

平成7年7月姫川大洪水での大規模河床変動をもたらした流入土砂量境界条件の与え方の検討

中央大学大学院 学生会員 ○岡安 光太郎 高田河川国道事務所副所長 非会員 池田 博明
中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二 中央大学研究開発機構 正会員 後藤 岳久

1. 序論

平成7年7月に姫川で発生した大洪水では、大量の土砂が上流域の支川から本川に流入し河道に堆積した(図-1)。図-2は昭和22年と平成5年の航空写真と昭和22年と平成7年の河幅縦断面図を示す。昭和22年の航空写真には平成7年7月洪水後の砂州と樹木群の領域と洗掘箇所的位置を重ねている。洪水前(平成5年)において河道中央にあった主流路は、平成7年7月洪水で大量の土砂が堆積することにより堤防際に移動し、堤防際の樹木群が流失し堤防の侵食や破堤をもたらした。平成7年7月洪水後の河幅は昭和22年の河幅と一致し、蛇行線形も概ね一致している。従って、大洪水により大量の土砂が河道に流入すると、昭和22年のような元来の河幅や蛇行線形に戻るものと考えられ、大規模洪水による再度災害防止のためには、大規模河床変動をもたらした上流からの流入土砂量ハイドログラフの境界条件を明らかにする必要がある。

本研究では、平成7年7月大洪水を対象に、洪水時の流入土砂量ハイドログラフと樹木群の流失の時間帯を推定し、大規模な河床変動が生じる河道の解析法を検討する。

2. 大量の土砂流入を考慮した河床変動解析法の概要

本検討では、流入土砂量ハイドログラフと樹木群の流失の時間帯を数パターン想定して洪水流・河床変動解析を行い、平成7年に生じた縦断的な河床上昇と主流路の変化を出来るだけ再現する解析結果を得ることにより、流入土砂量ハイドログラフと樹木群の流失の時間帯を推定する。流入土砂量ハイドログラフについては、CASE1は流量ハイドログラフに比例して土砂が流入する場合、CASE2は上流域の支川で土砂災害が集中していた時間帯に大量の土砂が流入し、洪水減水期もCASE1と同程度の土砂が流入する場合、CASE3は土砂災害が集中していた時間帯の流入土砂量をさらに増やし、CASE2の総流入土砂量とほぼ同じになるように洪水減水期の流入土砂量を少なくした場合の3ケースを想定して計算した(図-3)。これらは既往研究¹⁾に示されている姫川全川への総流入土砂量約860万 m^3 を超えないように設定した。上流から細かい土砂が流入することから、河床変動解析には大量の浮遊土砂を供給した。

解析検討区間は7.3kmから日本海とし、洪水流解析では一般底面流速解析法²⁾を用い、河床変動解析では掃流砂と二次元移流拡散方程式を用いて浮遊砂を計算する。上流からの細かい土砂の供給については、解析上流端に姫川の平均的な河床勾配と河幅に概ね一致するような領域(図-4)を設けて、その区間で浮遊砂を発生させ、浮遊砂解析の上流端境界条件とし

