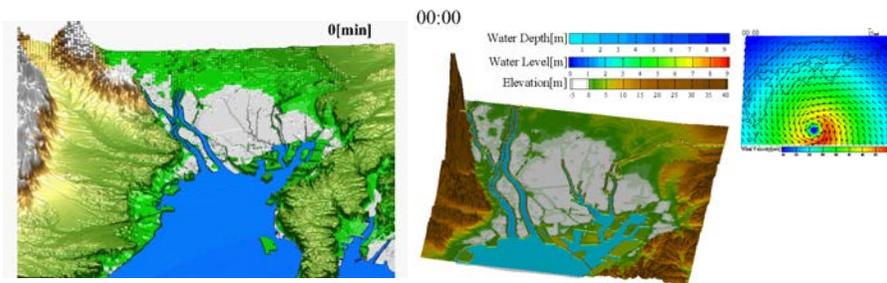


# 巨大津波・高潮災害に備える



名城大学・特任教授  
川崎浩司

(ハイドロソフト技術研究所・執行役員兼研究開発センター長)

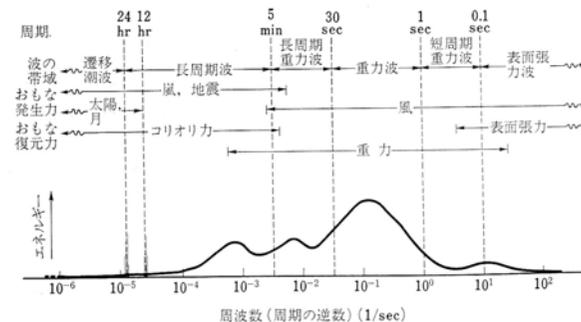
## 講演会内容

- 津波(Tsunami)とは
  - ・津波の特性, 津波の発生原因, 津波の情報
- 津波の伝播特性
  - ・浅水変形, 屈折, 回折, 反射, 共振
  - ・津波の高さ, 浸水深, 浸水高, 遡上高
  - ・津波の伝播速度
- 高潮(Storm Surge)とは
  - ・高潮の発生原因, 津波との違い
- 巨大沿岸災害に備えて
  - ・南海トラフ地震による津波浸水予測
  - ・巨大高潮浸水予測

## 津波 (Tsunami) とは

## 津波(Tsunami)とは

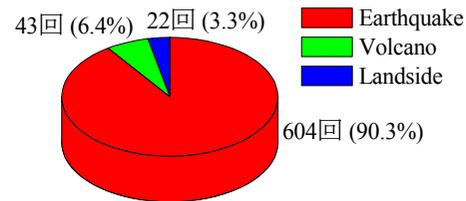
- 急に沿岸部を襲う大波
- 非常に周期の長い波(長周期波)
- 破壊力が大きい波



海の波のエネルギー分布 (Kinsman, 1965)

## 津波の発生原因

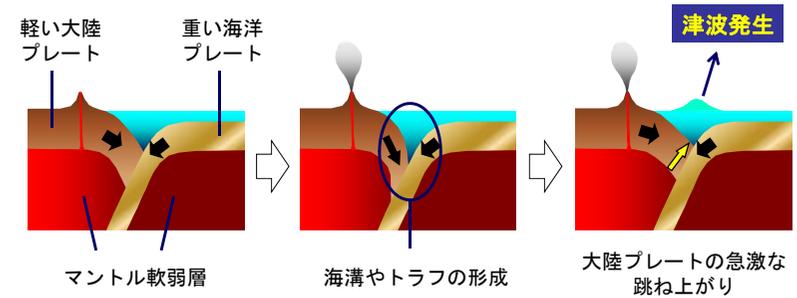
- 地震による海底面の隆起・沈降
- 火山噴火
- 海底地滑り
- 沿岸域における崖崩れ
- 隕石の落下など



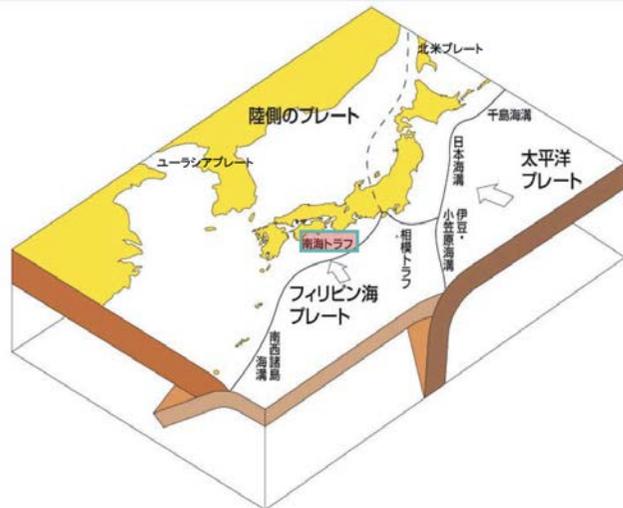
参照: 今村文彦, 15年間における津波数値計算の発展と今後, 津波研究の最前線, 月刊海洋, 号外No.15, p.94, 1998.

1790年～1990年の期間に生じた津波の発生原因別の発生回数とその比率

## 海溝型地震による津波の発生機構



## 日本周辺のプレート



出典: 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会(第16回)」(平成15年12月16日)

## 津波警報・注意報

津波警報データベースを用いた津波警報・注意報の発表手順

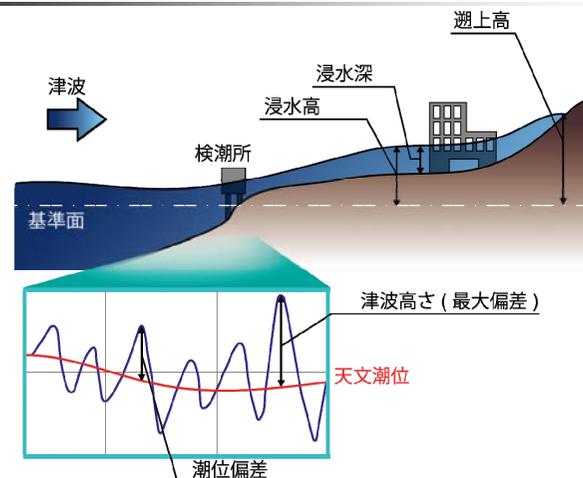
津波予報データベースの構築: 津波の数値シミュレーションを多数実施 -> シミュレーション結果をデータベースに蓄積・管理

