

노동굴의 환경변화와 보전에 관한 연구

학회 기술이사 경 만호
학회 기술이사 변 태근
영서지회장 임 병기

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.

동굴은 소중한 자연자원이다. 오랜시일을 거쳐서 생성되는 것이므로 그것도 석회암지역이 아니면 이와같은 석회동굴은 형성되지 아니한다.

더구나 동굴은 미지의 세계이고, 암흑의 신비로운 지하세계이기 때문에 우리 인간에게는 매우 흥미로운 미궁이라고 할 수 있는 지하복마전이다.

따라서 최근에 이르러 세계의 모든 나라에서는 이와같은 지하세계의 탐승을 위한 관광개발이 이루어지고 있다. 즉 관광동굴의 개발은 마침내 동굴의 파괴와 오손 및 오염을 가져오게 되었으므로 여기에 환경보전과 자연보호에 커다란 관심을 갖게 되었다.

즉 입동객들의 과다, 동굴시설의 유무, 상태, 형태 등에 따라 그 동굴의 환경이 변화하고 나아가서는 파괴를 보게 되므로 이에 대한 적절하고도 계

속적인 안전대책이 요구되고 있는 현실이다.

사실상 안전진단의 목적은 동굴환경의 보전과 출입 관광객의 안전대책 수립에 있다고 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.

이와같은 동굴의 환경은 마침내 동굴 생태계와 환경을 특수하게 만들었으며 이른바 지하세계의 환경을 이루게 하였다. 즉, 특이한 동굴생물의 생태계를 이루게 하여 이질적인 지하수 생물을 나타나게 하였다.

그리고 지표에서의 공간변화를 나타나게 하는 풍화작용이 거의 없는 반면 지하수류에 의한 수식지형이 나타나는 특수환경을 나타나게 하고 있다.

자연환경의 보전이란 현재 잔존하고 있는 자연환경을 앞으로의 오염과 파괴에서 보호할 뿐 아니라 이미 파손된 것이라 하더라도 과거의 원형대로 복구시키는 노력이 포함되고 있는 것이다.

다시 말해서 경제개발이나 생산개발에 의하여 여태까지의 자연환경이 점차 파괴 또는 오염되어 가고 있음이 사실이나 이들은 곳에 따라 그 정도에 차이가 있는 것이다. 어떻게 말하면 급속적인 지역개발에 의하여 자연이 오염 또는 파괴되어 가고있는 것이 현실이라 하겠다. 그러나 이것은 보다 나은 인간생활의 현상을 위하여 자연을 개조하거나 극복한다고 할 수 있으므로 이로 인한 환경파괴때문에 지역개발을 기피하여서는 안된다.

예를 든다면 동굴의 관광개발을 위하여서는 석회동굴 내부에 있어 통로의 확장 우회로 개설 등을 위하여 동굴내부의 원형이 개조 또는 변형될 수도 있으며 그 관광객들의 휴양을 위한 동굴주변에서의 자연환경 파괴 즉 변형이 있을 수 있는 것이다.

휴양단지 즉, 숙박시설과 오락·위안시설 뿐만 아니라 과학관 등의 시설을 위한 환경변형은 있을 수 있기 때문이다.

그러나 이와같은 자연환경의 오염과 파괴가 무제한 있어서는 안될 것이다. 비록 주민의 소득증대를 위한 개발일지라도 이 동굴이 길이 보전되면서 영구히 이용될 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

즉, 최소한의 파괴와 오염으로 최대의 개발효력을 기하는 것도 자연보전의 일면이라 할 수 있기 때문이다.

이와같은 것은 개발로 인한 소득으로 자연환경의 보전대책을 위한 장기대책이 수립될 수도 있기 때문이다.

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.

즉, 대기오염은 1차적인 것과 2차적인 것의 두가지 경우가 주로 되는데 1차적인 것은 인간이 동굴내에서 내뿜는 이산화질소 또는 동굴속에서 발산시키는 아황산가스과 같이 일차적으로 방출된것을 말하고, 이차적이란 이들의 복잡한 성분들이 서로 화학변화를 일으켜 2차 재생산적인 공해작용을 이룩하는 것을 말한다.

