鍾乳窟의 形成過程에 関한 地形学的 研究

建国大学校 洪 始 煥

Ⅰ. 序 論……
Ⅱ. 石灰岩層과 카르스트地形……
1. 石灰岩層의 分布……
2. 카르스트地形의 発達……
3. 우리나라의 카르스트地形…
Ⅲ. 카르스트地形과 鐘乳窟……
1. 石灰岩層과 鐘乳窟……
2. 鐘乳窟의 発達過程……
Ⅳ. 鐘乳窟의 回春作用……
Ⅴ. 〃 発達原則……
Ⅵ. 〃 衰退와 崩壊……
Ⅶ. 結 論……

Ⅰ. 序 論

鐘乳窟이 生成되어 어떠한 経路로 発達하며 다시 衰退하여 崩壊되고 마는가에 対한 우리들의 関心은 크다. 더구나 어떤 地域에 카르스트地形이 発達하며 洞窟의 発達原因을 究明한다는 것은 매우 重要한 일이다.

이제 筆者는 鐘乳窟의 類型과 特性, 洞窟의 成因, 그밖에 洞窟의 利用과 自然保全에 関한 諸論文에 뒤이어 이번에는 이들 鐘乳窟들이 形成·発達되어 가는 輪廻過程을 分析코자 한다.

Ⅱ. 石灰岩層과 카르스트地形

1. 石灰岩層의 分布

石灰岩의 地質時代에 関하여 말하자면 世界의 石灰岩의 大部分은 古生代의 것이고, 그것의 거의 大部分은 二疊紀 石灰岩에 배태하고 있다고 할 수 있다. 그러므로 鐘乳窟의 大部分은 古生代 末期의 二疊紀 石灰岩에 배태하고 있다고 할 수 있는 것이다. 그러나 後期 石炭紀의 石灰岩이나 中生期의 쥬라紀 내지 白堊紀의 石灰岩에 鐘乳窟이 생겨 있을 경우도 있으므로 그때마다 地質図를 参照하지 않으면 안된다. 게다가 大理石 層에 洞窟이 생기는 경우도 있어 이럴 경우에는 地質時代를 確定하기란 매우 어려워진다.

石灰岩의 化学的 成分을 比較해 보면 一般的으로 古生代의 石灰岩은 90% 이상이 탄산칼슘인데 対하여 中生代의 石灰岩에는 不純物이 많이 包含되어 있고 탄산칼슘의 含有量은 매우 적어진다. 採石場에 있는 石灰岩의 大部分은 二疊紀의 것인 것도 그 證據일 것이다. 탄산칼슘의 含有量의 차이가 말하자면 不純物의 包含量의 차가 洞窟의 発達이나 生成物의 発育에 어떤 結果를 가져오는가를 調査해 보는 것도 흥미 있는 일이다.

2. 카르스트地形의 発達

石灰岩이 많은 地域을 石灰岩地帶라고 부르고 있는데 石灰岩이기 때문에 다른 岩相의 곳과는 다른 점이 몇가지 있다 雨水에 溶解되기 쉽기 때문에 여기에는 鐘乳窟이 생기든지 카르스트地形이라고 불리우는 특이한 地表形態를 나타내기도 하여 동시에 그 残留物은 赤色土를 만든다. 이러한 基盤위에서 石灰岩에 特有한 植物群落이 생기기도 하며 洞窟도 생긴다.

한편 人間生活面에서 생각해 보면 石灰岩의 分布地域의 위는 항상 물기근에 逢着하게 되어 自然耕作物의 成長에도 좌우된다.

石灰岩臺地에 사는 사람들에게 물이 不足하여 生活에 深刻한 問題가 되고 있다. 그 反面 臺地의 아래에는 洞窟에서 차가운 물이 多量으로 흘러 나오는 경우가 있어 그 곳에서는 때때로 養漁場이 경영되기도 한다. 이와같이 石灰岩의 特殊性은 우리 生活에 여러가지 特殊한 影響을 미친다.

