

監視カメラ映像の輝度差分値に基づく土砂移動検知装置の開発

株式会社エイト日本技術開発
株式会社ブレインズ
国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター
国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所 小竹利明・山田拓・柴田俊
国土交通省国土技術政策総合研究所

○海原荘一
井深真治
木下篤彦
中谷洋明

1. はじめに

国土交通省では、台風時等の警戒体制時に現地状況を確認できるように山地洪水災害や土砂移動の発生しうる箇所に対して監視のため監視カメラ(CCTV)の整備が進められている。また、災害初動時にも監視カメラが活用されている。

監視カメラの監視映像は、単に現地状況を確認するだけでなく、河川水位や道路分野における逆走車両等を対象として既に自動検知が利用されており、映像データに基づく自動監視は人手不足や省力化、重大事象の見逃しなどのヒューマンエラーの防止等を解消する有効な手段の1つとして考えられる。

山地河川における顕著な土砂移動の検知については、MPEG 画像の動ベクトルに着目した土石流の検知¹⁾やPIV²⁾、映像のマッチングによる崩壊検知手法³⁾が検討されているが、計算負荷量が大いなどの課題があり、柴田ら⁴⁾は、簡易な演算かつ計算対象のフレーム間隔を長くし、大まかな映像の変化を把握することで、計算資源が少ない環境でも災害発生を検知できる方法として、時間軸の差分画像における輝度の経時変化に着目した方法を検討している。

2. 土砂移動検知の原理と装置の概要

柴田らの輝度差分映像による災害検知手法⁴⁾は、山地河川における崩壊・土石流の顕著な土砂災害の発生を早期に検知することを目的としており、その発生時の映像においては、土砂移動の範囲の色調が大きく変化するため、細かい映像の変化を追跡するのではなく、大まかな映像の変化を時間軸の輝度の変化に着目する方法である。

具体的な映像の処理方法としては、図-1に示す要領とし、0.5秒間隔の720×480pixelの2枚の映像から輝度差分画像(フレーム間差分)を連続的に生成し、その輝度差分値を求め、それに対する閾値を設定して崩壊・土石流の発生を判定するものである。

筆者らは前述した土砂移動検知方法を組み込んだ映像処理装置を製作した。土砂移動検知装置の映像データは監視カメラのデコーダからNTSCのアナログデータを映像分岐装置により取得し、その監視映像は土砂移動検知装置内で処理し、計算した輝度差分値及び検知映像は携帯電話回線により、サーバに送信している。土砂移動検知装置の主な機能としては表-1に示すようなものであり、閾値以上の輝度差分値となった場合に指定先にメールが送信されるようになっている。なお、映像の計算負荷が小さいため、81×110×40mmの小型の映像処理装置(図-2)にソフトウェアを組み込んで、土砂移動検知装置を作成した。

3. 閾値の設定と検知状況およびその原因

3.1 閾値の設定と検知状況

本事例では図-3に示す奈良県五條市赤谷地区の監視カメラの映像に基づき、約800m先の深層崩壊斜面を監視対象としたが、土石流や大規模な崩壊の発生は非常に稀な現象であるため、検知の判定に用いる閾値は既存の監視映像を基に、0.5秒間隔での輝度差分値の変動を踏まえ、誤検知防止を重視して高めの100に設定した。

データ取得期間内に崩壊は発生しておらず、閾値以上となった検知情報は全て誤検知である。土砂移動検知装置設置後にデータを取得した結果、図-4に示すような輝度差分値の変動を示し、閾値を超過する頻度は1日当たり平均で約20回、最大で70回程度であった。検知数は昼間よりも夜間の方が多く、夜間/昼間の比率は10倍以上となっている日も多く、また、輝度差分値は500を超過する(最大は約2700)事例も多く見受けられた。

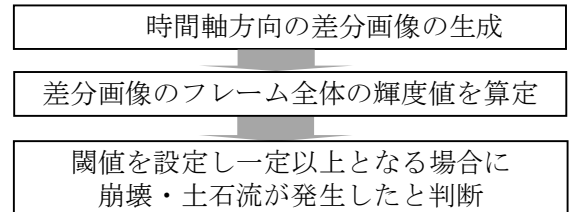


図-1 輝度差分画像による土砂移動検知の判定手順

表-1 土砂移動検知装置の主な機能

| 機能 | 内容 |
|---------|---|
| 録画・画像閲覧 | 定時録画・検知時の映像を検索・閲覧できる機能 |
| マスク設定 | 土砂移動を検知する画面の範囲を設定 |
| 各種設定 | メイン画面のグラフ表示, アラームの閾値, グラフ表示の秒数, 横軸の目盛りを設定する機能 |

