

## 第9章



# 被災した海岸堤防の新たな津波対策

<空白>

## (1) 国等における津波対策に関する基本的な考え方

### ①中央防災会議

今次の津波災害を受け、国の中央防災会議「東北地方太平洋地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」では、平成23年6月26日に今後の津波防災対策の基本的な考え方について中間とりまとめを公表した。

この中では、今後の津波防災対策を構築するに当たって、基本的に二つのレベルの津波を想定することとしている。一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で設定する津波【最大クラスの津波】であり、もう一つは、構造物による津波対策を行う上で想定する津波【頻度の高い津波】である。

今後の対策については、頻度の高い津波に対応する高さの構造物とし、設計対象を超えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造を検討するべきとしている。

### ②海岸関係省庁

平成23年7月11日に農林水産省及び国土交通省により「設計津波の水位の設定方法等」が示され、今後の海岸保全施設の復旧計画については、海岸関係の4省庁で定めた基準により求めた設計津波の水位を踏まえ策定するものとしている。

この中では、津波に対する地域海岸の設定や設計津波の水位の設定方法、堤防等の天端高について設定方法等が示されており、海岸保全施設等の対象とする津波については、一定頻度【数十年から百数十年に一度程度】で発生する津波の高さにより堤防の設計を行うものとしている。

## (2) 本県における津波対策の考え方

本県におけるこれまでの津波対策は、三陸高潮対策事業やチリ地震津波対策事業として昭和三陸津波やチリ地震津波を対象として整備を進めてきたが、今回の国等から出された新たな基準に基づいて根本的な見直しを行う必要がある。

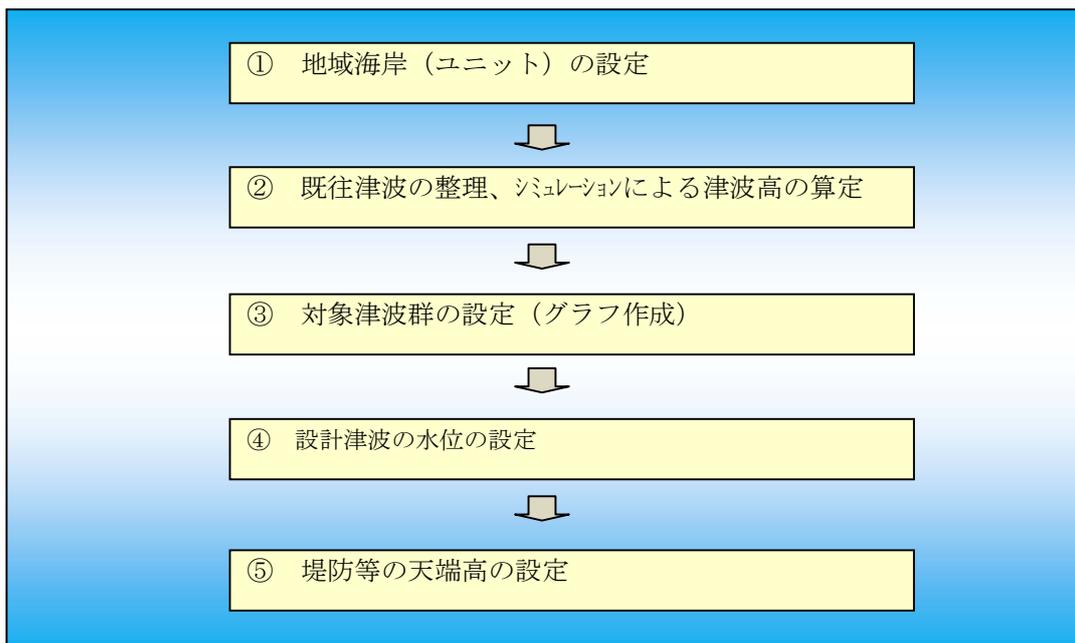
そこで、国等の検討結果に基づき本県では、今回検討する一定頻度の津波として既往文献によるものや津波痕跡が確認されている明治三陸津波以降の津波のほか、県の防災計画においても検討されている想定宮城県沖地震（連動型）についても、百数十年に一度程度の頻度で発生が懸念されるため検討の対象とすることとした。

なお、今回検討する津波高さに基づき海岸保全基本計画も全面的に見直し、一定頻度の津波を考慮した海岸保全施設の整備を計画に位置付けることとする。

## (3) 堤防高の検討について

平成23年7月8日付けの海岸4省庁から通知「設計津波の水位の設定方法等について」に基づき津波高の検討を行う。この通知によれば、検討フローについては下図のとおりである。

堤防高の検討方法



①地域海岸の設定

地域海岸の設定については、以下の観点により区分した。

- リアス地形の三陸南沿岸と砂浜海岸主体の仙台湾沿岸を大別
- 湾地形による区分を基本とし、半島や離島による遮蔽効果を考慮
- 湾奥部における増幅等が顕著な場合は適宜分割し区分
- 砂浜海岸は、大河川の土砂供給や沿岸漂砂の特性により区分

これにより、宮城県沿岸では、三陸南沿岸で14の地域海岸、仙台湾沿岸で8の地域海岸とし、合計22の地域海岸を設定した。



宮城県の地域海岸分割				
ユニット番号	地域海岸名	海岸の範囲		摘要
		起点	終点	
27-1	唐桑半島東部	岩手県境	御崎	
27-2	唐桑半島西部①	御崎	田の浜	
27-3	唐桑半島西部②	田の浜	鶴ヶ浦	
28-1	気仙沼湾	鶴ヶ浦	岩井崎	
28-2	気仙沼湾奥部	潮見町	大浦	
28-3	大島東部	大初平	龍舞崎	田中浜方面
28-4	大島西部	龍舞崎	大初平	浦の浜方面
29	本吉海岸	岩井崎	石浜	
30	志津川湾	石浜	神割崎	
31	追波湾	神割崎	大須崎	
32-1	雄勝湾	大須崎	尾浦	
32-2	雄勝湾奥部	小島	雄勝	
33-1	女川湾	尾浦	寄磯崎	
33-2	牡鹿半島東部	寄磯崎	黒崎	
34	牡鹿半島西部	黒崎	渡波	
35	万石浦	祝田	長浜	
36	石巻海岸	長浜	州崎	
37	松島湾	州崎	代ヶ崎	
38-1	七ヶ浜海岸①	代ヶ崎	花淵崎	
38-2	七ヶ浜海岸②	花淵崎	蒲生	
39	仙台湾南部海岸①	蒲生	阿武隈川	
40	仙台湾南部海岸②	阿武隈川	福島県境	

②既往津波、シミュレーションによる津波高の算定

文献による既往津波については、国がとりまとめた資料により整理し、明治三陸地震津波、昭和三陸地震津波、チリ地震津波については、本県で過去に調査した資料を参考とした。

津波シミュレーションについては、明治三陸地震津波【中防防災会議モデル】、想定宮城県沖地震（連動型）【県モデル（推本モデル）】の2つを解析の対象とし、昭和三陸地震津波については宮城県第3次地震被害想定調査で実施した結果を参考とした。

なお、チリ地震津波については、計算時間や費用の面で解析を行うことが適切ではないと判断し、痕跡値を採用した。

地震名	M	発生年	出典	備考
貞観津波	8.3	869	国資料(日本被害津波総覧等)	痕跡値
慶長三陸地震	8.1	1611	〃	〃
延宝三陸沖地震	7.3	1677	〃	〃
延宝房総沖地震	8.0	1677	〃	〃
青森県東方沖	7.5	1763	〃	〃
寛政宮城沖地震	8.2	1793	〃	〃
宮城県沖	7.5	1835	〃	〃
安政三陸沖地震	8.0	1856	〃	〃
宮城県沖	7.4	1861	〃	〃
イキケ地震	8.2	1877	〃	〃
根室半島南東沖	7.9	1894	〃	〃
明治三陸地震	8.5	1896	〃	解析値
宮城県沖	7.4	1897	〃	痕跡値
三陸はるか沖	7.7	1897	〃	〃
昭和三陸地震	8.1	1933	宮城懸昭和震嘯誌	痕跡及び解析値
1952年十勝沖地震	8.2	1952	国資料(日本被害津波総覧等)	痕跡値
カムチャッカ津波	8.2	1952	〃	〃
チリ地震	9.5	1960	宮城県チリ地震津波恒久対策に関する意見書	〃
エトロフ島沖地震	8.1	1963	〃	〃
1968年十勝沖地震	7.9	1968	〃	〃
東北地方太平洋沖地震	9.0	2011	宮城県津波痕跡調査	〃
想定宮城県沖地震(連動)	8.0		宮城県第4次地震被害想定調査	解析値

