

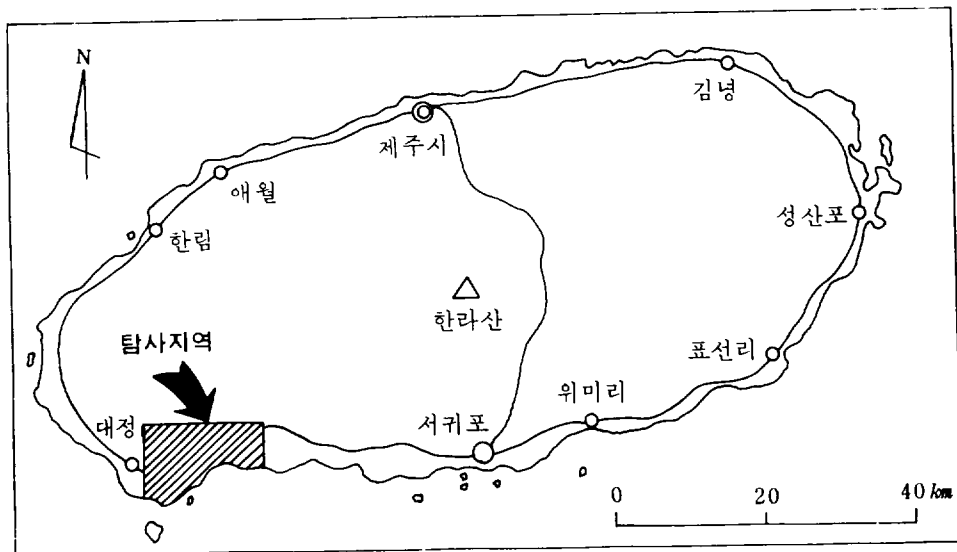
# 火山景觀 噴出順序 研究

(和順地域 中心)

吳 南 三\*

目	次
I. 研究目的과 方法	6. 軍山
II. 研究地域 景觀 概觀	7. 용머리
III. 噴出順序 準據論	8. 河川 景觀
1. 松岳山	9. 和順 海岸
2. 簞山	10. 논오름
3. 山房山	11. 兄弟島
4. 安德 熔岩流	IV. 岩石學的 接近論
5. 月羅峰	V. 綜合討論

Fig. 1. Study Point



\* 濟州大學校 社會大 觀光學科 專任講師

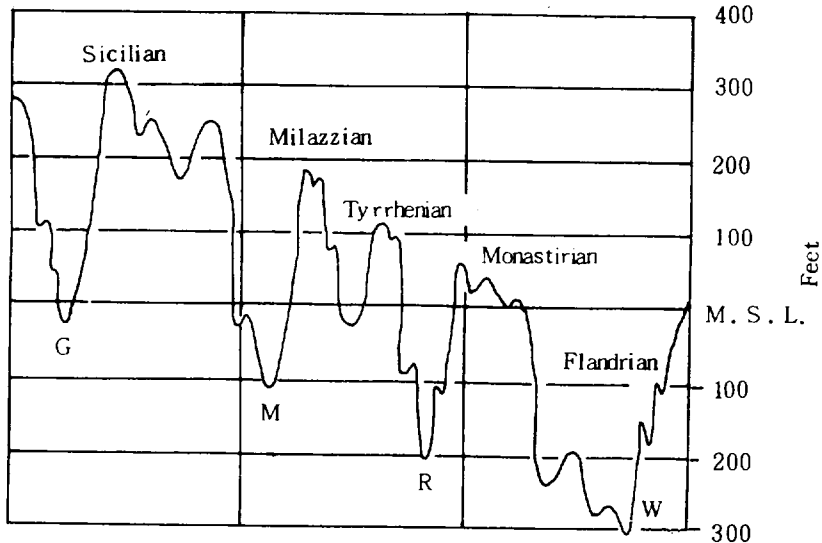
## I. 研究目的과 方法

自然景觀은 人間活動의 一次的 環境이라 할 수 있다. 그래서 自然景觀 解釋은 人間 環境 適應力의 一次的 對象일 수 있으며, 景觀 形成過程과 그 層序에 對한 知識體系가 必須의이다. 特히 火山景觀은 모든 地形 形成 中에서도 가장 最近에 그리고 가장 激變의으로 廣範圍한 地形을 形成하기 때문에 가장 큰 關心을 끌어온 것이 事實이다.

우리나라는 火山景觀이 稀少할 뿐 아니라 濟州島는 第四期 火山活動 過程을 觀察할 수 있는 唯一한 地域이기 때문에 特別한 研究對象이 되어왔으며 많은 實績을 올리기도 하였다.<sup>1)</sup> 그러나 지금까지 研究方向이 岩石學的 接近에 偏重되어 있어서 綜合的으로 理解하는데 不足함이 없지않다.

第四期 火山景觀은 第四期 環境의 綜合的 產物로 解釋되어야 할 것이다 ( Fig. 2 ). 그래서 第四期の 氣候變動 準據資料와 海水面 變動 準據 및 浸蝕地形과 腐蝕地形 準據 등

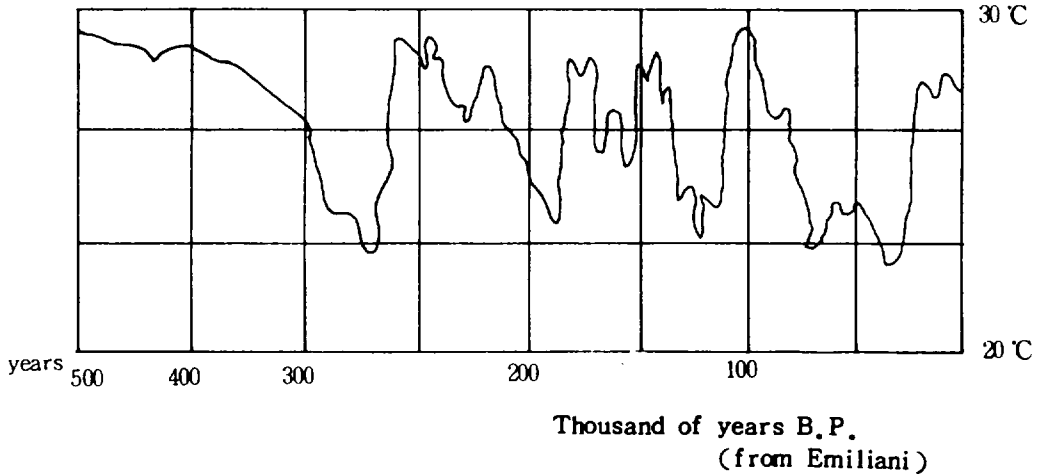
Fig. 2, a. Quaternary Eustatic Oscillations



Eustatic oscillations of sea level during Quaternary times (After Fairbridge). The peaks in the graph mark interglacial high sea levels (Sicilian, Milazzian, Tyrrhenian and Monastirian are stage names for the equivalent coastal terraces around the Mediterranean): the troughs mark glacial low sea levels (G=Günz, M=Mindel, R=Riss, W=Würm, the four European glacial stages)

1) 中村新太郎(1925), 原口九萬(1928, 1929, 1930, 1960), 金相昊(1963), 李商萬(1966), 金鳳均(1969, 1972, 1974), 元鍾寬(1975, 1976), 姜相培(1979), 李文遠(1977, 1981, 1982, 1984), 尹正守(1983), 南基英(1964, 1965, 1966), 孫仁錫(1980, 1981), 吳南三(1980, 1981, 1982), 町田洋(1983) 등은 本島 地形研究에 많은 寄與를 하였다.

Fig. 2, b. Palaeo-temperature of tropical seas



에 의하여 綜合的 討論을 展開함으로써 火山景觀을 綜合的으로 理解하는데 기여코자 하고 있다.<sup>2)</sup>

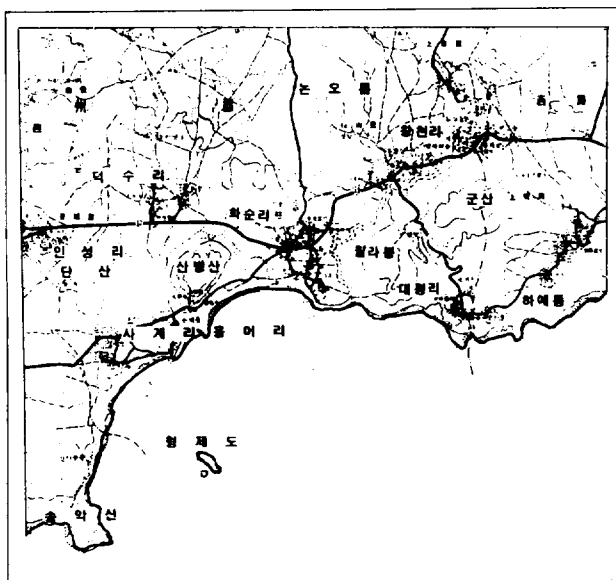
이와같은 研究方法은 濟州島 全域에 波及시킬 때 研究地域의 廣域性 때문에 不足한 準據에 의하여 討論의 誤謬를 犯할 소지가 크므로 準據가 가장 많은 本地域을 研究 對象으로 定하여 充分한 接近이 이루어진 다음에 次地域으로 擴散 研究가 成就되어 濟州島 全域에 對한 推定이 可能할 것으로 본다. 그래서 우선 第1次 本地域에 對한 研究를 進行시켜 確實한 結論을 얻고자 하여 本地域에 對한 研究를 進行키로 하였다.

2) Emiliani, C., Temperature and age analysis of deep-sea cores, *Science*, Vol.125, 1957, pp.383 ~ 387.  
 Fairbridge, R.W., The Changing level of The Sea, *Scientific American*, Vol.202, 1960, pp.70 ~ 79.  
 Zeuner, F.E., *The Pleistocene period: its Climate, Chronology and faunal Successions*, London, Ray Soc., 1945.  
 Gutenberg, B., Changes in sea level, postglacial uplift and mobility of the Earth's interior, *Bull. Geol. Soc. America*, 1941, 52: 721 ~ 772.  
 Paschinger, V., Die Eiszeit ein meteorologische Zyklus, *ZS. Gletscherk.*, 13, 1923, pp.29~50.  
 Donn, W.L., Farrand, W.R., and Ewing, M., pleistocene ice volumes and sea level lowering, *J. Geol.*, 1962, 70: 206 ~ 14.  
 Gill, E.D., Changes in the level of the sea relative to the level of the land in Australia, *Zeitschrift für Geomorph.*, supplement band 3, 1961, pp.73 ~ 79.

本研究는 1983年 初부터 1985年 末까지 50여회의 現場 踏查가 進行되었다. 1983年 8月에는 日本 東京都立大 教授 研究팀이 來道하여 Hiroshi Machida, Fu Sao Arai 와 李炳高 (서울大) 등과 現場 討議를 가진바 있으며 1984年 1月에는 朴東源 (서울大) 教授의 現場 指導를 받았고 國立地理院의 航空사진과 國立資原研究所의 鑛物 分析資料에 對한 도움을 받은바 있다.

