

能登半島地震で発生した土砂災害の特徴

大丸裕武(石川県立大学)

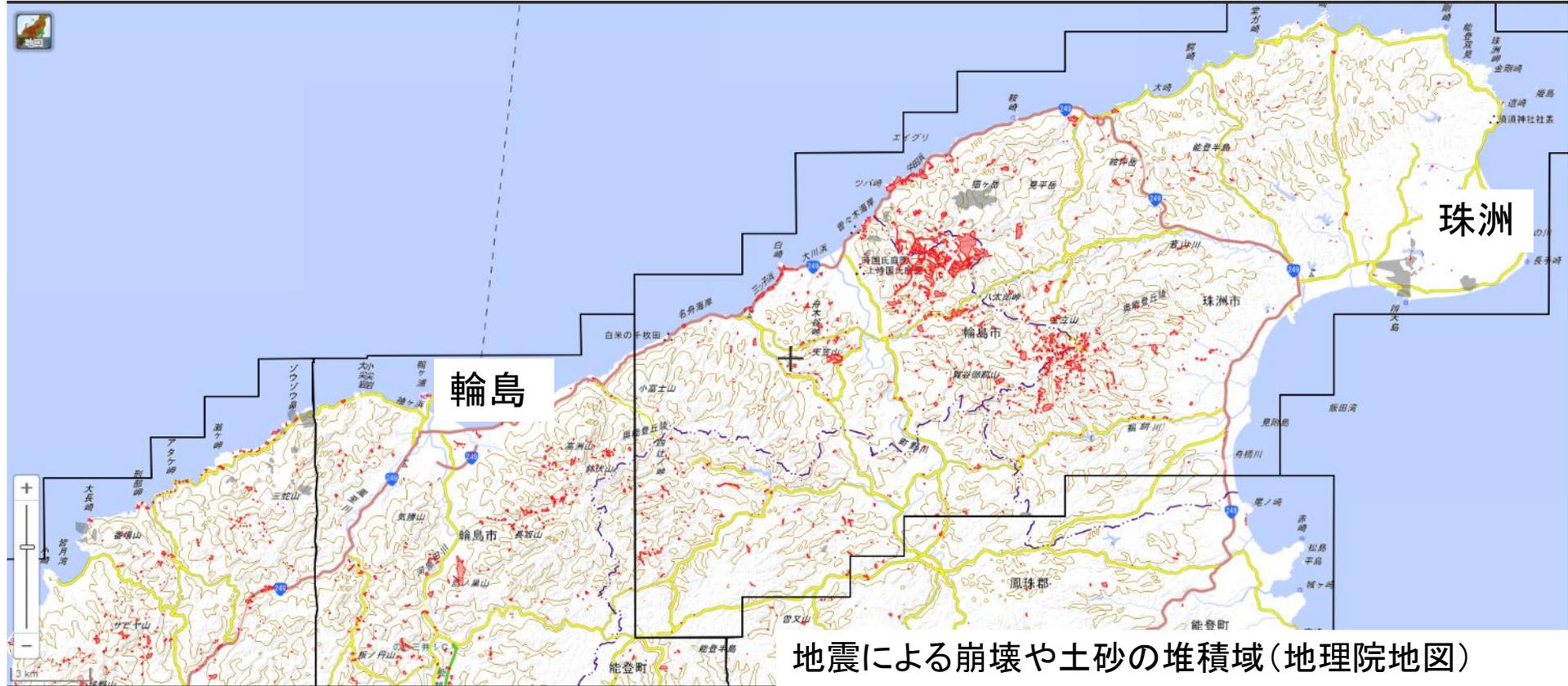


自己紹介

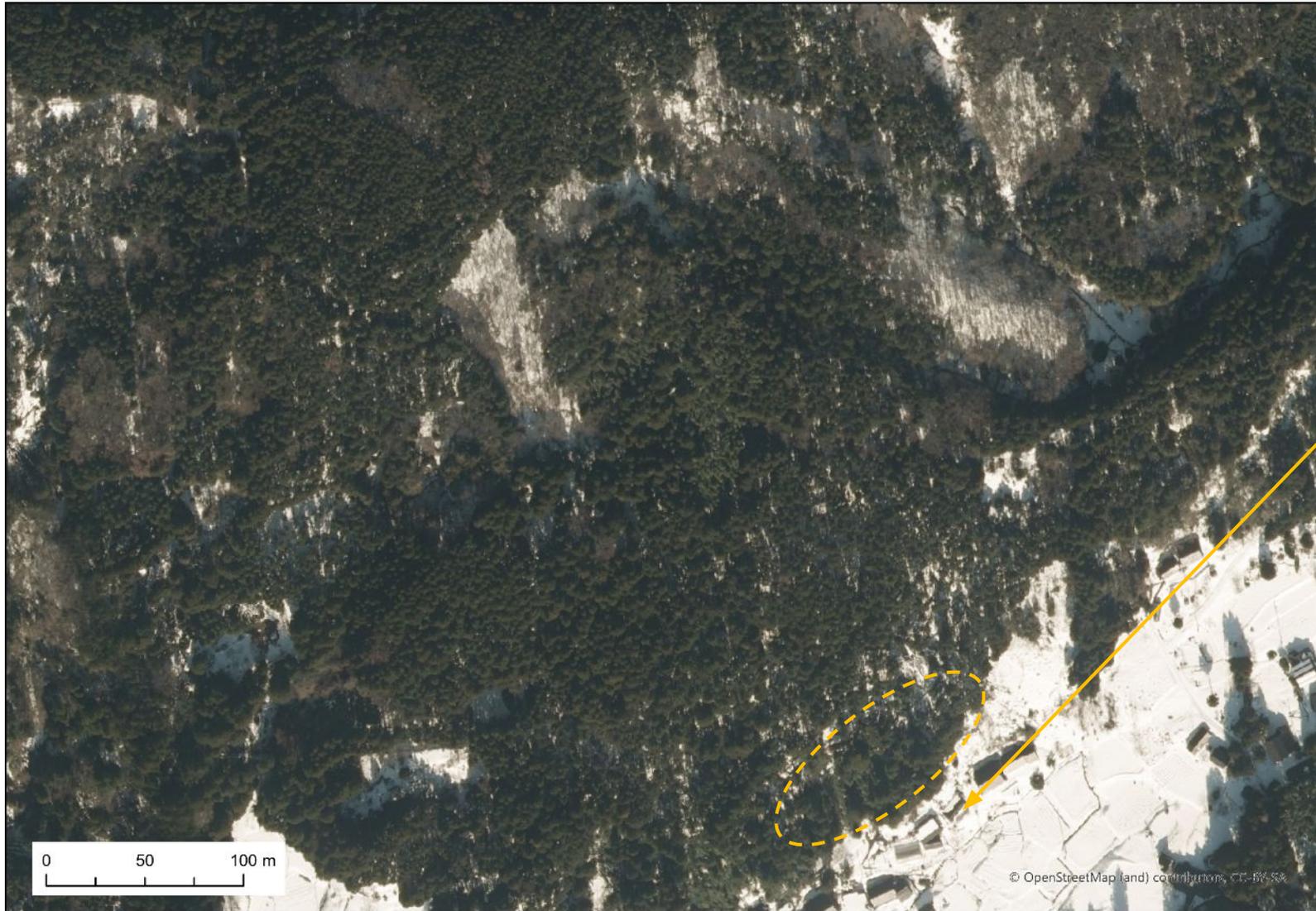
- 1961年石川県内灘町生まれ
- 1998年森林総合研究所(当時林業試験場)入所
- 全国の山林で土砂災害が起きる度に現地に行き緊急調査を行う仕事
- 2022年4月より石川県立大学生物資源科学部に勤務
- 主に空間データの活用による危険斜面の予測に取り組む



能登半島の2000か所以上で土砂災害が発生(国土地理院による)



顕著な裸地が発生しないため認識しにくい地すべりも多く発生した



1月11日の空中写真(地理院地図)



森林内の亀裂

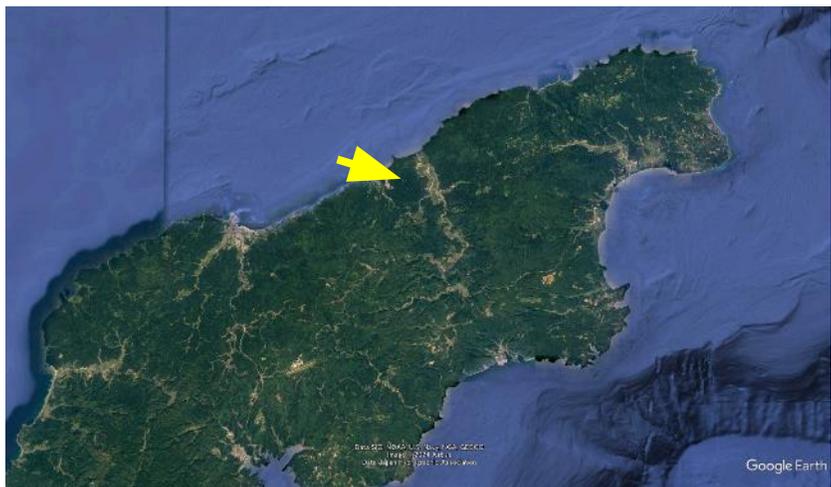
石川県が森林情報整備業務で取得した地震前の航空レーザー測量データ(G空間情報センターから公開)が災害の分析に活用されている

地震前後のデータの比較から能登半島の大地の変化の詳細解析が可能に



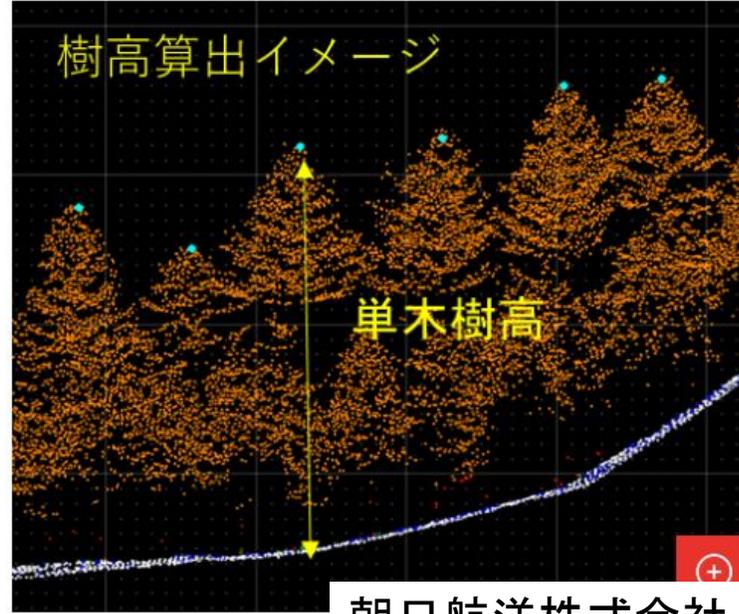
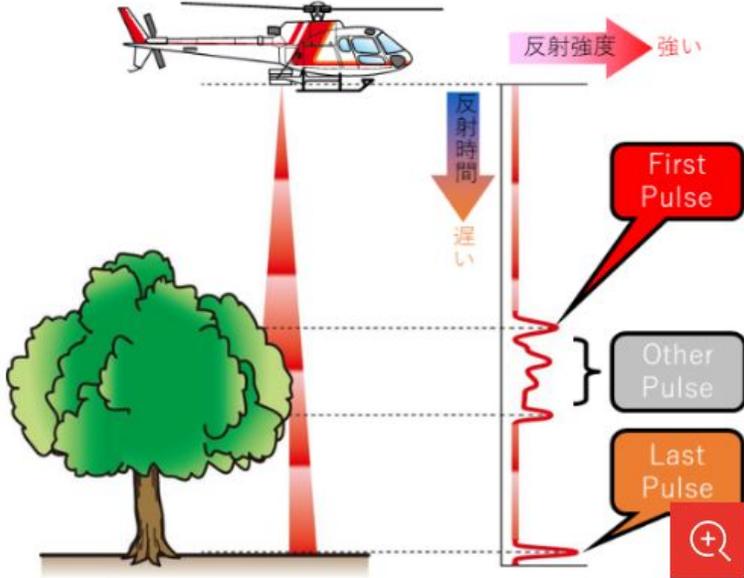
- 地震被害の迅速な把握
- 今後の災害予測にも活用できる！

