

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

1. 波源の設定

一般的に津波は、**図 1-1,2** に示すように地震による断層運動によって海底が広域にわたって急激に沈降・隆起する際に、海面に凹凸が生じて発生するとされている。

福岡県防災会議 地震・津波部門専門委員会議では、沈降・隆起を生じる縦ずれ成分を持つ可能性がある下記の4つの断層を波源とした津波の予測を行うことで、審議が行われた。

図 1-3 に波源とした断層の位置を示すとともに、各断層の成分を**表 1-1** に示す。

- ① 対馬海峡東の断層
- ② 周防灘断層群主部
- ③ 雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動
- ④ 別府湾・日出生断層帯東部

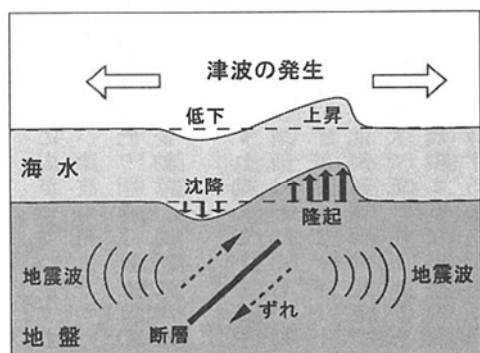


図 1-1 地震による津波発生模式図
「津波から生き残る、平成 21 年、土木学会」より

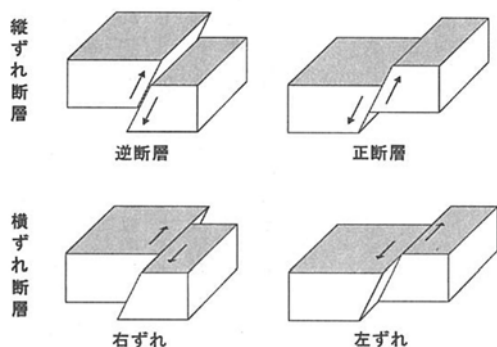


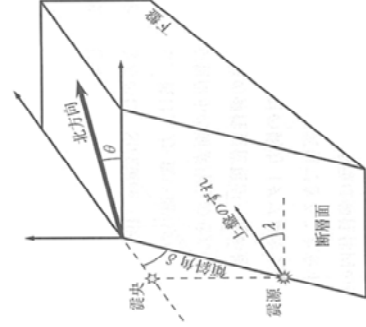
図 1-2 断層の動きの種類
「津波から生き残る、平成 21 年、土木学会」より



図 1-3 対象とした波源位置

表 1-1 対象とした断層パラメータ一覧表

断層名(波源)		玄界灘・響灘				有明海				周防灘			出典等
		対馬海峡東の断層		活断層研究会(1991)：新編日本の活断層一分布図と資料一		雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の運動				周防群主部		別府湾-日出生断層帯東部	
FLAT	位置	Lat (緯度)	deg	35.94	活断層研究会(1991)：新編日本の活断層一分布図と資料一	32.70	32.68	32.73	32.69	長崎県(2004)：長崎県雲仙活断層群調査	34.01	33.33	地震調査研究推進本部：主要活断層の長期評価について
FLON	位置	Lon (経度)	deg	131.48		130.50	130.38	130.28	130.18		131.64	131.51	
FTAT	走向角	θ	deg	240.0		260.0	298.0	242.0	286.0		212.6	85.6	
FLEN	長さ	L	km	85.0	$W=L/2$ 、ただし最大20km	50.0					44.5	43.0	
FWID	幅(実幅)	W	km	20.0		10.3			10.8		15.0	15.0	土木学会の指針において、「地震発生層の厚さを15kmとして断層の傾斜角に応じて決定する」とされている。したがって、断層の幅は $15\text{km}/\sin(\text{傾斜角})$ より算出
FDEP	上端深さ	Depth	km	0.0	佐賀県(2010)：平成21年度佐賀県地震・津波等減災対策調査	0.0	0.0	0.0	0.0	佐賀県(2010)：平成21年度佐賀県地震・津波等減災対策調査	0.0	0.0	土木学会の指針の「上縁深さを0kmとする」に従った。これは断層面上の先端が海底に達していることを示す。
FDIT	傾斜角	δ	deg	60	比較的高角と考慮60°と仮定	75	75	75	75	長崎県(2006)：長崎県地震等防災アセスメント調査	90	90	地震調査研究推進本部の長期評価で「高角」とされていることから90°と設定した。
FRMD	すべり角	λ	deg	-90	引張応力場であるため正断層と仮定	-90	-90	-90	-90		150	-90	上下成分を伴う横ずれ断層とされた【周防灘断層群】については、長期評価や既往調査結果で示された水平成分と垂直成分の比率から、すべり角を30°と評価して設定した。【別府湾-日出生断層帯東部】は、引張応力場であるため正断層とした。
FDIS	すべり量	U	m	6.75	$\log U=0.6M-4.0$ (松田, 1975)	2.44	2.44	2.87	2.87	$M_0=\mu ULW$ (μ は岩盤の剛性率3.4Mpa)	3.70	3.58	武村(1998)のスケーリング則に従った。
地震モーメント	M ₀	M ₀	Nm	1.37E+20	$\log M_0=1.5Mw+9.1$ (金森, 1977)	4.68E+19				地震本部：震源断層を特定した地震の速震動予測手法(金森, 1977)	8.64E+19	8.07E+19	$Mw=(\log M_0-9.1)/1.5$ $M_0=\mu ULW$ (μ は岩盤の剛性率3.5Mpa)
	M _w (モーメント)	M _w		7.40	$Mw=1.08+0.78M$ (武村, 1990)	7.10					7.22	7.20	
マグニチュード	M _j (気象庁)	M _j		8.05	$\log L=0.6M_j-2.9$ (松田, 1975)	7.66					7.58	7.56	$\log L=0.6M_j-2.9$ (松田, 1975)
	備考	「佐賀県(2010)：平成21年度佐賀県地震・津波等減災対策調査」に基づくパラメータ。ただし、断層の長さのみ0kmとした。											



震源断層の模式図

本調査の波源を選定するに際し、福岡県防災会議 地震・津波部門専門委員会では、周防灘の波源の設定方針や、菊川断層や大島沖断層などの沿岸部の活断層、火山性地震や火山活動等に伴う雲仙火山の眉山の山体崩壊についても対象とすべきどうかについて議論となった。

下記の議論の結果、前述した断層のうち①～③の3つの波源を優先的に行うこととなった。

- ・ 第3章で後述する概略計算の結果から、周防灘の波源は、④別府湾-日出生断層帯東部に比べて津波の規模が大きいと予測される②周防灘断層群主部とする。
- ・ 菊川断層や大島沖断層などの沿岸部の活断層は横ずれ成分が主体であり、沿岸の浅い箇所には分布するとされていることから、地震が発生した場合に津波高があまり大きくならないと予想される。
- ・ 1791年におきた眉山の山体崩壊による津波では、福岡県で大した被害がなかったことから、山体崩壊による津波が生じた場合は津波高があまり大きくならないと予想される。
- ・ 今後、活断層の調査等が進み、見直・追加が必要な場合は対象とすることが望まれる。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2. 調査方法

第1章で前述した波源の条件に基づいて津波浸水予測を行い、その結果から津波による被害の想定を行った。

津波浸水予測および被害想定の手順を図2-1に示すとともに、次頁以降に検討手順を述べる。

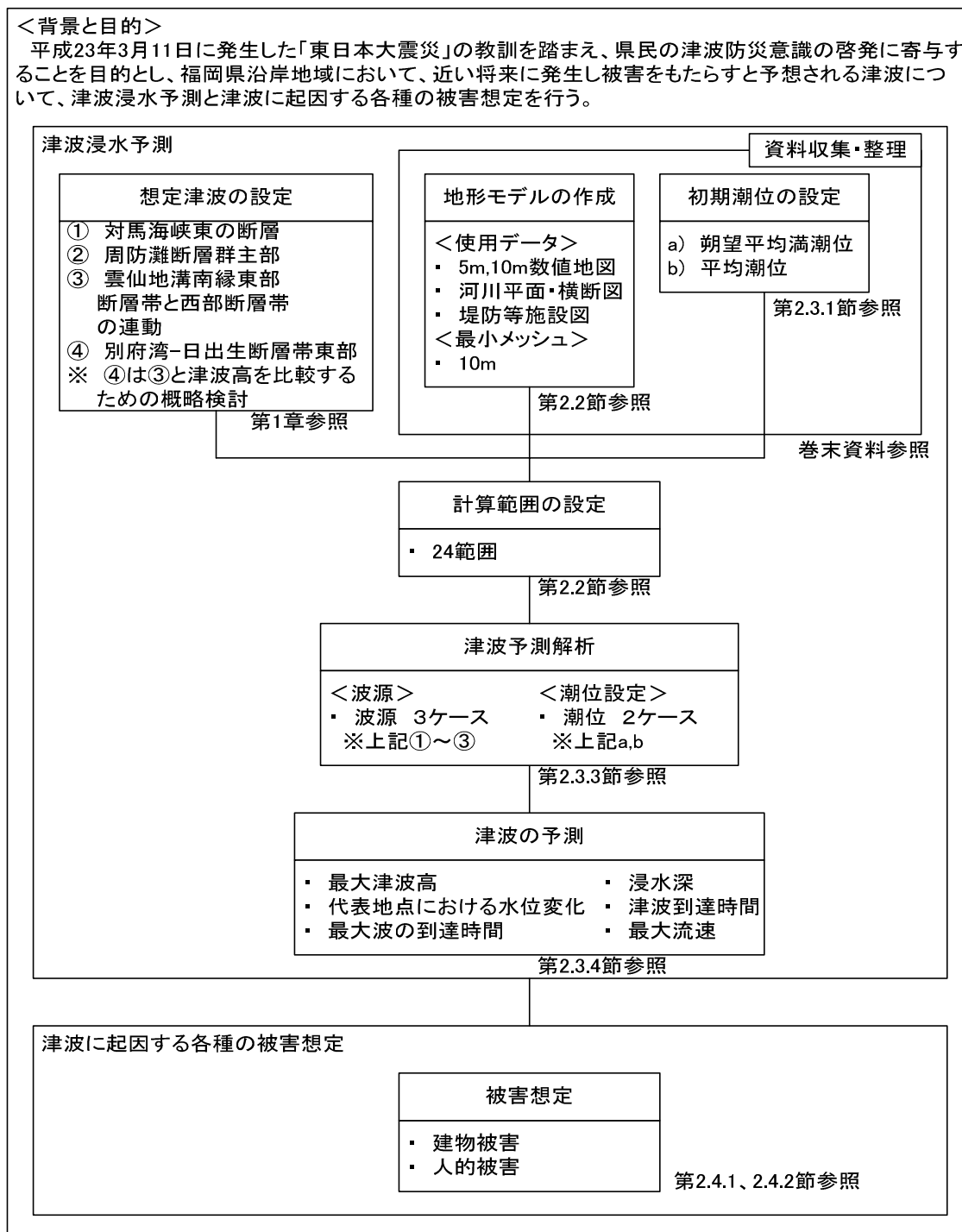


図 2-1 津波解析による浸水予測および被害想定 フロー図

なお、津波解析による浸水予測では、下記の資料を参考にした。

- ① 福岡県財務規則、平成 23 年
- ② 福岡県地域防災計画、平成 22 年
- ③ 福岡県公共測量作業規定、平成 23 年
- ④ 災害対策基本法及び同施行令、同施行規則、平成 23 年改正
- ⑤ 水防法、海岸法、測量法及び同施行令、同施行規則、平成 23 年改正
- ⑥ 津波・高潮ハザードマップマニュアル、平成 16 年 4 月、(財)沿岸開発技術センター
- ⑦ 災害時要援護者避難支援ガイドライン、平成 17 年 3 月、内閣府
- ⑧ 作業規定の準則(平成 20 年 3 月国土交通省告示第 413 号)
- ⑨ 津波警報の発表基準と情報文のあり方に関する提言、平成 24 年、津波警報の発表基準と情報文のあり方に関する検討委員会
- ⑩ 津波防災地域づくりに関する法律(平成23年法律第123号)
- ⑪ 津波浸水想定の設定の手引き Ver1.00、平成 24 年 2 月、国土交通省水管理・国土保全局海岸室、国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室
- ⑫ その他関係法令・規則・通達等

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2.1 既存資料の収集整理

図 2-1 の津波解析による浸水予測および被害予測のフロー図で示したように、地形モデルの作成や初期潮位の設定は既存資料に基づいて作成するため、下記の資料を収集整理した。

収集した資料はリストに整理し、巻末に収めた。

<地形モデルの作成>

- ① 海図
- ② 5m、10m 数値地図
- ③ 河川平面・横断図
- ④ 堤防等施設図

<初期潮位の設定>

- ① 漁港台帳や港湾台帳、海岸保全施設台帳等の潮位図
- ② 気象庁 HP 潮位表^{※2}
- ③ 国土交通省 九州地方整備局 HP 気象海象データ^{※3}
- ④ 海上保安庁 福岡海上保安部 HP 気象海象情報^{※4}

※2:気象庁 HP 潮位表 <http://www.data.kishou.go.jp/db/tide/suisan/index.pHP>

※3:国土交通省 九州地方整備局 HP 気象海象データ
<http://www-2.pa.qsr.mlit.go.jp/main.html>

※4:海上保安庁 福岡海上保安部 HP 気象海象情報
<http://www6.kaiho.mlit.go.jp/fukuoka/kisyoun/>

2.2 地形モデルの作成

地形モデルは、海図や数値地図等を用いて作成した。また沿岸部は堤防等施設の有無により浸水域が異なることから、堤防等施設の形状と天端高をモデルに反映させた。また、遡上による河川沿いの浸水が懸念されることから、河川形状もモデル化した。

地形モデルの作成フロー図を**図 2.2-1** に示す。

地形モデルは a)海底地形データ、b)陸域地形データ、c)河川データ、d)堤防データから構成される。以下に各データの作成手順をまとめる。

a) 海底地形データ

海図等を用いて、福岡県の沿岸域から震源域までの範囲を含む海底の地形面の形状を設定した。

b) 陸域地形データ

陸域地形データの作成には数値地図を用いた。使用した数値地図は精度が高い数値地図 5m メッシュを基本としたが、数値地図 5m メッシュは福岡県内の一部で未発行の地域があることから、数値地図 10m メッシュを使用して補間した。

c) 河川データ

河川台帳や自治体が実施した測量業務成果を参考資料とし、河川平面および横断形状を設定した。

d) 堤防等施設データ

港湾台帳や漁港台帳を参考資料とし、施設配置を地形モデルに反映させ作成した。天端高さの設定は台帳に記載された値を用いたが、値の記載がない施設は数値地図や 1/25,000 地形図の周辺地盤高を参考に設定した。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

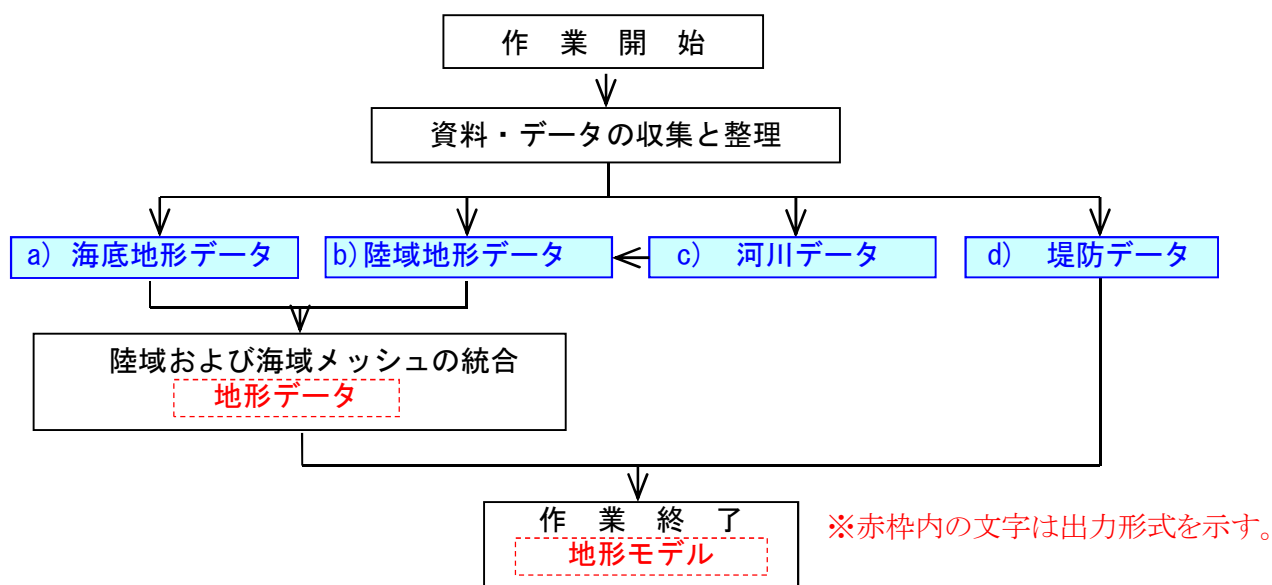


図 2.2-1 地形モデルの作成フロー

以下に、地形モデルの作成条件をまとめる。

(1) 地形モデルの作成に使用した座標系および測地系

津波計算の座標系には日本平面直角座標系^{※5}(第Ⅱ系)、測地系は世界測地系^{※6}とした。

(2) 計算範囲の設定方針

計算に使用した地形モデルは、後述する計算手法から格子状に作成する必要があることから図 2.2-2 に示すように地形や堤防等施設を格子(以下、メッシュ)で表現し、メッシュ毎に地形標高を設定した。

