

濟州島 地熱狀態에 관한 地質學的 考察

尹 正 守

Geological Viewpoint on the Geothermal State in the Jeju Island.

Jeung-su Youn

Summary

Jeju Island occupies 1,800km² and is comprised of Tertiary trachyte flows and domes, upper Pliocene pyroclastic and sedimentary rocks, and Pleistocene-Holocene-basalt and trachyandesite flows and cones. More than 360 cones occur on the island, mostly along the east-northeastern trending axis of the island.

Chemical analyses of volcanic rocks indicate that rocks have alkalic affinities. There have been four recorded volcanic eruption on the island within the last 1,000 years: 1002, 1007, 1455, and 1670 A.D.

The small island of Biyangdo west of Hanrim was formed by volcanic eruption in A.D. 1002 and Sanbongsan southwestern part of Jeju city in A.D. 1007. There are even more recent records of earthquakes, one in 1445, and another in 1670. Therefore, there is potential for past or future hot rock system at shallow depths that, given favorable hydrologic condition, could be exploited for geothermal resources.

Geologic and high quality areal photographs study strongly indicative of active or recently active near-surface volcanic eruption young volcanic rocks are distributed. Biyangdo-Hanrim area, Hango-ungmyan area, and Daejeungub Sanbongsan area.

Heat flow values of young volcanic eruption areas are Biyangdo 2.53 HFU and Yourimok 2.83 HFU which is coincidence for mainland geothermal potential areas.

The surface temperature were obtained from the Yeurimok 1100 level and other lava tunnels as follow: 1100 level survey area are 13.0°C—14.8°C which is higher than 5°C for other lava tunnels. Therefore, if it should be to define the structure of the volcanos, there exists some potential for present or future hot rock systems on the island that, given favorable hydrologic condition, could support geothermal resources.

緒 言

1970年代初의 에너지위기 이후 各國家는 에너지資源研究에 힘을 기울여왔다. 특히 地熱等을 利用한 에너지化에 많은 學者들이 研究하고 또한 實際로 여러

國家에서 部分的으로 使用하고 있다. 이태리, 뉴질랜드, 멕시코, 아이스란드, 소련, 日本, 美國等 15여 개국이 현재 地熱을 利用하여 電力과 에너지를 얻고 있고 필리핀, 엘살바도르, 알젠틴, 체코슬로바키아 등 20여개국이 實驗段階 또는 應用段階에 있다. 地殼 內部에 分布되어 있는 地熱은 막대한 量을 가졌으며

2 는 문 집

공해가 거의없고 經濟的 비용면에서도 石油의 절반밖에 들지 않아 에너지資源으로써 각광을 받고 있다. 濟州島의 地熱資源의 부존 가능성에 대해 本研究가 처음인단치 全体問題解決을 가져올순 없어도 重要的 基本資料가 될 것으로 筆者는 믿고 綜合的인 研究結果는 韓國動力資源 研究所에서 추후에 發表할 것으로 알고 있다. 本 調査는 (1) 熱地帶로 思慮되는 漢拿山 1,100高地 一帶地域과 몇개의 熔岩洞窟에 대한 地溫을 測定하여 서로 比較하였고 (2)1670년까지 熔岩 噴出이 있었던 것으로 記錄되어 있는 飛揚島一帶 地域과 濟州島 西南部 地域에 대한 面積把握, 構造線의 發達狀態, 岩石의 類型, 균열대의 발달상황등을 檢討하였고 (3)新期 火山噴出이 있었던 地域에 대한 地殼熱流量 및 地下水의 溫度를 測定하여 國內 溫泉地域과도 比較檢討 함으로써 그 부존 가능성에 대하여도 考察하였다.

地熱地帶의 位置 및 溫泉의 熱源

地熱地帶의 位置

地熱地帶는 板構造運動에 의한 大洋地殼이 分離되

어 양쪽 反對方向으로 移動하는 海嶺(Spreading ridge)地域과 大洋地殼이 大陸地殼 밑으로 기어들어가는 海溝(subduction zone)地域과 變換斷層(transform faults)이 많은 裂谷帶(Intracontinental rifts)地域과 新期火山噴出과 關連된 新期火山岩(Young volcanic rocks)地域에 起點한 것 등으로 나뉜다.

