

I. 洞窟의 環境破壞와 安全診斷

劉宰臣, 金秋潤, 崔弘植

1. 概 要

洞窟은 觀光開發과 동시에 그 環境은 점차 破壞汚損되는 것이 당연하다.

觀光開發의 施設때문에 오는 景觀의 毀損은 물론이고 그 밖에 入洞客에 의한 이른바 汚損公害는 우리들이 잘 아는 바이다.

그리고 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 퇴적물 汚損 등은 참으로 開發에 따른 環境破壞와 汚損現象이라 하겠다.

따라서 觀光開發되고 있는 洞窟에 대한 주기적인 安全診斷 調査로 洞窟의 環境保全에 전력을 다하여야 하겠다.

2. 環境破壞

鍾乳石과 石筍등의 二次生成物들이 破損되어가는 汚損要因을 본다면 다음과 같다.

즉 鍾乳石은 一次로 개발하거나 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 成長에 따라 重力에 의하여 天井의 地盤이 弱화되거나 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 安定에 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 입구 부근에서만 자라는 것으로 알려지고 있다.

그러나 洞窟이 개발되고 있는 내부 洞窟에서는 照明등이 비추이는 부근에 이끼류나 羊齒類 같은 下等植物들이 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 甲殼類가 생기거나 鍾乳石이나 流石(플로우스톤) 表面을 破壞 시킨다.

3. 洞窟内の 汚損과 汚染

원래 洞窟내에는 常溫, 常暗, 常濕의 環境을 지녀야 하는데 이들 洞窟은 觀光開發로 이 環境은 점차로 破壞되어 가고 있다. 이와같이 원인은 밝은 照明과 많은 洞窟 出入口 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 汚損, 剝離現象을 나타내고 있는 現實이다. 그리고 과잉 개발 시설과 洞窟口 바로 앞에서의 주차, 통행로의 과밀

현상은 이들洞窟 내에까지 環境을 變化시키고 있으며 洞窟內의 自然景觀까지도 해치고 있다.

이밖에도 觀光洞窟에의 무질서한 洞窟內外의 行락질서와 環境破壞는 自然美의 毀損, 環境汚損을 초래하는 결과를 보게 하였다. 또한 觀光洞窟 주변의 과도한 상가주택의 밀집과 洞窟內部的 많은 철재통행시설 및 조명시설은 洞窟環境의 破壞를 가져와 마침내 洞窟 生物의 減少, 二次生成物의 乾化剝離 그리고 “綠色公害 現象이 深化되어 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.

이제 洞窟內의 地區別로 그 環境의 汚損과 汚染狀態를 보면 다음과 같다.

4. 安全診斷과 成果性 診斷

洞窟은 소중한 自然資源이다.

오랜 時日을 거쳐서 生成되는 것이므로 그것도 石灰岩地域이 아니면 이와같은 石灰洞窟은 形成되지 아니한다.

더구나 洞窟은 未知의 世界이고 暗黑의 神秘로운 地下世界이기 때문에 우리 인간에게는 매우 흥미로운 迷宮이라고 할 수 있는 地下伏魔殿이다.

따라서 최근에 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에서

는 全國에 총 63 개소의 洞窟들이 公開된 觀光洞窟로 되고 있다. 이 밖에도 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.

이와같은 觀光洞窟의 開發은 마침내 洞窟의 破壞와 汚損 및 汚染을 招어오게 되었으므로 여기에 環境保全과 自然保護에 커다란 關心을 갖게 되었다.

즉 入洞客들의 寡多, 行態에 따라 그리고 洞窟施設의 有無, 狀態, 形狀 등에 따라 그 洞窟의 環境이 變化하고 나아가서는 破壞를 보게 되므로 이에 대한 적절한 그리고 계속적인 安全對策이 要求되고 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.

Ⅱ . 洞窟의 安全診斷事例 (古藪洞窟)

1. 總 評

古藪洞窟의 環境保全 및 安全診斷에 대한 評價를 실시한 결과 다음과 같이 評價한다. (1987.1. 현재이며, 最近 實態가 아님)

(1) 대체로 環境保全을 위한 管理와 對策이 잘되어 있는 것으로 評價한다. 다만 施設의 安全性을 診斷한 結果 洞窟內의 休息空間이 없어서 觀光客에게 불편함을 느끼게 하고 있음을 보게 된다.

(2) 洞窟의 環境保全을 위한 諸般施設이 마련되고 있기는 하나 그 施設의 適正利用이 잘 안되고 있는 것으로 본다.

예) 洞窟內 環境保全을 위한 給水施設

(3) 通路施設중 바닥면이 아직 고르지 않는 곳이 있어 洞窟內 通行에 지장을 주는 곳이 몇군데 있어 이의 시정이 요구된다.

