

화암동굴의 동굴생물에 관한 연구

상지대학교교수
학 회 부회장 이학박사 김 병 우

I. 서론

동굴 생물의 실태를 조사한다는 것은 이 동굴이 그대로 살아 있는가 아니면 이미 폐허화된 동굴인가를 판가름할 수 있는 좋은 근거가 된다.

본 연구는 화암동굴의 동굴 생물들이 서식할 수 있는 생태환경을 조사 분석하고 이들 동굴 생물들의 분포 상태가 어떠한가를 연구 조사한 것이다.

앞으로 이들 동굴 생물의 생태 환경이 그대로 존속되고 있는지 아니면 훼손 오염되어 생태 환경이 보존되고 있지 아니한가를 비교 분석 관찰하는 자료가 될 것이다. 실지 현지 조사한 근거를 토대로 기록한 자료이기 때문에 이 연구 결과가 영원히 보존되어야 하겠다.

II. 동굴의 생태환경

1. 동굴생물의 실체

동굴은 오랜세월을 거쳐 지하에 형성된 공간이며 내부에는 각종 이차생성물들과 더불어 특수한 환경에 적응하여 생존해 온 생물들이 분포하고 있어 독특한 지하생태계를 이루고 있다.

동굴학(Speleology)의 영역은 매우 넓지만 그중에서도 동굴생태계의 구조 요소나 그곳에 서식하는 생물들의 생태적 지위(Ecological niche), 서식지 환경등을 연구하는 동굴생물학(Biospeleology)은 매우 중요한 의미를 지니고 있다.

동굴생물은 식물과 동물, 미생물로 크게 구분되지만 태양광선이 완전히 차단된 동굴내 환경에서는 동굴동물이 주종을 이루고 있다. 이에 관한 연구는 육상생태계와 격리된 환경에서 생리·생태학적 적응을 통한 종의 분화나 유전, 진화문제를 추구하고 지하생태계와 육상생태계의 생물학적인 유언 관계를 규명할 수 있는 분야이다. 또한 독특한 특성을 지닌 동굴생물의 보존을 위한 방안과 노력이 일부 동굴의 개방 및 개발에 앞서 더욱 구체적으로 모색되고 증대되어야 한다.

동굴환경의 주요 특성은 첫째로 햇빛이 차단된 암흑의 상태이며 두번째는 내부 습도가 비교적 높고, 기온이나 수온의 연중 변화가 적다는 것이다. 세째는 영양공급원이 Guano(박쥐의 배설물), 사람과 다른 동물들에 의한 유기물의 移入(이입)과 지하수에 함유된 유기물 등으로 제한되어 있는 상태이며, 네째로는 광합성으로 성장하는 녹색식물은 합몰지역이나 입구의 인공조명시설 지역을 제외하고서는 서식이 불가능하고, 대형동물이나 초식동물은 생존이 어렵다는 것이다.

동굴내 생물에 관한 연구는 1966년 영월군의 고치굴, 용담굴을 시발로 하여 단양군의 고수동굴, 천동동굴, 노동동굴, 은달동굴, 평창군의 백룡동굴, 삼척시의 환선굴등의 생물상이 조사되어져 있다.

여기서 조사된 보고에 의하면 동굴생물들 중 9綱 30目 141種이 확인된 바 있으며 綱별로는 곤충綱이 9目 50種, 주형綱이 4目 49種, 갑각綱이 6目 18種의 순으로 우세하고 目별로는 거미目이 15科 39種, 톱토기目이 7科 20種, 딱정벌레目이 8科 15種으로 우세한 편이다(남궁 준, 1987).

동굴내에는 여러 종의 동물이 서식하고 있으나 이들의 생태적 특성에 따라서 세가지로 구분한다.

(1) 眞洞窟性(진동굴성, Troglobites)

진동굴성의 유래와 진화로 볼 때 고대형의 동물이 많다는 사실 등에서 제4기의 빙기, 빙상의 南限線(남한선)과 비슷한 제3기의 유전종일 가능성이 큰 것이다(남궁 준, 1987).

이들은 대부분 지상생태계에서는 생존하지 않으며 동굴내에서만 서식하는 것으로 암시야에서만 서식하기 때문에 시각이 퇴화된 종이 많다. 갑각류의 경우 체색은 백색이며 포피가 얇다. 또한 활동성이 미약하고 날개가 퇴화되거나 없는 종들이다. 반면에 촉각이 발달되어 있으며 체모나 다리도 발달하여 감각기관의 보조기능을 하고 있다. 이들에 관한 연구는 미진한 상태이다.