種類	発表される津波の高さ	
	数値での発表 (発表基準)	巨大地震の場合の表現
大津波警報	10m超 (10m<高さ)	巨大
	10m (5m<高さ≤10m)	
	5m (3m<高さ≤5m)	
津波警報	3m (1m<高さ≤3m)	高い
津波注意報	1m (0.2m≤高さ≤1m)	(表記なし)

参照: 気象庁HP

## 津波の伝播特性

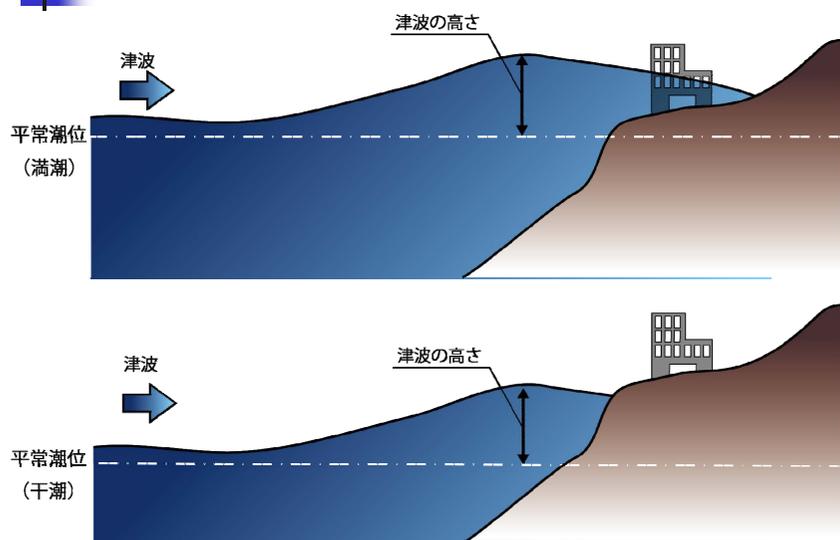
## 津波用語の定義



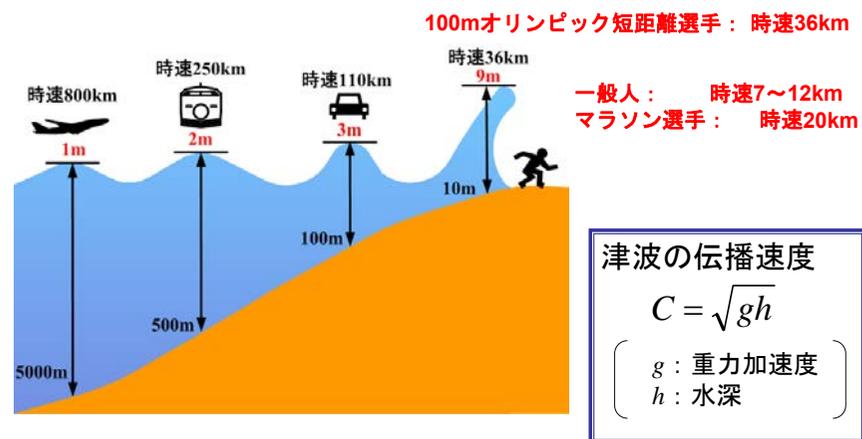
### 津波の高さ

- ・津波がない平常潮位から津波によって海面が上昇した最大高さ
- ・気象庁が発表する津波の高さは海岸付近の津波の高さ

## 津波来襲時の天文潮位の影響



## 津波の伝播速度



## 津波高と被害形態の関係

津波強度	0	1	2	3	4	5
津波高(m)	1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面 急斜面	岸で盛上がる 速い潮汐	沖でも水の壁 第二波砕波 速い	先端に 砕波を伴う ものが増える。	第一波でも 巻き波砕波を 起こす。	
音響	前面砕波による連続音 (海鳴り, 暴風雨)					
	浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴, 遠方では認識されない)					
	崖に衝突する大音響 (遠雷, 発破, かなり速くまで聞こえる)					
木造家屋	部分的破壊		全面破壊			
石造家屋	持ちこたえる		(資料無し)		全面破壊	
鉄・コン・ビ'ル	持ちこたえる		(資料無し)		全面破壊	
漁船	被害発生		被害率50%		被害率100%	
防潮林被害 防潮林効果	被害軽微 津波軽減		漂流物阻止		部分的被害 漂流物阻止	
養殖筏	被害発生					
沿岸集落	被害発生		被害率50%		被害率100%	
打上高(m)	2		4		8 16 32	

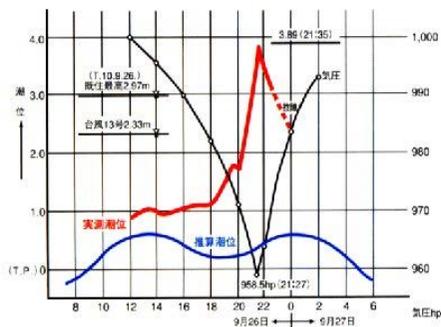
出典：首藤伸夫, 津波強度と被害, 津波工学研究報告, 第9号, pp101-136, 1992

## 高潮 (Storm Surge) とは

## 高潮 (Storm Surge) とは

### ▲ 高潮:

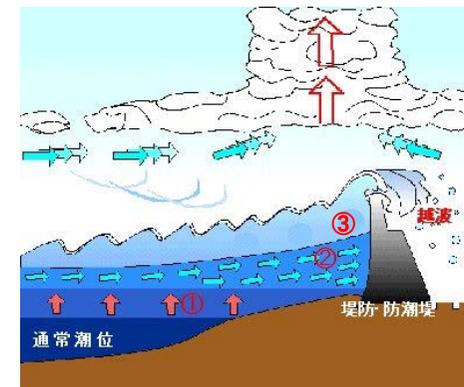
- ・台風(低気圧)と強風に伴った海面上昇  
→ 満潮時と重なると非常に高い水位になる
- ・通常, 高波を伴う



伊勢湾台風時の名古屋の潮位記録

## 高潮の主な発生機構

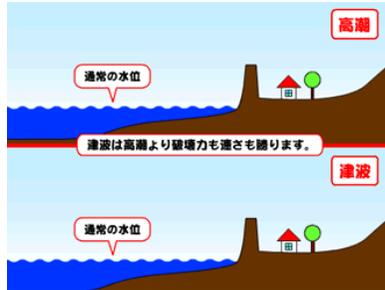
- ① 低気圧(台風)による海面の吸い上げ
- ② 風による吹き寄せ
- ③ 砕波による海面上昇



出典：国土交通省河川局ホームページ

## 津波と高潮の違い

	津波	高潮
発生原因	海底の地震、火山爆発など	台風、低気圧
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>海底から海面までの水塊全体が移動</li> <li>「波」というより「流れ」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海面上昇</li> <li>海面付近の水塊が主に移動（風による吹き寄せ効果）</li> </ul>



