

古藪洞窟의 環境保全과 安全對策

學會長 洪 始 煥

I. 古藪洞窟의 環境破壞

1. 概 要

洞窟의 環境은 地表環境에 비하여 特殊하다.

洞窟은 觀光開發과 동시에 그 環境은 점차 破壞汚損 되어가고 있는 現實이므로 環境의 保全에 대한 關心이 나날이 높아가고 있다. 즉 觀光開發의 施設 때문에 오는 景觀의 훼손은 물론이고 그 밖에 入洞客에 의한 이른바 汚損公害는 점차 심하게 일어나고 있기 때문이다.

더구나 照明施設에 의한 光度때문에 나타나는 綠色公害를 비롯한 黑色公害 등은 역시 무시할 수 없는 것이며 이밖에 大氣質 變化, 乾化現象 등에 유래되는 白色公害인 剝離作用에 의한 堆積物 汚損 등은 참으로 開發에 따른 環境破壞와 汚損現象이라 할 수 있다.

물론 이와같은 環境破壞을 전적으로 억제할 수 없어도 그래도 人知科學文明의 힘으로 가능한 한도내의 環境保全을 기하도록 하여야 하겠다.

2. 環境破壞의 實態

먼저 洞窟속에서의 人間에 의한 汚損은 가장 골치아픈 일이다. 이제 鍾乳石은 一次로 開發하거나 施設을 設備할 때 破損되었고 二次로는 觀光客에 의하여 汚損되고 다시 三次로는 鍾乳石의 성장에 따

라 重力에 의하여 天井의 地盤이 약화되거나 또는 上層地盤의 岩石이 板狀을 이루거나 層狀으로 되어있어 洞窟바닥으로 落盤되어 破損된다.

더구나 최근에는 觀光開發된 이후에도 社會生活의 안정에 따라 怪石이나 水石 그리고 裝飾品으로도 鍾乳石이 환영받고 있으므로 洞窟속의 鍾乳石이나 石筍은 남몰래 破壞되어 가고 있는 것이다.

洞窟 微生物은 태양의 광선이 비추이는 부근에 이끼류나 羊齒類 같은 下等植物이 자라게 되는 경우가 있다.

이것은 照明등의 빛과 溫度에 관계되는데 이들 下等植物들이 자라게 되므로써 洞窟生物의 生態系에 커다란 變化가 생긴다.

洞窟生物을 해치는 甲蟲類가 생기거나 鍾乳石이나 流石(플로우스톤) 表面을 破壞시킨다.

3. 古藪洞窟의 環境

洞窟은 그 내부 규모에 따라서 滯洞人員이 달라져야 小規模의 작은 洞窟속에 동시에 많은 觀光客이 들어서면 洞口가 좁아 外氣와의 通風이 안되어 가벼운 두통이나 현기증을 느끼게 된다. 窒素는 보통 23%가 大氣중에 존재하여야 生物의 생존에 아무런 지장이 없는 것인데 이보다 濃度가 높아도 生物에 影響을 준다. 만일 60% 이상의 高濃度가 되면 간염이나 순환계 장애가 일어나며 특히 인내성이 적은 동물은 수일만에 사망할 수도 있다.

그러나 연료에서 오는 탄산가스 대부분은 植物의 同化作用으로 고상승하게 된다. 가끔 洞窟속에 20 ℃내외에 까지 上昇하는 것은 이의 濃度가 높아졌기 때문이다. 急傾斜의 계단을 오르내리는 것도 洞窟內 溫度를 높이는 결과가 된다고 할 수 있다.

그리고 洞窟의 環境條件 중 적합한 濕氣의 유지는 洞窟 형성부의 生成發達에는 물론, 洞窟動物의 生存維持에 절대적인 影響을 지닌다.

본 洞窟內부의 濕度는 80% 내외이며 전체적인 濕度變化는 80% 내외로 대체로 恒濕이 유지되고 있는 것으로 보인다.

또한 環境이 비교적 안정적인 內部에서는 “삼거리”의 平均較差 0.4 ℃, “상만물상”의 平均較差 0.5 ℃, “培學堂”의 平均較差 0.4 ℃, “사자바위”의 平均較差 0.5 ℃, “新開發部”의 平均較差 0.6 ℃로 되어 전체적으로 약 0.5 ℃의 근소한 較差氣溫을 보여 대체로 恒溫이 유지되고 있다고 보겠다.

이제 公開地區와 非公開地區에 있어서의 地形・地物의 汚損個所 現況을 집계하면 다음과 같다.

公開地區의 汚損・汚染 現況

區 域	面 積 (個 所)	備 考
破 損 公 害	1 段 階	10 個 所
	2 " "	122 "
	3 " "	24 "
剝 離 公 害	1 段 階	4 m ²
	2 " "	3 m ²
綠 色 公 害	1 段 階	12 m ²
	2 " "	10 m ²
	3 " "	18 m ²
黑 色 公 害	1 段 階	3 m ²
	2 " "	1m ²

非公開地區의 汚損・汚染 現況

區 域	面 積 (個 所)	備 考
破 損 公 害	A 地 區	4 個 所
	B " "	1 -
剝 離 公 害	A 地 區	1 個 所
綠 色 公 害	-	-
黑 色 公 害	-	-

4. 洞窟內의 環境汚染

洞窟속의 環境은 처음에는 미개발 상태이므로 사람의 出入이 없어 環境은 옛 그대로의 보전을 이룰것이나 觀光客의 出入 때문에 오는 洞窟內 環境의 變化는 계속 일어나고 있는 실정이다.

즉 觀光客의 數가 洞窟規模에 比하여 매우 큰 경우에는 많은 洞窟入洞客 때문에 洞窟內의 溫度는 올라가게 되고 습도는 낮아지며 二酸化窒素의 含量은 점차 增加하게 된다.

한편 觀光客의 衣服이나 또는 신바닥에 묻여온 진흙이나 감탕흙 等에는 微生物 菌類가 많은 支障과 變化를 가져오게 하고 있다.

그밖에도 觀光客이 갖고 들어갔다 버리고 나오는 담배꽂초, 건전지 약, 쓰레기, 잔땀 등등은 洞窟속의 汚染度를 더욱더 높여 이것도 息環境에 많은 영향을 주게 되는 것이다.

