

函館湾の植物プランクトン季節変化メカニズムを解明

～秋季から冬季にかけてのカレニア赤潮の発生長期化を初報告～

ポイント

- ・北海道函館湾の植物プランクトン組成を2年間にわたり、毎週調査。
- ・長期的には水温が種組成を変化させているが、短期的には降雨、日射、風が影響することを解明。
- ・有害種カレニアミキモトイの赤潮形成が冬季まで長期化していることを発見。

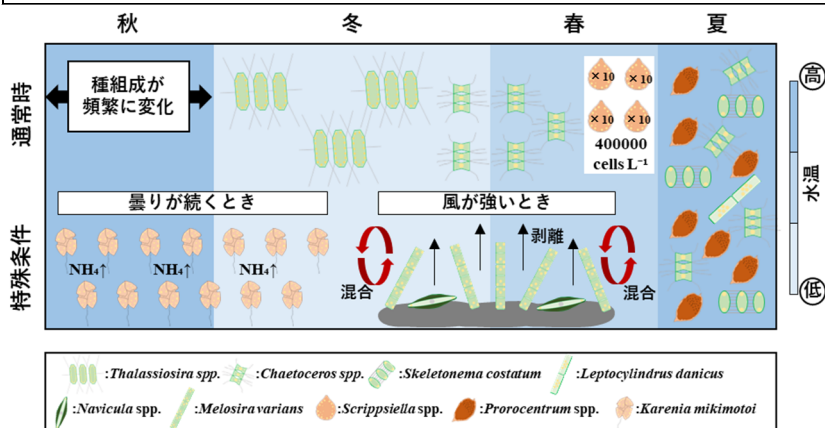
概要

北海道大学大学院水産科学院修士課程2年（研究当時）の濱尾優介氏、同大学院水産科学研究院の松野孝平助教、笠井亮秀教授及び海洋研究開発機構地球環境部門むつ研究所の脇田昌英副主任研究員らの研究グループは、北海道道南に位置する函館湾において、植物プランクトン組成の季節変化メカニズムとカレニア赤潮発生の長期化を明らかにしました。

函館湾は、津軽海峡に面し、恒常的に津軽暖流と沿岸河川の影響を受けている海域です。近年、津軽暖流の流量増加が報告されており、それに伴う海洋環境の変化が観測されつつあります。環境の変化は、そこに生息する生物の組成を変えます。植物プランクトンは好適環境が種によって異なるため、海洋環境が変化するとすぐに種組成も変化します。また、函館湾では、2015年から有害渦鞭毛藻類カレニアミキモトイによる赤潮がほぼ毎年秋に発生しています。しかし、函館湾における植物プランクトン全体の変化と海洋環境との関係については十分に理解されていませんでした。そこで研究グループは、函館湾七重浜において2年間にわたり、海洋環境と植物プランクトン組成を毎週調査しました。その結果、植物プランクトン組成の長期的な季節変化は水温によって説明でき、1-2週間程度の短期的な変化は、大気由来の影響（降雨、日射、風）で説明できることを解明しました。さらに、2021年8月末から2022年1月まで、高いアンモニア塩と曇りが続いたことで、カレニアミキモトイ赤潮が長期化していたことを明らかにしました。

本研究の成果は、海洋環境による植物プランクトン組成変化と赤潮発生のメカニズムを解明しているため、今後の気候変動に対する海洋生態系の応答と赤潮発生予測構築に貢献する知見となります。

なお本研究成果は、2024年8月27日（火）公開のRegional Studies in Marine Science誌にオンライン掲載されました。



本研究成果の概念図。植物プランクトンの1シンボルが、10,000 cells L⁻¹を意味する。水温によって種組成が変化するが、降雨、日射、風のような大気の影響も見られた。秋は、栄養塩が高く、曇りが続くとカレニア赤潮が発生する。春は、風が強いと、付着藻類が多くなる。

【背景】

函館湾は津軽海峡に面し、恒常的に津軽暖流と沿岸河川の影響を受けている海域です。近年、対馬暖流の流量増加に伴う、津軽暖流の流量増加が報告されています。その海流の変化によって、津軽海峡内の海洋環境の変化が観測されつつあります。環境の変化は、そこに生息する生物の組成を変えます。植物プランクトンは好適環境が種によって異なるため、海洋環境が変化するとすぐに種組成も変化します。また、函館湾では、2015 年から有害渦鞭毛藻類カレニアミキモトイによる赤潮がほぼ毎年秋に発生しています。しかし、函館湾における植物プランクトン全体が、海洋環境によってどのように影響を受けているのかについては不明な点が多くありました。

