

## II - 4

## 阿武隈川の土砂輸送

東北大学工学部 学生員 ○富樫 昇

東北大学大学院 正 員 真野 明

## 1. はじめに

日本においては、地形的・気候的要因などから梅雨、台風などの豪雨による出水や、日本海側の雪解けによる出水のように大量出水がたびたび起こる。このような大量出水においては多くの土砂が輸送される。

河川における土砂の影響は、目を海域に向けてみると河口は土砂の供給源となっており、海岸で起こる沿岸漂砂に影響を与え、海岸侵食や港湾などの海岸構造物周辺の堆砂などに影響を与える。このように河川での土砂の生産、輸送は重要な問題となる。また、大規模な砂移動は大洪水などで起こるため、どこにどれくらいの土砂が堆積・移動するのかが重要となる。

本研究は流量ハイドログラフを使って、阿武隈川の大洪水時の土砂輸送量を算出し検討することを目的としている。大洪水時の出水を取り上げることで、長いスパンにおける土砂堆積過程を把握することを目的とする。

## 2. 研究概要

本研究では、一級河川である阿武隈川（流域面積 5400km<sup>2</sup>、幹線流路延長 239km）を研究対象とした。観測体制は一級河川ほど整備されており、それらのデータを集め解析することができる。阿武隈川流域は、奥羽山脈と阿武隈高地に挟まれているため、複雑な気象状況および洪水流出を示す。

阿武隈川本流において水位観測所を 10 地点ピックアップして、各観測所から水位、勾配、粒径などのデータを収集し土砂輸送量を算出する。対象としている主な出水は、数十年に一度ほどの規模となった 1986 年 8 月の台風による出水と 1998 年 8 月の前線の豪雨による出水の 2 つとした。大規模な災害を対象とすることでその頻度次第では、ある程度長いスパンの土砂堆積過程が予測できる。それぞれの対象期間は次の通りである。

- ・ 1986 年 8 月 4 日 18:00～8 月 8 日 0:00 までの 78 時間
- ・ 1998 年 8 月 27 日 0:00～9 月 1 日 12:00 までの 132 時間

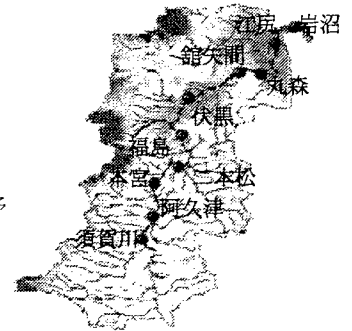


図-1 流域図および観測所の位置

## 3. 計算方法

土砂輸送量を算出するには送流力を考える必要がある。その計算方法として今回の研究では流砂量式の *Meyer Peter - Müller* の式を使って送流力を算出する。無次元量の送流力  $\Phi_B$  は次式となる。

$$\Phi_B = 8(\tau_{*e} - 0.047)^{3/2} \quad (1)$$

$$\tau_{*e} = u_{*e}^2 / (sgd) \quad , \quad u_{*e} = (n_b / n)^{3/4} u_* \quad (2)$$

なお、 $s$  は砂の水中比重、 $d$  は中央粒径、 $n_b$  は砂粒抵抗を表す粗度係数、 $u_*$  は摩擦速度（幅広断面の等流状態を仮定して、 $u_* = \sqrt{ghI}$  の関係を用いた。 $g$  は重力の加速度、 $I$  は河床勾配、 $h$  は水深である）、 $n$  は *Manning* の粗度係数である。また、流砂量  $U$  [m<sup>3</sup>] の計算は次式で与えられる。

$$\Phi_B = \frac{q_B}{\sqrt{sgd^3}} \quad , \quad U = \int_0^t q_B B dt \quad (3)$$

なお、 $q_B$  は単位幅の河床面上を単位時間に移動する流砂量[m<sup>3</sup>/s・m]、 $B$  は河床幅[m]、 $t$  [s] は出水期間である。