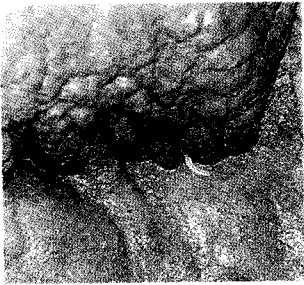


사진 1. 김띠노래기

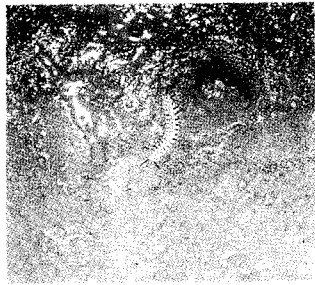


사진 2. 곤봉털띠노래기



사진 3. 굴뚝거미

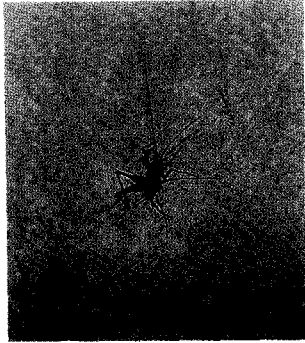


사진 4. 굴곰등이

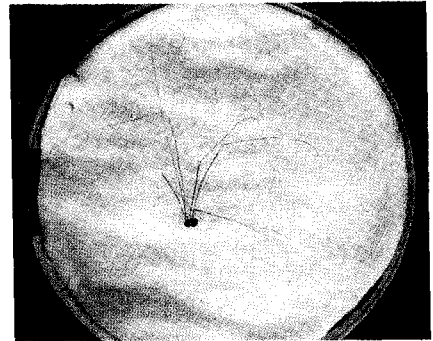


사진 6. 산유령거미

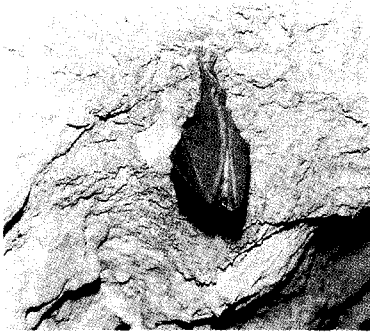


사진 5. 판박쥐



사진 8. 동굴생물 서식지



사진 7. 동굴내 토양중의 세균

진동굴성 동물

1. 배각강(Diplopoda) 노래기목
김피노래기 : *Epanerchodus kimi* MURAKAMI et PAIK
등줄굴노래기 : *Atrokoreana gracilipes* VERHOEFF
곤봉털피노래기 : *Epanerchodus clavisetosus*
MURAKAMI et PAIK
2. 갑각강(Crustacea) 단각목
장님굴새우 : *Pseudocrangonyx asiaticus* UENO
3. 곤충강(Insecta) 무시목
갈트와 벌레 : *Galloisiana* sp.

(2) 好洞窟性(호동굴성, Trogliphiles)

호동굴성 동물은 동굴내에서 번식하며 이곳에 적응이 잘 되어 정상적인 동굴생활을 하는 種이다. 이들은 대체로 진동굴성 생물로의 변화 과정에 있는 것들이다. 이들의 생태적 습성과 동굴환경이 부합되어 서식이 가능한 種이다.

호동굴성 동물

- 1) 주형강(Arachnida) 거미목
굴뚝거미 : *Cybaeus mosanesis* PAIK et NAMKUNG
민자가계거미 : *Coelotes songminjae* PAIK et YAGINUMA
방패소경거미 ; *Kaolinonyctus coreanus* SUZUKI
- 2) 곤충강(Insecta) 매뚜기목
알락굽등이 : *Diestrammena japonica* BLATLEY
굴굽등이 : *Tachycines* sp.
장님굴가시목토기 : *Tomocerus gul* YOSI

(3) 외래성(Trogloxenes)

동굴내에 우연이 유입된 동물로서 동굴내에서 계속적으로 서식하기 어려운 것들이다. 동굴속에 유입되어 들어온 迷入性(미입성)과 동굴에서 서식하면서 동굴 외부에서 일정기간 활동하는 來客性(내객성)의 두 부류로 나누어진다.