研究グループは、函館湾における植物プランクトン群集が、海洋環境によってどのように変化するかを明らかにするため、2 年間にわたり毎週調査を行い、植物プランクトン組成と海洋環境を比較しました。

【研究手法】

函館湾七重浜の第 3 防砂堤において、2020 年 9 月から 2022 年 8 月まで、毎週調査を行いました（図 1）。調査では、水温、塩分、濁度をセンサーで測定し、海表面の海水をバケツで採水しました。採水試料は、栄養塩分析用、クロロフィル *a* 分析用、植物プランクトン組成分析用の三つを作成しました。栄養塩分析用試料は、冷凍保存した後に、海洋研究開発機構むつ研究所にて栄養塩（硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニア塩、リン酸塩、ケイ酸塩）を分析しました。クロロフィル *a* 分析用試料は、GF/F フィルターで濾過し、DMF で色素を抽出し、ターナー蛍光光度計で分析しました。植物プランクトン組成用試料は、終濃度 1%グルタルアルデヒドで固定後、濃縮し、倒立顕微鏡下にて種または属毎に細胞を計数しました。大気的环境要因として、函館地方気象台のアメダスデータを使用しました。得られた細胞密度データに基づき、クラスター解析を行い、環境要因との関係を冗長性分析によって評価しました。

【研究成果】

函館湾における植物プランクトンでは、珪藻類がほぼ年間を通して優占していました（図 2a）。ただし、6 月と 9-10 月には一時的に渦鞭毛藻類が最優占していました。2020 年冬季にはカレニアミキモトイが見られませんでした。2021 年冬季は比較的高い細胞密度で存在していました（図 2b）。クラスター解析の結果、六つのグループに区分され、その出現時期や優占種に基づき、夏、晩春、底生、冬、春及びカレニアグループと呼称しました（図 3a）。3-6 月は、春と底生グループが混在していましたが（図 3b）、これは風の強さによって決まっており、風が強いとき（平均風速 3.6 m s^{-1} 以上）に底生グループが見られ、それ以外は春グループでした。カレニアグループは 2021 年 8 月末から出現し始め、11 月から 2022 年 1 月頭まで連続して出現していました（図 3b, c）。前年の同時期と環境要因を比べると、アンモニア塩が高く（ $7.06 \mu\text{M}$ ）、日射量が少ない（全点日射量 8.4 MJ m^{-2} 以下）ことが分かりました。これより、栄養塩が高く、曇りが続くとカレニアが増加しやすいことが明らかとなりました。

【今後への期待】

本研究によって、函館湾における植物プランクトン全体の季節変動と海洋環境との関係が明らかになりました。函館湾は北海道内で最も暖流の影響を強く受け、温暖化や海洋酸性化が観測されている海域です。モニタリングを継続し、長期間のデータを集めることで、津軽暖流の強化や気候変動の影響がより詳細に解明できます。それにより、将来にわたる生物多様性の保全や、水産資源の持続的利用に繋がるのが期待されます。

【謝辞】

本研究は、科学研究費補助金・基盤研究（課題番号 JP21H02263（B））の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名 Seasonal changes in the protist communities of Hakodate Bay, southern Hokkaido, from 2020 to 2022（2020 年から 2022 年の北海道南部函館湾における植物プランクトン群集の季節変動）
著者名 濱尾優介¹、森本恭世¹、畳指祥子²、脇田昌英²、笠井亮秀^{3、4}、松野孝平^{3、4}
（¹北海道大学大学院水産科学院、²海洋研究開発機構地球環境部門むつ研究所、³北海道大学大学院水産科学研究院、⁴北海道大学北極域研究センター）
雑誌名 Regional Studies in Marine Science（海洋学の専門誌）
DOI 10.1016/j.rsma.2024.103775
公表日 2024 年 8 月 27 日（火）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院 助教 松野孝平（まつのこうへい）

