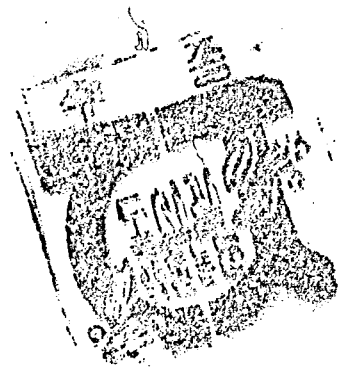


교사
TM 555.19
황근재
1988



碩士學位請求論文

濟州島 斗山峰 一帶의 地質과
火山活動 研究

09059947

全南大學校 大學院

地質學科

黃 載 河

指導教授 金 勇 俊

1988年 2月




濟州島 斗山峰 一帶의 地質과 火山活動 研究

全南大學校 大學院

地 質 學 科

黃 載 河

上記者의 理學碩士學位 論文을 認准함.

	職場	職位	學位	姓名
審査委員長	全南大學校	教授	工博	朴鴻恩 
審査委員	全南大學校	教授	理學博士	柳煥瑛 
審査委員	全南大學校	副教授	理博	金勇俊 

1988年 2月

目 次

1. 序言 및 既研究 經過	1
2. 地形 및 地構造	3
2-1 凝灰環(Tuff ring)	3
2-2 噴石丘(Cinder cone)	7
3. 地 質	10
3-1 分 布	10
3-2 岩石記載	12
가) 玄武岩	12
나) 玄武岩質 火山礫凝灰岩의 堆積構造	13
다) 玄武岩質 火山礫凝灰岩	14
라) 玄武岩質 噴石	16
3-3 地化學的 構成	18
가) 概 說	18
나) 主構成 成分의 變化	21
4. 火山活動	28
4-1 하이드로볼케니즘 (Hydrovolcanism)의 정의	28
4-2 斗山峰 地域의 하이드로볼케니즘 (Hydrovolcanism)	29
가) 프레아토마그마틱 噴出(Phreatomagmatic eruption)	29
나) 斗山峰 프레아토마그마틱(Phreatomagmatic) 噴出에 寄與한 물에 關한 討議	31
4-3 火山活動 段階	33
5. 結 論	37
參考文獻	

제주도 두산봉 일대의 지질과 화산활동 연구

황 재 하

전남대학교 대학원 지질학과
(지도교수 : 김용준)

(초 록)

제주도 동부 두산봉 일대에는 현무암이 넓게 분포되며, 현무암질 화산력 응회암, 현무암질 분석 및 응회질 사암 등으로 이루어지고 있다. 이들중 응회질 사암을 제외한 나머지 화산암류들은 모두 염기성 화산활동에 의해 생성된 것으로 다만 냉각과정을 달리할뿐, 주 구성성분에 대한 화학성분은 대동소이 하다. 특히 두산봉을 형성하는 두산봉 현무암과 현무암질 화산력 응회암, 두산봉 분석등은 모두 동일한 화구로부터 유래된 것이나 화산활동 형태의 변화에 따라 암상을 달리하는 것으로, 이러한 화산활동 유형의 변화에 따른 화학성분상의 변화는 거의 무시될 정도로 미미하다.

이지역에 있었던 화산활동을 단계별로 구분해보면 대개 4 단계로 구분되어 진다. 그 제 1 단계는 기저부 형성기로 두산봉 화구의 화산활동 이전단계이다. 제 2 단계는 프레아트마그마틱 분출(Phreatomagmatic eruption)기이며, 제 3 단계는 원지성 현무암의 용류기로 두산봉 화산에서는 화산활동 형태의 전환기이다. 마지막 단계는 스트롬볼리안 분출(Strombolian eruption)기로 두산봉과 지미봉에 분석구를 형성하며 본역의 화산활동은 종지부를 찍는다.

1. 序言 및 既研究 經過

우리나라 最南端에 位置하는 濟州島는 울릉도와 더불어 比較的 最近의 火山活動에 依해 形成된 火山島로서 火山活動에 依한 地形 特性이 아직까지 잘 保存되고 있어 韓半島에서 火山活動에 關한 研究를 하기에 가장 적절한 곳의 하나이다. 濟州島의 火山活動은 대체로 第三紀末 鮮新期(Pliocene)로부터 始作되었다. 처음에는 海底에서 開始되어 海面위로 새로운 섬을 形成했으며 그 活動은 歷史時代까지도 繼續되었던 것으로 記錄되어 있다.

濟州島는 中央에 標高 1,950 m의 漢拏山이 位置하며, 그 中央에 백록담을 中心으로 대체로 N75°E 方向의 長軸을 갖는 橢圓狀 形態를 보이고, 主要構成岩은 花崗岩의 基底上에 알카리玄武岩, 하와이아이트(Hawaiite), 뮤지에라이트(Mugearite), 粗面岩 등이 分布되며(李文遠, 1982) 玄武岩質 凝灰岩들과 火山岩質 碎屑物을 包含하는 小規模의 堆積岩들이 局部的으로 分布된다.

本島에 關해서는 過去 日人 原口九萬(1923, 1931)와 李尙萬(1966), 元鍾寬(1975, 1976), 李文遠(1977, 1982) 등에 依하여 岩石學的 또는 地化學的 研究가 이루어진바 있으며, 徐海吉 外(1964), 金玉準 外(1965), 남기영 外(1965) 등과 農業振興公社(1971 ~ 1988)에 依해 地下水 探查를 爲한 調査가 遂行되었으며, 또 現在에도 進行되고 있다. 孫致武 外(1968)에 依하여 本島 全域에 걸친 1:10 萬 地質圖가 作成된바 있으며 韓國地下資源調査所에 依해(1965) 역시 島內의 地下水 探查를 爲하여 주로 海岸과 中산간 地域에 對한 地表 地質調査가 이루어진바 있다. 日人 橫山又二郎(1923), 金鳳均(1969, 1972, 1974) 등에 依해 海成堆積岩들에 對한 古生物學的인 研究가 이루어진바 있다. 近者에 이르러서는

崔淳學(1985)에 의한 水理地質調査가 遂行되었으며, 金東鶴과 筆者 外(1986a, 1986b)에 의해 火山活動에 관한 研究가 있었다. 또 尹銑 外(1986), 尹祥奎 外(1987)에 의하여 濟州島 發達史와 第四紀 地質調査가 實施된 바 있다.

本 研究는 비록 局部的이기는 하나 斗山峰 一帶의 火山活動을 火山學的인 見地에서 精確하게 糾明함으로서, 나아가서는 濟州島 全域에 걸친 올바른 “濟州島 火山活動史 혹은 發達史”를 定立하는 資料를 提供함에 그 目的이 있다.

研究方法은 航空사진 判讀과 1:5,000 축척의 地形圖를 이용하여 野外調査를 遂行하였다. 野外調査時 玄武岩은 Lava flow feature에 따라 Flow front를 精確하게 記載 및 作圖하여 玄武岩의 流動方向을 밝히고, 各各의 玄武岩을 產出 根源地別로 區分하므로써, 斗山峰과 地尾峰을 火山活動의 特徵에 따라 分類하였다. 室內作業으로는 野外調査時 採取한 試驗試料에 對해 박편을 제작 관찰하였으며, 化學分析을 실시하여 그 構成 成分上의 特徵을 살펴보았다.

2. 地形 및 地構造

本 研究 地域은 濟州道 北濟州郡 舊左邑의 南東部와 南濟州郡 城山邑의 北東部에 걸쳐 位置한다. 濟州島의 形態의 特徵인 橢圓形 長軸의 東쪽 延長線上에 해당하며, 이는 백록담을 中心으로 하는 東西裂谷帶(崔淳學, 1985)에 屬한다.

本域의 地形은 比較的 平坦한 熔岩台地를 이루며 斗山峰(145.9 m)과 地尾峰(165.3 m)의 두 寄生火山을 包含한다. 玄武岩 熔岩의 熔流로 이루어지는 平坦地形에도 熔岩의 熔流에 따른 Flow front 가 잘 形成되어 Phoehe toe를 잘 發達시킨다. 특히 地尾峰 東側 海岸線에 接한 部分에서는 地尾峰 玄武岩의 熔流에 따라 形成된 Hornito 들의 發達이 良好하다.

地尾峰과 斗山峰은 濟州島內에서 흔히 볼 수 있는 約 357 個(朴勝弼, 1985)의 寄生火山들中의 一部이나, 이들은 各各 外形으로나 그 內部構造 및 成因이 전혀 다르다. 斗山峰은 그 形態로부터 凝灰環(Tuff ring)으로 불리우는 것으로서 島內 南部 海岸線 부근에서도 몇개 더 찾아볼 수 있는데, 이들은 Hydrovolcanism의 產物인 玄武岩質 凝灰岩들로 이루어진다. 그러나 地尾峰은 스킨리아(Scoria) 噴石들로 이루어지는 噴石丘이다. 특히 斗山峰은 그 火口 中央部에 地尾峰과 같은 典型的인 噴石丘를 形成하고 있어, 한 火山에서 썬찌안(Surtseyan) 噴出形態에서 스트롬볼리안(Strombolian) 噴出形態로 火山活動을 變化하는 양상을 한눈에 보여준다.

2-1 凝灰環(Tuff ring)

凝灰環의 形態의 特徵은 우선 火口の 形態가 Maar type이다. 斗山峰 凝灰

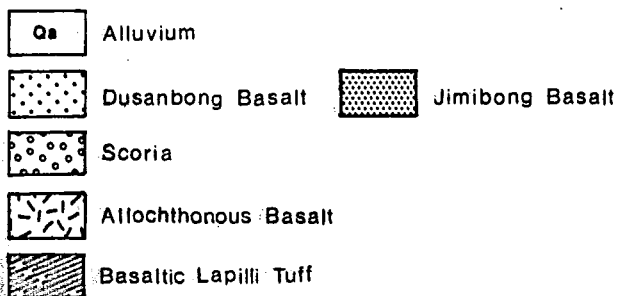
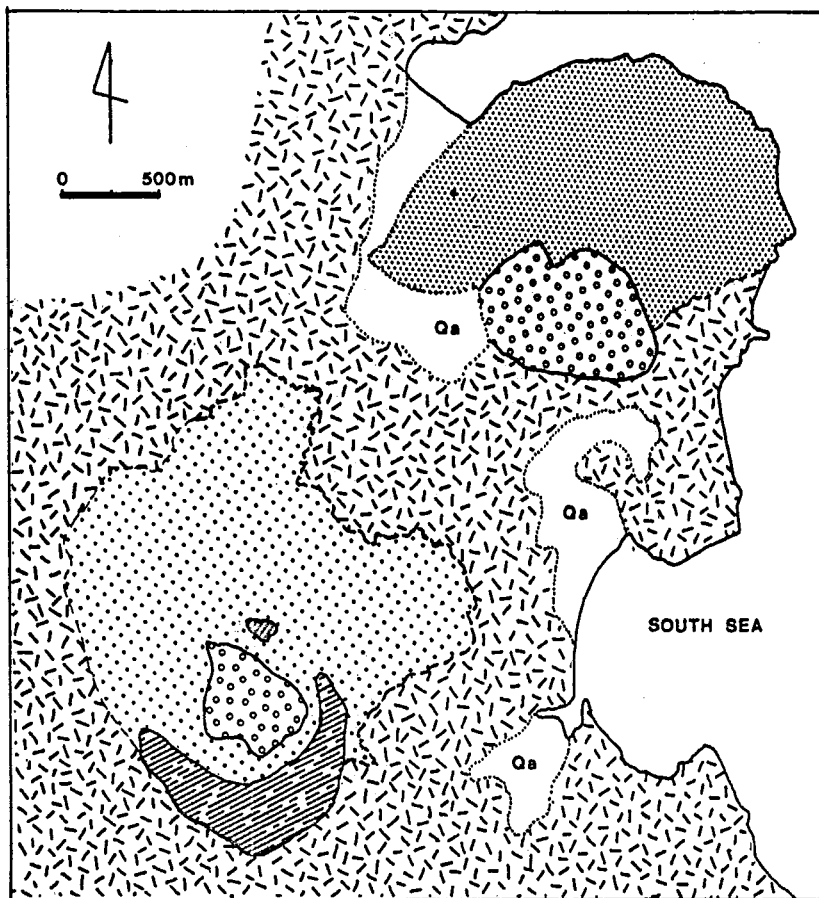


Fig-1 Geologic map of research area

環의 正確한 基底는 確認될 수 없으나, 現在 測定될 수 있는 狀態에서 그 基底의 幅과 높이의 比率이 매우 낮음을 볼 수 있다. 즉 基底部의 直徑이 約 900 m 정도이나 最頂上部의 높이는 約 70 m에 그쳐 그 比率이 0.08 정도에 불과한 典型的인 凝灰環의 形態를 이루고 있다(Fig-2). 이러한 比率은 Sur-

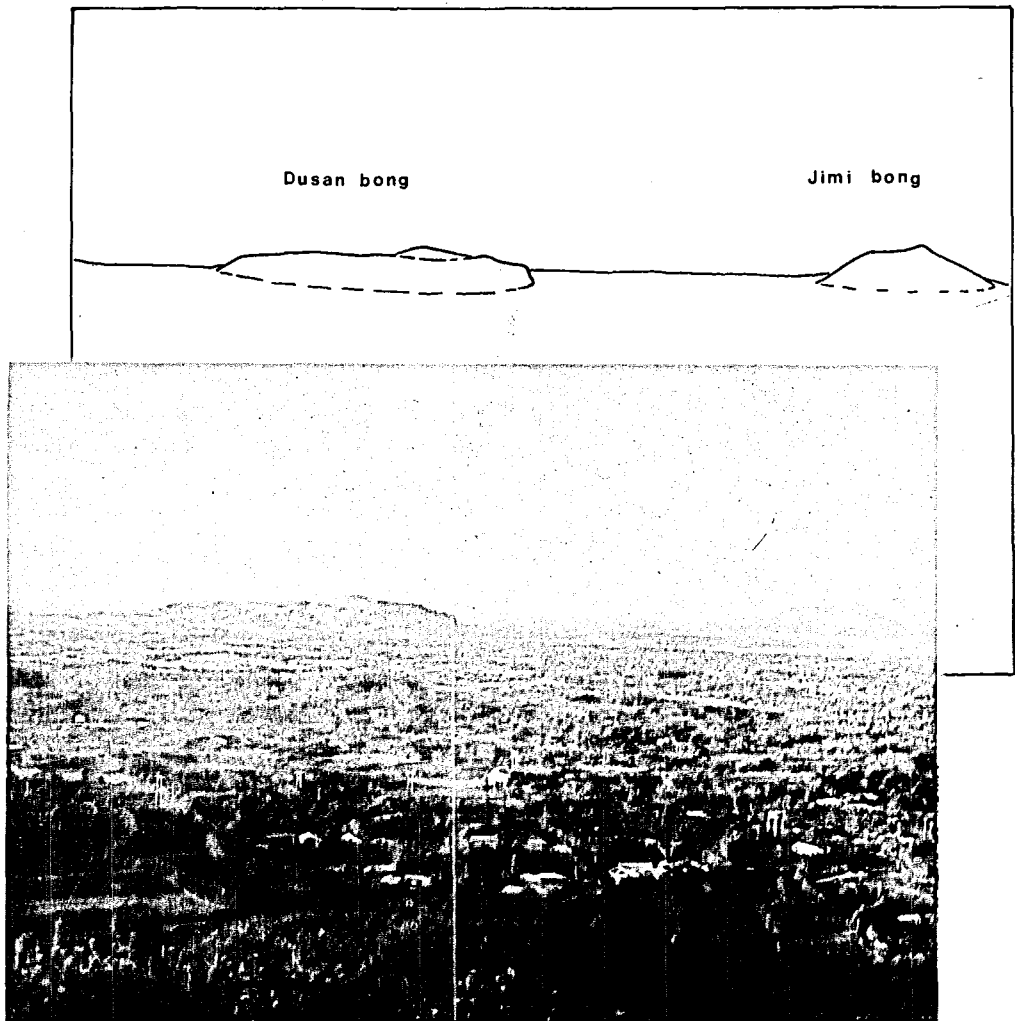


Fig-2 Two types of parasitic cones

사진 - 1 研究地域 全景

tseyan Volcanism의 대표적인 Iceland의 Surtsey나 Seafell의 凝灰環에 비해 서도 오히려 더 낮은 比率임을 알 수 있다(A. J. Reedman et. al, 1983).

