

平成23年5月23日
交通政策審議会
第43回港湾分科会
資料 2

防災部会における検討状況について

平成23年5月23日
国土交通省港湾局

防災部会における議論の状況

- 1 検討の背景
- 2 諮問の内容
- 3 中間報告までの防災部会の検討項目及びスケジュール(案)
- 4 各種検討会議との関係
- 5 津波災害をもたらした既往地震
- 6 主な海溝型地震の発生間隔
- 7 海溝沿いの主な地震の今後30年以内の発生確率
- 8 これまでの中央防災会議における想定津波高
- 9 これまでの中央防災会議における想定津波高と今次津波の比較
- 10 東北地方太平洋沖地震及び津波の概要
- 11 津波警報・注意報等の時系列変化
- 12 港湾における地震動スペクトルの比較
- 13 GPS波浪計による津波観測
- 14 東北地方の死者・行方不明者数
- 15 主要な港湾所在地の市街地の津波被害状況
- 16 各港の浸水状況
- 17 港湾施設、海岸保全施設の被災形態の例
- 18 漂流物の状況
- 19 避難に関する問題点
- 20 地域防災計画における想定地震
- 21 海岸保全基本計画における津波防護方針の記載
- 22 避難施設及び音声伝達施設の状況
- 23 防災教育の成果等
- 24 現行技術基準における外力の考え方
- 25 東日本大震災を踏まえた津波外力の見直し(案)
- 26 津波防災施設の復旧設計の考え方(案)
- 27 湾口防波堤の復旧設計の考え方(案)
- 28 釜石港湾口防波堤の減災効果
- 29 湾口防波堤に係る要望
- 30 津波シミュレーションについて
- 31 港湾及び港湾背後都市における総合的な津波対策に係る課題

2 諮問の内容

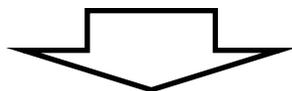
今回の津波の特徴

- ①津波高さが防波堤や防潮堤等の設計外力を大きく上回り、背後地や施設に甚大な被害。
- ②避難計画等を定める地域防災計画における想定をも上回り、多くの人命が失われた。



港湾分科会防災部会における検討

- ①施設の被災要因や防護効果の検証
- ②地域の実情に応じた産業やまちづくりとも連携した被災港湾の復旧方針
- ③東海・東南海・南海地震対策等の被災想定地域における津波からの防護水準や防護方式
- ④発災後に港湾の役割を果たすための津波対策
 - ＜港湾の役割＞
 - 1)被災地に暮らす人々の緊急物資を耐震強化岸壁等を通じて輸送する拠点
 - 2)企業の経済活動を支援する物流拠点



港湾における津波対策のあり方

3 中間報告までの防災部会の検討項目及びスケジュール(案)

<第1回> 平成23年5月16日

1. 既往の津波の履歴と現在の想定津波
2. 東日本大震災による津波防災施設と背後市街地の被災要因の分析
 - ・港湾施設及び海岸保全施設の整備水準と被害状況
 - ・対象港湾の背後市街地の津波被災状況
3. これまでの津波防災対策におけるソフト対策の評価
 - ・津波ハザードマップ作成・公表の全国的な状況
 - ・港湾背後都市の避難計画の評価(被災港湾及び重要沿岸域の港湾での事例による)
4. 東日本大震災を踏まえた津波外力の見直し等
 - ・津波外力の設定(50~100年に1回のレベル1、数百年に1回のレベル2)
 - ・港湾及び港湾背後都市における総合的な津波対策のための課題

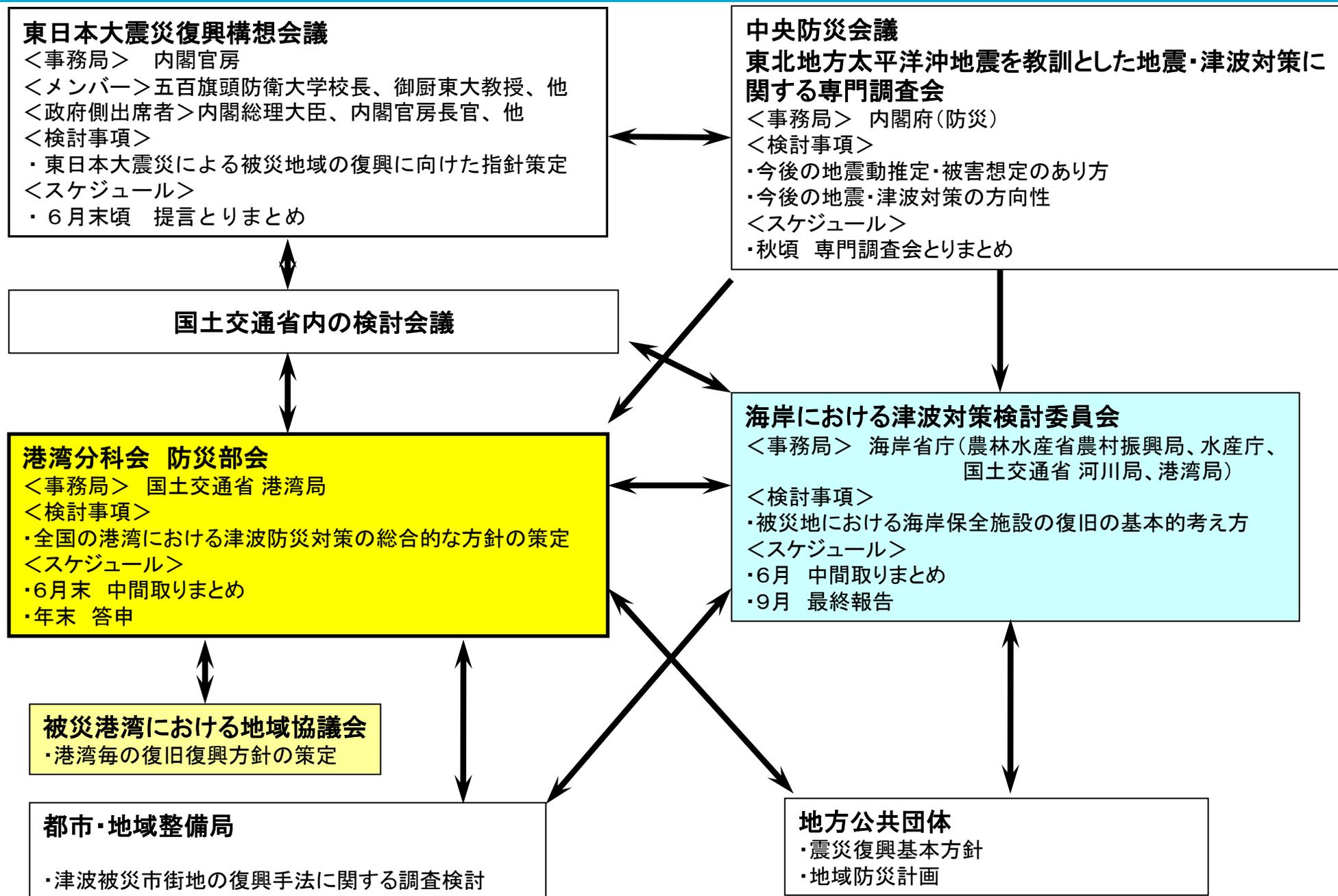
<第2回> 平成23年6月3日 (予定)

5. 港湾背後の都市機能・産業機能の見通し及び地域の意向の把握
 - ・被災地の津波防災まちづくりに関する意向
 - ・全国の主要港湾の背後都市の将来動向(防護人口、産業の見通し等)
6. 港湾及び港湾背後都市における総合的な津波対策のあり方
 - ・防護対象の重要度に応じた津波外力(レベル1、レベル2)の設定手法
 - ・レベル2津波でも破堤せず、一定の津波エネルギー減殺機能を保持する粘り強い構造物の設計手法
 - ・防護水準の代替案(地形等に応じた津波に強い港まちづくりのモデル)
 - ・防護水準を超える津波に対する避難対策など総合的な津波対策の今後の方針
 - ・港湾特有の防災対策上の配慮事項(堤外地の危険物取扱施設の流出防止対策、船舶・コンテナ等の漂流物防止対策、港湾労働者等の避難誘導方策、津波観測データ等の情報伝達システムのあり方 など)
7. 港湾における総合的な津波対策(骨子案)

<第3回> 平成23年6月24日 (予定)

8. 「港湾における総合的な津波対策」の中間取りまとめ

4 各種検討会議との関係



5 津波災害をもたらした既往地震

【北海道西岸～九州北部の日本海沿岸】

- 1993/07/12 北海道南西沖地震 (M=7.8、北海道南西、死者・不明者230人)
- 1983/05/26 日本海中部地震 (M=7.7、日本海沿岸、死者104人)
- 1964/06/16 新潟地震 (M=7.5、新潟県、死者26人)
- 1927/03/07 北丹後地震 (M=7.3、京都府北西部沿岸、死者2,925人)
- 1872/03/14 浜田地震 (M=7.1、島根県、死者550人)

【海外の沿岸で発生し日本に影響を与えた津波】

- 2010/02/27 チリ地震 (M=8.8、太平洋沿岸)
- 2001/06/23 ペルー南部地震 (M=8.2、太平洋沿岸)
- 1996/02/17 インドネシア地震 (M=8.1、太平洋沿岸)
- 1965/02/04 アリューシャン地震 (M=8.7、太平洋沿岸)
- 1964/03/28 アラスカ地震 (M=9.2、太平洋沿岸)
- 1960/05/22 チリ地震 (M=9.5、太平洋沿岸、死者・不明者142人)
- 1952/11/04 カムチャッカ地震 (M=9.1、太平洋沿岸)

【北海道東岸～房総の太平洋沿岸】

- 2011/03/11 東北地方太平洋沖地震 (M=9.0、北海道～房総太平洋沿岸、死者・不明者20千人以上)
- 1994/10/04 北海道東方沖地震 (M=8.2、根室・釧路地方、死者10人以上)
- 1968/05/16 十勝沖地震 (M=8.2、北海道～東北沿岸、死者52人)
- 1952/03/04 十勝沖地震 (M=8.2、北海道～関東沿岸、死者・不明者33人)
- 1933/03/03 昭和三陸地震 (M=8.1、三陸沿岸、死者・不明者3,064人)
- 1896/06/15 明治三陸地震 (M=8.5、三陸地方、死者21,959人)
- 1703/12/31 元禄地震 (M=7.9～8.4、犬吠埼～伊豆半島、死者30千人以上)
- 1677/04/13 延宝房総沖地震 (M=8.0、磐城～房総、死者500人余)
- 1611/12/02 慶長三陸地震 (M=8.0、北海道東岸～三陸沿岸、死者47千人以上)
- 869/07/19 貞観地震 (M=8.3、三陸沿岸、死者1千人)

