

## 濁質成分の量と粒径に着目した流域内の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）

○筒井和男・坂口武弘・西岡恒志・福田和寿

国際航業株式会社

山田慎吾・島田徹・渡辺隆吉

大規模土砂災害対策研究機構（国土交通省大規模土砂災害対策技術センター）

田中健貴

大規模土砂災害対策研究機構（国立研究開発法人土木研究所）

木下篤彦\*

\*現国土交通省国土政策技術総合研究所

### 1. はじめに

近年、表層崩壊や土石流による被害が多発している。これらの土砂移動現象を下流域で早期に検知できれば、速やかな避難が可能となる。従来より上流域での土石流発生を検知するため、ワイヤーセンサーもしくは振動センサーと警報機を組み合わせた土石流センサーが用いられてきた。また、降雨量と地形データにより、表層崩壊の発生を予測する技術も開発されている。しかし、パラメータ設定方法などの課題も多い。さらに、河川の濁りに着目し、崩壊発生を検知しようとする研究も多い。これまで、土砂動態と濁りの変化との関係、崩壊発生検知のための閾値の設定、土砂移動の有無に関する研究などが行われてきた。濁りの発生が、すなわち表層崩壊、土石流の発生ではなく、生産域や下流域の土砂移動形態によって、浮遊物濃度や濁りの粒径分布は異なってくると考えられる。したがって、浮遊物濃度や粒径分布から、上流域の土砂移動現象が推定できれば、流域内の崩壊の監視が可能となる。

そこで、本研究では、豪雨時の濁度観測や崩壊土砂量の調査により、濁質成分の量と粒径に着目し、これらの時間変化から、流域内の崩壊監視に関する手法を検討した。

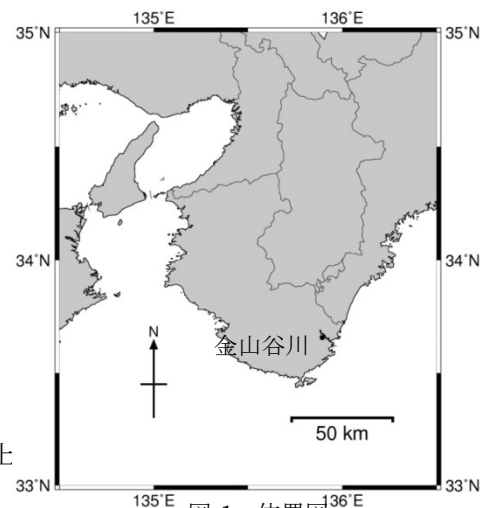


図-1 位置図

### 2. 調査地の概要

調査地は、紀伊半島南部に位置する那智川の支流である金山谷川流域である（図-1）。流域面積は1.37 km<sup>2</sup>（図-2）であり、標高は海拔28mから746mである。流路延長は3.3kmで平均勾配は12.0°である。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）であり、上部は熊野酸性岩類（花崗斑岩）で構成される。2011年9月台風12号接近時には、調査地を含む一帯で多数の表層崩壊が発生し、土石流が下流の市街地に流れ込み、人的被害が生じた。崩壊に伴う生産土砂量は101,200 m<sup>3</sup>とされている。崩壊は熊野層群と熊野酸性岩類との境界付近で発生している。



図-2 金山谷川の流域図

白点破線は流域界、黒破線は図-3の範囲を示す。

### 3. 方法と結果

2012年より観測を開始した。直接採水箇所、観測機器の配置および地形計測範囲を図-3に示す。

#### (1) 崩壊地内の土砂収支と崩壊検知

拡大崩壊に伴う発生土砂量を確認のため、地上設置型レーザースキャナー（Topcon 社製 GLS-1500）による地形計測を実施した。崩壊地全体を計測し、異なる時期の差分を求め、鉛直方向の地形変化量を計算した（図-4）。これにより、崩壊地内の土砂の収支を求めた。

