

청송 남동부 구암산 칼데라의 형태

황 상 구

안동대학교 자연과학대학 지구환경과학과

1. 서 언

청송 동부와 남동부 일대에는 여러 층의 두꺼운 산성 회류응회암이 넓게 분포하여 이들의 흐름방향을 추적하여(황상구 외, 1998; 안웅산, 1999; 조남식, 2001) 공급지로서 흔히 칼데라를 예상할 수 있었으나 발견된 바 없었다. 그러나 청송 남동부 구암산 일대의 복잡한 백악기 화산암류의 층서를 구분하면서 구암산 칼데라를 발견하게 되어 이의 성격에 대해 보고한다. 구암산 칼데라 내외부에는 중성 및 산성 화산암류로서 분출암류와 환상관입체가 노출된다. 이들에 대한 층서적인 문제와 화산화적인 해석과 구조적인 이해를 동시에 해결함으로써 구암산 칼데라의 형태와 진화를 알아낼 수 있다.

2. 지질개요

본역의 지질은 의성소분지 동부에 해당되어 크게 백악기의 퇴적암류, 분출암류와 관입암류를 노출시킨다.

퇴적암류는 본역 남서부에 분포되며 서쪽으로 크게 연장된다. 퇴적암류는 대구층으로 되어 있지만(권영일과 이인기, 1973) 현재 춘산층과 신양동층에 속할 것으로 해석된다. 본 암류는 주로 녹회색 내지 회색의 세일과 사암으로 구성되는 것이 특징이지만 하부에서는 저색 사암과 세일과 교호된다. 이들의 층리는 대체로 북동 방향으로 10~15° 내외로 경사된다. 그러나 화산암류와 인접되는 곳에서는 불규칙하지만 대체로 화산암류 분포지 쪽으로 기울어진다. 그리고 이 퇴적암류는 산성 분출암류 중 내연산응회암과 무포산응회암 사이에서 동쪽으로 길다랗게 켜기상으로 연장된다. 이 두 층서단위 사이에서 퇴적암류의 두꺼운 협재는 퇴적암류의 상부가 본격적인 화산활동 중간에 긴 휴지기간 동안에 퇴적되었음을 의미한다.

분출암류는 하부의 중성 분출암류와 상부의 산성 분출암류로 구분된다. 중성 분출암류는 도평도폭에서 안산암질암로 묶어 놓았고(권영일과 이인기, 1973) 기계도폭에서 화산각력암으로 묶어 하나로 취급하였다(오인섭과 정국성, 1975). 그러나 이들은 여러개의 회류응회암, 용암과 층회암의 호층으로 구성된다. 구체적으로 이들은 하부로부터 유문암질 내지 안산암질 회류응회암, 안산암질 용암, 층회암, 현무안산암질 용암과 회류응회암 순으로 놓이며 성층화산의 일부분을 나타낸다. 이들의 조성은 층회암을 제외하면 하부의 유문암질에서 대사이트질, 안산암질, 현무안산암질로 점진적인 변화 경향을 나타낸다.

산성 분출암류는 도평도폭에서 관입암류를 포함하여 하나로 기재하였지만(권영일과 이인기, 1973) 여기서 관입암류를 제외한 응회암들만을 총칭한다. 이 응회암들은 대부분 회류응회암들이고 이들 중간에 퇴적암 혹은 화산각력암의 협재, 암상과 공급지의 차이에 의해 내연산응회암과 무포산응회암(황상구, 1998), 구암산응회암(황상구, 2001) 등의 총서단위로 구분된다.