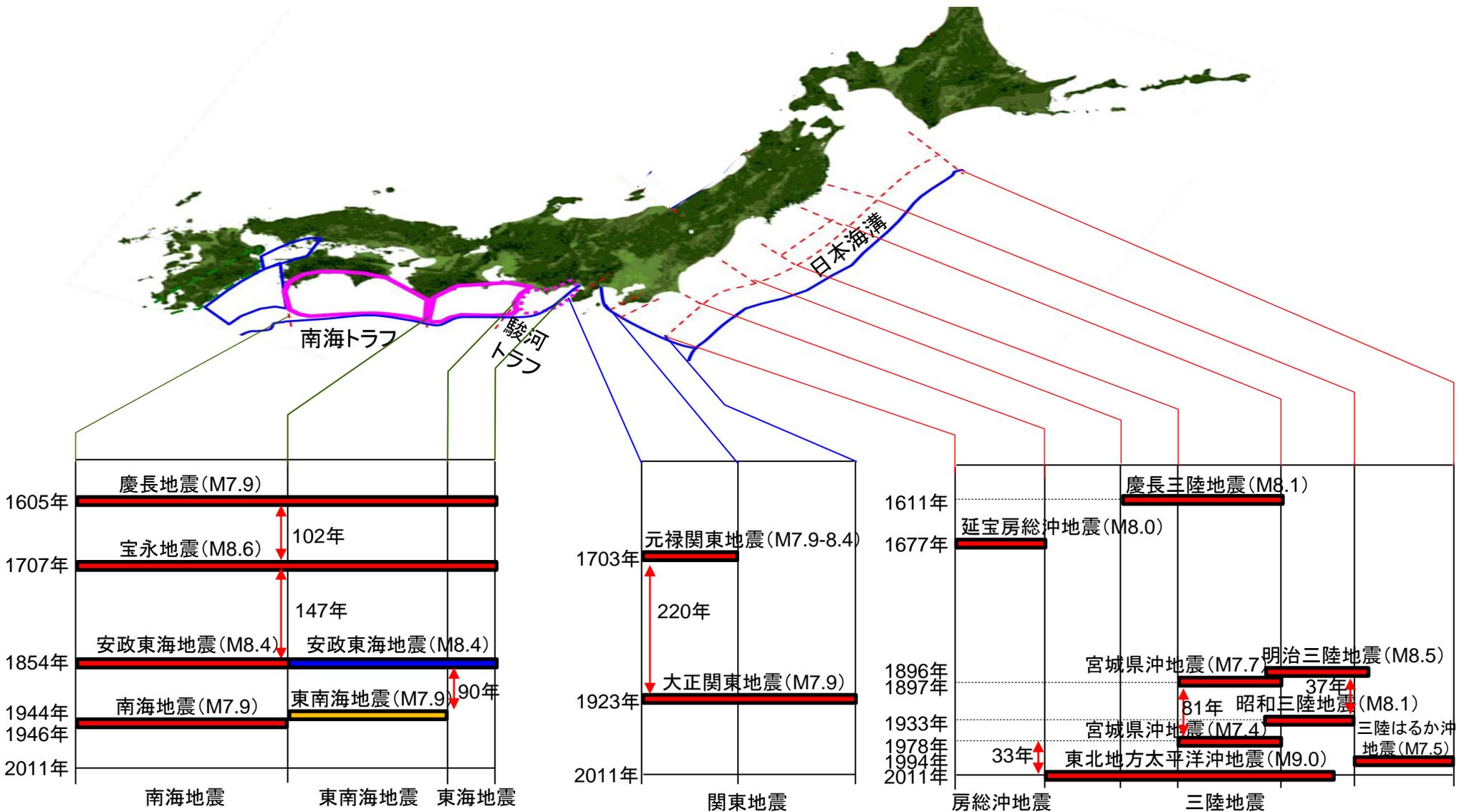
【房総～沖縄の太平洋沿岸】

- 1946/12/21 南海地震 (M=8.0、静岡～九州、死者1,443人)
- 1945/01/13 三河地震 (M=6.8、愛知県南部、死者2千～3千人)
- 1944/12/07 東南海地震 (M=7.9、東海道沖、死者1,223人)
- 1941/11/19 日向灘地震 (M=7.2、日向灘、死者2千人)
- 1923/09/01 関東大地震 (M=7.9、関東南部、死者・不明者14万2千人余)
- 1854/12/24 安政南海地震 (M=8.4、房総～九州、死者数千人)
- 1854/12/23 安政東海地震 (M=8.4、東海・南海諸道、死者2千～3千人)
- 1781/04/00 桜島噴火 (噴火、鹿児島、死者数8千人)
- 1771/04/24 八重山地震 (M=7.4、石垣島、死者数12千人)
- 1792/05/21 眉山山体崩壊 [島原大変肥後迷惑] (噴火、島原・天草・肥後、死者数15千人)
- 1707/10/28 宝永地震 (M=8.4、伊豆半島～九州、死者39千人以上)
- 1605/02/03 慶長地震 (M=7.9、東海・南海・西海諸道、死者2,357人余)
- 1498/09/20 明応地震 (M=8.2～8.4、東海道全般、死者41千人余)

※ ●: 海溝型、断層による津波 ●: 噴火等による地震 ⊗: 概略の震源位置

※参考資料: 理科年表、日本被害津波総覧(渡辺偉夫 著)

6 主な海溝型地震の発生間隔



※参考資料「地震考古学」(中公新書)、日本被害津波総覧(東京大学出版会)、日本の地震断層パラメータハンドブック(鹿島出版会)

7 海溝沿いの主な地震の今後30年以内の発生確率

地震調査研究推進本部「海溝型地震の長期評価の概要」
(算定基準日 平成23年(2011年)1月1日)より作成

参考: 今後30年間で遭遇する確率

- 交通事故で死亡…約 0.2%
- 交通事故だけが…約 20%
- 火災で死傷…約 0.2%
- 火災に被災…約 2%

【出典】地震調査委員会事務局

与那国島周辺
(M7.8程度)
30%程度

日向灘
(M7.1前後)
70~80%

南海
(M8.4前後)
60%程度

東南海
(M8.1前後)
70%程度

安芸灘~豊後水道
(M6.7~7.4)
40%程度

東海
(M8程度)
87%(参考値)

南関東
(M6.7~7.2程度)
70%程度

根室沖 (M7.9程度)
40~50%程度

三陸沖 北部 (M7.1~7.6)
90%程度

宮城県沖 (M7.5前後) **99%**

三陸沖 南部海溝寄り (M7.7前後)
80~90%

三陸沖~房総沖・津波地震
(M8.2前後) **20%程度**

茨城県沖 (M6.7~7.2)
90%程度以上

首都直下型地震による被害想定
(東京湾北部地震の場合: 夕方18時・風速15m/s)

- 死者数: 約11,000人
- 経済被害: 約112兆円

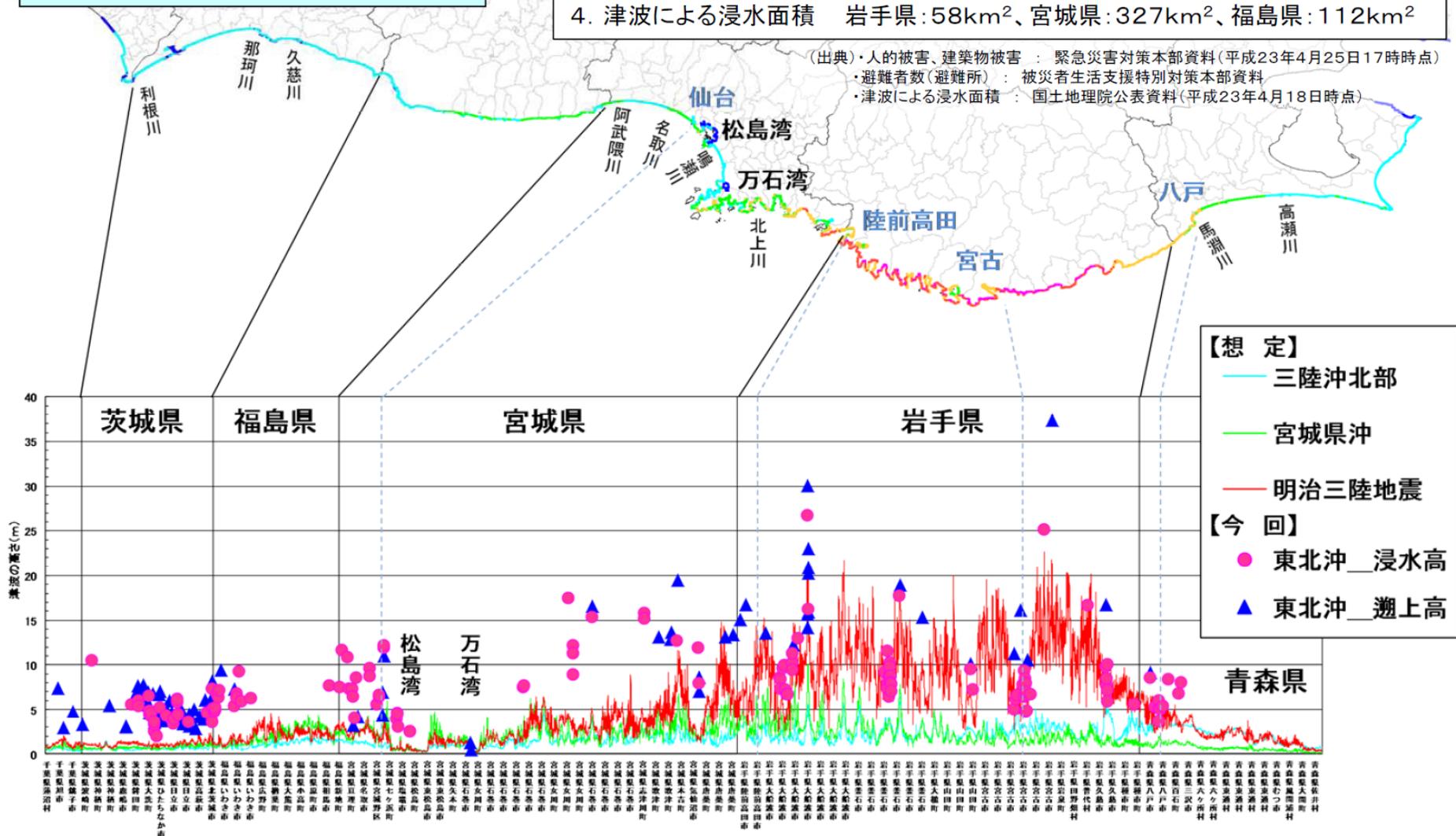
【出典】中央防災会議資料(H17.7.22)

9 これまでの中央防災会議における想定津波高と今次津波の比較

想定3地震と今般の地震の津波高の比較

- 1. 人的被害 死者:14,340名、行方不明者:11,889名
- 2. 建築物被害 全壊棟数:68,237戸、半壊棟数:25,563戸
- 3. 避難者数(避難所) 468,653名(3月14日(ピーク時))
- 4. 津波による浸水面積 岩手県:58km²、宮城県:327km²、福島県:112km²

(出典)・人的被害、建築物被害 : 緊急災害対策本部資料(平成23年4月25日17時時点)
 ・避難者数(避難所) : 被災者生活支援特別対策本部資料
 ・津波による浸水面積 : 国土地理院公表資料(平成23年4月18日時点)



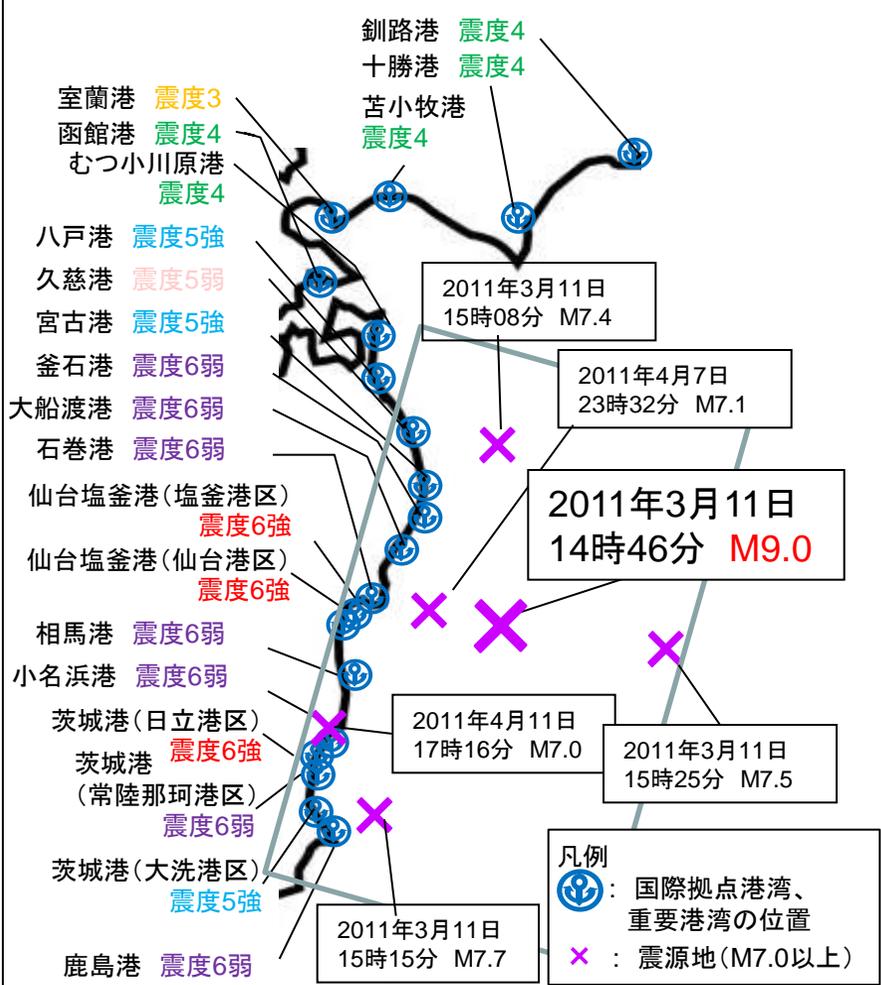
7

(出典)・想定3地震の津波高:日本海溝・千島海溝周辺型地震対策に関する専門調査会想定結果
 ・2011年東北地方太平洋沖地震浸水高、遡上高:土木学会海岸工学会調査結果

10 東北地方太平洋沖地震及び津波の概要

○今回の津波の特徴として、津波高さが防波堤や防潮堤等の設計外力を大きく上回り、背後地や施設に甚大な被害を与えた。また、避難計画等を定める地域防災計画における想定をも上回り、多くの人命が失われた。

