

# 천동동굴의 동굴환경에 관한 연구

홍시환 · 최무웅 · 이금수 · 김병우

## I. 서 론

천동동굴은 1977년 12월에 충청북도 지방문화재 제 19호로 지정을 받고있는 석회동굴이다.

이 동굴은 그후 1978년 10월부터 관광동굴로 공개하기에 이르렀으며 오늘날까지 석회동굴의 동굴실험실로 그 학술적 가치를 널리 평가 받고 있는 실정이다.

사실상 오늘날 우리나라에는 외국에 비해 그 자연동굴의 수요는 많이 갖고 있으나 그 반면에 천연기념물이나 지방기념물로서의 지정을 받고 있는 동굴의 수요는 매우 적어서 겨우 20여개소밖에 안되고 있다.

그나마 지정을 받은 동굴의 수준 즉 가치기준도 일정하지 않으며 그 지정의 학술적 근거도 매우 미약한 것으로 학술적인 고증이 없이 그대로 지정되었거나 또는 유기된채 훌륭한 동굴이 그대로 지정되었거나 또는 유기된 채 훌륭한 동굴이 그대로 자연 및 인공적인 훼손을 받아오고 있어 학계의 관심이 매우 집중되고 있는 실정이다.

따라서 뒤늦게나마 동굴의 현황을 지금의 현상태를 기준으로 전분야에 걸쳐 조사하여 그 가치에 따른 평가조정을 재확인하여야 하겠다.

본 조사는 이와같은 현실을 감안하여 천동동굴과 그 주변에 관한 학술적인 조사를 실시하고 이 근거에 기준한 앞으로의 평가기준으로 삼고자 하는 바이다.

## II. 천동굴의 역사적 배경

### 1. 개발의 역사

천동동굴은 1976년 12월에 지역주민들에 의하여 발견되어 동굴학계에 관심의 대상이 되어오다 그러나 이 동굴을 개발하기 위해서는 원래의 동굴입구가 매우 협소하여 관광동굴로 일반인에게 개방하기가 어려워 동굴입구 반대편에 굴착공사를 하여 새로운 동굴출입구를 만들고 동굴내부 시설을 완료하고 1978년 10월에 일반인에게 동굴을 공개하게 되었다.

마침내 학회의 양대식 이사가 개발하기에 이르렀으며 1977년 2월에 학회 홍시환 조사단장을 중심으로 개발조사를 실시한 결과 동굴실험실로 가치있음을 판단하고 학회 서무송 부회장이 동굴의 개발사업에 참여하여 공개동굴로 공개하기에 이르렀다. 이때에 일본의 카시마 나루히코박사, 오호따 마사미찌 박사 등이 참여하였는바 드디어 1977년 12월 7일자로 충청북도 지방문화재 제 19호로 지정받았다.

### 2. 개발의 시대적 배경

천동동굴은 충청북도 단양군 대강면의 동굴지대에 분포한 동굴들 중 하나로서 고수동굴이 관광동굴로 각광을 받아 주변의 다른 동굴의 개발의 필요성이 증가되고 있었을때 이 동굴의 발견은 매우 중요시 되었다. 더욱이 천동굴을 조사하고 나서는 다른 석회동굴에서는 찾아볼수 없는 이차 생성물인 꽃쟁반은 학계에 비상한 관심의 대상이

되었다. 또한 동굴내부의 각종 지형지물들은 그것을 피복한 석회암질의 순도가 매우 높아 우리나라 동굴들중에서 가장 아름다운 동굴이라고 할수있다.

따라서 천동동굴은 그야말로 “동굴의 표본실”이라 불리울만큼 보전의 가치뿐만 아니라 개발의 필요성이 증가되었다. 이것은 근래에 들어 국민들의 소득증대와 여가시간의 확대에 따라 건전한 관광문화의 필요성과 함께 국민종합관광단지와 더불어 가족단위의 관광객을 위한 건전한 관광문화를 위한 관광동굴로 개발하기 시작하여 현재는 소백산 국립관광단지와 함께 종합관광단지를 이루게 되었다.

## 1 ..소백산맥과 천동굴

○ 소백산맥은 우리나라 남부 태백산맥에서 갈려 남서쪽으로 뻗는 산맥이며 이 산맥을 가로넘는 경부선 철도의 추풍령은 유명하다. 대체로 1420개의 소백산이 주봉을 이루고 있으나 분기점인 지리산은 1915 m에 달하고 있다.

○ 단양군 대강면 천동리에 자리잡고 있는 천동동굴은 그 주변에 소백산맥이 위치하여 동굴의 입구도 고수동굴이나 노동동굴에 비하여 다소 높은데 위치하고 있다.

천동동굴은 소백산맥의 줄기의 하나인 국망봉과 8 km, 비로봉과 4.5 km, 연화봉과는 4.3 km 떨어져 있다.

천동동굴은 주변의 소백산맥의 경치와 어울리는 동굴입구에 인공적인 폭포를 만들어 이곳을 찾는 동굴관광객에게 멋진 경관을 제공함으로써 보다 많은 관광객을 유치하고 있다.

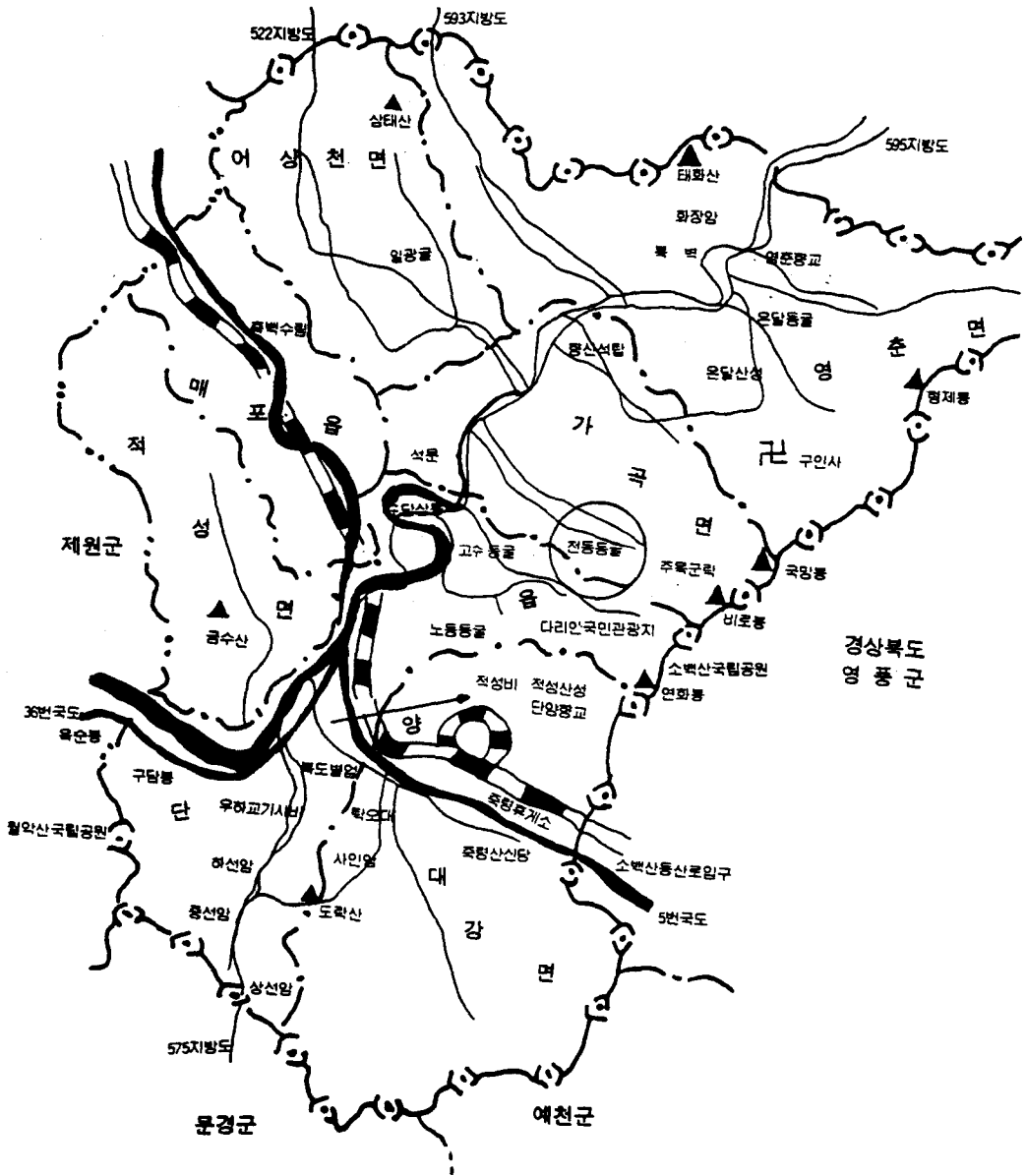
## 2 .소백산 국립공원과 천동굴

앞에서 언급한 소백산맥은 산들이 아름답고 계곡의 물이 맑아 많은 등산객이 찾는 지역으로 우리나라 10대 국립공원중의 하나이다.

우리나라 대부분의 동굴관광은 지금까지 단지 신비한 동굴만을 관람하는 단일목적으로 하는 것에 비하여 이곳의 소백산 국립공원을 배경으로 하는 천동동굴은 동굴관람은 물론 주변에서 가까운 곳에 위치하는 다리안 폭포에서 휴식을 취할수 있어 종합적인 관광을 유도하고 있다.

특히 주변의 국민종합관광단지는 앞으로의 우리나라 국민들의 건전한 관광문화를 위하여 가족단위 관광객을 위한 공간도 마련되어 있다.

충청북도 단양관광 안내



### 3. 충주호와 천동굴

충주호는 충주댐의 건설로 인하여 내륙에 생긴 대규모의 호수로서 그 유역면적은  $6,648 \text{ km}^2$ 로 전국토의 7%에 가깝다. 이 충주댐은 주변지역의 농업용수, 공업용수를 공급하고 남한강의 홍수조절 및 전력공급의 목적으로 건설이 추진되었다.

이 댐은 1975년 12월부터 1977년 3월까지 건설에 대한 타당성 조사를 실시하고 1978년 1월 20일 OECF 차관협정을 체결하였으며 1978년 6월 진이로 공사를 착공하였다. 1978년 12월 26일 충청북도와 수물지구 보상업무를 위탁협약을 체결하였고 1978년 12월 26일 충청북도와 수물지구 보상업무를 위탁협약을 체결하였고 1979년 3월 29일 IBRD 차관협정을 체결하였다. 한편 1979년 11월 22일 건설부 고시 제 426호로 수물지구 하천예정지를 고시하였다.

