

제주도 동부 섭지코지 지역 선돌분석구의 화산활동 및 암석학적 연구

윤성호*, 고정선, 김석연

부산대학교 대학원 지구과학과, 부산광역시 금정구 장전동 산30번지
(yunsh@hyowon.pusan.ac.kr)

1. 서론

본 연구에서는 제주도 동부 섭지코지 지역의 선돌분석구를 중심으로 야외조사를 하여 선돌분석구의 화산과정을 살펴보고, 이 주변의 용암류의 시료에 대해 암석기재 및 암석 화학적 연구를 수행하여 현무암의 암석기재, 조성분 및 미량성분 원소 등의 특성을 파악하고, 이를 토대로 지체구조적 위치와 마그마 진화과정을 연구하였다.

2. 지질개요

연구지역은 제주도 동부해안 성산도폭(원종관 외, 1993) 중 섭지코지 일원의 해안 저지대에 위치한다. 본 지역은 하부의 알칼리현무암을 신양리퇴적층과 고토양 및 사구모래층이 피복하고 있다. 알칼리현무암은 해안선을 따라 분포하는 은평리용암과 그 상부를 덮고 있는 선돌용암으로 구성된다.

3. 용암류의 암석 기재

3-1. 은평리용암

비정질현무암인 2개의 용암류(S1과 S2)로 해안선을 따라 분포한다. 흑색의 치밀한 석기 내에 소량의 감람석을 포함하고 있는 암회록색을 띠는 다공질이고 기공의 모양이 옆으로 배열되어 있다. 경하에서는 대부분 사장석 래스와 감람석 및 불투명광물로 된 석기가 약 95% 차지하고 있는 미약한 펠로택시틱 조직이 관찰되고 있다. 반정은 대부분 감람석으로 자형과 반자형이며 일부는 타형 및 용식되어 나타나고 있고 때때로 큰 반정들은 심하게 용식되어 골격구조를 보이고 있다. 조직상 반상조직을 보이고 있다.

3-2. 선돌용암

4개의 선돌용암류의 상부에는 수평의 얇은 용암류들이 누층을 이루고 있으며, 황회색

의 스코리아, 클링크 등을 협재하고 있다. 이 평의 얇은 용암류(S6용암)들 사이에 수직으로 유동구조를 가지면서 관입해 있는 수직용암류(S7용암)가 나타나고 있다. S6용암은 현미경하에서 은미정질 석기에 작은 사장석의 침상래쓰가 감람석 반정을 둘러싸면서 미약한 유동구조를 보이는 필로택시틱조직을 나타내고 있으며 감람석 반정과 미반정은 자형 내지 반자형으로 나타나며, 일부 기질부에 의해 융식되어 골격구조를 보이기도 한다. 전체적으로 반상조직을 나타낸다. S7용암은 두께가 약 90cm 크기의 수직 피더(feeder)암맥으로 생각된다.

S9용암은 선돌분석구의 중심부 선돌을 이루는 암경(neck)으로, 경하에서는 은미정질 석기에 감람석, 사장석 래쓰 등이 장축방향으로 배열하여 현저한 유동구조를 보인다. 반정은 자형 내지 융식형의 감람석과 소량의 단사회석, 사장석 미반정으로 구성된다. 그리고 기질부는 미세한 침상의 래쓰가 반정광물 주위를 둘러싸는 필로택시틱 조직을 보이고 있다. S10용암은 선돌분석구의 동측에서 선돌분석구의 스코리아를 덮고 있다.

4. 선돌분석구의 화산과정

선돌분석구는 그 분화구를 중심으로 분석구의 동측, 남측, 서측부(분석구의 7/8)가 해수에 의해 침식 삭박되어 해안절벽에서 화산체의 내부 구조를 잘 노출시키며, 북측부의 일부(분석구의 1/8)가 잔존되어 원래의 bed form, 퇴적구조를 잘 노출시킴으로서 화산기구를 명확하게 이해할 수 있다. 선돌분석구는 그 기저 직경이(Wco) 대개 350m 이며, 최고 높이는 해발 45m 이상(현재 최고 고도는 30m)이며, height/width는 1:7.7 정도이다. 이의 중앙부에는 직경 50m 이하의 pit crater가 있었던 것으로 추정되며, 그 분화구의 중심부 내부에 용암이 관입하여 현재 암경을 이루고 있으며, 암경 주변부를 원형으로 용암류가 관입 정치해 있다.