地震前後の詳細地形データの比較からさらに大きな大地の変化が見えてきた

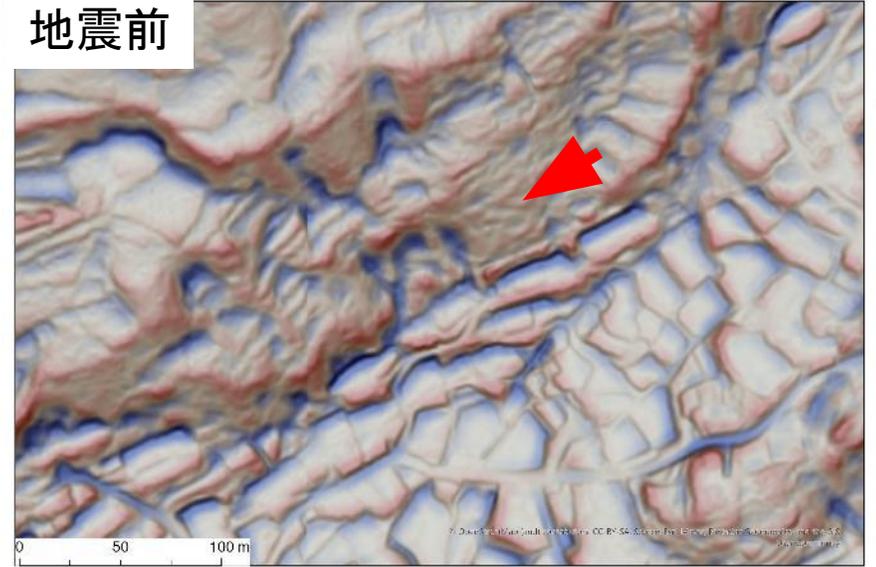


The screenshot shows the G-Spatial Information Center website interface. At the top, there are navigation links for '新規ユーザー登録' (New User Registration) and 'ログイン' (Login). The main header includes the logo and name 'G空間情報センター' and a menu for 'データセット / 組織 / カテゴリ / アプリ'. The breadcrumb trail reads: 'ホーム / 組織 / ... / 令和6年能登半島地震 能登西部微地形表現図データ (発災前)'. The main content area features a title '令和6年能登半島地震 能登西部微地形表現図データ (発災前)' and a 'データセット' (Data Set) tab. Below the title, there is a 'フォロー' (Follow) section showing '0' followers. A '組織' (Organization) section displays a building icon and the text '令和6年能登半島地震' with a note 'この組織には説明がありません' (There is no explanation for this organization). Below this are sections for 'ライセンス' (License) with '独自利用規約' (Terms of Use) and 'ソーシャル' (Social) media links. On the right side of the page, there is a map of the Noto Peninsula with labels for '珠洲岬', '長手岬', '珠山岬', '河内岳', '海士岬', '七尾湾', '能登島', '石', '山', and '黒部川'. The map is titled '令和6年能登半島地震 能登西部微地形表現図データ (発災前)'. At the bottom of the map area, it says '航空レーザー測量ポータルサイト (日本測量調査技術協会)'.

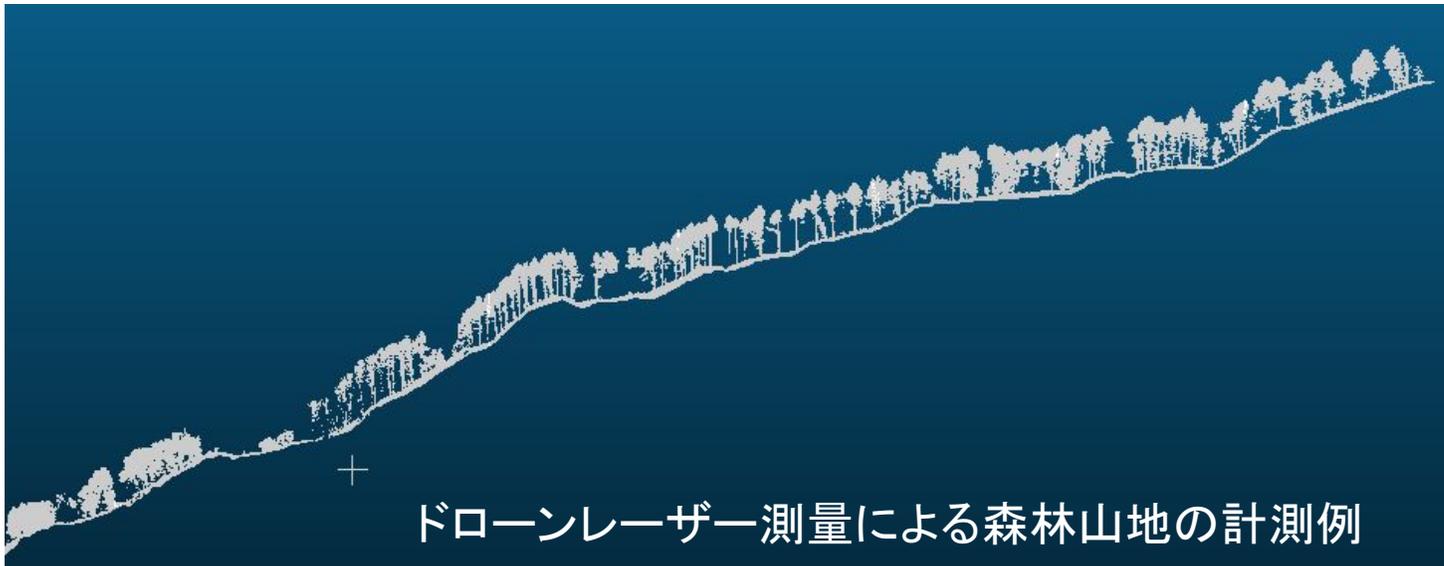
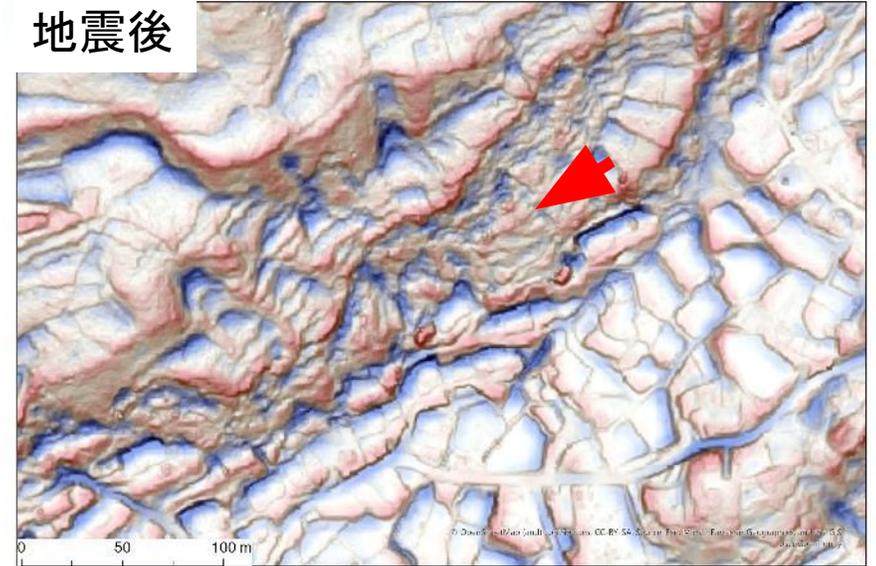
航空レーザー測量技術で森林下の地形を可視化することで 見えにくい地すべりを可視化



