

LP データを用いた砂防堰堤の堆積物表面形状に着目した出水時の砂防堰堤周辺における土砂動態の把握

筑波大学大学院 ○藤田一颯

筑波大学生命環境系 内田太郎

筑波大学生命環境系 澤村朱美

1 背景

土砂災害対策において砂防堰堤による土砂の捕捉・流出の制御は、下流の被害を軽減するための重要な手段である。砂防堰堤周辺の土砂動態を把握するにあたって現在までは水理実験(伊藤ら, 2015), 数値計算手法の開発(里深ら, 2005), 現地測量による実態把握など様々な研究が行われてきている。一方で近年では航空レーザープロファイラー(以下 LP)の進歩により詳細な地形情報が比較的高い精度で同一地域で複数回取得されており, 土砂流出発生前後のデータも蓄積されてきた。その結果, LP を用いて土砂移動の実態を把握する研究が数多く行われてきた。(例えば 田中ら, 2021; 平田ら, 2023)。これにより, 砂防堰堤による捕捉や流出の制御に関しても, 詳細な分析が可能となること期待されるが, LP データを用いた砂防堰堤の効果に関する研究例は少ない。そこで, 本研究では出水前後の LP データを用いて流域内の多数の砂防堰堤の周辺の面的な土砂の堆積状況について情報を蓄積するとともに, 砂防堰堤周辺の堆積物における詳細な勾配変化を分析し, 出水時における砂防堰堤の堆砂敷の土砂動態の把握を試みた。

2 方法

2.1 使用データ

新潟県登川流域を対象として 31 箇所の調査堰堤を選定し, 国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所により LP データを用いて作成された 2 時期の数値標高モデル(以下 DEM)と対象流域のオルソ画像の解析を行った。本研究では 2011 年新潟・福島豪雨による土砂流出を対象とした LP データの取得時期はそれぞれ 2009 年 10 月から 12 月, 2011 年 8 月から 9 月である。

2.2 表面形状の把握

砂防堰堤の堆積物の表面形状については災害前後の DEM より陰影図を作成し, これらをベースマップとし 3D 図を作成した。災害後の 3D 図に対しては, 差分 DEM デー

タに基づく着色を行い, 地形の変動量を可視化した。これらを災害前の 3D マップと比較することで, 出水による侵食や堆積を視覚的に表現し, 表面形状を定性的に評価した。

2.3 勾配変化の把握

DEM に基づき, 対象セルと対象セルから一定距離離れた 8 方向のセルの標高から勾配および流向を算出した。勾配算出の際には, 対象とするセルから参照するセルまでの距離を 1 m から 10 m の範囲で変化させた。その上で, 各セルにおいて 8 方向の中で最大値を示す勾配とその流向を抽出することで, 最大勾配図を作成した。勾配の算出は出水前後の DEM を用いて, それぞれの時期に対して実施した。

3 結果

本稿では登川流域の蟹沢堰堤を対象に作成した 3D 図(図 1), 最大勾配図(図 2)および勾配の頻度分布(図 3)の結果を示す。蟹沢堰堤は, 高さ 10 m, 長さ 142 m の不透過型堰堤であり, 出水前から概ね満砂していた。

3.1 3D 図より得た特徴

図 1 に示した蟹沢堰堤の 3D 図から出水を経ることで元の地形が均されるように堆積が発生しており, 堆砂敷の両サイドで流路が形成されて堰堤水通し部へと続く浸食が確認された。

また, 3D 図で登川流域の 31 堰堤の堆砂状況を確認した結果, 堰堤の堆積状況は左右に偏りが生じている場合と偏りが生じていない場合が見られ, 堆砂敷にあたる区間の河道に屈曲がある場合に, 外岸側に偏って堆積している様子が複数の堰堤で確認できた。また, 堰堤の中にはほとんど堆積が発生していない場合もあった。堆積が発生している堰堤では出水前の地形を均すような堆積が発生している場合が多くみられ, 屈曲がある場合は水通しへと続く流路が河道の屈曲の内側を通り, 外側が盛り上がるようなたまり方をする傾向がみられた。

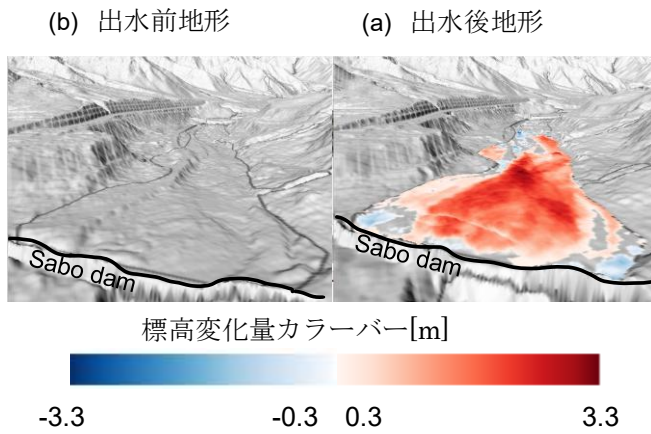


図1 蟹沢砂防堰堤における3D図

3.2 最大勾配図による表面形状の定量的な評価

図2より参照するセルが1 mや3 mの場合は勾配が入り乱れている一方で、5 mや10 mの場合は勾配が統一される傾向にある。これは参照するセル間の距離が小さいほど、水みちなどの微地形による局所的な勾配が表現され、距離が大きいほど、実際に河川が流下するような大地形による勾配が表現された結果である。

