

洞窟의 形態를 支配하는 諸要因과 構造解剖

建国大教授 理学博士 元 鍾 寬

1. 序 言

本論文은 洞窟의 成因 및 發達過程을 成因論的으로 解釋하고 그들에 대한 研究를 하는 데 있어서 地質構造의 問題點을 제시하는 데 있다.

成因의으로 分類된 洞窟들을 그들의 形成 發達過程이 다르므로 構造에 있어서도 큰 차이를 나타낸다. 그리고 同一成因에 의하여 形成된 洞窟이라고 할지라도 洞窟의 構造를 支配하는 地質構造에 따라서 그 性格을 달리한다. 따라서 洞窟의 地質構造를 解釋한다는 것은 그 洞窟의 成因뿐만 아니라 形成過程과 메커니즘을 理解하는 데 절대적인 역할을 한다.

本論文은 數個地域에 分布하는 洞窟에서 얻어진 斷片의인 관찰·조사資料에 근거를 둔 것으로서 定性的인 내용에 국한 되었다.

2. 洞窟의 構造의 要素

洞窟의 構造는 그의 成因의 要素를 비롯하여 母岩의 種類와 地質構造, 形成의 메커니즘과 밀접한 關係를 갖는다. 따라서 成因의으로 分類된 各洞窟의 形態의 특징과 그러한 形態를 支配하는 構造的 要因을 說明한다는 것은 洞窟의 構造를 解釋하는 데 있어서 가장 基本된 일이다.

1) 洞窟의 種類와 形態의 特徵

洞窟은 成因論的으로 볼때, 石灰洞窟, 熔岩洞窟, 海蝕洞窟, 其他 自然洞窟 등으로 区分된다. 이러한 개개의 洞窟은 그들中 母岩의 性質의 차이 뿐만 아니라 地質作用에 있어서도 현저한 차이를 나타낸다.

石灰洞窟의 形態는 石灰岩屈內에 發達하는 複合된 地質構造에 의하여 支配되므로 매우 複

雜하고 多樣性을 이룬다. 洞窟의 形態는 單一線上에 發達하는 경우도 있으나 흔히 굴곡을 이루거나 樹枝狀을 이루기도 하여 精確한 測量에 의하여 洞窟圖가 작성되지 않는 이상 그의 形態를 이해하기 곤란하다. 石灰洞窟의 形態는 水平分布뿐만 아니라 垂直分布에 있어서도 複雜性을 띠워 洞窟探査에 곤란성을 야기시킨다. 곳에 따라서 垂直分布만을 하는 垂直洞窟이 나타나기도 한다. 洞窟內의 形狀은 大體로 円筒狀이라고 할 수 있으나 하나의 洞窟內에서도 多樣性을 띠운다. 그들의 形狀은 매우 複雜하여 洞窟의 幅과 높이는 그를 支配하는 地質構造와 石灰岩層의 發達程度에 의하여 달리한다. 즉 石灰洞窟內의 形狀은 羊腸狀을 이루거나 좁은 峽谷을 나타낸다.

熔岩洞窟의 形態는 前者에 比하여 규모가 작을 뿐만 아니라 매우 單調하다. 大體로 円筒狀을 이루며 單一線上에서 거의 直線的인 分布를 이룬다. 熔岩洞窟을 熔岩터널이라고 부르는 것도 그의 形態가 直線的이고 單調로운데 기인된 것이다. 洞窟의 底面 傾斜도 平坦한 地表上을 흐르는 河川流路의 河床에서와 같이 매우 완만하다. 그러나 濟州島의 萬丈窟에서와같이 2段으로 된 곳도 있어 서로 時期를 달리하는 熔岩터널이 습치는 곳에서는 階段狀을 이루기도 한다.

海蝕洞窟은 海岸線上에 발달하는 海蝕崖面에 波蝕에 의하여 形成되므로 그의 規模는 매우 작으며 形態도 單調롭다. 그러나 海蝕洞窟은 離水海岸 혹은 隆起海岸에서 現海岸線보다 內陸쪽이나 높은 高度上에 위치하여 있는 경우도 있으므로 海岸地形의 研究에 매우 중요한

의의를 갖는다. 海蝕洞은 岩層에 발달하는 節理 또는 斷層面과 軟岩部에 생기므로 그의 形狀은 흔히 板狀의 좁고 짧은 窟을 形成한다. 따라서 엄밀한 뜻에서 洞窟이라고 말하기에는 곤란하다. 우리나라에 分布하는 海蝕洞中 대표적인 것은 濟州島 山房山에 있는 山房窟이다.

