

上流端の給砂条件変化に伴う河床変動の伝播過程に関する数値実験

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
 東京理科大学理工学部土木工学科
 東京理科大学理工学部土木工学科

学生員 ○吉森 佑介
 正会員 二瓶 泰雄
 正会員 大槻 順朗

1. 序論

現在国内初のダム撤去事業が熊本県・球磨川にある荒瀬ダムで進行中である。ダム撤去に伴い、ダム上流域に堆砂した土砂が下流に流れることにより、下流河川及び河口干潟に影響を及ぼすことが予測され、著者らは 2011 年より環境モニタリングを行っている。その結果、下流河川及び河口干潟において底質環境に変化が表れていることが示唆され¹⁾、ダム撤去の影響がダム下流域に発生していることが認められつつあるが、この影響がどの程度続くかという将来予測は不明である。その要因としては、ダム撤去もしくは建設による下流域への給砂量の増加もしくは減少に伴って、下流河川における河床変動がどのように伝播するのか、という基本的な知見が欠落しているためである。本研究では、様々な上流端給砂条件下における一次元河床変動シミュレーションを行い、上流端の給砂条件変化が下流河川における河床変動そのものやその伝播状況にどのように影響するかを把握し、その河床変動の簡便な推定法の検討を行うことを目的とする。ここでは、荒瀬ダム撤去が行われる熊本県球磨川をケーススタディとする。

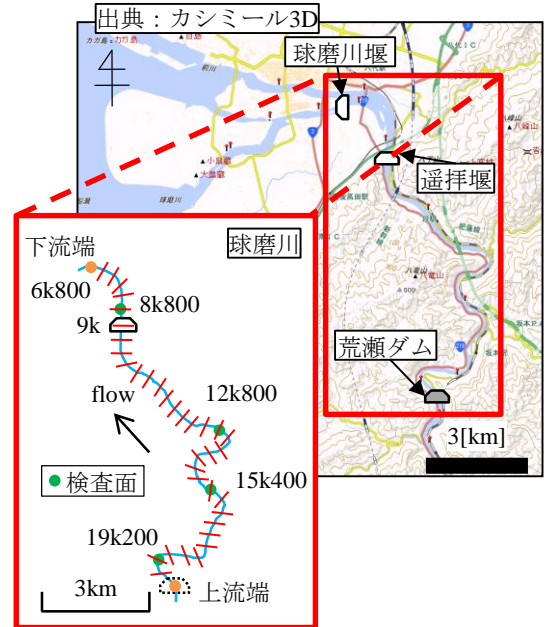


図1 計算対象サイト

2. 研究内容

(1) 計算サイト：荒瀬ダムが建設されている球磨川は、流域面積 1880km²、全長 115km の 1 級河川であり、三大急流河川の 1 つである (図 1)。荒瀬ダムは河口から約 20km に位置している。計算対象範囲は荒瀬ダム直下 (河口 20km) から球磨川河口堰 (同 6.8km) とする。

(2) 河床変動計算の概要：上流側の給砂条件変化が下流域の河床変動に及ぼす影響を把握するために、一次元河床変動計算を実施する。用いる数値モデルとしては、汎用型水理水文モデルである MIKE11 とする。計算格子間隔 Δx は 200 m、計算時間間隔 Δt は 30s、底質粒径 d は 1mm の単一粒径条件とした。計算範囲での初期地盤高は図 2 の通りである。粗度係数は、実測水位 (観測地点：図 1 緑丸) に合うように区間毎にチューニングした。境界条件としては上流端では横石観測所 (河口から 12.8km) の観測流量 (図 3) を、下流端では萩原観測所 (河口から 6.8km) の観測水位を、それぞれ与える。計算期間は 10 年間としたが、比較的大きな出水が見られた 2011 年のデータを 10 回繰り返し与えた。上流端の給砂条件としては、平衡流砂量の 0 倍、0.5 倍、1 倍、1.5 倍、2 倍の 5 種類を与えた。

