

금오열도의 지질

조 규 성

전북대학교 지구과학교육과

Geology of Kumo archipelago

by

Cho, Kyu-Seong

Department of Earth Science Education, Chonbuk National University

Abstract

Kumo archipelago is located in the south sea of Korea peninsula and composed of 31 islands. Kumo archipelago and southern part of Dolsan area consist of the andesite, lapilli tuff and granodiorite, extruded and intruded in the end of Cretaceous period.

Andesite in the studied area is various from delicate and strong texture to tuffaceous rocks, and lapilli tuff in rhyolitic matrix and include some volcanic breccia.

Petrochemical character of the volcanic rocks in the Kumo archipelago is peraluminous alumina saturation and SiO_2 abundance similar to Cretaceous intermediate volcanic rocks in Korea. Also magmatic evolution trends and petrochemical character by A F M diagram, FeO^*/MgO belong calc-alkali series, it is feature of the Cretaceous volcanic rocks in Korea.

서 론

전남 여천군 돌산읍 남부 금오산(323 m) 일대와 금오도를 포함해 주변 크고 작은 31개 섬으로 이루어져 금오열도라 불리는 여천군 남면 일대는 1981년 다도해해상국립공원으로 지정된 곳이다. 여수에서 남쪽으로 약 30 km 정도 떨어져 있는 이곳은 청정해역으로도 유명하지만 섬지방이면서도 382 m의 대부산을 비롯한 높고 낮은 산이 다양한 종류의 동식물을 품고 있고, 대부분 화산암으로 이루어진데다 해안가에 주로 분포하는 화산역 응회암의 역이 빠져 나가거나 곳곳에 수직으로 절리 등이 해수에 의한 차별 침식을 받아 기암절벽을 형성해 빼어난 자연 경관을 이루고 있다.

이 연구는 한국자연보존협회에서 실시한 다도해해상국립공원 금오지구 종합학술조사단의 일원으로 참여하여 자연생태계 및 자연자원의 보존대책을 위한 학술적 기초자료를 마련키 위한 종합학술조사의 일환으로 이루어졌으며, 따라서, 이 지역의 지질과 암석 분포 및 지사에 관한 일반적인 연구에 그 목적이

있다.

짧은 조사기간과 섬지방의 특징적인 교통, 기후문제 등으로 인해 보다 넓은 지역에 대한 조사가 이루어지지 못했지만 연구지역에서 야외조사를 통해 암석시료를 채취하면서 암석기재를 하였고, 사진촬영도 하였다. 채취한 암석시료를 박편 제작해 현미경 관찰을 하였으며, 그 중 12개 시료를 선택해 주성분 원소와 20개의 미량성분 원소를 정량분석하여 암석화학적 특징을 고찰하였다.

연구 방법

본 연구를 위해 1993년 8월 2일부터 6일까지 금오도, 안도, 연도 등에 대한 야외조사를 실시하였다. 자세한 노두 관찰을 통해 암석기재를 하였고, 42개의 암석시료를 채취하였다. 채취한 암석시료를 가지고 박편을 제작해 현미경 관찰을 하였고, 그 중 12개의 시료를 선정해 화학분석을 하였다. 화학분석을 위한 시료 제작은 암석시료를 hammer로 잘게 부순 후 agate mortar를 이용해 100 mesh 이하의 분말시료를 제작하였다.

시료의 대표성을 높이기 위해 전형적이고 신선한 부분은 골고루 취하려고 노력하였으며, 사분법에 의해 분말시료를 분리한 후, 영국 런던대에서 ICP-AES method로 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO, CaO, Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO 등 9개의 주성분 원소와 Ba, Co, Cr, Cu, Li, Nb, Ni, Sc, Sr, V, Y, Zn, Zr 등의 미량성분 원소 및 La, Ce, Nd, Sm, Eu, Dy, Yb 등의 희토류 원소를 정량 분석하였다. 주성분 원소 중 SiO_2 의 분석은 용융법을 이용해 전북대학교 지구과학교육과 지구화학실험실에서 이루어졌다.

이렇게 얻어진 자료를 가지고 이곳 화성암이 갖는 성분함유량의 특징을 살피고 AFM도를 이용한 마그마 분화경로, SiO_2 함량의 변화에 따르는 기타 산화물의 변화 및 암석계열, 고결지수를 이용한 결정분화작용의 진행정도 등 암석화학적 특징과 현미경상의 암석광물 특징을 고찰하고 야외에서 관찰한 내용과 비교 종합검토 하였다. 충분한 조사 기간을 통해 보다 넓은 지역에 대한 많은 자료를 얻지 못한 아쉬움이 남는다.

지질 개요

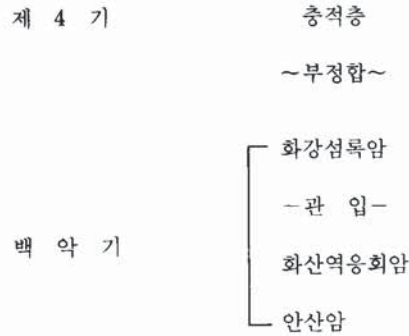
본 연구 대상지역인 다도해해상국립공원 금오지구는 북위 $34^{\circ}24'50''\sim 34^{\circ}36'30''$, 동경 $127^{\circ}48'25''\sim 127^{\circ}54'30''$ 에 위치하고 있고 행정구역상으로 전라남도 여천군 돌산읍 금성리와 울림리를 연하는 금오산 일대와 남면에 속하는 화태도, 라발도, 대·소두라도, 대·소횡간도, 금오도, 안도, 연도 등의 섬으로 이루어져 있다.

한반도 남쪽 전남과 경남의 남해안 일대와 인근 섬들은 대체로 중생대 후에 백악기의 분출로 인정되는 화산암류가 넓게 분포하고 있는 곳이다. 지금까지 남해안에 대한 연구가 실시된 곳은 해남, 진도, 장흥, 고흥반도 등이고 1/5만 지질도폭은 남해·서상, 우수영, 진도, 지산, 남창, 강진, 보성, 장흥도폭 등이 발행되었으며, 김상욱(1972), 이대성 외(1976) 등의 연구가 있다. 따라서 본 연구지역에 대한 자세한 지질조사나 연구는 아직 이루어진 바 없다.

해상국립공원으로 지정되어 있는 연구지역은 대부분 중생대 백악기에 화산 분출이나 화산 쇄설물의 퇴적으로 형성된 화산암으로 이루어져 있으나 다양한 암상을 보여준다. 대표적인 암석으로는 안산암이 본 지역에 가장 넓게 분포하고 있고 이 안산암은 지역에 따라 다양한 색과 조직을 보여주는데 회색에서부터 녹회색까지의 색과 치밀하고 어느 정도 입자가 구별되는 조직에서부터 입자가 구별되지 않는 세립질의 조직을 보여주고 있어 수 차례의 복잡한 화산 분출이 있었음을 알 수 있다. 그 밖에 일부 해안에 화산 역송회암이 분포하는데 이 암석은 부분적으로는 화산각력암의 형태를 보이기도 한다.

안도 이야포해수욕장 서쪽해안인 서고지 일대는 화산암류를 관입한 백악기 말의 것으로 믿어지는 화강섬록암이 분포하고 중성 내지 염기성의 백암류가 화산암류를 곳곳에서 소규모로 관입하고 있으며 제 4기에 속하는 해안사구 및 충적층이 포구나 마을 주변에 발달하고 있다. 이들의 지질계통은 Table 1과

Table 1. 지질계통표



같고 지질도는 Fig. 1과 같다.

각 도서에 분포하는 화산암류의 분출 시기나 선후 관계는 해상에 산재되어 있고 해수에 의해 단절되어 있는 관계로 직접적인 관계를 정확히 알기는 어려움이 많았으나 인접하고 있는 육지와 비교하고 암상의 특징을 살펴서 지질계통을 확립시켰다.

