

VI. 韓國洞窟의 洞窟生物

1. 概 要

洞窟生物에 대한 최초의 發見은 1600년경에 유고슬라비아 洞窟에서 發見된 뱀장어의 일종인 프로테우스 앙귀누스이다.

우리나라도 1966년 이래 韓國洞窟協會, 韓國洞窟學會를 중심으로 調査研究되어 그 일부가 발표된 바 있으나 아직까지 綜合的인 研究는 없는 실정이다.

洞窟의 生物은 一般的으로 行態的으로 生理的으로 洞窟內에서 生活하기에 짜여져 있어 洞窟밖에서는 정상적인 生活을 할 수 없는 眞洞窟性生物과 洞窟內에서도 洞窟外와 같이 정상적인 生活을 할 수 있는 好洞窟性生物과 洞窟內에서 발견되지만 本來의 生活場所가 洞窟外에 있어, 洞窟內에서는 정상적인 生活活動을 할 수 없는 外來性生物로 크게 나눌수 있다.

즉 평상시에 洞窟밖의 地上에서 生活하지만 護身을 위해 때때로 洞窟속으로 들어가는 生物이 특히 洞窟入口 부근에서 흔히 살고 있다. 곰은 긴 冬眠을 위해 洞窟을 이용한다. 박쥐는 冬眠하는 겨울동안 계속해서 洞窟에 머무는 경우도 있다. 그러나 여름에는 박쥐는 낮동안만 洞窟에서 휴식한다. 스컹크, 곰, 모기, 누에나비 게다가 사람도 겨울을 지내기 위한 장소로 洞窟을 이용하거나 무더위, 추위 또는 폭풍을 피하기 위해 洞窟로 피난한다. 이러한 것을 生物을 外來性 洞窟生物이라고 한다.

다른 種類의 生物은 항상 洞窟의 暗黑帶에서 볼 수 있다. 그렇지만 습기와 어둠이 있다면 그들은 洞窟 밖에서도 살아 남을 수 있고 실제로 그렇게 하고 있다. 지렁이는 그 좋은 예다. 그리고 洞窟에서 볼수 있는 꼽등이, 노래기, 갑각류 가운데에 이 범주에 포함되는 것이 있다. 그들은 好洞窟性 生物로 알려져 있다. 어떤 好洞窟性 生物로 알려져 있다. 어떤 好洞窟性 生物은 洞窟속에서 전 生活을 끝낼 수 있는데, 같은 종류의 다른 個體는 洞窟 밖에서도 찾아볼 수 있다.

마지막으로 영원히 暗黑帶에서 生活하고 洞窟 속에 한해서만 찾아볼수 있는 種類가 있다. 이러한 것들은 보통 色素를 가지고 있지 않으며, 몹시 작은 눈을 가지고 있든지, 혹은 전혀 그것을 가지고 있지 않다. 이러한 種類는 眞洞窟性 生物로 알려져 있다. 그것들에는 눈이던 洞窟고기인 암브리오프시스·스페레아 테힐크치스·사브테라누스, 等脚類의 아셀스·프로핀그스, 하이데오투리톤·워레씨이와 데이브로볼케·라도브니가 包含된다.

直洞窟性 生物의 昆蟲은 동족의 지표 種類보다도 긴발과 얇은 外皮를 흔히 가지고 있다.

洞窟에서 살기는 하지만, 학술상 洞窟生物로 인정되지 않는 다른 生物集團은 洞窟에 서식하는 生物에 붙어 있는 진드기나 이 등이 寄生 生物이다. 그렇지만 寄生生物의 2.3종은 洞窟 밖에서는 전혀 볼수 없으므로 直洞窟性 生物로서 分類되고 있다. 특히 박쥐는 많은 진드기나 이를 운반하므로, 많은 박쥐가 모이는 洞窟에는 이들의 寄生生物이 천정에서 빈번히 내려 떨어지는 경우도 있다. 寄生生物은

洞窟고기에서 찾아볼 수가 있기도 하다.