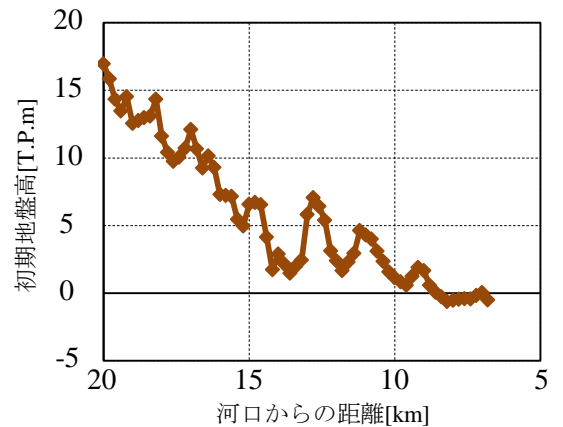


図2 地盤高の初期条件

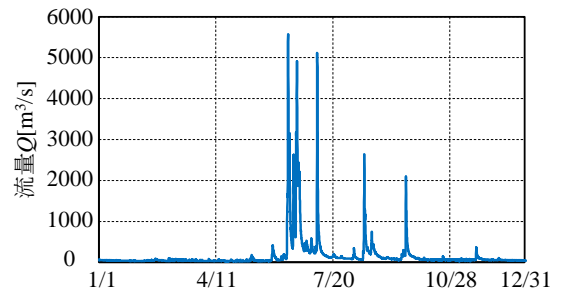


図3 上流端の流量条件 (1 年分)

キーワード：ダム撤去, 河床変動, MIKE11, 掃流砂量, 球磨川

連絡先 : 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL : 04-7124-1501 (内線 4069) FAX : 04-7123-9766

3. 結果と考察

(1)各ケースにおける河床変動の縦断分布の特徴：上流端からの給砂条件の違いによる河床変動状況を比較するために、給砂条件を平衡流砂量の 0, 1, 2 倍における河床変動の縦断分布を図 4 に示す。ここでは、計算開始後 1 年, 5 年, 10 年の計算結果を表示する。また、河床変動は計算初期の地盤高からの偏差とする。これより、平衡流砂量の 1 倍のケースでは、計算開始 1, 5, 10 年後共に概ね一致しており、下流河川の河床高も平衡状態となっている。一方、給砂量が大きいケース（平衡流砂量の 2 倍）では、河床変動の様子は時間と共に下流側に伝播すると共に、同一地点では河床高は増大している。給砂量が小さいケース（平衡流砂量の 0 倍）では、逆の傾向が見られる。このように給砂条件の変化が下流側に年々推移していく様子が分かる。

(2)河床変動差の伝播過程：上記の状況を詳しく見るために、各ケースと平衡流砂量 0 倍の間の河床変動の差を求め、その縦断分布を図 5 に示す。ここでは、平衡流砂量 1, 2 倍のケースに関する毎年の結果を例示する。まず、平衡流砂量 1 倍のケースでは、各年の河床変動差は概ね相似形となっており、時間とともに、河床変動差が大きく、かつ、下流側に広がっている。このような河床変動差の縦断分布は、拡散現象に関する“レイリー問題”の理論解と類似している。また、平衡流砂量 2 倍のケースでは、1 倍のケースと比べて河床変動差が大きく、より早く下流側に伝播している。このように、給砂量が大きいほど、河床変動差が早く、より大きく伝播していることが伺える。

(3)河床変動の伝播状況の推定：このような河床変動の伝播過程を詳細に調べるために、前述の河床変動差が 1m に達する縦断距離 X を毎年算出したものを図 6 に示す。ここでは、給砂条件として平衡流砂量 0.5, 1, 1.5, 2 倍のケースを示す。これより、給砂量が大きいほど、河床変動の伝播距離 X も大きい。また、各ケースの計算結果に対する近似式を算出した結果、概ね、

$$X = k\sqrt{t} \tag{1}$$

と近似でき、拡散現象と類似している。ここで得られた係数 k と上流端の給砂量（掃流砂量）の相関図を図 7 に示す。図中には、両者の間の近似式も図示する。これより、両者の間には良好な相関関係が見られる（相関係数 0.9881）。これより、上流端からの給砂の変化量から河床変動差の伝播距離を定量評価でき、その状況が拡散型河床変動²⁾となっていることが分かる。

参考文献：1)大槻ら, 荒瀬ダム撤去影響評価に向けた球磨川及び河口干潟の土砂輸送・堆砂特性の把握, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.68, No.2, pp.I_1071-I_1075, 2012, 2) 芦田・道上, 混合砂礫の流砂量と河床変動に関する研究, 京大防災研年報, 1971.

