



2019/11/2 10:30-10:45

地域安全学会研究発表会（秋季）@静岡県立大学草薙キャンパス

# 津波ハザードマップに記載される バッファゾーンの現状と課題

福谷 陽<sup>1</sup>, 倉橋 和也<sup>2</sup>, 志田 一樹<sup>3</sup>, 島袋 宗和<sup>4</sup>

<sup>1</sup>関東学院大学理工学部土木学系

<sup>2</sup>関東学院大学大学院

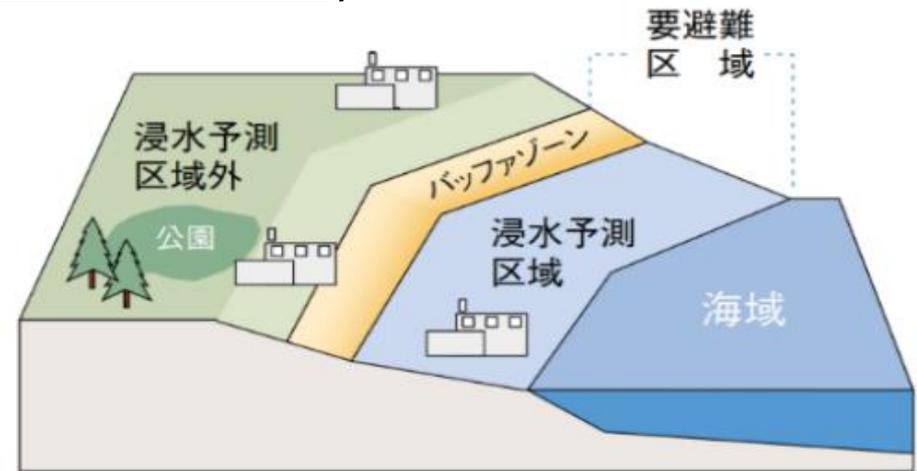
<sup>3</sup>京急建設株式会社

<sup>4</sup>五栄土木株式会社

# 研究の背景

- 2011年12月に制定された津波防災地域づくりに関する法律では、都道府県知事は、津波浸水想定を公表し、警戒避難体制を特に整備すべき土地の区域を、津波災害警戒区域として任意で指定することができる、と定めている。
- 国交省は、市町村としては、要避難対象地域を、都道府県の津波浸水想定<sup>1</sup>の範囲として設定することが基本ではあるものの、地域の実状に留意して安全側となるように、津波浸水想定区域の外側に、予測の不確実性を考慮したバッファゾーンを設定することが重要、としている。

- バッファゾーンとは、浸水予測計算上は浸水しないが、予測の不確実性を考慮すると浸水の恐れのある区域、と定義され、要避難対象地域を指定するうえで重要な概念である（右図参照）。

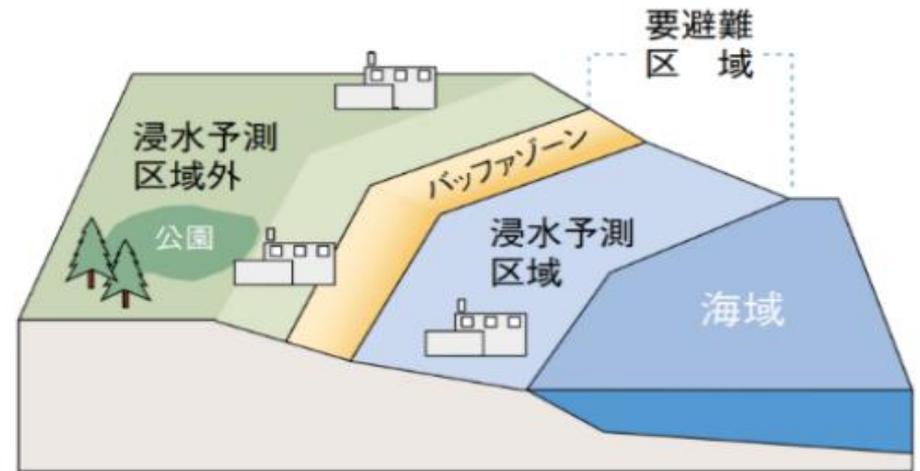


バッファゾーンの概念図

(国土交通省：津波・高潮ハザードマップマニュアルの概要，2004. より抜粋)

# 研究の背景

- しかしながら、この予測の不確実性をどのように評価してバッファゾーンを指定すべきかについては、一律の標高や幹線道路等により設定するという提示を除いて、**市町村が実施すべき手法が明示されていない**。
- 幾つかの市町村では既にバッファゾーンを指定しているが、**明確な基準や前例が乏しいまま指定しているのが現状**である。他の多数の市町村では、バッファゾーンを含む不確実性を考慮したハザードマップは作成していない。
- また、一例として提示されている標高や幹線道路による設定は、単に我々が居住する陸域の状況から決められる一定の境界による線引きであって、**津波浸水想定 of 予測誤差を考慮している訳ではない**。



バッファゾーンの概念図

(国土交通省：津波・高潮ハザードマップマニュアルの概要，2004. より抜粋)

# 研究の目的と意義

## 【研究の目的】

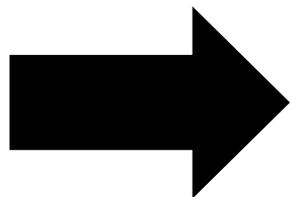
- 1. 全国の市町村が公表する津波ハザードマップに記載されるバッファゾーンを調査し、今後、他市町村がバッファゾーン設定の参考に出来るような事例を示す**
- 2. 神奈川県平塚市を対象として、不確実性を考慮した津波数値計算を実施することで、これまで定性的に設定されていたバッファゾーンについて、数値予測の不確実性を考慮した定量的なバッファゾーン設定の可能性について検討する**