이와 같은 대기환경의 변화는 동굴내의 대기 이동과 관계가 깊다.

지표의 기압변화는 주기적인 경우와 비주기적인 경우의 두 유형으로 나누게 된다. 그 중에서도 가장 중요한 몫을 하고 있는 주기적인 기압변화는 주야의 기온차에 의한 24시간의 변동이다.

즉 주간은 공기는 태양열로 기온이 높아지게 되어 밀도도 적어지고 기압도 낮아진다. 그 반면에 야간에는 공기는 냉각되어 기압이 올라가게 된다.

따라서 통상 공기는 일몰후 동굴내로 외기의 공기가 유입되고, 일출후에는 동굴의 대기가 동굴 밖으로 유출되는 것이다. 이의 경우는 노동굴의 경우에 있어서도 마찬가지로의 현상으로 나타나고 있다.

사실상 계속적으로 기압의 변화를 가져오는 관계로 이 기압의 차이때문에 대기의 이상현상이 일어나게 마련이다.

그러므로 동굴에 있어서도 동굴 입구가 있어 그 외기의 공기가 동굴내 공기와의 차이가 있게 마련이므로 기류의 이동이 일어나게 된다.

동굴속에 많은 관광객이 입동하고 있을 경우, 이때의 동굴내의 기류는 이들의 영향을 받아 기류의 이동이 감퇴하기 때문이다.

이와같은 동굴내의 기류이동은 비교적 동굴환경 변화에 크게 미칠 수 있는데 동굴에서의 실험결과를 보면 기류가 대량인 경우 즉 동구가 넓고 기류이동이 초속 5m 이상일때에는 동굴내 환경에 커다란 변화를 가져 온다고 발표되고 있다.

노동굴도 다른 일반적인 동굴과 같이 동굴내의 대기(공기)는 수증기로 포화되고 있다.

물론 이 수증기의 포화상태 즉 습도는 그 계절과 하루동안에 있어서의 주야간에 있어서 차이가 나타나고 있음을 측정할 수 있다. 즉, 대체로 여름철에는 88-90%, 동계절에는 92-94%를 나타내고 있으며 이번 조사계절인 하계의 아침에는 90%, 낮시간인 관광객 출입 시간에는 88%로 나타나고 있다.

그 동구와의 거리에도 차이가 있었음을 볼 수 있었다. 요컨대 동굴의 습도가 높고 일정하다는 점은 동굴내의 습도를 일정하게 나타나게 하는 요인이 향온, 향습의 환경요인을 이루고 있다는 점이다.

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 충상으로 되어있어 동굴바닥으로 낙반되어 파손된다.

더구나 최근에는 관광개발된 이후에도 사회생활의 안정에 따라 괴석이나 수석 그리고 장식품으로도 종유석이 환영받고 있으므로 동굴속의 종유석이나 석순은 남몰래 파괴되어 가고 있는 것이다.

그리고 2차생성물의 오손, 파손현상을 나타내고 있는 현실이다. 그리고 과잉 개발시설과 동굴입구 바로 앞에서의 주차, 통행로의 과밀현상은 동굴내에까지 환경을 변화시키고 있으며 동굴내의 자연경관을 해치고 있다.

이 밖에도 무질서한 동굴내외의 행락질서와 환경파괴는 자연미의 훼손, 환경오손을 초래하는 결과를 보게 하였다.

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

지되고 있다고 보겠다.

동굴 미생물은 태양의 광선이 도달하는 동굴의 입구 부근에서만 자라는 것으로 알려지고 있다.

그러나 동굴이 개발되고 있는 내부 동굴에서는 조명등이 비추는 부근에 이끼류나 양치류 같은 하등식물이 자라게 되는 경우가 있다.

이것은 조명등의 빛과 온도에 관계되는데 이들 하등식물들이 자라게 되므로 동굴생물의 생태계에 커다란 변화가 생긴다.

