

阿武隈川全流域の分布型浮遊砂輸送モデルの開発

東北大学大学院 学生員 ○市毛輝和

東北大学大学院 正 員 真野 明

日本大学工学部 正 員 長林久夫

1. 序論

台風などの強降雨時の出水においては多くの土砂が輸送される。このうち浮遊砂の形態で輸送されるものには、山腹斜面で生産され、河道を通過し、河口まで達するような場合もある。河口から供給される土砂は沿岸漂砂に起因し、海岸浸食などに深く関わってくる。そこで、この広域に及ぶ土砂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および土砂生産場所について検証をする。

2. モデル作成法

まず、阿武隈川全流域を対象としたモデルを作成するために全流域に対する擬河道網を作成する。次に流出計算の際の入力データである降雨量の算定を行い、それらを用いて流出解析を行う。そして、この流れの場において浮遊砂計算の行うモデルを作成する。基本的な計算方法は以前著者らが作成したモデル¹⁾を使用する。

モデルの中で細砂の巻き上げに関係する交換層内における細砂の相対量 $f(p)$ についての算定方法としては斜面部においては一様に、河道部においては建設省で採取分析した、河床土砂の結果を用いて分布的に与える。河道部の分布方法について以下詳しく述べる。

まず、採取地点の粒度分析結果を式(1)で回帰して各採取地点の分散度 a と中央粒径 d_{50} を求める。分散度とは頻度の分散の程度を示すもので、小さいほど分布が広がりをもつものである。

$$y = 50[1 + \tanh\{a \log_{10}(x/d_{50})\}] \quad (1)$$

ここで、 x は粒径、 y はその粒径に対する累積重量百分率である。流域全体の河道に $f(p)$ を分布させるため、採取地点の分散度及び中央粒径を擬河道の情報をもとに回帰する必要がある。中央粒径はモデル1として勾配により式(2)によって回帰するモデルとモデル2として標高と勾配の積のパラメーターにより式

(3)により回帰するモデルを考える。

$$d_{50} = 10^{(1.80 \log_{10}(I) + 6.54)} \quad (2)$$

$$d_{50} = 10^{(0.47 \log_{10}(x) + 1.62)} \\ x = (H + 3) \times I \quad (3)$$

ここで H は標高 (T.P.), I は勾配で標高に3を足しているのは河口の河床を基準にした標高を使用するためである。次に分散度の回帰であるが、これは中央粒径により式(4)により回帰する。

$$a = 0.007(d_{50} - 7.5)^2 + 1.3 \quad (4)$$

式(2)または(3)と(4)により流域全体の分散度、中央粒径が求まるため、これを式(1)に代入する事により、流域内の各地点での粒度分布が求まり、ある粒径に対する $f(p)$ も算出できる。モデルの巻き上げの式に求めた $f(p)$ を代入して計算すると巻き上げを過大に算出するので巻き上げの式に係数 a を乗じて補正する。

また、杉木ら²⁾により阿武隈川の土砂供給源として、福島より約 5・15km 上流にある信夫・蓬萊ダムが指摘されている。そこで、この影響をモデルに組み込むことにより検討する。ダムの底泥は大部分がシルト・粘土のような粘着力のある粒子である。よって巻き上げられ方も他の地点と異なると考えられる。一般的にそのような粒子の浸食量は式(6)によって計算する。

$$E(\text{m}^3/\text{sm}^2) = 0.00001/(2.65 \times 10^3) \left[\frac{\tau^*}{\tau_c} - 1 \right] \quad (6)$$

ここで τ^* はシールズ数、 τ_c^* は限界シールズ数でありおおよそ 0.05 である。侵食が起ると、このような細かな粒子は拡散により浮遊状態で輸送されと考えられるので $F_a = E$ として良い。しかし、このまま計算をすると下流側で土砂濃度が極端に大きくなってしまいうので、係数 b を乗じて補正している。

3. 結果及び考察

96年9月の台風17号の出水に対して再現計算を行い、モデル1・モデル2の影響の違い、ダムの影響などを検討する。

図-2 はモデル1・モデル2の違いを見るために、

20 μm と 50 μm の一様粒径に対して、ダムの影響を入れず、斜面でも巻き上げが起こらないとし、比較のために、江尻において実測値にほぼ等しくなるように係数を補正して計算した結果である。粒径が小さい場合は移流の効果が大きいため河床材の回帰の差はあまり現れてこないが、粒径が大きいと沈降の効果が大きくなるため、その周辺で巻き上げが起こるかが濃度に対して重要になり、観測地点周辺の河床材の影響が大きくなる。また、どちらのモデルにおいても福島で濃度が小さくなっている。

