

鉛直対流により励起される火星大気の内重力波

A numerical simulation of internal gravity wave generated by thermal convection in the Martian atmosphere

小高 正嗣[1], 倉本 圭[1], 中島 健介[2], 林 祥介[1]

Masatsugu Odaka[1], Kiyoshi Kuramoto[1], Kensuke Nakajima[2], Yoshi-Yuki Hayashi[1]

[1] 北大・理・地球惑星, [2] 九大・理院・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., [2] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.

<http://www.gfd-dennou.org/arch/odakker/>

1. はじめに

火星大気の主成分である CO₂ は紫外線によって CO と O に光解離する。しかし単純な光化学平衡から CO と O の濃度を見積ると、その値は観測値に比べ 2 桁程度大きくなってしまふ。鉛直 1 次元光化学反応モデルを用いて観測される CO と O の濃度を説明するには、CO と O から CO₂ を生成する化学反応を促進する H₂O 起源のラジカルと、H₂O を大気下層から輸送する鉛直渦拡散を考慮しなければならない (McElroy and Donahue, 1972)。鉛直 1 次元モデルにおいて必要とされる渦拡散係数の大きさは、 $10e+3 \sim 10e+4 \text{ m}^2/\text{sec}$ 程度であると考えられている (Nair et al., 1994)。

渦拡散の実体として大気下層から鉛直伝播した波の砕波を考えることができる。本研究ではそのような波の一つとして、大気下層の鉛直対流により励起される内部重力波に注目する。2 次元数値モデルを用いて鉛直対流により励起された内部重力波の伝播を陽に計算し、それにもなう鉛直混合強度を見積もることを目指す。

2. モデルと実験設定

数値モデルは Odaka et al. (2001) によって開発された 2 次元非弾性モデルである。モデルには格子間隔以下のスケールで生じる乱流混合と、接地境界層パラメタリゼーションが考慮されている。大気成分は CO₂ のみとし、ダストの存在は考慮しない。CO₂ の赤外放射吸収と太陽放射の近赤外吸収を Goody バンドモデルで計算する。地中温度は鉛直 1 次元熱伝導方程式を用いて計算し、それに必要なパラメータは火星の標準的な値を用いた。

大気モデルの計算領域は水平に 51.2 km, 鉛直に 50 km である。格子間隔は水平鉛直ともに 200 m, 高度 200 m 以下の鉛直格子点は不等間隔に 6 点置く。水平方向には周期境界条件を置く。大気上端の入射太陽放射量は北半球夏の北緯 20 度の条件で日変化させる。初期条件は水平一様温度分布、静止大気である。初期条件の鉛直温度分布は 2 次元モデルと同じ放射モデルを持つ鉛直 1 次元放射対流モデルによって計算した LT = 6:00 の分布を用いる。計算は 1 日間行った。

3. 計算結果

図に LT = 14:30 における計算結果を示す。このとき地表付近の鉛直対流は高度 10 km 付近にまで達する。成層圏への対流ブリュームの貫入により内部重力波が励起される。重力波の水平波長は 15 ~ 20 km 程度、鉛直波長は 10 km 程度である(左図)。重力波にもなう温度振幅は高度 40 km 付近で 10 K 前後となる(中央図)。

計算された鉛直風と温位から、鉛直熱輸送が全て拡散によってなされた場合の実効鉛直拡散係数 K_e を見積もることができる。高度 25 km 以上における K_e の大きさ(右図)は Nair et al. (1994) の鉛直 1 次元光化学モデルにおいて用いられている渦拡散係数と同程度の値である。鉛直対流により励起される内部重力波は、火星中層大気の鉛直混合に大きく寄与していると考えられる。

4. 参考文献

[1] McElroy, and Donahue, 1972: Science, 177, 986-988.

[2] Nair et al., 1994: Icarus, 111, 124-150.

[3] Odaka et al., 2001: Nagare Multimedia, <http://www.nagare.or.jp/mm/2001/odaka/>