一般的으로 카르스트地形이 成立되는 条件으로는,

(1) 地質이 石灰岩일 것,

(2) 石灰岩層이 侵蝕基準面보다 高位에 있을 것,

(3) 상당한 面積에 걸쳐 石灰岩이 露出되어 있을 것,

(4) 溶蝕作用을 促進시킬 수 있는 気候일 것 등을 들 수 있다.

3. 우리나라의 카르스트地形

우리나라에서도 카르스트地形의 研究가 크게 進行되고 있다. 그리고 石灰岩의 分布는 窟의 発達과 密接한 関係가 있으므로 特有한 地形要素에 関하여 간단히 説明한다.

카렌은 石灰岩臺地에서 地表로 突出한 石灰岩이 溶蝕을 계속하여 받아온 結果 犬齒狀 또는 墓石狀을 나타나게 되었기 때문에 그렇게 불리우나 라피에라고 한다. 카렌의 表面에는 폭 2㎝～10㎝쯤의 平行하는 溶蝕溝가 조각되어 있다. 카렌은 塊狀石灰岩에 나타나고 보통은 角錐狀이지만 특히 結晶質의 石灰岩의 경우는 圓頂形의 溶蝕溝가 적은 카렌이 発達한다. 한번 流水가 凹地로 흐르기 시작하면 그 곳은 더욱 溶蝕作用을 받아 우물상의 라피에를 생기게 한다. 라피에는 틈바구니의 영향이나 石灰岩의 層理의 영향을 받아 그 延長方向은 틈바구니나 層理의 方向과 一致하는 경우가 많다. 라피에가 発達한 石灰岩臺地를 카렌필드라고 부른다. 또 鐘乳窟 속에 생긴 라피에를 窟 속 라피에라고 한다.

돌리네는 카르스트地形을 特徵짓는 微地形이고 石灰岩臺地 위에 생긴 凹地形이다. 돌리네의 形態는 그 成因에 依하여 몇가지의 타입이 있는데, 一般的으로 皿形돌리네와 漏斗狀돌리네로 나누어 진다. 돌리네의 밑에는 表面流가 흘러들어 가는 이른바 포노올이 있는데 밖에서 보이는 것과 被覆土로 인해 開口部를 볼 수 없는 것이 있다. 그리고 때때로 돌리네의 밑이나 포노올로 부터 垂直窟 또는 傾斜窟인 鐘乳窟로 통한다. 대체로 돌리네의 配列은 地質

構造를 反映하고 있는 경우가 많다.

石灰岩臺地의 侵蝕이 進展하면 몇개의 돌리네가 合体하여 溝状의 凹地形이나 盆地를 이룩한다. 우발레와 폴리에라고 불리우는 地形이다. 폴리에는 카르스트性의 構造盆地이고 侵蝕地形이 어느정도 発達된 곳이 아니면 볼 수 없다. 우리나라 강원도의 곳곳에서도 커다란 石灰岩臺地 몇 곳에 限定되어 있다. 우발레나 폴리에의 밑에도 포노올이 있어 流水가 地下로 숨어버리지만 때로는 포노올이 表土에 依해 埋没되어 있던지, 水量이 포노올의 流水量을 넘을 경우에는 그러한 凹地 밑에 一時的으로 물이 고이는 경우도 있다. 이러한 경우에는 논으로 耕作되고 그 周邊에는 段丘状의 地形이 생긴다.

Ⅲ. 카르스트地形과 鍾乳窟

1、石灰岩層과 石灰洞窟

앞에서 石灰岩의 地形에 関하여 이야기했는데 우리나라 江原道 곳곳에 分布되어 있고 石灰洞窟도 또한 全国的으로 分布되어 있다. 現在 우리나라에는 石灰洞窟만도 약 1000에 달할 것으로 計測되고 있다. 勿論 그것들은 사람이 들어 갈 수 있는 窟을 対象으로 한 것이므로 새로운 洞窟의 発見과 함께 그 数도 늘어갈 것이다.

