



2011.4.26 学術総合センター一ツ橋記念講堂
国土技術政策総合研究所 東日本大震災調査報告会

2.4 津波による海岸構造物 と背後地被害の特性

河川研究部 海岸研究室
室長 諏訪 義雄



本日の報告内容

1. 東日本大震災の津波災害の特徴
2. 仙台平野の津波浸水痕跡と被害状況、計算との比較
3. 海岸堤防被災状況(仙台湾、岩手県三陸部、その他)
4. 総合津波防災の充実



1. 東日本大震災津波災害の特徴

- これまで津波被害の少なかった仙台平野以南で津波災害が発生（仙台平野では平地遡上型の津波災害が発生）

計画堤防天端高 仙台平野以南：高潮・高波対応で設定
三陸沿岸：津波対応で設定

- 津波常襲地・対策先進地である三陸でも津波災害が発生。三陸南部に壊滅的被害

岩手県・宮城県三陸部の死者・行方不明者数比較：

明治21,604人（岩手県18,158人＋宮城県3,446人）

昭和 2,382人（岩手県2,076人＋宮城県306人）

今回19,542人（岩手県7,627人＋宮城県三陸地域11,915人（気仙沼市～東松島町 石巻市全域含））※

※下より引用し集計

岩手県HP 災害対策本部 4/23 17:00現在

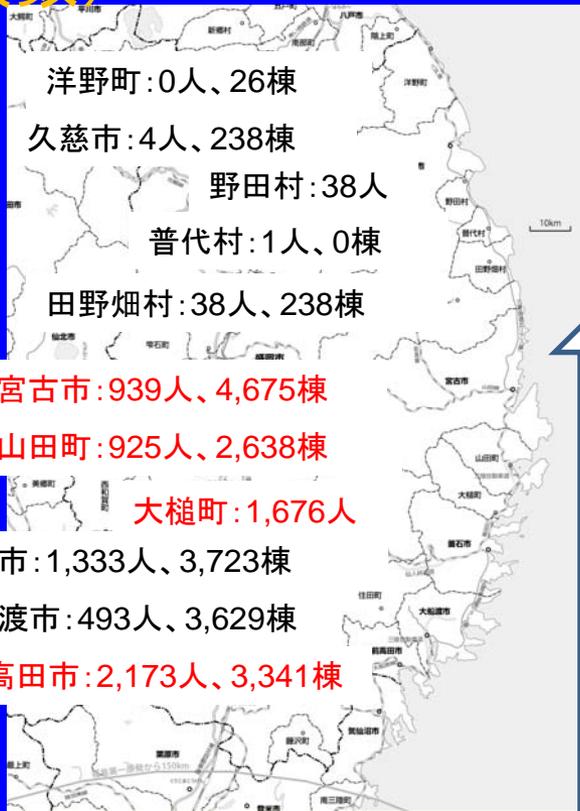
宮城県HP 地震被害等状況 4/24 9:35

福島県HP 災害対策本部 4/24 8:00現在



1. 沿岸部被害状況 (死者・行方不明者・家屋倒壊数)

宮古～いわきにかけて被害甚大



特に被害甚大



特に被害甚大

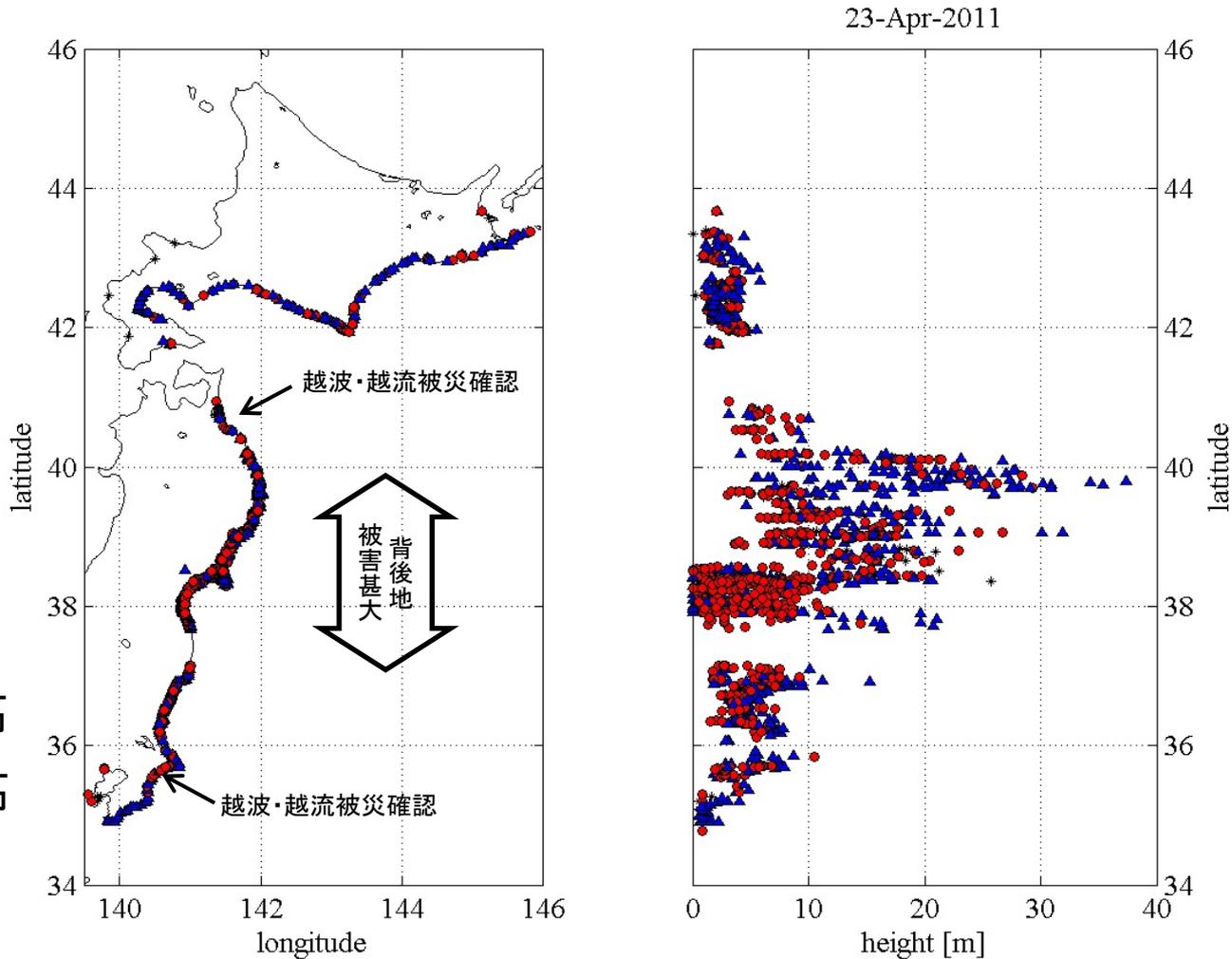
下より引用

- 岩手県HP 災害対策本部 4/23 17:00現在
- 宮城県HP 地震被害等状況 4/24 9:35
- 福島県HP 災害対策本部 4/24 8:00現在



1. 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ 津波痕跡調査速報(4/23現在)と越流・越波被災