1979년 3월부터 1980년 12월까지 보상물건에 대한 실태조사를 실시하였으며 1980년 1월 10일 본댐공사를 착공하였다. 동년 1월 20일에는 충주댐 건설사업 실시계획에 대하여 고시하였다.

1981년 8월 3일에는 수물지구내 보상물건에 대한 보상금 지불을 개시하였으며 1984년 11월 1일 본댐에 담수를 실시하여 1985년 10월 17일 충주댐의 준공식을 하게 되었다.

충주댐의 사업개요를 살펴보면 위치는 충주시 동북방 6km의 남한강이며 좌안은 충주시 종민동이고, 우안은 증원군 동량면 조동리이다. 규모는 유역면적이  $6,648 \text{ km}^2$ 이고 연평균 강수량은  $1,197 \text{ mm}$ , 댐마루 표고 EL 147.5 m, 높이 97.5 m, 체적 96만 7천  $\text{m}^3$ , 저수위 EL 110

m (면적  $85.6 \text{ km}^2$ ), 발전시설 용량 40 만kw (10 만kw  $\times$  4 기), 송전선로  $154 \text{ kw} \times 9 \text{ km}$ , 호수길이 68 km, 연평균유입량 44 억 8 천 2 백만  $\text{m}^3$ , 댐형식 콘크리트 중력식, 댐길이 464 m, 만수위 EL 138 m ~ 141 m (면적  $97 \text{ km}^2$ ), 저수지용량 27 억 5 천만  $\text{m}^3$  (27 억 5 천만 T), 조정지 용량 8 백만  $\text{m}^3$  dlek

수물보상 구역은 1 개시, 3 개군, 13 개면, 101 리이다. 사업기간은 1978 년 6 월부터 1985 년 4 월까지이며 총사업비는 5 천 4 백 74 억 2 천 8 백만원이다.

충주댐의 건설로 인한 사업효과는 용수공급이 연간 33 억 8 천만  $\text{m}^3$  이고 발전용량은 연간 8 억 4 천 4 백만kw/h (국내수력발전 용량의 33.9 %)이며 홍수조절용량은 6 억  $\text{m}^3$ 이다.

앞으로 충주댐은 홍수를 조절하고 중부지방에 필요한 생활용수와 공업용수를 공급하면서 충북의 관광 및 내수면 개발의 자원으로 큰구실을 하게 되었으며 거대한 호수주변에 있는 천혜명소인 단양팔경과 국립공원 설악산, 수안보 온천을 연결하는 내륙최대의 관광자원이 되고 있다.

따라서 충주댐 유역에 자리잡고 있는 단양의 대강면 일대의 동굴들은 이러한 좋은 관광자원을 배경으로 동굴관광뿐만 아니라 충주호의 유람선을 이용한 수상관광을 결합할수 있어 이 지역의 동굴들은 입지가 좋다고 할수 있으며 특히 천동동굴은 이러한 배경 관광자원과 아울러 소백산 국립공원도 배경으로 하기 때문에 최적의 입지를 가지고 있다고 할수 있다.

#### 4. 단양동굴지대에서의 천동굴

충청북도는 우리나라의 대표적인 석회동굴 분포지역으로서 고수동굴을 포함하여 노동동굴, 천동동굴 등의 관광개발된 동굴을 포함하여 아직 미개발된 동굴이 다수 분포하고 있다. 단양의 관광동굴들은 신단양을 거쳐 고수대교를 통과하여야 한다. 이 지역은 과거에 광산이 많이 분포하였으나 동굴들이 발견되어 관광동굴로 개발되면서부터 광산들은 문을 닫게 되었고 주민들의 생활은 동굴관광객을 상대로 하는 상업이 중심이 되었다.

고수동굴이 처음으로 개발되고 전국의 많은 동굴관광객이 모여들어 동굴의 오염을 방지하고 동굴의 보전을 위해서 새로운 동굴의 개발이 필요하였으나 천동동굴의 발견과 개발은 이 지역 전체 동굴환경의 보전에 크게 기여하고 있다.

특히, 천동동굴은 동굴내부의 이차생성물들은 다른 석회동굴에서는 보지드문 지형지물이 많아서 동굴학 및 지질학 등 지구과학의 학습장으로도 매우 좋은 자연표본실이기도 하다.



## 5. 주변의 기후 특성

천동굴의 배후지가 되고 있는 이 단양지역은 이른바 내륙산간오지에 위치하고 있는 지리적 위치 때문에 매우 현저한 대륙성기후를 나타내고 있는 것이 특징이다.

특히 동쪽은 고준한 태백산맥이 남쪽으로 막고 있고 남쪽은 동서방향으로 소백산맥이 차단하고 있어서 내륙적 기후 특성을 나타내고 있다.

따라서 일교차가 크다. 연 강수량 1200㎜ 연평균 기온은 13℃로 일반적인 대륙성기후 현상에 준하고 있다.

## V. 천동굴의 동굴 현황

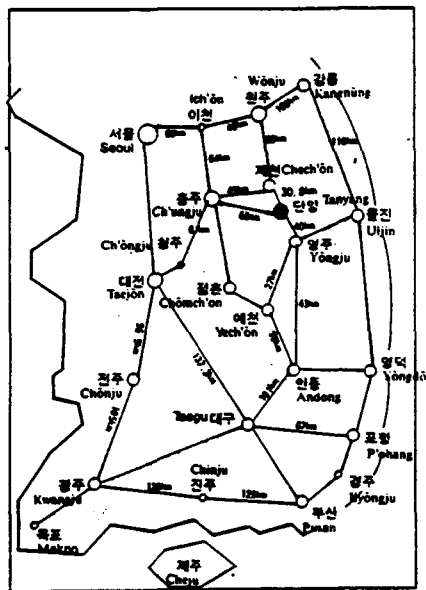
### 1. 천동굴의 위치

천연동굴은 우리나라 중부내륙에 해당하는 태백산지 서측사면 즉 소백산맥의 주변에 위치하는 석회동굴이다. 이 천연동굴은 행정상으로는 충청북도 단양군 대강면 천동리에 위치하며, 수리적 위치는 북위 36° 58', 동경 128° 25'의 지점에 있다.

그리고 자연적 위치는 소백산맥의 국망봉과 8 km, 비로봉과 4.5 km, 연화봉의 북서쪽 4.5 km 지점에 있으며 신단양과는 5 km, 고수동굴과는 동남방 4 km 떨어진 지점에 있다. 남한강 지류의 하나로 고수동굴 앞까지 흐르는 금곡천의 상류에 위치한다.

천동동굴의 입구는 해발고도 60 m 지점에 위치하여 동굴을 관람하기 위해서는 약간의 산 기슭을 올라가야 한다.

천 동 굴 의 위 치

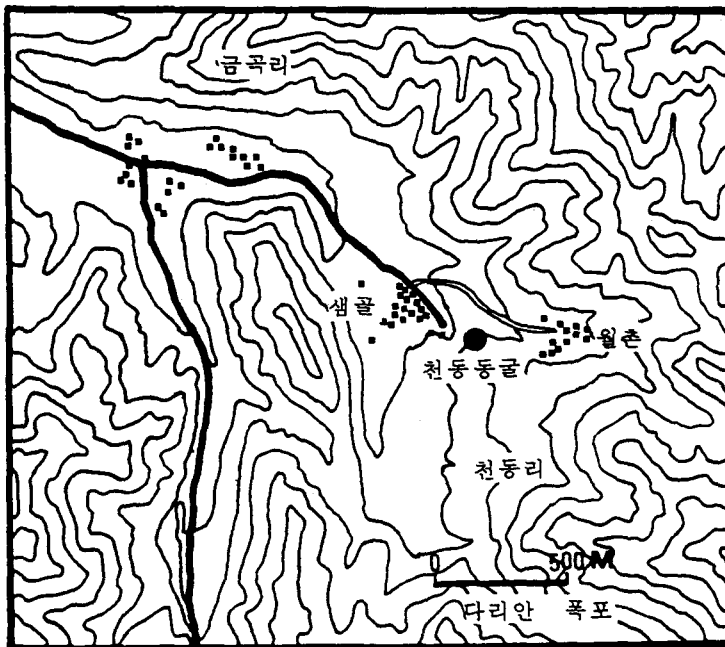


## 2. 천동굴의 지형

앞서 설명한 바와같이 천동굴은 소백산맥이 서남쪽으로 뻗고 있는 서북사면 기슭에 자리잡고 있기 때문에 산지의 경사면에 하각작용으로 침식사박하고 있는 계곡사면의 지형을 이룬다.

따라서 산지사면이므로 이 동굴 바로 밑을 가로지르고 있는 금곡천 상류는 윗쪽에 있는 다리안 폭포의 물을 이어 받으면서 이른바 장년기 계곡의 지형을 이루고 있다.

물론 천동굴지역은 지표면의 싱크홀 즉 흡인구를 통하여 땅속에 스며든 지하수동이므로 동굴표면은 경사면의 기복지형을 이루고 있을 뿐이다.



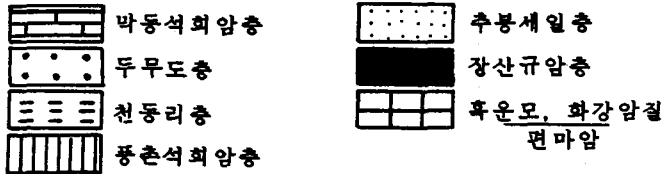
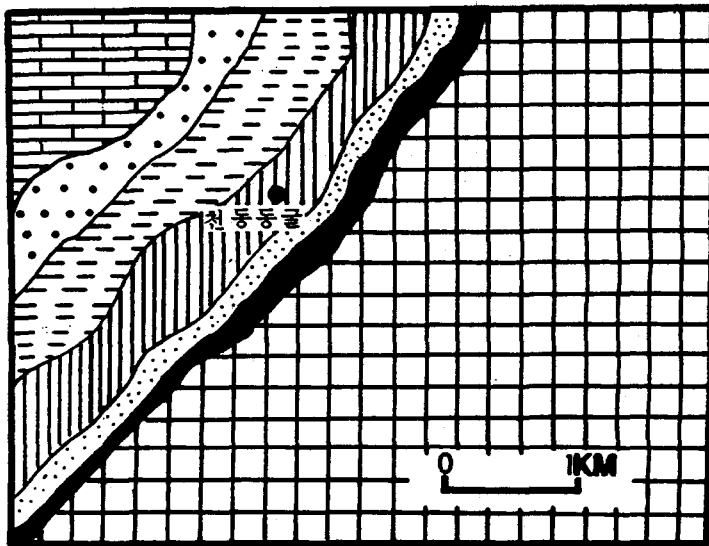
〈 그림 〉 천동동굴 부근의 지형

### 3. 천동굴의 지질

석회동굴은 석회암지대에서 발달한 동굴을 가리킨다. 여때까지 종유  
굴이라고도 하였으나 최근에는 석회동굴로 불리운다.

