

洞窟生物의 生態的 特性和 分布

상지대학교 교수 김 병 우

I. 生態的 特性

0 동굴생물은 植物과 動物, 微生物로 크게 구분되지만 太陽光線이 완전히 차단된 洞窟內 環境에서는 洞窟 동물들이 주종을 이루고 있다.

0 동굴내의 動物에 관한 研究는 1966년 고씨동굴, 응담굴을 시발로 고수굴, 천동굴, 노동굴, 백룡굴, 대이굴, 환선굴 등 江原道內에 分布하는 동굴 중 약 30%정도는 動物을 포함한 生物相이 調査되었다.

0 江原道の 洞窟動物로서 확인된 것은 9綱 30目 141種이며 綱別로는 곤충강이 9目 50種 주형강이 4目 49種 갑각강이 6目 18種의 순으로 우세하고 目別로는 거미目이 15科 39種, 딱정벌레目이 8科 15種으로 우세한 편이다 (南, 1987).

0 동굴생물에 관한 연구는 육상생태계와 격리된 환경에서 生理, 生態的 適應을 통한 種의 分化나 遺傳, 進化문제를 추구하고 地下生態系 와 陸上生態系의 生物的인 유연관계 규명에 중요한 분야로 인정되며 아울러 독특한 특성을 지닌 洞窟生物의 保存을 위한 방안과 노력이 一部洞窟의 개방 및 개발에 앞서 더욱 구체적으로 모색되고 증대되어야 한다.

0 洞窟環境의 주요 특성은 첫째 햇빛이 차단되어 암흑상태이며, 둘째 내부습도가 높고 기온이나 수온의 년중변화가 심하지 않고, 셋째 먹이연쇄에 필수적인 영양공급원이 제한되어 있다. 따라서 光合性作用으로 成長하는 綠色植物은 太陽光線이 流入되는 곳이나 인공조명시설 지역을 제외한 곳에서는 서식이 불가능하고 大形動物이나 草食動物은 生存이 어렵다.

0 洞窟內에는 環境에 적응하는 種들만이 서식할 수 있고 이들을 生態的 特性에 따라 세가지로 구분 할 수 있다. 환경적응 요인으로는 광도, 습도, 온도 영양공급원과 섭식장소, 수중생물의 경우는 특히 수온, 수량 영양원등이다.

1. 진동굴성 동물(眞洞窟性 動物, troglobitesTb)

0 진동굴성 동물은 동굴 밖의 地上生態系에서는 存在하지 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.

이 진동굴성 生物에 관한 研究는 이들이 강구한 세월을 外部環境과 차단된 상태에서 적응해 왔으므로 生物의 進化와 遺傳에 관한 새로운 사실들을 밝혀내는데 중요한 단서가 될 것으로 기대한다.

표1. 眞洞窟性 動物

(1) 배각강(Diplopoda) 노래기목

김띠노래기 *Epanerchodus kimi* MURAKAMI et PAIK

등줄굴노래기 *Antrokoreana gracilipes* VERHOEFF

곤봉털띠노래기 *Epanerchodus clavisetosus* MURAKAMI et PAIK

(2) 갑각강 (Crustacea) 단각목

장님굴새우 *Pseudocrangonyx asiaticus* UENO

(3) 곤충강(Insecta) 무시목

갈르와 벌레 *Galloisiana* sp.

2. 호동굴성 동물(好洞窟性動物, troglaphiles: Tp)

이 호동굴성 동물은 동굴內에서 번식하며 적응이 잘되어 정상적인 동굴생활을 하는 것이다. 진동굴성동물로의 변화과정이 있는 것들이다. 동굴내 환경이 이들의 생태적 조건에 부합되어 서식이 가능하다.

표2. 好洞窟性 洞窟動物

(1) 주형강(Arachnida) 거미목

굴뚝거미 *Cybaeus mosanensis* PAIK et NAMKUNG

민자가게거미 *Coelotes songminjae* PAIK et YAGINUMA

방패소경거미 *Kaolinonychus coreanus* SUZUKI

(2) 곤충강(Insecta) 메뚜기목

알락곱등이 *Diestrammena japonica* BLATLEY

굴곱등이 *Tachycines* sp.