③対象津波群の設定

地域海岸毎に②の既往文献による実績津波高と津波解析により求めた津波高を整理し、横軸に津波発生年、縦軸に津波高さを取り、グラフを作成した。

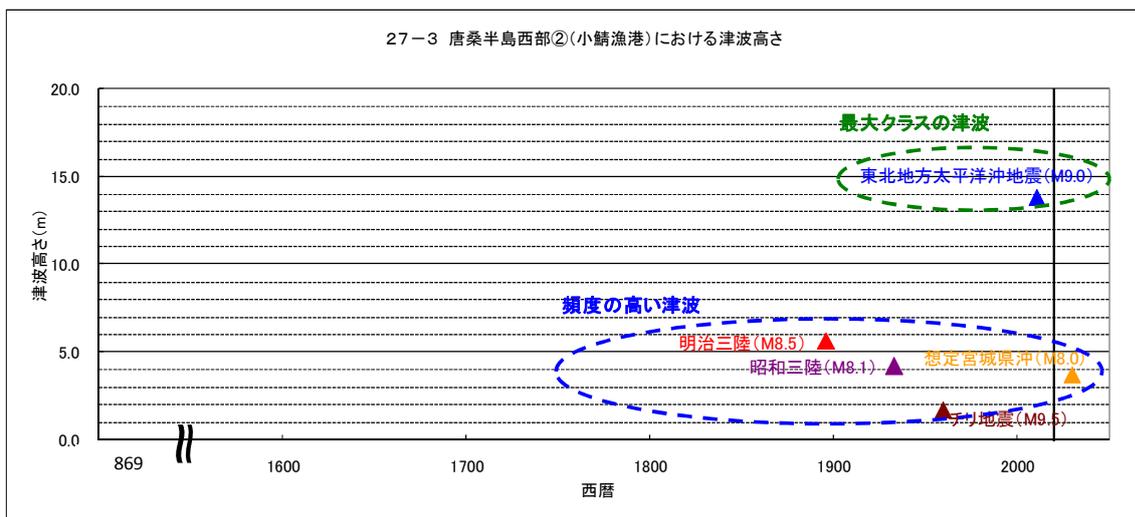
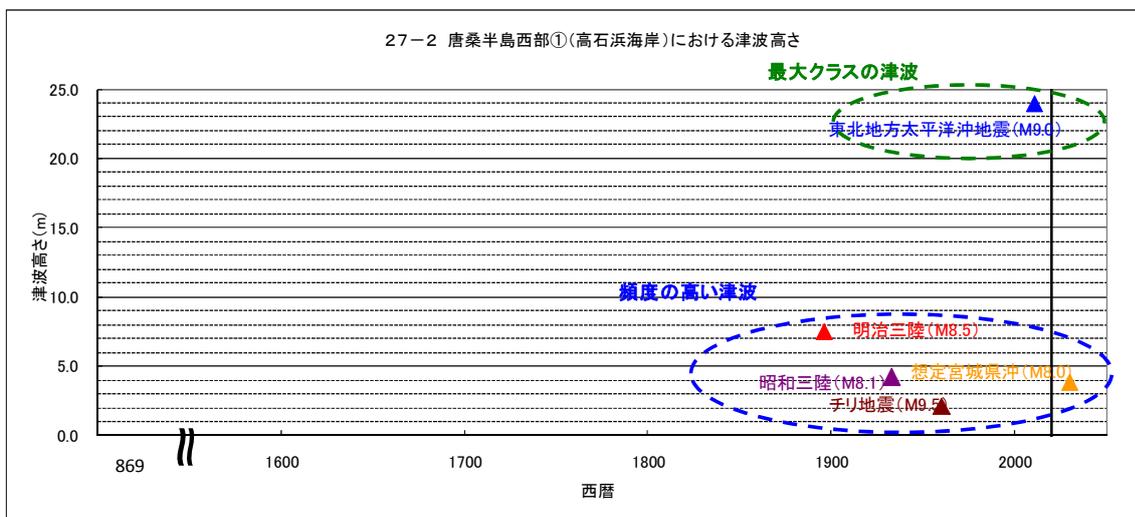
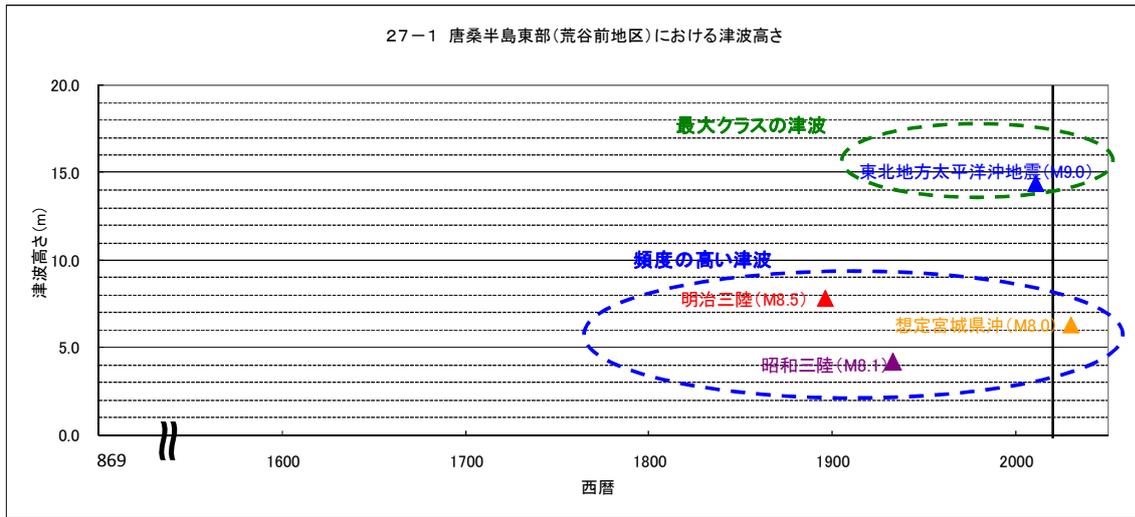
作成したグラフをもとに、一定の頻度【数十年から百数十年に一度程度】で到達すると想定される津波の集合を対象津波群と設定した。

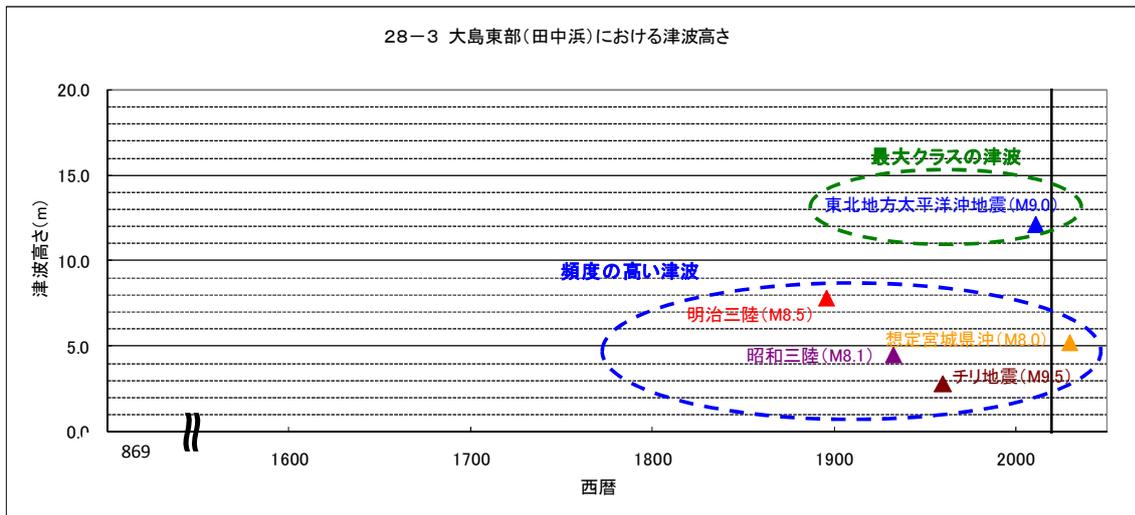
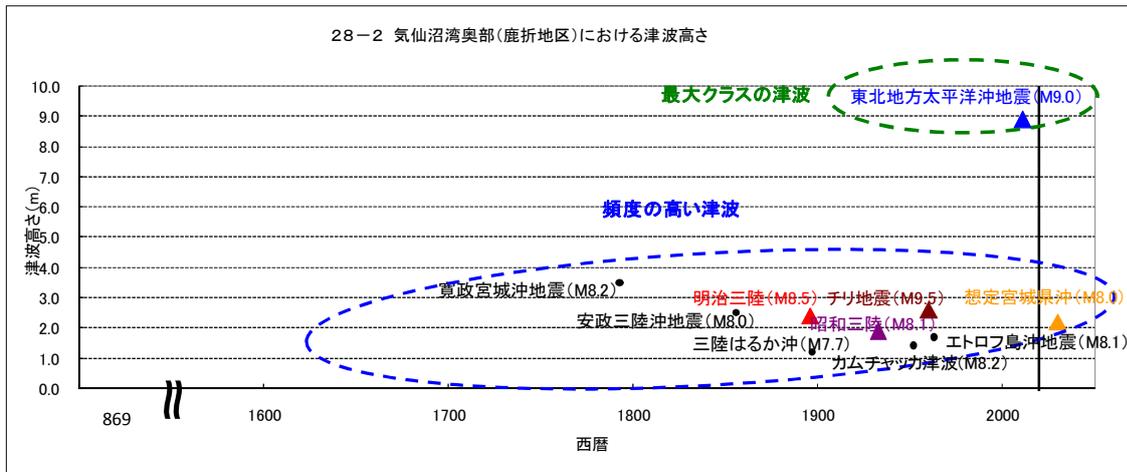
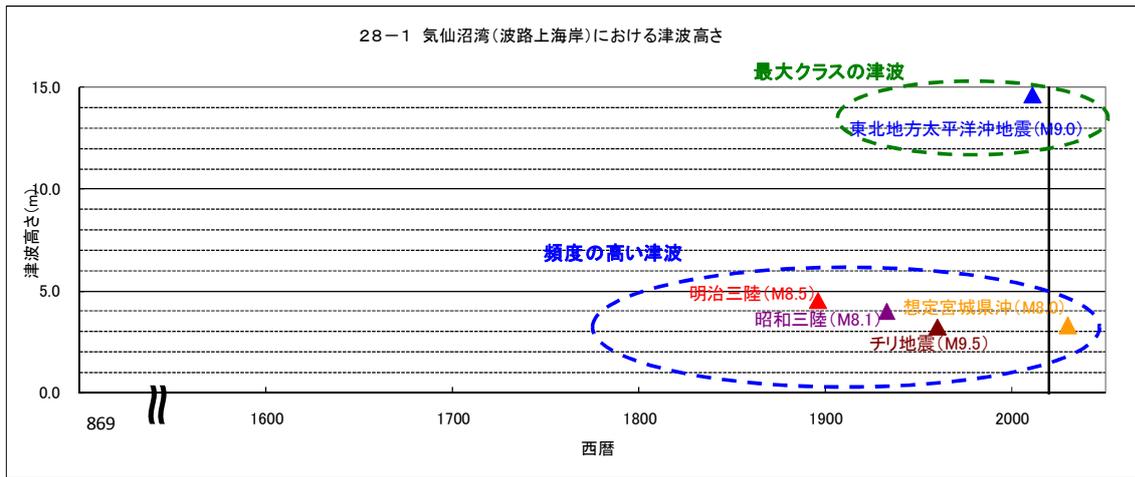
なお、作成時には、重複波、進行波、不明を記載することとなっているが、重複波や進行波の区分は解析結果だけでは区分できず、津波CG等により確認する必要があるため全て不明となり、グラフには記載しないこととした。

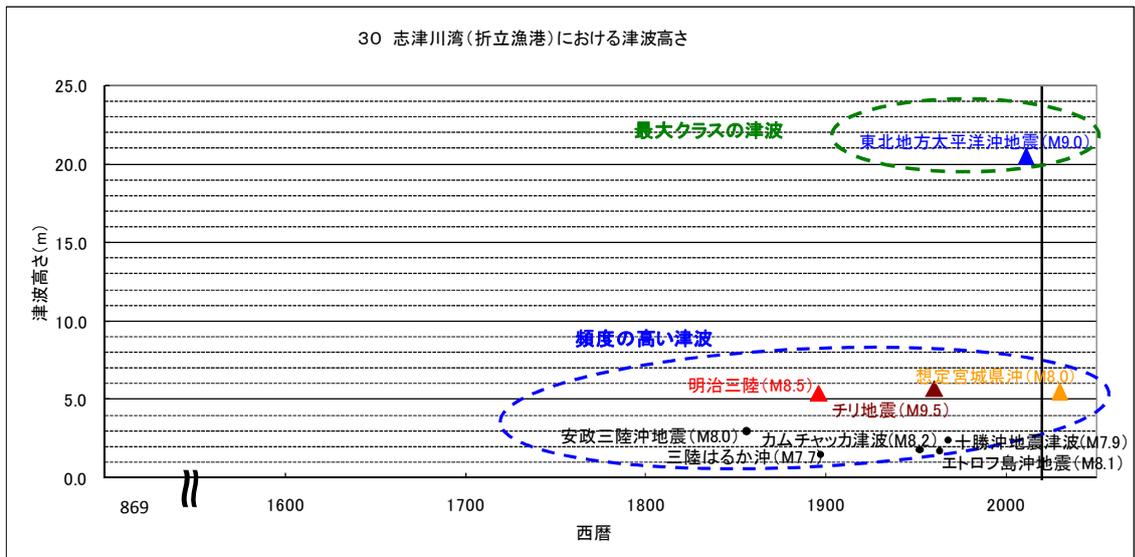
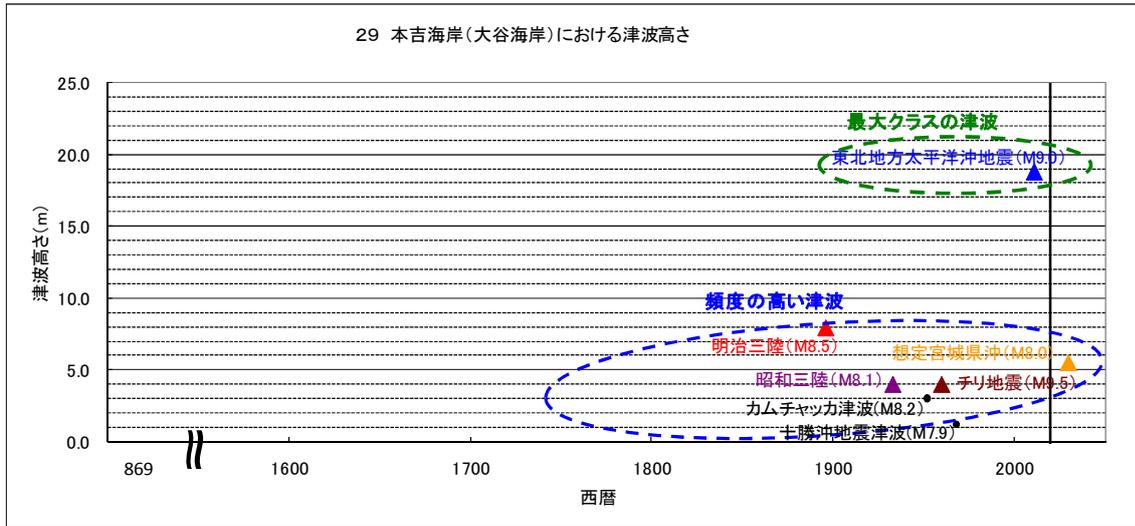
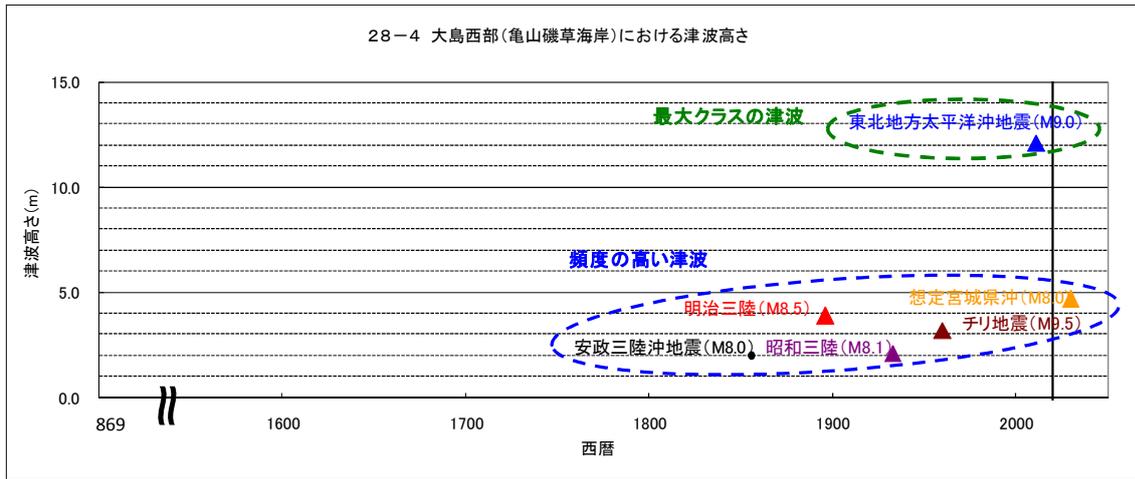
津波の解析条件については、下表のとおりである。