原生生物 같은 種類는 窟속의 流水에서도 볼 수 있다. 生物의 存在를 調査한 모든 洞窟内の 水流에는 原生生物이 包含되어 있다는 것이 알려졌다. 生物學者 J. 쓰꼬레스코는 루마니아의 2개 洞窟에서 33종을 발견하고 있다. 그 중의 몇가지 種類는 틀림없이 처음에 지표에서 옮겨진 것인데, 그것들이 洞窟속에 있다는 것은 우연한 것이다.

2. 洞窟生物과 環境要因

洞窟生物의 研究對象은 動植物뿐만 아니라 그 洞窟을 둘러싼 環境要因이며, 이 環境要因이 生物에 어떠한 영향을 주는가도 包含된다.

洞窟環境要因에서 가장 큰 특징은 洞窟入口까지만 계속되는 有光地帶와 그 內部的 暗黑地帶의 境界이다.

生物 특히 植物에 있어서 햇빛은 광합성작용에 절대적인 영향을 주기 때문이다.

물론 暗黑의 環境에 살고 있는 것은 체내의 寄生生物이나 深海의 동물 즉 深海魚를 들수도 있다.

洞窟環境의 또 하나의 특징은 거의 일정한 굴 속의 氣溫이다. 기압이든지 이산화탄소의 근소한 양의 變化를 제외하면, 깊숙한 洞窟의 大氣는 거의 變化하지 않는다. 적당한 溫度가 실질상 연중 일정한 상태이고, 이것은 자기 스스로 體溫을 조절할 수 없는 동물에 있어서는 특히 적당한 것이다.

洞窟生物의 環境에 있어서 중요한 다른 특징은 거의 일정한 상태의 높은 습도이다.

대부분의 洞窟에서는 天井이든지, 굴벽에서 끊임없이 물이 스며나와 떨어진다. 그리하여 그 물은 풀에 피든지, 또는 작은 개천처럼 흐른다. 굴벽은 대부분 상당히 척척하게 젖어 있기 때문에 水棲생물이 그위를 쉽게 기어 다닐 수 있다. 작은 甲殼類나 扁形동물은 동굴밖에서는 보통 웅덩이나 시냇돌에만 살고 있지만 여기서는 작은 작은 동굴 천정에서도 볼 수 있다.

그렇지만 먼지가 일어나면 사람이 호흡하기가 어려울 정도로, 몹시 건조하고 먼지 투성인 洞窟도 있기는 하다.

그러나 이렇게 건조한 洞窟은 예외적이다. 거기서는 生物을 거의 볼 수가 없지만 考古學者나 古生物 學者들에게 있어서는 人類나 절멸한 동물이 옛날 거기에 살았다는 증거를 찾아내기 위해 흥미를 가지는 洞窟이다.

生物學者는 주로 습윤한 洞窟에 흥미를 가진다. 왜냐하면 그러한 곳에서만이 많은 生物이 살고 있기 때문이다.

典型的인 洞窟의 내부에서 일생을 보내는 生物은 1年을 통하여 일정한 높은 습도와 적당한 溫度를 견뎌야 완전한 暗黑에 적응하지 않으면 안된다.

이러한 環境에 거의 完全하게 적응을 한 동물은 또 다른 특징을 가진다. 예를들면 기어다니기 위한 극도로 긴 촉각 등이 그것이다.

① 溫度

洞窟은 연중항온을 유지하는 地形構造의 특이성이 있으며 溫度에 의

한 生物上 變化도 크게 구분되어지고 있다. 특히 외부환경과 거의 같은 條件의 初入地帶와 빛이 들어갈수 있는 有光地帶에서는 일반적으로 육상생물 상의 성격을 나타내고 있음이 Vandell(1965)에 의해 報告되었다.

아래표는 계절에 따른 洞窟溫도와 水溫을 高等動物의 분포와 함께 나타낸 도표로서 溫度變化에 의한 生物相의 移動을 볼 수 있다.

또한 溫度는 生物生育에도 중요한 요인으로 작용하여 洞窟과 같은 溫度分布에서는, 낮은 溫度(5-20℃)에서도 生理代謝를 할 수 있는 저온 미생물군이 성장할 수 있으나 유기물과 광선등의 제한요소가 있어 외부환경 보다는 개체수와 적은 種類로 분리되리라 생각된다.