첫째 Spreading ridge에 位置한 것은 아이스란드의 Namafiall, 멕시코의 Cerro prieto, 美國의 Salton sea等이고, 둘째로 Subduction zone에는 칠레의 El Tation, 자바와 인도네시아의 Kawah Kamojang, 히말리아와 인도 西北部의 Puga, Chumathan과 Parbati valley等이고, 셋째 Intracontinental rift에는 East Africa rift의 에티오피아, 케냐, 우간다 地域이고, 넷째로 Young volcanic rocks에 關聯된 것으로는 美國 캘리포니아의 The Geysers, 이베리 Cesono는 late Quaternary volcanic에 關連된 Larderello는 全域이 火山으로 둘러싸여 있다. 또한 日本의 Matsukawa, 熱海, 別府, 北投, 草津, 那順等과 (표1) 멕시코의 Cerro Prieto, 터키의 Seferihisar, 칠레의 El Tatio를 들 수 있다. 濟州島도 第三紀末플라이오세에서 西紀 1670년까지 여러차례에 걸친 火山噴出이 있었던 事實

表 1. 溫泉母岩, 熱源

| 溫 泉 名 | 周 圍 岩 石 | 泉 的 種 類 | 海洋에서의 遠近 | 熱 源 |
|--------|----------|---------|----------|-----|
| 溫陽(韓國) | 花崗岩, 片麻岩 | 炭酸泉 | 遠 | 火成岩 |
| 儒培(〃) | 花崗岩, 斑岩 | 炭酸泉 | 遠 | 火成岩 |
| 東萊(〃) | 石英斑岩, 花崗 | 食鹽泉 | 近 | 火成岩 |
| 熱海(日本) | 岩安山 | 食鹽泉 | 近 | 火山 |
| 北投(〃) | 岩第3記層 | 硫黃泉 | 遠 | 火山 |
| 草津(〃) | 火山岩層 | 硫黃泉 | 遠 | 火山 |
| 別府(〃) | 安山岩 | 炭酸鐵泉 | 遠 | 火山 |
| 那須(〃) | 安山泉 | 黃化水素巒類泉 | 遠 | 火山 |

은 地下 어디인가 적당한 地質構造와 水理地質的인 條件만 갖추어졌다면 高溫地熱帶(Hot rock systems)가 있을 가능성을 보여준다.

2. 溫泉의 熱源

溫泉水는 地下水+Magma水(少量)가 大部分이다.

왜냐하면 溫泉水를 分析한 結果 Cl_2 , F_2 , S, B, As等은 溫泉水가 통과하는 岩石中에는 없으나 Magma속에는 包含되어 있다. 人工的으로 溫泉水成分과 같은 湯을 만들려고 하여도 그 效果에 있어서는 현저한 차이가 있을 뿐 아니라 그 水質에 있어서 人工的으로 不可能한 어떠한 老成現象 및 配合의 神秘性이 있는 것이

다. 溫泉水의 熱源으로는 地熱, 火山, 火成岩 등이 있다.

地熱: 地球는 內部로 들어갈수록 溫度가 높아진다. 즉 30~80m(平均50m) 降下함에 따라 溫度가 1°C씩 올라간다. 그러므로 1/50을 地熱增加率이라고 稱한다. 이 地熱增加率에 의하면 300~800m降下하면 1°C, 3000~8,000m 降下하면 100.C로 될 것이다. 그러나 實際에 있어서는 途中上昇되는 熱과 壓力等을 고려하여야 하므로 溫泉水의 溫度가 50°C 라면 1,500~4000m정도 보다도 數倍나 깊은 場所에서 湧出하지 않으면 안 될 것이다. 그러나 이와같은 場所까지 地下水가 到達하려면 특수한 地質構造가 아니면 不可能하므로 地熱에 의하여 따뜻해진 溫泉은 France의 Aix, Swiss의 Mont Blanc等 수개처 밖에 없다.

火山: 세계의 大部分의 溫泉은 대개 그 位置가 火山이 爆發한 中心地域과 가까운 噴火口, 火口壁, 外輪山의 山腹等에 있으며 溫泉은 상당히 高溫이고 어느 것은 100°C 以上에 달한 것도 있다. 따라서 漢拿山을 中心으로한 1,100高地 一帶도 火口壁 혹은 外輪山地域에 屬하므로 火口附近의 高地帶에서 岩石이 열극을 따라 地下淺部に 存在하는 火山水 또는 岩漿水(volcanic wafer or magmatic water)가 火山斜面에서 湧出할 수 있는 火山成因의 溫泉產出이 可能性이 있을 것이다.

火成岩: 우리나라에 分布하는 溫泉은 주로 火成岩과 關係가 있다. 韓半島에는 中서부(溫陽, 德山, 道高, 儒城, 利川溫泉), 中동부(五色, 尺山, 德邱, 水安堡溫泉) 및 東남부(釜谷, 馬金山, 東萊, 海雲台, 浦項溫泉)地域에 分布한다(그림1).