우리나라 석회암의 대부분은 고생대의 오르도시비시기에 해당되는 지  
질시대에 해저에서 퇴적된 것으로 이와같은 석회암층에서 석회동굴들  
이 생성된 것이다.

즉 천동굴도 이와같이 지질계통상 고생대의 조선계 대석회암통에 속  
하는 풍촌석회암층에 배태되어 있으며 이 암층의 지질년대는 약 4~  
5억년전에 이루어진 지층으로 계속되고 있다.



<천동동굴 지질도>

#### 4 . 천동굴의 생성과정

##### (1) 개 요

일반 석회동굴의 형성과정을 본다면 일단 지하수류가 흘러나아간 자리가 동굴이 되고 이 동굴의 공간이 점차 확대되어 가면서 동굴은 확대된다.

이와같이 천동굴도 일단은 지층의 구조선 따라 스며든 지하수가 이 구조선과 구열을 따라 점차 지층의 공간이 확대되면서 한편 지하수가 흘러나아가지 않고 오랜동안 동굴공간내에 체수된채 기나긴 세월을 거쳤기 때문에 특수한 지형지물의 발달을 보게 된 것이다.

##### (2) 천동굴의 형성과정

먼저 지표면에 내려진 빗물의 일부가 땅속에 스며들어 지하수류를 이루면서 지층을 깎으면서 그 공간을 확대시켰다. 그리고 이와같은 작용을 하면서 한편 부분적이거나 낙반이나 공동의 측방침식확대 작용이 이루어져서 오늘의 천동굴의 대광장을 이루었다고 보겠다.

더구나 지금의 천동굴 밀림의 숲을 이루고 또한 꽃쟁반이 발달성장하고 있는 지역에서는 오랜동안 물이 고인 채 빠져 나가지 않고 포화수대에 있었기 때문에 이와같은 부유칼싸이트 분말들이 수면 위에서 꽃쟁반을 이루었으며 또한 수면 밑으로 뚫어내린 종유석 끝머리에서는 수압에 못이겨 그대로 등글어 있는 동굴산호를 수면이하에 발달시켰다.

## 5. 천동굴의 지형과 지물

### (1) 개 요

천연동굴은 앞에서 언급한 바와같이 이차생성물들이 다른 석회암동굴에서는 보기 어려운 많은 지형지물을 보유하고 있어 동굴의 표본실로 중요한 역할을 하고 있다. 이와같은 천동동굴의 내부 지형지물을 각 구역으로 나누어서 알아보면 다음과 같다.

제 1 지역은 동굴입구에서 부터 협곡지대를 통과하여 광장으로 올라가기 위한 계단 시설물이 있는 곳 까지로 이 지역은 과거 원래의 동굴 입구가 협소하여 관광동굴로 개발하기 위하여 지금의 입구를 굴착하였기 때문에 협곡지역에 이르기 전까지는 이차생성물이 전혀 발견되고 있지 않다. 이 지역을 지나 협곡지대에 들어서면, 동굴벽면에 소규모의 유석이 발견되고 있으며 이 유석 위에 석순이 있으며 광장으로 올라가는 부분에는 바닥면에는 소규모의 석회화 단구가 천정면에는 동굴산호가 발견되고 있으나 특이한 것은 아니라고 생각된다.

다음은 제 2 지역은 과거의 동굴입구 부근에서 광장에 이르는 지역으로 이 지역의 가장 대표적인 이차생성물은 남의 기둥(석주: 높이 2.6 m 직경 0.2 m)으로 이 석주의 생성과정은 천정에서 매달리는 물방울이 종유석을 만들고 이들중 일부가 떨어져서 동굴바닥에 석순을 발달시키고 있는데 이들 종유석과 석순의 발달이 계속되어 서로 연결되어 이루어 진다. 따라서 이 석주는 처음에는 종유석의 끝머리의 가느다란 부분이 석순의 등그스레한 굵은 꼭대기 부분과 연결되는데 이 연결부분은 나중에 계속 흘러내리는 지하수의 물방울에 의하여 종유석의 표면에 흘러내려 점차 굵은 석주(Column)로 된다.

그리고 또한 이 지역은 석순의 발달을 볼 수 있는데 이는 천동동굴이 전체적으로 종유관과 종유석이 많은 것에 비하여 특징적이라고 할수 있으며 이것은 이 지역이 천동굴의 다른 지역에 비해 먼저 생성된 것으로 추정된다.

제 3 지역은 제 2 지역을 통과하여 돌아나가는 부분으로 이 지역 이차생성물의 특징은 종유관과 종유석을 중심으로 하여 약간의 석순도 있다. 종유관(straw)은 동굴 천정면에서 내려 뺨은 투명체의 빨대 모양의 좁고 긴 관상의 생성물로 직경 1~5 mm 정도의 관모양으로 침적된 방해석으로 그 관의 두께는 약 0.1~0.5 mm에 달한다. 그 생성과정은 동굴의 천정에 침출된 지하수의 물방울이 천정에 부착되고 있을때 그 표면에는 이산화탄소가 발산되고 미세한 방해석의 결정은 물방울의 크기로 반지 모양으로 둥글게 천정면에 매달린다. 이와같은 과정이 계속되어 형성되는데 길이는 보통 20 cm 내외가 많은데 종유관이 많은 동굴은 지금도 성장하고 있는 것으로 생각된다. 따라서 천동동굴은 다른 석회동굴에 비하여 아직도 계속 성장하고 있다고 할수 있으며 특히 밀림지대, 장글지대, 생존경쟁 등의 이 지역은 보호망의 설치로 인하여 타지역이나 다른 개발동굴에 비하여 보존이 잘 되고 있으며 계속 성장하고 있는 지역이라 할수 있어 앞으로도 계속해서 천동동굴의 보호지역으로 지정하여야 할 것이다.

제 4 지역은 천동동굴에 있어서 가장 중요하다고 볼수 있는 광장부분으로 전체적으로 원형에 가까우며 제 5 지구에서 보면 경사를 이루고 있으며 이 지역의 중요한 지형지물은 동굴산호와 천정의 종유관군을 비롯하여 천동굴의 상징이라 불리우는 종유폭포(높이 5.0 m, 직

경 3.5 m)가 있는데 출구로 가는 지점에서 천정을 바라보면 동굴의 신비를 느끼게 된다. 이 지역의 종유관들은 지표의 석회암 성분이 순도가 높아 백색을 띠고 있는 것이 특징이다.

제 5 지역은 광장에서 박장에 이르는 곳으로 이곳이 천동굴에 있어서는 이차생성물들의 보고라고 할수 있는데 종유석, 석순, 석주, 유석 등이 있으며 특히 이 지역은 커어틴형 종유석과 베이컨이 다수 있으며 우리나라 석회동굴 중에서 오직 이곳에서만 볼수 있는 꽃쟁반이나 수면 밑의 동굴산호가 존재한다.

커어틴형 종유석은 종유석이 복합적으로 자라나다 주변의 종유석과 합쳐진 형태로 모양이 마치 커어틴과 흡사하여 붙여진 것이다. 또한 베이컨은 그 모양이 고기를 얇게 썰어 놓은 것과 비슷하다.

꽃쟁반은 고요한 수면위에 떠있던 부유 칼싸이트와 석회질 용해물질이 그대로 수면위에서 굳어져 이루어진 꽃쟁반 모양의 퇴적물이며, 수면 밑의 동굴산호는 종유석의 수면 밑으로 계속 성장하였을때 수면 내부의 압력때문에 수면밑 종유석이 포도상 동굴산호로 발달한 것이다.

꽃쟁반은 몇년전 부터 누군가에 의해 시작되었는지는 모르는데 이곳에 동전을 던지고 자기의 소원을 빌고 있다.

박장 부근의 백설동자(석순)을 비롯한 많은 종유석과 석순들은 앞의 제 3 지역과 같이 출입을 통제시켜 보호하고 있으나 철망시설의 미비로 파손된 곳도 있으나 전체적으로는 양호하다고 할수 있다.

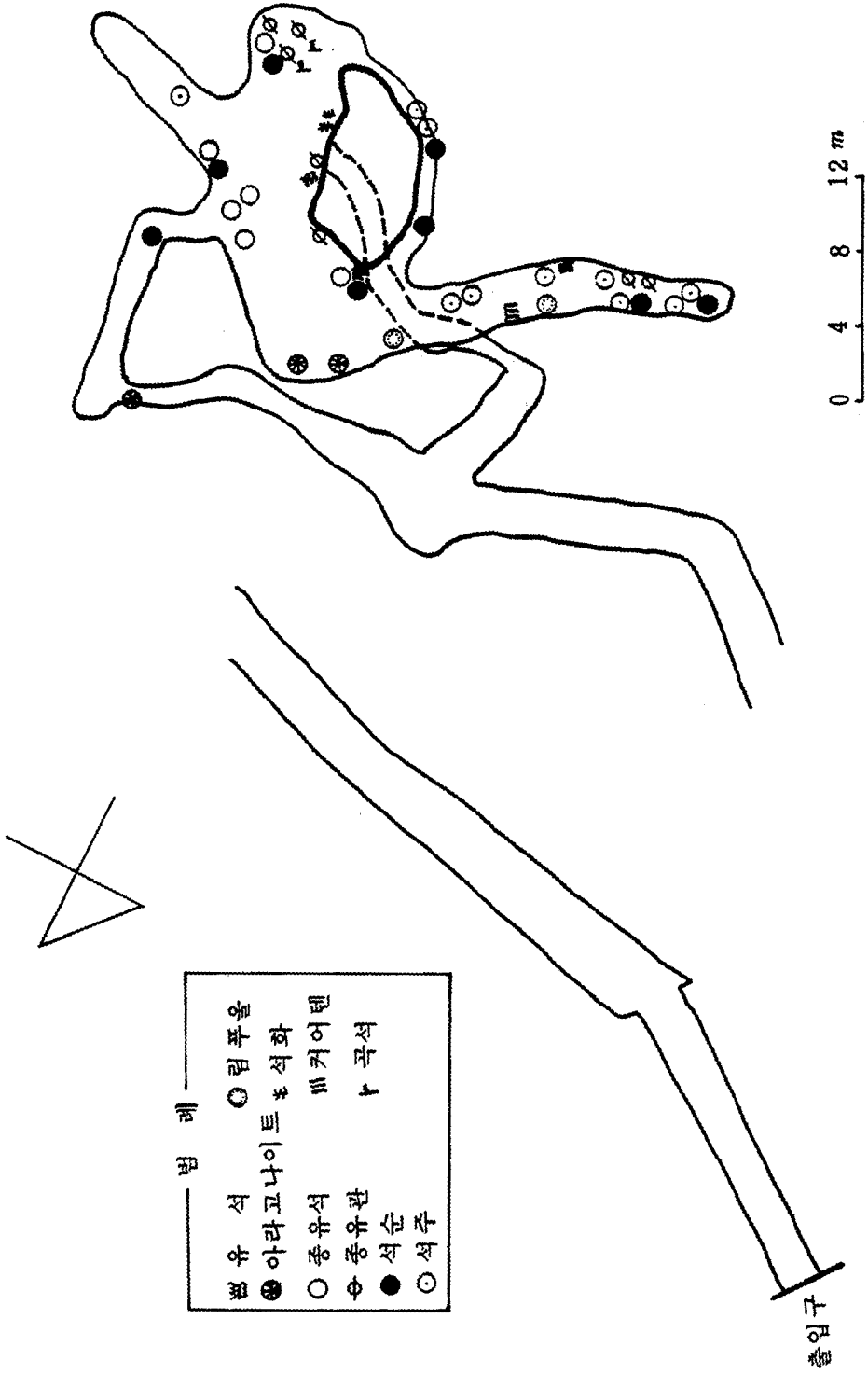
마지막으로 제 6 지역은 광장에서 동굴입구 쪽으로 돌아나가는 구역으로 이 지역의 지형지물은 석순과 캐비트를 제외하면 전무한 편이다.



