

## 노동굴의 환경변화와 보전에 관한 연구

학회 기술이사 경만호  
영서지회장 임병기

### I. 개 요

동굴은 관광개발과 동시에 그 환경은 점차 파괴오손 되는 것이 당연하다.

관광개발의 시설때문에 경관의 훼손은 물론이고, 그 밖에 입동객에 의한 이른바 오손공해는 우리들이 잘 아는 바이다.

그리고 조명시설에 의한 광도때문에 나타나는 녹색공해를 비롯한 흑색공해 등은 역시 무시할 수 없는 것이며, 이밖에도 대기질 변화, 건화현상 등에 유래되는 백색공해와 박리작용에 의한 퇴적물 오손 등은 참으로 개발에 따른 환경파괴와 오손현상이라 하겠다.

따라서 관광개발되어 있는 동굴에 대한 주기적인 안전진단 조사로 동굴의 환경보존에 전력을 다하여야 하겠다.

#### 1. 동굴환경 보전의 필요성

동굴의 습도는 연중 거의가 일정한 것이 특징이다. 그리고 캄캄한 암흑의 세계라는 점도 특색의 하나이다. 대체로 동굴의 대기는 그 기류의 움직임이 매우 느린 관계로 동굴 부근에는 대기습도와 동벽의 온도가 크게 달리 나타나지만 동굴 내부로 깊이 들어갈수록 온도는 차차 거의가 비슷하게 나타난다. 이 때문에 동굴속 깊은 지점의 온도는 석회암의 온도와 관계되고 있으며 그 온도는 대체로 지표의 연간 평균기온과 비슷하다.

#### 2. 동굴 대기환경의 변화

대기오염이란 주로 인위작용에 의한 오염물질의 발산에서 오는 것으로 그 오염기준은 매우 막연하다.

소규모의 작은 동굴속에 동시에 많은 관광객이 들어서면 동구가 좁아 외기와의 신진대사가 안되어 가벼운 두통이나 현기증을 느끼게 되는 것은 동굴내의 대기질에 변화가 있었기 때문이다.

### 3. 동굴생성물의 오손 및 파괴

동굴이 개발되면 그 2차생성물들을 계속적으로 오손·오염되어 간다. 이것은 동굴외부, 동굴내의 시설에도 크게 관계되고 있다.

이제 종유석과 석순등의 2차생성물들이 파괴되어가는 오염 요인을 살펴본다면 다음과 같다. 즉 종유석은 1차로 개발하거나 시설을 설비할 때 파손되었고, 2차로는 관광객에 의하여 오손되고, 다시 3차로는 종유석의 성장에 따라 중력에 의하여 천정의 지반이 약화되거나 또는 상층지반의 암석이 판상을 이루거나 층상으로 되어있어 동굴바닥으로 낙반되어 파손된다.

### 4. 동굴미기후 현상의 변화

동굴내의 환경변화는 입동객 수와 조명시설 그리고 동굴의 규모에 관계된다. 동굴의 환경 조건중 적합한 습도의 유지는 동굴 형성상의 생성 발달에는 습도가 90% 내외여서 전체적인 습도 변화는 거의 없어 대체로 향습이 유

### 5. 동굴생물의 생태변화

동굴이 개발되면 그 서식 환경은 점차로 변화되어 간다. 이는 많은 관광객의 출입과 내부 조명에 따른 서식 환경의 변화 때문이라 하겠다.

본 동굴의 동물은 개발 초기에는 16목 26종이 밝혀졌으나 그 후 많은 변화를 보게 되었다. 이번 조사에서는 16종의 동물만 확인 할 수 있었다.

이는 공개 이후에 환경 오손이 심하였음에 기인한 것으로 사료되기도 하는데 동굴내부의 깊은 지역으로 옮겨갔을 것으로 예측할 수 있다.

## II. 동굴의 환경 보전 대책

### 1. 개 요

동굴의 환경을 그대로 보전하기 위하여는 원형대로의 보전도 중요하나 환경의 오염과 파괴를 방지 또는 감축시키기 위하여 다음과 같은 유의가 필요하다고 본다.

첫째, 동굴은 되도록이면 관광개발이나 출입을 삼가하고 동굴내의 자연 환경이 그대로 보전되어야 하겠다.

둘째, 관광개발을 하여야 할 경우에는 원형의 보전을 위하여 출입구를 작게 하여 외기가 스며들지 못하도록 한다.