一般的으로 凝灰環의 外側 斜面에서의 凝灰岩 層理는 傾斜方向이 바깥쪽으로 뻗어있어 放射狀 分散을 보이며, 內側斜面에서는 모든 層理의 傾斜方向이 火口 中心쪽으로 收斂한다. 內側斜面の 碎屑物들은 火山活動이 進行되는 동안 대체로 不安定하므로 堆積同時性 斷層을 發達시키거나, 層理面을 따라 미끄러져 내리므로서 一部가 쉽게 離脫되어 火道안으로 떨어져 나간다. 따라서 그 形態는 쉽게 파괴되므로 完全한 形態를 찾아보기는 어렵다(Fig-12). 斗山峰 凝灰環도 다른 凝灰環들이 環形이나 초생달 모양을 이루는 것과 같이 非對稱的인 環形을 이루고 있다(Fig-1). 그러나 地質圖上에서 斗山峰의 玄武岩質 火山礫凝灰岩의 分布가 초생달 모양을 이루는 것은 凝灰環의 外輪部(Rim) 北部가 後期の 연속적인 火山活動에 따른 玄武岩의 噴出로 因하여 凝灰環의 一部가 파괴되거나, 玄武岩 熔岩에 의해 덮혀있기 때문일뿐 初生的 形態는 아니다. 凝灰環의 外輪 南部에서는 外側의 層理들이 모두 바깥쪽으로 傾斜져 있고(사진-2), 그 內側에서는 火口 中心部를 向하여 傾斜함으로서 凝灰環의 構造的 特徵을 잘 보여준다. 그러나 內側 層理는 前述한 바와 같이 堆積同時性 斷層에 의한 轉移라든가, 後期の 玄武岩 噴出과 噴石丘의 形成등에 따라 많이 變形되어 있으며, 또한 Reworking된 玄武岩質 凝灰岩屑들과 토양에 의해 두 겹씩 피복되어 있어 그 構造를 把握하기가 容易하지는 않다.

凝灰岩 層理의 傾斜角은 環의 外輪 頂上部에서는 거의 水平에 가깝거나 底 角度를 이루나, 바깥쪽으로 가면서 傾斜角이 커져 중허리 부근에서는 대체로 20°~30°의 높은 傾斜角을 보인다. 그러나 다시 基底部에 近接하면서 角度는 緩慢해 지며 火山活動 第三段階(4-3, 火山活動의 段階項에서 記述)에서 噴出 熔

流하는 遠地性 玄武岩에 依해 덮혀 있다.

斗山峰 凝灰環의 東南端은 甚한 浸蝕作用을 받아 절벽을 이루고 있어 凝灰環의 内部堆積構造를 잘 보여주고 있다. 또, 그 頂上部에는 堆積同時性的의 環狀斷層이 잘 發達하고 있음을 볼 수 있다.

現在의 斗山峰 凝灰環은 北쪽이 많이 變形되어 있어 그 全體的인 形態를 確言할 수는 없으나, 대체적으로 環의 形態가 南東部가 가장 높고 兩翼쪽으로 갈수록 낮아지며, 西部가 가장 낮다. 이러한 形態는 斗山峰 凝灰環의 形成初期의 形態를 그대로 反映하고 있는 것으로 보이며, 이는 凝灰環 形成期, 즉 쉐저안(Surtseyan) 噴出期에 本域의 主導的이었던 바람의 方向에 起因하는 것이다. 지금도 濟州島에서는 北西風의 影響이 가장 強하며, 斗山峰 火山의 活動期에도 이와같이 北西風에 依해 火山碎屑物들이 南東部에 더 많이 堆積되었던 것이다. 이는 濟州島의 古氣候의 일면을 볼 수 있는 증거이기도 하다.

2-2 噴石丘(Cinder cone)

研究地域內에서는 두개의 噴石丘를 볼 수 있다. 地尾峰과 斗山峰凝灰環의 中央에 있는 噴石丘가 그것들이다. 地尾峰 噴石丘는 스킨리아噴石들과 火山彈, 玄武岩片등을 包含하며 圓錐形을 이룬다. 그러나 後期에 噴出한 玄武岩 熔岩으로 그 본래의 모양이 파괴되어 北쪽으로 裂開된 桃狀을 이루고 있으며, 이로부터 噴出된 玄武岩 熔岩은 熔岩扇狀地(Lava delta)를 이루고 있다(Fig-3). 이 玄武岩 熔岩들은 底地로 흘러내리며 地尾峰 東側に 많은 Hornito들을 形成시켰다. Hornito들은 Driblet cone이라고도 부르며, 이들은 Feed pipe가 없이 다만 熔岩의 流動에 따라 移動된 熔岩의 一部가 熔岩流 表面에 생긴 균열을 따라 Spatter 들은 噴出하여 Scoria나 driblet 들을 쌓아 놓은 것들이다.

斗山峰 噴石丘는 斗山峰 凝灰環의 中央部에 發達되어 있으며 凝灰環의 形成과는 또다른 火山活動의 類型에 起因한다. 그러나 地尾峰 噴石丘가 單一 Lava fountain으로부터 噴出 形成된데 反해 斗山峰 噴石丘는 Lava fountain이 3乃至 4個가 된다. 이렇게 여러개의 Lava fountain들이 各各의 噴石丘를 만

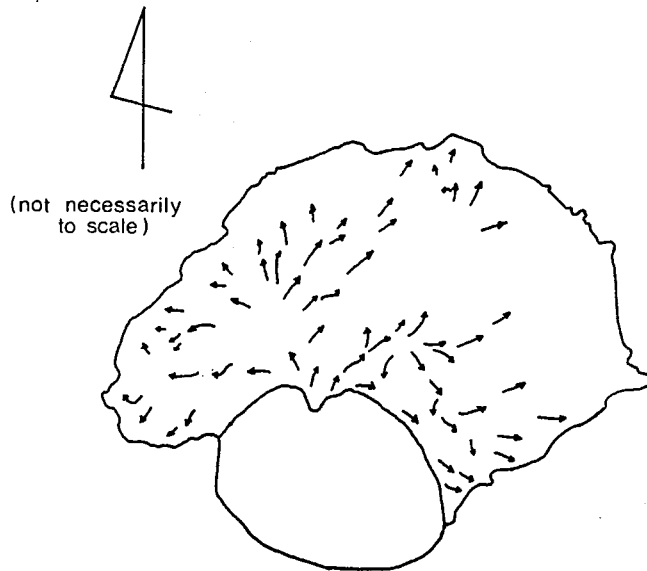


Fig-3 Lava flow direction of Jimibong basalt

들어 가면서 相互間에 干涉現狀을 일으켜 複合形의 噴石丘를 이루었다. 斗山峰 噴石丘에서도 역시 後期에 玄武岩 熔岩이 噴出하였으며, 이들 熔岩은 既存 噴石丘의 形態를 變形시키거나 파괴시켰다. 또한 이들은 噴石丘와 凝灰環의 境界

谷部를 채워玄武岩核字를 이루었으며凝灰環의北쪽으로汎濫하여역시玄武岩의熔岩扇狀地를形成했고北쪽과東쪽으로 계속 흘러 내렸다(Fig-4).



Fig-4 Lava flow direction of Dusanbong basalt

3. 地 質

3-1 分 布

本域에 分布하는 岩石들은 玄武岩과 玄武岩質 噴石, 玄武岩質 火山礫凝灰岩, 凝灰質 砂岩等이다.

玄武岩은 研究地域內에서 가장 넓은 分布를 보인다. 本域에서는 대체로 3 種類의 玄武岩質 熔岩의 熔流가 認知된다. 이들은 從來 모두 始興里 玄武岩에 包含시켜 分類되지 않았던 것들로서 금번 調査에서 各各 이들을 근원지別로 分類했다. 이들中 첫번째의 것은 그 噴出 根源地가 斗山峰의 西쪽 어느곳으로 推定되는 것으로, 斗山峰 凝灰環의 바깥쪽 基底部를 피복하며, 또한 계속 東쪽으로 흘러내려 地尾峰 噴石丘의 基底를 이룬다. 이 玄武岩은 粘度가 낮고 噴出量이 많아 遠距離를 移動해 왔으며, 다른 두種類的 玄武岩에 比해서 Flow front feature 를 잘보여 주지 않는다. 여기서 이 玄武岩을 遠地性 玄武岩이라 부르기로 한다. 두번째의 것은 斗山峰 玄武岩으로 斗山峰火口로부터 噴出되어 凝灰環과 噴石丘 사이를 채우고 北쪽으로 넘쳐흘러 熔岩扇狀地를 形成하고 있는 것이다. 이는 前者에 比해 粘度가 높으므로 比較的 뚜렷한 Flow front feature line 을 形成한다. 세번째의 것은 地尾峰 玄武岩으로 地尾峰噴火口로부터 流出되어 北쪽으로 現海岸線까지 流動하여 역시 熔岩扇狀地를 이루고 있다. 이것 역시 높은 粘度에 따라 멀리까지 熔流하지 못하였고 특히 地尾峰 北西部에서는 가파른 절벽을 형성한다.

玄武岩質 噴石들은 地尾峰과 斗山峰 火口の 中央에 쌓여 있다. 地尾峰의 噴石들은 前述한 遠地性 玄武岩上에 堆積되어 있으며 後期에 地尾峰 玄武岩의 貫入을 받았다. 斗山峰 噴石들은 斗山峰 凝灰環의 中央에 噴石丘를 이루고 있는

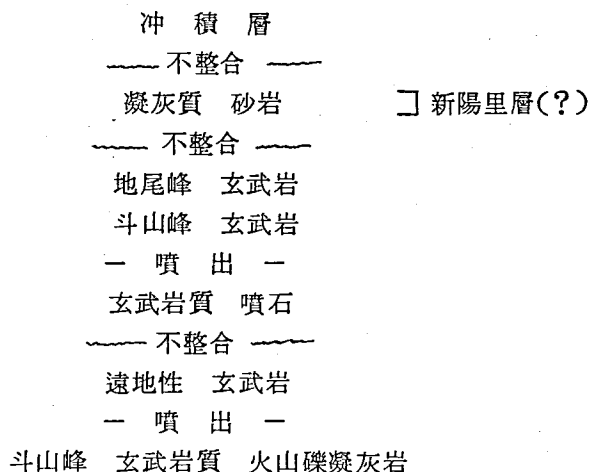
데 역시 後에 斗山峰 玄武岩의 貫入을 받았다.

玄武岩質 火山礫凝灰岩은 斗山峰 凝灰環을 形成하나, 그 一部는 遠地性 玄武岩과 斗山峰 玄武岩에 依해 피복당하고 있다. 斗山峰 北東部에는 斗山峰 玄武岩에 덮이지 않고 一部 凝灰環의 外輪部가 Fenster 처럼 남아있는 것을 볼 수 있다.

凝灰質 砂岩은 地質圖上에 表示될 수 없을 정도로 小量이 現海岸線을 따라 군데군데 小規模로 分布하여 終達里 東洞 東쪽 海岸에서 가장 잘 認知되고 玄武岩質 凝灰質 粗粒砂岩으로 構成되어 있다. 이는 新陽里層에서 볼 수 있는 것과 유사한 多量의 貝類化石들을 包含하고 있어 新陽里層에 對比되는 것으로 생각된다. 또 이들은 一出峰 凝灰丘나 혹은 이와같은 海岸線에 근접 位置한 또다른 凝灰環이나 凝灰丘가 海蝕作用에 依해 二次的으로 堆積되어 이루어진 것으로 볼 수 있다.

以上の 分布岩石들을 系統別로 表示하면 Table-1 과 같다.

Table-1. Geological sequence



3-2 岩石記載

가) 玄武岩

斗山峰 凝灰環을 피복하며 地尾峰의 基底를 이루는 遠地性 玄武岩은 多孔質이고 熔岩流 表面에는 흔히 로피구조를 發達시킨다. 氣孔은 板(Tablet)狀이거나 렌즈(Lenz)狀으로 伸張되어 있음이 普遍的이다. 顯微鏡下에서 觀察하면 中粒質이고 휘석 斑晶을 含有하고, 斜長石의 椶狀(Lath shape)結晶들이 粗面岩質 組織을 보여준다. 斗山峰 玄武岩이나 地尾峰 玄武岩과 比較해 보면 玻璃質이 缺如되나, 철질물의 含量이 相對的으로 높은 편이다.

斗山峰 玄武岩은 대체로 暗灰色 塊狀岩體로 非顯晶質이며, 相對的으로 기공은 적으나, 간혹 작은 기공들을 많이 包含하는 多孔質인 部分도 있다. 기공의 모양은 一般的으로 球形, 橢圓形 또는 Pipe 狀이나, 西쪽과 南東쪽 Lava fountain 주변부에서 볼 수 있는 最後期の 噴出物로 보이는 것들 중에는 많은 文象形의 氣孔들이 發達하고 있는 것을 볼 수 있다. 顯微鏡下에서는 대체로 微弱한 斑狀構造를 보이기도 하며, 斜長石의 椶狀結晶들이 弱하게 배열되어 Pilotaxitic 組織을 보이며, 特히 玻璃質이나 휘석의 큰 斑晶들 周圍를 이들 장석結晶들이 피해가는 물결 모양의 流狀構造를 보여준다. 玻璃質 斑晶들의 대부분은 周邊部가 이딩사이트(Idingsite)化되어 적갈색環(rim)을 形成하며 石基는 微粒質의 長石과 유리질로 이루어져 있으며, 또 많은 鑲染狀의 철질물이 散在되어 있다. 地尾峰 玄武岩도 斗山峰 玄武岩과 매우 유사하나, 氣孔들의 發達이 良好하며 그 크기도 比較的 큰편이다. 鏡下에서는 流狀構造를 잘 보이며 玻璃質과 휘석의 斑晶을 包含한다. 以上과 같은 特徵들을 보이는 이들 玄武岩들은 多少間의 成分差는 있으나 모두 玻璃質 휘석玄武岩에 屬한다.

