

# 平昌 雙屈의 棲息生物에 關한 研究

손 규 남\* · 김 병 우\*\*

A study on the Inhabitant of Ssang-Cave in Pyeongchang, Korea

Gyu-Nam Son · Byoung-Woo Kim

**Abstract** : In this study, the inhabitant were investigated at the six sites in the cave which is located in Giwha-ri, Mitan-myen, Pyeong Chang-gun from January to June in 2005. As the result of observation, collection, researching, It was confirmed as all animals species were classified by 19 species, 4 classes, 11 orders, 16 families. Among the investigated animals, Diestrammena asynamora Adelung distributed 66.6% and Antrokoreana gracilipes Verhoeff distributed 22.4%. They were confirmed as a dominant species. Among the observed animals, Troglobite with ecological characteristics was 5.3%, troglaphiles were 21.1% and troglaxenes were 73.7%. Among them, There were the largest number of species in troglaxenes. In the class manmalia, Rhinolpus ferrumequinum korai Kuroda and two Myolis daubentoni ussuriensis Ognev's species were observed. Among them Rhinolpus ferrumequinum korai Kuroda distributed 58.9%, so they were confirmed as a dominant species. The largest number of Triphosa dubitata Linnaeus, troglaxenes, were observed in January and February in winter.

503 individual of Antrokoreana gracilipes Verhoeffs, troglobites, were observed only in June.

Diestrammena asynamora Adelung, troglaphiles, appeared the large number of species in sping, especially, in April and May.

**Keyword** : cave, dominant species, troglobites, troglaphiles, troglaxenes

**국문요약** : 평창군 미탄면 기화리에 소재한 쌍굴의 동물종 구성과 생태적 개체군 변동을 파악하기 위하여 2005년 1월부터 2005년 6월까지 6개 조사지로 구분하여 관찰, 채집, 조사한 결과 전체 동물종은 총 4강 11목 16과 19종이었고, 총 조사개체수 중 알락뽕등이가 66.6%, 등줄굴노래기가 22.4%로 전체의 확인 개체군 중 우점종으로 확인되었다. 조사된 생물 중 생태적 특성에 의한 진동굴성이 5.3%, 호동굴성이 21.1%, 그리고 외래성이 73.7%로 외래성이 가장 많은 종을 차지하였다. 포유강에서는 관박쥐와 물윗수염박쥐의 2종이 확인되었으며, 그 중 관박쥐가 58.9%를 차지하고 있어 우점종으로 확인되었다. 외래성인 담혹물결자나방은 겨울철인 1, 2월에 가장 많은 개체수가 확인되었다. 진동굴성인 등줄굴노래기는 6월에 503개체가 관찰되었고 호동굴성인 알락뽕등이는 4, 5월을 정점으로 봄철에 많은 개체수가 나타났으나, 6월에는 개체수가 급격히 줄었다.

**주요어** : 동굴, 우점종, 진동굴성 동물, 호동굴성 동물, 외래성 동물

## I. 서론

자연동굴은 생성원인에 따라 몇 가지로 분류된다. 석회암지대에 동굴이 형성된 것을 석회암 동굴이라고 부른다. 그 외 용암동굴, 해시동굴, 하식동굴 등이 있다.

우리나라의 자연동굴의 주종은 석회암동굴로서 Krast지형에 주로 분포하며 현재 850여개로 추정되고 있다. 강원도에 동해, 삼척, 영월, 정선, 평창, 태백, 강릉지역과 충청북도의 단양지역, 경상북도의 울진, 봉화, 문경지역 등에 주로 분포하고 있다.

\* 상지대학교 대학원

\*\* 상지대학교 생명과학과 교수 etlkim@hanmail.net

우리나라의 본격적인 동굴탐사는 약 40여년 전으로 거슬러 올라간다. 제주도 만장굴은 1946년 부종휴씨가 학생들과 탐사했으며, 우리나라 최초의 동굴탐사 기록은 1958년 경북대 사범대 지리학과 학생조사대가 경북 울진소재 성류굴을 들어간 것으로 알려지고 있다. 1966년에 이르러서 본격적인 조사가 이루어진 것으로 기록되고 있다.(환경부, 2002).

생물은 일반적 개념에서 미생물, 식물 그리고 동물 등 3대 분야로 구분되어 진다. 여기서 동굴 생물이란 개념 또한 위의 3대 구분에 해당된다고 보겠으나, 실제로 현재까지 연구된 바로는 주로 동굴동물 쪽으로 많이 기울어져 오고 있는 실정이다.

이러한 동굴동물에 관한 연구보고는 우리나라에서는 북한 연변의 청계동(Einer Hohle bei Whitish)에서 채집된 배각강(Diplopoda)의 등줄굴 노래기(*Antrokorean gracilipes* Verhoeff, 1938)가 동굴생물의 효시이다(Ueno et al., 1966; 남궁 등, 1987). 이후 약 70여년동안의 동굴 생물상에 관한 연구를 통하여 지금까지 한국산 동굴생물은 총 4문 10강 31목 94과 257종이 보고되었다(김 등, 2004). 또한 Mori(1930)가 동룡굴에서 채집한 시료 중에서 Sato(1939)가 한국산 수생동굴동물인 아시아동굴옆새우(*Pseudocrangonix asiaticus*)를 최초로 보고 하였다.

백과 남궁(1967)은 한국인으로써 최초 동굴산 신종, 환선굴뚝거미(*Dolichocybaeus whansunensis*)를 발표했다. 또한 이(1974)는 강원도 지역의 7개 동굴에서 무시 곤충류(*Collembolla*) 5종과 이때까지 보고된 92개 동굴 목록을 함께 학계에 발표했고 남궁(1974a, b)은 화석곤충으로 알려진 희귀 갈르와벌레 2종, 고수갈르와벌레(*Gallosiana kosuensis*, 1974a)와 비룡갈르와벌레(*Grylloblattella biryongensis*, 1974b)를 신종으로

보고했다.

동굴생물은 동굴육상생물(*Edaphobite*)과 동굴수생생물(*Phreatobites*)로 크게 2가지로 나누지만, 일반적으로 생태학적 분류에 의거한 진동굴성(*Troglobionts*), 호동굴성(*Troglophiles*), 외래성(*Trogloxenes*)으로 구분하는(Barr, 1968). 방법을 따르고 있다.

