北海道運輸局中小造船業•舶用工業経営技術講習会 札幌第2合同庁舎 平成23年10月21日

津波被害の概要と安全対策

(独)港湾空港技術研究所アジア・太平洋沿岸防災研究センター上席研究官 富田 孝史

これまでの津波防災の考え方

• 信頼性のある、数多いデータをもとに過去の津 波を検証し、最悪規模の津波を想定



水理模型実験、数値計算などにより具体的に対象地域に来襲する津波を想定



ハード的な対策を検討・実施



最悪規模の津波を対象としない場合もある

・ 浸水域等を想定し、避難対策などソフト的な対策を検討・実施

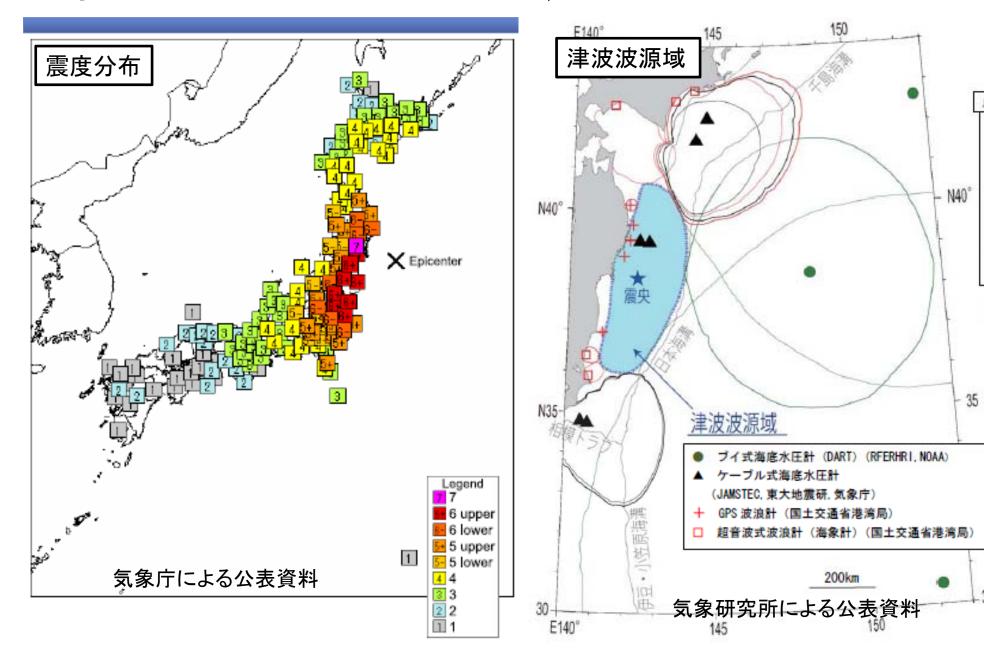
- ① 信頼性のあるデータがほとんど無い(地震や津波の再現が困難な)巨大津波が来襲
- →歴史的、地球科学的に最大規模の津波の 想定する必要
 - ✓ 古文書の調査
 - ✓ 堆積物調査
 - 地面の下に埋もれた過去の津波の痕跡の発掘
 - 万能ではないことが今次津波で明らかに

- ② 想定よりも広くそして深く浸水
- →最大規模の津波による浸水の把握
- ③ 防護構造物を過信して避難が遅れた
 - ✓一方、多くの人が逃げ命を取り留めた。 例えば、釜石市では登校していた小・中学校生は全員無事
 - ✓構造物の効果が認められたケースもある
- → 構造物は完全ではなく、限界があることを 理解してもらい、避難を促進

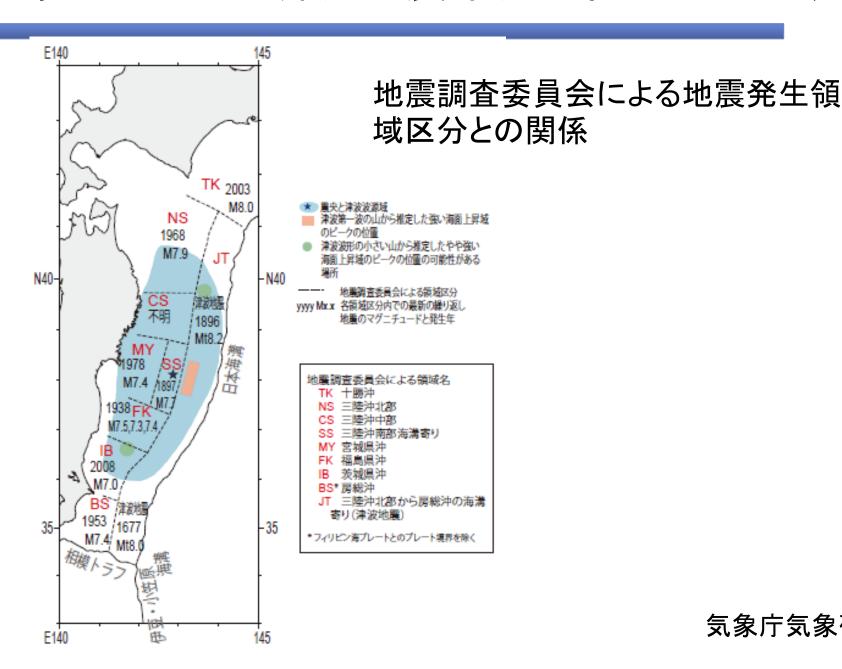
- ④ 漂流物が被害を拡大
 - ✓ 船舶
 - ✓ コンテナ
 - ✓ オイルタンク
 - ✓ 自動車など
- → 漂流予測と対策

- ⑤ 地震後3分で発表した津波警報の第一報が 過小評価
 - ✓ 第一報時には、想定宮城県沖地震が発生したと推定
 - ✓ 国内の地震計は振り切れ、正確な地震規模を速やかに把握できず
 - ✓ 沖合いの津波観測記録を参考に、警報をグレードアップ
- → 第1報の出し方および津波高レベルの見直し
 - ✓ M8程度以下とそれ以上とに場合分け
 - √ 1, 2, 4, 8 m