나) 玄武岩質 火山礫凝灰岩의 堆積構造

玄武岩質 火山礫凝灰岩들은 대체로 層理를 잘 發達시키나 層位에 따라서 塊狀을 이루기도 하며, 岩色은 갈색, 흑갈색 및 녹회색 등을 띠는 中粒質 乃至 粗粒質 凝灰岩으로서 固結度는 比較的 낮다. 層理는 대체로 平行 平坦狀이며 塊狀인 部分에서도 微弱하게나마 層理의 形態를 보이며, 全般的으로 Internal lamination을 잘 發達시킨다. 層厚는 수mm에서 2 m 以上에 達하도록 多樣하다. 凝灰環의 外輪의 頂上部에서 관찰하면 層理가 대개 5 ~ 20 cm 정도로 同一한 形態로 반복되고 있어 Uniformal cycling eruption의 形態를 잘 보여주고 있다. 大部分 玄武岩質 火山礫과 火山灰로 이루어지는 Crystal vitric basaltic tuff 로, 흔히 Sand size나 Fine ash size의 凝灰岩들과 交互되기도 한다. 火山礫들은 平均 5 ~ 7 mm이며 특히 火山礫의 含量이 높은 層準은 매우 多孔質이다. 全般的으로 亞角形 乃至 亞圓形이며, 外殼部가 Clay나 혹은 Fine ash로 Coating되어 있는 Armored lapilli가 흔히 產出된다. 또 흔히 岩片들을 含有하는데, 대부분이 玄武岩質 岩片들이며 대개 亞角形이고 最大直徑 50 cm 以上에 달하는 것도 發見되나 大部分은 10 cm 內外이다. 玄武岩質 岩片 以外에도 小片의 流紋岩質 岩片이 간혹 發見된다. 一般的으로 巨礫들은 기공이 적은 塊狀岩體들로 이루어지나, 작은 岩片들은 다공질인 것이 보통이다. 이들과 層理와의 관계는 흔히 Ballistic transporting에 依한 Bomb sag을 형성하기도 하나 層理가 이들 岩片에 依해 斷折되고 있음을 볼 수 있어 Base surge deposition에 따른 Horizontal transportation도 있었음을 알 수 있다 (Fig-5).

대체로 分급이 不良하나 흔히 漸移層理를 發達시킨다. 漸移層理는 흔히 逆轉~正常(Reverse to normal) 혹은 正常~逆轉(Normal to reverse)形의 對稱漸

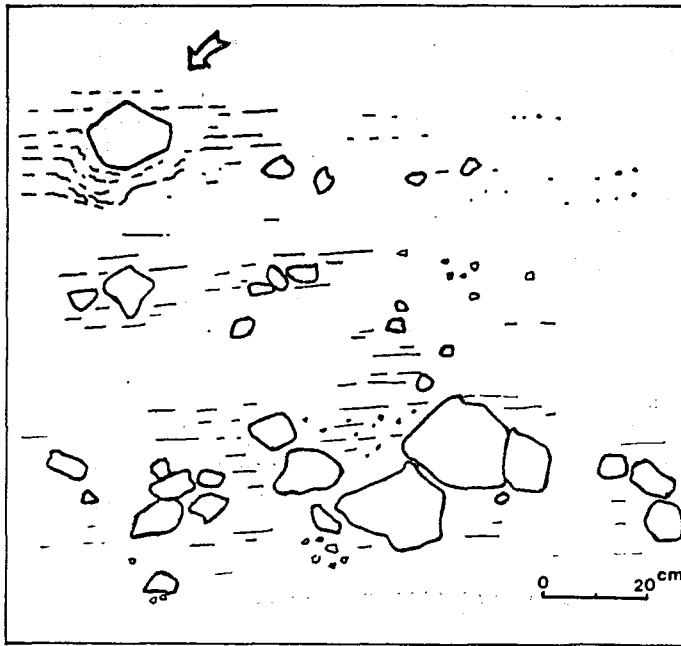


Fig-5 The relationship of bedding and basalt blocks due to horizontal transporting by base surge. Bedding sag caused by impact of ballistic block and direction of impact

移層理(Symmetric graded bedding)를 보여준다. 또한 正常位의 漸移層理를 흔히 볼 수 있다(Fig-6). 또 Channel system이라든가 Cross lamination, S-lumping 등 Sandwave 堆積一次構造를 잘 보여주어 역시 Base surge deposition임을 입증하여 준다.

다) 玄武岩質 火山礫凝灰岩

玄武岩과 玄武岩質 火山礫凝灰岩은 그 成分上 큰 變化가 없으나, 그 石基의 組織들은 冷却經路(Cooling history)에 따라 多少間에 差異가 있다. 또한

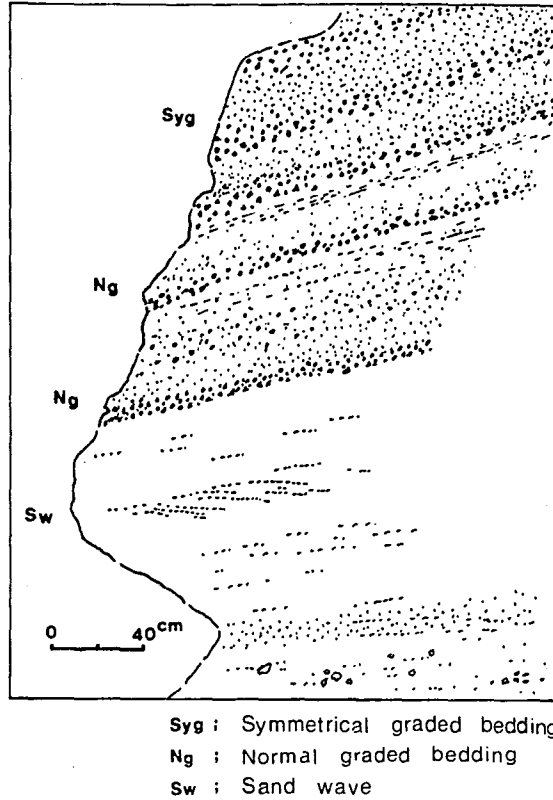


Fig-6 Normal and symmetrical graded bed form.
 Massive bedding with sandwave in lower part.

玄武岩質 火山礫凝灰岩內에서도 塊狀인 層準이나 層理를 잘 發達시키는 部分 모두 岩石記載學的으로 成分이나 組織이 大同小異하다.

凝灰岩들은 全般的으로 다공질이며 圓形이나, 卵形의 杏仁들을 包含한다. 이들은 대개 Calcite나 Calcedony 등으로 채워져 있기도 하며 때로는 內部가 비어있는 것도 많다.

顯微鏡下에서 觀察하면 유리질 玄武岩片을 包含하는 유리질 石基로 이루어져 있고 岩片뿐아니라 石基中에도 微粒 長石의 針狀結晶이 혼하며 감람석이나 휘

석의 微粒들이 包含된다. 작은 황갈색의 Sideromelane 이 흔하게 보이는데 그 周邊部가 Palagonite 로 變質되어 담황갈색 rim 을 形成하기도 한다. 野外에서 간혹 유리질 鑛物粒을 凝灰岩內에서 볼 수 있는데 이들이 Sideromelane 粒으로 보이며, 이는 火山活動 단계에서 玄武岩質 Magma 가 火口內로 流入된 물과 接하게 되므로 일어나는 急冷現象에 기인하는 것이다.

凝灰岩內에 包含되는 작은 岩片들도 대부분 유리질인 것이 많으며 組織은 玄武岩과 同一하여 長石의 桿狀結晶들을 많이 發達시키고 흔히 玻璃石이나 휘석의 斑晶이 包含되고 있다. 그러나 이들 역시 凝灰岩의 石基에서와 같이 多孔質 杏仁構造를 잘 發達시킨다. 이들 岩片들의 境界部는 매우 불규칙하여 그 境界線이 마치 融蝕된 듯한 形態를 보이며, 또한 杏仁構造의 파괴로 마치 shard 모양의 Y形이나 초생달 모양의 예리한 曲線境界를 가지기도 한다. 이러한 特徵은 玄武岩 熔岩이 火道內에서 急冷과 破碎(Fragmentation) 作用에 따라 아직 半流動 狀態의 玄武岩을 岩片化하여 火山灰와 같이 堆積되었기 때문에 生成된 것으로 대기권內로 噴出된 後 냉각된 玄武岩과는 差異가 있다.

라) 玄武岩質 噴石

斗山峰과 地尾峰에서 發達하는 玄武岩質 噴石들은 모두 Cinder 와 Spatter 들로 이루어지며 Scoria 性이다. 또 흔히 火山彈을 包含하고 있다. 이들 모두 玄武岩質로 斗山峰이나 地尾峰의 玄武岩들과 產狀은 다르나, 근원적으로나 成分上으로는 큰 差異가 없는 것들이다.

斗山峰 噴石들은 層理의 發達이 不良하고 凝灰環의 構成物에 比해 相對적으로 큰 岩屑들로 이루어진다. 斗山峰 噴石들은 대개 적갈색을 띄우나, 地尾峰의 噴石들은 흑색 乃至 흑갈색을 띄우고 있다. 地尾峰의 噴石들은 堆積狀

態에서 特異한 現象을 보여준다. 즉 噴石丘의 南部에는 相對的으로 작은 岩屑의 Cinder 나 Spatter 들로 이루어지며, 간혹 分及에 依한 微弱한 層理構造를 보여주기도 한다. 이에 反하여 北쪽은 噴石들에 比해 相對적으로 비중이 높은 玄武岩片들이 더 많이 堆積되어 있음을 볼 수 있다. 이러한 特徵은 斗山峰 凝灰環의 非對稱的인 形態에서 보는 바와같이, 地尾峰 火山의 活動期에도 本域에 주도적이었던 北西風이 火山碎屑物의 堆積에 分及作用(Winnowing)을 하였다는 것을 알 수 있다. 또한 地尾峰의 火山彈들은 斗山峰의 그것들에 比해 크기가 크고 量的으로도 우세한 것으로 미루어 보아, 斗山峰의 Strombolian Lava fountain이 地尾峰에 比해 激烈도가 덜하였으리라는 것을 推測할 수 있다.

3-3 地化學的 構成

가) 概 說

研究對象 地域內에서 총 19 개의 試料를 取하여 主成分鑛物에 對한 化學分析을 실시하였다. 이로서 玄武岩과 噴石, 凝灰岩等 岩相의 變化에 따른 成分의 差異를 比較하여 보았다. 또 噴出時期를 달리함에 따른 變化나, 噴出 根源地別로 成分에 變化가 있는지 알아보았다. 試料의 채취 位置는 Fig-7 과 같으며

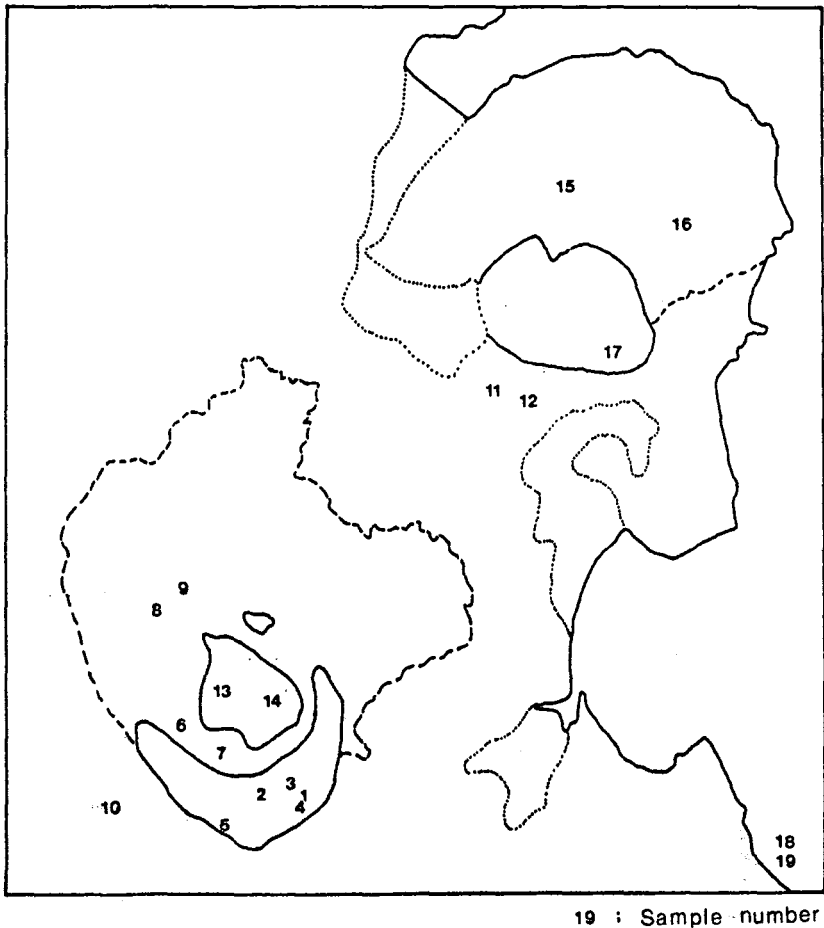


Fig-7 Sample location map

Table-2 Chemical Composition of Samples

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	H ₂ O ⁻	Igloss	Total
1	45.86	15.89	3.56	6.45	7.67	6.27	1.65	2.04	0.13	0.01	2.23	4.07	8.01	99.77
2	47.04	16.49	7.18	4.10	6.94	7.50	1.53	3.07	0.15	0.01	2.59	1.82	3.28	99.88
3	45.40	15.44	4.38	6.11	7.56	7.38	1.75	2.46	0.14	0.01	2.37	3.65	6.85	99.85
4	46.10	16.15	4.31	6.41	7.33	7.18	1.22	2.18	0.14	0.01	2.32	4.32	6.64	100.11
5	48.56	16.41	7.11	3.96	6.94	7.41	1.39	3.01	0.14	0.01	2.28	1.42	2.76	99.98
6	47.10	16.39	4.86	7.05	8.24	7.56	1.65	3.62	0.17	0.02	2.49	0.61	1.04	100.12
7	47.04	15.33	4.04	7.23	8.72	7.08	1.81	3.91	0.15	0.13	2.59	0.25	1.94	99.97
8	47.30	15.68	9.30	1.82	8.55	8.32	1.49	3.75	0.16	0.01	2.49	0.12	1.10	99.97
9	47.56	16.29	5.88	5.48	8.63	7.18	1.55	3.54	0.15	0.01	2.44	0.17	1.08	99.79
10	50.92	15.93	5.13	5.14	7.45	6.62	1.48	3.85	0.15	0.01	2.23	0.46	1.09	100.00
11	51.12	15.29	8.21	2.30	7.62	7.04	1.36	3.35	0.14	0.01	2.02	0.15	1.82	100.28
12	51.00	15.48	8.21	2.16	7.62	7.23	1.29	3.67	0.14	0.01	2.09	0.23	1.08	99.98
13	45.26	16.48	2.05	10.19	7.92	8.85	1.43	2.44	0.16	0.02	2.37	1.15	1.82	100.14
14	46.34	16.11	3.01	9.01	8.42	8.52	1.27	2.72	0.16	0.03	2.58	0.70	1.08	99.95
15	48.86	18.66	1.71	9.53	7.44	4.90	1.29	3.09	0.15	0.12	2.24	0.83	1.95	100.77
16	47.56	18.06	5.14	6.29	7.41	6.24	1.22	2.92	0.15	0.19	2.31	1.42	2.43	101.34
17	50.36	17.73	6.16	4.45	7.52	6.51	1.52	3.15	0.14	0.01	1.57	0.94	0.87	100.93
18	48.10	16.12	5.88	5.77	8.69	6.84	1.69	3.61	0.15	0.31	2.39	0.13	0.94	100.49
19	49.67	16.15	9.03	2.12	8.29	6.09	1.28	3.53	0.16	0.19	2.08	0.22	1.52	100.08

- * 1 ~ 5 : Dusanbong basaltic lapilli Tuff 6 ~ 9 : Dusanbong basalt
 10 ~ 12 : Allochthonous basalt 13 ~ 14 : Dusanbong cinder
 15 ~ 16 : Jimibong basalt 17 : Jimibong cinder
 18 ~ 19 : Ilchullbong basalt

이들은 11개의 玄武岩과 5개의 凝灰岩 그리고 3개의 噴石들로 構成되고 있고 화학분석표는 Table-2와 같다.