이와 같이 분류되는 동굴동물은 육상생태계의 변천과 무관하게 유구한 세월을 통해, 생리적 또는 생태적으로 어떻게 적응해 왔는가 하는 진화와 유전문제를 규명함과 아울러 육상에서는 멸종되었지만 동굴 속에서 현존하는 동물들과의 유연관계를 추구하므로써 생물의 진화과정과 요인을 밝혀나가는 데 큰 의의가 있다.

따라서 본 연구는 쌍굴의 생물상, 생물동향을 조사하였다. 쌍굴내에 많이 서식하는 관박쥐의 서식지로서의 특성과 기능을 조사하고 이들 박쥐들의 보호와 지속적 서식을 위한 자료를 얻고자 시행하였다.

## II. 조사방법

### 1. 조사지 위치와 현황

평창군은 강원도 중남부에 위치해 있으며, 북동쪽은 강릉시, 남동쪽은 정선군, 서쪽은 횡성군, 남쪽은 영월군, 북쪽은 홍천군과 접해 있어 5개 시군과 경계를 이루고 있다. 지질구조는 고생대의 퇴적암류인 조선누층군 영흥층에 속하며 하부고생대(캄브리아기-오르도비스기)의 석회암층이다(정창희 등, 1979). 평창은 계절풍 기후대에 속하여 겨울에는 대륙성 기후로 춥고 건조하며, 여름에는 해양성 기후의 영향을 받아 고온다습하고 상대적으로 많은 강우량을 보인다. 또한 봄·가을에는 맑고 건조한 날씨가 계속된다. 最寒月인 1월 평균기온  $-4.25^{\circ}\text{C}$ , 8월 평균기온은 23.

5°C 이고, 연평균 기온은 11.4°C이고, 연평균 강수량은 1,093 mm를 보인다.

쌍굴은 동경 128° 31', 북위 37° 18'의 온대중부림에 속하고 강원도 평창군 미탄면 기화리 도로 옆에 있는 산의 8부 능선에 위치하고 있으며 강원도 평창군 미탄면사무소에서 정선방향으로 42번 국도를 따라 3 Km 지점에서 다시 문화마을(동강) 방향으로 기화천을 따라 3.7 Km 정도 가면 나타난다. 도로에서 계곡을 따라 약 80 m 정도 올라가면 표고 283 m에 위치한 매우 큰 입구가 2개인 동굴이다(Fig 1).

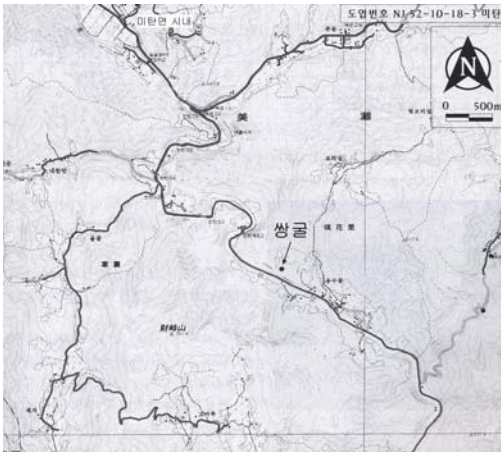


Fig. 1. Map of location of Ssang cave.

## 2. 동굴개황 및 조사지

동굴 입구 방향은 N35°E, 입구 크기는 폭 각각 16 m, 7 m, 높이는 각각 5 m, 7 m 이며 총 연장은 150 m 이다.

절벽 하단에 숲으로 둘러싸인 곳에 상·하층 2개의 대형 입구가 있고 외부환경의 영향이 동굴 깊숙이 미친다. 기화천보다 매우 높은 곳에 위치하고 있어 홍수로부터는 안전한 곳이며 동굴 입구에는 대규모의 광장이 발달하여 있는데 이 광장의 크기는 폭 30 m, 높이는 25 m이다. 광장의 바

닥에는 낙반이 산재해 있고 경사가 30°에 이른다. 다른 동굴 입구(입구2)에서부터 50 m의 직선 거리 상에는 구아노가 발견된다.

쌍굴의 구조는 상단부와 하단부로 크게 나누어 볼 수 있는데 상단부는 완만한 경사로 빛의 한계점을 지나면 안정된 동굴환경이 유지된다. 바닥은 작은 수로와 두툼한 구아노 층이 넓게 퇴적되어 있고 점토층도 있어 하단부에 비해 동굴동물의 서식환경도 양호하다.

낙석과 낙반을 지나 하단부에 이르면 왼쪽에 2개의 가지굴이 있는데 동굴동물의 서식환경은 좋지 못하다. 하단부 빛의 한계점 안으로 들어서면 다시 좌측 가지굴과 우측에 막장이 나타나는데 천정이 매우 낮은 좌측 가지굴에는 작은 휴식소가 몇 개 있으며 우측 막장에는 토사가 많이 쌓여 있고 구아노가 발견되어 동굴동물의 서식환경이 양호하다.

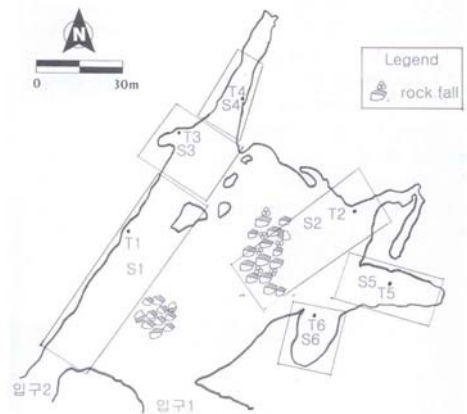


Fig. 2. Surveyed sites in Ssang cave.  
S1, S2, S3, S4, S5, S6 : 조사 구역

생물상, 생물동향, 동굴내부의 환경요인을 조사하기 위해 조사지를 나누었는데 동굴 입구(입구1, 입구2)가 2개 있고 내부구조도 상부와 하부로 되어있어 동굴의 입구부를 상부입구부 S1, 하

부입구부 S2로 나누었으며, 상부지역도 가지굴이 있어서 왼쪽 가지굴 심층부를 S3, 상부 막장부분 심층부를 S4로 구분하였고 하부지역도 막장부분이 두갈래로 갈라지기 때문에 왼쪽심층부를 S5, 오른쪽심층부를 S6로 나누어서 조사하였다(Fig. 2).

