

地震・津波と防災対策について

～ 能登半島地震から6週間＋

元日の能登半島地震から6週間が過ぎました。

これまでに241人の死亡が確認されたほか、11人の安否が分からないままとなっています。今もなお少なくとも2万3000人が避難所や親戚の家に身を寄せたり車中泊を続けていて、長期に及ぶ厳しい避難生活を余儀なくされています。

また、能登地方を中心に6万棟以上の住宅に被害が確認されているほか半数を超える3万4000戸以上で断水が続いています

被害の全容確認やインフラの復旧にはまだ時間がかかる見通しです。

斜面防災対策技術協会富山支部の各社や大学等も災害時の迅速な調査に奔走しています。

能登半島地震の被害は石川県能登地方だけでなく、富山県・新潟県の海岸平野部など広域にわたります。地震で亡くなられた方々に謹んでお悔み申し上げます。また被災された皆様には心からお見舞い申し上げるとともに生活再建へのご安全と一日も早い復興を心よりお祈り申し上げます。

〈1.1 北陸大震災〉被害状況

石川県内2月13日午後2時時点、住宅被害、6万5581戸
 死者数241(15)人 負傷者数1184人 安否不明者11人

人的・住家被害

地震による市町村別 住宅被害

※2月6日午前9時時点



出典：富山テレビ放送

富山県関係の被害状況
 (2月6日午前9時現在)

- ・亡くなられた県人2人
 (富山市の中学1年男子生徒、富山市の30代女性)
- ・人的被害47人 (重傷3人、軽傷44人)
- ・住家被害8044棟
 (全壊129、半壊340、一部破損6975、未分類600)
- ・避難者数0人

津波
 液状化
 土砂崩れ

広域・膨大・甚大

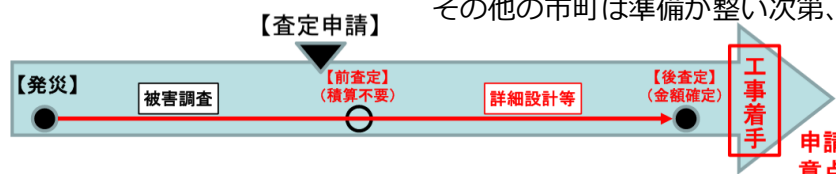
ライフライン被害
 原子力施設関係
 物流・経済関係
 人流・医療関係

国交省 公共土木施設の災害査定に着手

早期確認型査定 (試行)

2月14日～16日 射水市
 2月19日～21日 輪島市、七尾市
 その他の市町は準備が整い次第、順次実施

先行して実施 (予定)



地域の早期復旧

申請時の積算を不要とし、かつ設計の留意点等の助言により、手戻りなく速やかに詳細設計が完了、早期の工事着手が可能

令和6年（2024年）能登半島地震 地震像「どんな地震だったか」

前震—本震—余震型の活断層地震だった 2000年以來の群発地震とは活動タイプが異なる
珠洲群発地震は「先行活動」 地下深部由来の地殻流体が「引金（トリガー）」

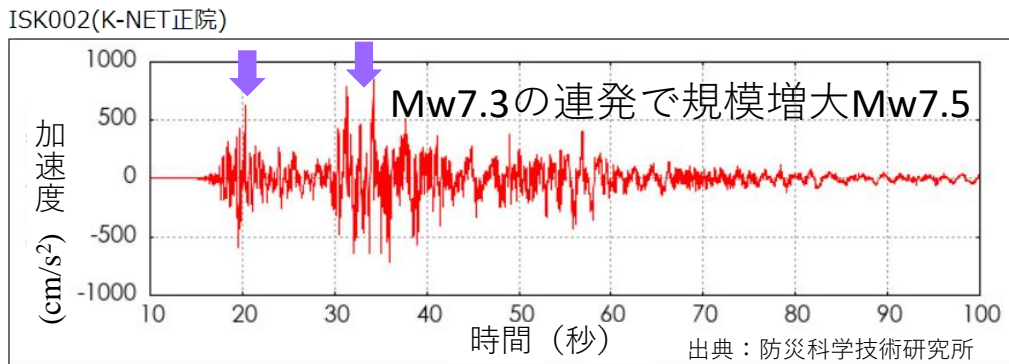
背景① 2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動（後遺症）

