

II-31 吉野川池田・岩津間流域への分布型流出モデルの適用と洪水伝播特性

徳島大学大学院 学生員 ○穴水 秀樹
 徳島大学大学院 フェロー 端野 道夫
 徳島大学大学院 正員 田村 隆雄

1. はじめに

本研究では吉野川池田・岩津間流域を対象として分布型流出モデルを適用し、本モデルの妥当性の検証をおこなうとともに、吉野川池田・岩津間(約40km)における洪水の伝播特性について考察する。

2. 本モデルの概要

本研究で用いる分布型流出モデルでは流域を図-1に示すように11の斜面部(サブ流域という)と6つの河道区間に分割する。

サブ流域の流出モデルには図-2で示すような地表面流分離直列2段タンクモデルを用いる。地表面流孔 λ_0 は層流則、マニング則を関係づけた(1)式で、早い中間流出孔 λ_s についてはDarcy則を用いて(2)式で示される。

$$\lambda_0 = 2.52 \times 10^{-3} \cdot \frac{I_s^{0.9}}{q_{o\max}^{0.8} (N \cdot L_s)^{1.8}} \quad (1)$$

$$\lambda_s = k \cdot I_s / L_s \cdot 3.6 \quad (2)$$

ここに、 $q_{o\max}$: 最大流出強度、 N : 斜面表層のManning粗度係数、 k : 斜面表層中間流の透水係数、 I_s : サブ流域の平均斜面勾配、 L_s : サブ流域の平均斜面長である。また γD , h_1 は図-3の関係を用いて平均勾配 I_s から各斜面に分布させる¹⁾。

河道部の合流・流下計算にはMuskingum-Cunge法を用い、斜面部からの横流入を考慮した(3)式を用いる。

$$Q_{j+1} = C_1 I_{j+1} + C_2 I_j + C_3 Q_j + C_4 L_C (q_{j+1} + q_j) - C_5 m L_C (q_{j+1} - q_j) \quad (3)$$

ここに、 I_j , I_{j+1} : 時刻 j 及び $j+1$ における河道部上流端の流量、 Q_j , Q_{j+1} : 時刻 j 及び $j+1$ における河道部下流端の流量、 q_j , q_{j+1} : 時刻 j 及び $j+1$ における斜面部からの横流入量、 L_C : 河道区間長、 m : 補正係数である。また、(3)式の係数 C に関する洪水伝播速度 c_k は一般に断面形が決まらなければ計算することができない。しかし、流域内の河道区間における断面形を測定することは不可能に近いとため、氾濫時を含めた河道区間の断面形として、径深 R と流量 Q の関係を(4)式のように仮定した。

$$R = aQ^b \quad (4)$$

ここで a , b は断面特性のパラメータであり、径深 R と流量 Q に関して図-4のような関係があるものとする。この図は流量がある特定の流量 Q を超えると径深 R の変化量が変わるとしたものである。この $R-Q$ 関係をManningの流速公式に代入し、洪水伝播速度 c_k の計算に必要な $A-Q$ 関係を得る。

3. パラメータのグループ化

通常、流域を分割しパラメータ数が多くなるほど誤差は小さく再現性は良くなるが、その分パラメータ数が多いがために同定が困難となりうる。そこで同定パラメータ数を抑えるために、サブ流域、河道区間についてパラメータのグループ化をおこなった。11分割したサブ流域に同一パラメータを用いたものから地形特

