

II-352 河道特性を考慮した阿武隈川流域の流出解析

東北大学大学院	学生員	○八代	義信
東北大学大学院	学生員	杉木	基泰
東北大学工学部	正会員	真野	明

1. はじめに

阿武隈川全流域を対象として、流出現象を精度良く再現するため、擬河道網と kinematic wave 法を用いた流出モデルを開発した。擬河道網の情報から河道断面形を決めるモデルを組み込み、1994年9月の台風26号による出水に適用し、観測値との比較から妥当性を検討した。

2. 流出計算

(1) 擬河道網の作成と降雨分布の推定

国土数値情報の標高データおよび河道位置データを利用してメッシュサイズ $1\text{km} \times 1\text{km}$ の擬河道網を作成した（図-1）。張ら¹⁾に習い位数（各支川の上流端から数えたメッシュの数）が4以上は河道、それ以外は斜面と分類した。

各メッシュの降雨量は、気象庁アメダス観測所、建設省および東北電力の雨量観測所の観測値を用い次式で表される距離重み法で補間した。

$$P_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} z_k / \sum_{k=1}^n a_{ik}, \quad a_{ik} = 1/d_{ik}$$

ここで、 P_i は求めるメッシュ点 i での降雨量、 n は対象観測所数、 a_{ik} は点 i と観測所 k との距離による重み係数、 z_k は観測所 k の観測降雨量、 d_{ik} は点 i から観測所 k までの距離を表す。

(2) 流出計算

各メッシュにおいて、直接流出成分は擬河道網を通して kinematic wave 法により河口まで追跡計算される。各メッシュへの流入量に、(1)で補間した降雨量に直接流出率を掛けた有効降雨量に加わり下流へ伝搬される。任意断面形状流路の洪水移動速度を表すクライツ・セドンの式を利用すると支配方程式は

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{Q}{A} \left(\frac{5}{3} - \frac{2R}{3B} \frac{\partial B}{\partial y} \right) \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

であり、等流を仮定すると、流水断面積 A 、径深 R 、水面幅 B は、マンニングの公式を用いて流量 Q を使って表現できる。ここで、 x は流下方向の距離、 y は鉛直方向の座標である。直接流出率は 0.38 とした。

(3) 河道断面形の決定

阿武隈川は本川長が 240km と長いために、流出波形を正確に再現するためには、実際の断面形を適切にモデルに取り込む必要がある。まず、横断面図より読み取った断面形状を $y = ax^m$ という関数（図-2）で回帰し、指数 m と、その断面位置のメッシュの標高値 Z と最上流にあたるメッシュの標高値 Z_{max} の比 Z/Z_{max} との相関を調べ 2 種類の直線で回帰した（図-3）。次に、平水時の河道幅 B_s を読みとり、擬河道網の情報からその断面位置での集水面積 A 、集水域の最長河川長 L 、河道勾配 I を求めた。これより長さの次元をもつ量 $A/LI^{0.5}$ を得、 B_s との相関を求め直線回帰した（図-4）。断面形状と B_s を読み取った地点では両者より水深 h_s が求められ、 B_s と同様に $A/LI^{0.5}$ との関係を $h_s = 2.38 \times 10^{-6} A/LI^{0.5}$ という直線で回帰した。以上より全ての地点での m 、 B_s 、 h_s がそれぞれ求められ、 $y = ax^m$ より a が決まり全ての地点の断面形状が決定する。流出計算は、矩形断面と $y = ax^m$ の断面の 2 種類について検討した。

