

신단양 고수동굴의 환경과 서식생물에 관한 연구

김 병 우* · 박 상 영**

A Study on the Environment and Inhabitant of Gosu Cave in Sindanyang

Byoung Woo Kim* · Sang Young Park

요약 : 고수동굴의 동굴환경과 동굴생물의 지속적 보전을 위한 학술적 기초 자료를 얻고자 2002년 4월부터 2003년 3월까지 동굴내부를 조사하였다. 고수굴은 하계평균기온이 16도내외, 동계평균기온은 14도내외로 일정하게 유지되고 있으며 습도는 동계평균습도가 90%내외, 하계평균습도는 85%내외이다. 동굴 입구부근의 Site 1에서는 외래성생물이 4종, 호동굴성생물인 알락곱등이가 발견되었다. 입구안쪽의 Site 2와 동굴중앙부의 Site 3에서는 외래성생물이 2종, 호동굴성생물이 2종, 진동굴성생물 4종이 발견되었다. Site 4에서는 진동굴성생물인 갈르와벌레가 발견되었다. Site 5에 진동굴성생물인 장님굴새우와 외래성생물인 돌쫂이 서식하고 있었다. 고수 동굴 심층부의 환경과 진동굴성 생물의 보존은 중요하다.

주요어 : 동굴, 서식생물, 호동굴성생물, 외래성생물, 진동굴성생물

Abstract : The environment of Gosu cave and distribution of inhabitant were surveyed every month from 2002, April to 2003, march. In Gosu Cave, average temperature in summer was 16°C and in winter 14°C. Average humidity in summer was 85% and in winter 90%. At the entrance of cave in the site 1, troglonexes:4 species were observed. Trogloniles: *Diestrammena japonica* was a large population. Inside of cave in the site 2 and in the middle part of the site 3, trogloniles:4 species, trogloniles:2 species, trogloniles: *Rhinolophus ferrumeginum korai*, *skleroprotopus laticoxalis longus* were observed. *Galloisiana sp.* were observed on the ground of the Sindong in the site 4, *Pseudocrangonyx asiaticus* were observed in the water of yongsu valley. Trogloniles have to be preserve as cave animals living in the darkness for a long time.

key word : cave, inhabitant, trogloniles, trogloniles, trogloniles.

I. 서론

고수동굴은 우리나라 천연기념물 제 256호로 지정된 동굴로 고생대 대석회암층에 속하고 있어 지질연대가 약 4억년으로 추정되며, 현재 공개되고 있는 굴 길이는 1.7km, 입구높이 5m, 폭 5m로 장년기의 동굴지형이다. 커튼형의 종유석이 발달하였고 화석곤충인 갈르와벌레가 서식하고 있으며 박쥐가 많이 살고 있다.

우리나라에는 크고 작은 동굴이 1천 개가 넘

는다. 그 중 일반인에게 개방된 동굴은 이른바 관광동굴로 분류되는 10여 개 정도이다. 우리나라 동굴은 생성과정으로 보아 화산동굴과 석회동굴로 나누어진다. 화산동굴은 형성과 동시에 쇠퇴하는 동굴이지만 석회암동굴은 물이 있는 한 계속 발달하는 동굴이라 볼 수 있다.

충청북도에서도 동굴이 많은 곳은 단양지역이다. 온달동굴, 노동동굴, 고수동굴, 천동동굴과 같은 개방동굴을 비롯하여 무수히 많은 미 개방 동굴이 있다.

* 상지대학교 생명과학과 교수

** 상지대 교육대학원

자연동굴은 지질적 특성을 지닌 석회암지대나 화산지대, 해안, 강변지역에 집중적으로 분포하고 있다. 우리나라 자연동굴의 대부분은 석회암동굴로서 석회암지대에 주로 분포하며 전국적으로 850여 개로 추정되고 있다. 충청북도의 단양지역, 강원도의 동해, 삼척, 영월, 정선, 평창, 태백, 강릉 지역과 경상북도의 울진, 봉화, 문경지역 등에 주로 분포하고 있다(김, 2002). 현재 천연기념물로 지정된 동굴 및 동굴지대는 13건으로 1962년 12월 3일 제주도 김녕굴 및 만장굴이 천연기념물 98호로 최초로 지정되었다. 울진의 성류굴(1963), 삼척의 대이리 동굴지대(1966), 영월의 고씨굴(1969) 단양군에 고수리동굴(1976), 온달굴(1979), 노동굴(1979), 제주도의 당처물동굴(1996) 등 13건이 지정된 바 있다. 이들 중 백룡굴 등 5건을 제외한 고수동굴, 온달굴, 노동굴, 만장굴, 성류굴, 환선굴 등은 부분적으로 공개하여 9개의 개방동굴이 있다. 용담굴, 비룡굴, 용연굴 등 시도 지정기념물 21건 중 단양 천동굴, 정선 화암굴, 태백 용연굴은 부분적으로 공개되어 관광동굴이며 기타 비 지정 일반동굴로서는 동해시 천곡굴이 유일한 관광동굴이다. 현재 우리나라는 천연기념물 중 9개, 시도 기념물 중 3개, 일반동굴 1개로서 총 13개 동굴이 공개되어 있으며 나머지 지정된 26개 동굴을 제외한 대부분의 동굴은 방치되어 있거나 관리가 미흡한 상태로 되어있다(김, 2002).

