

令和元年台風第 19 号による阿武隈川から海岸への土砂流出解析

東北大学 学生会員 ○小林 誠

東北大学 正会員 有働 恵子

京都大学 正会員 竹林 洋史

1. 背景と目的

2019 年 10 月に発生した令和元年台風第 19 号の記録的な大雨により阿武隈川流域では大量の土砂が流出した。阿武隈川ではこのような大規模出水が数年に 1 度の頻度で発生しており、土砂流出が河床形状や下流域の流砂量に与える影響を明らかにすることは、河川・海岸管理の観点から重要である。本研究では阿武隈川における長期間の土砂流出特性を明らかにするため、河道横断形状を考慮した 1 次元混合粒径河床変動解析モデルを用いて阿武隈川下流域の長期的な土砂動態を計算し、海岸への土砂供給量を粒径毎に推定することを目的とする。

2. 解析方法

2. 1 基礎方程式

本研究では流砂の粒径毎の時空間的な変化を計算でき、掃流砂・浮遊砂が発生する広い水理条件を対象とした解析が可能である竹林・藤田¹⁾の 1 次元混合粒径河床変動解析モデルを用いる。河道横断形状は一般断面として扱い、河川流を計算した。掃流砂量は河床勾配が流砂ベクトルに与える影響を考慮した芦田・江頭劉の式²⁾を、 k 粒径階に対する無次元掃流力は修正 Egiazaroff 式⁴⁾を、浮遊砂の基準点濃度は Lane and Kalinske の式⁵⁾を、浮遊砂の沈降速度は Rubey の式⁶⁾を用いて算定した。

2. 2 対象領域と計算条件

対象とした阿武隈川は、流域面積 5390km²、幹川流路延長 239km の一級河川である。水源は福島県旭岳に発し、平野部と狭窄部を交互に経て角田盆地に流れ込み、最大支川の白石川と合流して太平洋に流れ込む。計算区間は阿武隈溪谷下流の丸森から荒浜までの 36.4km とし、計算区間の河床勾配は 1/3700~1/2000 程度である（図-1）。対象とした出水は水位・流量データが入手可能な 2000 年～2019 年の内、概ね土砂移動が開始する流量 1000m³/s を超える 47 出水である。初期河床位としては 1999 年の実測河床位（国土交通省東北地方整備局提供）を用い、縦断方向 0.2km 毎の各横断面に 101 点の河床位を与えた。上流端流量としては丸森水位観測所のデータを、下流端水位は荒浜水位観測所のデータを用い、白石川流量は合流部から約 6km 上流に位置する船岡大橋水位観測所のデータを用いた。河床材料の粒度分布については 2002 年の実測値（国土交通省東北地方整備局提供）を用いた。計算結果は、1999～2007 年の岩沼水位観測所で 3000m³/s を記録した 7 出水に伴う土砂流出量の推定値⁷⁾を用いて検証した。

3. 解析結果と考察

1 次元河床変動モデルの検証を行うため、1999～2007 年の 7 出水に伴う土砂流出量の解析結果と推定値を比較したところ、出水規模が大きいほど細砂(0.075~0.25mm)の流出量について過大評価する傾向にあった。その他の粒径についての解析結果は概ね良好であり、本モデルによって阿武隈川の土砂流出の検討が可能であると判断した。

図-2 に 1999 年～2019 年の河床変動量を示す。河口から白石川合流部までの RMSE は 0.32m と概ね再現できていたのに対し、上流部での再現性は低かった。これは上流端を沖積地の丸森に設定したため、阿武隈溪谷からの流砂量を過大評価したことが原因と考えられる。全区間の RMSE は 0.33m であった。図-3 に各年の総土砂流出量を、図-4 に各出水の総流量と土砂流出量を示す。

キーワード 1 次元河床変動モデル、土砂供給、阿武隈川、洪水

連絡先 〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 458-1 東北大学 環境変動リスク研究分野 TEL 022-752-2112