## 【研究の意義】

- 今後起こりうる様々な災害に対して、予測の不確実性をハザードマップに明示する手段であるバッファゾーンの設定に関する知見を整理することで、市町村におけるバッファゾーンや要避難地域の設定（津波避難計画）を考慮するうえでの示唆を与える

# バッファゾーンの設定事例調査

- 国土交通省のハザードマップポータルサイトを使用し、全国1741市町村を対象として、津波ハザードマップを調査



津波ハザードマップを公表しているのは、**634市町村**  
(うち、海に面しているのは621市町村、海に面していないのは13市町村)

市町村数	バッファゾーンの有無
16	津波浸水想定の不確実性を <b>バッファゾーンと明記して記載</b>
598	バッファゾーンと明記は無いものの津波避難の判断のための各種指標（標高分布，過去の浸水領域，避難路等）を明記
7	都道府県の浸水予測図に記載されている バッファゾーンを援用

# バッファゾーンの設定事例調査

バッファゾーンを明示していた16市町村におけるバッファゾーンの設定方法

都道府県	市町村	津波ハザードマップから読み取れる バッファゾーンの設定基準
北海道	北見市	道道409号, 川沿い, 標高ライン4~10 mの間, 川にかかる橋(国道238号)
	初山別村	道路, 川沿い
	遠別町	道路, 川沿い
	興部町	道路, 川沿い, 山際
	斜里町	川沿い, それ以外の設定基準は不明
	豊富町	道路, それ以外の設定基準は不明
	猿払村	具体的な設定基準は不明
	礼文町	
利尻町		
山形県	酒田市	道路, 川沿い
千葉県	いすみ市	具体的な設定基準は不明
	御宿町	標高10 m, 川沿い
神奈川県	平塚市	具体的な設定基準は不明
富山県	黒部市	文科省・日本海地震・津波調査プロジェクトによる地震断層の計算結果
静岡県	富士市	浸水想定区域から内陸に50 mの範囲
沖縄県	宜野湾市	標高5 m / 10 mバッファゾーン

# バッファゾーンの設定事例調査

バッファゾーンを明示していた16市町村におけるバッファゾーンの設定方法

都道府県	市町村	津波ハザードマップから読み取れる バッファゾーンの設定基準
北海道	北見市	道道409号, 川沿い, 標高ライン4~10 mの間, 川にかかる橋(国道238号)
	初山別村	道路, 川沿い
	遠別町	道路, 川沿い
	興部町	道路, 川沿い, 山際
	斜里町	川沿い, それ以外の設定基準は不明
	豊富町	道路, それ以外の設定基準は不明
	猿払村	具体的な設定基準は不明
	礼文町	
利尻町		
山形県	酒田市	道路, 川沿い
千葉県	いすみ市	具体的な設定基準は不明
	御宿町	標高10 m, 川沿い
神奈川県	平塚市	具体的な設定基準は不明
富山県	黒部市	文科省・日本海地震・津波調査プロジェクトによる地震断層の計算結果
静岡県	富士市	浸水想定区域から内陸に50 mの範囲
沖縄県	宜野湾市	標高5 m / 10 mバッファゾーン

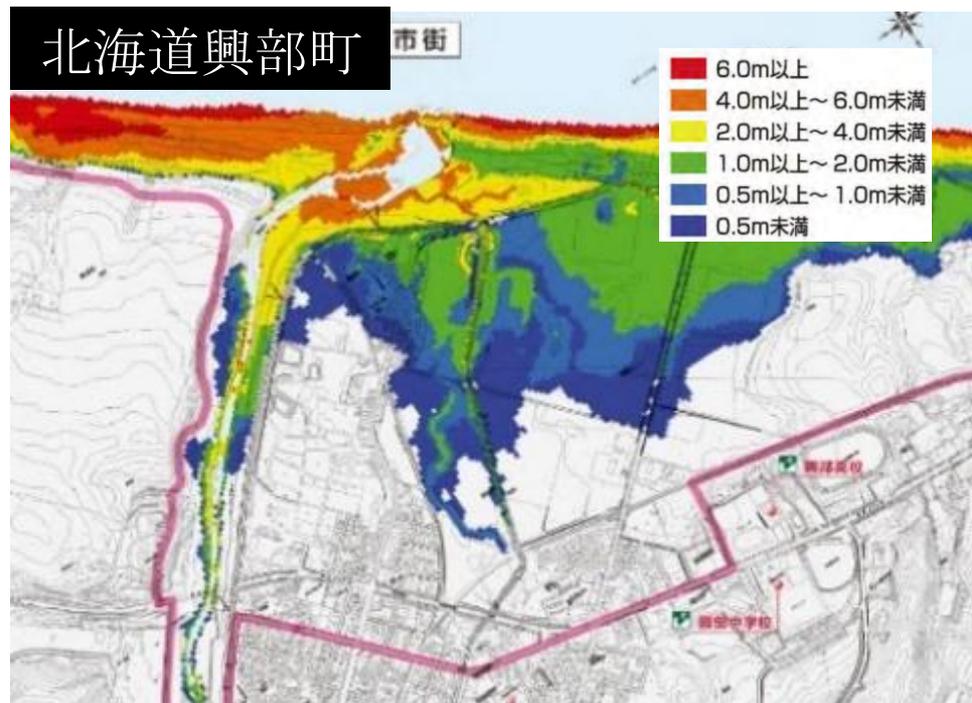
# バッファゾーンの設定事例調査

バッファゾーンを明示していた16市町村におけるバッファゾーンの設定方法

都道府県	市町村	津波ハザードマップから読み取れる バッファゾーンの設定基準
北海道	北見市	道道409号, 川沿い, 標高ライン4~10 mの間, 川にかかる橋(国道238号)
	初山別村	道路, 川沿い
	遠別町	道路, 川沿い
	興部町	道路, 川沿い, 山際
	斜里町	川沿い, それ以外の設定基準は不明
	豊富町	道路, それ以外の設定基準は不明
	猿払村	具体的な設定基準は不明
	礼文町	
利尻町		
山形県	酒田市	道路, 川沿い
千葉県	いすみ市	具体的な設定基準は不明
	御宿町	標高10 m, 川沿い
神奈川県	平塚市	具体的な設定基準は不明
富山県	黒部市	文科省・日本海地震・津波調査プロジェクトによる地震断層の計算結果
静岡県	富士市	浸水想定区域から内陸に50 mの範囲
沖縄県	宜野湾市	標高5 m / 10 mバッファゾーン