(4) 照明施設의 노출된 곳의 음폐와 不必要한 施設의 除去가 요구된다.

(5) 洞窟堆積物의 汚損地點의 復元作業이 요구된다.

(6) 回轉降下階段 부근의 景觀毀損地點에 대한 復元作業이 必要하다.

2. 安全診斷

(1) 照明施設 診斷

洞窟의 觀光에 있어서는 캄캄한 暗黒世界를 지나가는 것이므로 되도록이면 照明施設이 잘 되어 있어야 한다.

그러나 그 照明은 道路와 被寫物體인 特徵地形이 주로 되어야 한다.

洞窟속 道路附近은 비교적 밝은 것이 通行에 安全하므로 그 照明施設을 이 通路附近에 많이 집중시설되고 있다.

그리고 洞窟內에 特殊景觀을 觀光客에게 보여주기 위하여서도 많은 施設이 가설되고 있어 洞窟內의 照明施設은 洞窟環境의 變化와 生態變化에 커다란 作用을 하고 있다.

따라서 이들 照明施設들은 특히 輝度가 중요한 安全診斷의 對象이 되고 있다. 이제 古藪洞窟內의 照明施設에 대한 安全診斷結果를 들면 다음과 같다.

- ① 洞窟照明은 現在 白熱燈이 88%를 차지하고 있으나 앞으로 나트륨등 또는 메탈하라이드등과 같이 發熱量이 적은 등으로 단계적 대체하는 것이 바람직하다.
- ② 照明燈은 밝아서 부적당하다고 보겠으며 곳에 따라서는 150 Lx 정도 이상으로 나타내고 있는데 그 이하로 감소시키는 것이 타당하다고 본다.
- ③ 照明燈 설치의 위치는 지나치게 近接되어 있다. 되도록이면 병

럴 상태로 배치함이 좋을것이나 대부분 地域이 제멋대로 배치 되어 있어서 照明燈 위치가 불공평하다.

- ④ 照明方法은 통상 直接照明이었는데 되도록이면 半間接照明, 間接照明, 局部照明, 전반조명 方式을 使用하여 원근입체 觀상효과를 높이는 것이 바람직한 실정이다.
- ⑤ 전등의 종류는 수은등, 나트륨등, 형광등 등을 각기 그 위치와 피사체 물체에 따라서 색채 조화를 위한 배치를 하였으면 좋겠다.
- ⑥ 조명장치는 그 대부분이 直接照明으로 되고있는데 가능하다면 間接照明으로 전환시켰으면 좋겠다.
- ⑦ 접촉, 절연상태는 비교적 누전이 되지않게 잘 처리되어 있으나 수시로 점검이 필요하다고 본다.
- ⑧ 照明은 장시간 계속하지 않고 交代制 照明施設을 갖추어지고 있었고 照明方向과 照明面은 주기적으로 變化시켜 照明效果를 減少시키지 않는 技術的인 面에 유의하고 있었다.
- ⑨ 照明施設의 數는 施設의 간소화를 위하여 되도록이면 減少시키고 通路와 特殊地形 物體의 照明 위주로 하였으면 좋겠다.
- ⑩ 通路燈은 현재 天井照明에서 바닥조명으로 變更하여 觀람객과 通路燈과의 충돌을 방지하고 감상효과를 높이는 것이 요구되고 있다.
- ⑪ 회로의 접착부는 잘 되어있으며 그 접착부분은 테이프로 방습 처리되어 있어 안전하다.
- ⑫ 접착부의 결선상태는 비교적 양호하며 배선결선 상태와 이의 처리관계는 콤파운드로 방습조치 하였으면 좋겠다.

(2) 通路施設 診斷

전반적으로 通行에는 지장이 없게끔 通路施設이 잘 되고 있다. 다만 不要施設의 除去가 요구된다.

- ① 通路의 照明施設이 지나치게 輝도가 높으면 生態系에 變化를 초래하는 결과가 되기 때문에 앞으로 바닥의 通行路 부근에만 照明施設을 하고 天井이 낮은 곳이나 特殊地形地物 부근에만 照明토록 노력하여야 하겠다.
- ② 一方通行路이므로 불편없게 잘 施設되어 있고, 施設物의 酸化作用도 비교적 적게 作用하고 있는 것으로 판단되고 있다.
- ③ 通路 중 鐵板으로 되고 있는 곳은 소리가 나지 않는 다른 資料로 개량하여야 하겠다.

(3) 地形 및 地質 診斷

대체로 古藪洞窟의 地質構造는 그 地盤의 層序面이 고르게 나타나고 있어서 비교적 天井의 落盤現象 같은 것은 通路 附近에서는 일어나지 아니할 것으로 판단된다.

