

火星の極域層状堆積物から見る気候変動 Climate history on Mars as seen from the polar layered deposits

秋里 恭太郎¹, 岡野 章一^{1*}

Kyotaro Akisato¹, Shoichi Okano^{1*}

¹ 東北大理 惑星プラズマ大気研究センター

¹ Plan. Plas. Atm. Res. Cen., Tohoku Univ.

近年の火星探査により、火星の極冠に氷とダストからなる層状堆積物が発見された。その層状構造の周期性は日射量変動と関連性があることが指摘されている。日射量変動は、気候変動を引き起こす最も重要な要素であることは良く知られている。地球の場合、このような関連性は、地球のグリーンランドや南極のアイスコアでも確認され、古気候を研究する際に過去の気候変動の指標として用いられる。火星でも同様のことが行えれば、火星の過去の気候変動を調べることが可能となる。火星北極では、過去の北極夏至日射量変動と北極域の崖の撮像データから見られる層状堆積物の放射輝度の鉛直方向変動に強い相関があることが報告された [Laskar et al., 2002]。また、火星南極でも同様の手法による研究が行われ、火星南極の夏至日射量変動と南極層状堆積物 (SPLD) の層状構造との関連性が北極同様に指摘されている [諸井 2008]。しかし、この解析例は広大な南極冠の内の一点しか行われていない上、評価の客観性に議論の余地が残る。そこで、本研究は火星南極に着目し、南極全域に渡る複数の地点について解析を行うことで、SPLD の層状構造と火星の日射量変動との関連性を検証し、火星の過去の気候を探ることを目的としている。

本研究では、Mars Reconnaissance Orbiter の High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE) による光学画像と Mars Global Surveyor の Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) による高度データを用いた。光学画像データは、2006年~2009年に取得されたものを用い、高度データは1999年~2001年に作成された高度地図を用いた。

本研究では、取得された層状堆積物の輝度変動と過去の日射量変動を二つの手法を用いて比較した。一つ目は、崖の頂上部の氷は近年に堆積したものであるという仮定を置き、両変動の波形を合わせるものである。二つ目は、両変動の周期を時間周波数解析することで比較するものである。これらの解析の際には、SPLD の層状構造の周期性を南北両極の日射量変動と比較した。

画像データを精査し、SPLD の分布と南極域の地形との関係性を調べた結果、SPLD は緯度経度に依らずに高度が急変する領域に多く見られることが確認された。そこで、異なる緯度帯や経度にある SPLD を選抜し、それぞれの SPLD の層状構造と南北両極の日射量変動との比較を行った。その結果、SPLD の層状構造の周期性は南極の日射量変動を反映していると考えられた。これは、地球の気候変動とは大きく異なる点である。さらに、高度情報も含めて考慮することで、SPLD の堆積率を見積もった。その結果、過去 100 万年間の平均堆積率は $0.019 \sim 0.030$ cm/year と見積もられた。これは、南極の先行研究である諸井 [2008] から得られた堆積率 0.022 cm/year と近い値である。また、異なる緯度帯にある SPLD の 10 万年ごとの堆積率も求め、堆積率の年代ごとの変化を導出した。堆積率の年代ごとの変化は、異なる緯度帯のものでも同様の傾向を示した。これは、極冠の成長が南極冠全域で一様に進んできたためであると考えられる。また、南極の堆積率に対して、北極の先行研究である Laskar et al., [2002] では 0.050 cm/year、Milkovich and Head., [2005] では、 0.060 cm/year と見積もられており、堆積率のオーダーが一致していることが明らかになった。また、南極内での堆積率が北極に比べて小さい傾向であることから、現在の両極冠の厚さに堆積率が影響を与えてきた可能性が示唆された。

SPLD の層状構造は南極の日射量変動を反映していることや、SPLD の堆積率の年代変化は異なる緯度帯であっても同様の傾向を示したことから、SPLD が過去の火星の気候を知るための重要な指標であることが改めて確認された。今後、SPLD の堆積率と極冠の成長モデルとの比較を行うことで、より詳細に過去の気候を調べることができると考えられる。更なる研究により、南北両極の堆積率の差が、両極の地形的や気象的な差異から気候に与えられる影響を明らかにするための手がかりとなることが期待される。

キーワード: 火星, 南極, 層状堆積物, 気候, 極域, 日射量

Keywords: Mars, South pole, layered deposits, climate, polar, insolation