

구산동 응회암의 암석기재 및 지구화학적 연구

정종옥, 좌용주

경상대학교 지구환경과학과 (king-ca@hanmail.net)

1. 서론

경상분지 화산활동사를 살펴보면 유천층군의 본격적인 화산활동이 있기 이전, 안산암과 현무암이 간헐적으로 분출되던 하양층군 퇴적시기에 있어서, 구산동응회암의 산성화산활동이 있었음은 매우 특이한 사건이라 할 수 있다. 구산동응회암에 대한 기존 연구로는 손진담(1976), 장기홍(1977, 1985), Choi(1986), 김충현(1990), 장기홍 외(1998), Jeon(2002)에 의해 응회암의 측방 연장성, 건층(key bed)으로서의 가치, 퇴적과정 및 분출형태에 대한 퇴적학적인 연구는 활발히 진행된 반면, 마그마 성인에 대한 연구는 전혀 보고된 바 없다. 이 연구에서는 모드분석, XRD 정성분석, 주성분원소 및 미량원소 분석 등을 통하여 구산동응회암에 대한 암석기재적인 특징 및 지구화학적 특징을 고찰하여 암상구분, 상호관계, 마그마 분화양상 등을 밝히는데 그 목적이 있다.

2. 일반지질

구산동응회암은 경북 영천군 신령읍에서 처음 발견되어 '신령역암'이라 불리었으나(손진담, 1976), 그 후 본 암은 응회암임이 확인되었고 '구산동응회암'이라 명명되었다(장기홍 외, 1977). 본 암은 주로 범람원 퇴적층인 함안층과 호성층인 진동층 사이에 협재되어 나타나며, 함안층이 분포하는 경상분지의 남부(밀양소분지)에서는 대체로 함안층 최상부에 위치하고, 경상분지 중부(의성소분지)에서는 춘산층의 기저층으로 규정되어 있다(장기홍 외, 1998). 함안층은 주로 적색층을 함유한 셰일, 역암, 이암으로 구성되어 있으며, 진동층은 암회색 셰일과 사암으로 구성되어 있다. 구산동응회암은 의성소분지와 밀양소분지 전역에 걸쳐 분포하지만, 영양소분지에서는 아직 발견되지 않는다. 화강암 내지는 화강반암과 유사한 암상을 가지고 있으나, 파각상의 석영, 장석 결정편이 다량 함유되어 있어 응회암임을 쉽게 알 수 있다. 장기홍 외(1998)는 두께가 거의 일정(2~3m)하고, 동일한 암상을 가지는 유문-석영안산암질 결정질 응회암(rhyo-dacitic crystal tuff)이며, 열극을 통한 동일시기에 동일기원의 마그마로부터 유래되었다고 한다. 구산동응회암의 저어콘 U-Pb 등시연령은 113 ± 10 Ma로 대략 Aptian-Albian 경계에 해당된다(장기홍 외, 1998).

3. 암석기재

구산동응회암은 의성소분지에서는 사곡층과 춘산층의 경계에 나타나고, 밀양소분지에서는 함안층과 진동층의 경계부근에 나타나지만, 함안지역에서부터 남쪽으로는 함안층 중부에 나타난다. 일반적으로 구산동응회암 하위에는 암회색 이암층이 나타나며, 상위에는 불규칙한 경계면을 가지는 사암층이 두껍게 퇴적되어 있다. 밀양소분지에 나타나는 본 암은 대부분 혼펠스화되어 있으며, 의성소분지에서는 풍화가 심한 편이다.

응회암층은 1매 나타나며, 입자크기에 따라 하부층(Lower Layer)과 상부층(Upper Layer)으로 구분된다. 하부층(LL)은 세립 내지 조립사암(fine~coarse sand)크기의 입자를 가지며, 기질에 비해 결정편의 함량이 극히 많은 것이 특징이다. 남해군 창선면 천포리에서부터 달성군 구지면 대암리까지만 나타나며, 북쪽으로는 더 이상 연장되지 않는다. 두께는 약 6~

34cm이다. 상부층(UL)은 심조립 내지 그레놀(very coarse sand~granule)크기를 가지며 기질과 결정편의 함량이 비슷하거나 결정편의 함량이 많다. 두께는 약 1.1~24m로 지역에 따라 다양하게 나타나지만, 대체로 의성소분지에서 두껍고, 밀양소분지에서는 얇게 나타난다.

본 연구에서, 여러 암석기재적인 특징(하부층의 유무, 암편의 함량, 결정편의 함량, 상부층의 암색분대, XRD 정성분석)을 살펴본 결과, 크게 두 지역(남해-창녕 지역, 대구-의성 지역)으로 구분됨을 알 수 있었다.

