

## 海南地域 火山岩類와 납석 및 고령토 鑛床의 K-Ar 年代

文 熙 壽\* · 金 英 姬\* · 金 鍾 煥\*\* · 柳 長 漢\*\*

### K-Ar Ages of Alunite and Sericite in Altered Rocks, and Volcanic Rocks around the Haenam Area, Southwest Korea

Hi-Soo Moon\*, Young Hee Kim\*, Jong Hwan Kim\*\* and Jang Han You\*\*

**Abstract:** A number of alunite and pyrophyllite deposits occur around the Haenam area where Cretaceous volcanic and volcanogenic sediments are widely distributed. The K-Ar ages of alunite, sericite and whole rocks collected from alunite and pyrophyllite deposits and unaltered rocks representing various stratigraphic horizon of the area were determined and their formation stage was discussed.

The ages of volcanic rocks range between  $68.6 \pm 1.9$  and  $94.1 \pm 2.0$  Ma corresponding to Cenomanian-Maastrichtian of upper Cretaceous. Andesitic rock gives  $94.1 \pm 2.0$ . Rhyolite and acidic tuffs give  $79.47 \pm 1.7$  and  $82.8 \pm 1.2$  Ma corresponding to Campanian. The later stage andesite gives  $68.6 \pm 1.9$  Ma of Maastrichtian. The results suggest that volcanism of the area can be divided into three different stages. The ages of alunite and sericite range  $71.8 \pm 2.8$  to  $76.6 \pm 2.9$  Ma of late Campanian to early Maastrichtian which is rather earlier than the age of granite (67 Ma). It indicates that the alteration ages of these clay mineral deposits appeared to be related with its volcanism rather than the hydrothermal stage of granite of this area.

#### 序 言

全南 海南地域(1 : 50000 지질도폭 해남, 우수영, 진도, 남창)에는 白堊紀 火山岩類가 넓게 分布되며 이들중 酸性 凝灰岩類의 일부는 熱水變質作用에 의하여 명반석, 납석, 고령토 및 건운모를 형성하였다. 이들의 形成機構는 열수 변질작용으로 이해되고 있으나 이들의 상세한 生成環境 및 時期에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 단지 이들 火山암류를 貫入하여 주변에 분포되는 흑운모화강암과 반암류의 K-Ar연령이 각기 67Ma 및 63Ma(이대성 및 이하영 1967)로 알려짐에 따라 이들 火山암류를 생성시킨 火山활동의 시기는 백악기 末期로, 또한 本 域의 變質作用의 時期는 이들 後期의 貫入岩類와 관계시키는 정도에 불과하였다. 그러나 최근 海南지역에 대한 연구가 진행됨에 따라 本역에서 칼데라 形成이 提議 되었고(손진담등, 1980; 차문성 및 윤성

효, 1988), 이의 形成과 火山活動이 주위에 分布된 鑛床의 형성과 밀접한 관계가 있을 것이라는 의견이 제시되었다. 또한 海南지역의 研究者들은 層序上的 두 單位로서 中性 火山岩類와 酸性 火山岩類로 區分하는데 일치된 견해를 보이거나 이들의 層序上的 位置는 學者들 사이에(이대성 등, 1967; 손진담 등, 1980) 서로 反對의 見解를 보이고 있다.

따라서 本 연구에서는 本역에 분포된 火山암류 및 母岩의 變質產物로 產出되는 명반석 및 건운모를 이용하여 K-Ar연령을 측정하여 火山活動의 時期 및 變質作用 즉 鑛床의 생성시기를 고찰하여 보았다. 精確한 變質작용의 時期 糾明은 本역의 鑛床生成機構를 밝히는데 매우 有用한 정보가 될 것이다. K-Ar연령 측정은 韓國動力資源研究所와 Krueger Enterprises, Inc.에 의뢰 분석하였다.

