

# 洞屈探查와 安全管理

변태근\*·신대봉\*\*

## A Study on the Cave Survey and the Management of Security

Tae Gun Byun · Dae Bong Shin\*

**요약** : 중국동북지역에 위치해있는 본계수동굴(本溪水洞), 천용동굴(天龍洞), 환인망천동굴(桓仁望天洞) 등 3곳의 자연동굴과 주변 고유문화재를 탐사하기위하여 필요한 동굴탐사와 안전관리에 관한 사전지식 내용을 알아보고, 시설설비와 자연환경의 안전 측면에서, 그리고 관람객과 탐사대원의 안전에 최우선의 관점에서 상기한 동굴들의 관리환경과 보존실태 및 관광동굴로서의 안전관리 수칙과 요령들을 살펴본다.

**주요어** : 자연동굴, 고유문화재, 동굴탐사, 안전관리, 자연환경, 관리환경, 관광동굴

**Abstract** : There are lots of natural caves in northeastern area of China. In this paper emphasis on the securities of cave management and cave survey. And discussed about the securities of the tourist and the members of the survey team. Therefore, it is necessary to keep the items of the security management as a sightseeing caves and management environment and the situation of the conservation.

**key word** : natural cave, security, management, tourist

### I. 탐사활동과 안전관리

#### 1. 동굴탐사

동굴탐사는 수 만년동안 알려지지 않은 미지의 세계를[동굴 내외] 정확히 측정하고 기록하여 학술적 연구 동굴의 개발 등 여러 가지 목적이 있다 할 것이다 그러므로 최소한 탐사 항목에 대해서 알아보기로 하자.

##### 1) 탐사장비

1]탐험복[Caving suit], 2]조명장비[Lamp], 3]헬멧[Helmet], 4]안전벨트, 5]유마[Jammer], 6]하강기[Stop], 7] 도르레[Pulley], 8]카라비너[Snaplink carabinner, 9]사다리[Ladder], 10]자일[Seil],

11]TACKLE BAG, 12]볼트셋, 트[Boltset-해머, 스패너 앵커드라이버, Hex-wrench], 13]삽, 15]측량장비[핸드레벨, 확대경, 온도계, 나침반, 기압계, 경사계, 줄자, 습도계, 스케치 판, 기록지, 조도계, 카메라, 손전등, 녹음기]

##### 2) 탐사항목

1] 동굴의 위치 형성과정 및 형태 와 동굴주변의 형태와 지리 교통.

2] 2차 생성물의 형성과정.

3] 동굴생물에 대한 조사.[식물, 동물, 곤충, 이끼류]

4] 동굴의 생김새[길이, 깊이, 높이, 2차생성물의 형태와 위치, 동굴 생성의 원인]

5]동굴내부의 상황[습도, 온도, 지하수의 상태]

\* 한국동굴학회 부회장

\*\* 부회장 겸 경기지회장

## 2. 안전관리

### 1) 시설설비의 안전

일반설비[동굴관광지대, 동굴입구설비, 동굴 출구설비, 휴식시설[내외 부], 비상연락시설, 긴급의료시설 및 수송, 긴급대피대책, 음료수시설, 저장시설, 오물폐기시설, 안내방송시설, 각종시설의 보수유지.

조명설비[조명자료, 조명등설치위치, 조명도[Lux], 조명각도, 조명 색, 조명범위, 조명 기구의 배치거리 조명등의 수, 그림자형성유무, 설치견고성, 배선배관의 처리상태, 전선의 접속처리상태, 비상전등 및 전원상태, 배전반의 위치 와 설치상태, 눈부심[휘도] 발생유무, 통로조명의 위치와 설치상태,

통행시설[통로바닥, 통로 넓이, 통로 높이, 통로 상태, 계단통로 상태, 통로시설 재료, 통로시설의 강도 및 구조, 안전망 및 손잡이, 위험통로의 안전표식,

내부설비[쓰레기폐기 설비, 청소설비 및 관리, 환경측정설비 및 관리, 내부설명 판, 휴식 실 환경, 설비물의 안전도, 소화설비, 긴급대피 및 보호대책, 각종설비의 보수유지,

### 2) 자연환경과 안전

낙반, 붕괴, 침수, 산화, 공해[낙반의 위험도, 낙반위험 대책, 외부침수 가능성, 침수 시 대책, 부근의 산불 유입가능성, 동굴 입구출구 부근, 토양붕괴 위험성, 암반구조 안전성, 녹색공해, 흑색공해, 지진에 대한 대책.

