

## CCTVを活用した夜間降雨時における濁度評価の検証

日本工営株式会社 ○五十嵐和秀・松岡暁・伊藤隆郭

国土交通省 関東地方整備局 富士川砂防事務所 大浦二郎・松若昭雄\*・小林幸博・森隆彰

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：国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所

## 1. はじめに

富士川砂防事務所では、富士川流域（富士川本川・支川）の9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<sup>1)</sup>の他、画像解析を用いた濁度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<sup>2)</sup>を用いて、カメラ画像による濁水発生検知手法、夜間降雨時における対処法、濁度の定量評価手法等を整理してきた<sup>3)</sup>。これまでの検討により、昼夜含めて様々な出水時・土砂流出時における濁度変化を定性的に把握可能であることがわかってきた。一方で、画像解析結果から濁度を定量評価するためには、出水時の画像と採水等による実測の濁度データがセットが必要であるが、近年の実測の濁度データが十分に得られず、画像解析結果と実測濁度との比較が検証できていなかった。

出水時の画像と採水等による実測の濁度データがセットで得られれば、画像情報と濁度の間にキャリブレーション式を作成でき、出水期間中の撮影画像を用いての濁度評価が期待される。

2025年9月5日の出水において、出水時映像と直接採水結果（濁度データ）がセットで得られたため、本研究において、画像情報と濁度のキャリブレーション式を検討し、観測地点における通過土砂量を試算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）。2025年9月5日（総雨量145mm、硯島雨量観測所）の出水時映像に対し、全30fpsの動画から1fps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・ウォッシュロード<sup>4)</sup>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<sup>2),3)</sup>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。右岸袖小口面に設置した簡易白色板（1m<sup>2</sup>）を白色補正の基準点とした（図-2）。

春木川第二砂防堰堤から約3km下流に位置する栢原砂防堰堤には流砂量観測機器と自動採水器が備え、早川合流点付近の旧春木川橋では出水時採水を実施し、観測されたデータを使用した。

画像情報から濁度換算する方法は、既往手法<sup>3)</sup>を用いて3次元RGB単位ベクトルのB軸切片を導出し、図-4に示す濁度キャリブレーション式に供した。

## 3. 解析結果

## 3.1 2025年9月5日の観測データと画像解析結果

図-3に9月5日の出水時における画像解析結果、流砂観測データ（水位・濁度）、直接採水試料分析結果（バケツ採水・自動採水器）を併記して示す。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、2基の濁度計データ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十分に計測しているか詳細は不明である。

9月5日04:00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<sup>2),3)</sup>と同様の傾向を示した。0:00～2:00は解析領域に通水が少なく、背景のコンクリートが透過してその影響が出ている。4:00～6:00の出水初期では、ともに濁度上昇の傾向が認められるが、画像解析結果と採水データのプロットにはやや乖離が認められる。8:00～10:00と12:00～17:00の出水中は、画像解析結果と採水データのプロットは概ね重なる傾向が確認できた。11:00は、最下流の旧春木川橋のバケツ採水データのみ突飛な濁度となっている。画像解析結果と栢原砂防堰堤の自動採水・濁度計データには突飛な濁度は認められず、支流からの土砂流入の影響等の詳細は不明である。9月5日の出水では、既設濁度計の設置環境の影響も関係するが、画像解析と直接採水データのグラフ波形が比較的異なる結果となった。



図-1 位置図

表-1 通過土砂量の試算結果 (2025年9月5日)

出水時間	春木川第2砂防堰堤	栃原砂防堰堤
	CCTV	濁度計 (NEP-5000)
4:00 ~ 18:00	958.1 (m <sup>3</sup> )	532.8 (m <sup>3</sup> )
0:58 ~ 23:58	— (画像無し)	951.9 (m <sup>3</sup> )

