

(続紙 1)

京都大学	博士（理 学）	氏 名	中 川 光
論文題目	Factors affecting spatio-temporal patterns in temperate stream communities （温帯河川群集の時空間パターンに影響する要因）		
（論文内容の要旨） 自然界の生物群集では、複数の時空間スケールに対応する各種の生物的・非生物的要因が、様々な場面でその形成過程に影響しうる。そうした各種の要因がどのような群集構造特性にどう影響しているのかを具体的に明らかにしていくことは、群集を構成する種多様性の形成機構の理解のために重要である。本研究では、温帯河川中流域の魚類とその餌生物を中心とした群集において、魚類のニッチ利用パターンと魚類－餌生物間の捕食被食関係に注目し、それらの時空間的な構造の形成要因の探索を行った。 まず、由良川中流域上部における優占 7 魚種食物および微生息場所利用傾向を日周変化を含めて明らかにした（第 1 章）。また、得られた観察結果に基づいて、日周的な資源利用傾向の種間差が競争関係の緩和に寄与しうるのかを検討した。その結果、各魚種はそれぞれ特徴的な食物および摂餌場所の利用傾向を示し、藻類専食者 1 種以外では、特に夏、昼夜で明瞭な摂餌行動の変化が観察された。しかし、特定の餌資源を複数の魚種が時間的に使い分ける傾向はなく、その資源が利用しやすいと予想される時間帯に集中する傾向を示した。そのため、日周スケールの各魚種の行動変化は種間競争の緩和に寄与しないと推察された。 次に、魚類の生息場所の利用について複数の空間スケールで異なる要因が同時に作用することを明らかにするため、小さな空間スケール（<400 m）だけではなく、より大きな空間スケール（400–40,000 m）のパターンを含めて調査を行った（第 2 章）。その結果、各魚種の分布は河川流程の特定の地点に偏る傾向を示し、大きなスケールでの生息場所利用の種間差が見られた。また、大きな空間スケールでは、魚類の種構成に有意な空間自己相関パターンが検出されるとともに、種構成の類似度がおおよそ 10 km より大きなスケールで急激に減少し、距離による個体の移動分散制限が群集のパターン形成に影響することが示唆された。このことから、局所スケールの魚類の種構成は、より大きな空間スケールの各魚種の生息場所選択と移動分散のプロセスに影響されると推察された。 最後に、由良川中流域上部における各種の生物的・非生物的要因の季節変化が食物網構造のパターンに与える影響を明らかにするため、優占 7 魚種と餌生物の捕食被食関係を詳細に調べた（第 3 章）。その結果、魚類の主要な餌である底生動物種は季節的に入れ替わっており、各季節において、体サイズが大きく成長した底生動物が集中して魚類に捕食される傾向があった。これを反映して、多くの底生動物種で各魚種との捕食被食関係が強くなる期間は、生活史の一部の時期に限定されていた。このことから、魚類による各餌生物への捕食圧は、異なる季節性をもった多くの底生動物種に分散されていると考えられ、その結果、食物網の相互作用強度は弱い方向に偏った分布を示すこととなった。 以上から、温帯河川群集について、（1）魚類においては、複数の空間スケールを考慮した場合には比較的明瞭なニッチ分割パターンが存在すること、そして（2）底生動物の季節性に起因する魚類の捕食圧の分散により、魚類－餌生物間の相互作用が低いレベルで抑えられていることが示唆された。これらの要因は、魚種間の競争機会を減らすこと、そして魚類による特定の底生動物種の食い尽くしを生じにくくすることで、いずれも温帯河川中流域における多種共存の維持に貢献していると推察された。			

(論文審査の結果の要旨)

生物群集における多種共存には、競争、捕食・被食などの生物間相互作用や、環境の異質性、変動性など、生物的・非生物的要因がさまざまな時空間スケールで関与していると考えられている。しかし、その複雑性のため、群集構造の形成機構については、包括的な理解に至っていない。本申請論文は、温帯河川中流域の複雑な魚類と底生動物群集を対象に、複数の時空間スケールを考慮に入れた野外調査と試料・データ解析に基づき、群集構造の形成に影響を与える要因を明らかにすることを目指したものである。

本論文は、京都市北部、京都大学芦生研究林周辺の由良川で行われた3つの研究から構成され、それらに基づき、温帯河川中流域の群集構造形成について総合的に論じている。最初の2つの章は魚類群集のニッチ利用パターンに関する研究であり、もう1つの章は、魚類とその主要餌生物である底生動物の捕食被食関係の季節動態に関する研究である。

まず、本論文では、由良川中流域上部における優占7魚種について、食物と微生物場所の2つのニッチ軸について、日周変化も考慮に入れた調査・解析が行われた。各魚種はそれぞれ特徴的な食物および摂餌場所の利用傾向を示し、特に活動性が高い夏季には、ほとんどの魚種において昼夜で明瞭な摂餌行動の変化が観察された。しかし、特定の餌資源を魚種間で時間的に使い分ける傾向は見いだせず、むしろその資源が利用しやすい時間帯に複数種の利用が集中していた。これらから、日周スケールの各魚種の行動変化は種間競争の緩和に寄与していないと結論された。

次に魚類の局所群集構造の形成機構について、局所的 (<400 m) および広域的 (~40 km) な空間スケールを同時に考慮することにより、検討がなされた。これら2つの空間スケールの間で、群集組成の空間的変化パターンや、物理環境要因と空間 (距離・配置) 要因の貢献度を比較することで、個体レベルの広域な移動分散に対する制限が局所群集組成の決定に影響していることが見いだされた。

最後に、魚類と底生動物の捕食被食関係を1年間にわたり詳細に調べ上げ、食物網構造の季節動態を解明した。底生動物種は季節的に入れ替わっており、各季節において、魚類は、体サイズが大きく成長した底生動物を集中して捕食する傾向があった。そのため、魚類による捕食圧は、異なる季節性をもった底生動物種に分散されることになり、その結果、食物網の相互作用強度は弱い方向に偏っていた。これまでの理論予測によれば、この結果は底生動物群集における多種共存に貢献している可能性がある」と結論された。

本研究では、温帯河川群集において、これまでにないレベルの包括的かつ詳細なデータに基づく解析がなされている。またそのデータ解析においては、近年の理論および統計手法の発展を大きく取り入れ、先進的な取り組みがなされている。その結果、調査地域の魚類群集においては、複数の空間スケールを考慮すれば、比較的明瞭なニッチ分割パターンが存在し、従来考えられてきたよりも競争機会が抑えられていること、そして底生動物の季節性に起因する魚類の捕食圧の分散が、底生動物の多種共存を保証している可能性を示している。本論文の成果と膨大なデータは、今後の研究に大きな影響を与え、活用されると考えられる。また長期にわたる過酷な野外調査から膨大な試料処理およびデータ解析までをほぼ独力で成し遂げた申請者の研究能力と資質は高く評価される。

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、平成25年1月21日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。