河蝕洞窟은 河川流路上에 발달하는 河蝕崖에 수반하므로 그 규모는 海蝕洞보다 작다. 따라서 河蝕洞窟도 海蝕洞窟과 마찬가지로 形態的으로 보아 洞窟이라 하기에는 너무나 貧弱하다. 河蝕洞窟은 破碎帶에서의 河蝕이나 可溶性 岩石이 分布하는 地帶에서 溶蝕에 의하여 이루어 지므로 그의 形狀은 오목하고 둥근 모양을 이룬다.

2) 洞窟의 形態를 支配하는 諸要因

앞에서 說明한 바와같이 洞窟의 形態는 成因에 의하여 分類된 洞窟의 種類에 따라서 다르므로 洞窟의 形態도 支配하는 가장 基本된 要因은 母岩의 種類와 洞窟을 形成하는 메커니즘이라 할 수 있다.

石灰洞窟의 母岩은 石灰岩, 돌로마이트 또는 石灰質岩이다. 熔岩洞窟은 火山岩 특히 流動性이 활발한 玄武岩流에서 形成되므로 그의 母岩은 大部分이 玄武岩이다. 海蝕洞은 侵蝕에 대한 저항력이 강한 岩石의 節理 또는 破碎帶에서 形成되거나 硬岩內에 狹在하는 軟岩에 따라 形成되므로 母岩의 種類는 多様하다. 筆者의 관찰에 의하면 安山岩, 安山岩質角礫岩, 호운 펠스, 珪岩 등이 分布하는 곳에 잘 發達한다. 河蝕洞窟은 硬岩層에 狹在하는 侵蝕에 대한 저항력이 매우 弱한 軟岩部에 생기거나 溶蝕에 대한 저항력이 弱한 岩石에 생기므로 主로 石灰岩 또는 石灰質岩內에 많이 발달한다.

洞窟 形成의 메커니즘은 洞窟의 成因에 직결되는 것이므로 洞窟의 種類에 따라서 다르다. 石灰洞窟은 石灰岩地帶에서 地下水의 溶蝕에 의하여 形成되므로 地下水의 地質作用에 基因되는 것이다. 熔岩洞窟은 流出된 熔岩의 表面이 먼저 固結되고 内部에는 아직 고온의 液相 熔岩이 들어 있을 때 熔岩의 供給이 계속 이루어지면 고결된 表皮를 뚫고 内部에 있었던 熔岩이 전부 流出되어 空洞이 생기게 되는 것이다. 따라서 熔岩터널이 形成되는 메커니즘은 熔岩의 流出, 固結 및 供給과 密接한 관계를

갖는다. 海蝕洞窟과 河蝕洞窟은 그들의 用語에서도 의미하듯이 한 方向으로만 作用하는 海蝕 또는 河蝕作用에 의하여 形成된다.

앞에서 說明한 두가지 要因은 여러가지 種類의 洞窟을 形成하는데 基本된 것으로서 同一種類의 洞窟에 있어서의 形態의 차이를 이루는 要因은 아니다. 同一種의 洞窟에서 形態의 차이를 支配하는 가장 重要한 要因은 地質構造이다. 特히 石灰洞窟에서의 形態의 多樣성은 斷層, 節理, 褶曲, 地層의 走向과 傾斜等의 地質構造의 複合性 때문이다. 그러나 熔岩 터널에서는 熔岩流가 地表의 傾斜面을 따라 흘러 내리므로 地質構造와는 거의 關係를 갖지 않는다. 熔岩터널이 形態에 있어서 매우 單調로운 構造를 이루는 것도 이에 基因된다. 海蝕洞窟과 河蝕洞窟은 破碎帶, 節理, 斷層, 軟岩部에 따라서 形成되므로 地質構造와 밀접한 관계를 갖고 있다.

3. 構造解釋의 問題點

各種 洞窟의 形態는 그를 形成하는 여러가지 構造의 要因에 支配되므로 上記한 諸要因과 形態의 特徵에 대하여 筆者가 관찰한 數個 洞窟의 例를 들어 構造解釋의 問題點을 살펴 보려고 한다.

1) 石灰洞窟

石灰洞窟은 溶蝕하기 쉬운 石灰岩層內에 발달하는 複合된 여러가지 地質構造와 地下水의 溶蝕作用에 의하여 形態되는 것이다. 특히 石灰洞窟의 形態는 그들의 母岩內에 발달하는 여러가지 構造的 要因에 支配된다. 複合된 여러가지 構造의 要因이라고 할지라도 그중 어느한 두 要因이 그 形態를 支配하는 데 중요한 역할을 하며 특징적인 構造的 形態를 이루는 것이다.

