

粒径に着目した中長期土砂動態の再現計算事例

国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所 森下淳, 堀智幸^{※1}, 大畑隆史, 伊藤美沙, 西崎涼真
国際航業株式会社 ○岩田幸泰, 久保 毅, 窪田真一, 河合貴之, 小阪祐平, 澤村朱美

※1 現；中部地方整備局河川部

1. はじめに

近年、土砂・洪水氾濫に伴う被害の想定及びその対策計画に河床変動計算を用いた検討が進められている。検討においては、既往災害時の土砂移動現象を対象に再現計算を実施し、河床変動計算モデルの妥当性を検証することで一定の評価が得られているが、これらの検討は短期出水による土砂移動現象を対象としたものが多く、中長期の土砂移動現象を対象とした再現計算はこれまでにあまり実施されていない。

本検討では、多治見砂防国道事務所管内の庄内川水系直轄砂防流域（図 1）を対象に、中長期土砂動態の再現計算を実施したので、その結果を報告する。

2. 再現計算の対象現象及び計算条件

2.1. 再現計算対象

近年、対象流域では平成 12 年 9 月の東海豪雨（以降、H12.9）や平成 23 年 9 月の台風 15 号（以降、H23.9）による 1/70 年確率規模程度の豪雨があり、一部流域で崩壊や土石流が発生している。対象流域では、平成 20 年と令和 2 年に航空レーザ計測（LP）を実施しており、その間の河床変動の把握が可能のため、H23.9 出水とその後の約 9 年間の土砂動態を再現対象とした。

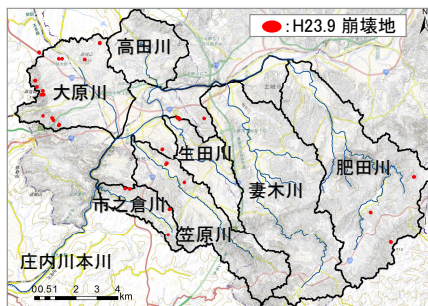


図 1 対象流域位置図

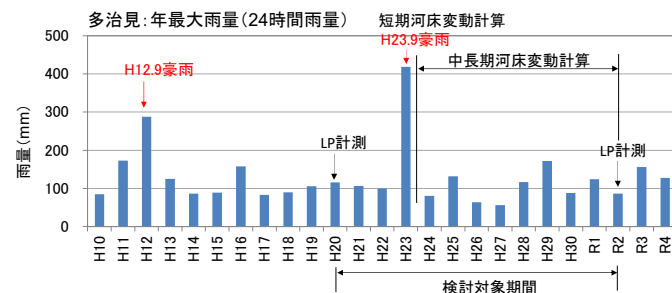


図 2 近年の降雨状況と検討対象期間

2.2. 土砂移動実態の把握

2 時期の LP データを用いて、平成 20～令和 2 年の各流域からの流出土砂量（庄内川本川合流点）及び河床変動状況を把握した。

流出土砂量は、LP データ（DEM）及びオルソデータを用いた崩壊地判読と河床部の差分をもとに、各流域で土砂収支を整理して推定した。河床変動状況は、50m ピッチの横断面図を作成し、2 時期の平均河床高の差分から河床変動高を算出した。H23.9 出水時の流出土砂量は、流域全体で約 28 万 m³ となる（表 1 の赤枠）。

表 1 各流域からの流出土砂量

流域名	崩壊生産土砂量 ① (m ³)	河床侵食土砂量 ② (m ³)	河床堆積土砂量 ③ (m ³)	流出土砂量 [※] ④=①+②-③ (m ³)
市之倉川	16,135	13,224	12,862	16,497
大原川	55,023	48,196	19,304	83,915
笠原川	19,274	62,617	54,459	37,982
生田川	7,711	13,174	11,177	9,708
高田川	21,065	22,167	7,840	35,392
妻木川	5,835	121,989	94,445	38,298
肥田川	21,277	108,665	80,589	55,486
計	146,320	390,032	280,676	277,278

※流出土砂量は単元流域毎に算出して集計した値

2.3. 計算条件の設定

土石流～掃流区間まで一連で計算可能な河床変動計算モデルを用いて、H23.9 出水時の河床変動計算を実施し、その結果から河床土砂の堆積高・侵食深、粒径を引き継いで、中長期の河床変動計算を実施した。

