

南極の氷河の下で海と氷を直接観測

～熱水掘削によって氷床融解のメカニズムを解明～

ポイント

- ・南極ラングホブデ氷河で熱水掘削を行い、棚氷下の海洋環境を直接観測。
- ・棚氷下の全域で水温・塩分・循環を明らかにし、氷の底面が融ける量を算出。
- ・南極氷床の急激な変動を駆動する、棚氷底面の融解メカニズムを解明。

概要

北海道大学低温科学研究所の杉山 慎教授、青木 茂准教授、箕輪昌紘氏（当時）らの研究チームは南極ラングホブデ氷河を掘削し、厚さ 234~412m の棚氷*1 の下に広がる海を直接観測しました。その結果、棚氷底面での氷融解とそのメカニズムを明らかにしました。

近年、南極氷床が氷を失っており、海水準の上昇につながる地球環境変動として注目されています。氷床の周縁では氷が海に張り出して棚氷を形成し、その底面が海の熱で融けるプロセスが氷床変動の引き金と考えられています。しかし、厚い棚氷の下へ海水がどのように流入し、どれだけ氷を融かしているのか、その測定は非常に困難で理解が遅れています。本研究では、研究チームが開発した熱水掘削システムを用いて、ラングホブデ氷河の棚氷を 4 地点で掘削し、棚氷下の海水温、塩分、循環を直接観測しました。その結果、海水は結氷温度よりも最大 1°C ほど暖かく、棚氷の全域で氷の融解が示されました。また棚氷の全域における測定によって、これまで予想されていた海洋循環の確認に成功しました。測定された貴重なデータは、棚氷下の海洋循環と底面融解の物理プロセスを検証し、氷床数値モデルの精緻化に貢献するものです。

本研究成果は、2021 年 7 月 9 日（金）公開の Nature Communications 誌にオンライン掲載されました。



観測を行ったラングホブデ氷河と熱水掘削の様子

【背景】

南極氷床は地球上の氷の約 90%を占めており、その変化は海水準変動や気候変動を考える上で非常に重要です。南極では、降り積もる雪によって成長した氷が沿岸部へ流れ、海にせり出して棚氷を形成します。せり出した氷の底面は海と接して融解しており、末端からは氷山が切り離されます。これら棚氷の底面融解と氷山分離が降雪量を上回ると、氷床が縮小することになります。

近年、海洋環境の変化によって棚氷の底面融解が増加し、南極氷床が氷を失いつつあることが明らかになってきました。しかし、数百メートルを超える厚い棚氷の下で、海洋の循環や水温・塩分、底面融解を測定することは非常に困難です。その結果、棚氷下での観測データは極めて少なく、棚氷の一部で得られたものがほとんどでした。棚氷の融解メカニズムを理解し、正確な底面融解の数値モデルを構築するためには、複数の場所で棚氷下の海洋環境を測定し、詳細なデータを得ることが必要とされています。

【研究手法】

研究チームは第 59 次南極地域観測隊に参加し、2018 年 1 月に昭和基地から 20 km 離れたラングホブデ氷河にて観測を行いました (p.1 図左)。棚氷の掘削には、北海道大学で開発した熱水掘削システムを使用しました。約 80°C の熱水ジェットで氷を融かしながら、厚さ数百メートルの棚氷を掘削します。棚氷を貫通する直径約 10cm の縦孔に、水温、塩分、流速、流向を測定できるセンサーをロープで吊って孔の中におろして、海洋環境を測定しました。特に氷が融解する棚氷底面と海洋の境界付近では、精密な水温・塩分・流速測定を実施しました。さらに耐圧容器に入れたビデオカメラを使って、棚氷の底面や海底の様子を撮影しました。

このような掘削と観測を合計 4 か所 (図 1) で行った結果、接地線*2 から氷の末端まで、棚氷のほぼ全域における海洋データが得られました。

【研究成果】

掘削を行った地点では、厚さ 234~412m の棚氷の下に、深さ 302~12 m の海水層が確認されました (図 1 右)。このような棚氷の構造は、氷を掘削することで初めて正確に測定できるものです。4 地点で得られた海水特性の観測結果を統合すると、外洋から暖かい海水が棚氷の下に流入し、接地線の近くで氷を融かしている様子が明らかになりました。また氷の近くでは、水温が結氷点よりも 0.7~1.0°C 高く、盛んに氷が融けていることを示しています。接地線付近では、海水に氷の融け水が混ざって密度が小さくなり、軽くなった海水が棚氷の底面に沿って湧昇しながら外洋に流れ出る様子も確認されました (図 2)。またビデオカメラによる棚氷底面の観察では、融解によって刻まれる特徴的な氷の凹凸が見い出されました (図 3)。このような海水循環や氷と海洋の境界におけるプロセスは従来から予測されていたものの、本研究で初めて直接的に確かめられたものです。測定された水温・塩分・流速を使って計算したところ、氷の底面が毎年 1m 以上融けていることが判明しました。この融解量は、ラングホブデ氷河が位置する東南極氷床でこれまで報告されたよりも大きな値です。急速な融解が伝えられる西南極氷床だけでなく、東南極氷床でも大きな底面融解が発生しており、急速な氷床変動が起きる可能性があることを示しています。また南極の他地域に存在するよく似た棚氷でも、同様のメカニズムで底面融解が起きていることが示唆されます。

