

洞窟堆積物の 環境保全에 關한 研究 (古藪洞窟을 中心으로)

建國大學校 洪始煥

I. 序 論

古藪洞窟은 현재까지는 觀光開發된 石灰洞窟 중 가장 많은 觀光客을 유치하고 있을뿐만 아니라 이 동굴개발에 따른 주민들의 소득증대는 丹陽地區의 生活上에 크게 이바지되고 있는 觀光資源이다.

이 洞窟의 첫 學術深査는 1973年 10月에 韓國洞窟學會學術調查團(團長: 洪始煥)에 의하여 실시되었으며 그후 우리나라 天然紀念物 제 256호로 指定받게 되고 學校法人 裕信學園(理事長: 朴昌源)에 의하여 마침내 우리나라 제일가는 觀光洞窟로 開發하기에 이르렀다.

그후 이 洞窟은 觀光開發區域과 自然保護區域의 두 地區로 나누어 管理하였는바 다시 1982年 5月에는 保護區域內的 未開發上層部에서 또다시 새로운 地底宮殿이 발견되어 마침내 1983年 4月에 이곳에 出口를 따로 開通시켜 두箇의 洞口를 갖는 洞窟로 開發되기에 이르렀던 것이다.

다만 이 觀光資源은 과다한 觀光客의 出入과 이의 環境保全을 위한 대책의 부족으로 점차 老朽化되어가고 있어 環境은 汚染 또는 毀損되어가고 있는 실정이다.

더구나 洞窟通路의 一方通路 開通에 따라 氣流의 移動이 격심해 지고있고 따라서 洞窟의 地形地物들의 原形이 變해가고 있는 현실이므로 本 調査에서는 3年前에 調査하였던 環境現況을 기초로 그간의 生態變化, 그리고 이들의 變化要因과 그 경과를 분석 규명하고 아울러 洞窟의 環境保存을 위한 制限대책을 세우려고 하는 바이다.

Ⅱ. 古藪洞窟의 自然環境

1. 地理的位置

이 古藪洞窟은 行政上으로는 忠淸北道丹陽郡 大崗面古藪里에 位置하고 經緯度上으로는 東經 $128^{\circ} 23' 08''$, 北緯 $36^{\circ} 59' 08''$ 地點에 이 洞窟의 洞口가 있고 自然的 位置로 보면 南漢江上流의 支流인 金谷川이 流入하는 北面인 높이 696 m 의 燈郵峰의 麓기인 古藪峰(높이 430 m)의 南斜面에 해당하는 海拔 170 m 地點에 位置한다.

또한 交通上으로는 中央線鐵道의 新丹陽驛에서 東北쪽으로 약 2 km 南漢江 따라 거슬러 올라간 地點에 있으며 新丹場에서 丹陽의 永春땅을 거쳐 江原道 寧越 땅에 이르는 通過地點에 位置한다. 더구나 現在 建設되고 있는 忠州湖의 東쪽 끝 머리에 占位하는 이 古藪洞窟은 우리나라 中部 圈域의 가장 隣接한 多目的 貯水池의 一角에 있다는 位置價値 때문에 앞으로도 크게 期待되고 있는 自然學習場 이요 觀光地가 될 것이다.

2. 地質概觀

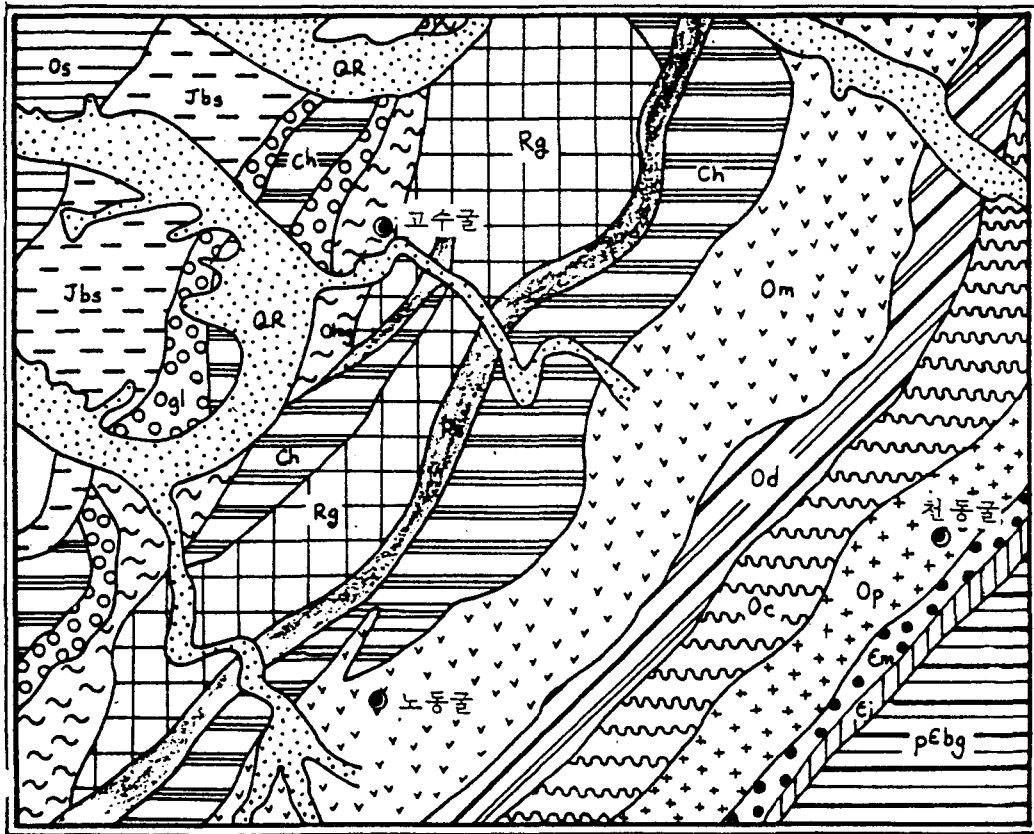
우리나라 石灰岩의 대부분은 古生代의 오르도비시紀에 해당하는 地質時代에 海底에서 堆積된 것으로 우리나라 대부분의 石灰洞窟들은 그 대개가 이와같은 石灰岩에서 형성되었다.

古藪洞窟은 우리나라 地質系統上 古生代의 朝鮮界 大石灰岩統의 中部에 속하는 두무골石灰岩層에 배태되어 있으며 이 岩層의 地質年代를 보면 지금으로부터 약 4~5 億年前에 이루어진 地層이다.

地質圖에서 보는바와 같이 古藪洞窟 주변에서는 石英斑岩의 岩脈이 平行된 列

을 지으면서 이 大石灰岩統層을 가로뚫고 있어 洞窟속에서도 그 일부가 天井에 나타나고 있다.