(土木学会海岸工学委員会 津波情報HP)



海岸工学委員会東北太平洋沖地震津波情報HPより引用 一部加筆

<http://www.coastal.jp/ttjt/index.php?plugin=attach&refer=FrontPage&openfile=survey.jpg>

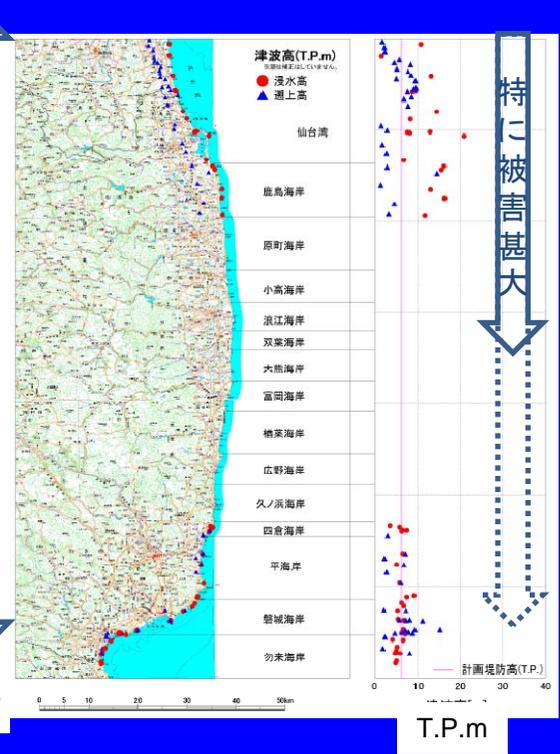
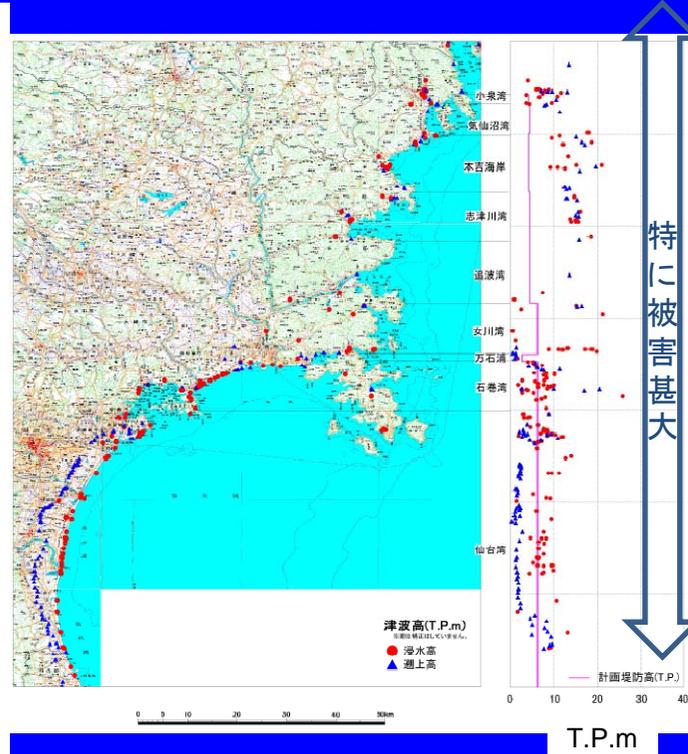
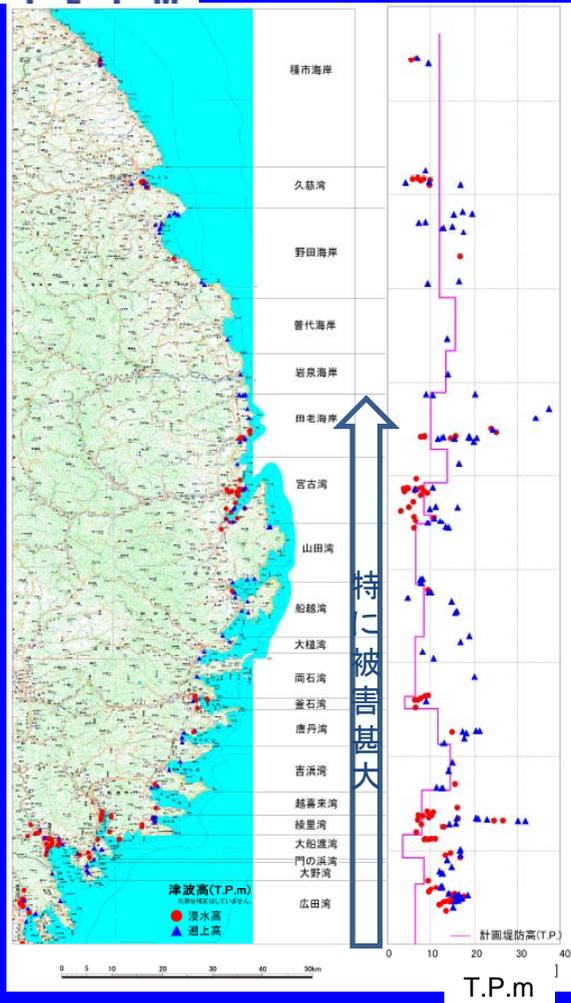


