

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03354

研究課題名（和文）ブルーカーボン生態系からの有機炭素の外洋移出・隔離過程の実証技術開発とモデル化

研究課題名（英文）Verification and quantification of export of organic carbon from coastal vegetated ecosystems to outer ocean and subsequent long-term sequestration

研究代表者

宮島 利宏（Miyajima, Toshihiro）

東京大学・大気海洋研究所・助教

研究者番号：20311631

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：海草藻場・マングローブなどの沿岸植生帯による炭素長期隔離機能を包括的に評価するために、植生帯から外洋域に移出され外洋堆積物中に隔離される有機炭素量を定量的に測定する、DNA定量検出法に基づく手法を開発した。特定植物由来のDNAを検出するリアルタイムPCR技術を開発・改良して厳密な定量化のための手法を確立するとともに、堆積物中のDNA濃度を同種植物由来の有機炭素濃度に換算する試みを行った。これを南西諸島周辺海域等における事例研究に適用し、同海域における堆積速度を推定するモデルと併用することにより、最終的に特定植物由来有機炭素の外洋堆積物への隔離速度の推定を可能にして事例研究により実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

有力な二酸化炭素吸収源として注目されているブルーカーボン生態系から有機炭素が外洋域に移出されて外洋堆積物中に長期貯留されていることを実証し、その年間貯留速度を定量化する方法を世界に先駆けて確立した。外洋域への炭素貯留を評価することはブルーカーボンの吸収源機能を包括的に評価するために不可欠であり、これまでもいくつかの仮定のもとにその平均的な規模の推算がなされているが、具体的な沿岸植生植物に由来する有機炭素が外洋域に貯留されていることを実証してその速度まで含めて直接的に解明した事例はこれまでになく、本研究の成果は上記のような仮定に対する最初のエビデンスとして高い意義を有する。

研究成果の概要（英文）：Toward comprehensive evaluation of the long-term organic carbon (OC) sequestration by coastal vegetated habitats such as seagrass beds and mangroves, we developed a molecular-based technique to quantitatively evaluate the amount of OC exported from the habitats to the open ocean and sequestered in offshore sediment. We developed a real-time PCR technique for detecting DNAs from specific plant species to establish a method for rigorous quantification, and also attempted to convert DNA concentrations in sediments to OC concentrations derived from the same plant species. This method was then applied to several real offshore sediment samples, and used in conjunction with a model to estimate the sedimentation rate in the same zone, to finally enable estimation of the rate of sequestration of specific plant-derived OC into the sediment. The efficiency of the method was demonstrated through the case study conducted for offshore sediments around Okinawa Trough.

研究分野：生物地球化学

キーワード：炭素循環 沿岸浅海域生態系 有機炭素隔離 環境DNA 生態系モデル 植生復元 ブルーカーボン

1. 研究開始当初の背景

マングローブ・塩性湿地・海草藻場・大型藻類群落からなるブルーカーボン(BC)生態系は強力な二酸化炭素(CO₂)吸収源機能を有し、また比較的マニピュレーションしやすい立地条件にあることから、気候変動対策に向けた nature-based solutions の一翼を担うものとして注目を集めている。これらの生態系の CO₂ 吸収能を包括的に評価するためには、生態系内における堆積物等による有機炭素(OC)貯留機能だけでなく、潮汐や海流により生態系外に流出して外洋域に貯留される OC 量を正確に評価する必要がある。BC 生態系から外洋への OC 移出量や潜在的な貯留ポテンシャルについては分解率等に関する仮定に基づくモデルによってこれまでに粗い推定がなされているが、実際に BC 生態系に由来し外洋域に貯留されている OC の実在を直接的に証明したエビデンスが欠けていた。一方、環境中に存在する特定生物の痕跡を検出する技術として、環境 DNA を中心とした分子生物学的技術が急速に整備されつつあった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、BC 生態系から外洋域に移出される OC の外洋堆積物中への長期貯留を分子生物学的技術を駆使して実証すること、ならびに移出過程・輸送中の分解過程・沈降堆積過程を記述する 3 次元流動場生態系モデルを構築し、流出した BC がどのように分散して外洋堆積物に到達するのかの予測を可能にすることであった。また開発する分子生物学的検出技術を BC 生態系内の堆積物ロングコアに応用することにより、生態系の発達・変遷史に光を当てることも目標に設定した。さらに、研究開始時点の前後から沖縄方面の海草藻場においてウミガメによる著しい食害の影響が観察されるようになっていたことから、本研究で開発する技術を用いて食害が海草藻場の CO₂ 吸収源機能に及ぼす影響を評価することも目的に加えた。

