

高頻度航空レーザ測量による土砂動態分析に関する一考察

国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 山越 隆雄, 坂井 佑介^{※1}, 西脇 彩人
アジア航測株式会社 ○堀 喬紀, 柏原 佳明, 西村 直記, 菊地 慎太郎, 實村 昂士

※1：現 国土交通省 九州地方整備局 阿蘇砂防事務所

1. はじめに

降雨等による土砂移動現象に対して、土砂変動量を定量的に把握するため航空レーザ測量(以下、「LP」とする.)が実施されている。同一範囲において計測された2時期のLPデータの差分をとることにより、LPデータのメッシュサイズごと(例えば、1m×1mメッシュなど)の土砂変動量(高さ)を算出することができる。これを集計することで土砂変動量を算出することができるが、2時期のLPデータを取得した期間内に複数の降雨イベントがある場合、降雨と土砂変動量の関係性を一対で把握することはできない。

そこで、1回の降雨による出水の土砂動態をより精度よく把握・分析するため、出水の前後で高頻度にLPデータを取得し、降雨と土砂変動量の関係、土砂動態と関連する地形条件について分析を行った。

2. 調査対象流域の概要

調査対象流域は、中部地方整備局天竜川上流河川事務所管内の与田切川とした。与田切川は天竜川の右岸に存在する流域面積42.7km²、平均河床勾配1/9の急流河川である。最上流部には百間ナギと言われる大崩壊地を有しており、土砂生産が活発である。天竜川と与田切川合流点の上流約5km地点の坊主平砂防堰堤を含め、流域内には9基の砂防施設が整備されている。

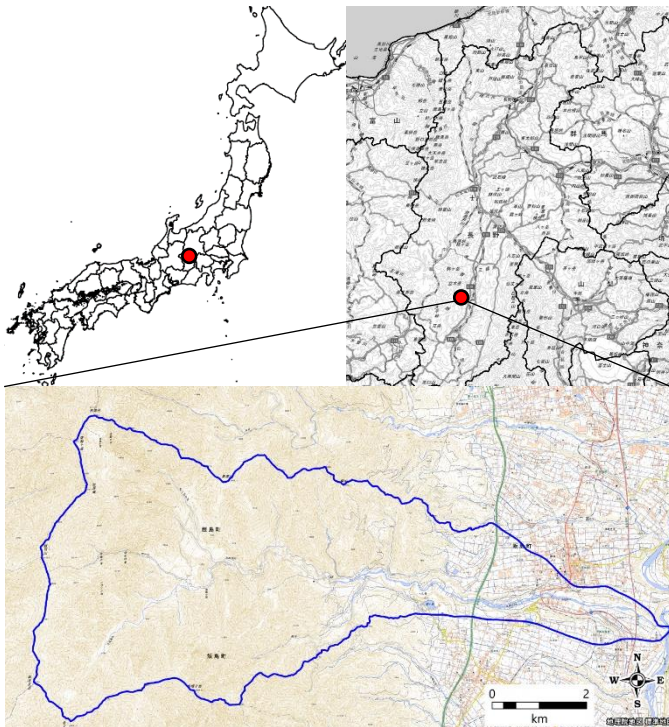


図1 与田切川位置図

3. 調査方法

3.1 出水状況を踏まえた航空レーザ測量の実施

1 出水による土砂動態を把握するため、与田切川において過去に土砂移動現象が発生した際の降雨を基準としてLP実施のタイミングを設定し、出水前後のLPデータを取得した。令和4年5月から積雪が始まる令和4年11月までの期間で土砂移動が生じたまたは生じる可能性のある降雨は7月18日及び9月18日に観測された。出水前の地形は令和4年5月に取得し、出水後の7月29日と11月6日にLPデータを取得した(7月の計測は天竜川上流河川事務所実施)。詳細な土砂変動を把握するため、高密度に点群を取得し、0.5mメッシュデータを作成した。

