

令和 5 年 5 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H04260

研究課題名(和文)放射性炭素年代で紐解く北西太平洋における溶存有機物の動きと機能

研究課題名(英文) Behavior and function of dissolved organic matter in the northwestern Pacific Ocean discovered by radiocarbon age

研究代表者

乙坂 重嘉 (Otosaka, Shigeyoshi)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：40370374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,700,000円

研究成果の概要(和文)：海水中の溶存有機物は、大気から吸収した炭素を一万年以上にわたって安定に海洋内部に貯留することが明らかにされている。しかしながら、実海域における溶存有機物の生成・輸送・分解の「速度」の情報は乏しい。本研究では、独自に開発した海水中溶存有機物態放射性炭素分析システムを活用し、データ空白域となっている北西部北太平洋を中心とした海域における溶存有機物の「年齢」の情報を体系的にまとめ、世界に先駆けて公表する。加えて、時系列観測で得られているアーカイブ試料の分析を通じて、近年におけるこれらの「速度」の海洋環境変化への応答の評価を試みる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

北西太平洋は、多くの縁辺海に接しており、これらを経由して陸起源物質・炭素・栄養塩物質が供給されている。海水中の溶存有機物は、河川から海洋へ流入する微量元素のキャリアとして重要な役割を果たしていることが指摘されている。

本研究で得られる縁辺域のDOC-14同位体比データは、溶存有機物の循環の時間スケールを表すばかりでなく、陸起源有機物の供給源の指標として用いることも可能である。この供給源の特性情報は、本研究で得られる沿岸外洋間での物質輸送に関する多くの研究での活用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Dissolved organic matter (DOM) in seawater stably stores carbon in the ocean for more than 10,000 years. However, there is little information on the rates of production, transport, and decomposition of DOM in the ocean interior. In this study, information on the “age” of DOM in the northwestern North Pacific Ocean is systematically compiled using a unique radiocarbon analysis. In addition, the response of these rates of the DOM dynamics to the change in the marine environment in recent years will be assessed by time series observations.

研究分野：化学海洋学

キーワード：炭素循環 溶存有機物 海水 放射性炭素 加速器質量分析 太平洋 縁辺海

### 1. 研究開始当初の背景

海水中の溶存有機物の主要構成成分である溶存有機炭素(Dissolved Organic Carbon: DOC)は、その総量が約  $7 \times 10^{17}$  g と見積もられており、大気中の二酸化炭素量に匹敵する。海洋表層の有光層では、一次生産を起点とする生物起源粒子の鉛直輸送によって有機炭素を中・深層へと輸送する、いわゆる生物ポンプが主要な炭素輸送機構であるのに対し、海洋の生物群集が関与するもう一つの炭素吸収固定の概念として、「微生物炭素ポンプ」と呼ばれる機構が存在する。この機構では、海洋の一次生産によって供給された有機物が微生物群集によって利用される過程で、その一部が難分解な有機物に変換され、結果として炭素が海洋内部に長期間安定に固定される(図1)。

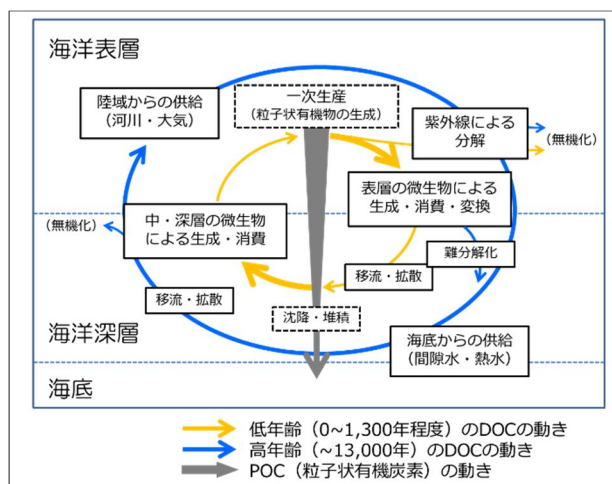


図1 海洋におけるDOC循環の概念図

海水中のDOC濃度は、1990年代より世界中の海洋で網羅的にその分布が明らかにされ、その組成や化学構造の「平均像」として、(i) 概ね水深1,000 m以浅では、微生物による分解を受け易い有機物が比較的高濃度に存在し、それらは数百年規模で循環していること、(ii) 陸上や海底を起源とする有機物の一部や海水中での微生物活動

