

# 제주도 빌레못동굴의 지형지물연구

홍시환\* · 배두인\*\*

## I. 서론

화산동굴로서는 한 때 세계 제1이었던 단일 화산동굴인 빌레못굴은 그야말로 세계적인 화산동굴의 대표적인 화산동굴일 뿐만아니라 우리나라의 자랑이다. 본 연구는 이 동굴속에 간직되어온 화산동굴의 지형, 지물들에 대하여 그 형성과정과 경관적 특성 등을 밝히고자 한다.

여때까지 발표된 연구중에는 빌레못동굴의 학술적인 가치를 밝힌 연구는 몇가지 발표된 바 있으나 이 동굴 속의 경관형태는 물론 지형지물에 대한 상세한 연구발표는 학술조사 이외에 거의 없는 실정이다.

본 연구는 이와같은 현실속에서 이 세계적인 동굴속에 간직된 미지형 지물들에 대한 새로운 인식을 갖게 하기 위하여 이 연구조사 결과를 밝히고자 하는 바이다.

## II. 빌레못굴의 형성과정

사실상 빌레못동굴의 동굴지형이 복잡하게 만들어진 것은 빌레못동굴이 전개되고 있는 원지형이 아직 용암류에 덮여지기 이전에 기복이 많은 요철지형을 이루고 있었기 때문이라고 판단된다. 따라서 그 복잡한 지표면을 용암류가 흘러 덮였기 때문에 오늘날 빌레못동굴의 형태가 다양한 복잡성을 이루고 있는 것이다. 또한 복잡한 지표면 때문에 그 위를 흘러내린 용암류가 서로 교차하기도 하고 때로는 엉켜있는 동굴의 경관도 이루게 한 것이다. 요컨대 빌레못동굴은 미로형태의 동굴형을 이루고 있을 뿐만아니라 소묘모적인 경관을 나타내고 있다.

\* 학회 명예회장

\*\* 화산지형지물 연구소장

용암터널의 평면상의 모양은 동도처럼 보통 단선을 이루나 빌레못 동굴은 미로굴이라고 불리울 정도로 난망상을 이루고 있음이 특징이다. 이는 빌레못 동굴을 형성한 용암이 점성이 높고 불규칙하고 요철이 심한 지표면 상에 유출하였기 때문인 것으로 생각된다.

빌레못 주굴에서는 분기하여 다시 합류하는 주굴과 지굴사이에는 암주가 많이 발달하고 있음이 하나의 특징이다. 이 경우 암주를 사이에 둔 두 동혈이 어느 쪽이 주굴이고 지굴인가 하는 것을 구분하기 곤란하다. 즉 주굴은 암주를 사이에 두고 0자 모양을 이룬다.

즉 주굴은 미로굴과 분기된다. 넓이 29m에 달하는 광장을 이루나 낙암과 암주에 의해 canal의 외관을 나타내지 않는다.

주굴에서는 상위에 있는 삼선굴과 직교한다. 두 동혈이 서로 교차하는 곳은 파괴되어 반경 1m 내외의 큰 구멍이 나 있다. 삼선굴 막장가까이 이층굴에는 구석기 시대의 유물과 외부에서 유입되었으리라고 믿어지는 원마된 자갈들이 있어 가까이에 지표와 통하는 동구가 있었으나 함몰되어 외부와는 불통의 상태에 있는 것으로 믿어진다.

동구에서 깊이 들어가면 동로는 곡선상을 이루고 있어 특히 만곡부의 동혈은 비대칭 또는 불규칙한 형태를 이룬다. 그러나 직선상의 동로를 이루고 나중에는 천장이 대체로 원통상이다. 그리고 직선상 동로에서는 동로의 분기와 암주가 거의 나타나지 않는다. 이 지역에서는 공동의 원형이 잘 보존되어 있어 동굴내의 미지형과 구조를 연구하는데 귀중한 자료를 제공한다. 그리고 점차 동상의 구배가 갑자기 완만해져 동혈의 모양은 매우 다양하다. 이곳에서는 분기와 합류현상이 현저해 곳곳에 암주가 나타난다. 그리고 다시 주굴과 미로굴이 다시 합류하게 된다. 즉 이곳에서 주굴의 막장까지는 완만한 곡선상을 이룬다. 동혈의 모양은 쥘빵형 또는 불규칙이다.

