

紀伊山系における土砂移動等を対象とした画像解析による検知・計測技術の開発

国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所 菅原寛明*)・田中健貴

国土交通省国土技術政策総合研究所 木下篤彦

日本工営株式会社 ○水谷佑・五十嵐和秀・松本定一・池島剛

*)現所属：国土交通省関東地方整備局

1. 背景と目的

紀伊山系砂防事務所管内では、H23紀伊半島大水害で深層崩壊・河道閉塞・土石流が発生した溪流において砂防事業を実施しており、CCTVカメラによる状況把握を行っている。豪雨時には土砂移動の発生有無や砂防施設の状況を監視しているが、夜間においては照度不足や照明の雨滴反射等によって視認性が低下するとともに、労務負担も大きい。このような課題に対して、画像解析技術や高性能カメラ・撮影技術を応用し、監視画像の視認性向上や状況変化の自動検知・定量化が実現できれば、監視体制の効率化が期待できる。本稿は、河道閉塞が発生した赤谷地区・栗平地区(奈良県五條市)、土石流が発生した内の川(和歌山県那智勝浦町)における土砂移動等に対して、視認性向上と、画像解析による出水時の変状検知・計測を試行し、その適用性を報告するものである。

2. 視認性向上

2.1 高感度カメラによる長時間露光撮影・鮮明化処理

照度不足への対応策として、長時間露光撮影および輝度調整による鮮明化処理を試みた。静止画の伝送となるが、赤谷地区の崩壊斜面の撮影において、夜間無降雨時の視認性向上が確認された。一方で夜間降雨時には雨滴を除去できず、十分な視認性を確保できなかった(図1 a)～d))。

2.2 被写体の視認性向上

入射方向に光を反射する再帰性反射材を用いて、被写体の視認性向上を試みた¹⁾。栗平地区の湛水地に、再帰性反射材を貼付した簡易的な水位標を設置した結果、雨滴反射による「白飛び」が顕著な豪雨時においても水位標が視認できることが確認された(図1 e)・f))。

2.3 視認性が良好な画像の抽出

紀伊山系砂防事務所では、CCTVからの映像は動画(10~30fps)で伝送されている。豪雨時に雨滴反射で視認性が低下したようにみえる映像をコマ送りで1フレームずつ目視確認した。動画としては認識できない鮮明な画像が存在することが分かった。雨滴の映込みが少なく相対的に低輝度な画像であることから、その特性を活用した自動抽出の可能性が示唆された(図2)。

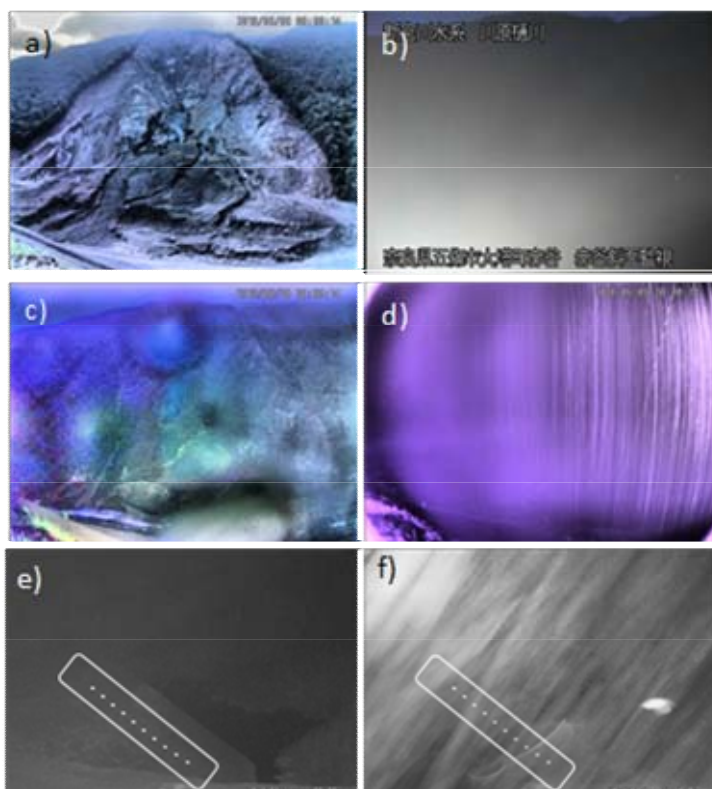


図1 a)～d)赤谷崩壊斜面の視認性向上効果の例：a)視認性良好な画像 b)CCTV夜間画像 c)夜間無降雨時の長時間露光・鮮明化処理画像 d)夜間降雨時の長時間露光・鮮明化処理画像 e)・f)栗平の再帰性反射材による被写体視認性向上(白枠内の点)：e)夜間無降雨時 f)夜間降雨時

3. 変状の検知・計測

3.1 水位計測と流下物・施設変状の検知

画像の鉛直方向の輝度変化から、水面と砂防施設の境界面を検出し水位を計測する解析方法を検討した。また、内の川地区では局所特徴量^{2)・3)}を用いた水位解析を行い既設水位計との比較を行った結果、良好な再現性を示した。赤谷地区において、湛水池に流木と推察される流下物と湛水面には明らかな輝度の違いがあり、時間ごとに画像の輝度差分を取ることで、ある地点における流木等の到達・通過時における画像変化を定量的に表現することができた。また、栗平地区において発生した仮排水路の破損について、コンクリートで被覆された部分が侵食され、土砂が露出する際の画像変化を輝度の解析によって定量的に表現可能である