고수동굴부근의 지질



50 0 50 100 150 km

- | | | | | | |
|--|------------|--|--------|--|--------|
| | 黑雲母花崗質片麻岩층 | | 貓峰세일層 | | 壯山珪岩層 |
| | 三台山層 | | 紅店統 | | 莫洞石灰岩層 |
| | 盤松層 | | 莫洞石灰岩層 | | 斗務洞層 |
| | 新期河成層 | | 寺洞統 | | 泉洞里層 |
| | 古城石灰岩層 | | 高坊山統 | | 豐村石灰岩層 |

3. 地形的特性

(1) 地形概要

古藪窟은 696 m의 燈郵峰의 서쪽으로 뻗어 南漢江의 메안다 넥크를 이루는 남쪽 사면 기슭에 있으며 높이 200 m 지점에 위치하며 南東쪽 1,349 m의 蓮花峰에서 시발하는 金谷川이 南漢江에 合流하는 지점부근의 北쪽 기슭에 있다.

이 地域은 太白山脈의 南쪽 末端部分에 西쪽으로 가지쳐 뻗어내리기 시작한 小白山脈의 北斜面 기슭에 해당하는 內陸山間盆地地域에 해당한다.

嶺西地方이라 불리는 太白山脈의 西斜面 기슭을 좁은 峽谷을 이루면서 開析하고 있는 南漢江의 물줄기가 크게 굽이치며 曲流하는 丹陽地域의 流域景觀은 한쪽에는 甚한 河川의 侵蝕作用에 의한 河蝕崖가 높게 그리고 길게 계속되고 맞은편 堆積面 沿岸에는 느린 緩斜面和 冲積低地를 發達시키고 있다.

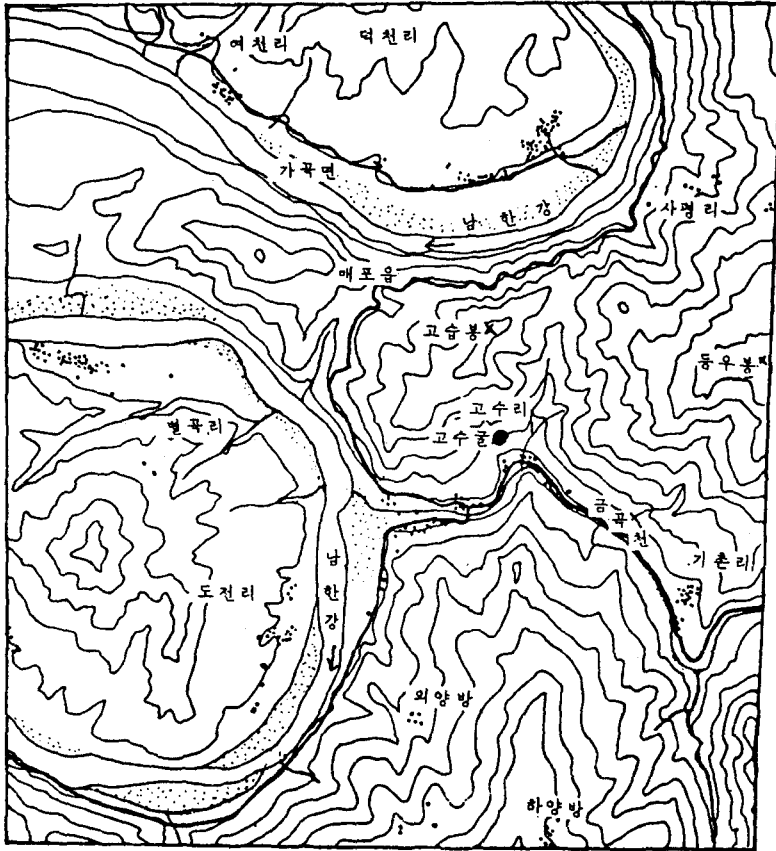
또한 山勢는 壯年期 地形에서 晚壯年期 地形의 起伏이 甚한 地形을 이루고 있는데 石灰岩地質의 特性에서 緣由되는 特殊한 急傾斜山地를 이루면서 南漢江 江邊까지 肉迫하고 있다.

附近一帶는 메안다 河川地形과 가장 模式的인 카르스트 地形이 散在하면서 서북쪽의 嶋潭과 북쪽의 麗川里地域에서는 돌리네 우발레 폴리에등의 카르스트 지형이 널리 발달하고 있다.

燈郵峰은 남쪽의 양방봉 실금산 그리고 서쪽의 天主峰들과 함께 흔히보는 晚壯年期 山地 地形을 이루고 있으며 古藪窟 앞을 흐르는 협소한 河床冲積地 개석하고 있는 산간 계류로 이른바 側方侵蝕이 겨우 시작된 晚壯年期 계곡지형을 이루고 있다.

(2) 洞窟의 形成過程

古藪洞窟은 1차적으로는 地表에서 침투된 地下水가 흘러나가는 생긴 洞窟이다.



1:25000

즉, 地表에서 스며든 물이 地下水가 되어 비투수층의 지층 위를 흘러 이른바 地下水流에 의한 洞窟로 된것이다. 이것이 1차 생성과정이다. 그리고 地表層이 石灰岩을 透水한 地下水는 이 石灰岩을 溶解시켜 동굴 천정면과 벽면에 갖가지 동굴 생성물인 鐘乳石과 石筍등을 발달시켰다. 이것이 2차적으로 형성된 것이므로 2차 생성이라 한다.

한편 동굴은 斷層線에 따라 발달 擴張되고 있으므로 동굴이 형성된 후에도 地下水의 물은 동굴 바닥을 흘러 나오면서 그 동굴의 벽면을 侵蝕削剝하여 마침내 너치와 낫치 같은 侵蝕棚을 발달시킨다. 그리고 天井面에서 스며든 地下水는 계속 땅속으로 흘러 空洞을 넓히고 이 空洞에 많은 鐘乳瀑布, 石灰華瀑布 그리고 다른 堆積物들을 성장시켰다.

이와같이 古藪洞窟은 밑바닥의 通路는 地下水流가 흘러나아간 空間이고 萬物相地域이나 培學堂地域들은 地中에 스며든 地下透水들이 空間 즉 空洞을 넓

혀서 이를 넓게한 것이다.

(3) 古藪洞窟의 形態

古藪洞窟을 그 分類方法에 따라 形態를 區分한다면 다음과 같다. 이제 널리 알려져 있는 鉛直面的인 視點, 그리고 地下水流과 成因發達에 基準두어 分類한다면 大略 다음과 같다.

먼저 鉛直面的인 視點에서 古藪洞窟을 본다면 이른바 垂直方向과 水平方向이 서로 얽혀 發達한 縱橫複合型이라고 할 수 있다. 즉 이 洞窟은 單一通路의 水平窟 위에 커다란 型的 垂直空洞과 大峽谷의 넓은 空洞이 複合된 洞窟이라 하겠다.