規模를 말하자면 一般的으로 커다란 石灰洞窟은 커다란 石灰岩地帯에 배태하고 있는 것이다.

그와 반대로 石灰岩 덩어리가 작으면 그 크기에 따르는 規模의 石灰洞窟밖에 생기지 않는다. 그러나 石灰岩層의 層理와 洞窟의 뻗는 方向과의 関係에도 따른다. 즉 岩体는 작지만 傾斜가 垂直에 가깝고 또한 地下水面이 같을 경우에는 30m가 넘는 垂直窟을 形成하는 경우도 있다. 石灰岩層이 水平에 가까운 작은 規模의 경우는 수십m정도의 平面窟밖에 이루지 못하는 것이다.

우리나라에서 決定된 基準은 없으나 洞窟은 그 規模에 따라 다음과 같이 区分된다. 즉 平面窟인 경우 총연장이 100m미만을 小, 100~1000m를 中, 1000m이상을 大窟로 한다. 그리고 垂直窟의 경우는 下降 또는 登攀의 어려움의 정도에도 따르지만 10m미만이 小, 10~50m가 中, 50m이상을 大로 보아도 괜찮을 것이다. 이러한 크기에 関해서는 사람의 通行이 可能한 窟만을 対象으로 한 것은 두말할 것도 없다.

우리나라의 石灰洞窟로 최대의 것은 江原道 草堂窟이고 現在 알려진 바로는 총연장 6km다. 그런데 세계 최대의 헬록호케이브나 맘모스케이브의 80km余와는 比較도 안될 정도다. 草堂窟은 東洋 順位로 말하자면 現在로는 제일간다고 할 수 있다.

垂直窟의 경우 世界에서 가장 깊은 것은 프랑스의 구르노불 가까운 벨쟈窟인데 窟 속에서 6泊하고 1130m까지 下降한 記録이 있다. 이러한 垂直窟은 굴뚝 모양으로 1000m나 벌려 있을리는 없는 것이고 50~100m마다 크거나 작은 발붙일 수 있는 테라스나 때로는 平面窟의 발판이 있고 차례차례로 下降되어 있는 것이다. 日本에서도 洞窟研究클럽이 熊石洞窟을130m下降하면서 窟 속에서 3泊했다고 한다. 1978年 8月 우리나라 寧越에서 建国大学 探険隊팀

에 依해 発見된 능암덕굴은 垂直181m의 洞窟인데 30名의 探険隊가 2泊하면서 調査하였다.

이와 같이 石灰洞窟의 規模는 大小 여러 가지가 있는데 石灰岩体 中에서의 分布를 볼 것 같으면 결코 한결같지는 않다. 石灰洞窟은 岩体의 周邊部位에서 洞窟이 発見되기 쉬운 이치도 있지만 그것만은 아닌 것 같다. 그리고 하나의 岩体 속에서도 石灰洞窟의 発達이 쉬운 部分과 그렇지 않은 部分을 볼 수가 있다.

石灰洞窟의 分布가 偏在하여 한 곳에 集中되어 있는 現象을 洞窟地帶라고 한다. 이러한 것은 大部分의 石灰岩地帶에서 볼 수 있는 現象이다. 지금까지의 調査로써는 洞窟地帶의 位置는 断層이다. 節理의 発達이 集中되어 있는 場所에 該當하는 것으로 보여진다. 이 점에 関해서는 物理調査의 資料나 水系의 発達을 고려하면서 차후 検討를 더해야 한다.

