

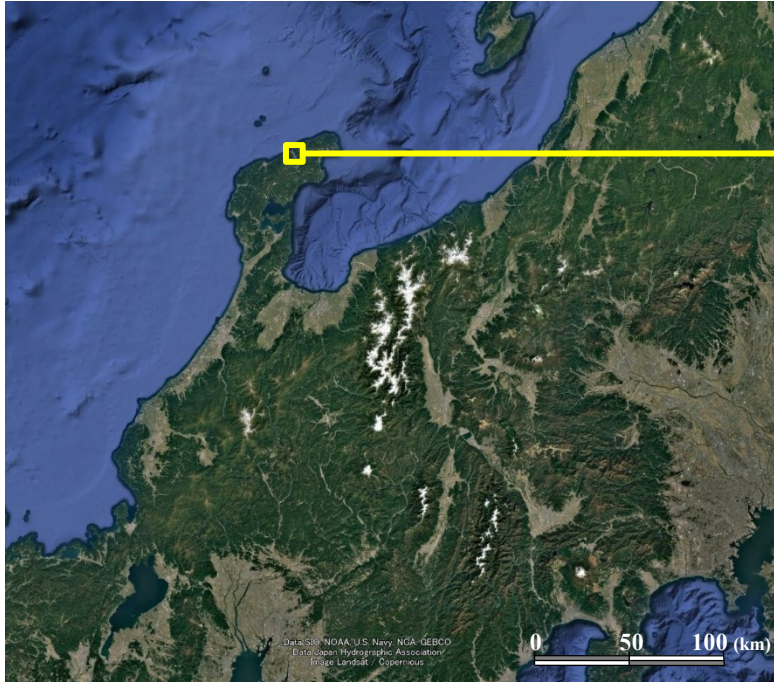
地震と豪雨による複合的な水害・土砂災害

竹林洋史

京都大学防災研究所気候変動適応研究センター

輪島市曾々木で発生した土石流災害

輪島市曾々木



背景：Google Earth

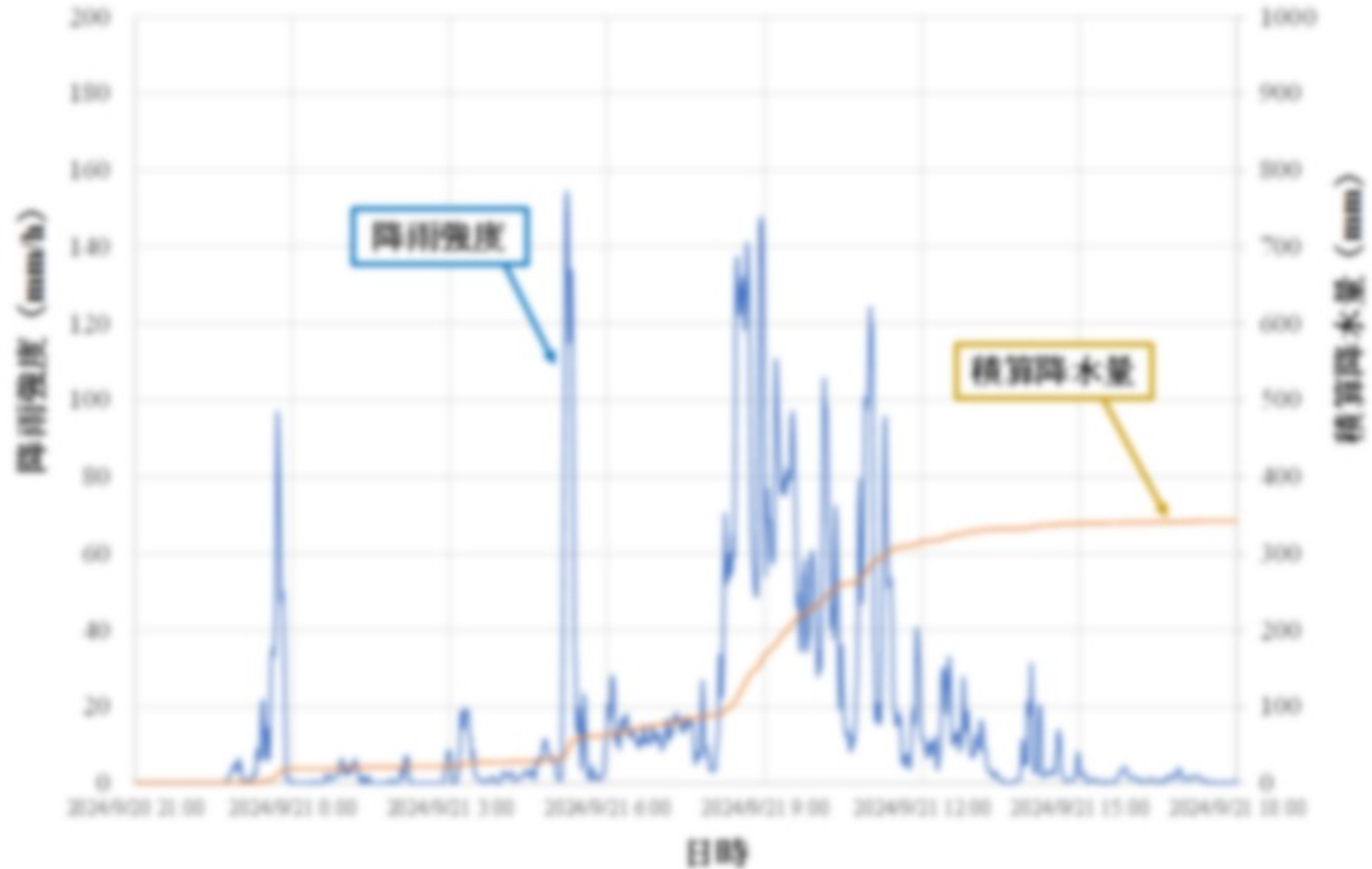
豪雨後の斜面の様子

土砂災害警戒区域非対象

土砂災害警戒区設定済



降雨強度の時間的な変化（輪島市町野町曾々木） （9月20日21時～21日18時）



地震後の斜面の様子



写真：国際航業・パスコ

被災直後の様子



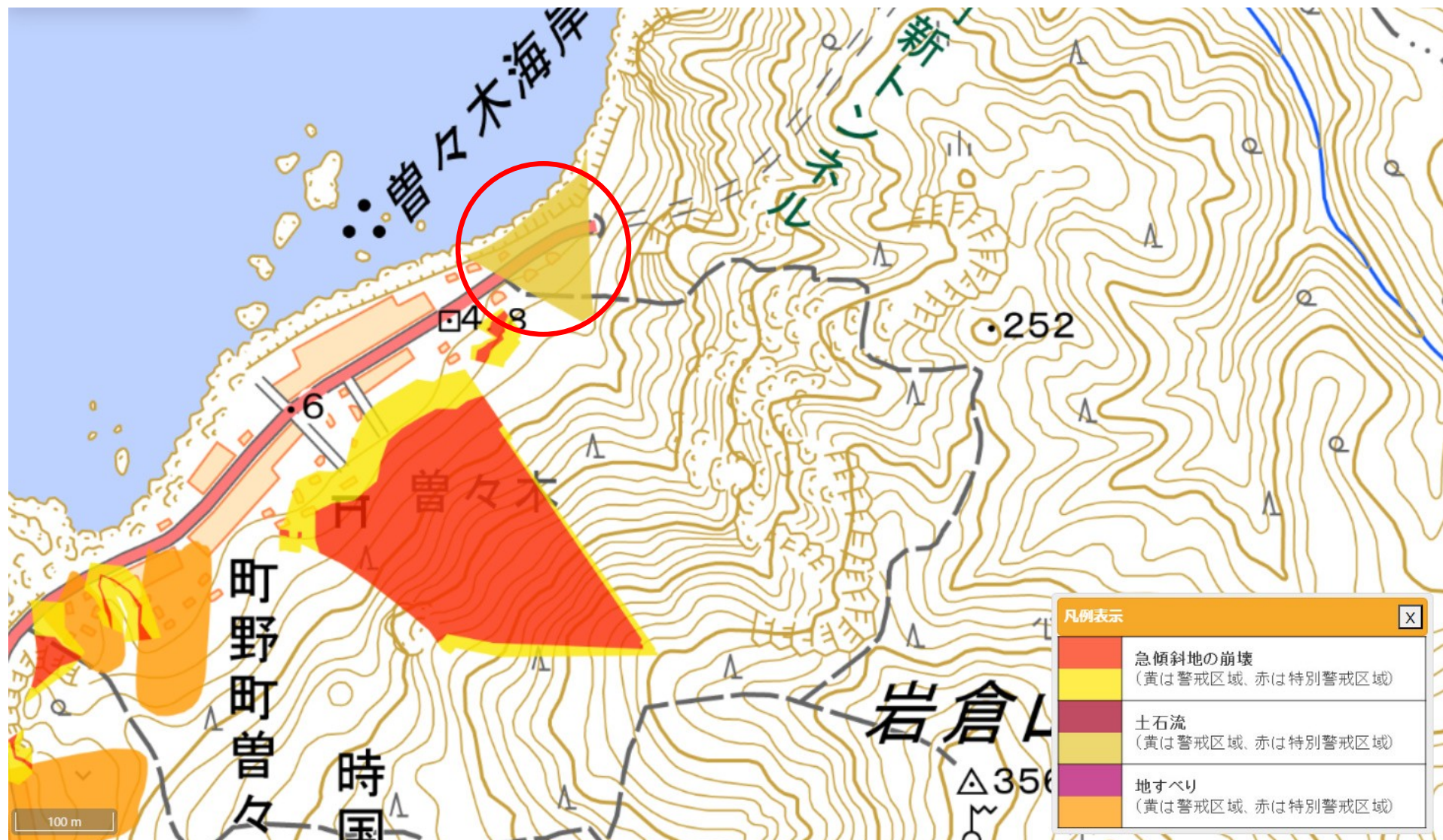