前震 1月1日16時06分6.1秒 Mj5.5 深さ12km 最大震度5強
本震 1月1日16時10分22.5秒 Mj7.6 深さ16km 最大震度7

「山陰—能登ひずみ集中帯」での連動地震

背景② 南海トラフ巨大地震の活動期

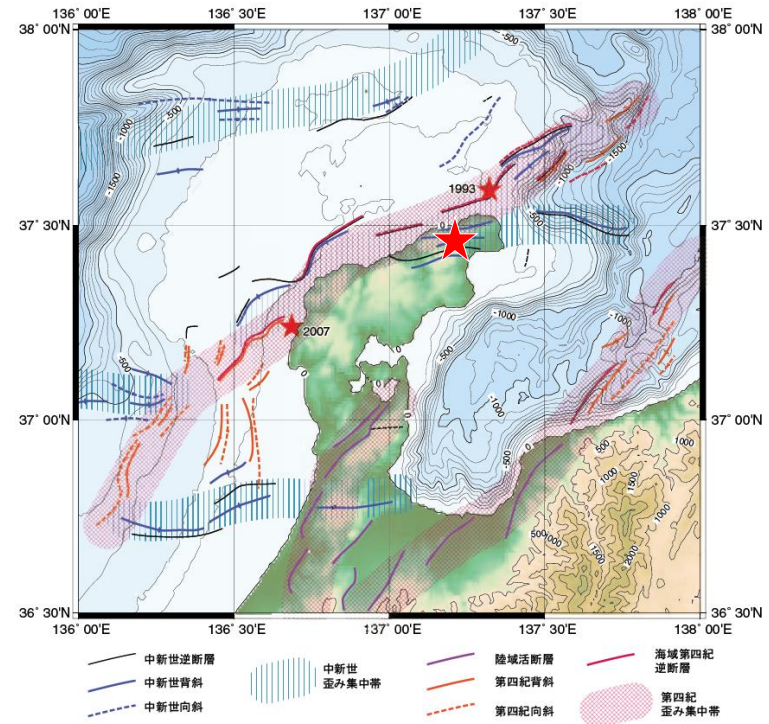
2～3連発の連鎖地震だった



陸域・海域の地形変動を伴う強震動だった

逆断層運動で新たな海成段丘を形成
富山湾では海底地すべり・斜面崩壊で先行津波も発生

斜面防災対策のノウハウが凝集したハザードマップが奏功



出典：地質情報総合センター

能登半島地震の震源断層

将来活動確率（今後30年以内）

門前沖活動セグメント	約 0.3%
輪島沖活動セグメント	約 0.2%
野町沖活動セグメント	約 0.5%
狼煙沖活動セグメント	約 0.4%

ポアソン過程モデルによる

名称：『能登半島地震』 2024年1月1日 16:10:22.5 Mj7.6 Mw7.5

震源メカニズム：「東西圧縮」による逆断層タイプ … これまでの能登半島地震と同じ

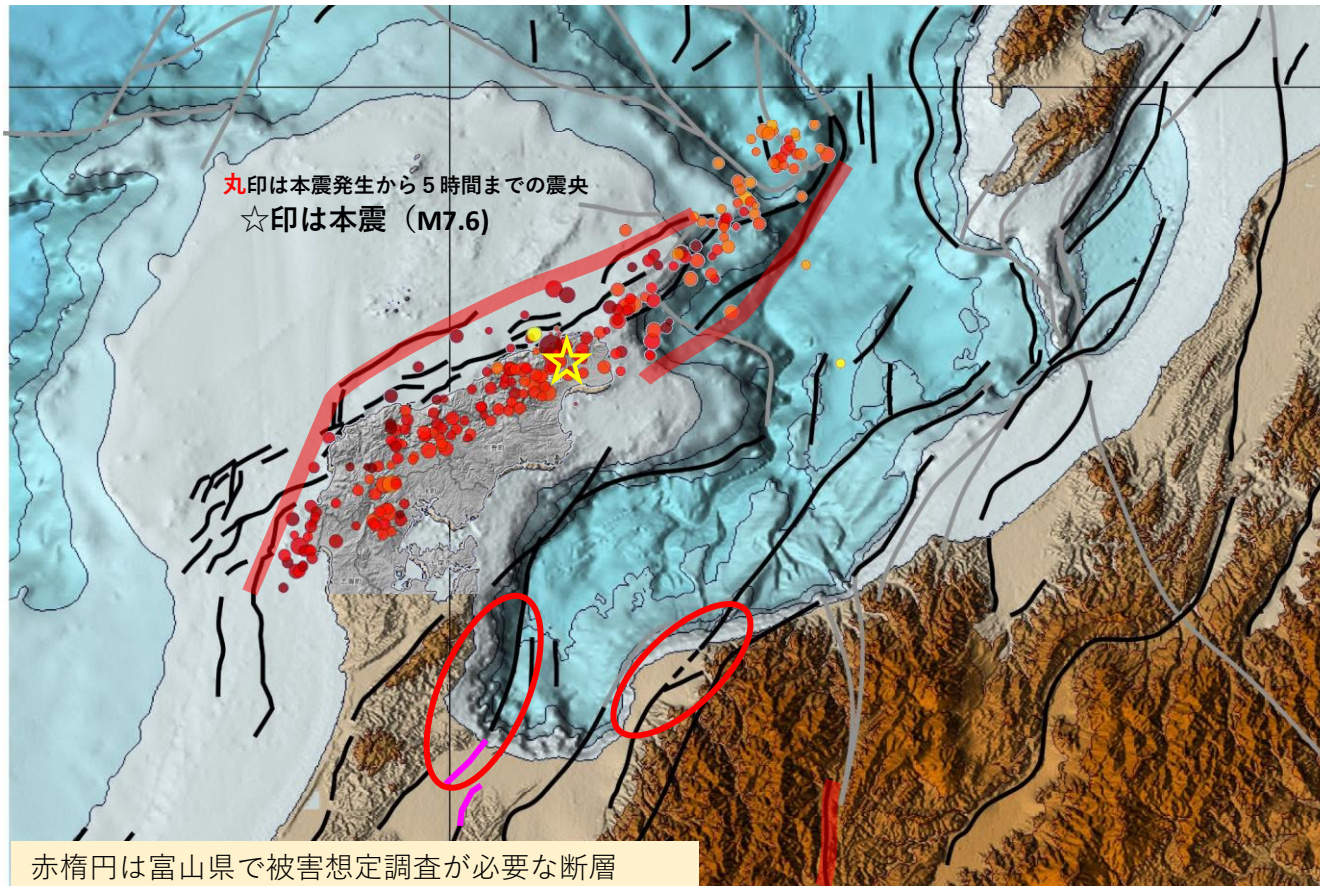
震源断層：能登半島北岸断層帯 … 周辺にある活断層と同形

邑知潟断層、森本-富樫断層、砺波平野断層、呉羽山断層、魚津断層、富山湾西側、糸魚川沖

強震動： 震度7 志賀町、輪島市、 震度6強 七尾市、珠洲市、穴水町、

富山県内最大震度5強（観測史上最大） … 広範囲に揺れ、津波が発生した

延長150kmで連動



液状化しやすさマップ

<https://www.hrr.mlit.go.jp/ekijoka/map/next.html>

電子国土Web.NEXT

富山県

- 液状化しやすさ
- 液状化履歴
- 液状化履歴範囲
- ボーリングPL値

ボーリングPL値

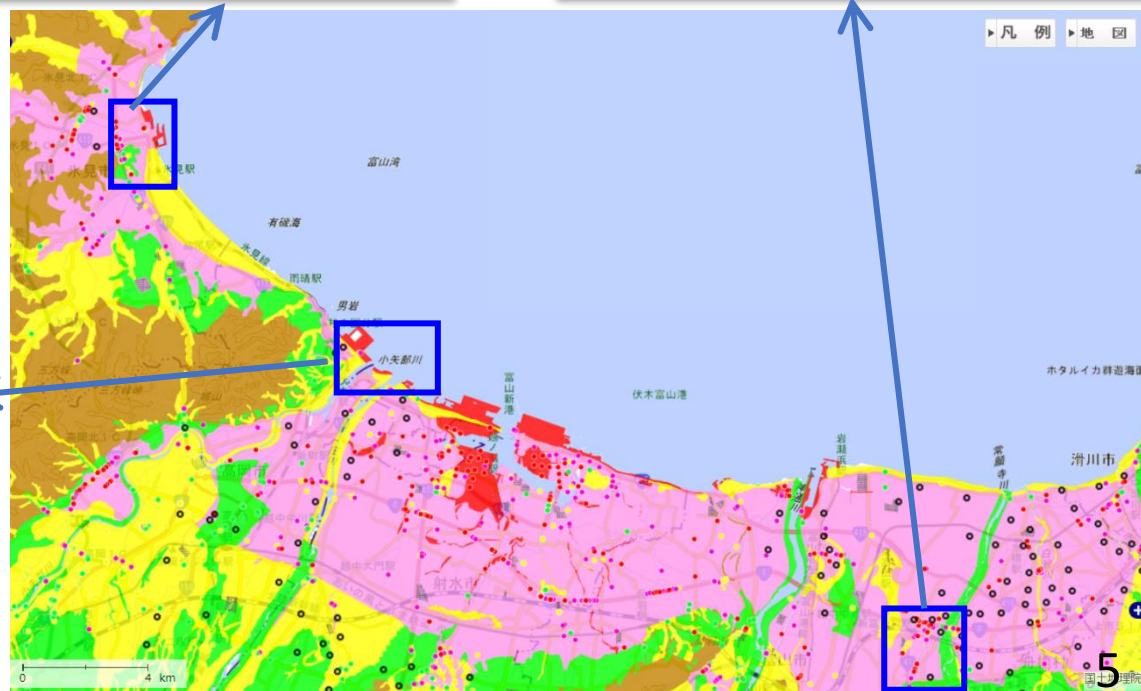
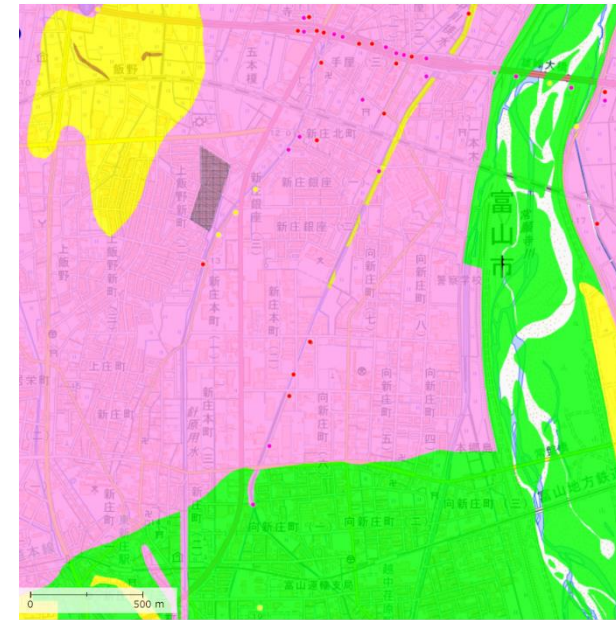
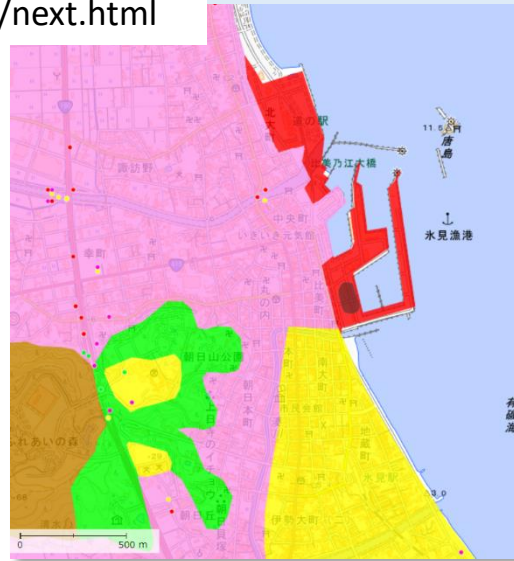
- ~4
- 5~14
- 15~29
- 30~