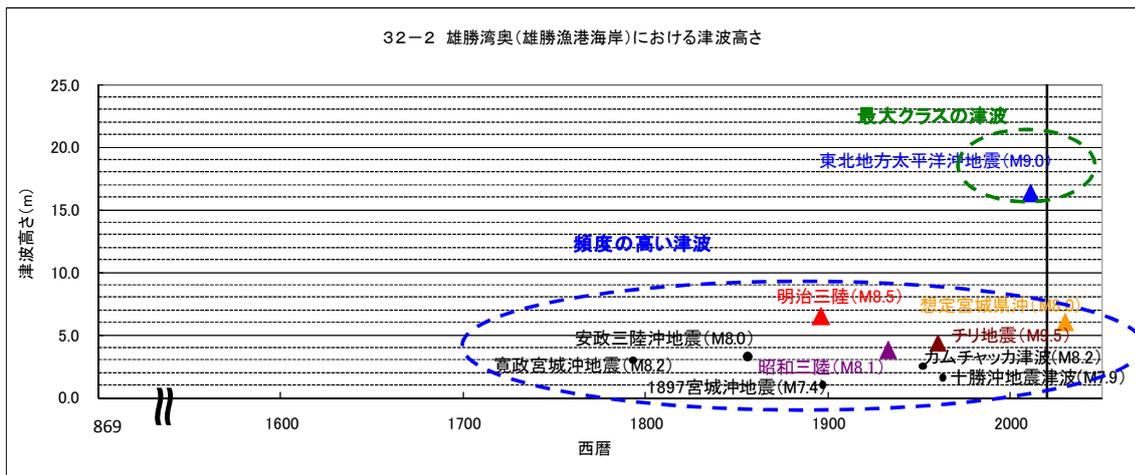
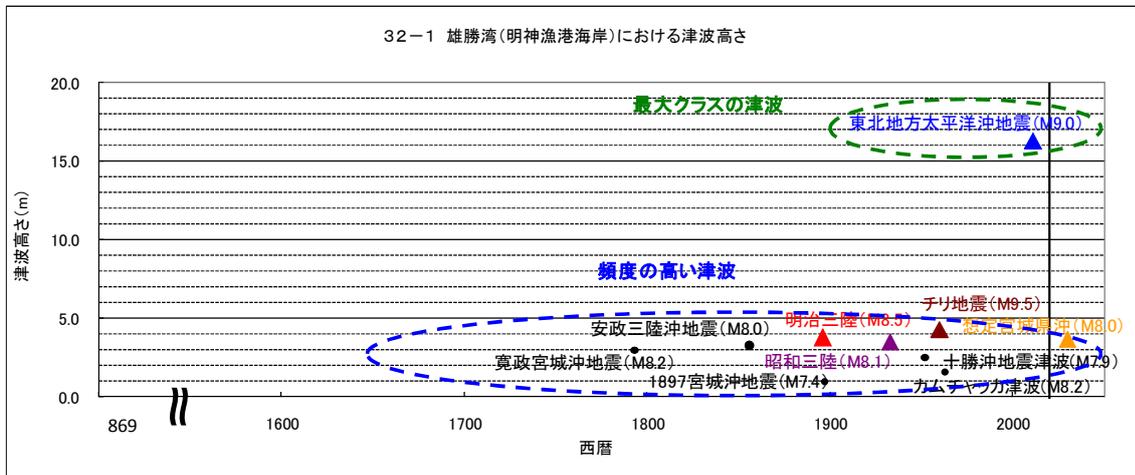
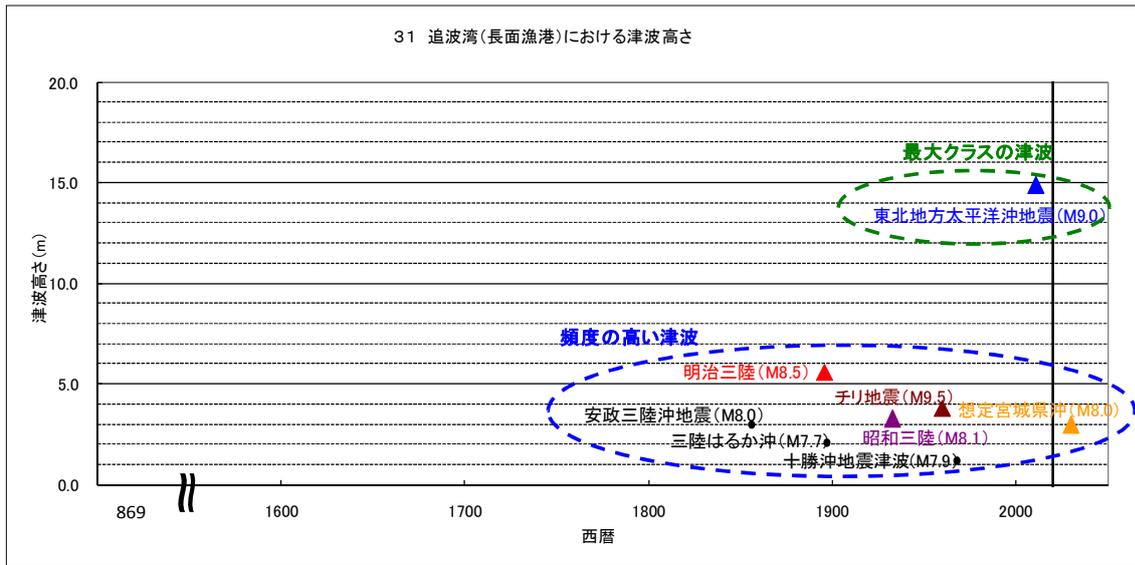
【頻度の高い津波の計算条件】

