

令和4年9月豪雨（台風15号）による西之谷川の土砂流出と土砂・洪水氾濫対策について

静岡県 袋井土木事務所 大石理智
八千代エンジニアリング（株） ○宮原海、宮田直樹、佐藤敏明、花田隆元、菊池英明、福田久美

1. はじめに

令和4年9月豪雨において、静岡県では西部を中心に土砂流出や洪水による氾濫が多発し激甚な被害が発生した。太田川支川の西之谷川は、当該豪雨により山腹崩壊や土砂流出・氾濫による被害が多発した流域の一つであり、筆者らは今回の豪雨による土砂動態の状況調査と再現計算、土砂・洪水氾濫対策の検討を行ったのでその結果を報告する。

2. 対象流域の概要及び令和4年9月豪雨の概要

検討対象である西之谷川は、流域面積が約10km²、本川の流路延長が8km程度、支川の流路延長が約1.5kmの中小規模河川であり、静岡県西部に位置する太田川の二次支川である。上流域には山地地形が広がっており、狭隘な谷を流下する河道沿いに保全対象家屋が点在している。また、下流域は氾濫平野に人家や公共施設が複数位置しており、新東名自動車を横断後、太田川一次支川である原野谷川に合流している。

令和4年9月豪雨（台風15号）においては、9月23日から24日にかけて線状降水帯を伴う猛烈な雨や激しい雨が降った。特に静岡県内では、複数の観測所で観測史上1位の降水量を更新する等、記録的な大雨となった。

西之谷川の近傍に位置する三倉観測所では、期間合計降雨量362.5mm（72時間雨量）が観測されている。これは、同地点の9月降水量平年値293.2mmを上回る規模の降水量であることから、西之谷川流域においても断続的かつ多量の降雨が発生したものと考えられる。

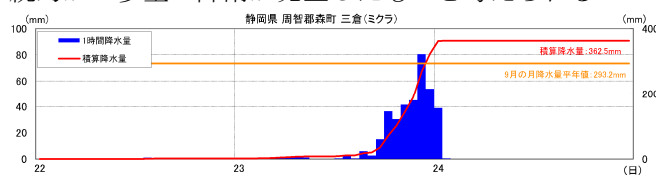


図-1 降水量時系列図（9月22日0時～24日24時）¹⁾

3. 令和4年9月豪雨による土砂生産・流出状況

検討対象である西之谷川では、今回の豪雨で溪岸崩壊や小流域からの土砂流出により、多量の土砂生産が発生した。特に上流支川では、河川沿いの斜面における溪岸崩壊が顕著であり、大小合わせて十数箇所の崩壊箇所が確認された。現地での簡易計測結果から、想定崩壊土砂量は3千m³程度であると想定される（図-2）。

溪岸崩壊等に起因して発生した土砂は、上流支川の河道内へ流入・堆積しており、最大堆積深80cm程度、総堆積土砂量5千m³程度であることが確認された。災害後の現地確認から、上流支川における常時の水深は10cm程度以下であると想定されるが、令和4年9月豪雨時は、多量の降雨と堆積土砂の影響により最大で80cm程度まで水面が上昇したものと考えられる。

また、西之谷川本川においては、上流域で生産され、河道内へ流入した土砂の影響により、河道沿いの複数地点において、氾濫氾濫による被害が確認されている（図-2）。災害後の現地踏査では、上流支川における氾濫痕跡は認められないが、多量の土砂流出及び堆積等の土砂移動が確認されており、上流支川から西之谷川本川への土砂流入が西之谷川本川で発生した土砂・洪水氾濫の一因となっているとみられる。