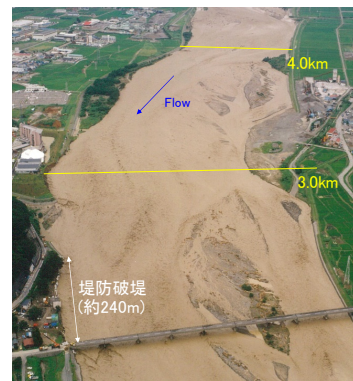


図-1 平成7年洪水航空写真

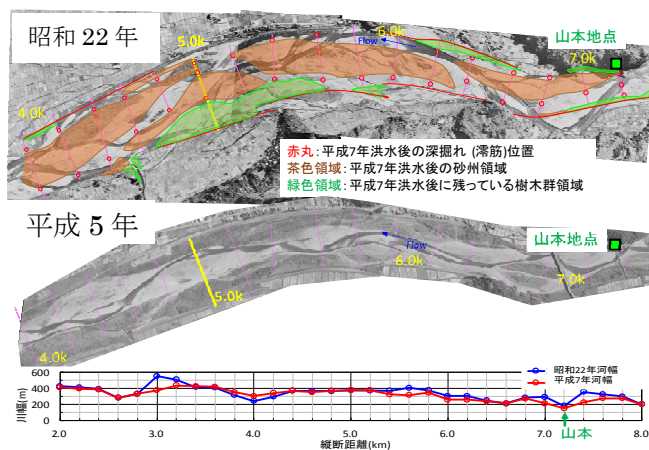


図-2 昭和22年と平成5年の航空写真と河幅縦断面図

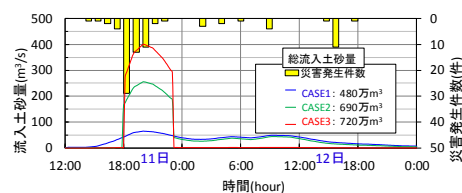


図-3 流入土砂量ハイドログラフ

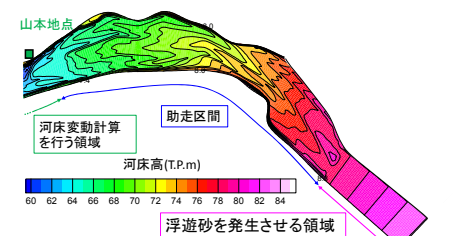


図-4 流入する細かい土砂の与え方

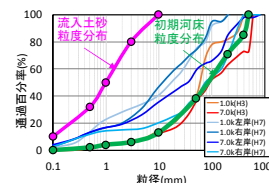


図-5 解析の粒度分布

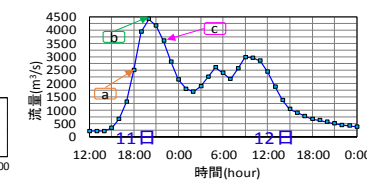


図-6 流量ハイドログラフ

キーワード 姫川, 流入土砂量ハイドログラフ, 流路変化, 樹木群流失

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1615

た. 流入土砂の粒度分布は既往論文¹⁾を参考に与え, 本川河床の初期粒度分布は河床材料調査結果を用いた(図-5).

樹木群が流失する時間帯は, 図-7 に示すように流量ピーク前(CASE(a)), 流量ピーク時(CASE(b)), 流量ピーク後(CASE(c))に樹木群が流失したと想定して計算した. 解析では樹木群の影響は樹木群透過係数で評価し, 樹木群流失後は樹木群の抵抗を 0 とした. 流れの境界条件は, 上流端に流出解析より得られた流量ハイドログラフ(図-6)を用い, 下流端に富山湾の実測潮位を与えた.

3. 流入土砂量ハイドログラフ, 樹木群の流失時間の推定と土砂堆積による主流路変化

図-7 は流入土砂量ハイドログラフを変えた場合の平均河床高の変化の解析値と実測値の比較を示す. ここで樹木群が流失する時間帯は流量ピーク前の CASE(a)としている. 流量ハイドログラフに比例して土砂が流入すると想定した CASE1 は, 実測の縦断的な河床高の上昇傾向を再現できていない. 流量ピーク付近に大量の土砂が流入すると想定した CASE2 は実測の縦断的な河床高の上昇傾向を再現している. CASE3 は洪水ピークまでの土砂流入量が多いため, 実測より大きく河床高が上昇している. これより CASE2 は比較的再現性が高いことから, 以下では CASE2 の 690 万 m^3 の土砂流入を考える.

図-8 は CASE2 における流量ピーク時の解析水面形と痕跡水位を示しており, 解析水面形は痕跡水位の縦断分布の傾向を再現できている. 図-9 は CASE2 における 5.0km の解析横断面形状の時間変化を示す. 解析では, 洪水初期から流量ピークにかけて河道中央の主流路に土砂が堆積し, 外岸堤防際が洗掘し始めている. 流量ピーク以降も河道中央の土砂堆積と右岸際の洗掘が進行し, 初期の主流路は土砂で埋まり, 右岸堤防際が大きく洗掘している. これより, 大量に流入した土砂が河道中央の主流路に堆積することにより, 主流路が移動し右岸堤防際の河床が洗掘していることが分かった. 図-10 は洪水前後の主流路の位置の実測値と CASE2 の解析値を示す. これらはそれぞれ低流量($Q=200\text{m}^3/\text{s}$)時の主流路の位置を示している. 解析では, 4.0km~5.0km の主流路の左岸への移動が再現できていないが, 5.0km~6.0km については右岸堤防際に主流路が移動する傾向を再現できている.