그러나 觀光開發된 洞窟에서는 照明燈과 많은 觀光客의 수요에 의한 溫度 상승등이 生物 生育에 유리하게 되어 개발되지 않은 洞窟보다 훨씬 많은 개체와 다양한 分類를 나타내고 있다. 특히 조명등이 비치는 곳에는 국부적으로 綠色下等植物이 잘 발달되어 있고 光線이 미치는 범위안에 버려진 汚物이나, 사람의 손길이 닿는 벽면등의 표면에서는 많은 微生物이 분리되고 있음이 밝혀졌다.

② 물·PH 및 관성

洞窟의 생성과정중 물의 역할은 거의 절대적이며 지질구조상, 洞窟 내부는 항상 물의 유입이 있고 88-100%에 이르는 고습도 상태를 나타낸다. 이는 高等生物의 生活環境으로 써 좋은 조건이 될 수 없지만 하등생물 특히 微生物의 성장요인으로 충분한 水分을 공급해 주는 역할을 하고 있다. 하지만 生理的으로는 水分自體보다 물에 包含되어 있는 無機鹽類와 기타 용해질, 그리고 pH등이 더욱 중요한 작

용을 하고 있어 洞窟內的 濕度 자체는 특히 微生物 생육에 直接的으로 커다란 영향을 주는 것 같지는 않다. 洞窟水에 주로 나타내는 Ca, Mg, Fe 등의 無機이온은 微生物 세포구성에 작용되는 주요 인자들이다. 또한 洞窟水의 pH 5-9의 범위에 속하여, 洞窟內部로 有機質의 유입이 없다하더라도 無機成分을 이용하여 증식할 수 있는 化學 自家 營養菌 등의 좋은 서식처가 될 수 있으리라 생각된다. 하지만 分析된 堆積物의 構成이 이미 酸化된 形態로 나타나고 있어 細菌의 무기물이용에 관한 問題는 더욱 研究되어야 하겠다.

光線 역시 모든 生物에 있어 특히 식물에 있어 光合成作用의 전제가 되는 중요한 요인으로 洞窟環境을 外部環境과 구분짓게 하는 일차적 역할을 하여 Wells(1959) 등은 光線에 의한 洞窟生物의 生理變化에 관한 報告를 하였다. 이렇듯 暗黑狀態의 洞窟環境은 시각기관의 退化, 촉각·감각기능의 발달등과 같은 適應過程을 거쳐 현재와 같은 독특한 洞窟生態系를 형성하게 되었지만 微生物에게는 光合成作用에 대한 제한요인으로 밖에 영향이 없는 듯하다.

이것은 빛이 전혀 없는 恒溫地帶에서는 土壤地帶와 유사한 微生物 分布를 보이는 初入부근이나 有光地帶와 다른 生物生態界가 형성되었으리라 생각되며 低溫이나 有機質의 부족등에 의한 生理적 적응현상도 예측할 수 있겠다.

③ 有機質

Bear (1964) 등은 토양이 0.5-10%의 有機質이 存在한다고 보고하였다. 그러나 洞窟內的 土壤分析에 대한 보고는 없고 洞窟 構造上 어

느 정도의 有機質이 存在하는지는 모르지만 상기한 洞窟內의 條件 즉 溫度, 光線, pH, 水質成分 등은 모두 微生物의 生育조건에 적합하기 때문에 자가 영양요구성(有機質을 必要로 하지 않고 無機質로부터 영양대사를 할수 있는 autotroph)이거나 타가영양 요구성(有機物을 分解함으로써 직접적인 에너지를 얻는 heterotroph) 등 어떤 형태의 微生物이라도 존재하리라 생각된다. 그리고 외부로부터 유입되는 有機質을 包含한 물, 박쥐의 배설물, 외부로부터 들어온 동물의 시체, 바람들에 의한 미세한 有機質의 유입, 박쥐에 의한 有機質 유입은 1차분해자인 bacteria, fungi, actinomycetes 등에 의해 소모되어 洞窟內의 먹이연쇄 관계에 있어 중요한 역할을 함이 Culver(1965)에 의해 보고되었다.

