

津波を使って氷河から流出する氷山の量を測定

～グリーンランドで新しい観測手法を開発～

ポイント

- ・グリーンランドのカービング氷河で、カービング（冰山分離）に伴う津波を測定。
- ・氷山の体積と津波の高さの関係から、氷山の流出量を推定。
- ・急速に後退するカービング氷河の変動メカニズムの理解に貢献。

概要

北海道大学北極域研究センターの Evgeny Podolskiy 助教，低温科学研究所の杉山 慎教授らの研究グループは，アウストラル大学（チリ）の箕輪昌紘研究員らと共同で，グリーンランド北西部のカービング氷河*1でカービング*2によって発生する津波を測定し，高い時間分解能で氷山の流出量を測定することに成功しました。

津波を使ったカービング観測は，同グループによって開発された手法で，今回初めてグリーンランドの氷河に応用しました。観測の結果，氷山の流出量が気温上昇，氷河加速，潮位変化に連動して増加することが明らかになりました。また，氷山の流出は氷河末端で失われる氷総量の 20%に相当し，残りの 80%は海中での融解によって生じることが示唆されました。これらの研究成果は，これまで困難であった氷山の流出量を測定する新しい手法を提案し，カービング氷河の変動に重要な役割を果たす氷河・海洋相互作用の理解を推し進めるものです。

なお，本研究成果は，2019 年 4 月 1 日（月）公開の Earth and Planetary Science Letters 誌に掲載されました。

また，本研究は，GRENE 北極気候変動研究事業及び北極域研究推進プロジェクト（ArCS）の助成を受け，アウストラル大学（チリ），スイス連邦工科大学（スイス），フィレンツェ大学（イタリア）との共同研究によって実施しました。



ボードイン氷河の末端部。氷河から海洋に氷山が流出し，水中では氷が融解する。

【背景】

近年の地球温暖化の影響を受け、北極・南極や山岳地域で氷河が縮小し、海水面の上昇に影響を与えています。その中でも、海や湖に流れ込む氷河はカービング氷河と呼ばれ、陸上にある氷河よりも急速に縮小しています。その理由は、カービング氷河の末端が崩壊して冰山を切り離したり、氷河が水の中で融かされて氷を失うためです。そこで、氷河から流出する冰山の量と、水中の融解量を測定する技術が必要とされています。

しかし、氷河の末端部は氷が崩壊するなどの危険を伴うため、直接的な観測は非常に困難です。従来は、人工衛星画像を使って解析が行われてきましたが、時間・空間分解能が低く、冰山流出と水中融解を分離して測定することが困難でした。したがって、急速に後退するカービング氷河の末端で失われる氷を正確に測定するための新しいアプローチが必要でした。

【研究手法】

本研究では、グリーンランドから海に流入するカービング氷河であるボードイン氷河（図 1）において、流出する冰山の量を独自の手法で測定しました。この手法では、1 秒間に 20 回の測定を行う水圧センサを氷河前の海中に設置して、カービングによって発生する津波を測定します（図 2 (a)）。また、同時に無人飛行機によって撮影した氷河先端部の高解像度画像や、自動撮影カメラで 4~10 秒毎に記録したカービングの様子と比較して、津波の高さと冰山の体積との関係を調べます。

得られた関係性から推定した冰山の流出量を、氷河が流れる速度や気温の変動と比較して、カービングが起きるタイミングと場所を決定する要因を探りました。

【研究成果】

カービングによって冰山が切り離されて海に落ちると、高さ 10 cm~1 m ほどの津波が海岸に押し寄せます（図 2 (b)）。発生した津波の高さを水圧センサによって測定し、無人飛行機によって測定した冰山の体積と比較したところ、両者に良い相関関係が見出されました（図 3）。また、低周波の津波は高周波の津波よりも速く伝わるため、この性質を使ってカービングが起きた場所を特定し（図 4）、津波の高さの補正に使用しました。

