

(II-15) ビデオ観測装置を用いた降雪粒子特性に関する研究

長岡技術科学大学大学院 学生会員 佐藤 隆洋
長岡技術科学大学 正会員 小池 俊雄
長岡技術科学大学 正会員 藤井 秀幸

1 はじめに

近年、レーダ雨雪量計が全国的に配備されつつあり、降雨・降雪状況の時空間的な分布の観測が可能となってきた。しかし、降雪機構には未だ解明されない部分が多くあり、さらに降雪粒子は降雨粒子以上に形状・粒径分布・密度・落下速度などのレーダ反射に影響する因子の変動が大きい。そのため降雪領域の定性的把握はできても、降雪量定量観測は困難なのが現状である。

これまで藤井ら¹⁾の研究より、粒子密度によって $Z-R$ 関係が変化することが明らかになっている。

その方法を用いて、落下速度 V 、粒径分布 $N(D)$ 、粒子密度 ρ_0 を求め、 $Z-R$ 関係を求めたものが図1である。ただし R の推定精度向上のためには、さらに

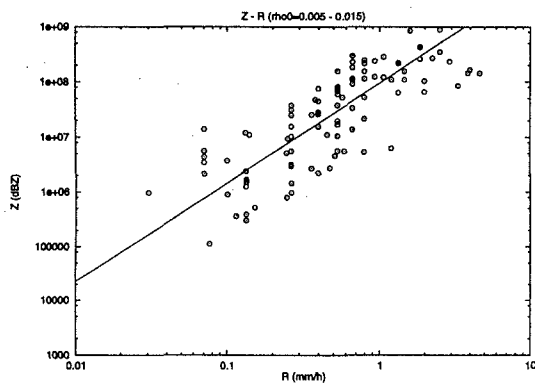


図1: 藤井らの方法による $Z-R$ 関係

他のばらつきの要因を考慮した $Z-R$ 関係を求める必要がある。そのためには変動の大きな降雪現象を多数観測して、注目する降雪がどのような特徴を有するのかを、他との比較により把握する必要がある。

そこで今回は Marshall-Palmer の指数分布を適用した粒径分布式に含まれる係数 Λ に注目して解析を行った。

2 地上降雪観測と使用データ

本研究において用いたビデオ観測装置は、村本・椎名ら²⁾の観測装置を参考にして作成したものである。

装置内部に設置された小型 CCD カメラによって降雪状況を撮影、ビデオテープに録画し、画像処理することによって、粒子の長径・短径 $D[mm]$ 、1分ごとの粒径分布 $N(D)[mm^{-1}mm^3]$ 、落下速度を求めた。画像処理は、1秒間隔8フレームを1セットとして15秒間隔で解析するものである。長径、短径は2値化した画像から回転モーメント法により求めた。また降雪観測と並行して電子天秤によって1分ごとの降雪強度 $R[mm/h]$ を実測し、1分ごとの粒子密度を算出した。

解析に用いたデータは、'92、'94年に長岡技術科学大学屋上、'96年に新潟県中頸城郡三和村において観測したもので、観測野帳より「雪片」のみ・「あられ」のみのものを抽出し、使用した。抽出したものは「雪片」で計22日、延べ61降雪、「あられ」で計13日、延べ37降雪であった。

今回はこの中で「雪片」 $\rho_0 = 0.005-0.015[g/cm^3]$ の範囲のものについての結果を報告する。

3 解析

係数 Λ を用いて、 $Z-R$ 関係は(1)式のように表せる。

$$Z = \frac{720R}{6\pi 10^{-4} \alpha \rho_0 \Gamma(4+\gamma)} \Lambda^{-(3+\gamma)} \quad (1)$$

$\alpha, \gamma: V = \alpha D^\gamma$ と仮定した時の係数

(1)式中の Λ を変動させ、 $Z-R$ 関係を表すとき、プロットの Λ と Z の関係が矛盾するもの(誤判別)の数が最小となるように Λ を定めた。その結果、 $\Lambda = 0.57$ の時、誤判別が最小となった。これを用い2分割し、各プロットの平均 Λ を使ってそれぞれの領域の $Z-R$ 関係を表したものが図2である。

