

노동굴의 환경실태에 관한 연구

홍현철, 김병우

I . 서 론

노동굴은 1979년 6월 18일에 우리나라 천연기념물 제 262호로 지정된 석회동굴이다.

노동(제일)동굴로 불리우는 이 동굴은 석회동굴의 보고지대인 충북 단양에서 우리나라에서는 손꼽는 동굴의 자연경관을 자랑하는 관광동굴로 공개되고 있다.

이제 이와같이 소중한 자연자원의 보고인 이 노동굴의 환경을 조사하고 이 동굴이 지니고 있는 동굴환경실태에 따른 적절한 환경보전 대책의 방안을 제시하여 앞으로의 노동굴의 영원한 관리유지를 위한 자료로 제공하고자 하는 바이다.

사실상 공개동굴의 환경보전진단을 벽철내용과 같이 최소한 1년에 1회 이상을 실시하여야 하는 관계를 이번 조사는 1990년 8월말 현재로 조사 마친 결과의 조사보고서이다.

노동굴은 충북 단양에 있는 고수동굴 천동굴과 함께 단양의 3대 동굴로 특히 수직동굴로 널리 알려져 있다.

동굴은 자연이 만들어준 소중한 자연자산으로 우리가 이 자연자원을 잘 보전하고 가꾸어서 후세에게 물려주어야 될 것이다.

옛날에는 우리조상들의 주거지로 혹은 심신 훈련장으로 사용된 동굴은 현대에 와서는 지구과학의 실습장이나 농산물 저장고, 버섯 등 특용작물의 재배적지로 널리 알려져 있다. 최근에는 핵이나 폐기물의 저장고 역할을 하기도 한다.

아무튼 자연이 우리에게 물려준 천연자원인 동굴의 환경을 조사하고 보전대책을 세우는 것은 상당히 의의있는 일이다.

이 보고서는 그와같은 관점에 따라서 노동굴의 안전상태를 종합적으로 조사하고 그 대책을 세워나가도록 세부적으로 측정한 결과를 분석한 보고서이다.

II . 노 동 굴 의 동 굴 현 황

1 . 지 리 적 위 치

노 동 굴 은 한 반 도 의 중 부 내 륙 지 인 충 청 북 도 단 양 군 대 강 면 노 동 리 에 위 치 한 천 연 기 념 물 제 262 호 인 수 직 동 굴 로 관 광 동 굴 로 개 발 되 어 현 재 공 개 중 인 동 굴 이 다 . 이 동 굴 의 수 리 적 위 치 는 북 위 $36^{\circ}56'$ 동 경 $128^{\circ}23'$ 의 교 차 점 에 위 치 한 동 굴 이 다 .

상 대 적 위 치 로 는 남 한 강 중 류 부 의 단 양 읍 으 서 남 동 쪽 으 로 직 선 거 리 6 km 에 있 으 며 도 선 곡 류 부 노 동 천 합 류 지 점 의 곰 말 에 서 실 제 거 리 3.6 km 상 류 부 에 있 으 며 고 수 동 굴 이 소 백 산 맥 의 연 화 봉 에 서 발 원 하 는 금 곡 천 하 류 부 에 발 달 하 고 있 는 데 반 해 노 동 굴 은 소 백 산 천 문 대 아 래 의 1178 m 고 지 에 서 발 원 하 는 노 동 천 상 류 부 에 자 리 잡 고 있 어 수 질 적 지 절 의 발 달 이 현 저 하 며 동 굴 내 부 가 매 우 활 발 하 다 .

이 동 굴 은 남 한 강 강 변 에 서 골 짜 기 를 깊 숙 이 따 라 들 어 간 노 동 리 뒀 산 인 200 m 정 도 의 원 층 봉 중 턱 에 위 치 하 고 있 어 일 명 원 출 굴 이 라 고 도 한 다 .

구 단 양 읍 의 북 으 로 남 한 강 을 따 라 상 류 로 8 km 정 도 올 라 가 면 동 남 쪽 으 로 노 동 천 이 흐 르 며 더 상 류 로 8 km 정 도 올 라 가 면 동 남 쪽 으 로 노 동 천 이 흐 르 며 더 상 류 로 4 km 쯤 올 라 가 면 노 동 석 회 공 장 을 비 롯 한 몇 개 의 공 장 과 촌 락 들 이 국 민 학 교 와 더 불 어 입 지 하 고 있 다 .

다 시 이 마 을 에 서 냇 가 를 건 너 골 짜 기 를 따 라 서 한 20 여 분 더 올 라 가 면 오 른 쪽 산 중 턱 에 동 굴 입 구 가 보 이 기 시 작 한 다 . 이 동 굴 은 한

국동굴학회 탐험대장인 최재명씨와 안태수씨 등이 괴목을 찾다가 발견되면서 세상에 각광을 받기 시작했으며 그후 한국동굴학회 홍시환 회장을 비롯한 학술조사단과 한국동굴보존협회, 동국대 동굴조사대에 의해서 조사 탐험된 바 있다. 이 노동굴은 굴속에서 신석기 시대의 동물뼈와 신라시대로 추정되는 토기가 발견되어 학술적인 조사연구가 기대된다. 동물의 뼈들은 수직동굴로 추락된 동물뼈이고 토기는 옛날 피난시나 은거시 사용했던 것으로 보인다.

2. 동굴의 지질 및 지형

단양군 대강면 노동리 동남방 700 m에 개구한 노동굴은 노동리에서 좌쪽 계곡에 위치한 가락동과 우쪽계곡에 위치한 마차골 사이의 협장한 능선상에 위치하고 있다. 즉 소백산맥의 연화봉(139 m)과 국립 소백산 천문대가 자리잡은 1363 m 고지의 서부주능선상에 발달하고 있다. 한편 1363 m 고지에서의 거리는 능선을 따라 6 km 지점이며 정남방 3 km 지점에서는 죽령 루우프식 터널이 있다. 이 일대의 지형은 만장년기의 산세를 나타내 곳곳에 풍화에 의해서 떨어진 애추가 곳곳에 있으며 거치상으로 발달되어 있다. 인근을 흐르는 노동천 연안은 산간계류로 인해서 측방침식이 겨우 시작된 만장년기 지형을 이루며 협소하나마 하천말단부에는 충적지가 일부 나타나기도 한다. 하천유로는 우리나라에서는 흔히 나타나는 수지상형태의 1차, 2차성 지류에 해당된다.

노동굴은 우리나라 지질계통상 고생대 조선계 대석회암통의 증부에

속하는 막동석회암층에 배태되어 있으며 이 암층은 지질년대상 4~5 억년전에 이루어진 지층이다. 이 석회암층은 고생대의 오르도비스기에 해당하는 지질시대에 해저의 동식물의 패사에 의해서 퇴적된 퇴적암의 일종으로 육상으로 용기에 의해서 표출된 것으로 탄산가스를 포함하는 빗물을 만나 화학적 풍화작용인 용식과정을 거쳐 지하에 큰 공동을 잉태한 것이다.

이 대석회암층에는 약간의 석영반암이 혼재되어 있으며 그것이 가끔 동굴천장면에 나타나기도 한다. 특히 인접한 고수동굴이 고생대 오르도비스기에 속하는 두무골 석회암인데 비해 노동굴은 오르도비스기 하부층인 막동석회암층에 속하고 천동굴은 풍촌석회암층에 속한다. 석회동굴은 1차적으로 지하수가 흘러간후 용식작용에 의해서 큰 공동이 생기고 그위에 2차적으로 석순 석주 종유석 등 2차 지형지물이 생겨서 형성된다.

3. 동굴의 유형

노동굴은 수직형의 흡인형 동굴이다.

이 동굴은 원출봉의 산등과 산마루에서 땅속으로 스며든 싱크홀(흡인구멍)속으로 지표면의 물이 땅속 밑으로 수직적인 구멍을 확장시키면서 파고들어간 동굴이다.

비록 그 수직 높이는 겨우 80m밖에 되지 않으나 이 노동굴은 우리나라에서도 손꼽는 수직동굴로 알려져 있다.