これらの測定から、ボードイン氷河から流出する冰山の時空間分布を測定した結果、以下の 3 つの発見がありました。

- ①氷河末端の場所によって、冰山の流出量が大きく異なること。
- ②気温、氷河流動速度、潮位の変化に連動して、冰山の流出量が変化すること。
- ③流出する冰山の量は、氷河先端で失われる氷総量のわずか 20%に相当すること。

冰山の流出は、氷河の底から融解水が湧き上がる地域及び氷河の流動によって氷の破壊が著しい場所に集中していました（図 4）。さらに、気温の上昇と氷河の加速に連動して冰山の流出量が増加し、干潮時にカービングが多いことも明らかになりました。

これらの結果から、以下のことが示されました。

- ①水中の氷が、融解水によって融かされて不安定になり、カービングが起きること。
- ②氷河の加速による氷の破壊によって、カービングが起きること。
- ③わずかな潮位の変化が、カービングの発生に影響を与えること。

人工衛星画像を用いて、氷河の末端で失われる氷の総量を計算したところ、今回測定した氷山の流出量はそのわずか 20%に相当する大きさでした。この結果は、氷山分離によって失われる氷は比較的少なく、氷の多くは海中で融かされて失われていることを示唆しています。

【今後への期待】

本研究により、カービングによる氷山流出が、気温や氷河の流動などの環境変化に対して敏感に変化することが判明しました。また、失われる氷の総量に氷山が占める割合は低く、海中での融解が重要であることが示されました。これらの研究成果は、海水面に大きな影響を与えているカービング氷河の変動予測に役立つと期待されます。さらに、本研究は、これまで観測が困難であった氷山の流出量を測定する新しい手法を提案するものです。現在、アラスカやパタゴニアでも同じ手法を適用して、カービング氷河の後退メカニズムを明らかにするための研究を展開しています。

論文情報

論文名 Calving flux estimation from tsunami waves (カービング津波を用いた氷山流出量の推定)
著者名 箕輪昌紘¹, Evgeny Podolskiy², Guillaume Jouvet³, Yvo Weidmann³, 榊原大貴^{2,4}, 津滝 俊^{4,5}, Riccardo Genco⁶, 杉山 慎^{2,4} (1アウストラル大学, 2北海道大学北極域研究センター, 3スイス連邦工科大学, 4北海道大学低温科学研究所, 5東京大学, 6フィレンツェ大学)
雑誌名 Earth and Planetary Science Letters (地球科学の専門誌)
DOI 10.1016/j.epsl.2019.03.023
公表日 2019年4月1日(月) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学北極域研究センター 助教 Evgeny Podolskiy (エヴゲニ・ポドルスキー)

T E L 011-706-9626 メール evgeniy.podolskiy@gmail.com

U R L <https://sites.google.com/site/evgenypodolskiycom/podolskiy>

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

U R L <http://www.wice.lowtem.hokudai.ac.jp/~sugishin/>

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 kouhou@jimu.hokudai.ac.jp

【用語解説】

*1 カービング氷河 … 海や湖に流入し、先端が水に浸かっている氷河のこと。グリーンランドの他、南極、パタゴニア、アラスカなど各地に存在し、通常の氷河よりも急激に縮小している。

