

2024 年能登地震・豪雨によって発生した輪島市の土砂災害

京都大学防災研究所 ○竹林洋史

1. はじめに 図1に示すように、2024年9月21日の早朝、輪島市市街地から約15km東の海岸沿いに位置する曾々木地区の溪流で土石流が発生し、国道249号線沿いの宅地に大量の土砂が流れ込んだ。その結果、複数の家屋が破壊されるとともに、氾濫した土砂が道路に堆積して通行できない状態となった。対象溪流の土石流は、積算降水量が比較的少ない時点で発生しており、2024年1月1日に発生した地震の影響を受けていると考えられる。本研究では、現地調査及び一般座標系による平面二次元の土石流数値シミュレーションなどにより、曾々木で発生した土石流の発生及び流動特性を検討する。

2. 降雨特性 図2に土石流が発生した溪流におけるXRAINによる降雨強度の時間変化を示す。なお、降雨強度の値は1分ごとの値であり、60倍して時間雨量に換算して示している。住民によると、土石流の発生は9月21日午前8時50分ごろである。そのため、雨の降り始めから土石流が発生するまでの積算降雨量は149mmであり、表層崩壊起源の土石流・泥流が発生する積算降雨量としては非常に少ない。図3に示すように、土石流が発生した二つの溪流では、2024年1月1日の地震時に斜面崩壊が発生しており、崩土の多くが溪流の途中で堆積していた。そのため、地震時に溪流の途中で堆積していた土砂の一部が、9月21日の豪雨により流動化して土石流発生の起点となったことが少ない総降水量で土石流が発生した原因と考えられる。

3. 数値シミュレーションの概要 解析に用いた式は、一般座標系で記述された平面二次元の土石流の基礎方程式である¹⁾。地形データは国土交通省北陸地方整備局から提供いただいた2024年1月1日の地震発生後から豪雨発生前の間に測定されたDEMデータである。解析格子の平均サイズは2m×2mである。斜面崩壊の発生地点は、2024年1月1日の地震時の崩土が堆積した地点である。被災後の土砂の堆積状況から判断すると、砂防ダム等が設置されている西

