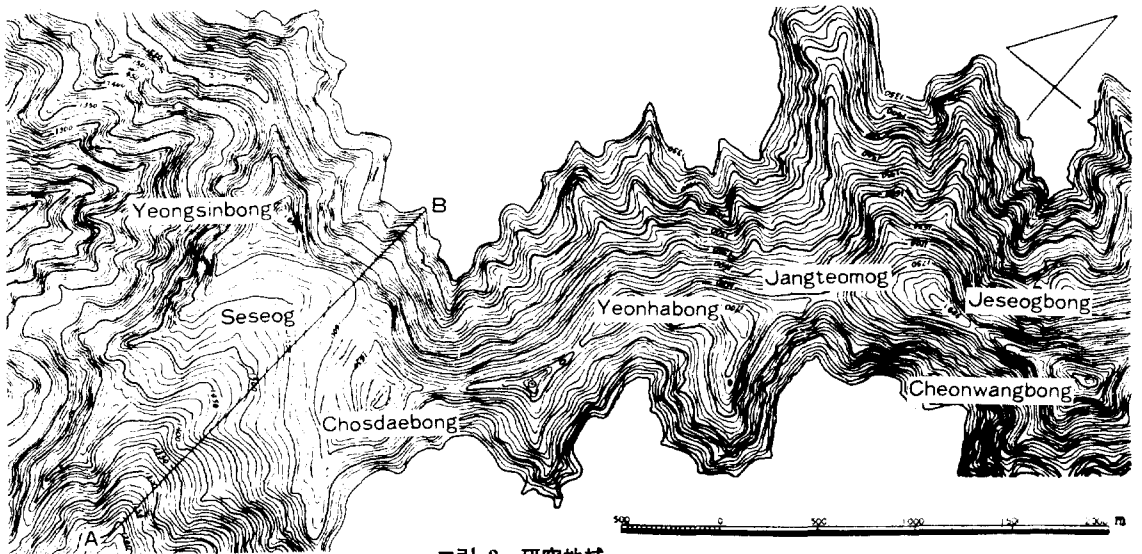


그림 2 研究地域
A—B는 그림 3의 단면

調查範圍는 細石〔細石坪田이라고도 함〕에서 帝釋峰까지 稜線거리가 5km이다(그림 2). 細石은 北東部に 춧대봉, 北西部에 靈神峰이 1km의 거리로 東西方向으로 위치하고 1450~1700m高度까지 南北거리 1.5km의 4각형의 高原이 南斜面에 전개되는데 대략 가운데의 1550m高度부근에

서부터 開析谷이 남쪽으로 연장된다. 烟霞峰은 1690m에서 1710m까지의 高度로 南東斜面에 緩傾斜面이 펼쳐지며, 帝釋峰은 1700m에서 1800m高度까지 이르고 北西斜面과 南斜面이 緩傾斜로 모두 平頂峰이다. 烟霞峰과 帝釋峰 사이의 鞍部가 장터목〔場基項〕으로 1650m高度이다. 帝釋峰

18) 과거 小白山脈의 새재〔鳥嶺, 362m〕南西部를 말하며, 이는 金玉準, 1970, “南韓 中部地域의 地質과 地構造,” 嶺山地質, 第2卷, 第4號, pp. 73-90에 따른다.

19) 이상은 朝鮮日報社, 1980, 山 7月號(129號), pp. 59-81을 參照, 그림 1도 同誌의 登山概念圖를 다소 바꾼 것임.

에서 智異山地의 頂上인 天王峰까지의 거리는 약 1.5km이며 장터목과 細石에 山莊이 있어 調査에 편리하다(이상은 사진 1과 2를 參照).

智異山地의 地質²⁰⁾은 대체로 北部가 混成페그마타이트質 片麻岩(contaminated pegmatitic gneiss)이며 南部는 花崗岩質 片麻岩으로 時代未詳이나, 小縮尺地質圖²¹⁾에 의하면 先Cambria紀의 變成岩複合體(metamorphic complex)이다. 堆積岩이 廣域變成作用과 그후의 심한 花崗岩化作用을 받아 變成된 것이다.

調査地域의 岩石은 대부분이 混成페그마타이트質 片麻岩이며 岩石露頭에는 粘板岩·砂岩·石灰岩質의 捕獲岩이 여러곳에서 보인다. 靈神峰 北西쪽 0.5km의 稜線에 있는 岩石의 절벽 사

이에 1500m高度의 鞍部가 있는데 1/50,000地質圖에 따르면 N40°E, 70°NW의 正斷層이 이곳을 통과하여 大成里溪谷과 백무동계곡의 일부를 따라서 있다.

(2) 氣候 및 植生概觀

智異山地의 氣候는 觀測된과가 없어서 小氣候를 분명히 하기는 어려우나 表 1에서와 같은 주변의 氣象data²²⁾로 推定할 수 있다. 智異山地의 北西쪽에 위치하는 全州, 南西쪽의 光州 南東쪽의 晉州는 대체로 年平均氣溫 13°C 내의 年降水量 1300~1600mm정도이고 全州와 光州의 1月平均氣溫만이 零下이며, 表 2와 같이 光州의 地面·地中溫度는 全年에 걸쳐서 零上이

〈表 1〉 智異山地 周邊의 月平均氣溫(°C)과 降水量(mm)

月別(Month) 測候所(Station)	1月 Jan.	2月 Feb.	3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May	6月 June	7月 July	8月 Aug.	9月 Sept.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	全年 Annual
全州(Jeonju) 35°49'N 127°09'E 51.2m	-1.1	0.7	5.3	12.2	17.6	21.7	25.8	26.3	21.0	14.5	7.9	1.8	12.8
	31.3	42.8	64.8	104.5	99.9	140.3	279.4	238.9	146.4	56.6	53.0	32.1	1290.0
光州(Gwangju) 35°08'N 126°55'E 70.9m	-0.2	1.4	5.8	12.3	17.5	21.5	25.5	26.2	21.2	14.9	8.5	2.6	13.1
	34.9	47.8	64.5	118.7	105.0	163.6	250.3	225.5	163.2	56.4	51.3	35.1	1316.3
晉州(Jinju)* 35°12'N 128°06'E 21.5m	0.4	2.3	6.4	12.8	17.6	21.4	25.0	25.6	21.2	15.1	8.1	2.1	13.2
	31.9	49.7	66.4	183.5	160.6	218.5	300.3	276.9	147.0	59.7	49.0	28.6	1571.5

* Statistics Period at Jinju Station: 1969~1980, Others: 1951~1980.

〈表 2〉 光州의 月平均地面溫度 및 地中溫度(°C)*

月別(Month) 深度(Depth)	1月 Jan.	2月 Feb.	3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May	6月 June	7月 July	8月 Aug.	9月 Sept.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	全年 Annual
地面溫度 Soil Surface Temperature	1.3	3.2	7.7	14.3	20.2	24.5	27.6	28.9	23.3	16.6	9.1	3.4	15.0
地中溫度 Soil Temperature (0.1m)	2.0	3.1	7.3	13.3	19.0	23.2	26.4	27.8	23.4	17.2	10.5	4.7	14.8
地中溫度 Soil Temperature (1.0m)	7.6	6.7	7.9	11.2	15.4	19.2	22.3	24.8	24.0	20.5	16.0	11.2	15.6

* Statistics Period: 1951~1980.

20) 孫致武 外, 1964, 前掲書.

21) 韓國動力資源研究所, 1981, 大韓地質圖(1/1,000,000).

22) 中央氣象臺, 1982, 韓國氣候表(1951~1980), 第1卷.

〈表 3〉 海拔高度 1600m의 智異山地에서의 推定 月平均氣溫*과 地面溫度, 地中溫度 (°C)

月別(Month)	1月 Jan.	2月 Feb.	3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May.	6月 June.	7月 July.	8月 Aug.	9月 Sept.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	全年 Annual
氣溫** Air Temperature	-9.8	-8.2	-3.8	2.7	9.5	13.5	17.5	18.2	13.2	6.9	-1.1	-7.0	4.3
地面溫度*** Soil Surface Temperature	-6.7	-4.8	-0.3	6.3	13.8	18.1	21.2	22.5	16.9	10.2	1.1	-4.6	7.8
地中溫度*** Soil Temperature (0.1m)	-6.0	-4.9	-0.7	5.3	12.6	16.8	20.0	21.4	17.0	10.8	2.5	-3.3	7.7
地中溫度*** Soil Temperature (0.1m)	-0.4	-1.3	-0.1	3.2	9.0	12.8	15.9	18.4	17.6	14.1	8.0	3.2	8.4

* Calculated from Normals at Gwangju Station.

** Temperature lapse rate of Winter Season(Nov. -Apr.): 0.6°C/100m

Temperature lapse rate of Summer Season(May-Oct.): 0.5°C/100m.

