

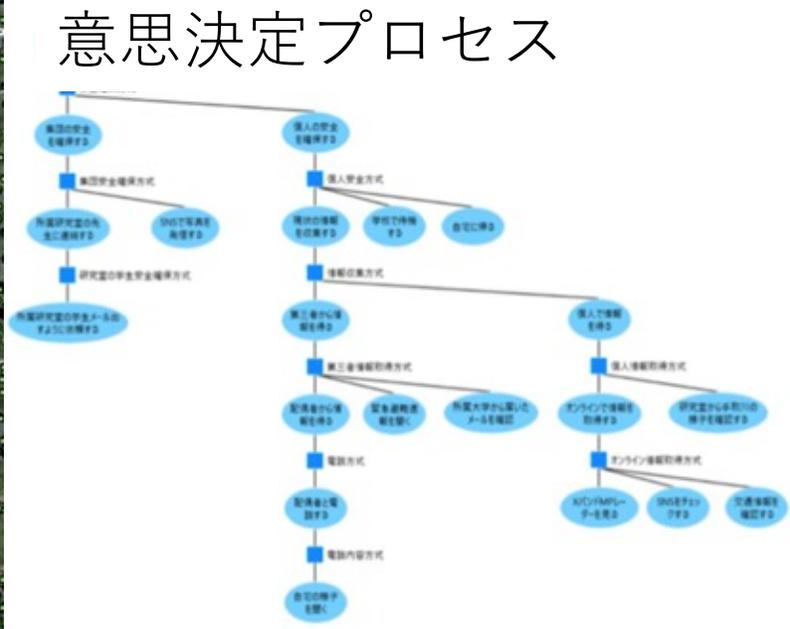
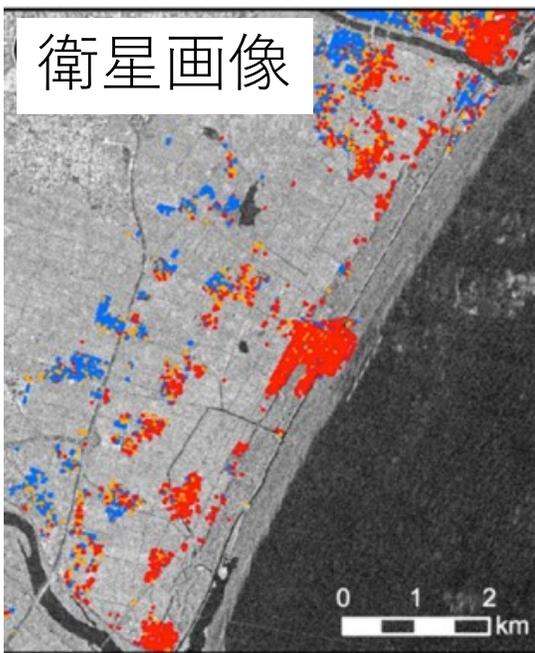
空間情報分析による災害時の 広域被害把握と意思決定支援

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
創造社会デザイン研究領域
郷右近 英臣

北陸先端科学技術大学院大学 災害マネジメント研究室

研究室で取り組んでいる研究テーマの例

- 衛星画像・SNS・人流データ分析による広域被害把握技術の開発
- 災害時の意思決定に関する様々なステークホルダーの意思決定プロセス評価
- 災害に強い社会システムの探究

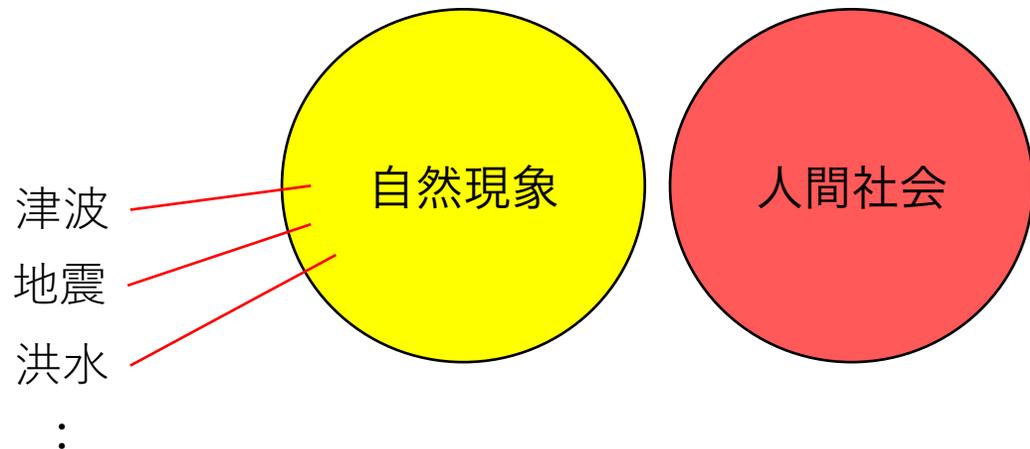


ハザード、人間社会と被害

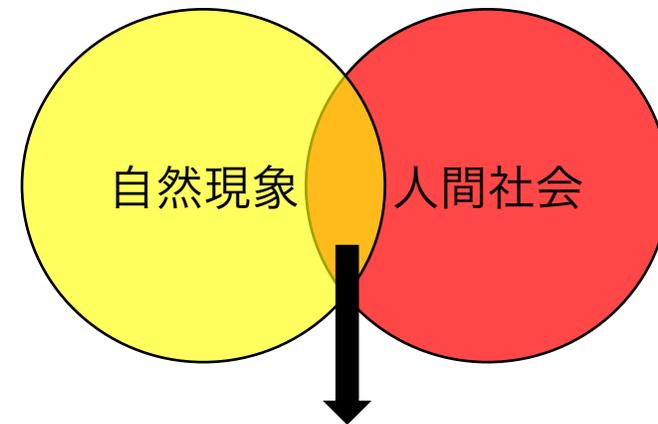
自然災害はハザードと人間社会が交差する場所で発生

- ハザードとなる自然現象（地震，津波，台風など）が発生するだけでは，災害は発生しない。
- ハザードと人間社会が交差する場所で災害が発生。

自然災害は発生しない



自然災害が発生



自然現象と人間社会が交差

総合的災害マネジメント

リスク・マネジメント



被害抑止



被害軽減

災害予知と
早期警報



Build Back Better

災害発生



復興



復旧

災害対応



被害評価



クライシス・マネジメント

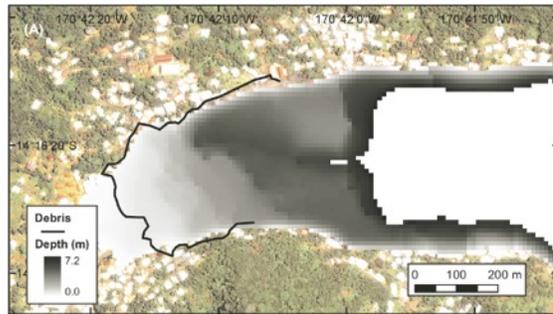
本日の話題提供

- 令和6年能登半島地震における津波被災地を対象に、津波の浸水深と建物被害の発生確率の関係性を示す「津波被害関数」の構築を行った事例を紹介。
- 津波被災地の建物被害および脆弱性を量的に評価する手法 [Koshimura et al., 2009]
→復旧・復興期において都市計画上の様々な意思決定へ利用

