

氏名(本籍)	よしむらかずや (東京都)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第5158号		
学位授与年月日	平成21年5月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Experimental Study on Early Diagenetic Processes of Marine Phyto- and Zooplanktonic Lipid Materials (海洋植物および動物プランクトン脂質の初期続成過程に関する実験的解析)		
主査	筑波大学教授	理学博士	濱 健 夫
副査	筑波大学教授	工学博士	福 島 武 彦
副査	筑波大学教授	理学博士	佐 藤 忍
副査	筑波大学教授	理学博士	白 岩 善 博

論 文 の 内 容 の 要 旨

海洋の炭素循環は、地球表層の炭素循環に大きく寄与する。海洋の炭素循環を理解する上で、海洋の有機物動態を解明する事は重要である。海洋の有機物は、その90%以上が溶存態有機物(DOM)として存在する一方、主な起源は植物プランクトンによる光合成生産であり、主に懸濁態有機物(POM)として生産される。また、動物プランクトンによる植物プランクトンの摂食速度は、植物プランクトンによる生産速度の100%を超える値が数多く報告されている。そのため植物プランクトンと同様、動物プランクトンは主要なPOMの起源と考えられる。プランクトンにより生産されたPOMは、続成過程でその大部分が無機化される一方、一部が安定なPOM、もしくはDOMとして残存するが、その分解/溶存化過程について詳細は明らかとなっていない。POMとDOMは海洋の炭素循環において、それぞれ異なる役割を有する事から、プランクトンとしてのPOMからDOMへかけた分解/溶存化過程を解明する事は、海洋の有機物動態を把握する上で重要である。

脂質は、プランクトンの主要な生体構成成分の一つであり、特定の脂質分子はバイオマーカーとして有機物の起源推定に広く用いられている。この様に、脂質の分子レベルでの分析は、海洋の有機物の動態を解明する上で有用な手法である。しかしながら、プランクトンを起源とした脂質の続成過程について、詳細は明らかとなっていない。さらに近年、放射性炭素年代(^{14}C)の非常に古い溶存態脂質の存在が、様々な海域で報告されているが、その起源ははまだ解明されていない。本研究では、プランクトンを起源とした有機物、特に脂質に着目し、その初期続成過程における動態を解明するため、植物、及び動物プランクトンの分解実験を行った。植物プランクトン群集は、東京湾から採水した表層水に栄養塩類と $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ を添加後、これを蛍光灯下に保持して培養し、植物プランクトン起源の有機物を ^{13}C で標識した。培養後、試水は暗所に保持し、植物プランクトン群集が生産した有機物の分解実験を行った。動物プランクトン群集は、東京湾表層からプランクトンネットを用いて採集後、凍結乾燥した。動物プランクトン試料は、バクテリア群集(ろ過($0.7\mu\text{m}$)表層水)と共に人工海水に添加し、これを暗所に保持して分解実験を行った。植物・動物プランクトン有機物、及び脂質の分解・溶存化特性は、POM・DOM画分中の有機物、脂質クラスの炭素濃度を、経

時的に測定して評価した。加えて、自然海水中の溶存態脂質に対する、植物プランクトンが生産した脂質の寄与についても検討した。植物プランクトンが生産した有機炭素 (P-OC) は、分解過程において溶存態有機炭素 (DOC) として蓄積・残存した。一方、植物プランクトンが生産した脂質 (P-LC) の大部分は POM として残存した。動物プランクトンの有機炭素 (OC)、及び脂質炭素 (LC) も、P-OC、P-LC と同様の分解／溶存化特性を示した。以上の結果から、起源となるプランクトン (植物、動物プランクトン) に関わらず、プランクトン有機物は安定な DOM を形成し、DOM として蓄積・残存する一方、脂質は POM として残存しやすい事が示された。懸濁態脂質について、脂質クラスの分解性を評価した結果、リン脂質 (PL) はトリグリセライド (TG) よりも安定である事が、植物、及び動物プランクトン有機物の両分解実験において確認された。以上から、貯蔵性脂質 (TG) は初期続成過程で速やかに無機化される一方、構造型脂質 (PL) は TG に比較して深層に輸送されやすい事が示唆された。

P-LC の減少速度は、P-OC よりも高い値を示し、脂質は全有機物よりも易分解である事が示された。この脂質の高い分解性は、動物プランクトン有機物の分解実験でも確認された。しかしながら、植物、及び動物プランクトン有機物のバイオマーカーとして、沈降粒子の起源推定に広く用いられる植物プランクトンの PL、及び動物プランクトンのワックス (W) は、分解実験の後期において、それぞれ P-OC、及び動物プランクトン OC と同程度の分解速度を示した。その結果、分解実験の後期における PL/P-OC 比、及び W/動物プランクトン OC 比は、ほぼ一定の値を示した。従来、沈降粒子中の有機物に対する、植物、及び動物プランクトン有機物それぞれの寄与は、バイオマーカーを用いた定性的評価に限定されていた。しかし本研究において、バイオマーカー／OC 比が、ある程度 (数日間) の続成過程を経て一定の値を示した事から、バイオマーカー／OC 比は、沈降粒子中の有機物に対する、植物、及び動物プランクトン有機物それぞれの寄与を、定量的に評価する上で有用である事が示唆された。

植物プランクトン有機物の分解実験における試水には、植物プランクトンにより生産された脂質 (P-LC) の他、もともと試水中に含まれていた自然海水中の脂質 (LC) が存在している。自然海水中に存在する溶存態脂質の起源を推定するため、DOM 画分の P-LC と LC について、脂質クラス組成を比較した結果、LC には P-LC と異なり、石油などの化石様脂質の存在が示唆された。しかし、LC の大部分 (約 80%) の脂質クラス組成は、P-LC の脂質クラス組成と非常に類似していた。以上の結果から、植物プランクトン脂質が、自然海水中に含まれる溶存態脂質の主要な起源であると考えられる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

著者は本論文において、植物プランクトンおよび動物プランクトンの脂質成分の初期続成過程における溶出および分解過程を明らかにするため、海洋の植物・動物プランクトンを用いた実験的な解析を行った。その結果、本研究により、1) 植物および動物プランクトンの有機炭素は分解過程において、主として溶存態有機物として蓄積するのに対して、脂質の多くは懸濁態有機物として残存すること、2) 分解過程における脂質量の減少速度は、有機炭素全体よりも高く、脂質は平均的に高い分解性を有していること、3) 植物プランクトンの極性脂質および動物プランクトンのワックスは比較的分解性が低く、有機物のバイオマーカーとして利用できる可能性があること、4) 海水中の溶存脂質の主な起源は、植物プランクトン脂質であると考えられること、が明らかとなった。

本研究を通して、海洋生態系における低次生産者である植物プランクトンおよび動物プランクトンの有機物および脂質の続成過程におけるサイズ組成の変化、およびその変化が海洋有機物および脂質のサイズ組成に与える影響について、新たな知見を得ることができた。これらの知見は、海洋における有機物の続成過程に関する今後の解析において基準となる情報を含んでいるものであり、高く評価できる。更に、続成が進

行した有機物を多く含む海洋深層や海底堆積物などに存在する有機炭素の起源について、本研究で得られた有機炭素とマーカー脂質との比を用いて解析することにより、定量的な解析が大きく進展するものと期待される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものとして認める。