

DAS 観測による土石流計測の試み

(研究期間：令和6年度～令和8年度)

土砂災害研究部 砂防研究室
研究官 海老原 友基 主任研究官 (博士(工学)) 赤澤 史顕

室長 鈴木 啓介



(キーワード) 土石流、光ファイバーセンシング、DAS

1. はじめに

土石流イベント発生を検知にはワイヤーセンサやCCTVが用いられる。しかし、ワイヤーセンサは一度切断すると復旧までの期間に発生する土石流イベントを観測することができない欠点がある。CCTVによる監視は夜間や荒天時の判読が困難になる場合があることが課題とされている。振動計による土石流イベント検知の試みも行われているが、地震動等との区別のための閾値の設定検討が各観測地点で必要であることが、課題となっている。また、これらは機器設置地点における土石流イベントの検知であり、土石流イベントの流下プロセスの計測には、複数箇所に観測地点を設ける必要がある。

近年、光ファイバーを活用した振動観測の報告がなされており、土石流イベントに伴う振動観測への適用の報告もなされてきている。本研究では、光ファイバーを用いて振動を観測する技術であるDistributed Acoustic Sensing (以下DAS) による振動計測データを用いることにより、土石流イベントが河道を流下するプロセスの計測可能性について、鹿児島県桜島の野尻川において検討した。



図-1 区間4の下流端到達時のCCTV映像。土石流の先頭部を赤丸で示す。

2. DASの振動観測の概要と土石流イベントの概要

DASは光ファイバーのケーブルに外力よりひずみが生じた際にレイリー散乱光が変化する現象を利用して振動を計測する技術である。光ファイバーの一端にDAS計測システムを接続することにより観測が可能となるため、普段使用していないものでも既設の光ファイバー線（ダークファイバー）があれば大がかりな工事をせず線的な振動観測ができるものである。観測はLazoc社製のDAS計測システムを用いた。システムを接続した光ファイバー線の全長は桜島砂防出張所から野尻川8号堰堤までの約4,400m、測定間隔約2.0m、ゲージ長10m、サンプリング周波数2,000Hz、総観測点数2,500点の観測条件で実施した。そのうち、光ファイバー線が河川の近傍を並行に敷設されている、野尻川下流部に架かる野尻橋から野尻川1号堰堤に至る区間約800mを解析対象区間とし、2024年9月22日10時頃に発生した土石流イベントを検討対象とした。なお、この土石流イベントでは、今回の解析対象区間よりも上流に位置する野尻川7号堰堤に設置されたワイヤーセンサのうち、高さ60cmに設置された1段目が切断されている。

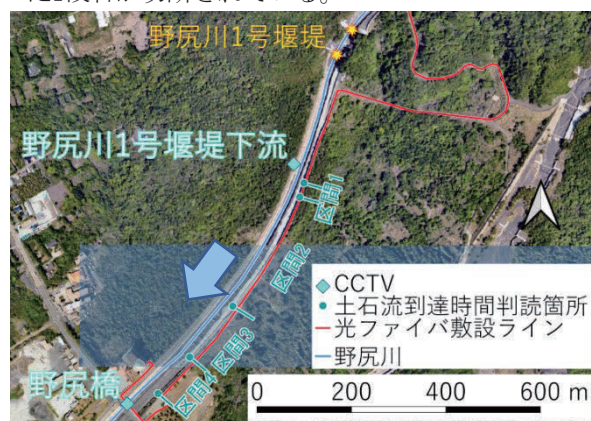


図-2 対象範囲

3. 検知時刻比較

(1) CCTVによる土石流イベント目視判読

大隅河川国道事務所が設置しているCCTVからの映像により、土石流イベントの流下時刻を目視判読した。なお、土石流イベントの先頭部が到達した時間を土石流イベント到達時間とした。

(2) DASによる土石流イベント推定

10時1分から10時25分までの期間で、解析対象区間内の377地点のひずみ速度データについて、1秒毎にRMS（二乗平均平方根）を計算した。ある判定時刻において、前10分間のRMS最低値に対し倍率を乗算した値を閾値とし、前10秒間のRMS最低値が閾値を超過した時点を、観測地点の直近河道で土石流イベントが流下したと仮定した。倍率は3倍から6倍まで1倍ずつ変更し、それぞれで土石流イベント流下時刻を検討した。

