

岐阜大学工学部 正会員 小尻 利治
建設省中部地建 九津見生哲
岐阜大学工学部 学生員 ○住田 仁志

1. はじめに

近年、都市開発により、流域は急激に変貌し、ピーク流量の増加やそれに伴う洪水災害が頻発している。しかし、それに対する治水システムの整備には、多大の費用と時間がかかるため、現在は十分な状態とはいえない。そこで本研究は、住民の避難可能な時間を3時間とし、洪水流出・流下モデルとフィルタリング理論を結合させ、基準地点での洪水流量予測を行なおうとするものである。

2. 予測方法

本研究では、洪水流出解析法として、木村の貯留関数法を、予測方法として高橋らによるフィルタリングモデルを用いる。

a) 流出モデル：流域および河道に貯留関数法を適用するものであるが、流出モデルは次のようになる。

$$dx/dt = r \cdot (t - T_L) - \xi X^{**}(1/p) + u \dots \dots (1)$$

$$Y = \xi \cdot X^{**}(1/p) + v \dots \dots (2)$$

ここに $\xi = (1/k) \cdot (1/p)$ で K, P, T_L は貯留関数法におけるモデルパラメータ、 r は有効降雨、または、河道への流入量、 X は貯留量(状態量)、 Y は流出量、 u, v はノイズ項で白色正規分布とする。

b) 拡張カルマン・フィルターの導入：貯留関数法を用いるために非線形フィルタである、拡張カルマン・フィルターの導入をはかる。この場合、式(1)、式(2)を、現時点での推定値のまわりに線形化(テイラー展開)し、予測を行なう。加えて、予測誤差(1σ)を同時に算定し予測精度の目安とする。

c) 3時間先の予測方法：3時間先の予測を行なうにあたって、次のような手法を用いた(Fig-1参照)。即ち、河道1、2、3でそれぞれ1時間の流下遅れがあり、時刻 t までの期間にわたって観測地点A、B、Cで観測されているとする。時刻 t から3時間先($t+3$)を予測するためにはA地点での1時間先予測をもとにB地点で2時間予測をし、さらにその結果を用いてC地点で3時間先を予測するわけである。地点Aでは、時刻 t の観測値より $t+1$ での流量が予測

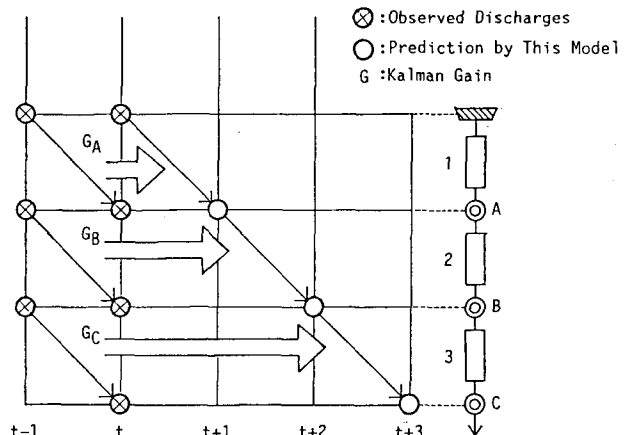


Fig-1 3HOUR-AHEAD PREDICTION

される。地点Bでは、時刻 $t+1$ での地点Aの予測値を用いて $t+2$ での流量が予測される。その際、カルマン・ゲインは時刻 t で計算されたものを用いる。さらに、地点Cでは時刻 $t+2$ での地点Bの予測値を用いて $t+3$ での流量が予測される。やはり、カルマン・ゲインは時刻 t での値を用いる。

3. 実流域への適用

a.) 木曾川流域での予測モデル：適用流域として木曾川水系を用い、洪水防御地点として今渡を考えよう。流域観測地点によって流域をモデル化するとFig-2のようになる。降雨の流出遅れは、流域（ r_{11} ）を除いて、全て1時間である。河道の流下遅れを考えると、部分システムとして、流量地点1～2（ $Q_1 \sim Q_2$ ），4～5（ $Q_4 \sim Q_5$ ）～3（ Q_3 ），3・5～6（ $Q_3 \cdot Q_5 \sim Q_6$ ）および最下流の2・6～7（ $Q_2 \cdot Q_6 \sim Q_7$ ）となる。即ち、飛騨川水系が2個、木曾川水系が1個、合流部が1個の計4個の部分流域モデルより構成される。

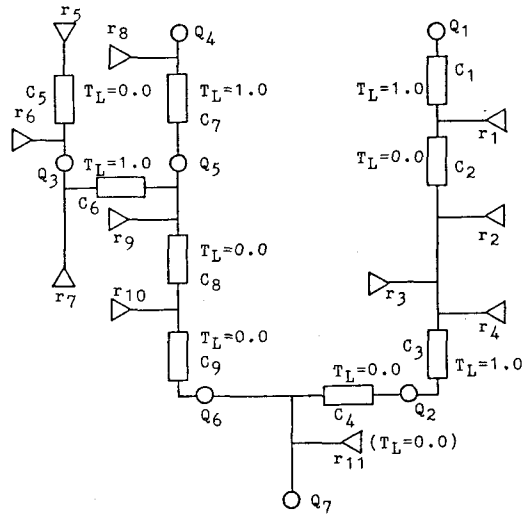


Fig-2 木曾川水系モデル

b) 結果と考察：Fig-3は基準

地点である今渡の予測結果である。図中の 1σ は、今渡より上流のシステムにおける 1σ を考慮して、算出したものである。また外乱の共分散は、状態方程式、観測方程式、どちらも状態量、観測量の約10%とした。この結果、今渡における 1σ は大きな値となった。また時間がたつに連れて、予測値と観測値とがづれていくのがわかる。これはモデルパラメータ K 、 P が流域場を適切に表現していないものと思われる。

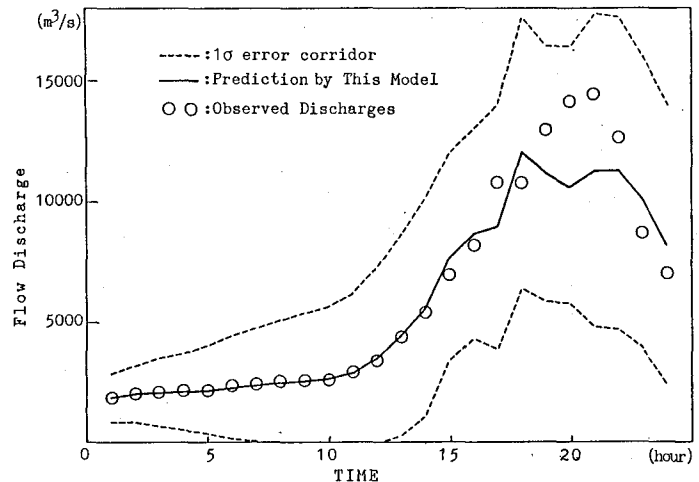


Fig-3 今渡地点の3時間先の予測

4. おわりに

以上で本研究において、ある基準地点流量の予測方法として、いくつかの部分システムでの予測結果を結び付ける方法を提案した。少ない適用例ではあるが、予測結果は良いものであった。今後は、基底流量の分離、パラメータの逐次同定等によるモデルの改良と他の予測モデルとの比較を行ないたい。参考文献；1）高橋、椎葉、宝：リアルタイム洪水予測のモデルと手法、水資源研究センター研