이렇듯 洞窟內의 光線, pH, 濕度, 溫度 등은 洞窟生物의 生育과 密接한 관계가 있다.

특히 觀光客의 관람으로 인해서 유입되는 有機物은 洞窟微生物의 급격한 성장요인이 될수도 있다.

3. 石灰洞窟의 生物相

(1) 洞窟生物과 環境

洞窟生物이란 植物과 動物의 二分야를 總稱하지만, 실제 洞窟속에서는 햇빛을 볼수 없어 洞窟植物의 분포가 거의 없기 때문에 洞窟生物에서는 주로 동물만을 취급하게 된다.

石灰洞窟은 거의 대부분 카르스트지역인 江原道 일대에 널리 분포한다.

江原道는 대부분 산간지방으로 河川에 의해서 개석된 山地의 谷底地에서 많은 洞窟이 발견되는데, 이것은 일반적으로 水平窟을 형성하는 경우가 많고 이들 洞窟의 수직분포에 대해서는 거의 研究되어 있지 않다.

石灰洞窟內的 地下水流와 地表水와의 계절적 혹은 일상적으로 교류가 이루어지는 環境條件이라면 洞窟안에는 外來性洞窟動物이 많이 된다.

丹陽의 溫達窟에서는 窟內에 지표의 淡水魚가 서식하는데, 이것은 南漢江의 범람으로 하천수가 洞窟內에 침투할 때에 이루어진 것이다.

또 石灰洞窟內에 湖水가 고립되어 있는 경우에는 寧越 高氏窟에서 발견된 化石昆蟲인 갈로아곤충등이 서식할 수 있는 좋은 환경조건이 될 수 있다.

石灰洞窟은 용암동굴과는 다르게 대부분 동굴내에 지하수가 存在하여, 지표의 웅덩이나 작은 새넛물에서 볼수 있는 甲殼類나 扁形動物을 洞窟의 습한곳에서는 흔히 볼 수 있다.

石灰洞窟의 개방역사가 길고 유기분, 습도, 氣溫등의 서식환경이 나쁜 洞窟에서는 동물상이 빈약하다.

우리나라의 石灰洞窟은 대부분 15-18℃의 氣溫과 12-14℃의 水溫을 유지하고 濕度는 85-95% 정도를 유지하고 있다.

(2) 主要 石灰洞窟의 動物相

① 古藪窟

忠北 丹陽郡 大崗面 古藪里에 위치한 이 窟은 우리나라의 觀光洞窟중에서 가장 각광을 많이 받은 굴의 하나로 앞으로 진행중인 洞

屈博物館이 設立되면 더 많은 觀光客이 래도할 것으로 예상되는바 앞으로 洞窟環境 保存에 各별히 신경을 써서 各種 主要한 지형지물 및 洞窟生物 破壞가 進行되지 않도록 사후 洞窟 環境영향평가를 정기적으로 하여 生態系의 變化가 적도록 하여야 하겠다.

海拔高度도 190 m에 위치한 本窟은 水平窟로 동굴말단부에서 동굴 입구 약 50 m까지 계속 洞窟流가 흐르고 있다.

洞窟入口에서 洞窟內部 200 m에 이르는 곳에서 左側벽측에서 140여 m에 달하는 三段階型의 垂直性洞窟이 전개되는데 이곳에는 各단계 別로 充足한 Guano와 有機質物이 있으며 여러곳에 물이 고여 있어 몇 種의 洞窟動物의 서식가능성이 아주 높은 것도 있다. 뿐만아니라 垂平性의 主窟 左便윗쪽으로 3個의 主洞性 支窟이 전개된다. 따라서 本洞窟은 수평과 수직으로 입체구조를 이루며, 鍾乳石의 발달이 양호하다. 항구성 洞窟流는 현재도 쉬지 않고 洞窟을 형성해 가고 있고, 많은 洞窟類와 몇 곳의 많은 Guano로 인하여 富營養窟을 이루고 있다. 단 과도한 습도로 인하여 陸棲動物相의 발달은 적은 편이나, 水棲動物이 광범위하게 서식하고 있다.

주목할 동물로는 眞洞窟性인 Galloisian kosuomsis와 Kurakawatrechus sp가 있다.

