

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)

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 ○佐藤敏明・小室 知栄・西尾陽介・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生産が発生したが、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について河床変動計算による検証を行うことを考えた。河床変動計算により砂防施設の効果を検証する場合、通常は豪雨前後の河床変動測量や航空写真による縦横断測量により土砂移動実態を把握するが、今回については必要なデータが得られない状況であった。このため、土砂移動実態については現地調査で把握を行い、その結果をもとに河床変動計算により土砂流出の再現シナリオを想定し、砂防施設効果の検討を行った。ここでは、土砂移動実態の概要と土砂流出の再現シナリオの想定を行った結果について報告する。

2. 対象流域の概要

中津川および落合川は、木曾川の上流部に位置し、恵那山を源流とする支川である。中津川は、流域面積 82.8 km²、平均河床勾配 1/11、落合川は、流域面積 62.7 km²、平均河床勾配は 1/7 であり、同様の地形条件を有している。主な地質は花崗岩および流紋岩であり、風化・変質が進んでいることから

源流部には多くの大規模崩壊地が存在している(図-1)。

今回の豪雨では、中津川で上流の支川および本川の広範囲に大規模な土砂移動が発生したのに対し、落合川では恵那山を源流とする支川の本谷、温川のみで大規模な土砂移動が発生し、本川およびその他の支川ではほとんど土砂移動が発生していない。

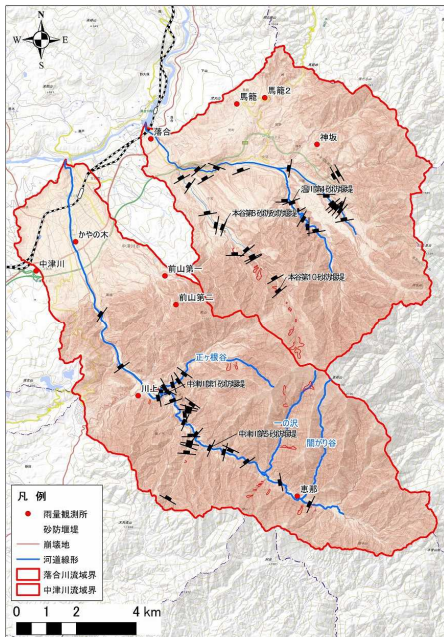


図-1 中津川、落合川の流域概要

3. 降雨の状況

令和3年(2021)8月12日から15日にかけて、前線が本州付近に停滞し、13日から14日にかけて岐阜県では記録的な大雨となり、中津川、落合川では、最も多いところで総雨量 563.0mm、最大時間雨量 57.0mm(恵那観測所)を観測し、東海豪雨(平成12年9月、総雨量 595mm、最大時間雨量 80mm)に匹敵する非常に激しい雨を記録した。レーダー解析雨量の累積雨量(8/13~15)の分布では、中津川上流域および本谷、温川の上流域で雨量が多くなっている。図-2に、累積雨量の分布と恵那雨量観測所の観測降雨波形を示す。

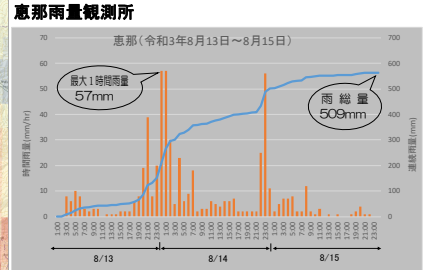
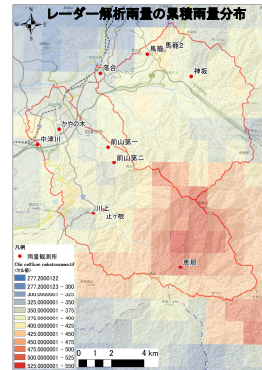


図-2 令和3年8月13日~15日の降雨状況

4. 河床変動の状況

令和3年8月豪雨による中津川本川および落合川の河床変動状況については、洪水前後の測量成果を用いて調査することが望ましいが、十分な資料が得られない状況であった。このため、精度は劣るが現地での河床地形の観察により確認した平均の堆積・洗堀深さおよび地形図を用いた幅、範囲の計測結果をもとに、河床変動の量的な変化を把握した。

4.1 中津川

図-3に河床変動の状況を示す。中津川流域では、中津川第1砂防堰堤より上流の各砂防堰堤に土砂が堆積しており、中津川第5砂防堰堤で最も多く土砂が堆積している。一方、中津川第1砂防堰堤下流では、堆積と洗堀が繰り返されている。本川上流端からの累加変動量を見ると、中津川第5砂防堰堤までは大きく増加しているが、その後は木曾川本川まで緩やかに増加する傾向に転じており、上流の砂防施設により下流での大きな河床変動が抑制されていることが推察される。木曾川合流点での累加変動量は約300,000m³である。