※5 : 日本平面直角座標系とは、国土調査法施行令によって定められた、地籍測量・公共測量・それらに関する地図作成のための座標系である。

この座標系は、北方領土を除く我が国の国土を 19 の座標系に分け、それぞれに原点を設定し、座標軸は原点を通る子午線を X 軸(縦軸)、原点を通り X 軸に直交する線を Y 軸(横軸)とする。座標値はそれぞれ北及び東方向に増加する。

※6 : 世界測地系: 測地系とはその経緯度(座標)で表す時の座標面の基準になるものであり、各国でそれぞれに定められていて、それが測量時の経緯度原点になっている。

人工衛星から高度に計測された地球全体の正確な大きさや形状を基に、国際的に定められた基準となる測地系が世界測地系である。

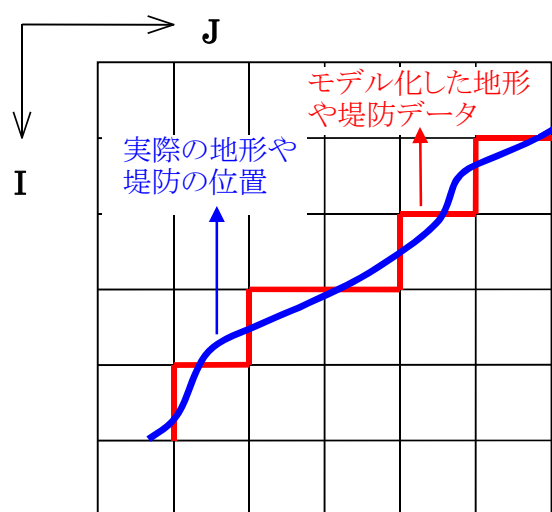


図 2.2-2(1) 地形や堤防等施設のメッシュデータのイメージ(平面)

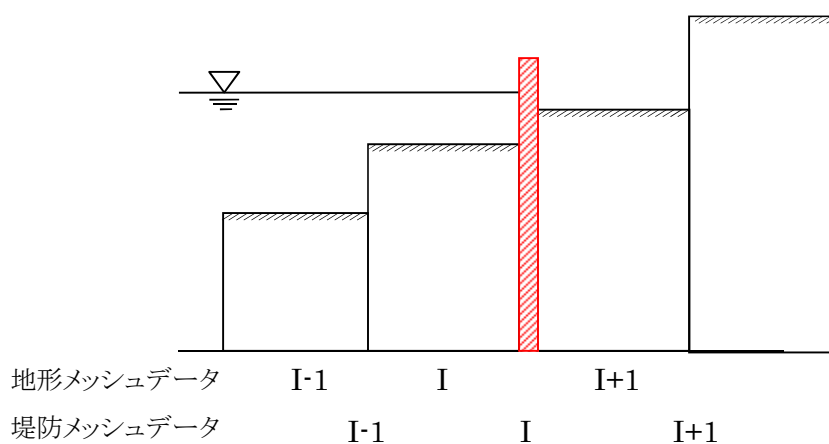


図 2.2-2(2) 地形や堤防等施設のメッシュデータのイメージ(断面)

メッシュは下記の 6 種類のサイズとし、**図 2.2-3,4、表 2.2-1** に示すよう地形状況に応じて計算領域を設定してメッシュサイズを変えた。

- ・ 2430 m ・ 810 m ・ 270 m ・ 90 m ・ 30 m ・ 10 m

メッシュサイズの設定は、浸水予測を行う陸域は地形の起伏が地形モデルに反映できるように細かいサイズとし、波源付近などの外洋部は地形等による起伏がないことから粗いサイズとした。各計算領域のメッシュサイズと座標は**表 2.2-2** にまとめた。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

表 2.2-1 計算における計算領域の組み合わせ

計算ケース No.	エリアNo					
	10mメッシュ	30mメッシュ	90mメッシュ	270mメッシュ	810mメッシュ	2430mメッシュ
1	0010-01	0030-01	0090-01	0270-01	0810-01	2430-01
2	0010-02					
3	0010-03					
4	0010-04	0030-02				
5	0010-05					
6	0010-06	0030-03	0090-02			
7	0010-07					
8	0010-08					
9	0010-09					
10	0010-10					
11	0010-11	0030-04	0090-03			
12	0010-12					
13	0010-13					
14	0010-14					
15	0010-15	0030-05				
16	0010-16					
17	0010-17					
18	0010-18	0030-06				
19	0010-19					
20	0010-20					
21	0010-21					
22	0010-22	0030-07	0090-04	0270-02		
23	0010-23					
24	0010-24					

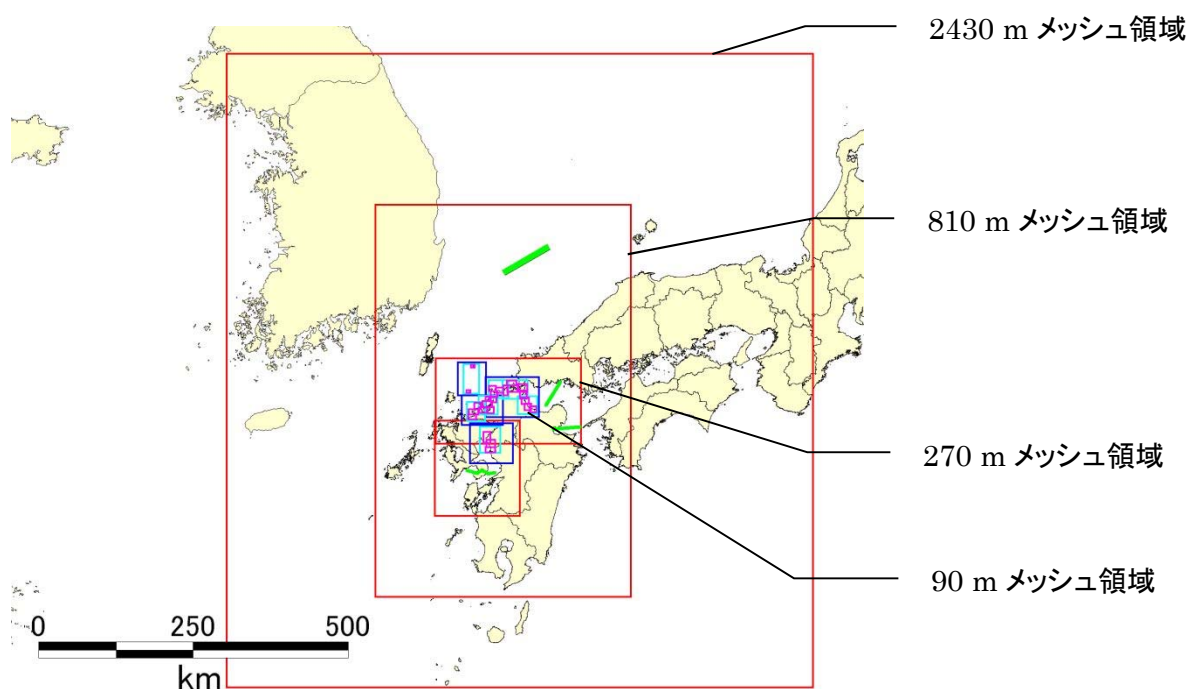


図 2.2-3 津波数値計算のメッシュ領域位置図:90~2430 m メッシュ領域

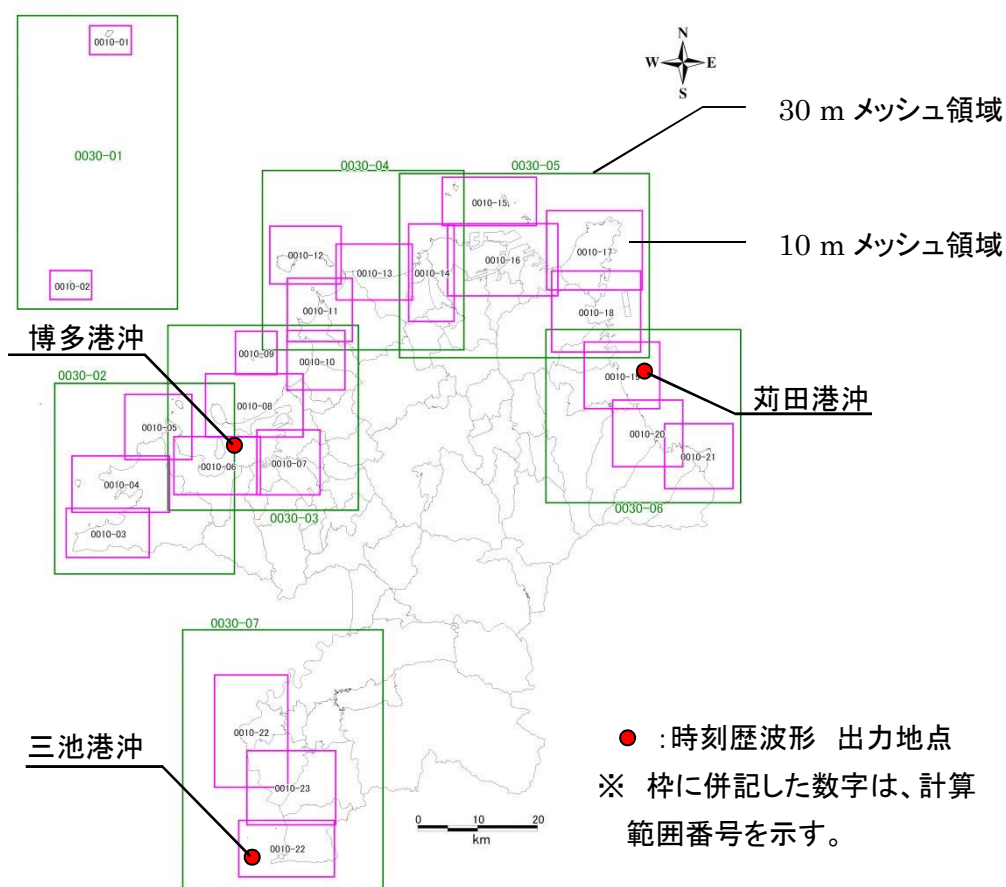


図 2.2-4 津波数値計算のメッシュ領域位置図: 10~30 m メッシュおよび時刻歴波形の出力地点

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

表 2.2-2 各計算領域の位置座標およびメッシュ数

エリアNo.	メッシュサイズ(m)	南西端の位置		北東端の位置		メッシュ個数		領域のサイズ	
		X座標(m)	Y座標(m)	X座標(m)	Y座標(m)	X方向(個)	Y方向(個)	X方向(m)	Y方向(m)
0810-01	810	-239,430	-234,200	173,670	397,600	510	780	413,100	631,800
0270-01	270	-142,230	12,040	92,670	149,740	870	510	234,900	137,700
0270-02	270	-143,850	-103,790	-6,150	50,110	510	570	137,700	153,900
0090-01	90	-106,590	90,070	-60,690	144,070	510	600	45,900	54,000
0090-02	90	-100,380	42,280	-32,880	90,880	750	540	67,500	48,600
0090-03	90	-61,770	54,970	24,630	119,770	960	720	86,400	64,800
0090-04	90	-87,150	-19,280	-16,950	45,520	780	720	70,200	64,800
0030-01	30	-97,500	92,680	-71,400	141,280	870	1,620	26,100	48,600
0030-02	30	-91,920	48,580	-62,220	80,080	990	1,050	29,700	31,500
0030-03	30	-73,020	59,020	-41,520	89,620	1,050	1,020	31,500	30,600
0030-04	30	-57,180	85,570	-23,880	115,270	1,110	990	33,300	29,700
0030-05	30	-34,500	84,130	6,900	114,730	1,380	1,020	41,400	30,600
0030-06	30	-10,290	60,010	22,110	88,810	1,080	960	32,400	28,800
0030-07	30	-70,950	-4,250	-37,650	38,950	1,110	1,440	33,300	43,200
0010-01	10	-85,590	134,860	-78,690	139,660	690	480	6,900	4,800
0010-02	10	-92,520	94,210	-85,620	99,010	690	480	6,900	4,800
0010-03	10	-90,210	51,310	-76,410	59,410	1,380	810	13,800	8,100
0010-04	10	-89,160	58,780	-72,960	68,080	1,620	930	16,200	9,300
0010-05	10	-80,280	67,510	-69,180	78,310	1,110	1,080	11,100	10,800
0010-06	10	-72,180	61,600	-57,780	71,200	1,440	960	14,400	9,600
0010-07	10	-58,380	61,450	-47,880	72,250	1,050	1,080	10,500	10,800
0010-08	10	-66,870	71,110	-50,670	81,610	1,620	1,050	16,200	10,500
0010-09	10	-61,830	81,490	-54,930	88,690	690	720	6,900	7,200
0010-10	10	-53,250	78,850	-43,650	88,750	960	990	9,600	9,900
0010-11	10	-53,190	86,920	-42,390	97,420	1,080	1,050	10,800	10,500
0010-12	10	-56,010	96,520	-44,210	106,120	1,180	960	11,800	9,600
0010-13	10	-45,030	93,790	-32,430	103,090	1,260	930	12,600	9,300
0010-14	10	-33,000	90,190	-25,500	106,390	750	1,620	7,500	16,200
0010-15	10	-27,390	106,060	-11,790	114,160	1,560	810	15,600	8,100
0010-16	10	-26,550	94,390	-8,250	106,390	1,830	1,200	18,300	12,000
0010-17	10	-10,140	95,380	5,760	108,580	1,590	1,320	15,900	13,200
0010-18	10	-9,300	85,030	5,500	98,530	1,480	1,350	14,800	13,500
0010-19	10	-3,930	75,640	8,670	86,740	1,260	1,110	12,600	11,100
0010-20	10	810	65,980	12,510	77,080	1,170	1,110	11,700	11,100
0010-21	10	9,450	62,350	20,850	73,150	1,140	1,080	11,400	10,800
0010-22	10	-65,700	12,910	-53,500	31,510	1,220	1,860	12,200	18,600
0010-23	10	-60,360	6,610	-45,560	18,910	1,480	1,230	14,800	12,300
0010-24	10	-61,800	-2,000	-45,800	7,300	1,600	930	16,000	9,300

(3) 計算範囲

浸水予測を行う陸域のメッシュサイズは図 2.2-4 に示した中で最小の 10 m メッシュとし、10 m メッシュの計算範囲は福岡県の全海岸線を網羅できる 24 範囲を設定した。

(4) 堤防機能の有無の条件

堤防機能の有無の条件は、「堤防が機能する」ケースについて実施した。なお、堤防が機能しないケースでの検討の必要性が福岡県防災会議 地震・津波部門専門委員会議で議論され、堤防が機能しない場合は現実的ではないことから、堤防機能の有無は、上記の条件となった。

(5) 最大津波高及び到達時間の出力地点

津波高さや到達時間を把握する目的で、図 2.2-4 に示した下記の港湾漁港付近において、最大津波高や到達時間の最速値を求めた。

- ・ 玄界灘:博多湾
- ・ 周防灘:苅田港沖
- ・ 有明海:三池港沖

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2.3 津波の予測

津波の規模や陸域の浸水状況を予測するため、地盤標高データや堤防等施設資料等を参考にして地形モデルを作成し、津波の予測解析を行った。

津波の予測解析を行うこともない、潮位は地域特性があることから、津波の予測解析に用いる初期潮位は地域ごとに設定した。津波の予測解析の結果は、A:海岸線における最大津波高、B:浸水深、C:代表地点における水位変化、D:津波到達時間、E:最大津波の到達時間、F:最大流速について整理を行った(図 2.3-1、表 2.3-1)。