出典：高知県ホームページ

## 伊勢湾台風による高潮被害④

### (1) 愛知県での被災状況

ゼロメートル地帯が多く、沿岸において浸水被害が生じた箇所では海面と同様に潮汐の影響による湛水が生じた

### (2) 伊勢湾台風後の復旧の流れ

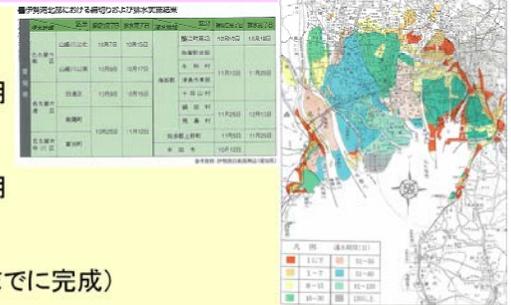
① 応急仮締切り 約2ヶ月

↓  
排水 約1ヶ月

② 高潮対策事業による復旧

約4年間(昭和38年台風期までに完成)

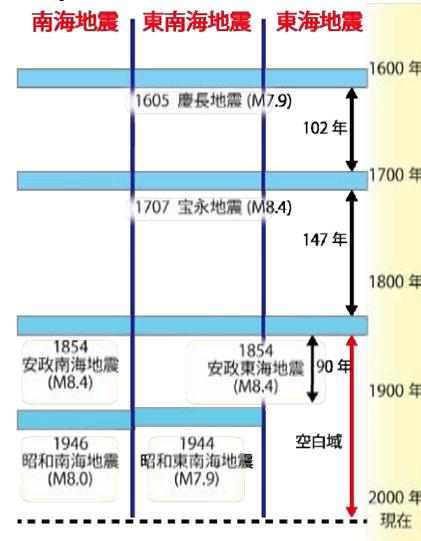
【35年、36年、37年台風期を経験する】



出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

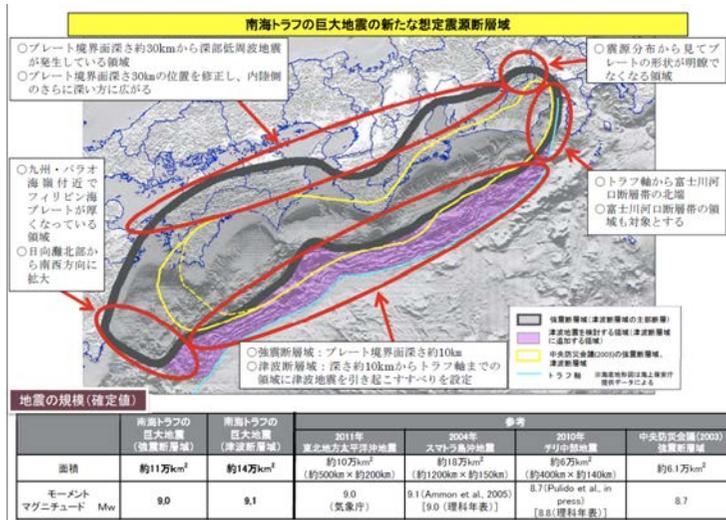
巨大沿岸災害に備えて  
～南海トラフ地震・津波～

## 東海・東南海・南海連動型地震



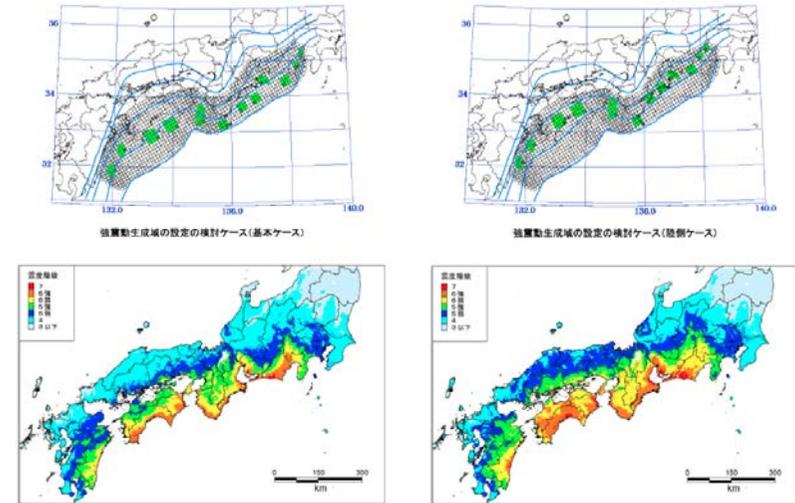
- 東海地震は前回の1854年以降、150年以上経過
- 今後30年以内の東海地震の発生確率は「88%（参考値）」
- 今後30年以内の南海トラフ地震の発生確率は「70%」
- 過去には、東南海・南海地震が同時に発生

# 南海トラフの巨大地震の新たな想定震源断層域



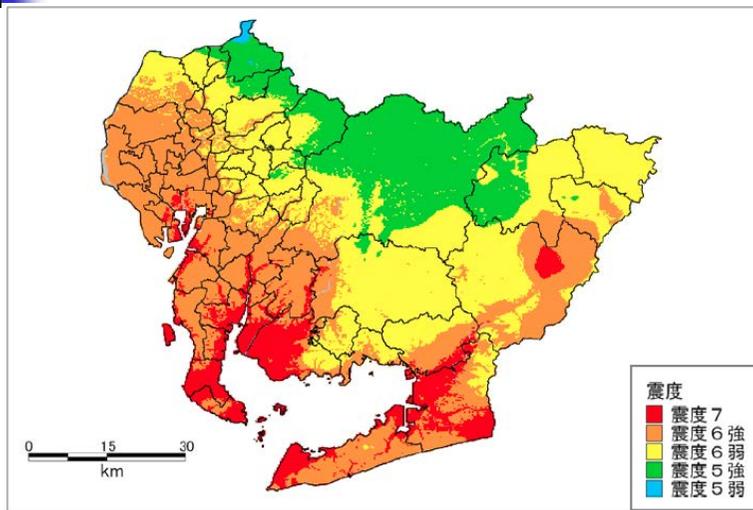
出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第一次報告（平成24年3月31日公表）