# 北海道興部町・山形県酒田市の事例

## 北海道興部町



バッファゾーン

予測結果では浸水しないが、低地で津波による影響が懸念されるゾーン

- 薄赤色線の海側領域がバッファゾーン
- バッファゾーンは、興部川の堤防、国道238号線や国239号線等の幹線道路を基に線引き
- 設定に際して、住民等の意見を反映させている箇所は無いとのことであった。

## 山形県酒田市



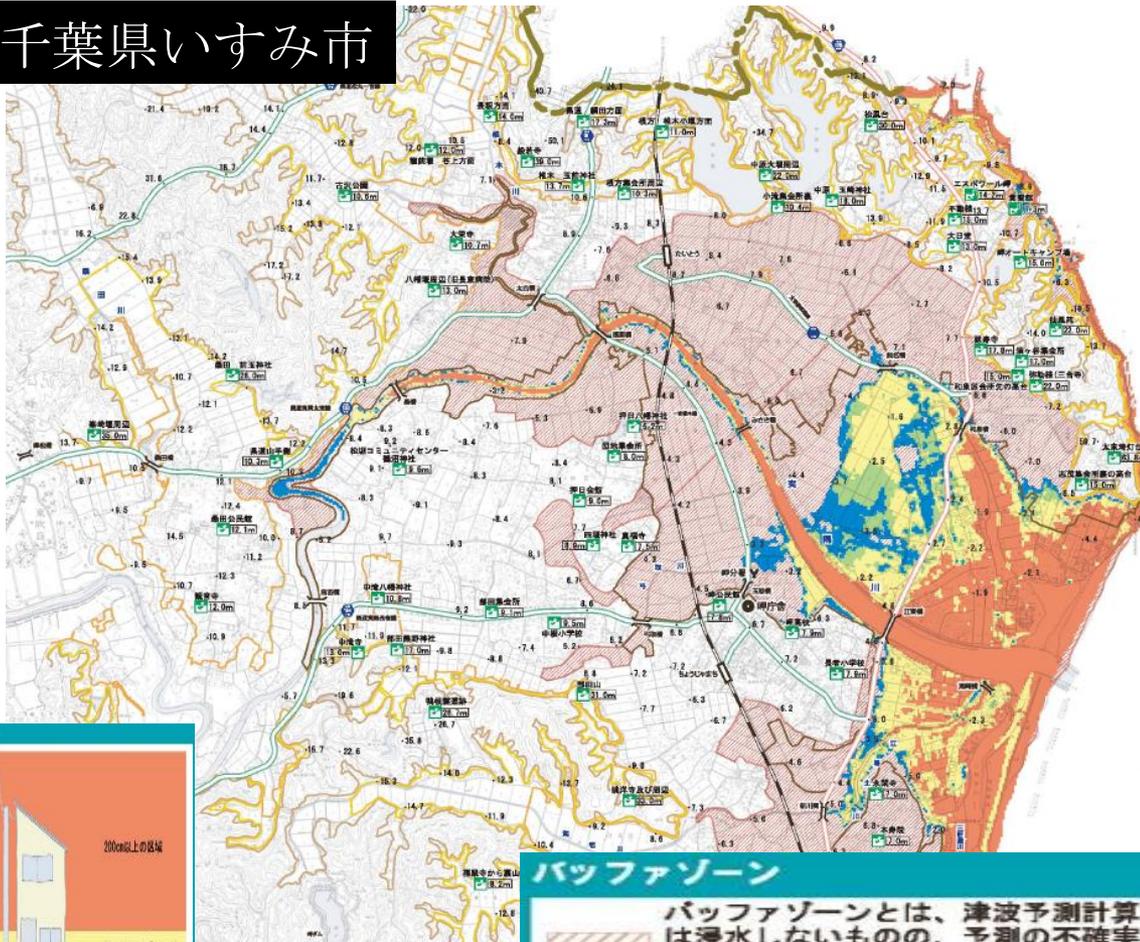
要避難地域(バッファゾーン)

- 赤紫色線とその海側の領域である薄紫色で示された領域がバッファゾーン
- 幹線道路（国道112号線等）、町丁目堺、河岸沿い等を基に、バッファゾーンが設定

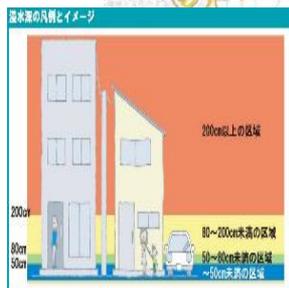
# 千葉県いすみ市での事例

- ハザードマップからだけではバッファゾーンの具体的な設定方法が判別不可能
- そこで、千葉県いすみ市、および、神奈川県平塚市にて、現地の自治体でヒアリングを行うと共に、現場調査を実施。

## 千葉県いすみ市



- 薄赤色の領域がバッファゾーン
- 津波浸水想定域を大きく超えるバッファゾーンが設定
- いすみ市でのバッファゾーンが具体的にどのように設定されたのか、現地の自治体担当者にヒアリングを実施



