

東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会  
第8回会合

東北大学災害制御研究センター  
越村准教授提供資料

※解析結果は暫定的なものであり、今後精査の後に変更する可能性があります。



東北大学

# 2011年東北地方太平洋沖地震津波 津波被害関数の構築(暫定解析)

東北大学災害制御研究センター

宮城県

パシフィックコンサルタンツ株式会社

担当者:越村俊一

東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター

koshimura@tsunami2.civil.tohoku.ac.jp



# 津波被害関数とは

- 災害の外力と被害規模の関係式 (= フラジリティ関数, フラジリティカーブ)
- 家屋被害, 人的被害の程度 (被害確率) を津波氾濫流の流体力学的な諸量の関数として表現する

## 参考文献:

越村俊一, 行谷佑一, 柳澤英明, 津波被害関数の構築, 土木学会論文集B, Vol.65, No.4, pp.320-331, 2009.

越村俊一, 萱場真太郎, 1993年北海道南西沖地震津波の家屋被害の再考 -津波被害関数の構築に向けて-, 地震工学論文集, 第10巻, 第3号, pp.88-101, 2010.



# 津波被害関数構築の手順(基礎データ)

1. 津波浸水深現地調査データ(宮城県、仙台河川国道事務所、東北大学)
2. 国土地理院浸水ラインデータ
3. 建物被害情報(国土地理院撮影の航空写真から目視判読(東北大学実施))
4. ゼンリン住宅地図ポリゴンデータ(各戸への被害程度の属性付与)



# 津波被害関数構築の手順(1)

- 建物被害情報の取得(今回は, 航空写真の判読による流失・残存の判定)
- 津波ハザード情報の取得(浸水深データおよび浸水域データ)
- 浸水深データの空間分布の取得(空間補間, 100m毎の浸水深分布)
- 各建物の被害(流失・残存)とハザード情報(浸水深)の関連づけ



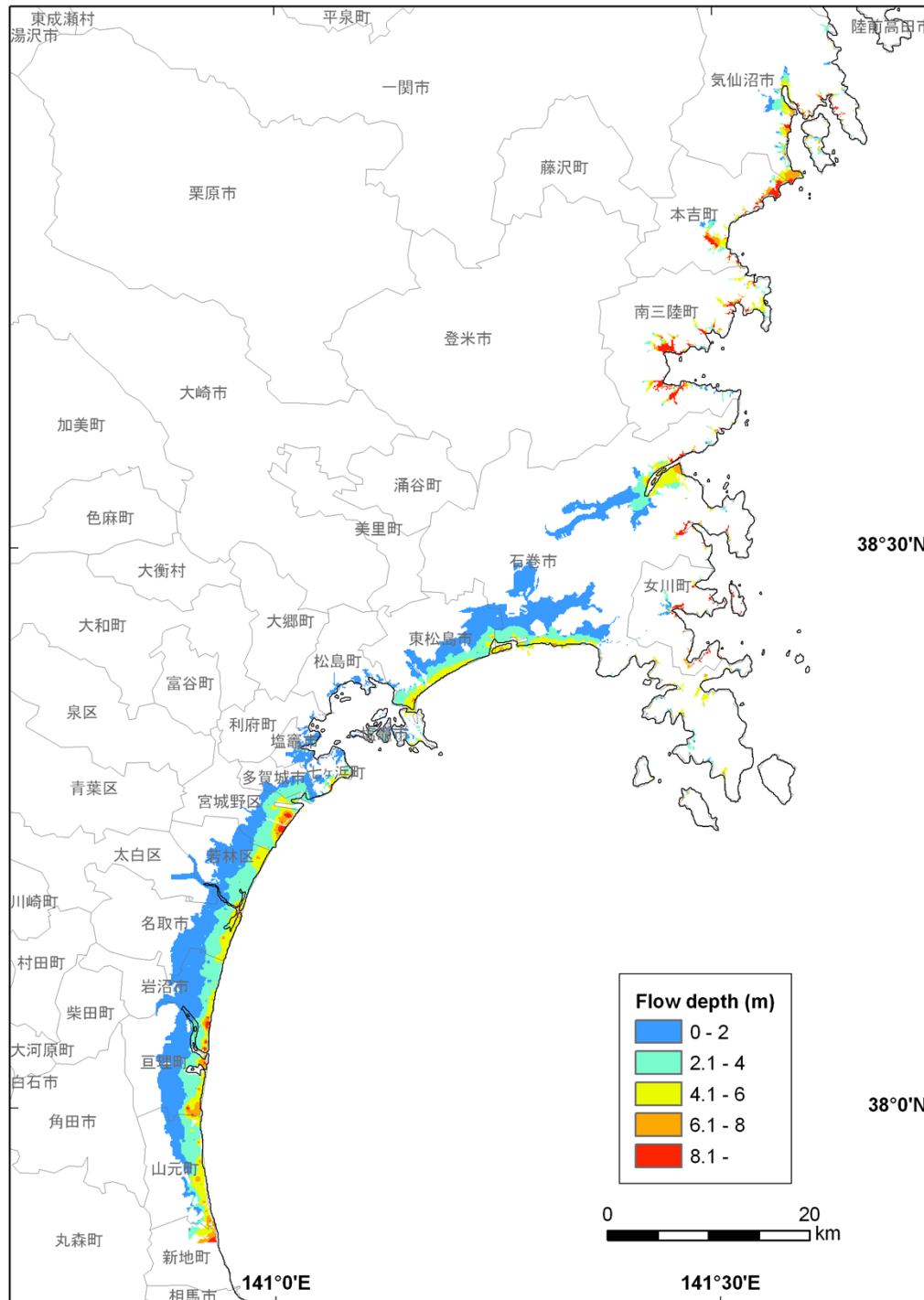
## 津波被害関数構築の手順(2)