자연동굴은 지구생성 이래 수억 년에 걸친 변화로 이루어진 지사학적 현상이며 오랜 세월을 거치는 동안 암흑의 지하공간에서 특수한 지하 생태계가 형성되어 지하환경에 적응해온 희귀한 생물들이 서식하는 현장이다. 자연이 가져다준 천혜의 동굴 자원을 보다 정밀하게 파악하고 분석하여 합리적이고 환경 친화적으로 보전하고 관리하여 후손들에게 온전하게 물려주어야 할 귀중한 자연유산이다.

동굴동물은 동굴생활에의 적응의 정도가 각 종류에 따라 다르다. 외래성 동굴동물은 동굴 입구에 가까운 곳일수록 그 수가 많으며 개구리·도롱뇽 따위의 양서류, 거미·나방·딱정벌레 등의 곤충류, 박쥐같은 포유류이다. 호동굴성 동물의 적응의 정도는 종류에 따라 매우 차이가 많으며 플라나리아·방패소경거미·모산굴뚝거미·굴호랑거미·알락곰등이·굴곰등이 등이 이에 속한다. 진동굴성 동물은 각 동굴마다 특산종이 많다. 거미류·노래기류·갑각류·딱정벌레류 등이 있다.

동굴의 생태계는 생산자가 없이 소비자와 분해자만으로 구성된 독특한 계를 이룬다. 동굴동물들은 구아노와 사람이나 짐승에 의해서 반입되는 소량의 유기물질, 바람에 날리거나 물의 흐름에 따라 들어온 유기물질 등이 유일한 영양원이다. 빈약한 영양원 밖에 가지지 않는 동굴동물들은 몸집이 매우 작고 생식력이 낮아서 개체수와 서식밀도도 매우 낮다. 동굴동물은 물질대사의 속도가 대단히 느린데 영양원이 부족한 환경에서 굶주림에 잘 견디고 산소 용존량이 적은 지하수 속에서도 능히 정상적인 생활을 가능하게 하기 위한 생리적 적응현상이다.

선사시대 인류의 주거 흔적과 석기가 발견된 바 있는 고수동굴은 많은 사람들의 비공식적인 출입으로 인해 종유석이 파손되고 그을음이 생기는 등의 아픔을 겪었다. 1973년 11월 2일 동국대 동굴탐험연구회에 의해 고수장님좁딱정벌레, 장님굴새우, 긴넓적다리삼당노래기가 발견·채집된 것을 시초로 1974년 6월, 1976년 5월, 1977년 3월, 1980년 3월까지 동국대팀의 조사활동이 있었고, 남궁준에 의해 1973년 11월, 1975년 9월, 1975년 10월, 1978년 5월 등 4회에 걸쳐 동물상 조사가 실시되었다, 특히 남궁준이 1973년 11월 고수갈로와를 신종 발표함으로써 본격적인 관심의 대상이 되었다(최, 1999). 고수동굴의 존재는 이미 그

옛날부터 알려져 있었다. 이는 동굴 입구 부근에서 타제석기와 마제석기 등이 발굴되었다는 사실만으로도 그 옛날 고수동굴이 선사시대의 주거지로 이용되어 왔었음을 확인해 주고 있다고 보겠다. 이 동굴이 널리 지상에 알려지게 된 것은 한국동굴학회주관으로 국제동굴학술조사(1976년 6월)에 의하여 이 고수동굴의 학술적 가치와 보존 가치가 크다는 것이 확인되었고 이후 세 차례의 합동조사를 거쳐 우리나라의 천연기념물 제 256호로 1976년 9월 2일 지정 되었다.

특히 동굴 내부에서는 “고수갈르와 곤충”이라는 화석곤충이 남궁준에 의하여 발견되었고 용수골 지구에서는 서무송교수팀에 의하여 희귀광물인 Aragonite(산석)가 발견되기도 하였다.