なお、津波の到達時間は、気象庁の津波注意報が、20cm 以上予想される場合に発令されることから、ここでは 20cm の水位変化が生じた時を津波の到達時間とした。

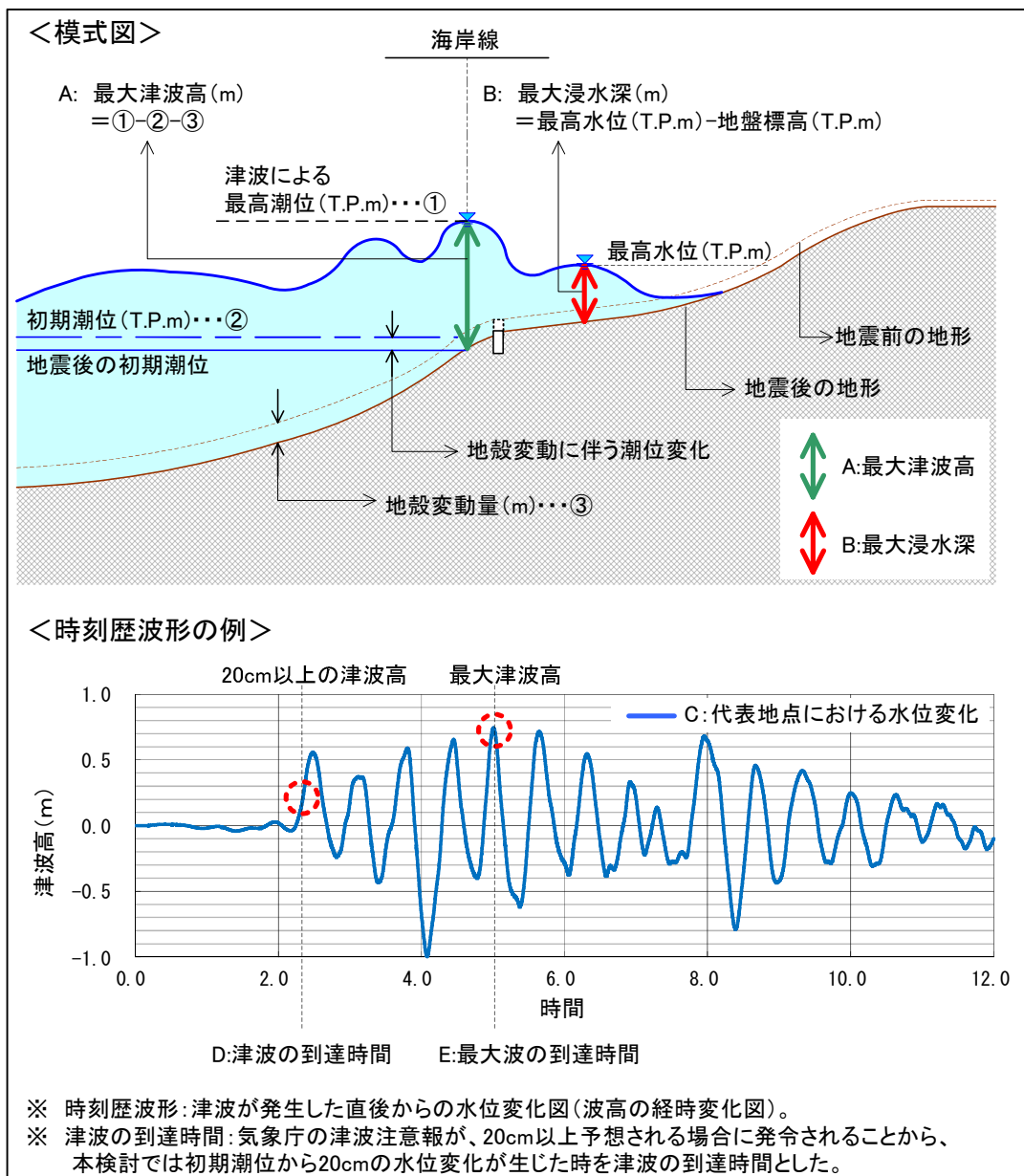


図 2.3-1 シミュレーションの模式図と出力例

表 2.3-1 津波の予測の内容とアウトプット

評価項目	内容	アウトプット
最大津波高	海岸線における最大津波高を予測し、その分布を平面図に整理する。	・ 最大津波高分布図
津波の到達時間	沿岸部に面する市町村ごとに、海岸線における波高が±20cm 以上 ^{※7} となる時間を予測する。	・ 津波と最大津波の到達時間
最大津波の到達時間	沿岸部に面する市町村ごとに、海岸線における波高が最大となる時間を予測する。	
代表地点での水位変化	海域の任意の場所において、津波が発生した直後からの水位変化を予測し、経時変化図に整理する。	・ 時刻歴波形
最大流速	任意の場所において、最大流速となった際(同一時刻ではない)の流速と流向を予測し、平面図に整理する。	・ 流速分布図
浸水深	陸域における津波の遡上が生じた箇所について、最大浸水深を求めて平面図に整理する。	・ 浸水分布図

※ 第Ⅰ編 表 2-1 の一部を再掲

※7: 津波の到達時間をどのような基準で求めるかという点について明確な基準がないことから、ここでは気象庁の津波注意報が発表される場合の閾値が 20cm であることを参考に、±20cm の水位変化が最初に表れる時間を「津波の到達時間」とした。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2.3.1 初期潮位の設定

今回の解析では、朔望平均満潮位と平均潮位の2ケースを初期潮位とした。

下記の機関における津波の予測解析の初期潮位の考え方では、全体的に朔望平均満潮位と平均潮位を初期潮位とする傾向があり、本調査の初期潮位は一般的な設定となる。

① 津波・高潮ハザードマップマニュアル研究会事務局

「津波・高潮ハザードマップマニュアル(案)、平成 15 年 12 月」において、潮位が高いほど津波は遡上しやすく浸水被害も増大するため、津波の予測解析は浸水被害の危険側を想定し、潮位条件は朔望平均満潮位を基準とする、としている。

② 国土交通省

津波防災地域づくり法に基づき国が策定する基本方針では、「津波が最大の満潮位時に発生」する最悪の条件で浸水予測を行うこととされている。

③ 中央防災会議

中央防災会議の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」では、満潮位と平均潮位を初期潮位としている。

④ 他県

神奈川県(H23.12.8)、徳島県(H23.12.21)が公表した事例では、朔望平均満潮位を初期潮位としている。

潮位は一般的に地域によって異なることから、福岡県土周辺の沿岸部の観測地点や港の潮位資料を参考として、同じ程度の潮位が観測されている地域をひとつの範囲にまとめ、その範囲毎に潮位を設定した。

初期潮位の検討フローを図 2.3.1-1 に示すとともに、図 2.3.1-2 に初期潮位を示す。

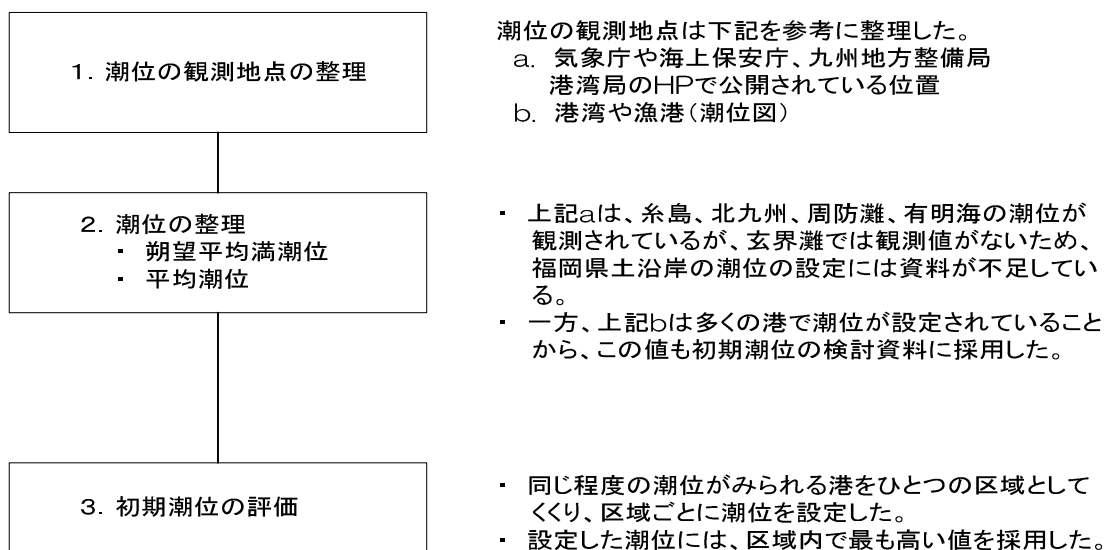
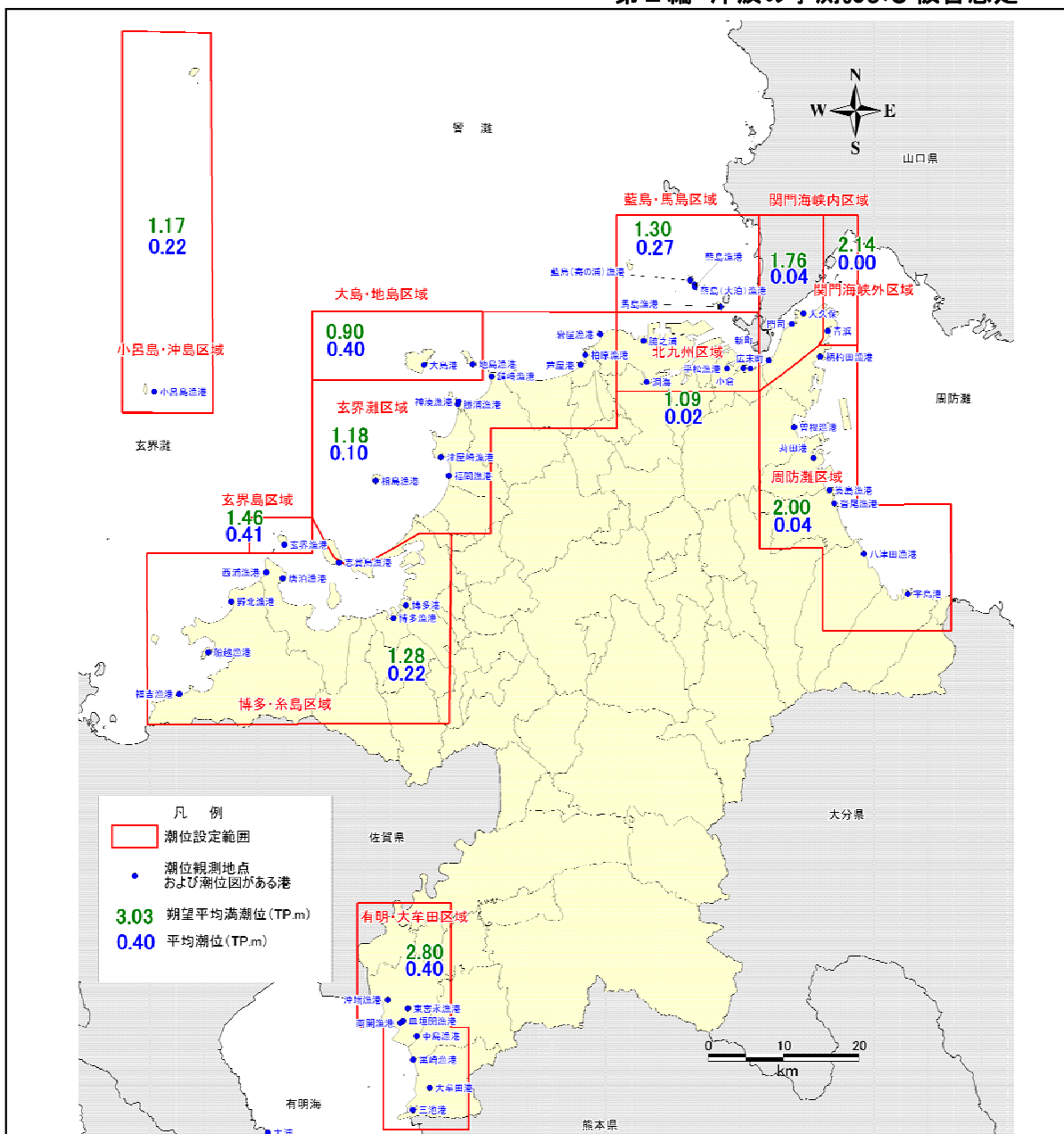


図2.3.1-1 初期潮位の検討フロー

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定



区域名	朔望平均満潮位(TP.m)	平均潮位(TP.m)	備考
小呂島・沖島	1.17	0.22	小呂島は隣接する玄界灘区域と離隔があることから、別途潮位を設定し、小呂島の潮位を初期潮位とした。
博多・糸島	1.28	0.22	博多港-糸島半島間は、満潮位TP.0.9~1.3m、平均潮位TP.-0.13~0.22mであることから、最も潮位が高い野北漁港の値を初期潮位とした。
玄界島	1.46	0.41	玄界島の潮位は隣接する博多・糸島や玄界灘の潮位と異なることから、別途潮位を設定し、玄界島の潮位を初期潮位とした。
玄界灘	1.18	0.10	志賀島-岩屋間の潮位は、満潮位がTP.0.8~1.2m、平均潮位TP.-0.45~0.1mであることから、最も潮位が高い柏原漁港(満潮位)と鐘崎漁港(平均潮位)の値を初期潮位とした。
大島・地島	0.90	0.40	地島と大島の潮位は隣接する玄界灘や北九州と異なることから、別途潮位を設定し、最も潮位が高い島の値を初期潮位とした。
北九州	1.09	0.02	北九州港の満潮位はTP.0.7~1.1m、平均潮位はTP.-0.01~0.02mであることから、最も潮位が高い広末町(満潮位)と日明(平均潮位)の値を初期潮位とした。
藍島・馬島	1.30	0.27	藍島と馬島の潮位は隣接する北九州区域と異なることから、別途潮位を設定し、最も潮位が高い藍島の値を初期潮位とした。
関門海峡(内)	1.76	-0.04	新町・門司・大久保の間の満潮位はTP.1.327~1.76mであることから、最も潮位が高い門司の潮位を満潮位とした。平均潮位は門司の観測値のみであることから、TP.-0.04mとした。
関門海峡(外)	2.14	0.00	青浜は周囲に比べて最も潮位が高いため、別途潮位を設定した。なお、平均潮位の記載がないことから、ここではTP.0mとした。
周防灘	2.00	0.04	曾根漁港-宇島港間の満潮位はTP.1.3~2.0m、平均潮位はTP.-0.01~0.04mであることから、最も潮位の高い養島・香尾(満潮位)、刈田港(平均潮位)の値を初期潮位とした。
有明・大牟田	2.80	0.40	三池港-沖端漁港間の満潮位はTP.2.6~2.8m、平均潮位はTP.0.29~0.40mであることから、最も潮位が高い沖端漁港(満潮位)と大牟田港(平均潮位)の値を初期潮位とした。

図2.3.1-2 初期潮位設定図

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2.3.2 計算方法

津波による浸水予測を行うため、前述した計算範囲毎に地形モデルを作成し、津波の運動を表す支配方程式(運動法的形式、連続の式)を用いて差分法により計算を行った。

この計算は、**図 2.3.2-1** に示した波源から算出される海底地殻変動量を初期潮位に与え、これによって発生する水位変化の流量と水位を、津波の運動を表す支配方程式(運動法的形式、連続の式)を用いて求めるものである(**式 2.3.2-1~3**)。

なお、上記の海底地殻変動量は、断層モデルから弾性体理論に基づいて計算される垂直変動量である。

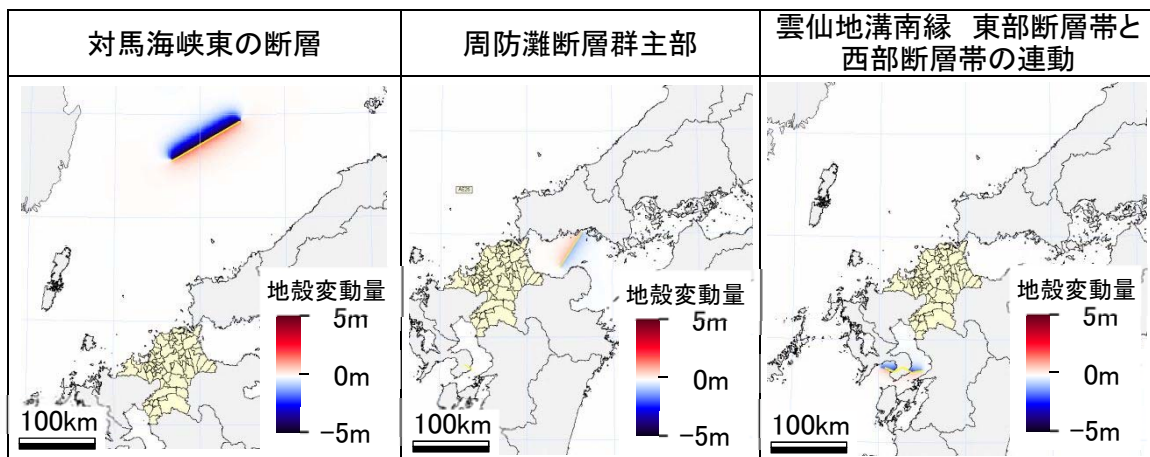


図 2.3.2-1 海底地殻変動量

<連続の式>

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad \dots \text{式 2.3.2-1}$$

<運動方程式>

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2 M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^{7/3}} = 0 \quad \dots \text{式 2.3.2-2(a)}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2 N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^{7/3}} = 0 \quad \dots \text{式 2.3.2-2(b)}$$

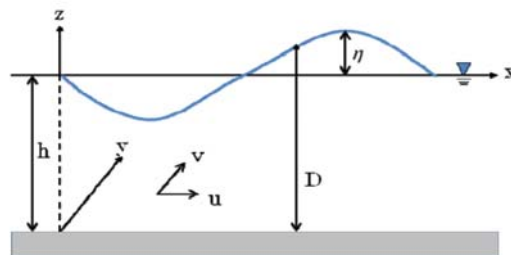
$$M = u(h + \eta) = uD, \quad N = v(h + \eta) = vD \quad \dots \text{式 2.3.2-3}$$

