

화암동굴의 환경파괴와 변화

명예회장 안산공전대 홍시환

학술이사 김천전문대 홍충렬

I. 서론

동굴이 개발되면 그 당시부터 동굴의 파괴, 오손 및 오염은 시작된다.

그러나 이러한 피해를 최소한으로 하고 좋은 환경을 지속적으로 보전하기 위해서는 많은 노력을 하여야 한다.

입동객들의 과다, 동굴시설물의 유무, 상태 및 조명 등에 의해서 동굴의 환경은 변화하고 나아가서는 파괴를 보게되므로 이에 대한 적절한 대책이 지속적으로 요구되는 실정이다.

동굴은 미지의 세계이고, 암흑의 신비로운 지하세계이기 때문에 우리 인간에게는 매우 흥미로운 공간이라고 할 수 있다. 그러므로 이러한 공간을 관광자원으로 활용하여 지역 주민의 소득을 올리고, 청소년에게 탐험의 세계, 모험의 세계는 물론 자연학습의 현장으로 활용할 수 있게 하는 바람직한 경우가 있다.

그러나 이러한 경우 동굴이 개발되면 전자와 같은 긍정적인 면이 있는 반면에 동굴의 파괴, 오손 및 오염과 같은 악영향을 가져오게 되므로 동굴을 개발할 당시부터 이러한 악영향을 최소화하기 위해서는 환경보전과 환경보호에 커다란 관심을 갖어야 한다.

II 동굴환경 보전의 필요성

동굴의 환경은 지표의 다른 지역과는 다른 특수한 환경이기 때문에 이로인하여 동굴 생물이 따로 존재하며 이에 적합한 동굴 생태계가 유지되는 것이다. 지표의 경우 공간

변화를 일으키는 풍화작용은 거의 나타나고 있지 않지만 동굴내부의 경우에는 지하수류에 의해서 밀폐된 한정된 공간이 변화하는 특수한 환경을 가지고 있는 것이다.

급속적인 산업화와 정보화 사회속에서 자연이 오염 또는 파괴되어 가는 것이 현실이라고 하더라도 보다 나은 인간생활을 위하여 지역개발을 기피하여서는 안된다. 다만 철저한 사전의 준비와 최소한의 시설, 지속적인 보호대책을 통하여 얼마든지 환경을 보호하고 보전할 수 있는 것이다.

예를 들면 동굴을 관광동굴로 개발하기 위해서는 동굴내부에 통로 시설을 위해 확장을 할 수 있으며 진입로의 시설 및 주변에 들어서는 숙박시설과 상점 등과 같은 편의 시설들이 환경을 파괴할 것이다.

자연환경의 보전이란 현재 잔존하고 있는 자연환경을 앞으로 발생할지 모르는 오염과 파괴에서 보호할뿐만 아니라 이미 훼손된 것이라도 과거의 원형에 가장 근접한 상태로 복원시키는 노력까지도 포함하고 있는 것이다.

다시말해 경제개발이나 산업활동에 의하여 자연환경이 점차 파괴 또는 오염되어가고 있음이 사실이며 지역에 따라 그 정도의 차이만 있을 뿐이다.

Ⅲ. 동굴의 생태특성

1. 개요

화암동굴은 과거에 금광광산의 개발로 인하여 발견되었는데 이 동굴을 개발하여 1993년 3월 1일부터 일반인들에게 공개하기 시작하였다. 이 동굴은 현재 과거에 금광의 갱도로 이용하였던 부분은 그대로 동굴광장까지 연결되는 통로로 이용하고 있다.

이 화암동굴은 지질면에서 볼 때 동굴을 형성하고 있는 지층의 지질연대는 고생대 캄브리아기의 조선계 대석회암통의 고성석회암에 속하는 정선석회암층으로 4~5억년의 연대를 나타내며 동굴의 주변에는 고생대 조선계 양덕통의 묘봉층인 암녹색 세일이 분포하고 있으며, 특히 동굴 전방의 산지는 막동석회암층이 주를 이루고 있고 동굴이 있

는 지역은, 풍촌석회암으로 이루어져 있으며 곳곳에 동점규암층과 화절층이 개재되어 있다.