- 建物被害および浸水深データセットの作成
- 浸水深に関してデータをソートし, グルーピング
- 各サンプルグループにおいて, 浸水深の代表値(中央値)と家屋被害率(流失率)を算出
- 浸水深と家屋被害率(流失率)の関係から回帰分析



# 津波浸水深分布

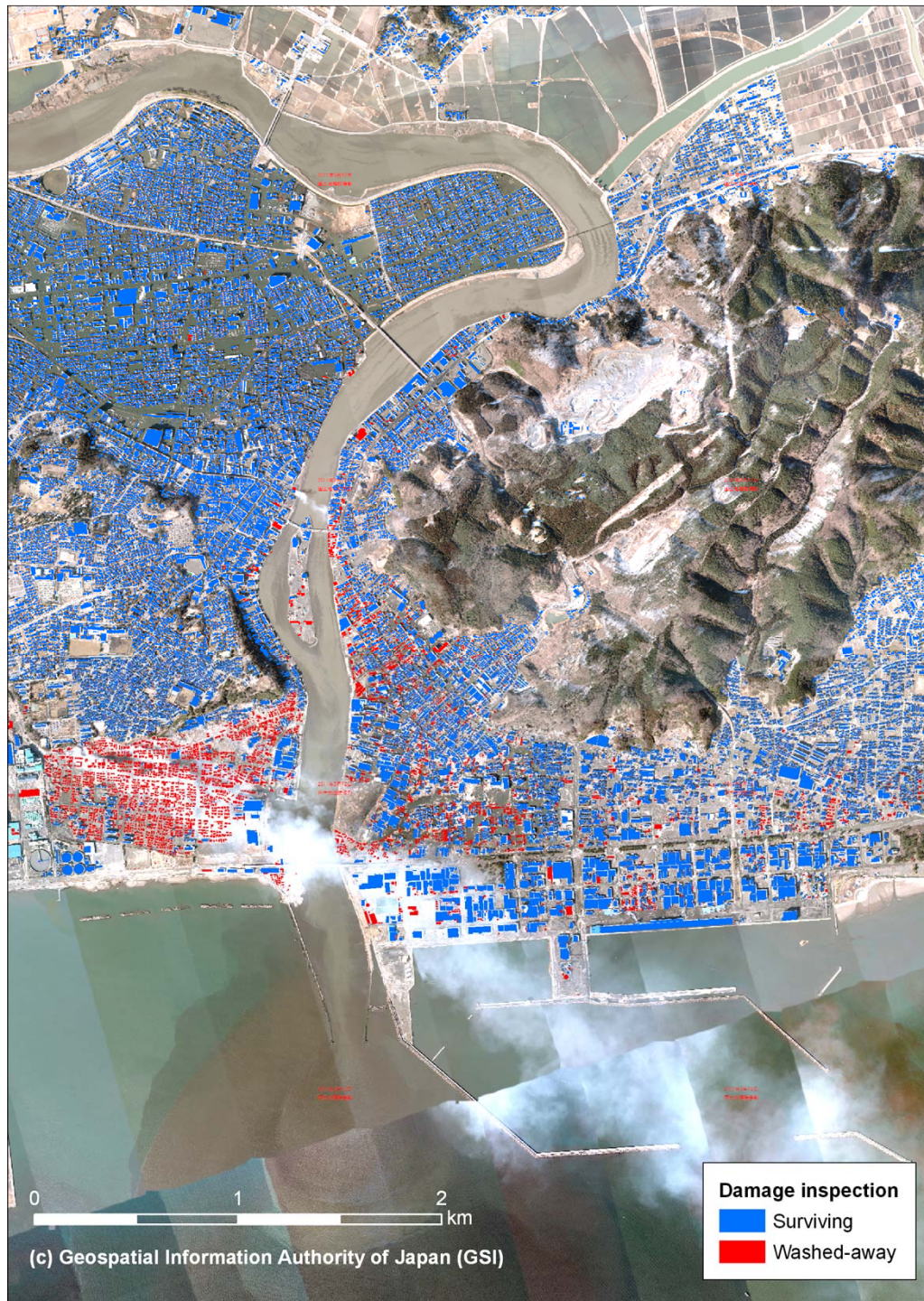
現地調査データ(約2000点)と国土地理院浸水ラインを用いて空間補間し、浸水深空間分布の100メートルメッシュを作成したもの





