

生態系の形成過程とそれに対する生物個体群や生物群集の応答の理解は、生態学の古典的なテーマである。近年の研究では、種内の遺伝的構造・個体群・生物群集・生態系とつながる階層構造間の関係が注目されているが、そもそも、これらの異なる階層のダイナミクスを同時に評価した研究は少ないのが現状である。湖底堆積物中に保存された遺骸や環境指標物質を用いた古陸水学的手法は、このような複数の階層における長期ダイナミクスを評価するのに有効である。本論文は、長野県深見池において、西暦 1600 年代に湖が形成されてから近年までの湖沼堆積物コアサンプルを採取し、湖沼生態系の長期ダイナミクスとそれに伴う枝角類プランクトンの遺伝的構造・個体群・生物群集の応答の解明に取り組んだものである。

本論文は、全 6 章から構成される。第 1 章は総合序論であり、関連する先行研究のレビューを行い、本論文の位置付けを示している。また、遺伝的構造・個体群・生物群集・生態系の階層のダイナミクスを同時に評価することの意義を解説している。

第 2 章では、深見池における枝角類プランクトン群集の長期ダイナミクスを明らかにするとともに、長期ダイナミクスに対する環境条件や生態条件の影響を評価している。コアサンプル中から得られた枝角類プランクトンの遺骸を属または種レベルまで同定して計数し、堆積物中に保存されたクロロフィルや栄養塩（全リン）も測定した。深見池が形成されてからしばらくは貧栄養の状態が続いており、底生性の枝角類が優占していた。その後、洪水に関連したイベントにより富栄養化が進行すると、浮遊性の枝角類に置き換わりが起きており、ボトムアップ効果による影響が見られた。近年になってさらに富栄養化が進行すると、一次生産が増加することでボトムアップ効果の影響は弱まり、新たに侵入してきたプランクトン食魚類の捕食によるトップダウン効果の影響が強まっていた。これらの結果は、湖沼生態系の長期ダイナミクスにともなったプランクトン群集の変化とその要因を、湖沼が形成された初期から解明したものであり、貴重な知見を提供していて高く評価できる。

第 3 章以降では、枝角類プランクトンの中でも、さまざまな環境変化に影響を受けやすいミジンコ (*Daphnia pulex*) に注目して研究している。先行研究によると、日本に生息する *D. pulex* は絶対単為生殖性であり、4 つの独立した遺伝系統から構成されている。第 3 章では、コアサンプル中から得られたミジンコの休眠卵を用いて、ミトコンドリア DNA の SNP マーカーを利用した集団遺伝学的解析を行っている。その結果、JPN1 系統で 2 つのハプロタイプが、JPN2 系統で 10 個のハプロタイプが検出された。そのうち、JPN2 系統の 1 つのハプロタイプが、個体群の定着初期から期間を通して優占していた。また、JPN1 系統のハプロタイプが近年侵入してきたものの、JPN2 系統との置換は起きていなかった。これらの

結果は、ミジンコ個体群の定着初期から 10 年以上にわたる遺伝的多様性を評価した貴重な知見を提供しており、高く評価される。また、遺伝的多様性の維持に関して今後のさらなる分析につながるものである。

第 4 章では、第 3 章で明らかにされた遺伝的構造に対して適応的な説明を与えるため、コアサンプル中から得られた *D. pulex* の尾爪と休眠卵卵鞘の形態から体サイズや対捕食者の防御形質を評価して検討を行なっている。その結果、平均的な体サイズは個体群の定着初期から期間を通して変化がなかったものの、成熟個体の体サイズは期間の中ほどで大きく、防御形質は期間の最初で大きくなっていた。魚類群集に関する知見と合わせて考えると、これらの変化は、プランクトン食魚類からの捕食に対する適応応答であると考えられた。また、第 3 章で見られた限られたハプロタイプの優占に対して、表現型可塑性が果たした役割の可能性を示唆しており、興味深い知見をもたらしていて評価できる。

第 5 章では、第 3 章で明らかにされた、JPN2 系統が優占する個体群への JPN1 系統の侵入成功について、2 系統の共存条件の視点から検討している。コアサンプルなどから得られた休眠卵を孵化させ、培養株を確立して室内実験に用いた。2 系統を餌不足の条件で競争させた結果、JPN2 系統の方が JPN1 系統より競争的に優位であり、光周期が短日条件では JPN2 系統の優位性が拡大していた。また、休眠しやすさを飼育実験で調べた結果、JPN1 系統の方が JPN2 系統より休眠しやすく、その傾向は短日条件でより顕著であった。これらの結果にもとづき、JPN2 系統は水中の個体群内では競争に優位だが、JPN1 系統は休眠に早く移行して堆積物中で休眠卵として生き残る可能性を指摘している。次に、室内実験の結果を考慮した数理モデルを構築し、2 系統の共存に必要な相互に侵入可能な条件を検討している。その結果、2 系統が相互に侵入可能な条件には、年による環境変動が必要であるものの、競争に劣位な JPN1 系統が休眠に早く移行するほど、2 系統が共存しやすいことを明らかにしている。これらの結果は、JPN2 系統が優占する個体群への JPN1 系統の侵入成功に一定の理解を与えるものであり、その成果は評価できる。

第 6 章は総合考察である。第 2 章から第 5 章までの研究結果を振り返り、遺伝的構造・個体群・生物群集・生態系の階層に見られたダイナミクスを議論している。本論文の独創的な点として、自然生態系において遺伝的構造から生態系に至る複数階層のダイナミクスを同時に評価している点、および、*D. pulex* 個体群の定着過程における捕食者の影響と防御の応答を評価している点が挙げられる。また、古陸水学的手法を用いた長期ダイナミクスの復元が、異なる階層間に見られる相互作用の解明に有効であることを議論している点も評価できる。

本論文は、枝角類プランクトンに焦点を当てて湖沼生態系の長期ダイナミクスを古陸水学的手法により解明したものであり、いくつもの貴重な知見を提供しており高く評価できる。よって本論文は、博士（学術）の学位請求論文として合格と認められる。