이들 溫泉은 백악기 花崗岩體(5곳), 쥬라기 花崗岩體(3곳), 백악기 堆積岩層內(1곳), 中생대(1곳(?)) 花崗岩體(2곳), 先캠브리아기 變成岩體(1곳)에 分布한다. 이처럼 大部分의 溫泉들의 分布가 大寶花崗岩體나 佛國寺花崗岩體와 밀접한 關係를 가지고 있다(金·中井, 1981). 이들은 高熱의 岩漿(Magma)이 地下 어느 場所에 停止하였다면 그 表面은 즉시 冷却할 것이요 內部는 상당한 長時日을 걸쳐서 熱이 保有될 것이므로 地下水가 均열(fissre)을 通하여 이러한 高熱帶에 만나면 溫泉으로 化하게 되는 것이다. 東萊溫泉 부근에 玢長斑岩, 海雲台溫泉 부근에 石英斑岩 等の

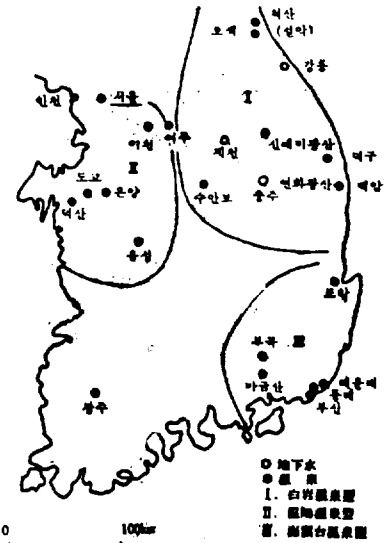


그림1. 우리나라 溫泉水 分布圖(金·中井; 1981).

火成岩이 分布하고 있는 것을 불려 이 事實을 쉽게 認定할 수 있다. 火山이 없는 나라의 溫泉은 大部分이 火成岩에 그 熱源을 두고 있는 것이다. 이러한 溫泉은 比較的 火山作用에 의한 것보다 溫度가 낮다.

地熱地帶의 區分 및 探查

1. 地熱地帶의 區分

溫度와 물과 蒸氣의 含量에 의해 대략 셋으로 나눈다. 첫째 高熱地帶(Hot water fields)는 溫度가 60°C ~100°C이며 헝가리 地熱地帶와 불란서 Melum地帶이다. 둘째 高蒸氣地帶(Wet steam fields)는 溫度가 100°C 以上이며, 뉴질랜드의 Wariakoi, 멕시코의 Cerro prieto, 美國이 Yellowstone과 Salton Sea, 엘살바도르 地熱地帶이다. 셋째 超高溫 蒸氣地帶(superheated steam fields)는 地熱地帶로서 가장 이상적인 地帶로 이태리의 Larderello와 Monte Aniate地帶, 美國의 The Geysers, 日本의 Matsukawa等이다. 濟州島도 地熱에 대한 調査資料가 없어 現在로서 確言할수 없으나 有史時代의 西紀 1002년부터 1670年代까지 수차례에 걸친 火山爆發이 있었다는 記錄이 있어 上記類型의 地熱地帶를 기대할 수 있다.

2. 地熱地帶의 探查

地質學的 探查와 地球物理學的 探查, 또한 地球化學的 探查 方法이 있다.

地質學的 探查: 地質構造를 分析하고 水理地質 條件과 航空寫眞을 이용한 構造의 位置를 設定하고, 가장 新期에 噴出한 火山岩體의 位置와 構造線이 發達 狀態와 噴出岩體의 크기, 火道와 新期噴出體에 대한 岩石學的 研究等을 通하여 地熱地帶의 熱源 및 形成 過程等을 알 수 있다.

地球物理學的 探查: 物理探查法에는 電氣探查法, 重力探查法, 彈性波探查法, 磁力探查法等이 있다. 이들 探查法에 의하여 地下 淺部에 岩漿體(Magma bodies)나 地熱地帶가 어느 場所에 얼마만한 깊이에 있는지의 여부와 火山口열대가 海底까지 연장되는지도 파악하여 地熱地帶로 지목되는 異常帶地域에 對하여는 深部시추가 行해되어야 한다.

地球化學的 探查: 火山地帶인 경우는 H_2O , H_2 , O_2 , Ar, He, H_2S , SO_2 , CO_2 , Co, Hcl, CH_4 , S, As, Nacl, NH_4cl , $FeCl_2$ 등이 噴出한다. 地化學的 探查와 放射能探查에 의하여 이들 成分을 調査할 수 있고 모든 破碎帶와 裂谷帶에 대하여는 地中溫度 및 地殼熱流量을 測定하여 地熱資源부존可能 如否를 알 수 있다.