#### 地質 및 鑛床 概要

##### 地質概要

本역의 지질은 海南 및 우수영 도폭(木野奇吉郎, 1929), 진도 도폭(김삼욱 및 윤윤영, 1971) 및 남창 도폭(김서운

\* 연세대학교 지질학과(Department of Geology, Yonsei University, 134 Shinchondong, Seoul 120-749, Korea)

\*\* 한국동력자원연구소(Korea Institute of Energy and Resources, 71-2 Changdong, Daejeonsi 302-343, Korea)

및 박양대, 1967)이 발견되었으며 그 후 이대성등(1964, 1976)과 이대성 및 이하영(1977)과 손진담 등(1980)에 의하여 습화질 세일층을 中心으로 한 본역의 연구결과가 발표되었다.

본역의 지질은 크게 선캄브리아기의 變成岩類, 주라기의 貫入岩類, 白堊紀의 火山岩類와 백악기말의 관입암류로 大別된다. 이들중 백악기의 화산암류는 가장 넓은 분포를 보이며 이들이 鑛化作用과 關係있는 根源岩의 역할을 하고 있으며 이들은 火山 起源 堆積岩類인 두꺼운 凝灰岩을 挾在한다. 선캄브리아기의 암석은 堆積起源의 變成岩類(이대성 및 이하영, 1977)이며 대부분의 해남지역에서는 이를 不整合으로 백악기의 화산암류에 의해 피복되나, 화원반도 西端에서는 이들 화산암류와 斷層 接觸을 보인다.

주라기의 片狀花崗岩과 黑雲母花崗岩은 본역 中部의 산이반도에 넓게 분포되어 있으나 노두에서는 심하게 풍화되어 신선한 노두를 관찰하기가 매우 어렵다. 이를 부정합으로 백악기의 퇴적암류 및 화산암류가 피복하고 있으며 이는 본역에 가장 넓게 분포된다. 이들은 木野奇吉郎(1929)에 의하여 火山噴流岩質凝灰岩으로 命名되었다. 그 後 이대성 등(1976)에 의하여 下部로 부터 海南層群 및 花源層群으로 區分되었고, 그 후 손진담 등(1979)은 이를 하부로부터 火山中性岩層과 火山酸性岩層으로 구분하였는 바, 이는 화산중성암층은 전술한 花源層群에 해당되며, 이들은 화원층군을 하부로 보아 層位가 다름을 보고하였다. 이처럼 이들 화산암층군은 학자에 따라 先後關係를 달리 보고 있다. 특히 이들중 산성 응회암류는 본역에서 명반석, 납석 및 도석광상을 胚胎하는 層準으로서 이들의 層序關係는 鑛化作用의 形成機構와도 밀접한 관계가 있어, 이들의 올바른 상하관계는 매우 중요하다. 만약 손진담 등(1980)이 확립한 층서대로 중성암류가 하부이고 그후에 산성암류의 噴出이 있었다면 變質作用 일으킨 熱水의 根源은 後期 貫入岩類인 斑岩類 내지는 화강암이나 또다른 시기의 화산활동과 관계가 있을 수 있기 때문이다. 이러한 관점에서 본역에서의 화산활동 시기를 규명하는 것은 매우 중요한 일이다. 하여튼 지금까지의 연구결과 및 현지 조사결과, 화원반도 西北端의 中性 火山活動은 화원반도 中央 황산면 일대의 산성화산암류의 분출보다 그 시기가 빠른 것이 야의 조사결과 병은리에서도 整合의인 관계(손진담등, 1980)로 확인되었고 산이반도 西端에서도 확인되었다.

해남 지역에 散在된 구시 납석광상, 옥매산 및 해남 납석광상 연구를 위하여 주변 지질을 조사한 결과 지금까지

논의된 위 산성 혹은 중성 화산활동 외에도 이와는 별개의 연속되는 또 한 시기의 중성-산성 화산활동이 있음이 발견되었다. 해남읍 동남단의 대홍사 주변에서 분출 안산암류 및 응회암류로 구성된 소위 남창도폭의 無等山용암을 이루는 安山岩 등 중성 화산활동에 이어 산성 화산암인 流紋岩의 噴出이 뒤따르는 화산활동이 관찰된다. 그러나 중성 화산암류인 안산암류의 분포가 더 넓고 두꺼운 것으로 보아 중성 화산활동으로만 기재되었을 뿐 해남 기타 지역의 층서와는 對比된 바 없으나 이들의 時期는 본역에서 最後期の 火山活動으로 믿어지며 이들의 관계를 K-Ar연령 측정결과를 이용 記述하였다.

