

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：32644

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18182

研究課題名（和文）春季親潮珪藻ブルーム期の海洋表面マイクロ層における蓄積物質とその濃度の把握

研究課題名（英文）Understanding of accumulated substances and their concentrations in the ocean surface microlayer during the spring Oyashio diatom bloom

研究代表者

野坂 裕一（Yuichi, NOSAKA）

東海大学・生物学部・助教

研究者番号：40803408

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：親潮春季珪藻ブルーム期の海洋表面マイクロ層における植物プランクトン現存量や透明細胞外重合体粒子（TEP）などの調査を行った。海洋表面マイクロ層における植物プランクトンとTEP濃度は観測点によって濃度が異なったが、マイクロ層とその直下の海水を比較した場合、それぞれ最大3倍と20倍マイクロ層の方が高くなることが明らかとなった。また、培養実験の結果から、海洋表面マイクロ層のTEPはその直下の海水に生息する植物プランクトンから生産されたことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海洋 大気間に物質の交換を阻害する物質が存在するならば、地球温暖化や海洋酸性化の速度はこれまでの予測と大きく異なる可能性がある。本研究では海洋 大気間に位置する海洋表面マイクロ層の調査を親潮春季ブルーム期において初めて行い、ブルーム期において海洋表面マイクロ層に植物プランクトンや透明細胞外重合体粒子（TEP）が蓄積することを明らかとした。日本近海での海洋表面マイクロ層の知見は限られているため、本研究の結果は海洋 大気間の物質循環分野に対して貴重なデータとなり、地球温暖化のシミュレーションの精度向上にも繋がる。

研究成果の概要（英文）：I investigated the abundance of phytoplankton and transparent exopolymer particles (TEP) in the sea surface microlayer during the Oyashio spring diatom bloom. The concentrations of phytoplankton and TEP in the microlayer differed depending on observation point, however their concentrations were up to 3 times and 20 times higher in the microlayer than the underlying water, respectively. From the results of the incubation experiment, it was suggested that the TEP of the microlayer was produced from phytoplankton inhabiting the underlying water.

研究分野：生物海洋学

キーワード：海洋表面マイクロ層 親潮域 植物プランクトン 透明細胞外重合体粒子

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

北太平洋亜寒帯の親潮域では、毎年春季になると珪藻類を主体とした植物プランクトンブルームが発生する。この植物プランクトンブルームは、本海域における高い生産性を支える大変重要な現象であるが、植物プランクトンが固定した有機炭素の一部は、細胞外へも排出される。植物プランクトンが細胞外に排出する主な物質は、溶存態糖類と脂質である事が知られており、これらの物質は、一般的に海水の密度よりも低い事から、海洋表面に向かって浮上する。そのため、海洋表面では、糖類や脂質の濃度が海洋表面直下よりも高くなると考えられている。一方で、海洋表面はこれらの物質を利用（分解）するバクテリアが比較的高い濃度で存在する事も明らかとなってきたが、海洋表面における糖類、脂質、バクテリア、植物プランクトン、デトリタス等の知見は世界的に少なく、国内においては殆ど見られない。

海洋表面マイクロ層は海洋表面以深、僅か1mmの薄層である。平均水深3,800mの海洋において、僅か1mmの薄層というのは、それが海中であるなら、大きな意味を持たないかもしれない。しかしながら、この薄層は、海洋と大気間に位置し、海水よりも密度が低い物質が集まるため、海洋中でも大変重要な場所と言えるであろう。そして、それ故に、海洋表面マイクロ層が海洋の物質循環や大気—海洋間のガス交換等に対する影響は大きい。西部北太平洋亜寒帯の親潮域は、春季になると大規模な植物プランクトンブルームが発生し、大量の二酸化炭素を有機炭素へと固定する。その際、植物プランクトンが生産した有機炭素の一部は、溶存態（ $<0.8\ \mu\text{m}$ ）の有機物質として細胞外へ排出される。細胞外に排出された海水よりも密度が低い有機物質は、バクテリアによる分解を受けながらも、その一部はやがて海洋表面に到達すると考えられている。また、本海域における植物プランクトンによる糖類濃度は、ブルーム最盛期に高まり、終焉期に向けて減少する事が報告されており、これに伴い、海洋表面マイクロ層においても糖類濃度が上昇している可能性がある。加えて、多くの植物プランクトンは、乾燥重量当たり20-50%の脂質を含むことから、海洋表面マイクロ層において、脂質の蓄積も発生している可能性が考えられる。しかしながら、植物プランクトンブルーム期間中の海洋表面マイクロ層の研究は殆どない。その理由の一つは、海洋表面マイクロ層のサンプリング方法の困難さにある。

海洋表面マイクロ層のサンプリング法は大きく2つに分けられる。一つ目は、取手を付けた「小型の網戸」に似た採水道具を海面に対して水平になるように海中に沈め、静かに海面へ、そして海面上に持ち上げる方法である。これにより、海洋表面マイクロ層の水は、表面張力により編み目に保持される。二つ目は、取手のついたステンレス板やガラス板等を（海洋に差し込むように）垂直に海に沈め、これを静かに引き抜く方法である。この方法においても、海洋表面マイクロ層水は表面張力によりステンレス板やガラス板の表面に保持されるため、ワイパーなどを用いて板表面からマイクロ層水を落とす事で、採取する事が可能である。しかしながら、これらの方法を用いても1回のサンプリングで採取できる海洋表面マイクロ層水は、僅か数ミリリットルから十ミリリットル程度しかない。よって、海洋表面マイクロ層水の採水効率を高めるためには、連続採水装置の開発を行う必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下のとおりである。

