

学位論文審査の結果の要旨

氏名	新部 一太郎
審査委員	主査 星川 和夫 (印) 副査 上野 俊一 (印) 副査 日置 佳之 (印) 副査 巢山 弘介 (印) 副査 宮永 龍一 (印)
題目	An Ecological Study of Caves in Western Japan, with Special Reference to Their Ecosystem Structures (西日本の洞窟の生態学的研究、特にそれらの生態系構造について)
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>洞窟のように特殊な環境に形成される生態系は、専ら地表生態系で構築されてきた生態学理論の一般性を検証するのに有効な場を提供する可能性がある。しかし、洞窟のように調査に困難が伴う生態系の研究は最近に至ってようやく緒についたばかりと言ってよい。</p> <p>洞窟では基本的な物質生産である光合成の過程が欠落するので、物質循環は腐生鎖を中心とする単純な構造であると考えられてきた。また、その生態系は生物にとって特異な環境であるために相対的に閉鎖性が高いと考えられてきた。</p> <p>本研究は、西日本のいくつかの洞窟、とくに松江市八束町の竜溪洞（溶岩洞窟）と広島県帝釈峡の鬼の岩屋（石灰洞窟）を中心に、洞窟生態系を調査し、その特徴について検討した。</p> <p>第1章では、竜溪洞に生息する代表的な3種の動物（コムカデ、トビムシ、ヨコエビ）について、それらの30ヶ月間におよぶ個体群変動を、環境要素の変動とともに記述した。各環境要素への反応は動物種毎に異なり、コムカデの変動は地上気温の変動と高い相関を示した。一方、トビムシやヨコエビは多少の季節変動はあるが通年確認された。このことは洞窟生態系の構成種はすべてが洞窟生態系の中で世代を完結させているわけではなく、生態系の独立性に疑問を残す結果となった。しかし、同時に調査された土壌微生物群集の変化は、洞窟環境が明瞭な独自性をもつことを示していた。</p> <p>第2章では、生態系構成種の個々の個体群の動態をさらに詳細に把握するため、ひとつの種、タイシャクナガチビゴミムシに注目し、鬼の岩屋において標識再捕獲法を用いて個体群の動態と生活史を追跡した。この甲虫は洞窟内で季節により異なる分布パターンを示し、夏は洞窟全体に広がって分布しているが、冬には一部の区域に集中することが確認された。洞窟内の個体群密度は季節に関わらず0.3~0.6個体/m²であったが、テネラル（羽化後の性的に未成熟な個体）のピークは10月前後の年1回であり、テネラル比がほぼ1/3であることから、この甲虫の寿命は数年に及ぶことが示唆された。同時に計測された環境要素との関連では、この甲虫は水分の多い中間的な温度帯の区域に多い傾向があり、食性は不明ではあるが、コウモリのグアノ量及び壁面の放線菌コロニーの密度が高い区域に集中する傾向が確認された。</p>	

第3章では、竜溪洞における生態系の炭素循環が定量的に把握された。炭素のフローはほとんどすべてが地表からの浸透水によって運ばれ(20gC/月)、主要なストックは洞窟壁面(5.2KgC)と洞床に堆積した泥(116kgC)であった。滞留水は月平均で6.5gCを含んでいた。壁面と洞床の炭素のうち、それぞれ0.8Kg-C、0.7KgCは微生物炭素で占められており、その大部分は単一キノコ種の放線菌によって構成されていた。動物群集の現存炭素量は月平均でわずか1mgであった。このように、竜溪洞の生態系は相対的に大きなストックと非常に小さなフローで特徴付けられ、特に動物群集は極めて貧弱であった。

竜溪洞の上部土壌層の有機炭素量と有機窒素量の動態を追跡したところ、地下方向に向かって有機物、とりわけ有機窒素のすみやかな消費が確認されたが、洞窟内では窒素は増加していた。

生態系構成種の栄養関係を推定するために、竜溪洞と鬼の岩屋の生息種の一部について、炭素と窒素の安定同位体比を測定した(Additional note 2)。本研究で調査した2洞窟を含め、これまでに安定同位体比が分析された洞窟生態系は4つにすぎないが、これらは全て洞窟生態系における2つの栄養源の存在を示唆している。ひとつは $\delta^{13}\text{C}$ 比で -35‰ 程度の値を示す栄養源で、化学合成独立栄養細菌 and/or 放線菌から成る(真洞窟性栄養源)。他のひとつは洞内に流入する地上有機物で、これらの $\delta^{13}\text{C}$ 比は $-20\sim-25\text{‰}$ を示す(洞口性栄養源)。動物群集はそれらの栄養源の一方あるいは両方を利用してそれぞれに形成され、その群集構造は2つの栄養源の間で共通である場合も異なる場合も存在した。

最後に、以上の事実を踏まえ、地史的経過に伴う洞窟の発達過程のなかで一般的に起こる洞口性栄養源の劇的な増加に対応する、洞窟生態系の経時的変遷を説明する仮説が提示された。

審査委員一同は、本論文の高いオリジナリティー、すなわち、世界で初めての溶岩洞窟における物質循環の解明、および安定同位体比による洞窟生態系の栄養関係の解析に対し、高い評価を与えた。