

原州 회옥窟의 棲息生物에 關한 研究

박종범* · 김병우**

A Study on the inhabitant of Hoe-ok cave in Wonju

Jong-Beom Park and Byoung-Woo Kim

Abstract : In order to accumulate the basic informations to assess the scientific and natural values of the Hoe-ok Cave located in Mountain Chi-ak, Seong-nam 2 ri, sin-rim myeon, the distribution of the species in the cave were investigated from November 2004 to June 2005. The results are as follows. The species identified in the Hoe-ok Cave were 34 species, 28 family, 18 order, 8 classes. The dominant species were the 14 species(41.2%), 11 family, 7 order in the Class of Insecta. The ecological distribution of the Heo-ok Cave, 8 species(23.5%) of troglobite, 7 species of trogliphiles(20.6%), 19 species of troglonexes(55.9%) were found and the share of the species indigenous to the cave among the population was 44%, and the species which came out of the cave occupied the larger portion among the populations inside the whole cave.

Keyword : cave animal, troglobite, trogliphiles, troglonexes

국문요약 : 치악산에 위치한 원주 신림면 성남2리에 있는 회옥굴의 동굴생물 종의 분포와 생태적 특성을 알기위해 2004년 11월부터 2005년 6월까지 현장조사·연구를 통해 동굴생물의 보전과 관리를 위한 자료를 얻고자 본 연구를 시행하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다. 조사된 회옥굴의 동굴생물 분포는 8강 18목 28과 34종이었으며, 근충강이 7목 11과 14종(41.2%)이었다. 회옥굴 내의 서식 생물을 생태적 특성에 따라 구분하면 진동굴성은 8종(23.5%), 호동굴성은 7종(20.6%), 외래성이 19종(55.9%)으로 나타났으며, 동굴에의 적응율은 44%로 외래성 생물의 분포가 높은 것으로 나타났다.

주요어 : 동굴생물, 진동굴성 동물, 호동굴성 동물, 외래성 동물

I. 서론

우리나라의 동굴이 사람들의 관심을 끌게 된 계기는 1965년 삼척 대이리 동굴군의 조사결과가 보도됨으로서 비롯되었다. 이어서 1966년 최초의 동굴종합학술조사가 이루어졌고, 한국동굴협회, 동국대학교 동굴탐험연구회, 건국대학교 한국동굴학회, 한국동굴환경학회, 강원도내 한국동굴연구소 등 동굴관련 단체의 활동과 연구가 전국적으로 이어져 오고 있다(환경부 2002).

현재 천연기념물로 지정된 동굴 및 동굴지대는 13건으로 1962년 12월 3일 제주도 김녕굴 및

만장굴이 천연기념물 98호로 최초로 지정되었고, 울진의 성류굴(1963), 삼척의 대이리 동굴지대(1966), 영월의 고씨굴(1969) 단양군의 고수동굴(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 市道 지정기념물 21건 중 단양 천동굴, 정선 화암굴, 태백 용연굴은 부분적으로 공개된 관광동굴이며, 기타 비 지정 일반동굴로서는 동해시 천곡굴이 유일한 관광동굴이

* 상지대학교 대학원

** 상지대학교 생명과학과 교수 etlkim@hanmail.net

다.

평창군 한국동굴연구소 2005년 5월 천연동굴 학술조사 보고서에 따르면 남한에 있는 천연동굴에 대한 개략적인 조사는 지난 약 30년 동안 국내에 있는 6개 대학 소속의 동아리 활동을 통하여 수집되어 왔으나 그 자료들은 체계적으로 정리되어 학계에 보고되지 않았기 때문에 이들 자료는 학계에 거의 알려져 있지 않다. 1996년과 1997년에 춘천시 감정리 일대의 석회동굴과 평창군 미탄면의 석회동굴의 분포조사를 시작으로 각 지방자치단체에서는 부분적으로 천연동굴의 분포와 개략적인 규모를 조사하기 시작하였다. 1999년에는 영월댐 건설을 위한 조사의 일환으로 동강유역에 분포하는 천연동굴의 조사가 시행되었다(우 1996; 우 1997; 우 등 1999). 또한 1999년과 2004년에는 제주시와 문화재청에 의해 제주시 일원의 용암동굴 분포와 규모가 보고되었다(손 등 1999, 2004). 2001년에는 원주지방환경관리청이 동강일대의 동굴분포를 재조사하여 그 보호방안을 제시하였다(우 등 2001).

동굴 내부는 잘 알려지지 않은 특수한 환경으로 이곳에는 세계적으로 약 70만 종이 넘는 생물들이 서식하는 것으로 밝혀졌으며, 우리나라에서는 공식적으로 논문으로 발표된 동굴생물은 약 270여종이고, 현재 동정이 완료된 것을 포함하면 400여 종의 동굴생물이 확인, 기록되었다. 또한 아직 알려지지 않았거나 목록에 추가될 것을 합하면 약 600 종 가까이 될 것으로 생각된다(최 2005).

본 연구는 그동안 학술적으로 연구된바 없는 천연동굴인 회옥 동굴에 서식하는 동굴생물의 종의 분포를 체계적으로 조사 및 정리하여 학술적·문화재적 가치를 평가할 수 있는 기초 자료를 확보하기 위하여 연구를 수행하게 되었다.

II. 조사방법

1. 위치 및 현황

회옥굴은 치악산국립공원내 신림면 성남리에 있는 석회동굴이다. 치악산국립공원은 우리 국토의 등줄기인 태백산맥의 허리에서 남쪽으로 내리닫는 차령산맥 남쪽 끝에 자리잡고 있다. 식생은 성황림(城隍林: 천연기념물 제93호)을 비롯해 젓나무·들참나무·대나무·피나무·가래나무·층층나무·들매나무·느릅나무·소나무 등이 울창하며, 과랑새·호반새·딱따구리·피꼬리 등 희귀조류와 동물들이 서식하고 있다. 회옥굴이 자리한 신림면 성남리는 치악산 국립공원에 속해 있어 산수가 수려하며 상원사, 성황림 등 유적과 전설을 많이 간직한 곳이다. 성황림은 고산식물에서부터 야산식물에 이르기까지 각종 초식물이 서식하고 있어, 1962년 12월 3일 천연기념물 제93호로 지정되어 보호 관리하고 있다. 근간에는 많은 초식물이 점차 멸종되어 가고 있어 1990년 8월에 보호철망을 설치하고 외부인의 출입을 통제하고 있다.