3. 研究の方法

はじめに代表的なマングローブ 3 種と熱帯性海草 6 種に対する PCR 法による DNA 検出技術を開発し、BC 生態系外の外洋堆積物からこれらの植物の DNA が検出できることを、八重山諸島沖堆積物の事例により実証した。ついでリアルタイム PCR 法の難点を解消し、応答性を規格化することにより、堆積物中 DNA 濃度の定量法として確立した (Hamaguchi et al. 2022)。また検出対象を大型藻類の主要種 9 種・高次分類群 6 群にも拡張した。こうしてひとまず完成に至った手法を、トカラ列島周辺海域の 53 箇所の表層堆積物に適用した。DNA 抽出・測定等の作業は水産技術研究所廿日市拠点および福井県立大学にて実施された。

次に、得られた DNA の濃度から有機炭素(OC)濃度に換算する手法を確立するため、別事業で行われていた大型藻類と海草類の分解実験の試料の提供を受け、分解に伴う OC/DNA 比の変化を調べた。なお OC 濃度等、DNA 以外の項目の測定は東京大学大気海洋研究所に設置された EA-IRMS その他の装置を用いている。分析法の詳細については Miyajima et al. (2022) を参照。

これらと並行して、BC 生態系から外洋移出された有機物を追跡・可視化するための粒子分散数値シミュレーションモデルを開発を東京工業大学において進め、実証研究を行っている海域に適用した。モデルは COAWST Modeling System (Warner et al. 2010) をベースにした海洋循環モデルと低次生態系モデル (Nakamura et al. 2018) から構成され、後者は溶存無機炭素、全アルカリ度、溶存酸素、栄養塩類、易分解性・難分解性溶存態有機物、粗粒懸濁態有機物、細粒懸濁態有機物 (有機物はいずれも C, N, P を区別する)、植物プランクトン 3 群 (渦鞭毛藻類、珪藻類、円石藻類)、動物プランクトン 1 群、粒子状無機炭素の画分から構成される。さらに、特定植物種由来の炭素を追跡するために、炭素同位体モジュールをモデルに組み込むことにより仮想的なトレーサー実験を行えるようにした (ただし同位体分別は考慮しない)。事例研究として本モデルを石西礁湖海域へのマングローブ由来 OC の流出・分散・貯留状況のシミュレーションに適用した。

生態系内堆積物コアを用いた生態系の変遷史復元の研究は、フィリピンの原生林に近いマングローブで得られた長さ 2 m の土壌コアを材料として実施した。土壌を凍結乾燥後、土壌用 DNA 抽出キットで抽出された DNA 試料を植物 DNA を対象とするクローンライブラリ解析及び NGS 解析に供した。

海草藻場の CO₂ 吸収源機能に対する食害影響の評価は、ウミガメによる海草群落の食害が顕著な石垣島吹通川河口の *Enhalus acoroides* が優占する海草藻場を対象に行った。食害影響が異なるサイトで堆積物コア試料を採集して有機炭素含量と粒径分布を比較し、また新しい採餌痕が残るサイトで海水やウミガメの糞が残る堆積物試料を採取して DNA 含量を調査した。

なお本課題はコロナ禍による渡航制限の影響を受けたため研究期間を 2022 年度まで延長している。

4. 研究成果

DNA 検出技術を用いた実証研究とモデルとの比較

初めに開発した DNA 検出系を、八重山諸島周辺海域で採取された堆積物に適用したところ、極浅海に生息する海草とマングローブの DNA を 2,000 m に及ぶ深海底からも検出することに成功した (図 1 左)。図には示していないが、マングローブや海草の DNA が検出された堆積物は黒潮の流路の南東側にほぼ局在しており、黒潮が BC 由来デトリタスの輸送・貯留範囲を制約していることが示唆された (Miyajima et al. 2022)。同じ海域において、名蔵湾から流出するマングローブ由来 OC の粒子分散モデルによる追跡結果 (図 1 右) と比較すると、モデルによりデトリタス粒子が輸送されていると予測される地点の堆積物から実際にマングローブの DNA が検出されていることがわかる。実測に基づく調査では取得できるサンプル数に制約があるため、網羅的な分布調査は難しい場合が多い。これに対して、本研究で構築したような粒子分散モデルを併用すると、広域的な外洋堆積物における BC の分散範囲が高い確率で予測できるようになると期待される。なお紙面の制

