

CCTVを活用した夜間降雨時における濁度評価の試み

国土交通省 関東地方整備局 富士川砂防事務所 藤平大^{*}・松若昭雄・長沢政和
 日本工営株式会社 ○五十嵐和秀・朝原康貴・松岡暁・伊藤隆郭
 京都大学 藤田正治・宮田秀介, 信州大学 堤大三, 筑波大学 内田太郎
 ※現所属：国立研究開発法人土木研究所土砂管理研究グループ

1. はじめに

富士川砂防事務所では、富士川流域8観測所において流砂量観測データに基づく流域監視手法の検討¹⁾の他、画像解析を用いた土砂移動現象把握手法を検討している。これまで、富士川流域春木川において濁水の評価に色情報(RGB値)を用いる手法²⁾を用いて、カメラ画像による濁水発生と濁度変化の定性的な評価や、縦断的に配置されたカメラから支流からの土砂流入を把握するための手法、濁度の定量評価手法を整理してきた³⁾。しかしこれらの検討は、日中の視認性の良い映像のみを対象にしており、夜間降雨時の視認性の低い映像に対しては適用できていなかった。夜間降雨時においてもCCTV画像から濁度を定量評価できれば、流砂量観測における濁度データの冗長化が図れる他、土砂移動現象に対して今後の流域監視の高度化が期待される。

本研究では、管内CCTVの夜間降雨時画像を用いて、既往の濁度評価手法の夜間時への適用性を確認することを目的とした。春木川において、2024年8月豪雨時のCCTV映像を収集し、夜間時の濁度評価を検討したので、その結果を報告する。

2. 使用映像と解析方法

2.1 使用映像

本研究では、春木川に複数整備されているCCTVの中で、被写体までの距離が比較的短く画角内に簡易白色板を設置可能な春木川第二砂防堰堤のCCTV(機種:FV-1850-1, 白色LED照明, 解析領域の水面までの水平距離:約90m)を対象とした(図-1)。春木川第二砂防堰堤の右岸袖小口面に簡易白色板(1m²)を設置し、白色点補正の基準点とした(図-2)。解析には30fpsの動画から1枚/10分のフレームを抽出して使用した。

2.2 解析方法

収集した映像から得られる情報は、水面の画像の情報(輝度・色)であり、表層の浮遊砂・ウオッシュロードの移動とみためて検討した。春木川第二砂防堰堤水通し前面の流下部に解析領域を設定し、既往手法^{2,3)}と同様に輝度値及びRGB値を抽出し、RGB値をそれぞれ単位ベクトル化した。

2024年8月29日～30日の出水時(総雨量151mm, 硯島雨量観測所)、夜間はCCTV併設の照明を点灯させて、昼夜で取得した光源条件の異なる映像に対し、白色板を基準に溪流水面画素に白色点補正を行った。また、春木川第二砂防堰堤から約3km下流に位置する栃原砂防堰堤の流砂量観測所で、同時期の観測データが得られており、画像解析による濁度評価の比較検証に供した。

濁度の定量評価は、濁度変化過程におけるRGB単位ベクトルの方向ベクトル(dr , dg , db)を法線ベクトルとする平面を、濁度に応じて設定する手法³⁾を用いた。

3. 解析結果

3.1 2024年8月29日～30日の出水時における濁水と昼間画像

図-3に8月29日～30日の出水時における画像解析結果と流砂量観測データ(水位・濁度)を併記して示す。水位は栃原砂防堰堤の水通し断面上の超音波式水位計、濁度計は右岸側袖背面の機種NEP-5000のデータを表示している。水位計データは出水時の水位変化を概ね捉えられているが、濁度計データ(機種NEP-5000)は機器に水が到達していない時間があり、出水時に流下している土砂を満足に計測しているか詳細は不明である。

8月29日16:30以降の濁水が観測されている時間帯において、 r (RGB単位ベクトルのR成分)が相対的に大きくなる結果が得られ、既往報告事例^{2,3)}と同様の傾向を示した。また、8月29日16:30～30日12:00の水位-0.40m～-0.18m(水深0.60m～0.82m)を計測している時間帯と、 r が相対的に大きくなる時間帯が概ね一致しており、画像解析結果から濁水発生タイミングと濁水収束タイミングが捉えられていると言える。