*2 カービング … 海や湖で氷河から氷山が切り離される現象のこと。

【参考図】

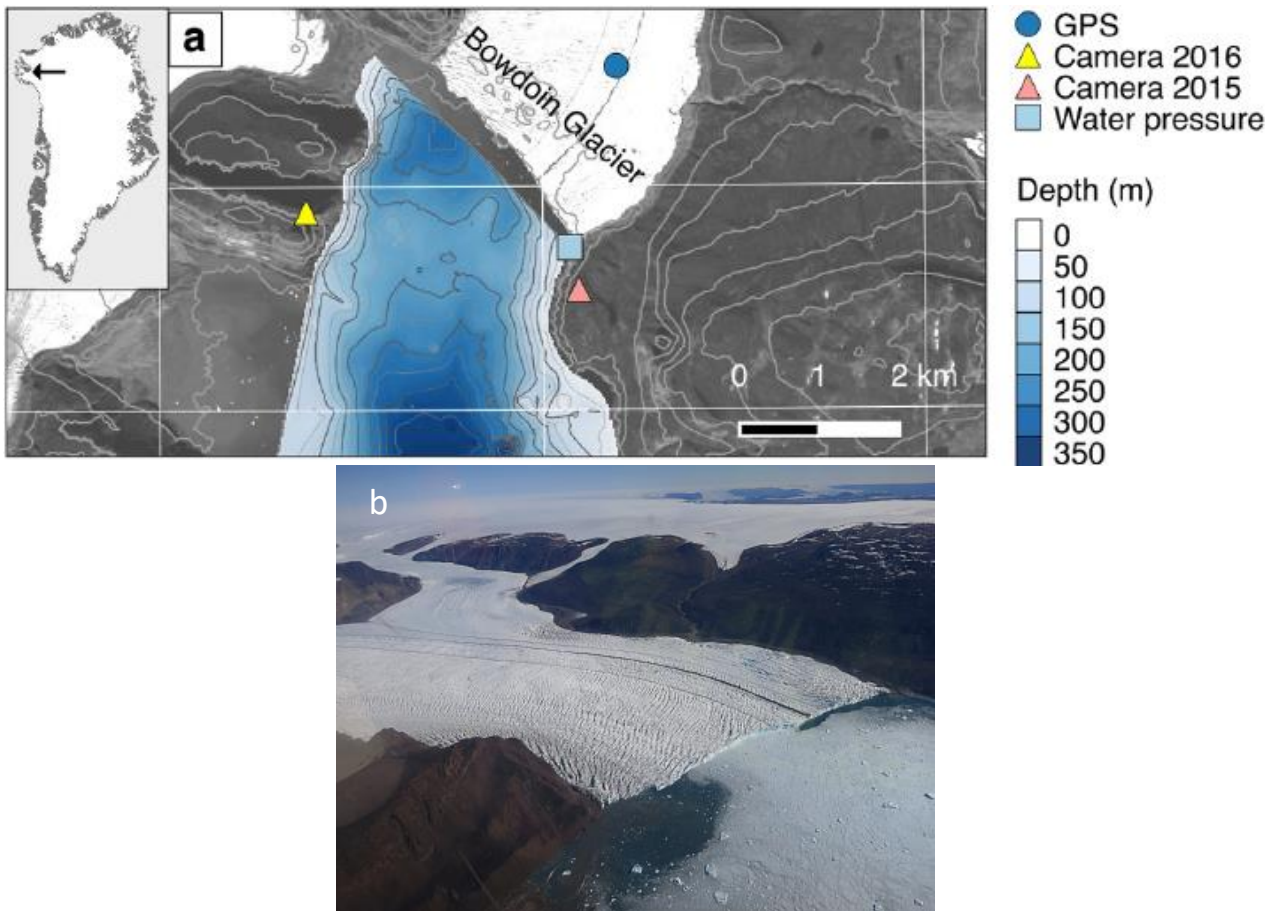


図 1. (a) グリーンランド北西部ボードイン氷河の観測地点。(b) ボードイン氷河の末端部。

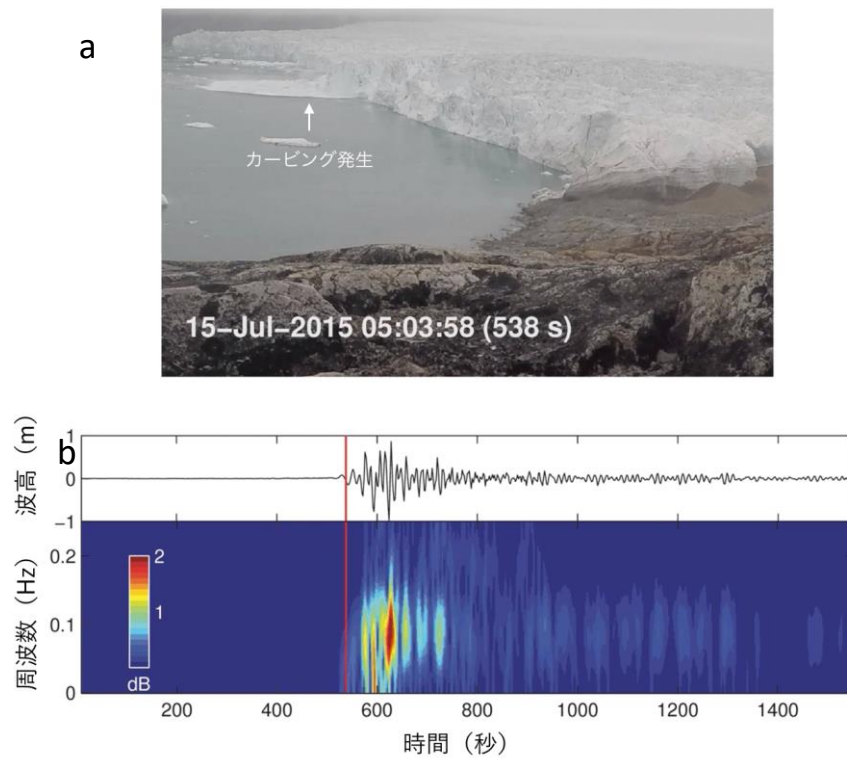