約のため紹介できないが、同様の比較研究をフィリピン・カラミアン群島周辺海域でも実施している。

しかしながら図1の調査を行った時点では、従来から主として定性的なDNA検出目的に使われている既存のリアルタイムPCRの技術をそのまま用いており、図に示した定量結果は精度的には半定量的なレベルにとどまり、統計的検定等も難しい段階にあった。また、DNA濃度が定量できたとしても、そこから同じ植物に由来するOC濃度に換算することができていなかった。

これらの問題を解決するため、まずDNAの抽出・精製・定量の手順を見直して定量精度を上げるとともに、どの分類群を対象とした場合にも同等の検出精度が得られるように検出法を改良した。具体的には堆積物中の多糖類や腐植物質等のPCR阻害物質の影響の回避法の確立、PCR用プライマーとプローブ類の増幅効率・特性の規格化、定量限界と検出限界の定義と評価を進めた(表1, Hamaguchi et al. 2022)。

表1. 設計したDNA検出系の特性。

Group	Target Species or Species Complex	Gene	Sloop	Efficiency	R ²	DNA Polymerase
Mangrove	<i>Rhizophora mucronata</i>	ITS	-3.60	0.89	0.99	B
		MatK	-3.41	0.96	0.99	A,B
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	ITS	-3.64	0.88	0.99	B
		MatK	-3.06	1.12	0.99	A,B
	<i>Sonneratia alba</i>	ITS	-3.34	0.99	0.99	A,B
		MatK	-3.33	1.00	0.99	A,B
Seagrass (subtropical zone)	<i>Enhalus acoroides</i>	ITS	-3.29	1.02	0.99	A,B
		MatK	-3.32	1.00	0.99	A,B
	<i>Cymodocea rotundata</i>	ITS	-3.42	0.96	0.99	A,B
		MatK	-3.45	0.95	1.00	A,B
	<i>Thalassia hemprichii</i>	ITS	-3.28	1.02	0.99	A,B
		MatK	-3.24	1.04	0.99	A,B
	<i>Halophila ovalis (Iriomote-type)</i>	ITS	-3.44	0.95	0.99	A,B
	<i>Cymodocea serrulata</i>	ITS	-3.34	0.99	0.99	A,B
	<i>Halodule uninervis</i>	ITS	-3.39	0.97	1.00	A,B
	<i>Zostera marina</i>	ITS	-3.40	0.97	0.99	A,B
Seagrass (temperate and subarctic zone)	<i>Zostera caulescens</i>	ITS	-3.24	1.04	0.99	A,B
	<i>Phyllospadix iwatensis</i>	ITS	-3.31	1.01	1.00	A,B
	<i>Undaria pinnatifida</i>	ITS	-3.51	0.93	0.99	B
Phaeophyceae (single species)	<i>Saccharina japonica</i>	ITS	-3.42	0.96	1.00	B
	<i>Saccharina longissima</i>	COI	-3.34	0.99	0.99	A,B
	<i>Ecklonia kurome</i>	ITS	-3.42	0.96	1.00	A,B
	<i>Sargassum horneri</i>	ITS	-3.49	0.94	0.99	A,B
	<i>Sargassum spp.</i>	ITS	-3.47	0.94	0.99	A,B
Phaeophyceae, Rhodophyta and Chlorophyta (Species complex)	<i>Bactrophyucus spp.</i>	ITS	-3.40	0.97	0.99	A,B
	<i>Ulva spp.</i>	ITS	-3.40	0.97	0.99	A,B
	<i>Neopyropia spp.</i>	ITS	-3.40	0.97	1.00	A,B
	<i>Ecklonia/Eisenia spp.</i>	ITS	-3.37	0.98	0.99	A,B
	<i>Saccharina spp.</i>	ITS	-3.21	1.05	0.99	A,B
	<i>Crassostrea zhanjiangensis</i>	COI	-3.46	0.95	0.99	A,B
Internal standard	<i>Ammodytes hexapterus</i>	CYTB	-3.48	0.97	0.99	A,B
DNA polymerase	A:SsoFast Probes Supermix with ROX, B:iQ Multiplex Powermix					