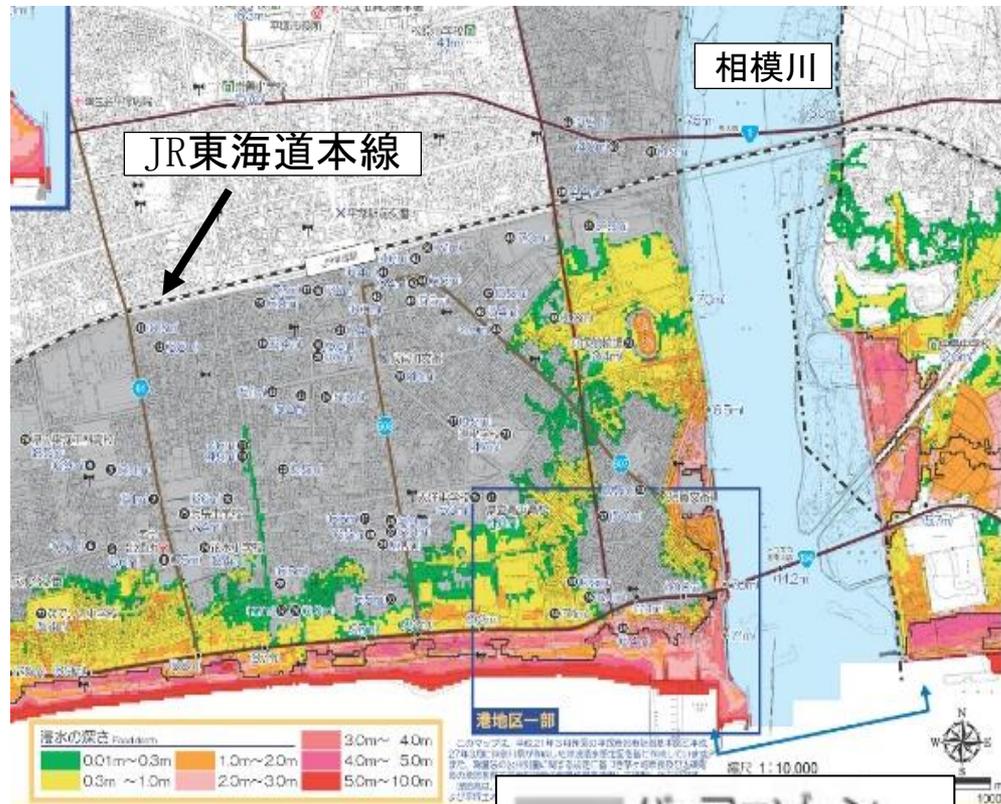
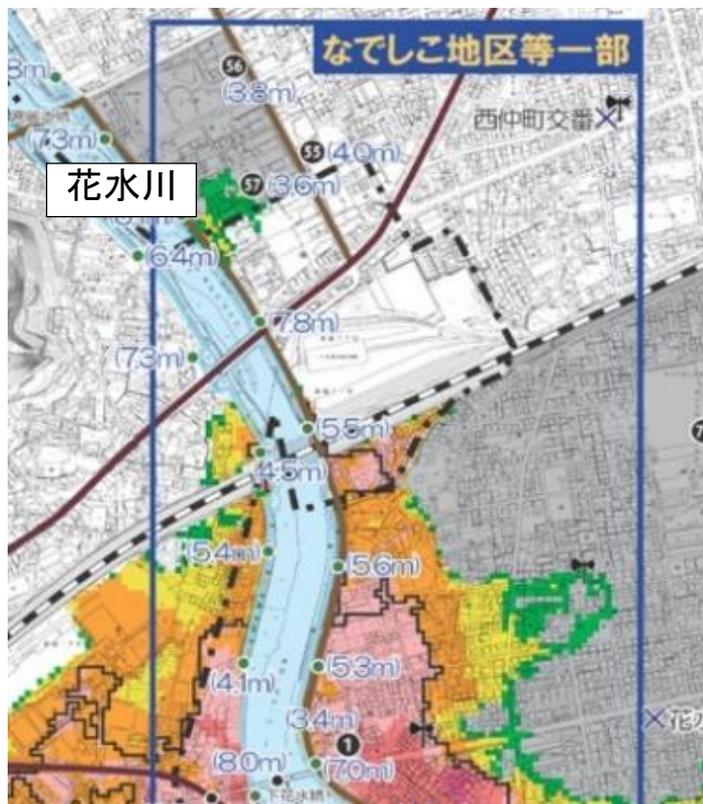
# 千葉県いすみ市での事例

## バッファゾーン設定の流れ

1. 旧ハザードマップでは一律で標高8 mのバッファゾーンを設定。（過去に8m程度の津波が襲来した記録に基づく）
2. 平成23年以降，県想定が元禄型関東地震に変更され，浸水高8mよりも大きい津波が来ることが予想されたため，市主体でバッファゾーンの変更を関係区長（行政協力員）と議論を始めた。
3. 幾つかの案が出されたが，その中でも，人命優先の考えを基軸にしたJR外房線のラインまでバッファゾーンにする市長案があったが，根拠が乏しいとの理由で地権者等から反対
4. 次に，大津波警報の最大級の基準が津波高10mであることや，千葉県が想定していた地震による津波高が一部の地域（大原地区，岬地区，夷隅地区）で10mであることから，標高10mを基にしたバッファゾーン設定案が出され，関係区長（行政協力員）に示し意見書を募った。
5. 意見書募集期間の途中，千葉県から津波防災地域づくり法に基づく浸水想定区域の発表があった。（平成25年3月29日）
6. 最終的に，標高10m区域，千葉県の浸水想定区域，および，現地の状況（小  
河川，林，地名など）を総合的に考慮して，市主導のもと，関係区長や住民の意見も踏まえ，最終的にバッファゾーンを決定した。（関連する住民とのワークショップなども行った。）

