

의성분지 동부에 분포하는 백악기 화산암류의 화산층서와 암석학적 연구

정종욱 · 좌용주

경상대학교 지구환경과학과

요약 : 의성분지 동부지역의 중성~산성 화산암류는 백악기 퇴적층을 기반으로 광범위하게 분포하며, 후기의 화강암류와 암맥에 의해 관입당해 있다. 연구지역의 화산층서는 하부로부터 안산암 용암, 데사이트질 래필리 응회암, 데사이트질 유상 용암, 유문암질 층상 응회암, 유문암질 피상 응회암, 데사이트질 피상 용암, 유문암질 용결 응회암 순의 층서를 나타낸다. 안산암 용암을 덮고 있는 데사이트 조성의 화산암류는 화산활동의 특성으로 인해 본 역 북서부에만 분포한다. 화산암류의 전반적인 SiO_2 함량은 51~74 wt%이며, SiO_2 에 대한 각 산화물의 변화 경향을 보면, SiO_2 가 증가함에 따라 TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , FeO , MnO , CaO , P_2O_5 는 감소하고, K_2O 는 증가하며, Na_2O 는 일정한 경향을 보이지 않고 분산된다. 이는 경상분지 남동부 유천 소분지에서 나타나는 변화 경향과 유사하다. 지구화학적 구분에 의하면 연구 지역의 화산암류는 고-K에서 중-K 칼크-알칼리 계열에 해당되며, 또한 지판의 섭입과 관련된 호상열도형 화산암의 특성을 보여준다. 주성분 원소, 미량 원소, 희토류 원소의 변화경향으로부터 살펴본 화산암류의 지구화학적 특징은 화산암류가 유사 기원 물질을 가지는 마그마들의 사장석 분별정출작용에 의한 마그마 분화과정에 의해 형성되었음을 나타낸다. 연구 지역 화산암류의 화산층서는 안산암에서 유문암, 그리고 데사이트에서 유문암으로 분화한 최소한 2개 이상의 마그마 펄스에 의한 화산활동과 마그마의 결정분화로 설명될 수 있다.

핵심어 : 의성분지, 백악기 화산암류, 화산층서, 분별정출작용

서 론

경상분지는 한반도에서 백악기 화산활동이 가장 활발하게 일어났던 곳으로, 백악기 후기 화산암류(유천층군)와 이와 관련된 심성암류가 함께 밀집되어 분포한다. 화산암류는 하부의 주사산 안산암질 암류와 상부의 운문사 유문암질암류로 대분되어 왔으며(김상욱과 이영길, 1981), 현무암에서 안산암, 유문암의 성분 영역에 이르는 비교적 넓은 성분 변화를 보인다. 화산암류의 이러한 성분 변화는 칼크-알칼리암 계열의 동일 기원의 마그마로부터 분별정출작용과, 지각혼입에 의한 것으로 되었다(이상만 외, 1987; 윤성효, 1988, 1993; 황상구, 1991). 경상분지의 북부인 의성 소분지 동부지역에는 백악기 퇴적층을 기반암으로 하여 후기 백악기 화산암류가 광범위하게 분포하고 있다. 이 지역의 화산암류를 기계도폭(오인섭과 정국성, 1975)에서는 하부로부터 각력상 응회암, 유문암, 화산 각력암, 치밀 안산암, 석영 안산암, 조립 안산암으로 기재하였으며, 도평도폭(권영일과 이인기, 1973)에서는 하부로부터 안산암류(피상 안산암, 각력질 안산암, 안산 반암), 산성 화산암류(규장질암, 유문암)로 기재하였다. 한

편, 김정동(1994)은 본 역의 화산층서를 하부로부터 유문암에서 데사이트, 안산암으로 기재하고 있어 연구자에 따라 의성 소분지 동부의 화산암체를 층서적으로 각각 다르게 해석하고 있다.

본 연구에서는 의성분지 동부일원의 백악기 화산암류의 화산층서를 구체적으로 세분화하고, 구성 화산암류의 암석기재적, 지구화학적 특징을 고찰하는데 그 목적이 있다.

일반지질

본 연구지역의 지형은 주로 북동, 북서계의 단층을 따라 저지대가 형성되어 있으며, 단층사이로 봉화봉(605 m), 침곡산(725 m), 사관령(788 m)을 잇는 산릉이 형성되어 있다. 또한, 북동부에 분포하는 유문암질 용결 응회암은 다른 암석들보다 풍화에 강해, 깊은 계곡과 고지대를 형성하고 있다.

본 역의 지질은 기반암을 이루고 있는 백악기 하양층군의 퇴적암류, 이를 관입 분출해서 덮고 있는 유천층군의 화산암류, 그리고 이 지층들을 관입하고 있는 관입암류로 구성된다(Fig. 1).

퇴적암류는 하양층군의 대구층으로 사암, 실트스

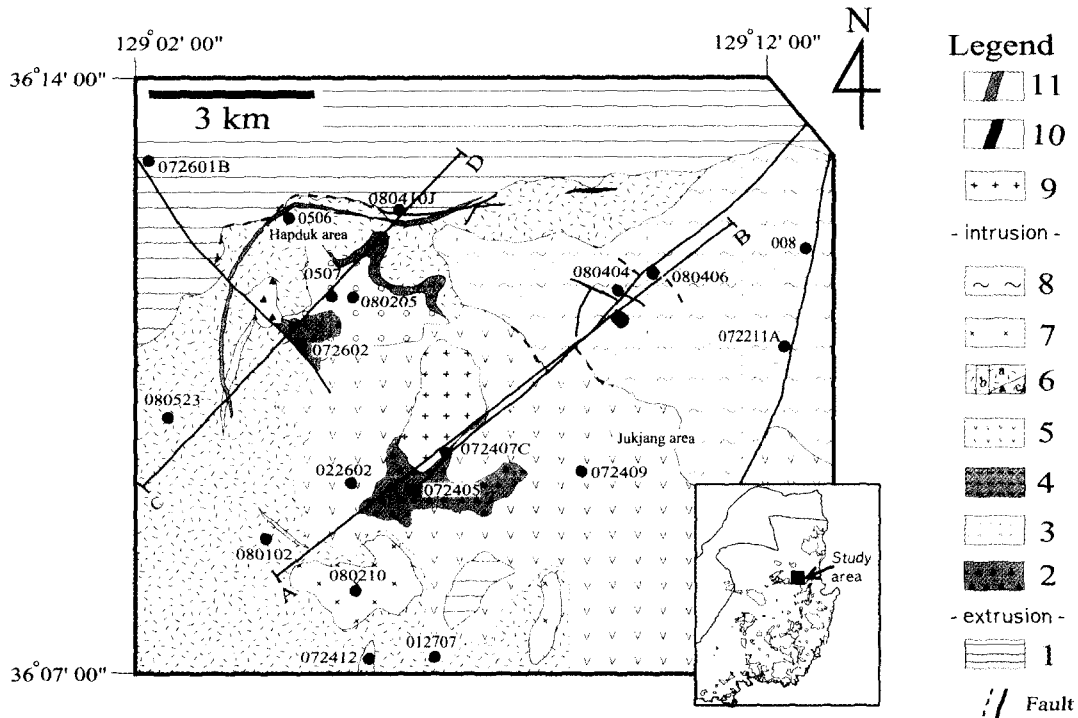


Fig. 1. Geological map of the eastern Euseong basin. 1, sedimentary rocks; 2, andesitic lava; 3, dacitic lapilli tuff; 4, dacitic flow-banded lava; 5, rhyolitic bedded tuff; 6, rhyolitic massive tuff(a), intrusive tuff(b), tuff breccia(c); 7, dacitic massive lava; 8, rhyolitic welded tuff; 9, granitic rocks; 10, intrusive rhyolite; 11, feldspar porphyry. Black dots with number indicate sample localities for geochemical analysis.

튼, 세일등으로 구성되어 있으며(오인섭과 정국성, 1975), 화강암류와의 접촉부에서는 열변성작용을 받아 혼펠스화되어 있다. 퇴적암류는 주로 화산암류의 외곽부인 본 역 북부일원에서 넓게 분포하며, 남부일원에 소규모로 분포한다.

화산암류는 본 역의 전반에 걸쳐 광범위하게 분포하며, 주로 안산암에서 유문암에 이르는 성분영역을 나타낸다. 화산암류의 최대 층후는 약 1600 m에 이른다.

관입암류는 장석반암, 유문암, 화강암류로 구성되어 있다. 화강암류는 퇴적암류와 화산암류가 접하는 동서 양쪽에 각각 암주상으로 분포하며, 중앙부에 소규모로 분포한다. 장석반암은 화산암류의 가장자리를 따라 반원상으로 관입하고 있다(Fig. 1).

연구방법

본 연구를 위해 야외작업을 통하여 화산층서를 구분하고, 250개의 암석시료와 200여개의 박편을 제작하여, 편광현미경 관찰을 통한 암석기재학적 연

구를 하였다. 또한 암석화학적 연구를 위해 각 암상을 대표할 수 있고, 원래의 마그마 조성을 잘 나타낼 수 있는 비반상이거나 반정의 함량이 적은 신선한 시료를 선택했으며, 응회암일 경우 이질 암편의 함량이 적은 것을 많은 양을 파쇄하여 오차를 줄였다. 이와 같은 대표적인 시료 16개 표품에 대하여 일본 이바라기(茨城)대학교 기초과학지원연구소에서 X-선형광분석기(XRF)를 이용하여 주성분원소 정량분석을 하였다. 또한, 기존 논문(김경동, 1994)에 수록된 주성분 원소, 미량 원소 및 희토류 원소 분석자료를 비교, 검토하였다.