행정상으로는 원주시 신림면 성남리에 위치하고, 경위도상으로는 E128°05', N37°16' 지점에 위치한 석회동굴이다. 또한 자연적인 위치에서 보면 중앙고속도로 신림 T.G. 오른쪽 주천방향으로 1Km정도 가면 삼거리가 나오며, 그곳에서 좌회전하면 치악산국립공원내 상원사 가는 길이나오고, 삼거리에서 상원사 방향으로 2.5Km정도에 이르면 오른쪽에 천연기념물 제93호로 지정된 성황림이 나타나며, 이곳에서 1.8Km를 더 가면 오른쪽에 제2가나안농군학교 지도자 교육원을 알리는 푯말이 눈에 띈다. 여기서 회골길을 따라 700m정도 올라가면 해발500m 숲속에 자리한 가나안지도자 교육원이 나타난다. 가나안지도자 교육원 앞에는 산에서 내려오는 1급



Fig 1.The location of Hoe-ok Cave on the map.

수의 물이 좁은 계곡을 따라 흐르는데, 계곡 너머에는 해발 700m 정도 되는 나지막한 산이 보인다. 이 산의 9부능선 쪽에 석회암이 녹아서 생긴 약 50m 정도의 자연굴인 회골굴이 위치하며, 등산로를 이용하면 제2가나안농군학교에서 10분 정도의 거리에 있다. 지명으로는 회골굴로 나타나 있지만, 많은 사람들이 옛부터 회옥굴이라 불려왔기에 본 논문에서도 회옥굴로 표기하였다.

2. 조사기간

2004年 11월부터 2005年 6월까지 동굴에 서식생물의 종구성 및 계절적 분포를 월 2회씩 정기적으로 조사하였으며, 동굴 수생생물을 조사하기 위하여 동굴 막장의 물이 고여 있는 곳에서 2005년 5월~6월 2회에 걸쳐 조사하였다.

3. 생물 조사방법

1) 동굴 육상생물

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 띄고 있는 생물이 많다. 섭식 활동은 제한된 먹이 공급으로 인하여 활발하지 못하며 유입수에 의한 유기물 공급과 사람이나 동물들의 출입에 의한 잔존물, 박쥐의 배설물인 구아노 등에 의존하고 있다(홍과 김 1990).

본 연구에서는 회옥굴에 서식하고 있는 동굴생물의 분포를 조사하여 학술적·문화재적 가치를 평가할 수 있는 기초 자료를 확보하기 위해 조사지역을 크게 입구부(S1), 중앙부(S2), 심층

부(S3.)의 세 구역으로 나누었고, 매회 조사 때마다 2인1조로 동굴내의 지면, 벽면, 천정, 공간에서 활동중이거나 서식하고 있는 생물들을 대상으로 탐색, 관찰을 통해 개체 및 개체군을 확인하고, 동굴에서 확인이 안 되는 동굴생물이나 미소곤충들은 흡충관, 핀셋, 채집병을 이용하여 동정에 꼭 필요한 최소한의 개체만을 채집하여 80% Ethanol에 넣어 보관하였고, 실험실에서 생물현미경을 통해 관찰 및 사진 촬영을하여 생물의 동정을 하였다. 매회 조사활동 시간은 오후 1시~5시 사이에 활동을 하였으며, 동굴 입구부 광장 부근은 외부환경에 직접 노출되어 있어, 매회 조사 계획에는 포함하지 않았고 5,6월 경에 수차에 걸쳐 조사하였다. 회옥굴에서 조사된 동굴생물종의 학명은 동굴명명규약(1999)을 따랐으며, Hickman 등(2000)의 방법을 따랐다.

2) 동굴 수생생물

지하수와 동굴 속의 물은 서로 통해 있고, 또 그 생활환경으로서의 조건도 비슷하므로 지하수 생물과 동굴생물은 서로 비슷한 형태·생리·생태를 나타내고 있다. 지하수 생물은 갑각류·곤충류·진디류·환형동물·편형동물·연체동물 등 그 종류가 다양하다. 석회암 지대에는 지하에 스며든 물이 동굴 속에서 큰 못이나 강과 폭포 따위를 이루는데, 이 곳에서 작은 수생생물을 발견할 수 있다(백 1971).

회옥굴은 외부에서 동굴 내로 유입되는 큰 물줄기가 없어 겨울철에는 동굴 내부에 고인 물이 없지만 봄이 되면서부터 동굴 천장에서 떨어진 물과 동굴 벽의 갈라진 틈 사이로 물이 스며들어와 동굴 내부의 얇은 곳에 모여 작은 못을 이루고 있다. 따라서 비가 많이 오는 5~6월경에 동굴 내부 못에 고인 물을 Hand net을 사용하여 채집한 후 해부현미경을 이용하여 동정하였다.

생태계는 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다. 생산자는 햇빛을 이용하여 광합성을 통해 유기물을 스스로 합성하는 모든 녹색식물들이며, 소비자는 생산자 및 먹이연쇄에 따라 소비자를 먹고사는 생물들이다. 하지만 동굴 속 환경은 햇빛이 비치지 않아 생산자가 존재하지 않기 때문에 동굴 속에서 생활하는 동굴생물들에게 있어서 먹이의 공급은 매우 중요한 것이다. 동굴을 조사하여보면 박쥐의 배설물인 구아노 주변에는 많은 종류의 생물이 분포하고 있는 것이 보인다. 이는 구아노가 이들 동굴 생물의 주요 먹이 공급원이 됨을 알 수 있다. 또한 동굴 속을 흐르는 지하수에 포함된 유기물, 미생물 또한 동굴 생물의 먹이 공급원이 된다. 이처럼 동굴생물들은 제한된 먹이로 인해 오랫동안 먹이를 먹지 않아도 살아갈 수 있게 적응해 왔다. 또한 동굴내부는 빛이 전혀 들어오지 않기 때문에 동굴생물의 눈은 대부분 퇴화하였고 대신 촉각을 느끼는 더듬이가 발달되어 있으며 몸의 색깔도 하얗게 변화된 것들이 많다. 즉, 동굴생물의 특징을 요약해보면 첫째, 몸의 색깔이 투명하거나 백색이다. 둘째, 눈이 퇴화되고 없다. 셋째, 더듬이, 다리, 털 등의 감각기관이 발달한다. 넷째, 동굴성생물은 많은 종류가 피부호흡을 한다. 다섯째, 먹이가 부족하고 공급도 일정하지 않은 동굴 환경에서 적은 양의 먹이로도 놀라울 정도로 오래 살며 생리대사가 느린 것이 특징이다(최 2005).

동굴 내에는 환경에 적응하는 종들만이 서식할 수 있고 이들은 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).

