

生物間の相互作用は、生態学があつかう重要な生命現象であり、生物の個体数密度や生物がもつ特性に応じて、相互作用の強さや性質が変化することが知られている。ある2種類の生物間の相互作用を考えたとき、2種の生物の特性は時間的に一定であり、相互作用は個体数密度のみに影響されることが、従来の生態学では一般的に仮定されてきた。一方、進化学においては、迅速な進化や表現型可塑性などの適応が働くため、生物の特性は絶えず変化し、生物間相互作用が動的なものとなる可能性が指摘されてきた。この動的な生物間相互作用の存在は、従来の生態学における生物間相互作用の概念に変更を迫っており、生態学と進化学の境界領域における研究が近年活発になっている。本論文は、マイクロコズムをもちいた実証研究と数理モデルをもちいた理論研究のアプローチにより、この問題に新たな展開をもたらすものである。

本論文は4章から構成される。第1章は総合序論であり、動的な生物間相互作用とそれをもたらす適応メカニズムや種内多様性についての先行研究を解説するなかから、未解決の問題を抽出し、本論文で取り組む課題を明らかにしている。これらの課題は、種内多様性の詳細な違いが及ぼす影響と、異なる適応メカニズム間の比較であり、続く第2章と第3章の研究目的とされている。

第2章では、迅速な進化による適応をもたらす源泉としての種内多様性に注目し、種内多様性の詳細が動的な生物間相互作用に与える影響を検討している。具体的には、種内多様性として、増殖力と捕食抵抗性に関するトレードオフに注目し、捕食抵抗性に伴う増殖力低下のコストが異なる藻類個体群（防御コストの低い藻類個体群と防御コストの高い藻類個体群）を実験的に準備した。次いで、それらの藻類を、捕食者である動物プランクトンのワムシと共に、ケモスタットを用いたマイクロコズム内で飼育し、餌である藻類の進化動態および藻類-ワムシ系の個体群動態を同時に観測した。その結果、同じ特性間のトレードオフであっても、わずかな種内多様性の違いによって、異なる進化動態と個体群動態をもたらすことを、実験的に明らかにした。また、藻類の特性と動的な生物間相互作用を組み入れた数理モデルを構築し、実験で観測された現象が理論的に再現できることを示しており、実験で得られた結論を補強している。これらの結果は、従来注目されてきた種内多様性の有無だけでなく、種内多様性の具体的な違いが、動的な生物間相互作用とそれがもたらす進化動態や個体群動態に重要であることを新たに示しており、高く評価できる成果であると言える。

第3章では、異なる適応メカニズムの相対的な重要性を、環境変動との関連から検

討している。生物の種内多様性を詳しく見てみると、遺伝的に異なる特性をもった個体がいるだけでなく、環境に応じて特性を可塑的に変化させる個体もあり、遺伝的な変異と可塑的な変異の両方が存在する。遺伝的な変異は進化のメカニズムを通して、可塑的な変異は表現型可塑性のメカニズムにより、生物の適応をもたらす。本論文では、生物の生息環境が時間的に変動するとき、迅速な進化による適応と表現型可塑性による適応のどちらが相対的に重要となるかについて、数理モデルをもちいて理論的に研究している。特に注目しているのは、環境変動の時間スケールである。数値計算の結果、迅速な進化と表現型可塑性の相対的な重要性が、環境変動の時間スケールに依存して複雑に変化することを明らかにした。環境が速く変動する場合と遅く変動する場合には、進化により適応する個体が相対的に増えるが、環境変動の時間スケールが中程度のときは、表現型可塑性により適応する個体が相対的に多くなった。これらの結果は、環境変動の時間スケールに応じて、ある生物の個体群中で優占する適応メカニズムが異なる可能性を示している。遺伝的な変異と可塑的な変異の相対的な重要性についての理解は未だ十分に進んでいないが、本論文は、環境変動の時間スケールという新しい視点を提案しており、今後の研究で検証されるべき予測を明示している点でも高く評価できる。

第4章は総合考察であり、本論文で得られた研究結果を統合して、当該分野への貢献をまとめている。また、本論文では扱わなかった未解決の課題について、具体的な研究方法の提案に基づいて将来の研究方向性を議論している。

以上のように本論文は、動的な生物間相互作用とその影響について、実証研究と理論研究のアプローチを上手く組み合わせることで、種内多様性の詳細や異なる適応メカニズムの比較といった新たな研究視点を展開しており、その成果は顕著な学術的貢献と見なすことができる。したがって、本審査委員会は博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。