본 연구지역에 인접한 고흥반도는 안산암질암 상부에 응회암이 협재된 두꺼운 유문암질용암이 놓이고 화산암층은 환상암주를 이루며 흑운모 화강암에 의해서 관입되고 있다. 그러나 남해지역은 화산작용이 인산암질암→유문암질용암→유문암질용결응회암의 3단계로 진행되었다는 조사자료가 있다(한국의 지질과 광물자원, 1982).

유문암질용암은 온화한 분출작용으로 조용히 유출하였으나 용결응회암은 맹렬한 폭발작용의 산물이라고 할 수 있다. 이렇듯 화산작용들 사이에는 시간 간격이 있었고 이 때에 응회질 퇴적암층이 형성되었다고 볼 수 있다. 본 연구지역의 화산암류도 인접한 이들 두 지역과 유사한 화산작용에 의해 형성되었다고 생각되지만 연구지역에서는 유문암질용암은 쉽게 찾기 어렵다는 것이 특징이라 할 수 있다. 그렇다면 이러한 거대한 화산암 분포지를 형성할 수 있으려면 마그마를 분출한 火口가 있어야 하는데 옛 火口를 발견하지 못했다. 그렇지만 화강암이 화산암층에 밀집하여 분포하는 곳 또는 화강암이 환상화산암층의 중앙부에 관입된 곳은 화구의 위치를 강하게 시사해 준다.

본 연구지역에 주로 분포하는 화산암류는 인근 여수반도 등에 분포하는 유천층군과 대비될 수도 있으나 유천층군의 일부에 포함되는지의 여부는 확실하지 않다.

암석 기재

1. 안산암

안산암류는 금오열도 전역을 대부분 차지할 정도로 넓은 분포를 보인다. 그러나 지역에 따라 다소 암상의 변화를 보여주는데 회색에서부터 녹회색, 암회색, 자색에 이르기까지 색상이 다양하고 치밀 견고한 조직에서부터 응회암질의 양상을 보여준다. Fig. 1의 지질도에는 모두 안산암으로 처리했지만 부분적으로 응회질세일이나 응회암이 혼재된 곳도 있다. 금오열도의 주된 섬으로 가장 큰 섬인 금오도는 382 m의 대부산 일대에 치밀 견고한 안산암이 분포하는데, 우학리 선착장 주변에서는 반상조직을 보이기도 한다. 이러한 반상조직은 지역에 따라 보이기도 하고 그렇지 않은 것도 있다. 반정은 대부분 사장석이나 부분적으로 각섬석이 함유되기도 한다. 금오도 우학리에서 심포로 가는 도로변과 안도 이야포해수욕장 동쪽사면, 연

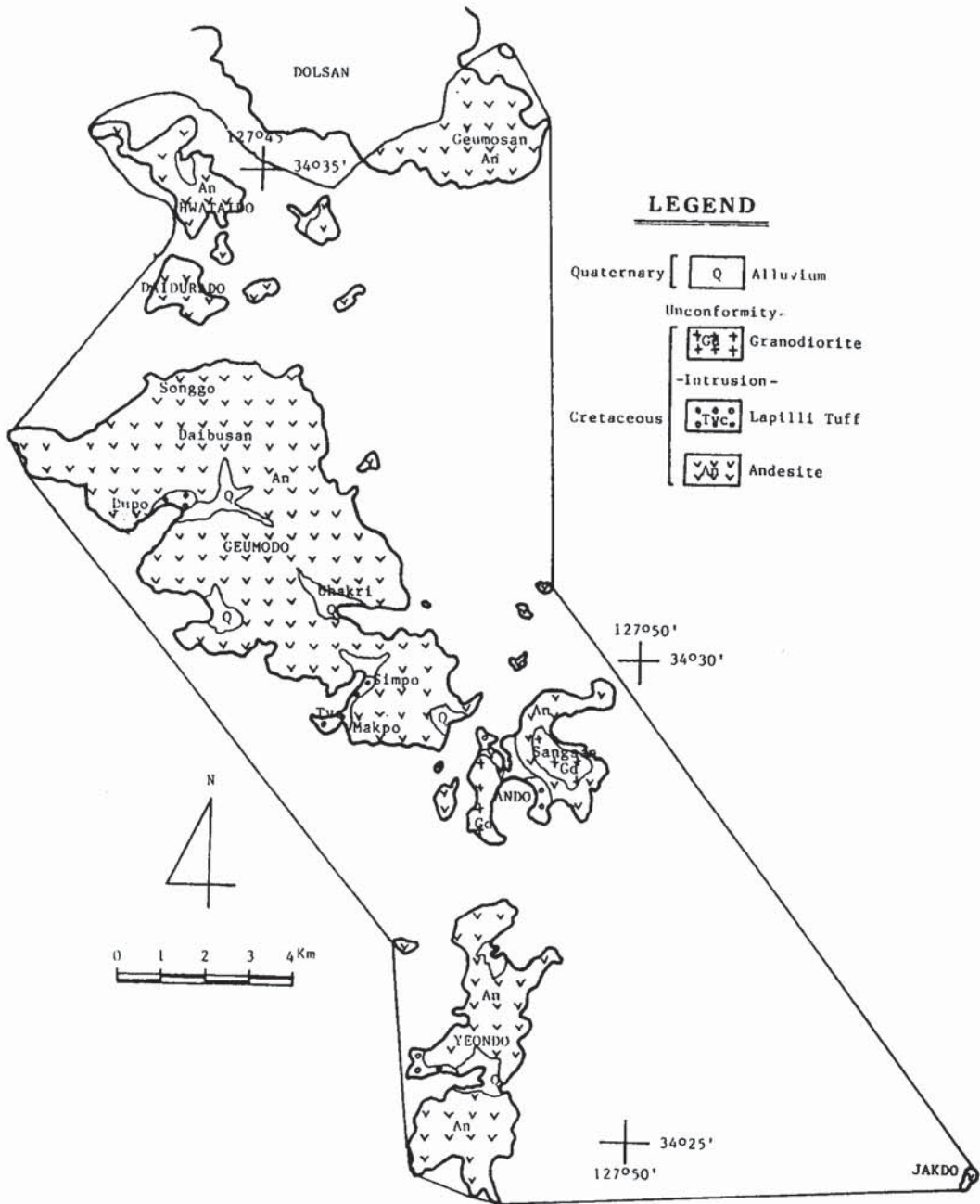


Fig. 1. Geologic map of Kumo archipelago.

도일대에는 응회암질 세일에 가까운 안산암이 분포하고 있어 대부분과는 대조적이다.

본 암의 현미경 관찰에 의하면 사장석의 반정을 갖는 반상조직을 보이는 것이 일반적이고 석기는 피로택시틱 조직을 갖는다. 구성 광물은 사장석, 탄산염 광물, 녹니석, 유리질 및 불투명 광물로 되어 있다. 지역에 따라 견운모화, 녹니석화 작용을 받은 것도 있다.

2. 화산역응회암

화산역응회암은 금오도의 두포, 막포 일대와 안도의 선착장, 이야포 일대, 그리고 연도의 서부 일대에 소규모로 분포한다. 주로 해수면 근처의 낮은 해안가에 분포하고 고지대로 올라가면서 안산암으로 移化된다. 경우에 따라서는 역의 양이 증가해 응회질각력암 또는 화산각력암의 특징을 보이기도 한다. 역을 구성하는 암석은 주로 규장암류이고 때로는 섬록반암, 화강반암, 화강암 등도 포함되는데 금오도 막포에서는 본 암 속에 역으로 들어 있는 화강반암이 소규모 분포를 하고 있다. 기질은 유문암질에서 안산암질까지 다양하다.