また、図3に示した通り、勾配の算出に用いた水平距離によらず、出水により勾配が緩くなり、勾配の分布幅が小さくなる傾向が確認された。この傾向は堰堤の規模や堆積土砂量によらず登川流域の多くの堰堤で見られた。

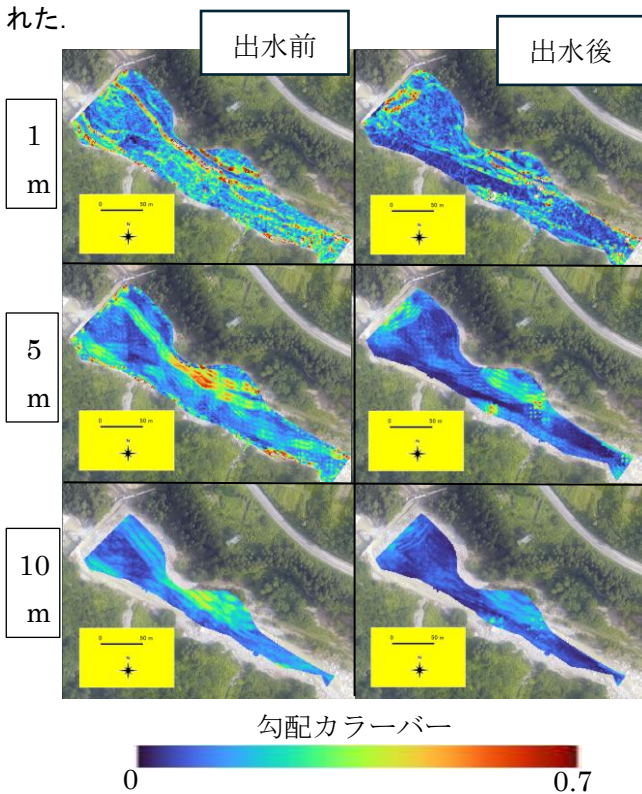


図2 蟹沢堰堤の最大勾配図

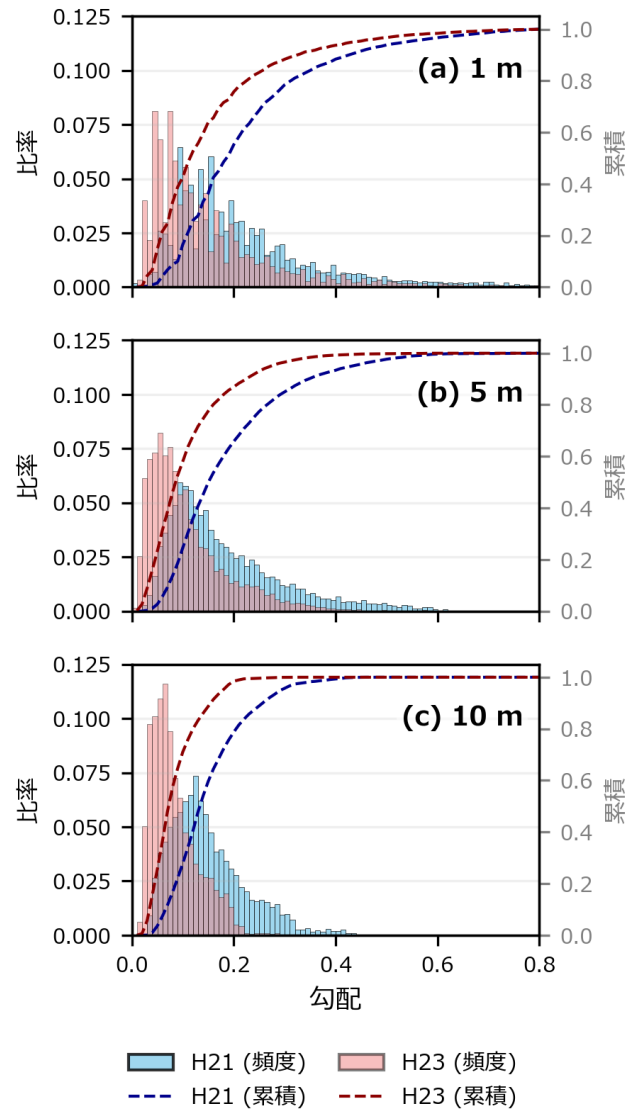


図3 蟹沢堰堤の出水前後の勾配分布

4 おわりに

本研究では出水前後のLPデータを用いて流域内の砂防堰堤の周辺の面的な土砂の堆積状況について情報を蓄積した。また、砂防堰堤周辺の堆積物における詳細な勾配変化を分析し、出水時における砂防堰堤の堆砂敷の土砂動態の把握を試みた。結果として勾配の算出に用いた水平距離によらず、出水により、勾配が緩くなり、勾配の分布幅が小さくなる傾向が確認された。今後は別時期のDEMとの比較を行うことで出水後の期間における地形変化の把握を行う予定である。

5 参考文献

伊藤ら(2015)砂防学会誌, Vol.67, No. 6, p.64-70
 里深ら(2005)砂防学会誌, Vol. 58, No. 1, p. 14-19
 田中ら(2021)河川技術論文集,第 27 巻
 平田ら(2023)砂防学会誌, Vol.76, No.3, p.15-25