

二重偏波レーダーと MU レーダーの同時観測による 強い層状性降水の鉛直構造と降水過程の推定

松永創太¹, 重尚一¹, 大畑静佳¹, 後藤悠介², 篠田太郎², 橋口浩之¹
(1: 京都大学, 2: 名古屋大学)

要旨

従来、メソ対流系 (MCS) に伴う豪雨は活発な対流性領域に起因しており、層状性領域の寄与はその降水強度の弱さから二次的なものであると考えられてきた。しかし、近年のレーダー解析は、比較的強い降雨が長時間持続する場合、層状性降水であっても著しい積算降水量をもたらしていることを示している。したがって、GPM/DPR 等の衛星降水レーダーにおける降水種別判定の高度化や、降水過程推定の精度向上には、こうした層状領域内部の力学的・雲微物理学的メカニズムの解明が重要である。

本研究では、これらのメカニズムを正確に特徴付けるため、大気鉛直運動と降水粒子の特性を統合的に観測することに焦点を当てた。観測手法には、VHF 帯大気レーダー (MU レーダー) と X バンド二重偏波ドップラーレーダーによる鉛直同時観測を用いた。MU レーダーは雨雲内部の鉛直速度を計測し、降水粒子成長の基盤となる力学的環境を提示する。さらに、仰角 20° で取得した X バンドレーダーのデータに対し、Ryzhkov et al. (2016) に基づく準垂直プロファイル (QVP) 解析を適用した。QVP 解析は、円錐走査を行う偏波レーダーのパラメーター (Z_{DR} など) を方位角方向に平均化して鉛直プロファイルを得る手法であり、天頂観測では得ることができない、降水粒子の扁平率に関する情報を抽出できる点に大きな利点がある。

本研究では、台風の接近によって活発化した梅雨前線に伴って線状降水帯が発生し、日本国内の広範囲に大雨がもたらされた、2023 年 6 月 2 日の豪雨事例を解析対象とした。滋賀県甲賀市における観測の結果、層状性降水により地上で比較的強い雨 (10~20 mm/h) が観測された期間中、雲内の上昇流速は平均 0.8~1.0 m/s、最大 2.0 m/s に達しており、Houze (2014) が示す典型的な層状性降水の鉛直流速 (約 0.1 m/s) を上回ることが明らかになった。これと対応して、QVP 解析では融解層より上層における反射因子差 (Z_{DR}) が 0 dB に近い値を示しており、比較的強い上昇流が雲内でのライミングを促進し、あられを形成させたことを示唆している。これは、同時に実施されたラジオゾンデ観測によっても裏付けられており、融解層付近で激しい着氷を示すラジオゾンデの異常な振動が記録されている (Liu et al., 2023)。

以上の結果から、強い層状性降水が持続するメカニズムとして、中層の比較的強い上昇流によって活発に雲粒が供給され、それに誘発された着氷成長 (riming) によって霰が落下しながら急速に成長したことが示唆される。