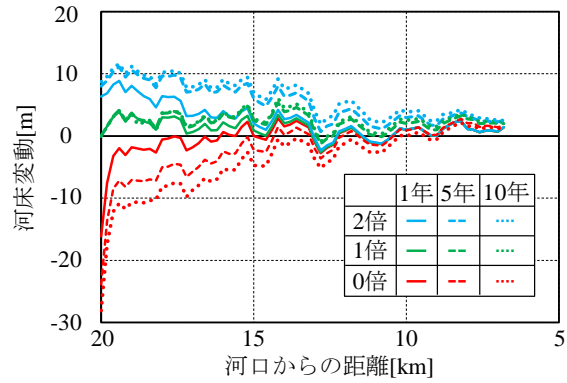


図 4 3つの給砂条件（平衡流砂量の 0, 1, 2 倍）における河床変動の縦断分布

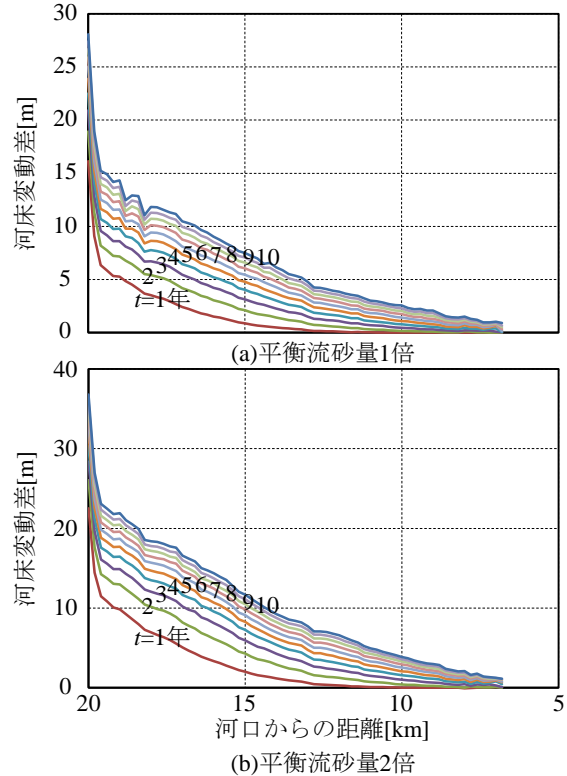


図 5 河床変動差の縦断分布

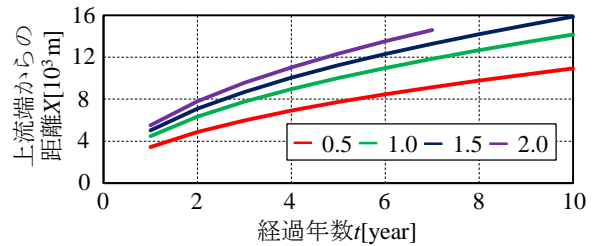


図 6 河床変動差の伝播距離 X の経年変化

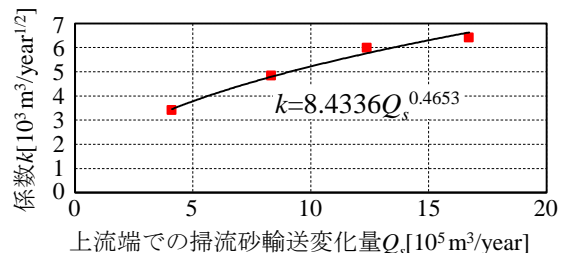


図 7 定数 k と掃流砂量 Q_s の相関関係