# 震度分布図



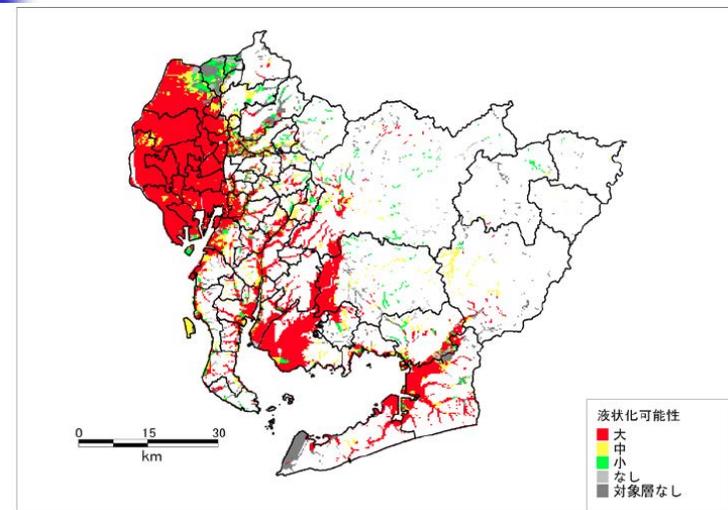
出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

# 愛知県における震度分布



出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）  
愛知県防災会議地震部会「愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査」（平成25年5月30日公表）

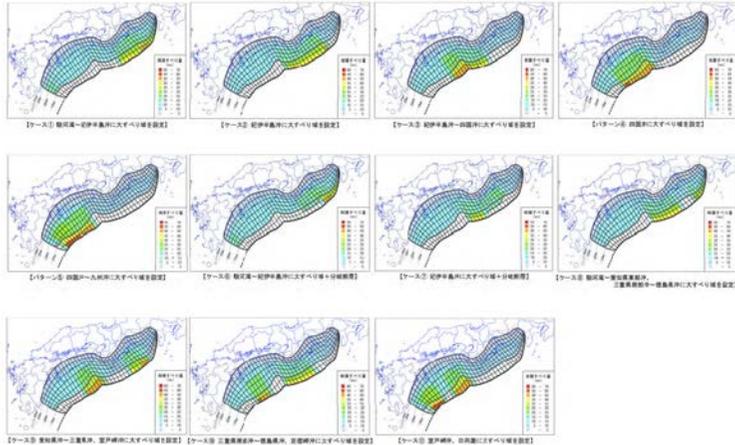
# 愛知県における液状化危険度分布



出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）  
愛知県防災会議地震部会「愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査」（平成25年5月30日公表）

## 津波断層モデルのすべり量の設定

### 津波断層モデルのすべり量の設定



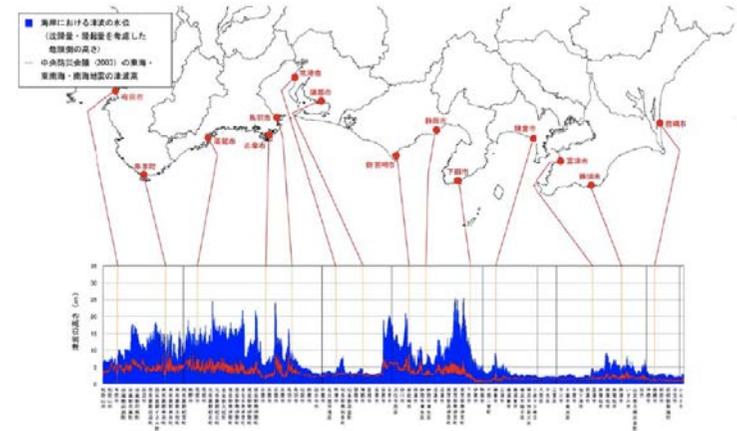
出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第一次報告（平成24年3月31日公表）

## 沿岸部における津波の高さの最大値分布

### 津波の高さグラフ（満潮時）

### 最大クラスの津波（満潮時）

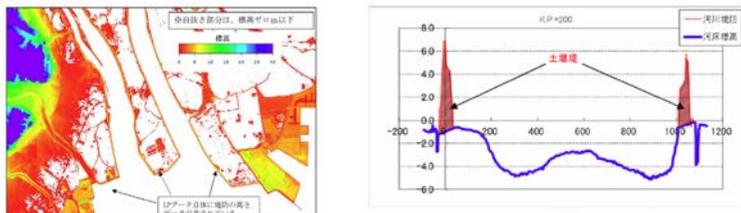
海岸における津波の高さの最大値分布（2）



出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第一次報告（平成24年3月31日公表）

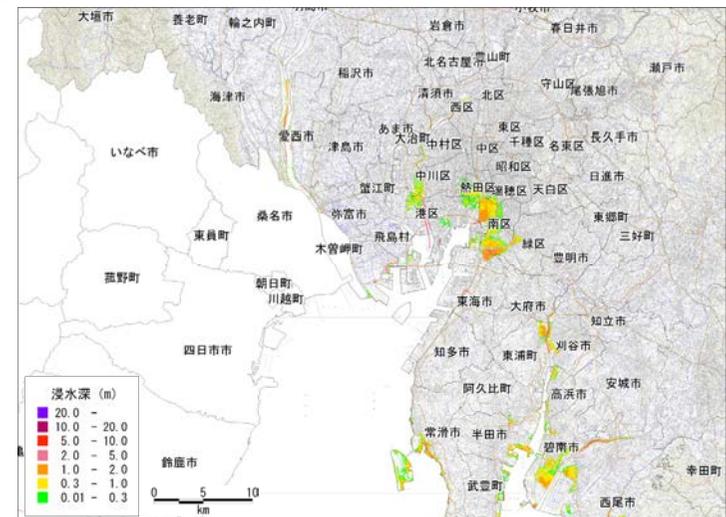
## 津波浸水計算の前提

- 構造物の条件として、「津波が堤防を越えると当該堤防が破壊される場合（堤防が機能する場合）」と、「地震動によって、地震発生から3分後に堤防が破壊される場合（地震動により堤防が機能しない場合）」を設定。
- 幅10m程度を超えるような堤防などは地形データに含まれる。「堤防が機能する場合」、「地震動により堤防が機能しない場合」のいずれの条件においても、破壊されない。



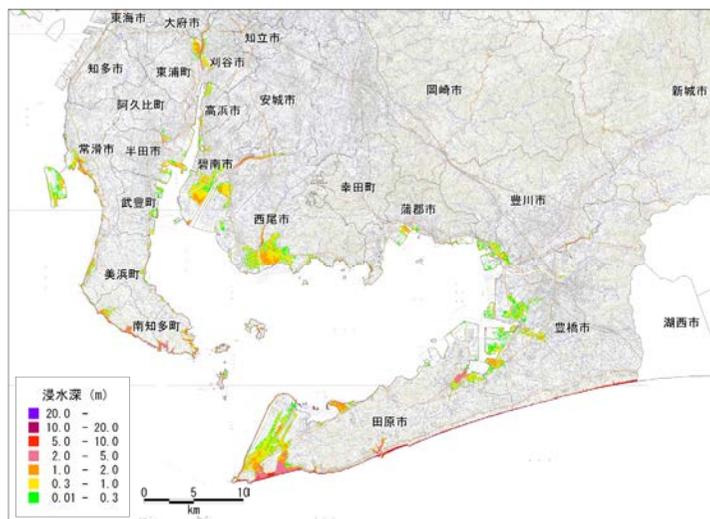
出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

