

北極海の海水融解遅延が動物プランクトンを減少させる

～温暖化シナリオ実験により、海水変動が動物プランクトン群集を変えることを解明～

ポイント

- ・船舶観測、衛星観測及びモデルにより、北極海の動物プランクトンと海水の関係を解析。
- ・海水融解が遅いことで、動物プランクトンが減少することを発見。
- ・温暖化シナリオ実験により開放水面期間の長期化がプランクトン群集を変えることを解明。

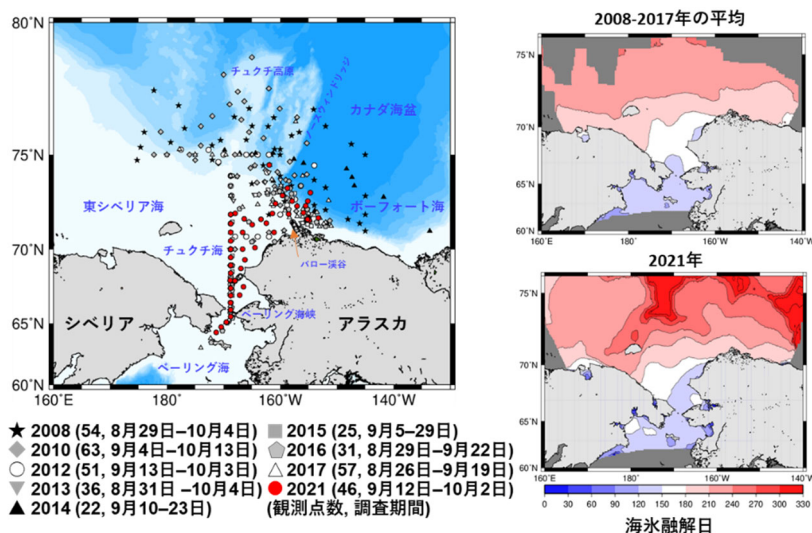
概要

北海道大学大学院水産科学院修士課程1年の日比野湧也氏、同大学院水産科学研究所の松野孝平助教、山口 篤准教授、海洋研究開発機構の藤原 周副主任研究員、伊東素代副主任研究員らの研究グループは、海水融解が著しく遅かった2021年の太平洋側北極海で、動物プランクトンが大幅に減少していることを明らかにしました。

プランクトンは、寿命が短く、水中を漂うため、海水衰退のような気候変動の影響を受けやすい生物です。太平洋側北極海では、2020年冬にボーフォート高気圧が消滅したことで、時計回りのボーフォート循環が逆転しました。それまでは温暖化に伴い、年々、海水衰退が進行していましたが、その循環逆転により2021年には多くの海水が融け残る異常現象が発生しました。この異常現象が動物プランクトンへ影響していたと考えられますが、詳細は不明でした。そこで研究グループは、2021年と、海水衰退年(2008-2017年)における動物プランクトン群集を比較し、海洋環境との関連を衛星観測とモデルで調査しました。その結果、海水が多かった2021年は動物プランクトンが大幅に減少していることを発見しました。さらに、温暖化シナリオ実験によって、開放水面期間^{*1}の長期化や水温上昇が、プランクトン群集を変えることを解明しました。

本研究の成果は、海水変動による、北極海のプランクトン現存量とその多様性の変化を明らかにしているため、今後の地球温暖化に対する海洋生態系の将来予測に貢献する知見となります。

なお本研究成果は、2025年1月29日(水)公開のFrontiers in Marine Science誌にオンライン掲載されました。



太平洋側北極海における本研究の調査地点(左図)と、2008-2017年平均及び2021年の海水融解日(右図)。2008-2017年の平均に比べて、2021年の海水融解日が、ボーフォート海、カナダ海盆及びチュクチ高原で高い(融解が遅い)ことが分かる。

【背景】

太平洋側北極海では、温暖化に伴い夏季の海氷域が急速に衰退しており、それにより動物プランクトンが増加していると考えられていました。動物プランクトンは、生態系において魚類など高次捕食者の餌生物として重要な役割を担っています。しかし、2020 年冬にポーフォート高気圧が消滅したことで、時計回りのポーフォート循環が逆転し、多くの海氷が融け残る異常現象が発生しました。この海洋循環の逆転は、これまでの太平洋側北極海では観測されたことが無い現象でした。循環が逆転したことで、海氷融解が遅延し、それが動物プランクトンへ影響していたと考えられますが、未だ十分に理解されていませんでした。

