

천곡동굴의 생태계 조사보고

학회 부회장 · 상지대 생물학 교수 김 병 우

I. 동굴 생물의 특성

동굴환경의 주요특성은 첫째 광선이 차단되어 암흑상태이며 둘째, 내부 습도가 높고 기온이나 수온이 연중 변화가 심하지 않으며 셋째, 먹이연쇄에 필수적인 영양공급원이 제한되어 있다.

따라서 광합성 작용으로 성장하는 녹색식물은 태양광선이 유입되는 곳이나 인공조명 시설지역을 제외한 곳에서는 서식이 불가능하고 대형동물이나 초식동물은 생존이 어렵다.

동굴내에는 환경에 적응하는 종들만이 서식할 수 있고 이들을 생태적 특성에 따라 세가지로 구분 할 수 있다.

환경적응 요인으로는 광도, 습도, 온도 영양공급원과 서식장소, 수중생물의 경우는 특히 수온, 수량, 영양원등이다.

1. 진동굴성 동물(眞洞窟性 動物, troglobites: Tb)

진동굴성 동물은 동굴 밖의 지상 생태계에서는 존재하지 않으며 동굴 속에서만 서식하는 것으로 대부분 암시야에서 서식하기 때문에 시각이 퇴화되었다.

갑각류의 경우 체표면에 색소체가 분비되지 않아 체색은 백색이며 표

피가 얇다. 활동성이 미약하고 날개가 퇴화되거나 없는 종들이 많다. 반면에 촉각이 감각 기관으로서 발달되고 체모나 다리가 발달하여 감각 기관의 보조기능을 하고 있다.

호흡, 식성 및 생식 등에서 특이한 발달을 하고 있다.

진동굴성 생물에 관한 연구는 이들이 장구한 세월을 외부환경과 차단된 상태에서 적응해 왔으므로 생물의 진화와 유전에 관한 새로운 사실들을 밝혀내는 데 중요한 단서가 될 것으로 기대한다.

〈표 1〉 진동굴성 동물

1) 배각강(Diplopoda) 노래기목

김띠노래기 *Epanenchodus Kimi* MURAKAMI et PAIK

등줄굴노래기 *Antro Koreana gracilipes* VERHOEFF

곤봉털띠노래기 *Epanerchodus elavisetosus*

MURAKAMI et PAIK.

2) 갑각형(Crustacea) 단각목

장넙굴새우 *Pseudocrangonyx asiaticus* UENO

3) 곤충강(Insecta) 무시목

갈르와벌레 *Galloisiana* sp.

2. 호동굴성 동물(好洞窟性 動物, troglaphiles:Tp)

호동굴성 동물은 동굴내에서 번식하며 적응이 잘되어 정상적인 동굴생활을 하는 종들이다. 진동굴성 동물로의 변화 과정에 있는 것들도 있다. 동굴내 환경이 이들의 생태적 조건이 부합되어 서식이 가능하다.

<표 2> 호동굴성 동굴 동물

1) 주형강(Arachnida) 거미목

굴뚝거미 *Cybaeus mosanensis* PAIK et NAMKUNG

민자가계거미 *Coelotes songminjae* PAIK et YAGINUMA

방패소경거미 *Kaolinonychus coreanus* SUZUKI

2) 곤충강(Insecta) 메뚜기목

알락곱등이 *Diestrammena japonica* BLATLEY

굴곱등이 *Tachycines* sp. 특토기목

장님굴가시특토기 *Tomocerus gul* YOSII

3. 외래성 동물(外來性 動物, troglonexenes:Tx)

동굴내에 우연한 기회에 들어온 동물로서 동굴내에서 계속 서식하기 어려운 것들이다.

돌굴속에 유입되어 들어 온 미입성(迷入性)과 동굴에서 서식하면서 외부에서 일정시간 활동하는 내객성(來客性)의 2가지로 구분할 수 있다.

〈표 3〉 외래성 동굴동물

1) 배각강(Diplopoda) 각시노래기목

긴넓적다리삼당노래기 *Sklero protopus laticoxalis*

longus MURAKAMI et PAIK

2) 주형강(Arachnida) 거미목

산유령거미 *Pholcus crypticolens* BOES. et STR.

말꼬마거미 *Achaearanea tepidariorum* (C. KOCH)

3) 포유강(Mammalia) 박쥐목

관박쥐 *Rhinolophus ferrumequinum* Korai KURODA

4) 곤충강(Insecta) 나비목

줄까마귀밤나방 *Autophila inconspicus* BUTLER

물결자나방 *Triphosa dubitata* L. 좀목

돌좀 *Pedetontus nipponicus* SILVESTRI

이와 같이 분류되는 동굴동물은 육상 생태계의 변천과 무관하게 유구한 세월을 통해 생리적 또는 생태적으로 어떻게 적응해 왔는가 하는 진화와 유전문제를 규명함과 아울러 지상에서는 멸종되었지만 동굴속에는 현존하는 동물들과의 유연관계를 추구함으로써 생물의 진화과정과 요인을 밝혀 나가는데 큰 의미가 있다.