## II. 地域 景觀 概觀

Fig.3. The Study area



濟州島는 第3期末 플라이오세에서부터 第4期에 이르는 동안의 火山活動으로 이루어졌으며, 火山地形으로서의 地形의 特徵을 잘 나타내고 있다 (Table 1). 本島 平面形態가 長軸이 N70° E인 타원형인데 長軸인 東西 길이는 73 km, 短軸인 南北 길이가 31 km이다. 따라서 漢拏山을 中心으로 완만한 傾斜를 갖는 Aspite Volcano인데 山麓에는 400여개에 達

Table 1. The five eruption stages of the Volcanic units from Won, 1975.

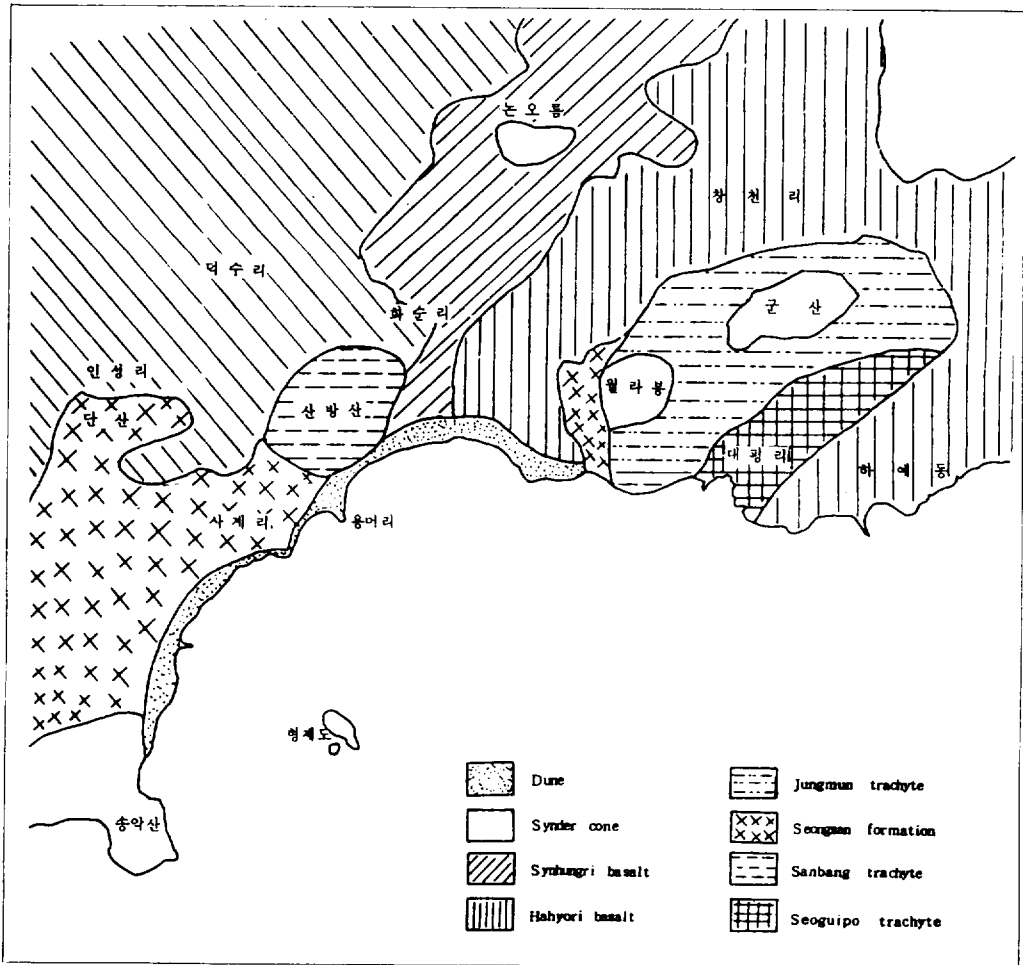
Stage	Rock name
5	Basalt cones Baegrogdam Basalt
4	Hanlasan Trachy-andesit Hanlasan Basalt Seongpanak Basalt Sihungri Basalt
3	Beopjeongri Trachyte Hahyori Basalt Jeju Basalt
2	Jung-Mun Trachyte Seongsan formation Seoguiipo Trachyte Pyoseonri Basalt
1	Seoguiipo formation Basal Basalt

하는 噴石丘가 있다. 이 噴石丘들은 形態와 그 構成物이 多樣한데 各 火山活動 最終 段階에서 形成된 것으로 推定되며 이 噴石丘 熔岩 噴出量은 濟州島 形成의 重要한 物量이 되었을 것으로 算定된다.

本島 北部 海岸 中央에는 本島 中心都市이며 門戶인 濟州港이 있다. 濟州市에서 西行 于 回道路를 따라 若 65 km 地點에 濟州 觀光名所 中の 하나인 山房山이 있다. 山房山이 바로

研究地域의 中心地域이다 (Fig. 4). 이 산은 粗面岩質의 鍾狀 火山體로 有名하다. 그리고 海蝕洞窟속에 부처가 모셔있는 山房窟寺는 이름있는 절로 알려져 있다.

Fig. 4. The geologic map of the study area



山房山에서 SW 210° 方向 4.4 km 地點에 二重 火山으로 有名한 松岳山이 있는데 最近世 火山으로 알려져 있다. 山房山 W 270° 方向 2 km 地點에는 날카로운 칼로 짜른것 같은 簾山은 海中에서 形成된 噴石丘이다. 또 山房山 東北方向에는 NE 30° 에서 SW 195° 方向으로 떨어진 가장 新鮮한 熔岩流가 있는데 山房山에서 NE 45° 方向 11 km 地點의 並岳에서 始作하여 山房山 東南의 和順海水浴場까지 길이 約 12 km, 너비

500 ~ 1,300 m 정도로 길고 넓게 떨어져 있다. 이 용암류를 本研究에서는 安德熔岩流라 命名코자 한다.

月羅峰은 山房山에서 E 90° 方向 3.3 km 地點에 있는 粗面岩 噴石丘이며, 軍山은 NE 75° 方向 6.6 km 地點에 있는데 지금까지는 歷史時代 火山爆發 地域으로 一部 사람들에게 理解되어 왔다. 그러나 實際 踏査過程에서 濟州 火山島 形成 第2段階 水準에서 폭발한 比較的 오랜 噴石丘로 理解되었다.<sup>3)</sup>

용머리는 S 180° 方向 바로 前面에 있는 約 500 m 바다로 떨어 나간 海岸 斷崖인데 그 構成 物質이 和順層 (Table 2) 이어서 古 砂丘인 것으로 推定된다. 和順 海岸은 山房山 ES 165° 方向 바로 앞에 있는 砂濱인데 東西 길이가 4.4 km에 達하는 半月形 海水浴場

Table 2. The Catch-Point and Depth of Seongsan Formation from Lee, 1984.

No	B-No	Location	Height	Capture Point	Depth	Sea level (m)	
						Upper Name	Lave Depth
1	65	Kamsan	130	100	11	HYH	22
2	17	Jungmoon	140	83	4	JMH	25
3	56	Kamari	25	0.5	11	HYH	17
4	101	Hogeun	155	5	20	JMH	25
5	7	Sangchang	200	144	8.5	JMH	
6	24	Sangye	65	33	32	JMH	21.0

HYH: Hahyori Hawaiiite.  
 JMH: Jungmoon Hawaiiite.  
 SH : Seogwipo Hawaiiite.

이다. 兄弟島는 山房山 S 180° 方向 3.3 km 地點에 있는 섬이다. 大平里 平源은 山房山에서 E 90° 方向 5.5 km 地點에 있는 平源形 마을이다. 논오름은 山房山 NE 18° 方向 4.4 km 地點에 있는 海拔 170 m의 噴石丘이며 安德 熔岩流에 덮여있는 噴石丘로 생각된다.

本研究地域은 和順里를 中心으로 하는 直四角形 地域인데 南쪽변의 松岳山에서 大平里

3) 元鍾寬, "濟州島에 分布하는 火山丘의 構造解釋에 關한 研究", 建國大學校「理學論集」 第2輯, 1976, pp.33 ~ 43.

까지 直線거리 約 8 km에 達하는 범위내의 地域이 研究對象이 되고 있다.

### Ⅲ. 噴出順序 準據論

#### 1. 松岳山

松岳山 火山體는 二重噴火口로 有名하다. 第1次 噴石丘는 直徑이 500 m, 둘레가 1.5 km 程度며 깊이가 約 10 m이고 外輪山 海拔 높이는 80 m에 不過하다. 第2次 噴火口는 第1次 噴火口內 西南方에 있으며 둘레가 約 400 m, 깊이가 30 m 程度이다.

第1次 噴火口 外輪山은 浸蝕이 현저히 進行되어 原景觀 形態를 豫測할 수 없을 程度로 파괴되어 있다. 東側 海岸斷崖에는 第1次 噴出物 露頭가 斷面으로 잘 나타나 있다. 構成物質이 簞山 및 日出峰과 같이 hyaloclastite로 區分되어 있으나 그 風火度와 凝灰度에 있어서 현저한 差異가 있다.<sup>4)</sup>

이것은 칼데라화의 外因的 process가 海水作用임을 立證하고 있다. 噴出物이 海中 熔岩流 噴出時 生成되는 유리질이 多量 含有한 hyaloclastite가 分明하고 外輪山 赤是 平坦化되어 있으므로 海水作用을 받았을 것으로 推定되는 것이다. 現在의 海蝕水準 以上の 地域에서 觀察되는 風化가 進展되지 않는 새로운 海蝕地形은 間氷期 地形일 可能性이 높다. Riss-Würm 間氷期の 海水面 最高 높이는 現在보다 約 20 m 더 높았던 것으로 보고되고 있는 것으로 보아서 第1次 噴石丘의 噴出時期를 Riss-Würm 間氷期の Monastrian 段丘로 推定될 수 있을 것으로 본다. 特히 風化度가 簞山보다 훨씬 새롭고 噴火口 높이에서도 一致하고 있다. 第1次 噴火口 높이가 35.4 m이고 外輪山 높이가 남쪽에서 50 ~ 60 m에 不過하여 hyaloclastite가 觀察되는 斷崖높이는 20 m 程度이기 때문이다.

第二次 噴火口 內側 傾斜角은 平均 70°에 達하여 거의 垂直傾斜를 나타내고 있으며 安息角이 不均衡 狀態여서 debris 落下가 계속되고 있다. 外輪山 構成物은 Scoria와 slag로 되어 있는데 鐵分 含量이 比較的 높은 것으로 觀察되었으며 海水의 影響을 받지않은 것은 確實하였다. 완벽한 噴火口 形態로 보아서 爆發性 噴火口로 推定되었고 scoria와 slag

4) Bloom, A.L., Geomorphology, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1978, p.65.



