

定山溪ダム流域における流量情報を用いた 最適 B 、 β の同定法

北海道大学 工学部 学生員 平山 大輔
北海道大学 工学部 正 員 藤田 睦博
北海道開発局 正 員 中津川 誠

1. はじめに

建設省により、降雨・降雪観測を目的とするレーダ雨量計の設置が全国規模で進んでいる。北海道においても、道東レーダの稼働により道内全域がレーダ雨量計の観測領域に含まれるようになる。一般にレーダ反射因子(Z)はレーダ定数(B 、 β)を用いて降雨強度(R)に変換される。このレーダ定数の値は、降雨の形態や、レーダビームの高度などに影響を受けるため、適切な値を同定することが困難である。従来の手法では、レーダ反射因子(Z)と地上の地点雨量(R)との比較、さらには面雨量との比較¹⁾などによりレーダ定数が決定されてきた。これに対し本論文では、対象流域における流出量情報を用いてレーダ定数を同定する手法を提案するものである。本手法では、流量情報を用いることにより、

- ① 流出量は、対象流域全体に降った雨の積分値である。
- ② 降雨が高周波数成分を多く含んでいるのに対し、流出量は流域というフィルターを通過しているためにそれらの成分がカットされる。

などの利点がある。

2. 道央レーダと対象流域

道央レーダは北海道開発局により管理されており、ピンネシリ岳山頂に設置されている。定量観測領域が120kmであり、その領域内において対象流域として、定山溪ダム、桂沢ダム、金山ダムを取り上げた。道央レーダと各流域との位置関係を図-1に示す。レーダ情報は、 3×3 kmのメッシュで与えられるため、対象流域上のレーダメッシュについてレーダ反射因子を平均し、その流域の値として用いた。

流出計算には、定山溪ダムが1993年、桂沢ダム、金山ダムについては1994年の比較的大きな出水データを用いた。

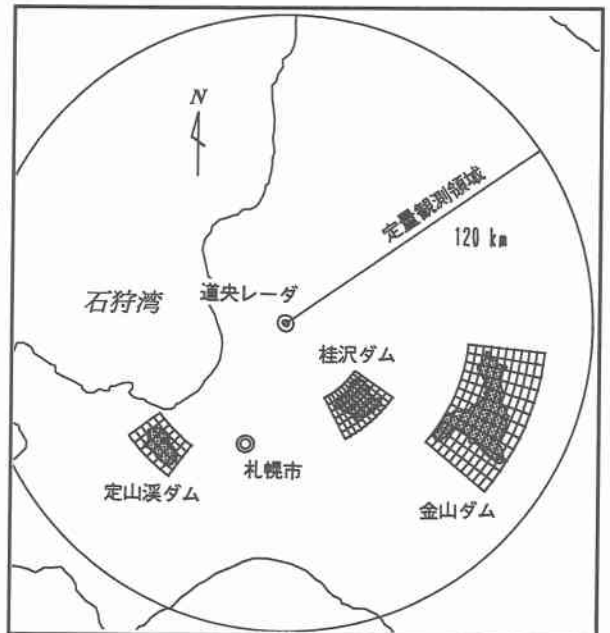


図-1 道央レーダと各ダム流域

The Identification Method of Optimum B 、 β by Using Discharge Information in Jyozankei Dam Basen
By Daisuke HIRAYAMA, Mutsuhiro FUZITA, and Makoto NAKATSUGAWA

3. レーダ定数の同定方法

流出モデルとして、図-2に示す3段タンクモデルを用いた。出水データは、各流域について2ケースずつ取り上げ、一つのケースでタンク定数を決定し、もう一つのケースでモデルのチェックをした。以下に、レーダ定数の同定手法を示す。

