

韓日合同 濟州島 溶岩洞窟 調査 報告

濟州島 溶岩洞窟에 관한 研究

濟州大學 教授 康 勝 三

一, 머리말

本 研究는 1977年 8月 1日부터 10日까지 日本의 富士溶岩洞窟研究會와 韓國洞窟學會, 濟州道 自然보호協會가 주관한 韓日合同 洞窟조사에 參與할 機會가 있어서 濟州道에 分布하고 있는 洞窟地形을 中心으로 조사한 것이다.

여기에 조사한 洞窟 以外에도 수 많은 洞窟이 分布하고 있으나 모두 踏査할 機會가 없었고, 現存로서 不明한 것이 많지만 洞窟의 成因, 分類, 洞窟내부의 未地形등에 관하여 概略 조사한 것을 보고하는 바이다.

二, 溶岩洞窟의 形成과 地形

濟州道の 火山은 新世代의 제 3기 말에서 시작하여 제 4기초에 걸쳐 粗面岩 分출에서 韓地산 정상과 성판악, 어승생악, 구십구곡 등이 形成되고 다음에 安山암이 分출하여 山房山(395m)별도봉 등의 分석구가 生成되었으며, 最後에 流動性이 강한 알카리 玄武岩이 分출하여 韓地산을 形成하고 此外 송악산 삼매봉 등의 分석구도 形成되었다.

이와 같은 거대한 火山島가 海上에서 分출하여 流動性이 강한 溶岩이 흘러 내림으로서 溶岩洞窟이 形成된 것으로 보이나 이와 같은 玄武岩의 分출은 韓地산 正상에서만 流出된 것이 아니고 궁대악, 軍山, 삼매봉의 分석구에서도 流出되었고 城山浦해안

이나 濟州市 海안에서도 溶岩이 流出된 것으로 보아 溶岩洞窟의 形成原因도 韓地산 정상 溶岩分출에 의한 溶岩洞窟의 形成이 결정적인 역할을 한 것으로 보이나 分석구에서의 溶岩流出로 洞窟이 形成된 것도 存在하며 궁대악이나 軍山과 같은 정상 溶岩洞窟은 分석구 자체내의 溶岩에 의해 形成된 것이다.

溶岩은 이와 같이 火山에서 流出하여 표면이 먼저 냉각되어 굳으며 内部는 高温이 유지되어 流動性을 가지고 있기 때문에 십년 내지 일백년 정도로 完成되고 溶岩流의 方向에 따라 韓地산의 북측에 發達하고 있다.

이와 같이 溶岩洞窟의 生成을 보면 溶岩分출이 많은 日本의 후지산과 같은 成층화산이나 韓地산 같은 楕狀火山을 비롯하여 溶岩대지에 많이 發達하고 있다.

후지산인 경우는 山성溶岩이기 때문에 流動性이 적어 洞窟의 길이도 최장이 1.7km에 불과하나 韓地산이나 Hawaii 溶岩은 流動性이 강한 알카리 溶岩으로 그 길이도 최장을 기록하고 있다.

溶岩流의 속도는 양이나 경사에 따라 차이가 있으나 Hawaii 楕狀火山인 마우나로아 火山인 경우 1時 10~20km 속도로 흘러 韓地산인 경우는 高度가 낮기 때문에 이보다 더 느린 것으로 추정된다. 그래서 洞窟의

形態도 직선적이 아니고 Meander(메안다) 形을 이루고 있다.

溶岩流의 溫度는 一般的으로 1000℃ 内外이나 日本의 三原山인 경우는 995°~1048℃ 아소산인 경우는 1172°~1190℃이고 Italy의 베수비어스火山인 경우는 1060℃ 内外를 기록하고 Hawaii 킬라우에아火山인 경우는 950~1180℃인 것으로 보아 한라산의 溶岩溫度도 溶岩溫度도 대략 900~1200℃사이인 것으로 보인다.

이와 같이 가열된 溶岩은 一時에 냉각되는 것이 아니고 溶岩은 불양도체로 完全고결까지 수 개월에서 수 십년까지 걸리는 경우도 있다.

南美에 있는 코트베크市 火山 경우를 보면 溶岩이 분출 후 四十年이 지난 다음에도 토인들이 溶岩을 취사에 이용하였고 에로나 火山인 경우도 四十年이 걸렸고 멕시코의 셀로산인 경우도 溶岩분출 후 二十一年 후에도 담배불을 점화한 기록이 있는 것으로 보아 濟州道의 溶岩洞窟도 그 形成 기간이 수十年에 걸쳐 냉각되면서 溶岩洞窟 및 洞窟内에 여러가지 形能의 地形이 形成된 것으로 보인다.