## 航空写真を用いた建物の被害判読

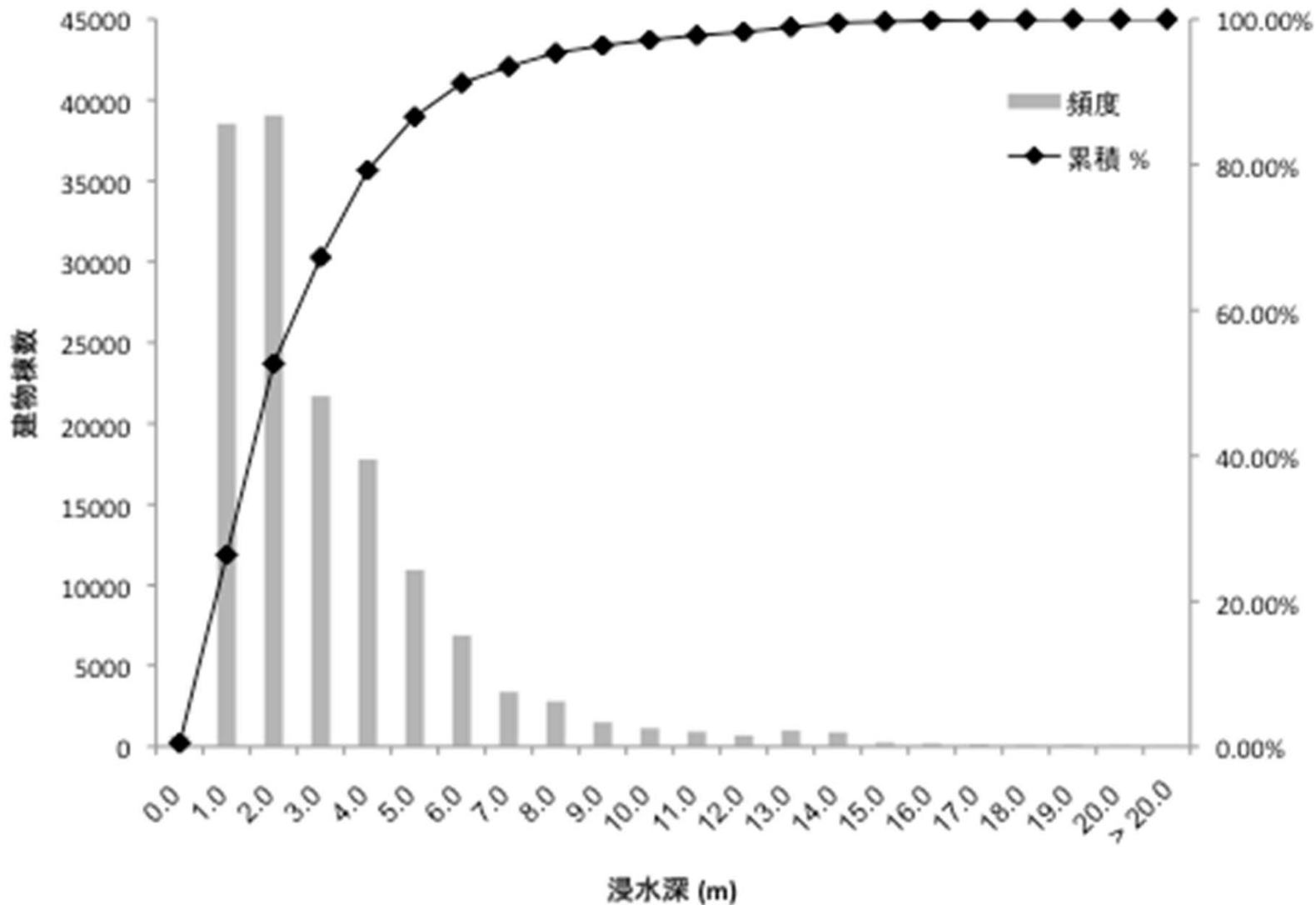
- 国土地理院撮影航空写真の目視判読により、屋根の有無を判定.
- ゼンリン住宅地図(GISデータ)に「流失」、「残存」の属性を付与.





東北大学

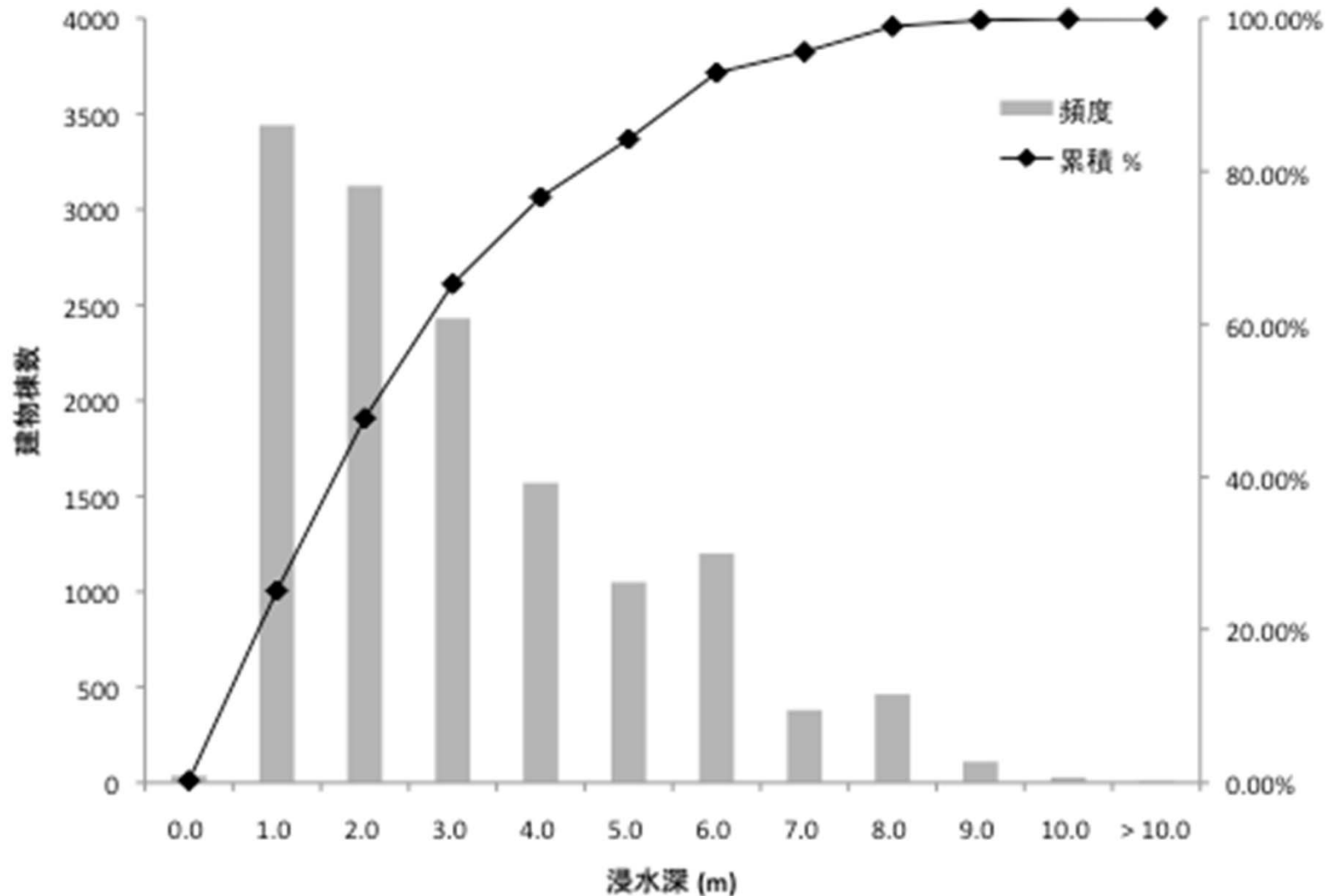
# 建物棟数-浸水深の統計(宮城県全体)