η : 静水面からの水位変化量

M, N : x, y 方向の全流量フラックス

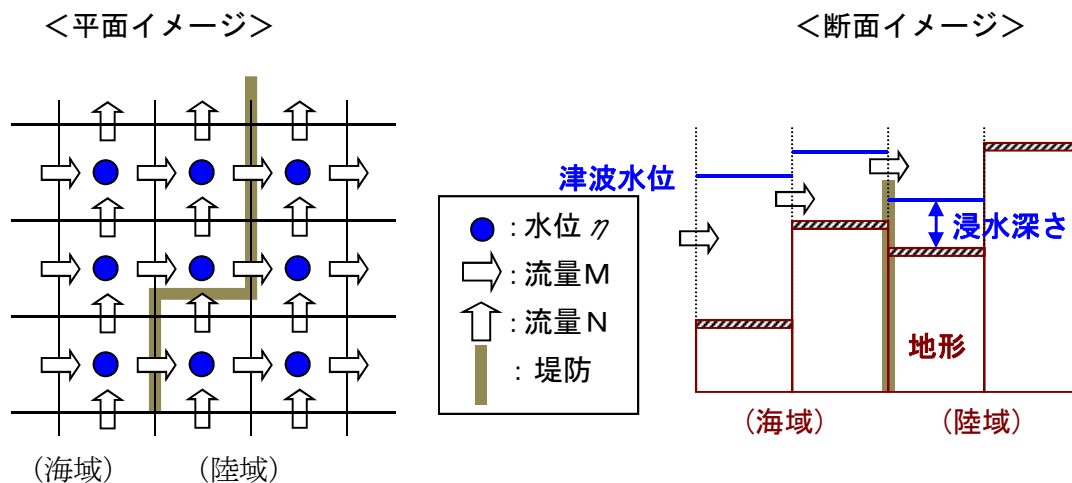
D : 全水深(=水位-標高)

n : マニングの粗度係数



支配方程式の座標系

津波計算の概念図を図 2.3.2-2 に示す。



※ 水位 η が各メッシュに与えられ、運動方程式から計算される流量M、Nがメッシュ境界に与えられる。

図 2.3.2-2 津波計算の概念図

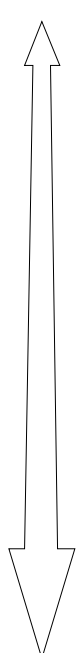
前述した運動方程式(式 2.3.2-2)の中のマンニングの粗度係数(以下、粗度係数)は、地面と水との境界に発生する摩擦を表現したものである。値が大きいほど摩擦が大きいことを意味することから、計算では粗度係数の値が大きいほど津波が遡上しにくい結果が得られる。

計算に用いた粗度係数は、小谷(1998)^{※8}を参考に土地利用種別毎に設定した(表 2.3.2-1)。表中の土地使用種別は、国土交通省から公開されている国土数値情報(土地利用)100mメッシュを参考とした。

※8:小谷美佐, 1998, 東北大学大学院工学研究科修士論文

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

表 2.3.2-1 マニングの粗度係数の設定値

土地利用種別国土数値情報(土地利用) 100mメッシュ	粗度係数	摩擦
田	0.020	
その他の農用地		
河川地及び湖沼	0.025	
海浜		
海水域		
荒地		
その他用地(空港、人工造成地など)		
幹線交通用地		
ゴルフ場	0.030	
森林		
建物用地		0.040

※小谷(1998)を参考に設定

2.3.3 計算ケースおよび再現時間の設定

(1) 計算ケースと範囲

津波計算は第1章で述べた波源に対し、第2.3.1節で述べた朔望平均満潮位と平均潮位を初期潮位に設定して行った。

(2) 再現時間

再現計算時間はシミュレーションの中で津波を再現する時間である。

再現時間の設定は、最大津波の到達が確認できる時間を考慮し、6～12時間とした。

また、津波の波形の収束状況を把握する目的で、時刻歴波形の出力地点は再現時間を24時間とした。

上述した計算ケースを、再現時間や計算範囲等の計算条件とあわせて表2.3.3-1に示す。

なお、第1章で述べたように、別府湾-日出生断層帯東部は周防灘における波源の検討のために行った概略計算であり、他の3波源と計算条件が異なる。

表2.3.3-1 計算ケース一覧

波源	計算範囲	再現時間	初期潮位	
			朔望平均満潮位	平均潮位
対馬海峡東の断層	0010-01～21	6時間	朔望平均満潮位	平均潮位
周防灘断層群主部	0010-01～21	12時間		
雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動	0010-22～24	6時間		
別府湾-日出生断層帯東部	0030-01～06	6時間	—	

※ 再現時間の設定は、最大津波の到達が確認できる時間を目安として6～12時間とした。

※ 時刻歴波形の出力地点の再現時間は24時間とした。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2.3.4 津波の予測

計算の結果から、3波源および2初期潮位毎に以下の6項目について結果整理を行った。

なお、別府湾・日出生断層帯東部は、第2.3.3節で述べたように津波の規模の比較を目的としたことから、最大津波高と津波到達時間について整理を行った。

- ・ 最大津波高
- ・ 浸水深
- ・ 代表地点における水位変化
- ・ 津波到達時間
- ・ 最大津波の到達時間
- ・ 最大流速

以下に各項目の説明を示す。

(1) 最大津波高

計算で発生した津波に対して、海岸線における最大津波高を求め、津波高分布図として平面図に整理した。

最大津波高は図2.3.4-1,2に示すように、地震による地盤の隆起もしくは沈降を考慮して「最大潮位(T.P.m) - 初期潮位(T.P.m) - 地震による地殻変動量(m)」とした。

なお、地殻変動量は地盤の隆起・沈降を表す値であり、隆起は「+」、沈降は「-」とした。

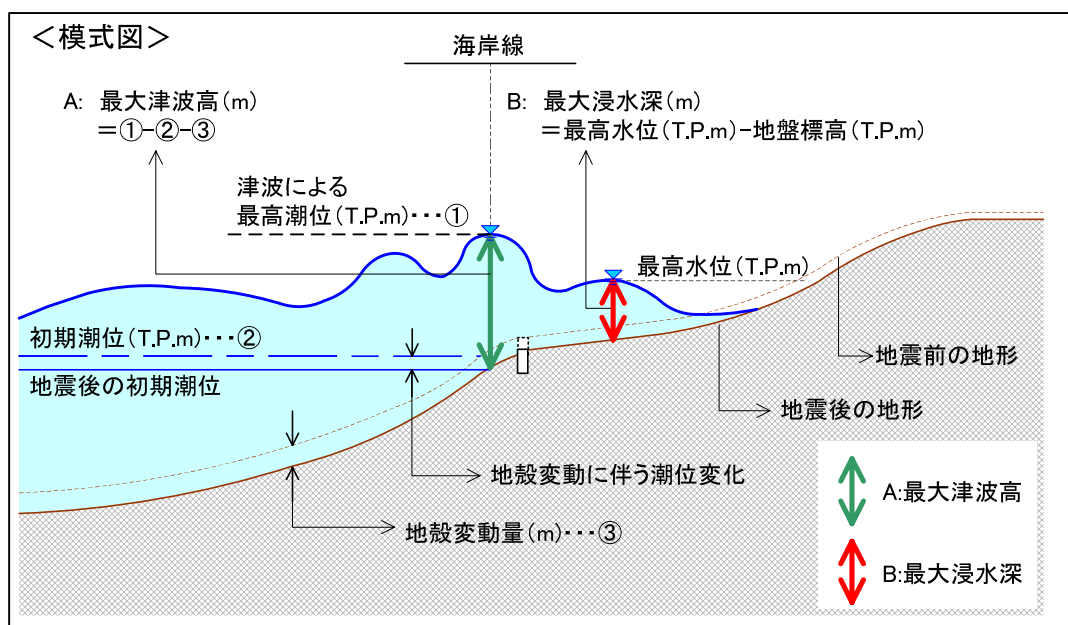


図 2.3.4-1 海岸線における最大津波高と最大浸水深 模式図

(図 2.3-1 の一部を再掲)

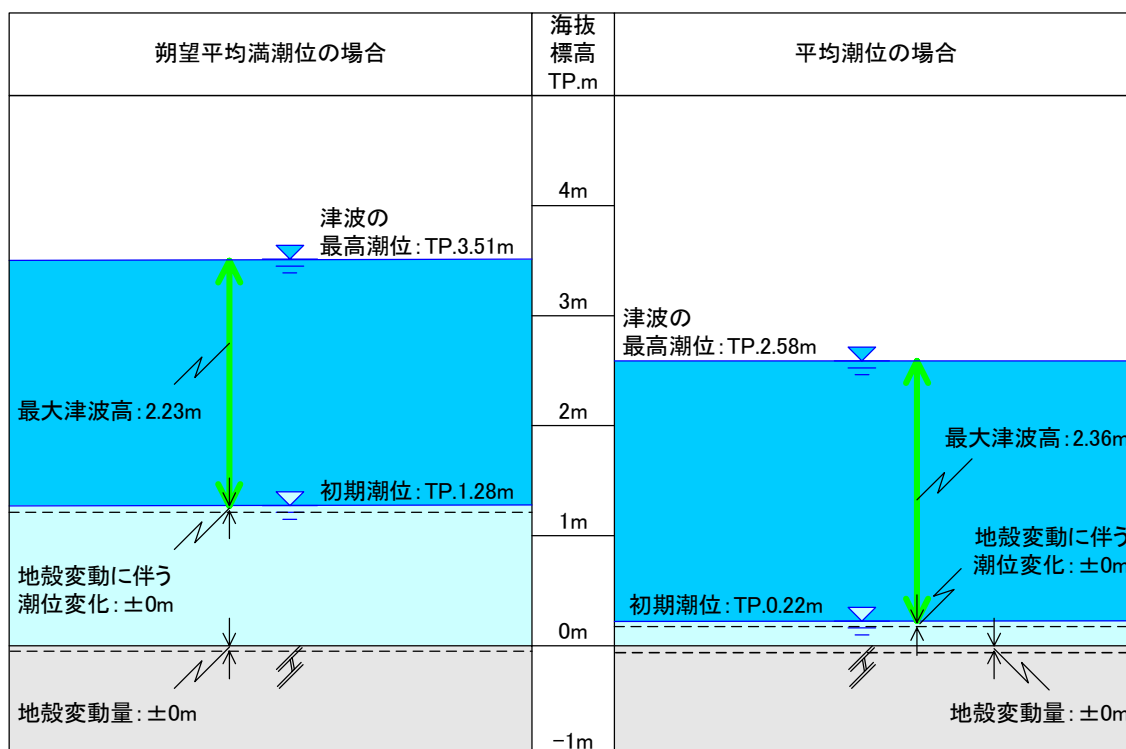


図 2.3.4-2 海岸線における最大津波高のイメージ図

(第 3 章で後述する対馬海峡東の断層とした場合の糸島市の予測結果を例として)

(2) 浸水深

浸水深は、陸域に津波が遡上した時の最大水位と、地震による地盤変動量を考慮した地盤標高の差から浸水深を求め、浸水予測図として平面図に整理した。浸水予測図は、その地域における最大浸水深を示したものであり、同一時刻における浸水深ではない。

浸水予測図における浸水深の閾値は、下記の目的から表 2.3.4-1 に示した浸水深とした。参考に、浸水深と津波の力の関係を図 2.3.4-3 に示す。

- ① 表2.3.4-1に示した浸水深は身体の状態や建物被害の程度、車両への影響などの危険度を示すものであり、浸水予測図の閾値と整合を図ることで危険度が表現できる。
- ② 次節で述べる津波被害想定において、身体(人的)や建物の被害を算出する区分として使用できる。
- ③ 車両への影響は浸水域周辺にある道路が避難路や緊急輸送道路として利用可能かの判断を行うための指標となる。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

表 2.3.4-1 浸水深と危険度

浸水深		深さの目安および危険度		
		身体	建物	自動車
0.00～ 0.15m 未満	0.00～ 0.15m 未満	足首までつかる深さ	床下浸水。	0.1m 程度でブレーキが効きにくくなる。
	0.15～ 0.50m 未満	膝までつかる深さ。 0.5m を超えると歩行が困難となる。 さらに流れが(秒速 1m/秒程度)あれば 0.3m 程度でも歩行が困難となる。		0.3m 程度でマフラーから水が逆流して、エンジンに水が浸入。 オートマチック車ではクラッチ板の剥離がおきる。
0.50～ 0.80m 未満	0.50～ 0.80m 未満	膝までつかる深さ。 1983 年の日本海中部地震による津波では浸水深 0.7 m の津波で死者が出ている。	床上浸水。 0.5m 以上 1.0m 未満で木造建物は軽微破壊。	車が浮き、ドアの開閉が難しく、中に閉じ込められて車とともに流出され、危険な状態。
0.80～ 1.20 m 未満	0.80～ 1.20 m 未満	胸までつかる深さ。	床上浸水。 1.0m 以上 2.0m 未満で木造建物は半壊。	
1.20～ 2.00 m 未満	1.20～ 2.00 m 未満	足がつかない深さ。	床上浸水。 2.0m で1階軒下まで浸水する程度。 5.0m で2階軒下まで浸水する程度。 2.0m 以上で木造建物は全壊。	
2.00～ 5.00 m 未満	2.00～ 5.00 m 未満			

<参考文献>

「津波・高潮ハザードマップ作成マニュアル(案)」津波・高潮ハザードマップ研究会事務局 2003

「浸水想定区域図作成マニュアル」国土交通省河川局治水課 2005

「津波災害予測マニュアル」財団法人日本気象協会 1997

「利根川の洪水」利根川研究会 1995

「国土交通省 九州地方整備局 HP」 <http://www.qsr.mlit.go.jp/kozui/main2.htm>

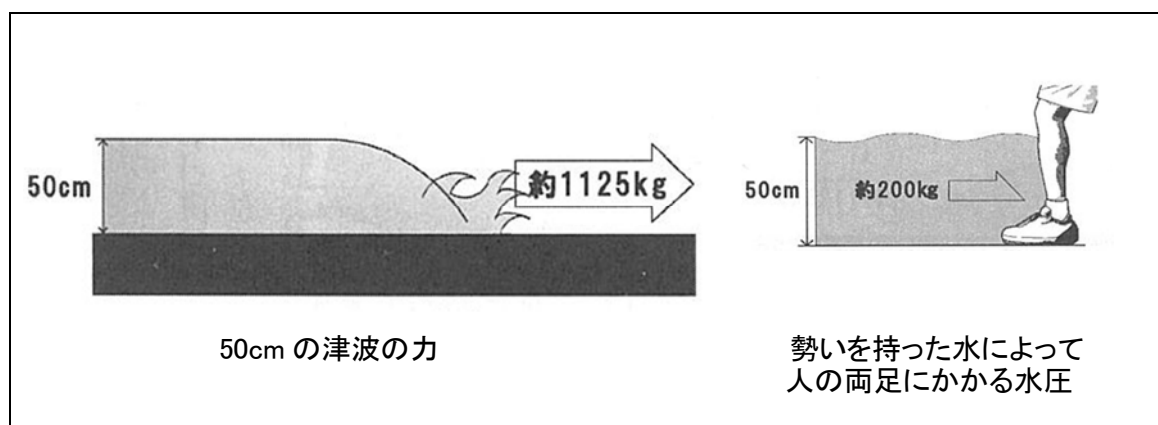


図 2.3.4-3 津波の力

「津波から生き残る、平成 21 年、土木学会」より抜粋

(3) 代表地点における水位変化

図2.3.4-3に示した地点で時刻歴波形を出力し、地震発生時を時間0として、再現時間24時間内の水位の経時変化図を作成した。

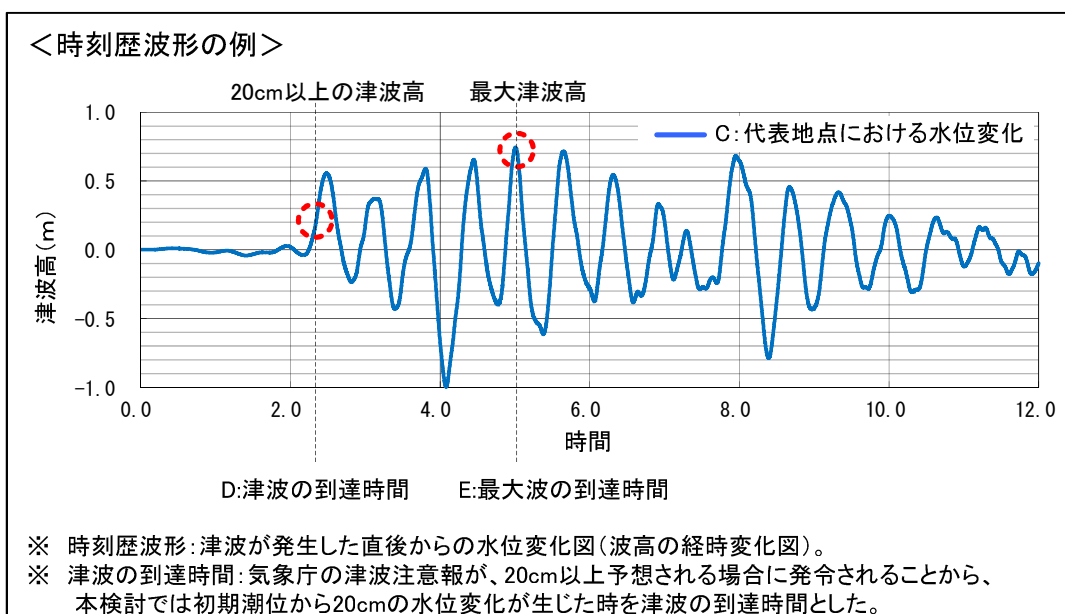


図2.3.4-3 時刻歴波形の例

(図 2.3-1 の一部を再掲)