# 神奈川県平塚市の事例

## 神奈川県平塚市



- 灰色の領域がバッファゾーン
- 平塚市においても津波浸水想定域を大きく超えるバッファゾーンを設定

予測の上では浸水しませんが、予測の不確実性を考慮し、浸水想定区域に隣接し、幹線道路等で囲まれた地域を、念のため浸水の注意を喚起する区域としています。

# 神奈川県平塚市の事例

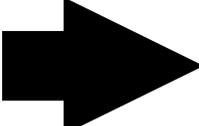
## バッファゾーン設定の流れ

1. バッファゾーンの設定に当たって、当時、津波浸水想定区域を評価した建設コンサルタントと議論
2. 各土地の地形特性等を考慮し、幹線道路(国道129号線, JR東海道本線)や町丁目界で区切っていた。
3. ハザードマップの作成当時、相模川の河川堤防が未整備であったため、相模川の河岸沿いに広くバッファゾーンが設定された。西側の花水川の河岸沿いにも、標高が低く、浸水区域が想定されている箇所では、広めにバッファゾーンが設定された。
4. 住民等からの意見募集は行っていないが、バッファゾーンの一部(東海道本線より内側)の住民に対しては、ハザードマップに関する説明会を実施した。一方、相模川付近のバッファゾーン範囲内の住民に対しては、特段の説明会は実施していない。

# 調査事例から分かるバッファゾーンの設定方法

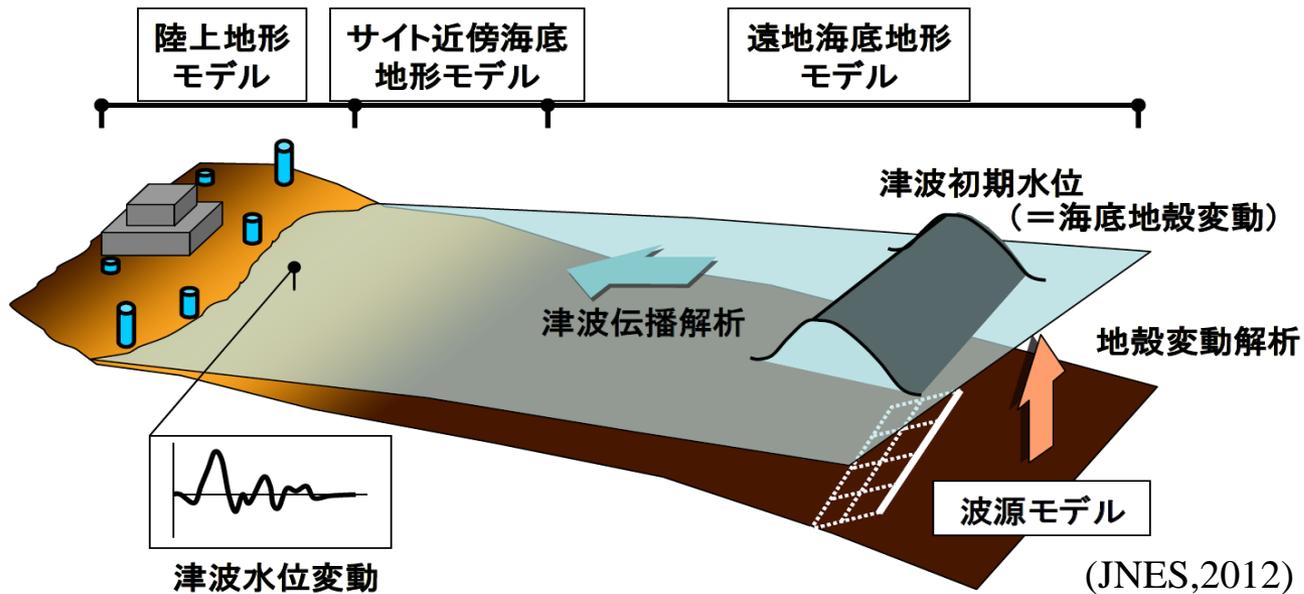
- バッファゾーンという明記は無いものの津波避難の判断のための各種指標を明記し、これを基に、要避難対象地域を設定している市町村もあった。
- これらの情報も踏まえると、バッファゾーンは概ね下記のように設定

	設定区分	バッファゾーンの設定方法
地域の地理条件から設定する方法	標高による設定	・地域での想定浸水高や過去の津波高を考慮して一律で標高〇〇mの領域を設定 ・単に一律で標高〇〇mの領域を設定
	河川・湖沼による設定	・河岸沿いの堤防の整備状況を考慮して河岸沿いの領域を設定 ・湖沼沿いの領域を設定
	その他	・集落境界部の林, 田畑等をゾーンの端として設定
人工物や過去の記録等から設定する方法	幹線道路による設定	・浸水想定区域の外側に位置する幹線道路等で囲まれた領域を設定
	町丁目界による設定	・浸水想定区域に近接する町丁目界を設定
	用水路による設定	・用水路等の水の通り道をゾーンの端として設定
	その他	・浸水想定区域の端から内陸〇〇mの領域を設定 ・言い伝えや地名等を基に設定

 しかしながら、  
これらバッファゾーンは定性的な担当者の判断で決定されているのが現状

# 断層設定の不確実性を考慮した数値計算

- 現状の津波ハザードマップに記載されるバッファゾーンは、数値計算の不確実性を定量的に考慮して設定されていない。
- **バッファゾーンの本来の定義である「予測の不確実性を考慮すると浸水の恐れのある区域」**の概念に立ち戻り、本研究では断層モデル設定の不確実性を考慮したバッファゾーン設定の可能性について検討。
- 既往研究では、設定する断層のすべり量（ひいてはマグニチュード）が初期水位や津波波高に支配的な影響を及ぼすとの報告