濟州道에 分布하고 있는 洞窟地形 및 洞窟이 일단 形成된 다음에도 二次的으로 생긴 未地形의 形成原因은 다음과 같다.

1. 溶岩터널

火山에서 분출된 溶岩이 분출되어 표면이 냉각되거나 内部는 高溫과 流動性으로 흘러 표면은 殘存하고 内部는 溶岩이 흘러 空洞이 생긴다.

2. 蛇行

河川의 流路形態인 蛇行川으로 장년기, 노년기 河川에 보이는데 洞窟의 경우도 뱀모양으로 직선이 아니고 蛇行하면서 洞窟을 形成하고 있다.

이 形態는 유속이 느리고 평야地形인 경우 이 形態를 취한다

3. 새끼溶岩

流動性溶岩이 새끼모양으로 굳은 것으로 溶岩흐름의 方向을 알 수 있으며 洞窟内部의 밑바닥이나 地表面에도 溶岩이 흘렀던 곳에서는 많이 볼 수 있다. 그 形態도 새끼형,

반달형, 직선형, 원형, 타원형, 바나나형 등 여러가지가 있다.

4. 岩棚

溶岩이 일정한 水位를 유지하여 흐를 때 壁면에 溶岩이 붙어서 굳은 것으로 일종의 溶岩선반이 벽에 붙은 것이다. 이것으로 溶岩水位의 變化를 알 수 있다.

5. 벽진주

포도와 같이 생긴 것으로 벽 속에 포함되어 있는 Gas가 뿜어 나와 원형의 포도알과 같이 벽에 붙어 있는 것으로 속은 텅 비어 있다.

6. 뱀形

溶岩이 흐르면서 벽에 붙여진 溶岩이 完全히 붙지 않고 떨어져서 벽 밑에 뱀 形態를 나타내고 있다.

7. 自然제방

溶岩양의 공급이 적어짐에 따라 양쪽 벽면에만 溶岩이 흐를 때 그 流路변에 溶岩을 쌓아 올린 경우이다.

8. 鍾유석

溶岩이 천정을 따라 흘러 내리거나 혹은 용암 Gas, 수증기 증발에 따라 천정에 붙어 있는 유방과 같이 생긴 것으로 그 形態는 유방형, 종형, 소뿔과 같이 생긴 棺形 불판이 매달린 것과 같은 Pin(핀)형등 여러가지 있다.

Gas량이 적은 경우는 작은 鍾유석 많을 경우는 큰 鍾유석이 생기고 천정이 복잡하며 천정에서 Gas가 뿜어 나왔을 때는 속이 비어 있는 棺이 생긴다.

9. 석순

천정에서 溶岩 혹은 鍾유석이 떨어지거나 혹은 岩盤이 낙하되어 그 위에 溶岩이 成長된 것을 말한다.

10. 石室(석실)

Gas가 一時的으로 저장되어 突出口를 찾지 못하여 정체될 때에 廣場이 생기며 1, 2, 3, 4 층의 洞窟이 Gas의 축적으로 파괴될 때에도 大廣場이 생긴다.

11. 主窟

河川에서 本流와 같이 洞窟에 있어서 主流을 이루는 흐름의 方向을 말한다.

12. 支窟

主窟에서 갈라진 것으로 主窟과 연결된 모든窟을 말한다.

13. 빌딩洞窟(탑동굴)

洞窟이 하나가 아니고 1층 내지 4층의 洞窟이 生成되는데 이것은 溶岩流의 공급차에 따라 상층에서 生成되어 1층·2층·3층·4층을 形成하나 完全히 시기가 다른 溶岩이 흘러 1층·2층 洞窟을 形成하는 경우도 있다.

14. 流石

溶岩이 다량 벽면에 흘러내려 흐르는 모양을 나타내고 있는 溶岩덩어리를 말한다.

15. 斜線무늬

벽면에서 小량의 溶岩이 흘러 떨어지는데 洞窟이 溶岩이 흐르는 바람에 方向이 斜線形態를 취하고 있다.

16. 다리(橋)

溶岩流의 공급차이에 따라 1층 洞窟이 생기고 하층이 洞窟이 形成되는데 完全히 하층 천정이 굳어지지 않고 파괴되어 다리만 남은 경우가 있다. 이 다리(橋)를 말한다.

17. 부석(浮石)

Gas가 全部 배출되어 溶岩이 물에 뜨는 가벼운 상태의 岩石을 말한다.