輪島市住民から提供

被災直後の様子



輪島市住民から提供

土砂災害警戒区域



土石流の数値シミュレーション (深さの時間変化)

西側溪流

地盤勾配：21度

家屋到達までの時間：33秒

家屋到達時の速度：7m/s

家屋到達時の深さ：1.8m

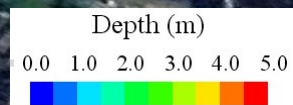
東側溪流

地盤勾配：27度

家屋到達までの時間：20秒

家屋到達時の速度：8m/s

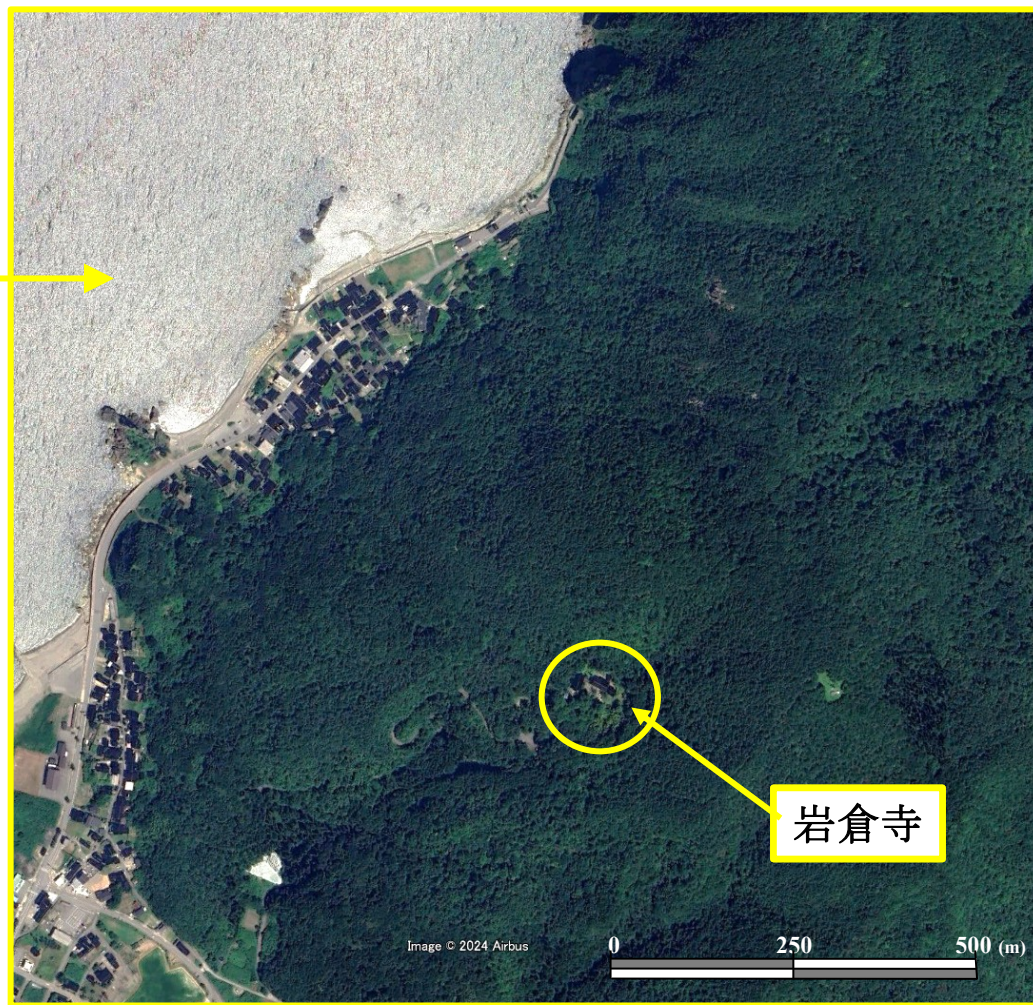
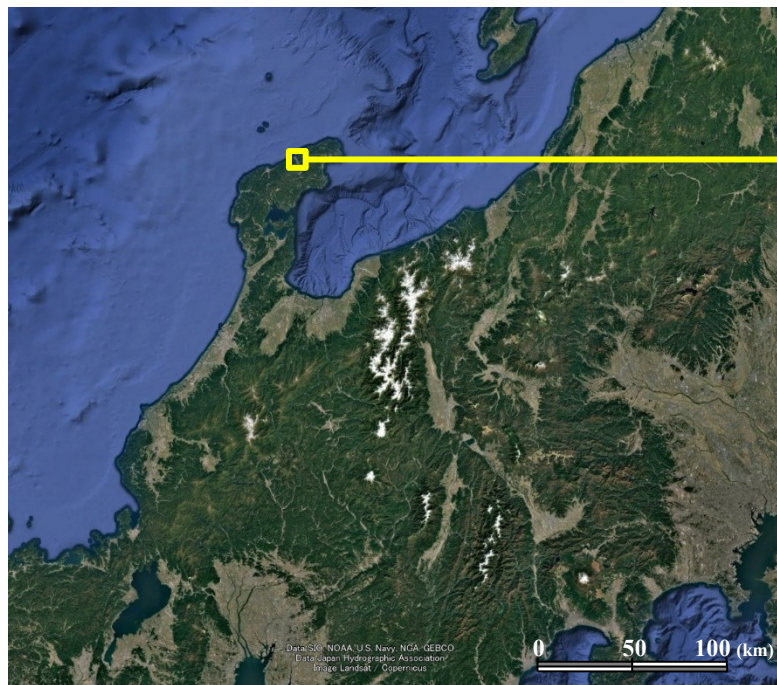
家屋到達時の深さ：2.0m