이밖에도 이끼類나 羊齒類와 같은 下等植物 等이 洞窟속에서 자라게 되어 洞窟環境의 汚染은 더욱더 심화되어 간다.

5. 洞窟의 環境變化

원래 洞窟內는 常溫 常暗 常濕의 環境을 지녀야 하는데 모든 洞窟은 觀光開發로 이 環境은 점차로 破壞되어가고 있다. 이와같은 원인은 밝은 照明과 많은 洞窟 出入人口 때문에 고온건조하여 洞窟의 環境이 變化되어 綠色公害, 洞窟生物의 生態變化를 보게 된 것이다.

그리고 二次生成物의 汚染, 剝離現象을 나타내고 있는 現實이다. 그

리고 과잉개발 시설과 洞窟口 바로 앞에서의 주차, 통행로의 과밀현상은 古藪洞窟 內에까지 環境을 變化시키고 있으며 洞窟內의 自然景觀까지도 해치고 있다.

이밖에도 古藪洞窟에의 일부 무질서한 洞窟內外의 행락질서로 環境破壞가 일어나고 있는데 예를들면 自然美의 훼손, 環境汚損을 초래하는 결과대 보게 하였다. 또한 古藪洞窟 주변의 과다한 商街住宅의 밀집과 洞窟內부의 많은 철재통행시설 및 照明施設은 洞窟環境의 破壞를 가져와 마침내 洞窟 生物의 減少, 二次生物의 乾化剝離 그리고 綠色公害 現象이 심화되어 가고 있다.

이상과 같은 원인들이 洞窟의 環境變化에 박차를 가하고 있어 여기에 주기적인 環境保全診斷과 對策이 계속적으로 요구되고 있다.

6. 洞窟堆積物の 汚損原因

洞窟이 開發되면 그 二次生成物들은 계속적으로 汚損・汚染되어 간다. 이것은 入洞客, 洞窟內의 施設에도 크게 관계가 있다고 하겠다.

이제 鍾乳石과 石筍 등의 二次生成物들이 破壞되어가는 汚損 要因을 본다면 다음과 같다. 즉 鍾乳石은 一次로 개발하거나 시설을 설비할 때 파손되었고 二次로는 觀光客에 의하여 천정의 地盤이 약화되거나 또는 上層地盤의 岩石이 板狀을 이루거나 層狀으로 되어있어 洞窟바닥으로 落盤되어 破損된다.

더구나 최근에는 觀光開發된 이후에도 社會生活의 안정에 따라 怪

石이나 水石 그리고 裝飾品으로도 鍾乳石이 환영받고 있으므로 洞窟 속의 鍾乳石이나 石筍은 남몰래 破壞되어 가고 있는 것이다.

洞窟 微生物은 태양의 광선이 비추이는 洞窟의 入口 부근에서만 자라는 것으로 알려지고 있다.

그러나 洞窟이 개발되고 있는 내부 洞窟에서는 照明燈이 비추이는 부근에 이끼類나 羊齒類 같은 下等植物이 자라게 되는 경우가 있다.

이것은 照明燈의 빛과 溫度에 관계되는데 이를 下等植物들이 자라게 되므로써 洞窟生物의 生態系에 커다란 변화가 생긴다.

洞窟生物을 해치는 甲蟲類가 생기거나 鍾乳石이나 流石(플로우스톤) 表面을 破壞시킨다.

원래 洞窟內는 常溫, 常暗, 常濕의 環境을 지녀야 하는데 古藪洞窟은 觀光開發로 이 環境은 점차로 破壞되어 가고 있다. 이와같은 원인은 밝은 조명과 많은 洞窟 出入口 때문에 고온 건조하여 洞窟의 環境이 변화되어 綠色公害와 洞窟生物의 生態 變化를 보게 될 것이다.

그리고 二次生成物の 汚損, 剝離現象을 나타내고 있는 현실이다.

그리고 과잉 개발시설과 洞窟口 바로 앞에서의 주차, 통행로의 과밀현상은 古藪洞窟 내에까지 環境을 변화시키고 있으며 洞窟內의 自然景觀 해지도 해치고 있다.

이밖에도 古藪洞窟에의 무질서한 洞窟內外의 행락질서와 環境 破壞는 自然美의 훼손, 環境汚損을 초래하는 결과를 보게 하였다.

또한 古藪洞窟 주변의 과도한 상가주택의 밀집과 洞窟內部的 많은

철재 통행시설 및 조명시설은 洞窟環境의 破壞를 가져와 마침내 洞窟生物 감소, 二次生成物의 乾化剝離 그리고 綠色公害 현상이 深化되어 가고 있다.

이상과 같은 原因들이 洞窟의 環境變化에 박차를 가하고 있어 여기에 주기적인 環境保全 診斷과 對策이 계속적으로 요구되고 있다.

7. 洞窟의 大氣質

(1) 概 要

大氣汚染은 一次的인 것과 二次的인 것의 두가지 경우가 주로 되는데 一次的인 것은 人間이 洞窟內에서 내뿜는 二酸化窒素 또는 洞窟속에서 발산시키는 亞硫酸개스와 같은 一次的으로 방출된 것을 말하고 二次的이란 이들의 복잡한 성분들이 서로 化學變化를 일으켜 二次再生産的인 公害作用을 이르는 것을 말한다.

洞窟은 그 內部 規模에 따라서 最大 滯洞人員이 달리된다.

즉 大氣汚染이란 주로 인위작용에 의한 汚染物質의 발산에서 오는 것으로 그 汚染基準은 매우 막연하다.

소규모의 작은 洞窟속에 동시에 많은 觀光客이 들어서면 洞口가 좁아 外氣와의 新陳代謝가 안되어 가벼운 頭痛이나 현기증을 느끼게 되는 것은 洞窟內의 大氣質에 變化가 있었기 때문이다.

(2) 洞窟內 大氣現況

洞窟內의 相對溫度와 濕度를 보면 다음과 같다.

古藪洞窟도 다른 일반적인 洞窟과 같이 洞窟内の 大氣(空氣)는 水蒸氣로 飽和되고 있다.