18. 石柱

溶岩이 천정에서 떨어져 地上과 천정이 연결되어 기둥모양을 이룬 것을 말한다.

× × ×

三. 溶岩洞窟의 分布와 地形的 特性

濟州道에는 한라산에서 북쪽 해안을 향하여 수 많은 洞窟이 발견되고 있으나 그 實能은 아직도 자세히 파악하지 못하고 있으며 아직까지 發見된 규모가 큰 것은 다음과 같으나 여기에 소개된 이외에 成山面에만 30개 이상이나 소규모의 洞窟이 발견된 것으로 보아 그 수는 일백개 이상 되는 것으로 추정된다. 최근에 만도 빌레못窟과 같은 대규모의 溶岩洞窟이 발견되고 있다.

중요한 洞窟길이를 보면 다음과 같다.

빌레못굴	8.5Km	만장굴	6.9Km
한들굴	1400 m	쌍용굴	380 m
초기굴	910 m	소천굴	3000 m
협계굴	109 m	제암굴	114 m
신창성	850 m	구린굴	380 m

와홀굴	1316 m	로띠기굴	800 m
풍낭굴	100 m	개오새굴	250 m
뱀굴	380 m	송당굴	700 m
수산굴	4700 m	미천굴	1695 m
덕천굴	190 m	강생굴	350 m
마시마르굴	300 m	이메물굴	390 m
개야물굴	170 m	개내기굴	200 m
황금굴	100 m	등이 있다.	

이들 洞窟은 第三紀末에서부터 第四紀初에 걸쳐 분출된 玄武岩이 北方에 집중적으로 흘러내려 流動性이 강하기 때문에 해안 쪽을 향하여 長流를 이루고 있다.

그 두께도 5m~10m에 이른다.

특히 협계굴, 소천굴, 한들굴, 황금굴, 쌍용굴 등이 分布하고 있는 서북쪽의 한경면 일대와 뱀굴, 萬丈窟, 수산굴 등이 분포하고 있는 東北斜面의 구자면, 성산면 일대, 해안지역에까지 溶岩流가 흘러 수 십개의 洞窟들이 發見되고 있다.

특이한 것은 산 정상에도 Gas 터널이라고 보여지는 洞窟이 궁대악, 군산 등지에서 發見되고 있다.

溶岩터널은 해안쪽으로 흘러 내렸기 때문에 지표면이 원지형의 영향을 받아 경사에 굴곡이 많고 또한 흐름의 形態도 河川에서와 같이 Meander 形態를 이루고 있으며 유속은 완만했던 것으로 추측된다.

溶岩流의 공급차에 따른 溶岩水位의 변화에 따라 벽에는 몇 개의 岩棚이 存在하고 있으며 溶岩水位의 변화를 알 수가 있다.

洞窟内部에는 一時的으로 Gas와 溶岩의 축적에 의하여 形成된 大石室이 存在하고 1층내지 4층이 洞窟流가 形成되고 있는데 이것은 溶岩이 공급량의 차이에 따라 形成되는 경우와 時期가 다른 溶岩流의 흐름에 따라 形成되는 경우도 있다.

이와 같은 예는 소천굴 萬丈窟에서 볼 수 있으며 상층이 溶岩洞窟에서 하층에 있는 岩洞窟로 흘러내린 경우도 볼 수가 있다.

一般的으로 上流部가 流路가 복잡하고 큰 광장이 있고 支窟이 많으며 폭과 規模가 크다. 下流部는 단순하고 規模가 작다. 바닥에는 小形의 洞窟이 存在하고 적색·갈색 溶岩이 많다.

그리고 浮石이 많고 새끼溶岩도 많이 存在한다.

上流部 洞窟의 특징을 보면 窟이 많은 것이 특징이고 地形的 변화가 심하며 石室 등이 많고 3·4층 洞窟들이 存在하며 洞窟 폭의 大小가 심하다.

예를 들면 四층 洞窟의 경우 그 폭을 비교해 보면 1층 洞窟이 작고 2층이 크며 3층이 작고 4층이 크다.

이것은 위에서부터 洞窟이 形成되어 洞窟水位 저하에 따라 차례로 形成된 것이다. 洞窟下流部 쪽은 단순하고 2층 洞窟이 없으며 직선形態를 취하고 있다.

이것은 上部가 고원으로 Gas 축적이 많아 여러가지 洞窟이 形成되나 냉각에 따라 流路가 한정되고 地形的 영향을 받아 단순하게 된 것으로 보인다.

