

洪水予報における精度の評価指標に関する検討

長岡技術科学大学 非会員 小出 大暉
長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎

1. はじめに

水災害において、住民が迅速かつ的確な避難行動をするために正確な洪水予測を行うことが重要である。

本研究では、新安江モデルを用いて流出解析を実施し、洪水予報による予報値と比較し、洪水予報における精度の評価指標について検討することを目的とする。

2. 対象流域・使用データ

本研究では、土器川を対象流域とした。土器川は香川県の一級河川であり、流域面積は 140km² である。解析期間を 1978 年から 2005 年までとし、1978 年 1 月 1 日～1992 年 12 月 31 日をパラメータの同定期間、1993 年 1 月 1 日～2005 年 12 月 31 日を検証期間とした。使用した水文・気象データの時間分解能は 1 日である。

3. 使用モデル

新安江モデルは、中国で広く使われている手法であり、実蒸発散量を推定でき、流出量の評価に優れている。本研究では、流出モデル 3 成分の新安江モデルを適用している。3 成分の新安江モデルは、不浸透域を除く流出発生域内 F_R において、表面流出量 R_s 、中間流出量 R_i 、地下水流出量 R_g の 3 成分に分離させて、中間水、地下水涵養の効果を考慮している。式 (1) から式 (4) はそれぞれの流出量を出している。式 (5) から (7) はそれぞれ線形貯水池関数法を説くことによって河道に流入する q_s, q_i, q_g が得られる。

$$R = R_s + q_i + q_g \quad (1)$$

$$R_i = SK_i F_R \quad (2)$$

$$R_s = P_r F_{ipm} + q_s \quad (3)$$

$$R_g = SK_g F_R \quad (4)$$

$$q_s(t) = q_s(t - \Delta t)C_s + R_s(t)(1 - C_s) \quad (5)$$

$$q_g(t) = q_g(t - \Delta t)C_g + R_g(t)(1 - C_g) \quad (6)$$

$$q_i(t) = q_i(t - \Delta t)C_i + R_i(t)(1 - C_i) \quad (7)$$

ここに、 P_r は降雨量、 F_{ipm} は不浸透域面積率、 S は自由水平平均貯水量、 K_i は中間流出、 K_g は地下水流出の各分離パラメータ、 C_s, C_i, C_g は表面流出、中間流出、地下水流出の各線形貯水池パラメータである。 R_s は線形貯水池に通じている。

4. 結果

同定期間より決定した新安江モデルのパラメータ値を表 1 に示す。次に、解析期間の各年のハイドログラフの再現性を Nash-Sutcliffe 係数 (以下、NS) を用いて評価した。表 2 に同定期間及び検証期間の各年の NS を示す。同定期間の各年の NS の平均値は 0.616、検証期間の各年の NS の平均値は 0.400 となっている。検証期間では 1996 年や 2002 年のように NS が負の値となる年が確認された。1996 年の解析結果を図 1 に、2002 年の解析結果を図 2 に示す。図 1 を見ると、計算流出量に対し、実測流出量が著しく高い箇所があることが分かる。原因として、本研究で用いた雨量データの時間分解能が 1 日であるため、日付を跨ぐ短時間の急激な雨を再現できていないことが原因であることが考えられる。

表 3、表 4 では、同定期間及び検証期間においてピーク流量が大きい洪水イベントを上位 5 つずつ抽出し、洪水のピーク流量の相対誤差 (RE)、洪水ピークの時間差 (TE)、ピークから前後一日を入れた 3 日洪水量の相対誤差 (VRE) を示す。同定期間と検証期間でともにすべての洪水イベントでピーク時間の差は見られなかった。大規模な洪水の解析において再現性の低い結果が得られた。

5. 今後の課題

- 時間分解能が1時間の水文・気象データを用いて解析を行う。

参考文献

- 山本隆広・陸旻皎 連続流出シミュレーションが可能な貯留関数の開発と評価-有効降雨計算を2成分,3成分新安江モデルに置き換えた場合の比較-,水文水資源学会 2009年度研究発表会要旨集,pp104-105,2009
- 谷口梨恵 中小河川洪水予測のデータインフラに関する基礎的な検討,長岡技術科学大学修士論文,2013