구암산응회암은 환상암맥 내에만 분포하며 무포산응회암의 상위에 놓이고 하부에 화산각력암에 해당되는 것도 있다. 이 응회암은 구암산 칼데라 형성에 관련있는 것으로 판단되어 독립적인 총서단위인 구암산응회암으로 칭하였다. 본 암층은 최고 약 850m 이상의 두께를 나타내지만 틸팅으로 인하여 변화가 심하다. 본암은 담회색 내지 암회색을 나타내며 대체로 앞의 다른 회류응회암에 비해 부석과 결정이 적게 함유하고 화산회가 풍부한 파리질 응회암에 속한다. 또한 본암은 암편도 풍부한 편이며 이들의 크기와 함량은 상하로 혹은 측방으로 다르기 때문에 회류단위를 구분하고 공급지의 방향을 분석하는데 이용될 것으로 생각된다. 대체로 이 암편들은 하부로 갈수록 풍부하고 남서부와 남동부 암맥 쪽으로 갈수록 크진다. 부석들은 암회색을 띠고 작으며 상부로 갈수록 심하게 용결되어 있어 용결엽리를 나타낸다.

그리고 관입암류는 맥암류와 심성암류로 구분된다. 맥암류는 최후의 분출암인 구암산응회암을 관입하고 폭이 수십m에서 수백m에 이르며 대부분 산출패턴이 환상관입체를 나타낸다. 이들은 대체로 회백색 내지 도홍색을 띠고 비현정질 내지 세립질로서 유문암질에서 대사이트질 조성을 나타낸다. 화성구조는 폭이 좁은 곳에서 유대상 구조가 흔히 발견되고 넓은 곳에서 유대상 구조가 거의 나타나지 않고 반상 구조나 석정상(stony) 구조를 나타낸다. 심성암류는 본역 북서부에 노출되는 암주상 관입체로서 도평도폭에 의하면 백악기 혹은도 화강암이다(권영일과 이인기, 1973).

3. 칼데라 형태

구암산 일대에서 구암산응회암의 제한적 분포와 총서적 부조화, 환상암맥의 존재 등은 구암산 칼데라의 존재를 인식케 한다. 칼데라의 형태는 일차적인 선행물질이 화성활동에 따른 변형작용에 지배되어 나타난다. 이 일대의 구조적인 정보는 칼데라 내외의 엮이나 총리 측정과 암석단위들 간의 경계추적으로부터 얻어진다. 이러한 정보는 구암산 칼데라의 형태를 이해하는데 충분하다.

구암산 칼데라의 구조적 경계는 환상암맥의 중간선을 따라 구획된다. 그래서 필자는 암맥의 중간선을 이상적으로 연결하여 그 내부를 구암산 칼데라 영역으로 정의한다. 칼데라 내부는 주로 내연산응회암, 무포산응회암과 구암산응회암이 존재하며, 이 연변부의 환상단열대를 따라 유문암맥이 환상으로 관입되고 중앙부에 다른 유문암맥이 여러 곳에 불규칙하게 관입되어 있다.

구암산 칼데라는 직경이 북서-남동 방향 약 9.2km, 북동-남서 방향 약 8.0km를 가진 거의 원형을 보이며, 그 면적이 대략 66.0km²로 계산된다. 이 칼데라의 함몰 심도는 칼데라

내외곽부에 동시에 분포하는 층서단위의 주향과 경사를 이용하여 그 층후를 계산한 뒤, 고도차를 고려하여 구할 수 있다. 이 함몰 심도는 남동부에서 약 300m를 나타내는 반면에 북서부로 갈수록 커져 최고 약 900m를 나타낸다. 구암산 칼데라에서 분출된 구암산용회암의 용적은 이의 층후와 칼데라의 면적으로부터 구할 수 있다. 즉 칼데라에 축적된 용적은 면적 66.0km^2 를 구암산용회암의 최고 두께 850m로 곱하면 56.1km^3 이며 이는 대체로 외류와 같다고(Lipman, 1984) 하므로 총용적은 약 112.2km^3 정도 된다.

칼데라 내부에서 용회암에서의 용결엽리나 퇴적암류에서의 층리는 틸팅 이전으로 복원하면 칼데라 경계부에서 주향이 대체로 칼데라 경계부와 평행하고, 경사는 칼데라 중심부로 향하고 있는 분상구조를 나타낸다. 또한 남동부와 북서부에서의 함몰 심도의 차이는 칼데라 블록이 남동부에서보다 북서부에서 더 심하게 함몰하는 비대칭 양상임을 나타낸다. 이러한 비대칭 함몰은 기하학적으로 비대칭 피스톤형 칼데라를 지시한다.