(4) 津波到達時間、最大津波の到達時間

市町村毎に、津波および最大津波が海岸線に到達した時間を整理した。

なお、前述したように、気象庁の津波注意報は波高20cm以上と予想される場合に発令されることから、ここでは20cmの水位変化が生じた時を津波の到達時間とした。

(5) 最大流速

主要港湾付近において、最大津波到達時間における流速と方向を矢印の方向と長さで示し、最大流速図として平面図に整理した。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

2.4 津波による被害の想定

津波による被害を想定する目的で、第 2.3.4 節で述べた津波の計算結果と、建築物・人口分布を重ね合わせ、浸水深ごとの被害関数を利用して表 2.4-1 に示す被害量を推定した。

被害想定フローを図 2.4-1 に示すとともに、建築物被害と人的被害の想定方法を次頁以降にまとめた。

表 2.4-1 本調査における評価項目と内容

評価項目	内容	アウトプット
建築物被害	浸水範囲内に分布する建築物の棟数と浸水深から被害量を求める。	・ 被害棟数
人的被害	浸水範囲内の人口と浸水深と死亡率の関係から、被害量を求める。	・ 死亡者数

※ 第Ⅰ編 表 2-1 の一部を再掲

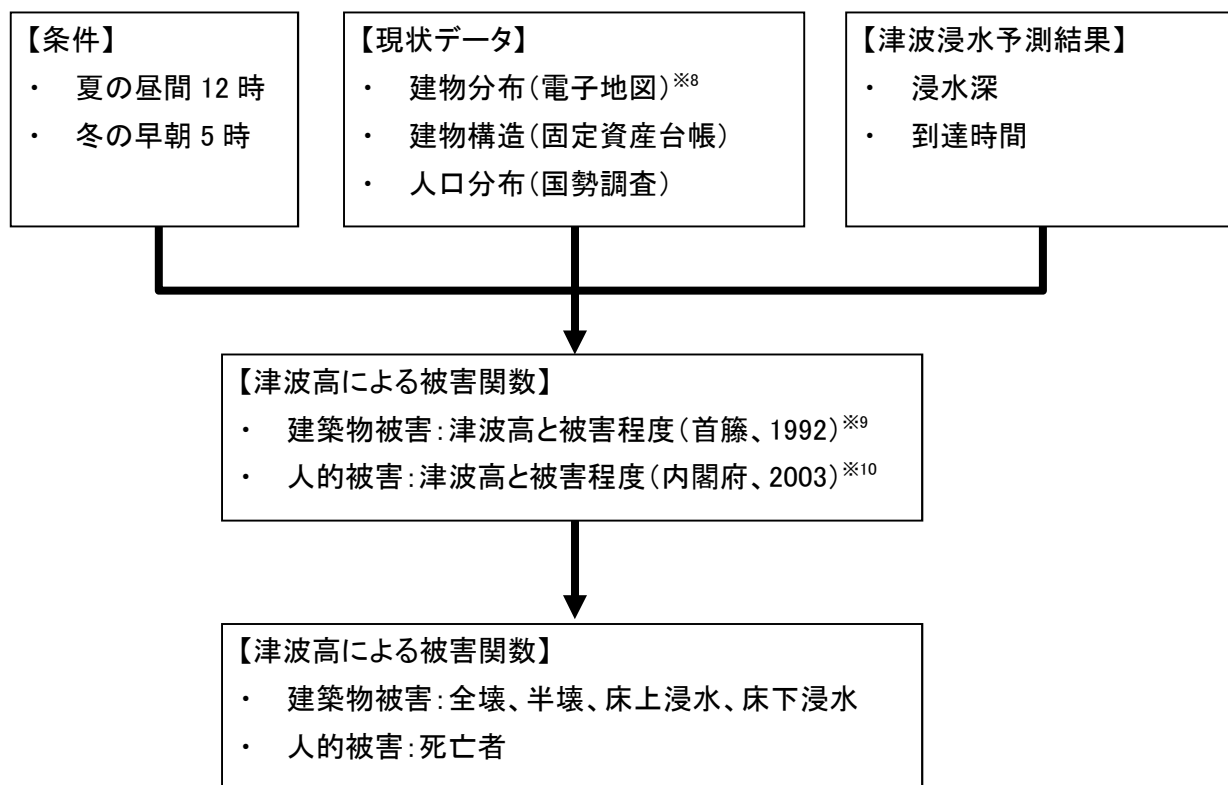


図 2.4-1 被害想定フロー

※9: GEOSPACE 電子地図、2013年、NTT空間情報株式会社

※10: 津波工学研究報告第 9 号「津波強度と被害」、1992 年、首藤伸夫

※11: 東海地震に係る被害想定手法、2003 年、内閣府

2.4.1 建築物被害の予測

津波による建物被害は、表 2.4.1-1 に示したように首藤(1992)が過去の被害事例より建築物被害および他の被害も含めて構造別に津波高と被害程度の間係をまとめている。

また、「東海地震に係る被害想定手法について-参考資料:東海地震に係る被害想定手法について、平成 15 年、中央防災会議 東海地震対策専門調査会」では、首藤の手法における浸水深と被害区分との間係を表 2.4.1-2 のように示している。

ここで、首藤の手法や中央防災会議での被害の程度には、建物の強度は考慮されていない。

表 2.4.1-1 津波高と被害程度

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 速い潮汐	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	全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。かなり遠くまで聞こえる)		
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		潮流物阻止	部分的被害 潮流物阻止	全面的被害 無効果	
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)	1	2	4	8	16	32

出所) 首藤伸夫「津波強度と被害」
(1992年、津波工学研究報告第9号 101-136)

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

表 2.4.1-2 浸水深と被害区分

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

「東海地震に係る被害想定手法について-参考資料:東海地震に係る被害想定手法について、平成15年、中央防災会議 東海地震対策専門調査会」p.5より抜粋

今回実施する建築物の被害想定は、これらの資料に基づいて実施することとし、第2.3.4節で述べた方法による浸水分布図と表2.4.1-2に示した浸水深と被害区分の関係から、被害区分毎の建築物の棟数を求めた。

なお、建物被害の予測に必要な建物構造(木造、非木造)は、家屋課税台帳等から求めた。

下記に建物被害の予測の手順を示す。

<建築物被害の予測手順>

- ① 浸水予測図に電子地図の建物情報を重ね、建物の浸水深を求める。(建物の浸水深はその建物の最大浸水深とした。)
- ② 家屋課税台帳等から町丁目毎の建物割合(木造・非木造)を求め、上記①で求めた建物の木造・非木造の割合を求める。
- ③ 上記②で求めた棟数を被害区分(浸水深)毎に集計し、建物被害の棟数とする。

2.4.2 人的被害の予測

「東海地震に係る被害想定手法について-参考資料:東海地震に係る被害想定手法について、平成 15 年、中央防災会議 東海地震対策専門調査会」では、過去の地震による被害に基づいた浸水深と死亡率の関係(図 2.4.2-1)と、津波到達時間と避難による死亡者の補正率(図 2.4.2-2)が示されている。

図 2.4.2-1 に示した浸水深と死亡率の関係では、防災意識調査に基づいて設定された避難意識が通常の場合(人々の避難意識が北海道南西沖地震時の奥尻町での意識と同じ場合)と低い場合(人々の避難意識が日本海中部地震での意識と同じ場合)についての関係が整理されている。また、図 2.4.2-2 における死亡者の補正率は、津波到達時間が遅くなるほど避難所への避難の可能性が高くなることを考慮したものである。しかし、平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震の地震では津波到達まで時間があつた地域でも、多くの被害が生じたことが指摘されている。よって、本調査では参考として取り扱うこととした。

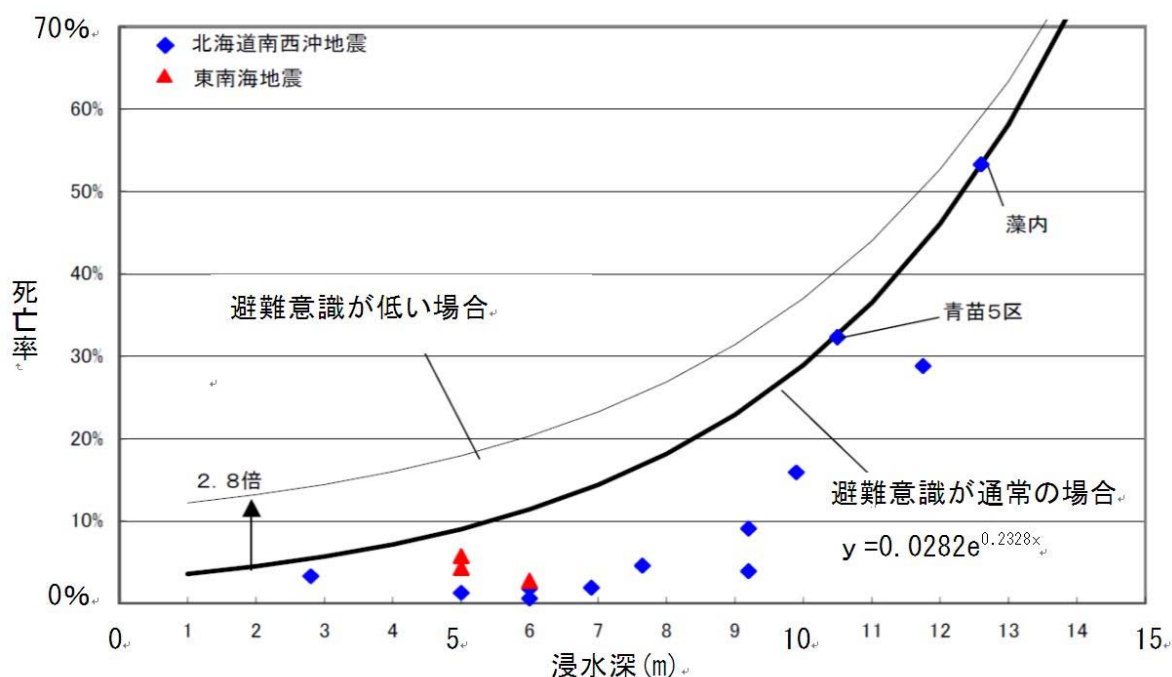


図 2.4.2-1 浸水深と死亡率の関係

「東海地震に係る被害想定手法について-参考資料:東海地震に係る被害想定手法について、平成 15 年、中央防災会議 東海地震対策専門調査会」p.24 抜粋加筆

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

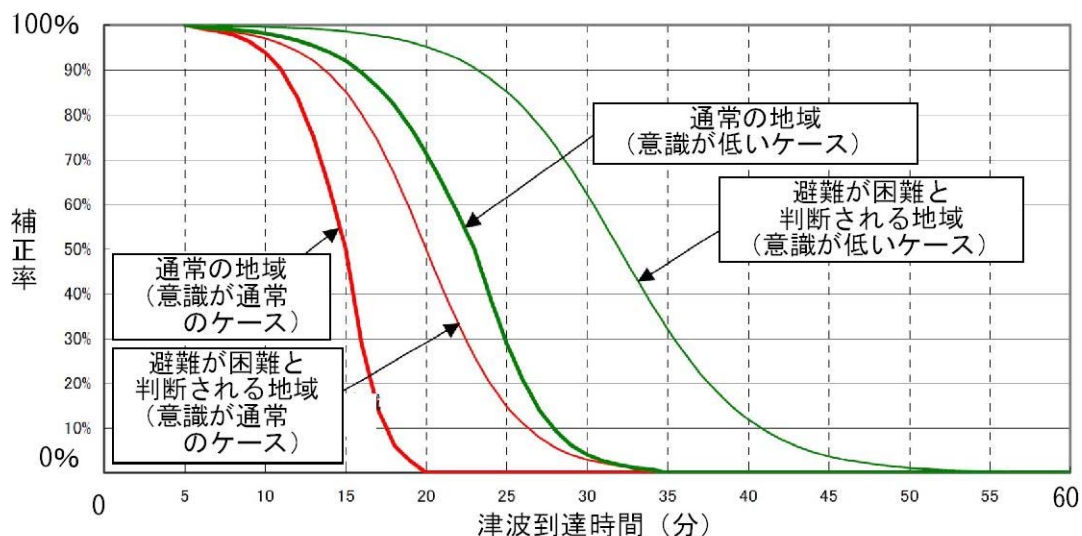


図 2.4.2-2 津波到達時間と補正率の関係

「東海地震に係る被害想定手法について-参考資料:東海地震に係る被害想定手法について、平成 15 年、中央防災会議 東海地震対策専門調査会」 p.26 抜粋加筆

津波による死亡者(以下、人的被害)の発生要因は様々なものが考えられるが、本業務における人的被害は、第 2.1.5 節で求めた浸水範囲および津波の到達時間に対して上記の手法を適用し、死亡者数を求めた。

下記に人的被害の予測の手順、**図 2.4.2-3** に予測のフロー図を示す。

<人的被害の予測手順>

- ① 浸水範囲内の人口を、平成 17 年国勢調査・平成 18 年事業所・企業統計調査地域メッシュ統計リンク結果より把握した。被害は時間帯によって人口が異なることから、多くの住民が在宅していると考えられる朝 5 時(夜間人口)と働きに出ている昼 12 時(昼間人口)を設定した。
- ② 上記①で把握した人口に対し、**図 2.4.2-1** 浸水深と死亡率の関係から避難を考えない場合の死亡者数を求めた。
- ③ 参考値：上記②で求めた死亡者数に対し、**図 2.4.2-2** に基づいて津波到達時間による死亡者数の補正を行い、避難を考慮した場合の人的被害を求めると対象とした 3 地震ともに津波到達まで時間の余裕が出るため被害が発生しない結果となった。

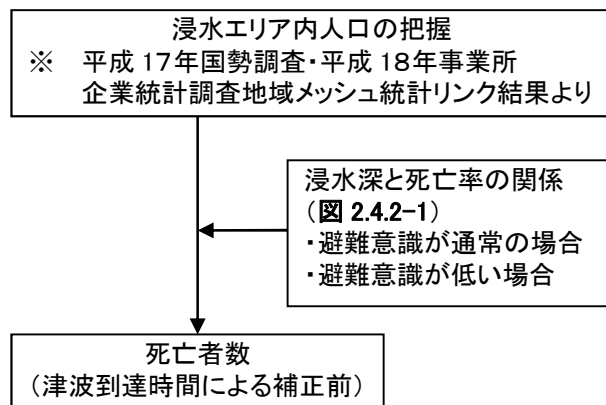


図 2.4.2-3 人的被害の予測フロー

3. 調査結果

津波の予測および被害の想定の結果を表 3-1 および図 3-1 に示す。

表 3-1 にまとめた値は各ケースの最大値であり、最大値が予測される地域は第 3.1～3.2 節に示した。

第 2 章で述べた方法と条件で計算を行った結果、福岡県では最大津波高 2.61 m の津波が予測される。この予測値は、対馬海峡東の断層を波源とし、初期潮位を平均潮位とした場合の値である。

最速の津波到達時間は 28 分であり、周防灘断層群主部を波源とし、初期潮位が朔望平均満潮位の場合の値である。

津波による被害は、対馬海峡東の断層を波源とした場合が最も多いと予測され、123 棟の建築物被害が予測される結果となった。人的被害は 9 人程度の死者が予測されるが、津波の到達まで時間があることから、避難が迅速に行われれば被害は大きくならないと考えられる。

なお、④別府湾-日出生断層帯東部は周防灘における波源の比較検討を目的に行ったものである。平均潮位の潮位条件で計算した結果、④と比較して最大津波高が高く、最速津波到達時間が速い②周防灘断層群主部を周防灘における波源とした。

以降に、各波源における津波の予測および被害の想定結果をまとめる。

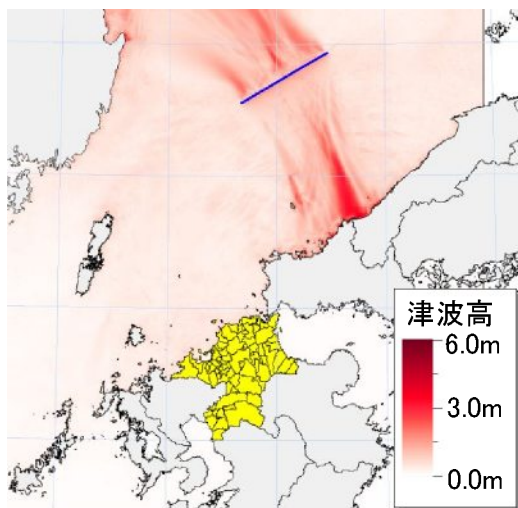
表 3-1 各地震による最大津波高および津波到達時間

No	ケース		最速津波到達時間※ (分)	最大津波高 (m)	建築物被害棟数 (棟)	人的被害死者数※※ (人)	
	波源	初期潮位				通常	意識低い
①	対馬海峡東の断層	朔望平均満潮位	71	2.50	123	—	9
		平均潮位	85	2.61	35	—	1
②	周防灘断層群主部	朔望平均満潮位	28	1.59	6	—	—
		平均潮位	30	1.79	2	—	—
③	雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動	朔望平均満潮位	30	0.54	—	—	—
		平均潮位	32	0.36	—	—	—
④	別府湾-日出生断層帯東部	平均潮位	98	0.60	/		