동굴의 입구가 2개이고 입구의 크기도 매우 커서 아침에는 동굴 깊숙이 까지도 빛이 들어오기 때문에 S1은 입구2에서 20m 지점까지를 잡았다. 입구1에서 하부로 내려가는 곳은 경사가 30°되는 지역으로 낙석과 큰 낙반으로 되어있어 위험하며 동물도 많이 발견되지 않아 조사지에서 제외하고 거의 다 내려온 지역을 S2로 잡았다. S3는 상부심층부 좌측가지굴 부근으로 정하였으며 가지굴 안에는 작은 휴식소가 5개 있고 4월에는 물이 고여 있었다. S4는 상부 막장부분으로 천장이 매우 낮으며 천정 곳곳에 용식공이 발달되어 있다. 천정이 낮을뿐더러 약간 경사가 있으며 구아노 층이 두껍고 진흙이 있어 이동이 어렵다. S5는 하부심층부 중 왼쪽가지굴 부분이며 휴식소가 6개 있고 천장이 매우 낮다. S6는 하부심층부 오른쪽부분이며 막장에는 토사가 많이 쌓여있다.

### 3. 조사기간 및 조사방법

쌍굴의 서식 생물의 종류와 분포에 대해 2005년 1월부터 2005년 6월까지 매월 2회씩 조사하였으며, 2인이 한 조가 되어 조사한 내용을 기록하고 필요한 종은 촬영하였다. 매회 조사는 오후 2시부터 4시 사이에 실시하였고 박쥐의 이동시간과 방향을 관찰하기 위해 오전 10시경과 밤 10시경에도 관찰하였다.

동굴의 생물을 조사하기 위해 조사지역을 6개로 나누어서 관찰하고 개체수 및 생물의 이동현황을 관찰 기록하였다.

동굴생물의 조사는 이렇게 6개로 나눈 조사지를 중심으로 막장까지 두 사람이 매회 약 2시간 동안 동굴에서 생물들의 종과 개체 수를 관찰 조사하였다. 개체수 조사시 흙 속에 파묻혀 있어 확인이 어려운 미소곤충들은 흡충관, 핀셋을 이용하여 채집 후 현장에서 관찰하였으며, 조사내용은 종 수와 개체수의 동향을 조사하였다. 이렇게 개체수의 동향을 파악하고 합산해 계절별 생물출현 빈도를 조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 동굴생물의 출현종 조성 및 출현 개체수

강원도 평창군 미탄면 기화리 소재의 쌍굴에서 조사된 동물군집은 Table 2와같이 진동굴성 1종, 호동굴성 4종, 외래성 14종이었다. 동굴속의 먹이나 일반적인 활동장소를 기준으로한 생태적인 면에서 분류하면 진동굴성이 5.3%, 호동굴성이 21.1%, 그리고 외래성이 73.7%로서 외래성이 가장 많은 종을 차지하였다.

동굴입구가 2개이며 입구의 크기도 매우 크고 심층부도 길지 않아 진동굴성이 같은 기간에 조사한 회옥굴 23.5% 보다 많지 않았으며 외래성은 회옥굴 55.9% 보다 많이 나타났다.

동굴생물에 관한 주된 연구는 그들의 환경에 따른 생태, 생리 그리고 격리에 의한 종의 분화나 계통진화의 문제 등을 추구하는 중요한 분야이다. 동굴내에는 환경에 적응하는 종들만이 서식할 수 있고, 이들을 생태적 특성에 따라 세가지로 구분할 수 있다. 환경적 요인으로는 광도, 습도, 온도, 영양공급원과 섭식장소, 수중생물의 경우는 특히 수온, 수량, 영양원이다(김, 1990, 1991, 1993; 남, 1986).

Table 1. A list of the Ssang-Cave Fauna

Classification (species)	Ecological Classification		
	Troglobite (Tb)	Troglophile (Tp)	Trogloxene (Tx)
<i>Antrokoreana gracilipes</i> Verhoeff	○		
<i>Skleroprotopus laticoxalis</i> Ion. Mur. & Paik		○	
<i>Epanerchodus koreanus</i> Verhoeff			○
<i>Epanerchodus kimi</i> Murakami & Paik		○	
<i>Nipponopsalis coreanus</i> (Suzuki)			○
<i>Pholcus crypticolens</i> Boes. et Str			○
<i>Cybaeus mosanensis</i> Paik et Namkung		○	
<i>Coelotes songminjae</i> (Paik et Yaginuma)			○
<i>Tomocerurus diversispinus</i> Yosii		○	
<i>Dtrammena asynamora</i> (Adelung)			○
<i>Bembidion (perypus) scopulinum</i> (Kirby)			○
<i>Colpodes (platinidius) xestus</i> (Bates)			○
<i>Psephidonus lestevoides</i>			○
Sciaridae gen. sp.			○
<i>Triphosa dubitata</i> (Linnaeus)			○
<i>Apopestes indica</i> Moore			○
<i>Limenitis amphyssa</i>			○
<i>Rhinolophus ferrumequinum korai</i> Kuroda			○
<i>Myolis daubentoni ussuriensis</i> Ognev			○
Total	1(5.3%)	4(21.1%)	14(73.7%)

1) 진동굴성 동물(Troglobites: Tb)

진동굴성 동물은 동굴 밖의 지상생태계에서는 전혀 존재하지 않으며 동굴 속에서만 대를 이어 서식하는 대부분의 희귀종으로 전체의 약 15~20%를 차지한다. 각 동굴의 환경적 특성에 따라 오랜 세월을 거쳐 진화해온 종들이며, 동굴 생물로서의 특징을 잘 갖추고 있다. 화석동물도 포함된다. 대부분 암시야 에서 서식하기 때문에 시각이 퇴화되었다. 감각류의 경우 시각이 퇴화되어 체표면에 색소체가 분비되지 않아 체색은 백색이며 표피가 얇아 투명하다. 활동성이 제한적이고 날개가 퇴화되거나 없는 종들이 많

다. 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 왔으며 생물의 진화와 유전에 관한 연구에 중요한 단서가 된다(남, 1981).