그리고 平面的인 視點에서 본다면 이 古藪洞窟은 模型에 속한다고 할 수 있다. 下層部の 깊게 굽이친 通路는 古藪洞窟의 基礎로 되어 있다.

다음 地下水流에 의하여 分類할때 古藪洞窟은 流出型중에서도 吐出窟에 속한다. 즉 원래 地下水의 循環水路였던 地層通路는 그대로 流路로 되고 있으며 地下水를 吐出시키고 있었다. 이제는 觀光開發로 入口부근에 埋立으로 吐出하는 地下水는 없으나 역시 流出型的 吐出窟에 해당한다.

또한 이 古藪洞窟은 上層의 空洞部와 下層의 通路部の 二段階洞窟로 된다고 成因上으로 볼 수도 있다.

Ⅲ. 洞窟堆積物の 汚損과 對策

1. 洞窟의 環境公害

洞窟의 汚染과 汚損의 現象은 크게 堆積物公害와 環境公害의 두가지로 大別된다. 그중 堆積物公害에는 破損公害, 綠色公害 그리고 黑色公害와 剝離公害等の 네가지로 區分된다.

그리고 環境公害에는 大氣汚染과 水質汚濁등 두가지로 區分되고 있다. 破損公害는 施設作業 또는 觀光客들의 出入通路開拓을 위한 開發作業으로 洞窟堆積物들이 破損, 汚染되는 경우를 말한다.

그리고 綠色公害는 光線, 溫度, 濕度와 關聯된 下等植物의 公害이고 黑色公害는 炭素分の 公害인 경우도 있고 아니면 菌類의 腐蝕作用에 의한 경우도 있다.

이밖에 剝離公害란 乾燥風化와 菌類의 腐蝕作用等으로 이루어지는 것으로 白色公害라고도 불리우고 있다.

한편 環境公害중 大氣質汚染은 洞窟內 溫度와 濕度の 程度, 그리고 二酸化炭素分の 過多등의 要因에서 오는 大氣質의 公害이고 水質汚濁이란 粉塵, 土壤, 炭分, 其他 水質에 의한 酸性化, 中金屬의 流出等에 의한 水質公害이다.

2. 洞窟堆積物の 汚染 및 汚損

古戴洞窟은 觀光開發된지 近 10年의 歲月이 지났다.

원래 洞窟은 閉鎖的인 것으로 이와같은 洞窟의 開發은 마침내 많은 環境變化를 가져오게 하였다.

이제 古戴洞窟속의 汚染 및 汚損의 現況을 區分하여 본다면 大略 다음과 같다.

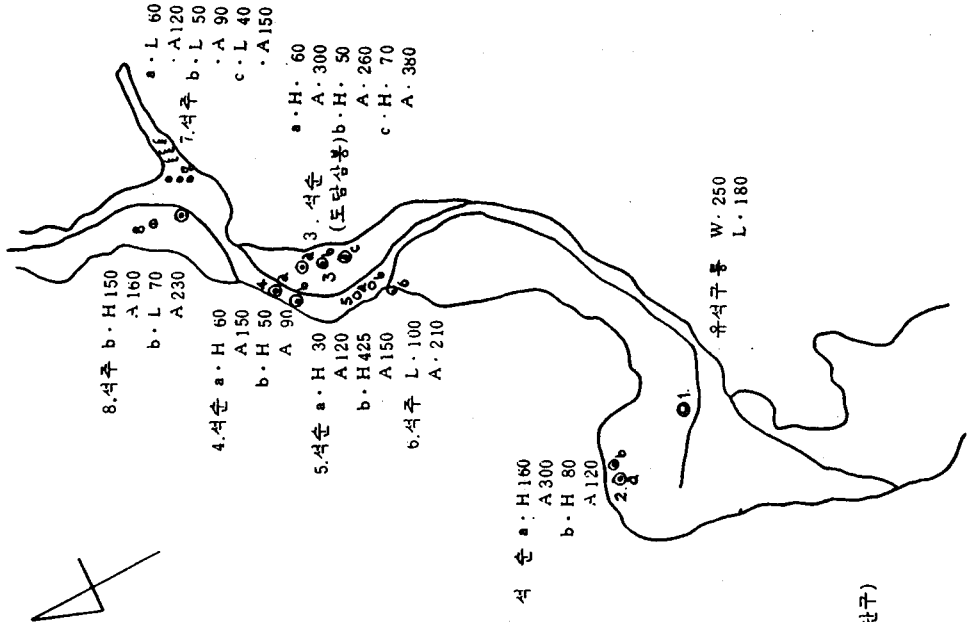
汚損 · 汚染地域現況

	區 分	面積 (個所)	備 考
破 損 公 害	1 段 階	10 個所	
	2 段 階	122 "	
	3 段 階	24 "	
剝 離 公 害	1 段 階	4 m ²	
	2 段 階	3 m ²	
	1 段 階	9 m ²	
綠 色 公 害	2 段 階	8 m ²	
	3 段 階	14 m ²	
黑 色 公 害		-	희미하게 나타나고 있을뿐

古影洞窟의 地形地物과 公害分布

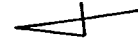
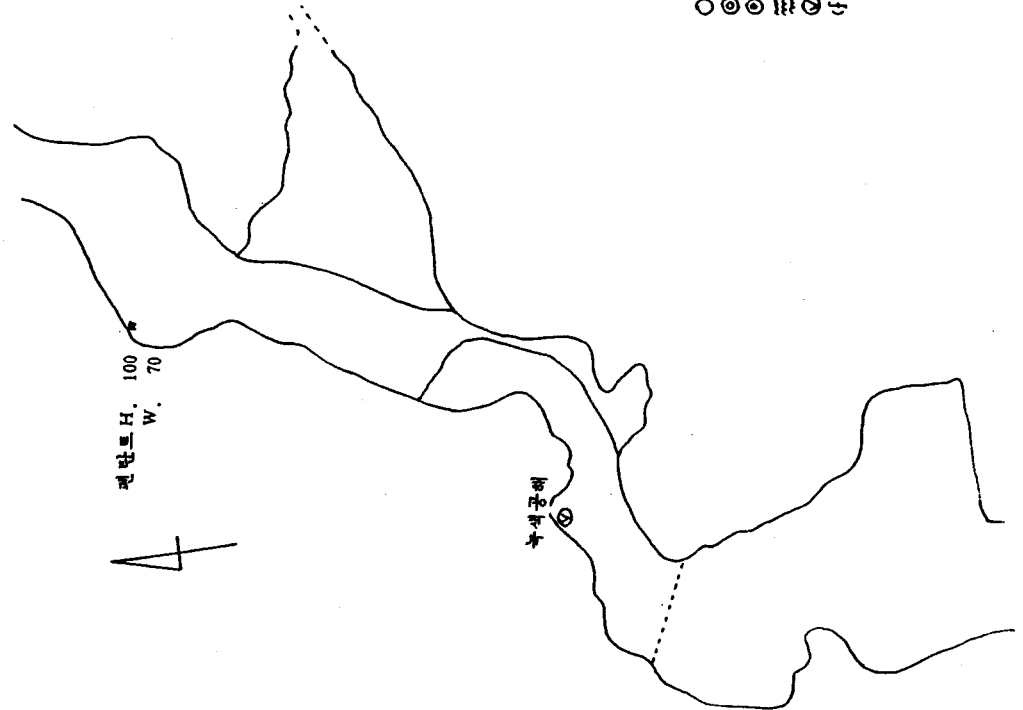
속력 1 : 300

