

南極の融け水が氷河を加速させることを初めて確認

～氷床融解の仕組み解明と海面上昇予測に新たな知見～

ポイント

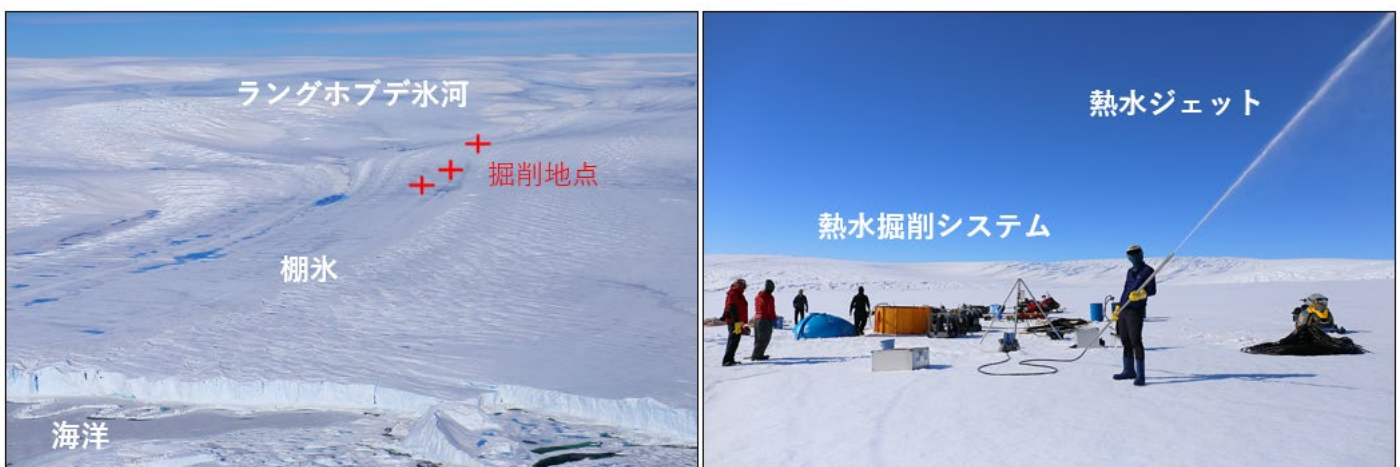
- ・南極ラングホブデ氷河で熱水掘削を行い、氷河の底面を直接観測。
- ・融け水が底面に流れ込んで水圧が上昇し、氷河が加速する現象を南極で初めて確認。
- ・氷河底の極限環境に、イソギンチャクや海綿動物が繁殖する生態系を発見。

概要

北海道大学低温科学研究所・北極域研究センターの杉山 慎教授、低温科学研究所の箕輪昌紘助教、名古屋大学大学院環境学研究科の近藤 研助教らの研究グループは、第 63 次日本南極地域観測隊に参加して南極ラングホブデ氷河で熱水掘削^{*1}を実施し、氷河底面の環境を直接調べました。山岳地域やグリーンランドでは、表面で生じた融け水が氷河の底に流れ込むと摩擦が減り、氷が速く流れることが知られています。しかし南極では氷河の流動と氷の底面を同時に観測することは難しく、同じ現象が起きるかどうかが長く議論が続いていました。

今回、厚さ 550 メートルの氷を底面まで掘削して水圧を測定した結果、融け水が底面に流れ込むことで水圧が急上昇し、氷河が加速する現象が南極でも起きることを初めて確認しました。気候変動に伴って南極の氷が減少傾向にある中、融け水による氷河の加速が更なる氷の流出を引き起こす可能性を新たに指摘するものです。さらに、氷河の底が棚氷^{*2}の下に広がる海とつながっていることが明らかになり、棚氷下のごく薄い海水層にはイソギンチャクや海綿動物の生息が確認されました。これらの発見は、南極における氷河底面の水理水文環境を明らかにし、極限環境の生態系に新しい知見を示す重要な成果です（参考動画①）。

本研究成果は、2026 年 5 月 6 日（水）公開の Nature Communications 誌にオンライン掲載されました。



研究を行った南極ラングホブデ氷河と熱水掘削の様子

【背景】

南極大陸は平均厚さ 2,000 メートルの巨大な氷、南極氷床で覆われています。近年この氷床から失われる氷の量が増え、海水準の上昇に影響を与えています。将来の気候変動によって南極氷床の融解が加速すれば、2300 年までに海面が 15 メートル上昇する可能性も指摘されています。