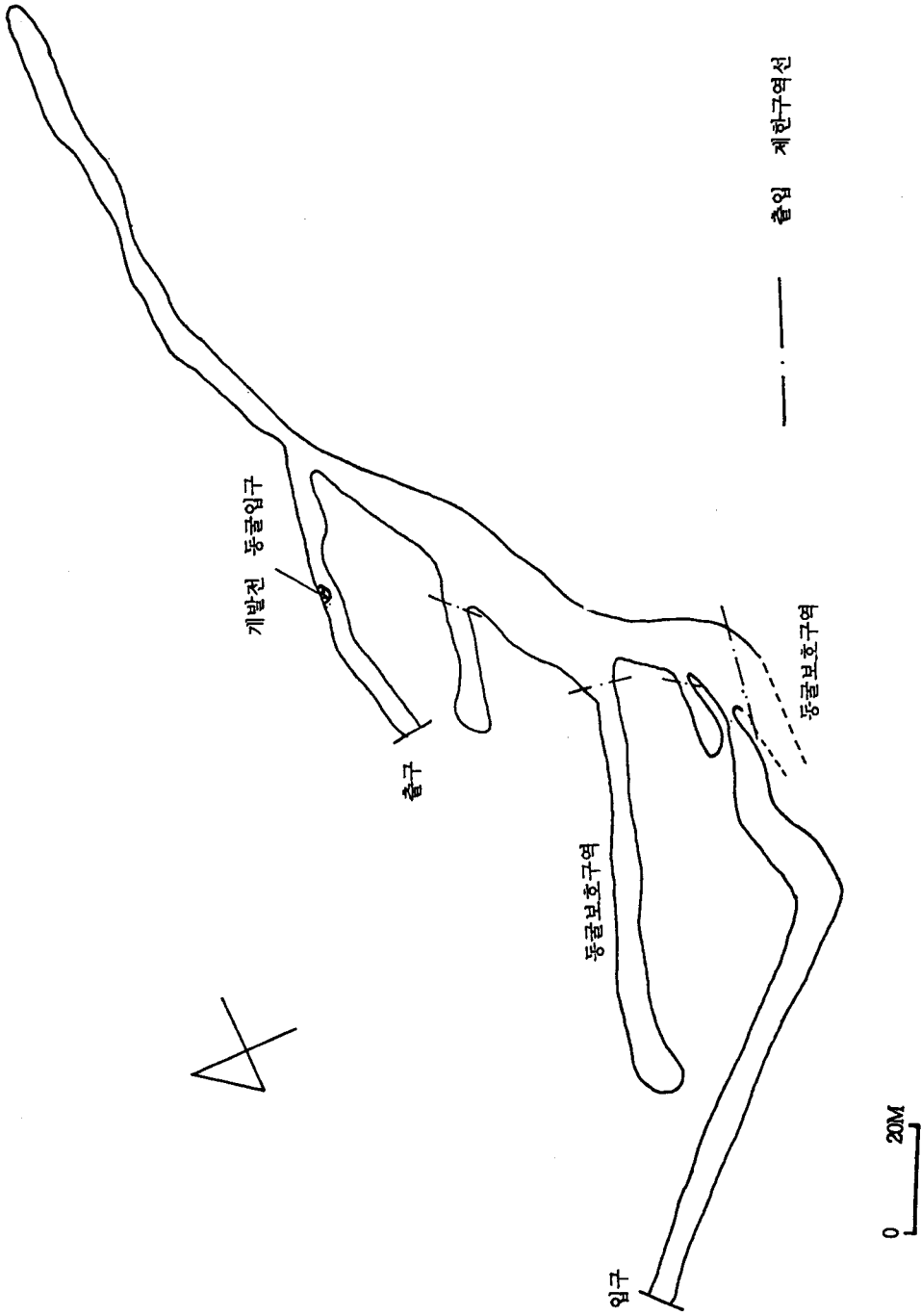
지층의 주향과 경사면에 따라 40~50° 각도로 되는 동굴이며 가

장 밑바닥에 해당하는 동굴보호지역은 그 연장된 동굴속은 아직도 미탐험 지구이다. 이는 이 지역은 물이 고여 있어서 그밑으로 잠수를 하여야만 다시 암반밑으로 계속 탐사할 수 있는 구역이므로 동굴보호 구역으로 지정보호하고 있다.

이 연장구멍은 이른바 동굴속에 모여든 동굴줄기가 이 밑으로 흘러나아가 동굴밖 300 m지점 가까이의 밖으로 흘러가는 유출구이기도 하다.

현재의 입구통로 80 m 구간은 인공적으로 굴착하여 일방통행의 입구로 만든 것이다.

노동굴 평면도



4 . 노동굴의 지형지물 개관

노동굴은 천연기념물로 지정받고 있는 동굴이다. 이 동굴이 천연기념물로 지정받게 된 이유의 하나는 동굴전체에 동굴퇴적물인 지형지물 등이 고루 분포되고 있다는 점이다. 더구나 벽면의 플로우스톤인 유석경관의 장관과, 곳곳에 매달려 있는 텐단트 종유석 그리고 동굴입구 초입에 있는 석주와 석순, 종유석 등의 장관들은 모두 천연기념물로 속한 퇴적물들이다.

다만 이들의 종유석과 석순 등의 동굴퇴적물들의 색채들이 붉은색을 띄우고 있는 것은 이미 풍화받은 석회질이 동굴속에 침투되어 동굴벽면이나 동굴퇴적물들을 붉은색으로 코팅하였기 때문이다.

요컨대, 노동굴의 2차생성물들은 그 대부분이 붉은 빛의 퇴적물로 나타나고 있는데 이들은 동굴생성 초기의 퇴적된 2차 생성물들이라고 본다.

그러나 노동굴벽면 곳곳에서 볼수 있는 것과 같이 백색의 방해석질의 퇴적물 현상과 가지굴속의 동굴천정면에서 내려뻗고 있는 백색 종유관과 종유석무리들은 동굴생성 훨씬 이후, 즉 최근에 점적퇴적된 2차생성물이라고 볼 수 있다.

이제 동굴속의 지형지물의 분포현황을 구역별로 본다면, 제 1구역인 인공터널구역에서는 최근에 굴착한 터널이므로 2차생성물은 거의 볼 수 없다.

제 2구역인 동굴초입 부근에는 손가락 바위, 부처상, 장승 등등을 위시로 하는 석순들이 많으며, 이밖에 종유석과 석회화단구를 곳곳에서

볼 수 있다.

통로의 공간은 좁으나 비교적 동굴퇴적물이 활발하게 성장한 구역으로 다양한 2차 생성물들이 이곳에 집중 분포하고 있다.

제 3 구역은 지굴로 되는 구역으로 지굴의 규모가 매우 좁고 낮기 때문에 현재는 동굴의 생물을 위한 자연보호구역, 그리고 2차 생성물들의 자연현상을 그대로 관찰할 수 있는 동굴보호구역으로 지정하고 있다.

즉, 제 3 지구 초입에는 만리장성이라 부르고 있는 석회화단구를 비롯하여 동굴벽면에 따라 길게 내려뻗고 있는 종유석의 무리와, 줄이어 계속되는 석회화단구들이 소규모적이거나 발달하고 있다.

동굴실험을 위한 보호구역으로 잘 보존하여야 할 지구이다.

제 4 지구는 노동굴의 중간부분에 해당하는 동굴로 개발전에 출입하던 탐험당시의 동굴입구가 있고 또한 이 지굴막장을 굴착하여 현재의 출구로 삼고 있는 구간이 이 구역에 포함되고 있다.

제 4 구역 중에서 5 구역으로 올라가는 중간통로 주변과 벽면에는 화려한 플로우스톤(유석)의 경관을 발달시키고 있고, 그밖에도 소규모적인 펜단트도 걸려있다. 한편 이곳에는 불곰뼈의 화석을 비롯하여 토기의 조각편들이 화석화되고 있는 것을 동굴바닥면에서 볼 수 있는데 이들은 위쪽의 동굴입구로 부터 떨어져 동굴속에 빠진 동물의 뼈이거나 또는 동굴입구로 부터 스며들어 흘러내린 뼈와 토기의 화석들이라고 볼 수 있다.