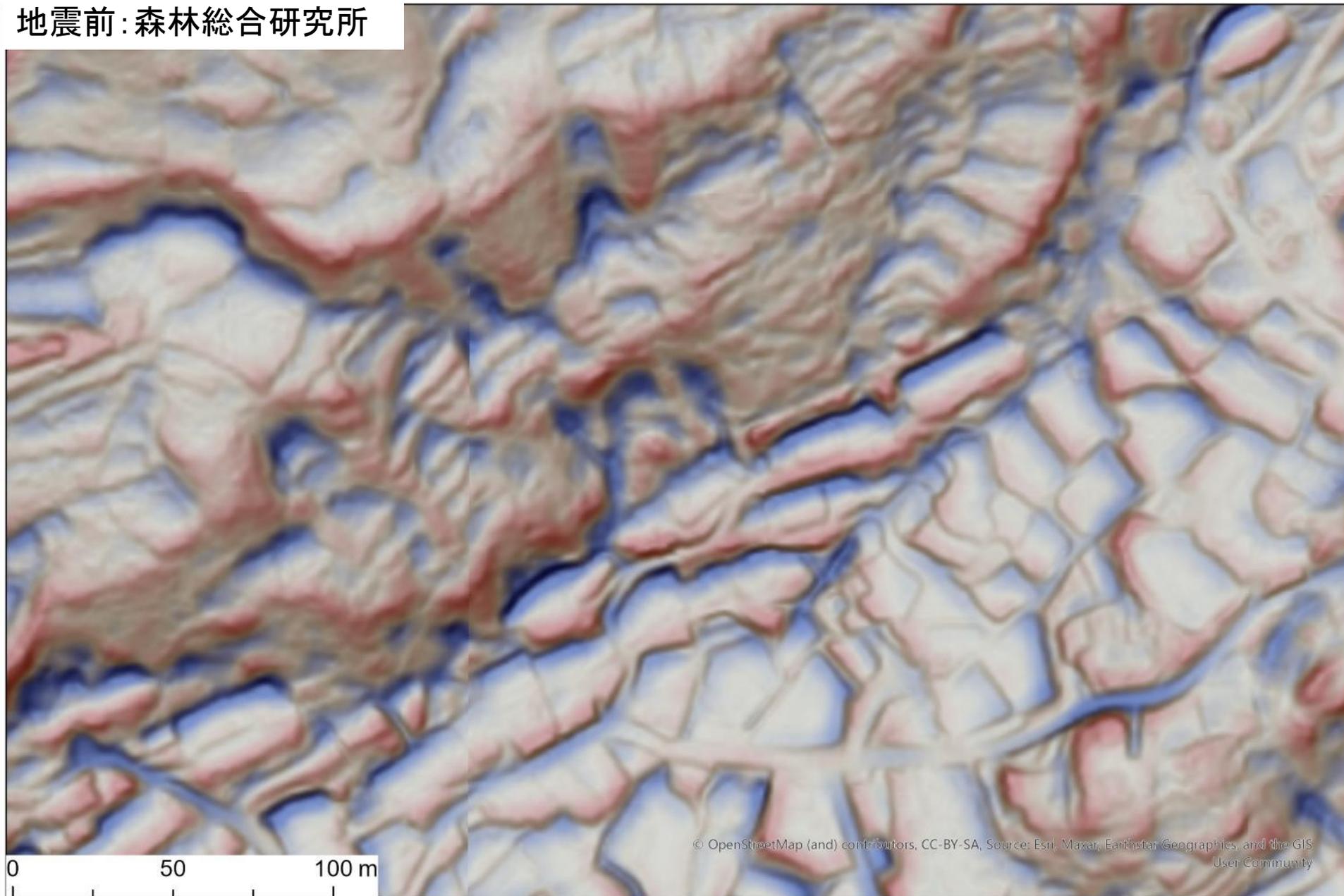
地震前



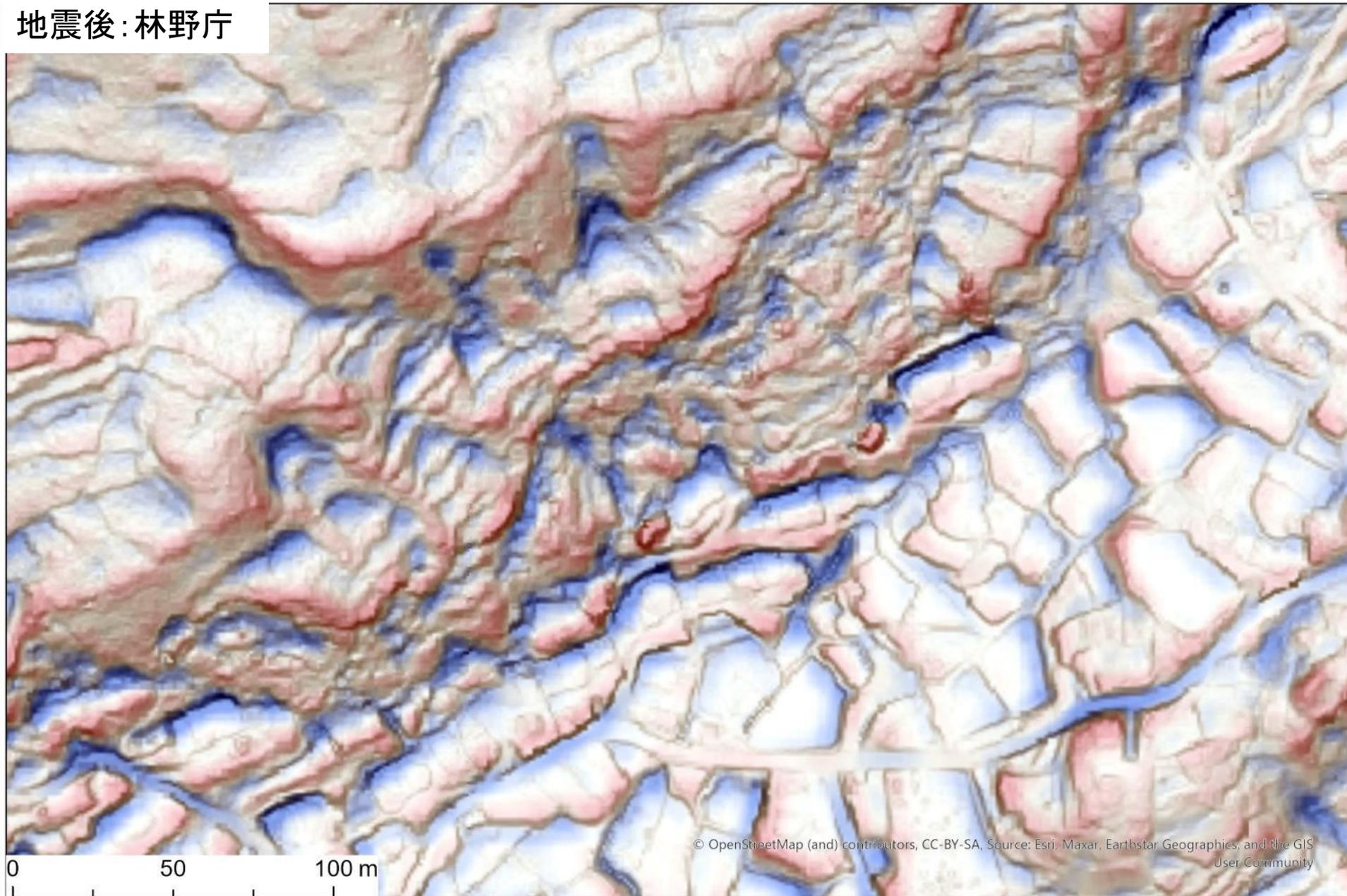
地震後



地震前：森林総合研究所



地震後：林野庁



© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA, Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

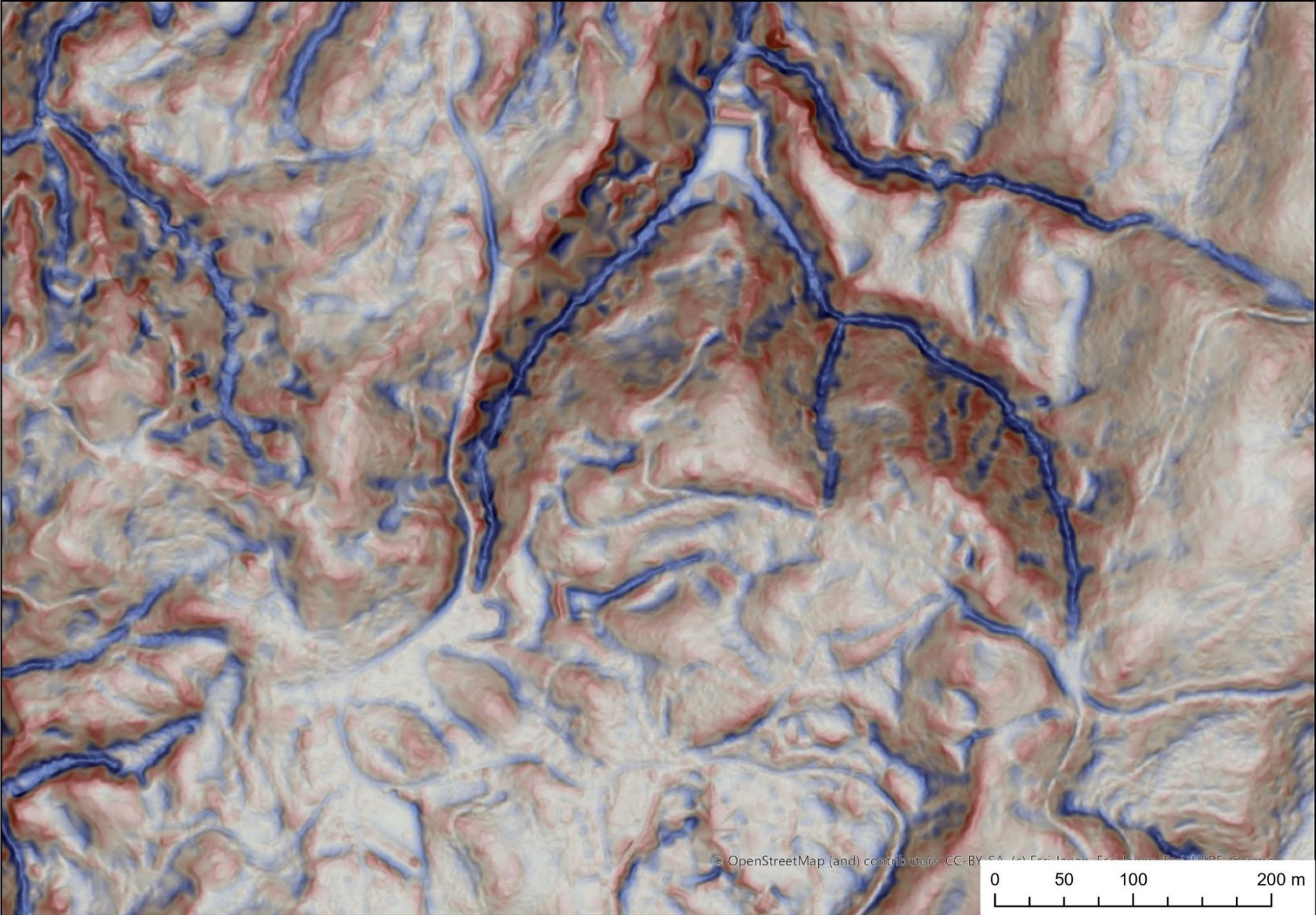
地震動は地表だけでなく山体内部の変形も引き起こす

地すべりや崩壊が目立たなかった場所でも山地斜面の変形は起きている

- 地震動によって形成された亀裂が今後の地すべりや崩壊に影響を与える可能性もある
- 森林に覆われた斜面の変形は空中写真だけでは認識が難しい

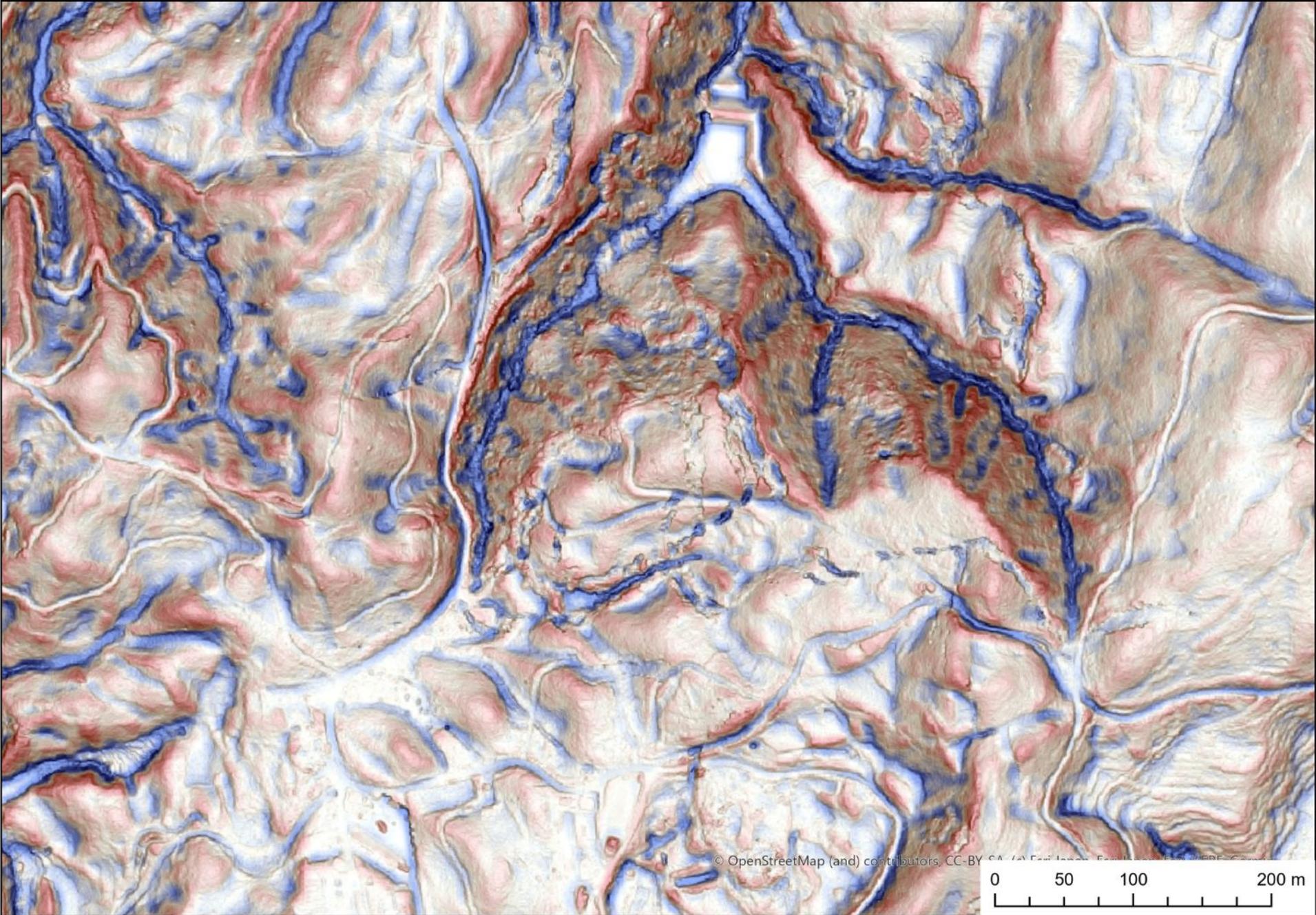


珠洲市の山地の切土法面に見られた地層のずれ



地震前のCS立体図(森林総合研究所)

発災前CS立体図



地震後のCS立体図(林野庁・G空間情報センターより公開)

