

1. はじめに

土石流災害に対する警戒避難システムの一環として様々な土石流検知センサの開発・設置が進められている。土石流検知の確実な方法として、溪流を横断する形でワイヤーを張り、土石流の流下により切断されることで検知する「ワイヤーセンサ」が多く普及している。しかし、一度切れると再び貼り直さなければならず、貼り直すまで欠測になってしまうこと、落石・動物等により切断・誤報の可能性があり、出水等により河床高が変化すると設置・計測が困難なる場合があるなどの課題がある。このため、非接触で繰り返し検知可能な土石流検知手法開発が進められてきた。本発表では、非接触に位置づけられる CCTV カメラ画像を画像解析することで土石流検知の可能性について検討した。

	項目	連続検知		観測範囲		維持管理
接 触	ワイヤーセンサ	×	不可	○	横断的	△ 保守頻度が多い
	ハネルセンサ	○	可能	△	点	△ 設置が困難
非 接 触	光/音響センサ	◎	可能	○	横断的	△ 点検が困難
	振動センサ	◎	可能	○	横断的	△ 点検が困難
	画像監視	◎	可能	○	面的	○ 容易

表 1 土石流検知システム比較表

2. 画像解析ソフトウェア(DynaMode)の概要

本発表で使用した画像解析ソフトウェアは、自社製品である「動的映像解析ソフトウェア DynaMode®」(以下、DynaMode)を用いた。画像処理の方法として、ある集合のパターンを認識し、当該集合の動きから物体の移動方向、移動量を認識する動画パターン方式を採用している。これまでの画像解析手法と比べ、ノイズフィルタが優れているのが特長である。概要は以下の通りである。

- ◆ソフトウェアの動作には市販 PC を使用する。
- ◆映像を解像度 10×10px 又は 20×20px ごとの小領域(以下、解析ブロック)に分け、解析ブロックごとに流速、水位、流向を算出する
- ◆解析手法として、ファイル化された動画を解析するファイル解析、カメラからアナログ信号を解析するカメラ解析、PC 内に表示された映像をキャプチャして解析する画面解析がある。
- ◆解像度:320×240(QVGA),640×360(VGA ワイド)、640×480(VGA)
- ◆出力ログ: CSV データ、静止画

3. 解析手法について

DynaMode の流速計測機能を用いて、DynaMode が流速データを出力した時刻を土石流検知時刻とした。雨や霧などの誤検知による検知でないことを確認するため、流速ログデータと静止画ログとの照合後に検知時刻として採用し、この時刻がワイヤーセンサ切断時刻より前であれば検知できたと判断した。なお、対象とした土石流映像は、大隅河川国道事務所が管轄している野尻川 7 号ダムと有村川 3 号ダムで 2014 年 3 月から 11 月までに取得された動画ファイルを使用した。

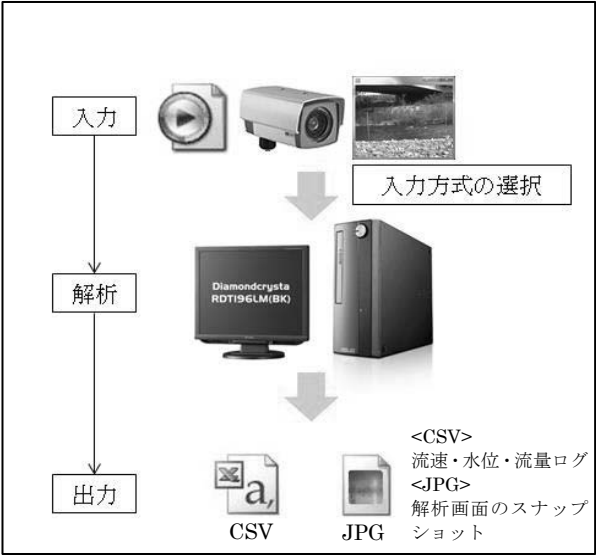


図 1 DynaMode 解析の流れ



項目	日時	解析結果	土石流 検知時刻	ワイヤ 検知時刻	結論	10 分間 降水量(mm)
野尻川 7号ダム	5月13日		11:38	12:08	センサが切れる 30 分前から検知できており、土石流の流れを検知できていた	5
有村川 3号ダム	8月1日		14:05	14:15	センサが切れる 10 分前から検知できており、土石流の流れを検知できていた	8

表 2 解析結果例

4. 解析設定について

各堰堤の流速計測位置は下図のように堰堤を横断する形で設定した。



図 3 野尻川 7 号ダム解析画面



図 4 有村川 3 号ダム解析画面

5. 解析結果

野尻川 7 号ダムは 13 ファイル分、有村川 3 号ダムでは 12 ファイル分の動画の解析を実施した。日中に発生した土石流については、すべての映像でワイヤーセンサが検知する時刻以前に流速を検知することができた。夜間に発生した土石流についても同様に検知することが出来たが、雨や霧に反応して流速が出力される場面が見受けられた。

6. まとめ、今後について

本検討で画像解析を用いた土石流検知の実現性を見出すことが出来た。日中に発生した土石流であれば、雨や霧などが影響を受けることなく土石流検知出来ていた。一方、夜間に発生した土石流については誤検知が多くなる傾向が見られた。この原因として照度の低下によるカメラノイズ増加や雨、霧が投光器の光に乱反射することで発生する映像ノイズの増加が上げられる。対策として、これらの映像に最適なパラメータを調整することであり、ほとんどの動画ファイルで誤検知を低減することが出来ている。今後は、パラメータの自動調整機能の追加などを検討していくと共に、解析映像の鮮明化するハードなどと組み合わせていくことで精度向上を目指していく。

7. 謝辞

本検討を行うにあたり、大隅河川国道事務所には映像の提供を、日本工営(株)には技術的な指導頂いた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

石井(2011): 渓流監視における CCTV カメラ画像の解析技術の適用性の検討