

概念型の降雨流出河道モデルによる中小河川感潮域の水位推定

東京都建設局 高崎忠勝, 石原成幸
 首都大学東京 河村明, 天口英雄

1. はじめに

中小河川感潮域では水位観測が行われているものの水位と流量の関係が一意でないことから流量観測の実施はわずかである。感潮河川の洪水予測を行う場合、まず、降雨流出計算と不定流計算を組み合わせる方法が考えられるが、観測流量データが少なくさらに実時間予測では計算量が多い点も問題である。次に、ニューラルネットワークや Nearest-Neighbor 法¹⁾等の観測データのパターンを基に計算する方法が考えられるが、学習に用いた洪水より大規模な洪水に対する信頼性に課題がある。

ここでは、実時間洪水予測での時系列フィルターの導入を考慮に入れて、モデルパラメータが少なくかつ計算量が少ない概念型河道モデルの構築を試みる。そして、東京の都市部を流れる感潮河川古川に構築したモデルを適用し、水位変化の再現性を確認する。

2. 対象地点

対象とした古川は流域面積 22.8km²、延長 7km の二級河川であり、上流側 2.6km が渋谷川、下流側 4.4km が古川と呼ばれている。水位・雨量・潮位は東京都水防災総合情報システムのデータを用い、水位は四の橋観測所、雨量は渋谷橋観測所、潮位は日の出水門とし、計算では 10 分値を用いた。観測所位置を図-1 に示す。平水時の水位と潮位の変化を図-2 に示す。潮位が A.P.1.5m より大きい期間は、水位と潮位は概ね同じ変化をしている。



図-1 対象流域

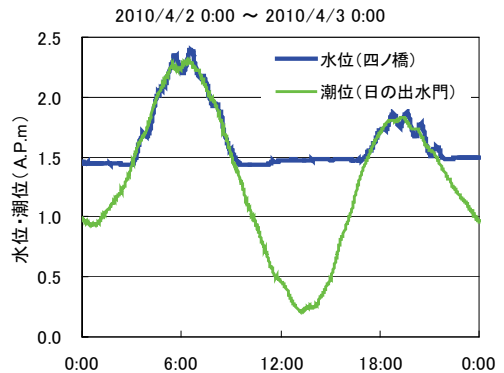


図-2 平水時の水位変化

3. 概念型の降雨流出河道モデル

構築したモデルは図-3 に示すように、降雨流出と河道をそれぞれ概念的に表したモデルから構成されている。降雨流出については R が観測雨量(mm/10min), H_1 が流域の全貯留高(mm), Q_1 は上流域から計算地点への流出量(mm/10min)を表している。また、河道については H_2 が計算地点の河川水位(m), H_3 が潮位(m)を表している。計算式は式(1)~(4)で、同定すべき未知パラメータは X_1, X_2, K の 3 個である。

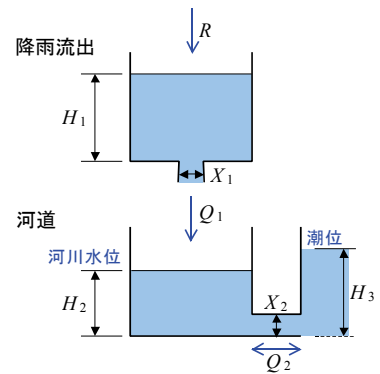


図-3 モデル概念図

$$dH_1/dt = R - KQ_1 \quad (1) \quad dH_2/dt = Q_1 - Q_2 \quad (2) \quad Q_1 = X_1 H_1^2 \quad (3) \quad Q_2 = X_2 (H_2 - H_3) \quad (4)$$

表-1 対象洪水

洪水	計算期間	総雨量	60分間 最大雨量
a	2009/ 4/14 20:20 ~ 4/15 3:50	51 mm	28 mm
b	2009/ 6/15 20:40 ~ 6/16 2:00	36 mm	20 mm
c	2009/ 6/16 16:40 ~ 6/17 1:50	49 mm	40 mm
d	2009/ 8/ 7 18:10 ~ 8/ 7 21:10	25 mm	25 mm
e	2009/ 8/10 4:30 ~ 8/10 15:00	86 mm	37 mm
f	2009/ 9/12 18:20 ~ 9/12 22:50	35 mm	32 mm
g	2009/10/ 7 22:40 ~ 10/ 8 10:00	141 mm	48 mm

