

博士論文の内容の要旨

Abstract of Doctoral Dissertation

氏名 Full Name	岡本 聖矢
学位名 Name of Degree	博士 (理学/SCIENCE)
学位授与年月日 Date of The Degree Conferral	2022年 3月20日/March 20th
論文題目 Dissertation Title	モンカゲロウ <i>Ephemera</i> 属 3種における進化生態学的研究

(博士論文の内容の要旨 Abstract of Doctoral Dissertation)

地球上の様々な生態系において多様な生物種が進化し、現在までにおよそ 200 万種が記載されており、未記載種は少なくとも数千万種にのぼるとされる。これらは、種分化と絶滅を繰り返しながら、現在のような種多様性やそれぞれの分布パターンを構築してきたと考えられる。1 つの生物系統を構成する複数の集団において、それぞれが異なる環境条件に適応するようにニッチ分化が生じ、やがては種分化に至るような事例は数多く報告されてきた。このようなニッチ分化は種多様性の創生に直結するものであるため、ニッチ分化機構の究明は「多種共存」や「種多様性創出」における重要な課題と言える。種間でのニッチ分化はあらゆる生態系で普遍的に生じていると考えられるが、河川生態系では水系内の上流-下流にかけての環境勾配やネットワーク内の相対的位置づけを「数量的」に評価しやすく、生物種に関わる要因の評価が比較的容易に行える点で優れたモデル系である。「棲みわけ」の原点であるヒラタカゲロウ類の多種共存に関わる観察結果は、河川系で得られたものであった。本研究では、この河川系の流程に沿って分布域が異なることが経験的・断片的に知られてきた近縁種群である日本列島産の 3 種のモンカゲロウ類（フタスジモンカゲロウ *Ephemera japonica*, モンカゲロウ *Ephemera strigata*, トウヨウモンカゲロウ *Ephemera orientalis*）に着目し、各種の生態的ニッチと集団構造・遺伝構造の追究を試みた。

第I章では、日本列島内の全国 109 水系の河川を対象とする「河川水辺の国勢調査」と研究室のデータベースを統合した“Megadata”のモンカゲロウ属 3 種の分布に関わる 1,670 の地点データと環境要因の関連性を GIS (Geographic Information System 地理情報システム) を用いて分析した。その結果、日本列島のどの地域でも基本的に上流-下流にかけてフタスジモンカゲロウ-モンカゲロウ-トウヨウモンカゲロウの順に「流程分布」傾向が示された。さらにその分布は、標高・河床勾配・河川規模 (河川次数・集水域面積) と強く関連づけられることが明らかとなった。

続く第II章では、モンカゲロウ属 3 種の流程分布パターンの決定要因と形成要因を地理的ファインスケールで究明した。モンカゲロウ類の全 3 種が分布し、棲息密度も高い岡山県の旭川水系を調査対象の水系として選定し、水系内のモンカゲロウ属 3 種の集団構造と環境要因との関係性を地理的ファインスケールの下で、徹底的に調査した。その結果、第I章における分析では 3 種の分布パターンとの関与が評価された標高や河床勾配、河川規模 (ワイドスケール要因) と 3 種の「流程分布」パターンに関する傾向は、旭川水系においても合致した。興味深いことに、より詳細な調査項目として設定した底質状態や周辺植生 (ファインスケール要因) の 3 種間の種構成に対する相対的な寄与率は、ワイドスケール要因よりも高いという結果が得られた。そしてモンカゲロウ属 3 種の流程分布傾向に反する傾向は、このファインスケール要因によって説明することができた。

第III章では、空間的スケールに時間的スケールも加えて、近縁 3 種間の流程分布パターンの形成に対し、種間相互作用が機能しているのかを徹底的に追究した。この研究では、水系内の上流域において種同士の分布域が重複し、種間のニッチ重複も大きいと予想される姉妹種 (フタスジモンカゲロウとモンカゲロウ) に着目した。長野県の女鳥羽川において、幼虫の棲息密度・バイ

オマスと成虫の羽化量を時系列で調査した結果、種間の分布形成には種間相互作用（棲息場所を巡るせめぎあい）も寄与していることを示唆した。この成果は、従来の水生昆虫の分布パターン形成の知見に新たな洞察を提供した。

第IV章では、近縁種間のニッチ分化が反映された「流程分布」パターンをもつモンカゲロウ類の近縁3種間での遺伝構造を詳細に比較・追究した。この結果、各種の遺伝構造は、生態的ニッチやその結果である分布パターンの傾向ともよく合致する結果であった。加えて、種ごとの分布域特性と関連した遺伝的多様性維持のメカニズムも近縁種間で異なる傾向が示唆された。

本研究は、水生昆虫類の「棲みわけ」的分布の実態を究明し、近縁種間の「多種共存」、「ニッチ分化」プロセスに関する基盤的理解に貢献するものである。そして、単に分布パターンや遺伝構造の記述に留まらず、種群の系統的背景や環境の選好性といった観点についても包括的に追究した点は重要である。I-IV章の結果から、モンカゲロウ種群は「流程分布種」と言っても差し支えないモデル的生物種であり、今後の水生昆虫類の種の多様化プロセスを検討する上でも重要な種群であることが明らかになった。