### 鑛床 概要

본역은 산성 응회암류의 熱水變質作用에 의하여 형성된 옥매산, 성산, 구시 및 해남광산이 분포된다. 이들중 옥매산, 성산 및 해남광상은 酸性火山岩層에 胚胎되며 구시광상은 본역 최후기의 중성 화산암층인 응회암층 내에 배터진다. 이들의 鑛床別 鑛物組成은 옥매산 및 성산은 명반석 변질작용을 수반하여 脈狀 혹은 不規則한 형태의 명반석 변질대와, 각기 납석과 고령석이 우세한 변질대를 가지며 珪化作用을 받은 부분이 있다(조한익 및 문희수, 1980). 즉, 광물 조성으로 명반석, 카올린(디카이트 및 카올리나이트), 견운모, 석영, 녹니석 및 황철석의 광물조합을 보인다.

과거에는 명반석이 주 채광 대상이었으나 맥상으로 산출되는 양질의 명반석은 採盡된 상태이며 현재는 납석 및 도석을 채광하고 있다. 이에 반하여 해남 및 구시 광상의 광석과 변질대의 광물 조성은 납석이 우세하며 변질대의 外殼으로 가면서 일라이트, 카올린 및 석영이 우세해지는 양상을 보인다.

구시 광산은 납석 광석의 일부에 다이아스포어(Diaspore)가 소량 함유되며 해남 납석의 경우 강옥 및 홍주석이 소량 함유되는 광물조성을 보인다. 해남 광상의 주 채광 대상은 납석이며 구시광상의 경우는 도석이다. 성산광상은 광상의 위치에 따라 다양한 변질양상을 보이는데 명반석이 우세한 부위와 카올린 광물이 우세한 부위로 구분된다. 현재 본 광상의 주 채광 대상은 카올린 및 도석류이다.

이러한 광물 產出狀으로 보아 옥매산이나 성산은 유황(S)活動도가 매우 높은 酸性溶液에 의한 變質作用임을 알 수 있고, 이에 비하여 해남 및 구시광상은 이와 매우 類似한 環境下이나 이보다는 높은 溫度 領域의 變質作用임을

나타낸다. 역시 성산 및 옥매산은 지역적으로도 가깝고 그 산출상태가 유사하여 同一起源의 形成機構下에 형성되었음을 유추할 수 있다. 실제로 옥매산 및 성산광상은 탄석과 탐사결과 단층의 直上位에 위치하며(손진담 등, 1979), 斷層線上을 따라 심한 변질양상을 보인다(김영희 1990). 구시(노열, 1989) 및 해남광상 또한 단층면을 따라 분포되며 그 변질 정도가 약한 변질대에서는 단층에 기인한 근원암의 角礫化現象이 관찰된다. 이러한 산출상태는 본역에서 칼데라가 형성되었다면(손진담 등, 1980; 차문성 및 윤성효, 1988) 단층의 생성은 그와 연관시켜 생각할 수 있고, 바로 이런 단층과 파쇄대는 열수의 통로 역할을 하여 위와 같은

변질작용을 일으켰으리라 본다. 일반적으로 보다 강한 변질작용은 斷層面에 接한 부분에서 일어났으며, 단층면에서 멀어질수록 弱한 변질작용을 代表하는 광물조성을 보인다. 또한 각력화작용이 현저한 부위에서도 상대적으로 강한 변질 양상을 보이는 것은 위와 같은 설명을 가능케한다.

시료 기재 및 분석 결과

K-Ar연령 측정을 위하여 해남지역으로부터 13개의 시료가 채취되었으며 채된 위치는 Fig. 1에 도시하였다. 각 화산활동을 대표할 수 있는 화산암류중 신선한 노두를 골라

