

振動センサーを用いた土石流検知判定システムに関する一考察

日本工営中央研究所 フェロー会員○大角恒雄
 先端力学シミュレーション研究所 浅原 裕
 鹿児島大学農学部 下川悦郎

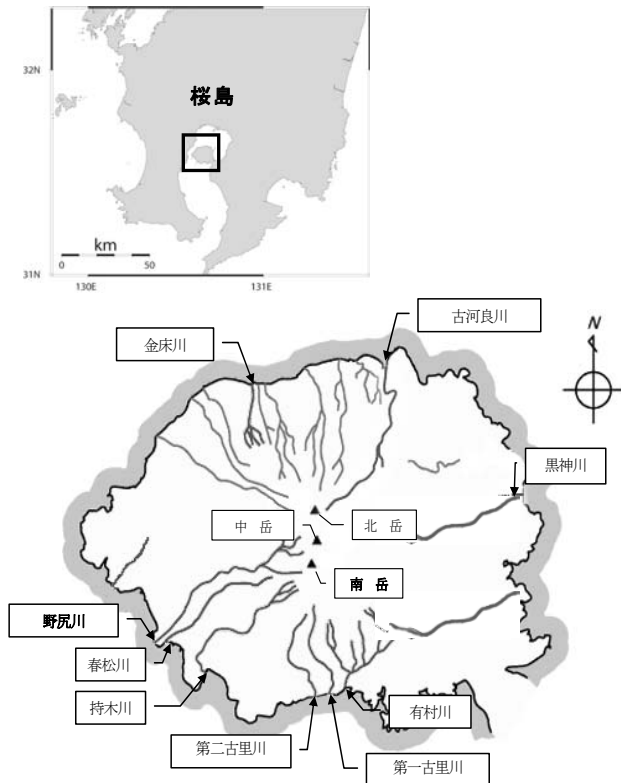


図 1 桜島の国土交通省直轄河川

1. 検討概要：火山活動の活発化し河川に堆積物が蓄積された地域では、土石流災害の発生に注意が必要となる。このような災害を軽減するためには、従来の対策工に加え、警戒避難体制の確立、災害直後に行方不明者の救出作業を行う際の二次災害防止が重要な課題となる。その手段の一つとして、振動センサーによる土石流の流下を自動検知し、リアルタイムに情報を伝達するシステムの開発が注目されている。筆者らは 2002 年から 2005 年まで鹿児島県桜島の野尻川 5 号局舎付近に振動計を 2 箇所設置し、幾つかの振動波形を記録した。この観測波形を恵山（函館）事例で提案した土石流振動識別手法¹⁾を自動化して記録装置に組み込み、野尻川での振動観測記録をその検証に用いた。また、振動特性の変化とワイヤーセンサーの切断との関係を見出した。

2. 対象地域：桜島は北岳（1,117 m）、中岳（1,060 m）、南岳（1,040 m）の 3 つの峰があり、そのうち南岳は最近では 2007 年 1 月 2 日に爆発し、高さ約 2,500m まで噴煙を上げ盛んに噴火活動が続いている。野尻川土石流はこの南岳の源頭部に位置する。

3. 観測振動波形と周波数分析：トリガー起動後の観測波形の周波数特性の変化を把握するために、観測波全体にフーリエ・スペクトル解析を実施し、周波数の変化とワイヤーセンサーが切断された時刻との対応を試みた。2004 年 7 月 10 日の観測振動波形と周波数分析を図 2（上段・中段）に示す。高振動数から低振動数側に卓越振動数がシフトし、スペクトル強度が増加する時刻の立ち上がり部分とワイヤーセンサーの切断時刻と一致する傾向がみられる。大隅河川国道事務所 HP に過去 1 年間公開されていた。この事象が発生したのは、午前 2 時であるが、落雷が頻発しており、VTR 画像が瞬時に照らされている時刻を抽出した（図 2 下段）。この画像により、振動センサートリガーが起動した直後の高振動帯は、表面水もしくは掃流状集合流動が流下している状況にある。ワイヤーセンサー 1 段、2 段が切断された時刻 02:34 になると急激に水量が増加する。これは振動数が高振動数から低振動数にシフトする時刻に相当する。また、振動波形にみられる 02:50 付近の振幅増幅が段波として映像で確認された（図 2③、④、⑥）。ワイヤーセンサーでは、1 波目の段波で切断されてしまうが、振動センサーでは、同規模の段波の時刻を知ることができる。さらに、この特性を利用すれば、振動センサーで、その規模の段波が継続しているかどうかを検知できることとなる。また、この周波数特性の差異は、表面水、掃流砂礫の振動波形は、細流の土粒子と溪岸が衝突することによって地盤振動が生じているのに対し、土石流本体は粒径の大きな溪床堆積砂を巻き込んだ流動であり、大径礫が溪床や溪岸に激しく衝突することによって地盤振動が発生すると考えられる。粒径の差異が振動数の差異に寄与していると考えられる。

キーワード：土石流、振動センサー、フーリエスペクトル、土石流検知

〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304 TEL.029-871-2037 FAX.029-871-2022