진동굴성 동물 (troglobites:Tb)은 동굴 밖의 지하생태계에서는 존재하지 않으며, 어둡고 일정

하게 유지되는 온도와 습도의 동굴환경에 완전히 적응되어 살아가는 종류로 우리나라 동굴생물의 약 15% 정도를 차지한다. 이들은 시각이 퇴화되었고, 갑각류의 경우 체표면에 색소체가 분비되지 않아 체색은 백색이며 표피가 얇다. 활동성이 미약하고 날개가 퇴화되거나 없는 종들이 많다. 반면에 촉각이 감각기관으로 발달하여 감각기관의 보조기능을 하고 있다. 대체로 각 동굴마다 특산종이 많아서 생물학자들이 가장 흥미를 가지는 동물이다. 진동굴성동물 중에서 형태·생리·생태의 면에서 특수한 변화가 특히 심한 것을 초동굴종(超洞窟種)이라고 부른다(김 1995; 백 1971; 이 1978; 최 2005).

진동굴성 생물에 관한 연구는 이들이 장구한 세월을 외부환경과 차단된 상태에서 적응해 왔으므로 생물의 진화와 유전에 관한 새로운 사실을 밝혀내는데 중요한 단서가 될 것으로 기대된다(김 1994; 남 1981; Murakami 1968; Ueno 1966).

진동굴성 동물 (Troglobite:Tb)에는 김띠노래기, 등줄굴노래기, 곤봉털띠노래기, 장님굴새우, 갈르와벌레 등이다.

호동굴성 동물 (Troglophiles:Tp)은 동굴 내에서 번식하며 적응이 잘되어 정상적인 동굴생활을 하는 것이다. 우리나라 동굴생물의 약 25% 정도를 차지하며, 토양성 생물들이 가장 많다. 이들은 동굴에 적응하여 진동굴성으로 진화해 가는 단계에 있으며 눈이 있더라도 기능이 없거나 퇴화되어 가는 과정에 있다. 몸의 색소도 남아있는 경우가 많은데 생리적인 면에서는 동굴에 거의 적응되어 있다. 방패소경거미, 알락곱등이, 굴곱등이, 장님굴가시톡토기, 플라나리아, 두더지거미, 모산굴뚝거미, 굴호랑거미, 물벌레 등이 이에 속한다(이 1978; 최 2005; 백 1971).

외래성 동물(Trogloxenes:Tx)은 평소에는 동굴

밖에서 살던 것이 우연한 기회에 동굴 안으로 침입한 것으로 동굴내에서는 계속 서식하기 어려운 것들이다. 전체 동굴 생물의 약 60% 정도를 차지하며, 동굴 속에 유입된 들어온 미입성(滲入性)은 수직 구조의 동굴에서 많이 보는데, 동굴 환경이 이들이 살아가는데 불리하고 먹이가 부족하여 결국 죽어 이들의 사체는 동굴생물에게 훌륭한 먹이의 기회가 되며, 동굴에서 서식하면서 외부에서 일정기간 활동하는 내객성(來客性)은 동굴 밖에서 얻은 먹이를 통해 외부에 에너지를 배설물로 변화시켜 동굴 내부로 옮겨주는 중요한 역할을 한다. 긴넓적다리삼당노래기, 산유령거미, 말꼬마거미, 관박쥐, 줄까마귀밤나방, 물결자나방, 돌좁 등이 여기에 속한다(김 1996; 오 1985; 최 2005).

동굴 내에서 서식하는 동굴생물(Cavernicoles)을 크게 2가지, 동굴육상생물(Edaphobite)과 동굴수생생물(Phreatobites)로 나누기도 하지만 일반적으로 생태학적 분류에 의거한 진동굴성, 호동굴성, 외래성으로 구분하는 Barr(1968)의 방법을 따르고 있다(김 등 2004).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 동굴 생물

회옥굴에서 2005년 01~06월 사이에 발견된 동굴생물은 7강 14목 23과 24종으로 조사되었으며, 최에 의해서 발견된(미발표) 자료와 함께 나타내면 8강 18목 28과 34종으로 구성되었고, 그 구성은 배각강 3종(8.8%), 곤충강 14종(41.2%), 연갑강 2종(5.9%), 거미강 6종(17.6%), 포유강 3종(8.8%), 직복족아강 3종(8.8%), 연가시강 1종(2.9%), 지네강 2종(5.9%)으로 곤충강이 14종으로 가장 우점종을 나타낸다(Table 1, Fig 2).

Table 1. The composition of the inhabitants of Hoe-ok cave.

| Class | Order | Family | Species | % |
|--------------------------------|-------------------|--------|---------|------|
| Diplopoda 배각강 | Polydesmida Leac | 2 | 2 | 5.9 |
| | Polyzoniida | 1 | 1 | 2.9 |
| Insecta 곤충강 | Collembola | 2 | 2 | 5.9 |
| | Coleoptera | 3 | 4 | 11.8 |
| | Grylloblattodea | 1 | 1 | 2.9 |
| | Diplura | 1 | 1 | 2.9 |
| | Lepidoptera | 2 | 4 | 11.8 |
| | Orthoptera | 1 | 1 | 2.9 |
| | Diptera | 1 | 1 | 2.9 |
| Malacostraca 연갑강 | Amphipoda | 1 | 1 | 2.9 |
| | Bathynellacea | 1 | 1 | 2.9 |
| Arachnida 거미강 | Araneae | 3 | 3 | 8.8 |
| | Opilionida | 3 | 3 | 8.8 |
| Mammalia 포유강 | Chiroptera | 2 | 3 | 8.8 |
| Orthogastropoda 직복족 아강 (신칭) | Eupulmonata | 1 | 3 | 8.8 |
| Gordioida 연가시강 | Gordea | 1 | 1 | 2.9 |
| Chilopoda 지네강 | Scolopendromorpha | 1 | 1 | 2.9 |
| | Lithobiomorpha | 1 | 1 | 2.9 |
| 8강 | 18목 | 28과 | 34종 | 100 |

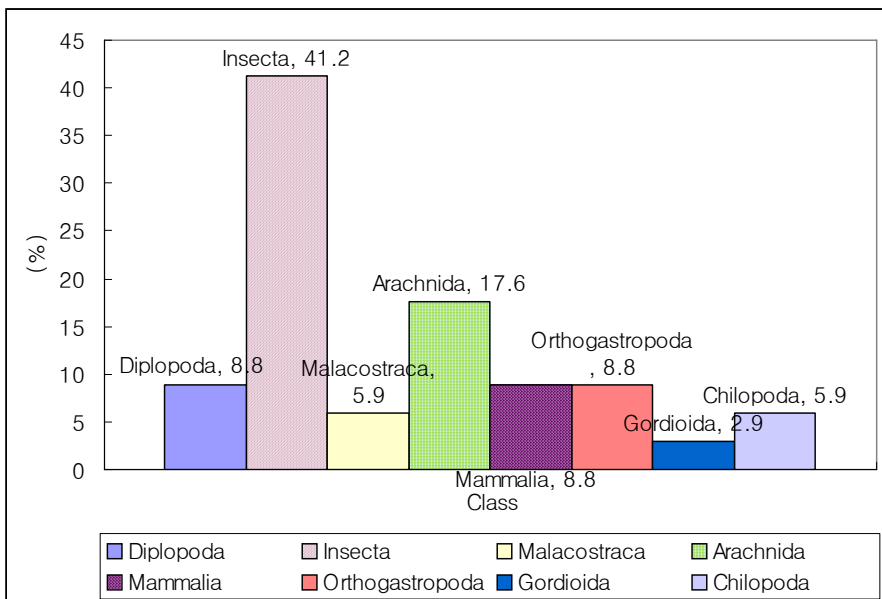


Fig 2. The inhabitant of Hoe-ok cave.