東北大学

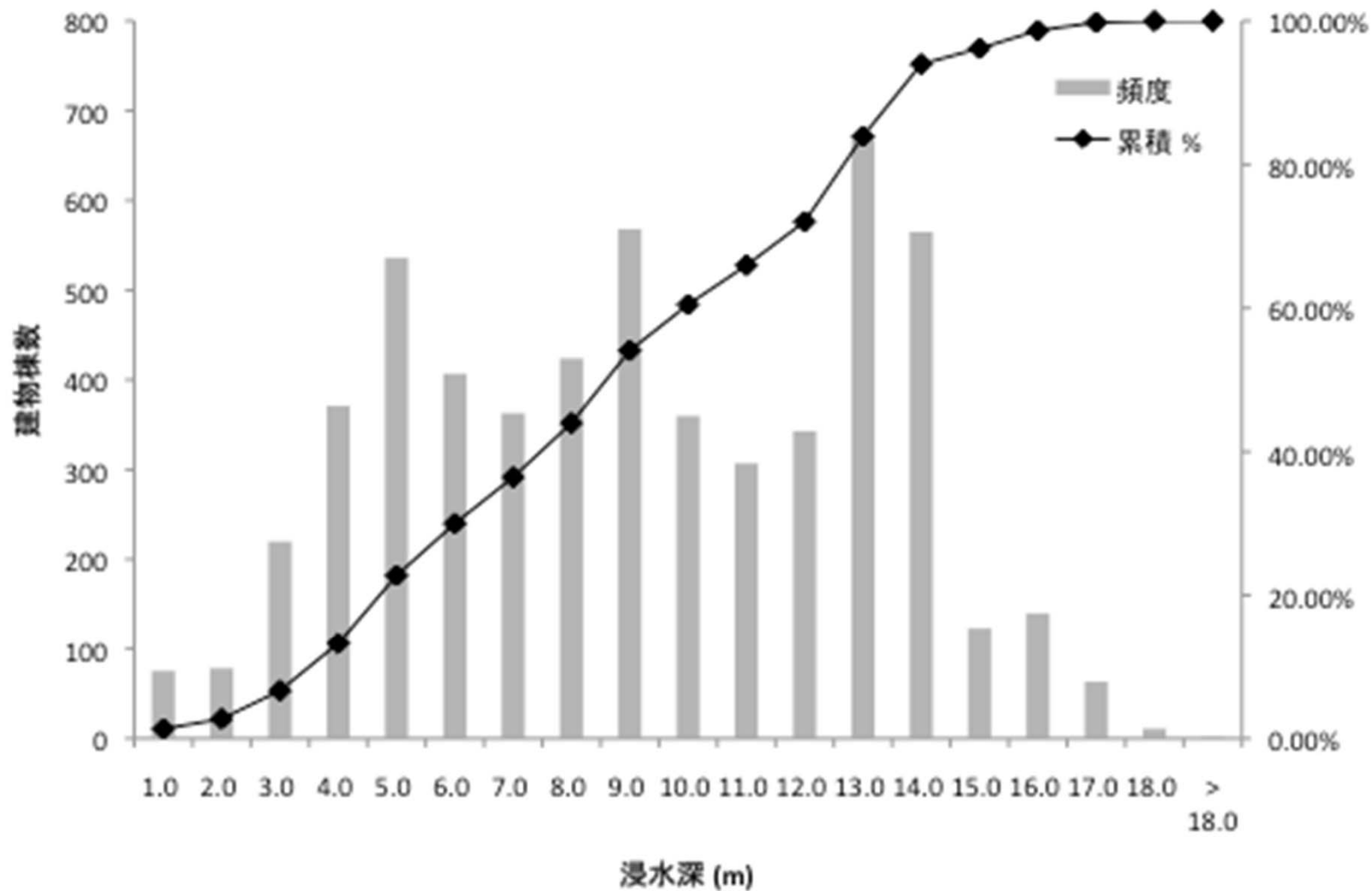
# 建物棟数-浸水深の統計(仙台市)





