

## II. 自然災害の予測

### 2. 記録に残る田原市に被害のあった主な歴史地震

---

愛知県史、市町村史、東三河地域防災協議会などによる研究成果、愛知県災害史、刊行された体験談などを参考にすると、田原市に被害のあった主な歴史地震には以下のようなものがある。

- ・天長 4 年（827）7 月の地震
- ・慶長 9 年（1605）12 月の地震
- ・慶長 19 年（1614）10 月の地震
- ・寛文 2 年（1662）5 月の地震
- ・貞享 3 年（1686）8 月の地震
- ・元禄 16 年（1703）11 月の地震
- ・宝永 4 年（1707）10 月の宝永地震
- ・嘉永 7 年[安政元年]（1854）11 月の安政東海・南海地震
- ・明治 24 年（1891）12 月の濃尾地震
- ・昭和 19 年（1944）12 月の昭和東南海地震
- ・昭和 20 年（1945）1 月の三河地震

#### ○各地震の被害の概要

##### 【田原市の被災傾向】

田原市では、上記の地震の際に、建物の倒壊・半壊等の被害、田畑等の隆起・陥没・地割れ・液状化、崖崩れ、橋・堤等の被害のほか、市域が海に面しているため、津波被害が発生している。

このうち、津波が田畑に入ったところでは、地震後数年の間は田畑として使えなかったり、作物が育たない状態が続いたりしている。このため、暮らしが成り立たず、助郷（労働課役のひとつ）の免除嘆願書を提出したりしている。

表 2.1 には、地震ごとの田原市に関係すると思われる被害の状況をまとめた。以下、要約する。

- ・天長 4 年（827）7 月の地震では、越津の海岸が大陥没し、美しく湾曲していた礫岩も、賑やかだった家並も半分以上が海底に沈んでしまったとされている。難を免れた人々は北へ避難し、地名も小塩津と改めたと伝えられている。
- ・慶長 9 年（1605）12 月の地震では、津波により片浜の舟が壊され、慶長 19 年（1614）10 月の地震では、田原城の矢倉が崩れたとされている。
- ・寛文 2 年（1662）5 月の地震でも、田原城の矢倉が崩れ、領内の家が倒壊し、田畑の隆起、地割れ、液状化が発生している。
- ・貞享 3 年（1686）8 月の地震でも、田原城の矢倉、武家屋敷、町屋等が破損し、死者を出している。
- ・元禄 16 年（1703）11 月の地震では、地震・津波で、弁才天社の祠が流されている。また、渥美半島では船、網、漁具等が流失し、死者が出ている。

- ・ 宝永 4 年（1707）10 月の宝永地震では、地震・津波で、村々の網船その他の漁具が残らず流出し、山は崩れ、谷は埋り、人馬が多く死亡している。特に、野田七郷でが夥しい被害が出ている。安楽寺、西円寺もこの地震で倒壊している。常光寺、八柱神社などをはじめ多くの寺社や村落が、津波の被害を受け、北方の高地に移転している。また、津波によって海新田の堤防が決壊し、田畑の荒廃を招いている。
- ・ 嘉永 7 年[安政元年]（1854）11 月の安政東海・南海地震では、崖崩れがあり、田原城の石垣も崩れ、本丸をはじめ各郭の建物も大破している。田原城中の住居が大破し、櫓・壁が落ち、門・堀・土蔵等が崩れている。高汐（津波）が打入り、橋・堤等も破損し、海岸の村々では、漁船・漁具、牛馬、雑穀、家財等が流失している。江比間村ではこの地震で新田が低くなり、堀切村では、田畑一円に土砂が入り、境界がわからない状態になり、地震後数年間は田畑として機能しない状態になっている。
- ・ 明治 24 年（1891）12 月の濃尾地震の際には、渥美郡の中山村で被害多く、小学校、人家が倒壊・半倒している。
- ・ 昭和 19 年（1944）12 月の昭和東南海地震の際には、家屋の被害は地域的に差があり、田原町、福江町、赤羽根村の被害が比較的大きく、川の流域の低地に被害が出ている。海岸では地割れや田んぼの真中に大きな穴があいたりしている。
- ・ 昭和 20 年（1945）1 月の三河地震では、医王寺の本堂が破損している。

### 3. 地震動予測

#### <ボーリングデータについて>

図 3.1 に地盤モデル作成に使用したボーリングデータの位置図を示す。図中のボーリング地点は、前回調査で収集したボーリングについては「●」で、今回の調査で収集した新たに収集したボーリングについては「▲」で、表している。

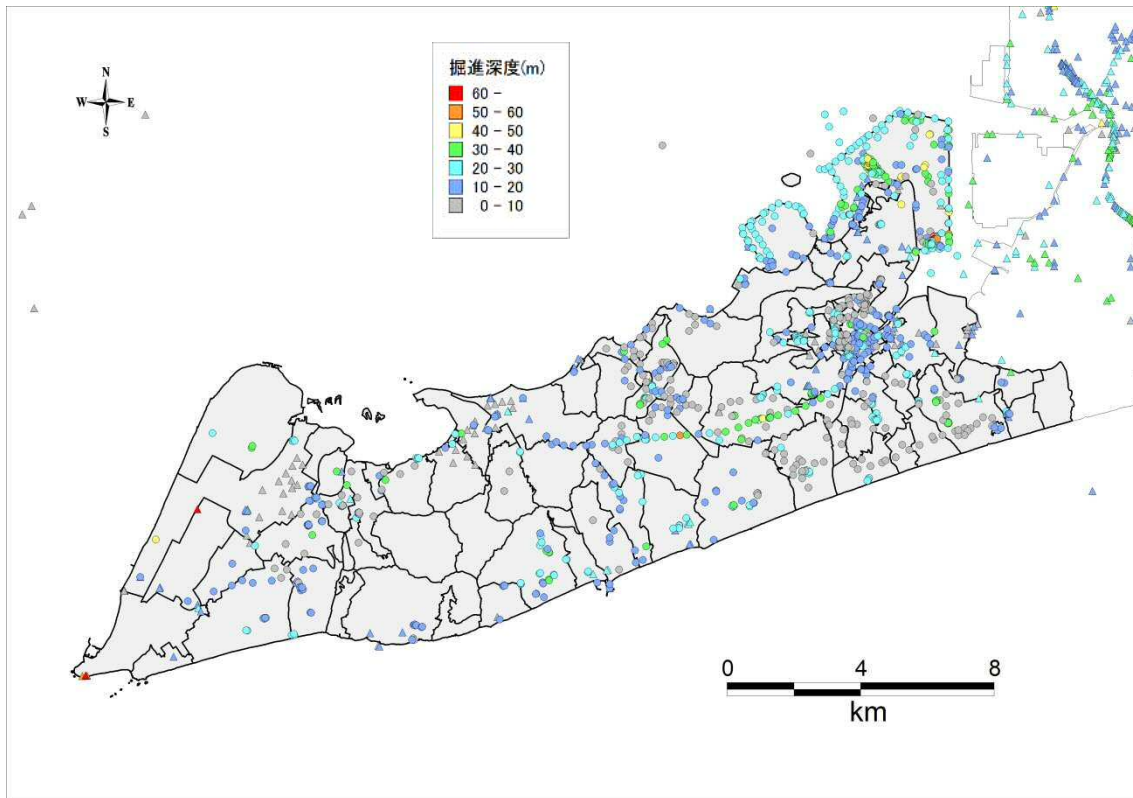


図 3.1 田原市内、田原市周辺のボーリング位置

▲：今回調査で収集したボーリング ●：前回調査で収集したボーリング

### <工学的基盤の設定>

工学的基盤は愛知県（2014）と同様に、平野部についてはS波速度 400m/s、山地部についてはS波速度 900m/s 相当層上面に設定した。各メッシュの工学的基盤の深度については、収集したボーリングおよび前回調査で作成した工学的基盤コンター図をもとに設定した。工学的基盤深度分布のメッシュ図を図 3.2 に示す。

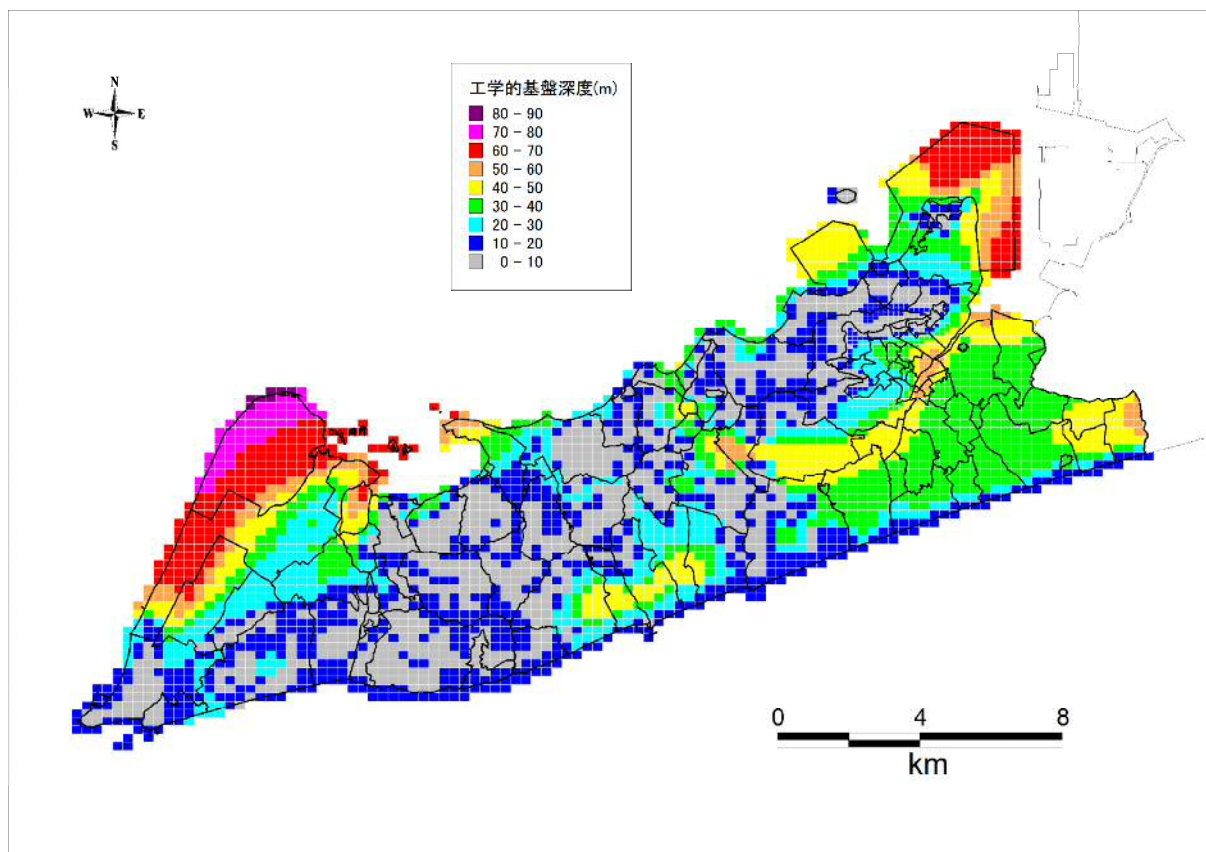


図 3.2 工学的基盤深度分布図（メッシュで表示）

### <作成した浅部地盤モデルの AVS30>

表層地盤の増幅（地盤の揺れやすさ）を確認するために、各メッシュの浅部地盤モデルの地表30mまでの平均S波速度（AVS30）を求めた。一般的に、AVS30が小さいほど地盤が軟弱であるといえる。一部の谷底平野や埋立地では100～200m/sを示しており、これらの地域は、比較的軟弱な地盤であることが分かる。