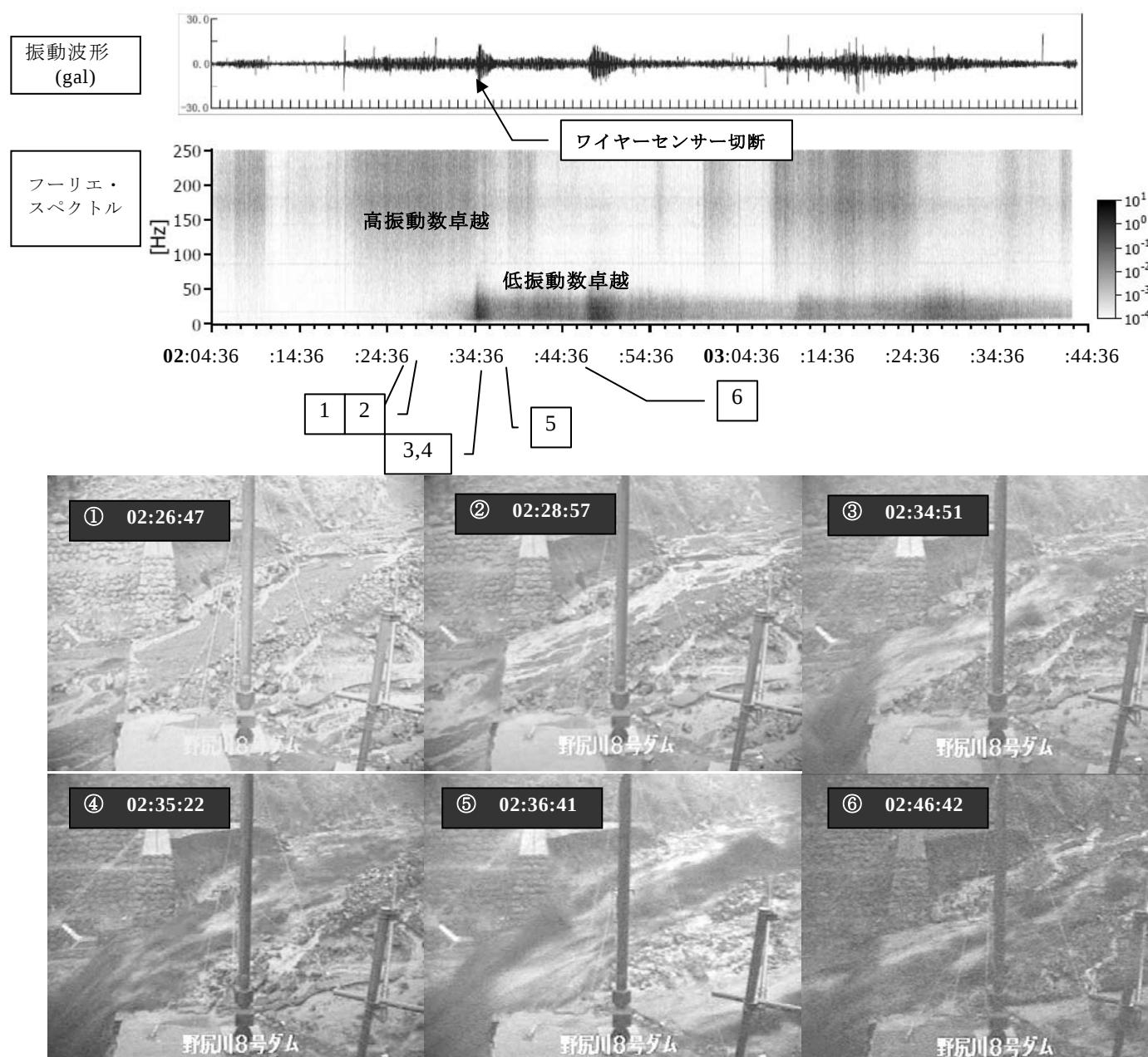


図2 振動波形(上段)とフーリエ・スペクトル(中段) 2004年7月10日 継続時間: 約93分 の 8号監視カメラ映像(下段)との比較

4. 早期検知への応用: 高振動数から低振動数側に卓越振動数がシフトし、スペクトル強度が増加する時刻の立ち上がり部分とワイヤーセンサーの切断時刻と一致する傾向がみられるので、高振動数検知は、ここでは切断30分前に予知することが可能であることを意味する。新潟県中越地震(2004年10月23日、 $M6.8$)では芋川周辺に土石流危険区域が生じ、その後も余震が続く状態であった。地震波と土石流とを識別できない現状においては、土石流自動警報システムの構築は困難であった。この振動特性を更に分析し、活用して土石流の早期検知に役立てていきたい。

謝辞: 国土交通省大隅河川国道事務所には観測地点の提供および土石流発生情報、CCTV画像等、貴重なデータ提供をいただき、ここに記して御礼申し上げます。

参考文献: 1) 大角恒雄, 長山孝彦, 榎納智: 振動センサーによる土石流・地震・ノイズ識別検知に関する一考察, 砂防学会誌, Vol.59, No.3, pp.29-34, 2006年9月