によっての難分解化した海洋性のDOCは数千年規模で循環すること、が示された。ただし、得られている情報は「平均像」であり、その具体的な循環機構の多くは未解明であった。

北太平洋亜寒帯は、豊かな海洋資源を支える海域である。この海域では、1年を通して表層水中の栄養塩が枯渇しない代表的な高栄養塩・低クロロフィル(HNLC)海域の1つで、海水中の微量必須栄養塩の鉄の不足によって植物プランクトンの増殖が制限されていることが知られている。<sup>[1]ほか</sup> このため、北太平洋亜寒帯域における一次生産を理解するためには、このような制限栄養塩の分布や供給過程を明らかにする必要がある。海洋における鉄は、主に陸域や沿岸・陸棚堆積物を起源とする腐植様物質などの外来性の溶存有機物と強く結合をして、生物生産に利用されやすい化学形の鉄を長期にわたって安定して運びキャリアとして機能することも指摘されている。<sup>[2]</sup>しかしながら、これらの有機物の詳細の輸送経路や輸送プロセスは未解明な点が多く、その解明は、北太平洋での生物生産機構のより深い理解が必要であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、北西部太平洋及びその縁辺域におけるDOC中の放射性炭素年代(DOC-14)を、高い精度で分析することによって、

- (1) 溶存有機物プールに存在するDOCが、どの程度の速度で供給・生成・消失し、そのバランスが近年の環境の変化にどのように応答しているか?
- (2) 生物生産が高く、同時に多様な陸起源・人為起源有機物が流入する北西太平洋において、溶存有機物がどのような組成で存在するか?
- (3) 溶存有機物の生成・分解が、海洋における親有機物性物質の循環にどのように寄与するか?あるいは寄与してきたか?

といった、現代の海洋物質循環研究が共有する課題を、時間軸を含む新たなトレーサー情報を追加することにより解明することを目的としている。

### 3. 研究の方法

#### (1) 海水中のDOC-14分析

2016年度から2018年度にかけて実施した科研費助成事業(基盤研究C, 代表: 乙坂重嘉)「汎用的な海水中溶存有機物態放射性炭素分析システムの開発」で開発した低汚染DOC-14抽出装置を東京大学大気海洋研究所に設置し(図2)同研究所が所有するシングルステージ加速器質量分析装置と組み合わせた一連の分析システムを整備した。本研究では、先行研究において課題となっていた試料処理の作業の効率化のため、従前に比べて海水試料の前処理のための時間を従来の約2/3とするための分析フローの並列化を実施した。また、計測データの処理方法を改良した。



図2 東京大学大気海洋研究所に設置したDOC-14分析用前処理ユニット。赤枠はUV照射部。

## (2) 試料採取および現場データ取得

本研究では、通算 7 回の調査航海を実施し、北西部北太平洋及び日本海で海水試料を採取した。海水サンプルは、カラーセル式多層採水システムに、酸洗浄済みの 12 L ニスキン-X ボトルを用いて収集した。塩分と水温は、採水時に CTD (導電率、温度、深度プロファイラー) で測定した。収集後の海水は、予燃焼された直径 47 mm の Whatman GF/F ガラス繊維フィルターを通して重力ろ過し、約 800 mL の濾液を燃焼済みの 1 L ガラス瓶に集め、分析まで冷凍保存した。DOC 濃度は、TOC 分析装置 (島津製作所 TOC-L) を使用して、 $\pm 1.7 \mu\text{mol/L}$  の精度で測定した。