T E L 0138-40-5541 F A X 0138-40-5541 メール k.matsuno@fish.hokudai.ac.jp

U R L http://www2.fish.hokudai.ac.jp/faculty-member/matsuno_kohei/?key=jp

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

海洋研究開発機構海洋科学技術戦略部報道室（〒236-0001 横浜市金沢区昭和町 3173-25）

T E L 045-778-5690 メール press@jamstec.go.jp

【参考図】

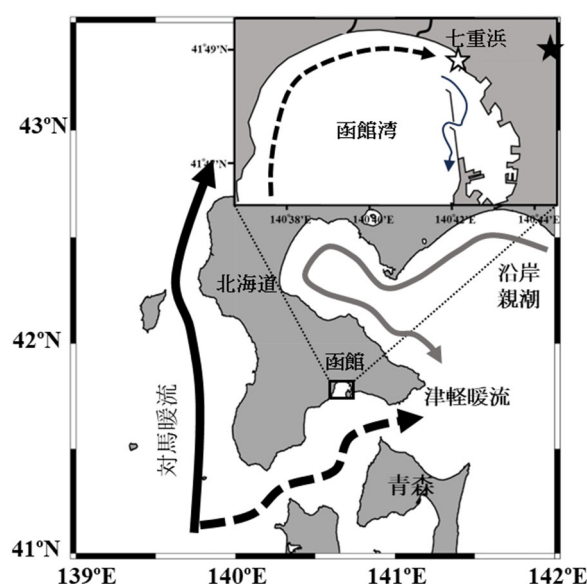


図 1. 本研究の調査地点と主な海流。

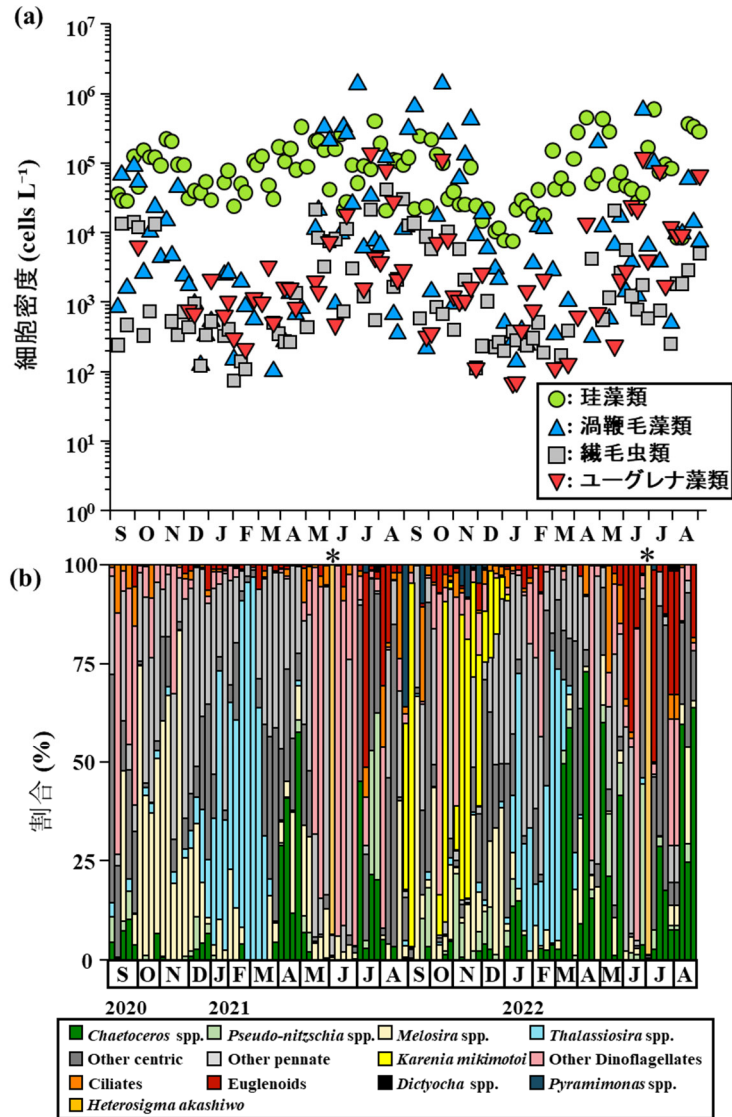


図 2. 函館湾における植物プランクトン細胞密度 (a) と組成 (b) の季節変化。(a) 珪藻類がほぼ優占するが、6 月と 9-10 月には一時的に渦鞭毛藻類が最優占することが分かる。(b) 2020 年冬季にはカレニアミキモトイ（濃い黄色の部分）が見られなかったが、2021 年冬季は比較的高い細胞密度で存在していた。