動物의 서식분포와 population 밀도를 調査한 바 Diestramnea sp.: Canbaroids similis Koebel, Gamarus sp., Fusiulus sp 등은 主窟의 入口로부터 洞窟의 최말단에 아르기까지 널리 분포 서식하고 있다. 數的으로 많은 種類로는 Diestrammes sp., Fusiulus sp., Epanerchodus Kimi ura Musakami et Paick 이었다. 外來性으로는 Noctuidaedespl중

의 나방群이 洞窟입구부에 상당히 있었으며 내부 깊숙히에서도 볼수 있었다. 입구로부터 200 m 내부 지점에서 外來性인 *Apodemus speciosus pominsulae*(Thomas) (흰넓적다리 붉은쥐)를 1마리 채집하였다.

古藪洞窟에서 채집된 洞物을 生態學的으로 분류하면 Troglolite 2종(11.1%), Troglophile 5종(27.7%), Troglolixene 11종(61.2%)로 대부분 외래성 동물임을 알 수 있다.

② 麗川窟

忠北 丹陽郡 佳谷面 麗川里의 가야산 하부에 위치한 麗川窟은 수평굴로 약 150 m 정도 되는 굴이다. 동굴말단부에서 흘러나온 동굴류가 입구에서 약 50 m 지점까지 흐르다가 지하로 스며든다.

洞窟入口에는 動物相이 비교적 발달되어 있고 그 後部에서 말단부 위까지는 펴 빈약하다. 그 원인은 夏季雨期에 상당량의 洞窟類가 洞窟內 有機物을 흘러보내는 기인 하는듯 하며, 따라서 일반적으로 本洞窟은 貧榮養窟이라 할 수 있으며 動物相이 풍부치 못한 편이다. 眞洞窟性으로는, 전국 洞窟에 널리 분포되어 있는 *Antrokooneana* sp. 1종 뿐이다.

외래성의 *Elaphe rufodorsata* Cantor (무자치뱀)을 입구로부터 약 50여 m 내부에서 1마리 채집하였다.

麗川窟은 廣川仙窟, 高氏, 古藪洞窟등의 동물상과 비교해 볼때 동물의 榮養源이 풍부치 못하여 동물상이 빈약하다.

麗川窟에서 채집된 動物은 5綱9種이나 眞洞窟相이 1種이고 대부

분은 외래성 동물이므로 洞窟의 역사가 짧고, 빈영양동물임을 알 수 있다.

채집된 동물은 생태적으로 분류하면 眞洞窟性 1종(12%), 호동굴성 4종(44%), 외래성 4종(44%)으로 나타나고 있다.

③ 壯岩窟과 地境窟

忠北 槐山郡 淸安面 壯岩里의 壯岩窟에서 채집된 동물은 4綱9種이었으며 이들을 생태적으로 분류하면 Troglobite 4종, Troglophile 1종과 Troglaxene 4종이고, 地境窟에서 채집된 동물들은 4綱9種이며 이들은 생태적으로 분류하면 Troglobite 2종, Troglophile 2종과 Troglaxene 5종이다.

이상의 결과 兩 洞窟의 Fauna를 비교해 보면 장암건너굴에서 Troglaxene이 많이 나타나는 이유는 동굴의 길이가 짧으므로 外界의 동굴이 長岩窟에 비하여 더 서식할 수 있기 때문이다.

이미 발표된 高氏窟, 古藪窟, 廣川仙窟에 비하여 극히 빈약함은 洞窟의 규모가 적기 때문이고, 또 외래성 동물이 많이 서식함을 알 수 있었고 眞洞窟性 동물이 최소한 점으로 미루어 볼때 이번 조사된 兩 洞窟들은 고형적이 아님을 알 수 있다.

④ 米院洞窟

忠北 淸原郡 米院面의 米院窟은 동굴의 길이 70여m에 불과하고, 夏季에는 洞窟末端의 구멍에서 상당수의 지하수가 나와 동굴내의 有機物을 씻겨내려 榮養源이 적어 洞窟相이 빈약하다.