동혈이 넓은 곳은 분기하는 곳으로서 대체로 5~6m이다. 동상의 구배는 큰 암주가 발달한 곳에서는  $8^{\circ} \sim 18^{\circ}$  여서 매우 급한 경사를 나타낸다. 용암터널을 형성한 용암류가 유출할 때 이 지역의 지표면의 요철이 매우 복잡하였던 것으로 생각된다.

용암주가 발달하는 선단에서 막장에 이르는 사이에서는 동상의 구배가 완만해져 막장에서는 2차 용암의 상면이 천장과 맞닿여 공동은 밀폐된다. 그 사이에서는 3개의 지굴이 갈라져 동서 방향으로 발달한다.

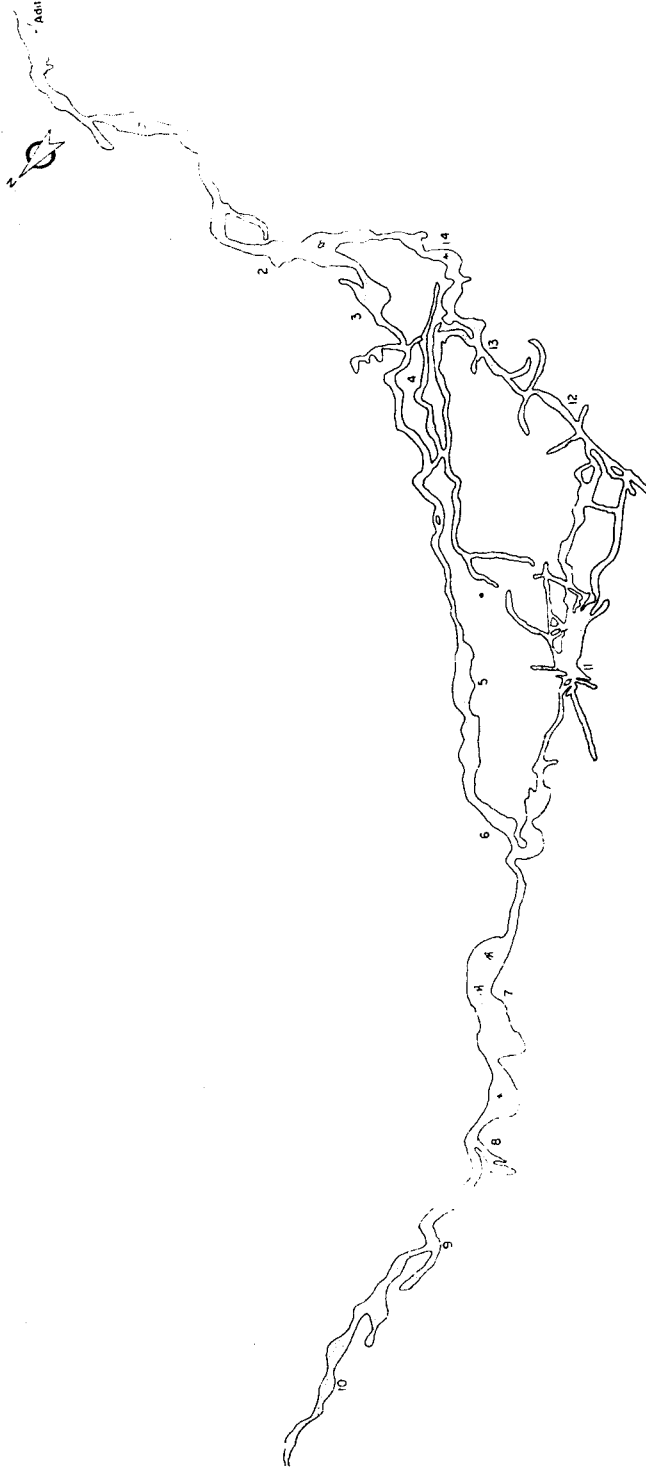


그림 1 빌레못동굴의 형태

## 1. 미로굴의 지형지물특성

미로굴은 주굴 NO.27 측점에서 분기하여서 주굴과 다시 합류한다. 미로주굴의 길이는 852cm 이고 미로지굴의 초연장은 1,743.6m로써 지굴의 길이가 주굴의 2배이상에 달하는 것은 미로굴의 형태가 매우 복잡함을 나타내는 것이다. 그리고 지굴의 수평 및 수직 분포에 있어서도 보통의 용암터널에서는 볼 수 없는 정도로 복잡하게 나타나 미로굴로 명명된 것이다.