東北大学

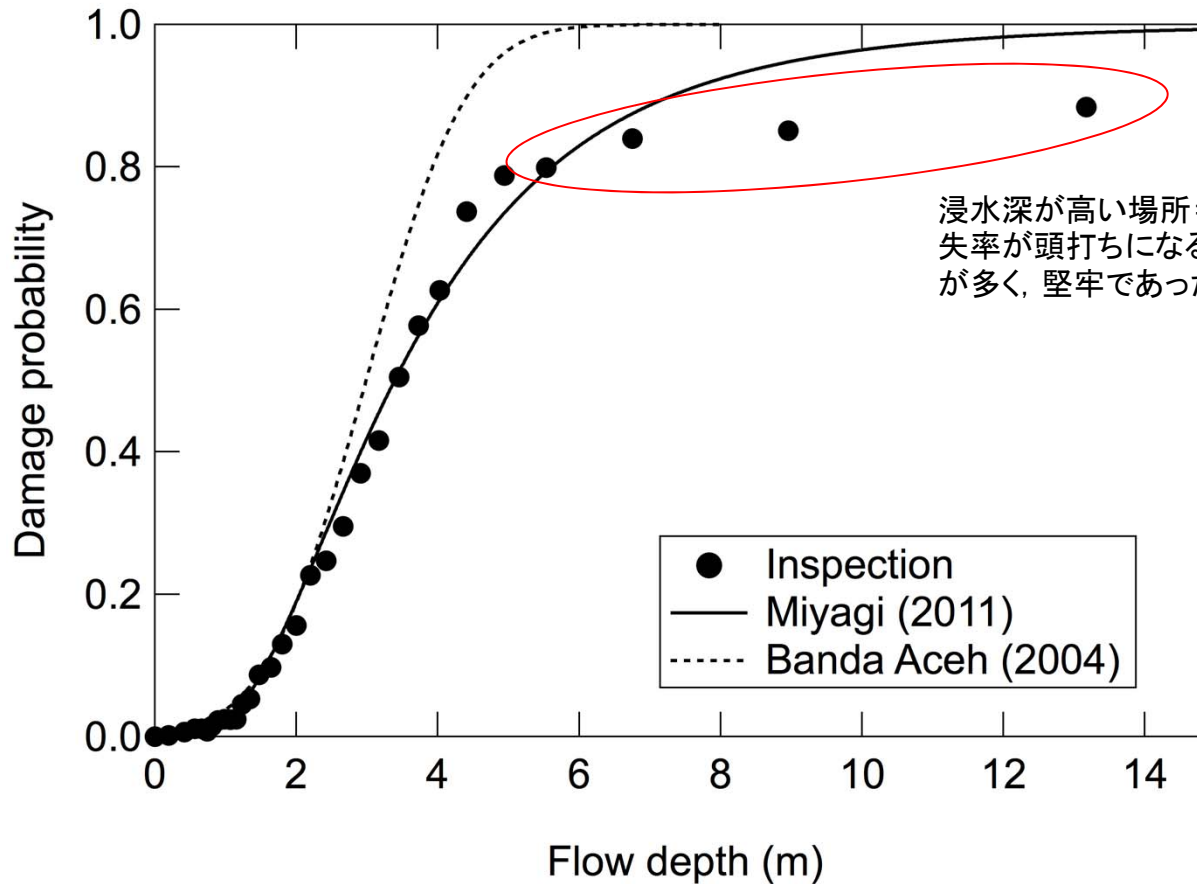
# 建物棟数-浸水深の統計(南三陸町)







# 津波被関数(宮城県全体)

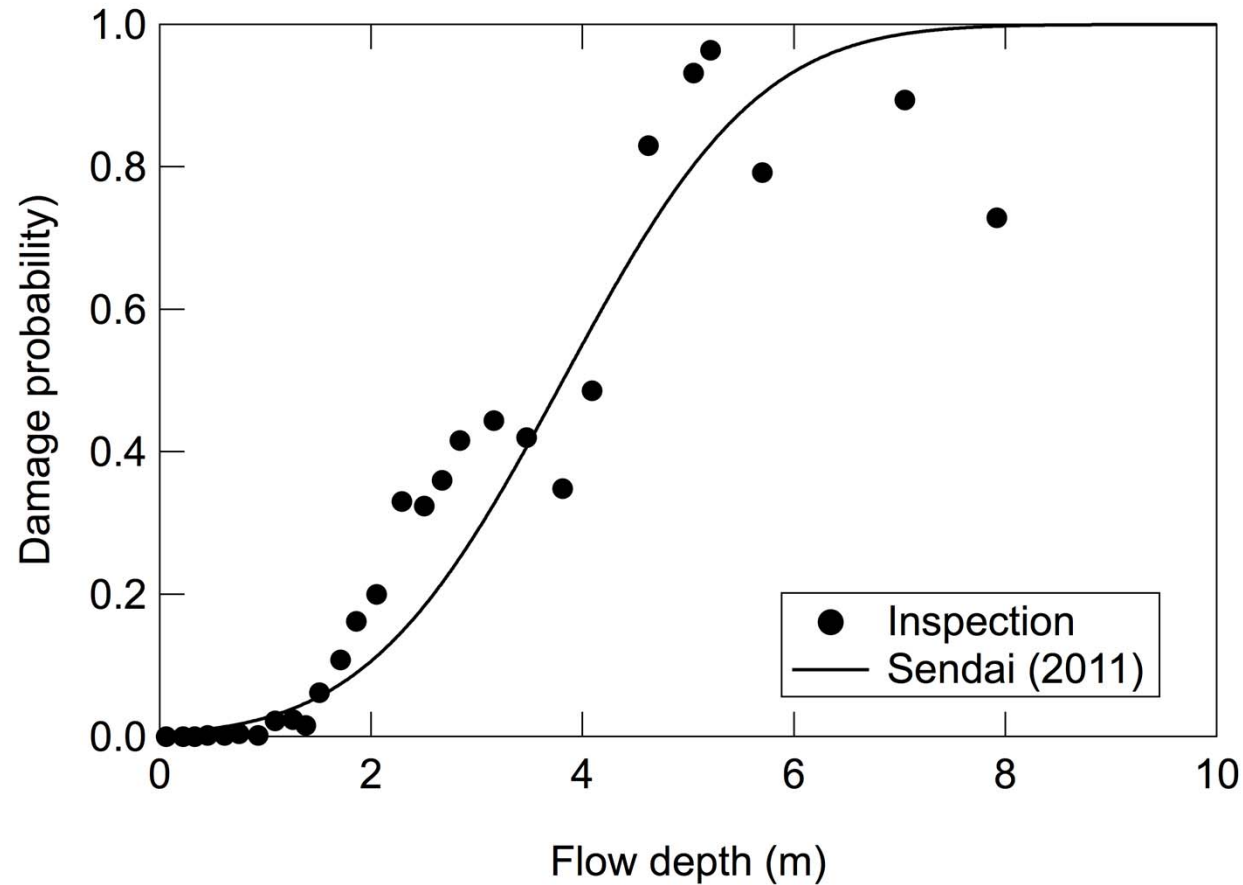


浸水深が高い場所＝海岸付近とすると, 流失率が頭打ちになるのは海岸にはRC造建物が多く, 堅牢であったためか?

県全体としては, 浸水深が2mが建物流失の目安となる. Banda Acehの被害と類似しているが, Banda Acehよりは耐津波性は高かった.