1987년에는 새로운 신동지구가 탐사되었다. 고수동굴은 우리나라 제일 가는 개방동굴인 동시에 천연기념물동굴이다. 고수동굴은 국내에서 가장 많은 탐방객이 찾는 동굴 중의 하나이지만 수차에 걸친 개선으로 관리가 잘 이루어지고 있으며 동굴동물은 18목 27종으로 다른 동굴에 비해 생물상이 풍부하다.

본 연구에서는 단양 석회암지대의 대표적인 동굴로서 내부구조가 다양하고 웅장하며 생물상이 풍부한 고수동굴의 환경과 서식생물을 조사하여 지속적인 동굴보전 및 동굴생물의 보호를 위한 학술적 기초자료를 얻고자 시행하였다.

II. 조사방법

1. 조사기간

2002년 4월부터 2003년 3월까지 동굴의 환경과 서식동물의 분포를 매월 조사하였다.

2. 동굴환경

동굴 내 온도 및 습도의 변화 등을 밝혀서 동

굴내부환경 및 동굴생물의 보존을 위한 기초자료로 활용코자 5개의 조사지를 설정하였다. 기상환경에 관한 조사내용으로는 각 조사지의 기온, 습도를 매월 조사하여 기록하였으며 각 조사지의 월별 온도와 습도의 측정값으로부터 기존 자료를 참고하여 조사결과를 계절별(하계, 동계)로 비교 분석하였다.

온도측정과 습도측정은 Humidity temperature meter(TECPPEL320 RS-232)를 사용하였다.

3. 동굴생물

동굴 내 서식하고 있는 동굴생물의 분포와 생태적 특성을 연구하여 서식동물의 보존을 위한 기초자료로 활용코자 5개의 조사지를 선정하였으며 지면, 벽면, 수중, 천정 공간에서 활동중이거나 서식하고 있는 생물들을 대상으로 탐색 관찰을 통해 서식하는 개체 및 개체군을 확인하여 사진 촬영하였으며 매월 조사를 실시하였다.

4. 조사지점

본 조사지역에서의 각 조사 지점은 총 5개 조사지로 선정하였다.

Site 1: 입구~도담삼봉

Site 2: 도담삼봉~천당못

Site 3: 배학당~사자바위

Site 4: 신동입구~신동

Site 5: 용수골~출구

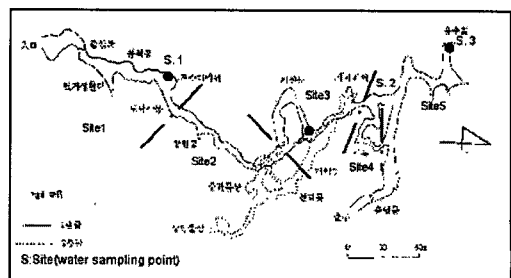


Fig. 1. The study sites in Kosu Cave.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 동굴환경

Site1(입구~도담삼봉)은 동굴 밖의 하계평균기온이 21.7℃, 동계평균기온이 8.6℃에 비해 18.3℃, 11.93℃로 나타났다. 동굴 밖의 하계평균습도가 56.9%, 동계평균습도가 78.3%에 비해 70.1%, 83.7%로 높다. 수질의 pH가 7.2, 조도는 120~700Lux이다.

Site2(도담삼봉~천당못)는 하계평균기온이 17.3℃, 동계평균기온이 15.8℃이며 하계평균습도는 86.6%, 동계평균습도는 95.3%정도이다. 수질의 pH가 7.3, 조도는 100~900Lux로 천당못의 조도가 매우 높다.

Site3(배학당~사자바위)은 하계평균기온이 15.7℃, 동계평균기온이 14.0℃이며 하계평균습도는 90%, 동계평균습도는 93%정도이다. 조도는 350~150Lux이다.

Site4(신동입구~신동)는 하계평균기온이 15.9℃, 동계평균기온이 14.0℃이며 하계평균습도는 87.1%, 동계평균습도는 93.2%정도이다. 조도는 130~150Lux이다.

Site5(용수골~출구)는 하계평균기온이 17.3℃, 동계평균기온이 11.5℃이며 하계평균습도는 83.7%, 동계평균습도는 90.75%이다. 수질의 pH는 7.4, 조도는 95~110Lux이다.

동굴지역 외부의 기후와 동굴내부와는 그 기후양상이 다르다. 지표에서는 외부의 영향을 많이 받는 관계로 수시로 기후양상이 다르게 나타나지만 동굴 속에서는 거의가 비슷한 기후환경을 이루고 있는 것이 특징이다. 고수동굴내 기온은 여름에는 대체로 16℃ 내외, 겨울에는 14℃ 내외이다. 거리에 따라서는 여름철에는 출구의 영향으로 입구에서 중간부분까지는 감소하다가 다시 증가하는 형태를 보이며, 겨울철에는 이와 반대의 영향이 나타난다.