또한 이 동굴은 단층구조선을 따라 지하동공이 확장되었으며 평행적이었던 천정면이나 벽면의 암속층이 그 층서면과 자체하중으로 인하여 일차적으로 낙반이 진행되었던 것이다. 그 후에 천정위를 덮고 있는 석회암층의 균열과 층서면 등으로 석회암이 용해된 방해석질의 용해물방울이 동굴천정면에서 확장된 동굴광장 바닥으로 석순, 석주 등이 성장을 하게된 것이며 채광시의 폭음과 진동으로 이차적인 낙반이 심하게 진전되어 더욱 큰 지금의 광장동굴을 이루게 된 것이다.

화암동굴은 다른 일반 석회동굴의 특성을 그대로 지니고 있는데 학술적인 가치면에서 본다면 이 동굴은 우리나라에서도 제일가는 방해석질이 좋은 이차생성물을 지니고 있다는 것이며 대석순과 대석주의 규모도역시 대규모이다는 것이다.

이 동굴의 또다른 특징의 하나는 마리아상 부근 천정면에서 수 많은 종유관을 볼 수 있다는 것이며 또한 황금종유벽은 그 규모가 20m가 넘는데 특히 플로우스톤(유석)과 수직조흔의 경관이 매우 우수하며 황금빛과 주황색 빛은 학술적 가치 뿐만 아니라 관광적 가치도 매우 높다고 할 수 있다.

그러나 이미 오래전부터 금광광산의 채굴작업과 많은 일반인의 출입으로 이차생성물들이 많이 훼손되었으며 또한 동굴생태계 역시 많이 파괴되었다.

더구나 동굴입구에서 광장입구까지의 통로가 거의 일직선에 가깝고 굴곡이 적어 기류의 이동으로 인한 낮은 습도로 인하여 동굴생물이 많이 서식하고 있지 못한 점은 아쉬운 점이 아닐 수 없다.

2. 지질구조 분야

화암동굴을 형성하고 있는 지층의 지질연대는 고생대 캄브리아기의 조선계 대석회암통의 고성석회암에 속하는 정선석회암층으로 4~5억년의 연대를 나타내며 회백색의 괴성석회암으로 되어있다.

층서면을 따라 존재하는 괴상석회암은 과거 광산개발을 위한 폭음과 진동으로 낙반현상이 일어났으며 이로 인해 광장동굴이 형성된 것이다. 특히 이 동굴중 입구통로 정면 좌측의 마리아상이 있는 부근의 동굴벽면에서는 많은 낙반 균열현상이 나타나고 있어 매우 위험한 환경을 이루고 있었다.

최근에 이 낙반현상에 대한 정비작업을 시행하였으나 앞으로도 지속적인 관찰과 감시가 필요하다고 본다.

한편 동굴광장 전 지역에서는 동굴천정과 벽면에서 낙반된 암괴가 동굴바닥 전면에 깔려있는데 이 낙반암괴들은 되도록 관광객들에게 관광시 안전감을 주기위해서라도 업체작업과 안정거치작업이 필요하다고 본다.

또한 광장입구의 박쥐모형이 있는 우측에는 낙반된 대형암괴가 있는데 현재로는 관광객에게 큰 위험성을 주지는 못하나 관광객들로 하여금 불안감을 조성하게 되므로 이에 대한 고정작업과 미화작업이 필요하다.

3. 생태환경 분야

생태환경 분야는 동굴환경의 전반에 걸친 환경요인을 가리키는데 특히 기온과 습도는 동굴생태계에 가장 근본이 되는 환경이다.

화암동굴의 경우 광장동굴로 규모가 크기 때문에 기류의 이동이 적으며 지하수의 유입도 활발하지 못하여 습도가 낮은 편이다. 따라서 이 습도가 낮다는 것은 동굴생물의 서식에 매우 불리한 환경이 되는 것이다. 그러나 대체로 기온의 편차가 적고 기류의 이동이 적어 다른 동굴에 비하여 그 생태환경은 나쁘다고만 볼 수 없다.

이러한 동굴의 기온과 습도는 지속적으로 관찰하여 기록으로 남겨야 하므로 동굴내 주요 지점에는 온도계와 습도계를 설치하여야 한다. 또한 설치된 기구들의 측정치는 매일 오전과 오후에 조사하여 기록하여야 한다.