研究グループは、海氷変動が動物プランクトン群集へどのように影響するかを明らかにするため、船舶調査、衛星観測及びモデルによるシナリオ実験を行い、海氷融解の遅延や水温上昇による動物プランクトン群集への影響を評価しました。

【研究手法】

海洋研究開発機構の海洋地球研究船「みらい」、及びカナダ沿岸警備隊の砕氷調査船「アムンゼン」で、2008、2010、2012、2013、2014、2015、2016、2017、2018 及び 2021 年の 9-10 月に、太平洋側北極海に設けた合計 385 観測点において、プランクトンネットを海底直上もしくは 150 m から鉛直曳きし、動物プランクトン試料を得ました。試料は、船上で直ちに 5%中性ホルマリンで固定しました。陸上実験室では、固定試料を実体顕微鏡下で種毎に計数しました。2021 年については、クラスター解析により群集を分けました。衛星データとして、開放水面期間、海面水温年中央値、海面クロロフィル *a* 濃度年中央値、年間一次生産量を計算しました。それらのデータを一般化非類似度モデル (Generalized Dissimilarity Modeling: GDM) に導入し、衛星データと動物プランクトン組成の関係を主成分分析しました。そこで得られた成分値に基づくクラスター解析を行い、2008-2017 年の平均的な群集分布を解析しました。さらに、気候変動に関する政府間パネル第 6 次報告書 (IPCC AR6) の気候変動予測に従い、2100 年の太平洋側北極海を想定した動物プランクトン分布形成のシナリオ実験をモデルによって行いました。

【研究成果】

海氷融解が遅かった 2021 年の動物プランクトン群集は六つに区分され、陸棚上でも細かく群集が変化することが分かりました (図 1 左上)。2008-2017 年については、GDM とクラスター解析によって八つの群集に区分されました (図 1 右上)。両年の群集を同所的に比較したところ、2021 年の群集は、2008-2017 年に比べて、いずれの海域においても動物プランクトン出現個体数が減少していることが分かりました (図 1 下)。ただし、細かく見ると、ベーリング海峡周辺では有殻翼足類のミジンウキマイマイが、パロー溪谷周辺で太平洋産カイアシ類が多いことも示され、これは太平洋水の流量増加の影響によると考えられます。GDM の結果、動物プランクトン群集は、開放水面期間、海面水温年中央値、年間一次生産量と有意な関係がありました。そこで、IPCC AR6 で示されている温暖化シナリオ (SSP1-2.6 及び SSP5-8.5) に基づき、開放水面期間の長期化、水温上昇及び一次生産量の増加によって動物プランクトン群集がどの程度変化するかを予測しました。その結果、開放水面期間の長期化が動物プランクトン群集に対して最も影響が大きく、その影響は特に北極点に近いほど顕著であることが解明されました (図 2)。

【今後への期待】

本研究によって、太平洋側北極海の海洋循環の変化が海水分布を変え、それが動物プランクトン群集へ影響を及ぼすことが明らかになりました。さらに、本研究では船舶観測と衛星観測をモデルで連結させることで、動物プランクトン群集の将来予測が出来ることを示しました。北極海は温暖化により今後も海水が減少し続けることが予測されていますが、本研究で構築されたモデルによって動物プランクトン群集を継続的に予測可能になることが期待されます。その予測に現場観測の結果をフィードバックさせることで、環境変化に対する海洋生物の応答の理解が進むため、将来にわたる海洋生態系の維持や、水産資源の持続的利用に繋がることが期待されます。