*** Temperature lapse rate of Winter Season(Nov. -Apr.): 0.5°C/100m.

Temperature lapse rate of Summer Season(May-Oct.): 0.4°C/100m.

다. 智異山地에 보다 근접한 地域의 氣象資料에 따르면²³⁾, 南原, 求禮, 河東, 山淸, 咸陽이 年平均氣溫 13~14°C · 年降水量 1200~1600mm로 全州 등의 지역과 큰 차이가 없다. 그러나 南原 등지는 氣候表의 資料가 아니어서 月別氣溫이나 地面 · 地中溫度를 얻을 수가 없다.

山地的 氣候에 影響주는 因子는 海拔高度 · 海岸에서의 거리 · 山稜의 方向 등 일 것이어서, 緯度로 보아 조금 남쪽이기는 하나 光州의 氣象資料를 利用해서 智異山地의 推定值를 算出해 보고자 한다. 山地氣候의 研究에 따르면²⁴⁾ 低地에서는 乾燥斷熱減率(dry adiabatic lapse rate)에 따라 氣溫이 낮아지나 凝結高度(condensation level) 이상에서는 潛熱의 放出에 따라서 濕潤斷熱減率(wet adiabatic lapse rate)에 따라 낮아진다. 凝結高度는 季節에 따라 다를 것이나 日本 등지에서의 研究에 따르면 山地에서의 年平均氣溫減率은 0.56~0.62°C/100m이고, 地面 · 地中溫度의 減率은 이보다 조금 작다. 그리고 風向에 따라서 北向일 때가 南向의 경우보다 減率이 크다. 위의 點들을 고려해서 海拔高度 1600

m에서 氣溫의 경우 夏季(5, 6, 7, 8, 9, 10月)에는 0.5°C/100m. 冬季(11, 12, 1, 2, 3, 4月)에는 0.6°C/100m의 斷熱減率을, 地面 · 地中溫度에는 夏季에 0.4°C/100m. 冬季에 0.5°C/100m의 減率을 적용해서 推定한 것이 表 3이다²⁵⁾.

이 表를 보면 1600m高度[대체로 細石의 海拔高度]에서는 年平均氣溫이 4°C내외이며 11, 12, 1, 2, 3月の 5個月의 月平均氣溫이 零下이고 月平均氣溫 10°C이상의 달이 6, 7, 8, 9月の 4個月이다. 地面溫度는 12, 1, 2, 3月の 4個月이 零下이며 地中溫度는 地表下 0.1m 깊이에서는 역시 12, 1, 2, 3, 月の 4個月이 零下이나 1m 깊이에서는 3個月이 零下로서 太陽輻射熱의 影響이 地表에서 깊이 들어감에 따라서 작아짐을 나타낸다. 斜面의 向(slope aspects or orientations) · 植生 · 氣流의 移動方向 · 氣溫의 逆轉 등에 따라서 局地的인 變化가 있겠지만 智異山地의 1600m高度 이상에서는 4~5個月 동안 地表面이 凍結될 것이므로 이에 따른 寒冷地形이 現在에도 發達하고 있을 것으로 推定된다.

智異山地의 森林分布²⁶⁾는 海拔高度 1300~1400

23) 愼鏞華 · 姜逢春, 1969, “智異山 및 白雲山附近의 森林土壤에 關한 調查研究,” 農事試驗研究報告, 第12輯, 第3卷, pp. 31-43.

24) Yoshino, Masatoshi, M., 1975, *Climate in a Small Area*, Univ. of Tokyo Press, pp. 189-201.

25) 光州測候所가 海拔高度 70.9m에 위치하여 推定值는 1670.9m높이의 값이나, 1600m로 보아도 별 無理가 없을 것 같다.

26) 山崎次男, 1940, “花粉分析による朝鮮南部의 樹種變遷에 關する 考察,” 日本林學會誌, 第22卷, 第2號, pp. 73-85.

m가 溫·寒帶林의 境界로서 東西方向으로 山稜이 연속되어서 北斜面에서는 1300m高度가, 南斜面에서는 1400m가 그 限界가 된다. 低地에는 주로 소나무(*Pinus sp.*)와 졸참나무(*Quercus sp.*)의 溫帶林이며 1300~1400m이상의 高度에서는 亞寒帶針葉樹林인 구상나무(*Abies sp.*)와 가문비나무(*Picea sp.*)가 分布하여 盤若峰—天王峰을 연결하는 主稜線의 양측, 즉 智異山地의 最上部에 나타난다.

調査地域에서는 細石에 진달래·철쭉 등의 灌木이 分布하며 구상나무 가문비나무가 드문드문 있다(사진 1). 山崎次男²⁷⁾에 따르면 1700m高度 이상에서는 구상나무와 가문비나무의 純林이 있으며 帝釋峰에는 가문비나무가 우세하다고 하였으나, 現在 帝釋峰에는 대부분이 枯死木化하여 있다. 이는 1950年代末에 도벌을 감추기 위하여 일부러 放火해서 나타난 것이다²⁸⁾. 細石 岫대봉 아래의 南西斜面에는 1600m에서 1700m高度의 頂上까지 넓은 草原이 發達해 있다(사진 1).

3. 地形의 觀察과 同定

(1) 非對稱斜面

細石은 北斜面이 37°[1450m에서 1600m高度까지]의 急傾斜이나, 南斜面은 7.5°[1450m에서 1600m高度까지]의 緩傾斜面으로 非對稱的이다

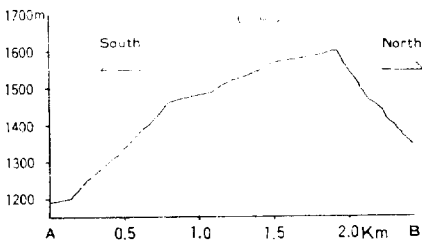


그림 3 細石의 斷面圖
(A, B는 그림 2 참조)

(그림 3). 非對稱山稜(asymmetrical ridge)이란²⁹⁾ 橫斷面形이 非對稱을 이루는 山稜을 말하는데 그成因으로는 ① 地質構造의 差異나 ② 斜面에 따른 小氣候의 差에 의해서 形成된다. 日本 北Alps山脈은 南北方向의 山脈인데 西斜面이 緩傾斜이며, 東斜面이 急傾斜이다. 金子史郎³⁰⁾은 ①의 경우를 강조하여 東斜面은 N30°~40°E와 N40°~50°W[경사 70~90°]의 교차하는 節理에 多雪에 따른 水分의 공급과 凍結에 의한 frost wedging으로 機械的風化가 활발히 작용하여 急崖가 만들어졌으나, 西斜面은 N20°~40°W의 緩斜節理와 밀접히 관련되면서 과거의 地形을 계승하여 面積的인 形態로 岩屑의 제거가 이루어져 浸蝕이 과급되지 않은 일종의 과거 형태를 나타낸다고 하였다. 이에 대해서 小林國夫^{31),32)}는 ②의 경우를 강조하여 積雪樣狀의 差에 의해서 東斜面은 눈이 많이 쌓이고 더 긴期間 남아서 氷期의 Kar 斜面에 따른 急傾斜面이나, 西斜面은 西風이나 北風의 積雪이 薄약하고 빨리 녹아서 形成된 周水河斜面으로 본래의 小起伏面이 solifluction이 탈월했던 시대를 지나 현재 이를 유지하여 緩傾斜面을 나타낸다고 하였다.

細石의 경우에는 地質概觀에서 본 바와 같이 靈神峰 북서쪽 0.5km에 N40°E, 70NW의 正斷層이 있는 것 밖에는 節理의 差異 등은 찾아볼 수 없어서 南北兩斜面에서의 小氣候의 差異가 영향주었으리라 생각된다. 겨울철에는 現地調査를 하지 못해서 積雪 등의 差異는 알 수 없고 北斜面이 森林으로 덮여 있어서 자세한 地形觀察을 못하였으나 다음 항목에서 보는 바와 같이 周水河地形은 南斜面에 많아서, 細石의 경우에는 바람의지(lee ward) 斜面에 緩傾斜面이 나타나고 있는 것이 日本 Alps의 例와 다르다. 細石은 非對稱山稜보다는 非對稱斜面으로, 中部地方에 分布하는 古期削刺面³³⁾과 같은 類型의 地

27) 山崎次男, 1940, 前掲書, p. 23.

28) 韓鮮日報社, 1980, 前掲書, p. 69.

29) 小野有五, 1981, “非對稱山稜,” 地形學辭典, 二宮書店, 東京, p. 509.

30) 金子史郎, 1956, “後立山連峰北部の非對稱山稜,” 地理學評論, Vol. 29, No. 8, pp. 470-484.