津波被災関数の構築手順

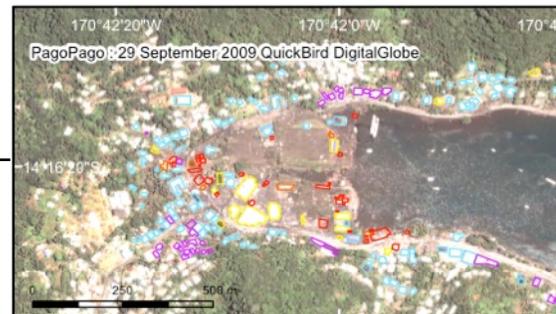
津波流況の空間分布

- シミュレーション
- 現地調査

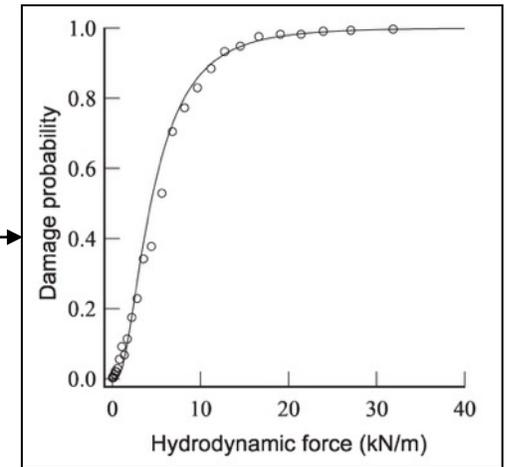


被害の空間分布

- リモートセンシング
- 現地調査



GIS上で統合・分析

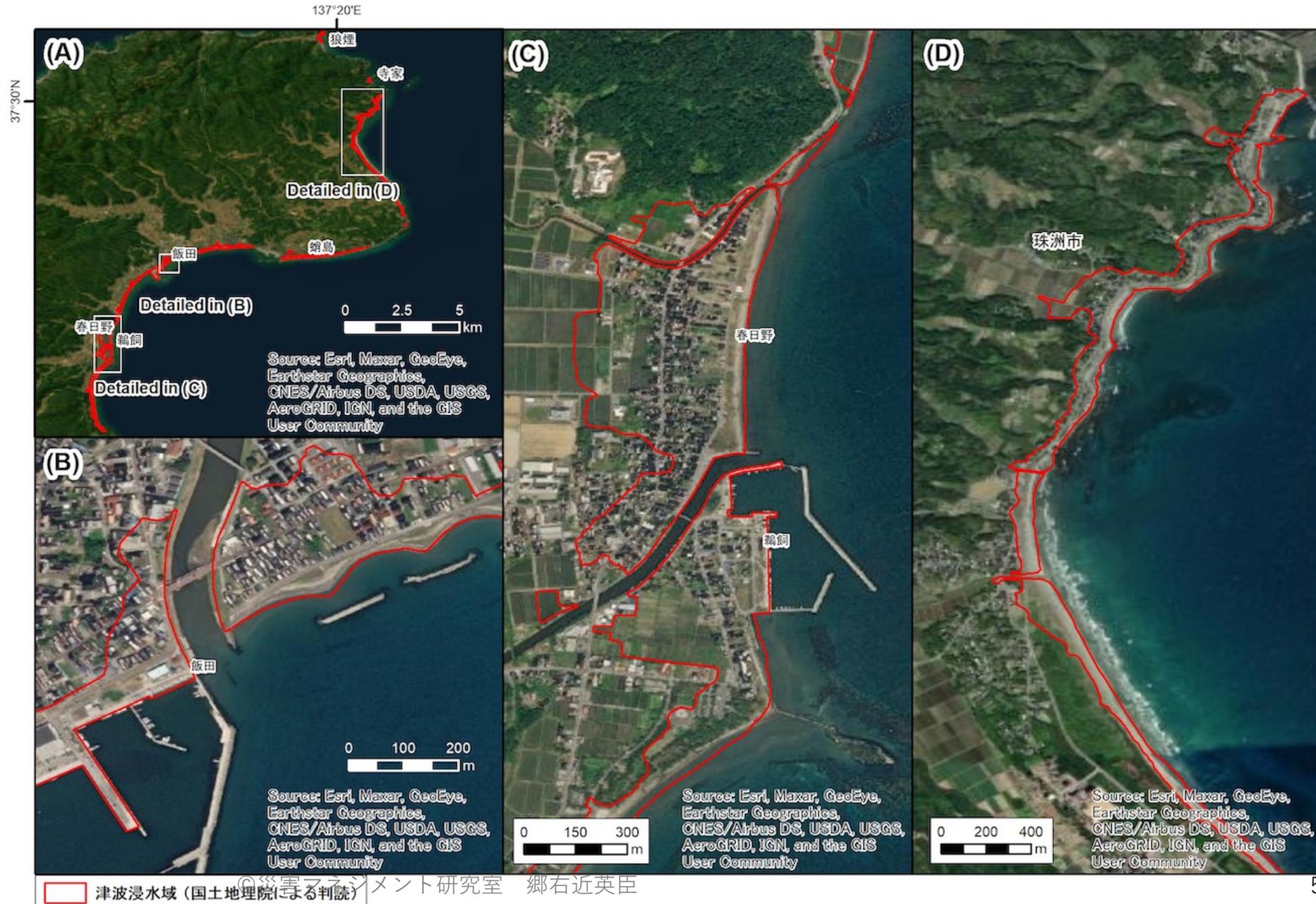


津波被害関数の構築

対象領域

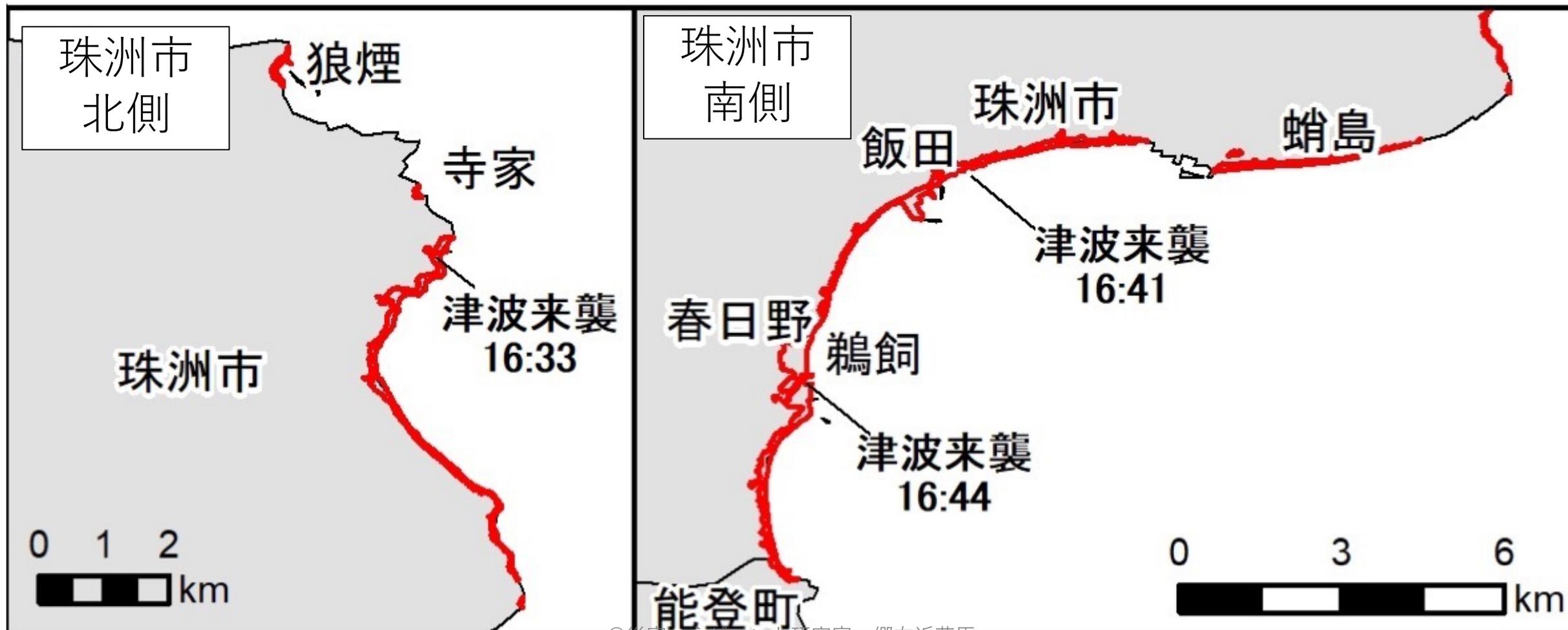
石川県珠洲市

- 寺家地区
- 飯田地区
- 鵜飼・春日野地区

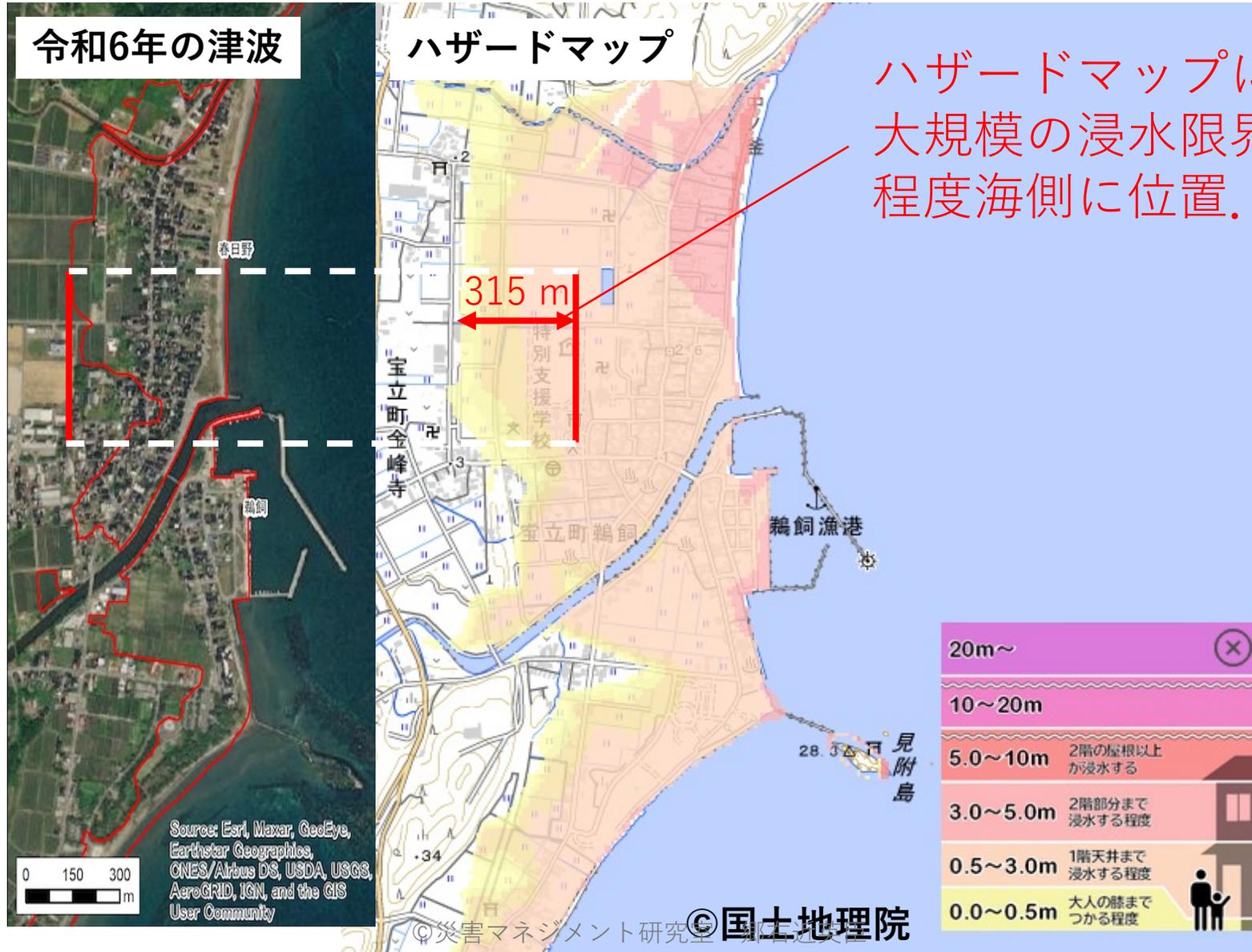


津波到達時刻

- ドライブレコーダーの映像から津波到達時刻の推定



ハザードマップと今回の津波の規模の比較



ハザードマップにおける想定最大規模の浸水限界より，300 m 程度海側に位置。

