

航空レーザープロファイラを用いた砂防堰堤の堆積物の表面形状に影響を与える因子の検討

筑波大学大学院 ○藤田一颯

筑波大学生命環境系 内田太郎

1 背景

土砂災害対策において砂防堰堤は、下流での被害を軽減するという重要な役割を持つ。砂防堰堤の効果を評価するにあたって現在までは水理実験(伊藤ら,2015)や数値計算を用いた手法(里深ら,2005),現地測量による実態把握が行われてきている。一方近年では航空レーザープロファイラ(以下 LP)の進歩により詳細な地形情報を比較的高い頻度で取得されてきており、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 を用いて土砂移動を評価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)。しかし、砂防堰堤周辺の土砂流出にともなう土砂の面的な堆積状況の詳細に着目して評価を行った研究はほとんど見られない。また、従来の砂防堰堤の効果に関する実験や現地調査は 1 つの堰堤に着目した研究が多く、連続した砂防堰堤を「群」として評価した研究は少ない(藤田ら,2021)。そこで、本研究では土砂の土砂流出前後の LP データを用いて、流域内の多数の砂防堰堤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量・形状に影響を与える因子を検討した。

2 方法

2.1 使用データ

新潟県登川流域を対象として 31 カ所の調査堰堤を選定し、国土交通省北陸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出水前後の 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 表形状と堆積土砂量の計測

砂防堰堤の堆積物の表面形状については LP データより 3D 図を作成することで出水による浸食や堆積を視覚的に表現し、特徴を抽出した。加えて、2 時期の DEM データより差分データを作ることによって各堰堤上流域の堆積土砂量を把握した。計算の際は当該堰堤から堆積が連

続している範囲を当該堰堤の効果範囲とした。また、(平田ら,2023)で示されたように $\pm 0.3\text{m}$ 以内を LP の誤差範囲とし、堆積方向を正として計算を行った。

2.3 場の条件と外力の条件

各堰堤の場の条件と外力の条件の 2 つを考慮して砂防堰堤直上の堆積物の表面形状の違いを引き起こす要因を評価した。場の条件としては出水前の堰堤の空き容量、出水前平均河床勾配、当該砂防堰堤より上流の集水域の面積、当該砂防堰堤より上流の集水域から当該堰堤より上流に設置されている砂防堰堤の集水域を除いた範囲(直接流入域と呼ぶ)の土砂量、砂防堰堤上流から流入した土砂の量を算出した。

3 結果

3.1 堆積量をコントロールする要因

場の条件より堰堤の空き容量、河床勾配、集水面積、外力の条件より直接流入域土砂供給量、上流からの全土砂供給量と堆積土砂量との関係を図 1 から図 6 に示した。図 1 より空き容量は 0 m^3 から 4000 m^3 に集中しており、堆積土砂量はばらついていて、図 2 より集水面積は 0 km^2 から 15 km^2 に多く、図 1 と同様に堆積土砂量はばらついていて、図 3 より出水前平均河床勾配と堆積量にはほとんど相関がみられなかった。図 5,6 より供給土砂量が増加すると堆積土砂量も増加する傾向がみられた。一方で、供給土砂量が増加しても堆積量がほとんど発生していない堰堤も一部みられた。

3.2 3Dマップの特徴

堰堤の堆砂状況は、堆積が左右のいずれかに偏っている場合、偏りが無い場合、ほとんど堆積が発生していない場合が確認できた。堆積が偏在している堰堤は、堰堤の空き容量、砂防堰堤上流から供給された土砂の量、河床勾配に関わらず、河道屈曲がある区間に設置されており、屈曲(図 6 矢印)の外側が盛り上がる様なたまり方をする傾向(図 6 黒丸)が見られた。一方、直瀬区間に設定された堰堤の多くは、出水前の流路の影を受けて流路の位置(図 7 矢印部)が窪むようなたまり方をした。

