

令和3年8月豪雨における木曾川水系中津川・落合川の砂防施設効果の検証(2)

国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所 加藤仁志*1・堀智幸・田中健貴*2・水野利香*3・伊藤美沙・野田翔平
 八千代エンジニアリング株式会社 ○小室 知栄・西尾陽介・佐藤敏明・宮田直樹
 *1:令和5年3月時点、*2: 現国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室
 *3: 現国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所

1. はじめに

砂防事業を地域の理解を得ながら進めていくためには、その効果をわかりやすく説明していくことが重要である。木曾川水系中津川・落合川では、令和3年8月豪雨時に上流域で大量の土砂が生産されたが、流出土砂は砂防堰堤が連続して設置されている中上流域の区間に堆積し、下流部では河床上昇による土砂・洪水氾濫は発生しなかった。筆者らは、今回の豪雨における砂防施設の効果を検証するため、現地調査により土砂移動実態の把握を行い、その結果から「令和3年8月豪雨における木曾川水系中津川・落合川の砂防施設効果の検証(1)」で報告した再現シナリオのうち妥当性が高いシナリオを現況施設時の河床変動解析により検討した。また、砂防施設が無い状態の土砂移動を河床変動計算により検討し、令和3年8月豪雨時の砂防施設の効果を検証した。

2. 中津川・落合川の再現シナリオ検討

2.1 検討条件

2.1.1 地形モデル

地形モデルは、最新のLPデータ(令和元年)をもとに、現況および砂防堰堤が無い状態を想定した縦断、横断地形の計算用モデルを作成した。

2.1.2 流量

ハイドログラフは、中津川は手賀野地点、落合川は落合川中山道桁下橋(図-1)の令和3年8月豪雨時の実測水位データから推定したハイドログラフを採用し、ティーセン法に基づいて算出した総雨量の比率から雨量の分布特性を考慮して単元流域に配分した。

2.1.3 土砂量

セディグラフは、土砂移動実態調査から想定した再現シナリオ案を対象として、中津川は7ケース(供給土砂量:約38万m³)、落合川は3ケース(供給土砂量:約31万m³)を設定した。

2.1.4 粒度分布

粒度は、河床材料および崩壊土砂を採取し、粒度分布を設定した。

2.2 再現シナリオ案の検証および最適シナリオの選定

最適シナリオは、現地調査で把握した土砂動態の実態との整合をもとに、河床変動計算により最も妥当性が高いケースを選定した。妥当性を検証するため、①河床変動状況と②砂防堰堤(直轄)の洪水時堆砂勾配の2点に着目し評価した。

2.2.1 中津川

中津川では、土砂堆積が確認された一ノ沢の本川合流点および川上流路工の河床変動状況と保全対象が分布する中津

川本川の下流域の溢水の有無に着目した(着目点①)。また中津川第1砂防堰堤より上流の既設砂防堰堤(中津川第3、中津川第8)(図-2)の洪水時堆砂勾配について着目した(着目点②)。

表-1に現況施設時の一次元河床変動計算結果を示す。シナリオ1~5は、中津川第1砂防堰堤下流から木曾川本川合流点で溢水が生じていることから令和3年8月豪雨の実態と一致していない結果となった。シナリオ7は一ノ沢の本川合流点において、顕著な河床上昇が確認されなかった。シナリオ6、7は、中津川第1砂防堰堤下流から木曾川本川合流点において溢水が生じていないことから、令和3年8月豪雨の実態と一致している。

従って、提案された再現シナリオ案のうち「シナリオ6」が最も妥当性が高いシナリオ案と評価した。



図-2 既存砂防施設位置(中津川)

表-1 中津川 一次元河床変動計算結果(現況施設時)

Case (中津川)	供給土砂量 (m ³)	着目点①		着目点②		判定	備考
		溢水 ○:有り ○:無し	河床変動状況	洪水時堆砂勾配 (計算結果)	中津川第3 (調査:2.0°)		
シナリオ1	381,233	○	河床上昇傾向(約1m)	約2.1	2.4		中津川第1より下流へ堆積した土砂は、すべて正ヶ根から流出と想定。
シナリオ2	381,233	○	河床上昇傾向(約1m)	約2.1	2.6		中津川第1より下流へ流出した土砂を、一ノ沢、八重門谷、小室谷に均等配分。
シナリオ3	381,233	○	河床上昇傾向(約1m)	約2.1	2.7		中津川第1より下流へ流出した土砂を正ヶ根谷を含め均等に配分。
シナリオ4	381,233	○	河床上昇傾向(約1m)	約2.1	2.6		シナリオ1の正ヶ根谷の流出土砂量のうち、約50%を本川上流へ追加。
シナリオ5	381,233	○	河床上昇傾向(約1m)	約2.1	2.5		シナリオ1の正ヶ根谷の流出土砂量のうち、約30%を本川上流へ追加。
シナリオ6	381,233	-	河床上昇顕著(約5m)	約2.1	2.7	○	シナリオ1の正ヶ根谷の流出土砂量のうち、約70%を本川上流へ追加。
シナリオ7	381,233	-	河床上昇無し(約1m)	約2.1	2.4		中津川第1より下流へ堆積した土砂は、正ヶ根、前沢、本川中流域から流出と想定。

