

제주의 용암동굴

1. 용암동굴이란?



용암은 지표를 흘러가던 용암의 표면이 굳고 그 아래의 용암이 빠져나가면서 만들어진 지하통로이다. 이후 먼저 만들어진 용암동굴의 내부로 용암이 재공급되어 다층구조 등 다양한 동굴내부의 모습을 만들기도 한다.

그림 1. 만장굴용암동굴내부 : 용암튜브 내에 용암이 흘러가면서 수평으로 만든 용암유선이 잘 관찰된다.

2. 제주지형과 용암동굴

제주도에는 160여개의 용암동굴이 파악되고 있는데, 섬의 동쪽과 서쪽에 주로 분포한다(그림 2). 용암이 용암동굴을 통해 1km를 흘러갈 때에는 0.6~1도정도 온도가 내려가지만, 지붕이 없는 용암천(lava channel)을 흘러갈 때에는 5~7도정도 온도가 내려간다. 이러한 이유로 용암은 용암동굴을 통해 더 멀리 흘러갈 수 있다. 제주의 동쪽과 서쪽의 완만한 지형은 용암동굴의 분포와도 관련이 있을 수 있다.

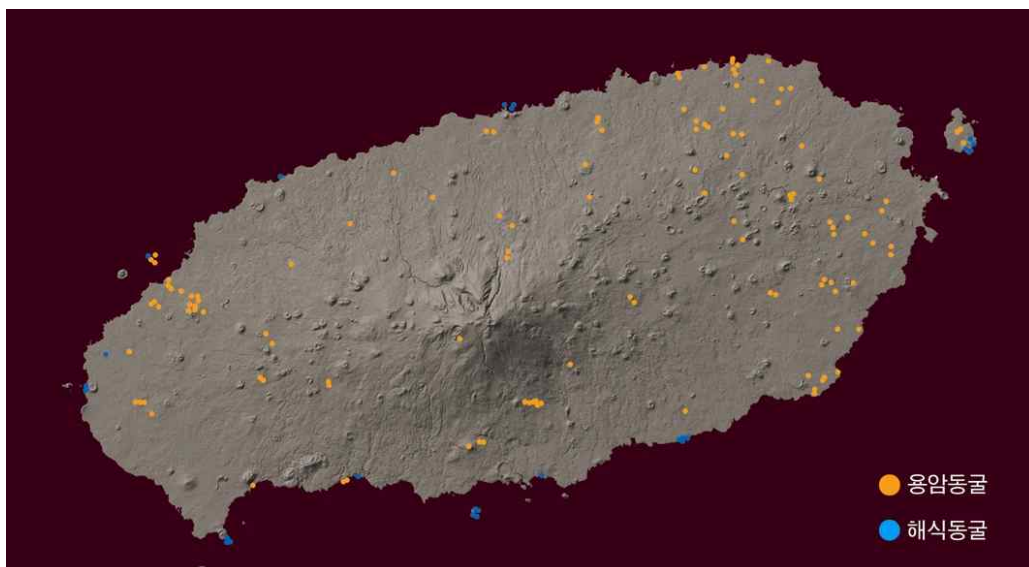


그림 2. 제주의 동굴분포(제주동굴연구소, 2003)

3. 용암동굴의 형성과정

용암동굴의 형성과정은 하와이의 마우나 울루(Mauna Ulu: 1969~1974년 활동), 킬라우에아의 푸오오-쿠파이나나하(Puu Oo - Kupaianaha) 화구 화산활동(1983 ~ 현재), 이탈리아의 에트나 화산과 같은 현생 화산활동 지역에서의 용암류와 그 내부에 형성되는 용암동굴에 관한 다양한 분야에 걸친 장기적 연구로 많은 부분이 밝혀지게 되었다. 이러한 많은 연구들에 따르면 용암동굴의 형성과정은 다음과 같이 크게 두 가지 형태로 형성된다.

