

청송 동부 주왕산용회암의 냉각단위와 용결상

황상구^{1*} · 이병주² · A.J. Reedman³

¹ 안동대학교 지구환경과학과(hwangsk@andong.ac.kr)

² 국지질자원연구원 지질정보기반연구부

³ 영국지질연구소

1. 서언

흐름단위(flow unit)는 하나의 단일 분출에 의해 흘러가면서 형성된 용암 혹은 화성쇄설물의 한 그룹을 말한다. 화쇄류 특히 회류에 의해 형성된 화성쇄설물 가운데 전형적인 회류단위(ash-flow unit)는 layer 1, 2a, 2b, 3으로 분류되고 이들은 흔히 폴리니언 강하물 위에 놓인다(Spark et al., 1973). layer 1은 수증기마그마성 폭발에 의해 형성되는 기저씨지와 유사한 층형, 암질과 내부구조를 가진다. 이 layer 1은 분급이 다소 불량하지만 부분적으로 함유된 부석과 외래암편의 각이 마모되어 있고 공급지로부터 거리에 따라 더 현저하며, 상위의 layer 2와 뚜렷한 경계로 접한다. 회류쇄설물의 본체를 이루는 layer 2는 화산회, 부석, 암편 순으로 많으며 분급이 매우 불량하다. 하나의 흐름단위는 최하부에 세립질 화산회 위주의 layer 2a와, 외래암편의 정점이 현상과 부석의 역점이 현상을 나타내는 layer 2b로 구성된다. 그리고 흐름단위 상위에는 회류를 따라 상공에서 난무하는 화산회가 낙하된 세립질 회운강하층(ash-cloud fallout deposit)이 쌓여 있는 경우도 있다. 특정한 곳에서 회류용회암의 단면도에서 이상의 구성원이 모두 나타나기는 매우 어렵다.

냉각단위(cooling unit)는 한 개 이상의 회류단위(ash-flow unit)가 연속적으로 급속히 정치되어 냉각작용, 다짐작용과 용결작용이 현저하게 한꺼번에 일어나는 회류단위들의 한 묶음을 말한다. 이러한 단위의 냉각과정은 한결 같거나 연속적인 정치에 의해 약간의 단절이 있을 수도 있다. 그러나 이 냉각과정은 한 회류단위가 다른 회류단위 위에 정치되기 전에 완전히 냉각될 정도로 단절되지는 않는다. 이 냉각단위가 여러 개 존재하는 대규모 회류지역(ash-flow field)에서 층서를 나누는데 유용하게 쓰인다.

용결용회암(welded tuff)은 파리지질 입자가 정치할 때 높은 온도와 점성으로 인하여 서로 달라붙어 어느 정도 짐착되어 있는 암석을 말한다. 비용결(non-welding), 부분용결(partial welding), 치밀용결(dense welding), 완전용결(complete welding)은 용결도를 나타낸다. 용결용회암이란 용어는 층서적 의미는 나타내지 않는다. 그러나 하나의 냉각단위가 전부 용결되어 있을 가능성도 있을 수도 있다. 용결용회암은 결정작용이 용결작용 후에 뒤따라 오거나 용결작용에 수반되어 나타난다.

2. 지질개요

경상분지에는 백악기 후기 화산암류와 심성암류가 집중적으로 분포되어 있다. 이들은 경상분지를 중심으로 한반도 남동부 도처에 일어났던 극열화산활동과 이에 뒤따라 발생했던 심성관입활동상을 나타내는 유천층군(장기홍, 1977)과 불국사관입암류(장기

홍, 1985)로 구분되는 지질현상이다.

경상분지에서 화산암류는 화산중심지의 위치와 밀집에 따라서 지역적으로 서로 분리되어 여러개의 화산지역(volcanic field)을 형성한다. 영양소분지 동남부와 의성소분지 동부에 해당하는 지역도 주왕산 화산지역으로 부르고 있다.

영양소분지 남부 주왕산 화산지역에서 화산암류는 유천소분지와 상당히 다르게 하부에 염기성과 중성 화산암류, 중부에 산성과 중성 화산암류, 상부에 산성 화산암류로 구성된다. 그리고 본역에서 이 화산암류는 여러 곳의 분출중심지에서 유래된 것이 확실하다. 염기성 화산암류는 측방 정도가 제한적이어서 국지적인 분출중심지에서 나왔다는 것을 지지한다. 산성 화산암류는 일반적으로 측방으로 넓게 퍼져 있고 큰 용적으로 두꺼우며 여러 개의 분출중심지에서 나왔다. 이들은 과거에 대부분 각력질 안산암으로 기재되었다(이홍규·홍승호, 1973). 중성 화산암류는 이들의 측방 정도와 두께가 중간이며 위와 다른 분출중심지에서 나왔다. 따라서 본역의 화산암체는 상하로 측방으로 다양한 암층으로 구성된다. 즉 화산암체의 하부는 대부분 현무암질과 안산암질의 용암과 응회암으로 구성되고 중부와 상부는 대부분 유문암질과 데사이트질 화쇄류에 의한 큰 용적의 응회암들로 구성된다. 그런데 중부와 상부에서 이 응회암들 사이에는 안산암질 용암층과, 퇴적암층 및 안산암질 용암층이 협재되어 있어 이들을 기준으로 하여 여러 암층으로 구분할 수 있다. 위의 기준에 따라 분류하면 주왕산 일대의 화산암류는 다음과 같이 세분된다.