## (3) データ解析

試料中の  $^{14}\text{C}$  同位体比の指標として、 $\Delta^{14}\text{C}$  値を用いた。これは、1950 年の大気中の  $^{14}\text{C}$  同位体比に対する試料中の  $^{14}\text{C}$  同位体比の相対比の千分偏差として表したものである。放射性炭素年代もこの値の関数として表すことができる。なお、ここで用いる  $^{14}\text{C}$  同位体比は、 $^{13}\text{C}$  同位体比の計測結果に基づき、試料中に  $^{14}\text{C}$  が取り込まれる際の同位体分別の影響を補正した値である。本研究で報告する  $\Delta^{14}\text{C}$  は、加速器質量分析装置による  $^{14}\text{C}$  計測や、その後のデータ補正プロセスで生じる誤差を含んでおり、最終的な不確かさは最大で 6‰ 程度であった。

## 4. 研究成果

本研究では、北太平洋の北西部における DOC-14 の分布を初めて明らかにした。

本項では、特に重要な成果として、北太平洋亜寒帯循環内の観測点 K2 (47.00°N, 160.00°E)、北太平洋北西端の観測点 B03 (54.05°N, 163.00°E)、ベーリング海の北西端の観測点 E03 (55.73°N, 164.47°E) 及びオホーツク海南部ブツソル海峡の観測点 BF (46.51°N, 151.25°E) の 4 観測点での観測結果について詳述する。

当該観測点における海水試料は、2018 年から 2019 年にかけて実施した研究船マルタノフスキー号 (ロシア極東水理気象研究所) Mu18 航海及び、観測船みらい (JAMSTEC) MR19-2 航海で採取した。2006 年に採取した試料の分析結果も比較に用いた。

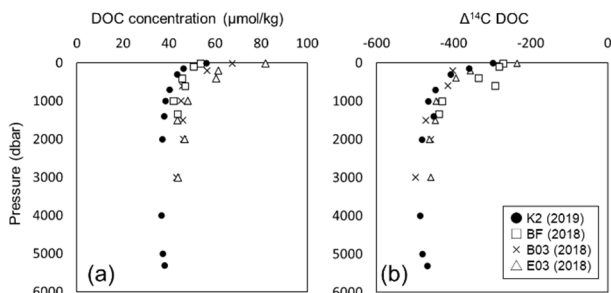


図 3 北西太平洋の 4 点で観測した (a) 本研究で DOC 濃度 ( $\mu\text{mol/kg}$ ) 及び (b) DOC- $\Delta^{14}\text{C}$  (‰)

### (1) 海水中の DOC-14 分布

図 3(a) 及び(b) に、各観測点における海水中の DOC 濃度と DOC- $\Delta^{14}\text{C}$  の鉛直分布を示す。DOC 濃度は表層で高く、深さとともに減少した。表層における DOC 濃度は観測点 K2 と BF では  $55 \mu\text{mol/L}$  前後、観測点 B03 と E03 ではそれぞれ  $67$ 、 $82 \mu\text{mol/L}$  で、全体として、北側の海域で高かった。表層海水中の DOC の  $\Delta^{14}\text{C}$  は  $-299 \sim -236 \text{‰}$  の範囲で分布しており、全体として縁辺域で高かった ( $^{14}\text{C}$  年代が低かった)。