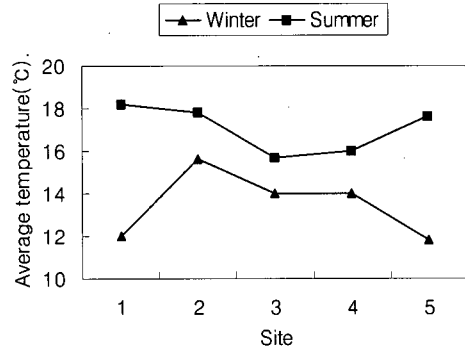


Fig. 2. The average temperature of the study sites.

동굴내의 환경변화는 입동객수와 조명시설 그리고 동굴의 규모에 관계된다. 고수동굴의 수원은 하부동상을 거의 관류하는 지하수계가 있고, 곳곳에 림푸울이 전개되고 다단계의 석회화 단구가 형성되고 있다. 동굴의 환경 조건 중 적합한 습도의 유지는 동굴 형성부의 생성발달에 있어서 습도는 90% 내외이며 전체적인 습도 변화는 7% 내외로 대체로 항습이 유지되고 있다고 보겠다. 항습의 조건에 가장 큰 영향을 주는 것 중의 하나는 고수동굴이 공개동굴이기 때문에 조명등이 문제가 된다. 조명의 올바른 시설과 밝기 및 낮은 발열량의 전구 사용은 동굴의 항온 및 항습의 자연적인 조건을 유지시켜주는데 매우 중요한 일이라 할 수 있다.

주기적인 기압변화는 주야의 기온 차에 의한 24시간의 변동이다. 즉 주간은 공기는 태양열로 기온이 높아지게 되어 밀도와 기압이 낮아진다. 야간에는 공기가 냉각되어 기압이 올라가게 된다. 따라서 일몰 후에는 동굴 내에 외기의 공기가 유입되고, 일출 후에는 동굴의 대기가 동굴 밖으로 유출되는 것이다. 동굴 입구에 의해, 외기의 공기가 동굴내 공기와의 차이가 있으므로 기류의 이동이 일어나게 된다.

고수동굴도 다른 동굴과 같이 동굴내의 대기는 수증기로 포화되고 있다. 습도는 계절, 주야

간에 있어서 차이가 나타나고 있음을 알 수 있다. 대체로 여름철에는 90%, 겨울철에는 92% 내외를 나타내고 있으며 동계의 아침에는 90%, 낮 시간에는 92~94%로 나타나고 있다. 동굴의 온도가 높고 일정하다는 점은 동굴내의 습도를 일정하게 나타나게 하는 항온, 항습의 환경요인을 이루고 있다는 것이다. 동구 부근에서 습도가 낮은 것은 동굴 밖의 온도가 매우 높기 때문에 중화되어 동굴 내외의 온도가 각각 다르게 나타나기 때문이다. 온도와 습도의 관계는 기온이 낮아지면 습도는 증가하고 기온이 높아지면 습도는 감소한다.

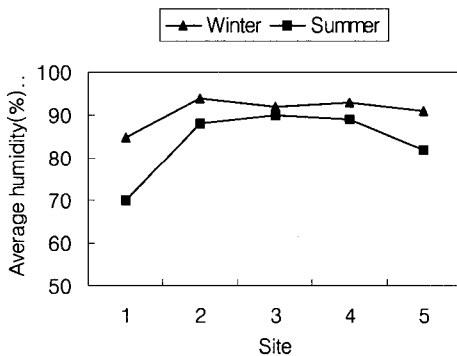


Fig. 3. The average humidity of the study sites.

고수굴은 하계평균기온이 16°C 내외, 동계평균기온이 14°C 내외로 고씨굴과 같이 일정하게 유지되고 있으며 습도는 동계평균습도가 90%내외, 하계평균습도는 85%내외이며 고씨굴은 연중평균습도 75%이상으로 항습이 유지되고 있다.

2. 동굴생태계

동굴 입구부근의 Site1에서는 외래동굴생물인 관박쥐, 산유렁거미, 담흑물결자나방, 줄까마귀밤나방, 호동굴성생물인 알락곰등이가 발견되었다. 입구안쪽의 Site2와 동굴중앙부의 Site3에서는 외래성생물인 관박쥐, 긴넓적다리삼당노래

기, 호동굴성생물인 장님굴가시톡도기, 알락곰등이, 진동굴성생물인김띠노래기, 등줄굴노래기, 갈르와벌레, 장님굴새우가 많이 발견되었다. Site4에서는 진동굴성생물인 갈르와벌레가 발견되었다. Site5에 용수굴의 지하수류에서 진동굴성생물인 장님굴새우와 출구부근에서 외래성생물인 돌좁이 서식하고 있었다.