화산층서 및 암석기재

화산층서

연구지역의 화산층서는 여러 수직단면에서 일부 암상이 결여되거나, 상하위 층과 차이가 분명한 암층의 측방 연장성이 부족한 이유 등으로 인해 일률적인 암석 층서단위 설정에 어려움이 있다. 따라

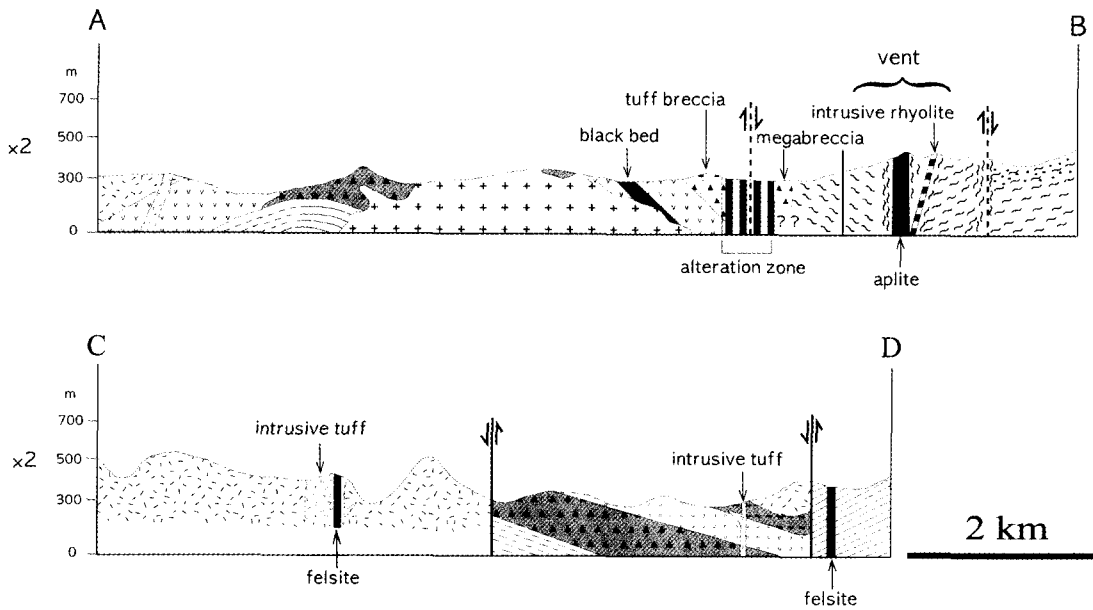


Fig. 2. Cross section for A-B, C-D lines in Fig. 1.

서, 수직단면, 건층(key bed), 포획 또는 관입 여부, 각 암층의 주향과 경사, 단층 등을 복합적으로 고려하여 화산층서를 설정하였다 (Fig. 2).

본 역의 화산암 누층은 녹회색 사암(대구층)위에 쌓여 있다. 녹회색 사암은 화산암류의 북쪽 가장자리에 분포하며, 혼펠스화된 퇴적암은 침곡동, 송내동, 감곡동 일대의 해발고도 210 m 또는 270 m이하 높이의 계곡이나 하천 주변의 소규모 노두이다. 녹회색 사암 위를 암녹색의 안산암 용암이 덮고 있다.

안산암 용암은 본 역 중앙부의 입암리, 매현리와 북서부의 합덕교 부근으로 나뉘어 분포한다. 중앙부 암체는 해발고도 210 m에서부터 해발 390 m 높이까지 분포하며, 북서부 암체는 가장 저지대인 자호천(해발 240 m)에서부터 해발 약 350 m 높이까지 나타난다. 안산암 용암의 총 두께는 110~180 m이다. 안산암 용암은 북서부에서는 데사이트질 래필리 응회암에 의해, 중앙부에서는 유문암질 층상 응회암에 의해 직접 피복된다.

북서부에 분포하는 데사이트질 래필리 응회암은 주로 암편 결정질 회류 응회암(lithic crystal ash-flow tuff)이며, 갈색 유리를 가진 것이 특징이다. 데사이트질 유상 용암은 데사이트질 래필리 응회암을 덮고 있으며, 층후는 약 80 m 정도이다. 유문암질 피상 응회암은 데사이트질 래필리 응회암을 피복하고 있거나 데사이트질 유상 용암을 관입하고 있어, 관입상과 분출상의 두 암상으로 나타난다.

본 역 중앙부에 분포하며 안산암 용암을 피복하고 있는 유문암질 층상 응회암은 층리가 잘 보이는 부분과 피상의 부분이 호층으로 되어 있으며, 응회질 퇴적암이나 응회 각력암 등을 협재한다. 유문암질 층상 응회암은 다시 유문암질 피상 응회암, 데사이트질 피상 용암 순으로 피복된다. 데사이트질 피상 용암은 봉화봉과 서당골재에서만 관찰되며, 층후는 약 100 m 이상 된다.

북동쪽에 분포하는 유문암질 용결 응회암은 다른 암상들과 단층접촉을 하고 있거나 경계부에 반화강암이나 유문암이 관입하고 있어 직접적인 관계를 알 수 없지만, 층후가 약 600 m 이상 두껍게 나타남에도 불구하고, 북동쪽 외 다른 지역에 나타나지 않는 것으로 보아 층서상 데사이트질 피상 용암 위에 놓일 것으로 사료된다.

이상과 같이 중성-산성-중성-산성 등으로 반복되는 화산층서는 본 역 남부 유천 소분지내 신불산-영취산 일대의 화산층서와 유사하다(김춘식 외, 1998). 본 역의 화산암류와 퇴적암층에서 측정된 지층의 주향과 경사는 Fig. 3과 같고, 층서를 요약하면 Table 1과 Fig. 4와 같다.

암석기재

안산암 용암

본 암은 북서부의 합덕교 부근과 중앙부의 입암

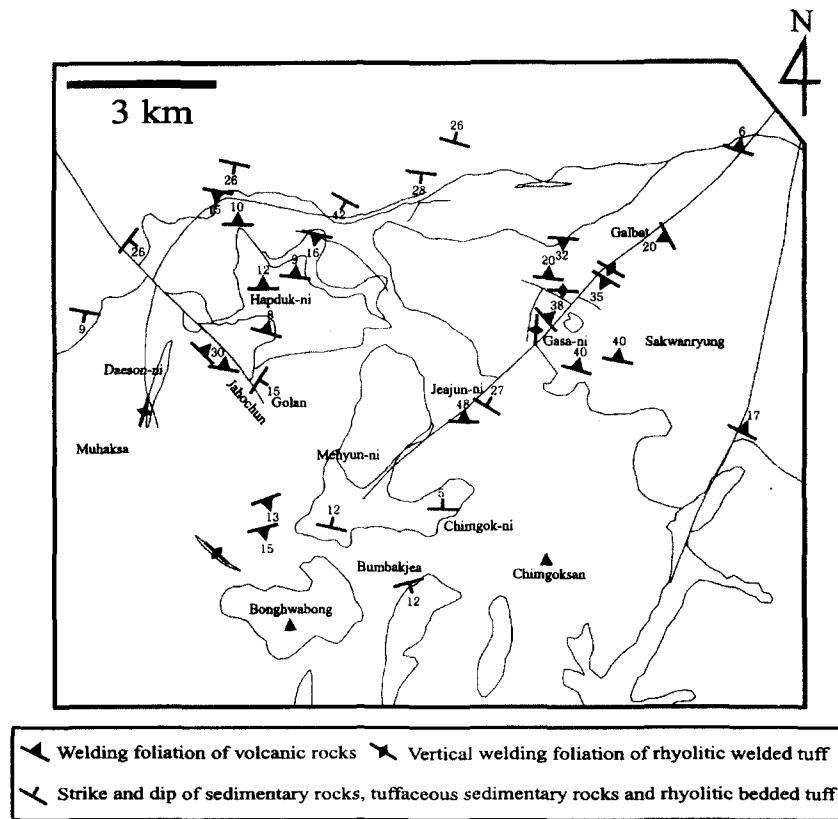


Fig. 3. Strike and dip of volcanic strata in the eastern Euseong basin.

Table 1. Stratigraphic correlation of the study area

Geologic age	Kwon and Lee (1973)	Oh and Jeong (1975)	Kim (1994)	This study
Quaternary	Alluvium	Alluvium	Alluvium	Alluvium
	Granite	Intermediate dyke Plutonic rocks	Biotite granite	Intermediate dyke Plutonic rocks
Cretaceous	Acidic volcanic rocks Andesitic rocks	Coarse grained andesite	Intermediated dyke Undifferentiated rocks Dacitic rocks Dacitic-rhyolitic rocks Rhyolitic rocks	Acid~intermediate dyke
		Dacite		Rhyolitic welded tuff
		Dense andesite		Dacitic massive lava
		Volcanic breccia		Rhyolitic massive tuff
		Rhyolite		Rhyolitic bedded tuff
Tuff breccia	Dacitic flow-banded lava			
				Dacitic lapilli tuff
				Andesite lava
	Daegu Formation	Daegu Formation	Hayang Group	Sedimentary rocks

리, 침곡리 일대에 분포하며, 최대 층후는 약 180 m 이다. 송내동, 침곡동의 하천에서는 본 암의 하부층인 녹회색 사암이 혼펠스화 되어 나타난다. 노두에서는 녹회색이나 암녹색을 띠며, 뚜렷한 반상조직을 나타내는 것이 특징이다. 그러나, 하부의 녹회색 사암과 접하는 부분에서는 암녹색을 띠며 치밀한

조직을 나타내는 비반상의 용암이 나타난다. 합덕교와 합덕초교 중간지점에서는 용류한 흔적을 볼 수 있다(Plate 1).