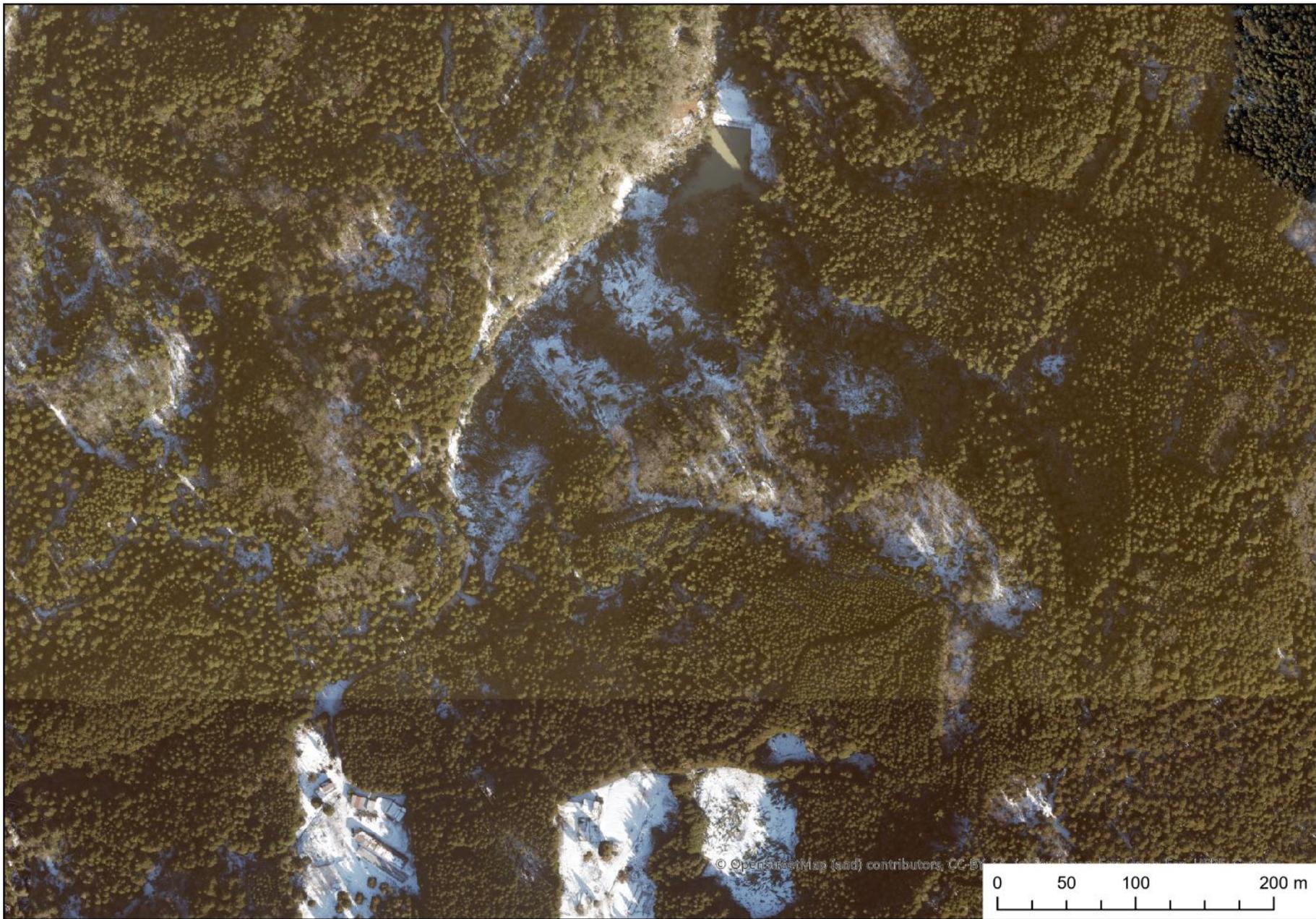
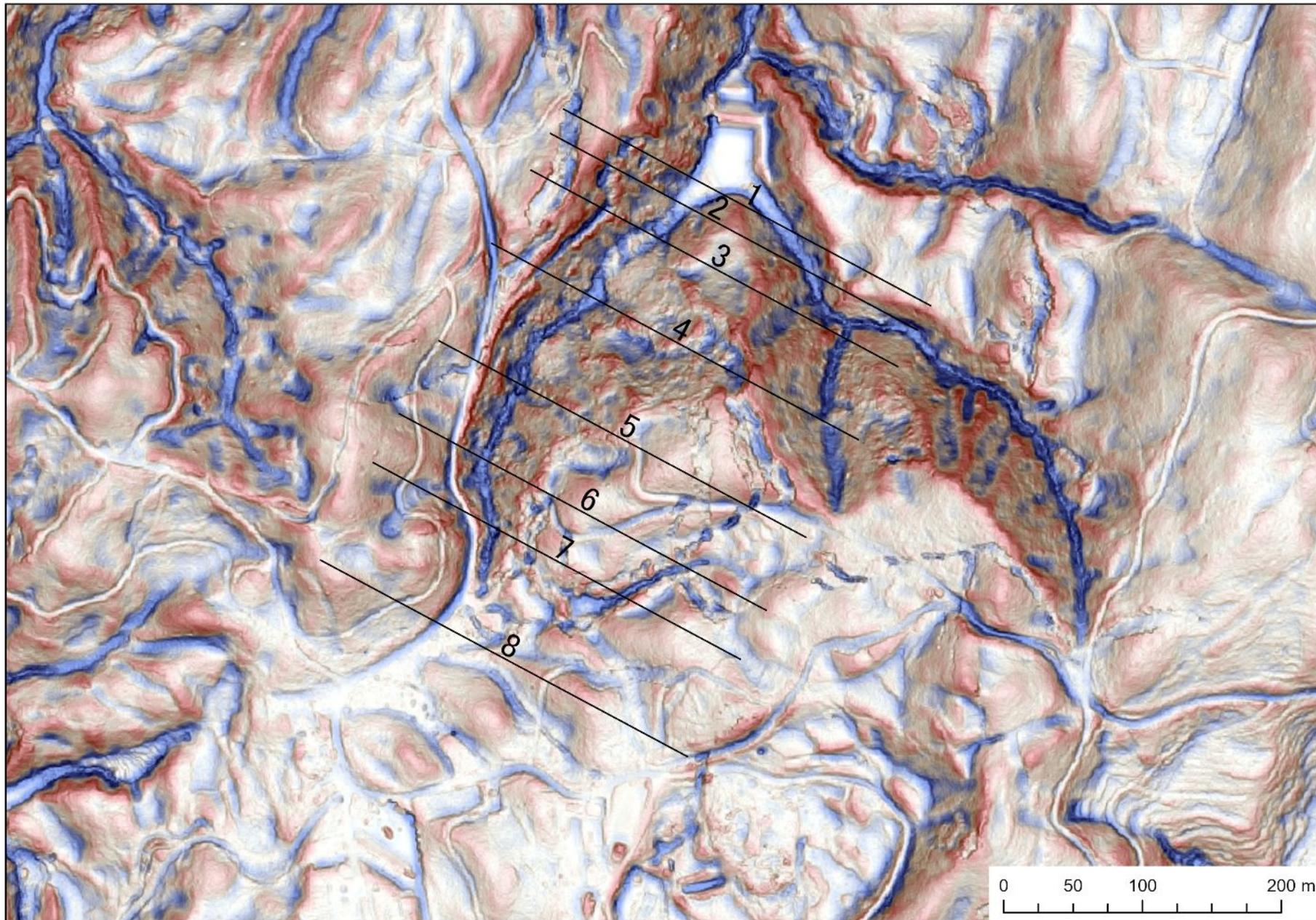
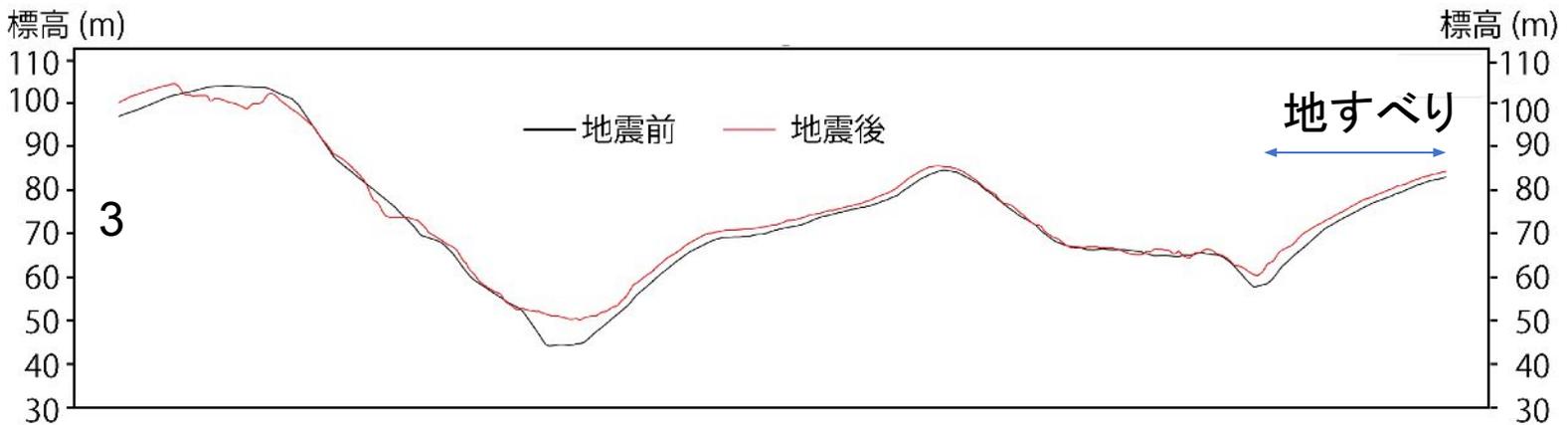
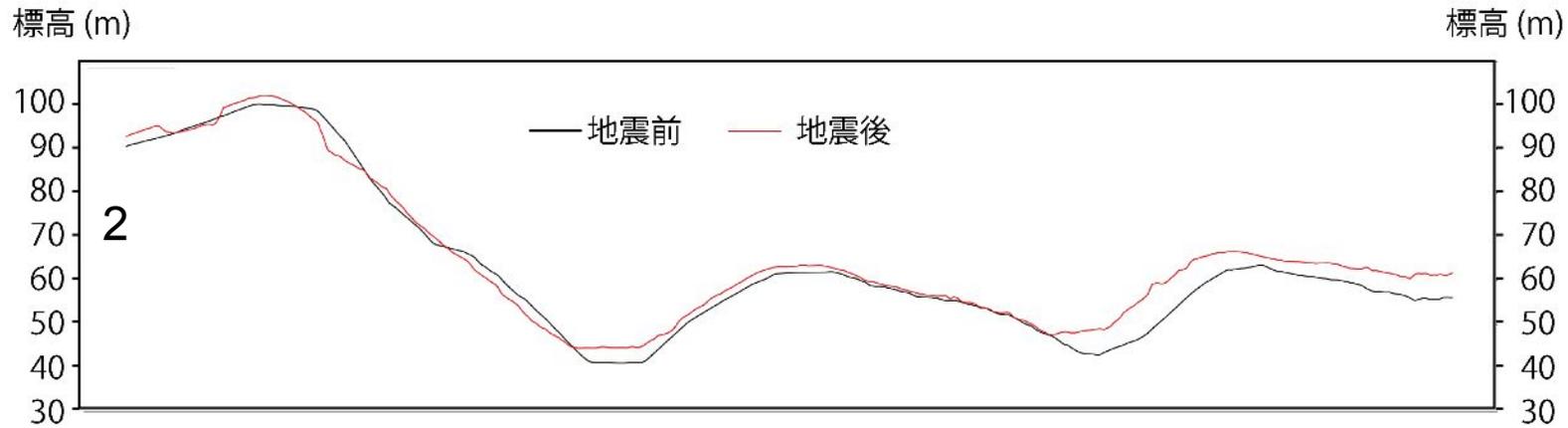
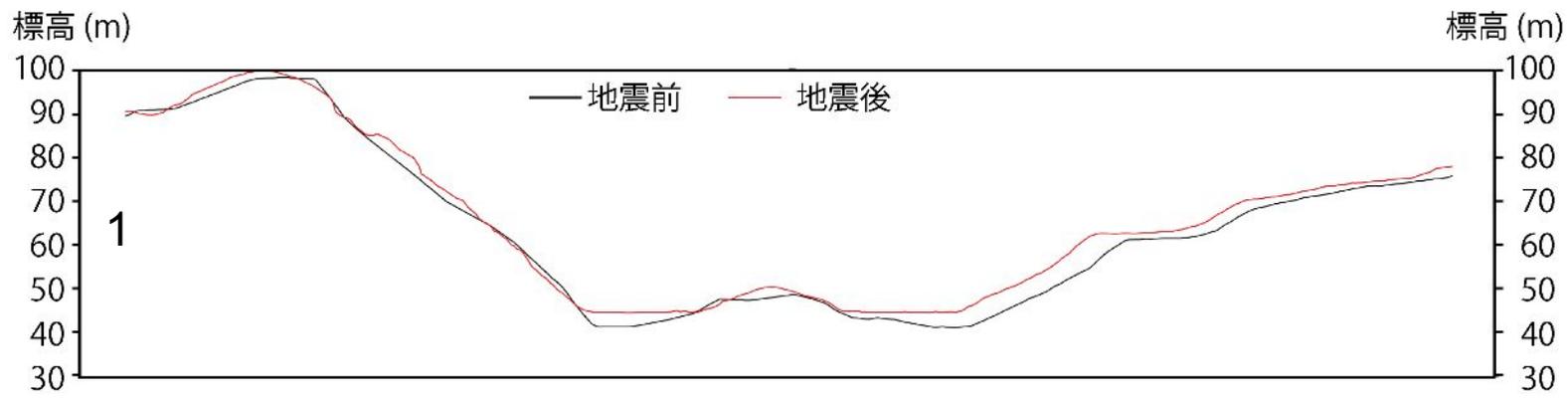


