二重偏波機能を利用した雨量変換手法とその精度について

北陸電力株式会社　正会員○直江　裕之
北陸電力株式会社　杉本　行弘
北陸電力株式会社　岸本幸太郎

1.はじめに

当社では、発雷・落雷予測を主目的として石川県羽咋市にＣバンド二重偏波ドップラーレーダを設置し、当レーダシステムと高速３次元表示解析装置による雷雲観測解析システム[1)]を開発した。また、ダム流域における出水予測の精度アップを図る対策の１つとして、入力条件である雨量強度を気象レーダから時空間的に与える、すなわち、気象レーダから雨量強度への変換手法およびその精度について検討[2)]を行ってきた。本稿では、従来の一偏波(水平)反射強度のみによる雨量強度への変換に加え、二重偏波ドップラーレーダの機能の１つである二重偏波機能を利用した変換手法を提案し、その精度について報告する。

2.使用データ

表-1 にレーダ仕様を示す。レーダの分解能は、半径方向に 250m(500m)、円周方向に 1°、鉛直方向に 14 仰角であり、時間間隔は 10 分である。後述の検討には、データは 1 仰角(1°)のみを使用し、面的には 5km 四方で、時間的には 1 時間で平均化したものを取り扱った。

比較に用いる地上雨量計は、富山県内のアメダス観測点（13 点）と対象ダム流域内の観測点（3 点）の計 16 地点の 10 分値データを雨量強度に変換し、使用した。

さらに、降雨時のみの評価のため、雨量強度が 1mm/h（相当）以下のデータについては、対象外とした。

表-1　レーダ仕様

名　称	二重偏波ドップラーレーダ
観測範囲	一般機能（強度モード） 半径240km 二重偏波ドップラーレーダ機能 半径120km
周波数	5320MHz(波長5cm,Cバンド)
送信出力	250kW
アンテナ	パラボラ面反射板　直径 4.4m レドーム　直径 5.5m

3.水平反射強度のみによる雨量強度への変換結果

水平反射強度（Z_H）から雨量強度（R）への変換には経験的に式(1)が与えられている。

$$Z_H = B R^{\beta} \quad (1)$$

今回、B、β（レーダ定数）は、レーダ雨量と地上雨量との比較から、両者の差（自乗平均誤差）が最小となるものを最適値とした。

図-1 は、対象降雨(2000 年 6 月～10 月の 15 ケース)について変換したレーダ雨量と地上雨量を比較したものである。算定されたレーダ定数は B=32, β＝1.5、両者を比較した自乗平均誤差は、3.6(mm/h)で、相関係数は、0.74 であった。

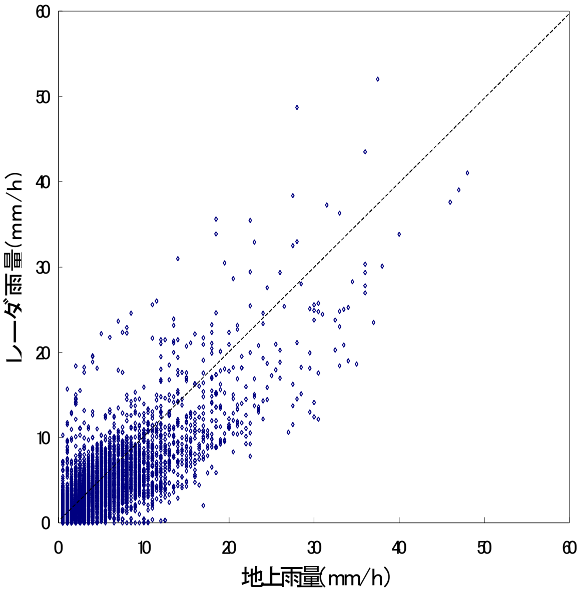

図-1 レーダ雨量と地上雨量の相関図
（Z_H のみ,2000 年 6～10 月の 15 降水ケース）

キーワード 二重偏波ドップラーレーダ、レーダ雨量計
連絡先（北陸電力(株)技術開発研究所 〒930-0848 富山市久方町 2-54 電話 076-441-4151 FAX076-433-7893）