특히 갈르와벌레는 동굴속 전석지나 썩은 나무, 낙옆밑에서 드물게 관찰되는 원시적인 곤충으로 화석곤충이라고도 한다. 어릴 때는 유백색이나 성충이 되면 연한 갈색을 띠며 긴 촉각과 가슴부위에 강한 3쌍의 다리와 몸통은 머리, 가

Table 2. List of animals in the Ssang-Cave

Classification	(Ecological characteristics)
Phylum Arthropoda 절지동물문	
Class Diplopoda 배각강	
Order Julida 갈퀴노래기목	
Family Nemasomatidae 실노래기과	
1. Antrokoreana gracilipes Verhoeff 등줄곧노래기	(Tb)
Order Plyzonida 땅노래기목	
Family Mongoliulidae 몽고노래기과	
2. Skleroprotopus laticoxalis longus Murakami & Paik 긴넓적다리삼당노래기	(Tp)
Order Polydesmoidae 띠노래기목	
Family Paradoxosomatidae Daday 무당노래기과	
3. Oxidus gracilis (C. L. Koch) 고운까막노래기	(Tx)
Family Polydesmidae Leach 띠노래기과	
4. Epanerchodus koreanus Verhoeff 외갈래띠노래기	(Tx)
5. Epanerchodus kimi Murakami & Paik 김띠노래기	(Tp)
Class Arachnida 거미강	
Order Opillionida 통거미목	
Family Ischyropsalididae 큰턱통거미과	
6. Nipponopsalis coreanus (Suzuki) 베틀통거미	(Tx)
Order Araneae 거미목	
Family Leptonetidae 잔나비거미과	
7. Leptoneta sp. 잔나비거미 1종	(Tp)
Family Pholcidae 유령거미과	
8. Pholcus crypticolens Boes. et Str 산유령거미	(Tx)
Family Uloboridae 응달거미과	
9. Philoponella prominens (Boes. et Str.) 왕관응달거미	(Tx)
Family Theridiidae 꼬마거미과	
10. Achaearanea tepidariorum (C.L Koch) 말꼬마거미	(Tx)
Family Cybaeidae 굴뚝거미과	
11. Cybaeus mosanensis Paik et Namkung 모산굴뚝거미	(Tp)
Family Dictynidae 일거미과	
12. Cicurina japonica (Simon) 두더지거미	(Tp)
Family Amaurobiidae 비탈거미과	
13. Coelotes songminjae (Paik et Yaginuma) 민자가게거미	(Tx)
14. Paracoelotes spinivulva (Simon) 한국산갈래거미	(Tx)
Family Sparassidae 농발거미과	
15. Sinopoda stellatops (Schenkel) 별농발거미	(Tx)
Class Insecta 곤충강	
Order Collembora 툴툴이목	
Family Tomoceridae 가시툴툴이과	
16. Tomocerurus diversispinus Yosii 굴가시툴툴이	(Tp)
Order Dermaptera 집게벌레목	
Family Forficulidae 집게벌레과	
17. Timomenus komatovi (Semenov) 고마로브집게벌레	(Tx.)
Order Orthoptera 메뚜기목	
Family Rhaphidophoridae 짝둥이과	
18. Diestrammena asynamora (Adelung) 알락 짝둥이	(Tx)
Order Coleoptera 딱정벌레목	
Family Harpalidae 먼지벌레과	
19. Bembidion (perypus) scopulinum (Kirby) 별강먼지벌레	(Tx)
20. Colpodes (platinidius) xestus (Bates) 윤납작먼지벌레	(Tx)
Family Staphylinidae 반날개과	
21. Psephidonus lestevoides 물가네눈반날개	(Tx)
Order Diptera 파리목	
Family Sciaridae 검정날개버섯파리과	
22. Sciaridae gen. sp. 검정날개버섯파리과의 1종	(Tx)
Family Nycteribiidae 거미파리과	
23. Nycteribia uenoi Maa 거미파리	(Tx)
Order Lepidoptera 나비목	
Family Geometridae 자나방과	
24. Triphosa dubitata (Linnaeus) 담흑물결자나방	(Tx)
Family Noctuidae 밤나방과	
25. Apopestes indica Moore 줄까마귀밤나방	(Tx)
26. Limenitis amphyssa 가을회색밤나방	(Tx)
Phylum Vertebrata 척추동물문	
Class Mammalia 포유강	
Order Chiroptera 박쥐목	
Family Rhinolophidae 관박쥐과	
27. Rhinolophus ferrumequinum korai Kuroda 관박쥐	(Tx)
Family Vespertilionidae 애기박쥐과	
28. Myotis daubentoni ussuriensis Ognev 물윗수염박쥐	(Tx)

Tb: Troglobite(진동굴성), Tp: Troglophile(호  
동굴성), Tx: Troglaxene(외래성)

습, 배의 세부분으로 구분된다.

날개가 없는 무시목의 전형적인 Cambria 형의 곤충으로 날개기관은 흔적조차 없으며 눈은 복안으로 흔적만 보인다. 유충기는 약 5년으로 처음 1년은 3회 탈피하고 그 후 매년 1번씩 7~8회 탈피한다. 최종령 유충기에는 6개월간 암흑에서 생활한다. 난발생기간은 1년으로 일 세대는 약 7년이고 성숙성충으로 1년간 더 생존하는데 일생을 통해 무변태인 것이 큰 특징이다. 무시, 무변태이므로 원시 곤충의 진화연구에 큰 단서가 되는 화석곤충이다(김, 2002).

### 2) 호동굴성 동물(troglophiles: Tp)

호동굴성 동물은 동굴 내에서 번식하며 적응이 잘되어 정상적인 동굴생활을 하는 것으로 지상 생태계에서도 비슷한 환경에서 살고 있는 종류로 전체의 25~30% 정도를 차지한다. 진동굴성 동물로의 변화과정에 있는 것들이다. 시각이 퇴화과정에 있고 색소는 부분적으로 남아있다.