東北地方太平洋沖地震と津波

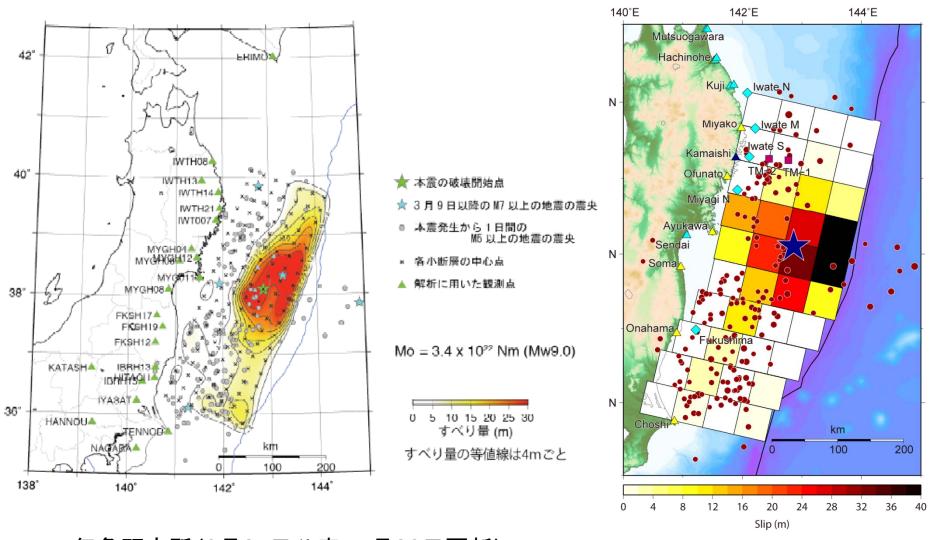


東北地方太平洋沖地震津波とそれまでの想定



気象庁気象研究所

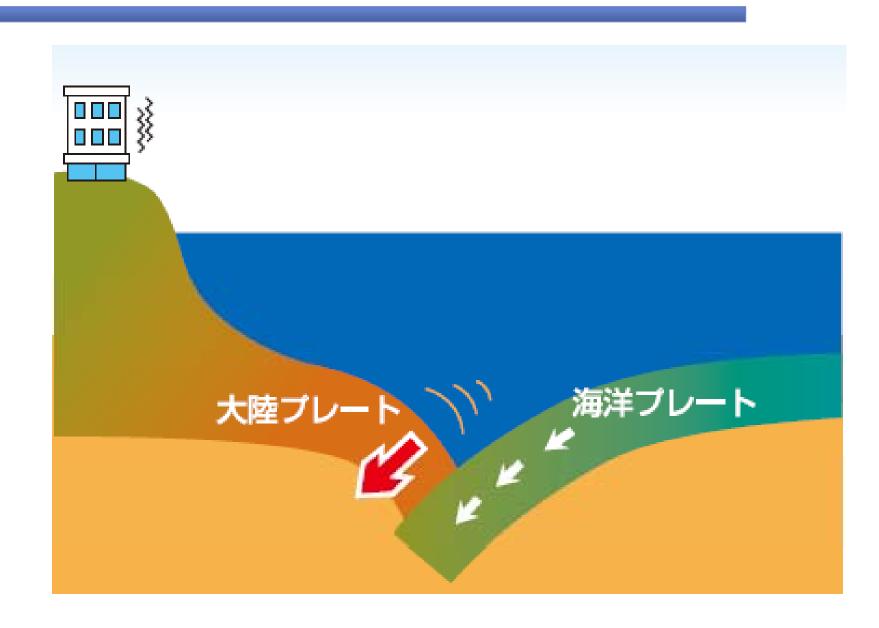
すべり量分布



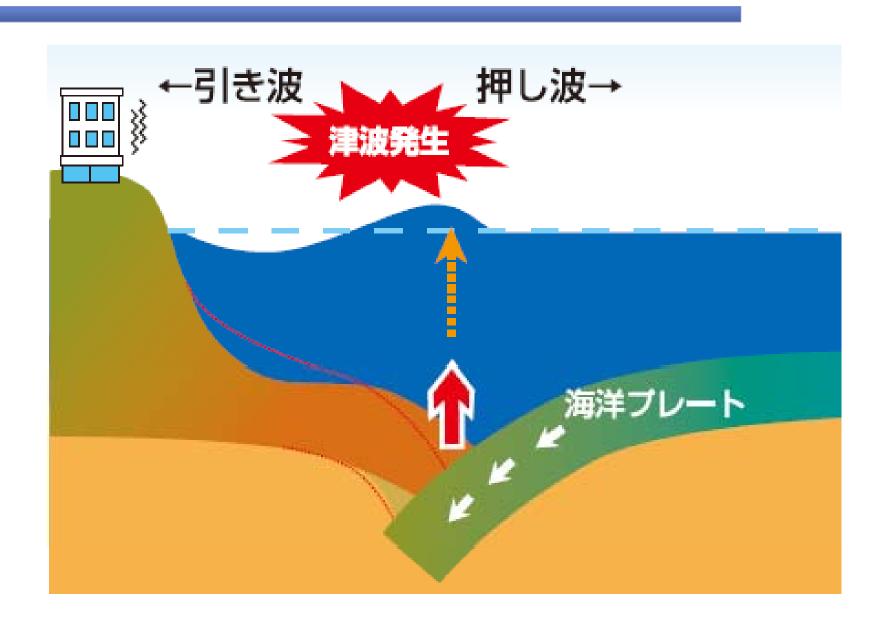
気象研究所(3月25日公表、4月26日更新)

藤井·佐竹 Ver.4.2

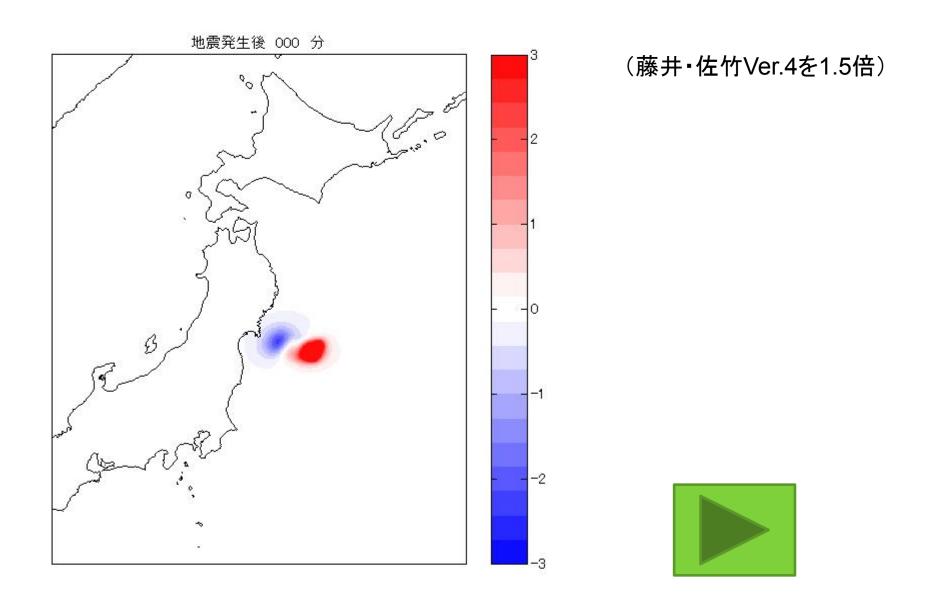
津波の発生の仕組み (1/2)



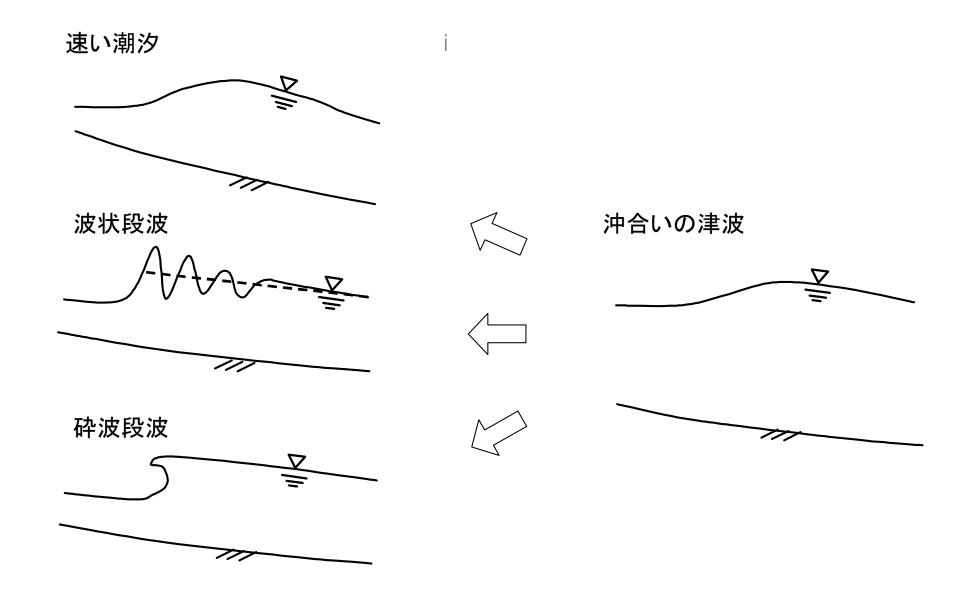
津波の発生の仕組み (2/2)

