

## Ⅱ-135 レーダ雨量のキャリブレーションについて

群馬高専 正会員 山本 好克

1. はじめに レーダ雨量計による雨量情報は、リアルタイム性、局所かつ広域性、総合性などから、ダムや河川、道路の管理をはじめ、各方面で利活用されている。しかしながら、レーダから発射されるレーダビームは、山岳や障害物を避けるため、通常 500~3000mの上空を通ることから、ここで観測された降雨強度は、地上で観測されたそれとは必ずしも一致しない。このため地上観測降雨強度と一致するようなレーダ反射因子( $Z$ )と降雨強度( $R$ )の関係  $Z = B R^\beta$  におけるパラメータ( $B$ 、 $\beta$ )の同定手法やレーダ固有のパラメータ( $B$ 、 $\beta$ )を用いたレーダ雨量が地上観測雨量と一致するような補正値の探索、すなわち、キャリブレーション手法などが検討されているが、まだ満足しうる方法が見い出されていないようである。

ここでは、レーダ雨量計による流域平均雨量の特性およびそのキャリブレーションについて、利根川上流域に位置する相模ダム流域を対象として検討する。

## 2. 対象流域とレーダメッシュの概要

赤城山レーダサイト(高度 1692m)から 32 kmの地点にある相模ダム流域(面積 110.8km<sup>2</sup>)は、図-1に示すようなレーダメッシュ(3 km×3 km)で被われており、流域内には、相模、永井、川古の3地点にテレメータ雨量観測所が配置されている。

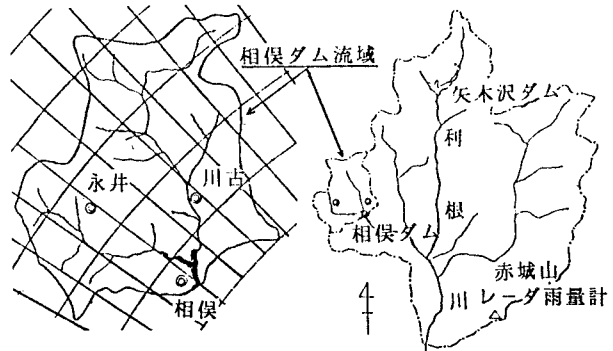


図-1 対象流域の位置とレーダメッシュ

3. 対象降雨とその特性 表-1には、対象10降雨の生起年月日と原因、レーダ流域平均降雨強度(メッシュ雨量の単純平均)  $R_r$ (mm/hr)と地上流域平均降雨強度(ティーセン法)  $R_g$ (mm/hr)の各々についての総降雨量  $\Sigma R$ (mm)、降雨継続時間  $\Sigma T$ (hr)、平均降雨強度  $\bar{R}$ (mm/hr)、最大降雨強度  $R_{max}$ (mm/hr)とその生起時間  $t_{max}$ (hr)および総降雨量比  $\Sigma R_r / \Sigma R_g$ 、 $|R_r - R_g| / R_g$ の標準誤差(SD)を示してある。なお、赤城山レーダ雨量計におけるパラメータは、 $B = 400$ 、 $\beta = 1.15$ である。

表-1 対象降雨の特性 ( $R_r/R_g$ )

| No | 年月日    | 原因      | $\Sigma R$  | $\Sigma T$ | $\bar{R}$ | $R_{max}$ | $t_{max}$ | Ratio | SD    |
|----|--------|---------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| 1  | 520816 | 熱帯低気圧   | 178.5/115.9 | 58/56      | 3.08/2.07 | 15.3/8.60 | 25/19     | 1.540 | 0.679 |
| 2  | 530625 | 梅雨前線    | 201.2/77.3  | 76/54      | 2.65/1.43 | 19.6/7.39 | 51/51     | 2.603 | 1.820 |
| 3  | 530711 | 熱帯低気圧   | 181.3/70.4  | 46/25      | 3.94/2.82 | 50.5/29.0 | 40/40     | 2.575 | 9.340 |
| 4  | 541018 | 台風 20 号 | 162.9/104.5 | 52/33      | 3.13/3.17 | 14.4/9.00 | 13/24     | 1.559 | 0.758 |
| 5  | 560822 | " 15 "  | 397.5/220.0 | 42/37      | 9.47/5.95 | 25.5/18.1 | 23/25     | 1.807 | 1.804 |
| 6  | 570731 | " 10 "  | 407.9/173.2 | 66/41      | 6.18/4.22 | 34.8/14.0 | 31/34     | 2.355 | 1.216 |
| 7  | 570910 | " 18 "  | 387.0/181.2 | 64/56      | 6.05/3.24 | 34.5/25.0 | 60/60     | 2.136 | 2.261 |
| 8  | 580814 | " 5・6 " | 170.1/125.9 | 93/70      | 1.83/1.80 | 18.2/9.74 | 13/45     | 1.351 | 0.808 |
| 9  | 580927 | " 10 "  | 329.0/138.8 | 42/38      | 7.83/3.62 | 27.7/11.0 | 34/34     | 2.370 | 2.440 |
| 10 | 610901 | " 15 "  | 153.8/108.5 | 27/24      | 5.69/4.52 | 23.9/19.5 | 23/15     | 1.418 | 0.948 |

キーワード: レーダ雨量、地上雨量、降雨特性、キャリブレーション

〒371 前橋市鳥羽町580 TEL 027-254-9188 FAX 027-254-9022

表から、各降雨毎にレーダ雨量の特性が異なっており、また、それらの地上雨量との相互関連性がほとんど見られないことから、対象流域におけるレーダ雨量の適確な把握の困難性が伺われる。