이번 조사의 결과로 다음과 같은 것들을 지적하고 싶다.

첫째, 동굴입구 부근의 녹지화가 시급하며 주변 생태계의 생물상이 다양하고 풍부할 수 있도록 특히 외래성 동굴생물의 유입이 활발해져 동굴내 생물상이 다양하게 되도록

록 하여야 한다.

둘째, 동굴생물의 서식환경은 종류에 따라 다양하지만 유기물의 퇴적지에 여러 種의 생물들이 번식하고 있으며 활동 정도에 따라 그 분포가 다양하게 나타난다. 또한 동굴 생물들은 이런 곳에서 개체군을 형성하며 군서하는 경향이 있다. 한편 집단서식지로는 퇴적유기물, 구아노 등의 유기물 집적장소나 외부로부터 유입된 유기물이나 폐기물 등이 이차적인 집단서식 장소가 되는 경우가 있으므로 적절한 동굴내 서식지 관리가 필요하다.

세째, 외래성 생물의 동굴내 분포는 동굴내 생태적 먹이사슬에 영향을 주며 모든 동굴 생물의 서식에 간접적인 물질순환의 중요한 역할을 담당하고 있으므로 이것들에 대한 관심을 가져야 한다.

네째, 동굴내 물이 고인곳에 장님굴새우와 같은 수서생물이 서식하며 곤충류의 생물들도 습윤한 지역에서 군서하는 경향이 있으므로 건조상태가 되면 이들 생물들도 이동하거나 사멸되므로 집단서식지가 메마르지 않도록 갈수기에는 수분공급을 해 주어야 한다.

IV. 동굴 내부의 환경변화

1. 대기환경의 변화 요인

화암동굴의 경우는 공간이 매우 크고 입구는 상대적으로 적기 때문에 관광객이 동시에 다소 많이 관람을 한다고 하여도 현재까지 큰 영향은 없다고 본다. 그러나 공간이 크고 입구는 적기 때문에 도리어 기류의 이동이 상대적으로 적어 동굴속에 많은 관광객이 동시에 관람을 할 경우 동굴내의 기류는 이들의 영향을 받아 이동이 감퇴되기 때문에 앞에서 지적한 문제가 발생 할 가능성도 있으므로 동시에 관람객 수를 조절할 필요성이 있는 것이다.

대기오염의 원인은 일차적인 것과 이차적인 것이 있는데 일차적인 것은 인간이 내뿜

는 이산화탄소와 동굴속에서 자연적으로 발생하는 亞流酸(아류산)개스와 같이 일차적으로 방출되는 것을 말하며, 이차적인 것은 이들의 복잡한 성분들이 서로 화학작용을 일으켜 공해물질들을 방출하는 것을 의미한다.

동굴의 대기는 외부의 영향을 다소 받게 되는데, 지표의 대기는 주야의 기온차에 의하여 주기적으로 변한다. 주간(주간)의 공기는 태양열에 의하여 기온은 높아지고 밀도와 기압은 낮아지게 되어 상대적으로 기압이 높은 동굴안으로 기류의 이동이 일어나고, 야간에는 반대로 지표의 공기는 냉각되어 기온은 내려가고 밀도와 기압이 높아지므로 상대적으로 기압이 낮은 동굴에서 입구쪽으로 기류가 이동하는 것이다.

동굴의 대기는 외부의 영향을 다소 받게 되는데 지표의 대기는 주야의 기온차에 의하여 주기적으로 변한다. 주간(주간)의 공기는 태양열에 의하여 기온은 높아지고 밀도와 기압은 낮아지게 되어 상대적으로 기압이 높은 동굴안으로 기류의 이동이 일어나고, 야간에는 반대로 지표의 공기는 냉각되어 기온은 내려가고 밀도와 기압이 높아지므로 상대적으로 기압이 낮은 동굴에서 입구쪽으로 기류가 이동하는 것이다.