萬丈窟이나 소천굴인 경우 蛇行이 심하여 蛇行절단된 곳이 存在하며 溶岩 속도가 느린 경우 蛇行이 심하고 빠른 경우는 직선으로 보아서 河川으로 보면 장년기 形能의 流路를 形成하고 있다.

洞窟의 地表面 形態를 보면 地表面 地形이 깊은 분지를 形成하는 경우 洞窟 천정높이가 地表面과 멀고 洞窟 地表面 地形이 낮은 산과 같이 블록 나온 경우는 동굴 천정과 地表面 사이가 가깝고 Gas의 분출이 이곳을 뚫어 入口를 形成하는 경우가 많다.

이와 같이 溶岩洞窟이 形成된 다음에도 여러가지 地形이 形成되는데 萬丈窟·소천굴·수산굴 등에서의 중요한 地形的 特性은 다음과 같다.

1. 쌍용굴·협제굴

북측에서 소천굴, 쌍용굴, 협제굴, 제암굴이 나란히 存在하고 있다.

북측 해안 가까이 제암굴이 있어서 그 속에 地下水가 存在하며 현재 음료수로 이용되고 있고 제암굴의 연장은 바다에 연결되나 확실히 파악하지 못하고 있다. 제암굴 외에 협제굴과 연결되고 협제굴 외에 쌍용굴에 연장 된다.

협제굴에는 조개껍질이 용해作用으로 인하여 석회질이 종유석과 석순이 發達 되고

있으며 海水의 영향이 여기까지 미쳐 해안 모래가 쌓여 있다.

협제굴과 연결되는 쌍용굴에도 석회질의 종유석이 발달되고 있고 또한 溶岩 종유석이 천정에 發達되고 있다.

쌍용굴은 2층으로 된 洞窟로 2층 洞窟이 협소하고 1층 洞窟의 폭이 廣大하다. 이와 같은 2층 洞窟의 生成은 溶岩洞窟 水位 변동에 따라 상층에 Gas가 집적되어 洞窟이 形成되어 흐르다가 또 다시 溶岩水位 저하로 2층이 生成되든가 혹은 다리(Bridge)가 形成되는 경우도 있으며 벽에는 단상이 岩棚을 形成하는 경우가 많이 보인다.

溶岩流의 形態를 보면 河川인 경우에는 Meander의 내측에 퇴적하고 外측에 침식을 당하는데 반하여 쌍용굴에 있어서 관찰하여 보면 오히려 外측에 溶岩이 대량 퇴적되어 있고 내측에 침식이 강하여 溶岩퇴적이 전연 없든가 혹은 소폭의 岩棚으로 存在하는 경우가 많다.

外측은 岩棚으로 存在하는 경우라도 內측에 비하여 폭이 넓은 것이 특징이다.

이것은 溶岩水位가 저하될 때 溶岩이 內측에 흘러 냉각 속도가 外측이 빠르고 內측이 느리기 때문이다.

종유석의 크기에 있어서도 그 成長과정에서 있어서 차이가 있어 大小가 보이는데 溶岩流의 流動性이 큰 경우에는 종유석이 적고 流動性이 적은 경우에는 溶岩 종유석이 크다.

이것은 流動性이 큰 경우에 溶岩 Gas 공급이 적어 종유석 성장이 느리기 때문이며, 流動性이 적거나 高温으로 Gas 분출이 많은 경우에는 종유석의 成長속도가 빠르기 때문이다.

‘석순도 많이 存在하고 있는데 종유석의 낙하로 生成된 것 혹은 상층의 분출물들이 낙하되어 生成된 것 등이 보인다. 大石室의 存在는 Gas流의 大小에 따라 石室의 크기가 좌우되며 그 강약에 따라 大石室이 形成되는 것이다.

혹은 최근에 발견된 빌레못굴인 경우는 下部에 1·2층의 洞窟의 흐름과 上部의 3, 4층의 洞窟의 흐름이 별도로 흐르다가 Gas

流가 폭발되어 3, 4 층의 窟과 연결된 石室도 보인다. 벽에 存在하고 있는 단상의 岩棚의 存在는 溶岩水位 변동 경우에 發生하는데 萬丈窟이나 蛇窟의 경우 溶岩水位 변동이 없는 경우에는 岩棚이 存在하지 않고 있으나 변동이 있어 정제하는 경우에는 岩棚이 存在하고 있다.

이 窟은 溶岩洞窟이지만 석회物質이 다량 절리에 따라 침투하여 중유석 유석, 석순 등이 存在하고 천정이 나무뿌리가 나온 경우에 뿌리를 따라 물이 흘러 맥상이 막을 形成하고 있다.