그리고 石灰洞窟의 名稱에 대하여 附言코자 한다. 外国의 예로 보면 케이브와 케이브 시스템이란 말이 나온다. 前者는 사람이 通行할 수 있는 보통의 空洞部를 말하는 것으로 상식적인 의미에서의 鐘乳窟이란 것이다. 이에 対하여 後者는 사람의 通行이 곤란한 部分까지도 합쳐 서로 連結되어 있는 空洞窟 系統全体를 말하는 것이다. 이 점에서 우리나라의 用言은 엄밀을 기하지 못하고 있는데, 일련의 石灰洞窟의 発達을 論할 때는 鐘乳窟系라든지 洞窟系라고 하는 것이 적합할 것이다. 몇 개의 鐘乳窟이 상호의 連関性이 없는 것끼리 여러 개가 묶여서 分布하고 있을 경우는 石灰洞窟地帶라고 하면 될 것이다. 이것은 지칭의 차이뿐만 아니라 洞窟의 発達系統 問題와도 関連되는 것이므로 기술하는데 있어서 유의해야 할 일이다.

2. 鐘乳窟의 発達過程

洞窟이 어떻게 이루어졌는가 하는 問題는 우리들 누구나가 関心을 가지는 일이다. 그 洞窟이 石灰洞窟이건 熔岩洞窟이건 또는 波蝕洞窟이든간에 이들은 각기 제나름대로의 洞窟形成의 過程을 밟고 있는 것이다.

그중 熔岩洞窟은 火山의 噴出과 関係있지만 다른 것들은 모두가 물의 熔解作用과 関連되어 있다. 특히 石灰洞窟은 石灰岩層과 関連이 있는 것으로 이 石灰洞窟도 여러 형태로 分類된다. 즉 石灰岩層 自体가 水平인 鐘乳窟에 있어서는 洞窟의 通路가 水平이라는 것은 充分히 납득이 갈 것이다. 그리고 石灰岩層이 褶曲되어 있다든지 급경사를 이루고 있는 것 같은 곳에서 조차 洞窟의 通路는 水平인 것이다. 더우기 거의 水平에 가까운 石灰岩 中에 있는 거대한 洞窟系統에 関하여, 지난 날의 研究者들은 가장 溶解되기 쉬운 地層에 따라 通路가 생길 뿐이다라고 생각했는데, 최근의 研究에 依하면 그러한 경우에도 通路는 石灰岩의 層理와 근소하게 斜交되어 있다는 것이 판명되게 되었다. 通路는 정확하게는 層理에 平行하는 것이 아니고 거의 水平한 面에 지배되고 있는 것이다.

이 證據에서 보면 現代의 많은 研究者들은 미국의 地質学者 W. B. 데이비스와 같은 意見이다. 즉, 그는 거의 大部分의 鐘乳窟은 地下水面 밑의 比較的 幅이 좁은 水平面속에 形成

되었다라고 説明하고 있다.

우리들은 洞窟의 通路가 地下水面 바로 밑에서 形成되었다는 이유를 다음의 두 가지 要因에 依한 것으로 생각하고 있다.

(1) 이 部分의 二酸化炭素의 含有量은 比較的 높다.

(2) 地下水面보다 上方의 下降하는 물과는 달리 地下水面 下의 물은 탄산칼슘으로 충분히 飽和할 때까지 오랫동안 石灰岩과 接觸해 있다.

土壤帶를 지나 온 二酸化炭素를 지닌 물은, 급속히 下降하기 때문에 時間만 충분히 있으면 溶解할 수 있는 石灰岩의 量에 対하여 극히 근소한 分量밖에 녹일 수 없는 것이다. 이물이 地下水面下에 있어서 飽和帶 中의 地下水 本体로 쏟아질 때, 거기에서 아직 사용치 못한 炭酸이 包含되어 있다. 물속에 있어서의 二酸化炭素 過剩으로 인하여, 地下水面 위의 조그만 틈바구니에서는 二酸化炭素의 含有量이 높고, 또한 한결같다. 二酸化炭素는 그러한 틈바구니에 침투하여 물의 上層部 속으로 拡散한다. 그리하여 地下水面에서부터 깊은 곳의 물보다는 훨씬 커다란 溶解 能力을 준다.