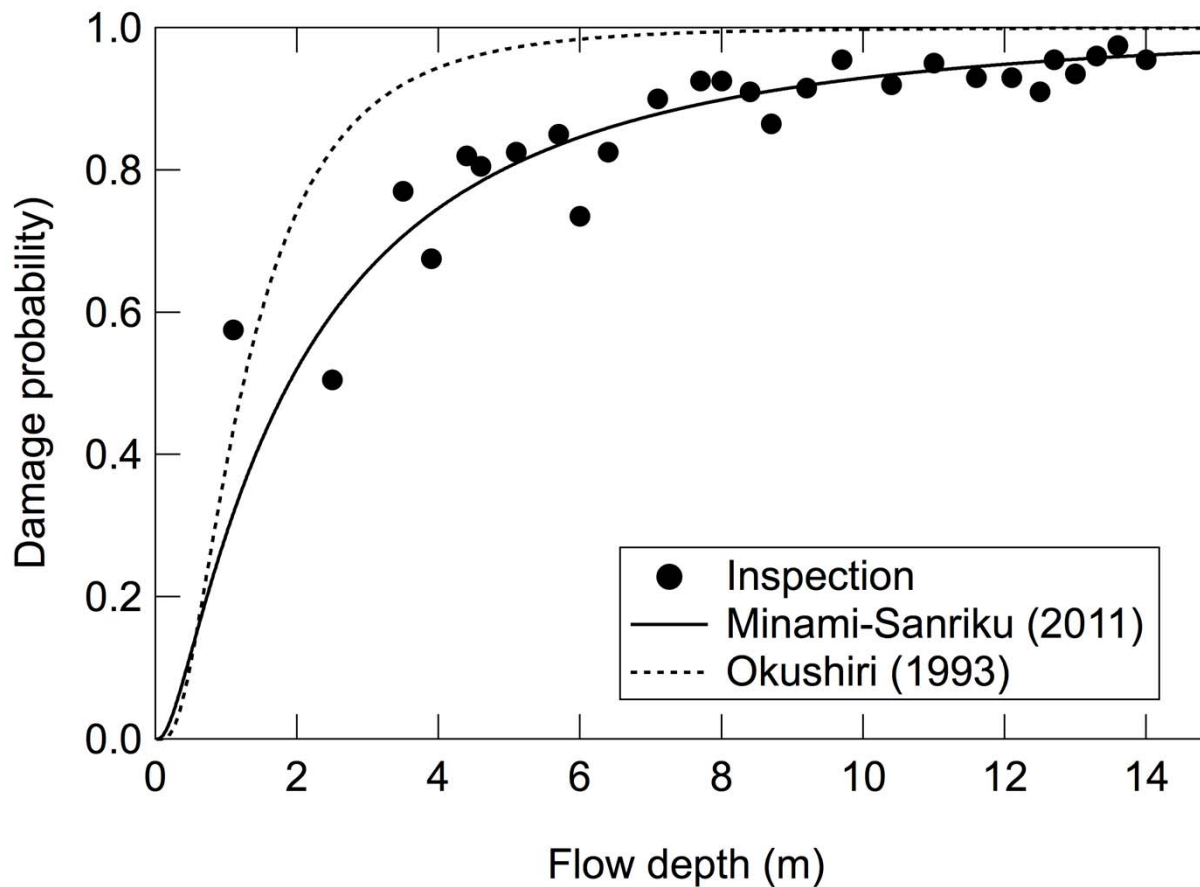
# 津波被関数(仙台市)



浸水深が2mを超えると建物流失率が増加. 家屋の再建は, 多重防護による減災効果も見込んだ上で, 浸水深2m以下の地域が望ましい.



# 津波被関数 (南三陸町)



浸水深が1m程度でも建物流失率が高い。奥尻島青苗地区と類似した脆弱性。奥尻島青苗地区は、低層の木造住宅が多く、津波に対して極めて脆弱であった。



## まとめと課題

- 宮城県全体：浸水深2mで建物流失率が増加する（流失率2割以上）。
- 浸水深6mを超えると流失率は8割以上。
- 地域により、津波の特性や地形等との関連で被害率は大きく異なる（例：仙台市，南三陸町）
- 地域別の被害関数を構築し，精査する必要がある。
- 建物構造別に整理して被害関数を構築する。
- 数値シミュレーションを併用した被害関数の構築（流速や津波力との関連）