試料 全體가 Fig-8 과 같이 모두 玄武岩의 成分內로(Carmichael, Turner and Verhobgen 1974), 또 Middlemost(1972)의 分類에 依하면 대부분이 Alkallic rock의 범주에 들어 本域이 환 동해 알카리 암구에 속하고 있음을 잘 보여준다.

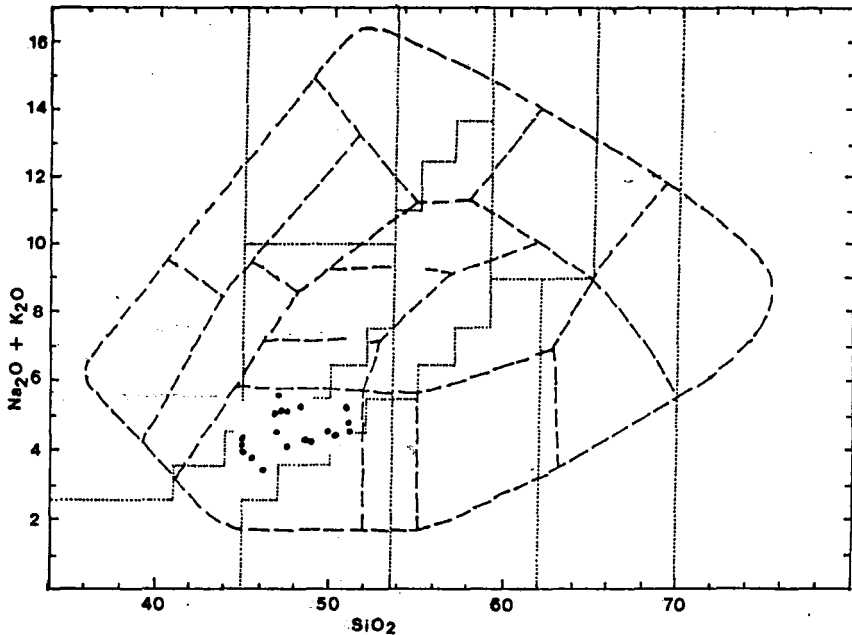


Fig-8 Plot of $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus SiO_2 for the rocks of research area. Also shown is the geochemical classification scheme of Middlemost(1972) and of Carmichael, Turner and Verhobgen (1974).

나) 主構成 成分의 變化

SiO_2 의 含量比는 全體가 45.26%에서 51.12%의 범위內에서 變化하는데 대체로 噴出 根源地別로 약간의 差異를 보인다. 斗山峰 火口로부터 噴出된 玄武岩과 凝灰岩 및 噴石들은 대체로 낮은 SiO_2 의 含量비를 보여 45.26%에서 47.56%內에서 變化한다. 이에 대해 斗山峰 凝灰岩을 덮고 있는 遠地性 玄武岩은 모두 50.92% 이상의 상대적으로 높은 含量비를 보인다. 地尾峰 玄武岩과 噴石, 一出峰 附近에서 取한 玄武岩들은 대체로 前述한 斗山峰 火山岩들과 遠地性 玄武岩간의 中間치에 해당하는 含量을 보여 47.56%에서 50.36% 사이에서 變化한다.

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 의 값은 대개 3.40%에서 5.72% 內외의 變化를 보인다. 噴石이나 凝灰岩들은 玄武岩에 비해 相對적으로 낮은 含量비를 보여 3.40%에서 4.67% 사이의 값을 보이고 있다. 玄武岩들은 대체로 그 噴出 根源地에 관계없이 4.14% 내지 5.72%의 比를 보이고 있다. 地尾峰에서는 噴石과 玄武岩間에 큰 變化를 보이지 않는다. 그러나 斗山峰에서는 玄武岩들은 모두 5.0% 이상의 높은 含量을 보이고 있으나, 凝灰岩과 噴石들은 3.40% 내지 4.60%의 낮은 含量비를 보이고 있어 玄武岩이 碎屑物化하는 과정에서 多小 間的 成分變化가 있음을 보여준다. 이러한 變化는 K_2O 의 含量比는 比較的 均一한데 反하여 Na_2O 의 含量에 變化가 있어 이에 따른 것이다. CaO 는 全體의 6.94%에서 8.72%내의 變化를 보이는데 이러한 含量比는 一般的인 玄武岩의 CaO 含量比에 비해 상당히 낮은 比를 보이고 있음을 알 수 있다. 이들 역시 產出 根源地別로 약간의 差異를 보인다. 斗山峰 玄武岩과 一出峰 玄武岩이 8.24% 내지 8.72%로 多小 높은 비율을 보이나, 이에 反해 遠地性 玄武岩과 地尾峰 玄武岩은 7.41%에서 7.62% 程度로 더 낮은

함량비를 보이고 있다. 斗山峰의 火山岩類中에서 CaO의 함량비를 比較하여 보면, 凝灰岩은 6.94% 내지 7.67% 사이의 함량을 나타내고 있어 玄武岩에 反해 相對的으로 낮은 비율을 보이고 있어 역시 Na₂O와 마찬가지로 凝灰岩 化하는 과정에서 약간의 成分 감소가 있는 것으로 보인다.

4.90% 내지 8.85%의 함량비로 比較的 넓은 變化幅을 보이는 MgO는 斗山峰 凝灰岩 및 玄武岩, 遠地性 玄武岩들에 비해 地尾峰 玄武岩과 一出峰 玄武岩들은 比較的 낮은 함량비를 보인다. 斗山峰 火山岩類들 中에서도 玄武岩과 凝灰岩間에는 比較的 근사한 값을 보이고 있으나, 噴石에서는 相對的으로 높은 값을 보이고 있음이 특이하다. TiO₂나 K₂O는 玄武岩이나 凝灰岩, 噴石等 岩相의 差異에 따른 變化나, 또는 產出地에 關係없이 比較的 均一한 함량비를 보여주고 있다.

FeO와 Fe₂O₃도 역시 噴出根源地에 따른 變化는 크게 나타나지 않는다. 그러나 斗山峰 火山岩類中에서 玄武岩이나 凝灰岩에서는 大同小異한 비율을 보여주나, 噴石에서는 FeO가 特히 낮은 값을 보여주고 이에 反해 Fe₂O₃가 증가하는 경향을 보여주어 Total Fe의 함량비에는 큰 變動이 없이 상쇄됨을 볼 수 있다.

Al₂O₃ 역시 그 產出根源地나 岩相에 따른 變化 양상은 뚜렷하지 않고 다만 地尾峰의 玄武岩과 噴石들이 다른 것들에 비해 훨씬 높은 含有量을 보이고 있다.

Fig-9는 이들 各 成分의 산화물들을 SiO₂에 對比한 Variation圖이다. 그림에서 보는 바와같이 玄武岩과 凝灰岩 및 噴石들은 多少 다른 變化樣相을 보이고 있다.

全體 Fe나 TiO₂, K₂O 등은 岩相의 差異에 無關하게 SiO₂의 함량비에 對

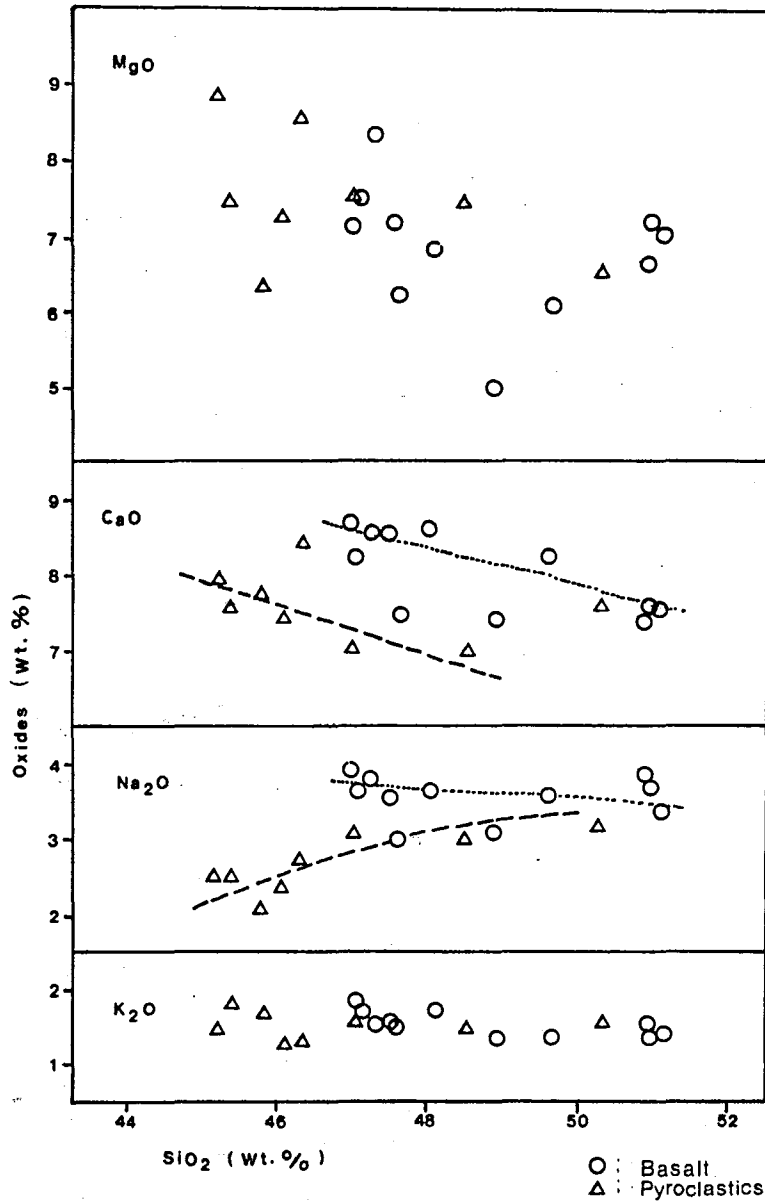


Fig-9 SiO₂ versus other oxides variation diagram
 (be continue)

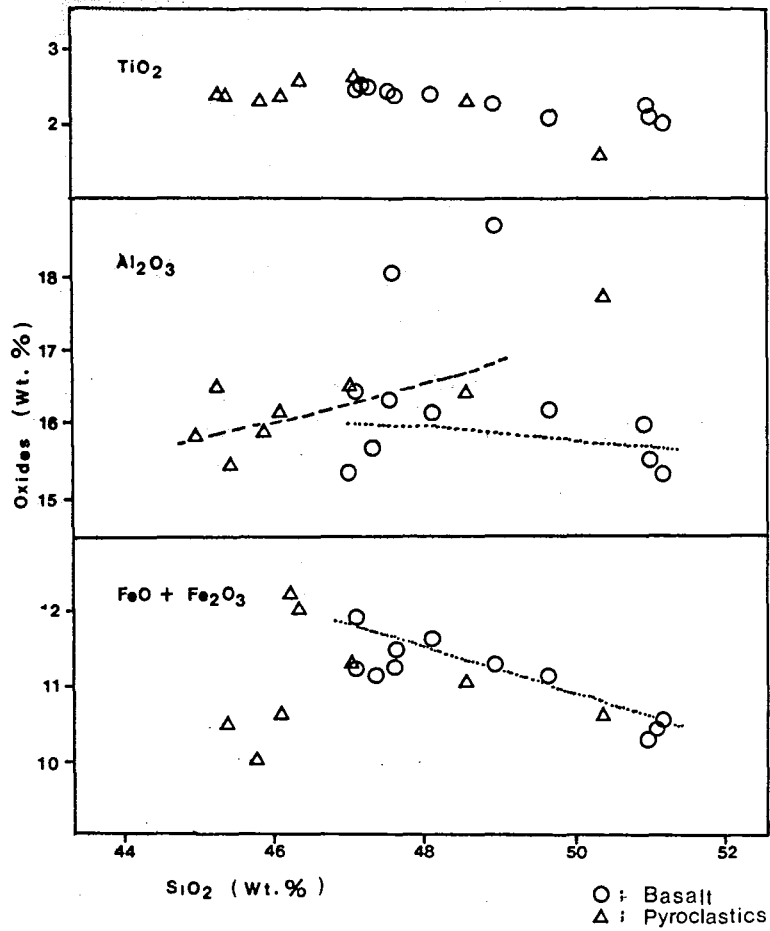


Fig-9 SiO₂ versus other oxides variation diagram

해 比較的 一定한 比率을 보여준다. 그러나 Al₂O₃ 나 Na₂O, CaO 등은 약간 다른 變化傾向을 보여주고 있다. 玄武岩에서는 SiO₂의 含量比가 47.04%에서 51.12%까지 넓은 범위의 變化幅을 보인다. 이에 대해 Al₂O₃ 나 Na₂O CaO는 比較的 단순한 反比例 關係를 가지고 있어 SiO₂가 增加하면 이들 모두 一定比率로 減少하고 있다.

凝灰岩과 噴石에서는 SiO_2 가 45.26 %에서 50.36 %間的 變化幅을 가지나 試料番號 17의 地尾峰 噴石을 除外하면 45.26 %에서 48.56 %內에서 變化한다. 이에 對해 Al_2O_3 와 Na_2O 는 正比例的인 關係를 보이고 있다. 이에 反해 CaO 는 玄武岩에서와 비슷하게 SiO_2 의 增加에 對해 反比例的으로 減少하고 있다. 이러한 現象들은 전형적인 Alkali rock의 特徵을 잘 보여준다.