Table 2. The total cavernicoles number collected and confirmed in Hoe-ok cave.

| Species | Months | | | | | | | Tot. |
|--|--------|------|------|------|-----|------|-----|------|
| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | | |
| 1. <i>Antrokoreana gracilipes</i> Verhoeff 등줄굴노래기 | | | | | 1 | | 1 | |
| 2. <i>Anurida plurichaetotica</i> Yosii 털보민턱무늬톡토기 | | | | | | 130 | 130 | |
| 3. <i>Poroderus armatus</i> Sharp ※개미사돈 | | | | | | | | |
| 4. <i>Gallosiana</i> spp. ※갈르와벌레 1종 | | | | | | | | |
| 5. <i>Kurasawatrechus</i> sp. ※장님좀먼지벌레 1종 | | | | | | | | |
| 6. <i>Colpodes (Colpodes) adonis</i> Tschitscherine 줄납작먼지벌레 | | | | 1 | | | 1 | |
| 7. <i>Pseudocrangonyx</i> sp. ※동굴옆새우 1종(수서) | | | | | | | | |
| 8. <i>Bathynella</i> sp. ※옛새우 1종(수서) | | | | | | | | |
| 9. <i>Tomocerurus gul</i> Yosii 장님굴가시톡톡이 | 2 | | | | | 1 | 3 | |
| 10. <i>Campodea</i> sp. 긴꼬리좀붙이 1종 | | 2 | | 1 | 20 | 24 | 47 | |
| 11. <i>Coreobathyscia</i> sp. 동굴애송장벌레 1종 | | | | | | 23 | 23 | |
| 12. <i>Skleroprotopus laticoxalis</i> longus Murakami et Paik 긴넓적다리삼당노래기 | | | | | | 150 | 150 | |
| 13. <i>Dolichocybaeus whanseunensis</i> 환선굴딱거미 | | | | | 1 | | 1 | |
| 14. <i>Asigcoelctes</i> sp. 가게거미 1종 | | | | | | 1 | 1 | |
| 15. <i>Kaolinonychus coreanus</i> coreanus 방패소경거미 | | | 4 | | | | 4 | |
| 16. <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> korai Kurota 관박쥐(주기성) | 44 | 17 | 36 | 7 | | 1 | 105 | |
| 17. <i>Myolis daubentoni</i> ussuriensis Ognev 물윗수염박쥐(주기성) | 24 | 23 | 82 | 190 | 30 | | 349 | |
| 18. <i>Murina leucogaster sibirica</i> Mori 관코박쥐(주기성) | 2 | 1 | 4 | 2 | | | 9 | |
| 19. <i>Sciaridae</i> gen sp. 검정날개버섯파리 1종 | 2 | 1 | 50 | 2 | | 78 | 133 | |

continue

| Species | Months | | | | | | | Tot. |
|--|--------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun | | |
| 20. <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus 담흑물결자나방(주기성) | 203 | 25 | 183 | 1 | | | 412 | |
| 21. <i>Scoliopteryx libatrix</i> 툽니밤나방(주기성) | | 1 | 1 | 1 | | | 3 | |
| 22. <i>Apamea sodalis</i> ※동굴밤나방(주기성) | | | | | | | | |
| 23. <i>Eutelia geyeri</i> ※비행기밤나방(주기성) | | | | | | | | |
| 24. <i>Diestrammena japonica</i> Kary 알락팝등이(주기성) | | | 57 | 116 | 8 | | 181 | |
| 25. <i>Aegista gottschei</i> ※곳채배꼽달팽이 | | | | | | | | |
| 26. <i>Aegista proxima</i> ※민등배꼽달팽이 | | | | | | | | |
| 27. <i>Euhadra</i> sp. ※띠달팽이 1종 | | | | | | | | |
| 28. <i>Gordius aquaticus</i> Linnaeus 연가시 | | 2 | | | | | 2 | |
| 29. <i>Epanerchodus koreanus</i> Verhoeff 외갈래띠노래기 | | | | | | 1 | 1 | |
| 30. <i>Opilio</i> spp. 참통거미과 1종 | | | | | 1 | | 1 | |
| 31. <i>Nipponopsalis coreana</i> 베틀통거미 | | | | | | 1 | 1 | |
| 32. <i>Allomengea coreana</i> Paik et Yaginuma 입술접시거미 | | | | | 2 | | 2 | |
| 33. <i>Scolopendra</i> sp. 왕지네 1종 | | | | 1 | | | 1 | |
| 34. <i>Lithobiidra</i> sp. 돌지네 1종 | | | | 1 | | | 1 | |
| Total no. of species | 6 | 8 | 8 | 11 | 7 | 10 | 24 | |
| Total no. of individuals | 277 | 72 | 417 | 323 | 62 | 410 | 1561 | |

※는 미발표 확인종 최(2004)

Table 3. The cave animals in the surveyed sites.

| Study sites | Scientific name |
|-------------|---|
| S1. | <i>Myolis daubentoni ussuriensis</i> Ognev <i>Murina ussuriensis</i> <i>Diestrammena japonica</i> Karny <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus <i>Antrokoreana gracilipes</i> Verhoeff <i>Coreobathyscia</i> sp. <i>Epanerchodus koreanus</i> Verhoeff <i>Allomengea coreana</i> Paik et Yaginuma <i>Opilio</i> spp. |
| S2. | <i>Rhinolophus ferrumequinum korai</i> Kurota <i>Myolis daubentoni ussuriensis</i> Ognev <i>Murina ussuriensis</i> <i>Diestrammena japonica</i> Karny <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus <i>Coreobathyscia</i> sp. <i>Gordius aquaticus</i> Linnaeus <i>Campodea ishii</i> Silvestri <i>Sciaridae</i> spp. <i>Kaolinonychus coreanus coreanus</i> <i>Colpodes (Colpodes) adonis</i> Tschitscherine <i>Anurida plurichaetotica</i> Yosii <i>Tomocerurus gul</i> Yosii |
| S3. | <i>Rhinolophus ferrumequinum korai</i> Kurota <i>Myolis daubentoni ussuriensis</i> Ognev <i>Tomocerurus gul</i> Yosii <i>Anurida plurichaetotica</i> Yosii <i>Allomengea coreana</i> Paik et Yaginuma <i>Nipponopsalis coreana</i> <i>Colpodes (Colpodes) adonis</i> Tschitscherine <i>Murina ussuriensis</i> <i>Diestrammena japonica</i> Karny <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus <i>Coreobathyscia</i> sp. <i>Gordius aquaticus</i> Linnaeus <i>Campodea ishii</i> Silvestri <i>Sciaridae</i> spp. |
| H. Post | <i>Myolis daubentoni ussuriensis</i> Ognev <i>Murina ussuriensis</i> <i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus <i>Sciaridae</i> spp. <i>Diestrammena japonica</i> Karny <i>Scoliopteryx libatrix</i> <i>Scolopendra</i> sp. <i>Lithobiidra</i> sp. |
| EP | <i>Diestrammena japonica</i> Karny <i>Coreobathyscia</i> sp. <i>Sciaridae</i> spp. <i>Skleroprotopus laticoxalis longus</i> Murakami et Paik |