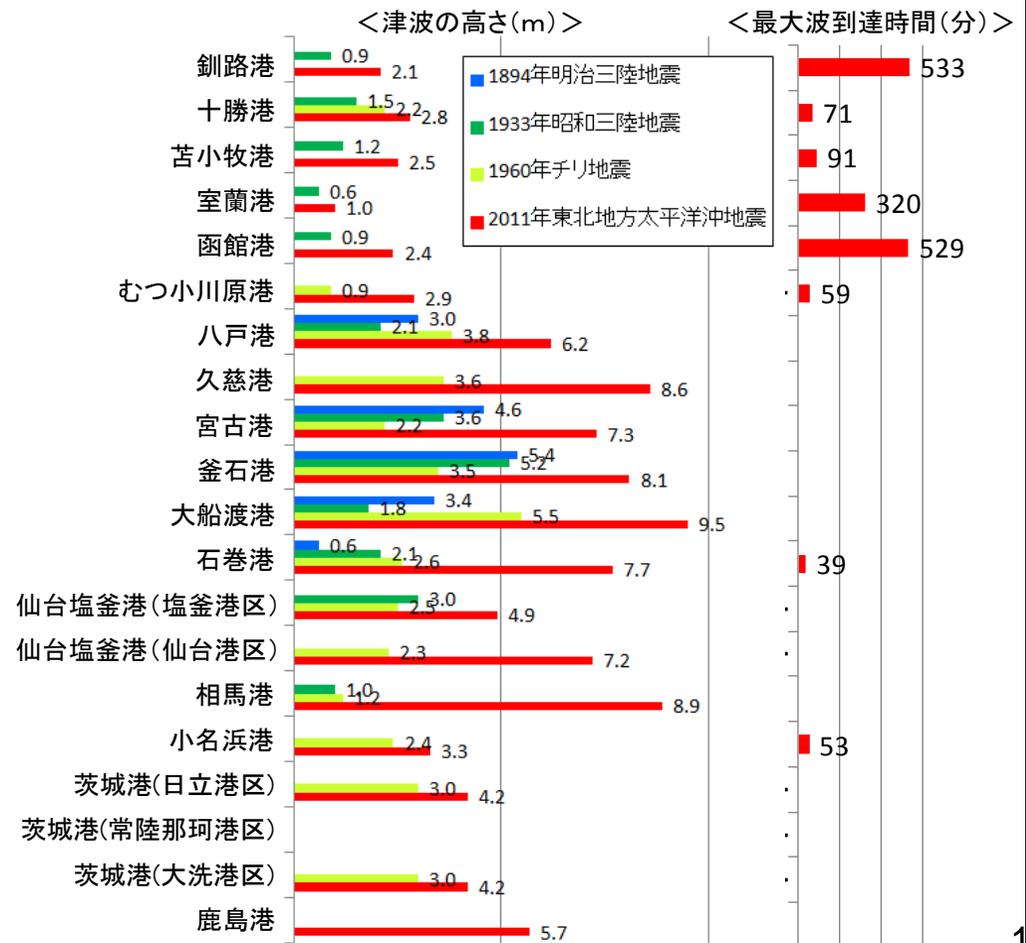
震源地、マグニチュード、震度分布



気象庁の公表資料より国土交通省港湾局作成

津波の高さ及び到達時間*

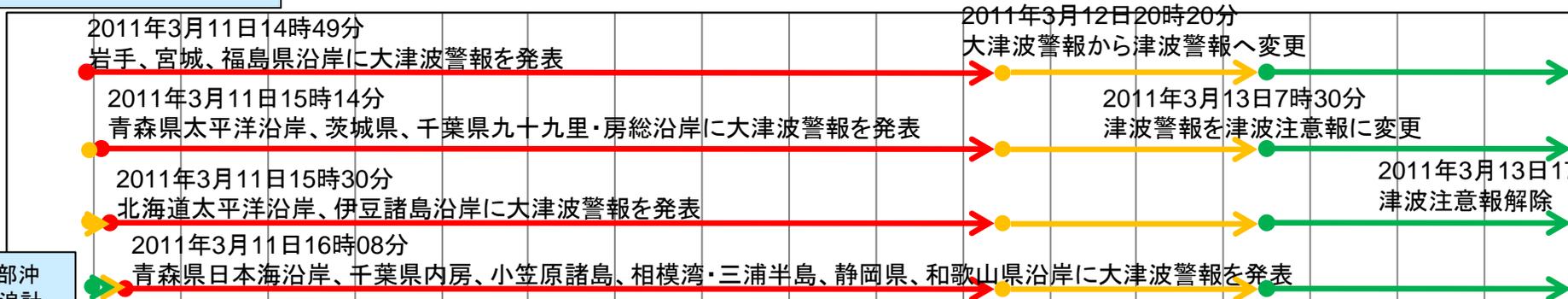
※津波高さは港内の代表的地点の値、到達時間は東北地方太平洋沖地震の発生(14:46)から津波の最大波が到達した時間で港周辺の計測地点における値。



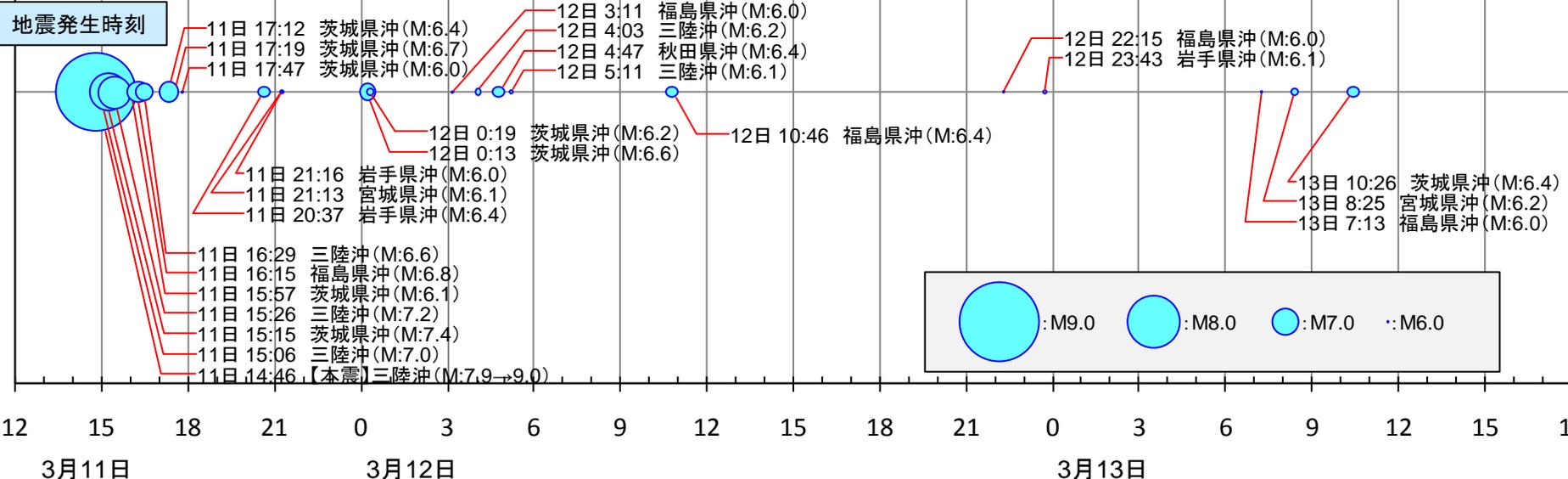
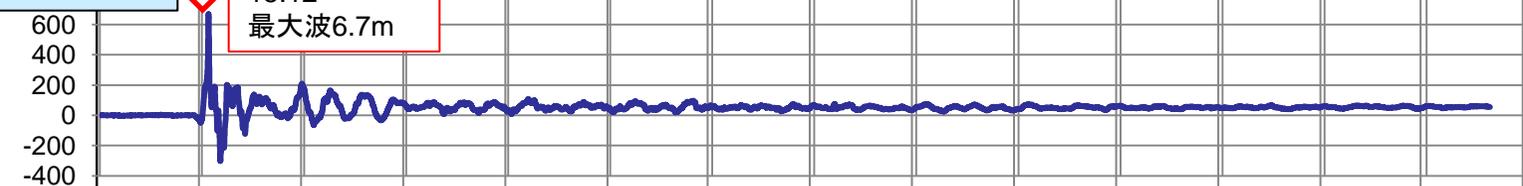
津波の高さは気象庁の公表資料、海岸工学委員会の調査結果および日本津波被害総覧(1985)より国土交通省港湾局作成。津波到達時間は気象庁及び港湾局の観測による。

1.1 津波警報・注意報等の時系列変化

警報・注意報の発表時系列



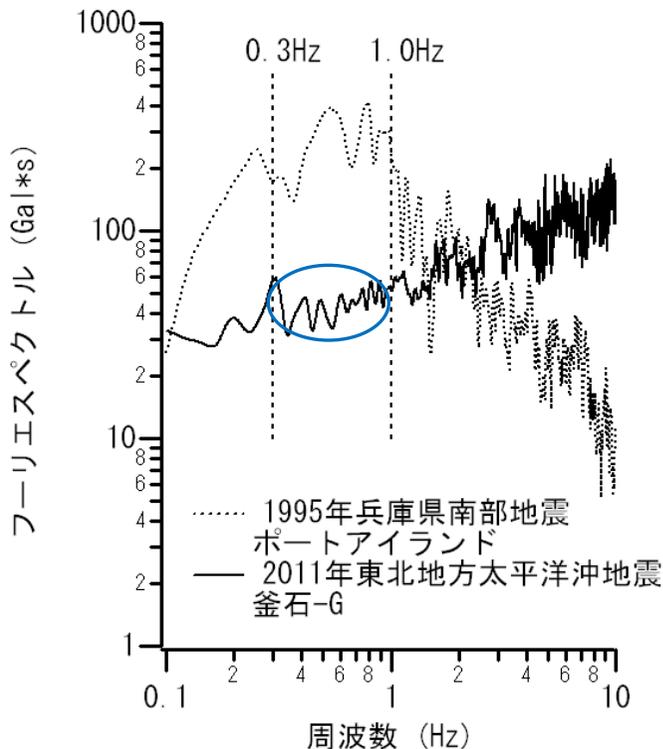
岩手南部沖 GPS波浪計記録



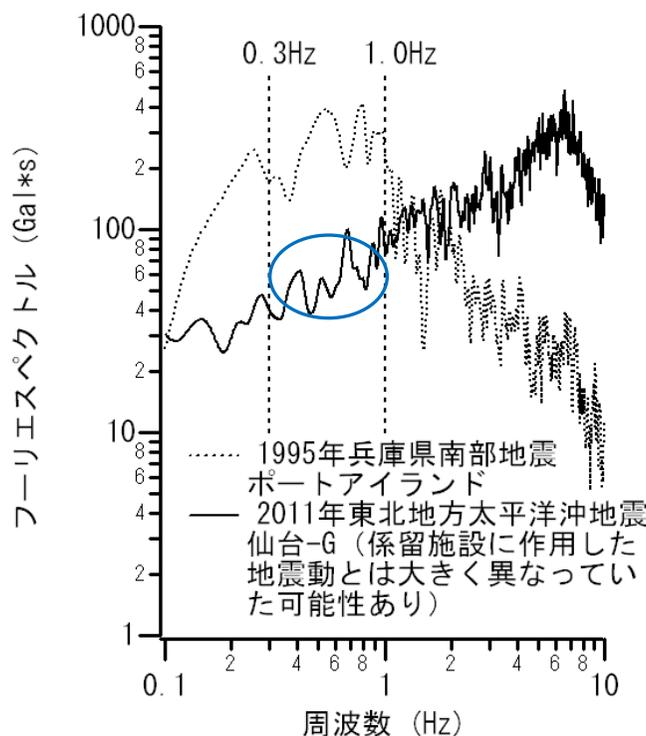
12 港湾における地震動スペクトルの比較

- 一般に0.3-1Hz前後の周波数帯のスペクトルが高い場合、港湾構造物への被害が大きくなる。
- 今回の地震に関する当該周波数帯のスペクトルをみると、釜石港や仙台塩釜港に比べて、南部に位置する小名浜港で卓越していた。