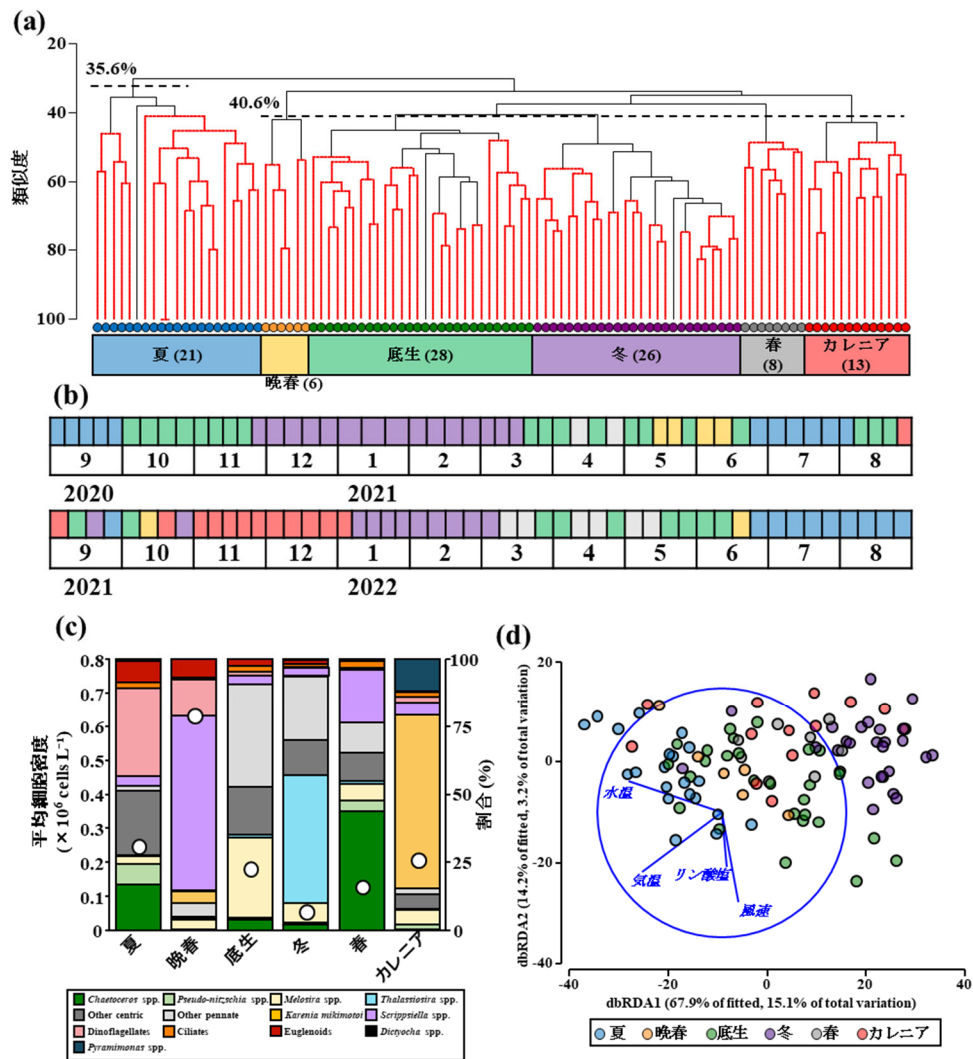


図 3. (a) 植物プランクトン細胞密度に基づくクラスター解析の結果。六つのグループに分かれ、それぞれの出現時期と特徴から名前を付けた。(b) 六つのグループの季節的な出現。カレニアグループが、2021 年 8 月末から 2022 年 1 月頭まで出現した。(c) グループ毎の種組成。(d) 植物プランクトン組成と環境要因との冗長性分析。植物プランクトン組成に有意な影響を与える変数として、気温、水温、風速及びリン酸塩が選択された。