인구로부터 50 m에서 60여 m 지점간에 형성된 광장의 천정에서 년 중 물방울이 떨어져 내부지면을 적시며, 박쥐의 Guano와 더불어 이곳에 동물의 서식처를 제공하고 있다. 본동굴에 있어 유일한 眞洞窟動物인 Kurosawatrechus를 비롯 數種의 동물이 이곳에 살고 있다. 본동굴은 貧榮養窟이며 動物相이 극히 빈약한 편이다.

⑤ 廣川仙窟과 늘골窟

江原道 平昌郡의 廣川仙窟은 인근 주민들의 출입이 빈번한 동굴로 有機物質의 반입이 상당히 많고 地下水, 粘土層, 氣溫등이 풍족하여 동물서식환경면에서 多榮養窟에 속하며 9綱32種이란 다양한 動物相을 보이고 있다.

이것을 생태학적으로 분류하면 Troglobite가 7종(4.9%), Troglphil가 11종(34.4%), Troglroxene가 14종(43.7%)으로 총 32종이다.

이 결과는 다른 고수동굴이나 高氏窟에 비해 洞窟年代가 약간 뒤지는 편이며 또한 특징적인 동물이 희소하다는 점에서도 본동굴은 가치없는 것으로 사료된다.

늘골窟은 아직 충분한 조사가 이루어지지 못하고 있으나 洞國 初 入部面은 광대하나 그 구조형성면에서 아직 생성적인 단계에 있는 것으로 보이며, 사람의 출입도 별로 많지 않고, 유기질물이 적은 편으로 동물 서식 환경면으로는 貧榮養窟에 속하는 것으로 보이며, 채집 동물은 6강 21종이나 특징적인 古型 동물은 거의 없었다.

이것을 생태적으로 분류하면 Troglobite가 3종(14.3%), Troglphil가 6종(28.5%), Troglroxene가 12종(57.2%)이다.

4. 火山洞窟의 生物相

(1) 洞窟生物과 環境

우리나라의 火山洞窟은 거의 전부 濟州島에 분포되어 있으며, 萬丈窟을 비롯하여 일부는 관광동굴화된지 오래다.

濟州島의 용암동굴은 대부분 해안과 중산간지대에 분포하고 있으며, 대개 대규모의 용암분출이 있었던 곳에 많다. 南宮燾이 조사한 것을 토대로 동굴이 형성된 지층을 그 분출순서로 분류하면 아래와 같다.

正方粗面岩質熔岩	.....	山房山窟
表善里玄武岩	.....	萬丈窟, 成窟, 美千窟 등 26개 洞窟
細花里玄武岩	.....	臥屹窟, 빌레못窟
孤根山熔窟	.....	갱생이窟
漢擎山熔岩	.....	구린窟
寄生火山포출물	.....	머시멀窟

또 洞窟이 있는 지대는 고도별로는 구린굴의 782 m가 가장 높고, 용진굴, 머시멀굴(390 m) 등이 산간지대에 있으며, 송당굴, 빌레못굴, 소천굴 등이 中山間地帶에 있으며, 나머지 대부분의 洞窟은 모두 100 m 이하의 저지대에 있으며, 구린굴을 제외한 저지대 동굴들은 모두 海蝕을 받았던 것으로 보인다.

동굴의 생성시기는 제주도 噴出時期와 같은 第3-4期初로 추측되며, 동굴동물의 정착환경으로서 동굴의 형성시기가 시대적으로 큰차이가 없을 것으로 보아 地質的 前成要因보다는 氣象, 榮養源 등의 後成要因이 더 큰 작용을 하고 있는 것으로 보이며, 그 형성지대의 地形

的 위치나 物理的 環境요인을 감안하여 다음의 4개 環境區로 나누어 그 특징을 살펴 두고자 한다.

① 中央部－適溫適濕帶

漢拏山 北斜面 중앙부로, 漢拏山龍岩, 細花里玄武岩, 表善里玄武岩이 얼킨 지대이며, 調查洞窟중 最高位部(782 m)인 26 林番溪谷에 있는 구린굴을 위시하여 그 동북방 12 km지점에 와흘굴, 그 서북방 2 km 지점에 육띠기굴, 이멍이멀굴등이 삼각지대를 이루고 있다. 구린굴은 현재도 流水의 영향을 받고 있으며 유기분이 풍부하여 비교적 적응이 진보된 특징적인 동물이 보이고, 와흘굴은 溜水와 퇴적토양이 많으며 동물상이 다양하고 내부 깊은 곳까지 고르게 분포하고 있다. 유기분이 풍부하며, 내부기온은 12-17 °C, 습도는 85-97 %로 적온적습의 동굴환경을 이루고 있다.

