

氏名	川崎廣吉 かわ さき こう きち
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第 551 号
学位授与の日付	昭和 54 年 1 月 23 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	理学研究科生物物理学専攻
学位論文題目	生物集団の安定化機構

(主査)
論文調査委員 教授 寺本 英 教授 山口昌哉 教授 川那部浩哉

論 文 内 容 の 要 旨

数理生態学とくに個体群力学の 1 つの基礎的な問題は、種々の種内および種間の生物的相互作用をもった 2 種あるいは 3 種の生物群が、いかなる条件のもとで安定な共存状態を維持できるかということ、数学モデルを解析することによって明らかにすることである。

申請者の主論文は、この課題を多角的に研究して得た結果をまとめたもので、安定化機構として 4 つの場合が取り上げられている。同一資源を利用するたがいには似た性質をもった 2 種以上の個体群は、同じ生息地に長期間にわたって共存することは不可能である、という Gause の競争排他律は、他の要因によって緩和されることがある。申請者の取り扱った問題のうち、3 つはこの競争排他に対する制限緩和の機構について調べたものである。1) まず制限緩和の要因として環境条件の時間的変動とくに周期的変動の効果を調べるために、競争関係にある 2 種に対する Lotka-Volterra 形の方程式で、固有増殖率が時間の周期関数で与えられるような非自律系の解の性質を解析している。この方程式を直接解くことは不可能であるが、申請者は平均解軌道概念を導入して、その共存条件を求め、すべての時間について共存条件が満たされていない場合でも、その条件が時間平均について満たされてさえいれば充分であることを証明している。2) つぎに捕食圧による制限緩和機構を解析している。どちらか一方が減亡する運命にある 2 つの競争種が、その両方を捕食する第 3 の種が存在することによって共存が実現し得るということ、数学モデルによって証明している。数学的には 3 変数の非線形微分方程式系の解の安定性を解析する問題であり、この捕食者の存在による共存条件としては、捕食者の捕食機構がいわゆるスイッチングとよばれる性質を満たしていることが有効であることを明らかにしている。3) 生物個体間に働く干渉によって生ずる密度圧と環境の非一様性にもとづく生物個体群の移動を記述するために、非線形拡散と環境ポテンシャルを導入した基礎方程式を提示し、同一の環境嗜好性をもった競争種の場合でも、たがいに空間的すみわけを実現することによって共存が可能になることを証明している。4) 捕食者と被捕食者の関係にある 2 種は一樣な環境条件で、Volterra 方程式では、周期的な変動をあらわすが、申請者はモザイク状の非一樣な環境の中で拡散移動を行なう場合には、非一樣な分布構造を形成して安定化することを定差微分方程式を

解析することによって確かめている。

参考論文7編は、本論文に直接関係した研究を報告したもの4編のほかに、食物連鎖網の構造と力学的安定性およびそのエネルギー効率との関係をマルガレーフの仮説を定式化して解析した研究、また、栄養段階構造をもった食物連鎖網の構造的性質とその力学的安定性を調べた結果を報告したものである。

論文審査の結果の要旨

種々の種内および種間の生物的相互作用をもった2種あるいは3種の生物群がいかなる条件のもとで安定な共存状態を維持できるかということを数学モデルを解析することによって明らかにすることは数理生態学とくに個体群力学の基本的な問題である。

申請者は、この課題を多角的な研究で得た結果をまとめて主論文としている。4つの問題を取り上げて解析しているが、それぞれに対して独自の方法を駆使して興味ある結果を得ている。1) まず Gause の競争排他律の緩和要因として環境条件の時間的変動の効果を調べた研究では、固有増殖率が時間の周期関数で与えられた競争関係にある2種の Lotka-Volterra 方程式を考え、この非自律系の解の性質を、平均解軌道の概念を導入することによって調べ出すことに成功している。結果としては、すべての時間に対してつねに自律系の共存条件が満たされていない場合でも、時間平均として満たされてさえいれば安定な共存が可能であることを証明している。これはカメムシやシヨウジヨウバエについて知られている近縁種の共存についてある示唆を与えるものとして意義がある。2) どちらか一方が滅亡する運命にある2つの競争種が、その両方を捕食する第3の種が介入することによって共存状態が実現することを証明した研究では、3変数の複雑な非線形微分方程式の解の安定性を、線形近似による局所的安定性の解析に加えて、リアプノフの方法を併用することによって解析し、共存状態のパラメーター依存性を詳しく調べている。3) 森下の環境密度論を、密度圧を含んだ拡散力と環境ポテンシャルの概念を導入することによって一般化した基礎方程式を定式化し、2種の競争種が空間的すみわけを行なって共存する可能性を示し、そのための条件を数学的に明らかにしている。この研究では、非線形の偏微分方程式の定性的特徴を調べるために巧妙な手法が駆使されている。4) 捕食者と被捕食者が非一様な環境で、ある分布構造を形成することによって安定化することを示した研究では、定差微分方程式を数学的にも見事な方法で解析し、極めて興味のある結果を得ている。

申請者がここで取り上げた問題は、いずれも現在この分野の研究者が興味を集めている中心的課題であり、得られた結果はいままで未解決であった問題に解答あるいは重要な手がかりを与えるものとして極めて重要な成果であるといつてよい。

参考論文7編では、主論文に直接関連した研究のほかに、食物連鎖網の構造とその力学的安定性およびそのエネルギー効率との関係をマルガレーフの仮説を定式化して解析した研究、また栄養段階構造をもった食物連鎖網の構造特性と安定性の関係を調べた研究が報告されている。

主論文での極めて秀れた研究業績に加えて、参考論文では、申請者がこの分野での秀れた研究者であることを証するものである。

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。