

# グリーンランド氷床北西部 SIGMA-A サイトにおける過去 36 年間の年間質量収支の復元

的場澄人<sup>1</sup>, 山口悟<sup>2</sup>, 山崎哲秀<sup>3,4</sup>, 青木輝夫<sup>5</sup>, 庭野匡思<sup>5</sup>, 谷川朋範<sup>6</sup>, 本山秀明<sup>7</sup>, 杉山慎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学低温科学研究所, <sup>2</sup>防災科学技術研究所雪氷防災研究センター, <sup>3</sup>株式会社地球工学研究所, <sup>4</sup>アバンナット, <sup>5</sup>気象研究所, <sup>6</sup>宇宙航空開発研究機構, <sup>7</sup>国立極地研究所

## Reconstruction of mass balance for 36 years at SIGMA-A site in the northwestern Greenland Ice Sheet

Sumito Matoba<sup>1</sup>, Satoru Yamaguchi<sup>2</sup>, Tetsuhide Yamasaki<sup>3,4</sup>, Teruo Aoki<sup>5</sup>, Masashi Niwano<sup>5</sup>, Tomonori Tanikawa<sup>6</sup>, Hideaki Motoyama<sup>7</sup> and Shin Sugiyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University*, <sup>2</sup>*Snow and Ice Research Center, NIED*, <sup>3</sup>*Geo Techs Co. Ltd.*, <sup>4</sup>*Avangnaq*, <sup>5</sup>*Meteorological Research Institute*, <sup>6</sup>*Japan Aerospace Exploration Agency*, and <sup>7</sup>*National Institute of Polar Research*

To reconstruct mass balance at the northwestern Greenland Ice Sheet, we obtained 19-m firm/ice core with a hand auger from SIGMA-A site (78°03'N, 67°38'W, 1,490 m a.s.l.; Figure 1) in July 2012. Density and visible stratigraphy of the ice core were observed. And the ice core was cut, decontaminated and melted for chemical analysis. Stable isotope ratio of hydrogen and oxygen of water and concentrations of soluble chemical species were measured by a cavity ring-down spectroscopy (PICARRO: L-2130) and an ion chromatography (DIONEX; DX-500), respectively. The ice core recovered 1975 to 2010 estimated by annual counting of dD in the ice core. According to visible stratigraphy, the period recovered by the ice core was distinguished by 3 terms as low frequent ice layer term (LIT), medium frequent ice layer period (MIT), and high frequent ice layer term (HIT). Annual mass balances in whole period, LIT, MIT, and HIT were 0.27m·weq./yr, 0.36m·weq./yr, 0.30, and 0.19 m·weq./yr, respectively. One of the assumed causes of the decrease of the mass balance in HIT is run off of melt water. Snow temperature at 15m depth at SIGMA-A was -20°C and part of melt water can be reserved as superimposed ice at SIGMA-A. In order to estimate rates of run off and refrozen, it needs to develop models to quantify them based on field data. The other assumed cause of the decrease of the mass balance in HIT is the change of accumulation rate. Reanalysis data of precipitation (GPCP2.2) did not show any significant decrease of precipitation amount in HIT, but increase of precipitation in winter. Snow cover under colder temperature is generally eroded easily. Therefore, increase of erosion rate of snow result from change of seasonality of precipitation might be the cause of the decrease of mass balance in HIT.

### 1. はじめに

近年のグリーンランド氷床の質量減少は表面融解量の増加と氷流の流動速度の加速が主要因だと議論されている。氷床の質量を制御する要因の一つである涵養量の広域な分布の実態は領域モデルなどでは議論されているが実際に氷床表面で観測した報告は非常に限られている。本研究では、特に観測例が少ないグリーンランド氷床北西部において表層雪氷コアを採取し、復元した涵養量の変動を議論した。

