

Xバンド偏波レーダーによる降水粒子判別(2) — ファジーロジックによる冬季雲内の粒子判別 —

*岩波 越 (防災科研), 楠 研一・折笠成宏 (気象研),
真木雅之・三隅良平 (防災科研), 村上正隆 (気象研)

1. はじめに

降水雲内の粒子種別を知ることは、降水過程の研究に重要であるばかりでなく、降雪や雷の監視・予測、雨雪判別、データ同化を取り入れた数値雲モデルによる降水予測精度の向上に役立つと期待される。偏波レーダー観測値は、降水粒子の形や向き、相などの特性に敏感なため、粒子判別に有効と考えられている。

降水粒子判別手法として、ディシジョンツリー、ファジーロジック、ニューラルネットワークなどが利用されている。本研究では重複や観測誤差を含む問題に適したファジーロジックを採用した (Lim *et al.* 2005)。

ファジーロジックの中で重要なメンバーシップ関数の設定に、気象研究所との共同観測で取得した防災科研Xバンド偏波ドップラーレーダー (MP-X) データと、雲粒子ゾンデ (HYVIS) の雲内直接観測データの比較により得られた粒子別の偏波パラメータ出現頻度 (2006 年度秋季大会 C155) を利用した。開発した手法により、偏波パラメータ観測値から降水粒子判別を行い、HYVIS データによる検証を行った。

2. 判別手法

ファジーロジックは、メンバーシップ関数による入力ファジー化、ルールによる推論、出力の集積、非ファジー化の過程により、入力空間 (レーダーデータ等) を出力空間 (粒子種別) にマッピングする。

判別のための入力データとして、偏波パラメータの水平偏波の反射因子 Z_H 、反射因子差 Z_{DR} 、偏波間相関係数 ρ_{HV} と気温 T の 4 個を利用し、粒子種別は水滴 R、みぞれ S、あられ G、雪片 A と、樹枝状・板状・角柱状・針状結晶をまとめた単結晶 X の 5 種類の分類とした。

レーダーと HYVIS の同期観測で求めた粒子種別ごとの偏波パラメータ及び気温の出現頻度から、各種別において、頻度の極大値を含み $P\%$ の積算頻度を持つ入力データの範囲を求めることができる。図 1 は積算頻度 70% の幅から設定した Z_{DR} に対するベータ関数型メンバーシップ関数 ($\mu_j^{Z_{DR}}$) の設定例である。入力データ種 X のあるデータ x はこのメンバーシップ関数により、各粒子種別 j に対する (0, 1) の間のメンバーシップ値 $\mu_j^X(x)$ に変換される。

次に各格子 (水平 500m×鉛直 250m) で rule strength: R_j を次式で計算する。

$$R_j = \mu_j^{Z_H}(Z_H) \times \mu_j^T(T) \times [w_j^{Z_{DR}} \times \mu_j^{Z_{DR}}(Z_{DR}) + w_j^{\rho_{HV}} \times \mu_j^{\rho_{HV}}(\rho_{HV})].$$

ここで、 w は重み係数である。各粒子種別 j の R_j のうち、最大値をとる j をその格子の粒子種別と判定する。

3. 結果

結果の一例として、2001 年 12 月 18 日 13 時 32 分、方位角 137° の RHI データによる粒子判別結果を図 2 に示す。図中の点線は HYVIS の航跡、+ と ○ 印は比較点を表す。ベータ関数の幅に 70% 存在範囲を用いた判別結果を、HYVIS の 1 画像に単独の粒子種別のみが存在した場合について比較したところ、平均正解率は判別側からは 55%、検出側からは 42% であった。極端に単独での観測数が少なかった雪片 A の低い正解率が平均値を下げている。単結晶のまとめ方についても改良を加えていく必要がある。

4. 今後の課題

偏波間位相差 Φ_{DP} から比偏波間位相差 K_{DP} を導出する手法の改良後、 K_{DP} を入力データに追加すること、rule strength: R_j の計算式の修正等により、手法の改良を図っていく。雨、融解層や雹に関する情報は、防災科研が暖候期に関東地方で実施しているデータを加味していき、Xバンド偏波レーダーによるリアルタイム降水粒子判別を目指す。

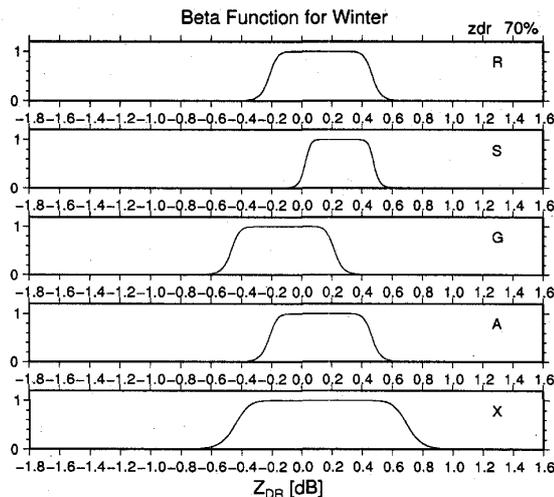


図1 メンバーシップ関数の設定例 (Z_{DR})。本文参照。

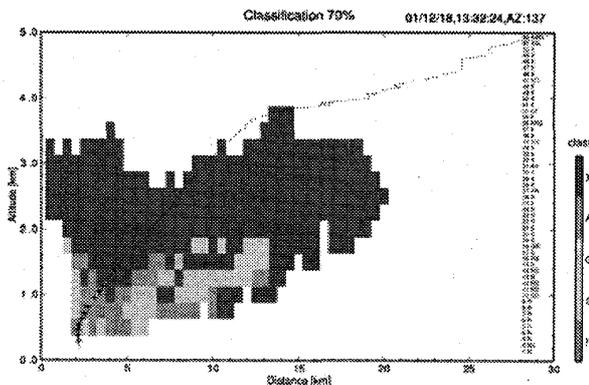


図2 判別結果の一例。