

流域の湿潤状態を考慮した洪水予測手法に関する研究

長岡工業高等専門学校	学生員	○保坂 大輝
長岡工業高等専門学校専攻科	非会員	池 佳祐
長岡工業高等専門学校	正会員	山本 隆広

1. 背景と目的

現在, 全国の洪水予測システムの大部分は木村¹⁾の貯留関数法に基づいたモデル(以後これをSFモデルという)が用いられている. しかし, このSFモデルには短期解析しか行えないことや流域の湿潤状態を1つのパラメータセットで考慮できないことなどの問題点が挙げられる. そのため全洪水を精度良く再現, 予測することは困難である. そこで現在SFモデルを用いている洪水予測システムでは, 現時刻の観測河川流量をもとに貯留関数法の状態変数を適正值に代替させることで, より高い精度の計算河川流量を算出している(以後この手法をフィードバック手法という). そこで本研究では予測雨量に誤差はないと仮定し, 香川県の一級河川土器川常包橋上流域(90 km²)を対象流域として, 湿潤状態を陽に考慮できるように改良された貯留関数法²⁾(以後これをSFXAJ3モデルという)を用いて再現河川流量を算出した. さらにフィードバック手法を用いてより精度の高い予測河川流量を算出する. そして現在洪水予測に広く用いられているSFモデルと比較を行い, どちらのモデルがより精度の高い予測河川流量を算出できるかを明らかにすることを目的とする.

2. 解析方法

使用した観測雨量は1978年～2005年の1時間ごとのデータを国土交通省, 気象庁アメダスデータから用いて, ティーセン法により流域平均雨量を推定した. 観測河川流量も上記と同様の機関から用い, そこから河川流出量 50 m³/s 以上を有するイベント(全17イベント)を抽出し, 解析を行った.

2.1 パラメータ推定

SFモデル及びSFXAJ3モデルのパラメータ推定には,

広域的探索手法の1つであり, 集団混合の概念を組み合わせたSCEM法³⁾を用いた.

SFモデルは短期解析しか行えないため, 計算開始時の基底流出はイベント毎に実測値から求め, 遅滞時間 3600 sec, $P=0.6$ としてパラメータ k と飽和水量 R_{sa} , 1次流出率 f_1 の3つをイベント毎に推定した.

SFXAJ3モデルのパラメータ推定は得られたデータの中で最も長期的に欠測のなかった1982年9月10日～1991年9月28日の連続した区間でSCEM法により推定を行った.

2.2 フィードバック手法

SFモデルでは貯留高 S フィードバック法⁴⁾, 流出率 F フィードバック法⁴⁾を採用しSFXAJ3モデルでは貯留高 S フィードバック法のみを採用した.

SFモデルで2つのフィードバック手法を用いて予測河川流量を算出し, どちらのフィードバック手法が適しているか検討し, SFXAJ3モデルでは貯留高 S フィードバック法を用いて予測河川流量を算出した.

3. 結果と考察

結果の評価は1イベント毎にNash-Sutcliffe 効率係数(以下NS値という)を用いて比較した. NS値が1に近いほどモデルの精度が良いとされ, NS値 ≥ 0.7 でモデルの再現性が高いとされている.

3.1 パラメータ推定のための再現計算

パラメータ推定のための再現計算の結果, SFモデルではNS値が0.7未満のイベントが1つだけであったが, SFXAJ3モデルでは9つあった. また両モデルのNS値の平均はSFモデルでは0.74, SFXAJ3モデルでは0.56という結果になった. このことから, SFXAJ3モデルよりSFモデルの方がより再現性が高いといえる. これは

キーワード 洪水予測, 貯留関数法

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 TEL 0258-34-9265

パラメータチューニングが原因だと考えられる。SFXAJ3 モデルでは連続した区間のデータを元にパラメータ推定を行い、そのパラメータを全てのイベントで与え再現計算を行った。一方 SF モデルでは短期解析しか行えないことから各イベントのデータを用いてパラメータ推定を行い、各イベントに対応するパラメータを与え再現計算を行った。このため、SF モデルのパラメータの方がより再現計算に適したパラメータになっていたと考えられる。