외래성 동물

1) 배각강(Diplopoda) 각시노래기목

긴넓적다리삼당노래기 : *Skleroprotopus laticoxalis longus*
MURAKAMI et PAIK

2) 주형강(Arachnida) 거미목

산유령거미 : *Pholcus crypticolens* BOES. et STR.

말꼬마거미 : *Achaearanea tepidariorum* (CKOCH)

3) 포유강(Mammalia) 박쥐목

관박쥐 : *Rhinolophus ferrumeguinum korai* KURODA

4) 곤충강(Insecta) 나비목

줄까마귀밤나방 : *Autophtia inconspicus* BUTLER

물걸자나방 : *Triphosa dubitata* L.

5) 썹목

돌썹 : *Pedetortus nipponicus* SILVESTRI

이와같이 구분되는 동굴동물은 동굴내에서 개체군을 형성하며 일정한 환경조건을 유지하는 곳에 모여서 서식지를 이루고 있으며 생태계의 기능적인 역할을 하는 분해자, 소비자층이 대부분이며 동굴내 소규모의 먹이사슬이 정립되어 있다.

동굴내 공기나 토양중에는 미생물들이 분포하고 외부와 연결이 용이한 지역일수록 다양한 미생물이 나타난다.

2. 동굴생물의 생태환경

화암동굴의 진입로는 너비 5m, 높이 3m로서 200m 정도 연장되어 대광장에 이른다. 3월 중순경의 이 지역 기온은 3~6°C 정도이며 입구 초입의 습도는 매우 건조하여 9.4%이며 80m 지점에서는 19.5%의 습도를 보이며 광장입구 부분의 습도는 24%를 나타내었다. 이와같이 습도가 낮게 나타나는 것은 동굴 입구에서 광장입구까지는 과거에 경도로 이용되었던 일자형의 통로이므로 외부와 내부의 기류의 이동에 의한 바람의 영향에 의한 것이다.

입구에서 50m 진입한 지점의 벽면에서는 물기가 스며나오는 곳이 있었다. 동굴의 조명시설들의 조도는 대체로 높았으며 광장입구 부분의 백열전구 부분에서는 조도가 140Lux로 나타났다.

입구에서 광장입구까지의 동굴통로는 그 지면이 수평을 이루고 있으며 동굴이 비교적 굴절이 적어 생물들의 출입에 좋은 조건을 지니고 있다. 따라서 유입성 생물들의 서식처로서 적당하다고 생각된다. 그러나 이 통로가 바로 관광객들이 이용하는 관광통로이기 때문에 장해요인이 클 것으로 판단된다.