도담삼봉을 지나 창현궁 석회화단구에 이끼류 및 조류가 착생하는데 이것은 입구로부터의 공기유입과 조명시설의 영향이 클 것으로 사료된다. 내부에는 녹색공해가 감소하는데 그 원인은 알맞은 조도와 유색조명등과 갓을 설치하여 과도한 빛이 억제되기 때문으로 판단된다.

동굴내에 많은 생물이 분포하고 있었으며 군집을 형성하고 있어 개체수에 있어서도 풍부편이다. 신동은 생물상이 희소하였으나 진동굴성동물인 장님굴새우와 장님좁막정벌레가 발견되었다.

오랫동안 어둡고 다습한 동굴 환경 속에서 적응하여 살다보니 이제는 동굴속에서만 살 수 있는 생물이 나타나게 되었다. 이 들 생물이 진동굴성생물인데 그밖에는 모두 동굴 밖에서 들어와서 살고 있거나 또는 동굴내외로 드나들며 사는 생물들이다. 동굴생물은 점차 그 종수는 줄고 있으나, 같은 종들이 동굴내에 널리 분포하고 있다. 이는 동굴 속에 많은 시설과 설비 그리고 수많은 관광객들은 동굴생물의 환경을 변화시키고 있기는 하나 동굴내의 환경보전책이 비교적 잘 강구되어 있음을 알 수 있었다. 보다 나은 대책의 일환으로 고수동굴에서는 일부 미개발지역에 생물의 보전구역을 설정하여 이곳의 환경보전으로 동굴생물의 보호를 기하고 있다.

기 조사된 생물종 중에서 배각강 띠노래기목에 김띠노래기, 등줄굴노래기, 나비목에 물결자나방, 줄까마귀밤나방, 메뚜기목에 알락곰등이,

특토키목에 특토키, 갑각강 단각목에 장님굴새우, 포유강 박쥐목에 관박쥐 등이 확인되었다.

동굴생물의 생태적 특성으로 동굴생물은 식물과 동물, 미생물로 크게 구분되지만 태양광선이 완전히 차단된 동굴 내 환경에서는 동굴동물들이 주종을 이루고 있다. 동굴내의 동물에 관한 연구는 1966년 고씨동굴, 용담굴을 시발로 고수굴, 천동굴, 노동굴, 백룡굴, 대이굴, 환선굴 등 강원도내에 분포하는 동굴 중 약 30%정도는 동물을 포함한 생물상이 조사되었다. 강원도의 동굴동물로서 확인된 것은 9강 30목 141종이며 강별로는 곤충강이 9목 50종, 주형강이 4목 49종, 갑각강이 6목 18종의 순으로 우세하고 목별로는 거미목이 15과 39종, 특토키목이 7과 20종, 딱정벌레목이 8과 15종으로 우세한 편이다(남, 1987).

동굴생물에 관한 연구는 육상생태계와 격리된 환경에서 생리, 생태적 적응을 통한 종의 분화나 유전, 진화문제를 추구하고 지하생태계와 육상생태계의 생물적인 유연관계 규명에 중요한 분야로 인정되며 아울러 독특한 특성을 지닌 동굴생물의 보존을 위한 방안과 노력이 일부동굴의 개방과 개발에 앞서 더욱 구체적으로 모색되고 증대되어야 한다(남 등, 1979; 이, 1985; 조 등, 1989).

동굴환경의 주요 특성은 첫째 햇빛이 차단되어 암흑상태이며, 둘째 내부습도가 높고 기온이나 수온의 년 중 변화가 심하지 않고, 셋째 먹이연쇄에 필수적인 영양공급원이 제한되어 있다. 따라서 광합성작용으로 성장하는 녹색식물은 태양광선이 유입되는 곳이나 인공조명시설 지역을 제외한 곳에서는 서식이 불가능하고 대형동물이나 초식동물은 생존이 어렵다.

동굴내에는 환경에 적응하는 종들만이 서식할 수 있고 이들을 생태적 특성에 따라 세 가지로 구분할 수 있다. 환경적응 요인으로는 광도,

습도, 온도, 영양공급원과 섭식장소, 수중생물의 경우는 특히 수온, 수량, 영양원이다(김, 1990, 1991, 1993; 남, 1986).

1) 진동굴성 동물(troglobites: Tb)

진동굴성 동물은 동굴 밖의 지상생태계에서는 생존하지 않으며 동굴 속에서만 서식하는 것으로 대부분 암시야에서 서식하기 때문에 시각이 퇴화되었다.