남해-창녕 지역의 구산동응회암은 남해군 창선면 천포리에서부터 달성군 구지면 대암리까지 분포하며, 두께는 약 1.4~4.7m로 산출된다. 하부층(LL)의 두께는 약 6~34cm로 다양하지만, 진주지역에 가까울수록 두께가 감소하는 경향을 보인다. 입자의 크기는 세립 내지 조립사암(fine~coarse sand)크기이며, 기질에 비해 결정편의 함량이 극히 많은 것이 특징이다. 노두에서 담녹색 또는 녹회색을 띠며, 결정편의 종류는 상부층(UL)과 유사한 석영, 정장석, 사장석, 흑운모, 녹니석, 저어콘 등으로 구성되어 있으며, 결정과 결정사이를 흑운모와 녹니석이 메우고 있는 형태를 하고 있다. 상부층(UL)의 두께는 약 1.1~4.5m이며, 노두에서는 하부의 담녹색대와 상부의 담홍색대로 구분되는 암색분대가 형성되어 있다. 결정편의 종류는 석영, 사장석, 정장석, 흑운모, 저어콘 등으로 구성되어 있으며, 외래 결정편으로 생각되는 석영, 백운모, 미사장석 결정편도 소량 나타난다. 석영은 파각상이거나 용식되어 나타나고, 장석류는 반자형 내지 파각상으로 나타나며, 정장석은 대부분 퍼사이트(perthite)형태로 나타난다. 결정편의 크기는 대부분 0.5~2mm 정도이며, 기질에 비해 결정편의 함량이 약간 높은 유리-결정질 응회암(vitric-crystal tuff)이다. 암편은 2~7mm크기의 적색 또는 녹색 세일, 사암, 복운모 화강암 등이 소량 함유되어 있다.

대구-의성 지역의 구산동응회암은 대구시 서구 용산동에서부터 청송군 안덕면 명당리까지 분포하며, 동쪽 청송읍기부와 북쪽 영양소분지에서는 더 이상 연장되지 않는다. 의성소분지에는 백악기 말-제 3기 초에 발생한 화산암구구조로 인하여 화산, 선암산, 금성산 칼데라 주변에 환상으로 분포하거나 동-서방향으로 연장되어 나타난다. 본 역의 구산동응회암은 하부층(LL)이 나타나지 않아, 하위의 암회색 이암층과 상부층(UL)이 직접 접하고 있는 것이 큰 특징이다. 상부층(UL)의 두께는 약 1.4~24m로 큰 변화를 보인다. 노두에서는 담녹색 또는 녹회색을 띠며, 남해-창녕지역에 나타나는 암색분대는 나타나지 않고, 하나의 피상층으로 나타난다. 결정편의 종류는 석영, 정장석, 사장석, 흑운모, 저어콘 등으로 구성되어 있으며, 외래 결정편으로 생각되는 석영, 백운모, 미사장석 결정편도 소량 나타난다. 석영은 대부분 2~5mm크기의 파각상 내지는 용식되어 나타나고, 정장석은 약 2~4mm크기의 반자형 내지 파각상으로 나타나며, 사장석은 알바이트 쌍정을 보이며 크기는 약 2mm내외의 반자형 내지 파각상으로 나타난다. 전체적인 결정편의 크기는 대략 2~5mm 정도이고, 암편이 상당량 포함되어 있는 암편-결정질 응회암(lithic-crystal tuff)에 해당된다. 진주-창녕지역에 비해, 결정편의 함량과 크기가 증가하고, 사장석에 비해 정장석의 함량도 급격히 증가하는 양상을 보인다. 암편의 크기는 최소 5mm에서 최대 약 7cm까지 나타나며, 외형은 상당히 불규칙하다. 암편의 종류는 대부분 암녹색 내지 암갈색 이암이며, 실트암, 사암, 규암, 화강암 등이 소량 함유되어 있다.

4. 지구화학적 특징

지구화학적인 특징에서도 두 지역이 큰 차이를 보이기 때문에 남해-창녕지역과 대구-의성지역으로 구분하여 지구화학적 성질을 고찰해 보았다. 우선 응회암에 대한 화학조성에서 암석들은 모두 유문암질 조성을 나타낸다. 그리고 응회암은 비알칼리계열이며 칼크-알칼

리계열에 속한다. 알루미나 포화도에서는 부분적으로 메타알루미나질을 보이지만, 대개는 과알루미나질을 보인다. 이 알루미나 포화도는 응회암의 규산 성분이 많아질수록 증가하는데, 마그마의 분화에 따른 알루미나 포화도의 증가는 잘 알려진 경향이다.