4. 令和4年9月豪雨による土砂移動の再現計算

4.1 計算モデルの作成

近年において顕著な豪雨であり、対象流域において土砂移動が確認された事例であることから、令和4年9

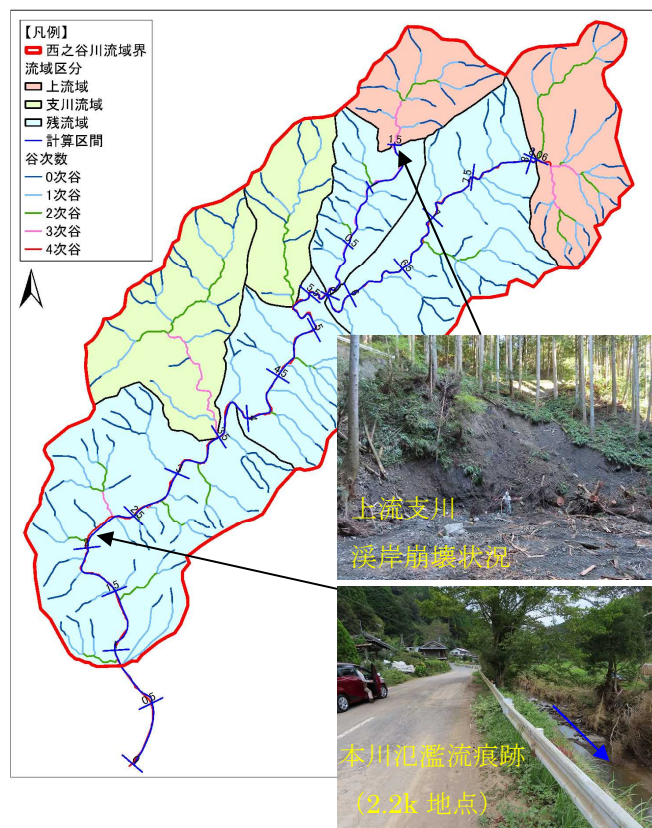


図-2 災害後における現地状況
月豪雨を再現対象災害とし、特に土砂生産の多かった上流支川を対象とした再現計算を実施した。

計算モデルは、参考文献²⁾に基づき、急勾配区間及び緩勾配区間の計算が可能なモデルとして作成した。

計算区間は、土砂の移動形態や土砂生産が想定される流域の位置関係、保全対象の分布等を考慮し、土砂・洪水氾濫が生じるおそれのある区間を網羅するように、河床勾配が概ね10度（約1/6勾配）となる地点から原野谷川合流点までとした。単元流域は、規模の大きな流域から計算区間への流入土砂の影響を考慮し、流域規模や計算区間への明瞭な流路の有無に応じて設定した。

水供給条件は、災害時における観測水位を基に設定した。土砂供給条件は、現地踏査での簡易測量結果を基に、粒度分布調査における細粒土砂の割合を考慮した上で給砂量14千m³として設定した。計算に用いる粒度分布は、生産土砂は現地採取した試料に基づき、河床材料は既往調査により設定した（図-3）。

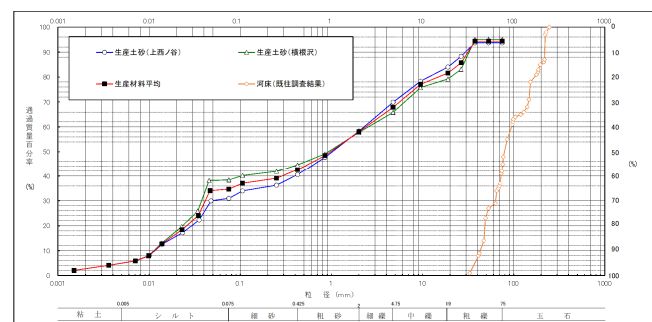


図-3 生産土砂材料と河床材料の粒径加積曲線

4.3 再現計算と再現性の評価

再現計算では、令和4年9月豪雨を対象とし、現地踏査結果との整合性によりモデルの妥当性を評価した。パラメータについては、堆積速度係数 ($1.0 \times 10^{-2} \sim 10^{-4}$) 及びフェーズシフト係数 (2~10) を変化させることによる感度分析を実施の上で設定した。計算の結果、災害後の現地踏査結果 (堆積深及び痕跡水深) との整合性が最も高いモデル (堆積速度係数 1.0×10^{-3} 、フェーズシフト係数5) を最適パラメータとし、当該モデルを後述する土砂・洪水氾濫検討に用いることとした。