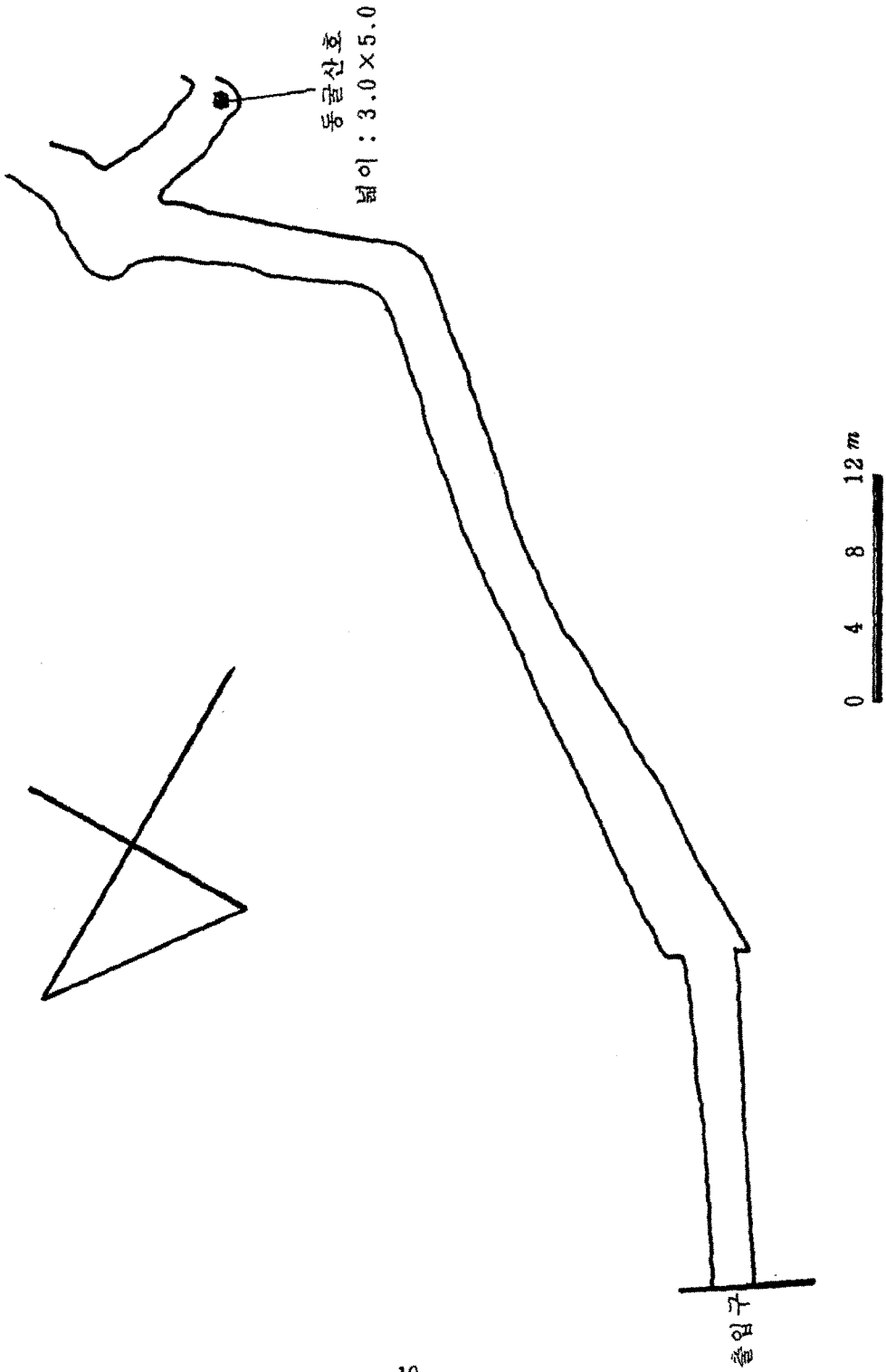
캐비트는 포화수대 속에서 생성된 용식 형태의 하나로 형태는 포켓과 같으나 절리에 따라 오목하게 파여진 것이다. 이 지역의 캐비트들도 출입구를 향하여 나가면서 경사를 따라 절리면이 형성되어 면을 따라 생성된 것이다.

이상과 같이 천동동굴의 각 지역의 지형지물에 대해서 알아보았는데 결과적으로는 고수동굴이나 노동동굴과 같이 웅장한 느낌을 주기 보다는 동굴의 신비로움을 느끼게 하며 동굴내부의 이차생성물의 보존 정도와 파손의 정도는 양호한 편으로 이 동굴은 학습표본장이라고 하여도 될 것이다.

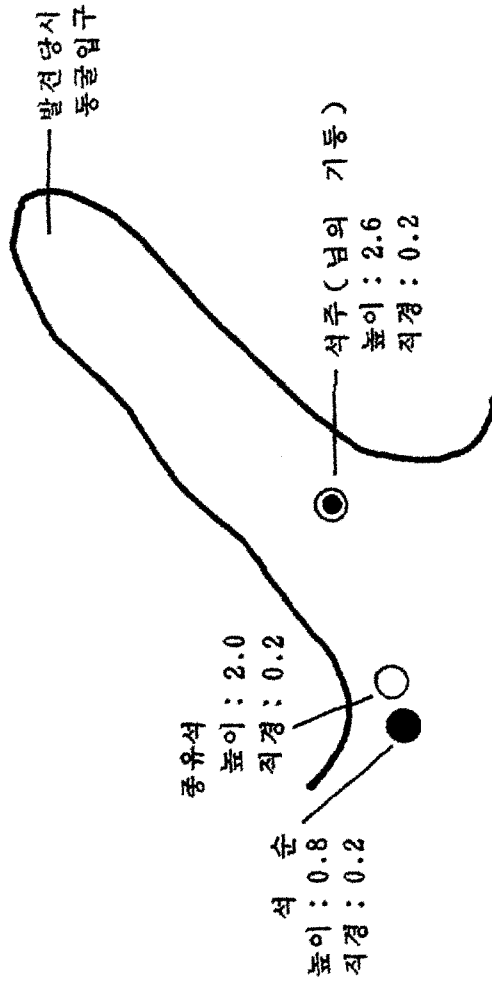
동굴의 지형지물분포도



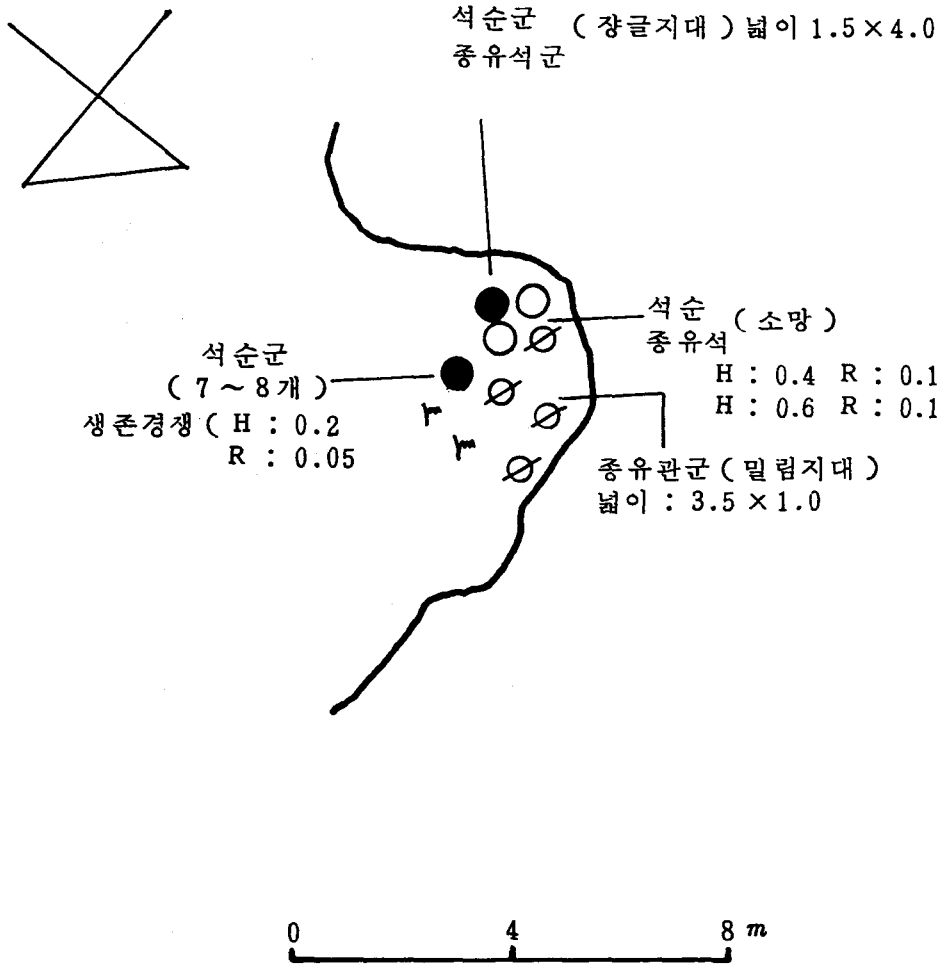
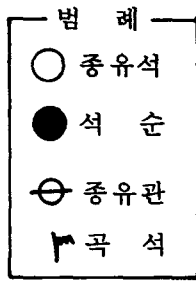
제 1 구역의 지형지물 분포도