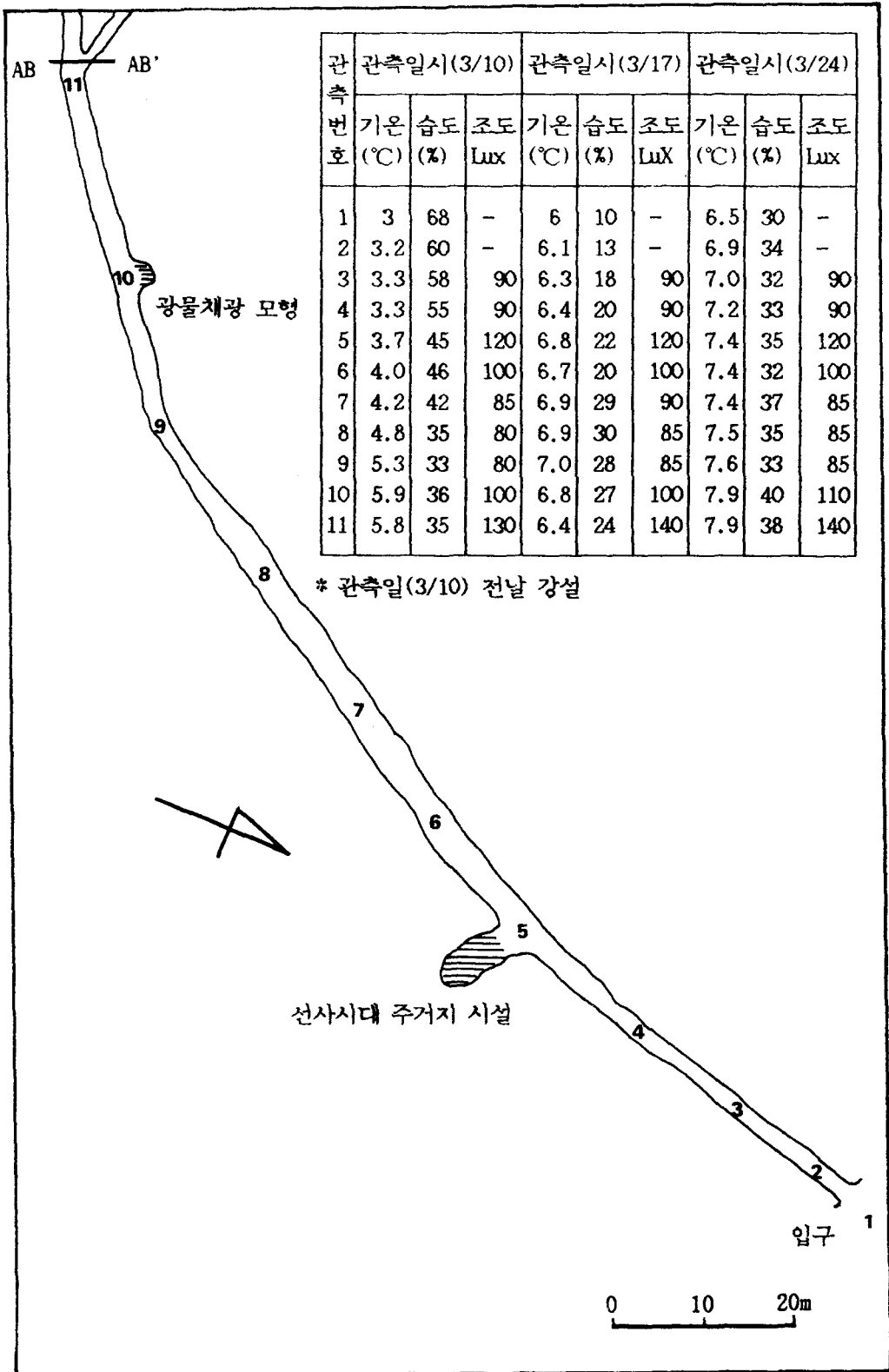
낙반으로 형성된 대광장은 우리나라 석회동굴 중에서는 가장 큰것으로 2,800m²이나 되는 넓은 면적을 차지하고 있으며 천정높이는 30~40m, 직경은 장경이 약 100m, 단경이 약 50m가 되는 타원형의 동굴로 북서향으로 경사를 이루고 있다.

이 광장의 지면은 낙반석이 대부분이며 건조한 상태로 생물이 서식하기에는 적합하지 않다.

광장입구에서 좌측하단부에 있는 광물전시관의 좌측에 소형 동공이 있는데 이곳은 우수기에 습기가 유지되어 노래기, 푼토기, 진드기 