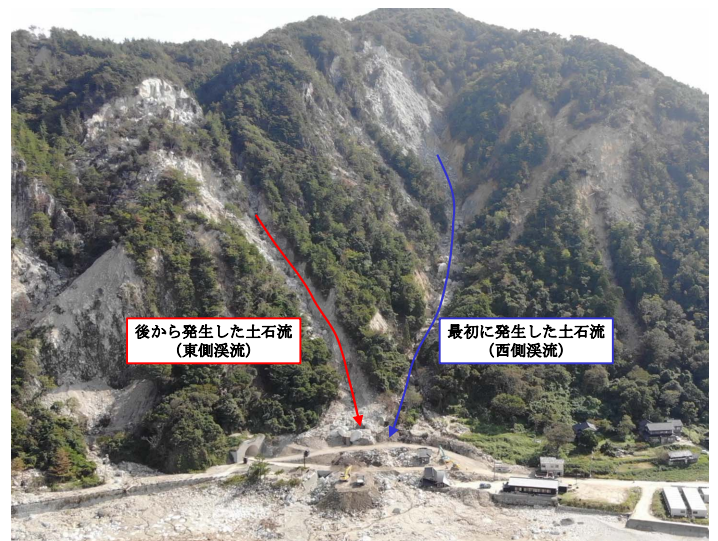


図1 土石流発生後の曾々木地区

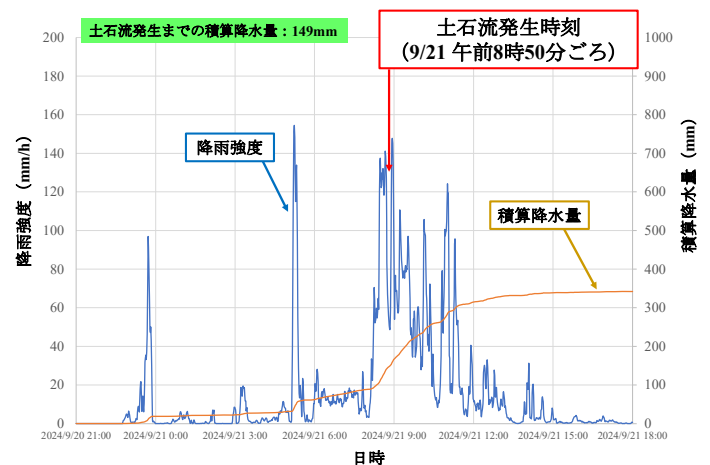


図2 曾々木地区でのXRAINによる降雨強度

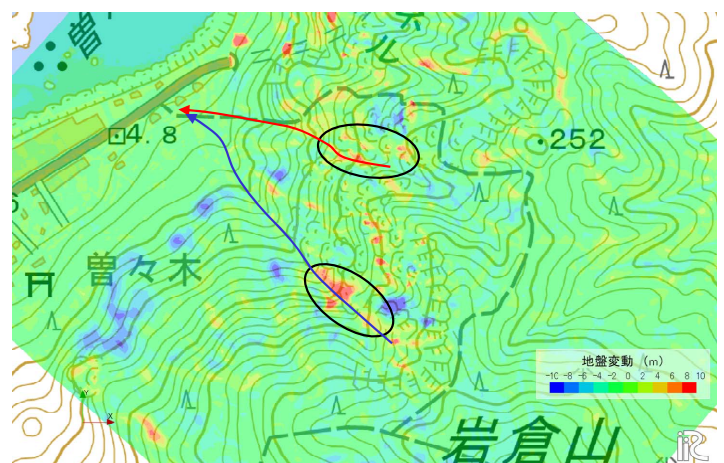


図3 地震前後の地盤変動量（地盤隆起分修正後）
（国土地理院5mDEMと国土交通省提供の地震後の測量データの差分，背景：国土地理院）

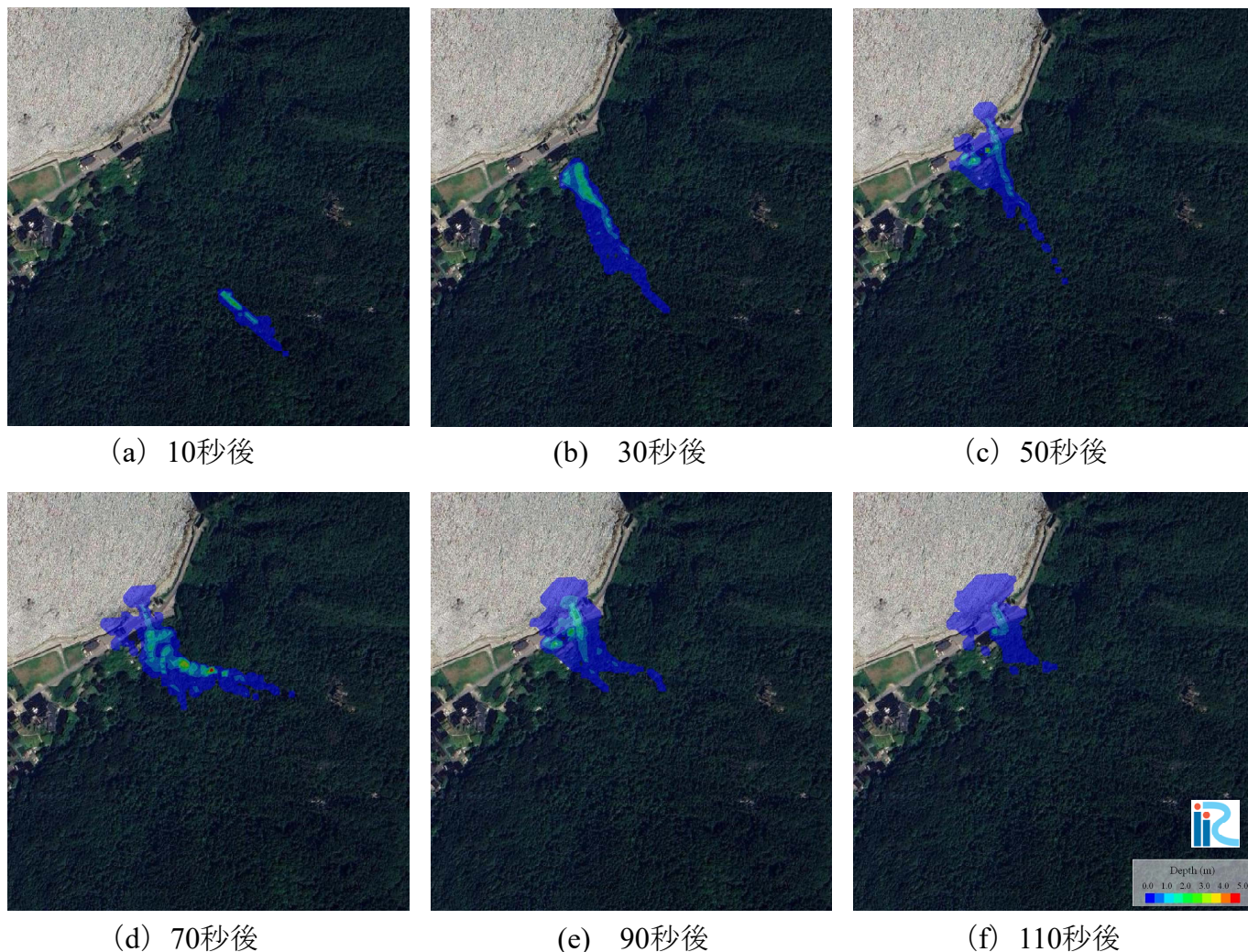


図4 数値シミュレーションによる土石流の流動深の時空間的な変化（背景：Google Earth）

側の溪流からの土石流の堆積物の上を東側の溪流からの土石流が流れたようである。そのため、本シミュレーションでは、西側の土石流を先に発生させ、50秒後に東側の土石流を発生させた。土石流の発生間隔は先の土石流に後の土石流が大きく重ならない程度の間隔としており、実際の発生時間間隔とは無関係である。

4. 結果と考察 図4に数値シミュレーションで得られた土石流の流動深の空間分布の時間変化を示す。最初の土石流は斜面崩壊発生から33秒で宅地に到達した。土石流到達までの時間が短いため、土石流センサーなどで土石流の発生を確認できたとしても土石流発生後の避難は非常に困難である。