

地球のエアロゾルと雲降水の3次元分布を観測するために、地球観測衛星「EarthCARE/CPR」[1]が2021年に打上げられる予定である。衛星としては世界初となるドップラー観測を行い、大気の上昇流に関する情報を得ることが期待される。この衛星観測量から上昇流と雲降水に関する物理量をリトリブするには、レーダ反射因子とドップラー速度と粒子の物理量の関係を明らかにすることが重要である。本研究では、氷粒子の形状と密度を予測する雲微物理スキーム[2]を用いて、様々な上昇流を設定することで氷粒子の特性の変化を調査する。水平1方向と鉛直方向の2次元において風の場合が時間発展しないモデルの枠組みで、熱帯の線状降水帯を再現する。風の流れ場は、強くて深い対流とメソスケールの上昇流・下降流から構成される。また、強い対流の上昇流を3, 5, 10, 15, 20 m/sとしシミュレーションを行い、それぞれ時間発展を先行研究[3]と比較する。

実験結果において、時間ごとによる粒子のレーダ反射因子の結果から線状降水帯の典型的な時間発展を再現できていること、240分以降は定常状態に近い状態になっていることを確認することができた。先行研究と比較して、レーダ反射因子が大きく再現される傾向にあることがわかった。さらに大きなあられが対流の下流側で落下することに対応して、融解高度が複雑に再現されていた。次に上昇流が20 m/sの場合について、定常状態での粒子の特性に関して粒子の質量混合比について雲粒、雨粒、あられ、雪の4種類の粒子で先行研究との比較を行った。先行研究に比べて、あられ粒子が多く生成されていることが確認できた。

あられ粒子において、上昇流の強さごとに密度と最大粒径と数密度の関係を比較したところ、上昇流が強くなるに従ってあられ粒子の密度にばらつきが生じていることが確認することができた。さらに、上昇流が15, 20 m/sの時に粒径の小さく密度の大きいあられ粒子が発生していることがわかった。これらは10 m/sより弱い上昇流では発生していなかった。あられ粒子において数密度の高い空間分布を上昇流の強さごとに調査したところ、上昇流が強くなるに従って空間分布が上昇流付近に推移していく様子、密度の大きいあられ粒子が多く生成されていく様子を確認することができた。柱状結晶(結晶軸比 > 1)において、上昇流の強さごとに結晶軸比と最大粒径と数密度の関係を比較したところ、上昇流が強くなるに従って最大粒径が小さくなる傾向にあることが確認することができた。また数密度の高い空間分布を上昇流の強さごとに調査したところ、上昇流が強くなるに従って水平方向に分布が広がっていく様子が確認することができ、結晶軸比が小さくなる傾向にあることがわかった。

ドップラー速度擬似観測図を上昇流の強さごとに作成し比較を行ったところ、上昇流が強くなるに従って鉛直下向きのドップラー速度が小さくなる傾向にあることがわかった。また上昇流から水平方向に遠ざかっていく様子を確認することができた。そこで3, 5, 10 m/sの時の雨粒・あられ粒子の空間分布と比較を行ったところ、鉛直下向きのドップラー速度が大きい空間においてあられ粒子が多く存在していることがわかった。それに加えて、落下していくあられ粒子が上昇流の下に集中していることが確認できた。さらに雨粒に関して上昇流から水平方向に遠ざかるように質量が移動していく様子を確認することができた。

参考文献

- [1] JAXA/EORC 「EarthCARE -雲エアロゾル放射ミッション」, <https://www.eorc.jaxa.jp/EARTH_CARE/ja/index_j.html>
- [2] Hashino and Tripoli (2007): The Spectral Ice Habit Prediction System (SHIPS). Part I: Model Description and Simulation of the Vapor Deposition Process
- [3] Milbrandt and Morrison (2012): Prediction of Graupel Density in a Bulk Microphysics Scheme