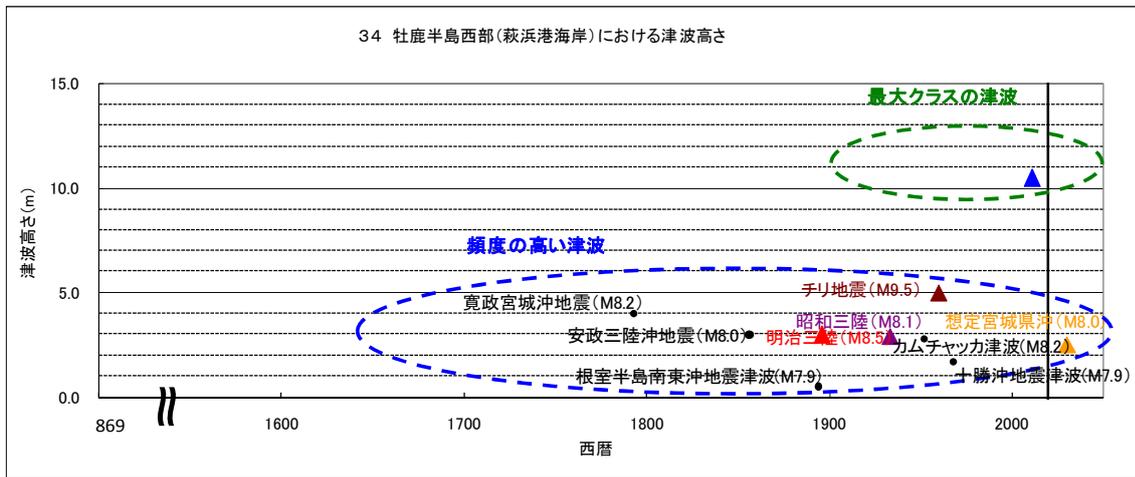
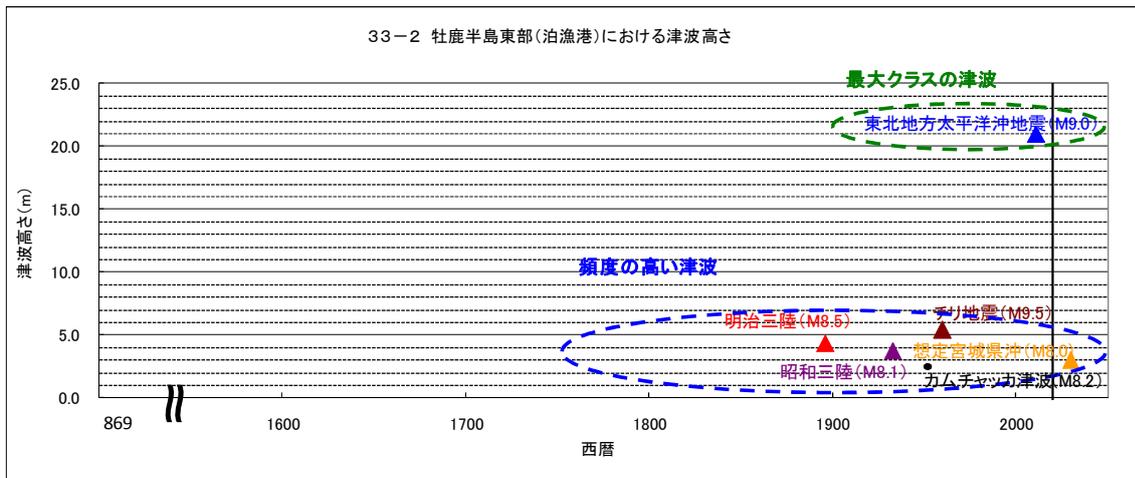
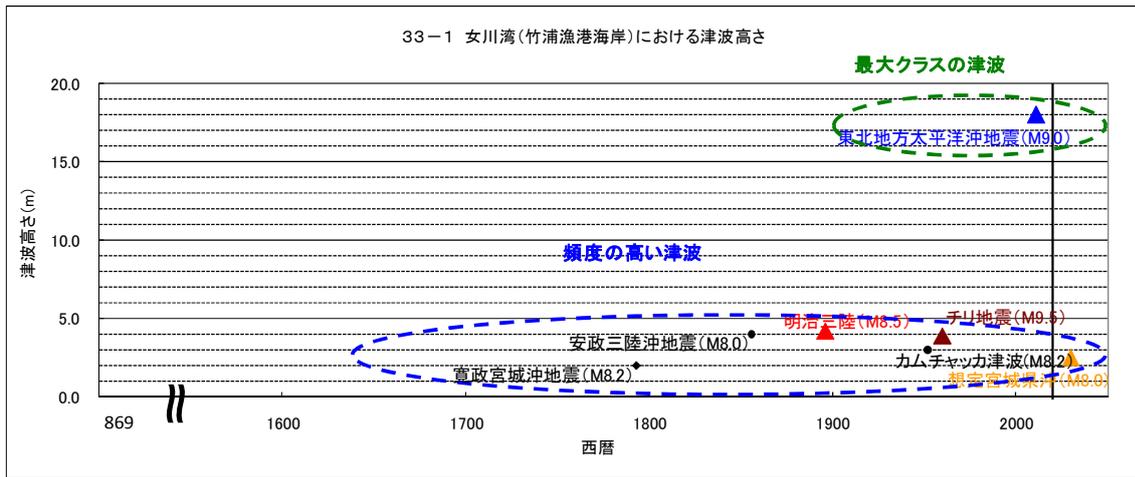
項目	計算条件	
計算領域	地震発生源より評価対象海岸・陸域までを対象とする。	
計算時間	津波発生から3時間	
計算格子間隔 計算時間間隔	波源より氾濫流域に向けて格子サイズを縮小、氾濫域で10mメッシュに設定。 計算時間間隔は、計算安定性・格子サイズに応じて設定 【計算格子間隔】 【計算時間間隔】 領域1：dx1=450m dt1=0.90秒（波源付近） 領域2：dx2=150m dt2=0.30秒 領域3：dx3=50m dt3=0.10秒 領域4：dx4=10m dt4=0.02秒（氾濫対象区域周辺）	
想定地震	明治三陸地震津波、想定宮城県沖（連動型）地震津波	
地盤変位量	Mansinha&Smylie（1985）の手法により算出	
初期潮位条件	各検討対象領域における朔望平均満潮位（H.W.L）	
流域地形条件	① 現況地形 （震災被災後航空測量データ：地震時沈下量考慮）	
海域地形条件	① 現況地形 （海図より設定した地盤高（震災前）に、震災後実績変動量を低下させたもの）	
地表面・海底面の抵抗 （粗度係数）	「小谷ほか、1998」の方法に準じて設定 住宅地：n=0.040、工場地：n=0.040 農地：n=0.020、林地：n=0.030 水域（河川・海域）：n=0.025、その他（空地、緑地）：n=0.025	
施設条件	① 考慮施設	・ 海岸施設 ・ 沖合施設（防波堤、離岸堤等） ・ 河川（1級河川、2級河川） ・ 施設天端高：無限壁を仮定
	②復興パターンの反映	なし

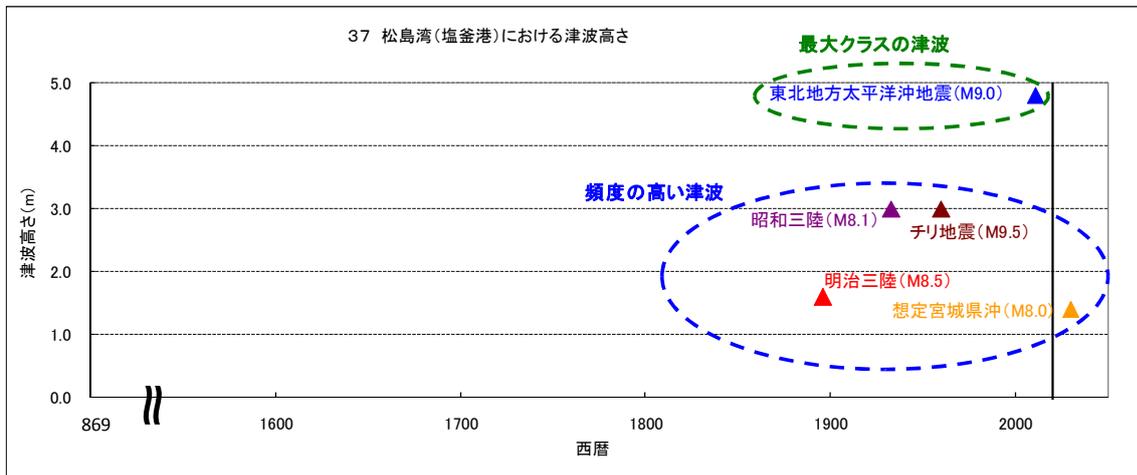
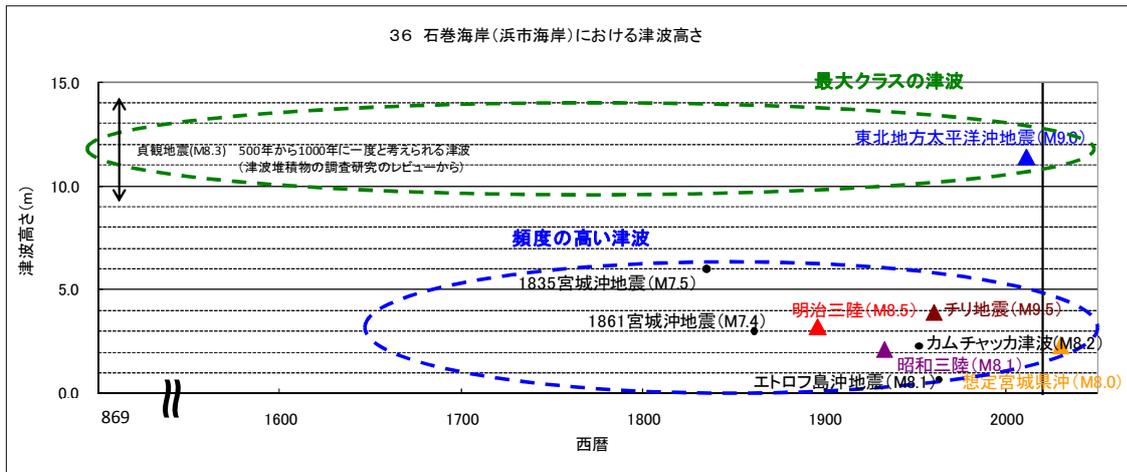
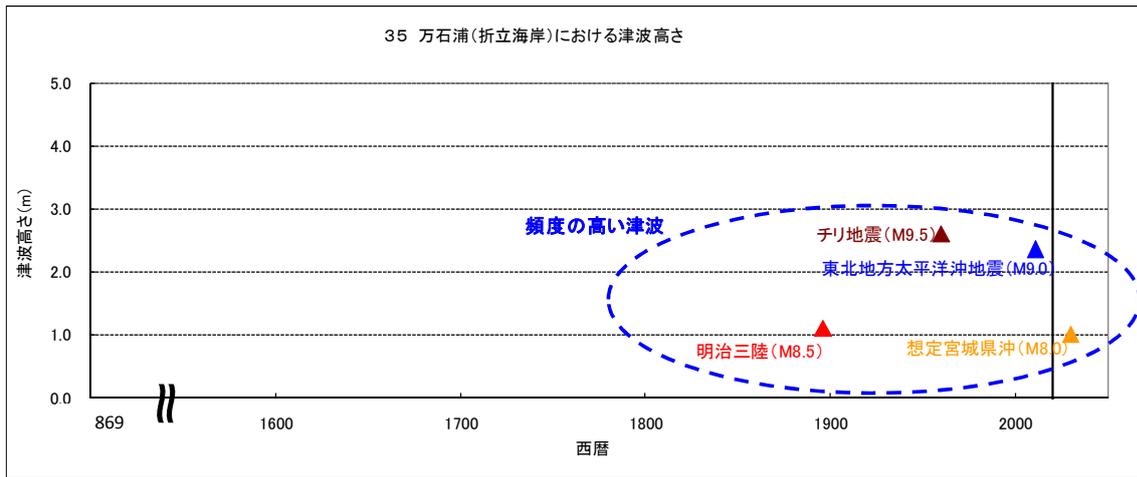


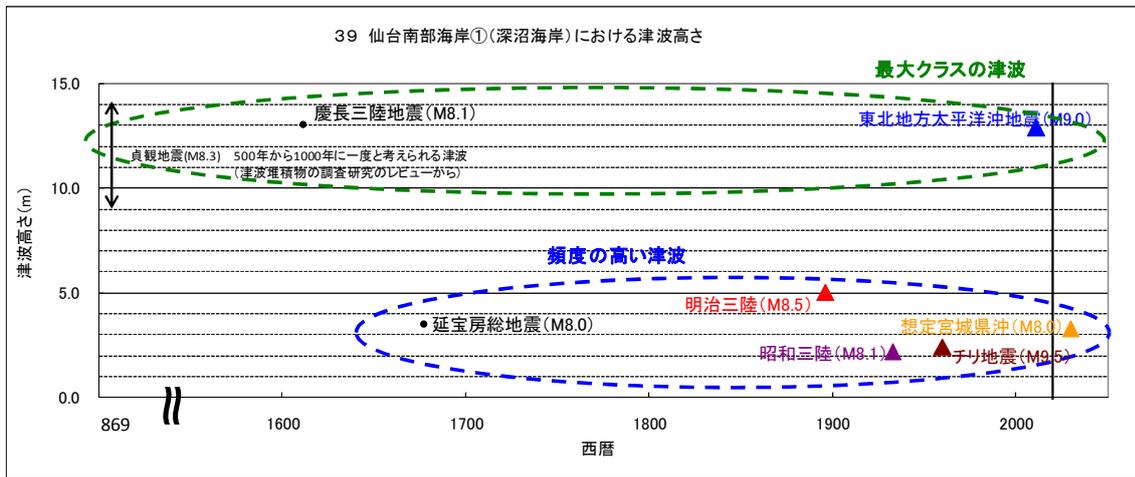
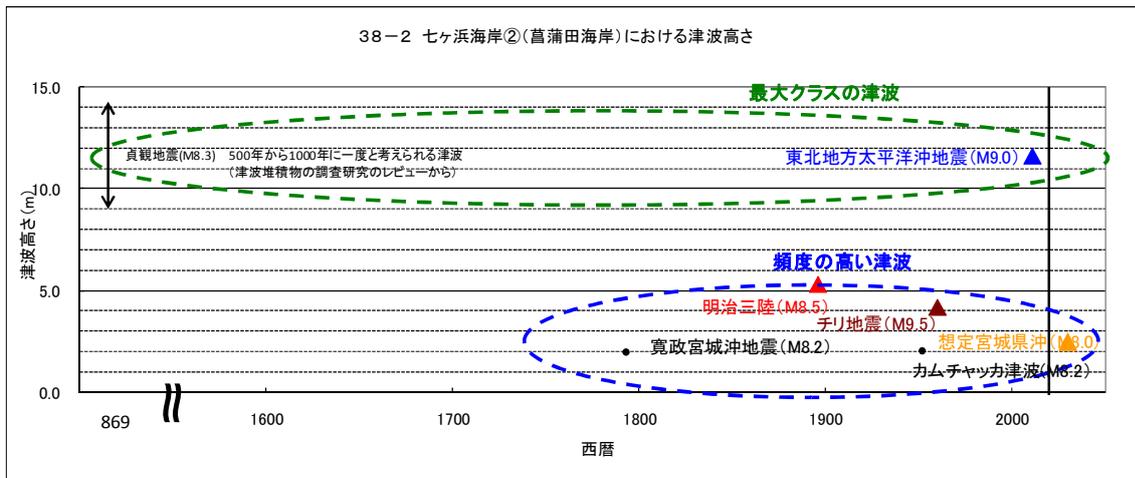
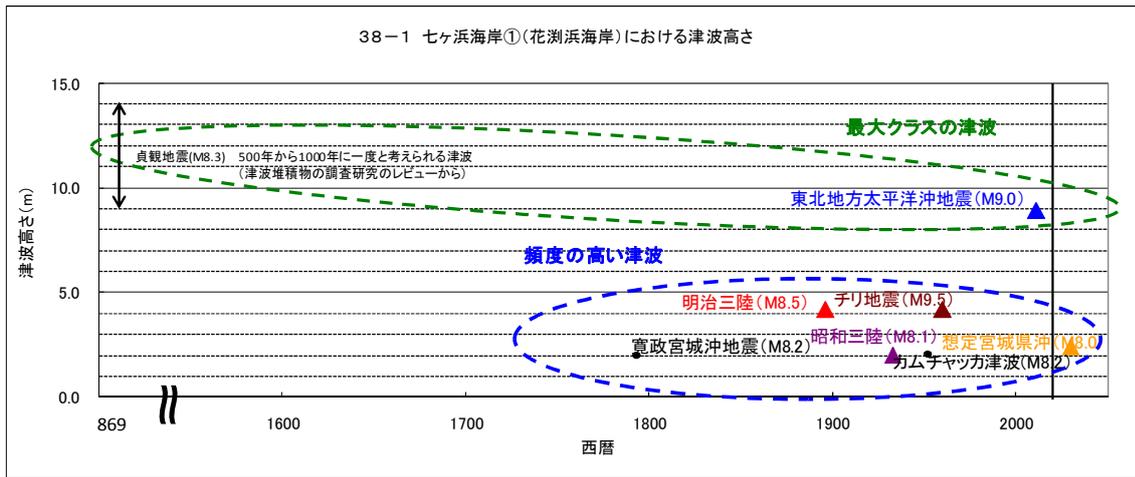