석회物質이 피복된 곳은 백색을 나타내고 있으며 풍화(風花)된 곳은 적색을 나타내고 뿌리가 부식되어 곰팡이 발생으로 녹색, 갈색도 띄고 있다.

1·2·3·4 층의 洞窟이 生成된 경우 상층이 먼저 생기고 하층은 계속 흘러 몇 개 층의 洞窟이 生成되며 이와 같이 上下층은 온도차가 있고 별개의 흐름인 경우도, 있으나 Gas가 축적되어 폭발하는 경우는 上下층이 연결된다.

洞窟 밑 바닥에도 여러가지 地形이 發達되고 있다. 洞窟 밑 바닥에 圓形의 판이 있고 구멍이 있다. 이것은 溶岩이 흐를 때 소용돌이가 存在한 것이 아니고 溶岩의 흐름이 끝난 다음에 2차적으로 溶岩속에 Gas가 폭발하여 生成된 것이며 河川에 存在하 Pothole(포트홀)과 같이 溶岩이 불순물을 中心으로 회전하면서 퇴적하여 生成된 것이다. 河川인 경우는 침식하지만 溶岩인 경우는 회전으로 응고되어 퇴적 形能을 취하고 있다.

새끼모양의 形能을 나타내는 모양이 溶窟 内部 바닥이나 外部의 地上에도 도처에 存在하고 있는데 특히 협제굴 入口와 해안의 海水욕장 일대에도 새끼 溶岩을 흔히 볼 수 있다.

이 窟의 年中溫度는 15°C 内外이다.

× × ×

2. 소천굴

이 窟의 南측에 상명악이 있는데 망오름이라고도 한다.

이 산의 정상에는 50m 깊이의 화구가 存

在하며 서울과 직선 거리상의 산이 없다고 하며 통신소가 설치되어 있다.

소천굴은 Y字形을 이루고 있는데 이것은 Lavd 터널이 생긴 다음에 上部층에서 또다시 溶岩流가 흘러 2층 터널을 形成시키고 있다.

그래서 溶岩이 장애물에 따라 Y字形으로 긴 洞窟을 形成하고 있다.

上部의 溶岩이 本流의 洞窟에 흐르고, 本流에 해당하는 洞窟 바닥에도 또다시 洞窟이 形成되어 洞窟의 축소판을 形成하고 있다.

이것은 溶岩의 流動性이 강해서 계속적이고 장시간에 걸쳐 溶岩이 흘러 생긴 時間的 차이에 따라 2차적, 3차적으로 洞窟이 形成된 것이다.

바닥이나 혹은 바닥에 形成된 洞窟의 표면에는 새끼溶岩이 잘 發達되고 있는데, 그 形能도 여러가지이다.

폭이 크고 圓形의 파도가 연결된 것과 같은 形態이 있는가 하면 폭도 좁고 반 도너츠가 겹쳐진 形態 등 매미 등과 같은 形態도 보인다.

흑색의 석화가 절리나 벽이 들어 간 곳에 發達되고 있는데 이것은 Gas가 뿜어 대어 生成된 것이고 白色의 석화는 유산화 作用에 의해서 生成된 것이다.

溶岩 中유석은 천정에 發生하고 있으며, 規模도 큰데 이것은 高溫인 때문이며, 洞窟이 끝나서 막힌 경우에는 열이 식어 저온인 경우이므로 이 때의 中유석은 띠엄띠엄 發生하고 있다.

기후상으로 高溫지대의 洞窟에는 박쥐·곤충 등의 生物이 사나 저온인 경우에는 안사는 경우가 많다.

洞窟바닥의 가운데가 높고 양 옆에 河水路가 있는데 이것은 수축으로 가운데가 높은 경우도 있고 혹은 굳은 가운데 溶岩이 다음에 양 옆이 또다시 溶岩이 흘러 밀릴 때 가운데가 높게 나타나고 있다.

흑색의 溶岩은 조밀한 溶岩으로 高溫인 경우에 形成되며 이것이 식으면서 저온인 경우 溶岩에서 물이 빠져나와 산화되어 빨간 溶岩으로 변하며 玄武岩과 火山礫, 화산 회

등이 뭉쳐 흐른 흔적이 보이고 洞窟内部에도 溶岩이 식으면서 굳은 것이 파피되어 化石이 存在하고 있다.