図 4 は観測点 K2 における、DOC 濃度と、放射性炭素年代との関係を示す。図

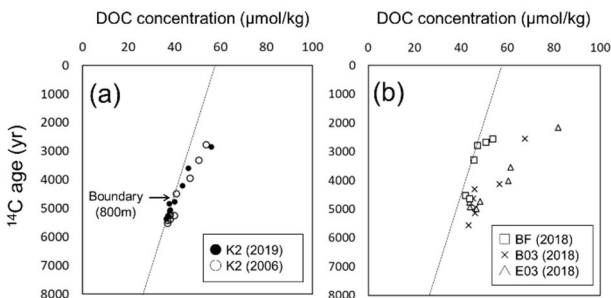


図 4 北西太平洋の 4 観測点における DOC の  $^{14}\text{C}$  年代と DOC 濃度との関係

中の線は、Druffel ら<sup>[3]</sup> で提唱された回帰直線で、概ね 1500 m 以深の深層では、世界のどの海域においても、この 2 つのパラメータが同一の直線関係を示すことを示している。すなわち、海洋深層では、全球レベルでの DOC の循環の時間経過に伴って、DOC 濃度が緩やかに減少することを示している。本研究において、観測点 K2 の 800 m 以深で得られたデータは、この全球レベルでの DOC 循環の一部としてプロットされ、それより上層では、直線から離れる傾向を示した。観測点 BF でも同様の傾向が観察されたが、上層と下層の境界は K2 に比べて浅かった。ベーリング海周辺の観測点 E03 及び B03 においても、上層で DOC 濃度が高くなる傾向が見られたが、他の観測点に比べて全体的に DOC 濃度が高かった。いずれの観測点においても、深層の DOC は、長期間にわたる海水循環の影響を強く受け、十分に劣化した「古い」DOC が主要な構成成分であると考えられる。一方で、上層では、高い濃度の新しい DOC が過剰に供給されていることを示している。

### (2) 北西太平洋の亜寒帯循環域における DOC の起源と輸送

亜寒帯循環域の観測点 K2 において、図 4(a) にみられる上層と下層の境界は約 800m であった。この境界は、温度極大層で特徴づけられる深層水の上縁（ポテンシャル密度  $\sigma_\theta = 27.5$ ）と整合的であり、この特徴に 2006 年と 2019 年で違いは見られなかった。

図 5 に、2006 年の観測点 K2 における、海水中の DOC 及び溶存無機炭素 (DIC) の  $\Delta^{14}\text{C}$  の鉛直分布を示す。海水中の DIC が持つ  $\Delta^{14}\text{C}$  は、ガス交換の影響をほとんど受けない DOC のそれとは異なり、大気と海洋表層で平衡になった炭素（主に  $\text{CO}_2$  由来）がその下層へと運ばれてからの時間経過によって変化する。図中の菱形の印は、海水中のケイ酸濃度に基づいて Broecker ら<sup>[4]</sup> の方法で推定した、核実験などの人為的な放出源による  $^{14}\text{C}$  を含まない

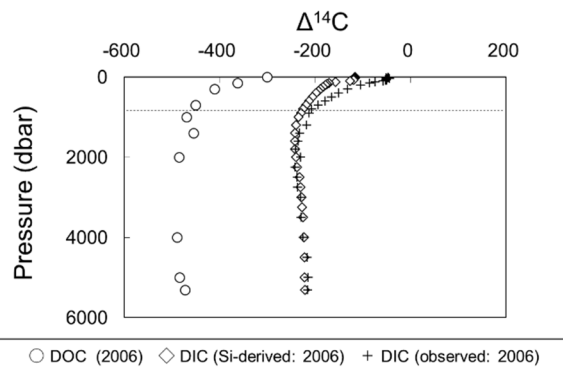


図 5 観測点 K2 における、海水中の DOC 及び DIC の  $\Delta^{14}\text{C}$  の鉛直分布

い海水中の DIC- $\Delta^{14}\text{C}$  の推定値である。この推定値は、表層から中層にかけて実測値（図中+印）に比べて低かった。このことは、人為起源の  $^{14}\text{C}$  の過剰な供給の影響が、少なくとも水深 800 m 層まで及んでいることを示している。言い換えると、観測点 K2 の 800 m 以浅で得られた海水は、数十年以内の時間スケールで表層から輸送された成分を含んでいると考えることができる。

図 6 に、観測点 K2 における上層 (<800m) の海水中の DOC 濃度の逆数に対する、 $\Delta^{14}\text{C}$  値の関係を示す。すべてのデータは、概ね+100 ‰程度の  $\Delta^{14}\text{C}$  値を切片とする直線上にプロットされた。この結果は、観測点 K2 における DOC が、異なる  $\Delta^{14}\text{C}$  値を持つ 2 成分の DOC の混合として説明でき、その端成分の一つの  $\Delta^{14}\text{C}$  値がこの直線の切片の値であることを示している。切片の  $\Delta^{14}\text{C}$  値は 2006 年 (+162 ± 73 ‰) と 2019 年 (+73 ± 51 ‰) で異なり、いずれも大きな不確かさを持つ。とはいえ、この値は 2 つの観測年の間で減少しており、大気中の  $\Delta^{14}\text{C}$  値が 50 ‰ 低下していることを考慮すると<sup>[5]</sup>、この値は大気中の炭素が持つ特徴を反映していると考えられる。具体的には、この表層では、ガス交換によって海洋に運ばれた大気中の炭素が、比較的素早く、海洋表層での一次生産を経て DOC へと変換されたと推測することができる。以上の結果から、観測点 K2 における海水中の DOC- $\Delta^{14}\text{C}$  値は、表層での一次生産由来の DOC と、グローバルな循環を経た深層由来の DOC の混合によって決定付けられると考えることができる。