II. 동굴의 생태환경

천곡동굴은 오랜 세월에 걸쳐 지하에 형성된 석회동굴로서 외부와 차단된 채 여러 종류의 2차 조형물들이 내부에 원 형태로 간직된 아름다운 천연의 동굴이다.

개발전 입구 부근의 소광장에는 외래성 동물들이 서식하고 있었으나 금번 조사에서는 발견되지 않았다.

입구확장 및 통로공사로 인하여 환경이 변화되었고 조사기간이 동절기 이므로 생물들의 활동이 거의 없었다. 수중에 진동굴성 생물의 서식이 예상되는 지하수류가 흐르는 지점이 3곳 있으나 발견되지 않았다.

동굴내의 기온은 입구에서 20m 진입 지점 소광장에서 16.6℃를 기록했으며 심층부로 진입함에 따라 다소 낮아져 평균 12℃ 내외로 나타났다.

우기에는 수량의 유입이 증가하였다가 갈수기에는 급격히 감소하는 추세를 보였으며 앞으로 내부 생태에 변화를 초래할 수 있는 가능성을 지닌 것으로 판단된다.

석회동굴의 발달은 지층으로부터 유입되는 수량이므로 천동굴은 앞으로 계속 발달 가능성이 있고 이에 따라 생태계도 다양하게 변화될 것으로 예상된다.

Ⅲ. 동굴의 서식생물

동굴진입 20m 지점에 소광장이 나타나며 개발전에는 하루살이, 모기, 나방이, 노래기, 박쥐 등이 서식하고 있었으나 금번 조사에서는 발견되지 않았다. 온도는 16.6℃였다.

앞으로 기온이 상승하고 공사가 완료되어 주변환경이 안정되며 많은 외래성 생물의 분포가 증대될 것으로 추정된다.

제2 조사지점은 입구에서 약 30m 가량 진입하면 우측하단부 암벽 밑으로 수류가 흐르고 있다.

앞으로 수서생물의 서식지로 변화될 가능성이 있으며 온도는 12.8℃ 수온은 10℃를 나타내고 있다.

제3 조사지점은 입구로부터 50m지점 우측 지굴로 10m 정도 진입하면 상층부에는 관박쥐가 동면을 하는 것이 발견되었으며 하층부는 지하수가 흐르고 있다. 온도는 10.8℃를 나타냈다.

제4 조사지는 입구에서 100m 지점으로 우측 유석벽면에 상층부로부터 수분이 공급되어 표면이 물기로 덮여 있는 부분이 나타난다. 이곳에는 진동굴성 곤충류들의 서식이 예상된다. 온도는 10.2℃ 였다.

제5 조사지는 제4조사지에서 10m 지점으로 왼편에 석주가 있으며 이 주변에 수분이 공급되어 서식지 형성을 하고 있다. 온도는 11.4℃였다.

제6 조사지점은 정상부 하단에 발달된 지하광장 부근이며 상부에는 종유석이 발달하고 석주가 산재하고 있으며 토양층이 형성되어 미생물 또는 곤충류 등의 서식이 예상되는 지점이다. 온도는 13℃이며 습도는 64.3% 정도로 나

타났다.

제7 조사지는 막장 지굴 입구이며 우기에는 수류의 형성이 예상되는 지점이다. 온도는 13.1℃였다.

제8 조사지는 반환점에서 10m 가량 떨어진 지역으로 온도는 12.9℃이며 수온은 12℃였다.

제9 조사지는 상단부에 방해석 코팅화가 진행중이며 하단부에 수류가 형성되어 있다. 오염 현상이 나타나는 지역이다.

제10 조사지는 우측상단부로 경사지가 형성되었고 토양층을 형성하고 있다. 온도는 10.4℃로서 생알서식지로 예상되는 지역이다.

제11 조사지는 입구에서 50m 지점으로 계단을 오르면 지굴 진입로가 나타난다. 30m 가량 진입이 가능하며 곤충서식 예상지로 추정된다. 온도는 12.3℃로 나타났다.

동굴의 심층부로 진입할수록 입구쪽 보다는 안정된 환경으로 변화되나 생물의 분포는 희박하다.

오랜 세월동안 동굴이 외부환경과 차단되었던 것으로 추정되며 앞으로 외래성 생물의 유입이 증가되고 생물의 분포는 빠른 속도로 증가될 것으로 추정된다.

〈표 4〉 천곡동굴의 외래성 동굴동물의 변화

종 류	91 년	96 년
굴곱등이	5	1
물결자나방	2	-
줄까마귀 밤나방	3	-
목긴 먼지벌레	1	-
관 박 쥐	7	1
노 래 기	2	-

〈표 5〉 천곡굴의 외래성 동굴동물

1) 곤충강(Insecta) 메뚜기목

굴곱등이 *Tachycines* sp. 나비목

물결자나방 *Triphosa dubitata* L 딱정벌레목

목긴먼지벌레 *Pristodactyla crocata* BATES

2) 포유강(Mammalia) 박쥐목

관박쥐 *Rhinolophus ferrumequinum Korai* KURODA

IV. 동굴 지표면의 식물상

천곡굴 주변환경은 야산지대로서 동굴의 입구 부근은 석회암지대 고유의 암반이 군데 군데 돌출되어 있으며 비교적 완만한 구릉지이나 입구 바로 위로는 다소의 경사를 이루고 있다.

