

VI. 韓國洞 의 主要 地形地物

1. 概 要

洞窟의 地表面이나 동굴속에는 갖가지 地形과 地物이 발달한다. 이들은 그 동굴의 種類에 따라 그 생성에도 크게 차이가 있다. 예를 든다면 石灰洞窟에 있어서는 一次的으로 동굴이 생기고 난 다음에 二次的으로 地形 地物들이 생성되는데 반하여 火山洞窟의 경우는 일차적으로 동굴이 형성될때에 동굴에 지형지물이 생기게 되고 그 후 용암이 냉각된 이후에는 生成物이 없는 것이 원칙이다. 물론 濟州島의 挾才窟이나 表善窟의 경우는 예외라고 할 수 있다.

이 동굴내부에 있는 지형 지물은 그 形態나 密度, 規模등에 있어서 학술적, 觀光적 가치가 있는것이 많아 天然 記念物로 지정된 동굴이 많다.

2. 主要地形과 地物の 生成

(1) 主要地形과 地物の 生成

石灰岩은 주성분이 方解石 ($C_2 CO_3$) 인데, 이것은 CO_2 를 수반한 自然水에 잘 용해되어 지표와 지하에 여러 형태의 지형지물을 형성한다.

즉 地表面에는 赤色 粘土質의 殘留土壤인 테라로사 (Terra rossa), 溶蝕溝 사이의 岩柱인 라피에 (lapies) 를 비롯하여 돌리네 (Doline), 폴리에 (polje), 圓錐 카르스트 (cone karst) 등이 생기고, 地下에는 石灰洞

窟이 형성된 후, 二次的으로 동굴안에 동굴 천정이나 동굴벽을 흘러 내리는 물에 용해되었던 탄산칼슘이 沈澱 집적되어 발달한 각종 스펬레오뎀에는 鍾乳石, 鍾乳管, 石筍, 石柱, 流石, 림스톤, 洞窟眞珠 등 여러가지의 地物이 속하는데, 그 개요를 보면 다음 표와 같다.

石灰岩臺地와 地形과의 相關

區分	侵蝕地形	堆積物 沈積物	물의活動
臺地上의地形	lapiez (karren) doline uvala polije cockpit ponor	terra rossa 火山灰 사력층	降雨 湧泉 表流水 伏流 浸透水 ↓
地下地形	洞內 lapiez 縱窟 洞內 notch ↓ 棚 shelf 斜窟 洞內 pot-hole ↓ “露出地下河川” 橫窟	鍾乳石 石柱 石筍 石灰華段丘	裂隙水 ↓ 洞窟流 ↓ 湧泉
峽谷地形	natural bridge 懸谷 洞門 乾谷 pot-hole notch, nitch 峽谷 段丘	崖錐 段丘	瀑布窟 湧泉 間歇泉

(地學研究：洞窟의 科學 1971)

(2) 主要地物の 生成 區分과 內容

이제 스펠레오렘 즉 二次生成物의 生成場所 및 成因을 구분 하면 다음 표와 같다.

생성장소 성인	천 정	동굴바닥	동굴벽면	동굴호소 (푸울)
떨어지는 물	중 유 관 중 유 석 커 어 틴 베이컨사이트 복스와 아크	석 순 이 순 카누라이트 석 주	커 어 틴	케이브퍼얼 (동굴진주) 케이브피소라이트
흐르는 물		플로우스톤 림 스톤	플로우스톤	케이브퍼얼 케이브피소라이트 방해석결정
기타의 원인	헬릭타이트 (곡석) 견치상결정 집산플라워 동굴산호	헬리그마이트	헬릭타이트 안소다이트 케이브코랄 중공구상중유석	부유칼싸이트 포상칼싸이트 케이브코랄 방해석대결정

① 鍾乳管 (Straw)

洞窟天井面の 곳곳에서 내려 뺏는 투명체의 빨대모양의 좁고긴 管狀의 생성물로 소다스트로 (soda-staw) 라고도 부른다. 직경 1-5 mm 정도의 관 모양으로 침적된 方解石으로 그 관의 두께는 약 0.1-0.5 mm에 달한다. 동굴의 천정에 침출된 지하수의 물방울이 천정에 부착되고 있을

때 그표면에서 二酸化炭素가 발산되고 미세한 方解石의 결정은 물방울의 크기로 반지 모양으로 둥글게 천정면에 매달린다. 이와같은 과정이 계속되어 형성되는데 길이는 보통 20 cm 내외가 많은데 이와같은 鍾乳管이 많은 동굴은 지금도 성장하고 있는 동굴임을 말할 수 있다. Boranup 동굴에는 직경 6 mm에 길이 6.2 m의 종유관이 있다. 우리나라에서는 寧越의 蓮下窟에서 매우 훌륭한 경관을 보여 주고 있다.

