

輝度に着目した、カメラ画像を用いた土砂移動検知システムの検討

国土交通省国土技術政策総合研究所(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大規模土砂災害対策技術センター  
 国土交通省国土技術政策総合研究所  
 株式会社エイト日本技術開発  
 株式会社ブレインズ

○木下篤彦  
 北本楽  
 中谷洋明・金澤瑛  
 海原荘一  
 井深真治

1. はじめに

国土交通省では土砂災害が発生するおそれのある箇所の監視や災害後の2次災害防止のため、CCTV等のカメラが多数設置されている。これらのカメラによる監視を24時間長期に渡って技術者が実施するのは限界があり、近年ではカメラ画像から輝度やRGBの変化から自動的に土砂移動を検知する試みが行われている<sup>1)2)</sup>。画像から土砂移動を検知するにあたっては、計算負荷を可能な限り小さくするとともに誤検知を減らす必要がある。本研究では、誤検知を減らす試みとして、これまで0.5秒としていた差分計算の間隔を長くすること、画像の白黒二値化によるチェックにより、誤検知を減らす検討を行ったので報告する。

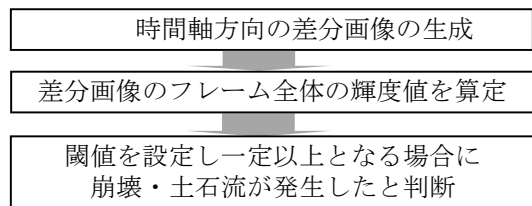


図-1 輝度差分値による崩壊・土石流の検知方法

2. 既往研究による誤検知の頻度・内容

柴田ら<sup>2)</sup>は計算負荷を減らすために、輝度差分値を用いた検知手法を提案している。この手法は、図-1のように0.5秒間隔の2枚の画像の輝度を計算し、輝度の差分値が事前に設定した閾値以上となった場合に、土砂移動が発生したと判定する。図-2のように解像度を半減させ、かつモノクロ映像で検討した結果、2014年の台風第11号による赤谷地区(奈良県五條市)での崩壊では、明瞭な輝度差分値の上昇がみられた。柴田らの成果<sup>2)</sup>では、既往の全国から集めた土石流や崩壊の事例から、閾値を100と設定することで、精度良く土砂移動が検知できることが分かっている。

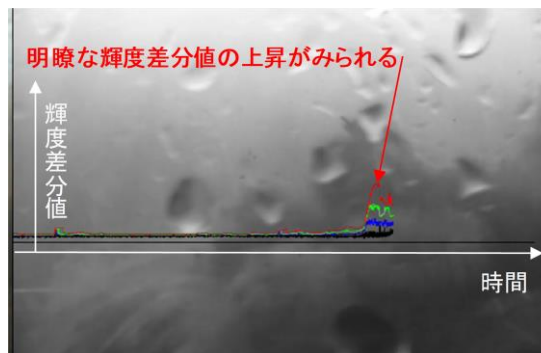


図-2 2014年台風第11号による赤谷地区における崩壊映像の解析事例(解像度1/2, モノクロ映像)

輝度差分値は計算負荷が小さい反面、誤検知も多くなることが分かった。表-1に赤谷地区に設置したCCTVカメラでの2021年4月1日~6月30日の3ヶ月間の誤検知の内容及び回数を示す。なお、調査期間内には土石流や崩壊は発生していない。ワイパーの作動・雨・虫の飛来・霧の発生が誤検知の主要要因となっていることが分かる。

表-1 3ヶ月間(2021年4月1日~6月30日)の

誤検知の内容及び回数

昼/夜区分 降雨区分 内容	昼間		夜間		合計
	無降雨 件数	降雨時 件数	無降雨 件数	降雨時 件数	
ワイパー	138	20	0	0	158
雨	2	12	115	47	176
雨・虫	0	2	23	42	67
影の移動	1	0	0	0	1
画像なし	1	1	0	0	2
画像異常	6	0	0	0	6
回転	4	0	0	0	4
丸い影	0	0	0	1	1
丸い光	0	0	0	8	8
黒いゴミ	1	0	0	0	1
消灯	8	0	0	0	8
信号	3	2	0	0	5
水滴	1	0	0	0	1
虫	29	1	33	662	725
虫・丸い光	0	0	0	3	3
鳥	1	1	0	0	2
点灯	7	0	0	1	8
不明	127	29	128	898	1,182
霧	25	8	37	77	147
総計	354	76	336	1,739	2,505
時間数	1009	163	638	64	1,874
日当たり	5.6	7.5	4.2	217.4	235