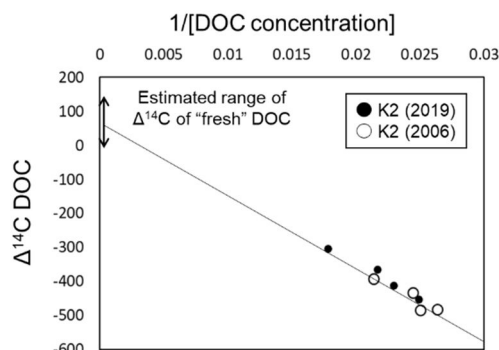


図 6 観測点 K2 における上層 (<800m) の海水中の DOC 濃度の逆数に対する  $\Delta^{14}\text{C}$  値の関係

ここで、観測点 K2 における、2 成分の DOC の混合を、簡単なモデルを用いて考える。始めに、海水中の DOC 濃度が、海洋表層で生産された「新鮮な」炭素 ( $\text{DOC}_{\text{fresh}}$ ) と、海洋深層から運ばれる「古い」炭素 ( $\text{DOC}_{\text{old}}$ ) の混合であると仮定し、式 (1)として表す。

$$[\text{DOC}] = [\text{DOC}_{\text{old}}] + [\text{DOC}_{\text{fresh}}], \quad (1)$$

それぞれの DOC は異なる  $\Delta^{14}\text{C}$  値を持ち、 $\text{DOC}_{\text{fresh}}$  は図 6 に示した切片の値を、 $\text{DOC}_{\text{old}}$  は水深 800m の  $\Delta^{14}\text{C}$  値を持つと仮定できる。これらの値を用いて、 $^{14}\text{C}$  の収支を式 (2)として表すことができる。

$$[\text{DOC}] \times \Delta^{14}\text{C} = [\text{DOC}_{\text{old}}] \times \Delta^{14}\text{C}_{\text{old}} + [\text{DOC}_{\text{fresh}}] \times \Delta^{14}\text{C}_{\text{fresh}} \quad (2)$$

さらに、各層において実測した  $\Delta^{14}\text{C}$  値を式 (3) として表すことができる。

$$[\text{DOC}_{\text{old}}] = \frac{[\text{DOC}] \times (\Delta^{14}\text{C} - \Delta^{14}\text{C}_{\text{fresh}})}{(\Delta^{14}\text{C}_{\text{old}} - \Delta^{14}\text{C}_{\text{fresh}})} \quad (3)$$

図 7 に、式 (3) に基づいて計算された  $DOC_{old}$  濃度の鉛直分布を示す。言うまでもなく、観測点 K2 の水深 800 m 以深では、DOC のほぼ全てが  $DOC_{old}$  で構成されているため、図 7 に示す深層での  $DOC_{old}$  濃度は図 3 で示した DOC 濃度と概ね一致した。一方水深 800 m 以浅では、水深 200m から 800m の中層で、深層に比べて高い濃度の  $DOC_{old}$  が存在すると計算された。上述の通り、 $DOC_{old}$  は「深層由来の」DOC と定義されるため、その供給原である深層に比べて高い  $DOC_{old}$  濃度をもたらすためには、深層以外の「古い」DOC、すなわち外来性 DOC の供給源が存在する必要がある。

図 7 において、比較的高い濃度の  $DOC_{old}$  が見られた深度は、26.6 から 27 のポテンシャル密度 ( $\sigma_{\theta}$ ) を持っていた。この密度の範囲を持つ海水は、オホーツク海及びベーリング海を起源とする中層水であることが示唆されている。<sup>[6]</sup> 観測点 K2 では、これらの中層水を経由して水平的に運ばれたと推測される外来性の DOC が、深層に比べて高い濃度の  $DOC_{old}$  をもたらしたと考えられる。加えて、2019 年に比べて 2006 年で、より高い  $DOC_{old}$  が観測点 K2 の中層水で見られることを考慮すると、中層を経由する  $DOC_{old}$  の輸送の規模は年変動する可能性がある。