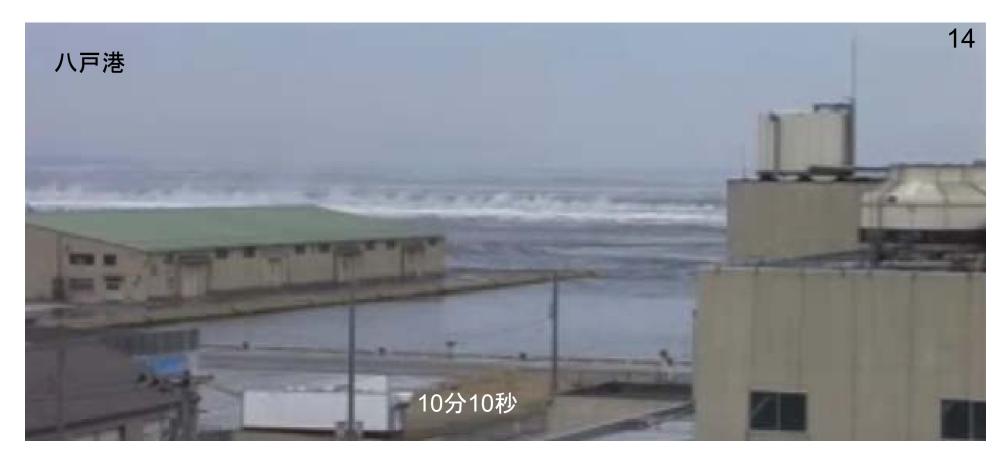


港空研による津波の伝播計算



海岸付近における津波変形

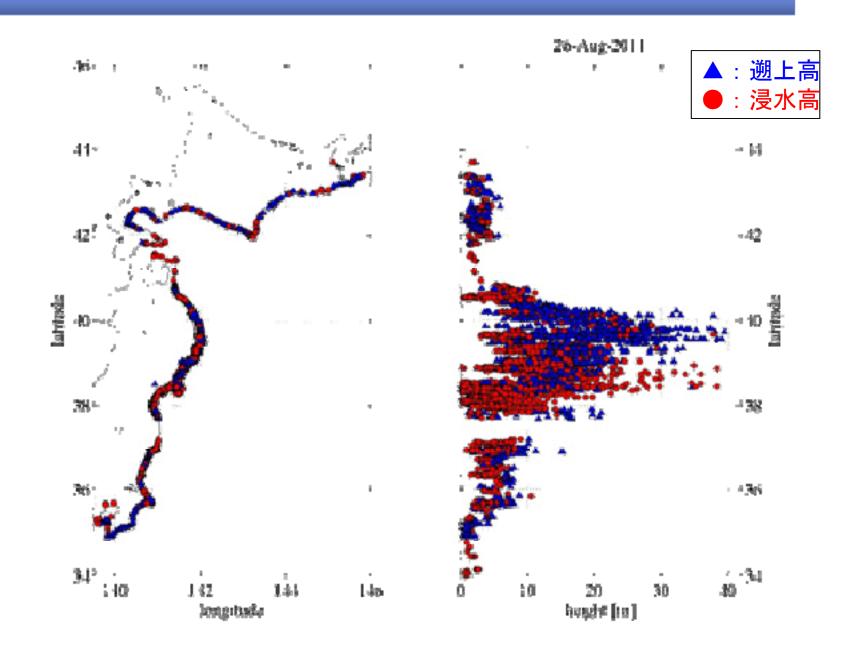




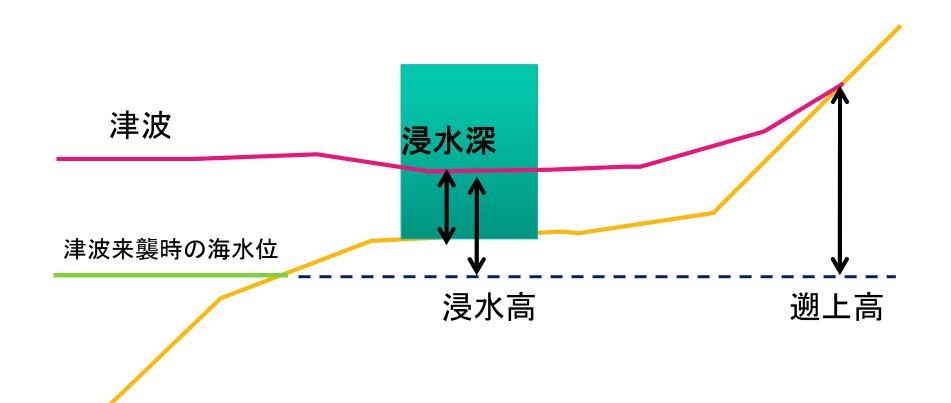




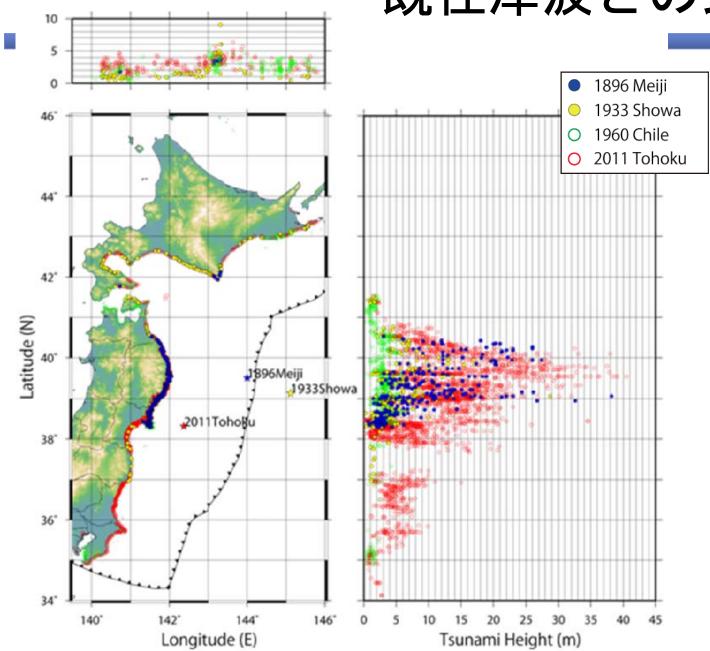




浸水高·遡上高·浸水深

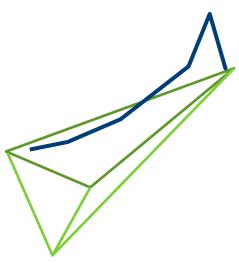


既往津波との比較



津波合同調査 グループのデー タを基に、鴫原 先生(防衛大学 校)が作成

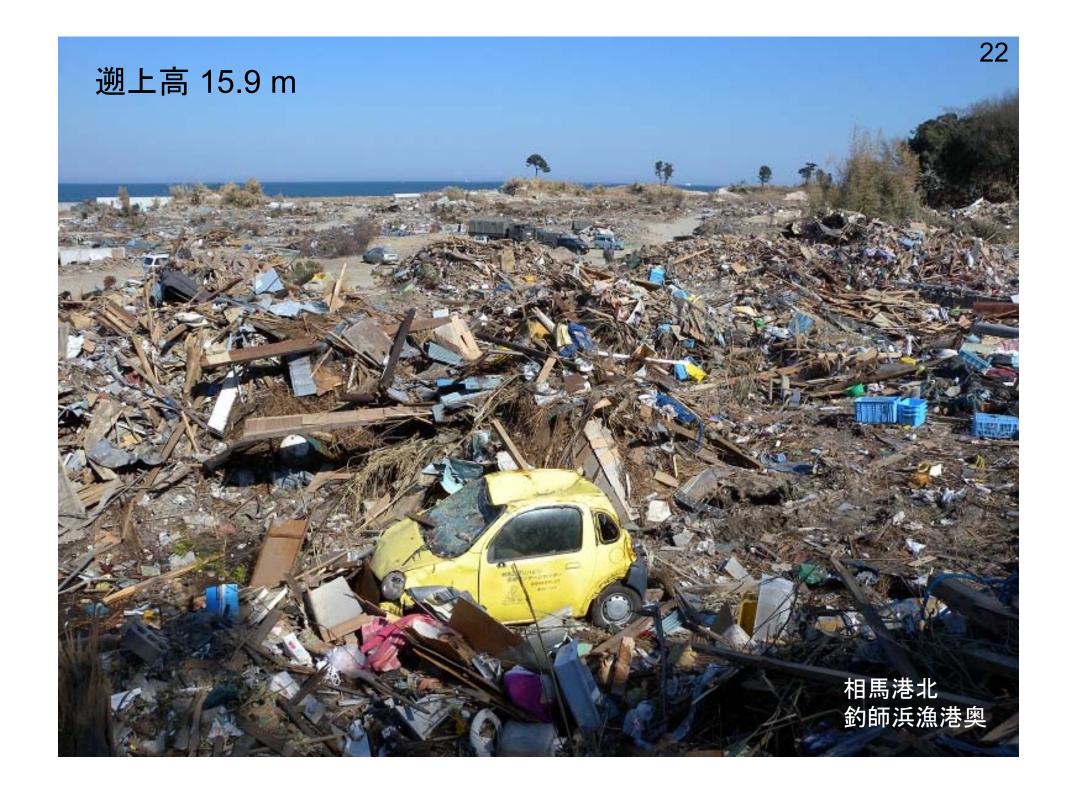




平野部



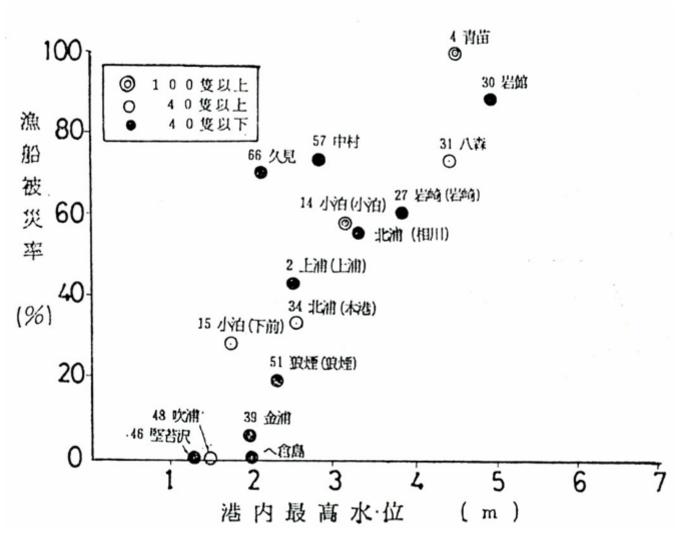
死者・行方不明者は5800人超(人口の3.6%)



津波と被害

津波強度	0	1		2 3		3	4	23 ₅
津波高 (11)	1	2		4		8	16	32
津 緩斜面 波 形	岸で盛上がる	沖でも水 第二波砕		先端に 砕波を伴う ものが増え る。		١	第一波でも 巻き波砕波を 起こす。	
態急斜面	速い潮汐	速い潮汐					, 0	
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	部分的破壞 全面破壞							
石造家屋	持ちこたえる			(資料無し) 全面破壊				
鉄・コン・ピル	持ちこたえる				(資料	無	し)	全面破壞
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 漳	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%		Ī	被害率100%	

首藤伸夫(1992)



漁港内係留漁船の被災率と津波高の関係(山本正昭・中山哲厳・坂井 淳・三橋宏次,日本海中部地震津波による漁港内の漁船被害,第32回海岸工学講演会論文集,1985,pp/460-464)



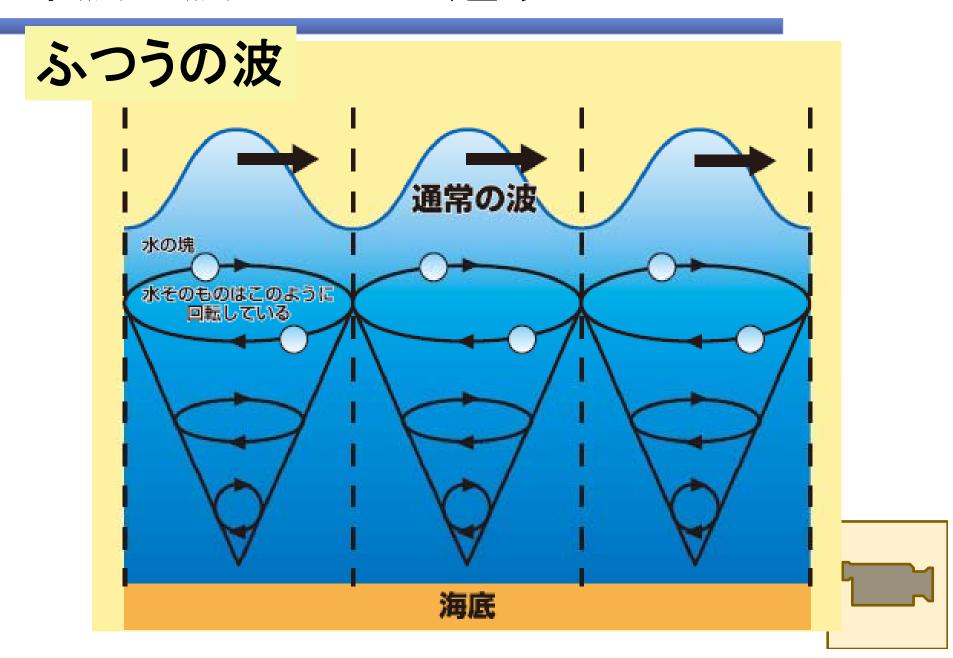
共通の実験条件 ② 沖の波高 50cm ② 護岸高さ 2m



波 10秒 波長 92m 速さ 時速33km (水深10mで)

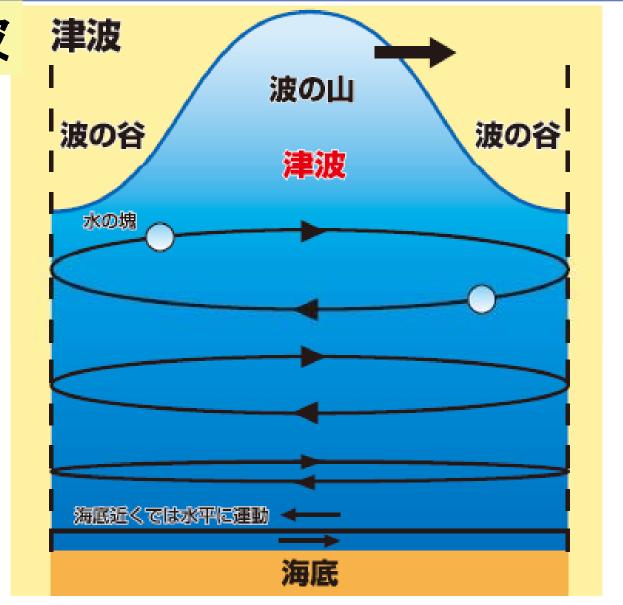
津波 20分 波長 12km 速さ 時速36km (水深10mで)

津波と波はどこが違うの?