液状化履歴

- 履歴地点 (点)
- 履歴範囲

液状化しやすさレベル

- 危険度 0
- 危険度 1
- 危険度 2
- 危険度 3
- 危険度 4
- 最近の盛土造成地

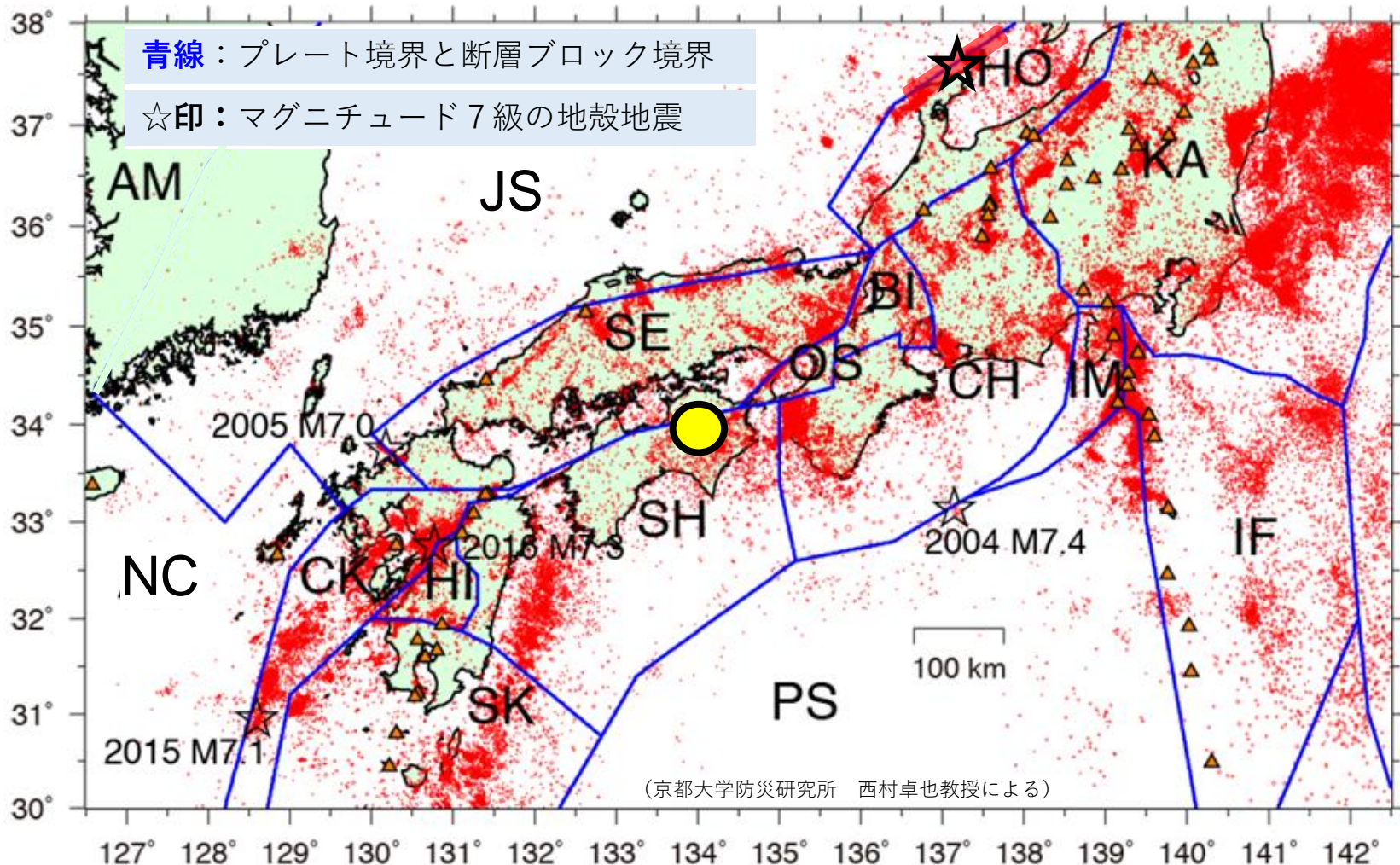


メッシュを細かくする必要あり

地震発生 の 地体構造

地層や岩体にひずみが生まれ
ある面を境に急激なずれが起こって地震が起こる
急激なずれが起こる動き＝「断層運動」という

地震はなぜ起きるのか
どこに起きるのか
いつ起きるのか



固体地球表層の地殻は常にゆっくりと動いており、その動きが原因で地震が起こる。この地殻は大小のプレートやブロックに分かれている。それらのブロックの境界で互いに食い違う断層運動によって、局所的なズレ破壊が生じる。この急激な動きによって振動が発生し、地震波となって地球の表層や内部を伝播して各地に振動を与える。この振動が建物や道路、橋などの建造物被害や地盤の液状化、斜面崩壊などの震動災害を引き起こす。地震は予測が難しく、いつ起こるかを完全に予知することはできない。

北陸のブロック境界は内陸で富山県を通り、海域では奥能登を通過するため、地震が起こる確率が高い地域であることを再認識して、地震に備える防災対策が必要。

四国山地の地質特性と善徳地すべり

富山大学名誉教授・竹内 章



善徳不動之碑は、昭和62年(1987年)の台風12号や安政南海地震(1854年)の災害復旧を祈念して建立された。

四国山地は、四国の中央部を東西に貫く山地。中央構造線の南に千数百m級の急峻な山々が連なっている。

徳島県三好市西祖谷の善徳地すべりは、安政南海地震(1854)により大崩壊が発生し、その後も間欠的に地すべり変動が発生している。観光名所「祖谷のかずら橋」周辺の地すべり防止区域は、直轄地すべり対策として様々な対策が実施されている。

善徳地すべりは、標高300m～1,000mで平均地形勾配約25度の緩斜面に、最大斜面長約900m、最大幅約2,000m、地すべり防止区域面積220.9haに達する日本でも最大級の「破碎帯地すべり」とされている。

地質的には三波川帯の結晶片岩帯にあって、主に斜面下部で泥質片岩・砂質片岩の互層、斜面上部は緑色片岩を主体とした結晶片岩から構成されており、地すべり機構は複雑である。

得られる教訓：多くの地滑りが大地震を契機に発生することを教えている。

四国の地形と地質

地すべり分布

凡 例

沖積層各帯	清水構造帯	三波川帯
白亜紀花崗岩類 (領家変成岩類を含む)	御荷鉾緑色岩類	秩父帯
和泉層群 (白亜紀層)	秩父中古生層(ジュラ紀の付加体)	
第三紀火山岩類及び浅海～河成～湖成堆積岩	構造盆地に分布する陸棚層の中生層群	
三波川結晶岩(ジュラ紀の付加体・白亜紀の変成作用)	黒瀬川構造帯	