SiO_2 에 對한 MgO 의 含量比는 玄武岩이나 凝灰岩等 모두 比較的 一定한 편이나, 斗山峰 噴石의 경우에는 그와같은 一般的인 경향을 벗어나 多少 높은 MgO 의 含量比를 보인다. 이러한 成分比를 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} : \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{MgO}$ 의 삼각도표에 표시하여 보았다. 이들은 전체적으로 대체로 Hawaiian 분화 경향에 잘 일치되며(Fig-10), 또한 李文遠(1982)의 結果와도 잘 일치되고 있다(Fig-11).

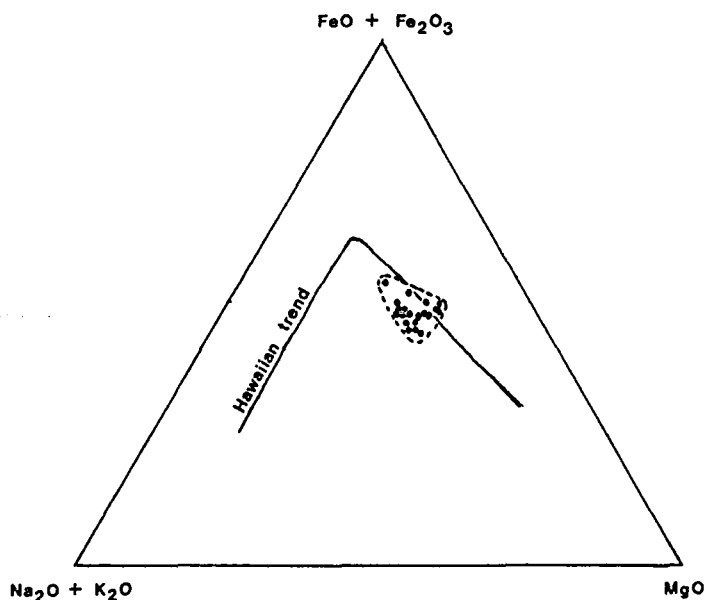


Fig-10 Differentiation trend of volcanic rocks of research area

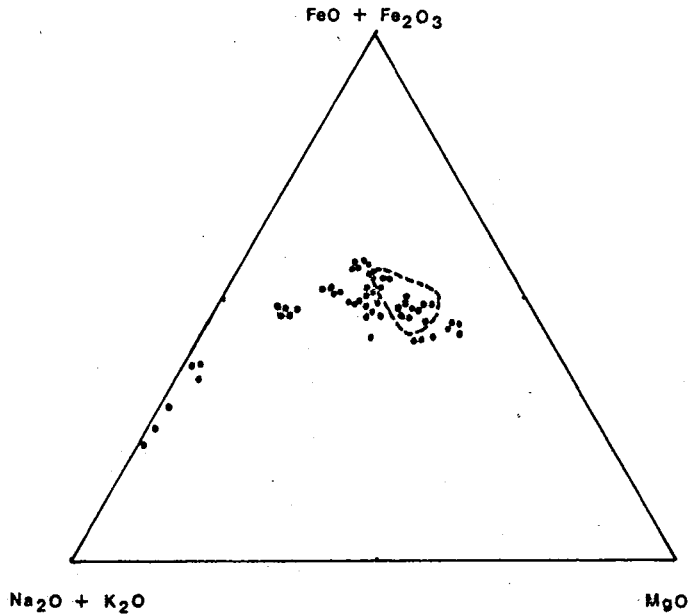


Fig-11 Differentiation trend of the volcanic rocks of Jeju Island. Enclosed area with dot line means data of this work (Lee, 1982. modified)

斗山峰 凝灰岩의 試料 5개는 대체로 斗山峰 凝灰岩들의 上部殼에 局限되는 것이기는 하나, 그 수직적인 變化를 比較하여 보았다. 試料은 下部로부터 試料번호 5,4,1,2,3의 順으로 試料번호 3이 凝灰環의 南東部 rim의 最頂上部에서 取한 것이다. 構成成分의 含量比는 SiO_2 의 경우 下部에서 上部로 가면서 多少 減少하는 경향을 보이고 있다. K_2O 도 上部로 가면서 약간의 增加를 보일뿐 다른 成分은 큰 變化가 없다. 그러나 SiO_2 가 增加하면 Al_2O_3 , FeO , Na_2O 는 따라서 增加하고 Fe_2O_3 , CaO 는 減少하는 경향을 보여준다.

以上과 같은 化學成分上의 特徵을 綜合하면, 이들은 모두 대체로 Hawaiian 분화 경향에 잘 근접하며, Alkali 岩系列에 屬하고 全般的으로 CaO 가 다른

一般的인 玄武岩에 비해 낮은 含量比를 보인다. 玄武岩들도 產出根源에 따라 약간의 變化를 보여, 遠地性 玄武岩은 SiO_2 가, 斗山峰 玄武岩과 一出峰 玄武岩은 CaO , MgO 가, 地尾峰 玄武岩은 Al_2O_3 가 各各 다른것에 비해 相對적으로 높은 값을 보인다.

斗山峰 火山岩類中에서는 玄武岩에서 Na_2O , CaO 가, 噴石은 MgO 가 各各 높은 값을 보인다. 또한 凝灰岩이나 玄武岩에서는 FeO , Fe_2O_3 의 含量에 變化가 없으나, 噴石에서는 FeO 가 減少하나 Fe_2O_3 가 增加하여 全體 Fe 의 含量에는 變化가 없다. 이러한 결과는 同一한 根源 magma에서 冷却經路(Cooling history)를 달리하여 各各 다른 상태의 岩相으로 되었더라도 그 化學成分에는 큰 變化가 없음을 뜻하며, 특히 Magma가 海水(?)와 接하여 Hydrovolcanism을 유발하였더라도 化學的으로 主構成 成分의 變化는 거의 무시될 수 있다는 것을 뜻한다.

4. 火山活動

4-1 하이드로볼케니즘 (Hydrovolcanism)의 정의

Magma나 Magmatic heat가 海水나 담수, 대수층에 포함되어 있는 물 등과 같은 外因的인 물과 接觸함으로써 일어나는 爆發的인 火山活動을 Hydrovolcanism이라 한다(Mac Donald, 1972, Sheridan and Wohletz, 1981, 1983). Hydrovolcanic 과정에서 magma는 急冷現象이 일어나고, 또한 多量의 水蒸氣가 급격히 發生하므로써 이에따라 爆發性이 생기게 된다. 이러한 爆發力은 基盤 岩이라든가 Magma에 Fragmentation을 일으켜 多量의 火山碎屑物을 噴出하는데(Fig-12) 이러한 火山 噴出 形態를 Hydroclastic eruption이라한다.

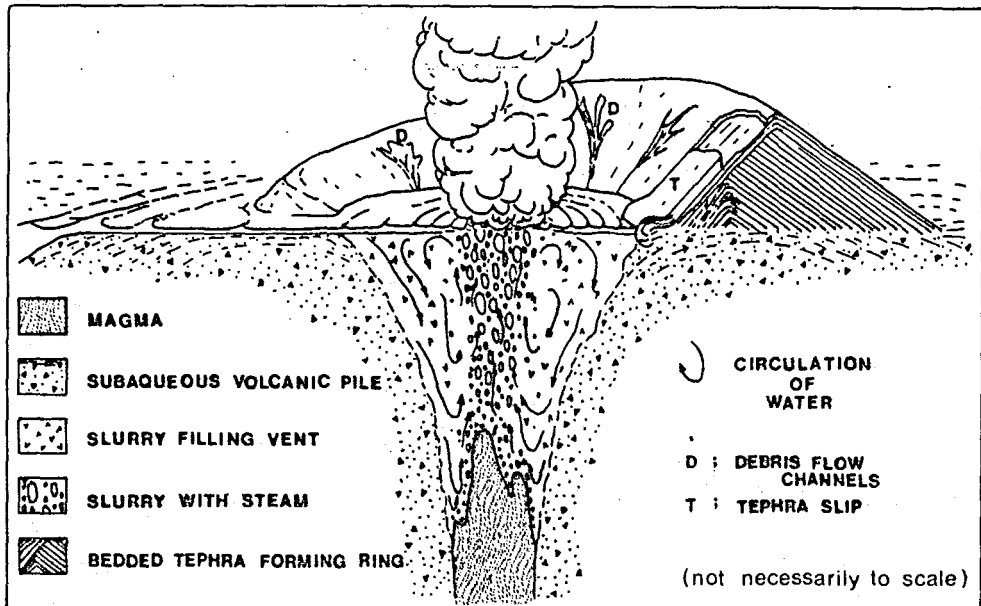


Fig-12 Diagrammatic section and perspective of Surtseyan volcano in transient quiescence during intermittent jetting activity (B. P. Kokelaar 1983, modified)

Phreatic eruption 은 蒸氣化하는 물이 地下水이며, 이물이 直接的으로 Magma 와 接觸하지 않고 Hot gas 나 熱에 依해 地下水가 蒸氣化하게되며, 初生的인 Ejecta 는 產出되지 않는 낮은 溫度의 蒸氣 噴出 現象을 말한다. Phreatomagmatic eruption 은 Stearns 와 Vaksivik(1935)에 依해 最初로 사용되었으며, 상승하는 Magma 가 어떤 종류의 물과 만나므로해서 급격한 蒸氣의 發生과 함께 初生的인 Ejecta 나 Cognate ejecta 를 產出하는 火山活動 類型이다.

Surtseyan eruption 은 처음에 Phreatomagmatic eruption 에 기여하는 물을 지하수 또는 담수로 局限시키고 있음에 反해, Walker 와 Croasdale (1972)이 海水와 玄武岩質 Magma 가 接觸하여 일어나는 Phreatomagmatic eruption 을 따로 區分하여 命하였던 것이다.

4-2 斗山峰地域의 하이드로볼케니즘(Hydrovolcanism)

가) 프레아토마그마틱 噴出(Phreatomagmatic eruption)

Magma 가 上昇하면서 火道內로 流入된 어떤 종류의 外因的인 물과 接觸하므로써 Hydroclast 들을 形成하고 高溫, 高壓의 蒸氣와 함께 爆發적으로 噴出되어 Tephra jet 를 形成한다. 이중 特히 격렬한 Jet 는 Base surge 를 隨伴하게 되는데(Waters and Fisher, 1971), 이러한 火山活動의 產物의 特徵은 대체로 層理를 잘 發達시키며 全般的으로 分及이 좋지 못하다.

斗山峰 凝灰環도 이와같은 特徵을 잘 보여주고 있다. 우선 Maar type 을 이루는 地形이라든가, 凝灰環을 이루는 岩相이 Hydroclastic eruption 에 依한 것임이 뚜렷하다.

構成 凝灰岩들은 粗粒玄武岩質 火山礫凝灰岩으로 多孔質이며 흔히 Sidero-

melane 을 포함하고 있어 Magma 의 急冷現象을 指示하고 있다. 또한 層準에 따라서는 Horizontal transporting—Lateral explosion 이 있어 玄武岩片들이 層理나 葉理를 절단하고 있다(Fig-5). 이와함께 흔히 Sand wave 가 관찰되고, 반면 plane parallel bedding 역시 잘 發達하고 있어 이들이 Base surge 가 있었음을 말해주고 있다. 또한 顯著한 層理의 發達이라든가, Armored Lapilli 가 發見되는 것은 火山活動 當時 매우 물이 혼하였다는 것을 뜻한다. 火山礫들은 흔히 泥質物이나 細粒의 火山灰로 Coating 되어 있어 本域의 Hydro-explosion 은 그 強度가 그리 強하지 못하였으며, 碎屑物들은 오랫동안 火口內에서 循環되고 있었음을 말해주고 있다. 一般的으로 分及이 나쁜 凝灰岩에 흔히 Penecontemporaneous deformation 의 構造가 많이 發達하며, 또한 局部的인 小規模의 不整合이 흔히 凝灰岩層內에서 볼 수 있어(사진 - 6), Cyclic 한 層理의 發達과 더불어 火山活動의 孱弱 혹은 間歇的인 活動을 意味한다. 이러한 여러가지 特徵들은 모두 斗山峰이 Phreatomagmatic eruption 에 依한 凝灰環임을 단적으로 證明해주는 좋은 증거들이다.

이와함께 凝灰環의 中央部에 噴石丘가 發達하고 있어 이 두 異質的인 火山活動 產物들은 이곳에서의 火山活動의 變化 양상을 잘 대변해 준다. 凝灰環을 形成하던 Phreatomagmatic eruption 이 流入되는 물의 量이 점차 減少하여 及其也는 中斷됨에 따라 火山活動은 Strombolian eruption 으로 變化하고 Hydro-clastic 碎屑物보다는 玄武岩質 噴石들을 堆積시키게 된 것이다. 이러한 一聯의 火山活動의 전개는 모두 magma 와 물과의 接觸여부에 따른 것이다.

또한 前述한 바와같이 Hydroexplosion 이 比較的 弱하였으며, 凝灰岩 層理들의 두께도 얇고, 또 噴石丘의 規模 역시 그리 크지 못한 것으로 미루어 보아 斗山峰 火山에 供給되었던 Magma 의 量은 많지 못하였으나 比較的 꾸준

한 供給으로 그 火山活動은 상당한 期間동안 계속되었을 것으로 생각된다.

나) 斗山峰 프레아토마그마틱(Phreatomagmatic) 噴出에 寄與한 물에 關한 討義

Hydrovolcanic eruption을 일으키게 하는 물의 종류는, 海水, 地表水, 地下水 및 水河等 여러가지가 있을 수 있다. Iceland의 Surtsey나 Italy의 Vulcano는 海水에 依한 대표적인 境遇이며 독일의 Eifel 地域의 maare는 地下水에 依한 대표적인 경우라 하겠다.

斗山峰 凝灰環을 形成시킨 斗山峰의 Phreatomagmatic eruption도 이미 前章에서 說明한 바와같이 火山活動 第二段階에서 多量の 海水가 火道內로 流入됨으로 해서 이루어진 것이라 생각된다.