의 風化水準으로 보아서 歷史時代 爆發火山임이 分明하다.<sup>5)</sup> 鐵分類의 火山재는 風化가 빠르게 進行되기 때문이다.

## 2. 簞 山

側面圖上 三角形인 簞山은 浸蝕水準으로 보아서 噴石口의 最終 段階로 分析하여 born-hard로 觀察하였다.<sup>6)</sup> 航空사진을 立體鏡에 透視한 結果 三角形의 칼날을 세운 것처럼 날카롭게 보인다. 簞山은 問題의 地形으로 指摘되고 있다. 그 破壞된 形態가 特殊할 뿐 아니라 海蝕斷崖로 보이는 絶壁이 북쪽에 나타나기 때문이다. 모든 海岸地形은 大洋을 向한 海蝕斷崖를 나타내기 때문이다. 그것은 波蝕力의 特性에 依하여 說明될 수가 있다.<sup>7)</sup>

簞山은 地層기울기와 硬軟層에 依한 差別 波蝕(wave cut)에 依하여 形成된 地形으로 解釋될 수 있는데 2段階의 噴出狀態를 豫見할 수가 있다. 1段階는 hyaloclastite flow의 噴出狀態이며 二次는 dome이 遂行되는 過程에서 生成되는 scoria cone이다. hyaloclastite가 上昇되면서 外輪山을 形成하였을 것이며 그 위에 있는 scoria cone을 생각할 수 있는데 scoria cone은 波蝕에 流失되고 現 外輪山은 波蝕斷崖 後退 地形이었을 것으로 推定된다.

그러면 이와같은 波蝕이 遂行될 수 있었던 海面水準의 時代를 推定할 必要가 있다.<sup>8)</sup> 簞山地層의 構成物質은 hyaloclastite가 主를 이루고 있어서 松岳山 周邊의 熔岩流와 類似하나 자세히 觀察하면 色度에서부터 현저한 差異가 있다. 簞山地層의 黃色은 鐵分, 알미나에서 그 特色을 찾을 수 있는데 特히 鐵分이 第一鐵에서 第二鐵의 循環過程으로 가장 잘 說明될 수 있을 것으로 생각된다. 다음은 石灰化 過程의 凝灰度에서 현저하다. 海中 堆積物은 石灰化 程度로 層序를 豫測할 수 있다. 그래서 簞山은 松岳山보다 오랜 古 噴石丘로 解釋되어야 할 것이다. 그리고 現在의 地層 傾斜角을 考慮하여 Dome 水準을 定하고 噴石丘 生成水準을 推定해야 할 것 같다. 風化水準 및 凝灰度와 海拔水準에서 簞山層

5) 歷史上 規模가 큰 濟州島 火山 爆發에 관한 古文獻 記錄은 四回인데 東國輿地勝覽 三八卷 濟州牧의 古跡에서 高麗穆宗 五年六月(서기 1002년)과 同十年(서기 1007년)의 記錄이 있고 李朝 烈聖實錄에서 李朝 端宗王 甲戌年十二月 甲辰日(1455년 1월 24일)과 同 顯宗王 庚戌年 十月丁亥日(1670년 11월 15일) 등의 記錄이 있다.

6) 孫仁錫, 「濟州島에 分布하는 寄生火山 類型研究」 高大碩士論文, 1980.

7) 朴東源, 吳南三, "濟州島 波蝕臺에 대한 地形學的 研究", 「地理學論叢」 8號, 서울大, 1981, pp.1~10.

8) 金相昊, "甘浦·浦項 段狀地 考察", 「地理學研究」, 第六號, 地理教育學會, 1981, pp.1~15.

은 적어도 Günz - Mindel 間氷期에 該當된다. Günz - Mindel 間氷期 海水面 水準을 簞山높이에 適用할 때 Sicilian coastal terrace 가 該當된다. 周邊地形의 높이로 보아서 적어도 五回程度의 海水面 上昇에 依한 海蝕을 받은 地形으로 解釋되어야 할 것이다.

### 3. 山房山

山房山은 粗面岩 한 덩어리로 되어 있는데 그 모양이 鍾과 같아서 鍾狀火山으로 알려져 있다. 이와같은 粗面岩質 鍾狀火山은 火山 噴出 最終期에 形成되는 것으로 알려져 있다. 熔岩 噴出 噴火口 内の 地下 熔岩路에서 거의 굳은 狀態로 아래에서 밀어 올리는 에너지가 어느 程度 蓄積된 後 最終적으로 火山體를 上昇시키면서 만들어진 火山體이다.<sup>9)</sup> 鍾狀火山體 (Toloide) 가 形成된 後에는 噴火口 形態와 周邊 物質로 보아서 規模가 적은 爆發과 가스 噴出이 高작이었을 것으로 推定된다.

山房山 火山體 周邊 둘레에는 높이 300 m에 달하는 斷崖가 發達하여 있는데 斷崖 밑에는 100 m 内外의 높은 崖錐 (talus) 가 形成되어 있다. 頂上部位의 浸蝕狀態가 卓越하여 落下物에 依한 100 m 程度의 崖錐의 發達은 상당한 期間의 氣候循環 즉 氷期와 間氷期의 影響下에서만이 만들어지기 때문에 山房山의 形成時期 推定은 오랜 時間을 거슬러 올라가야 할 것이다.

火山體 남쪽 斷崖에는 海拔 높이 150 m 水準에서부터 300 m 사이에 直徑이 1~3 m 程度 tafoni 가 30여개가 있다 (사진). 沖積世 地形에서는 나타나지 않는 tafoni가 規模가 大形인 것으로 보아서 地形 年代가 오래되었음이 分明하다.<sup>10)</sup> tafoni 生成은 salt weathering 과 fretting 두 가지 면에서 考察되고 있는데 本地形에서는 salt weathering 面에서 考察되어야 할 것이다. 火山體가 地下 熔岩流 河道에서 結晶된 後 地表上으로 流出될 때 마찰력이 集中된, 風化에 弱한 部分에 sea water sprayer가 集中될 때 오목地形이 生成되는 것이다. 이 salt weathering의 進行過程은 상당히 느리기 때문에 holocene 地形에서는 觀察되지 않는다. 그러므로 sea sprayer의 水準에서 考察 되어야 하기 때문에 海水面 變動과 連繫되어 說明되어야 할 것이다.

9) Peter Francis, Volcanoes, Hazell Watson & Viney Ltd., 1981, pp.148~153.

10) 秋美羊, 「Tafoni의 形成過程에 관한 研究」, 서울大 碩士論文, 1984.

Wellman, H.W. and Wilson, A.T., Salt Weathering, a neglected geological erosion agent in coastal and arid environments, Nature 205, Lond., 1942, pp.1097~1098.

Cooke, R.U. and Smalley, I.J., Salt weathering in deserts, Nature 220, Lond., 1957, pp.1226~1227.

火山體 南쪽 tafoni 分布地域 崖錐 上端部位에 海拔높이 150 m 地點에 海蝕洞窟이 있다. 天井높이가 5 m, 洞窟의 水平길이가 20 m에 達하는 海蝕洞窟은 지금까지 濟州島 地形 隆起準據로 널리 使用되어 왔다. 隆起假說들은 海水面 變動을 除去시켰을 때 만이 可能하다. 11) 플라이오신에서는 지금보다 地球 平均溫度가 적어도 約 5°C가 더 높았으며 海水面 水準도 約 100 m가 더 높았던 것이 確實하다 (Fig. 2). 西歸浦層은 西歸浦地域에서 만이 約 200 m 隆起되었을 뿐 大靜 - 安德地區 상황에서는 最高 65 m일 뿐이기 때문에 隆起影響은 더욱 적어진다 (Table 3, Fig. 5).

Table 3. The Catch-Point and the Depth of Seogwipo Formation from the ground-water study material, 1976.

<Sea level (m)>

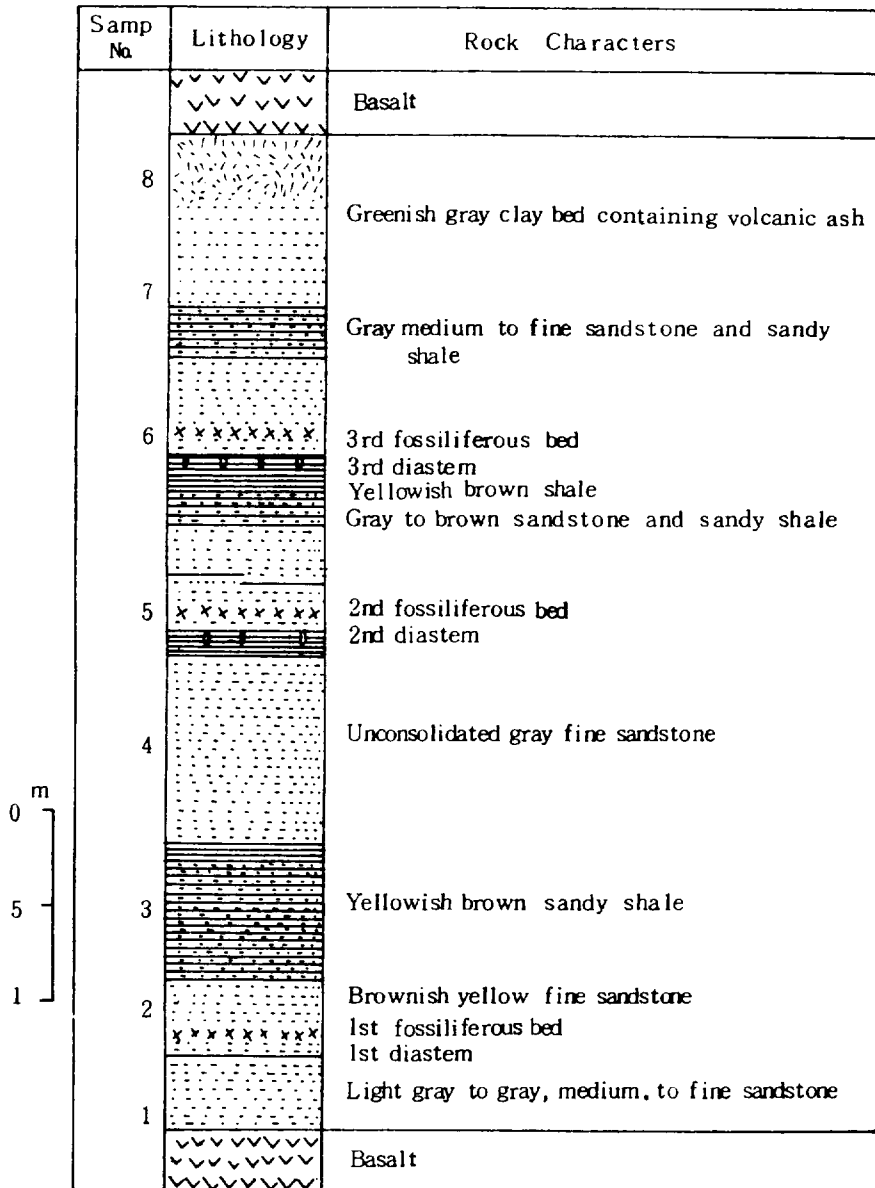
No	B-No	Location	Height	Capture Point (m)	Depth	Upper Lava	
						Name	Depth
1	97	BeobHoChon	220	192	118	HYH	16
2	2	KangJeong	70	20	15	SH	40
3	D-111	JungMoon	100	5	80	SH	14
4	D-48	DaePyung	20	28	46	SH	22
5	D-49	SangChang	140	65	61	SH	13
6	65	KamSan	130	55	127	SH	21
7	69	SuMang	160	26	38	PB	97
8	D-100	AnSeong	50	- 10	11	PB	15
9	D-103	SinDo	35	- 81	6	PB	7
10	D-104	Kosan	25	- 42	20	PB	24

PB : Pyosunri Basalts  
SH : Seogwipo Hawaiiite

HYH : Hahyori Hawaiiite

11) Brooks, C.E.P., Climate Through The Ages, Dover Publications, Inc., New York, 1970, pp.263~278.