물론 이 水蒸氣의 飽和狀態 즉 濕度는 그 季節과 하루동안에 있어서의 晝夜間에 있어서 차이가 나타나고 있음을 측정할 수 있다. 즉 대체로 여름계절에는 70 ~ 88 %, 동계절에는 90~92 %를 나타내고 있으며 이번 조사계절인 夏季의 아침에는 88 %, 낮時間은 觀光客 出入時間에는 80 %로 나타나고 있다. 이밖에도 별표와 같이 그 洞口와의 거리에도 차이가 있었음을 볼 수 있었다.

요컨대 洞窟의 濕度が 높고 일정하다는 점은 洞窟内の 濕度を 일정하게 나타내게 할 것으로 이 要因이 恒濕, 恒溫의 環境要因을 이루고 있는 것이다.

다만 洞口附近에서 濕도가 매우 높기때문에 中和되며 洞窟內외의 溫度가 각각 다르게 나타나기 때문이다.

氣溫이 낮아짐에 따라 濕度は 上昇하고 溫度가 높아짐에 따라 濕度は 減小되기 때문이다.

(3) 洞窟에서의 氣流와 氣壓 現況

地表의 氣壓變化는 週期的인 경우와 非週期的인 경우와 두 類型으로 나누게 된다. 그중에서도 가장 중요한 몫을 하고 있는 週期的인 氣壓變化는 주야의 기온차에 의한 24시간의 변동이다.

즉 晝間의 空氣의 太陽熱로 기온이 높아지게 되어 밀도도 적어지고 氣壓도 낮아진다. 그 반면에 夜間에는 空氣는 冷却되어 氣壓이

올라가게 된다. 때문에 통상 空氣는 日沒後에는 洞窟內에 外氣의 空氣가 流入되고 日出後에는 洞窟의 大氣가 洞窟 밖으로 流出되는 것이다. 이의 경우는 古藪洞窟의 경우에 있어서도 마찬가지로의 현상으로 나타나고 있다.

사실상 계속적으로 氣壓의 變化를 가져오는 관계로 이 氣壓의 차이가 때문에 大氣의 異狀現象이 일어나게 마련이다.

따라서 洞窟에 있어서도 洞窟 入口가 있어 그 外氣의 空氣가 洞窟內 空氣속에 많은 觀光客이 입동하고 있을 경우 이때의 洞窟內의 氣流는 이들의 影響을 받아 氣流의 移動이 減退되기 때문이다.

이와같은 洞窟內의 氣流移動은 비교적 洞窟環境 變化에 크게 미칠 수 있는데 洞窟에서의 實驗結果를 보면 氣流가 大量인 경우 즉 洞窟口가 넓고 氣流 이동이 秒速 5 m 이상일 때에는 洞窟內 環境에 커다란 變化를 가져 온다고 발표되고 있다.

따라서 古藪洞窟의 경우는 秒速 4 m 내외로 最大風速으로 나타나고 있기 때문에 環境變化에는 커다란 影響을 미치지 않는다고 할 수 있다.

8. 洞窟周邊의 水質現況

(1) 水質汚染의 要因

古藪洞窟의 洞窟流는 日常 乾季에는 地表水의 透수가 地下水로 되어 流出되고 있어 水質의 汚染이 거의 없다고 하겠으나 雨季의 洪水時에는 地表水가 岩層의 裂隙이나 吸引口로 大量 流入되므로 이때에는 이미 汚染된 土壤이나 濁流가 섞여서 洞窟流로 되는 경우도 나타나게 된다.

원래 水質汚濁이란 洪水때의 水質의 汚濁, 泥炭지역에 있어서의 粉 또는 土壤(炭質)이 流水에 混合되어 汚濁되는 경우 鑛山, 溫泉水의 地質에 의한 酸性化나 量金屬의 流水등의 자연적인 요인과 가정에서의 生活下水, 공장에서의 排出下水 그리고 汚物의 投棄 등에 의한 人爲的인 요인 등으로 公共水域이나 一般水域의 물이 物理的, 그리고 化學的, 生物學的 水質이 불리한 방향으로 변화되어가는 것을 가리킨다.

洞窟內에 있어서의 水質汚濁의 경우는 洪水범람때에 洞窟속으로 地의 龜裂, 獸穴 또는 吸引口를 통하여 地表의 汚濁된 물을 스며드는 경우가 커다란 비중을 차지하고 있다.

이밖에도 洞窟속에 찾아온 觀光客들에 의하여 妨 妨尿, 汚物棄却, 담배꽂초 등등의 投棄도 洞窟內 汚染 原因이 되고 있다.

古藪洞窟의 경우는 이 부근 丹陽地域一帶의 다른 洞窟의 경우와 汚濁을 갖어오고 있다.

(2) 水質의 汚染

古藪洞窟에 있어서의 環境破壞는 이미 洞窟이 그 옛날 三國時代부터 修道場이나 피신처로 利用되어 왔기 때문에 洞窟內의 汚染과 汚損은 이미 그 옛날부터 일어났다고 보아야 하겠다.

그리고 이 洞窟은 그 規模가 비교적 크고 더구나 空洞이 많을 뿐만 아니라 洪水 때에는 南漢江의 水流가 洞窟 밑의 地層을 통하여 透水되고 있기 때문에 洞窟內의 大氣汚染은 비교적 甚하지 않은 狀態이다. 물론 季節에 따라 出入口로 부터의 氣流移動 때문에 다소 差異는 있다고 하겠다.

다만 水質은 外部의 南漢江 水流와 연결되고 있어 洪水時의 水質의 汚染은 매우 심각하다.

鍾乳石의 成長과 水質을 규명하기 위하여 洞窟 밖의 金谷川 水流와 洞窟內부의 洞窟湖 그리고 鍾乳石을 흐르는 滴下水를 채집하여 그 水質을 分析한 결과 다음과 같은 數値를 얻었다.

이제 古藪窟 內外의 水質을 分析하여 比較한다면 다음과 같다.

즉 金谷川의 水質은 洞窟內 용수골 안쪽에 있는 水質보다 硬度가 10 分の 2 에 해당하는 狀態이며 다음 表에서 보는 바와 같이 커다란 차이를 나타내고 있다.