대부분의 지역에서는 불규칙한 미세한 절리와 열수 변질로 인해 일정한 구조를 찾아볼 수 없으며, 변질이 심한 곳은 탈색되어 부분적으로 백색을 띠

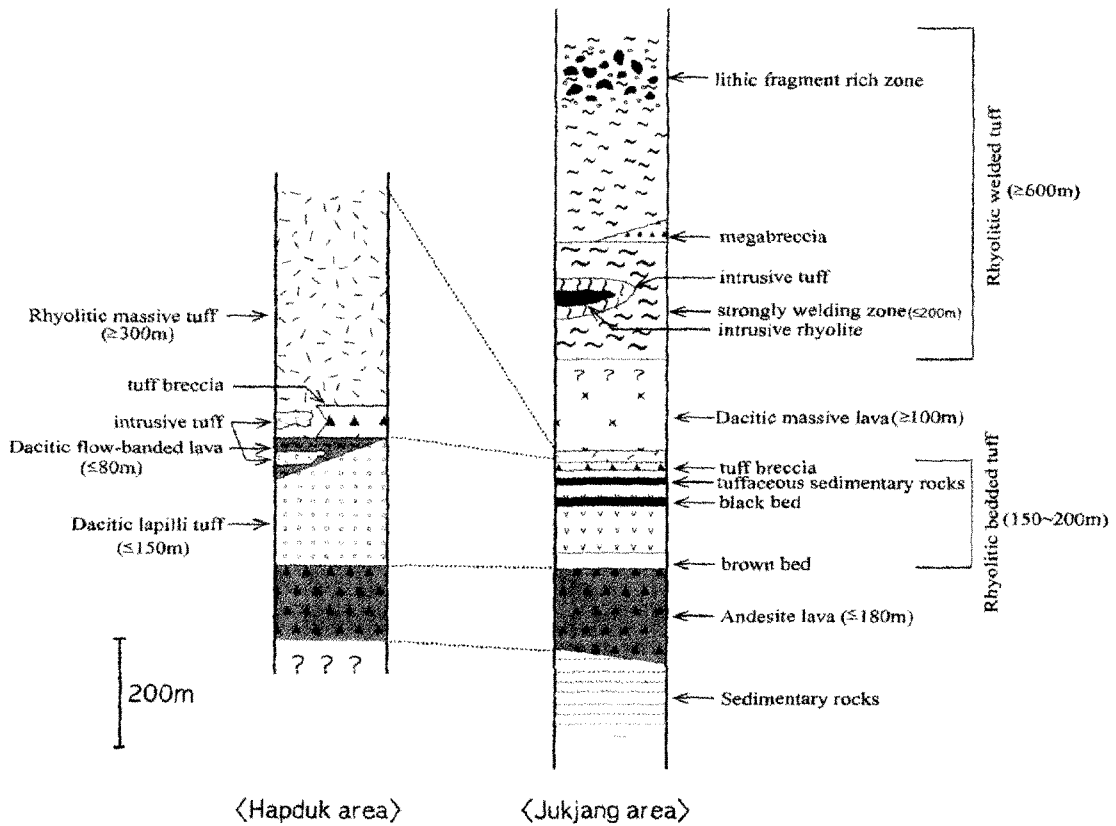


Fig. 4. Stratigraphic sequence of the volcanic rocks in the eastern Euseong basin.

는 곳도 있다. 합덕교에서 북쪽 200 m 지점에서는 31번 국도를 기준으로 하천바닥에는 유문암질 괴상 용암이, 도로변에는 안산암 용암이 분포하므로 북서-남동으로 지나는 단층의 수평 변위 뿐만 아니라 상하 변위도 있었음을 간접적으로 암시한다(Fig. 1,

2, Plate 2). 또한 매현리에서는 화강암질암의 관입을 받고 있으며, 관입을 받은 용암내의 사장석은 대부분 녹니석으로 변질되어 나타난다.

현미경하에서 기저부의 비반상 용암도 반상조직을 나타내며, 래쓰상의 사장석 반정들이 지표면과



Fig. 1. Photograph showing flow structure of the andesite

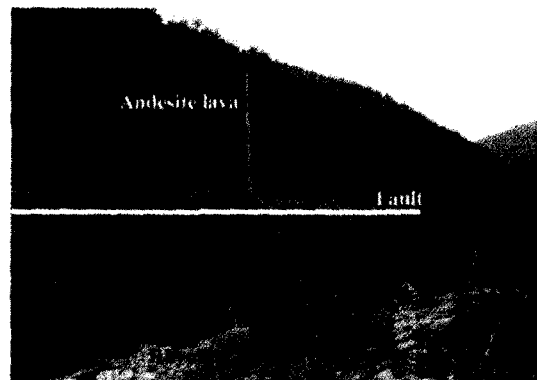


Plate 2. Photograph showing fault contact between the andesite lava and the rhyolitic massive tuff.

Table 2. Modal analyses of volcanic rocks of the eastern Euseiong basin (in vol. %)

Rock unit	Sample	AN	AN	DT	DT	RB	RB	RM	RM	RW	RW
		072602	072405	0507	080205	022602	080102	080523	072409	080406	080404
Phenocrysts	Pl	24.1	16.3	32.1	13.2	9.2	5.7	14.6	4.8	20.2	22.5
	K-fsp	-	-	-	-	18.2	2.4	3.4	4	12.4	7.9
	Qtz	-	-	-	-	1.7	0.8	6.5	1.3	3.2	-
	Bt	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-
	Amp	2	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-
	Py	0.2	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-	-
	Opq	3.5	6.6	2.7	0.6	2	0.1	2.2	2.1	1	0.4
Lithic fragments	-	-	17.2	14.8	17	23.8	12.5	10.3	-	-	
Groundmass	70.4	76.7	47.2	71.4	51.9	67.2	60.8	77.5	62.3	69.2	

AN: andesite lava DT: dacitic lapilli tuff RB: rhyolitic bedded tuff RM: rhyolitic massive tuff RW: rhyolitic welded tuff
 Pl: plagioclase K-fsp: K-feldspar Qtz: quartz Bt: biotite Amp: amphibole Py: pyroxene Opq: opaque

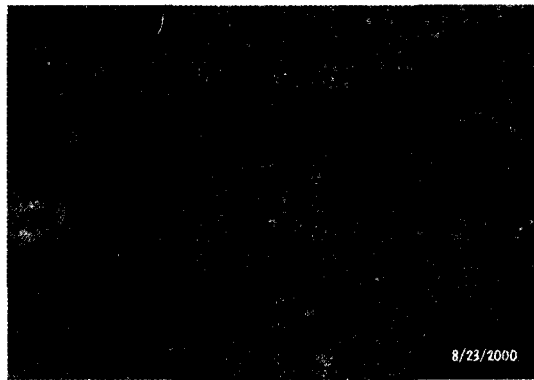


Plate 3. Photograph showing andesite fragment (black spots) in the dacitic lapilli tuff.

장축방향이 평행하게 배열되어 있어 용류한 흔적으로 사료된다. 비반상 용암을 제외한 대부분의 용암은 사장석의 함량이 약 16~24% 정도이며, 그 외에 소량의 각섬석과 휘석을 포함한다(Table 2). 사장석의 크기는 약 1~3 mm 정도이며, 보통 자형으로 나타나고, 누대구조를 많이 보인다. 사장석과 휘석, 불투명광물들이 균집을 이루고 있는 모습이 흔히 관찰되며, 휘석은 대부분 녹니석화되어 나타난다. 기질부는 주로 미정질의 래스상 장석과 은미정질 물질로 구성되어 있으며, 상대적으로 조립인 용암에서는 조면암질(trachytic) 조직이 잘 나타난다.

데사이트질 래필리 응회암

본 암은 합덕초교에서 북동쪽에만 약 150 m 두께로 안산암 용암 상위에 분포하고 있으며, 그 외 지역에서는 관찰되지 않는다. 암갈색 또는 갈색의 유리질 석기에 0.2~4 cm 정도의 안산암이나 세일 암편과 사장석, 각섬석 결정편으로 구성되어 있다(Plate 3). 노두에서 일부 피아메와 같은 용결구조를 보여

주기도 하며, 하부에서 상부로 갈수록 유리질 석기의 색깔이 암갈색에서 갈색, 갈회색으로 점이적인 변화양상을 보이고 있다. 암편은 대부분 아각상이나 타원형 또는 아주 불규칙한 형태의 안산암이며, 분급이 아주 불량하고, 암편이나 결정편들의 복와구조(imbrication)는 찾아볼 수 없다. 일부 암갈색 유리질 석기에 암편의 함량이 적은 부분은 안산암과 구별하기 힘들다.

현미경하에서 결정편의 함량은 14~36% 정도이다(Table 2). 대부분 자형이나 반자형의 사장석이며, 소량의 각섬석을 포함한다. 결정들의 크기는 0.3~2 mm 정도이다. 사장석은 알바이트 쌍정과 누대구조를 보이며, 함량은 약 13~32% 정도이다. 각섬석은 0~1% 정도의 함량을 보이며, 부분적으로 변질을 받아 녹니석으로 바뀐 것도 있지만, 대부분 황색이나 녹색의 다색성을 띠며, 자형으로 칼스바드 쌍정을 띤다. 암편은 대부분 조면암질(trachytic) 조직을 나타내는 안산암이며, 일부 세일과 화강암류도 함유되어 있다. 이 화강암류는 응식된 석영과 침상의 각섬석을 함유하고 있는 것이 특징이나, 본 역 중앙부의 화강암류와 동일 암석인지는 확실하지 않다. 기질부는 갈색 유리질 물질로 이루어져 있으며, 미약하나마 결정편이나 암편주위로 용결되어 나타난다.

