

# 청송 남동부 구암산 일대의 화산지질과 칼데라

황 상 구<sup>1)</sup>

## 1. 서 언

청송 남동부 구암산 일대는 백악기 화산암류가 넓게 분포한다. 이 일대는 주왕산 지역의 화산암류와 연계하여 조사한 것 중에 일부에 해당한다. 이 일대에 대해 층서 구분을 완성하면서 동시에 새로운 칼데라를 발견하게 되었다. 이들의 성격에 대해 보다 자세하게 조사하여 보다 명확한 지질 자료를 보고한다. 이 일대는 칼데라 내외부에 중성 및 산성 화산암류, 칼데라 연변부의 환상관입체 등이 잘 노출된다. 이 암석들은 층서적인 문제와 화산학적인 해석과 구조적인 이해를 동시에 해결함으로써 하나의 칼데라 진화를 유추하기 위한 기초자료를 제공해준다.

## 2. 지질개요

본역의 지질은 백악기의 퇴적암류, 분출암류와 관입암류로 구분된다. 퇴적암류는 대구층으로 되어 있지만(권영일과 이인기, 1973) 구체적으로 춘산층과 신양동층 중의 어느 층인지 아직 미지수이다.

분출암류는 하부의 중성 분출암류와 상부의 산성 분출암류로 구분된다. 중성 분출암류는 도평도폭에서 안산암질암로 묶어 기재하였고(권영일과 이인기, 1973) 기계도폭에서 화산각력암으로 묶어 하나로 취급하였다(오인섭과 정국성, 1975). 산성 분출암류는 도평도폭에서 관입암류를 포함하여 하나로 기재하였지만(권영일과 이인기, 1973) 여기서 관입암류를 제외한 응회암들만을 총칭한다. 이 응회암들은 대부분 회류응회암들이고 암상과 공급지의 차이에 의해 3개의 층서단위로 구분된다. 이 중의 하부 2개 층서단위는 이미 내연산응회암과 무포산응회암으로 알려졌고(황상구, 1998) 나머지 상부 1개 층서단위는 이번에 새로이 그 성격을 보고한다.

그리고 관입암류는 맥암류와 심성암류로 구분된다. 맥암류는 대부분 산출패턴이 환상관입체를 나타낸다. 이들은 대체로 세립질로서 유문암질에서 대사이트질 조성을 나타낸다. 심성암류는 본역 북서우에 노출되며 암주상 관입체의 일부에 해당된다. 이 관입체는 도평도폭에서 백악기 흑운모 화강암으로 칭하고 천부에 관입한 등립질 암주상 관입체라 하였다(권영일과 이인기, 1973).

이 모든 지질은 북동-남서 방향의 주향이동 단층인 삼포단층과 자양천단층(오인섭과 정국성, 1975)의 연장부에 의해 잘려 있어 이들을 경계로 하여 암체의 산출 형태가 몹시 변위되어 있다.

## 3. 화산지질

칼데라 이전에 형성된 지질은 크게 퇴적암류, 중성 분출암류, 산성 분출암류와 관입암류로 구분할 수 있다.

퇴적암류는 본역 남서부에 분포되며 서쪽으로 크게 연장된다. 본 암류는 주로 녹회색 내지 회색의 세일과 사암으로 구성되는 것이 특징이지만 하부에서는 저색 사암과 세일과 교호된다. 이러한 차이는 층서적으로 다른 층으로 구분될 수 있는 것인지 아니면 동일층 내에서 암상의 차이를 나타내는 것인지 앞으로 이 분야에서 자세한 분석을 요구한다. 이들의 층리는 대체로 북동 방향으로 10~15° 내외로 경사된다. 그러나 화산암류와 인접되는 곳에서는 대체로 화산암류 분포지 쪽으로 기울어지지만 불규칙한 곳이 많다.