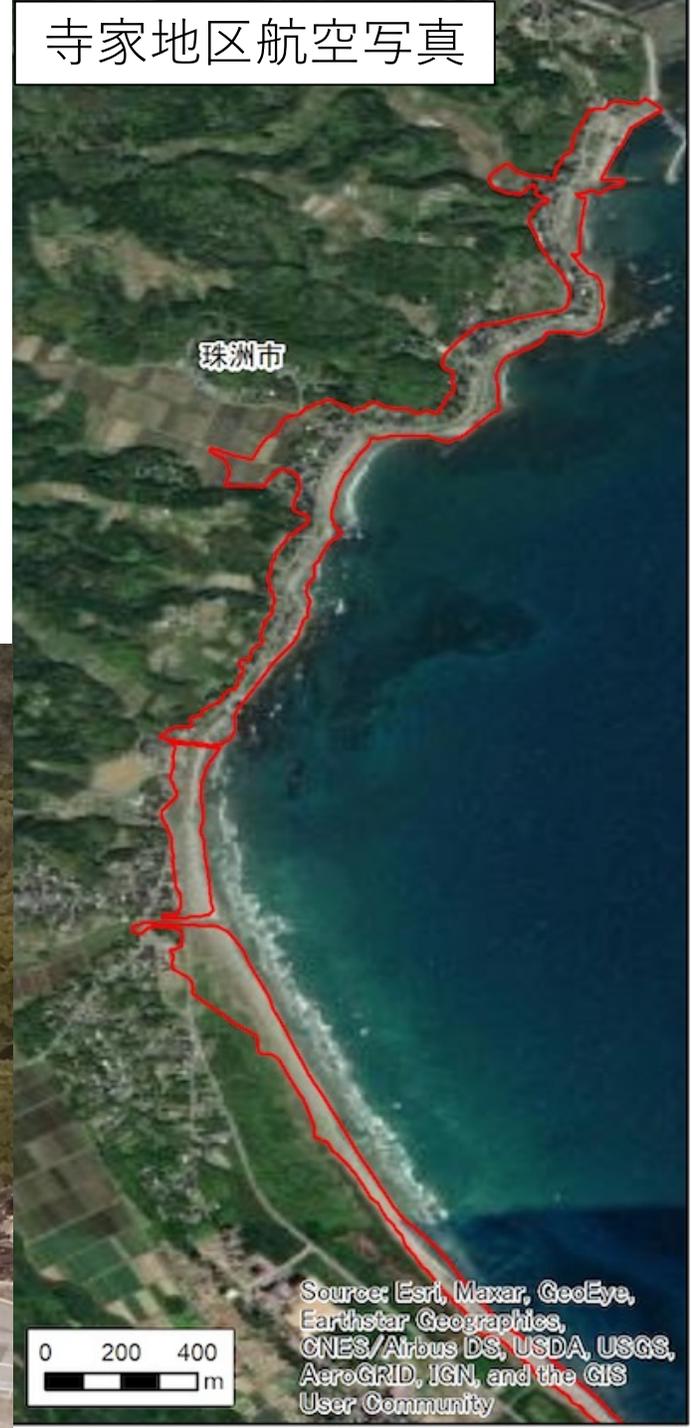
※無理に縮尺を揃えたため，写真が歪になっています。

寺家地区

- 背面が急峻な高台になった地形
- ところどころ急峻な高台の間に田んぼが広がる



寺家地区航空写真



飯田地区

- 奥能登地域では最大の港である飯田港を擁する。



鵜飼・春日野地区

- 平野が広がる地形
- 春日野地区の北川は山間部となっている



調査・分析内容

- **津波浸水深**

- 現地にて地面から痕跡までの高さをスケールを用いて測量.
- 珠洲市沿岸部の304地点にて浸水深を測量

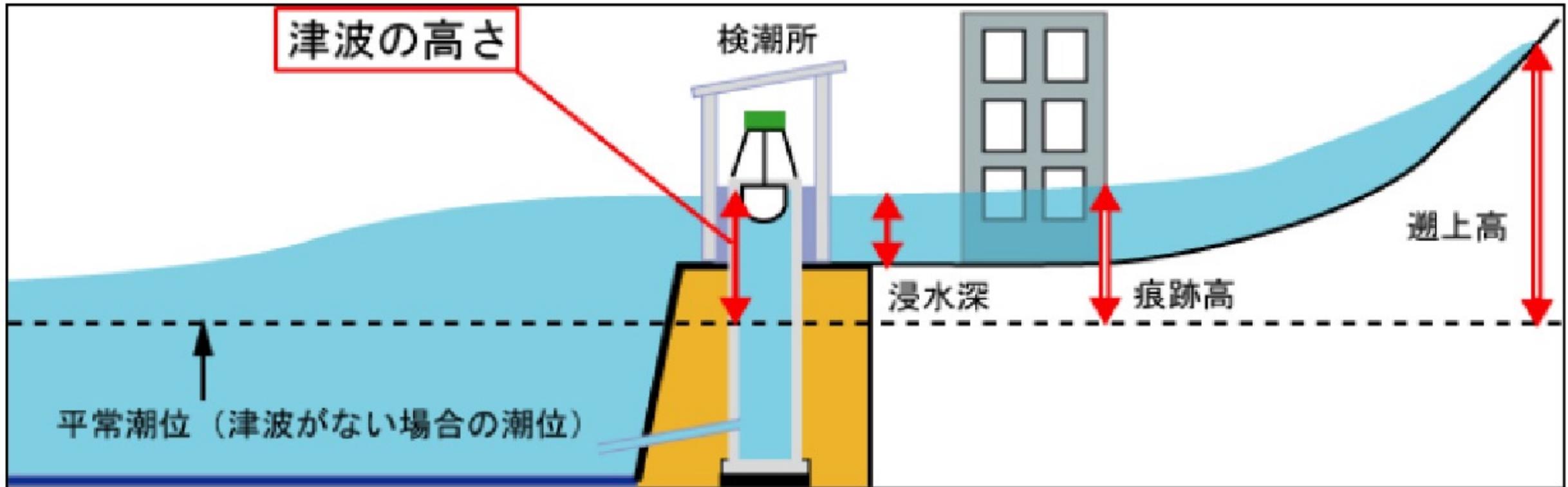
- **建物被害**

- 斜め視空撮画像により流失建物位置の目視判読
- 現地調査を通じて被害判読結果の検証

- **津波被害関数の構築**

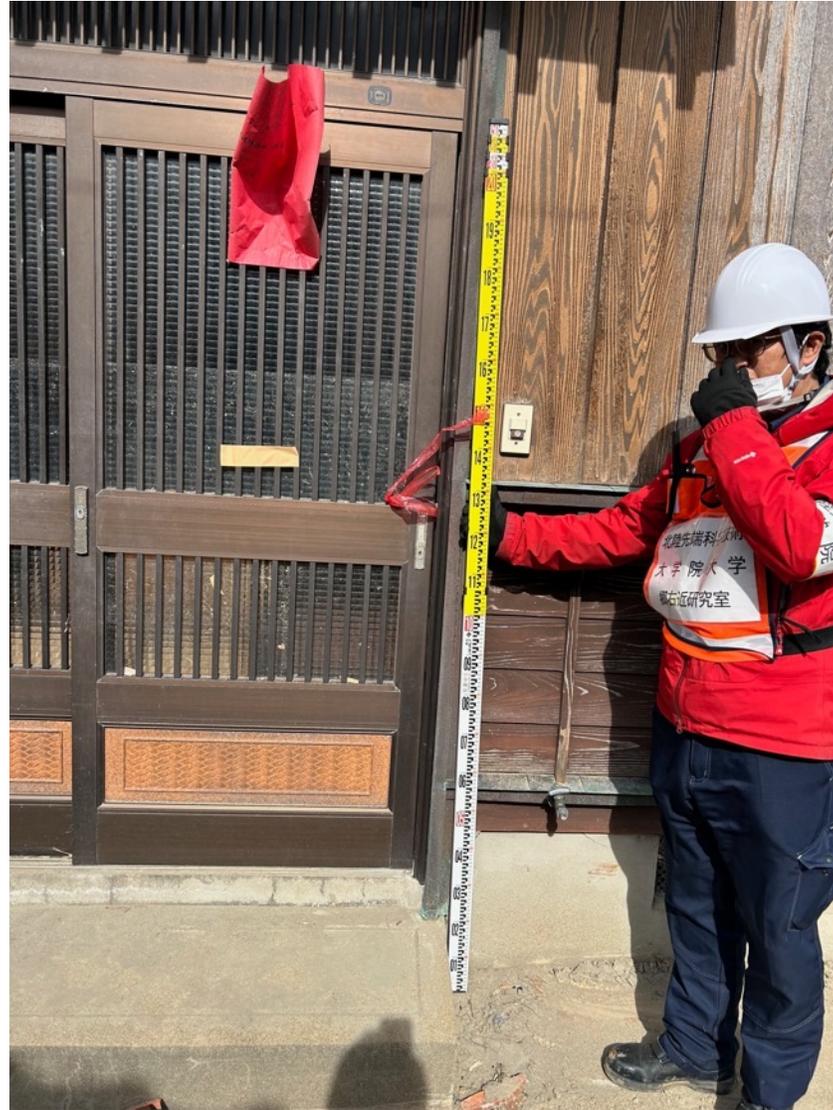
- 建物被害の空間分布と浸水深の調査結果をGISで統合分析し、関係式を構築.