濟州島 地質 및 地熱資源에 대한 考察

1. 地 質

本島의 地質은 第三紀의 플라이오세의 西歸浦層과

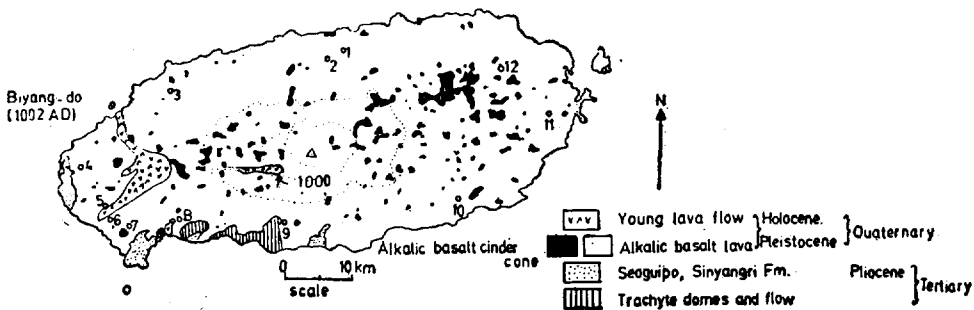


Fig 2. Geologic map and ground water temperature of Jeju-do island.

第四紀 플라이스토세에 속하는 城山層, 和順層 및 新陽里層 등이 堆積岩層과 玄武岩, 粗面岩質安山岩, 粗面岩 등의 火山岩類, 寄生火山에서 噴出된 火山碎屑物 등으로 構成되어 있다.

本島에서의 火山活動은 크게 5회의 噴出輪廻로 區分되며 總 79回以上에 達하는 熔岩噴出이 觀할된다. 이들 火山岩類의 噴出順序와 地質系統은 다음과 같이 要約된다.(元, 1975).

Continued to Fig 2.

| 조 사 지 명 | Groundwater temperature | |
|---------------|-------------------------|-----------|
| | Min. (°C) | Mix. (°C) |
| 1. 오등(D-133) | 14.78 | 15 |
| 2. 상귀(D-136) | 15.4 | 16.45 |
| 3. 대림(D-137) | 15.2 | 16.8 |
| 4. 고산(D-134) | 18.5 | 19 |
| 5. 무릉(D-142) | 17.9 | 19.8 |
| 6. 영락(D-114) | 16.55 | 17.7 |
| 7. 영락(D- 82) | 14.4 | 14.5 |
| 8. 화순(D-138) | 18.4 | 18.75 |
| 9. 용흥(D-118) | 18.25 | 18.75 |
| 10. 남원(D- 53) | 15.4 | 15.49 |
| 11. 수산(D- 69) | 16 | 16.15 |
| 12. 송당(D- 50) | 15.23 | 15.3 |

D* : Boring core.

| | | | |
|-------|------------|-------|-----------|
| 第5噴出期 | 介砂層 | ~不整合~ | 城山層 및 和順層 |
| | 噴石丘堆積物 | ~不整合~ | |
| 第4噴出期 | 白鹿潭玄武岩 | ~不整合~ | |
| | 漢拏山粗面岩質玄武岩 | ~不整合~ | |
| | 漢拏山玄武岩 | ~不整合~ | |
| | 城板岳玄武岩 | ~不整合~ | |
| | 始興里玄武岩 | ~不整合~ | |
| 第3噴出期 | 法井里粗面岩 | ~不整合~ | |
| | 下孝里粗面岩 | ~不整合~ | |
| | 濟州玄武岩 | ~不整合~ | |
| 第2噴出期 | 新陽里層 | ~不整合~ | |
| | 中文粗面岩 | ~不整合~ | |
| | 西歸浦粗面岩 | ~不整合~ | |
| | 表善里玄武岩 | ~不整合~ | |
| 第1噴出期 | 西歸浦層 | ~不整合~ | |
| | 基底玄武岩 | ~不整合~ | |
| | 花崗岩 | ~不整合~ | |

噴出順序에 의하여 區分된 玄武岩類는 鑛物組成과 化學成分으로 보아 針狀長石橄欖石玄武岩, 斑狀輝石玄武岩, 斑狀長石玄武岩, 非顯晶質玄武岩, 長石玄武岩, 피크라이트質玄武岩等이다. 이들은 本島 全面積이 90%以上을 차지한다. 360餘個에 達하는 火山丘는 城山層 및 和順層 堆積期에 形成된 것과 最後의 後火山活動의 產物인 第5噴出期에 속하는 것으로 區分된다. 前者는 粗面岩 또는 粗面岩質安山岩의 熔岩과 火山碎屑物로 構成되어 있으며 10餘座에 불과하다. 後者는 主로 玄武岩質 火山碎屑物로 되어있다.

