

氷河ポンプが駆動するグリーンランドの海洋環境

～氷河の融解加速により海のプランクトンの群集構造が変わる～

ポイント

- ・グリーンランドで起きた記録的な氷河融解に伴い、融け水の流入で海水循環が活発化。
- ・湧き上がる融け水によって海面への栄養輸送が強化され、大型の植物プランクトンが大幅に増殖。
- ・氷河の融解が加速するグリーンランドで、海洋生態系への影響に懸念。

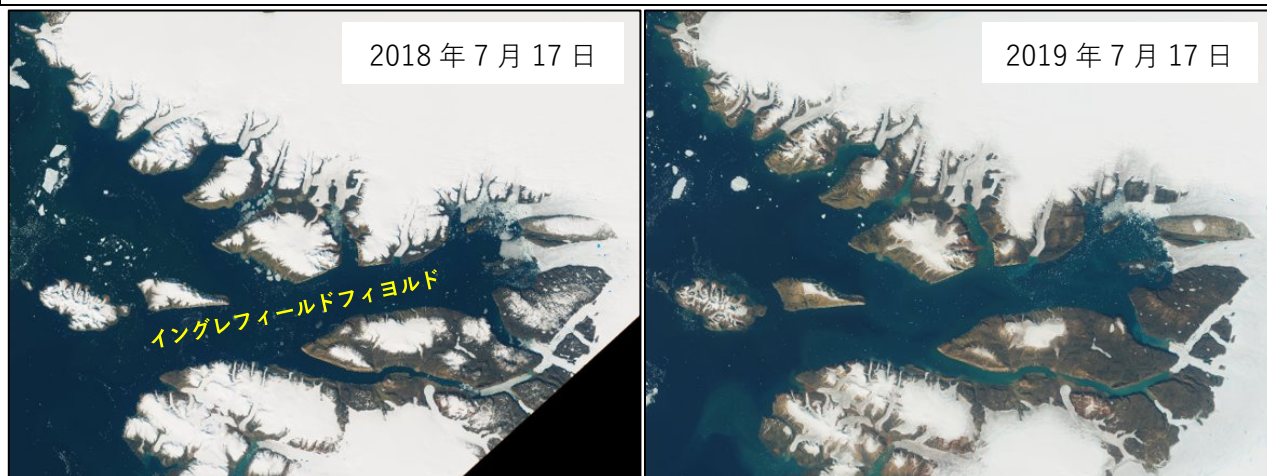
概要

北海道大学低温科学研究所の杉山 慎教授、西岡 純教授、王 鄴凡博士研究員、同大学院水産科学研究院の山口 篤准教授、松野孝平助教、同大学院地球環境科学研究院の山下洋平准教授らの研究グループは、東京大学大気海洋研究所の漢那直也助教（元北海道大学北極域研究センター）と共同で、複数のカービング氷河*¹が流入するグリーンランドのフィヨルドで観測を行い、氷河の激しい融解によってフィヨルドの基礎生産*²が活発になることを解明しました。

グリーンランドで記録的な氷河融解が起きた2019年の夏、氷河が流入するフィヨルドには窒素、リン、鉄分などの栄養素が前年より豊富にあり、大型植物プランクトンが大増殖しました。解析の結果、氷河の融け水に起因する海水の汲み上げ機能（氷河ポンプ）が強く働き、中層から栄養豊富な海水が大量に湧昇し、高い栄養環境で増殖する大型ケイ藻類が出現したことが分かりました。

この研究結果は、氷河の融解によってフィヨルドの栄養環境が良好になり、基礎生産が増加することを示しています。しかし長い目で見ると、温暖化によりグリーンランドからカービング氷河が失われてしまうと氷河ポンプは機能不全に陥るため、海洋生態系への甚大な影響が予想されます。従って氷河の融解が海洋環境に与える影響を、今後も注意深く観察し、理解を深める必要があります。

本研究成果は、2022年11月4日（金）公開の *Global Biogeochemical Cycles* 誌にオンライン掲載されました。



グリーンランド北西部イングレフィールドフィヨルドと氷河の衛星写真（J. Seguinot 氏提供）。2019年は記録的融解で雪が消え氷河の氷がむき出しになり、融け水の流入で海の色も変化した。

【背景】

北極域に位置する氷の島グリーンランドでは、地球温暖化によって氷河氷床が急速に融けています。2019年の夏、グリーンランドでは記録的な氷河氷床融解イベントが発生し、ひと月で2230億トンの氷が消失しました。失われた氷の融け水は、琵琶湖の水量の約9倍に匹敵します。この膨大な融け水が流出した海洋では、いったい何が起きていたのでしょうか？

カービング氷河の末端では、氷河の底から流出した融け水が海中で浮上します。この湧昇流に乗って中・深層からは窒素、リンなどの主要な栄養素が、また氷河の融け水からは鉄分などの微量な栄養素が表層に届けられます。これらの栄養素が、表層で光を浴びて活動するプランクトンの増殖を助けるので、氷河の融解は海洋生態系に大きな影響を与えます。氷河がより多く融けると海洋の湧昇が活発になることが予想されますが、それに対しプランクトン群集がどのように応答するかは分かっていませんでした。