그러므로 주류의 通路는 地下水面 바로 밑의 근소한 水平部分에 形成되기 쉬운 것이다. 주류 통로가 크게 됨에 따라 地下水面 밑의 거의 모든 물의 運動은 이 部分에서 일어난다. 溶解하고 있는 炭酸칼슘은 飽和師 頂面의 緩晩한 勾配에 따라 때로는 수 마일까지도 골짜기 溪流를 따라 流出口 쪽으로 運搬되는 것이다.

이상과 같은 洞窟 形成의 過程은 수천 년 동안이나 계속될지도 모른다. 그러나, 단 두 가지 사건만이 洞窟 形成을 停止시킬 수가 있다. 즉, 地下水面의 低下와 地表浸蝕에 依한 洞窟入口의 形成이다. 地下水面의 低下는 洞窟의 물을 排出한다. 이 사실은 溶解作用이 停止되든지, 또는 그보다 낮은 레벨에서 低位의 洞窟系列이 形成될 때까지 계속됨을 意味하는 것이다.

洞窟의 開口는 언제나 洞窟形成過程의 終末을 나타낸다. 洞窟의 입이 열리므로서 換気가 행하여짐으로 二酸化炭素의 높은 気壓은 地下水面보다 위의 洞窟에 있어서의 이미 維持될 수가 없는 것이다. 過剩된 二酸化炭素가 放散되고 물은 급속히 方解石으로 飽和 또는 過飽和의 状態가 되어, 결국은 溶解의 過程이 끝난다. 사실 이상의 変化는 언제나 逆의 過程, 즉 鐘乳石 그밖의 다른 特徵的인 構成物을 形成하는 方解石 沈積의 始作을 나타내는 것이다

그러므로 洞窟에 사람이 들어갈 수 있을 程度가 되면 観光客의 興味를 끌만한 造作物, 즉 鐘乳石과 石筍 등으로 装飾되게 된다. 그러나 그것은 그 過程의 희미한 始作에 지나지 않는다. 왜냐하면 특히 아름다운 洞窟에 있어서는 어디건 巧妙한 装飾이 수천 년에 걸쳐 形成되어 왔고 물이 地表에서 地中으로 浸透해 들어가는 한 形成이 계속되어 가기 때문이다.

Ⅳ. 鐘乳窟의 回春作用

空洞 즉, 広場의 発達은 천정의 落磐과, 양벽의 削剝만이 아니라 밑바닥을 향해서도 일어나고 있다. 그것은 河川의 하각작용과도 같은 것으로써, 항상 一定한 営力으로 作用하고 있

는 것은 아니다. 굴바닥 또는 地下水面의 安定期에는 下方侵蝕은 약하고 側方侵蝕이 강하므로 側壁에 顯著한 노치를 만든다. 이러한 時期를 사이에 끼고 下方侵蝕이 다시 旺盛해지면 굴바닥이 다시 긁혀져 一般的으로 回春이라고 불리우는 現象이 일어난다. 이럴 때는 地下水系의 流路 変化, 垂直窟 形成의 促進 등을 隨伴하는데 流水가 있는 平面窟에 관해서 보면 노치의 不連續的인 発達과 流路의 變化가 생긴다.

窟 속에 水流가 있는 通路가 曲流하고 있는 現象은 많은 鐘乳窟에서 볼 수 있는 것인데, 그 屈曲點의 位置나 曲率은 레벨에 따라 약간씩 차이가 있는 것이 보통이다. 그것은 下方侵蝕의 進展이나 回春의 結果이다. 이 사실은 굴바닥을 基準으로 하여 수 m의 레벨마다 平均度를 그리면 判明되는데, 어떠한 洞窟의 曲流일지라도 程度의 차이는 있어도 한결같이 있는 現象이다. 水路의 曲流는 時間과 함께 더욱 더 強調되는 것이므로 特別하게 이상한 것은 없지만 窟 속에 있어서는 옛 水路가 現在의 굴바닥보다도 윗쪽에 있어서 保存된 點이 特徵이다.