장님굴가시복토기 *Tomocerus gul* YOSII

3. 외래성 동물(外來性, troglonexes: Tx)

0 동굴내에 우연한 기회에 들어온 동물로서 동굴내에서 계속 서식하기 어려운 것들이다. 동굴속에 유입되 들어온 미입성(迷入性)과 동굴에서 서식하면서 외부에서 일정시간 활동하는 내객성(來客性)의 2가지로 구분할 수 있다.

표3. 外來性 洞窟動物

(1) 배각당(Diplopoda) 각시노래기목

긴넓적다리삼당노래기 *Skleroprotopus 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 inconspicua* BUTLER

물결자나방 *Triphosa dubitata* L.

(5) 즙 목

돌즙 *Pedetortus nipponicus* SILVESTRI

0 이와같이 분류되는 동굴동물은 陸上生態系의 변천과 무관하게 유구한 세월을 통해 생리적 또는 생태적으로 어떻게 적응해 왔는가 하는 진화와 유전문제를 규명함과 아울러 地上에서는 멸종되었지만 동굴속에는 현존하는 동물들과의 유연관계를 추구하므로써 생물의 진화과정과 요인을 밝혀나가는 데 큰 의미가 있다.

II. 洞窟生物의 分布

1. 석회동굴 생물(단양군 대강면 일대)

석회동굴지대의 동굴생물의 분포와 생태적 특성을 연구하기 위하여 충북 단양군 대강면 고수리에 위치한 고수동굴 및 인접한 천동굴, 노동굴을 대상으로 1990년 10월 8일, 15일, 17일 3회에 걸쳐 동굴 환경 및 생물상을 조사하였다.

동굴내 조사는 개발된 공개지역과 미개발 보존지역에서 지면, 벽면, 수중, 천정공 등에서 활동중이거나 서식하고 있는 생물들을 대상으로 탐색 관찰을 통해 서식하는 개체 및 개체군을 확인하여 사진촬영 및 정밀조사를 위해 일부는 표본 채취하였다.

1) 고수동굴

기조사된 20종중 11종이 조사되었고 배각강 띠노래기 목에 김띠노래기, 등줄굴노래기, 북쪽강 원시북쪽목 염주다슬기, 주형강 거미목에 굴뚝거미, 산유령거미, 곤충강 나비목에 물결자나방, 즐까마귀 밤남방, 메뚜기목에 알락곰등이, 특특이 목에 특특이, 갑각강 단각목에 장님굴새우, 포유강 박쥐목에 관박쥐등 총6강 8목에 11종이 확인되었다.

2) 천동굴

기조사된 7종중 5종이 조사되었고 배각강 띠노래기목에 김띠노래기, 등줄굴노래기, 주형강 거미목에 굴뚝거미, 말꼬마거미, 곤충강 메뚜기목에 알락곰등이등 3강3목에 5종이 확인되었다.

(3) 노동굴

기조사된 7종중 5종이 조사되었고 배각강 띠노래기목에 곤봉털띠노래기, 김띠노래기, 등줄굴노래기, 곤충강 메뚜기목에 알락곰등이, 반날개여치등 2강 2목에 5종이 확인되었다. 반날개 여치는 이곳에서 처음 발견된 외래성 동물이다.

확인된 동굴 생물들을 특성별로 분류해보면 고수굴에는 진동굴성이 3종(김띠노래기, 등줄굴노래기, 장님굴새우) 호동굴성이 2종(굴뚝거미, 특특이) 외래동굴성이 6종(산유령거미, 염주다슬기, 즐까마귀 밤남방, 물결자나방, 알락곰등이, 관박쥐)이다.

천동굴에서는 진동굴성이 2종 (김띠노래기, 등줄굴노래기) 호동굴성이 1종(굴뚝거미), 외래동굴성이 2종(말꼬마거미, 알락곰등이)이었다. 노동굴에서는 진동굴성이 3종(곤봉털띠노래기, 김띠노래기, 등줄굴 노래기), 외래동굴성이 2종(알락곰등이, 반날개여치)이었다. 종합적으로 조사지역의 확인된 진동굴성 생물은 4종, 호동굴성이 2종 외래동굴성이 8종 이었다.

2. 용암동굴 생물(제주도 한림읍 협재리 일대)

화산동굴지대의 생물상을 조사하기 위하여 제주도 한림읍 협재리 일대에 분포하는 협재굴, 쌍용굴 및 소천굴을 대상으로 1991년 8월 2일 ~ 9일 사이에 동굴 환경 및 서식 생물들을 조사하였다.