경음, 진동, 악취,[관람 시 경음, 기기작동 시 경음, 경음 방음벽설치 필요성, 악취의 유무와 대책, 환기처리, 청소방법, 진동의 유무와 대책.

## 3. 인위적 파괴

파괴구분 [불법적 파괴(승인 없는 수리, 보수,

확장), 합법적 파괴(개발확장, 부착물시설에 의한 천연요소변형), 부주의에 의한 파괴(관리소홀, 무식행위방치), 고의적 파괴(수집, 규정 무시, 범죄적 파괴, 관리소홀), 초과사용(적정선초과), 인위적 파괴 예방, 통제 책, 통제 및 처리 결과.

## 4. 안전요원 및 교육

안전요원 [안전요원의 안내 및 요원 수, 안전요원 배치, 안전요원 활동, 안전요원 식별, 안전요원의 능력.

안전교육 [안전요원교육, 관람인 안전교육, 관람인 안전용구착용]

안전수칙 [안전관리규정 제정, 안전계시판 설치, 안전안내방송 활용, 정기적인 안전 측정 및 평가]

이상과 같이 관광동굴의 탐사와 안전관리에 대해서 위에 열거한 기준에 준해서 금번 조사한 동굴 3곳에 대한 현황을 알아보기로 하자.

## II. 현지 동굴조사

### 1. 본계시 수동동굴

#### 1) 시설설비의 안전

일반설비로서 동굴 입 출구 설비는 매우 잘되어 있으며 수동굴로 관람객이 동굴 입구에서 배를 타고 숙련된 운전자에 의하여 배에 앉아서 동굴을 약45분간에 걸쳐서 동굴을 관광하는 구조이다. 다만 동굴 상부로부터 내려와 있는 바위 등 뺏길에 관람객의 머리 부분이 충돌할 부분이 여러 군데 있었으나 말로 머리조심이라고 주위를 환기시키는 것이 전부였다. 이런 방법보다는 관람객의 안전을 위해서는 출발시 안전모를 착용토록 하는 것이 바람직하다 하겠다.

조명설비는 케이블을 사용하여 수중 등을 색갈별로 시설하였고 동굴 벽면은 투광기 등 조명

기구로 지형지물을 조명하였으며 조명의 색깔을 잘 이용하여 동굴의 특성을 부각시켜 조명의 장점을 잘 살린 시설이었다고 할 수 있다. 다만 조명기구와 케이블의 연결부위 처리가 테이프로 처리된 것은 습기가 많고 감전의 우려가 있다고 할 수 있다. 접속제[열수축튜브]를 사용함이 요망된다.

통행시설은 배를 이용하여 관람함으로써 문제가 없다고 할 것이다. 내부설비역시 배를 이용하고 개인행동을 할 수 없는 관람구조이므로 필요한 것은 구간별로 안내판 설치가 필요하다 하겠다.

## 2) 자연환경과 안전

낙반의위험이 있는 곳이 여러 군데 있으나 정밀조사가 필요하며 관광객의 안전에 낙반 붕괴에 대한 사전조치가 이루어져야 하겠다. 조명등주위에 조명으로부터 나오는 열과 빛에 의한 녹색공해가 우려된다 역시 정밀 조사가 이루어져 각종조사결과에 따른 대책이 필요하다 .

경음이나 진동 악취 는 수동굴의 특성 때문에 별로 해당사항은 없다고 할 수 있으며 배의 동력은 전기 Battery를 사용하고 있기 때문에 배가 전복 시 감전의 위험이 있으며 이에 대한 대책이 필요하다.

## 3) 인위적 파괴

인위적 파괴나 합법적 파괴는 2차생성물의 손상이 약간 있었으나 심각한 것은 아니므로 향후 관리 만 철저히 한다면 문제가 없는 것으로 판단된다.

## 4) 안전요원 및 교육

안전요원이 관람객에 대한 안전교육은 전혀 없었다. 배에 승선할시 배가 움직이고 배를 단단

히 고정시키고 차례대로 승선해야함에도 안전요원의 역할이 제대로 이루어지지 않아 관람객이 배에 오르려는 순간 배가 기우뚱하며 관람객의 발이 물에 빠지는 일이 있었다. 다행히 큰 상치는 없었으나 안전요원의 배치와 질서유지로 인한 안전사고에 대비함은 필수이며 이러한 일의 재발방지가 이루어지는 것은 당연하다 하겠다.