【研究手法】

グリーンランド北西部に位置するイングレフィールドフィヨルドは、複数のカービング氷河が流れ込む、グリーンランドでも有数の巨大なフィヨルドです（図1）。研究グループは、融解イベントが発生した2019年8月とその前年に、現地住民の協力を得てこのフィヨルドで観測を行いました。水温、塩分測定センサーを用いた海洋観測に加え、海水中の栄養塩類^{*3}、鉄分、溶存有機物、プランクトン群集などを分析するためのサンプリングを行いました。

【研究成果】

本研究によって以下の3点が明らかになりました。

1. 融解イベントが発生した2019年の夏には、フィヨルドの湧昇が活発化した。
2. 1の結果、鉄分、栄養塩濃度が垂表層（水深20~100m）で増加した（図2）。
3. 1と2の結果、大型の植物プランクトンが大増殖した（図2、3）。

2018年と比較して、2019年はフィヨルドの栄養環境が良好になりました。特に夏に不足しがちな硝酸塩とリン酸塩の濃度は、2018年に比べてそれぞれ14倍、2倍高くなりました（図2）。2019年は、氷河からより多くの融け水が流入して湧昇が強まり、栄養豊富な中層海水が例年より浅い水深20mまで湧き上がりました。光が届く水深にこれらの栄養塩が運ばれたことで、2018年には見られなかった大型ケイ藻類が大増殖しました（図3）。

【今後への期待】

グリーンランドのフィヨルドには多様で豊かな海洋生物が生息し、現地で生活する人々に海の恵みをもたらしています。このフィヨルドに流れ込むカービング氷河は、氷河ポンプによって海の基礎生産者である植物プランクトンを育み、海鳥やアザラシの餌場を形成し、人々には豊かな漁場を提供しているのです。北部グリーンランドでは、近年になって氷河の融解が一段と加速しています。2019年に起きたような融解が頻発すれば、フィヨルドの栄養環境は良好になり、基礎生産は増加に転じることが予想されます。

しかし温暖化でグリーンランドがカービング氷河を失うと、氷河ポンプは機能しなくなるため、海洋生態系への甚大な影響が懸念されます。従って、気候と氷河の変動を注意深く観察し、氷河の融解が海洋環境に与える影響をより深く理解する必要があります。

【謝辞】

本研究は、ArCS II 北極域研究加速プロジェクト、ArCS 北極域研究推進プロジェクト、日本科学協会の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名 Meltwater discharge from marine-terminating glaciers drives biogeochemical conditions in a Greenlandic fjord (カービング氷河の融解水の流出がグリーンランドフィヨルドの生物地球化学環境を制御する)

著者名 漢那直也¹、杉山 慎²、安藤卓人³、Yefan Wang⁴、櫻木雄太⁴、筈見柊也⁵、松野孝平⁶、山口 篤⁶、西岡 純²、山下洋平⁷ (¹東京大学大気海洋研究所、²北海道大学低温科学研究所、³島根大学エスチュアリー研究センター、⁴北海道大学大学院環境科学院、⁵北海道大学大学院水産科学院、⁶北海道大学大学院水産科学研究所、⁷北海道大学大学院地球環境科学研究院)

雑誌名 Global Biogeochemical Cycles (米国地球物理学連合学会誌)

DOI 10.1029/2022GB007411

公表日 2022年11月4日(金)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 教授 杉山 慎 (すぎやましん)

T E L 011-706-7441 F A X 011-706-7142 メール sugishin@lowtem.hokudai.ac.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

【参考図】

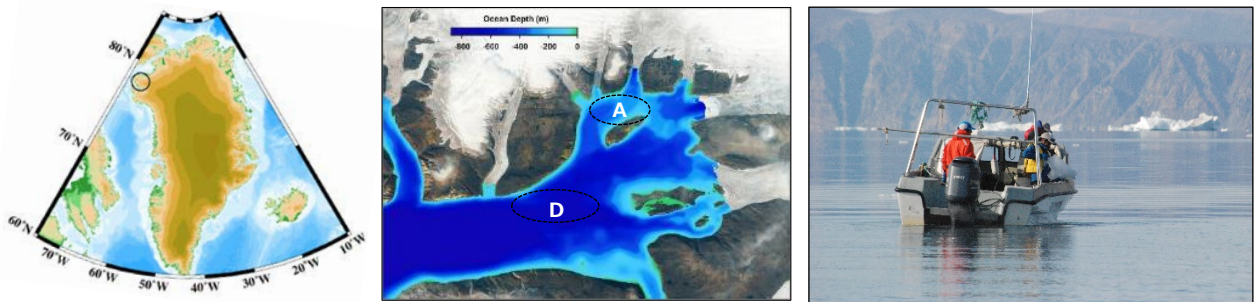


図 1. 左図：観測地のグリーンランド北西部。中央図：イングレフィールドフィヨルドとカービング氷河（フィヨルドの背景色は水深）。AとDの2地点で2018年と2019年の観測結果を比較した。

