

# グリーンランド北西部カナック氷河における融解水流出の現地観測と数値実験による将来予測

## Field measurements and numerical experiments on meltwater discharge of the outlet stream of Qaanaaq Glacier, northwestern Greenland

○近藤研<sup>1,2</sup>, 福本峻吾<sup>1,2</sup>, 柿原大貴<sup>2,3</sup>, 杉山慎<sup>2</sup>  
Ken Kondo<sup>1,2</sup>, Shungo Fukumoto<sup>1,2</sup>, Daiki Sakakibara<sup>2,3</sup>, Shin Sugiyama<sup>2</sup>

### 1. はじめに

近年の気温上昇に伴い、グリーンランド周縁に位置する氷河流出河川で、洪水事例が報告されている<sup>1)</sup>。北西部のカナック村においても、2015年と2016年の夏にカナック氷河の流出河川が増水し、村と空港を結ぶ道路が崩壊した。これらの災害は氷河の表面融解量増加および豪雨に起因し、今後更なる気候変動が予測される北極域において頻度が増える可能性がある。氷河の融解水は、積雪内での貯留や再凍結を経て流出するため、流出量の変動を理解するためには流出プロセスの理解が不可欠である。そこで本研究ではカナック氷河において氷河と河川の現地観測を行った。これらのデータと氷河上の気象データを用いて氷河流出モデルを構築し、2015年、2016年に発生した洪水の原因を探るとともに、将来の気候変動に対する洪水発生頻度予測を行う。

### 2. 観測地点と手法

#### 2.1 現地観測

カナック氷河は、グリーンランド北西部カナック村(77°28'N, 13°W)の北側に位置するカナック氷帽(288 km<sup>2</sup>)より南西に溢流する氷河である<sup>2)</sup>。2017年と2018年の夏に観測を行い、流線に沿った6つの観測地点において積雪水当量と表面融解量を測定した。またカナック氷河より流出する河川において、水圧センサー(HOBO U20-001-04)で5分間隔の水位測定を行った。測定期間に流速計(YOKOGAWA ES-7603)で流量観測を行うことで、水位と流量の較正式を取得し流量の連続データを算出した。

#### 2.2 流出モデル

氷帽上の自動気象測器<sup>3)</sup>で観測された気象データを用いて、表面熱収支の計算から氷河の融解量を推定した。さらにタンクモデルに基づいた流出モデルを構築して、河川流出量を計算した。河川流量の観測値をターゲットにし、モデルのパラメータ最適化を行った。

### 3. 結果

河川流量は両年ともに7月末から8月初旬に急激な増加を示し、2017年には7月28日20時に7.4 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>、2018年には8月6日16時に3.1 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>の最大値を取った(図1c, d)。流出モデルによる河川流量の計算値は観測値とよく一致し、RMSEは2017年に0.41 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>、2016年に0.26 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>であった。2015年と2016年の河川流量を再現した結果、洪水発生日には河川流量の増加が見られ、2015年には10.6 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>、2016年には15.8 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>の極大値を取った(図1(a, b))。

### 4. 考察

今後の気温上昇に対する河川流量の変動を調べるために、構築した数値モデルを用いた感度実験を行った。2015年から2017年の気温が一律2度上昇した条件では、6月1日から8月31日までの総流出量が平均で1.9倍増加した。この結果は、氷河流出量が気温上昇に対して非線形に増加することを示しており、気候変動がグリーンランド沿岸部に与える甚大で複雑な影響を示すものである。

### 謝辞

本研究はArCS北極域研究推進プロジェクトの支援を受けて実施した。2017年夏および2018年夏のグリーンランド観測メンバーに謝意を表す。

### 参考文献

- 1) Mikkelsen et al., 2015: Extraordinary runoff from the Greenland ice sheet in 2012 amplified by hypsometry and depleted firn retention. *The Cryosphere*, **10**, 1147–1159
- 2) Sugiyama, S., Sakakibara, D., Matsuno, S., Yamaguchi, S., Matoba, S., & Aoki, T. (2014). Initial field observations on Qaanaaq ice cap, northwestern Greenland. *Annals of Glaciology*, **55**(66), 25–33
- 3) Aoki, T., Matoba, S., Uetake, J., Takeuchi, N. and Motoyama, H. (2014a): Field activities of the “Snow Impurity and Glacial Microbe effects on abrupt warming in the Arctic” (SIGMA) Project in Greenland in 2011–2013. *Bull. Glaciol. Res.*, **32**

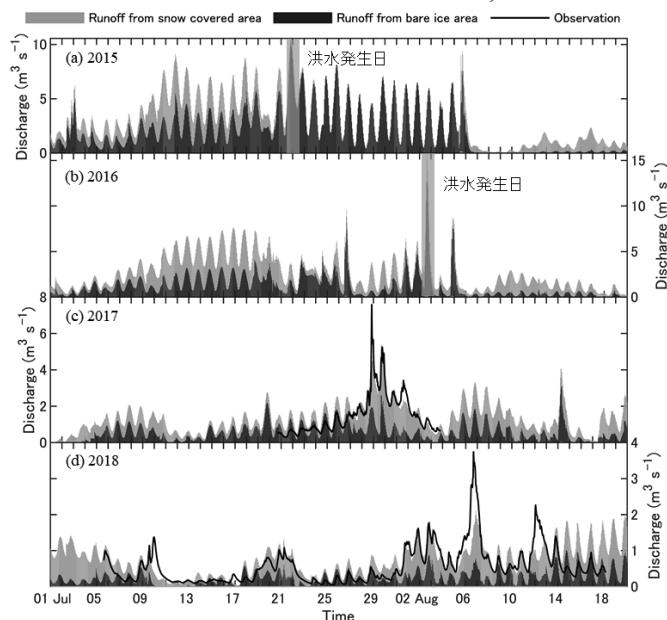


図1 河川流量の計算値(シェード: グレーの濃淡は裸水域と積雪域からの流出量を示す)と観測値(実線)。

1 北海道大学環境科学院  
2 北海道大学低温科学研究所  
3 北海道大学北極域研究センター

Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University  
Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University  
Arctic Research Center, Hokkaido University