46.2



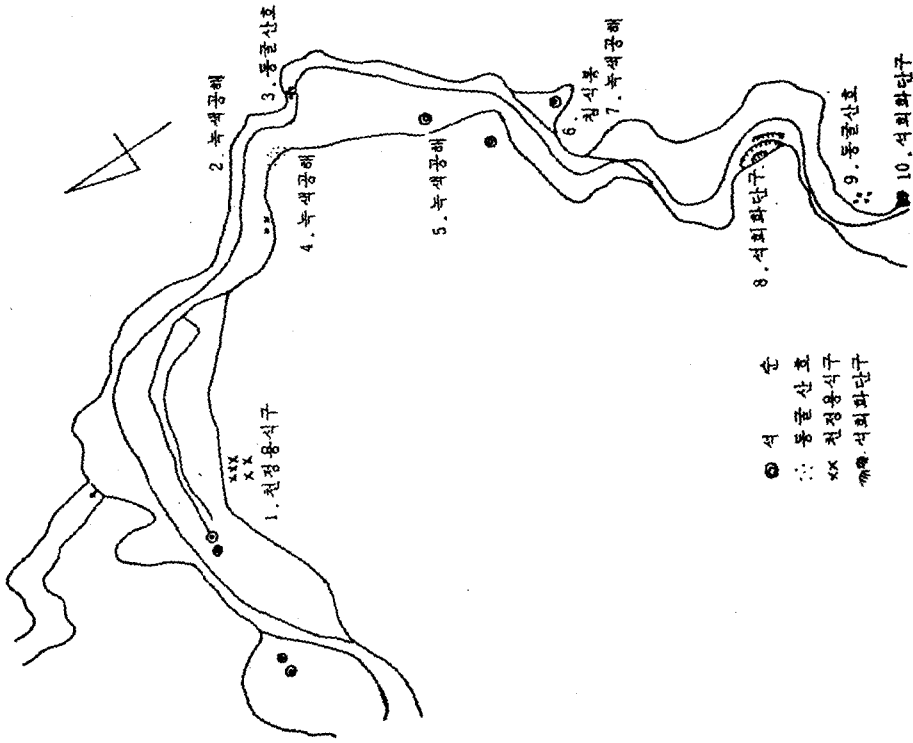
속력 1 : 300

46.1



속척 1 : 300

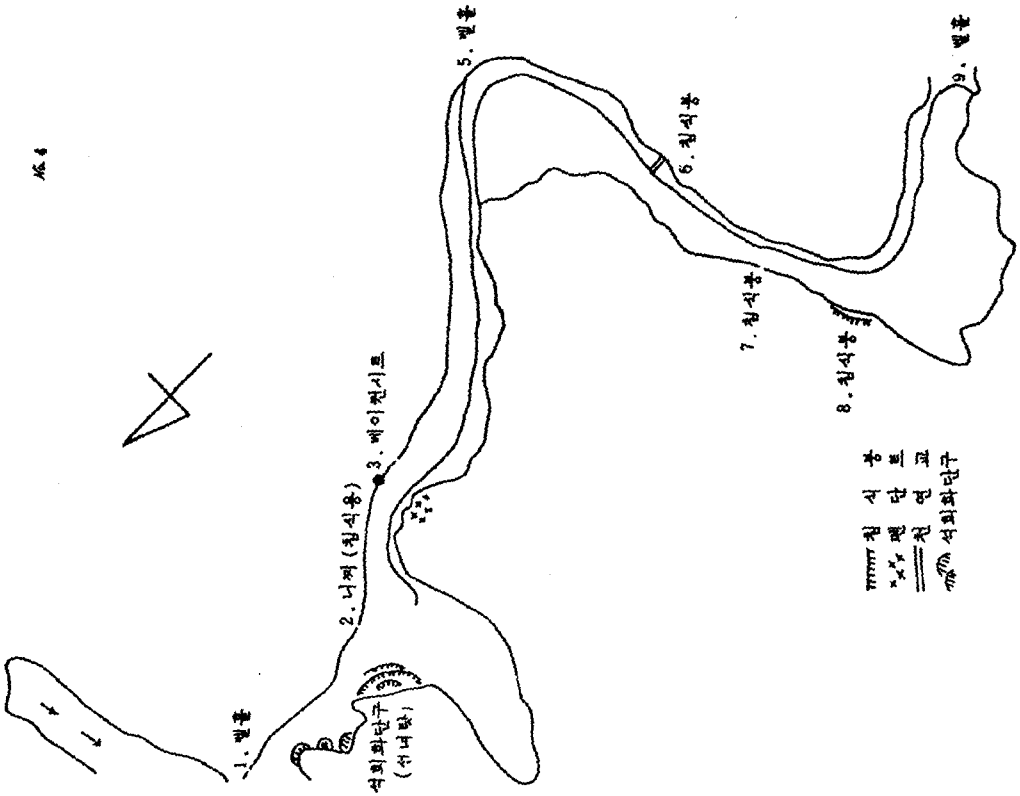
46.3



- 산
- ⊙ 동굴산호
- ×× 천정용식구
- ㉞ 석회화단구

속척 1 : 250

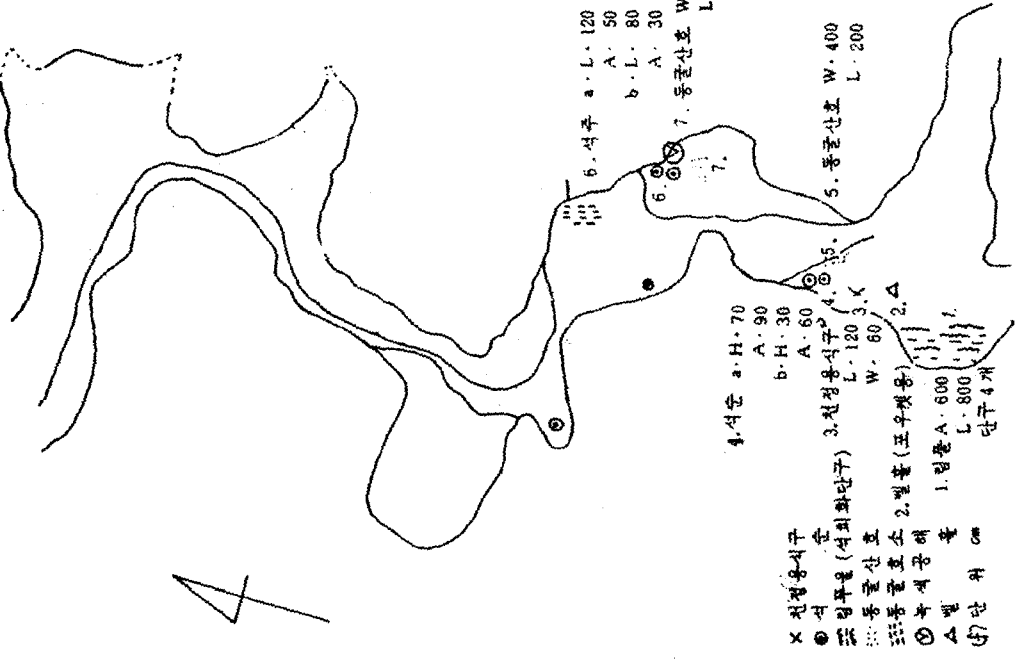
46.4



- ≡ 봉
- ~~~~~ 침식부
- == 단
- == 연
- ㉞ 석회화단구

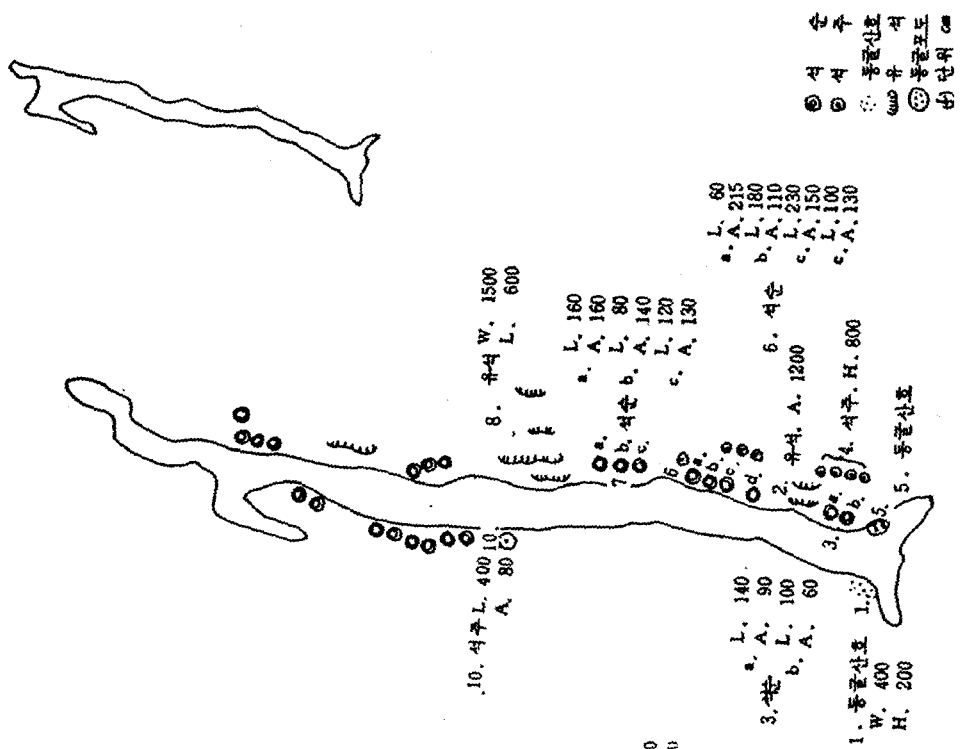
축척 1 : 250

46 5



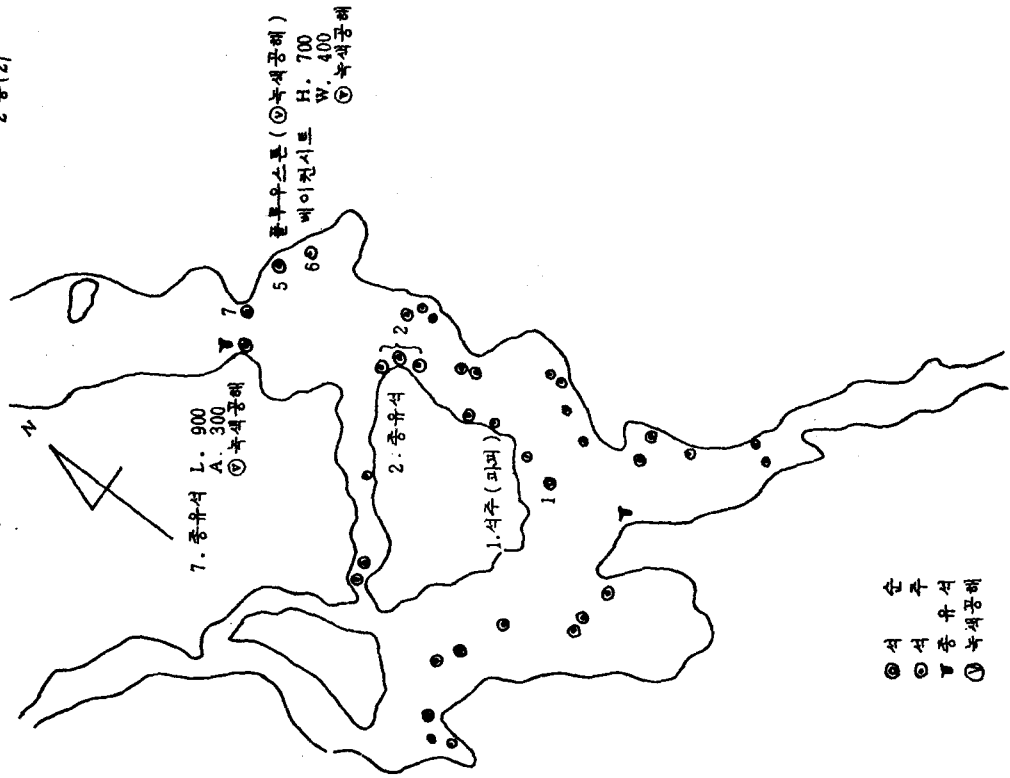
축척 1 : 750

46 6



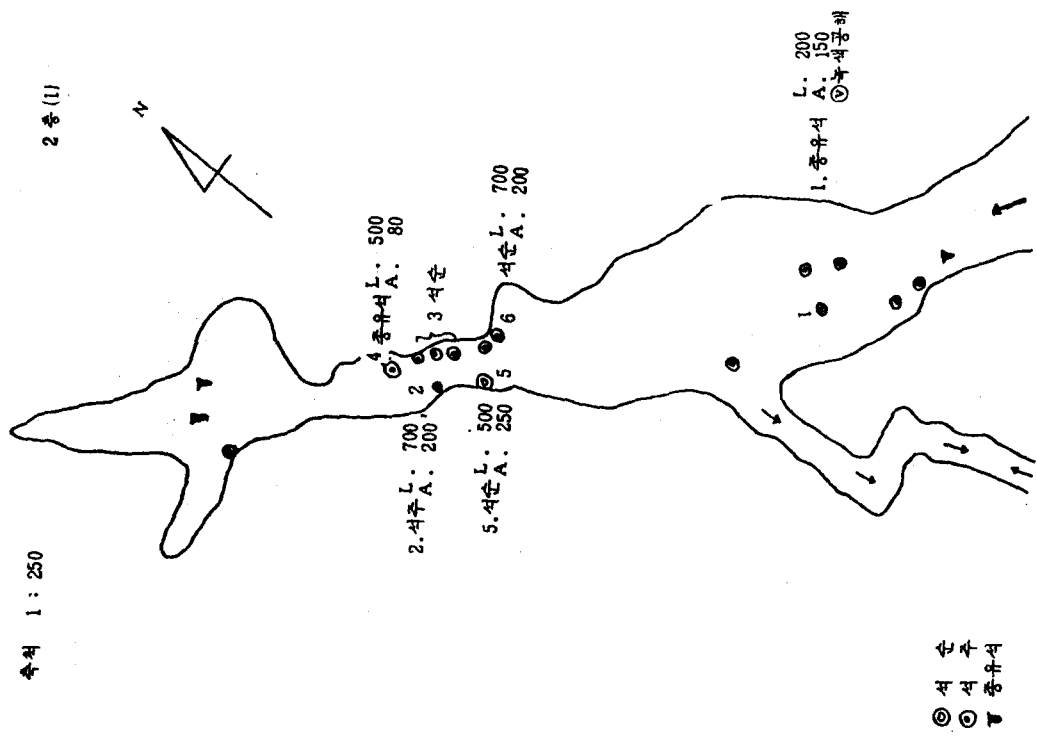
축척 1 : 300

2 용(2)

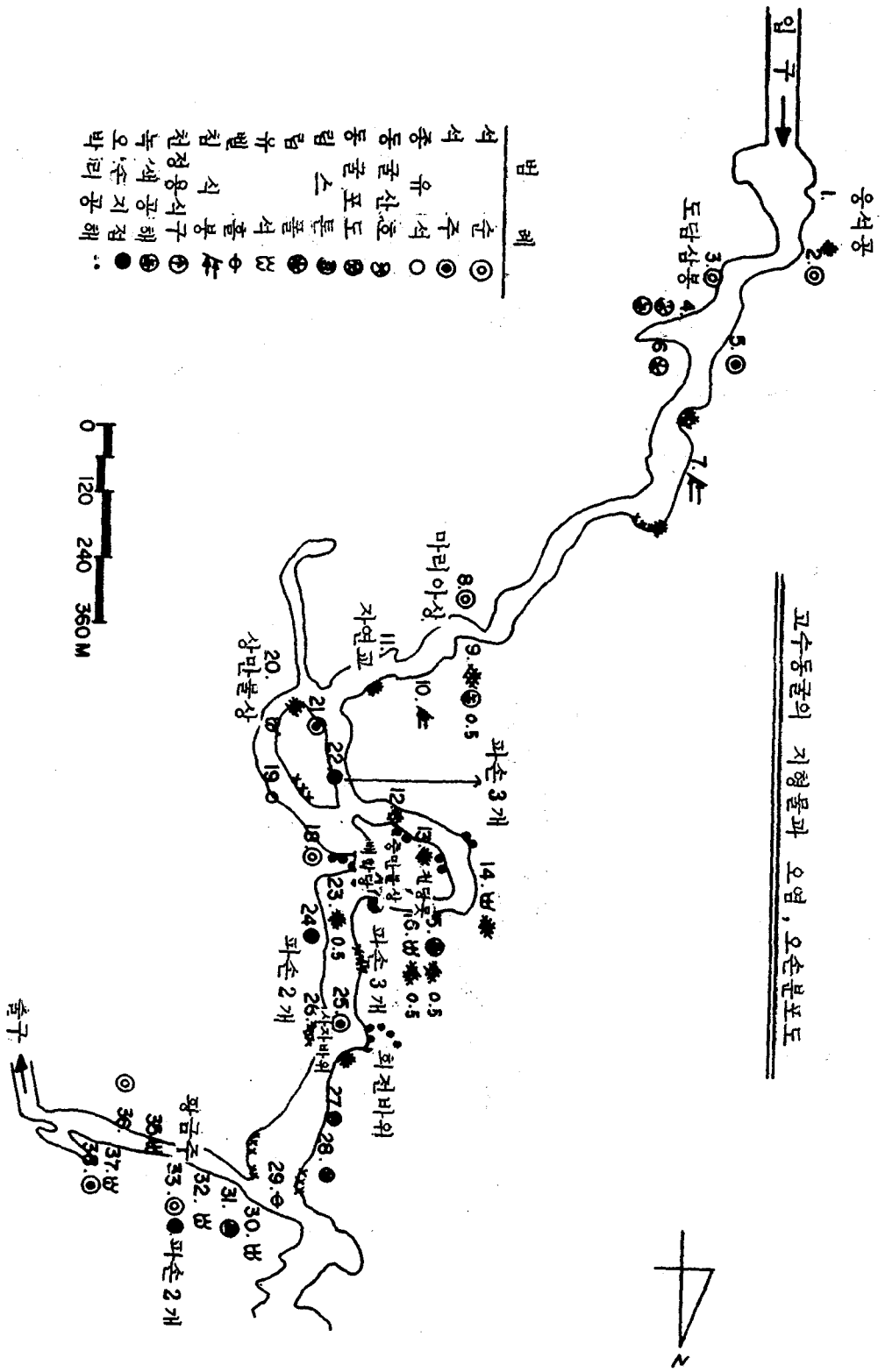


축척 1 : 250

2 용(1)



고수동굴의 지형물과 오염, 오손분포도



범	례
○	산 주석 호도 틀 돌 석 활 봉 구 해 점
◎	유 산 호도 틀 돌 석 활 봉 구 해 점
○	중 돌 석 호도 틀 돌 석 활 봉 구 해 점
◎	중 돌 석 호도 틀 돌 석 활 봉 구 해 점
○	석 중 돌 석 호도 틀 돌 석 활 봉 구 해 점
◎	석 중 돌 석 호도 틀 돌 석 활 봉 구 해 점
○	오염, 오손 분포도
◎	오염, 오손 분포도



3. 汚染 및 汚損防止對策

(1) 一般事項

이제 鍾乳石이나 石筍 등의 二次生成物들의 汚損을 防止하기 위하여 다음의 몇가지 對策을 들고자 한다.

첫째, 鍾乳石이 오랜 年月을 거쳐 자라왔음을 모든 觀光客에 인식시켜야 하겠다.

일반적으로 鍾乳石의 成長은 ① 地下水 물방울의 크기 ② 洞窟內 蒸發의 정도, 通風상태, 그리고 溫度와 濕度 ③ 물방울의 滴下를 조해하는 條件, ④ 表面張力, ⑤ 毛管現象 ⑥ 重力등에 관계된다고 하나 古藪窟의 경우에는 年間 0.5 mm의 成長率을 나타내고 있음이 측정되고 있어 이들이 오랜세월을 거쳐 이루어지고 있음을 인식시켜야 하겠다.

둘째로는 入洞觀光客들에게 物品器材를 갖고 들어가지 못하게 하는 보다 철저한 制度가 要求된다. 現在까지도 잘 實施되고 있지만 洞窟內부의 物品搬入은 무조건 環境汚染과 汚損의 原因이 되기 때문이다.