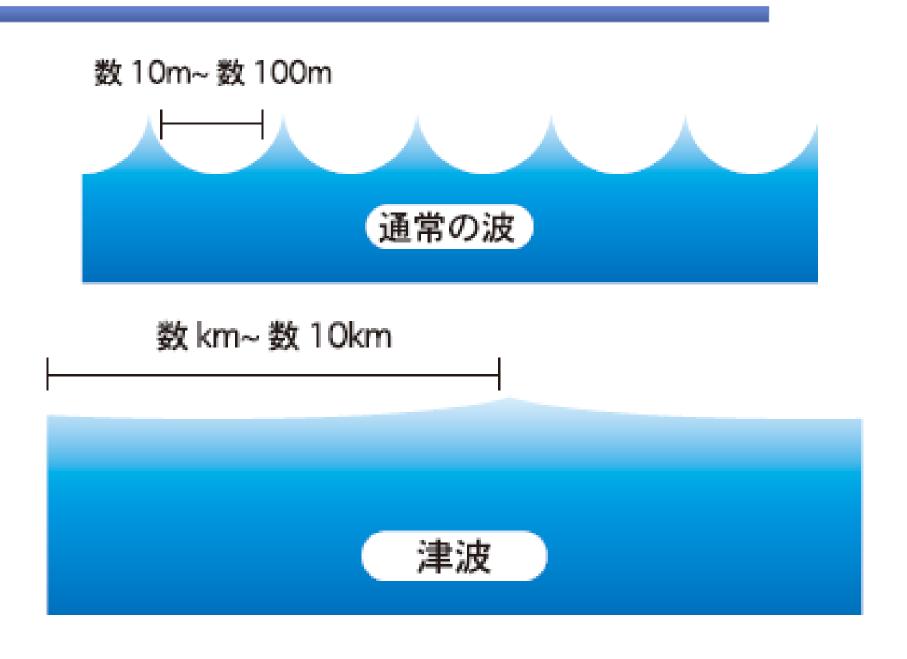
津波と波はどこが違うの?

津波



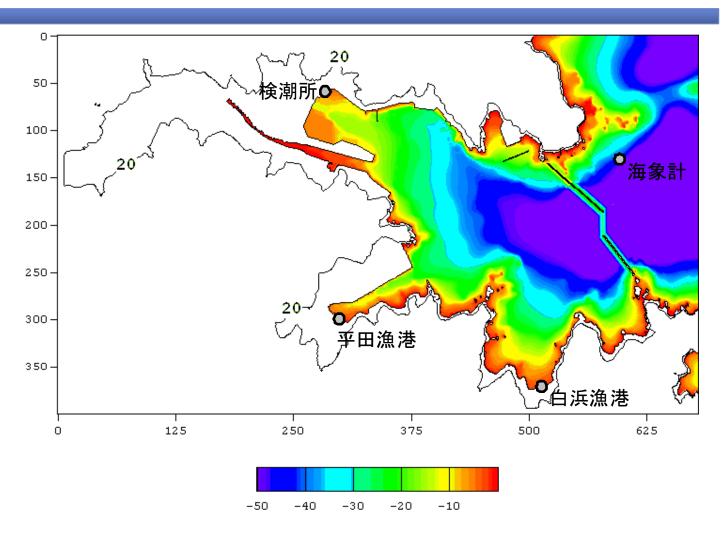


津波と波の違い

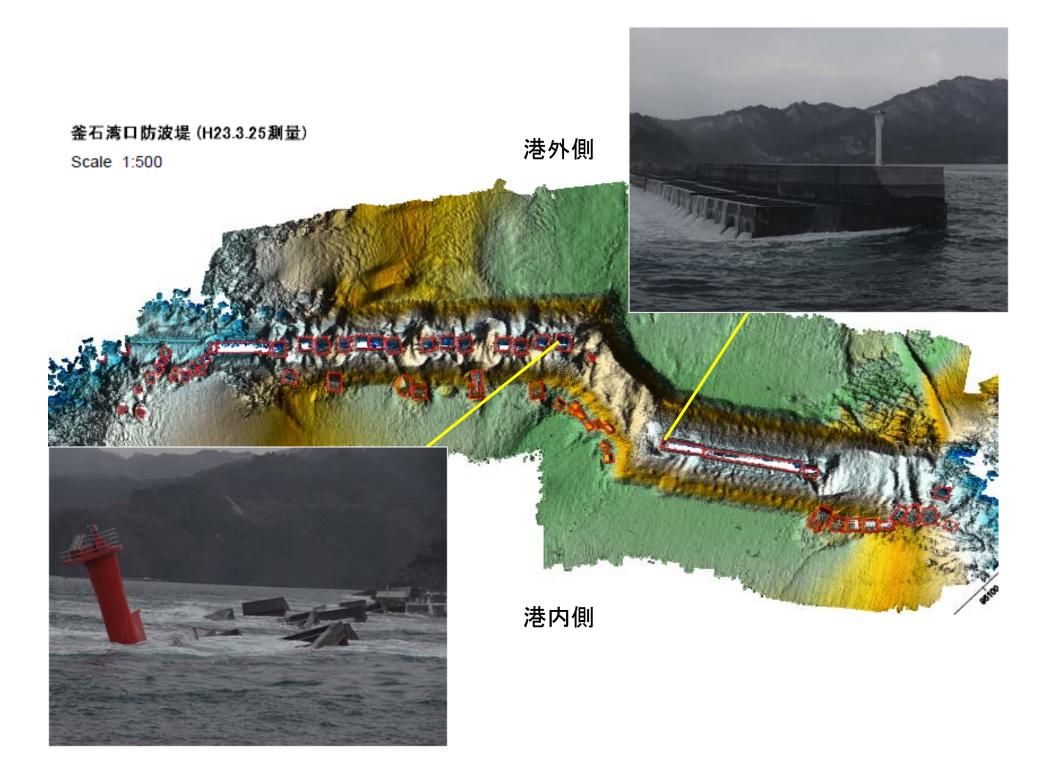


構造物の効果

釜石湾口防波堤を例として

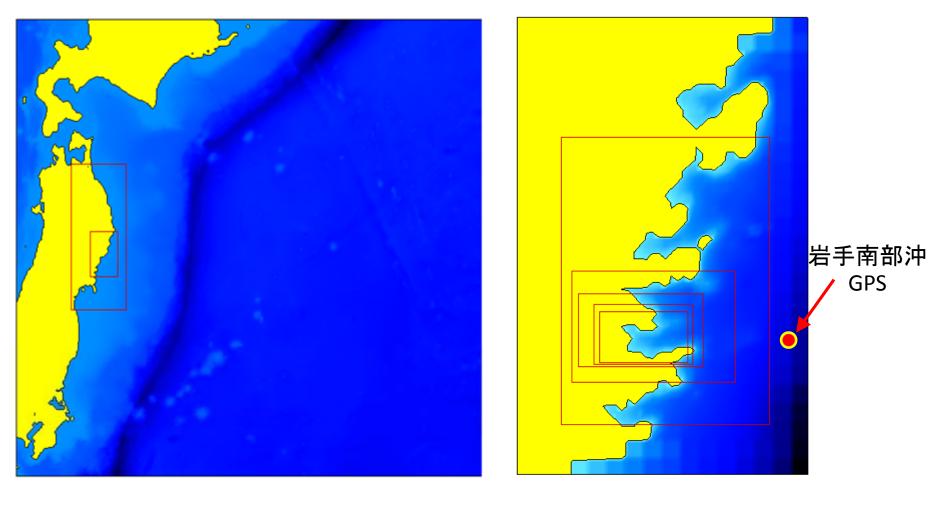


- 防護計画:湾口防波堤と防潮壁
- 明治三陸地震津波対応



計算条件

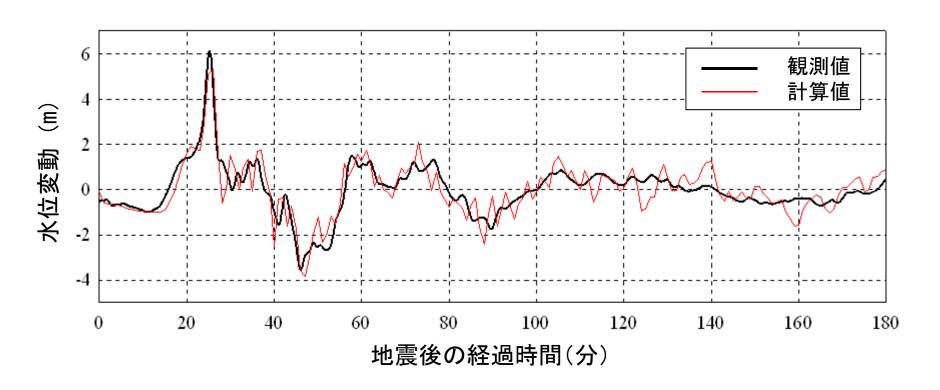
- 計算モデル:STOC-ML(単層)
- 計算格子:8領域のネスティング
 5400m→1800m→600m→200m →100m →50m →25m →12.5m
- 計算時間:地震発生から3時間
- 時間ステップ:0.2 s
- 断層モデル:藤井・佐竹の断層パラメータVer.4を基にGPS波浪計で観測された最大津波高に合うように補正(すべり量1.5倍)
- 水位条件: T.P.+0.0m
 地盤沈下-0.61m, 津波来襲時潮位T.P.-0.50m