갑각류의 경우 체표면에 색소체가 분비되지 않아 체색은 백색이며 표피가 얇다. 활동성이 미약하고 날개가 퇴화되거나 없는 종들이 많다. 반면에 촉각이 감각기관으로서 발달되고 체모나 다리가 발달하여 감각기관의 보조기능을 하고 있다(김, 1995; 백, 1971; 이, 1978).

진동굴성 생물에 관한 연구는 이들이 장구한 세월을 외부환경과 차단된 상태에서 적응해 왔으므로 생물의 진화와 유전에 관한 새로운 사실들을 밝혀내는데 중요한 단서가 될 것으로 기대한다(김, 1994; 남, 1981).

2) 호동굴성 동물(troglophiles: Tp)

호동굴성 동물은 동굴 내에서 번식하며 적응이 잘되어 정상적인 동굴생활을 하는 것이다. 진동굴성동물로의 변화과정에 있는 것들이다. 동굴 내 환경이 이들의 생태적 조건에 부합되어 서식이 가능하다.

3) 외래성 동물(trogloxenes: Tx)

동굴 내에 우연한 기회에 들어온 동물로서 동굴 내에서 계속 서식하기 어려운 것들이다. 동굴 속에 유입되어 들어온 미입성과 동굴에서 서식하면서 외부에서 일정기간 활동하는 내객성의 2가지로 구분할 수 있다(김, 1996; 오, 1985; 이 등, 1987).

Table 1. Cave animals in surveyed area.

| Study sites | Scientific name |
|-------------|---|
| Site 1 | <i>Rhinolophus ferrumequinum korai</i> KURODA <i>Diestrammena japonica</i> BLATCHLEY <i>Pholcus crypticolens</i> Bos. et STR <i>Cybaeus mosanensis</i> Paik et Namkung <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus <i>Autophila inconspicus</i> BUTLER |
| Site 2 | <i>Epanerchodus kimi</i> Murakami et Paik <i>Rhinolophus ferrumequinum korai</i> KURODA <i>Tomocerus gul</i> YOSII <i>Diestrammena japonica</i> Blatchley <i>Epanerchodus kimi</i> Murakami et Paik <i>Skleroprotopus laticoxalis longus</i> MURAKAMI et PAIK <i>Antrokoreana gracilipes</i> Verhoeff <i>Tomocerus gul</i> YOSII <i>Galloisiana</i> sp. |
| Site 3 | <i>Epanerchodus kimi</i> Murakami et Paik <i>Antrokoreana gracilipes</i> Verhoeff <i>Tomocerus gul</i> YOSII <i>Epanerchodus kimi</i> Murakami et Paik <i>Diestrammena japonica</i> Blatchley <i>Pseudocrangonyx asiaticus</i> Ueno |
| Site 4 | <i>Galloisiana</i> sp. |
| Site 5 | <i>Pseudocrangonyx asiaticus</i> Ueno <i>Pedetontus nipponicus</i> Silvestri |

이와 같이 분류되는 동굴동물은 육상생태계의 변천과 무관하게 유구한 세월을 통해 생리적 또는 생태적으로 어떻게 적응해 왔는가 하는 진화와 유전문제를 규명함과 아울러 지상에서는 멸종되었지만 동굴 속에는 현존하는 동물들과의 유연 관계를 추구하고자 생물의 진화과정과 요인을 밝혀나가는 데 큰 의의가 있다(Table 2; 김, 1997).

동굴생물의 분포 특성으로 진동굴성 생물의 분포는 용암동굴보다 석회동굴이 월등하며 동굴 내에 수분공급이 원활하고, 외부와 격리되어 환경변화가 적을수록 여러 종이 서식한다. 동굴 내에 지하수류가 외부와 연결된 동굴에서 외래성 동물이 많이 서식하며 개방동굴의 입구 부근에

서 생물상이 풍부하다. 동굴생물의 서식환경은 종류에 따라 다양하나 유기물의 퇴적지에 여러 종의 생물들이 번식해 나가고 있으며 활동성 정도에 따라서 분포가 다양하다. 배각강 노래기목의 동물들은 혼합개체군을 형성하여 군서하는 경향이 있다.