本島의 火山活動은 第三紀末에서 부터 第四紀에 걸쳐 이루어 졌다. 「東國輿地勝覽」 第38卷에 의하면 高麗中葉인 西紀 102年과 1007年 2회에 걸쳐 濟州島에는 火山爆發이 있었던 것으로 記錄되어 있다. 李朝烈聖實錄에는 朝鮮 端宗王 甲戌年 12月 甲辰(西紀 1455年 1月 24日)과 顯宗王 庚戌年 10月 丁亥(西紀 1670年 11月 15日)에 火山爆發과 地震이 일어나 人畜에 많은 被害가 있었던 것으로 記錄되어 있다.

2. 地熱資源에 대한 考察

濟州島는 環太平洋火山帶의 綠邊部에 位置하는 火山島이며 本島는 지난 1000年 사이에도 4회에 걸쳐 熔岩噴出이 있었다는 記錄이 있다(Nakamura, 1925·Nohm, 1966: 1002, 1007, 1455, 1670 A. D.). 이러한 地質條件으로 볼 때 本島는 좋은 水理地質 條件만 갖추어졌다면 地下어더에 高溫地熱帶(Hot rock systems)가 부존할 可能性이 높은 것으로 專門家들은 보고 있다. 특히 飛揚島와 山房山은 西紀 1002年과 1007年 사이에 火山噴出에 의해 形成되고 餘타地域도 西紀 1455年과 1670年代에도 新期熔岩噴出이 있었다는 記錄이 있어 이들 地域의 位置, 新期火山噴出의 持續時間, 構造, 岩石의 類型, 時代, 噴出中心地, 面積, 岩石裂谷帶의 發達狀態等이 基礎調査가 要望된다. 濟州島의 地熱開發은 우선 火山地帶에 대한 地質學的, 地球物理學的, 地化學的, 火山學的 調査가 先行되어야 한다. 그 첫단계로 火山地帶의 構造에 대하여 定義를 내려야 하는데 즉 構造의 位置를 設定하고 가장 新期에 噴出한 位置와 噴出岩體의 크기, 構造線의 發達狀態, 火道(volcanic vents)와 新期噴出岩體에 대한 岩石學的, 地化學的으로 分析을 해야 하고 둘째 단계로 地球物理學的인 方法에 의하여 淺部岩體(magma bodies)와 地熱帶(Hot rock systems)가 어느 場所에 얼마만한 深度에 있는지 여부와 아울러 火山破砕帶가 海底까지 延長되는지의 여부도 調査하여야 한다. 上記 調査를 遂行하기 위하여는 다음과 같은 資料 및 裝備가 必要하다. a) 1:25,000에서 1:50,000의 精密한 航空寫眞이 必要함. b) 構造線의 位置를 設定하고 가장 新期에 噴出한 火山岩體의 位置와 構造線의 發達狀態, 噴出岩體의 크기 등을 調査하여 이들을 精密地質圖에 記錄한다. c) 火道(Vents)와 新期噴出岩體에 대한 岩石學的, 地化學的 分析을 한다. d) 新期噴出岩體에 대하여는 水理地質學的, c¹⁴法에 의한 年代測定 및 古地磁氣 研究等이 要望된다. e) Magma chamber의 存在如를 알기 위하여 彈性波探查가 必要하다. f) 모든 裂碎帶와 裂谷帶에 대하여는 地殼熱流量 測定이 必要하다. g) 異常帶의 土壤에 대하여는 地化學的 調査(radon, boron, arsenic, mercury)가 要望된다. h) 構造線에 대하여

는 紫外線 및 磁力測定이 必要하다. i) 地熱 부존 可能性地域에 대하여는 地下水量과 排水量의 評價가 要望된다. j) 地熱地帶로 確認된 地域에 대하여는 深部시추가 履行되어야 한다. 上記項目은 어느 한 個人이 할 수는 없고 우선 筆者는 첫째로 航空寫眞과 수차례에 걸친 精密地質調査를 通하여 新期火山噴出體의 位置 및 概략적인 面積을 調査하였다. 그 結果는 Fig.2와 같다. 이에 의하면 가장 新期에 噴出한 火山岩體의 位置 및 面積을 飛揚島一帶~翰林邑一部 地域, 翰京面一帶地域 및 大靜邑 山房山一帶地域이 이에 屬한다.

둘째로 新期火山噴出地域에 대한 Geothermometers 을 使用하여 地熱流量을 測定하여 張(1970), Banks (1980)等에 의해 報告된 韓半島의 地殼熱流과 比較檢討하였다(Fig.3).