崩壊発生時刻を検知するため、タイムラプスカメラ（B r i n n o 社製 TLC200）により撮影し、崩壊発生や表面浸食、湧水の発生時状況の確認した。

#### (2) 直接採水による浮遊物濃度、粒度分析

出水時に、3地点で直接採水を実施した。採水間隔は1時間。計12回行った。室内にて浮遊物濃度、濁質成分の粒度分析を行った。流量と浮遊物濃度の履歴を図-5に示す。

#### (3) 濁度・水位観測による流下浮遊物量

2015年7月より、濁度計（Campbell Scientific 社製 OBS-3+）および水位計（クリマテック社製 CWG-H10-C20）を用

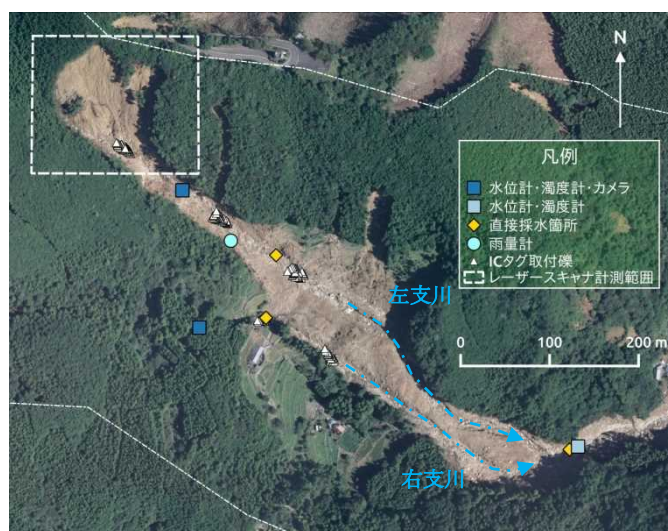


図-3 機器配置図

いた濁度および水位の連続観測を行った。浮遊物濃度と濁度計の出力値との関係式を回帰直線式により求め、浮遊物濃度の連続観測から一出水中の流下した浮遊砂量を算出した。

#### 4. 考察

##### (1) 浮遊物濃度と流量の関係による崩壊発生の検知

左支川において、8月9日に右回りのループを描いていたヒステリシスが、崩壊発生後に左回りのループに変化した。このことから、崩壊発生にともない、流量と浮遊物濃度の関係に着目し、ヒステリシスが左回りのループに変化すると、上流域での斜面崩壊の発生を検知することができると考えられる。ただ、合流点では、左回りのヒステリシスが認められるものの、不明瞭である。崩壊の検知には適正な濁度観測の配置が必要となる。

##### (2) 濁質成分粒径による土砂移動形態の推定

2014年8月9日から10日に直接採水した試料の濁質成分の粒径のメジアン値時系列を図-8に示す。左溪流観測点および合流観測点のいずれでも、河川に土砂が供給された時刻付近で、メジアン値の急激な減少が確認できる。

2014年7月10日13時と2014年8月10日9時に採水した試料の濁質成分の粒度分布を図-9に示す。前者では崩壊斜面の湧水による表面浸食が、後者では拡大崩壊の発生が、ビデオ撮影により確認されている。粒度分布のモード値が前者は14.2  $\mu\text{m}$ 、後者は12.33  $\mu\text{m}$ となり、後者において小さい粒径成分が多く含まれていた。

濁質成分の粒径分析により、崩壊発生時に濁質成分の粒径が急激に減少すること。また、土砂の移動形態により、粒度分布に差があることが分かった。これにより河川水中の濁度の粒径を観測することで土砂移動形態を推定できると考えられる。

##### (3) 濁度観測による崩壊土砂量の推定

2015年7月の台風11号時の出水時に崩壊により地形計測と崩壊地内の土砂の粒度分布とから、細粒分が26.4  $\text{m}^3$ が流下したと算出できる。一方、濁度観測により求めた浮遊物濃度から求めた濁質成分量は37.6  $\text{m}^3$ であった。両者のオーダーは一致しており、下流での濁度観測により、流域内の粒度分布が分かっていたら、崩壊土砂量の推定が可能と考えられる。