집단서식지는 퇴적유기물, 구아노 등의 동굴내 집적장소이며 외부로부터 유입된 유기물이나 폐기물 등이 2차적인 집단 서식 장소가 되는 경우도 있다. 외래성 생물의 동굴내 분포는 동굴 주변 생태계의 구성인자의 다양성과 밀도에 영향을 받아 동굴 내에 유입되거나 침투되어 동굴내의 생태적 먹이사슬에 영향을 주며 특히 용암굴에서의 소나무뿌리의 침투는 동굴환경의 안전

Table 2. The ecological classification of cave animals.

| ecological classification | Class | Order | Species |
|---------------------------|--------------------|--|--|
| 진동굴성 동물 (Trogllobites) | 배각강 (Diplopoda) | 노래 기목 | <i>Epanerchodus kimi</i> Murakami et Paik <i>Antrokoreana gracilipes</i> Verhoeff |
| | 갑각강 (Crustacea) | 단각목 | <i>Pseudocrangonyx asiaticus</i> Ueno |
| 호동굴성 동물 (Troglaphiles) | 주형강 (Arachnida) | 거미목 | <i>Cybaeus mosanensis</i> Paik et Namkung <i>Coelotes songminjae</i> Paik et Yaginuma <i>Kaolinonychus coreanus</i> Suzuki |
| | 곤충강 (Insecta) | 메뚜 기목 | <i>Distrammena japonica</i> Blatchley <i>Tachycines</i> sp. <i>Tomocerus gul</i> YOSII |
| 외래성 동물 (Troglonexes) | 배각강 (Diplopoda) | 각시노래 기목 | <i>Skleroprotopus laticoxalis longus</i> MURAKAMI et PAIK |
| | 주형강 (Arachnida) | 거미목 | <i>Pholcus crypticolens</i> Boes. et Str. <i>Achaearanea tepidariorum</i> C. Koch |
| | 포유강 (Mammalia) | 박쥐목 | <i>Rhinolophus ferrumequinum korai</i> KURODA |
| | 곤충강 (Insecta) | 나비목 | <i>Triphosa dubitata</i> L. <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus <i>Autophila inconspicua</i> BUTLER |
| 좀 목 | | <i>Pedetontus nipponicus</i> Silvestri | |

성에 큰 영향을 준다.

동굴내의 물이 고이는 곳에 장님굴새우와 같은 수서생물이 서식하며, 배각강 노래기목의 종들이 서식하는 벽면이나 바닥에는 Guano나 유기물과 함께 수분이 충족한 상태에서 건조되면 이들 생물들도 이동하거나 건조되어 사멸된다.

IV. 결론

동굴내부의 규모와 경관이 뛰어나고 생물상이 다양한 고수동굴의 환경과 서식생물을 조사하여 동굴환경과 동굴생물의 지속적 보전을 위한 학술적 기초자료를 얻고자 2002년 4월부터 2003년 3월까지 5개 조사지로 구분하여 동굴내부를 조사하였다.

1) Site1에서는 동굴입구 밖의 하계평균기온이 21.7°C, 동계평균기온이 8.6°C 에 비해 동굴내부는 18.3°C, 11.9°C로 나타났다. 동굴입구 밖의 하계평균습도가 56.9%, 동계평균습도가 78.3%에 비해 입구내부는 70.1%, 83.7%로 높았다.

2) Site2에서는 하계평균기온이 17.3°C, 동계평균기온이 15.8°C이며 하계평균습도는 86.6%, 동계평균습도는 95.3%정도였다.

3) Site3에서는 하계평균기온이 15.7°C, 동계평균기온이 14.0°C였으며 하계평균습도는 90%, 동계평균습도는 93%정도였다.

4) Site4에서는 하계평균기온이 15.9°C, 동계평균기온이 14.0°C였으며 하계평균습도는 87.1%, 동계평균습도는 93.2%정도였다.

5) Site5에서는 하계평균기온이 17.3°C, 동계평균기온이 11.5°C였으며 하계평균습도는 83.7%,

동계평균습도는 90.75% 였다.

6) 동굴 입구부근의 Site1에서는 외래성생물인 관박쥐, 산유령거미, 담흑물결자나방, 줄까마귀밤나방, 호동굴성생물인 알락곱등이가 발견되었다.

7) 입구안쪽의 Site2와 동굴중앙부의 Site3에서는 외래성생물인 관박쥐, 긴넓적다리삼당노래기, 호동굴성생물인 장님굴가시톡토기, 알락곱등이, 진동굴성생물인 김띠노래기, 등줄굴노래기, 갈르와벌레, 장님굴새우가 많이 발견되었다.

8) Site4에서는 진동굴성생물인 갈르와벌레가 발견되었다.

Site5에 용수골의 지하수류에서 진동굴성생물인 장님굴새우와 출구부근에서 외래성생물인 들쭙이 서식하고 있었다.

9) 동굴내부에는 많은 생물이 분포하고 있으며 균집을 형성하고 있어 개체수에 있어서도 풍부한 편이다. 그러나 신동지역에는 생물상이 희소하였고 진동굴성동물인 장님굴새우가 다수 서식하고 있었다.