降雪によって成長する南極の氷は沿岸に向かって流動し、やがて海にせり出して棚氷を形成します。その末端から切り離される氷山と、棚氷底面における海水による融解が、南極から失われる氷の量を決定します。したがって氷床変動を正確に予測するには、氷がどのように流れ、どのように海へと失われていくのかを理解する必要があります。特に、融け水が氷河の流動をどの程度加速させるのかは、海面上昇の予測に直結する重要な課題です。山岳域やグリーンランドでは、氷河表面の融け水が底面に流入すると、摩擦が減少して氷が加速することが知られています。南極でも温暖化で氷の融解が進めば、融け水によって氷河が加速する可能性があります。しかしながら現地観測が困難な南極で氷河底面を観測した例はほとんどなく、融け水が氷河の流れに影響するかどうか不明のままです。

【研究手法】

研究グループは、北海道大学が独自に開発した熱水システムを用いて、ラングホブデ氷河で熱水掘削を行いました（参考動画②）。熱水掘削は世界でも限られた研究グループが保有する技術で、氷河底面を直接観測するための唯一無二といえる手段です。研究グループは国内で唯一のシステムを保有しており、これまで世界各地の氷河を掘削してきました。ラングホブデ氷河では過去に棚氷を掘削して成果を挙げており、今回は初めて、上流側で大陸に載った氷の掘削を目指します。掘削孔から氷河底面にセンサを設置して水圧を測定すると共に、氷河上には高精度の測量装置（GNSS：全球測位衛星システム）を固定して氷の動きを精密に測定し、融け水による底面圧力と流動速度の変化を調べます。さらに掘削孔の中にビデオカメラを降ろして、氷河の内部と底面の様子を撮影しました。

【研究成果】

2021 年 12 月～2022 年 1 月にラングホブデ氷河で 5 週間にわたる観測を行い、厚さ 552 メートルの氷を底面まで掘削することに成功しました。掘削中、底面まで 40 メートルの地点で孔内の水位が下がり、氷河内部に水路の存在が示唆されました（図 1）。ビデオカメラによる孔内の観察によって、掘削が氷河底に達したことが確認され（図 2a、参考動画③）、氷河内部のクラックが水路の役割を果たしていることが明らかになりました（図 2b）。

観測期間中、氷河は 2 度の加速イベントを示しました。

加速イベント 1（12 月下旬、図 3 の期間 1）：

- ・ 好天が続いて雪と氷の融解が進み、氷河が加速しました（図 3a と c）。
- ・ この時点では底面水圧の測定が始まっておらず、直接証拠は得られませんでした。

加速イベント 2（1 月初旬、図 3 の期間 2）：

- ・ 南極では珍しい降雨があり、融け水がクレバスに流れ込む様子が確認されました（図 3c と d）。
- ・ 同じタイミングで底面水圧が急上昇し、氷河が加速しました（図 3a と b）。

これらの観測結果は、融け水が底面に流入して氷河のすべりが加速したことを、南極で初めて証明するものです。掘削地点では加速に合わせて氷が上昇しており、高い水圧で氷河が持ち上がったことを示しています。この現象は南極では初めて見いだされたものです。

加速イベント後に低下して落ち着いた水圧は、1 月下旬に潮汐と同期した日周期変動を示しました

(図 3b の期間 3)。この結果は、氷河底が棚氷下に広がる海につながっていることを示します。氷河の表面から底面、さらには海へと続く融け水の排水経路が、南極で初めて確認されました。

また約 1 キロメートル下流で掘削を行ったところ、厚さ 474 メートルの氷の下に深さわずか 3 メートルの海水層が存在することが判明しました。氷に作用する海水の浮力から判断すると、この地域は氷が浮く条件にはありません。すなわち、推定よりも上流まで氷河の下に海水が侵入していることを示しています。さらに、人の背丈ほどの薄い海水層には、イソギンチャクや海綿動物が見つかりました(図 2c、参考動画④)。棚氷の下に生き物が暮らすことは知られていましたが、イソギンチャクの発見は初めてのことです。この奥まった極限環境に固着性の生き物が生息するためには、海水循環による餌の供給が必要です。これは同時に、海水が棚氷の裏側を融かしていることも示唆しています。