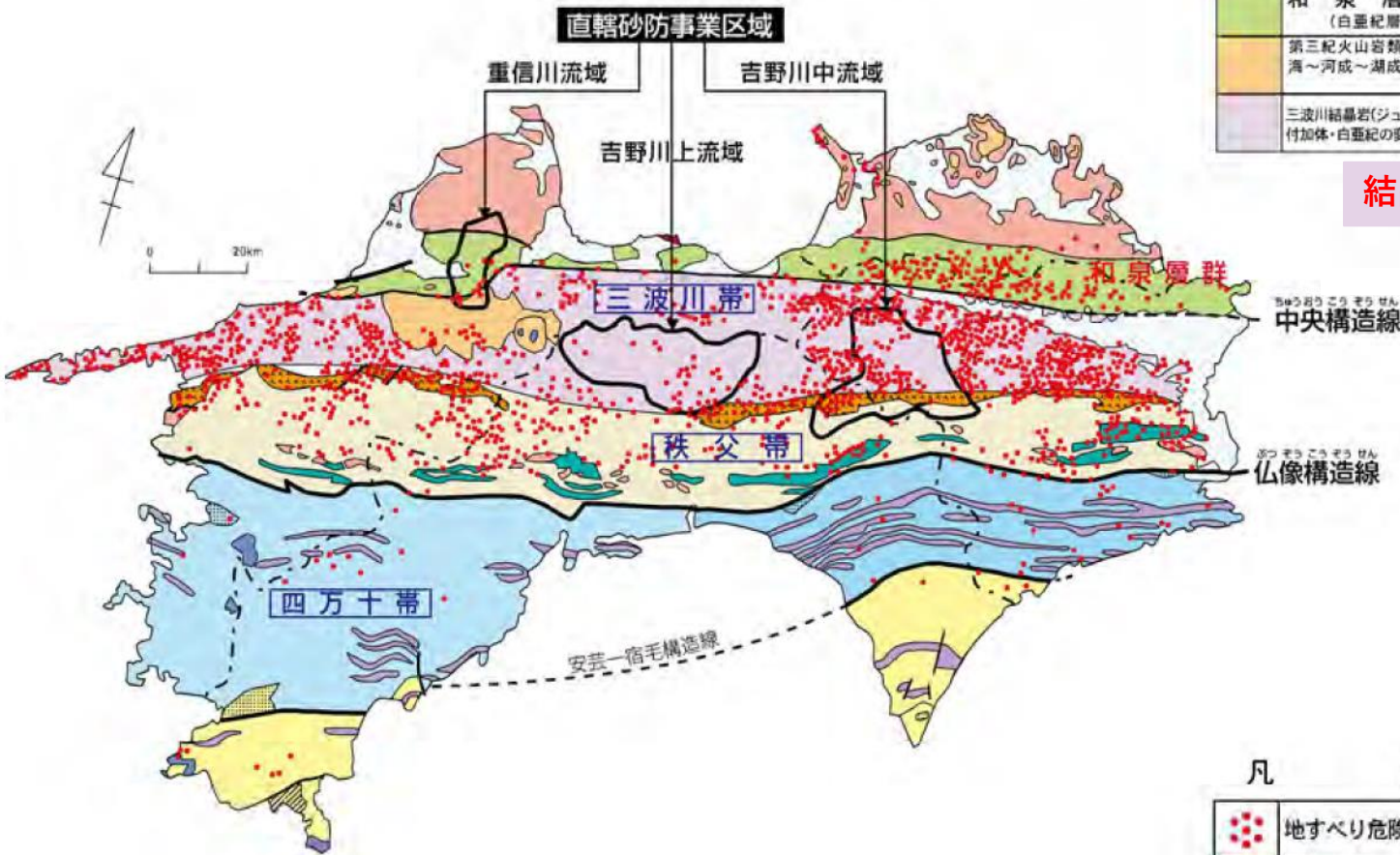
結晶片岩(破碎帯)地すべり

凡 例

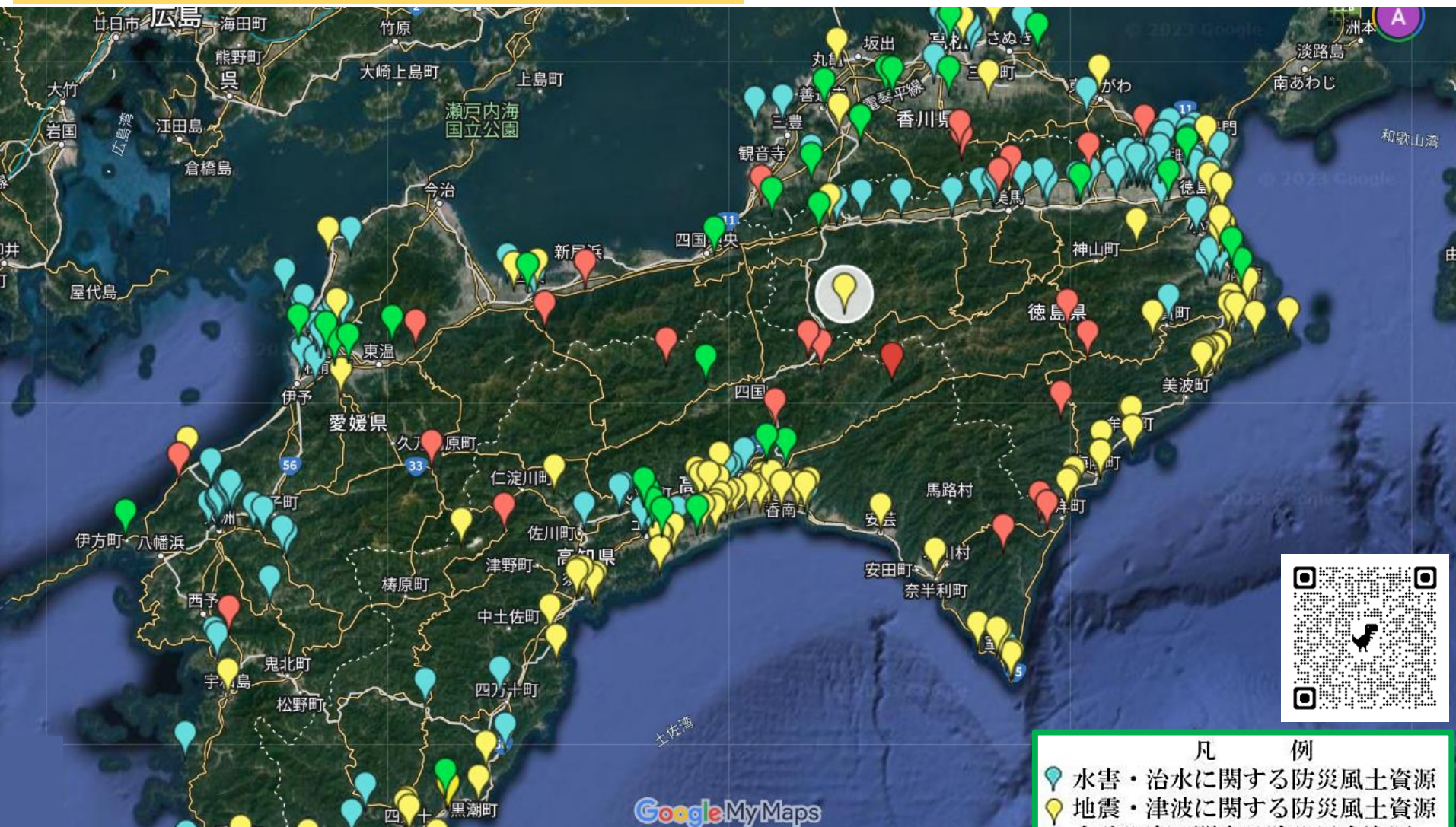
白亜紀の付加体	四万十帯
古第三紀～中新世の付加体	
メランジェ (混在岩)	
上部白亜紀の陸棚層	
始新世の陸棚層	
中新世の陸棚層	
中新世花崗岩類	四万十帯及び三波川帯

凡 例


地すべり危険箇所







四国の防災風土資源マップ



善徳地すべり、安政南海地震で大崩壊

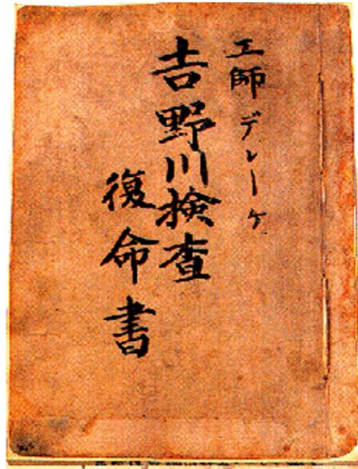
出典：四国防災共同教育センター 

- 凡 例
-  水害・治水に関する防災風土資源
 -  地震・津波に関する防災風土資源
 -  土砂災害に関する防災風土資源
 -  湯水・利水に関する防災風土資源

デ・レーケが踏査して、明治政府が直轄改修事業を興し、赤木正雄が若き情熱を注いで建設に従事した吉野川北岸砂防事業



1873 (明治6) 年頃のデ・レーケ
(徳島河川国道事務所所蔵)



我が国で最も古い砂防事業

- 1875 (明治8)年 淀川修築工事
- 1878 (明治11)年 国の直轄施工「瀬田川及び木津川土砂流出防止工事」
- 1884 (明治17)年 デ・レーケによる吉野川調査
- 1885 (明治18)年 吉野川低水工事、直轄砂防事業がはじまる

剣山周辺に集中する阿波の諸山に見える草本の生育状況などの概況は切畑の害があるが、いまだ荒地というほどではない。吉野川に水を送っている土佐・伊予の両国の諸山においても草本繁茂し極めて美しい。ただ、屏風のようにそびえ、阿波・讃岐の境界をなしている諸山(阿讃山地)だけは、その状況は甚だ悪く荒廢地である。

これらの溪谷は吉野川の左岸側にあり、傾斜が甚だ急で大雨により沸き立つ激流が流れ、雨が止んだ後には谷底に水を残さない。水源の山頂は麓の住民が荒らし、はげ山にしてしまった。種々の人々も山を荒らし山は益々崩壊している。現にある崩壊地は甚だ高く危険である。