데사이트질 유상 용암

본 암은 양지리와 안머리골을 잇는 구간에서 관찰되며, 총후는 약 80 m 이하이다. 암석 전체가 갈색을 띠는 것이 아니라 녹회색의 기질에 갈색띠가 규칙적으로 또는 불규칙하게 배열되어 있는 유상구조를 나타낸다(Plate 4). 양지리에서는 데사이트질 래필리 응회암 상부에 놓이며, 약 50 cm 정도의 폭으로 유문암질 피상 응회암의 관입을 받고 있는데, 안머리골에서는 유문암질 피상 응회암과의 관입 경

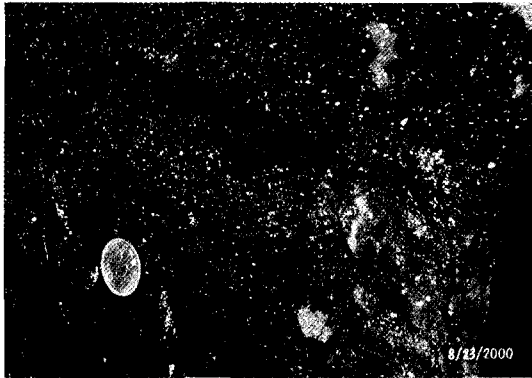


Plate 4. Photograph showing brownish flow-banding in the dacitic flow-banded lava.



Plate 5. Photograph showing unsorted rhyolitic bedded tuff.

계가 불분명하다.

현미경하에서 반정은 대부분 사장석이며, 소량으로 석영도 나타난다. 사장석의 크기는 1~2 mm 정도이며, 자형으로 나타나고, 알바이트 쌍정을 보인다. 일부 사장석과 녹니석의 군집의 양상으로도 나타난다. 석영은 1 mm 이하의 크기로 반자형의 형태로 소량 나타난다. 기질부는 미정의 래스상 장식과 은미정질 물질로 구성되어 있으며, 미정의 장식은 갈색띠와 평행하게 배열되어 나타난다.

유문암질 총상 응회암

본 암은 분급이 불량한 결정 유리질 회류 응회암(crystal vitric ash-flow tuff)과 분급이 양호하고 층리를 보이는 응회암(well-sorted bedded tuff)이 수 m~수십 m 정도의 두께를 가지며 서로 교호한다. 또한 응회질 퇴적암이 협재되어 있어 이를 한데 묶어 총상 응회암이라고 하였다(Plate 5, 6). 본 암은 매현리를 중심으로 분포하고 있으며, 장터마을과 송내동에서는 하부의 안산암 용암과 직접 접하고 있고, 죽장초교에서는 상부의 유문암질 과상 응회암에 의해 덮여 있으며, 제전리에서는 유문암질 용결 응회암과 단층접촉을 하고 있다. 총후는 약 150~200 m 정도이다.

분급이 불량한 래필리 응회암은 암녹색 내지 녹회색 기질부에 소량의 세일이나 사암, 안산암과 반자형 혹은 파각상의 사장석, 흑운모 결정편으로 구성되어 있고(Plate 5), 분급이 양호하고 층리를 가진 응회암은 담갈색 내지는 흑색 기질부에 세일이나 사암의 암편과 반자형 혹은 파각상의 석영, 사장석 결정편으로 구성되어 있다(Plate 6). 석영 결정편은 층리를 가진 응회암에만 나타난다. 이 층리를 가진

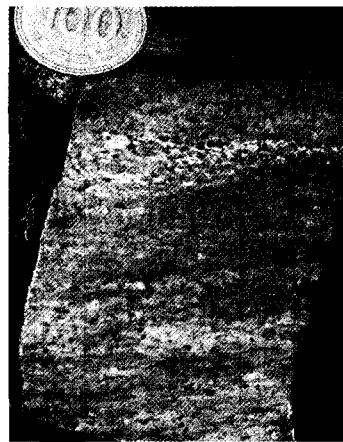


Plate 6. Photograph showing brownish well-sorted rhyolitic bedded tuff.

응회암은 갈색층, 녹회색층, 흑색층이 각각 분급이 불량한 래필리 응회암에 협재되어 나타나며, 이들의 총 두께는 약 50 m 정도 된다(Fig. 4).

이 응회암은 결정편이나 암편들의 함량이 적고 상대적으로 기질부가 대부분을 차지하며, 일부 용결조직도 관찰되어 강하 응회암이나 화산쇄설성 퇴적암이기보다는 화성쇄설류(pyroclastic flow)일 가능성이 높다. 범박재에서는 화강암의 관입을 받고 있으며, 관입접촉부에는 탈색되어 회백색으로 나타난다. 제전리에서는 혼펠스화된 녹회색 및 암녹색의 세일과 회백색 장식질 사암이 교호하며 이들 사이에 래필리 응회암을 협재하고 있다. 전반적인 경사 방향은 대체로 남동향과 북동향의 두 방향으로 경사져 있어 수평 변위만 가지고는 층서 해석에 어려움이 있다(Fig. 3).

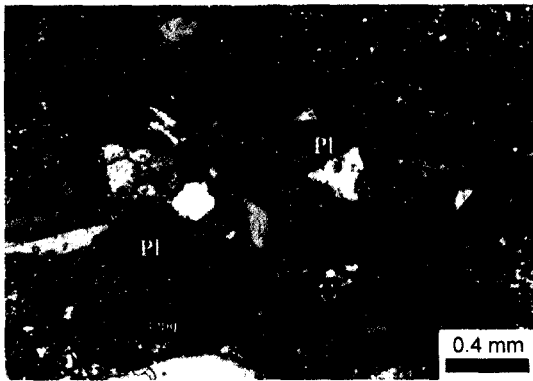


Plate 7. Photomicrograph of the rhyolitic bedded tuff showing plagioclase(Pl) phenocryst and matrix. The matrix is devitrified into fine grained quartz (crossed nicols, x40). Opq: opaque.

현미경하에서 결정편의 함량은 9~31% 정도로써 함량변화가 심하며, 사장석, 석영, 흑운모로 구성되어 있다(Table 2). 사장석은 반자형 혹은 파각상의 형태로 누대구조를 나타내며, 대체로 신선한 편이다. 석영은 파각상으로 많이 나타나며, 용식된 형태는 찾아볼 수 없다. 흑운모는 소량 나타나며, 대부분 녹니석화 되어 있다. 암편은 세일이나 사암이 우세하며, 소량의 안산암도 포함되어 있다. 기질부는 거의 전체가 탈유리화되어 미립의 석영입자들이 산재해 있으며(Plate 7), 층리를 잘 보여주는 면에서는 용결구조까지 나타난다(Plate 6). 이와 같은 구조들은 화성쇄설류(pyroclastic flow)가 한계 속도를 넘지 않는 범위 내에서 층류(laminar flow)의 성질을 가질 때 생기며, 퇴적당시의 열손실량이 적을 경우 탈유리화나 1, 2차적인 용결구조가 나타난다고 알려져 있다(Wright and Walker, 1980).

유문암질 피상 응회암

본 암은 현내리, 무학사, 일광리 일대와 화산암체의 북쪽 가장자리에 분포하고 있으며, 층후는 약 300 m 이상 될 것으로 추정된다. 죽장초교 부근에서 하부의 유문암질 층상 응회암을 피복하고 있으며, 함덕교 부근에서는 안산암 용암과 단층 접촉을 하고 있고, 안머리골과 양지리에서는 데사이트질 유상 용암을 관입하고 있다. 또한 가사동 북쪽계곡에서는 유문암질 용결 응회암과의 경계부분에 반화강암이 관입을 하고 있어 직접적인 관계를 알 수 없다. 황정리에서는 하부의 데사이트질 래필리 응회암을 피복하고 있다.

본 암은 회백색이나 우백색의 유리질 석기에 0.4~

3 cm 정도의 유문암, 유문암질 응회암, 안산암, 세일 암편과 석영, K-장석, 사장석의 결정편으로 구성되어 있다. 대부분 지역에서 비용결 내지 부분용결된 래필리 응회암 또는 유리질 응회암으로 산출되나, 죽장초교-대손리-현내초교-하평-양지리-안머리골을 잇는 반원상의 지역에서는 수직에 가까운 피아메의 용결엽리나 응회 각력암, 관입상으로 나타난다. 이는 칼데라 함몰에 의해 생긴 균열대를 따라 관입, 분출한 것으로 사료된다(Fig. 1, 2).

현미경하에서 결정편의 함량은 약 12~27% 정도이며, 석영, K-장석, 사장석, 흑운모 결정들로 구성되어 있다. 결정들의 크기는 0.1~3 mm 정도이다. 석영은 반자형 혹은 파각상으로 나타나며 용식된 형태로 나타날 경우 결정의 크기가 2~3 mm 정도로 크게 나타난다. 함량은 약 1~7% 정도이다(Table 2). 장석류는 반자형으로 나타나며, 결정의 크기는 0.5~2 mm 정도이다. 암편은 안산암, 유문암, 응회암, 세일 등이 포함되어 있다. 기질부는 탈유리화된 피아메나 샤아드 등의 유리로 구성되어 있다.