급한 40°~50°의 경사를 이루고 있는 동굴 바닥면이기 때문에 수많은 석회화단구가 발달되고 있고 곳곳의 벽면에는 동굴산호가 만발하고 있

다. 한편 제 5구역에 올라가는 왼편 머리위에는 유방석이라 일컫는 펜단트
종유석을 비롯하여, 유명한 에밀레종 종유석도 이곳에 걸려있다.

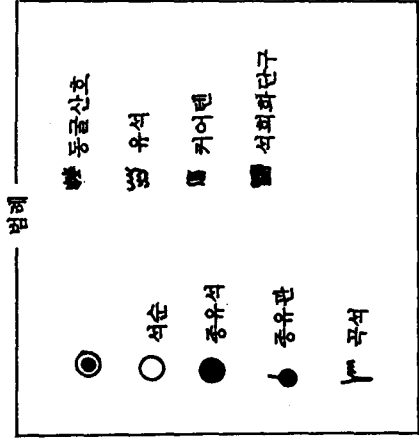
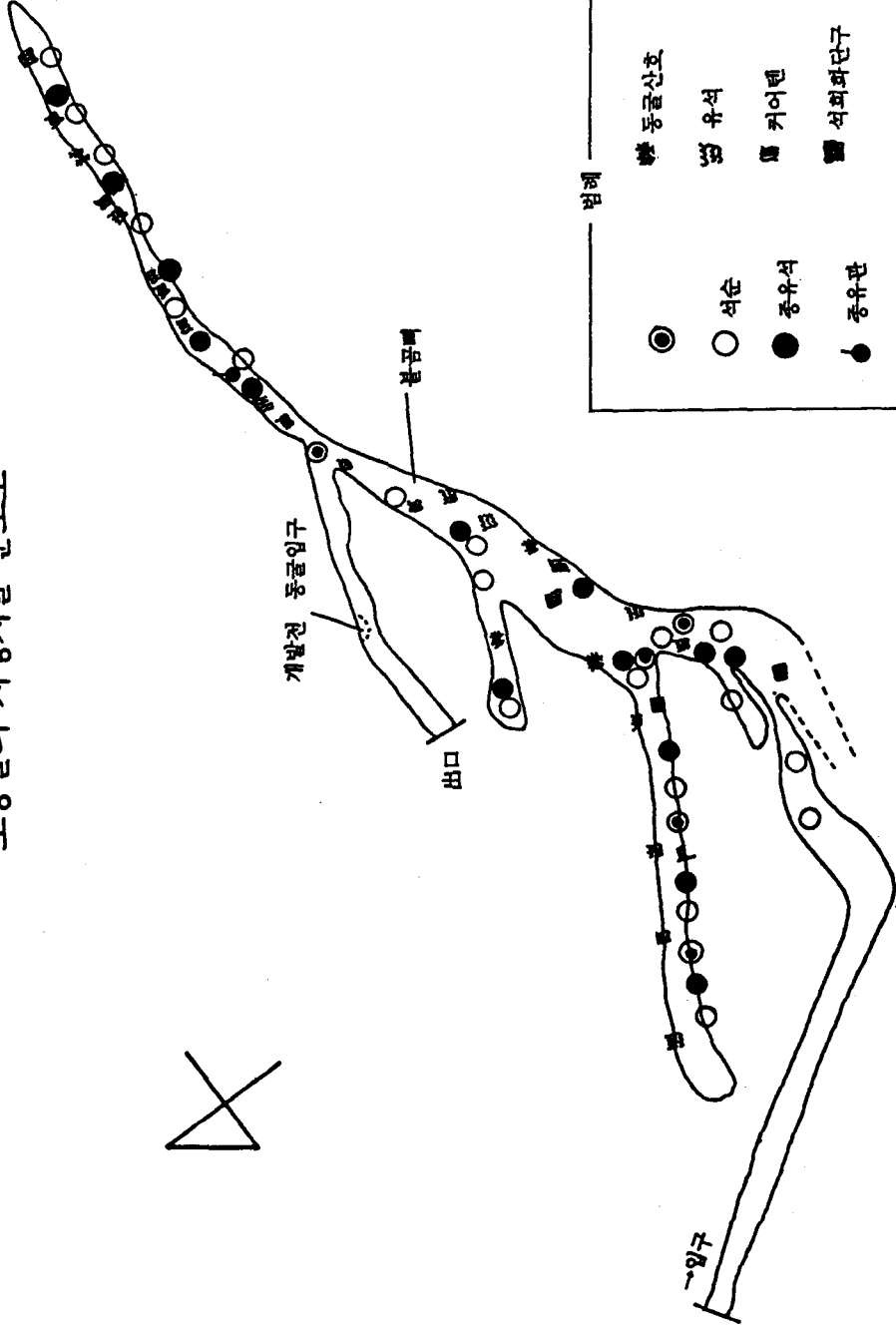
그리고 개발전에 출입하던 입구와 현재의 출구가 있는 지굴은 이 노동굴
에서는 가장 위쪽에 발달한 지굴인데, 옛날부터 많은 사람들이 출입흔적을
볼 수 있고 2차 생성물들의 퇴적물은 거의 훼손되었거나 제거되어 볼수없
는 현실이다.

끝으로 제 5구역은 이 노동굴이 배태하고 있는 원출봉 정상으로 뻗어올
라간 동굴막장으로 이곳에 많은 석순과 종유석이 발달되고 있다.

올빼미, 정성탑, 바벨탑, 성모마리상 등등의 석순들이 이곳에 집중 분포하
고 있다.

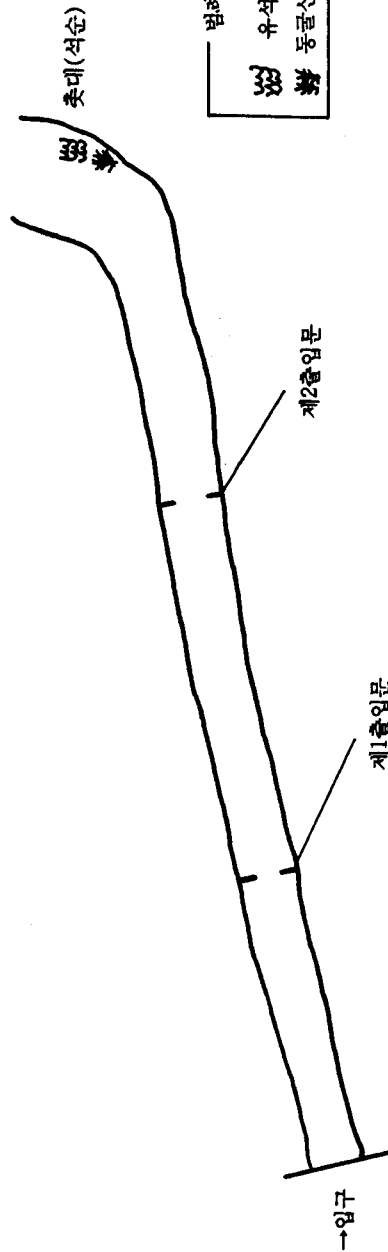
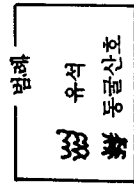
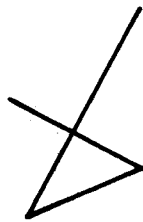
요컨대, 이 노동굴의 지형지물은 동굴의 바닥면과 동굴의 윗끝머리 막장에
해당하는 지굴속에서 많은 발달을 이루고 있는데 동굴벽면의 넓은 사면에는
조각된 지하궁전의 벽을 상징하는듯 수많은 퇴적물들이 발달되고 있음을
볼 수 있다.