즉 층서는 하부로부터 대전사현무암(최고 60m), 입봉안산암(250m 이상), 지품화산층(최고 500m), 내연산응회암, 주왕산응회암(약 350m), 너구동층(약 200m), 무포산응회암(500m 이상) 순으로 놓인다(황상구, 1998). 그리고 안산암 관입체, 유문암 관입체, 석영몬조니암과 규장암이 여러 곳에 관입되어 있다.

3. 주왕산응회암

주왕산응회암은 서쪽에서 대전사현무암을 남동쪽과 남서쪽에서 입봉안산암을 북서부에서 지품화산층을 피복하고 그밖에서 저색 퇴적층을 직접 덮는다. 그리고 이는 거의 대부분 너구동층에 의해 덮이며 대략 350m 두께를 가진다.

본암은 회색, 회갈색과 회백색을 띠고 유문암질이며, 소량의 석영과 사장석 반정을 가지고 다량의 부석을 함유한다. 전암층을 통하여 분급이 거의 되어 있지 않고 층리가 관찰되지 않는다. 따라서 본 암층은 고온의 화쇄류에 의해 정치되었음을 나타낸다. 본암의 구성입자 크기는 외래암편을 제외하면 대부분 화산회 크기의 입자가 50% 이상을 차지한다. 따라서 본암은 회류응회암 범주에 든다고 할 수 있다. 그러면 두꺼운 주왕산응회암이 하나의 단일 회류단위로 구성되었을까. 그렇지 않을 것이며 실제로 구분되지 않았을지라도 수직단면에서 상당히 얇게 인식될 것으로 생각된다. 왜냐하면 350m 두께로 광범위하게 한꺼번에 정치되기는 힘들기 때문이다. 그러면 복수 회류단위라면 회류단위 간에 지면써지(ground surge)에 의한 써지응회암(layer 1)과 회운(ash cloud)에 의한 강하응회암(layer 3)이 협재되어야만 이상적이다. 그러나 이 주왕산응회암은 이러한 써지응회암과 강하응회암은 발견되지 않는다. 따라서 회류단위를 인식하고 정의

하는 것은 특히 심하게 용결되어 변형된 암석에서 회류용회암의 가장 어려운 문제 중의 하나이다. 이들을 구분해 주는 분계(parting) 물질은 암편풍부대(lithic-rich zone)이다. 회류단위에서 이 암편풍부대는 얇은 세립질대(layer 2a) 직상위에 암편의 정점이대(layer 2b)의 최하부에 속한다. 이 암편풍부대는 회류단위로만 중첩되는 용결용회암에서 다른 어느 것보다 인식이 용이하기 때문에 이를 기준으로 하여 이로부터 조금 아랫쪽을 기본 회류단위의 분계로 설정된다.

4. 냉각단위와 용결상

본역에서 주왕산용회암은 위에서 논의된 바와 같이 여러 개의 회류단위가 존재하지만 이들 사이에 얇은 써지용회암이나 강하용회암을 협재하지 않는다. 이는 여러 회류가 연속적으로 급속히 정치되었음을 시사한다. 그러므로 이들은 전체가 한 묶음이 되어 냉각작용, 다짐작용과 용결작용이 한꺼번에 일어나 같은 냉각과정을 겪었음을 암시한다. 즉 주왕산용회암은 하나의 냉각단위를 형성한다.

회류용회암은 야외에서 여러 용결대(welding zone)로 구분된다. 그러나 야외관찰만으로 용결정도를 인지하기란 매우 어렵거나 거의 불가능할 경우도 있다. 용결대와 비용결대 간의 경계는 항상 중간 성격의 전이대가 존재하며 비록 이 전이대가 1m 이상의 두께로 존재하더라도 정확히 찾아내기는 어렵다. 용결대는 회류단위 내에 하나의 단면에서 존재하며 이의 상하에서 비용결대로 옮겨가는 점이현상을 보인다. 하나의 회류단위가 차가운 지면에 정치되고 다른 회류에 의해 덮이지 않고 완전한 냉각과정을 나타낸다면 이의 기저와 상단에는 비용결대를 가질 것이다. 그러나 특히 공급지역 가까이에서 회류가 빠르게 연속적으로 일어나는 정치는 이들의 전체가 한꺼번에 용결되는 회류 복합체를 형성할 것이다.