② 東北部－低溫高濕帶

세계 최대를 자랑하는 만장굴을 위시하여 금령사굴, 패내기굴, 돛재 폭나무굴, 게웃새굴, 게어멀굴 등이 高度 100 m내외의 丘陵地帶에서 해변까지 한줄로 늘어서 있으며 이들을 한 洞窟系(Cave system)로 볼때 세계 최장이 된다. 모두 表善里 玄武岩地層에 속하며 대부분이 具砂의 침입을 받고 있으며, 有機分이나 퇴적물이 빈약하고, 내부기온은 7-14 °C로 낮고, 습도는 85 % - 100 %로 비교적 높아 저온고습환경을 이루고 있다.

③ 西北部－高溫低濕帶

지질구조상으로 飛揚島를 향해 뻗는 표선리현무암과 세화리현무암이

얼킨, 標高 200 m에서 해변까지의 광대한 지대에 빌레못굴, 소천굴, 초깃굴, 험재굴, 한들굴, 성굴 등 大小無數의 동굴들이 산재하고 있으며, 내부 기온은 15-25 °C로 높고, 습도는 80-90 %로 비교적 낮아 고온저습 현상을 나타내고 있으며, 具砂의 침입과 榮養源의 결핍등으로 貧弱한 동물상을 이루고 있다.

④ 南部-高溫高濕帶

南濟州郡一圓에도 상당수의 洞窟이 있겠으나 조사된 것은 극소하며 그 분포가 산발적이다. 규모가 작은 편도 아니며 내부 流水量도 不少하지만 환경이 불안정적이어서 동물상이 매우 빈약하다. 내부 기온은 14-24 °C로 높고, 습도도 90-100 %로 높아 고온고습대를 이룬다.

위에서 살핀 바 4개 환경구의 온도와 습도의 상관관계는 중앙부와 동북부는 正의 상관관계이고, 서북부와 남부는 負의 상관관계이며, 洞窟動物의 적응현상에 있어 負의 상관관계가 부적응현상을 보이고 있었다. 본도 洞窟 環境區의 모식도는 <그림 1>과 같다.

한편, 환경구별 동굴동물의 적응관계를 살펴보면 중앙부의 구린굴, 와홀굴등 5개 동굴은 適溫適濕 正의 상관관계에 있고, 動物群(동굴성 種數 / 全體種數)으로 41.0 %, 個數群(洞窟性種個體數 / 총채집개체수)으로 48 %로 적응도 제 2위를 이루고 있다. 서북부 挾才里를 중심으로 한 12개 洞窟은 高溫低濕, 負의 상관관계에 있고, 적응률은 種數群..... 35.4 % 個數群..... 42 %로 낮은 적응도를 보이고 있다. 남부에 산재하는 5개 洞窟은 高溫高濕, 負의 상관관계에 있고, 적응률은 종수군- 38.0 %, 개수군- 43 %로 서북부와 대동소이한 비율이었다.

群…… 35.4 % 個數群 …… 42 %로 낮은 적응도를 보이고 있다. 남부에 산재하는 5개 洞窟은 高溫高濕, 負의 상관관계에 있고, 적응률은 종수군 - 38.0 %, 개수군 - 43 %로 서북부와 대동소이한 비율이었다.

(2) 火山洞窟의 動物相

濟州島 火山洞窟의 洞窟動物은 모두 19目 87種으로 그 組成은 아래표와 같다.

중요 食動物인 거미류가 40種(46%)으로 昆蟲類의 29種(33.3%) 기타 動物 18種(20.7%)보다 월등히 우세하다.