1. 痕跡高・堤防高の沿岸分布の大局的傾向

岩手県

宮城県

福島県

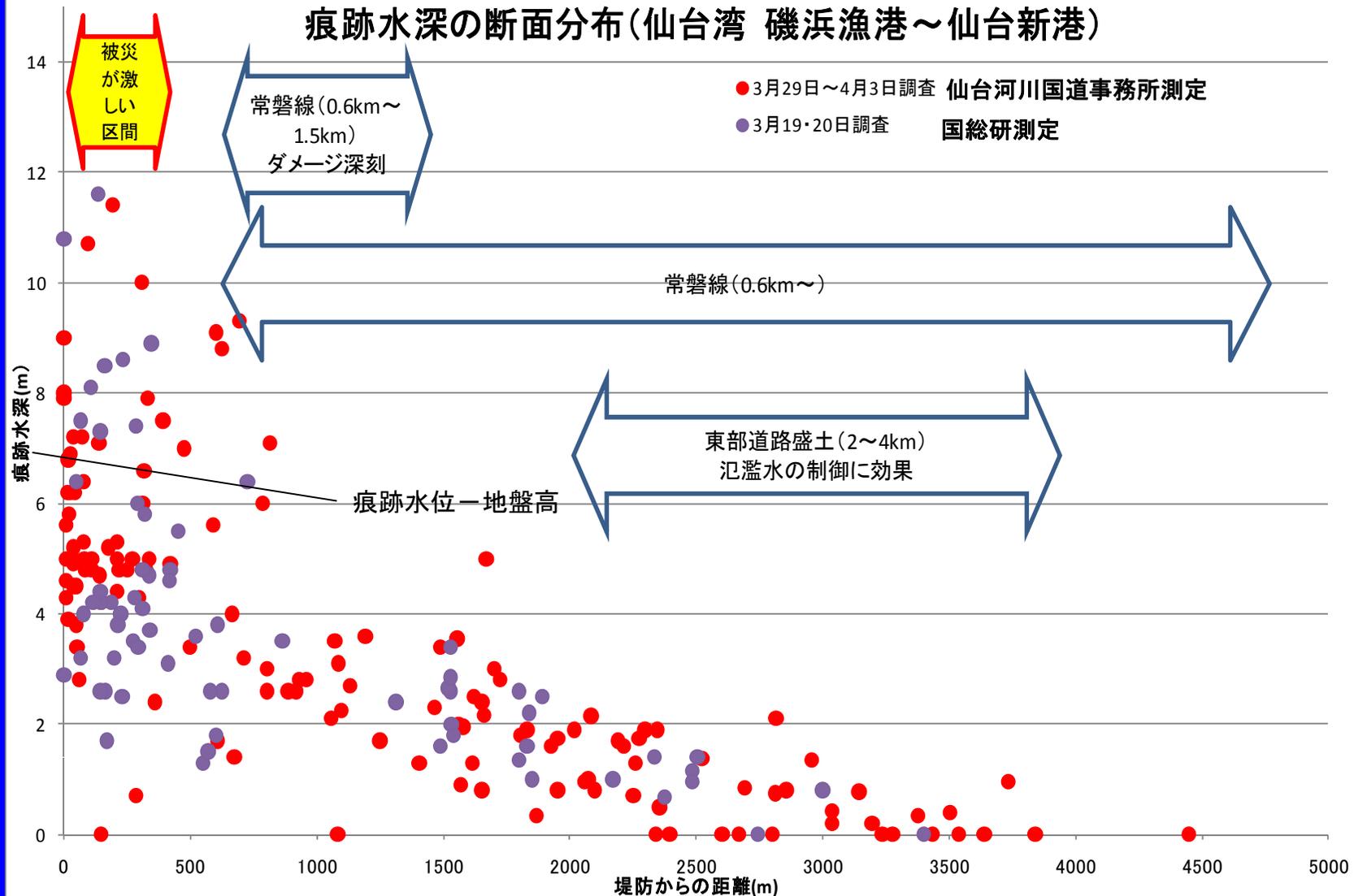


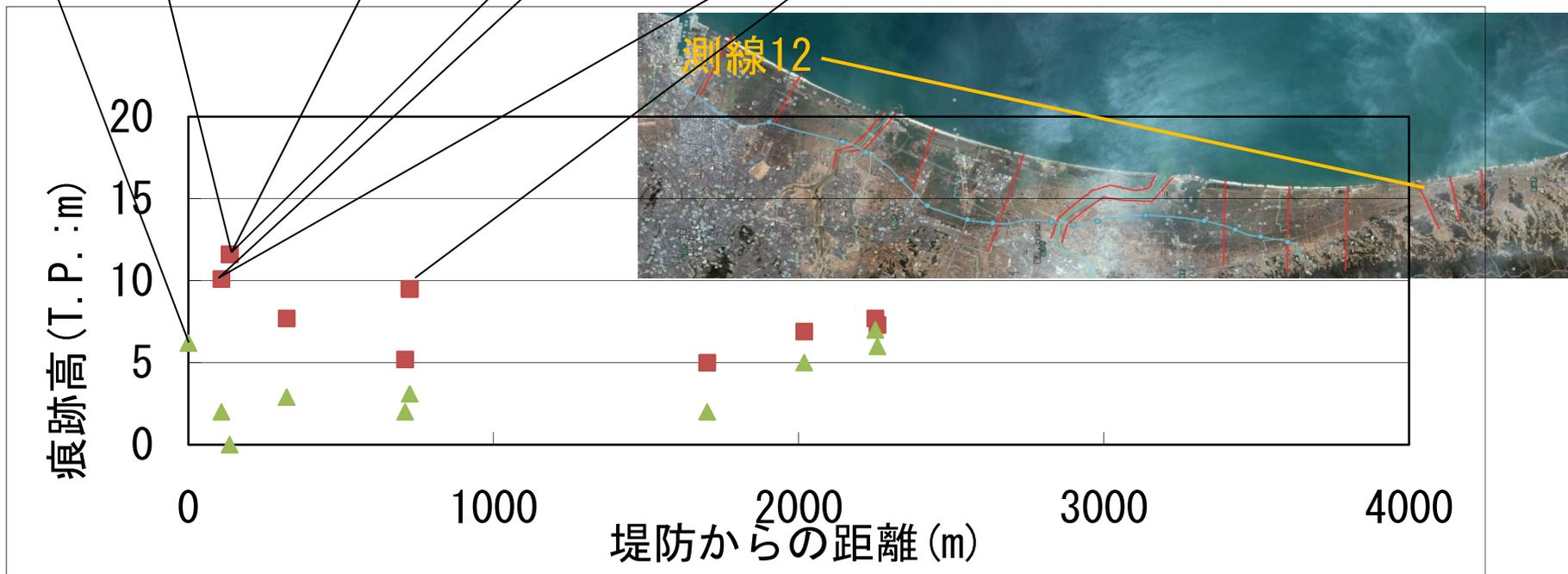
- 痕跡浸水高
- ▲ 痕跡遡上高
- 計画堤防天端高