# ゾーニングへの提案

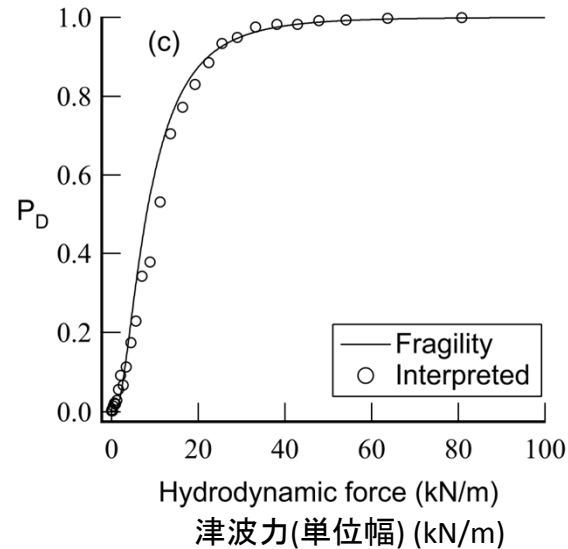
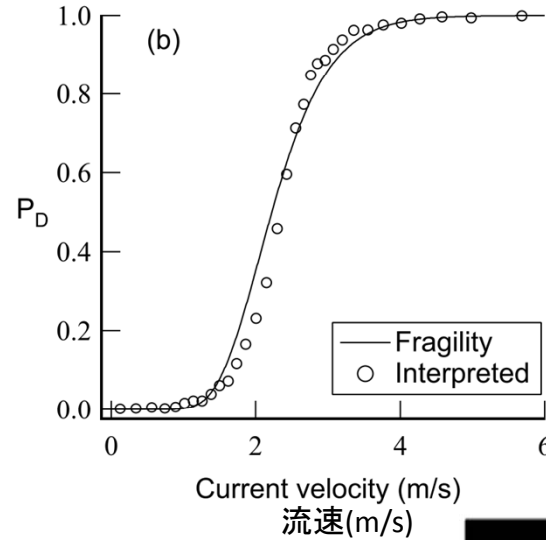
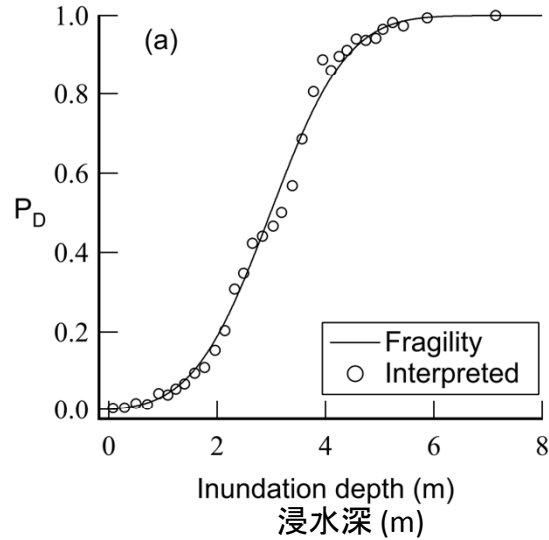
- 復興計画における多重防護策を考慮したシミュレーション(今次津波を含んだ想定)を実施し、津波被害関数を利用して、地域全体の減災効果をチェックする必要がある。
  - － 浸水域2m以上の地域をどれだけ減らせるか
  - － 新たな土地利用計画における居住地は安全か
- 浸水域内に家屋を再建する場合には、頑強な基礎(2m程度のコンクリートの基礎が望ましい)をもち、2mを超える津波でも浮きにくい構造にすることを奨励する。
  - － 迅速な避難が難しい場合の生存空間の確保
  - － 基礎高2mは建築基準法の範囲内？
  - － 固定資産税の減免や補助金などで支援する



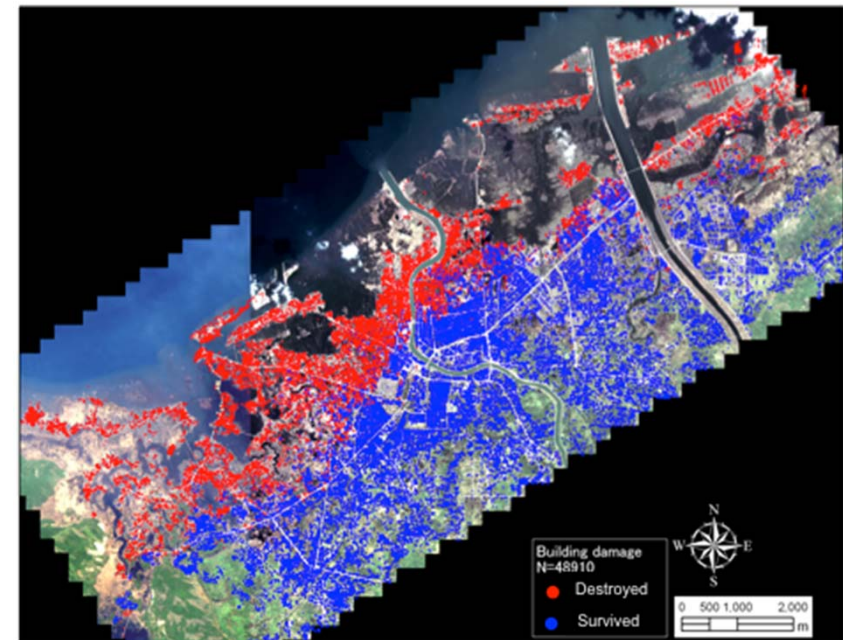
東北大学

# 参考：津波被関数（流失率）

## Banda Aceh, 2004年Sumatra島沖地震津波



Koshimura, S., T. Oie, H. Yanagisawa, and F. Imamura, Developing fragility functions for tsunami damage estimation using numerical model and post-tsunami data from Banda Aceh, Indonesia, Coastal Engineering Journal, JSCE, Vol.51, No.3, pp.243-273, 2009.