EP : End of the Passage

Table 3은 각 구역별 동굴생물 출현 종 수를 연구기간에 발견한 동굴 생물에 대해서 나타낸 것이다. S1구역(입구부)에서는 9종(26.5%), S2구

역(중앙부)는 13종(38.2%), S3구역(심층부)는 14종(41.2%), HPost는 8종(23.5%), 광장 끝지점(EP)은 4종(11.8%)로 S2와 S3가 각각 13종, 14종

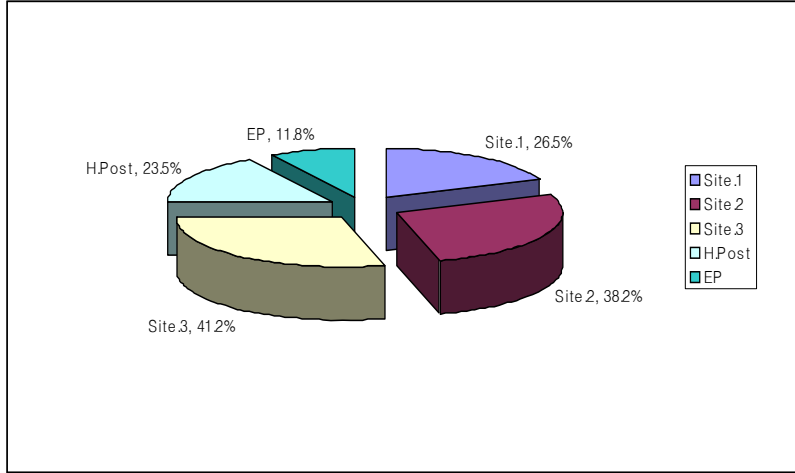


Fig 3. The cave animals in the surveyed sites
Table 4. Ecological classification of Hoe-ok cave

Tb(Troglobite), Tp(Troglophile), Tx(Trogloxene), EP(End of the Passage)

| Ecological \ Site | S1 | S2 | S3 | H.Post | EP |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tb species/% | 1/11.1 | 2/15.4 | 2/14.3 | 0/0.0 | 0/0.0 |
| Tp species/% | 1/11.1 | 4/30.8 | 3/21.4 | 0/0.0 | 2/50.0 |
| Tx species/% | 7/77.8 | 7/53.8 | 9/64.3 | 8/100 | 2/50.0 |

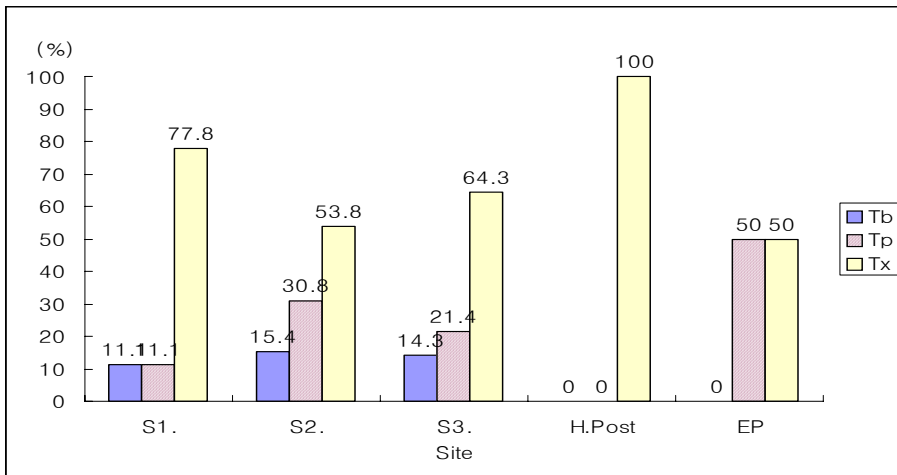


Fig 4. Ecological classification of Hoe-ok cave

으로 중심부와 심층부에서 다양한 생물이 나타났다(Table 3, Fig 3).

Table 4.와 Fig. 4.는 동굴동물의 동굴환경에의 정착성에 의한 생태적 분류 면에서 나타낸 것으로 그 결과를 분석해 보면, S1 구역에서는 진동굴성 동물이 1종(11.1%), 호동굴성 동물이 1종(11.1%), 외래성 동물이 7종(77.8%)으로 동굴성:외래성의 비는 2:7이고 동굴에의 정착률은 22%이다. S2 구역에서는 진동굴성 동물이 2종(15.3%), 호동굴성 동물이 4종(30.8%), 외래성 동물이 7종(53.8%)으로 동굴성:외래성의 비는 6:7이고 동굴에의 정착률은 46%이다.

S3 구역에서는 진동굴성 동물이 2종(14.3%), 호동굴성 동물이 3종(21.4%), 외래성 동물이 9종(64.3%)으로 동굴성:외래성의 비는 5:9이고 동굴에의 정착률은 56%이다. H Post는 100% 외래성

이며, EP지역에서는 진동굴성 동물은 없으며, 호동굴성 동물이 2종(50%), 외래성 동물이 2종(50%)으로 동굴성:외래성의 비는 2:2이고 동굴에의 정착률은 50%이다. 전체적으로는 동굴내부에서만 생존할 수 있는 진동굴성(Tb.)은 3종(13.6%), 동굴생활에 적응한 호동굴성(Tp.)은 5종(22.7%), 외래성(Tx.)이 14종(63.6%)으로 나타났으며, 동굴성(Tb. + Tp.):외래성(Tx.)의 비는 8:14로 동굴에의 정착율은 36%로 나타났다. 그러나 이번에는 조사되지 않았으나 미발표된 최의 자료를 합산하여 결과를 내어보면, 진동굴성(Tb.)은 8종(23.5%), 호동굴성(Tp.)은 7종(20.6%), 외래성(Tx.)이 19종(55.9%)으로 나타났으며, 동굴성(Tb. + Tp.):외래성(Tx.)의 비는 15:19로 동굴에의 적응율은 44%로 외래성이 강세로 나타났다. 이는 회옥동굴의 길이가 짧고, 박쥐의