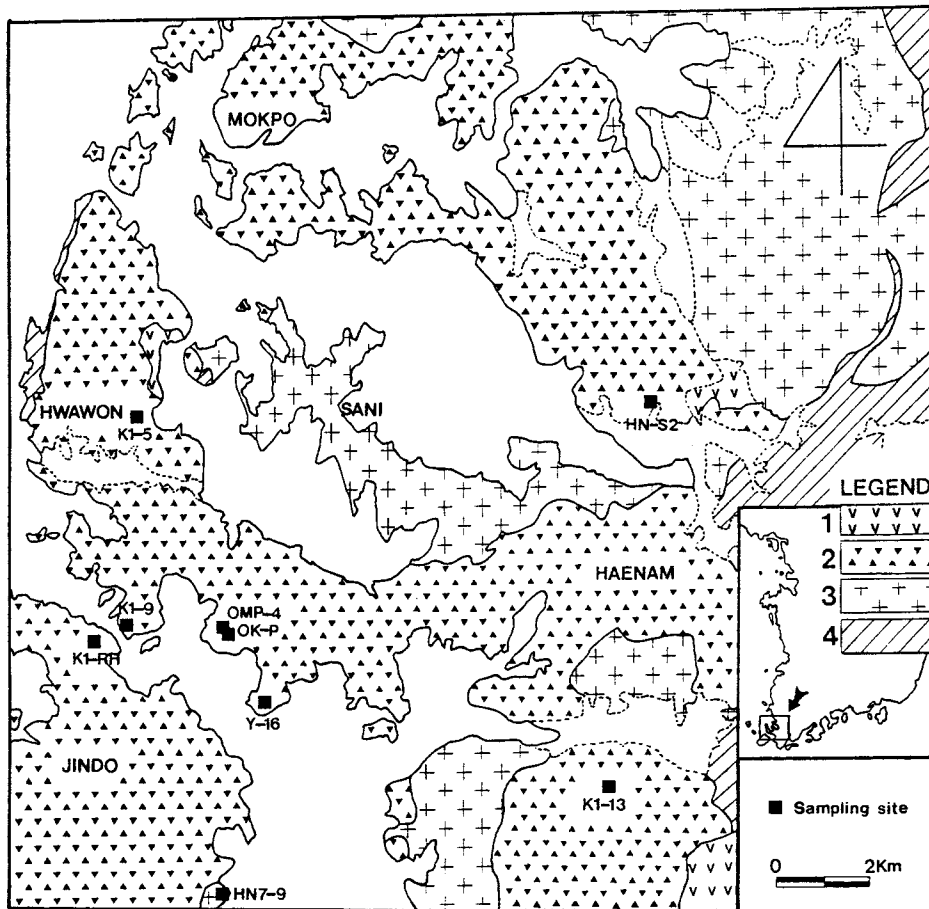


Fig. 1. Generalized geologic map of around the Haenam area modified from Lee(1976) and Son et al.(1980), showing sampling sites for age determination. Keys ; 1 : Late Cretaceous granite , 2 : Cretaceous volcanic rocks, 3 : Jurassic granite, and 4 : Pre-cambrian metamorphic rocks.

화원반도의 서단에서 안산암(K1-5), 진도 북단의 유문암(K1-RH)과 대흥사 북측의 안산암(K1-13)을 채취하였고 광상의 모양을 이루는 화원반도의 응회암은 변질대에서 멀리 떨어진 우수영에서 시료(K1-9)를 채취하였다. 광화작용의 시기를 규명하기 위하여 성산(Y-16) 및 옥매산 광장에서 두개의 명반석(OMP-4 및 OK-P)를 채취하였다.

해남군 칠곡면 사정리에 위치하는 해남광상에서는 납석과 수반된 견운모(HN-S2)를 채취하였으며 후기 관입암으로 여겨지는 반암류(HN7-31)와 진도 도곶에서 백악기의 화강암류로 기재된 진도 서부해안의 금계리에서 흑운모화강암(HN7-9)을 채취하였다. 화산암 및 응회암은 전암분석 방법을 이용하였으며 화강암에서는 흑운모를 분리 선별하였다.

명반석은 原鑛 自體를 分析에 利用하였으나 OMP-4의 경우 K<sub>2</sub>O의 함량으로보아 명반석의 함량이 상대적으로 낮으며 나머지 副成分 鑛物은 석영과 고령토광물이다. 명반

석은 일반적으로 理想的인 化學 組成을 가지며 극히 제한적인 Na에 의한 K의 内部置換이 있다(김영희, 1990). 이들 명반석은 두광상 모두 舊採掘跡面에서 採取된 시료이며 함유된 부성분광물은 석영과 카올리나이트 및 디카이트로서 (Fig. 2) OMP-4의 경우 명반석의 함유량이 낮다하더라도 K-Ar방법에 의한 절대연령 측정시 영향을 미칠 수 있는 K를 함유한 광물이 포함되어있지 않기 때문에 精製시키지 않은채 사용하였다.