3.2 パラメータ同定後の予測計算

フィードバック手法を用いた SF モデルと SFXAJ3 モデルの 1, 3, 6 時間後予測の NS 値とピーク河川流量の関係をそれぞれ図 1, 2 に示した。グラフ上の点線は NS 値が 0.7 を表している。ここで、SF モデルでは最も NS 値が高かった流出率 F フィードバック手法を用いた結果を示している。また、SFXAJ3 モデルでは貯留高 S フィードバック手法を用いた結果を示している。図 1, 2 から SF モデルより SFXAJ3 モデルの方が NS 値 ≥ 0.7 となっているイベントが多く、SFXAJ3 モデルがより予測精度が高いという結果となった。また、表 1 に SF モデル、SFXAJ3 モデルの各予測河川流量の NS 平均値を示した。表 1 から SF モデルでは 1 時間後予測河川流量では NS 平均値 ≥ 0.7 を満たしているものの、3, 6 時間後予測河川流量では NS 平均値 ≥ 0.7 を満たしていない。一方 SFXAJ3 モデルでは全ての予測河川流量において NS 平均値 ≥ 0.7 を満たしている。このことから、SFXAJ3 モデルは SF モデルに比べて長期間の予測でも高い精度を維持できるということが明らかになった。

4. まとめ

SF モデルより SFXAJ3 モデルの方がより予測精度が高く、予測精度を維持できることが明らかになった。今後は他のフィードバック手法の検討やパラメータ推定方法の検討を行い予測精度の向上を図りたい。

引用文献

1) 水村和正, 水圏水文学, 山海堂, pp124, 1998.
2) 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法の開発と評価—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—, 第 22 回水文・水資源学会研究発表会要旨集, pp.104-105, 2009.

3) Jasper A. Vrugt, Hoshin V. Gupta, Willem Bouten, Soroosh Sorooshian, A Shuffled Complex Evolution Metropolis algorithm for optimization and uncertainty assessment of hydrologic model parameters, water resources research, VOL.39, NO.8, 1201, 2003.
4) 天野卓三, 三輪準二, 水草浩一, 金木誠, 中小河川における各種洪水予測モデルの適用性に関する研究, 第 9 回河川技術論文集, pp61-66, 2003.

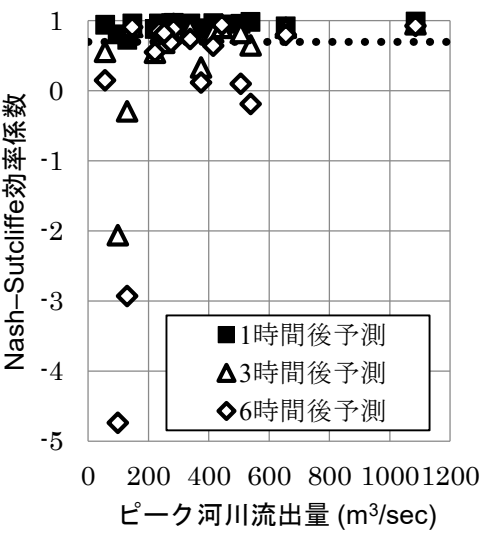


図 1 SF モデルのピーク河川流量と NS 値の関係

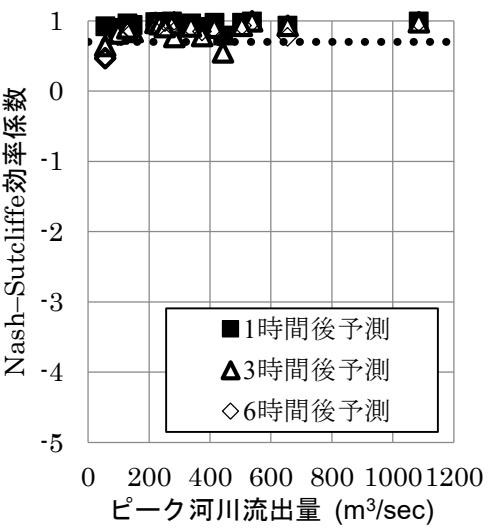


図 2 SFXAJ3 モデルのピーク河川流量と NS 値の関係

表 1 各予測河川流量の NS 平均値

	SF モデル	SFXAJ3 モデル
1 時間後 NS 平均値	0.92	0.95
3 時間後 NS 平均値	0.55	0.87
6 時間後 NS 平均値	0.08	0.87