고수동굴의 수질분석

용수골		용석공부근		금곡천	
항목	측정치	항목	측정치	항목	측정치
수온	14.5℃	수온	15.2℃	수온	24.5℃
pH	7.5	pH	7.6	pH	7.4
RpH	7.8	RpH	8.0	RpH	7.5
전기전도도	254 cm/sec	전기전도도	262 cm/sec	전기전도도	157 cm/sec
총경도	180 mg/l	총경도	190 mg/l	총경도	94 mg/l
Ca	45.9 mg/l	Ca	46.6 mg/l	Ca	15.3 mg/l
Mg	134.1 mg/l	Mg	143.4 mg/l	Mg	78.7 mg/l
Cl	4.0 mg/l	Cl	5.1 mg/l	Cl	4.0 mg/l
HCO ₃	137.0 mg/l	HCO ₃	126.0 mg/l	HCO ₃	56.0 mg/l
Fe	0.3 mg/l	Fe	0.3 mg/l	Fe	0.1 mg/l
Na	ND	Na	ND	Na	ND
Al	ND	Al	0.6 mg/l	Al	0.5 mg/l
Mn	ND	Mn	ND	Mn	ND
Zn	ND	Zn	ND	Zn	ND
Hg	ND	Hg	ND	Hg	ND
Pb	ND	Pb	ND	Pb	ND

(ND : No Detect)

9. 洞窟生物의 生態變化 要因

洞窟이 개발되면 그 서식 環境은 점차로 變化되어 간다. 이는 많은 觀光客의 출입과 내부 조명에 따른 棲息 環境의 變化 때문이라 하겠다.

본 洞窟의 動物은 開發 初期에는 16目 26種이 밝혀졌으나 그후 많은 變化를 보게 되었다. 이번 조사에서는 12種의 동물만 확인할 수 있었으며, 특히 전기한 稀貴種인 “古藪갈로와 벌레”와 “古藪장님좁막정벌레”는 아직 찾아볼 수 없었다. 이는 公開 以後의 環境 汚損이 심하였음에 기인한 것으로 사료되기도 하는데 洞窟內部 地域으로 옮겨갔을 것도 예측할 수 있다.

한편 微生物의 變化도 점차 심화되어 가고 있다.

즉 觀光開發된 以後부터 찾아드는 觀光客의 人體를 매개체로한 菌의 洞窟內 침입은 마침내 洞窟속에서 갖가지 公害 汚染을 나타나게 하고 있다.

黑色公害는 古藪洞窟 속에서 萬物相地區와 新開發地에서도 유사한 것이 발견되고 있는데 대체로 다른 洞窟의 黑色公害에 면하여 비교적 엷은 색체로 나타나고 있다.

한편 綠色公害는 觀光通路 부근의 도처에서 발견되고 있는데 주로 照明燈 부근에서 나타나고 있다.

이와같은 變化 요인들을 照明이 밝고 洞窟內的 기온이 높아지면서 하등식물인 綠色公害가 많이 생기게 된다.

즉 洞窟內는 暗黑世界이므로 독자적인 영양체계를 갖고 있는 消化細菌나 硫黃細菌을 제외하고는 洞窟 生物의 生態系統은 第1段階의 生産層이 없는 특수한 生態構造를 갖고 있기 때문이다. 따라서 從屬營養의 體系를 이루고 있는 많은 토양동물류, 그밖에 거미류, 水棲甲類가 실지로 洞窟內에서 살고 있다는 사실은 洞窟밖에서 부터의 有機物 에너지의 投入이 있기 때문이라고 하겠다.

10. 微生物과 生態의 變化

古藪洞窟은 南漢江을 끼고 있는 地理的인 位置 때문에 多濕한 環境이므로 많은 真菌類가 發見되고 있다.

더구나 觀光洞窟로 開發된 以後부터의 더욱더 人體를 매개로 하여 많은 菌類의 搬入이 이루어지고 있는데 이는 洞窟內에 들어서면서 부터 볼 수 있는 黑色公害(靑綠色의 곰팡이類)의 汚染들에 의하여 알 수 있다.

원래 微生物公害 이외에도 下等植物인 綠色公害도 나타나는데 이는 照明燈이 있는 附近에 나타나고 있다.

즉 入洞客에 의하여 不注意로 버려지는 物質인 휴지, 배설물, 음식물의 찌꺼기 그리고 전지약, 遺失物이 腐敗되기에 알맞은 洞窟內의 溫度는 微生物의 번식을 促進하게 된다.

그 뿐만 아니라 人體에 묻혀서 洞窟內로 스며들어가는 微生物과 균류도 무시할 수 없는 環境汚染의 要因이 되고 있다.

II. 古藪洞窟의 安全診斷

1. 安全診斷의 必要性

安全診斷이란 公開되어 觀光開發된 洞窟에 대하여 定期的으로 그 洞窟에 대한 安全性을 確認하는 作業이다. 매일같이 많은 觀光客의 出入을 겪어야 하기에 公開된 洞窟들은 人命의 安全保護와 安全管理을 위한 定期的으로 洞窟을 둘러싸고 있는 地質構造 그리고 그 洞窟內部の 各種 施設등에 대한 安全性 그밖에 洞窟의 環境保全을 위한 調査가 要求된다.

즉 洞窟은 소중한 自然資源이다. 오랜 時日을 거쳐서 生成되는 것 이므로 그것도 石灰岩地域이 아니면 이와같은 石灰洞窟은 形成되지 아니한다.

따라서 最近에 이르러 世界의 모든 나라에서는 이와같은 地下世界의 探勝을 위한 觀光開發이 이루어지고 있다. 예를 든다면 日本에서는 全國에 總 63個所의 洞窟들이 公開된 觀光洞窟로 되어 있다.

이밖에도 天然窟로 그대로 남겨둔채 自然公園이나 森林公園의 일부지역으로 가끔 開放하는 洞窟들이 수십개소가 있다. 그리고 이들은 해마다 1년에 季節에 따른 4회의 安全診斷을 施行하고 있다.

이와같은 觀光洞窟의 開發은 마침내 洞窟의 破壞와 汚損 및 汚染을 豫防하게 되었으므로 여기에 環境保全과 安全診斷에 커다란 關心을 갖게 되었다.