② 鍾乳石 (stractite)

보통 鍾乳管이란 동굴의 천정이나 벽면에서 내려 뺨은 생성물을 가리키나 넓은 뜻에서는 石筍이나 石柱까지 모든 동굴생성물을 총칭하는 경우도 있다.

특히 古藪窟에서는 萬物相地域에서 많은 대규모의 종유석을 보게 되는데, 특히 石筍과 石柱 그리고 鍾乳石 등등은 매우 자랑스럽다. 이것은 二次生成物의 속도가 빠른 것을 나타낸다. 觀光窟으로 알려진 우리나라의 古藪窟, 聖留窟, 高氏窟 등 石灰窟에서 흔히 볼 수 있는 동굴 생성물이다.

원래가 鍾乳石은 鍾乳管의 발달과 밀접하게 관계되고 있으며 먼저 생긴 종유관이 나중에 方解石에 의하여 충전된 것이다. 天井에 침출한 地下水가 이미 발달하고 있는 종유관의 외벽을 따라 흐를때, 이 외벽에 얽은 막으로 방해석을 침전시킨다. 그리고 이의 성장과정에 있어서 方解石에 粘土 등의 불순물이 혼합되거나 그 성장이 중단되거나 하기도 하는데 이것은 종유석의 단면에 의하여 판단할 수 있다.

③ 베이콘 (Bacon)

洞窟天井面에 또는 느린 경사의 동굴벽면에 길고 얇게 幕狀을 이루면서 성장하는 2차생성물로 베이콘과 비슷하다고하여 베이콘 종유 또는 베이컨이라고 한다. 커어틴이 비교적 垂直的으로 성장하는데 반하여 이 베이콘 종유는 수평 또는 경사진 곳에 발달한다. 그리고 밝은색과 어두운 색으로 交互하는 줄무늬 모양을 이루는데, 이는 불순물의 포함량에 따라 다르게 나타난다. 古藪窟, 聖留窟 등지에서 많이 보게된다.

④ 복스와아크 (Boxwork)

洞窟天井面에서 바둑판모양의 틈 사이로부터 커어틴같은 가늘고 얇은 종유석들이 줄지어 성장한 것을 말한다. 이것은 얼핏보면 상자같은 모양을 이루기도 하는데 여러개의 복스와아크가 있으면 벌집같이 보이기도 한다. 또한 석회암 중의 方解石의 줄기가 그 주변의 母岩과의 사기에서 차별적인 용식을 받아 남아있는 것도 복스와아크라 한다.

⑤ 石筍 (Stalagmite)

天井에서 또는 壁面에서 떨어지는 地下水에 의하여 이루어지는 堆積物을 石筍이라고 한다. 이 생성물은 천정에서의 물방울이 글바닥에 떨어져 흠어지거나, 바닥에 膜狀으로 넓게 전개되기도 하는데, 이때에 二酸化炭素가 발산하여 方解石을 沈措시켜서 이루어지는 생성물이다.

石筍은 대부분이 종유석보다 크게 성장하며 반드시 종유석과 서로 마주보게 되는데 古藪窟의 신개발지의 경우에는 종유석 발달보다도 석순의 발달이 활발하다. 우리나라 관광동굴에서 흔히 볼 수 있는

동굴 생성물이다.

石筍의 성장은 아래 조건들에 의해서 달라질 수 있다.

즉 동물의 천정면의 석회암의 成分과 이들이 스며내린 地下水의 量 그리고 이들의 용해된 물방울이 천정에서 떨어지는 빈도, 그리고 그 당시의 동굴내의 온도와 濕度 그밖에도 용해된 물방울의 농도 등이 서로 이 石筍의 발달 규모를 좌우하게 된다. 사실상 石筍이 종유석과 달리 나타나는 것은 鍾乳石은 鍾乳管과 같이 中空의 管이 종유석 속에 길게 내려뻗어 지하수의 물방울이 이를 따라 내려뻗어 발달하는데 石筍은 地下水의 물방울이 鍾乳石을 따라 흘러 밑바닥에 떨어져서 점차 위로 성장하기 때문에 管狀의 中空現象은 볼 수 없고 윗부분의 끝머리는 둥글게 발달하나 그 물방울의 量과 落差에 의하여 때로는 오목하게 패여진 모양을 보여주기도 한다.

