

(特－1)

RHI レーダによる降雪の定量観測手法の開発

長岡技術科学大学大学院 学生会員 藤井秀幸
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 後藤 巖
名古屋水圏科学研究所 藤吉康志

1. はじめに

水平回転機能を持つ RHI レーダは、上半球全てをスキャンできる特徴を持っている。したがって、この RHI レーダによって降雨・降雪現象の観測を行えば、3次元空間分布を把握できるので、これらの現象のメカニズムを明らかにすることが可能である。ところが降雪現象の場合、降雨現象と比較すると、粒子の形状・粒径分布・密度・落下速度・誘電率などのレーダ反射の支配要素の変動が大きい。そのため、降雪現象の定量的な把握をするには、レーダ反射因子 Z と降雪強度 R の関係をモデル化する際、これらの影響因子を考慮しなければならない。

そこで本研究では、粒径分布及び落下速度の特性を組み込んだ Z - R 関係のアルゴリズム (藤田ら [1993]) を用いて、RHI レーダによる降雪強度を定量的に推定する手法について検討した。

2. 解析方法

1991 年 1 月上旬から同年 2 月下旬にかけ、長岡技術科学大学屋上において、RHI レーダによるレーダ反射因子 Z の計測と並行して、降雪粒子のビデオ撮影および電子天秤による降雪強度の実測が行われた。本研究は、この観測データを使用して解析を行った。 Z - R 関係に組み込む粒径分布および落下速度は、降雪粒子のビデオ画像を画像処理して算定し、さらに、降雪粒子のタイプが「雪片」であるか「霰」であるかの判定をこのビデオ画像より行った。

3. 解析結果と考察

3.1 Z - R 関係

解析は、1991 年 1 月 31 日午前 8 時 30 分から 10 時に発生した降雪について行った。落下速度および粒径分布の特性を使った Z - R 関係の結果を図 1 に示す。図中のプロットは降雪粒子観測による算定値であり、直線は当解析により求めた Z - R 関係モデル式である。

3.2 レーダ反射因子の比較

図 2 は、高度 500m におけるレーダ反射因子 Z の

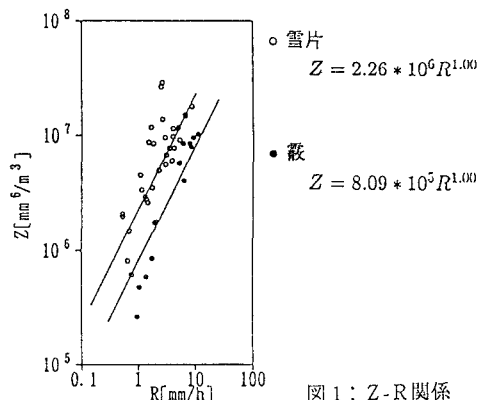


図 1: Z - R 関係

時系列変化である。細線は RHI レーダ反射因子の実測値であり、プロットは地上降雪粒子観測から算定したレーダ反射因子である。これら 2 つの値にはかなり差がある。そこで、藤田ら [1993] と同様にこの差を導波管ロスと考え、RHI レーダ反射因子実測値に導波管ロスを加えたものが太い実線である。なお、地上降雪粒子観測から推定したレーダ反射因子は、地上と上空で降雪粒子の特性が変化しないと仮定し算定をした。

この図 2 によると、RHI レーダ反射因子の観測値 (太線) は推定値 (プロット) にくらべ、雪片で約 10 [dBZ] 小さく、逆に、霰で約 10 [dBZ] 大きくなっている。この差が生じる原因として、次のように考えた。

雪片 推定値は、降雪粒子の状態が変化しないとして、地表における粒子観測から算定したものである。しかしながら、実際では、雪片粒子は粒子同士が併合しながら落下してくると言われており、地表より上空の方が粒子径が小さい。すると、レーダ反射因子 Z は粒子直径 D の 6 乗に比例して小さくなるので、観測値が推定値より小さくなったと思う。

