

京都大学工学部 正 員 高棹琢馬
 京都大学工学部 正 員 椎葉充晴
 岐阜大学工学部 正 員 宝 馨
 河川情報センター 正 員 上林好之
 京都大学大学院 学生員 丸川幸治
 京都大学大学院 学生員 〇早友 聡

1. はじめに

流出予測に限らず、都市流域のような複雑な諸元を持つ地域で流出モデルを構成する時は、流域の条件が極端に違う場が存在するので、多入力・多出力系の取り扱いをするのが合理的であると思われる。本研究では多入力・多出力系のモデル構築の前段階として、より簡単な単一入力・単一出力系の流出モデルを用い、Kalmanのフィルタリング・予測理論を応用した実時間流出予測システム¹⁾²⁾によって得られる予測の平均値系列と予測誤差について、その適合度と妥当性を検討した。ケーススタディとして庄内川水系矢田川流域(面積110km²)を対象とする。

2. 流出モデルの構築

まず、対象流域において都市化を考慮した単一入力・単一出力系の流出モデル(貯留関数法)を構築する。都市化の進んだ地域においては下水管などの排水渠、また、土地利用状況の現況が洪水流出の特性に影響を与える重要な要素となる。本研究では簡単のため排水渠は考慮外とし、土地利用状況に関しては、細密数値情報より流域の不浸透域率を求め、有効降雨モデルにおける1次流出率として不浸透域率を用いることによって都市化の度合を評価した。

対象流域(瀬古地点より上流)においては、一次流

出率 f_1 は0.547となる。また、その他のモデルパラメタは、異なる4つの既往洪水を各々最適化した値より推算し、飽和雨量 R_{sa} は80mm、 K は5.0、 P は0.6、遅滞時間 T_1 は60分と定めた。以上の定数を用いた流出モデルによる洪水の再現の結果を図1に示す。図中実線が観測流量、一点鎖線が計算流量を表す。なお、入力には御在所レーダ雨量計システムによって観測された降雨量を用いた。

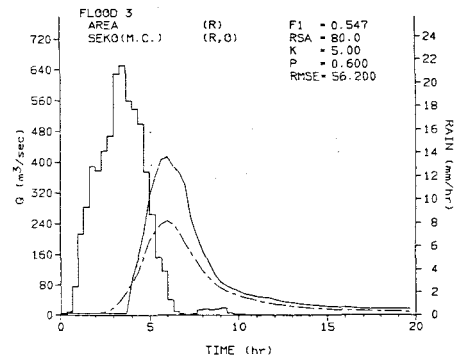


図1

3. 実時間洪水流出予測システムRFP1について

RFP1の処理の流れを簡単に示す。²⁾まず、降雨予測情報の平均値、共分散行列を入力すると予測更新が行われ、 $m\Delta T$ 時間先までの流量予測値とその標準偏差が出力される。この時、遅滞時間 T_1 先までの降雨予測は不要でその間は確定降雨、以後は不確定予測降雨による予測となる。不確定降雨による予測の際に状態ベクトルが拡大され、拡大された状態の共分散行列はUD分解の形で更新される。時間が進み、 ΔT 後の流量観測値が得られると、その値を用いてUD分解フィルタにより状態量の最確値とその分散を得られる。

なお、予測流量と観測流量の差の主因となるモデルの誤差と観測流量の誤差を補償するノイズ項として、システムノイズ w 、観測ノイズ v をそれぞれ導入する。ノイズは乗算的に与えられ、その大きさは試算的に与えられる各々の分散 σ_w^2 、 σ_v^2 によって規定される。

4. モデル流域における適用

RFP1を実際にモデル流域に適用した結果を示す。まず、 $\sigma_w=0.1$ 、 $\sigma_v=0.1$ とした場合の20分先予測流量を連ねたものを図2に、同じく $\sigma_w=0.1$ 、 $\sigma_v=0.05$ とした場合を図3に、 $\sigma_w=0.5$ 、 $\sigma_v=0.1$ とした場合を図4に示す。図中、一点鎖線が流出予測値、その上下の点線に囲まれた部分は標準偏差を加減してできる1 σ 予測帯である。