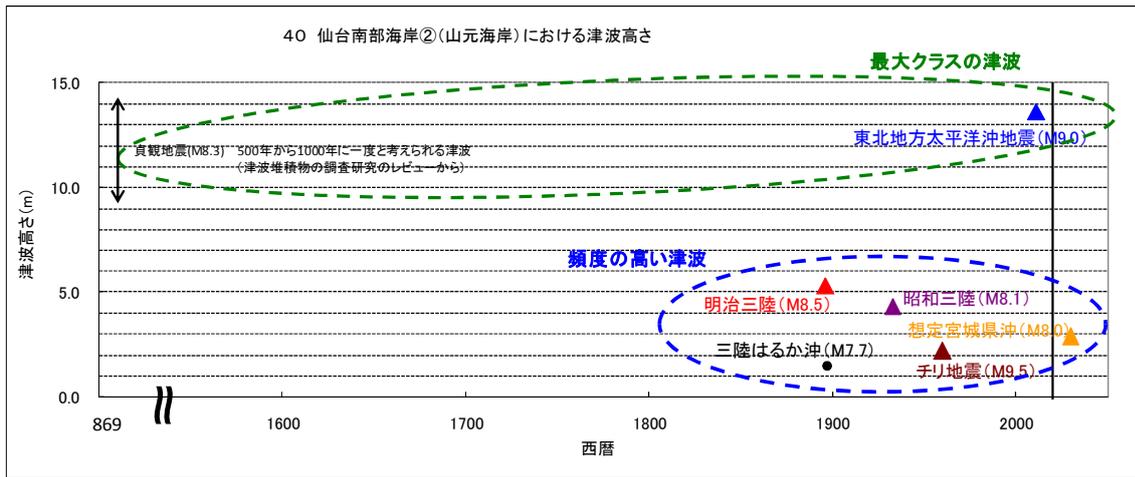












④設計津波の水位の設定

設計津波の水位については、対象津波群の津波水位分布を算出し、地域海岸の津波の水位を設定した。津波水位の算出については、施設前面における津波のせり上がりを考慮した。このため、グラフにプロットした津波高（せり上がりを考慮しない）と算出した津波水位の高さが異なるため、対象津波が逆転する場合がある。これは、地形特性や津波特性により増幅が異なるためである。

なお、入り江等の複雑な地形の影響により著しく津波水位が異なる場合は、津波の水位を複数に設定した。

⑤堤防等の天端高の設定

i. 堤防高の決定

堤防高については、環境保全や周辺景観との調和、経済性、維持管理の容易性、施工性、公衆の利用等総合的に考慮して定めることとされている。

今回決定した堤防高については、以下に示す津波堤防高と高潮堤防高のいずれか高い方を採用し、堤防高さを決定した。

ii. 津波堤防高

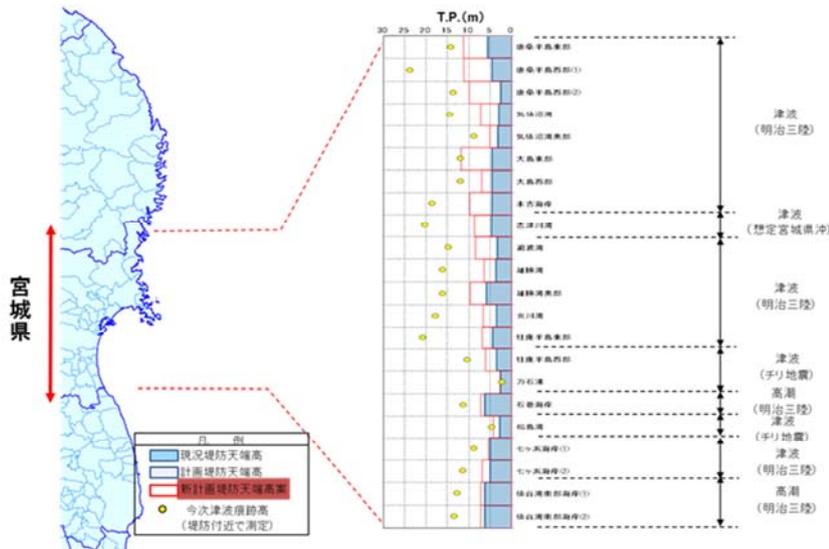
津波堤防高については、④で求めた設計津波の水位に海岸保全施設築造基準に記載されている必要な高さ（1 m）を加えて算出した。

必要な高さ（1 m）については、地震に伴う地殻変動の沈降量や計算誤差、計算に反映出来ない微地形による津波増幅等を考慮したものである。

iii. 高潮堤防高

高潮堤防高については、改良仮想勾配法による打ち上げ高や越波量計算により設計水位を求め、津波堤防高と同様に必要な高さ（1 m）を加えて算出した。

既往堤防と新計画堤防の比較図



平成23年9月9日に公表した代表堤防高の一覧

単位:m(T.P.)

地域海岸名 ※1	今次津波 痕跡高	設計津波		津波による 堤防高設定 ※2	津波>高潮 のチェック ※3	堤防高設定値 ※4	被災前 現況堤防高
		対象地震	設計津波の 水位 ※2				
唐桑半島東部	14.4	明治三陸地震	10.3	11.3	○	11.3	4.5~6.1
唐桑半島西部①	24.0	明治三陸地震	10.2	11.2	○	11.2	4.0~4.5
唐桑半島西部②	13.8	明治三陸地震	8.9	9.9	○	9.9	2.5~3.2
気仙沼湾	14.6	明治三陸地震	6.2	7.2	○	7.2	2.8~4.5
気仙沼湾奥部	8.9	明治三陸地震	4.0	5.0	○	5.0	2.8~4.5
大島東部	12.1	明治三陸地震	10.8	11.8	○	11.8	1.8~4.5
大島西部	12.1	明治三陸地震	6.0	7.0	○	7.0	2.5~5.1
本吉海岸	18.8	明治三陸地震	8.8	9.8	○	9.8	2.5~5.5
志津川湾	20.5	想定宮城県沖 地震	7.7	8.7	○	8.7	3.6~5.1
追波湾	14.9	明治三陸地震	7.4	8.4	○	8.4	2.6~4.5
雄勝湾	16.3	明治三陸地震	5.4	6.4	○	6.4	3.1~5.9
雄勝湾奥部	16.3	明治三陸地震	8.7	9.7	○	9.7	4.1~5.9
女川湾	18.0	明治三陸地震	5.6	6.6	○	6.6	3.2~5.8
牡鹿半島東部	20.9	明治三陸地震	5.9	6.9	○	6.9	4.4~5.1
牡鹿半島西部	10.5	チリ地震	5.0	6.0	○	6.0	2.9~4.6
万石浦	2.4	チリ地震	1.5	2.5	○	2.6	2.6
石巻海岸	11.4	明治三陸地震	3.4	4.4	高潮にて決定	7.2	4.5~6.2
松島湾	4.8	チリ地震	3.3	4.3	○	4.3	2.1~3.1
七ヶ浜海岸①	8.9	明治三陸地震	4.4	5.4	○	5.4	3.1~5.0
七ヶ浜海岸②	11.6	明治三陸地震	5.8	6.8	○	6.8	5.0~6.2
仙台湾南部海岸①	12.9	明治三陸地震	5.3	6.3	高潮にて決定	7.2	5.2~7.2
仙台湾南部海岸②	13.6	明治三陸地震	5.2	6.2	高潮にて決定	7.2	6.2~7.2

※1 地域海岸とは「湾の形状や山付け等の自然条件」、「文献や被災履歴等の過去に発生した津波の実績津波高さ及びシミュレーションの津波高さ」から同一の津波外力を設定しようと判断される一連の海岸線に分割したもの。

※2 一の地域海岸に対しては、一の設計津波の水位を設定することを基本とするが、設計津波の水位が当該地域海岸内の海岸線に沿って著しく異なる場合、地域海岸を分割して複数の設計津波の水位を定めたため、必要堤防高の設定が異なる場合がある。

※3 津波による堤防高設定が高潮による設定よりも大きくなる場合は○、小さくなる場合は「高潮にて決定」。

※4 計画堤防高は、環境保全、周辺景観との調和、経済性、維持管理の容易性、施工性、公衆の利用等を総合的に考慮して、海岸保全基本計画に定めるものである。整備段階における海岸堤防高さは、計画堤防高の範囲内で暫定的な高さとする場合がある。

公表した計画堤防高は代表高さであり、詳細な区分については以下のとおりである。

## 基本計画堤防高一覧

単位：m (T. P.)