Google Earth

岩倉寺の土石流災害

輪島市岩倉寺



岩倉寺

背景：Google Earth



岩倉寺



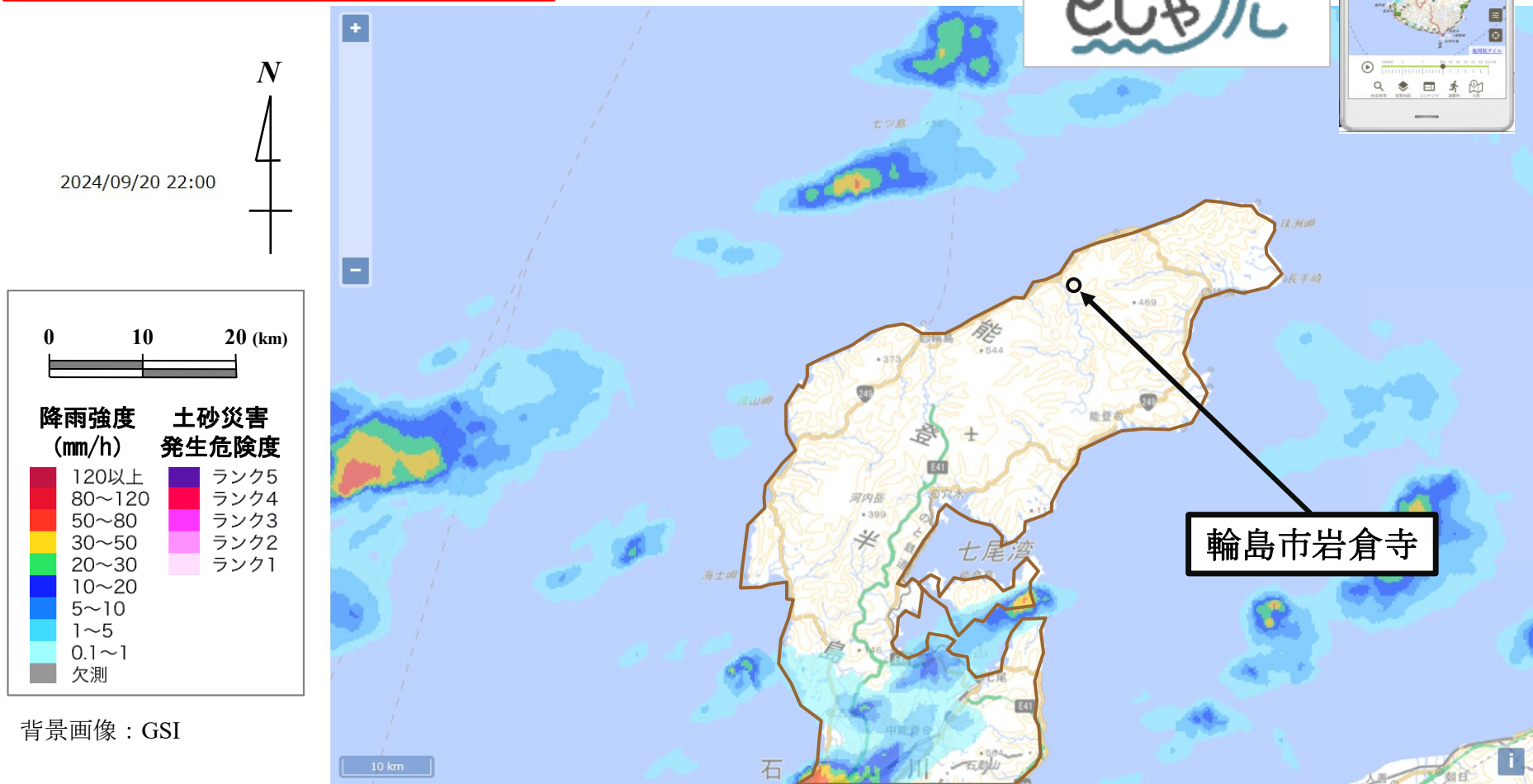
2024年9月に岩倉寺東斜面で発生した土石流

土石流でも鉛直避難は有効！

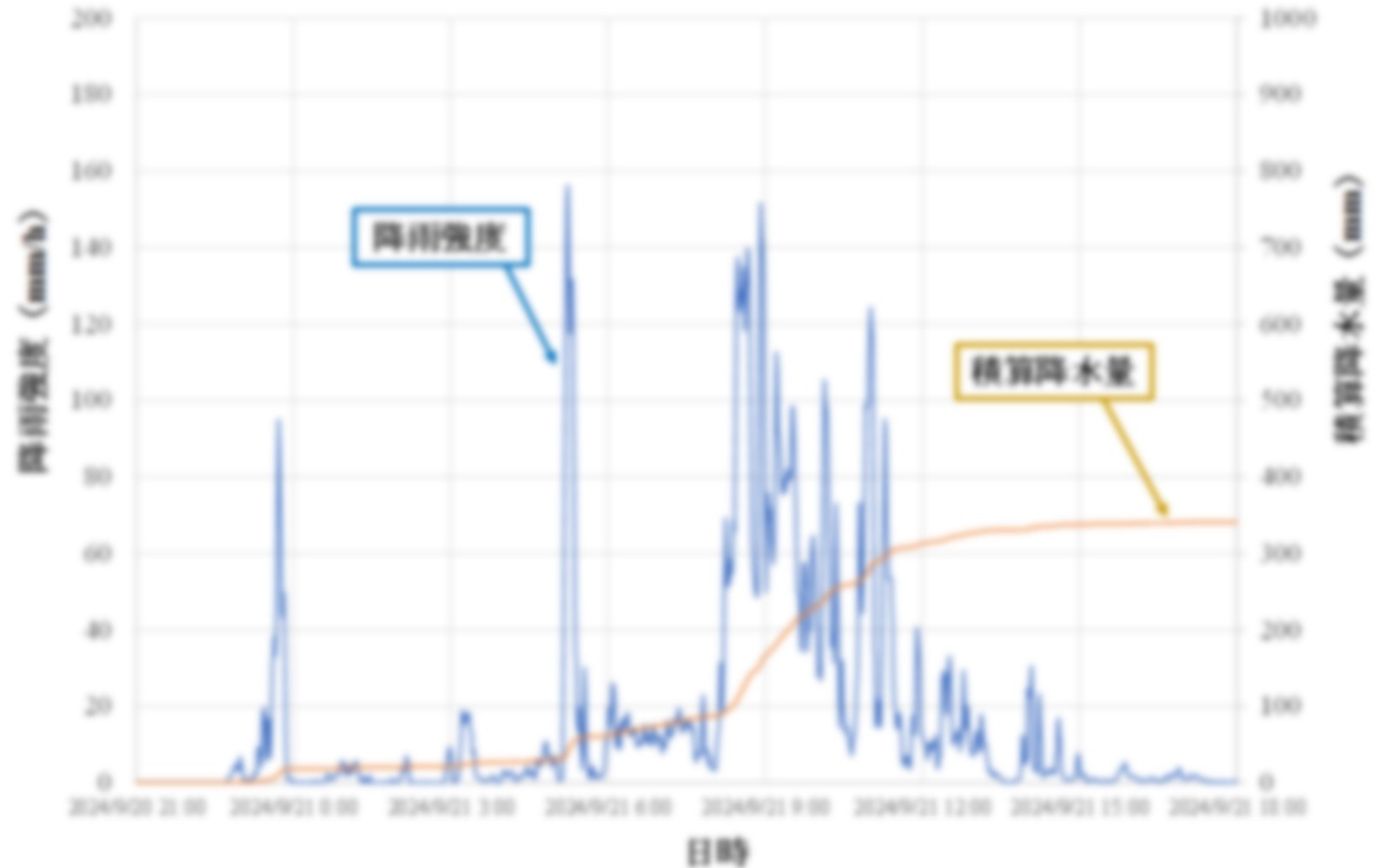
岩倉寺住職・一二三氏より提供