## 愛知県における津波浸水予測①（ケース①）



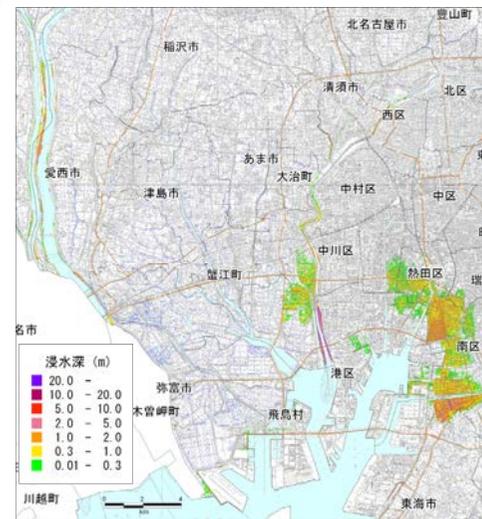
出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

## 愛知県における津波浸水予測②(ケース①)



出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

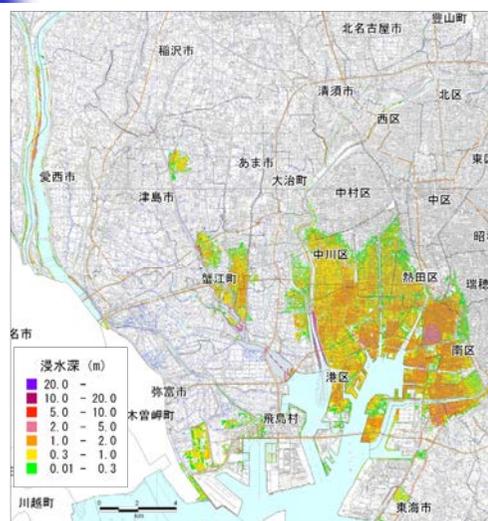
## 伊勢湾湾奥部での津波浸水予測①(ケース①)



堤防条件：  
津波が乗り越えたら破堤

出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

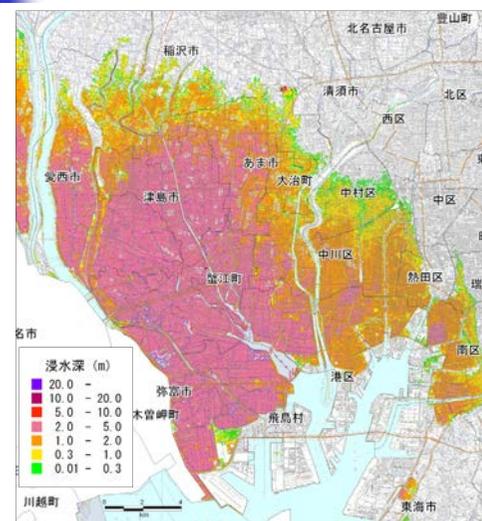
## 伊勢湾湾奥部での津波浸水予測②(ケース①)