地域海岸名	今次津波 痕跡高	対象地震	基本計画堤防高			
			代表高	起点	終点	高さ
唐桑半島東部	14.4	明治三陸地震	11.3	岩手県境	真崎	8.0
				真崎	御崎	11.3
唐桑半島西部①	24.0	明治三陸地震	11.2	御崎	田の浜	11.2
唐桑半島西部②	13.8	明治三陸地震	9.9	田の浜	鶴ヶ浦	9.9
気仙沼湾	14.6	明治三陸地震	7.2	鶴ヶ浦	岩井崎	7.2
気仙沼湾奥部	8.9	明治三陸地震	5.0	潮見町	港町	5.0
				港町	魚町	6.2
				魚町	大浦	5.0
大島東部	12.1	明治三陸地震	11.8	大初平	龍舞崎	11.8
大島西部	12.1	明治三陸地震	7.0	大初平	浦の浜	7.0
				浦の浜	田尻	7.8
				田尻	龍舞崎	7.0
本吉海岸	18.8	明治三陸地震	9.8	岩井崎	大沢	9.8
				大沢	蔵内	14.7
				蔵内	石浜	9.8
志津川湾	20.5	想定宮城県沖地震	8.7	石浜	松崎	8.7
				松崎	神割崎	7.3
追波湾	14.9	明治三陸地震	8.4	神割崎	十三浜	6.5
				十三浜	大須崎	8.4
雄勝湾	16.3	明治三陸地震	6.4	大須崎	尾浦	6.4
雄勝湾奥部	16.3	明治三陸地震	9.7	小島	雄勝	9.7
女川湾	18.0	明治三陸地震	6.6	尾浦	崎山	6.6
				湾口防波堤内		5.4
				崎山	寄磯崎	6.6
牡鹿半島東部	20.9	明治三陸地震	6.9	寄磯崎	浜畑	6.9
				浜畑	祝浜	9.1
				祝浜	黒崎	6.9
牡鹿半島西部	10.5	チリ地震	6.0	黒崎	渡波	6.0
万石浦	2.4	チリ地震	2.6	祝田	長浜	2.6
石巻海岸	11.4	高潮にて決定	7.2	長浜	洲崎	7.2
松島湾	4.8	チリ地震	4.3	洲崎	代ヶ崎	4.3
七ヶ浜海岸①	8.9	明治三陸地震	5.4	代ヶ崎	花刈崎	5.4
七ヶ浜海岸②	11.6	明治三陸地震	6.8	花刈崎	蒲生	6.8
仙台湾南部海岸①	12.9	高潮にて決定	7.2	蒲生	阿武隈川	7.2
仙台湾南部海岸②	13.6	高潮にて決定	7.2	阿武隈川	福島県境	7.2

**(4) 海岸堤防の整備高さについて**

海岸堤防の整備については、背後集落や主要幹線等の有無により整備高さを変えることを基本とし、背後集落や主要幹線等の重要施設が存在する場合は、頻度の高い津波【レベル1津波】に対応する高さとし、重要施設が存在しない場合については、原形復旧による被災前の高さで整備することとした。

堤防の配置については、既設延長では防護出来ない場合があるため、海岸堤防高と同等の高さが確保出来る山付け箇所まで取り付けることを基本とした。

なお、防波堤等を有する港湾や漁港、津波の遮蔽効果が期待できる島嶼群が存在する松島湾等においては、特殊計画堤防高を採用できることとした。

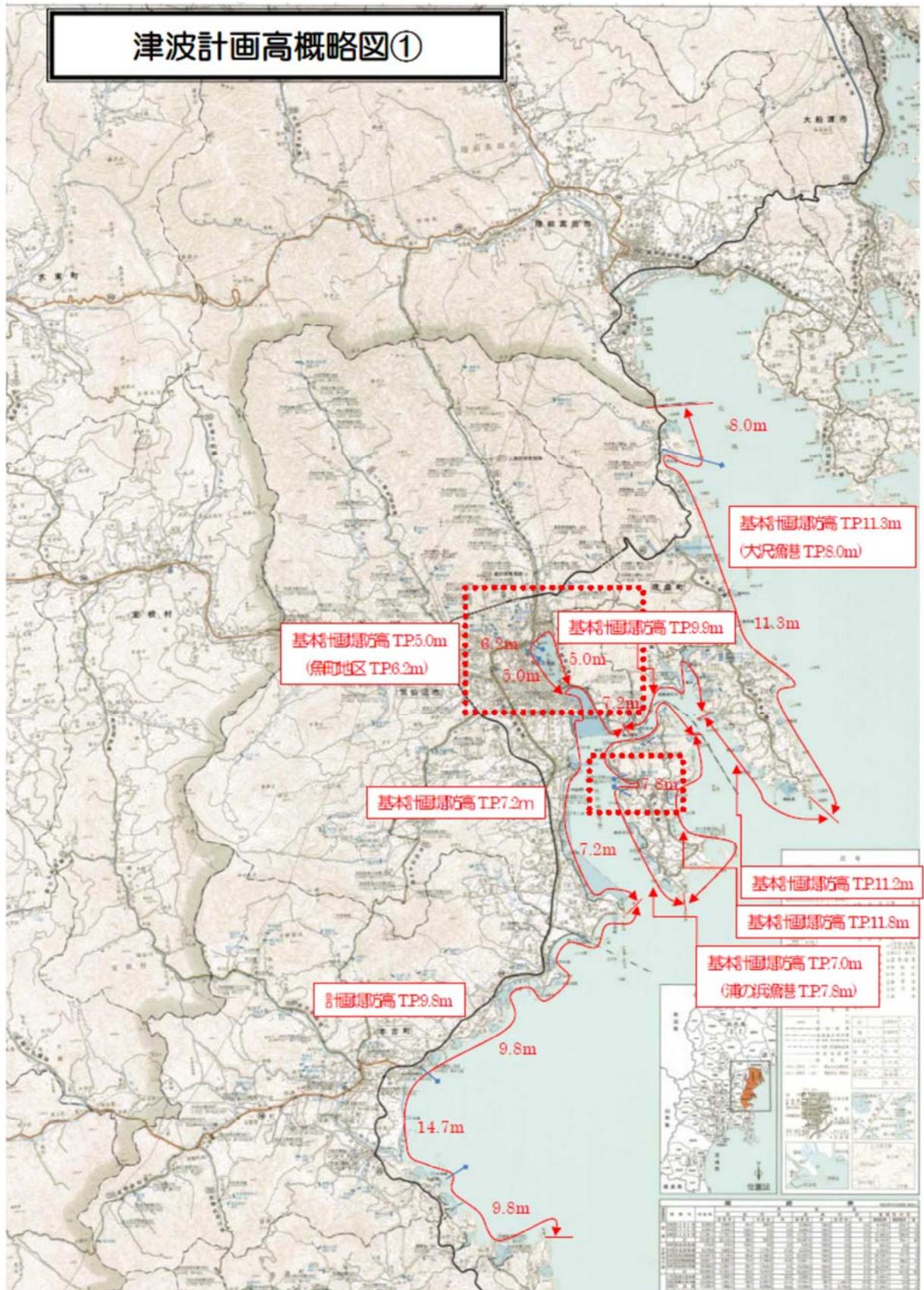
今回の堤防整備高については、平成16年に策定した海岸保全基本計画の見直しを行い、整備計画を位置付けることとなる。(特殊計画堤防高については、暫定施工高として位置付ける場合がある

**【海岸堤防の高さを特殊計画堤防高とする箇所】**

- 女川湾は、湾口防波堤の津波減衰効果を期待し、余裕高を設定しない堤防高さ T.P.+4.40m とする。
- 石巻漁港は、防波堤等の外郭施設により高潮の影響が無いことから、津波シミュレーションにより求まる堤防高とし、防波堤の効果を期待し、余裕高を設定しない堤防高さ T.P.+3.10m とする。
- 石巻港湾においても石巻漁港と同様の考えとし、T.P.+3.50m とする。
- 塩釜・松島湾内（松島町古浦地内～七ヶ浜代ヶ崎地内）については、島嶼群及び浅水深による津波減衰効果を期待し、余裕高を設定しない堤防高さ T.P.+3.30m とする。
- 松島港海岸については、津波シミュレーションにより求まる堤防高とし、島嶼群の効果を期待し、余裕高を設定しない堤防高さ T.P.+2.10m とする。
- 仙台塩釜港仙台港区は、防波堤等の外郭施設により高潮の影響が無いことから、津波シミュレーションにより求まる堤防高とし、防波堤の効果を期待し、余裕高を設定しない堤防高さ T.P.+4.00m とする。
- 閑上漁港は、防波堤等の外郭施設により高潮の影響が無いことから、津波シミュレーションにより求まる津波水位に余裕高を加えた堤防高さ T.P.+4.80m とする。広浦については、津波シミュレーションにより求まる津波水位に余裕高を加えた堤防高さ T.P.+3.70m とする。
- 烏の海については、津波シミュレーションにより求まる津波水位に余裕高を加えた堤防高さ T.P.+3.60m とする。