【謝辞】

本研究は、文部科学省補助事業の北極域研究加速プロジェクト ArCS II (JPMXD1420318865)、環境省の環境研究総合推進費 (JPMEERF20214002) 及び日本学術振興会科学研究費助成事業「基盤研究 (A) (JP22H00374、JP17H01483)」、「基盤研究 (B) (JP21H02263、JP19H03037)」、「挑戦的研究 (開拓) (JP20K20573)」、「若手研究 (JP18K14506)」、「二国間交流事業共同研究 (JPJSBP120238801)」の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Effect of delayed sea ice retreat on zooplankton communities in the Pacific Arctic Ocean: A generalized dissimilarity modeling approach (太平洋側北極海における海水衰退遅延による動物プランクトン群集への影響：一般化非類似度モデルによる解析)
著者名	日比野湧也 ¹ 、松野孝平 ^{2,3} 、藤原 周 ⁴ 、阿部義之 ⁵ 、細田七海 ¹ 、伊東素代 ⁴ 、山口 篤 ^{2,3} (¹ 北海道大学大学院水産科学院、 ² 北海道大学大学院水産科学研究院、 ³ 北海道大学北極域研究センター、 ⁴ 海洋研究開発機構、 ⁵ 北海道大学 URA ステーション)
雑誌名	Frontiers in Marine Science (海洋学の専門誌)
D O I	10.3389/fmars.2025.1484609
公表日	2025 年 1 月 29 日 (水) (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 https://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】

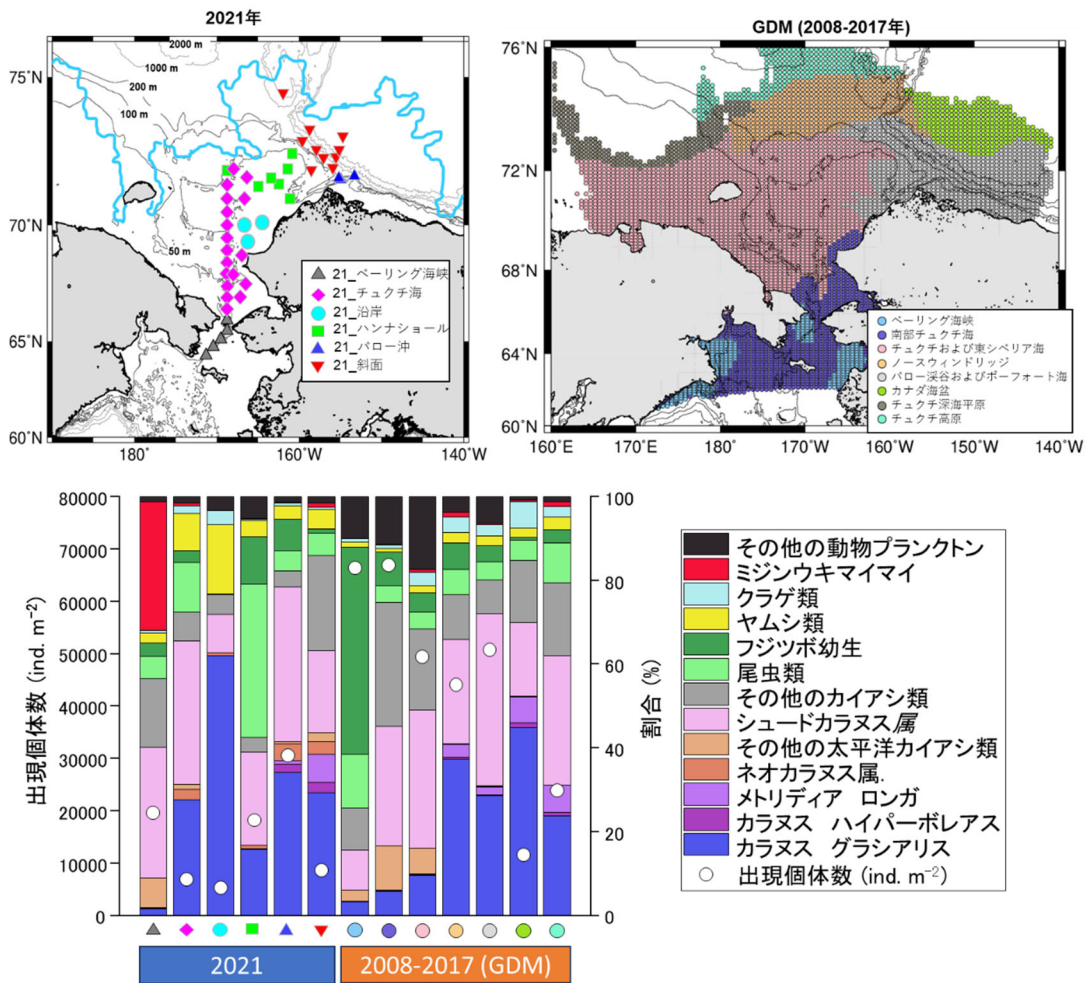


図 1. 2021 年の動物プランクトン群集の水平分布（左上）、2008-2017 年の動物プランクトン群集の水平分布（右上）、両期間における全ての群集の出現個体数と優占種の割合（下）。図中のシンボルは、上下の図で共通している。左上の図の水色の線は、氷縁域を示す。2008-2017 年の群集分けは、一般化非類似度モデルとクラスターによって解析している。同所的に見られた群集を比較すると、2021 年の群集はいずれの海域においても出現個体数が少ないことが分かる。