노동굴의 지형지물 분포도

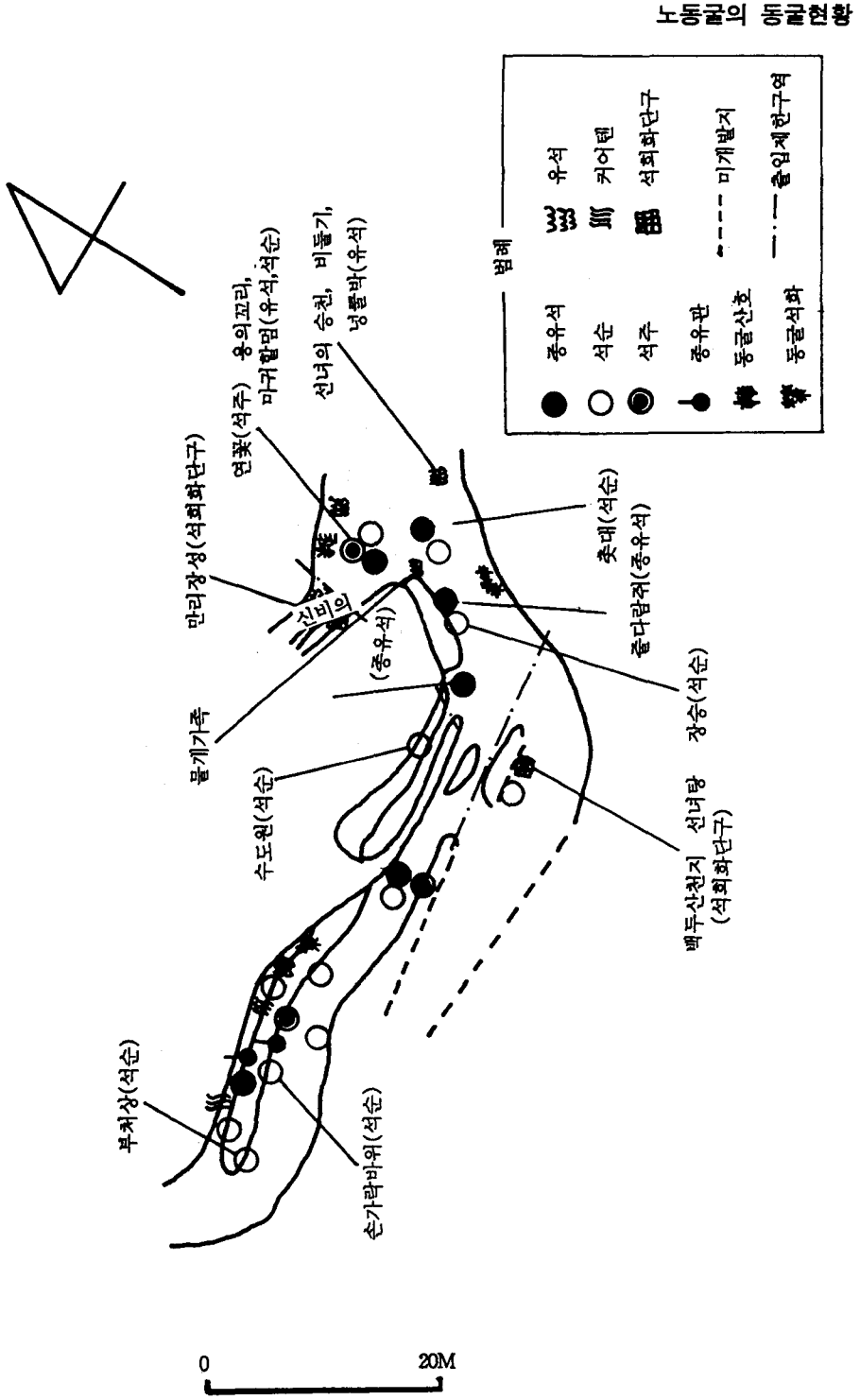


노동굴의 지형지물 분포도

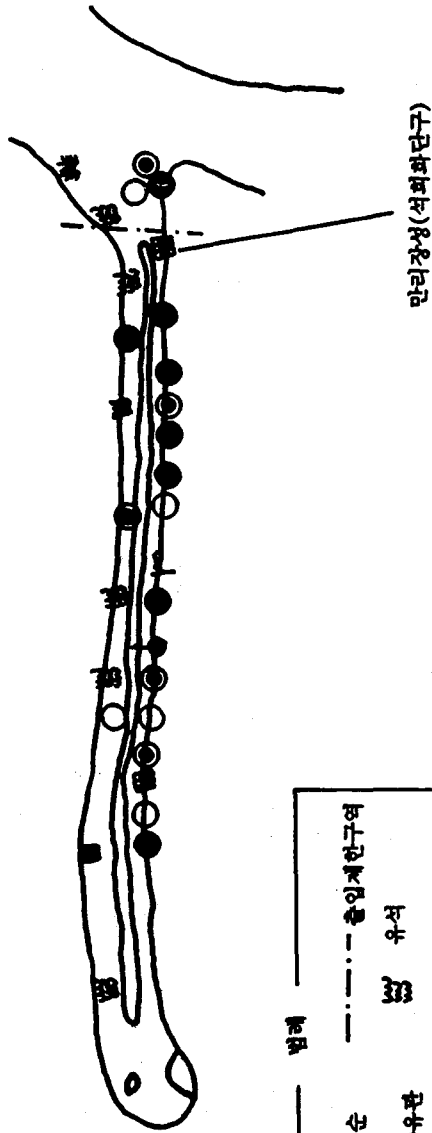
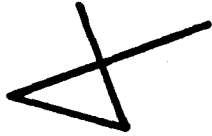
노동굴 제 I 구역의 지형지물 분포도



