

양당리굴 생물의 분포 및 서식지 특성

김 병 우, 오 영 주*

상지대학교 생명과학과, 농업과학기술원*

1. 개 관

동굴생물은 식물과 동굴, 미생물로 크게 구분되지만 태양광선이 완전히 차단된 동굴내 환경에서는 동굴동물들이 주종을 이루고 있다(임, 1985).

동굴내의 동물에 관한 연구는 1966년 고씨동굴, 용담굴을 시발로 고수굴, 천동굴, 노동굴, 백룡굴, 대이굴, 환선굴 등 충청북도와 강원도일대에 분포하는 동굴의 생물상이 조사되었다.

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 개방 및 개발에 앞서 더욱 구체적으로 모색되고 증대되어야 한다(남 등, 1979; 임, 1975; 정 등, 1994).

동굴환경의 주요 특성은 첫째 햇빛이 차단되어 암흑상태이며, 둘째 내부습도가 높고 기온이나 수온의 년중 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(이, 1995; 임, 1975, 1976; 정 등 1994).

동굴내에는 환경에 적응하는 종들만이 서식할 수 있고 이들을 생태적 특성에 따라 세가지로 구분할 수 있다. 환경적응 요인으로는 광도, 습도, 온도 영양공급원과 섭식장소, 수중생물의 경우는 특히 수온, 수량, 영양원이다(김, 1990, 1991, 1993; 남, 1986).

생태적으로 진동굴성 동물(Troglobites)에 속하는 장님굴새우는 동굴의 지하수에 서식하고 있으며 지질시대 전반기인 석탄기(약 3억년전)의 유존동물로 보는 옛새우류에 속한다. 장님굴새우는 체장이 0.8~1.2mm정도의 미소 갑각류로서 눈이 없고 백색 투

명하며 동굴에서만 서식하기 때문에 살아있는 화석이라고 칭하며 장님나사조개도 같은 류에 속한다.

갈르와벌레는 동굴속 전석지나 썩은 나무, 낙옆밑에서 드물게 관찰되는 원시적인 곤충으로 화석곤충이라고도 한다. 어릴때는 유백색이나 성충이 되면 연한 갈색을 띄며 긴촉각과 가슴부위에 강한 3쌍의 다리와 몸통은 머리, 가슴, 배의 세부분으로 구분된다.

날개가 없는 무시목의 전형적인 Cambria형의 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. 난 발생기간은 1년으로 일세대는 약 7년이고 성숙성충으로 1년간 더 생존하는데 일생을 통해 무변태인 것이 큰 특징이다. 무시, 무변태이므로 원시 곤충의 진화연구에 큰 단서가 되는 화석곤충이다.

세계 최초로 1913년 캐나다 서부의 Alberta주 Sulphur Mountain(6,500ft)에서 발견 채집되었고 1914년 이를 신종(*Grylloblatta campodeiformis*)으로 명명하면서 세상에 알려지기 시작하였다. 아시아에서는 1915년, 1922년, 1923년에 일본의 일광 중선사 호반의 고사목에서 외국인들에 의해 발견 채집되었고 1924년 미국의 곤충학자 J. L. King과 A. N. Caudel이 신종으로(*Galloisia nipponensis*) 명명하고 속명을 Galloisiana로 개정발표하였다. 한국에서는 1943년 백두산부근에서 채집된 바 있으나 기록이 없으며 1963년 6월 충북 괴산군 연풍면 심복굴에서 발견되었고 1974년 남궁준에 의해 2종이 기재된 바 있다(*Galloisiana biryongensis* Nam., *G. kosuensis* Nam.). 러시아의 연해주 남부 petrov섬에서 1934년 채집된 바 있고 1951년 신종(*Grylloblattina djakonovi* Bey-Bienko)을 기재하였다.

Alpine 곤충으로 캐나다 Rocky 산계에서나 워싱턴주의 고산의 수목대나 빙하 호수근처 침엽수 고사목속에서 전석지나 지하에서 발견되며 야행성으로 보인다. 이 갈르와벌레가 태평양연안의 한국, 북미대륙 서쪽산계, 시베리아, 일본열도에 걸쳐 분포하고 있어 지사학적 연구의 단서가 되고 있다.

본 조사중에 양당굴에서 화석생물이라고 불리우는 장님굴새우가 다수 서식하고 있는 것을 확인했으며 화석곤충인 갈르와벌레도 다수 서식하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

박쥐는 날을 수 있는 포유동물이다. 곤충이나 새와는 달리 길게 늘어난 손가락 사이에 물갈퀴처럼 얇은 피부막이 연결되어 날개가 형성되었으므로 이를 날개막이라고 부른다. 박쥐는 야행성이며 시각보다 청각이 더 예민하고 발달하였다. 초음파를 사용

해서 물체의 위치를 파악하는 것이 특징이며 귀가 크고 이주라는 안테나 역할을 하는 기관이 있다. 밤하늘을 날아다니며 초음파를 사용하여 야행성 곤충인 나방이를 비롯한 작은 곤충들까지도 잡아먹는다. 먹이사냥의 방법이 특이하며 날개를 다양하게 이용하여 먹이를 포획한다.