3. 誤検知を減らすための検知アルゴリズム改良とその効果

3.1 長いスパンでの輝度差分値の計算

誤検知の原因の多くが短時間で生じる現象によるもので

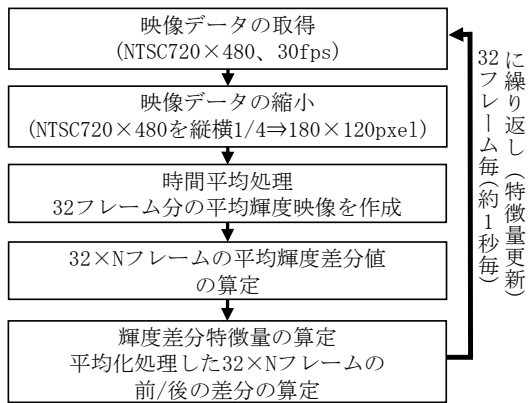


図-3 32×N フレームの輝度の差分による検知フロー



図-5 雲影の移動時の映像の白黒二値化

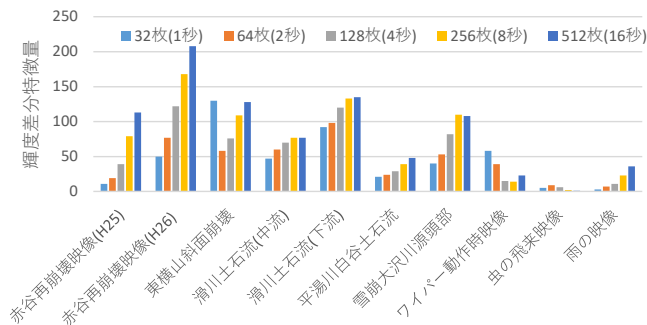


図-4 土砂移動及び誤検知映像の 32×N フレームの輝度差分値



図-6 2013年赤谷地区での崩壊時映像の白黒二値化の例

ある．それに対して土石流や崩壊などの顕著な土砂移動の映像の変化は数十秒程度継続する．このため、図-3に示すように、より長い期間の輝度差分値で検知を行うこととした．輝度差分値の長期指標化については、32 フレームを1つのユニットとして、32 フレーム分の連続する画像の同じ座標の輝度を平均した画像を求め、32×N フレームの平均輝度差分値を求めものとした．本研究では、Nを1(32 フレーム)～16(512 フレーム)まで変化させて値を確認した．傾向としては枚数が多くなるほど、検知すべき現象と誤検知となる現象の判別がしやすくなった．一方で、場所や現象によって、ピークや輝度差分特徴量の大きさが様々であり、想定する現象や場所に応じてNや特徴量の閾値を変える必要がある．

### 3. 2 白黒の二値化画像

表-1の誤検知以外にも、時期や時間帯によっては雲の影の移動による誤検知が想定され、追加のアルゴリズムを検討した．晴天時、日射のある領域と雲の影となる領域の輝度差が顕著になった場合に誤検知が発生すると想定された．雲の影が移動した場合、山肌の細かい凹凸や樹木のテクスチャが鮮明となり、図-5のように白黒二値化した場合に白と黒の面積の小さい領域が分布する．一方、大規模土砂移動が発生した場合は、流下する土砂等によりテクスチャが不鮮明になり、白と黒の面積の小さい領域の分布は小さくなる(図-6)．

## 4. おわりに

上記の検討により、赤谷地区では誤検知を平均で1日1件未満まで減らすことができた．今後は、土砂移動検知の精度をさらに上げる研究を行うとともに、夜間の土砂移動検知手法についても取り組んでいく．

参考文献 1) 五十嵐ら(2019): 画像の RGB 空間における濁水の立体分布と3次元ベクトル空間モデルを用いた流況変化検知手法の基礎的検討, Vol. 71, No. 6, pp.28-34, 砂防学会誌 2) 柴田ら(2020): 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, pp.79-84, 第10回土砂災害に関するシンポジウム論文集