등의 곤충류가 서식할 수 있는 장소로 보여지며 이곳의 기온은 8.6°C, 습도는 32.7%였다.

통로를 따라 북측벽면에 있는 일단의 석순이 발달한 곳(삿갓바위)에는 물기가 스며 습윤한 지역을 이루고 있는데 이곳의 온도는 9.8°C, 습도는 20.2%를 나타내었다.

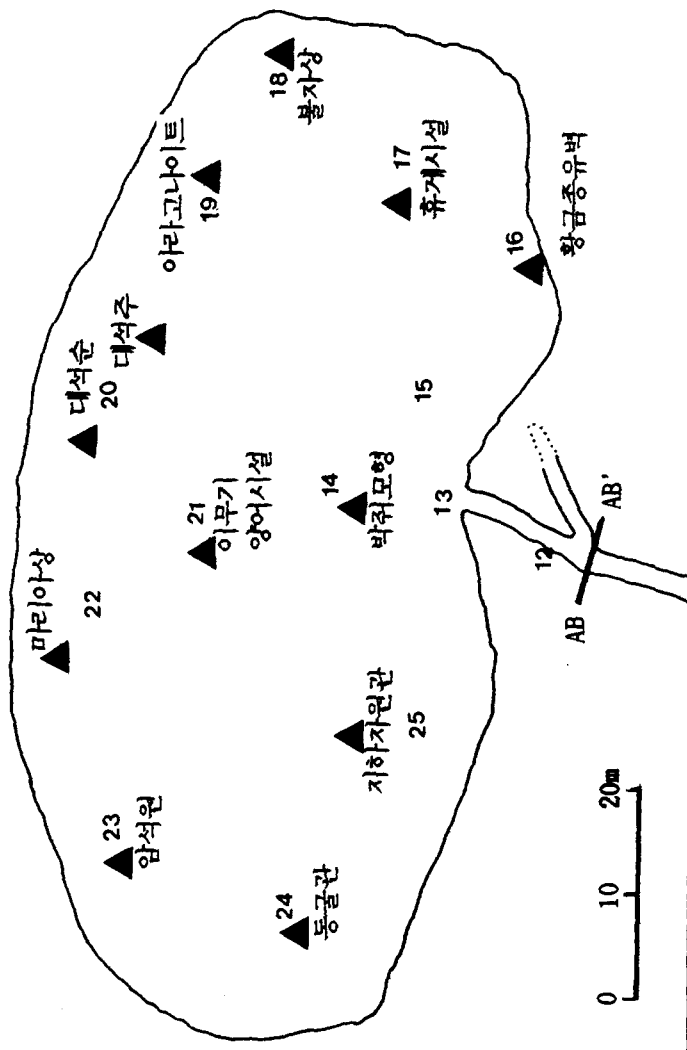
삿갓바위에서 내려와 좌측으로 오르면 높이 7~8m의 대석순과 대석주가 있는데 이 하단부에 물기가 스며들고 있어 생물의 서식지로 예상된다. 이곳의 기온은 8.9°C, 습도는 19.3%였다.