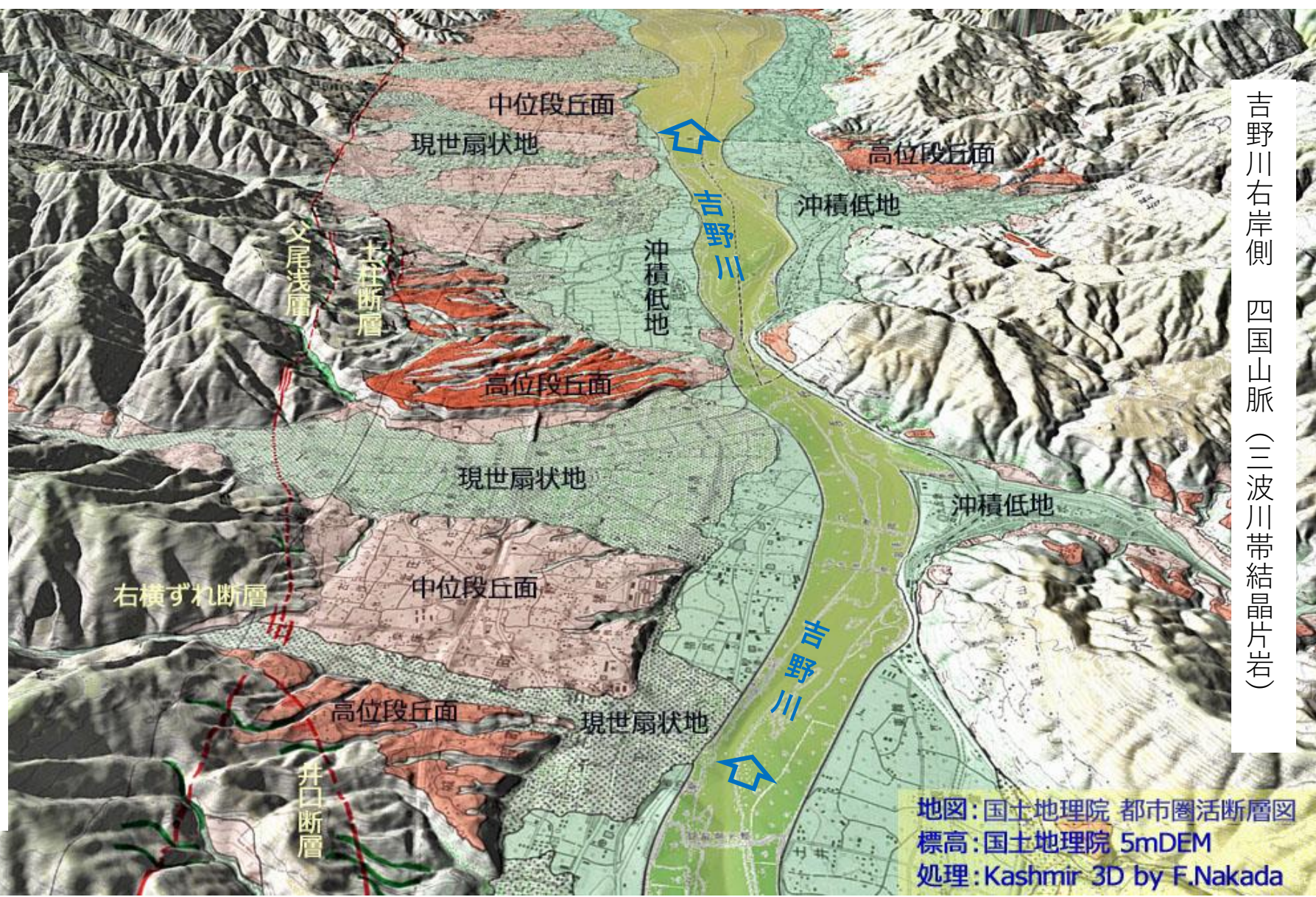


吉野川と曾江谷川の合流点付近 (1915(大正4)年頃撮影 赤木,1963)

赤木正雄：1914年(大正3年)東京帝国大学農科大学林学科大学卒業と同時に、内務省入省、大阪土木出張所管内にある滋賀県田上山の山腹工事に従事、その後、吉野川の砂防工事に携わるが、現場の経験を通して日本の砂防技術を発展させる必要性を痛感し自費で1923年(大正12年)オーストリアのウィーン農科大学に留学する。2年間の留学期間中水理実験や欧州各国の砂防現場で学んだ成果を得て1925年(大正14年)に帰国する。

吉野川左岸側 讃岐山脈（白亜系和泉層群 主に砂岩）

吉野川右岸側 四国山脈（三波川帯結晶片岩）



地図: 国土地理院 都市圏活断層図
標高: 国土地理院 5mDEM
処理: Kashmir 3D by F.Nakada



中央構造線池田断層の断層崖

中央構造線断層帯

(金剛山地東縁 - 由布院) 全長444km

讃岐山脈南縁西部区間の評価

地震の規模 : M 8.0 程度もしくはそれ以上

平均活動間隔 : 約1000年~1500年

最新活動時期 : 16世紀以後、17世紀以前



出典：地理院地図【活断層図】

三波川帯の岩石（結晶片岩）

三波川帯は、埼玉県と群馬県の県境を流れる神流(かな)川に群馬県側から合流する川の名に由来する地質帯です。

三波川結晶片岩は、白亜紀に地下15～30kmで、低温高圧型の変成岩になり、のちに地表に露出したものです。断層運動・褶曲運動などを受け、かなりの高圧条件下で形成された変成岩です。結晶片岩は、付加体を原岩とした複雑な地質構造や、片理が発達した特徴的な岩石・岩盤構造のために、土木施工において問題になることが少なくありません。