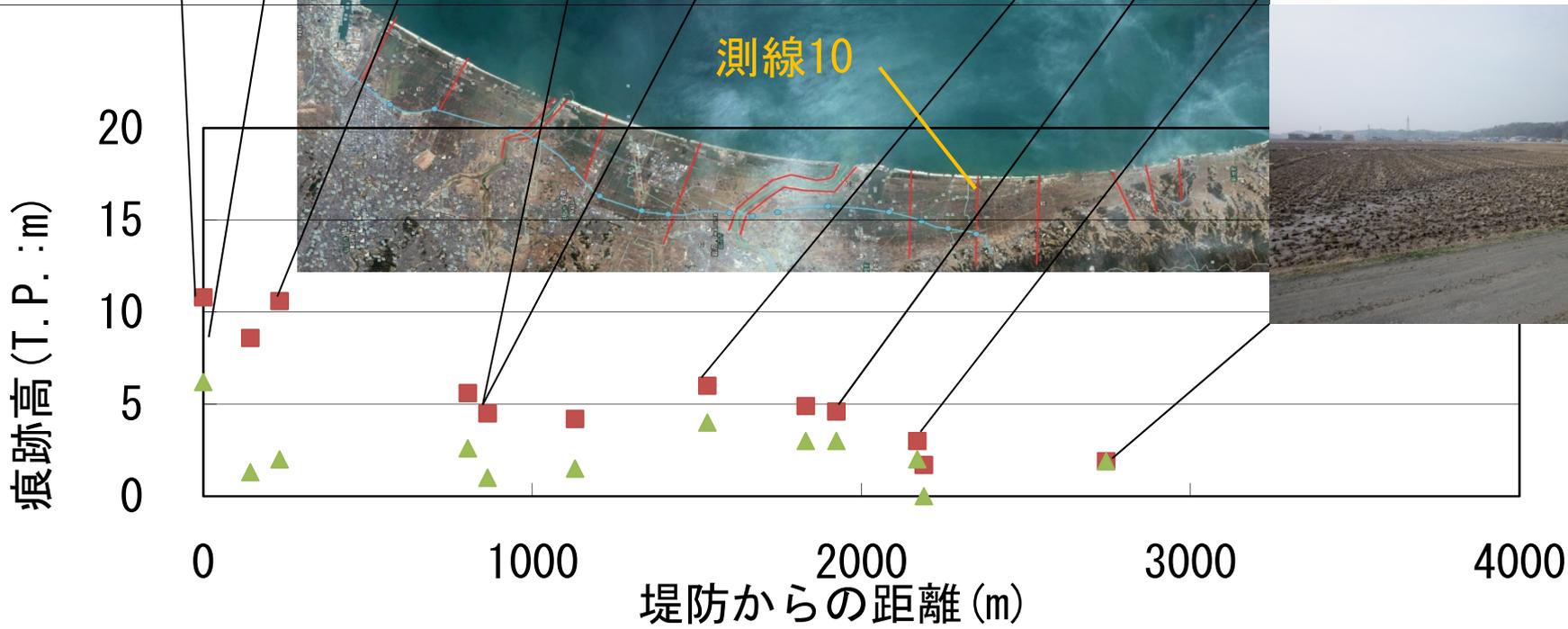
※「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」による速報値(4月18日現在)、東北地整、岩手県(一部)の速報値を、内陸方向への距離を問わずにプロットしている

