

# グリーンランド氷床上の気温上昇による近赤外アルベド低下が 表面融解に与える正のフィードバック効果

青木 輝夫<sup>1,2</sup>、庭野 匡思<sup>2</sup>、谷川 朋範<sup>2</sup>、的場 澄人<sup>3</sup>、山口 悟<sup>4</sup>、山崎 哲秀<sup>5</sup>、藤田 耕史<sup>6</sup>、本山 秀明<sup>7</sup>、堀 雅裕<sup>8</sup>、  
島田 利元<sup>8</sup>

<sup>1</sup>岡山大学、<sup>2</sup>気象研究所、<sup>3</sup>北海道大学 低温科学研究所、<sup>4</sup>防災科学研究所 雪氷防災研究センター、<sup>5</sup>アバンナット、  
<sup>6</sup>名古屋大学、<sup>7</sup>国立極地研究所、<sup>8</sup>宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター

## Positive feedback effect of NIR-albedo reduction due to temperature increase on surface melting on Greenland ice sheet

Teruo Aoki<sup>1,2</sup>, Masashi Niwano<sup>2</sup>, Tomonori Tanikawa<sup>2</sup>, Sumito Matob<sup>3</sup>, Satoru Yamaguchi<sup>4</sup>, Tetsuhide Yamasaki<sup>5</sup>, Koji Fujita<sup>6</sup>,  
Hideaki Motoyama<sup>7</sup>, Masahiro Hori<sup>8</sup>, and Rigen Shimada<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Okayama University, <sup>2</sup>Meteorological Research Institute, JMA, <sup>3</sup>ILTS, Hokkaido University, <sup>4</sup>Snow and Ice Research Center,  
NIED, <sup>5</sup>Avangnaq, <sup>6</sup>Nayoya University, <sup>7</sup>National Institute of Polar Research, <sup>8</sup>Earth Observation Research Center, JAXA,

To investigate a relationship between recent snow surface melt on Greenland ice sheet (GrIS) and albedo reduction, a relationship between air temperature and near-infrared (NIR) albedo, and its influence on surface height (variation of snow height gage record) are analyzed from the data measured by an automatic weather station at SIGMA-A site (78°N, 67°W, 1,490 m a.s.l.), which was installed in June 2012. Annual variation of snow surface height counted from September 1 to the same day in the next year has a large interannual variation, which were +117 cm for 2012-2013, +61 cm for 2013-2014, -9 cm for 2014-2015, and +121 cm for 2015-2016. For the annual variation of snow surface height, not only surface melt in summer season but also annual accumulation change were important. Although the SIGMA-A site is generally located in accumulation area, surface height change was negative in 2014-2015. This is due to hot summer in 2015 and low annual accumulation in the overall period. On GrIS the surface albedo is controlled by change of snow grain size because a contribution of light absorbing snow impurity concentration such as black carbon to albedo reduction is low (Aoki et al., 2014). Particularly, as the NIR-albedo strongly depends on snow grain size, the NIR-albedo is an important indicator for the change of snow surface condition. Examining the relationship between air temperature and NIR-albedo, NIR-albedo correlates strongly with the air temperature at around 0°C and substantially decreases at a higher temperature than -2°C. This mechanism is that temperature increase accelerates snow metamorphism, by which snow grain growth occurs and thus NIR-albedo decreases. This phenomenon was remarkable in 2012 and 2015 including hot summer and not remarkable in 2013 including cold summer. This tendency was most significant in July among the monthly analysis. Snow surface melting was remarkable in 2012 and 2015 when snow surface melting by temperature increase would be accelerated by a positive feedback effect through the NIR-albedo reduction.

近年のグリーンランド氷床の急激な融解とアルベド低下の関係を調べるため、2012年6月にSIGMA-Aサイト(78°N, 67°W, 1,490 m a.s.l.)に設置された自動気象観測装置データを解析し、気温と近赤外アルベドの関係と雪面高度(積雪深計による読み取り値の変化)への影響を調べた。年間の雪面高度変化の基準日を9月1日とした場合、その値は2012-2013年:+117 cm、2013-2014年:+61 cm、2014-2015年:-9 cm、2015-2016年:+121 cmと年々変動が非常に大きかった。年間の雪面高度変化には夏季の表面融解量だけでなく、年間の涵養量の変動も重要であった。SIGMA-Aは一般に涵養域に位置していると考えられるが、2015-2016年の1年間では雪面高度が低下していた。この原因は2015年夏季の高温による表面融解と年間涵養量が少なかったためである。グリーンランド氷床上ではブラックカーボンなどの光吸収性不純物濃度によるアルベド低下は少ないと見積もられ(Aoki et al., 2014)、アルベドの変動は主に積雪粒径によって支配されている。特に、近赤外域のアルベドは積雪粒径の変化に強く依存するため、近赤外域アルベドは積雪表面状態変化の重要な指標である。気温と近赤外域アルベドの関係を調べた結果、気温が0°C前後で、両者に強い関係があった。特に、気温が-2°Cを超えると、近赤外アルベドは急激に低下した。そのメカニズムとして、気温の上昇によって積雪変態が加速され、積雪粒径が増加することにより近赤外アルベドが低下すると考えられる。この現象は夏季の気温が高かった2012年と2015年に顕著で、気温の低かった2013年にはそうではなかった。月別では7月が最も顕著であった。2012年と2015年に表面融解が顕著だったことから、近赤外アルベドの低下を通して、気温の上昇に伴う雪面融解が加速される正のフィードバックが働いていると考えられる。

## References

Aoki, T., et al., 2014: *Bull. Glaciol. Res.*, **32**, 21-31, doi:10.5331/bgr.32.21.