#### 4. レーダ雨量のキャリブレーション

レーダ雨量の実用的なキャ

表-2 補正值・パラメータ値および評価量（式(1)/式(2)）

| リブレーションには、次の2<br>式が考えられる。        | No. | $f$   | $c$   | $k$  | SD          | Ratio       | SD          |
|----------------------------------|-----|-------|-------|------|-------------|-------------|-------------|
| $Rr' = f Rr$ .....(1)            | 1   | 0.649 | 0.942 | 0.77 | 0.393/0.408 | 0.789/0.793 | 0.368/0.371 |
| ただし、 $f = \Sigma Rg / \Sigma Rr$ | 2   | 0.384 | 0.312 | 1.14 | 0.456/0.428 | 1.334/1.345 | 0.740/0.755 |
| $Rr' = c Rr^k$ .....(2)          | 3   | 0.388 | 0.117 | 1.44 | 3.476/2.185 | 1.318/1.317 | 4.700/4.731 |
| ここで、 $Rr$ ：レーダ観測                 | 4   | 0.642 | 0.792 | 0.88 | 0.405/0.458 | 0.798/0.802 | 0.316/0.321 |
| 雨量強度、 $Rg$ ：地上観測雨                | 5   | 0.553 | 0.411 | 1.11 | 0.885/0.659 | 0.925/0.921 | 0.796/0.813 |
| 量強度、 $Rr'$ ：レーダ計算                | 6   | 0.425 | 0.507 | 0.93 | 0.411/0.460 | 1.206/1.201 | 0.530/0.536 |
| 雨量強度、 $f$ ：補正值、 $c$ 、            | 7   | 0.468 | 0.118 | 1.51 | 0.921/0.359 | 1.094/1.091 | 1.028/1.052 |
| $k$ ：パラメータ、である。                  | 8   | 0.740 | 1.180 | 0.59 | 0.455/0.934 | 0.692/0.698 | 0.244/0.246 |
| なお、パラメータ $c$ 、 $k$ は、            | 9   | 0.422 | 0.681 | 0.80 | 0.775/1.445 | 1.214/1.212 | 1.221/1.244 |
|                                  | 10  | 0.706 | 0.467 | 1.17 | 0.566/0.458 | 0.726/0.725 | 0.367/0.371 |

目的関数を  $\Sigma (Rr' - Rg)^2$  とし、試行錯誤にて決定する。

式(1)、(2)を用いて、各降雨毎の補正值  $f$  およびパラメータ  $c$ 、 $k$  を求めると、表-2のようになる。これらの値を用いた各降雨の総降雨量比  $\Sigma Rr' / \Sigma Rg$  (Ratio) は 1.0 となるが  $|Rr' - Rg| / Rg$  の標準偏差(SD)は、表のようにかなりのバラツキがあり、どちらの式がより適切かの判断はむずかしい。また、こうした降雨毎の補正值やパラメータ値からは、対象流域におけるレーダ雨量の再現性を見出すことは困難となる。

そこで、対象 10降雨を一括した補正值  $f$  およびパラメータ  $c$ 、 $k$  を上述と同様にすると、補正值  $f$  は、0.594、パラメータは、 $c = 0.524$ 、 $k = 0.99$  が得られ、その関係は、図-2のようである。 $f$ 、 $c$ 、 $k$  の値および表-2の右側に示してある総降雨量比(Ratio)と標準偏差(SD)とから、式(1)と(2)はほぼ同じ意味となっていることがわかる。総降雨量比からは式(2)が、標準偏差からは式(1)が良いように見受けられる。図-3には、地上およびレーダによる観測雨量 および 式(2) による計算雨量の一例を比較して示してある。

5. おわりに 相俣ダム流域で得られた 10 降雨のレーダ流域平均雨量の特性 および 地上流域平均雨量との相互関連性について検討した結果、降雨現象の複雑性が確認されたが、実用的なキャリブレーション手法によって、ほぼ満足しうる再現性が得られることが見出された。

今後は、レーダ雨量そのものの値 および キャリブレーションしたレーダ雨量を用いた流出解析を行なうことにより、レーダ雨量の流出解析への適用性などについて検討してゆきたい。

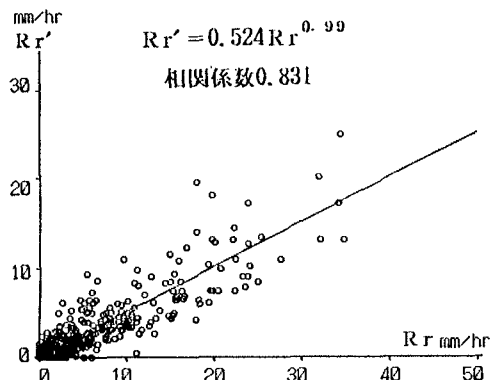


図-2 観測と計算のレーダ雨量強度

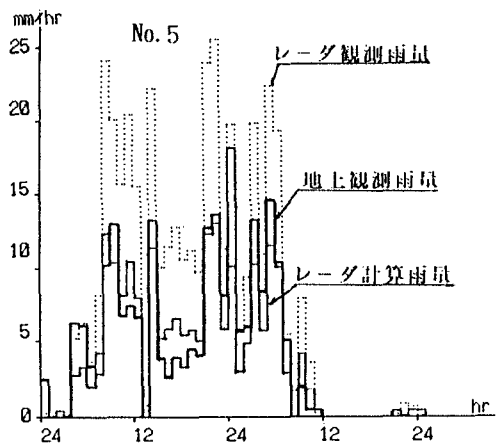


図-3 地上とレーダ観測量および計算量