데사이트질 피상 용암

본 암은 봉화봉과 서당골재, 정자동 부근에서 관찰되며, 층후는 약 100 m 이상이다. 봉화봉 북쪽 약 5부 능선에서 하부의 유문암질 피상 응회암과 직접 접하고 있으며, 그 외의 다른 암상들과의 직접적인 관계는 알 수 없다. 기계도폭에서는 대부분 산 정상부를 점하고 있으며, 유문암질 피상 응회암(도폭에서는 화산각력암)위를 용류하고 있고, 유문암질 피상 응회암을 포획하고 있다고 기술하고 있다(오인섭과 정국성, 1975). 대부분 풍화를 심하게 받아 사장석 반정은 녹니석화 되어 있고, 풍화 내지는 열수변질로 인해 기질부는 탈색되어 담황색 내지는 백색을 띤다.

현미경하에서 반정은 사장석이며, 일부 균집되어 나타나기도 한다. 대부분 점토나 녹니석으로 변질 되어 있다. 기질부는 변질이 심하며, 석영과 장석의 미정들이 조면암질 조직을 나타낸다.

유문암질 용결 응회암

본 암은 북동부에 600 m 이상의 층후를 가지며 분포한다. 가사동 북쪽계곡 1800 m 지점에서 유문암질 피상 응회암과의 경계부분에 반화강암이 관입을 하고 있고, 제전리와 가사동 중간지점에서는 열수변질대가 있어 유문암질 층상 응회암과의 직접적인 관계를 알 수 없다. 용결도는 대부분 치밀용결(densely welded)되어 있어, 암편을 많이 함유한

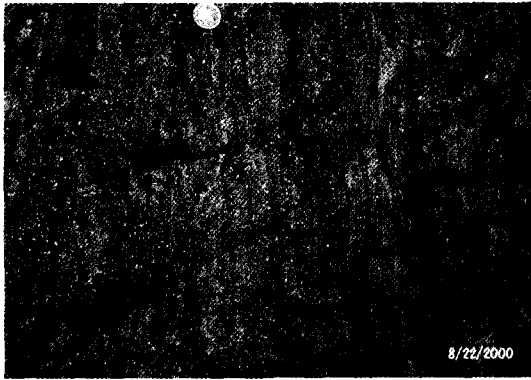


Plate 8. Photograph showing streaky texture of the rhyolitic welded tuff. This texture may represent highly stretched pumice (fiamme).

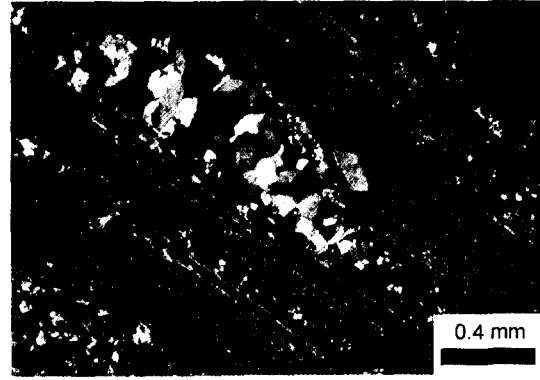


Plate 9. Photomicrograph of the rhyolitic welded tuff showing intensive stretching. The fiammes are devitrified into quartz (crossed nicols, $\times 40$).

부분은 부분용결(partial welding)되어 있고, 완전용결(completely welded)된 부분도 상당히 두껍게 나타난다(Plate 8).

주로 암녹색과 녹회색의 유리질 석기에 사장석, 정장석, 흑운모의 결정편으로 이루어져 있다. 암편은 대부분 포함하고 있지 않지만, 갈밭 부근과 가사령 정상부근에서는 파라택시틱 석리를 보이는 용결 응회암의 본질암편을 포함하고 있어 시간이 지남에 따라 용결도가 감소했을 것으로 추측된다. 가사동, 배실재, 덕동을 잇는 북서-남동방향으로는 완전용결되어 나타나며, 기질부는 흑색이고, 압축신장된 피아메는 서로 달라붙어 파라택시틱(parataxitic) 석리를 보여 유대상 용암류와 구분하기 힘들다. 이런 파라택시틱 석리를 보이는 용결 응회암은 갈밭, 가사령 부근에서 암편으로 잡혀있어 용결열리로 해석하는 층서와 맞지않아 사관령 부근을 지나는 북서-남동계의 단층이 있을 것으로 추측된다(Fig. 2, 3). 또한, 가사교 남쪽 200 m 지점에는 응회 각력암 내에 용결 응회암의 거대각력(megabreccia)을 포함하고 있어, 부근에 단층이나 화도가 있을 것으로 추정된다(Branney and Kokelaar, 1994).

가사분교 동쪽에 위치한 반화강암(aplite)을 중심으로, 용결열리의 경사가 약 $30\sim 40^\circ$ 로 반화강암을 향해 경사져 있고, 용결 응회암을 관입한 유문암은 동심원으로 분포하며, 유문암 주변에는 수직용결열리(vertical welding foliation)가 발달해 있는 것으로 보아, 이는 본 역의 화산암류를 분출시킨 여러 개의 화도중 하나일 것으로 사료되며(Branney and Kokelaar, 1994), 화도 형태, 합몰 심도 등의 자세한 연구가 앞으로 필요하다.

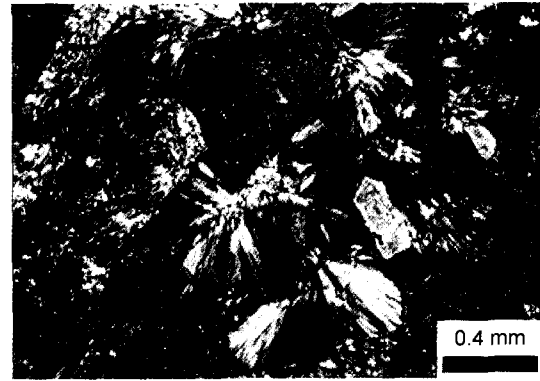


Plate 10. Photomicrograph of the rhyolitic welded tuff showing spherulitic texture (crossed nicols, $\times 40$).

현미경하에서 결정편의 함량은 $31\sim 38\%$ 정도이다(Table 2). 대부분 자형이나 반자형의 사장석이며, K-장석과 흑운모를 함유한다. 결정들의 크기는 $0.3\sim 3$ mm 정도이다. 사장석은 알바이트 쌍정을 나타내고, 일부 알바이트-칼스바드쌍정을 나타내기도 하며, 함량은 약 $20\sim 23\%$ 이다. K-장석은 칼스바드 쌍정을 나타내며, 함량은 약 $8\sim 12\%$ 정도이고, 장석류는 대부분 점토광물로 변질되어 나타난다(Table 2). 암편은 파라택시틱 석리를 보이는 본질 암편이며, 적색의 타원형이나, 불규칙한 형태로 포획되어 있다. 기질부는 피아메나 샤아드의 용결에 의해 유타시틱(eutaxitic), 파라택시틱(parataxitic)석리를 나타내며, 부석류의 탈유리화 작용으로 석영, 장석의 미립으로 치환되어 나타난다. 또한, 장석결정을 중심으로 구과상구조가 나타나기도 한다(Plate 9, 10).

Table 3. Major element abundances (in wt. %) and CIPW norms of the volcanic rocks from the eastern Euseong basin.

Rock unit Sample	AN 072602	AN 072405	AN 072407C	DT 0507	RM 0506	RM 080523	DL 080210	DL 072412	RW 080406
SiO ₂	63.09	62.04	62.04	67.61	71.71	74.24	69.27	69.04	70.26
TiO ₂	0.96	1.01	0.97	0.52	0.22	0.20	0.61	0.55	0.44
Al ₂ O ₃	15.76	16.50	15.65	16.03	14.97	13.76	15.34	15.68	15.51
FeO	5.81	6.13	6.44	-	-	-	3.49	2.82	-
Fe ₂ O ₃	-	-	-	3.13	1.95	1.24	-	-	2.03
MgO	1.94	2.29	2.62	1.09	0.40	0.47	1.01	0.86	0.55
MnO	0.13	0.13	0.12	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.09
CaO	3.98	4.90	4.83	2.65	0.73	0.91	2.01	1.89	1.48
Na ₂ O	4.50	4.24	3.68	4.70	4.11	3.99	3.49	4.64	4.86
K ₂ O	3.052.03	3.04	3.53	5.05	4.61	4.02	3.75	4.11	-
P ₂ O ₅	0.32	0.31	0.28	0.15	0.08	0.06	0.15	0.12	0.11
L.O.I	-	-	-	0.52	0.71	0.45	-	-	0.55
Total	99.53	99.56	99.65	99.48	99.29	99.55	99.45	99.39	99.45
Q	16.47	18.15	17.71	19.99	26.73	31.06	29.28	23.43	22.71
Or	19.25	12.84	19.27	20.99	30.08	27.39	24.77	22.97	24.45
Ab	40.53	38.31	33.36	39.93	34.98	33.88	30.77	40.64	41.31
An	14.71	21.39	18.42	12.24	3.18	4.18	9.50	9.02	6.74
C	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58	0.67	1.97	0.80	0.60
Di	3.41	2.11	4.31	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hy	3.86	5.40	5.24	2.70	1.01	1.18	2.73	2.31	1.38
Mt	0.00	0.00	0.00	0.26	0.23	0.20	0.00	0.00	0.3
He	0.00	0.00	0.00	2.96	1.81	1.11	0.00	0.00	1.84
Ap	0.74	0.72	0.65	0.33	0.18	0.13	0.34	0.26	0.24

AN: andesite lava DT: dacitic lapilli tuff RM: rhyolitic massive tuff DL: dacitic massive lava RW: rhyolitic welded tuff
FeO, Fe₂O₃: total FeO

Table 3. (Continued).