31) 小林國夫, 1956, “日本アルプスの非對稱山稜,” 地理學評論, Vol. 29, No. 8, pp. 484-492.

32) Kobayashi, K. 1956, “Periglacial morphology in Japan,” *Biuletyn Peryglacjalny*, Vol. 4, pp. 15-36.

33) 金相昊, 1980, “韓半島의 地形形成과 地形發達序說,” 地理學研究, 第5輯, pp. 1-15.

形이 智異山地에도 分布하여 小氣候의 差異에 의해서 非對稱化한 것으로 보여진다. 이는 智異山地 主稜線에 1400~1800m 高度의 平頂峰들이 많이 分布하는 것으로 보아 推定이 가능하다.

南斜面이 緩傾斜面이 된 것은 亞寒帶針葉樹林의 分布가 南北斜面에서 100m 高度의 차이를 나타내는 것에서 알 수 있는 바와 같이 南斜面이 北斜面에 비해서 日射量이 많아 凍結·融解의 反復이 빈번하여 岩屑의 生産이 많고 이들이 solifluction 등에 의한 面的削剝(denudation)에 의해서 低下된 것으로 보여진다. 이런 例는 Turkey의 Taurus 山脈에서 報告되고 있는데³⁴⁾ 北斜面은 氷河浸蝕斜面으로 急崖가 있으나, 南斜面은 solifluction에 의한 緩傾斜面이다.

(2) Cryoplanation terrace 와 Solifluction 堆積物

細石의 南東쪽 斜面인 춧대봉 밑에는 1700~1650m, 1650~1600m 高度의 2段의 緩傾斜地가 發達해 있고 後述하는 바와 같이 稜線에 tor나 基盤岩이 露出하여 있으며 斜面의 頂부분에 blockfield가, 중간에 earth hummock 등이 있다.

細石山莊에서 춧대봉에 이르는 登山路 옆의 開析谷에서 이 緩傾斜面을 이루는 堆積物의 露頭(사진 3)을 觀察할 수 있었다. 層厚는 1m이고 地表에서 10cm까지는 솔이끼(*Polytrichum Commune*)와 실새풀(*Calamagrostis sp.*)의 뿌리가 많고 直徑 10cm 정도의 片麻岩角礫이 線狀으로 치밀하게 배열되어 있으며, 그 밑의 나머지 부분에는 여러가지 크기의 角礫이 그 長軸을 斜面의 傾斜방향과 같이하여 많은 silt質의 細粒物 質속에 섞여 있는데 sorting·bedding은 아주 불량했다. solifluction 堆積物의 특징은^{35), 36), 37)} ① 傾斜方向에 따라 礫의 長軸이 배열되고 ② 角礫

이며 ③ 치밀한 조직이 아니고(loose texture) ④ sorting·bedding이 不良한 것인데, 특히 ①을 Büdel, J.는 “oriented along shear plane”이라하여 中部 Europe의 化石solifluction堆積物의 重要특징으로 記述하고 있으며, Galloway, R.는 “down-slope orientation”으로 표현하여 till과의 差異로 보고 있다. 위와 같이 보면 本露頭는 solifluction堆積物과 매우 유사하며 緩傾斜地에 있고 주변의 地形的 setting으로 보아 solifluction堆積物로 생각된다.

Demek, J.에 따르면³⁸⁾ cryoplanation terrace는 cryogene process에 의해서 발달한 削剝地形으로 ① 永久的 또는 일시적인 雪田(snow patch) 주변에서 雪蝕(nivation)에 따른 凹地의 形成 ② 凍結風化에 따른 frost-riven cliff(or scarp) 및 tor의 形成과 약 7°경사의 terrace flat의 發達 ③ cliff의 平行後退와 terrace flat의 확대에 따라 2°미만의 cryoplanation summit flat가 形成되는 發達過程이다. ①에서 일시적인 雪田의 경우에는 夏節期에 기반암의 틈으로 融雪水가 들어가 凍結風化에 의해 block이 만들어지는데 춧대봉밑에는 다음 항목에서 보는 바와 같이 blockfield가 있고, ②의 과정에서 細粒物質이 많을 때는 solifluction이 terrace flat에서 잘 나타나는데 細石에는 前述한 바와 같이 solifluction堆積物이 緩傾斜地에 있으며 山稜에 tor가 있다.

이렇게 보면 細石은 cryoplanation terrace (altiplanation terrace)³⁹⁾로서 이의 發達에 의해서 前述한 非對稱斜面이 이루어졌고 그 緩傾斜地에 solifluction堆積物이 있다.

(3) Blockfield

細石 춧대봉 바로 밑의 1680m 高度에 直徑 1~

34) Wilhelmy, H. [谷岡武雄, 北野善憲 譯], 1980, 氣候地形學, 地人書房, 京都, pp.136-137.

35) Galloway, R., 1961, “Periglacial Phenomena in Scotland,” *Geografiska Annaler* XLIII. 3~4, pp.348-353.

36) Büdel, J. (Fisher, L. and Busche, D., trans.), 1982, *Climatic Geomorphology*, Princeton Univ. Press, pp.96-97.

37) 權純植, 1977, 前掲書, p.10.

38) Demek, J. 1969, “Cryogene Processes and the Development of Cryoplanation Terraces,” *Biuletyn Peryglacjalny*, Vol. 18, pp.115-125.

39) 이는 Eakin, H. M. (1916)의 用語이며, 독일이나 프랑스에서는 Goletz terrace(Goletzterrasse, replats goletz)라 한다[小野有五, 1981, 前掲書, p.156에 포함].

2m[最大 5m크기]의 片麻岩의 block이 드문드문 무질서하게 배치되어 있는데 이 斜面의 경사는 대략 7.5°이다(사진 4). 이곳에서 특히 잘 보이는 것은 草地이기 때문에 그 맞은편의 靈神峰 斜面에도 있으나 植生으로 가려져서 分布를 명확히 하기는 어렵다.

Norway北部 Narvik山地에서의 研究에 따르면⁴⁰⁾ blockfield나 blockstream은 경사 25°미만 지역에 집중분포하는 block이며, 25°이상지역의 것은 talus로 구분된다. blockfield의 分布地는 緩傾斜의 山腹이나 山頂·低地이며 block物質의 起源은 凍結破碎作用(frost shattering)에 의한 것·erratic이나 till起源 및 深層風化에 의한 核石(core stone)이다⁴¹⁾. 이때 後者는 角져있지 않고 둥근 것으로 block보다는 boulder로 불러야 할 것이다. 특히 山頂에 boulder가 있을 때는 mountain-top detritus라 하며 Dahl, R. 는 Norway西部山地에서 boulder가 둥글며 粘土鑛物이 存在하는 것으로 보아 이를 第三紀의 深層風化產物로 보고 있다. Narvik山地에서는 blockfield의 下位限界高度가 1140~1220m이며 露出地에서 낮의 岩石表面溫度가 20°C 이상이나 밤에는 露下로 떨어져서, 그 起源을 後氷期の 周氷河氣候에 의한 것과 氷期の erratic으로 보고 있다.

춧대봉 아래의 block은 角져있기 때문에 mountain-top detritus로는 볼 수 없으나, 前述한 바와 같이 細石의 原地形이 古期削剝面일 可能性이 크므로 core stone이 凍結破碎作用을 받아서 變化된 것도 있을 것이다. 현재 이들은 植生으로 완전히 被覆되어 固定되어 있기 때문에 現成은 아니어서 과거에 周氷河環境下의 blockfield이다.

(4) Tor

細石의 東·西·北側의 山稜과 細石에서 烟霞

峰에 이르는 山稜, 烟霞峰의 南斜面 및 帝釋峰의 北西斜面에는 地面에 突出해 있는 塔狀·塊狀의 基盤岩體가 많이 있다(사진 5 및 6). 특히 帝釋峰 北西山腹의 1700m高度에는 塔狀의 典型的인 것이 있다(사진 6). 岩種은 片麻岩이며 높이 6.1m, 폭 3.1m로, 직각으로 교차하는 節理가 많다. 南東向面의 하나의 block이 빠져 있고 주변은 완전히 植生으로 破覆되어 있으며 南東向面に 두개가, 北西向面에 한개의 砂岩質捕獲岩이 있다. 南東向面에는 약간의 이끼가 있고 밝은 色調를 띠나 北西向面에서는 이끼가 많고 어두운 색이다.