洞窟内部에 礫·나무가 뭉쳐 있는 경우도 상명악 남쪽에서 發見되고 있고, 1차적으로 溶岩이 흐르고 風化되어 植生이 밀생한 다음에도 溶岩이 흘러 수차에 걸친 火山礫·化石, 火山岩 등이 섞여 흐른 것으로 보이며 그래서 틀린 종류의 岩石을 포함시키고 있다.

Rope가 천정에 붙어 있는 경우도 있는데 이것은 地表에서 생긴 Rope가 흘러 들어와 천정에 붙은 것으로 보인다. 洞窟下流의 끝부분은 溶岩으로 차 있어 굳어서 폐쇄시키고 있으나 또 다시 下流에 溶岩을 분출시켜 협계굴, 쌍용굴 등과 연결된 것으로 보인다.

地表上은 상당량의 玄武岩이 存在하고 있기 때문에 소천굴에서 중단된 것으로는 보이지 않는다.

第一入口 근처에 다리(Bridge) 흔적이 있고 下部쪽에 내려가면 밑바닥에는 洞窟의 축소형인 二次의 洞窟이 形成되고 있으며, 밑바닥 표면은 Rope 形態로 되어 있고, 더하류에 가면 막힌 데기 있는데 여기에는 역과 부속층으로 되어 있다.

第一入口에서 급경사로 낙차가 있는데 이것은 원 地表地形의 영향을 받은 것으로 보인다. 벽이나 천정이 하얀 회색을 띤 곳이 있는데 이것은 高温과 습기가 많은 洞窟에 생기는 이끼이고 천정이 까맣게 보이는 곳도 있는데 이것은 낙반 자국인 경우도 있고 박쥐가 살았던 곳이다.

박쥐가 산 경우에는 천정 밑을 보면 떨어진 박쥐 똥이 있다. 벽에는 콩알 같은 것이 붙어 있는데 이것은 Gas가 뿜어 부풀어서 形成된 것으로 속은 비어 있다.

그리고 이 窟의 下部쪽에는 오래 된 것으로 보이는 動物 뼈가 많이 發見되고 있다.

3. 만장굴(萬丈窟)·사굴(蛇窟)

萬丈窟과 蛇窟은 같은 곳에 위치하고 있으며 蛇窟은 북측에 위치하고 蛇窟 南측에 연장되어 있는 것이 萬丈窟이나 中間이 폐쇄되어 있다.

萬丈窟은 길이가 6978m이고, 높이가 곳에 따라 3~120m까지 되며 폭은 좁은 곳이 3m, 넓은 곳이 20m나 된다.

洞窟溫度는 9°~17°이고 습도는 81%이며 洞窟속의 生物은 박쥐, 거미, 진드기, 지네, 톱토기 등이 살고, 식물로는 洞窟内部에 람조류·녹조류 등이 있고 굴 외부에는 난대성 양치식물 20여종, 상록수 14종이 알려져 있다.

萬丈窟의 길이 6.9km중 主窟이 6.5km, 支窟이 0.7km이나 여기에서 끝난 것이 아니고 해안 쪽으로 支窟이 계속 연결되어 蛇窟에 연장된 것으로 추정된다.

洞窟의 形態는 Meander를 이루고 있으며 1층내지 4층 洞窟을 이루고 있다.

흑색 溶岩의 표피에 적색 溶岩이 덮고 있는 것이 있는데 이것은 저온의 溶岩이 산화된 것이고 이와 같은 저온성 溶岩은 끝나는 곳이나 下流部에서 많이 發見된다.

窟 入口에 해안 쪽으로 300m가면 3층의 窟이 存在하고 있다. 그리고 洞窟 바닥에는 흐르는 方向과 반대 方向에 작은 溶岩이 발견 되는데 이것은 고였던 溶岩이 흘러서 전체 方向과 틀린 方向을 나타내고 있는 것이다.

새끼모양의 溶岩이 복잡한 形態를 취하고 있는데 이것은 흐르지 않고 정체된 상태에서 굳은 경우에 形成되고 있으며 벽에는 석회질의 석화도 存在하고 白色의 규산도 보인다.

그리고 벽에 Gas에 의해 생긴 벽 진주가 붙어 있고 새끼 溶岩도 그 形態가 새끼형, 반달형, 직선형, 원형, 타원형, 바나나형 등 가지 각색이다.

중유석도 종모양의 종형과 유방형 소빨과 같은 판이 存在하고 있다.

그리고 천정은 곳곳에 오목·블록의 양상을 띄고 있는데 이것은 Gas가 많이 축적되었을 때 이와 같은 형태를 취한다. 벽에서 Gas가 나와 그 Gas량이 적을 때에는 벽진주가 形成되나 Gas량이 많을 때에는 '중유석'이 形成되어 그 길이도 10~50cm로 커다란 볼펜이 매달린 것처럼 벽과 천정에 매달려 있다.

