

(II-46) 直交二偏波レーダを用いた雨滴粒径分布の時空間分布特性に関する研究

中央大学理工学部 学生員 ○佐藤 武司 建設省土木研究所 正 員 松浦 直
建設省土木研究所 正 員 深見 和彦 建設省土木研究所 正 員 金木 誠
中央大学理工学部 正 員 山田 正

はじめに レーダ雨雪量計による降水観測精度の向上を図るうえで、降雨成因や気象状況等により時間的・空間的に変化する雨滴粒径分布を精度よく観測することは、意義がある。本研究で著者は、レーダにより観測された情報のみから上空の雨滴粒径分布を推定することができる直交二偏波レーダの観測値を用いて上空の雨滴粒径分布を推定し、その結果と地上雨滴計による雨滴粒径分布の観測結果を比較することにより、雨滴粒径分布の時空間分布特性に関する考察を行った。

観測の概要 本研究で用いたレーダデータは、平成9年9月から直交二偏波レーダとして実運用されている建設省九州釈迦岳レーダにより観測された仰角0.3度と0.8度の降雨データである。レーダサイト概略図を図1に、解析期間を表1に示す。また、地上雨滴計データは、土木研究所が釈迦岳レーダサイト内4ヶ所(図1)に設置したディストロメーター雨滴計による観測結果を用いた。

直交二偏波レーダの概要 直交二偏波レーダは、水平偏波と垂直偏波を交互に送信し、雨滴からの反射因子 Z_H, Z_V を観測することにより反射因子差 Z_{DR} を求め、 Z_H, Z_{DR} 及び各粒径ごとにあらかじめ理論計算により求めた後方散乱断面積をもとに雨滴の粒径分布を推定し、降水強度を算出するものである(この手法を Z_{DR} 法と呼ぶ)¹⁾。従って、従来の単一偏波レーダと異なり、地上降水観測により降雨換算定数(B, β)を決定する必要がなく、レーダで観測された情報のみから上空の雨滴粒径分布を推定し、降水強度を算定することができる。

雨滴の粒径分布式 本研究では、雨滴粒径分布式として、(1)式に示す Marshall and Palmer 分布を一般化したガンマ分布式を使用した¹⁾。

$$N(D) = N_0 \cdot D^m \cdot \exp(-\Lambda D) \quad (1)$$

ここに、 $N(D)$ は雨滴の空間密度($\text{mm}^{-1}\text{m}^{-3}$)、 D は雨滴粒径(mm)、 m, N_0, Λ は降雨状態を表すパラメータである。本研究では、まずパラメータ m の値を $m=2$ に固定した。その理由は、著者らのこれまでの研究において、地上雨滴計による観測データをガンマ分布にあてはめた結果、 m は0~6程度までの値をとるが、 $m=2$ が多くの降雨成因に適応可能で、最も出現頻度が高いと考えられるためである¹⁾。次に、直交二偏波レーダによる Z_H, Z_V の観測値から求めた N_0, Λ の値を(1)式に代入することにより雨滴粒径分布を求めた。

観測結果及び考察 図2に緑川下流出張所(以下、緑川)に設置されたディストロメーター雨滴計と釈迦岳レーダによって観測、推定された緑川地点における高度別の雨滴粒径分布を示す。図中(a)~(f)はレーダデータより算出した N_0, Λ を(1)式に代入することにより求めた雨滴粒径分布であり、(g)~(i)は地上のディストロメーターにより観測した雨滴粒径分布である。この図より、雨の降り始め、途中、降り終わり時の各時刻における雨滴粒径分布形状は、高度方向に同様の形状を示していることがわかる。しかし、雨の降り始めにおいては地上に比べ上空の方が大粒径の雨滴が多く観測された。雨滴粒径分布の時系列変化については、雨の降り始め時(1:46~2:10)において、3高度とも時間の経過に伴い大粒径の雨滴の個数が増加し、グラフ

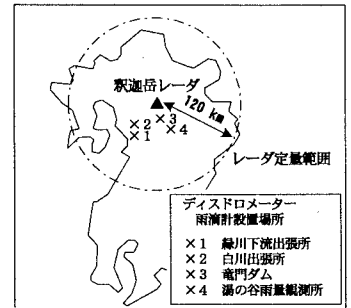


図1 釈迦岳レーダサイト概略図

表1 レーダデータ解析期間

レーダデータ解析期間	降雨成因
1997年 12月29日 15時~30日 3時	温帯低気圧
1998年 1月15日 0時~9時	前線性&温帯低気圧
1998年 3月20日 0時~12時	温帯低気圧

キーワード：雨滴粒径分布、直交二偏波レーダ、ディストロメーター雨滴計

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-1168

の傾きが緩やかになっていくことがわかる。さらに降雨途中においては小粒径の雨滴から大粒径の雨滴まで個数が多く、降雨途中から降り終わりにかけては大粒径成分が減り、小粒径の雨滴個数が一度増加した後、全体的に雨滴個数が減少して降雨が終息していく様子が観測された。この時系列方向の変化形態は解析した3高度に共通の傾向であり、その変化順序は地上雨滴粒径分布の変化傾向を調べた既存の研究結果と一致する^{2) 3)}。