상기에 열거했듯이 안전요원의 교육, 배치, 질서유지, 관람 전 관람객이 지켜야할 안전 교육이 필히 이루어 져야하고 동굴 내부에 위험 표지판 안전계시판설치 관람인 안전용구 착용 등 동굴의 안전관리에 자체적으로 안전수칙을 정하여 철저한 안전관리가 이루어져 안전사고 없는 안전한 관광동굴 관람이 되어야한다.

## 2. 본계시 천용동굴

### 1) 시설설비안전

동굴입구와 출구가 별도로 된 구조이며 입출구 설비는 비좁으나 동굴의 특성을 잘 살린 시설이라 하겠다. 비상 연락 시설이나 오폐기물 시설이 없어 담배꽂초가 눈에 자주 띄고, 쓰레기도 버려져 있는 것이 발견되었다. 방송시설은 없으나 안내원이 핸드 마이크로 동굴의 역사, 전설, 지형지물에 대한설명 등 그런대로 관람객을 위한 배려가 엿보였다.

조명설비는 조명설비라기 보다는 전선을 바닥에 늘어뜨리고 통로 옆에 소켓에 전구만 끼워 놓은 것을 돌로 가려놓은 것으로 조명기구는 볼 수 없고 동굴 천정에는 전선을 천정에 늘어뜨리고 전구만 소켓에 끼운 것으로 어떻게 관광동굴의 전기시설이 이럴 수 있나하는 생각이 들 수 있는 시설로서 전기기술자로서 중국이라는 나라에 대해서 다시 생각하는 계기가 되었다. 전선과 소켓과 접속점도 문제이고 전선도 바닥에 늘어 놓아 관람객이 통행 시 밟고 지나다니는 과정에



사진 1. 전선을 넣어놓은 상태이며 socket 에 전구만 끼워 놓아 관람객의보행에 지장을 주고 이로 인한 전선의 손상으로 감전사고 우려(천용동굴)



사진3. 관람객의 통로 중 경사면에 설치한 가드레일인데 녹이 슬고 위 구조물이 부실하여 관람객이 밀집되면 추락의 위험이 있다.(천용동굴)



사진 2. 동굴에 시설되어있는 조명시설은 socket 에 전구를 끼운 상태이며 전구 보호 장치가 없어 매우 위험한 상태이다.(천용동굴)



사진4.통로에 전선을 늘어뜨리고 socket 에 전구를 끼우고 전구를 돌로 가려놓은 상태이며 전구의 파손 접지사고 또는 감전의 우려가 있다.(천용동굴)

서 감전사고가 아직 까지 몇 번이나 있었을까 하는 생각을 하며, 이렇고도 관람객을 유치하다니 참으로 어처구니가 없는 광경이었다.

통행설비 역시 통로는 너무 비좁고, 정신을 차리지 않으면 머리카락이 바위에 다칠 위험이 도사리고 있는 상태이다. 통행로주변에 설치

되어 있는 가드레일은 흔들거렸고, 철 파이프로 되어있으나 녹슬고 가늘어서 위험천만했다. 위험통로의 위험 표시도 없었으며 안내원이 머리 조심하라는 주위가 고작이었다.

내부설비로는 쓰레기폐기설비 청소설비가 갖추어져 있지 않았고, 내부 설명 판이 있으나 조

잡했으며 동굴내부에 담배꽂초 쓰레기 등이 자주 발견되었다.

## 2) 자연환경과 안전

동굴입구에 설치되어 있는 케이블(자재운반용)을 움직이는 전기시설도 규정에 맞지 않는 시설로서 각종 Switch 류 설치가 비가 올시 감전사고의 위험성이 있으며 시설의 개선이 필요하다.

진동이나 악취는 없었으며, 관람 시 기기동작에 따른 경음은 없었으며, 흑색공해나 녹색 공해도 별로 없는 것으로 나타났다. 이것은 조명시설의 미비로 바닥에 깔고 전구를 돌려 가린 결과라 하겠다.

## 3) 인위적 파괴

통로 확보로 인한 것은 몇 군데 보였고 2차생성물에 대한 손상이 여러 군데 나타났으나 동굴 개발 시 손상된 것으로 보이나 동굴마다 조금씩 나타나는 현상이라 할 수 있다.