해남 광상산 견운모(HN-S2)는 납석과 混在된 견운모로부터 堆積方法에 의해서 分離精製하였으며 이 광물의 XRD 回折 結果 1Md polytype 으로서 실체는 일라이트 /스멕타이트 混合層狀鑛物이나 (Sordon and Eberl, 1984) 본 연구에서는 견운모로 기재하였으며, 이들은 거의 순수하게 정제된 시료를 이용하였다. 각 시료의 채취 위치 및 광물 조성과 시료의 간단한 기재와 함께 분석 결과는 Table 1에 기재하였다.

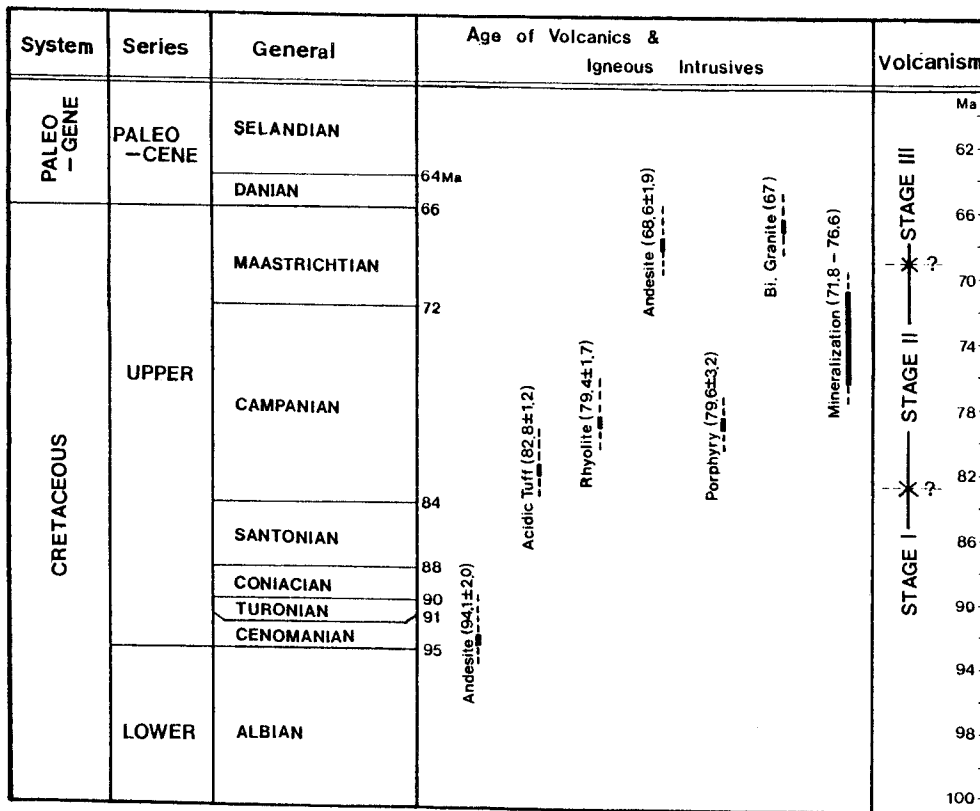


Fig. 2. Diagram showing the K-Ar ages of volcanic rocks, alunite and sericite in relation to stage of Cretaceous.

Table 1. K-Ar ages for whole rocks, sericite and alunites from the Heanam area.