특히 제주굴아기거미(*Nesticus queipartensis*)는 低地帶 22개 洞窟에 널리 분포하며 個人體數도 가장 많아 本島 洞窟動物의 代表種이 되나, 韓本土 洞窟産인 반도굴아기거미(*Nesticus coreanus*)와 판이한 특징을 보이며, 洞窟化의 역사가 보다 앞은 短肢型이고, 最近 鬱陵島 聖人峯 溪谷에서 발견되어 生物地理上의 검토가 요구되고 있기도 하다.

또한 洞窟에의 定着性 洞窟化의 정도에 따른 生態的 分類를 보면 洞窟性의 것은 29種 - 33.3%, 外來性의 것은 58種 - 66.7%로 되어 本土 石灰洞窟에 비해 洞窟化가 현저히 뒤지고 있다. 특히 眞性 洞窟動物은 곤봉털띠노래기(*Epanerchodus Clavisetosus*) 1種뿐이며, 水棲動物도 단 3種으로 매우 희소한 존재이다. 이러한 사실들은 本島의 洞窟 歷史가 앞음을 示峻해 준다.

다음에 동물의 分布相으로 동굴별 서식 種數를 살펴보면 중앙부의 와흘굴과 서북부의 성굴이 각각 25종씩으로 최다이며 다음은 구린

굴의 20 종이며, 기타는 10 종이상 서식하는 것이 7개 동굴이고 나머지 5-9 종이며 덕천굴과 산방산굴은 단 2 종씩으로 최소하였고, 평균 한 동굴에 9 종이 서식하는 셈으로 되어 대체로 빈약한 동굴상이며, 동굴이 거대할수록 방대한 무생물지대가 많으니, 이는 동굴내부 환경이 불안정적임에서 인한 것으로 본다.

또한 이 濟州島 洞窟의 特種인 곤봉털띠노래기는 서북부의 貧榮養帶 동굴바닥과 중앙부인 구린굴과 와홀굴 등지에서 발견되나 동북부와 남부에서는 보이지 않았고, 옛갓나비거미류는 중앙부인 와홀굴과 일부 동굴에서는 발견되나 서북부와 남부에서는 보이지 않는다.

洪積世 遺存動物인 옆새우는 동북부의 게우셋굴, 중앙부의 와홀굴, 서북부의 빌레못굴에서 각자 발견되었고, 이곳의 저지대동굴에 널리 분포하는 제주굴 아가거미는 650 m 고지대인 구린굴에서는 안 보이나 漢拏山 白鹿潭과 城板岳 1,550 m의 돌밑에서 근사종이 발견되어 모두 地史學的 검토를 필요로 할 것으로 보인다.

표 一 濟州島 火山洞窟動物의 組成

目 別 (Orders)	種數	生態分布		備考
		洞窟性	外來性	
플라나리아目 (Tricladida)	2	1	1	
연가시類 (Gordiacea)	1		1	
腹足類 (Gastropoda)	5	2	3	
얕은뱅이目 (Pseudoscorpionoda)	1	1		
장님거미目 (Opilionida)	2		2	
진디기類 (Acarina)	2		2	
거미類 (Araneida)	40	15	25	
등脚目 (Isopoda)	3	1	2	

目 別 (Orders)	種 數	生 態 分 布		備 考
		洞窟性	外來性	
端 脚 目 (Amphipoda)	1	1		
진 각 類 (Chilopoda)	3	1	2	
倍 脚 類 (Diplopoda)	3	1	2	
粘 管 目 (Collembola)	3	2	1	
總 尾 目 (Thisanura)	1		1	
직 시 目 (Orthoptera)	2	1	1	
소 시 目 (Coleoptera)	7	2	5	
반 시 目 (Hemiptera)	1		1	
변 시 目 (diptera)	5	1	4	
박 쥐 目 (Chiroptera)	4		4	
개 구 리 目 (Anura)	1		1	
計 19 目 87 種	種數	87	29	58
	%	100	33.3	66.7

濟州島 中央部洞窟 5 개 (1 번에서 5 번까지), 東北部洞窟 11 個 (6 번에서 16 번까지), 西北部洞窟 12 개 (17 번에서 28 번까지), 南部洞窟 (29 번에서 33 번까지) 총 33 개의 熔岩洞窟의 動物相을 목록별로 보면 아래표와 같다.