제 2 구역의 지형지물 분포도

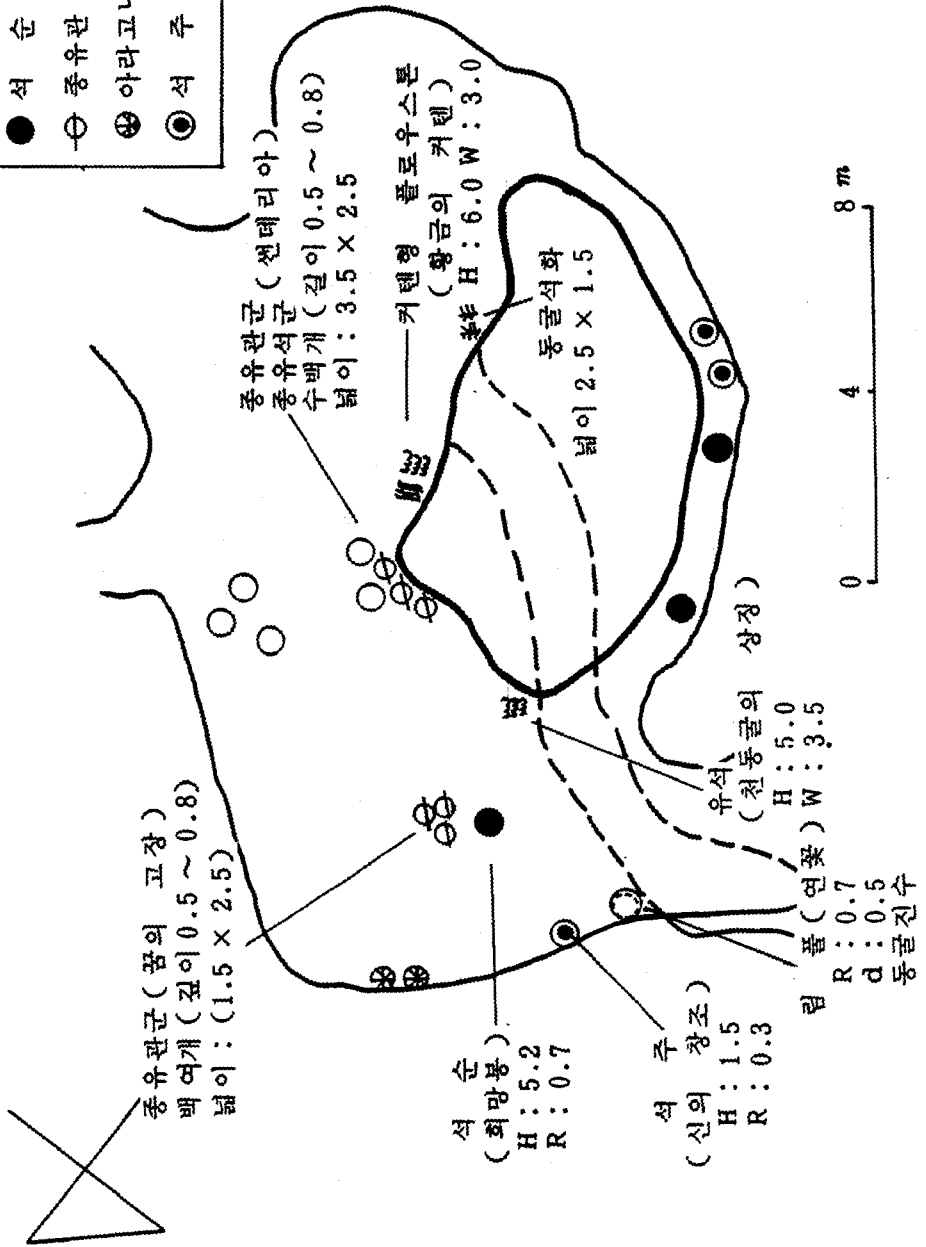


제 3 구역의 지형지물 분포도



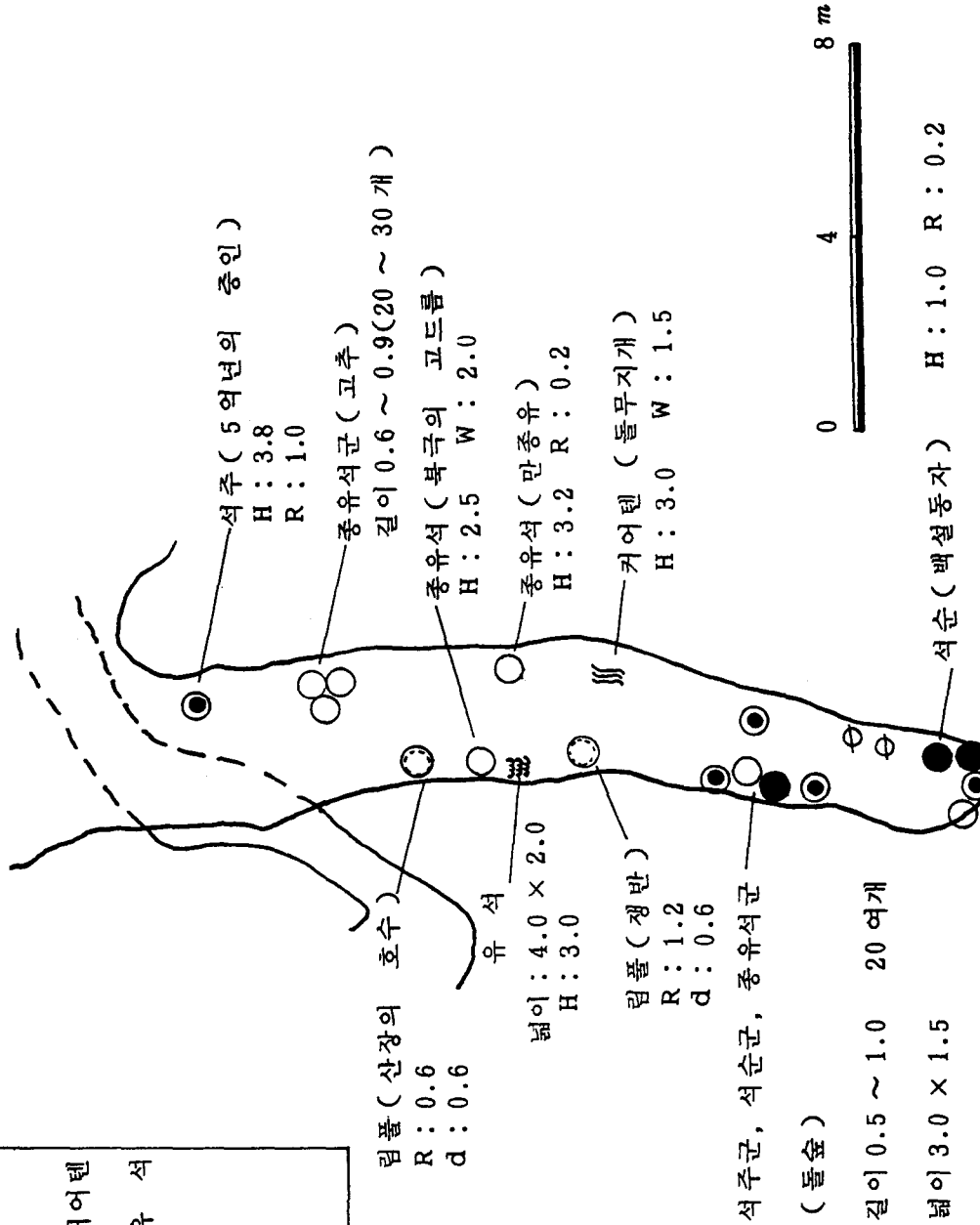
제 4 구역의 지형지물 분포도

법	레
○ 중유석	○ 립
● 석 순	⊖ 커어텐
⊖ 중유관	⊖ 유석화
⊖ 아라고나이트	⊖ 석화
⊖ 석 주	



제 5 지역의 지형지물 분포도

●	석주
●	순
○	종유석
⊗	종유관
⊙	림
	커어텐
▤	종유



석주 (5여년의 중인)  
H : 3.8  
R : 1.0

종유석군 (고추)  
길이 0.6 ~ 0.9 (20 ~ 30 개)