즉 入洞客들의 過多, 行態에 따라 그리고 洞窟施設의 有無, 狀態, 形態등에 따라 그 洞窟의 環境이 變化하고 나아가서는 破壞를 보게 되므로 이에대한 적절한 그리고 계속적인 安全對策이 요구되고 있는 現實이다. 사실상 安全診斷의 目的은 洞窟環境의 保全과 出入觀光客의 安全對策의 樹立에 있다고 하겠다.

2. 安全診斷의 區分

(1) 概要

앞서 말한바와 같이 安全診斷이란 觀光客의 人事事故 그리고 施設 및 環境의 保全을 위한 目的에서 실시하고 있기 때문에 이와같은 安全診斷은 外國에 비해서는 春, 夏, 秋, 冬의 4季節마다 이에대한 診斷을 실시하고 있는 現實이다.

이는 卽 季節에 따라 解氷, 解土, 洪水와 그밖에 氣象的 條件과 地層構造上的의 여건 때문에 洞窟의 地盤은 다소 달라질 수 있기 때문에 이와같이 年4회의 실시를 강요하고 있는 實情이다.

더구나 여름과 겨울의 乾溫環境의 極端的인 交替는 地層뿐만아니라 生物의 生態環境에 크게 관계되고 있으므로 이 季節的인 區分에 의한 安全診斷이 施行되고 있는 것이다. 이제 이 安全診斷의 方針을 설명하면 다음과 같다.

(2) 地質構造診斷

洞窟을 형성하고 있는 地層의 地質構造를 진단하는 것이다. 그 地層의 岩石이 무엇이며 그 配列이 어떠한지 그리고 地質이 落盤에 관계 될 것인가. 즉 岩層의 走向등을 보아 落盤의 우려성을 安全診斷하는 것이다.

(3) 環境分野

洞窟環境은 그 洞窟을 배태하고 있을 地層의 地質構造와 이 洞窟의 生態에 影響을 주고 있는 洞窟微氣候現象과 직결된다.

오늘날 施行되고 있는 部門으로는 이 環境分野의 安全診斷으로서는 地質構造 즉 落磐의 우려성의 유무를 보는 分野와 綠色公害의 原因이 되어 洞窟生物의 生態系에 影響을 주고 있는 照度分野에 대한 診斷이 중점으로 되고 있다.

(4) 施設分野

安全診斷分野에서는 環境分野이외에 施設分野가 있다. 이는 觀光客들의 通路, 休息 그리고 觀察을 위한 諸般施設에 대한 安全診斷이다. 따라서 주로 觀光客들의 便益圖謀와 人事事故의 未然防止를 위한 安全診斷이라 하겠다.

(5) 電氣, 照明分野

洞窟내부의 環境은 출입하는 觀光客의 數에도 관계있으나 특히 洞窟内部의 景觀을 관찰하는데 필요한 照明을 위한 電氣施設이 중요하다. 사실상 照度の 밝기여하에 따라 洞窟内部의 溫度가 달라지기도 하고 또한 照度 또한 달라진다. 따라서 적당한 照明施設로 地形地物의 관찰, 通路의 安全도 기하면서 한편 洞窟内部의 生態環境도 커다란 無理가 없게 設치되어야 하겠다.

대체로 그 洞窟内部空間의 넓기, 그리고 溫度의 정도에 따라서 照도가 달라져야 하나 일반적으로 적절한 洞窟内部의 照度は 70~100Lux(룩스)가 적합한 것이다. 즉, 이 安全診斷은 照도와 露전상태 등의 진단을 주로 하고 있는 것이다.

安 全 診 斷 評 價

1. 自然景觀 分野

(1) 古藪窟地域은 복잡한 市場商街地域이 洞窟앞 전면지역의 경관을 해치고 있다.

洞窟觀光地域의 특성이 자연탐구와 자연관찰에 있느니 만큼 자연의 모습을 되도록이면 그대로 살려두고 施設을 많이 하지않는 方向으로 開發되어야 하겠다.

(2) 古藪洞窟再開發 構想案의 하나인 洞窟前面 일대의 洞窟公園化가 하루속히 이루어져야 하겠다.

상가등의 이주와 洞窟公園의 現實化로 새로운 新丹陽 洞窟觀光地帶의 모습으로 再開發을 촉진시켜야 하겠다.

(3) 洞窟管理所 附近에 觀光客들의 휴식을 위하여 洞窟入洞客의 혼잡을 피하게 하며 아울러 이 동안에 洞窟保存에 대한 사전 교육방송, 洞窟内部의 사전교육, 사진 전시 등등의 敎育場所로도 이용토록 한다.

(4) 洞窟배태 산지전면에 사철의 꽃 또는 植物景觀을 그대로 쳐다 볼 수 있도록 산지전면 일대에 대한 造景植物, 기타 環境美化作業을 실시한다.

(5) 洞窟入口 初期인 先史時代의 石器가 발견되었던 지점에는 이동식의 간앞식인 先史生活 모습의 施設을 自然景觀을 해치지 않은 범위로 施設함이 좋겠다.

人類考古學者的인 次元에서 洞窟內部 초입지점에서는 原始住民들이 살고 있었음을 볼 수 있도록 觀光客의 계몽教育資料로 必要하다고 본다.

(6) 洞窟內部中 공사관계로 인위적인 洞窟壁面의 훼손현상이 심하게 나타나고 있다. 地點은 인조바위공사로 自然狀態에 가깝게 조경공사를 施行한다.

예를들어 新開發地 入口로 올라가는 地點과 洞窟出口 부근일대 그 밖에 洞窟에서 내려오는 通路 등은 꼭 必要하다.

(7) 인조바위 등으로 洞窟通路를 만든 通路壁에는 아크릴판으로 향토소개는 물론 洞窟景觀, 其他 教育資料들의 전시판을 시설한다.

2. 地形地物 分野

(1) 特殊地形地物들에게는 學術的인 명칭은 물론 간략한 說明表를 붙인다. 洞窟은 자연관찰의 學習現場이기 때문이다.

(2) 地形地物의 特性에 알맞는 분위기를 자아낼 수 있는 照明과 부대시설을 설비한다.