노동골 제Ⅱ구역의 지형지물 분포도

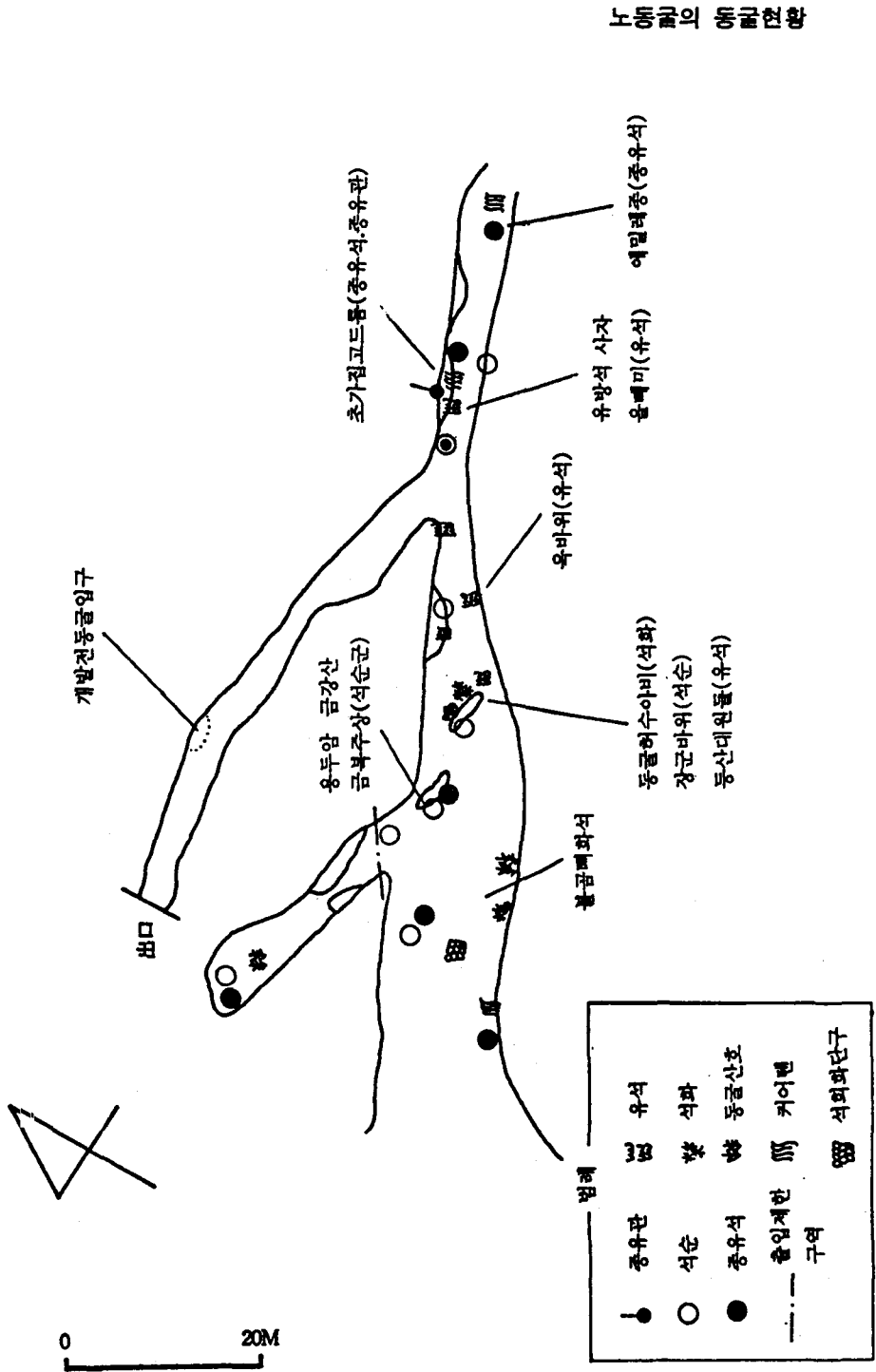


노동골 제Ⅲ구역의 지형지물 분포도



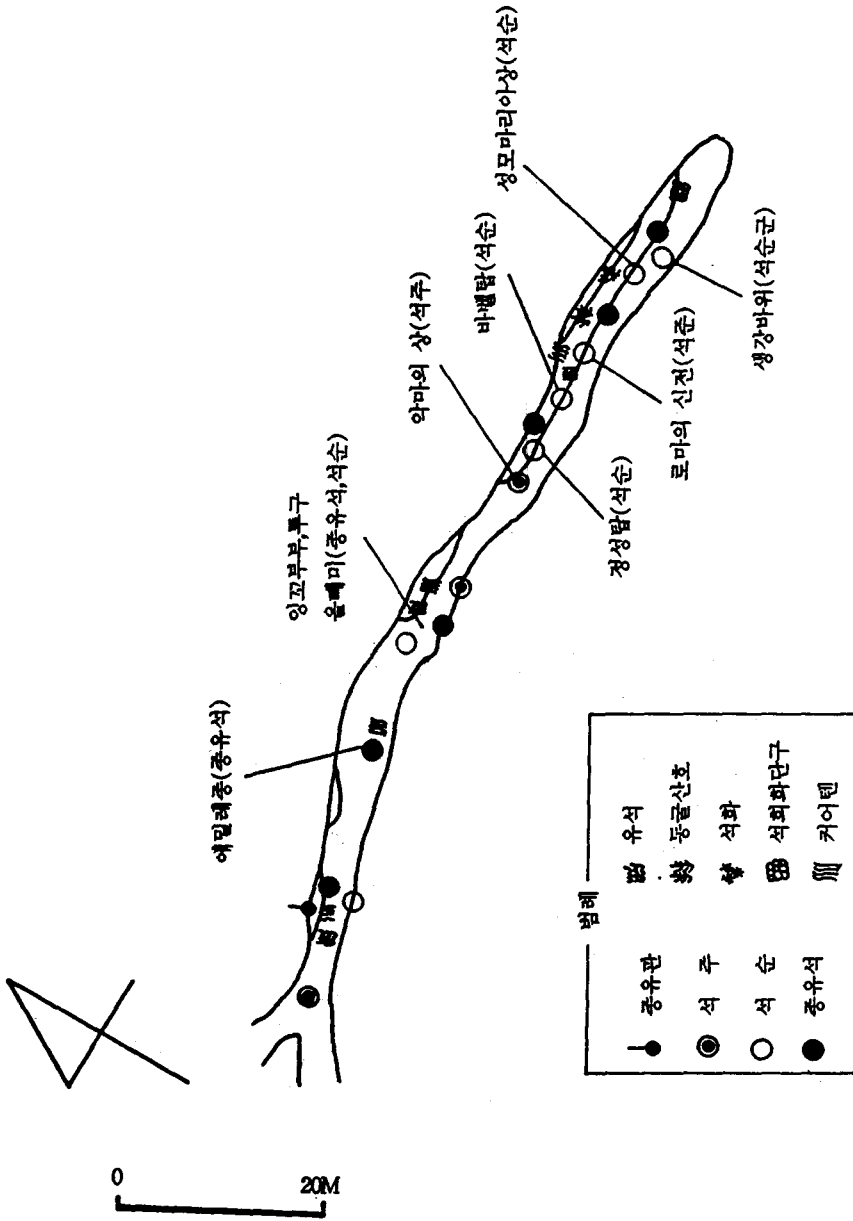
○	석순	— · — · —	출입제한구역
●	중유판	유서	유서
◎	석주	목서	목서
●	중유판	☐	석회화단구
		≡	동굴산호

노동굴 제IV구역의 지형지물 분포도



노 동 굴 제 IV 구 역

노동굴 제V구역의 지형지물 분포도



5. 동굴의 암석질

노동굴의 주요 구성암석은 물론 석회암이다. 이 석회암은 주성분이 CaCO_3 이고 기타 Mn , Fe , Zn , Cu , Ni 등이 미량으로 들어있다.

우리나라 주요 석회동굴의 암석을 성분 분석한 결과 CO_2 가 약 40%내외, MgO 0.22%, K_2O_3 가 0.11%, SiO_2 가 0.04% 등 미량으로 나타났다.

반대로 화산동굴인 용암동굴을 분석하면 SiO_2 가 약 50% 정도로 수위를 차지하고 그 다음이 Al_2O_3 가 20%, FeO_3 가 10%, MgO 가 8%, CO_2 가 약 7% 정도를 차지한다.

즉, 석회암 동굴에서는 CO_2 가 구성분의 약 40% 정도를 차지하는데 비해서 화산동굴에서는 10% 정도를, SiO_2 가 석회동굴에서는 1% 정도인데 비해서 용암굴에서는 약 40% 정도를 차지하여 아주 대조를 이룬다.

노동굴의 2차 생성물인 석순 석주 종유석 등의 암석구성성분도 석회암석의 성분분석과 비슷하게 나타났다. 역시 주성분은 CO_2 로 약 50% 내외를 차지하며 SiO_2 의 불순물이 다량 포함되어 있는 경우는 백색으로, 철산화물이 포함된 경우는 담황색으로, 동산화물이 포함된 경우는 담청색으로 나타났다.

〈 표 〉 동굴암석의 분석비교

굴 명		성 분 (%)	CO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	기 타 (Sr, P ₂ O ₅ 등)
석 회	노 동 굴		49.02	2.53	0.31	0.51	2.42	0.00	극소수
동 굴	고 씨 굴		46.57	0.82	0.21	0.15	2.88	0.01	극소수
화 산 동 굴	협 재 굴		7.00	8.80	10.80	19.30	47.5	극소수	극소수

6. 동굴의 수질

동굴내 수질의 PH값 변화는 길이에 따라 큰 변화가 없이 약7정도의 중성을 나타내고 있다. 이 PH치는 국내 다른 동굴치와 비슷하나 외국보다 좀낮은 치이다. 기타의 성분으로는 Ca, Mg, Na, K, SiO₂, SO, Cl 등이 있으나 대개 10 mg/ℓ 이내이나 SiO₂는 40 mg/ℓ 정도로 높다. 그러나 이런 항목들도 동굴내 깊이에 따라서 큰 변화는 나타나지 않는다.

〈표〉노동 동굴내 지하수의 수질비교

거 리	PH	Ca	Mg	Na	K	SiO ₂	So	Cl
100	7.7	7.4	3.1	5.4	0.8	36	4.1	4.5
300	7.4	8.1	4.7	5.1	0.6	41	4.9	12
600	7.5	7.2	4.6	5.6	1.0	39	3.8	6.6

동굴내 수온은 지역에 따라 약간의 차이를 보이나 대체로 12~15℃ 내외에 있다.

단 겨울에는 여름보다 2~3℃ 낮고 동굴의 깊이에 따른 변화는 입구를 제외하고는 나타나지 않는다. 그러나 화산동굴이 석회동굴보다 1~2℃정도 낮게 나타나는 것이 보통인데 이것은 화산동굴에는 기류를 차단하는 장애물이 없어서 대기와의 순환이 빠르기 때문이다.

7. 동굴의 기상

동굴은 일년내내 햇빛의 투사가 없고 대기가 안정된 경우가 많아 온도변화가 거의 없는 것이 특징이다. 즉 동굴속의 대기는 그 이동이 매우 느려서 동굴입구에서는 외부의 온도와 동굴내의 온도가 크게 달라지지만 굴안으로 수십여 m 만 들어가면 대기온도는 일정한 온도를 유지하게 된다. 지표에서 일교차는 그 열이 석회암층의 표면에서 지하동굴에 이르기까지 반감되어 지하 $1 m$ 이상되는 곳에서는 $1^{\circ}C$ 미만으로 약화된다.