堤防条件：  
地震発生から3分後に破壊

出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

## 伊勢湾湾奥部での津波浸水予測③(ケース①)

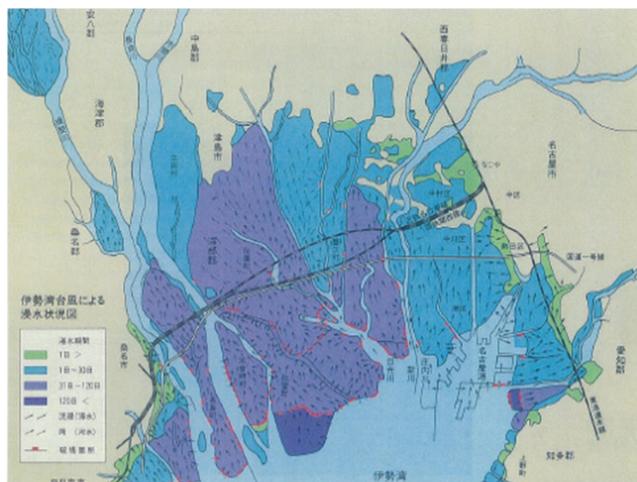


地震後、潮位により浸水  
満潮位（=TP+1.27m）

堤防条件：  
堤防なし・土堰堤なし

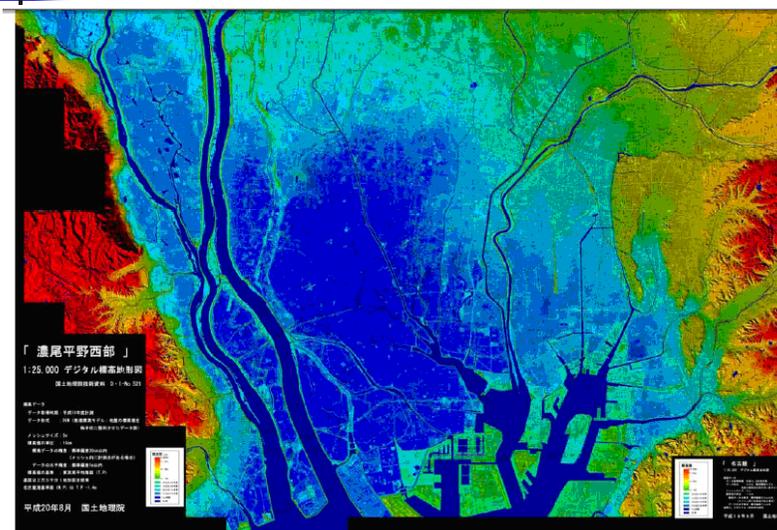
出典：南海トラフの巨大地震モデル検討会・第二次報告（平成24年8月29日公表）

## 1959年伊勢湾台風による高潮氾濫



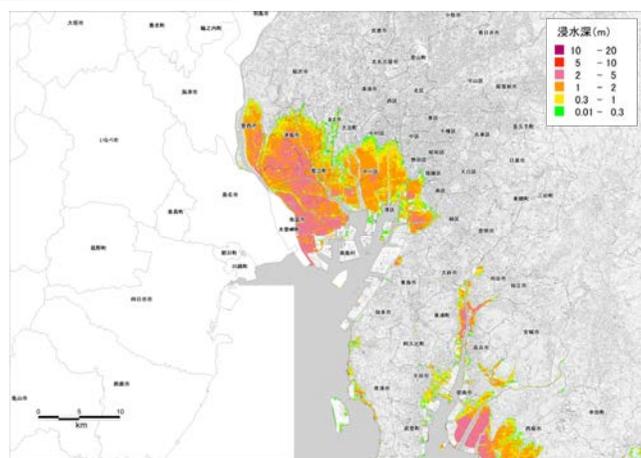
伊勢湾台風時の氾濫状況（出典：中央防災会議伊勢湾台風報告書）

## 濃尾平野のデジタル標高地形図(国土地理院)



図一6 1:25,000 デジタル標高地形図（名古屋と濃尾平野西部を合成）

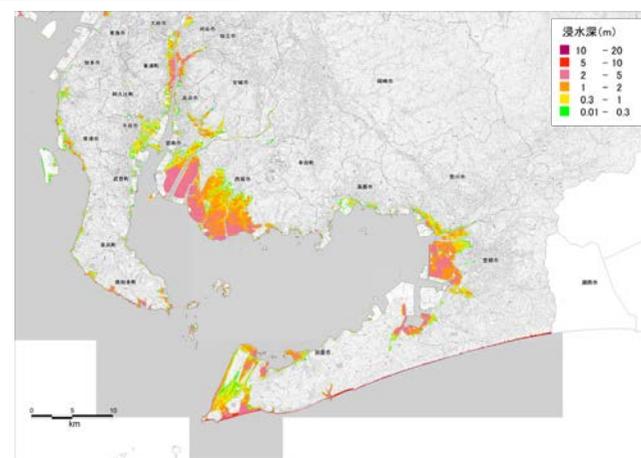
## 愛知県における津波浸水予測(浸水深)①



理論上最大想定モデルによる想定（津波ケース①）  
堤防条件：地震発生と同時に盛土構造物(土堰堤)は75%沈下し、越流によって破壊、コンクリート構造物は倒壊。

出典：愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査結果（平成26年5月30日公表）

## 愛知県における津波浸水予測(浸水深)②



理論上最大想定モデルによる想定（津波ケース①）  
堤防条件：地震発生と同時に盛土構造物(土堰堤)は75%沈下し、越流によって破壊、コンクリート構造物は倒壊。

出典：愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査結果（平成26年5月30日公表）



# 愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会

## 検討会設置の経緯

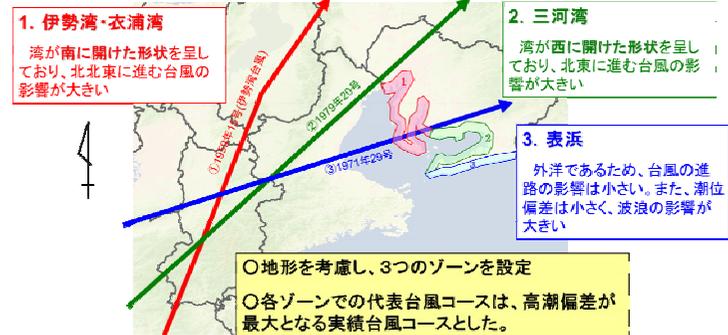
- ①平成21年10月に愛知県沿岸に来襲した台風18号は伊勢湾台風に匹敵する高潮となり、愛知県内では三河湾を中心に大きな被害となった。
- ②近年、地球温暖化に伴う海面上昇や台風の強大化が懸念される中、愛知県における高潮への防災・減災対策について検討を進めていた。
- ③平成23年3月に東日本大震災という未曾有の大災害が発生し、国等の検討の中で、今後の津波対策について、防護レベル、減災レベルの2つの設定外力による対応が示された。

愛知県はその地形特性から、台風等による沿岸部への高潮による影響が大きく、過去において昭和28年台風13号、昭和34年伊勢湾台風による大災害を経験している。

このため、津波・高潮について、愛知県の沿岸部における防護対策のあり方を踏まえ、海岸保全施設についての総合的な評価を行い、今後の施設整備等の方針を検討するため、本検討会を設置することとした。

出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

# 予測区域と代表台風コースの設定



ゾーン番号	ゾーン名	対象地点	代表台風コース	備考
1	伊勢湾・衣浦湾	三重県境～矢作古川	①1959年15号（伊勢湾台風）	
2	三河湾	矢作古川～伊良湖岬	②1979年20号	
3	表浜	伊良湖岬～静岡県境	③1971年29号	

出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

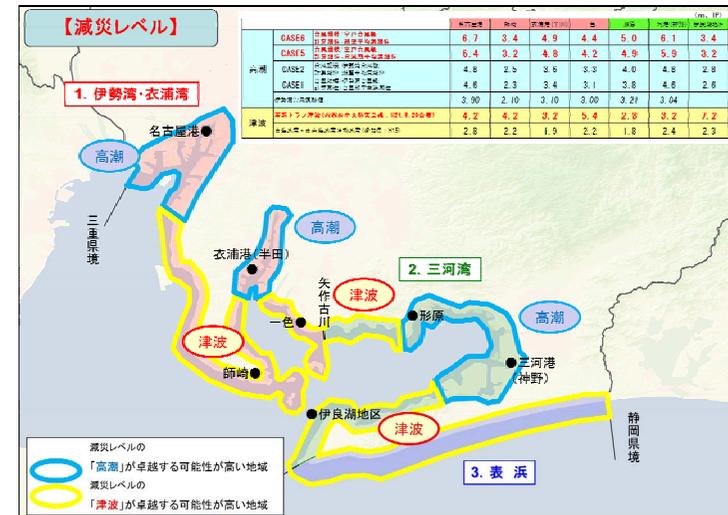
# 高潮浸水予測の想定シナリオ

高潮浸水予測の想定シナリオのイメージ図 (8ケース)

外力レベル	防護レベル	減災レベル	概要
想定台風規模	伊勢湾台風 (当該地域の既往最大台風)	室戸台風級 (日本上陸した既往最大台風)	
想定台風コース	台風実績コース	台風実績コース	
伊勢湾台風時潮位	<参考> 伊勢湾台風時潮位		過去の災害実績
台風期平均満潮位	CASE ①	CASE ⑤	
眺望平均満潮位	CASE ②	CASE ⑥	
台風期平均満潮位	50年後の海面上昇分 (+0.24m) CASE ③	CASE ⑦	将来的な気候変動に対するリスクの把握
台風期平均満潮位	100年後の海面上昇分 (+0.59m) CASE ④	CASE ⑧	
眺望平均満潮位	100年後の海面上昇分 (+0.59m) CASE ④	CASE ⑧	
備考	ハード整備を主とした防護目標	減災対策を検討する設定外力	