### 2. 試料採取と分析

2012年7月にグリーンランド氷床北西部 SIGMA-A サイト（北緯 78 度 3 分，西経 67 度 38 分，標高 1490m；図 1）において、ハンドオーガーを用いて 19m の表層雪氷コアを採取した。採取後直ちにコア毎の密度を測定し、層位を観察した。試料はコア長 10-15cm に切断し、清浄なナイフで周りを削り落とした後、清浄なポリエチレン袋内で融解し、ポリプロピレン瓶に移し密閉して保存した。持ち帰った試料は北海道大学低温科学研究所にて、酸素・水素同位体比を波長スキャンキャビティリングダウン分光法（PICARRO 社；L-2130i）で、溶存化学イオン種濃度はイオンクロマトグラフィー（Dionex 社；DX-500）でそれぞれ測定した。

### 3. 結果

明瞭な季節変動を示した水素同位体比のプロファイルから年層を数えた結果、雪氷コアは 19m で 1975-2010 年に相当することが分かった。氷板の出現分布から、これらの期間は氷板低頻出期（1975-1984）、中頻出期（1985-1997）、氷板高頻出期（1998-2010）に分けられた。水素同位体比の極小値から次の極小値までを 1 年として求めた年間質量収支は、全期間の平均値が 0.27m weq./yr, それぞれの期間の平均値は 0.36 m weq./yr（低頻出期）、0.30m weq./yr（中頻出期）、0.19m weq./yr（高頻出期）だった（図 2）。

### 4. 考察

氷板高頻出期に質量収支が少ない理由として、融雪量の増加によって氷床からの融雪水の流出が生じたことと降水量が減少したことが考えられる。観測サイトの 15m 雪温は-20 度と充分低く、融解水が全て流出せず一部は積雪内部に上積み氷として保存される。気温上昇に伴う融雪量の増加と上積み氷の形成量、流出量の関係を明らかにするためには、現地での観測データの解析とモデルの構築が今後の課題となる。また、降水量の再解析データ (GPCP2.2) からは、氷板高頻出期の年間降水量の有意な減少は見られなかった。しかし、氷板高頻出期において、年間の降水量に対する冬季の降水量の割合が増加していた。つまり降水の季節配分が変化による削剥量の増加が質量収支減少の要因の一つもと考えられる。

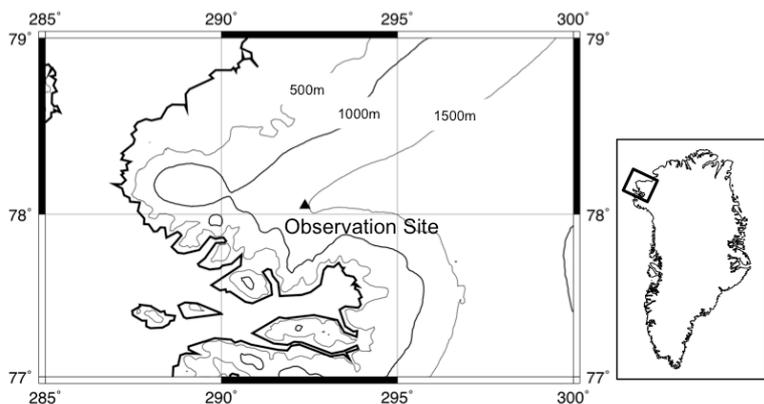


Figure 1 Map of SIGMA-A site (78°03'N, 67°38'W, 1,490 m a.s.l.).

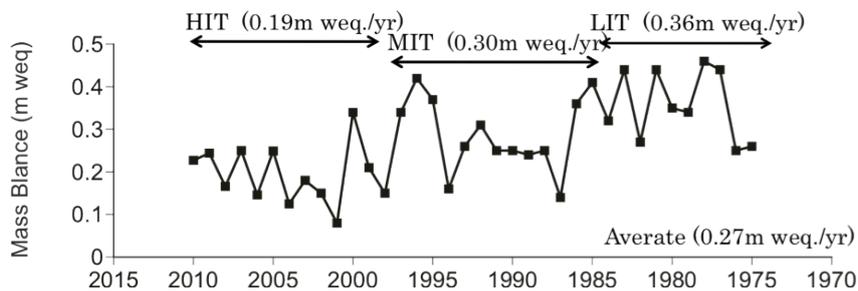


Figure 2 Variation of mass balance at SIGMA-A estimated by annual cycle of dD in the ice core. Arrows indicate terms of high (HIT), middle (MIT), and low (LIT) frequent ice layer term defined as ice layer frequency observed by visible stratigraphy.