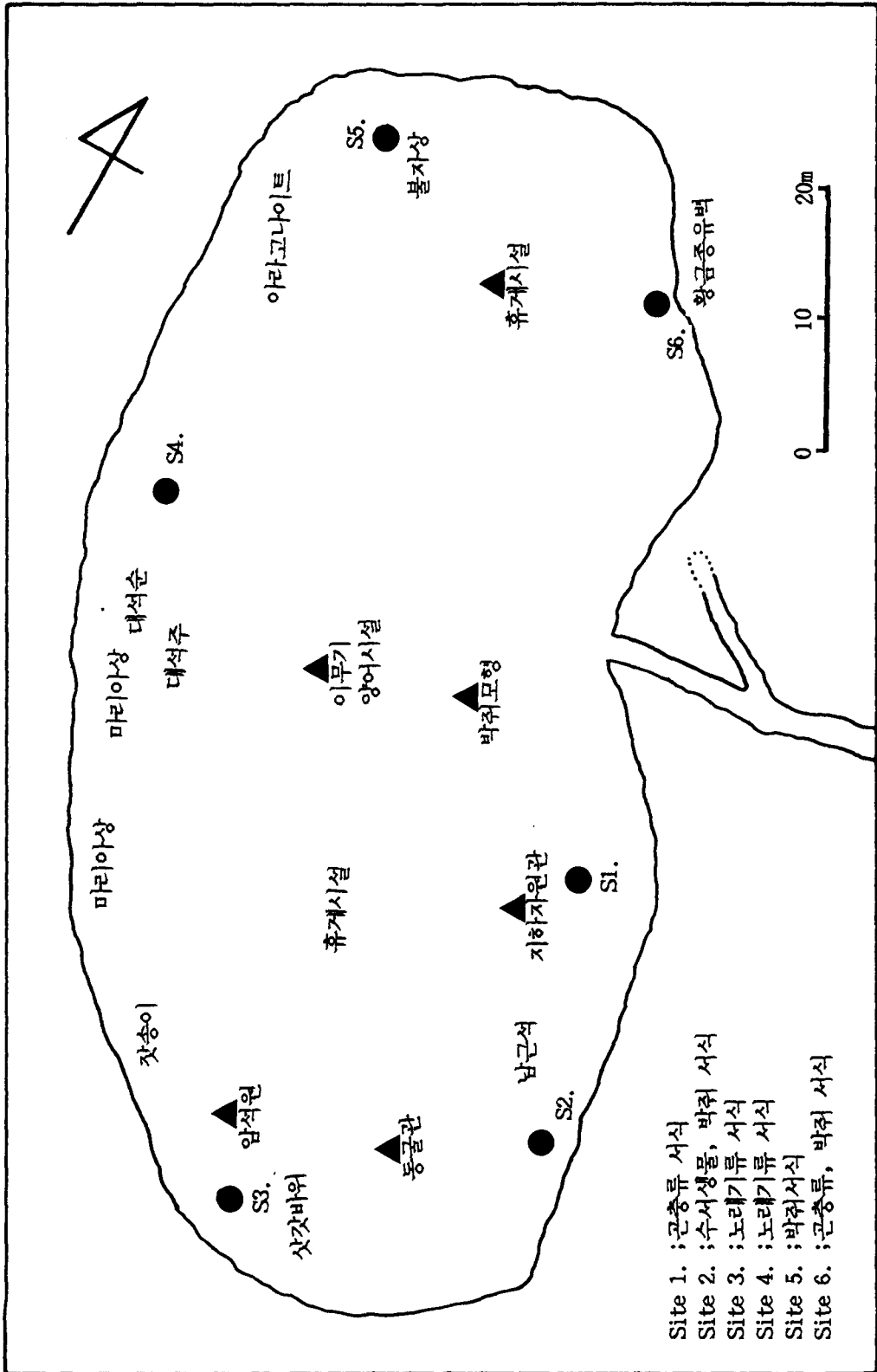
(그림 2-6) 기온, 습도 및 조도 분포도 I

A

관측번호	일시(3/10)			일시(3/17)			일시(3/24)		
	기온	습도	조도	기온	습도	조도	기온	습도	조도
12	5.8	35	90	6.4	25	90	7.9	30	88
13	5.6	35	65	6.5	38	65	7.9	34	68
14	5.9	38	85	6.8	40	90	8.0	42	88
15	6.5	42	90	7.1	42	90	8.1	45	90
16	6.9	54	150	7.4	54	150	8.3	55	152
17	6.4	46	80	6.9	44	90	8.4	42	95
18	6.8	45	75	7.2	46	80	8.5	47	85
19	6.7	40	145	8.0	42	150	8.1	50	148
20	6.8	52	155	8.1	55	160	8.6	55	152
21	6.7	60	90	7.8	62	95	8.9	60	97
22	6.6	39	80	7.1	40	78	9.0	46	75
23	6.4	42	100	6.9	44	98	8.7	50	95
24	6.4	39	90	6.7	42	92	8.3	48	90
25	6.0	36	90	6.6	39	88	8.0	40	90



(그림 2-7) 기온, 습도 및 조도 분포도 II



(그림 2-8) 동글생물의 서식 예상지역

광장입구에서 우측에는 거대한 황금종유벽이 형성되어 있는데 이곳의 기온은 9.8℃, 습도는 58.4%를 나타내었으며 이 지역은 천정에서 부터 아래까지 물기가 스며들어 생물들의 서식지로서 좋은 조건을 가지고 있다.

미개발 지역으로서는 석화벽면 하단부에 굴 진입로가 나오며 이곳에 수생 생물들이 서식할 수 있는 호수가 있고 또한 이 지역은 상당수의 박쥐가 서식하는 곳으로 추정된다.

불자상 상단부위의 높은 천정이 있는데 이곳에 박쥐군락이 서식하는 것으로 판단된다.

한편 Site 2.(동굴생물 서식 예상지역 도면)에서 보면 낮고 좁은 통로로 50m쯤 들어가면 작은 동굴이 나오고 이곳에서 다시 30m쯤 진입하면 동굴호수가 자리잡고 있다. 이지역은 미공개지역으로 박쥐와 수생생물들이 서식하고 있는 것으로 추정되고 있다.

또한 Site 6.(동굴생물 서식 예상지역 도면)에는 경사진 언덕위에 높이 25~30m, 너비 20m 내외의 종유벽이 잘 발달되어 있으며 황금빛을 띠고 있다. 이 종유벽의 상층부로 부터 물기가 계속 흘러내리고 있으며 이 벽면과 종유벽 사이에는 좁은 진입로가 있는데 이곳에는 박쥐 및 노래기類의 서식지라고 생각되는 지역이 있는데 이 지역은 미공개지역으로 보호를 받고 있다.

이번 조사된 지역은 은폐되고 높은 천정을 형성하고 있는 박쥐들의 서식지나 항상 지면이 습하고 다소의 유기물층이 형성된 장소를 택하여 조사하였으나 계절적인 특성에 영향을 받는 시기이므로 동굴내 생물들의 활동은 미비하였다. 미공개 지굴이 조사되면 특수한 생태계와 더불어 생물상을 밝힐 수 있을 것으로 생각되어 진다.

앞에서 설명한 것을 사진을 통하여 보면 다음과 같다.