次に、同じ植物に由来するDNA濃度とOC濃度との関係性を調べるため、代表的な大型藻類と海草について1年以上にわたる分解実験を行い、分解に伴うOC/DNA比の変化を調べた。これまでに得られている結果を見るとOC/DNA比は分解の初期に大きく上昇するもののその後安定し、1ヶ月後以降は概ね一定の範囲内に収斂する傾向が認められた。そこで分解実験終盤における藻体中の平均的なOC/DNA比を用いて、堆積物中に検出される植物由来DNAの濃度から同種植物由来OC濃度を推定する方法を採用することにした。

2021年3月から2023年1月にかけて6回実施された産業技術総合研究所地質調査総合センターによる鹿児島県トカラ列島周辺の地質調査航海において取得された53箇所の表層堆積物試料の提供を受けた。これらの堆積物試料に上記の改良されたDNA定量法を適用した。この海域ではBC生態系は貧弱で、地場でのCO₂吸収源機能は低いとみられるが、中国沿岸部の長江河口域周辺で大量に繁茂する*Sargassum*属の大型藻類が冬から春にかけて離脱して流れ藻となり、黒潮に乗ってこの海域に流入している。そこで本研究ではまずこの海域における*Sargassum*類に由来するOCの堆積物中貯留量と貯留速度の推定に注力することにした。

表層堆積物中のOC濃度から1年あたりのOC貯留速度を推算するには堆積速度を知る必要がある。堆積速度に関しては堆積物コア試料に放射炭素年代測定を行って求めるが、本報告書執筆時点ではまだ年代測定が完了していない。そこでここでは暫定的に、太平洋の広域においてこれまでに報告されている堆積速度とその場の水深のデータをプールすることにより堆積速度の対数と水深の直線近似回帰式を求め、これに本研究の各採集地点の水深を代入することで堆積速度を推定した。

研究海域での表層堆積物中全OC濃度は最大1,100 μmol C g⁻¹、*Sargassum*由来のDNA濃度は最大10⁵ copies g⁻¹で、いずれも空間変動が非常に大きかった(図2上)。これと堆積速度、OC/DNA比より求めた全OCと*Sargassum*由来OCの1年あたりの貯留速度は図2下のようなになった。

*Sargassum*由来のOCは調査海域の北側の一角に集中して集積していることがこの結果より分かる。この地

点は、図の左下隅から北東方向に流れる黒潮が急に向きを東に変えて屋久島の南側を通過して太平洋に流れていく、ちょうどその屈曲点の外側に当たっている。*Sargassum* が流れ藻として中国沿岸方面から黒潮によって輸送されていることを考えると、黒潮流路屈曲点の外側に流れ藻が一時的に滞留し、その後沈降して堆積物に到達・集積することは十分に考えられることであり、既往知見と整合的な結果であると言える。

