

木曽川水系中津川における中長期の土砂動態について（2）

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*・大畑隆史・伊藤美沙・西崎涼真
国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部 田中健貴
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
*: 現国土交通省中部地方整備局河川部地域河川課長

1. はじめに

土砂・洪水氾濫対策を目的とした砂防計画では、短期、中期、長期の土砂生産・流出を対象とした計画の検討が必要とされている。このうち、中長期の土砂生産・流出については、土砂動態に関する調査も少なく、対策を検討する上で十分な知見が得られていないのが現状と考えられる。筆者らは、平成12年東海豪雨、令和3年8月豪雨など複数の土砂流出イベントが発生している木曽川水系中津川（図-1）を対象として、中長期の土砂動態に関する調査および土砂・洪水氾濫対策の検討を試行している。

本報告では、短期出水後の中期間の土砂動態に着目し、中津川本川河道上にタイムラプスカメラを設置して、中期の期間に発生する出水での土砂移動の実態調査の結果を報告する。

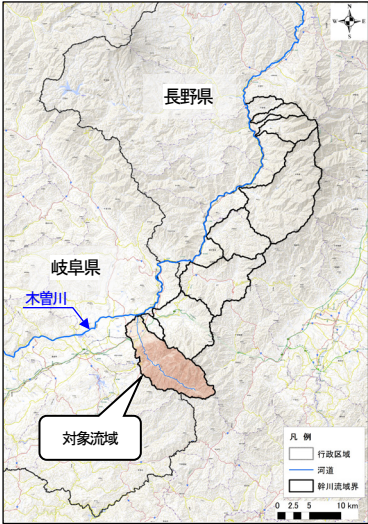


図-1 中津川流域位置図

2. 中長期の土砂流出イベントと降雨イベントの関係整理

2.1 土砂流出イベントと降雨の関係

2.1.1 雨量データの整理

中津川上流域に設置されている恵那観測所（国）※1を対象として、1956年（S31）から2021年（R3）までの観測記録を収集し降雨イベントを抽出・整理した。なお、未観測期間（1956年～1961年）については、24時間雨量において相関性が得られている恵那山観測所（気）※2の観測記録を用いて回帰式より推定した。※1：国土交通省 丸山ダム管理支所管、※2：気象庁 長野地方気象台所管

2.1.2 土砂流出イベントと降雨の関係整理

短期降雨指標と長期降雨指標の関係性を把握するため、恵那観測所の最大時間雨量及び最大24時間雨量を用いて、大規模土砂流出イベント（昭和36年6月、昭和58年9月、平成12年9月、令和3年8月）との関係を整理した（図-2）。大規模土砂流出イベントは、4イベントとも最大24時間雨量が330mmを超過した降雨において発生しており、4イベントのうち3イベント（昭和36年、昭和58年、令和3年）は最大時間雨量及び最大24時間雨量が同程度規模のイベントである。

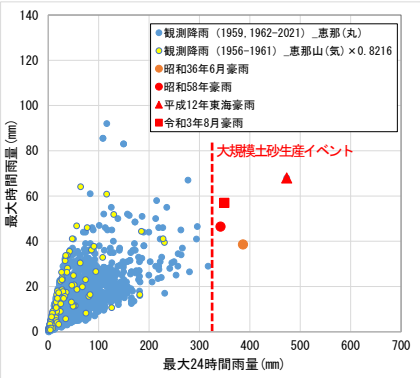


図-2 最大雨量(1h・24h)と土砂流出イベントの関係（恵那観測所）

2.1.3 流砂観測結果と降雨の関係

中津川中流域に整備されている川上流路工では2011年（H23）6月から11月に流砂観測が実施されている。また、土砂流出イベントと降雨の関係から24時間雨量において土砂流出イベントとの関係がみられた。そこで、24時間雨量（恵那観測所）に着目し、流砂が観測されたタイミングと降雨指標の関係性を整理した（図-3）。中津川流域では、最大24時間雨量で概ね50mm超となる降雨で掃流砂量が記録されている。従って、中津川流域における土砂移動が発生する降雨イベントは、最大24時間雨量50mm程度が一つの指標となると考えられる。また、最大24時間雨量140mm超となる降雨で土砂移動がより活発となる傾向があることから、土砂移動が特に活発な時期の目安となると考えられる。