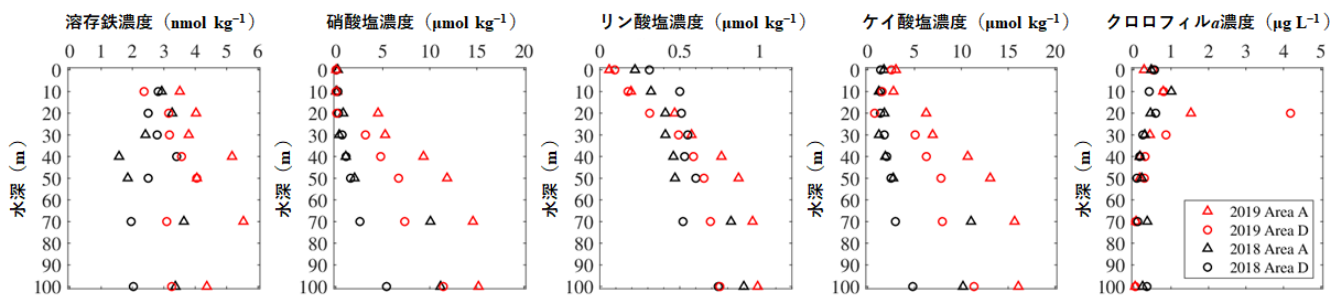


図 2. 2018 年（黒）と 2019 年（赤）の 8 月に観測されたイングレフィールドフィヨルドの溶存鉄、栄養塩類（硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩）、植物プランクトンの現存量の指標であるクロロフィル a 濃度の分布。2018 年と比較して、2019 年はフィヨルドに鉄分、栄養塩類が豊富に存在し、クロロフィル a 濃度も高い値を示した。

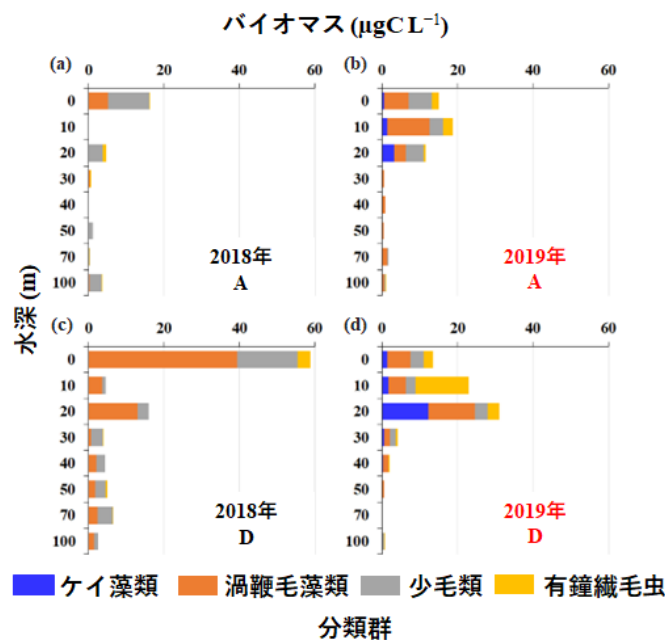


図 3. 2018 年と 2019 年の 8 月にイングレフィールドフィヨルドの A と D 地点で観測された、大型プランクトン群集のバイオマス。2019 年には、両地点で大型ケイ藻類が出現した。

【用語解説】

- *1 カービング氷河 … 海に流れ込む氷河のこと。
- *2 基礎生産 … 光合成等によって有機物が生産されること。食物連鎖の基底をなす。
- *3 栄養塩類 … 植物プランクトンの生育に必要な窒素、リン、ケイ素を含む硝酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩をさす。

【関連するプレスリリース】

①北海道大学プレスリリース「フィヨルドの生態系を支える「氷河ポンプ」を発見～プルームによる栄養塩輸送が植物プランクトンを育む～」

発表日：2018 年 8 月 22 日

U R L : https://www.hokudai.ac.jp/news/180822_pr.pdf

②北海道大学プレスリリース「氷河ポンプがフィヨルドの豊かな海洋生態系を支える～海の栄養分が補給・攪拌・移送されるしくみを解明～」

発表日：2020年9月30日

URL：<https://www.hokudai.ac.jp/news/2020/09/post-727.html>

③北海道大学・東京大学大気海洋研究所共同プレスリリース「グリーンランドで氷河ポンプの直接観測に成功～氷河前に湧き上がる融解水の実態を解明～」

発表日：2021年3月25日

URL：<https://www.hokudai.ac.jp/news/2021/03/post-810.html>

④北海道大学プレスリリース「グリーンランドの氷河融解は21世紀から始まった～1980年代の航空写真と最新の人工衛星データから氷河の縮小を解析～」

発表日：2021年11月11日

URL：<https://www.hokudai.ac.jp/news/2021/11/211980.html>