본 암은 해안가에 분포하기 때문에 풍화작용을 심하게 받아 역이 빠져 나가거나 차별침식으로 인해 아름다운 경관을 이루고 있으나 부분적으로 지역에 따라 심하게 변질한 것도 있다. 역의 크기는 2~3 cm에서부터 10~20 cm 정도이다. 금오도의 막포 일대에 분포하는 본 암의 하부에는 유동구조를 보이는 유문암질 암석이 분포하고 있다. 해수면보다 낮아 간조 때 일부분 밖에 관찰할 수 없어 자세한 특징을 파악하지는 못했다. 안도 이야포해수욕장 동편은 본 암이 안산암류와 혼재하는데 일부는 유동구조를 보여주고 있고 이 유동구조가 차별침식을 받아 기암을 이루고 있다. 이 곳의 역의 크기는 3~6 cm에서부터 드물게 30~50 cm나 되는 것도 있어 다양하다.

3. 화강섬록암

화강섬록암은 안도의 해수욕장 서편 해안 서고지 일대와 상산 일대에 분포하는 암체로서 주변 화산암류를 관입했다. 금오열도의 여러 섬에서 맥암류를 제외하면 심성암을 찾기 어려운데 심성암의 대표적인 암석인 본 암이 안도에 대규모로 분포한다. 이는 주변에 넓게 분포하는 화산암류의 분출 지점인 火口로서의 가능성을 시사하지만 구체적 증거는 찾을 수 없었다.

본 암석은 때때로 세립질 섬록반암류를 포획체로 가지는데 포획체의 크기는 보통 2~5 cm부터 15~30 cm이지만 드물게 50~100 cm 되는 것도 있다. 넓게 보았을 때, 화강암의 일종인 본 암석은 사장석을 칼리장석보다 훨씬 더 많이 함유하고 있던 좁은 의미의 화강암보다 석영의 함유량이 적으며 유색광물로 흑운모와 각섬석을 포함한다. 조직은 중립 내지 세립질이고 현미경 하에서 석영은 파동소광을 보이기도 하고 사장석은 누대구조를 보인다.

4. 맥암류

화산암류를 곳곳에서 관입해 분포하는 맥암류로 염기성 맥암류가 주를 이루나 지역에 따라 중성 내지 산성 맥암류도 분포한다. 본 맥암류는 소규모로 관입해 분포하기 때문에 Fig. 1의 지질도에는 표시하지 않았다. 염기성 맥암류로는 반려반암, 각섬암, 휘록암 등이고 중성내지 산성맥암류로는 섬록반암, 장석반암, 규장암 등이다.

암석화학

본 연구지역에서 채취한 시료 중 12개를 선택해 용융법으로 SiO₂를 분석했으며, 9개의 주성분 원소와 희토류 원소 포함 20개의 미량성분 원소를 영국 런던대에서 ICP-AES method로 분석했다. 분석한 결과는 Table 2에 나타냈다.

12개의 시료는 응회암질세일(GO 17-1, GO 31)과 안산암질응회암(GO 18)을 포함한 안산암류가 8개(GO 9, GO 12, GO 15-1, GO 17, GO 17-1, GO 18, GO 22, GO 31), 화산역응회암이 2개(GO 21, GO 46), 화강섬록암 1개(GO 27), 화산역응회암의 역으로 산출되는 화강반암 1개(GO 24) 등이다.

이 지역에 넓게 분포하는 안산암류의 SiO₂ 함유량은 54.46~65.53%의 범위로서 우리나라 백악기 중성 화산암류의 조성과 유사하다. 본 지역에서는 치밀 견고한 조직을 갖는 안산암이 응회암질세일이나 안산암질응회암보다 SiO₂의 함량이 많다. 반면 화산역응회암의 경우 67.54, 67.66%를 함유하고 있어 유문암질에

Table 2. Bulk chemical composition for the rocks in Kumo archipelago (w%).

	GO 9	GO 12	GO 15-1	GO 17	GO 17-1	GO 18	GO 21	GO 22	GO 24	GO 27	GO 31	GO 46
SiO ₂	64.24	64.31	65.53	59.89	58.24	59.95	67.54	64.87	66.56	66.53	54.46	67.66
Al ₂ O ₃	15.92	16.05	15.09	15.44	15.23	15.43	15.26	16.29	15.47	15.44	15.66	14.27
Fe ₂ O ₃	6.60	5.62	4.66	7.92	10.15	8.42	4.40	5.36	4.14	5.50	11.84	4.96
MgO	1.98	1.75	1.34	3.43	2.56	2.31	1.17	1.59	1.30	1.87	3.25	1.35
CaO	3.44	3.71	3.51	5.95	4.52	3.62	2.51	3.52	2.82	3.69	6.97	3.17
Na ₂ O	4.46	4.38	4.10	3.36	3.88	3.11	3.32	3.48	4.52	4.10	3.92	3.39
K ₂ O	1.91	2.40	2.80	2.32	2.91	4.36	4.48	3.01	3.06	3.05	1.63	3.11
TiO ₂	0.87	0.71	0.53	0.79	1.25	1.09	0.52	0.57	0.43	0.61	1.48	0.55
P ₂ O ₅	0.27	0.21	0.19	0.21	0.45	0.34	0.18	0.22	0.17	0.18	0.42	0.17
MnO	0.18	0.16	0.11	0.18	0.21	0.18	0.24	0.12	0.10	0.15	0.22	0.21
Total	99.87	99.30	97.86	99.76	99.40	98.81	99.62	99.03	98.57	101.12	99.85	98.84
S. I.	13.24	12.37	10.39	19.83	13.13	12.69	8.75	11.83	9.98	12.88	15.75	10.54
FeO*/MgO	3.33	3.21	3.48	2.31	3.96	3.65	3.76	3.37	3.18	2.94	3.64	3.67

Go 9 : Andesite in Songgo, Go 12 : Andesite in Daebusan, Go 15-1 : Andesite in Uhagri, Go 17 : Andesite in Simpo, Go 17-1 : Tuffaceous shale in Simpo, Go 18 : Andesitic tuff in Simpo, Go 21 : Lapilli tuff in Simpo, Go 22 : Andesite in Magpo, Go 24 : Granite porphyry Magpo, Go 27 : Granodiorite in Ando, Go 31 : Tuffaceous shale in Ando, Go 18 : Tuff in Yeondo, S. I. : Solidification Index

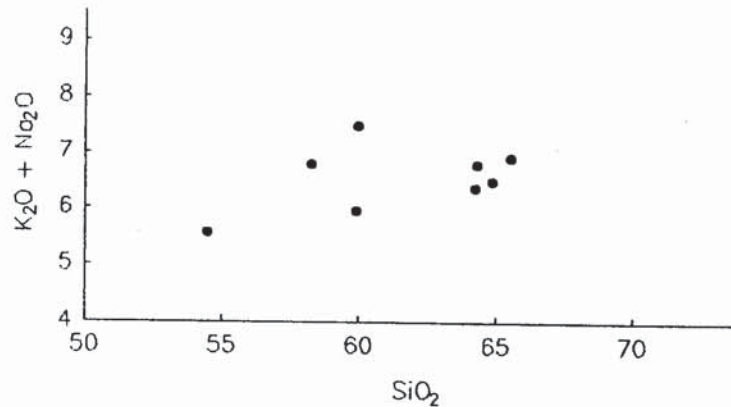


Fig. 2. Plot on alkali versus silica in weight percent for the volcanic rocks in Kumo archipelago.

가까운 조성을 보여준다. 또한 화강섬록암은 66.53%로서 규장질과 중성질 경계 부근의 규장질암이라 할 수 있다. 이는 전형적인 화강암보다는 낮고 섬록암보다는 높은 함량으로서 화강섬록암에 해당하고 따라서 암석명도 이에 따랐다.