동굴생물을 해치는 갑충류가 생기거나 종유석이나 유석(플로우스톤)표면을 파괴시킨다.

원래 동굴내는 향온, 향암, 향습의 환경을 지녀야 하는데 노동굴은 관광 개발로 이 환경은 점차로 파괴되어 가고 있다. 이와 같은 원인은 밝은 조명과 많은 동굴 출입 인구때문에 고온, 건조하여 동굴의 환경이 변화되어 녹색공해와 동굴 생물의 생태 변화를 보게 된 것이다.

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.

한편 미생물의 변화도 점차 심화되어 가고 있다.

즉, 관광 개발된 이후부터 찾아드는 관광객의 인체를 매개체로 한 균의 동굴내 침입은 마침내 동굴속에서 갖가지 공해오염을 나타나게 하고있다.

흑색공해는 동굴속 곳곳에서 유사한 것이 발견되고 있어 이에 대한 대책

이 필요하다.

한편 녹색공해는 관광통로 부근의 도처에서 발견되고 있는데 주로 조명등 부근에서 나타나고 있다.

이와같은 변화 요인들은 조명이 밝고 동굴내의 기온이 높아 지면서 하등 식물인 녹색공해가 많이 생기게 된다.

동굴내에는 암흑세계이므로 독자적인 영양체계를 갖고 있는 소화세균이나 유황세균을 제외하고는 동굴 생물의 생태계통은 제 1단계의 생산층이 없는 특수한 생태 구조를 갖고 있기 때문이다. 따라서 종속형 영양의 체계를 이루고 있는 많은 토양동물류, 그 밖에 거미류, 수거갑각류가 실지로 동굴내에서 살고 있다는 사실은 동굴밖에서 부터의 유기물 에너지의 투입이 있기 때문이라고 하겠다.

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 작게하여 외기가 스며들지 못하도록 한다.

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

내재, 강유계절에 지나친 지표수의 유입을 방지하며 과다하게 투수된 양은 적당하게 배출토록 인공시설을 한다.

다섯째, 자연보호를 위한 정신교육과 철저한 제도화를 기한다.

2. 환경파괴와 보전방안

동굴의 환경 보전은 동굴의 생태 보전을 위한 동굴 환경의 유지 관리이다. 동굴은 암흑세계이고 항온, 항습의 환경을 지녀 왔으므로 이에 적응된 지형지물의 생성, 지하수 생물의 서식등이 이루어져 오늘에 이르렀다고 할 수 있다.

사실상 동굴속의 2차생성물들은 동굴 상층부의 암석구조와 그 성분, 지하수의 투수량과 수질성분, 투수상태 그리고 지층의 배열과 동굴내의 기류, 온도, 습도 등과 밀접하게 관계되고 있는 것이다.

예를 든다면 동굴퇴적물의 크기, 성장속도 등은 반드시 위와같은 동굴속 환경과 직결되는 것이므로 동굴현상의 유지 보전을 시켜주기 위한 각종 대책이 마련되어야 하는 것이다.

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

나. 출입 인구의 통제로 동굴내 환경의 변화를 저감시켜야 하겠다. 동굴내의 적절한 체동최대인원을 계측하여 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 교대변동등으로 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 항온, 항습 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 지나진 조명시설로 인한 동굴내의 기온 상승에 따른 환경변화가 나타나지 않도록 하여야 하겠다.

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

즉, 동굴의 환경은 주로 온도와 습도의 변화에 의하여 달리 변하게 된다. 더구나 지나친 기온 상승, 건화 현상 등은 환경 변화에 직결된다.

따라서 생태계에 변화를 보게되고 녹색공해나 백색공해, 흑색공해 현상이 나타난다.

녹색공해란 전술한 바와 같이 암석 바닥에 이끼류가 나타나는 것이며, 백색공해란 퇴적물 표면에 박리공해는 건습화 환경의 이상 급변에서 일어나는 현상이고, 이밖에 흑색공해란 탄질흑연질 용액으로 코오팅된 것이 많다.