表-2 計算結果

洪水	NSE	最大水位		
		計算値	観測値	差
a	0.86	A.P. 3.55 m	A.P. 4.02 m	-0.47 m
b	0.66	A.P. 3.11 m	A.P. 3.15 m	-0.04 m
c	0.88	A.P. 4.89 m	A.P. 5.31 m	-0.42 m
d	0.69	A.P. 3.26 m	A.P. 3.50 m	-0.24 m
e	0.82	A.P. 4.52 m	A.P. 5.09 m	-0.57 m
f	0.56	A.P. 3.71 m	A.P. 3.45 m	0.26 m
g	0.90	A.P. 5.68 m	A.P. 6.29 m	-0.61 m

計算においては降雨開始時を初期値とし、 H_1 は0、 H_2 には降雨直前の水位を入力する。また、 H_3 には計算期間を通じた潮位を入力するが図-2に示したように潮位がA.P.1.5mより低い期間の水位は潮位に拘らず概ね一定となることから、この期間の潮位をA.P.1.5mとして計算を行った。

4. 水位の推定計算

使用した洪水データは表-1に示すa~gの7洪水である。水位推定計算を行う1洪水を除いた6洪水のデータを用いてパラメータ同定を行い、得られたパラメータにより水位推定計算を行った。パラメータ同定は大域的探索法であるSCE-UA法²⁾によって行い、誤差評価関数は河川水位についてNash-Sutcliffe指標(NSE)を用いた。

水位推定結果についてNSEと最大水位を表-2に示す。a~gのNSEは0.56~0.90でありNSEが0.8を下回る洪水もあるが、これらは最大水位が小さい洪水であり、最大水位についてみると計算値と観測値の差は-0.04m~0.26mと小さく抑えられている。対象洪水の中で雨量が大きいeとgの水位ハイドログラフを雨量・潮位と共に図-4に示す。水位の計算値は観測値よりピークが若干早めに現れているが、全体的な水位変化を計算値は概ね再現できている。

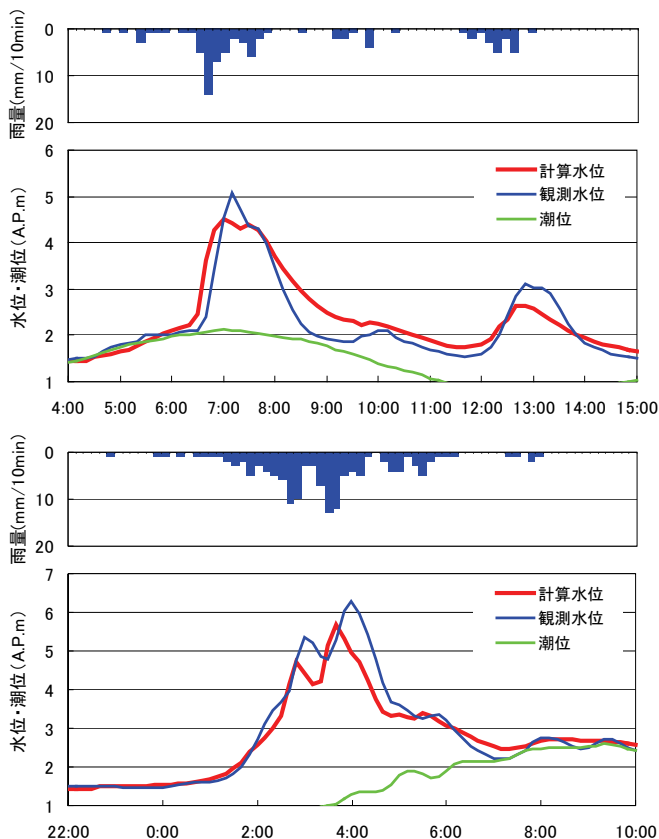


図-4 水位ハイドログラフ (上:e, 下:g)

参考文献

- 1) 満倉真, 貞本均, 中津川誠: Nearest-Neighbor法による感潮河川の水位予測, 水文・水資源学会誌, Vol.15, No.4, pp.371-380, 2002.
- 2) 田中丸治哉: タンクモデル定数の大域的探索, 農業土木学会論文集 No.178, pp.103-112, 1995.

キーワード: 中小河川, 感潮域, 水位推定