동굴의 내부는 습도가 높고 일정하게 나타나는데 동굴입구 주변에서는 그 변화가 심하나 내부로 들어갈수록 습도가 일정하게 나타나는데 특히 기온이 낮으면 습도는 상승하고, 기온이 높으면 습도가 하강한다. 이것은 습도가 기온의 영향을 많이 받고 있기 때문이다. 그러나 사실상 화암동굴의 경우는 앞에서 설명한 바와같이 동굴의 광장부분이 매우 넓으며 동굴의 입구는 좁고 길다란 형태를 유지하고 있어 대기의 영향을 광장 부분에서는 거의 받지않으며 이 때문에 습도에도 큰 영향을 주지 못하고 있는 현실이다.

2. 동굴퇴적물의 오손 원인

동굴은 개발되면 그안에 존재하는 이차생성물들은 오손, 오염되어 가는데 이는 입동객, 동굴내의 시설에도 크게 관계되고 있다.

여기서 동굴내 석순, 종유석 등과 같은 이차생성물들이 파괴되어가는 오손 요인들을 살펴보면 다음과 같다.

이차생성물들은 첫째, 자연적인 중력이나 그밖에 자체하중, 낙반현상 등에 의하여 파손되며 둘째, 동굴이 개발되기 이전에 지역주민이나 수집가들에 의하여 인위적인 파괴가 있으며, 세째로 동굴을 개발하면서 통로나 시설을 설비할 때 파괴되며, 네째로는 관광동굴로 개발된 이후 관리미비로 인하여 관광객들에 의한 파손이 있을 수 있는 것이다.

3. 동굴의 생태변화 요인

동굴생태계에 가장 큰 영향을 주는 것은 일반적으로 영양분과 습도이다.

그러나 이는 미공개동굴의 경우에 한하며 개방된 동굴의 경우에는 습도와 조명의 밝기, 기온, 영양분 등을 중요한 생태변화 인자로 볼 수 있다.

동굴의 생태환경 조건중 습도의 유지는 매우 중요한데 미공개동굴의 경우 습도가 70% 내외로 항상을 유지한다. 그러나 동굴이 개발되면 조명등에서 발생하는 열, 관광객의 호흡과 같은 인위적인 영향에 의하여 동굴의 습도는 변화가 되는데 항상의 조건을 유지하기 위하여 스프링쿨러를 이용하는 경우도 있다. 화암동굴의 경우는 광장 중앙부에 인공적으로 물을 대어 소규모의 동굴호수를 이루고 있어 동굴내의 항상에 좋은 조건을 제공하고 있다.

또한 개방동굴에 있어서 생태계에 중요한 영향을 미치는 것은 조명의 밝기와 각도 등인데 특히 조명이 특정부분을 집중적으로 지속적으로 하게되면 그 부분에서는 열과 밝기, 적당한 온도, 습도에 의해서 녹색의 균류가 발생하게 되는데 이 균류가 계속성장하게 되면 하등식물로 되어 동굴생태계에 큰 영향을 주는데 이러한 현상을 녹색공해라고 한다.

그러나 동굴이 개발되면 조명과 시설, 관광객에 의하여 동굴생물들은 변형된 동굴환경에 적응하지 못하여 멸종되거나 보다 안정된 환경을 찾아 동굴 깊숙한 내부로 들어가 버리는 경우가 있다.

그리고 관광동굴로 개방된 이후 찾아드는 관광객들로 이를 매개체로 하여 동굴내로 들어오는 각종 세균, 신발에서 묻어 들어오는 각종 미생물들은 동굴생태계를 변화시켰다고 할 수 있다.

V. 화암동굴의 환경보존대책

1. 총론

동굴의 환경은 그 원칙이 캄캄한 암흑세계이어야 한다. 더구나 항상 어둡고 동굴내의 온도와 습도가 크게 변하지 않는 원래의 동굴환경이 있어야 특수한 지하수생물 즉, 동굴생물도 서식하게 되고 동굴내의 이차생성물도 정상적으로 성장할 수 있는 것이다.

석회동굴의 경우 지질구조면에서 살펴보면 석회암지층이 동굴의 천정부지반과 어우러져 있어야 하고, 동굴의 지표면에는 비가 내렸을 때에 그 지표위의 물이 땅속으로 스며들어야 하며, 이 투수작용때에 석회암의 용해작용이 진행될 수 있는 석회암 성분과 조화가 이루어져야 한다.