셋째, 觀光客에게 通路를 벗어나지 못하게 規制하여야겠다. 寫眞撮影때문이라는 口實로 通路를 벗어나고 있는데 이는 즉 二次生成物의 汚損의 原因이 된다.

넷째, 保護網의 施設이 아쉽다. 되도록이면 지나치게 굵지않은 鐵網으로 잘 景觀이 透視되게끔 架設되어야 하겠다.

다섯째, 所重한 鍾乳石이나 石筍·石柱에는 說明文이 부착되어 自然物의 理解와 保護에 대한 關心을 갖게 해야 하겠다.

여섯째, 落盤의 우려가 있는 地物부근에 近接 못하게 警告文을 揭示하여야 하겠다.

일곱째, 二次生成物과 洞窟의 表面을 保護하기 위하여 週期的인로 撒水作業으로 洞窟內의 濕度維持에 힘써야 하겠다. 特히 觀光開場이 끝난 後의 撒水作業과 곳곳에 人工瀑布施設이 바람직하다.

여덟째 이미 汚損된 鍾乳石 中 通路부근의 약 100 個所들은 人工的인 復元方法에 의하여 復元시킴이 좋겠다.

(2) 汚損鍾乳石의 復元

多孔性의 化學物質으로써 比重이 0.15 ~ 0.18 정도되는 가벼운 物質을 利用하여

이것을 鍾乳石에 가까운 모양으로 彫刻한 다음 S-MIN과 P-Yong 化學物을 接着劑로 사용하여 이의 模造品을 汚損된 鍾乳石 부분에 接着시킨다. 그리고 染料로 彩色한다.

이때에 이 模造品은 自然生成의 鍾乳石과 同一하게 보일뿐만 아니라 水分이나 溫度變化에도 耐性을 지닌다. 그리고 S-Song 을 防腐劑로 使用하면 (1 ~ 0.5 %) 微生物의 寄生을 防止할 수 있다.

(3) 洞窟剝離現象의 復元

洞窟內의 壁面에 自生하는 微生物은 첫째로 酸이나 鹽基性物質로 除去하는 方法이 있으나 이 方法은 洞窟內의 生物에 커다란 影響을 주기때문에 使用해서 는 아니된다.

둘째로 鋼鐵솜이나 기타의 物質로 닦아내는 方法은 公害가 없는 좋은 方法이기는 하나 그 洞窟 壁面(表面)에 凹凸이 많아서 實地로 實用性이 적다. 또한 닦아내는 過程에서 壁面을 汚損시키기도 하는 欠點이 있다. 다만 鍾乳瀑布와 같이 줄기가 커다란 壁面일 때에는 이 方法의 利用이 可能하다.

세째 方法으로는 Sand-Brush 로 닦아내는 方法이다. 이 方法으로 洞窟의 壁面을 닦아낸 다음 물로 씻어내면 公害도 없고 鍾乳石도 파손되지 않는 가장 좋은 方法이다.

이 方法으로 復元한 다음에 紫外線 螢光燈이나 S-Song 을 洞窟內部에 撒布하면 微生物의 繁殖을 防止할 수 있다.

(4) 洞窟堆積物の 生成年齡測定

化學的으로 洞窟生成의 메카니즘을 朴冕用教授의 實驗測定值로 살펴보면 第一次로 地下나 大氣中에 存在하는 CO_2 가 H_2O 分子와 反應하여 다음과 같은 化合物을 生成한다.



