

學位審查報告書

(ふりがな) 氏 名	かるべ じんいち 莉 部 甚 一
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 生物科学 専攻
（学位論文題目） A study on spatial heterogeneity of macroinvertebrate community and food web in the littoral zone of Lake Biwa using stable isotopes （安定同位体比を用いた琵琶湖沿岸における底生動物群集と食物網の空間異質性に関する研究）	
論 文 調 査 委 員	（主査） 陀安 一郎 准教授 曾田 貞滋 教授 奥田 昇 准教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博士（理 学）	氏 名	荻 部 甚 一
論文題目	A study on spatial heterogeneity of macroinvertebrate community and food web in the littoral zone of Lake Biwa using stable isotopes （安定同位体比を用いた琵琶湖沿岸における 底生動物群集と食物網の空間異質性に関する研究）		
（論文内容の要旨）			
本論文は、底生動物の炭素、窒素、硫黄安定同位体比および群集構造に着目して、琵琶湖沿岸帯の食物網構造を調べたものである。第2章では巻貝と二枚貝の炭素、窒素安定同位体比と集水域の土地利用の関係について調べた。巻貝の窒素安定同位体比は集水域の人口密度と有意な正の相関があった。一方で、二枚貝の炭素同位体比には集水域の水田割合との間に負の相関が見られた。これらの結果は、琵琶湖沿岸の底生動物の安定同位体比が栄養塩、有機物負荷の指標となることを示していた。第3章では、琵琶湖沿岸帯の底生動物群集構造と食物網における底生藻類依存割合の空間異質性について明らかにした。その結果、底生動物群集構造の多様性は底質が礫質になるほど高くなることが分かった。また、それと同時に藻類食者が多くなる傾向が見られた。底生動物群集の底生藻類への依存割合は出現分類群数と有意な正の相関が見られた。これらの結果は、底質に依存して底生動物群集は変化し、それに伴って食物網構造が異なることを示唆した。第4章では、琵琶湖沿岸の植生帯において、硫黄安定同位体比を用いた食物網解析を試みた。その結果、貧酸素環境の植生帯では、植物プランクトンの硫黄源となる硫酸と堆積物の硫黄同位体比に大きな差が見られた。また、消費者のユスリカ科幼虫は水中の硫酸と、巻貝は堆積物に類似した硫黄同位体比であった。これらの結果は、貧酸素環境の植生帯では堆積物中の還元態硫黄が食物網に取り込まれていることを示していた。このことから、植生帯では底生動物にとって水生植物由来の有機物を含む堆積物も重要な餌資源となっていることが分かった。 本研究により、底生動物の安定同位体比から琵琶湖沿岸帯の食物網構造が明らかとなった。また、その沿岸帯食物網構造は、環境に依存した底生動物群集構造の空間異質性の影響を受けて変化していることが分かった。湖沼沿岸帯は、生活・農業・工業排水の流入や湖岸開発などの人為的な影響を強く受けている環境である。本研究で示した底生動物の炭素、窒素、硫黄安定同位体比は、湖の集水域からの栄養塩・有機物負荷、および湖岸の貧酸素化による硫黄循環過程の変化を反映していた。したがって、湖沼生態系管理において、底生動物の炭素、窒素、硫黄安定同位体比が、人間活動に伴う環境改変に対する生態系の応答、特に、物質循環過程、食物網構造の変化を知るための有効な指標となるといえる。 （論文審査の結果の要旨） 湖沼の沿岸帯は、人間の活動に伴う生活廃水などの人為影響によって最も影響を受けやすい生態系の一つである。しかしながら、湖沼生態系の研究は沖帯を中心としておこなわれてきており、環境条件が複雑かつ不均一である沿岸帯生態系は研究が遅れている。本研究は、世界で数少ない古代湖の一つであり固有種をたくさん有する琵琶湖において、その複雑な沿岸帯生態系の不均一性を炭素・窒素・硫黄の安定同位体比を指標として明示し、食物網構造および物質循環過程を解明しようとしたものである。本研究では特に、湖沼沿岸帯に生息する底生動物に着目した。その理由は、浮遊藻類			

