

軌跡解析を用いた低気圧性降雪におけるレーダ・ライダ観測量の調査

高畑愛里沙¹, 端野典平¹

(1:高知工科大学)

要旨

A-Train 衛星群や EarthCARE など代表される衛星観測は、全球規模で雲と降水に関する物理量を推定するためには欠かせない観測である。しかし、氷粒子の多様な形状や密度に起因して、その推定量には不確実性が伴う。低気圧性降雪の場合には、地表数キロ付近において卓越する微物理過程が高度とともに変化することがある。これはレーダ観測における「ブラインドゾーン」の直上における観測が地表での降雪量に単純には結びつかないことを意味する。本研究では、数値気象モデルによる降雪事例の再現とトラジェクトリ解析を実施することで、雲微物理過程に対応した雲レーダやライダのシグナルの変化を理解することを目的とする。

対象事例は全球降水測定寒期降水実験 (GCPEX) [1] で観測された、2012 年 2 月 17 日から 18 日にかけての温暖前線に伴う降雪事例を対象 [2] とする。気象モデルとして UWNMS、雲微物理スキームとして晶癖予測スキーム AMPS [3] を用いる。初期・境界条件として ECMWF 再解析データを使用する。本研究では同期間の航空機観測データとの比較検証を行う。解析では雪片形成過程が卓越する航空機観測地点、および前線南側に位置し雲粒捕獲過程が卓越する地点 S を選定し、粒子群の軌跡に沿った微物理過程や粒径分布 (PSD) の変化を調査する。

航空機観測地点での解析では、高度 1.5 km を境として、上空と地表付近にサンプルを分け、PSD パラメータの比較を行った。その結果、観測と数値実験の双方において、これら高度帯によってパラメータの変化する方向が反転していることが確認された。上空では雪片形成過程の時間変化と整合的な変化 (粒径増大を示唆する方向) であるのに対し、地表付近では粒径の減少を示唆する挙動が確認された。これは観測データおよび数値実験ともに、地表付近が氷に対して未飽和環境にあることに対応しており、地表面付近では昇華過程が活発であることがわかった。

数値実験による地点 S の解析では、トラジェクトリ解析により空気塊の過冷却水域通過履歴を追跡することで雲粒捕獲過程に伴う質量増加率と実効衝突効率の算出を行った。これにより従来のオイリアン解析では難しかった、粒子の視点で微物理過程の定量化が可能になった。また、レーダ反射因子、ライダ後方散乱係数、およびドップラー速度の観測空間において、卓越する微物理過程との対応を特定した。

参考文献

- [1] Skofronick-Jackson, G. et al., 2015: Global precipitation measurement cold season precipitation experiment (GCPEX): For measurement's sake, let it snow. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, Vol. 96, pp. 1719–1741.
- [2] Naeger, A. R., and A. L. Molthan, 2017: Evaluation of cloud microphysical schemes for a warm frontal snowband during the gpm cold season precipitation experiment (GCPEX). *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 145, pp. 4627–4650.
- [3] Hashino, T., G. de Boer, H. Okamoto, and G. J. Tripoli, 2020: Relationships between immersion freezing and crystal habit for Arctic mixed-phase clouds – a numerical study. *J. Atmos. Sci.* Vol. 77., pp. 2411–2438.