

X帯レーダの鉛直観測データを用いた雨滴粒径分布の推定

後藤悠介¹, 篠田太郎¹, 民田晴也¹, 久島萌人¹, 戸田望², 重尚一², 橋口浩之³

(1:名古屋大学宇宙地球環境研究所, 2:京都大学大学院理学研究科, 3:京都大学生存圏研究所)

[要旨]

降水粒子の粒径分布は、地上観測に基づいて多く研究されてきたが、降水粒子は上空にて生成・成長するので、上空における粒径分布を得ることは雲微物理過程の理解につながる。現在、信楽 MU 観測所 (136.11°E, 34.85°N) にて、名古屋大学の X バンド二重偏波ドップラーレーダ (以下; 名大 X) は継続的に鉛直上向き観測をしている。鉛直観測から得られるレーダ反射因子 (Z^*)、鉛直ドップラー速度 ($\overline{V_d}$)、速度幅 (σ_d) からガンマ分布を仮定した粒径分布の未知数である切片パラメータ (N_0)、傾きパラメータ (Λ)、形状パラメータ (μ) を推定できることが知られている (Fukao and Hamazu, 2014)。しかしながら、 $\overline{V_d}$ は反射因子で重み付け平均された降水粒子の終端落下速度 (V_{tz}) と大気鉛直流 (V_a) の和 ($\overline{V_d} = V_{tz} + V_a$) であるため、正確な粒径分布の推定には V_a の影響を取り除く必要がある。ここで、層状性降水では対流性降水と比較すると V_a の影響は小さいと考えられている (e.g., Kim and Lee, 2016) が、粒径分布の推定に影響を及ぼす V_a の大きさに関して定量的な議論はされていない。したがって、本研究は名大 X の鉛直観測によって得られる 30 秒ごとの Z^* 、 $\overline{V_d}$ 、 σ_d データと、MU レーダーの鉛直観測によって得られる 1 分ごとの V_a データを用いた解析から、雨滴粒径分布の推定に影響を及ぼす V_a の大きさに関して、定量的に評価することを目的とする。なお、MU レーダーの 10 分値を用いた解析も行ったが、1 分値とは大気鉛直流の鉛直構造にかなり相違があったため、時間分解能の高い 1 分値を用いることにした。

解析事例として、2023 年 6 月 2 日 9 時 40 分~16 時 59 分 JST (事例 1)、及び 2023 年 6 月 30 日 17 時 32 分~翌 7 月 1 日 10 時 16 分 JST (事例 2) を選んだ。解析は、 V_a データを用いて大気鉛直流の影響を取り除いた「 $V_d V_a$ 解析 ($\overline{V_d} = V_{tz} + V_a$)」、及び V_a データを使用しない「 V_d Only 解析 ($\overline{V_d} = V_{tz}$)」の 2 種類行った。 $|V_a| \geq 0.2$ m/s の場合、特に Λ や雨滴粒径の中央値 ($D_0 = (\mu + 3.67)/\Lambda$) において、「 $V_d V_a$ 解析」と「 V_d Only 解析」の間で T 検定による p 値が 0.05 未満であり、有意な差が見られた。ここで、Nishi et al. (2007) は熱帯において層状性降水発生時の V_a を調べ、0 m/s から 0.4 m/s 程度の上昇流が連続的に観測されたことを示した。本研究では 0.2 m/s 以上の V_a で雨滴粒径分布の推定に影響があることを示したので、例え層状性降水であっても V_a の考慮が必要になる場合もあると考えられる。また、雨滴粒径分布の推定が行われた全格子点のうち $|V_a| < 0.2$ m/s であった格子点の割合は、事例 1 で 27.9 %、事例 2 で 8.1 % と少なく、多くの格子点で V_a を考慮する必要があると考えられる。

[参考文献]

Fukao, S., and K. Hamazu, 2014: doi:10.1007/978-4-431-54334-3.

Kim, D. K., and D. I. Lee, 2016: doi:10.1002/met.1518.

Nishi, N. et al., 2007: doi:10.1175/JAM2480.1.