津波遡上の  
モデル化

津波伝播の  
モデル化

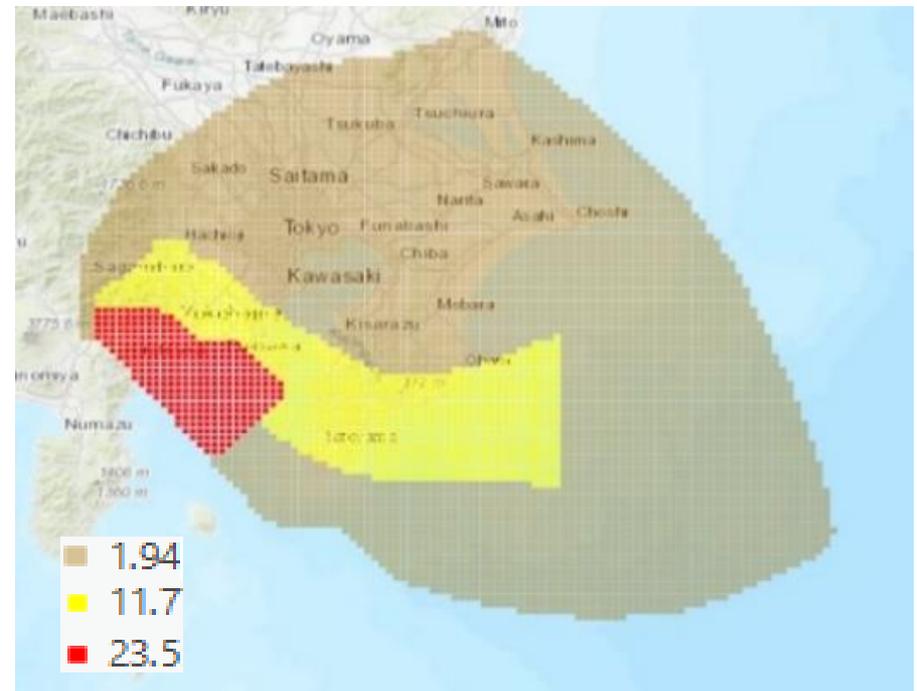
地震発生の  
モデル化

# 断層設定の不確実性を考慮した数値計算

- 本研究では、神奈川県平塚市を対象
- 平塚市では、「相模トラフ沿いの海溝型地震（西側モデル）」（Mw8.7）などを基に津波ハザードマップが作成（→断層パラメータは非公表）
- 地震調査研究推進本部の津波レシピを参考に断層全体のMw8.7を満足させるように、超大滑り域、大滑り域、背景領域の3段階滑りをもつ相模トラフ沿いの地震を作成



神奈川県平塚市の位置  
(平塚市ホームページより)



相模トラフ沿いの海溝型地震（西側モデル）のすべり量分布(m)

# 数値計算手法

- Okada(1985)の式を用いて津波の初期水位を求め、下記の条件で地震発生から3時間分の津波数値計算を行った。

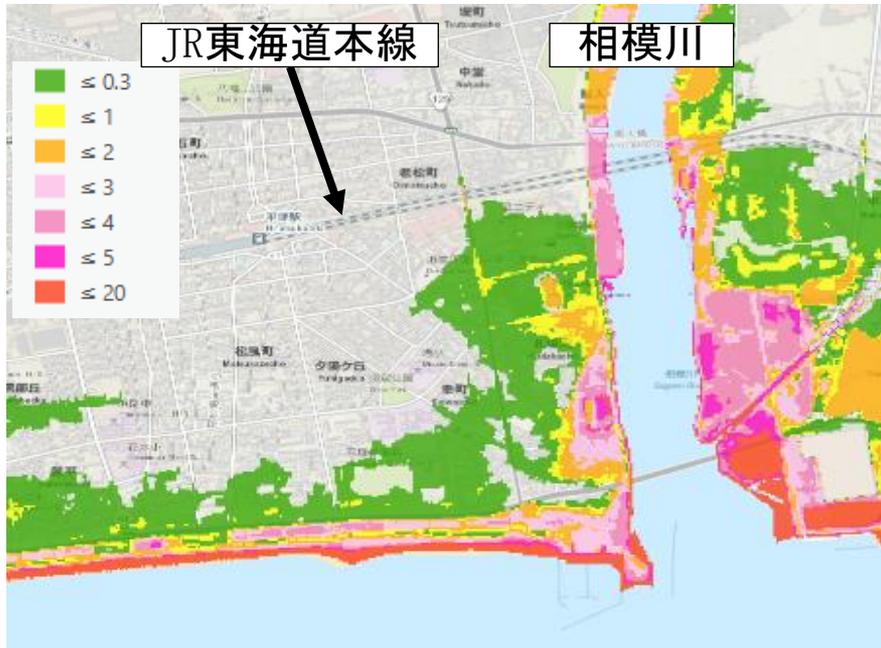
## 津波数値計算条件

支配方程式 (東北大学TUNAMI-N2モデル)	2次元非線形長波方程式 $\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{M^2}{D} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \frac{MN}{D} \right] + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \\ \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{MN}{D} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \frac{N^2}{D} \right] + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \end{array} \right.$
数値積分法	Staggered-leap frog法
初期条件	断層パラメータからOkada(1985)の式で評価した初期水位
境界条件	開放条件
座標系	平面直角座標IX系
潮位設定	T.P. +0.9 m (神奈川県津波想定設定潮位)
メッシュサイズ ( $\Delta x \Delta y$ )	270 m $\rightarrow$ 90 m $\rightarrow$ 30 m $\rightarrow$ 10 m

