

(Ⅱ - 10) レーダ雨量のキャリブレーション方法について

群馬高専 正 員 山本 好克

群馬高専 学生員 松本 拓也

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、河川の防災対策、ダムや道路の管理を始め、各方面で利活用されている。しかしながらレーダビームは、山岳や障害を避けるためにかなりの上空を通過するため、レーダによる雨量観測には、さまざまな誤差要因が存在し、必ずしも地上のそれとは一致しないようである。こうしたことから通常、レーダ雨量の精度向上を図るため、観測地上雨量を用いたキャリブレーションが行われている。このキャリブレーション方法は種々提案されているが、いまだに十分な精度の再現性が見いだされていないように思われる。ここではレーダ雨量計による雨量情報を洪水流出予測システムに利用するために、レーダ雨量及び観測地上雨量の流域平均化によるキャリブレーション方法について、利根川上流ダム流域を対象とし検討する。

2. 対象流域及び対象降雨の概要

図-1には、対象流域である利根川上流域に位置する矢木沢ダム流域(面積167.4km²)と、そのレーダメッシュおよび地上雨量観測所(図中◎印)を示してある。

また表-1には、対象とする台風性の8降雨と、レーダおよび地上で観測されたそれらの最大雨量強度(mm/h)を示してある。

3. キャリブレーション方法

従来のキャリブレーション方法には、レーダ雨量データを雨量強度に換算する際に用いる、レーダ因子Zと雨量強度Rとの関係式

$$Z = B \cdot R^{\beta} \dots \dots \dots (1)$$

において、式(1)中のレーダ定数B、 β を同定するものと、統計学的手法により求められたレーダ定数B、 β を用い、式(1)から得られる雨量強度を補正するものがある。

ここでは、後者のキャリブレーション方法について検討することとし、既に赤城山レーダ雨量計において得られている $B=400$ 、 $\beta=1.15$ を用いる。

3・1 地上およびレーダ雨量の流域平均方法

地上平均雨量強度は、図-1に示してあるように矢木沢ダム流域内の3観測所から得られる1時間テレメータ雨量をティーセン法を用いて平均化する。

レーダ平均雨量強度においては、やはり図-1に示してある矢木沢ダム流域内の40個のレーダメッシュから得られる1時間平均雨量強度を単純平均化する。

3・2 補正式と評価方法

地上平均雨量強度 y (mm/h)とレーダ平均雨量強度 x (mm/h)には次式の1次式が成立するものとする。

$$y = a x + b \dots \dots \dots (2)$$

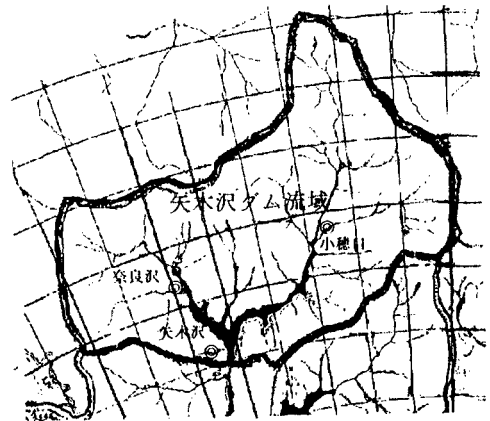


図-1 対象流域

表-1 対象降雨及び最大降雨

記号	生起年月日	最大雨量(mm/h)	
		地上雨量	レーダ雨量
イ	53. 6. 25	16.60	32.55
ロ	54.10.18	7.90	11.43
ハ	56. 8. 22	13.70	25.18
ニ	57. 7. 31	8.90	18.80
ホ	57. 9. 10	13.50	22.28
ヘ	58. 8. 14	15.36	23.80
ト	58. 9. 27	9.23	24.08
チ	61. 9. 1	14.73	18.50

式(2)中の係数 a 、 b は回帰分析手法により求め、その適合性はレーダ雨量と観測地上雨量との相関係数により判定することとする。また、式(2)により得られる推定地上平均雨量強度 (R_c) と観測地上平均雨量強度 (R_o) との適合性は次式を用いて評価する。

$$E = \{ \sum (R_c(t) - R_o(t))^2 / n \}^{0.5} / \{ \sum R_o(t) / n \} \dots\dots\dots(3)$$

こうして式(2)より得られる対象8降雨の係数 a 、 b を用いて相互の地上平均雨量を推定し、それらと観測地上平均雨量との適合性を式(3)より求めることにより、対象流域における共通の係数 a 、 b を探索する。