図4 地震後の空中写真(北陸地方整備局による)

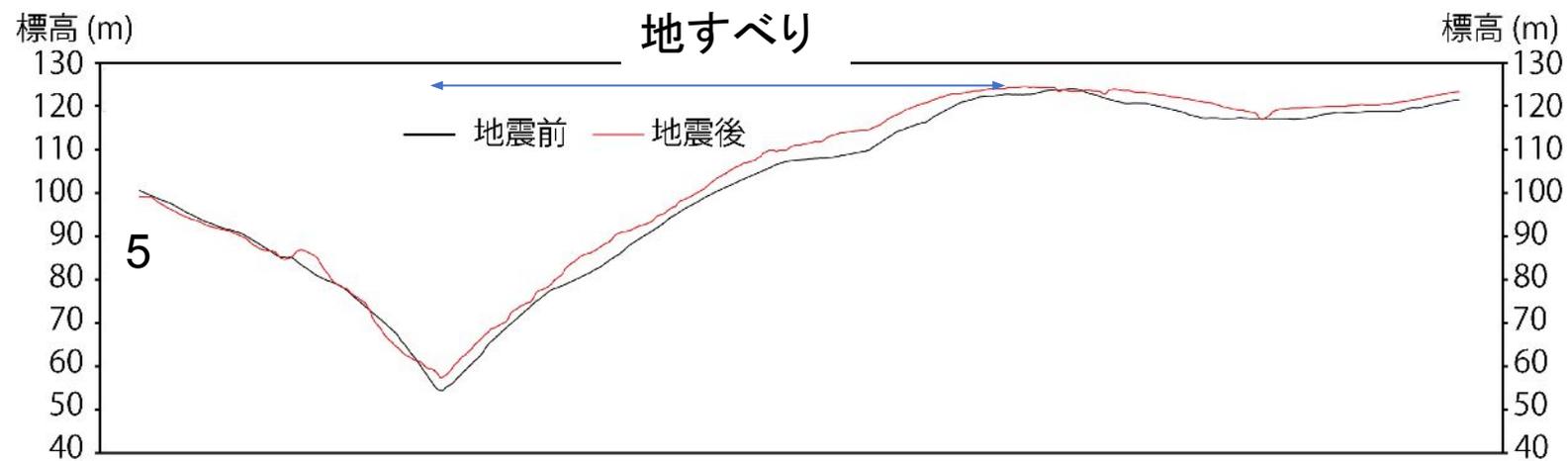
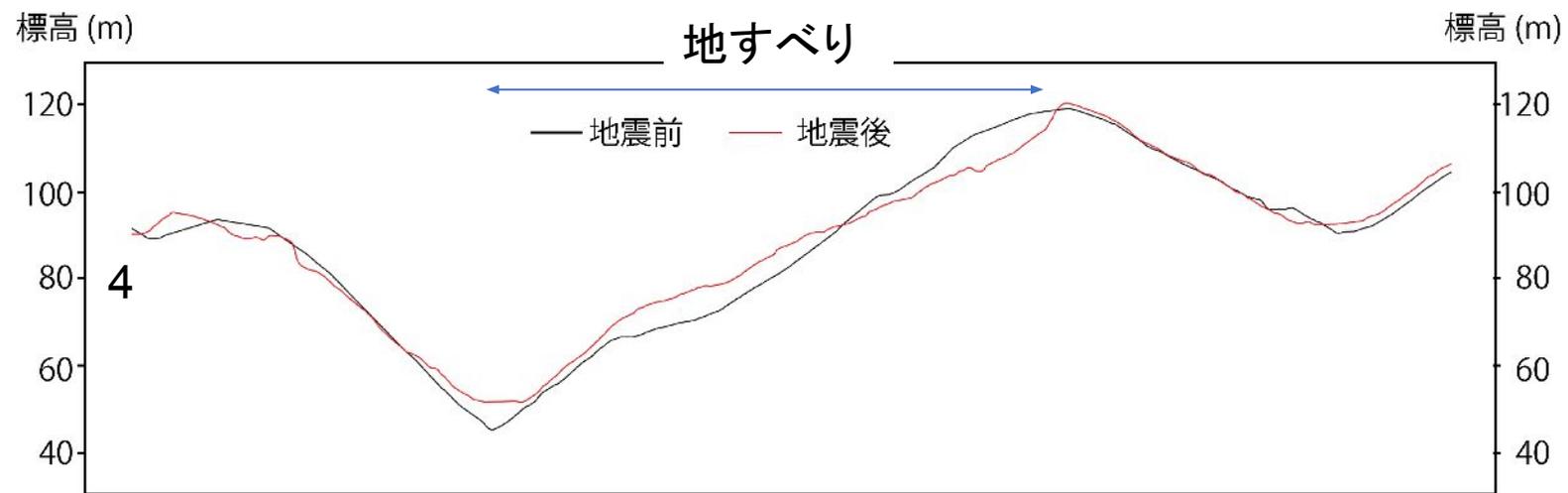


地形断面図の位置(背景は 林野庁の発災後CS立体図)



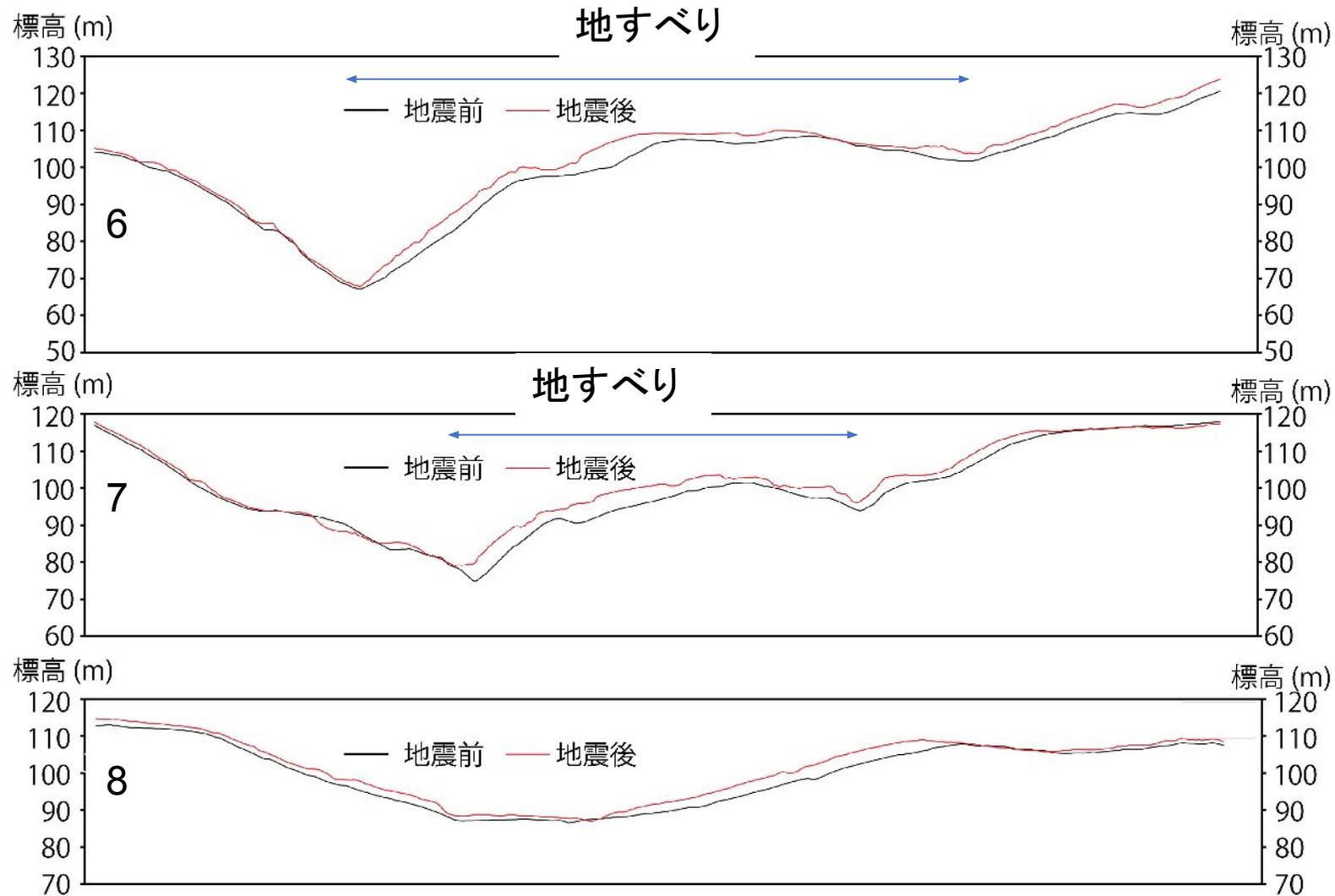
地形断面図

地震前の標高データは朝日航洋株式会社(G空間情報センターより公開)を、地震後の標高データは林野庁・国土地理院より提供された速報値を使用した。複製に際して著者の許諾を得ること。

