



京都大学防災研究所

Disaster Prevention
Research Institute.

Kyoto University

拠点研究（一般推進）

2023 KG-01

土砂災害被害軽減のための

リアルタイムモニタリングシステムの構築と検証

**A real-time monitoring system for mitigation of
landslide disaster, development and test operation**

令和6年5月

May, 2024

研究代表者 齊藤隆志

Principle Investigator Takashi SAITO

課題名：土砂災害被害軽減のためのリアルタイムモニタリングシステムの構築と検証

研究代表者（氏名，所属，職名）：齊藤隆志 京都大学防災研究所 助教

研究期間：令和 5 年 4 月 1 日 ～ 令和 6 年 3 月 31 日

共同研究参加者数：4 名（所外 2 名，所内 2 名）

研究報告：

[研究目的・趣旨]

土砂災害の被害軽減のために事前避難情報発信のためにリアルタイムモニタリングシステムの開発と現場運用および検証をおこなった。土砂災害軽減のために求められる発生位置予測，時刻予測，被害範囲予測のうち，発生位置予測を土砂災害予測基本図（京都大学知財認定，特許番号第 7153330 号）の技術により土砂が移動を開始する箇所を選定し，発生時刻予測はたとえば安全率などのモデル計算ではなく，その箇所の水文条件および移動開始に関する情報をリアルタイムでモニタリングする方法を用い，なるべく早い避難情報発信することが可能な手法となることを目指す。モデル計算による方法は，地形記述が詳細になっても，計算に用いる各種パラメータの 3 次元分布をモデルの境界条件に利用することは困難であると考えたからである。

[研究経過]

研究対象流域は，宇治市志津川流域である。この地域は，2012 年 8 月 13・14 日の集中豪雨時，志津川の増水氾濫により，住民 2 人が川岸の家ごと流されて亡くなっている。また，斜面崩壊が多数発生して道路の寸断や橋梁の被害も生じた。これは，奥西・齊藤・紺谷 (2013)：地形条件から見た志津川地域の 2012 年 8 月災害，月刊地球，Vol. 35, No. 8, pp. 423-429. に詳しい。そのあと地元住民が主体となって独自のハザードマップ作成をしており，関心・意識の高い地域である。この流域に，雨量計・河川水位・斜面土層の飽和帯水位・表面流計測が可能なリアルタイムモニタリングシステムを設置し，省電力無線・LAN 通信で KUINS サーバに接続，データ公開を実施する。基地局・観測局のセンサ・通信方式の基本構成は，齊藤（代表者）が開発し，東洋電子工業（株）がセンサ群を現場に実装可能な形式にした。雨量・河川水位・斜面地下水飽和帯の水位，谷内の表面流発生水位，移動が想定される土塊の傾斜計測による移動開始を感知するセンサ群で観測を実施，そのデータを SIM カードを用いた通信により，サーバーに送信した。河川水位観測は，志津川本線・池ノ尾川・逃谷の 3 点で，土砂災害に関する小流域での観測は，志津川地内 2 点で実施した。各観測局の電源は，太陽電池パネルで充電可能となっている。京都府および宇治市の河川使用の許可が出て，河川水位観測および小流域での観測は，いずれも 8 月より開始した。完成したシステムは，国土交通省の緊急危機管理型水位計のスペックを満たす。今回の通信間隔は 10 分として，1 分毎にデータ取得を行っているので，このデータ取得も可能である。システム全体として，低コストを目指した。また，情報の開示は，（株）東洋電子工業の HP および KUINS 上の HP

で行った。京都府山城北土木事務所および宇治市危機管理室へも情報の開示を行った。流域への設置には、志津川を管理する京都府山城北土木事務所および宇治市に河川使用許可を提出しその許可を要した。また、崩壊等が考えられる箇所への設置は、土地所有者の許可を要した。研究申請採択がわかったのが5月の連休直前で、河川使用許可申請などに時間を要したこともあり、河川の水位観測は2023年8月8日から、土砂災害のための観測は、2023年8月28日からで、2023年3月の観測終了まで欠測なく観測が継続された。避難情報発信には、観測を継続しそのしきい値に関する情報を検討する必要があるが、観測期間に制限があるために今回はある設定水位を超えた場合に、メール発信を行う方法のみを実施した。