주성분원소의 함량 변화를 보면, 남해-창녕지역과 대구-의성지역의 응회암들에서 아주 뚜렷한 차이를 보인다. SiO_2 함량을 분화지수로 잡을 때, 이 두 응회암들은 마그마 분화에서 연속적인 경향을 보이지 않아 성인적인 관련성이 거의 없음을 지시한다. 동일한 SiO_2 함량의 범위에서 대구-의성지역의 응회암들에서 TiO_2 , FeOT , MgO , K_2O , P_2O_5 의 함량이 높게 나타난다. 그 중에서도 특히 K_2O 함량의 차이는 응회암에 포함된 K-장석 광물편 함량의 차이를 대변하는 것으로 생각된다.

알칼리 함량 ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)과 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 의 비에서도 대구-의성지역의 구산동응회암이 높게 나타나는 반면, FeOT/MgO 의 비에서는 규산 성분이 증가할수록 남해-창녕지역의 응회암에서 급증하는 경향을 보인다. 이러한 차이는 마그마의 성인 및 분화양상과 밀접한 관련성이 있다.

미량원소의 함량 변화를 보면, 원소들의 함량 변화가 매우 불연속적으로 나타나 두 지역 응회암들의 성인적 관련성이 아주 희박함을 알 수 있다. 미량원소의 함량을 이용한 지체구조 판별도에서는 구산동 응회암들이 화산호 환경에서 생성된 마그마로부터 유래되었음을 나타낸다.

5. 결론

구산동응회암의 상, 하위 층준에 분포하는 퇴적암의 암질 및 암색이 유사하며, 기질-결정편-암편의 구성비에 따라 두 지역을 분류에 보면, 남해-창녕지역은 유리-결정질 응회암(vitric-crystal tuff)에, 대구-의성지역은 암편-결정질 응회암(lithic-crystal tuff)에 각각 해당되며, 남쪽에서 북쪽으로 갈수록 결정편의 함량과 크기, 암편의 함량과 크기가 증가한다. 남해-창녕지역은 하부층(LL)이 나타나고 상부층(UL)의 암색분대도 나타나는 반면, 대구-의성지역은 모두 나타나지 않는다. 구산동응회암은 화산호 환경에서 유래된 칼크-알칼리계열의 마그마로부터 형성된 유문암 조성의 화산암이며, 두 지역의 응회암들은 그 화학조성에 차이를 보인다. 따라서 거의 동일한 시기에 비슷한 환경에서, 서로 다른 두 마그마로부터 형성되었을 가능성이 있다.

6. 사사

지구화학 분석에 도움을 주신 한국해양연구원의 이종익 박사님, 허순도 박사님께 감사드립니다. 이 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (2000-2-13100-003-5)의 지원으로 수행되었다.

7. 참고문헌

- 김충현, 1990, 경상분지 서남부 함안층-진동층 경계부의 층서 및 퇴적, 경북대학교 대학원 석사학위 논문, 49 p.
- 손진담, 1976, 경상북도 군위-대울동-신령 일대의 상부 백악계 층서 및 지사, 복현지질, 2, 13-19.
- 장기홍, 이재영, 고인석, 김상욱, 1977, 한국지질도(1:50,000), 구산동도폭 및 설명서, 자원개발 연구소, 25 p.

- 장기홍, 1977, 경상분지 상부 중생계의 층서, 퇴적 및 지구조, 지질학회지, 13, 76-90.
- 장기홍, 1985, 한국지질론, 민음사, 서울, 270 p.
- 장기홍, 박순옥, 1997, 경상분지 중앙부의 구조발달사와 화산활동사, 자원환경지질학회지, 30, 143-151.
- 장기홍, 이윤중, 스즈키 카즈히로, 박순옥, 1998, 백악기 구산동응회암 저어콘 결정들의 형태, CHIME 연령 및 지사적 의의, 지질학회지, 34, 333-342.
- Choi, H. I., 1986, Sedimentation and evolution of the Cretaceous Gyeongsang Basin, southeastern Korea, Journal of Geological Society of London, 143, 29-40.
- Jeon, Y. M., 2002, Eruptive and emplacement processes of a low-aspect-ratio, crystal-rich ignimbrite(the Kusandong Tuff, Cretaceous Gyeongsang Basin), Master's thesis, Gyeongsang National University, 84 p.