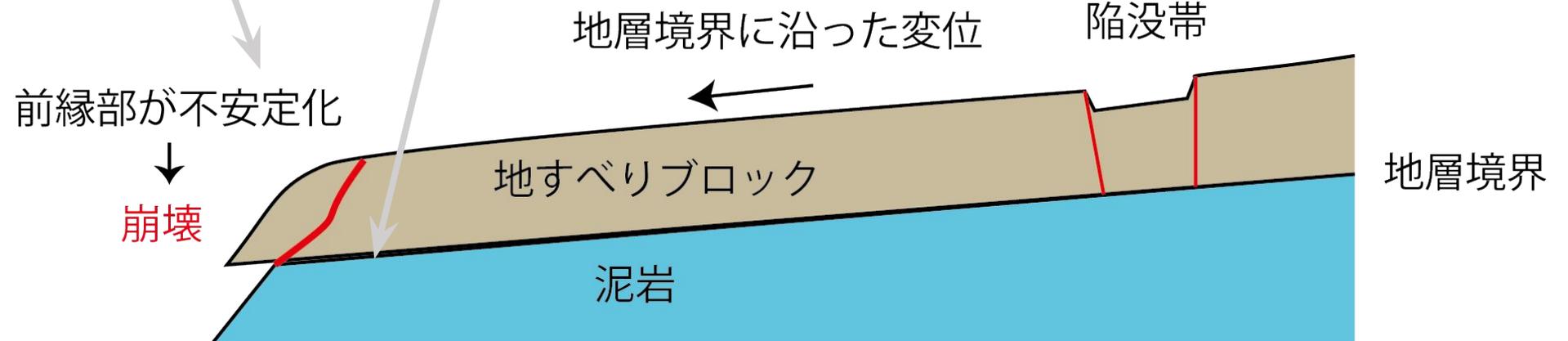
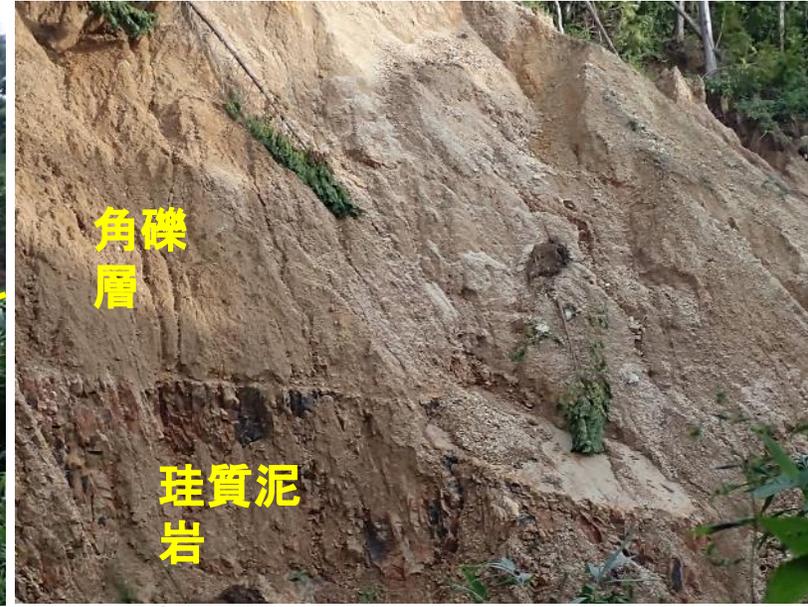


地震前後の地形断面を比較すると..

- 地域の山地が全体的に隆起しつつ西方向に移動している(約1m)
- その中で水平方向の変位が卓越する地すべりが発生している



水平移動型地すべりの発生 → 森林を載せたまま移動 → 認識しにくいリスクあり(特にブロック前縁部)



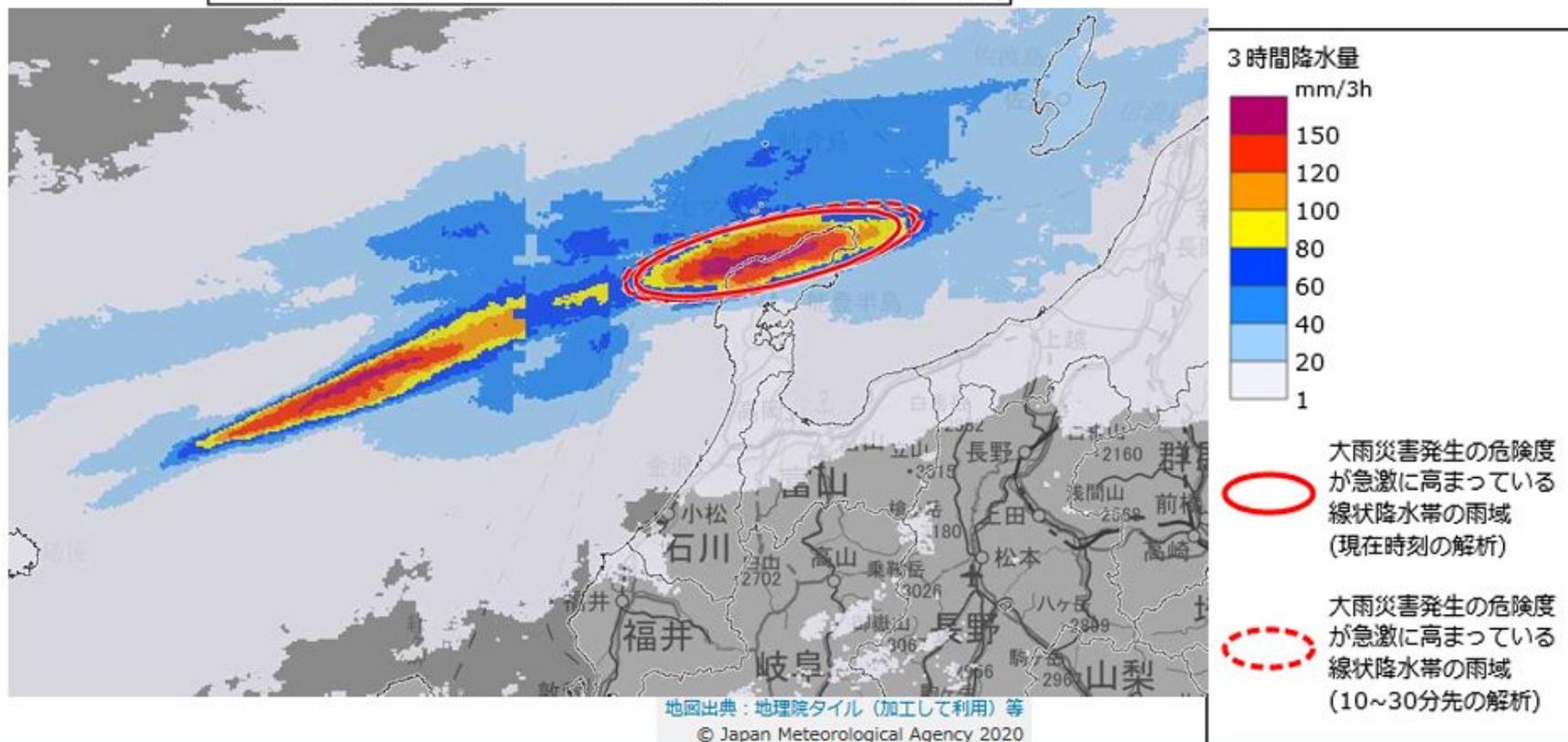
能登半島地震による土砂災害の特徴が少しずつ見えてきていた
地形分析の結果を地震後の災害対策に役立てる方法を考えていたところに..

石川県に大雨特別警報発表(9月21日・気象庁)

線状降水帯発生



3時間降水量 2024年09月21日10時40分



豪雨災害には地震の影響が明らかに認められた

1月の地震で発生した地すべりから多量の土砂が流出して谷あいの集落を直撃した



珠洲市大谷の地すべり2024年2月



2024年9月

輪島市町野町川西地区の崩壊地からの土砂流出



撮影：柳井清治氏



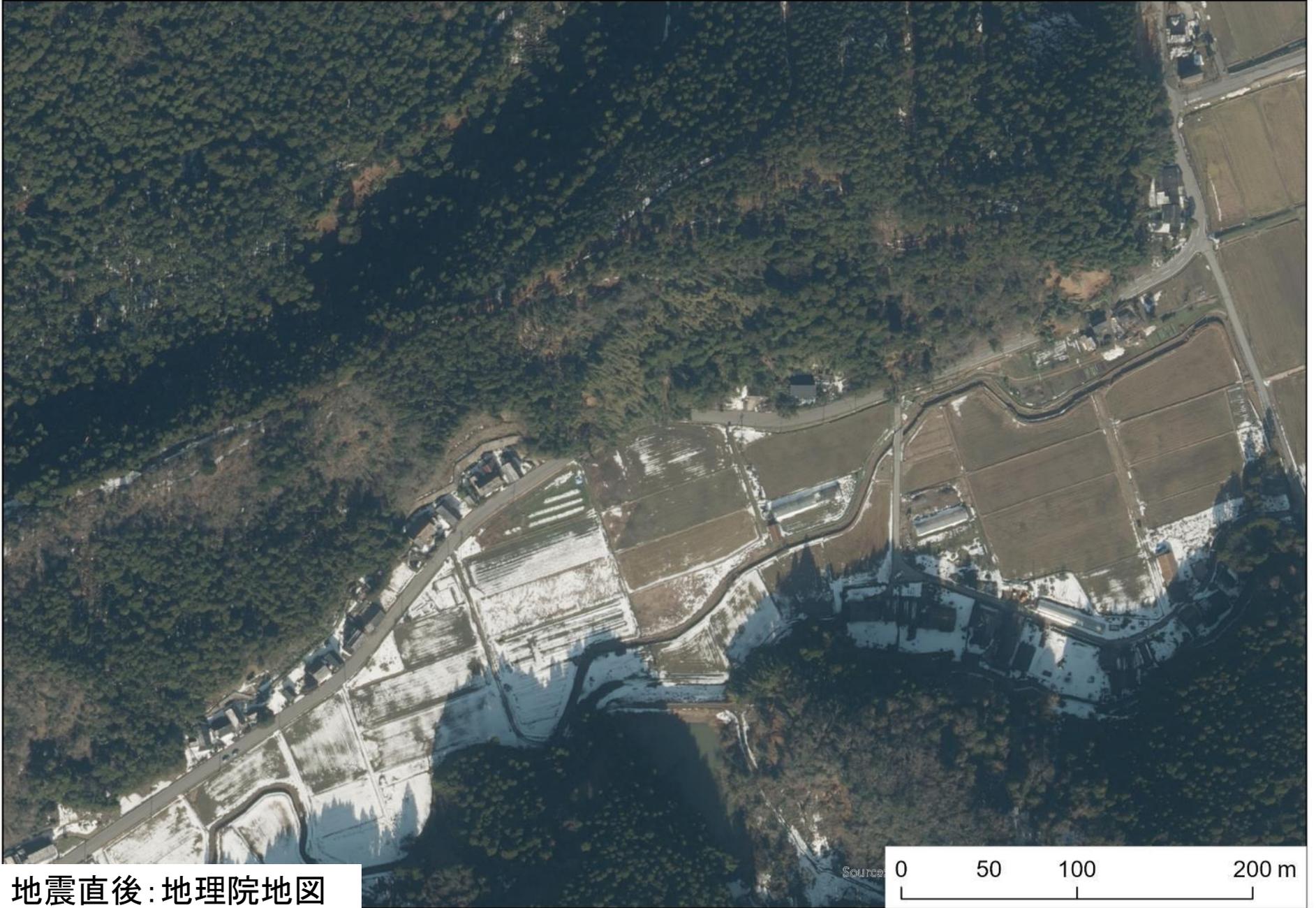
地震で緩んだ斜面が豪雨によって崩壊した例も多く見られた



9月30日撮影(柳井清治氏)