図 2. (a) ボードイン氷河の先端で発生したカービングと、(b) それに伴って発生した津波の波高と周波数の時間変化。

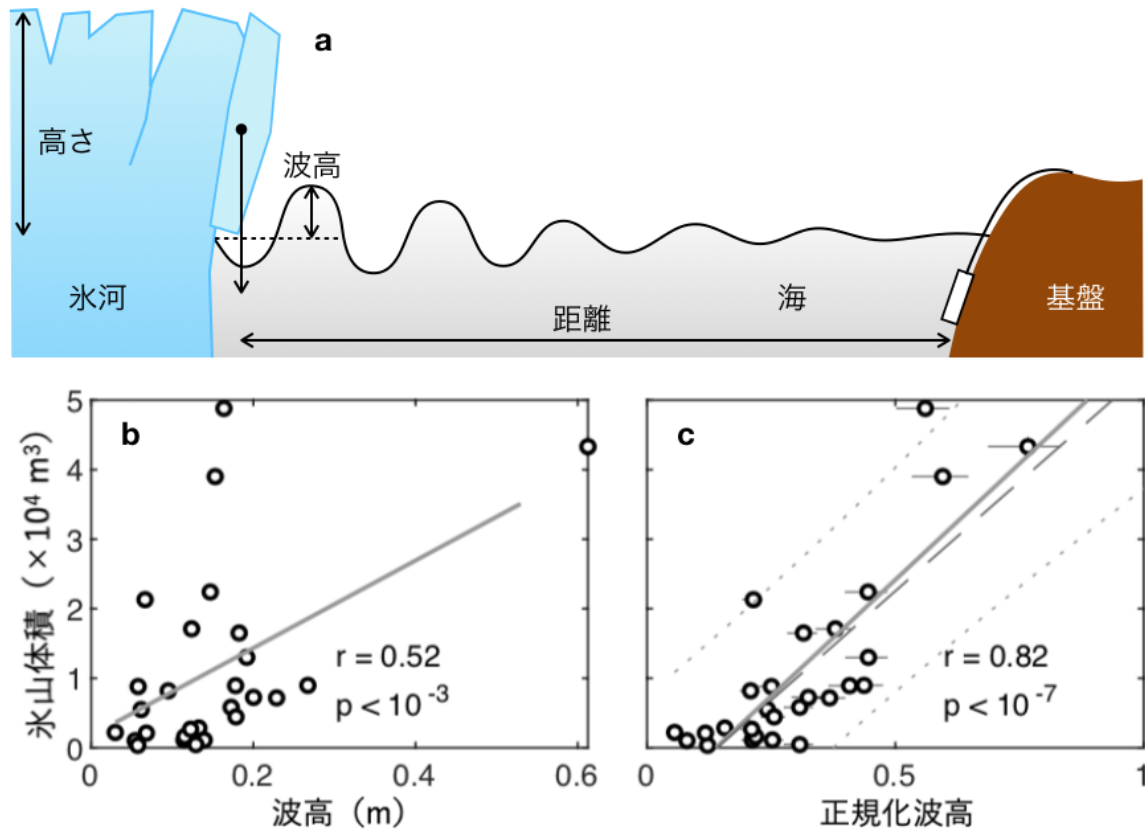


図 3. (a) カービング氷河前における津波測定の概念図。(b) 氷山の体積と津波の波高との関係。(c) 氷山の体積とカービング発生地点までの距離で補正した波高の関係。