3.1. 용암채널 형태로 흘러가면서 용암류 표면에 용암층이 만들어져 용암동굴이 형성되는 경우(그림 3)

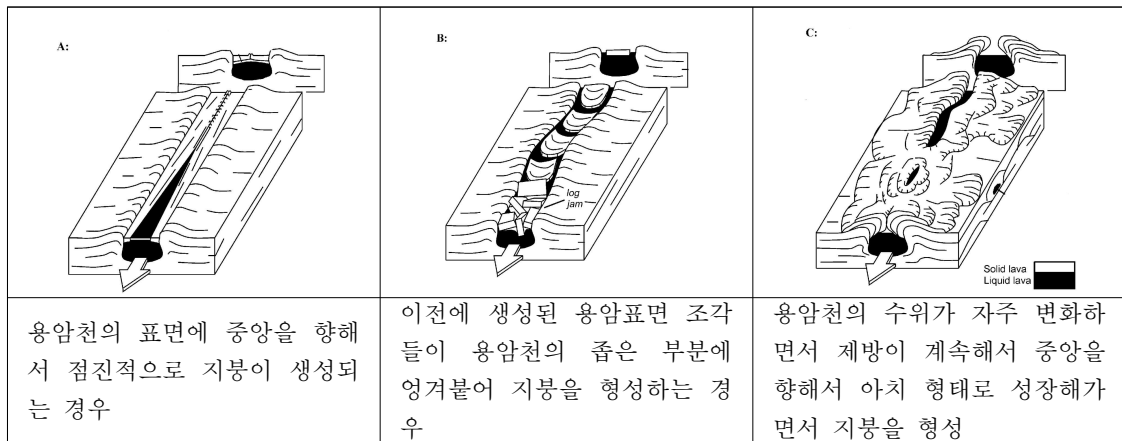


그림 3. 용암채널에 형성되는 용암동굴

3.2. 파호이호이 용암류의 상부에 표층부가 굳어 지붕이 형성되고 그 내부로 용암이 계속해서 흘러가면서 용암동굴이 형성되는 경우(그림 4)

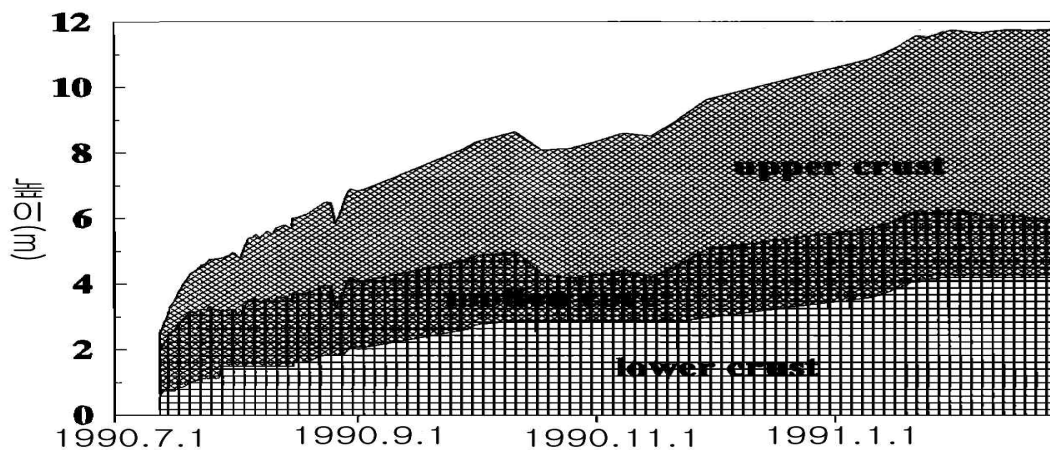


그림 4. 용암이 관상으로 흘러가면서 지표부분과 가장 아랫부분부터 식고 용암류의 중앙부분에는 액체상의 용암이 계속 유입되어 그 후 액체상의 용암이 빠져나가고 용암동굴이 생성

4. 용암튜브내의 온도



그림 5. 용암동굴 내부온도

지표로 흘러나오는 현무암질 용암의 온도는 대략 1150~1160도 정도이다. 이러한 용암이 용암튜브를 통해서 흘러갈 때에는 열이 잘 보존되어 높은 온도를 그대로 유지한다(그림 5). 현무암이 부분적으로 녹는 온도는 대략 980~1010도로, 용암동굴 내부를 오랜 시간에 걸쳐 흘러가는 뜨거운 용암은 동굴의 바닥과 벽면을 녹여 다양한 형태의 동굴모양을 만든다.

5. 용암동굴의 진화과정

생성된 용암동굴은 지속적인 화산활동으로 용암동굴내부에 용암이 쌓이기도 하지만, 용암동굴내부를 흘러가는 고온의 용암은 용암튜브 바닥이나 벽면을 녹여 아래로 길쭉한 형태(모래시계 혹은 해골형)의 동굴로 변화시켜가기도 한다(그림 6).