(1) 협재굴

순각강 개형아강 그리마목 1종, 곤충강 특특이목 1종, 직시목 1종, 초시목 1종, 배각강 띠노래기목 1종, 주형강 거미목 3종으로 4강 6목에 8종이 조사되었다.

(2) 쌍용굴

북쪽강 북쪽목에 5종, 주형강 거미목에 2종, 순각강 개형아강 그리마목에 1종 배각강 배각목에 1종, 갑각강 등각목에 1종 곤충강 직시목에 1종으로 6강 6목에 11종이 조사되었다. 대부분 외래동굴성이다.

(3) 소천굴

주형강 거미목에 7종, 배각강, 배각목에 2종, 갑각강 등각목에 1종, 곤충강 초시목에 1종, 딱벌레 목에 1종, 직시목에 1종으로 총 4강 6목에 13종이 조사되었다.

동굴에서 정착성에 의한 생태적인 특성은 동굴성인 것이 39.4% 외래성인 것이 60.6%로서 그중 진동굴성은 곤봉털 띠노래기 1종뿐이고 수서종도 희귀하다. 종의 다양성은 소천굴, 쌍용굴, 협재굴 순이었다. 종합적인 분포특성은 진동굴성이 1종 호동굴성이 12종, 외래성이 20종 이었다.

소천굴 입구에는 양치식물 군락이 잘 발달하였고 큰처녀이끼와 큰봉의꼬리, 무늬큰봉의꼬리의 분포는 특이하며 이곳이 북방한계 지대로 알려지고 있다.

3. 분포 특성

(1) 진동굴성 생물의 분포는 웅암동굴보다 석회동굴이 월등하며 동굴의 길이와 규모가 클수록, 외계와 차단되어 환경 변화가 적을수록 많은 종이 서식하고 있다.

(2) 동굴내에 지하수류가 외부와 연결된 동굴에서 외래성 동물이 많이 서식하며 개방동굴의 입구 부근에서 생물상이 풍부하다.

(3) 동굴생물의 서식환경은 종류에 따라 다양하나 유기물의 퇴적지에 여러종의 생물들이 번식해 나가고 있으며 활동성 정도에 따라서 분포가 다양하다. 개체군을 형성하여 군서하는 경향이 있다. 집단 서식지는 퇴적 유기물, 구아노 등의 동굴내 유기물 집적 장소이나 외부로 부터 유입된 유기물이나 폐기물등이 2차적인 집단 서식 장소가 되는 경우도 있다.

(4) 외래성 생물의 동굴내 분포는 동굴 주변 생태계의 구성인자의 다양성과 밀도에 영향을 받아 동굴내로 유입되거나 침투되어 동굴내의 생태적 먹이사슬에 영향을 주며 특히 웅암굴에서의 식물뿌리의 침투는 동굴환경의 안전성에 큰 영향을 준다.

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

表4. 淸州島 熔岩洞窟 動物의 組成

目 (Orders)	種 數	生態的特性		備 考
		洞窟性	外來性	
플라나리아目 (Tricladida)	2	1	1	
연가시類 (Gordiacea)	1		1	
복족類 (Gastropoda)	5	2	3	◎
얇은뱀이目 (Pseudoscorpionida)	1	1	2	
장님거미目 (Opilionida)	2		2	
진디기類 (Acarina)	2		1	
甲殼類 (Crustacea)	3	2	25	+
거미目 (Araneida)	40	15	2	○◎+●
等脚目 (Isopoda)	3	1		◎+●
瑞脚目 (Amphipoda)	1	1	2	
唇脚目 (Chilopoda)	3	1	2	○○
倍脚目 (Diplopoda)	3	1	1	○○●
粘管目 (Collembola)	3	2	1	○ ●
總尾目 (Thisanura)	1		1	
직시目 (Orthoptera)	2	1	5	○○◎+●
소시目 (Coleoptera)	7	2	1	○ ●
牟시目 (Hemiptera)	1		4	
雙시目 (Diptera)	5	1	4	
박쥐目 (Chiroptera)	4		1	
개구리目 (Anura)	1			
計 20目 90種	種類 90	31	59	
	% 100	34.4	65.6	

○:협재굴, ◎:쌍룡굴, + 황금굴, ●:소천굴