사진 1. 광장입구의 건조한 지면상태



사진 2. 동굴 입구에서 50m 진입한 지점으로 생물서식이 가능한 지역

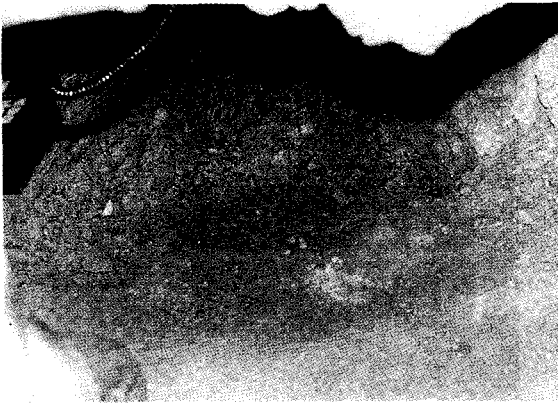


사진 3. 광물전시관의 좌측 동공 (Site 1)

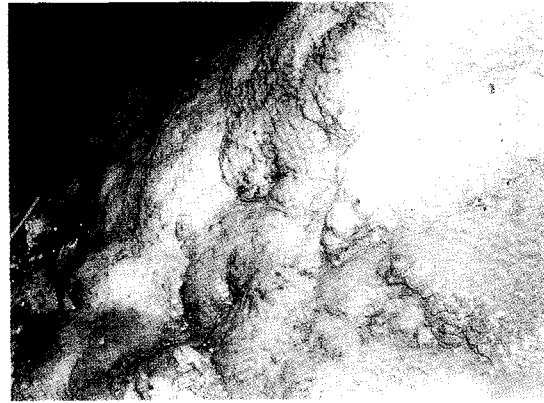


사진 4. 석순(삿갓바위) 측면의 노래기類 서식 가능한 지역 (Site 3)

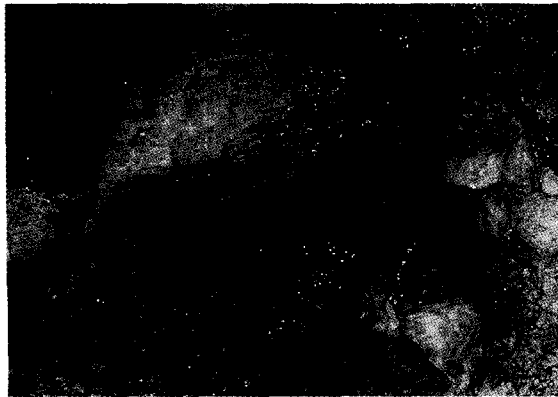


사진 5. 석순(삿갓바위) 하단부의 습윤한 지역 (Site 3)



사진 6. 인공호수의 어류



사진 7. 대석순군 하단부의 생물서식 예상지역 (Site 4)

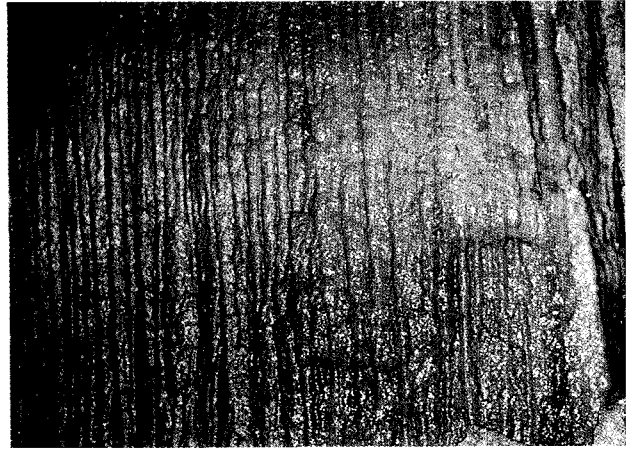


사진 8. 습윤한 황종유벽 (Site 6)

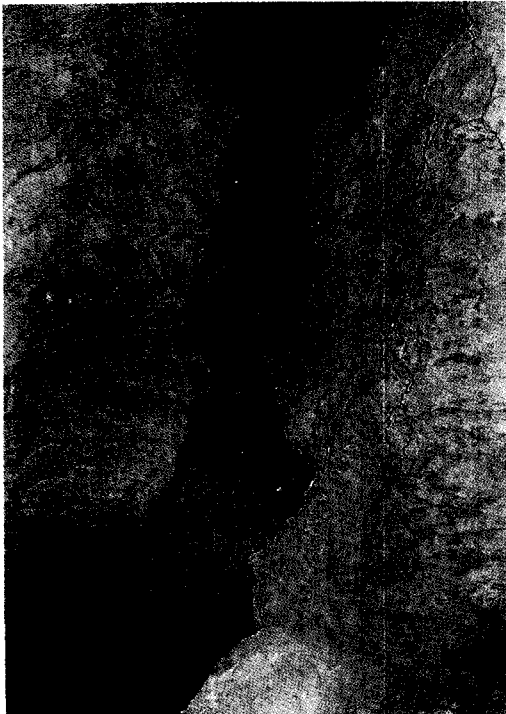


사진 9. 동굴호수 입구 (Site 2)