## 4) 안전요원 및 교육

관람객에 대한 안전교육은 없었으며 안전요원 배치도 보이지 않았다. 오후 늦은 시간에 동굴을 관람한 까닭인지 일반관람객은 없었으며, 중국의 동굴 관계자와 우리 측만 있어서 그런지 안내요원 1명만 보았고, 안내요원의 복장도 착용하지 않았다. 시간이 없어 동굴 안전 관리에 대한 질의 답변하는 기회도 갖지 못했다.

천용 동굴은 마을 사이를 지나 개천을 건너 비포장도로로 약 1.2km 정도에 위치해 있으며 홍수 시 차량 통행이 불가하고 동굴입구와 출구는 따로 있으나 경사가 심하여 관람객의 안전에 특히 유의해야한다.

## 3. 환인시 망천동 동굴

### 1) 시설설비 안전

동굴의 입출구는 별도로 되어있으며 설비는 매우 잘되어 있다고 할 수 있다. 동굴내부의 통로는 천룡동굴에 비하여 비교적 넓고 바닥은 시멘트를 많이 사용하였다는 것이 흠이라면 흠이라 할 수 있다. 상부에는 미로지역을 제외하고는 비교적 관람객의 편의와 안전에 신경을 썼다할 수 있다. 미로지역은 미로지역인 만큼 통로가 협소하고 아래와 상부에 신경을 쓰지 않으면, 미끄러지고 머리를 다칠 위험이도사리고 있다. 모든 동굴이 가지고 있는 사항이지만은 안전모와 안전화의 착용이 필히 이루어져야 하겠다. 조명설비는 조명의 색깔을 잘 이용하여 시설하였으나 지형지물[2차생성물]을 비추는 조명은 너무 밝고 열로 인한 녹색 공해가 상당부분 진행된 상태이며 흑색공해도 여러 곳에서 볼 수 있다. 그리고 분전반의 위치설정이 잘못되었으며 전선 전선관의 배열 배치가 관람객에 의하여 손상될 수 있는 위치로 시설되어있다. 전선과 조명기구의 연결부위도 전기테이프를 사용하고 습기가 많은 곳은 필히 열수축 튜브를 사용하여야하나 그렇지 않고 일반 테이프를 사용하는 것은 감전이나 누전의 원인이 되므로 이를 제거하고 전기테이프로 교체하여야 한다.

따라서 동굴관리자는 전기시설전문가로 하여금 시급한조치가 이루어져야한다.

### 2) 자연환경과 안전

낙반의 위험은상부에는 비교적 정리가 잘되어 있으며 통행로에 2차생성물인 종유석이 흘러내려 진흙위에 넓게 형성되어 큰 바위덩어리 같이 형성된 것을 동굴 개발 시 통로를 확보하기 위하여 아래 부분의 진흙을 너무 많이 제거한데 원인이 있으며 이는 받침대를 설치하거나 2차생

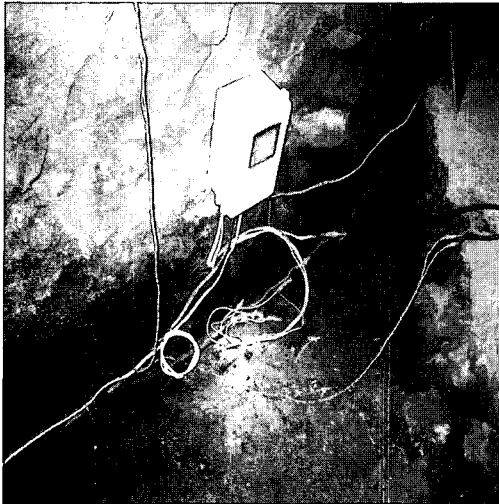


사진 5. 동굴내부에 설치해놓은 분전반 전선의 처리와 색상 그리고 위치선정이 잘못되었다. (망천동굴)

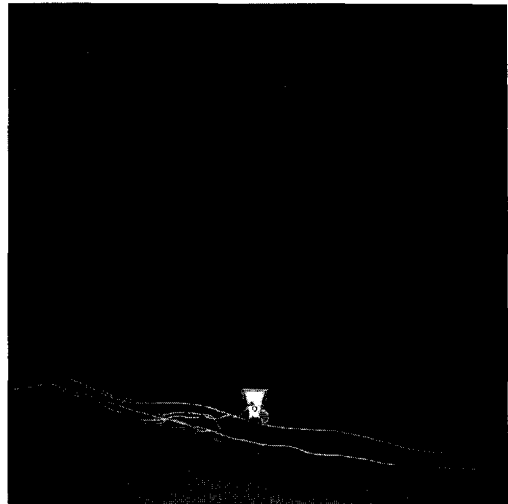


사진7. 통로에 늘어놓은 전선과 조명기구(망천동굴)



