

# 論文審査の結果の要旨

氏名 榎 洸

本論文は4章からなる。第1章はイントロダクションであり、湖沼や海洋などの沖合環境における有機物動態についての知見がまとめられている。沖合生態系は、光合成による有機物生産が活発に起こる有光層と、光が十分に届かず従属栄養過程が卓越する無光層からなる。無光層における有機物の動態は、栄養塩の回帰や酸素の消費に強い影響を及ぼすため、水域生態系の理解のうえで重要である。しかし、無光層に供給される有機物の起源や、変質・無機化機構に関する知見はきわめて乏しい。本研究では、湖沼や海洋における有機物の炭素・窒素安定同位体比の変動を調べることで、無光層における有機物の起源や変質・無機化過程を明らかにすることを目的とした、と述べられている。

第2章には、溶存態有機炭素 (DOC) の炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$  値) の季節的・鉛直的な変動を調べることで、琵琶湖の無光層に供給される準易分解性 DOC の起源を推定した、と述べられている。観測の結果、成層期に、高い  $\delta^{13}\text{C}$  値を持った準易分解性 DOC が有光層に蓄積することが明らかになった。循環期には、湖水の鉛直混合によって、DOC が無光層まで輸送され、それが翌年の成層期にかけて無機化された。同位体物質収支解析の結果、準易分解性 DOC の  $\delta^{13}\text{C}$  値が、夏季増殖期の植物プランクトンの  $\delta^{13}\text{C}$  値と整合的である一方で、流入河川水中の DOC の  $\delta^{13}\text{C}$  値とは有意に異なることが示された。以上のことから、夏季に、湖内の植物プランクトンによって生産された有機物が、準易分解性 DOC の主要な起源であることが明らかになった。本研究は、大型淡水湖における有機物循環の機構を、炭素安定同位体を用いた斬新なアプローチを用いて解明した点に新規性があり、湖沼の炭素循環を理解するうえで重要な意義を有すると評価される。

第3章では、湖沼および海洋における粒子態有機物 (POM) の変質過程を、化合物別アミノ酸窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$  値) を用いて解析した、と述べられている。一般に、無光層での POM の分解・無機化に伴い、 $\delta^{15}\text{N}$  値が上昇することが知られている。しかし、それが細菌の分解作用によるものなのか、あるいは動物プランクトンの捕食作用によるものなのかは不明のままであった。近年、動物プランクトンの代謝に伴う  $\delta^{15}\text{N}$  値の上昇の度合いが、アミノ酸の種類によって異なることが見出された。すなわち、タイプ1のアミノ酸 (AA-I) では  $\delta^{15}\text{N}$  値が顕著に上昇するのに対し、タイプ2のアミノ酸 (AA-II) では  $\delta^{15}\text{N}$  値

の上昇の程度が小さい。一方、細菌については、AA-I と AA-II の  $\delta^{15}\text{N}$  値の変動パターンについての知見が乏しい。本章では、まず、海洋細菌を、異なる基質条件下で培養し、化合物別アミノ酸の  $\delta^{15}\text{N}$  値の変動を調べた。その結果、グルタミン酸を基質とした場合、AA-I、AA-II とともに  $\delta^{15}\text{N}$  値が顕著に上昇し、動物プランクトンの場合とは大きく異なることが明らかになった。この結果は、細菌と動物プランクトンのアミノ酸代謝経路の違いによって説明された。次に、海洋（相模湾）および湖沼（琵琶湖）において、POM の化合物別アミノ酸の  $\delta^{15}\text{N}$  値の変動を調べた。その結果、相模湾では、有光層から無光層にかけて、AA-I の  $\delta^{15}\text{N}$  値は大きく上昇するが、AA-II の  $\delta^{15}\text{N}$  値はほとんど上昇しないことが示された。対照的に、琵琶湖では、有光層から無光層にかけて、いずれのタイプのアミノ酸も  $\delta^{15}\text{N}$  値が大きく上昇した。以上のことから、相模湾では動物プランクトンが、琵琶湖では細菌が、それぞれ有機物の変質・無機化に大きく寄与していると推察された。本章の研究は、化合物別アミノ酸の  $\delta^{15}\text{N}$  値の変動を解析するための同位体モデルを新たに構築し、それをを用いることで、有機物の無機化と変質に対する細菌と動物プランクトンの相対的な寄与を推定している点に新規性があり、水圏環境における有機物動態の解明のうえで重要な意義を有すると判断される。

第4章では、第2章と第3章の成果を総括するとともに、今後の研究の方向性として、本研究が提案した同位体モデルの精緻化と検証が必要であることが指摘されている。以上の研究成果は、これまで研究の乏しかった、無光層における有機物の動態とその支配機構を、各種安定同位体比に基づく新規アプローチを用いて追及したものであり、水圏生態系における物質循環機構の理解の深化に大きく貢献するものと判断される。

なお、本論文の第2章は、金詰九、由水千景、陀安一郎、宮島利宏、永田俊との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。