3.2 土砂動態と関連する主題図の作成

出水による土砂変動が生じる箇所の地形的な特徴を把握するため、LPデータ及びオルソフォト画像を用いて以下の主題図を作成し、土砂変動量との関係分析を行った。

- ①比高区分図：50m 間隔区間ごとの河床標高に対する周辺地形の比高を算出したもの(図2)。
- ②想定水深区分図：流出解析から算出した水位を50m 間隔の横断ごとに与え、比高区分図との差から水深の分布を算出したもの。
- ③植生区分図：オルソフォト画像から植生判読により木本・草本・裸地・水部・人工物に区分したもの。
- ④表面粒径区分図：オルソフォト画像から表面粒径の相対的な分布を解析したもの(図3)。
- ⑤地下開度：LPデータから谷地形の明瞭さを表す地下開度を解析したもの。

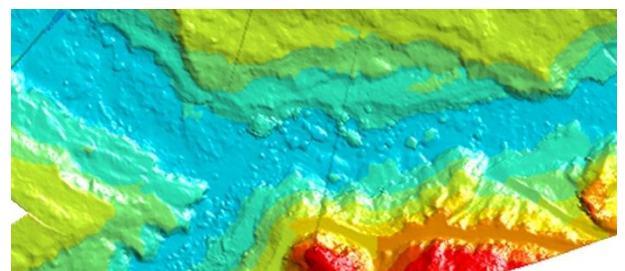


図2 比高区分図

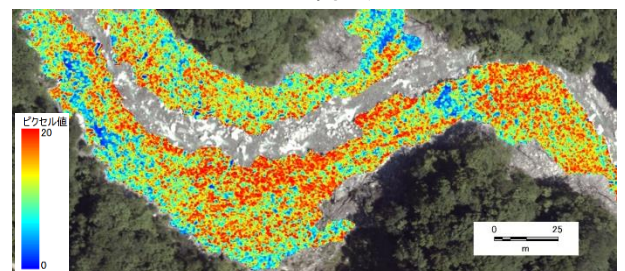


図3 表面粒径区分図

4. 土砂変動量と主題図との関係分析

3 時期・2 期間の LP データの差分解析により算出した土砂変動量と、作成した主題図との関係について分析を行った。分析にあたっては、土砂変動量等の集計範囲による傾向把握のため、0.5m~20.0m までの 5 段階の解析メッシュを設定した。ここでは、LP 計測期間内で最大であった 9 月 18 日からの出水(9 月 18 日 0:00~9 月 20 日 23:00, 総雨量: 124.0mm)を受けた土砂動態について、5.0m メッシュによる分析結果を示す。

4.1 比高・水深との関係分析結果

土砂変動量と比高との関係を図 4 に、水深との関係を図 5 に示す。なお、土砂変動量は侵食・堆積ともに顕著な土砂移動があった箇所のみ分析を行うため、 $\pm 0.2\text{m}^3 \cdot 0.4\text{m}^3$ 以上の変動があったセルを抽出した。

比高が小さいほど侵食・堆積とも顕著な土砂変動が生じている割合が高いことが確認された。比高 6m 以上で割合の増加が見られるが、これは溪岸崩壊などの影響と考えられる。また、水深が増加するほど顕著な土砂変動が生じている割合が高いことが確認された。比高と水深は連動していることから、両者の傾向は整合するものであった。