- ① レーダ定数の初期推定値として、 B_0, β_0 を仮定する。
- ② レーダ反射因子 Z が与えられた時の換算降雨強度 R_0 を、 B_0, β_0 を用いて $R_0 = (Z/B_0)^{(1/\beta_0)}$ とする。
- ③ ②で求めた換算雨量と、実測の流出量を用いてタンク定数を決定する。
- ④ このタンクモデルに、 B, β を様々に変化させたときの換算雨量を入力し、流出計算を行う。
- ⑤ ④の各場合の流出計算結果と実測の流出量との誤差二乗平均を求め、最も誤差が小さくなるような B, β を B_s, β_s とする。
- ⑥ B_s, β_s と B_0, β_0 が一致したならば、この値が最適のレーダ定数(B, β)となる。
- ⑦ B_s, β_s と B_0, β_0 が一致しなければ、再び B_s, β_s を B_0, β_0 として、②～⑤の操作を⑥の条件を満たすまで行う。

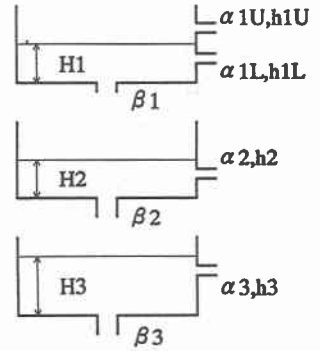


図-2 タンクモデル

本手法において、推定初期値である B_0, β_0 が重要となる。そこで、まず地上で観測された流域平均降雨量を用いてタンク定数を決定し、④、⑤の操作により、 B_0, β_0 とした。

4. 同定結果

本手法に基づき流出計算を行い、実測流量との誤差が最小になった場合のハイドログラフが、図-3、4、5である。また、このときの計算誤差の二乗平均の値の変化を示したものが、図-6、7、8である。金山ダム、定山溪ダムの計算誤差については、洪水のピーク近傍について誤差を比較した。計算誤差を最小にする B, β の値の組み合わせがいくつか見られるが、ハイドログラフの波形を比較して、最も良く一致している場合の B, β の値を最適のレーダ定数とした。その値を表-1に示す。道央レーダのレーダ定数の既定値は、 $B=180, \beta=1.6 (Z \leq 5000)$ 、 $B=410, \beta=1.2 (Z > 5000)$ となっており、図-9、10、11は、地上観測降雨量と本手法による最適レーダ定数を用いた場合のレーダ換算雨量、既定のレーダ定数を用いた場合のレーダ換算雨量を比較したものである。