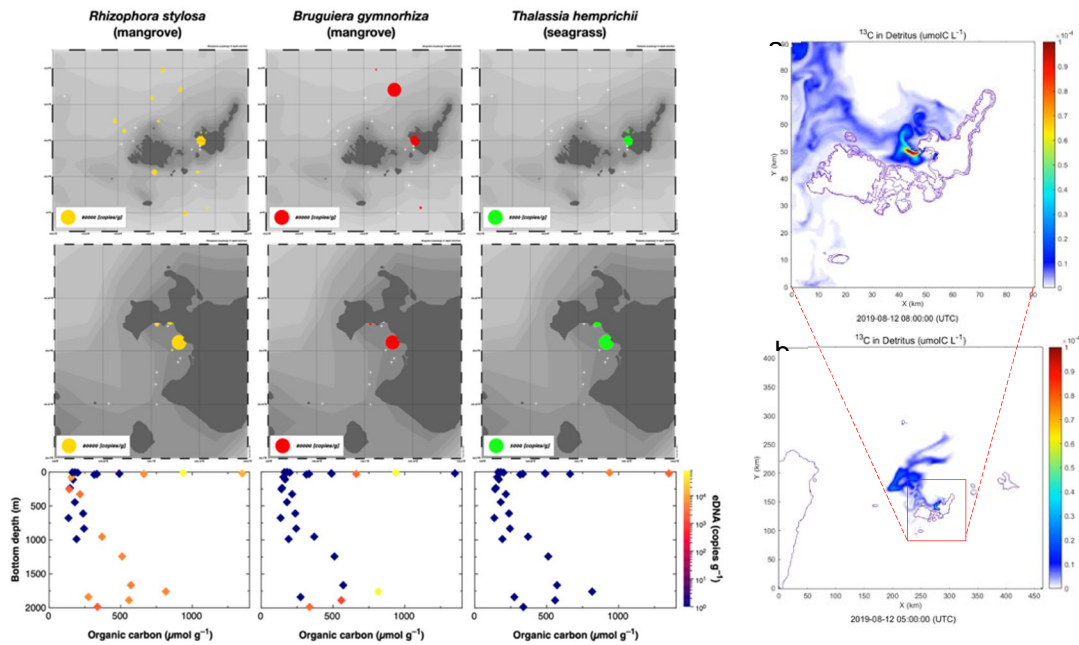


図 1 . (左) 八重山諸島周辺と石西礁湖の堆積物からのマングローブ・海草由来 DNA 検出状況の例。下の図は堆積物の水深と全 OC 濃度の関係図上に DNA 濃度を色分けして示したものの。(右) 名蔵湾のマングローブから移出されるマングローブ由来 OC の分散状況を粒子分散モデルで予測したもの。DNA が実際に検出されている海域に粒子が流れていることが予測されている。

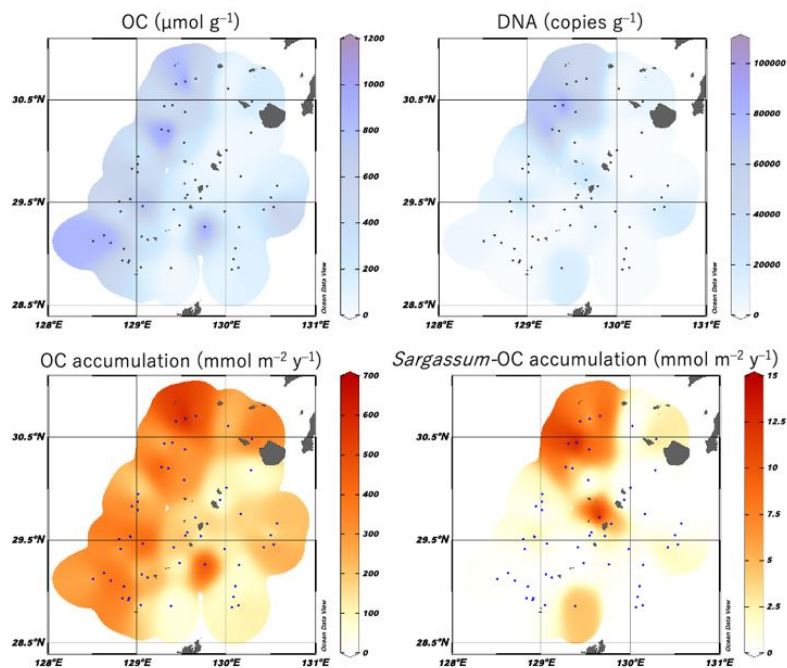


図 2 . トカラ列島周辺海域表層堆積物中における全 OC (左上) と *Sargassum* 由来 DNA (右上) の濃度分布、および 1 年あたりの全 OC (左下) と *Sargassum* 由来 OC (右下) の貯留速度の分布。

この黒潮屈曲部外側区域における全 OC の年間貯留速度は $300 \sim 500 \text{ mmol C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ であるが、この値は例えば代表的なブルーカーボン生態系であるアマモ場における生態系内の堆積物への OC 貯留速度 (Miyajima et al. 2021) にほぼ匹敵していることから、やや過大評価となっている可能性がある。現状ではこの海域の堆積速度の見積を対数スケールの回帰式により行っているため、堆積速度に大きな誤差が含まれる可能性がある。例えば、太平洋の堆積速度のデータベースから、例外的に高い東京湾と相模湾の実測値を除外して求めた回帰直線を用いて堆積速度を計算し直し、これに基づいて OC 貯留速度を計算すると、図 2 下の各図に示した値

