

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	酒井 陽一郎
論文題目	Spatio-temporal dynamics of planktonic food webs in the coastal ecosystem of Lake Biwa (琵琶湖沿岸域におけるプランクトン食物網の時空間動態)		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究は、琵琶湖沿岸域の環境異質性に着目し、湖沼生態系の中間餌生物であるプランクトン群集により形成される食物網の時空間動態、および、捕食者である魚類との栄養関係を安定同位体手法にて調べた。</p> <p>まず、琵琶湖沿岸域のプランクトン群集の基盤的餌資源の質と量の時空間変動を調査した。沿岸水塊の懸濁態有機物は、主に植物プランクトンおよび陸起源有機物によって構成されていた。動物プランクトンの餌質を左右する陸起源有機物の濃度は大きな時空間変動を示し、集水域の農業活動および湖岸の物理環境の影響を受けることが明らかとなった。</p> <p>次に、プランクトン群集の食物連鎖長の時空間変動を規定する要因について調べた。プランクトン食物連鎖長は、大型動物プランクトンの群集組成によって空間的に大きく変異した。また、同じ群集組成でも季節によって栄養段階には 1 段階以上の差が見られ、原生動物の現存量が増加する 5 月にプランクトン食物連鎖長が伸長した。この時期は、水田由来の陸起源有機物が流入する時期に一致し、陸起源有機物を起点とした微生物ループの介在がプランクトン食物連鎖長を伸長させる可能性が示唆された。高い移動能力をもつ捕食魚は、複数の生息地で餌となる大型動物プランクトンを摂食することにより、食物網構造の空間異質性を平均化する効果を示した。</p> <p>さらに、野外調査の結果を踏まえて、捕食魚の摂食機能の多様性がプランクトン群集の食物網に与える影響を評価する室内実験を実施した。プランクトン食物網の構造特性を多面的に評価するため、以下の食物網指標を用いた：1) プランクトン群集の最高栄養段階 (FCL)、2) 捕食者-被食者体サイズ比 (PPMR)、3) 生物量でサイズ別に重み付けした平均栄養段階 (TL_{avg})。実験の結果、魚類の摂食機能の組み合わせに応じて、プランクトン食物網は有意に改変されることが明らかとなった。また、捕食魚に対するプランクトン食物網の応答性は、3つの食物網指標間で異なるパターンを示した。FCLとPPMRは簡便かつ様々な生態系間で比較可能な指標となりうる反面、食物網を量的に評価する指標として不適であった。一方、TL_{avg}は、食物網内のエネルギー流を反映する量的指標として有望であったが、一次生産者の生物量に左右されやすいという短所もあった。</p> <p>本研究は、従来の湖沼食物網研究において動物プランクトンという単一ギルドとして扱われてきた中間餌生物の栄養構造が階層化することにより、単一湖沼内でさえ食物連鎖長が伸縮しうることを明らかにした。また、湖沼食物網の変動性は、湖沼自身が有する内因的な特性だけでなく、集水域の人間活動に起因する地域的・季節的な異地性流入によってももたらされることを示唆した。さらに、プランクトン群集によって形成されるサイズ・バイオマス・栄養構造は、捕食者の単なる密度だけでなく、その機能的多様性によって無視できない影響を受けることを実証した。生物の捕食・被食関係を介したエネルギー流の総体である食物網の動態を理解するには、対象とする生物の移動能力や代謝速度を考慮して、適切な空間・時間スケールを設定すること、ならびに、研究目的に適った食物網指標を用いることが必要である。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

申請者は、湖沼食物網の時空間変動をもたらすメカニズムを理解するために琵琶湖を対象として野外調査および室内実験を実施した。湖岸景観および集水域の土地利用の地理的異質性に富む沿岸帯に焦点を当て、多地点一斉観測調査により、沿岸帯に形成される動物プランクトン群集の餌源となる懸濁態有機物の起源を安定同位体混合モデルに基づいて推定することを試みた。湖沼食物網の基盤資源となりうる陸起源有機物の相対的重要性が地域や季節によって大きく変動することを実証し、その変動メカニズムとして、集水域における水田由来の濁水が河川を通じて流入するプロセスの重要性を明らかにした。これまで、集水域の土地利用が湖沼の水質に及ぼす影響は数多く報告されてきたものの、湖沼生態系の食物網基盤資源としての懸濁態有機物に対する農地由来の陸起源有機物の寄与を定量的に評価した研究は限定的であった。アジアモンスーン地域に特有の水田農業が湖沼生態系に及ぼすインパクトおよびそのプロセスを明らかにした成果は特筆に値する。

また、申請者は、動物プランクトンの局所群集間でその平均栄養段階に大きな地域的・季節的変異が存在することを見出し、肉食性大型動物プランクトンの組成比や季節的な陸起源有機物の多寡によって平均栄養段階が変異することを明らかにした。従来の湖沼食物網研究において、動物プランクトンは単一の栄養ギルドとみなされることが多かったが、本研究は、その群集内部に多様な摂餌機能群が存在し、栄養構造が階層化することで食物連鎖長が伸縮しうることを示唆した。食物連鎖長は、食物網の構造指標として、その変動メカニズムが古くから議論されてきた。従来、食物連鎖長は生態系の生産性やサイズなど内的特性によって規定されると考えられてきたが、本研究は人為攪乱と関連した異地性流入が食物連鎖長を変化させる要因となりうることを指摘した点で食物網研究のみならず保全生態学的にも興味深い。

さらに、申請者は、環境を制御した実験下で、捕食者となる魚類の存在が食物網に及ぼす影響を検証することに成功した。これまで、食物網研究において魚類の存否や密度を操作する実験は数多く行われてきたが、摂餌機能の多様性を操作することによって、プランクトン群集のサイズ・バイオマス・栄養構造の観点から食物網の変化を定量的に評価した研究はほとんどなく、学術的にも価値ある成果と評価された。

申請者の一連の研究は、複雑な食物網の変動メカニズムを理解する上で重要な知見を提供するとともに、今後の食物網研究の発展に大きく貢献すると期待される。以上より、研究内容を総合的に勘案した結果、本申請論文を博士(理学)の学位論文として価値あるものと評価した。また、平成25年5月1日に学位論文の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。

要旨公開可能日： 年 月 日以降