

청송 동부 주왕산옹회암의 마그마 진화

Magmatic Evolutions of the Juwangsang Tuff, southeastern Cheongsong

정성욱¹, 황상구¹

¹안동대학교 지구환경과학과(hwangsk@andong.ac.kr)

1. 서 언

회류옹회암(ash-flow sheet)은 아마도 와류 정치 때문에 분급이 불량하고 조성이 균질하다. 두꺼운 회류옹회암 대부분 현저한 용결대와 결정화대를 가지며, 이러한 용결대와 결정화대의 형성은 이 옹회암의 일차적인 화학적 성질을 감지할 수 있을 정도로 수정하지 않는다. 그러므로 회류암층은 화학조성 혹은 반정조성의 수직 혹은 측방 변화를 감지할 수도 있다 (Smith, 1960a; Ratte and Steven, 1964; Giles, 1967; Hervig and Dunbar, 1992; Streck and Gruder, 1997). 이러한 회류암층은 상대적으로 하부에서 균질 옹회암에서 상부로 가면서 더 고철질 옹회암으로 전이된다. 이러한 조성변화는 용적이 큰 회류암층일수록 더 강하게 나타난다.

회류옹회암층 내에서 조성변화는 이들을 유래시킨 마그마챔버 내의 일차적인 조성구배를 반영하며 주요한 마그마 과정을 기록하는 것이 일반적이다(Hildreth, 1979, 1981; Smith, 1979; 황상구, 1997; 황상구·정창식, 1998; 황상구, 2002a; 황상구·김상호, 2006). 따라서 주왕산옹회암의 단면에서의 화학적 성질과 조성변화를 검토함으로써 분출전 하나의 마그마챔버 내에서의 조성구배와 마그마 진화를 고찰해 보고자 한다.

2. 지질개요

경상분지 북동부의 태행산에서 보현산, 내연산에 이르는 지역은 주왕산 화산지역에 해당된다. 이 화산지역은 적절하게 기재되어 왔지만 심하게 침식된 화산지대이기 때문에 여러 층서단위로 구분된다. 이 중에서 산성 화성쇄설암이 가장 우세하며 이들은 중간에 안산암 용암 또는 퇴적암이 협재되어 있어 여러 층으로 구분되고 공급지와 조성이 다르기 때문에 지품화산층, 내연산옹회암, 주왕산옹회암, 너구동층, 무포산옹회암, 구암산옹회암 등의 여러 층서단위로 구분되었다(황상구, 1998; 황상구, 2002).

주왕산옹회암은 주왕산 화산지역의 4개 회류 냉각단위 중에서 상당히 넓게 퍼진 큰 용적의 회류 냉각단위 중 하나이다. 즉 이는 청송 동부에서 큰 용적의 유문암질 화산작용의 제3기 전기 사건을 나타내는 대규모 회류 물질이다.

3. 암석기재

주왕산옹회암은 구성원에 따라 분류하면 모두 파리질옹회암에 속하지만, 결정, 암편과 부석 등의 함유비율에 따르면 결정풍부 파리질옹회암(crystal-rich vitric tuff), 암편풍부 파리질옹회암(lithic-rich vitric tuff)과 부석풍부 파리질옹회암(pumice-rich vitric tuff)으로 구분된다.

4. 암석화학적 성질과 분류 및 변화

주왕산옹회암에 대한 조성변화를 살펴보기 전에 먼저 화학적 성질부터 검토해 볼 필요가 있다. 왜냐하면 이 옹회암의 경계부에는 최하부에 결정풍부 옹회암과 상위에 옹회질 이암

등의 이질적인 암상이 산출되므로 이들이 우선 화학적 성질이 다르다는 것을 찾아낼 필요성이 있기 때문이다. 즉 주왕산 마그마체를 대표하는 화학적 성질과 다른 성질의 암석이 존재할 수도 있기 때문이다.

화학분석치는 주왕산옹회암에서 주방 계곡, 거대리 계곡 측정단면으로부터 10개 주원소, 23개 미량원소와 14개 희토류원소 분석치를 얻었다. 이 분석치는 일반적으로 각 단면에서 상부 방향으로 정리하였으며 이 순서는 대체로 각 구간마다 화학적 조성변화와 일치된다. 그러나 단면과의 상세한 관계는 흐름단위의 불규칙한 분포로 인하여 정확한 대비가 어려워 더 복잡하겠지만 모두 칼크알칼리 계열의 화학적 성질을 나타낸다.

5. 마그마챔버의 조성누대 및 마그마 진화

주왕산옹회암은 부석풍부 파리질옹회암에서 육안으로 볼 때 조성이 동일한 것으로 보이지만, 균질하지 않고 미약하게 지그재그형으로 변한다는 것을 알았다. 암편풍부 파리질옹회암에서는 중규산 유문암질에서 저규산 유문암질로 변하고 부석풍부 파리질옹회암에서는 3구간으로 나뉘어 각 구간마다 적지만 하부가 고규산 유문암질에서 상부가 중규산 유문암질로 변한다. 이러한 조성변화는 널리 퍼진 희류옹회암의 특징이며, 주왕산옹회암의 마그마진화 해석에 매우 중요한 관찰이다.

주왕산옹회암의 마그마 과정에 대한 근본적 문제는 먼저 구간마다 고규산 유문암질에서 중규산 유문암질로의 조성변화의 원인을 찾는 데 있다. 주왕산옹회암층은 조성구배가 적지만 일관성 있게 조성변화하고 단일 냉각단위로 급속히 분출되었기 때문에, 희류암층 내의 여러 부위에서 조성비율은 분출 직전 마그마챔버에서의 조성변화에 대한 좋은 증거가 된다. 이 화학적 조성누대를 설명하기 위해 제안된 가장 중요한 기구 중에는 결정분별작용과 열중력확산이 있다. 주왕산옹회암은 대부분 경우에 반정 함량이 매우 적기 때문에 분별결정작용에 의해 조성누대를 설명하기에 충분하지 않다(1966; Hildreth, 1979). 따라서 주왕산옹회암에서는 마그마챔버에 존재하는 가상적인 조성차이를 설명해 줄 수 있는 것으로서 열중력확산이란 기구가 필요하다. 대류의 도움으로 일어나는 소켓 분화과정이 규질 마그마에서의 온도구배에 따라 액체 상태에서 화학 성분의 확산을 야기시킨다는 것이다(Hildreth, 1981). 이런 식으로 마그마챔버 내에 아마도 화학적 조성구배를 일으킬 수 있을 것이다.

6. 결 론

주왕산옹회암층 내에서 체계적인 조성변화는 조성누대 마그마의 점진적인 배출에 의한 빠른 분출작용을 반영하며, 지그재그형 조성변화는 초기에서 중기로 가면서 방출률이 강하게 증가되다가 갑자기 떨어지고 다시 중기에서 후기로 가면서 방출률이 심하게 증가되는 활동을 4차례 일으켰던 것을 나타낸다. 즉, 주왕산옹회암은 초기에서 후기로 가면서 방출률 증가가 4차례 일어나 지그재그형의 상향고철칠 누대를 형성했던 것이다.

주왕산옹회암은 상대적으로 고규산 유문암질 마그마가 저규산 유문암질 마그마 위에 놓이는 누대 마그마체가 상부에서 하부로 연속적인 분출에 의하여 형성되었음을 지시한다. 이는 조성변화가 거의 평형조건 하에서 액체로부터 결정이 분별에 의해 분리된 결과이거나 혹은/그리고 온도구배에 따라 액체 상태에서 화학 성분의 열중력확산에 의해 야기된 것으로 해석된다.