津波の高さの定義



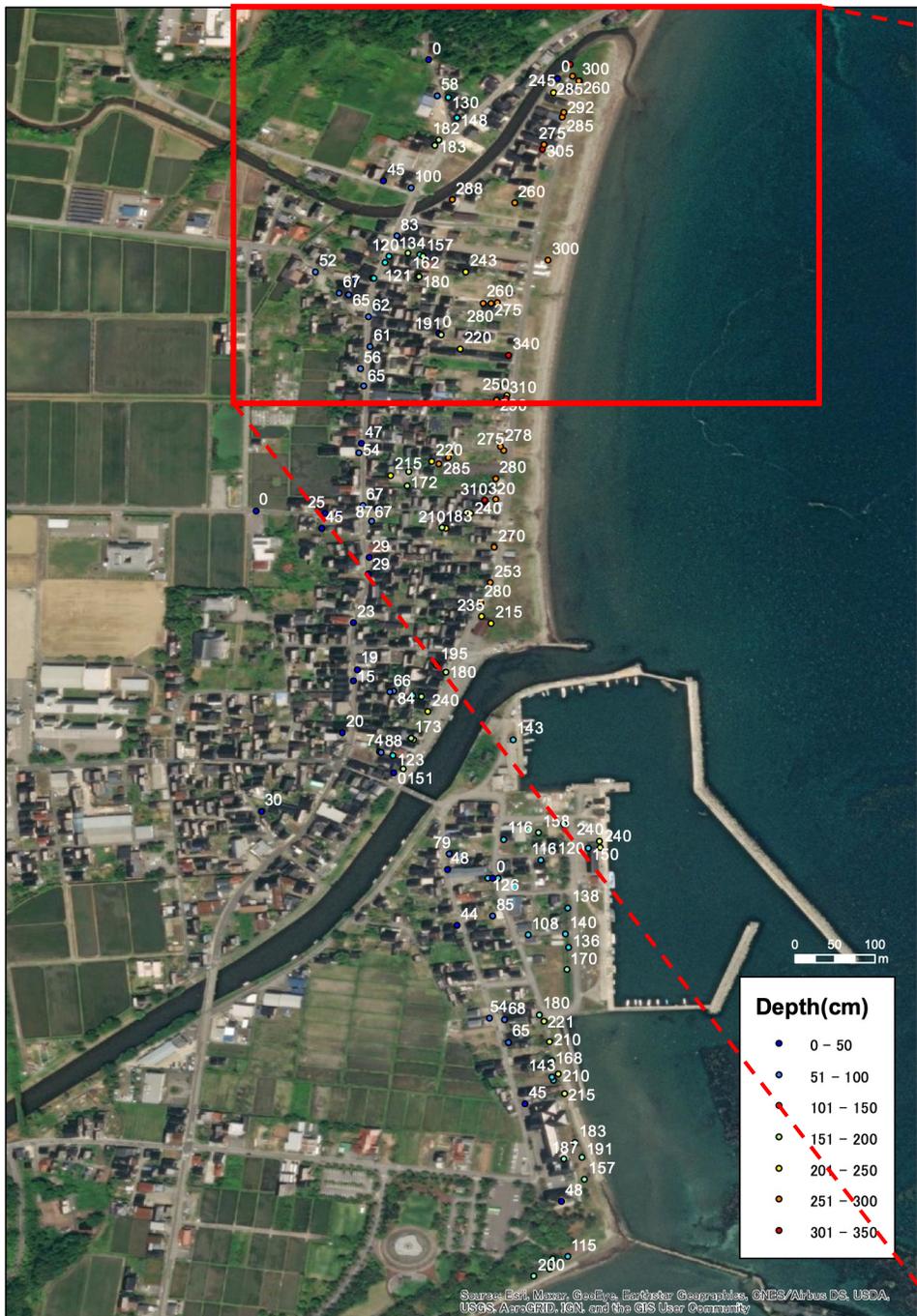
気象庁HPより

植生や壁に残った痕跡をもとに調査を実施

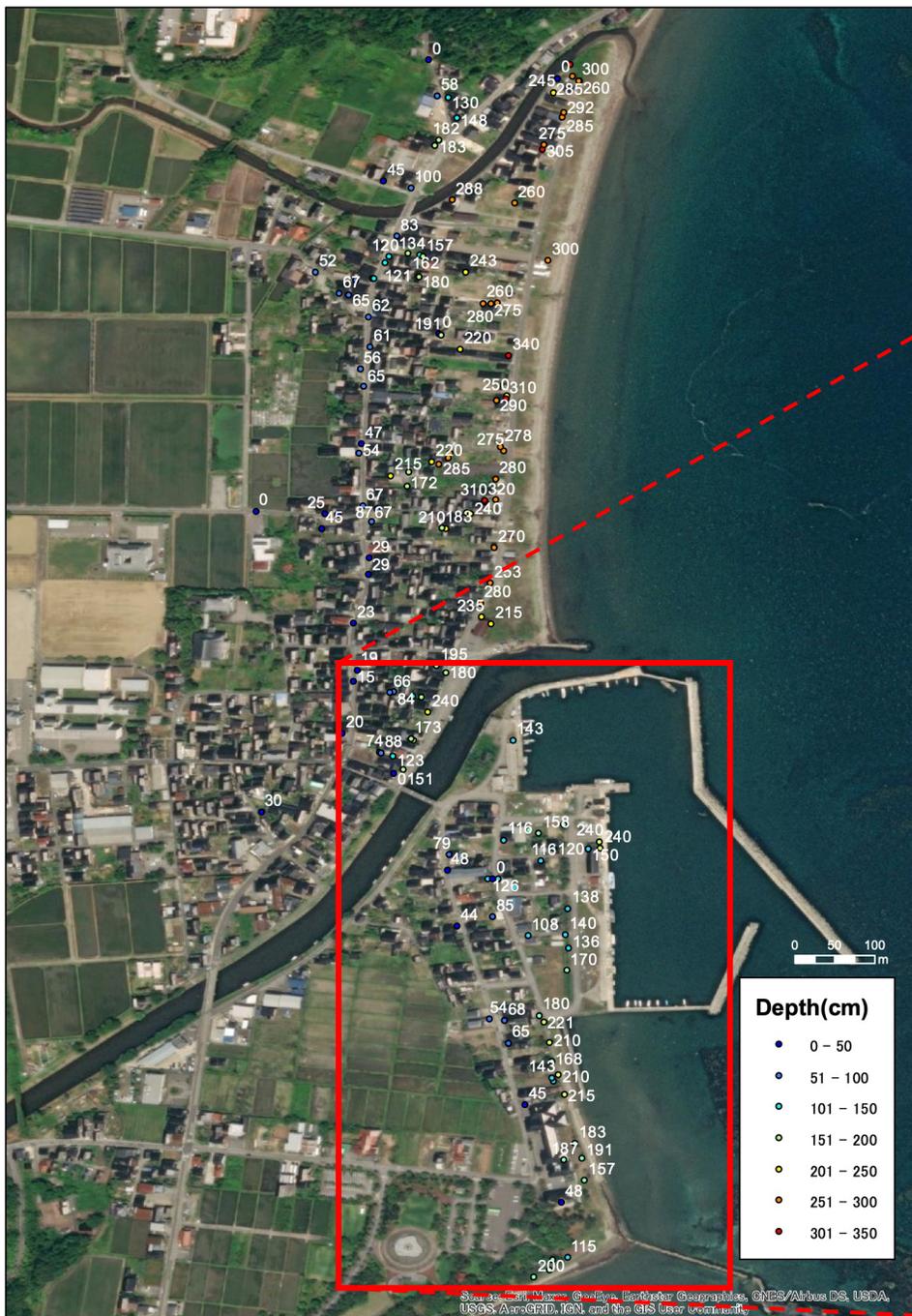


- ・ 壁に残された痕跡が一番確実.
- ・ 信頼度が低い痕跡については、痕跡の計測密度を上げることで対応.

津波浸水深の調査 (珠洲市鵜飼・春日野地区)



津波浸水深の調査 (珠洲市鵜飼・春日野地区)



・鵜飼川の右岸側において、防波堤に守られた部分については、やや低めになる傾向が確認された（おおよそ50 - 70 cm程度）。

ドローンによる空撮



海岸侵食

火災

瓦礫

ドローンによる空撮

建物
倒壊

建物流失

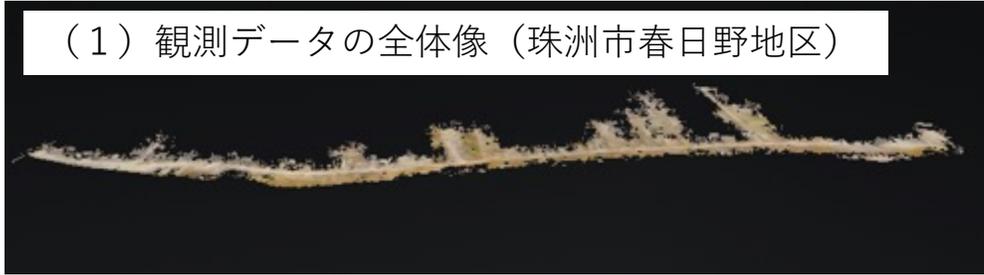
ドローンによる空撮

土砂崩れ



LiDARと360度カメラにより被災状況の詳細調査を実施

(1) 観測データの全体像 (珠州市春日野地区)