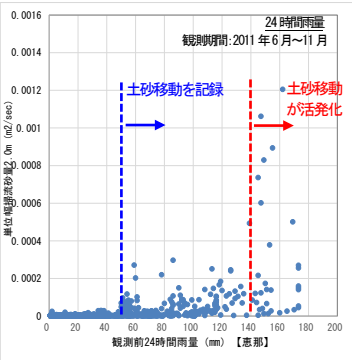


図-3 掃流砂量と降雨関係

2.2 中長期的な土砂流出イベントの実態整理

前項で整理した結果から、中津川流域で発生する土砂流出イベントは最大24時間雨量に対して表-1に示す特性を有していると推察される。

表-1 中津川の土砂流出イベントにおける24時間雨量特性

土砂流出	24時間雨量	備考 (2023年出水期)
1. 大規模土砂生産イベント	約330mm超	
2. 土砂移動の活発化	約140mm超	年2回発生
3. 土砂移動の発生	約50mm超	年7回発生

3. 中期土砂動態の観測

3.1 土砂動態観測方法及び観測地点の検討

中長期を対象とした河床変動計算による土砂動態を検証していくに当たり、河床変動計算結果から得られる土砂動態及び河床変動計算に用いるパラメータ等の妥当性を検証するために、中上流域の土砂動態を把握する必要がある。そこで、大規模出水後の中期的な時期に着目し、2023年（R5）の出水期（5月～11月）を対象としてタイムラプスカメラとデジタルカメラによる定点観測を合わせて行い、土砂移動状況の時間的な変化を調査した。観測地点は、土

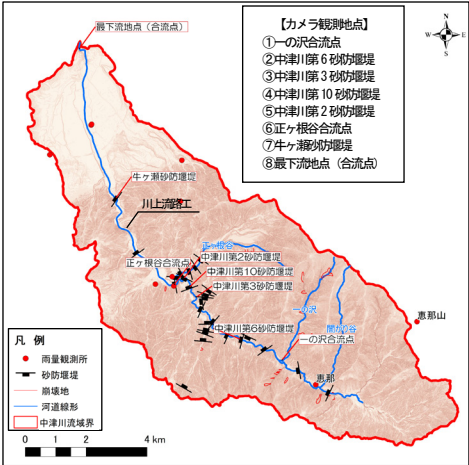


図-4 カメラ観測箇所位置図（中津川）

砂動態を把握するうえで重要な箇所（既設砂防堰堤堆砂域、支川合流点等）を現地調査で確認し、8箇所を選定した(図-4)。

3.2 降雨状況

観測期間における主要な出水を表-2に示す。7イベントのうち、2023年5月上旬及び6月上旬の2イベントで最大24時間雨量が140mmを超過する降雨(中期的な出水)が記録された。また、この2イベントではカメラ観測により土砂流出による河床変動が確認されている。

表-2 2023年出水期の主な降雨記録
(恵那観測所) 単位: mm

No.	降雨イベント (観測日)	最大24 時間雨量	最大48 時間雨量	備考
1	2023/5/7	240	279	確率雨量1/5~1/10程度
2	2023/6/2	255	265	確率雨量1/5~1/10程度
3	2023/6/30	93	142	
4	2023/7/8	80	86	
5	2023/8/19	55	58	
6	2023/9/21	62	63	
7	2023/11/7	106	106	

※ 水色網掛けは観測期間最大雨量

3.3 土砂動態観測結果

2023年6月出水に着目し、中津川本川河道の上流域から下流域までの土砂動態を確認した結果を以降に示す。また、タイムラプスカメラにより撮影した代表箇所の土砂移動状況を図-8に示す。

