



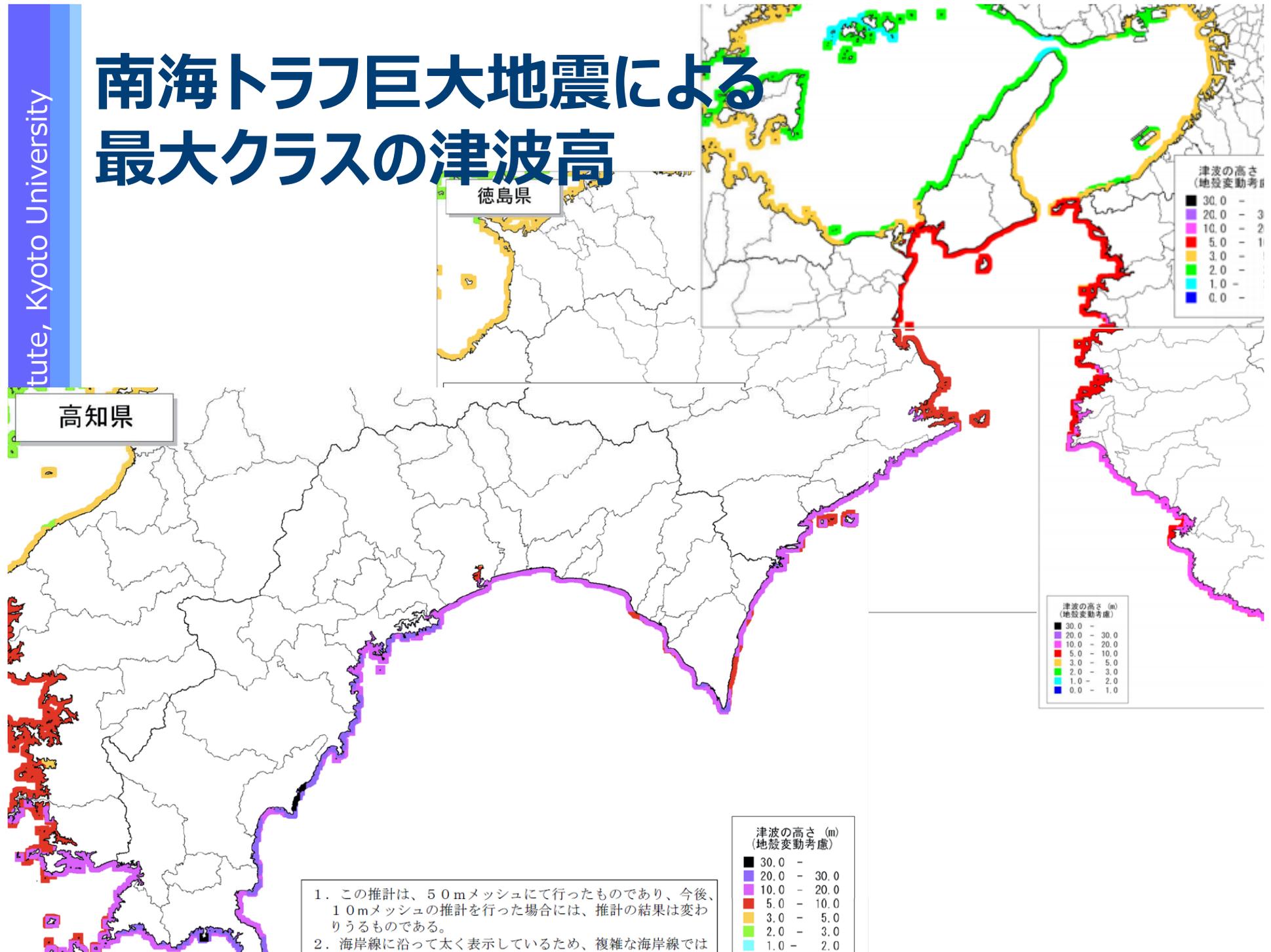
単一の最大クラスシナリオは 想定外を無くせるか

— 漸増津波氾濫解析による幅のある想定のお勧め —

安田誠宏

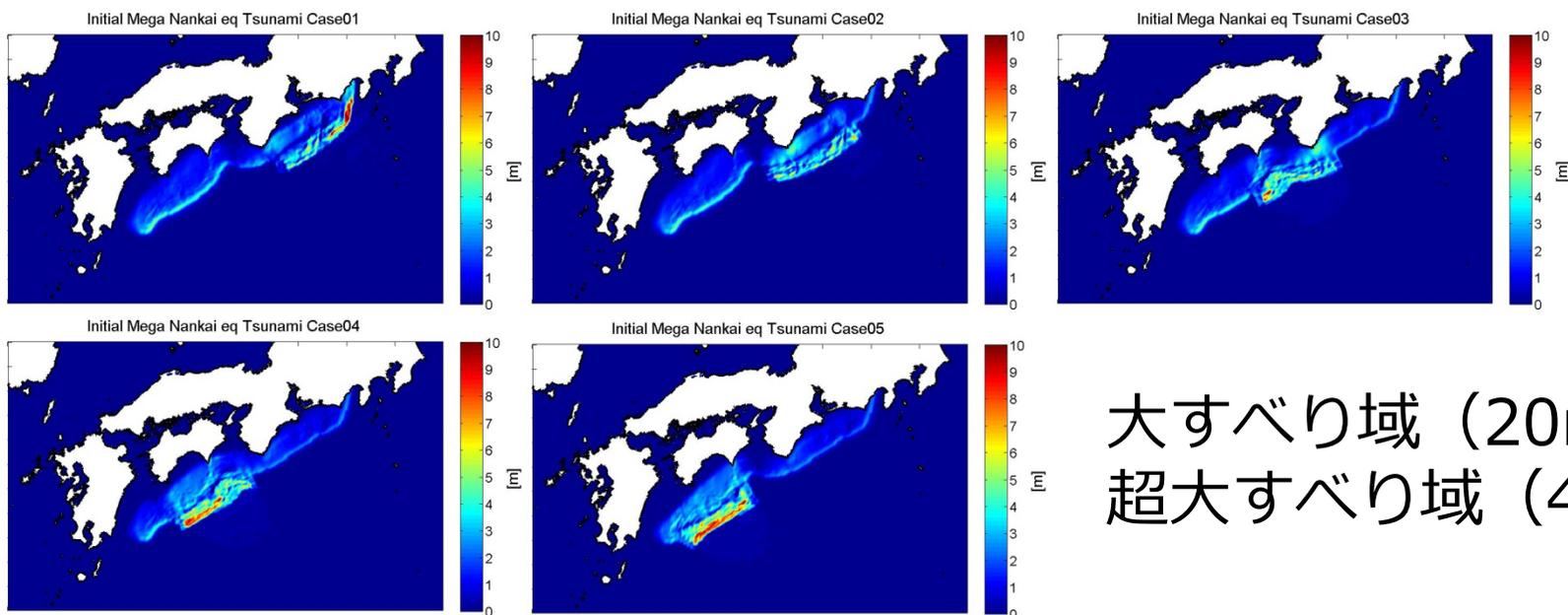
京都大学防災研究所

南海トラフ巨大地震による 最大クラスの津波高





南海トラフ巨大地震モデル – 11ケース



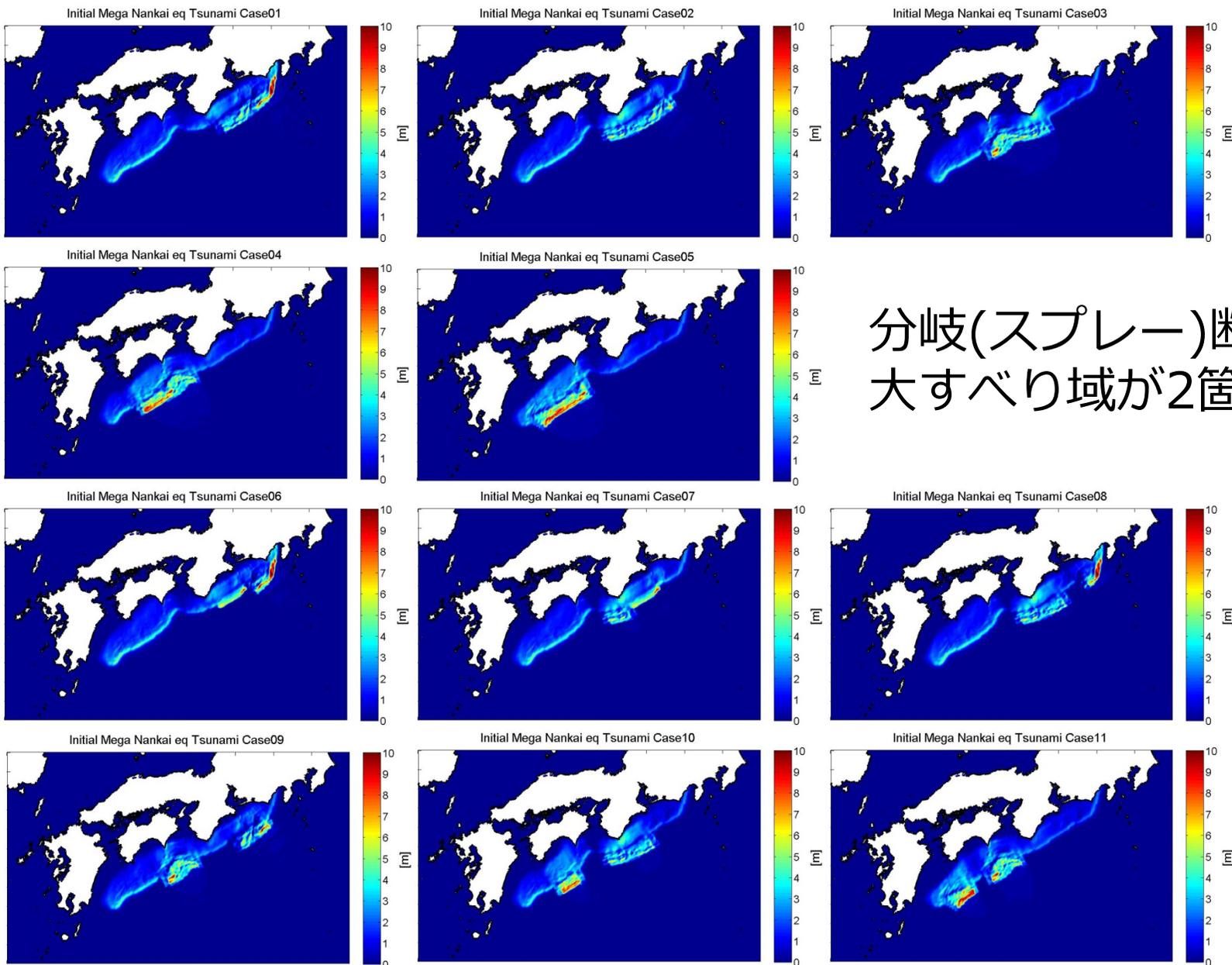
大すべり域 (20m)
超大すべり域 (40m)

- ケース 1「駿河湾～紀伊半島沖」に大すべり域 + 超大すべり域
- ケース 2「紀伊半島沖」に大すべり域 + 超大すべり域
- ケース 3「紀伊半島～四国沖」に大すべり域 + 超大すべり域
- ケース 4「四国沖」に大すべり域 + 超大すべり域
- ケース 5「四国沖～九州沖」に大すべり域 + 超大すべり域