Rock unit Sample	RW 072211	RW 008	IR 080404	ID 080410	ID 072203B	ID 072601B	ID 012707
SiO ₂	70.66	70.89	74.02	57.14	51.96	57.53	56.06
TiO ₂	0.40	0.33	0.12	1.04	1.23	0.93	0.95
Al ₂ O ₃	15.48	15.57	14.06	18.08	17.97	17.24	16.64
FeO	-	-	0.95	7.24	8.83	7.34	-
Fe ₂ O ₃	2.01	1.75	-	-	-	-	7.43
MgO	0.65	0.56	0.15	3.09	6.17	3.95	3.51
MnO	0.03	0.10	0.03	0.14	0.15	0.13	0.31
CaO	1.47	1.17	0.31	7.72	9.60	6.05	5.50
Na ₂ O	4.66	4.62	2.42	4.07	1.61	4.02	3.98
K ₂ O	3.80	4.01	7.56	1.25	1.27	1.73	0.82
P ₂ O ₅	0.09	0.08	0.02	0.39	0.41	0.27	0.30
L.O.I	0.75	0.91	-	0.67	-	-	0.99
Total	99.25	99.09	99.64	100.15	99.19	99.20	95.50
Q	25.34	25.80	30.54	11.06	11.54	11.16	14.26
Or	22.65	23.94	45.32	7.98	8.31	11.12	5.08
Ab	39.68	39.41	20.74	37.06	15.01	36.98	35.22
An	6.82	5.39	1.44	29.37	42.07	25.97	26.26
C	1.22	1.67	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	0.00	0.00	0.00	7.31	6.21	3.88	0.37
Hy	1.64	1.41	0.42	5.18	14.51	9.22	9.02
Mt	0.10	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06
He	1.96	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05
Ap	0.20	0.18	0.05	0.92	1.00	0.65	0.69

RW: rhyolitic welded tuff IR: intrusive rhyolite ID: intermediate dyke
FeO, Fe₂O₃: total FeO

관입암류

본 암은 크게 장석반암, 유문암, 화강암류, 중성

암맥으로 나뉜다. 장석반암은 북쪽과 북서쪽 가장 자리를 따라 유문암질 괴상 응회암을 반원상으로

관입(Fig. 1, 2)하고 있으며, 폭은 약 5 m 이하이다. 노두에서 유백색을 띠나, 풍화를 심하게 받은 곳은 담녹색이나 적갈색을 띤다. 현미경하에서는 석영과 장석이 결정질 섬유상의 배열을 이루는 구과상 구조가 발달되어 있고, 미문상조직도 관찰된다.

유문암은 가사동, 계전리에 분포하며, 가사동에서는 3 m 이하의 폭으로 유문암질 용결 응회암을 관입하고 있다. 이 관입의 형태가 앞에서 언급한 바와 같이 화도 외곽부를 환상으로 관입한 형태를 보이며, 대부분 수직용결엽리를 갖는 응회암을 관입하고 있다. 계전리에서는 하천바닥에 소규모로 노출되어 있다. 노두에서는 유백색대와 암흑색대가 조밀한 간격으로 반복되는 유상엽리(flow foliation)가 잘 발달해 있다.

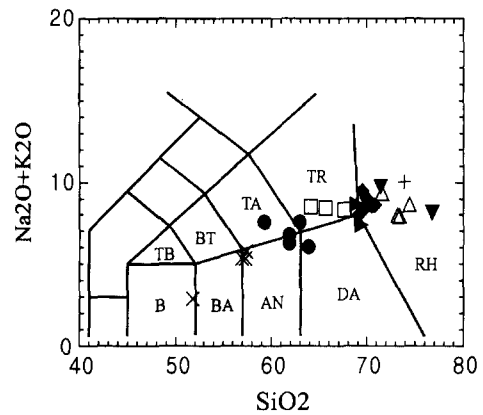
화강암류는 본 역 중앙부인 매현리에 분포하며, 동서 가장자리에 분포하는 암주상의 화강암류와 동일한 암석이다. 대부분 흑운모 화강암으로 나타나며, 중립질로서 사장석 반정이 산출된다. 암색은 알칼리장석의 함량이 많아 분홍색을 띠며, 화강암내 다양한 크기의 포획암이 나타난다. 현미경하에서는 석영, 알칼리장석, 사장석, 흑운모, 각섬석, 녹니석, 불투명광물 등이 관찰된다. 문상 조직과 포이킬리틱 조직이 특징적으로 나타난다.

중성암맥은 화산암류의 가장자리나 단층방향과 평행하게 약 1 m 이하의 폭으로 관입하고 있으며, 비반상, 반상, 세립-등립질조직 등의 다양한 조직을 나타내고, 성분에서도 현무암질 안산암에서 안산암 영역에까지 이른다.

주성분 원소

Fig. 1에 표시된 안산암 용암 시료 5개, 테사이트질 래필리 응회암 시료 3개, 유문암질 괴상 응회암 시료 5개, 유문암질 층상 응회암 시료 2개, 유문암질 용결 응회암 시료 8개, 테사이트질 괴상 용암 시료 2개, 중성암맥 시료 4개, 관입 유문암 시료 1개에 대하여 주성분 원소 분석을 실시하였다. 각 화산암류의 주성분 원소 함량과 그로부터 계산한 CIPW 노름 값은 Table 3과 같다. 화학조성의 변화 경향은 본 연구에서 분석된 자료 16개와 김경동(1994)의 자료 14개를 합하여 고찰하였다.

본 역 화산암류의 전반적인 SiO₂ 함량은 51~74 wt%이며, 그 중에서 안산암 용암의 SiO₂ 함량은 62~63 wt%이고, 테사이트질 래필리 응회암은 64~66 wt%, 유문암질 용결 응회암은 69~70wt%, 유문암질 괴상 응회암은 70~74wt%, 유문암질 층상 응회



B = Basalt BA = Basaltic andesite AN = Andesite DA = Dacite RH = Rhyolite BT = Basaltic trachyandesite TB = Trachy-basalt TA = Trachyandesite TR = Trachyte

Fig. 5. IUGS classification of the volcanic rocks using the total alkali versus silica(TAS) diagram(Le Maitre *et al.*, 1989). Symbols: ●, andesitic lava; □, dacitic lapilli tuff; ▼, rhyolitic bedded tuff; △, rhyolitic massive tuff; ►, dacitic massive lava; ◆, rhyolitic welded tuff; +, intrusive rhyolite; ×, intermediate dyke.

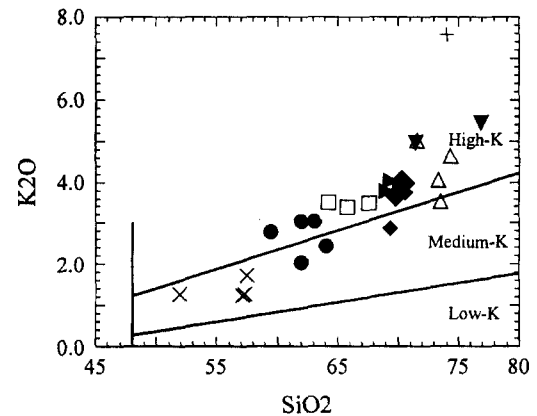


Fig. 6. The subdivision of subalkalic rocks using the K2O vs silica diagram. Symbols are the same as those in Fig. 5.

암은 72~77wt%, 테사이트질 괴상 용암은 69wt%, 관입 유문암은 74wt%, 중성암맥은 51~57wt%의 SiO₂ 함량을 나타낸다.

주성분 원소를 이용한 IUGS 화산암 분류(Le Maitre *et al.*, 1989)에 따르면 안산암 용암은 안산암과 조면암에, 테사이트질 래필리 응회암은 조면암에, 유문암질 용결 응회암과 테사이트질 괴상 용암은 유문-테사이트에, 유문암질 괴상 응회암과 유문암질 층상 응회암은 유문암에, 중성암맥은 현무암질 안산암, 안산암에 각각 해당된다(Fig. 5).

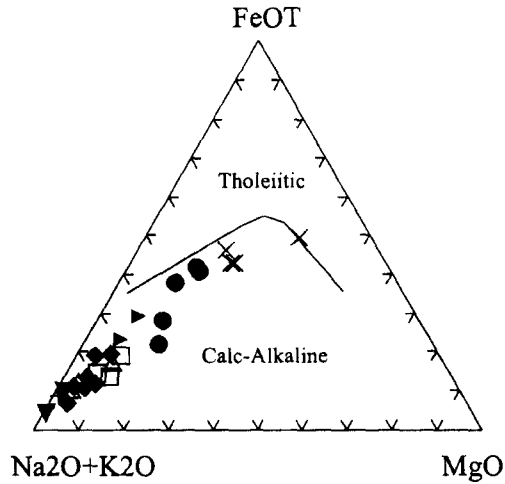


Fig. 7. AFM diagram for the volcanic rocks. The boundary between calc-alkaline and tholeiitic is from Irvine and Baragar (1971). Symbols are the same as those in Fig. 5.

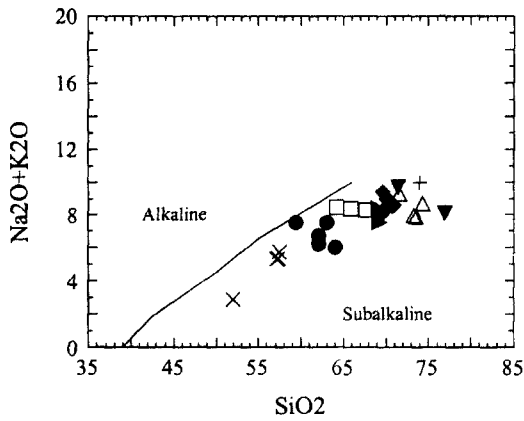


Fig. 8. Plots of $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2 of the volcanic rocks in the eastern Euseong basin. Symbols are the same as those in Fig. 5.