これを見ると、各領域と $Z-R$ 関係は良く一致している。

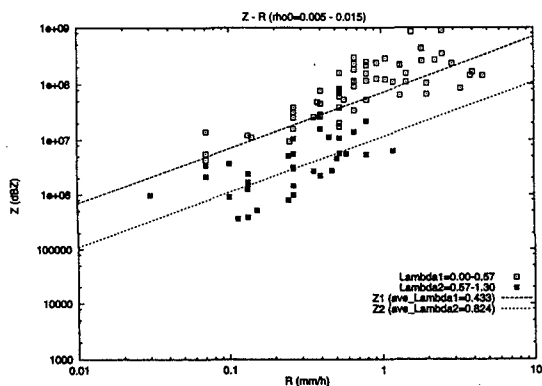


図 2: $\Lambda = 0.57$ で分割した $Z-R$ 関係

一方 Λ を R の関数として以下のように置く。

$$\Lambda = aR^q \quad (2)$$

a, q : 係数

(1) 式に (2) 式を代入すると以下ようになる。

$$Z = \frac{720}{6\pi \cdot 10^{-4} \alpha \rho_0 \Gamma(4 + \gamma)} a^{-(3-\gamma)} R^{-q(3-\gamma)+1} \quad (3)$$

(3) 式を用い $a = 0.45$ とおき、 q を変動させた。誤判別が最小の q は -0.09 であった。これを用い、領域を 2 分割した。各領域について $Z-R$ 関係を表したものが図 3 である。

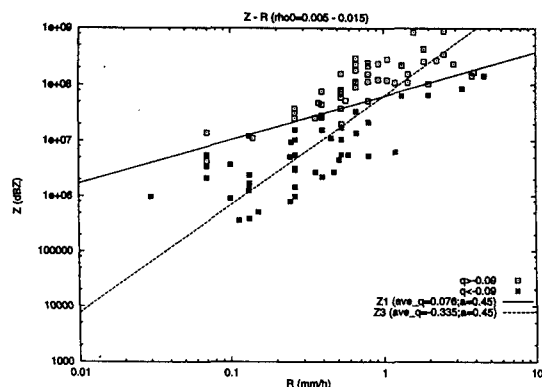


図 3: a 一定の $Z-R$ 関係

これを見ると直線がクロスしているが、これは a を一定とおいたためである。またそのため $q > -0.009$ の領域は直線があまり一致していない。

(3) 式中の q を -0.09 とおき、 a を変動させた。誤判別が最小の a は 0.46 であった。これを用い、領域を 2 分割した。各領域について $Z-R$ 関係を表したものが図 4 である。

これを見ると各領域と $Z-R$ 関係は良く一致しているといえる。

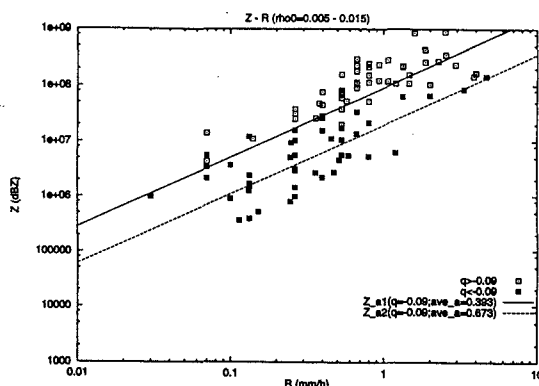


図 4: q 一定の $Z-R$ 関係

また、係数 Λ と粒子密度 ρ_0 、落下速度 V の関係を見ると、独立な関係にあったので、精度良く観測を行うために Λ の情報をパラメータ化して $Z-R$ に取り入れる必要がある。

4 まとめ

今回、 $Z-R$ 関係の精度向上のために、粒径分布式中の係数 Λ について調べた。

その結果、 Λ は $Z-R$ 関係に影響を与えるため、パラメータ化してその情報を $Z-R$ 関係に取り入れる必要があることがわかった。

謝辞

本研究は、宇宙開発事業団との共同研究「衛星およびレーダーデータを用いたエネルギー・水循環に関する研究」、文部省国際共同研究等経費「チベット高原域のエネルギー・水循環過程の研究」のもとに実施されている。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 藤井秀幸・小池俊雄・原田昌信・佐藤隆洋：粒子特性を考慮した降雪定量観測のための基礎的検討、水文・水資源学会 1996 年研究発表会要旨集
- 2) 村本健一郎・椎名徹・大江謙一：画像処理による降雪粒子の形状解析、社団法人電子情報通信学会、1989