이렇게 구암산 지역에서 폭발적인 화류분출로 인해서 마그마가 충분한 양으로 제거되어 마그마챔버의 지붕이 갑자기 침몰됨으로서 함몰에 의해 칼데라가 형성되었다. 대규모의 화산폭발의 결과로 마그마챔버의 상부가 빠져나감과 동시에 이의 지붕이 함몰되어 칼데라를 형성하는 것은 규질 화산활동에서 흔히 일어나는 일반적인 사건이다(Druitt and Sparks, 1985; Cas and Wright, 1987). 이렇게 함몰된 칼데라가 바로 구암산 칼데라이며 이는 구암산용회암의 대규모 분출에 의해서 형성되었던 것이다. 구암산용회암은 북서부에서 가장 많이 함몰한데 비하여 남동부에서는 적게 함몰되었다. 따라서 칼데라 블록은 비대칭 함몰을 일으키는 피스톤형 칼데라를 형성하였다. 그리고 함몰 후에 환상단열대를 따라 잔류 마그마가 올라와 환상암맥을 형성하였다. 이 환상암맥은 구암산 칼데라에서 일어났던 함몰후 마그마 활동의 대표적인 표시이다. Smith and Bailey(1968)에 의하면 칼데라 형성 분출에 관련되는 환상관입체는 조성상으로 회류용회암과 같다고 하기 때문이다.

4. 결 론

청송 남동부에서 구암산용회암은 850m 두께로서 회류용회암-칼데라-환상암맥으로 연결되는 연속체를 이룬다. 구암산 칼데라의 크기는 직경 $9.2 \times 8.0\text{km}$ 로서 환상암맥으로 둘러싸인다. 칼데라내부 용회암에서 용결엽리의 주향은 칼데라 경계부에서 환상암맥과 대체로 평행하고 경사는 칼데라 중심부로 향하는 분상구조를 나타낸다. 칼데라 블록은 북서부에서 900m 내려앉았고 남동부에서 300m 함몰되는 비대칭 함몰을 보인다. 그러므로 구암산 칼데라의 형태는 하나의 칼데라 유희를 따르는 기하학적 비대칭 피스톤형 칼데라를 나타낸다.

5. 참고문헌

권영일, 이인기, 1973, 한국지질도 도평도폭, 국립지질광물연구소, 9p.

안웅산, 1999, 청송 남동부 무포산용회암의 화산학적 연구. 안동대학교 대학원 이학석사

학위논문, p59.

오인섭, 정국성, 1975, 한국지질도 기계도폭, 국립지질광물연구소, 25p.

조남식, 2001, 영덕 남부 내연산응회암의 화산학적 연구. 안동대학교 대학원 이학석사 학위논문, p57.

황상구, 1998, 청송 주왕산 일대의 화산지질. 대한지질학회, 42p.

황상구, 2001, 청송 남동부 구암산 일대의 화산지질과 칼데라. 2001년도 춘계공동학술발표회 논문집, 대한자원환경지질학회, 219~222.

황상구, 김상호, 안웅산, 1998, 주왕산응회암의 화산학적 연구: 회류의 공급지역. 제53차 대한지질학회 학술발표회 논문요약집, p171.

Cas, R.A.F. and Wright, J.V., 1987, Volcanic successions. Chapman & Hall, London, 528p.

Druitt, T.H. and Sparks, R.S.J., 1985, On the formation of calderas during ignimbrite eruptions, Nature, 310, 679~681.

Lipman, P.W., 1984, Roots of ash-flow calderas in western North America: windows into the tops of granitic batholiths. J. Geophys. Res., 89, 8801-8841.

Smith, R.L. and Bailey, R.A., 1968, Resurgent cauldrons. In Coats et al., (eds.), Studies in Volcanology, 613~662.