Dahl, R. 은⁴²⁾ Norway北部의 Narvik山地에서 높이 2~3m, 폭 4~6m의 基盤岩風化體에 대해서 報告하고 있다. 그에 따르면 tor의 成因은 1) Linton의 2 phases theory와 2) Wilhelmy의 3 phases theory가 있다. 2 phases theory는 ① 第三紀 및 第四紀 間氷期에 深層風化를 받은 후 ② 細粒物質이 寒冷期の solifluction 등에 의해 제거되어 未風化의 岩石核(the nuclei of the rocks)이 tor로 남게된다는 說明이다. 3 phases theory는 ① 節理 등의 틈에서 地面下風化(cryptogenic weathering)⁴³⁾가 이루어져 틈이 커지고 ② solifluction 등에 의해서 風化物質이 이동되어 tor가 露出되며 ③ 現世의 地面上風化(subaerial weathering)를 받아 tor가 파괴되고 있다는 것으로 ①②가 모두 周氷河環境아래서 이루어진다는 주장이다. Dahl은 深層風化產物이 存在할 때만 Linton의 2 phases theory는 支持될 수 있다하여 Wilhelmy의 說을 취하고 있다. French에 따르면⁴⁴⁾ Linton說의 tor는 'palaeo-tropical' tor로, Wilhelmy說의 것은 'palaeo-arctic' tor로 구분된다.

이렇게 보면 本地域의 塔狀·塊狀의 基盤岩體는 tor로서 古期削剝面의 變化로 나타난 palaeo-tropical tor도 있을것이나, 前述한 바와 같이 細

40) Dahl, R., 1966, "Blockfield, Weathering pits and Tor-like forms in the Narvik mountains, Nordland, Norway," *Geografiska Annaler* 48A. 2, pp. 55-85.

41) 이는 Penck, W. (1924)의 見解이다[小野有五, 1981, 前掲書, p. 111에 引함].

42) Dahl, 1966, 前掲書, pp. 78-82.

43) crypto—는 '潛在의', '숨은'의 뜻.

44) French, 1976, 前掲書, pp. 231-234.

石에 solifluction堆積物 blockfield등의 周氷河環境의 증거가 있어서 帝釋峰에서와 같은 角져 있는 tor(사진 6)는 palaeoarctic tor이다.

(5) Tafoni와 Gnamma

細石의 靈神峰 주변, 細石—장터목사이 및 帝釋峰의 基盤岩과 tor에는 風化穴이 많다. 이들 風化穴은 1) 側面に 있는 것과 2) 上部의 平坦面에 있는 것으로 나눌 수 있다. 側面的 것은 ① 同質岩石에 발달한 것 ② 捕獲岩에 발달한 것 ③ 母岩과 捕獲岩사이가 風化되어 捕獲岩이 빠진 것(사진 7)의 세가지형이다. ①, ②는 소규모이나 ③은 길이 70cm, 폭 30cm, 깊이 8cm이다. 上部의 平坦面에 나타나는 風化穴은 帝釋峰에 가장 많고 큰데(사진 8), 최대의 것은 폭 50cm, 깊이 15cm로 타원형 3개가 복합되어 있다.

tafoni는 Corsica의 예를 보고 Penck, A. (1894)가 포괄적으로 붙인 用語(generic term)인데⁴⁵⁾ 크기는 多樣하며 側面に 나타나는 것(side tafoni)과 基底部에 나타나는 것(basal tafoni)이 있다. tafoni는 熱帶와 亞熱帶의 半乾燥地域에 가장 많이 分布하나, 소규모의 것은 寒帶沙漠에서도 나타난다.

gnamma는 Australia原住民의 方言으로 “구멍”을 意味하며 花崗岩質岩石의 平坦面·inselberg 上面 등에 형성된 圓形的 凹地로⁴⁶⁾, Australia의 半乾燥地域에서 많이 報告되나, 極地에도 分布한다⁴⁷⁾. 筆者가 직접 확인하지는 못하였으나 全南 靈岩 月出山の 九井峰(738m)의 것⁴⁸⁾과 같이, 우리나라에서는 山頂의 花崗岩質岩石에 gnamma와 유사한 凹地가 많은 것 같다. 그런데 全南 康津에서는 이를 “가마솥바위”라 부른다. Dahl, R.⁴⁹⁾은 이를 weathering pit라 부르면서

그 分布를 ① 여러 氣候帶의 岩石露頭나 boulder에 나타나는 것 ② 熱帶나 亞熱帶의 花崗岩 inselberg에서 化學的 風化에 의해서 발달하는 것 ③ 中緯度高山地의 平坦面이나 tor의 上面에 나타나는 것 ④ 更新世의 周氷河環境下에서 形成된 것으로 나누고 있다. Dahl, R.은 그 形成作用으로는 水和作用(hydration)등의 化學的 風化作用, 凍結·融解의 反復 등을 들면서 Norway의 Narvik山地에서는 이끼가 끼여 있는 南斜面의 blockfield地域에서 가장 잘 나타나고 있음을 지적하였다. 그리하여 그는 南斜面에서 凍結融解의 反復回數가 많고 낮에 암석의 表面溫度가 높게 올라감을 들어서〔여름에는 40°C까지 기록됨〕周氷河環境下의 起源도 있음을 명백히 하고 있다.

以上을 通해서 볼 때, 本地域의 風化穴은 上面의 것은 gnamma(또는 weathering pit), 側面的 것은 tafoni라 할 수 있으나, tafoni는 捕獲岩이 빠진 것을 제외하면 우리나라 丘陵地 등의 boulder나 基盤岩에 나타나는 것에 비해서 훨씬 그 규모가 작다⁵⁰⁾. 그런데 全北 鎭安郡의 馬耳山(673m와 667m) 南斜面의 tafoni를 凍結融解作用 등에 의한 周氷河環境下의 產物로 본 研究報告도 있다⁵¹⁾.

(6) 瘤狀構造土(Earth Hummock)와 Turf Bank

細石의 춧대봉斜面和 靈神峰斜면에는 세가지 形態의 earth mound가 있다. 춧대봉 斜面에서 草原과 灌木林의 점이시대인 1600~1650m高度에는 폭 30cm, 높이 30cm의 半球型 및 같은 높이이나 폭이 100cm인 타원형(사진 9)[이상의 것을 earth mound [이라 함]과, 등고선방향에

45) Jennings, J. N., 1968, "TAFONI," *The Encyclopedia of Geomorphology*, Reinhold, New York, pp. 1103-1104.

46) 赤木祥彦, 1981, "グナマ," 前掲書 29), p. 153.

47) Twidale, C. R., 1969, "GRANITE LANDFORMS," 前掲書 45), pp. 488-492.

48) 朝鮮日報社, 1981, 山 4月號(138號), pp. 26-28.

49) Dahl, 1966, 前掲書, pp. 73-78.

50) 南原郡 山內面(그림 1의 최상단 중앙) 山內中學 앞의 도로변에는 350m高度의 丘陵의 基盤岩體나 boulder에는 폭 80cm, 길이 75cm, 깊이 17cm의 것 등, 많은 tafoni가 있다.

51) 池田碩, 姜龍錫, 1981, "韓國·全州東部の馬耳山にみられるタフオニ地形," 奈良大學紀要, 第10輯, pp. 57-68.

하여 폭 50cm, 높이 15cm의 線狀으로 나타나는 條線型(사진 10)[이를 earth mound II라 함]이 있다. 靈神峰斜面 1550m高度의 草原과 灌木林 사이에는 폭 60cm, 높이 40cm의 오뚝이꼴이나 圓筒型(사진 11)[이를 earth mound III이라 함]이 있다.

earth mound I 과 II의 表面에는 솔이끼가 자라고 있으나 earth mound III에는 실새풀이 生長하고 있다. earth mound I 과 II는 表面에서 3cm 깊이까지의 솔이끼이며 그 밑 10cm가 黑褐色(7.5YR 3/1)의 humus mantle로 솔이끼 뿌리가 매우 많고, 그 밑은 暗褐色(7.5YR 3/4)의 silt loam質의 鑛物質土壤(mineral soil)이다(사진 12). 이처럼 13cm두께가 O₁~A₁層이어서 밟으면 쿠션처럼 포근하다. earth mound II는 20개의 條線이 각각 180cm 길이로 연장되면서 등고선방향을 따라서 同心圓을 이룬다. earth mound I 과 II의 사이에 直徑 50~100cm의 block이 5~6個가 쌓여 있는 더미(block heap)가 무질서하게 다섯더미가 있다(사진 10). 이 block 더미옆에도 이를 둘러싸고 earth mound가 이루어져 있다. earth mound III의 내부는 暗褐色(7.5YR 3/4)의 silt loam質의 鑛物質土壤으로 되어있는데 여기에 적갈색의 고동털개미(*Lasius niger*)가 棲息하고 있다.