Table 5. The ecological classification of the animals in Hoe-ok cave

| Ecological classification | Tb. | Tp. | Tx. | (Tb + Tp) : Tx |
|---------------------------|------|------|------|----------------|
| Number of species | 8 | 7 | 19 | 15 : 19 |
| % | 23.5 | 20.6 | 55.9 | 44.1 |

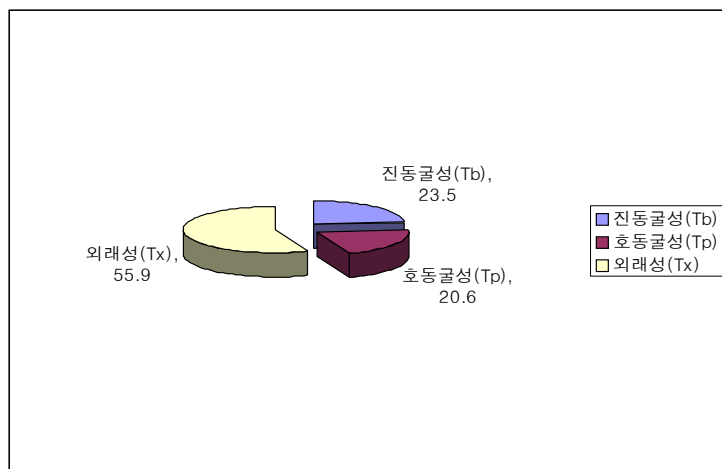


Fig 5. The ecological classification of the animals in Hoe-ok cave

Table 6. The frequency of the monthly appearance of cave animal species

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun |
|-------------------|------|------|------|------|-----|-----|
| Number of species | 6 | 8 | 8 | 11 | 7 | 10 |
| percentage (%) | 26 | 33 | 33 | 46 | 29 | 42 |

주) 조사기간 동안 발견된 종의 수, 24개체에 대한 percentage임.

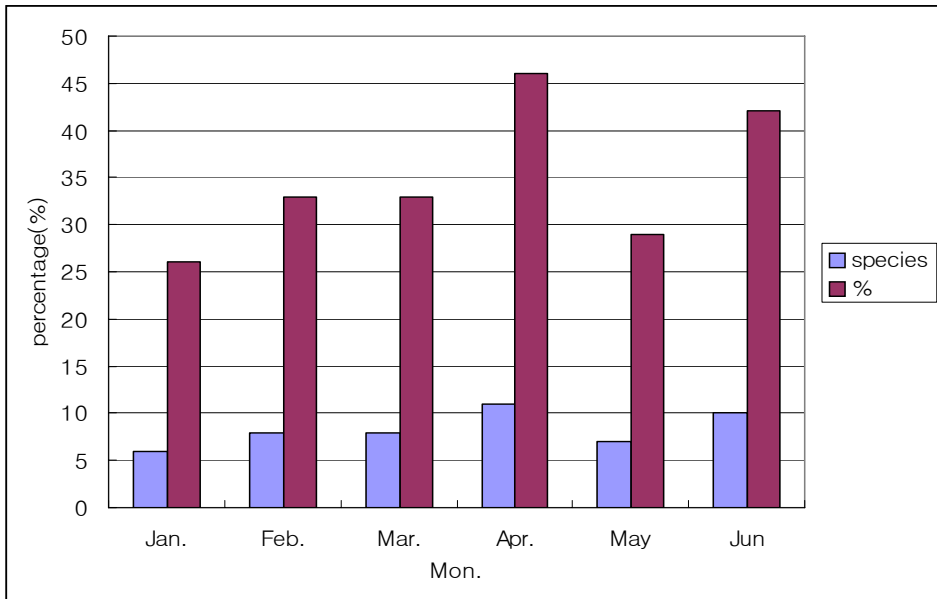


Fig 6. The frequency of the monthly appearance of cave species

배설물인 구아노가 적으며, 외부로부터의 유입 수가 없어 진동굴성 생물들의 먹이가 충분하지 않았기 때문임을 시사한다(Table 4, Fig4).

동굴생물의 월별 발견된 종의 분포를 보면 Table 6 및 Fig 6에서 나타난 것과 같이 1월에는 곤충강의 담흑물결자나방(*Triphosa dubitata* Linnaeus-203개체)을 비롯하여 6종(26%)의 동굴생물이 발견되었고, 2월에는 포유강의 관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum korai* Kurota-44개체)의 7종(33%)이, 3월에는 포유강의 물뿔수염박

쥐(*Myolis daubentoni ussuriensis* Ognev-82개체) 외 7종(33%), 4월에는 곤충강의 알락곱등이(*Diestrammena japonica* Karny-116개체)의 10종(46%)으로 가장 많은 종이 나타났고, 5월에는 거미강의 입술접시거미(*Allomengea coreana* Paik et Yaginuma-2개체)를 비롯하여 7종(29%), 6월에는 곤충강의 털보민무늬톡톡기(*Anurida plurichaetotica* Yosii-130개체)의 9종(42%)이 조사되었다.

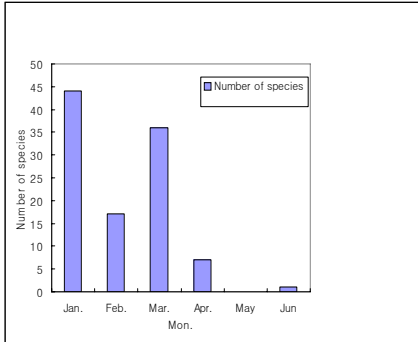


Fig 7. No. of Rhinolophus ferrumequinum korai

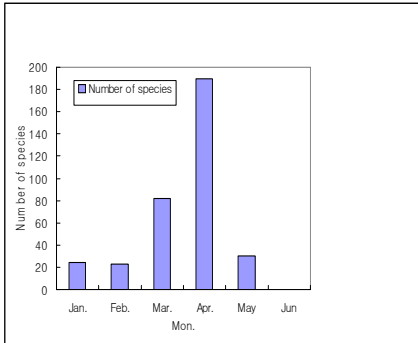


Fig 8. No. of Myolis daubent-oni ussuriensis

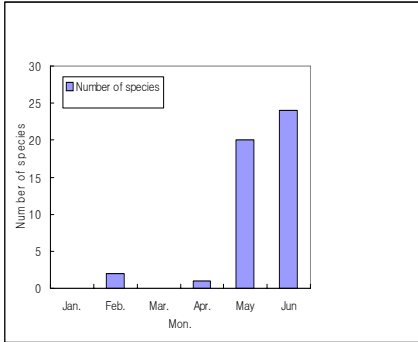


Fig 9. No. of Campodea sp.