(3) 地形地物中 특이한것에 대하여는 그 生成過程과 成長年齡 등의

說明表를 붙이도록 한다.

(4) 地形地物에 대한 照明각도를 수시로 變動시켜 綠色公害를 입지 않도록 한다.

(5) 地形地物中 白色公害와 박리公害를 입고 있는 地物에 대하여는 적절한 복원대책을 강구한다.

3. 洞窟環境分野

(1) 洞窟의 生態環境을 보전유지하기 위하여 洞窟地表面에서의 상수 작업을 계속한다.

(2) 洞窟內의 濕度는 80% 이상 氣溫이 15℃ 內外를 유지토록 대책을 강구한다.

(3) 洞窟生物의 生存保護를 위한 洞窟保護區域을 확장시킨다.

(4) 보다 나은 環境의 보전을 위하여 되도록이면 出口地域의 문단 속에 유의한다.

(5) 洞窟生態 環境의 유지를 위하여 박쥐의 出入이 자유롭게 개방하여야 한다.

(6) 가급적이면 人工施設을 삼가하여야 한다.

4. 地質構造分野

(1) 이 동굴의 구조지질이 대석회암통의 풍촌 석회암층에 속하고 있으며 더구나 지질구조의 주향이 경사를 이루고 있는 경향이 많고 이른바 평면적인 층상구조를 이루고 있지 아니하기 때문에 비교적 안정된 지질구조의 형상을 이루고 있다고 하겠다.

(2) 대체로 지질구조면에서 본다면 지반이 비교적 안정되고 있다고 할 수 있어 낙반의 현상을 나타나지 아니할 것으로 사료된다.

(3) 다만 신동에의 입구통로나 그 밖의 몇 군데에서 토층의 나지가 그대로 남아있는 곳이 있음을 보게 된다.

(4) 동굴내부의 관광 통로에 있어서 흙바탕이 그대로 나타나 있는 이른바 나지의 분포현상은 지층의 자연 훼손 현상이 아니고 통로개발 당시의 부득이한 부분적인 지면 손상이라고 보겠는바 아직도 이 부분의 현상 복구가 안되고 있는 실정이다.

(5) 토지지면의 훼손 현상 즉 나지의 방치는 관광객들에게 혐오감을 줄 뿐만 아니라 동굴 내부경관상 좋다고는 볼 수 없으므로 이 부분의 현상 복구 공사가 필요하다고 본다.

5. 電氣・照明分野

(1) 洞窟内部의 電氣施設 전반에 걸친 設計圖面들의 整理가 잘되어 있지 않는것이 있다.

되도록 한눈으로 판단분석 할 수 있는 設計圖面の 比치가 요구된다.

(2) 대부분의 洞窟内部의 電氣施設들은 비교적 잘되어 있다고 하겠다. 특히 新洞지역의 施設은 잘되어 있다고 하겠다.

그러나 부분적으로 볼때에는 洞窟内部의 特性을 고려한 施設이 요구된다고 본다. 지나치게 노출된 電氣施設등은 관광객들에게 혐오감을 주기 때문이다.

(3) 非常電氣에 대한 대처, 운전일지의 기록 등의 管理운영이 개선되어야 하겠다.

그리고 發電室의 개선도 요구된다.

Ⅲ. 洞窟의 環境保全

1. 洞窟環境 保全의 必要性

自然環境의 保全이란 현재 殘存하고 있는 自然環境을 앞으로의 汚染과 破壞에서 보호할 뿐 아니라 이미 破損된 것이라 하더라도 과거의 原形대로 復舊시키는 努力이 包含되고 있는 것이다.

다시 말해서 經濟開發이나 生産開發에 의하여 여태까지의 自然環境이 점차 破壞 또는 汚染되어 가고 있음이 사실이나 이들은 곳에 따라 그 정도에 차이가 있는 것이다. 어떻게 말하면 급속적인 地域開發에 의하여 自然이 汚染 또는 破壞되어 가고 있는 것이 현실이라 하겠다. 그러나 이것은 보다 나은 人間生活의 現象을 위하여 自然을 개조하거나 克復한다고 할 수 있으므로 이로 인한 環境破壞때문에 地域開發을 기피하여서는 아니 될 일인 것이다.

예를 든다면 洞窟의 觀光開發을 위하여서는 鍾乳窟내부에 있어 통로의 擴張 우회로 개설 등을 위하여 洞窟内部의 原形이 改造 또는 變形될 수도 있으며 그 觀光客들의 休養을 위한 洞窟周邊에서의 自然環境 破壞 즉 변형이 있을 수 있는 것이다.

休養園地 즉, 宿泊施設과 娛樂·위안시설 뿐만 아니라 科學館 등의 施設을 위한 環境變形은 있을 수 있기 때문이다.

그러나 이와같은 自然環境의 汚染과 破壞가 무제한 있어서는 안될 것이다. 비록 住民의 所得增大를 위한 개발일지라도 이 洞窟이 기리 保全되면서 영구히 利用될 수 있는 方案이 마련되어야 할 것이다.

즉, 최소한의 破壞와 汚染으로 최대의 開發效果를 기하는 것도 自然保全의 일면이라 할 수 있기 때문이다.

이와같은 것은 開發로 인한 所得으로 自然環境의 保全對策을 위한 長期對策이 樹立될 수도 있기 때문이다.

사실상 洞窟은 그 生成이 오랜時日거쳐 이루어진 所產物이며 地球表面의 어떤곳에서든지 찾아볼 수 있는 資源은 아닌 것이다. 따라서 이 때문에 洞窟의 保全이 要求되는 것이다.

이 洞窟의 濕度는 年中 거의가 일정한 것이 特徵이다. 그리고 캄캄한 암흑의 세계라는 점도 特色의 하나이다. 대체로 洞窟의 大氣는 그 氣流의 움직임이 매우 느린 관계로 洞口附近에는 大氣溫度와 洞壁의 溫度가 크게 달리 나타나지만 차차 거의가 비슷하게 나타난다. 이 때문에 鐘乳石속 깊은 지점의 溫度는 石灰岩의 溫度와 관계되고 있으며 그 溫度는 대체로 地表의 年間 平均氣溫과 비슷하다.