우리나라의 박쥐는 대부분 작은박쥐류에 속하며 3과 10속 24종 6아종으로 알려져 있다(손, 2001). 관박쥐는 전국적으로 분포하며 우점종으로 알려져 있다. 개체별로 동면하기도 하고 때로는 집단으로 동면을 하기도 한다. 그 외에 붉은박쥐, 큰발윗수염박쥐, 물윗수염박쥐, 윗수염박쥐, 작은윗수염박쥐, 긴꼬리윗수염박쥐, 흰배윗수염박쥐, 집박쥐, 검은집박쥐, 문둥이박쥐, 토끼박쥐, 긴날개박쥐, 관코박쥐, 작은관코박쥐 등이 서식하고 있다.

우리나라 자연동굴에는 대부분 박쥐들이 서식하고 있다. 주로 낮에 동굴에서 머물고 밤에는 밖에서 주로 활동하기 때문에 외래성(Trogloxenes)으로 알려진 동물이다. 산간지대의 도로개설, 동굴개방 등으로 활동영역, 번식지, 섭식지가 갈수록 줄어들고 있다. 더욱이 약재로 남획되어 감소경향이 현저한 상태이므로 보호대책이 필요하다. 특히 동굴생태계의 물질순환에는 이들의 분뇨(Guano)가 동굴내 노래기류 등 생물들의 주영양공급원이므로 번영양상태인 자연동굴내의 생태계 안정에 큰 영향을 미치고 있다.

1) 진동굴성 동물(Troglobites : Tb)

진동굴성 동물은 동굴 밖의 지상생태계에서는 생존하지 않으며 동굴속에서만 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 감각 기관으로서 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. 김띠노래기, 등줄굴노래기, 곤봉털띠노래기, 장님굴새우, 갈르와벌레 등이 이에 속한다(김, 1994; 남, 1981; Murakami, 1968; Ueno, 1966).

2) 호동굴성 동물(Troglophiles : Tp)

호동굴성 동물은 동굴내에서 번식하며 적응이 잘되어 정상적인 동굴생활을 하는

것이다. 진동굴성동물로의 변화과정에 있는 것들이다. 동굴내 환경이 이들의 생태적 조건에 부합되어 서식이 가능하다. 굴뚝거미, 민자가게거미, 방패소경거미, 알락곱등이, 굴곱등이, 장님굴가시톡토기 등이 이에 속한다(이, 1978; 조 등, 1987; Yamasaki, 1969).

3) 외래성 동물(Trogloxenes : Tx)

동굴내에 우연한 기회에 들어온 동물로서 동굴내에서 계속 서식하기 어려운 것들이다. 동굴속에 유입되 들어온 미입성과 동굴에서 서식하면서 외부에서 일정기간 활동하는 내객성의 2가지로 구분할 수 있다. 관박쥐, 물결자나방, 줄까마귀밤나방, 산유령거미 등이 이에 속한다(김, 1996; 오, 1985; 이 등, 1978).

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

2. 동굴생물의 분포 및 서식지 특성

1) 양당리굴

동굴생물이 분포하는 서식지 특성에 따라 I 지구, II 지구, III 지구로 구분하여 조사하였다.

가) I 지구

I 지구는 동굴입구에서부터 좁은 통로를 통과하여 광장에 이르고 다시 작은 호소로 이어지는 구간으로 동굴입구 안쪽으로 좁은 수로를 통과하면 작은 동공이 나오게 되는데 이 지역(S1)에는 4월초에는 관박쥐가 19개체, 알락곱등이 12개체, 쥐며느리 1개체가 서식하고 있는 것이 관찰되었으나 4월말 조사에서는 관박쥐가 2개체로 개체수가 많이 줄어들었다. 이 좁은 통로를 지나 넓은 동공이 나오는데 동굴 생물이 이곳에 집중적으로 출현한다. 출현종으로는 관박쥐, 알락곱등이, 굴곱등이, 김띠노래기, 등줄굴노래기, 노래기, 담흑물결자나방, 갈르와벌레, 말꼬마거미 등이 나타났다.