3.3.1 上流域

上流域(土石流区間)出水後に、支川一の沢の本川合流点付近の河道内に土砂堆積が確認された(図-5)。このことから、中期的な規模の出水時には、支川流域内から土砂が流出したものと推察される。一方、これ以外の平時の出水では目立った変動が見られないことから、支川からの土砂流出はある程度大きな出水時に限定されているものと考えられる。

一の沢合流点より下流の区間では不透過型砂防堰堤の堆砂地において河床上昇傾向が確認された。このため、当該区間の砂防堰堤では流出土砂が堆積したものと推察される。



図-5 支川流域からの土砂動態状況(一の沢合流点)

3.3.2 中流域

中流域(土石流区間)では、砂防堰堤の堆砂域に土砂が堆積しており河床上昇傾向であることが確認された。

不透過型砂防堰堤の堆砂地では、出水直後に計画堆砂勾配程度の堆砂面が形成されていることから、上流からの流出土砂により土砂堆積が促進されたものと推察される(図-6)。一方、これ以降の出水では堆砂面に変化はみられないが、流路部分が固定化され水みちとなり、やや河床低下傾向を示している。このことから中流域(土石流区間)では、出水時に不透過型砂防堰堤に堆積した土砂は、常時流水が流下する流路部分から堆積土砂が下流に土砂は、調節効果を示していることが確認された。透過型砂防堰堤の堆砂地では、開口部の流木による閉塞に伴い、出水直後は上流からの流出土砂を大量に捕捉している例も確認された。



図-6 堆砂地の土砂動態状況(中津川第3砂防堰堤)

3.3.3 下流域

下流域(掃流区間)での河床変動は、上流域(土石流区間)の河床変動と比較して小規模であった。最下流地点においては当該出水時のデータが記録できていないが、継続的な観察では河床上昇傾向が確認された(図-7)。また令和5年6月出

水では、川上流路工に設置されている流砂観測データにおいても、掃流砂の流下が観測されていることから、一定程度の土砂はさらに下流まで流下し、木曽川合流点付近において堆積し河床上昇が生じたものと推察される。



図-7 最下流地点(木曽川合流点)の土砂動態状況

3.4 観測結果の検証と課題

中津川流域における中期的な出水について、今回のカメラ観測結果から、砂防計画で対象としている短期出水だけでなく、中期に相当する出水においても土砂移動が発生していることが確認できた。また、中上流域では中期出水の土砂流出に対して砂防施設の調節効果及び捕捉効果が現れていることが確認できた。

土砂動態観測でのカメラ観測については、得られるデータは定性的であるが、比較的容易に撮影地点の河床変動状況を継続的に把握することが可能であることから、中長期的な土砂流出の観測において有効であることが分かった。今後は、河床部だけでなく斜面部の土砂生産についてもカメラ観測による土砂動態の把握を行うことを考えている。一方、今回の観測では、カメラの設置箇所の状況により土砂動態を十分に捉えることが難しくなった例があった。今後の観測では、カメラ設置箇所の改善等にも取り組んでいく必要があると考えている。

4. おわりに(今後の課題)

カメラによる土砂動態観測により、中津川流域では平年の中小出水においても土砂移動が発生している状況が確認できた。中津川流域においては大規模土砂流出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・洪水氾濫に影響を与えている可能性がある。今後も中長期の河床変動計算における土砂移動状況の再現性を評価するための検証材料として、中期及び長期の土砂動態観測を継続する必要があると考えている。

時間	6/2 7:00	6/2 12:00	6/2 14:00	6/2 17:00
流量	7990	57987	64728	53981
流速	10.7	48.0	103.7	31.0
川上流路工				
一の沢合流点				
中津川第6堰堤				
中津川第3堰堤				
中津川第10堰堤				
正ヶ根合流点				
牛ヶ瀬砂防堰堤				

図-8 令和5年6月出水時のカメラ撮影状況(2023/6/2)