南海トラフ巨大地震モデル - 11ケース

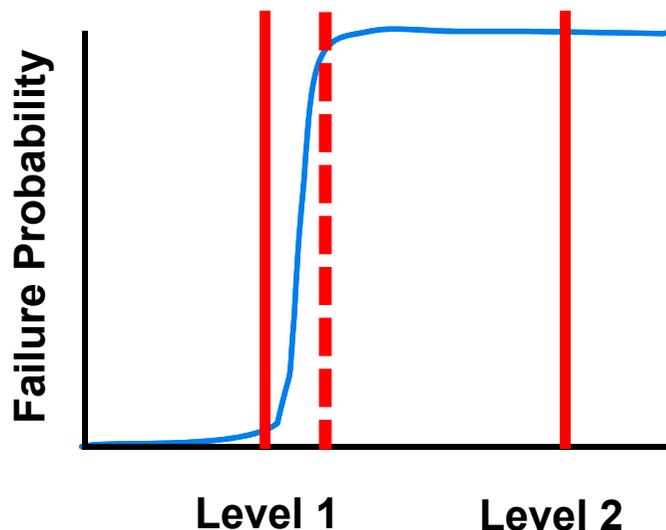


分岐(スプレー)断層
大すべり域が2箇所



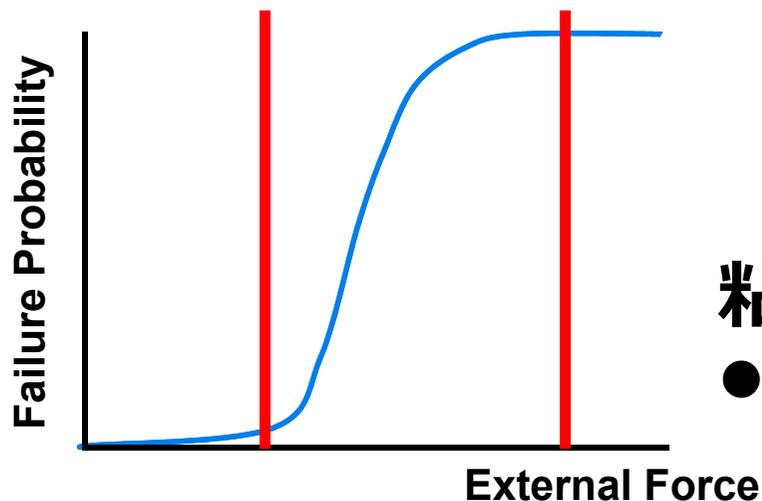


津波レベル 1 と 2 に対する設計



津波レベル

- Level 1 = 再現期間が50-100年
 - 海岸構造物で対処
 - 人命・財産を守る
- Level 2 = 再現期間が500-1000年
 - 避難や都市計画を含む対処
 - 人命を守る
 - 早期復旧を可能にする



粘り強い構造物

- 構造物の耐力の見積もり0~100%?

粘り強い構造に



防災計画の現状

- 防災計画において、想定と異なる外力の津波まで考慮している自治体はほとんどない。
- 基本的にはある**1つの想定**に基づいてハザードマップが作られる。
- 南海トラフの巨大地震に対しても、**1つのハザードマップ**が新たに作成されていけよう。
- シンプルさを重視するあまり、想定における予測の幅、不確実性や確率をハザードマップの受け手側（住民）に対して、伝えきれていない。
→ **予測の幅**を踏まえた防災マップ°



愛知県田原市の防災マップ

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

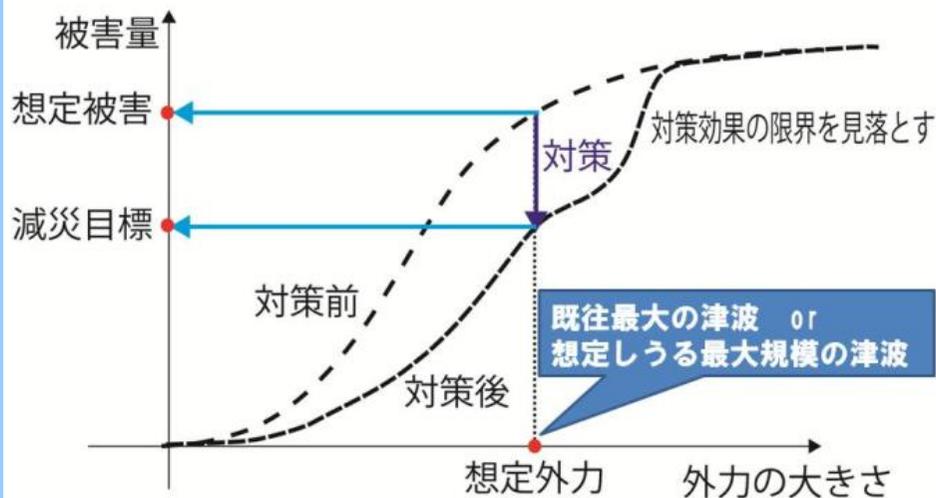


- 市や校区，自治体などによる話し合いによって色が塗られた津波避難対象区域（黄色）
- 周囲の津波浸水想定区域（青色）や過去の津波災害履歴などを考慮



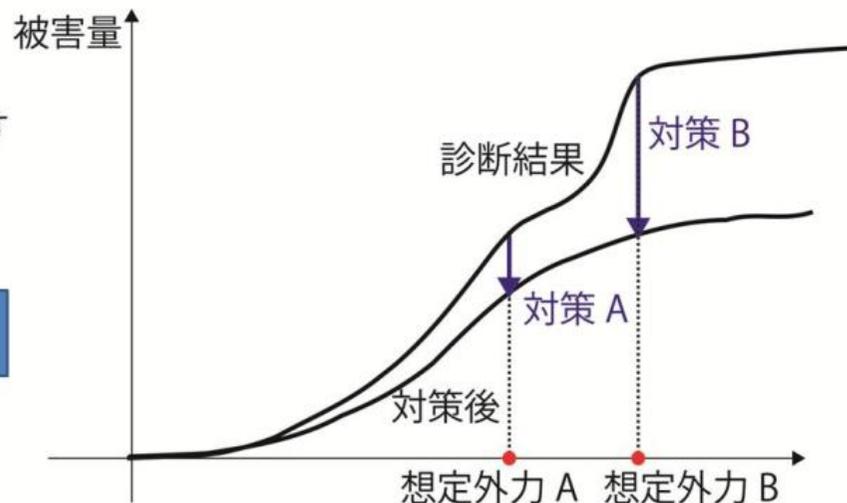


限られたシナリオにとらわれない



1. 想定を超える外力に対しては、対策の効果が期待できない。
2. 想定を超える外力に対して、備えようとする意識は生まれない

単一の想定を用いた津波防災・減災戦略



1. 壊滅的な状況になるシナリオの見落としを無くす
2. 多重的な対策の意識を生む

想定外力を変数にして得られる**連続的な被害量の傾向**を用いた津波防災・減災戦略





漸増津波氾濫解析による浸水危険 度の変化予測



漸増津波氾濫解析

- 津波高を段階的に変化させて氾濫解析をする手法 → **漸増津波氾濫解析**と定義
- それを用いて津波災害に対する地域の耐津波ポテンシャル変化の評価を行う。
- 検討例
- 避難所生活者の収容人数の喪失
 - 和歌山県全体
 - 和歌山県海南市
- 下水処理場・ポンプ場の喪失
 - 高知県高知市



和歌山県を対象とした検討事例



災害対応の転換を要する津波規模の推定

従来想定を超える巨大津波によって沿岸部の避難所が浸水すると、被災後の利用が不可能に

事前に想定していた対応ができず、そこに避難するはずであった住民は他の避難所に避難

被災する避難所が少なければ、他の避難所への振り分け等の市町村レベルでの災害対応が可能

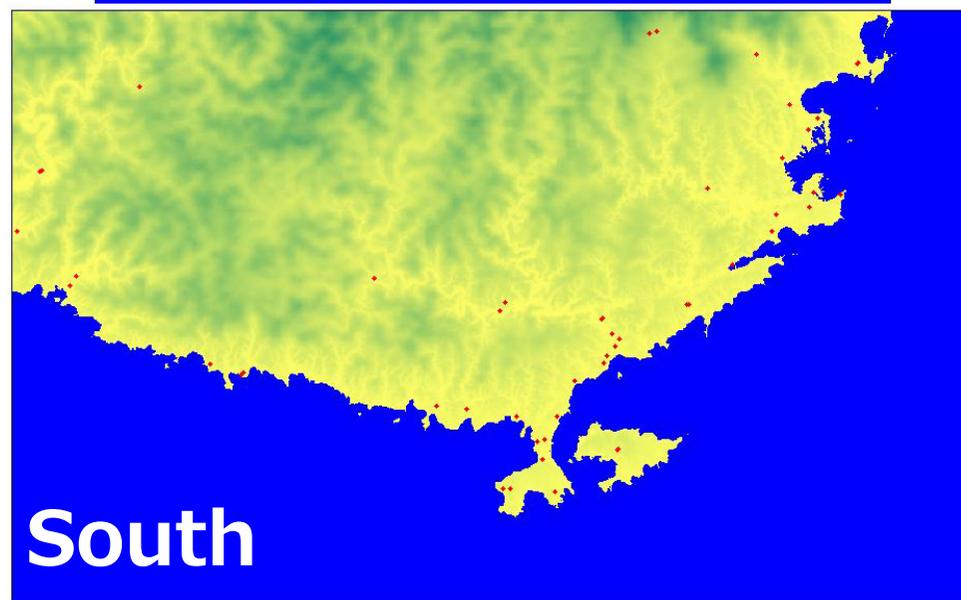
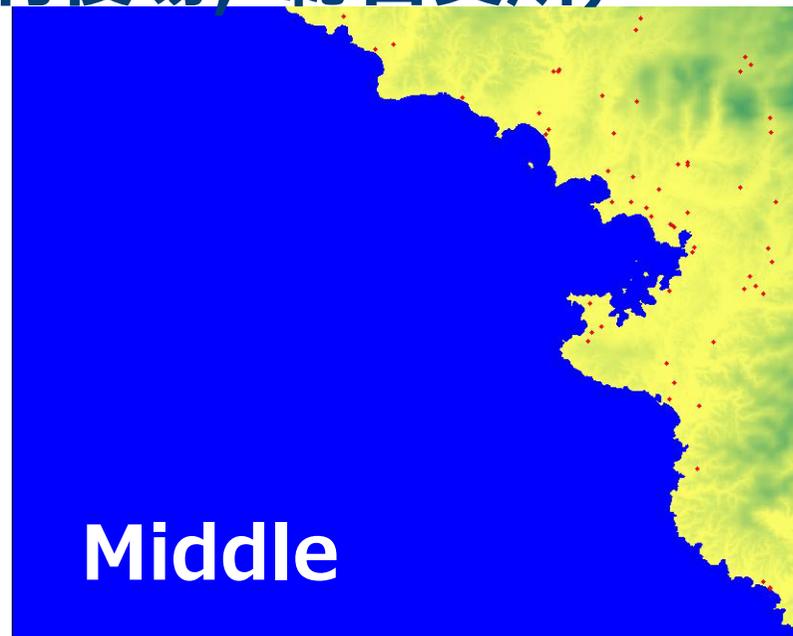
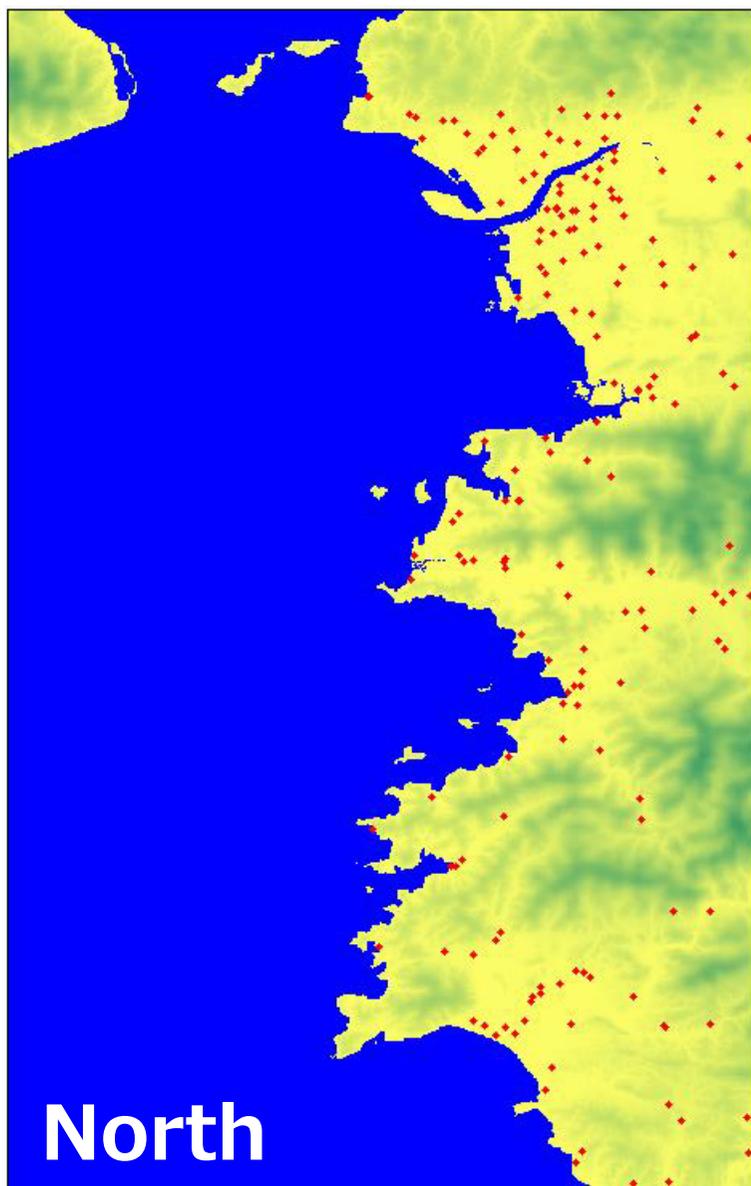
だが、多くの避難所や収容人数の多い避難所が被災すると、他の避難所への振り分けは困難に

