

火星大気大循環モデルで表現されるダスト巻き上げ量の解像度依存性

Resolution dependence of dust mass flux simulated by Mars general circulation model

高橋 芳幸 [1]; 林 祥介 [1]; 小高 正嗣 [2]; 大淵 済 [3]

Yoshiyuki O. Takahashi[1]; Yoshi-Yuki Hayashi[1]; Masatsugu Odaka[2]; Wataru Ohfuchi[3]

[1] 神戸大・理・地球惑星; [2] 北大・理・宇宙理学; [3] シミュレータ

[1] Department of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ.; [2] Department of CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [3] ESC

火星大気中には常にある程度の量のダストが浮遊しており、それに伴う放射加熱・冷却は大気の熱収支に対して大きな影響を及ぼしている。また、火星では様々な規模のダストストームが発生することが知られており、様々な時間・空間スケールで温度や風の変動の原因となっている。しかし、これらの大気中に浮遊するダストの巻き上げ過程や、ダストストームの発生過程は未だに十分理解されていない。過去の研究から、ダストを巻き上げる過程には数百キロメートル以下の水平スケールを持つ中小規模擾乱現象の寄与が指摘されており、高解像度モデルを用いた数値実験から新たな知見が得られる可能性がある。そこで我々は、これまでに高解像度火星大気大循環モデルを用いて、水平格子間隔約 79 km と約 22 km の解像度で、中小規模擾乱の構造について調べてきた。今回は、それら複数の水平解像度での実験の結果を用いてダスト巻き上げ量の解像度依存性を調べ、どのような大気擾乱がダスト巻き上げ過程に寄与するのかについて調べることにする。

本研究で用いたモデルは、地球大気大循環モデル AFES の力学過程に、我々がこれまでに開発してきた火星大気大循環モデルの物理過程を導入したものである。AFES は東京大学気候システム研究センターと国立環境研究所で開発された大気大循環モデル AGCM 5.4.02 を基に、地球シミュレータ上での高速実行のために最適化されたモデルである。導入した物理過程は、放射過程、乱流過程、地表面過程を導入するとともに、ダストの巻き上げ過程と重力沈降過程を考慮した。考慮したダスト巻き上げ過程は Newman et al. (2002) によって提案されたパラメタリゼーションのうちの一つと同様のものである。このパラメタリゼーションは地表風によるダスト巻き上げを GCM に組み込めるようにモデル化したものであり、地表面摩擦速度がある閾値を超えなければダストが巻き上がらない。この GCM を用いて、T79L96、T159L96、T319L96 (それぞれ水平格子間隔約 89, 44, 22 km, 鉛直総数 96) の解像度で、北半球の秋の条件で実験を行った。

T79, T159, T319 の解像度での実験から得られた、北半球の秋における全球平均ダスト巻き上げ量を比較したところ、解像度が高くなるほど巻き上げ量が多くなっていた。この巻き上げ量の解像度依存性の緯度分布を調べたところ、中高緯度ではダストフラックスはほぼ解像度に依存せず、巻き上げ量の増加は主に低緯度における差で説明されることがわかった。高い解像度のモデルを用いることで、中高緯度における傾圧擾乱に伴う前線などの構造がより良く表現されるようになることが期待されるが、本研究の結果は、その構造の詳細はダスト巻き上げ過程に対してさほど大きな影響を与えないことを示唆する。

低緯度において、巻き上げられるダスト量が解像度が高くなるに従って増える原因としては 2 つのことが考えられる。1 つは、解像度が高くなったことによって小規模循環がより良く表現されるようになったことであり、1 つは小規模地形や急な斜面がより正確に表現されたことで循環強度が変わったことである。そこで、これら 2 つの要因を切り分けるために、T319 の水平解像度のモデルに T79 の解像度の地形を導入した実験を行った。この実験では、巻き上げられたダスト量は、T79 の解像度の実験の場合とほぼ同等であった。このことから、地形の急斜面や小規模地形の凹凸に伴う強風が大気中へのダストの供給に重要な役割を果たしていることが示唆された。