Fig. 5. Columnar section of Seogwipo Formation, after Kim, Bong Kyun, 1972.



이와같은 事實에서 豫想할 때 本 研究地域에서는 가장 오래된 地形으로 豫測된다. 적어도 現 海水面 水準 以上の 時期에 火山體가 形成된 後에 洪積世의 거의 모든 海水面 上昇 影響을 받은 것으로 생각된다. 그래서 Pre-Günz 時代에 火山體가 形成된 것으로 推定될 수 있을것 같다. Pre-Günz 와 Sicilian 段丘面의 海水面 높이가 100 m로 推定되기 때문에 海蝕洞窟의 海拔高度를 150 m로 보면 (地形圖上 推定值) 約 50 m의 難題는 火山體의 plug-dome 現象으로 解釋되어야 할 것 같다.<sup>12)</sup>

#### 4. 安德 熔岩流

熔岩流 地表上은 거의 岩塊荒野地이며 自生闊葉樹가 分布하고 牧場으로도 利用할 수 없어서 放置된 것으로 생각된다. 몇 곳에 岩石 採取場이 設置되어 있고 露頭가 곳곳에 露出되어 있어서 踏査는 쉽게 進行되었다. 全體의 傾斜角은 5° 미만으로 推定되었으며, 그 두께는 上流에서 15 m 程度이고 和順海水浴場 近處에서는 2~3 m이다. 岩質은 他 玄武岩類와 比較하여 弱한 便이어서 거의 블록 (block) 으로 分離되고 있으며 岩層이 얇은 海水浴場 附近에서는 거의 debris로 부서져 있다. 上流部位에 갈수록 블록이 크고 몬모릴라이트 (monmorilite) 現象이 觀察되므로 長石含有量이 많음을 認識할 수가 있다. 熔岩層이 얇은 海邊으로 갈수록 熔岩流 凝結速度가 크게 반영되어 急冷 破碎現象 (austerbroken-lava) 이 나타나는데 熔岩 凝固時에 陸上 氣候의 影響을 심하게 받을 때 나타나는 것으로 알려져 있다. 그래서 現在 氣候보다 寒冷한 環境下에서 噴出된 것으로 推定된다.

특히 和順 海邊에서는 paleo beach를 달고 있는데 이것은 熔岩流를 編年하는데 重要한 資料라고 생각된다. paleo beach는 海拔 7 m 높이에 直徑 1~2 m 程度의 굵은 모래로 構成되어 있으므로 現 海水面으로서는 解決할 수 없는 水準이다.<sup>13)</sup> 安德 熔岩流 一部는 和順海水浴場 beach를 뚫어서 너비 約 3 m, 길이 100 m 程度 바다로 떨어져 나가서 波蝕力에 弱하여 線上 波蝕臺 (linal platform)를 이루고 있다. 海濱半月形態 (beach crescent style)를 파괴하고 있는 準據는 和順비치의 生成後에 熔岩流가 있었음을 立證

12) Twidale, C.R., Analysis of Landforms, John Wiley & Sons, 1978, pp.144~158.

13) 朴勝弼, 「韓半島 後水期の 海面變動에 관한 研究」, 서울大 碩士學位論文, 1981.

崔漢成, 「延日段狀地에 관한 研究」, 서울大 碩士論文, 1982.

崔成吉, 「우리나라 西海岸의 shore platform 研究」, 서울大 碩士論文, 1982.

Fairbridge, R.W., a Contemporary eustatic rise in sea level, Geogr. J., No.109, 1947, pp.157~160.

하는 것이 된다. 波蝕形態는 重要な 低抗 地形을 兩 基點으로 定하고 半달형 波蝕을 하는 것이 原則이기 때문이다. 그러므로 半月形 海邊 中央에 波蝕에 弱한 地形이 露出되어 있다는 것은 後期 地形임을 나타내고 있는 것이다. 이와같은 各種 地形學的 資料를 가지고 安德 熔岩流의 噴出時期를 推定한다면 Würm 氷期가 最適 時期임이 確實하다. Würm 氷期는 現在 氣候에서 熱帶基準으로 한다면 約 8.3℃가 낮았으며, 海水面은 現在보다 約 100 m가 더 낮았던 것으로 추정되고 있다.

安德 熔岩流는 地質圖에서 東側 下孝里 玄武岩帶와 西側 表善里 玄武岩帶의 接續面에서 흐르고 있는데 西側에 있는 表善里 玄武岩帶는 濟州島 形成 第二段階 pleistocene 初期에 噴出된 것으로 알려져 있으며<sup>14)</sup> 상당한 時間差를 둔 第三段階에서 下孝里 玄武岩이 噴出된 것으로 알려져 있다. 噴出 時期가 다른 異質 熔岩流의 接續面은 空隙이 發達되기 때문에 風化에 弱할 수 밖에 없다. 그래서 濟州島 河川流路의 大部分이 異質 熔岩流 接續部位에 있음을 想起할 必要가 있다. 特히 和順海水浴場의 모래 總量으로 보아서 河川 供給을 期待할 수 밖에 없는데 그 모래를 供給할 수 있는 河川이 周邊에는 없다. 勿論 용머리 和順層의 海蝕에서 상당량이 供給되었을 것으로 豫想되나 모래의 質이 和順層과 다르기 때문에 paleo-river 를 推測할 수 밖에 없다.

그래서 現在 安德 熔岩流의 地域은 河川流路 및 河川과 有關되는 堆積 혹은 浸蝕 등의 地形이었음이 豫想된다. 熔岩流 以前에 農耕文化가 있었다면 農耕文化 遺蹟이 埋沒되었을 可能性은 있다. 現在 海水浴場에 있는 線狀 熔岩流 波蝕帶가 河川 基底일 可能性이 크므로 그 地域의 屈擗이 本 問題를 解決하는 열쇠가 될 수 있을 것이다. 現在 새로운 河川流路가 生成되고 있을 뿐만 아니라 安德 熔岩流 自體가 auter broken lavaflow이기 때문에 地表水는 거의 複流하고 있으며, 基底岩 亦是 透水層이기 때문에 河川 發達이 느린 것으로 생각된다.

## 5. 月羅峰

噴石丘 海岸側에는 中文 粗面岩流가 높이 60 m의 海岸斷崖를 形成하여 壯觀을 이룬다. 噴火口는 北쪽 斜면에 치우쳐 浸蝕이 進展되어 形態를 認識하기 어려운 程度며, 最高峰은 西南側 外輪山이었다. 西쪽의 창고천과 東쪽의 마공천이 月羅峰을 中心으로 河川 浸蝕 쟁탈이 현저하여 噴出時代가 오랜 噴石丘로 推定되었다.

14) 元種寬, 「濟州島의 形成過程과 火山活動에 관한 研究」, 建國大 博士學位論文, 1975.

形成過程은 重要 二回의 噴出過程을 거친 것으로 생각된다. 一次는 中文 粗面岩 噴出過程이며 二次는 中文 粗面岩 臺地上에서의 scoria 噴石丘 形成過程이라 할 수 있다.

月羅峰 西側 창고川 (安德溪谷) 河口에는 城山層과 中文 粗面岩의 接續面이 發見되는데 상창리 시추공 (B-7) 柱狀圖에서 確實하게 그 上下關係가 認識된다. 이것으로 中文 粗面岩의 噴出時期를 推定하는 어떤 制限點을 생각할 수 있을것 같다. 大平里 俗稱 마공窟 河川 河口에서 中文 粗面岩과 西歸浦 粗面岩과의 上下關係가 露出되어 있는데 下位 岩石인 西歸浦 粗面岩質에서 海水의 影響을 받은 베게熔岩 (Pillow lava)이 確認되나<sup>15)</sup> 中文 粗面岩에서는 確認되지 않는다. 그래서 中文 粗面岩의 噴出時期를 現水準의 海面을 豫想할 수 있다. 그 時期는 Mindel 氷期의 以前 狀態로 推定된다.

月羅峰 二次 噴出地形인 scoria 噴石丘는 浸蝕水準과 物質 風化水準으로 보아서 松岳山 第一次 噴出時期와 거의 같은 時期로 豫想된다. 그 時期는 Monastrian 段丘水準으로 推定될 수 있을것 같다.

## 6. 軍 山

噴火口가 없는 噴石丘로 알려진 軍山은 月羅峰과 連繫되어 있는 第二次的 火山인데 特히 서기 1007년 爆發說이 訛傳되어 있으나 그 原因은 알 수 없었는데 現場踏查 結果 歷史時代 爆發可能性은 전혀 排除될 수 밖에 없었다. 大平里 쪽에서 觀察하면 200m 程度의 Dome 現象에 依하여 形成된 plug dome land form임이 分明하다. 北斜面은 浸蝕이 현저히 進行되어 現在도 debris flow가 talus를 덮고 있는데 이것은 氷期 氣候環境과 連繫된다.<sup>16)</sup>

軍山은 噴火口 形態 뿐만 아니라 噴出物이 特徵的이다. 噴出物 中에 豊富한 pyroclastic material은 城山層이라고 하는 hyaloclastite와 類似하나 仔細히 觀察하면 상당한 差異가 있다. hyaloclastite는 水中에서 熔岩이 凝結될 때 發生하여 glasses 立子가 比較的 크고 均質인데 比하여 pyroclastic material은 lahars라고 하는데 mud-flow 形態를 갖고 있으며 glasses가 tephra 形態로 현미경 하에서 觀察되며 大部分 物質이 Volcanic ash로 變하여 있는게 特徵이다.<sup>17)</sup> 特히 debris-flow와 talus 및

15) Peter Francis, op. cit., pp.142~148.

16) 權純植, 釜山市 梵魚寺 周邊의 Block field에 관하여, 地理學論叢 第5號, 서울大. 1978, pp.49~54.