이를 뒷받침할 수 있는 이유로 첫번째 濟州島의 形成 自體가 海水中에서 噴出하는 Submarine eruption에 依한 것이며, 斗山峰 凝灰環의 位置도 現 海岸線으로부터 불과 1 km 남짓한 近距離에 位置하여 斗山峰 火山의 初期 活動 段階에서는 海水의 영향권內에 있었을 것이라하는 것을 쉽게 생각할 수 있다. 둘째, 斗山峰 凝灰環의 南東部는 심한 浸蝕作用에 依해 거의 外斜面을 모두 잃고 있다. 이러한 大規模의 浸蝕作用은 인근의 一出峰이나 牛島 소머리 오름등에서 볼 수 있는것과 같이 강한 海蝕作用에 依한 것으로 볼 수 밖에 없어 最小限 斗山峰의 東側과 南側 一部는 火山活動 第三段階末 以前에는 強力한 海蝕作用의 영향권內에, 즉 海水中에 있었음을 示唆한다. 셋째, 斗山峰 凝灰環의 北端部의 가장 낮은 外輪이 海拔 80 m 程度이다. 이러한 높이는 斗山峰 凝灰環 形成期에 海面의 높이가 最小限 現在보다 80 m 以上 높아야 한다. 물론 本域이 凝灰環 形成 以後에 相對적으로 上昇하였으리라는 가능성도 있을 수 있다. 그러나 이러한 문제는 現 서귀포層의 分布를 보면 쉽게

理解할 수 있다. 現在 서귀포層은 海水準面上으로부터 수십 m 상부에까지도 그 分布가 認知된다. 이層은 海性堆積層임이 이미 잘 알려진 바 있다. 이러한 分布狀은 陸地의 隆起, 혹은 海水準面의 下降을 의미하는 것이다. 特히 서귀포시 色達洞에서 실시한 한 地下水 探索을 爲한 시추공에서 海拔 135 m 地點에서 서귀포層의 化石群에 對比되는 多量の 貝類化石이 包含된 堆積岩層이 發見되었다(蔡鍾一, 資料). 이는 最小限 137 m까지도 海水面의 下降이나, 陸地의 隆起가 있었다는 것을 뜻하는 것으로 斗山峰에서의 80 m 程度의 變動은 쉽게 理解가 될 수 있다.

그러나 이와같은 증거들에 反하여 몇가지 疑問點과 다른 可能性을 排除하지 못한다.

그 첫째 疑問은 凝灰環의 形態가 完全한 環形을 이루고 있는 點이다. 海水의 流入에 依해 이루어지는 凝灰環은 海水가 火道內로 쉽게 流入될 수 있 기위해 어느 한쪽이 터진 형태를 이루어야 한다(B. P. Kokelaar, 1983) 이는 강한 爆發力과 海水의 激浪에 따른 강한 운동 Energy가 完全한 環形을 이루는데 장애가 되기 때문이다.

둘째, 現在 濟州道域에는 여러개의 河川이 發達한다. 그러나 대부분 降雨時에만 물이 흐르는 乾川들이고 소수만이 물이 흐르고 있다. 이들 소수의 물이 있는 河川들도 대개가 복류하는 지하수의 유출로 시작되며 또한 상당수의 河川들이 하류까지 이르지 못하고 지하로 스며들어 버린다. 이렇게 복류하는 地下水의 發達이 좋은 地質 조건하에서, 이러한 地下水들이 Phreatomagmatic eruption을 惹起할 수 있는 可能性은 다분히 존재한다. 前述한 바와같이 本域의 火山活動 第二段階는 이미 상당한 火山活動이 濟州島域에 進行된 以後이기 때문이다.

세번째로 遠地性 玄武岩의 產出狀態이다. 凝灰環의 形成以後, 즉 火山活動 3 段階에서 玄武岩 熔岩의 熔流가 斗山峰 凝灰環에까지 도달하여 環의 基底部를 덮고 계속 東流하였다. 그러나 이들 遠地性 玄武岩 熔岩中에는 어느곳에서도 어떠한 종류의 Hyaloclastic 한 構造를 찾아볼 수 없다. 그 이유는 이 玄武岩의 熔流期에 本域은 이미 完全한 海退가 이루어져 陸化되어 있었음을 뜻하는 것이다. 이와같이 火山活動 第三段階中에 比較的 큰 規模의 海水面 變動이 있었을 가능성에 의문이 있다. 이러한 몇가지 問題點들이 斗山峰 凝灰環이 海水가 아닌 地下水에 의한 Hydrovolcanic Activity에 의해 形成되었을 것이리라는 추리를 可能케 한다.

4-3 火山活動 段階

本域에서 火山活動은 대체로 四段階로 區分할 수 있다. 즉, 最初段階는 基底部 形成期이며, 두번째는 凝灰環 形成期, 세번째는 遠地性 玄武岩 熔流期이며, 마지막은 噴石丘 形成과 斗山峰 및 地尾峰 玄武岩 熔岩 噴出期로 大別할 수 있다.

最初段階는 本域의 基底를 形成하는 時期로 이는 濟州島 形成의 첫단계(元鍾寬 1975, 李文遠 1982, 尹銑外 1986)를 意味하는 것은 아니다. 本域에서 最初段階란 이미 濟州島域에 어느정도 火山活動이 進行된 뒤로, 李文遠의 Stage 2, 元鍾寬의 第二噴出期에 해당하는 時期라 볼 수 있다. 이段階는 斗山峰 凝灰環이 形成되기 以前인 斗山峰의 基底를 이루는 玄武岩 台地の 形成期이다. 즉 斗山峰 火山의 活動이 있기 以前 한라산 主火口나 다른 어느 火口로부터 熔岩의 噴出이 있어 玄武岩 台地를 이루게 된 때이다. 現在 地表上에서는 이 熔岩台地를 이루는 玄武岩을 認知하기는 매우 어렵다. 그러나

기존 資料에 依하면 이들이 소위 표선리 玄武岩에 해당하는 것일수도 있다. 만일 이들이 그에 對比된다면 尹祥奎 外(1987)에 依한 表선리 玄武岩에 對한 K-Ar 法에 따른 岩石年代測定 結果에서 아는바와 같이 0.63 ± 0.03 M.Y., 또 古地磁氣測定에 따라 $0.73 \sim 0.63$ M.Y로 各各 밝혀졌다. 이들의 시료 채취 位置가 本域으로부터 多少 거리감이 없지는 않으나, 이러한 時間的인 制約은 어느정도 本域의 火山活動에 時期的 概念을 賦與한다고 할 수 있다.

두번째 段階는 凝灰環의 形成期로 Phreatomagmatic eruption 期라 할 수 있겠다. 이時期는 最初段階가 어떠한 환경이었던 간에, 本域이 海水에 依해 浸水되어 있어, 斗山峰 火山의 活動 始作과 同時에 火道內로 多量의 海水가 流入될 수 있었다. 이로서 本域에는 Hydrovolcanism이 이루어졌고, 이에 따라 기존의 玄武岩과 새로이 상승하는 Magma는 Hydroexplosion에 依해 火山碎屑物化하여 火口의 주변에 堆積되었다. 이들 堆積物들은 점차 海水面上으로 發達해 가면서 斗山峰 凝灰環을 形成해 나갔다.

세번째 段階는 斗山峰 火山의 火山活動 類形의 轉換期이며, 또 遠地性 玄武岩의 熔流期라 하겠다. 이때에 斗山峰에서는 凝灰環이 점차 完全한 環狀을 이루어감에 따라 火口內로 流入되는 海水의 流入通路를 遮斷하게 되었으며, 또한 本域에 海退가 일어나 火口內로 海水의 流入이 어려워지므로서 Hydrovolcanism은 弱化되게 되었다. 이렇게하여 斗山峰 火山의 活動形態는 乾燥한 Strombolian eruption 形으로 바뀌며 마지막 第四段階로 접어들게 된다. 한편 斗山峰보다 西쪽에 있었을 어느 火口로부터 玄武岩 熔岩이 噴出되었고, 이 熔岩流는 東流하면서 斗山峰 凝灰環을 휘돌아 現在 地尾峰이 位置하는 곳을 거쳐 흘러내렸다. 물론 이段階에서는 아직 地尾峰은 火山活動을 開始하지 않았다. 여기서 특기할 사항은 이 時點에서 本域은 이미 거의 完全히 陸化되었다는 것

이다. 그 이유는 比較的 粘度가 낮고, 供給量이 많았던 本 玄武岩은 現海岸線보다 더 멀리 상당한 面積에 걸쳐 흘러내렸으나, 本 玄武岩 分布 어느 곳에서도 熔岩과 海水가 接하여 일어나는 어떠한 종류의 Hyaloclastic texture도 發見되지 않는다. 이것은 이들 玄武岩의 噴出 熔流期 즉 第三段階末에는 海退가 完全히 일어났음을 意味하는 것이다. 이段階는 李文遠의 濟州島 形成段階의 Stage 3-2期에, 元鍾寬의 第四噴出期에 그리고 尹銑 外의 第五期 乃至 第六期에 해당한다고 볼 수 있다.

마지막 第四段階는 Strombolian eruption 期로 前述한 第三段階와는 時間的인 區分은 그리 분명하지 못할 것으로 보인다. 斗山峰에서는 더이상 Hydrovolcanism이 계속되지 않고 Strombolian eruption이 始作된다. 물의 供給이 끊긴 火道內에서는 점차 Slurry 들도 乾燥해지고, 高溫, 高壓의 水蒸氣 대신 Magmatic gas 에 依한 Magmatic explosion이 일어나게 됨에 따라 斗山峰 火口는 Lava fountain으로 變化하게 된다. 이에 따라 이미 完成된 凝灰環의 中央部에 점차 玄武岩質 噴石들과 Spatter 들이 堆積되어 噴石丘를 形成하였다. 同時에 地尾峰에서도 火山活動이 始作되어 噴石丘를 쌓아가기 시작하였다. 그러나 이러한 火山活動은 상승하는 Magma의 量의 增減에 따라 그 噴出 양상도 달라진다. Magma의 量이 많아지면 Lava fountain에서는 熔岩을 流出시켰고, Magma의 量이 줄어들면 다시 噴石들을 噴出시켰다. 이때에 斗山峰이나 地尾峰에서 噴出된 玄武岩 熔岩의 量은 그리 많지 않았으나, 前段階의 遠地性 玄武岩에 比해서는 相對적으로 높은 粘度를 보여 各各 熔岩扇狀地를 形成한다. 이段階에서도 本域은 계속 陸化되어 있었음을 알 수 있는데, 地尾峰 東側に 發達하는 Hornito 들은 Subaerial Environment의 좋은 증거가 된다.

以後 本域은 島内の 다른 寄生火山에서와 같이 Magma의 하강에 따라 그

活動은 中止되고 斗山峰 火口와 地尾峰 火口는 그 殘痕만 남기게 되었다. 이러한 一聯의 火山活動 段階는 各各의 段階가 독립적으로 時間的인 差異를 가질 수 있으며, 또는 最初 一段階를 除外한 第二段階와 第三段階, 第三段階와 第四段階는 各各 相互 同時性을 가질수도 있다. 다만 이러한 順次的인 聯關性에 立脚하여 漸進的으로 進行되었을 가능성도 排除하지 못한다. 또한 第二段階에서 第四段階까지 斗山峰 火山에서는 火山活動의 變化가 전혀 Magma 와 이와 反應하는 물의 量의 變化에 起因하는 것으로 特히 一關性 있는 火山活動이 전개되었을 가능성이 짙다.

5. 結 論

濟州道 北濟州郡 舊左邑과 南濟州郡 域山邑에 걸쳐 있는 研究地域은 濟州島를 形成하는 濟州島火山活動史의 比較的 後期에 形成된 것으로, 構成岩石은 玄武岩과 玄武岩質 火山礫凝灰岩, 玄武岩質 噴石, 凝灰質 砂岩 등이 分布한다. 이들中 凝灰質 砂岩을 除外한 나머지들은 대체로 同一한 成分으로 岩相에서 多少差異를 보일뿐 化學成分上에서는 큰 差異를 보이지 않는다.

玄武岩들은 從來에 모두 始興里 玄武岩으로 통칭되어 왔던 것으로 이번 研究에서 그 噴出 根源에 따라, 遠地性 玄武岩과 斗山峰 玄武岩, 地尾峰 玄武岩으로 區分하였다. 이들은 構成鑛物이나 化學成分上으로 大同小異하며, 모두 알카리玄武岩系の 霞石輝石현 무암에 해당한다. 地尾峰은 Strombolian eruption type의 火山活動에 의한 噴石丘이다.

斗山峰은 初期에는 Hydrovolcanism의 Phreatomagmatic eruption에 의해 凝灰環을 形成하였으나, 後에 Strombolian eruption으로 火山活動 類型을 變化시켜 噴石丘를 形成하였다.

地尾峰 噴石丘는 하나의 Lava fountain에서 形成된데 反해 斗山峰 噴石丘는 3~4개의 Lava fountain에 의해 複合형 噴石丘를 형성한다. 또한 上昇하는 Magma量의 一時的 增加로 玄武岩 熔岩을 噴出하기도 하였다.

斗山峰 火口에서 由來된 玄武岩과 凝灰岩, 噴石等 岩相의 差異에 따른 化學成分上的 差異는, 凝灰岩에서는 玄武岩에서보다 Na_2O 와 CaO 가 多少 감소하고 있음을 볼 수 있으나, 噴石에서는 MgO 의 含量比가 多少 높은 以外에는 別 差가 없다. 이는 Hydrovolcanism과정에서 化學的으로 主構成 成分들에는 거

의變化가 없다는 것을 뜻한다. 또 噴石에서는全體 Fe의 量은 玄武岩이나 凝灰岩에서와 비슷하나, FeO의 量은 減少하고 Fe₂O₃가 增加하고 있어, 이는 噴石化하는 과정에서 多少間에 酸化가 促進되어 發生하는 現象으로 보인다.

斗山峰 凝灰環의 非對稱的인 形態와 地尾峰 噴石丘의 堆積物의 差別堆積 등은 두 火山의 活動期의 古氣候의 一部를 입증하여 주는 것으로 강한 北西 風이 火山碎屑物을 公중에서 채로치는(Winnowing) 作用을 하였기 때문이다.

本域의 火山活動은 대체로 四段階로 區分할 수 있다. 그 첫번째 段階는 基底部 形成期이며, 第二段階는 斗山峰 凝灰環 形成期로 Phreatomagmatic eruption 期이다. 第三段階는 遠地性 玄武岩의 熔流期이며, 斗山峰 火山의 火山活動 形態의 轉換期이다. 마지막 段階는 Strombolian eruption 期이다. 이러한 各段階別 進行은 各各 이 독립적일 수도 있으나 또한 漸移的이거나 同時期的 일 수도 있다.

끝으로 斗山峰 凝灰環을 形成하게 되는 Hydrovolcanic Activity를 招來하는 물의 종류는 海水일 것으로 생각되나, 海水가 아닌 地下水에 依한 可能性을 排除할 수 없어 앞으로 規明되어야 할 것이다.

**Geology and Volcanism of Dusanbong Area,
Jeju Island**

Hwang Jae Ha

*Department of Geology
Graduate School, Chonnam National University
Kwangju Korea
(Directed by Professor Kim Yong Jun)*

(Abstract)

Research area is composed of basalt, basaltic lapilli tuff, basaltic cinder and tuffaceous sandstone. All of them are derived from basic volcanic activity excluding tuffaceous sandstone.

The geological sequence is as Table.

Table-1. The Geological Sequence

Allvrium	
----- Unconformity -----	
Tuffaceous sandstone	Sinyang-ri Formation(?)
----- Unconformity -----	
Jimibong basalt	
Dusanbong basalt	
----- Extrusion -----	
Basaltic cinder	
----- Unconformity -----	
Allochthonous basalt	
----- Extrusion -----	
Dusanbong basaltic lapilli tuff.	