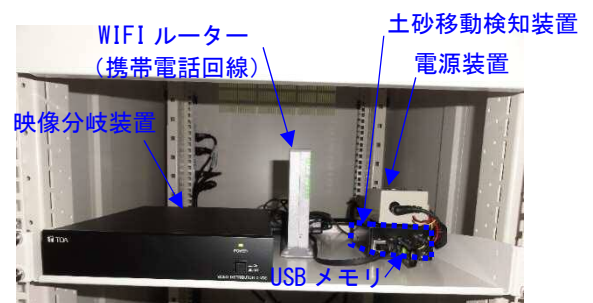


図-2 土砂移動検知装置の設置状況

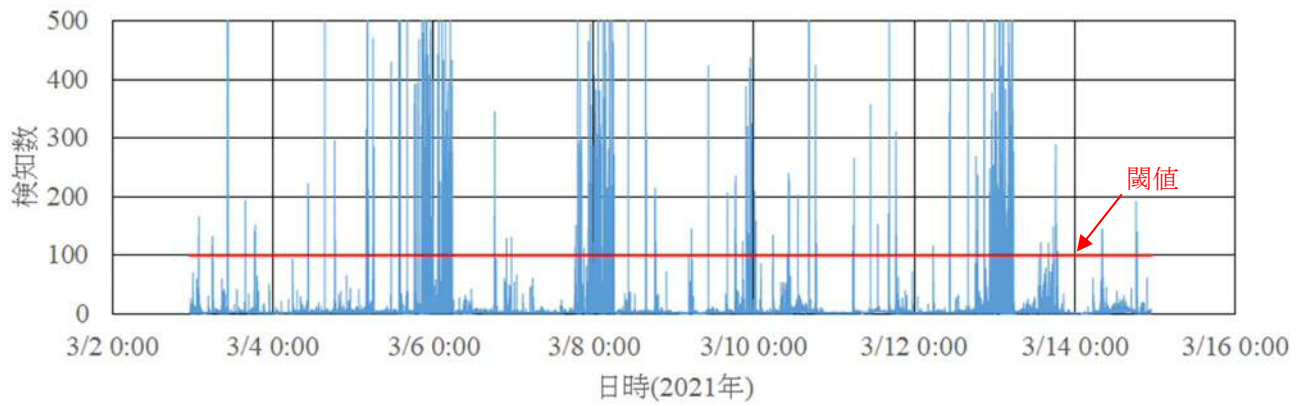


図-4 輝度差分値の変動

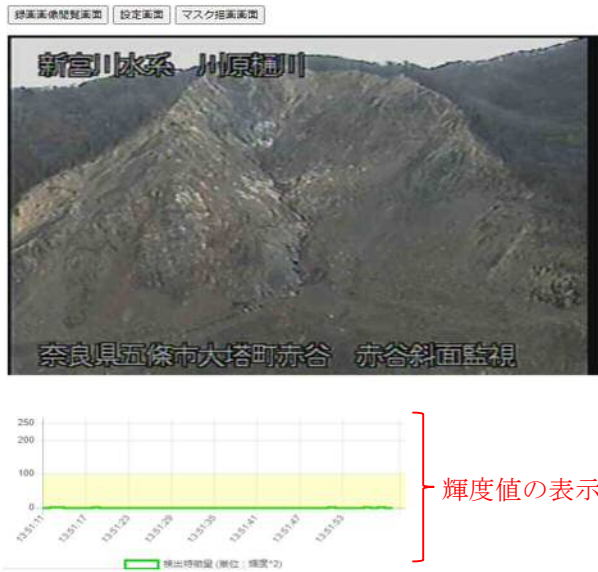


図-3 土砂移動検知装置の画面と輝度値の表示例

3.2 検知の原因となっている事象

検知時の監視映像を確認したところ、検知の原因となっている事象は、昼間の場合はワイパーの動作、雲の影の移動(図-5)や尾根からの日光の照射であった。また、夜間の場合は、そのほとんどが照明光による降雨または霧の反射(図-6)であり、それらの映像にはカメラ近傍の降雨や霧しか映っておらず、監視対象となる崩壊斜面が見えない状況であった。

4. まとめ

本検討では、土石流や大規模な崩壊といった顕著な土砂移動を検知対象として、720×480pixelの2fps間隔で、監視カメラから約800m離れた位置の深層崩壊斜面の監視映像の輝度差分値を取得し、既存の土石流・崩壊映像を参考に設定した輝度差分値に基づいて検知を行った。その結果、検知頻度は約20回/日程度であり、その検知の原因となっている事象のほとんどは照明による夜間の降雨や霧での反射によるものであった。

今後は監視対象が目視できる時間帯でのみ判定する、ワイパー等の動作時間を加味して検知の判定を行う、マスキングで検知に使用する映像範囲の適切な設定等による誤検知の削減や輝度値のヒストグラムの延伸や映像の重ね合わせなどの監視映像の鮮明化技術との組み合わせを検討したいと考えている。



図-5 昼間における誤検知の原因(雲の影の移動)

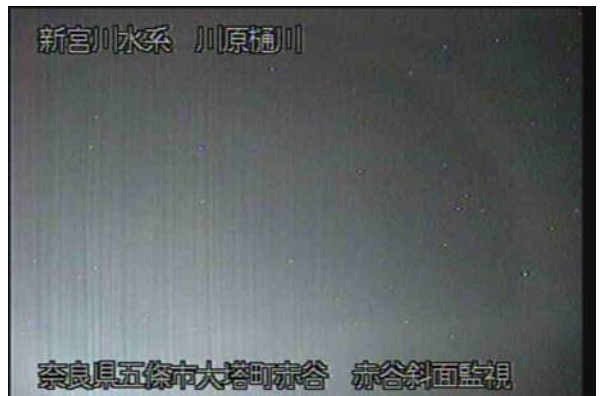


図-6 夜間の誤検知の原因の例(照明の降雨での反射)

参考文献

- 1) 柳原幸希, 寺田秀樹, 近藤浩一, 小野田敏, 高山陶子, 大鋸朋生: 粒子画像流速測定法(PIV)を用いた崩壊の動画解析, 砂防学会誌, Vol.59, No.1, p.33-38, 2004.
- 2) 井深真治, 福田昌宏, 水谷佑, 高原晃宙, 木下篤彦, 水野秀明: 画像解析による動体追跡技術の土砂移動検知への適用, 平成28年度砂防学会研究発表会概要集, p.A-290-291, 2016.
- 3) 柴田俊, 小竹利明, 山田拓, 木下篤彦, 中谷洋明, 金澤瑛, 海原荘一, 井深真治: 輝度の差分映像による斜面崩壊・土石流の検知と降雨・夜間の監視映像の鮮明化, 第10回土砂災害に関するシンポジウム論文集, p.79-84, 2020.