세째, 관광동굴인 경우 관광객에 불필요한 물품을 반입하여 버리지 않도록 하여야 하고 자연이 파손되지 않도록 통로를 좁게 조명을 어둡게 할 것이다.

네째, 강우계절에 지나친 지표수의 유입을 방지하며 과다하게 투수된 양은 적당하게 배출토록 인공시설을 한다.

다섯째, 자연보호를 위한 정신교육과 철저한 제도화를 기한다.

## 2. 환경파괴와 보전방안

가. 동굴내에 인공폭포, 투수작업등으로 온도의 저감, 일정 습도의 유지 등에 유의하여야 한다.

나. 출입 인구의 통제로 동굴내 환경의 변화를 저감시켜야 하겠다. 동굴내의 적절한 체동최대인원을 계속하여 동시에 과다한 관광객이 동굴속에 오랫동안 체동하기 않도록 조절하여야 한다. 따라서 인원의 제한, 관광 개발 시간의 제한통제 입동 요금의 인상 등과 같은 대책이 필요하다.

다. 관광 공개구간을 계절별로 구분 실시 하거나 통로의 고대변동등으로 동굴 환경의 보전 환원을 강구하여야 하겠다. 일정기간의 밀폐 유지 관리는 동굴 환경의 원상복원에 도움될 것이다.

라. 출입구를 좁게하여 외기의 대기가 동굴내에 영향을 덜 주도록 나타나고 있으나 향온, 향습 상태가 유대될 수 있도록 동굴입구가 좁거나 작아져야 한다.

바. 동굴 출입구가 원래부터 크거나 넓을 경우에는 동굴내 입구 안쪽 부분의 좁은 통로를 이용한 이중문의 설치로 바깥 공기의 차단을 피할 수도 있다.

사. 관광에 지장을 주지 아니할 정도의 조명(밝기)을 유지하여 지나친 조명시설로 인한 동굴내의 기온 상승에 따른 환경변화가 나타나지 않도록 하여야 하겠다.

아. 동굴내 조명시설은 가능한 통로와 특수 지형물을 위주로 70Lux로 조

명하되 자연등은 수은등이나 나트륨등, 또는 메탈하라이드등과 같은 발열량이 적은 등으로 대체하는 것이 바람직스럽다.

자. 동굴의 출입구는 가능한 작아야 하나 박쥐가 드나들 수 있을 정도의 출입구 공간을 확보되어 있어야 한다. 박쥐는 호동굴성동물로 동굴속에 서식하면서 드나들고 있는데 이의 방분은 구아노로 불리우는 미생물의 서식 조건에 중요한 요소로 되고 있다.

차. 조명등용 방수케이블의 접속을 되도록이면 현재 사용되고 있는 고무테이프나 P.V.C테이프들은 나중에 습도가 차면 누전되기 쉬우므로 실리콘테이프로 대체하고, 분기장소에 사용된 분전반내 스위치는 기존휴즈를 사용한 카바나이프 스위치보다 차단 성능이 좋은 누전차단기로 대체 이용하는 것이 바람직스럽다.

카. 조명의 각도, 방향도 수시로 변동시켜 그 휘도에 의한 조명 지점에서의 이끼류나 선태류 같은 녹색공해가 나타나지 않도록 조치하는 것이 좋겠다.

### 3. 동굴환경의 보전대책

동굴의 퇴적물을 그대로 생태현상을 그대로 보전하기 위한 동굴환경의 안전보전은 매우 중요하다.

가. 동굴내의 계속적인 변화없는 온도와 습도의 유지를 위하여 동굴내 인공폭포 투수작업이 요구된다.

나. 동굴내의 제반시설 즉 통로시설이나 부대시설을 되도록 산화되기 쉬운 철제물을 사용하지 않고 부식되지 않는 물품자재를 사용한다.

다. 동굴내에 오염 수거설비를 두어서 오물을 버리지 않도록 하여야 한다. 전지약 그리고 음식찌꺼기 등의 오물들이 동굴내에 버려지게 되면 수질의 오염은 물론이고 나아가서는 환경 전반을 어지럽히게 마련이다.

라. 오염공해의 제거 처리는 하이클론 같은 약물세제를 사용하거나 동굴 지하수의 물을 이용하는 것이 바람직하다.

마. 박리된 퇴적물 표피는 석회질 분말 용액과 시멘트 등의 접착제를 혼합하여 이를 코오팅 또는 부착시키는 것도 한 방법이다.

바. 지하수계의 직접 또는 간접침입을 막아 외부로부터 수류침입 때문에