

二周波ドップラーレーダによる平均雨滴粒径の推定

井口俊夫¹

(1:大阪大学)

要旨 多数の散乱体からのレーダエコーで観測されるドップラー速度は、個々の粒子の視線方向の速度そのものの平均値ではなく、それぞれの粒子の後方散乱係数と粒子分布密度の重み付きの平均値である。二周波のレーダでドップラー速度を計測した場合、二つの周波数で各粒子に対する後方散乱断面積の比がすべての粒子に対して一定であれば、計測されるドップラー速度は同じ値となる。しかし、後方散乱断面積の比が粒子の大きさに依存し、粒径分布が広がりを持っている場合には、二つの周波数で観測されるドップラー速度は違った値になる。Ku帯とKa帯のレーダによる降雨の観測はこの場合に該当する。航空機搭載のHIWRAP二周波レーダによって鉛直方向で観測されたドップラー速度の鉛直分布から、雨滴粒径分布の二つのパラメータを推定した。具体的には、雨滴粒径分布のモデル関数としてガンマ関数型を仮定し、その平均粒径 D_m と形状母数 μ を各高度にて推定した。こうして推定した D_m と μ の一つの高度における値を初期値として、観測された二周波でのレーダ反射因子 ($Z_m(Ku)$ と $Z_m(Ka)$) のプロファイルから雨滴粒径分布関数の粒子数密度 N_t および体積重み付き平均粒径 D_m の鉛直分布を推定し、ドップラー速度差から得られた D_m の鉛直分布と比較した。

二つの周波数で観測されるドップラー速度の差をDVD(Doppler Velocity Difference)、二つの周波数での有効レーダ反射因子 ($Z_e(Ku)$ と $Z_e(Ka)$) の比をDFR(Dual Frequency Ratio)とすると、これらはいずれも N_t には依存せず、 D_m と μ だけに依存する。DFRの μ への依存性は小さいが、DVDの μ への依存性はDFRのそれに比べてはるかに大きい。そのため、一定の μ を仮定してDVDから D_m を推定した場合には、鉛直流の影響が無視できると考えられる層状性降雨においても、必ずしもそれぞれのドップラー速度を正確には再現できないことが分かった。これは、形状母数 μ が高さとともに変化しているためと考えられる。DVDをドップラー速度の両者を同時によく再現できる D_m と μ の組み合わせを推定した場合、そうして得られた D_m の鉛直分布とDFR法により推定された D_m の鉛直分布は比較的良好な相関を持つことが分かった。DFR法は減衰補正が正しく行えないと正確な D_m を推定できない。ドップラー速度の情報を利用することにより、表面参照法などを使わなくてもDFR法を用いて雨滴粒径分布のパラメータを推定できる可能性が示唆される。

DVDは、すべての粒子が局所的にその場での大気に対して終端速度で落下している限り、大気の流れに依存しない。したがって、DVDから推定される D_m を用いて計算される落下速度と実際に観測されたドップラー速度との違いから大気鉛直流速度が推定できる可能性がある。