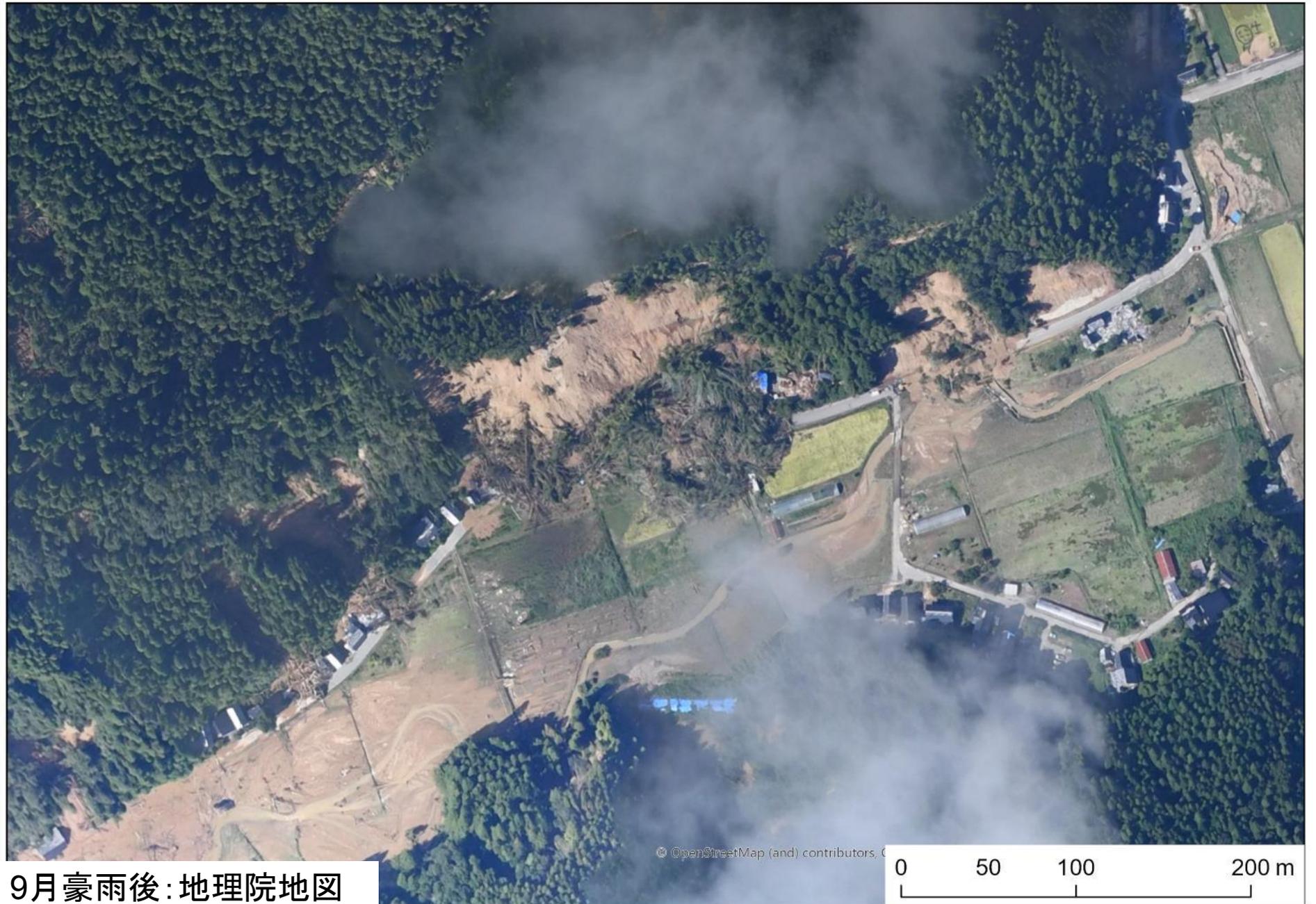
地震直後
9月豪雨前

空中写真では森林の乱れが認識できるが地盤の変化は把握しにくい



地震直後: 地理院地図

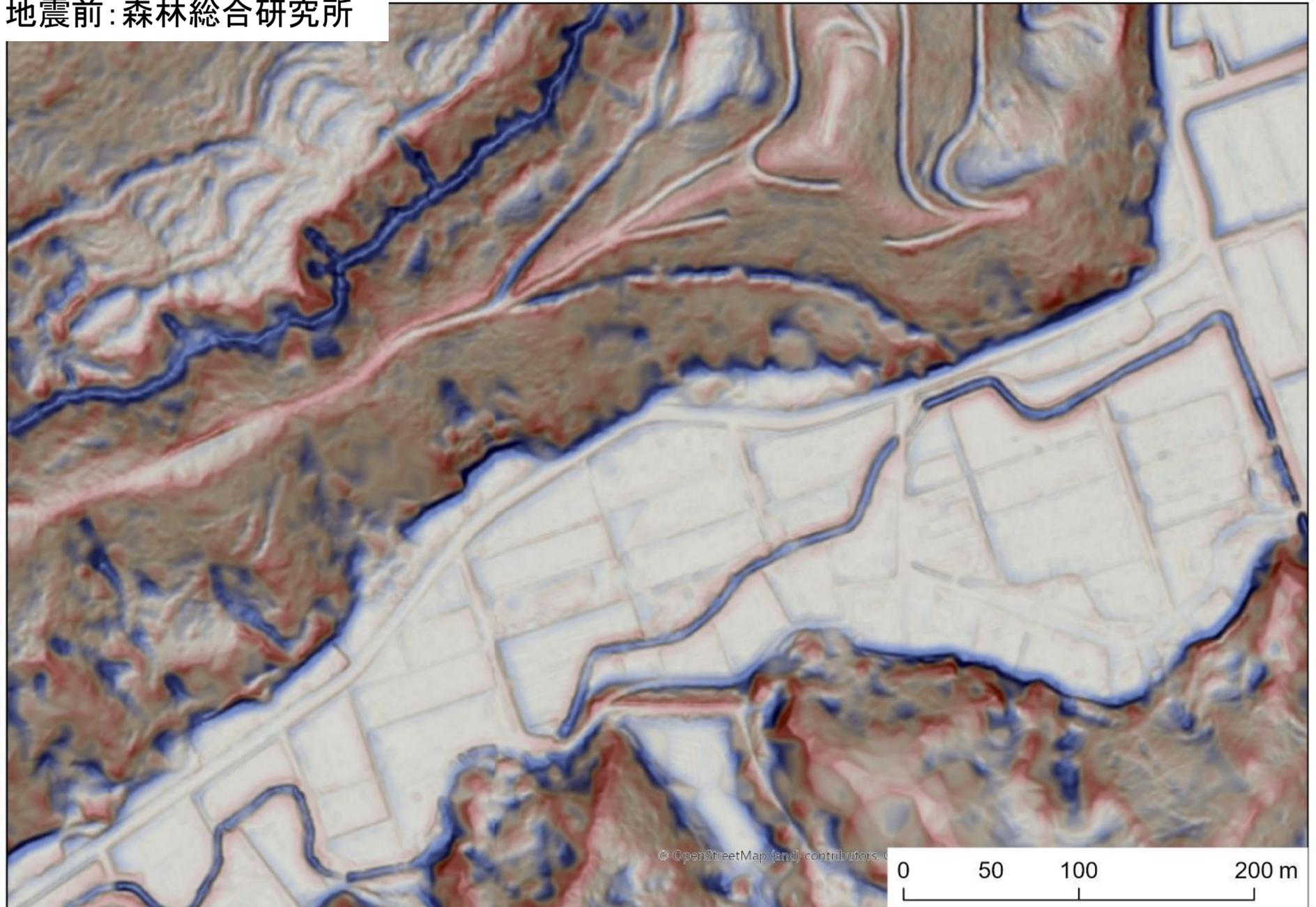
9月豪雨後



9月豪雨後：地理院地図

地震前後の微地形を
比較してみると

地震前：森林総合研究所



地震後：林野庁・国土地理院

地震によって多数の亀裂
が発生したことが読み取
れる



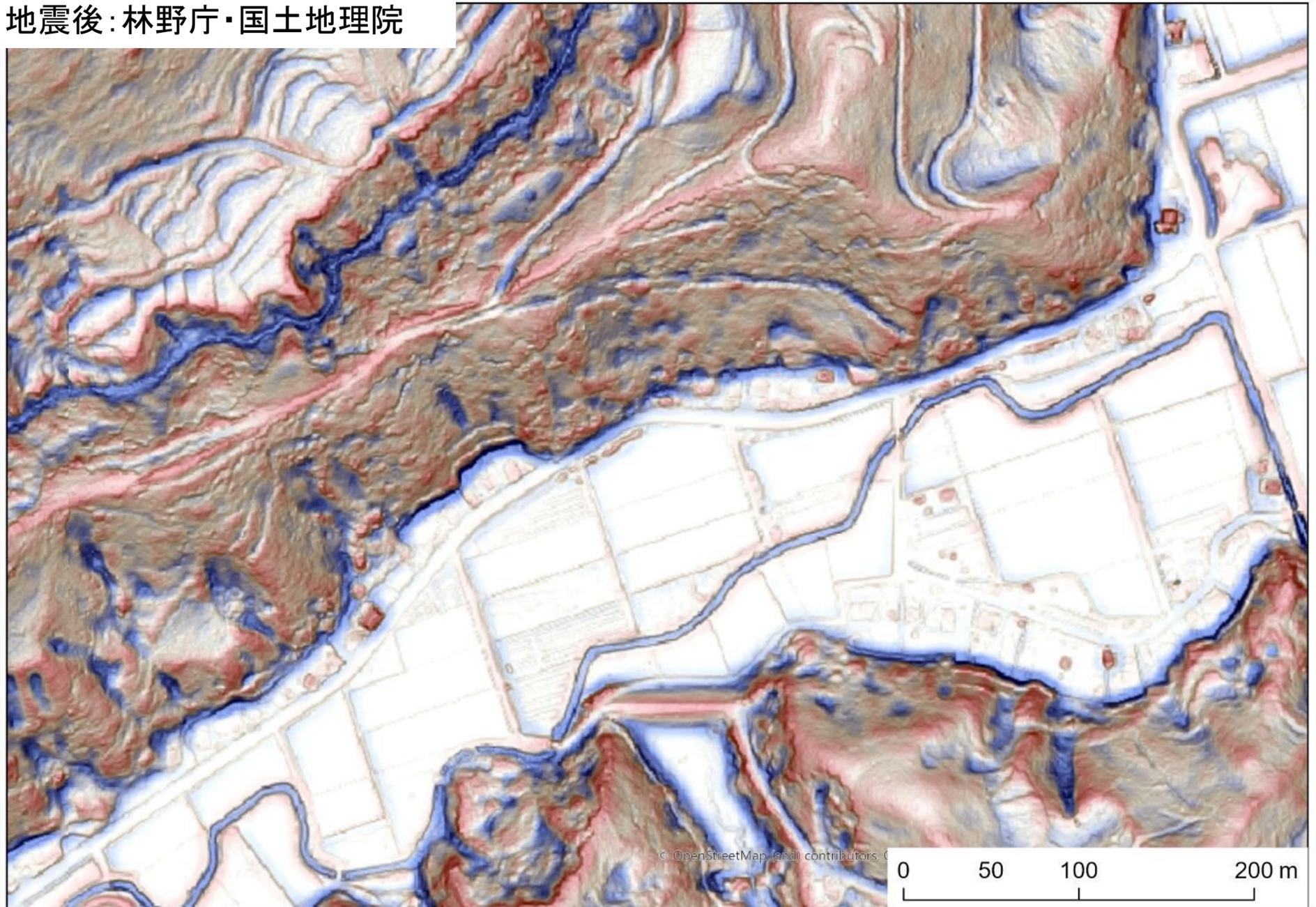
地震によって地盤が緩ん
でいたことが推定される



これから崩れる斜面もある
かもしれない



微地形判読から事前に危
険斜面を抽出しておくこと
が重要



流出した土砂や流木は下流域の洪水被害の拡大につながった

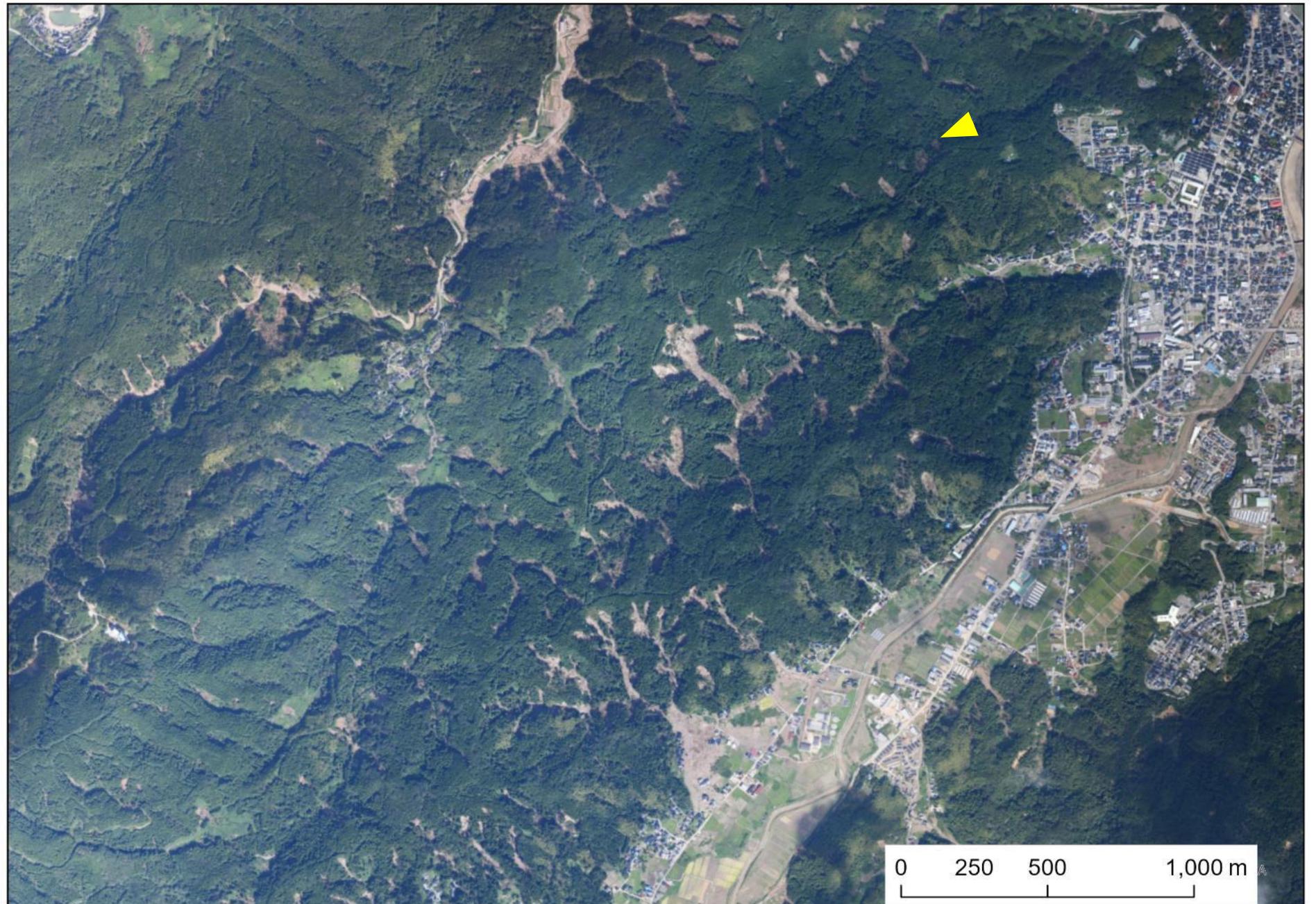


2024年9月の豪雨による 輪島市山本町の災害

地震時の崩壊が比較的
少なかった地域で発生



地震時の崩壊は少なかったが2024年9月の豪雨で多数の崩壊が発生した
(地理院地図)



2024年9月の豪雨で崩壊が発生した斜面

地震によって発生したと思われる亀裂が尾根部に見られる

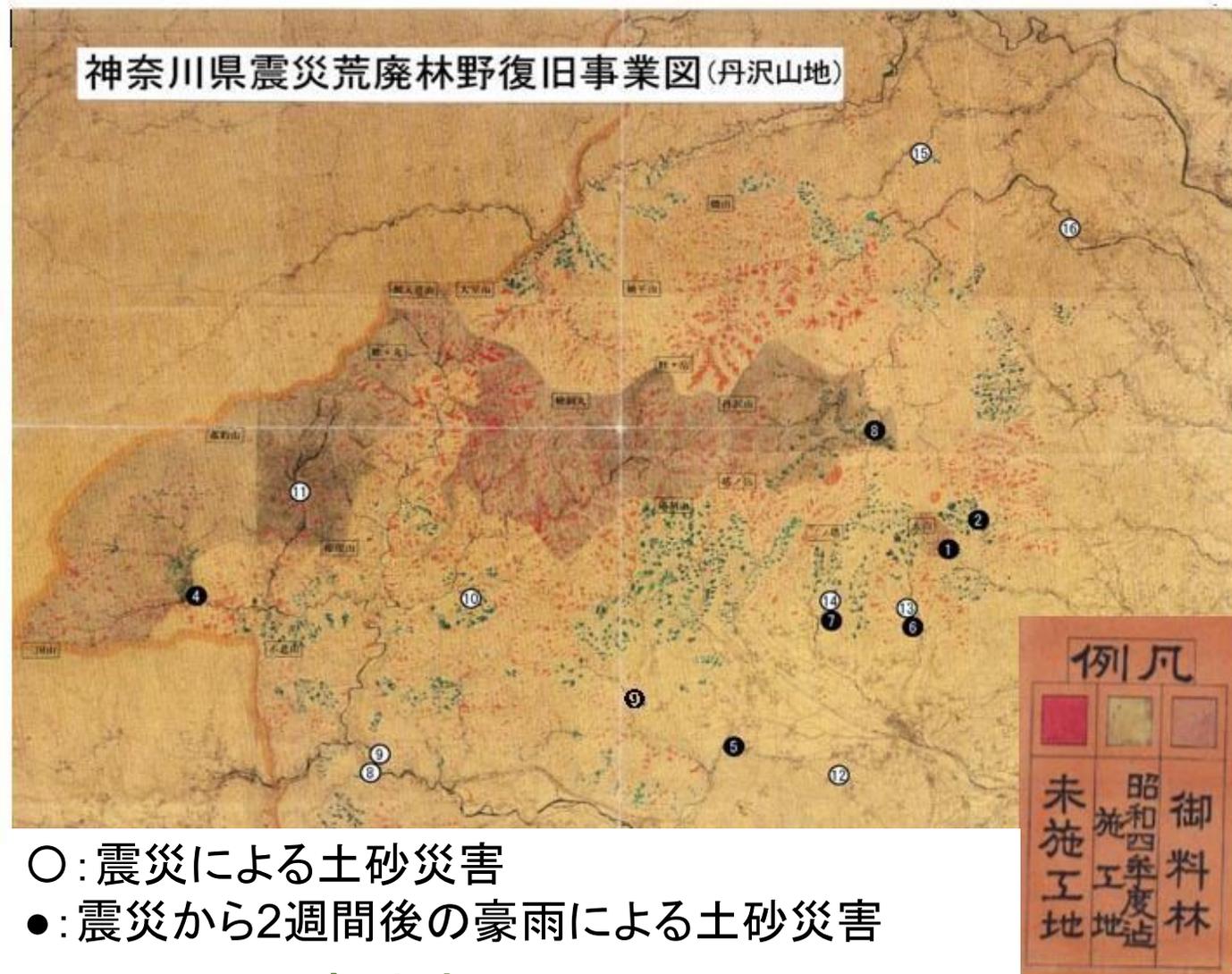
- 航空レーザー測量では把握が困難なレベルだが地震による影響は見られる。
- 樹木根系が亀裂の拡大を抑止したと思われる事例も見られる。