古藪窟에서는 급속도로 二次生成物들이 성장하여 그 물방울의 떨어지는 빈도가 크고 이 溶解水의 농도가 짙어 그 堆積당시에 동굴내의 溫度와 濕度가 높아서 굵고 塔狀모양의 石筍이 발달한 것이다.

⑥ 石柱 (Column)

天井에서 매달리는 물방울이 鍾乳石을 만들고, 이들중 일부가 떨어져서 동굴바닥에 石筍을 발달시키고 있는데 이들 종유석과 석순의 발달이 계속되어 서로 연결되었을때 이것을 石柱라고 한다. 따라서 이 石柱는 처음에는 종유석의 끝머리의 가느다란 부분이 石筍의 둥그레스한 굵은 꼭대기 부분과 연결되는데 이 연결부분은 나중에 계속 흘러내리는 地下水의 물방울에 의하여 鍾乳石의 표면에 흘러내려 점차 굵다란 石柱로 된다. 즉 종유석과 석순을 따라 흘러내리는 地

下水는 石柱의 주위에 方解石을 沈積시켜 굵게 성장하는 것이다. 聖留窟, 高氏窟 등지에서 흔히 보게 된다.

⑦ 커어틴 (Curtain)

洞窟天井이나 벽면에서 떨어지는 물방울에 의하여 생성되는 鍾乳石의 일종으로 그 모양이 커어틴을 걸어놓은듯 얇게 길게 발달되는 것인데 古藪窟에서는 萬物相地域에서 볼 수 있다. 이 커어틴鍾乳는 얇게 그리고 넓게 발달되기 때문에 반대측에서 빛을 비추면 밝게 빛이 투시되며 이를 두드리면 여러가지 음정의 소리를 나타낸다. 많은 관광동굴에서 흔히 보게 된다.

⑧ 케이브퍼얼 (Cave pearl)

洞窟生成物 중에서는 洞窟의天井이나 壁面에서 부착되지 않은 生物物의 하나로는 케이브퍼얼 즉 洞窟眞珠이다. 이는 그 크기가 직경 수mm에서 數cm에 달하는 것도 있는데 그 모양은 卵形이나 球形을 이룬다. 케이브퍼얼솔라이트와 달라서 이 케이브퍼얼은 표면이 매끈매끈한 상태로 콩알같은 豆石을 이룬다.

이 케이브퍼얼은 그 콩알속에 모래알이나 작은 礫 등을 核으로 한 것으로 이것이 方解石으로 얇게 몇겹이나 싸워있는 것이며 同心圓狀의 단면구조를 이루고 있다. 그리고 이 방해석의 결정은 각단층에 수직으로 되어있다.

또한 케이브퍼얼은天井에서 계속 물방울이 떨어지는 극히 얇은 푸울이나 림스톤푸울 속에서 형성된다. 즉 이와같은 洞窟湖水나 石灰華段丘속의 림스톤푸울속에 있는 모래알이나 자갈이 물방울이 떨어지는 물결속에 굴러다니면서 方解石으로 코오팅 된 것이다. 古藪窟, 高氏窟

등지에 흔히 보게 된다.

⑨ 케이브피솔라이트 (Cave pisolite)

케이브피솔라이트는 케이브퍼얼과 같은 것이며 그 成因과 形成過程도 거의 비슷하다. 다만 케이브피솔라이트는 그 표면이 갈갈한 것이 특징인데 이것이 큰것은 케이브피솔라이트라하고 魚卵石 즉 케이브우라이트 (Cave oolite) 라고 부른다. 古藪洞窟에서 흔히 볼 수 있다.

⑩ 流石 (Flowstone)

洞窟壁이나 洞床의 표면을 地下水가 흘러내리면 이때 평탄한 면 위에서는 넓게 넓게 번지면서 흘러내리게 된다. 이때 地下水는 大氣와 접하게 되는데 二酸化炭素는 발산하기 쉬우게 되고 이리하여 方解石을 침적된다. 이와같은 침적되어 형성된 생성물을 플로우스톤이라고 한다. 古藪窟, 蘆洞窟, 高氏窟, 聖留窟 등지에서 흔히 볼 수 있다.

동굴의 벽면은 물론이고 그밖에도 느린 傾斜面의 바닥 등에서 흔히 보는데 보통 洞窟 폭포와 같이 보이는 현수형 流石과 계단을 이루는 斷層型流石 그리고 느린 지면에서 石灰華段丘의 생성없이 계속되어 발달된 洞窟斜面 등이 이에 속한다.