降雨強度（XRAIN）と土砂災害発生危険度の変化 （9月20日21時～21日18時）

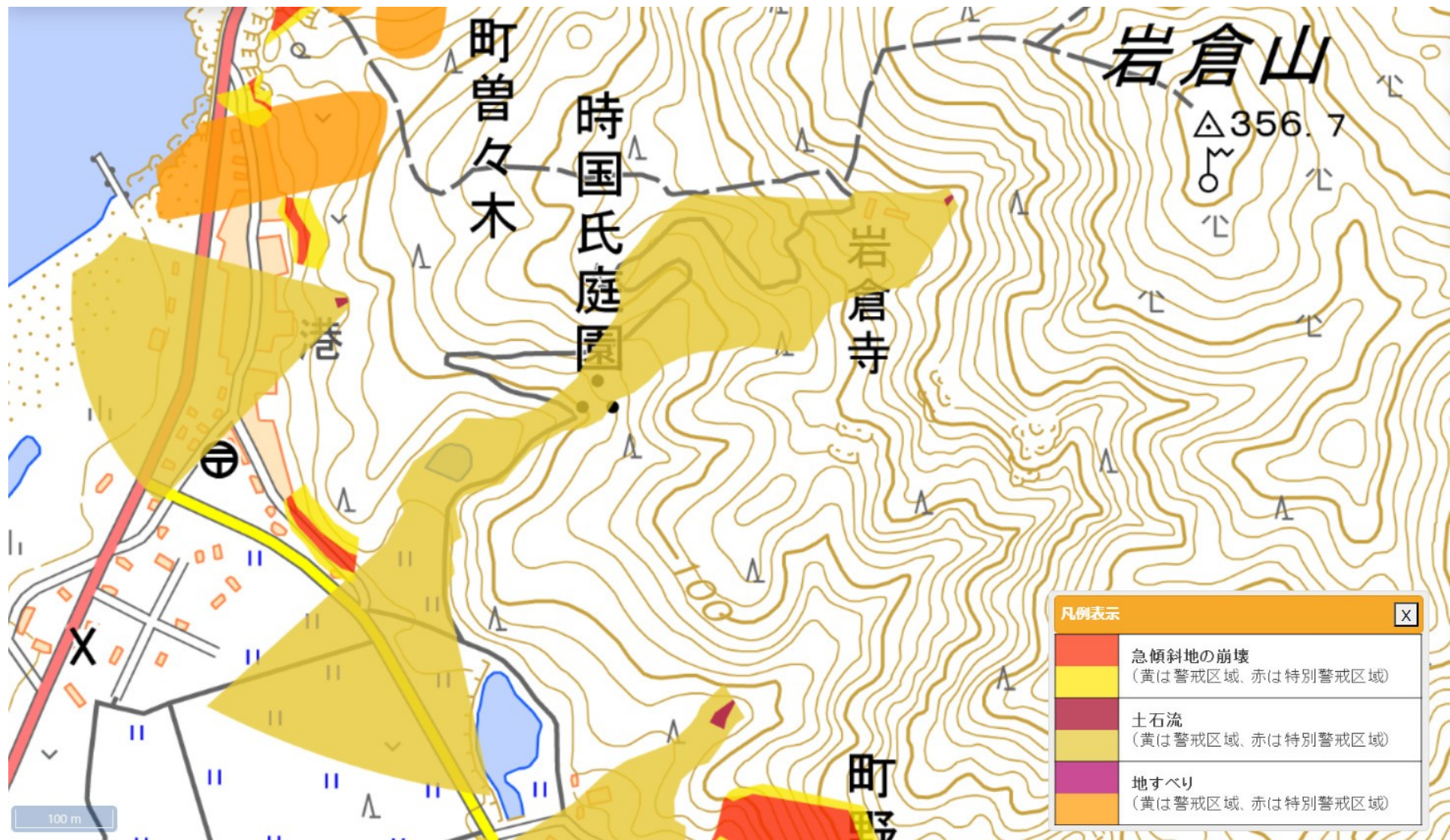
土砂災害発生時刻
（9/21 午前9時40分ごろ）



降雨強度の時間的な変化（輪島市岩倉寺） （9月20日21時～21日18時）



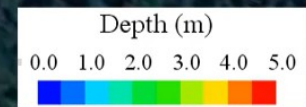
土砂災害警戒区域



土石流の数値シミュレーション (深さの時間変化)