1. 海洋表面マイクロ層水の連続採水装置の開発
2. 春季親潮珪藻ブルーム期における海洋表面マイクロ層の調査
3. 室内培養実験による植物プランクトンの細胞外滲出物質の把握

3. 研究の方法

3-1. 海洋表面マイクロ層連続採水装置の開発

双胴船の形状をした海洋表面マイクロ層連続採水装置を以下の手順で作成した。

- 1) 双胴船の作成
- 2) 双胴船への推進機とコントロールユニットの取り付け
- 3) マイクロ層水を採取するためのガラス製の円盤とワイパーの取り付け
- 4) 海洋表面から隔離したマイクロ層水を貯蔵するための試料瓶の取り付け

3-2. 親潮春季珪藻ブルーム期における海洋表面マイクロ層の調査

春季親潮珪藻ブルーム期における海洋表面マイクロ層調査は、平成30年5月に淡青丸航海（KS-18-6）、令和元年5月に俊鷹丸（SY-19-05）にて行った。調査した観測

点は、KS-18-6 航海で 6 観測点、SY-19-05 航海では 7 観測点であり、これらの観測点で水温、塩分、植物プランクトン現存量 (Chl-a)、透明細胞外重合体粒子 (TEP) 試料の採取、培養実験などを行った。なお、海洋表面マイクロ層水は連続採水装置が未完成であったため、ステンレス製ネットによる採水を行い、海洋表面マイクロ層直下の採水は、バケツにて行った。

2-2. 室内培養実験による植物プランクトンの細胞外重合体粒子生産

春季親潮珪藻ブルーム期に優占する *Thalassiosira nordenskiöldii* の室内培養実験は、5°C で培養した *T. nordenskiöldii* の比増殖速度や糖類生産速度などを評価した。また、光合成—光曲線実験を行い、光強度に対する増殖速度や糖類生産速度なども評価した。

4. 研究成果

4-1. 海洋表面マイクロ層連続採水装置

作成した海洋表面マイクロ層連続採水装置は、横幅 80 cm、奥行き 80 cm、高さ 60 cm 程度の大きさとなった。本採水装置はラジオコントロールで移動できるように船尾にスラスターを 2 機取り付け付けた。装置の前部にはガラスの円盤を取り付け、ステッピングモーターで低速回転するように電子回路を作成した。ガラスの円盤が回転することで海洋表面水がガラス表面に付着するため、これをワイパーにて集め、小型のペリスタリックポンプにて試料瓶に貯蔵した。採水された海洋表面水の TEP 濃度を測定したところ、海洋表面マイクロ層直下の TEP 濃度よりも高かったことから、本装置で採水された海水は、海洋表面マイクロ層水であると考えられた。本研究で開発した装置は、採水速度が計算していたよりも遅かったことに加えて、採水された海洋表面水の厚さの見積もりが困難であったため、今後はこれらの改良を行う必要がある。

4-2. 親潮春季珪藻ブルーム期における海洋表面マイクロ層の調査

海洋表面マイクロ層の Chl-a 濃度は、バケツ採水されたその直下の海水よりも最大 3 倍高く、TEP 濃度は最大 20 倍高かった。高い TEP 濃度が観測された海洋表面マイクロ層の TEP/Chl-a 比は、海洋表面マイクロ層直下の海水のそれよりも高かったことから、親潮春季珪藻ブルーム期間中の海洋表面マイクロ層には植物プランクトン由来の TEP が蓄積していると考えられた。海洋表面マイクロ層水とその直下の海水を用いた培養実験では、海洋表面マイクロ層水の TEP 濃度が培養時間とともに低下したのに対し、海洋表面マイクロ層の直下の海水ではこの濃度が上昇したことから、海洋表面マイクロ層の TEP はバクテリアや紫外線などによる分解を受けており、海洋表面マイクロ層直下の海水からは植物プランクトン由来と思われる TEP が供給されていると考えられた。脂質濃度は観測点により濃度が大きく異なっていた。また、海洋表面マイクロ層とその直下において、植物プランクトン種組成が異なる観測点が確認された。これは、比較的紫外線に耐性のある種が海洋表面マイクロ層で特異的に増殖した可能性を示している。親潮春季珪藻ブルーム期における海洋表面マイクロ層への物質の蓄積は、海洋—大気間の物質交換速度に強い影響を与えられられるため、ブルーム期には植物プランクトンによる生産性が高まる一方で、大気からの二酸化炭素の溶解速度が見かけ上低下している可能性が考えられた。

室内培養実験は新型コロナウイルスの影響で開始時期が遅れた。そのため、現在データを解析中である。現場調査と室内培養実験の結果をまとめ、近日中に国際雑誌で発表する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 野坂裕一、鈴木光次、伊佐田智規、土屋健司、渡邊裕、南秀樹
2. 発表標題 春季親潮・黒潮・混合域の海洋表面マイクロ層における透明細胞外重合体粒子の蓄積
3. 学会等名 海洋生物シンポジウム 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野坂裕一、鈴木光次
2. 発表標題 Fragilariopsis cylindrus とDetonula confervacea における塩分に対する透明細胞外重合体粒子（TEP）生産の特徴
3. 学会等名 2020年日本プランクトン学会・ベントス学会合同大会
4. 発表年 2020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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------