생리, 생태적으로 동굴환경에 적응되어 있는 것이 대부분이며, 먹이사슬에 의해 서식지가 구분된다(김, 2002).

### 3) 외래성 동물(Trogloxenes: Tx)

동굴내에 우연한 기회에 들어온 동물로서 동굴내에서 계속 서식하기 어려운 것들이다. 동굴을 드나들며 살거나 동굴입구부근의 그늘진 곳에 산다. 동굴속에 유입되 들어온 미입성(迷入性)이거나 동굴에서 서식하면서 외부에서 일정기간 활동하는 내객성(來客性)으로 구분할 수 있다.

전체의 약 50~60% 정도를 차지하며 이들 중 박쥐, 나방이, 굽등이처럼 야행성인 동물은 섭식활동을 위해 동굴밖으로 주기적으로 나가야 하며, 그들의 배설물과 사체는 동굴내 1차영양원

이다. 미입성 생물들은 환경의 차이와 섭식활동의 불능으로 대부분 사멸되고 사체는 다른 동물들의 영양원이 된다(김, 1996; 오, 1985).

2005년 1월부터 2005년 6월까지 쌍굴에서 확인 관찰된 동굴생물은 Table 2와 같이 총 2문 4강 11목 16과 19종으로 조사되었다.

우점종은 곤충류 9종, 거미류 4종이다. 동절기에는 관박쥐와 물윗수염박쥐 몇 마리가 동면장소로 동굴 하단부 빛이 들어오지 않는 깊숙한 곳을 이용하고, 봄부터 하절기에는 상단부에 대군집을 이루고 있는 것으로 보아 박쥐의 생활형 동굴로 보여진다.

쌍굴에서 조사된 동물 종의 학명은 동물명명규약(1999)을 따랐으며, 분류체계는 Hickman(2000)의 방법을 따랐다.

쌍굴에서 동굴생물의 날짜별 출현개체는 Table 3과 같으며 전체 조사 동물중에서 년중 관찰되는 종은 등줄굴노래기(*Antrokoreana gracilipes*), 김띠노래기(*Epanerchodus kimi Murakami & Paik*), 산유령거미(*Pholcus crypticolens Boes. et Str*), 관박쥐(*Rhinolophus ferrumequinum korai Kuroda*), 물윗수염박쥐(*Myotis daubentoni ussuriensis Ognev*), 담흑물결자나방(*Triphosa dubitata*), 줄까마귀밤나방(*Apopestes koreana Herz*), 검정날개버섯파리과 1종(*Sciaridae spp.*), 알락뿔등이(*Diestrammena japonica*) 등 이었다.

이미 조사된 생물종(최, 미발표; 강, 1999) 중에서 띠노래기목에 고운까막노래기, 거미목에 잔나비거미 1종, 왕관옹달거미, 말꼬마거미, 두더지거미, 한국산깁대기거미, 별농발거미, 집게벌레목에 고마로브집게벌레, 파리목에 거미파리 등이 확인되었다(Table 4).

주요 종들의 날짜별 개체군 변화를 살펴보면 포유강의 관박쥐 (*Rhinolophus ferrumequinum*

Table 3. The cavernicoles number collected and confirmed in Ssang-cave

Spectes	Date								
	12. Jan	20. Feb	12. Mar	2. Apr	16. Apr	7. May	21. May	5. Jun	
1. Antrokoreana gracilipes Verhoeff 등줄굴노래기			1	12	16	23	96	355	
2. Cybaeus mosanensis Paik et Namkung 모산굴뚝거미								2	
3. Tomocerurus diversispinus Yosii 굴가시톡토기								6	
4. Epanerchodus kimi Murakami & Paik 감띠노래기	1	2	3	4	3	18	11	10	
5. Skleroprotopus laticoxalis Ion. Mur. & Paik 긴넓적다리삼당노래기								13	
6. Epanerchodus koreanus Verhoeff 외갈래띠노래기								1	
7. Pholcus crypticolens Boes. et Str 산유령거미		5	19	27		4	2	9	
8. Coelotes songminjae (Paik et Yaginuma) 민자가게거미								1	
9. Nipponopsalis coreanus (Suzuki) 베틀통거미								1	
10. Rhinolophus ferrumequinum korai Kuroda 관박쥐	6	7	6	7	7	7	24	6	
11. Myolis daubentoni ussuriensis Ognev 물윗수염박쥐		3	3	13	14	15	1		
12. Triphosa dubitata (Linnaeus) 담흑물결자나방	57	55	51	3		4			
13. Apopstes indica Moore 줄까마귀밤나방	11	35	42	55	44	5			
14. Limenitis amphyssa 가을회색밤나방						2			
15. Sciaridae gen. sp. 검정날개버섯파리과 1종	250	70	54	30		2			
16. Bembidion (perypus) scopulinum (Kirby) 별강먼지벌레								4	
17. Colpodes (platinidius) xestus (Bates) 윤줄납작먼지벌레								4	
18. Psephidonus lestevoides 물가네눈반날개					1			6	
19. Diestrammena asynamora (Adelung) 알락곱등이	96	250	412	454	475	590	421	384	

korai Kuroda)와 물윗수염박쥐(Myolis daubentoni ussuriensis) 2종이 확인되었으며, 관박쥐가 58.9%로 우점종이었다. 관박쥐가 겨울철에 하부 심층부에서 천정에 매달려서 동면을 하고 있었다. 털이 수증기에 젖어 보송보송 물방울이 맺혀 있는 조그마한 박쥐를 발견하여 물윗수염박

쥐라는 것을 확인하였다. 박쥐는 동굴에서 많이 발견되나 먹이섭취를 외부에서 의존하는 외래성 동물이며 동굴생태계에는 구아노를 유기물질로서 제공한다는 점에서 중요한 에너지원을 이룬다.

우리나라의 박쥐는 대부분 작은박쥐류에 속



하며 3과 10속 24종 6아종으로 알려져 있다(손과 최, 2001). 관박쥐는 전국적으로 분포하며 우점종으로 알려져 있다. 개체별로 동면하기도 하고 때로는 집단으로 동면을 하기도 한다.