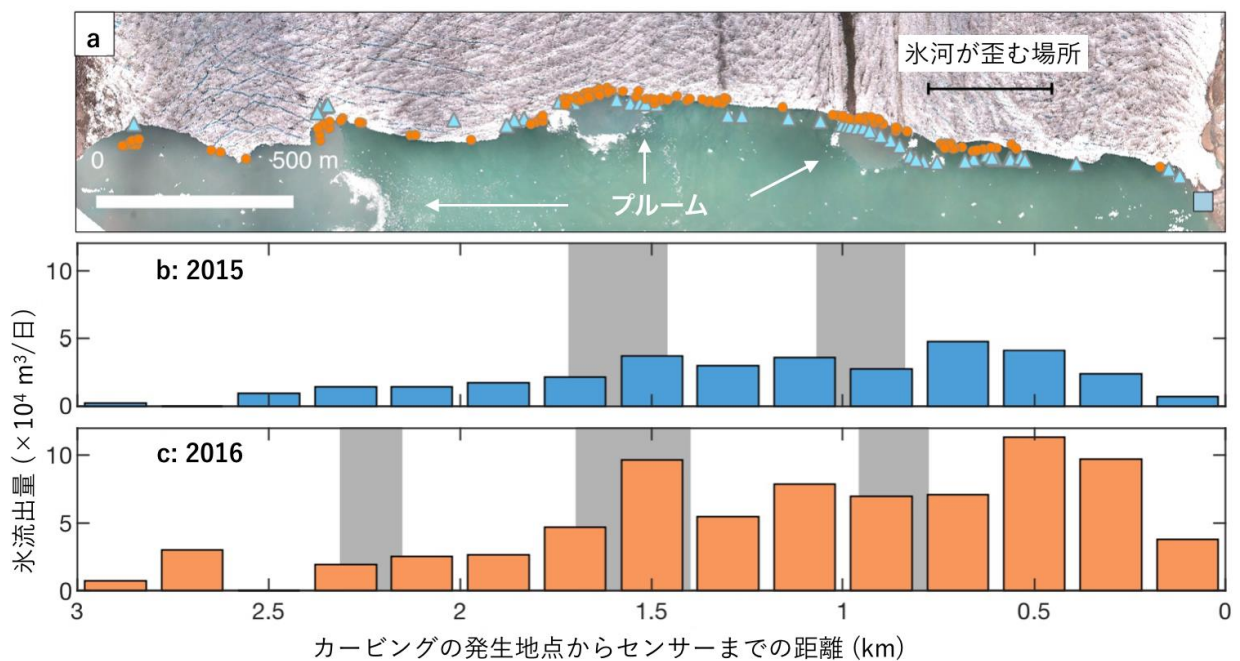


図 4. 氷河先端におけるカービングと冰山流出量の空間分布。(a) カービングの発生地点 (水色が 2015 年, オレンジが 2016 年)。背景画像は無人飛行機によって撮影。津波測定によって明らかになった (b) 2015 年及び (c) 2016 年における冰山流出量の空間分布。