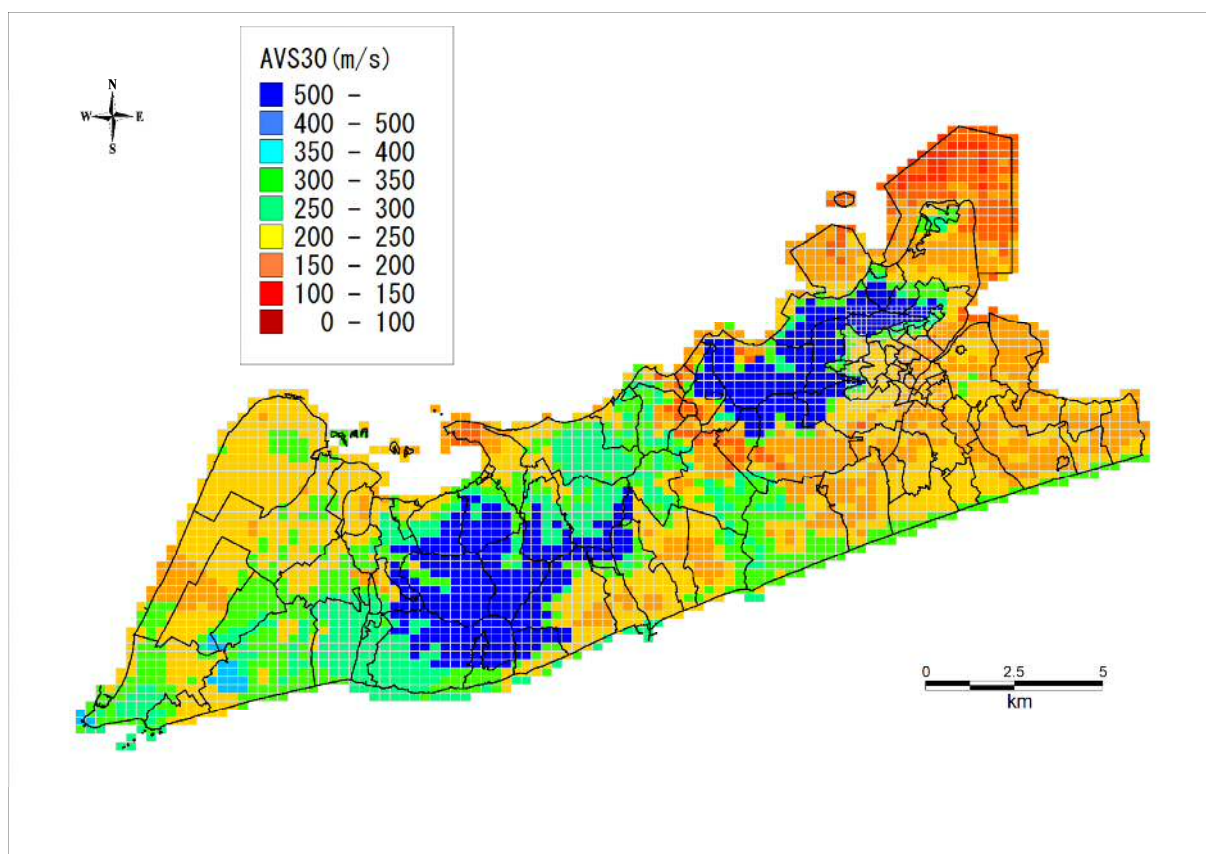


図 3.3 AVS30（表層 30m までの平均 S 波速度）

## (1) 地表面における地震動予測

### ① 解析方法

作成した浅部地盤モデルを使って、工学的基盤における地震波形を入力波として愛知県(2014)で行われている線形応答解析を実施した。なお、工学的基盤における地震波形については、各想定地震ともに愛知県(2014)の工学的基盤の波形を使用した。解析手法は、愛知県(2014)と同様に線形解析法を実施した。

#### ・線形解析法

重複反射理論により計算を行うものである。土の非線形性を考慮していないため、大地震による地盤の非線形性を考慮することができない。

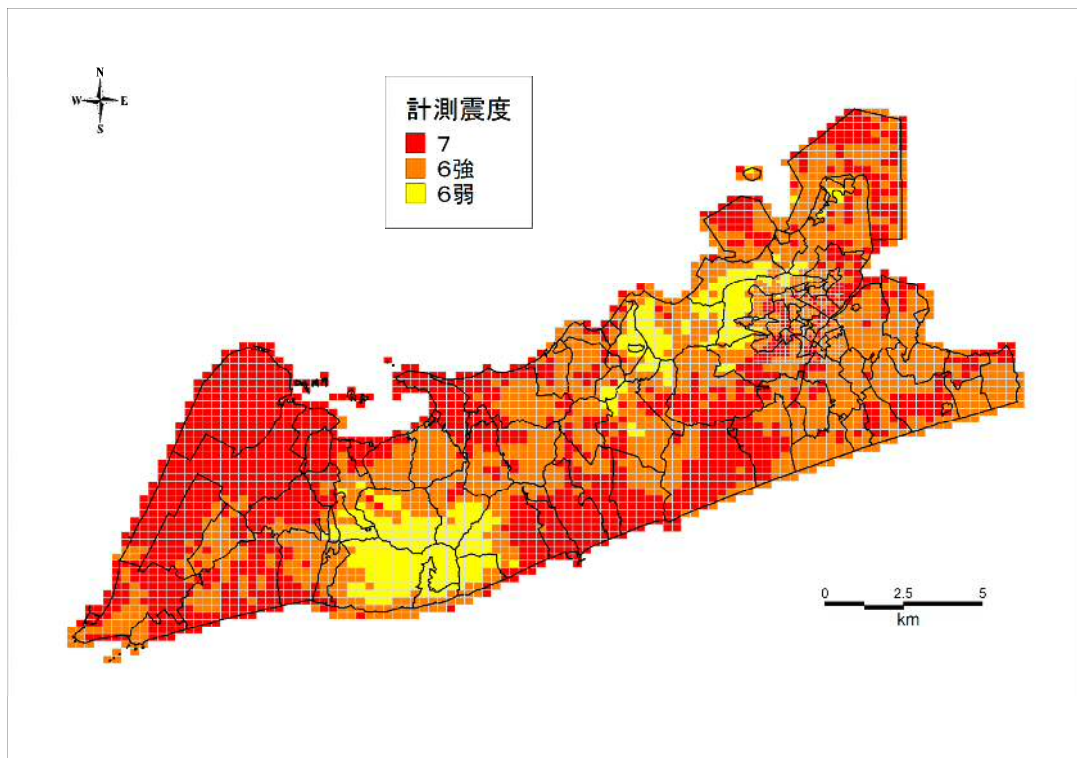
### ② 計算結果

各想定地震に対する計算結果を図3.4及び図3.5に示す。

ボーリングを追加したことにより、田原市西部は、震度7から震度6強となっている。

図3.6には、前回調査結果における東海地震・東南海地震・南海地震の分布を示す。また、図3.7には、今回調査結果における陸側ケースと東側ケースの最大値を採用した場合の震度分布図を示す。最大を採用した場合には田原市の平野の大部分で震度7を示す結果となった。