박쥐는 외래성(Trogloxenes)으로 알려진 동물이다. 산간지대의 도로개설, 동굴개방 등으로 활동영역, 번식지, 섭식지가 갈수록 줄어들고 있다. 더욱이 약제로 남획되어 감소경향이 현저한 상태이므로 보호대책이 필요하다. 쌍굴에서 관박쥐는 연중 계속 발견되나 겨울철에는 하단부에서 월동하는 박쥐가 몇 마리 있었고 봄이 되면서 개체수가 많이 증가하는 것으로 보아(Fig. 3). 평창쌍굴은 생활형 동굴이라 볼 수 있으며, 밤에 먹이사냥을 하고 출입이 심하여 하루동안에도 개체수의 변화가 심한 것으로 생각된다. 주로 오후 2시에서 4시경에 관찰을 하였는데, 생각보다 많이 관찰할 수 없어서 아침시간을 이용하여 관찰도 하였다.

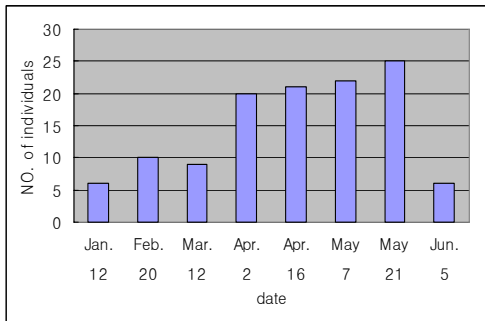


Fig. 3. Change of the number of *Rhinolophus ferrumequinum korai*.

등줄굴노래기는 6월에 가장 많은 개체수가 확인되었다(Fig. 4). 등줄굴노래기는 박쥐가 천장에 붙어 있거나 낙석이 쌓여있어 생물이 없을 것 같은 곳이라도 박쥐똥(구아노)이 있는 곳이면 드물지 않게 발견되는 종이다. 직접 눈에 띄는 개체 수만 합산하기로 하였다. 등줄굴노래기는 박

쥐의 활동이 왕성한 6월에 상부에서 하부로 내려가는 낙석이 쌓인 곳에서 가장 많은 355마리의 개체수가 관찰되었다.

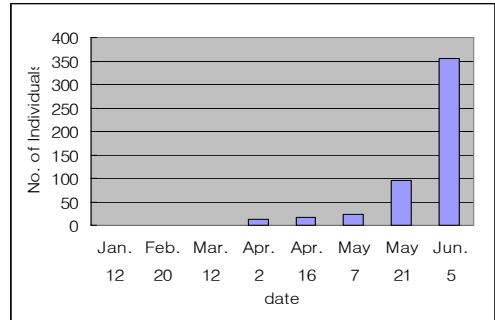


Fig. 4. Change of the number of *Antrokorana gracilipes Verhoeff*.

등줄굴노래기는 6월에 개체수가 많이 발견되는 것은 쌍굴이 박쥐의 생활형 동굴이므로 박쥐의 활동이 왕성해지면서 구아노 등 먹이 환경이 좋아 여름이 번식기로 보인다.

김띠노래기는 개체수가 많지는 않지만 등줄굴노래기와 마찬가지로 구아노 등 먹이 환경이 좋아지면서 개체수가 증가하였다(Fig. 5).

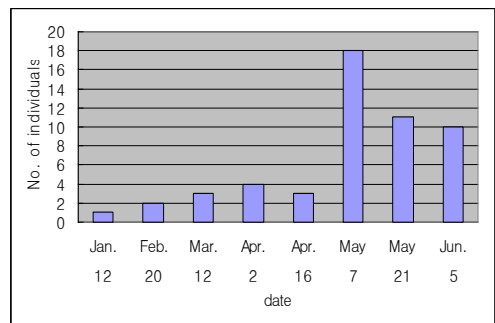


Fig. 5. Change of the number of *Epanerchodus kimi*.

검정날개버섯파리과의 1종은 상부 S1지점 끝부분 좌측 후미진 곳에 여러 마리의 개체수가 있는 것을 관찰했다. 검정날개버섯파리과의 1종

은 1월에 최대 개체수를 보이며(Fig. 6). 1월에서 5월 사이에만 동굴에서 발견되는 것으로 보아 쌍굴을 월동처로 이용되는 것으로 판단된다.

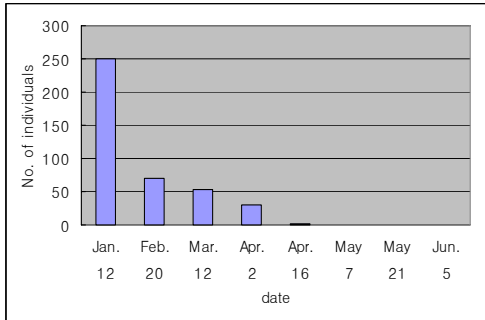


Fig. 6. Change of the number of *Sciariidae* gen. sp..

알락뽕등이는 겨울철에는 상단부 왼쪽 가지굴과 상단부 막장 가까이에서 많은 개체수가 발견되었는데, 하단부에서는 발견되지 않는 것으로 보아 대체로 따뜻한 곳에서 지내며, 봄철에서 여름으로 들어서면서 동굴 입구쪽으로 서식지를 이동하였다. 여름철에는 개체수가 급격히 줄어들었는데 따라서, 동굴을 월동처로 이용한 것으로 보인다(Fig. 7).

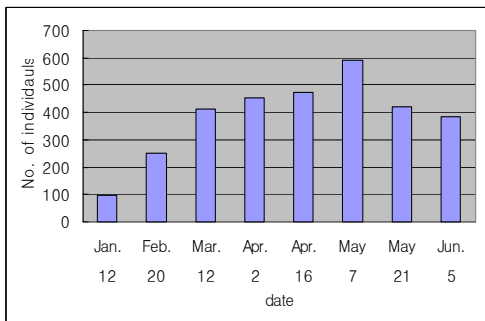


Fig. 7. Change of the number of *Diestrammena asynamora*.

담흑물결자나방도 알락뽕등이와 같이 상단부에서도 주로 따뜻한 곳에서 사방 벽면에 붙어

있는 것이 관찰되었다. 1, 2, 3월에 많이 발견되다가 4월 이후에는 거의 발견되지 않는 것으로 보아(Fig. 8). 담흑물결자나방도 동굴을 월동처로 삼았다가 봄이 되면서 동굴 밖으로 나간 것으로 보인다.

