

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 高田 まゆら

自然界における生物の個体数を決定する要因は、同じ生物種であっても一様ではない。その大きな理由のひとつとして、対象とする空間スケールによって決定要因が変化することが挙げられる。こうした違いは、従来スケール毎に個別に認識されてきたが、本来はスケール横断的に統合して捉えるべきものである。このような考え方は、近年生態学の分野で提唱され始めた階層組織化理論に集約される。階層組織化理論とは、生物集団を個体、局所集団、全体集団といった複数の階層をもつシステムとして捉え、対象とする空間レベルの性質が、隣接する上位と下位の空間レベルとの相互作用によって決まるという考えである。こうした概念は、メタ個体群生態学の一部の分野で重要性が認識されてはいたものの、階層組織化理論の視点から体系的に個体数決定機構を探求した研究は非常に少なかった。

個体数決定機構を階層組織化理論の視点から解明するうえで最も注目すべき点は、生物が局所集団間を移動することによりもたらされる創発現象である。これはすなわち、局所集団が個体の移出入によって連結することで、それらの個体数の総和が、各局所集団が個別に存在する場合の総和に比べて大きくなる現象である。

本論文では、上記視点から個体数決定機構を解明するうえで優れた材料であると考えられるチビサラグモを対象とした。本種は、主にスギ林の林床にあるリター上に皿型の網を造るクモである。これら造網性クモ類では、網上での採餌や休息と、網場所の移動という空間スケールの異なる2つの生態的プロセスをもつ。既存研究から、造網場所移動時には死亡のリスクが高いことが知られている。本論文では、網上で採餌などが行われるスケールをパッチレベル、移動が生じるスケールをランドスケープレベルと定義する。本研究の目的は、チビサラグモのパッチレベルの個体数が、当該レベルとランドスケープレベルの要因からそれぞれどのような影響を受けて決定されているかを、特にパッチのネットワーク構造に由来する創発現象に注目して解明することにある。

第2章では、野外の16個体群を対象に、階層線形モデルを用いてランドスケープからパッチの個体数に及ぶ影響を評価した。その結果、パッチレベルの個体数はパッチ内の棲み場所量とともに増加するが、ランドスケープレベルでのパッチ密度が高いほど個体数全体が底上げされるという上位レベルからの相対的影響が明らかになった。さらに、パッチ密度が高いほど、パッチレベルでの棲み場所量と個体数の関係性が強まるという非相対的な影響も検出された。相対的影響が生じたのは、パッチ密度が高いランドスケープほど移動時の死亡率が低下した結果と考えられた。また非相対的影響については、相対的影響がも

たらしめた高密度化が、パッチ内の棲み場所をめぐる競争を激化させ、密度依存的な死亡を引き起こしたことによると考えられた。

続く第3章では、2世代16個体群を対象とした個体数調査を基に、ランドスケープレベルでチビサラグモの死亡率に影響を与える要因を明らかにした。その結果、パッチ密度とクモの死亡率に負の相関がみられる発育段階と、個体数密度と死亡率に正の相関がある発育段階が存在することが明らかになった。

第4章では、上記の結果から導かれた仮説を野外実験により検証した。まずパッチ密度を人為的に操作した野外実験を行い、処理に伴うクモの死亡率の変化を調べた。その結果、パッチ密度が高い実験区ではクモの死亡率が低いことが示された。次にクモの移動頻度は密度依存的に増加するという仮説を、クモを除去するパッチを設けることにより検証した。さらに、移動頻度の増加が死亡率を増大させるという仮説を、網の攪乱によりクモの移動頻度を操作することで検証した。その結果、どちらの実験においても仮説は支持された。

以上の結果をもとに第5章では総合考察を行った。従来の野外研究では、個体群が空間構造をもつことで生じる棲み場所量と個体群サイズの非線形的関係が注目されてきたが、そのほとんどは、島や池、分断化された森林など物理的に明確な境界のあるシステムを対象としていた。しかし、本研究で対象としたチビサラグモの生息地のように、空間的に明確に区別できるパッチ構造が存在しない場合でも、対象生物の行動や生活史と環境の異質性が相互作用することで個体数が創発的に決定されることが明らかになった。このようなシステムは、おそらく野外で普遍的に存在すると考えられるため、本研究で得られた視点や手法は生物の個体群動態の予測性を高めるうえで大きく貢献できると思われる。

以上に述べたとおり、本研究は生物の個体数決定機構の解明についての新たな視点と実証例を提供しており、基礎的にも応用的にも価値の高いものである。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位として価値があるものと認めた。