

50 MHz 帯・1.3 GHz 帯レーダーを用いた層状性降水における粒径の導出

妻鹿友昭*(京大生存研), 山本真之(京大生存研), 阿保真(首都大), 柴田泰邦(首都大), 橋口浩之(京大生存研), 山本衛(京大生存研), 山中大学(JAMSTEC, 神戸大院自然), 深尾昌一郎(福井工大)

1 はじめに

層状性降水内の降水粒子は, 落下する過程で凝結・併合などの粒径の成長や融解による相変化を起こす. 降水粒子の相や粒径の観測は微物理過程の鍵であるが, これまで直接観測が主でありデータは限られていた.

2008 年 12 月 6-23 日の期間に, インドネシア, スマトラ島にある赤道大気観測所 (0.2°S, 100.32°E) にて赤道大気レーダー (EAR) [Fukao et al., 2003], ライダー, ラジオゾンデを用いた観測キャンペーン (Cloud observation campaign using Lidar and Equatorial Atmosphere Radar: CLEAR) を行なった. EAR などの 50 MHz 帯大気レーダーは鉛直流と降水粒子の落下速度を同時観測できる唯一の測器である. そのため, レーダーで観測される地面に対する降水粒子の落下速度から鉛直流を引くことにより, 降水粒子の大気に対する落下速度 (V_p) を正確に観測可能である. CLEAR 期間中の, EAR による鉛直流と EAR・1.3 GHz 帯境界層レーダー (BLR) の降雨の落下速度から得られた V_p を併用し, 層状性降水における降水粒子の粒径の高度分布をリトリバルした.

2 降水粒子の粒径の高度分布

図 (a) に 12 月 16 日の 20:00-21:45 間における V_p の平均と標準偏差の高度変化を示す. 高度 4.0 km 以下の降雨の落下速度は EAR より検出感度が優れる BLR の観測結果を用いた. この期間の地上の総降水量は 6.1 mm であった. V_p の変化によると, 降水粒子の相は高度 5.0 km より上では氷, 高度 4.0-5.0 km が水と氷の混相 (融解層), 高度 4.0 km 以下では水である. 同時観測したライダーの偏光消滅度も同様の結果を示していた. 氷晶または雪片の V_p は高度 7 km 以上では約 1.3 m/s でほぼ一定であり, 高度 7 km 以下では次第に増加して融解層上端の高度 5.0 km 付近において約 1.8 m/s となる.

融解層を除く氷晶と雨滴に対して, V_p と対応する粒径分布の中央値 D_m を見積もった. 見積りにおいて, 降水粒子散乱はレイリー散乱を, Γ 分布 $N_0 \exp(-\Lambda D)$ の粒径分布を仮定した. 直径 D の雨滴に対する落下速度は Atlas et al. [1973] の Gunn-Kinzer 式を用いた. 直径 D の氷晶に対する落下速度と体積直径は, Mitchell [1996] に記述された Hexagonal Column のモデルを用いた. 大気密度はラジオゾンデの観測データから計算した. これらの仮定を用い, V_p に対応する Λ を数値的に求め, さらに Λ から D_m を算出した.

観測された V_p より求めた D_m の高度変化を図 (b) に示す. 高度 3.8 km 以下の D_m の高度変化が小さいた

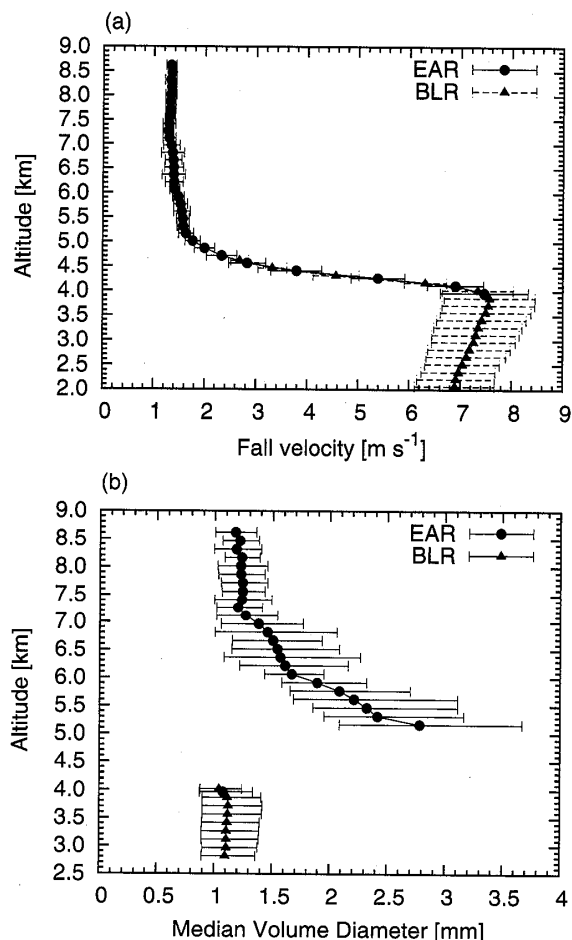


図 降水粒子の (a) 落下速度 V_p , (b) 粒径の中央値 D_m の平均と標準偏差の高度変化.

め, 雨滴落下速度の高度変化は大気密度変化によることがわかる. 高度 8.7-7.5 km における氷晶の D_m は 1.2 mm とほぼ一定であるが, 高度 7.0-5.5 km の間の D_m は 1.1 mm 程度増大し, 高度 5.5 km において D_m は 2.3 mm 以上となる. 融解層の上方と下方 (高度 5.2-5.5 km と 4.0 km 以下) の D_m はそれぞれ 2.3 mm 以上と約 1.1 mm となり一致しない. この原因として, 融解層における降水粒子の分裂や, 氷晶の形状が仮定と異なることなどが考えられる. 現在, 氷晶と降雨における D_m の差の要因について調査中である.

参考文献

- Atlas, D., et al, *Rev. Geophys. and Space Phys.*, 11 (1):1-35, 1973.
- Fukao, S., et al, *Radio Sci.*, 38(3), 1053, 2003.
- Mitchell, D., *J. Atmos. Sci.*, 53(12):1710-1710, 1996.