地盤勾配：28度
建物到達までの時間：18秒
建物到達時の速度：12m/s
建物到達時の深さ：2.5m

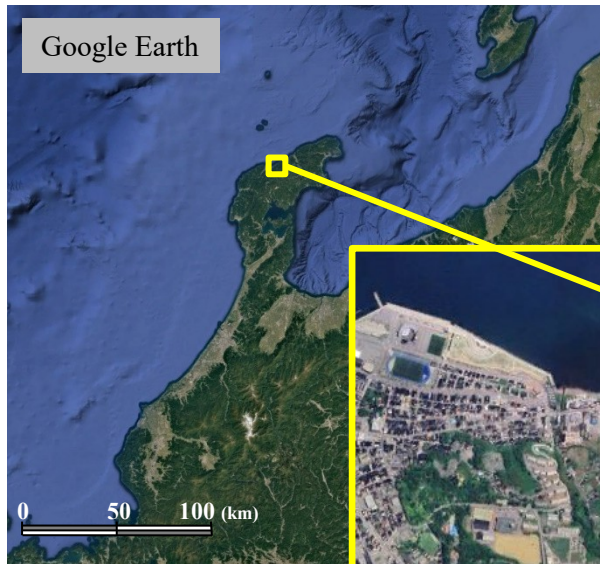
岩倉寺



背景：Google Earth

橋梁への流木集積による家屋流失

塚田川（久手川団地前）



塚田川

下流

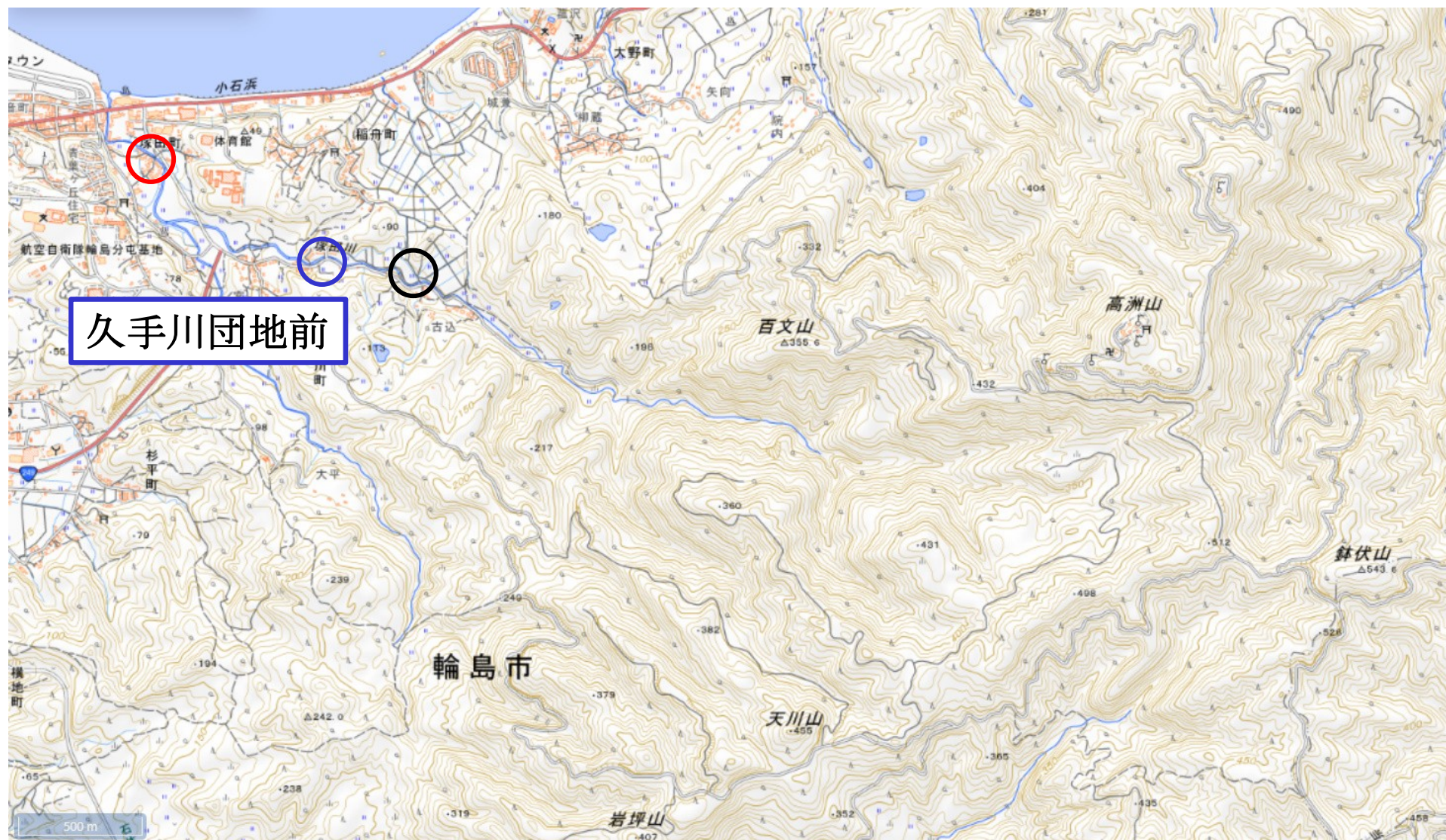
建物が流出した場所

洪水前の塚田川の流れ

上流



塚田川に架かる橋梁上流での河道閉塞発生箇所



塚田川



塚田川に架かる橋梁上流での河道閉塞発生箇所



塚田川