次に、雨滴粒径分布と降雨状態のより連続的な関係を調べるために、レーダ観測値より求めた N_0 , Λ と降雨強度の時系列を比較した(図3)。図3(a),(b),(c)より、 Λ は雨の降り始めには比較的大きな値を示し、降雨強度の増大とともにその値は減少し、雨の降り終わりには再び増大していることが3降雨すべてについて見られた。 N_0 については、雨の降り始めから降雨途中において

は降雨強度の時系列変動と同様の変動がみられるが、雨の降り終わりにおいては降雨強度は減少傾向にあるのに対し、 N_0 は比較的高い値を示した。これは図2の降雨途中から雨の降り終わりにおいて、小粒径の雨滴個数が増大していることに対応する。

まとめ 本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 直交二偏波レーダにより観測された上空の雨滴粒径分布形状は、ディストロメーター雨滴計により観測された地上の雨滴粒径分布形状と良く一致する。
 - 2) 雨の降り始めから降雨途中にかけては、雨滴の大粒径成分が生成され全体の個数が増すことにより降雨強度が強まり、降雨途中から降り終わりにかけては雨滴の小粒径成分が増大し、その後徐々に全粒径の雨滴個数が減少して降雨が終息していくことが、直交二偏波レーダと地上雨滴計による観測結果から示された。
- 謝辞** 本研究で使用したレーダデータは建設省九州地方建設局より提供されたものである。ここに記して感謝を申し上げる。
- 参考文献** 1)建設省土木研究所水文研究室：DND レーダによる降水現象の観測に関する共同研究報告書(第1報～4報) 2)山田 正ら：新しいタイプのレーザー雨滴計の開発とこれを用いた降雨の雨滴粒径分布の観測,土木学会論文集, No.539, II -35,15-30, 1996.5 3)建設省土木研究所水文研究室：直交二重偏波ドップラーレーダの実用化に関する調査,平成8年度地方建設局等依頼経費報告,pp152-153,1997.3

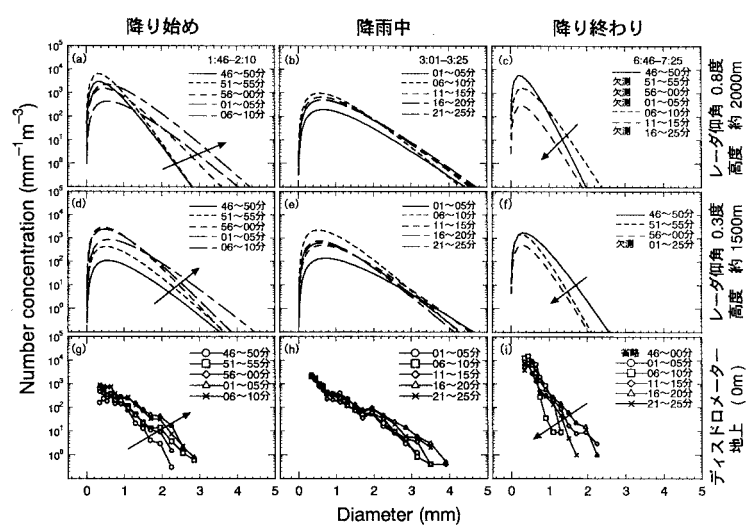


図2 レーダ及び地上雨滴計により観測された雨滴粒径分布の時空間分布
1998年1月15日 緑川下流出張所

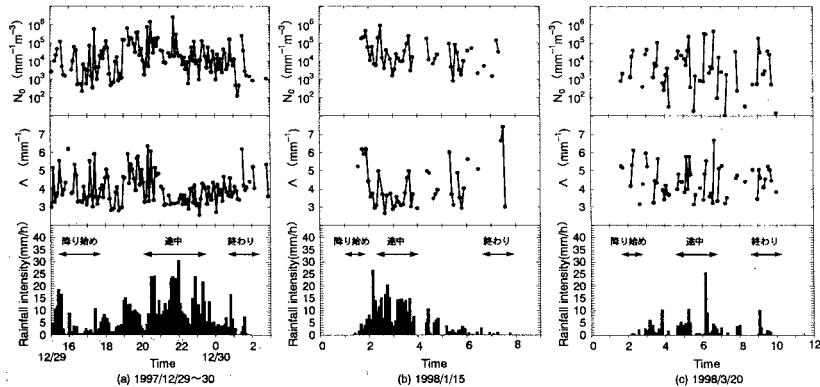


図3 レーダにより観測された降水強度と N_0 , Λ の関係 緑川下流出張所
レーダ仰角 0.8度 (高度 約2000m)