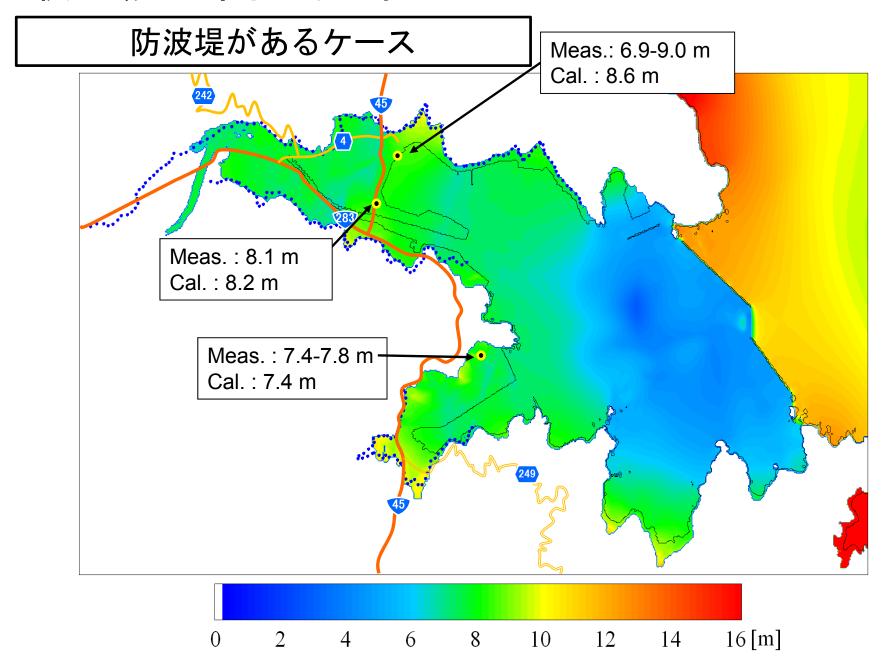
第1-3領域 第3-8領域

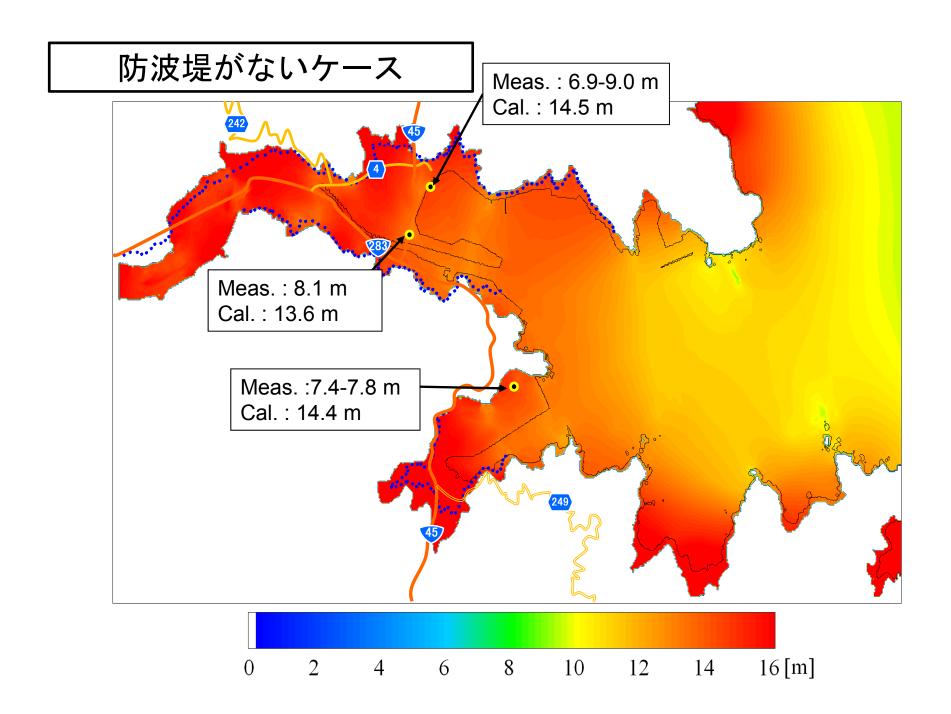
GPS波浪計で観測された津波波形との比較

岩手県南部沖(釜石沖)のGPS波浪計で観測された津波波形と数値計算による津波波形

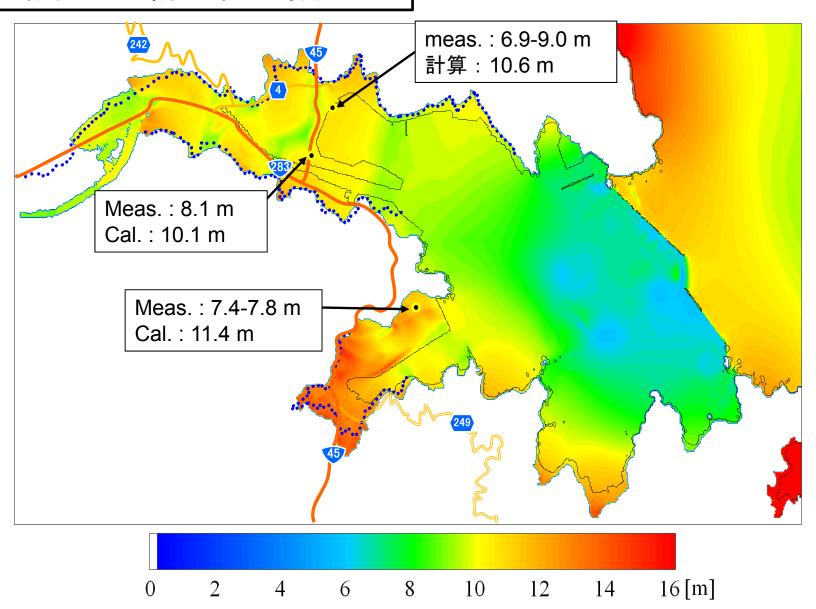


最大浸水高の分布



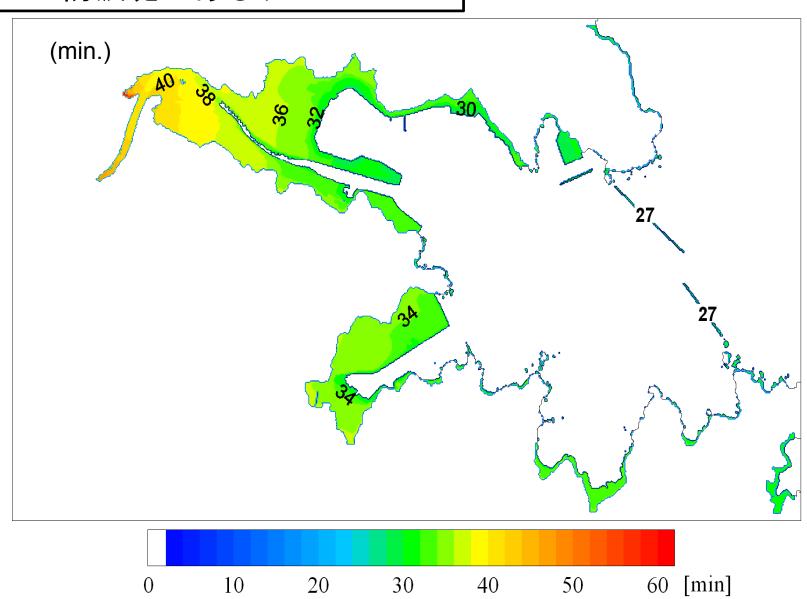


被災した防波堤の場合

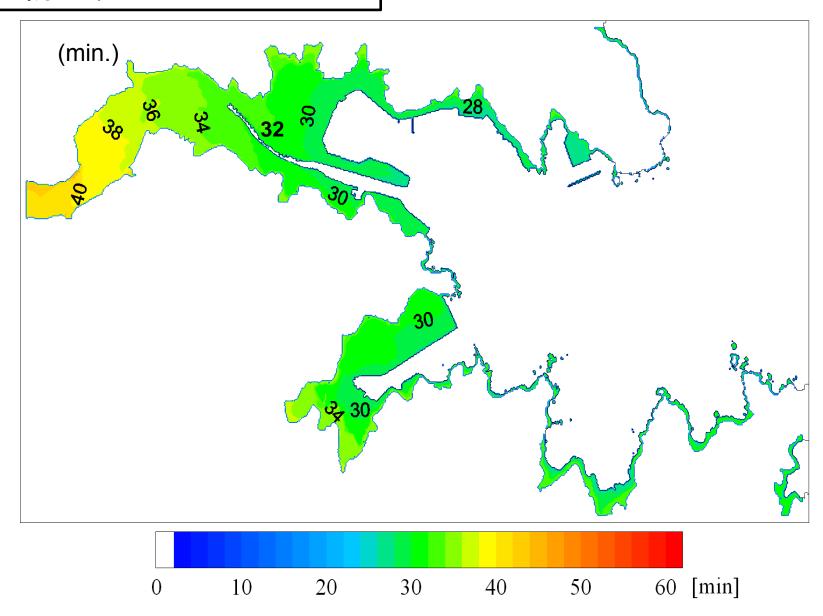


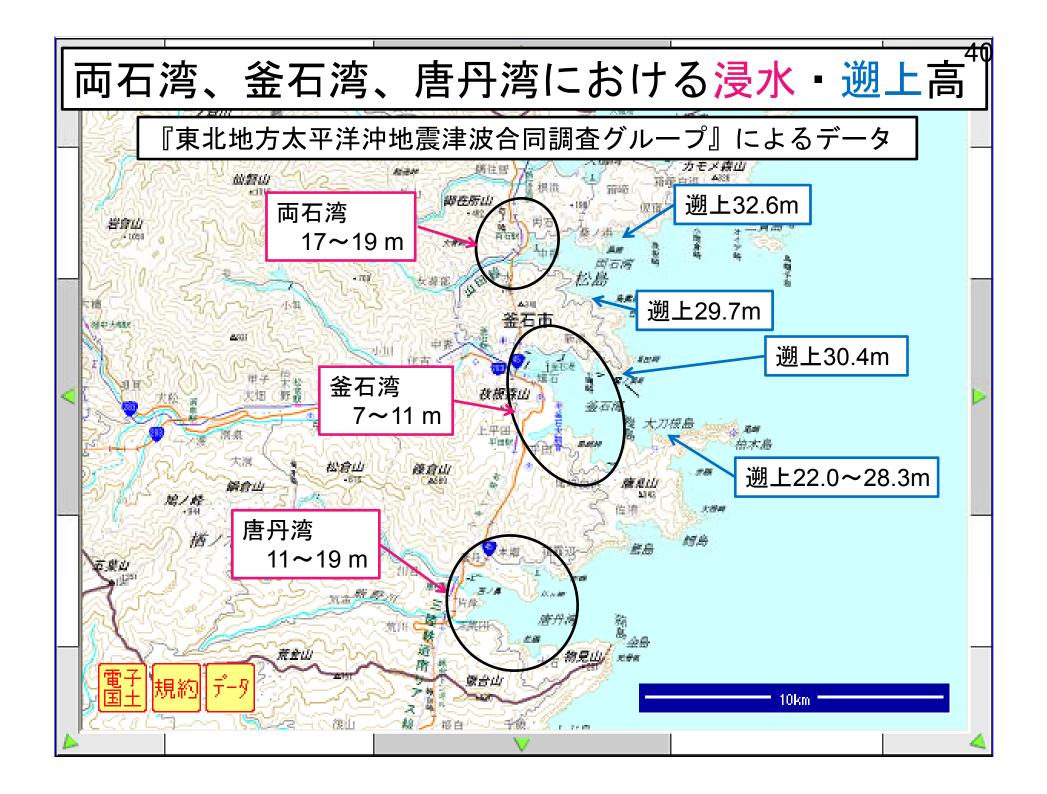
津波到達時間

防波堤があるケース



防波堤がないケース





災害のイメージ

防潮堤等の被害(押し波)



防潮堤背後の洗掘

(八戸港八太郎地区)

天端高: TP+4.7 m

近傍の痕跡高: TP+8.03 m



防潮堤の転倒

(大船渡港茶屋前地区)

天端高: TP+3.40 m

近傍の痕跡高: TP+8.07 m

防潮堤等の被害(引き波)



防潮堤背後の洗掘 (釜石港須賀地区)

天端高: TP+4.00 m

近傍の痕跡高: TP+8.64 m

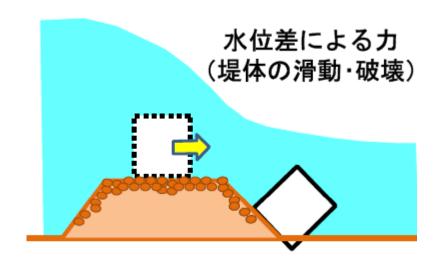


防潮堤の転倒

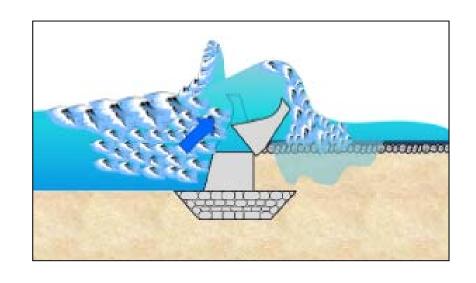
(大船渡港長浜地区)

