

小流域を対象としたレーダ雨量と地上雨量によるダム流入量比較

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<sup>1)</sup>を開発した。また、当レーダ利用の一環として、小流域における出水予測への利用研究を進めている。対象ダム流域は、黒部川水系黒薙川に位置し(図-1)、流域面積は、約40km<sup>2</sup>である。当ダム流域では、現在、地上の雨量観測点(3点)で得られる雨量(以下、「地上雨量」という)から流出モデルを用いてダム流入量を算定しているが、気象レーダを用いて空間的に細かい降雨分布を得ることができれば、出水予測の精度向上が期待できる。

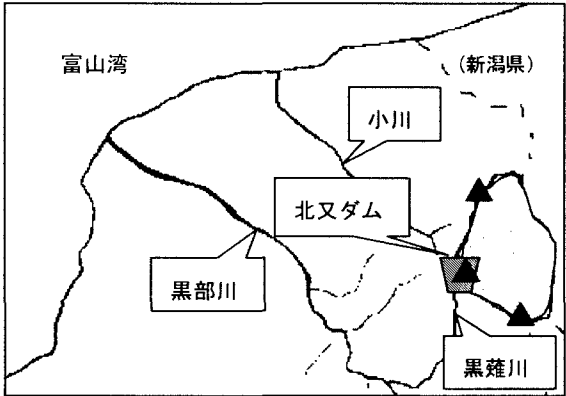


図-1 対象ダム流域の位置

本稿では、まず、気象レーダで観測される反射強度から雨量(以下、「レーダ雨量」という)を算定し、その精度について評価する。次に、レーダ雨量と地上雨量を入力値として流出モデルからそれぞれダム流入量を算定し、その精度を比較検討する。

2.レーダ雨量の算定

反射強度  $Z(\text{mm}^6/\text{m}^3)$  からレーダ雨量  $R(\text{mm}/\text{h})$  への変換には経験的に式(1)が与えられている。

$$Z = BR^\beta \tag{1}$$

ここで、 $B$ 、 $\beta$  は、レーダ定数と呼ばれ、降雨の種類や雨滴の粒径分布により、また、その変換過程において誤差を生じるため、最適に同定する必要がある。今回の検討では、2000年6月～10月の15降水ケースについて、地上雨量との比較から自乗平均誤差が最小となった  $B=32$ 、 $\beta=1.5$  を使用した<sup>2)</sup>。

表-1は、対象ダム流域内の観測点(3点)について、式(1)より求められたレーダ雨量と地上雨量とを比較した場合の自乗平均誤差及

表-1 レーダアメダス解析雨量との精度比較

| 評価項目         | 解析ケース       | 対象ダム流域内の観測点 |      |      |
|--------------|-------------|-------------|------|------|
|              |             | 北又ダム        | イブリ山 | 初雪山  |
| 自乗平均誤差(mm/h) | 当手法でのレーダ雨量  | 3.54        | 4.28 | 2.85 |
|              | レーダアメダス解析雨量 | 6.73        | 4.75 | 5.06 |
| 相関係数         | 当手法でのレーダ雨量  | 0.55        | 0.79 | 0.87 |
|              | レーダアメダス解析雨量 | 0.37        | 0.72 | 0.58 |

び相関係数と、同様に気象庁のレーダアメダス解析雨量について比較した場合の値を示したものである。両指標について、今回のレーダ雨量が気象庁のレーダアメダス解析雨量より精度良いと言える。

なお、後述の計算には、極座標系から直交座標系(1kmメッシュ)に変換した上で、流域上で平均化したものを使用した。

3.ダム流入量の比較

レーダ雨量と地上雨量を用いてダム流入量を算定するための流出モデルとして、貯留関数法を用いた。

$$\frac{dS(t)}{dt} = f \times r(t - Tl) - q(t) \quad (2) 、 \quad S(t) = K \times q(t)^p \quad (3)$$

ただし、 $q(t)$ :流出高(mm/10 分)、 $S(t)$ :貯留高(mm)、 $r(t)$ :雨量(mm/10 分)、 $f$ :流出係数、 $Tl$ :遅滞時間(10 分)、 $K$ 、 $p$ :定数である。

