

II-19 河道部を含む分布型流出解析法に関する研究

徳島大学大学院 学生員 ○荒木 隆夫
 徳島大学工学部 フェロー 端野 道夫
 徳島大学工学部 正 員 田村 隆雄

1. はじめに

本文では流域を分割し、それぞれのサブ流域の流れを河道部へ流入させ、河道洪水追跡計算を行う流域分布型モデルを構築する。解析対象流域は青森県中津軽郡西目屋村に位置する目屋ダム流域である。流域の概要は流域面積 172km²、平均標高 566m、流域平均勾配 0.46、主要樹種はブナの落葉広葉樹である。

2. 各モデルの概要

洪水時を解析対象としているため、晴天日の蒸散現象については考慮しない。また、雨量データは域内にある 3ヶ所の雨量観測所から得られた 1975 年と 1977 年の洪水時のデータを用い、スプライン補間¹⁾で推定した。

遮断蒸発モデルは(1)式に示すような非線形モデルを用いる。単木での降雨量と遮断蒸発量の関係を調べた結果より得られた回帰式である²⁾。

$$I = Y \cdot C \cdot \exp(a_\theta \cdot \theta) / P^{b_p} \cdot R \quad (1)$$

$$P = R (0 \leq R \leq R_c), \quad P = R_c (R \geq R_c)$$

ここに、 θ 、 R ：それぞれ、降雨開始時からの積算平均気温、積算降雨量、 a_θ, b_p ：回帰係数、 C ：遮断蒸発係数、 R_c ：臨海降雨量、 Y ：経年係数である。

次に流域分布型モデルは流域を図-1 に示すようにいくつかの斜面部と河道部に分けて考える。

斜面部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²⁾を用いる。各サブ流域に分布させるパラメータは表層タンクの $\lambda_o, \lambda_s, \gamma D, h_1$ の 4 つである。 λ_o は層流則、マニング則を関係づけた(2)式で、 λ_s については Darcy 則を用いた(3)式で各サブ流域に分布させる。

$$\lambda_o = 2.52 \times 10^{-3} \cdot \frac{I_s^{0.9}}{q_{o\max}^{0.8} (N \cdot L_s)^{1.8}} \quad (2)$$

$$\lambda_s = k \cdot I_s / L_s \cdot 3.6 \quad (3)$$

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 、 L_s ：それぞれ各斜面の平均斜面勾配、平均斜面長である。また、 $\gamma D, h_1$ 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。

河道部の合流・流下計算には Muskingum-Cunge 法³⁾を用い、斜面部からの横流入を考慮した(4)式を誘導した。

$$Q_{j+1} = C_1 I_{j+1} + C_2 I_j + C_3 Q_j + C_4 L_C (q_{j+1} + q_j) - C_5 m L_C (q_{j+1} - q_j) \quad (4)$$

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 ：分布した横流入を集中さ

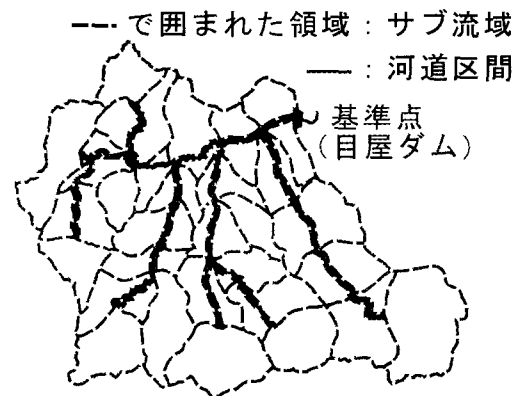


図-1 目屋ダム流域におけるサブ流域と河道区間

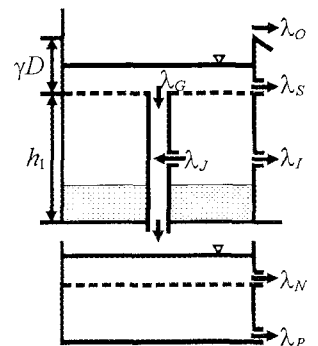


図-2 タンクモデル

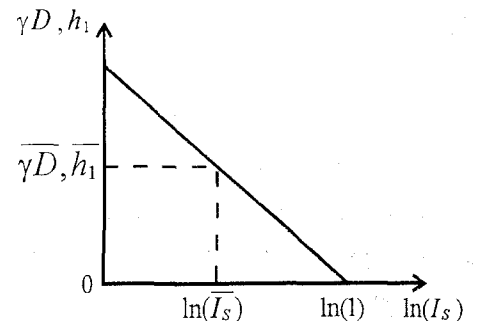


図-3 $I_s - \gamma D, h_1$ 関係図

せるための補正係数である。また、(4)式の係数 C に関する洪水伝播速度 c_k は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であるため、氾濫時も含めた河道区間の断面形として、径深 R と断面積 A を(5)式のように仮定した。

$$R = aA^b \quad (5)$$

ここに、 a, b は断面特性のパラメータであり、径深 R と断面積 A に関して図-4のような関係があるとする。この図は流量がある一定の流量 Q_c を超えると径深 R の変化量が変わると仮定したものである。この仮定を用いて断面形を決定し、洪水伝播速度 c_k を計算した。

