

氏名	近藤倫生
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2331号
学位授与の日付	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科生物科学専攻
学位論文題目	TOP-DOWN AND BOTTOM-UP FORCES STRUCTURING BIOLOGICAL COMMUNITIES: THEORETICAL CONSIDERATIONS. (生物の群集構造をつくる「上からの効果」と「下からの効果」に関する理論的考察)
論文調査委員	(主査) 教授 山村 則男 教授 川端 善一郎 教授 山岸 哲

論文内容の要旨

本論文では、数理モデルを用いて、1) 一栄養段階内の群集構造(種数, 種構成), 2) 複数の栄養段階にわたる群集構造(栄養段階の数, バイオマスアロケーション)を、捕食に関わる「上からの効果」と資源利用に関わる「下からの効果」の相互作用と関連づけ、その決定機構を理論的に考察した。

一栄養段階内の種数は「攪乱」(「上からの効果」はしばしば攪乱として働く)と「生産性」(「下からの効果」は生産性を決定する主要因である)の相互作用によって決定することを示した。このとき両因子間のバランスがとれている時に生物多様性が最大になる。予測されるパターンは過去の実証研究のデータから得られた結果とよくあい、またそのメカニズムは両効果が各種を制限する要因に与える影響を考えることで理論的に説明された。

「植物の質(下からの因子)が低下したとき幼虫期を長くして対応する植食性昆虫は、天敵(上からの因子)に襲われやすくなる」という効果を考慮に入れ、植食性および天敵昆虫の群集構造が植物の質の傾度にそってどのように決まるかを考察した。そこから(1)植物の栄養価値が極めて低い時、天敵が存在しないならば、高い補償能力を持った植食者が卓越するが、天敵が存在する時には天敵に襲われ難い補償能力の低い植食者が卓越する。(2)植物の栄養価値が低い時には、高い補償能力を持った植食者の天敵や、高い補償能力を持った天敵が卓越する、という理論的予測を導いた。

「空間(下からの因子)をめぐる競争」と「(上からの因子が介する)巻き添え型競争」との間の関係を研究した。空間をめぐる競争している二種には、「天敵による襲われやすさ」と「空間資源をめぐる競争力」との間のトレードオフが自然に生じることを示した。これは、分散力の高い種は高密度に密集し、そこで天敵はより増えやすくなるので、その結果、天敵との遭遇頻度が高くなるからである。そのため、天敵の分散力が高いときほど、空間をめぐる競争に弱い(天敵に襲われにくい)種が卓越することが予測された。

生息地の分断化によって、植食者を制御する「上からの制御」と「下からの制御」の間のバランスが崩れ、「植物—植食者—天敵」の三者系が崩壊してしまう場合があることを示した。また、このような「生息地分断化が引き起こす植物の喰い尽くし」は、(1)植食者の分散力が大きいとき、(2)天敵の分散力が低い時、により起こりやすいことを示した。

以上の研究で、「上からの効果」と「下からの効果」の両方を同時に考えることで、これらの効果が相互作用的に、生物群集の様々な特徴(栄養段階数, 種数, 種組成, 攪乱に対する反応)を決定する具体的機構を理論的に明らかにした。

論文審査の結果の要旨

申請者は、数理モデルを用いて、一栄養段階内の群集構造(種数, 種構成)、および、複数の栄養段階にわたる群集構造(栄養段階の数, バイオマスアロケーション)を、捕食に関わる「上からの効果」と資源利用に関わる「下からの効果」の相互作用と関連づけ、その決定機構を理論的に考察した。

一栄養段階内の種数は「攪乱」（「上からの効果」はしばしば攪乱として働く）と「生産性」（「下からの効果」は生産性を決定する主要因である）の相互作用によって決定することを示し、このとき両因子間のバランスがとれている時に生物多様性が最大になることを示した。この研究は、中規模攪乱仮説や中規模生産性仮説として知られていたものを理論的に統合したものであり、実証研究で導き出された多様性の様々なパターンをすべて説明できるという画期的なものであると評価された。

さらに、申請者は「植物の質（下からの因子）が低下したとき幼虫期を長くして対応する植食性昆虫は、天敵（上からの因子）に襲われやすくなる」という効果を考慮に入れ、植食性および天敵昆虫の群集構造が植物の質の傾度にそってどのように決まるかを考察するという興味深い研究を展開した。このとき、植物の栄養価値に対応して幼虫の成育速度が変化するが、幼虫の生育期間が可塑的に変化できるかどうか結論に質的差をもたらすという、一見意外な結果を導いた。

つぎに、空間構造を直接導入したモデルにより、空間をめぐる競争している二種には、「天敵による襲われやすさ」と「空間資源をめぐる競争力」との間のトレードオフが自然に生じることを示し、トレードオフの概念に対する新しい見方を与えた。人間活動の結果生じる生息地の分断化によって、植食者を制御する「上からの制御」と「下からの制御」の間のバランスが崩れ、「植物—植食者—天敵」の三者系が崩壊してしまう場合があることを示した。このことは、環境の保全対策にも通じる重要な貢献であると評価された。

本研究は、学問上大きな意義をもつと同時に、申請者の学術研究に対する熱意と能力の高さを証明している。よって、本論文は博士（理学）の学位論文に値するものと認められた。なお、平成13年1月18日に、添付論文に報告されている研究業績を中心に、関連分野に関する試問を行った結果、適切な解答が得られたので、合格と認定した。