次に樹木群が流失した時間帯について検討する. 流入土砂量ハイドログラフは CASE2 とする. 図-11 は 1 波減水時(12 日 2:00)における CASE(a) (b) (c) の 5.0km の解析横断形状を示す. CASE(a), CASE(b) は実測で右岸堤防際の洗掘傾向を再現できている. 洪水減水期に樹木群が流失したと想定した CASE(c)では, 外岸側の洗掘傾向は再現できておらず, 主流路が移動していないことから, 樹木群は流量ピークより前に流失していたものと考えられる.

4. 結論

大量の土砂が流入した平成 7 年大洪水を対象に, 実測河床変動を説明する流入土砂量ハイドログラフと樹木群の流失の時間帯を推定した. その結果, 姫川の大洪水では河道中央の主流路に土砂が堆積することは概ね説明できるが, 主流路が外岸堤防際に移動する機構, 特に 4.0~5.0km の主流路の左岸側への移動について説明ができていない. これについては, 流入土砂量ハイドログラフの時間分布の与え方の検討が必要である.

参考文献: 1) 朽木ら: 土砂生産のタイミングを考慮した土砂生産・流出に関する研究, 砂防学会誌, Vol. 59, 2007. 2) 内田ら: 非平衡粗面抵抗則を用いた一般底面流速解析法の導出と局所三次元流れへの適用, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 71, 2015.

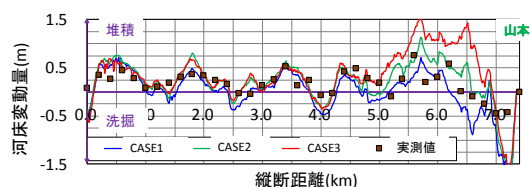


図-7 平均河床高の変化

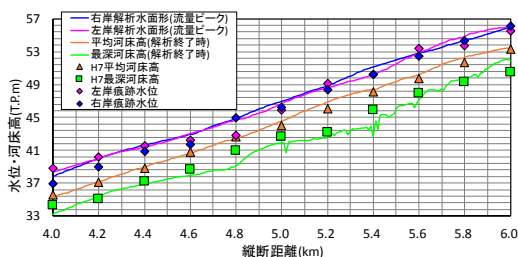


図-8 水位・河床高縦断図

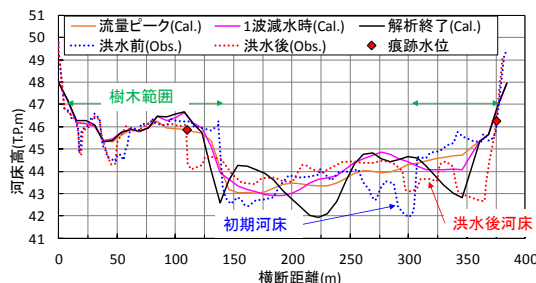


図-9 5.0km の解析横断面形状

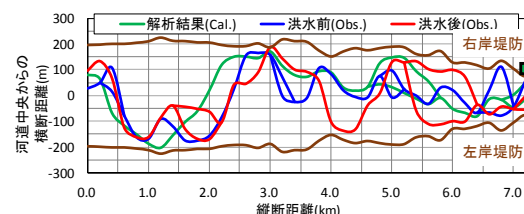


図-10 実測と解析の主流路の位置

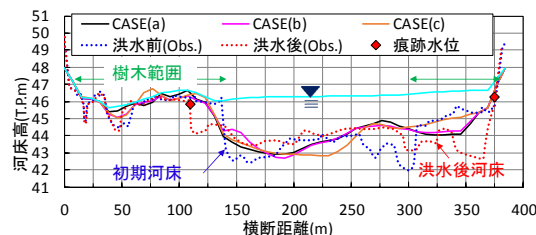


図-11 樹木群流失の時間帯が及ぼす解析横断面形状の差