下流

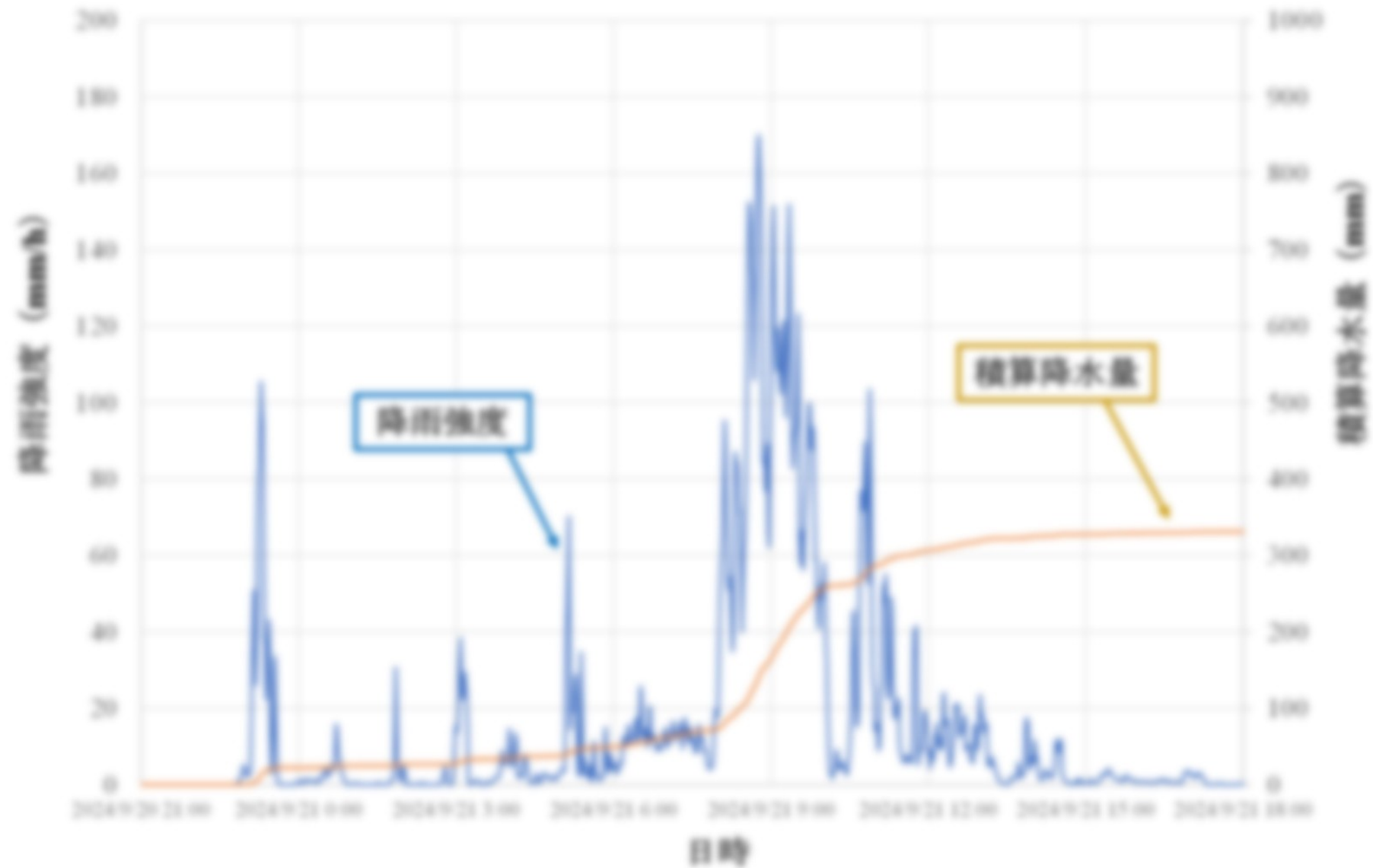
洪水前の塚田川の流れ

橋梁

上流



降雨強度の時間的な変化（輪島市塚田川） （9月20日21時～21日18時）



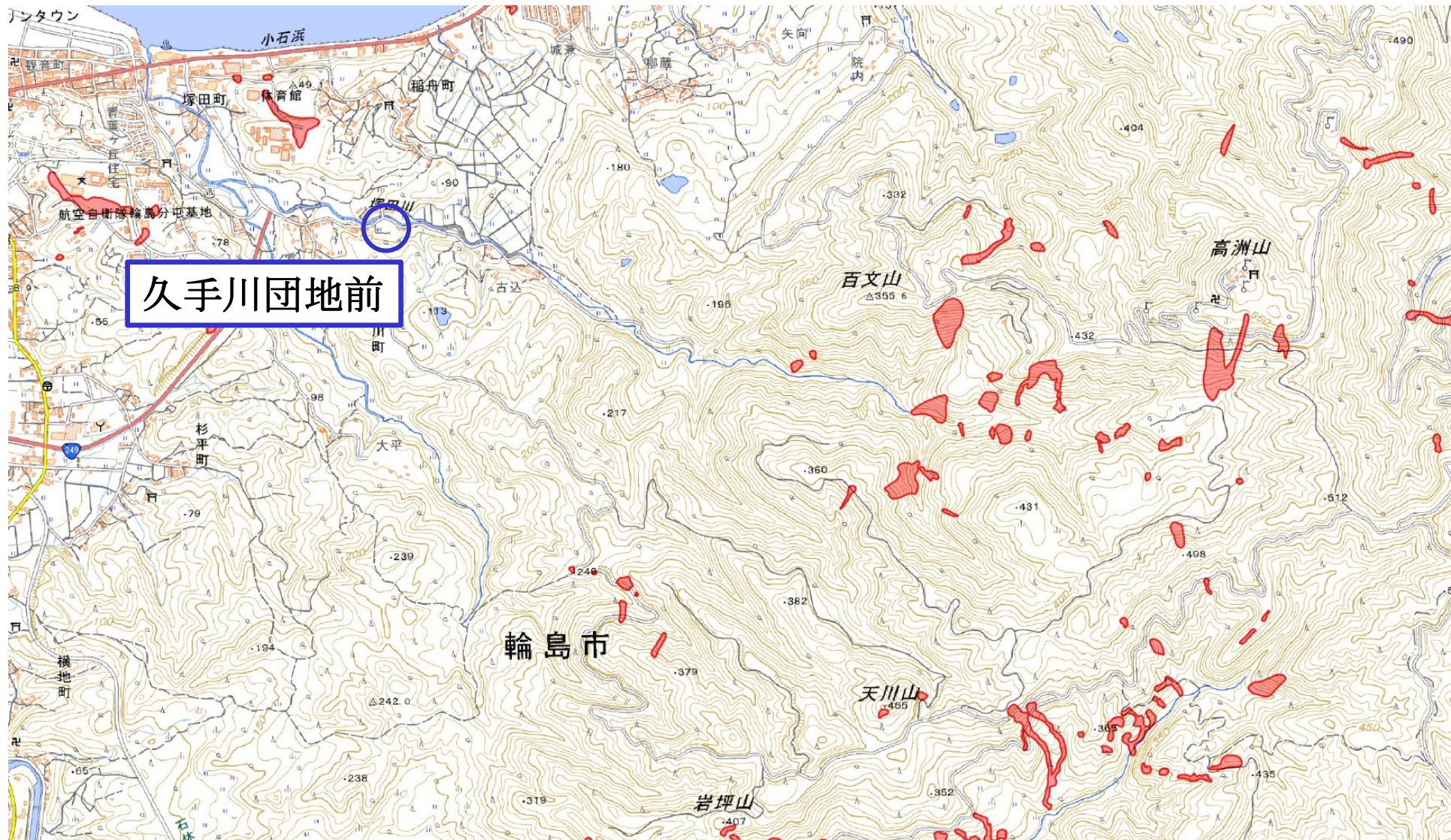
塚田川（9月21日午前9時29分）



塚田川（9月21日午前9時34分）



地震による塚田川流域の土砂移動域



豪雨後の山地域下流部



解析方法

境界適合型の一般座標系による平面二次元流れによる洪水氾濫数値シミュレーション

解析条件