や付着藻類といった一次生産者などと比較すると、より長期的・平均的な同位体指標になりうること、また魚類などと違い定着性が高いので場の指標となりやすいことにある。炭素安定同位体比は、捕食関係で大きく変化しないことから一次生産者の炭素源を表し、窒素同位体比は捕食関係で約 3.4‰ 上昇するため栄養段階を示すと考えられている。また硫黄同位体比は、還元的条件下でおきる硫酸還元に伴って大きな同位体分別が起きる一方、捕食関係では大きく変化しないことから酸化・還元状態を示すことが期待される。

第 2 章では、沿岸帯の環境条件を大きく規定する流入河川のあるなし、また流入河川の影響を受けている河口域ではその流入河川特性によって沿岸態食物網がどのように影響を受けているかを研究した。その結果、巻貝の窒素安定同位体比は集水域の人口密度と有意な正の相関があり、その一方で、二枚貝の炭素同位体比には集水域の水田割合との間に負の相関が見られた。この結果は、巻貝の窒素同位体比は集水域の無機窒素負荷に関する指標になること、また二枚貝の炭素同位体比は集水域の有機炭素負荷に関する指標になることを示唆する。

第 3 章では、第 2 章と同じ調査地点における底生動物群集の群集構造について多変量解析手法を用いて研究した。その結果、底生動物群集構造の多様性は底質が礫質になるほど高くなることが分かった。また、それと同時に藻類食者が多くなる傾向が見られた。底生動物群集の底生藻類への依存割合は出現分類群数と有意な正の相関が見られた。これらの結果は、底質に依存して底生動物群集は変化し、それに伴って食物網構造が変化することを示唆した。特に、人間影響の少ない生態系では礫存在下で底生動物の多様性が高く、それらが礫上付着藻類起源の食物連鎖構造につながっていることを意味する。

第 4 章では、硫黄同位体比を用いて湖沼沿岸帯の食物網を研究した。硫黄同位体比は陸水と海水の混合域である汽水域の生態系ではよく使われてきたが、陸水生態系での研究はほとんどなかった。これは、海洋に比べ陸水の硫黄濃度が少なく同位体分別があまり期待出来ないこと、硫黄同位体比を決定する地質要因と水系研究を統合した視点がなかったことに起因すると思われる。本研究はこの状況を踏まえ、琵琶湖の沿岸帯において酸化還元状態の違いによって硫黄同位体比が変化するであろうと考えられるヨシ帯をターゲットとした研究を行った。その結果、還元環境であるヨシ帯では、湖水中の硫酸に比べて非常に低い硫黄同位体比を持つ堆積物および底生動物が見つかった。その一方で、酸化環境であるヨシ帯では、ヨシ、底生動物、魚類の同位体比はともに湖水中の硫酸の同位体比と類似していた。これらの結果は、還元環境のヨシ帯では堆積物中において細菌による硫酸還元が生じていること、堆積物中の還元態硫黄が底生動物に取り込まれていることを示していた。これらのことから、ヨシ帯では底生動物にとってヨシ由来の有機物を含む堆積物も重要な餌資源となっていることが分かった。

本論文は、沖帯に比べ研究の少なかった湖沼沿岸帯に関して、琵琶湖の沿岸帯 30 地点以上という広域的・網羅的な調査を元に、底生動物群集の組成および安定同位体比を

用いた食物網構造の解明を行った。一つの湖のなかでこれだけ多様な沿岸帯食物網の解析を行った研究は今までにほとんどなく、沿岸帯の複雑な食物網研究として貴重な例を提供している。また、淡水域において、硫黄同位体比を用いて湖岸環境の酸化・還元状態を表現し、さらにそこに存在する食物網研究へと展開したものはほとんどない。本論文で展開された研究は、湖底の低酸素化、水草の繁茂による有機物負荷といった湖沼をめぐる近年の環境変化に対する研究手法として、今後の広い応用範囲が期待される。個々の調査地点における食物網の詳細な記述、硫黄循環における硫黄同位体比の変化過程など新たな疑問点は浮かんでくるが、これらはむしろ今後の研究課題とすべきものであろう。

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22年10月6日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。