

ブータンヒマラヤにおける氷河湖形成と氷河表面低下への影響 Glacial lake formation and its impact on dynamic thinning of glaciers in the Bhutan Himalaya

津滝 俊^{1*}, 藤田 耕史¹, 山口 悟², 坂井 亜規子¹, 縫村 崇行¹, 小森 次郎¹, 竹中 修平³, プンツォ ツェリン⁴

TSUTAKI, Shun^{1*}, FUJITA, Koji¹, YAMAGUCHI, Satoru², SAKAI, Akiko¹, NUIMURA, Takayuki¹, KOMORI, Jiro¹, TAK-ENAKA, Shuhei³, TSHERING, Phuntsho⁴

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科, ² 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター, ³ (株)地球システム科学, ⁴ ブータン産業省地質鉱山局

¹Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ²Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ³Earth System Science Co.,Ltd., ⁴Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs, Kingdom of Bhutan

近年の気候変動の影響を受けて、ブータンヒマラヤにあるデブリ氷河は著しく縮小・後退し、その末端では新しい氷河湖が形成されている。末端が湖に接した氷河は、底面流動が促進されることにより陸に接した氷河よりも速く流動する。末端の加速はカービングを通してより多くの氷を消耗し、氷厚の減少を引き起こしうる。従って湖の形成と氷河流動の変化を相互に理解することは、氷河の変動を明らかにする上で重要である。これまでヒマラヤの氷河では、衛星画像解析から流動速度が求められてきたが、流動や氷厚の変化に関する現地観測データはほとんど行われていない。

本研究ではブータン・ルナナ地域にある2つのデブリ氷河を対象に、氷河末端における湖の有無が、氷河の流動や表面高度の変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。著者らは、末端が陸地に接しているトルトミ氷河と湖に接しているルゲ氷河において、2004年と2011年にGPSによる表面高度測量を行った。その結果、ルゲ氷河における表面高度の変化 (-5.7 – -2.5 m a^{-1}) はトルトミ氷河 (-3.3 – -0.7 m a^{-1}) よりも大きいことが明らかになった。2002–2004年に測定されたトルトミ氷河の表面流動速度は上流側で大きく (90 m a^{-1})、下流側に向かって減少した (40 m a^{-1})。ルゲ氷河では対照的に、上流–下流間において速度の大きな変化は観測されなかった (40 – 55 m a^{-1})。

2次元流動数値モデルを構築し、観測された両氷河の流動速度分布を再現した。トルトミ氷河におけるモデルにより得られた浮上速度は 1.9 – 18.8 m a^{-1} であり、上流側から末端部にかけて圧縮流が形成されていることを示した。この結果から、圧縮流に起因する氷の縦方向の伸張が融解による表面低下を相殺し、結果として氷厚の減少を抑制していることが示唆された。一方でルゲ氷河では -12.0 – -2.7 m a^{-1} と伸張流を示し、氷厚の減少を促進させていることを示唆した。これらの計算結果は、両氷河において観測された表面低下の違いと一致する。南極やグリーンランドの氷流では、(1) 末端の加速による伸張流の発生、(2) 伸張流による氷厚の減少、(3) 氷厚の減少に起因する底面流動の促進という正のフィードバックが働き、氷床の変動に影響を及ぼしていることが報告されているが、本研究ではヒマラヤの山岳氷河において、類似したフィードバックの存在を観測から明らかにした。本研究の結果から、現在トルトミ氷河に形成されている氷河上湖が今後拡大した場合、ルゲ氷河と同様に表面低下が加速することが示唆された。

キーワード: 氷河, 氷河湖, 氷河流動

Keywords: Glacier, Glacier lake, Glacier flow