주굴에서 분기된 미로굴 입구의 동혈은 길이 9.6m, 넓이 4.8m의 암주를 사이에 두고 곳곳에서 높이 2.2m, 넓이 18.5m 또는 높이 1.5m, 넓이 8m로써 전체의 넓이는 26.5m에 달한다. 동혈의 크기가 큰곳에서는 높이 1.5m~2.2m, 넓이 15m내외로 낙반이 매우 심하다. 끝머리에서는 높이 2.1m, 넓이 3.5m, 길이 15.6m의 2층굴이 미로주굴의 상부에 있다.

또한 동혈의 크기가 갑자기 좁아지기도 하여 높이 0.6m, 넓이 1.6m에 불과하다가 다시 넓어져 높이에 있어서는 크게 변하지 않으나 넓이가 13m에 달하는 곳도 있다. 나중에는 분기하여 길이 26m, 폭 9.6m의 암주를 형성한다.

한편 직류한 용암류와 곡류하는 용암류에 의해 분기되었다가 다시 합류하는데 양자의 사이에는 작은 두 개의 암주가 있다. 이 곡류하는 곳에서 삼선지굴과 분기한다. 그리고 두 개의 작은 지굴(각 길이 66m, 36m)이 미로주굴에 유입한다. 이 지굴의 동혈의 크기는 높이 1m, 넓이 3m와 높이 5m, 넓이 5m이다. 한편 미로굴은 크게 분기하여 다시 합류한다. 분기된 미로굴에서는 동상의 구배가 14°에 달하는 곳도 있다. 분기된 주굴과 지굴 사이의 간격은 최대 33m에 달한다. 그리고 분기된 주굴과 지굴이 직교하는 작은 지굴(길이 42m, 높이 1m, 넓이 4m)에 의해 연결된다.

또한 주굴과 직교하는 2층굴(길이 66m, 높이 3.5m, 넓이 4m)이 있다. 주굴과 지굴의 합류부가 가까이에서는 지굴의 분포 밀도가 매우 높아 복잡하고 망상의 외관을 나타낸다. 합류부에서의 동혈의 크기는 높이 2m, 넓이 6m이다.

그리고 미로주굴은 동상의 구배가 5° 내지 10°로서 비교적 급하며 직선상이고 단순하다.

## 2. 삼선굴의 지형지물특성

삼선굴은 빌레못동굴 주굴과 미로굴 사이에서 주굴과 나란하게 길게 발달하는데 주굴과 두 개의 지굴로 구성된다. 하나의 지굴은 삼선주굴과 미로굴 사이에서 길게 발달하며 두 개의 가지로 분기하여 Y자형을 이룬다. 그리고 미로굴과 합친다. 이 지굴은 대체로 직선상이고 동혈의 크기는 보통, 높이 2.6m, 넓이 3.5m이다. 이 지굴의 중간 측점에서 삼선주굴과 고도차를 가지며 연결된다.

다른 하나의 지굴( 길이 102m, 높이 1.2m, 넓이 4.5m)은 빌레못 주굴의 상단부에서 직교하며 주굴과 연결된다. 이 지굴의 중간 분기점에 있는 넓은 이층 공동에서는 구석기 시대의 유물이 발견된 것으로 알려져 있다.

삼선주굴은 중간 사이에서 만곡하나 대체로 직선상이나 나중에는 용암류의 유입구가 밀폐되어 있으며 주굴과 합류한다. 동혈의 크기는 보통 높이 1.3m, 넓이 19m이며 원통형 또는 쥘빵형을 이룬다.

### Ⅲ. 동굴 속의 미지형과 지물 분석

#### 1. 미지형의 생성과정

미지형이란 동굴내부에서 찾아보는 소규모의 지형들로 이 빌레못 동굴속에서는 세계적인 길이를 자랑하고 있는 대규모의 동굴입에도 그 속의 미지형은 다양하지 못한 편이라 하겠다. 미지형에는 다시 일반지형과 특수지형으로 세분된다.

일반지형이란 다른 동굴속에서도 흔히 볼 수 있고 그 규모나 형태도 특이하지 못한 것을 가리키며 특수지형이란 이색적이고 특이한 형태나 경관을 이루고 있는 것을 말한다. 또한 그 규모가 큰것도 이에 해당하다. 대체로 미지형은 화산작용에 의하여 용암류가 지표에서 흘러가며 용암동굴을 형성하고 있을 때 그 동굴내부에서 부분적으로 용암이 흘러내리면서 형성된 세부지형으로 일단 용암이 냉각되고 동굴과 그 지형지물이 형성되었을 때 그대로 모든 것은 일단 형성과정이 끝을 맺고 만다.

