

氏 名	山 村 則 男 やま むら のり お
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 430 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 一 専 攻
学位論文題目	A Mathematical Approach to Spatial Distribution and Temporal Succession in Plant Communities (植物群集の空間分布と遷移の数学的解析)

論文調査委員	(主 査) 教授 寺本 英 教授 恒藤敏彦 教授 山口昌哉 教授 黒岩澄雄
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

環境条件が連続的に変化している地域において、植物の種の空間分布に不連続的な境界が形成される場合があることはよく知られた事実である。高山の麓から頂上にわたっての植物分布、湖沼の水辺からの距離によって変化する植物種の分布などは典型的な例である。こうした植物群集の空間分布のパターンの形成は、種の増殖率に対する環境条件の適応性の違いと、種間の競合関係の結果として出現することは容易に想定されることであるが、不連続的な境界の形成のメカニズムについての数理生態学的な議論はまだまったくなされていない。

申請者は、たがいに競合関係にある2種の個体数密度の変動を記述するボルテラ方程式を基礎にして、遷移の過程を通してこの2種の空間分布に不連続的な境界が形成される可能性があることを証明している。さらに、同じ数学的モデルから導かれる結果にもとづいて、植物生態系の遷移の過程がゆっくりした種の交代によって起る場合と、微妙な環境変化の違いによって急激な種の交代によって起る場合があることを明らかにしている。

ボルテラの数学モデルによると、競合関係にあるAB2種の生物群集の安定状態は、2つの基本的パラメーターの値によって4つの可能な場合に分類される。すなわちAのみ生存可能、Bのみ生存可能、AB2種共存、条件に応じてAかBどちらか1種のみ生存可能、という4つの場合に分かれる。申請者は、環境条件を反映する2つのパラメーターと、個体数密度の張る直積空間の中で、この定常値によって作られる多様体を考え、その幾何学的不連続性に着目した。まず、環境条件が連続的な変化を示す1次元領域を、パラメーター空間の中の直線領域に対応させ、遷移の過程で起る環境因子の変化に応じて起るパラメーター空間の直線領域の移動を調べ、上記多様体の幾何学的特異点を横切る時点で、2種の空間分布に不連続的な境界が出現することを証明した。

さらに、植物生態系の遷移でみられる優先種の移り変りの過程を、環境因子の変化にともなう多様体上の代表点の動きによって考察できることに着目し、中間状態を経過せずに急激な種の交代が起る場合があ

ることを明らかにした。すなわち、徐々に優先種が交代していく場合と、ある時点で急激に種の交代が起る場合が、環境因子の変化の道筋の微妙な違いによって出現することを証明している。

参考論文1では、たがいに餌と捕食者の関係にある3種の生物群集の共存条件とその安定性について、コルモゴロフ形の方程式を3種系に拡張することによって解析し、安定性の条件を詳しく調べている。参考論文2は、生態系の数学モデルにあらわれるカタストロフを論じたもので、主論文と密接に関係した研究を報告したものである。

参考論文3は、生態系の構造と安定性、さらに効率という問題を総合的に解析することを目的とした組織的研究をまとめたものであり、さらに参考論文4では、生物群集における種間および種内のいろいろな相互作用が系の安定性にいかに関係しているかを解析している。

論文審査の結果の要旨

時間的あるいは空間的に連続的な変化をする環境条件下において、植物群集の空間的分布や時間的遷移の過程でしばしば不連続的な変化が出現することはよく知られた事実である。この不連続性の出現の機構を明らかにすることは生態学的にも興味ある重要な問題である。

申請者は、たがいに競合関係にある2種の植物の個体数密度の変化を記述するボルテラ形方程式を基礎にして、個体数密度の張る現象空間と、2個の基本的パラメーターで張られるパラメーター空間の直積空間内で、力学的安定点によって作られる多様体の幾何学的構造の不連続性に着目した。連続的に環境条件が変化しているじっさいの植物群落の領域は、このパラメーター空間のある領域に対応づけることができる。申請者は、遷移の過程での環境因子の変化にともなうこのパラメーター空間の領域の移動が、上記多様体の幾何学的特異点を横切る時点で、2種の植物分布相に不連続的境界が形成されることを証明している。

さらに申請者は、遷移における優先種の交代の過程を、このパラメーター空間の代表点の移動によって考察し、徐々に優先種が入れかわる場合と、ある時点で急激な交代が実現する場合とが、環境因子の変化の仕方の微妙な違いによって区別されることを、同じ多様体のトポロジカルな性質を用いて証明している。

植物生態系におけるこれらの不連続的な現象の発現機構を、比較的簡単な数学的モデルを基礎にして巧妙な手法を用いて解析したもので、植物生態系の遷移に関するまったく新しい知見を提示したものとして、関連分野に重要な寄与をしたものといえる。また、カタストロフ理論の具体的な興味ある例を提示したものである。

また、参考論文4編は、生物集団の変動と安定性さらにその構造と機能に関する数学的解析を行ったもので、いずれも数理生態学の分野に寄与するところが少なくない。主論文、参考論文を通じて、申請者がこの分野で豊富な学識と、きわめて秀れた研究能力をもっていることを認めることができる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。