실제로 大氣中에 노출된 蒸溜水는 빠른 CO_2 의 吸收 때문에 pH 5.8 정도까지 變한다. 이와같은 酸性的의 地下水가 地層에 分布하고 있는 石灰岩層을 透水하게 되면 대단히 微量의 $CaCO_3$ 가 地下水中에 飽和되어 흐르게 되고 어떤 場所에서 水分이 증발되면 $CaCO_3$ 만 남아서 鍾乳石으로서 結晶成長을 거듭하게 된다.

鍾乳石의 生成 成長에 미치는 原因은 ① 流水中の H_2CO_3 와 $CaCO_3$ 의 濃

度 ② 流量 ③ 水分의 蒸發速度에 영향주는 溫度·濕度·壓力등이고 이러한 要因들은 各洞窟마다 그리고 같은 洞窟이라도 各位置마다 또한 時間에 따라서도 각각 다른 現象으로 나타나기 때문에 이 成長速度의 學說과 定說은 거의 一致하지 않고 있는 것이다.

따라서 요사히 1년에 0.01 ~ 0.03 mm 成長의 定說은 그 地點, 位置, 그 고장의 氣候環境 그리고 地質條件, 石灰岩의 構成成分 등 여러가지 與件이 다르기 때문에 이와같은 數値로 一括적으로 算定한다는 것은 不當한 일이다.

그러므로 가장 正確한 年代測定方法으로 同位元素測定을 하여야 하며 그중에서도 ^{14}C 와 H^3 를 利用하여야 하는데 現在 原子力研究所에서 ^{14}C 로 年代를 測定하는 方法은 5萬年 以內이어야 正確度を 期待할 수 있으며 ^3H 測定方法은 實行하지 않고 있다.

古藪窟에서 이미 破損되어 있는 鍾乳石을 試料로 10개를 ^{14}C 의 同位元素測定方法으로 成長年代測定한 結果는 平均値가 約1年間に 0.3 mm 이었다. 그러나 이 10개의 試料中 最低는 0.01 mm / 年이고 最高는 1.2 mm / 年이었다.

IV. 結

論

以上에서는 洞窟堆積物인 地形地物에 대한 汚染·汚損에 對하여 分析하였다.

이 洞窟속의 二次生成物인 洞窟堆積物은 長久한 歲月을 지나면서 形成된다. 따라서 이들의 現狀保存은 時急한 當面課題이라 하겠다. 事實上 石灰洞窟은 開發하기 以前에는 探險 當時에 通路附近에서 汚損되거나 汚染되기도 하며 더구나 開發施設工事 때에는 觀光客들의 道路安全, 그리고 照明施設, 其他 施設作業 關係로 不得已한 洞窟堆積物의 汚損과 汚染을 보게 된다.

따라서 觀光洞窟인 경우 汚損과 汚染이 없다는 것은 있을 수 없는 일이며 이에 대한 對策 또한 最少限의 汚損, 汚染을 가져오도록 措置하자는 것이다.

이제 汚損 및 汚染對策의 몇가지 例를 들어 본다면 다음과 같다.

