

雪面アルベドの季節変化・経年変化から推論されるグリーンランド氷床の融雪過程

カ石 國男
(ノースアジア大学教養部)

Snow-melting process in the Greenland ice sheet as deduced from the seasonal and decadal variations of snow surface albedo

Kunio Rikiishi
(North Asia University)

Abstract: Satellite observations of snow surface albedo for the years 1982 – 2003, available from NSIDC, USA, are re-analyzed in order to determine which is the primary cause of the snow-melting in the Greenland ice sheet, global warming or increased absorption of solar radiation (by snow contamination). It is found that the albedo decreases (or melting occurs) most-significantly during the period from late June to mid-July when the sun is highest, not when air temperature is highest. Decadal decrease in albedo is also found to be most significant in nearly the same period. The same is found to be true for the seasonal and decadal variations of surface albedo over the Arctic Ocean. These facts strongly suggest that the positive feed-back between the snow (or sea-ice) melting and the accumulation of snow impurities at the surface helps the surface to absorb more and more solar energy.

最近の急激な地球環境変化の象徴として雪氷圏の衰退が社会的にも注目されている。雪や氷が熱によって融けることは自明であり、実際、季節積雪や氷河・海氷は暖候期に融解が進んでいる。また、海氷や氷河の融解は積算温度（デグリーデイ）と高い相関を示すという研究報告が少なくない。このため雪氷圏衰退の原因は地球温暖化にあると考えられてきた。しかし雪氷面での熱収支を見積もってみると、気温上昇によって雪氷内部に取り込まれる熱量の増加は以外に小さい。これには大気密度が非常に小さいことが関係している。雪氷面での熱収支において最も大きな値を示すのは日射量である。これまで日射の役割があまり注目されなかったのは、日射量が積算温度と高い相関を示すので、日射の効果が積算温度の中に取り込まれて見えないことが一因であると考えられる。また日射の強さが今も昔も変わらないことも理由のひとつであろう。しかし、日射が変わらなくても雪面が汚れてアルベド（日射の反射率）が低下すれば日射量が増加したことと同じ効果を持つ。実際、世界中の氷河で雪氷汚染が進んでいることはよく知られている。したがって、地球環境問題を正しく理解するためには、雪氷融解が本当に気温上昇によって引き起こされているのか、それとも雪面の汚れによる日射吸収能の増加によって引き起こされているのか、明らかにすることが重要である。

一般に雪氷融解の現地観測は多くの困難を伴うが、それに替わるものとして、人工衛星による雪面アルベド観測値の時間変化を調べるのが有効である。一般に雪面アルベドには雪面の水分量、雪面の汚れ、積雪粒子の粒径が影響する。融解により雪面の水分量が増加し、下層の雪に含まれる汚染物質が雪面に集積し、昼間の融解と夜間の凍結の繰り返しによって積雪の粒径が大きくなるので、これらの3要因はいずれも融雪に伴って変化する。したがって、雪面アルベドの時間変化は融雪過程を反映している。

本報では、アメリカの国立雪氷データセンターが NOAA の AVHRR データから算出した地表面アルベドデータ（期間は 1982–2003 年、毎日 14 時頃の観測値）を用いて、グリーンランド氷床上（および、比較のために、北極海の海氷面上）のアルベドの季節変化および経年変化を、不良日やノイズの多い日のデータを除外して再調査した。その結果、グリーンランド氷床の融解が進むのは日射が強く日最低気温がプラスである 6 月下旬～7 月上旬であることが確認された。日平均気温との強い相関は見られなかった。また、氷床の融解が年々強まっている時期もほぼ 6 月下旬～7 月上旬であった。これらの結果は、北極海の海氷面上のアルベドの季節変化、経年変化の特徴ともほぼ一致していた。日射が 6 月下旬～7 月上旬の時期だけ強まることは考えられないことから、グリーンランド氷床は雪面の汚れの集積によって融解が進んでいると推論される。

なお、グリーンランド氷床のアルベド値の空間的なむら（不均質性）は降雪期に高く、融雪期に小さいことがわかった。また、不均質性の季節変化から、緯度による降雪期・融雪期の時間的な違いも明らかにされた。