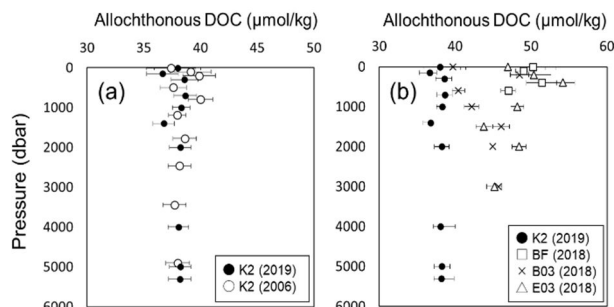


図 7 二成分混合モデルに基づいて各観測点において推定された深層由来成分 DOC ( $DOC_{old}$ ) の鉛直分布

### (3) 太平洋の北西縁辺域における DOC の起源と輸送

縁辺域の観測点における、DOC 濃度と  $^{14}C$  年代の関係を図 4(b) に示す。オホーツク海側の観測点 BF では、K2 に比べて浅い 600m を境に、上層で  $DOC_{fresh}$  が見られた。観測点 BF で見られた浅い境界層は、この海域固有の有機物循環が、比較的短い時間スケールで形成された  $DOC_{old}$  の特徴を示すものと考えられる。ベーリング海側の観測点 (B03 と E03) では、上層と下層の明瞭な境界が見られなかったものの、E03 では 1000m で、B03 では 1500m で DOC の深層循環の線に近接し、それより上層で  $DOC_{fresh}$  が存在すると推測された。これらの海域では、深層で高い DOC 濃度を維持しており、この海域の深層循環の特徴を示しているのかもしれない。

縁辺域の 3 観測点について、前節で述べた方法で計算された  $DOC_{old}$  の濃度の鉛直分布を図 7(b) に示す。計算に用いた  $\Delta^{14}C$  値及び境界層は表 1 のとおりである。驚くべきことに、ベーリング近傍の二つの観測点で異なる鉛直分布を示し、よりベーリング海側の観測点 E03 で、顕著に高い  $DOC_{old}$  が表層に存在することがわかった。この  $DOC_{old}$  は、観測点 K2 と同様に、北太平洋中層水の密度で特徴的に高かった。観測点 K2 を含む亜寒帯循環域の中層水の源流域ともいえるベーリング海には、時間をかけて形成された DOC プールが存在しており、同海の南西部から外洋域へと外来性 DOC を供給していることが示唆された。オホーツク海の観測点 BF でも同様に、 $50\mu\text{mol/L}$  を超える高い濃度の  $DOC_{old}$  が表層から中層にかけて観測された。オホーツク海固有の  $DOC_{old}$  は、観測点 BF 近傍での効果的な鉛直混合過程を経て表層付近に運ばれ、その後、外洋域の中層へと水平輸送されたと推測される。

### (4) DOC-14 が開く海洋物質循環の新展開

本研究では、北西部北太平洋における溶存有機物中の  $\Delta^{14}C$  値の分布を世界で初めて明らかにされ、陸域や陸棚堆積物などを起源とする高濃度の DOC が、縁辺域から中層水を通じて外洋へと輸出されていた証拠を提供した。詳細は省略したが、本研究では、バイオマスと化石燃料の燃焼の副産物であるブラックカーボンについて太平洋の広域で分析を進め、北西部北太平洋の中層水中の外来性 DOC 濃度の観測点間での存在比が、溶存性ブラックカーボン (DBC) のそれと概ね一致することことが浮き彫りとなった。この結果は、前項までに述べた外来性有機物が、森林の燃焼や人為的に海洋に運ばれた DBC を起源とする可能性があることを示唆している。

DOC-14 データは、豊かな生産を支える北西太平洋における、溶存有機物の動きを追跡するための極めて有効なツールであり、さらなる活用が期待される。2022 年度に福島沿岸で実施した海洋調査では、2023 年より予定している福島第一原発からの処理水放出による DOC-14 流出について、スイス及び米国との共同研究のもとで予備解析を実施した。処理水由来の DOC-14 をトレーサーとした沿岸 - 外洋間の DOC 輸送の追跡も、今後の展開の一つと言える。