(2) デジタルツインデータの例



右に視点を移動



(3) LiDARによる距離の測定



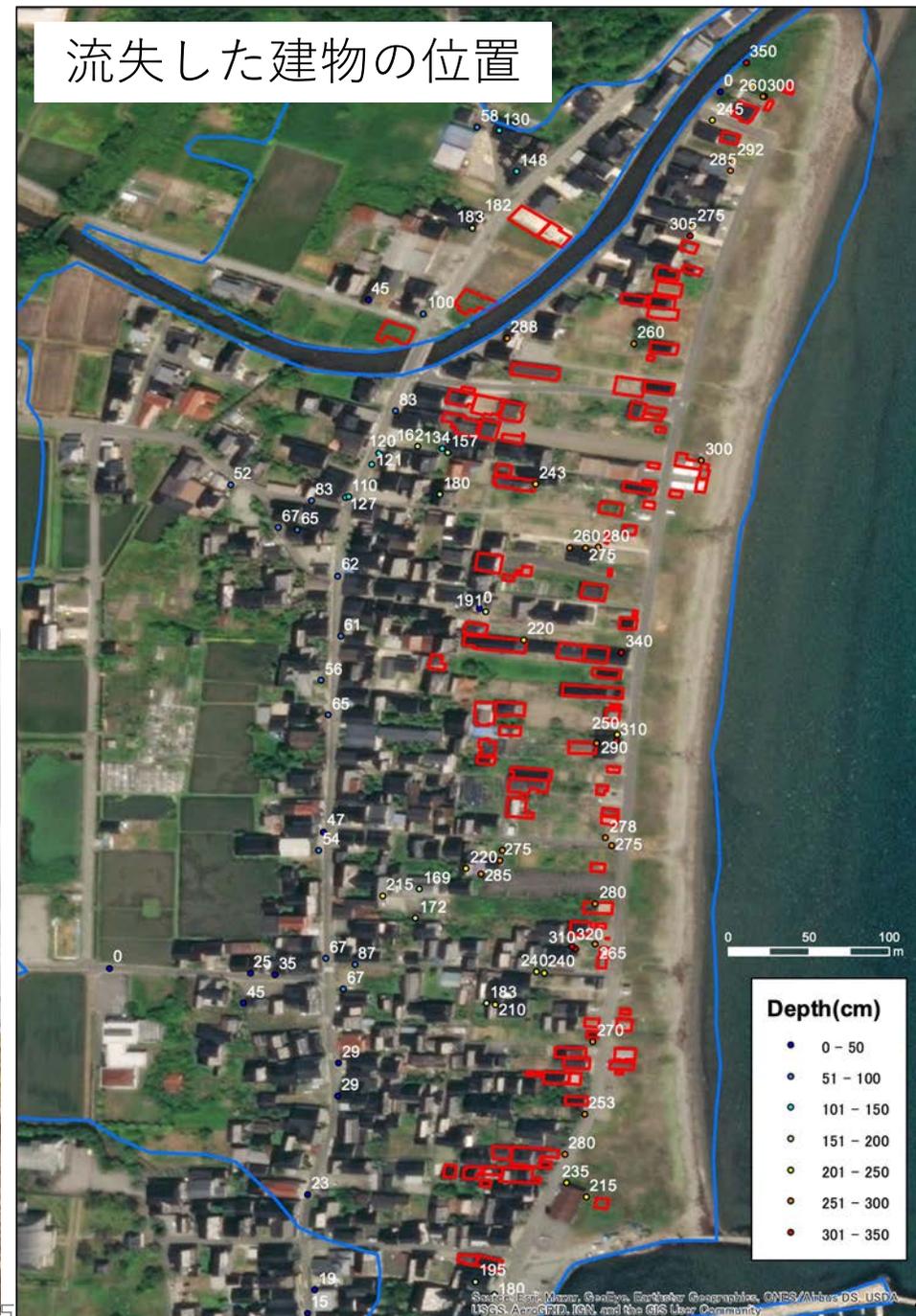
建物被害分布の解明



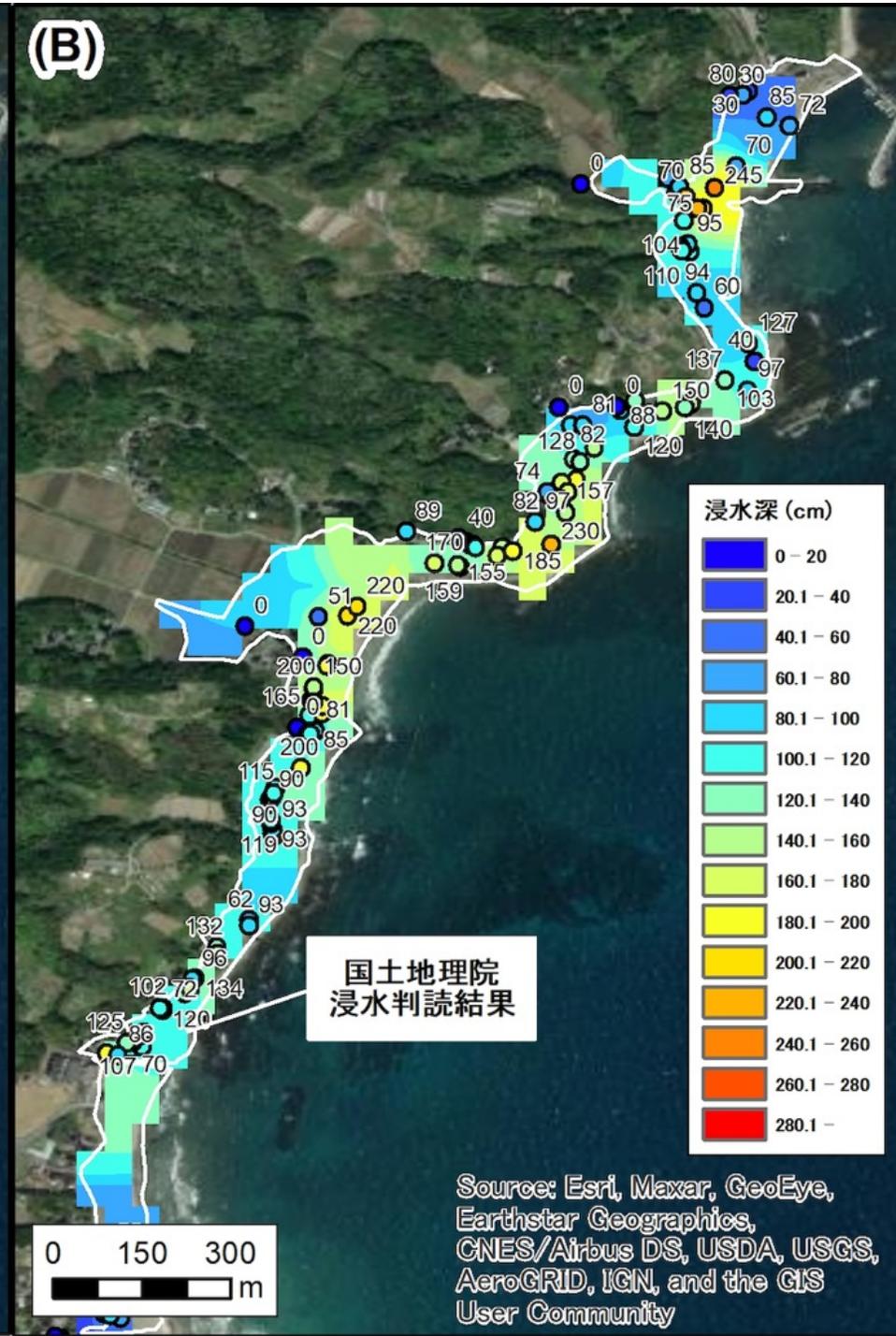
建物被害の分布

- 斜め視の空撮画像をもとに，GIS上で流失建物位置の分布を判読
- 現地調査を通じて，それらの判読結果のアップデート

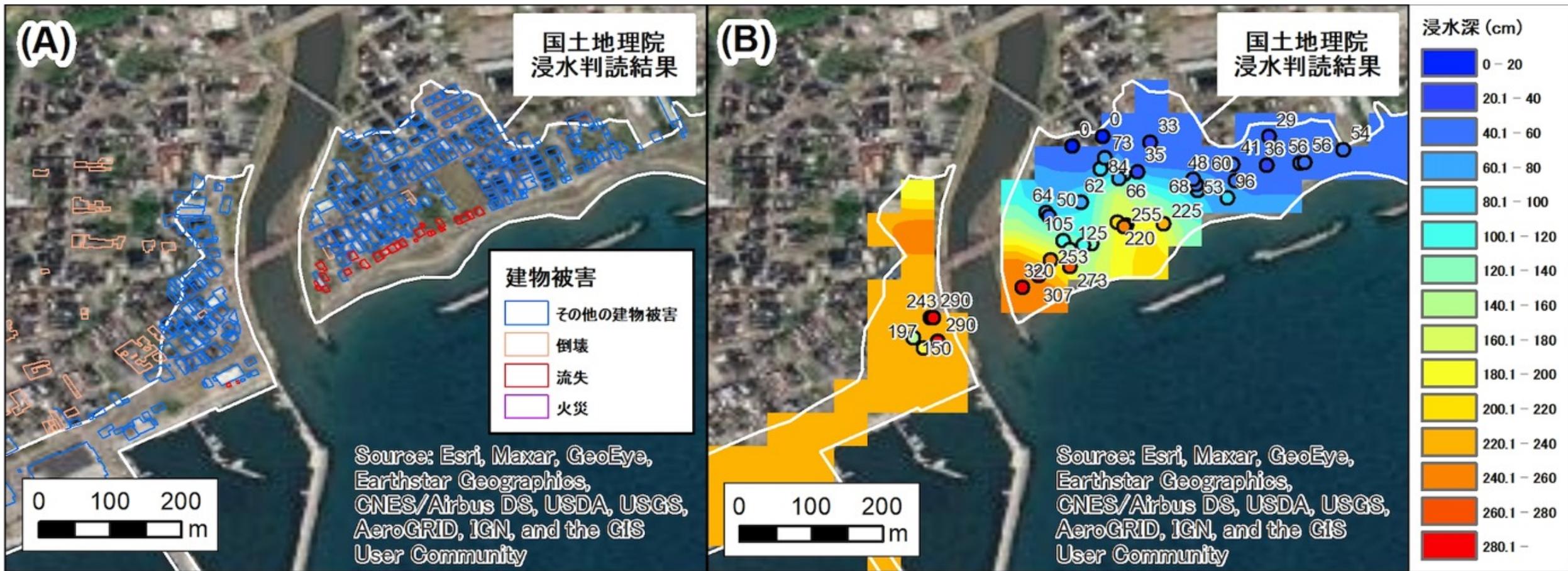