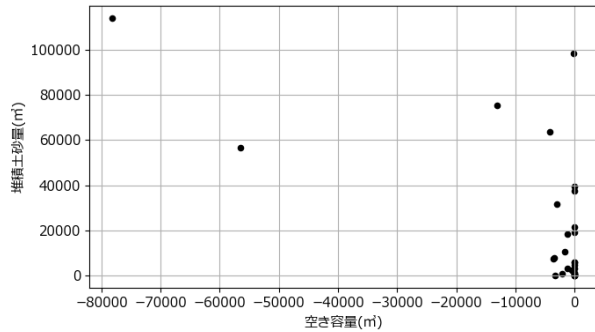


図1 空き容量と堆積土砂量の関係

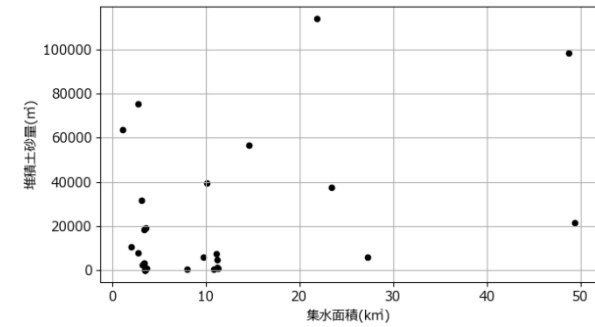


図2 集水面積と堆積土砂量の関係

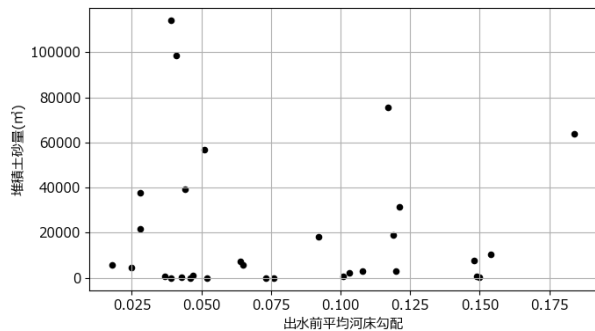


図3 河床勾配堆積土砂量の関係

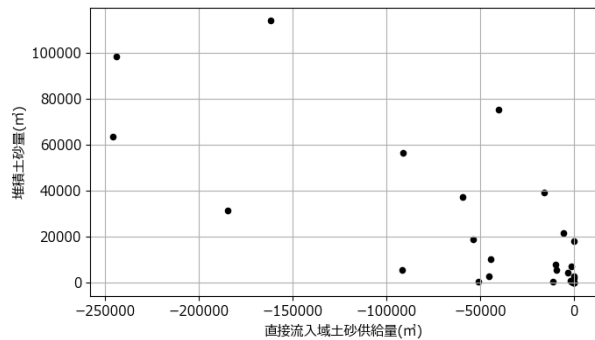


図4 直接流入供給土砂量と堆積土砂量の関係

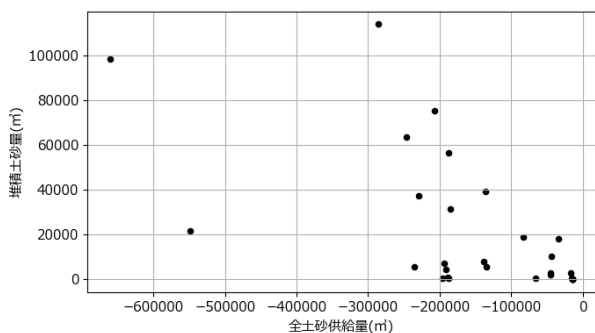


図5 全供給土砂量と堆積土砂量の関係

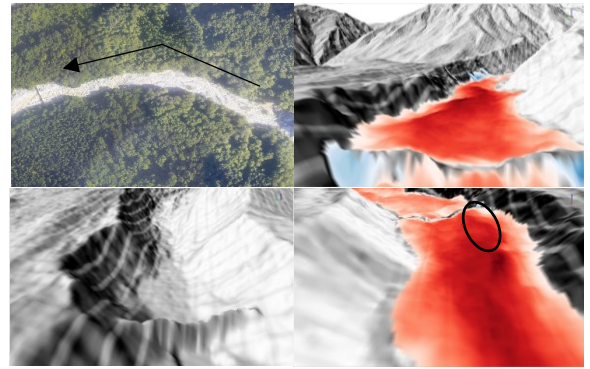


図6 屈曲による偏在が顕著な堰堤

左上：オルソ画像 右上：出水後下流画角

左下：出水前 右下：出水後上流画角

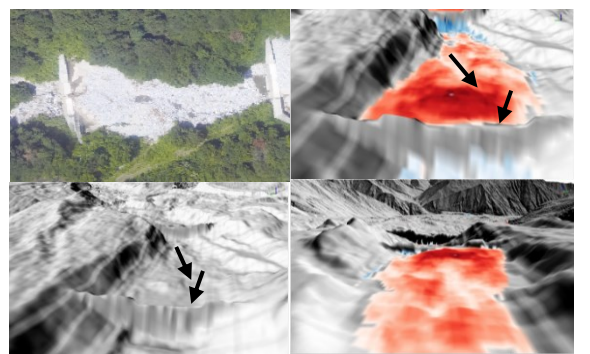


図7 流路による偏在が顕著な堰堤

左上：オルソ画像 右上：出水後下流画角

左下：出水前 右下：出水後上流画角

4 結論

砂防堰堤の堆積形状には河道の屈曲と出水前の河道の位置が影響を与えており、河道屈曲がある場合は屈曲の外側が盛り上がるようなたまり方をし、直瀬区間では出水前流路の位置が窪むようなたまり方をすることが示唆された。また、砂防堰堤上流の堆積土砂量には直接流入供給土砂量と全供給土砂量の影響が大きく、出水前平均河床勾配の影響は小さいということが示された。

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

藤田ら(2021)水工学論文集, 第 45 巻