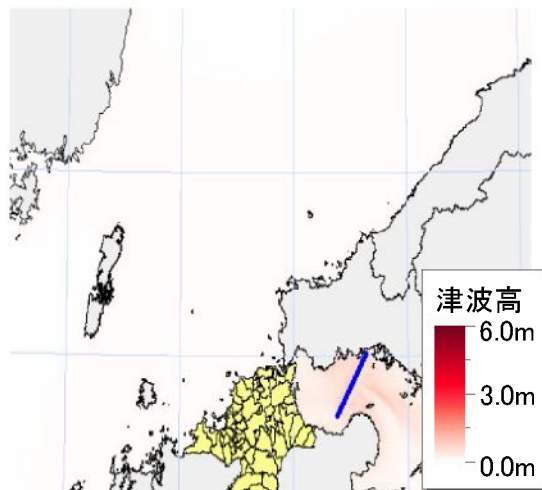
※津波到達時間:計算開始から+20cm水位上昇までに要した時間

※※夜間に津波が発生した場合

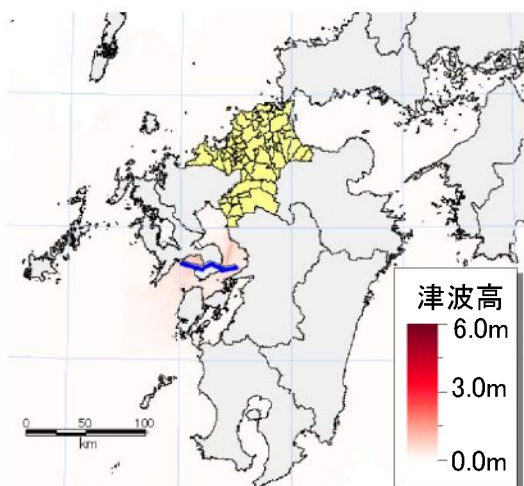
第Ⅱ編 津波の予測および被害想定



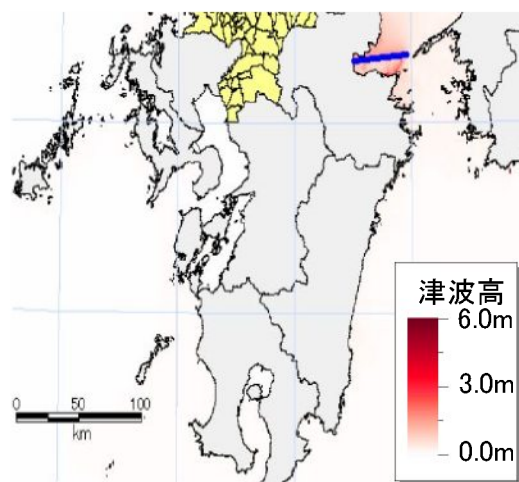
① 対馬海峡東の断層



② 周防灘断層群主部



③ 雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動



④ 別府湾-日出生断層帯東部

図 3-1 各波源の位置と想定地震による最大津波高分

3.1 津波の予測

3.1.1 対馬海峡東の断層

対馬海峡東の断層を波源とした津波の予測結果を図 3.1.1-1,2 に示した。図中には、朔望平均満潮位と平均潮位の予測結果を併記した。

下記に特徴をまとめる。

(1) 津波の到達時間

- ・ 対馬海峡東の断層において想定した地震が起きた場合の津波は、朔望平均満潮位では地震発生から 71 分程度で最も速く宗像市に到達し、平均潮位では 85 分で北九州市に到達すると予測される。

(2) 最大津波高

- ・ 波高は玄界灘と響灘の沿岸部で高く、糸島市と福岡市東区、宗像市、岡垣町で最大津波高が 2 m 以上になると予測される。この中で、最大津波高は宗像市が最も高く、朔望平均満潮位の場合は 2.50 m、平均潮位の場合は 2.61 m である。
- ・ 福岡市や北九州市の湾内や、関門海峡より南側の周防灘沿岸部では、玄界灘と響灘の沿岸部に比べて津波高さが低くなると予測される。

(3) 最大津波の到達時間

- ・ 最大津波の到達時間は、初期潮位にかかわらず地震発生から 120 分程度で北九州市に到達すると予測される。

(4) 流速

- ・ 朔望平均満潮位の場合に比べて、平均潮位の場合は相対的に沖方向に流れる際に最大流速が生じる傾向がみられる。
- ・ 最も早い箇所での最大流速は 1.5 m/s 程度と予測され、本土と島に挟まれた場所や河口、港の出入り口など、流路が狭くなる箇所では、相対的に流速が速い傾向がある。

(5) 浸水範囲

- ・ 対馬海峡東の断層で想定した地震が起きた場合、浸水は主に玄界灘や響灘に面した浜辺で生じると予測され、浜辺に面した宅地等で地盤と護岸が低い箇所では、浸水する可能性がある。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

(6) 代表地点における水位変化

博多湾入口で予測される水位変化の特徴は、下記のとおりである。

- ・ 津波の到達:地震発生から約 2 時間後。
- ・ 最大津波高:0.56m 程度
- ・ 今回の観測地点での測定値は、初期潮位が朔望平均満潮位より平均潮位の方が、津波の振幅が大きく津波高が高くなる傾向がみられる。
- ・ 地震発生から 8～10 時間後に津波高が 0.2 m を下回り、収束すると予測される。

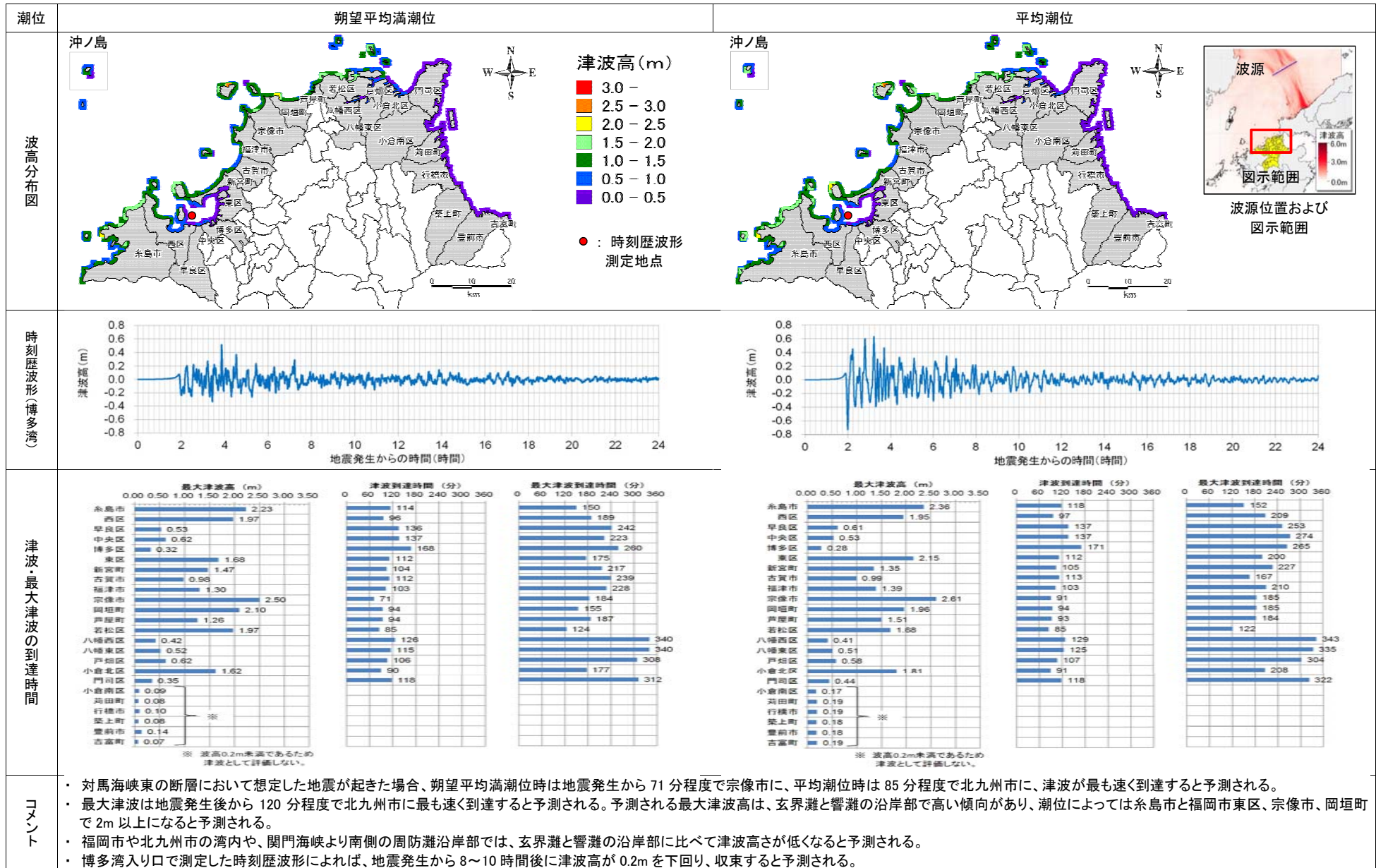


図 5.1.1-1 最大津波高の分布と各市町村における津波の規模(波源:対馬海峡東の断層)

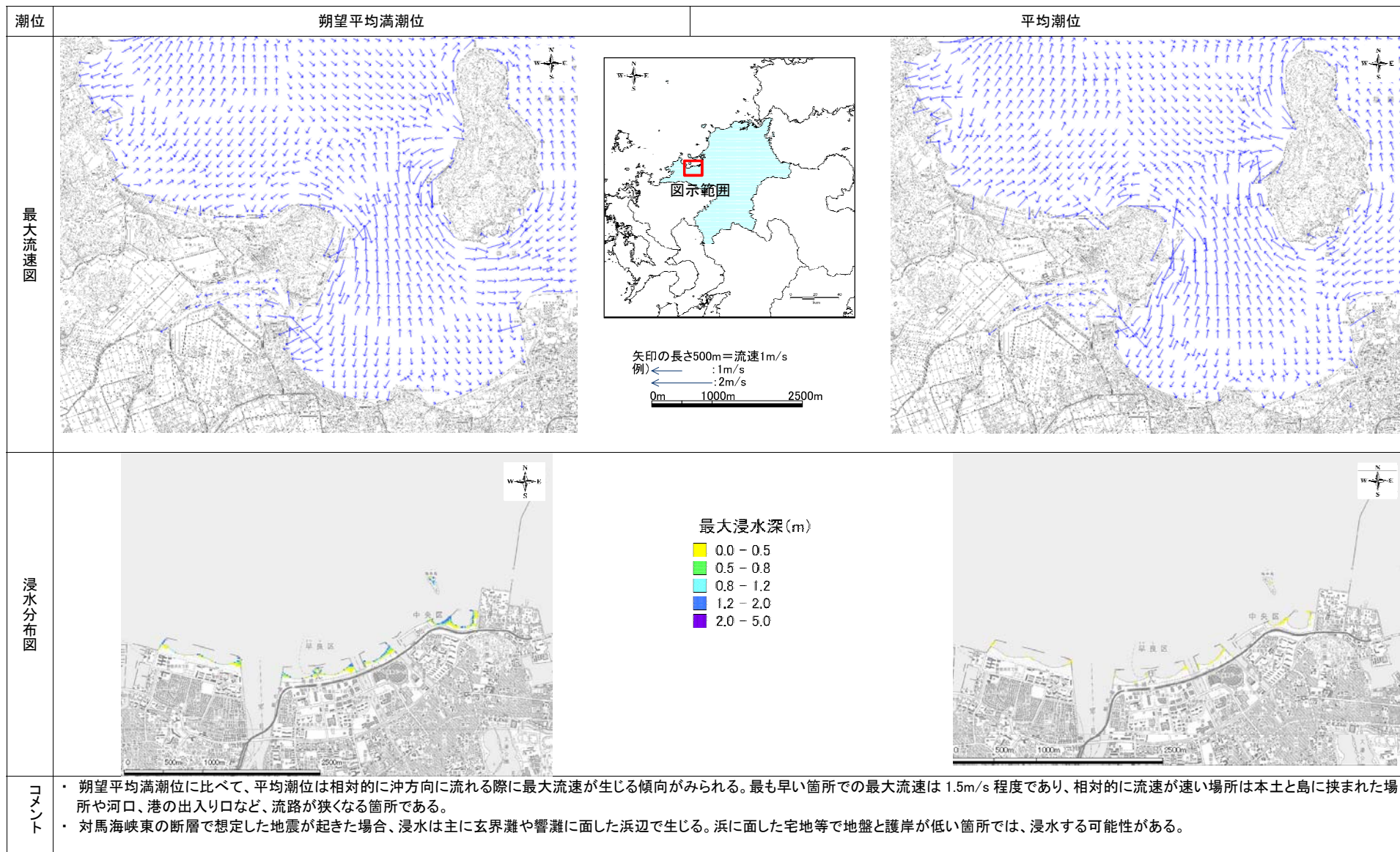


図 5.1.1-2 最大流速と浸水域の分布(波源:対馬海峡東の断層)

3.1.2 周防灘断層群主部

周防灘断層群主部を波源とした津波の予測結果を図 3.1.2-1,2 に示した。図中には、朔望平均満潮位と平均潮位の予測結果を併記した。

下記に特徴をまとめる。

(1) 津波の到達時間

- ・ 周防灘断層群主部において想定した地震が起きた場合、津波は朔望平均満潮位で地震発生から 28 分程度、平均潮位の場合は 30 分程度で最も速く吉富町に到達すると予測される。
- ・ 芦屋町から西側の玄界灘や響灘の沿岸部では、周防灘断層群主部を波源とした場合、波高 20 cm 以上の波は到達しないと予測される。

(2) 最大津波高

- ・ 最大津波高は苅田町が最も高く、朔望平均満潮位の場合に 1.59 m 程度、平均潮位の場合に 1.79 m 程度になると予測される。

(3) 最大津波の到達時間

- ・ 予測される最大津波の到達時間は、苅田町と築上町で最も速く、朔望平均満潮位の場合で地震発生から 53 分程度である。平均潮位の場合は、地震発生から 48 分程度で築上町に到達すると予測される。

(4) 流速

- ・ 潮位にかかわらず、全体的に沖方向に流れる際に最大流速が生じる傾向がみられる。
- ・ 最も早い箇所での最大流速は 2 m/s 程度であり、その中でも河口付近が速い傾向にある。

(5) 浸水範囲

- ・ 周防灘断層群主部で想定した地震が起きた場合、浸水は主に周防灘に面した浜辺や浅瀬で生じると予測され、港湾では護岸や堤防の効果で浸水しない傾向がみられる。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

(6) 代表地点における水位変化

苅田港沖における水位変化の特徴は下記のとおりである。

- ・ 津波の到達:地震発生から 30 分以内。
- ・ 最大津波高:0.4 m 程度。
- ・ 地震発生から約 5 時間後に津波高が 0.2 m を下回り、収束すると予測される。

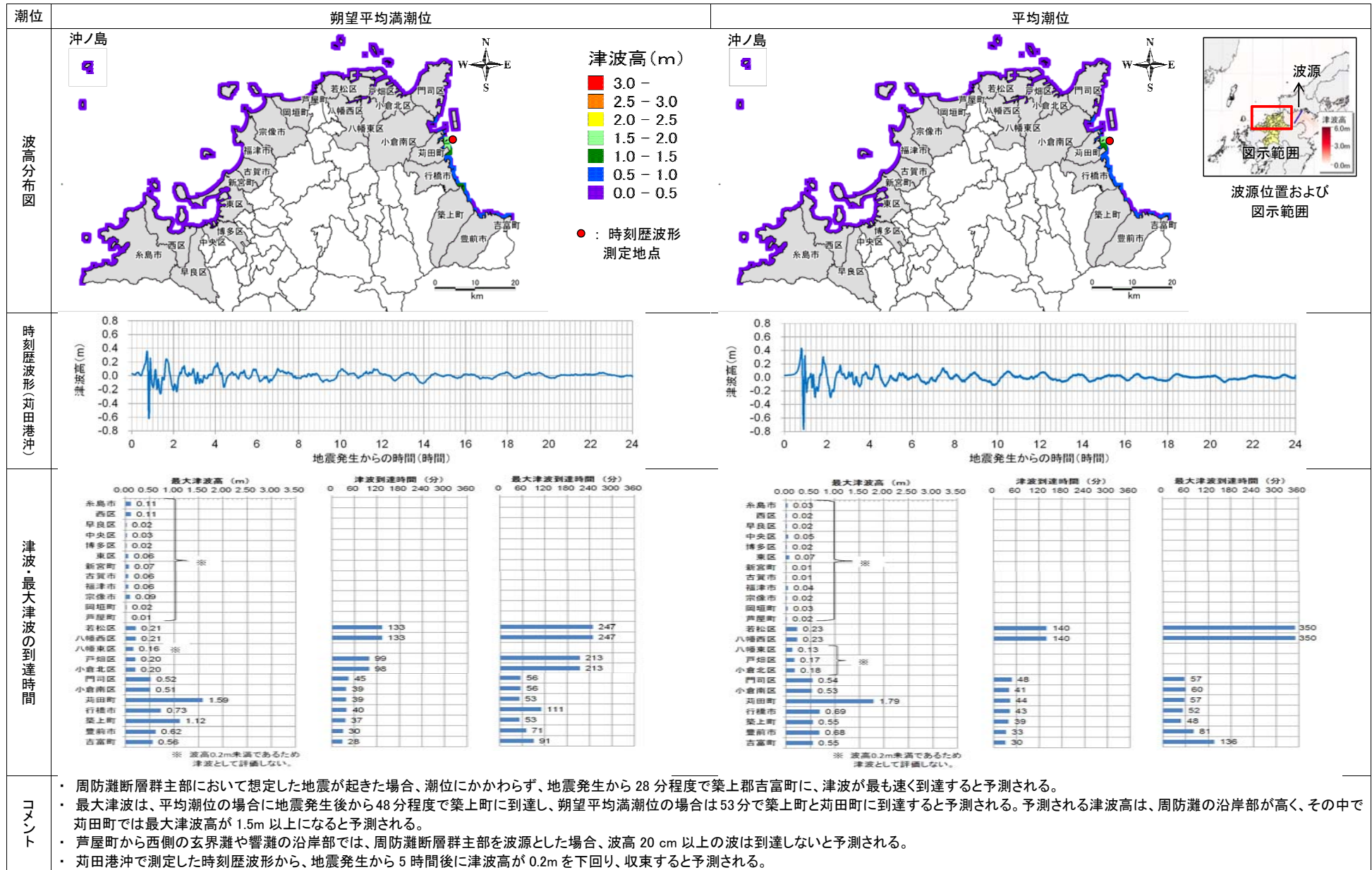


図 3.1.2-1 最大津波高の分布と各市町村における津波の規模(波源:周防灘断層群主部)