図-1 調査位置図 □: 検討対象CCTV



図-2 春木川第二砂防堰堤の簡易白色板設置状況

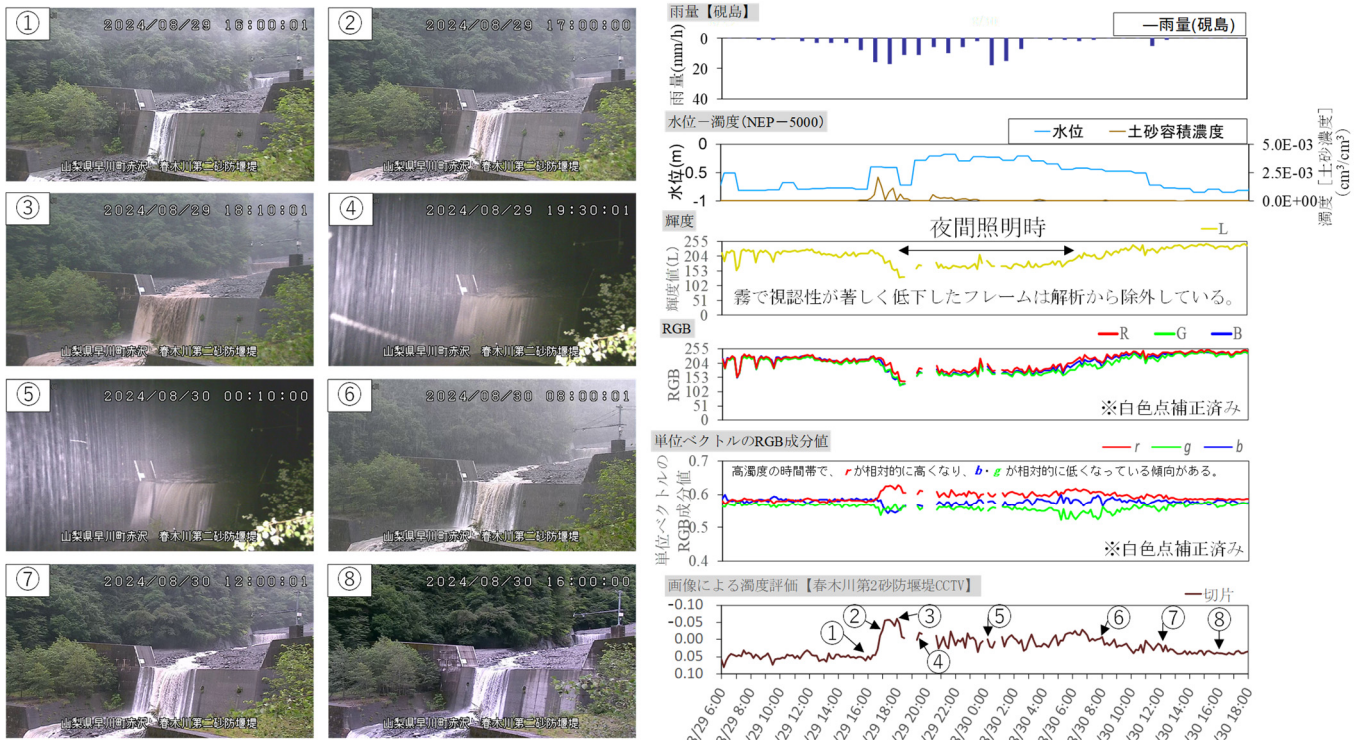


図-3 春木川第二砂防堰堤の画像解析結果と栃原砂防堰堤の観測データ（2024/8/29-8/30）

3.2 夜間降雨時の映像解析と濁度評価結果

8月29日～30日の夜間はCCTV併設の照明を点灯させて、白色板を基準に白色点補正の処理を行った。ここで、雲霧の影響で視認性が著しく低下したフレームは解析から除外している（図-3）。8月29日19:00以降の夜間照明時に濁水流下が視認できる時間帯において、白色点補正と合わせて解析した結果、昼間と同様に、 r が相対的に大きくなる結果が得られた。