더구나 이때에 동굴 내부의 환경은 습도가 매우 높아 대체로 80% 이상의 다습한 환경을 유지해야 하고 또한 기온은 10~12℃내외를 유지해야 한다.

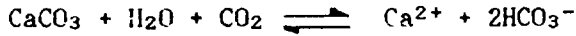
사실상 석회동굴의 일반적인 이차생성물 또는 석회생성물, 동굴생성물로서 불리우는 것들은 동굴속 천정면에서 투수되어 침적된 물방울로 인하여 광물이 침적된 것을 가리킨다.

또한 석회동굴속의 생성물들은 거의가 순수한 탄산칼슘으로 이루어져 있기 때문에 흔히 칼슘 또는 석회라고 부르기도 한다.

동굴생성물들을 광물학적으로 볼때에 방해석(칼사이트)으로 이루어져 있는 것이 보통인데 때로는 아라고나이트(산석)이나 인산염광물을 포함한 것도 발견되기도 한다.

석회암이 이산화탄소가 용해된 지하수류에 의하여 용해되거나 용식되어 공동을 이루거나 지하동굴이 생기는 것은 알려진 사실이다. 이것은 일차적으로 생성되었기에 일차생성이라고 하고 이들 지하동굴의 천정이나 벽면에서 침적된 동굴생성물들은 석회암의 용해반응의 역반응 작용에 의하여 생성된 것으로 이를 이차생성물이라고 부르는 것이다.

이 반응이 아래의 식에서 왼쪽으로 진행되면 동굴생성물이 침적되는데 이



때 동굴속의 습도는 80%이상 100%에 가까운데 이는 동굴속의 물의 반응작용에 의한 것이 아니고 이산화탄소가 가스 증기로 변질되어 동굴내의 공기속에 방출되는데 이로인해 위의 반응에서 왼쪽으로 진행되는 것이다.

동굴천정의 석회암 틈바구니나 동굴의 벽면, 바닥에 침출된 지하수 물방울들은 막상의 물줄기가 되어 동굴내의 공기와 부딪칠때 대기중에 있는 이산화탄소의 분압과 물리·화학적 평형을 유지하기 위하여 이산화탄소가 발산하게 되는데 이때 지하수 물방울중의 중탄산칼슘은 탄산칼슘의 결정체인 방해석으로 되어 침적하게 된다.

따라서 동굴의 환경 보전은 가능하면 동굴속의 이차생성물을 계속적으로 성장시켜 이른바 지하궁전 또는 지하 복마전의 화려하고 무시무시한 동굴환경을 이루게 하는 것이다.

이상과 같은 원리로 화압동굴 벽면의 종유벽(유석, 황금벽)과 대석주, 대석순 그리고 벽면과 바닥의 석순등이 이루어 졌으므로 동굴환경의 유지는 절대적으로 필요한 것이라고 하겠다.

2. 이차 생성물의 보존책

(1) 종유관(스트로)

화암동굴의 천정 특히 대석순과 대석주 부근의 동굴천정에 대규모로 성장되고 있는 종유관은 스트로 또는 소다 스트로라고 불리워진다.

동굴천정의 절리면을 따라 줄지어 자라고 있는 이 종유관들은 그 대부분이 직경이 5~10mm 정도 밖에 안되는 가느다란 붓대모양을 하고 있다.

이 침적된 종유관의 방해석은 그 두께가 0.1~0.5mm 밖에 안된다.

이 종유관은 동굴천정에서 침출된 지하수가 물방울이 되어 동굴천정에 붙어 있을때 이 물방울은 직경이 3~5mm 내외로 둥글게 천정에 맺히게 되며 이러한 작용이 계속 반복되면 동굴바닥까지 성장할 것이다.

화암동굴의 종유관은 길이가 보통 5~10cm 밖에 안되는데 이는 화암동굴의 형태가 광장동굴이어서 습도가 낮고 외부로부터의 지하수 공급이 적어 크게 성장할 수 없는 것이다.