Lundqvist에 따르면⁵²⁾ earth mound나 ice mound에는 pingo·palsa·earth hummock·frozen peat hummock이 있는데, 構成物質이 有機質 및 鑛物質土壤만으로 이루어진 것은 earth hummock뿐이다. 나머지는 얼음과 토양 또는 土炭으로 구성된다. earth hummock는 폭 130cm, 높이 100cm 정도로 平坦地에 集中分布하며 斜面에서는 그 형태가 변화된다. 그 內部는 두

꺼운 humus mantle이나 細粒質의 鑛物質土壤이며 植被(vegetation cover)가 mound를 유지한다. 보호하는 植被가 없는 경우에 mound는 곧 파괴되며 permafrost와는 無關하게 森林限界線에서 密集植生帶(coherent vegetation zone)까지 分布한다.

earth mound I은 시계접시를 덮어 놓은 것 같은 모양의 것도 있어서(사진 9) 外形上 高層濕原⁵³⁾[또는 高位泥炭(Hoch moor)]⁵⁴⁾과 유사하다. 高層濕原은 해마다 枯死하는 植物의 遺體가 低溫과 過濕으로 잘 分解되지 못해서 土炭이 된 것이다. 앞에서의 “高層”, “高位”는 地理的 高距의 意味가 아니라, 地下水面에 대한 土炭地 表面의 位置關係를 나타낸다. 이처럼 土炭은 不完全分解된 植物遺體가 堆積된 것이나, earth mound I은 前述한 바와 같이 表層은 humus mantle이나 下層은 鑛物質土壤이어서 이를 高層濕原으로 보기는 어렵다. 그러나 山崎次男⁵⁵⁾는 細石의 草地의 大略 中央을 흐르는 작은 溪谷淵(1632m高度 부근)의 10m²의 좁은 面積에서 물이끼 土炭을 發見·採取하였으므로, 일부는 그 存在와 發達이 地形에 지배되어 形成된 地形性 土炭(topogenous peat)⁵⁶⁾일 것이다. 그런데 高層濕原으로는 江原道 麟蹄의 大岩山(1316m, 38°20'N)의 1300m高度에서 물이끼(*spagnum*)로 이루어진 90cm 두께의 土炭層이 報告되고 있다⁵⁷⁾.

Büdel에 따르면⁵⁸⁾ 傾斜地에서 植被는 線狀으로 分裂되는데, 그는 이를 horizontal stripes라 하였다. 이에 의해서 高山地에서 이루어진 것이 turf bank(Rasenwüste)이며, Troll, C. (1944)⁵⁹⁾는 이를 High Alps(2300m高度)에서 發見하였는데 地表에는 잔디가 있고 A₁層은 암

52) Lundgrist, J., 1969, "Earth and Ice mounds; A Terminological discussion," *Periglacial Processes*(King, C. A. M. ed.), Dowden, Hutchinson & Ross, Strousburg, pp. 135-147.

53) 金遵敏, 1973, 韓國植物의 生態, 電波科學社, 서울, pp. 139-141.

54) 阪口豊, 1974, 泥炭地의 地學, 東京大學出版會, pp. 1-13.

55) 山崎次男, 1940, 前掲書, p. 74.

56) 阪口豊, 1974, 前掲書, pp. 4-5.

57) 金遵敏, 1973, 前掲書, pp. 139-141.

58) Büdel, 1982, 前掲書, pp. 110-111.

59) Troll, C. 1944, "Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde," *Klimaheft Geologische Rundschau* V. 34, pp. 545-694. 이는 筆者가 직접 참조하지 못하였고 前掲書 58)에서 引用.

흑색이며 humus가 많고 A₂층은 灰白色의 모래이다. turf bank는 horizontal solifluction terrace를 만들며 극단적으로는 cryoplanation terrace를 만든다.

이렇게 보면 earth mound I은 earth hummock이며 earth mound II는 turf bank로 同定된다. earth mound III은 다른 earth mound들과 植被가 다르다. 그 내부에 고동털개미가 集中棲息하며 그 形態가 다르고 狹대봉斜面(南西向)보다는 보다 乾燥한 靈神峰斜面(南東向)에 集中分布하여 earth hummock의 變形으로 보이는데 그의 成因에 對해서는 다음項에서 다루고자 한다.

4. 綜合考察

(1) 形成環境

earth hummock는 植物被覆(草本植物)으로 덮인 微粒堆積物의 地表面에서 물질의 分級現象을 수반하지 않고 群集으로 나타나서 마치 묘지를 축소시켜 놓은 것처럼 보이는데, tundra에 많아 무더무더 자라는 tundra의 일부 植生の 生態와 밀접한 關係하에서 발생한다고 알려져 있다. 즉 겨울에 凍結이 시작될 때 植生이 덮이지 않은 부분의 鑛物性 土壤은 熱의 전도율이 높아서 비교적 빨리 동결·팽창하면서 사방으로 확장되며 이와 동시에 융해상태에 있는 植生 밑의 토양은 위로 밀려올려진다⁶⁰⁾. Lundqvist, J.의 說明⁶¹⁾도 이와 같다. 그에 따르면 토양의 상승이 계속되어 mound가 높아져서 mound自體도 얼게 되면, mound는 더 이상 커지지 않고 固定된다. 固定된 earth hummock는 보호하는 植被가 없을 경우에는 비나 눈에 의해서 곧 파괴된다. 다른 形成作用의 說明으로는 hummocky meadow (Buckelwiese)⁶²⁾의 成因을 들 수 있다. hum-

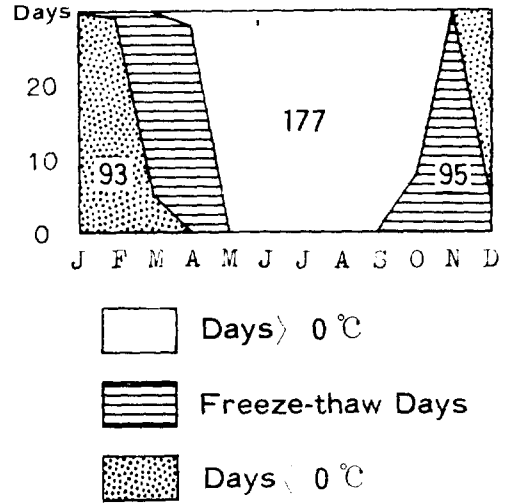


그림 4 智異山地의 1600m高度에서의 推定霜交日數圖

光州의 1日最高·最低氣溫으로부터 推定. 無霜日은 1日中 最高氣溫과 最低氣溫이 모두 0°C이상에 속하는 日數(Days>0°C)를, 霜交日은 最高氣溫은 0°C이상이나 最低氣溫은 0°C이하의 日數(Freeze-thaw days), 氷結日은 最高·最低氣溫이 모두 0°C이하의 日數(Days<0°C)를 나타냄. J. F. M.은 各月을 나타냄.

mocky meadow는 東部 Alps의 1950m高度의 石灰質의 moraine上的 草地에 나타나는 폭 0.8~3m, 높이 0.5~1m의 mound이다. 이는 石灰質의 溶蝕으로 주변이 낮아져서 본래의 地表面이 相對的으로 높게 남아 mound化한 것이나, 細石은 片麻岩地域이어서 이에 따를 수 없다.

光州의 日別最高·最低氣溫을 前述한 氣候概觀에서와 같이 冬·夏季에 斷熱減率을 적용한 후, 金道貞教授의 방법⁶³⁾으로 1600m高度에서 推定하여 그린 것이 그림 4의 霜交日數圖이다. 이에 의하면 細石에서의 氷結日은 93日·霜交日이 95日·無霜日이 177日로, 氷結日은 earth hummock의 代表的 分布地인 Iceland의 Akureyri보다 오히려 많다⁶⁴⁾. earth hummock分布地의 年

60) 이상은 權赫在, 1980, 地形學(新版), 法文社, 서울, pp.255-256에서 引用.

61) Lundqvist, 1969, 前掲書, pp.143-144.

62) Gračanin, Z., 1971, "Age and Development of the Hummocky meadow (Buckelwiese) in the Lechtaler Alps(Austria)," *Paleopedology*(Yaalon, D. H., ed.), Israel Univ. Press, Jerusalem, pp.117-128.

63) 金道貞, 1973, 前掲書, p.3.

64) 金道貞, 1970, 前掲書, p.5. 이에 따르면 Iceland Akureyri는 氷結日 52日·霜交日 94日·無霜日 219日.

平均氣溫은 日本의 경우⁶⁵⁾에는 6°C 이하이며 Sweden⁶⁶⁾에서는 5°C 이하인데, 細石의 1600m 高度에서의 推定年平均氣溫은 4.3°C이다(表 3). 이렇게 볼 때, 細石의 earth hummock는 현재의 氣候條件과 合致된다.