종유석 (북극의 고드름)  
H : 2.5 W : 2.0

종유석 (만종유)  
H : 3.2 R : 0.2

커어텐 (들무지개)  
H : 3.0 W : 1.5

림플 (산장의 호수)  
R : 0.6  
d : 0.6

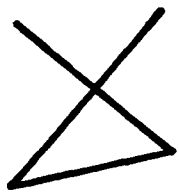
유석  
넓이 : 4.0 × 2.0  
H : 3.0

림플 (쟁반)  
R : 1.2  
d : 0.6

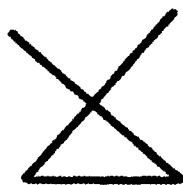
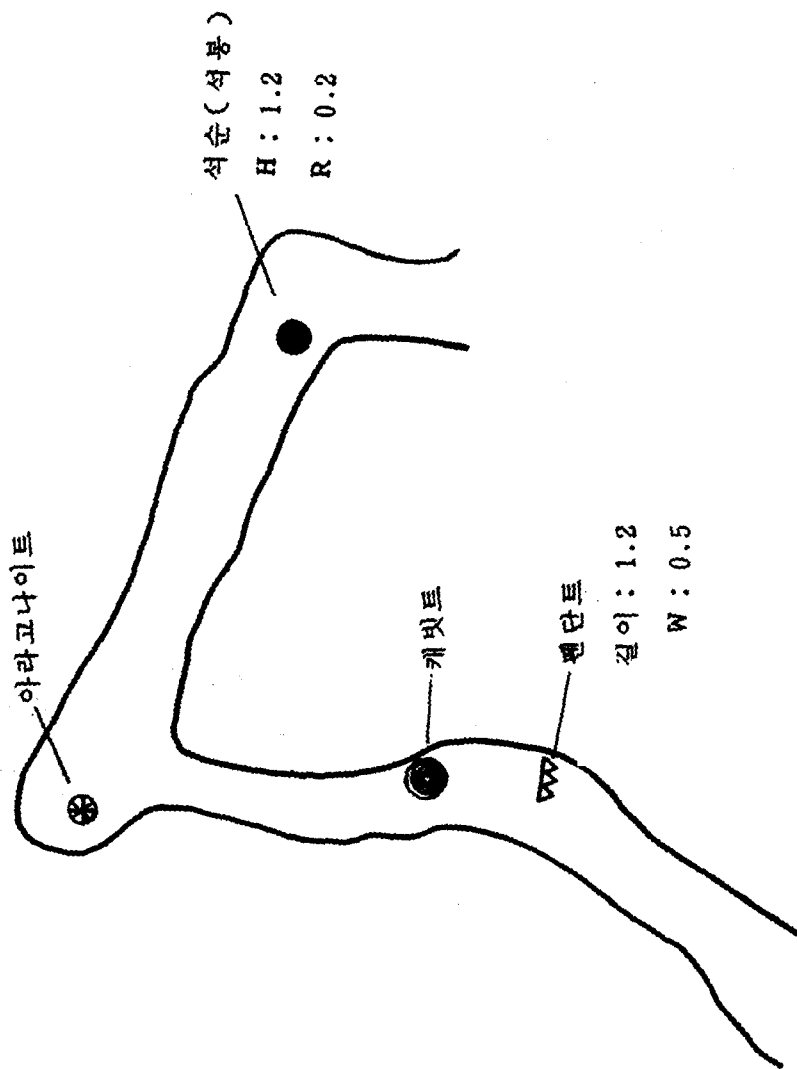
석주군, 석순군, 종유석군  
(들숲)  
길이 0.5 ~ 1.0 20 여개  
넓이 3.0 × 1.5

석순 (백설동자) H : 1.0 R : 0.2

종유석군, 석순군, 석주군 (천동굴의 신비)  
(H : 1.0 ~ 1.2 : 백여개) 넓이 : 4.0 × 3.5



제 6 구역의 지형지물 분포도





## (2) 천동굴속의 주요 지형지물

### ① 종유관(straw)

동굴천정면의 곳곳에서 내려 뺨는 투명체인 빨대모양의 생성물로 스트로오, 또는 소오다스트로라고도 불리운다. 직경 5 mm 정도의 관모양으로 침적된 방해석인데 그 관의 두께는 약 0.1 ~ 0.5 mm에 달한다. 동굴의 천정에 침출된 지하수의 수적(물방울)이 천정에 부착되고 있을 때 수표면에서 이산화탄소가 발산되고 미세한 방해석의 결정은 물방울의 크기로 반지모양으로 동글게 천정면에 침적한다. 이와같은 과정이 계속되어 형성되는데 길이는 보통 20 cm내외가 많은데 이와같은 종유관이 많은 동굴은 지금도 성장하고 있는 동굴임을 판단할 수 있다. 천동굴, 연하굴 등에서 화려하게 발달하고 있다.

### ② 종유석(stractite)

보통 종유석이란 동굴의 천정이나 벽면에서 내려 뺨는 생성물을 가리키나 넓은 뜻에서는 석순이나 석주까지 모든 동굴생성물을 총칭하는 경우도 있다.

천동굴은 그 발달이 활발하여 석순, 석주들이 종유석보다도 대규모적인 발달을 보여주고 있는데 이는 2차생성물의 성장이 급속도로 진전되었음을 말해 준다.

원래가 종유석은 종유관의 발달과 밀접하게 관계되고 있으며 먼저 생긴 종유관을 나중에 방해석에 의하여 충전된 것이다. 천정에 침출된 지하수가 이미 발달하고 있는 종유관의 외벽을 따라 흐르면서 이때에 이 외벽에 얇은 모상으로 방해석을 침적시킨다. 그보고 이의 성

장과정에 있어서 이 방해석에 점토 등의 불순물이 혼합되거나 그 성장이 중단되거나 하기도 하는데 이것은 종유석의 단면에 의하여 판단할 수 있다.

특히 고수굴, 고씨굴, 천동굴에서는 많은 대규모의 종유석을 보게 된다.

### ③ 석순 (stalagmite)

천정에서 또는 벽면에서 떨어지는 지하수에 의하여 이루어지는 퇴적물을 석순이라고 한다. 이 생성물은 천정에서의 물방울이 동상에 떨어져 흩어지거나, 동상에 모상으로 넓게 전개되기도 하는데, 이때에 이산화탄소가 발산하여 방해석을 침적시켜서 이루어지는 생성물이다.

석순은 대부분이 종유석보다 크게 성장하며 반드시 종유석과 상하에서 서로 상대하게 된다.

고수동굴과 고씨굴, 초당굴 등지에서도 거대석순이 발달하고 있는데 성류굴내의 디스크형 누층석순인 3.1기념탑은 유명하다. 이와같은 석순의 생성은 다음과 같은 조건들에 의하여 그 생성과정이 달리되는데 다음과 같다. 즉 동굴의 천정면의 석회암의 성분과 이들 하하는 지하수의 량, 그리고 이들의 용해된 물방울이 천정에서 떨어지는 빈도, 그리고 그 당시의 동굴내의 온도와 습도, 그밖에도 용해된 물방울의 농도 등이 서로 이 석순의 발달규모를 좌우하게 된다. 급속도로 이 차생성물들이 성장하면 그 물방울의 떨어지는 빈도가 컸을 뿐만 아니라 이 용해수의 농도가 짙었고 나아가서는 그 퇴적당시에 동굴내의 온도와 습도가 높아서 굵고 탑상형의 석순이 발달한다.

사실상 석순이 종유석과 달리 나타나는 현상은 종유석이 종유관과 같이 중공의 관이 종유석속에 내려뺨어 지하수의 물방울이 이를 따라 내려뺨게 되는데 반대로 석순은 지하수의 물방울이 종유석따라 흘러 밑 바닥에 떨어져서 점차 위로 성장하기 때문에 관상의 중공 현상은 볼 수 없고 윗부분의 끝머리는 둥글게 발달하나 그 물방울의 량과 낙차에 의하여 때로는 오목한 설상의 첨단부를 보여주기 도 한다.

#### ④ 석주(column)

천정에서 매달리는 물방울이 종유석을 만들고 이들이 떨어져서 동굴바닥에 이른바 석순을 발달시키고 있는데 이들 종유석과 석순의 발달이 계속되어 서로 연결되었을때 이것을 석주라고 한다. 따라서 이 석주는 처음에는 종유석의 끝머리의 가느다란 부분이 석순의 둥그스레한 굵은 꼭대기부분과 연결되는데 이 연결부분은 나중에 계속 흘러내리는 지하수의 물방울에 의하여 종유석의 외주로 흘러내려 점차 굵다란 석주로 된다.

종유석과 석순을 따라 흘러내리는 지하수는 석주의 주위에 방해석을 침적시켜 굵게 성장하는 것이다.

천동굴내에서는 석주의 밀림이 이루어지고 있다.

#### ⑤ 플로우스톤(유석)(flowstone)

동굴속에서 흘러내리는 지하수에 의하여 생성되는 이차생성물로 고수굴은 이와같은 플로우스톤의 경관에 의하여 장식되고 있다고 할 수 있다.

즉 동굴벽이나 동상의 표면을 지하수가 흘러내리면 이때 평탄한 면 위에서 넓게 넓게 번지면서 흘러내리게 된다. 이때 지하수는 대기와 접하게 되는데 이산화탄소는 발산하기 쉬우게 되고 이리하여 방해석을 침적된다. 이와같은 침적되어 형성된 생성물을 플로우스톤이라고 한다.

동굴의 벽면은 물론이고 그밖에도 느린 경사면의 바닥 등에서 흔히 보는데 보통 동굴폭포와 같이 보이는 현수형유석과 계단을 이루는 누층형류석 그리고 느린 지면에서는 석회화단구의 생성없이 계속되어 발달된 동굴사면등이 이에 속한다.

#### ⑥ 케이브코랄(동굴산호)

흔히 어떤 동굴에서도 볼 수 있는 동굴생성물로 구상을 이루는 돌기지물로 산호모양을 이루는 것이 많아 이와같은 이름이 있다.

천동굴의 나오는 출구통로에서 볼 수 있는데 정선여랑굴에는 천정과 벽면에 가득차 있어 유명하다.

이 케이브코랄(cave coral)에는 그 형태로 보아 여러가지로 구분되는데 팝콘(popcorn), 카울리 플라워(cauliflower), 그레이프(grapes), 코랄(coral) 등의 구분이 있다. 이들은 그 모두가 석회동굴 중의 푸울속에서 볼 수 있는 구상의 균생된 생성물인데 일단 수면하인 체수층지점에서 생성되었기 때문에 압수때문에 그 끝부분이 구상을 이루게 되는 것이다. 따라서 이들이 지하수면위에 생성되었다면 이 부분은 그 옛날 과거에 수면하에 있었음을 말해주는 것이다.

### ⑦ 부유칼싸이트와 포상칼싸이트

동굴 속에 수류가 없을 때 동굴속에 있는 늪, 연못의 수면에는 방해석의 미세한 결정이나 매우 얇은 막상의 결정들이 물위에 떠 있는 경우가 있다. 이것을 부유칼싸이트라고 한다.

그리고 부유칼싸이트가 떠 있는 수면에 물방울이 떨어져 그때에 생긴 작은 기포의 주위에 방해석의 결정이 부착되면 구상의 얇은 막을 이루는 포상칼싸이트가 생성된다.

천동굴에서는 부유칼싸이트가 경화되어 이른바 꽃쟁반 모양의 퇴적물이 생겼다.

### ⑧ 베이콘종유

동굴천정면에 또는 느린 경사의 동굴벽면에 길게 그리고 넓게 막상을 이루면서 성장하는 이차생성물로 베이콘과 비슷하다고 하여 베이콘종유라고 한다. 커어틴이 비교적 수직적으로 성장하는데 반하여 이 베이콘종유는 수평 또는 경사진 곳에 발달한다. 그리고 밝은 색과 어두운 색으로 교호하는 줄무늬 모양을 이루는데 이는 불순물의 포함량에 따라 달리 나타나는 것이다.

### ⑨ 커어틴종유

동굴천정이나 벽면에서 떨어지는 물방울에 의하여 생성되는 종유석의 일종으로 그 모양의 커어틴을 걸어 놓은듯 넓게 길게 발달되는 것인데 고수굴과 성류굴에서 볼 수 있다. 이 커어틴종유는 넓게 그리고 넓게 발달되기 때문에 반대측에서 빛을 비추면 밝게 빛이 투시되면 이를 두드리면 여러가지 음정의 소리를 나타낸다.