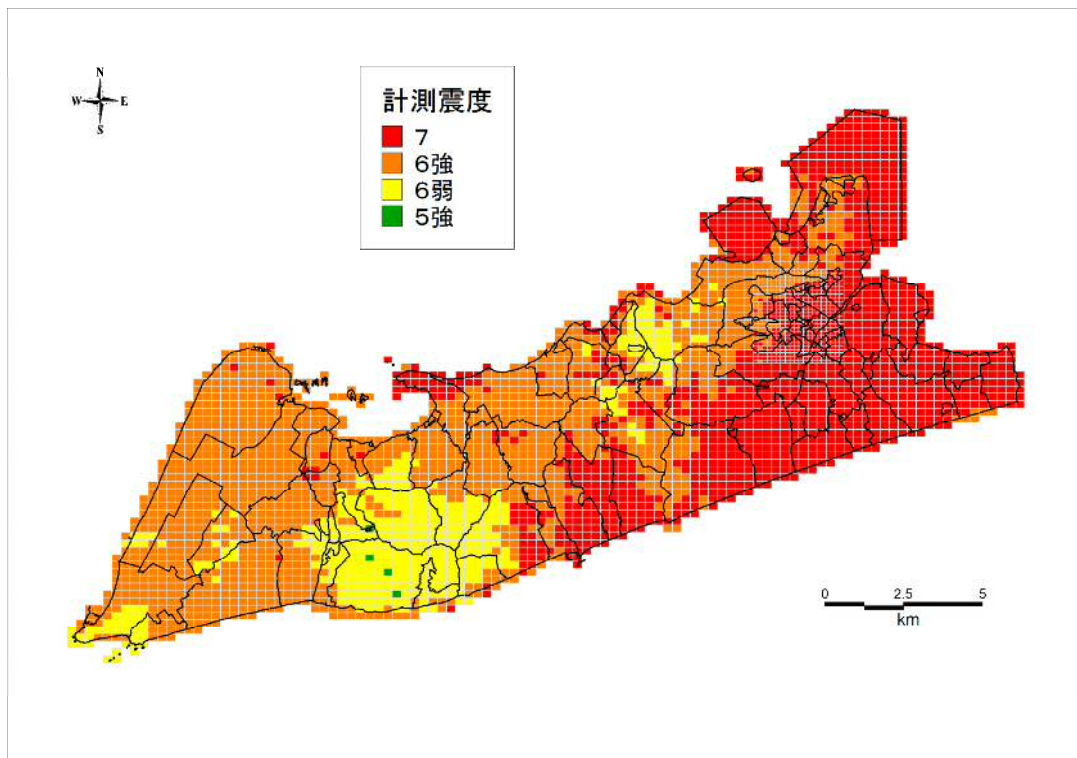
(a) 理論上最大モデル（陸側ケース）



田原市（2014）の結果

図 3.4 理論上最大モデル（陸側ケース）の震度分布図

(b) 理論上最大モデル（東側ケース）



田原市（2014）の結果

図 3.5 理論上最大モデル（東側ケース）の震度分布図



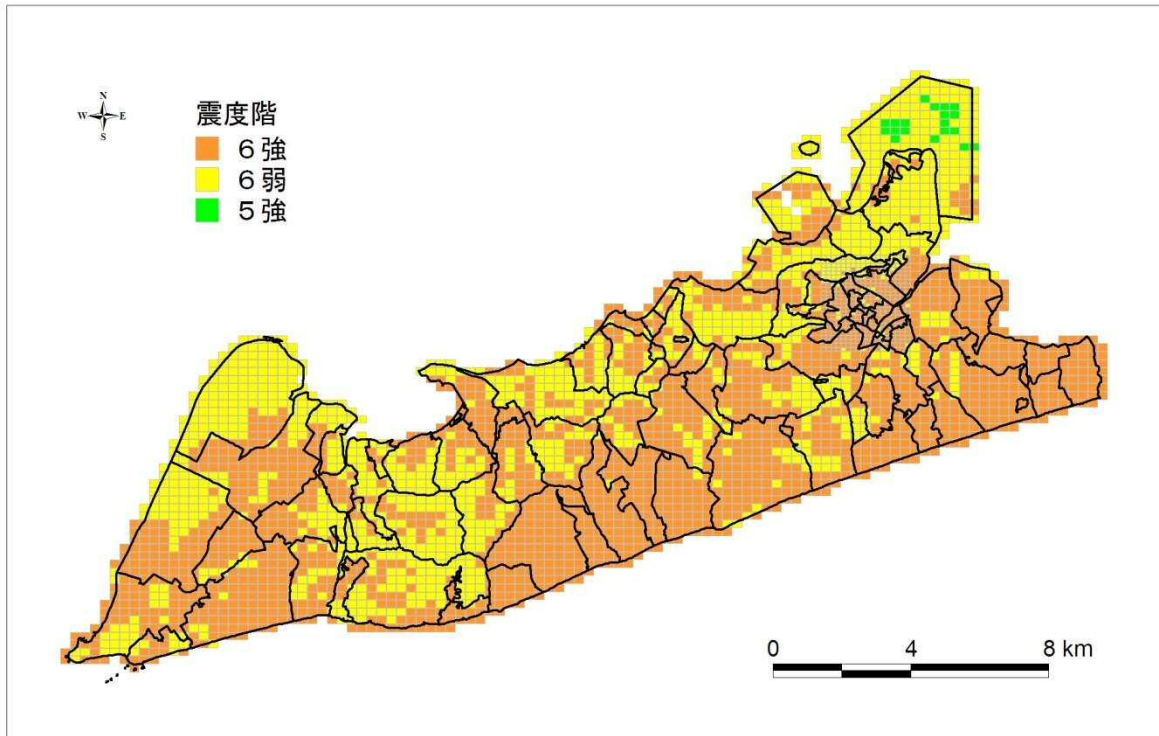


図 3.6 田原市前回調査結果(東海地震・東南海地震・南海地震3連動)  
※非線形応答計算結果

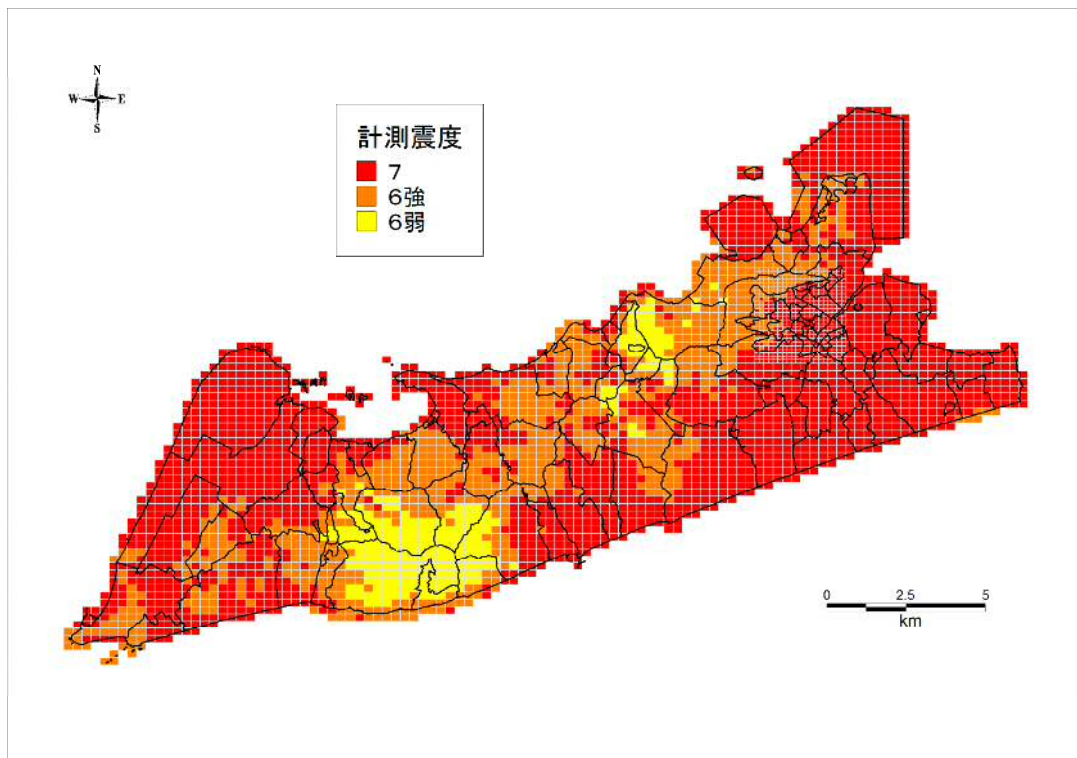


図 3.7 田原市(2014)の結果(陸側ケースと東側ケースの最大値)



#### 4. 液状化危険度の予測

液状化による危険度の想定は、内閣府(2012)や愛知県(2014)と同様に、道路橋示方書(2002)によるFL値をもとにしたPL値を用いた方法で評価した。

道路橋示方書(2002)に示された手順に従い、各深度でのFL値を算出し、その値を深さ方向に重みをつけて足し合わせ、地点での液状化危険度を表すPL値を算出した。表4.1にPL値による液状化危険度判定区分を示した。

表 4.1 PL 値による液状化危険度判定区分

	PL=0	$0 < PL \leq 5$	$5 < PL \leq 15$	$15 < PL$
PL値による液状化危険度判定	液状化危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は不要	液状化危険度は低い。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。	液状化危険度が高い。重要な構造物に対してはより詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。	液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

以上のようにして想定した液状化危険度結果を以下に示す。

愛知県(2014)と比較すると、ボーリングを追加したことにより、谷底低地や砂州・砂礫州等の地形では液状化判定が「極めて高い」から「高い」あるいは「極めて低い」の判定結果となった。また、田原市西部については、地下水位をGL-1.0mからGL-2.0mに変更したので、その影響により愛知県(2014)に比べるとPL値が低くなる結果となった。