그리고 이 퇴적암류는 산성 분출암류 중 내연산용회암과 무포산용회암 사이에서 동쪽으로 길다랗게 쉼기상으로 연장된다. 이 두 층서단위 사이에서 퇴적암류의 연장부는 퇴적암류의 상부가 본격적인 화산활동 이후에 퇴적되었음을 의미한다. 또한 두 층서단위 사이에서 상당한 두께로 연장되는 것은 두 층간의 화산활동의 휴지기간이 상당히 길었음을 지지하는 것으로 생각된다.

중성 분출암류는 본역 남부에 노출되며 화성쇄설암, 용암과 지표쇄설암으로 구성된다. 구체적으로 이들은 하부로부터 대사이트질 회류용회암, 안산암질 용암, 층회암, 현무안산암질 용암과 회류용회암 순으로 놓이며 성층화산의 일부분을 나타낸다. 이들의 조성은 층회암을 제외하면 하부의 대사이트질에서 안산암질, 현무안산암질로 점진적인 변화 경향을 나타낸다.

산성 분출암류는 대부분 회류용회암으로 구성되며 암상과 공급지의 차이에 따라서 내연산용회암, 무포산용회암과 구암산용회암으로 구성된다.

내연산용회암은 본역 동부와 암맥들 사이에 분포되며 중성 분출암류 상위에 놓인다. 본층은 암회색 내지 갈회색이고 구성원에 따르면 파리질용회암(vitric tuff)이며 대부분 심하게 용결되어 있다. 부석들은 편평화되어 완배열상(eutaxitic) 용결엽리를 나타내고 또한 이 엽리면에서 부석들이 정향배열되거나 혹은 신장화되어 있어 공급지의 방향을 추적하게 해준다. 본층은 유문암맥 근처에서 심하게 탈파리화되어 원래의 암회색에서 유백색으로 탈색되어 규장암으로 오인되는 곳도 있다.

무포산용회암은 내연산용회암 위에 바로 놓이거나 퇴적암 사이에서 두고 놓이며 역시 대부분 녹회색의 회류용회암으로 구성된다. 본 암층은 최고 약 500m 이상의 두께를 가진다. 본암은 주로 암회색 내지 녹회색을 띠며 풍화면에서는 암갈색 표피를 형성한다. 본암은 특히 사장석 반정이 매우 풍부하고 큰 부석을 함유하는 결정풍부 파리질용회암에 속하며 대부분 용결되어 있다. 이 부석들은 청록색으로서 대부분 편평화되어 있어 완배열상 용결엽리를 나타내고 기질은 전체적으로 녹회색 내지 담회색을 띤다. 용결엽리면에서 규칙적으로 배열되어 있어 이들의 이동방향을 추적케 해준다.

구암산용회암은 본역의 중앙부의 환상암맥 내에만 분포하며 무포산용회암의 상위에 놓인다. 본 암층은 최고 약 800m 이상의 두께를 나타내지만 틸팅으로 인하여 변화가 심하다. 본암은 담회색 내지 암회색을 나타내며 대체로 앞의 다른 회류용회암에 비해 부석과 결정을 적게 함유하고 화산회가 풍부한 파리질 용회암에 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 환상암맥 쪽으로 갈수록 크진다. 부석들은 암회색을 띠고 작으며 상부로 갈수록 심하게 용결되어 있어 대개 용결엽리를 나타낸다. 이 용회암은 회류분출에 의한 것이고 구암산 지역에서 칼데라 형성에 직접적으로 관련 있는 것으로 판단되어 하나의 층서단위로서 구암산용회암으로 부르고자 한다.

관입암류는 맥암류와 심성암류로 구분된다. 맥암류는 본역 중앙부에서 최후의 분출암인 구산동용회암을 관입하고 폭이 수10m에서 수100m에 이르며 대부분 환상암맥을 형성하는 것이 특징적이다. 본 암맥류는 회백색 내지 도홍색을 띠고 조성이 대체로 유문암 내지 유문대사이트에 속한다. 화성구조는 폭이 좁은 곳에서 유대상 구조가 흔히 발견되고 넓은 곳에서 유대상 구조가 거의 나타나지 않고 반상 구조나 석정상(stony) 구조를 나타낸다.