【今後への期待】

本研究は、南極氷河の底面で融け水が氷河を加速させることを直接的に示した初めての成果であり、氷床変動の理解に大きく貢献します。地球の海水準は上昇傾向にあり、すでに大きな社会問題になっていますが、その将来は南極氷床の動向によって決まるといって過言ではありません。今後は融け水と氷河流動の関係を数値モデルに取り入れて、南極氷床の将来変動予測の精度向上につなげることが期待されます。また本研究は、地球上で最も観測が難しい場所の一つである南極氷床の底面で、薄い海水層と生態系の存在を明らかにした点にも価値があり、極限環境の生物研究にも新たな展開が生まれます。熱水掘削を駆使した独自性の高い研究によって、氷河氷床の内部と底面における更なる新発見が期待されています。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 JP20H00186、JP24H02339、JP25H00452 の助成を受け、南極地域観測事業・第 IX 期重点研究観測「氷床・海氷縁辺域の総合観測から迫る大気-氷床-海洋の相互作用」と第 X 期重点研究観測「急激な氷床質量損失を駆動する氷河・接地線・棚氷の変動とそのメカニズム」の下で実施しました。

論文情報

論文名 Acceleration of an Antarctic outlet glacier driven by surface meltwater input to the base
(底面に流入した融け水によって南極から流出する氷河が加速する)
著者名 杉山 慎^{1,2}、近藤 研³、箕輪昌紘¹、渡部 陽⁴ (¹北海道大学低温科学研究所、²北海道大学北極域研究センター、³名古屋大学大学院環境学研究科、⁴株式会社マリンワークジャパン)
雑誌名 Nature Communications (総合的な科学専門誌)
DOI 10.1038/s41467-026-72724-x
公表日 2026年5月6日(水)(オンライン公開)