이 結果에 依하면 飛揚島는 2.53·HFU(IHFU=1Cal/cm², sec)이고 어리목은 2.82HFU값을 얻어 世界火山地

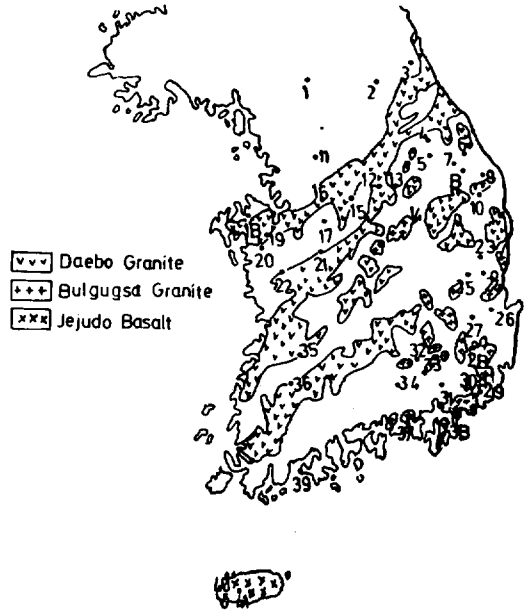


Fig.3 Heat flow values in South Korea.

Continued to Fig 3.

unit : 10⁻⁶cal/cm², sec

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 지 명 | 포 1 | 천 2 | 홍 3 | 천 4 | 양 5 | 동 6 | 남 7 | 신 8 | 예 9 | 미 10 | 철 11 | 암 12 | 연 13 | 화 14 | 옥 15 | 방 16 |
| Heat Flow | 1.52 | 1.4 | 1.38 | 1.40 | 1.57 | 1.60 | 1.67 | 1.43 | | | | | | | | |
| 지 명 | 울 9 | 진 10 | 원 11 | 남 12 | 이 13 | 천 14 | 총 15 | 주 16 | 동 17 | 양 18 | 봉 19 | 명 20 | 문 21 | 경 22 | 은 23 | 양 24 |
| Heat Flow | 1.49 | 1.90 | 2.7 | 1.31 | 1.44 | 2.27 | 2.37 | 2.94 | | | | | | | | |
| 지 명 | 피 17 | 산 18 | 서 19 | 성 20 | 도 21 | 교 22 | 덕 23 | 산 24 | 유 25 | 성 26 | 구 27 | 봉 28 | 영 29 | 양 30 | 청 31 | 송 32 |
| Heat Flow | 1.22 | 1.24 | 2.64 | 3.30 | 3.04 | 1.34 | 2.24 | 1.51 | | | | | | | | |
| 지 명 | 연 25 | 화 26 | 포 27 | 항 28 | 경 29 | 주 30 | 상 31 | 북 32 | 철 33 | 마 34 | 물 35 | 금 36 | 구 37 | 통 38 | 동 39 | 점 40 |
| Heat Flow | 1.67 | 2.33 | 1.44 | 1.17 | 2.13 | 2.28 | 1.72 | 1.90 | | | | | | | | |
| 지 명 | 마 33 | 금 34 | 산 35 | 균 36 | 북 37 | 장 38 | 안 39 | 순 40 | 창 41 | 삼 42 | 송 43 | 지 44 | 세 45 | 낙 46 | 동 47 | *비양도 |
| Heat Flow | 3.2 | 1.34 | 1.0 | 1.24 | 6.0 | 1.34 | 1.24 | 2.53 | | | | | | | | |
| 지 명 | 41 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heat Flow | *어리목 2.82 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Data source : 1-39 unphlshed KIER(after U.S.G.S. : N.G. Banks)

熱地帶의 4HFU에는 못되나 마금산(3.2), 덕산(3.30), 유성(3.01), 도고(2.64), 온양(2.91)와 類似한 地熱流量을 가져 地熱地帶로서의 可能性을 보여주고 있다. 셋째로 漢拏山 1100高地 調查地域과 基存

地下水 開發孔井에 대한 1982年 2月 30日부터 6日까지 8日간 三線磁氣溫度計를 使用하여 地中 및 地下水 溫度를 測定하여 여타 洞窟地域과 比較檢討한 結果는 表2와 같다. 이 結果에 依하면 地熱地帶일 可能性을