最初の土石流の宅地到達時点の深さは約1.8m、流速は秒速約7m（時速約25km）であり、比較的築年数の古い木造家屋は破壊される流体力となっていた。後の土石流（東側の溪流）の宅地到達時点の深さは約2.0m、流速は秒速約8mであり、先の土石流よりも大規模である。これは、東側の溪流の勾配が27度であり、西側の溪流の勾配21度よりも急であることが一つの原因と考えられる。

5. おわりに 輪島市曾々木で発生した土石流について、現地調査及び平面二次元の土石流数値シミュレーションなどにより、発生した土石流の流動特性を検討した。雨の降り始めから土石流が発生するまでの積算降雨量は149mmであり、表層崩壊起源の土石流・泥流が発生する積算降雨量としては非常に少ない。これは、2024年1月1日の地震により発生した斜面崩壊の崩土が溪流の途中に堆積し、堆積していた土砂の一部が流動化して土石流発生起点となったことが少ない総降水量で土石流が発生した原因の考えられる。数値シミュレーションによると、砂防ダムが設置されていなかった東側の溪流の方が、宅地到達時の土石流の深さが深く、流速も速くなっており、土石流の流動特性を考慮した土砂災害対策の必要性が示された。

参考文献 1) Hiroshi Takebayashi, Masaharu Fujita, Koichiro Ohgushi, Journal of Hydrology, 615, Part A, 128636, 2022.