10) 창현궁 지역에 물이 흐르는 석회화단구 벽면에 이끼류 및 녹조류가 착생하는데 이것은 유입되는 수류와 입구로부터의 공기유입지역에 조명시설의 영향이 클 것으로 사료된다. 이것은 내부에는 녹색오염이 감소하는데 조명등에 갓을 설치하여 차광효과가 있는 것으로 판단된다.

11) 진동굴성 생물들은 지정 보호해야 하고 이들의 서식지는 조도, 온도, 습도, 수량, 수질 등의 무기적 환경요인을 지속적으로 유지시켜 주어야 한다.

12) 고수동굴은 우리나라에서 학술적 가치가 높은 대표적 석회동굴 중 하나이며 내부 구조가 다양하고 웅장하며 학술적 가치와 경관이 뛰어나 일찍이 천연기념물로 지정된 공개동굴이므로 더욱 환경과 생태계 보전을 위한 자연친화적 관리와 정기적 진단이 필요하다.

文 獻

- 김병우, 1990. 동굴의 생물상. 고수동굴의 환경 및 안전진단조사 연구보고서. 원천. pp. 28-33
- 김병우, 1993. 고수동굴 학술조사보고서-동굴 생물상. 유신. pp.135-150
- 김병우, 2002, 3. 동굴 생태계. 비지정 천연동굴 학술조사 보고서. 한국동굴학회. pp. 17-18, 181-185
- 김재일, 2000. 생태기행/중부권. 당대. pp.101-107, 236-237
- 남궁준. 1979. 한국의 동굴동물. 문화재관리국 12. pp.141-148
- 남궁준, 1986. 한국의 주요 동굴 동물의 모식 산지의 보전 문제, 한국동굴학회지, Vol. 13, pp. 49-67.
- 남궁준, 1987. 강원도의 자연동굴과 동물상, 강원도의 희귀자원 조사보고서(한국 자연 보전 협회 강원지부), 제 4 집, pp. 1-156
- 석동일·홍시환, 1990. 한국의 동굴. 대원사. pp. 36-49
- 손성원·최병진, 2001. 박쥐. 지성사. pp 55-58
- 유신, 1993.1. 천연기념물 제256호 고수동굴 학술조사 보고서. pp. 135-148
- 이금수, 1990. 동굴의 환경보전 대책에 관한 연구. 한국동굴학회지. 22:57-66
- 이병훈, 1978. 한국산 지하성동물의 검토와 목록. II. 곤충류. 한국곤충학회지. 8(2)
- 이병훈, 1981. 동굴생물은 왜 보호되어야하나? 자연보호11. pp. 64-70
- 이병훈, 1985. 동굴생태계와 동굴생물의 진화. 자연보존 52. pp. 4-7
- 이영남·김상섭, 1978. 우리나라의 동굴생물. 한국동굴학회지. 3:10-11
- 임문순, 1975. 단양 고수동굴과 여천굴의 환경요인과 그 동물상에 관한 연구. 한국동굴학회지. 1:17-22
- 최병렬, 1985. 동굴의 생성과 변화. 자연보존 52. pp. 1-3
- 홍시환, 1978. 우리나라의 자연동굴. 금화사

- 홍시환, 1983, 한국의 석회동굴. 한국동굴학회.
- 홍시환, 1988. 고수동굴의 환경보전 및 안전대책 조사.
- 홍시환, 1989. 고수동굴 신동의 환경 실태와 보전에 관한 연구 조사.
- 홍시환·김병우·유재신, 1990. 고수동굴의 동굴실태에 관한 연구. 한국동굴학회지. 24: 42-72
- 홍시환, 1998. 동굴환경의 보존관리지침. 한국동굴학회. pp.114-224.
- 문화재청, 2001. 동굴 흑색오염 방지 및 제거방안 연구보고서. p.217
- 단양군, 2000. 온달동굴내의 일부지구 환경과 개보수 타당성조사 연구보고서. pp. 54-65
- 단양군, 2002. 동굴 내부환경. pp. 143-180
- 단양군, 2002. 동굴생태계. pp. 181-193
- Kiernan, K., 1988, The management of soluble rock landscapes. The Speleological Research Council Ltd. Sydney.
- Kim, J.W. 1990. A syntaxonomical scheme for the deciduous oak forest of South Korea. Abstr. Bot. 14:51-81
- Oh, Jongwoo, 1994, A study of processes and special cave features in Gosi Cave in South Korea, Donggul, 38(39)
- Trudgill, S., 1985, Limestone Geomorphology, Longman, p.194