表2. 조사지역의 지표 및 지중온도

| 일 | 은 | 도 | 지열지대 지온(°C) | 북동쪽80m 지점(°C) | 남서쪽60m 지점(°C) | 만장굴 (°C) | 협재굴 (°C) | 빌레못 (°C) |
|-------|---|---|----------------|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 2월27일 | 지 | 표 | 2.9 | -0.7 | 0.0 | 5.5 | 6.0 | 6.4 |
| | | | 14.0 | 1.3 | 3.6 | 5.2 | 7 | 7 |
| 2월28일 | 지 | 표 | 2.8 | -0.9 | -0.1 | 9.3 | 9.6 | 9.4 |
| | | | 13.8 | 2.3 | 3.7 | 8.3 | 9 | 7.5 |
| 3월 1일 | 지 | 표 | 2.4 | -1.9 | -1.0 | 6.1 | 6.5 | 6.5 |
| | | | 13.0 | 0.6 | 3.5 | 6.8 | 7 | 7 |
| 3월 2일 | 지 | 표 | 2.6 | -2.5 | -2.5 | 5.8 | 5.9 | 6.1 |
| | | | 13.5 | 1.4 | 5.0 | 6.0 | 5.8 | 7.6 |
| 3월 3일 | 지 | 표 | 3.4 | -1.3 | -1.2 | 6.9 | 6.7 | 5.9 |
| | | | 14.3 | 2.4 | 2.4 | 7.2 | 7 | 6 |
| 3월 4일 | 지 | 표 | 4.8 | -0.3 | 2.2 | 13.3 | 12.8 | 13 |
| | | | 14.8 | 2.1 | 6.3 | 9 | 9 | 11.5 |
| 3월 5일 | 지 | 표 | 4.2 | 4.5 | 3.5 | 9.1 | 8.7 | 7.8 |
| | | | 13.6 | 2.9 | 6.9 | 7.5 | 9 | 7 |
| 3월 6일 | 지 | 표 | 3.3 | 3.5 | 0.6 | 5.4 | 5.4 | 5.8 |
| | | | 13.3 | 2.6 | 6.5 | 5.7 | 5.7 | 6.5 |

보여주는 地点에서는 地下 60cm깊이에서 平均地溫은 最大 14.8°C, 最少 13.0°C이고 地表面 平均溫度는 最大 4.8°C, 最少 2.4°C이며, 調查地域 北東쪽 80m 地点 地下 60cm깊이의 平均地溫은 最大 2.9°C, 最少 0.6°C, 地表面 平均地溫은 最大 4.5°C, 最少 -2.5°C이고, 調查地域 南西쪽 60m地点 地下 60cm깊이의 平均地溫은 最大 6.9°C, 最少 2.4°C, 地表面 平均地溫은 最大 3.5°C, 最少 -2.5°C이고, 아울러 만장굴의 平均溫度는 最大 9°C, 最少 5.2°C이고, 협재굴의 平均溫度는 最大 9°C, 最少 5.7°C이며, 빌레못굴의 平均溫度는 最大 11.5°C, 最少 6°C이다. 이들 結果를 比値해 볼때 調查地域은 불과 地下 60cm깊이에서 13.0°C~14.8°C의 地溫分布를 보여 다른 두 인접地域과 10°C차이가 나고 調查地域보다 高度가 約 900m낮은 洞窟地域과는 約5°C정도 높아서 洞窟은 아닌 것이 確實하며 이는 濟州島가 火山 噴出이 約 79回 以上에 걸쳐 熔岩噴出이 있었고 Magma의 冷却과 더불어 균열(Fisure), 破碎帶 및 岩石裂극대(rift zone)가 發達했다. 이와같은 構造線을

따라 後期에 熔岩噴出時 高溫인 分化末期의 Magma가 初期에 噴出하여 이미 固結된 不透水層인 熔岩에 依해 둘러싸여져 미처 地表面 噴出 못하고 地殼深部に 高地熱帶(Hot rock systems)狀態로 남아있게 되는 特殊한 地質構造 Model을 形成하게 된다. 아울러 地下 50m降下함에 따라 溫度가 1°C씩 增加하므로 地下深部の 熱을 喪失되지 않고 그냥 높은 溫度를 오랫동안 維持하게 되며 二次의인 構造運動에 依해 形成된 斷層, 節理等을 通하여 地下水가 이들 斷口를 따라 流入되어 Magma Stopping된 場所까지 到達하게 되면 間歇의으로 蒸氣를 地表面로 내뿜게 되는 것이다. 이를 간단히 그려보면 Fig.4와 같다.

既存地下水 開發孔井에 대한 溫度는 高산이 最大 19°C, 最少 18.5°C, 무릉이 最大19.8°C, 最少 17.9°C이며 화순이 最大 18.75°C, 最少 18.4°C로 新期熔岩噴出地域이 다른 地域보다 溫度가 높은 값을 갖고(Fig.2), 地熱流量測定值와도 一致하는 傾向이 있어 地熱地帶일 可能性을 보여주고 있다. 그러나 確定的인 結論은 좀더 具體的인 地熱探査가 遂行된 後

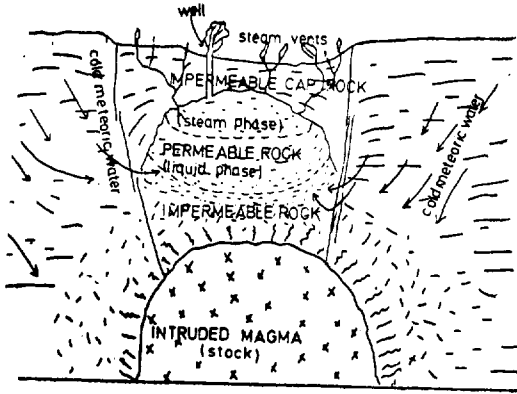


Fig 4. Geothermal System.