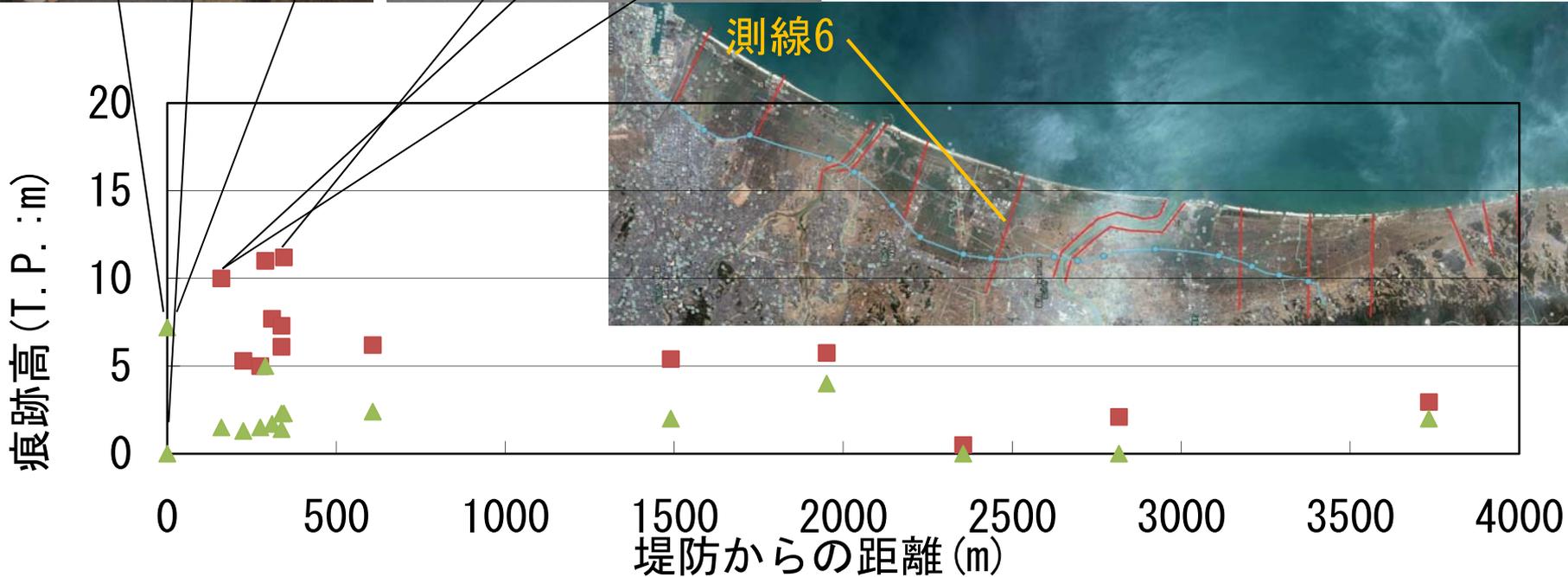


2. 仙台平野の津波遡上痕跡









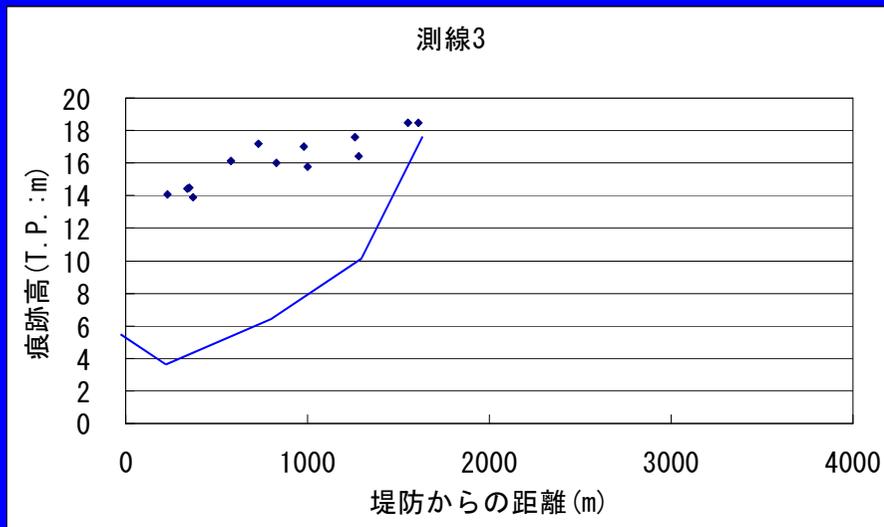
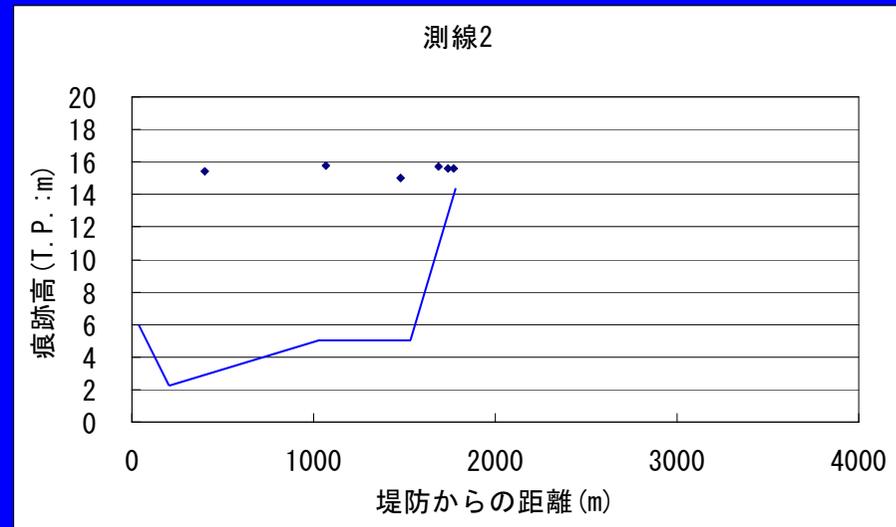
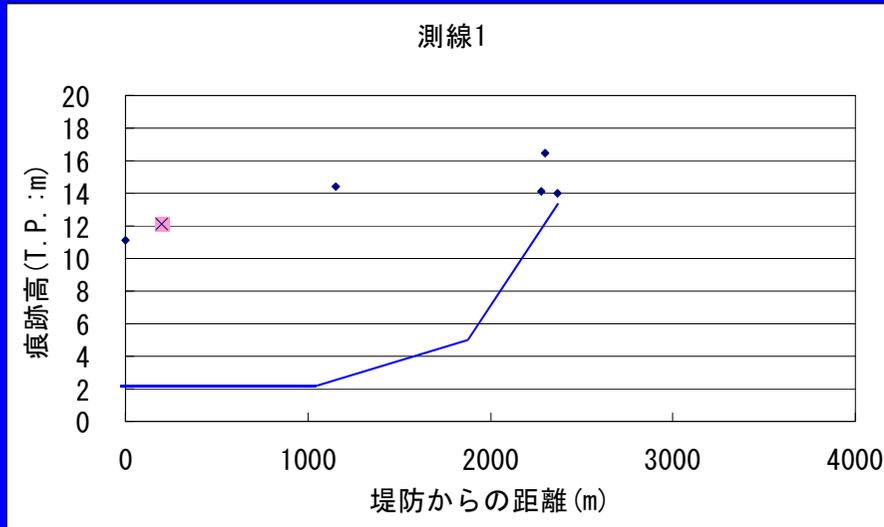


2. <参考> 陸前高田の痕跡高(標高値)





2. <参考> 痕跡高の岸沖分布(陸前高田)



- ◆ 構造物(建物、電柱)での痕跡
- ✕ 樹木での痕跡
- 地盤高(概略)

※「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」による速報値(4月18日現在)、東北地方整備局、国総研の速報値をプロット



2. 仙台平野における津波遡上計算(堤防等施設の有無)

<速報>

目的: 海岸堤防による津波遡上低減効果を明らかにする

対象: 仙台湾南部海岸周辺(山元町~仙台市)

波源モデル: 藤井・佐竹モデル(ver2.1)

マンシンハ・スマイリーの方法で地盤変位量を算出

津波シミュレーション:

基礎方程式: 非線形長波方程式

越流境界では本間公式による越流計算

潮位条件: T.P.±0.0m

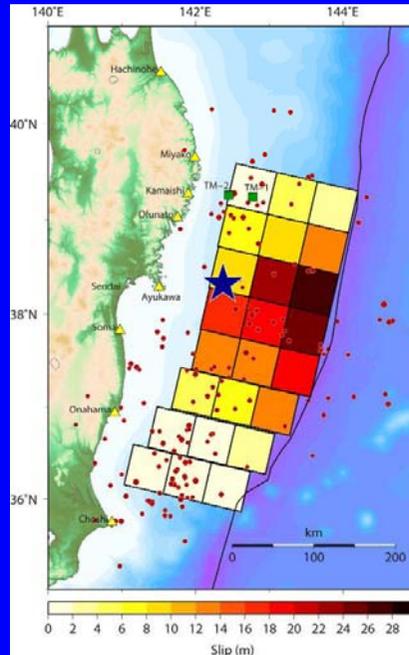
計算格子間隔: 1350m, 450m, 150m, 50m

計算時間: 3時間

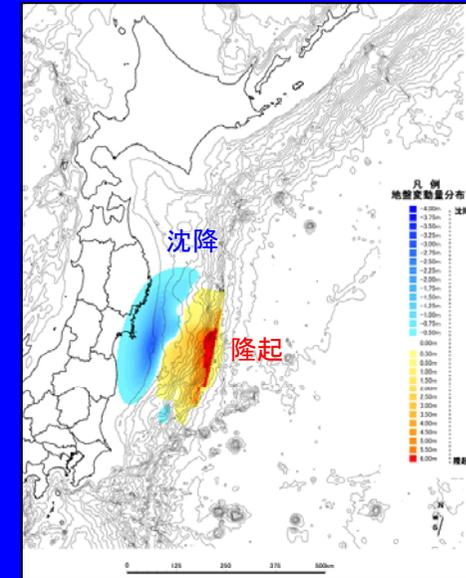
施設の取り扱い: 下表のとおり

想定ケース	海岸施設	河川堤防	道路盛土
ケース1	なし	なし	なし
ケース2	なし	あり	あり
ケース3	あり	あり	あり

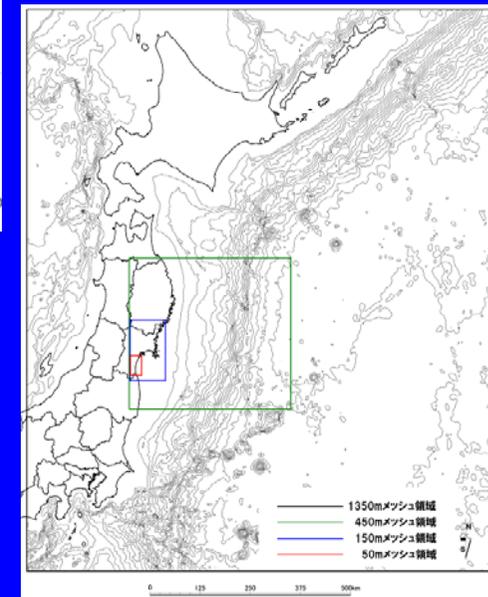
各ケースの施設配置は次ページに図示



波源モデル



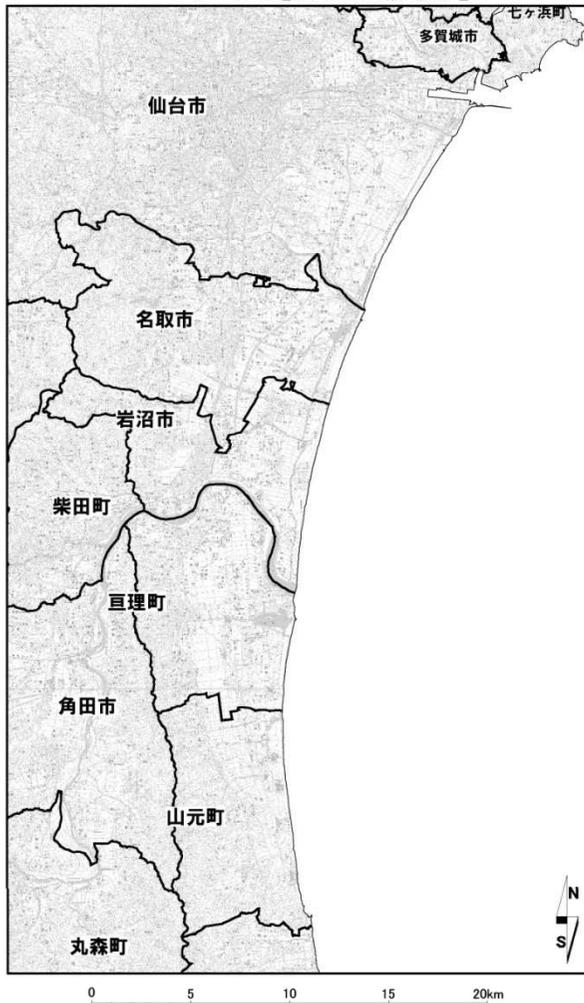
地盤変動量分布(初期水位分布)