⑪ 림스톤 (Rimstone) 과 림스톤푸울 (Rimstone-pool)

地下水가 느린 경사를 이루는 동굴 바닥을 흘러내리면 이때 그 流路 바닥에서 침적작용이 일어나 눈두렁같은 작은 언덕이 생기는데 이것을 림스톤이라 한다. 이와같은 流路를 막는 댐 (dam)을 堤石 (Rimstion) 이라고 하는데 이의 높이나 두께는 흘러내리는 지하수의 量과 濃度 그리고 成分에 따라 그 규모가 달리 나타난다.

이 림스톤안에는 흘러내린 洞窟流가 고이게 되는데 이 푸울을 림

푸울 (Rimpool) 또는 림스톤푸울이라고 부른다. 이들을 총칭하여 石灰華段丘 (Travertine terrace) 라고도 한다.

古藪窟의 仙女湯이 대규모적인 石灰華段丘의 地形이다. 또한 草堂窟 高氏窟 등지에서 흔히 볼 수 있다.

⑫ 洞窟珊瑚 (Cave coral)

흔히 어떤 洞窟에서도 볼 수 있는 洞窟生成物로 빨락하게된 突起地物로 珊瑚모양을 이루는 것이 많아 이와같은 이름이 붙었다.

古藪窟에서도 곳곳에 발달하고 있는데 크기는 대체로 직경이 0.5-3 cm이고 높이는 1-3 cm가 보통이다.

이 케이브코랄 (Cave coral) 에는 그 형태로 보아 여러가지로 구분되는데 팝코른 (Pop corn), 카울리 플라워 (Cauliflower), 그레이프 (Grapes), 코오랄 (Coral) 등의 구분이 있다. 이들은 그 대부분이 동굴 중의 푸울속에서 생성되었으므로 球狀의 群生된 生成物인데 일단 水面下인 滯水層地點에서 생성되었기 때문에 水壁에 의해 그 끝 부분이 球狀을 이루게 되는 것이다. 따라서 이들이 지하수면 위에 생성되었다면 이 부분은 그 옛날 과거에 水面下에 있었음을 말해주는 것이다. 특히 旌善 餘糧에 있는 珊瑚洞窟 속은 커다란 공동에 洞窟珊瑚가 만발한 특색있는 洞窟로 되고 있어 산호동굴이라 부르게 되었다. 이들은 많은 동굴 벽면에서 보게 된다.

⑬ 칼사이트 (Calcite)

동굴속에 水流가 없을때 동굴속에 있는 늪, 연못의 水面에는 方解石의 미세한 結晶이나 매우 얇은 幕狀의 결정물이 물위에 떠있는 경우가 있다. 이것은 浮遊칼사이트라고 한다.

그리고 浮遊칼싸이트가 떠있는 수면에 물방울이 떨어져 그때에 생긴 작은 氣泡의 주위에 方解石의 결정이 부착되면 球狀의 엷은막을 이루는 泡狀칼싸이트 (Calcite bubble) 이다.

우리나라에서는 寧越 蓮下窟, 丹陽의 泉洞窟 등지에서 볼 수 있다.

⑭ 포켓 (Pocket)

石灰洞窟속의 飽和水帶에서 생긴 微形態의 하나로 天井이나 벽면에 파여진 溶蝕孔을 말하며 半球狀의 오목한 곳을 포켓 혹은 벨홀이라 한다.

이 포켓은 그 生成한 위치에 의하여 천정에서 생긴 씨링포켓 (Ceiling pocket) 과 벽면에 생긴 월포켓 (Wall pocket) 으로 나누기도 하고 한편 單一포켓과 複合포켓 등의 형성에 의하여 구분되기도 한다. 古藪窟에는 곳곳에 많이 발달하고 있는데 그중 작은 것은 直徑이 10-20 cm에 달하고 있다.

그러나 複合포켓 중에는 직경 1m 이상에 달하는 것도 많다.

⑮ 캐비티 (Cavity)

포켓과 같이 飽和水帶속에서 생성된 溶蝕形態의 하나로 그 형태는 포켓과 같으나 節理에 따라 오목하게 패여진 것이다. 물론 그 달려 있는 위치에 따라 세일링캐비티와 월캐비티로 나뉜다. 석회동굴에는 이와같은 캐비티는 곳곳에 발달한다.

⑯ 스폰지 워크 (Sponge work)

동굴속의 벽면이나 천정부에서 보는 작은 구멍의 集合體이다.

이는 飽和水帶中에 있는 석회암의 차별용식의 결과이다. 이것은 석회암의 칼슘과 마그네슘의 비율이 부분에 따라 차이가 있기 때문이

다. 고수동굴속에서는 매우 微形態로 나타나고 있을 뿐이다.