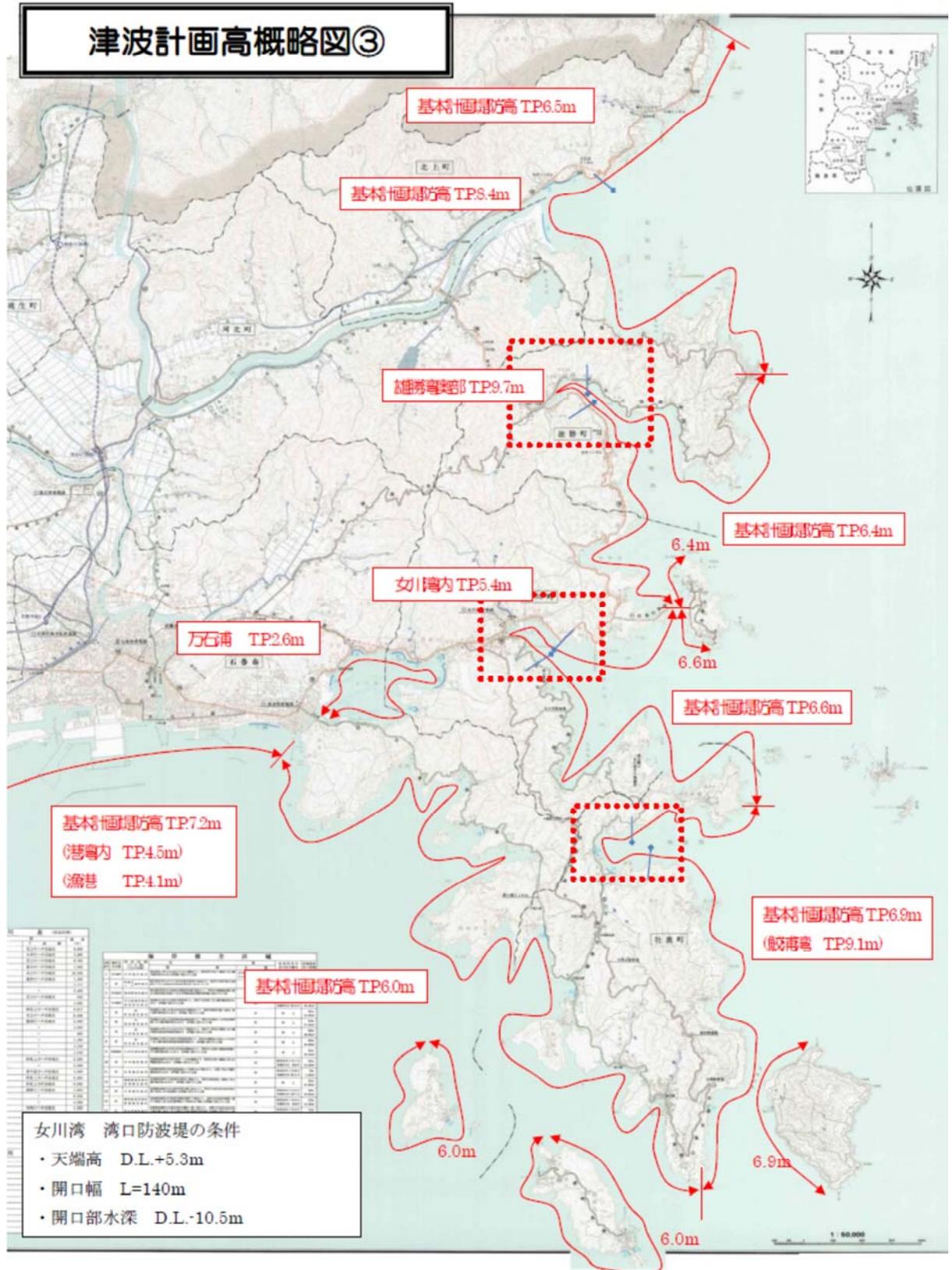
※1 海岸保全基本計画では、暫定施工高として取り扱う場合がある。

※2 特殊計画堤防高については、必要に応じて随時追加する場合がある。



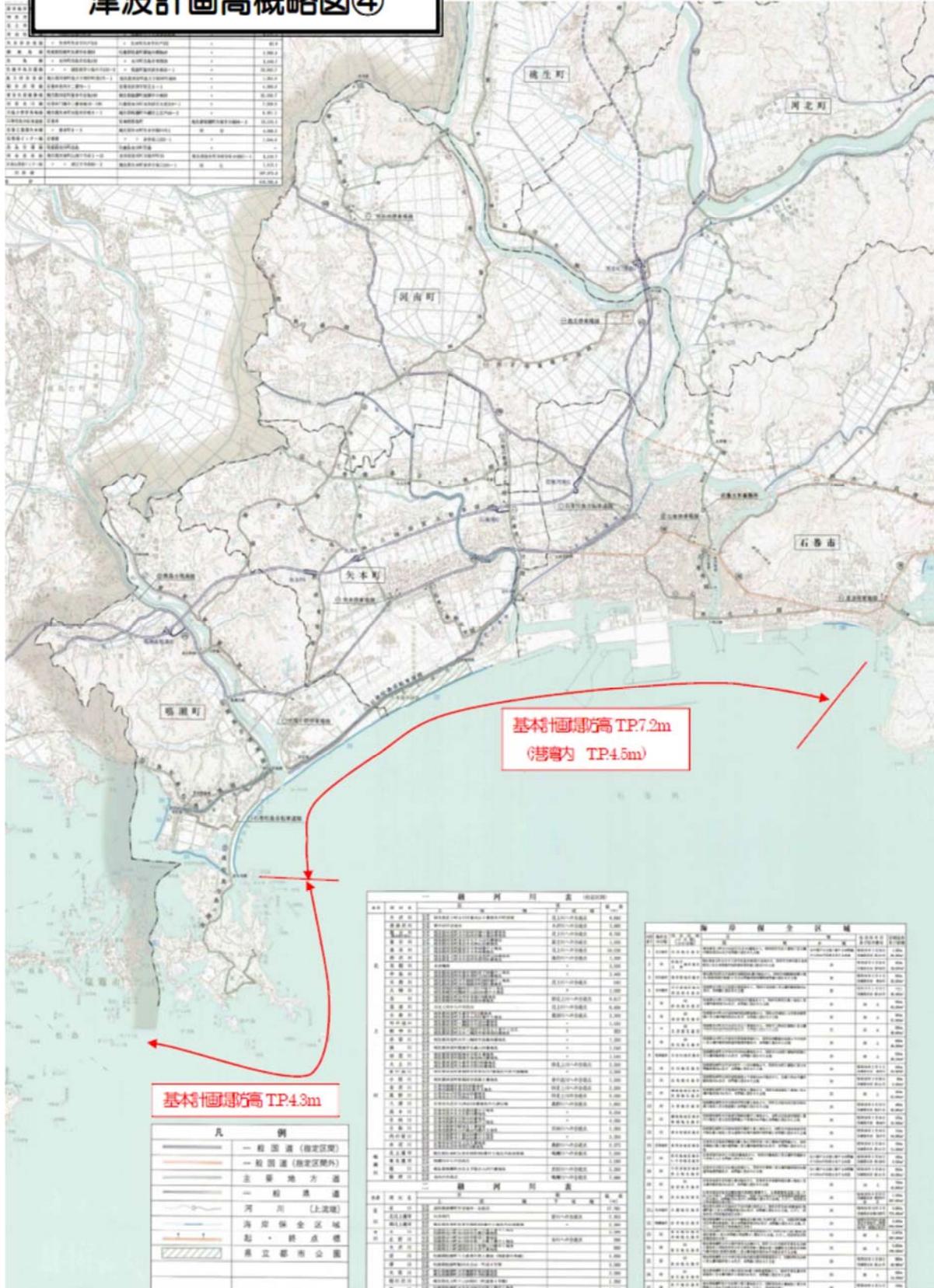
※ 口囲いについては、詳細図を参照

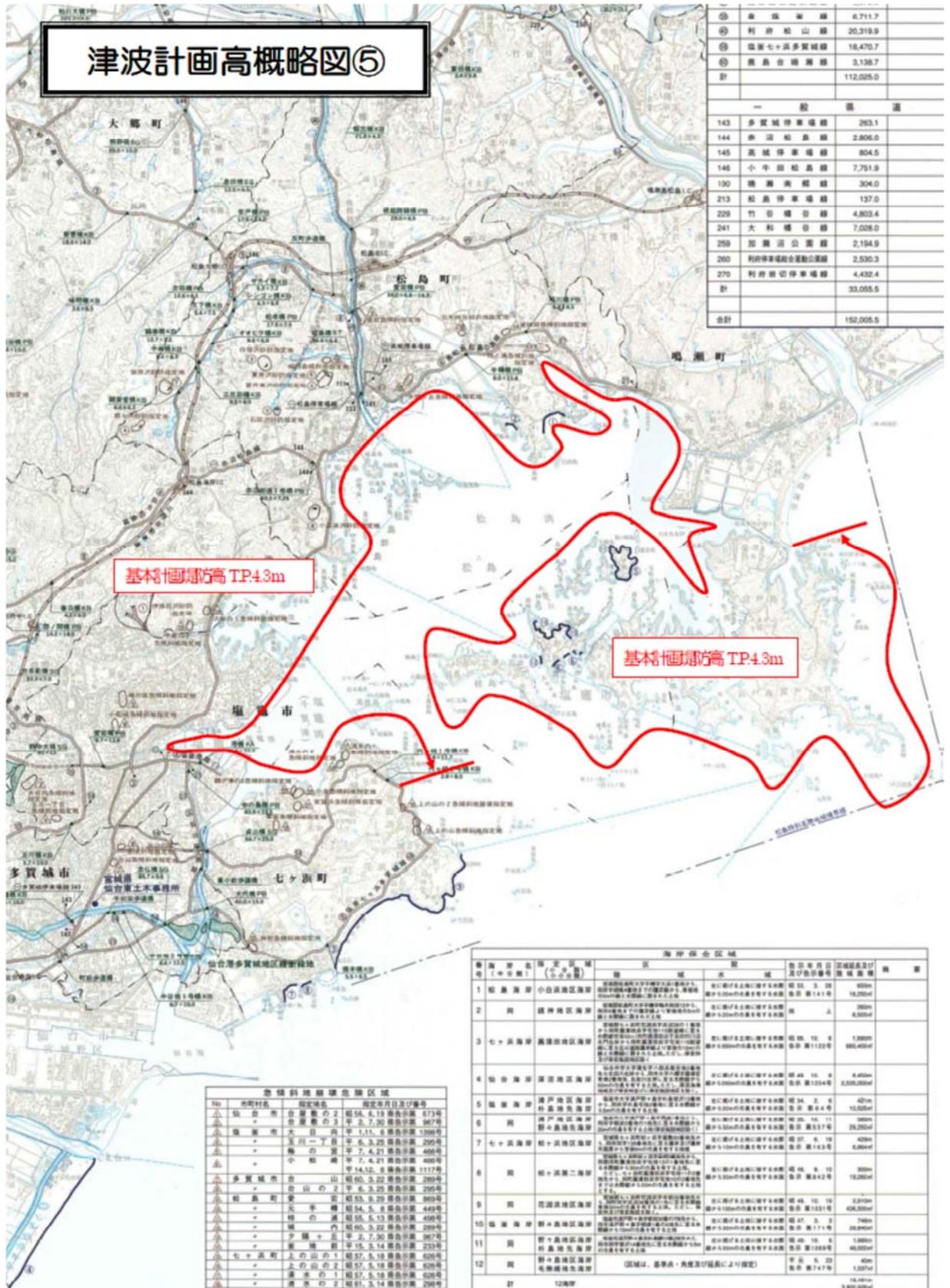




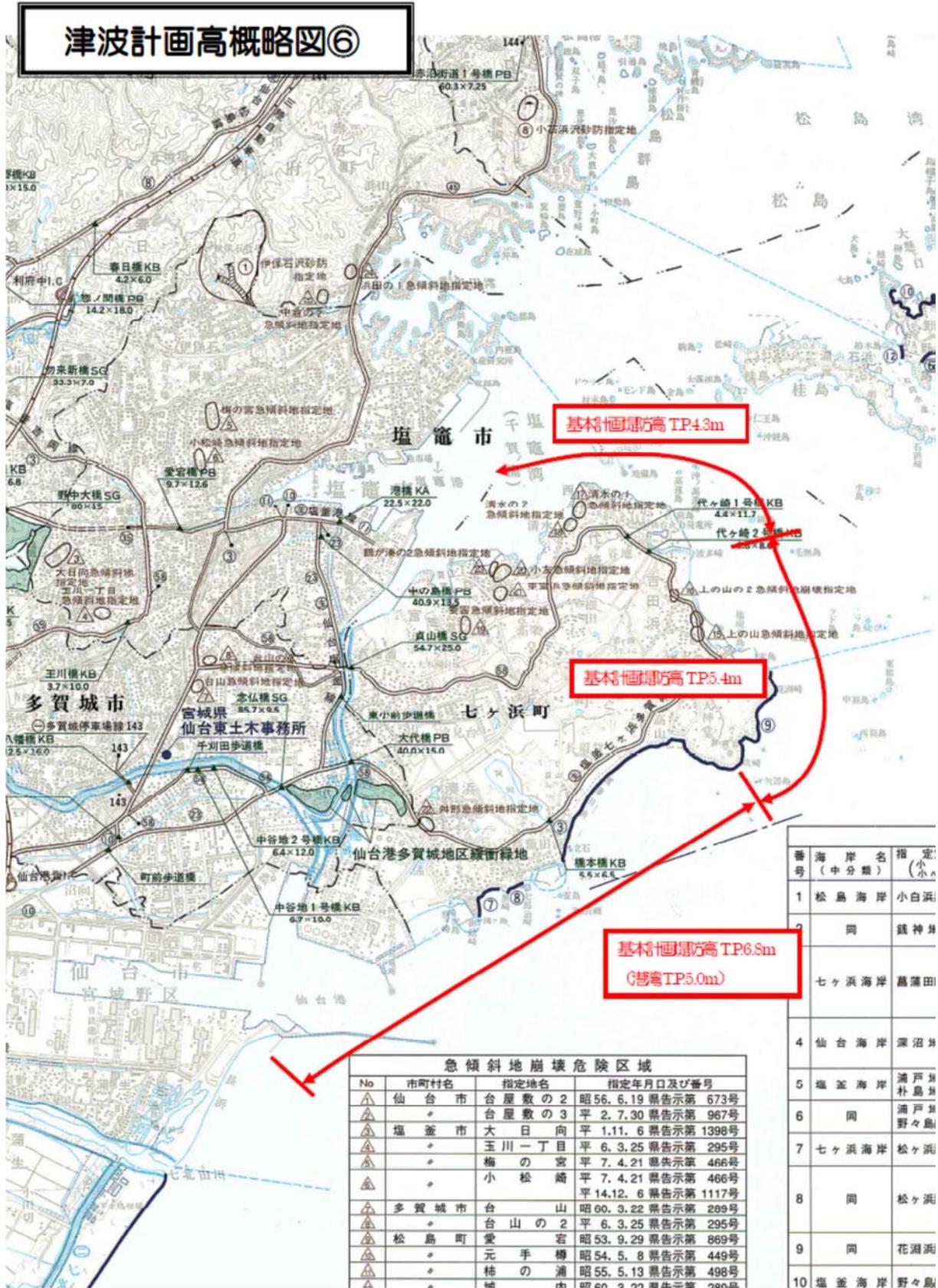
※ 口囲いについては、詳細図を参照

津波計画高概略図④



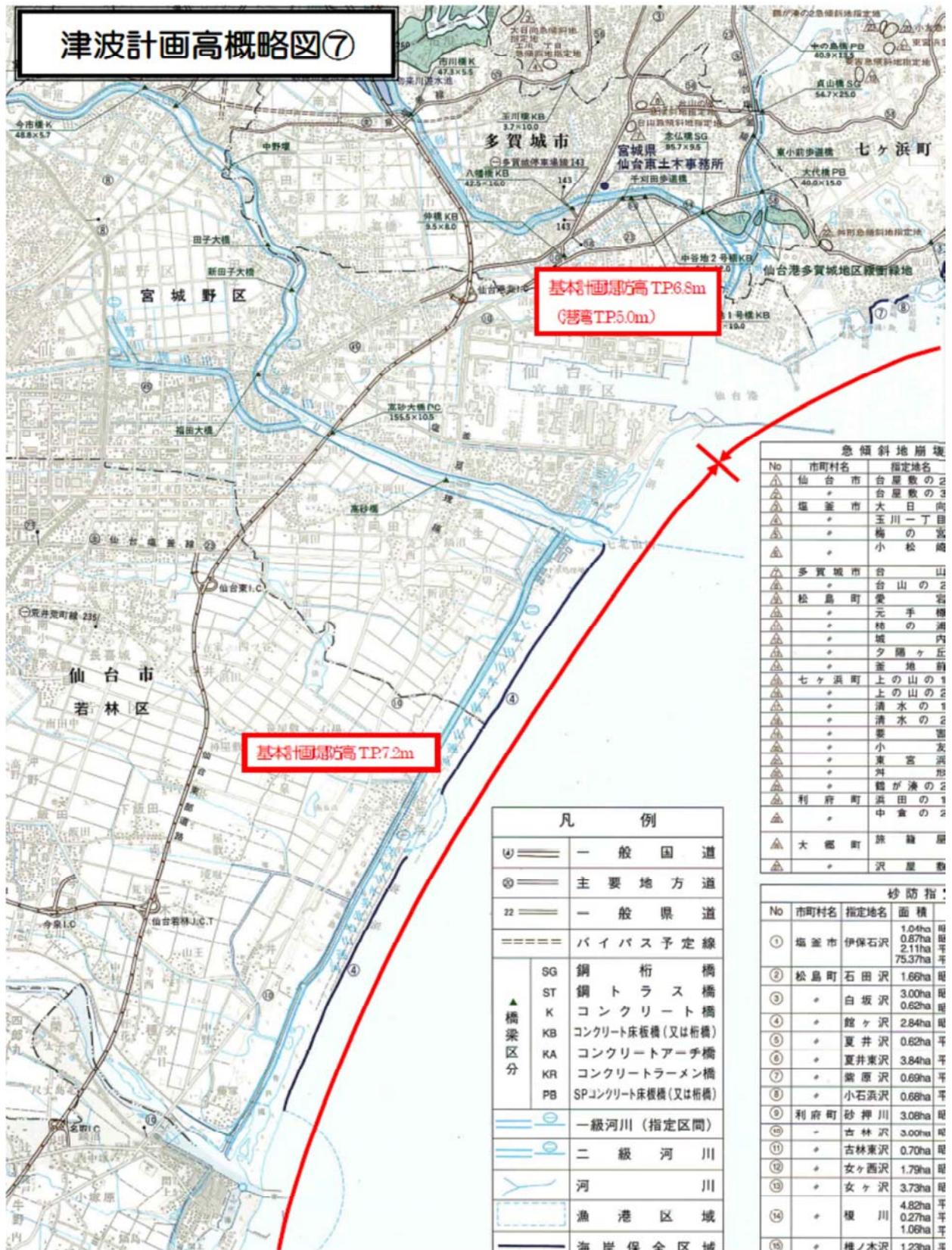


津波計画高概略図⑥



No	市町村名	指定地名	指定年月日及び番号
△	仙台市	台屋敷の2	昭56.6.19 県告示第 673号
△	〃	台屋敷の3	平 2.7.30 県告示第 967号
△	塩釜市	大日向	平 1.11.6 県告示第 1398号
△	〃	玉川一丁目	平 6.3.25 県告示第 295号
△	〃	梅の宮	平 7.4.21 県告示第 466号
△	〃	小松崎	平 7.4.21 県告示第 466号
△	〃	〃	平 14.12.6 県告示第 1117号
△	多賀城市	台山	昭60.3.22 県告示第 269号
△	〃	台山の2	平 6.3.25 県告示第 295号
△	松島町	愛宕	昭53.9.29 県告示第 869号
△	〃	元手樽	昭54.5.8 県告示第 449号
△	〃	桂の浦	昭55.5.13 県告示第 498号
△	〃	地	昭60.2.22 県告示第 269号