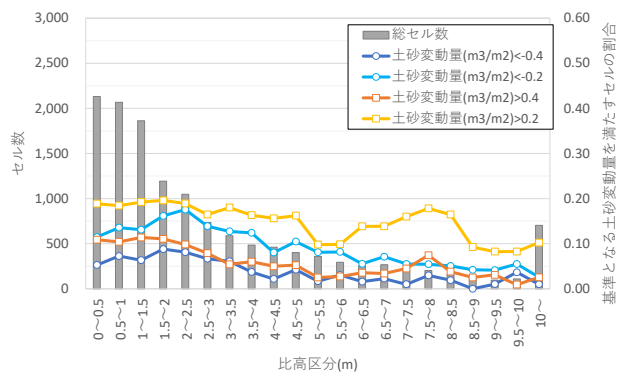


図 4 比高区分と土砂変動量との関係

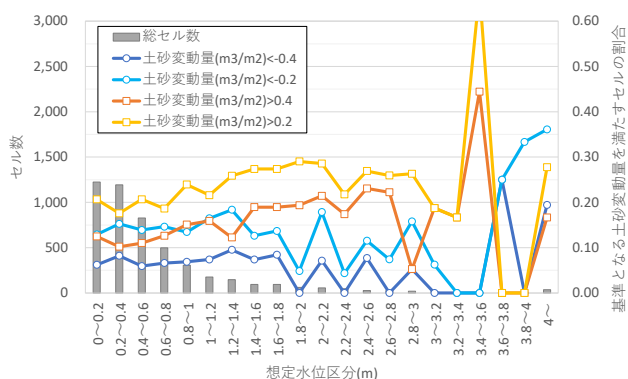


図 5 水深と土砂変動量との関係

4.2 植生区分との関係分析結果

出水後に裸地または水部に变化した箇所の土砂変動量と植生区分との関係を図 6 に示す。単位面積あたりの土砂変動量は、出水前に木本であった箇所と裸地・水部であった箇所とで大きな違いはなかった。侵食については、出水前に裸地・水部であった箇所の変動量が大きくなった。

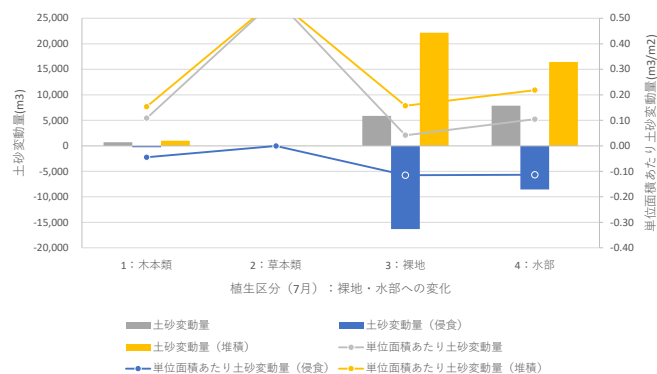


図 6 植生区分と土砂変動量との関係

4.3 表面粒径との関係分析結果

オルソフォト画像の解析による相対値としての表面粒径と土砂変動量との関係を図 7 に示す。侵食では表面粒径 7 (約 24cm) 付近をピークに前後で減少する傾向にあり、堆積では表面粒径 10~11 (約 40~46cm) 付近にピークがある。これらのことから出水時に主に移動した礫径の分布を推察することができた。

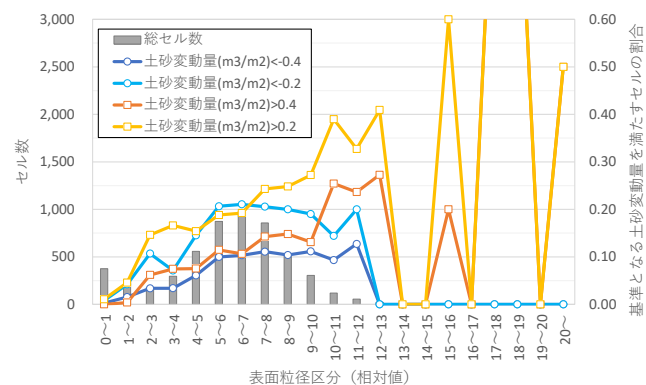


図 7 表面粒径区分と土砂変動量との関係

4.4 地下開度との関係分析結果

地下開度と土砂変動量との関係を図 8 に示す。侵食は 70° 付近までにピークが確認され、堆積は 70° 以上の範囲において侵食と比較して大きな値を示した。これは土砂堆積していた箇所で侵食が発生し、平坦な地形で堆積が生じたことを示している。

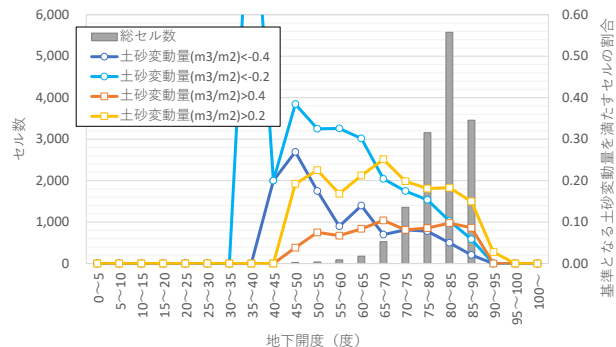


図 8 地下開度と土砂変動量との関係

5. おわりに

高頻度に LP データを取得することで出水ごとの土砂動態を分析することができた。今後は、河道全体が攪乱される大規模出水後に同様の検討を行うことが望まれる。