平均値系列の適合度を図1から図4について比較する。図2では図1に対して、あまりフィルタリングの効果が現れていないことが分かる。ピーク部においては若干の改善が見られるものの減衰部においては適合度が悪く、また1 σ 予測帯より外れている期間が長い。図3においてはピーク部はかなり改善が見られるがやはり減衰部の適合度が悪い。しかし、モデルの信頼度を低く見積った図4においては、減衰部を中心に著しい改善が見られる。図1で示されたように同定された流出モデルが減衰部の再現に適していなかったため、システムノイズを大きめに見積る必要がある。また図5に図2と同条件の場合の2時間先予測流量を連ねたものを示す。リードタイムが長い予測値を連ねた図は、ピーク流量が過小評価となり、全体的に偏平化してくるのが分かる。

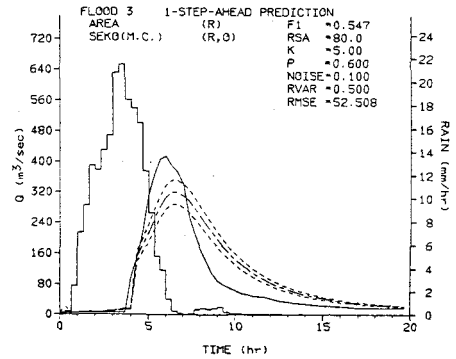


図2

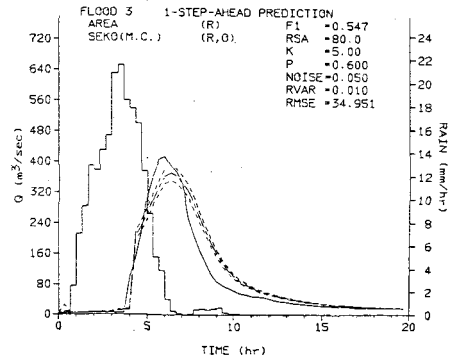


図3

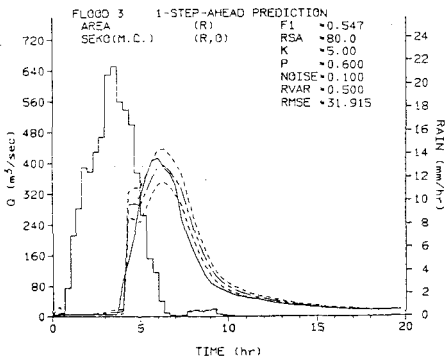


図4

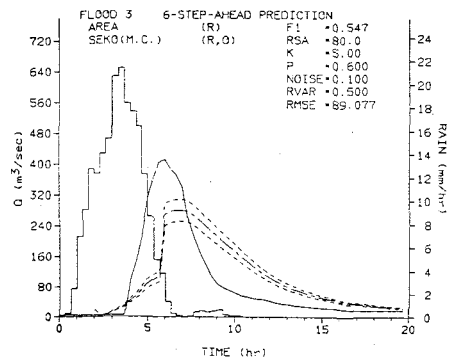


図5

5. おわりに

以上、都市域において実時間流出予測システムを適用した結果を示した。図4においては予測流量の平均値系列は観測流量と高い適合度を示し本法による実時間予測の有用性が示された。しかし、観測流量は1 σ 予測帯の中に必ずしも納まらず、ノイズパラメタの定量的な評価方法を求めることが今後の課題である。

本研究は、(財)河川情報センター並びに水文・水資源学会から研究経費、資料収集の点で援助を受けた。記して謝意を表する。1) 高樺・椎葉・宝：貯留モデルによる実時間流出予測に関する基礎的研究、京都大学防災研究所年報、第25号B-2、1982、pp.245-267。2) 高樺・椎葉・宝：リアルタイム洪水予測のソフトシステム、台21回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集、1984、pp.303-306。