따라서 동굴 환경의 특색인 항온, 항습의 환경 유지가 그대로 동굴의 오염을 방지하거나 저감시키는 결과를 나타내는 것이다.

이와같은 대책으로서는 다음과 같은 방안을 제시할 수 있다.

가. 동굴내의 지속적인 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 방안이다.

바. 지하수계의 직접 또는 간접침입을 막아 외부로부터 수류침입 때문에

동굴내 호수나 동굴소택(연못)동굴류의 수질을 오탁시키거나 오염되지 않도록 하여야 한다.

사. 되도록 동굴내의 사용자료, 시약기재 등은 무공해약품, 무공해의 플라스틱 자료를 쓰도록 하여 환경오염을 초래하지 않도록 한다.

아. 동굴생물의 보호를 위하여 온도 및 습도의 계속적 유지는 물론 방음 진동 공해를 없애도록 하고 일정한 곳에 보호구역을 정해둔다.

자. 기류의 유동을 조정하여 풍화, 건조 등의 이상 변화가 나타나지 않게끔 시설 준비한다.

4. 동굴 생성물의 보전대책

동굴의 관광은 신비로운 지하세계에 대한 호기심과 그리고 그 굴속에서 볼 수 있는 북마전갈은 2차생성물에 의한 지하궁전 경관 등의 관찰 또는 감상에 있다고 하겠다.

따라서 동굴속에서의 지형지물의 경관양상이 그 동굴의 관광적, 학술적인 가치와 직결되고 있는 것이다.

더구나 종유석과 석순 등의 동굴 퇴적물들은 계속 자라고 있는 돌이라고는 하나 그 성장속도는 매우 느려서 가장 빨리 자라는 종유관이나 종유석의 성장만해도 우리나라에서는 추정된 평균치를 본다면 직경 5mm 크기에 길이 1cm 자라는데 요하는 시일은 약 15년의 세월이 소요되는 것으로 되고 있다.

물론 그 동굴의 상층지질구조, 동굴 지표면의 기후조건, 동굴내의 환경조건 등에 따라 크게 달리 된다고는 하나 실제 오랜 시일에 걸쳐 성장하는 것이므로 동굴퇴적물의 오손은 절대로 안된다고 하겠다.

물지각한 사람들에 의한 훼손, 개발공사시의 파괴 등으로 동굴의 경관은 점차로 파괴 또는 오손되어 가고 있는 것이다.

이제 이와같은 경관과 퇴적물의 오손 저감방안을 제시하면 다음과 같다.

가. 동굴내의 환경유지는 물론이고, 2차생성물의 지속적인 성장, 즉 동굴의 성장을 위하여 동굴 지표면에 주기적인 인공살수작업으로 동굴 퇴적물의 성장을 촉진시키고 동굴환경의 보전관리를 기하도록 한다.

나. 공개를 위한 개발작업에 있어서는 동굴환경의 원형유지에 주력하여 통로 및 관광 편의시설의 과잉공사로 주변 환경이나 동굴내 환경의 파괴를 초래하지 않도록 하여야 하겠다.

다. 지표면의 생태의 보호관리를 위하여 석회질암석의 토양보전을 기하여야겠다. 즉, 지표면의 식생 및 지형보호 등으로 석회질 토층을 확보 유지하고 정상적인 지형 윤회를 기하도록 한다.

라. 관광 출입객에 사전에 동굴 퇴적물의 중요성을 강조 또는 이해시키는 교육을 할 것이며 이를 위한 제반 안내문이나 설명문을 배포한다.

마. 관광객으로 하여금 동굴내의 오손이나 오염에 영향을 줄 물건을 갖고 들어가지 못하게끔 물품관리소를 마련하도록 한다. 특히 지팡이, 우산 등의 물건은 동굴 퇴적물을 오염시킬 수 있는 기재가 되기 때문이다.