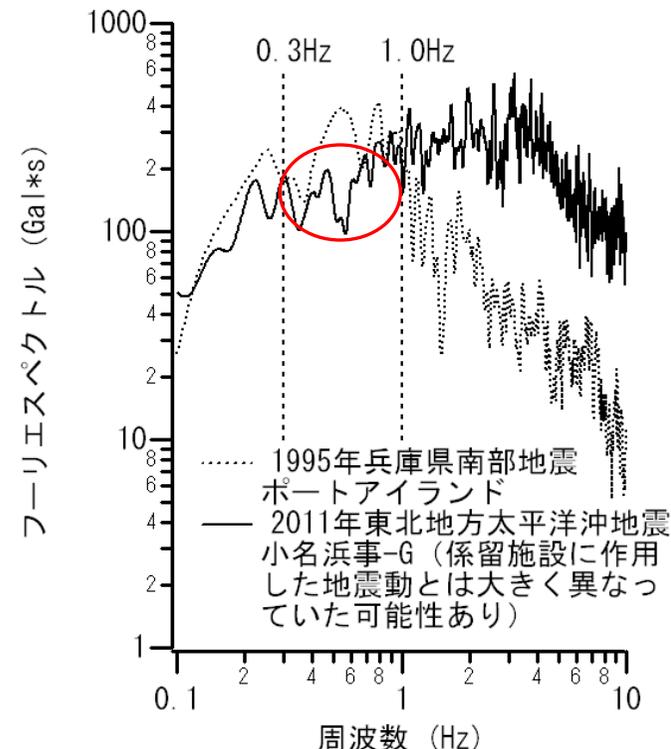
＜釜石港＞



＜仙台塩釜港＞

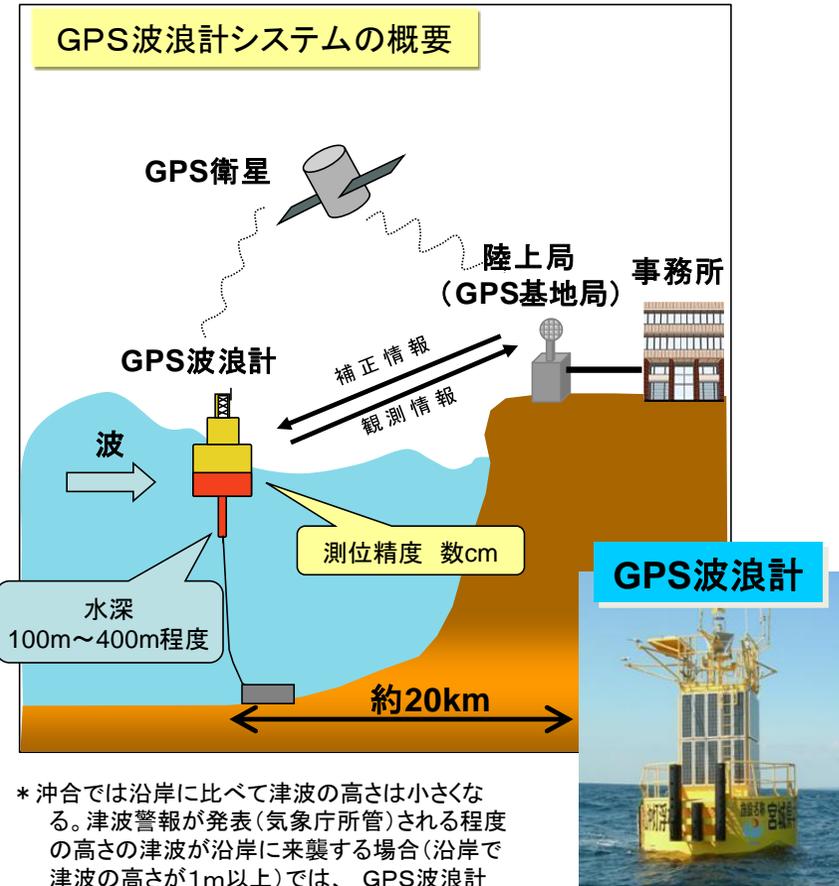


＜小名浜港＞

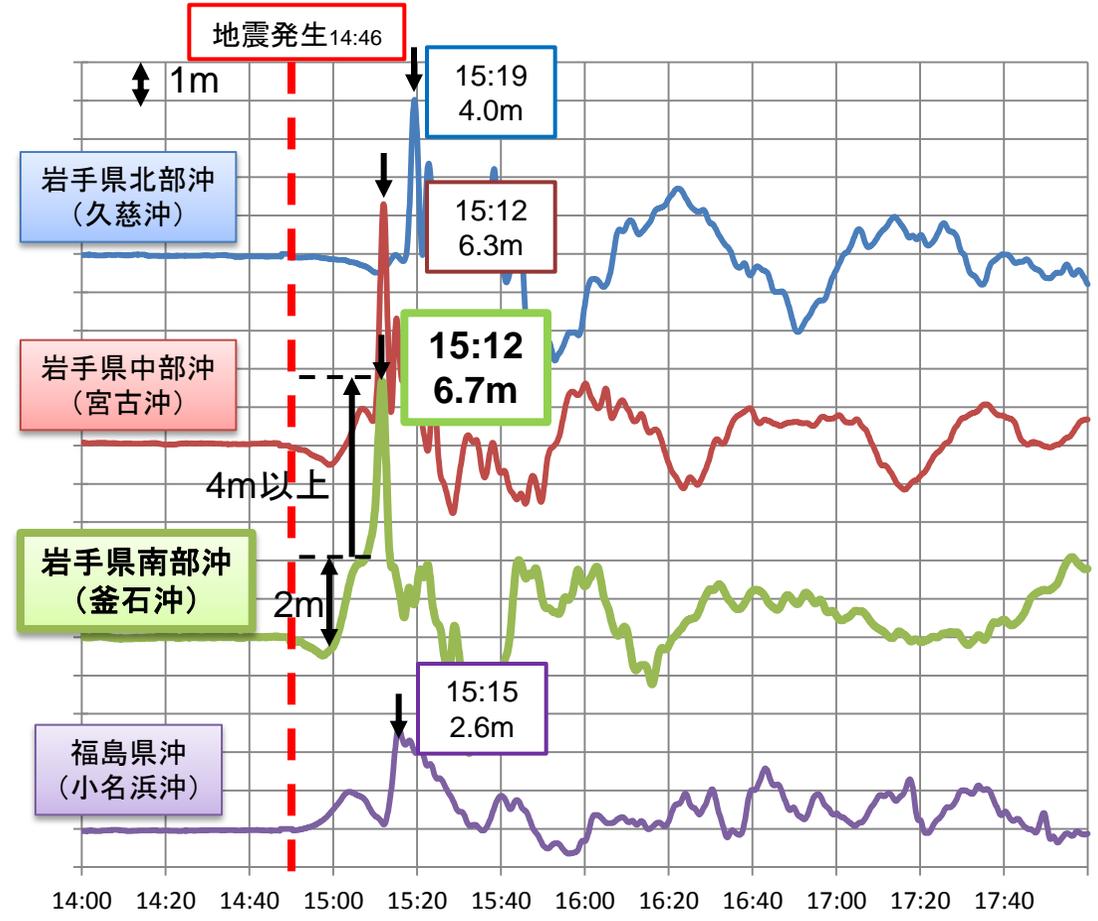


【出展】港湾空港技術研究所調査結果

- ・東北地方太平洋側沿岸の複数のGPS波浪計で、津波の第1波を、沿岸に到達する10分ほど前に捉え、これを見た気象庁が津波警報引き上げ*を行なった。
 (* 宮城県:津波高さ予想6m→10m以上 岩手・福島県:津波高さ予想3m→6m 青森・茨城県:津波警報→大津波警報)
- ・後のデータ解析の結果、岩手県南部沖(釜石沖)のGPS波浪計による第1波の6.7mが最大の観測値であったことが判明した。
- ・津波の峰の高さは、第1波が突出して高く、以降徐々に低くなっていた。第1波の波形を詳しく見ると、地震発生から15分後の15:01分から約6分間で2m程度上昇した後に、続く約4分間でさらに4m以上も急激に上昇したことが確認された。



* 沖合では沿岸に比べて津波の高さは小さくなる。津波警報が発表(気象庁所管)される程度の高さの津波が沿岸に来襲する場合(沿岸で津波の高さが1m以上)では、GPS波浪計を設置している沖合でも津波成分を検出可能であると考えられる。



* 数字はいずれも概数

14 東北地方の死者・行方不明者数

青森県				
死者	3	市町村	死者数	死亡率
		三沢市	2	0.00%
		八戸市	1	0.00%
行方不明者			1	—

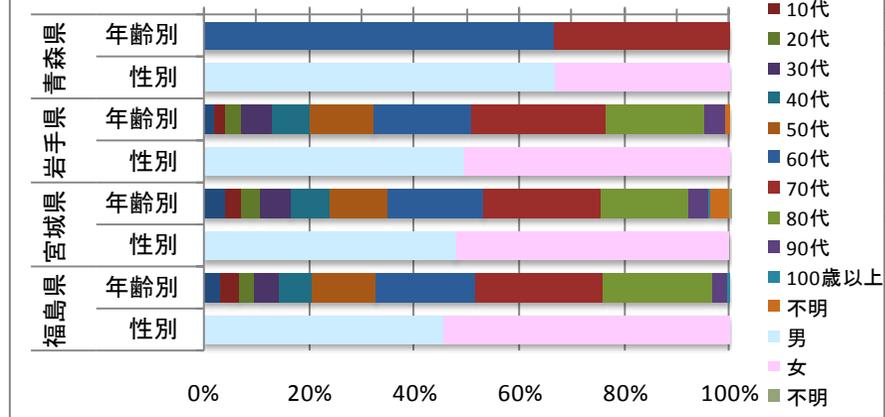
岩手県				
死者	4,302	市町村	死者数	死亡率
		陸前高田市	898	3.85%
		釜石市	596	1.51%
		下閉伊郡山田町	454	2.44%
		上閉伊郡大槌町	432	2.83%
		宮古市	375	0.63%
		大船渡市	273	0.67%
		九戸郡野田村	26	0.56%
		下閉伊郡田野畑村	17	0.44%
		気仙郡住田町	12	0.19%
		その他(盛岡市等)	40	—
行方不明者			3,401	—

(参考)阪神・淡路大震災の死亡率
0.17%(兵庫県内)

※兵庫県HP及び平成2年国勢調査より算出

宮城県				
死者	8,842	市町村	死者数	死亡率
		石巻市	2,479	1.54%
		東松島市	831	1.94%
		名取市	725	0.99%
		気仙沼市	644	0.88%
		仙台市	610	0.06%
		本吉郡南三陸町	374	2.15%
		牡鹿郡女川町	360	3.58%
		亶理郡山元町	343	2.05%
		亶理郡亶理町	190	0.55%
		岩沼市	137	0.31%
		多賀城市	102	0.16%
		宮城郡七ヶ浜町	78	0.38%
		塩竈市	43	0.08%
		大崎市	13	0.01%
		登米市	12	0.01%
		その他(涌谷町等)	70	—
行方不明者			6,515	—

死者数の年齢別・性別割合



※都道府県別死者・行方不明者数は警察庁発表(H23.5.1)

※市町村別死者数は各県警察発表

福島県				
死者	1,496	市町村	死者数	死亡率
		相馬市	304	0.80%
		南相馬市	270	0.38%
		いわき市	187	0.05%
		相馬郡新地町	52	0.63%
		双葉郡浪江町	23	0.11%
		白河市	10	0.02%
		双葉郡富岡町	10	0.06%
		その他(須賀川市等)	35	—
行方不明者			1,049	—

※死亡率は平成22年国勢調査を用いて算出

15 主要な港湾所在地の市街地の津波被害状況

	港湾名	所在港湾 市町村	面積 ※2 ha	22年 国調人口 速報値 ※3 千人	用途地域面 積 ※4 ha	うち浸水による被害が見られる区域 (精査中) ※5		
						面積	割合	人口 (参考値)
						ha	%	千人
青森県	八戸港	八戸市	30,540	237.5	5,829.0	80	1%	0.1
岩手県	久慈港	久慈市	62,314	36.9	792.0	210	27%	3.6
	宮古港	宮古市	125,989	59.4	932.8	260	28%	8.5
	釜石港	釜石市	44,143	39.6	1,469.5	390	27%	7.1
	大船渡港	大船渡市	32,330	40.7	916.0	350	38%	6.4
宮城県	石巻港	石巻市	55,578	160.7	3,158.6	2,310	73%	81.0
		東松島市	10,186	42.9	676.5	550	81%	23.4
	仙台塩釜港	塩竈市	1,786	56.5	1,290.5	490	38%	22.0
		七ヶ浜町	1,327	20.4	416.0	110	26%	3.6
		仙台市(※1)	33,468	514.1	8,953	990	11%	9.3
福島県	相馬港	新地町	4,635	8.2	352.1	300	85%	0.5
		相馬市	19,767	37.8	1,222.0	250	20%	2.7