緑色片岩



砂質片岩と泥質片岩(黒色片岩)の互層

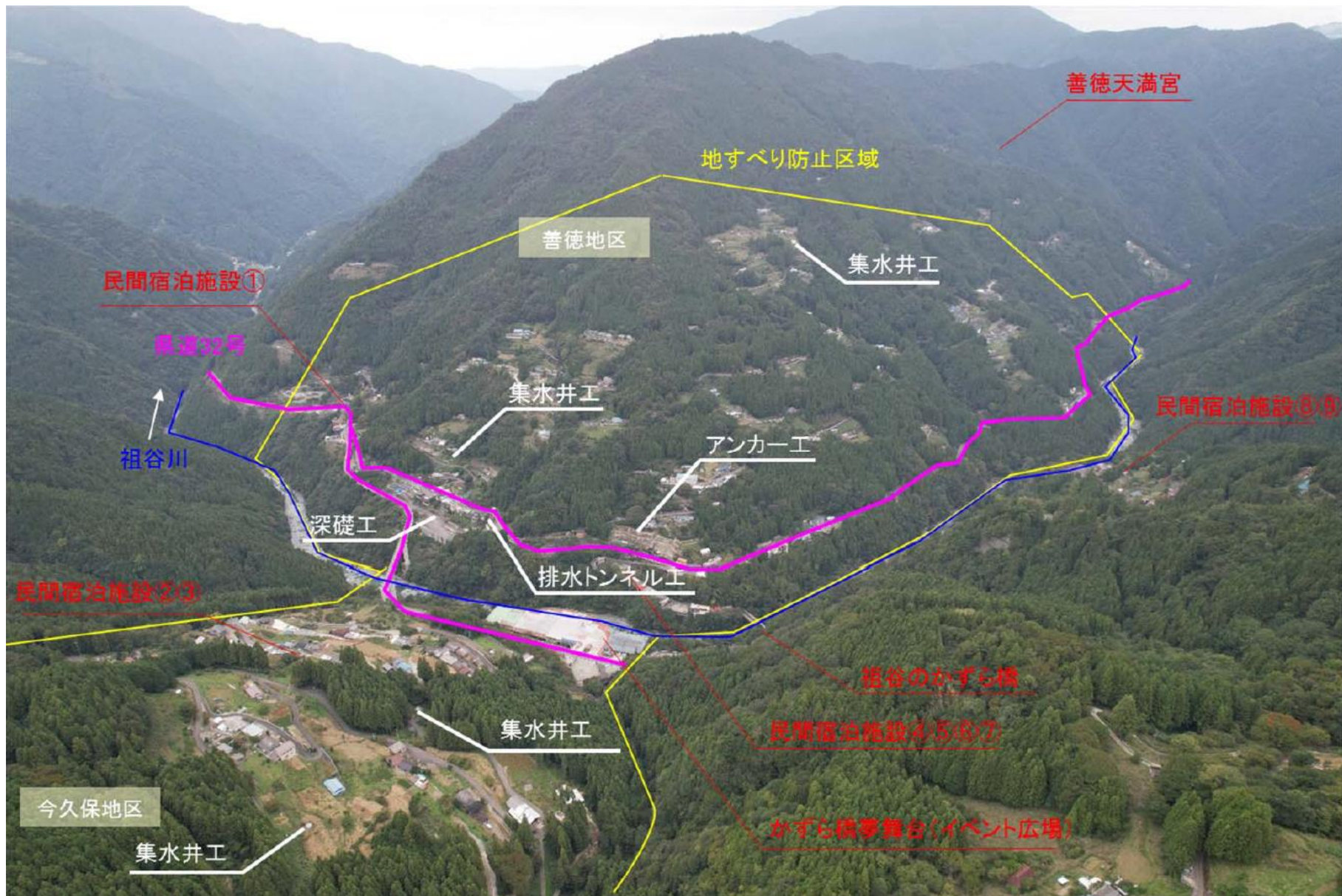


<https://mtl-muse.com/mtl/aboutmtl/sanbagawa-belt/>

三波川帯の岩石は、海洋プレートの沈み込みに伴って地下深くまで引きずり込まれて高圧変成作用を受けたあと地表に上昇してきた結晶片岩です。この岩石は、葉片状に剥離する性質がある片岩であり、とくに泥質片岩は、石墨や黄銅鉱に富み、細かな褶曲構造の褶曲軸面に沿って割れ目が発達しています。褶曲軸面による割れ目は、ときにかかなりの幅（厚み）をもった断層破碎帯となっています。

このような地層と地すべり地の分布との関係は、祖谷川流域の地すべりと地質構造との関係を見ると明瞭です。地すべり地の岩盤は主として泥質片岩であり、そこを断層破碎帯が通る場合、鱗片状に破碎されて砂質の粘着性のない崩積土を生じています。崩積土が透水性のため、一般に水は少なく、地すべり粘土の形成も少ない。地すべり運動は局地的に不規則で、同じ地域の中でも特に動きの激しい部分と、全く動かない部分とが混在しています。