市町村レベルから県レベルへ、災害対応の転換が必要となる可能性が出てくる



和歌山県の災害対応拠点 (小中学校および市町村役場, 総合支所)

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University





入力津波モデル

□ モデル1

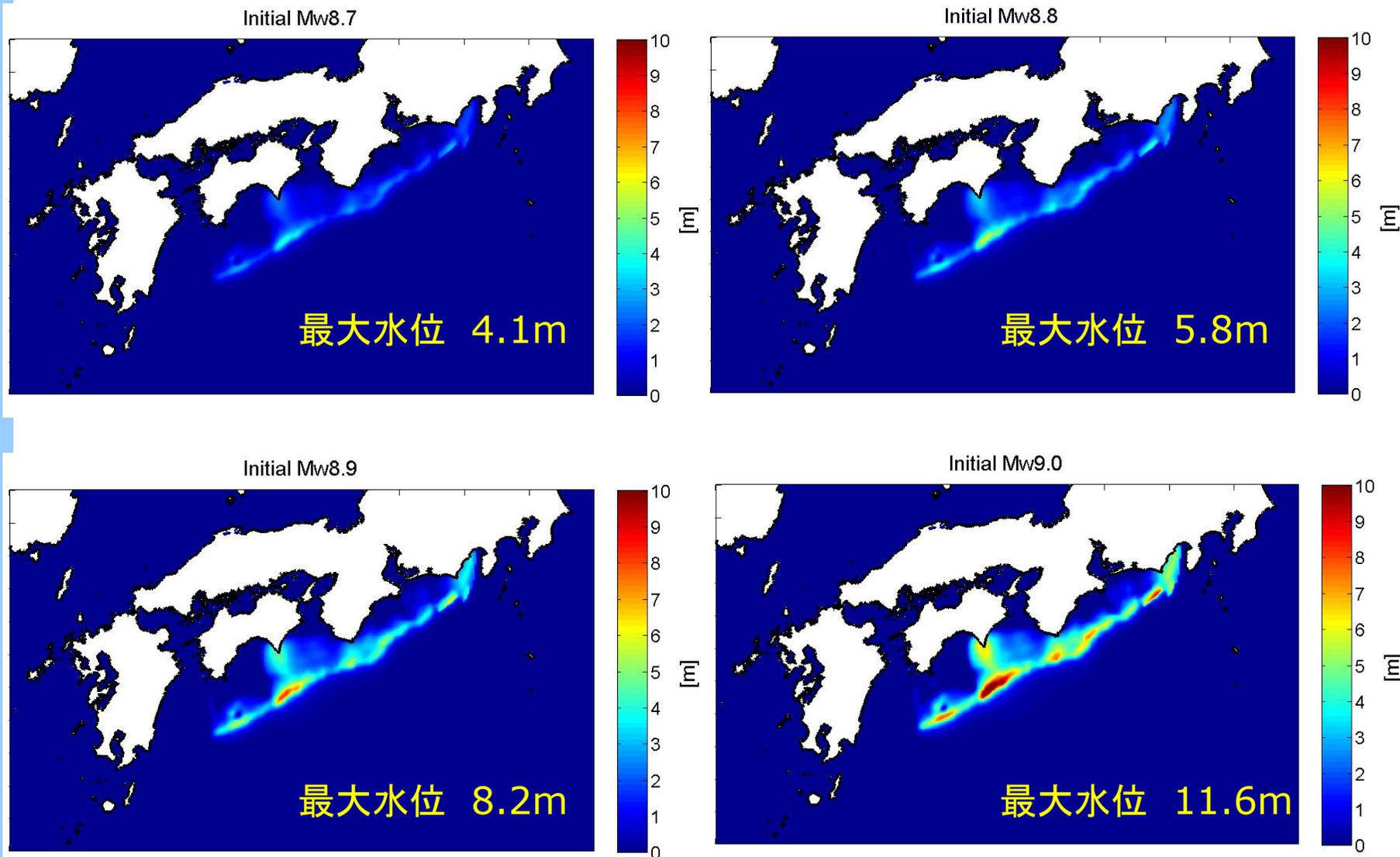
- 想定地震：**中央防災会議(2003)の三連動地震モデル**
震源域を固定して，すべり量を均一に変化
- 地震マグニチュード=岩盤剛性率×すべり量×断層面積
- **Mw**を**8.7~9.0**まで，0.1ずつ変化
- Mwが**0.1**増大 → すべり量&水位 **1.41**倍
- Mwが**0.2**増大 → すべり量&水位 **2.0**倍

□ モデル2

- 想定地震：**中央防災会議(2012)の南海トラフ巨大地震**
- Mw9.1 (強震動モデル Mw9.0) で固定
- 11シナリオ，大すべり域や分岐断層の位置を変化

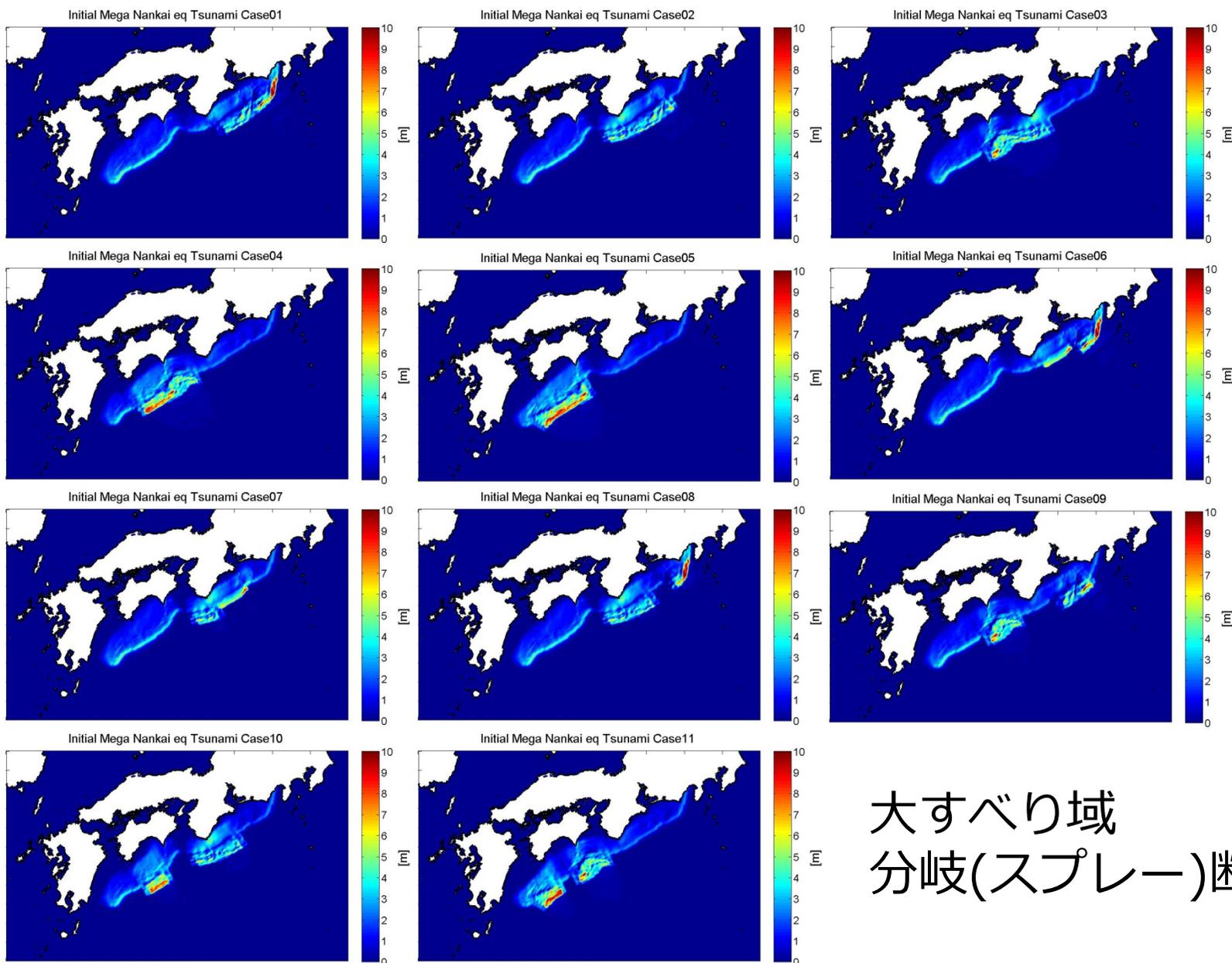


津波初期波源 (モデル1)





津波初期波源 (モデル2) - 11ケース

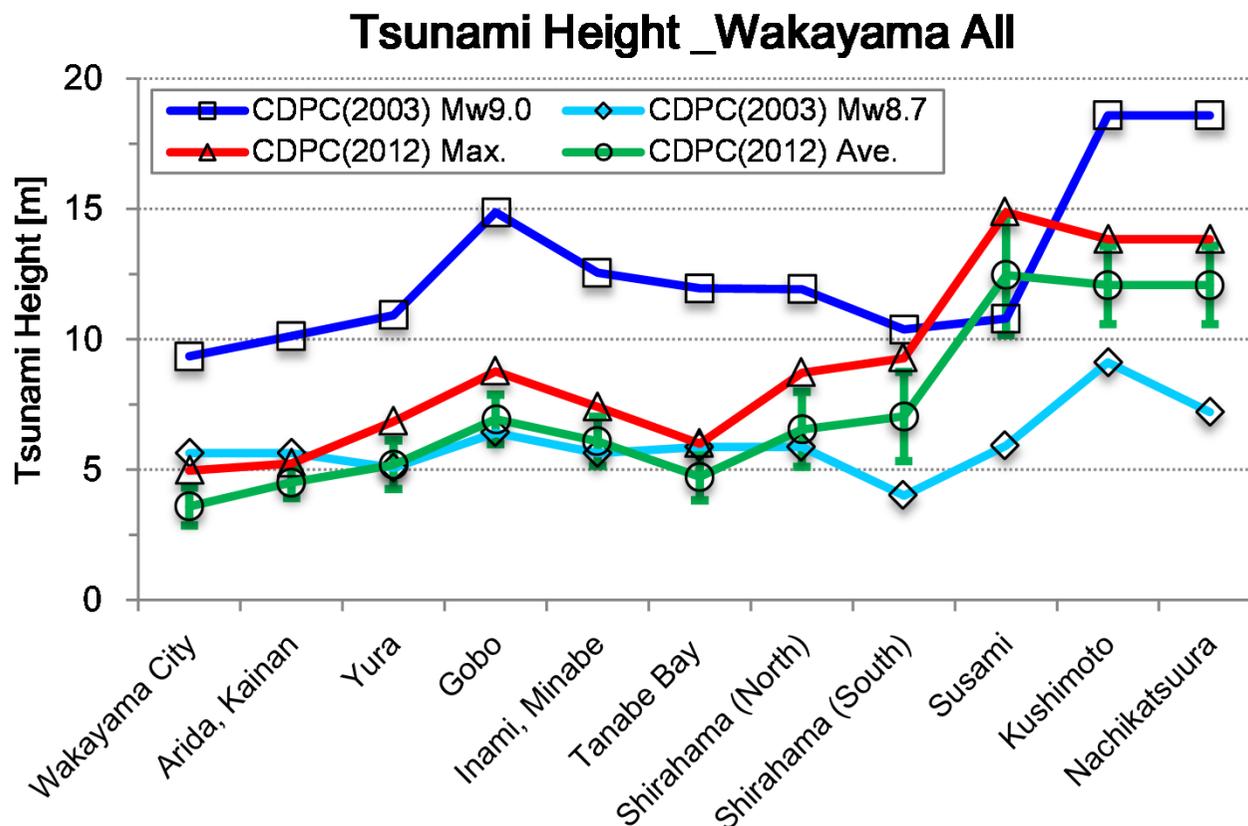


大すべり域
分岐(スプレー)断層





複数の地震想定による市町エリアでの 最大浸水高の関係と不確実性 (モデル1&2)