今回、パラメタ  $f$ 、 $Tl$ 、 $K$ 、 $p$  については、解析ケース毎に、それぞれ算出した。また、予測ダム流入量は、式(2)式(3)を連立させた後、ルンゲ・クッタ法により、算定した。さらに、地上雨量については、対象ダム流域内の 3 ヶ所の地上雨量計から、ティーセン法で平均化した。

図-2 は、期間 2000 年 7 月 15 日 11 時～21 時の解析ケースについて、レーダ雨量と地上雨量計を用いた場合の 1 時間先予測ダム流入量を示したものである。図より、レーダ雨量を用いてダム流入量を算定した方が、地上雨量計を用いた場合より、精度的に優れた傾向にある。

表-2 に、1 時間先流入量と観測流入量とを比較した場合の自乗平均誤差を、レーダ雨量及び地上雨量を用いた場合について示したものである。表より、全解析ケース(6 ケース)のうち、5 ケースについて、レーダ雨量の方が優れていることが言える。これは、レーダ雨量では、風による移流等によって、実際に流域上に達する降雨と誤差が生じているものの、空間的に細かい降雨分布を捉えているという点と、地上雨量では、観測点上の雨量を捉えているものの、観測点数の粗さからティーセン法による平均化に伴い、誤差を含んでしまう点から、総合的に、レーダ雨量が地上雨量より優位性が示されたのではないかと考えられる。

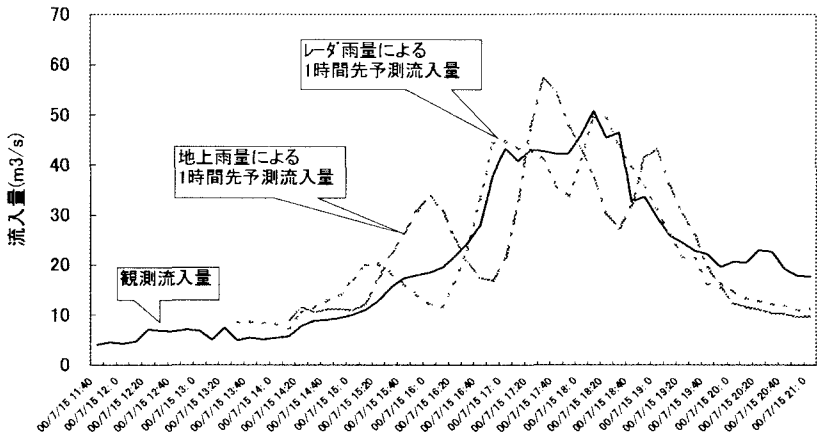


図-2 レーダ雨量と地上雨量による流入量比較  
(期間:2000 年 7 月 15 日 11 時～21 時)

表-2 1 時間先ダム流入量の精度比較

| No. | 解析期間<br>(2000 年)     | 自乗平均誤差(m³/s) |      |
|-----|----------------------|--------------|------|
|     |                      | レーダ雨量        | 地上雨量 |
| 1   | 7 月 13 日 3 時～12 時    | 1.97         | 4.18 |
| 2   | 7 月 15 日 11 時～21 時   | 5.17         | 9.89 |
| 3   | 8 月 1 日 19 時～23 時    | 2.35         | 3.93 |
| 4   | 8 月 2 日 13 時～17 時    | 2.28         | 4.98 |
| 5   | 8 月 28 日 5 時～9 時     | 5.99         | 5.08 |
| 6   | 9 月 2 日 17 時～3 日 0 時 | 4.50         | 5.45 |

4.おわりに

レーダ雨量を算定した結果、対象ダム流域内の観測点 (3 点) では、気象庁のレーダアメダス解析雨量より精度良いレーダ雨量が算定できた。また、レーダ雨量と地上雨量から、流出モデルを用いてそれぞれダム流入量を算定した結果、レーダ雨量を用いた方が、地上雨量を用いた場合より、精度が良かった。今後は、実運用に必要なダム流入量の精度確保に向け、更なる検討を進める予定である。

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)直江、杉本、岸本：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、第 56 回年次学術講演会概要集、Ⅱ・264、2001