

聖留窟의 微生物汚染分析

建國大 李浩俊

1. 微生物의 汚染現況

洞窟은 四季를 通하여 거의가 커다란 變差가 없는 洞内溫度를 이룬다. 즉 대체로 $12^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$ 까지 隔差가 있으나 거의 $14^{\circ}\text{C} \sim 16^{\circ}\text{C}$ 의 常溫을 유지하고 있다.

그리고 濕度도 80 ~ 95%에 해당하고 있는 年中 多濕하면서도 年中 變化가 적은 상태의 環境을 지니고 있다.

이와같이 聖留窟은 洞窟의 特性인 暗黑世界이고 日光을 보지 못하고 있는 곳으로 항상 低溫의 氣溫較差가 적은 常溫地인 同時에 濕度도 多濕하면서도 變化없는 地域이므로 이들의 環境이 微生物이나 生物들의 棲息環境으로 되고 있기 때문에 陸地의 地表微生物이나 生物生態와는 다른 것이다.

물론 聖留窟은 洞口가 좁고 内部空間이 廣大하기 때문에 그리고 다른 洞窟보다도 王避川을 끼고 있는 地理的 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부터는 더욱더 人體를 媒介로 하여 많은 菌類의 搬入이 이루어지고 있는데 이는 聖留窟 內에 들어서면서부터 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 以外에도 下等植物인 綠色公害도 나타나는데 이는 照明燈이 있는 부근에 나타나고 있다.

이밖에도 剝離現象이 石筍이나 石柱 그리고 鍾乳壁面에 나타나고 있는

데 이들은 表面의 石質의 組織 成分, 濕度와 CO₂의 濃度 그밖의 環境條件과 關聯있는 것으로 보고 있다.

現在 黑色公害는 洞窟內 全區間에 나타나고 있으며 특히 洞口부근에서 甚하며 綠色公害는 照明燈 부근에 剝離現象등은 內部奧地에 나타나고 있다(분포도 참조).

2. 微生物 汚染의 實驗結果

洞窟은 觀光開發과 동시에 그 環境은 파괴되는 것이 당연하다. 自然洞窟이 그대로 保全되고 있으면 모르되 觀光開發되면 開發의 施設, 設備 그리고 開發後에는 數 많은 觀光客이 出入하기 때문에, 이로 因한 環境破壞는 당연한 일이라 하겠다.

더구나 入場客에 의하여 不注意로 버려지는 物質인 休紙, 排泄物, 飲食物의 찌꺼기 그리고 電池약, 遺失物 등이 이 모두 環境을 汚染시키는 結果를 招來한다. 이와같은 有機物이 腐敗되기에 알맞는 洞窟內의 溫度와 濕度는 微生物의 繁殖을 促進하게 된다.

그뿐만 아니라 人體에 묻혀서 洞窟內로 스며들어가는 微生物과 菌類도 무시할 수 없을 環境汚染의 要因이 되고 있다.

微生物의 種類로는 *Asparagillus Spp.*, *Penicillium Spp.*, *Pencilomyces Mucorales*, *Phragmatrich papucospora*, *Trichoderma* 등이 이에 속한다.

이러한 物質들은 洞窟內部에 여러가지 色을 나타내면서 繁殖한다.

그중에서도 洞窟 속에는 그 洞窟壁에 검은 곰팡이류가 많이 나타나고 있는데 이는 위에서 말한 微生物들이 번식한 것이다.

或者는 그 洞窟의 上層을 덮고 있는 炭層에서 石炭이 透水되는 地下水와 함께 침투되어 壁面을 흘러내리거나 Mn, Fe 등의 酸化물이 皮膜을 형성하여 色이 變化한 것이라고 하고 있지만 이의 分析結果는 有機物에 의한 色의 變化이고 無機化合物은 洞窟内の 壁面의 色에 아무런 영향이 없는 것으로 판명되었다.

3. 汚染 및 汚損의 防止對策

洞窟속에 出入하는 人員數가 많으면 많을수록 그리고 同時에 많은 人員이 洞窟内に 오랜동안 머물게 될 때에 洞窟内の 溫度는 높아가고 濕度는 낮아진다. 그리고 二酸化炭素의 含量은 增加하게 된다. 더구나 많은 出入客에 附着되어 洞窟内に 스며든 微生物이나 菌類는 다시 이와같은 環境속에서 더욱더 繁殖하게 되므로 生態系에 많은 變化를 가져오게 된다.

그밖에도 洞窟内に 있어서의 高熱燈에 의하여 오랜동안 照明이 계속될 때 洞窟内の 氣溫은 上昇하고 濕度는 낮아지는 關係로 二次生成物表面에 附着된 菌類나 微生物들은 그 棲息環境이 더욱더 有利하게 되어 微生物에 의한 汚染度는 높아지게 된다.

이밖에도 이끼類나 半齒類같은 下等植物등도 棲息하는데 有利한 環境을 이루게 되어 이른바 洞窟속의 綠色公害가 나타나게 되는 것이다.

이와같은 棲息環境의 汚染에 對한 對策으로서 대략 다음과 같은 對策이 要求된다.

첫째 되도록 照明은 通路와 特殊地物에만 비취도록 하되 高熱燈을 피하고 暗黑의 神秘感을 맞볼 수 있도록 어두운 照明을 하도록 한다.

둘째 照明의 時間은 長時間 계속하지 말고 觀光에 지장이 없는 한도로 교대로 번갈아 照明하며 時間制로 照明하고 그 方向로 周期的으로 바꾼다.

세째, 洞窟內의 溫度와 濕度の 一定한 유지를 위한 設備과 對策이 要求된다. 즉 自記 寒暖計의 施設完備로 洞窟內 溫度와 濕度を 계속 측정하고 濕度の 유지를 위하여 洞窟內에 揚水施設로 撤水作業을 定期的으로 實施한다. 必要하면 人工瀑布도 施設한다.

네째, 棲息環境中の 가장 중요한 榮養供給源의 확보에 노력하여야 하겠다. 生物의 棲息에 도움주는 榮養客土(殘滓土)의 供給은 물론 昆虫과 박쥐 등의 棲息環境을 지어줘야 한다.

다섯째, 動物의 保護區域을 設置하여 一定한 自然環境속에서 그대로 洞窟生物이 棲息할 수 있는 環境을 지어준다. 즉 出入制限은 물론 開發施設을 하지않는 洞窟속의 몇개 區域을 設定하여 洞窟生物保護區域으로 한다.

여섯째, 出入하는 觀光客들이 洞窟內에 物品을 반입하지 못하게 하며 生物生態系에 變化를 초래할 수 있는 汚染의 原因이 될 각종 폐기물이나 배설물 등이 없도록 한다.