現地調査にて空撮画像の判読結果の検証



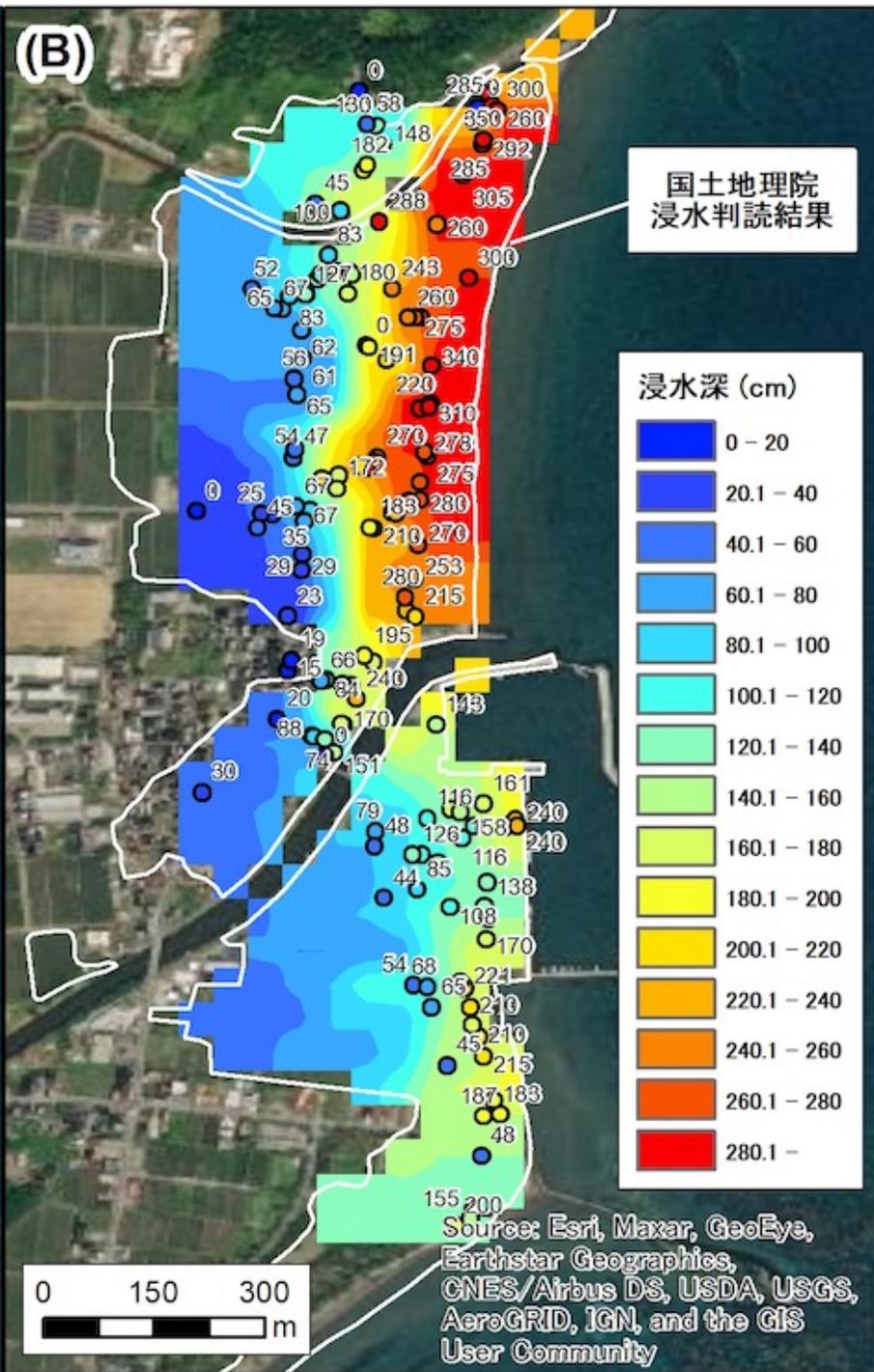
寺家地区の 建物被害と 浸水深分布



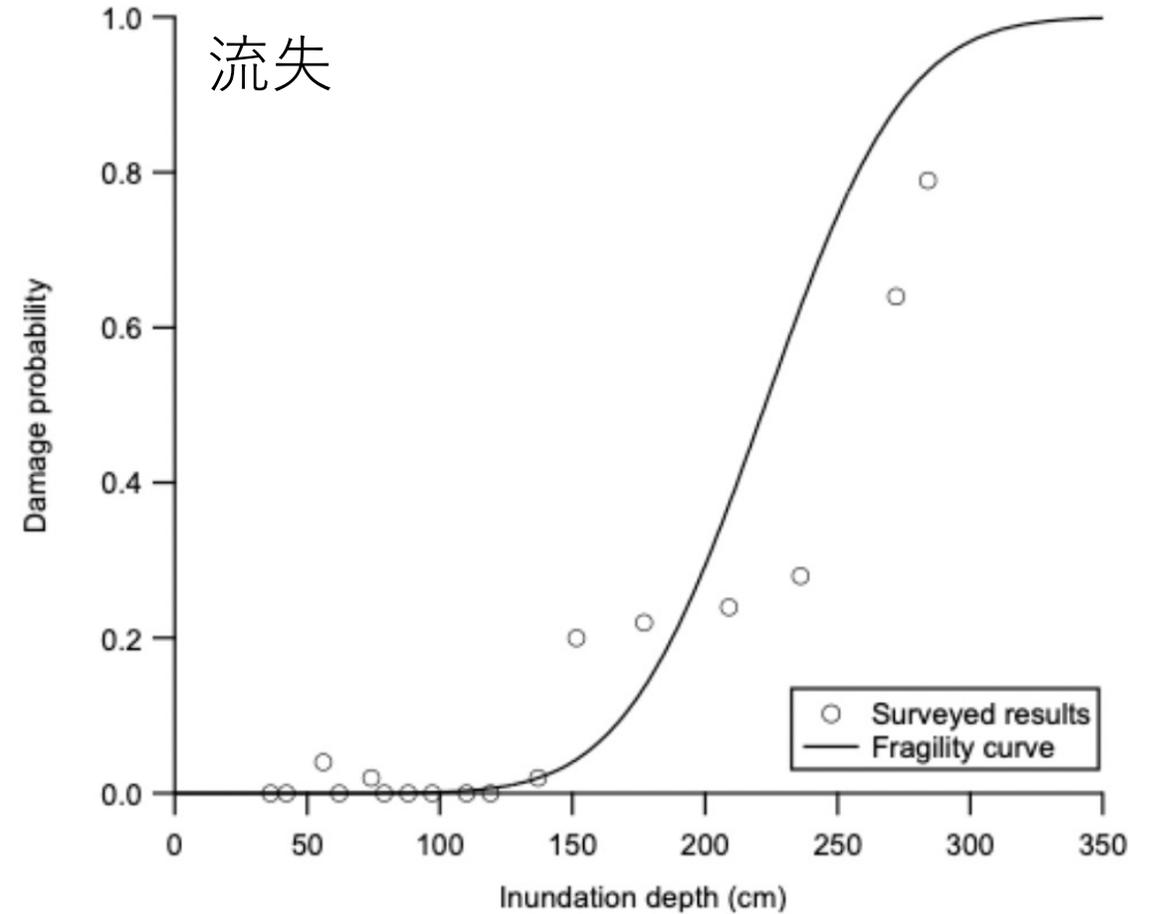
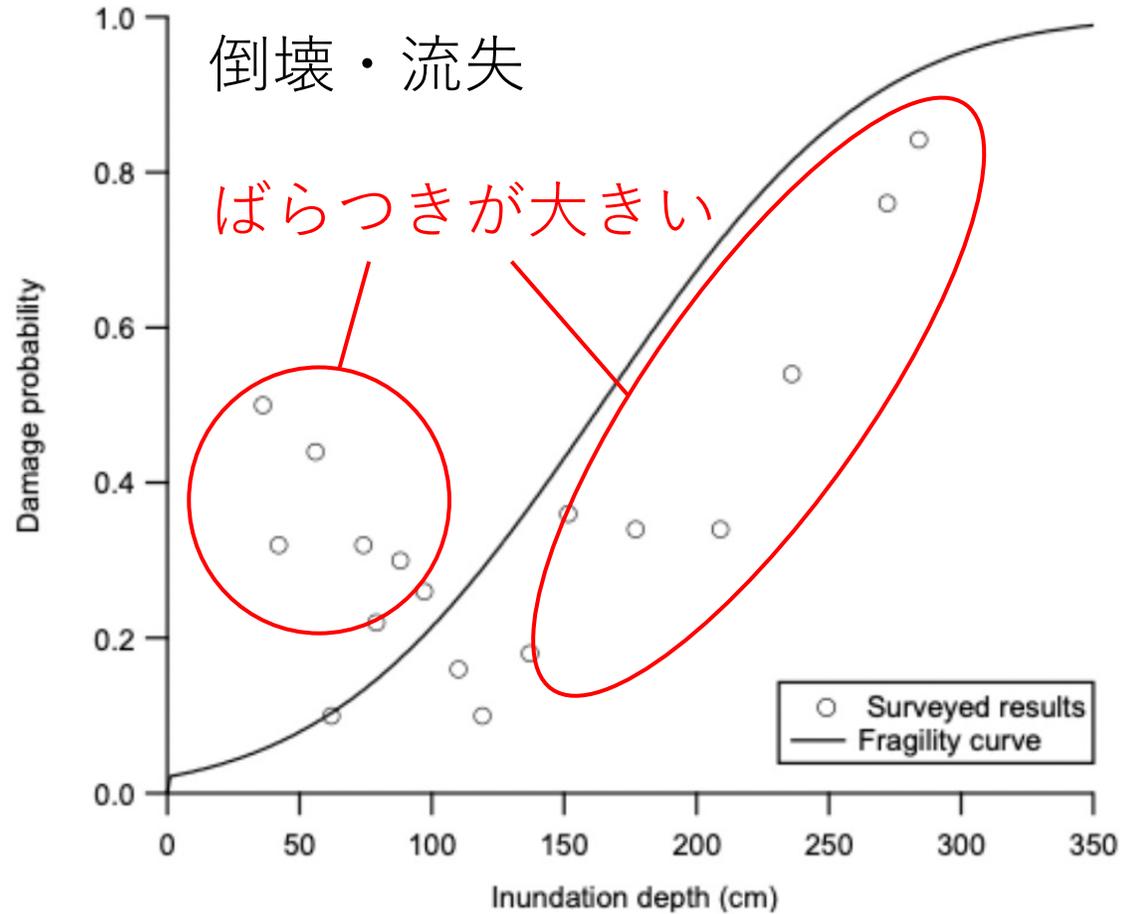
飯田地区の建物被害と浸水深分布



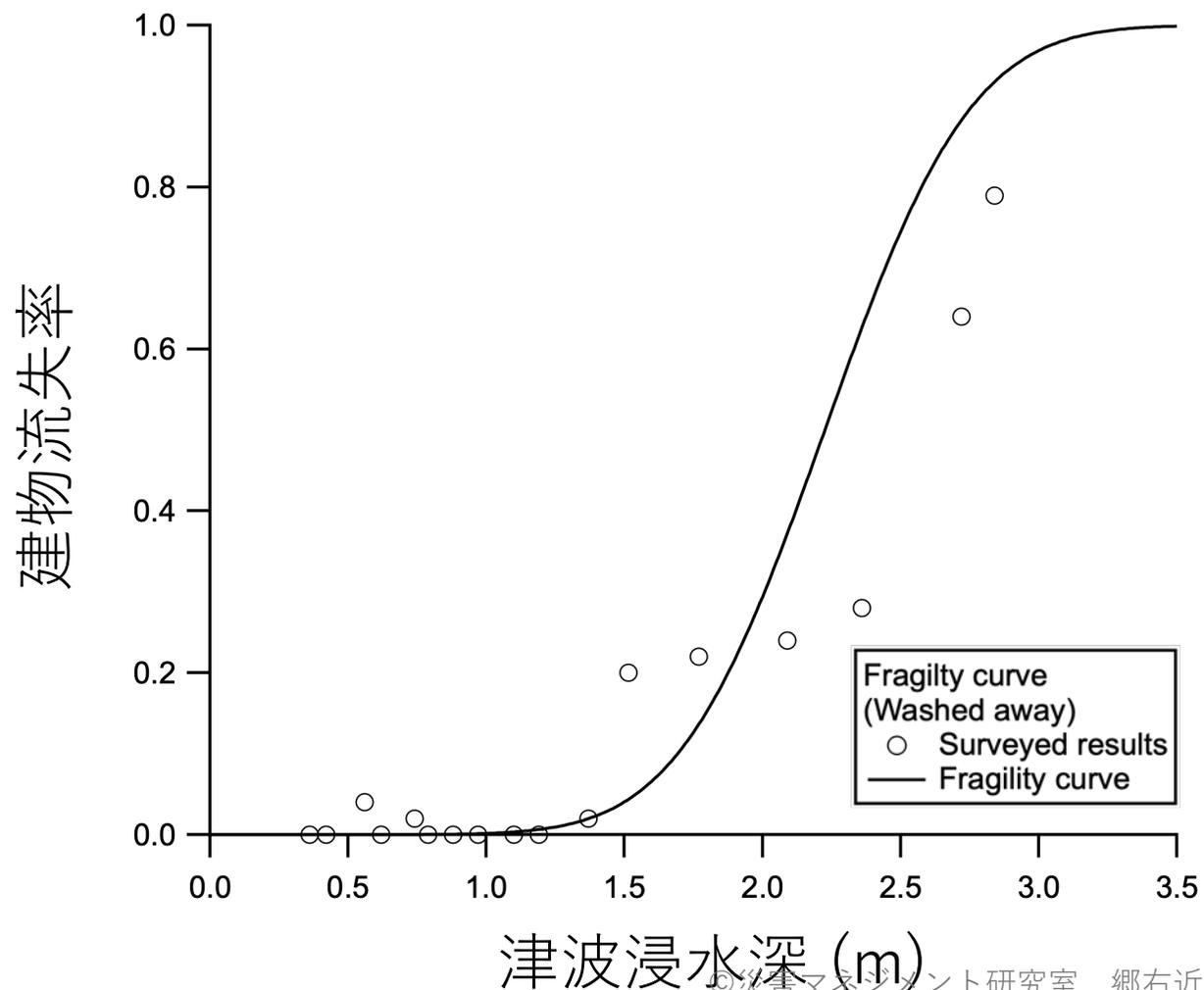
鵜飼・春日野地区の建物被害と浸水深分布



津波被害関数 (珠洲市鵜飼・春日野地区)