Yamauchi와 Hayashida⁶⁷⁾에 따르면 고동털 개미는 韓半島全域·日本의 本土·Taiwan·南部 Kurile 등의 東部 Asia, Europe, 北部 Africa, 美國의 태평양북서 연안지방에 分布하고, 北海道에서는 개미最優占種(the most dominant ant species)이 30cm 높이의 earth mound를 만들고 있음이 觀察되었다. 그러나 細石에서는 earth mound III에 고동털개미가 棲息하여 그 mound의 형태가 오목이끼이나 圓筒型으로, earth mound I과 다르다. 동시에 earth mound III의 表面에는 실새풀이 生長하고 있어서 솔이끼가 자라는 earth mound I이나 II와는 다르다. 그런데 솔이끼는 陽地의 粘土質土의 濕原에 群生하고⁶⁸⁾, 실새풀은 山野의 林間草地에 자란다⁶⁹⁾. earth hummock의 形成中에는 土壤錯亂(soil disturbance)이 심하여 개미棲息地가 파괴될 것이므로, earth hummock이 일단 固定되고 그 내부가 보다 乾燥하여진 후 고동털개미가 棲息하면서 earth mound III으로 變形되었을 것으로 생각된다. 이상을 종합해보면 earth mound III은 earth hummock의 變形이다.

細石의 earth hummock는 後述하는 熱帶黑色土(tirs soils)와 유사하게 보이는 細粒質의 土壤·群生하는 솔이끼와 긴 氷結日과 霜交日(그 合計가 188日)의 영향으로 이루어지고 있는 現成地

形이다.

turf bank는 형태만 다르고 그成因은 同一하며 現成地形으로 earth hummock보다는 傾斜가 큰 곳에 발달하여, 冬季에 季節的 및 日周의 solifluction⁷⁰⁾도 영향을 주었을 것이다. 즉, 솔이끼가 등고선방향에 따라서 分裂·成長하면서 條線形이 이루어지고 條線 전체가 solifluction으로 이동하면서 여러개의 條線이 이루어진 것으로 보인다.

그러면 現成의 earth hummock와 turf bank가 分布하는 細石은 現成周氷河地域인가? 周氷河地域의 定義⁷¹⁾로는 ① 凍結融解日數로 본 氣候의 定義 ② permafrost의 分布地 ③ 植生の 水平·垂直分布帶로 본 自然景觀上의 定義 ④ 凍結風化作用이 탁월한 地域으로서의 地形形成作用에 따른 定義가 있다. ②가 가장 엄밀한 것이기는 하나 化石凍土層도 있고 熱帶高山처럼 凍土層이 없는 周氷河地域도 있다. 따라서 ①, ③, ④를 結合시켜 周氷河地域이란 “氣候的 條件으로 植生の 生育이 미약하여 凍結融解作用이 地形形成作用으로 有效하게 作用하는 帶(zone)”⁷²⁾라 定義할 수 있겠고, 概略的으로는 森林限界線(timber line 또는 tree line)과 雪線(snow line) 사이로 限定할 수 있다⁷³⁾.

Demek는 白頭山(42°N)에서의 현재의 森林限界線을 2000m 高度로 보고 있으며⁷⁴⁾, 冠帽峰(2541m, 41°40'N)에서는 2200m 高度에 그 어진다. 엄밀한 意味에서 高山帶란 森林限界線以上으로, 南韓에는 2000m 高度이상의 山이 없으므로 高山帶는 없다⁷⁶⁾. 森林限界線은 最暖月平均氣溫 10°C線과 거의 일치하는데⁷⁷⁾, 智

65) 小崎尙, 1974, “凍結·融解作用がつくる微地形—日本の構造土,” 科學, Vol. 44, No. 11, pp.708-712.

66) Lundqvist, 1969, 前掲書, p.143.

67) Yamauchi, K. and Hayashida, K., 1970, “Taxonomic Studies on the Genus *Lasius* in Hokkaido, with Ethological and Ecological Notes(Formicidae, Hymenoptera). II. The Subgenus *Lasius*,” *The Journal of the Faculty of Science Hokkaido Univ. Series N, Zoology*, Vol. 17, No.3, pp.501-519.

68) 岩月善之助 外, 1975, 原色 日本蘇苔類圖鑑, 保育社, 大阪, p.44.

69) 鄭台鉉, 1974, 韓國植物圖鑑, 理文社, 서울, p.870.

70) 金道貞, 1973, 前掲書, p.7.

71) 小泉武榮, 1973, “構造土限界線について,” 地理學評論, Vol. 46, No. 9, pp.618-624.

72) 小泉武榮, 1973, 前掲書, p.620.에서 引用. ‘氣候的 條件으로’는 筆者가 追加.

73) French, 1976, 前掲書, p.3.

74) Demek, 1972, 前掲書, p.29.

75) Demek, 1973, 前掲書, p.61.

76) 金邊敏, 1973, 前掲書, p.12.

77) 金邊敏, 上掲書, p.24.

異山地 1600m高度의 推定氣溫(表 3)은 6, 7, 8, 9月の 4個月이 10°C이상이다.

이렇게 볼 때 細石은 現成周氷河地域은 아니며, 여기에서 현재 형성되고 있는 earth hummock와 turf bank는 “周氷河現象”으로 나타나는 extrazonal한 地形이다. 小泉武榮⁷⁸⁾에 따르면 이는 凍結融解日數가 많은 草地 또는 裸地の 稜線부근에 잘 나타나서 “山頂現象”이라 한다.

tafoni는 신선한 面이 露出되고 있어서 현재에도 바람의 영향을 받고있을 것으로 보인다. gnamma는 南斜面에서 節理에 따라 많이 나타나고 있어서 節理에서 水分의 영향으로 化學的 風化作用이 이루어지고 凍結融解作用이 加하여져서 발달하였을 것이다. 일부 gnamma의 내부에는 신선한 암석의 粒子(grus)가 있어서 현재에도 변화받고 있음을 나타낸다.

따라서 本地域에서의 現成地形은 earth hummock와 turf bank이며, 化石地形은 cryoplanation terrace와 solifluction堆積物·blockfield 및 tor이고, tafoni와 gnamma는 현재 變化받고 있다.

Smith⁷⁹⁾는 周氷河地形으로 ice wedge·solifluction堆積物·blockfield와 그에 關連된 地形·involution·patterend ground·earth hummock 및 固定된 talus 등을 들고, Embleton과 King⁸⁰⁾은 cryoplanation과 tor 등을 追加시키고 있다. 이에 本地域의 cryoplanation terrace·solifluction堆積物·block field·tor 등의 化石地形은 周氷河地形이나, tafoni와 gnamma는 周氷河地形만으로 규정지을 수 없다.

그렇다면 다른 周氷河地形은 殘存하고 있는데

地表에서 잘 觀察될 수 있는 patterned ground는 왜 확인되지 않을까? 細石의 灌木林 사이에는 直徑 50~60cm의 角礫이 모여있어서 약간은 patterned ground와 유사하였으나 patterned ground로 同定하기는 어려웠다. Clark은⁸¹⁾ Appalachia山地에서 patterned ground 주변의 礫이 97cm直徑까지 이르는 化石地形을 報告하고 있어서 礫의 크기는 문제가 되지 않으나 그 배열이 문제이다. 따라서 이곳에는 patterned ground가 있었다고 해도 細粒物質이 移動하면서 礫의 배열이 바뀌고, 植生の 번성으로 은폐되었을 것이다. 쫓대봉아래의 blockfield에서도 block은 드문드문 分布되어 있고(사진 4), earth hummock와 turf bank 사이의 block더미(사진 10)로 보아도 細粒物質의 移動은 충분히 推定할 수 있다.

細石의 土壤은 暗褐色의 有機質土가 많아서 열대저지의 10~15%를 덮고 있는 熱帶黑色土⁸²⁾(tirs soils)⁸³⁾와 유사한 점도 있다. 智異山地의 古期削剝面의 存在와 關連시켜 볼 때, 細石에 熱帶黑色土가 殘存할 가능성은 크다. Büdel⁸⁴⁾에 따르면 이 토양에는 Kaolinite보다는 montmorillonite나 illite가 많아 粘土鑛物의 調査가 필요하다. 만약 細石의 일부 토양이 熱帶黑色土로 同定된다면, 이는 周氷河環境以前の 熱帶氣候를 指示할 것이며, 일부의 tor와 gnamma 등은 그때 形成되었을 것이다.

(2) 形成時期

本地域에서의 周氷河地形의 形成時期를 分明히 하기는 어렵다. 細石에서 15cm의 層厚를 나

78) 小泉武榮, 1973, 前掲書, p. 622.

79) Smith, H. T. U., 1949, “Physical Effects of Pleistocene Climatic Changes in Nonglaciated Areas: Eolian Phenomena, Frost Action and Stream Terracing,” *Bulletin of the Geol. Soc. of America*, Vol. 60, pp. 1485-1516.