2.2.2 落合川

落合川では、土砂堆積が確認された本谷と温川の2支川における河床変動状況に着目した(着目点①)。また各支川の既設砂防堰堤(本谷4基、温川2基)(図-3)の洪水時堆砂勾配に着目した(着目点②)。なお本谷および温川は上流の支川流域であり、土砂・洪水氾濫は生じにくいと考えられるため、溢水の有無は評価対象にしないものとした。

表-2に現況施設時の一次元河床変動計算結果を示す。本谷では、シナリオ2において、本谷第7砂防堰堤の堆砂域から本谷第10砂防堰堤直下において土砂堆積によ

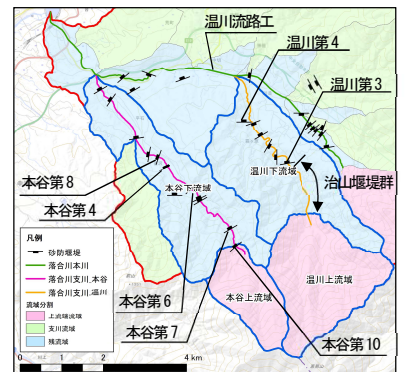


図-3 既存砂防施設位置(落合川)



図-1 計算区間および流域分割

表-2 落合川 一次元河床変動計算結果 (現況施設時)

Case (本谷)	供給土砂量 (m ³)	着目点①					着目点②					判定	備考	
		河床変動状況					洪水時堆砂勾配 (計算結果)							
		本谷第7堆砂域	本谷第8 (調査:3.0°)	本谷第4 (調査:2.9°)	本谷第6 (調査:3.6°)	本谷第7 (調査:7.0°)								
シナリオ1	147,900	河床上昇なし	2.3°	3.5°	4.6°	5.3°								本川の土砂堆積箇所に近い上流域から流出
シナリオ2	147,900	河床上昇顕著 (約7m)	3.0°	3.4°	5.0°	6.4°								本谷、温川上流域から集中して土砂が流出
シナリオ3	147,900	河床上昇なし	3.3°	3.4°	4.4°	5.3°								既流域からはほぼ均等に土砂が流出

著しい河床上昇が確認され、現地調査で把握した河床変動状況から、令和3年8月豪雨の実態と一致していると考えられる。温川では、シナリオ2において、温川第3砂防堰堤上流から上流の治山堰堤群にかけて連続的に土砂堆積による顕著な河床上昇が見られることから、令和3年8月豪雨の実態と一致していると考えられる。

従って、本谷、温川とも提案された再現シナリオ案のうち「シナリオ2」が最も妥当性が高いシナリオ案と評価した。

3. 中津川の砂防施設効果検証

3.1 検討条件

河床条件は砂防施設が無い状態を想定し、牛ヶ瀬砂防堰堤より上流の区間は移動床とし、下流の区間は既存施設地点(床固工)を固定床として計算モデルに反映した。また、砂防施設効果は中津川本川を対象として検証した。

3.2 無施設時の河床変動状況

シナリオ6について、無施設時の一次元河床変動計算を実施した結果を図-4 (上図) に示す。中津川本川では5.1k、5.2k地点で溢水地点が生じており、この地点は既往災害の昭和32年出水時¹⁾の氾濫開始点とほぼ同じである。仮に5.1k地点を氾濫開始点として二次元氾濫シミュレーションを実施した結果、氾濫範囲が約0.6km²となる。中津川下流は、河道沿いに保全対象が分布しており、当該地点で溢水が発生すると市街地を氾濫が流下し、大きな被害の発生が想定される。

従って、令和3年8月豪雨では中津川本川の砂防施設が下流への氾濫抑制効果を発揮したと考えられる。

4. 落合川の砂防施設効果検証

4.1 検討条件

河床条件は砂防施設が無い状態を想定し、温川では上流区間を移動床、下流の温川流路工区間を固定床とした。本谷では移動床を基本とし、下流の露岩区間のみ固定床とし計算モデルに反映した。また、砂防施設効果は落合川本川 (図-3緑の河道) を対象として検証した。