벽의 岩棚에 斜線이 그어져 있고 洞窟 벽의 下部에 보면 蠟燭 形 평탄형 제방형, 山形態 등이 보이는데 蠟燭 形態는 틀린 溶岩이 붙었다가 밀려 떨어져 원형으로 구불어져 蠟燭 形態를 나타내고 있으며 평탄형이나 제방형은 벽면에 붙었다가 溶岩이 밀려 떨어지거나 溶岩이 정제되어 붙었다가 떨어졌을 때 생기며 山形態는 붙어 떨어진 溶岩에 溶岩이 흐르면서 옆에 퇴적되어 밀릴 때 생긴다.

소천굴도 마찬가지로 洞窟 下流部 쪽에는 표피가 빨간색의 溶岩으로 피복된 것이 많은데 이것은 일정한 흐름이 견고할 때 溶岩에서 빠져 나온 물이 산화되어 갈색 혹은 적색으로 변한 것이다.

혹은 溶岩이 風化되고 천정의 물이 떨어진 곳에도 산화되어 적색도가 퇴적되어 있는 것을 볼 수 있다.

× × ×

4. 송당굴

이窟도 역시 Meander를 이루고 岩棚이 存在하며 특징적인 것은 이 洞窟의 上流部 쪽 500m지점에 물이 고여 호수를 形成하고 地下水가 항상 흐르고 있으며 홍수시에는 洞窟의 물이 천정까지 水位가 올라가기 때문에 水位에서 모인 새일을 中心으로 점토가 천정에 붙어서 점토 鍾乳石을 形成하고 있다. 洞窟의 形態도 흐르다가 두 갈래로 갈라져 또 다시 한 곳으로 합쳐지는 形態를 취하고 있는데 이것은 장애물이 存在한 때문이라 생각된다.

5. 한들굴

이窟의 形態는 Meander를 이루고 있고 한들굴의 경우 洞窟바닥의 中央에만 溶岩이 있어 적색과 갈색을 띄고 있으며 양 옆은 붕괴나 溶岩流의 흐름으로 谷을 形成하고 있다.

溶岩色은 溶岩이 굳은 흑색과 점토가 섞인 갈색 물과 화합하여 산화된 적색등이 있고 양 옆에 山모양의 自然제방이 形成되고 있는데 이것은 양 면에 따라 溶岩이 흘러 퇴적시킨 경우에 形成된 것이다.

다음 鈣산화로 困한 鈣석의 鍾乳石도 存

在하고 있으며 鍾乳石이 서로 붙은 3갈래의 鍾乳石이 形成되고 있다.

이窟은 또한 地表面과 두께가 얇아서 낙반이 많이 發生하고 있으며 그 관계로 낙반이 떨어진 자국이 파헤쳐져 있고 밑에는 岩石, 礫, 火山灰 등이 쌓여 있는 것을 볼 수 있다.

洞窟을 形成하고 있는 地表面이 깊고 분지상태인 경우는 洞窟천정 높이가 地表面과 사이가 두껍고 山과 같이 볼록 나온 경우는 洞窟천정과 地表面사이가 얇아서 폭발 함몰로 入口를 形成하는 경우가 많다.

× × ×

6. 신흥굴

Meander를 이루고 岩棚이 存在하며 Gas가 증발된 浮石으로 洞窟바닥을 形成하고 있으며 양 옆은 溶岩이 흘러 谷을 形成하고 가운데만 浮石이 存在하고 있다. 溶岩色은 점토의 분출로 갈색을 띄고 있고 천정은 낙반이 심하여 변화가 심하다.

× × ×

7. 수산굴, 궁대약굴

수산굴은 성산면에 있는窟로 이 근처에만 32개의窟이 發見되고 있다. 이窟은 氣溫이 21℃이고 습도가 93%이며 길이는 4.7km로 支窟까지 합하면 6.4km에 이른다.

1958년 發見되어 1968년에 공식으로 中央誌에 發表됨으로써 소개되었다.

이窟도 Meander를 이루고 岩棚이 存在하고 있다.

수산굴 서쪽 편에 궁대약 이라는 이중 火山이 있어 화구원은 목장으로 이용되고 있는데 화구 주위 외륜산 능선에 분기공이 存在하여 외륜산 자체가 公洞을 形成하고 있는 특징적 洞窟이다.