17) Hiroshi Machida, Two Time-maker Tephra of Kyushu origin discovered in Cheju Island, 地學雜誌, Vol.92, No.6, 1983, pp.39~45.

pyroclastic material 로 보아서 氷期の 火山形態로 推定된다. 그러나 앞에서 論述한 安德 熔岩流보다는 오랜 地形으로 생각되어서 Würm 氷期の 初期 地形으로 豫想된다.

## 7. 용머리

本 地形은 代表的인 城山層으로 構成되어 있다. 和順海水浴場 內陸部位에도 海拔 20 m 內외의 和順層 地形들이 觀察되는 것으로 보아서 噴出 中心地가 海水浴場 앞 바다였을 可能性이 높다. 용머리 地層이 連結되는 山房山 正南 道路上에서 山房山 talus 의 正斷層 斷面이 露出되어 있다. 한편 용머리 中央에는 너비 2 m, 길이 50 m인 節理面이 觀察되는 것으로 보아서 現世의 地層 移動이 있었을 것으로 豫想되는 地形이다. 特히 山房山 正斷層 斷面과 용머리 節理面과의 距離는 不過 300 m 程度에서 相關 關係가 豫想된다. 다시 말하면 山房山 斷層面과 용머리 節理面 사이에 있는 地形이 現世 地形으로 2 m 內外 程度 含沒된 것으로 豫想된다. 噴出時期는 그 構成物의 同質性으로 보아서 簞山과 同一時代의 地形으로 豫想된다.

## 8. 河川景觀

月羅峰, 軍山 및 大平里 周邊 地域에 河川이 密集 集中되는 理由는 基盤岩에서 비롯되고 있는 것으로 생각되었다. 大平里 海岸에서 露出되고 있는 西歸浦 粗面岩 위에 月羅峰과 軍山の 中文 粗面岩의 over-lay 現象이 豫想되며 (Fig. 7) 시추공 柱狀圖에서 위 事實이 立證된다. 粗面岩 地帶는 火山 岩石流에서 代表的으로 地下水가 豊富한 것으로 알려져 있다. 特히 그 위를 덮고 있는 pyroclastic material 은 不透水層을 더욱 強化시키고 있다.<sup>18)</sup>

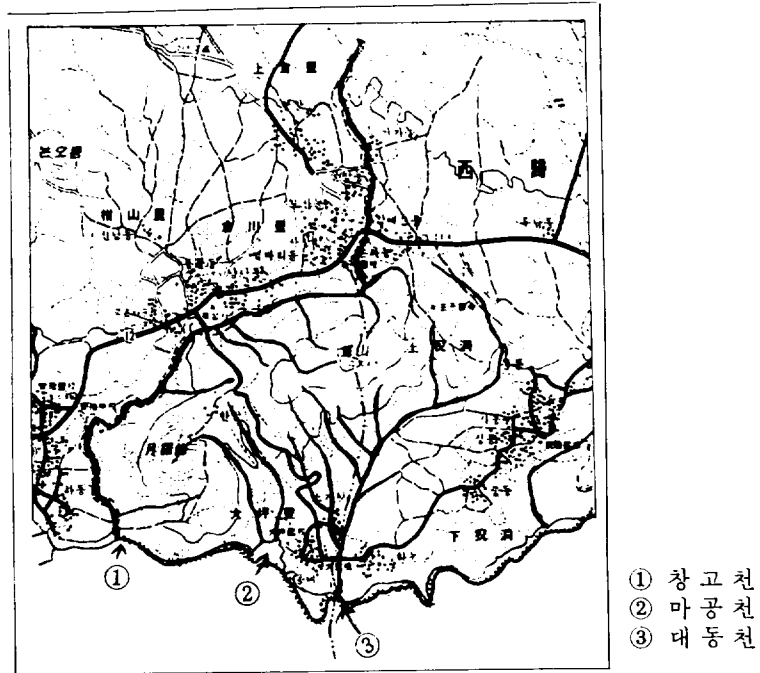
pyroclastic material 에 包含되고 있는 長石類의 몬모릴라이트 現象과  $\text{SiO}_2$  와  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  등의 酸化 鑛物이 地下水中  $\text{H}_2\text{CO}_3$  의 作用에 依하여 Calcrete, Silcret, Ferricrete 現象이 發生하여 土壤鑛物들이 不透水層 形成에 重要な 役割을 遂行하고 있는 것이다. 이와같은 事實에서 河川 發達이 充分히 理解될 수 있으며 月羅峰과 軍山에 依하여 河川流路가 심하게 變하여 있다는 事實을 地形圖에서 認識될 수가 있다.

Fig. 6 地形圖에서 表示된 ①의 河川은 창고川인데 安德溪谷으로 有名하다. 그 最高

18) 南基英, 徐海吉, 趙漢益, "濟州島 南部地下水源", 「地下水源調查報告」, 國立地質調查所, 1964, pp. 77 ~ 95.



Fig.6. The Drainage systems of the study area



길이는 약 20 km가 된다. 그 길이의 切半이 5~10 m의 斷崖사이를 흐르고 있는 것이 特徵이다. 全 流路를 踏查한 結果 20여개의 nick point가 確認되었으며 곳곳에 岩石 基底面이 露出되어 있는 浸蝕 河岸段丘가 觀察되었다. 이와같은 浸蝕 段丘面은 浸蝕 基準面 變化의 歷史에서 考察된다.<sup>19)</sup>

海拔 50 m 水準에서 海岸에 이르기까지 多様な 水準의 河岸段丘들은 Mindel 氷期 以後의 各種 段丘에 對比될 수 있을 것이다. 그 對比되는 段丘들은 Milazzian 단구(55 m), Tyrrhenian 단구(30 m), Monastrian 단구(15 m) 등이 될 것이다. 창고川 溪谷의 兩쪽 斷崖面의 岩石의 質이 서로 다르다. 東側 斷崖面 岩質은 단단한 中文 粗面 岩인데 比하여 西側 河岸斷崖面 岩質은 下孝里 玄武岩인데 그 基底에는 또 岩質이 다르다. 그 基底岩은 橄欖石(olivine)이 卓越하고 結晶質이 잘 發達한 基底 玄武岩 系統임이 認識되었다.

地形圖上의 ②번은 大平里 西側에 있는 마공川인데 河川 끝이 막혀있다는 뜻이다. 河口

19) Bird, E.C.F., Coastal landforms, The Australian national university, Canberra, 1965, pp. 49~59.

에서부터 두 개로 나누어져서 月羅峰과 軍山の 境界面을 侵蝕 爭奪하고 있으며 上流는 창고川과 數拾m 距離까지 河川 爭奪이 일어나고 있음이 確認되었다. 河口는 너비가 250 m 程度이며 바다면에서 河川 侵蝕面이 잘 發達하고 있어서 最長길이 겨우 2.5 km의 河川에 比하여 너무나 뚜렷한 三角河口였다.

大平里 東側에 있는 大同川 (③)은 平地를 흐르는 河川인데 河川 最長길이 5km 程度에 不過하며 發源地를 主로 軍山에 依存하는 河川이다. 集水面積에 比하여 河川河道가 比較的 크고 河口는 너비가 約 200 m나 된다. 本 河川의 最上流는 軍山の 東斜面을 돌아서 창고川과 約 250 m 거리에까지 接近되어 있다. 이 地帶는 거의 平地面이기 때문에 河川 爭奪이 계속될 것으로 보아서 머지않은 장래에 창고川의 分流가 大同川에 統合될 것이 豫想된다.<sup>20)</sup>

창고川 上流와 大同川 河口를 地形圖上에서 一直線上으로 連繫할 때 軍山 形成 以前의 어떤 河川流路를 豫想하게 한다. 現在 西歸浦市와 安德面의 境界線이 大同川 流路를 거쳐 軍山 頂上을 넘어서 直線上으로 창고川 上流에 連結되어 있는데 이 線上에서 假想의 河川 流路가 豫想된다. 特히 河川길이 가장 긴 창고川 河口는 너비가 100 m 程度에 不過하고 河川 侵蝕 水準이 미약한데 比하여 마공川과 大同川의 河口는 그 너비가 창고川의 倍가 될뿐 아니라 河口 侵蝕形態가 잘 保存되어 있어서 paleo river 가 豫想된다.

## 9. 和順海岸

和順 beach는 月羅峰 粗面岩 斷崖와 용머리 和順層 斷崖를 head land 로 하고 있으며 바람그늘지대 (Wind shadow)에서는 砂丘의 높이가 卓越하여 10 m에 達한다. Crescent style 海濱形態와 砂丘形成으로 보아서 現 海水面下의 地形으로 充分히 認識될 수가 있다.<sup>21)</sup>

和順 砂濱海岸은 現在 砂丘의 後面에 問題의 地形이 있다. 이 地形은 3~10 m가 되는 現 砂丘의 後面에 位置할 뿐만 아니라 平均 粒徑에 있어서 現 砂濱 粒徑을 凌駕하고 있었다. 海拔高度는 約 7 m 水準으로서 거의 平坦面을 이루고 있으며 地表面은 各種 二次 沙礫으로 덮여 있으며 植生이 자라고 있다. 粒徑이 2 mm 内外로서 分及이 아주 잘 되어 있을뿐 아니라 現 砂濱모래보다 圓磨度가 좋아서 모래 採取業者들의 盜掘의 對象

20) Schum, S.A. and KHAN, H.R., Experimental Study of Channel Patterns, Nature 233, 1971, pp. 407~9.

21) Wood, A.M.M., Coastal Hydraulics, Macmillan, 1969, pp. 109~110.

이 되어 있다. 이 모래 地形을 最後 間氷期의 paleo berm의 모래와 너무나 類似할 뿐만 아니라 風化度面에 있어서도 새로운 物質이기 때문이다.<sup>22)</sup>

이와같은 事實에 立脚해서 最後 間氷期 地形이라 한다면 海拔水準에 合當한 時代를 適用시킬 수 있을 것이다. 特히 安德 熔岩流와는 上下關係의 斷面이 露出되고 있을 뿐 아니라 安德 熔岩流 一部가 海濱形態를 破壞하고 있기 때문에 次後 地形으로 解釋되어야 마땅하다. 한편 和順 全 海邊의 모래의 量으로 보아서 河川 供給이 豫想되므로 安德 熔岩流가 pleo river를 彼復하였다고 하면 和順 砂濱에 對한 解釋은 더욱 簡便해질 수 있다.<sup>23)</sup>

## 10. 논 오름

浸蝕이 상당히 進展되어 있으며 火山體에 比하여 噴火口가 지나치게 커서 火山體가 거의 兩分된 狀態이다. 安德 熔岩流가 火山體 頂上까지 덮여 있는데 南斜面 앞에는 熔岩流의 그늘地帶가 되어서 熔岩流가 侵入되지 않는 地形이 남아 있다. 이 그늘地帶는 발농사가 이루어지고 있는데 土壤을 觀察한 結果 논오름에서 噴出한 scoria와 slag의 風化物인 赤色 土壤이었다. 赤色 土壤의 分布를 따라 追跡한 結果 爆發性이 아닌 流出 狀態의 흐름이었음이 觀察되었다. scoria와 slag 등의 風化水準으로 보아서도 最後 噴出期의 噴石丘보다는 오랜 噴石丘임이 分明하다.<sup>24)</sup>

그래서 松岳山 第一次 噴出期와 對比될 수 있다. 그러나 松岳山 第一次 噴出期의 火山體에서는 scoria 物質이 全部 流失되어 觀察되지 않으므로 논오름 火山體는 松岳山 第一次 噴出 地形보다는 後期 地形으로 看做된다. 그래서 安德 熔岩流나 松岳山 第一次 噴出期의 사이의 地形으로 解釋된다.

