

主成分凝結を伴う火星大気対流の二次元数値実験

Two-dimensional numerical experiments of Martian atmospheric convection with condensation of the major component

山下 達也^{1*}, 小高 正嗣¹, 杉山 耕一郎¹, 中島 健介², 石渡 正樹¹, 林 祥介³

Tatsuya Yamashita^{1*}, Masatsugu Odaka¹, Ko-ichiro SUGIYAMA¹, Kensuke Nakajima², Masaki Ishiwatari¹, Yoshi-Yuki Hayashi³

¹北海道大学, ²九州大学, ³神戸大学

¹Hokkaido University, ²Kyushu University, ³Kobe University

我々は火星大気中で生じる主成分凝結対流の流れの構造および雲分布を調べることを目的として、雲対流の直接数値計算を行なってきた。

山下他(2009, JPGU)では、主成分の凝結を伴う対流の長時間計算を可能とするための凝結過程のモデル化に関する報告を行った。

今回は、このモデルを用いた長時間積分により準平衡状態を得ることができたので、得られた準平衡状態における流れ場の様子について報告する。

計算に用いたモデルは2次元非静力学モデルdeepconvである

(<http://www.gfd-dennou.org/library/deepconv/index.htm.en>)。

このモデルの支配方程式はKlemp and Wilhelmson (1978)の準圧縮方程式に主成分凝結を表す項を考慮したもの(Odaka et al., 2005)である。雲微物理過程はTobie et al. (2003)に従う。雲粒は拡散過程によって成長するものとし、雲粒の落下および雲粒の荷重の効果は考慮しない。放射過程は陽に解かず、地表面付近に水平一様加熱、対流圏に水平一様冷却を与える。初期温度分布として、下層で乾燥断熱、中層で湿潤断熱、上層で等温という分布を与える。また初期時刻において、モデル最下層に温位のランダムノイズを与え、対流を励起する。主成分が凝結する系では、浮力の大きさが過飽和度に強く依存する為に、過飽和度が対流の構造に著しく影響を及ぼすと考えられている(Colaprete et al., 2003)。そこで我々はGlandorf et al. (2002)に従い、臨界飽和比(Scr)の値が1.0, 1.35の2通りについて計算を行なった。

40日の積分を行なった結果、Scr = 1.0, 1.35の両方の場合について、準平衡状態が得られた。それぞれの場合に得られた準平衡状態の様子はかなり異なっている。Scr = 1.0の場合、系全体の温度が上昇して雲は全て蒸発し、1つのセルから成る強い乾燥対流が発生した。乾燥対流に伴う水平流速、鉛直流速の最大値はそれぞれ約100 m/s, 40 m/sであった。Scr = 1.35の場合、温度が下降して地表面付近を除いたほぼ全ての領域が雲で覆われ、雲層内部に1つのセルからなる弱い循環が形成された。地表面付近には小規模な乾燥対流循環が複数形成された。雲層内の対流セルに伴う水平流速、鉛直流速の最大値はともに約10 m/sである。

平衡状態において実現される温度場は初期の熱エネルギーの状態に応じて決まるものと考えられる。従って平衡状態の一般的な議論を行なう為には、Scrの値に加えて、初期場を変えたパラメータ実験を行う必要があると考えられる。初期場を変えた計算につい

ては今後の課題としたい.

キーワード:大気主成分の凝結, CO₂氷雲,雲対流モデル,臨界飽和比

Keywords: condensation of major atmospheric component, carbon dioxide ice cloud, cloud convection model, critical saturation ratio