計算メッシュの配置

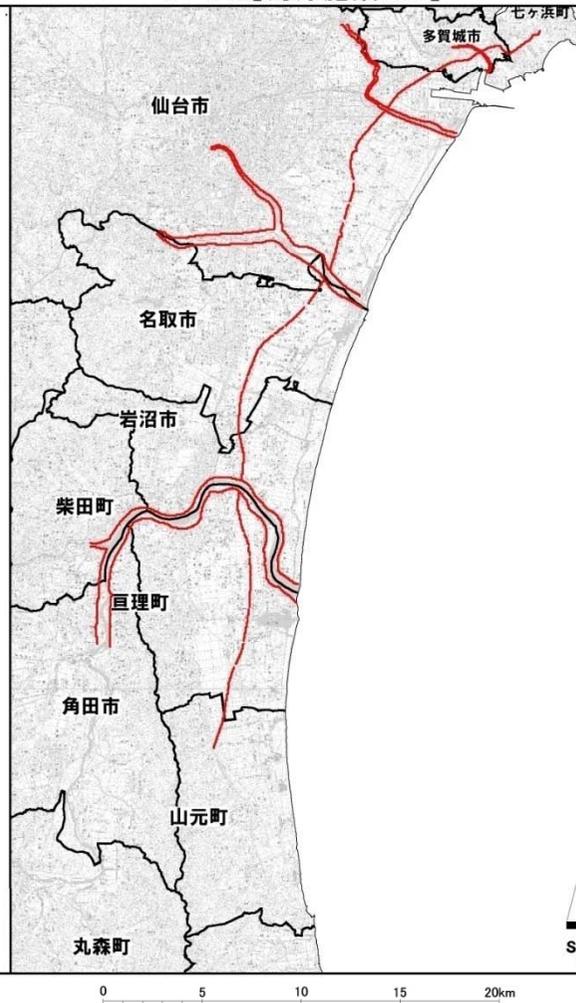
2. ケース別の施設配置

ケース1【海岸施設なし】



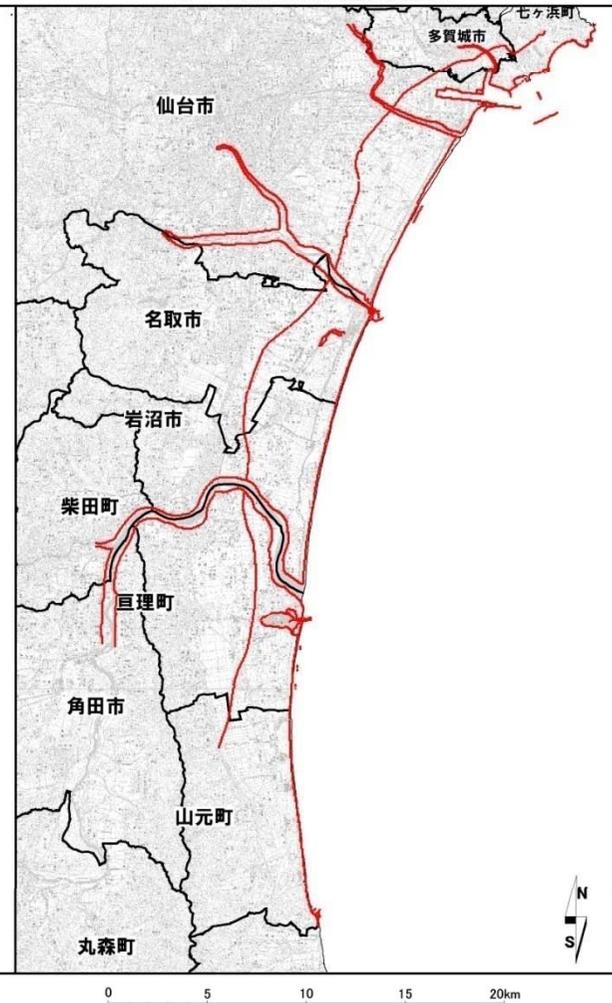
※津波を遮蔽する施設がまったく無いものと想定したケース

ケース2【海岸施設なし】



※海岸施設は無いものとし、河川堤防・道路盛土の効果を検討したケース

ケース3【海岸施設有り】



※海岸施設、河川堤防・道路盛土の効果を検討したケース

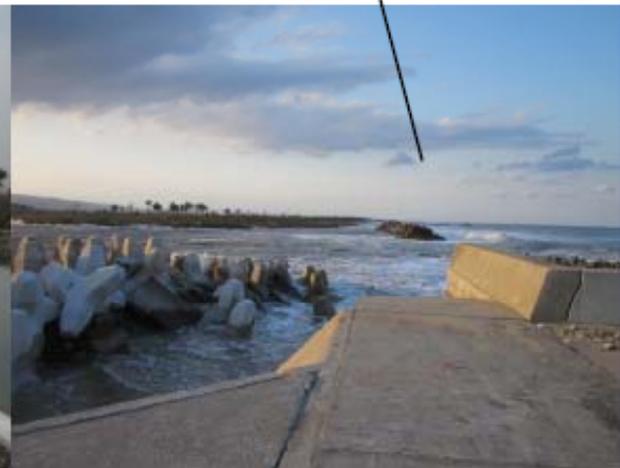


N I L I M

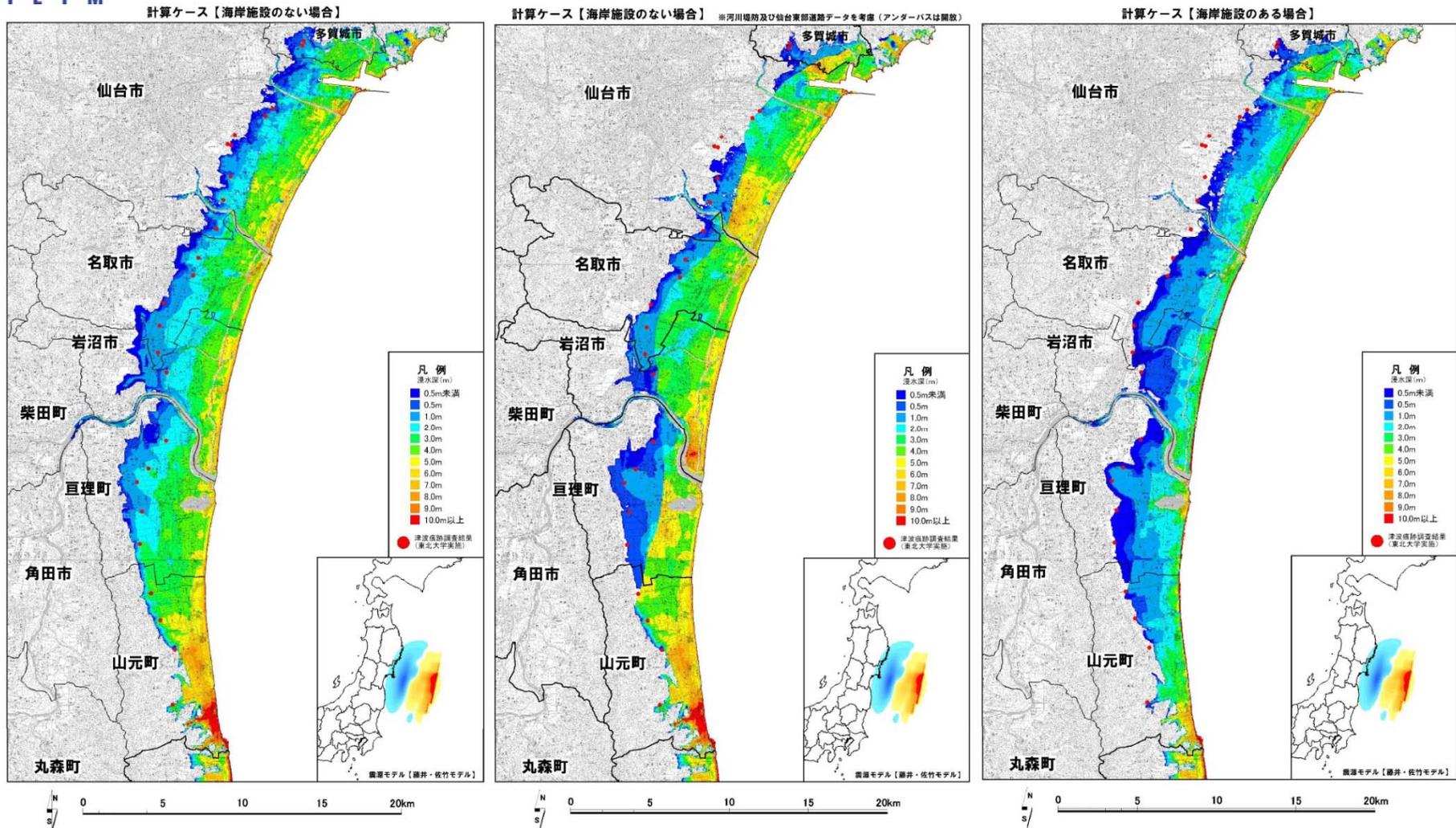
2. 海岸堤防被災状況(仙台湾南部) 実際の被災状況はケース2とケース3の間



堤防残存(下部・全部) 歯抜け破堤 ← 破堤区間 多い



2. 浸水深の平面分布(施設有無の比較)