한편 논오름 火山體는 和順 海岸의 paleo berm과의 對比가 必要하게 된다. 對比할 수 있는 共通因子를 찾기 어려우나 반드시 對比시킨다고 하려는 風化 水準에서 對比될

22) 曹華龍, "韓國浦項 周邊平野 地形發達", 「東北地理」, 日本東北大, 1978, pp.30~43.

23) 權赫在, "注文津~江陵간의 海岸地形과 海濱堆積物質", 「教育論叢」 第七號, 高麗大, 1977, pp.45~58.

24) Ollier, C.D., Weathering, Longman G., London, 1975.

수 있을 것이다.<sup>25)</sup> 논오름 火山體 物質이 風化度가 상당히 높음으로써 古地形으로 解釋될 수 있을것 같다.

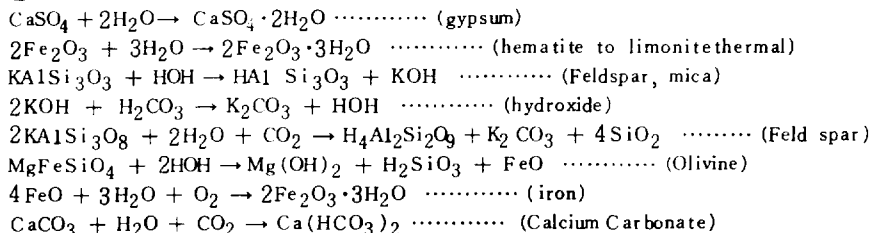
## 11. 兄弟島

現 海水面 狀態에서 波蝕된 地形임이 豫測되었다.<sup>26)</sup> 台風과 地震 등에 依한 震波 ( tsunamis )에 依하여 海水面이 7~10 m는 上昇될 수 있을 뿐만 아니라 震波 波蝕 水準도 그만큼 높아지므로 old hat의 水準이 豫想되었다. 特히 現世 火山爆發이 進行될 때만이 波蝕力이 強化될 수가 있다. 그것은 地形이 波蝕에 견딜 수 있을만큼 固化 ( solidity )될 수 있는 時間을 갖지 못하기 때문이다.

두 개의 섬으로 되어 있는데 北島는 마름모꼴 平原이고, 南北最大길이 550 m, 東西最大길이 480 m, 面積은 約 0.15 ㎞<sup>2</sup> 였다. 北島 西岸은 內灣에 南北길이 約 100 m 가량 現世 砂濱과 砂丘가 發達하여 순비기나무가 茂盛하다. 北島 西南岸은 直徑 1~2 m 内外의 boulders beach 가 높이 3 m 水準까지 쌓여 있어서 現世의 波濤에너지를 豫測할 수가 있었다. 噴石丘 殘骸에는 露頭 ( outcrop )가 잘 나타나 있다. 露頭의 城山層은 基底에서부터 10 m 水準까지 上昇되어 있는데 밑에는 Volcanic sand와 mud 가 많은데 2 m 以上으로 갈수록 mud 량이 急激히 減少하고 있었다. 和順層을 덮고 있는 熔岩斷崖는 顯微鏡 下에서 觀察한 結果 glasses 가 強力히 凝固된 玄武岩으로 觀察되었다. 그 斷崖높이는 約 10 m 程度이고 그 위에 深度 約 1 m의 black slag 이 덮여 있고 그 위에 red scoria 가 쌓여 있었다. 東南 海岸에는 波蝕臺가 곳곳에 露出되어 있어서 熔岩流 火口原이 豫想되었으며 熔岩洞窟이 8 m 水準에서 觀察되었다.

南島는 北島와 約 20 m의 海峽을 사이에 둔 山房山과 같은 도움으로 생각되었다. 높이는 約 30 m였으며 南北을 長軸으로 둔 타원形인데 最長 南北直徑이 100 m, 東西直徑

### 25) 造岩鑛物의 循環進行



26) Fairbridge 는 BC 5000 년 이내의 現海水面 狀態에서 적어도 3 m의 海水面 變動이 있었다고 主張하고 있으며 우리나라 西海岸에서도 5 m 水準을 報告한 바 있다. (朴勝弼, 1981)

이 80 m로 觀察되었다. 形態로 보아서 北島의 噴石丘 殘丘와 南島가 連繫되었던 地形으로 解釋되었다.

兄弟島 北島와 南島에 分布하는 玄武岩은 그 構造가 濟州島 他地域과는 全히 다른 것이었다. 그래서 兄弟島 玄武岩이라 命名할 수 있을 것 같다. 兄弟島 玄武岩으로 이루어진 20 m 内外의 斷崖들이 柱狀節理는 아주 잘 發達하고 있으나 tafoni가 全히 觀察되지 않아서 後氷期 岩石임이 確實히 觀察되었다.<sup>27)</sup> 松岳山 二重 噴火口와 約 3 km의 直線으로 連繫되어 있어서 연계된 火山噴出로 豫想된다. 噴火口는 波蝕에 파괴된 外輪山 噴石丘 殘丘로 解釋되었다.

#### IV. 岩石學的 接近論

研究 地域 内の 基底岩은 安德 熔岩流인 始興里 玄武岩, 下孝里 玄武岩, 中文 粗面岩, 山房山 粗面岩, 西歸浦 粗面岩, 表善里 玄武岩 등 6個의 熔岩流가 있다.<sup>28)</sup> Fig. 7 Boring core 柱狀圖에서 岩石 上下關係는 火山岩 噴出 順序와 連繫시킬 수 있을 것 같다. 勿論 火山地帶는 관입 (intursive) 및 Dome 現象들이 重要 process가 되기 때문에 岩石 上·下의 關係가 오히려 噴出 逆順일 수가 많다. 그러나 本 柱狀圖는 他 地域의 많은 柱狀圖와 結付시킨 結果 岩石의 上下 關係가 一定하며 다른 地域과 比較할 때 比較的 準據가 確實하여 噴出 順序 準據로 採擇하고 있다. 本 研究 地域 内の Boring core는 B7, B24, B65, B84, B115, B119 등이다.

B7의 柱狀圖에서의 岩石 上下關係는 最上位가 下孝里 玄武岩으로 中文 粗面岩과는 pyroclastic material과 clay 등의 不連續面을 거쳐 下位로 連繫되며, 中文 粗面岩 下位層은 和順層으로 連繫된다. 그러므로 B7의 岩石 上下關係는 下孝里 玄武岩→中文 粗面岩→和順層이다. B24에서 下孝里 玄武岩은 clay를 거쳐 中文 粗面岩과 連繫되고 다시 下位의 和順層에 이어지고 다시 西歸浦 粗面岩이 連結된다. 즉 岩石 上下關係는 下孝里 玄武岩→中文 粗面岩→和順層→西歸浦 粗面岩 順序에서 B7과 同一하다.

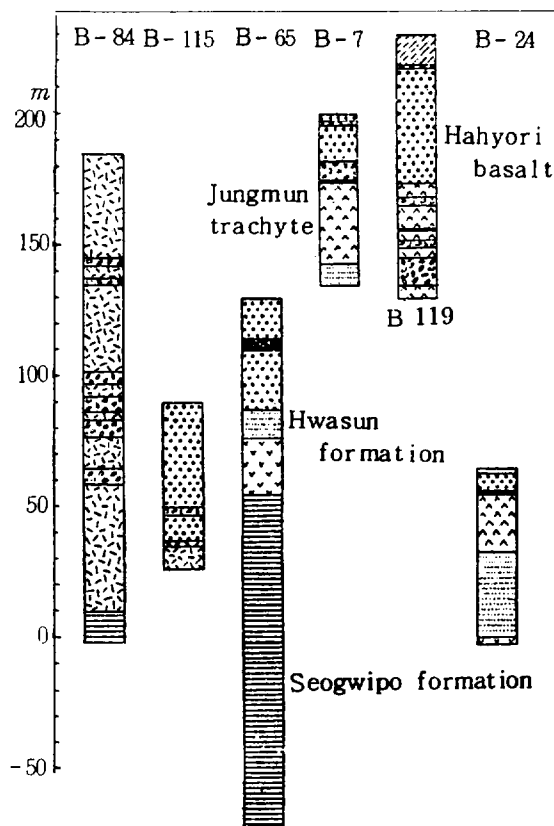
B65는 最上位의 下孝里 玄武岩, 다음 下位가 和順層, 그다음 下位가 西歸浦 粗面岩, 그 基底에 西歸浦層이 나타난다.<sup>29)</sup> 특히 下孝里 玄武岩層內에 clay層이 있는 것으로

27) Shepard, F.P., Sea level rise during the past 20,000 years, Zeitschrift für Geomorph, Supplement band 3, 1961, pp.30~35.

28)李文遠, "韓國濟州火山島의 地質", 「日本 岩石鑛物 鑛床學會誌」, 77號, 1981, pp.55~64.

29)金鳳均, "西歸浦層序 및 古生物學的 研究", 「孫致武教授 頌壽記念 論文集」, 1972, pp.169~182.

Fig. 7. Columnar section of boring core from report of ground water in Jeju Island, 1971.



보아서 B7, B24를 考慮할 때 下孝里 玄武岩 噴出과 clay는 關係가 있는 것 같다. 즉 下孝里 玄武岩 噴出時에 mud flow가 있었을 것으로 생각된다. 특히 mud flow는 熔岩流의 急冷却과 關係가 있는데 現世 火山 爆發에서는 洪水, 瀑雨, 湖水에서의 爆發등과 連繫된 報告가 있다. B65의 上下關係는 下孝里 玄武岩→和順層→西歸浦 粗面岩- 西歸浦層인데 앞에서 記述된 바와 같다.

B84는 表善里 玄武岩層 밑에서 西歸浦層이 나타나고 있다. 특히 두꺼운 表善里 玄武岩層 사이에 여러 層의 pyroclastic material이 나타나고 있는 것이 特異하다. clay material도 亦是 하나의 pyroclastic material로 看做되어야 할 것이다.

