

川辺川流域におけるモニタリング高度化に向けた取り組み

株式会社建設技術研究所 ○西尾潤太, 井内拓馬, 家田泰弘, 日名純也, 清水万莉子, 近藤圭悟
国土交通省九州地方整備局川辺川ダム砂防事務所 熊谷隆則, 下窪和洋,
大原崇裕(現:八代河川国道事務所), 地町優志(現:宮崎河川国道事務所), 紫垣敬翔

1. はじめに

川辺川ダム砂防事務所では、令和4年度よりDXの一環として、大規模土砂災害を想定した流域モニタリングを高度化するために以下に取り組んでいる¹⁾。

①監視カメラを活用した水・土砂流出状況の把握

②衛星画像NDVI差分解析を用いた土砂移動の把握

本稿では、①監視カメラを活用した水・土砂流出状況の把握に関する検討として、以下の3つの手法を実施した結果を報告する。

手法1.カメラ画像による水位・土砂移動の定性把握

手法2.AI画像解析による水位・土砂移動量の推定

手法3.ステレオカメラ画像のSfM解析による堆砂変動状況の把握

2. 方法

本検討では、川辺川本川や過去の災害時に顕著な土砂流出が確認された支川を対象とした(図1)。

既存の監視カメラがある宮園橋地点と梶原川下流地点では既存カメラを活用し、ない地点は簡易監視カメラ(ハイカム等)を設置し、画像を収集した。図1中の赤字の箇所は、クラウドの活用によりオンラインでリアルタイムの画像取得を試行した地点である。

なお、本研究で対象とした出水は、令和6年4月～9月に川辺川流域内で発生した6出水とした(図2)。



図1 検討対象箇所

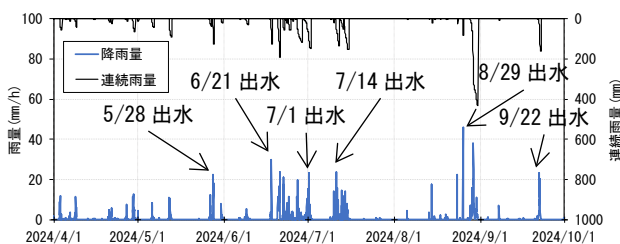


図2 降雨量(五木雨量観測所)

2.1 カメラ画像による水位・土砂移動の定性把握

取得したカメラ画像の目視判読により、水と土砂の移動特性を把握した。一部、オンラインカメラによりリアルタイムで画像を取得し、状況を把握した。

2.2 AI画像解析による水位・土砂移動量の推定

収集した画像データおよび同一地点、同一時刻の観測データから、水位および土砂移動量を推定可能なAI画像解析モデルを構築した。本稿では、久連子川合流点直上を対象として、5月28日出水を検証データとしたケースの方法および結果について報告する。

2.2.1 学習データの作成

令和6年度に川辺川流域で発生した計6出水のカメラ画像および水位・土砂移動量の観測データを収集し、1出水を検証用データ、5出水を学習データとした。

作成した学習データと検証データのデータ分布を図

3に示す。水位、土砂濃度のどちらも学習データの最大値が、検証データの最大値より大きく、AIで学習した範囲のデータを推定する条件となった。

2.2.2 AI画像解析モデル

解析モデルはMobileNetV3²⁾を用いた。パラメータは、感度分析を実施し以下の通り設定した。エポック数:1,000、ミニバッチサイズ:2、学習係数:0.0001