80) Embleton, C. and King, C. A. M., 1975, *Periglacial Geomorphology*, Edward Arnold, London, pp. 159-177.

81) Clark, G. M., 1968, “Sorted Patterned Ground: New Appalachian Localities, South of the Glacial Border,” *Science*, Vol. 161, pp. 355-356.

82) 永塚鎮男, 1981, “熱帶黑色土(壤),” 前掲書 29), p. 480.

83) Büdel, 1982, 前掲書, p. 128. 그에 따르면, 인도에서는 “regur,” Ethiopia에서는 “grumusol” 또는 “black highland soil”이라고 한다. regur는 Deccan의 etchplain에서 lotosol다음으로 많으나, 결코 현무암에 국한되지 않는다. 이 토양위에서 乾期에 나타나는 열대 및 아열대의 構造土가 “gilgai”이다.

84) Büdel, 1982, 前掲書, p. 128.

타내는 물이끼土炭의 下部에서⁸⁵⁾ 구상나무와 가문비나무의 花粉이 表層보다 많은 경향을 나타내서 土炭의 發生初에는 현재보다 다소 氣溫이 낮았다는 推定이 가능하나, 年代에 關한 資料가 없다. 구상나무 등의 花粉이 나타나는 것은 벌써 植生の 번성을 나타내서 이 土炭은 後冰期以來의 것일 것이다. 그러나 前述한 化石周氷河地形은 最終冰期の 氣候狀態를 나타낼 것이므로, 그들의 形成時期는 Würm冰期로 推定된다. 日本 Alps山脈의 中部⁸⁶⁾에서도 化石周氷河斜面的 形成時期는 Würm冰期後半으로 보고 있다.

金道貞 教授는 漢拏山에서 earth hummock 등의 分布下限界線이 1800~1850m高度를 나타내어[이들을 現成周氷河地形으로 봄]⁸⁷⁾ 冰期때의 중위도지방의 기온하강을 8~12°C로 간주한다면 600~800m이상의 高度는 冰期때 周氷河地域이었을 것이라고 推定하고 있다. 그러나 前述한 바와 같이 細石의 1550~1650m高度에 分布하는 earth hummock와 turf bank는 山頂現象으로 나타난 extrazonal한 地形이므로, 여기에 현재와 비교한 冰期때의 氣溫下降值나 植生の 垂直分布帶의 低下值를 적용하여 南韓에서의 冰期때의 周氷河環境의 高距限界를 명확히 하기는 어렵다. 이를 위해서는 化石周氷河地形의 精確한 同定을 통해서 그 範圍를 追跡할 수 밖에 없다. 그런데 赤木祥彦⁸⁸⁾는 韓國에 있어서 Würm 冰期の 周氷河地形이 海面에 가까운 高度까지 低下한 것이 아닐까 推定했다.

(3) 地形發達

以上을 통해 볼 때, 本地域의 地形發達は 다음과 같다.

① 現在の tor나 基盤岩의 頂部를 연결하는 高度부근에 古期削剝面이 存在하였고, 특히 細石에서는 1700m高度 부근에 그 地形面이 存在하였다. 細石의 일부 土壤이 熱帶黑色土로 同定된다면 이 古期削剝面은 熱帶氣候下에서 이루어졌

을 것이다.

② 最終冰期에 周氷河環境이 되어 凍結風化作用·凍結融解의 反復 등에 의해서 岩屑이 生産되고 이들이 solifluction 등에 의해서 移動되면서 일부의 tor가 露出되었고, 南斜面에서 일부의 gnamma와 소규모의 tafoni가 만들어졌다.

細石의 경우에는 일시적인 雪田이 있었으며 그 주변에서 tor·blockfield가 이루어지고 cryoplanation terrace가 發達하여 南斜面이 緩傾斜인 非對稱斜面을 나타내게 되었다.

③ 現在는 바람의 作用에 의해서 tafoni가, 化學的風化로 gnamma가 變化받고 있다. 細石에서는 earth hummock 및 turf bank가 山頂現象으로 過去地形을 繼承하여 發達하고, 일단 固定된 것을 고동덜개미가 變形시키고 있다.

5. 結論과 問題點

以上の 地形觀察과 同定·綜合考察을 통하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 細石의 1550~1650m高度에는 細粒質의 土壤, 群生하는 솔이끼와 긴 氷結日·霜交日의 영향으로 現成의 earth hummock와 turf bank가 있다. 本研究地域에는 化石周氷河地形으로 cryoplanation terrace·solifluction堆積物·blockfield·tor가 分布하고, gnamma와 소규모의 tafoni는 變化받고 있다.

(2) 細石은 古期削剝面이 周氷河環境下의 일시적인 雪田주변에서 凍結風化와 南斜面의 빈번한 凍結·融解의 反復으로 岩屑이 生産되고, 이들이 solifluction에 의해서 移動되면서 denudation을 받아 非對稱斜面을 이루었다.

(3) 低地의 周氷河地形의 同定에서 ① solifluction堆積物의 경우에는 礫의 orientation에, ② blockfield에서는 岩屑의 生産여부와 斜面의 경사에, ③ tor의 경우에는 角져있느냐·둥그냐에 注意를 기울여야 한다.

85) 山崎次男, 1940, 前掲書, p. 85.

86) 小泉武榮, 柳町治, 1982, “木曾山脈主稜部における周氷河性岩屑生産,” 第四紀研究, Vol. 20, No. 4, pp. 281-287.

87) 金道貞, 1970, 前掲書, p. 8. []안은 筆者가 보충.

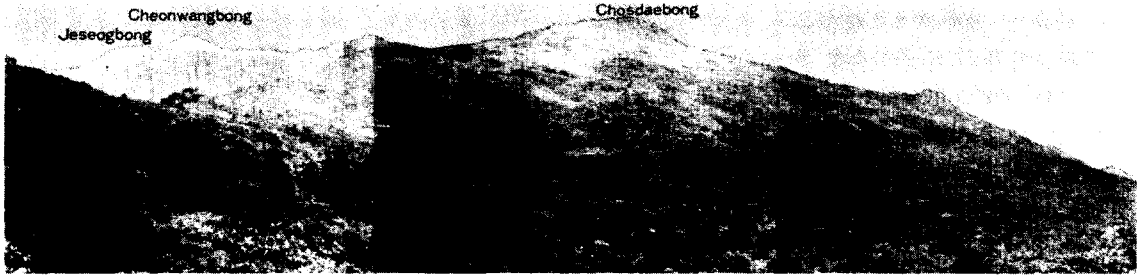
88) 赤木祥彦, 1978, “韓國における地形學研究の動向,” 地學雜誌, Vol. 87, No. 3(825), pp. 47-52.

우리나라의 周氷河環境을 보다 明確히 하기 위해서는 patterned ground의 確認 등, 다른 高山地에의 擴大調査가 필요하다. 이때는 表面을 파서 內부를 調査해야하고 斜面의 向에 따른 氣溫·地溫·積雪量의 差異 등, 小氣候의 觀測이 並行되어야 한다.

古期削剝面과 그에 관련될 것으로 보이는 細石의 暗褐色의 有機質土, 觀測 pole을 設置한 earth hummock 등에서의 變化에 대해서는 다음에 報告하고자 한다.

(謝辭: 本論文을 쓰는데 指導助言해주신 서울

大學校 社會大 地理學科의 金相昊先生님, 細石의 植生과 개미를 同定해주신 全北大學校 師大 生物教育科의 李炳助·朴勝太先生님과 高麗大學校 大學院 生物學科 動物學教室의 金兵珍先生, 많은 論文을 보내주신 日本福崗教育大學의 赤木祥彦先生과 서울大學校 師大 地理教育科의 金慶秋同學께 감사드린다. 그리고 本論文의 그림을 그려준 全北大學校 師大 地理教育科의 崔漢成助教, 踏査에 同行해준 全北大學校 師大 地理教育科의 學生들에게도 감사한다.)

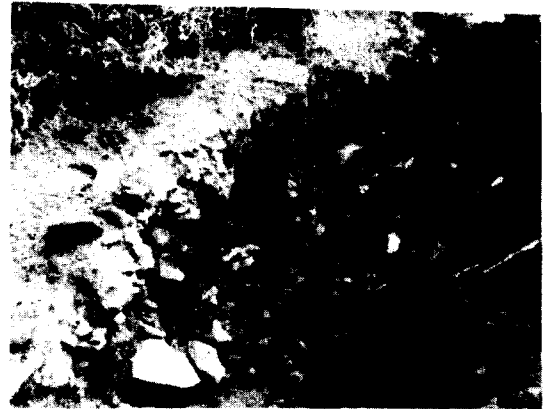


〈사진 1〉 靈神峰에서 본 研究地域

cryoplanation terrace, blockfield, tor가 보임. earth hummock는 촛대봉 밑의 초원·관목림의 접이 지대에 있음. 喬木은 구상나무와 가문비나무임(촬영: '82年 6月).