地下水系가 曲流하고 있는 部分은 왕왕 양벽의 幅이 좁고, 또 플로우스톤과 같은 것으로 벽이 덮여 있기 때문에, 잘 觀察할 수 없겠지만, 천정 가까이 올라가 보면 뜻밖에도 直線的으로 空洞이 뻗혀 있을 경우가 있다. 즉 洞窟 形成의 初期에는 構造支配에 의하여 直線的인 流路였던 것이 洞窟의 擴大와 下力侵蝕의 進展에 따라 차차 曲流하고 그 각각의 曲率을 增大시켰다고 볼 수 있는 것이다. 이런 경우 直線狀 流路로부터 曲線狀 流路에로의 轉化 는 構造支配의 複合·落磐으로 因한 水路의 방해같은 우연적인 要素가 계기로 되어 있었을 것이다. 그밖에 洞窟 안에서의 曲流現象을 볼 수 있는 것은 母岩이 均質한 大理石이란 것에 起因한다고 하는 사람이 있지만, 筆者는 化石을 包含한 石灰岩 中에서도 훌륭한 曲流를 나타내고 있는 事例를 알고 있으므로, 그와 같은 斷定을 맞는다고 할 수는 없다.

地下水系의 回春 및 曲流의 進行과 同伴하여 窟 속에서 流路의 爭奪도 행하여지고 있다. 爭奪된 먼저의 水路는 支窟의 形態로 남아 있을 경우가 많다. 옛 流路와 現 流路와의 比較는 제각기여서 0.5m 程度의 것도 있는가 하면 3m 가량인 경우도 있고 또는 10m를 넘을 때도 있다. 이것은 空洞의 擴大, 鐘乳窟의 成長에 있어서 地下水流路의 變化가 부단히 행하여지고 있다는 證據이다.

洞窟의 成長이 進展되면 是終的으로는 多層構造로 되는 경우가 많다. 즉 레벨을 달리하는 몇 개인가의 平面窟과 그것들 사이를 창살처럼 連結하는 垂直窟과의 綜合的인 構造를 나타낸다. 반대로 말한다면 現在 우리들이 보는 鐘乳窟에는 이러한 形式의 것이 많다. 이와 같은 窟 속에서 生成物이나 노치의 発達 그밖의 窟 속 여러 形態를 觀察하면 全体의 洞窟을 통하여 결코 한결같지 않다는 것을 깨닫게 된다. 예를 들면 鐘乳石이 많은 레벨과 거의 없다. 시피 하는 레벨, 流水가 있는 通路와 물이 없어 마른 通路 등의 차이가 있다. 이러한 現象을 레벨의 分化라고 한다.

V. 鐘乳窟의 発達原則

鐘乳窟의 位置와 높이는 洞窟入口의 높이를 말한다. 垂直窟인 경우는 위나 밑, 또는 中間의 開口部와 河床과의 比較이고, 平面窟인 경우에는 洞窟入口와 河床과의 사이의 높이가이에 該當한다. 平面窟이라해도 窟 속이 幾何学的인 平面은 아니지만, 여기서 말하는 洞窟入口의 높이를 가지고 개략적인 레벨을 代表한다는 것은 허용될 것이다.

이제 鐘乳窟의 形成過程을 觀察해 볼때 鐘乳窟의 発達이 전혀 無法則하게 된 것이 아니라는 점이다.