사진 6. 조명기구의 발열로 인한 녹색공해가 상당부분 진행된 상태(망천동굴)

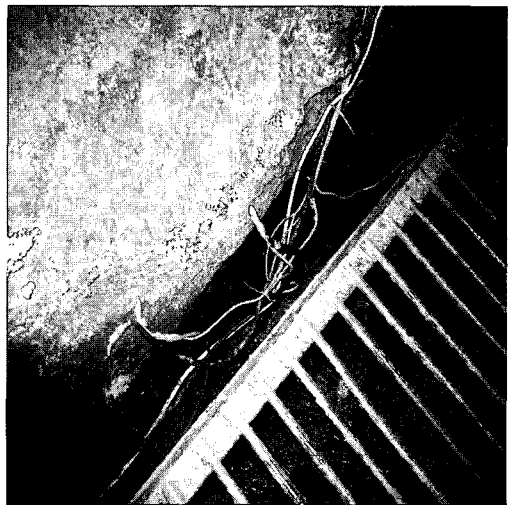


사진 8. 전기테이프를 사용하지 않고 일반 테이프를 사용한 곳(망천동굴)

성물을 제거하여 안전에 대비해야한다.

진동이나 악취 경음 은 별로 없으며, 출구 주변에 설치되어있는 무동력 케이블을 이용하여 관람객을 하산시키는 시설이 되어있으며 많은 사람이 이용하고 있으나 본인도 이 시설을 이용하여 하산하였으나 안전요원이 서두르지 말고 벨트의 조임 영덩이의 위치 등 모자착용 시 턱 끈을 단단히 매고 출발시키는 등 세심한 주의가

요망된다. 본인은 모자를 떨어트리는 일이 있었다. 유격훈련을 철저히 받은 본인도 아찔했는데 여성 노약자 어린 아이의 사용은 금지하여야 한다.

### 3) 인위적 파괴

인위적 파괴나 합법적 파괴는 2차생성물의 파괴가 약간은 있었으나 심각하지는 않았으며 앞으로 관리를 철저히 하여야 한다.

#### 4) 안전요원 및 교육

안전요원은 몇 명 있었으나 요원들이 관람객에 대한 관람 전 안전교육은 없었으며 안전 장비도 전혀 없었다. 동굴내부에 안전표시판이라든지 위험표시판도 없었으며 안전요원을 식별할 수 있는 복장도 착용하지 않았다. 동굴내부에 배치되어 있는 안전요원은 손전등을 꼭 지참하고 정전에 대비한 관람객의 안전대피에 필요한 조치를 할 수 있는 교육과 훈련이 필요하다 하겠다. 한국에서는 보기 힘든 동굴의 웅장함 2차 생성물 동굴로서는 지금까지 본인이 보지 못했던 동굴이다. 향후 홍보가 잘되고 시간이 흐르면 고구려 유적지와 접해있는 위치이므로 많은 관광객 특히 한국인의 동굴 관광이 예상된다. 안전관리 수칙을 제정 조직적인 안전요원의 교육과 훈련을 통하여 관람객의 안전에 최선을 다 해야 한다.

### Ⅲ. 결 론

동북아시아의 대륙 중국 요녕성에 위치한 本溪水洞, 天龍洞, 桓仁望天洞 등 동굴 세 곳과 주변 고유 문화제를 탐사하였다. 현지사정과 사전준비 관계로 탐사장비도 제대로 갖추지 못하여 솔직히 동굴을 관람한 수준에서 그쳤다 할 수 있다.

하지만, 자연환경과 안전 측면에서 탐사보고서를 쓰기 전에 탐사활동을 통해서 살펴 본 동굴의 탐사장비 및 안전관리에 대한 내용을 기준으로 동굴을 사랑하고 동굴과 함께 살며 즐기는 동굴애호가, 동굴매니어가 되어야 하겠으며, 특히 동굴 소유자나 관리자의 자세와 책임은 첫째도 안전, 둘째도 안전이라는 명제 하에 관람객의 안전에 최선의 만전을 기해야 하겠다.

정기적인 안전진단과 그에 따른 결과를 수용해야 하는 사회적, 법적 제도가 하루속히 마련되어야 할 것이다.