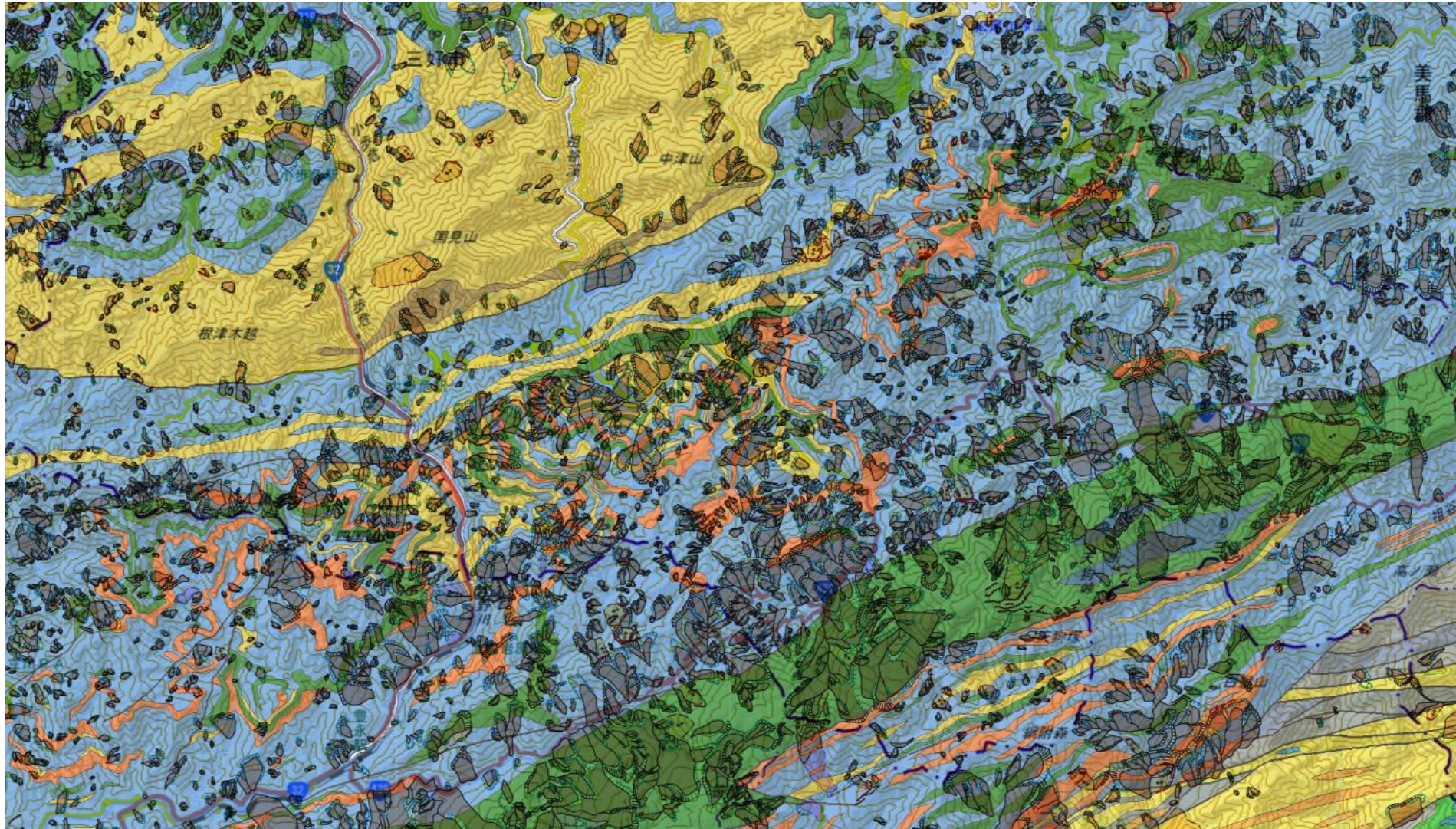
善徳地すべり地



出典：善徳地区直轄地すべり事業再評価2023資料

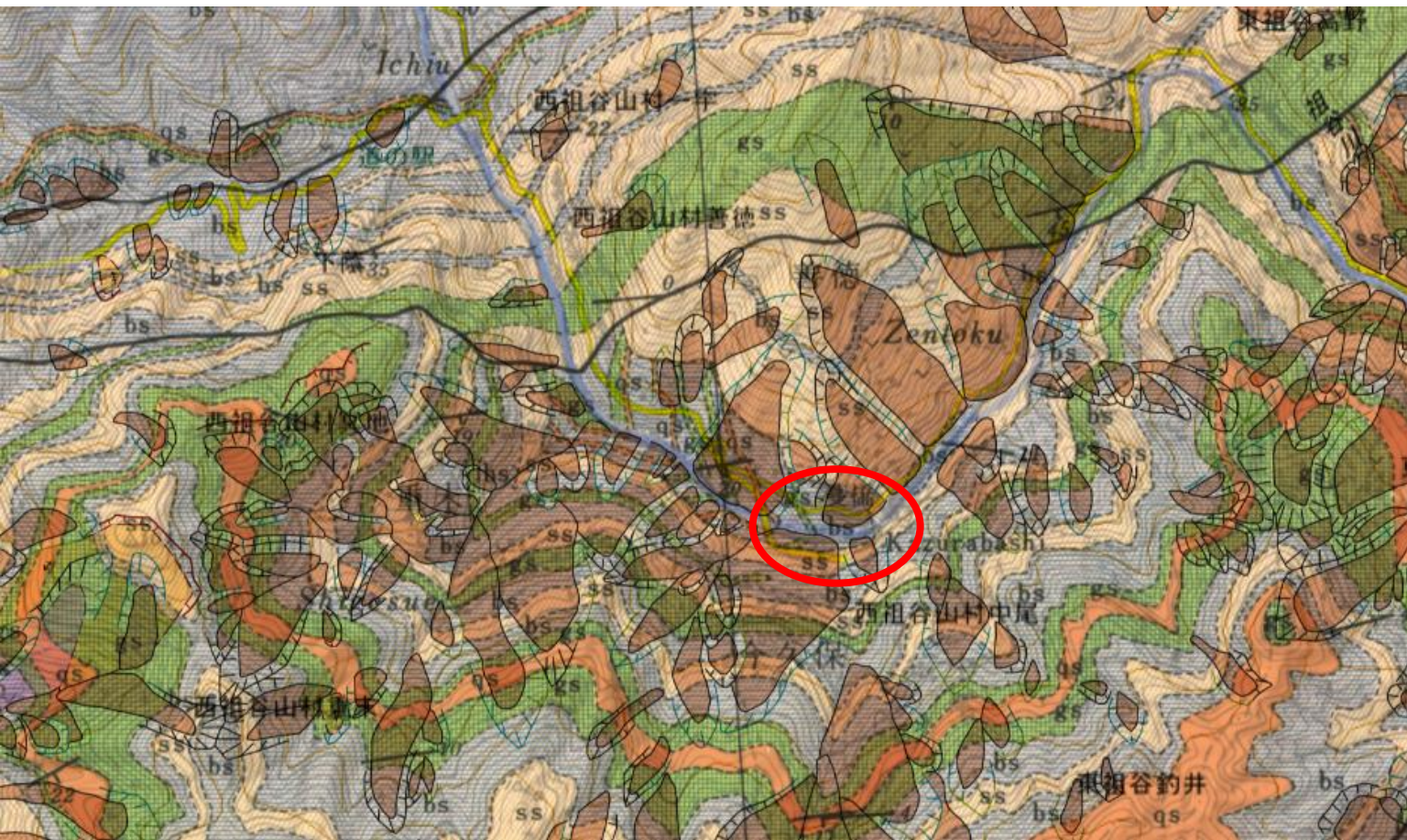
四国山地の地質と地すべり分布

砂質片岩と緑色片岩の地帯に地すべりが密集している！



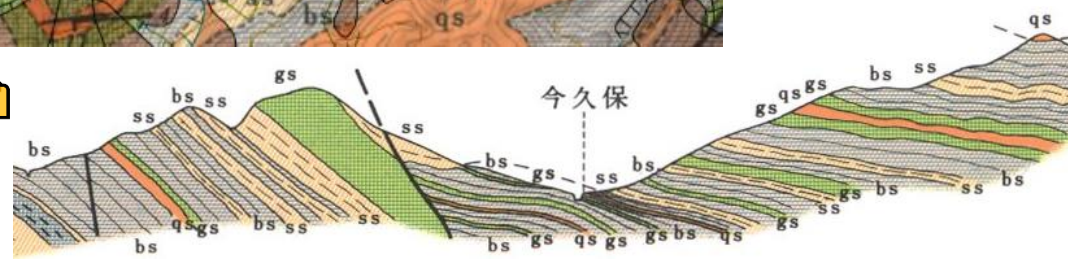
ウェブアプリ「地理院地図」で産総研地質図と地すべり分布を重ね合わせ

善徳地区の地質と地すべり分布



- 三波川結晶片岩類
- ls 石灰質片岩
Calcareous schist
 - gs 塩基性片岩
Basic schist
 - qs 珪質片岩
Siliceous schist
 - bs 泥質片岩
Pelitic schist
 - ss 砂質片岩
Psammitic schist
 - cs 礫質片岩
Psephitic schist

断面線



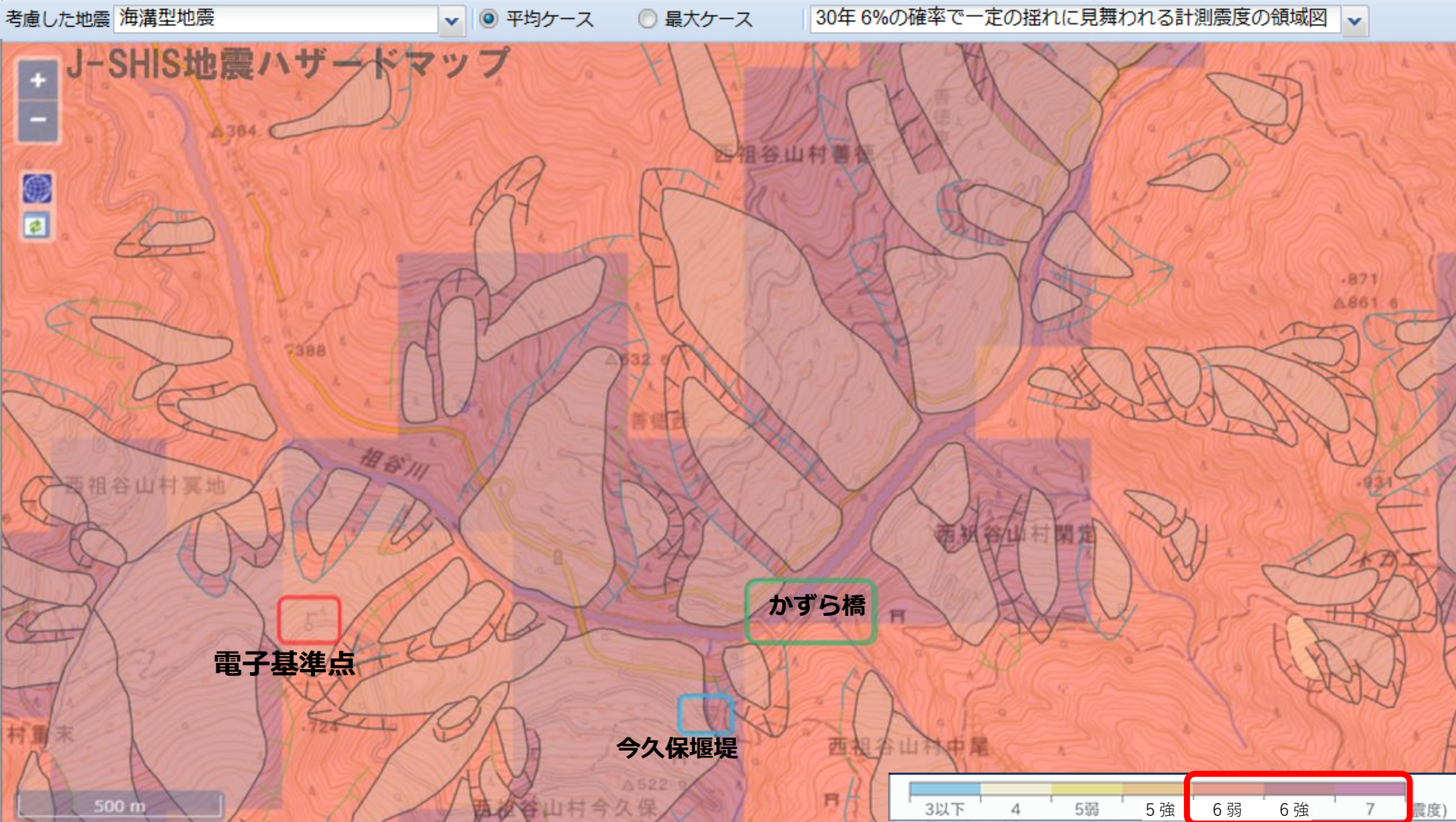
出典：5万分の1地質図「川口」（産総研，1966）
 防災科学技術研究所「地すべり地形分布図」