다만 洞窟堆積物인 地形地物 중에서 鍾乳石 등이 自體荷重이 커져 몇군데 地點에서 落下現象이 일어날 것이 豫想된다.

따라서 이들에 대한 豫防措置가 필요하다.

즉 上萬物相地區의 방패종유석과 곳곳에 달려있는 커어벤종유석들이 이에 해당된다.

(4) 一般施設 診斷

대체로 一般施設이라고 할 수 있는 안내표식판, 전신통화시설, 폐기물처리 시설인 휴지통 그 밖에 화장실과 휴식시설이 부족하다.

관광객의 안전편의를 위한 이와같은 시설은 洞窟內가 협소하여 시설 불가능일 때에는 입동하기 이전에 준비가 되도록 洞窟管理所 주변에 넓은 공간으로 마련되는 것이 바람직스럽다.

3. 結論 및 建議事項

本 古藪洞窟의 1987年度 環境保全 및 安全診斷을 施行함에 있어서 그 學術的 및 技術的인 研究結果를 다음과 같이 診斷한다.

(1) 總括

古藪洞窟은 全體的인 面에서 볼 때에 그 洞窟의 環境保全이나 管理에 注力하고 있는 成果가 많이 나타나고 있는 洞窟이라 하겠다.

원래 우리나라 最大의 觀光洞窟로 自他가 公認하는 公開洞窟로 그 많은 觀光出入客의 數가 過密集中되고 있는 現象下에 있는 開放洞窟인데도 最初의 開發當時의 環境을 비교적 크게 汚損 汚染 없이 오늘에 까지 維持해 왔다는 것은 매우 높게

評價해 주어야 하겠다.

觀光開發은 곧 洞窟環境의 破壞를 뜻한다고 볼 수 있는 것이 보통인데 꾸준한 管理當局의 關心下에서 安全과 保全에 注力한 結果 오늘에도 그 洞窟의 觀光的 價値가 減少되지 아니하고 있다는 事實은 보기 드문 現象이기 때문이다.

그리고 安全管理面에서 雜多하게 몰려오는 觀光러시를 여태까지 適切하게 維持管理해온 事實도 높이 評價해야 하겠다.

다만 部分的인 汚損 汚染은 分野別로 지적한 內容에 대한 是正對策이 마련되면 되겠다.

(2) 綜合的 是正事項

- ① 보다 徹底한 環境保全을 위하여 洞窟周邊地域의 淨化計劃의 早速한 推進이 要求된다.
- ② 洞窟周邊의 過剩開發施設을 除去하고 洞窟公園 등의 綠地空間의 確保로 洞窟環境의 保全을 期하여야 하겠다.
- ③ 恒久的인 保全施策을 樹立하여 地表面에서의 正常的인 生成과 成長을 期하도록 管理하여야 하겠다.
- ④ 豫算이 許諾되는대로 通行施設, 照明施設 그리고 一般施設등에 관한 지적사항들에 대한 補完修正作業이 遂行되어야 하겠다.

(參 考 資 料)

安 全 診 斷 確 認 表

안 전 진 단 확 인 표 (기 입 사 례)

①

각 지구 종합

안전 구분	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측 정 구 분			평가	비 고	
			최적	양호	요개선			
一 般 設 施 備 設	一 般 設 施 備 設	1) 洞窟觀光地帶		○		3		
		2) 洞窟入口施設	○			4		
		3) 洞窟出口施設			○	2		
		4) 休息施設 (内外部)		○		3		
		5) 非常連絡施設		○		3		
		6) 緊急醫料施設 및 輸送		○		3		
		7) 緊急待避對策				○	2	
		8) 飲料水施設 (内外部)				○	2	
		9) 貯藏施設			○		3	
		10) 汚物廢棄施設		○			4	
		11) 案内放送施設		拾			4	
		12) 각종施設의 補修維持			○		3	
安 全 照 明	照 明	1) 照明資料		○		3		
		2) 照明燈設置位置		○		3		
		3) 照明度 (Lx)		○		3		
		4) 照明角度		○		3		
		5) 反射照明		○		3		
		6) 照明色		○		3		

안 전 진 단 확 인 표 (기 입 사 례)

②

각 지구 종합

안전 구분	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측 정 구 분			평가	비고		
			최적	양호	요개선				
시설 설 설	시설	7) 照明範圍		○		3			
		8) 照明燈配置距離		○		3			
		9) 照明燈의 數	○			4			
		10) 그림자形成有無	○			4			
		11) 設置 堅固性		○		3			
		12) 回路의 處理			○	2			
		13) 配線狀態			○	2			
		14) 非常電燈 및 電源			○	2			
		15) 눈부심 (輝度) 發生有無		○		2			
		안전 행 설 全	행 설	1) 通路바닥		○		3	
				2) 通路의 넓이	○			4	
				3) 通路의 높이		○		3	
				4) 通路의 狀態		○		3	
				5) 階既通路		○		3	
				6) 通路施設資料		○		3	
7) 通路施設強度				○		3			
8) 通路施設의 構造				○		3			
9) 安全網 및 손잡이				○		3			
10) 危險通路의 安全標識	○					4			