화성암에서 알루미늄이나 포화도는 알칼리원소와 알루미늄의 함량으로서 결정되는데 $Al_2O_3 > (CaO + Na_2O + K_2O)$ 이면 Peraluminous, $Al_2O_3 < (CaO + Na_2O + K_2O)$ 이지만 $Al_2O_3 > (Na_2O + K_2O)$ 이면 Metaluminous, $Al_2O_3 < (Na_2O + K_2O)$ 이면 Peralkaline이라고 한다. 본 연구지역에 분포하는 화산암류는 Table 2에서 보는 것처럼 모두 Peraluminous에 해당함을 알 수 있다.

본 연구지역의 화성암을 형성한 마그마의 화학적 특성과 분화 과정의 특징을 알아보기 위해 몇가지 성분 변화를 살펴하는데 필요한 그래프를 Table 2를 이용해 그려 보았다. Fig. 2는 SiO_2 -Total Alkali 관계도로서 화성암을 화학성분으로 구분하는데 흔히 사용하는 그래프이다. 안산암류에 속하는 8개의 암석에 대한 자료에서 모두 비알칼리암(Subalkali) 계열에 해당함을 알 수 있는데 이는 Al_2O_3 와 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 의 함량으로 따져 본 결과와도 일치한다. 즉, $\text{AlO}_3 < \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 이면 알칼리암 계열이고, $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 이면 비알칼리암 계열에 속하는데, 모든 시료에서 Al_2O_3 의 함량이 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 의 량보다 월등히 많은 칼크-알칼리암

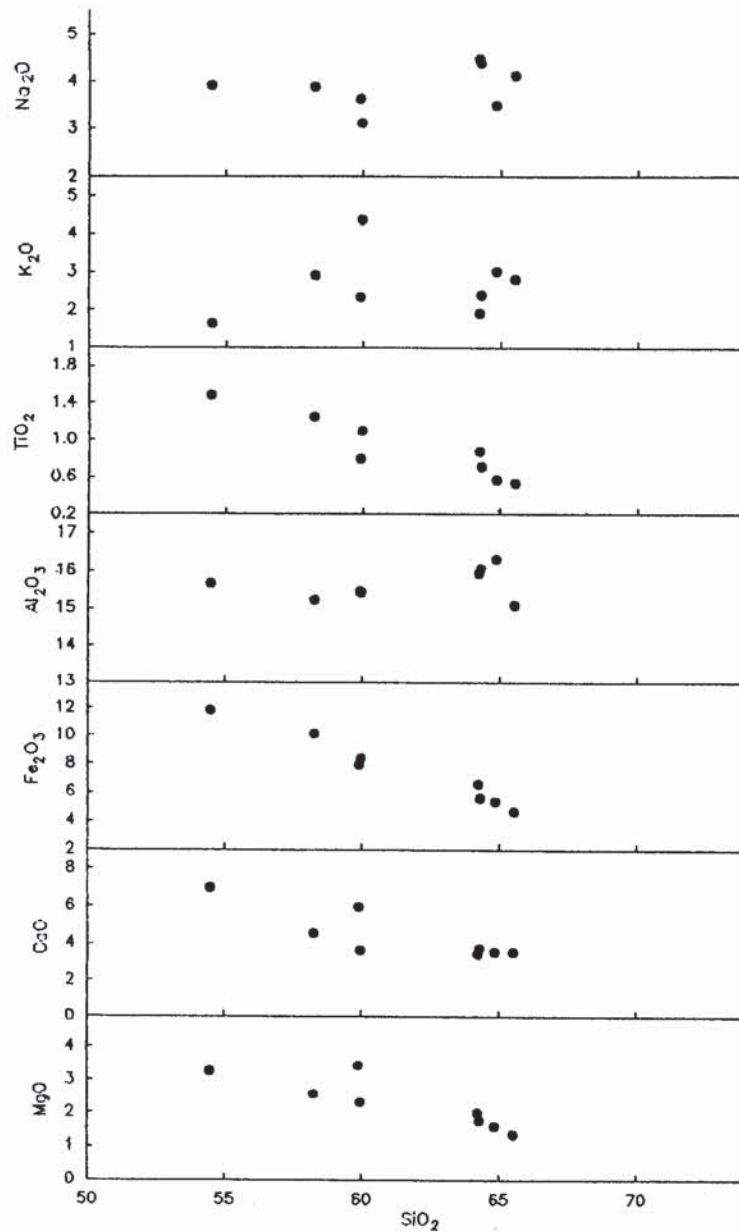


Fig. 3. Variation diagram showing oxides against for SiO_2 of the volcanic rocks in Kumo archipelago.

체적으로 Calc-alkali 계열의 특징을 보여준다.

결정분화작용의 진행 척도로서 또한 고결지수(S. I. : solidification index)를 이용한다. Table 2에 그 값을 나타냈는데 이는 $100 * MgO / (MgO + FeO + Na_2O + K_2O)$ 으로 구한다. 이 지역의 안산암의 고결지수는 10.4에서부터 19.8의 값을 보인다. 이 값은 매우 낮은 값에 해당하는데 지하에서 원래의 마그마가 생성되었을 때는 아마도 그 값보다 컸을 것이므로 이 지역의 화산암을 형성하는 마그마는 결정분화가 상당히 진행되었다는 것을 알 수 있다.

본 화산암류에 함유된 미량성분 원소 분석 결과가 Table 3이다. Table 4에 A. Kabata-Pendias와 H. Pendias에 의해 정리된 여러 종류의 화성암에서의 미량성분 원소 함량 범위를 나타냈는데 본 연구지역에 분포하는 화산암류의 미량성분 중에서 Cr, Nb, Ni, Zr, La, Ce 등의 원소가 일반적으로 낮은 함량을 보이고 Co, Sc 등의 원소가 높은 함량을 보이며 Zn은 변화 폭이 큰 특징을 보여준다.

희토류 원소 중 Ce/Yb 및 La/Sm의 상관관계도가 Fig. 6이다. Ellam(1992) 및 Defant 외(1989)는 부분 용융되는 물질을 상부맨틀 물질로 가정할 때 부분 용융의 심도가 증가할 수록 부분 용융 정도가 급격히 감소하고 그에 따라 Ce/Yb 비가 증가한다고 하였으며, Hildreth와 Moorbath(1988)는 분화작용이 진행됨에 따라 La/Sm 비는 증가한다고 했다. 이 지역의 화산암류는 Ce/Yb 비가 큰 증가를 보이지 않아 부분 용융된 심도가 그리 깊다고 할 수 없고 분화작용이 상당히 진행되었음을 보여준다. Fig. 7과 8은 SiO₂에 대한 Sc 및 V의 변화를 보여주는 그래프로써 SiO₂의 증가에 따른 Sc나 V의 함량이 큰 감소 경향을 보여주는데

Table 3. Abundance (ppm) of trace elements and rare earth elements for the rocks in Kumo archipelago (Sample numbers same as Table 2).

