

## 火星大気大循環における地形の効果

### Effects of Topography on the General Circulation of the Martian Atmosphere

# 高橋 芳幸[1], 藤原 均[2], 小高 正嗣[3], 林 祥介[4], 渡部 重十[4], 福西 浩[5]

# Yoshiyuki Takahashi[1], Hitoshi Fujiwara[2], Masatsugu Odaka[3], Yoshi-Yuki Hayashi[4], Shigeto Watanabe[4], Hiroshi Fukunishi[5]

[1] 東北大理, [2] 東北大学大学院理学研究科, [3] 東大・数理科学, [4] 北大・理・地球惑星, [5] 東北大・理・地物

[1] Science, Tohoku Univ., [2] Graduate School of Science, Tohoku University, [3] Mathematical Sciences, Univ. Tokyo, [4] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [5] Department of Geophysics, Tohoku Univ.

火星は自転角速度、赤道傾斜角において地球と似た点を持つ一方で、海がないこと、起伏の大きな地形の存在、そして地球の成層圏のような非常に安定な大気層がないことといった地球とは異なる側面も持つ。我々は火星大気大循環の物理過程を理解するため、火星大気大循環モデルを独自に開発した。ここでは子午面循環に注目し、その基本的な構造と季節変化、そして地形がそれに与える影響について調べた。

開発したモデルはプリミティブ方程式を用いた格子モデルである。空間分解能は水平方向には  $10^\circ$  (緯度)  $\times$   $11.25^\circ$  (経度) であり、鉛直方向には地面から高度約 120 km までの高度範囲に 35 層を持つ。放射過程としては二酸化炭素による大気放射・太陽近赤外吸収を扱い、実際の観測に基づく表面地形やアルベドの空間変化が考慮されている。高度約 95 km 以上にはレイリー摩擦を入れている。現在のモデルは火星大気中に存在するダストの効果を取り入れていないものの、火星下層・中層大気中の大気大循環とその成因を調べることが可能である。

このモデルを用いて各季節についてのシミュレーションを行った。子午面循環は、夏至・冬至においては赤道を横切る一つの循環が卓越し、春分・秋分においては高度約 20 km 以上で南北半球にそれぞれ一つずつの循環が形成される。春分・秋分における循環パターンは赤道に対してほぼ対称となる。これらの子午面循環の季節変化は他のモデルによる結果と整合的である。

しかし、春分・秋分の高度約 20 km 以下での循環パターンは大きな赤道非対称性を示していた。この循環の赤道非対称性の原因を調べるために、条件の異なるいくつかの数値実験を行った結果、平均約 3.8 km にも及ぶ南北半球間の地形の高低差が、この循環の非対称性を作り出していることが示された。南北半球間の高低差が赤道非対称な循環を作り出すメカニズムとしては次のようなものが考えられる。火星においては、薄い大気による弱い温室効果などのために地表面温度はほぼ太陽放射によって決まる。したがって地表面温度は地表面高度には依存せず、春分・秋分の時期においては赤道対称な分布となる。高度約 20 km 以下の大気は大気最下層で地面から放射によって熱を受け取り、その熱は対流調節で表される対流によってより上層に運ばれる。したがって大気最下層の大気温度は地表面温度に近くなり、赤道に対して対称な分布となる。このとき大規模な運動を考えなければ、それより上層の大気温度は高度の上昇とともに場所によらず断熱減率で減少することになるため、20 km 以下のそれぞれの高度で両半球間の大気温度を比べると、地形の高い南半球の温度の方が地面の低い北半球の温度より高くなる。この南北半球間の温度差を解消するように、春分・秋分の時期においては赤道非対称な子午面循環が駆動されている。