

濁度成分の堰堤滞留効果に着目した崩壊監視手法に関する研究

大規模土砂災害対策研究機構（和歌山県）

西岡恒志・○筒井和男・榎原伴樹

大規模土砂災害対策研究機構（国土交通省国土技術政策総合研究所）

木下篤彦

大規模土砂災害対策研究機構（国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター） 田中健貴

1. はじめに

表層崩壊や土石流などの土砂移動現象を下流域で早期に検知するためにワイヤーセンサーや振動センサー、警報メールなど警報機と組み合わせた土石流検知センサーなどが用いられているが、使用にあたっては電源設備の設置手間や、ワイヤー切断による再設置の手間などの課題がある。既往研究では河川の濁り成分に着目した崩壊発生を検知について報告されており、土砂動態と濁りの変化との関係¹⁾、土砂移動の有無²⁾、濁度成分の量と粒径分布の関係³⁾などが行われてきた。一方、土石流が発生するおそれのある溪流では砂防堰堤が設置されていることが多く、未満砂の砂防堰堤で湛水が発生すると濁り成分の滞留や沈降が発生し、濁り成分の伝播過程が変化することが考えられるが、十分な検討はなされていない。そこで本研究では、豪雨時に湛水が発生する砂防堰堤の上下流で濁り成分の観測を行い、砂防堰堤の濁り成分の伝播過程への影響を明らかにすることで、流域の崩壊・土石流発生監視手法について検討を行った。

2. 調査箇所の概要

2.1 調査流域の概要

調査地は紀伊半島南部に位置する二級河川佐野川水系荒木川で、2011年台風12号によって流域では表層崩壊及び土石流が発生している。砂防基準点より上流の流域面積は3.2km²、流路延長は3.0kmで平均勾配は約5.0°である（図-1）。地質は下部が熊野層群と呼ばれる第三紀の堆積岩類（砂岩泥岩互層）、上部は熊野酸性岩（花崗斑岩）で構成される。荒木川の本川には不透過型砂防堰堤が2基設置されており、ここではまとまった降雨時には湛水が発生している。

2.2 調査地砂防堰堤の概要

堰堤の湛水量を写真や痕跡から推定すると、上流堰堤は湛水量が約600m³に対し、下流堰堤は約9,000m³あり、下流堰堤の湛水量は上流堰堤の約15倍ある。上流堰堤は満砂に対し2/3程度の堆積量で、砂や礫の堆積がみられるが、下流堰堤は殆ど未満砂で、シルトなど細粒分の堆積が多くみられる。これらより下流堰堤で濁り成分の滞留・沈降が多く発生していると考えられる。下流堰堤にはφ500の水抜き暗渠（以下、暗渠）が上下2段に設置されており、常時は下段の暗渠からの排水であるが、まとまった降雨では湛水することで上段暗渠から排水が開始し、続いて水通しから越流する。

3. 調査手法

湛水量が大きく、濁り成分の滞留・沈降が多く発生していると想定される下流堰堤に着目し、2015年より観測を開始している。堰堤の上下流に濁度計（Campbell Scientific社製OBS-3+）と水位計（クリマテック社製CWG-H10-C20）を設置し連続観測を実施した。流量は浮子によって流速を計測し、水位と流量の回帰曲線により求めた。堰堤の湛水過程や流出過程を調査するためにタイムラプスカメラを設置し、暗渠や水通しからの排水開始時刻の確認を行った。観測された濁度と流量の関係を、時間変化ヒステリシスに整理し、堰堤の影響の検討を行った。

4. 砂防堰堤の湛水による濁り成分伝播への影響

2017年8月6～8日に観測した流量・濁度の時系列を図-2に、時間変化ヒステリシスを図-3に示す。観測期間中

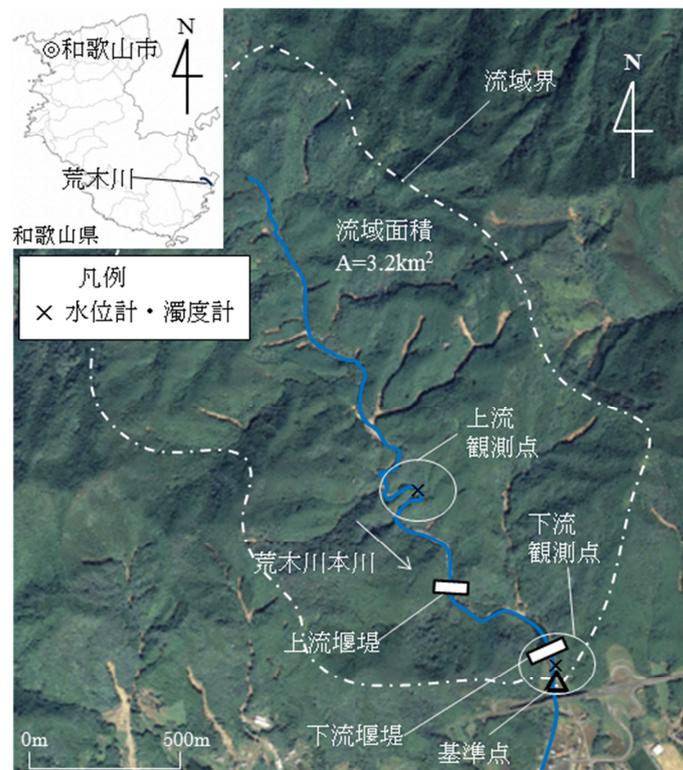


図-1 荒木川流域図と観測機器設置箇所

に2回の降雨ピークがあり,濁度も大きく分けて2回上昇している.1回目の濁度ピーク(3:30)は降雨ピーク(3:00)の30分後であるが,2回目の濁度ピーク(12:30)は降雨ピーク(10:00)の2時間半後であった.堰堤の越流開始と2回目の濁度上昇開始は重なっており,越流前には濁水が湛水し,越流と同時に濁水が下流へ流下するのを確認した(写真-1).また,2015年7月など複数回行った観測においても越流開始時に濁度が上昇することを確認した.