3. 集中型モデルと分布型モデルの再現性の比較と評価

1975年8月20日から22日の3日間で208mm、1977年8月5日から7日の3日間で204mmなる集中豪雨が発生した。この集中豪雨時の流量を集中型モデル及び分布型モデルを用いて再現した1975年のハイドログラフを図-5に示す。特にピーク時を見ると分布型モデルは集中型モデルと比べて再現性は良好であると言える。

4. 斜面部パラメータの分布に関する考察

各斜面に分布させる4つのパラメータ λ_o 、 λ_s 、 γD 、 h_1 を1個ずつ順に増加させ、 λ_o のみ分布の場合をP1、 h_1 まで増加させた場合をP4とし洪水流域特性にどのパラメータが最も影響しているか比較・評価した、図-6に1977年のハイドログラフを示す。ピーク時に注目するとP3とP4の2つの再現性には大きな差は見られなかった。さらにP3、P4はP1、P2に比べて再現性が良好であることが分かる。以上のことから有効表層圧 γD が洪水流域特性に最も影響していると考えられる。

5. 本流河道区間におけるハイドログラフ

本モデル(分布型モデル)は流域の任意の地点における流量を推定することが可能である。そこで、本流の上流からPoint1、最も下流の地点をPoint6とし、基準点を含めた合計7箇所流量を推定した。1977年のハイドログラフを図-7に示す。この図より上流のPoint1から4に比べて、下流のPoint5,6と基準点のピーク時間は遅れてくることが分かる。

6. まとめ

集中型モデルに比べて分布型モデルの再現性は良好であり、洪水流域特性に最も影響しているパラメータは有効表層圧 γD である。

参考文献

1) 渡津秀孝, 近藤啓, 富田豊, 大恵俊一郎: スプライン補間による大気汚染評価とその精度について, 徳島大学工学部研究報告 N0,25 1980. 2) V.T.Chow, D.R.maidment and L.W.Mays: APPLIED HYDROLOGY, McGraw-Hill Book Company. 3) 橘・端野・田村: 森林流域における遮断・蒸発および保水能の定量評価(2), 平成16年度土木学会第59回年次講演会。

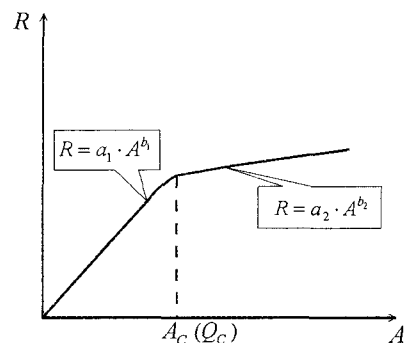


図-4 R-A 関係図

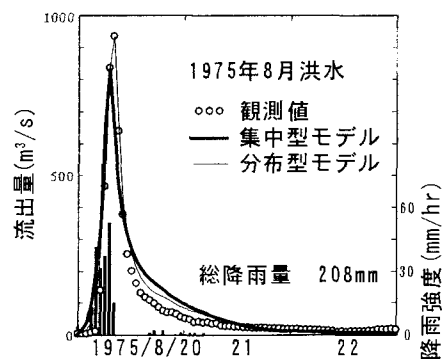


図-5 ハイドログラフの再現性

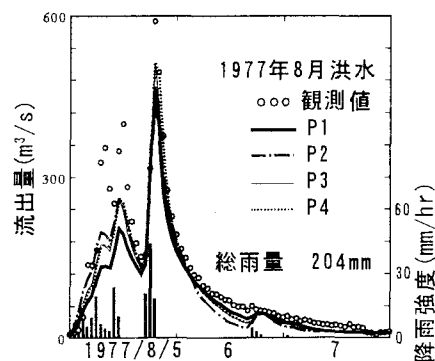


図-6 ハイドログラフの再現性

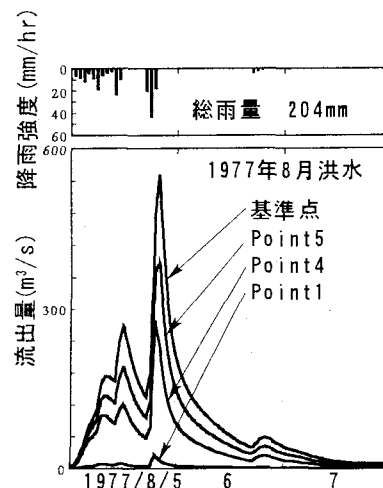


図-7 本流河道区間におけるハイドログラフ