물론 종유관이 보다 계속적인 성장을 하기 위한 조건은 동굴지상 표면에서의 지속적인 투수작용이 일어나고, 풍부한 석회질성분의 암석이 존재하여야 하는데 이것이 자연적으로 불충분하다면 인위적으로 동굴지표상에 석회질성분의 돌가루를 뿌리고 그위에 스프링클러와 같은 분수, 살수시설을 통해 계속 물을 뿌려주게 되면 동굴내의 종유관은 길게 자라게 될 것이다. 이러한 방법은 동굴을 살리는 하나의 방법이다.

(2) 종유석(스타락타이트)

화암동굴속에는 종유석의 발달은 매우 소규모적이다. 원래 종유석은 동굴 천정면에서 내려뻗은 고드름을 말하는데 이는 앞에서 설명한 종유관에서 유래한다.

종유석은 처음부터 동굴 천정에서 자랄 수도 있지만 대개의 경우 일단 동굴천정에 종유관이 생성되고 이 종유관을 따라 계속 천정에서 석회질 성분의 용해 물방울이 흘러내리게 되면 이것이 종유석으로 성장하게 되는 것이

다. 만약 이러한 종유석을 잘라 그 단면을 보게되면 마치 나무의 나이테와 같이 둥근 동심원의 줄기를 나타내는 것을 볼 수 있는데 이것은 종유관의 껍질부분에 두터운 석회질인 방해석질의 결정체가 뿔뿔이 뿜어져서 생긴 것이다. 이로 미루어 종유석의 모체는 종유관임을 알게 될 것이다.

따라서 앞에서 말한 종유관의 환경보전책이 곧 종유석의 보전책과 일치한다고 볼 수 있는 것이다.

(3) 석순(스탈라그마이트)

석순이란 동굴벽면이나 바닥에 죽순과 같이 우뚝 서있는 모습을 한 이차생성물을 의미한다. 이는 앞에서 설명한 종유석이 성장하고 있을 때 이 종유석을 따라 석회질의 용해물방울이 계속 떨어지면서 옆으로 튀거나 동굴바닥에 막상으로 펼쳐질 때 이산화탄소가 주변으로 발산하면서 방해석질이 침적되는데 이로 인하여 동굴벽면이나 바닥에 석순이 생성되는 것이다.

따라서 석순의 윗부분에서는 종유관이나 종유석에서와 같이 끝부분에 구멍을 볼 수가 없다.

원래 석순은 종유석 보다도 커다란 것이 보통이며 대부분의 경우 그 바로 위에는 종유석이 동굴천정에 매달려 있으며 천정에서 떨어진 석회질 용해물방울들이 동굴바닥으로 흘러내린 흔적을 볼 수 있게 마련이다.

화암동굴의 겨우에는 대석순과 대석주가 있으며 마리아상과 같은 석순들이 동굴벽면에서 성장하고 있다. 그러나 이 마리아상과 같은 석순들은 옆에 서있는 석주와 함께 우리나라에서 보기드문 순백색의 방해석질의 대형석순이다.

벽면에 성장한 석순의 천정에는 종유석의 무리를 볼 수 없는데 이는 화암동굴의 천정을 이루고 있다가 나중에 낙반이 된 동굴천정의 암석들이 널판자 모양의 층상구조를 이루고 있기 때문에 천정의 판자모양 암석이 동굴바닥으로 낙반되어 석순의 근원이 되었던 종유석을 볼 수 없게된 것이다. 또한 화암동굴 내부의 벽면 이외에도 불자상이나 삿갓바위와 같은 석순들을 몇 군데에서 볼 수 있으며 특히 남성의 성기 즉, 남근을 상징하는 약80cm의 석순도 있다.

이상과 같이 알아본 화암동굴의 석순들은 그 윗부분 천정에 종유관이나 종유석이 자라고 있지 않는 상태이므로 이들의 성장은 기대할 수 없다. 따라서 화암동굴의 석순들은 그대로 잘 보전하여 백색공해에 의한 박리공해를 받지 않도록 동굴환경의 대표적인 환경인 다습과 향습을 유지하여야 한다.

이 화암동굴의 석순들은 매우 희귀하고 중요하므로 이들의 보전에 각별한 주의가 필요하다.

(4) 석주(콜럼)

화암동굴속에는 방해석질이 매우 많고 밝은 대석순과 대석주가 있다. 오른쪽의 대석주는 이 동굴속의 수호신이라 할 수 있다.

