

## 熱帯域循環系の雲の解析的モデル

## An analytic model of upper cloud in tropical hadley cell

# 田中 今日子 [1]; 山本 哲生 [1]; 渡邊 誠一郎 [2]; 中島 健介 [3]

# Kyoko Tanaka[1]; Tetsuo Yamamoto[1]; Sei-ichiro Watanabe[2]; Kensuke Nakajima[3]

[1] 北大低温研; [2] 名大・環境学・地球環境科学; [3] 九大・理院・地惑

[1] ILTS, Hokkaido Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.; [3] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.

雲の被雲率や雲水量は大気中の輻射によるエネルギー輸送を通じて地表面温度に大きく影響する。雲の環境に対する依存性は、GCMなどの詳細な数値モデルにより調べられ、さまざまな議論がなされているが、モデルの複雑さため結果の理解が困難であったり、パラメリゼーションの使用により、将来予測など環境が異なる場合の結果の信頼性が評価できない、等の問題点が残されている。それらの数値モデルに相補的なアプローチとして、本研究では、熱帯循環系を想定した、明確で曖昧さのない解析的モデルを提案する。この解析的モデルは、現実性が多少犠牲になるが、種々の量を数式で表せるため、モデルから導かれる性質が見通しよく考察できる。

熱帯対流圏を想定し、上昇流領域と下降流領域に分けた2次元大気を考える。積雲中で形成された雲粒は、成長して雨粒となってかなりの部分が落下するが、雨粒のサイズまで成長できずに上昇を続け、積雲側面から水平方向に流れ出すものがある。積雲側面から水平方向に流れ出した雲粒は、その後流れに添って水平方向に広がりながら下降する。一方、温度は上昇するため、雲粒は蒸発していずれは消滅する。この下降流領域での雲粒の進化を以下の仮定のもとで解いた。

- (1) 大気は静水圧平衡の平行平板大気とする。
- (2) 下降流領域では、大気の放射冷却と圧縮加熱の釣り合いにより大気速度が決まる。(Iwasa et al. J. Atmos. Sci. 59, 2197, 2002.)
- (3) 雲粒の速度は大気速度に等しい。
- (4) 雲粒の蒸発過程のみを考慮し、合体・分裂は無視する。

得られた雲粒の消散方程式は、時間についての1階常微分方程式に帰着する。方程式は、温度減率及び拡散時間と大気落下時間の比を用いて単純に表すことができ、その解として雲の被雲率や雲水量などが解析的に求められる。

下降流において、雲粒は飽和比がほぼ1に保たれるように蒸発する。下層、中層では、雲粒の蒸発が効率的に行われ、被雲率は非常に小さい。一方、高層では大気の下降速度が小さいため、蒸発がなかなか行われず、被雲率が大きくなる。特に圏界面直下では、圏界面において下降速度がゼロになるため、積乱雲側面から供給される雲水量が少ない場合でも、被雲率は1になる。これは、仮定(3)に依る結果であるが、雲粒の相対速度を考慮して補正しても、5ミクロン程度以下の小さな雲粒に対しては、被雲率が大きくなるという結果は変わらない。

近年、熱帯域の圏界面直下に広範囲に存在する光学的に薄い巻雲が発見されている(e.g., Wang et al. J. Geophys. Res. 101 29407.1996)。本研究の結果は、これらの巻雲が積乱雲からの雲粒の移流により形成可能であることを示唆する。