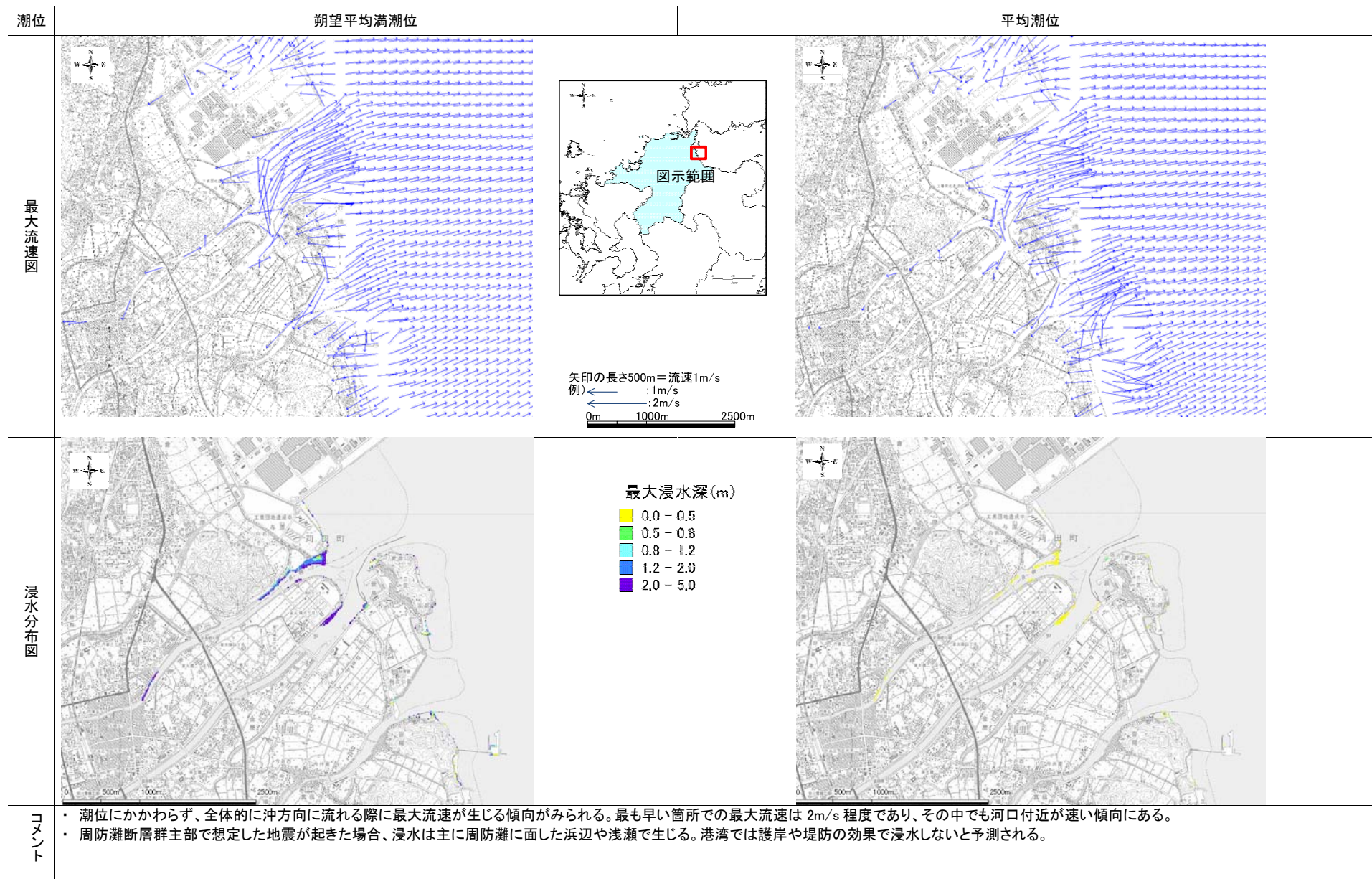


図 3.1.2-2 最大流速と浸水域の分布(波源:周防灘断層群主部)

3.1.3 雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動

雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯を波源とした津波の予測結果を図 3.1.3-1,2 に示した。図中には、朔望平均満潮位と平均潮位の予測結果を併記した。

下記に特徴をまとめる。

(1) 津波の到達時間

- ・ 雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動によって想定した地震が起きた場合、潮位にかかわらず、津波は地震発生から 30 分程度で最も速く福岡県大牟田市に到達すると予測される。

(2) 最大津波高

- ・ 最大津波高は、大牟田市で朔望平均満潮位の場合に 0.54 m 程度、平均潮位の場合に 0.36 m 程度と予測される。
- ・ 津波は佐賀県との県境を流れる筑後川を遡上すると予測される。

(3) 最大津波の到達時間

- ・ 予測される最大津波の到達は大牟田市で最も速く、朔望平均満潮位の場合は地震発生から 46 分程度、平均潮位の場合は 85 分程度で到達すると予測される。

(4) 流速

- ・ 朔望満潮位では、沖方向に流れる際に最大流速が生じる傾向がみられる。
- ・ 潮位にかかわらず、三池港付近で相対的に流速が速くなると予測され、その際の流速は 1.0 m/s 程度である。

(5) 浸水範囲

- ・ 雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動によって想定した地震が起きた場合、浸水は主に堤外地や有明海に面した漁港で生じると予測される。
- ・ 漁港と陸地の間に整備されている堤防によって、堤内地への浸水は生じないと予測される。

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

(6) 代表地点における水位変化

三池港沖で予測される水位変化の特徴は下記のとおりである。

- ・ 津波の到達:地震発生から 30 分程度。
- ・ 最大津波高:0.2 m 程度。
- ・ 朔望平均満潮位と平均潮位の津波高等の違いは不明瞭である。
- ・ 地震発生から 1 時間後に津波高が 0.2 m を下回り、収束すると予測される。

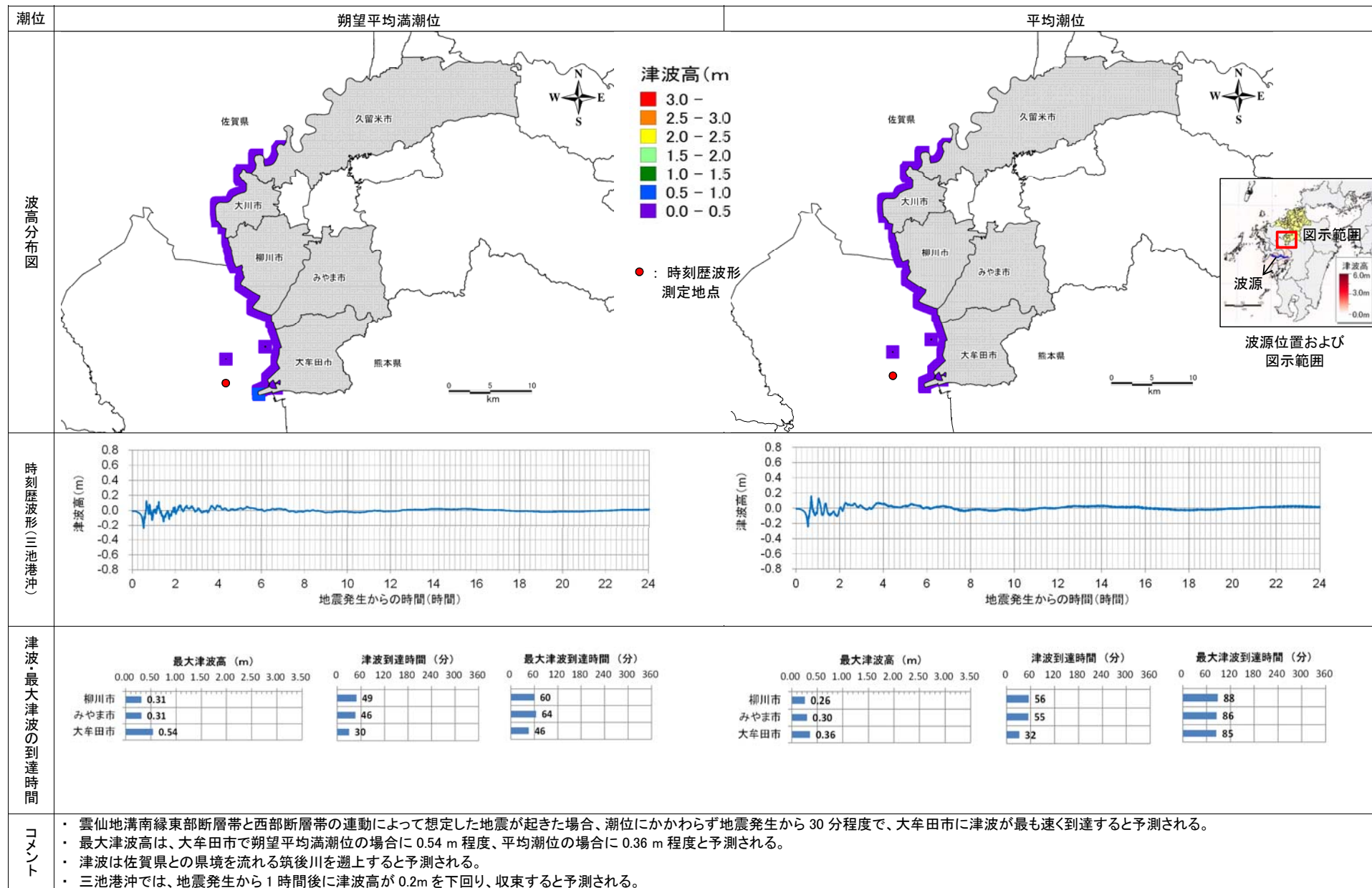


図 3.1.3-1 最大津波高の分布と各市町村における津波の規模(波源:雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動)

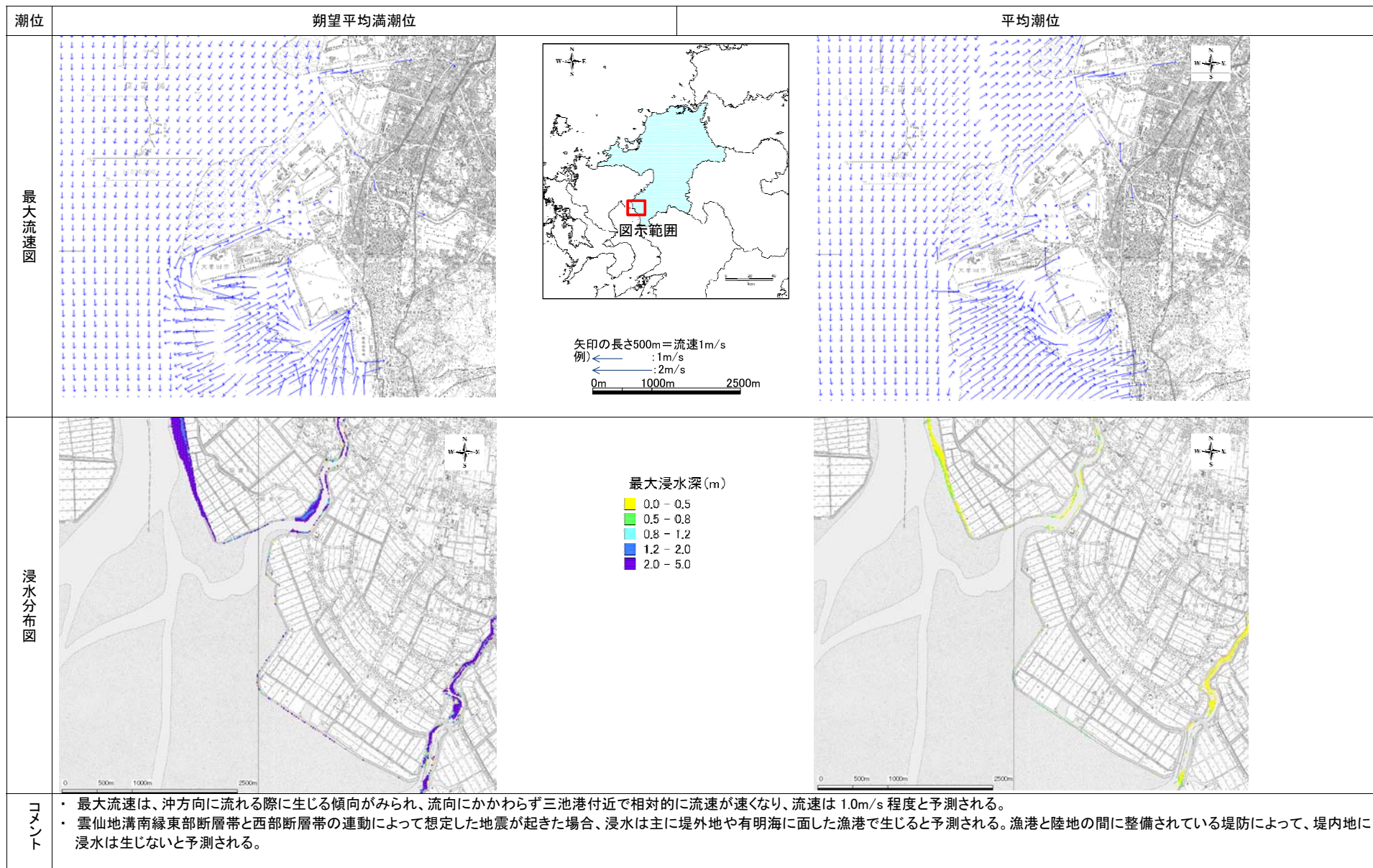


図 3.1.3-2 最大流速と浸水域の分布(波源:雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動)

3.2 津波による被害の想定

今回対象にした津波による建物被害の市町村別一覧を表 3.2-1、人的被害の避難不可能な場合を表 3.2-2 に示した。また、どの津波も到達時間に余裕があるため、避難が可能となれば、人的被害を激減させることができる。

表 3.2-1 津波による建物被害一覧(上:満潮位、下:平均潮位)

満潮位 (棟)

市区町村	対馬海峡東				周防灘				雲仙地溝南縁				
	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	
北九州市	門司区	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	小倉北区	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	八幡西区	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
福岡市	東区	-	9	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央区	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	西区	1	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	早良区	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大牟田市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
柳川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
大川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
行橋市	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
古賀市	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
福津市	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
みやま市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
糸島市	5	13	24	29	-	-	-	-	-	-	-	-	
吉富町	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
築上町	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
合計	6	30	40	47	-	3	3	-	-	-	-	-	

平均潮位 (棟)

市区町村	対馬海峡東				周防灘				雲仙地溝南縁				
	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	
北九州市	門司区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	小倉北区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	八幡西区	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
福岡市	東区	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	西区	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	早良区	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
大牟田市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
柳川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
大川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
行橋市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
古賀市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
福津市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
みやま市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
糸島市	-	2	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-	
吉富町	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
築上町	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
合計	-	5	16	14	-	-	1	1	-	-	-	-	

※少数処理のため合算値が合計と異なる場合がある

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

表 3.2-2 津波による人的被害一覧(上:満潮位、下:平均潮位)

満潮位 (人)

市区町村	対馬海峡東				周防灘				雲仙地溝南縁				
	昼間		夜間		昼間		夜間		昼間		夜間		
	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	
北九州市	門司区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	小倉北区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	八幡西区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
福岡市	東区	-	2	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	西区	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	早良区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大牟田市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
柳川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
大川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
行橋市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
古賀市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
福津市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
みやま市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
糸島市	2	6	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	
吉富町	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
築上町	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
合計	2	9	2	9	-	-	-	-	-	-	-	-	