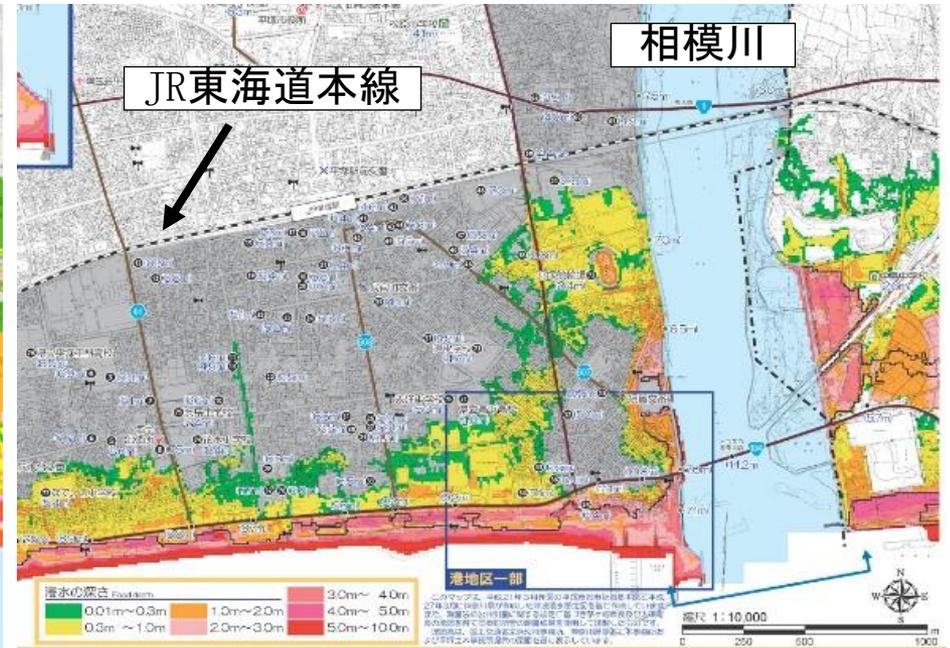
# 数値計算結果と津波ハザードマップ

- 数値計算結果は、全体的に浸水深が数10cm程度低いものの、**浸水領域**については、**全体的に概ね良い一致**

(断層モデルの設定方法 (超大滑り域, 大滑り域), 数値計算手法, 地形データ, 粗度データ設定の若干の相違が, 浸水領域の若干の相違となって表れていると考えられる.)