図-3の最右下グラフに示した画像による濁度評価は、図-4に示す換算方法で切片を時系列で整理した結果である。8月29日06:00～16:00の水位-0.80m（水深0.20m）程度を計測している低水位の時間帯では、画像から濁水流下は認められず、切片は0.05程度であった。8月29日16:30～18:00の出水先頭の時間帯では、画像から濃色の濁水流下が視認でき、切片は0.06程度であった。8月29日19:00～30日12:00の時間帯では、画像から濁水流下が継続しているのが認められ、切片は0.03～0.03程度であった。8月30日12:00以降は、画像から濁水はほとんど認められず、切片は0.04程度と濁水発生前の値に戻った。これらの結果より、夜間照明と簡易白色板を併用することで、画像から濁度変化を昼夜含めて時系列で連続して観測することができた。

4. まとめ

本研究により、管内CCTVを用いて、既往の濁度評価手法の夜間時への適用性を確認できた。しかしながら、今回は既往手法の夜間への適用性を試行的に検討したものであり、濁度評価の精度的検証まで実施できていない。また、画像解析による濁度評価の指標を切片で示したが、濁度計や直接採水等の実測値でキャリブレーションすることにより、この切片を土砂濃度に換算可能である。実測値との比較検証も含めて今後の課題である。特に今回対象とした2024年8月29日～30日の出水は、年に数回発生するような確率規模の出水であり、栃原砂防堰堤の濁度計に水

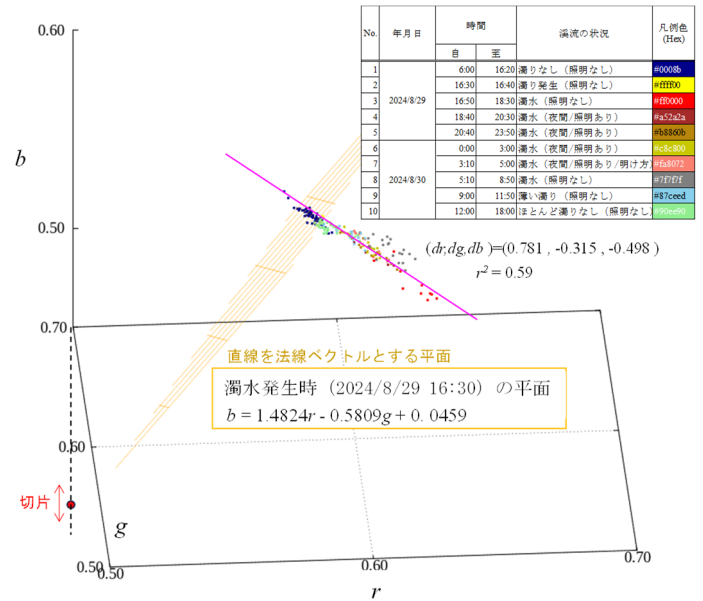


図-4 RGB単位ベクトルの3次元分布と濁度への換算

位が到達していない時間帯があったため、今後の規模の大きな出水を対象に観測データを充実させた検討が必要である。最後に、解析精度を向上させるためには、30fps等の動画を使用して切片を平滑化させる処理上の解決策の他、夜間降雨時の画像取得条件を改善する必要があると考える。今後、降雨線の影響を軽減した画像取得を試み、画像による濁度評価の精度向上を進めていく予定である。

参考文献（題目省略）

- 1) 萬徳昌昭・菊池隆・小林孝博・木村詩穂・松岡暁・五十嵐和秀・伊藤隆彰・藤田正治・宮田秀介・堤大三、令和6年度砂防学会研究発表会概要集、p.641-642、2021。
- 2) 五十嵐和秀・松岡暁・木下篤彦・山田孝、砂防学会誌、Vol. 76 No. 1、p. 22-33、2023。
- 3) 五十嵐和秀・川瀬寛太・松岡暁・伊藤隆彰・藤田平大・野城隆幸・唐木理富・藤田正治・宮田秀介・堤大三・内田太郎、令和6年度砂防学会研究発表会概要集、p.731-732、2024。