(a) 理論上最大モデル（陸側ケース）

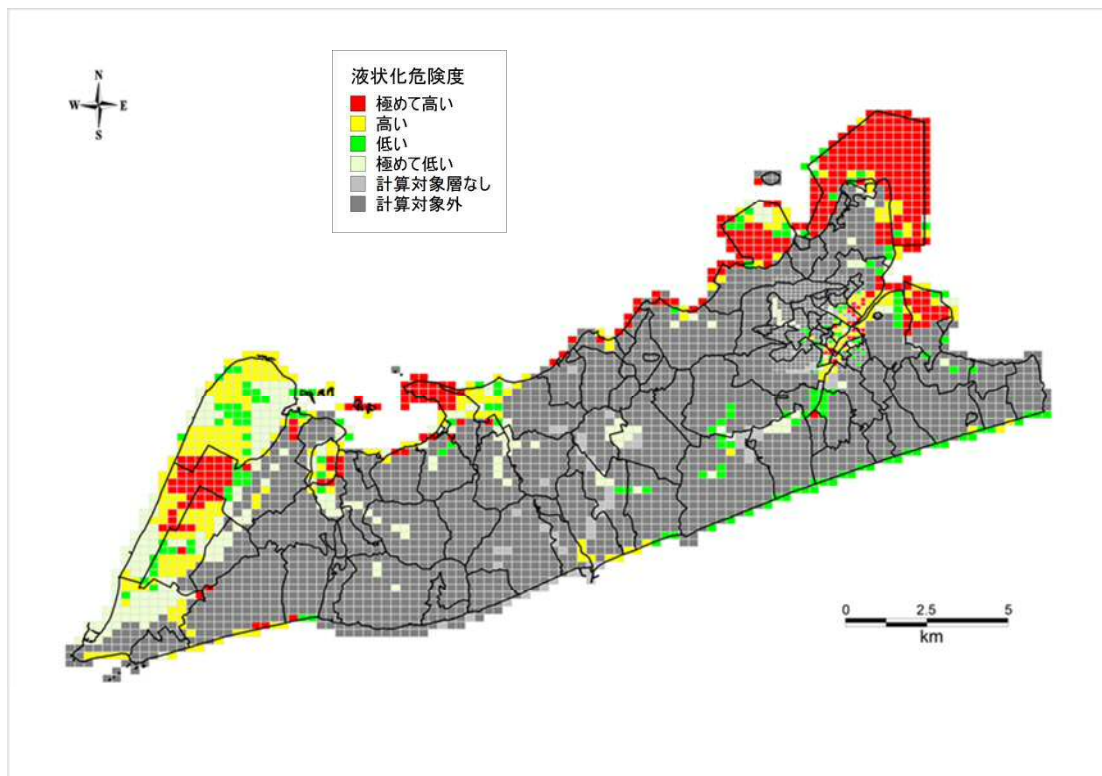


図 4.1 理論上最大モデル（陸側ケース）の液状化危険度

(b) 理論上最大モデル（東側ケース）

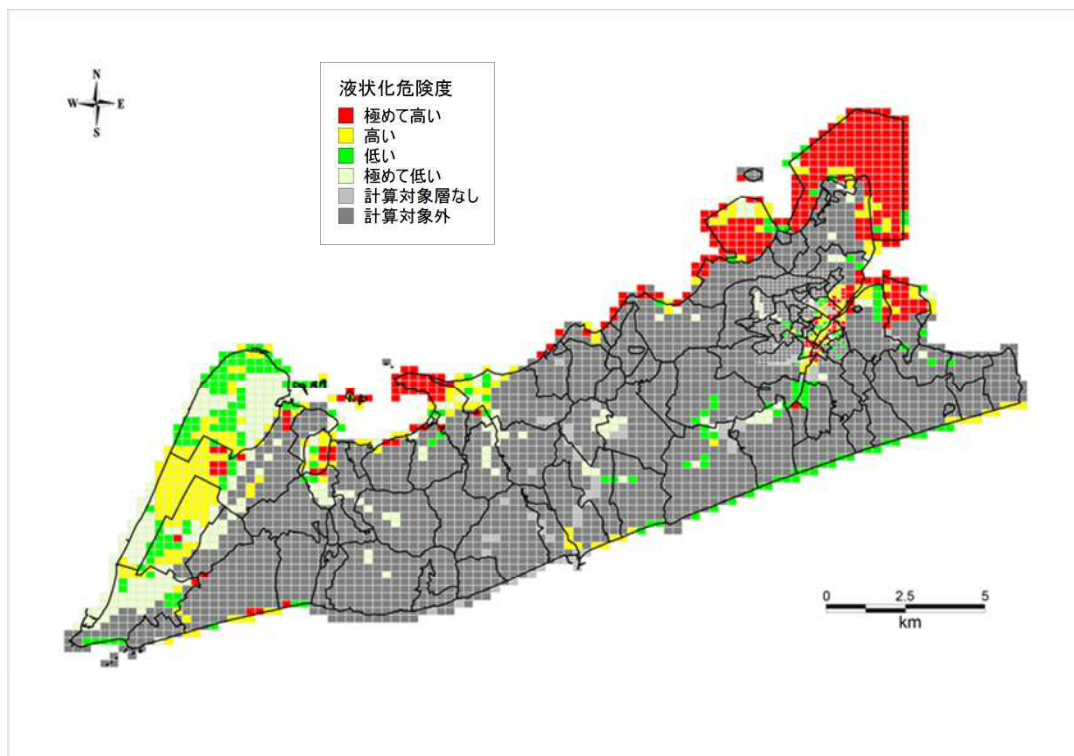


図 4.2 理論上最大モデル（東側ケース）の液状化危険度

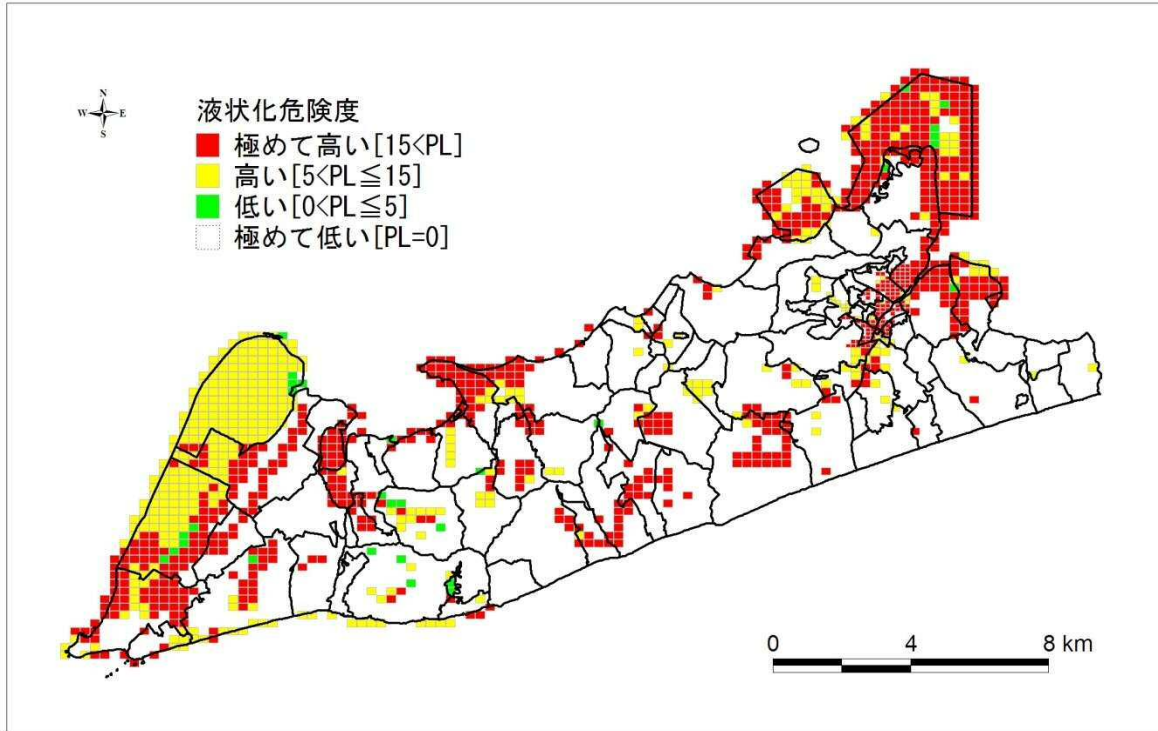


図 4.3 田原市前回調査結果(東海地震・東南海地震・南海地震3連動)