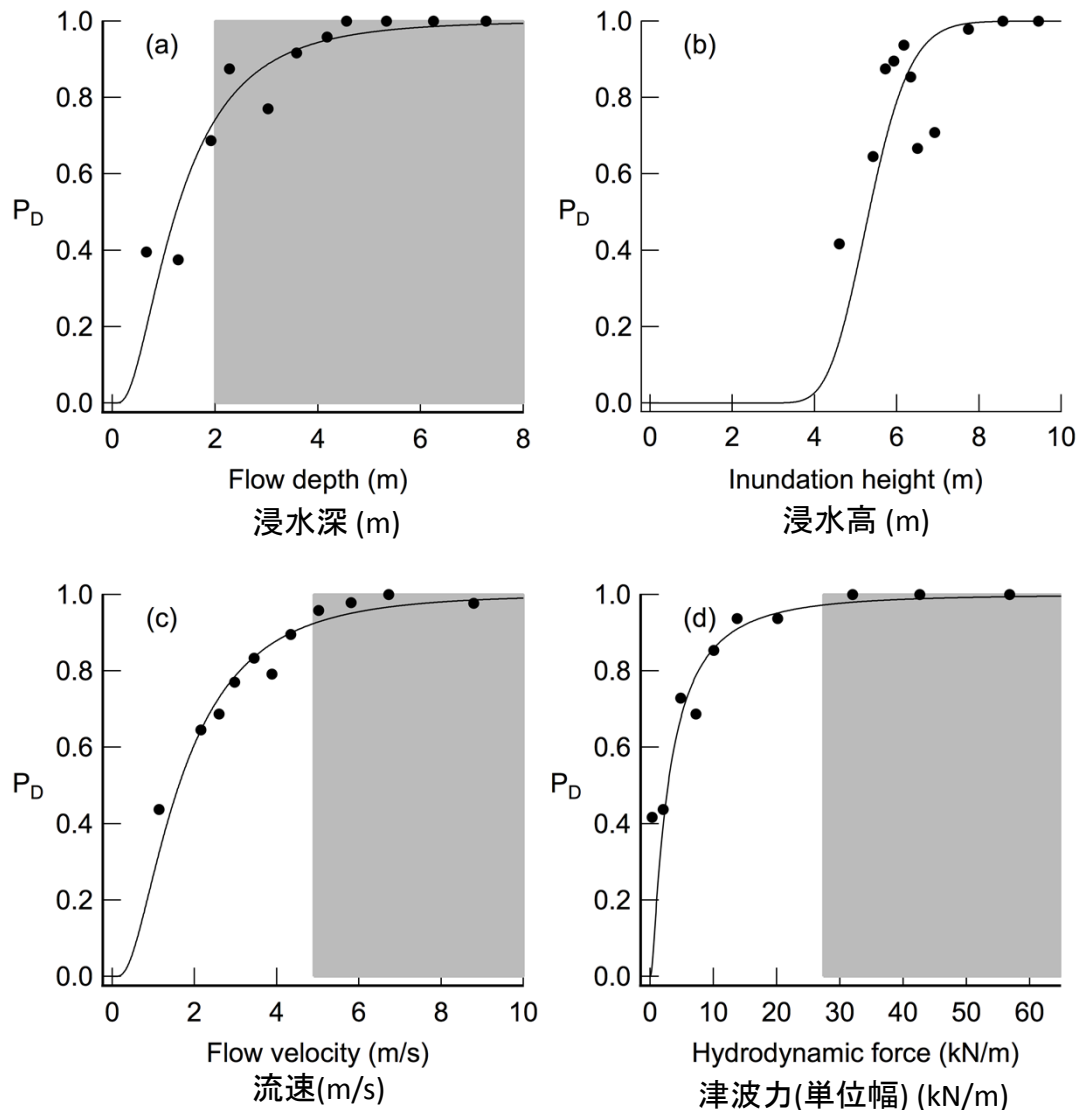




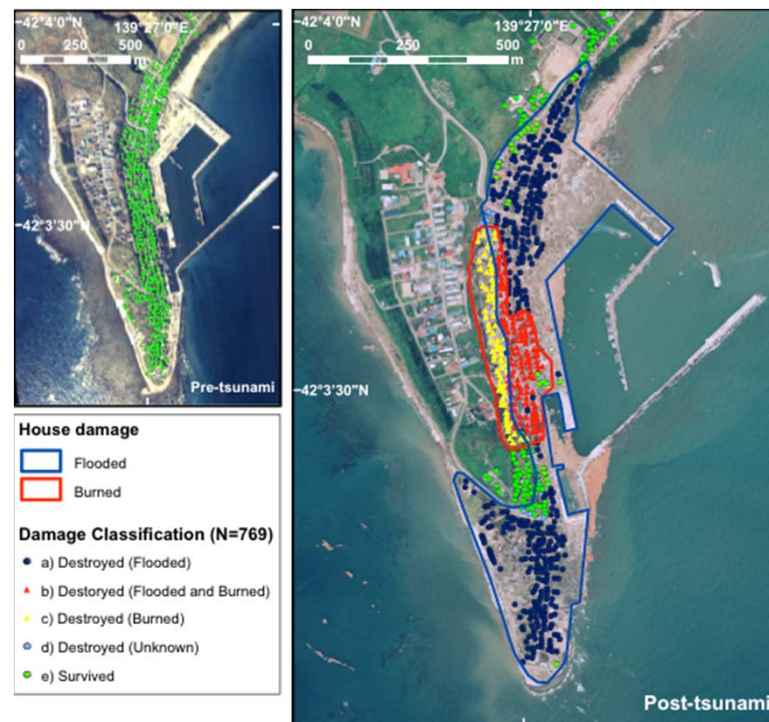
東北大学

# 参考：津波被関数

## 奥尻島青苗地区(1993年北海道南西沖地震津波)



※灰色の領域は飯塚・松富(2000)の木造家屋・大破の基準値



越村俊一, 萱場真太郎, 1993年北海道南西沖地震津波の家屋被害の再考, 津波被害関数の構築に向けて, 地震工学論文集, 第10巻, 第3号, pp.88-101, 2010.



# 参考：津波被害の予測式（首藤，1992）

被害区分	浸水深 H	
	木造	非木造
全壊(床上浸水)	$2.0\text{m} \leq H$	—
半壊(床上浸水)	$1.0\text{m} \leq H \leq 2.0\text{m}$	—
軽微(床上浸水)	$0.5\text{m} \leq H < 1.0\text{m}$	$0.5\text{m} \leq H$
床下浸水	$H < 0.5\text{m}$	$0.5\text{m} \leq H$

首藤伸夫：津波強度と被害，東北大学津波工学研究報告，第9号，pp.101-136，1992.



# 参考：津波被害の予測式（飯塚・松富，2000）

家屋の種別	中 破			大 破		
	浸水深 (m)	流速 (m/s)	抗力 (kN/m)	浸水深 (m)	流速 (m/s)	抗力 (kN/m)
鉄筋コンクリート造	—	—	—	7.0以上	9.1以上	332-603以上
コンクリートブロック造	3.0	6.0	60.7-111	7.0	9.1	332-603
木造	1.5	4.2	15.6-27.4	2.0	4.9	27.4-49.0
被害程度	柱は残存，壁の一部が破壊			壁と柱のかなりの部分が破壊される か流失		

飯塚秀則，松富英夫：津波氾濫流の被害想定，海岸工学論文集，第47巻，pp.381-385，2000.