〈사진 2〉 研究地域과 주변의 遠景
오른편이 南쪽임(촬영: '81年 6月).



〈사진 3〉 細石의 cryoplanation terrace面 밑의 solifluction堆積物

꽃삽의 길이는 27cm(촬영: '82年 8月).



〈사진 4〉 솟대봉 밑의 blockfield
(촬영 : '82年 6月)



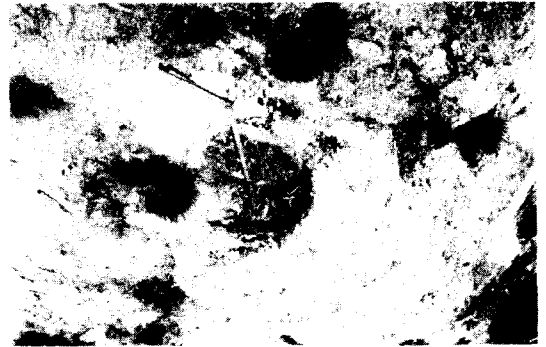
〈사진 5〉 細石의 tro. 소규모의 tafoni가 前面에 보임
(촬영 : '82年 8月)



〈사진 7〉 母岩과 捕獲岩 사이에 발달한 tafoni
그 집측부의 風化에 의해서 捕獲岩이 빠짐. 물
통은 25cm길이(촬영 : '82年 8月).



〈사진 6〉 帝釋峰의 tor
(촬영 : '81年 6月)



〈사진 8〉 帝釋峰에 있는 기반암의 gnamma
(촬영 : '82年 6月)



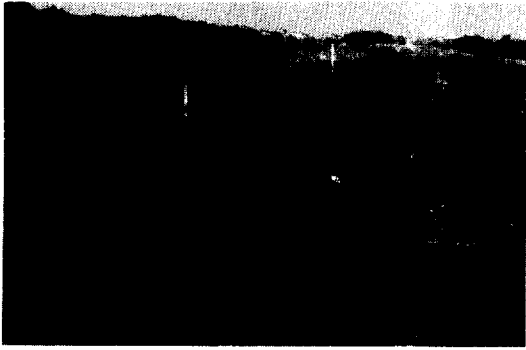
〈사진 9〉 細石의 earth hummock

外形은 高層濕原과 유사하며 植生은 솔이끼임
(촬영 : '82年 8月).



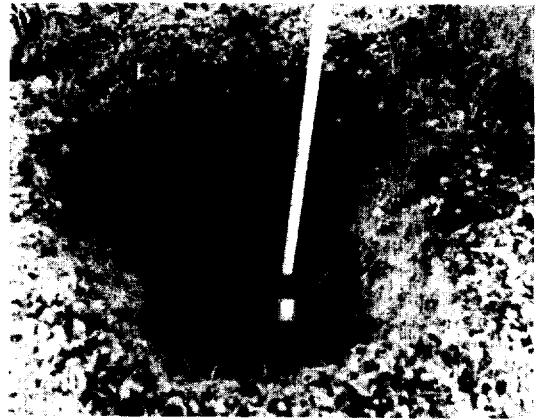
〈사진 11〉 靈神峰斜面에서 고동덜개미에 의해서
變形된 earth hummock

植生은 실새풀임(촬영 : '82年 10月).



〈사진 10〉 細石의 earth hummock와 turf bank.
植生은 솔이끼임.

turf bank는 20개의 條線이 있다. block더미도
보이며 觀測 pole은 筆者가 설치(촬영 : '82年 10
月).



〈사진 12〉 細石의 earth hummock의 내부단면

植生은 솔이끼이며, 上層은 부분적으로 솔이끼
의 뿌리가 있으나 下層은 silt loam質의 鐵物質土
壤임(촬영 : '82年 10月).

Periglacial Landforms in the Eastern Part of the Main Ridge of Mt. Jiri, South Korea

Chang Ho*

Summary

The purposes of this article are; 1) to observe the landforms of the area and identify them with the periglacials in the alpine zone, 2) to distinguish between fossil and active landforms and, 3) to infer the periglacial environments of the mountains in Korea.

The area studied is the eastern part of the main ridge of Mt. Jiri, from Seseog to Jeseog-bong. The landforms resemble those of the periglacials in the alpine zone.

Mt. Jiri is located in the southwestern part of Korea and at its highest point (Cheonwang-bong, 1915m a. s. l.) is the 2nd highest summit in South Korea. The main ridgeline running east and west has peaks ranging from 1400~1800m. a. s. l. The rocks are 'contaminated pegmatitic gneiss' and granite gneiss. Also on many of the rock out-crops there are xenoliths of sandstone, limestone and slate.

The calculated annual mean temperature at 1600m a. s. l. in the mountain is 4.3°C. For the 5 month period (Nov. -Mar.) temperatures average below 0°C and for the 4 month period (June-Sept.) the average is above 10°C.

Below 1300~1400m a. s. l. the principal vegetations are *Pinus sp.* and *Quercus sp.* While above that altitude *Abies sp.* and *Picea sp.* grow. On the southern slopes the limit of vegetations are usually about 100m higher

than on the northern slopes. The grassland is distributed from 1600m to 1700m a. s. l. on the mountain-top of Seseog.

The timber lines in Korea are from 2000m (North Korea) to 2500m a. s. l. (?) (South Korea). However there is no mountain above 2000m a. s. l. in South Korea (the highest; Mt. Hanla (1950m) is in Jeju-do Island).

The landforms of the area studied are below:

1) Asymmetrical slope.

At Seseog, the north slope (from 1450m to 1600m a. s. l.) is angled 37°, and the south slope 7.5°.

2) Cryoplantion terraces and Solifluction deposits.

The cryoplantion terraces at Seseog are distributed from 1600m to 1650m and from 1650m to 1700m a. s. l. The solifluction deposits are under the cryoplanation terraces.

3) Blockfields

Below the cliff of Chosdae-bong (1713m) at Seseog, blocks (diameter 1-2m, maximum 5m) are scattered at around 1680m a. s. l. on the slope angled at 7.5°.

4) Tors

Tors are located on the ridges of Seseog, on the ridges from Seseog to Jangteomog (1650m) and on the slope of Jeseog-bong (1806m). The rock of tor at Jeseog-bong is gneiss and its height is 6m10cm,

Geography, Korean Geographical Society, No.27, pp.31-50, 1983.

* Assistant Professor, Jeonbuk National University.

the width 3m10cm, and it has angular shape. On the top several joints are crossed rectangularly.

5) Tafonis and Gnammas

At Jeseog-bong, Seseog and the intervening ridges, tafonis are on the sides of tors and bed rocks, and gnammas are on their upper parts. Gnammas are 50cm wide, 15cm deep but tafonis are of a smaller size. Tafonis are distributed on the south faces of tors and bedrocks.

6) Earth hummocks and Turf banks

Many earth hummocks and turf banks are mounded from 1600m to 1650m a. s. l. The earth hummocks are mounded 30cm high and 30cm wide. The turf banks are striped horizontally along the contour directions. The sizes of turf banks are 50cm wide, 15cm high and 18m long. There are 20 stripes on the turf banks.

The surfaces of the earth hummocks and turf banks are covered by *Polytrichum commune*, which are made up of humus mantle and the roots of *polytrichum commune* below 10cm from the surface, and below are silt loamy mineral soils. The block heaps are scattered around them.

On Yeongsin-bong slope 1550m a. s. l. there are cylindrical and tumbling doll-type

mounds, 60cm wide and 40cm high, which are made up of silt loamy soils inhabited by the ants (*Lasius niger*). The earth mounds seem to be modified by *Lasius niger* from the fixing earth hummocks.

The study conclusions are as follows:

- 1) The earth hummocks and the turf banks on Seseog are active landforms, which are developed with the influences of 'mountain-top phenomena', not under periglacial environments. Some earth hummocks are modified by *Lasius niger*.
- 2) The fossil periglacial landforms are cryoplanation terraces, solifluction deposits, blockfield, and tors. Gnammas and small-scale tafonis are modified today.
- 3) The old denudation surface (before Mid-Miocene?) had been frost-weathered around a temporary nivation patch and the prepared loose materials were transported by solifluction. By the above processes, cryoplanation terraces were formed on the southern slope of Seseog, resulting in asymmetrical slopes.
- 4) The mountains above 1500m a. s. l. in Korea had been under periglacial environments (Würm Glacial Stage?), but the height limit of the lower level can not be clarified by this study.