霰 雪片は粒子直径が霰に比べ大きいため、レーダ反射因子 Z は大きくなる。よって、雪片が混合している霰の場合は、霰のみの場合に比べ Z は

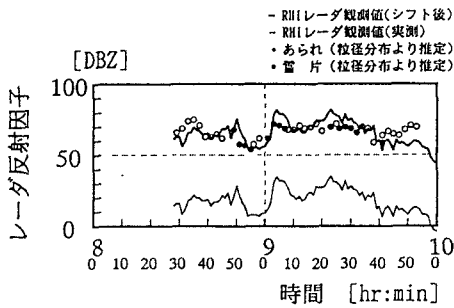


図2：レーダ反射因子の時系列変化
(導波管ロス 47.28[DBZ])

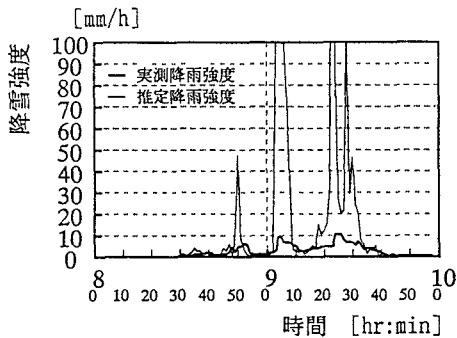


図3：降雪強度の時系列変化
(導波管ロス 47.28[DBZ])

大きくなる。観測値が推定値より大きくなったのはこのためであると考えられる。地上降雪観測によるビデオ画像でも霰に雪片が混じっているが確認できた。

3.3 レーダによる降雪観測強度の算定

図3は、RHIレーダ反射因子(図2の太い実線)からZ-R関係モデル式をもちいて算定した降雪強度・実測降雪強度の比較である。これを見ると、Z-R関係モデル式より推定した降雪強度は、雪片の場合は実測値を比較的良好に表現しているのに対し、霰の場合は極端に大きくなった。これは、Z-R関係モデル式のRの傾きが雪片より霰のほうが1桁小さいため、霰の場合はレーダ反射因子Zの変動が顕著に降雪強度に影響するためである。このZの影響の度合いが雪片と霰で異なることを考慮して、降雪粒子のタイプごとに決定したシフト量を用いて算定したレーダ反射因子と降雪強度の時系列変化が図4,5である。図4を見ると、レーダ反射因子Zは、観測値と推定値が定性的によく一致している。これに対し、図5では、ピークは対応してい

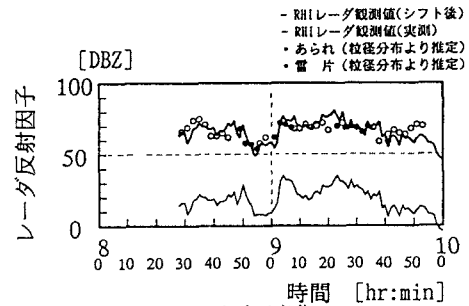


図4：レーダ反射因子の時系列変化
(導波管ロス/霰 42.03[DBZ], 雪片 49.81[DBZ])

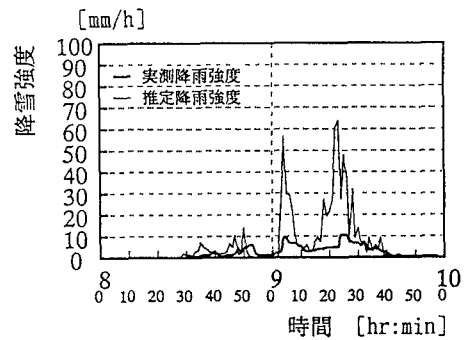


図5：降雪強度の時系列変化
(導波管ロス/霰 42.03[DBZ], 雪片 49.81[DBZ])

るが、Zの影響しやすい霰の部分で、RHIレーダによる算定値が大きくなった。この原因として

- 1) 地上と上空では、粒径分布や落下速度が異なる。
- 2) 個々の粒子について密度を知ることは困難であるので、密度は電子天秤による降雪強度から逆算し、10分ごとに平均したものを使っている。しかし、霰は密度の変化が大きいため誤差が大きい。

などにより、Z-R関係モデル式があまりよく表現できなかったと考える。

4. おわりに

「雪片」であるか「霰」であるかにより、レーダ反射因子Zが大きく変わることが確認できた。降雪を定量的に把握するためにはこの降雪粒子の判別が重要である。

[参考文献]

- (1) 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