⑩ 림스톤(rimstone)과 림스톤푸울(rimstone-pool)

지하수가 느린 경사를 가진 동상바닥을 흘러내리면 이때 그 유로 바닥면에서 증발작용이 일어나 마치 논두렁 같은 침적물이 생긴다. 이와같은 유로를 막는 댐(ram)을 제석(rimstone)이라고 하는데 이의 높이나 두께는 흘러내리는 지하수의 양과 농도 그리고 성분에 따라 그 규모가 달리 나타난다.

이 림스톤안에는 흘러내린 동굴류가 고이게 되는데 이 푸울을 림푸울(rimpool) 또는 림스톤푸울이라고 부른다. 이들을 총칭하여 석회화단(travertine terrace)라고도 한다.

고수굴의 선녀탕, 그리고 초당굴에서 이들의 지형을 볼 수 있으나 그 규모는 작다.

이 림스톤푸울은 다른 동굴속의 푸울과는 달리되는 것으로 림스톤푸울은 느린 경사지형에서 발달한다.

(3) 천동굴지역의 석회암성분 분석표

천동굴 주변 지역의 석회석 분석

시료NO	CaO %	MgO %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Sr ppm	MI ppm	Ba ppm	Na ppm	K ppm
1	50.28	1.15	0.07	0.04	3.22	0.018	118	96	4	66	40
2	54.10	1.08	0.81	0.09	1.04	0.098	324	33	4	23	8
3	55.12	0.23	0.03	0.07	0.14	0.010	530	10	4	30	28
4	53.28	0.14	0.52	0.08	0.13	0.014	420	10	5	38	24
5	53.10	0.40	1.40	0.02	0.60	0.038	326	12	6	24	8
6	50.40	0.38	1.22	0.04	0.52	0.044	330	13	6	20	4

천동동굴내부의 2차 생성물 분석

시료NO	CaO %	MgO %	Fe ppm	Al ppm	SiO <sub>2</sub> %	Mn ppm	Sr ppm	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	ℓ ppm	H <sub>2</sub> O %
석 순	53.30	-	338	526	0.50	14	7.80	0.014	250	1.14
석 주	52.28	-	228	705	0.24	14	4.20	0.113	368	1.80
중 유 석	58.30	-	820	425	0.07	13	0.44	0.029	418	2.14
중 유 판	54.11	-	524	538	0.11	18	1.52	0.014	127	2.00

## 6. 천동굴의 기상

### (1) 동굴과 동굴기상

동굴내부의 수온 기온은 외기의 영향을 받지 않은 내부지점에 있어서는 동계 하계의 구별없이 그 차가 적다.

대체로 여름에는 기온이 16 ~ 18 °C, 수온이 12 ~ 14 °C인데 대하여, 겨울의 기온은 14 ~ 16 °C, 수온은 9 ~ 12 °C를 나타내고 있다.

그리고 지표온도의 일변화나 월변화는 열이 암석을 통하여 지하동굴에 전도되므로 점차 온도는 감소된다. 즉, 지하 3피트 밀의 일변화는 1°F 이내로 감소된다. 보통동굴은 지하에 깊은 곳에 있을수록 기온의 교차는 거의 없게 된다.

한편 동굴내 기온과 수온은 동굴 소재지의 위도, 표고, 지표에서의 깊이, 계절 외기의 온도, 동굴내의 기류의 방향 등에 따라 차이가 생긴다. 특히 태양에서의 복사열이 지각표면에 끼치는 영향이 가장 크다고 할수 있다. 따라서 동굴속 끝머리 수직굴의 밑바닥과 같이 지표에서 가장 멀리 떨어져 있는 지점이나 깊은 곳으로부터 내솟는 샘, 기류의 변화가 적은 장소 등은 계절에 관계없이 기온의 차가 적은 것이다.

외기의 온도가 상승하면 도리어 기류는 동굴내부 끝에서 동굴 밖으로 흐르며, 급격한 온도상승을 억제하며 비교적 낮은 온도를 유지하게 된다.

사실상, 동굴의 기온은 지표의 온도에 영향을 전혀 받지 않는 것은 아니나 대체로 위도와 해발고도에 관계되고 있다.



동굴내의 기온은 지하수가 있는 경우에는, 그 지하수 즉, 동굴류의 수온과 관계가 깊다.

하계철의 동굴내 기온의 차는, 높은 위치에 있는 동굴의 기온이 낮은 위치에 있는 동굴보다 그 기온이 높게 나타난다. 8월달의 고씨굴은 16℃ 기온으로 나타났는데, 같은 날 용담굴의 기온은 17°로 나타났다.

예외가 있기는 하나 대부분의 동굴인 경우 동굴속의 상대습도는 대체로 95 ~ 100 %이다. 동굴속의 대기는 수증기로 포화되고 있는데 이것은 천정이나 벽에서 스며나오는 물에 관계된다.

때로는 수직동굴인 경우 특히 동굴의 형태가 꽃병 모양으로 되어 있을 때, 이 동굴은 영 로 나타나는 경우가 많다. 해발고도가 높은 동굴인 경우에 거의 영 이 나타난다.

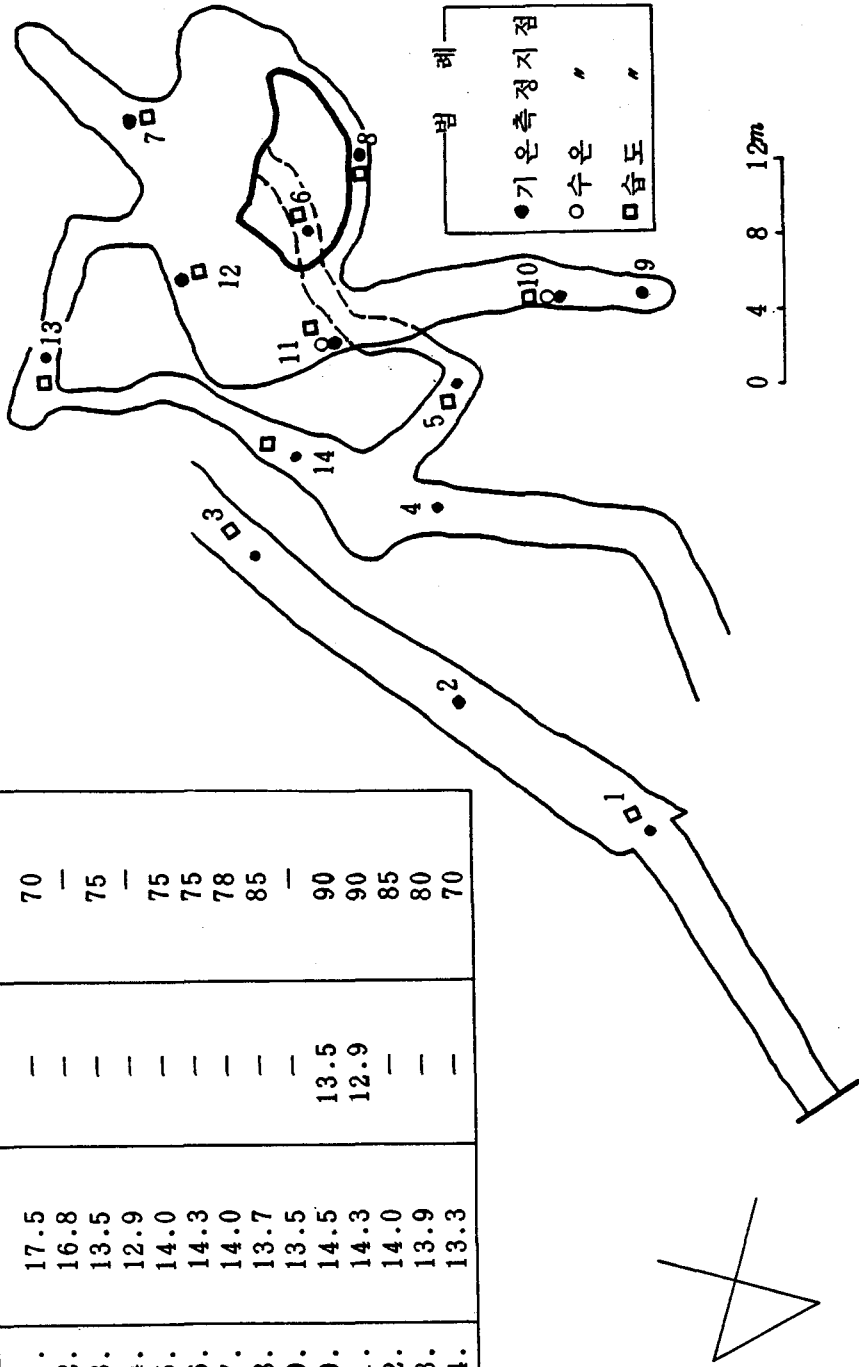
그리고, 동굴입구에서 깊은 내부의 대기온도는 굴벽의 온도와 거의 비슷하게 된다. 즉, 그 지층의 구조암석인 석회암의 온도에 지배되며, 이 온도는 거의 지표의 연간 평균온도와 비슷하다.

또한 동굴입구 부근의 상대습도는 90 ~ 95 %로 낮아지고 있는데, 이는 즉, 외기인 지표가 건조하기 때문에 낮아진 것이다.

이밖에 고도차가 있는 2개의 굴입구를 가지는 동굴에 있어서는 한쪽 동굴구에서 다른 동굴구 쪽으로 강한 바람이 불어 나온다. 이것을 풍 이라고 하는데, 우리나라 충북 소백산맥 주변 동굴에서 볼수 있다. 즉, 여름에는 낮은 쪽의 굴입구에서 바람이 불어 나오고, 겨울에는 상방의 에서 불어 나온다.

동굴의 기온, 수온, 습도 분포도

	기온 (c)	수온 (c)	습도 (%)
1.	17.5	-	70
2.	16.8	-	-
3.	13.5	-	75
4.	12.9	-	-
5.	14.0	-	75
6.	14.3	-	75
7.	14.0	-	78
8.	13.7	-	85
9.	13.5	-	-
10.	14.5	13.5	90
11.	14.3	12.9	90
12.	14.0	-	85
13.	13.9	-	80
14.	13.3	-	70



## (2) 천동굴의 기상현상

동굴은 일반적으로 겨울에는 따뜻하고, 여름철에는 시원하며 내부의 습도도 연중 일정하여 예로부터 인간의 주거지로 이용되어 왔다.

그러나 천동동굴은 원래의 동굴의 입구가 협소하여 인간이 거주한 흔적은 찾아 볼수 없다.