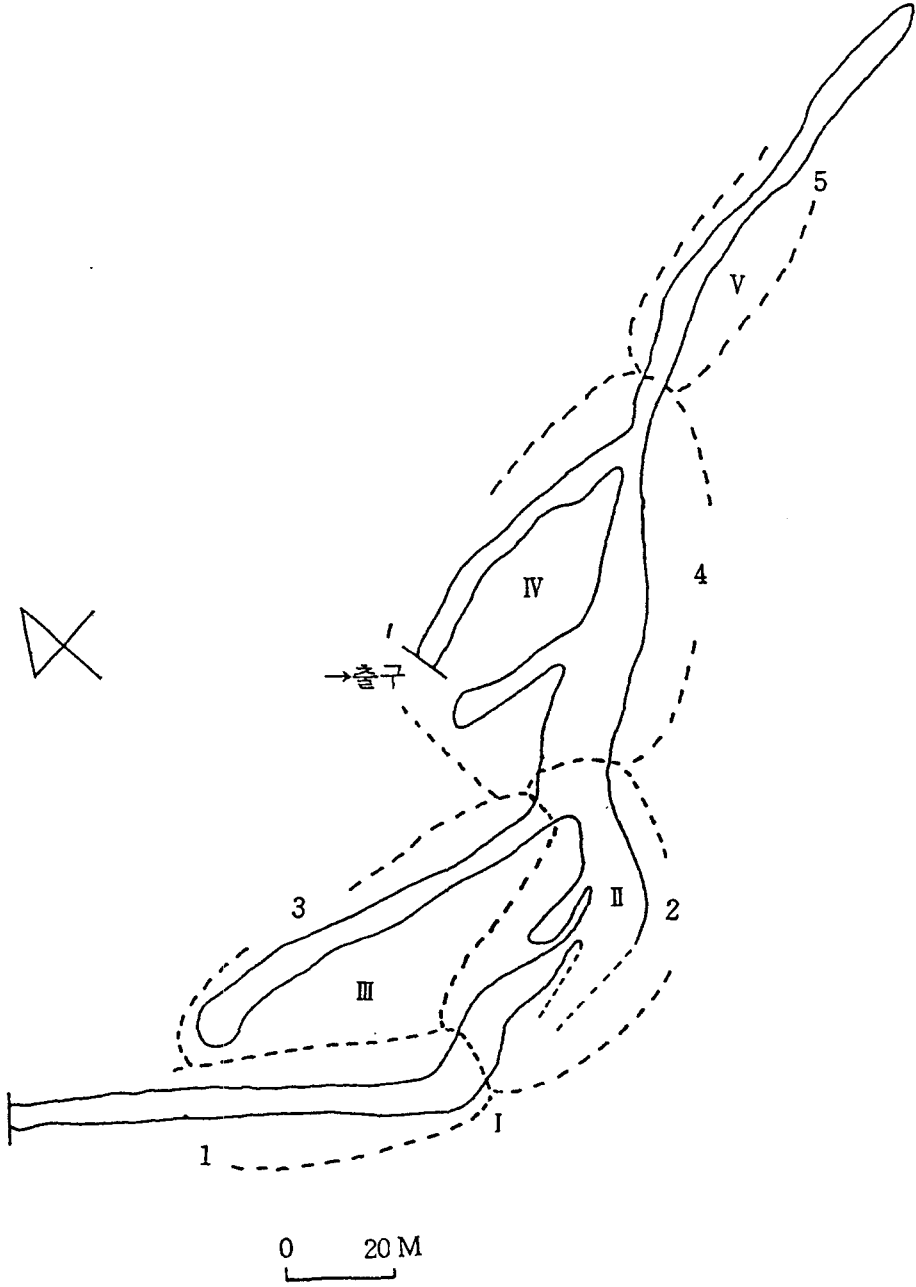
바. 동굴내의 지형지물 중 토양붕락이나 낙반이 일어날 수 있는 지점에는 반드시 이를 방지할 수 있는 시설 대책이 필요하다. 특히 지면이 진동할 경우에 위험이 있을 것으로 판단되는 것은 사전에 제거하는 것이 바람직스럽다.