洪水過程の流量の時系列に上記式を適用し洪水期間にわたって積分することで洪水 1 個分の輸送能を評価する。

#### 4. 計算結果および考察

これらの計算方法と各観測所周辺のデータから 1986 年と 1998 年の出水時における各観測所周辺ごとの総流砂量  $U$  を算出してみると、1998 年の出水時の方が大きくなった。災害の規模は 1986 年の時の方が大きい、対象とした出水期間が 1998 年の方が長かったため、流砂量が大きくなったと考えられる。

また、出水 1 個分の各観測所における総流砂量は、10 地点の観測所のうち江尻、館矢間、福島 の 3 地点で大きくなることがわかった。この原因として挙げられるのは、河口部に近い江尻、館矢間では河床材料の粒径分布が小さいために送流力が大きくなったと考えられる。一方、福島付近ではちょうど勾配が急になっているために、送流力が大きくなったと考えられる。

これらの点から、流砂量は河床材料と勾配に大きく起因していることがわかる。本研究では、河床面を平坦河床として考えているため計算値の正確さに欠けるが、どこにどれくらいの土砂が堆積しているのかとその原因となる出水の頻度がわかれば、長いスパンにおける土砂堆積過程の変容がわかる。よって、今回の対象出水による各観測所間の土砂堆積量を図-2 に示す。

図-2 から福島-伏黒観測所間で土砂がよく堆積されていることがわかる。この原因としては、福島観測所（河口からの距離 81km）と二本松観測所（河口からの距離 110.4 km）の間で急勾配となっているため、多量に流砂している。そして、勾配が徐々になだらかになる福島-伏黒間でその多量の土砂が堆積したと考えられる。

今回対象とした大災害となる規模の出水が数十年に一回の頻度で起こったとして、それが数千年という長いスパンで考えたときに、この福島-伏黒間では多量の土砂が移動していることになる。右図-3 は福島市周辺の土質地質図であるが、白い部分が一番新しい地質の沖積層である。このあたりは支川の影響もあるが、実際にここ数千年で土砂が堆積している。このことから大洪水を対象とし、河川外への氾濫を含めた土砂輸送モデルの開発が今後の課題となる。

#### 5. まとめ

本研究では、1986 年と 1998 年の大出水を対象として、阿武隈川の土砂輸送量を算出し検討することを目的として行われた。その結果としては、計算結果と実際堆積されている場所など一致する部分があった。得られた結果をまとめると次のようになる。

- ・ 出水時などにおける河川の流砂量は河床材料や勾配に大きく起因する。
- ・ 計算結果から一番土砂が堆積されていた福島市周辺は、確かに沖積層で覆われた地質であった。

今回の研究で用いた流砂量計算式の *Meyer Peter - Müller* の式は、河床材料や勾配がある程度限定されたなかでの実験データに基づいて式を提案したため、混合砂礫床からなる実際河川への適応は、特に注意しなければならない。粒径範囲の広い混合砂礫床の河川では、河床材料の混合特性が大きく影響してしまう。この観点から、今後の課題として粒径別に流砂量を計算する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 市毛輝和：阿武隈川全流域の分布型浮遊砂輸送モデル，東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修士論文，pp.27, pp.51-52, 1999.
- 2) 河村三郎：土砂水理学 1，森北出版，pp.211-212, pp.243-269, 1982.
- 3) 東北地方土質地質図編集委員会：東北地方土質地質図 4，1988.

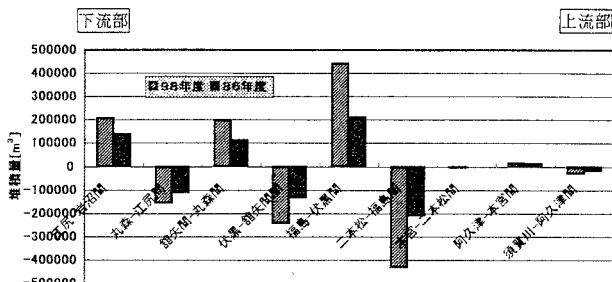


図-2 出水 1 個分の各観測所間の土砂堆積量



図-3 福島市周辺の地質図