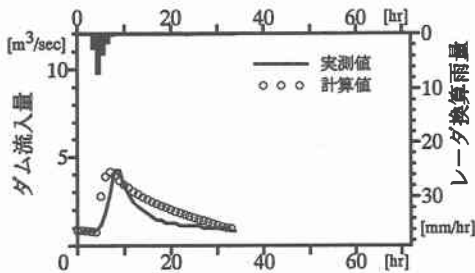


図-3 定山溪ダムにおける流出計算結果

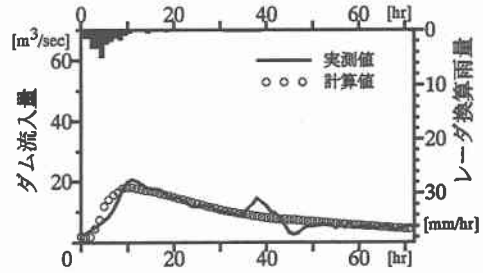


図-4 桂沢ダムにおける流出計算結果

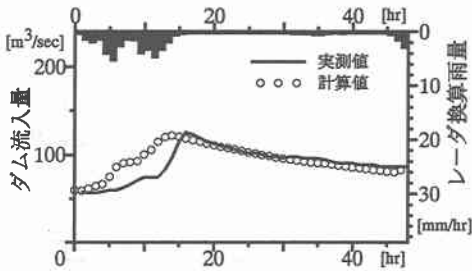


図-5 金山ダムにおける流出計算結果

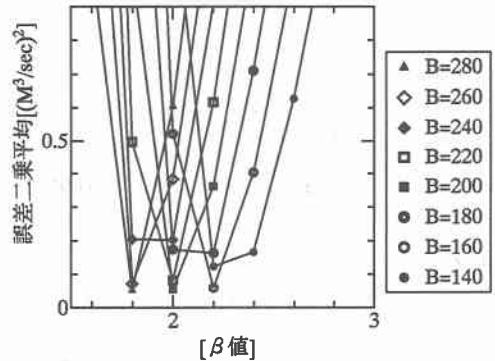


図-6 定山溪ダム流域における流出計算誤差

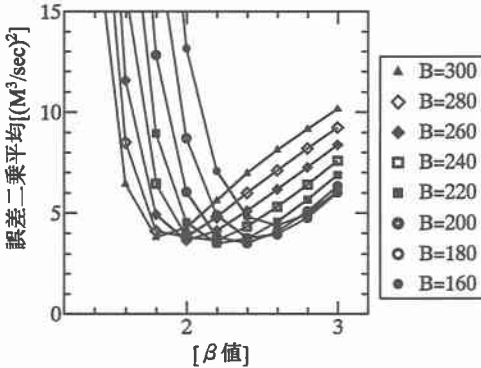


図-7 桂沢ダムにおける流出計算誤差

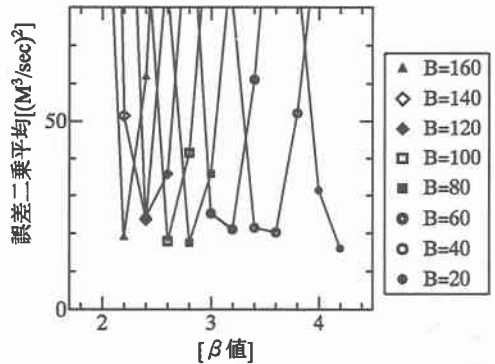


図-8 金山ダム流域における流出計算誤差

4. 考察

各流域において、同定されたレーダ定数を用いた場合のレーダ換算降雨量は、実測の降雨量に近い値を示している。道央レーダからの距離は、桂沢ダム、定山溪ダム、そして金山ダムの順で大きくなっている。これに対し、レーダ定数Bの値はレーダからの距離が大きくなるほど小さくなっている。レーダ反射因子(Z)と雨量強度(R)の関係は、

$$R=(Z/B)(1/\beta) \quad (1)$$

で与えられるため、Bの値が小さくなるのは、レーダ反射因子の値が小さいためと考えられる。道央レーダは、夏期において仰角0.4で降雨観測を行っ

ており、金山ダム流域の上空ではレーダビーム高度が高くなっていることが考えられる。表-2に、道央レーダから各流域までの距離とレーダビームの高度を示す。レーダ換算降雨量を比較してみると、金山ダムにおいては、常に、0.5[mm/hr]程度の降雨量が見られるが、これはレーダ定数のBの値が小さいため、