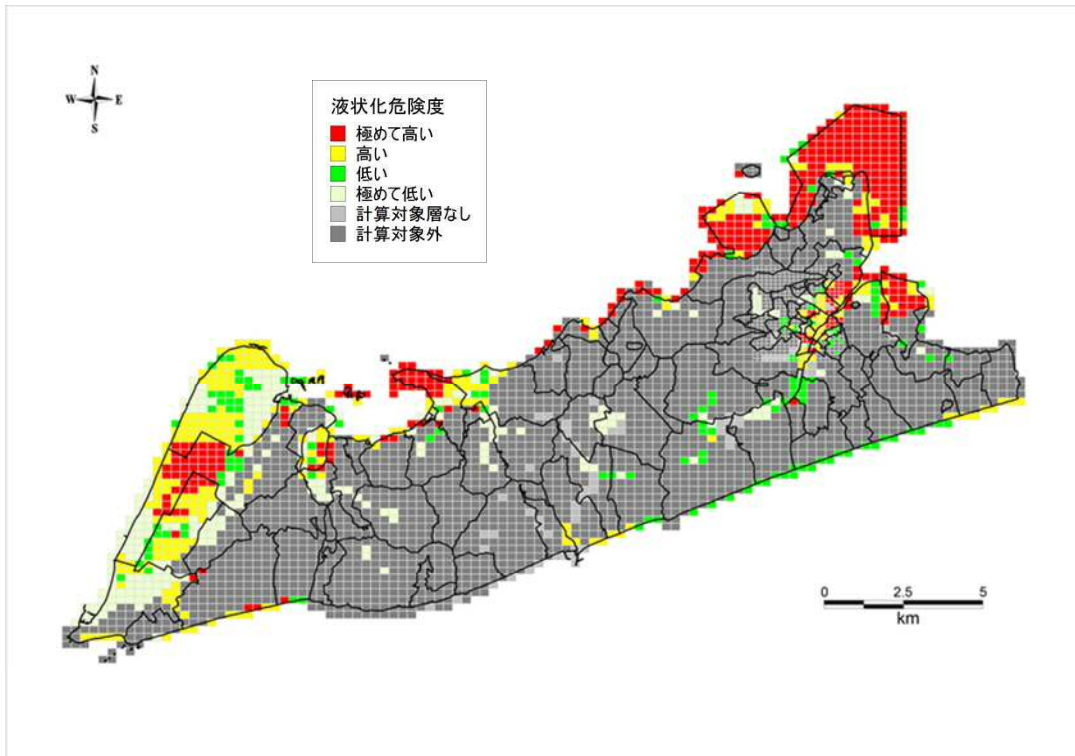


図 4.4 陸側ケースと東側ケースの最大値

<液状化に伴う沈下量の予測>

液状化に伴う沈下量の算定方法については愛知県（2014）と同様に建築基礎構造設計指針による方法に従い算定した。

(a) 理論上最大モデル（陸側ケース）

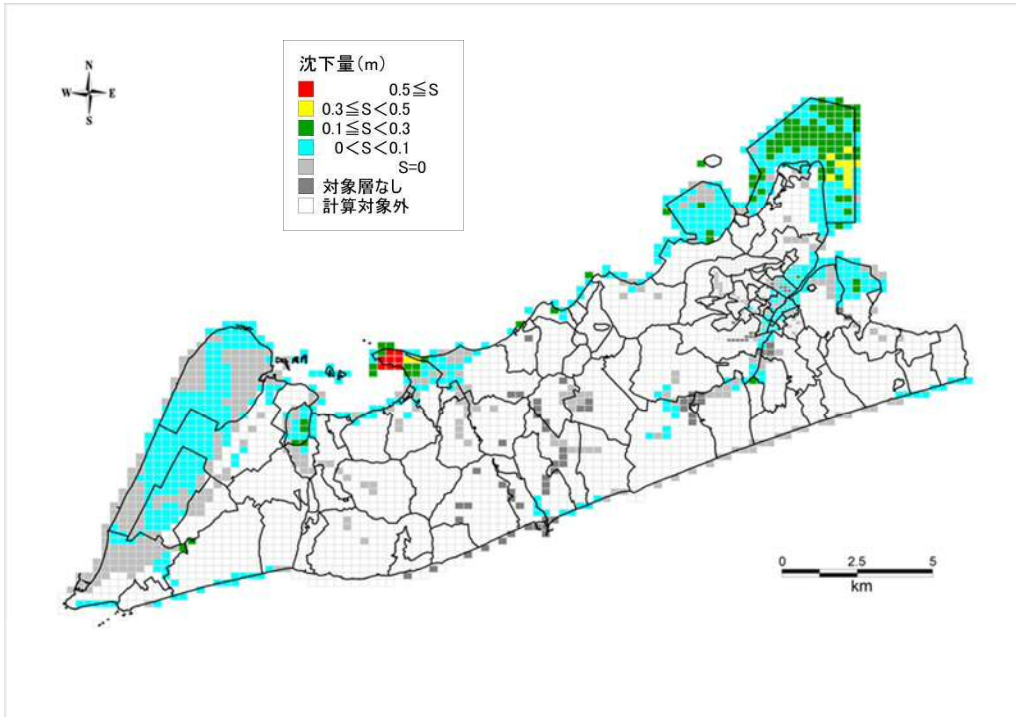


図 4.5 理論上最大モデル（陸側ケース）の沈下量分布図

(b) 理論上最大モデル（東側ケース）

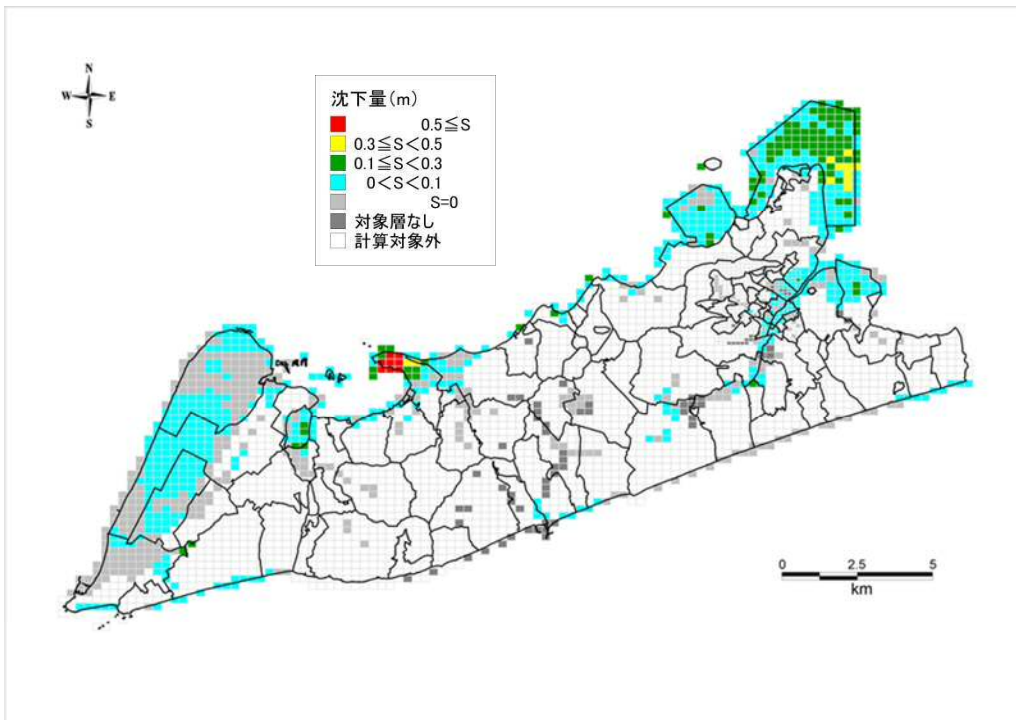


図 4.6 理論上最大モデル（東側ケース）の沈下量分布図

## 5. 崖崩れ等の予測

田原市域において、愛知県が指定している急傾斜危険地（急傾斜地崩壊危険箇所、山腹崩壊危険地区）を対象に、地震動の算定結果及び斜面の危険度判定基準に基づく点検表により地震時の相対的な危険度を算定した。田原市域の急傾斜危険地の分布図を図5.2に示す。

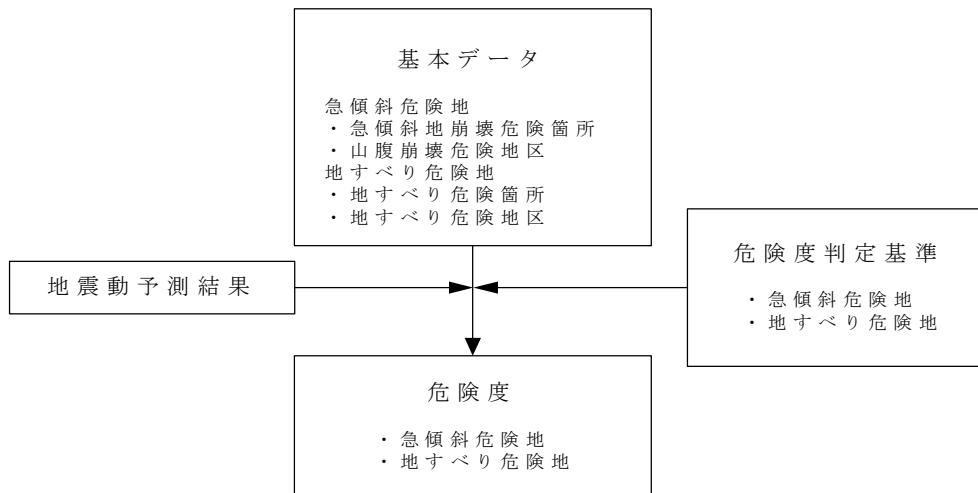


図 5.1 山崖崩れの危険度の想定フロー

### a) 急傾斜危険地の危険度判定方法

表 5.1 と表 5.2 に、急傾斜地地震対策危険度判定表及び計測震度を加味した判定ランクをそれぞれ示す。これは、広域を対象とした地震被害予測によく用いられている手法で、本来降雨を対象にした点検表を宮城県沖地震などの震害事例に適用して、広域での地震被害想定のために設定されたものである。この表 5.2 の判定表は、宮城県(1997)<sup>1</sup>の判定表を準用したものである。なお、対策工が施され異常がない場合、または、山腹崩壊危険地区で治山事業が概成している場合は、安全性が確保されているものとして危険度を1ランク下げることとする。

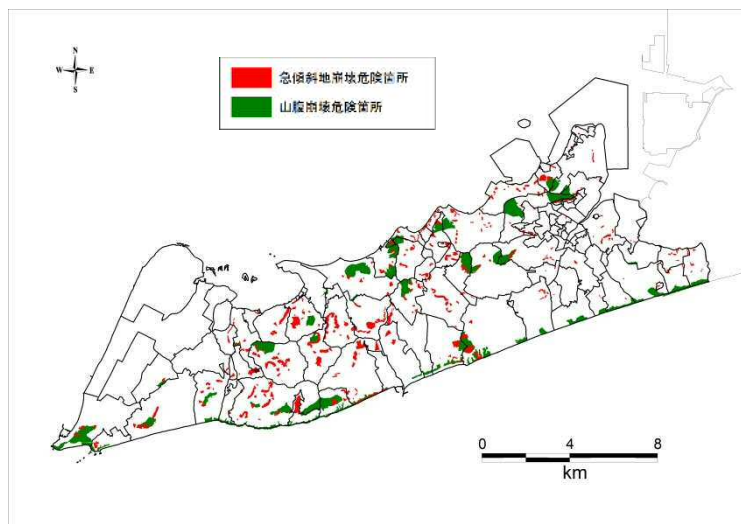


図 5.2 田原市域における急傾斜危険地分布図

<sup>1</sup> 宮城県：宮城県地震被害想定調査報告書, 1997



表 5.1 急傾斜地地震対策危険度判定基準

項目	小項目名	点数	備考
①斜面高 (H)m	H<10	3	
	10≤H<30	7	
	30≤H<50	8	
	50≤H	10	
②斜面勾配 (α)	α<1:1.0	1	
	1:1.0≤α<1:0.6	4	
	1:0.6≤α	7	
③オーバーハング	構造物のない斜面のオーバーハング	7	岩の斜面などで一見してオーバーハングと見られるもの
	構造物のある斜面のオーバーハング	4	
	なし	0	
④斜面の地盤	斜面の表面に転石・浮石が多い	10	上位のものを用いる。例えば、土砂で表面に転石・浮石が多いものは10点とする。
	切土法面に玉石が多い	7	
	風化変質・亀裂の発達した岩	6	
	礫混じり土砂	5	
	風化変質した岩	4	
	亀裂の発達した岩	4	
	土砂	4	
	粘質土	1	
亀裂の発達していない岩	0		
⑤表土の厚さ	0.5m以上	3	表土とは表面の腐植土・表土有機質を指す。但し、表土下に非常にルーズな崩石があれば、それも含める。
	0.5m未満	0	
⑥湧水	有	2	常時見られる湧水を指す。
	無	0	
⑦落石・崩壊頻度	年1回以上	5	道路交通または道路構造物に損傷を与えない程度の軽微な落石・法崩れ等を指す。
	年1回未満	3	
	なし	0	
合計			

表 5.2 急傾斜危険地地震時危険度判定ランク

計測震度	要素点ランク 基準要素点	(C)	(B)	(A)
		13点以下	14～23点	24点以上
6.0以上		A	A	A
5.5以上～6.0未満		B	A	A
5.0以上～5.5未満		C	B	A
4.5以上～5.0未満		C	C	B
4.5未満		C	C	C