国土地理院による浸水範囲概況図、航空写真を元に、市街地の浸水範囲、建築物等の被害状況を目視で判読

・都市計画法における用途地域内(約8割が住居)を対象とした

・人口は面積案分等により算出されており、参考値である

※1: 浸水のあった宮城野区、太白区、若林区を対象

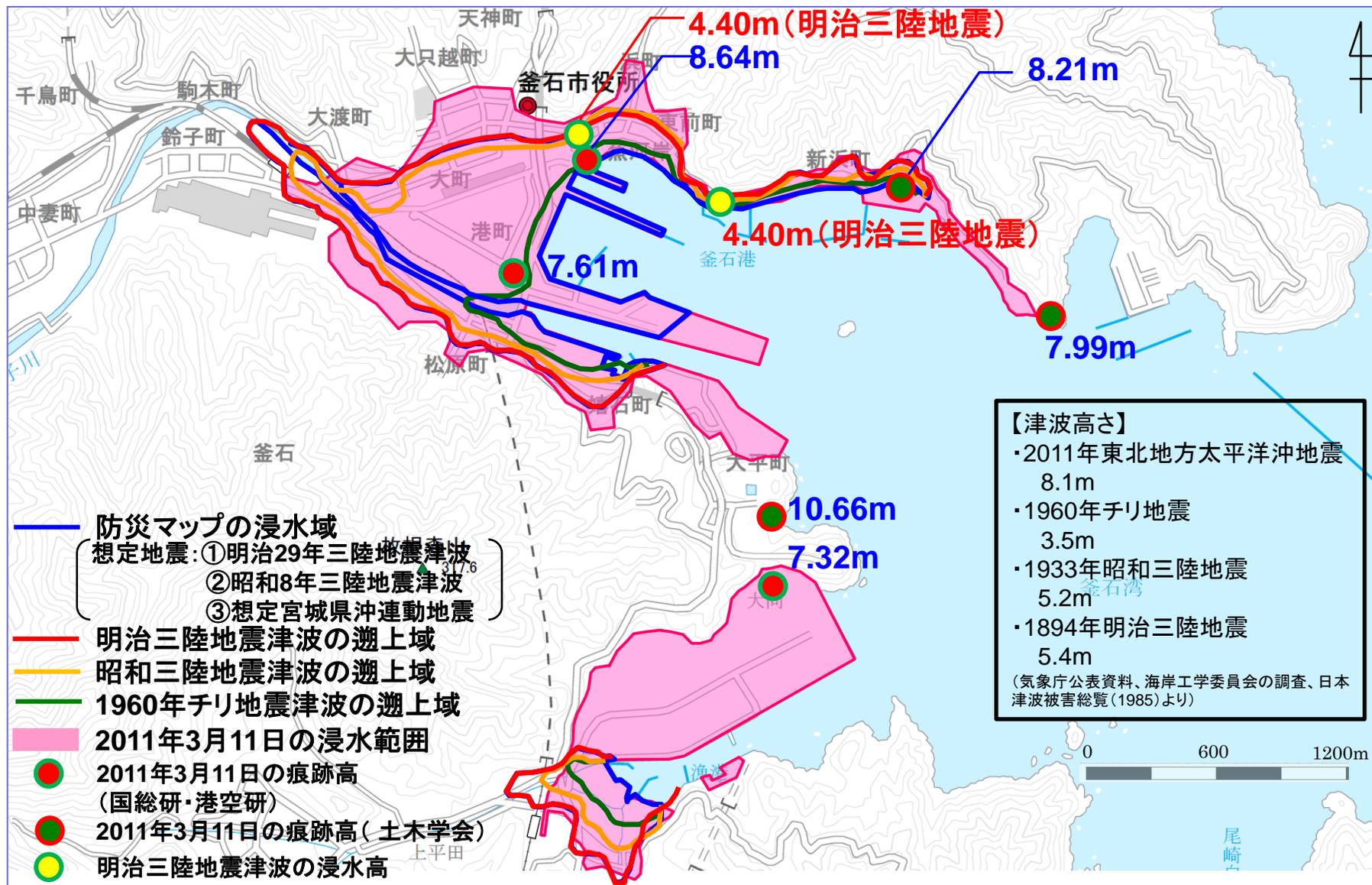
※2: 市町村域全体の面積は国土地理院「平成22年全国都道府県市区町村別面積調」より(H22.10.1データ)

※3: 市町村域全体の人口は国勢調査H22速報(H23.2.25公表)より(H22.10.1データ)

※4: 都市計画年報 平成21年度版(平成22年3月)

※5: 国土交通省都市・地域整備局による調査(精査中)

16 各港の浸水状況(釜石港)



※浸水域は、釜石市防災マップ、国土地理院浸水範囲概況図(2011年東北地方太平洋沖地震津波)をもとに作成
 ※2011年の痕跡高のうち、国総研・港空研は国土交通省国土政策総合研究所、(独)港湾空港技術研究所の現地調査結果(T.P.基準換算)である。
 ※2011年の痕跡高のうち、土木学会は『東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ』の現地調査結果(T.P.基準換算)である。
 ※明治三陸地震津波による浸水高は、内務省土木試験所報告の数値。

17 港湾施設、海岸保全施設の被災形態の例

押し波が被災要因と考えられる例



陸側が洗掘
(写真: 八戸港海岸八太郎地区)

護岸天端高T.P.+4.7
近傍痕跡高T.P.+8.03

注) 全ての写真に記載した近傍痕跡高は付近で観測された値であり、必ずしも施設直近の津波高ではない、



堤体が陸側に倒壊
(写真: 大船渡港海岸茶屋前地区)

防潮堤天端高T.P.+3.40
近傍痕跡高T.P.+8.07



陸閘が陸側に破損
(写真: 宮古港海岸高浜地区)

付近防潮堤の天端高
T.P.+8.50
近傍痕跡高T.P.+9.84

引き波が被災要因と考えられる例



海側が洗掘
(写真: 釜石港海岸須賀地区)

胸壁天端高T.P.+4.00
近傍痕跡高T.P.+8.64



堤体が海側に倒壊
(写真: 大船渡港海岸永浜地区)

防潮堤天端高T.P.+3.00
近傍痕跡高T.P.+10.02



陸閘が海側に破損・流出
(写真: 釜石港海岸須賀地区)

胸壁天端高T.P.+4.00
近傍痕跡高T.P.+7.61

荷役機械が被害を受けた例



前面岸壁天端高
T.P.+3.1
近傍痕跡高
T.P.+7.48

アンローダー倒壊(写真:仙台塩釜港(仙台港区))

上屋が被害を受けた例



前面岸壁天端高
T.P.+3.0
近傍痕跡高
T.P.+7.61

(写真:釜石港)

電気設備が被害を受けた例



防潮堤天端高
T.P.+3.10
近傍痕跡高
T.P.+9.55

(写真:大船渡港山口地区水門)

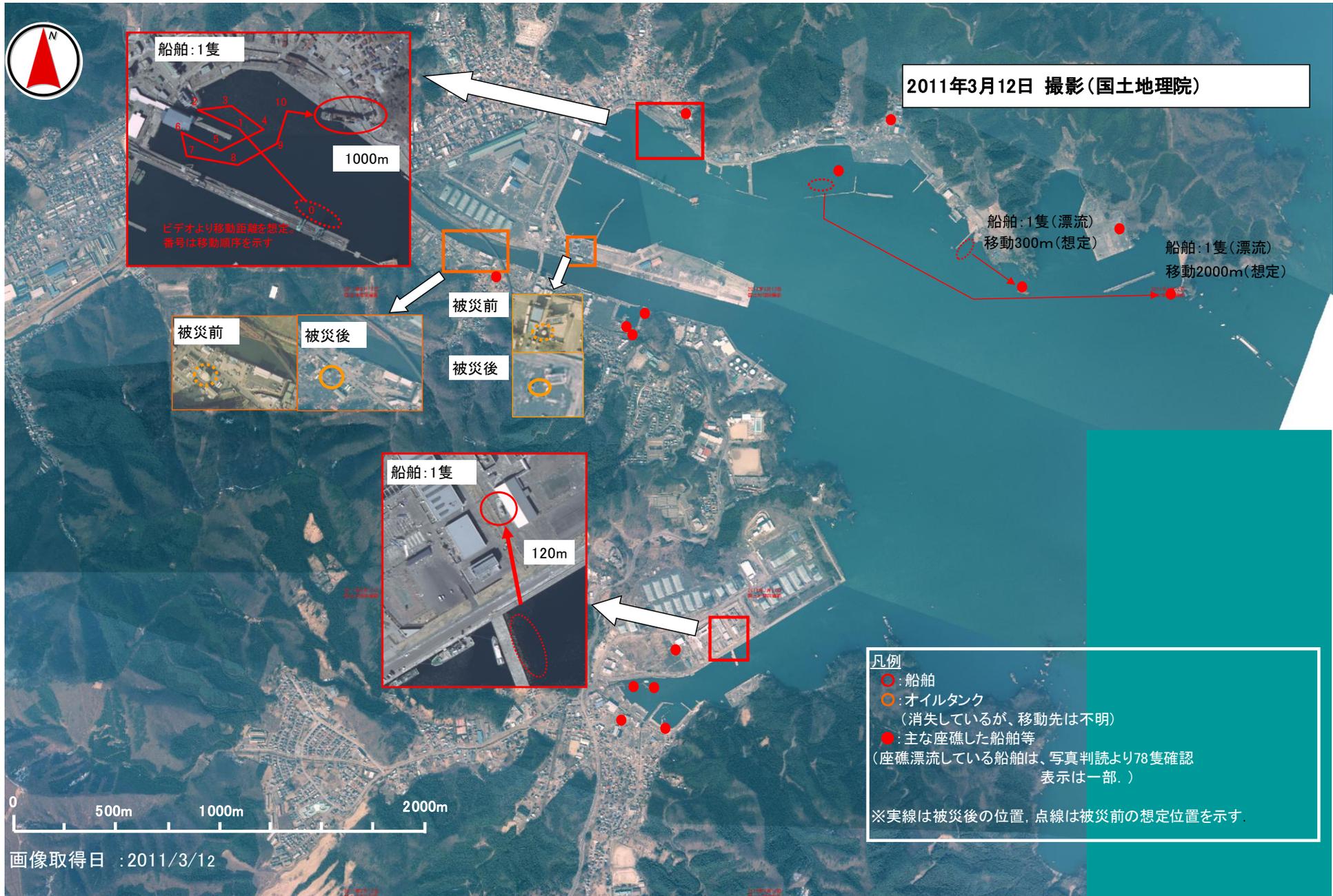
漂流物により被害を受けた例



防潮堤天端高
T.P.+2.69
近傍痕跡高
T.P.+3.58

(写真:仙台塩釜港(塩釜港区)海岸通・港町地区)

18 漂流物の状況(釜石港)



漂流物の状況(石油タンクの流出による火災)

○気仙沼市では、津波により石油タンクから重油や軽油が流出し、市街地の火災を引き起こす原因となった。

漂着した重油タンク 3月28日撮影(港湾空港技術研究所資料より)



(3月12日 現地調査団撮影)

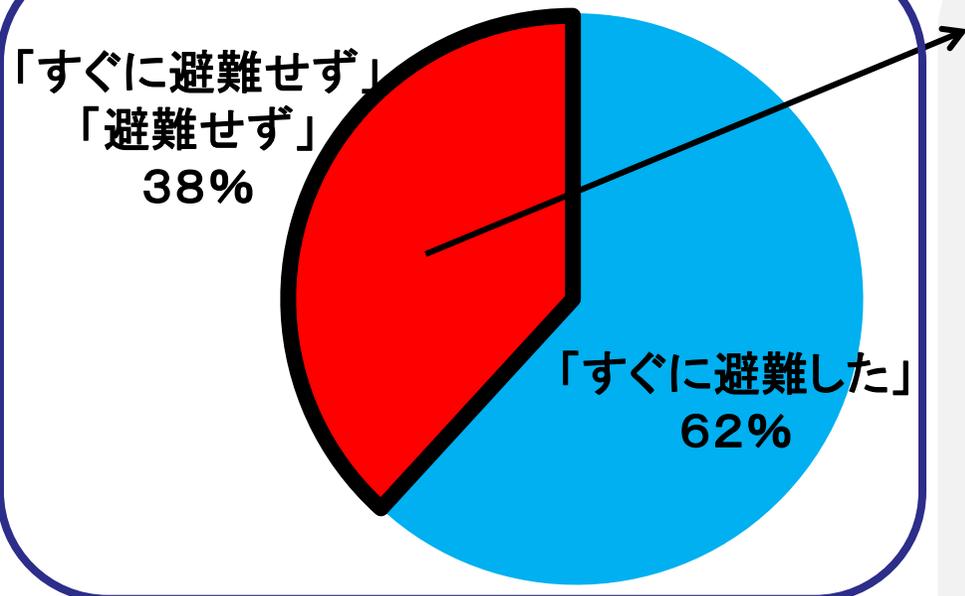


気仙沼湾口部における重油タンクの漂流
(港湾空港技術研究所資料より)

- 停電で、最新情報入手・発信出来なかったため、被災した。
- 大規模な防災施設の整備がなされている地域については、施設の存在が人々の安全性に過信を生じさせ、防災意識を低めた。
- 過去の津波警報で津波が来襲しないことが続くことで、警報が出ても警戒しなくなっていた。
- 第一波が小さかったため、安心した住民が低地の自宅に戻り、その後の二波、三波で津波にのみ込まれた。
- 津波発生前の引き波が小さかったため、避難が遅れた住民がいた。
- 避難所自体が被災して、被害を受けた場合があった。