平均潮位 (人)

市区町村	対馬海峡東				周防灘				雲仙地溝南縁				
	昼間		夜間		昼間		夜間		昼間		夜間		
	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	通常	意識低い	
北九州市	門司区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	小倉北区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	八幡西区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
福岡市	東区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	西区	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	早良区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大牟田市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
柳川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
大川市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
行橋市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
古賀市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
福津市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
みやま市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
糸島市	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
吉富町	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
築上町	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
合計	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	

※避難意識の違い

通常:人々の避難意識が北海道南西沖地震時の奥尻町での意識と同じ場合の被害
 意識低い:人々の避難意識が日本海中部地震での意識と同じ場合の被害

4. 最大津波高分布図と浸水予測図の作成

第 3.1 節で述べた津波の予測結果から、最大津波高分布図と浸水予測図を作成し、第Ⅲ編の巻末図集に収めた。

下記に各図の仕様をまとめる。

(1) 作成ケース

最大津波高分布図と浸水予測図は、表 4-1 に示したケースについて作成した。

表 4-1 最大津波高分布図と浸水予測図の作成ケース

波源	初期潮位	図面名
対馬海峡東の断層	朔望平均満潮位	最大津波高分布図 浸水予測図
	平均潮位	
周防灘断層群主部	朔望平均満潮位	
	平均潮位	
雲仙地溝南縁 東部断層帯と西部断層帯	朔望平均満潮位	
	平均潮位	

(2) 図面の縮尺および作成範囲

各図面の縮尺は下記のとおりである。

- ① 最大津波高分布図……S=1:100,000
- ② 浸水予測図……………S=1: 25,000

作成図枠および図番号を図 4-1 に示すとともに、表 4-2 に各ケースにおける図面の図番号を整理した。

表 4-2 各図面の作成範囲

波源	図番号	
	最大津波高分布図	浸水予測図
対馬海峡東の断層	1,2,3,4 (4 範囲)	A-1,7,12,13,14 B-10,11,12 C-10,11,12 D-7,8,9,10,11,12 E-7,8,9,10,11,12 F-7
周防灘断層群主部		G-5,6,7 H-5,6,7 I-6,7,8,9 J-6,7,8,9,10,11 K-11,12 (40 範囲)
雲仙地溝南縁 東部断層帯と西部断層帯	5 (1 範囲)	C-18,19 D-17,18,19,20,21,22(8 範囲)

※範囲名は図 4-1 参照

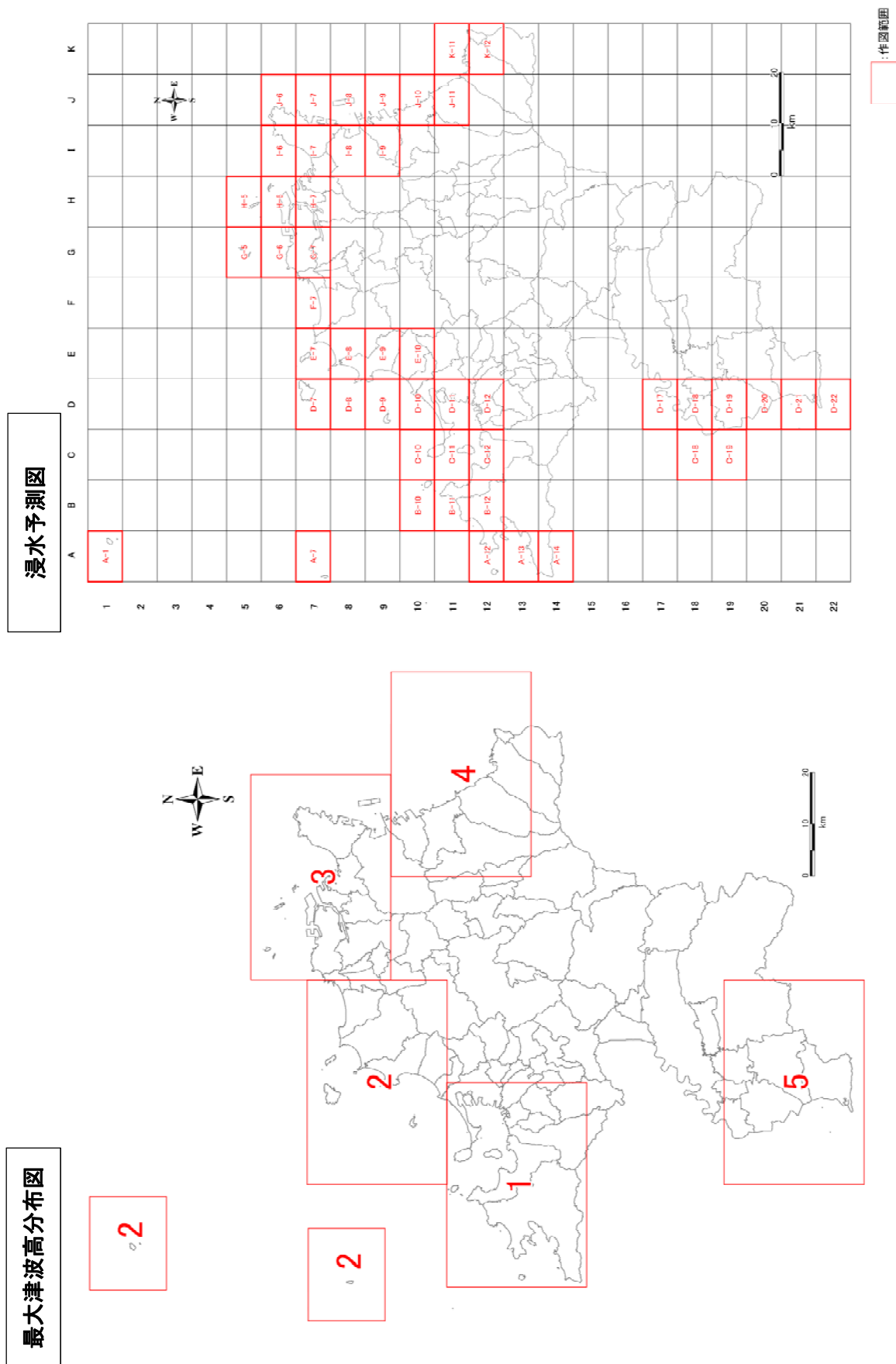


図 4-1 最大津波高分布図と浸水予測図の作成図枠と図番号

(3) 津波高および浸水深さの閾値と表示色

最大津波高分布図における津波高と、浸水予測図における浸水深さの閾値と表示色を表 4-3 に示す。参考に、浸水深さと危険度、表示色の関係を表 4-4 に再掲する。

表 4-3 津波高と浸水深さの閾値と表示色

津波高分布図	浸水予測図
<p>3.0 - 2.5 - 3.0 2.0 - 2.5 1.5 - 2.0 1.0 - 1.5 0.5 - 1.0 0.0 - 0.5 単位:m</p> <p>※閾値は 0.5m 区切りとした。</p>	<p>0.0 - 0.5 0.5 - 0.8 0.8 - 1.2 1.2 - 2.0 2.0 - 5.0 単位:m</p> <p>※閾値は表 4-4 の区分に準じた。</p>

表 4-4 浸水深と危険度(表 2.3.4-1 を再掲)

浸水深	深さの目安および危険度		
	身体	建物	自動車
0.00～ 0.15m 未満	足首までつかる深さ	床下浸水。	0.1m 程度でブレーキが効きにくくなる。
	膝までつかる深さ。 0.5m を超えると歩行が困難となる。 さらに流れが(秒速 1m/秒程度)あれば 0.3m 程度でも歩行が困難となる。		0.3m 程度でマフラーから水が逆流して、エンジンに水が浸入。オートマチック車ではクラッチ板の剥離がおきる。
0.50～ 0.80m 未満	膝までつかる深さ。 1983 年の日本海中部地震による津波では浸水深 70cm の津波で死者が出ている。	床上浸水。 0.5m 以上 1.0m 未満で木造建物は軽微破壊。	車が浮き、ドアの開閉が難しく、中に閉じ込められて車とともに流出され、危険な状態。
0.80～ 1.20 m 未満	胸までつかる深さ。	床上浸水。 1.0m 以上 2.0m 未満で木造建物は半壊。	
1.20～ 2.00 m 未満	足がつかない深さ。	床上浸水。 2.0m で1階軒下まで浸水する程度。 5.0m で2階軒下まで浸水する程度。 2.0m 以上で木造建物は全壊。	
2.00～ 5.00 m 未満			

<参考文献>

- 「津波・高潮ハザードマップ作成マニュアル(案)」津波・高潮ハザードマップ研究会事務局 2003
- 「浸水想定区域図作成マニュアル」国土交通省河川局治水課 2005
- 「津波災害予測マニュアル」財団法人日本気象協会 1997
- 「利根川の洪水」利根川研究会 1995
- 「国土交通省 九州地方整備局 HP」<http://www.qsr.mlit.go.jp/kozui/main2.htm>

第Ⅱ編 津波の予測および被害想定

(4) 最大津波高分布図と浸水予測図を使用する上での注意点

一般の利用者が津波浸水予測図を使用する上での注意点を以下に示す。

1. 注意点

本浸水予測図は、「対馬海峡東の断層」「周防灘断層群主部」「雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動」で地震が発生した場合に、予測される浸水状況を示したものです。

実際にこれらの地震が発生した場合には、潮位や震源の位置などが想定と異なる場合があります。そのため、浸水状況は変わることがあります。

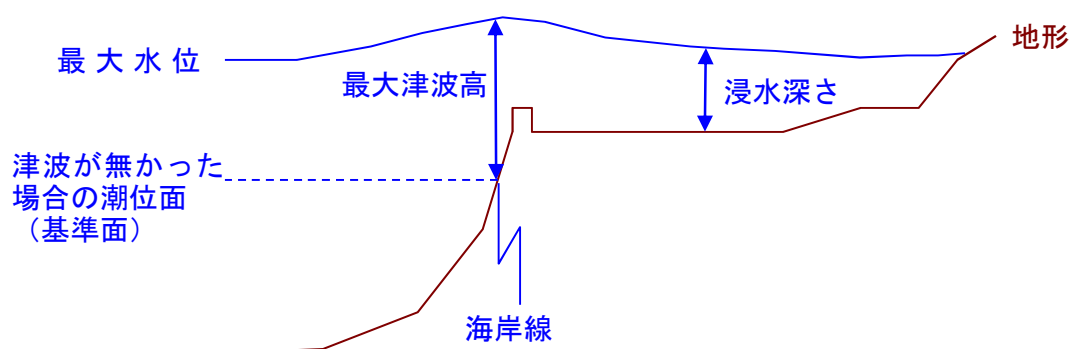
浸水予測は、数値シミュレーションにより行っています。計算条件は次のとおりです。

- ・ 数値シミュレーションは、福岡県全体を 10m 間隔にメッシュ化して行っています。そのため、10m よりも小さい規模の地形的特徴は反映されていません。
- ・ 計算では主要な河川は地形として考慮していますが、その他の中小河川は考慮していません。実際の津波の場合には、そのような中小河川からの流入も考えられますので、注意してください。
- ・ 本計算では海岸堤防や護岸を考慮しており、水門や陸閘は閉じた状態としています。
- ・ 潮位は、県土周辺の沿岸部の観測地点や港の潮位資料を参考として、同じ程度の潮位が観測されている地域をひとつの範囲にまとめ、その範囲毎に潮位を設定しています。

2. 浸水深さについて

浸水深さは、陸地で最も水位が高くなった時の津波の水面の高さを、その場所の地面から測った値です。

なお、最大津波高は、海岸線において最も潮位が高くなった時の水面(最大水位)を、基準面から測った高さです。この基準面は、津波が無かった場合の潮位面としています。



3. 河川や海岸に接したメッシュについて

本浸水予測では 10m メッシュで地形の標高をモデル化して計算を行っています。そのため、河川や海岸に隣接したメッシュでは、陸地に一部入り込んでいた場合であっても、標高が河床や海底面の高さに近いレベルに(陸地よりも低く)設定されている場合があります、その場合は浸水深が大きく表示されています。

5. 浸水リスクへの備え

今回の津波の予測の結果、ほとんどの場所で津波による浸水が生じない結果となった。この背景には、福岡県の沿岸部における堤防等施設の整備が挙げられる。

一方で、堤防等施設が整備されている区域の一部には背後地の地盤標高が低い土地があり、このような土地では津波等が浸入した場合は浸水する恐れ(以下、浸水リスク)がある。

特に有明海沿岸では、**写真 5-1,2** に示したように堤内地と堤外地の地盤の標高差がほとんどなく、堤内地では河川水位と低地面の比高がわずかであることから、浸水リスクが内在するといえる。



写真 5-1 有明海沿岸の堤防
堤内地と堤外地の地盤の標高差はほとんどない



写真 5-2 有明海の堤内地の状況
水面が高く、地表面との比高がわずかである

そこで、堤防の破堤による浸水などの想定外に備え、津波による浸水リスクの範囲を示す目的で、標高分布図を作成した。

標高分布図は、下記の高さを着色して示し、巻末に収めた。

標高分布図の例を**図 5-1** に示す。

- ・ 着色標高: 標高 0m～最大津波高に相当する標高
- ・ 閾値: 1m 毎

津波災害時における避難経路や緊急道路のネットワークは、浸水時の機能を損なわないよう、浸水リスクを踏まえて検討することが望ましい。

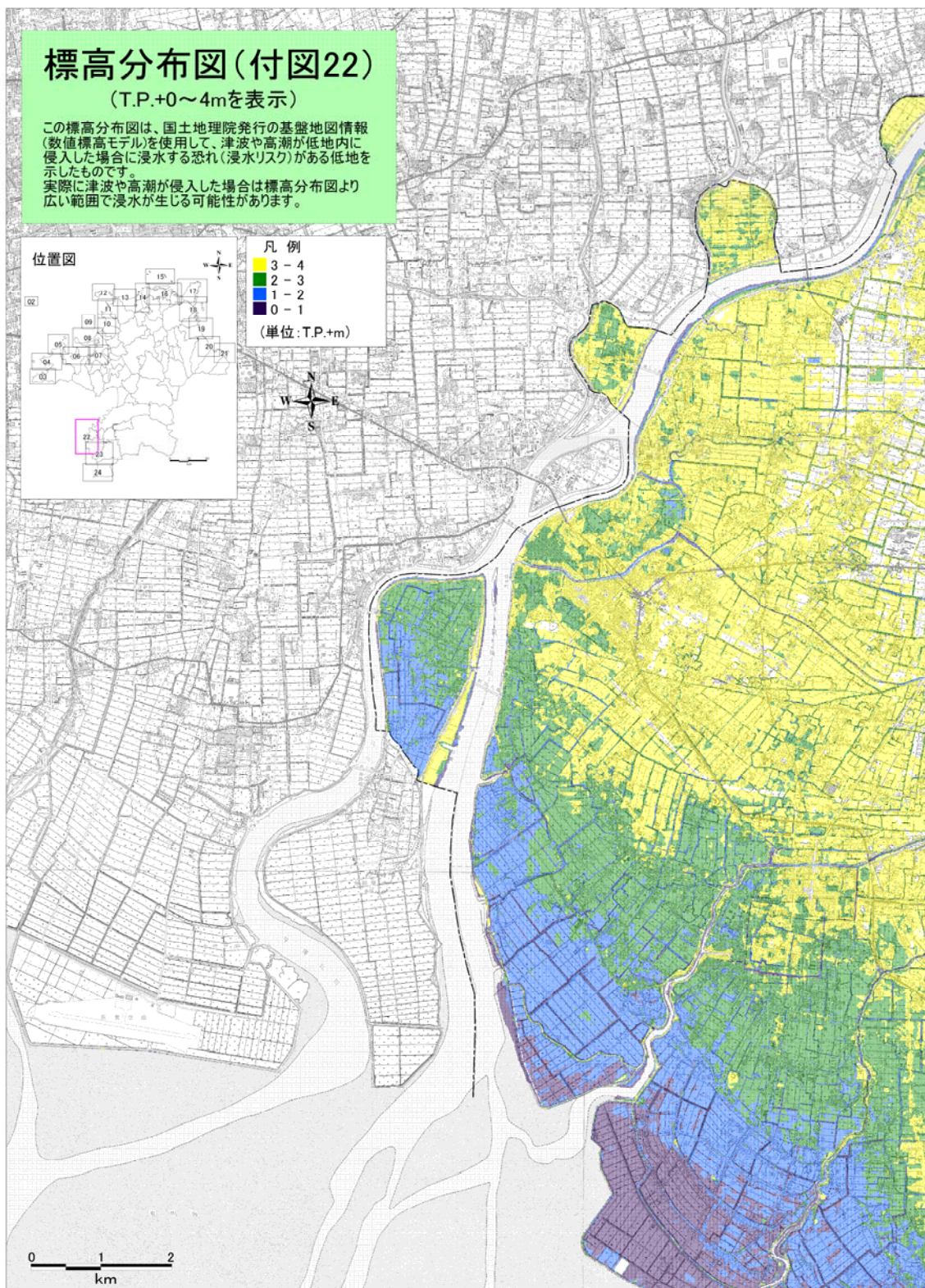


図 5-1 標高分布図の例