表-1 再現計算における検証結果

再現計算 No.			1		2		3		4		5	
フェーズシフト係数			5		2		10		5		5	
堆積速度係数			0.001		0.001		0.001		0.0001		0.01	
追加距離 (km)	現地調査 (m)		再現計算結果 (m)									
	痕跡 水位	堆積深	最大水深	最大堆積深	最大水深	最大堆積深	最大水深	最大堆積深	最大水深	最大堆積深	最大水深	最大堆積深
0.0			0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
0.1			1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1
0.2		0.4	1.0	0.4	0.6	0.1	1.0	0.4	0.9	0.4	1.0	0.5
0.3			0.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0	0.8	0.0
0.4			1.1	0.6	0.6	0.2	1.1	0.6	0.9	0.5	1.2	0.7
0.5		0.5, 0.7	0.8	0.6	0.7	0.1	1.0	0.6	0.7	0.6	0.8	0.6
0.6	0.3		0.6	0.3	0.6	0.0	0.7	0.4	0.6	0.2	0.6	0.3
0.7			0.7	0.1	0.7	0.0	0.7	0.1	0.7	0.0	0.7	0.1
0.8	0.7		0.6	0.1	0.6	0.0	0.6	0.2	0.6	0.1	0.6	0.1
0.9		0.8	1.0	0.9	0.7	0.2	1.1	1.0	0.7	0.6	1.0	0.9
1.0			0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
1.1			0.7	0.2	0.7	0.1	0.7	0.3	0.7	0.1	0.7	0.3
1.2	0.4		0.6	0.0	0.6	0.0	0.6	0.1	0.6	0.0	0.6	0.0
1.3	0.8	0.3	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
1.4			0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.1	0.5	0.0	0.5	0.0
1.5			0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
現地調査との整合度			8		5		6		7		7	

※測線別の現地調査との整合性が高い数値を赤字で示す。

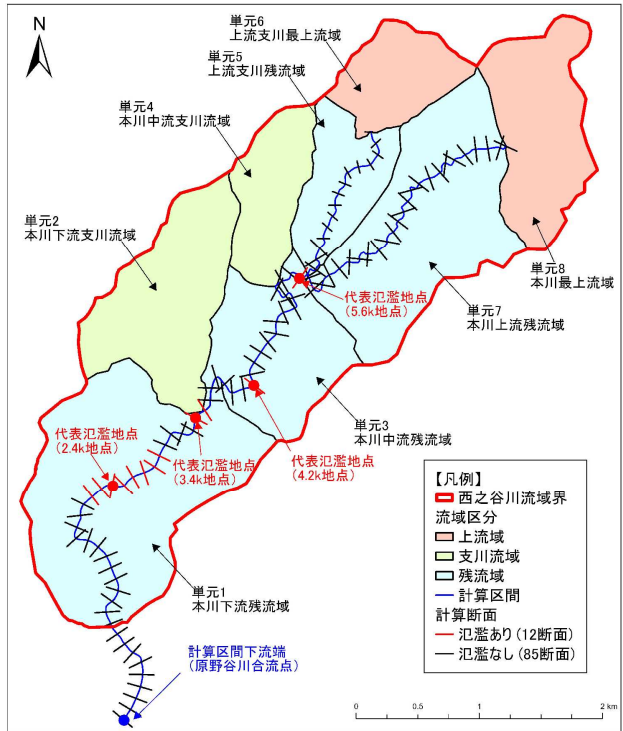


図-4 氾濫地点一覧 (確率規模1/100)

5. 被害想定

5.1 被害想定条件

再現計算で妥当性を検証したモデルを用いて、計画規模の1/100及び河川整備目標規模1/50を対象とした土砂・洪水氾濫の被害想定を実施した。

水供給条件は、太田川水系における河川整備計画の規模設定に用いられている降雨波形を基に設定した。

また、土砂供給条件は、1/100では計画流出土砂量を基に、平衡濃度の割合に応じた土砂供給濃度設定による供給とし、1/50では24時間雨量を用いた比率で補正した土砂量を同様の方法により供給した。