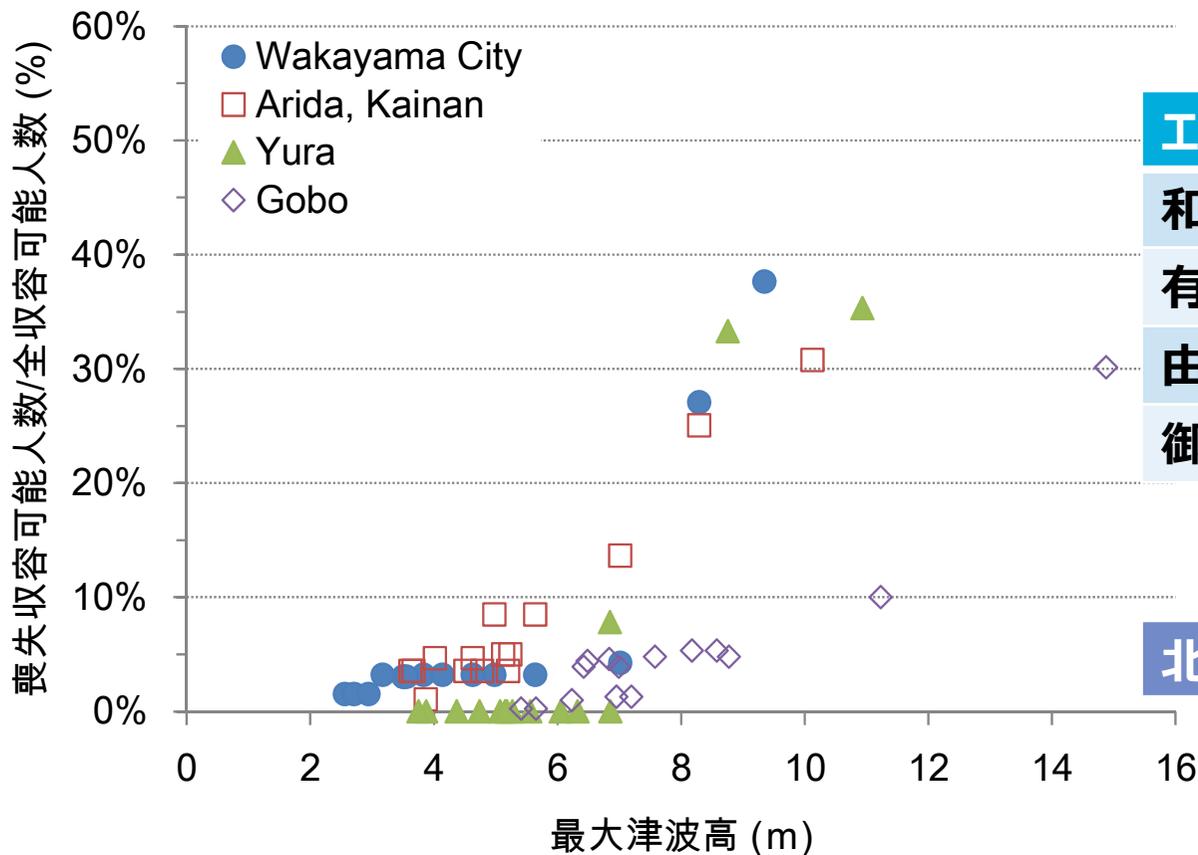
全般的に、モデル1によるMw9.0の方が大きめの浸水高となる。白浜～すさみの間でのみ、モデル2の最大ケースが上回るが、その分、この地域での想定シナリオの違いによる不確実性（分散）は大きい。





最大津波高と喪失収容可能人数の関係 (和歌山県北部)

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University



エリア名	津波高
和歌山市	7m以上
有田市・海南市	6m以上
由良町	7m以上
御坊市	11m以上



北部	6m以上
----	------

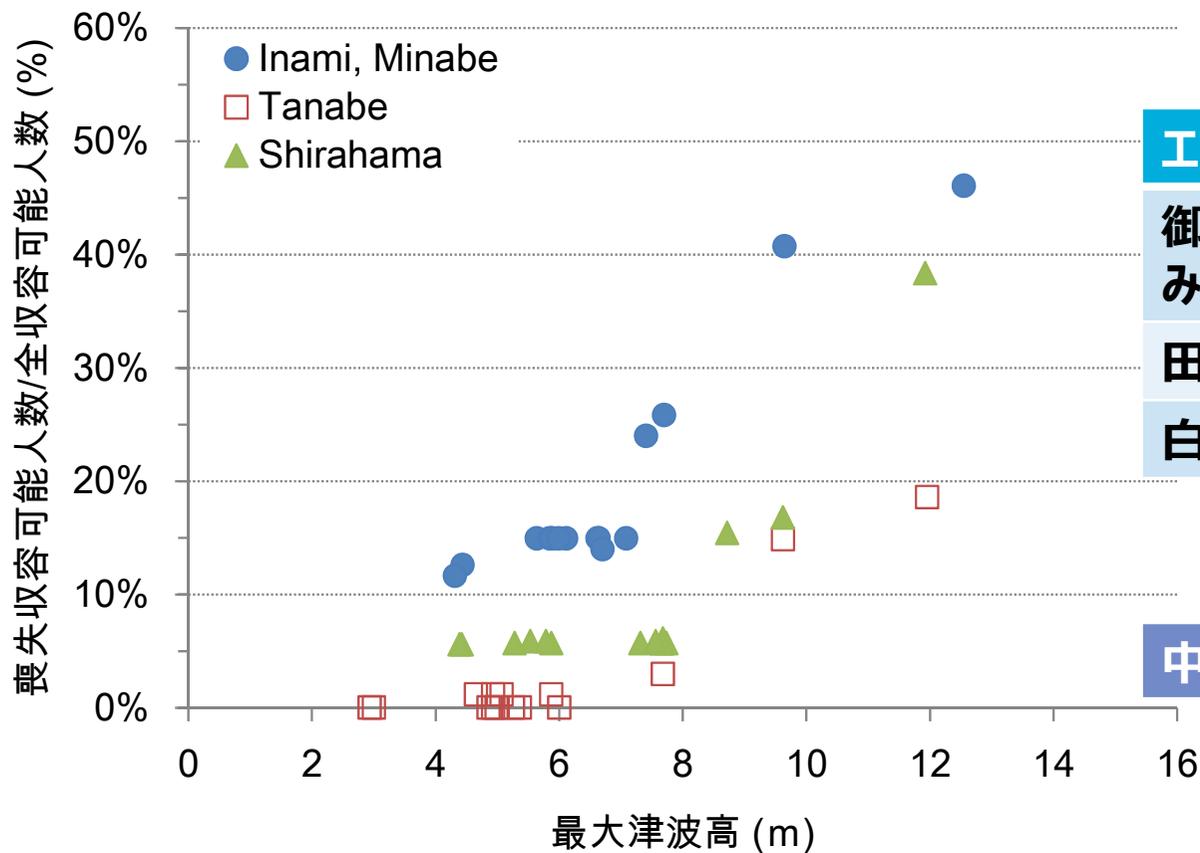
最大津波高が和歌山市,由良町では**7m**, 有田市・海南市では**6m**, 御坊市では**11m**を超えると収容可能人数の喪失数が急増する。





最大津波高と喪失収容可能人数の関係 (和歌山県中部)

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University



エリア名	津波高
御坊市・印南町・みなべ町	7m以上
田辺市	8m以上
白浜町	8m以上



中部	7m以上
----	------

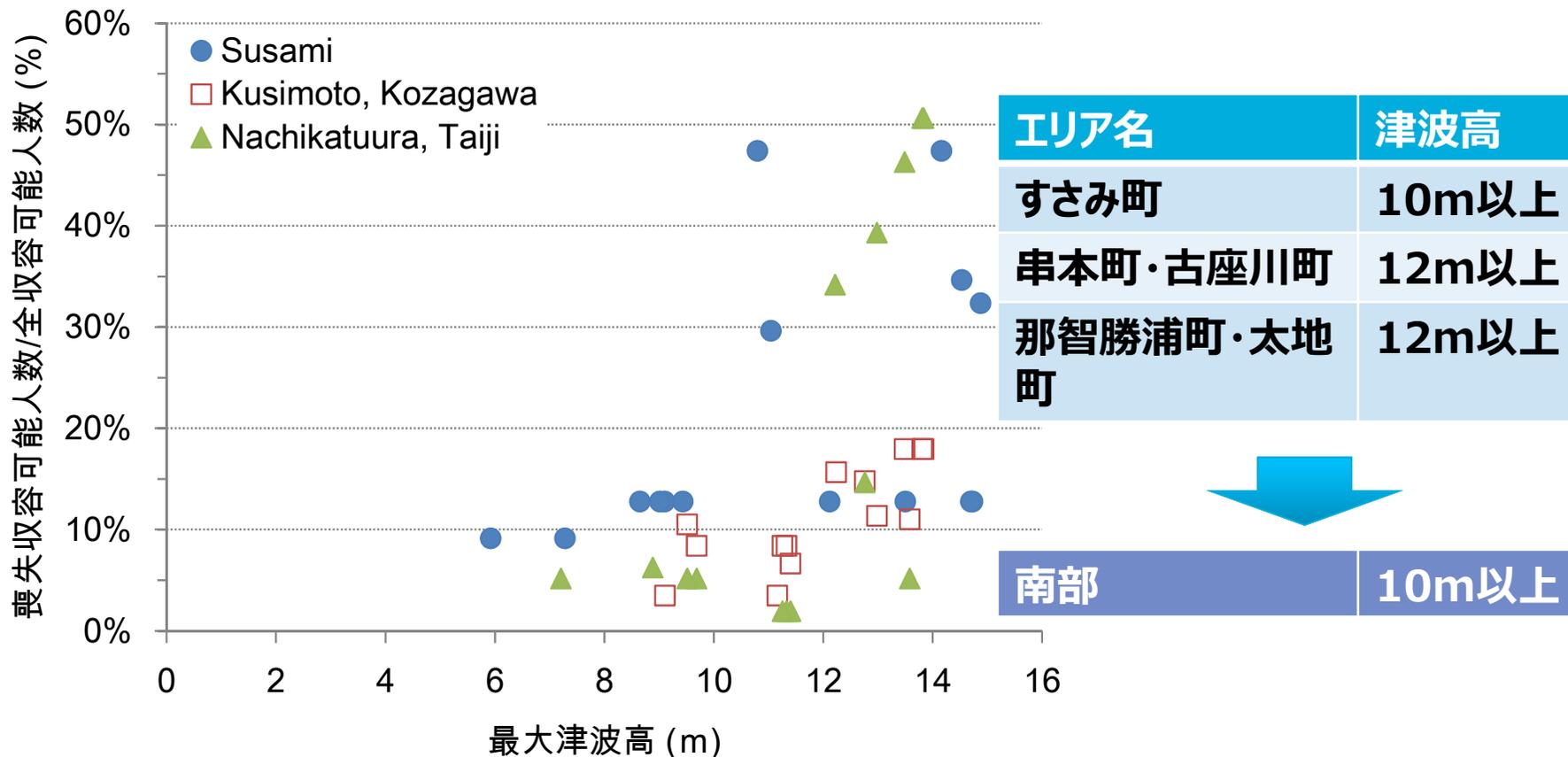
最大津波高が印南町・みなべ町では7m, 田辺市, 白浜町では8mを超えると収容可能人数の喪失数が急増する。