石灰岩層內에서 地下水의 流路를 이루는 것은 斷層, 破碎帶, 節理, 成層面等이다. 이들 地質構造들 中에서도 斷層과 破碎帶에 따라서 발달하는 地下水의 流路는 大規模의 洞窟을 形成한다. 蔚珍 聖留窟은 垂直斷層에 따라서 形成된 하나의 좋은 예이다. 따라서 洞窟의 全体的인 形態는 直線的이고 그의 形狀은 巨大한 板狀의 모양을 이룬다. 이러한 경우 洞窟의 空洞이 垂直的으로 크게 形成되므로 그곳에 생기는 鐘乳石을 비롯한 石灰洞窟內의 小構造들

이 一大壯觀을 이룬다.

寧越의 高氏窟은 小斷層, 節理와 成層面에 따라서 形成된 代表作인 例이다. 따라서 高氏窟은 여러 方向의 地質構造의 複合에 의하여 支配되므로 매우 複雑한 形態를 이룬다. 斷層과 節理에 따라 形成된 경우에는 이들이 모두가 垂直的이어서 그 方向에 따라 直線 또는 지크재크 狀의 洞窟을 이루나 成層面에 따라 形成되는 경우에는 그들의 走向과 傾斜에 關係되므로 走向·傾斜의 變化에 따라서 複雑한 形狀을 이룬다. 특히 地層이 褶曲을 받아 完만한 背斜構造를 이루는 곳에서는 넓은 広場을 形成한다. 흔히 成層面에 따라 發達하는 空間部에서는 鐘乳石과 같은 小構造가 나타나지 않는다.

丹陽의 高수窟은 主로 成層面에 따라 發達한 洞窟의 좋은 例이다. 따라서 그곳에서는 鐘乳石과 같은 二次的인 小構造보다 地下水의 溶蝕에 의하여 形成된 여러가지 모양의 溶蝕構造들이 우위를 차지한다.

2) 熔岩洞窟

熔岩터널은 熔岩流의 流動方向에 따라 形成되므로 母岩의 地質構造와는 關係를 갖지 않는다. 熔岩流는 地表面의 傾斜面에 따라 낮은 곳으로 흘러내리므로 熔岩터널內에서 관찰된 小構造는 그를 입증하는데 매우 중요한 의의를 갖는다.

濟州島 萬丈窟, 狹在窟, 金寧蛇窟 等에서의 관찰에 의하면 그들의 形態는 大體로 單調

로운 直線的인 터널을 이룬다. 洞窟內의 壁에서는 河岸에서 水面의 變化를 뜻하는 줄무늬의 構造와 같이 熔岩의 供給量에 따르는 表面部와 壁이 접하는 곳에서 그와같은 줄무늬 構造가 관찰된다.

萬丈窟에서는 時期를 달리하는 熔岩流에 의하여 形成된 2段의 熔岩터널이 겹쳐있어 上·下의 터널사이가 파괴된 곳에서는 약간 複雑한 形狀을 이룬다. 上位의 熔岩터널에서 下位에 있는 熔岩터널로 흘러내려 熔岩流出의 흔적을 나타내는 곳도 있다.

흔히 熔岩터널에서는 兩壁은 잘 保存되나 固化된 天井部가 낙반되어 큰 空洞을 이루기도 한다.

3) 海蝕洞

海蝕洞窟은 海岸線에 垂直方向으로 發達하는 破碎帶, 斷層, 節理, 軟岩部에 形成되므로 흔히 垂直으로 된 板狀을 이룬다. 그러나 西歸浦 海蝕洞에서와 같이 작은 空洞內에서의 波浪에 의한 渦流때문에 둥근모양을 이루기도 한다.

4) 河蝕洞窟

河蝕洞窟은 河川流路邊에 發達하는 河蝕崖의 可溶性인 部分에 磨蝕에 수반하여 形成되므로 大體로 작고 둥근 形狀을 이룬다. 그 石質 및 成分如何에 따라 그 洞窟의 形成過程도 달라지나 타나고 있는 것이다.



동굴탐험가 정동룡씨(영창 백동굴)



동굴속의 북마탑(영월 고씨굴)



동굴속의 대석순(전북 익산 천호동굴)