4. キャリブレーションおよび探索結果とその考察

表-2に、対象8降雨において式(2)より求めた係数 a 、 b を示す。表より、各降雨による係数 a 、 b は異なっていることがわかる。係数 a の値は、ほぼ平均値周辺にとどまっているのに対し、係数 b の値は平均値周辺から大きくはずれている。また係数 b に正負の値が存在することにより物理的な矛盾を生じており、かつその係数 b の大きさからこれらは必ずしも無視できないものとなっている。

しかしながら、対象流域における共通の係数 a 、 b を探索するために、表-2より求めた係数を用いて、式(2)より推定地上平均雨量を算定しこれと観測地上平均雨量との適合性 E をマトリックス化したものを表-3に示す。表-3より各降雨ごとに得られた係数を用いて推定された地上平均雨量と観測されたそれとの適合性は良好であると思われる。

また表-3に見られるように、合計 E 値が最小な係数はホの降雨である。そこでホの係数を用いた推定地上平均雨量を式(2)より求め、その一例としてイの降雨の推定結果を観測地上平均雨量と比較し、図-2に示す。なお図-3に観測地上平均雨量とレーダ平均雨量との比較を示す。

図-2、3より、今まで述べたいくつかの問題点はあるものの、かなりの適合性があることがわかる。しかし補正式の特性から観測地上平均雨量が、レーダ平均雨量よりも上回っている場合においては、式(2)によって推定地上平均雨量を求めても、補正後の誤差が補正前の誤差を上回ることがわかる。

5. おわりに

レーダ雨量計による雨量情報を洪水流出予測システムに利用するという観点から流域平均雨量を用いたキャリブレーション方法について検討した結果、物理的な矛盾を含んでいるものの式(2)の有効性が見いだされた。今後は問題点を是正するうえでの、あらたな式の設定について検討していきたい。

最後に、貴重なレーダ雨量データおよび関係資料を提供して下さい建設省利根川ダム統合管理事務所にお礼を申し上げます。

表-2 各降雨の係数

降雨	a	b
イ	0.429	0.025
ロ	0.636	0.055
ハ	0.579	0.015
ニ	0.311	0.002
ホ	0.433	0.256
ヘ	0.651	0.548
ト	0.388	0.039
チ	0.703	0.054
平均	0.516	0.091

表-3 各降雨の適合性

降雨	入力係数の降雨名								平均
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	
イ	0.903	1.194	1.071	1.004	0.913	1.364	0.917	1.397	0.975
ロ	1.030	0.928	0.935	1.160	0.988	1.001	1.075	0.949	0.952
ハ	0.793	0.664	0.643	1.042	0.751	0.785	0.876	0.759	0.669
ニ	1.721	2.371	2.170	1.602	1.845	2.868	1.650	2.723	2.004
ホ	0.951	1.110	1.029	1.061	0.942	1.246	0.978	1.257	0.971
ヘ	1.200	1.036	1.058	1.353	1.133	0.971	1.255	1.004	1.084
ト	0.461	1.196	0.971	0.539	0.540	1.483	0.423	1.520	0.758
チ	1.877	1.423	1.493	2.261	1.798	1.640	2.016	1.362	1.593
計	8.941	9.922	9.369	10.022	8.911	11.357	9.189	10.972	9.002

注：入力係数間の平均は、各降雨における係数の平均である。

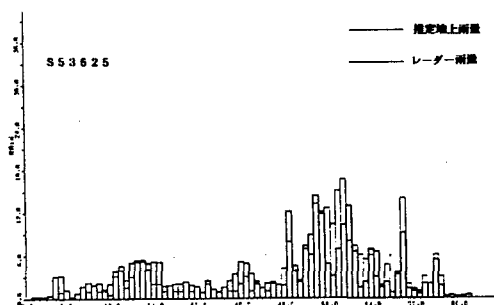


図-2 推定地上平均雨量－観測地上平均雨量

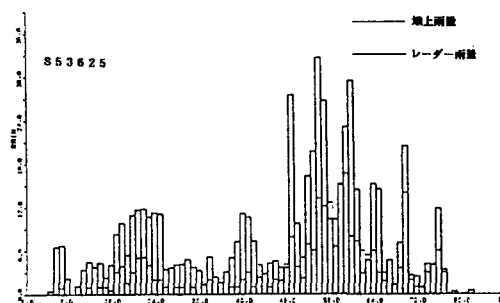


図-3 レーダ平均雨量－観測地上平均雨量