#### 4. 칼데라 형태

구암산 일대에서 구암산용회암의 제한적 분포와 층서적 부조화, 환상암맥의 존재 등은 칼데라의 존재를 인식케 한다. 칼데라의 형태는 일차적인 선행물질이 화성활동에 따른 변형작용에 지배되어 나타난다. 이 일대의 구조적인 정보는 칼데라 내외의 엽리나 층리 측정과 암석단위들 간의 경계추적으로부

터 얻어진다. 이러한 정보는 이 지역에서 칼데라의 형태를 파악하는데 충분하다.

구암산 칼데라의 구조적 경계는 환상암맥의 중간선을 따라 구획된다. 그래서 필자는 암맥의 중간선을 이상적으로 연결하여 그 내부를 구암산 칼데라 영역으로 정의한다. 칼데라 내부는 주로 내연산용회암, 무포산용회암과 구암산용회암이 존재하며, 이 연변부의 환상단열대를 따라 유문암맥이 환상으로 관입되고 중앙부에 다른 유문암맥이 여기저기 불규칙하게 관입되어 있다. 이 환상암맥은 남동부에서 3가닥으로 존재하는데, 이들 중에 안쪽의 2가닥은 최외곽의 환상암맥으로부터 각각 2.0km와 3.2km 위치에 동심원상으로 존재한다.

구암산 칼데라는 직경이 북서-남동 방향 약 9.2km, 북동-남서 방향 약 8.0km를 가진 거의 원형을 보이며, 그 면적이 대략 66.0km<sup>2</sup>로 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 850m를 나타낸다. 구암산 칼데라에서 분출된 구암산용회암의 용적은 이의 층후와 칼데라의 면적으로부터 구할 수 있다. 즉 칼데라에 축적된 용적은 면적 66.0km<sup>2</sup>에다 구암산용회암의 최고 두께 800m를 곱하면 52.8km<sup>3</sup>이며 이는 대체로 외류와 같다고(Lipman, 1984) 하므로 총용적은 약 106km<sup>3</sup>이 된다.

칼데라 내부에서 용회암에서의 용결염리나 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 표식이다. Smith and Bailey(1968)에 의하면 칼데라 형성 분출에 관련되는 환상관입체는 조성상으로 회류용회암과 같다고 하기 때문이다.

## 5. 결 론

청송 남동부에서 화산지질 가운데 최후기 분출암인 구암산용회암은 회류용회암-칼데라-환상암맥으로 연결되는 연속체를 이룬다. 이들은 칼데라의 존재를 인식케 해주는데 이 칼데라를 구암산 칼데라로 칭한다. 이 칼데라의 크기는 직경 9.2×8.0km로서 환상암맥으로 둘러싸인다. 칼데라내부 용회암에서 용결염리의 주향은 칼데라 경계부에서 환상암맥과 대체로 평행하고 경사는 칼데라 중심부로 향하는 분상구조를 나타낸다. 칼데라 블록은 북서부에서 850m 내려앉았고 남동부에서 300m 함몰되는 비대칭 함몰을 보인다. 그러므로 구암산 칼데라는 하나의 칼데라 유희를 따르는 기하학적 비대칭 피스톤형 칼데라를 나타낸다고 말할 수 있다.

## 6. 참고문헌

- 권영일, 이인기, 1973, 한국지질도 도평도폭, 국립지질광물연구소, 9p.  
오인섭, 정국성, 1975, 한국지질도 기계도폭, 국립지질광물연구소, 25p.  
황상구, 1998, 청송 주왕산 일대의 화산지질. 대한지질학회, 42p.  
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, Resurge cauldrons. In Coats et al., (eds.), Studies in Volcanology, 613~662.

---

주요어: 구암산용회암, 구암산 칼데라, 환상암맥

1) 안동대학교 지구환경과학과