2.3 ステレオカメラ画像のSfM解析による堆砂変動状況の把握

樅木砂防堰堤の堆砂敷を対象として、出水前後でSfMモデルを作成し、差分解析を実施した。

2.3.1 ステレオカメラ画像の取得

樅木砂防堰堤の袖天端を通る橋梁に、簡易監視カメラを6台設置(図4)し、堆砂敷全体を様々な画角で撮影したカメラ画像を取得した。

2.3.2 SfM解析による三次元地形データの作成

取得したステレオカメラ画像を用いて、SfM解析を実施し、三次元点群データを作成した。ソフトウェアは「Agisoft Metashape」を使用した。

2.3.3 差分解析の実施

出水前後の三次元地形データから差分解析を実施した。ソフトウェアは「Cloud Compare」を使用した。

3. 結果

3.1 カメラ画像による水位・土砂移動の定性把握

令和6年に発生した出水時の撮影画像を対象に、視覚的に水位や濁りの発生した時刻を整理した。

梶原川下流地点では、図5のように目視により濁りの発生が確認でき、リアルタイムで水・土砂の移動状況を把握できた。

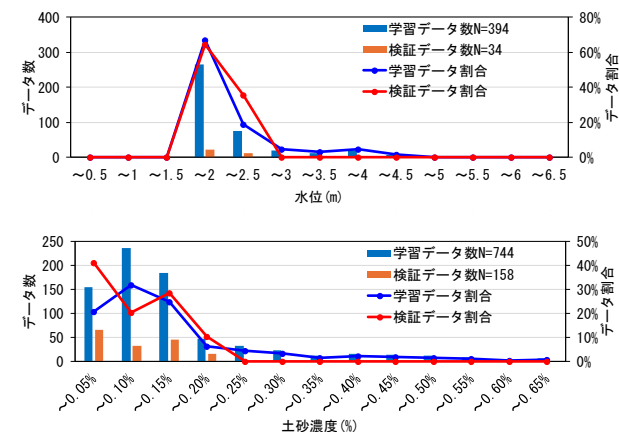


図3 データ分布(上:水位、下:土砂移動量)

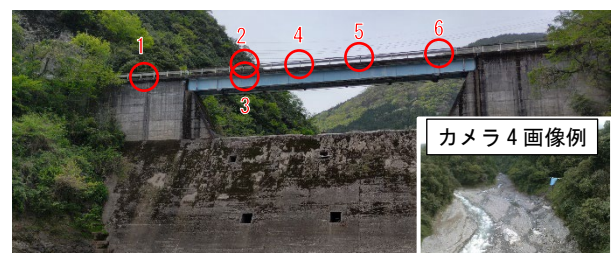


図4 樅木砂防堰堤のカメラ設置箇所

梶原川下流

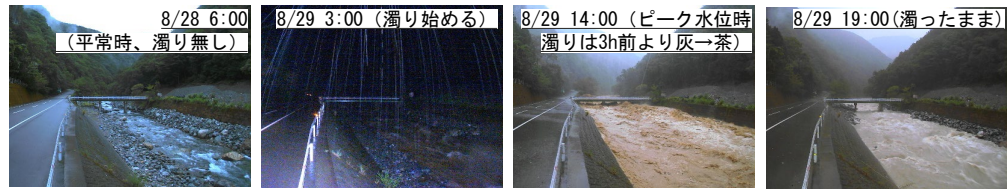
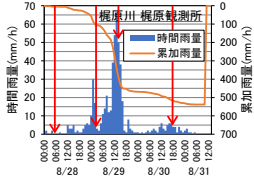