Sample No	Name of Sheet*	Locality (nat' I grid)	Rock & Mineral dated	<sup>40</sup> K (ppm)	Ave. <sup>40</sup> *Ar (ppm)	Age (Ma)
HN-S2	Haenam	1646/1296	Sericite	9.272	0.0409	74.5±2.8
OMP-4	Hwawon	1417/1195	Alunite	4.095	0.0174	71.8±2.8
OK-P	Hwawon	1417/1197	Alunite	7.998	0.0350	73.9±2.8
Y-16	Hwawon	1439/1159	Alunite	8.535	0.0387	76.6±2.9
HN7-9	Jindo	1415/1052	Bt. granite	7.109	0.0693	161±6.0
K1-5	Hwawon	1375/1301	Andesite	4.234	0.0198	94.1±2.0
K1-9	Hwawon	1366/1198	Tuff	2.47	0.3633	82.8±1.2
K1-R11	Hwawon	1347/1185	Rhyolite	3.41	0.4797	79.4±1.7
K1-13	Haenam	1633/1117	Andesite	1.49	0.1808	68.6±1.9
HN7-31	Hwawon	1456/1234	Porphyry	3.216	0.0151	79.6±3.2

Note : <sup>40</sup>\*Ar refers to radiogenic <sup>40</sup>Ar .

\* The names of sheets are from the new edition of topographic map (1:50,000).

### 火山岩類 및 變質作用의 K-Ar 年齡

#### 火山岩類의 K-Ar年齡

본역의 화산암류중 가장 오래된 암류는 화원반도 서북단에서 채취된 안산암(K1-5)의 94.1±2.01 Ma로서 본역의 해남 하부 충군에 해당되는 中性火山岩類이며 화원반도에 넓은 분포를 보이는 산성 화산암류중 응회암(K1-9)은 82.88±1.1 Ma 및 진도 北端에 dome狀의 分布를 보이는 유문암(K1-RH)은 79.4±1.7 Ma이며 이들 산성 화산암류를 貫入한 월강두에 노출된 장석 반암 (HN7-31)은 79.6±3.2 Ma로서 거의 진도에 분포하는 유문암의 연령과 일치된다. 대홍사 북부에 분포되는 안산암은 68.66±1.9 Ma로서 본역 最後期의 生成 年代를 보여 野外 產出狀態로부터 관찰된 결과와 이들 K-Ar연령에 의한 先後關係는 잘 一致되고 있다. 또한 구시 납석 광상에서는 무등산 용암의 상부에 해당되며 납석광상의 모암이 되는 장구리응회암의 K-Ar연령은 64Ma(신상은, 개인통신)로서 짧게 나타나나 시료 채취 위치에 따라 變質에 의한 영향이 다를 수 있는 점을 고려하면 두 분석 결과는 일치되는 것으로 여겨진다. 그러나 대홍사 주변에 분포되어 있는 화강암이 백악기 화강암으로서 본 화산암보다 후기라면, 본암의 암석연령은 이들의 관입에 의하여 영향을 받을 수 있기 때문에(진명식, 개인통신) 더욱 검토되어야 되리라 본다. 이처럼 이미 보고된 중성 화산암류와 산성 화산암류는 K-Ar 전암 年齡 測定 결과로 보아 화원반도 서북단에 분포되는 중성계열이 우세한 화산활동이 처음 시작되었다. 실제로 이 時期에 噴出된 火山岩類中 一部는 化學 組成上 玄武岩과 安山岩의 境界부에 해당

되는 岩類도 산이반도 西北端의 納도 부근에서 기재되었다 (김인준, 1989).

이러한 결과는 산성화산활동을 후기로 기재한 손진담 등 (1980)의 연구와 일치된다. 본역의 석영반암(HN7-31)의 K-Ar 연령은 中期의 火山活動으로 形成된 유문암(K1-RH)이나 凝灰岩(K1-9)의 年齡과 유사하나 반암류의 誤差限界와 실제로 황산면 해안가에서 관찰 할 수 있는 先後關係를 고려하면 (반암류가 응회암을 관입하고 있음) 중기의 산성 화산활동은 유문암의 噴出과 이에 수반된 산성 응회암류를 형성시켰고 殘留 마그마가 淺部 貫入 형태로 본역의 석영 반암류를 형성시켰다고 생각된다.