이와같은 洞窟의 環境은 마침내 洞窟生態系와 環境을 특수하게 만들었으며 이른바 地下世界の 環境을 이루게 하였다. 즉 특이한 洞窟生物의 生態系를 이루게 하여 異質的인 地下水生物을 나타나게 하였다.

그리고 地表에서의 空間變化를 나타나게 하는 風化作用이 거의 없으며 반면 地下水流에 의한 水蝕地形이 나타나는 特殊環境을 나타나게 하고 있다.

2. 古藪洞窟과 環境保全

우리나라 모든 自然洞窟들은 우리는 가장 잘 保全하면서 利用하고 後世에 그대로 넘겨줘야 하는 必要性은 재삼 말할 필요가 없다.

더구나 古藪洞窟은 우리나라 觀光洞窟로는 으뜸가는 公開洞窟로 그동안 많은 절차와 제도를 거쳐가면서 開發에 따른 環境破壞에 대한 對策에 부심하여온 代表的 洞窟이다.

따라서 關係 當局의 해마다 要求하고 있는 安全診斷은 물론이고 當事者의 自體的인 環境保全에 대한 諸般對策이 施行되어 좋은 성과를 거두어 오고 있다.

그러나 고도한 社會經濟發展과 産業化 社會發展에 따라 洞窟의 自然神秘를 찾는 搭勝客의 수효는 나날이 증가되고 있어 모든 公開洞窟들이 한결같이 環境破壞의 고민에 신경을 곤두 세우고 있는 實情이다.

洞窟은 暗黑世界이고 恆溫, 恆濕의 環境을 지녀 왔으므로 이에 적응된 地形地物의 生成, 地下水生物의 孳息등이 이루어져 오늘날 이르렀다고 할 수 있다.

사실상 洞窟속의 二次生成物들은 洞窟 上層部의 岩石構造와 그 成分, 地下水의 透水量과 水質成分, 透水狀態 그리고 地層의 배열과 洞窟내의 氣流, 溫度, 濕度 등과 密接하게 關係되고 있는 것이다.

예를 든다면 洞窟堆積물의 크기, 成長速度 등은 반드시 위와같은 洞窟속 環境과 직결되는 것이므로 이와같은 洞窟現象의 維持 保全을 위한 方案은 위와같은 洞窟環境의 環境을 維持시켜 주기 위한 각종 對策이 마련되어야 하는 것이다.

3. 洞窟 環境保全上의 留意事項

(1) 洞窟環境의 特性和 保全

이제 洞窟들이 지니고 있는 環境의 特性을 보면 대략 다음과 같다.

첫째, 洞窟이 開發되면 洞窟내의 眞洞窟性生物들은 점차 滅種되어갈 운명에 있다. 眞洞窟性生物들은 매우 稀貴하며 環境變化에 매우 저항력이 적기 때문이다.

둘째, 外來性動物의 種類와 數는 洞窟內의 氣溫과 濕度 또는 外氣의 氣象과도 密接한 關係를 지닌다. 環境의 變化는 그대로 生態界에 直接的인 影響을 끼치고 있기 때문이다.

셋째, 水質은 그 洞窟의 位置나 深度에 상관이 없으며 流水量이 많을수록 칼슘含量이 적어진다. 즉, 칼슘含量이 많아야 堆積物 成長에 도움이 된다.

네째 洞窟內의 氣象은 洞窟入口와 內深部와의 차이가 많으며 濕度는 내부로 갈수록 높아진다. 洞口附近은 外氣의 影響을 많이 받으므로 乾化되기 쉬우기 때문에 洞窟內部로 들어가야만 景觀이 좋아지게 된다.

다섯째, 洞窟入口 附近에서는 濕度が 낮아 二次生成物의 成장이 중지되고 있는데 통상 90% 이상의 濕도가 있어야 이들은 성장될 수 있다. 따라서 洞窟속의 多濕한 環境의 保全이 계속 자랄 수 있는 洞窟環境을 만들게 되는 것이다.

여섯째 洞窟내부에서는 氣溫이 거의 비슷하게 나타나며 年中變差도 심하지 않다. 따라서 옛날에는 住宅대신에 洞窟이 利用되었던 것이다.

(2) 一般的인 保全對策

洞窟의 環境을 그대로 保全하기 위하여는 원형대로의 保全도 중요하나 環境의 汚染과 破壞를 防止 또는 減縮시키기 위하여 다음과 같은 留意가 필요하다고 본다.

첫째 洞窟은 되도록이면 觀光開發이나 出入을 삼가하고 洞窟내의 自然環境이 그대로 保全되어야 하겠다.

둘째, 觀光開發하여야 할 경우에는 原形의 保全을 위하여 出入口를 작게하여 外氣가 스며들지 못하도록 한다.

셋째, 觀光洞窟인 경우 觀光客에 不必要한 物品을 搬入하여 버리지 않게 할 것이고 자연이 破損되지 않도록 通路를 좁게 照明을 어둡게 할 것이다.

넷째, 降雨季節에 지나친 地表水의 流入을 방지하며 과다하게 透水된 量은 적당하게 배출토록 人工施設을 하여야 한다.

다섯째, 自然保護를 위한 精神敎育과 철저한 制度化를 하여야 한다.

여섯째, 洞窟의 環境은 그대로 유지하여야만이 地下水生物들의 特種生物들이 서식해 나아갈 수 있는 것이다.

일곱째, 洞窟속에 지나친 觀光便益施設을 建築 또는 設備한다는 것은 環境變化를 가져오게하므로 되도록 최소한의 道路코오스의 施設만을 設備하여야 한다.

(3) 洞窟堆積物의 保全對策

洞窟의 觀光은 신비로운 地下世界에 대한 호기심과 그리고 그 窟속에서 볼 수 있는 伏魔殿같은 二次生成物에 의한 地下宮殿 景觀등

의 觀察 또는 鑑賞에 있다고 하겠다.

따라서 洞窟속에서의 地形地物의 景觀樣相이 그 洞窟의 觀光的, 學術的인 價値와 직결되고 있는 것이다.