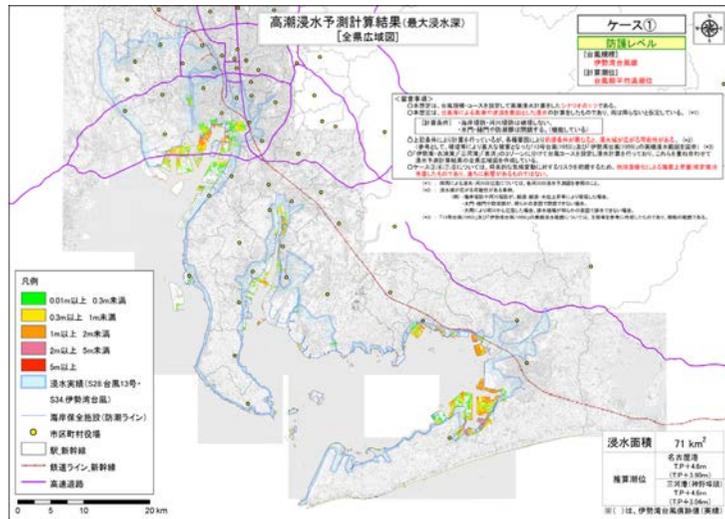
出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

# 巨大高潮と南海トラフ巨大地震津波の比較

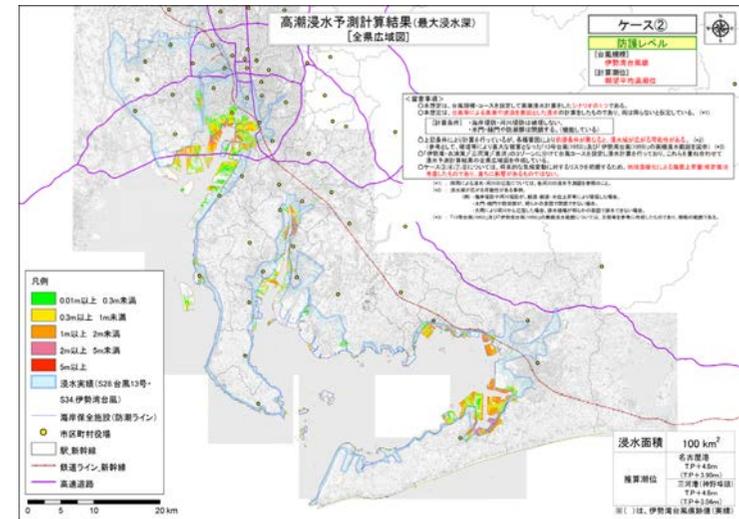


出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

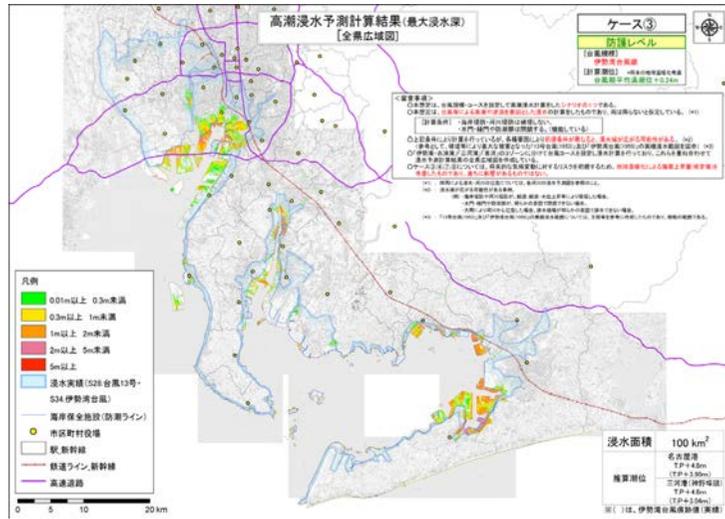
### 高潮浸水予測計算結果(ケース①)



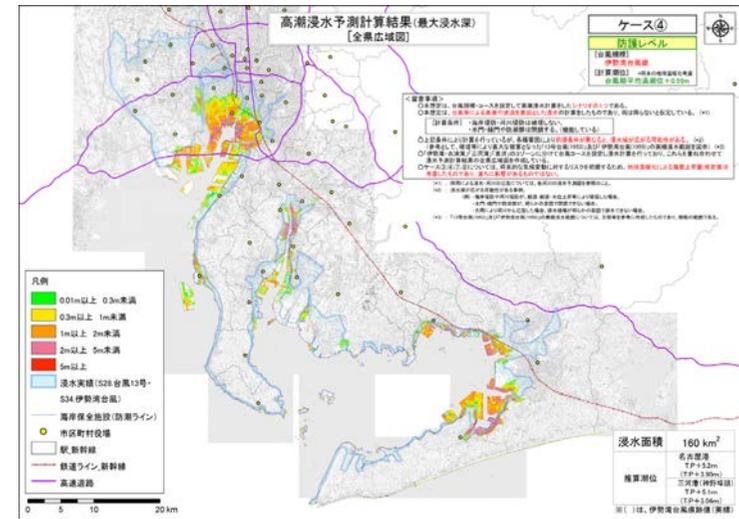
### 高潮浸水予測計算結果(ケース②)



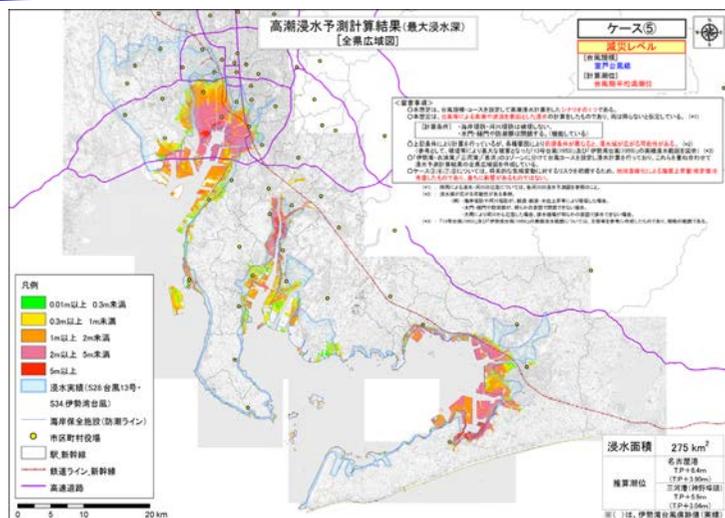
### 高潮浸水予測計算結果(ケース③)