【今後への期待】

本研究で得られた観測データは、棚氷全域をカバーする点でその価値と独自性が高く、棚氷の底面融解と海洋循環の検証データとして、また氷床数値モデルの精緻化に活用されることが期待されます。研究チームは2021年11月から第63次南極地域観測隊に参加し、再びラングホブデ氷河で観測を実施する予定です。棚氷と海洋の経年的な環境変化を測定し、底面融解が氷河変動に与える影響を明らかにすることで、海洋と気候の変化が南極氷床に与える影響の解明を目指しています。

【謝辞】

本研究は、南極地域観測事業・第IX期重点研究観測プロジェクト「氷床・海水縁辺域の総合観測から迫る大気-氷床-海洋の相互作用」及び新学術研究「熱-水-物質の巨大リザーバ 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床」の支援を受け実施しました。

論文情報

| | |
|-----|--|
| 論文名 | Thermohaline structure and circulation beneath the Langhovde Glacier ice shelf in East Antarctica (東南極ラングホブデ氷河棚氷下の熱塩構造と海洋循環) |
| 著者名 | 箕輪昌紘 1, 杉山 慎 1, 伊藤優人 1,2, 山根志織 1, 青木 茂 1 (1 北海道大学低温科学研究所, 2 海洋研究開発機構) |
| 雑誌名 | Nature Communications (イギリスの科学誌) |
| DOI | 10.1038/s41467-021-23534-w |
| 公表日 | 2021年7月9日(金)(オンライン公開) |

お問い合わせ先

北海道大学大学院低温科学研究所 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

U R L <http://www.ice.lowtem.hokudai.ac.jp>

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒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】

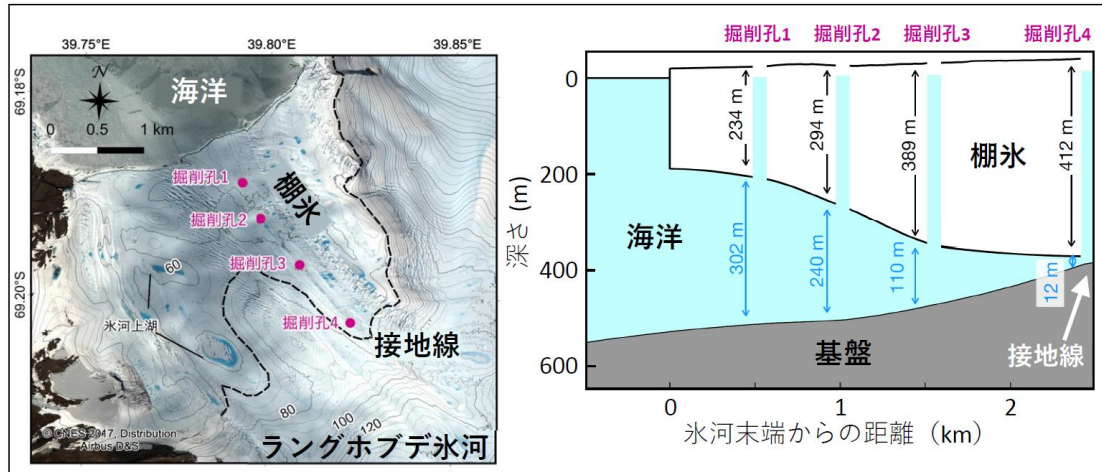


図 1. 左：観測を行ったラングホブデ氷河の棚氷上の熱水掘削地点（●）と接地線位置（点線）。右：観測によって明らかになったラングホブデ氷河棚氷の断面図。

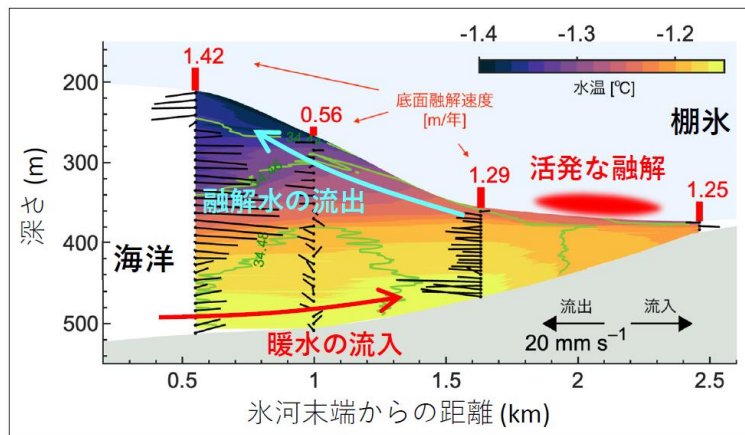


図 2. ラングホブデ氷河棚氷下の水温（カラスケール）と水流（黒矢印）。数字は底面融解の速度。海底近くを暖水が流入し、接地線近くの氷を融かし、融け水が棚氷の底面に沿って流出する。



図 3. ビデオカメラによって撮影された棚氷底面の形状。氷の表面に融解を示す凹凸が確認できる。

【用語解説】

- * 1 棚氷 … 南極氷床から流れ出す氷が海洋にせり出して浮いている部分。
- * 2 接地線 … 陸地の上に接地している氷と海洋に浮いた棚氷との境界。