

火星大気大循環モデルで見られた中小規模擾乱

Small and medium scale disturbances observed in the Mars general circulation model

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

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

[1] 北大・理; [2] 北大・理・地球惑星; [3] シミュレータ

[1] Graduate School of Science, Hokkaido University; [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [3] ESC

火星大気中に浮遊しているダストは放射過程を通して大気の大気熱構造や循環構造に影響を及ぼしているが、その大気への供給過程はあまり良く理解されていない。従来行われてきた大気大循環モデル (General Circulation Model; GCM) を用いた研究では、惑星規模の循環成分のみではごく限られた領域と条件を除くと風速がダストを地表面から巻き上げる閾値に達せず、十分な量のダストを巻き上げることは困難であった。これに対し近年では、従来の火星 GCM で一般的に用いられてきた格子間隔 (約 300 km 程度) よりも小さなスケールの中小規模擾乱の重要性が認識されるようになり、それらを考慮したダスト巻き上げパラメタリゼーションが用いられるようになったことで、観測結果と概ね整合的なダストの量の季節変化を再現できるようになってきた。しかし、現状ではダスト巻き上げに寄与する火星大気における中小規模擾乱の実体はよく知られているわけではなく、したがって、大循環モデルが格子点スケール以下の擾乱の寄与をどう評価すべきなのかはあまり明らかではない。我々は、火星大気中における中小規模の擾乱の形態を理解するとともに、それらがダスト巻き上げ過程に対して及ぼす影響を調べるために、地球大気大循環モデル AFES を火星条件に適用し、これまでに一般的に使われてきたよりも高い解像度での火星大気大循環計算を行っている。本講演では、計算結果に見られた中小規模擾乱に注目し、その生成機構について議論する。

本研究で用いたモデルは、地球大気大循環モデル AFES の力学過程にセミラグランジュ法による微量成分輸送スキームを実装し、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。物理過程としては我々の火星大気大循環モデルから、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ところに特色がある。この GCM を用いて、解像度 T79L48 (水平格子間隔約 90 km, 鉛直総数 48) でダスト巻き上げ実験を行った。

実験の結果、北半球の春や秋においては Alba Patera や, Elysium, さらには Olympus といった山岳の風下において、これらの山岳と同程度の大きさの渦の生成が見られた。これらの渦は一日周期で生成消滅を繰り返しており、午後の時間帯に形成されて夕方に最も発達し、夜間に消滅する。渦の形成領域付近における風の日変化を調べてみると、山岳付近一帯で平均した背景風の日変化はあまり大きくない一方で、山岳の風下では風の大きな日変化が見られる。この日変化にともない、山岳の風下領域において午後の時間帯に風が弱くなることが、渦を形成する要因となっている。山岳の周辺における風速の水平-鉛直分布の時間変化から、この風下領域での午後における弱風は日中に温められた地表付近の大気が斜面を駆け上がる斜面風によって起こっていることがわかった。前述のように、渦の形成はいくつかの領域で見られるため、このような背景風と地形に関係した局所的な斜面風の重ね合わせによる擾乱の生成は、火星において様々な場所で起こっていることが示唆される。