に比べて約 44%に低下する。外洋堆積物における OC 貯留速度のより正確な査定のためには、今後、実測データによる補強をととして堆積速度の見積精度を上げることが最優先課題となる。

土壌コア試料を用いたブルーカーボン植生変遷史の復元

2018 年と 19 年にフィリピン・パナイ島北部の原生林に近いマングローブで得られた 2 本の土壌コア試料に、植物 DNA に対する網羅的解析を適用することによって、過去の植生の変遷に関する情報を引き出すことを試みた。この場所は過去 1000 年以上にわたって緩慢な地盤沈下が続き、過去の或る時点で陸上植生に海水が浸入することによりマングローブに遷移したと考えられる。現在生存しているマングローブの中で最古のものは樹齢 600 年を超えると推定されていることから、遅くとも 700 年前頃までにはマングローブが成立していたと思われる。

はじめに PsaA 領域に対するクローンライブラリ法を用いて、各土壌層の成立時期に対応する優占植物種を推定したところ、100 cm 以浅の土壌層（¹⁴C 年代で 800 年以内）ではいずれも現生種と同じ *Avicennia* 属の DNA が最優占種として検出された。ただし現生種の根は最深で 80 cm の深さにまで到達することが分かっていることから、検出された *Avicennia* 属の DNA は現生の植物に由来するものである可能性がある。一方、深さ 150 cm 付近（¹⁴C 年代で 1500 年前後）の土壌層からは淡水湿地植物と思われる種の DNA が優占的に検出された。このように現生種の根が到達しない土壌層からは、マングローブが成立する以前の植生に関する情報を引き出すことができる可能性がある。しかしながら引き続き NGS によるメタバーコーディング解析を実施したところ、クローンライブラリ法と一致する結果が再現されなかった。試料の保管条件等に問題があった可能性がある。これを受け、2022 年に再度、同じマングローブにおいて 3 本の土壌コアの追加採取を行い、後日再検討を行うこととした。

ウミガメ食害が海草藻場の CO₂ 吸収源機能に及ぼす影響

2018 年以降、石垣島の海草藻場においてウミガメによる激しい食害の被害が報告されるようになった。ウミガメ食害による海草藻場の衰退は世界各地で報告されており、例えばインドネシア・東カリマンタン地方では従来から藻場の矮小化が顕著であった。今回調査を行った石垣島北西部の藻場より数年先行して、台湾や西表島の藻場でウミガメの深刻な食害が記録されており、また最近石垣島東岸の藻場にまで被害が拡大している。これに対してフィリピンやパラオの海草藻場では、ウミガメは多数生息しているものの食害の影響はほとんど認められない。また沖縄本島の藻場には現在のところ被害が及んでいないようである。

石垣島吹通川河口の世界北限のウミシヨウブ (*Enhalus acoroides*) の生息地では、コロナ禍より以前からウミガメの食害が観察されるようになっていたが、コロナ禍の間にウミガメの侵入が激化し、渡航制限が緩和された直後の 2021 年秋までには、もともと 1 m を越える草丈があった草体がわずか数 cm に刈り込まれた状態となっていた（図 3）。摂食直後の時点では根茎は生存しているため、ウミガメの侵入を防ぐケージを設置すると海草は間もなく回復したと研究分担者により報告されている。食害の顕著な区域と、ケージの設置により再生した区域とで表層堆積物を採取して、ウミガメ食害以前の 2012 年に採取されて保管されていた藻場内堆積物試料と比較したところ、表層 4 cm までの粒径分布はウミガメにより刈り込まれている場所の堆積物で最も粗粒化しており、食害の影響が堆積物の組成にまで及びつつあることが示唆された。