4.2 無施設時の河床変動状況

シナリオ2について、無施設時の一次元河床変動計算を実施した結果を図-4 (下図) に示す。落合川本川では、勾配変化点となっている1.2k~1.5kの区間において上流の本谷・温川から流出した土砂による河床上昇 (約4m) が確認され、地盤高との比高が小さくなる結果となった。計算結果では溢水していないが、1.2k付近の左岸側は土堤 (H=2m程度) となっており、水位が上昇した場合は氾濫リスクが高い地点である。そこで、仮に1.2k地点で破堤したと想定し、二次元氾濫シミュレーションを実施した結果、氾濫範囲は約0.2km²となり、左岸側の住宅地に氾濫被害が発生するものと想定される。

従って、令和3年8月豪雨では落合川支川 (本谷、温川) の砂防施設が下流の被害抑制に寄与したと考えられる。

5. 砂防施設の整備状況との関係

中津川および落合川の砂防施設整備状況 (直轄) は、図-5

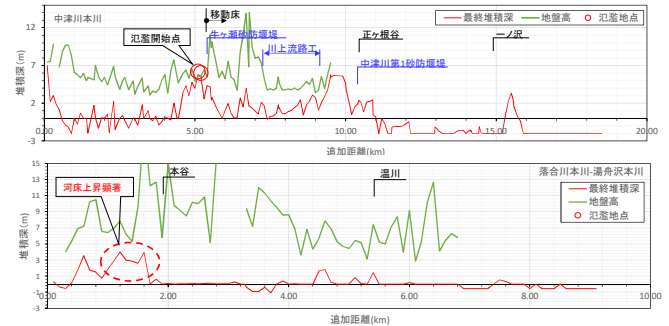


図-4 一次元河床変動計算結果 (無施設時)

に示すとおりである。中津川、落合川共に昭和15年より砂防施設の整備が開始され、令和3年時点で中津川に62基、落合川に66基の施設が整備されている。施設整備開始時から10年間隔毎の完成施設数を見ると、中津川では、施設整備が開始されてから昭和54年までの間に大きく増加し、その後は減少している。落合川でもほぼ同様に平成元年までの間に大きく増加し、その後は減少している。

図-6は、過去60年間の洪水発生状況と砂防施設整備進捗の関係を示したものである。平成12年9月洪水と令和3年8月豪雨は、再現期間が約20年で、雨量の規模もほぼ同程度である。これらの洪水ではいずれも土砂洪水氾濫による被害は発生していないが、無施設時のシミュレーションでは、いずれも氾濫被害が発生することを確認しており、継続的に行われている砂防施設の整備が、比較的高い頻度で発生する洪水による土砂流出に対して、氾濫被害の防止効果を発揮してきているものと考えられる。

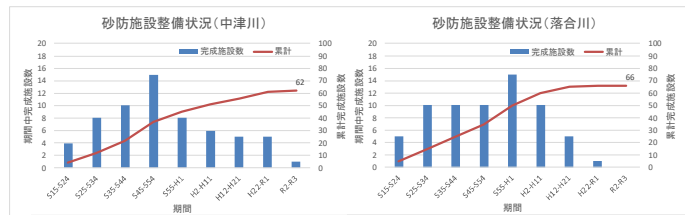


図-5 中津川・落合川の砂防施設整備状況 (直轄)



図-6 過去60年間の洪水発生状況と砂防施設整備の関係

6. おわりに (今後の課題)

木曽川水系では、中津川や落合川に代表される幹川上流域が非常に荒廃している状況にあり、幹川の本川河道や砂防堰堤堆砂地において土砂移動に伴う河床変動が発生している傾向が確認されている。このことから、東海豪雨や令和3年8月豪雨のような短期出水によって土砂が生産され、その後の降雨流出によって中長期的に下流河道に流出し、河床変動が発生していると推定される。また、過去に中津川流域において土砂・洪水氾濫が発生した昭和32年出水時の降雨は、必ずしも既往最大の降雨ではないことから、大規模土砂生産イベント後の中長期の土砂流出による河床変動と中小出水の組み合わせが土砂・洪水氾濫に影響していることも考えられる。

従って、今後は管内において実施されてきた土砂動態調査や流砂観測データを活用し、中期 (土砂流出活発期) 及び長期 (土砂流出継続期) の土砂動態を把握するとともに、シナリオの検討、河床変動計算による再現性検討や砂防施設効果の検証が必要と考えている。

参考文献; 1) 中津南地区尾鳩地域地区防災計画、令和3年3月、岐阜県中津川市