Such as Dusanbong basalt, Dusanbong basaltic lapilli tuff and Dusanbong cinder are all issued from Dusanbong vent. Like that, all different rock types and textures are due to dissimilar cooling history itself and change of volcanic activity type. But major chemical compositions are not so different. It means that the change of volcanic eruption types had not influenced on major chemical compositions of their yields.

The volcanism of this area may be divided into four stages on the basis of dominant volcanic activity. The first stage is developing basement, which can not be observed in the surface now. But this first stage may be happened after some extension of the whole episode of Jeju volcanism. The second is phreatomagmatic eruption stage and is Dusanbong tuff ring constructing time. The third is lava flow stage of allochthonous basalt lava. The phreatomagmatic eruption also changes to strombolian eruption type on Dusanbong vent in this stage. The last is mainly belonged to strombolian eruption stage throughout the study area.

參 考 文 獻

- 金鳳均, 1969, 濟州島 新陽里 및 高山里 地區의 新陽里層에 對한 層序 및 古生物學的 研究, 地質學會誌 第五卷 二號
- _____, 1970, Stratigraphic and paleontological study of sinyangri and Gosanri formation in the vicinity of Sinyangri and Gosanri in the Jeju Island. Jour, Geol, Soc, Korea Vol. 6 No 2.
- _____, 1972, 西歸浦層의 層序 및 古生物學的 研究, 孫致武教授 頌壽記念論文集
- _____, 1974, 濟州島에 發達한 砂丘層의 古生物學的 研究, 地質學會誌 第十卷 二號
- 金東鶴, 黃載河, 黃尙九 外, 1986, 濟州島 火山活動 研究 科學技術處,
KR - 86 - (B) - 4.
- 外, 1986, Tuff rings and cones on Jeju Island, Korea. Jour, Geol, Soc, Korea, Vol. 22, No 1.
- 金王準 外, 1965, 濟州島 地下水 探索 地質調查報告書 建設部.
- _____, 1967, 濟州島 水資源의 特殊性과 開發方案, 鑛山地質, 第二卷 一號
- 남기영, 김동숙, 1965, 濟州島 東南部の 地下水源, 國立地質調查所, 地下水源調查報告, 第二號
- _____, 1966, 濟州島의 地質과 地下水, 國立地質調查所, 地下水源調查報告, 第三號.
- 閔庚德, 元重善, 黃石淵, 1986, 濟州島에 分布하는 火山岩類 및 堆積岩類에 對한 古地磁氣研究, 鑛山地質 第十九卷, 第二號
- 朴勝弼, 1985, 濟州島 側火山에 關한 研究, 全南大學校論文集, 第三十輯, 自然科學篇

孫仁錫, 1981, 濟州島에 分布하는 寄生火山의 類型分類에 關한 研究, 高麗大學
校 教育大學院

徐海吉, 趙漢益, 南基英, 1964, 濟州島 南部 地下水源, 國立地質調查所, 地下水源調
查報告, 第一號.

元鍾寬, 1975, 濟州島의 形成過程과 火山活動에 關한 研究, 建國大學, 理學論文
集, 第一輯.

_____, 1976, 濟州島의 火山岩類에 對한 岩石化學的 研究, 地質學會誌, 第十二
卷, 四號

尹祥奎, 韓大錫, 李東英, 1987, 濟州島 南部地域의 第四紀 地質調查研究, 科學技
術處, KR-86-2-(B)-2

尹 銑, 1970, 濟州島 城邑里 大鹿山 地域의 熔岩流 噴出 및 寄生火山丘 形
成順序에 關하여 地質學會誌 第六卷 第四號.

_____, 朴一鎮, 徐廷瑾 外, 1986, 濟州島 形成史, 地質學會誌, 第二十二卷, 第四號

李文遠, 1977, 濟州島 海岸地帶에 分布하는 堆積岩에 對한 研究, 濟州大學論文
集, 第八輯

_____, 1982, Petrology and Geochemistry of Jeju volcanic Island, Korea.,
The Science reports of the Tohoku uni. Series III, Vol. XII, No. 2

_____, 1984, 濟州島 火山岩類에 含有된 Mafic 포획암, 地質學會誌, 第二十卷,
第四號

李商萬, 1966, 濟州島의 火山岩類, 地質學會誌, 第二卷, 第二號.

崔淳學, 1985, 濟州地域 水理地質調查 研究, 韓國動力資源研究所, 國土利用地質調查
研究, 研究報告 85-20.

農業振興公社, 1971 ~ 1978, 濟州島 地下水 報告書.

_____, 1980, 濟州島 地下水 開發 現況 長期展望

原口九萬, 1931, 濟州島の地質, 朝鮮總督府, 地質調査所, 朝鮮地質調査要報 第十卷
第一號.

- A.J. Reedman and M.F. Howells, 1983. Report on a Volcanological Workshop, unpublished. KIER.
- Cliff Ollier, 1969. Volcanoes. The MIT press cambridge.
- Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhust, 1979. The Interpretation of igneous rocks. George Allen and Unwin, London.
- Fisher, R.V. and Schmincke, H.U. 1984. Pyroclastic Rocks. Publ. Springer-Verlag. Berlin.
- Hiroshi Machida, 1983. Extensive Ash falls in and Around the sea of Japan from Ladge Late Quaternary Eruptions. Jour. Vol. Geoth. Res. No. 18.
- J.L. Whitford - Stark, 1983, Cenozoic Volcanic and Petrochemical Provinces of Main-land Asia Jour. Vol. Geoth. Res. No. 19.
- J.V. Wright and E. Muttl., 1981. The Dali Ash, Island of Rhodes, Greece; a problem in Interpreting Submarine Volcanigenic Sediments. Bull. Volcanol. Vol. 44, No. 2.
- Kenneth, H., Wohletz, 1983. Mehcanisms of hydrovolcanic pyroclast formation; Grain size, scanning Electron Microscopy, and Experimental Studies, Jour. Vol. Geoth. Res. No. 17.
- _____, and Sheridan M.F., 1983. Hydrovolvanism; Basic consideration and review, Jour. Vol. Geoth. Res. No. 17.
- Kokelaar, B.P. and Graham D. Durant, 1983, The Submarine eruption and erosion of Surtla (Surtsey), Iceland, Jour. Vol. Geoth. Res. No. 19. Elsevier Science Publishers.
- _____, 1983, The mechanism of Surtseyan Volcanism. Jour. Geol. Soc. London. Vol. 140.
- _____, 1983. The Petrology of basalts from Surtla (Surtsey) Iceland, Jour. Vol. Geoth. Res. No. 19.
- _____, Magma-Water interaction in shallowing subaqueous to Emergent basaltic Volcanism, Unpublished report.
- Leopoldo Lopez - Escobar, Mario Vergara and Fred A. Frey, 1981. Petrology and Geochemistry of Lavas From Antuco Volcano, A Basaltic Volcano of the Southern Andes (37°25's) Jour. Vol. Geoth. Res. No. 11.
- Michael, A.C., 1984, Geologic and Geothermal Reconnaissance, Cheju-Do. R.O.K. Dep. of Inter. U.S. G.S. Unpublished report.
- Michael, F. Sheridan, 1983. Hydrovolcanism; Basic Considerations and Review, Jour. Vol. Geoth. Res. No. 17.
- P.E. Baker, 1980. Geology and Geochemistry of the Mansion Pyroclast fall succession, st. Kitts Bull. Volcanol. Vol. 43. No.2.
- R. Crossley and R.M. Knight, 1981. Volcanism in the Western part of the Rift valley in Southern Kenya. Bull. Volcanol. Vol. 44. No.2.

- Saemundsson, Kristján, 1979. Outline of the Geology of Iceland, Jökull No. 29 Iceland Geological Society and Geoscience, society of Iceland.
- Thorarinsson, Sigurdur and Kristján Saemundsson, 1979. Volcanic Activity in Historical Time. Jökull. No. 29. Iceland Geological Society and Geoscience. Society of Iceland.
- Tomita, T. 1935. On the chemical composition of the cenozoic alkaline suite of the circum-Japan sea region, shanghai sci. Inst., Jour. Sect. 2. Vol. 2.
- _____, 1967. Volcanic geology of the cenozoic alkaline petrographic province of eastern Asia. Geol. Min. Res. Far East (ed. T. Ogura) Vol. 1.
- William F. Mcdodough, Albert F. Waibel and Marshall W. Gannett, 1984, The Reinterpretation of Leone Lake Sediments as a Pyroclastic Surge Deposit and Its Tectonic Significance. Jour. Vol. Geoth. Res. Vol. 20.

謝 辭

本 論文이 完成될때까지 細心한 配慮와 끊임없는 指導를 아끼지 않으신 金 勇俊 教授님께 忠心으로 感謝드리며, 끝까지 激勵와 鞭達하여 주신 朴鴻鳳 教授님과 柳煥琇 教授님께도 深甚한 感謝를 드립니다.

또한 물심양면으로 많은 도움을 주신 金正彬氏 外科 同學들에게도 고마움을 表합니다.

本 論文이 이루어지기까지 惡衣惡食에도 海諒하여 주시고 격려하여 주신 부모님께 더없는 感謝를 드리오며, 어려운 環境下에서도 犧牲어린 內助를 아끼지 않은 나의 아내에게 이 論文을 바친다.

Figure and Table List

- Fig.-1. Geologic Map of Research area.
- Fig.-2. Two types of parasitic cone.
- Fig.-3. Lava flow direction of Jimibong basalt.
- Fig.-4. Lava flow direction of Dusanbong basalt.
- Fig.-5. The relationship of bedding and basalt blocks.
- Fig.-6. Normal and Symmetrical graded bed form.
- Fig.-7. Sample Location map.
- Fig.-8. Plot of $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus SiO_2 for the rocks of researching area. Also shown is the geochemical classification.
- Fig.-9. SiO_2 versus other oxides variation diagram.
- Fig.-10. Differentiation trend of volcanic rocks of research area.
- Fig.-11. Differentiation trend of Jeju volcanic rocks compare with this work.
- Fig.-12. Diagrammatic section and perspective of Surtseyan volcano in transient quiescence during intermittent jetting activity.
- Table-1. Geological sequence.
- Table-2. Chemical composition of samples.

寫 眞 說 明

寫眞 - 1. 研究地域 全景 (本文 pp.5)

寫眞 - 2. 斗山峰 凝灰環의 外斜面, 바깥쪽으로 傾斜하는 層理가 잘 보인다.

寫眞 - 3. 斗山峰 凝灰環을 形成하는 玄武岩質 火山礫凝灰岩. Armored lapilli가 잘 보인다.

寫眞 - 4. 斗山峰 凝灰環의 層理面上에서 나타나는 Downslope creeping에 의한 Pseudo-ripples

寫眞 - 5. 玄武岩質 火山礫凝灰岩中에 發達하는 Channel system

寫眞 - 6. 斗山峰 凝灰環에 發達하는 局部的인 小規模의 不整合

寫眞 - 7. 斗山峰 玄武岩에 發達하는 文象形의 氣孔

寫眞 - 8. 地尾峰 噴石丘를 이루는 玄武岩質 噴石. 微弱한 層理構造를 보여준다.

寫眞 - 9. 現海岸線 부근에 남아있는 舍化石 凝灰質 砂岩

寫眞 - 10. 玄武岩質 火山礫凝灰岩. 多孔質이며 유리질 Sideromelane 과 Palagonite로 變質되어 形成된 rim이 보인다.

寫眞 - 11. 遠地性 玄武岩. 相對的으로 粗粒質이며 椶狀의 斜長石들과 輝석斑晶들이 잘보인다.

寫眞 - 12. 斗山峰 玄武岩, Zonal 구조를 보이는 鈎狀 斑晶과 輝석 微粒들이 많다.

寫眞 - 13. 地尾峰 玄武岩. 他形의 鈎狀斑晶이 있고 微粒의 輝석, 鈎狀斑晶들이 많다. 斜長石의 椶狀結晶들이 流狀構造를 잘 보여준다.



사진 - 2 斗山峰 凝灰環의 外斜面.
바깥쪽으로 傾斜하는 層理가 잘보인다.

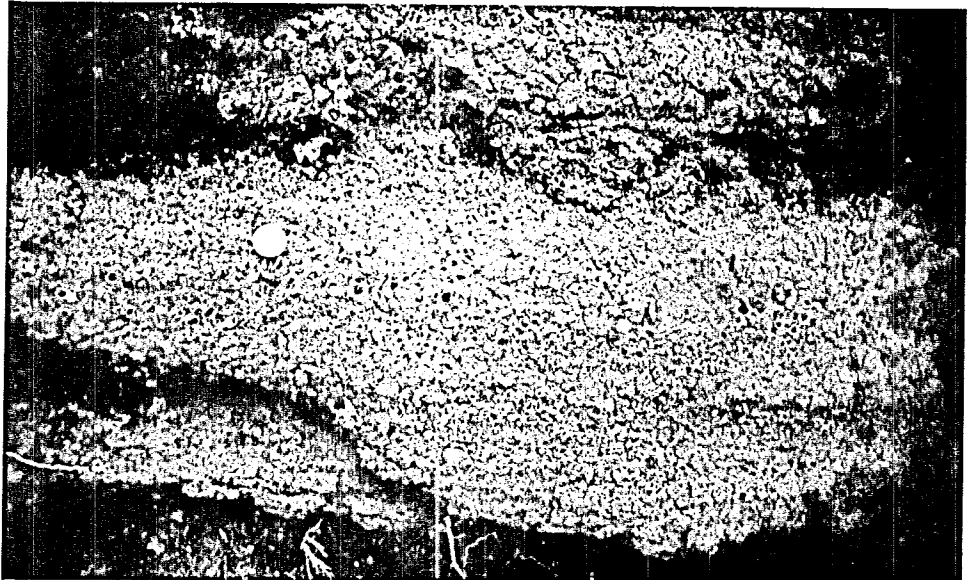


사진 - 3 斗山峰 凝灰環을 形成하는 玄武岩質 火山礫 凝灰岩
Armored lapilli 가 잘보인다.