設置の状況の例を写真1（池ノ尾川）、写真2（志津川地内）に示す。



写真1. 池ノ尾川での雨量・水位観測 写真2. 志津川地内における観測点

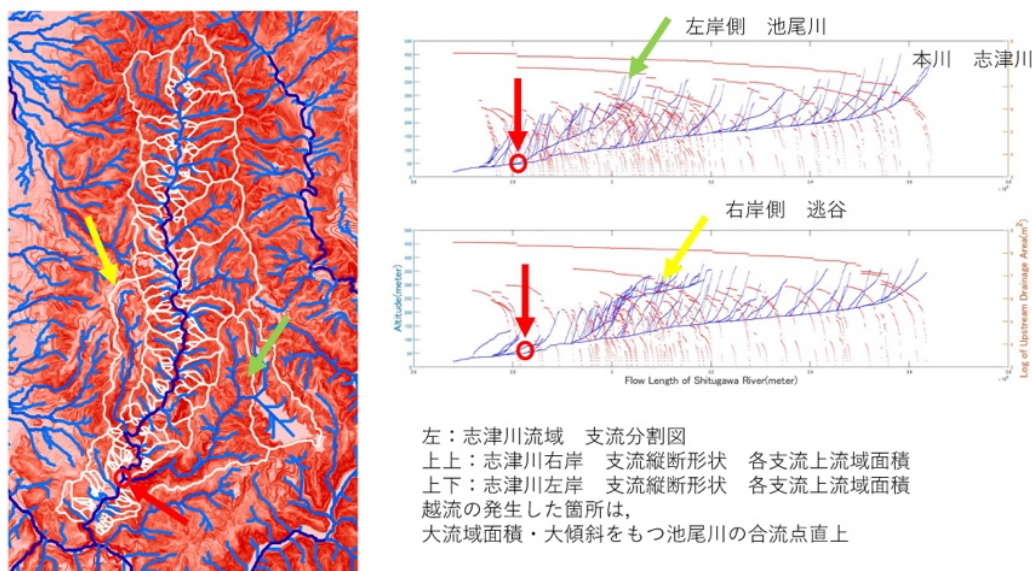


図1. 最左は、志津川流域の水系（青）と支流域境界（黄）、傾斜（赤）を示す。右上図は、志津川左岸流域の河道縦断（青）、各地点の上流域面積（赤）、右下図は、同右岸を示す。赤矢印は人的被害の発生地点で、左岸・右岸側から傾斜の大きい大流域面積を有する支流が流入している。

この支流合流部や、崩壊発生が想定される箇所に観測局を設置した。

[研究成果]

観測開始までに研究採択が判明するのに1ヶ月、河川使用許可取得時に連休を挟むなど時間を要したが、観測機器の準備・調整および現場への設置は、雨量・河川水位観測点3点、崩壊関連観測点2点であったが、短時間で完了することができた。その後、太陽電池パネルでの電源維持ができたので観測終了まで、欠測がなかった。一点、観測点逃谷では、安定した通信が維持できなかったため、欠測が生じた。これは、SIMカードを用いた通信で、設置点でいわゆるアンテナの数で通信状態を判断し可としたものの実際の通信は不安定であったことで、山間地で観測を実施する際には、太陽電池パネルなどによる電源維持とともに注意を要する。

観測結果は、この点を除くと、満足いくデータを取得することができ、システムの運用が目的通りであることが確認された。特に、観測期間に大きな降雨イベントを2回観測し、雨量・河川水位観測からは、流域内に地形的に大傾斜で比較的流域面積の大きな小流域が本川の下流で合流する場合には、この合流点付近の水位上昇が急激であり本川の水位上昇に影響を与える可能性があること、国土交通省などが進める緊急危機管理型水位計の設置の位置・配置が適正であるかどうか再検討が必要である可能性があることが判明した。

土砂災害軽減のための避難情報を事前発信する目的で設置した箇所での観測は欠測なく実施された。観測期間内の降雨イベントは、それほど大きなものではなかったが、降雨が地表面に到達し鉛直に浸透する過程がリアルタイムで観察されたことは、非常に意義がある。降雨に伴い、土層が十分に飽和していない状態で、谷底の土層内に急に現れる水位観測された例があり、このことは降雨時に斜面表層を流れる表面流が出現している可能性があることが示された。避難情報発信には、観測している諸量の危険度と考える閾値を見積もり決定する必要があるが、観測期間延長を申請したが認められず、この観点での同種の観測が望まれる。

参考文献

奥西・齊藤・紺谷(2013)：地形条件から見た志津川地域の2012年8月災害，月刊地球，Vol. 35，No. 8，pp. 423-429.

齊藤隆志(2018)，熊本地震(2016年)の斜面土砂移動の特徴と災害予測可能性，第37回日本自然災害学会講演概要集，p45-46.

謝辞

河川使用にあたり、京都府山城北土木事務所、宇治市役所にご協力を得た。

また、使用した研究費は、2023年京都大学防災研究所共同研究拠点形成（一般）である。記して謝意を表する。

[研究成果の公表]

令和5年度 京都大学防災研究所研究発表会 2023年2月21日 京都大学防災研究所 口頭

発表

D107 土砂災害被害軽減のためのリアルタイムモニタリングシステムの構築と検証

齊藤隆志, 山崎友也

A real-time monitoring system for mitigation of landslide disaster, development and test operation.