表 1 パラメータ値

パラメータ	値	
Cp	降雨量補正係数	1
Cep	蒸発能補正係数	0.40748
b	点貯水容量の分布関数の形状パラメータ	0.3
imp	不透透域面積率	0.01
WUM	上層の最大土壌水分量	5
WLM	仮定の最大土壌水分量	60
WDM	流域平均最大点貯水容量	10
C	深層の蒸発効率	0.1
SM	重力貯水容量	10
EX	自由水点貯水容量の分布関数の形状パラメータ	1
KI	中間流出分離パラメータ	0.1
KG	地下水流出分離パラメータ	0.6
Cs	表面流出減水係数パラメータ	0.1
Ci	中間流出減水係数パラメータ	0.5
Cg	地下水流出減水係数パラメータ	0.888

表 2 同定期間 (左) と検証期間 (右) の各年の Nash-Sutcliffe 係数

年	NS	年	NS
1979	0.612	1993	0.656
1980	0.873	1994	0.694
1981	0.549	1995	0.768
1982	0.601	1996	-0.216
1983	0.854	1997	0.730
1984	0.420	1998	0.599
1985	0.638	1999	0.696
1986	0.595	2000	0.252
1987	0.658	2001	0.662
1988	0.599	2002	-1.337
1989	0.880	2003	0.231
1990	0.627	2004	0.703
1991	0.613	2005	0.763
1992	0.102	平均	0.400
平均	0.616	標準偏差	0.573
標準偏差	0.190		

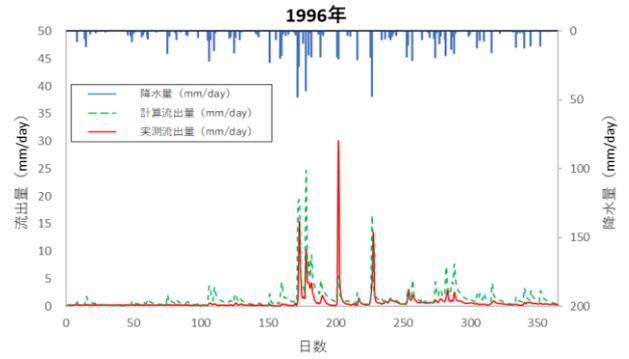


図 1 1996 年の解析結果

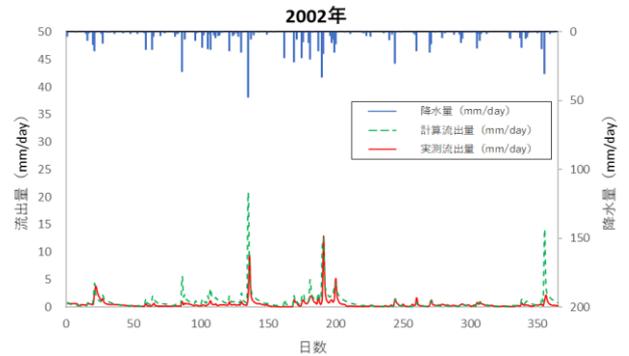


図 2 2002 年の解析結果

表 3 同定期間におけるピーク流量の大きい洪水イベント

洪水イベント	降水量 (mm/day)	実測ピーク流出量 (mm/day)	計算ピーク流出量 (mm/day)	RE	TE (日)	VRE
1979/9/30	267.20	517.61	196.71	-0.62	0	-0.59
1979/10/19	120.40	47.65	100.62	1.11	0	0.89
1983/9/28	128.20	85.73	109.46	0.28	0	0.41
1987/10/16	206.50	265.73	144.34	-0.46	0	-0.13
1990/9/19	375.90	860.50	334.91	-0.61	0	-0.72

表 4 検証期間におけるピーク流量の大きい洪水イベント

洪水イベント	降水量 (mm/day)	実測ピーク流出量 (mm/day)	計算ピーク流出量 (mm/day)	RE	TE (日)	VRE
1994/9/29	149.17	90.89	103.79	0.14	0	-0.14
1997/7/26	160.17	166.26	111.44	-0.33	0	-0.50
2001/8/21	159.67	158.75	100.95	-0.36	0	-0.54
2004/10/20	190.00	303.80	167.83	-0.45	0	-0.42
2005/7/2	169.67	136.95	145.18	0.06	0	0.16