물론 석회동굴은 눈에는 보이지 않으나 동굴의 질리나 교차점, 균열을 통해서 외계와 공기와 약간 상통하기에 대개 지상의 연평균기온과 비슷한 경우가 많다.

대체로 노동굴의 경우 여름에는 $15^{\circ}C$ 겨울에는 $14.5^{\circ}C$ 로 평균 $14 \sim 15^{\circ}C$ 정도를 유지하며 동굴내의 지하수는 연평균 $12.5^{\circ}C$ 정도로 나타났다. 동굴내 기온차는 높은 위치에 있는 동굴의 기온이 낮은 위치에 있는 동굴보다 그 기온이 약간 높게 나타난다. 외기의 온도가 상승하면 기류는 동굴내부 끝에서 동굴밖으로 흐르며 급격한 온도상승을 억제하고 비교적 낮은 온도를 유지하게 된다. 밤이 되면 공기는 차지고 기압도 높아진다.

따라서 기류는 밤에는 동굴속으로 유입되고 낮에는 동굴밖으로 유출하게 된다.

일반적으로 동굴은 수평굴이나 본 노동굴은 수직굴로 밑으로 낮아지면서 약간의 미세한 동굴내 기온차가 발생하나 그것은 $0.2^{\circ}C$ 정

도밖에 안된다. 노동굴뿐만 아니라 대개 지하동굴의 기온은 전술한 바와 같이 지표 일교차가 지하에 가면 반감되어 대체로 지표의 연평균기온과 비슷하나 계절에 따라서는 약간 차이가 있다. 또 동굴 입구가 높고 동굴내부로 갈수록 낮아진다.

동굴내의 습도는 동굴퇴적물의 생성과 밀접한 관계가 있으며 대개 90% 내외를 유지하며 전체적인 습도변화는 10%내외이다.

〈 표 〉 노동굴내 기온 및 습도

거 리 (M)	100	200	300
온 도 (℃)	13.8	14.5	14.5
상대 습도 (%)	88	89	97

〈 동굴입구온도 : 20 ℃ 〉

8. 노동굴의 미기후 현황

동굴의 미기후 현황은 주로 동굴내의 온도와 습도로서 나타낸다. 일반적으로 동굴의 기본적인 온도는 연중을 통하여 $15^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ 가 정상적이며, 습도는 65~90%를 동굴생태환경에 적합한 미기후 현황으로 보는 것이 보통이다.

물론 그 동굴의 위치에 따라, 그리고 계절에 따라 이밖에도 동굴의 출입구가 하나인 경우와 여러개인 경우, 또한 동굴내부의 규모나 동굴의 형태 등에 따라 동굴 기류의 이동이 나타날 수 있기 때문에 반드시 동굴의 미기후 현황이 일정하다고는 볼수 없는 것이다.

더구나 동굴속이 외부로부터의 대기의 유입과 출입이 심하거나 또는 외부로부터의 지하수의 침투나 물의 유입이 있는 경우와 없는 경우에 따라서도 역시 동굴내의 미기후 현황은 크게 달라질 수 있는 것이 원칙이다.

본 노동굴의 미기후 현황을 개관하면 여름계절인 8월달의 평균기온은 대체로 $14\sim 15^{\circ}\text{C}$ (특정지역은 16°C)를 나타내고 있는데, 실제로 연평균 동굴의 기온을 확산해 본다면 $12^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 가 일반적 동굴의 기온분포를 이루고 있다고 본다. 즉, 다른 동굴에 비하여 기온이 낮은 것은, 동굴의 규모가 크고 입구가 좁으며 수직형 동굴인 동시에 동굴의 밑바닥에 아직도 동굴호수가 있어서, 이 동굴호수로 말미암은 기온의 하강이라고도 볼수 있겠다.

한편 노동굴의 습도인 경우도 대체로 80% 내외로 되고 있는데, 이와 같은 현상은 위에서 말한 바와 같이, 동굴이 지표면보다 깊숙하게 수직형을 이루고 있는 대규모 동굴인 동시에 입구와 출구의 동

굴구멍이 좁고, 또한 동굴바닥에 고여있는 동굴호수 때문에, 습도가 높은 것으로 판단된다.

9 . 노동굴의 동굴생물

(1) 동굴생태계

동굴은 지하에 형성된 특수한 생태계이다. 이곳에 서식하는 생물들은 지하환경에 잘 적응된 생물들이며 특히 빛이 없는 암흑과 높은 습도 등에 영향을 받고 있다. 이로 인하여 시각이 대체로 퇴화되고 체색도 흰색을 띄고있는 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 세 부류로 나누고 있다.

Tx : 외래동굴성 (troglaxene)

내객성과 미입성으로 나눌 수 있으며 동굴내부에서 계속 서식하기 어려우며 대부분 동굴입구부근에 많이 나타난다.

Tp : 호동굴성 (troglophile)

동굴속에서 번식하며 적응이 잘되어 진동굴성으로의 변화과정에 있는 것들이다.

동굴환경과 유사한 지상환경에서도 서식할 수 있는 종들이다.

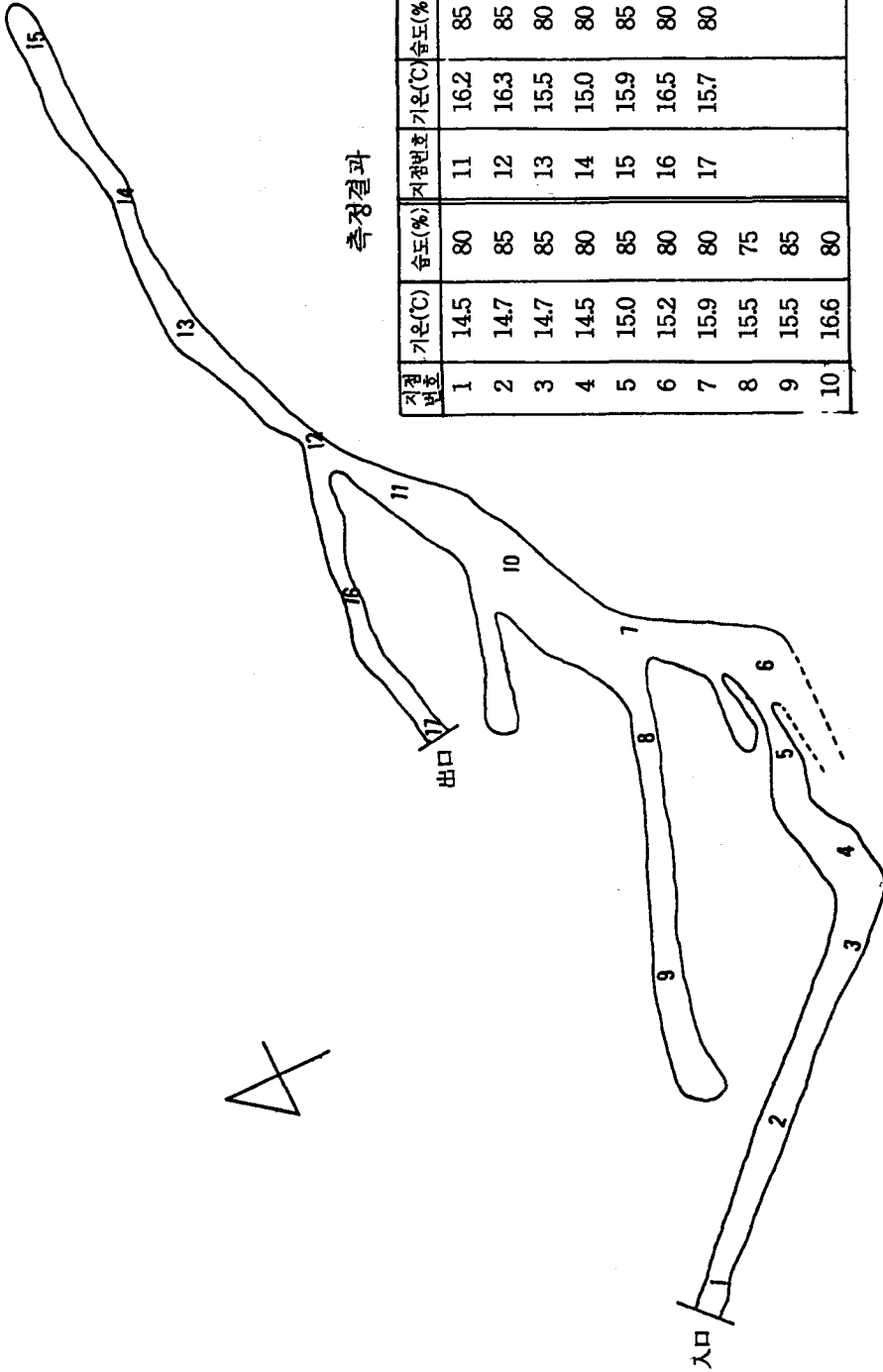
Tb : 진동굴성 (troglobiont)

지상생태계에서는 생존하지 못하며 동굴속에서만 발견되는 생물로서 체색 문체모체형에 있어 생리 생태적면에서 특수한 현상을 나타내고 있다.