	GO 9	GO 12	GO 15-1	GO 17	GO 17-1	GO 18	GO 21	GO 22	GO 24	GO 27	GO 31	GO 46
Ba	480	567	595	444	645	822	883	789	610	600	443	717
Co	11	10	9	21	16	13	7	10	8	11	21	6
Cr	10	9	6	12	7	6	7	9	8	18	10	10
Cu	14	10	17	16	9	3	6	6	3	15	43	14
Li	26	18	21	31	27	33	23	22	26	15	11	16
Nb	8	8	7	5	9	9	8	8	8	8	9	6
Ni	5	4	3	7	3	3	4	5	4	8	3	3
Sc	18	14	12	23	25	25	10	13	8	15	32	15
Sr	348	373	330	522	471	272	225	382	335	305	422	243
V	87	76	61	182	109	92	55	70	56	98	207	53
Y	33	31	30	25	46	42	28	32	26	32	46	31
Zn	157	73	68	150	136	110	140	89	63	98	124	551
Zr	47	69	85	71	127	118	67	74	79	28	34	57
La	32	32	35	25	37	33	34	37	34	33	31	27
Ce	56	58	60	44	71	62	61	65	59	57	61	49
Nd	28	25	25	20	36	31	25	29	24	26	33	22
Sm	6.9	5.5	5.3	4.4	8.2	7.4	5.3	5.8	4.8	5.8	7.7	5.3
Eu	1.4	1.2	1.1	1.0	1.8	1.5	1.1	1.2	1.0	1.1	1.7	1.2
Dy	4.4	4.0	3.6	3.2	6.4	5.7	3.6	4.0	3.1	4.1	6.4	4.2
Yb	2.2	2.4	2.4	1.7	3.1	2.8	2.2	2.6	2.1	2.6	3.4	2.1

계열에 속하기 때문이다. 이와 같은 사실은 한국의 중생대 화산암은 칼크-알칼리암이며 제 4기 화산암은 대부분 알칼리암으로 알려져 있는데, 이에 따른다면, 이 지역의 화산암은 한국 중생대 화산암의 특징을 보여준다고 볼 수 있고, 따라서 본 연구에서는 안산암의 형성시대를 중생대 백악기로 인정하였다.

Fig. 3은 SiO₂-산화물 관계도이다. SiO₂의 증가에 따라 각 산화물이 어떻게 변화하는 가를 알 수 있는데 이 지역의 안산암류는 SiO₂가 54~65%의 범위를 보이며 SiO₂가 증가함에 따라 TiO₂, FeO*, CaO, MgO 성분은 완만히 감소하며 K₂O는 완만히 증가한다. 특이한 것은 Al₂O₃ 성분이 일반적으로 SiO₂의 증가에 따라 감소하고 Na₂O 성분은 증가하나 이 지역에서는 그러한 경향을 보이지 않는다.

Fig. 4는 AFM 관계도이다. A는 Na₂O+K₂O, F는 FeO+Fe₂O₃, M은 MgO를 나타내는 것으로서 마그마의 분화 경로를 알아볼 수 있다. 이 지역의 안산암류는 대체적으로 Calc-alkali의 분화 경로의 특징을 보이고 분화과정을 통하여 약간의 철분의 농집현상이 보인다.

결정분화의 지수로서 FeO*/MgO를 사용하여 Fig. 5와 같이 나타낼 수 있는데 Calc-alkali 계열쪽이 결정분화작용에 따르는 SiO₂ 증가의 속도가 빠르고 FeO*의 감소 속도가 크다. 이 지역의 안산암류도 대

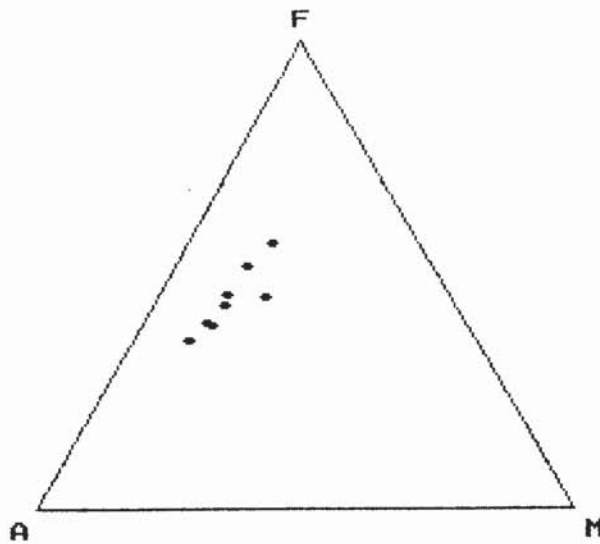


Fig. 4. AFM diagram for the volcanic rocks in the studied area.

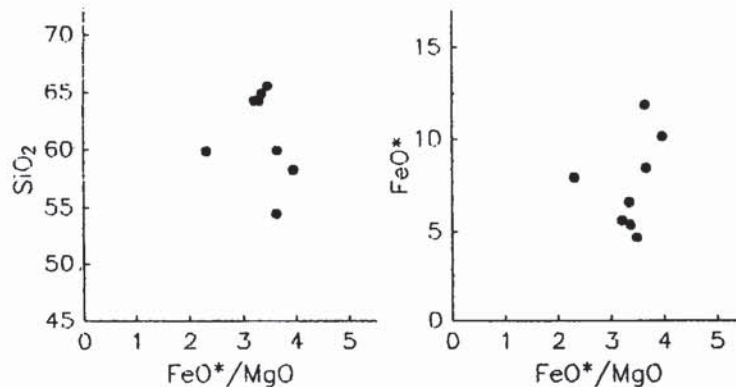


Fig. 5. SiO₂ and FeO* versus FeO*/MgO in weight percent for the volcanic rocks in the area.

Table 4. Abundance range of trace elements in major rock types (after A. Kabata-Pendias and H. Pendias)

	Diorites	Rhyolites	Granites
Ba	600~1000	600~1200	400~850
Co	1~10	15	1~7
Cr	15~50	4~16	4~25
Cu	15~80	5~20	10~30
Li	20~28	15~45	25~40
Nb	20~35	20~60	15~25
Ni	5~55	20	5~15
Sc	3~10	3~8	3~14
Sr	300~600	90~400	60~300
V	30~100	70	40~90
Y	20~35	28~44	30~40
Zn	40~100	40~100	40~60
Zr	250~500	150~300	140~240
La	30~70	30~150	45~60
Ce	60~160	45~250	80~100
Nd	30~65	18~80	33~47
Sm	6~18	6~11	8~9
Eu	1.3~2.8	1.0~1.9	1.1~2.0
Dy	6~13	5~8	5~7
Yb	3.8~7.0	2.9~4.6	3.5~4.3

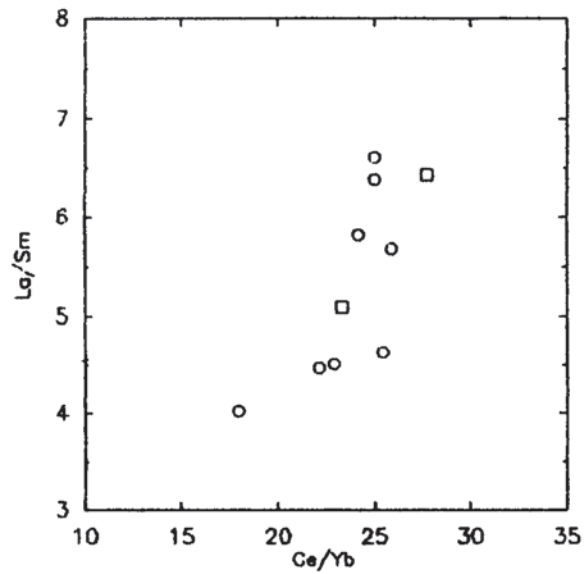


Fig. 6. Ce/Yb-La/Sm variation diagram for the volcanic rocks in the studied area.

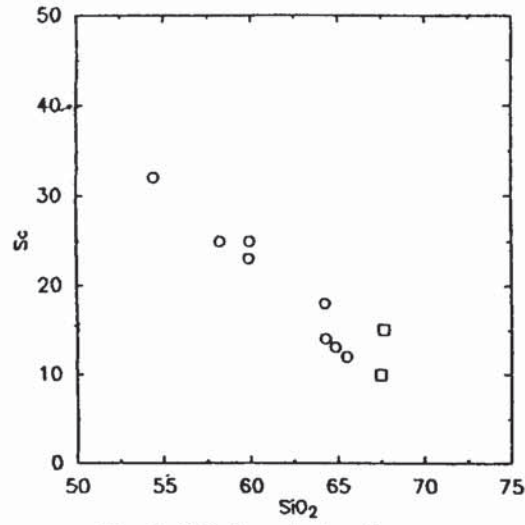


Fig. 7. SiO₂-Sc variation diagram.