Ⅲ. 동굴의 안전진단

1. 노동굴의 구역구분기준

이 동굴은 편의상 5개구역으로 나누었다. 제1구역은 인공적인 터널구역으로 굴착하여 파낸 80m의 직선통로구역이다. 인공적으로 굴착한 통로이기때문에 2차생성물의 생성은 없다.

노동굴의 지구 구분도



제2구역은 노동굴의 가장 밑바닥에 해당되는 구역이다. 이 구역은 계속 연장된 물굴이 있으나 이곳에서는 물속암반 밑으로 들어가야만 계속 가지굴 속으로 나아갈 수 있기 때문에 미탐험지구로 남겨놓고 있으며, 이곳을 동굴 생물의 보호구역으로 지정하고 있다.

노동굴 속에 들어온 물들은 이 구역으로 모였다가 가지굴로 나아간다.

제3구역은 2단계 구역으로 수평으로 된 가지이다. 이 동굴은 비교적 수평적이므로 그 구역을 동굴보호구역으로 지정하고 있다.

제4구역은 상단부 지역에 해당되는데 이 구역은 원래 동굴의 출구와 입구로 이용되었던 곳이다. 지금은 입구는 그대로 남겨 보존해 두고 출구는 여전히 출구로 이용하고 있다.

제5구역은 이 노동굴에서는 가장 높은 곳에 자리잡고 있는 경사지면인데 2차생성물의 생성이 미약한 곳이나 곳곳에 발달하고 있는 구역이다.

이상과 같이 노동굴의 구역을 편의상 5개구역으로 그 동굴의 환경평가 하는데 도움줄 수 있도록 구획구분하였다.

IV. 결론 및 건의 사항

1. 환경보전 및 대책 평가

(1) 총평

천연기념물 제262호 노동굴의 환경보전 및 안전진단 평가조사의 종합 결론은 다음과 같다.

첫째, 노동굴은 환경보전을 위하여 꾸준한 대책을 강구해 왔다고 하겠으나 사실상 동굴환경의 유지보전에 만전을 기하였다고는 볼 수 없는 것이 사실이다.

둘째, 노동굴은 최초 개발당시에 영구적인 보전대책을 사전에 예측하고 개발하였다고는 하나 환경의 이상변화 예측의 미흡등으로 장기예측대책이

잘 이루어지지 못 하였음을 지적할 수 밖에 없다.

세째, 지나친 동굴 개발의 의욕으로 말미암아 과잉시설로 인한 동굴 환경의 변화를 갖어왔음을 지적할 수 있다.

네째, 과잉시설의 설비는 관광시간의 허비, 통로시설의 불편등으로 관광객의 유치에 실패하였다고 하겠으며, 통행의 곤란으로 인한 관광객의 수효 감소가 계속되었음을 지적 할 수 있다.

다섯째, 최근의 동굴입구의 동굴 입구 인공굴착에 의한 일방통행은 관광통로 개발로 다소 관광의 소요시간은 단축시켰다고는 하나 동굴 통로개발로 인한 대규모 기류이동현상으로 동굴환경이 크게 변하고 있음을 지적할 수 있다.

(2) 평가 대책

이 환경보전 진단과 안전진단을 통하여 다음과 같은 대책이 필요함을 지적한다.

첫째, 시급한 시일내에 불필요한 통로시설 제거와 불안전한 조명시설, 부대시설등의 즉각적인 보수작업을 실시 하여야 하겠다.

단계적인 보수계획으로 전반적인 보전과 개발의 병행을 기하도록 주력하여야 하겠다.

둘째, 동굴 주변의 정화계획은 물론이고 가급적 조속한 시일내에 재개발 계획을 수립하여 관광객의 유치 특히 자연관찰 실습장으로 재정비 계획을 시행하여야 하겠다.

세째, 동굴 내부의 각 지형지물, 생태환경에 관한 모든 것을 상세하게 설명판을 붙여 지구과학, 자연과학등의 자연관찰학습의 현장으로 이용할 수 있게 함으로써 이웃의 고수동굴, 천동굴과 이질성 즉 특성있고 개성있는 동굴로 가광을 받도록 하여야 하겠다.