5.2 氾濫地点の抽出

現況施設時を想定した一次元河床変動計算を実施し、土砂・洪水氾濫が発生する地点の抽出を実施した結果、

確率規模1/100では、下流域で氾濫地点が7地点と集中しており、地盤高 (堤防高) を超過するほどの土砂堆積による河道埋塞及び氾濫が発生する地点が複数確認された (図-4)。中流域及び上流域ではそれぞれ1箇所の氾濫が確認された。氾濫地点については、いずれも流域規模が比較的大きい流域の合流点付近での氾濫であり、支川流域からの急激な土砂流入により、河床が上昇し、氾濫が生じたものと考えられる。1/50では、上流及び中流の氾濫は認められないものの、下流域で計4地点が氾濫する結果となった。

6. 土砂・洪水氾濫対策の方針

6.1 氾濫解消に効果的な単元流域の検討

整備効果の高い単元流域評価の抽出を目的として、単元流域別に給砂量を「0」とした計算を実施し、最大堆積深や最大流動深の変化について確認を行った。

計算結果から、特に本川に位置する下流残流域 (単元1) 及び下流支川流域 (単元2)、中流残流域 (単元3)、上流支川最上流域 (単元6) は、土砂の生産量が多く、本川への急激な土砂流入により氾濫発生に対する影響度が高いことが確認された (表-2)。

個別の評価としては、単元1への施設配置により、下流で集中的に発生する氾濫の解消に効果を示すことが明らかとなった。また、単元2、単元3及び単元6は、それぞれ3.4k、4.2k及び5.6k地点の氾濫の解消に対して効果が確認され、複数地点の氾濫解消にも寄与していることが確認された。

表-2 単元流域の検討結果 (確率規模1/100)

給砂カット流域	単元1	単元2	単元3	単元4	単元5	単元6	単元7	単元8
給砂カット量m	52,153	24,759	21,862	749	17,370	14,011	35,370	19,111
追加距離 (km)	2.4	解消	○	○	○	○	○	○
3.4	○	解消	○	○	○	○	○	○
4.2	○	○	解消	○	○	○	○	○
5.6	○	○	○	○	解消	解消	解消	解消

6.2 施設配置計画 (案) の立案と効果の検証

土砂・洪水氾濫による被害解消を目的として、一次元河床変動計算を用いた土砂処理対策の検討を実施した。西之谷川では計算区間 (河道内) への施設配置が地形的に困難であることから、土石流危険渓流への新設堰堤 (不透過型砂防堰堤) の設置を計画するとともに、氾濫解消に効果的な単元流域の検討結果を踏まえて、整備効果が高い渓流については、土石流危険渓流と併せて計画施設を配置することとした。

施設配置検討の結果、1/100では新設堰堤10基、1/50では6基を配置することで、現況施設時に確認された全ての氾濫の解消が可能であることが明らかとなった。

施設配置検討では、計画施設毎に施設効果量や設置位置等が異なることから、計画施設の組み合わせによる氾濫解消効果の検討を実施の上、土砂流出抑制効果の高い施設を抽出し、計画施設の基数を最適化した。

7. おわりに

本報告では、整備効果の高い流域を把握した上で土砂・洪水氾濫対策の計画を実施する方策について示した。また、計画規模1/100を前提とするものの、西之谷川のように保全対象が少ない河川では、当面の目標を河川整備目標程度として、段階的に整備を進めていく等の柔軟性を持たせていくことも必要と考える。

今後は、検討事例の蓄積により計画の精度を向上していくことが、計画検討を行う上で有効と考えられる。

参考文献

- 令和4年台風第15号による大雨, 令和4年11月2日, 気象庁
- 河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫対策に関する砂防施設配置検討の手引き (案), 国土技術総合政策研究所資料第1048号