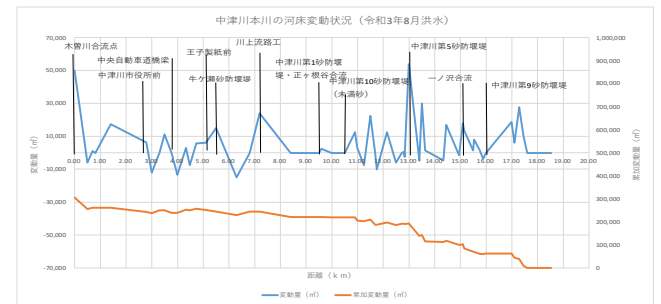


図-3 中津川本川の河床変動状況

4.2 落合川(本谷・温川)

落合川では、顕著な土砂移動が確認されたのは恵那山を源流とする支川の本谷および温川のみで、本川とその他の支川では土砂移動はほとんど認められない。

本谷では、河床変動状況および累加変動量から、本谷第10砂防堰堤から第8砂防堰堤の区間の連続した砂防、治山施設に土砂が堆積し、その下流では堆積土砂量はほとんど無い状況になっており(図-4)、上流の砂防、治山施設により下流での大きな河床変動が抑制されていることが推察される。落合川合流点での累加変動量は約130,000m³である。

温川も本谷同様に、上流に連続して設置された砂防、治山堰堤に土砂が堆積し、下流では堆積土砂量はほとんど無い状

況であり、砂防、治山施設により下流での大きな河床変動が抑制されていることが推察される。落合川合流点での累加変動量は、本谷とほぼ同じ約 130,000m³である。

図-4 に、本谷での河床変動の状況を示す。

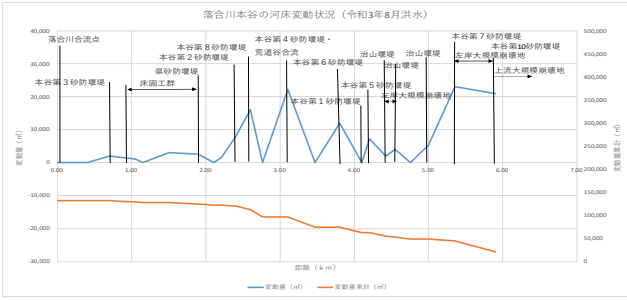


図-4 落合川本谷の河床変動状況

4.3 既往洪水時の累加変動量との関係

中津川では、昭和 58 年 9 月洪水、平成 12 年 9 月洪水（東海豪雨）について、洪水前後に撮影された航空写真による縦横断測量の比較から、河床変動量の計測が行われている。これらのデータから、本川の累加変動量と雨量の関係を整理し、今回の調査結果と比較した。

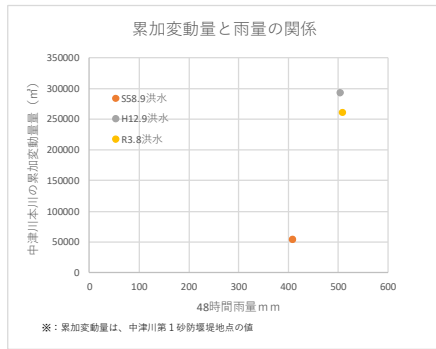


図-5 累加変動量と雨量の関係

雨量は、恵那観測所の 48 時間雨量を使用した。累加変動量は、比較のため、中津川第 1 砂防堰堤地点の値を使用した。図-5 に結果を示す。今回の調査結果は、既往洪水の累加変動量と雨量の関係とほぼ整合している。

5. 土砂の移動に伴う粒度分布の変化

河床変動状況調査に合わせて、今回の豪雨で移動したと想定される土砂からサンプルを採取し、粒度分析を行った。生産土砂については、崩壊地脚部および土石流堆積物、流動堆積土砂については、本川上に形成された洪水時堆積物からサンプルを採取した。図-6 に、中津川について 90% 粒径、50% 粒径、10% 粒径を本川合流点からの距離に対応させて図化したものを示す。流動土砂の各粒径は、中津川第 10 砂防堰堤より下流では小さく、上流では大きくなっており、下流へはより細粒な土砂のみが流下していることから、砂防施設による粒径の調節効果が現れているものと考えられる。上流の流動堆積土砂の粒径は、近傍で河道に供給された生産土砂の粒径に近い粒径となっており、本川の上流では生産土砂の粒度分布に近い土砂が移動しているものと考えられる。

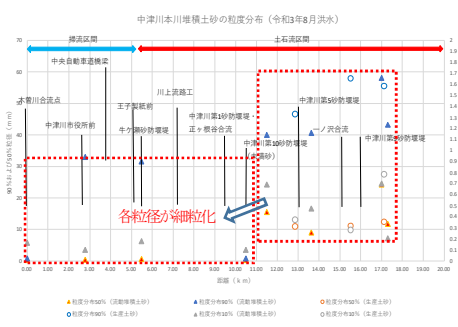


図-6 中津川本川堆積土砂の粒径の変化

6. 再現シナリオの想定

砂防施設の効果を河床変動計算で検証するためには、今回の豪雨による土砂流出を再現するシナリオが必要になる。ここでは、現地調査で把握した河床変動状況をもとに、土砂流出の再現シナリオを想定した。