- 森林が地震による崩壊を抑止？（今後の課題）



地震の影響が長期化する場合もある(関東地震後の丹沢山地の例)

大正12年関東地震とその後の豪雨による丹沢山地の荒廃(井上公夫氏 いさぼうネット)

- 関東地震(9月1日)から約2週間後の9月14日～9月15日の台風による豪雨で多数の土石流が発生
- 土砂ダムも多数発生(震生湖など)
- 丹沢山地全体で773km²の崩壊地が発生
- 昭和12年、13年の豪雨でも多数の崩壊が発生



能登半島の森林の状況は当時の丹沢よりは恵まれている

今回の地震でも能登半島の森林は減災機能を発揮したのでは？

長期的には森林の防災機能を活用した地域の復興が望まれる

現段階では直近のリスクに備えることが最優先課題

➡ 能登半島の林業は深刻な被害を受けたが、森林技術者が活躍するべき場はむしろ拡大する



石川県農林水産部

当面どうすればよいのか？
- 長期的な展望の前に考えるべきこと -

ハード対策や森林整備による脆弱性の低減



一定の時間がかかる



それまでをどう乗り切るか？



危険な時には危険な場所から逃げる
(暴露の回避)



ソフト対策が重要

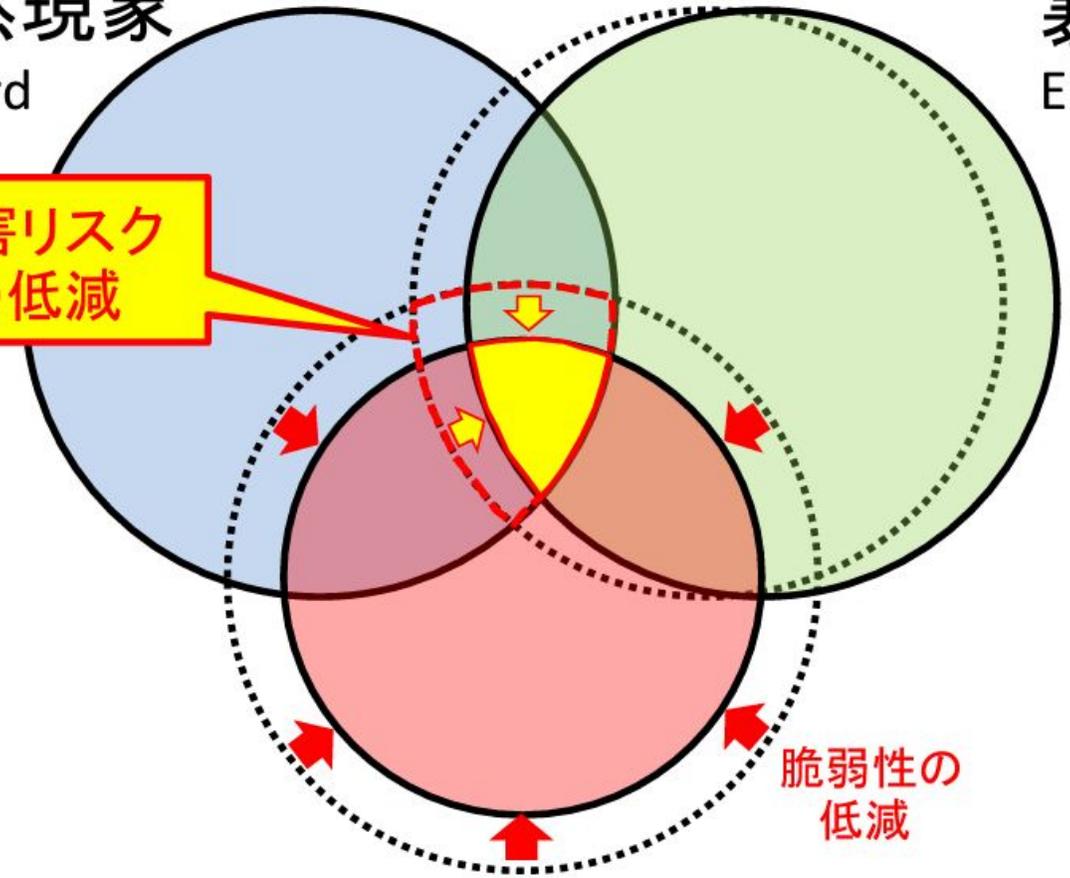
空間情報技術の活用も鍵になる

危険な
自然現象
Hazard

暴露の回避
→

暴露
Exposure

災害リスク
の低減



脆弱性の
低減

脆弱性 Vulnerability

リスクを回避するためのソフト対策が鍵

災害リスク低減の考え方(環境省)