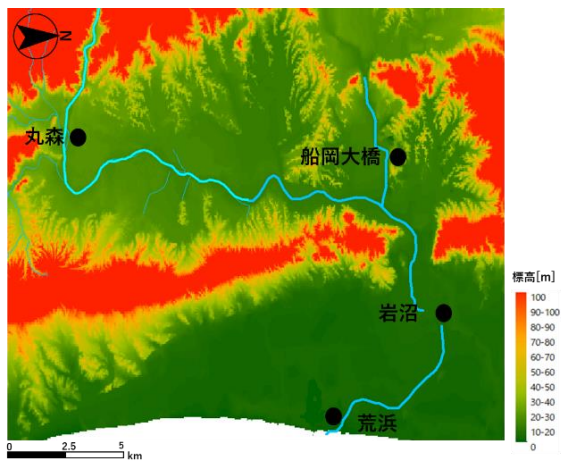


図-1 阿武隈川流域図

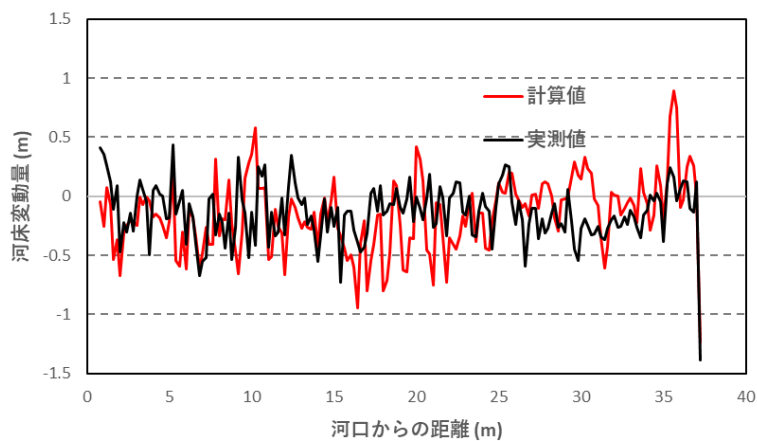


図-2 河床変動量

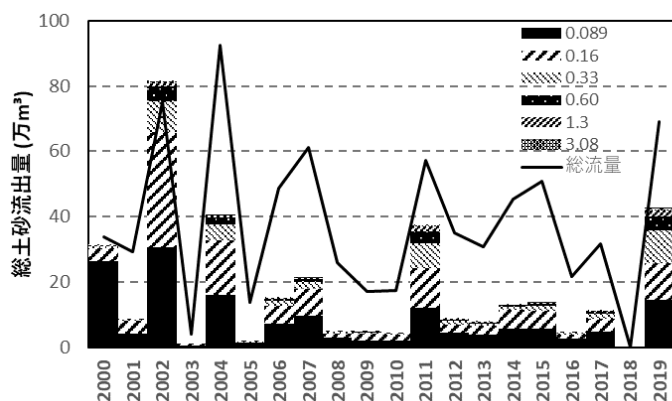


図-3 年間土砂流出量

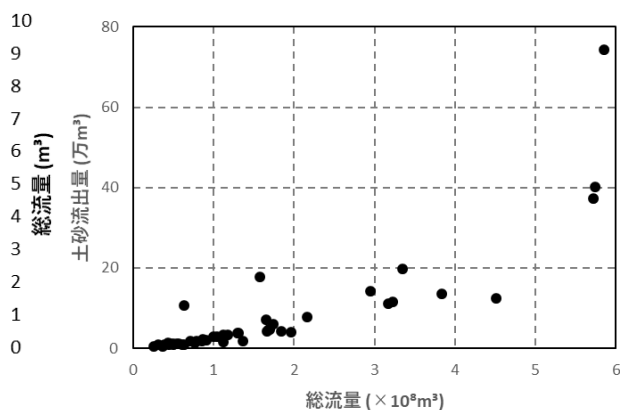


図-4 各出水の土砂流出量

年平均土砂流出量は細砂が約 15 万 m^3 ，中砂(0.25~0.85mm)が約 3 万 m^3 ，粗砂(0.85~2mm)が約 0.3 万 m^3 ，合計で約 19 万 m^3/year であり，令和元年台風第 19 号では，細砂が約 24 万 m^3 ，中砂が約 14 万 m^3 ，粗砂が約 2 万 m^3 ，合計で約 40 万 m^3 の土砂が河川から海岸へ供給されたと推定された。

4. 結論

本研究では，出水に伴う阿武隈川から海岸への土砂供給量を推定するため，1次元混合粒径河床変動解析モデルを用いて土砂流出解析を行った。その結果，阿武隈川から海岸への年平均土砂流出量は約 19 万 m^3/year ，令和元年台風第 19 号による土砂流出量は約 40 万 m^3 であることが推定された。

謝辞：本研究を行うにあたり，国土交通省東北地方整備局より河床材料実測データ及び阿武隈川横断測量データ，ならびに流量データを提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 竹林洋史，藤田正治：粘着性・非粘着性土混在場における一般断面による一次元河床変動解析，砂防学会誌, Vol.64, No.2, p.3-14, 2011.
- 2) S. Egashira and K. Ashida：Unified view of the mechanics of debris flow and bed_load, Advances in Micromechanics of Granular Materials, Elsevier, p.391-400, 1992.
- 3) B. Y. Liu：Study on Sediment Transport and Bed Evolution in Compound Channels., 京都大学学位論文, 1991.
- 4) 芦田和男，道上正規：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究，土木学会論文報告集, Vol.206, p.59-69, 1972.
- 5) E. W. Lane and A. A. Kalinske：Engineering calculation of suspended sediment, Transactions A.G.U., Vol.22, 1941.
- 6) W. W. Rubey：Setting velocities of gravel, sand, and silt particles, American Journal of Science, Vol.25, p.5-25, 1933.
- 7) 国土交通省東北地方整備局：仙台湾南部海岸保全施設整備計画検討業務報告書, 2011.