이들의 연대측정결과는 해남 남부지역 추자군에서 채취한 응회암질 유문암의 珞트트랙법에 의한 84.0±5.9와 (원종관과 이문원, 1988)일치되는 연대이다. 대홍사 주변에서의 중성 내지 산성의 화산활동은 해남 지역 최후기의 화산활동으로 전자의 두 화산활동과는 구별되며 본 역에서 모두 세번의 화산활동이 있었음을 지시한다. 이 세번째의 최후기 화산활동은 초기에는 무등산 용암을 이루는 안산암을 噴出하였으며 이어 산성 화산암인 유문암의 噴出로 계속되었으며 화산활동사이에 퇴적암류가 퇴적되었다. 해남-옥천간의 도로 切開面을 따라 중기의 산성 화산암류들과의 선후관계를 증명할 수 있는 노두가 발견된다. 특히 중기의 산성화산암류 및 응회암류를 관입한 안산암류의 맥암 및 해남읍 북부 지역에서 산성 화산암류를 피복한 중성 화산암류의 산출은 이러한 증거가 된다. 화성암의 K-Ar 연령 및 야외의 산출상태를 Snelling(1985)에 의한 地質年代에 의하면 모두 上部 白堊紀에 해당되며(Fig. 3) 다음 세 시기

의 화산활동으로 구분할 수 있다. 1) 前期의 中性 火山活動은 Albian 末~Cenomanian 에서 始作되었고, 본 火山活動의 結果로 中性 火山岩類(花源層群)의 噴出과 이에 隨伴된 凝灰岩類를 형성시켰으며, 2) 中期의 火山活動은 Santonian 에서 시작되었고 유문암의 분출과 이에 수반된 산성응회암류(海南層群)를 형성시켰으며, 3) 만약 대홍사 주변의 화산암류가 후기관입암체에 의하여 변질되지 않았다면 本域最後期の 中性-酸性 火山活動은 白堊紀 末期의 Campanian 末~Maastrichtian에 시작되어 제 3기초까지 연장되었을 가능성을 시사하며, 최후기의 화산활동은 初期에는 中性의 安山岩類의 噴出에 이어 유문암의 분출로 이어졌고 이에 수반된 응회암류를 형성시켰다.

### 變質作用의 時期

本域에서의 酸性凝灰岩類의 變質作用(Advanced argillic alteration에 해당)은 中期의 火山活動으로 生成된 酸性 凝灰岩類에서 가장 심하게 進行되었으며 이 層準에 主要한 非金屬鑛床인 옥매산 명반석광상, 성산 납석 및 도석광상 그리고 해남 납석광상을 胚胎한다. 구시 납석광상만이 본역의 末期 火山活動에 수반된 산성응회암류인 장구리응회암층에 배태된다. 본역의 광역 지질로 보아 변질 작용의 시기는 이들 화산활동과 화산활동 후기의 관입암류인 흑운모 화강암이나 반암류와 관계시킬 수 있을 것이다. 하여튼 變質作用의 時期는 이들 광상에서 產出되는 명반석이나 견운모가 K-Ar방법에 의한 연령 측정이 가능하므로 각 광상으로부터 다음과 같이 시료를 선정 채취하였다. 옥매산의 경우는 명반석을, 성산 광상의 경우는 명반석과 견운모가 산출되나 견운모는 지표에 노출되어 있어 풍화과정의 영향을 고려 제외하였으며, 해남광상의 경우 납석과 共存하는 견운모를 分離 精製하여 사용하였다. 구시 광상의 경우는 다량의 견운모가 산출되나 풍화면에서 산출될 뿐만 아니라 X-線回折分析 結果 견운모의 風化產物로 여겨지는 smectite가 多量混在되고 있어 실제로 스�멕타이트로부터 이를 분리 정제시킬 수가 없어 생성 당시의 K값을 維持하기가 어렵다고 판단되어 이를 除外하였다.

채취된 시료의 분석 결과 성산 광상의 명반석의 K-Ar연령이  $76.6 \pm 1.9$  Ma, 옥매산 광상의 명반석은  $71.8 \pm 2.8 \sim 73.9 \pm 2.8$  Ma, 이며 해남 광상의 견운모는  $74.5 \pm 2.8$  Ma로서 이들중 성산 광상의 변질작용의 시기가 가장 앞선 것으로 나타나며, 옥매산이나 해남광상의 변질작용의 시기는 거의 同時期임을 보여준다. 이러한 결과는 성산 광상의 형

