

# 古藪洞窟의 環境保全과 安全對策

동굴환경연구소 조사실장 卜大浚

## 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을 위한 개발일지라도 이 洞窟이 기리 保全되면서 영구히 利用될 수 있는 方案이 마련되어야 할 것이다.

## 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 수요는 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 棲息등이 이루어져 오늘날 이르렀다고 할 수 있다.

사실상 洞窟속의 二次生成物들은 洞窟 上層部の 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.

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 所産物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 溫度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.

### 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 生靈界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 칼슘함량이 적어진다. 즉, 칼슘함량이 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. 洞窟入口附近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 成長이 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.

네째, 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 直결되고 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 重要성을 강조 또는 이해시키는 教育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 撤水作業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 安全保全是 매우 중요하다.

대체로 洞窟의 環境은 주로 溫度와 濕度の 變化에 의하여 달리 變化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 코팅된 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.

셋째, 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 지속적인 變化없는 溫度와 濕度の 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 사용하거나 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.