6.1 中津川

中津川本川の河床変動状況の特徴を考慮し、今回の豪雨で流出した土砂の総量および各支川からの流出量について、以下の考え方をもとに再現シナリオの想定を行った。

- ①流出土砂の総量は、中津川本川に堆積した土砂の土砂量と同程度であったと想定する。ただし、生産土砂量中には中津川本川に堆積せずに木曾川本川に流出した細粒の土砂が含まれていると考え、粒度分布調査結果を参考に堆積土砂量を 1.1 倍して想定した。
- ②各支川のうち、中津川本川合流点の土砂堆積および合流点直下流の砂防、治山堰堤に土砂堆積が認められた支川は、これらの堆積土砂量が当該支川から流出したと想定した。
- ③支川からの直接的な土砂流入がない本川区間に堆積していた土砂量については、上流の各支川から流出して下流へ堆積したと想定し、各支川へ便宜的に配分するものとした。

表-1 に、想定した再現シナリオ案を示す。今回の検討では 7 ケースの再現シナリオを作成した。

表-1 中津川の再現シナリオ案

土砂供給地点	令和3年8月出水 中津川流域 想定流出土砂量						
	シナリオ1 (正々根谷からの土砂 流出あり)	シナリオ2 (正々根谷からの土砂 流出なし)	シナリオ3 (正々根谷からの土砂 流出を上流へ接分)	シナリオ4 (正々根谷からの土砂 流出あり)	シナリオ5 (正々根谷からの土砂 流出あり)	シナリオ6 (正々根谷からの土砂 流出あり)	シナリオ7 (正々根谷からの土砂 流出あり)
黒井沢、本川上流	11,550	11,550	23,612	58,048	38,048	83,048	11,550
響がり沢	27,390	27,390	39,452	27,390	27,390	27,390	27,390
中津川第9から11の残流域	30,580	30,580	42,642	30,580	30,580	30,580	30,580
一ノ沢から中津川第9の残流域	11,770	11,770	23,832	11,770	11,770	11,770	11,770
一ノ沢	101,787	150,035	113,849	101,787	101,787	101,787	101,787
八瀬川谷	49,922	98,170	61,984	49,922	49,922	49,922	49,922
小菅谷	51,737	51,737	63,799	51,737	51,737	51,737	51,737
正々根谷	96,498	0	12,062	50,000	70,000	25,000	36,498
前沢	-	-	-	-	-	-	30,000
本川中流域	-	-	-	-	-	-	30,000
合計	381,233	381,233	381,233	381,233	381,233	381,233	381,233
備考	中津川第1より下流へ堆積した土砂は、すべて正々根谷から流出と想定。 中津川第1より下流へ流出した土砂は、一ノ沢、八瀬川谷、小菅谷に均等配分。 シナリオ1の正々根谷の流出土砂のうち、約50%分を上流へ追加。 シナリオ5の正々根谷の流出土砂のうち、約30%分を上流へ追加。 シナリオ6の正々根谷の流出土砂のうち、約70%分を上流へ追加。 中津川第1より下流へ堆積した土砂は、正々根、前沢、本川中流域から流出と想定。						

6.2 落合川

落合川支川の本谷、温川について、河床変動状況の特徴を考慮し、今回の豪雨で流出した土砂の総量および各支川からの流出量について、以下の考え方をもとに再現シナリオの想定を行った。

- ①流出土砂の総量は、中津川と同様に本川に堆積した土砂の土砂量と同程度であったと考え、堆積土砂量を 1.1 倍して想定した。
- ②各支川からの流出土砂量については、本川の土砂堆積箇所に近い流域から流出するケース、源流部に大規模崩壊地があることから、最上流からのみ流出するケースを想定するものとした。

表-2 に、想定した再現シナリオ案を示す。

表-2 本谷、温川の再現シナリオ案

土砂供給地点	令和3年8月出水 想定流出土砂量 (落合川流域)		
	シナリオ1 (本川の土砂堆積箇所に近い上流域から流出)	シナリオ2 (本谷、温川上流域から集中して土砂が流出)	シナリオ3 (Case 1 で残流域からほぼ均等に土砂が流出)
落合川上流域	54,200	145,300	54,200
落合川本川上流域 (第8より上流)	91,100	0	93,600
落合川本川上流域 (第8より下流)	2,500	2,500	2,500
目影谷	2,500	2,500	2,500
温川上流域	80,300	145,400	80,300
温川下流域 (温川第2より上流)	28,900	0	67,600
温川下流域 (温川第2より第4)	36,200	0	0
温川下流域 (温川第4より下流)	2,500	2,500	2,500
湯沢川上流域	2,500	2,500	2,500
空沢	2,500	2,500	2,500
池の谷	300	300	300
湯沢川中流域	2,500	2,500	2,500
湯沢川下流域	2,500	2,500	2,500
合計	308,500	308,500	308,500

7. 今後の課題

令和3年8月豪雨後の土砂動態調査から、砂防、治山施設の土砂流出抑制効果の検証材料を得ることができた。今後は、河床変動計算のツールを使用して、最適な再現シナリオを設定し、砂防施設の効果を検討することを考えている。