図 3 . アオウミガメに摂食される前のウミシヨウブ藻場（左：2016 年）と摂食圧を受け続けているウミシヨウブ藻場（右：2021 年）、同じ場所での撮影。

海草を摂食したウミガメが外洋を遊泳中に脱糞すると、糞に含まれる海草由来物質が外洋堆積物に沈降して、海草由来 OC の外洋堆積物への貯留に貢献する可能性が考えられる。そこで、食害を受けた *E. acoroides* の藻場において、新しい食痕とウミガメの糞が確認された約 25 m² の区域の表層 1 cm の堆積物をランダムに糞もろともに採集し、攪拌後に上澄み水をろ過し、環境 DNA を抽出した。しかしこのような試料からは *E. acoroides* の DNA はほとんど検出することができなかった。この結果からは、ウミガメに摂食された海草は体内でほぼ完全に消化されてしまい糞等として排出されることはないため、OC の移出と貯留には貢献しないこと、また図 1 に示されているような外洋表層堆積物から検出される海草 DNA は、ウミガメの「落とし物」とは無関係であることが示唆される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Miyajima Toshihiro、Hamaguchi Masami	4. 巻 -
2. 論文標題 Carbon Sequestration in Sediment as an Ecosystem Function of Seagrass Meadows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Blue Carbon in Shallow Coastal Ecosystems	6. 最初と最後の頁 33~71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-981-13-1295-3_2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Miyajima Toshihiro、Hamaguchi Masami、Hori Masakazu	4. 巻 37
2. 論文標題 Evaluation of the baseline carbon sequestration rates of temperate and tropical seagrass meadow sediments	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 9~20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/1440-1703.12263	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 宮島利宏	4. 巻 85
2. 論文標題 海洋における有機炭素の長期貯留のメカニズム（特集 ブルーカーボン）	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学工学	6. 最初と最後の頁 670-673
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hamaguchi Masami、Miyajima Toshihiro、Shimabukuro Hiromori、Hori Masakazu	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of Quantitative Real-Time PCR for Detecting Environmental DNA Derived from Marine Macrophytes and Its Application to a Field Survey in Hiroshima Bay, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 827~827
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/w14050827	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Miyajima, T., Hamaguchi, M., Nakamura, T., Katayama, H., Hori, M.	4. 巻 73
2. 論文標題 Export and dispersal of coastal macrophyte-derived organic matter to deep offshore sediment around the Tokara and Yaeyama Islands, southwest Japan: Evaluation using quantitative DNA probing techniques	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Geological Survey of Japan	6. 最初と最後の頁 313-322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 宮島利宏
2. 発表標題 海草藻場を伴う浅海炭酸塩堆積物の有機炭素の存在形態
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮島利宏、諏訪錬平、K.L. Bejasa、R. Rollon、M.L. San Diego-McGlone、C. Jaraula、F. Siringan、小野賢二、Y. Primavera Tirol、宮入陽介、横山祐輔
2. 発表標題 マングローブ二次林堆積物における有機炭素の残留と集積に対する地形的要因の効果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshihiro Miyajima, Masami Hamaguchi, Masakazu Hori, Jeffrey Munar, Jesus Abad, Naoko Morimoto, Maria Lourdes San Diego-McGlone
2. 発表標題 Evaluation of carbon export from blue carbon ecosystems and allochthonous sequestration using eDNA techniques
3. 学会等名 2020年度日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshihiro Miyajima, Ryan Basina, Charissa M. Ferrera, Naoko Morimoto, Yasmin H. Primavera Tirol, Maria Lourdes San Diego-McGlone, Masami Hamaguchi
2. 発表標題 Spatial and seasonal variation in water quality in Batan Bay, Philippines
3. 学会等名 2020年度日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮島利宏、浜口昌巳、中村隆志、片山肇、堀正和
2. 発表標題 Detecting mangrove- and seagrass-derived eDNA from deep-sea sediment around Yaeyama Islands: Implication for offshore blue carbon sequestration
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮島利宏、浜口昌巳
2. 発表標題 外洋堆積物への「ブルーカーボン」貯留の定量的評価に向けて
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年度大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中村 隆志 (Nakamura Takashi) (20513641)	東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授 (12608)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	堀 正和 (Hori Masakazu) (50443370)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産資源研究所(横浜)・グループ長 (82708)	
研究分担者	浜口 昌巳 (Hamaguchi Masami) (60371960)	福井県立大学・海洋生物資源学部・教授 (23401)	研究開始時点での所属機関は、国立研究開発法人水産研究教育機構。

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	サンディエゴ＝マグロン マリア・ローデス (San Diego-McGlone Maria Lourdes)	フィリピン大学ディリマン校・海洋科学研究所・教授	
研究協力者	プリマヴェラ＝チロル ヤスミン (Primavera-Torol Yasmin H.)	フィリピン国立アクラン大学・水産学部・教授	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
フィリピン	University of the Philippines Diliman	Aklan State University	