<ランクA, B, C>の説明

- ・ランクA:危険性が高い
- ・ランクB:危険性がある
- ・ランクC:危険性が低い

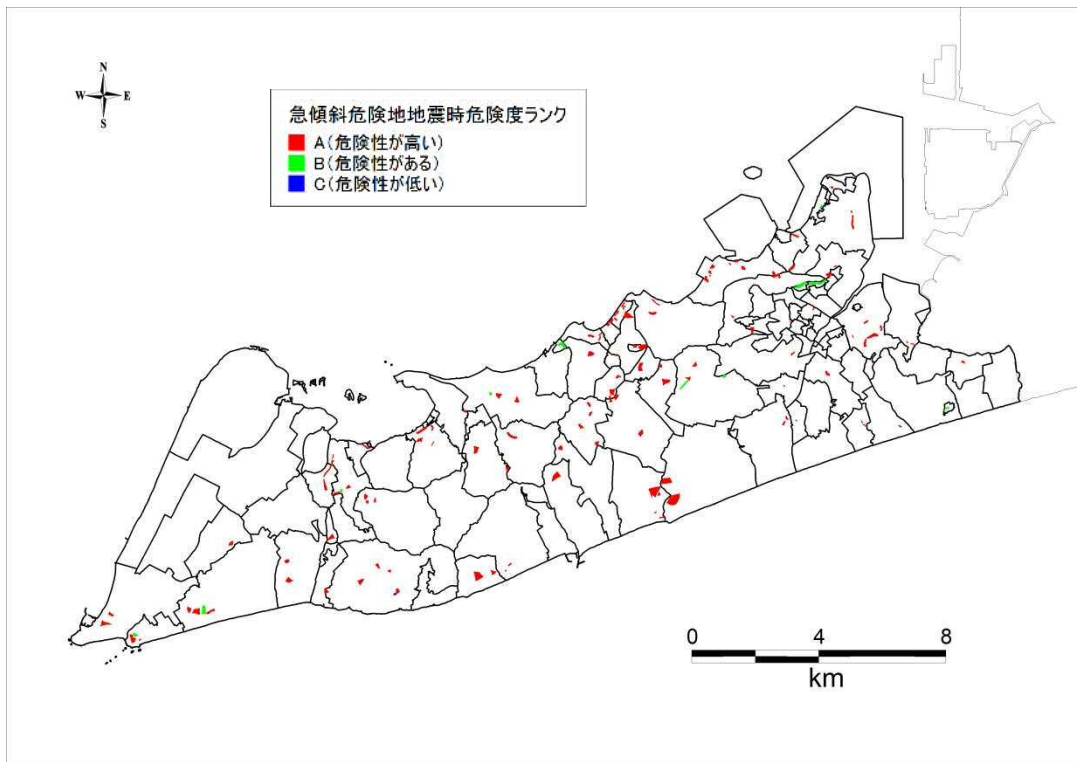
<その他>

- ・急傾斜地崩壊危険箇所に対策工が設置されており、異常なしの場合は1ランク評価を下げる
- ・山腹崩壊危険地区で治山事業が概成している場合は1ランク評価を下げる

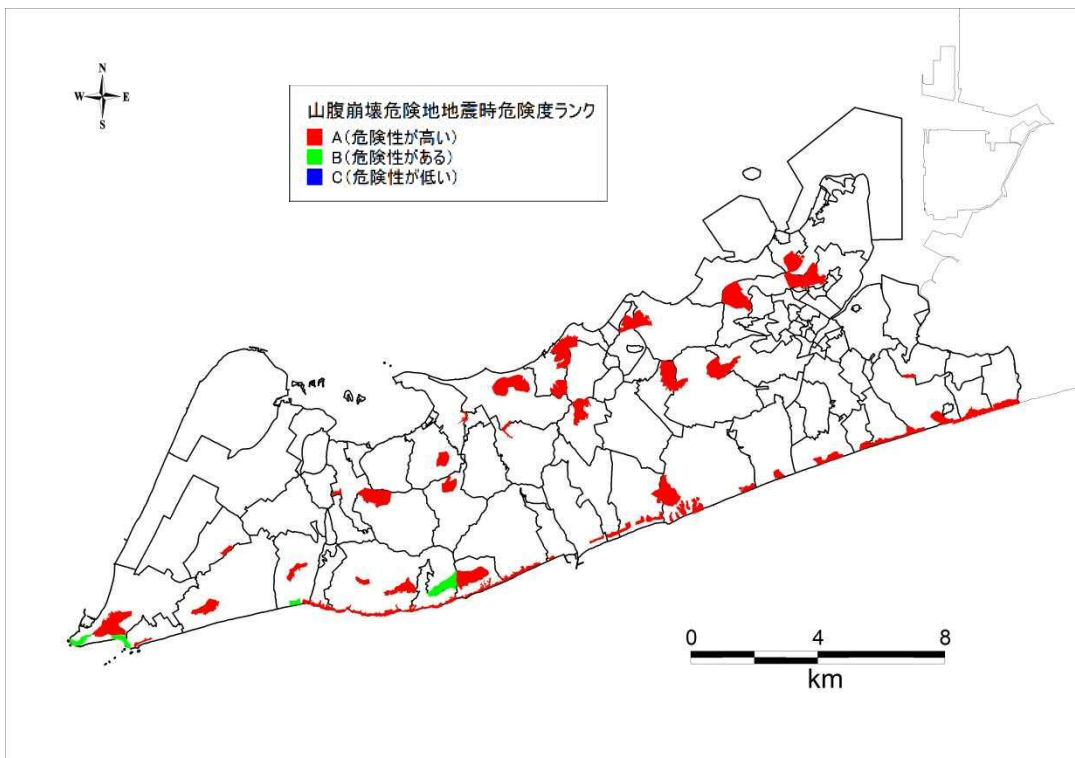
以上のようにして想定した崖くずれ等の危険度結果を以下に示す。



(a) 理論上最大モデル（陸側ケース）



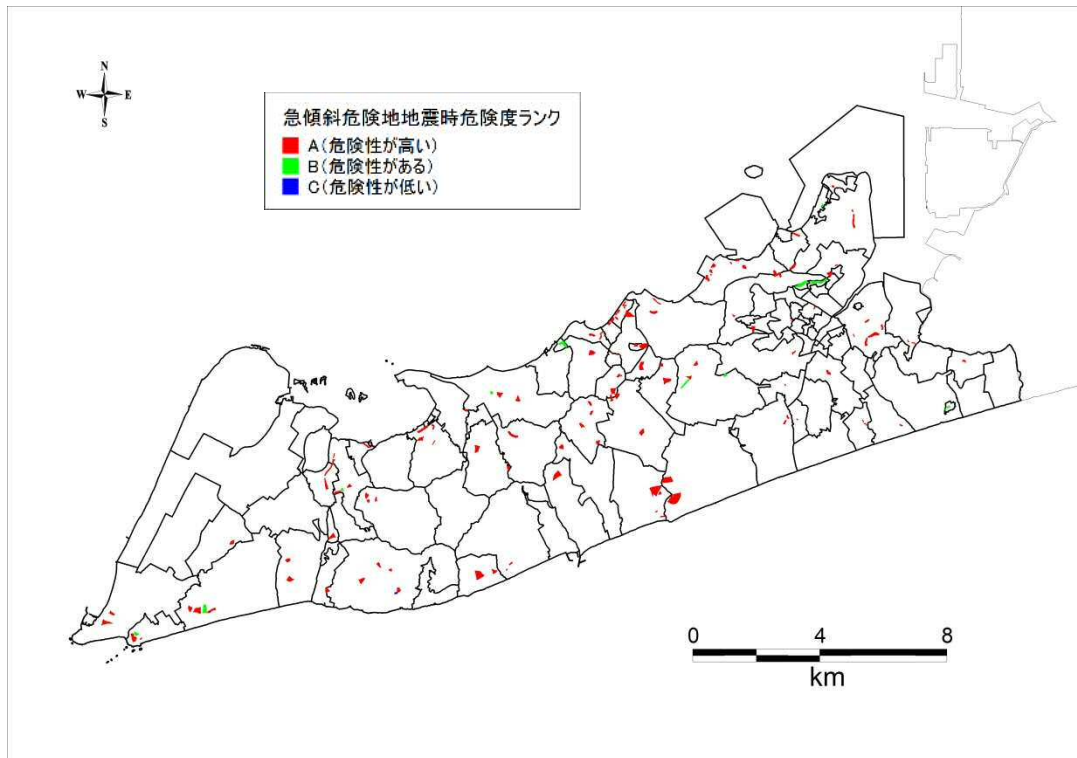
急傾斜地崩壊危険箇所



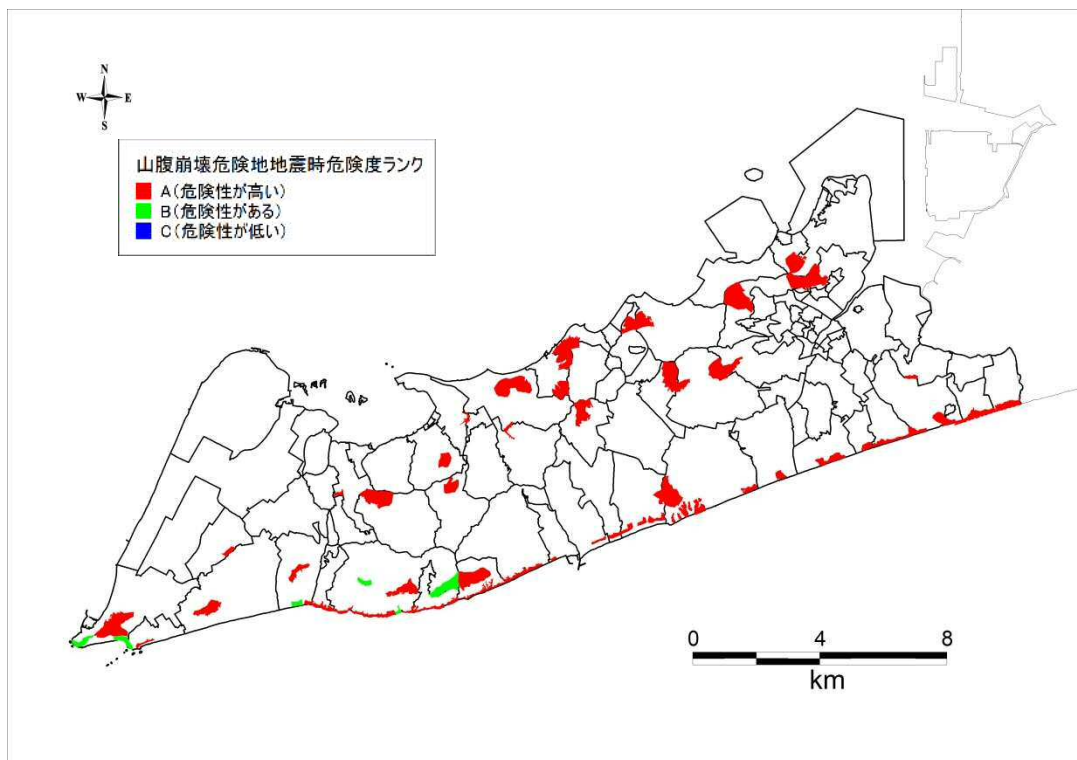
山腹崩壊危険箇所

図 5.3 理論上最大モデル（陸側ケース）における予測結果（メッシュで表示）

(b) 理論上最大モデル（東側ケース）



急傾斜地崩壊危険箇所



山腹崩壊危険箇所

図 5.5 理論上最大モデル（東側ケース）における予測結果（メッシュで表示）

## 6. 津波の予測

### (1) 津波断層モデルの設定

津波断層モデルは「南海トラフの巨大地震モデル検討会（2012）」の津波断層モデル 11 ケースのうち、田原市域での浸水範囲が最大となるケース①を対象とし、愛知県(2014)の検討結果のうち本市関係分を取りまとめた。

