

浮遊砂輸送モデルにおける河床細砂の影響

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、モデルで使用される河床細砂分の存在割合の影響について検討する。

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、擬河道網に対しても張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。

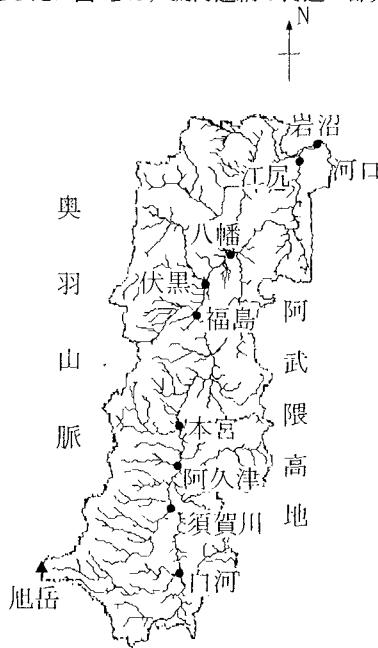


図-1 擬河道網

(2) 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 法を用いた市毛らのモデル²⁾を使用し河口まで計算した。

(3) 浮遊砂計算

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

$$\frac{\partial C}{\partial t} A = -u \frac{\partial C}{\partial x} A - F_d B + F_u B - C r_e B_{sl}$$

ここで C は浮遊砂土砂濃度、 F_d と F_u は沈降及び巻き上げによる土砂フラックス、 u は流速、 A は通水断面積、 B は水面幅、 r_e は有効降雨量、 B_{sl} は降雨を与える幅である。 F_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。

$$F_d = w_0 C$$

F_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。

$$F_u = 0.001 f(p) \tau_*^2 R_f^{-2} w_0$$

ここで、 $f(p)$ は交換層内における細砂分の存在割合、 τ_* はシーلز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。

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

3. $f(p)$ のモデル化

河床細砂分の存在割合、 $f(p)$ は巻き上げ量の大小を左右し、結果として土砂濃度の大小に大きく影響する。そこで本研究では、河床細砂分の存在割合の影響を見るために $f(p)$ についてモデル1からモデル4まで考えた。

モデル1：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様に与える。

Key Words: 浮遊砂, 細砂, 擬河道網, 阿武隈川

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉06 東北大学工学部土木工学科水環境システム学講座 Tel.022-217-7515

モデル2: 斜面においては一様に、また河道においては次式を用いて与える。

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

モデル3: 斜面においては一様に、河道においては平水時には河床の土砂は平衡状態にあると仮定して、平水時に浮遊砂が輸送される際に起こる巻き上げフラックスと沈降フラックスが等しくなるように分布的に与える。

モデル4: モデル3において斜面にモデル3より10分の1の $f(p)$ を一様に与える。

4. 計算結果および考察

今回は河床細砂の存在割合の影響を検討するため1996年の台風17号の再現計算を行う。影響の検討は、出水の際に実測された土砂濃度及びそれぞれのモデルの計算土砂濃度を比較することにより行う。

モデル1では土砂濃度が上流側でかなり大きくなる(図-2)。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。しかし、モデル1では一様に与えているため上流の $f(p)$ を過大に与えていると考えられる。

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(図-3)。また、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。

モデル3ではモデル2においてあまりよい結果が得られてなかった岩沼・福島においても実測値と計算値が近くなった(図-3)。モデル2では勾配が緩いところの $f(p)$ を小さく与えずぎていたと考えられる。モデル3においては流域全体で妥当な値を与えていると考えられる。

モデル3・4を比較してみると白河・福島・江尻などで大きく違ってくる(図-4)。これらの地点は山腹斜面から計算出力地点が近いところであり、山腹斜面の土砂濃度が大きな影響を及ぼすと考えられる。これに反して、他の地点は山腹斜面より出力地点までの距離があり、その間に山腹斜面の大きな土砂濃度は河道において沈降し、出力地点にはあまり大きな影響を及ぼしていないと考えられる。

5. おわりに

今回の計算より河床細砂の存在割合が土砂濃度に対して大きな影響を与え、実際の河道において勾配

が急なところで小さくなるように分布的に与える必要があることがわかる。その方法としては、モデル3,4で提案している平水時における河床の土砂の平衡状態を仮定する方法が有効である。

また、山腹斜面の土砂濃度が本川上の土砂濃度に大きな影響をあたえる地点とあまり影響がない地点があることもわかった。

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。

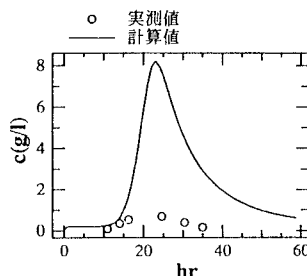


図-2 阿久津での時間変化(モデル1)

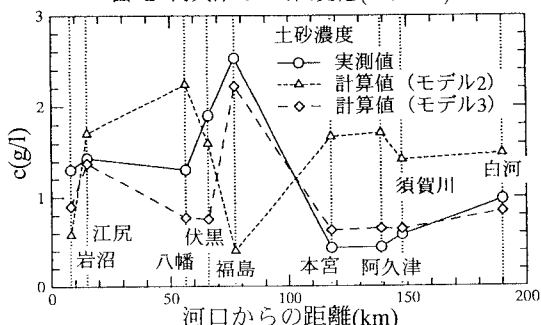


図-3 ピーク土砂濃度の空間変化(モデル2・3比較)

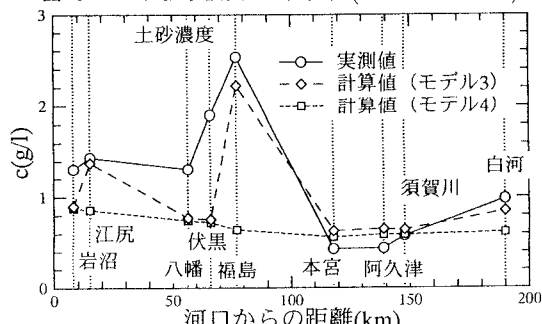


図-4 ピーク土砂濃度の空間変化(モデル3・4比較)

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・パーカー, 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.