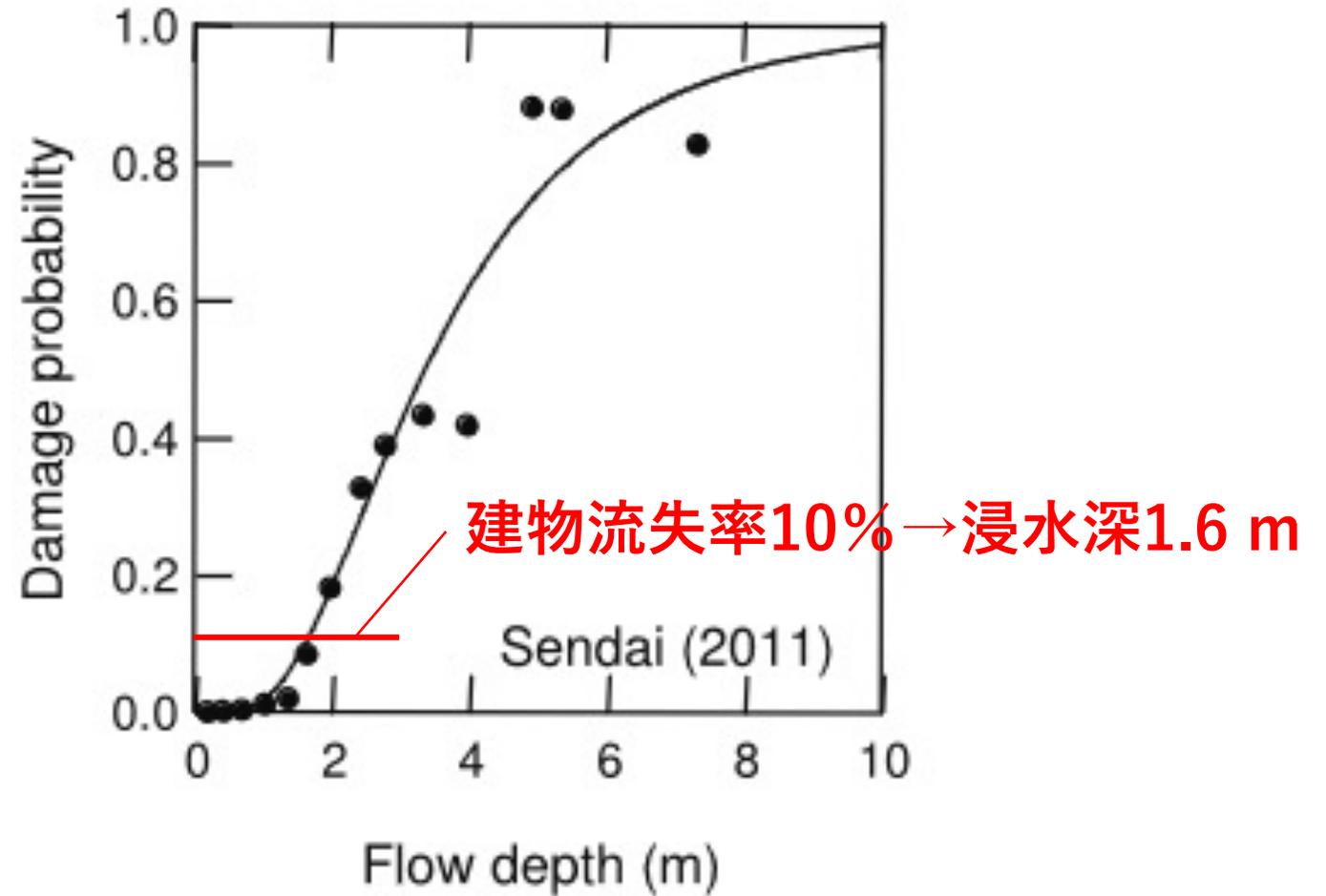
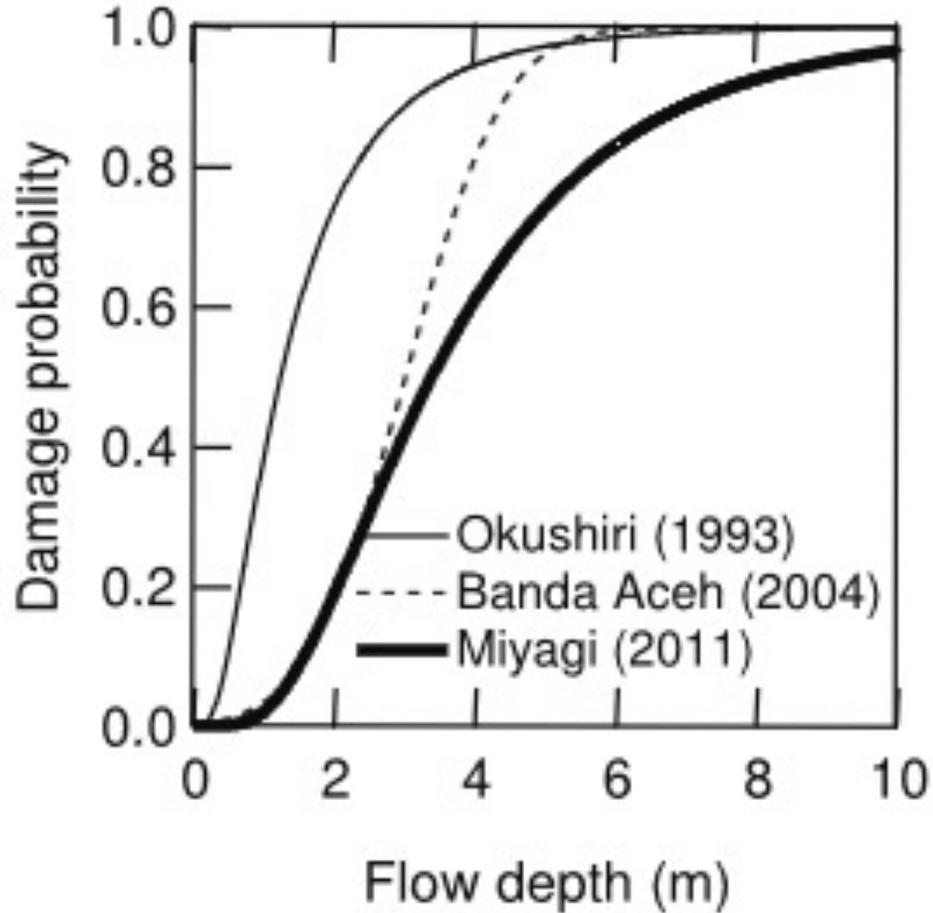


建物流失率の津波被害関数 (珠州市鵜飼・春日野地区)



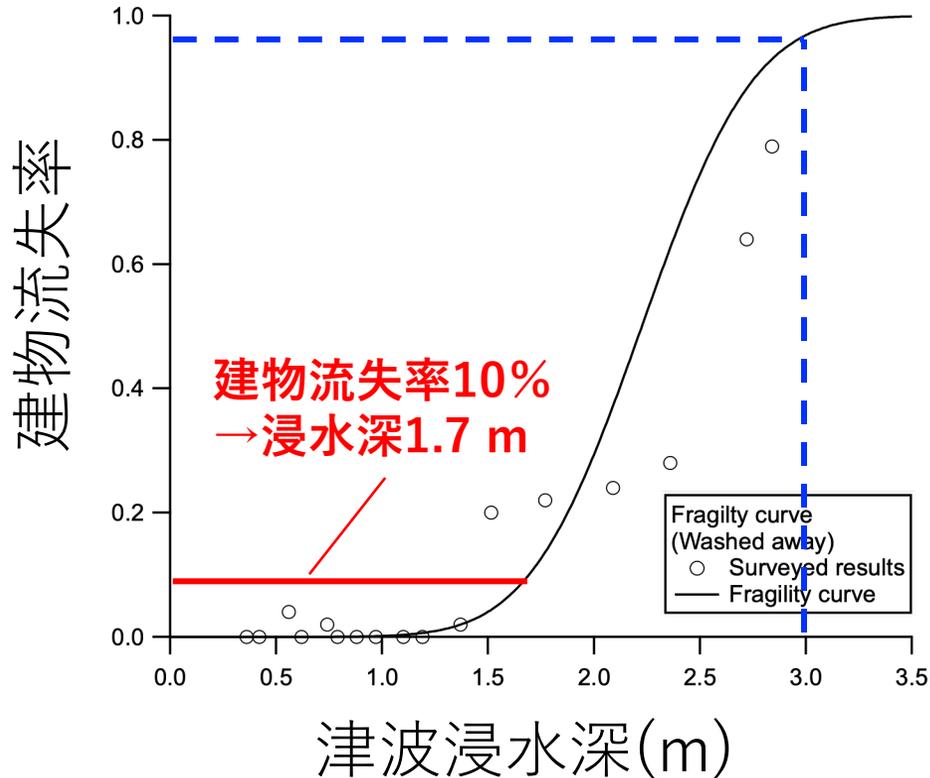
- ・ 集約化された統計量で浸水深と建物流失率を比較.
- ・ 浸水深が1.5 m付近で流失率が増加し始めた.
- ・ 浸水深が3.0 m付近で90 %以上の建物が流失.