성시기는 中期 Campanian에 해당되며, 옥매산 및 해남 광상은 말기 Campanian에서 初期 Maastrichtian에 해당된다. 구시 광상의 변질시기는 母岩이 되는 장구리 응회암을 피복하는 안산암의 K-Ar 절대연령은  $68.6 \pm 1.0$  Ma로서 末期 Maastrichtian으로서 다음 두가지의 可能性이 있다. 첫째는, 나타난 절대 연령으로 보아 옥매산이나 성산 광상의 변질 작용의 시기보다 늦은 화산활동에 의하여 형성된 암류들이므로 변질작용의 시기는 다른 광상보다 다소 늦거나, 둘째는 이들 측정된 K-Ar연령의 오차한계를 고려할때 본역 最後期 中性-酸性 火山活動의 終息에 바로이어 玉埋山鑛床의 鑛化作用과 같은 時期이거나 혹은 거의 같은 時期에 형성될 수 있을 可能性이다. 火山活動의 終息과 同時에 變質作用이 進行했다 하더라도 이는 白堊紀 最後期の Maastrichtian에 해당될 것이다. 첫째의 가정이 맞는 경우라면 흑운모화강암의 절대연령이 67Ma(이대성 및 이하영, 1967)로서 구시 광상과 같은 본역 一部の 鑛化作用은 後期 花崗岩質 貫入岩類와의 關係를 시사한다. 이러한 결과들을 종합하면 본역에서 구시 광상을 제외한 다른 광상들의 광화작용은 후기 관입암류와의 관계보다는 火山活動 自體와의 關係가 더 깊은 것으로 보여지며, 變質作用을 준 熱水의 起源은 이들 火山活動에 關係된 마그마로부터 基因하였음을 推定할 수 있다.

### 謝 辭

본 연구는 “전남 해남지역 고령토 및 납석 광물자원 연구”의 일환으로 수행된 연구결과이며 이 연구를 지원해준 과학재단에 심심한 감사를 드린다. 야의 조사시 도움을 준 노열 및 정승우군과 현장조사시 도움을 준 해남광산과 구시광산측에 감사한다.

### 참고문헌

- 김상욱, 윤윤영(1971) 한국 지질도 진도-지산 도폭. 국립 지질조사소.  
 김서운, 박양대(1967) 한국 지질도 남창 도폭. 국립 지질조사소.  
 김영희(1990) 옥매산 명반석 광상의 광물·광상학적 연구. 석사학위 논문, 연세대학교.  
 노열(1988) 구시 납석광상에 대한 광물-광상학적 연구. 석사학위논문, 연세대학교.  
 木野奇吉郎(1929) 한국지질도. 해남 및 우수영 도폭. 지질조사소.

- 문희수(1975) 전남지역 명반석 광상의 성인에 관한 연구. 광산지질, 제8권 p. 183-202.
- 손진담, 윤현수, 김홍렬, 고미자, 조동행, 구자학, 김상길 (1980) 해남 목포지역 백악기 함유질세일층에 대한 연구. 자원개발연구소, KIGAM Bull. 21, p. 1-37.
- 원종관, 이문원(1988) 추자군도 유문암질 응회암의 연대측정, 지질학회지, 제24권, p. 82-83.
- 이대성, 이하영(1976) 한국 서남해안에 분포하는 함유질세일층에 대한 지질학적 및 지구화학적 연구. 광산지질, 제 9권, p. 45-74.
- 조한익, 문희수(1980) 한국의 명반석 광상. 한국 자원개발 연구소, 연구특보 02, p. 82-83.
- 차문성, 윤성효(1989) 한반도 화산합물 구조 및 환상 복합 암체에 관한 연구. 지질학회지, 제 24권 특별호, p. 67-86.
- Kim, I. J. (1989) Hydrothermal alteration of the felsic volcanic rocks in the Haenam district, Jeonnam Prefecture, southwestern part of the Korean Peninsula. M. Sc. thesis, Tokyo University (unpublished).
- Snelling, N. J. (1985) An interim time-scale. In: Snelling, N.J. (ed.) The Chronology of the Geological Record. Geol. Soc. London. Memoir No.10, p. 261-267.
- Srodon, J. and Erbel, D. D.(1984) Illite. In: S. W. Bailey(ed.) Reviews in Mineralogy v. 13, Micas, Miner. Soc. Amer., p. 495-544.