

II-27 レーダによる降雪粒子判別のための実験的検討

長岡技術科学大学大学院 学生員 勝部貴弘
 長岡技術科学大学建設系 正 員 小池俊雄
 長岡技術科学大学建設系 正 員 後藤 巖
 新潟県 正 員 藤田敏和

1. はじめに

レーダによる降雪量の定量観測を行うためには、「雪片」と「あられ」との判別が非常に重要であることが小池ら(1992)の研究により明らかになった。これは、形状・粒径・密度・落下速度・誘電率などが降雪粒子のタイプにより異なり、その結果 $Z-R$ 関係に明確な差異が生ずるためである。レーダによる降雪粒子の判別法としては、偏波情報やドップラー情報の有効性が指摘されているが、実観測に基づく検証及び精度の評価はなされていない。そこで本研究では、レーダによる降雪粒子の判別に有効と思われる降雪粒子の軸比と落下速度を取り上げ、レーダによる観測との関連の上で、判別の有効性を検証する。

2. 観測方法

1993年1月中旬から同年3月上旬にかけて長岡技術科学大学屋上において、観測を行った。

降雪粒子観測は屋上に設置されている地上降雪観測装置により行い、この装置内部に設置した小型 CCD ビデオカメラで撮影された降雪粒子の映像を画像処理することにより、粒径・落下速度・長径・短径等の降雪粒子特性を計測した。また、この装置上部に置かれた電子天秤により、1分毎に降雪強度を実測した。観測に使用したレーダは、空間分解能 15m、偏波切り替え(直線偏波、円偏波)可能な 35GHz ミリ波レーダである。水平偏波と垂直偏波の切り替えは、30秒毎にレーダ本体を 90° 回転させることにより行った。なお降雪粒子を、ビデオの画像処理結果とビロード板を使った目視により判別した。

3. 解析結果と考察

(1) 2偏波法

2偏波法には、水平偏波、垂直偏波、右回り円偏波、左回り円偏波の送信、受信の組合せによるいくつかの偏波パラメータが提案されているが、本研究では以下の式に示す偏波パラメータ Z_{DR} について検討する。

$$Z_{DR} = 10 \log \left(\frac{Z_{HH}}{Z_{VV}} \right)$$

ここで、 Z_{HH} は水平偏波で送信・受信したときのレーダ反射因子であり、 Z_{VV} は垂直偏波で送信・受信したときのレーダ反射因子である。

本研究では 35GHz ミリ波レーダにより 30秒毎に得られる水平偏波・垂直偏波の A スコープ波形と粒径分布・落下速度及び降雪強度などから、降雪現象が時間的に一様であると思われる 5 ケースを選び出して解析をした。目視による粒子判別の結果、「あられ」が 3 ケース、「雪片」が 2 ケースであった。

この 5 ケースについて A スコープ波形の変動性を考慮し、ある点における前後 5 個のデータを用いて移動平均し、この値から Z_{DR} を算定した。また、レーダ信号の減衰による精度の低下とレーダ周囲の反射による影響を考慮して、30m ~ 60m のレンジにおける Z_{DR} を有効データとした。

粒子形状と Z_{DR} の関係を検討するため画像解析により得られた粒子の長径、短径のデータから軸比 (= 短径/長径) を求め、その頻度分布を図 1 (A) ~ (E) に示す。なお、レーダ反射は大粒径の粒子に大きく影響されると思われるため、ここでは長径の最大値から全粒子の 20% を抽出して表わした。ケース A、B は 0.8 ~ 0.9 に強いピークをもつ分布であり、一方ケース D、E では 0.7 付近にピークをもつ幅の広い分布になっており、それぞれ目視観測より判別した「あられ」、「雪片」に対応している。ケース C は両者の中間的な分布形態を示している。また、図 2 はそれぞれのケースの Z_{DR} 値と軸比の平均値の関係を表しており、図 1 の頻度分布に対応してケース A、B (あられ) では Z_{DR} 値が低く、ケース D、E (雪片) では Z_{DR} 値が高くなっている。さらに大粒径の効果を見るために長径の最大値から全粒子の 5% を抽出し、図 3 に示した。これよりケース C の軸比の低下が確認される。したがって、ケース C には軸比の小さな大粒径の粒子(雪片であると思われる)が少数含まれていることが推測され、その結果 Z_{DR} 値がケース A・B と D・E の中間的な

値を示すものと考えられる。

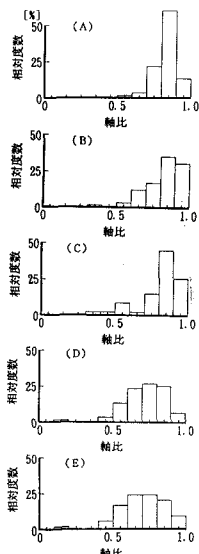


図1：軸比のヒストグラム

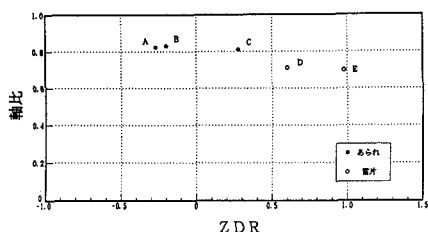


図2：軸比と Z_{DR} の関係
（最大長径から全粒子の20%を抽出）

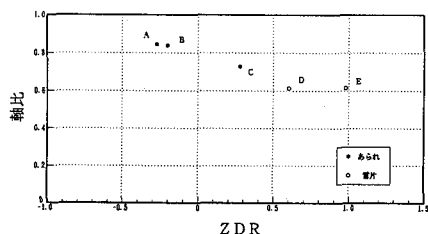


図3：軸比と Z_{DR} の関係
（最大長径から全粒子の5%を抽出）

(2) 落下速度

藤田ら(1993)によれば、ドップラースペクトルのピーク値が降雪粒子の落下速度と対応していることが示され

ている。解析を行った5ケースについて、落下速度のヒストグラムを図4に示す。これより、あられの落下速度の中心は1.8～2.2m/s、雪片の中心は1.0～1.1m/sにあることが分かり、あられと雪片の落下速度が大きく異なることが確認され、ドップラー計測により降雪粒子の判別が可能であることが示された。

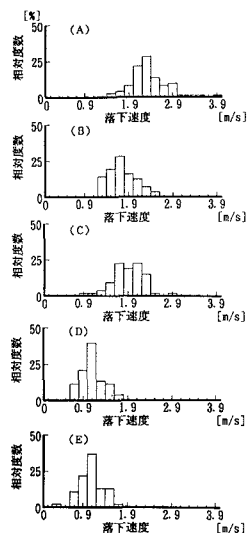


図4：落下速度のヒストグラム

4. 結論

1) 大粒径における軸比の頻度パターンは、雪片とあられで異なる。あられは最頻度値が高く分散が小さくなり、雪片は最頻値が明確に現れず分散が大きくなる分布を示す。

2) 「あられ」と「雪片」とはその Z_{DR} 値が大きく異なり、偏波観測による粒子判別が可能であると考えられる。

3) 落下速度による粒子判別の可能性が示された。

<参考文献>

- 1) 小池俊雄・水津武・藤吉康志・藤田敏和・田中洋一：レーダによる降雪定量観測手法の開発，第1回 河川情報センター研究発表会講演集，pp.59～71，1992
- 2) 藤田敏和・小池俊雄・後藤巖：多機能レーダシステムによる降雪の定量観測手法の開発，第48回年次学術講演会講演概要集，1993