따라서 1차적인 동굴형성대에 같은 시기에 동굴 속의 지형과 지물도 그 생성과정이 끝나고 마는 것이 화산동굴의 특성인 것이다. 물론 때로는 일단 동굴의 형성된 이후에 지표면이나 그밖에 지각내부의 지층중의 이질적인 성분에 의하거나 화학적인 작용에 의하여 2차적으로 동굴속에서 새로 형성 또는 생성되는 지형지물이 있을 수도 있다. 예를 든다면 규산화나 규산중유, 규산주, 같은 지물들은 2차적인 퇴적물 또는 생성물이라 할 수 있다. 사실상 빌레못동굴 속에서 볼 수 있는 미지형 및 지물들은 이와같이 1차생성물과 2차생성물의 두가지로 구별된다.

이제 빌레못동굴속에서 확인되고 있는 지형지물들의 대표적인 것들을 열거한다면 다음과 같다. 즉 미지형으로 용암선반, 수평천정, 용암주석, 니치와 낫치 그리고 수직조흔, 곡류트렌치, 깔흔, 용암폭포, 승상용암, 천정포켓과 벽면포켓 등을 들 수 있다.

대체로 빌레못동굴속에서 볼 수 있는 이들 미지형들은 용암주석을 제외하고는 그 규모가 모두 소규모적인 것이 특징이다. 이는 이 용암류를 형성하고 있는 현무암류가 시흥리 지층에 해당하고 있어 온도가 낮고 점성이 크기 때문에 대규모의 지형이 이루어지지 않았다고 보겠다.

이 밖에 빌레못동굴속에서 볼 수 있는 특수한 미지형으로는 유명한 나선형 돔지형이 미로굴속에 있다는 것과 지표면에서 볼 수 있는 용암수형이 세 개나 있다는 점이다. 그 중 나선형 돔지형은 아직 세계 어느곳에서도 볼 수 없는 동굴지형으로 동굴바닥이 나선형으로 둥글게 패여지면서 이른바 돔을 이루고 있는 수직구멍의 지형이다. 그리고 용암수형은 시흥리 현무암층의 용암이 지표면을 흘러 내릴 때 지표의 수목이 말려들어 이 빌레못동굴속까지 들어온 것인데 미국의 워싱턴주에 있는 릿틀렛리버동굴에서 하나 발견되었을 뿐이다.

## 2. 동굴지형들의 여러가지

### 1) 용암선반

용암류가 흘러내릴 때 동굴의 바닥은 점차 낮아지게 되는데 이는 용암이 흘러 내려가고 공급량이 줄게 될 때 동굴벽면에 남아 있는 용암층의 일부이다.

### 2) 수평천정

용암량이 계속 비슷하게 공급되어 흘러내릴 때 그 지표면의 기복에 관계없이 지표층이 냉각되

면 용암류 속의 동굴천정은 수평을 유지하게 된다.

### 3) 용암주석

용암석주가 아니고 용암류가 흘러내려갈 때에 그대로 남겨진 교각으로 남고 이 교각 주위로 동굴의 통로가 뚫려질 때 이 교각을 주석이라 한다.

### 4) 닛치와 낫치

용암류가 흘러 내려가면서 동굴의 벽면을 물리적으로 패여 들어가는 깊숙한 지형을 침식깊이가 적을 때에는 닛치라 하고 1m이상의 깊은 골이 패여들어가 있을 때에는 낫치라 부른다.

### 5) 수직조흔

동굴의 벽면에서 볼 수 있는 현상으로 그 벽면의 윗쪽에서 동굴바닥으로 곧바로 흘러내린 흔적의 줄기를 가리킨다.

### 6) 곡류트렌치

화산동굴속에서 용암류가 흘러내려가면서 용암동굴의 벽면을 깊게 파들어가는 하방침식의 작용으로 나타난 미지형으로 주로 구비치는 동굴통로의 침식벽면에 나타난다.

### 7) 찰흔

화산동굴이 형성되고 그 동굴내부가 점차 냉각되어가고 있을 때 동굴내에 만연된 수증기가 담백 담긴 개스가 동굴 속의 기류를 따라 힘차게 흘러 나아갈 때 동굴의 벽면은 냉각되면서도 기류의 방향으로 비닐모양의 흔적을 벽면에 남기게 된다. 이와같은 벽면에 남아있는 기류의 이동방향의 스쳐지나간 흔적을 가리킨다.