조산대에 분포하는 안산암에 대한 분류(Gill, 1981)에 의하면 본 역의 화산암류는 고-K에서 중-K 영역에 속한다(Fig. 6).

TAS도와 AFM도에 의하면 본 역의 화산암류는 비알칼리 계열 중 칼크-알칼리 계열에 해당된다. 즉, 본 역 화산암류는 분화 초기 단계에서 철이 농집되는 현상을 보이지 않는다(Fig. 7, 8).

주성분 원소에서, SiO_2 에 대한 각 산화물의 변화 경향을 보면, SiO_2 가 증가함에 따라 TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , FeOT , MnO , CaO , P_2O_5 는 감소하고, K_2O 는 증가하며, Na_2O 는 일정한 경향을 보이지 않고 분산

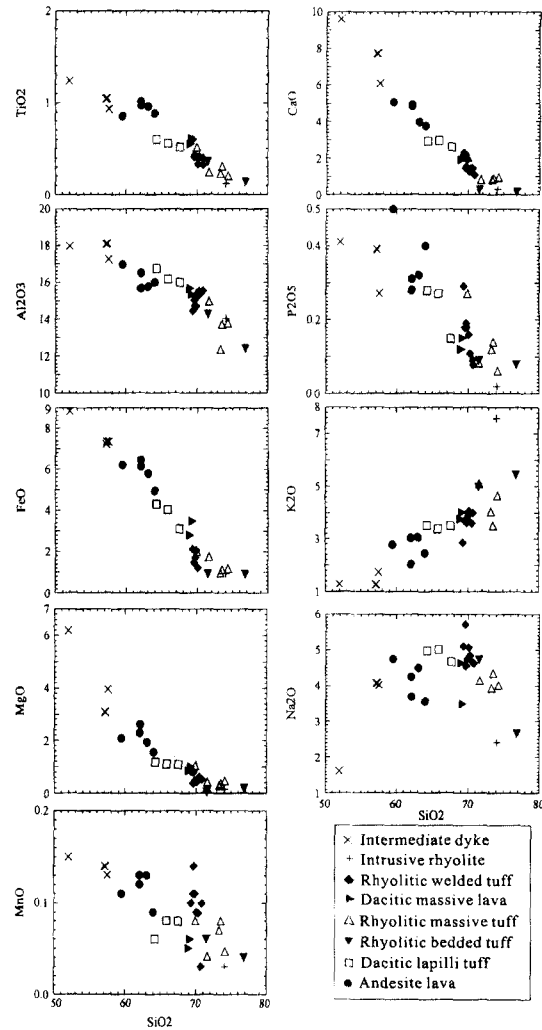


Fig. 9. Major oxide variation diagrams of volcanic rocks in the eastern Euseong basin. Symbols are the same as those in Fig. 5.

된다(Fig. 9). 이러한 경향은 경상분지내 백악기 화산암류에서 나타나는 일반적인 경향과 잘 일치한다(김상욱과 이영길, 1981). 분화가 진행됨에 따라 CaO 와 Al_2O_3 의 직선적인 감소 경향은 사장석의 분별이 현저했음을 나타내며, TiO_2 , FeOT 의 감소는 자철석이, MgO 의 감소는 휘석의 분별정출에 의한 것으로 보인다.

주성분 원소의 함량 변화는 화산층서와는 무관하게 안산암 조성에서 유문암 조성에 이르기까지 전반적으로 연속된 분화경향을 나타낸다. 이것은 화산암류의 화학 조성의 변화가 주로 마그마의 결정

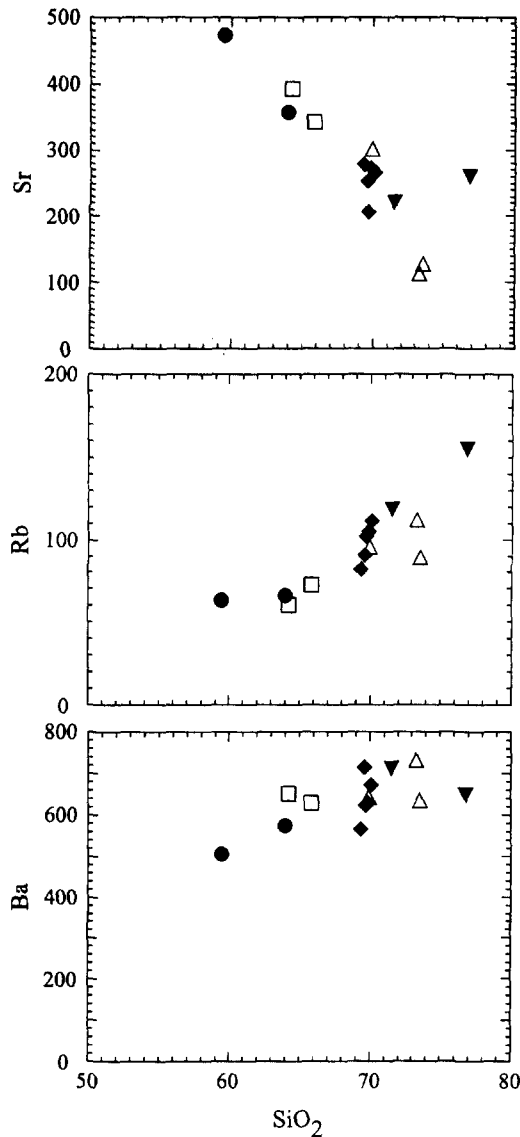


Fig. 10. Trace element variation diagrams of volcanic rocks in the eastern Euseong basin. Symbols are the same as those in Fig. 5.

분화에 의한 것임을 나타내며, 또한 화산암류를 형성시킨 마그마들의 기원 물질이 유사했을 가능성을 지시하는 것이다.

한편, 경상분지 화산암류들은 SiO_2 함량이 약 65 wt%에 해당되는 조성의 암석이 드물다. 그러나, 본 역 북서부에 분포하는 테사이트질 래필리 응회암의 SiO_2 함량이 64~66wt%에 해당된다. 이는 분석 자료의 불충분으로 기인된 것(김춘식 외, 1998)이 아니

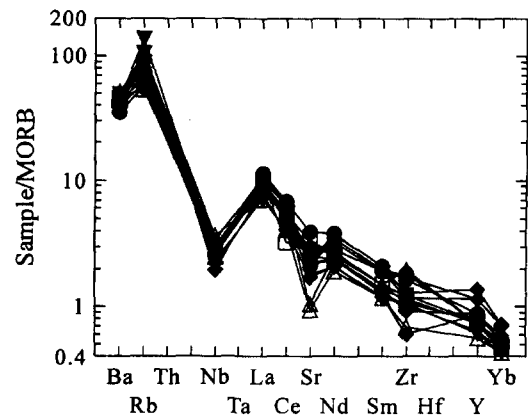


Fig. 11. MORB-normalized trace element patterns in volcanic rocks in the eastern Euseong basin. Symbols are the same as those in Fig. 5.

라 테사이트질 화산활동의 특성 때문에 생기는 현상으로 생각된다. 즉, 고밀도 화성쇄설류(pyroclastic flow)가 느린속도로 이동할 때 생기는 일종의 층류(laminar flow)가 발생할 때에는 저지대나 계곡으로만 화성쇄설류가 이동하여 퇴적됨으로써 방사상의 분포를 보이지 않고 극히 제한된 지역적인 분포를 보이기 때문이다(Walker, 1983).

미량 원소 및 희토류 원소

본 역 화산암류의 미량 원소 함량과 희토류 원소 함량을 김경동(1994)의 자료를 인용하여, 새로이 설정한 화산층서를 바탕으로 재고찰하였다.

본 역 화산암류의 미량 원소는 SiO_2 가 증가함에 따라 Ba, Rb는 증가하고, Sr은 감소하는 경향을 보여준다(Fig. 10). 이 직선적인 변화경향은 보다 매끄러운 마그마로부터 펠식한 마그마로의 결정분화를 나타낸다. 그리고 미량원소의 함량은 전반적으로 평균 MORB값(Pearce *et al.*, 1981)보다 상당히 부화되어 있는 양상을 보여주며, 특히 Ba, Rb, Sr과 같이 합수 유체에서 유동성이 높은 원소들은 상당히 부화되어 나타나는 반면, Ta, Nb, Zr, Y, Yb와 같은 유동성이 낮은 원소들은 거의 같거나 조금 결핍된 양상을 보여준다(Fig. 11). 이는 해양판의 섭입과 관련되어 형성된 호상열도 칼크-알칼리 계열 암석의 특징을 잘 보여주고 있다.

희토류 원소 함량을 평균 콘드라이트(chondrite)(Sun and McDonough, 1989)로 표준화하여 도시하면, 본 역 화산암류는 평균운석에 비해 희토류 원

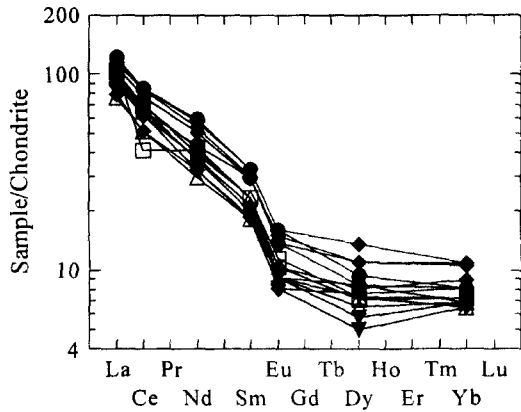


Fig. 12. Chondrite-normalized rare earth element abundances in the volcanic rocks in the eastern Euseong basin. Symbols are the same as those in Fig. 5.