⑰ 아나스토모시스 (Anastomoses)

주로 洞窟의 天井面에서 많이 볼 수 있는데 構造線에 따라 용식에 의하여 생긴 작은 管狀을 이룬 複數의 오목부분이 복잡하게 蛇行을 이루고 있는 형태인데 주로 그 크기는 數 mm - 50 cm 정도까지 나타나고 있다. 溶蝕管하고는 구별되는데 아나스토모시스는 網狀으로 발달되고 용식관은 單一狀을 이루고 있다.

⑱ 溶蝕管 (Solutional tube)

天井이나 洞窟壁面에 半圓狀의 斷面을 이루는 도랑 (오목한 곳) 이 계속 구비치며 뻗고 있는 형태를 말한다. 아나스토모시스 보다는 그 규모가 크며 대부분은 半圓狀의 凹溝로 되며 節理面에 따른 때도 있다. 이 溶蝕管의 成因은 그 상태에서 이해되는것 같이 被壓水下에서 얻게되는 생성물인 것이다.

⑲ 보아 팻세이지 (bore passage)

프레아틱 터널 또는 튜브라고도 하며 飽和水帶로 동굴이 되어 있을때 그 飽和水帶중의 지하수는 被壓되고 있어 용식작용이 활발하게 되어 아나스토모시스나 용식관의 단계에서 다시 크게 원형의 횡단면을 이루는 통로로 발전하게 된다. 고수동굴의 하층부에서 볼 수 있다.

⑳ 프레아틱 펜단트 (Phreatic pendants)

아나스토모시스의 발달에서 통로의 형성을 보게되어 천정에 남겨진 아나스토모시스가 垂下物로 안정되는 형태이다. 석회동굴의 천정에서 매달린 母岩의 突起物로 인정되며 종유석과 비슷하다. 크기는 數 cm에서

약 40 cm까지 있는데 같은 장소에서 垂下物은 거의 크기가 비슷한데 古藪洞窟의 “사자바위” 부근에서 볼 수 있다.

㉑ 록크 스파 (Rock span)

洞窟을 구성하는 형태로 局部的으로 母岩에 의하여 이루어진 天然橋나 기둥 등을 총칭한다. 그 형태로 따라 天然橋 (Natural bridge) 柱石 (Pillar), 區分壁 (Partiton wall) 등으로 구분한다. 天然橋에는 속칭 “凱旋門”으로 불리우고 있는 것과 같이 통로를 가로막고 있을 정도 대 규모적인 것이 있고 柱石은 이른바, 石柱 (Column)와는 다르다. 즉 이는 溶蝕에 의한 남은 부분들이다.

㉒ 낫치 (Notch) 와 넛치 (Nich)

동굴내 흘러간 河川의 흔적으로 流水에 의한 側方侵蝕에 의하여 형성된 微地形인데 깊게 파고든 侵蝕 보다는 높게 파고든 侵蝕을 낫치라고 하며 깊은것을 넛치라고 하는데 고수동굴속의 하층부는 계속 이와같은 넛치와 낫치지형에 발달하고 있다. 이 지형은 循環水帶에서 발달한다.

㉓ 바도우즈 펜 단트 (Vadose pendants)

循環水帶속에서 殘存된 母岩의 垂下物을 말하며 飽和水帶에서 생긴 프레아틱 펜 단트와는 구분짓고 있다.

이 바도우즈 펜 단트의 成因으로는 동굴이 발달되고 있을때에 粘土가 통로를 덮어쓰워 천정면과의 사이의 수류에 의하여 형성되는 경우와 地下水의 增水로 천정부까지 浸入하여 溶蝕差에 의하여 생기는 경우등이 있는데 古藪洞窟의 “사자바위”는 이의 좋은 예이다.

㉔ 메안다 트렌치 (Meander trench)

石灰洞窟內를 흐르는 하천의 側方侵蝕에 의하여 낫치, 낫치지형이 형성되는데 下方侵蝕에 의하여 洞床이 깊게 패여지게 되는 경우 이 下刻作用으로 크게 蛇行으로 생긴 蛇行溝를 메안다트렌치라고 한다. 古藪洞窟의 하층통로는 모두 이 蛇行溝에 의하여 통하고 있다. 平昌 廣川仙窟 등에서 볼 수 있다.