この津波断層モデルは、内閣府が、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震を受けて、千年に一度あるいはそれよりももっと発生頻度が低い、仮に発生すれば甚大な被害をもたらす津波として、あらゆる可能性を考慮した理論上最大想定モデルの津波を想定したものである。

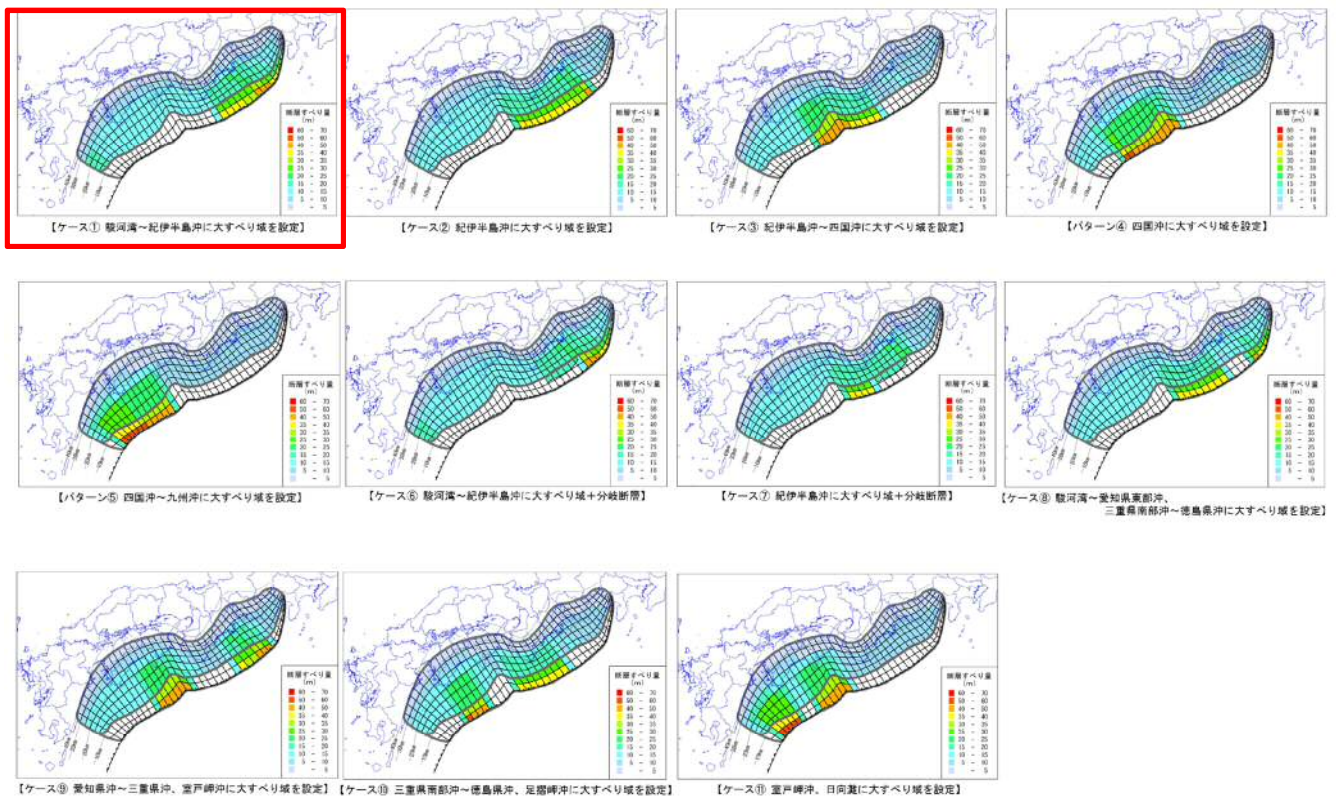


図 6.1 南海トラフの巨大地震モデル検討会における津波断層モデルのすべり量分布

## (2) 堤防等の構造物の設定について

愛知県(2014)においては、理論上最大想定モデルについては、下表に示す構造物条件で計算を実施している。

表 6.1 浸水・津波の計算に用いられた主な条件

想定地震	理論上最大想定モデル ケース①	
地殻変動量	考慮	
初期水位	三河港 T.P.=1.0m	
堤防条件	盛土構造物(土堰堤)	75%沈下 越流したら破堤
	コンクリート構造物	震度6弱以上で倒壊。
樋門・水門・陸閘門	倒壊。ただし、常時閉鎖施設は健全	
計算時間	12時間	

### (3) 津波計算結果

#### 沿岸津波高

田原市沿岸の津波高さは、三河湾内では、おおむね 3～4m 程度であるが、遠州灘側では最大 21m にも達する。

本市における各ケースの最大津波高一覧を表 6.2 に示す。

表 6.2 各計算ケースにおける津波高一覧（朔望平均満潮位 地盤変動量を考慮）

	理論上最大想定モデル					
	ケース① (m)	ケース⑥ (m)	ケース⑦ (m)	ケース⑧ (m)	ケース⑨ (m)	最大値 (m)
田原市	21.0	18.9	9.3	13.4	18.0	21.0

津波高は、海-陸境界から約 30m 海側の位置における津波水位の最大値であり、地殻変動に伴う地盤沈降分も加味した高さを T.P. で表示している。

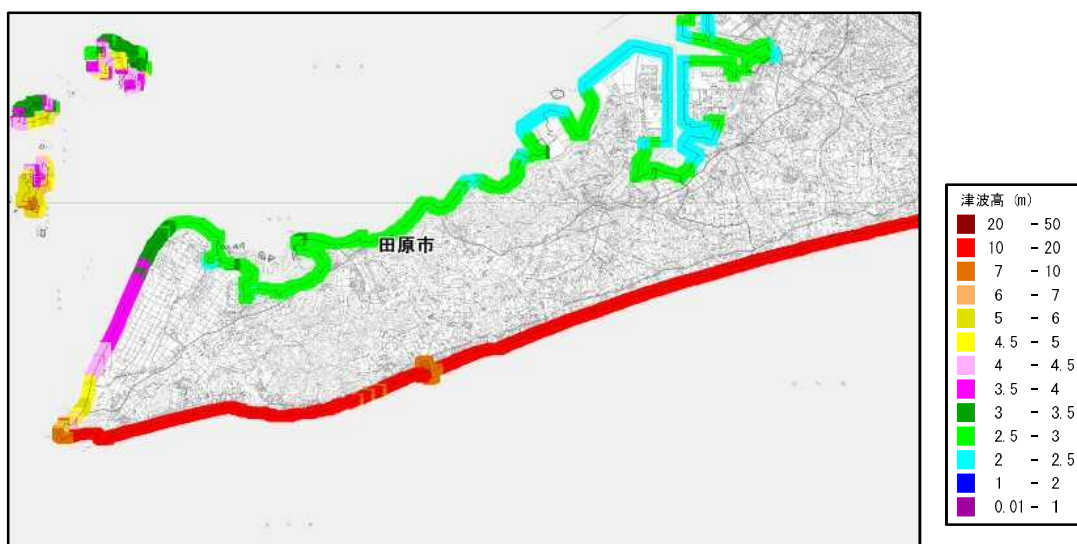
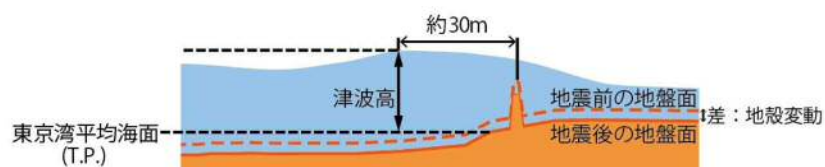


図 6.3 理論上最大想定モデルの津波（ケース①）の津波高（満潮水位 地盤変動量考慮）



## 沿岸津波の到達時間

沿岸に津波高（+30cm）の津波が到達する時間を表 6.3 に示す。遠州灘側では、発災後約 6 分で津波が押し寄せるが、三河湾側では、沿岸に津波が到達するのは発災後 30 分～1 時間以上経過してからである。

表 6.3 各計算ケースにおける沿岸への津波到達時間一覧（分）

	理論上最大想定モデル					
	ケース① 津波高 +30cm	ケース⑥ 津波高 +30cm	ケース⑦ 津波高 +30cm	ケース⑧ 津波高 +30cm	ケース⑨ 津波高 +30cm	最短到達時間 津波高 +30cm
田原市	9	9	6	11	8	6

- ・ +30cm の津波高到達時間を抽出したのは、津波に巻き込まれた方の中で、亡くなる方が現われ始める水深が+30cmであることによる。
- ・ 田原市における最短津波到達時間は、いずれも遠州灘側の値である。