ヒステリシスは右回りループを2回描き,1回目は濁度が大きく流量が湛水して一定であることから縦長のループを描き,2回目は越流後に流量が増加したことから横長のループを描いた.また,その他の複数回行った観測においても湛水が発生している状況においてヒステリシスがループを描くことを確認した.

次に,2015年9月8~9日に観測した流量・濁度の時系列を図-4に示す.上流観測点では8日18時の降雨ピーク後に濁度が上昇しているが,下流観測点では流量と濁度が減少している.これは堰堤の湛水の影響によって上流の濁度が下流に伝播しなかったと考えられる.

5. まとめ

湛水が発生する砂防堰堤の上流と下流で濁度と流量を観測することにより,濁り成分の伝播過程について検討を行った.得られた成果は,①濁り成分は砂防堰堤に滞留し,水通しからの越流と同時に流下する.このため濁度が堰堤の下流へ伝播する時間に遅れが発生する.②堰堤の湛水によって,上流の濁度が下流に伝播しない可能性がある.③砂防堰堤で湛水が発生している状況においても,濁度・流量の時間変化ヒステリシスはループを描く.濁り成分の伝播時間の遅れは,降雨量や降雨継続時間,堰堤の土砂堆積状況によっても異なることが考えられるため,今後も観測・調査を継続してデータを収集していく必要がある.

参考文献

- 1)藤田ら:山地流域における濁度変化と土砂動態,水工学論文集,第47巻,p.739-744,2003.
- 2)小山内ら:濁度計を用いた土砂移動緊急監視システムに関する研究,国土技術政策総合研究所資料,No.332,2006.
- 3)筒井ら:濁度成分の量と粒径に着目した流域内の崩壊監視に関する研究,河川技術論文集,第23巻,p.453-458,2017
- 4)Williams,G.P.: Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in river, Journal of Hydrology,111,89-106,1989.
- 5)倉茂好匡:河川の浮遊土砂研究における最近の動向,北海道大学地球物類学研究報告,No.59,p.1-13,1996.

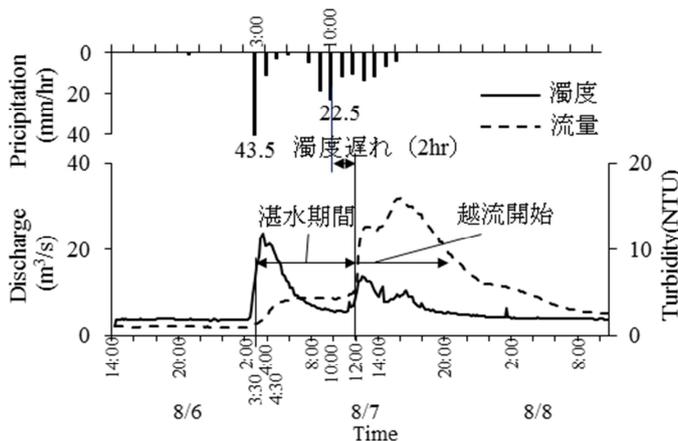


図-2 流量と濁度の時系列(2017/8/6-8)

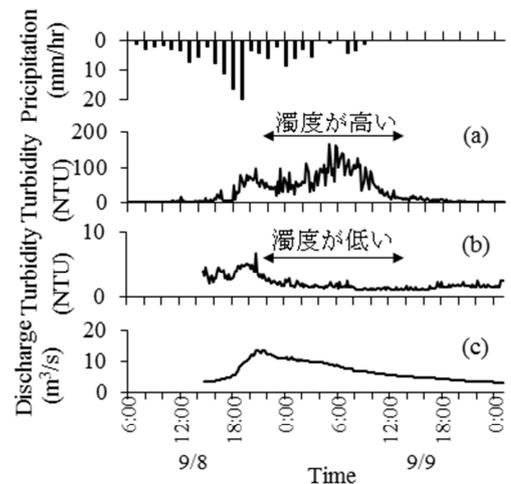


図-4 流量と濁度の時系列(2015/9/8-9) (a)濁度(上流観測点), (b)濁度(下流観測点), (c)流量(下流観測点).

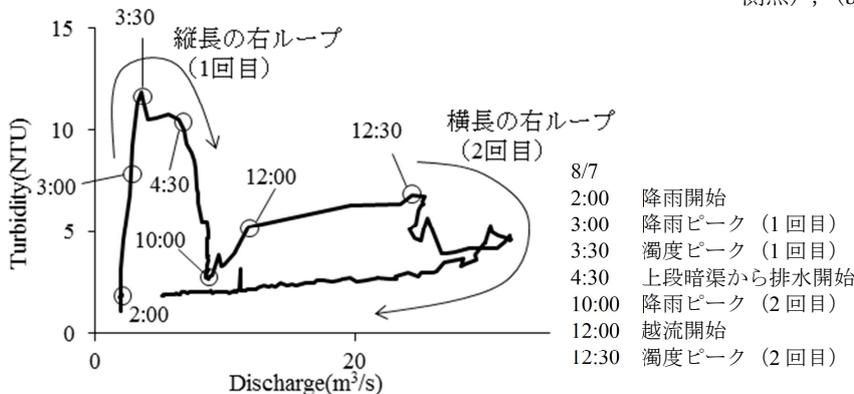


図-3 流量と濁度の時間変化ヒステリシス(2017/8/6-8)



写真-1 堰堤での濁り滞留状況