最大津波高と喪失収容可能人数の関係 (和歌山県南部)

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University



最大津波高がすさみ町では**10m**，串本町・古座川町，那智勝浦町・太地町では，**12m**を超えると収容可能人数の喪失数が急増する。





海南省を対象とした検討事例

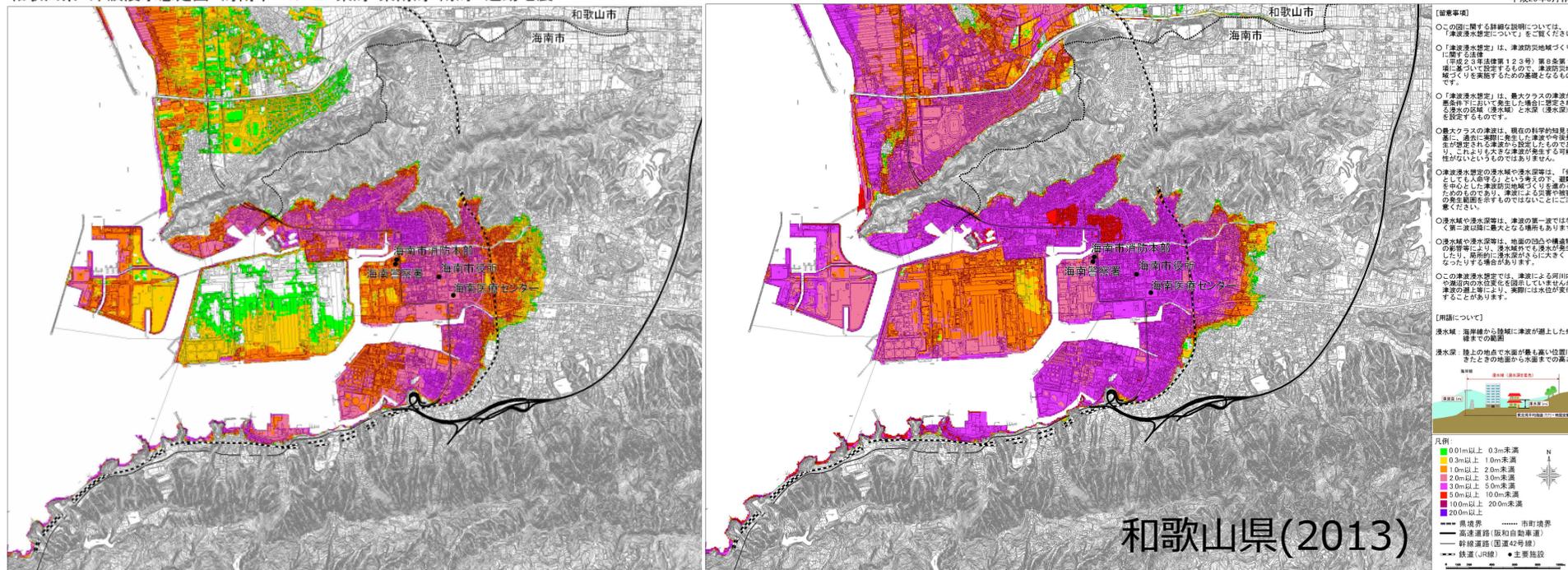


和歌山県海南市 津波浸水想定図

和歌山県 津波浸水想定図 海南市 1/2 東海・東南海・南海3連動地震

和歌山県 津波浸水想定図 海南市 1/2 南海トラフの巨大地震

平成25年3月作成

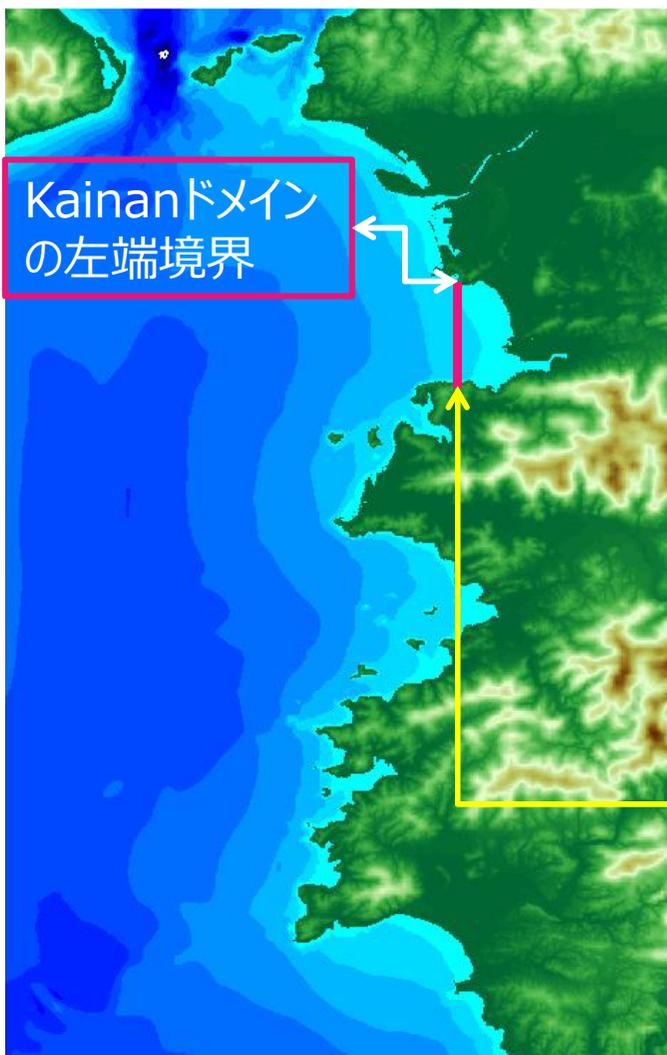


左：想定東海・東南海・南海3連動地震 右：南海トラフの巨大地震

- ❑ 海南市は地震発生時の指揮所となる市役所や人口が密集している地域での浸水が予想されており，早急に対策が必要である。
- ❑ 全体的に浸水深は増加したが，浸水範囲は大きく増加したとはいえない。
- ❑ この想定では浸水しないことになっているが，よく内水氾濫が起きるような浸水想定図の境界付近の地区で不安視されている。
 （規模が少し変わっただけでも，対応が難しくなる可能性がある）



領域境界から津波水位の入力

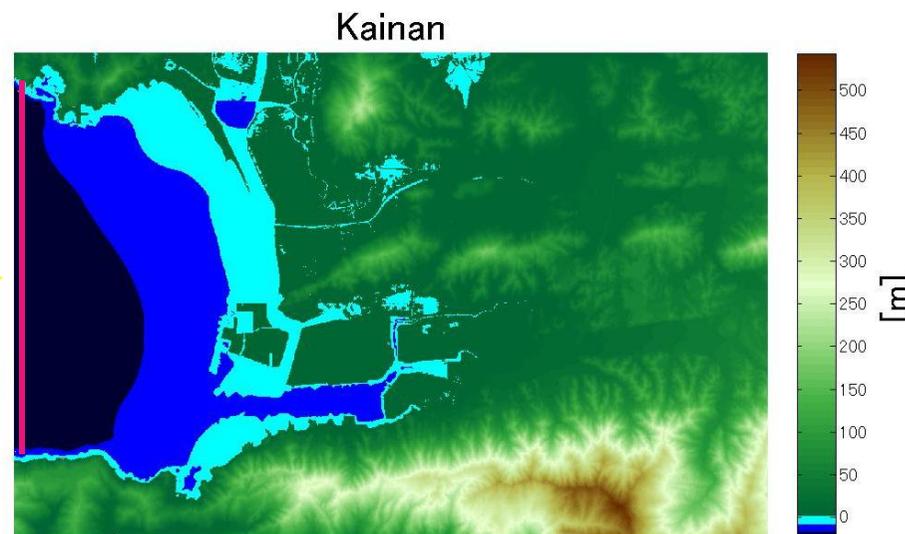


和歌山県北部の計算エリア

11ケースのネスティング計算によって得られた水位を抽出してKainanドメインの左端境界から入力.



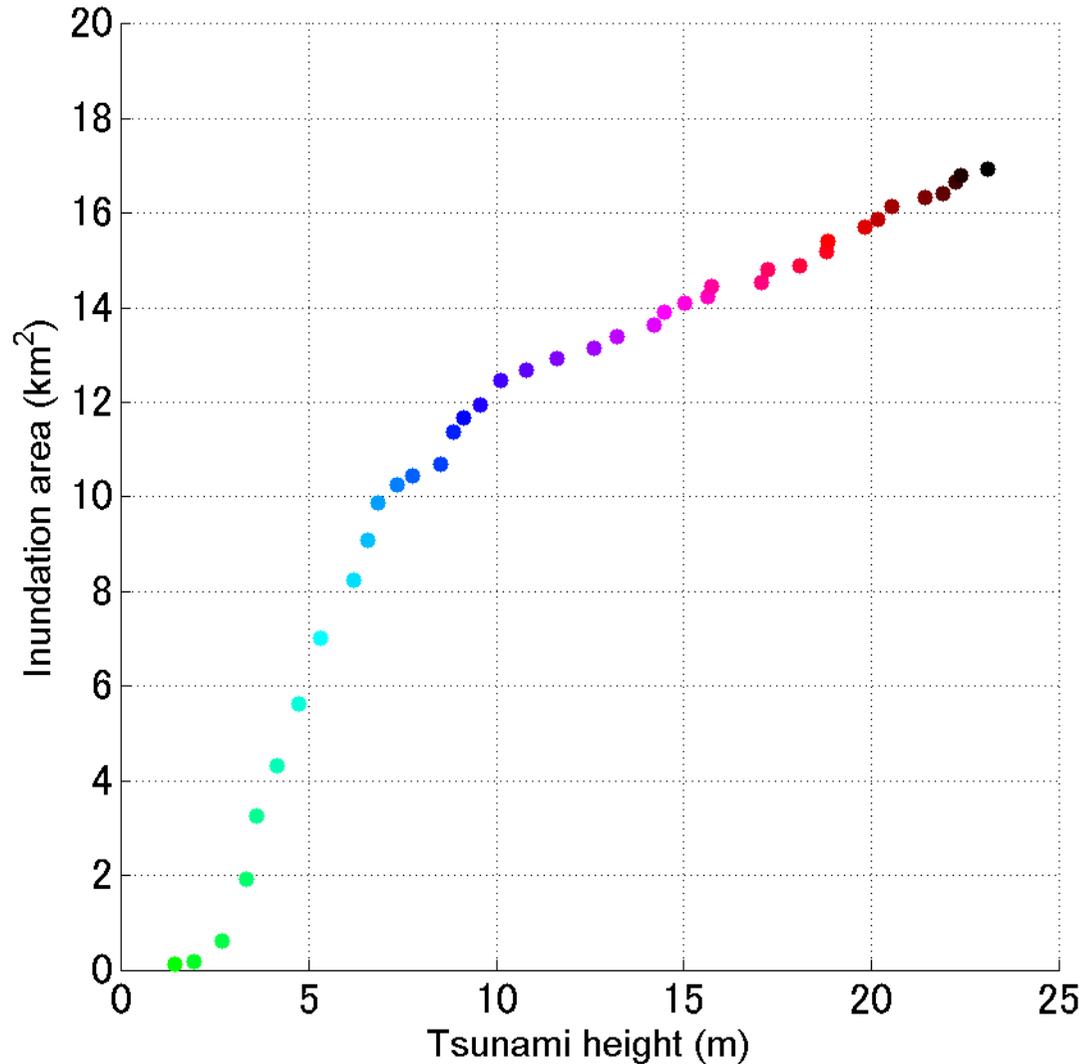
11ケースで最大となる水位の時系列を0.1~4.0倍に0.1ずつ変化させて左端境界から入力.