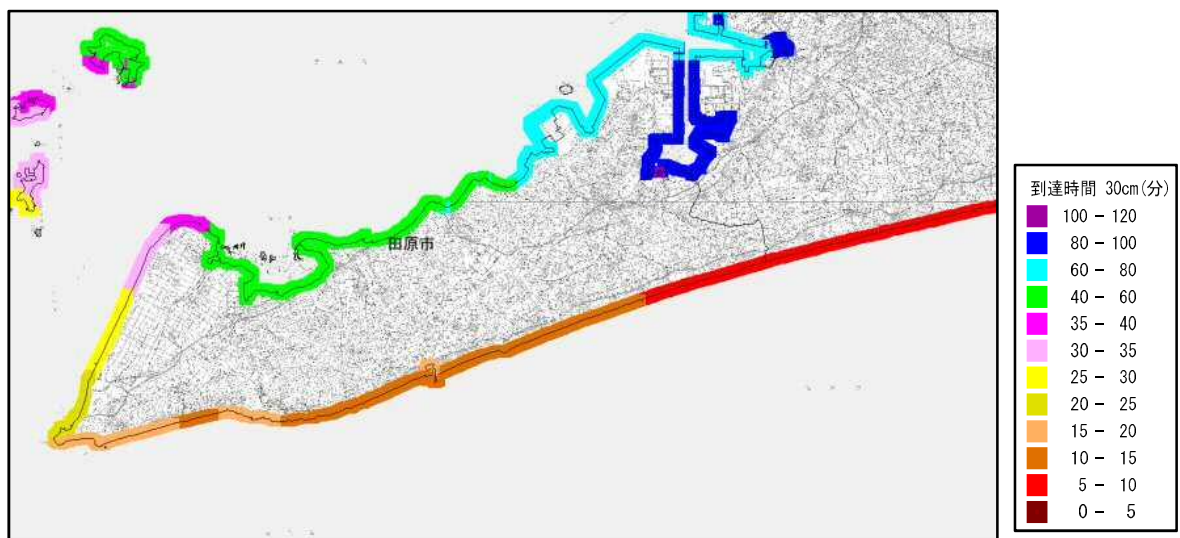


図 6.4 理論上最大想定モデルの津波（ケース①）の津波到達時間（津波高+30cm）



## 最大浸水深分布

表 6.4 に、各ケースにおける水深 1cm 以上の浸水面積を、図 6.5 には最大浸水深分布図を示す。

汐川河口の低地部や渥美半島西端の低平地では、広い範囲にわたって浸水する。1 cm 以上浸水する面積は、最大で 3,145ha(ケース①)である。

なお、ここで示された浸水域や浸水深は、これ以上最大にはならないというものではなく、実際の地形の形状や構造物の影響等により、浸水域外でも浸水が発生し、あるいは局所的に浸水深がさらに大きくなる可能性を含むものである。

表 6.4 各計算ケースにおける浸水深別浸水面積一覧 (ha)

津波ケース	田原市における浸水深別浸水面積(単位:ヘクタール)						愛知県 浸水深 1cm以上
	浸水深 10m以上	浸水深 5m以上	浸水深 2m以上	浸水深 1m以上	浸水深 30cm以上	浸水深 1cm以上	
ケース①	59	199	1,035	1,831	2,752	3,145	37,089
ケース⑥	45	148	671	1,317	1,861	2,145	36,284
ケース⑦	0	32	476	940	1,315	1,506	34,779
ケース⑧	5	113	656	1,303	1,923	2,241	36,117
ケース⑨	43	174	830	1,660	2,473	2,849	36,624

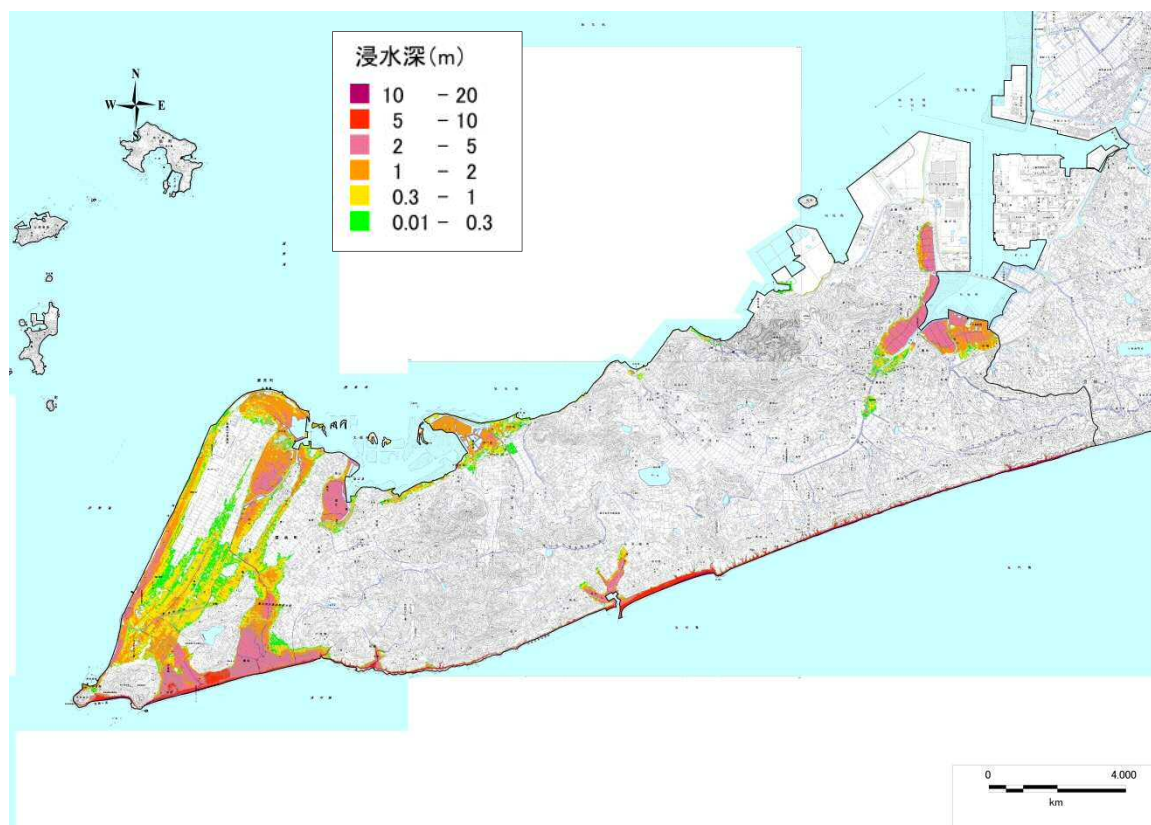


図 6.5 理論上最大想定モデル(ケース①)の津波の最大浸水深分布

## 浸水が 30cm に達する時間

図 6.6 に、陸域において浸水深が 30cm に達する時間の分布図を示す。

遠州灘側は、発災後数分で津波は到達するため、陸域での浸水も早くから発生する。一方、三河湾沿岸でも、汐川河口部のように、発災後 20 分以内に深さ 30 cm 以上の浸水深に達する地域がある。三河湾沿岸への津波到達時間は、地震発生から 30 分以上経過した後であるため、それより早い時間に浸水が 30cm に達するのは、潮位として朔望平均満潮位 (T.P. 1.0m) を設定していることに加え、地盤の液状化等の影響によって堤防 (土堰堤) が最大 75% 沈下する条件を与えているため、発災後すぐに浸水が始まるものと想定している。

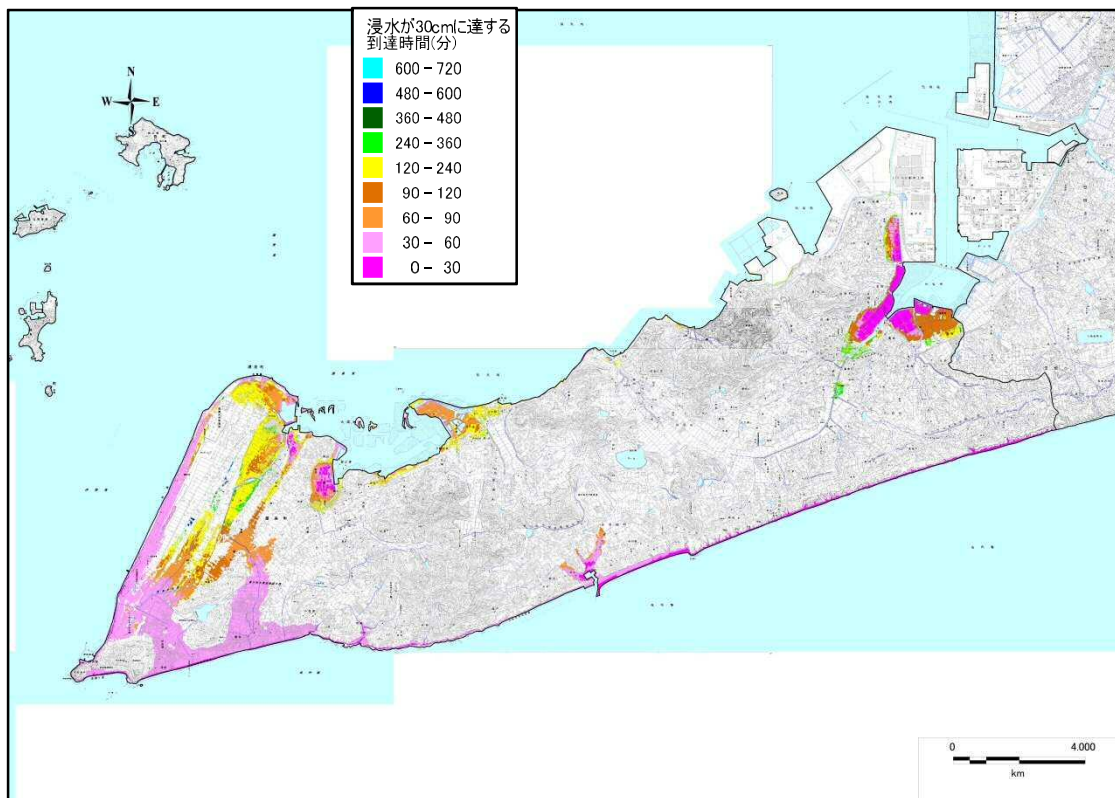


図 6.6 理論上最大想定モデル (ケース①) における浸水が 30cm に達する時間(分)