

対流性雲内の上昇流域における 0°C 高度付近の微物理学的特徴

鈴木賢士¹, 國弘真緒², 原優里佳^{1,3}

(1: 山口大学大学院創成科学研究科, 2: 山口大学農学部, 3: 鳥取大学連合農学研究科)

要旨

これまで我々は、降水粒子撮像ゾンデを用いた現場観測から、大雨をもたらす降水雲内の、特に固体降水粒子の振る舞いに注目して研究を進めてきた。Suzuki et al. (2014) は、ビデオゾンデで観測された丸い霰に注目し解析を行い、Hara et al. (2024) は、鮮明な粒子撮像が可能になった新しい Rainscope ゾンデ (Suzuki et al. 2023) を用いて、梅雨期の対流性雲内の 0°C 高度すぐ上に存在する霰は上空の霰と異なり凍結粒子起源であることを示した。一方、強い上昇流域を伴った積乱雲内では大きな扁平した雨滴が上空に運ばれる。このような場合、偏波降雨レーダー観測によれば、0°C 高度よりも上空に大きな正のレーダー反射因子差 Z_{DR} (Z_{DR} カラム) が観測されることが知られており、既往研究では Z_{DR} カラムの存在した降水セルがその後発達することが示されている。また、全球降水観測計画 (GPM) 主衛星に搭載されている二周波降水レーダ (DPR) は、固体と液体の降水粒子が混在する融解層領域の上端の高度を示す binMixedPhaseTop とよばれるプロダクトを提供しているが、binMixedPhaseTop は暖候期の雷を伴う対流性降雨でしばしば検出されることが示されている (鈴木ら 2021)。しかしながら、 Z_{DR} カラムや binMixedPhaseTop が検出される対流性雲内の上昇流域における 0°C 高度付近の微物理構造はよくわかっていない。そこで本研究では、これまで注目してこなかった 0°C 高度より上空に存在する雨滴と凍結粒子に注目して、最近の Rainscope ゾンデによる観測データだけでなく、1990 年代のビデオゾンデ観測データにまで遡って解析した。

本研究では、1993 年から 2022 年までに実施された降水粒子撮像ゾンデを用いた観測の中から、凍結粒子が存在している 22 事例を解析対象とした。観測データは、梅雨期の鹿児島や沖縄などに加え、アジアモンスーン地域 (タイ、インドネシア等) で実施されたビデオゾンデおよび Rainscope ゾンデ放球により得られた降水粒子情報である。近年の観測では新しく開発された Rainscope ゾンデが用いられ、得られる鮮明な画像より精度の良い粒径情報 (粒径、円形度、落下速度など) が得られるが、1990 年代のビデオゾンデはカメラの解像度も低かったことから、数値データとして残っている平均粒径 (長径と短径の平均値) のみを解析に用いることとした。

解析の結果、上昇流が強い対流性降水雲の Z_{DR} カラムが存在するような強い降雨域内の雨滴粒径分布を得ることができた。実際の雲内の降水粒子の粒径分布を知る手段は限られており、本研究で明らかになったこの雨滴粒径分布は非常に貴重な観測データである。また、0°C 高度付近の雨滴の凍結による水の集中化が降水強化の重要なプロセスのひとつであることに加え、凍結プロセスが活発な事例では -10°C 高度以下で氷晶が極端に少ないことも明らかになったが、二次氷晶核形成や上昇流の強化とも関連してさらなる観測研究が必要であると考えている。