

火星大気大循環モデルを用いた表面ダスト巻き上げフラックス診断実験：地形の効果によって受ける影響についての考察

Diagnostic experiments of lifted dust flux at the surface with Mars GCM: Consideration of the effects of topography

*荻原 弘堯¹、高橋 芳幸²、石渡 正樹¹

*Hiroataka Ogihara¹, Yoshiyuki O. Takahashi², Masaki Ishiwatari¹

1.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻、2.神戸大学大学院理学研究科

1.Department of CosmoSciences, Graduate school of Science, Hokkaido University, 2.Graduate School of Science, Kobe University

火星ではダストが大気熱構造に影響を与えている（例えば、Liu et al., 2003）。各国の研究グループで火星のダスト循環を大気大循環モデルで再現しようという試みが行われている（例えば、Newman et al., 2002, Basu et al., 2004, Kahre et al., 2006）。我々もこれまで開発を進めてきた大気大循環モデル DCPAM（高橋他, 2014）へモデルで直接表現できる風応力によるダスト巻き上げと直接表現できない対流渦（ダストデビル）によるダスト巻き上げを実装しダスト巻き上げ実験をおこなった（荻原他, 2014）。そこで得られたダスト巻き上げフラックスの特徴は先行研究と大まかに一致した。しかし、ダスト巻き上げパラメタリゼーション、特にダストデビルによるダスト巻き上げパラメタリゼーションの振る舞いは地形によって複雑な挙動を示し、分布がどのように決まるかまでは理解することはできなかった。そのために本研究では、地形がどのようにダストデビルによるダスト巻き上げパラメタリゼーションの振る舞いへ影響を及ぼすか理解することを目指す。それゆえに単純化した地形で考える。ここでは、水平一様な地形と東西平均された地形という二つの単純な地形を用いてダスト巻き上げ実験を行い、その結果を比較する。

ここで用いるモデルは DCPAM である。DCPAM では 3 次元球面プリミティブ方程式を用いている。放射過程では CO₂ と大気ダストを考慮し、Takahashi et al.(2003, 2006) のスキームを用いる。放射スキームに与えるダスト分布は固定したものをを用いる。乱流過程は Mellor and Yamada (1982) の方法に従って決めた鉛直拡散係数を用いて評価する。地表面過程は Beljaars and Holtslag (1991), Beljarrs (1994) の方法に従って評価する。ダストデビルによるダスト巻き上げスキームとして DDA スキーム (Newman et al., 2002) を用いた。このスキームはダストデビルを熱エンジンと見なし、顕熱フラックスと対流層の厚さに依存する熱力学効率を用いてダスト巻き上げ量を決める。水平離散化にはスペクトル法を用い全波数 21 で打ち切りを行う、鉛直方向には差分法を用い、鉛直層数は 36 とする。積分時間は 4 火星年であり、最後の 1 火星年分の解析を行った。北緯 25 度と南緯 25 度の二つの緯度領域について調べる。共に、ダスト巻き上げフラックスが増加するそれぞれの半球における春から夏の季節に着目する。地表面熱慣性、地表面アルベドは固定した。地形高度として水平一様な地形を用いた場合（実験 F）とグローバルサーベイヤーの観測結果を東西平均した地形を用いた場合（実験 Z）で、ダストデビルによるダスト巻き上げパラメタリゼーションのダスト巻き上げ実験を行い、それぞれの結果を比べてみた。

まず、北緯 25 度付近の場合の結果を述べる。東西平均したダスト巻き上げフラックスを比べてみると、実験 Z の場合は 実験 F の場合のよりも小さくなった。熱収支の解析から、実験 Z の場合は 実験 F の場合に比べて下層で対流調節が余り働かず上層を加熱できなく、子午面循環が弱められる。それにより、大気が安定状態になり顕熱フラックスが小さくなったことによってダスト巻き上げフラックスが小さくなった。

次に南緯 25 度付近の場合の結果を述べる。同様に、東西平均したダスト巻き上げフラックスを比べてみると、実験 Z の場合は 実験 F の場合に比べて大きくなった。熱収支の解析から、実験 Z の場合は 実験 F の場合に比べて下層の対流調節が良く働き上層を加熱し、子午面循環が強くなり、対流層が厚くなった。よって、ダスト巻き上げフラックスが大きくなった。

これらの結果から、どの季節でも対流調節が上層を加熱し、子午面循環が強められるとダストデビルによるダストの巻き上げが大きくなると思われる。

今後は観測された地形における東西方向の起伏の違いによるダストデビルのダスト巻き上げフラックスへの影響を考察する予定である。

キーワード：火星、ダスト、大気大循環モデル、ダストデビル、ダスト巻き上げ

Keywords: Mars, Dust, General Circulation Model, Dust Devil, Dust lifting