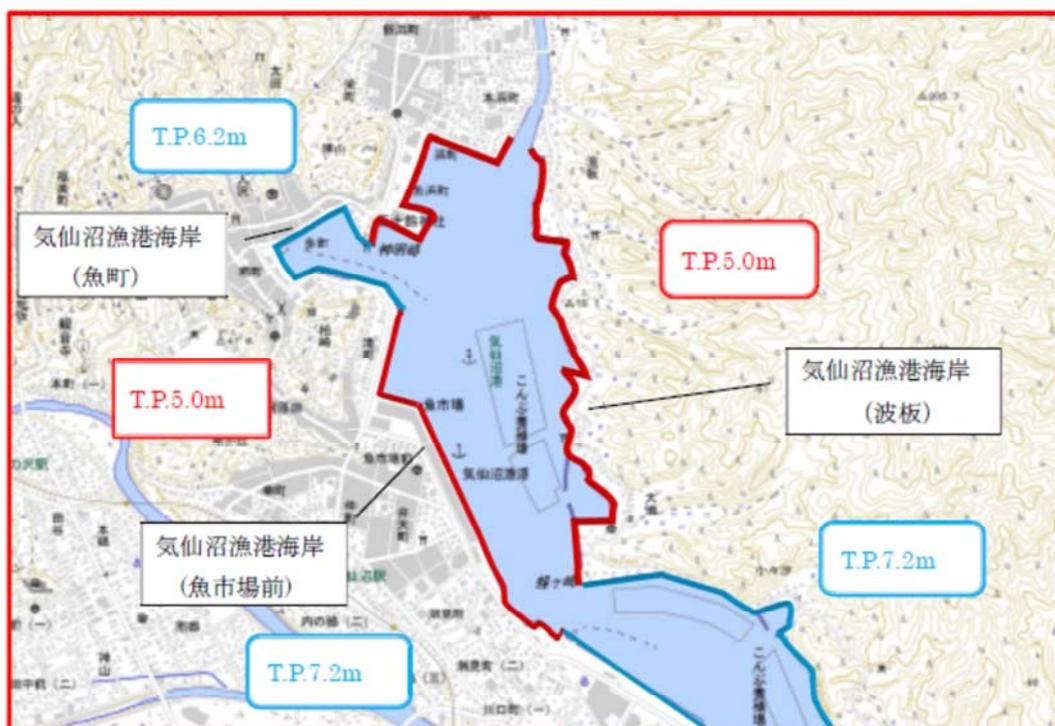
番号 (中分類)	海岸名	指定 (小)
1	松島海岸	小白浜
2	同	鏡神井
3	七ヶ浜海岸	蘆蒲田
4	仙台海岸	深沼井
5	塩釜海岸	浦戸井 朴島井
6	同	浦戸井 野々島
7	七ヶ浜海岸	松ヶ浜
8	同	松ヶ浜
9	同	花瀬浜
10	塩釜海岸	野々島







気仙沼湾拡大図



大島西部拡大図



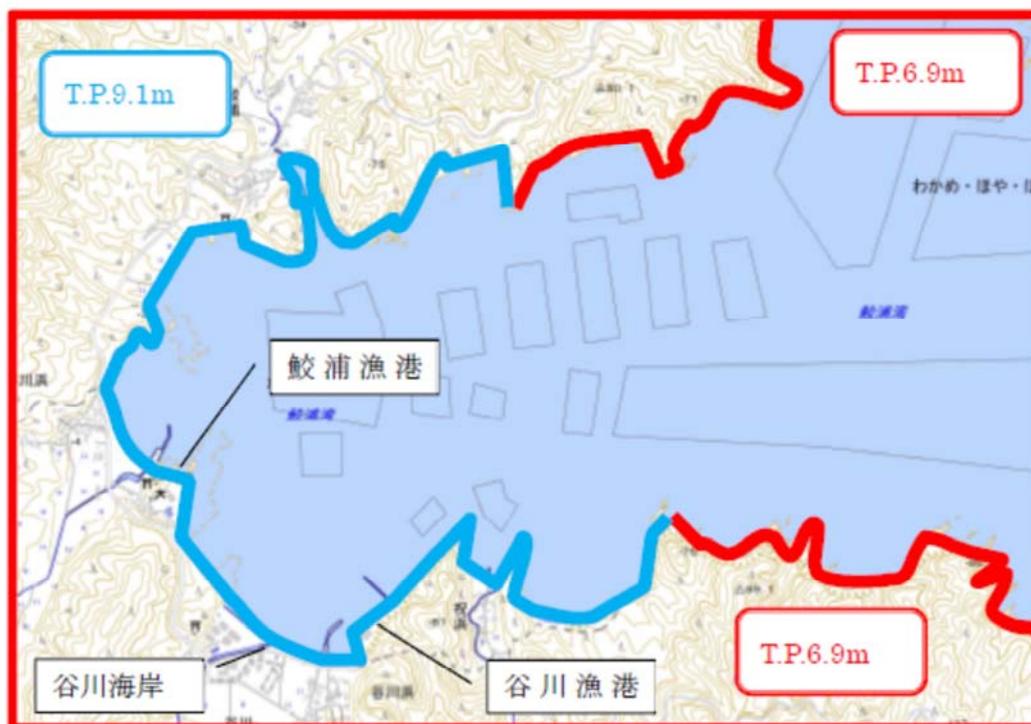
### 雄勝湾拡大図



### 女川湾拡大図



## 鮫浦湾拡大図



### 特殊計画堤防高一覧

単位：m (T. P.)

地域海岸名	今次津波 痕跡高	対象地震	基本高	特殊計画堤防高			
				ケース	起点	終点	特殊高
女川湾	18.0	明治三陸地震	5.4	2	湾口防波堤内		4.4
石巻海岸	11.4	高潮にて決定	7.2	1, 2	石巻漁港		3.1
					石巻港		3.5
松島湾	4.8	チリ地震	4.3	2	古浦	代ヶ崎	3.3
				1, 2	松島港海岸		2.1
七ヶ浜海岸②	11.6	明治三陸地震	6.3	1, 2	仙台塩釜仙台港区		4.0
仙台湾南部海岸①	12.9	高潮にて決定	7.2	1	広浦入り口		4.8
					広浦		3.7
仙台湾南部海岸②	13.6	高潮にて決定	7.2	1	鳥の海		3.6

## 女川湾拡大図（ケース2）







松島港海岸拡大図 (ケース1, 2)



仙台塩釜港仙台港区拡大図（ケース1，2）



広浦拡大図（ケース1）



鳥の海拡大図（ケース1）



<空白>