

氏 名 (本籍)	和 田 茂 樹 (香 川 県)		
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 4669 号		
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 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>Macroalgal Release of Dissolved Organic Matter and Its Implication in Marine Carbon Cycle</b> (大型藻類による溶存態有機物の生産とその海洋炭素循環における意義)		
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	井 上 勲
副 査	筑波大学准教授	農学博士	鞠 子 茂

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

溶存態有機物 (DOM : Dissolved Organic Matter) は、海洋に約 700PgC ( $700 \times 10^{15}$ gC) 存在しており、地球表層上の最大級の有機炭素プールとされている。地球上の炭素循環において、DOM は様々な役割を担っており、その中でも微生物による分解を受けにくい難分解性 DOM は、有機態のまま長期間海水中に残留するため、海洋への炭素の隔離および炭素リザーバーとして重要な役割を担っている。これまで海洋の DOM の研究は、主に植物プランクトンの生産する DOM に関して行われており、大型藻類の生産する DOM に関する情報は不足している。そこで本研究では、大型藻類からの DOM の生産および分解過程を評価する事で、海洋の炭素隔離および貯留機能における大型藻類の役割を明らかにする事を目的とした。

2003 年 8 月から 2005 年 5 月にかけて、筑波大学下田臨海実験センター前の大浦湾に生息する褐藻綱コンブ目のカジメを対象として実験を行った。潜水作業によって、カジメの葉状部に透明のビニール袋をかぶせ、定期的に内部の試水を回収し、DOM の蓄積を経時的に示すことにより、カジメからの DOM の生産量を明らかにした。その結果、カジメは一次生産量の 18 - 62% を DOM として放出している事が明らかとなり、植物プランクトンの DOM 生産量と比較して、2 - 3 倍高い値を示した。この事から、大型藻類は DOM 生産者としてのより大きな寄与を有する事が明らかとなった。

上記の DOM 生産実験により得られた試水をろ過し、ろ液を暗所に保存することにより、DOM の微生物による分解をさらに評価した。DOM は時間経過とともに減少し、0 日目に対する 30 日目の割合は 2003 年 10 月、2004 年 4 月、6 月および 12 月、および 2005 年 5 月において、それぞれ 60%,  $86 \pm 5.3\%$ ,  $30 \pm 0.49\%$ ,  $39 \pm 8.1\%$  および  $55 \pm 26\%$  であった。この経時変化から、カジメ起源の DOM の回転時間を算出したところ、32 - 172 日という値が算出された。これは、植物プランクトン起源の DOM の回転時間よりも、一桁近く大きな値である事から、カジメ起源の DOM が植物プランクトン起源の DOM と比較して相対的に難分解性である事が示された。すなわち、大型藻類から生産された DOM は、海洋の DOM プールの中でも相対的に難分解な画分に対して大きな寄与を有する事が示唆された。

対象海域である大浦湾の DOM プールに対する大型藻類の寄与を推定するため、大浦湾におけるカジメ群

落の面積 ( $0.12\text{km}^2$ ) を航空写真より推定し、面積あたりのカジメの乾重量の報告値 ( $400 - 2000\text{gm}^{-2}$ ) を乗じて大浦湾のカジメの乾重量を  $59 - 260\text{t}$  と推定した。さらにこの値に、DOM 生産実験で得られた乾重量あたりの DOM 生産量 ( $0.12 - 5.8\text{mgCg}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) を乗じる事で、大浦湾全体のカジメからの一日あたりの DOM 生産量を  $31 - 630\text{kgC d}^{-1}$  と推定した。これは、大浦湾の DOM の存在量 ( $2100 \pm 87\text{kgC}$ ) に対して、カジメから  $1.5 - 30\%$  の DOM が一日あたり生産されている事を意味している。すなわち大浦湾の DOM のソースとして、大型藻類が重要な役割を有する事が明らかとなった。

さらに海洋全体の DOM プールに対する大型藻類の寄与を、海洋全体の大型藻類の年間一次生産量の報告値 ( $0.03 - 2.55\text{PgC y}^{-1}$ ) に基づき算出する事とした。これらの値に、本研究で得られた一次生産量に占める DOM 生産量の割合 ( $18 - 62\%$ ) を乗じて、海洋全体の大型藻類からの DOM 生産量を算出した ( $0.012 - 1.05\text{PgC y}^{-1}$ )。さらに、大型藻類の DOM は相対的に難分解である事から、海洋の DOM の中でも初期続成過程において分解されにくい準易分解性 DOM (S-DOM: Semi-Labile DOM) プールに対する大型藻類の寄与の推定を行った。S-DOM は回転時間が数週間から数年である事から、分解実験の 30 日目に残存した DOM の割合 (平均:  $60\%$ ) が生産された DOM に含まれる S-DOM の割合に近いものと考えられる。これを DOM の生産量に乗ずると、大型藻類の S-DOM の生産量は  $0.0072 - 0.63\text{PgC y}^{-1}$  と推定され、植物プランクトンの S-DOM 生産量 ( $1.2 - 1.9\text{PgC y}^{-1}$ ) の  $0.3 - 53\%$  に相当した。S-DOM は大気から海洋への炭素隔離において、重要な役割を担っている事から、本研究の結論は大型藻類が海洋の炭素隔離プロセスにおいて重要な役割を担っている事を強く示唆している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

著者は本論文において、大型藻類を起源とする DOM に着目し、静岡県下田市大浦湾に生育するカジメ群落を対象として観測・実験を実施した。本研究により、1) カジメによる DOM 放出量は一次生産量の  $18 - 62\%$  に相当すること、2) カジメ起源の DOM は、生成されてから 30 日後にもその  $30 - 86\%$  が残存し、微生物学的分解に対して比較的安定であること、3) カジメ起源 DOM は本研究の対象海域である大浦湾における DOM のソースとして重要と考えられること、4) 全球スケールの大型藻類による S-DOM の生産量は、植物プランクトンによる生産量の  $0.3 - 53\%$  と見積もられること、を示した。これらの結果は、カジメを用いた DOM 生産実験とその分解実験を組み合わせることにより得られたものであり、従来研究が行われていなかった大型藻類起源の DOM の生物地球化学的動態に関して、新たな知見を加えたものであり高く評価できる。特に、実験で得られた S-DOM の生産量と、全球スケールの大型藻類の一次生産量との比較による、全球スケールの大型藻類起源 S-DOM の生産量の推定は、本研究において始めて試みられたものである。海洋に存在する DOM は地球表層における有機炭素リザーバーとして最大級のものであり、地球温暖化と関連した重要性が指摘されている。DOM の生産者として海藻類の重要性を示した本研究の成果は、地球温暖化の機構解明に向けた海洋炭素循環および大気・陸上を含めた地球表層の炭素循環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。