㉕ 水平天井 (Flat ceiling)

石灰洞窟中 節理面에 따라 천정이 붕락되어 생긴 경우와 地下水面이 오랜동안 안정되어 側方擴大가 크게 작용하여 水平天井을 이룬 경우의 두가지 理論이 있다. 古藪洞窟은 下層中間에서 많이 보게 되는데 두가지 모두의 경우로 형성되었다고 판단된다.

㉖ 天井溝 (Ceiling channel)

循環水帶의 地下水에 의하여 洞窟內의 천정면에 깊게 패여진 골(도랑)을 天井溝라고 한다. 천정구는 천정면에 남겨진 溶蝕管과는 구별되는데 용식관은 飽和水帶中에서 형성된 것이다.

㉗ 垂直條痕 (Vertical groovings)

垂直洞窟의 壁面에서 흔히 볼 수 있는 垂直으로 뺨어내린 줄기를 말하며 그 줄기의 도랑 크기는 그 넓이가 1-30 cm이고 길이는 그 벽면에 계속 내려뺨고 있어 다양하다.

이의 成因은 壁面을 흘러내리는 循環地下水에 의하여 생기는 것으로 古藪洞窟의 “萬物相” 지구의 壁面에서 많이 볼 수 있다.

㉘ 마운틴 밀크 (Mountain milk)

洞窟壁이나 동굴바닥에 생성되는 백색의 粘土狀物質로서 부드러운 백

색의 微結晶物이다.

㉔ 石花 (Anthodite)

꽃의 형태를 나타내는 洞窟生成物의 총칭으로 주로 꽃모양의 針狀結晶의 동굴생성물을 말한다.

3. 火山洞窟의 主要地形地物

地表로 분출한 熔融狀態에 있는 마그마를 熔岩이라 부르는데, 비교적 두꺼운 용암류가 흘러 내릴때 표면이나 地層部가 冷却 古結하고 아직 熔融狀態에 있는 중앙부의 용암이 용암류의 말단인 아래로 흘러 갈때 생긴 내부의 橫 狀의 空洞을 라바터널 (Lave tunnel) 이라하고, 소규모 것을 라바튜브 (Lave tube) 라 한다.

이와같이 용암이 분출한 火山地方에도 다른지방에서 볼 수 없는 특수한 지형지물이 생기는데, 지표에는 噴石丘 (Cinder cone), 熔岩臺地(Lava plateau), 火口湖 (Crater lake), 칼데라호 (Caldera lake), 火口原 (Atrio) 등이 생기고 지하에는 용암동굴 (lave tunnel) 이 생기고 2 차적으로 동굴 내부에 熔岩柱, 熔岩球, 熔岩橋, 熔岩石筍, 珪酸柱, 개스블, 熔岩柵 등이 생기는데, 이제 그 개요를 보면 아래와 같다.

① 熔岩柱 (Lava column)

熔岩洞窟에서 볼 수 있는 石柱는 석회동굴에서 볼 수 있는것과는 그 成因面에서 다르다. 즉, 석회동굴에서는 대체로 1 차로 동굴이 형성된 후에 시간을 두고, 地下水에 溶蝕된 方解石 성분이 퇴적되어서 형성되지만, 熔岩柱는 1 차로 동굴이 형성된 후에 동굴의 天井을 뚫고 흘러 내려온 것으로는 만장굴 제 2 입구에서 제 3 입구로 가는 도

중 1,000m 지점에 있는 熔岩柱를 들 수 있는데, 그 높이가 7.6m로써 세계 최장으로 알려져 있으며, 현재는 관광객들에게도 공개되어 관광자원으로서도 커다란 역할을 차지하고 있다. 이의 성인은 천정부에서 흘러 내려온 2차의 熔岩流가 天井部の 약한 부분을 뚫고 잔류 용암이 밑으로 흘렀는데 이때에 하층 바닥의 용암위로 덮혀 있는 점과 퇴적으로 높아짐에 따라 상·하류 두 방향으로 흘렀으며 그보다 더 고결되고 거친 용암 공급량이 줄어들면서 쌓여감에 따라 塔狀의 熔岩柱가 형성되었다고 생각된다.

② 熔岩球 (Lava Ball)

熔岩球란 용암의 流動이 계속되고 있을때에 천정부에서 떨어진 熔岩塊나 側壁部에 부착되었던 용암선반이 유동하는 용암류 위에 떨어져 흘러가다가 용암량이 줄거나 속도가 느려져서 그대로 冷却 고결된 것이다.

대표적인 예로서는 현재 관광객에 공개된 萬丈窟의 기복바위를 들 수 있으며, 이것 외에도 만장굴에는 21개의 용암구가 분포되어 있다. 가장 거대한 것으로는 빌레못동굴 내에 있는 것으로 높이 2.5m, 직경 7.2m, 단경 5.2m에 달한다. 이외에도 水山窟, 臥屹窟 등에도 다수의 용암구가 분포되어 있다.