避難に関する問題点(避難所でのアンケート結果)

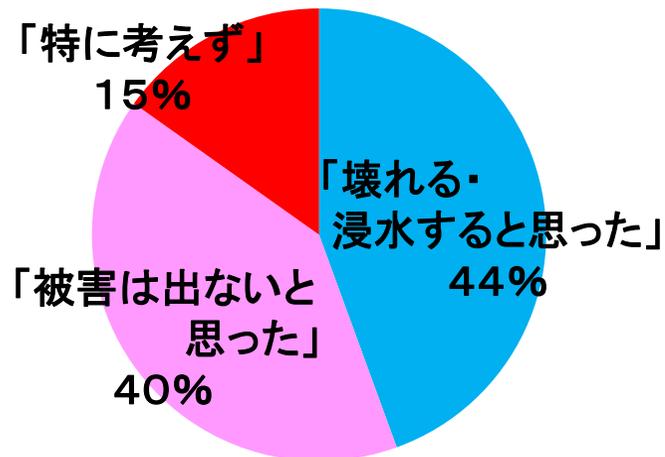
地震直後に避難したか



すぐに避難しなかった主な理由(複数回答)

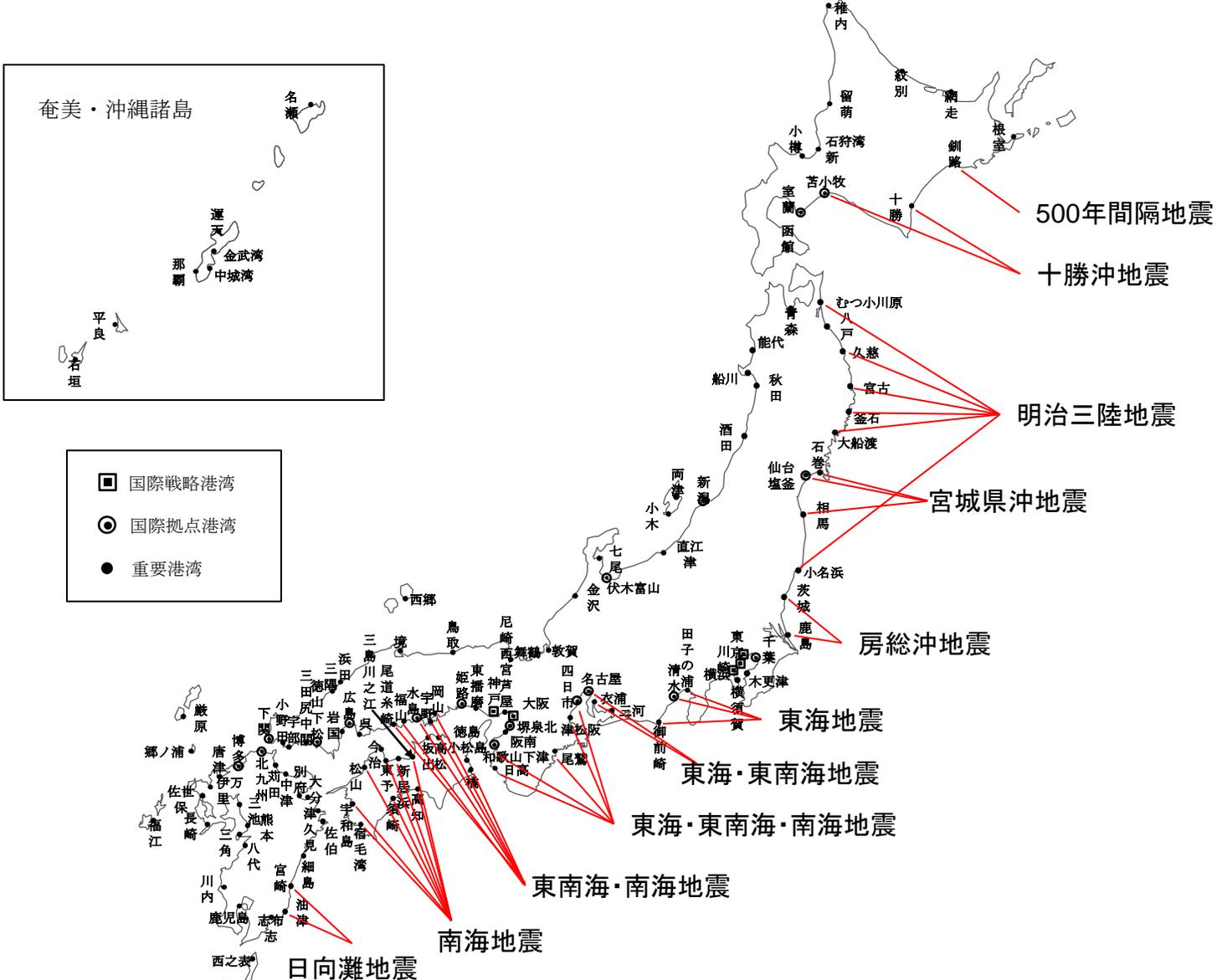
- 「家族や同僚の安否を確認していた」…25%
- 「防波堤や防潮堤を超えるような津波は来ないと思った」…24%
- 「地震の後片づけをしていた」…21%
- 「過去の経験から大きな津波が来ないと思い、避難が遅れた」…20%
- 「津波のことは考えつかなかった」…14%

自宅が被災すると思ったか



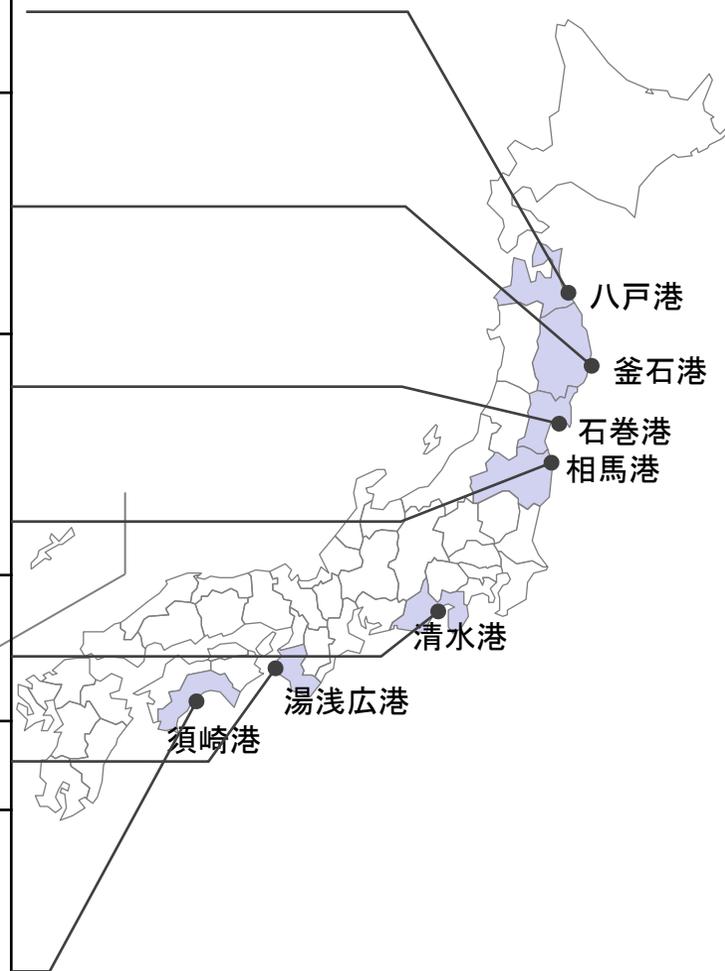
20 地域防災計画における想定地震(太平洋沿岸)

各港湾が所在する自治体は災害対策基本法に基づく地域防災計画において、想定地震を設定し、それに対する津波に備えている。

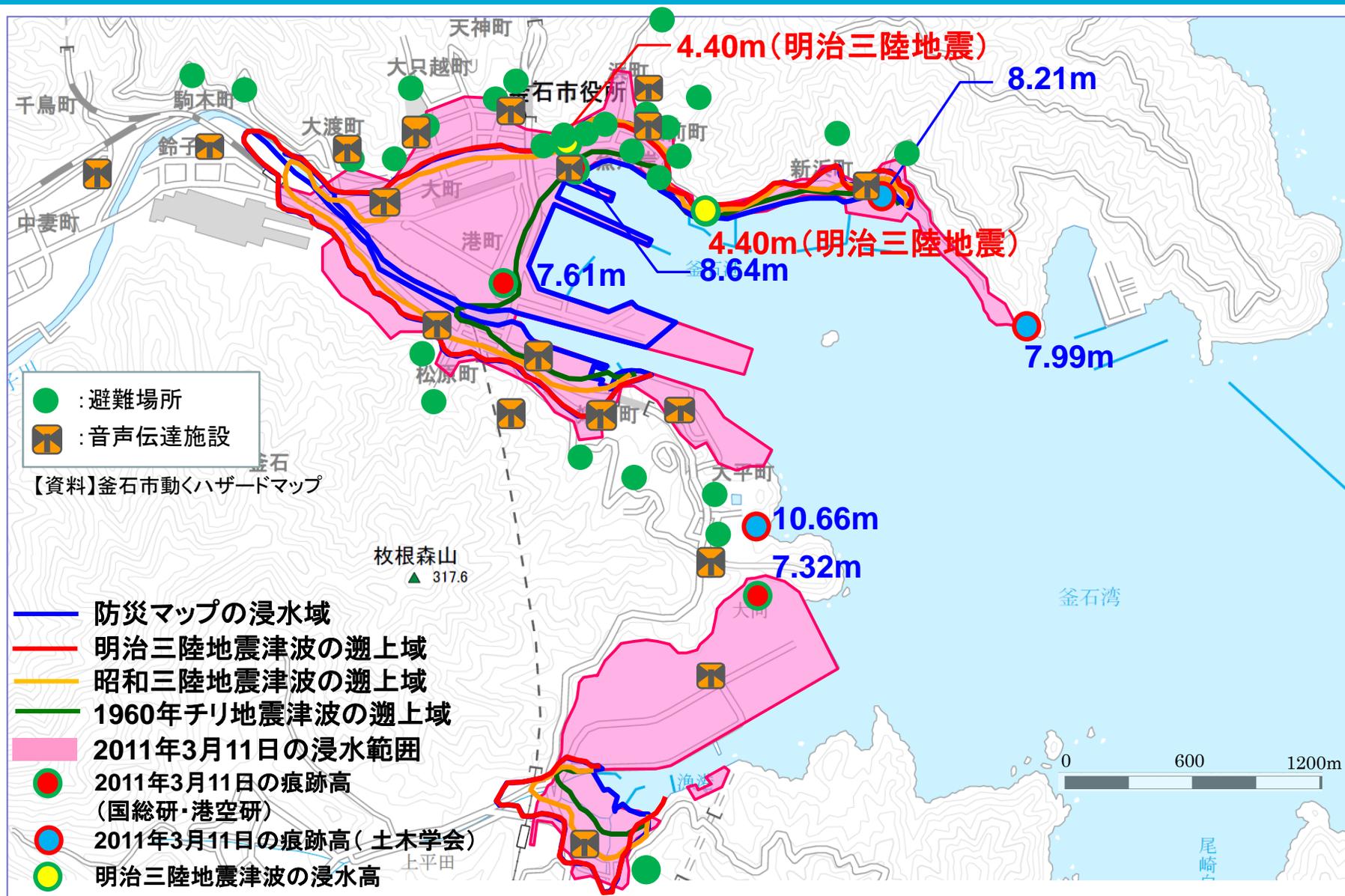


21 海岸保全基本計画における津波防護方針の記載

港名	海岸保全基本計画	津波の防護に関する方針等
八戸港	下北八戸沿岸 海岸保全基本計画	①防護水準 既往最大級の津波に対して防護する。また、地域住民と一体となったソフト対策も含め、総合的な防護を目指す。 ②海岸保全施設の整備 堤防・護岸、胸壁、津波防波堤、水門
釜石港	三陸北・南沿岸 海岸保全基本計画	①防護水準 多大な津波被害の実態や、シミュレーション等による検討を基にして、それらに対処する。 ②取り組み ・シミュレーション等による浸水区域、高さ、到達時間等の検討 ・津波対策の方策を地域と共に策定 ・地域防災計画や町づくり等と連携 等
石巻港	仙台湾沿岸海岸 保全基本計画	①防護目標 津波が高潮・高波よりも脅威となる区域が存在することから、津波に対応した防護を実施する。 ②計画実施における重点事項 津波・高潮対策の施設整備を中心としたハードな防災対策とソフト施策を中心とした災害の被害を最小限にするための減災対策を一体的に推進する。
相馬港		
清水港	駿河湾沿岸 海岸保全基本計画	①防護目標 発生が予想される東海地震に伴う想定津波高を防護する。 ②防護に関する取り組み(清水港ゾーン) 津波防災ステーション、胸壁・陸閘等の津波対策施設の整備。
湯浅広港	紀州灘沿岸 海岸保全基本計画	①整備計画の概要 防波堤の配置、護岸および水門の改良。
須崎港	土佐湾沿岸 海岸保全基本計画	①基本理念 南海地震の津波による大規模な浸水被害が想定される地域では、ソフトとハードの両面から防災機能を高める。 ②計画概要 津波対策として、津波防波堤、堤防、胸壁、陸こう等開口部の整備ならびに改良を行う。