海南の計算エリア

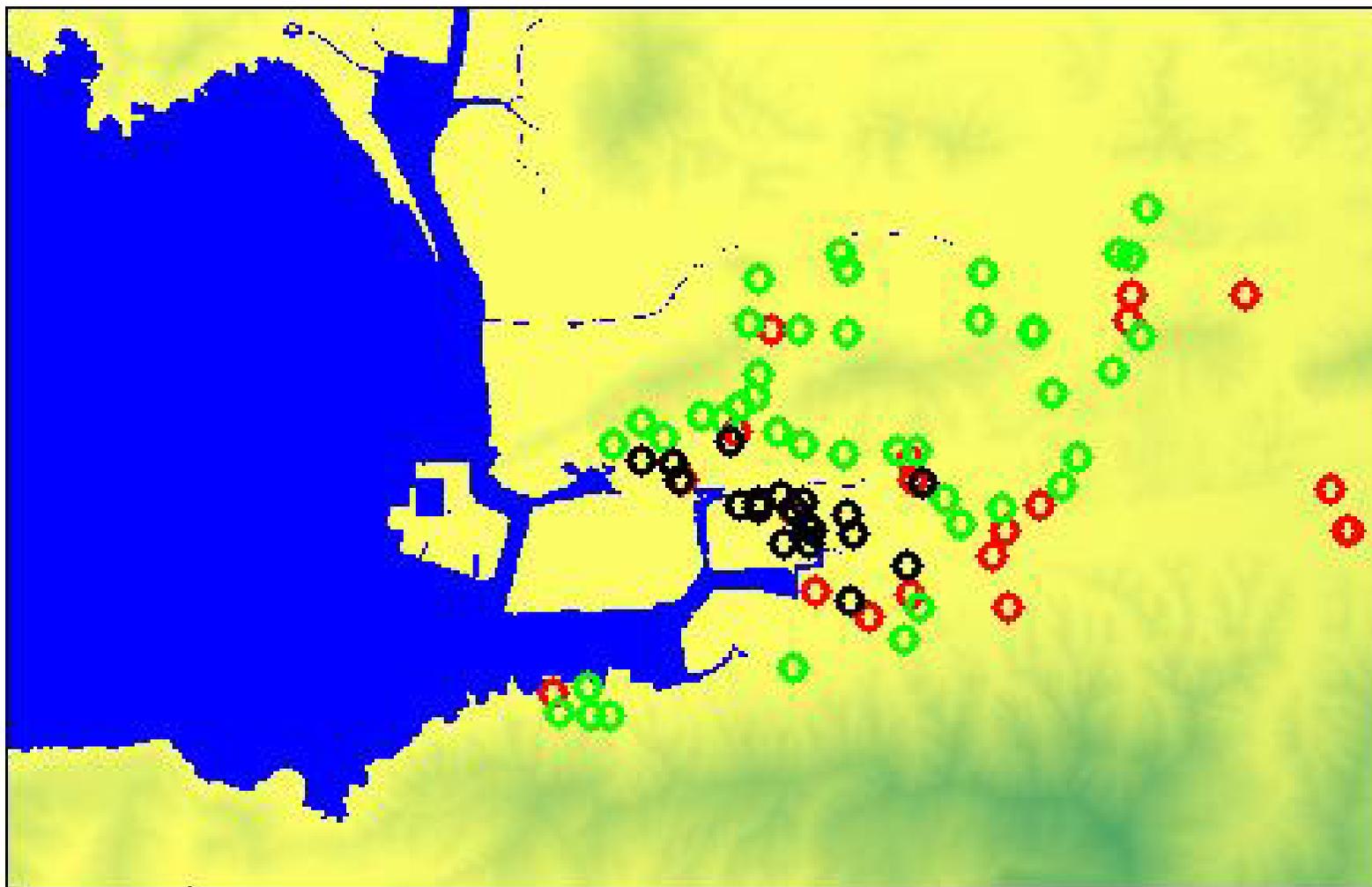


漸増津波高と浸水面積の関係



- 津波高2.7m (×0.3) になると浸水が始まる
- 津波高が4.7m (×0.7) になるとJR海南駅周辺まで浸水
- 津波高7.4m (×1.2) からは浸水面積の増加が1.1倍以下と緩やかに
- 津波高8.8m (×1.5) になると、河川を遡上した津波により浸水が始まる
- 津波高15.7m (×2.7) で浸水した大字以外はそれ以上の津波高でも浸水することはない
- 津波高18.1m (×3.0) 以降は、浸水面積の増加が1.01倍程度でほぼ頭打ち