에야 結定되리라 본다.

摘 要

1. 濟州島의 地質은 第三紀 플라이오세의 西歸浦層과 第四紀 플라이스토세에 屬하는 城山層, 和順層 및 新陽里層 等的 推積岩層과 玄武岩, 粗面岩質安山岩, 粗面岩 等的 火山岩類, 寄生火山에서 噴出된 火山碎屑物 등으로 構成되어 있다.

2. 本島는 지난 1000年 사이에도 4회에 걸친 熔岩 噴出이 있었고, 또한 飛揚島와 山房山은 西紀 1002年과 1007年 사이에 火山噴出에 依해 形成되었고 여타

地域도 西紀 1455年과 1670年에도 新期熔岩噴出이 있었던 記錄이 있어 新期噴出地域에 좋은 水理地質構造條件만 갖추어 졌다면 高溫地熱帶(Hot rock systems)가 부존할 可能性이 높다.

3. 航空寫眞과 精密地質調査에 依한 新期熔岩噴出體의 位置는 飛揚島一帶~翰林邑一部地域, 翰京面一帶地域 및 大靜邑 山房山一帶地域이다.

4. 新期熔岩噴出地域의 地殼熱流量은 飛揚島가 2.53 H F U, 어리목이 2.82 H F U로 韓半島의 地熱地帶일 可能性을 보여주고 있는 마금산(3.2), 덕산(3.30), 유성(3.04), 도고(2.64), 은양(2.94) 地域과 類似的한 地殼熱流量을 갖는다.

5. 漢拿山 1,100高地 調査地域의 地中溫度는 約 13°C~14.8°C의 地溫分布를 보여 北東쪽과 南西쪽 80m地點보다 約 10°C 차이가 있을 뿐 아니라, 調査地域보다 高度가 約 900m 낮은 만장굴, 험재굴, 빌레못 洞窟보다는 約 5°C 차이가 있어서 洞窟이 아닌 것은 確實하다.

6. 濟州島 地下水 開發孔井에 대한 地下水 溫度는 新期 熔岩噴出地域인 高산은 18.5°C~19°C, 무릉은 17.9°C~19.8°C, 화순은 18.4°C~18.75°C로 新期 熔岩噴出地域이 다른 地域보다 溫度가 높고 地殼熱流量은 飛揚島가 2.53 H F U, 어리목이 2.82 H F U로서 一致하는 傾向이다.

7. 따라서 지난 1000年 사이에 수차례에 걸친 新期 熔岩噴出이 있었던 飛揚島一帶~翰林邑一部地域, 翰京面一帶地域 및 大靜邑 山房山一帶地域은 좋은 水理地質構造條件만 갖추어 졌다면 高溫地熱帶가 부존할 可能性이 있을 것이다.

引 用 文 獻

Fournier, R. O., 1979, A Revised Equation for the Na/k Geothermometer, Geothermal Resources Council Trans, Vol. 3, p.21-221.
 Gene, C. Ulmer, 1971, Research Techniques for high pressure and high temperature Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
 鄭鳳日·李基和, 1981, 德山溫泉地域의 地熱狀態에 관한 地質學的 및 地球物理學的 調査研究, 지질학회지, 17권4호, p.269-280.

張定鎭, 1970, 韓國의 地殼熱流量, 지질광상, 제10호 .p.23-33.
 金玉準外, 1982, 韓國의 地質과 鑛物資源, 金玉準教授停年退任記念誌, p.429-446.
 _____, 1980, 한반도의 지진지체구조 분석에 관한연구, p.19-47.
 Paul Kruger & Carel Otte, 1973, Geothermal Energy, standford Univ. press.
 R. W. Von Bemmeler, 1972, Geodynamic Modes

- on Evaluation and Synthesis, Elcvier Publishing Co.
- 申柄雨·崔承一, 1973, 南韓溫泉水의 特性과 溫陽溫泉의 帶水性 試地結果에 對하여, 地質학회지, 9권3호, p.161-167.
- Wook Han, 1979, A Preliminary Evaluation of Geothermal Potential of Korea With Emphasis on Geothermometer and Miting Model, *Johr. Geolo Soc. Korea* Vol. 15, p.259-263.
- 俞剛民, 1977, 이태리 Pisa에서 열린 지열연구코스 참가보고, 광산지질, 10권4호, p.185-198.
- 元鍾寬, 1975, 濟州島의 形成過程과 火山活動에 관한 研究, 건국대학교 박사학위논문, p.6-15.