Case1：橋梁有り Case2：橋梁無し Case3：橋梁有り（家屋2軒流出後）

流量：86m³/s（合理式） マニングの粗度係数：0.035

地形データ：2024年1月地震後のDEM



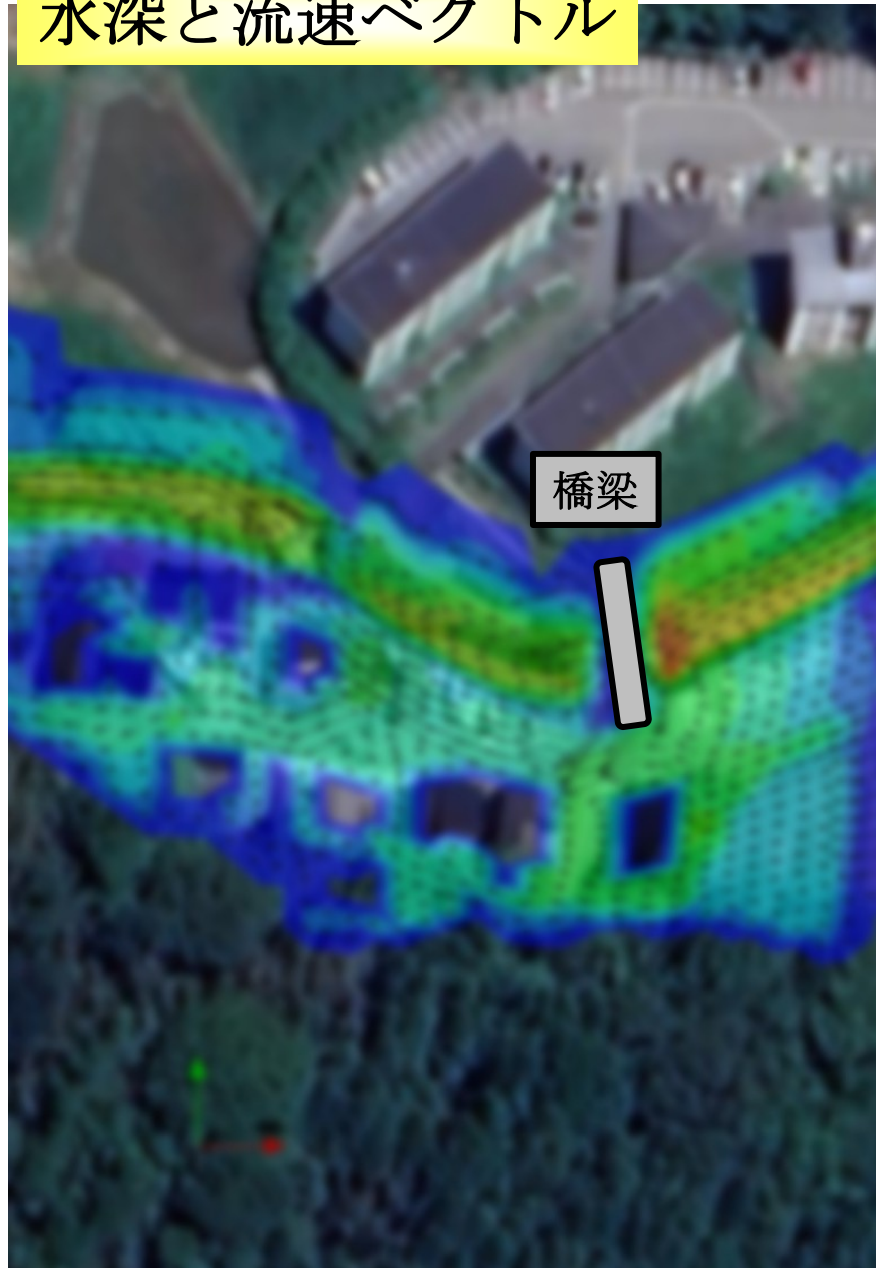
平均格子サイズ：
流下方向5m
横断方向2.5m

水深と流速ベクトル (橋梁有り)

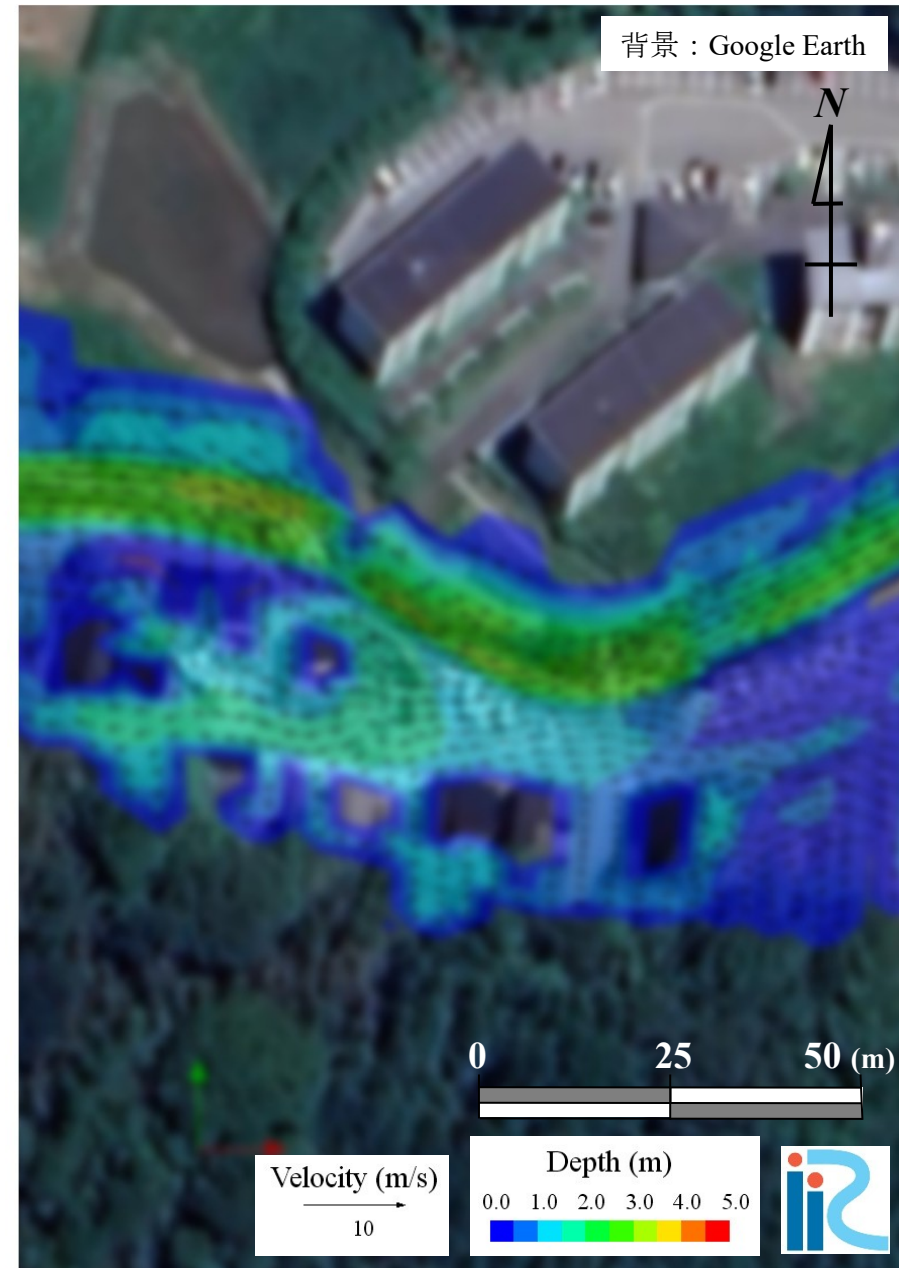
背景 : Google Earth



水深と流速ベクトル



(a) 橋梁有り



(b) 橋梁無し

洪水前の橋梁の様子
(2024年9月)