### 高潮浸水予測計算結果(ケース④)

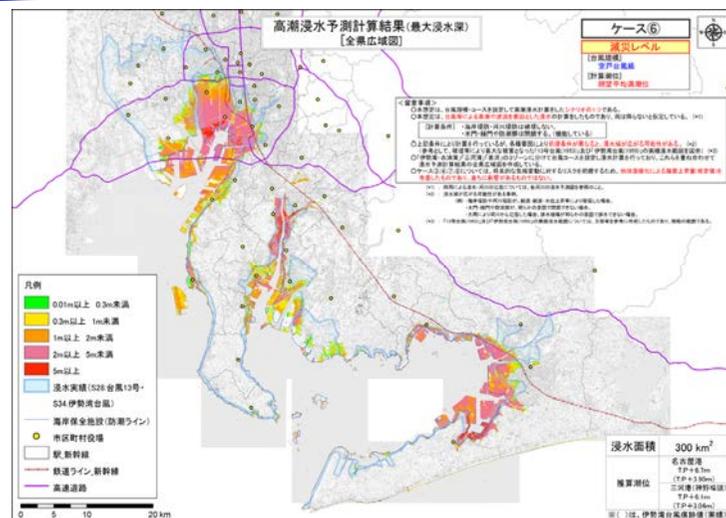


### 高潮浸水予測計算結果(ケース⑤)



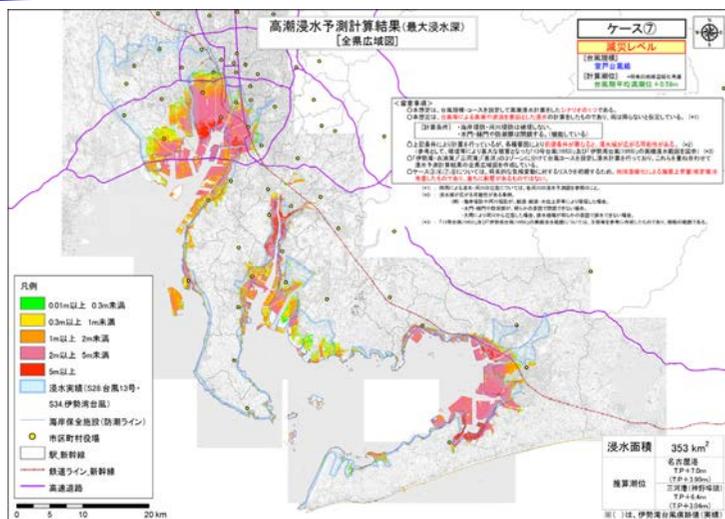
出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

### 高潮浸水予測計算結果(ケース⑥)



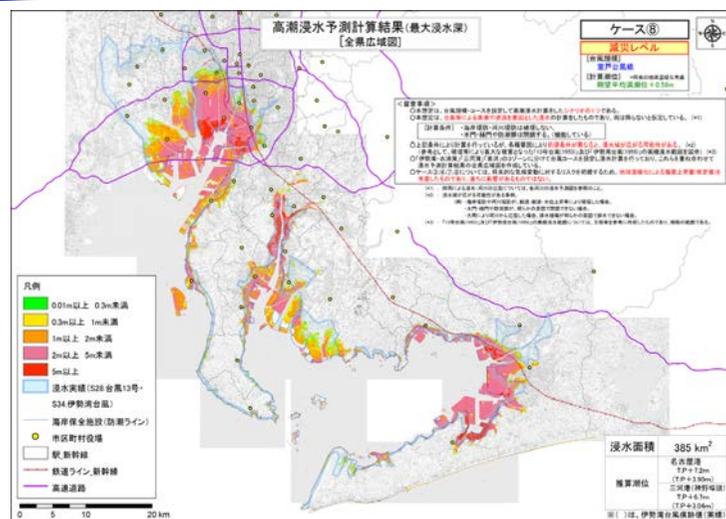
出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

### 高潮浸水予測計算結果(ケース⑦)



出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

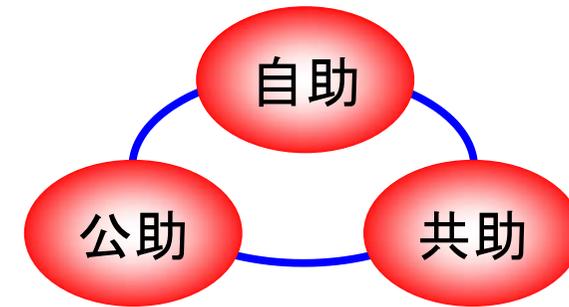
### 高潮浸水予測計算結果(ケース⑧)



出典：第4回愛知県沿岸部における津波・高潮対策検討会（平成25年3月22日公表）

## 巨大沿岸災害に備えて ～最後に～

### 避難・防災に対する考え方



- ・ 避難に対する自助・共助・公助
- ・ 防災に対する自助・共助・公助

### 「稲むらの火」の逸話(安政南海地震)

「これはただ事でない。」

海辺の高台に住む庄屋の五兵衛は、今の地震の長いゆったりとしたゆれ方と、うなるような地鳴りでそう思った。海を見ると波が沖へ沖へと動いて、みるみる海岸には、広い砂原や黒い岩底が現れて来た。

「大変だ。津波がやって来るに違いない。」と、五兵衛は思った。このままにしておいたら、四百の命が、村もろ共一のみによられてしまう。家にかけ込んだ五兵衛は大きな松明を持って飛び出して来た。

「もったいないが、これで村中の命が救えるのだ。」と、五兵衛は自分の田のすべての稲むらに火をつけた。

「火事だ。庄屋さんの家だ。」と村の者は、急いで山手へかけ出した。高台から見下している五兵衛の目には、それが蠨の歩みのように、もどかしく思われた。村中の人は、追々集まって来た。五兵衛は、後から後から上がって来る老幼男女を一人々々数えた。

やがて津波が村を襲った。一同は、波にえぐり取られてあとかたもなくなった村を、ただあきれて見下していた。

稲むらの火は、風にあおられて又もえ上がり、夕やみに包まれたあたりを明るくした。始めて我にかえった村人は、此の火によって救われたのだと気がつく、無言のまま五兵衛の前にひざまづいてしまった。



### おわりに

自然は過去の習慣に忠実である。

寺田寅彦の名言

それゆえに災害は必ずやってくる。