

【審査結果の要旨】

本論文は、近年の気候変動に伴って分布を拡大していると考えられる植食性昆虫を材料に、分布の変化が種間関係にどのような影響を与えるかを調べている。同様のテーマを扱った従来の研究では、特定の種間のみに注目して相互作用の変遷を調査したものがほとんどであったが、本論文では好蟻性のシジミチョウであるムラサキシジミを対象として、分布を拡大できた要因とその影響を、「捕食被食」と「相利共生」という異なる性質の生物間相互作用に関して調べた優れた論文と言える。

第1章では、本論に入る前の総合的な序論として、種間関係が個々の生物種の分布域に及ぼす影響を、(1) 生態系や生物多様性の維持、そして生物の進化における種間関係の役割、(2) 異なる生息域下や環境変動下での種間関係の進化プロセス、(3) 種間関係の有無が分布域の拡大、縮小に及ぼす影響、という3つの観点から整理しており、当該研究分野における今後の課題が適切に示されている。

第2章では、本論文の中核をなす防衛共生に関し、シジミチョウ科幼虫とアリとの共生関係の維持メカニズムや進化プロセスの概略を説明した上で、本研究に用いたムラサキシジミにおける防衛共生や、生活史、分布変遷の過程などを簡潔に説明している。

第3章では、ムラサキシジミの幼虫が共生関係を構築できるアリ相と、ムラサキシジミ幼虫の捕食寄生者相の地理的差異を明らかにしており、ムラサキシジミが共生可能なアリの種数はシジミチョウ科の中でも最大級に上ることと、異なる生物地理区に属する奄美大島と九州以北の集団とでは随伴アリ相が明瞭に異なることを示した。さらに、九州と本州の幼虫は主に膜翅目コマユバチ科の未記載種である *Cotesia* sp. near *inducta* に寄生されていたが、奄美大島と仙台の幼虫には捕食寄生者が一切見られないという重要な知見を得た。さらに室内実験によって、アリに随伴されたムラサキシジミ幼虫は、随伴されていない幼虫に比べ、*Cotesia* sp. near *inducta* からの産卵を有意に回避できることを示し、共生相手のアリ相と天敵相に加えて、アリ随伴の意義までも飼育実験で確かめたことは特筆に値する。

第4章では、より詳細な捕食寄生者相の追加調査を実施し、異なる生物地理区に属する奄美大島と九州以北の集団とでは、捕食寄生者相も明瞭に異なることを示した。また、室内と野外での寄生実験から、本州の他地域において高頻度で寄生している *Cotesia* sp. near *inducta* は、仙台には分布していない可能性を示した。さらに、両種のミトコンドリア遺伝子の配列情報から、ムラサキシジミは *Cotesia* sp. near *inducta* よりも急速に分布を拡大した可能性があるという結果を得た。以上より、捕食寄生者が寄主昆虫の分布拡大に追いつけていないことが仙台集団が捕食寄生者から解放されている要因であると結論しており、寄生実験と集団遺伝学的な解析を統合した貴重な研究例と言えよう。

第5章では、ここまで得た結果をもとに総合的な考察を行い、ムラサキシジミが分布を拡大し、かつ北限域での定着に成功している理由として、防衛共生を結ぶアリ種に対する制約が少ない点と、分布の拡大が捕食寄生者よりも早かった点を挙げている。さらに今回の研究から見えてきた課題と展望として、防衛共生にかかるコストの定量化と、天敵から解放された地域のムラサキシジミ幼虫がどの程度迅速に不要な共生関係を解消するかを調べることを提唱しており、本学位論文の成果をもとに新たな研究展開がすでに始まっていることを強く実感させる形で論文を締めくくっている。

以上、本論文は複数の種間関係からムラサキシジミが分布を拡大できた要因とその影響に関して明らかにするとともに、共生関係の安定性という野心的な研究につながる基盤データの整備に貢献した。以上より、本論文は博士論文の要件を充分に満たすものであると評価できる。

6 最終試験の結果の要旨

本論文の内容は、令和6年2月1日午前11時より、稻盛記念会館104号室において公開の博士学位論文公聴会で発表された。口頭発表後、質疑応答が行われ、天敵相がアリ相に、またアリ相が天敵相に与える影響、アリ種ごとの随伴特性の違い、ムラサキシジミというチョウがそもそも持っている移動分散能力、ムラサキシジミと捕食寄生者間での低温耐性の違い、アリ随伴率の年次変動、食樹の移植に伴う人為的な分布拡大の可能性、食樹側の抵抗性が地域間や樹種間で異なる可能性などについて、多岐にわたる質問がなされたが、それぞれ適確に回答した。よって、最終試験の結果としては、審査委員全員一致で合格とした。

以上