③ 熔岩橋 (Lava Brridge)

용암이 유동될때 그 바닥을 이루고 있던 바닥면이 그대로 冷却되어 남게 되는데 다시 용암바닥이 沈下되어 상하층의 여러층을 이룰때 중간의 냉각된 윗바닥을 熔岩橋라고 한다. 萬丈窟에는 대소 15개의 용암교가 분포되어 동굴의 형성과정을 말해주는 좋은 자료가 되

고 있는데 水山窟 속에서는 길이 140m, 폭이 5m되는 세계 제1가는 용암교가 발견되었다. 그리고 현재까지 만장굴 속에서는 삼층구조의 용암교가 발견되어 이목을 끌었다.

④ 熔岩石筍 (Lave stalagmite)

용암이 흘러내려 동굴이 형성되고 있을때 동굴천정이나 동굴벽에는 그 용암의 熔液이 沈積되어 동굴 바닥면인 바닥위에 쌓여져 석순같이 자란 것을 말한다. 빌레못동굴의 支窟인 미로굴속에는 길이 77cm의 대형 용암석순이 발견되어 세계 제일을 자랑하게 되었으며, 대체로 11cm이하이다. 만장굴의 제1입구와 제2입구 사이, 빌레못동굴의 迷路窟 부근, 水山窟, 와홀굴 등의 측벽 바닥에서 많이 볼 수 있다.

⑤ 熔岩鍾乳 (Lava stalagtites)

熔岩이 동굴을 형성하면서 아직도 高溫이 계속되고 있을때, 천정부나 측벽부에는 냉각되지 않은 熔融體인 용암이 고드름처럼 흘러 내리다가 냉각 고결되는데, 이것을 용암종유라고 하며, 石灰洞窟에서 볼 수 있는 것보다 그 규모가 작다. 그 형태가 고사리형인 경우와 포도상인 경우 그 밖에 형상에 따라 각각의 명칭이 다르다. 熔岩鍾乳의 분포는 대체로 熔岩石筍의 분포와 일치하고 있으며, 그 규모는 제주도내의 동굴의 경우는 10cm 내외이나 黃金窟의 上層窟에서는 70cm 정도로 길게 자란것도 관찰된다.

⑥ 미니동굴 (Tube in Tube)

동굴이 형성된 후 동굴 바닥에 다시 2차의 용암이 유입하여 그 표면이 냉각하고, 그 속에 Gas空洞이나 流動空洞을 형성하게 되는데 이와 같은 소형굴을 “동굴 속의 동굴”이라하여 미니 튜브 혹은 미

니동굴 (Tube in Tube) 라고 한다. 萬丈窟에는 내부의 곳곳에서 볼 수 있는데 빌레못동굴에서도 발견된다. 매우 희귀한 微地形으로서 그 학술적 가치가 높은 지형이다.

특히 최근에는 韓·日合同洞窟調査團에 의하여 挾才洞窟系에 속하는 昭天窟 내부에서 길이 240 m에 달하는 세계 제일가는 미니동굴이 발견되었다. 더구나 이 미니동굴의 형태가 뚜렷하여 학술가치가 크게 기대되고 있다.

⑦ 珪酸柱

珪酸鍾乳가 계속 발달하여 동굴의 바닥까지 연결되어 기둥을 이루었을 때를 말하는데, 세계적으로 매우 희귀한 지형이다.

濟州島의 동굴중에서 빌레못동굴에서 발견되었는데 28 cm의 화려하고도 훌륭한 珪酸柱이다. 현재까지 이와 같은 규모의 珪酸柱는 세계적으로 보고된 바 없다.

⑧ 珪酸華

珪酸華는 개스중에 熔融되어 있었던 珪酸이 동굴의 측벽에 부착되어 이루어진 것으로 생각된다. 이러한 것들의 예로는 萬丈窟의 제 3 입구 부근과 빌레못동굴의 迷路窟과 지굴에서 버섯형, 꽃잎형, 삼림형 산호형 등의 발달을 볼 수 있다.