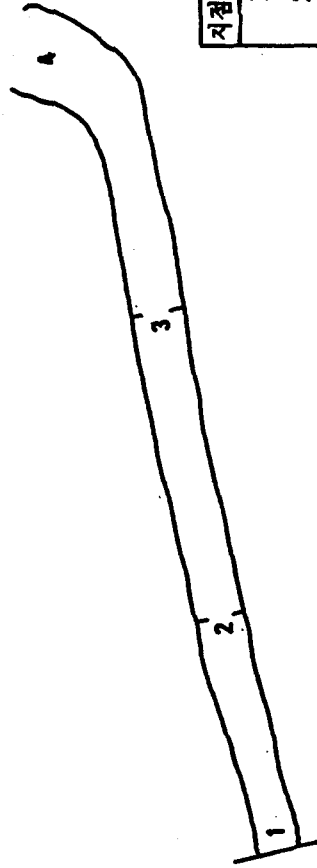
본 조사는 단양 석회암지대에 형성된 노동굴에서의 최근의 생물상과 그 분포를 조사하기 위해서 시행되었다.

측정결과

지점 번호	기온(°C)	습도(%)	지점번호	기온(°C)	습도(%)
1	14.5	80	11	16.2	85
2	14.7	85	12	16.3	85
3	14.7	85	13	15.5	80
4	14.5	80	14	15.0	80
5	15.0	85	15	15.9	85
6	15.2	80	16	16.5	80
7	15.9	80	17	15.7	80
8	15.5	75			
9	15.5	85			
10	16.6	80			



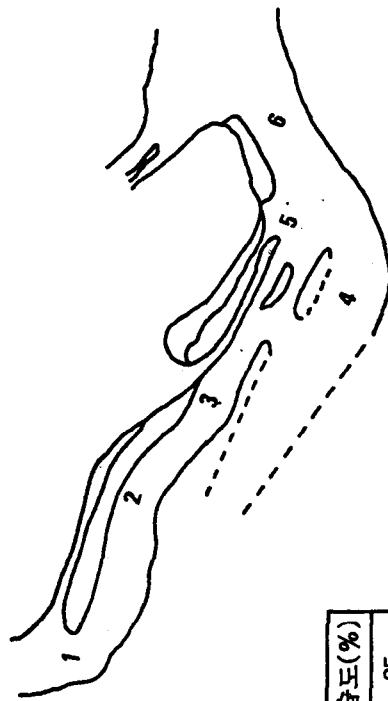
노동굴 제 I 구역의 기온·습도 분포도



측정결과

지점 번호	기온(°C)	습도(%)
1	14.5	80
2	14.7	85
3	14.7	85
4	14.5	80

노동골 제Ⅱ구역의 기온·습도 분포도

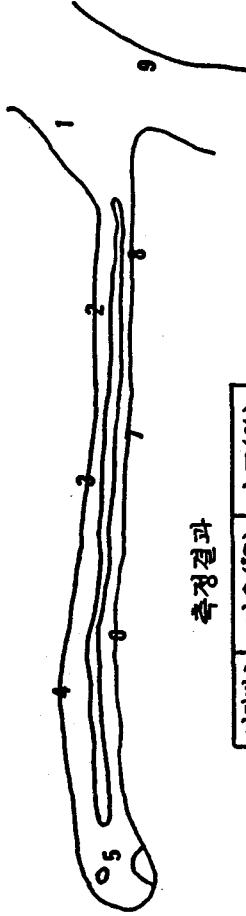


측정결과

지점번호	기온(°C)	습도(%)
1	15.0	85
2	15.2	80
3	15.5	80
4	15.3	85
5	15.7	80
6	15.9	80

노동골 제Ⅱ구역

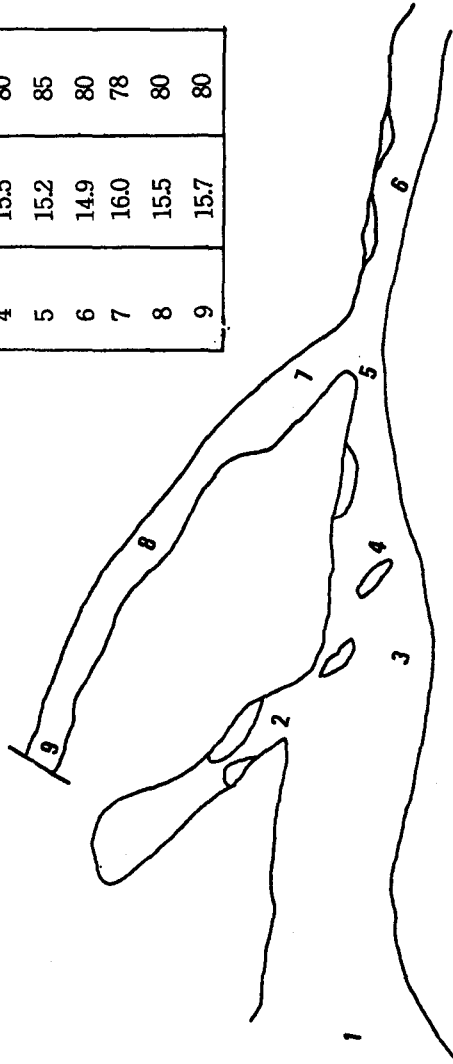
노동굴 제Ⅲ구역의 기온·습도 부포도



측정결과

지점번호	기온(°C)	습도(%)
1	15.9	80
2	15.8	75
3	16.0	78
4	15.7	80
5	15.7	82
6	15.9	70
7	16.0	75
8	16.2	78
9	16.5	80