사진 10. 황종유석 벽면 하단부 생물서식 가능 지역 조사 (Site 6)

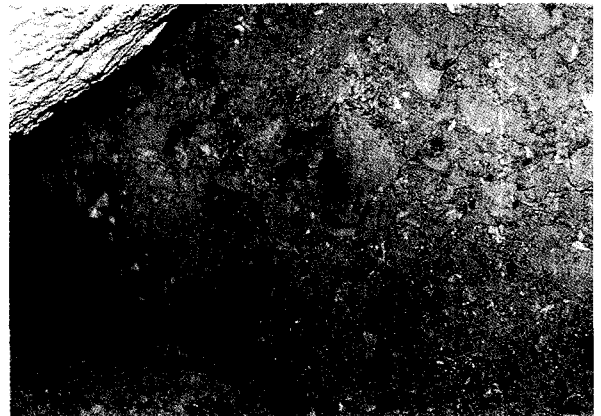


사진 11. 부처상 하단부의 생물서식 가능 지역 (Site 6)

3. 동굴내의 생물상

이 화암동굴의 동굴생물 조사는 1966년 4월에 한국동굴협회의 한·일합동 조사때 실시되었다. 동물상은 대체로 빈약한 편으로 4目 6種이 발견되었으며 그 중 3種은 이곳을 서식산지로 하여 新種記載(신종기재)가 되었다(남궁준, 1987).

기타 이 화암동굴에 대한 報文(보문)은 있었으나 동굴생물에 관한 결과는 보고된 바 없다. 이번 조사를 통하여 박쥐目的 관박쥐, 노래기目的 등줄굴

이번 조사를 통하여 박쥐目的 관박쥐, 노래기目的 등줄굴노래기가 확인되었고 미공개지역에 옛새우目的 장님굴새우가 서식하고 있는 것으로 탐문되었다.

문헌상으로 볼때에는 특토기類중에 등근굴특토기, 박쥐目的 검은토끼박쥐, 옛새우目的 장님굴새우 등 세종류가 이곳에서 발견된 바 있다.

광장부분의 곳곳에서 조명등이 지형지물을 비추는 조도가 120Lux가 넘는 경우가 많아 녹색공해가 나타나기 시작하였는데 이와 같은 조도가 계속적으로 유지된다면 녹색공해가 더욱 심화될 것이므로 이에대한 보완이 필요하다.

이번 조사기간이 동물들의 활동에 적합하지 않았으므로 기온과 습도가 상승하는 하절기의 조사도 필요하다고 본다.

환경요인면에서 보면 동굴내부가 건조하고 입구를 통해 유입되는 기류가 내부환경에 영향을 주고있다.

III. 결론

본 연구 조사 결과는 이 동굴이 광산 채굴에 의한 동굴 확인이 되었으므로 실제로 동굴 생물도 매우 빈약한 것이 사실이다.

더구나 이 동굴은 오랜 세월동안 개방되어 있었으며 특히 동굴내의 생태 환경이 동굴 생물 서식에는 너무도 건조하고 적합하지 않은 환경이므로 동굴 생물의 분포상이 매우 빈약한 것으로 당연하다고 보겠다.

앞으로 이 동굴의 빈약한 동물상의 영원한 보존 대책이 필요하다고 본다.

< 참고 문헌 >

- 남궁 준(1986) 한국의 주요 동굴 동물의 모식산지의 보전 문제
(동굴 13호 49- 67)
- 남궁 준(1987) 강원도의 자연 동굴의 동굴상
(강원도 희귀 자원 조사 보고서 4집 1-156)
- 남궁 준(1976) 원색 한국 패류 도감 (일지사)
- 이 병 훈(1978) 한국산 지하성 동물의 검토와 목록II
(한국 곤충학회지 8-2)
- 정 선 군(1990) 정선 화암동굴 관광개발 조사
- 정 선 군(1995) 화암동굴의 환경보존 및 안전진단 학술조사