S2지점에는 갈르와벌레, 김띠노래기, 노래기, 등줄굴노래기, 알락곱등이, 관박쥐가

출현하고 외부로부터 유입된 나무가 부식되어 있는 지역에 갈르와벌레와 김띠노래기가 서식하고 있었다. S3지점은 담흑물결자나방이 대규모 서식하고 있는 곳으로 벽면에 수십마리의 담흑물결자나방이 서식하고 알락곱등이, 갈르와벌레, 등줄굴노래기도 관찰할 수 있으며 겨울철에는 담흑물결자나방 동충하초를 많이 볼 수 있다. S4지점에는 알락곱등이가 다수 서식하고 산유령거미도 출현하였다. S5지점에는 천정부에 관박쥐가 군락을 이루어 서식하고 있고 이들 관박쥐의 개체수는 동계에 많아지는 경향을 나타내고 있다. 굴곱등이도 관찰되었다. 작은 호소주변에 위치한 S6지점에는 벽면에 담흑물결자나방과 알락곱등이가 서식하고 갈르와벌레도 5월, 6월에 관찰할 수 있었다. S7지점에는 작은 호소를 형성하고 있고 이 지역은 수류가 완만하여 호소내에는 많은 수의 장님굴새우가 서식하고 있다. 호소의 수온은 연간 12~13℃를 유지하고 있으며 호소의 폭은 3~4m, 수심은 10~40cm이다.

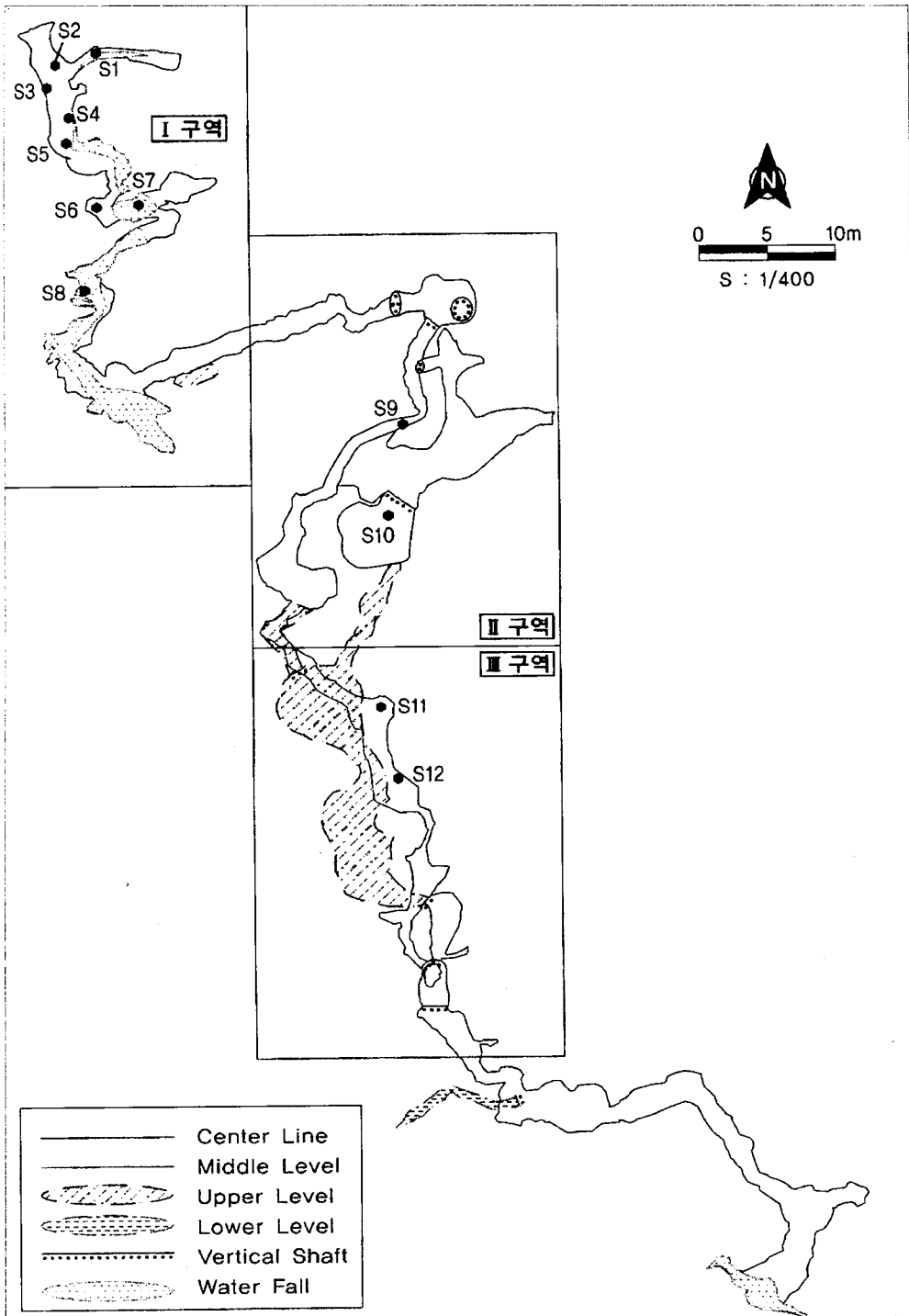
관박쥐의 출현상을 계절별로 비교해 보면 4월초에는 41개체, 4월말에는 19개체, 5월부터 9월까지 7월에 관박쥐 1개체가 출현한 것을 제외하고는 출현하지 않았다. 10월부터 다시 출현하기 시작하여 10월에는 2개체, 11월 21개체, 12월 31개체, 1월 28개체, 2월 25개체로 겨울철에는 관박쥐가 동면을 취하기 위해 동굴내로 서식지를 이동하는 양상을 관찰할 수 있었다. 이 지역에는 포류강 1종, 배각강 3종, 곤충강 4종, 거미강 1종, 갑각강 1종 등이 조사되었고 생태적 특성으로 보면 외래성 5종, 진동굴성 4종, 호동굴성 1종으로 구분되었다.