종유석이 위쪽에서 내려 뺏고 그 밑에서 석순이 윗쪽으로 서서히 자라다 이들이 서로 연결되어 결합되면 이때의 돌기등을 석주라고 한다.

이 화암동굴의 석주는 옆에 있는 대석순과 함께 순백색의 커다란 대형석주로 우리나라에서는 보기드문 동굴생성물이지만 개발 이전에 이미 훼손되어 원래의 모습이 그대로 보전되지 못하게 된 아쉬운 퇴적물이다.

(5) 유석(종유벽, 플로우스톤)

플로우스톤으로 불리우는 화암동굴속의 종유벽은 동굴입구의 통로를 거쳐 동굴광장에 들어서면 오른쪽 윗편에서 보게되는데 이 규모와 아름다운 빛깔은 장관을 이루고 있다. 이 종유벽은 우리나라에서는 이곳 이외에는 볼 수 없을 정도로 훌륭한 유석 경관이다. 마치 동굴폭포와 같이 길게 내려 흐르고 있는 이 유석은 붉은빛이 나는 황금색의 종유벽을 이루고 있는데 여기에는 매우 뚜렷한 수직조흔을 이루고 있다.

천정에서 20m 밑바닥까지 내려뺏고 있는 이 유석(황금종유벽)은 화암동굴의 대표적인 경관이라고 본다.

동굴벽면에 지하수가 얇게 번지면서 흘러 내리면 지하수는 동굴내의 대기와 접촉하게 되어 이산화탄소를 발산하기 시작하여 이른바 방해석이 침적하게 되며 이 작용으로 동굴벽면에는 수직조흔으로 이루어진 종유벽이 되는 것이다.

이 유석 경관은 앞에서 설명한 종유석의 성장이 계속되도록 하는 대비책과 석주의 보호대책이 동시에 이루어 져야 한다고 본다. 특히 이 종유벽의 천정면을 덮고 있는 지표의 지층은 이미 풍화를 상당히 많이 받은 석회암지층으로서 이른바 홍점토를 이루고 있어 이 토층이 지하수에 혼재되어 흘러 내리기 때문에 이 종유벽은 황금색을 띠는 경관을 보이는 것이다.

결과적으로 이 종유벽을 이루고 있는 유석은 이의 천정면에서는 계속적으로 지표면에서 지하수 투수가 이루어지고 있어 이 종유벽의 유석 경관은 현재까지는 무난하게 유지되어 온 것으로 관찰된다..

(6) 곡석(헬릭타이트)과 산석(아라고나이트)

화암동굴속에서는 석순과 석주 뒷편의 동굴천정면과 맞은편 출구에 가까운 동굴벽면에서는 곡석과 산석등의 동굴의 이차생성물들을 볼 수 있다.

곡석은 헬릭타이트라고 하는데 이는 구부러진 모양을 하고 있는 동굴생성물로 마치 콩나물이 구불어져 성장하고 있는 모습과 흡사하며, 직경이 2~3mm 이고, 길이는 2~5cm 정도이다. 이는 동굴내의 기류변동과 침적물의 성분과 관계된 것으로 방해석질로 되어있다.

한편 곡석과 같은 원리로 성장하고 있는 산석은 아라고나이트 또는 안소다이트라고도 하는데 백색의 바늘같은 모양과 돌꽃모양으로 성장한다. 따라서 돌꽃모양으로 성장하는 것을 보고 석화라고도 부르는 경우도 있다. 그러나 최근의 학설에 의하면 이는 탄산칼슘($CaCO_3$)을 주성분으로 하는 광물인데 세방향결정계로 되는 경우는 방해석, 경사방향의 결정계를 이룰때는 산석, 6방향결정계를 이룰때는 화테라이트라고 부른다. 이들의 구분은 물에 뜰때에는 방해석, 가라앉는 경우에는 산석, 또는 안소다이트라고도 한다. 이들은 다습한 환경속에서 자라게 되는데 만약 건조한 환경이 계속된다면 이들의 성장은 정지될 것이다.