더구나 鍾乳石과 石筍 등의 洞窟 堆積物들은 계속 자라고 있는 돌이라고는 하나 그 成長速度는 매우 느려서 가장 빨리 자라는 鍾乳管이나 鍾乳石의 成長만해도 우리나라에서 추정된 平均値를 본다면 직경 5mm 크기에 길이 1cm 자라는데 要하는 時日은 約 15年의 세월이 소요되는 것으로 되고 있다.

물론 그 洞窟의 上層地質構造, 洞窟 地表面의 氣候條件, 洞窟內的 環境條件 등에 따라 크게 달리 된다고는 하나 실제 오랜 時日에 걸쳐 성장하는 것이므로 洞窟堆積物의 汚損은 絶대로 안된다고 하겠다.

물지각한 사람들에 의한 毀損, 開發工事時的 破壞 등등으로 洞窟의 景觀은 점차로 破壞 또는 汚損되어 가고 있는 것이다.

이제 이와같은 景觀과 堆積物의 汚損 低減方案을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 洞窟內的 環境維持는 물론이고 二次生成物의 계속적인 成長, 즉 洞窟의 성장을 위하여 洞窟 地表面에 주기적인 人工撒水作業으로 洞窟 堆積物의 성장을 促進시키고 洞窟環境의 保全管理를 기하도록 한다.

둘째, 觀光 出入客에 사전에 洞窟 堆積物의 중요성을 강조 또는 이해시키는 敎育을 할 것이며 이를 위한 제한 案内文이나 說明文을 配布한다.

세째, 洞窟內의 地形地物중 土地崩落이나 落盤이 일어날 수 있는 지점에는 반드시 이를 防止할 수 있는 施設 對策이 필요하다. 특히 地面이 진동할 경우에 위험이 있을 것으로 판단되는 것은 事前에 除去하는 것이 바람직스럽다.

네째, 觀光客으로 하여금 洞窟內의 汚損이나 汚染에 影響을 줄 물건을 갖고 들어가지 못하게끔 物品管理所를 마련하도록 한다. 특히 지팡이, 우산 등등의 물건은 洞窟 堆積物을 汚損시킬 수 있는 기재가 되기 때문이다.

다섯째, 公開를 위한 開發作業에 있어서는 洞窟環境의 原形維持에 주력하여 通路 및 觀光 便益施設의 過剩工事로 周邊 環境이나 洞窟內 環境의 破壞를 초래하지 않도록 하여야 하겠다.

여섯째, 地表面의 生態의 保護管理를 위하여 石灰質岩石 土壤의 土壤保全을 기하여야 하겠다. 즉 地表面의 植生 및 地形保護 등으로 石灰質 土層을 確保 維持하고 정상적인 地形 輪廻를 期하도록 한다.

일곱째, 洞窟의 上層에 해당하는 地表地層의 保護에 유의하여야 할 것이며 특히 地表의 撒水作業으로 二次生成物의 成長을 促進시키도록 하여야 하겠다.

4. 洞窟環境의 保全對策

사실상 洞窟의 環境은 쉽게 變化하기 되므로 保全에 대한 關心을 높여야 하겠다.

즉, 洞窟의 堆積物을 그대로 保存하고 生態現象을 그대로 保全하기

위한 洞窟環境의 安全保全은 매우 중요하다.

대체로 洞窟의 環境은 주로 溫度와 濕度の 變化에 의하여 달리 變하게 된다. 더구나 지나친 氣溫 上昇, 乾化 現象 등은 環境 變化에 직결되기 때문에 生態系에 變化를 보게되고 綠色 公害나 白色 公害, 黑色 公害와 같은 公害 現象이 나타나게 된다.

綠色 公害란 전술한 바와 같이 岩石 바닥에 이끼類가 나타나는 것이며 白色 公害란 堆積物 表面에 剝離 公害는 乾濕化 環境의 異常 急變에서 일어나는 現象이고 이밖에 黑色 公害란 炭質 黑鉛質 溶液으로 코오팅된 것이 많다.

따라서 環境의 特色인 恒溫, 恒濕의 環境 維持가 그대로 洞窟의 汚染을 방지하거나 저감시키는 결과를 나타내는 것이다.

이와같은 對策으로서는 다음과 같은 方案을 들면 다음과 같다.

첫째, 氣流의 流動을 조정하여 風化, 乾化 등의 異狀 變化가 나타나지 않게끔 施設 設備한다.

둘째, 洞窟內의 諸般 施設 즉 通路 施設이나 附帶 施設을 되도록 酸化되기 쉬운 鐵製物을 사용하지 않고 腐蝕되지 않는 物品 資材를 사용한다.

세째, 洞窟物의 保護를 위하여 溫·濕度の 계속적 維持는 물론 防音振動 公害를 없애도록 하고 一定한 곳에 保護區域을 정해둔다.

네째, 洞窟內에 汚染 收去設備를 두어서 汚物을 버리지 않도록 하여야 한다. 전지약 그리고 殘飯찌꺼기 등의 汚物들이 洞窟內에 버려지게 되면 水質의 汚染은 물론이고 나아가서는 環境 全般을 어지럽히게 마련이다.

다섯째, 洞窟내의 계속적인 變化없는 溫度와 濕度의 維持를 위하여 洞窟내 人工。布 透水作業이 요구된다.

여섯째, 되도록 洞窟내의 使用資料, 試藥器材 등은 無公害藥品, 無公害의 플라스틱 資料를 쓰도록 하여 環境汚染을 초래하지 않도록 한다.

일곱째, 地下水系의 直接 또는 間接侵入을 막아 外部로부터의 水流 侵入 때문에 洞窟內 湖水나 洞窟沼澤(연못) 洞窟類의 水質을 汚濁 시키거나 汚染되지 않도록 하여야 하겠다.

여덟째, 汚染公害의 除去處理는 하이클론 같은 藥物洗劑를 사용하거 나 洞窟 地下水의 물을 이용하는 것이 바람직하다.

아홉째, 剝離된 堆積物 表皮는 石灰質 粉沫 溶液과 시멘트 등의 接 着劑를 混合하여 이를 코오팅, 또는 附着시키는 것도 한 방법이다.

열째, 觀光通路를 주기적으로 閉鎖시켜 한동안 環境이 되살아나도록 非公開地區로 保全하는 것도 한방법이라 하겠다.