안 전 진 단 확 인 표 (기 입 사 례) ③

각 지구 종합

안전 구분	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측 정 구 분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 설 설 부 안 전	내 부 설 비	1) 쓰레기 廢棄設備		○		3	
		2) 清掃設備 및 管理		○		3	
		3) 環境測定設備 및 機器			○	2	
		4) 說明板		○		3	
		5) 休息室 環境		○		3	
		6) 設備物의 安全度		○		3	
		7) 設備物 整理 및 配列		○		3	
		8) 消火設備	○			4	
		9) 緊急待避 및 保護對策	○			4	
		10) 각종 設備의 補修維持		○		3	
		11) 創意的 設備 開發活用		○		3	
自然 環 境 과 安 全	落盤 崩壞 浸水 山火 公害	1) 落盤의 危險度		○		3	
		2) 落盤危險對備策		○		3	
		3) 外部浸水 可能性		○		3	
		4) 浸水時 對備策		○		3	
		5) 附近山火 流入 可能性		○		3	
		6) 洞窟入口, 出口 附近		○		3	
		7) 土壤崩壞 危險度		○		3	
		8) 岩盤構造 安全性		○		3	

안 전 진 단 확 인 표 (기 업 사 례) ④

각 지구 종합

안전 구분	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측 정 구 분			평가	비고	
			최적	양호	요개선			
自 然 環 境 과 安 全		9) 綠色公害		○		3		
		10) 黑色公害		○		3		
		11) 集塵豫防		○		3		
	騒音	振動	1) 觀覽時 騒音		○		3	
			2) 機器作動時 騒音		○		3	
			3) 騒音壁 設置 必要性		○		3	불요
		惡臭	4) 防音裝置의 必要性		○		3	불요
			5) 惡臭의 有無	○			4	불요
		照明	6) 惡臭의 程度		○		3	
			7) 惡臭의 吸收, 吸着, 洗滌		○		3	
			施設	8) 換氣處理			○	2
		9) 清掃方法		○			4	
		通 行 施		10) 振動의 有無		○		3
	1) 閉鎖時濕度 (09:00-09:00)				○		3	75 %
	2) 觀覽時 濕度 (14:00-16:00)				○		3	70 %
	3) 照明燈 附近 濕度				○		3	60 %
	4) 閉鎖時 溫度 (09:00-09:30)				○		3	14 °C
	5) 觀覽時 溫度 (14:00-16:00)			○			4	16 °C
		6) 照明燈 附近 溫度		○		3	17 °C	

안 전 진 단 확 인 표 (기 입 사 례) ⑤

각 지구 종합

안전 구분	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측 정 구 분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
인 爲 的 破 壞	破 壞 區 分	1) 不法的 破壞 (승인없는 수리, 보수, 확장)		○			없음
		2) 合法的 破壞 (개발확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○			출구
		3) 不注意에 의한 破壞 (관리소홀, 무식 행위방치)		○			없음
		4) 故意的 破壞 (수집, 규정 무시, 범죄적 파괴, 관리소홀, 무식 행위 방치)		○			없음
		5) 過使用 (適正線超過)		○			없음
		6) 人爲的 破壞禮訪 統制策		○			없음
		7) 統計 및 處理 結果				○	
安 全 要 員 및 教 育	安 全 要 員	1) 安全要員 (案内) 人員數		○			6인
		2) 安全要員 配置		○			
		3) 安全要員 活動		○			
		4) 安全要員 識別		○			복장
		5) 安全要員 能力		○			
安 全 教 育	安 全 教 育	1) 安全要員 教育	○			4	
		2) 觀覽人 安全教育	○			4	
		3) 觀覽人 安全服裝	○			4	

안 전 진 단 확 인 표 (기 입 사 례) ㉔

각 지구 종합

안전 구분	진단 항목	측정 조사 세부 항목	측 정 구 분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
안 全 要 員 및 教 育	安 全 守 則	4) 安全表示板		○		3	
		5) 安全案内放送活用		○		3	
		1) 安全管理規定制定	○			4	
		2) 安全要員業務分野	○			4	
		3) 定期安全測定 및 評價		○		3	
		4) 安全揭示板		○		3	
		5) 安全案内放送活用		○		3	
			○			4	