#### 5. おわりに

大規模な崩壊斜面を含む山地流域での河川中の濁度、流量、土砂移動に関して観測を行った。観測により拡大崩壊とそれに伴う濁り発生が確認された。これらは現地調査およびビデオ撮影の結果、表層崩壊によるもの、表面の浸食によるもの、河床堆積物の二次移動によるもの、のいずれかであることが分かった。この中でも表層崩壊の発生時には、濁質成分の中央値が急激に低下することが分かった。濁質成分の流量と崩壊土砂量との間には、相関関係があることが分かった。また、流量と浮遊物濃度の関係では、一連の降雨期間中、崩壊発生前後で右方向ループから左方向ループへと変化する事が分かった。

以上より、流量と浮遊物濃度の関係が左方向ループに変化すること、濁質成分の粒径が低下することから流域内での崩壊発生の検知と、濁質成分量から崩壊規模の推定ができる可能性を示した。しかし、比較的規模の大きい崩壊での観測事例は少ないことから、今後も観測・調査を継続し知見の蓄積を図りたい。

#### 参考文献

木下篤彦：平成23年台風12号による那智川流域における土石流災害実態、平成24年砂防学会概要集、p.96-97、2012。

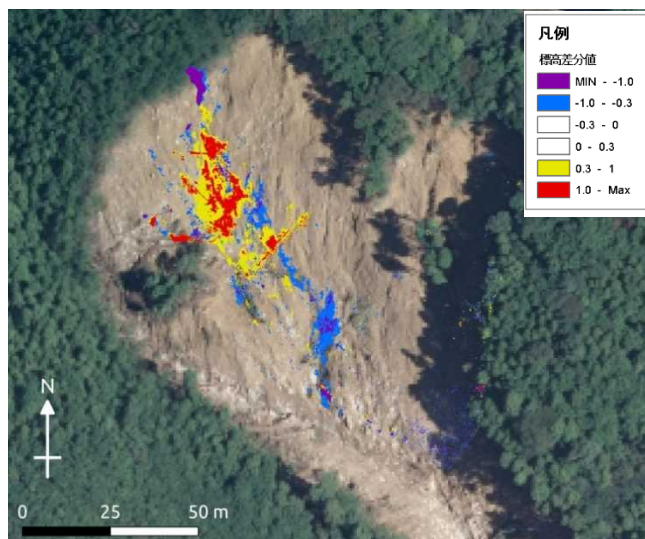


図-4 地形計測の差分図 2014/5/16 と 2014/8/29 の差分

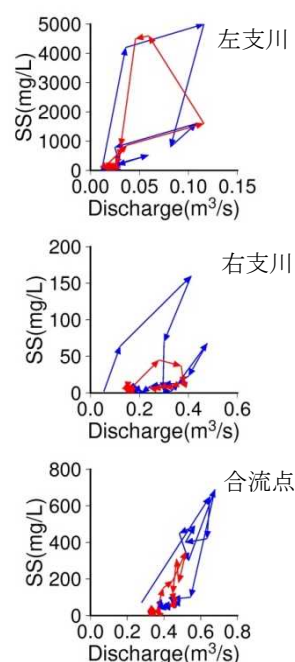


図-5 浮遊物濃度と流量  
青 2014/8/9 赤 2014/8/10

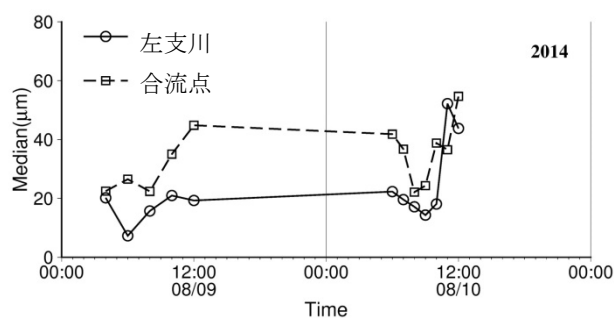


図-6 左支川と合流点の濁質成分の粒径中央値の時系列