1) 計算ハイドロ

H23.9 出水計算時は実績流量をもとに算出した時間ハイドロを用いて実施した。中長期は計算時間を考慮し、日平均流量を用いて感度分析で足切り流量を設定した上で、土砂移動に寄与する流量以上を対象とした。

2) 供給土砂量

H23.9 出水計算時の供給土砂量は、前章で整理した崩壊生産及び河床侵食土砂量をもとに設定した。中長期は H23.9 出水後～R2 の期間で大きな降雨がなかったことから（図 2）、崩壊や土石流等の新たな土砂生産はほとんど生じていないと想定して、H23.9 出水計算で計算区間に供給されなかった土砂（残土砂量）を上限值として設定し、平衡給砂で供給することとした。

3) 供給土砂及び河床粒径

供給（生産）土砂粒径は、既往の崩壊土砂の粒径調査結果（平成 16 年調査）を用いた。河床粒径は、H23.9 出水前の平成 13～14 年に調査されていたが、H12.9 出水直後の流出土砂の影響が大きいと想定されたことから、本検討において各流域で 3～4 地点で河床材料調査を実施した結果（令和 5 年調査：図 3）を用いた。

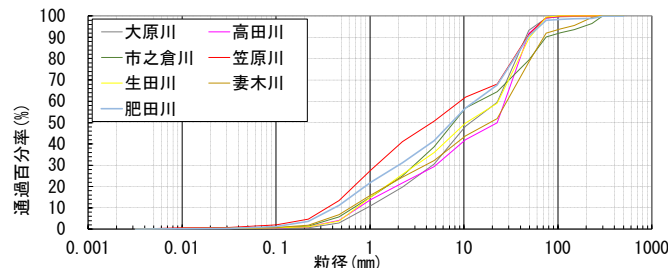


図 3 河床材料の粒度分布（各流域平均）

3. 河床変動計算結果

前章で整理した実績の流出土砂量及び河床変動状況（河床の侵食・堆積）と計算結果との比較を行った。

3.1. 流出土砂量

LP 差分による実績の流出土砂量とH23.9再現計算+その後の中長期の再現計算の流出土砂量を比較すると、笠原川、生田川、妻木川、肥田川では実績に対して1.5～2.5倍以上と非常に大きな値となった(図4

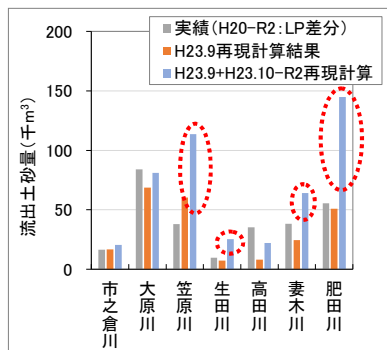


図4 流出土砂量の比較

の破線)。この主な理由としては、2mm以上の粒径の流出土砂量で比較した場合、上記の流域では実績に近づく結果となったことから、再現計算において河床変動(堆積高、侵食深)への影響が小さい細かい粒径(砂や細粒分)が多く流出したためと推測される。

3.2. 河床変動状況

市之倉川、大原川、高田川では、全体的な傾向としては概ね実績と同様の河床変動傾向となった。一方、笠原川、生田川、妻木川、肥田川では、計算結果で連続的に侵食されている区間があり、実績の河床変動と大きく異なる区間が認められた(図5)。

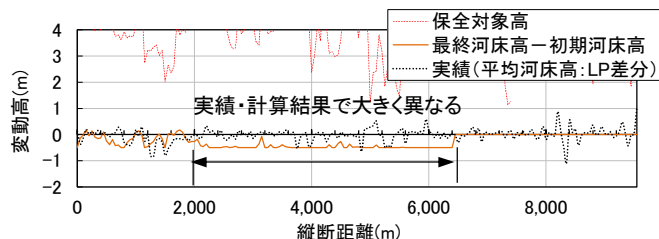


図5 河床変動状況の比較(笠原川)

4. 粒径の見直しによる再計算

前章の結果から細かい粒径の取り扱いや河床の侵食状況等を踏まえて、粒径を見直して再計算を実施した。

4.1. 粒径の見直し方法

1) 供給土砂粒径の変更

供給土砂粒径は、比較的粒径の細かい崩壊土砂の粒度分布を用いているが、H23.9の降雨分布には偏りがあり、対象流域の北西部で降雨が多く、崩壊も多く発生している。一方、南東部では降雨量はそれ程多くなく、崩壊の発生も少ないことから、笠原川、妻木川、肥田川については、崩壊土砂が主体ではなく、溪床の侵食土砂も多く含まれていると想定し、崩壊土砂と溪床土砂粒径の平均値(図6右)を用いることとした。

