

CloudSat と GPM を用いた氷衝突過程モデリングの間接評価

清木達也 海洋研究開発機構、大野知紀 気象研究所

雲粒子の成長を記述し、格子内の雲水混合比や雲水数濃度といった平均量を予報する数値モデルをバルク法雲微物理モデルという。本研究ではバルク法雲微物理モデル内で解かれている氷粒子間衝突過程を改良し、その全球大気への影響を紹介する。

一般的に、バルク法雲微物理モデルでは雲粒子の終端落下速度 v は直径 D のべき乗則で表現されている($v=aD^b$)。しかしながら、指数 b は Reynolds 数といった雲粒子周りの流れの特性に依存して変化するものであり、小さい粒径の場合には 2 を、大きい粒径の場合には 0.5 に漸近する事が分かっている。従って、雲の粒子サイズによらず一定の係数 a と指数 b を利用する事は無視できない系統的バイアスを生むことが分かってきた。この簡易的な終端落下速度は雲粒子の重力沈降と衝突過程で直接用いられており、凝結・蒸発、昇華、融解では間接的に用いられている。本研究では、理論に基づいた正確な終端落下速度の計算手法を採用し、衝突成長方程式自体も精度よく解く手法に変更した。

衝突成長方程式の積分誤差を調べたところ、従来の手法では直径（最大径）が $40\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$ の範囲で終端落下速度のべき乗則が最適化されていることが分かった。一般的に雲氷の有効半径は $30\mu\text{m}$ ~ $40\mu\text{m}$ (直径では $60\mu\text{m}$ ~ $80\mu\text{m}$) である事が知られている為、ほとんどの雲システムでは従来の手法でも精度よく表現できている。一方で、氷晶数濃度の多いところや、成長初期の薄い巻雲(直径が $10\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$) では従来の手法は 4 倍ほど衝突成長を過大評価していることが分かった。同様にサイズが大きい粒子成長を見てみると、強い降水システム内部におけるあられの直径は 1mm に達する為、あられの衝突(riming)に伴う雲水や雨滴の凍結が過大評価されていることが分かった。

以上の衝突成長方程式モデリングの改良結果を評価するため、本研究では NICAM を用いた全球 14km の高解像大気実験を実施した。小さな雲氷の衝突成長シグナルは熱帯海洋上の巻雲内部によく現れることが期待される。そこで、CloudSat の CFAD とモデル結果を比較することでモデル改良の妥当性を検証する。同様に、大きなあられの衝突成長シグナルは熱帯海洋上の対流雲内部によく現れるため、GPM-DPR の CFAD をモデルと比較した。本研究ではモデル結果と衛星観測データを比較するため、衛星シミュレータ Joint simulator for satellite sensors を利用した。