첫째, 照明施設은 自然燈을 避하고 되도록 水銀燈을 使用하며 必要한 場所 즉 特殊地形, 地物이 있는 곳과 通路의 安全을 위하여 照明토록 한다.

둘째, 觀光客이 들어서면 점차로 照明을 밝게하되 長時間의 照明을 避하고 觀光에 支障없는 限 交代로 照明하고 또한 照明方向도 角度를 달리하여야 한다.

셋째, 觀光客으로 하여금 함마, 기타, 막대기 등을 持入하지 못하도록 啓蒙 또는 器物保管 등의 方便을 使用한다.

넷째, 洞窟內의 溫度 및 濕度를 一定하게 維持토록하여 洞窟生物의 生態系에 變化가 오지 않도록 할 것이다.

다섯째, 乾燥期를 夏季에 濕도가 낮은 경우에는 給水, 人工瀑布施設 등으로 正常的인 日常溫度가 維持되도록 한다.

여섯째, 洞窟生物의 棲息環境의 維持를 위하여 가장 重要的한 營養供給源이라고 할 수 있는 營養客土로 殘滓土를 供給하여 昆蟲과 其他 生物의 棲息에 有利하도록 措置한다.

일곱째, 洞窟生物의 保護區域을 設定하여 一般人的 出入을 삼가하게하여 正常的인 洞窟環境을 保全하여 環境因子의 分析研究所로 利用한다.

여덟째, 洞窟堆積物을 汚損하지 못하게 保護網과 警告文을 붙여 汚損防止에 留意하도록 한다.

아홉째, 洞窟內에서는 커다란 振動에도 落盤될 수 있기 때문에 洞窟內에서 振動의 要因이 될수 있는 言行을 삼가케하고 또한 適當한 곳에 落盤防止 對策이 要求된다.

열째, 洞窟生物의 成長이 매우 느리고 또한 그들의 稀貴性を 強調하는 說明文, 案内文의 揭示로 自然保護精神을 涵養시킨다.

열한번째, 汚損 및 汚染地點 個所는 되도록 復元措置하여 보기 좋게 하고 되도록 美觀을 害치지 않게 整理하여 汚損, 汚染에 對한 好奇心이 誘發되지 않도록 한다.

열두번째, 洞窟堆積物의 復元을 위하여 다음과 같은 過程을 거쳐 復元시키도록 하여야 한다. 즉 多孔質의 化學物質中에서 比重이 0.15 ~ 0.18 程度로 되는 가벼운 化學物質을 試料로 이것으로 汚損된 鍾乳石이나 石筍의 모양에 가깝게 彫刻製品 하여 S-MIN과 P-Yong 化學物을 接着劑로 使用하여 이 汚損部分을 매꾸고 接着시켜 着色한다. 이때에 이 構造品은 自然生成의 洞窟堆積物들과 같이 보일 뿐만아니라 水分이나 溫度變化에도 耐性を 지닌다. 그리고 S-Song을 防腐劑로 使用하면 (1 ~ 0.5%) 微生物의 寄生을 防止할 수 있다.

열셋째, 같은 洞窟內의 汚損된 鍾乳石이나 石筍들을 갈아서 이들의 돌가루를 S-NIN과 P-Yong 化學物의 接着劑로 칠하여 剝離된 現象을 復元시킨다.