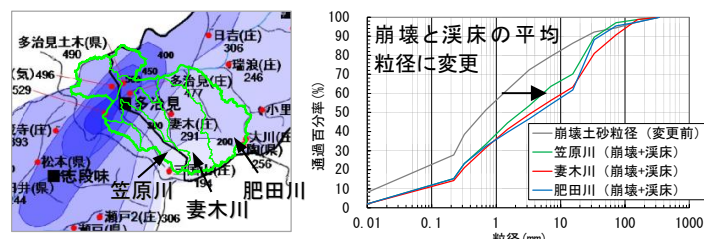


図6 H23.9降雨分布と供給土砂粒径の変更

2) 河床粒径の変更

H23.9出水前は、H12.9東海豪雨以降、大きな降雨がなかったため(図2)、平常時の流水により河床がアーマコート化(粗粒化)されていた可能性が高い。そのため笠原川、生田川、肥田川については、当時の状況を踏まえて、一部区間において線格子法(表層サンプリング法)の結果を河床表層(交換層)に適用することにより、河床のアーマコート化を反映した(図7)。

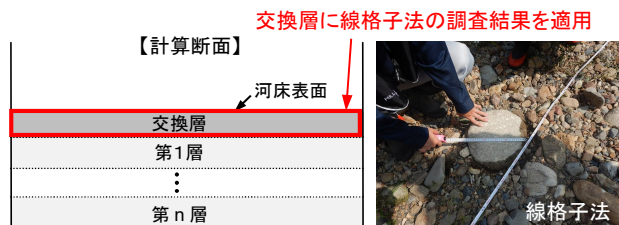


図7 アーマコート化の設定

4.2. 計算結果

粒径を見直した結果、生田川では実績とはほぼ同量の流出土砂量となるなど、河床変動状況も含めて全体的に実績に近づく結果となった(図8、図9)。しかし、流域面積の大きい笠原川、妻木川、肥田川では、実績に対して流出土砂量がまだ多く、細かい粒径の土砂の影響が少なからず残っていると考えられる。

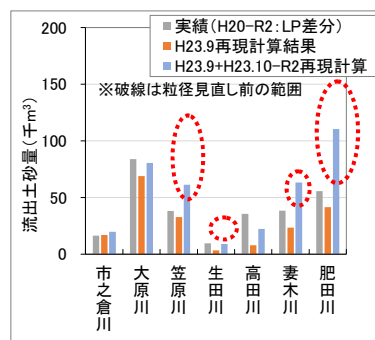


図8 流出土砂量の比較(粒径見直し後)

は、実績に対して流出土砂量がまだ多く、細かい粒径の土砂の影響が少なからず残っていると考えられる。

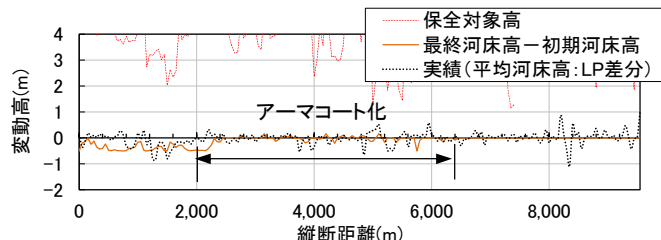


図9 河床変動状況の比較(笠原川: 粒径見直し後)

5. おわりに

本検討では、中長期の土砂動態を対象とした再現計算を実施した際、その当時の現地状況を踏まえて、粒径の設定を見直すことで再現性が向上した。このように中長期の土砂動態においては、生産土砂及び河床土砂の粒径がより大きく影響していると考えられる。

今後は、粒径以外のその他条件を変更した感度分析や庄内川本川区間の河床変動、土砂流出の影響等も検討し、河床変動計算による再現性の向上を図って、被害想定やその対策に活用していきたいと考える。

【参考文献】

- 1) 国土技術政策総合研究所, 大規模土砂生産後に生じる活発な土砂流出に関する対策の基本的考え方(案)(国総研資料第1115号), 令和2年6月