본 분석구의 표면은 흑색 및 암갈색의 암괴, 화산탄, 스파터 등의 표출물로 덮여 있는데, 대부분 산화도 증가에 일치하는 분명한 색깔 변화를 보인다. 동북측 단면에서 상부에는 암회색의 cinder(60~80%)와 화산탄(10~20%), 암회색의 치밀한 암괴(5~10%), 화산회(5~10%) 등의 여러 형태의 표출물이 관찰된다. 이들의 분급이 다소 양호하며, 서로 기계적으로 지지되고 있다. 미약한 점이층리를 형성하며 경사는 30~40° 정도이며, 상부는 45° 에 이른다. 그 하부는 보다 조립의 적갈색 화산탄과 암괴가 풍부하며, 기저부에는 스파터가 많으며, 부분적으로 소규모의 용암류를 포함한다. 경사각은 15~25° 이다. 분석구의 중심부 부근의 하부에 스파터와 큰 화산탄의 풍부한 것은 스트롬볼리안 분출 초기에 스파터를 위주로 표출이 되었으며, 차츰 화산탄과 화성쇄설물을 분출하다가 후기에는 다소 세립의 cinder 위주로 포출되었음을 나타낸다.

선돌분석구는 화산활동 초기에 상승하는 마그마에 휘발성 성분이 증가하거나 또는 소량의 물이 유입됨으로써 마그마의 일류가 아닌 마그마성 폭발작용이 일어나 초기에는 점성을 가진 용암 스파트와 이의 파편인 암괴가 함께 분출하였으며, 차츰 물의 역할이 강조

됨에 따라 폭발력이 증가하여 간헐적으로 화산탄을 포함하는 분출단계를 지나 후기에는 cinder 위주로 포출하는 스트롬볼리언 분출을 하였다. 화도 내에 마그마 개스의 고갈로 폭발력은 소진되고 지속적인 마그마의 공급으로 용암 분류 활동상 위주로 변화한 것으로 사료된다.

5. 암석 화학

용암류는 전이대현무암(transitional basalt)으로 분류될 수 있다. 또한 SiO₂성분이 48.6~51.3 wt.%, MgO성분이 6.27~8.87 wt.%의 범위를 나타낸다.

본 연구 지역의 현무암은 MgO가 8.87 wt.%에서 6.27 wt.%로 감소함에 따라, CaO(8.80~8.14wt.%)는 감소하는 반면, SiO₂(48.6~51.3 wt.%), Al₂O₃(14.64~15.49 wt.%), Na₂O(3.21~3.56wt.%)는 점진적으로 일정하게 증가하는 경향을 나타내는데, 이는 사장석이 주된 정출광물이 아니었음을 나타낸다. 비교적 좁은 범위의 SiO₂변화에 대하여 MgO성분의 변화가 큰 것은 감람석과 단사회석의 정출이 분화작용에 주된 영향을 미쳤음을 지시한다. 호정성 원소의 변화는 MgO함량 변화에 대하여 비교적 뚜렷한 정(+)의 상관관계를 가지며, MgO함량이 감소함에 따라 Ni과 Cr함량은 급격하게 감소하는 데, 이는 감람석, 휘석과 같은 초기 정출 광물의 분별결정작용을 반영한다고 볼 수 있다. Ba, Zr, Rb, La, Nb의 변화는 Th의 변화에 대해 뚜렷한 정(+)의 상관관계를 보인다.

6. 조구적 위치 및 성인

Ti-Zr-Y 함량비에 의한 조구적 위치 판별도에서 지판 내부 현무암영역(WPB)에, Hf-Th-Nb 성분 조구적 위치 판별도에서는 지판내부환경의 알칼리 현무암류 영역에 도시된다.

미량성분 원소의 조성 특징을 원시 맨틀값(Sun, 1982)으로 표준화한 거미성분도에서, Rb, Ba, 및 Th과 같은 LIL(Large ion lithophile)원소가 부화된 반면, 석류석에 호정적인 Y와 Yb, 휘석에 호정적인 원소인 Sc으로 감에 따라 감소하고 감람석과 휘석류에 호정성이 있는 Ni과Cr은 원시 맨틀에 비하여 결핍된 특징을 나타낸다.

7. 참고문헌

- 원종관, 이문원, 이동영, 손영관, 1993, 성산도폭 지질설명서. 건설부/제주도, 수자원공사, 59p.
- Sun, S.S., 1982, Chemical composition and origin of the earth's primitive mantle. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 46, 179-192p.