그렇다면 각기 그높이는 무엇을 意味하는 것일까 이에 表層地質의 調査에는 河岸段丘와 그 위의 地層을 追跡하고 斷面圖를 그려야 한다. 여기 表示된 河岸段丘의 높이는 먼저 말한 平面窟의 각 레벨과 무서울 만큼 정확하게 일치한다는 점을 알게 된다. 平面窟形 鐘乳窟이 発達하는 레벨은 河岸段丘와 같은 面이라는 것은 成因的으로 相互 関連이 있음을 말해 준다. 그리고 河岸段丘의 面이 擴大된 時期는 河床面의 安定期이기도 하고, 나아가서는 地下水面의 安定期이기도 하므로 그 사이에 平面窟로서 空洞이 擴大될 만큼의 溶蝕作用이 進行되었다고 생각할 수 있다. 그렇다면 垂直窟의 発達은 어떻게 되는가, 垂直窟의 部分은 段丘面과 段丘面과의 사이, 즉 段丘崖에 該當되는 部分이다. 그런 곳에서부터 河川의 하각작용이 활발하여 地下水面 역시 時代의 進行과 더불어 밑으로 밑으로 移動하는 時期에 石灰岩 속에서는 垂直窟을 만들 만큼의 溶蝕이 일어났다고 推論할 수가 있는 것이다.

鐘乳窟의 形成이 河岸段丘와 同質異種의 現象이라는 것이 判明되면, 이번에는 鐘乳窟이 언제쯤 생긴 것인가를 推論할 수도 있다.

地盤의 岩石構造의 年代로 보아 判斷하는 것이다.

이제 한 가지 外國의 예를 든다면, 발트해의 곳드랜드섬에 있는 르메른더 洞窟에 関하여 런데발은 종래의 説과는 달리, 後氷期의 形成이라고 지적하고 있다. 그는 地形 斷面圖 를 그려, 洞窟 레벨이 릿드리너其의 地形面보다도 약간 낮게 位置하고 있다는 것, 즉 릿드리너其에 계속되는 時期에 形成되었다고 하는 것이다.

지금까지의 洞窟의 研究에 있어서는 生物学者들은 다른 自然科学者들을 앞질러 洞窟 속으로 파고 들어가 暗黒 속에 살고 있는 生物을 研究했다.

또 考古学者나 人類学者는 遺跡이나 遺物을 洞窟의 堆積物로부터 発掘해 왔다.

그러나 그러한 것을 史的 背景을 問題로 삼을 경우, 地質学을 무시할 수는 없게 된다. 예를 들면 生物学者가 生物種의 分布를 地質時代의 古環境과 関連시켜 論할 때 흔히 한 장의 古地理圖를 引用한다. 그리고 여기에 記述되어 있는 水陸의 分布를 그대로 認定함 으로써 地質時代의 特徵이라든지, 時間的 經過를 看過해 버리는 것 같다.

또 遺跡이나 遺物의 発掘에 있어서는 下位의 것은 上位의 것보다 古期이다라는 層位學의 하나의 命題를 절대시하여 堆積層 全体가 지닌 地質学的 意義가 상실되는 경향도 없지 않

은 것이다. 예컨대 洞窟의 레벨論으로 말하자면 堆積層 全体의 신구 관계는 높은 레벨일수록 오래 된 것이다.

그러므로 낮은 레벨의 堆積層에서 어떤 遺跡이 発見되었을 경우보다. 오랜 옛 遺跡을 찾아, 同一 堆積層을 밑으로 밑으로 파 내려가는 모양이나 堆積層 全体로서의 時代的인 限界를 찾아볼 必要가 있을 것이다.

鐘乳窟이라는 空洞의 形成時期가 전항에서 말한 바와 같이 判明되면, 거기에 나타난 여러가지 自然現象의 ·史的 解析이 지금까지와는 달라질 것이라고 생각된다. 人類学·考古学上의 遺跡에 関해서는 勿論 洞窟 生物에 関해서 말하면 器官의 變異나 退化에 消費된 時間的 背景이 상당히 한정될 것이다.