善徳地すべり



出典：防災科学技術研究所「地すべり地形分布図」

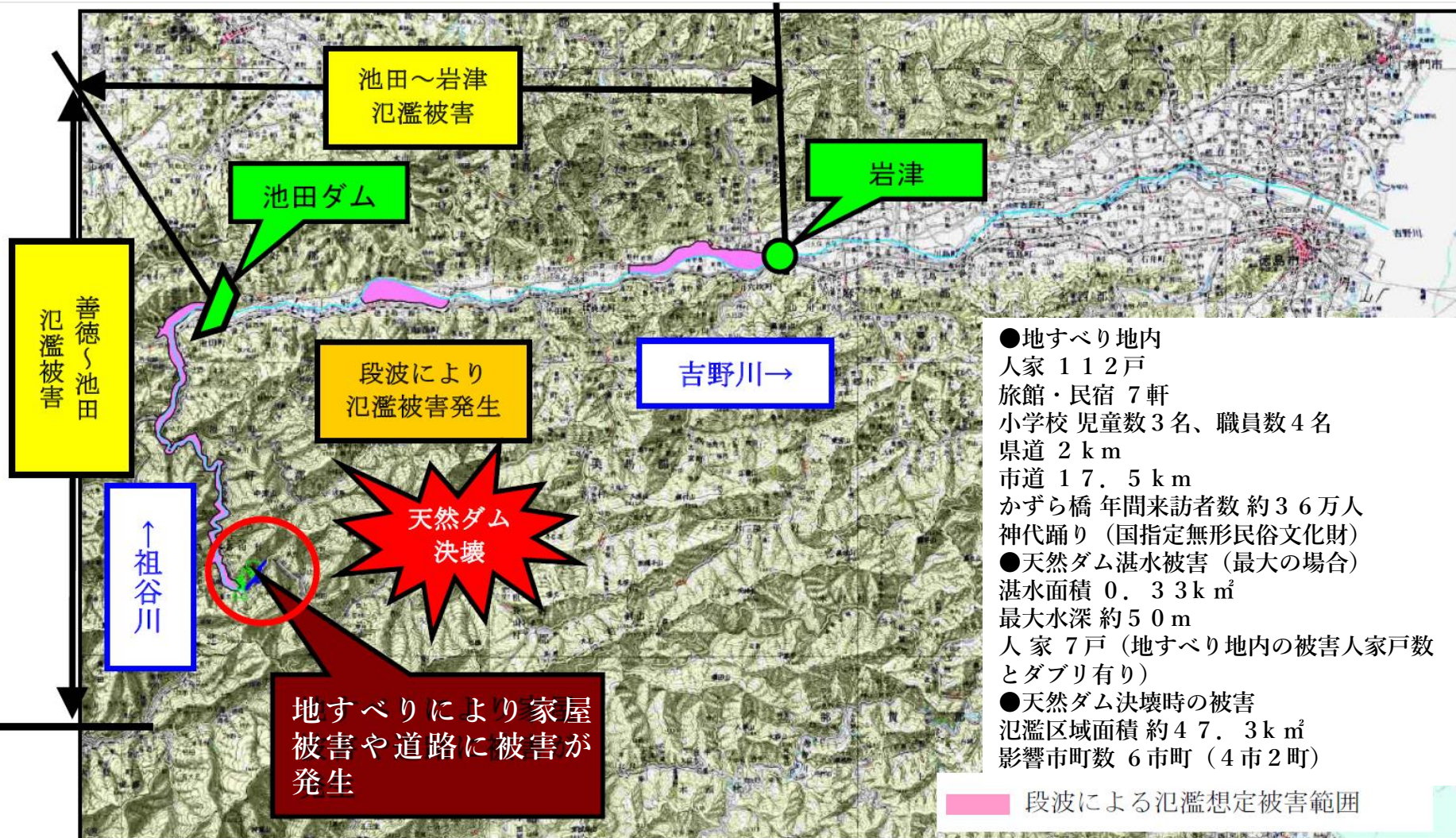
J-SHIS地震ハザードマップ



南海トラフ巨大地震で善徳地すべり地は震度6強の揺れに見舞われる想定

地震地すべり被害状況想定図

出典：四国山地砂防事務所 調査課 山崎（2015）



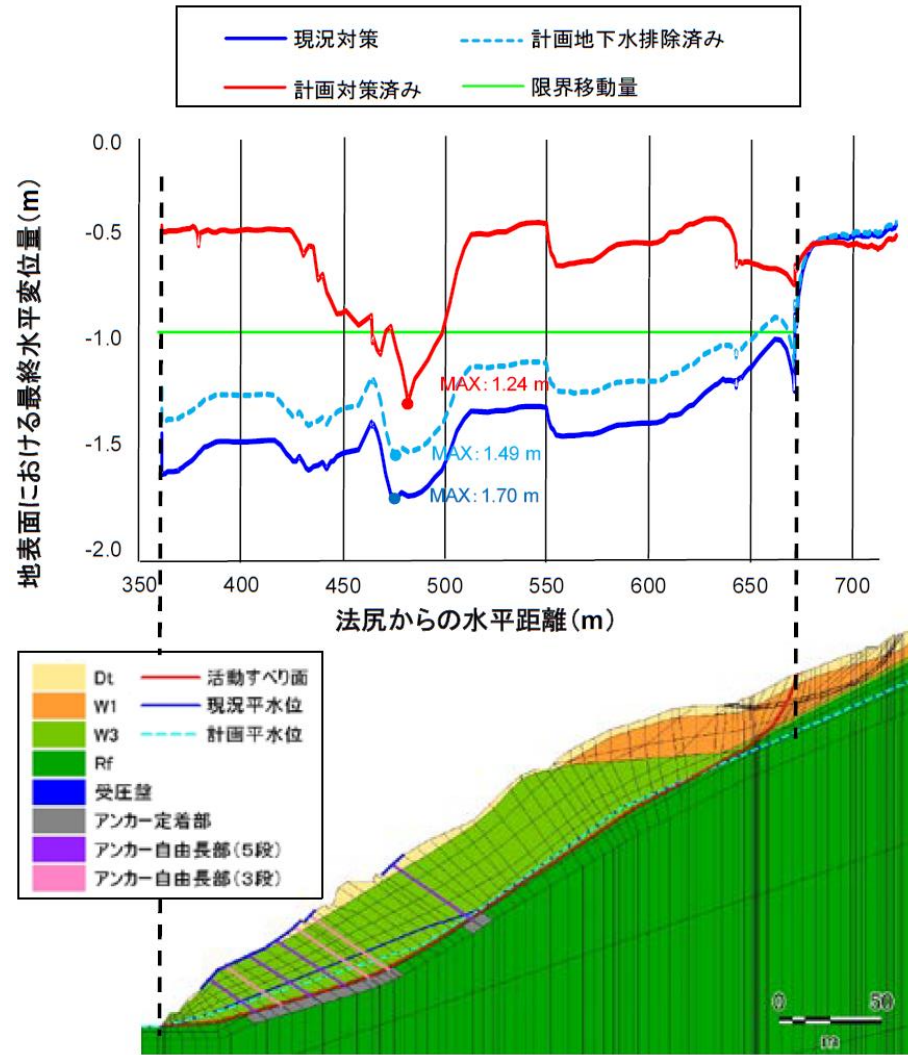
善徳地区を対象とした，地震時の地すべり挙動解析

四国山地砂防事務所 調査課 山崎久美子氏による報文（2015）

<https://www.skr.mlit.go.jp/kikaku/kenkyu/h27/pdf/04.pdf>



Z2ブロックを対象として地すべり斜面安定度の検討を行った結果、Z2ブロックでの平均変位量は、計画対策済みの場合でのみ限界移動量以内である。よって、対策工をしない場合に比較して大きく変位量が抑制されている。以上より地すべり対策を行うことで、地震時における斜面安定度を向上できることが確認できた。



Z2ブロックの水平変位量と限界移動量の関係

まとめ

善徳地すべりとは

徳島県三好市西祖谷の善徳地すべりは、安政南海地震（1854）により大崩壊が発生し、その後も間欠的に地すべり変動が発生している。観光名所「祖谷のかずら橋」周辺の地すべり防止区域は、直轄地すべり対策として様々な対策が実施されている。

徳島県三好市西祖谷山の善徳地すべりは、吉野川の右支川、祖谷川中流部右岸（善徳地区）および左岸（今久保地区）にある。現在は四国山地砂防事務所によって、地すべり対策事業が行われている。

善徳地すべりは、標高300m～1,000mで平均地形勾配約25度の緩斜面に、最大斜面長約900m、最大幅約2,000m、地すべり防止区域面積220.9ヘクタールに達する日本でも最大級の「破碎帯地すべり」。

地質的には三波川帯の結晶片岩帯にあって、主に斜面下部で泥質片岩・砂質片岩の互層、斜面上部は緑色片岩を主体とした結晶片岩から構成されており、地すべり機構は複雑である。

現在も移動量は大きく、年間約60mmの移動が観測されている箇所が存在する。善徳地すべり防止区域は大小の地すべりブロックにより構成されており、関連する小ブロックを統合していくと、大きく7つの地すべりブロックに分けられる。

得られる教訓：多くの地滑りが大地震を契機に発生することを教えている。



善徳不動之碑

善徳不動之碑は、昭和62年(1987年)の台風12号や安政南海地震(1854年)の災害復旧を祈念して建立された。