※流量は双方とも栃原砂防堰堤の観測水位データより算出した値を使用。



図-2 春木川第二砂防堰堤の簡易白色板設置状況と解析領域

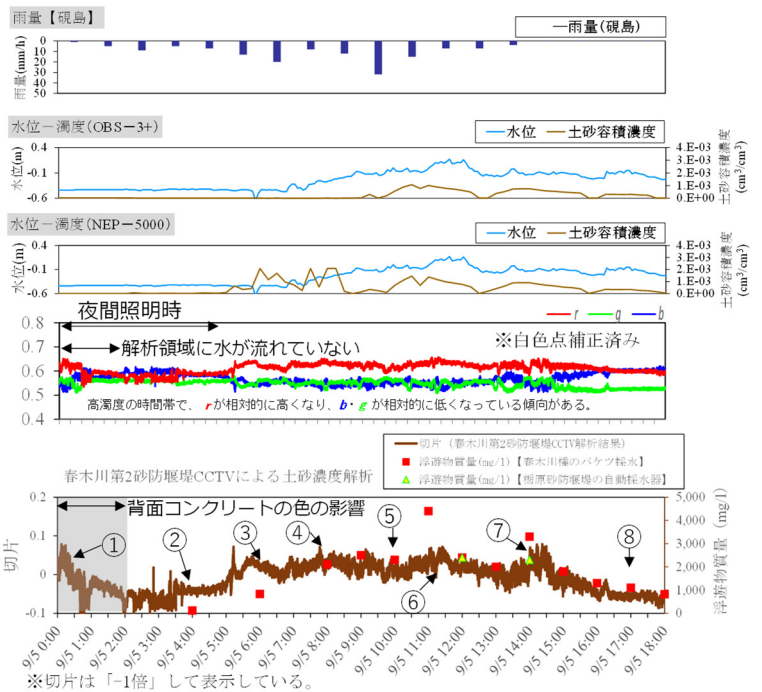
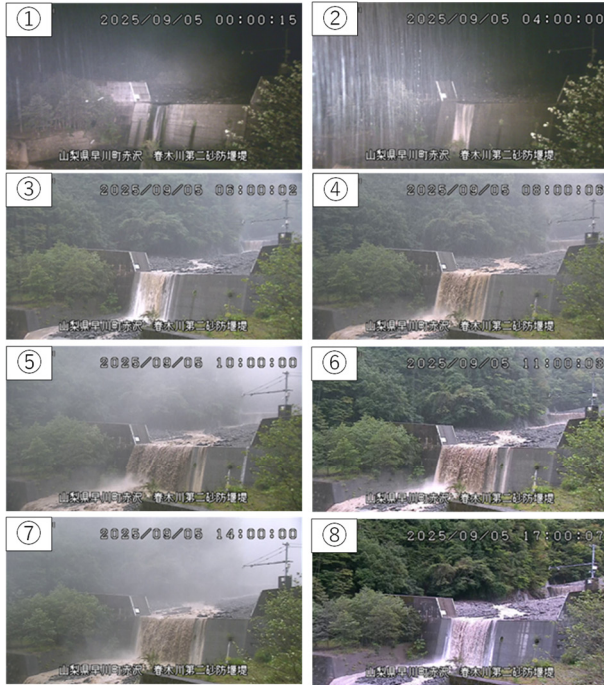


図-3 春木川第二砂防堰堤の画像解析結果と栃原砂防堰堤の観測データ (2025/9/5)

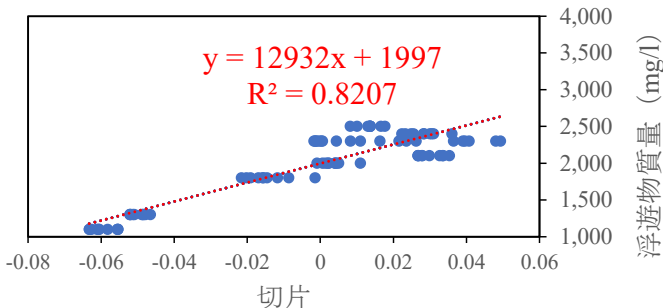


図-4 画像の濁度換算キャリブレーション式 (正時付近10フレームの切片を使用した場合)

### 3.2 春木川第二砂防堰堤CCTVによる通過土砂量の試算

図-3に示す採水データ (突飛な値を除く) と、春木川第2砂防堰堤CCTVの同時刻のフレームの解析結果 (切片) を使用して相関式を作成した (図-4)。この相関式を画像から濁度へ換算するキャリブレーション式とみたと、土粒子比重2.65 (一般値) を用いて濁度 (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) に換算した。換算した濁度 (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) に、栃原砂防堰堤の観測水位データより算出<sup>1)</sup>した流量に乗じて時間積分することで、春木川第二砂防堰堤における通過土砂量を試算した (表-1)。栃原砂防堰堤の濁度計 (NEP-5000) の濁度データより、流量算出条件を同一にして算出した通過土砂量も表-1に併記した。

9月5日4:00~18:00では、春木川第二砂防堰堤CCTVでは958.1m<sup>3</sup>の通過土砂量が画像解析結果より試算された。一方で、

栃原砂防堰堤の濁度計では、同時刻で532.8m<sup>3</sup>の通過土砂量が計測されたが、約325m<sup>3</sup>の差が認められた。栃原砂防堰堤の濁度計 (NEP-5000) のグラフをみると、9:00と13:00頃に土砂容積濃度が低い値が計測されている。一方、春木川第二砂防堰堤CCTVでは、同時刻に濁水の流下が確認できる。栃原砂防堰堤の濁度計 (NEP-5000) の周辺に濁水が浮上達していなかった可能性などが原因として考えられるが、濁度計 (NEP-5000) 近傍における出水時の現地状況の詳細は不明である。

### 4. まとめ

本研究により、春木川第二砂防堰堤CCTVの1箇所のみであるが、出水時のバケツ・自動採水器の実測の採水データとの比較を行い、画像解析による濁度換算結果と時系列のグラフ波形が凡そ重なる傾向を確認できた。今後の課題として、複数出水で画像と濁度の相関性を検証し、精度面の確認・整理が必要である。また、夜間降雨時映像 (光源の違い) の検証が、条件の良い春木川第二砂防堰堤CCTV 1箇所のみであるので、他箇所展開を見据え、撮影条件を変えた複数箇所での事例検証が必要である。

### 参考文献 (題目省略)

- 1) 萬徳昌昭・菊池瞳・小林幸博・木村詩穂・松岡暁・五十嵐和秀・伊藤隆平・藤田正治・宮田秀介・堤大三, 令和8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) 藤平大・松若昭雄・長沢政和・五十嵐和秀・朝原康貴・松岡暁・伊藤隆平・藤田正治・宮田秀介・堤大三・内田太郎, 令和7年度砂防学会研究発表会概要集, p.331-332, 2025