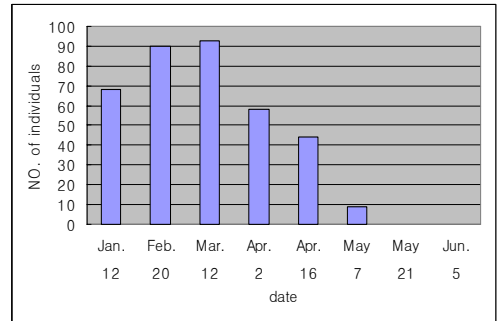


Fig. 8. Change of the number of *Triphosa dubitata* & *Apopestes indica*.

줄까마귀 밤나방도 3, 4월을 정점으로 봄철에 많은 개체수를 보였다.

산유령거미는 상단부 중간지점의 우측 중간 높이의 벽면에서 단독으로 발견되었다. 산유령 거미도 3, 4월에 많은 개체수를 보였다.

거미강에 속하는 종들은 모두 포식성이어서 동굴생물생태계에 있어서 중요한 생물적 조절인자로 주목된다. 가계거미과의 모산굴뚝거미(*Cybaeus mosanensis*)는 모산굴에서 최초로 발견하여 신종으로 기록되었다(남궁, 1974). 이 거미는 외부에서도 많이 발견된다. 석회동굴성인 반도굴아기거미(*Nesticus coreanus*)는 동굴화가 상당히 진행된 호동굴성으로 동굴외부에서도 발견된 적이 있다(남궁과 윤, 1976).

쌍굴 동굴생물 조사지점에서의 주요 종들의 계절별 분포변화를 살펴보았다. 겨울철에는 주로 알락뽕등이와 나방류가 관찰되었는데, 알락뽕등이는 상부 막장부분 따뜻한 곳에서 집단으로 발견되었고, 담흑물결자나방은 하부심층부

벽면에서 발견되었고, 줄까마귀밤나방은 상부심층부 가지굴에서 발견되었다(Fig. 9). 알락꼬둥이는 상부심층부와 하부심층부 모두에서 발견되었는데 상부심층부(71개체)가 하부심층부(25개체)보다 3배정도 더 많이 발견되었다.



Fig.. 9. Distribution of cave animals at the surveyed sites in winter.

봄철에는 전지역에서 골고루 발견되었는데 이는 박쥐가 동면에서 깨어나 활동하면서 생기는 박쥐의 구아노 등 생활환경이 나아지면서 등줄굴노래기, 김머노래기, 긴넓적다리삼당노래기와 같은 노래기류가 증가하였으며, 알락꼬둥이는 차츰 동굴 입구 쪽으로 나오면서 발견되었고 개체수도 증가하였다. 나방류는 3월까지의 하부지역에도 발견되었으나 4월 이후에는 상부 심층부에서만 발견되었다.

여름철에는 나방류는 자취를 감추었으며 등줄굴노래기가 상부에서 하부로 내려가는 30℃ 경사의 낙반지역에서 급작스럽게 증가하였다. 이는 박쥐가 활동하면서 배설한 구아노가 곳곳에서 발견되는 것으로 보아 구아노를 먹이로 하기 위해 냄새를 맡고 바위틈에서 기어 나온 것

으로 보인다. 박쥐는 상부 중간부분과 심층부 천정에 매달려 있으면서 생기는 검은 자국이 많았고, 바닥에는 구아노도 매우 많았으며 육안으로도 날아다니는 모습을 많이 볼 수 있었다. 따라서 겨울철에 비해 박쥐의 개체가 늘어나는 것으로 보아 쌍굴은 박쥐의 생활형 동굴이라고 생각된다.



Fig. 10. Distribution of cave animals at the surveyed sites in spring.

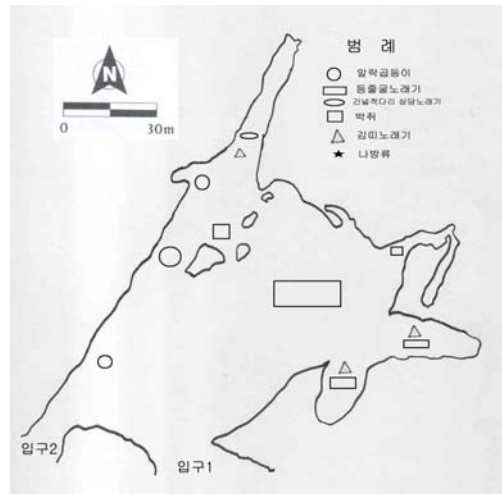


Fig.. 11. Distribution of cave animals at the surveyed sites in summer.

쌍굴은 많은 동굴생물이 서식하고 있었으며

연중 많은 생물들이 출입하여 계절별 생물동향이 다양했으며, 수많은 생물들이 쌍굴을 근거로 살고 있었고, 종수도 다양하고 많은 개체수를 보였다. 쌍굴에서는 진동굴성, 호동굴성, 외래성 중 잘못 들어온 것으로 동굴 속에서는 정상적인 생활이 불가능한 미입성종까지 다양한 분포를 보이고 있었다.

쌍굴은 일반적인 동굴환경의 특이성 이외에 다른 특징이 있었다. 이 동굴에서는 총 14목 28종이 확인되었고, 진동굴성 1종, 호동굴성 6종, 외래성 21종이 보였다. 우세종은 곤충류 12종, 거미류 9종이다. 동절기에는 관박쥐와 물윗수염박쥐가 동면장소로 주로 동굴 하단부를 이용하고, 하절기에는 상단부에 대 군집을 이루고 있어 주목된다.

## 2. 보존대책

최근 몇 년까지만 해도 도심의 가로등 근처에서 먹이를 찾아 배회하거나 골목길에서 밤하늘을 날아다니는 박쥐를 쉽게 볼 수 있었다. 하지만 최근에는 이마저도 관찰하기가 매우 힘들게 되었다. 그 이유는 첫째가 서식지의 파괴이다. 이것은 모든 동물에게 있어서 멸종의 가장 큰 원인으로 알려져 있다. 먹을 것이 부족하면 좀 더 멀리 날아가거나 좀 더 오래 활동을 하여 먹이를 섭취하면 된다. 하지만 새끼를 낳아 기르거나 잠잘 곳이 없다면 동물에게는 매우 치명적이다.

