

グリーンランド北西部における氷帽の表面高度変化

齊藤潤^{1,2}、津滝俊^{2,3}、澤柿教伸⁴、杉山慎²

¹ 北海道大学大学院環境科学院

² 北海道大学低温科学研究所

³ 国立極地研究所北極観測センター

⁴ 北海道大学地球環境科学院

Surface elevation change on ice caps in northwestern Greenland

Jun Saito^{1,2}, Shun Tsutaki^{2,3}, Takanobu Sawagaki⁴ and Shin Sugiyama²

¹ Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

² Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

³ Arctic Environmental Research Center, National Institute of Polar Research

⁴ Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

A large number of glaciers and ice caps (GIC) is distributed along the Greenland coast, being physically separated from the ice sheet (e.g. Raster and others, 2012). Mass balance of these ice caps is an indicator of climate change and melt water input to the ocean substantially contributed to sea-level rise during the last century (e.g. Meier and others, 2007). Recently, mass loss of GIC in Greenland was estimated based on The Ice, Cloud, and land Elevation Satellite (ICESat) laser altimeter and suggested that the GIC have been shrinking rapidly (e.g. Bolch and others, 2013). However, the tracks are separated horizontally by 10–30 km and thus difficult to precisely estimate the volume change of GIC. This study analyzed surface elevation change of five ice caps near Qaanaaq (77°28'N, 69°13'W) (Figure 1) in northwestern Greenland using ALOS-PRISM data. We processed stereo pair satellite images with a digital map plotting instrument (ERDAS Inc., LPS:Leica Photogrammetry Suite; Planar Systems Inc., SD2020) to generate Digital Elevation Models (DEMs) with a grid resolution of 500 m. Generated DEMs were compared to measure surface elevation changes during periods of 2006–2010, 2007–2009, and 2007–2010. The mean rate of annual surface elevation change over the five ice caps (438 km²) was -1.8 m a^{-1} . Previous research showed a mean rate of surface elevation change of GIC in northwestern Greenland (4340 km²) as -0.6 m a^{-1} for the period 2003–2008 (Bolch and others, 2013). Our result suggests that mass loss of GIC in the studied region is increasing in recent years.

グリーンランド沿岸には、氷床とは独立した氷河や氷帽が多数存在する (e.g. Raster and others, 2012)。これら氷河・氷帽の変動は、気候変動の重要な指標であり、海水準変動への寄与も大きい (e.g. Meier and others, 2007)。近年、氷床沿岸全域で氷河、氷帽の質量損失がレーザー高度計搭載衛星 ICESat (Ice, Cloud, and land Elevation Satellite) の観測によって見積もられ、急速な氷体縮小が明らかになった (e.g. Bolch and others, 2013)。しかしながら、ICESat の軌道間隔は 10–30 km であり、氷河・氷帽の体積変化の詳細を測定するには不十分である。そこで本研究では、グリーンランド北西部カナック (77°28'N, 69°13'W) 周辺における氷帽 (Hurlbut Ice Cap, Ost Ice Cap, Five Glacier Dal Ice Cap, Kiatak Ice Cap, Qaanaaq Ice Cap) (Figure 1) において、その表面高度変化を高い空間分解能で明らかにすることを目的として、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)のパンクロマチック立体視センサ (PRISM) によって得られた画像を解析した。氷帽表面の標高解析には、デジタルフォトグラメトリソフトウェア (ERDAS Inc., LPS:Leica Photogrammetry Suite) を使用したデジタル図化機を用いて、ステレオ視モニター (Planar Systems Inc., SD2020) 上で直下視と前方視、または直下視と後方視のステレオペア画像を実体視する。この実体視空間を使って、500 m 間隔の格子点上で標高を測定し、各期間 (2006–2010, 2007–2009, 2007–2010) における表面高度変化を算出した。各観測期間における 5 つの氷帽の表面高度変化速度は、標高測定値が得られた範囲内の平均

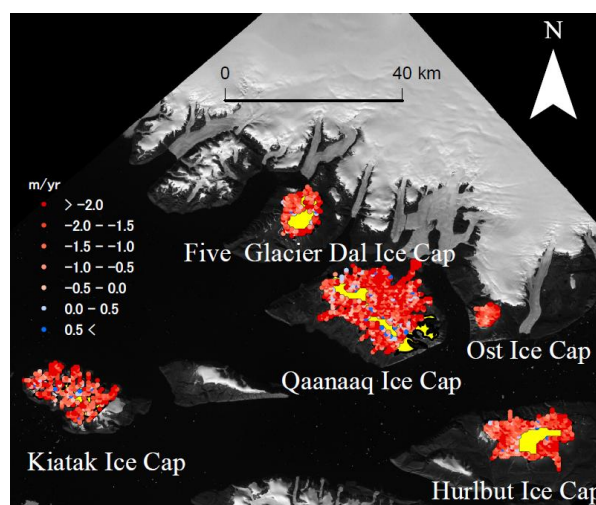


Figure 1. Surface elevation change over the five ice caps measured in this study. No data available in the yellow hatched areas. Background is Landsat image taken on 27 August 1982.

で $-1.6 \sim -2.0 \text{ m a}^{-1}$ であった。各氷帽における高度変化の標高依存性を解析すると、全標高域で低下傾向にあるものの、特に低標高において低下速度が大きい (Figure 2)。カナックの夏期 (6, 7, 8 月) の気温は 1996 年から 2012 年にかけて上昇傾向にある。降雪量の変化を無視すると、夏期の気温上昇によって表面融解が増加し、標高低下に寄与していることが示唆される。グリーンランド北西部における氷河氷帽 (総面積 4340 km^2) の表面高度変化速度は、2003-2008 年の平均で -0.6 m a^{-1} と報告されている (Bolch and others, 2013)。本研究で得られた 5 つの氷帽 (総面積 438 km^2) の表面高度変化速度の平均値は -1.8 m a^{-1} と先行研究の値よりも大きい。この結果は、同地域の氷河、氷帽の質量損失が近年加速していることを示唆するものである。

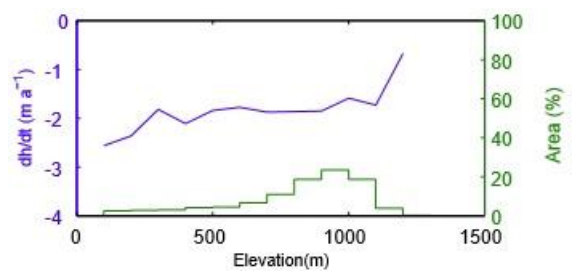


Figure2. Glacier hypsometry and the rate of surface elevation change averaged for five ice caps.

References

- Rastner, P and others, The first complete inventory of the local glaciers and ice caps on Greenland. *The Cryosphere*, 6, 1483-1495, 2012.
- Meier, M. F and others, Glaciers dominate eustatic sea-level rise in the 21st century. *Science*, 317 (5841), 1064-1067, 2007.
- Bolch, T and others, Mass loss of Greenland's glaciers and ice caps 2003-2008 revealed from ICESat laser altimetry data. *Geophys. Res. Lett.*, 40, 875-881, 2013.