そこで福島の観測濃度がすべてダムからの供給土砂に影響を受けていると仮定しダムからだけ土砂生産させて計算した結果を図-3に示す。八幡あたりでは20 μm においてはまだ影響は大きい、50 μm においてはすでにほとんど影響がなくなる。実際、実測によりダムの低泥は中央粒径が20 μm 程度であることがわかっている、福島の観測地点でダムの影響がわかれば各観測地点でのダムの影響の大きさもわかる。

各観測地点で河道、ダム、斜面のどの影響が大きいかはきちんとわからないが、今回は福島周辺ではダムの影響、下流域では河道の影響が大きいとしてモデルないのそれぞれの係数を決め、流域全体について20 μm の粒径について計算した結果を図-4に示す。下流側ではほぼ一致した。

4. 結論

粒径が小さい場合、移流の効果が大きくかなり上流の影響が及ぶが、粒径が大きくなると沈降の効果が大き

くなり観測所周辺の河床の影響が濃度に大きな影響を与える。

また、ダムより下流側ではそこから供給される土砂の影響が大きい、河口付近になるとその影響より河道に堆積している土砂の影響が大きいと考えられる。

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) 市毛 輝和・真野 明・長林 久夫：浮遊砂輸送モデルにおける河床細砂の影響，土木学会第53回年次学術講演会講演概要，pp.490-491, 1998
- 2) 杉木 基泰，真野 明：阿武隈川における細粒土砂の観測と時空間分布，水工学論文集，第41巻，pp.783-788, 1997.

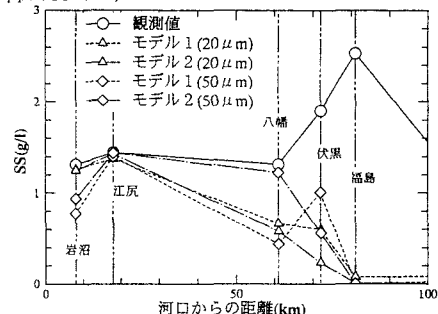


図-2 モデル1とモデル2の比較

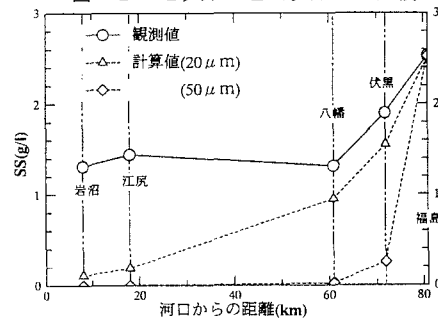


図-3 ダムの影響

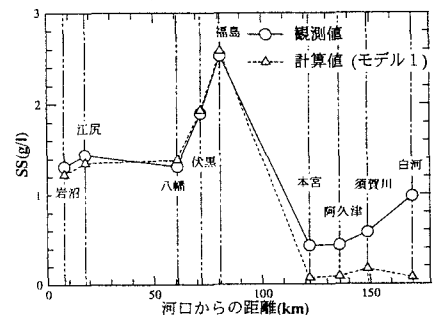


図-4 流域全体の計算結果

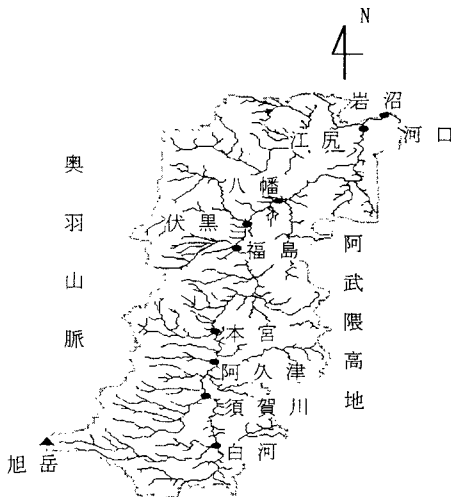


図-1 流域図