⑨ 噴氣球 (Gas ball)

萬丈窟의 하층 막장 부근에서는 크고 작은 개스볼이 부착되어 있는데 이것은 용암이 유동에 따라 가스가 농축되어 연한 용암 粒子를 붙어내어 측벽부와 천정에 매달려 있으며, 밑바닥에 형성된 개스볼은 熔岩속에 들어 있는 가스체가 밖으로 나오다 남은 일부가 표

면이 냉각되어 갈 때 부풀어 오른 것이다. 가스볼은 표면에 스며 있는 가스의 양과 溫度, 岩質, 壓力 등에 따라 그 형태와 크기가 달라진다. 동굴내의 통로가 낮은 부분에는 가스의 작용이 활발하여 각종 형태의 가스볼을 형성한다. 葡萄狀 熔岩 鍾乳나 乳房狀 鍾乳, 針狀, 槍狀, 樹枝型的 종류가 가스볼과 비슷하게 천정이나 측벽에 매달려 있다. 이때에 鍾乳가 거의 일정 방향으로 비스듬하게 기울어진 것은 동굴내의 가스의 이동 방향을 뜻하며 이러한 것은 빌레못동굴의 입구에서 약 150 cm지점에 잘 발달하고 있다.

⑩ Ropy Lava(로피라바)

熔岩의 流動이 멎고 동굴이 형성된 무렵에 바닥면의 중앙부가 유동이 약하여지고 온도가 낮아짐에 따라 상대적으로 粘着性이 높아져서 냉각 고결될 무렵에 생긴다. 새끼를 꼬아놓은 모양으로 동굴바닥에 포물선모양을 나타내며 냉각된 용암바닥을 가리킨다. 이를 로피라바(Ropy Lava)라고 한다.

萬丈窟의 제2입구에서 제1입구로 향한 지점에서 잘 관찰할 수 있으며, 마치 새끼를 꼬아 놓은 형태의 암회색 또는 적갈색의 용암으로 서로 엉켜 붙어 있으며, 어떤것은 마치 나무줄기를 서로 엉켜 놓은 형상을 한 것도 있는데 밟으면 쉽게 부서진다.

⑪ 熔岩선반(熔岩柵)

용암선반은 용암이 流動하면서 그 바닥이 냉각되었을때 바닥면의 일부가 그대로 동굴 벽에 남아서 부착되어 있음을 볼 수 있는데 이것은 용암선반이라고 한다.

이때 벽면과 바닥에서 남아 있는 선반의 형은 日本의 火山洞窟學

者인 오가와 (小川孝德)에 의해 A, B, B', C, D형으로 구분되었는데 濟州島의 火山洞窟들에는 각종의 용암선반의 형을 그대로 볼 수 있다.

* A형 용암선반

유입된 熔岩流가 측면의 바닥에 흔적을 남기고 침하 유출된다. 그리고 측벽에 얽게 부착한 용암이 삭제되어 뭉쳐진 것이 A형 용암선반으로서 傾斜가 없는 平地의 동굴내에서 볼 수 있다.

濟州島에서는 北濟州의 金寧蛇窟에서 대표적인 것을 볼 수 있으며 다음 같이 나타낼 수 있다.

* B형 용암선반

A형과 마찬가지로 동굴내에 제 2차의 熔岩流가 유입하여 용암류가 체류하면서 측벽부에 가까운 곳은 빨리 굳지만 중앙부는 바닥의 용암이 流動에 의하여 흘러 나간것으로 아래 그림과 같이 나타낼 수 있다. 濟州島의 火山洞窟 중에서는 萬丈窟, 빌레못굴, 한들굴, 臥屹窟 등에서 볼 수 있다.

* B'형 용암선반

이것은 B형의 熔岩선반과 그 成因이 비슷하다. 그러나 이 경우 바닥면에서의 滯流時間이 길어 일시적인 熔岩橋를 형성하지만 나중에 낙하하여 熔岩의 흐름에 의하여 빠져 나간 경우의 것으로서 선반의 측면을 자세히 보면 B형과 구분되며, 바닥면의 流動이 없을 경우는 다리 (Bridge)가 떨어져 남아 있는 경우도 있다. 아래 그림은 B'형의 용암선반을 나타낸 것이다.

* C형의 용암선반

熔岩流의 흐름이 급속하여 만곡부의 커브 바깥쪽에 용암이 밀려 올라가 괴여 있던 흔적을 남긴것으로서 일본의 우즈라아나 동굴에서만 관찰되는 것으로서 제주도의 동굴에서는 관찰되지 않는다. 아래 그림은 C형의 용암선반을 나타내고 있다.

* D형의 용암선반

D형은 濟州島의 火山洞窟에서 흔히 볼 수 있는 형태로서 가장 전형적인 것은 萬丈窟에서 볼 수 있는 것으로 용암층 비슷하게 옆으로 橫線이 쳐진것으로 용암상의 沈下痕跡이다.