図5 梶原川下流地点の撮影画像

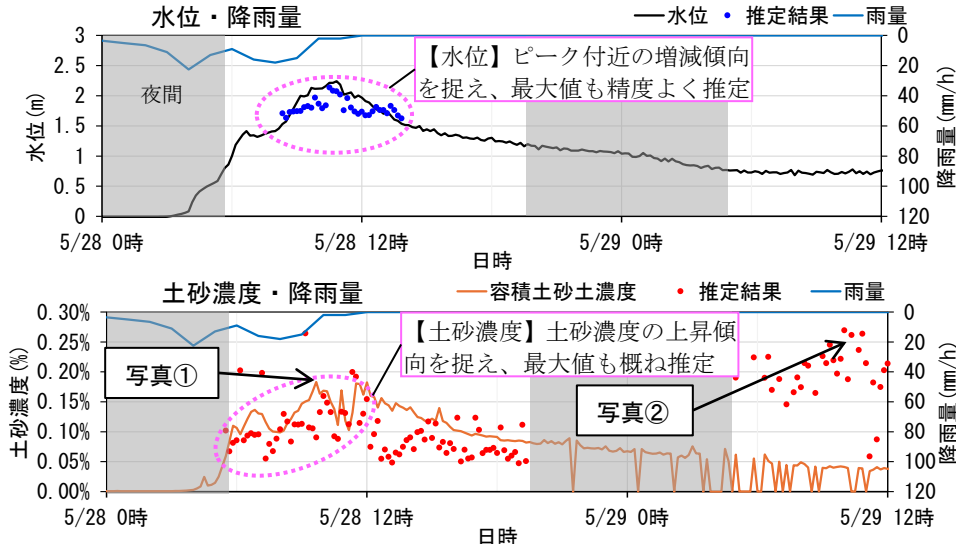


図6 AI 画像解析による推定結果（上：水位、下：土砂移動量）

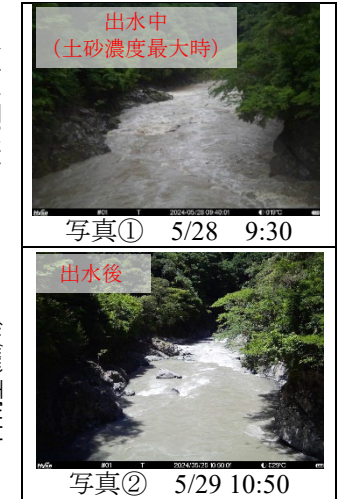


写真1 対象期間の撮影画像

3.2 AI 画像解析による水位・土砂移動量の推定

AI 画像解析モデルによる水位と土砂移動量の推定結果を図6に示す。

水位は、ピーク付近の増減傾向を捉え、最大値についても、実績 2.24m に対し、推定値 2.14m と精度良く推定できた。

土砂濃度は、5月28日午前濃度が上昇する傾向を推定できており、最大値も概ね整合した。しかし、5月29日の推定値は、実測が 0.05% 程度であるのに対し、0.15% 以上と過大に推定された。29日の写真(写真②)は、日光の影響で流水が明るく写っており、出水時(写真①)とは異なる傾向となったためと考えられる。

3.3 ステレオカメラ画像の SfM 解析による堆砂変動量の把握

令和6年台風10号(8/29出水)前後の SfM モデル(出水前：7/13、出水後：9/9)を基に2時期の差分解析を実施した結果を表1に示す。右岸では、出水前後で最大 4m 程度の土砂堆積が確認された。当箇所を対象に現地計測を実施したところ、変動高は最大 4m 程度であり、差分解析により堆砂状況の変化を定量的に把握可能であることが確認できた。

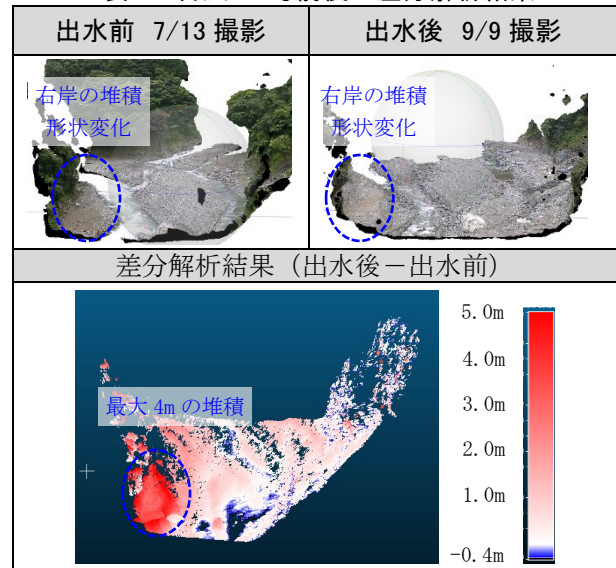
樺木砂防堰堤で取得したステレオカメラ画像から SfM 解析を実施した。6枚の画像から作成した SfM モデルの差分により、流路や堆砂状況の変化を概略的に把握可能であることが確認された。

4. まとめ

本研究では、監視カメラにより水・土砂流出状況の把握するために、3つの手法を検討した。

カメラ画像による移動土砂特性の把握では、カメラ画像から視覚的に、リアルタイムで水・土砂流出タイミングを把握することができた。

表1 台風10号前後の差分解析結果



AI 画像解析による手法では、監視カメラ画像によって間接的に水位、土砂移動量を推定可能であったが、土砂移動量の推定精度は、水位と比べ低かった。今後、学習データ拡充により精度向上を図る必要がある。

SfM 解析による手法では、6枚の画像から SfM モデルを作成し、2時期の差分解析により堆砂状況を定量的に把握できた。

将来的には、AI 画像解析及び SfM 解析についても、オンラインで取得したカメラ画像で実施し、水・土砂流出をリアルタイムで確認可能となると考えられる。

参考文献

- 1)井内ら、令和5年度砂防学会研究発表会概要集、p.669-670、2023
- 2) <https://github.com/kuan-wang/pytorch-mobilenet-v3>