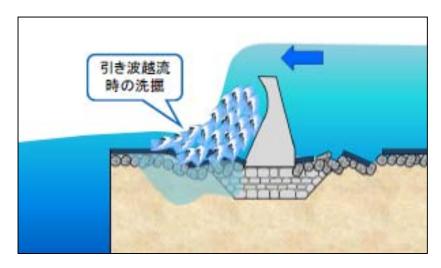
天端高: TP+3.00 m

近傍の痕跡高: TP+10.02 m



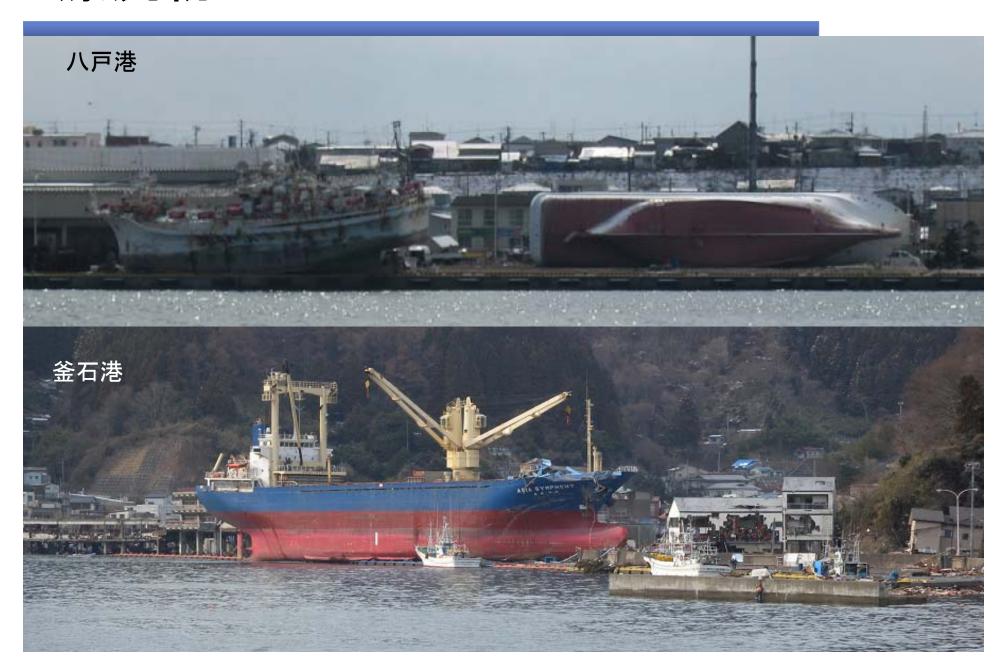






漂流物

船舶



コンテナ



宮古







沿岸都市の被害





歌津



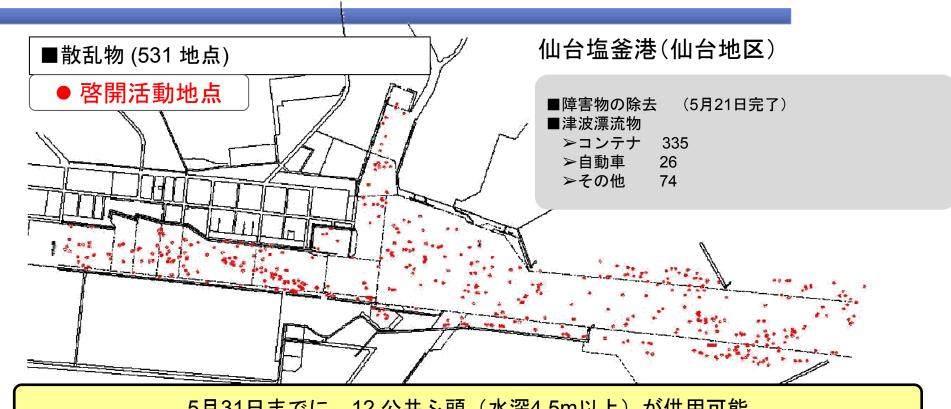
洗掘



防波堤の開口部 護岸の隅角部

速い流れ

港内水域の障害物



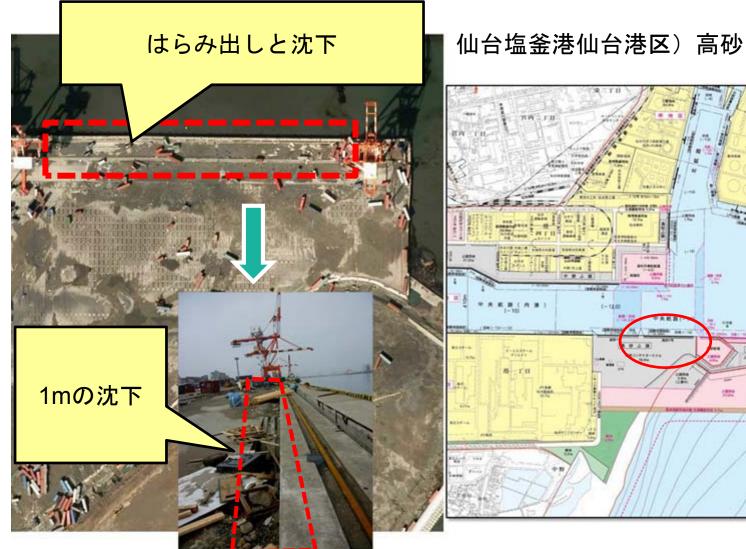
5月31日までに、12公共ふ頭(水深4.5m以上)が供用可能







埠頭の地震被害



仙台塩釜港仙台港区)高砂コンテナターミナル

MLIT

地盤沈下



地盤沈下による、被災後の満 潮時の冠水

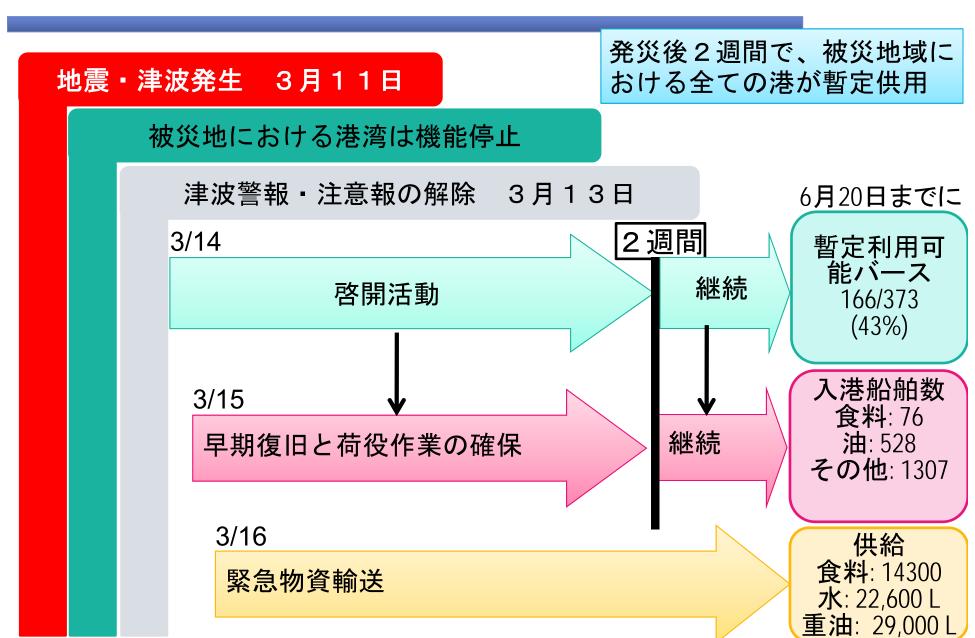
地震と津波の複合災害



地震による沈下(液状化や揺れによる圧縮)+津波による吸い出し

救援および早期復旧

港湾の復旧作業



これからの津波防災

防災の考え方

津波レベル1(津波防護レベル)

数十年~百数十年に1回の津波

人・財産を守る

施設で守る

津波レベル2(津波減災レベル)

津波防護レベルを超える津波千年に1回程度の津波(?)