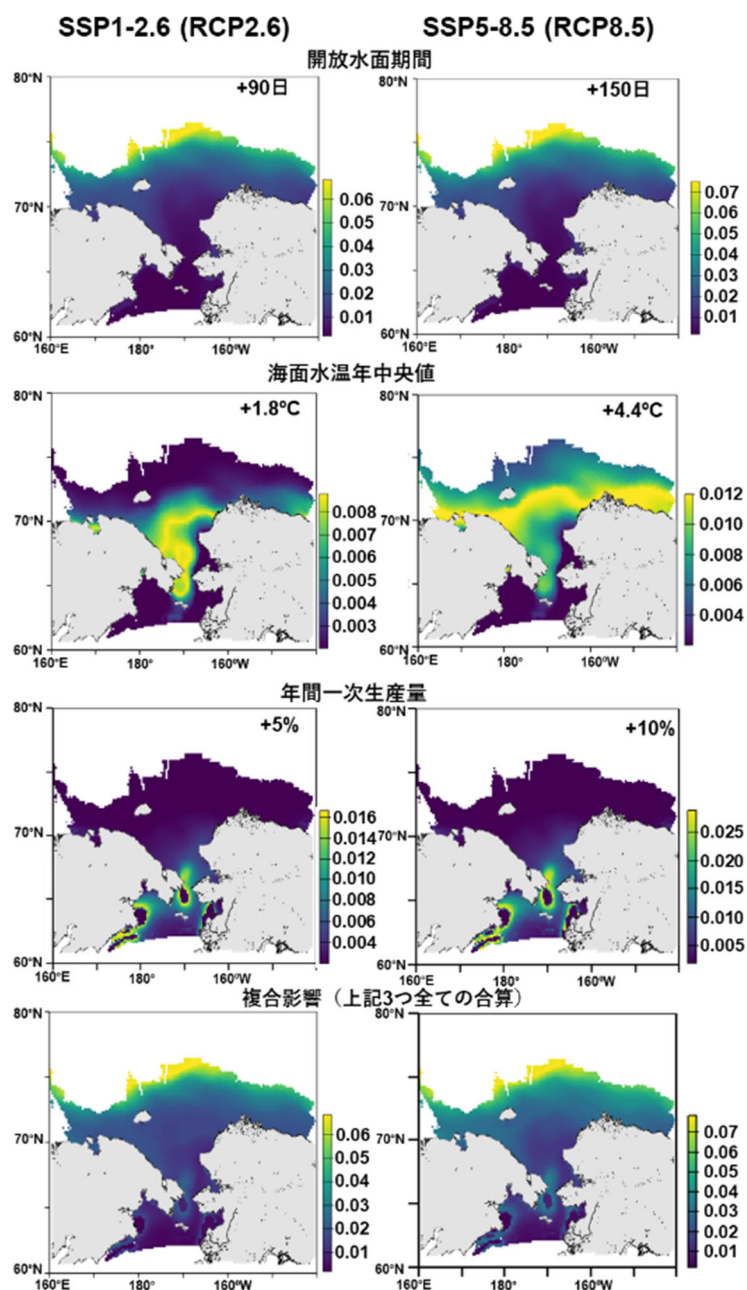


図 2. IPCC AR6 で示されている温暖化シナリオ（SSP1-2.6 及び SSP5-8.5）に基づく、開放水面期間の延長、水温上昇及び一次生産量の増加による、動物プランクトン群集類似度への影響。縦スケールの数値が高いほど、従来の群集とは異なる群集が出現することを示す。動物プランクトン群集への影響の大きさとしては、開放水面期間の長期化が最も大きく、特に特に北極点に近いほど顕著に高いことが分かる。

【用語解説】

* 1 開放水面期間 … 海表面が海水に覆われていない期間。