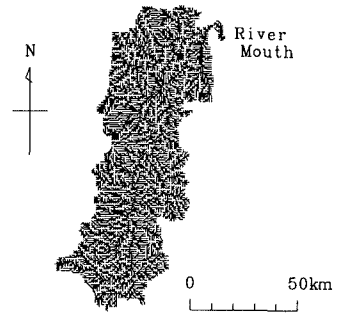


図-1 擬河道網

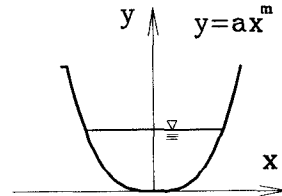


図-2 仮定した河道断面形

3. 計算結果および考察

河道の粗度係数はピーク時刻との対応から0.035と固定し、斜面の粗度係数を試行的に変化させ、誤差が最小となる最適粗度係数0.185を得た。本川の岩沼、福島、須賀川および支川の白石川の船岡大橋の各観測所におけるこれらの粗度係数のもとの計算結果を図-5～図-8に示す。図中の降雨は全流域の平均降雨強度を示している。河道断面形状の影響は出水の伝播速度に現れる。矩形断面（計算1）の場合、出水ピークの伝播速度が速すぎるために、波形の前面が切り立ってしまう。 $y = ax^m$ と仮定した断面（計算2）の場合、水位が上がると水面幅が広がり、その分伝播速度の上昇が緩和される。岩沼、福島では計算値と観測値を比較すると出水ピーク時刻の対応はよく、波形も観測値を良く再現している。上流部の須賀川や白石川の船岡大橋では精度が悪いが、これは降雨の局所性、メッシュサイズおよび斜面のモデル化が不十分であることの影響が現れているものと考えられ、検討を要する課題である。

謝辞

貴重なデータを提供していただいた建設省仙台工事事務所、福島工事事務所、セツ宿ダム管理所、福島県土木部および東北電力に謝意を表します。

参考文献

- 1) 張 旭紅・首藤伸夫・石川忠晴：国土数値情報を用いる流出及び濁質発生量の解析，水工学論文集第36巻，pp.665-670，1992

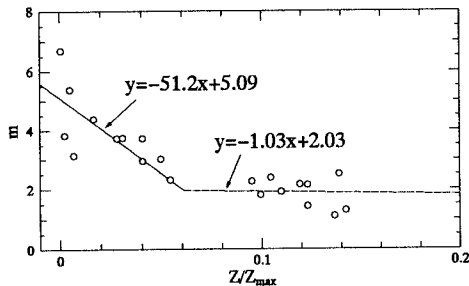


図-3 m と Z/Z_{max} の関係

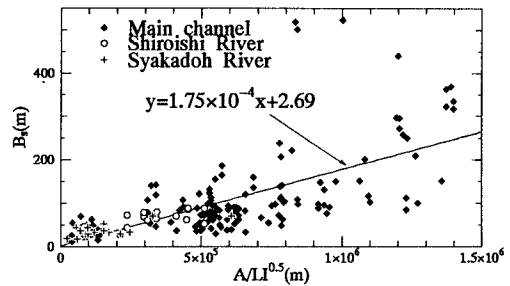


図-4 B_s と $A/LI^{0.5}$ の関係

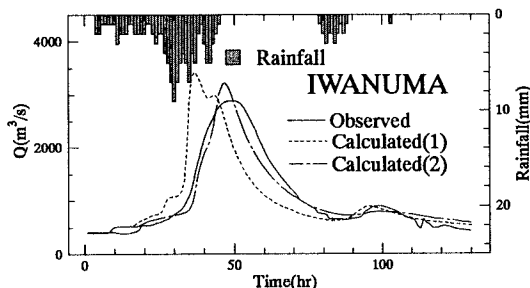


図-5 計算結果

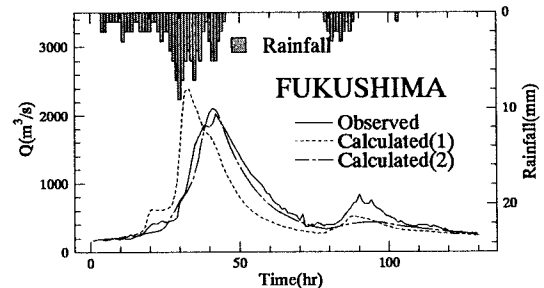


図-6 計算結果

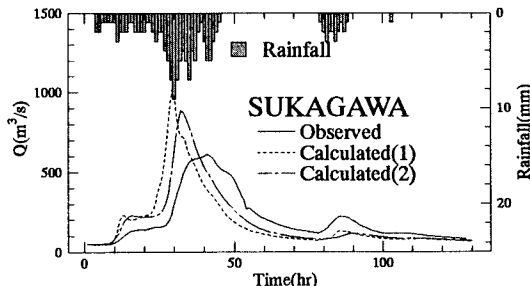


図-7 計算結果

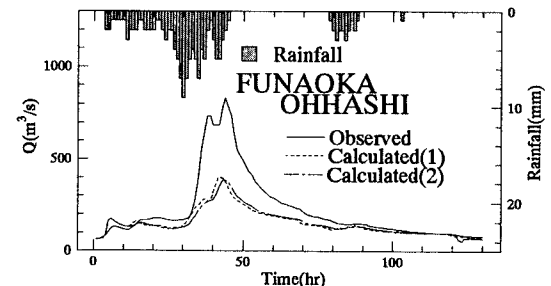


図-8 計算結果