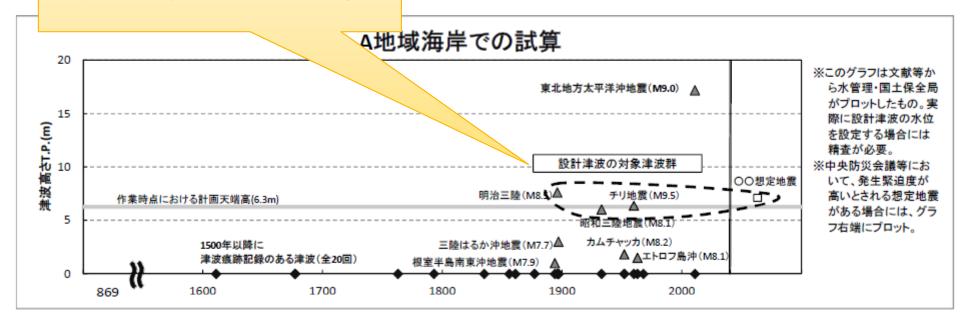
人を守る

まちづくり・防災体制とともに守る

レベル1津波

原則として一定の頻度(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

- ・過去の津波による実績高さ
- ・数値計算による算定



海岸4省庁→海岸管理部局

人命を失わないために

- 被害想定
 - ハザードマップ レベル2津波での想定
- 意識向上
 - 防災教育
- 避難施設
 - -緊急避難場所
- 情報伝達
 - -警報など

想定を超えることもある

より高い所に逃げられる施設 港湾の堤外地

沖合い観測の活用

地域の脆弱性評価と理解



被害イメージの創出



緊急避難施設



埠頭上での被害

コンテナヤード

約150m



約40m

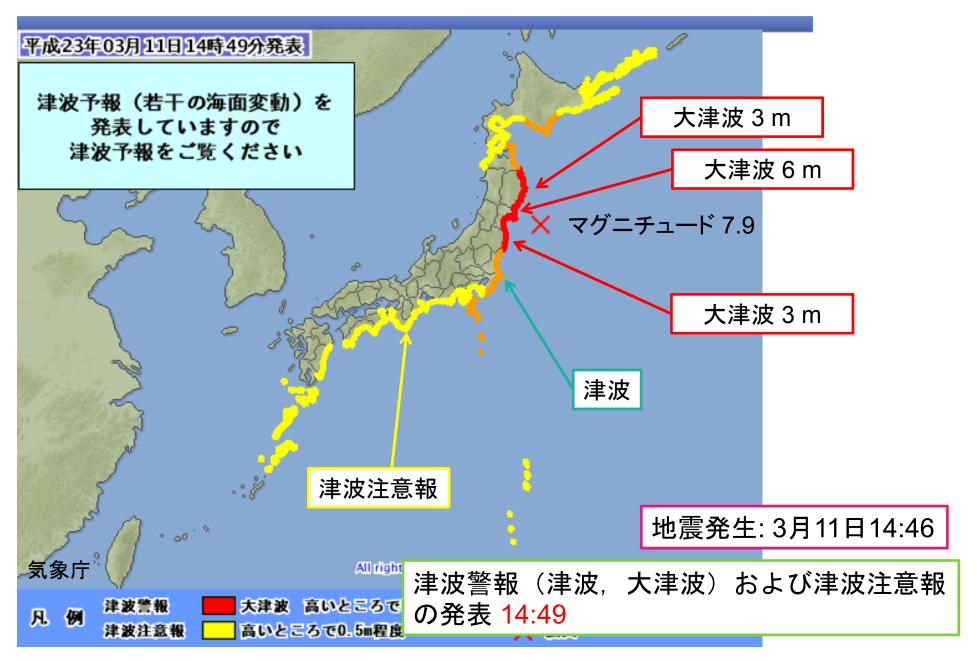
約82m

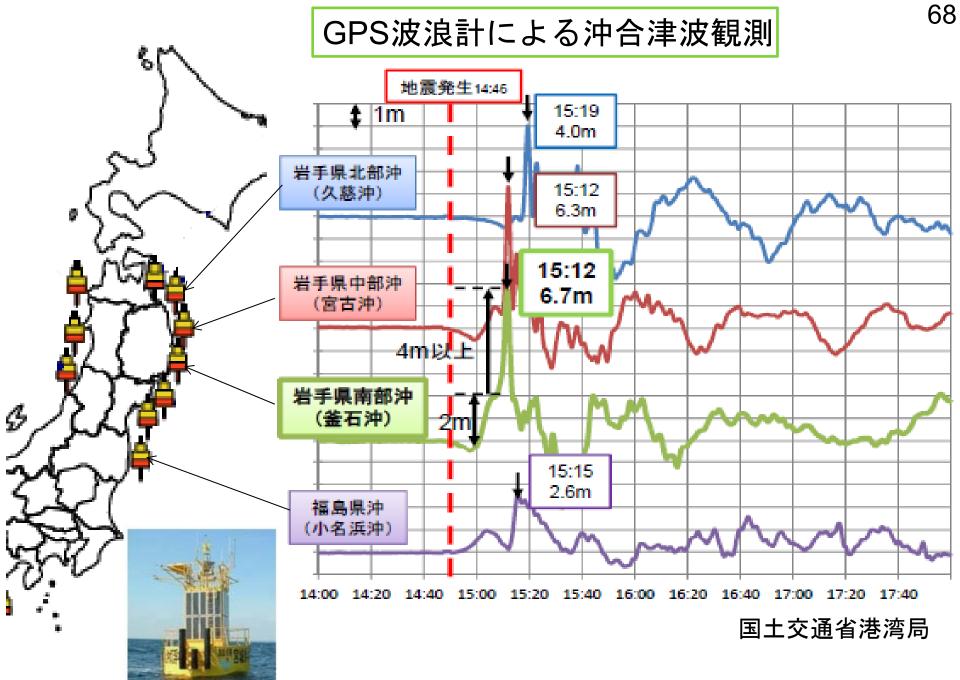
防護施設の外での避難場所



1993年北海道南西沖地震による津波で大きな被害を受けた奥尻島・青苗

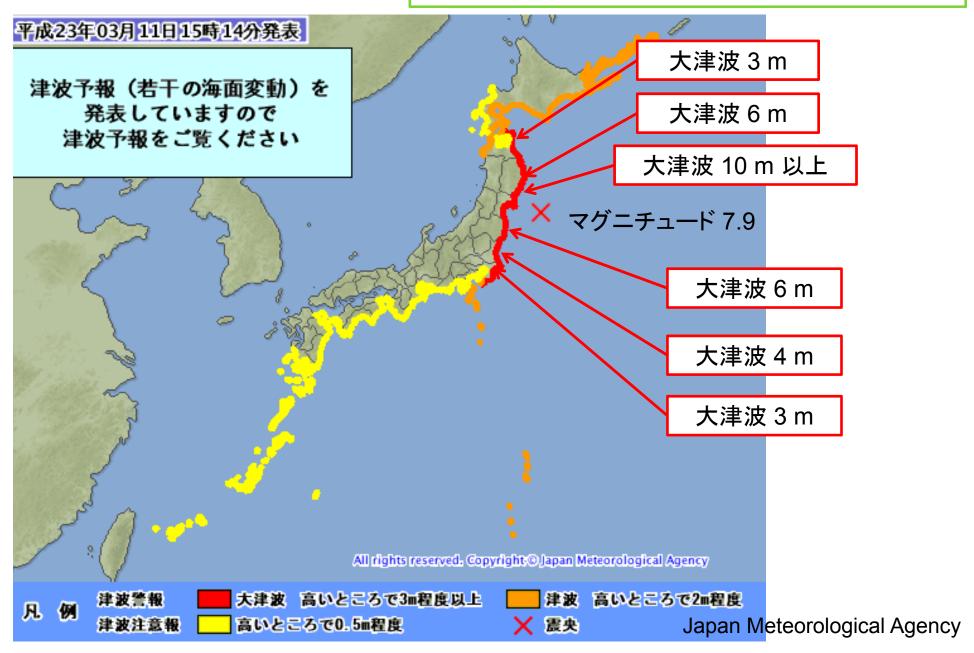
津波情報



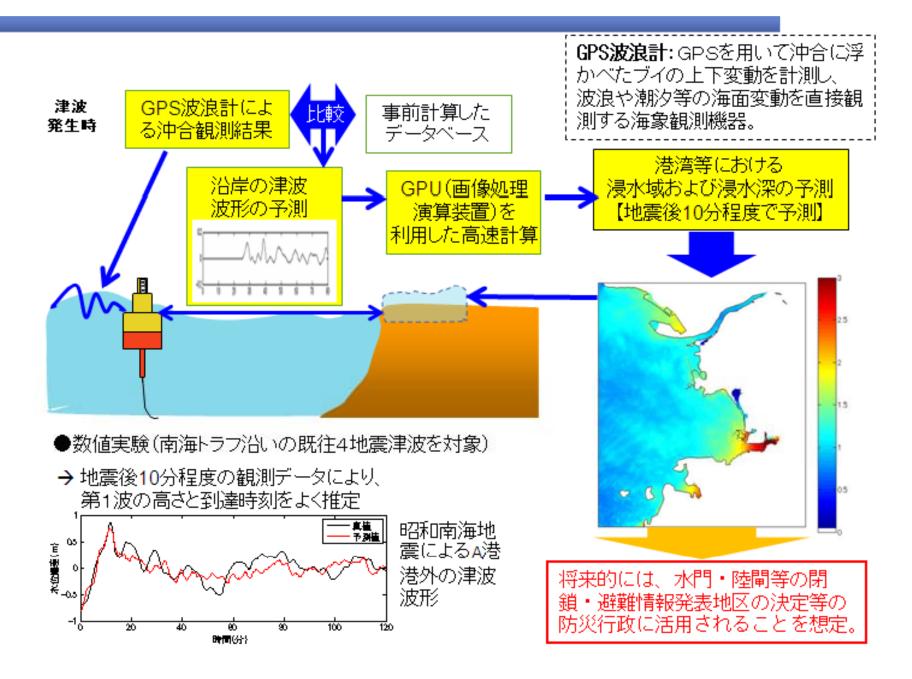


地震発生: 3月11日14:46

津波警報(津波、大津波)および津波注意報 の発表 15:14



リアルタイム津波浸水予測



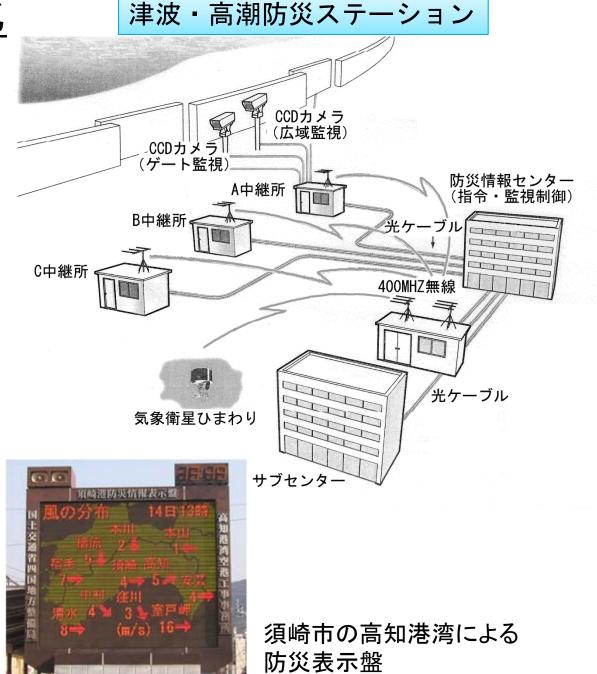
防災体制の強化

- 地震、津波・高潮に 関する情報を収集
- 水門や陸閘を一元的 な遠隔操作
 - → 閉鎖にかかる時間 短縮



・ 沿岸域における浸水被害を防ぐ

防災活動を支援する人々の 犠牲を無くす



漂流物への対策



