

PSII-6 レーダ雨量計によるオンライン洪水水位予測

九州大学工学部 森 山 聡 之

九州大学工学部 平 野 宗 夫

熊本県 鐵 谷 浩 之

1. はじめに レーダ雨量計は広い範囲の雨量データを瞬時に高解像度で求めることが出来るという特徴から、その活用に大きな期待が寄せられている。我々は従来¹⁾から地上雨量計及びレーダ雨量計のデータを単位図法に適用し、流出データは流水断面積として特性曲線法を適用し、それぞれのパラメタをカルマンフィルタで同定することによって水位を予測する手法を開発してきた。本論では単位図の計算法に改良を加えその精度の向上を計った。

2. 予測式の誘導 河道における連続の式、運動の式は、流量を Q 、流水断面積を A 、横流入量を q^* とすると、それぞれ次のように表すことができる。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q^* \quad (1) \quad A = KQ^P \quad (2)$$

ここに、 t は時刻、 x は下流方向に測った距離、 K と P は定数である。式(1)および(2)を変形して特性曲線法で解くと次式が得られる。

$$A_2(t) - A_1(t - \tau_{2,1}) = \int_{t-\tau_{2,1}}^t q^* dt - \int_{t-\tau_{2,1}}^t A \frac{P \partial K}{\partial x} dt \quad (3)$$

ここに、添字_{1,2}は上流及び下流の水位観測点を示し、 $\tau_{2,1}$ は2地点間の洪水の到達時間である。式(3)右辺第2項は、次のように近似できる。

$$\int_{t-\tau_{2,1}}^t A \frac{P \partial K}{\partial x} dt = \int_0^{L_{21}} \frac{A}{KP} \frac{\partial K}{\partial x} dt \cdot \frac{L_{21}}{2} \left\{ \frac{A_2}{K_2 P_2} \frac{\partial K_2}{\partial x} + \frac{A_1}{K_1 P_1} \frac{\partial K_1}{\partial x} \right\} = C_1 A_1(t - \tau_{2,1}) + C_2 A_2(t) \quad (4)$$

ここに、 L_{21} は水位観測地点_{1,2}間の距離、 $C = (L/2KP)(\partial K/\partial x)$ である。

また、 q^* の算定に単位図法を適用すると式(3)の右辺第1項は次のように変形される。

$$\int_{t-\tau_{2,1}}^t q^* dt = l \tau_{21} \int_0^{t-\tau_{21}} u(\tau) f r(t - \tau_s - \tau) d\tau \quad (5)$$

ここに、 l は斜面長、 f は流出係数、 $u(\tau)$ は瞬間単位図および τ_s は斜面における遅れ時間である。

式(3)に式(4)および式(5)を代入すると、 I 時間後の下流側断面積は次式で与えられる。

$$A_2(t+I) - A_2(t) = k \left\{ A_1(t+I - \tau_{2,1}) - A_1(t - \tau_{2,1}) \right\} + \left[\int_0^{t+I-\tau_{21}} U(\tau) r(t+I - \tau_{21} - \tau) d\tau + \int_0^{t-\tau_{21}} U(\tau) r(t - \tau_{21} - \tau) d\tau \right] \quad (6)$$

$$\text{ここに } k = \frac{1-C_1}{1+C_2}, \quad U(\tau) = \frac{fl}{1+C_2} u(\tau)$$

またレーダ雨量計を使用する場合には、レーダ定数の β 値を固定し、 B 値の補正を考える。すなわち(6)式にレーダ雨量計のデータを適用する場合、レーダの反射因子 $z(\text{mm}^6/\text{m}^3)$ と雨量強度 $r(\text{mm}/\text{hour})$ との式 $z = B r^\beta$ を代入すると(6)式右辺第2項は次のようになる。

$$\int_0^{t+I-\tau_{21}} U(\tau) Z(t+I-\tau_{21}-\tau) d\tau + \int_0^{t-\tau_{21}} U(\tau) Z(t-\tau_{21}-\tau) d\tau \quad (8)$$

ここで、 $U(\tau) = m\tau_{21} f \ell (B_0/B)^{\frac{1}{\beta}} u(\tau)$ 、 $m = \frac{1}{1+C_2}$ 、 $B_0 = 224.4$ 、 $\beta = 1.58$