나) II지구

II지구는 좁은 통로를 통과하고 낙반지대를 지나 동공이 있는 구간으로 동굴생물이 많이 관찰되지 않는 지역이다. I 지구 동굴수에 의해서 동물들의 통로가 차단되어 II지구부터는 동굴생물이 급격히 감소한다.

좁은 통로지역인 S9에는 벽면 아래쪽에 김띠노래기를 관찰할 수 있었고 넓은 동공인 S10에는 관박쥐를 4월과 10월에 각각 관찰할 수 있었다.

II지구 서식동물은 포유강 1종, 배각강 1종 등이 조사되었고 생태적 특성으로 보면 외래성이 1종, 진동굴성 1종으로 구분되었다.



(그림 1) 양당리굴 동굴생물 조사지점

[표 1] 각 조사지점별 서식동물의 분포

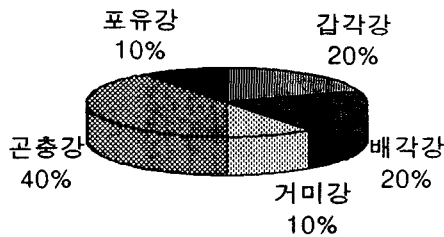
조사지점	종류	개체수	생태적 특성	
I 구 역	S1	관박쥐	19	Tx
		알락곱등이	12	Tp
		쥐며느리	1	Tx
	S2	관박쥐	1	Tx
		갈르와벌레	2	Tb
		김띠노래기	2	Tb
	S3	담흑물결자나방	25	Tx
		알락곱등이	18	Tp
	S4	알락곱등이	8	Tp
		노래기	2	Tx
		김띠노래기	1	Tb
		산유령거미	1	Tx
S5	관박쥐	28	Tx	
S6	담흑물결자나방	32	Tx	
	알락곱등이	14	Tp	
	갈르와벌레	1	Tb	
S7	장님굴새우	17	Tb	
S8	알락곱등이	4	Tp	
	담흑물결자나방	4	Tx	
II 구 역	S9	김띠노래기	1	Tb
	S10	관박쥐	2	Tx
III 구 역	S11	등줄굴노래기	1	Tb
	S12	등줄굴노래기	2	Tb

다) III지구

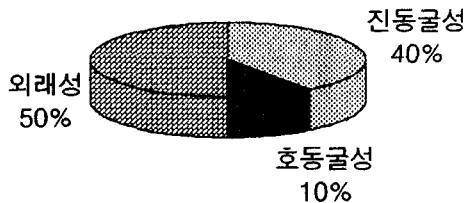
III지구에는 좁은 통로를 따라 작은 동공들이 형성된 지역으로 S11지점은 2차생성 물이 발달하였으며 벽면에서 등줄굴노래기를 관찰할 수 있었다. 좁은 통로와 동공이 이어지면서 S12지점에 이르게 되는데 이 곳에서도 등줄굴노래기가 관찰되었다. S12 지점에서 동굴막장까지는 동굴생물을 관찰할 수가 없었다. 이 지역에는 배각강 1종 이 조사되었고 생태적으로 진동굴성 1종으로 구분되었다.

[표 2] 지구별 서식동물의 생태적 분류

생태적 분류	구분	조사구역		
		I	II	III
진동굴성(Tb.)		4	1	1
호동굴성(Tp.)		1		
외래성(Tx.)		5	1	
계		9	2	1



[그림 2] 양당리굴 동물의 종다양성



[그림 3] 양당리굴 동물의 정착성