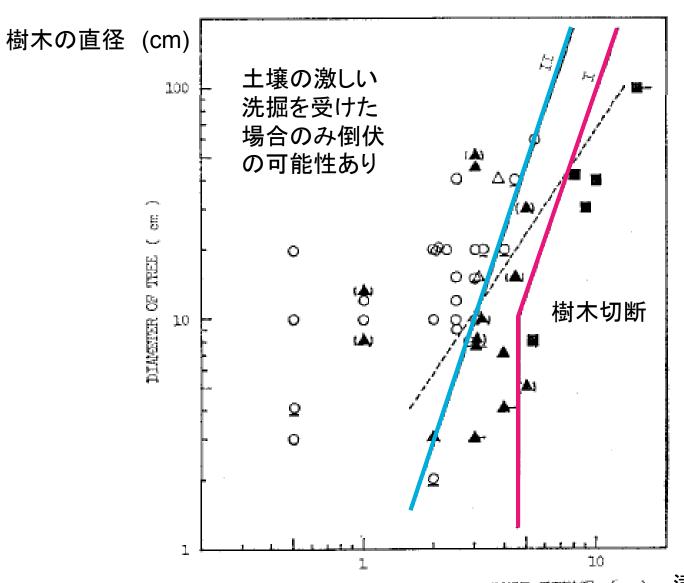


防潮林の効果

- ・船などの漂流物を補足し、背後の家屋な どの損傷を防ぐ
- 流れに対する抵抗として働き、津波の流 速や浸水位を低減する
- 津波にさらわれた人がすがりついて、人 命を保護する
- ・砂丘を育成し、その高い地形が津波に対する障壁となる

(首藤伸夫、1985)

防潮林の限界



(首藤伸夫、1985)

TSUNAMI HEIGHT ABOVE GROUND SURFACE (m) 津波浸水深 (m)

北海道開発局(6月13日発表)



えりも港

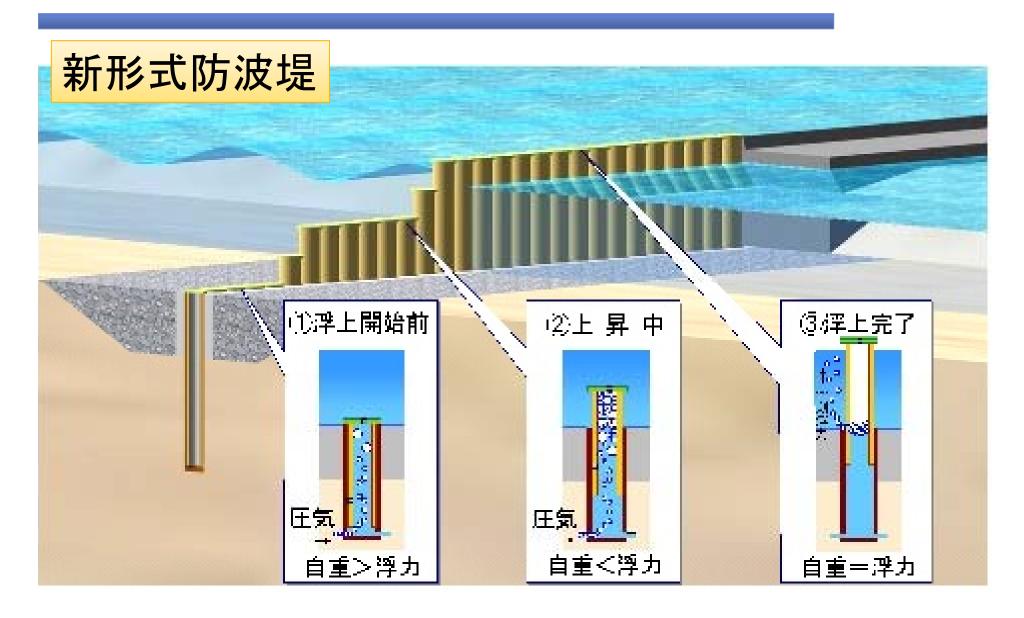


釧路港



十勝港

津波低減対策



まとめ

- 設計津波よりも高い津波の作用で防波堤や胸壁 等の防護施設が被災
 - 津波が大きく越流
- 被災防波堤等であっても、背後地域における津 波被害を一定程度低減
 - 津波の低減+浸水開始の遅延
 - その一方で、「防波堤や防潮堤を越えるような津波は来ないと思った」など防波堤等の効果を過大に評価して避難が遅れた人が少なくないことが指摘



まとめ

・ レベル1とレベル2の津波

- レベル1 (発生頻度が高い) までは浸水等させない
- レベル2 (最大規模)では浸水等を許容し、まちづくりや避難システムと合わせて減災
 - 防波堤等を超える津波があることを周知する必要あり

• 粘り強い構造物

- レベル1を超える津波に対しても損壊せず、早期復 旧が可能
- 被災後の高潮・高波などへの備え

被災直後の迅速な対応

- ・ 被害状況の迅速な把握
 - 昼の災害
 - 航空機等の利用
 - 目視
 - 夜間、悪天候
 - ・衛星等の利用
- BCPの構築
 - 電源施設の損失が被害を長期化
 - → 電源施設の高地化、水密化
 - 港湾のBCPとの連携

ありがとうございました