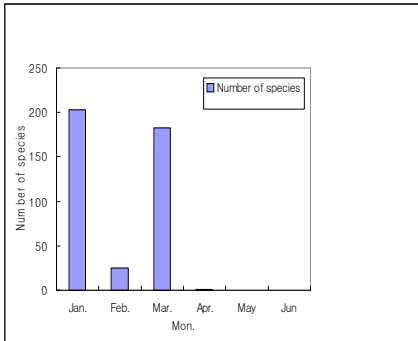


Fig 10. No. of Triphosa dubitata

동굴 내 월별 종의 개체 수 변화정도는 모든 종에서 그 개체수의 변화가 뚜렷하게 나타나지 않으므로, 개체수의 변화가 뚜렷한 관박쥐 (*Rhinolophus ferrumequinum korai* Kurota), 물윗수염박쥐(*Myolis daubent-oni ussuriensis* Ognev), 담흑물결자나방(*Triphosa dubitata* Linnaeus), 긴꼬리좀붙이(*Campodea* sp.) 4종에 대해서 살펴보면, 외래성 동굴생물인 관박쥐의 개체는 1월에 44개체에서 6월에 1개체로 점점 동굴 내에서 개체수가 줄어들었으며, 물윗수염박쥐는 1월에 24개체에서 4월에 190개체로 증가하다가 6월에는 한개체도 보이지 않았다. 이러한 사실은 박쥐류가 회옥굴을 월동처로 이용되고 있음을 알 수 있으며, 역시 외래성 동굴생물인 담흑물결자나방의 개체수 변화는 겨울철에서 초봄에 많은 개체수를 보였으나 5월 이후에는 그 개체를 찾을 수가 없었다. 호동굴성 동물인 긴꼬리좀붙이는 2월에 2개체가 보이다가 5,6월이 되면서 그 개체수가 증가하였다(Fig 7, Fig 8, Fig 9, Fig 10).

이러한 회옥굴의 생물상을 인근의 평창군 한국동굴연구소에서 2005년 학술조사를 통해 보고된 자료를 바탕으로 평창군에 분포하는 여러 동굴과 비교해 보면, 평창에는 지금까지 확인된 천연동굴의 수는 모두 116개로, 확인된 동굴 생물은 모두 5문 12강 36목 89과 173종이며, 진동굴성 18종(10.4%), 호동굴성이 35종(20.2%), 외래성은 120종(69.4%)로 동굴에서의 적응률(진동굴성+호동굴성)은 30.6%이다. 또한 동굴생물상의 학술적 가치를 판단한 것에 의하면 광천선굴과 백룡동굴이 “가” 등급, 늘골굴, 장암굴, 토굴, 우탄굴은 “나” 등급을 받았다. 동굴에 서식하는 동굴 생물의 종의 수는 광천선굴이 42종(진동굴성동물 10종)에 적응률은 57%, 백룡동굴은 35종(진동굴성동물 6종)으로 적응률은 37%로 보고되었다. 이에 비해 회옥굴에 서식하는 동굴생물

의 분포는 8강 18목 28과 34종에 적응률은 44% (진동굴성동물 8종)로, 광천선굴에 비해서는 낮았으나 천연기념물 260호로 지정된 백룡동굴 보다는 적응률이 7%정도 높게 나타났고, 생물종으로 구분하면 늘굴굴(23종), 장암굴(20종), 토굴(19종), 우탄굴(23종) 보다 월등히 많은 종 수를 갖고 있다. 또한 평창군에 소재하는 대다수의 동굴에 서식하는 생물의 종이 10~20여종 정도 분포하는 것을 감안하면 회옥굴은 동굴 생물상으로서만 본다면 학술적 가치를 가진다고 볼 수 있다. 그러나 동굴의 문화재적 가치가 생물상으로서만 보는 것이 아니라 동굴의 규모, 지형, 생성물의 발달정도를 평가하는 지질학적 평가와 함께 판단되어야 할 것이므로 회옥굴에 대한 지질학적인 평가도 반드시 이루어져야 할 것이다.

3. 동굴 수생생물

동굴 수생생물을 관찰하기 위해 5월과 6월 두 차례에 걸쳐 동굴 내부 못에 고인 물을 Hand net을 사용하여 채집한 후 해부현미경을 이용해 동정하여 본 결과 동굴옆새우(Pseudocrangonyx sp.) 1종(6개체)를 발견할 수 있었고, 7월 이후에 더 많은 종 및 개체 수를 발견할 수 있을 것으로 예상된다.

IV. 결론

자연 환경의 보전이란 현재 잔존하고 있는 자연환경을 앞으로의 오염과 파괴에서 보호할 뿐 아니라 이미 파손된 것이라 하더라도 과거의 원형대로 복구시키는 노력이 포함되어 있는 것이다(이 1990).

최근 자연보호에 대한 관심이 커져가고 있지만, 다른 한편에서는 계속적인 관광개발과 지역 개발에 따른 자연환경의 파괴가 이어져 오고 있

다. 이에 최근에 이르러 문화재청과 환경부, 지자체 등에서 동굴의 보호를 위해 체계적으로 조사하고 대책을 세우는 노력을 기울이고 있다(문화재청 2003, 2004).

동굴은 지하세계이므로 환경이 지표와는 다르다. 암흑의 세계이고 항상 온도가 비슷하며 습기가 많다. 이러한 동굴환경은 특이한 동굴생태계를 형성케 하였고, 이질적인 동굴 생물상을 나타내게 하였으며, 지하수의 침식작용 등에 의해 특수지형이 발달한다(남 등 1987).

자연동굴은 선조로부터 물려받은 소중한 자연유산이다. 동굴 내의 유기물 퇴적층, 동굴 내 호소나 지하수류에 포함된 미생물, 빛, 향온, 향습은 동굴생물 보전과 아주 밀접한 관계에 있다. 즉, 동굴 내 호소나 지하수류는 수서 생물들의 주 서식처이므로 이들 수량과 수온의 정기적 측정이 필요하며, 외부로부터의 유해물질 투입이 방지되어야 한다. 또한 기온 및 습도가 급작스럽게 변하면 동굴생성물에서 백색 공해가 일어나며, 이끼류의 번식으로 녹색 공해도 일어나므로 동굴개발에 특히 신경을 써야하는 부분이다. 또한 동굴주변의 식생은 동굴내부에도 영향을 주기 때문에 계획 없이 훼손하거나 재 조림되어서는 안된다(김 1996).

