

氏名(本籍)	はな まち ゆう じ 花 町 優 次 (茨 城 県)
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	博 甲 第 4855 号
学位授与年月日	平成 20 年 11 月 30 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	<b>Changes in the Chemical and Size Composition of Phytoplanktonic Organic Matter during the Microbial Decomposition Process</b> (植物プランクトン有機物の微生物分解過程における化学およびサイズ組成の変化)
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	法政大学教授 農学博士 鞠 子 茂

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

植物プランクトンによって生産された有機物の分解過程は、水圏だけでなく、地球表層の物質循環において非常に重要な役割を担っている。有機物の分解過程はその組成によって大きく影響を受けると考えられるため、本研究は植物プランクトンによって生産される有機物の組成と、その分解過程の関係を明らかにする事を目的とした。

植物プランクトンによって水柱の表層で生産された有機物は、植物プランクトンの活性が弱まった場合、凝集体を形成して深層へ沈降していく。この凝集体は沈降粒子と呼ばれ、その沈降は表層から深層への有機物の輸送を意味する。沈降粒子は沈降中にバクテリアによる分解を受け、その分解量の変化は深層への有機物輸送量を変化させる。沈降粒子が深層へ達する前に受ける分解の程度には、その起源である植物プランクトンの有機物組成が大きく影響を与える可能性がある。植物プランクトンは主に炭水化物、タンパク質及び脂質の三種類の有機物から構成されており、それぞれの有機物はさらに中性糖、アミノ酸及び脂肪酸によって主に構成されている。従って、これらの有機物の分解性についての研究は、植鞠プランクトン由来有機物の分解性と分子組成の関係性を理解するために特に重要であると考えられる。そこで本研究では第一の実験として、植物プランクトン（ミクロキスティス及び珪藻）由来の有機物の微生物分解過程を再現し、その過程における懸濁態有機物 (Particulate Organic Matter: POM) 中の三種類の有機物の組成変化を 60 日間にわたって解析した。

植物プランクトンの分解過程の初期 (0-7 日目) において、POM 中の中性糖の濃度はアミノ酸及び脂肪酸に比べて急激に減少した。中性糖の中ではグルコースが特に顕著に減少していた。グルコースを主成分とする炭水化物としては貯蔵性グルカンが考えられる。従って、植物プランクトンを構成する有機物の中では、貯蔵性グルカンが最も易分解であることが示唆された。従って、植物プランクトンが貯蔵性の炭水化物を多く含んでいる場合、深層へ輸送される有機物の割合は小さくなることが予想される。

また、植物プランクトンを構成する有機物の組成は種類によって異なっていたが、60 日間の分解を通して、

その違いは不明瞭になった。この結果は植物プランクトンを形成する有機物のうち、易分解な画分は植物プランクトンの種類によって異なる組成を持っているが、難分解な画分は同じような組成を持っている可能性がある事を示している。また、バクテリア由来の有機物が付加される事によって難分解な有機物の組成が似たものになるという可能性も考えられる。

植物プランクトンはまた、POMだけでなく、溶存態有機物（Dissolved Organic Matter: DOM）も水柱に供給する。その直接的な過程としては細胞外放出、及び細胞のリシスが考えられる。また、植物プランクトン由来の有機物を取り込んだバクテリアが放出するDOMも、間接的ではあるが植物プランクトンに起源を持つといえる。DOMは水塊の鉛直混合によって深層に輸送される。その輸送量はDOMの分解性に影響を受け、DOMの分解性はその分子組成によって変化すると考えられる。海洋のDOMについては、分子量と分解性の間に関係があり、低分子量（Low Molecular Weight: LMW-）DOMの方が高分子量（High Molecular Weight: HMW-）DOMより難分解である事が知られている。従ってDOMの分解性はその分子サイズ組成と関係があると考えられる。しかし、植物プランクトンによって生産されたばかりの“新鮮な”DOMにおけるサイズ組成と分解性の関係はまだ知られていない。そこで、本研究では第二の実験として、植物プランクトンに由来する有機物の分解実験を60日にわたって行い、実験中のDOMのサイズ組成の変化を解析した。

植物プランクトンの細胞外放出やリシスによって生じたDOMは、主にLMW-DOMから構成されていた。しかし、それらは非常に易分解な性質を持っていた。この結果は、海洋DOMに見られる分子量組成と分解性の関係は、新鮮なDOMではまだ確立していないことを示している。分解実験の後期（7-60日目）においては、DOMはLMW-DOMが優占する組成に変化していった。この結果は難分解なLMW-DOMがバクテリアによって生産される可能性がある事、また、植物プランクトンに由来するDOMは生産から数ヶ月の間に海洋DOMと同様のサイズ組成になる事を示唆している。数ヶ月という時間スケールは、海洋DOMの平均年齢（4000-6000年）に比べると非常に短い。しかし、他の実験では、60日後にもLMW-DOMと同程度の量のHMW-DOMが残存していた。従って、サイズ組成が海洋DOMと同様のものになる時間スケールは数ヶ月より長くなることもあると考えられる。この時間スケールはDOMの分子組成に影響を受けると考えられるため、今後はDOMの分子組成の変化についての研究が必要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、植物プランクトンにより湖沼・海洋などの水圏に供給される有機物の安定性と、有機物組成及び分子量組成との関係を明らかにするため、湖沼、海洋の植物プランクトンを対象とした実験的な解析を行った。その結果、本研究により、1) 植物プランクトン細胞を構成する有機物は、その種類により安定性が異なり、貯蔵性の炭水化物及び脂質の安定性が他に比べて低いこと、2) 実験開始時の有機物組成が異なるにもかかわらず、60日の微生物分解を受けた植物プランクトン有機物はほぼ同様の組成を示すこと、3) 植物プランクトンにより生産された有機物は、分解過程を通して安定な低分子量の溶存態有機物として残存する傾向があること、4) 長期間に渡り安定に存在する有機物の生成にはバクテリアの関与が予想されること、が明らかとなった。

これらの結果は、植物プランクトン細胞を構成する炭水化物、タンパク質及び脂質についてモノマー組成まで含めた詳細な成分分析の結果得られたものであり、植物プランクトン有機物の分解過程に関して、基準となる情報が得られたものと考えられる。植物プランクトン有機物の分解は、湖沼・海洋などの表層から中・深層、更には堆積物にいたるまで普遍的に生じているものであり、水圏物質循環の基幹をなす過程である。本研究は、水圏物質循環過程を解明するにあたり、量的解析に加え質的解析が重要であることを示したものとして高く評価できる。更に、難分解性溶存態有機物の生成過程に関して、本研究で実施した分子量を中心

とした解析に加えて、有機分子を含めた解析を進めることにより、難分解性溶存態有機物の有機炭素リザーバーとしての機能の理解に大きく貢献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認める。