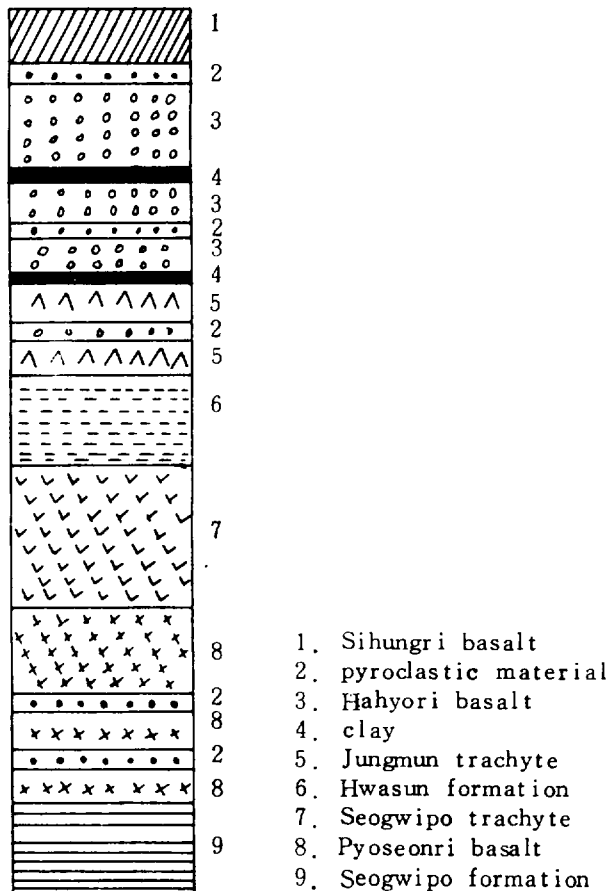
B115는 下孝里 玄武岩 밑에 表善里 玄武岩에 直接 連結되어 있다. 下孝里 玄武岩層에 亦是 pyroclastic material層이 나타나는 것으로 보아서 下孝里 玄武岩과 表善

里玄武岩이 流出된 時期의 環境이 類似한 것으로 생각될 수가 있다. 特히 下孝里 玄武岩과 表善里 玄武岩의 流出時期는 상당한 時期의 差가 있음에도 이와같은 現象이 나타나고 있는 것은 氣候 循環과 海水面 變動과의 連繫가 必要하다고 생각된다. 그 上下 關係는 下孝里 玄武岩-表善里 玄武岩이다.

B 119는 始興里 玄武岩 밑에 下孝里 玄武岩이 나타나고 그 밑에 中文 粗面岩이 나타나고 있다. 亦是 中文 粗面岩 사이에 pyroclastic material 層이 많이 끼어 있는 것도 重要한 氣候環境을 示唆하고 있다.

이와같은 Boring core 上에서의 岩石 上下 關係를 岩石 噴出順序로 豫測될 수 있을 것이다 (Fig.8). 이것을 綜合하면 最上位는 始興里 玄武岩이 豫想되고 그 下位에 下孝里 玄武岩, 그 下位에 中文 粗面岩, 그 下位에 和順層, 그 下位에 西歸浦 粗面岩, 그 下位에 表善里 玄武岩으로

Fig. 8. Rock location of the boring core



推定될 수 있을 것 같다. 勿論 西歸浦 粗面岩과 表善里 玄武岩과는 上下關係가 없다. 그러나 表善里 玄武岩이 濟州島 全域의 낮은 地帶를 中心으로 分布하는 것으로 보아서 表善里 玄武岩을 下位 岩石으로 考察할 수 있을 것으로 본다. 山房山 粗面岩은 시추 과정에서 他 岩石과 全혀 接觸이 안되고 山房山 火山體 自體가 地下에서도 垂直으로 分布하고 있기 때문에 熔岩流 貫入으로 보고 있다.<sup>30)</sup> 이것은 山房山 熔岩體가 Dome 으로 解釋되어야 한다는 準據이며 다른 岩石과 時代 對比가 어렵다는 것을 意味한다.

Table 4의 oxide 分析物質에서 18개의 試料가 採擇되었다. 李(1966)와 元(1975)은 地下水 開發 資料에서 72개의 分析資料를 利用한바 있고,<sup>31)</sup> 李(1982)는 濟州島 全域에서 63개의 試料를 直接 採取하여 分析한바 있다.<sup>32)</sup> 本 研究가 採擇한 Table 4의 試料는 研究 地域 內의 熔岩流에서 採取되어 分析된 것이다.

酸化物이 高熱의 물에 依하여 或은 化學的인 風化에 依한 變質作用이 나타난 것이라면 最初의 熔岩流에 가장 接近할 수 있는 元素는  $Fe_2O_3/FeO$ 의 比率일 것이다.

Coombs(1963)는  $Fe_2O_3/FeO$ 의 比率에서 玄武岩 上限界를 0.6으로 定하였다.<sup>33)</sup> 이 基準에 依하면 山房山 粗面岩만이 基準值를 確實하게 넘어 있으며 中文 粗面岩과 西歸浦 粗面岩은 基準值 線上에 있다. 特히 中文 粗面岩과 西歸浦 粗面岩은 試料 1個씩 過多 數值에 依하여 平均값에 크게 影響을 주고 있는 것을 알 수가 있다.

$SiO_2$  含量은 安德 熔岩流의 47.7의 最低값에서 山房山 熔岩流의 62.38의 最高값의 限界 內에 있다. 그래서 全般的으로 알카리性 熔岩이라 할 수가 있을 것이다. 熔岩流의 흐름의 狀態는 地形과 熔岩의 溫度에 依하여 影響을 받을 수 있으나 같은 狀態에서 는  $SiO_2$ 의 含量에 依하여 흐름의 狀態를 豫測하는 資料이기도 하다.  $SiO_2$ 의 값이 적을수록 流動性 熔岩이며, 높은 값일수록 粘性이 강한 熔岩으로 解釋될 수 있다. 實際 踏查過程에서도 表善里 玄武岩, 下孝里 玄武岩, 安德 熔岩流는 平原 狀態로 흘러 있는데 比하여 中文 熔岩, 西歸浦 熔岩 및 山房山 熔岩은 덩어리져 나타나는 것이 特徵이었다. 玄武岩에서  $SiO_2$  含量은 前期에서 後期로 갈수록 增加하는 傾向이 있다.

$MgO$ 와  $TiO_2$ 는  $SiO_2$ 의 數值가 減小함에 따라서 增加值를 나타내고 있고  $Al_2O_3$

30) 南基英, "濟州島의 地質과 地下水", 「地下水源調查報告」, 國立地質調查所, 1966, pp.109~129.

31) 李商萬, "濟州島의 火山岩類", 「地質學會誌」, 第2卷2號, 1966, pp.1~7.

32) 李文遠, 「韓國 濟州火山의 岩石學 및 地球化學의 研究」, 日本東北大 博士學位論文, 1982.

33) Coombs, D.S., Trends and affinities of basaltic magma and pyroxenes as illustrated by the diopside-olivine-silica diagram, Miner. Soc. Am. Special paper, 1963, pp.1227~1250.

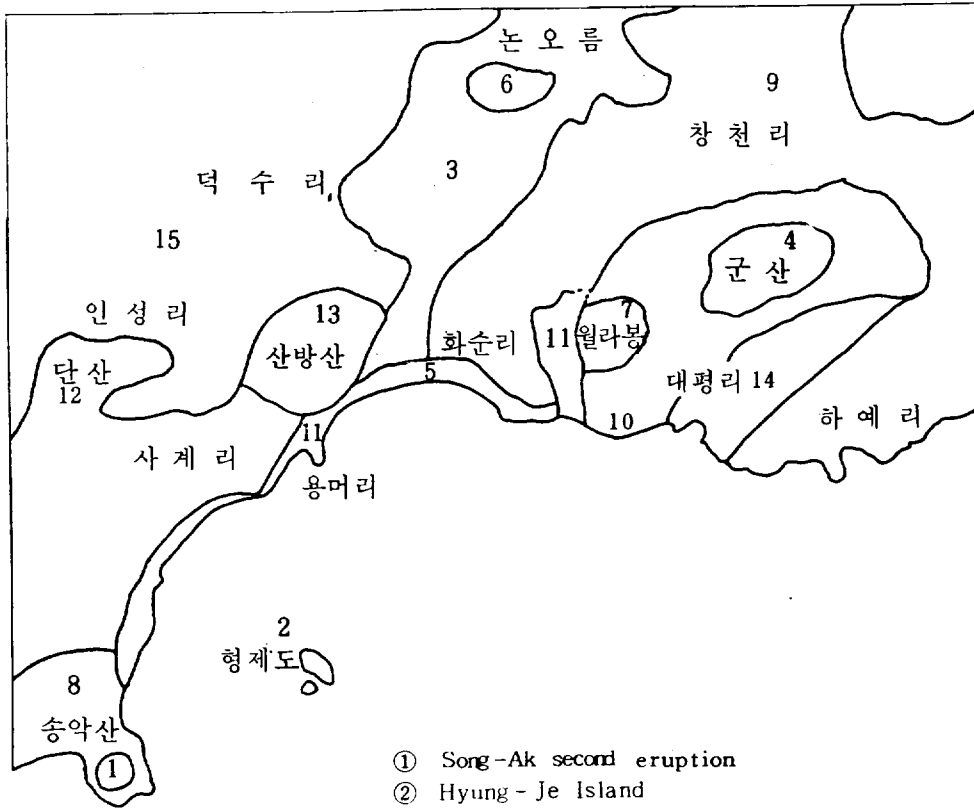






## V. 綜合 討 論

Fig. 10. The progression map of the land forms in the study area



- ① Song-Ak second eruption
- ② Hyung-Je Island
- ③ An-duk lava flow
- ④ Gun-san dome
- ⑤ Old beach berm
- ⑥ Non hill
- ⑦ Weol-la-bong Second eruption
- ⑧ Song-Ak first eruption
- ⑨ Hahyo-ri basalt
- ⑩ Weol-la-bong first eruption
- ⑪ Yong-meo-ri hyalo-clastite
- ⑫ Dan-san eruption
- ⑬ San-bang mountain
- ⑭ Dae-pyung-ri plain
- ⑮ Pyo-Seon-ri basalt

研究 地域內的 火山 噴出物의 構成物質에 依한 地域區分은 15 個 地域으로 細分되었다. 15 個 地域은 各 地域間에 相關關係가 存在하고 있었다(Fig.10). 그 相關關係를 檢討 比較 하면서 火山 噴出順序 對比가 進行되었는데 그 準據를 다음과 같이 一般的 概念으로 壓縮할 수 있을 것으로 생각된다.