22 避難施設及び音声伝達施設の状況(釜石港)



※浸水域は、釜石市防災マップ、国土地理院浸水範囲概況図(2011年東北地方太平洋沖地震津波)をもとに作成
 ※2011年の痕跡高のうち、国総研・港空研は国土交通省国土政策総合研究所、(独)港湾空港技術研究所の現地調査結果(T.P.基準換算)である。
 ※2011年の痕跡高のうち、土木学会は『東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ』の現地調査結果(T.P.基準換算)である。
 ※明治三陸地震津波による浸水高は、内務省土木試験所報告の数値。

全国の津波・高潮の体験学習施設



奥尻島津波館
(ドキュメント北海道南西沖地震)

久慈市防災センター
(津波シアター)

大船渡市立博物館
(津波浸水域図)

秋田県消防学校防災センター
(津波のメカニズム模型)

気仙沼・本吉広域防災センター
(過去の津波・高潮の映像)

唐桑半島ビジターセンター・津波体験館
(津波疑似体験館)

名古屋市港防災センター
(伊勢湾台風3D映像)

伊勢湾台風記念館
(伊勢湾台風災害記録)

輪中の郷
(伊勢湾台風3D映像)

津波・高潮ステーション
(津波高潮体感シアター)

気象庁気象科学館
(ミニ・シアター津波発生の仕組み)

なぎさギャラリー
(3D津波浸水予測アニメ)

山口県大島防災センター
(地震津波実感シミュレーター)

東海大学海洋科学博物館
(津波実験水槽)

静岡県地震防災センター
(TSUNAMIドームシアター)

人と防災未来センター
(大型スクリーンの実写映像)

錦タワー防災資料館
(東南海地震津波等の被災写真)

徳島県立南部防災館
(大津波の被害写真)

稲むらの火の館
(津波シミュレーション)

和歌山市消防局防災センター
(津波ハザード)

福浦港津波防災ステーション
(津波体感シミュレータ)

〔インターネット上の学習施設〕
 消防防災博物館 (<http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/index.cgi>)
 気仙沼「津波」フィールドミュージアム (<http://tsunami.j-biz.jp/>)
 兵庫県防災学習 (<http://www.hazardmap.pref.hyogo.jp/HazMap/top.htm>)

24 現行技術基準における外力の考え方

■H7年阪神大震災を受けてレベル2地震動を導入

- H11年 港湾基準の改正： 地震動をレベル1、レベル2に区分。耐震強化岸壁については、レベル2地震動に対する耐震性能照査を導入。
- H16年 海岸保全施設基準の改正： 地震動をレベル1、レベル2に区分。高い耐震性能が必要とされる施設については、レベル2地震動に対する耐震性能照査を導入。

■H19年 港湾技術基準の改正

- 技術基準を性能規定化し、永続作用、変動作用、**偶発作用**を定義。
 - ・永続作用： 自重、土圧等、設計供用期間中に常に生じる作用
 - ・変動作用： 風、波浪、レベル1地震動等、設計供用期間中に生じる可能性の高い作用
 - ・**偶発作用**： **津波、レベル2地震動、偶発波浪、火災等、設計供用期間中に生じる可能性は低い**が、当該施設に大きな影響を及ぼすと想定される作用。

	地震	津波	波浪(高潮)
レベル1 (変動作用)	■レベル1地震動 供用期間中に発生する可能性の高い地震動 ⇒ 再現期間75年の地震動	■津波(偶発作用) 供用期間中に発生する可能性は低い が施設に大きな影響を及ぼす作用 ⇒ 既往最大津波、防災上適切と考えられる規模の津波等を踏まえ設定 ※最大規模の想定津波の設定レベルの考え方や方法が曖昧	■波浪(変動作用) 供用期間中に発生する可能性の高い波浪 ⇒ 再現期間50年の波浪
レベル2 (偶発作用)	■レベル2地震動 その地点で想定される最大規模の地震動 ⇒ 中央防災会議等の調査結果等を踏まえて設定		■偶発波浪 左記と同じ ⇒ 施設に最も厳しい波浪、又は再現期間100年以上の波浪 ※偶発波浪の設定レベルの考え方や方法が曖昧

1. 従来設計の考え方

津波防波堤等の設計に際しては、「比較的多くのデータがそろっている近年の津波で、防災上適切と考えられる規模の津波」を対象に、数値計算等に基づき設計。

→結果的に、観測データが残っている過去100年程度の期間に起こった津波を対象とした設計となっていた。

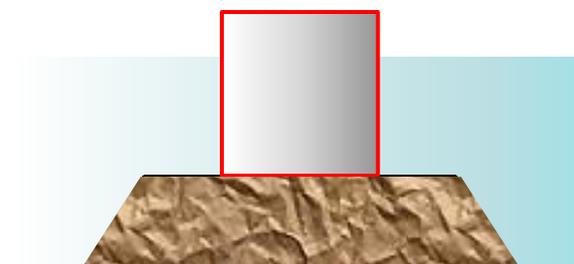
2. 巨大災害を考慮した設計の考え方

最大級の津波等の巨大災害も考慮した防災施設の性能設計のイメージは以下の通り。

	対象津波	施設に求められる機能	施設の要求性能
レベル1	●近代で最大 (100年に一回程度)	<ul style="list-style-type: none"> ●人命を守る ●財産を守る ●経済活動を守る 	●ほとんど損傷しない
レベル2	●最大級 (1000年に一回程度)	<ul style="list-style-type: none"> ●人命を守る(ソフトとの連携) ●経済的損失を軽減する ●特に大きな二次災害をひきおこさない 	<ul style="list-style-type: none"> ●壊滅的な損傷を受けない (施設の防護機能を維持) (早期復旧を可能とする)

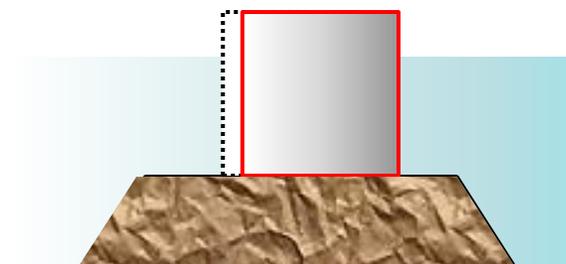
防波堤の要求性能のイメージ

レベル1に対する要求性能

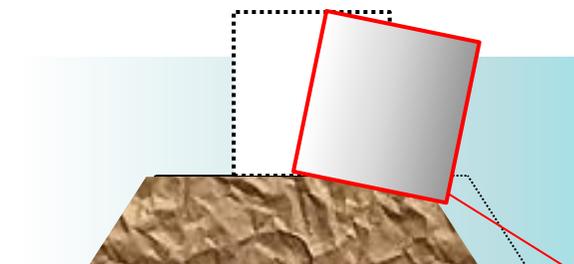


想定される作用に対して損傷が生じないか、又は損傷の程度が僅かな修復により速やかに所用の機能が発揮できる範囲に留まること。

レベル2に対する要求性能



想定される作用に対して損傷の程度が、軽微な修復により短期間のうちに所用の機能が発揮できる範囲に留まること。



想定される作用に対してある程度の損傷が発生するものの、損傷の程度が施設として致命的とない範囲に留まること。

<基本的考え方(案)>

- ① 復旧設計は、港湾分科会防災部会の審議結果を踏まえ、各港の「復旧・復興計画」と連携して実施。
- ② 津波は、レベル1津波とレベル2津波とを考慮する。
レベル1津波： 供用期間中に発生する可能性の高い津波
レベル2津波： その地点で想定される最大規模の津波
(今回の津波も含む)
- ③ レベル2地震動の設定については、東北地方太平洋地震も考慮するが、中央防災会議および地震調査研究推進本部の結論を受けて、必要な場合には再設定する。
- ④ 従って、復旧事業の施行に当たっては、必要な機能や要求性能が追加された場合にも施工が可能な二段階施工を検討し、手戻りを防止する。

27 湾口防波堤の復旧設計の考え方(案)

- ① 大船渡港及び釜石港については湾口防波堤と防潮堤が連携して津波防災施設としての機能を発揮する。要求性能と設計目標は、以下のとおり。
- ② レベル2津波に対して何らかの損傷(修復性又は安全性)を許容しているが、損傷程度の予測には不確実性がともなうと考えられるため、施設の重要性を配慮し、可能な限り、「ねばり強い構造」となるような設計・施工上の工夫を行う。

対象津波	施設の目的	要求性能	設計目標	
			背後防潮堤	湾口防波堤※
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ●人命を守る ●財産を守る ●経済活動を守る 	<ul style="list-style-type: none"> ●ほとんど損傷しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・本体の損傷なし ・越流させない 	<ul style="list-style-type: none"> ・本体の損傷なし ・越流させない
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> ●人命を守る (ソフトとの連携) ●経済的損失を軽減する ●特に大きな二次災害をひきおこさない 	<ul style="list-style-type: none"> ●壊滅的な損傷を受けない (施設の防護機能を維持) (早期復旧を可能とする) 	<ul style="list-style-type: none"> ・越流は許容するが、本体は軽微な変形・変位にとどめる 	<ul style="list-style-type: none"> ・越流は許容するが、本体は軽微な変形・変位にとどめる※

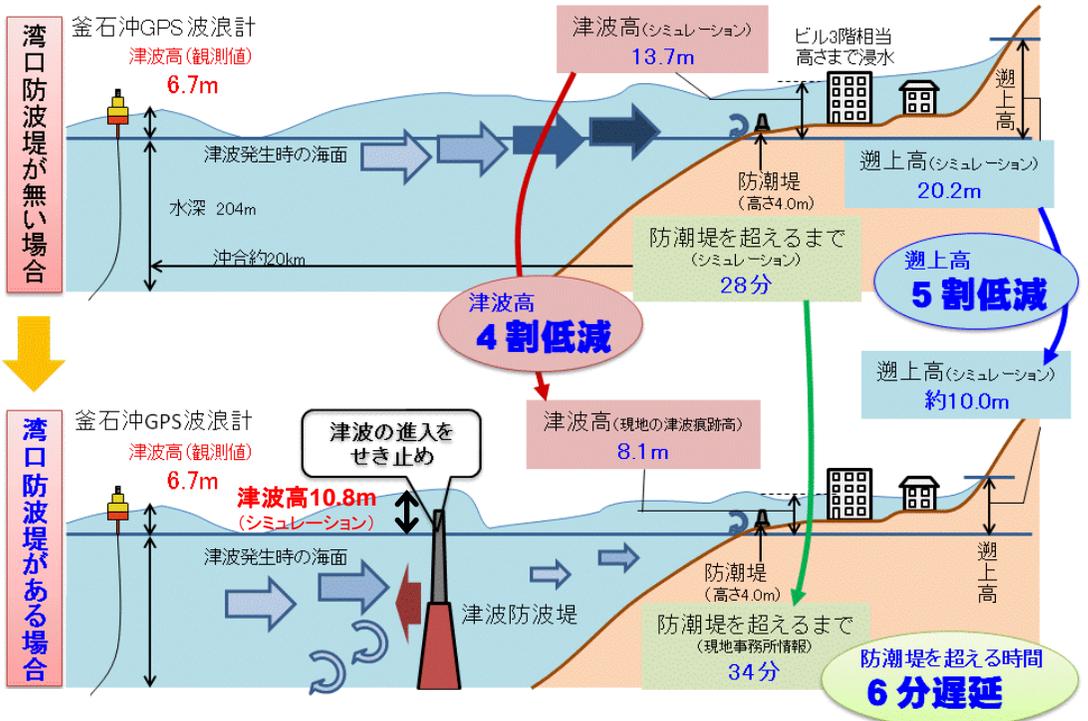
28 釜石港湾口防波堤の減災効果

< 湾口防波堤の効果 >

防波堤で湾の入口を絞り、湾内への海水の流入を絞る

- ①津波高を低減
- ②港内の水位上昇を遅延 (避難時間確保)
- ③流速を弱め破壊力を低減

< 防波堤有 / 無を計算で比較 >



< 津波の襲来状況 > 国交省釜石港湾事務所撮影



地震発生26分後：津波第1波がケーソン目地から流入



地震発生31分後：津波第1波が北堤を越流 (斜下図)