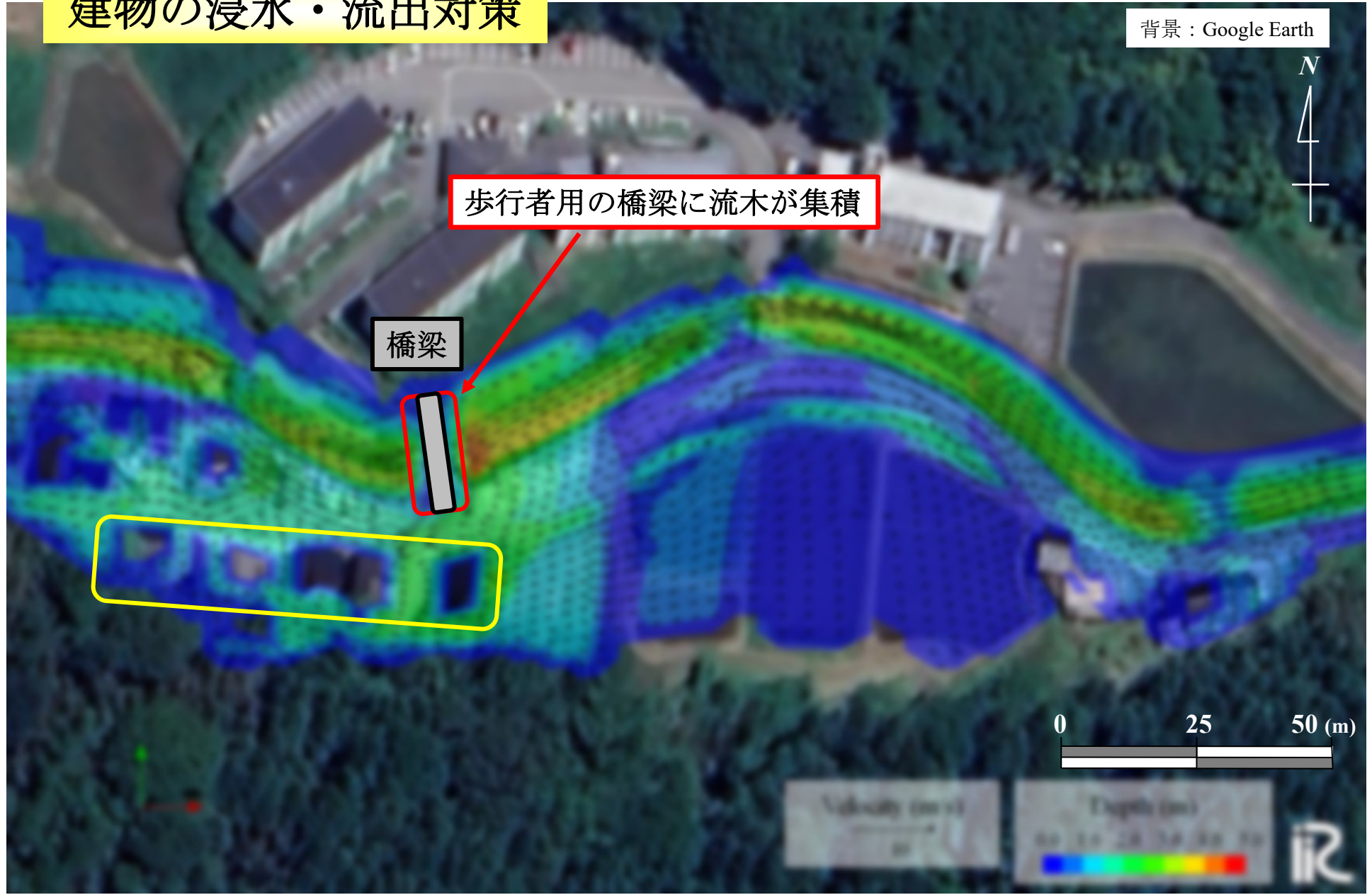
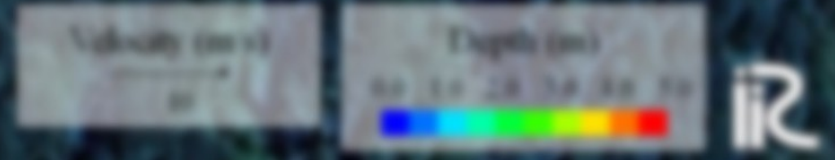
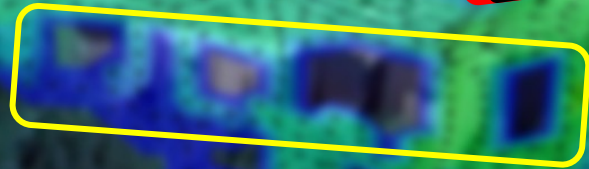
建物の浸水・流出対策

背景：Google Earth



歩行者用の橋梁に流木が集積

橋梁



折りたたみ可能な高欄（乙川河川緑地）



洪水時

写真：岡崎市公園緑地課

沈下橋（潜水橋，斐伊川）



流れ橋（上津屋橋，木津川）



流出しなかった家屋周辺の流れ

背景：Google Earth



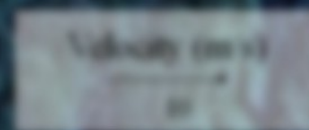
流速：
3.4～4.9m/s

歩行者用の橋梁に流木が集積

橋梁

2.33m

0 25 50 (m)



流出しなかった
コンクリート塀に囲まれた家屋



2024年の能登地震・豪雨によって亡くなられた方にお悔やみ申し上げます。負傷された方，家屋の被災など，その他被災された皆様に心よりお見舞い申し上げます。

謝辞

輪島市の住民の皆様から発災時の多くの情報をご提供頂いた。また，国土交通省，石川県，パシフィックコンサルティング，中日本航空，国際航業，朝日新聞，読売新聞，NHK，工学院大学・久田教授など多くの皆様から，各種データ・被災の状況など，詳しい情報をご提供頂きました。

ここに記して感謝致します。

ご清聴ありがとうございました