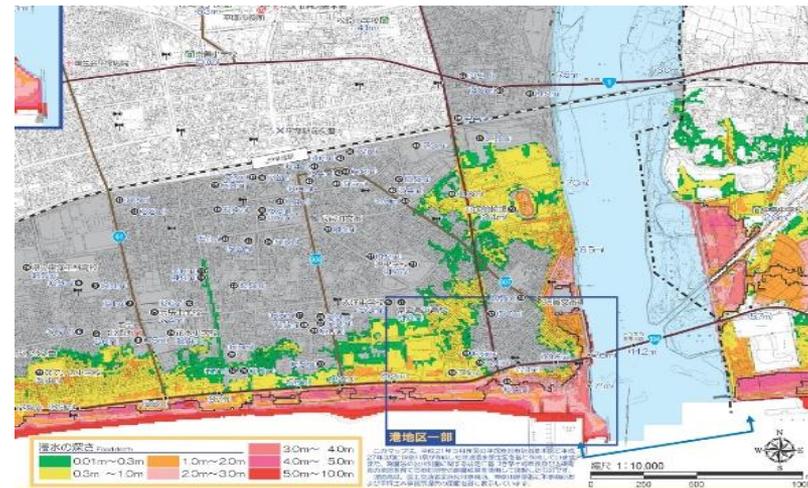
津波浸水深 (m) の数値計算結果



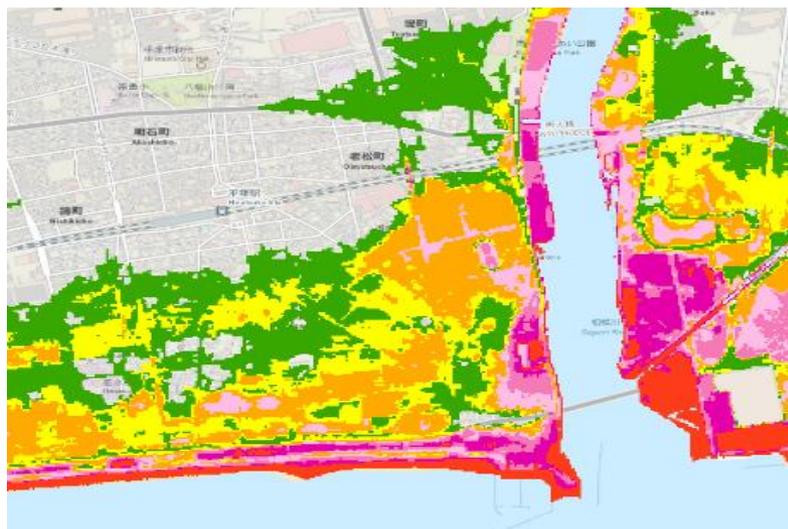
平塚市の津波ハザードマップ

# 数値計算結果と津波ハザードマップ

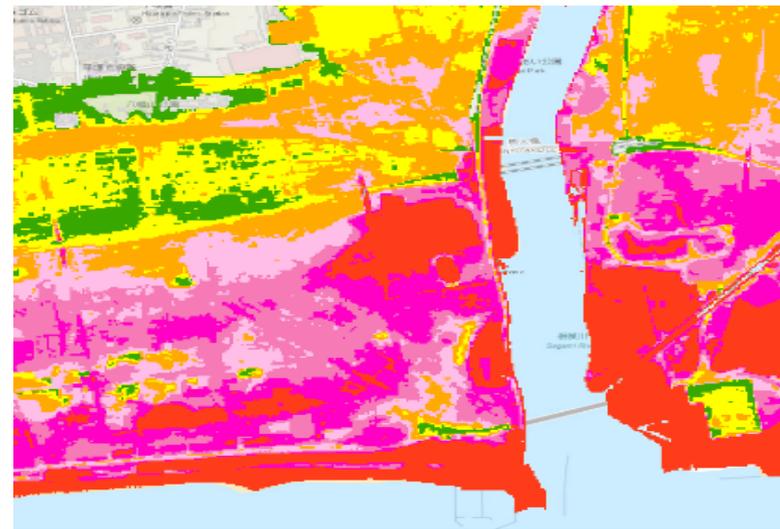
- 計算結果と平塚市津波ハザードマップを比較したところ、バッファゾーンの領域に近い浸水領域となる津波を発生させる地震の規模はMw8.85程度
- Mw8.90の計算結果では、バッファゾーンの境界として設定されていた東西のJR東海道本線を大きく超えて浸水領域が広がっている。



平塚市の津波ハザードマップ



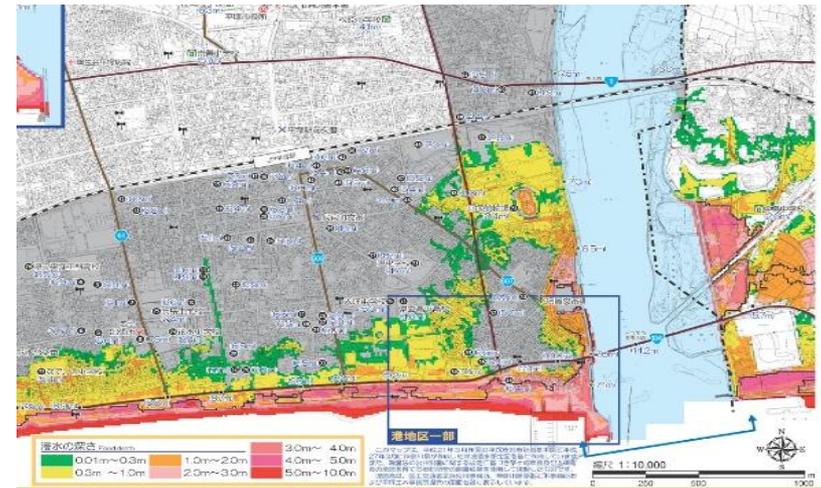
Mw 8.85に調整した相模トラフ海溝型地震の数値計算結果



Mw 8.90に調整した相模トラフ海溝型地震の数値計算結果

# 数値計算結果と津波ハザードマップ

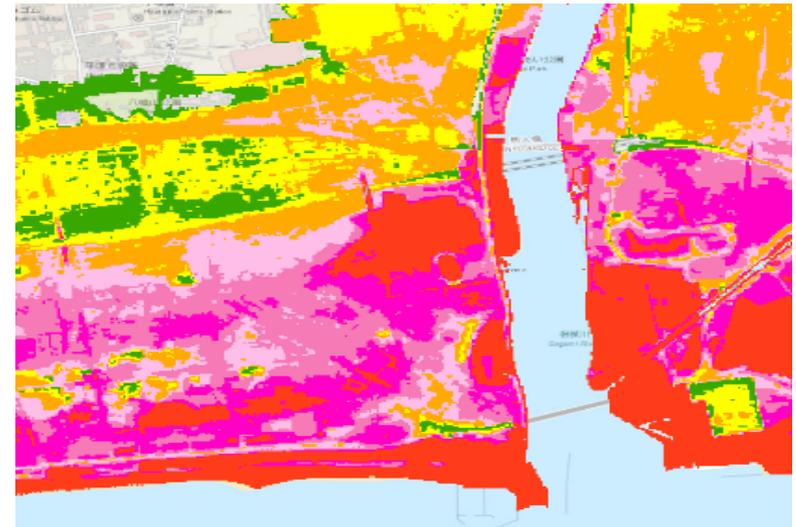
- 土木学会原子力土木委員会津波評価部会が実施する確率論的津波ハザード評価では、ある地震断層のMwについては±0.1～0.2程度の誤差を考慮しており、地震規模の不確実性の観点から考えると、平塚市のバッファゾーン設定は概ね妥当であると言える。



平塚市の津波ハザードマップ



Mw 8.85に調整した相模トラフ海溝型地震の数値計算結果



Mw 8.90に調整した相模トラフ海溝型地震の数値計算結果

## まとめと今後の課題

- 全国の市町村が公表する津波ハザードマップに記載されるバッファゾーンの設定事例を調査すると共に、数値予測の不確実性を考慮したバッファゾーン設定の可能性について、平塚市を対象として、津波数値計算を実施
- 要避難対象地域の指定等のためのバッファゾーンの設定に際しては、現地の状況等を考慮して定性的に決定する自治体独自の基準に加えて、数値計算を実施することでのみ把握できる浸水領域もあることから、数値予測の不確実性を考慮した津波数値計算による浸水領域の結果も考慮する必要性があると考えられる
- 今後の課題として、地域の実状に応じた適切なバッファゾーンの設定手法、バッファゾーンと要避難地域の設定、確率論的津波ハザード評価手法（確率論的浸水評価）を用いたバッファゾーンの定量的な設定手法について考察を深める

ご清聴ありがとうございました。