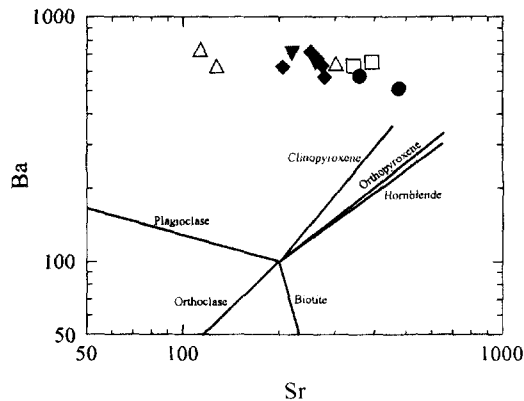


Fig. 13. Sr vs. Ba variation diagram with compositional change by fractionation of minerals. Symbols are the same as those in Fig. 5.

소가 부화되어 있으며, 전체적으로 경희토류 원소(LREE)가 중희토류 원소(HREE)에 비해 부화되어 있다(Fig. 12). 본 역 화산암류의 희토류 원소 패턴은 기울기가 거의 같을 뿐 아니라, 대체로 평행한 배열을 보여주며, 전반적으로 Eu의 부(-) 이상을 가진다. 이 사실은 안산암에서 유문암에 이르는 화산암의 조성 변화에 사장석의 분별작용이 주효했음을 시사하는 것이다.

Fig. 13는 Sr 200 ppm, Ba 100 ppm의 근원물질을 분별정출시켰을 때, 각 광물들의 Sr, Ba 분배계수에 따라 나타나는 분별정출의 경향선이다. 이 그림 위에 연구 지역 화산암류의 자료를 도시해 보면, 본 역 화산암류의 조성 변화는 사장석의 분별에 기인함을 알 수 있다.

이상과 같은 지구화학적 특징들은 연구 지역에 분포하는 화산암류의 조성 변화가 사장석의 분별정출작용이라는 마그마과정에 의해 형성되었을 가능성, 그리고 화산암류를 형성시킨 마그마들의 기원 물질이 유사했을 가능성을 시사하는 것이다.

그러나, 안산암-데사이트-유문암-데사이트-유문암 등으로 이어지는 화산층서는 단일 마그마로부터의 결정분화에 의해 설명될 수는 없다. 결국 연구 지역의 화산활동은 안산암에서 유문암, 그리고 데사이트에서 유문암으로 분화된 최소 2개 이상의 마그마 펄스에 의해 형성되었으며, 각각의 마그마는 사장석의 분별정출작용이라는 분화과정을 거쳐 형성되었을 가능성이 크다.

결론

(1) 의성분지 동부 화산암체는 백악기 퇴적암층을 기반암으로 하고, 하부로부터 안산암 용암, 데사이트질 래필리 응회암, 데사이트질 유상 용암, 유문암질 층상 응회암, 유문암질 괴상 응회암, 데사이트질 괴상 용암, 유문암질 용결 응회암 순으로 쌓여있다. 또한, 유문암질 용결 응회암내에서는 본 역의 화산암류를 분출시킨 여러 화도(vent)중 하나가 발견된다.

(2) 본 역 화산암류의 전반적인 SiO₂ 함량은 51~74wt%이며, 그 중 안산암 용암의 SiO₂ 함량은 62~63wt%이고, 데사이트질 래필리 응회암은 64~66wt%, 유문암질 층상 응회암은 72~77wt%, 유문암질 괴상 응회암은 70~74wt%, 데사이트질 괴상 용암은 69wt%, 유문암질 용결 응회암은 69~70wt%, 관입 유문암은 74wt%, 중성암맥은 51~57wt%의 SiO₂ 함량을 나타낸다. IUGS 화산암분류에 따르면 안산암 용암은 안산암과 조면암에, 데사이트질 래필리 응회암은 조면암에, 유문암질 괴상 응회암과 유문암질 층상 응회암은 유문암에, 데사이트질 괴상 용암과 유문암질 용결 응회암은 유문-데사이트에, 중성암맥은 현무암질 안산암, 안산암에 각각 해당된다.

(3) AFM도와 K₂O-SiO₂도에 의하면 본 역 화산암류는 고-K에서 중-K 칼크-알칼리 계열에 해당되며, 미량 원소와 희토류 원소의 패턴은 지판의 섭입과 관련된 호상열도형 칼크-알칼리 계열 화산암의 특징을 보여준다.

(4) 주성분 원소, 미량 원소, 희토류 원소의 변화 경향으로부터 살펴본 화산암류의 지구화학적 특징은 연구 지역 화산암류가 사장석의 분별정출작용에

의한 마그마과정으로 분화되었으며, 또한 마그마의 기원 물질이 유사했음을 나타낸다.

(5) 화산암류의 화산층서와 지구화학적 특징으로부터 연구 지역 화산암류의 형성은 안산암에서 유문암, 그리고 데사이트에서 유문암으로 분화한 최소한 2개 이상의 마그마 펄스에 의한 화산활동과 마그마의 결정분화로 설명될 수 있다.

사 사

본문에 대한 건설적인 비평을 해 주신 부산대학교 윤성효 교수님과 익명의 심사자께 감사드립니다. 이 연구는 한국과학재단의 97특정기초연구비(과제번호 97-07-03-02-01-3)에 의해 수행되었다.

참고문헌

- 권영일, 이인기, 1973, 한국지질도(1:50,000) 도평도폭 및 설명서, 국립 지질광물 연구소, 8 p.
- 김경동, 1994, 기복-죽장지역에 분포하는 백악기 화산암류의 암석학적 특징, 경북대학교, 석 사학위논문, 61 p.
- 김상욱, 이영길, 1981, 유천분지 북동부 백악기 화산암류의 화산암석학 및 지질구조, 광산지 질, 14, 35~49.
- 김춘식, 윤성효, 정창식, 1998, 신불산-영취산 일대에 분포하는 백악기 화산암류의 화산층서 와 암석학적 연구, 지질학회지, 34(2), 137~153.
- 오인섭, 정국성, 1975, 한국지질도(1:50,000) 기계도폭 및 설명서, 국립 지질 광물 연구소, 25 p.
- 이상만, 김상욱, 진명식, 1987, 남한의 백악기-제3기 화성활동과 지구조적 의의, 지질학회지, 23, 338~359.
- 윤성효, 1988, 화산 환상화성암복합체의 발달사 및 콜드론구조, 지질학회지, 24(3), 267~288.
- 윤성효, 1993, 의성분지 중앙부 금성산 화산암복합체의 화산활동과 콜드론 구조, 지질학회지, 29(4), 309~323.
- 황상구, 1991, 유천소분지 중앙부의 백악기 화산암류의 암석학적 연구, 경북대학교, 박사학위 논문, 199 p.
- Branney, M.J. and Kokelaar, P., 1994, Volcanotectonic faulting, soft-state deformation, and rheomorphism of tuffs during development of a Piecemeal caldera, English Lake District, Geological Society of America Bulletin, 106, 507~530.
- Gill, J.B., 1981, Orogenic andesites and plate tectonics. Springer-Verlag, New York, 336p.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the common volcanic rocks, Jour. Earth. Sci., 8, 532~548.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Wooldey, A.R. and Zanettin, B., 1989, A classification of igneous rocks and glossary of terms, Blackwell, Oxford, 193p.
- Pearce, J.A., Alabaster, T., Shelton, A.W. and Searle, M.P., 1981, The Oman ophiolite as a Cretaceous arc-basin complex: evidence and implications. Philosophical Transactions of Royal Society Series A300, 299~300.
- Sun, S.S. and McDonough, W.F., 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and process. In: Saunders, A. D. and M.J.(eds.), Magmatism in ocean basins. Geological Society of London special Publication, 42, 313~345.
- Walker, G.P.L., 1983, Ignimbrite types and ignimbrite problems, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 17, 65~88.
- Wright, J.V. and Walker, G.P.L., 1980, Eruption, transport and deposition of ignimbrite: a case study from Mexico, Elsevier scientific publishing company, 96p.

(책임편집: 윤성효)

(2000년 11월 5일, 2000년 12월 3일 수리)

Volcanic stratigraphy and petrology of Cretaceous volcanic rocks in the eastern part of the Euseong Basin

Jong-Ok Jeong and Yong-Joo Jwa

Department of Earth & Environmental Sciences, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701, Korea

Abstract : In the eastern part of the Euseong Basin acidic~intermediate volcanic rocks widely distribute on the Cretaceous sedimentary basement. Coeval granitic rocks and dyke rocks intruded into the volcanic rocks. Volcanic stratigraphy of study area are andesite lava, dacitic lapilli tuff, dacitic flow-banded lava, rhyolitic bedded tuff, rhyolitic massive tuff, dacitic massive lava, rhyolitic welded tuff occur from the lower to the upper strata. SiO_2 content of the volcanic rocks range from 51 to 74 wt.%. With the increase of SiO_2 , the contents of TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , FeO , MnO , CaO , P_2O_5 decrease but those of K_2O increase. The contents of Na_2O show dispersive variation. This trend is quite similar to the major oxide variation in the volcanic rocks from the Yucheon sub-basin. The geochemical natures indicate that the volcanic rocks in the study area are discriminated to the island-arc type high K to medium K calc-alkaline rocks. The compositional variation of the volcanic rocks can be explained by the plagioclase fractionation of the volcanic magmas originated from similar source materials. The volcanic stratigraphy seems to have formed by at least two eruptive sequences of andesitic to rhyolitic and dacitic to rhyolitic magmas which underwent crystallization differentiation.

Key words : Euseong Basin, Cretaceous volcanic rocks, volcanic stratigraphy, fractional crystallization