네째, 앞으로 내규대로 1년에 1회 이상의 안전진단이 요구된다.

2. 안전진단의 결론

(1) 지질 및 지형분야

① 전반적으로 동굴벽면 특히 제3지구의 우측벽면에서는 지층의 층서면을 따라 단상의 낙반위험이 있는 곳이 2개소 나타나고 있으나 통행에는 지장이 없는 것으로 판단된다.

② 제2지구, 제3지구에 있는 석순 또는 종유석중에서 박리현상이 나타나고 있으나 관광가치로는 별 지장이 없는 것으로 본다.

③ 개발 당시에 오손된 제2지구, 제4지구등의 동굴 퇴적물들은 되도록이면 인공적인 가공처리를 통하여 보완하는 것이 좋겠다.

④ 지형지물들 중에서 특수한 것에는 학술~~적~~적인 설명이 부기되었으면 좋겠다.

⑤ 지형지물들의 생성연대 측정을 실시하여 이들의 학술, 관광자원적 가치가 크다는 인식을 주도록 설명판을 부착시키는 것이 바람직 하다고 본다.

(2) 통행시설분야

① 불필요한 통로시설이 너무 많다. 동굴속은 자연속에서 자연현상을 관찰하도록 하여야 하는데 통로시설이 너무 많아서 이 시설을 오르내리는데 신경이 많이 쓰이는 경향이므로 과잉시설은 반드시 제거해야만 하겠다.

② 대공동 광장밑을 지나면서 웅장한 광장동굴을 쳐다보는 동굴관광이 아니라 층계계단이나 오르내리는 관광행태를 겪어야 하므로 관광객들에게 고행을 겪게하는 관광코오스가 되고 말았다.

③ 급경사 계단 통로를 중단계의 수평적인 통로시스템으로 개조하여 동굴속에서 바로 자연의 신비를 만끽할 수 있는 자연의 전당이 될 수 있도록 시설을 되도록 없애는 것이 바람직 하다.

(3) 조명시설분야

① 동굴의 조명은 되도록이면 통로를 조명하고 지형지물을 부각시켜 관찰할 수 있게 조명한다. 지나친 조명은 지형지물의 오염현상을 초래한다.

② 통로조명은 통로의 안전을 위한 것이므로 통행에 지장이 없도록 바닥만 조명한다.

③ 지형지물의 조명은 다각도로 그리고 주기적으로 조명의 각도를 달리하게 시설한다.

④ 계속된 집중조명은 녹색공해의 원인이 되고 있으므로 되도록 주기적으로 조명각도를 바꾸도록 한다.

⑤ 보통 70~100Lux 밝기로 조명하되 되도록이면 수은등이 좋다.

⑥ 조명장치는 그 대부분이 직접 조명으로 되어있는데 이는 간접조명으로 전환해야 할 것이다.

⑦ 조명은 장기간 계속하지 않고 시차제 조명시설을 갖추어야 하고 조명방향과 조명면은 주기적으로 변화시켜 조명효과를 감소시키지 않는 기술적인 면에 유의하여야 한다.

(4) 일반시설

① 동굴의 규모가 크기때문에 구급을 요할때 비상전화, 휴게소 등이 요구된다.

② 동굴 입구의 터널관통 통로에서는 기류의 흐름이 강하기 때문에 이를 조절하는 이중문 장치시설을 적절하게 이용하여야 한다. 중간 지점에 방풍벽을 세울 수도 있다.

③ 동굴 입구의 터널통로는 인조바위 등의 시설로 자연동굴속을 지나가는 분위기를 자아내는 시설이 필요하다.

④ 동굴 입구의 화장실 시설 등 그밖의 입구 부근의 부대시설은 재개발, 재정비를 요한다.

⑤ 동굴 출구에는 휴식공간에 대한 제반시설이 마련되어야 하겠다.