



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Variability of macroalgal dissolved organic carbon dynamics : Insights for social-ecology beyond Blue Carbon [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	CARLSON, Andrew Kalani
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16077号
Issue Date	2024-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93425
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	CARLSON_Andrew_Kalani_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 CARLSON Andrew Kalani

審査委員	主査	教授	工藤 勲
	副査	教授	高木 力
	副査	教授	仲岡 雅裕
	副査	教授	四ツ倉 典滋
	副査	准教授	芳村 毅
	副査	准教授	山下 洋平

学 位 論 文 題 名

Variability of macroalgal dissolved organic carbon dynamics: Insights for social-ecology
beyond Blue Carbon

（大型藻類由来の溶存有機炭素動態の変動性：ブルーカーボンを超える社会生態学的洞察）

これまで大型藻類由来の溶存有機炭素（DOC）は主に易分解性であり、微生物の活動によって消費されるか、物理的プロセス（紫外線暴露など）によって短い時間スケールで分解されると想定されていた。しかし、比較的低い割合の難分解性DOCであっても、グローバルなDOCプールに寄与することが示されており、微生物活動自体が難分解性DOCを生成または増加させる可能性がある。また大型藻類起源のDOCの微生物分解性および関連する三次元蛍光特性に関する理解を深めることは、炭素循環における局所的および地球規模でのDOC循環に与える大型藻類起源のDOCの役割を明らかにする上で重要である。しかし、数ヶ月にわたる大型藻類起源のDOCの微生物学的利用性に関する実証的な結果はまだ少なく、また、複数年の通年を通じたデータを評価したものはない。大型藻類起源のDOCの難分解性に関する現在の推定値は非常に不確実であり、大型藻類起源のDOCの地球規模での炭素貯留ポテンシャルを定量化するためには重要な知見である。

本研究では、北海道忍路湾のホソメコンブ *Saccharina japonica var. religiosa*（褐藻綱コンブ目）由来のDOCについて、3年間（2020-2022年）の季節データを解析した。1章の緒言に続き、2章では忍路湾において大型藻類が放出するDOC量を定量化した。ホソメコンブのDOC放出速度（ $\text{mg C g DW}^{-1} \text{d}^{-1}$ ）の平均値は、冬の「初期成長」期（ 0.17 ± 0.030 , $n=10$ ）および夏の「初期衰退」期（ 0.35 ± 0.068 , $n=24$ ）に比べ、秋の「後期衰退」期（ 0.86 ± 0.13 , $n=27$ ）で高かった。これまで大型藻類のDOC放出速度に関する報告は、季節変動を考慮しない数回の測定に基づいたものが多数であり、冬季を含めた季節変動が大きいことを明らかにした点は、新しい知見であり評価に値する。

3章では藻体から放出されたDOCの微生物利用性を調べるため、藻体を取り出した培養海水中のDOC濃度の変化を150日間測定し、微生物活動による大型藻類起源のDOCの利用性を評価した。その結果、溶存有機物組成を半定量的に評価する蛍光性溶存有機物の各タイプの蛍光強

度 (RU) とホソメコンブから放出された溶存有機炭素は、培養実験期間中に異なる分解または生成経路をたどることを明らかにした。具体的には、DOC濃度とタンパク質様の「ピークT」は一貫して分解により減少したが、腐植物質様の「ピークA」は冬、春、夏は減少し、秋に増加した。また腐植物質様の「ピークC」と「ピークM」は強度が維持または増加した。また、DOC濃度と蛍光強度の線形回帰は、4つの蛍光タイプすべてで有意であった。また150日間の培養実験終了時のDOCの難分解性画分が比較的低い(10~20%)ことは、これまでの大型藻類由来の溶存有機炭素のグローバルなDOCプールへの寄与(30%)が過大評価されていることを示唆した。

4章において溶存有機炭素と各蛍光タイプの蛍光強度の大型藻類種間変動について種の違いが、系統的な違いに起因するのか、環境や実験の違いに起因するのかを検討した。本研究では、北海道の忍路湾に生息するヒバマタ目 (*Sargassum thunbergii*, *S. confusum*)、テングサ目 (*Gelidium elegans*)、スギノリ目 (*Mazzaella japonica*, *Neodilsea yendoana*)、コンブ目 (*S. japonica* var. *religiosa*, *Costaria costata*)、アオサ目 (*Ulva australis*, *Ulva linza*) の5目9種の季節データを獲得した。色素脱落組織の影響と2023年夏の熱波(2020-2022年の平均水温より5℃高い30℃)がこれらの動態に及ぼす影響を明らかにした。

5章においては2章から4章で記述した本研究で得られた結果を踏まえて今後の展開について議論している。その1つとして難分解性DOC濃度と蛍光性溶存有機物の各タイプの蛍光強度との間に正の相関性が存在することを利用し、人工衛星から得られる海色情報から各タイプの蛍光強度をトレーサーとして難分解性DOC濃度の全球的な時空間分布を把握する可能性を提案している。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士(環境科学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。