

衛星地球観測による極域水循環の監視

島田利元*[†]

* (国研)宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター 茨城県つくば市千現2-1-1 (〒305-8505)

[†] Corresponding Author, E-mail: shimada.rigen@jaxa.jp

(2023年9月22日受付, 2023年10月25日受理)

要 旨

地球上の水循環をモニタリングする上で、人工衛星による地球観測は重要なツールである。地球上の水循環を考える中で淡水のリザーバである極域の雪氷は現在進行している地球温暖化の下でその動態が大きく変化しており、海水準変動への寄与という形で、人類共通の喫緊の課題として認識されている。本論文では、極域の変動を把握するためのツールとして、また衛星地球観測が捉えたトピックとして、北極海水や陸上積雪の推定手法や、極域氷床の質量やアルベドの変化を解説する。また、その変化を捉えるための礎となる現場観測とあわせて、極域の水を巡るこれまでの取り組みについて紹介する。

キーワード：水循環, 衛星地球観測, 雪氷圏リモートセンシング, 氷床

1. 地球の水循環

宇宙から見た地球は青く、地表の2/3が海に覆われていることから、われわれの住む地球は水の惑星と呼ばれている。この地球表層に存在する水の総量は約14億 km³と推定されており、そのうちの97%程度を海水が占めている。残りの3%程度が淡水として存在しているが、そのほとんどが北極や南極の氷床や山岳氷河、地下水であり、われわれ人間が容易に利用できる河川や湖沼の水は地球上に存在する水のうち、わずか0.008%に過ぎない。

このような地球上の水は、海水や河川水として常に同じ場所に留まっているわけではなく、太陽エネルギーを主因として、時に固相・液相・気相と相互に状態を変化させながら継続的に循環していることが知られている。水循環の主要なプロセスは蒸発散、凝結・雲の形成、降水、流出であり、太陽のエネルギーと重力によって止めどなく繰り返されているのである。

本論文では、このような絶えず繰り返される地球上の水循環のうち、近年とくにその変化が著しい北極や南極といった極域に注目していきたい。極域にはおもに固相の氷の形で大量の淡水が保持されているが、そのようなりザーバとしての役割や、気候変動における地球温暖化にともなう変化、またその変化をいかに観測するか、といった点を紹介したい。

2. 気候変動と極域水循環

北極や南極といった極域は、地球上に存在する淡水を、氷河や氷床、積雪といった固相の状態で保持している淡水のリザーバである。このような雪氷は水循環という観点からみると、河川水の平均的な滞留時間が約2週間というのに比べて、非常に長い時間スケールで循環していることが知られている。たとえば積雪や湖水のような淡水氷は季節的なものであり、中～低緯度地域であれば冬季の降雪や結氷した氷は夏になれば融解してしまうが、寒冷な高緯度地域、高標高域であれば越年性雪渓のような形で数年間その場に保持されるものもある。さらにこれが氷河ともなれば氷の内部にある所定の水分子は1～10万年、あるいはそれ以上の長い間凍ったまま保持される場合がある。氷河がさらに成長し、陸地の広範囲を覆うスケールの氷床ともなれば、グリーンランド氷床では数十万年、東南極の氷床深部では100万年を超える時間スケールで過去の降雪が氷として保持されている場合もある。ところが、近年の全球的な気温上昇において、極域の雪氷が急激に融解し、従来の時間スケールを遥かに凌駕するスピードで変化していることがわかってきている。

このような極域は、雪氷の融解という形で気候変動の影響を受けやすいばかりでなく、ほかの地域に比べて気温の上昇傾向が極端に大きいことが確認されており¹⁾、Polar Amplification、またより温暖化傾向の大きい北極についてはArctic Amplification（北極温暖化増幅）と呼ばれている。

ではなぜ極域、とくに北極域で温暖化傾向が顕著にあらわれるのだろうか。このメカニズムを紐解く際の重要なキーワードがアイス・アルベド・フィードバックである。アルベドとは地表面における太陽エネルギーの反射率を指す言葉で、地球の「白さ」を示す指標である。雪氷は白くアルベドが高いことから、効率的に太陽エネルギーを反射している。ひとたび気



【氏名】 しまだ りげん
 【現職】 (国研)宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター 研究開発員
 【趣味】 音楽鑑賞, 楽器演奏, 釣り, 料理
 【経歴】 2011年気象研究所支援研究員。2016年千葉大学大学院理学研究科博士後期課程修了。博士(理学)。同年宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター研究開発員。この間、2016年より気象研究所客員研究員。2020年より千葉大学非常勤講師。現在に至る。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/