上式はレーダ定数 B が単位図 U 中に含まれることを示す。

本予測モデルを福岡県の達賀川流域に適用し、その精度を検証する。水位観測所は、8ヶ所を対象とし、降雨データとして、地上雨量は流域内に設置された13ヶ所の雨量観測所の時間雨量記録を、レーダ雨量は、釈迦岳の建設省九州北部レーダを用いる。レーダの降雨データの時間分解能は5分であり、これの1時間累計を各残流域毎に面積平均した値を使用する。なお、予測の対象は流水断面積であり、予測された断面積を水位に変換して予測水位とする。

実際の洪水予測と同じように現時点までの降雨を使い、地上雨量計あるいはレーダ雨量計のデータを用いる場合について計算してみた。その一例を図1及び図2に示す。図1はレーダ雨量計を、図2は地上雨量計を用いた場合で、どちらも3時間予測である。予測を比較したのは最下流の、中間水位観測所（C. A. = 925 km）である。この程度の流域面積に対しては、どちらの予測結果も良好な精度である事がわかる。

3 おわりに レーダ雨量計を用いた本手法による洪水水位予測は、若干の改良により更に精度の向上をみた。なおポスターセッション発表時には、レーダ雨量計を利用した他の例も展示する予定である

参考文献

- 1) 平野・森山・中山・松尾・織谷；レーダ雨量計を用いた洪水水位の短時間予測，土木学会第32回水理講演会論文集 1989.3
- 2) Hirano, M., Moriyama, T., Yamashita, S., Tetsuya, H., Shu, Y. J. (1988), "Real-Time Forecasting for Water Stages of A Flash Flood (Part 2)", Proceedings, 6th Int'l Cong. APD of IAHR, Kyoto, Vol. 4, pp. 379-384

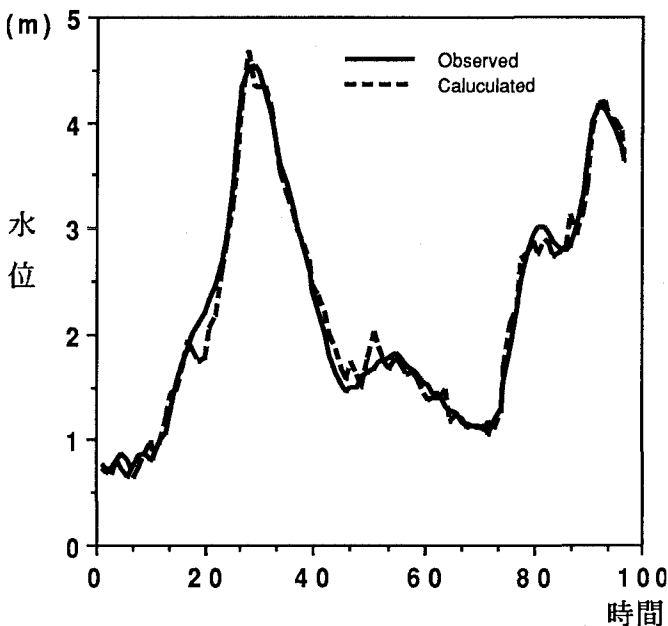


図1 レーダ雨量計による3時間予測

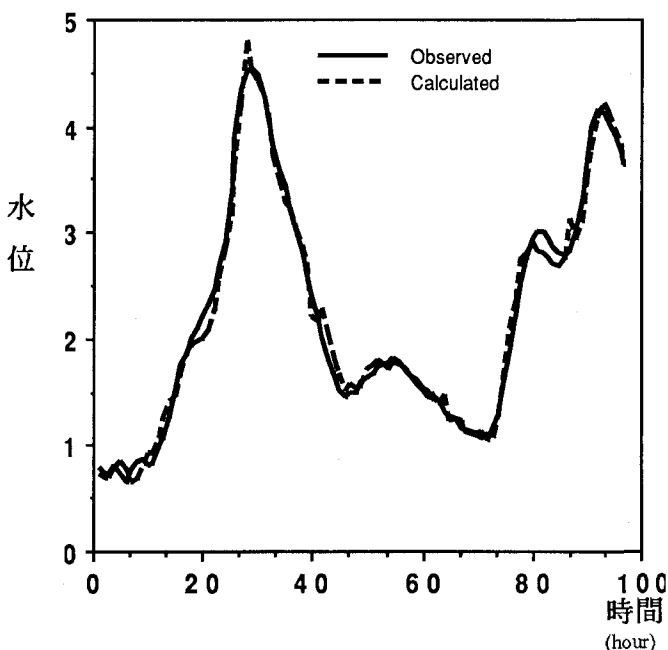


図2 地上雨量計による3時間予測