

氏 名	なか ざわ たけ ふみ 仲 澤 剛 史
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3297 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 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	Influences of phenotypic plasticity in reproductive behaviors on multi-species dynamics (繁殖行動の表現型可塑性による多種系ダイナミクスへの影響)
論文調査委員	(主 査) 教 授 大 串 隆 之 教 授 今 福 道 夫 教 授 椿 宜 高

論 文 内 容 の 要 旨

表現型可塑性は、生物のダイナミクスや分布をより正確に予測するための重要な要因の一つであると考えられている。しかし、実証研究では様々な形質に可塑性があることが示されているにも関わらず、これまでの理論研究では、採餌や防衛に関する可塑性の観点から種間相互作用の強さの変化ばかりが注目されてきた。繁殖は、個体群ダイナミクスに直接的に作用する生活史形質であり、その可塑性は一般的に高い。そこで、本学位論文では、繁殖行動における可塑性が個体群や群集のダイナミクスにどのように影響するのかを、幾つかの系を対象にしながら理論的な手法によって調べた。

第二章では、餌利用性に応じた繁殖努力量の可塑的調整が消費者－資源ダイナミクスの安定性にどのように影響するのかを調べた。その結果、系の安定性は、繁殖努力が増加すると死亡率が高くなる時は増加し、採餌努力が減少する時は低下すると予測された。このことから、繁殖調整のダイナミクスへの影響を理解するためには、繁殖コストの解明だけでなく、個体レベルのパフォーマンスの変化を定量的に評価する必要があることが示唆された。

第三章では、繁殖移動のタイミングと個体群の安定性の関係が調べられ、繁殖成功度を最大化するように移動タイミングが柔軟に最適化される場合には、個体群ダイナミクスが安定になり得ることが解析的に示された。また、移動タイミングの可塑性だけではなく、餌の多い場所で成長して安全な場所で繁殖をするという生息地選択も安定性に寄与することが示唆された。加えて、移動の遅延に伴う繁殖成功の低下や繁殖後の生存率は、餌利用性に応じて安定化または不安定化の効果があることが分かった。

第四章では、動物プランクトンが季節的に、あるいは餌不足に応じて休眠卵を産むことで、動物プランクトン－植物プランクトンからなる消費者－資源のダイナミクスが安定化することが示された。具体的には、共存平衡点の局所安定性の向上や個体群変動の振幅の抑制、持続的な共存パラメーター領域の拡大、最小密度の増加による安定化が予測された。これらの結果から、休眠卵の生産という動物プランクトンの可塑的な代替繁殖戦略が、プランクトン群集の安定性に寄与していることが示唆された。

第五章では、あるシクリッド魚類で見られる種間保育行動の維持機構を解明することを目的として、繁殖と種間競争のトレードオフに基づいて繁殖活動が可塑的に行われる時に、競争関係にある二種が共存できる条件を調べた。その結果、空間構造の有無に関わらず、適度に低いレベルの可塑性がある場合に、競争二種の共存可能性が促進されることが分かった。

本学位論文では、繁殖行動における可塑性が個体群や群集のダイナミクスに大きく影響するということを、一般的な状況から特殊な状況に至る様々な系において理論的に検討した。このことは、繁殖行動における可塑性が群集ダイナミクスに影響することが、自然界では普遍的な現象であることを意味する。これにより、採餌や防衛だけではなく、繁殖行動を含めた様々な生活史形質の可塑性を考慮した群集生態学的な研究が今後は必要であると結論づけられた。最後に、表現型可塑性の適応性やより多様な群集モデルへの発展などに関する議論がなされた。

論文審査の結果の要旨

生物個体が直面する環境に依存して生物の形質が変化するという表現型可塑性は、生物群集の個体群動態や空間的分布をより正確に理解するための重要な要因の一つであると考えられている。申請者は、文献検索により、実証研究では様々な形質に可塑性があることが示されているにも関わらず、これまでの理論研究では、採餌や防衛に関するものが多く、生活史の側面で最も重要と考えられる繁殖についての可塑性に関するものはきわめて少ないことに注目した。本学位論文は、繁殖行動における可塑性が個体群や群集のダイナミクスにどのように影響するのかを、4つの系を用いて数理モデルを構築・解析する手法によって研究した。

第二章では、餌が減ると動物は繁殖を控えるという一般的現象に注目し、餌種—消費者種の系の安定性は、消費者の繁殖努力と死亡率に正の相関があるときに増加し、繁殖努力と採餌努力に負の相関があるときは低下することを示した。繁殖調整のダイナミクスへの影響を理解するためには、繁殖コストと何がトレードオフの関係にあるのかを詳細に吟味する必要があることを明瞭な形で指摘できたことの意義は大きいと評価できる。

第三章では、繁殖移動のタイミングと個体群の安定性の関係が調べられ、繁殖成功度を最大化するように移動タイミングが柔軟に最適化される場合には、餌種—消費者種の系が安定になりうることが解析的に示された。単なるシミュレーションではなく解析的手法によって結果を導いたことは、結果の一般性を保証できる点で評価できる。

第四章では、多くの動物プランクトンが休眠卵を産むことが知られているが、この産卵様式により、動物プランクトン—植物プランクトンのダイナミクスが安定化することが示された。ここでは、共存平衡点の局所安定性や個体群変動の振幅、持続的な共存パラメーター領域、最小密度という複数の安定性の指標が用いられ、総合的な考察が行われたことが評価できる。

第五章では、あるシクリッド魚類で見られる一見不合理に見える捕食者の仔魚に対する保育行動について、競争種を排除するためという説明の合理性を理論的に確かめた。この章は、前章までの数理生態学的な一般設定ではなく、より具体的な問題に理論的にチャレンジしたものとして評価できる。

申請者は、以上の研究に基づき、採餌や防衛だけではなく繁殖行動を含めた様々な生活史形質の可塑性を考慮した群集生態学的な研究がさらに必要であるとの結論を導き、この分野の将来の発展性を開拓したといえる。以上の4章はいずれも英文学術誌に印刷中あるいは校正中であり、申請者の論文の執筆能力はきわめて高いものと評価できる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。