ことを示した(図3)。

3.3 濁水検知

内の川地区において、一時的に濁水を発生させて流水の色を解析した。供給土砂は河床堆積物と、斜面から採取した土砂の2種類を用いた。前者は通常の出水時における河床材料の二次移動による濁り、後者は斜面崩壊等の新規土砂供給による濁りに相当するものとして、供給土砂の違いによる色の差異が検出可能かを検討した。土砂の供給は弱雨の日中に行い、可視光下で撮影した。画像を目視観察・解析した結果、斜面土砂は赤みをおびた茶色、渓床土砂は灰色と、濁水の色の変化は目視で識別できるものであった。また、RGB表色系(赤・緑・青による色表現法)での数値の変化として、斜面土砂投入時には赤色を示すRが相対的に大きくなった⁴⁾。一方で、渓床土砂はRGB値も同程度であった。このことから、目視で濁水の色の変化が識別できる画像であれば、濁水の色の変化、すなわち上流での新規土砂供給の発生を画像解析によって検知できる可能性が示された(図4)。

4. まとめと今後の課題

砂防溪流等における画像監視の課題である豪雨時・夜間等の視認性低下について、鮮明化処理技術や再帰性反射材を用いた改善策により、一定の効果が見込めることが分かった。また、画像による水位計測や変状検知も、基礎技術としては確立できた。

一方で、濁水の解析・検知については可視光下での検討となっており、夜間の解析が課題である。また、実務に反映するための画像解析・監視システムの開発・試行・実装のための検討や技術開発を進める必要がある。

参考文献

- 1) 井深ら(2017):高コントラスト被写体を用いた単眼カメラ画像解析による高精度距離検出, 平成29年度砂防学会研究発表会概要集, p. 724-725
- 2) 中谷ら(2014):CCTV静止画像を用いた流量推定システムの開発, 平成26年度砂防学会研究発表会概要集B, p. 386-387
- 3) 椎葉ら(2017):天竜川上流域におけるCCTV画像解析を活用した流域監視の検討, 平成29年度砂防学会研究発表会概要集, p. 216-217
- 4) 五十嵐ら:画像の輝度情報・色情報を用いた山地河川の流況変化検知手法の開発, 平成30年度建設コンサルタント業務研究発表会, 第18回論文集, pp. 9-12, 2018.

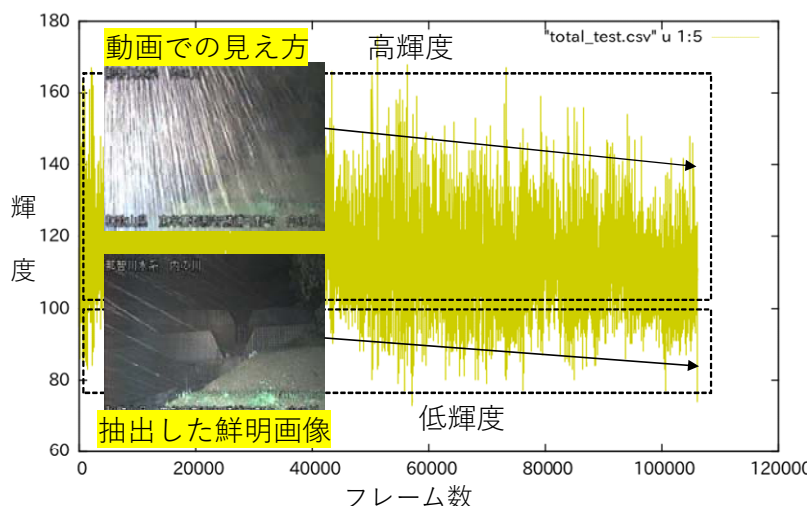


図2 視認性が低い映像に含まれる鮮明画像の抽出とフレームごとの輝度変化



図3 施設変状の輝度解析結果(各輝度の画素数の時系列変化。破損による画像変化が輝度数の変化として表現されている。)

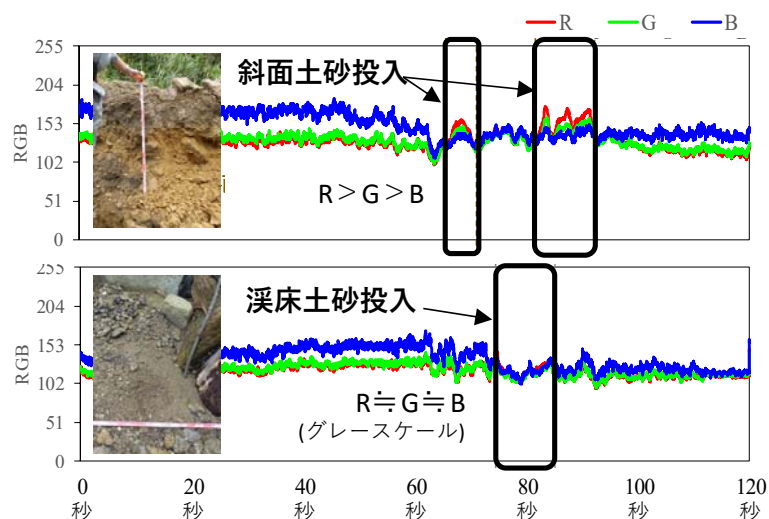


図4 濁水の色情報(RGB値)の解析結果(斜面土砂投入時には赤を示すR値が大きくなり、供給土砂の色の違いが表れている)