유리질 샤아드와 부석은 다져지고 편평화될 때 일반적으로 용결작용을 수반한다. 이때 용결대에서 비용결대로의 전이를 나타내는 가장 현저한 야외 특징은 부석의 외적 변화에서 나타난다. 신선한 유리질 부석은 일반적으로 백색, 회색, 암회색, 암갈색 범위의 색을 띤다. 그러나 용결되는 동안 부석은 더 어두운 색으로 되고 강한 용결대에서는 흑색에 가까워진다. 외관상 거의 흑요암 같이 보이는 용결대에서조차도 편평화된 피아메는 흔히 기질보다도 더 강한 흑색에 가깝다.

이러한 색깔 차이와 부석과 샤아드의 변형 정도 차이에 의해서 본 냉각단위 내에서 회류용회암에 나타나는 용결도는 크게 비용결, 부분용결과 치밀용결의 3개 용결상으로 구분할 수 있다. 이 용결상 간에는 매우 점이적으로 변화한다.

비용결상은 유리질 샤아드 간에 접촉이 되지 않거나 원래 조직을 파괴하지 않고 나타난다. 유리질 샤아드와 부석은 이들의 원래 모양을 유지하고 유착은 일어나지 않는다. 비용결용회암은 울퉁불퉁한 절벽을 형성하고 채취한 시료는 무디어 보며 유리질 광택을 나타내지 않는다. 여기서 나타내는 암색은 회백색 내지 담청록색이다. 주왕산용회암에서 비용결상은 이의 최하부와 최상부에서 발견된다.

부분용결상은 유리질 샤아드와 부석이 다소 변형되는 특징을 가진다. 부석은 피아메를 형성할 정도로 약하게 압착되었지만 그렇게 크게 압착되지 않았다. 채취된 시료는

다소 유리질 광택을 나타내며 원래 등근 기공을 가진 샤아드는 경하에서 타원형이다. 구분될 만한 암색화는 담회색과 청록색 등으로 더 어두운 색으로 되지만 일정하지는 않는다. 주왕산용회암에서 부분용결상은 하부와 상부에서 이 용결도를 나타낸다.

치밀용결상은 유리질 샤아드와 부석이 강하게 압착되어 심하게 변형되는 특징을 나타낸다. 강한 유리질 광택을 나타내고 강한 변형으로 부석 내의 기공이 완전히 없어져 세관상 구조의 흔적만 남긴다. 이용될 만한 암색화는 암회색, 회갈색과 회색 등으로 더욱 어두운 색으로 되며 간혹 흑요석과 같이 흑색으로 파리반암(vitrophyre)으로 되는 경우도 있다.

주왕산용회암 내의 수직단면에서 이 용결상에 따라 체계적으로 분대하면 치밀용결대가 가장 두껍고 비용결대가 냉각단위의 상·하부에서 나타난다. 여기서 나타나는 증거들은 정치온도, 용결도, 냉각단위의 두께 간의 관계를 지시한다. 이는 중간에 치밀용결대가 두꺼운 것을 고려하면 고온의 냉각단위라는 것을 지시하며 상·하부에 비용결대를 형성하는 것은 보다 차가운 환경에 정치되었고 정치 후에 아마도 침수 사건이 있었음을 시사한다. 상부에 비용결대가 상당히 두꺼울 뿐만 아니라 너구동층의 퇴적층이 이 위를 덮고 있음은 이를 지지해 준다. 그러므로 이는 차가운 지역에 두꺼운 고온 화류단위가 연속적으로 급속히 정치되어 두꺼운 하나의 단일 냉각단위를 형성하고 서서히 냉각과정을 거치면서 어떤 원인으로 침수되었을 것으로 생각된다.

5. 사사

이 연구는 2004년도 한국과학재단 특정기초연구 지원(과제번호 R01-2003-000-10044-0)으로 수행된 결과이다. 연구 수행시에 공원 출입에 협조해준 주왕산 국립공원 담당자에게 사의를 표한다.

6. 참고문헌

- 이흥규, 홍승호, 1973, 한국지질도 청송도폭, 국립지질광물연구소, 23p.
장기홍, 1977, 경상분지 상부 중생계의 층서, 퇴적 및 지구조. 지질학회지, 13, 76-90.
장기홍, 1985, 한국지질론. 민음사, 132-134.
황상구, 1998, 청송 주왕산 일대의 화산지질. 대한지질학회 춘계학술답사 가이드북, 42p.
Smith, R.L., 1960, Ash flow. Geol. Soc. Am. Bull., 71, 795-842.
Sparks, R.S.J., Self, S. and Walker, G.P.L., 1973, Products of ignimbrite eruptions. Geology, 1, 115-118.