

II-39

擬河道網による阿武隈川の浮遊砂解析

東北大学大学院 学生員 ○市毛 輝和
東北大学大学院 正会員 真野 明
日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1. はじめに

強降雨時の出水にともなう河川の物質輸送は河口周辺の海域をも含めて広範囲に及ぶ。この物質輸送を把握するために、流域全体を扱うことが可能なモデルの作成が必要になってくる。本研究では、対象流域を一級河川である阿武隈川全流域として、浮遊砂に対する物質輸送のモデルを作成するとともに、そのモデルの妥当性について検証をする。

2. モデルの作成法

(1) 擬河道網の作成

国土地理院によって作成された国土数値情報を利用し、格子寸法500m×500mの擬河道網を作成する。実際、河道と斜面において輸送現象が異なるため、擬河道網にたいしても張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8以上は河道、それ以外は斜面とした。図-1は、擬河道網の河道の部分である。

(2) 降雨分布の推定

各メッシュにおける降雨量は、流域内及びその周辺に存在するアメダスの雨量観測所の観測値を用いて次式で表される距離重み法により補間する。

$$P_i = \sum_{k=1}^4 a_{ik} z_k / \sum_{k=1}^4 a_{ik}$$

$$a_{ik} = 1/d_{ik}^2$$

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} は算定する点*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} は算定する点*i*から観測所*k*までの距離を表す。本研究では1時間毎のアメダスの降雨量を用い、1時間単位の降雨量の分布マップを作成した。

(3) 流出計算

本研究では、各メッシュにおける直接流出成分をkinematic wave法により擬河道網を通じて河口まで追跡計算した。クライツ・セドンの洪水移動速度の式を用いると、支配方程式は、次式ようになる。

$$\frac{1}{w} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = r_e B_{sl}$$

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

ここで、 Q は流量、 A は流水断面積、 R は径深、 B は水面幅、 y は鉛直方向の距離、 x は流下方向の距離、 r_e は有効降雨量、 B_{sl} は降雨を与える幅であり、等流を仮定するとマニングの公式を用いて A 、 R 、 B は流量 Q を使って表現できる。

マニングの粗度係数は、斜面では0.35、河道では勾配の $\frac{1}{6}$ に比例するとした。また、直接流出率は0.32とした。

河道断面形状と初期流量については、以前提案したモデル²⁾を使用する。

(4) 浮遊砂計算

本研究では、浮遊砂の連続の式を適応する。今回は、断面内で濃度一様、流下方向の拡散は無視すると仮定して、次式のような流下方向の1次元計算の式を適応する。

$$\frac{\partial C}{\partial t} A = -u \frac{\partial C}{\partial x} A - Fl_d B + Fl_u B - Cr_e B_{sl}$$

ここで C は浮遊砂土砂濃度、 Fl_d は沈降によるフラックス、 Fl_u は巻き上げによるフラックス、 u は流速である。 Fl_d については、Rebeyの沈降速度(w_0)を用いて次式により求める。

$$Fl_d = w_0 C$$

Fl_u については泉ら³⁾によって提案されている次式を用いる。

$$Fl_u = f(p) \times 0.001(\tau^*)^2 R_f^{-2} w_0$$

ここで、 $f(p)$ は交換層内における細砂の相対量、 τ^* はシールズ数、 R_f は無次元沈降速度である。 R_f については次式で表される。

$$R_f = \frac{w_0}{(sgd)^{1/2}}$$

$f(p)$ についてはモデル1として下流の岩沼観測所で土砂濃度が一致するように流域全体に一律に与え、モデル2として斜面においては一律に河道においては次式を用いて与える。

$$f(p) = 0.0000175 \times \exp(-0.22\tau^*)$$

3. 計算結果および考察

計算の開始時刻は1996年9月22日0時にし、降雨データは24日0時まで使用しその後の降雨は0mmとして計算を行った。モデルの妥当性の検討には、出水の際に実測された土砂濃度と比較することにより行う。モデル1の阿久津での土砂濃度の時間変化を図-2に、モデル2の岩沼・阿久津の土砂濃度の時間変化を図-3、図-4に、モデル2のピーク土砂濃度の空間変化を図-5示す。モデル1では土砂濃度が上流側でかなり大きくなる。この原因として上流側では勾配が急なため、平水時の掃流力が大きく、 $f(p)$ が下流より小さいはずであるが、モデル1では上流の $f(p)$ 過大に与えているためであると考えられる。モデル2では分布的に与えているため、流域全体においてオーダーは一致している。また、図-5において岩沼・福島において計算値が小さくなっているのは、この地点周辺で勾配が緩く巻き上げがあまり起きていないためであると考えられる。

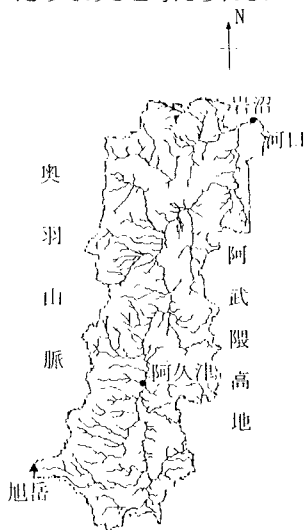


図-1 擬河道網

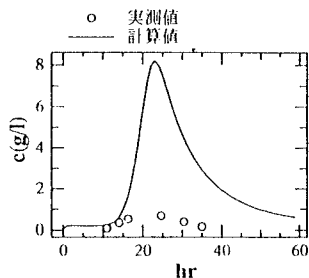


図-2 モデル1の時間変化(阿久津)

4. おわりに

今回の計算より $f(p)$ が土砂濃度に対して大きな影響を与え、モデル2で提案したように $f(p)$ を上流側で小さくなるように分布的に与えることが実現象を表現する上で有効な方法であることがわかる。

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、福島工事事務所に謝意を表します。

参考文献

- 1) 張 旭紅：降雨流出および濁質の発生に関する研究，博士学位論文，p.144，1992.
- 2) 市毛 輝和・八代 義信・真野 明：阿武隈川における1996年17号台風の流出解析，第5回地球環境シンポジウム講演集，pp.203-208，1997.
- 3) 泉 典洋・バーカー，ゲーリー：礫床河道内に堆砂する細砂について，水工学論文集，第39巻，pp.665-670，1995.

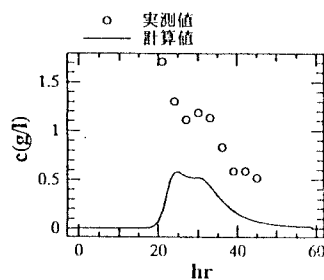


図-3 モデル2の時間変化(岩沼)

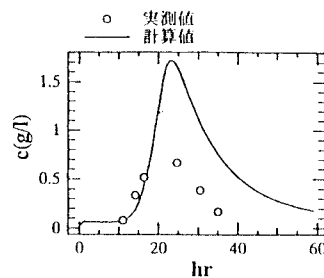


図-4 モデル2の時間変化(阿久津)

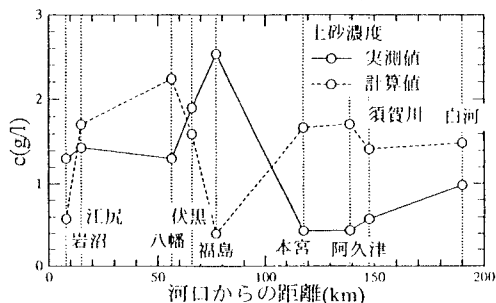


図-5 モデル2のピーク土砂濃度の空間変化