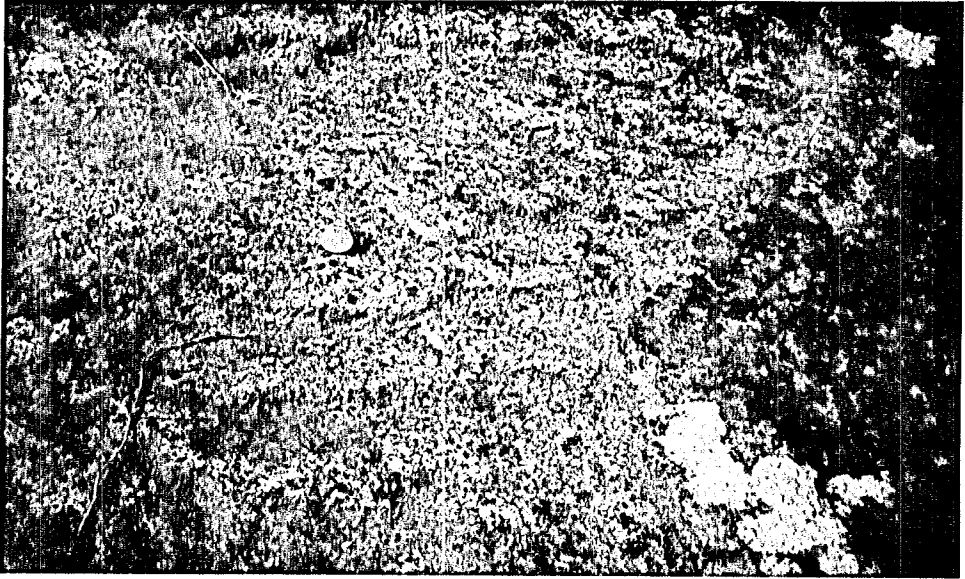


사진 - 4 斗山峰 凝灰環의 層理面上에서 나타나는 Downslope creeping에 의한 Pseudo-ripples.

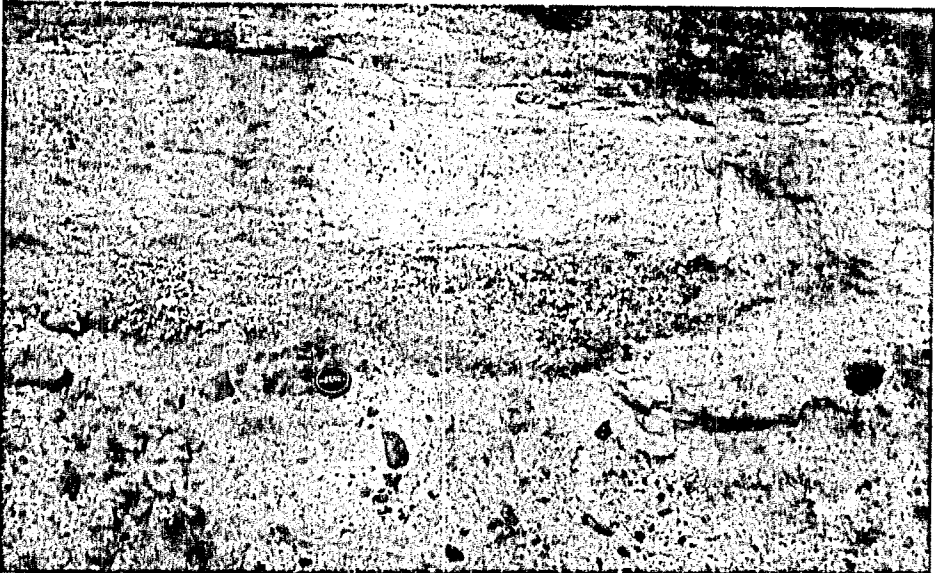


사진 - 5 玄武岩質 火山礫 凝灰岩 中에 發達하는 Channel system.



사진 - 6 斗山峰 凝灰環에 發達하는 局部的인 小規模의 不整合

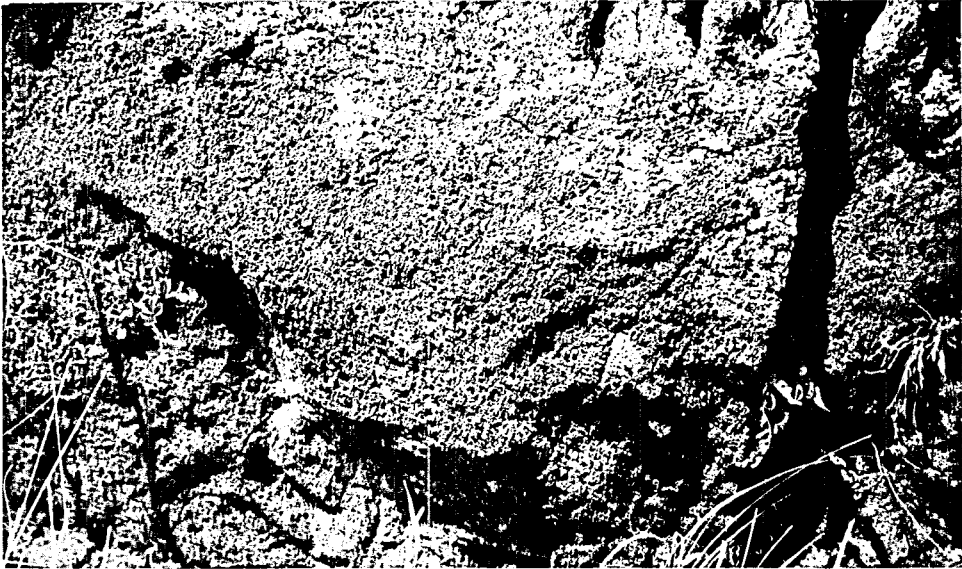


사진 - 7 斗山峰 玄武岩에 發達하는 文象形의 氣孔

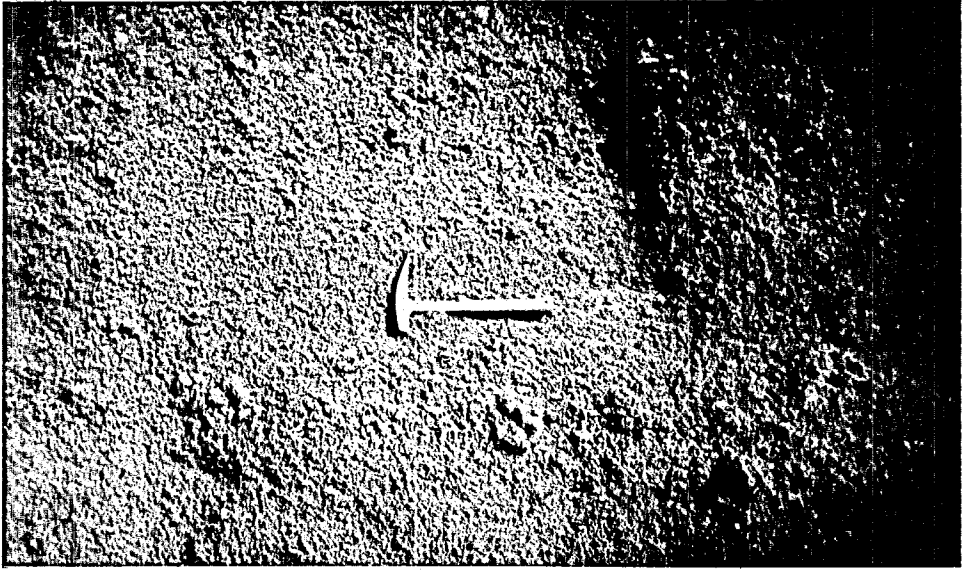


사진 - 8 地尾峰 噴石丘를 이루는 玄武岩質 噴石.
微弱한 層理構造를 보여준다.

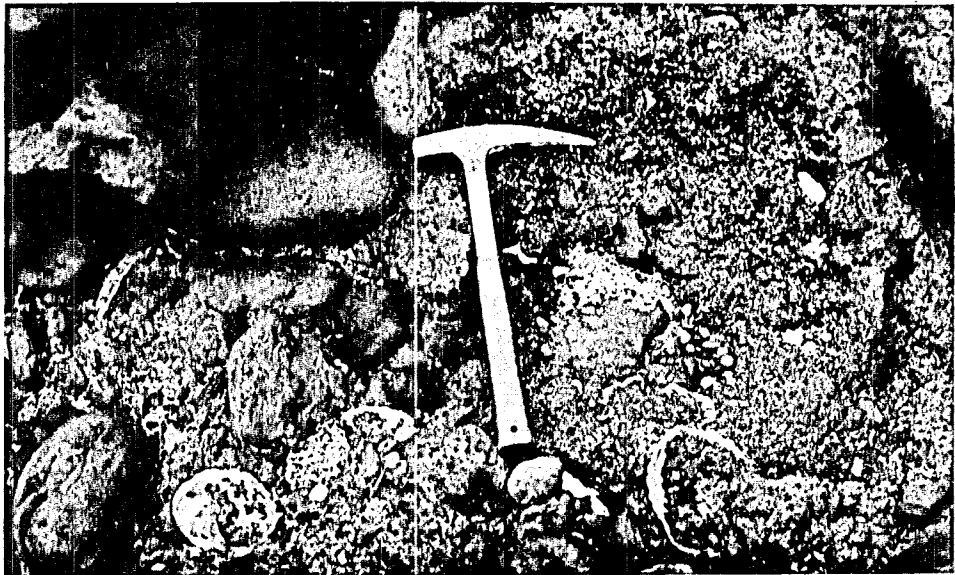


사진 - 9 現海岸線 부근에 남아있는 含化石 凝灰質 砂岩

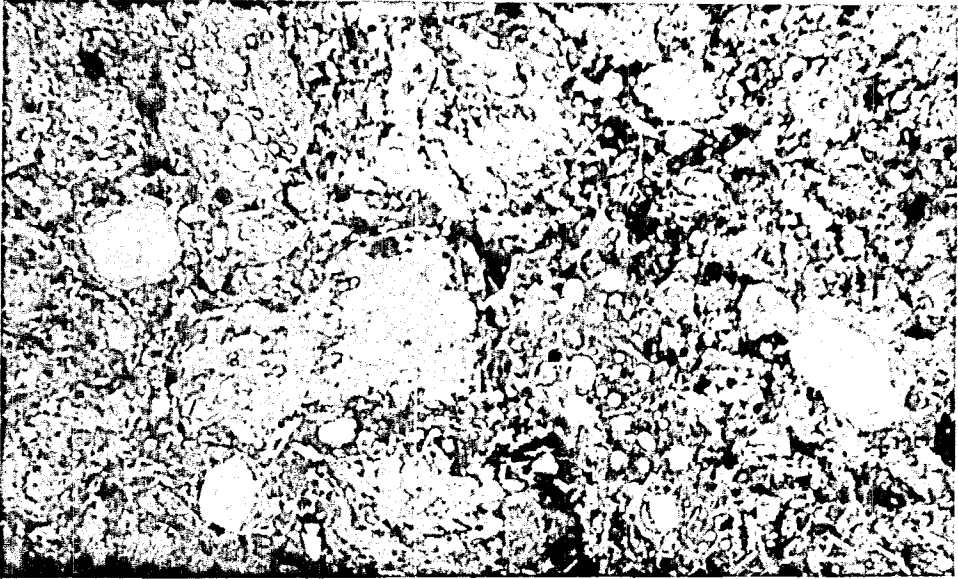


사진 - 10 玄武岩質 火山礫 凝灰岩 10 × 10 open
 多孔質이며 유리질 Sideromelane과 Palagonite로
 變質되어 形成된 rim이 보인다.



사진 - 11 遠地性 玄武岩 10 × 10 cross
 相對的으로 粗粒質이며 棍狀의 斜長石들과 碎
 斑晶들이 잘보인다.

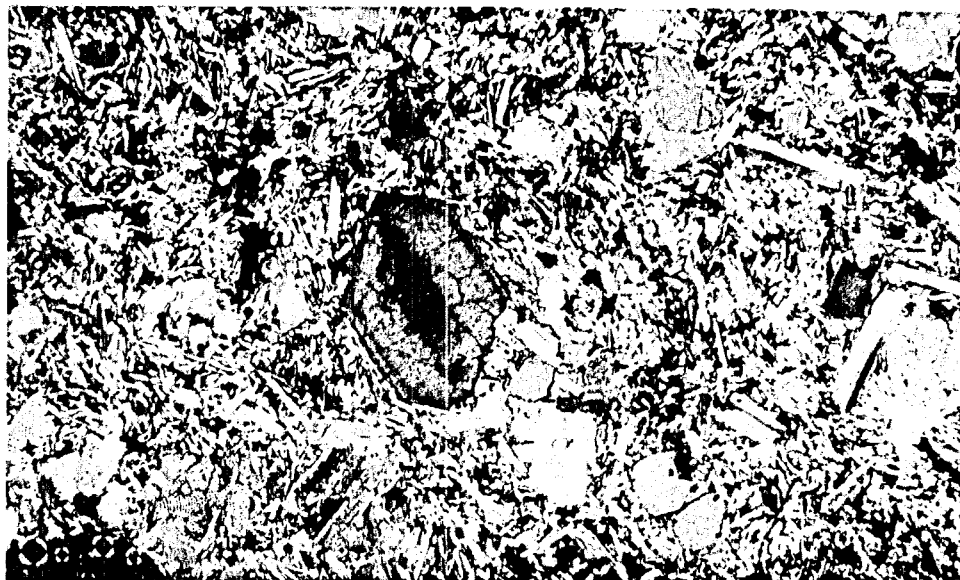


사진 - 12 斗山峰 玄武岩 10 × 10 cross
 Zonal 구조를 보이는 감람석 斑晶과 휘석 미립들이 많다.

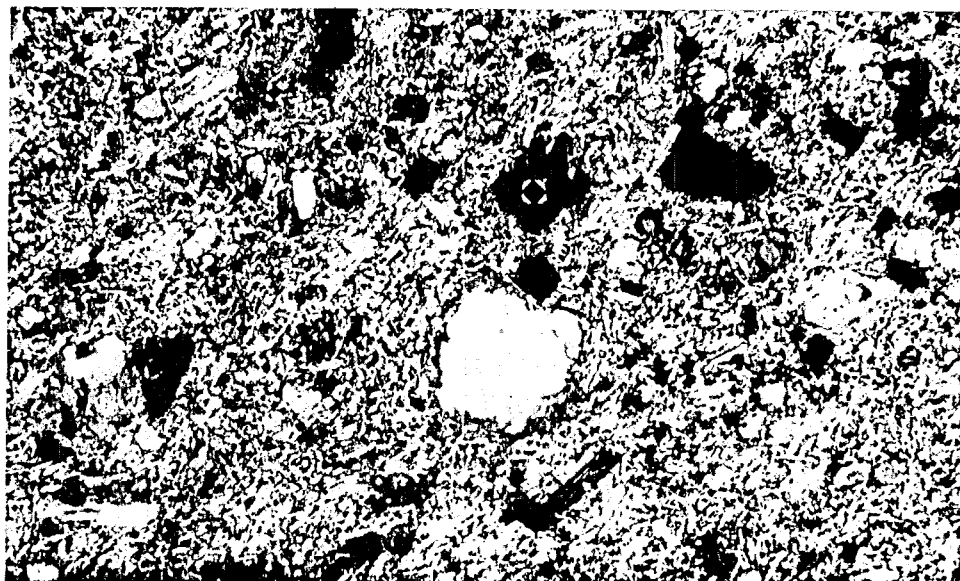


사진 - 13 地尾峰 玄武岩 10 × 10 cross
 他形の 감람석 斑晶이 있고 미립의 휘석, 감람석
 들이 많다. 斜長石의 根狀結晶들이 流狀構造를 잘
 보여준다.