### 8) 용암폭포

이 용암폭포의 미지형은 주로 두가지 경우로 구분되는데 그 하나는 동굴벽면에서 볼 수 있는 현상과 또 하나는 동굴이 흘러내려가는 동굴바닥에 나타나는 현상이다.

### 9) 승상용암

보통 로피라바라 부르는데 주로 동굴이 뻗고 있는 지표에서 나타나고 있는데 이 미지형의 관찰로 밑바닥동굴이 뻗힌 방향을 알 수 있는 학술연구자료로 되고 있다.

### 10) 천정포켓

동굴의 천정면에 생기는 기포의 구멍으로 포켓모양의 오목하게 천정속에 패여진 미지형이다.

### 11) 벽면포켓

동굴의 벽면에 형성된 기포가 들어있던 흔적으로 전술한 천정포켓이 형성된 원리와 같다. 역시 빌레속동굴 속의 곳곳에서 볼 수 있는 미지형이다.

## 3. 동굴지물들의 여러가지

### 1) 규산주

세계에서 가장 커다란 규산주가 빌레못동굴의 미로굴의 가지굴속 끝머리에 있는데 크기는 실로 29cm에 달하고 있다.

### 2) 용암구

용암구는 동구의 천정이나 벽면에서 낙반되거나 허물어진 암석의 덩어리가 떨어진 그 자리에 그대로 쌓여 있는 것이 아니고 아직도 흘러내려가고 있는 용암류의 흐름에 의하여 동굴의 아랫쪽으로 흘러내려가다가 멈추어진 상태로 남아있는 암괴를 말한다.

### 3) 용암수형

원래 지표면에 자라고 있던 수목이 화구에서 흘러내려온 용암류 때문에 이에 휘말려들었을 때 그 수목이 아직도 완전히 냉각되어 있지 아니한 용암이 온도 때문에 이에 용융되어 타버리게 될 때에 이 수목이 자라고 있던 자리에 나타난 흔적을 가리킨다.

시흥리 용암류가 표선리 용암층이 지표면에서 불속 튀어나와 있는 지층에 부딪쳐 이곳을 소용돌이 치면서 체류한 곳이라고 판단되는 지점에서 발견된 것이다.

### 4) 용암석순

미로굴의 가지굴속에서 발견된 용암석순은 높이 78m로 세계 제2의 크기를 자랑하며 이 밖에 15cm내외의 용암석순들이 주굴의 끝부분에서 7개 발견되었다.

### 5) 규산화

비결정물질로 이 성분에는 알미늄이 많이 함유되고 있는데 알미늄의 함유량이 많으면 많을수록 규산화는 굳게 고착되고 있음을 알 수 있다.



6) 분출종유

용암종유의 일종으로 크기가 5~8cm가 보통이나 빌레못동굴에서는 직경 4~5cm, 길이 8~12cm의 커다란 것이 발견되고 있다.

7) 용암종유

보통 동굴의 천정면과 동굴의 벽면 등지에 생성된 소규모의 종유로 그 길이는 겨우 2cm내외가 보통이다.

8) 용암주

용암동굴의 측벽의 밑부분에서 형성되고 있는 용암종유의 경우와 용암층이 동굴을 형성하는 마지막 단계인 냉각기에 형성된다.

9) 튜브인 튜브

동굴 속의 동굴바닥에 있는 작은 동굴로서 이는 2차적으로 흘러 내려오던 용암류속에서 생긴 것이다. 빌레못동굴의 미로굴 끝부분에서 소규모적인 것이 발견되고 있다.

## IV. 결론

이상에서는 빌레못동굴 속의 지형 지물들에 대한 내용을 소개하였다. 현재는 단일 화산동굴로서는 세계 제3이지만 몇 년전만 하더라도 세계제일을 자랑하는 단일화산동굴이었던 빌레못동굴이기 때문에 이 동굴속에 간직되어온 미지형, 지물 또한 세계적인 것들인 것만은 틀림없다.

본 연구는 이 동굴속에 간직되고 있는 희귀한 지형지물들에 대한 보다 상세한 내용을 밝혀주는 동시에 이와같은 훌륭한 학술문화적 가치를 지니고 있는 제주도의 빌레못동굴의 자랑을 널리 소개하고자 연구조사의 일부를 피력한 것이다.

## 참고문헌

- 제주도, 빌레못동굴의 학술조사보고서 (1989)  
홍시환, 한국의 용암동굴, 한국동굴학회 (1982)  
홍시환, 한국의 자연동굴, (1979)  
홍시환, 한국의 석회동굴, (1983)  
홍시환, 한국동굴대관, 삼주출판사 (1990)