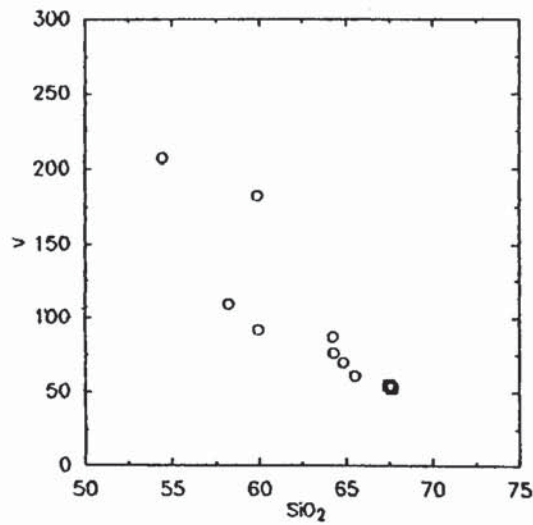


Fig. 8. SiO₂-V variation diagram.

이는 이 지역의 화산암을 형성한 기원 마그마가 지표로 상승하는 도중 지각에서 혼염작용을 크게 받지 않았음을 의미한다.

결 론

전남 여천군 돌산읍 남부와 남면 일대에 해당하는 다도해해상국립공원 금오지구에 대한 지질조사 결과는 다음과 같다.

1. 본 연구지역에는 중생대 백악기에 해당하는 안산암, 화산연응회암 등의 화산암류가 주로 분포하고

이를 관입한 화강섬록암이 안도 일대에 소규모 분포한다.

2. 연구지역의 대부분을 차지하는 안산암은 치밀 견고한 조직에서부터 응회암질의 양상까지 다양한 색상과 조직을 보여준다.

3. 연구지역의 해안가에 주로 분포한 화산역응회암은 그 기질이 유문암질이고 화산각력암의 특징을 보여주기도 하는데 풍화작용을 심하게 받아 역이 빠져 나가거나 차별침식을 받아 해안의 아름다운 경관을 이루고 있다.

4. 이 지역의 화산암류에 함유된 SiO_2 의 함량은 우리나라 백악기 중성화산암류의 조성파 유사하고 알루미늄 포화도는 Peraluminous에 해당한다.

5. 이 지역의 화산암류를 분출한 마그마는 비알칼리암 계열에 속하고 우리나라 중생대 백악기 화산암의 특징인 Calc-alkali 암의 경향을 보인다. 뿐만 아니라 마그마 결정 분화 과정은 결정 분화작용에 따르는 SiO_2 증가 속도가 빠르고 FeO^* 의 감소 속도가 큰 Calc-alkali 계열의 특징을 보여준다.

6. 국립공원으로 지정된 전 지역이 대부분 화산암으로 이루어져 있고 해안가에 분포하는 화산역응회암의 침식 및 곳곳에 수직으로 발달한 절리 등으로 인해 빼어난 자연경관을 이루고 있는 본 연구지역은 오래 보존되어야 할 충분한 가치가 있으며, 자연은 한번 파괴되면 복원이 어려운 점을 직시해 개발에 따른 부작용과 자연 훼손에 주의를 기울여야 할 것이다.

요 약

전라남도 여천군 돌산읍 남부지역과 남면 금오도 일대 31개 섬으로 이루어진 금오열도는 다도해해상 국립공원 금오지구에 속하는 곳으로서, 이 지역의 지질과 암석 분포 및 지사 등을 알아보기 위해 야외조사를 실시하고 42개의 암석시료를 채취하여 암석기재 및 현미경 관찰 등을 하였으며 그 중 12개의 시료에 대해 주성분 원소 및 미량성분 원소를 정량분석하여 암석화학적 연구를 수행하였다.

본 연구지역은 중생대 백악기에 해당하는 안산암, 화산역응회암 등의 화산암류가 전반적으로 분포하고 이를 관입한 화강섬록암이 안도 일대에 소규모 분포한다. 연구지역의 대부분을 차지하는 안산암은 치밀 견고한 조직에서부터 응회암질의 양상까지 다양한 색상과 조직을 보여주고 있으며, 유문암 기질의 화산역응회암이 해안가에 소규모 분포하는데 화산각력암의 특징을 보여주기도 하며 풍화작용과 차별침식을 받아 빼어난 경관을 이룬다. 화산암류에 함유된 SiO_2 의 함량은 우리나라 백악기 중성화산암류의 조성파 유사하고 Peraluminous한 알루미늄 포화도를 보인다. 한반도 남해안 일대에 널리 분포하고 중성화산암류의 일부에 해당하는 이 지역의 화산암류를 형성한 마그마의 결정 분화 과정이나 기타 암석화학적 특징은 Calc-alkali 계열에 속하는데 이는 우리나라 중생대 백악기 화산암의 특징과 같다.

국립공원으로 지정된 전 지역이 대부분 화산암으로 이루어져 있고 해안가에 분포하는 화산역응회암의 침식 및 곳곳에 수직으로 발달한 절리 등으로 인해 빼어난 자연경관을 이루고 있는 본 연구지역은 오래 보존되어야 할 충분한 가치가 있으며, 자연은 한번 파괴되면 복원이 어려운 점을 직시해 개발에 따른 부작용과 자연 훼손에 주의를 기울여야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 김규한·박미령, 1982. 남한에 분포하는 화강암류의 암석학적 연구, 지질학회지, 18(3): 132~148.
 김상욱·이재영·김영기, 1993. 대구-자인 지역에 분포하는 백악기 안산암질암류의 암석학적 연구, 지질학회지, 29(4): 324~337.
 남기상, 1987. 화강암과 편마암의 미량성분에 관한 연구, 과학교육논총, 12권: 37~50.

- 연세대학교 지질학과 동문회, 1982. 한국의 지질과 광물자원: 204~234.
- 원종관·이문원, 1989. 안마군도의 지질 및 지형, 자연실태종합조사보고서, 제9집: 33~67.
- 이대성·김옥준, 1982. 남한의 화성활동, 광업생산성조사소: 39~74pp.
- 장기홍·이영길·김규환, 1989. 남해·서상도폭 지질보고서, 한국동력자원연구소: 15~28pp.
- 정창희·송윤구, 1989. 월출산의 지질, 한국자연보존협회조사보고서, 제27호: 29~38.
- 조규성·남기상, 1990. 소백산 육리 남서부 지역에 분포하는 편마암류의 미량원소 함량과 지화학적 연구, 지질학회지, **26**(3): 227~234.
- Alima Kabata-Pendias and Henryk Pendias, 1984. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida: 69~252pp.
- Barker, D. S., 1983. Igneous Rocks, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., P. 86~98.
- Defant, M. J., Jacques, D., Maury, R. C., Boer, J. Z., and Joron, J., 1989. Geochemistry and tectonic setting of the Luzon arc, Philippines. Geol. Soc. Am. Bull., **101**: 663-672.
- Ellam, R. M., 1992. Lithospheric thickness as a control on basalt geochemistry. Geology, **20**: 153-156.
- Gill, J. B., 1981. Orogenic Andesites and Plate Tectonics, Springer, Berlin Heidelberg, New York, p. 1-390.
- Hildreth, W. and Moorbath, S., 1988. Crustal contributions to arc magmatism in the Andes of central Chile. Contrib. Mineral., Petrol., **98**: 455-489.
- Jim, M. S., 1988. Geochemistry of the Cretaceous to Early Tertiary Granitic Rocks in Southern Korea. Jour. of the Geol. Soc. of Korea, **24**(spec.): 168~188.
- Kuno H., 1966. Lateral Variation of Basalt Magma Type Across Continental Margins and Island Arc, Geol. Serv. Can. Paper, **66**(15): 317~336.
- Pearce, J. A., 1984. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, John Wiley & Sons: 525~548.
- Wedepohl, K. H., Corens, C. W., Shaw, D. M., Turekian, K. K., and Zemmann, J., ed., 1978. Handbook of Geochemistry. Springer-Verlag, II/5-A: 39~71.