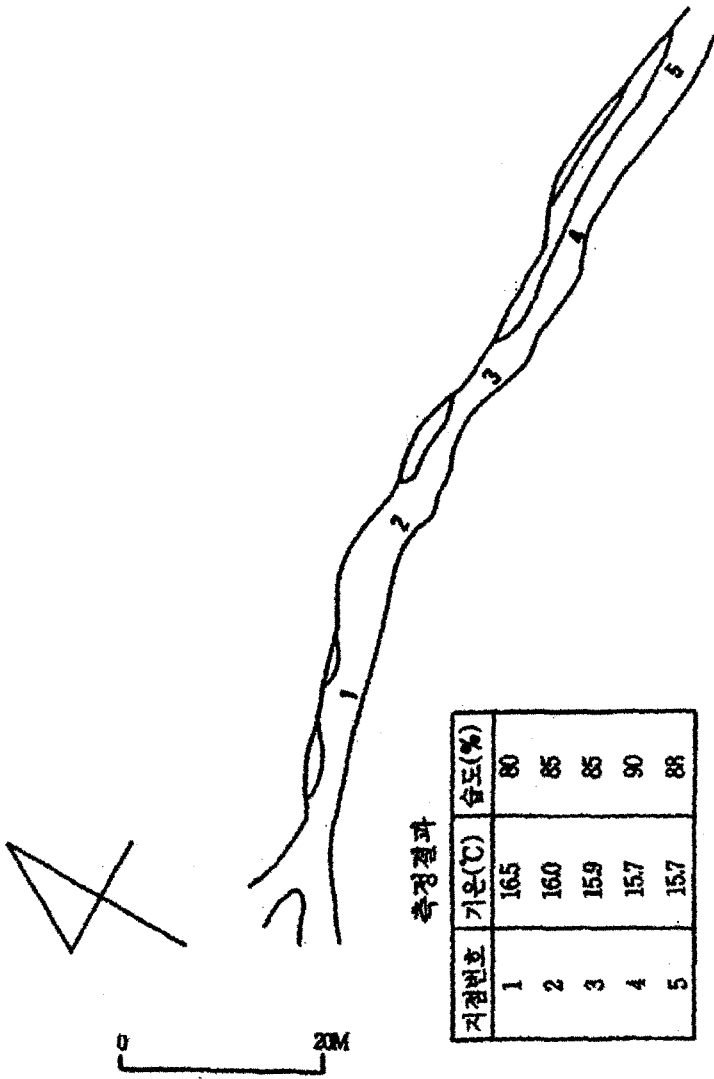
노동굴 제IV구역의 기온·습도 분포도



측정결과

지점번호	기온(°C)	습도(%)
1	14.6	80
2	14.9	85
3	15.2	85
4	15.5	80
5	15.2	85
6	14.9	80
7	16.0	78
8	15.5	80
9	15.7	80

노동굴 제V구역의 기온·습도 분포도



(2) 노동굴의 생물상

본 조사에서는 2목 5종이 채집되었고 2목 2종은 관찰과 문헌으로 조사되었다.

동굴 중앙부 좁은 통로 옆에 조명등이 설치된 곳은 대부분 녹조류나 이끼류의 번식이 왕성했다. 백두산천지 상단부에 노래기목 김띠노래기, 등줄굴노래기, 곤봉털띠 노래기 개체가 발견되었고 만물상부근 통로 옆에서 많은 이끼류를 발견하였고 그곳에 왕귀뚜라미가 채집되었다.

구조형태면에서 퇴화된 형으로 판단되는데 특히 날개와 눈부위의 퇴화가 현저하다. 그러나 동작은 빠르고 힘도 센 편이며 암컷으로 복부가 비대하며 위쪽은 갈색 배면은 노랑색이었고 날개는 갈색 다음에 초록이며 끝부분은 황색을 띄었다.

노동굴의 동물번식지는 바벨탑 막장이며 이곳은 오물 등 유기물이 벽면에 접하여 지층에 형성되어 있어 이곳에서 김띠노래기가 군서하고 등줄굴노래기도 함께 서식하고 있다. 박쥐목 관박쥐는 입구 왼쪽 지굴에 많이 서식하고 있었고 육안으로 구별하기 힘들으나 나방이 종류들이 많이 서식하고 있는 것으로 추정된다. 무시목 귀뚜라미 부치과의 노동 갈로와벌레가 이곳에서 채집되었다고 보고되었으나 조사과정에서는 발견할 수 없었다.

우선 노동굴의 생물상의 특성에는 개체는 많지 않으나 주요한 동굴생물들이 분포하고 있는 것이 특징이다. 그다음 녹조류 및 이끼류의 발생이 현저해서 이에 대한 제거나 조명장치의 조도 및 방향조종으로서 원상회복이 되어야 할 것이다. 바벨탑 근처의 물의 수온은

13℃ 대기는 15℃로서 다른 곳보다 다소 저온인 편이었다. 상층부로의 기류변동을 막아 생태계를 보호하고 동굴내 2차형성을 촉진시킬 필요가 있다고 판단된다.

노동굴의 동굴생물분포

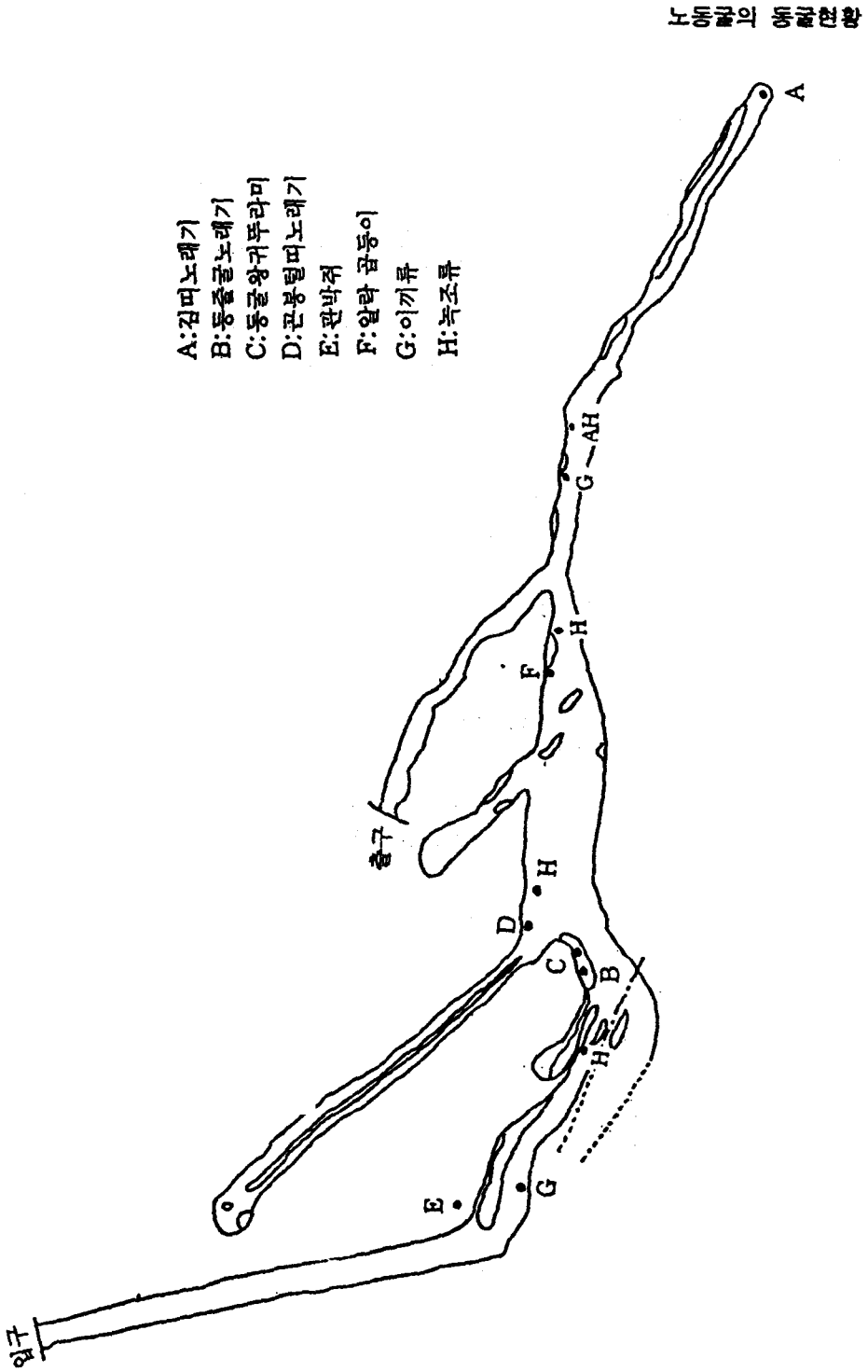


표3. 노동굴의 서식동물

목 별	종 명	채집조사	구 분
노래기목	곤봉털띠노래기	1	Tb
	김띠노래기	2	Tb
	등줄굴노래기	2	Tb
메뚜기목	알락곱등이	1	Tx
	노동왕귀뚜라미	1	Tx
무 시 목	노동갈로와 벌레	0	Tb
박 쥐 목	관박쥐	0	Tx

노동굴 채집동물동물목록(1990.9.17)

배각강(Diplopoda)

- (1)곤봉털띠노래기 *Epanerchodus clavisetosus* MURAKAMI et RAIK
- (2)김띠노래기 *Epanerchodus kimi* MURAKAMI et PAIK
- (3)등줄굴노래기 *Antrokoreana gracilipes* VERHOEFF

곤충강(INSECTA)

- (4)알락곱등이 *Diestrammena japonica* BLATCHELY
- (5)왕귀뚜라미 *Gryllus mitratus* DE SAUSSURE