(3) 結果と考察

RMSの計算値例を図-3に示す。10時17分以前ではRMS値の瞬間的な増加を除き概ね一定である一方、10時18分以降ではRMS値が急激に増大した。これは、CCTVで目視判読された土石流イベント流下時刻（青矢印）との比較や長時間RMS値の大きい状態が継続する特徴から、RMS値の急激な増加は土石流イベントの流下に対応しており、10時18分が土石流の流下推定時刻と考えられた（赤矢印）。なお、CCTV目視判読と比較し1分程度早く土石流イベント流下が推定された。解析対象区間でのRMS計算による土石流イベント

ト流下時刻の推定結果を図-4に示す。上流区間から下流区間にかけて時系列的に土石流イベントが推定されたことから、RMS値の急増時刻を追跡する検討方法により土石流イベントの流下時刻が追跡できた。また、三角マーカで示すようにCCTV目視判読を5箇所で行った。それぞれの地点でRMS値による推定のほうが1分程度早く土石流イベント流下を推定された。

4. まとめ

DASによる振動観測結果についてRMS値で解析することにより土石流イベントの流下過程を追跡できた。

DASによる土石流イベント解析事例は数が少なく、今後もデータ蓄積と分析が必要である。また、流下方向に連続的に振動観測ができることを活かした土石流イベントの推定技術の検討も今後の課題である。

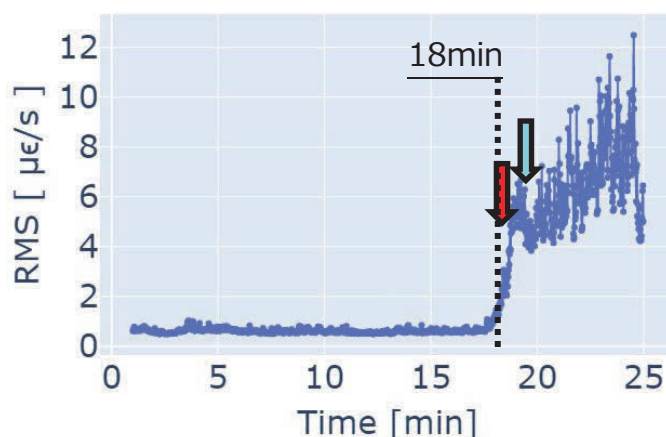


図-3 区間1上流端のRMS値時間変動。赤矢印は閾値倍率4倍の流下推定時刻、青矢印はCCTV判読時刻を示す。

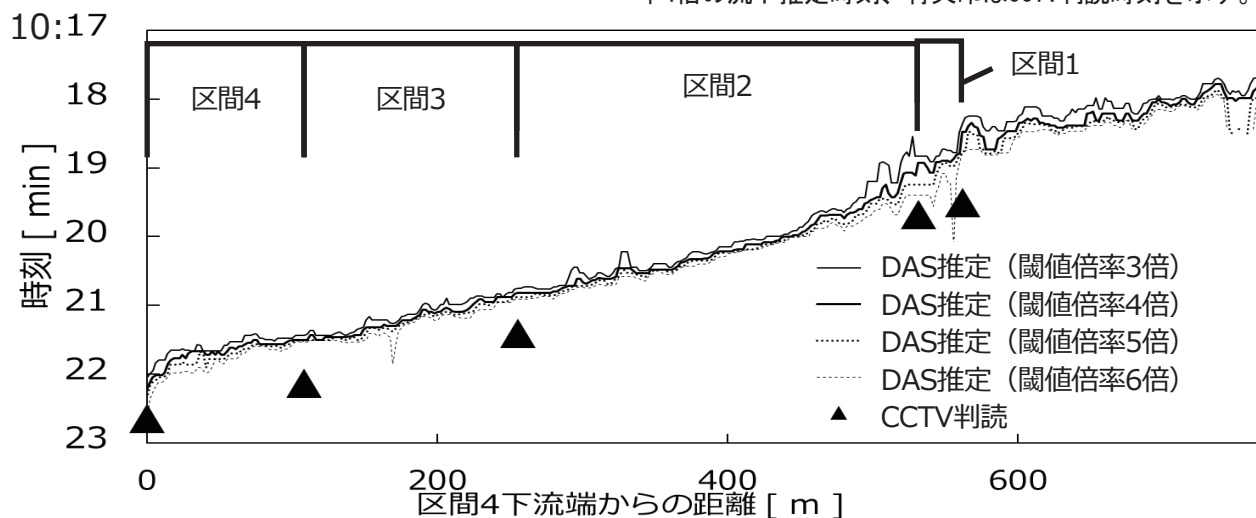


図-4 各地点における土石流イベント流下推定時刻