사진 1. 금오도 동남쪽 해안가에 발달된 절리가 기암절벽을 이루고 있다.



사진 2. 금오도 동쪽 해상에 위치한 형제도 유문암절에서 안산암절 응회암으로서 절리면이 풍화침식받아 절단되어 있다.



사진 3. 금오도 동북쪽 해안가에 발달한 주상절리.



사진 4. 대부산 190 m 중턱에 발달한 테일러스(Talus). 대부분 안산암류이다.

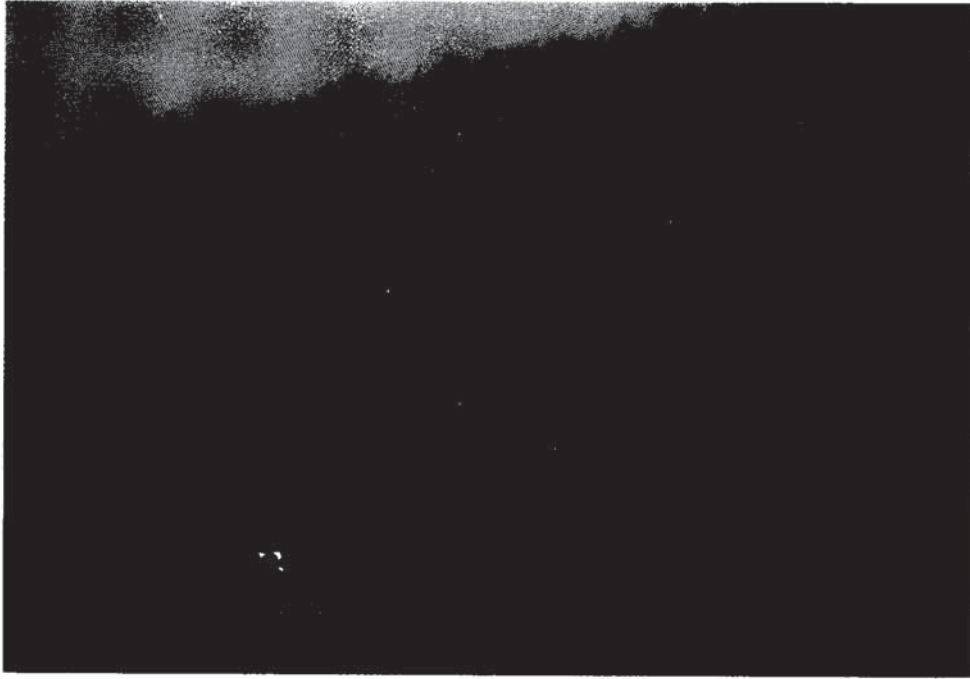


사진 5. 대부산 정상 부근 350 m 지점에 분포하는 안산암으로서 치밀 견고하지만 표면이 심하게 풍화되어 부분적으로 양파구조를 보인다.

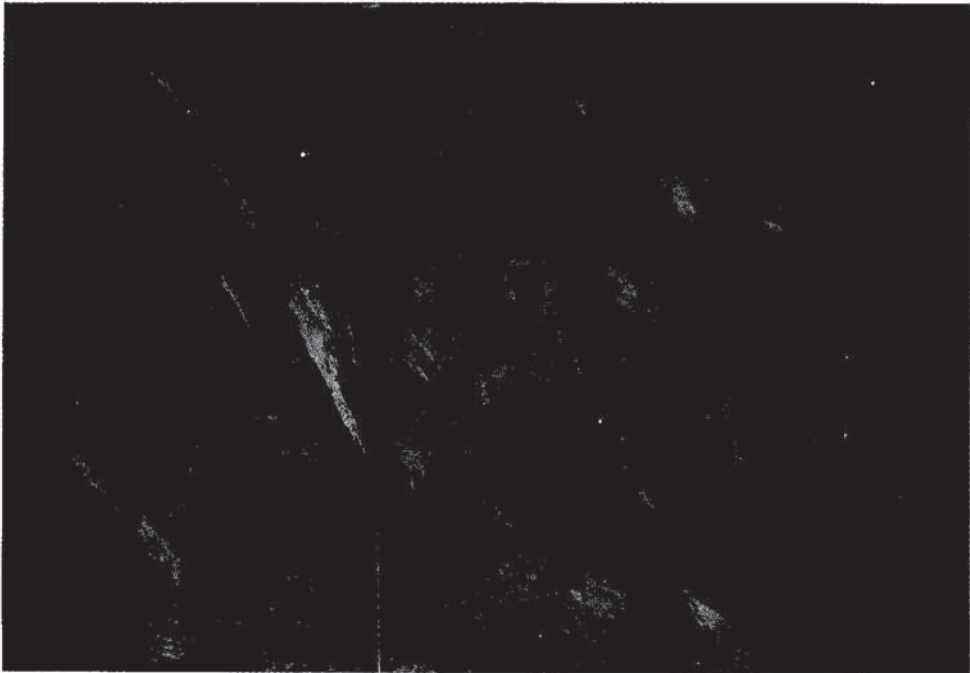


사진 6. 금오도 우학리에서 심포로 가는 도로변에는 안산암과 응회암질 세일이 혼재되어 있다.



사진 7. 금오도 우학리 부두가에 분포하는 안산암으로 치밀 견고하고 사장석과 각섬석 등의 반정을 함유하고 있다.

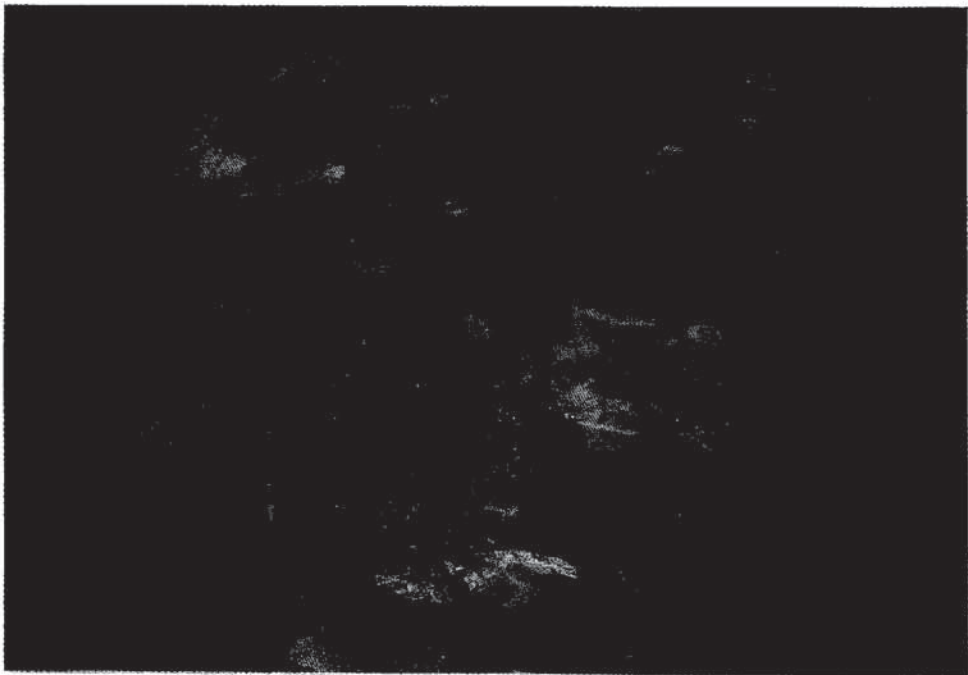


사진 8. 금오도 우학리 부두가에 발달한 안산암이 응회암질 세일과 혼재되어 있다.