회옥굴은 이미 2차 생성물과 벽면 등 몇몇 곳은 불에 의한 그을음이 보이며, 타다만 나무, 깨어진 소주병, 일상용품 등이 다소 발견되어 점차 훼손되고 있는 실정이다.

지구생성이래 수 억년에 걸친 변화로 이루어진 지사학적 현장인 자연동굴은 오랜 세월을 거치는 동안 암흑의 지하공간에서 특수한 지하생태계가 형성되어 지하환경에 적응해온 희귀한 생물들이 서식하는 현장이다(김 2002).

회옥굴에서는 다양한 종류의 동굴 생물들이 서식하고 있으며, 이들은 수천 수 만년 동안 동

굴과 함께 한 주인공들이다. 사람의 이기심으로 이들의 서식처를 훼손하기보다는 자연이 가져다 준 동굴자원을 잘 관리하고 보존하여 후손들에게 깨끗한 자연 환경을 물려주기 위한 노력에 함께 하여야 할 것이다.

치악산에 위치한 원주 신림면 성남2리에 있는 회옥굴의 동굴생물 종의 분포와 생태적 특성을 알기위해 2004년 11월부터 2005년 6월까지 현장 조사연구를 통해 기초 자료를 확보하고자 본 연구를 시행하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조사된 회옥굴의 동굴생물 분포는 8강 18목 28과 34종이었으며, 곤충강이 7목 11과 14종(41.2%)이었다. 회옥굴 내의 서식 생물을 생태적 특성에 따라 구분하면 진동굴성은 8종(23.5%), 호동굴성은 7종(20.6%), 외래성이 19종(55.9%)으로 나타났으며, 동굴에의 적응율은 44%로 외래성 생물의 분포가 높은 것으로 나타났다.

2. 동굴내 주 영양 공급원인 박쥐류는 세 종류가 관찰되었고, 개체수는 물뿔수염박쥐, 관박쥐, 관코박쥐 순 이었다.

3. 회옥굴은 관박쥐, 관코박쥐는 4월 이후에, 물뿔수염박쥐는 5월 이후에 관찰되지 않는 것으로 보아 박쥐류의 월동처로 이용되고 있음을 알 수 있었다.

4. 외래성의 담흑물결자나방은 1월-3월까지 많은 개체수를 보였으나 4월 이후에는 관찰되지 않았다.

5. 호동굴성인 긴넓적다리삼당노래기는 1월-5월에는 관찰되지 않았으나 6월에 광장 끝 낙반 지역에서 많은 개체수가 관찰되었다.

참고문헌

김병우, 1990, 동굴의 생물상. 고수동굴의 환경 및

안전진단 연구보고서. pp. 28-33.(주) 원천.
 김병우, 1991, 협재동굴지대 학술조사보고서. 동물상. pp. 194-208 (주) 한림.
 김병우, 1993, 고수동굴 학술조사보고서. 동굴의 생물상. pp. 135-150 (주) 유신
 김병우, 1994, 고씨동굴의 환경보전 및 안전진단 학술조사연구보고서. pp. 47
 김병우, 1994, 고씨동굴의 환경보전 및 안전진단 학술조사연구보고서. pp. 47-60. 영월군
 김병우, 1995, 화암동굴의 동굴생물에 관한 연구. 한국동굴학회지.42. pp 27-40
 김병우, 1996, 천곡동굴의 생태계 조사보고. 한국동굴학회지. 45: pp. 29-40
 김병우, 2002, 3. 동굴 생태계. 비지정 천연동굴(양당리굴,복상리굴) 학술조사 보고서. 한국동굴학회. pp. 17-18, 181-185
 김병우,최용근,서호영,이훈,김원록,이원철, 2004, 한국 동굴생물상 목록 및 연구 전망. 환경생물.53: pp. 13. 한국환경생물학회
 남궁준, 1981, 원시적 유존동물인 “갈르와 벌레”. 한국자연 보존협회. 자연보존. 33: 18-22.
 남궁준, 1986, 한국의 중요 동굴동물의 모식산지의 보존문제. 한국동굴학회지. 13. pp. 49-67
 남궁준, 조규송, 1987, 경관 및 환경보존. 대이리동굴군 학술조사보고서 .pp. 135-140
 단양군, 1989, 동굴생물. 제주도 빌레못동굴 학술조사 보고서. pp. 131
 박상영, 2003, 학위논문, 신단양 고수동굴의 환경과 서식생물에 관한 연구
 백갑용, 1971, 특수환경의 곤충. 원색과학대사전 ⑤ 동물. pp. 217-222
 오영근, 1985, 동굴성 박쥐류의 생태. 한국자연보존협회. 자연보존. 52: pp. 8-11
 우경식, 2002, 동굴. 지성사. pp. 17-84
 이병훈, 1978, 한국의 지하성 동물의 검토와 목록
 최병렬, 1985, 12, 동굴의 생성과 변천. 한국자연보존협회. 자연보존. 52: pp. 1
 최용근, 1997, 동굴탐험의 세계,한림미디어, pp.3 5~61

- 최용근, 2005, 한국의 동굴생물(고수·노동·온달)
- 평창군, 2005, 천연동굴 학술조사 보고서
- 한국동물분류학회, 1999. 한국동굴명명규약 pp. 489
- 환경부, 2002, 2, 전국 자연동굴 조사지침서 작성에
관한 연구보고서
- 홍현철, 김병우, 1990, 노동굴의 환경실태에 관한
연구, 한국동굴학회지 24, pp. 92-96
- Hickman CP, LS Roberts and A Larson. 2000. Animal
Diversity. McGraw-Hill Comp. pp. 429
- Murakami. Y., k. y. Paik, 1968, Result of the
speleological survey in South Korea, 1966
XI. Cave-dwelling myriapods from the
southern part of Korea Bull. Natn. Sci. Mus.
Tokyo. 11(4): 364-384
- Ueno. M. 1966, Result of the speleological survey in
South Korea. 1966. II. Gammarid
Amphipoda found in subterranean waters of
South KOrea Bull. Na수. Sci. Mus. Tokyo.
9(4):501-535.

Appendix



fig 1. *Kaolinonychus coreanus*



fig 2. *Opilio* spp.



fig 3. *Skleroprotopus laticoxalis*



fig 4. *Skleroprotopus laticoxalis*



fig 5. *Rhinolophus ferrumequinum*



fig 6. *Myolis daubentoni*



fig 7. *Rhinolophus ferrumequinum*



fig 8. *Myotis daubentoni*



fig 9. *Colpodes (Colpodes) adonis*



fig 10. *Diestrammena japonica*



fig 11. *Lithobiidra* sp.



fig 12. *Scolopendra* sp.



fig 13. *Triphosa dubitata*



fig 14. *Apamea sodalis*



fig 15. Germination of seed



fig 16. Garbages in cave