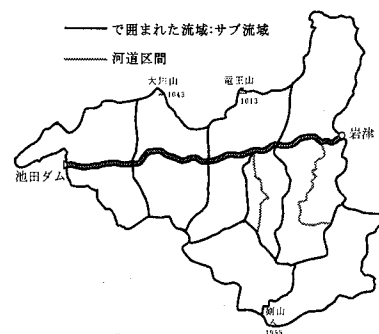


図-1 吉野川池田・岩津間流域の分割図

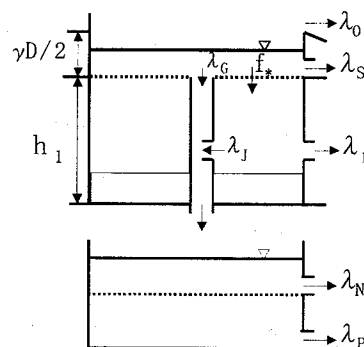


図-2 タンクモデル

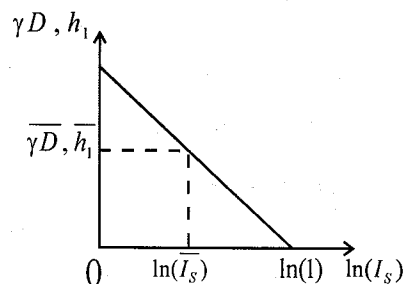


図-3 $I_s - \gamma D, h_1$ 関係

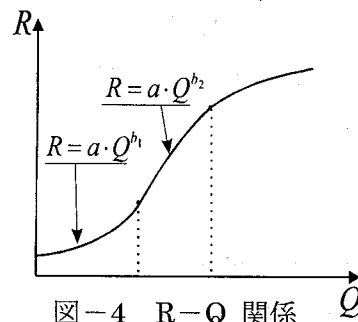


図-4 $R-Q$ 関係

性によって徐々にパラメータグループ数を増やしていった。6つの河道区間は支流を同一にするものとする異なるパラメータをとる2つにグループ化をおこなった。

4. パラメータの同定法

今回2004年の台風10号、台風15号、台風16号、台風21号、及び台風23号の5洪水のデータを使用した。誤差評価関数としては絶対誤差 σ を用いこの誤差評価関数を最小にする最適パラメータをSIMPLEX法で探索する。またモデルパラメータの同定結果の再現性を定量的に見るための指標としてAIC基準（赤池の情報量基準）を用いた。AIC基準とは、解析精度を維持する必要最小限のパラメータをもつモデルを見つけるための基準であり、次式で表される。

$$AIC = N \cdot \log_e \sigma^2 + 2 \cdot N_p \quad (5)$$

ここで、 N : データ数、 σ^2 : 誤差分散、 N_p : モデルパラメータ数

5. 洪水の再現性

全てのサブ流域、河道区間に異なるパラメータをとった場合に絶対誤差が最小になった(CASE1)。サブ流域が5グループ、河道区間が5グループのパラメータをとった場合にAICが最小となった(CASE2)。図-5にCASE2の洪水ハイド

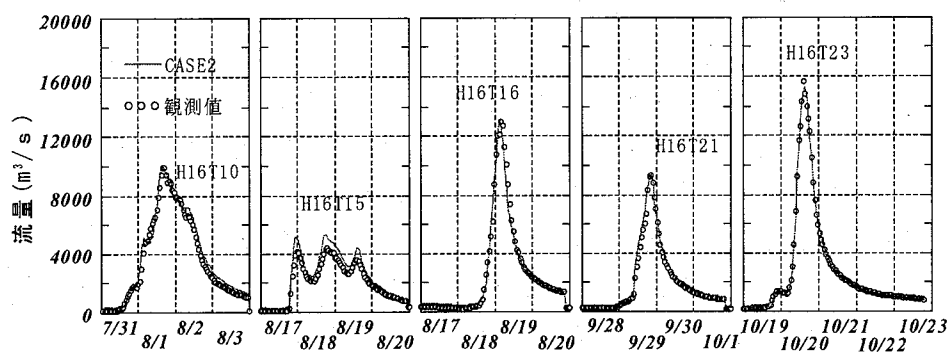


図-5 洪水ハイドログラフの再現性

ログラフを示す。AICが最小となったCASE2は絶対誤差が112m³/sと小さく同定パラメータ数を減らしても十分な再現性が得ることができたと考える。

6. 池田・岩津間(約40km)における洪水の伝播特性

洪水の伝播特性を考察し易くするために、池田・岩津間流域から本流への流入が無い場合を想定した。岩津流量 Q_w の増減率(横流入有の場合 Q_w/Q_i 、横流入無の場合 Q_{w0}/Q_i)、伝播時間比(T_0/T)と池田流量 Q_i との関係を図-6に示す。流量増減率と池田流量 Q_i の関係をみると横流入無し Q_{w0}/Q_i は全体的に1に近い値を示しており、計画規模の洪水でも意外と減衰率(0.95)は小さいことが分かる。伝播時間比との関係をみると流量が10000m³/s以上の洪水において T_0/T が1.7近くの値を示している。これは洪水のハイドログラフ(H16T23)の洪水波形が急峻で降雨開始短時間の内にピーク流量が発生していることから支流等からの横流入量が多量にあったため伝播速度が加速されたからだといえる。

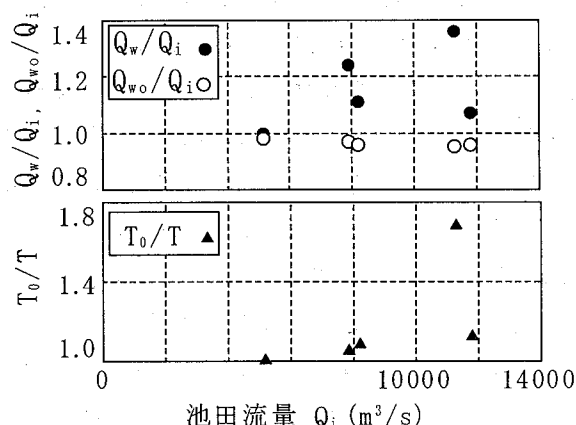


図-6 池田・岩津間における岩津流量増減率、伝播時間比と池田流量の関係

7. まとめ

AIC基準を用いたことで同定パラメータを減らしても洪水ハイドログラフによる再現性は良好であった。次に横流入無しの場合と比較し、池田・岩津間(約40km)の洪水ピーク流量の減衰率(0.95)は小さいことが分かった。また洪水の伝播特性とハイドログラフの洪水波形の関係についても明らかにした。

参考文献

- 1) 荒木・端野・田村：河道部を含む分布型流出解析法に関する研究，平成17年度土木学会四国支部第11回技術研究発表会，pp. 126-127, 2005.