사진 9. 심장리 심포 해안가에 발달한 화산역응회암이 풍화를 받아 역이 빠져나가 기묘한 모양을 하고 있지만 주위에 쓰레기가 흩어져 있어 아쉽다.

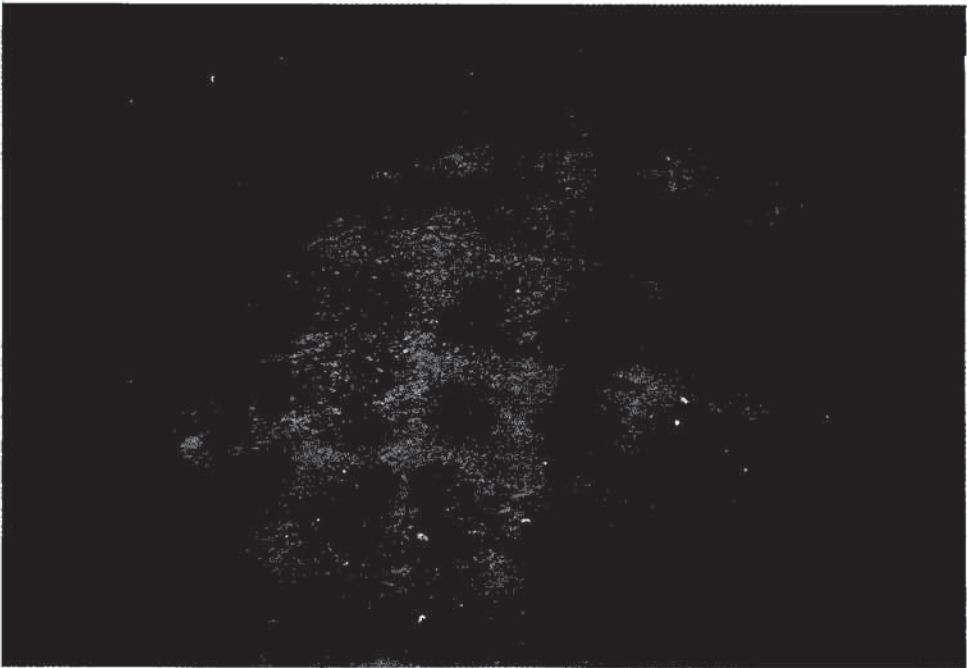


사진 10. 심장리 심포 해안가에 발달한 화산역응회암과 안산암의 경계가 보인다.

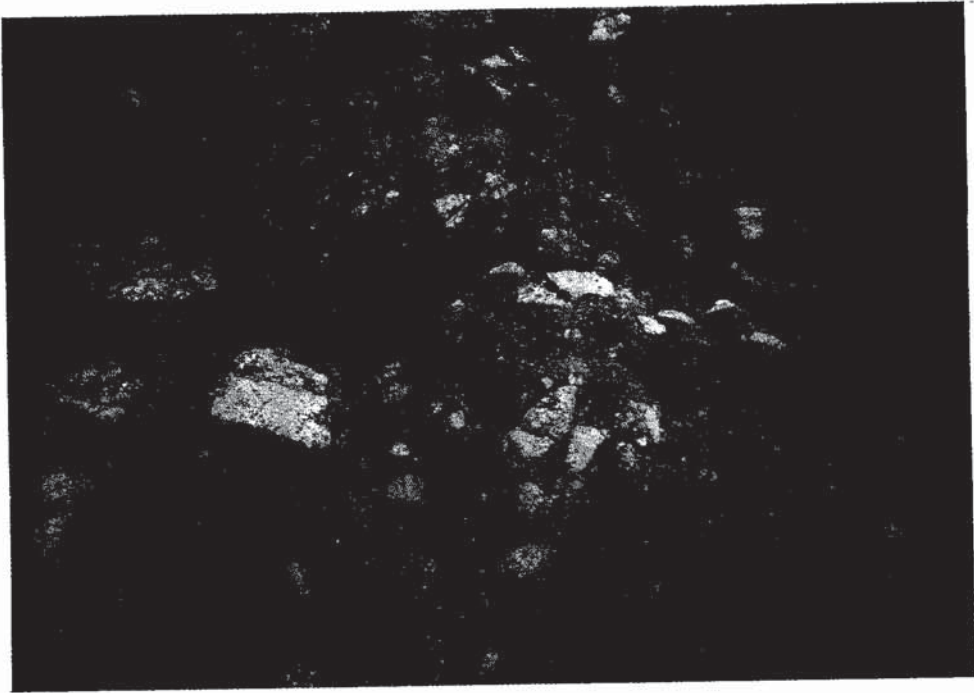


사진 11. 심장리 막포 해안에 분포하는 화산역응회암으로서 화강반암 등의 포획체를 가지고 있으며 화산각력암의 양상을 보인다.



사진 12. 심장리 막포해안에 분포하는 화산역 응회암에서 큰 역들이 보이고 역으로 나오는 화강반암의 큰 암체가 해수면 아래에 분포하고 있다.

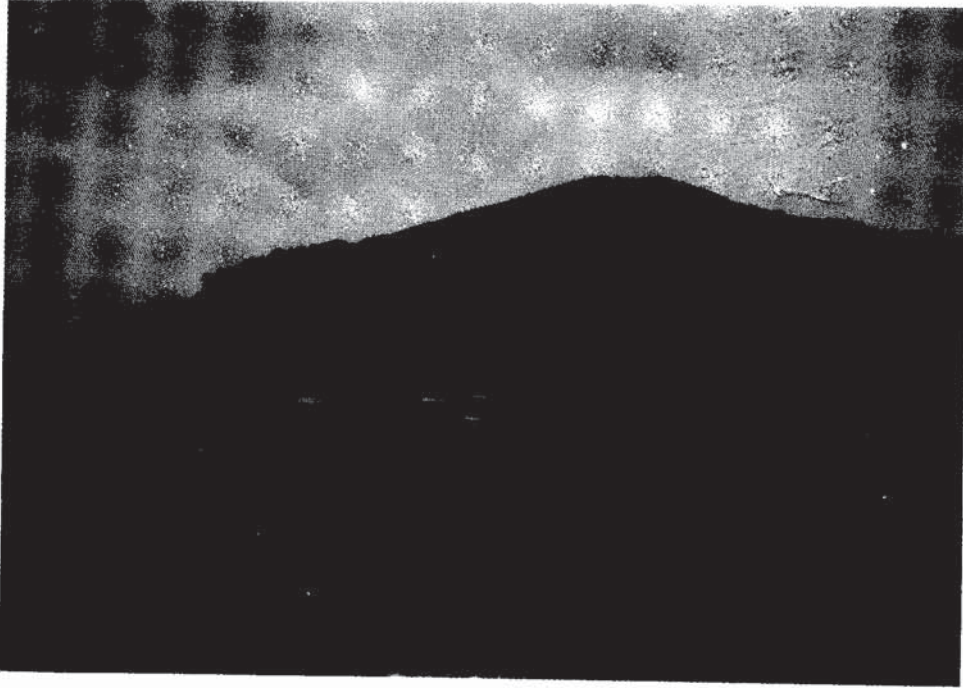


사진 13. 안도 이아포해수욕장 전경으로 뒤에 보이는 산이 화강섬록암으로 된 206.9 m의 상산이다.



사진 14. 안도 이아포해수욕장 서쪽 해안에 넓게 분포하는 화강섬록암으로서 세립질의 반정을 포함하고 있다.



사진 15. 안도 이야포해수욕장 동쪽 해안의 화산역응회암에 발달한 유동구조가 차별침식을 받아 기암을 이루고 있다.



사진 16. 안도 이야포해수욕장 동쪽 해안에 석영반암으로 된 폭 2m의 맥(dike)이 주변 화산암류를 관입해 있다.