海南市の指定避難場所

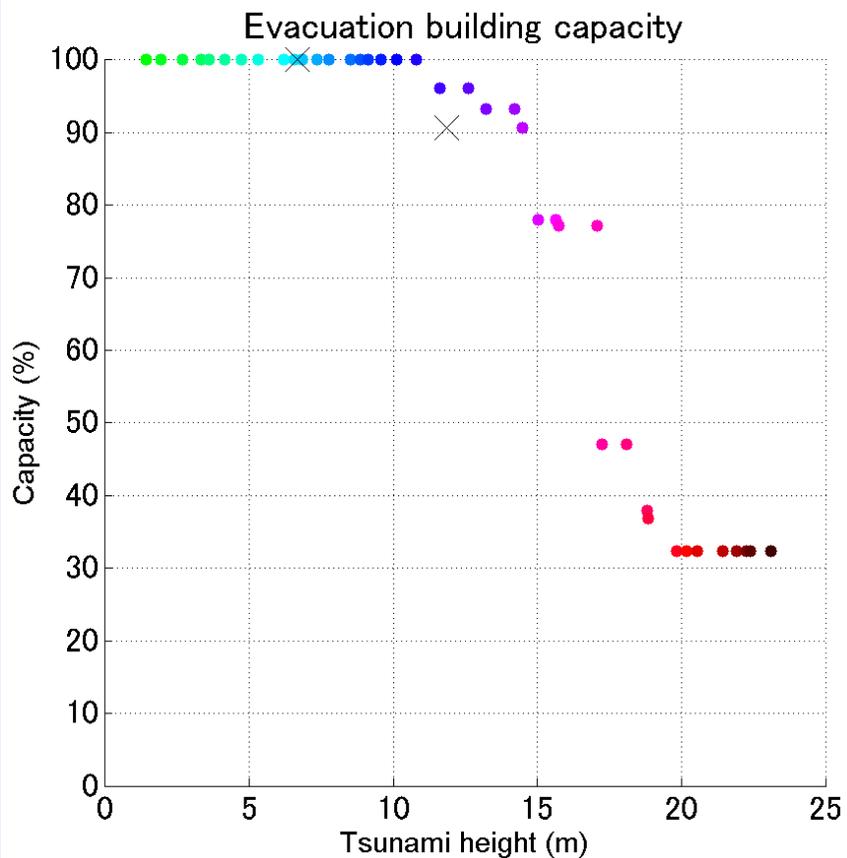


- 緑：緊急避難場所
- 黒：津波緊急避難ビル
- 赤：避難生活拠点となる施設

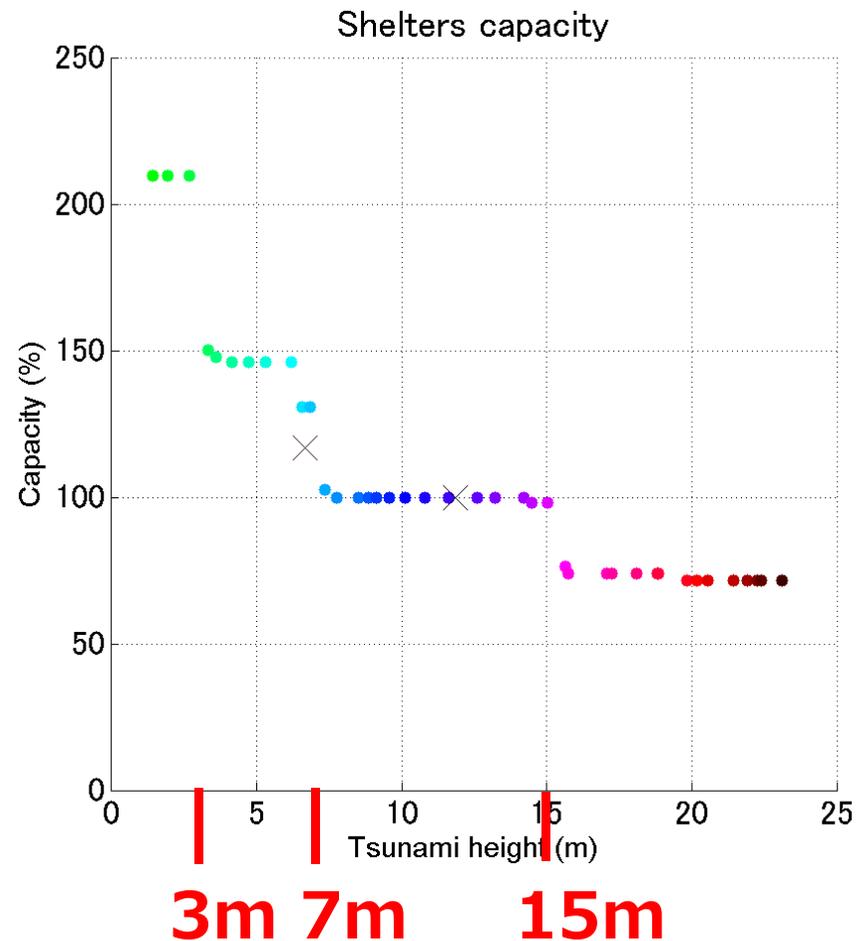


最大津波高と収容可能人数の関係

津波緊急避難ビル



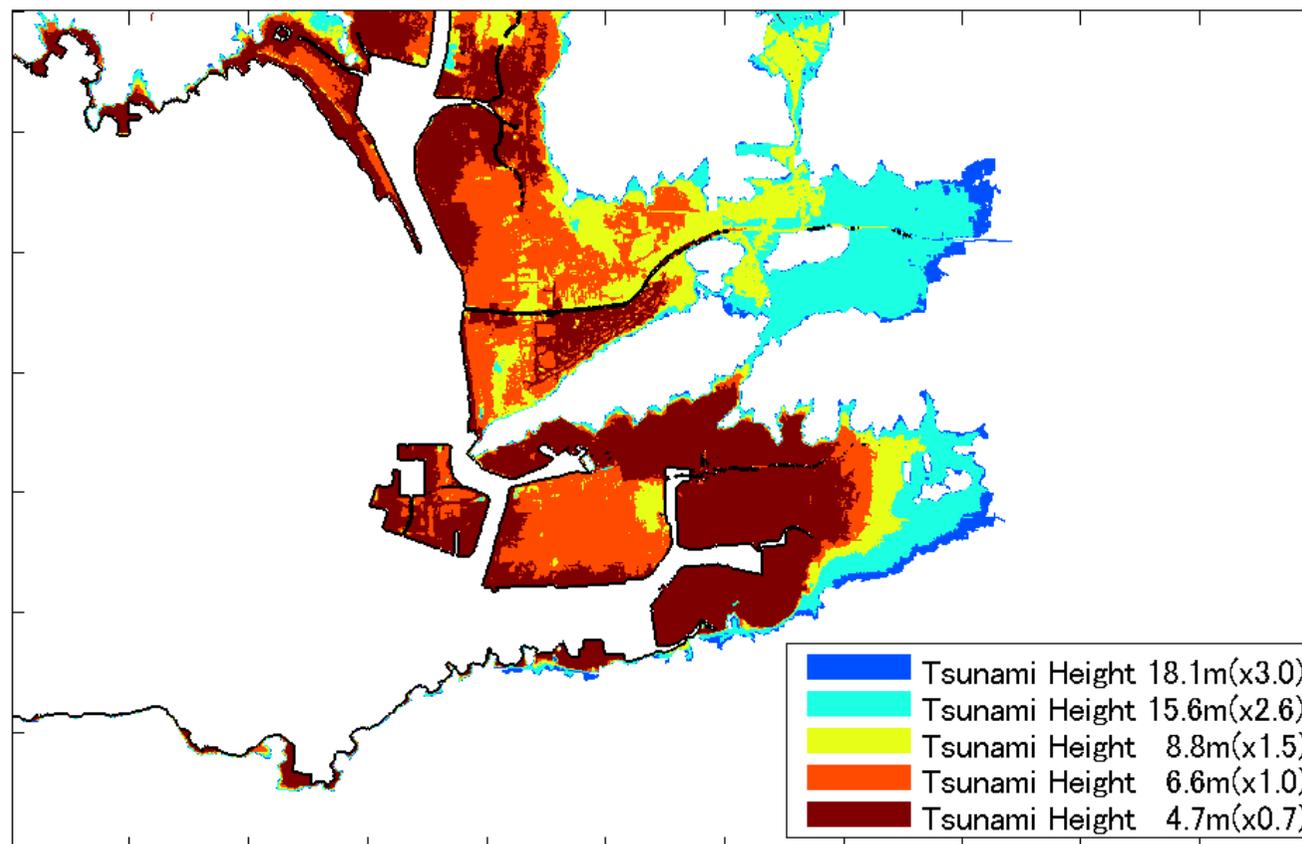
避難生活拠点





段階的津波浸水マップ

Kainan Gradual Inundation Map



津波高の変化に対して、どの地域から浸水し始めるのか、
どの津波高を境に浸水範囲が急変するのか、
といった被災イメージをマップから捉えられるようになる。
想定より低い津波高で浸水する地域は、潜在的に津波災害に対して脆弱。
想定では浸水しない地域も、想定より津波高が1, 2m大きくなると浸水する。



高知市を対象とした検討事例

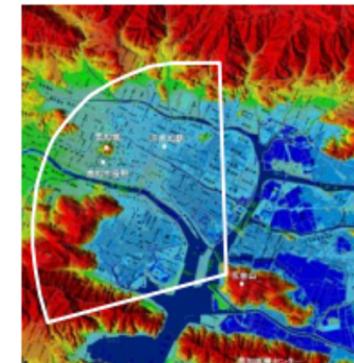
昭和南海地震時の高知市の浸水



- 対象とした高知市の高知平野は，南海地震のたびに沈下する地震性の沈降平野である。
- そのため，昭和南海地震の際も1.2mの地盤沈下が生じ、高知市は長期にわたり浸水被害に苦しめられ，浸水の解消に1ヶ月かかった。



眺望方向



五台山より中心部（西方）を望む

上図：五台山から見た高知市（昭和南海地震直後）

下図：五台山から見た高知市
高知大学HPより引用



南海トラフ巨大地震に対する現想定と対策

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

想定

- 耐震化されていない多くの堤防が地盤沈下。
- ポンプ場は全て機能停止。

対策

- 30m³/分のポンプ車20台を投入。
- ポンプ車のみで均一に排水。

結果

- 広範囲で1ヶ月以上の長期浸水。
- 最大で2ヶ月の浸水。

再対策

- 優先エリアの設定
- 長期浸水からの復旧の観点、地域の資産の重要度から江ノ口・下知エリア、高須エリアから排水。

結果

- 発災18日後に止水完了。





南海トラフ巨大地震に対する現想定と対策

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

想定

- 耐震化されていない多くの堤防が地盤沈下。
- ポンプ場は全て機能停止。

対策

- 30m³/分のポンプ車20台を投入。
- ポンプ車のみで均一に排水。

結果

- 広範囲で1ヶ月以上の長期浸水。
- 最大で2ヶ月の浸水。

再対策

高知市の対策はポンプ場が全て浸水する**最悪のケースを想定**。

地震の規模や潮位, 沈下量の変化によって, **浸水を免れるポンプ場がある可能性**については未検討。

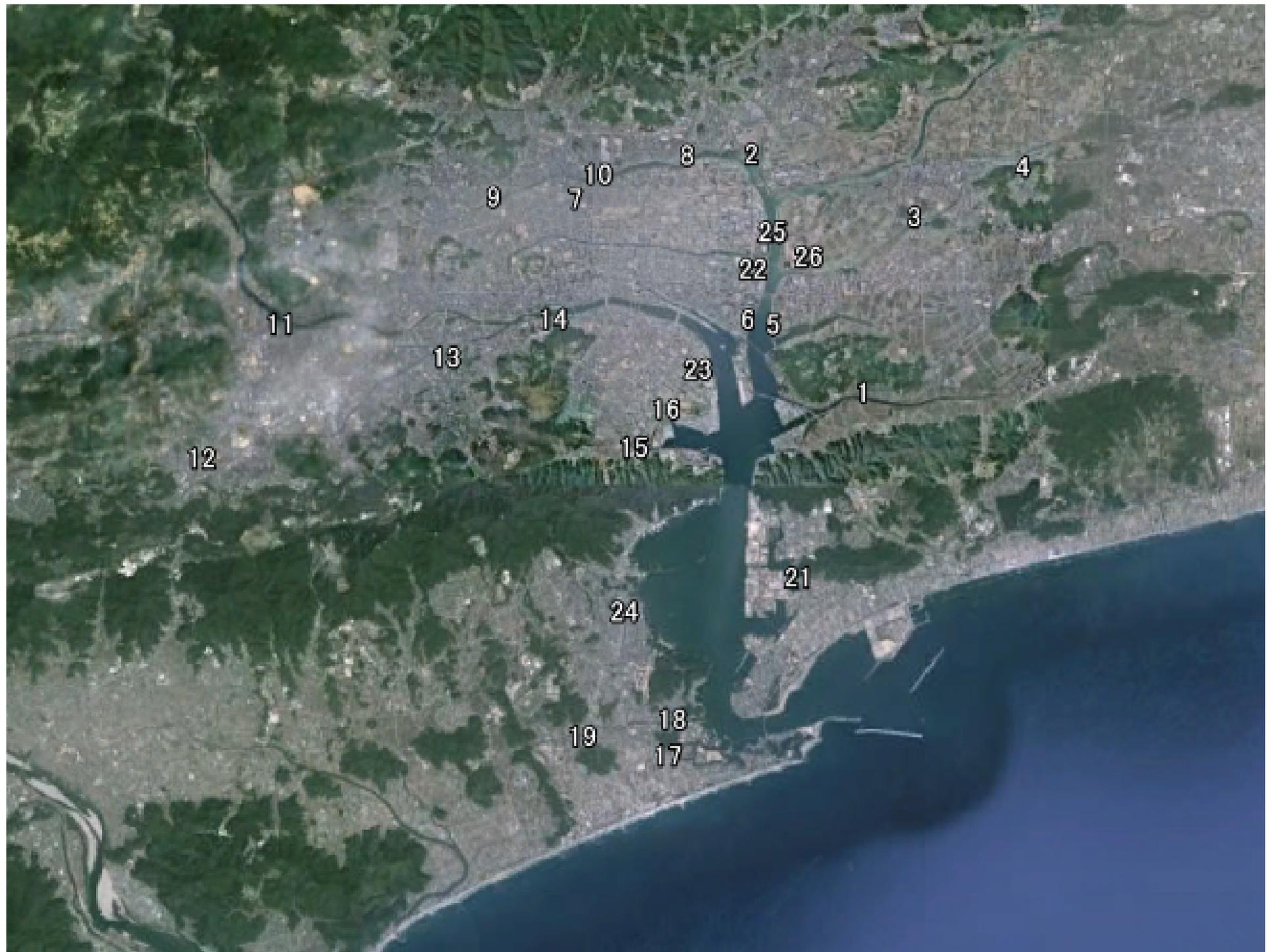
結果





高知市における排水機場

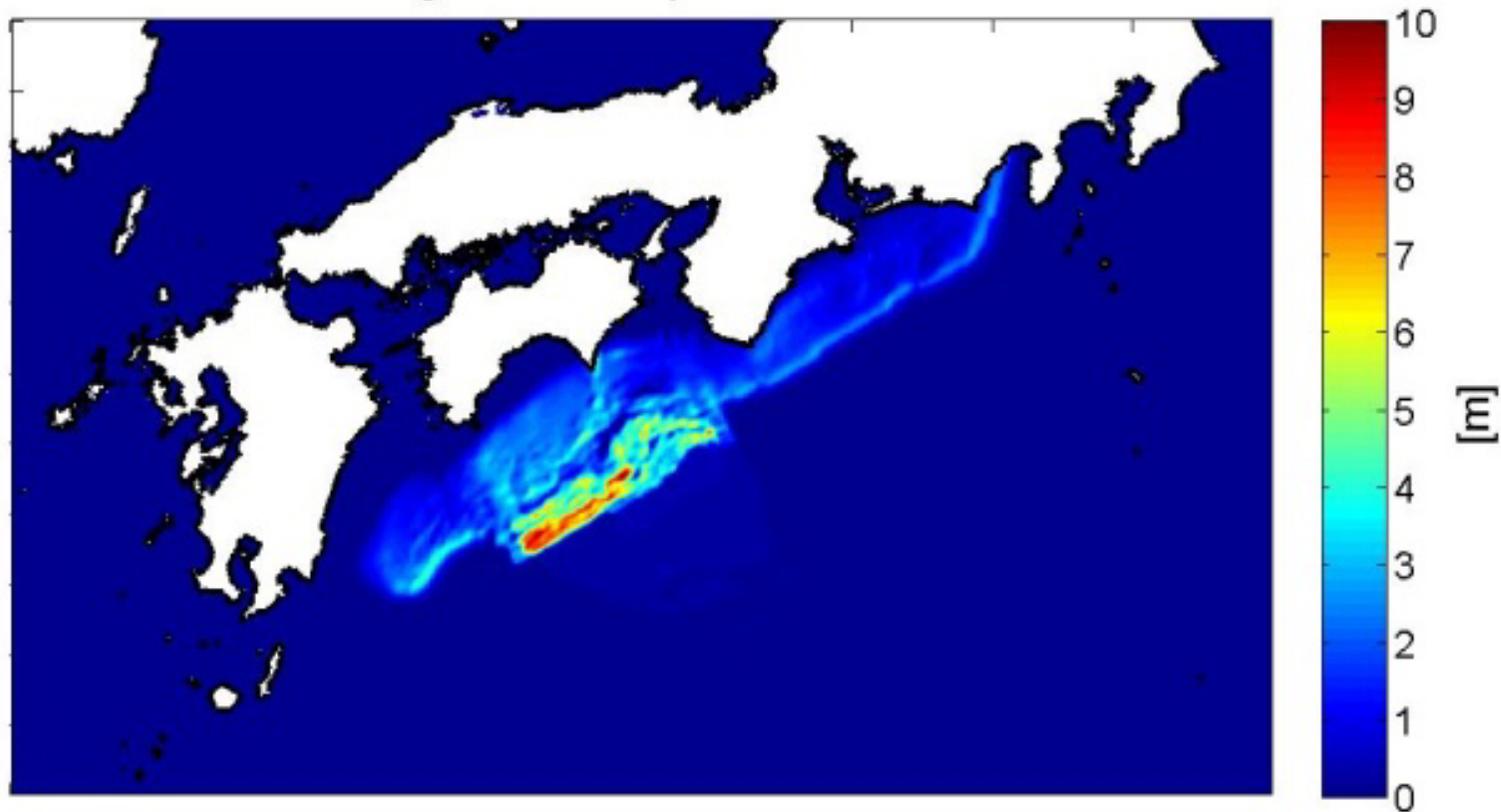
	排水能力 (m ³ /分)		排水能力 (m ³ /分)
1 五台山ポンプ場	480	14 小石木ポンプ場	770
2 一宮雨水ポンプ場	1055	15 潮江南ポンプ場	406
3 大津雨水ポンプ場	444	16 潮江ポンプ場	406
4 関雨水ポンプ場	401	17 長浜雨水ポンプ場	418
5 高須雨水ポンプ場	556	18 塩谷ポンプ場	488
6 下知ポンプ場	425	19 長浜原ポンプ場	1123
7 江の口ポンプ場	768	20 南地ポンプ場	428
8 薊野ポンプ場	830	21 仁井田ポンプ場	395
9 初月ポンプ場	940	22 下知下水処理場内ポンプ場	78
10 秦ポンプ場	1059	23 潮江下水処理場内ポンプ場	1533
11 米田古川ポンプ場	405	24 瀬戸下水処理場内ポンプ場	678
12 針木ポンプ場	108	25 海老ノ丸ポンプ場	3668
13 神田ポンプ場	1610	26 高須浄化センター	