### 引用文献

- [1] Moore, C.M., et al., 2013. *Nature Geoscience* **6**, 701–710.
- [2] Yamashita, Y., et al., 2020. *Scientific Reports* **10**, 4505.
- [3] Druffel, E.R.M., et al., 2016. *Geophysical Research Letters* **43** 5279–5286.
- [4] Broecker, W., et. al., 1995. *Global Biogeochemical Cycles* **9**, 263-288.
- [5] Hua, Q., et al., 2021. *Radiocarbon* **64**, 723-745
- [6] Nishioka, J., et al., 2020. *Proceedings of National Academy of Science* **117**, 12665–12673.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Youhei Yamashita, Motohiro Nakane, Yutaro Mori, Jun Nishioka, Hiroshi Ogawa	4. 巻 13
2. 論文標題 Fate of dissolved black carbon in the deep Pacific Ocean	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 307
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-022-27954-0	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 Otosaka Shigeyoshi, Jeon Hyunduck, Hou Yunxuan, Watanabe Takahiro, Aze Takahiro, Miyairi Yosuke, Yokoyama Yusuke, Ogawa Hiroshi	4. 巻 527
2. 論文標題 A safer preprocessing system for analyzing dissolved organic radiocarbon in seawater	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.nimb.2022.07.003	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 Youhei Yamashita, Yutaro Mori, Hiroshi Ogawa	4. 巻 9
2. 論文標題 Hydrothermal-derived black carbon as a source of recalcitrant dissolved organic carbon in the ocean	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1126/sciadv.ade3807	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8件（うち招待講演 4件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Shigeyoshi Otosaka, Hyuduck Jeon, Yunxuan Hou, Yusuke Yokoyama, Yosuke Miyairi, Takahiro Aze, Takahiro Watanabe, Hiroshi Ogawa
2. 発表標題 Improvement in analysis of dissolved organic radiocarbon in seawater: Evaluation method of accuracy
3. 学会等名 15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigeyoshi Otsuka, Daisuke Tsumune, Michio Aoyama
2. 発表標題 Radionuclides in seabed sediments off Fukushima
3. 学会等名 International Conference on Environmental Radioactivity (ENVIRA2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乙坂重嘉, 津旨大輔, 青山道夫
2. 発表標題 福島周辺海域における堆積物中の事故由来放射性核種の濃度分布と輸送過程
3. 学会等名 2021年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乙坂 重嘉
2. 発表標題 福島沿岸の海底における放射性核種 : これまでとこれから
3. 学会等名 海と地球のシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shigeyoshi Otsuka, Yunxuan Hou, Masahide Wakita, Youhei Yamashita, Jun Nishioka, Hajime Obata, Yosuke Miyairi, Yusuke Yokoyama, Hiroshi Ogawa
2. 発表標題 Origin and transport of dissolved organic matter in the northwestern margin of the North Pacific inferred from radiocarbon signatures
3. 学会等名 International Conference on Aquatic Science and Technology (i-CoAST) 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 乙坂重嘉
2. 発表標題 放射性炭素年代で紐解く北西太平洋における溶存有機物の動き
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所研究集会「微量元素・同位体を用いた海洋生物地球化学研究」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yunxuan Hou, 乙坂重嘉, 脇田昌英, 山下洋平, 西岡純, 小畑元, 宮入陽介, 横山祐典, 小川浩史
2. 発表標題 北西部北太平洋における溶存有機態放射性炭素の分布と溶存有機物の動態
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022 年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 乙坂重嘉
2. 発表標題 福島の海のいまとこれから
3. 学会等名 RC-91 海を開く現場計測研究会 2022年度第2回研究会（招待講演）
4. 発表年 2022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	脇田 昌英  (Wakita Masahide)  (30415989)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(むつ研究所)・研究員    (82706)	



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	小川 浩史  (Ogawa Hiroshi)  (50260518)	東京大学・大気海洋研究所・教授     (12601)	

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