Ⅵ. 鐘乳窟의 崩壞와 衰退

여기서 이상 論述해 온 것을 一括하여 鐘乳窟의 一生에 関해 생각해 보자 石灰岩이 地表에 露出되어 風化作用을 받음으로써 地表形態로서 카르스트地形化가 進行되며, 한편 地下態態로서 洞窟의 形成이 행하여진다. 地下의 空洞은 처음에는 小量의 地下水의 通路에 지나지 않으나 이 段階에서 構造支配를 받는다. 그것이 成長하여 마침내 사람이 드나들수 있는 크기를 이루게 되고, 더하여 石灰岩의 溶解·崩壞로 因해 空洞이 擴大된다. 동시에 崩壞와 洞窟 生成物의 沈着은 局部的인 空間의 縮小를 가져오는 結果가 된다. 여기까지가 말하자면 鐘乳窟의 発展期이다.

거듭 말한 洞窟의 発達에 볼 수 있는 레벨의 規則性은 発展期의 形態를 크게 規制하는 것에 지나지 않는다.

우리들의 經験으로 말하면 成長期는 다소간에 地下水의 流出, 滲出이 있는 時期라고 바꾸어 말 할수도 있을 것이다. 地下水가 空洞에서 없어지면 窟 속은 枯渴되어 극히 살풍경의 空洞으로 남는다. 現象的으로는 死窟이라고 불리우는데, 그러나 일시적인 것일지도 모르고 또 消滅의 제 1 단계일지도 모른다.

이와 같은 鐘乳窟의 一生의 最後, 즉 鐘乳窟이 消滅하는 것은 母岩의 風化가 進展하여 地下에 空洞을 남기지 않는 狀態로 들어가는 것이다. 예를 들면 鐘乳窟의 천정이 크게 뚫리므로써 暗黑의 空洞이 햇빛에 露出되는 狀態가 된다. 천정이 아니고 側壁이 侵蝕 削剥되는 경우도 있을 것이다. 여하튼 石灰岩地域의 侵蝕이 進展함에 따라 地下의 洞窟 즉, 鐘乳窟의 주위벽이 破壞되어 外界와 通하게 되고 鐘乳窟이 消滅한다. 말하자면 自然崩壞이다.

이러한 경우 때때로 내추럴 브릿지, 즉 天然橋를 形成한다. 그 過程을 模式的으로 나타내면 侵蝕의 程度, 地理的 条件 등에 의하여 天然橋의 発達様式에 個性이 나타난다.

鐘乳窟의 消滅이라고까지는 할 수 없으나 閉鎖라는 現象은 흔히 일어난다. 예를 들면 地下水量의 增大로 말미암아 窟 속의 空間이 막혀버리는 경우, 혹은 土砂의 流入으로 窟 속이 埋積되는 경우 등이다.

Ⅶ. 結論

要컨대 石灰岩地層에서 카르스트地形은 発達하고 이들 카르스트地形의 発達된 地域에 鍾乳窟 즉, 石灰洞窟은 生成된다, 그리고 이들 鍾乳窟들은 제각기 제나름대로 그 輪廻過程을 계속하고 있으며 地球가 계속 存在하는 限, 이 輪廻過程은 계속된다.

結局 洞窟은 衰退하고 없어진다. 10万年이 될런지 20万年이 되어야하는지는 몰라도 洞窟의 生成에는 長久한 時日이 要求된다. 그리고 二次生成物인 洞窟堆積物이 생기려면 다시 오랜 歲月이 必要하다. 이와 같이 形成된 洞窟地形과 堆積物들의 発達過程은 그 대개가 하나의 原則으로 되어있다. 즉 水平洞窟의 入口높이와 河岸段丘의 높이를 비교하여 推定할 수 있으며, 한편 垂直窟인 경우에는 段丘面과 段丘面의 사이에 形成되는 것으로 판단된다. 그리고 그 基盤의 岩石構造의 年代를 보아도 推定된다.

실로 洞窟은 地表에서 雨水가 透水되고 그리고 그 地殻이 石灰岩構造層을 이루고 있는 한 계속 形成되며 그 地形의 輪廻는 계속될 것이다.