

本研究では人工衛星搭載レーダ・ライダー観測における観測シグナルと雲内部の微物理過程との関連性解明を目的とする。CloudSat や EarthCARE による衛星観測は全球規模の雲微物理量推定に有効だが、氷粒子の多様な形状や密度がもたらす不確実性が課題である [1]。特に低気圧性降雪の場合、地表付近の”ブラインドゾーン”は雲粒捕獲過程から雪片形成過程への移り変わりが活発な領域である(図1)が、観測のみでは連続的な成長過程の追跡は困難である。そこで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。

対象事例は全球降水測定寒期降水実験(GCPEX)[2]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とする。解析にはECMWF再解析データを初期・境界条件とした非静力学モデルUWNMSを用い微物理スキームにはAMPSを使用する。本事例は先行研究[3]においても解析対象とされており、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[4]を定量的に調査する。

航空機観測地点での解析では、観測データおよび数値実験の双方から高度1.5kmを境とした上空と地表付近のPSDパラメータを抽出し、比較を行った。その結果、双方において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。この要因を特定するため観測データおよび数値実験の飽和比を調査したところ地表付近が未飽和環境にあることが判明し、雪片形成過程と並行して昇華過程が寄与していることを裏付けた。一方、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微物理過程の動的な移り変わりを明らかにしている。また、これらの解析で得られたレーダ反射因子、ライダー後方散乱係数、およびドップラー速度の特性に基づき、卓越する微物理過程の違いが各物理量に与える影響を特定した。卓越する微物理過程が異なる2地点での比較を通じて地表付近の昇華や過冷却水域での雲粒捕獲率を示した結果は、衛星観測のブラインドゾーンにおける現象の理解と降雪量推定の改善に寄与する。

文献

- 1) Hashino, T., M. Satoh, Y. Hagihara, T. Kubota, T. Matsui, T. Nasuno, and H. Okamoto (2013), J. Geophys. Res. Atmos., 118, 7273 – 7292
- 2) Skofronick-Jackson, G., and Coauthors, (2015), Bull. Amer. Meteor. Soc., 96, 1719-1741
- 3) A. R. Naeger, B. A. Molthan, November (2017), Mon. Wea. Rev., 145, 4627-4650
- 4) P. R. Field A. J. Heymsfield, (2003), J. Atmos. Sci., 60, 544 – 560

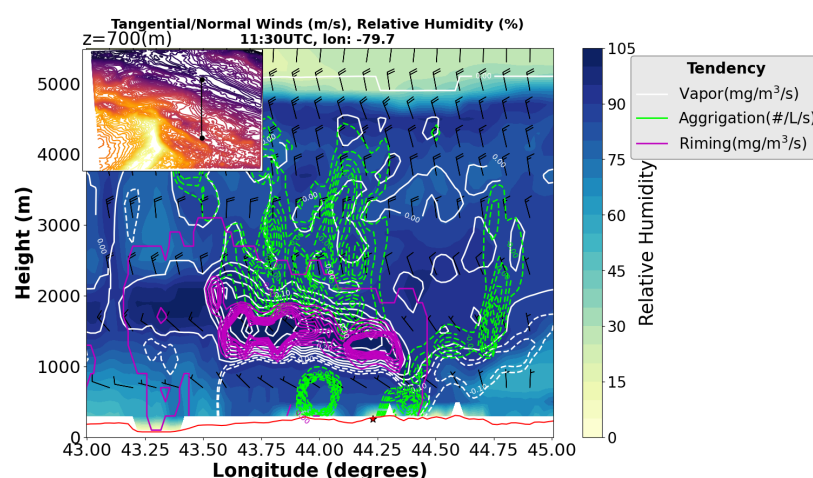


図1: 航空機観測中心点周辺の鉛直断面構造(1130UTC)。カラーは相対湿度、等高線は各微物理過程(白: 蒸着過程、緑: 雪片形成過程、紫: 雲粒捕獲過程)による粒子の生成・成長強度を示す。赤線は地形、赤星は航空機観測地点である。高度約1.5km以下のブラインドゾーンにおいて、複数の微物理過程が複雑に移り変わる様子が窺える。