교목류는 고령목이 거의 드물고 2차림의 특성을 지니며 초본류와 혼생하는 지역이 많으며 식생분포는 석회암지대로서의 특성을 나타내고 있다.

도심지 도로변에 위치하여 대형동물의 서식은 기대하기 어려우며 수종 조류나 곤충류의 서식밀도는 높은 것으로 예상된다.

동굴주변의 식생분포는 동굴내부의 수량유입과 밀접한 관계가 있으며 생산량 및 개체수, 밀도 등의 인위적 영향은 충분한 사전 검토가 이루어진 후에 변화되어야 할 것이다. 26과 70종이 조사되었다.

V. 동굴생태계의 보전

동굴동물의 먹이 망은 육식류인 거미가 있고 갑각류나 곤충류는 그보다 더 적은 생물을 먹이로 하며 그 밑으로 미생물이나 유기물들이 소비자들의 기초 영양공급원이기 때문에 동굴내의 유기물 퇴적층이 잘 보호되어야 하며 특히 습도나 수량의 일정한 유지는 이들의 서식에 절대적 요소이므로 보존이 잘 되어야 한다.

동굴내 호소나 지하수류는 수서생물의 주 서식처 이므로 이들 수량과 수온의 유지 관리를 위해 주기적인 측정이 이루어져야 한다.

출입구를 최소화하고 조명에 의한 녹색 공해를 방지하기 위해 적절한 조도를 유지해야 한다.

동굴내의 서식생물에 관한 조사는 지속적으로 이루어져 잘 보전될 수 있도록 관리하며 학술자료로서 관찰과 연구에 이용되어야 한다.

동굴 주변의 식생은 동굴 내부에도 영향을 주기 때문에 계획없이 훼손되거나 재조림되어서는 않된다. 동굴주변의 식물은 생태적인 기능이 중요하므로 외래성 동물의 분포는 동굴주변의 생태계의 영향을 많이 받는다.

주변식생들의 함수력에 의한 수량 조절기능이 있으므로 동굴내의 변화의 요인이 되는 수량공급에도 영향을 미친다.

〈참 고 문 헌〉

1. 홍시환(1989), 고수골 신동의 환경실태와 보전에 관한 연구조사.
2. 홍시환(1988), 고수동굴의 환경보존 및 안전대책조사.
3. 남궁준(1986), 한국의 주요 동굴동물의 모식산지의 보전문제,
한국동굴학회지 13 : 49-67.
4. 남궁준(1987), 강원도의 자연동굴과 동물상, 강원도의 희귀자원 조사보고
서 제4집, 1-156.(한국자연보존협회 강원지부).
5. 남궁준, 백남국(1979), 백룡굴과 그 동물상, 천연기념물 제260호 백룡굴,
제261호 남굴, 제262호 노동굴 종합 학술보고서, p. 39-49.
6. 삼척군(1987), 대이리 동굴 학술조사보고서.
7. 유중생(1976), 원색 한국패류도감 일지사.
8. 이병훈(1978), 한국산 지하성동물의 검토와 목록Ⅱ. 곤충류 한국곤충학회
지 8(2).
9. 박행신, 정충덕, 김규용 외15인(1989), 빌레못동굴 학술조사보고서
130-149, 제주도.
10. MURAKAMI. Y & K.Y. PAIK(1968), Result of the Speleological
Survey in South Korea, 1966 XI, Cave-dwelling myriapeds
from the souther part of Korea., Bull, Natn, Sci, Mus, Tokyc
11(4) : 795-844.
11. UENO, M.(1966), Result of the speleological survey in South
Korea,1966. II. Gammarid Amphipoda found in subterranean
waters of South Korea, Bull, Natn, Sci, Mus., Tokyo 9(4)
: 501-535.

12. YAMASAKI. T.(1969), Result of the speleological survey in South Korea 1966. X VII. Cave-dwelling camel crickets from South Korea. Bull, Natn, Sci, Mus., Tokyo.
12(3) : 615-621.
13. 홍시환, 정창희 외20인 1991. 협재동굴지대학술조사보고서 130-149, 제주도.
14. 홍시환, 최무웅, 이금수, 김병우 1990, 천동굴의 동굴환경에 관한 연구, 한국동굴학회지, V. 23, NO.24
1-41.
15. 홍시환, 김병우, 유재신 1990, 고수동굴의 동굴실태에 관한 연구, 한국동굴학회지 V.23. NO.24 42-72.
16. 홍현철, 김병우 1990. 노동굴의 환경실태에 관한 연구, 한국동굴학회지 V.23. NO.24. 73-106.