過去の津波災害における津波被害関数

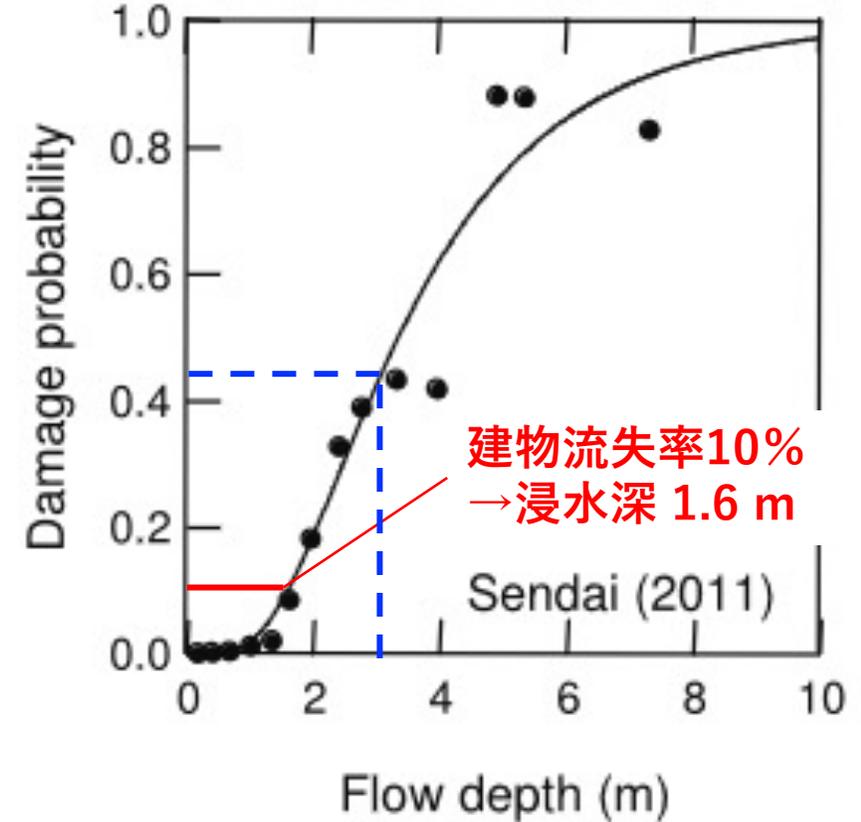


東日本大震災で作成した津波被害関数と 珠洲市鵜飼地区の「浸水深-被害率」の関係の比較

能登半島地震



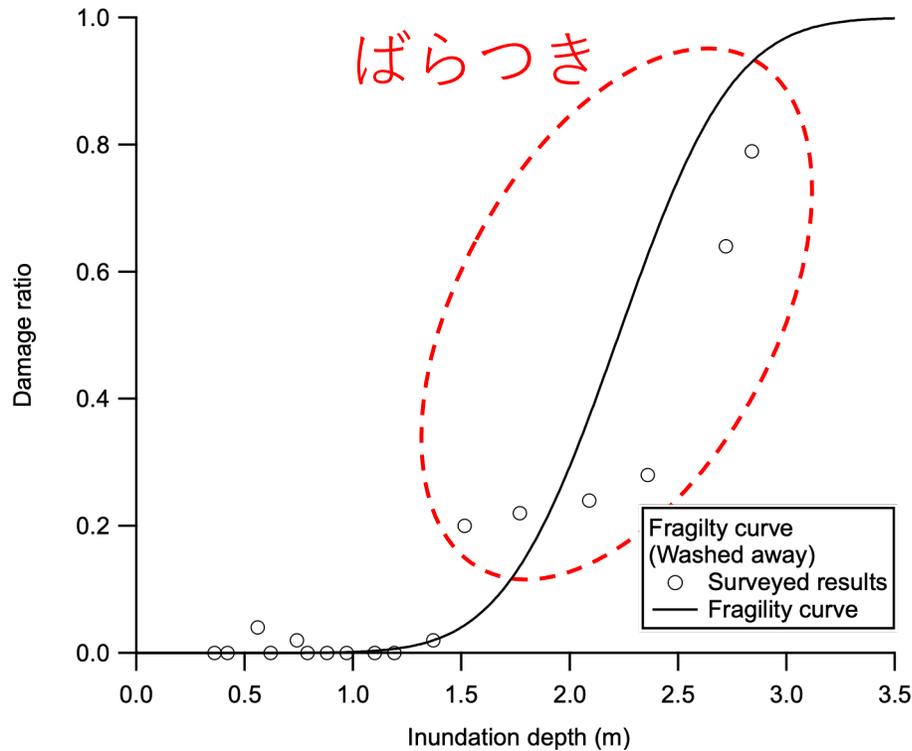
東北地方太平洋沖地震津波



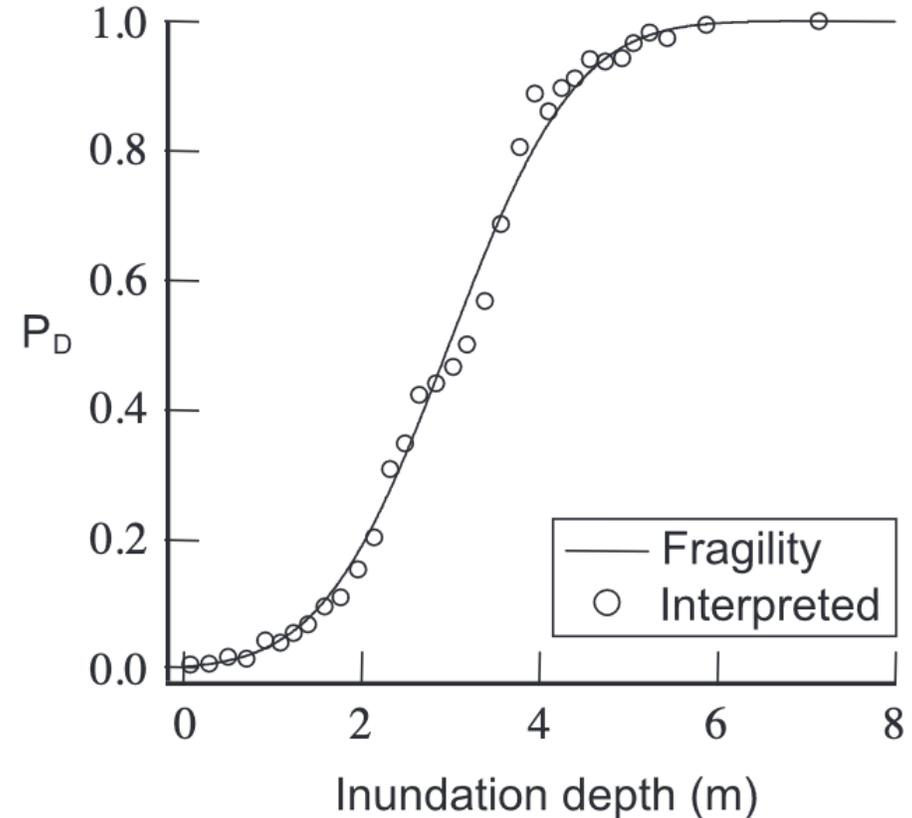
- ・東日本大震災の事例と比較すると、関数の立ち上がりは同程度であるものの、関数の勾配については、急峻であることがわかった。

回帰分析の決定係数からわかる被害特性の複雑さ

2024年能登半島地震津波



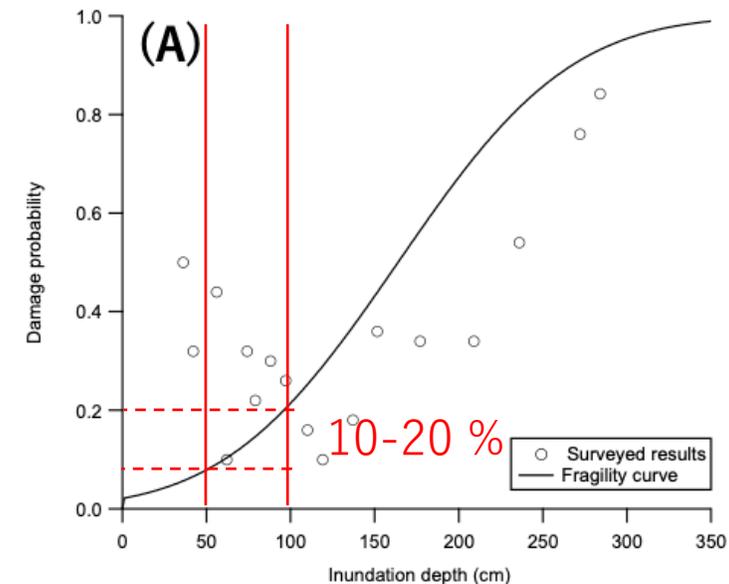
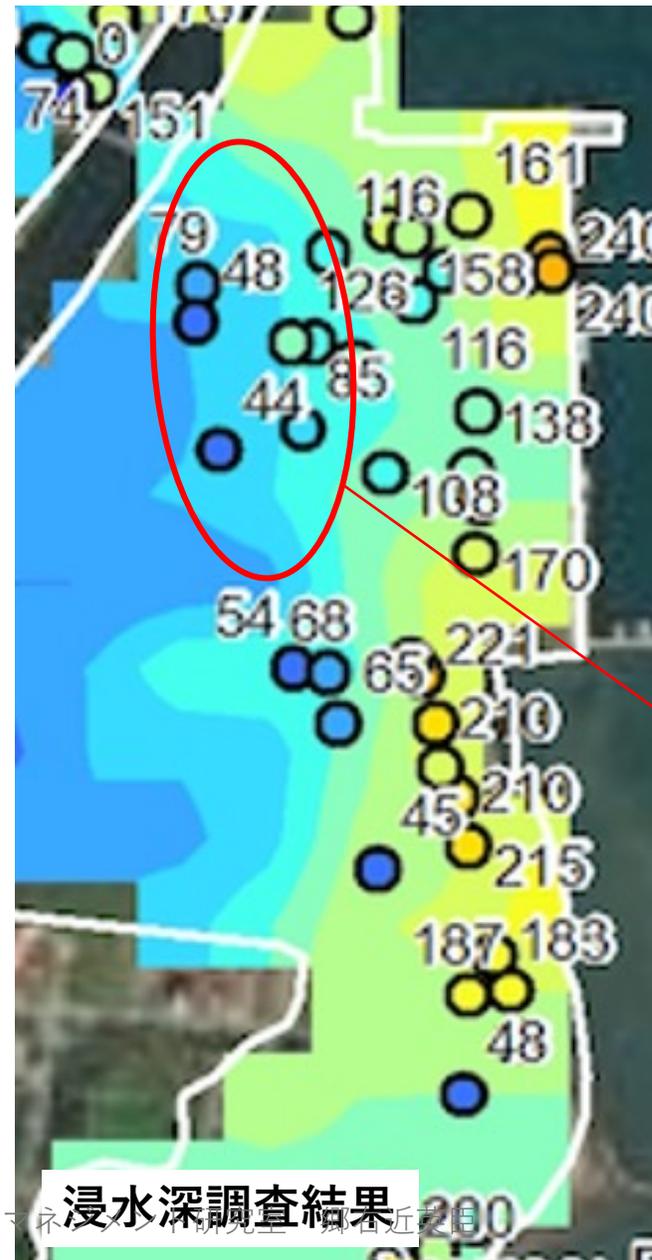
2004年インド洋大津波 (越村(2009))



- 能登の津波被害関数では決定係数 $R^2=0.75$.
- 仙台平野を対象とした津波被害関数では $R^2=0.94$.
- インド洋大津波を対象とした津波被害関数では $R^2=0.99$.

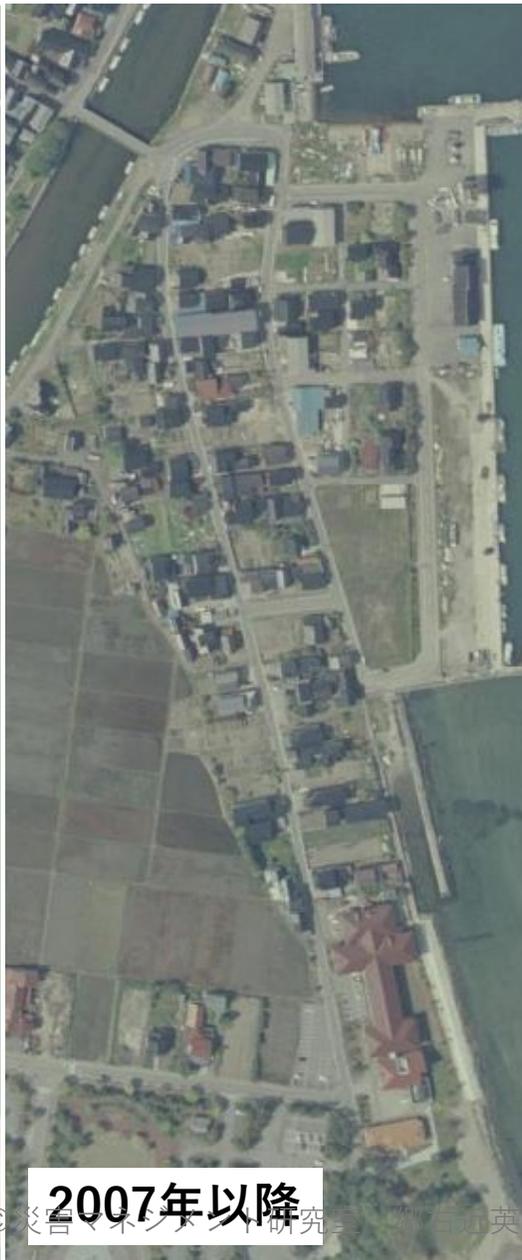
能登の関数はばらつきが大きい
→被害の発生要因の多様性 (ハザード, 建物, その他)

建物被害と浸水深の比較 (国土地理院)



津波被害関数（倒壊率）と比較をすると、浸水深が44-79 cmにも関わらず、区画内の建物の倒壊率が高い。

鵜飼地区の建物位置の変化 (国土地理院)



1961-1964年
よりも前に建
物が存在した
区画で倒壊被
害が特に顕著

まとめ

- ・本研究で構築した津波被害関数は、東日本大震災の事例と比較すると、関数の立ち上がりは同程度であるものの、関数の勾配については、急峻な傾向が確認された。
- ・浸水域における建物倒壊率が高い地域において、関数の形状から大きく外れた箇所が確認された。地震ハザードの影響や建築年代が影響したことが示唆された。
- ・関数の形状と調査データの乖離が発生している箇所については、今後、特性に応じたデータ分割を行うことで関数自体の改善が必要。