表-1 各流域における最適レーダ定数

流域名	最適 B 値	最適 β 値
定山溪ダム流域	160	2.2
桂沢ダム流域	220	2.2
金山ダム流域	80	2.8

表-2 レーダからの距離とビーム高度

流域名	距離	ビーム高度
定山溪ダム流域	70 km	1100 m
桂沢ダム流域	42 km	1100 m
金山ダム流域	84 km	1230 m

レーダ反射因子が小さくても降雨には大きく換算されていることを示している。

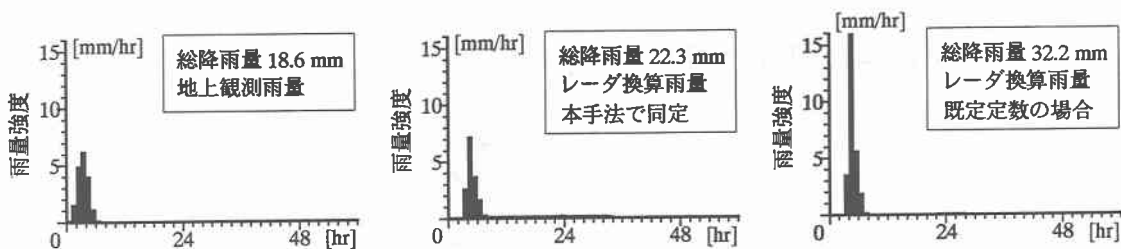


図-9 定山溪ダムにおける地上雨量、レーダ換算雨量(本手法)、レーダ換算雨量(既定値)の比較

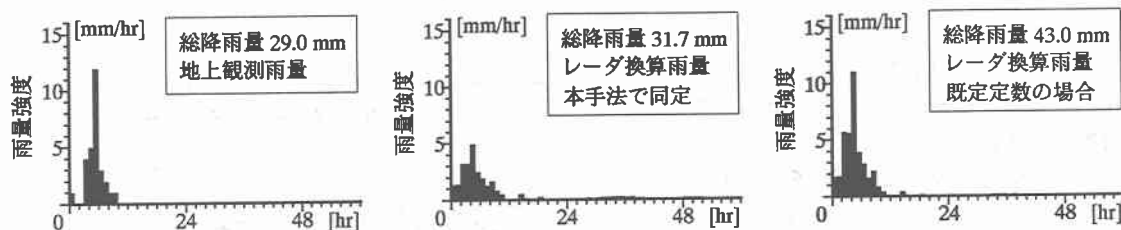


図-10 桂沢ダムにおける地上雨量、レーダ換算降雨量(本手法)、レーダ換算雨量(既定値)の比較

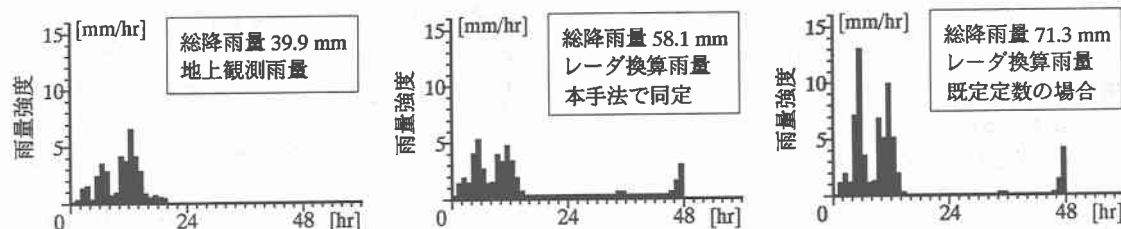


図-11 金山ダムにおける地上雨量、レーダ換算降雨量(本手法)、レーダ換算雨量(既定値)の比較

5. まとめ

本研究では、道央レーダの定量領域内の3流域を対象流域として、流量情報から、その流域におけるレーダ定数を同定することができた。桂沢ダム流域などは、流域内の雨量計も少なく、レーダ定数の同定も難しいところであるが、なかなか良い適合性を示していた。

今後は、ほかの出水例についても最適レーダ定数を調べるとともに、レーダの平面的な情報を活用するために、分布定数系のモデルを用いることも考えている。

6. 参考文献

- 1) 吉野文雄・水野雅光・玉本昌司；クリーニング法を用いたレーダ雨量の比較について，水文・水資源学会1988年研究発表会要旨集，pp194～197
- 2) 藤田睦博・橋本識秀・道口敏幸・平山大輔；定山溪ダム流域におけるミニレーダ情報を用いた流出解析，土木学会北海道支部論文報告集50，pp350～353
- 3) 嵯峨浩・西村哲治・坂本客・藤田睦博；分布型流出モデルによる山地流出解析，土木学会北海道支部論文報告集49，pp511～514
- 4) 北海道開発局；各種レーダの性能比較について
- 5) 北海道開発局；ピンネシリレーダ運用マニュアル，1989