천동동굴의 기온을 알아보면 제 1 지역은 동굴입구에서 부터 19.5℃, 16.8℃, 13.5℃, 12.9℃로 각각 나타나 입구에서 멀어질수록 온도가 내려가고 있음을 알수 있다. 그러나 다른 지역은 13.0℃~14.3℃로 거의 일정한 온도를 유지하고 있다.

습도는 전지역이 80%~90%로 일정하나 제 6 지역의 통로부근은 습도가 65% 정도로 다른 지역에 비해 건조한 편이어서 박리현상이 소규모로 일어나고 있다.

물이 분포하는 지역이 제 5 지역인 팽장에서 박장까지의 부근에만 있는데 이곳의 꽃쟁반이 있는 지역의 수온은 12.9℃를 나타내고 있다.

대체로 동굴내부의 수온은 구별없이 그 차가 적다. 여름철에 동굴내 기온의 차는 높은 위치에 있는 동굴의 기온이 낮은 위치에 있는 동굴보다 그 기온이 높게 나타난다. 외기의 온도가 상승하면 도리어 기류는 동굴내부 끝에서 동굴 밖으로 흐르며 급격한 온도상승을 억제하고 비교적 낮은 온도를 유지하게 된다. 밤이되면 공기는 차지고 기압은 낮아진다. 그러므로 공기는 해가지면 굴속으로 유입되고 태양이 뜨면 동굴속에서 유출하고 있다. 더구나 동굴의 입구와 출구 지역에서의 기류의 이동이 현저하게 나타나고 있다.

## 7. 천동굴의 지하수

### (1) 동굴과 지하수

지하수는 동굴을 형성할 뿐만 아니라 동굴 퇴적물을 발달시키는 역할을 담당한다. 이제 동굴형성과의 상관성을 본다면 다음과 같다.

대체로 중유동굴을 형성한 지하수는 석회암층중의 틈바귀 사이를 따라 점차 하층으로 옮겨지며, 상층에 오래된 시대의 유로를 남겨 놓는다. 따라서 중유석은 상층의 동굴내에서는 잘 발달되며, 하층의 동굴내에 있어서는 그 발달상태가 나쁘다.

그리고 동굴내 지하수의 운적작용으로 이루어진 유역층에는 2차생성물인 중유석의 파편을 포함하고 있는 것이 발견되는 경우가 있다.

또한, 지하수류가 유로를 형성하고 있는 경우는 많지는 않으나 이들에 의하여 운반된 석회암층에 접하고 있는 규석이나 Saile 또는 석회암의 불순물로 이루어진 유력과 사력을 퇴적시키고 있는 것을 많이 보게 된다.

한편, 동굴취지에는 상면이 수평을 이루는 일시적인 얇은 연못을 이루는 곳이 발달되는데, 우계에는 맑은 물이 고이고, 건계에는 수중에 용해된 탄산칼슘이 재결정되었다고 여겨지는 칼싸이트결정이 반사하며 빛나게 보이는 곳이 있다.

그리고, 대부분의 동굴에서는 점토가 지하수의 작용에 의하여 많이 퇴적되고 있음을 본다. 대개의 경우 요지면에 많다.

이밖에 계절에 따라 일시적으로 동굴류에 수몰되는 지점에서는 그 동벽이나 천정에 까지도 점토가 덮여 있게 된다.

그리고 지하수류가 일상적으로 많아서 계속 흘러 내리고 있는 동굴에서는 점토퇴적물이 적게 나타난다. 다만 이 때에는 지하수면보다 매우 높은 천정면에 게가까운 지점에서 보게 된다. 강원도 영월의 고씨굴의 최종단 상부에서만 점토를 보게 되며, 단양의 고수동굴에서도 이 점토는 제 2, 제 3 상단부에서만 보게 된다. 천동굴에서도 볼수 있다.

현재, 지하수류가 있는 곳에서는 이른바 Stalagmite는 발달하지 않는다. 유석이 성장하기 쉬우며, 그 속도도 매우 빠르고 크다. 그리고 풍속이 좋은 동굴보다도 통풍이 좋지 않는 밀폐형의 동굴쪽이 화려한 종유석을 볼수 있다. 천동굴은 이의 좋은 예이다.

## (2) 천동굴의 수질

천동굴은 지하수류의 순환계통에 의하여 생성된 동굴이 아니고 지하수 대수층의 공동확대로 이루어진 동굴이므로 이 동굴의 내부에서 볼수 있는 동굴연못은 연수가 아니고 경수로 나타난다.

더구나 이 천동굴의 위치는 다리안 폭포에서 흘러내리는 계류의 지하수층과는 멀리 떨어져 있을 뿐만 아니라 산지경사면에 동굴이 배태되고 있으므로 강수기와 건조기와의 동굴내 저수량에는 커다란 변화를 보지 못한다.

이제 동굴앞 바로 밑을 흘러내리는 금곡천 상류의 계류 즉 동굴앞 개천의 물과 동굴내의 꽃쟁반이 있는 동굴연못 그리고 동굴내에서 적하되고 있는 석회질의 용해수 물방울의 수질을 분석하면 다음 표와 같다.

천동동굴의 수질분석 (1990. 8. 4)

(시 료)

번호	장 소	수온(C)	습도(%)	PH	경도 CaCO <sub>3</sub> (ppm)	(Na ppm)	(K ppm)	(Mg ppm)
1	동굴앞개천	14.2	60	7.25	17.2	1.8	0.52	0.38
2	동굴내고인물	13.0	90	7.48	80.0	2.2	0.20	1.01
3	동굴내적하수	14.0	94	8.05	145.6	1.4	0.18	0.60

Ca (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	알칼리도 HCO <sub>3</sub> (ppm)	ℓ (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	PO <sub>4</sub> (ppm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)
4.4	0.01	0.04	13.3	1.4	3.0	0.01	11.9
38.2	0.02	0.04	118	2.0	2.6	0.00	16.8
56.2	0.02	0.02	146	2.2	4.6	0.00	7.8

## 8. 천동굴의 생물

### (1) 동굴과 생물

사실상 동굴의 관광개발은 동굴생물상의 오염을 초래함을 각오하여야 한다.

천동굴의 경우도 예외는 아니어서 개발 이전보다 개발 이후의 동물상은 점차 빈곤해져 가고 있음이 밝혀지고 있다.

관광개발된 이후 많은 관광객들의 출입 그리고 시설설비등등의 외인적 작용이 동굴생물의 휴식환경에 오염과 변화를 주게 되었다.

이와같이 동굴속에 많은 시설과 설비 그리고 출입하는 수많은 관광객들은 그 모두가 동굴생물의 환경을 오염시키고 있는 현실이며 그 밖에 동굴내의 환경변화도 역시 동굴생물의 생태변화에 직접적인 영향을 주게 된다.

더구나 동굴지역 주변의 기후환경의 차이로 동굴생태와 직접 연관되고 있다. 예를 들면 고온다우의 여름에는 다습하고 기온이 높은 관계를 자연동굴내의 환경도 다습한 기후현상을 이루기 때문에 동굴생물의 생태에도 활성화가 되고 있으나 이와 반대로 겨울의 춥고 건조한 기간에는 동굴생물의 성장에도 크게 장해적 요인이 되고 있다.

### (2) 생물의 생태와 분포

본 조사에서 3목 5종이 채집되었고 2목 2종이 탐문을 통해 조사되었다. 희망봉에 이르는 좁은 통로변 구석에서 군생하는 노래기목 김띠노래기와 등줄굴 노래기가 발견되어 채집하였고, 암벽구석에서

서식하는 굴뚝거미, 말꼬마 거미를 확인하였다. 회망봉지역과 석봉에 이르는 압벽 틈에서 거미목 굴뚝거미와 말꼬마 거미가 서식하고 있었다. 회망봉, 석봉끝 통로에서 녹조류로 인한 녹색공해가 주요 조형물에 발생하였다. 녹색공해의 주 요인은 조명등에서 비롯되고 있다. 조도를 적절히 유지해야 녹색공해를 방지 조절할 수 있다.

천동굴은 박쥐가 많이 서식했었으나 동굴내의 습도를 높여 통로내의 2차생성물의 성장 변화를 촉진코자 통로입구에 철제 샤타를 설치한 후 가끔 보이지만 극소수이며 박쥐 뿐만 아니라 나방이나 기타 외래동로성 생물은 사실상 통로가 차단되어 유입이 불가능하다. 따라서 동굴내 유기물 퇴적이 어렵고 동로내 먹이사슬 형성이 어려워 종다양성 및 개체수는 저하될 것이다.

습도를 유지하거나 축적시켜 2차생성물의 변화촉진은 바람직하나 야간에 완전 봉쇄를 시간제로 조절하면 외래동굴성 생물의 유입이 가능하여 동굴내 생태계 형성에 좋은 영향을 줄것으로 판단된다.

동굴내 주요조형물에 부착한 녹조류는 조명등의 조도 방향을 조절하고 가능하다면 정기적인 제거로 부식현상을 방지할 수 있다. 특히 꽃쟁반지역에 수증 녹조류는 근간에 크게 번식하였으며 수증 오물이나 동전등을 제거하고 내부바닥에 부착된 녹조류를 제거해야 할 것이다.



### (3) 동굴생태계

동굴은 지하에 형성된 특수한 생태계이다. 이곳에 서식하는 생물들은 지하환경에 잘 적응된 생물들이며 특히 광이 없는 암흑과 높은 습도 등에 영향을 받고 있다. 이로 인하여 시각이 대체로 퇴화되고 채색도 흰색을 띄고 있는 생물이 많다. 섭식활동은 제한된 먹이공급으로 인하여 활발치 못하며 유입수에 의한 유기물 공급과 사람이나 동물들의 출입에 의한 잔존물 박쥐의 배설물인 구아노(guano) 등에 의존하고 있다.

동굴에서 발견되는 동물은 세부류로 나누고 있다.

#### Tx : 외래동굴성 ( trogloxene )

미객성과 미입성으로 나눌수 있으며 동굴내부에서 계속 서식하기 어려우며 대부분 동굴입구 부근에 많이 나타난다.

#### Tp : 호동굴성 ( troglophile )

동굴속에서 번식하며 적응이 잘되어 진동굴성으로의 변화과정에 있는 것들이다. 동굴환경과 유사한 지상환경에서도 서식할 수 있는 종들이다.

#### Tb : 진동굴성 ( troglobiont )

지상생태계에서는 생존하지 못하며 동굴속에서만 발견되는 생물로서 채색, 눈, 체모, 체형에 있어 생리 생태적인 면에서 특수한 현상을 나타내고 있다.