특히, 우리나라에서 서식하고 있는 박쥐는 대부분 동굴에서 서식하는 종으로 관박쥐, 긴날개박쥐, 흰배윗수염박쥐, 물윗수염박쥐, 큰발윗수염박쥐 등이 있다. 그러나 최근 강원도와 충청남북도에 산재해 있는 많은 석회 동굴들이 개발되면서 이들 박쥐들은 서식지를 잃어버렸다.

박쥐 감소의 둘째 원인은 환경오염에 따른 생

태계 파괴이다. 박쥐의 주요 먹이인 모기, 나방 등의 곤충이 농약의 과다 살포로 인하여 오염되면서 이들을 잡아먹는 박쥐에게도 이차적인 오염 물질의 축적이 일어나 많은 개체 수가 줄어들고 있는 것이다.

이상과 같은 원인들로 인하여 박쥐의 수가 많이 줄어들고 있는데 이를 최소화하기 위한 몇 가지 방법을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 동굴에서의 안전사고와 내부훼손을 방지하기 위해 출입제한 경고판, 보호시설을 설치하여 접근을 방지하는 방법은 이미 시행되고 있지만 과도한 시설은 오히려 주변의 자연경관을 훼손하는 경우도 있다.

둘째, 동굴보호를 위해 입구에 철창문을 설치할 시에는 박쥐가 좀 더 쉽게 드나들 수 있도록 철창문을 설치한다.

셋째, 대다수 자연동굴은 산악지역 계곡부나 동강지역과 같이 강변 암벽에 위치하고 있다. 잘 알려진 동굴들도 많지만 알려지지 않은 동굴들이 더 많다. 동굴의 정확한 위치와 규모 특성이 파악된 후에 인접주민으로서 자연에 대한 지식과 보호의식이 투철한 주민에게 보호 관리를 위임하고 동굴관리 요령 및 각종 지원을 하여 상시 감시체제를 전국적으로 운영하는 것이 필요하다.

## IV. 결론

평창군 미탄면 기화리에 소재한 쌍굴의 동물종 구성과 생태적 개체군 변동을 파악하기 위하여 2005년 1월부터 2005년 6월까지 6개 조사지로 구분하여 관찰, 채집, 조사한 결과 전체 동물종은 총 4강 11목 16과 19종이었고, 총 조사개체수 중 알락뽕등이가 66.6%, 등줄굴노래기가 22.4%로 전체의 확인 개체군 중 우점종으로 확

인되었다. 조사된 생물 중 생태적 특성에 의한 진동굴성이 5.3%, 호동굴성이 21.1%, 그리고 외래성이 73.7%로 외래성이 가장 많은 종을 차지하였다.

### 참고문헌

- 김병우. 1990. 동굴의 생물상. 고수동굴의 환경 및 안전진단 조사 연구보고서. (주) 원천. pp. 28-33
- 김병우. 1993. 고수동굴 학술조사보고서-동굴 생물상. (주)유신. pp.135-150
- 김병우. 1995. 화암동굴의 동굴생물에 관한 연구. 한국동굴학회지. 42:27-40
- 김병우. 1996. 천곡굴의 생태계 조사보고, 한국동굴학회지 45:29-40.
- 김병우. 2002. 3. 동굴 생태계. 비지정 천연동굴 학술조사 보고서. 한국동굴학회. pp. 17-18, 181-185
- 김병우. 박상영. 2005. 신단양 고수동굴의 환경과 서식생물에 관한 연구. 한국동굴학회지.
- 남궁준. 1974. 한국동굴산 Galloisiana 속의 1신종. Korea J. Entomology. Vol. IV, No.1. pp.1-7.
- 남궁준, 윤경일. 1976. 치악산의 거미상. 자연보존. 12: 12-20.
- 남궁준. 1981. 원시적 유존동물인 갈르와벌레, 자연보존, 33, 18-22.
- 남궁준. 1986. 한국의 주요 동굴 동물의 모식 산지의 보전 문제. 한국동굴학회지. Vol. 13. pp. 49-67.
- 남궁준. 1987. 강원도 자연동굴과 동물상. 한국 자연보존협회 강원도 지부
- 백갑용. 1971, 특수환경의 곤충, 원색과학대사전 ⑤ 동물, 학원사, 217-222.
- 손성원. 최병진. 2001. 박쥐. 지성사. pp. 141-145
- 오영근. 1985. 동굴성 박쥐류의 생태, 자연보존, 52:8-11.
- 원병휘. 1966. 한국동식물도감 제7권. 동물편 (포유류). pp. 6 59.
- 이병훈. 1978. 한국산 지하성 동물의 검토와 목록 I 무척추동물 및 포유류. Korea J. Zool.
- 이영남. 김상섭. 1978. 우리나라의 동굴생물. 한국동물학회지. 3:10-11.
- 강원대학교 동굴생물연구소. 1999. 영월댐 수몰지 동굴 세부조사 보고서.
- 환경부. 2002. 전국 자연동굴 조사지침서 작성에 관한 연구 보고서.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집. pp 489.
- Barr TC. 1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. Evol. Biol. 2:35-102
- Ueno, S. I., S. K. Pae and F. Nagao, 1966. Results of the Speleological Survey in South Korea 1966. I. General Account, with Brief Descriptions of the Caves Visited. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo. 9(4):465-499.

## Appendix



Photo 1. Entrance of cave



Photo 2. Main entrance of cave



Photo 3. Inside of cave



Photo 4. Guano



Photo 5. *Triphosa dubitata*



Photo 6. *Apopestes indica*



Photo 7. Hibernating *Rhinolophus ferrumequinum korai*



Photo 8. *Myotis daubentoni ussuriensis*



Photo 9. *Diestrammena asynamora*



Photo 10. *Epanerchodus kimi*



Photo 11. *Skleroprotopus laticoxalis*



Photo 12. *Antrokoreana gracilipes*