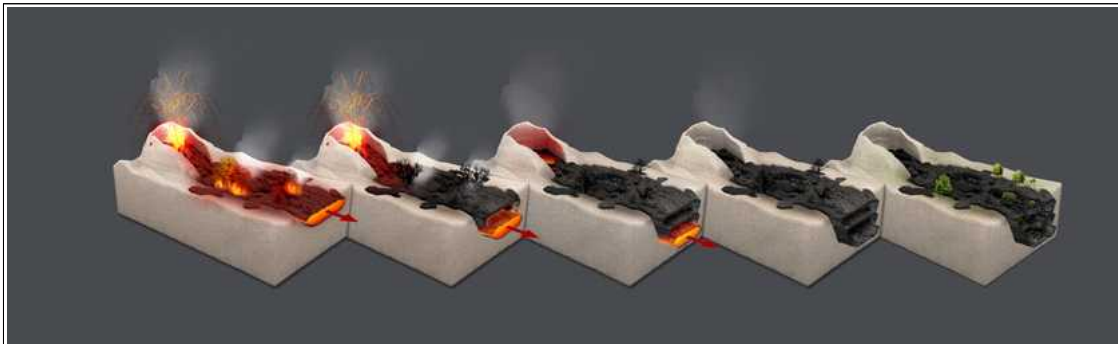


그림 6. 용암동굴의 진화과정

비교적 낮은 지형을 따라 흘러가는 용암류의 표면부가 식으면서 굳어 표층부에 용암층이 생성	계속해서 흘러가는 뜨거운 용암류는 기존의 바닥암석을 녹여내어 용암통로가 깊어짐	용암의 수위가 일정하게 유지되는 기간동안 새로운 용암층이 생겨 다층구조 형성	용암동굴을 흘러간 마지막 용암은 동굴의 바닥과 벽에 달라붙어 남아 있게 된다.	지붕이 붕괴되거나, 동굴내부의 약한 부분은 부분적으로 붕괴되어 막히기도 한다.
---	---	--	---	---

6. 세계자연유산 거문오름 용암동굴계

거문오름 용암동굴계는 거문오름 용암류역 내에 분포하는 여러 용암동굴과 그와

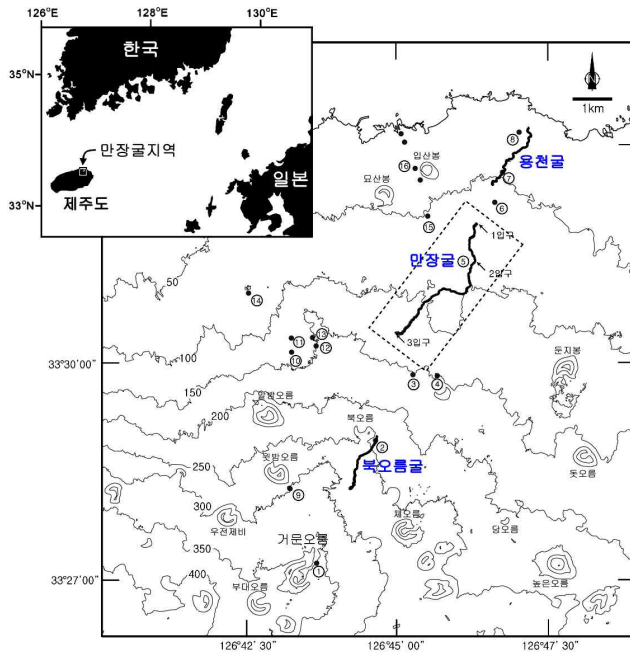


그림 7. 거문오름용암동굴계 내 용암동굴의 분포

괴도랑(collapse trench)이 약 2km에 걸쳐 분포하여, 공급지인 거문오름 분석구와 주간동굴선의 연결을 지시한다(그림 7).

관계된 특징적인 구조를 포함하는 것으로 정의할 수 있다. 이 용암동굴계는 옷산전굴, 북오름굴, 대림동굴, 만장굴, 김녕굴, 용천동굴로 연결되는 규모가 크고 다층구조를 보이는 주간동굴선(master tube line)과 벙뒤굴로 대표되는 복합 동굴망 (complex anastomosing system), 그리고 김녕빌레못굴~게웃샘굴로 연결되는 단일동굴선(unitary tube line)으로 구성된다. 뿐만 아니라 거문오름 분석구와 가장 상류의 옷산전굴 사이에는 용암동굴의 붕괴에 의해 형성된 것으로 판단되는 붕