地震発生34分後：津波第1波が防潮堤を越流



地震発生46分後：津波第1波が引き一部欠けた北堤

29 湾口防波堤に係る要望

- 岩手県災害対策本部 本部長 岩手県知事(平成23年4月16日)
「平成23年 東北地方太平洋沖地震及び津波災害に関する緊急要望」より抜粋

5 復興事業としての社会資本整備等の促進

(略)

また、新たなまちづくりの基礎となる湾口防波堤や防潮堤等の防災施設について、早期に整備すること。

(略)

- 岩手県沿岸市町村復興期成同盟会(平成23年4月22日)

「要望書」より抜粋

7 公共施設・基盤施設の早期完成・再建

各種公共施設・基盤施設に甚大な被害があり、社会生活に支障をきたしていることから、早期の完成又は再建を図ること。

(略)

(3) 湾口防波堤、津波・高潮対策施設(防潮堤)、GPS波浪計

(略)

- 釜石市議会議長(平成23年4月25日)
「東日本大震災に係る要望書」より抜粋

(略) 釜石市民の新たなまちづくりのため、また、地域産業の復興のため、以下のとおり切望いたしますので、特別のご高配を賜りますようお願いいたします。

1 釜石港湾口防波堤の復旧・機能向上

(略)

30 津波シミュレーションについて

○東北地方太平洋沖地震によって生じた津波に対する釜石港及び大船渡港の湾口防波堤の津波低減効果を検討するため、(独)港湾空港技術研究所が以下の手法で津波シミュレーション(数値計算)を実施した。

<計算手法及び計算条件(概要)>

- ・ シミュレーションには、高潮津波シミュレーター「STOC」を使用。
- ・ 表-1と図-1とおり、8種類の格子サイズを用いた計算を行った。
- ・ 数値計算では、陸域の土地利用に応じて粗度係数を設定しているが、実際の建築物による影響は詳細に反映していない。
- ・ 格子サイズ 12.5m の最内側の計算領域のみ、防波堤・防潮壁を考慮し、遡上計算を行った。
- ・ 湾口防波堤以外の防波堤・防潮壁に関しては、全てのケースにおいて、損傷を受けず機能するものとして取り扱った。
- ・ 建築研究所の解析結果を基に、GPS波浪計が観測した津波高を再現できるよう、滑り量を補正した断層パラメータから初期水位分布を計算(図-2)
- ・ 第1波による浸水状況に着目するため、地震発生から180分間を再現対象とした。

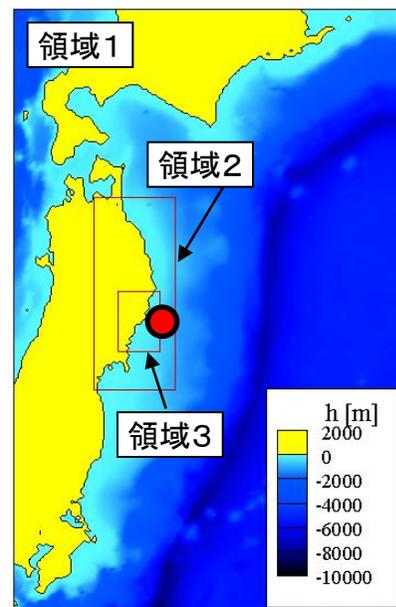


図-1. 計算領域(釜石港の場合)
※赤丸印は岩手南部沖GPS 波浪計の位置

表-1. 各計算領域における計算手法の詳細

領域番号	1	2	3	4	5	6	7	8
格子サイズ	5400m	1800m	600m	200m	100m	50m	25m	12.5m
時間ステップ	0.2 秒							
再現対象時間	地震発生から3時間							
遡上計算	なし							あり
底面摩擦項	海域に一樣な粗度係数							土地利用に応じ粗度
防波堤・防潮壁	なし							あり

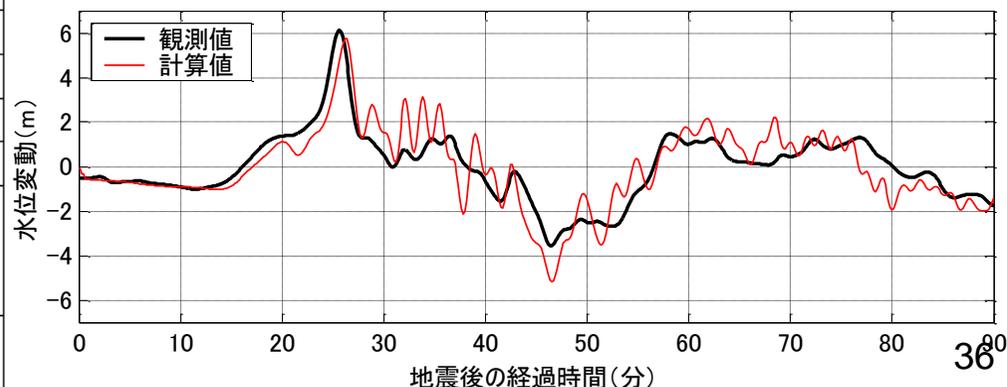
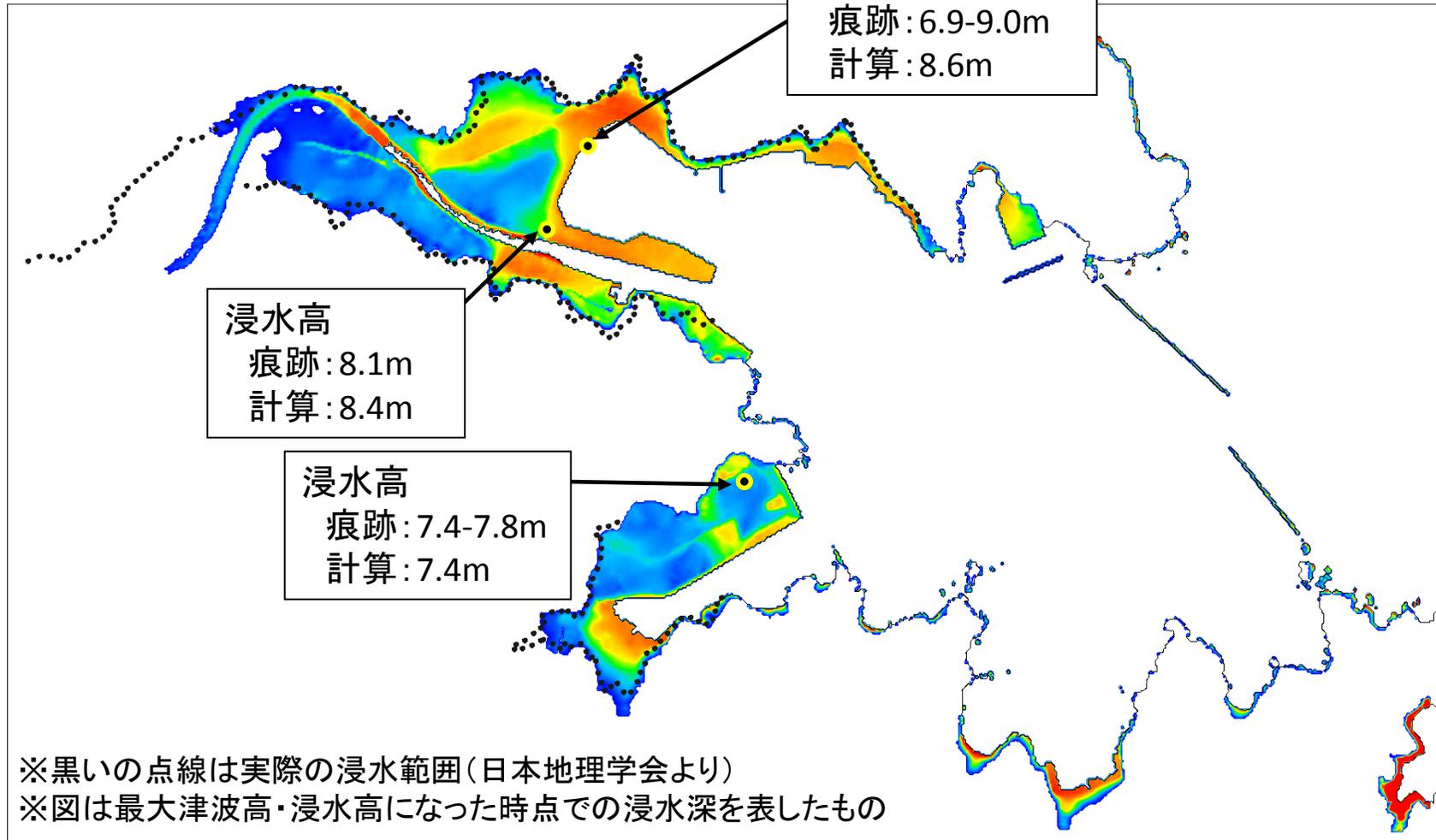


図-2. 岩手南部沖GPS 波浪計が観測した津波波形と計算値の比較

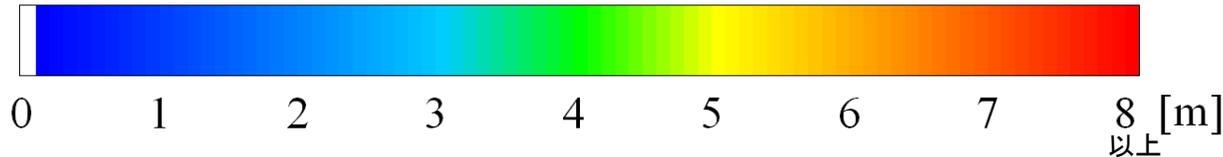
釜石港におけるシミュレーション結果(1)

湾口防波堤を被災前の機能まで復旧した場合

※浸水高:海面からの高さ



浸水深:
地面からの高さ



湾口防波堤を復旧しない場合

浸水高
計算: 10.6m

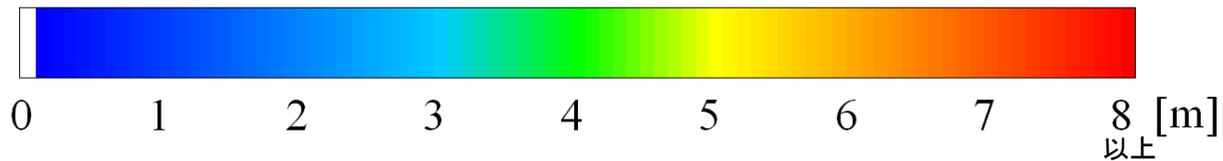
※浸水高:海面からの高さ

浸水高
計算: 10.4m

浸水高
計算: 11.4m

※黒点線は日本地理学会が写真判読から推定した浸水範囲
※図は最大津波高・浸水高になった時点での浸水深を表したもの

浸水深:
地面からの高さ



1. 対象津波の選定

- ・防護対象の重要度を考慮した津波外力の再現期間(レベル1, レベル2)の設定手法
- ・対象津波の高さ、流速・波力、到達時間の設定
- ・まちづくりの前提となる防護水準の標準案(または代替案)、浸水区域・浸水深の提示

2. 津波防災施設の設計等

- ・レベル2津波でも大きく被災せず、一定の減災効果を保持する「粘り強い構造物」の設計手法、改良工法
- ・復旧期間短縮等のための施工技術の開発
- ・水門、陸閘等の自動化・遠隔操作化

3. 避難対策

- ・量的津波予報に対応した津波ハザードマップの作成
- ・停電時の情報伝達
- ・GPS波浪計の更なる高度化、機能強化(通信システムの多重化、情報提供ルートが多様化、リアルタイム沿岸津波予測機能の付加など)
- ・想定震源に近接する港湾のふ頭内における避難施設の確保
- ・防災施設や想定を過信しない防災教育の継続

4. その他港湾特有の対策

- ・臨港地区等における防護ラインの見直し(防潮堤が切れているところがある)
- ・堤外地に立地する物流・産業施設の防護方策(埋立地の嵩上げ、護岸嵩上げ、防波堤嵩上げ等)
- ・船舶、コンテナ等の漂流防止(防浪フェンス、防浪ビル群等による陸側への漂流防止)

◎:部会長 ○:部会長代理

	家田 仁	東京大学大学院 教授
○	磯部 雅彦	東京大学 教授
	今村 文彦	東北大学 教授
	大年 邦雄	高知大学 教授
	沖 健	一般社団法人日本鉄鋼連盟 土木委員会委員長
	片田 敏孝	群馬大学大学院 教授
◎	黒田 勝彦	神戸大学名誉教授
	小林 潔司	京都大学経営管理大学院長
	田和 健次	石油連盟 技術環境安全部長
	豊馬 誠	電気事業連合会 工務部長
	早田 元哉	飼料輸出入協議会 理事長
	牧 紀男	京都大学 准教授
	吉野 理佳	毎日新聞社東京本社 地方部長

【五十音順 敬称略】