열넷째, 매우 부드러운 鋼鐵 솜이나 브러쉬로 剝離되 있거나 黑色 및 綠色公害를 除去시킨다. 닦아내는 過程에 있어 洞窟 堆積物의 外殼에 損傷이 나지 않도록 부드럽게 洗滌한다.

열다섯째, 洞窟바닥에서 자라는 石筍의 경우에는 플라스틱 化學製品에 依한 汚損部分의 補完作業으로 洞窟堆積物의 原型을 되찾게 한다.

參 考 文 獻

- | | | |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| 한국동굴협회 (1971) | 한국의 동굴 | (文化公報部) |
| 洪 始 煥 (1979) | 한국의 자연동굴 | (金貨社) |
| ” (1982) | 한국의 용암동굴 | (韓國洞窟學會) |
| ” (1983) | 한국의 석회동굴 | (”) |
| 한국동굴학회 (1975~) | “ 동굴 ” 1~10 | (”) |
| 山 内 浩 (1964) | 洞窟探險 | (筑摩書房) |
| 吉 井 良 三 (1968) | 洞窟學 ことはじめ | (岩波書店) |
| ” (1970) | 洞窟かり生物學へ | (NHK BOOKS) |
| 洞窟團研 (1971) | 洞窟の地學 | (地學團體研究會) |
| 大久保雅弘 (1973) | 洞窟の科學 | (筑地書店) |
| 德富一光 (1975) | 鍾乳洞探險 | (あかね書店) |
| 上野・塵島 (1978) | 洞窟學入門 | (講談社) |
| 塵島・他 (1978) | 地底探險 | (學習研究社) |
| 太田・庫本 (1979) | 鍾乳洞 | (文研出版) |
| 山 内 浩 (1979) | 洞窟探險學入門 | (講談社) |
| 加藤 守 (1980) | 日本列島洞窟ガイド | (コロナ社) |
| 河野通弘 (1980) | 秋吉台の鍾乳洞 | (河野通弘退官紀念團) |
| 藤井厚志 (1982) | 洞窟の世界 | (葦書房) |
| 中川寛一 (1982) | 地底の世界 | (日本TV放送) |
| 日本洞窟협회 (1982) | 平屋台の石灰洞 | (日本洞窟협회) |
| W.Moore (1964) | Speleology | (D.C.Heath and Company) |
| A.C.Walttam (1976) | The world of Cave | |
| Tony Oldham (1972) | British Caving | |
| F.Folsom (1962) | Exploring Ameican Caves | |