【参考図】

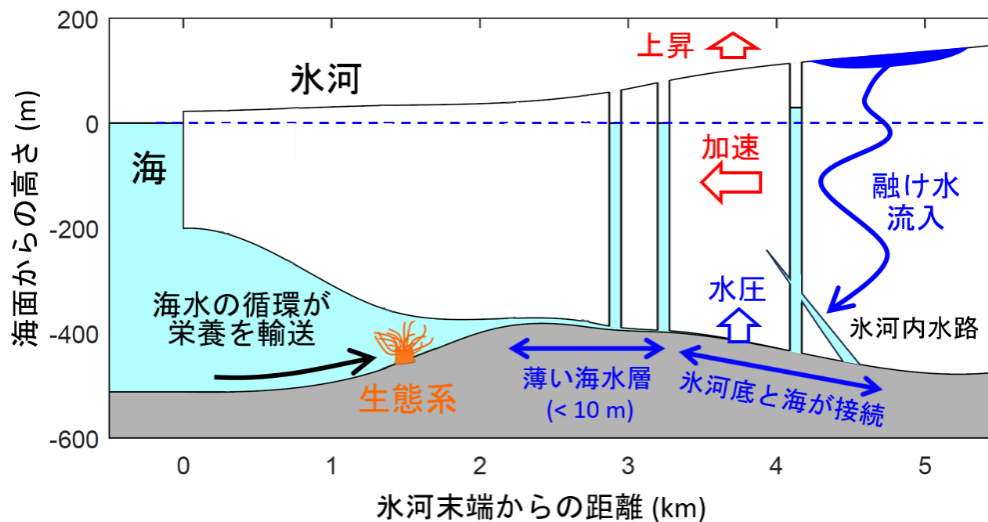


図 1. 南極ラングホブデ氷河の縦断面図。熱水掘削により、融け水の排水経路や、底面の海水層の分布など、氷河の内部と底面の構造が明らかになった。

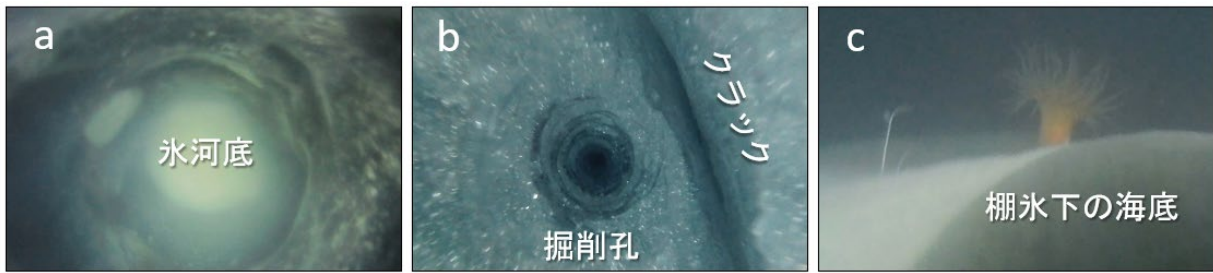


図 2. 掘削孔に降ろしたビデオカメラによって撮影された (a) 氷河の底、(b) 氷河内部のクラック、(c) 棚氷下に生息するイソギンチャクと海綿動物。

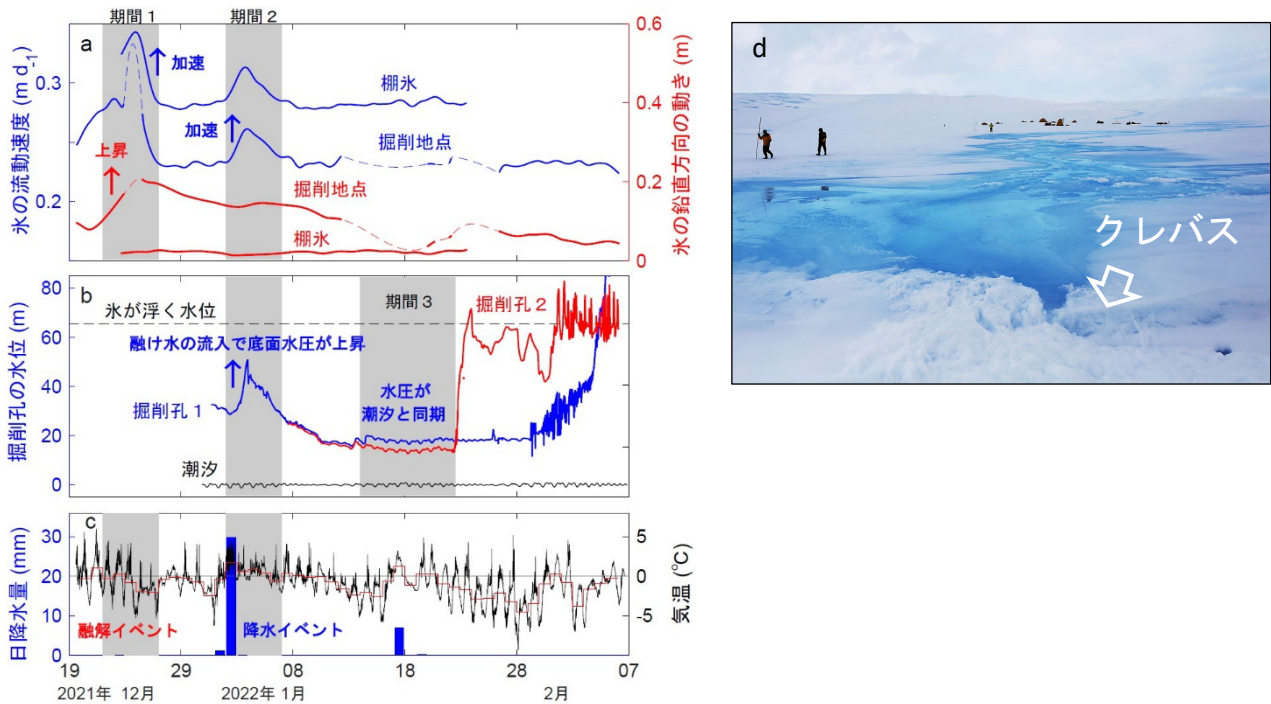


図 3. (a) 掘削地点と棚氷における、氷の流動速度 (青) と鉛直方向の動き (赤)、(b) 氷河底面水圧を示す掘削孔水位、及び海洋潮汐、(c) 気温 (黒)、日平均気温 (赤)、降水量 (青)。(d) 2022 年 1 月 3 日 (期間 2) に融け水がクレバスに流れ込む様子が確認された。

【用語解説】

- *1 熱水掘削 … 約 80°C の熱水ジェットで氷河を高速に掘削する技術。
- *2 棚氷 … 南極から流れ出す氷河の末端が海に浮いて棚のようにせり出した部分。

【参考動画】

- ① 研究成果の概要をまとめた動画
URL : https://youtu.be/7Dr_G_2SuN8
- ② ラングホブデ氷河で行われた熱水掘削の様子
URL : <https://www.youtube.com/watch?v=svjvABUyBZM>
- ③ 掘削孔に降ろしたビデオカメラによって撮影された氷河の底の様子
URL : <https://www.youtube.com/watch?v=uU66n0JZJWY>
- ④ ラングホブデ氷河の棚氷下の生態系の様子
URL : <https://www.youtube.com/watch?v=FhQvln9wnNQ>