3. 동굴환경의 보존책

총론에서도 언급한 바와 같이 동굴의 환경은 암흑의 세계이고 온도와 습도는 항상 일정하다. 물론 동굴내의 온도는 보통 10~15℃이어야 하고, 습도는 최소한 70% 이상이어야 하며 기류의 이동이 심하지 않도록 하여야 한다. 만약 일방통행을 위한 동굴통로의 개설을 하게 될 경우에는 입구와 출구의 해발높이가 되도록 비슷하도록 하는 것이 유리하다. 이것은 입구와 출구의 해발높이가 달라 그 차이가 심한 경우에는 기류의 이동이 심하여 동굴내의 풍속이 빠르게 나타나 동굴환경을 변화시키기 때문이다. 따라서 이와같은 경우에는 동굴의 입구나 출구부근에 이중문을 설치하거나 에어컨터텐 장치로 동굴내의 기류 이동속도를 느리게 조절하여야 동굴환경을 보호할 수 있는 것이다.

이밖에도 동굴천정면을 따라 물을 뿜어주는 산수시설을 하여 동굴관광시간이 끝난 이후에 산수작업을 하여 동굴내의 습도를 유지시켜 주어야 한다.

보다 근본적인 대책으로서는 동굴 지표면에 스프링클러장치를 하여 필요할때마다 지표면에 물을 뿜어 주어 지표수가 동굴속으로 스며들게 하여 이른바 동굴내 생성물들의 성장 촉진작용을 하는데 도움이 되도록 하는 방법이 있다. 이와 같은 시설은 단양군의 고수동굴에서 10여년전 부터 실시하고 있는데 그 성과는 매우 좋게 나타나고 있다.

동굴내 조명시설은 되도록 통로부근에만 국한시켜 시설하여 통로만을 밝혀주게 하고 천정이 낮아 머리에 부딪칠 만한 곳이나 경관이 좋아 관찰의 대상이 되는 지역은 이른바 스폿트라이트를 시간간격으로 조명하거나 원격조명을 하여 동굴내 생태환경 보존에 적절한 밝기인 조도 70~100Lux가 넘지 않도록 하여야 한다.

동굴환경의 복원을 위해서는 일정기간의 통로 이용이 끝난 다음에 일정기간의 안식기간을 설정하여 암흑세계의 원시상태로 방치하는 대책도 바람직한 방안의 하나라고 본다.

화암동굴에는 이무기의 모형을 한 양어장 시설이 설치되어 있는데 이는 양어목적으로는 적합한 방법이 아니라 동굴내 습도유지 대책으로서의 역할

때문이라고 볼 수 있다고 인정하는 바이다.

담양군의 고수동굴속에서 양어시설을 해놓고 근간 15년의 세월이 지났지만 물고기는 크게 성장하지 않고 있음을 볼때 역시 먹이문제와 조명관계와도 관련이 있음을 알 수 있다.

< 참 고 문 헌 >

- 남궁 준(1986), 한국의 주요 동굴동물의 모식산지의 보전문제, 한국동굴학회지 vol. 13, pp.49-67.
- 남궁 준(1987), 강원도의 자연동굴과 동물상, 강원도의 희귀자원 조사 보고서 (한국자연보전협회 강원지부), 제 4집, pp. 1-156.
- 남궁 준, 백남국(1979), 백룡동굴과 그 동물상, 천년기념물 제 260호 노동굴 종합학술보고서, p39-49.
- 이병훈(1978), 한국산 지하성 동물의 검토와 목록 II. 昆蟲類, 한국곤충학회지, 제8권, 2호.
- 홍시환(1978), 우리나라의 자연동굴, 금화사.
- 홍시환(1983), 한국의 석회동굴, 한국동굴학회.
- 홍시환(1988), 고수동굴의 환경보전 및 안전대책 조사.
- 홍시환(1989), 고수굴신동의 환경실태와 보전에 관한 연구조사.
- 홍시환(1990), 한국의 동굴대관, 삼주출판사
- 홍시환, 최무웅, 이금수, 김병우(1990), 천동동굴환경에 관한 연구 한국동굴학회지 Vol. 23, NO. 24. pp.1-41.
- 홍헌철, 김병우(1990), 노동굴의 환경실태에 관한 연구 한국동굴학회지 Vol. 23, NO. 24, pp. 73-106.