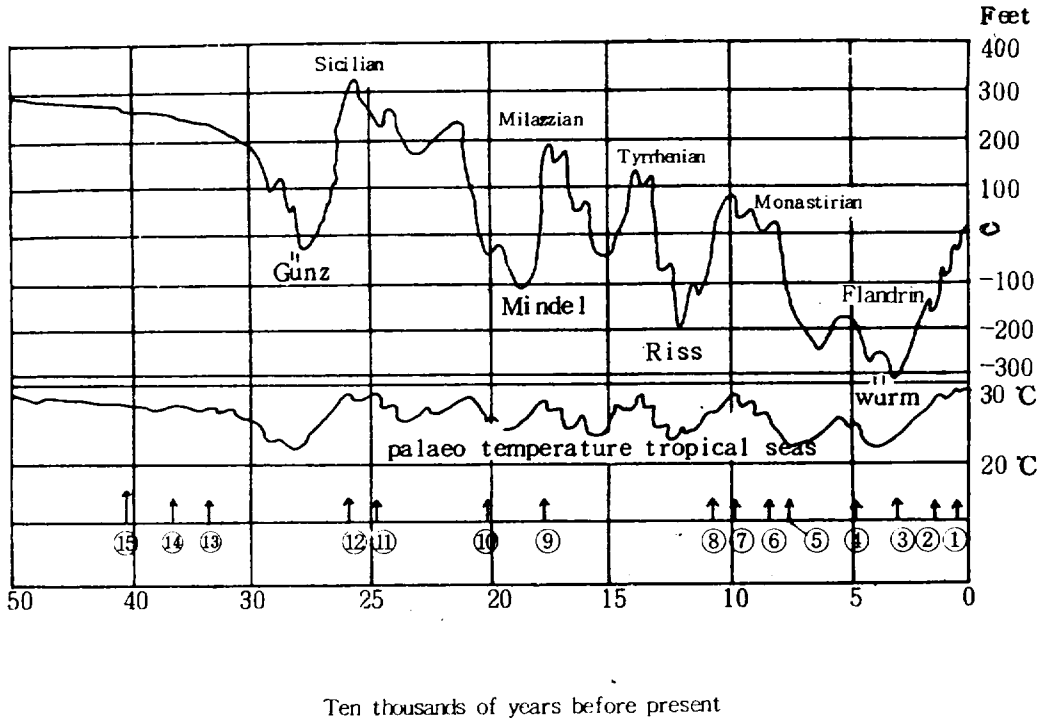
(1) Boring Core 柱狀圖( from the Report of ground water in Je-Ju Island)에 依한 熔岩流 噴出 順序의 追跡

- (2) 熔岩流 造岩鑛物과 oxide에 依한 噴出 順序 比較
- (3) 熔岩流層 內部에 內在하는 clay flow와 氣候環境
- (4) pyroclastic material과 氣候循環의 對比
- (5) hyaloclastite에 依한 海中 噴出物 追跡
- (6) pillow lava texture 및 glasses texture와 海水面 變動과의 關係
- (7) 海蝕洞窟의 海拔 높이와 海水面 變動과의 關係
- (8) tafoni의 世代循環과 海水面 變動 및 噴出順序 編年の 連繫
- (9) scoria 風化狀態 및 噴火口 浸蝕水準과 河川 爭奪狀態에 依한 時代比較 推定
- (10) 河岸段丘水準 및 形成 領域의 分析과 海水面 變動과의 連繫
- (11) talus의 構造 및 debris flow와 氣候循環과의 關係分析
- (12) 一般的 風化狀態와 Calcrete( $\text{CaCO}_3$ ), Silcrete( $\text{SiO}_2$ ) 및 Ferricrete( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )에 依한 固結狀態(Solidification)의 比較에 依한 次順位 地形의 推定
- (13) 熔岩流 表面의 Joint 現象 및 波碎現象 및 glasses 形成과 氣候關係의 比較
- (14) 和順 paleo berm에 依한 地形 對比 및 海水面 變動과의 關係 解釋
- (15) Crescent Wave cut style을 侵犯한 熔岩流의 次順位 地形의 推定
- (16) old hat land form과 後氷期 海水面 變動과의 比較 討論 등이다.

이와같은 準據에 依한 討論된 火山噴出 順序들은 Fig.11과 Table 5에 要約되어 있다. 現世基準하여 景觀形成 時代를 遡及해서 要約하여 보면 松岳山 二次 噴石丘와 兄弟島는 歷史 時代 景觀일 것으로 豫想된다. 安德 熔岩流는 Würm氷期가 豫想되며 軍山은 Würm氷期 前期, 和順 高位 砂濱, 논오름, 月羅峰 二次 噴石丘, 松岳 maar 등은 Monastirian으로 생각된다. 滄川地區의 下孝里 玄武帶는 Milazzian 段丘, 月羅峰 基盤岩인 中文 粗面岩은 Mindel氷期, 용머리와 簞山은 Sicilian 段丘에 該當되며 山房山은 Pre-Gunz로 看做되고 있다. 大平里의 西歸浦 粗面岩帶와 嶺瑟浦-보성地區의 表善里 玄武岩帶는 洪積世 初期 地形으로 보고있다.

이와같이 氷期時代 概念을 導入시켜 보면 噴出時期가 區分이 되는 段階가 나타나고 있다.

Fig. 11. Quaternary Eustatic Oscillations



Eustatic oscillations of sea level during Quaternary times (After Fairbridge). The peaks in the graph mark interglacial high sea levels (Sicilian, Milazzian, Tyrrhenian and Monastirian are stage names for the equivalent coastal terraces around the Mediterranean); the troughs mark glacial low sea levels, the four European glacial stages); and the lower graph shows Quaternary temperature variations in tropical seas (After Emiliani).

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| ① Song-Ak Second Eruption      | ⑨ Hahyo-ri basalt                 |
| ② Hyung-Je Island              | ⑩ Wul-la-bong first eruption      |
| ③ An-duk Java flow             | ⑪ Yong-meo-ri hyalo clastite      |
| ④ Gun-san dome                 | ⑫ Dan-san eruption                |
| ⑤ Old beach berm               | ⑬ Sang-bang mountain              |
| ⑥ Non hill                     | ⑭ Dae-pyung-ri plain              |
| ⑦ Weoi-la-bong Second eruption | ⑮ Pyo-seon-ri lava flow land form |
| ⑧ Song-Ak first eruption       |                                   |

Table 5. Volcanic eruption order

지명	총악산 이화산	형제도	안덕 용암류	군산	화산 고사빈	논오름	월라봉 2지형	총악 마르	장천	월라봉 기반암	용머리	단산	산방산	대평리	모슬포
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
분출 순서	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
용암 빙기	화산재	형제도 현무암	시흥리 현무암	화산열 물질	모래	화산재	화산재	성산층	하효리 현무암	중문 조면암	성산층	성산층	산방 조면암	서귀포 조면암	표산리 현무암
빙기	post Würm	post Würm	Würm	pre- Würm	Monastirian				Milaz -zian	Mindel	Sicil -ian	Sicil -ian	Gunz	pre- Gunz	pre- Gunz
분출 단계	7		6			5				4		3			2

時代 空白을 利用하여 研究地域의 15개 噴出地形을 7段階로 區分하고 있다. 一段階는 西歸浦層 下位面の 基底 玄武岩이 豫想되어 基底 玄武岩帶로 豫定하여 次後 地形順으로 區分하였다. 2段階의 西歸浦 粗面岩과 表善里 玄武岩은 噴出時期가 時代 概念이 희박하기 때문에 같은 段階로 묶었다. 그러나 3, 4, 5, 6, 7段階는 時間 概念이 보다 確實하므로 次後 時間 對比資料로 利用될 수 있을 것이다. 그래서 三段階는 確實한 時間 概念을 갖는 最初의 段階 區分이 될 것이다.

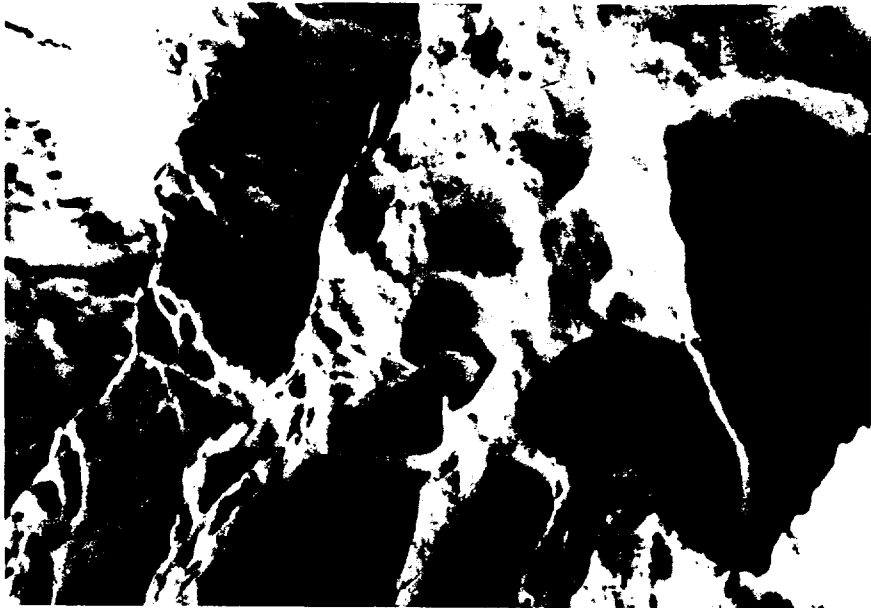
第三段階는 용머리, 簾山, 山房山이 되며, 四段階는 下孝里 玄武岩帶와 中文 粗面岩帶 地形이 包含되며, 五段階는 和順 古砂濱 (paleo berm), 논오름, 月羅峰 二次地形, 松岳마르의 形成時期가 된다. 六段階는 安德 熔岩流와 軍山의 噴出時期이며, 七段階는 後氷期 地形으로서 松岳山 二重噴石丘와 兄弟島가 包含된다.



( 사진 1 ) 형제도의 전경



( 사진 2 ) pillow lava ( 비개용암 )



( 사진 3 ) 산방산의 tafoni



## A Study on the Eruption Order of the Volcanic Scenery in Hwa-Soon

Oh Nam-Sam

Cheju Island is famous for its volcanic scenery. One of tourist attractions in Cheju Island is the San-Bang mountain located in the southwestern area, where there are various kinds of volcanic scenes. With geomorphological method, this paper seeks out the formation order of 15 volcanic scenes selected. Layers are ordered through fieldwork from January 1983 to December 1985. Layer order is as follows:

- 1st order: Basic Basalt Belt
- 2nd order: Seo-Gui-Po Trachyte and Pyo-Seon-Ri Basalt
- 3rd order: Yong-Meo-Ri, Dan mountain and San-Bang mountain
- 4th order: Ha-Hyo-Ri Basalt Belt and Jung-Moon Trachyte Belt
- 5th order: Hwa-Soon Upper Berm, Non-O-Rum Hill, Weol-La-Bong Second Cone, and Song-Ak Maar
- 6th order: An-Duk Lava Flow and Gun mountain formation period
- 7th order: Song-Ak Second Cone and Hyung-Je island as the post-glacial landform

The formation order of the first and the second stages is somewhat tentative. However, the eruption order of the volcanic scenery in Hwa-Soon is comparable to future study with the definite formation order from the third to the seventh stage.