高知県の最大クラス想定津波 南海トラフ巨大地震 (ケース4)

Initial Mega Nankai eq Tsunami Case04



【ケース④「四国沖」に「大すべり域 + 超大すべり域」を設定】

潮位 : HWL (+0.93m) , 地盤沈下量 : -1.95m

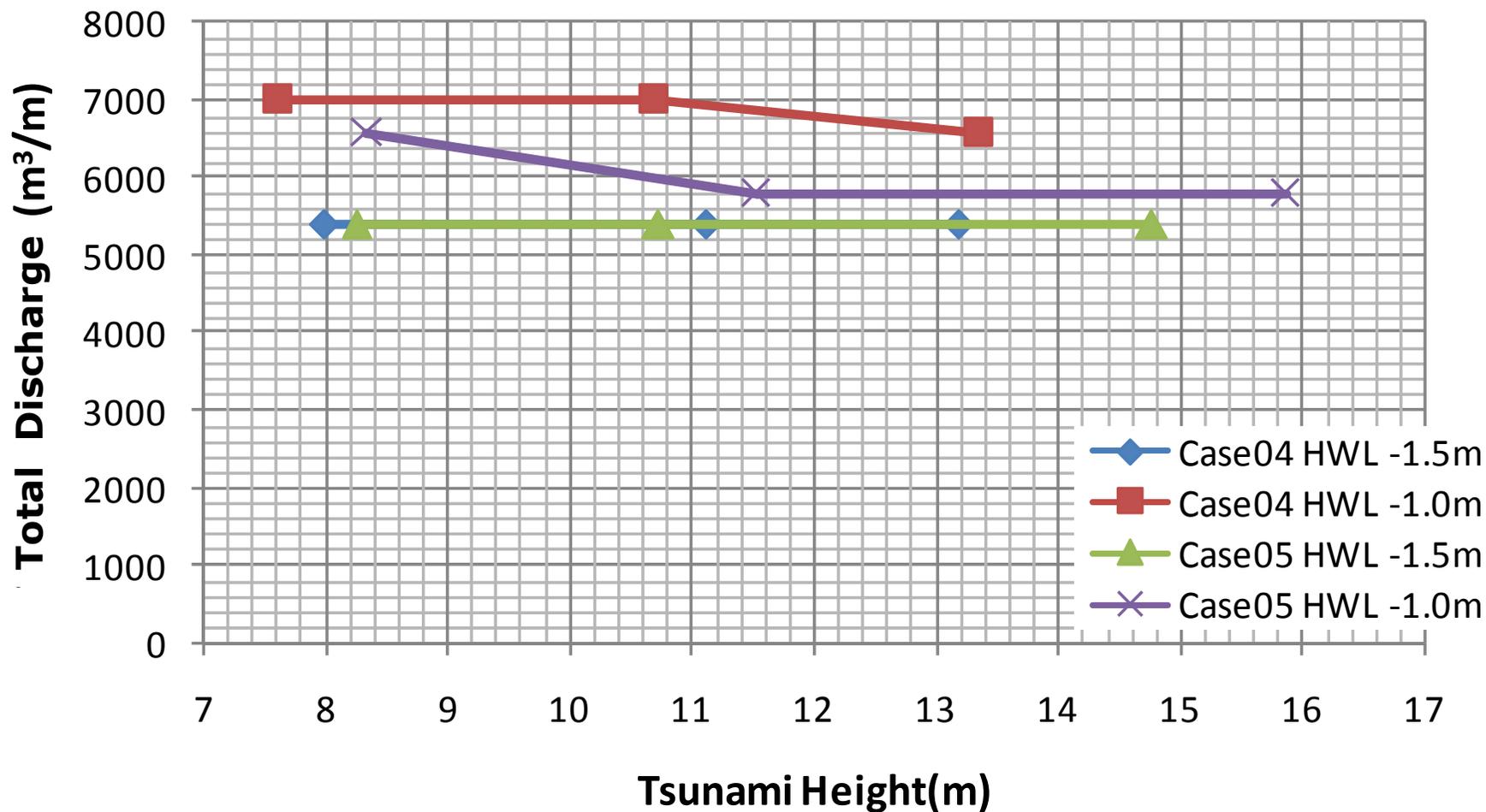


検討ケース

断層モデル	マグニチュード	潮位	地盤沈下量
Case04-1	M9.0	HWL (T.P.+0.93m)	-1.5m
Case04-2	M9.0	HWL (T.P.+0.93m)	-1.00m
Case04-3	M9.0	MWL (T.P.+0.00m)	-1.95m
Case04-4	M9.0	MWL (T.P.+0.00m)	-1.50m
Case04-5	M9.0	MWL (T.P.+0.00m)	-1.00m
Case04-6	M8.9	HWL (T.P.+0.93m)	-1.50m
Case04-7	M8.9	HWL (T.P.+0.93m)	-1.00m
Case04-8	M8.9	HWL (T.P.+0.93m)	-0.50m
Case04-9	M8.8	HWL (T.P.+0.93m)	-1.50m
Case04-10	M8.8	HWL (T.P.+0.93m)	-1.00m
Case04-11	M8.8	HWL (T.P.+0.93m)	-0.50m



津波高と総排水量の関係

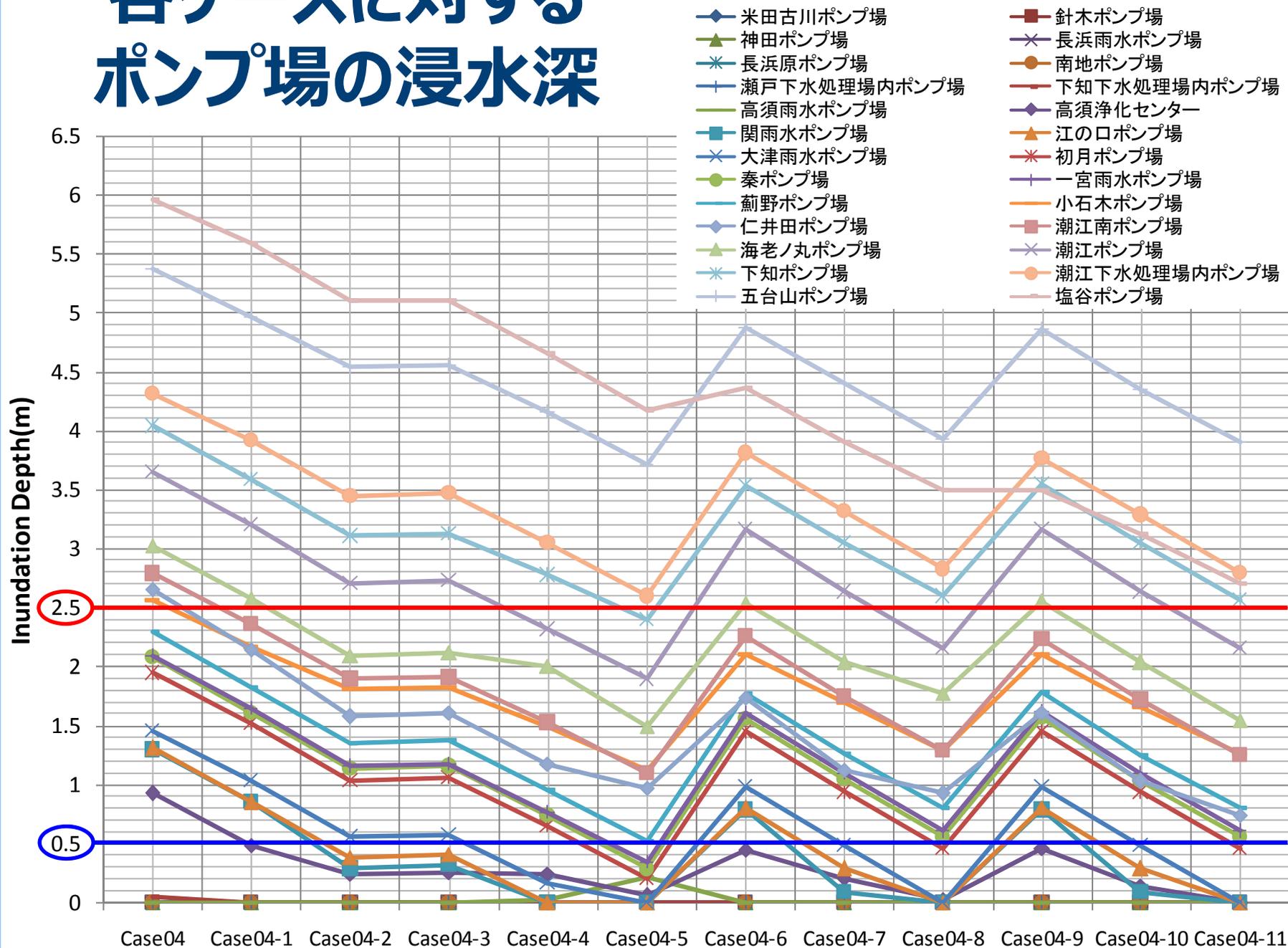


総排水量の喪失は津波高よりも地盤沈下の影響を受けやすい。





各ケースに対する ポンプ場の浸水深





浸水深と排水能力による対策の優先順位

名称	江の口	関雨水	大津雨水	初月
0.5m以下の浸水回数	15	14	11	5
0.5m以下の浸水割合	0.45	0.42	0.33	0.15
排水能力(m ³ /分)	768	401	444	940
排水能力×浸水割合	349.09	170.11	148.00	142.43

	秦	一宮雨水	薊野	小石木	潮江南
	2	1	0	0	0
	0.06	0.03	0	0	0
	1059	1055	830	770	406
	64.18	31.97	0	0	0

0.5m以下の浸水回数を考慮して優先順位付けを行った。

排水能力がやや低い江ノ口ポンプ場，関雨水ポンプ場，大津雨水ポンプ場が上位3位。

これら3つのポンプ場の総排水量は1613m³/分。想定しているポンプ車(30m³/分×20台)の2.5倍以上の排水量



幅のある想定のお勧め

- 幅を持たせた予測を示すことで、
- **送り手側**の行政としては、避難所の設置などの防災計画の際に、想定の不確実性を見据えた検討が可能になる。
- **受け手側**の住民としては、自分の住んでいる地域の津波による浸水リスクが、どの程度あるのかを把握することができる。
- 地震規模（マグニチュード）よりも津波規模（津波高）に応じた**段階的な想定**を準備しておくことで、1つの最大クラス想定（シナリオ）と異なる災害が起こった場合でも、臨機応変な対応が可能になる。



ご静聴ありがとうございました