4. 二重偏波機能を利用した雨量強度への変換手法及び結果

二重偏波機能では、同一周波数の水平偏波、垂直偏波を交互に発信して、目標物からの水平偏波観測による反射強度(Z_H)と垂直偏波観測による反射強度(Z_V)の反射因子差(Z_{DR})を得ることができる。

$$Z_{DR}=10\log(Z_H/Z_V) \qquad (2)$$

すなわち、目標物（雨滴）の形状を把握することができ、特に強降雨時には、観測精度が良好である[3]。

図-2 は、横軸に Z_{DR} を、縦軸に $Z_H/R_g{}^{\beta}$（R_g:地上雨量(mm/h)）、すなわち式(1)より逆算した B を表したものである。図より、$Z_H/R_g{}^{\beta}$(=B)は、Z_{DR} が大きいほど大きい傾向にある。そこで、上記関係を利用して、雨量強度(R)への変換式を提案した。

$$R=A\cdot Z_H{}^{1/\beta}\cdot 10^{-\alpha\cdot Z_{DR}/\beta} \qquad (3)$$

計算手順としては、まず、あるβに対して $Z_H/R_g{}^{\beta}$ と Z_{DR} の関係から、係数αを求める。次に R と R_g の自乗平均誤差が最小になるような係数 A を求め、R を算定する。これをいくつかのβ(=1～2)について計算し、自乗平均誤差が最小のものをその最適値とする。

図-3 は、上記手法で変換したレーダ雨量と地上雨量を比較したものである。両者を比較した自乗平均誤差は、3.3(mm/h)で、相関係数は、0.78 であった。水平反射強度のみによる変換結果と比較すると、両指標について、若干精度が向上した。図-2 では Z_{DR} の値が大きくばらついており、Z_{DR} の測定誤差が、雨量強度の誤差を発生させるとの報告もあり[4]、今後は、Z_{DR} の測定誤差を低減させることで、更なる精度アップが期待できないかと考えられる。

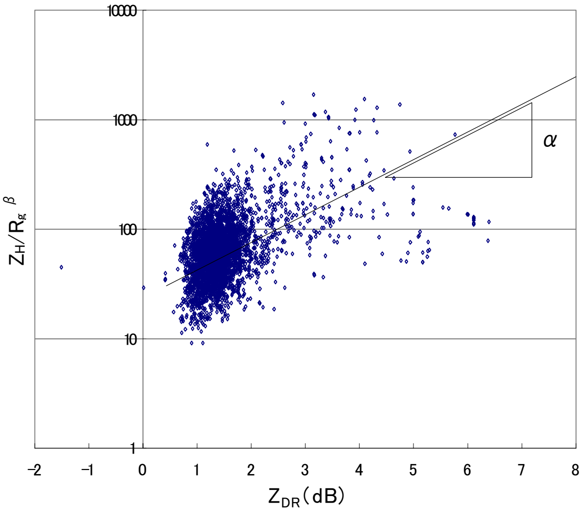

図-2 （$Z_H/R_g{}^{\beta}$）と Z_{DR} の関係

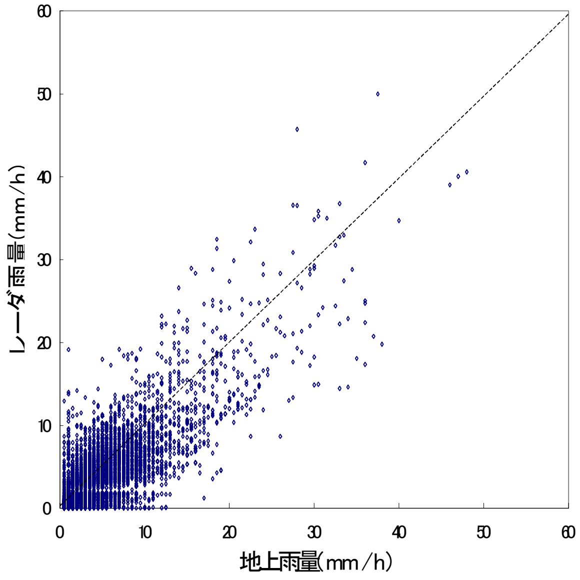

図-3 レーダ雨量と地上雨量の相関図
（Z_{DR} 利用,2000 年 6～10 月の 15 降水ケース）

5.おわりに

本稿では、二重偏波機能を利用して、雨量強度への変換式を提案した。水平反射強度のみによる変換結果と比較した結果、相関係数・自乗平均誤差について、若干精度が向上した。今後は、解析ケースを追加するとともに、Z_{DR} の測定誤差低減方法等の検討を行い、更なる精度アップを図りたい。

＜参考文献＞

1)上,新庄,酒井：二重偏波ドップラーレーダーシステムの構築と 3 次元表示解析システムの開発,H11 電気学会全国大会,第 7 分冊 1643 pp7-35-36,1999

2)杉本,直江：二重偏波ドップラーレーダを用いた雨量観測の試み,電力土木,No.292 pp64-68,2001

3)中尾忠彦他：二重偏波レーダ雨量計の研究の現況,河川情報研究,1998

4)吉野他：二重偏波・ドップラーレーダによる降水観測について,第 32 回水理講演会論文集,pp383-388,1988