× × ×

四. 溶岩洞窟의 分類方法에 對하여

溶岩洞窟은 그 形態가 단순하여 모든 洞窟이 하나와 같이 보이나 자세히 보면 여러 가지 차이점을 볼 수 있다.

그래서 이와 같은 洞窟分類를 시도함으로써 分類에 따라 溶岩의 차이 그 形成 環境등을 파악하지 않으면 안 되리라 생각된다. 日本에서의 洞窟分類를 보면 形態에 따

라 다음과 같이 分類하고 있다.

A 타입 (type).....

一次溶岩이 아니라 二次的인 溶岩이 흐를 때 부착되어 붙지 않고 떨어질 때 뱀 모양의 形態가 生成되는 경우.

B 타입 (type).....

벽면에 溶岩水位 변동에 따른 岩棚이 存在하는 洞窟.

C 타입 (type).....

溶岩이 흐르면서 옆에 밀려서 판을 세운 것과 같은 洞窟인 경우로 分類하고 있다.

이와 같은 分類方法도 洞窟分類에 있어서 여러가지 문제점을 가지고 있으며, 그래서 우선 分類方法에 對하여 몇 가지를 소개하고자 한다.

1. 洞窟바닥에 의한 分類方法

A type...밀바닥이 平坦인 경우

B type...밀바닥이 礫이나 硯石인 경우.

C type...밀바닥이 平坦과 礫 硯石이 혼합된 경우.

2. 천정에 의한 分類方法

A Type...중유석이 소규모인 경우

B Type...중유석이 종 모양으로 큰 경우

C Type...중유석이 종보다 크고 천정이 복잡한 형태인 경우.

3. 층(層)에 의한 分類

A Type...一, 二층이 存在하는 경우

B Type...三, 四층의 洞窟이 存在하는 경우.

C Type...四층 이상의 洞窟

4. 벽면 形態에 의한 分類

A Type...벽면에 岩棚과 Bridge가 있는 경우.

B Type...벽면에 岩棚이 없는 경우

C Type...岩棚이 完全히 연결되어 二, 三층을 연결하는 경우.

5. 洞窟의 길이에 의한 分類

A Type...溶岩類가 적어 洞窟의 길이가 1km 이하인 경우.

B Type...1 ~ 3km인 洞窟

C Type...3km의 大規模인 경우.

6. 洞窟에 있어서 溶岩流 流路形態에 의한 分類

A Type...流路形態가 직선인 洞窟

B Type...流路形態가 Y形인 洞窟

C Type...직선과 圓形의 洞窟

D Type...Meander形 洞窟

7. 경사方向에 의한 分類

A Type...평행형(平行形)

B Type...경사형

C Type...平行과 경사의 복합형

8. 溶岩두께에 의한 分類方法

A Type...밀바닥에서 地表까지 깊이가 10m 以下인 洞窟.

B Type...10~50m까지의 洞窟.

C Type...50m 以下の 洞窟등 여러가지 形態로 洞窟을 分類할 수 있으나 이와 같은 分類도 洞窟에 對한 成因과정을 잘 파악함으로써 그 시도가 가능한 것으로 보인다.

× × ×

1. 濟州道の 洞窟形成 시기는 한라산 玄武岩의 분출 時期와 동일하다.

2. 洞窟의 形成은 溶岩의 流動方向과 일치하여 濟州道の 西北斜面과 東北斜面에 分布하고 있다.

3. 溶岩은 長流를 이루어 바다에까지 연결된 것으로 보인다.

4. 流動性이 크고 溶岩공급이 많아 萬丈窟, 빌레못굴 등 世界的인 洞窟들이 많이 分布하고 있다.

5. 洞窟 수는 현재 發見된 것만도 100개 이상을 헤아리고 있고 規模가 다양한 뿐만 아니라 地形上의 차이도 다양하다.

6. 溶岩窟은 一時的으로 形成된 것이 아니고 溶岩의 공급 차이에 따라 여러形態의 洞窟이 形成되었으며 수 십년이 흘렀던 것으로 추측된다.

7. 洞窟形態는 Meander形態를 이루는 것으로 보아 유속은 완만했던 것으로 보인다.

8. 洞窟의 分類方法은 形成時期가 비슷하기 때문에 分類가 곤란하나 앞으로의 成因과정의 파악을 통하여 가능하다.

9. 洞窟形態와 河川形態가 비슷하고 洞窟은 溶岩이 흐르고 河川은 물이 흘러 形成된 것이기 때문에 河川形成과 洞窟形成 및 그 流路形態를 비교 研究할 필요가 있다.