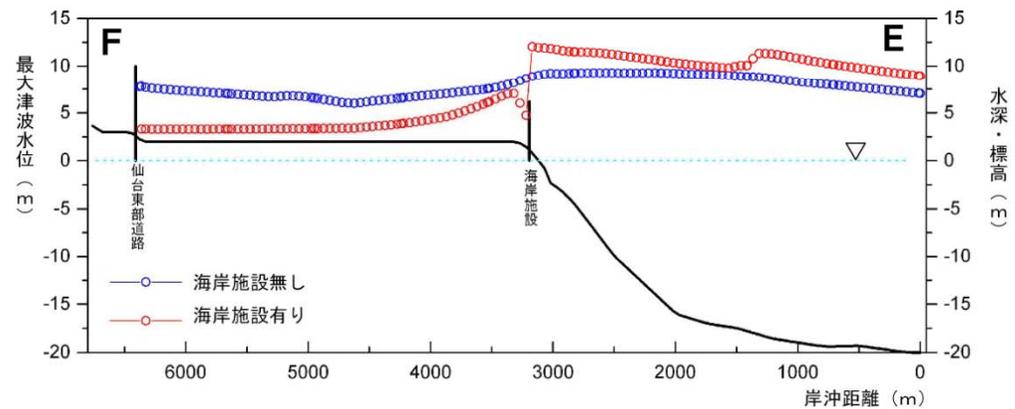
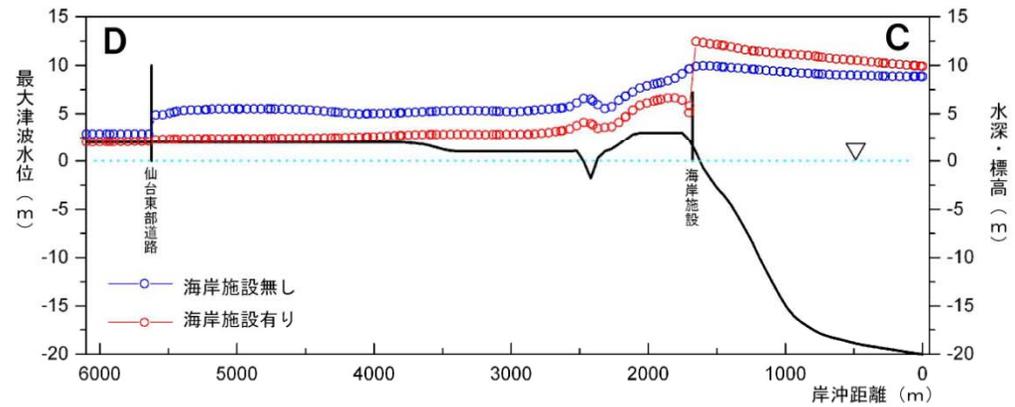
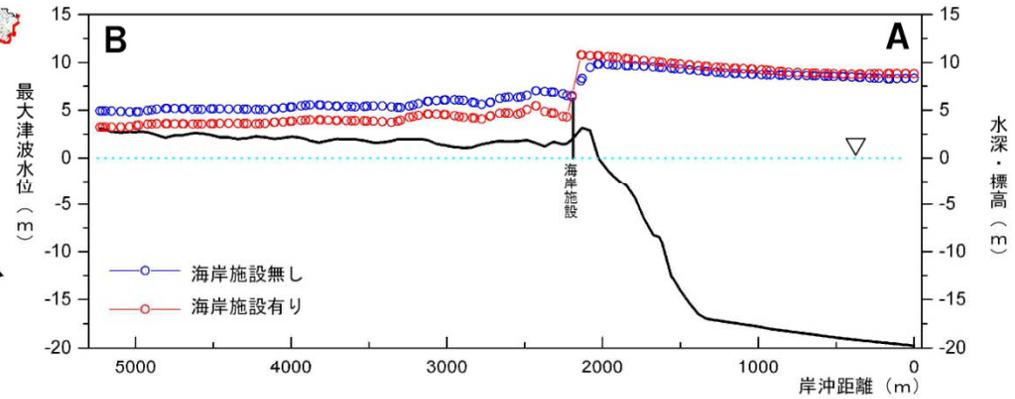
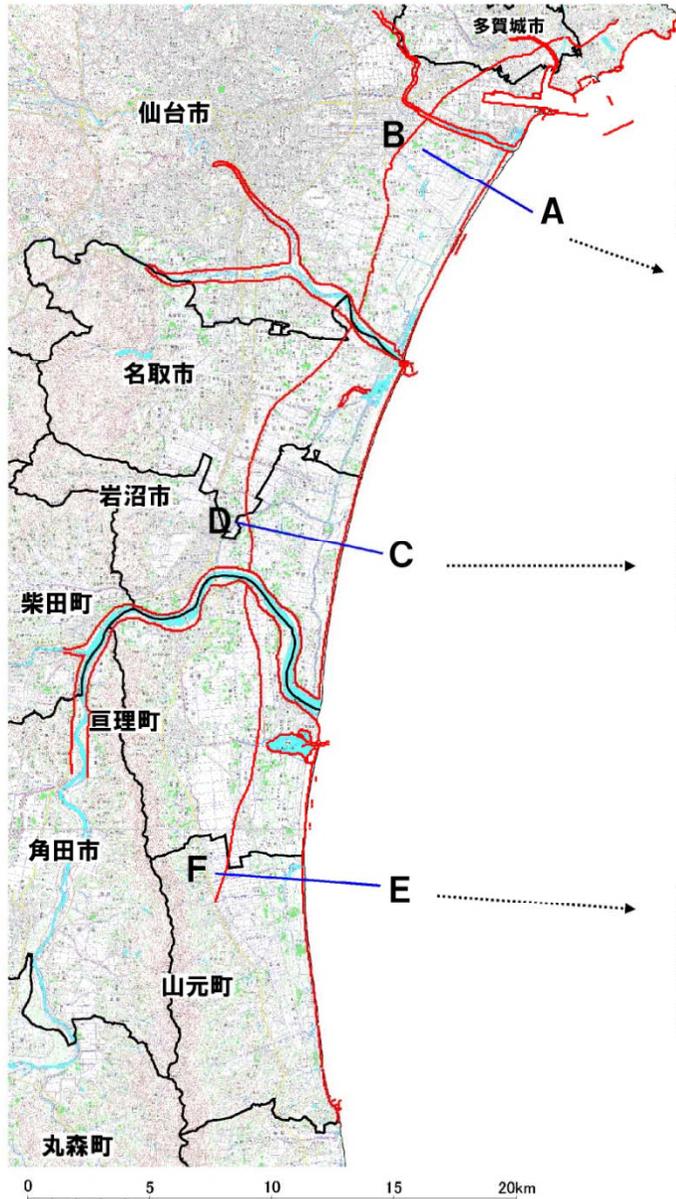
浸水深2m [*] 以上面積	147.5km ²	126.7km ²	71.1km ²
ケース1に対する割合	100%	86%	48%

※木造家屋全壊の目安 16



2. 代表断面における津波最大水位分布(施設有無の比較)

代表断面位置図





3. 海岸構造物(特に堤防)被災の特徴

甚大な被害が発生した宮城、岩手では

- 堤防を大きく越流した状況が堤防の被災と背後の地形変化からも確認
- 数m単位の越流があったが、堤防被災には破堤全壊、裏法・天端の被災で止っている部分破壊、堤防本体は被災なしの3つのケースがあった
- 破堤・全壊した場所では、地面が削られ海岸線が大きく後退
- 裏法・天端被災で止っている区間でも歯抜け破堤が生じている
- 仙台湾南部ではヘリ等による津波映像等から沖合でソリトン分裂も発生していたと思われるが、沖合施設(離岸堤・ヘッドランド等)被災は軽微

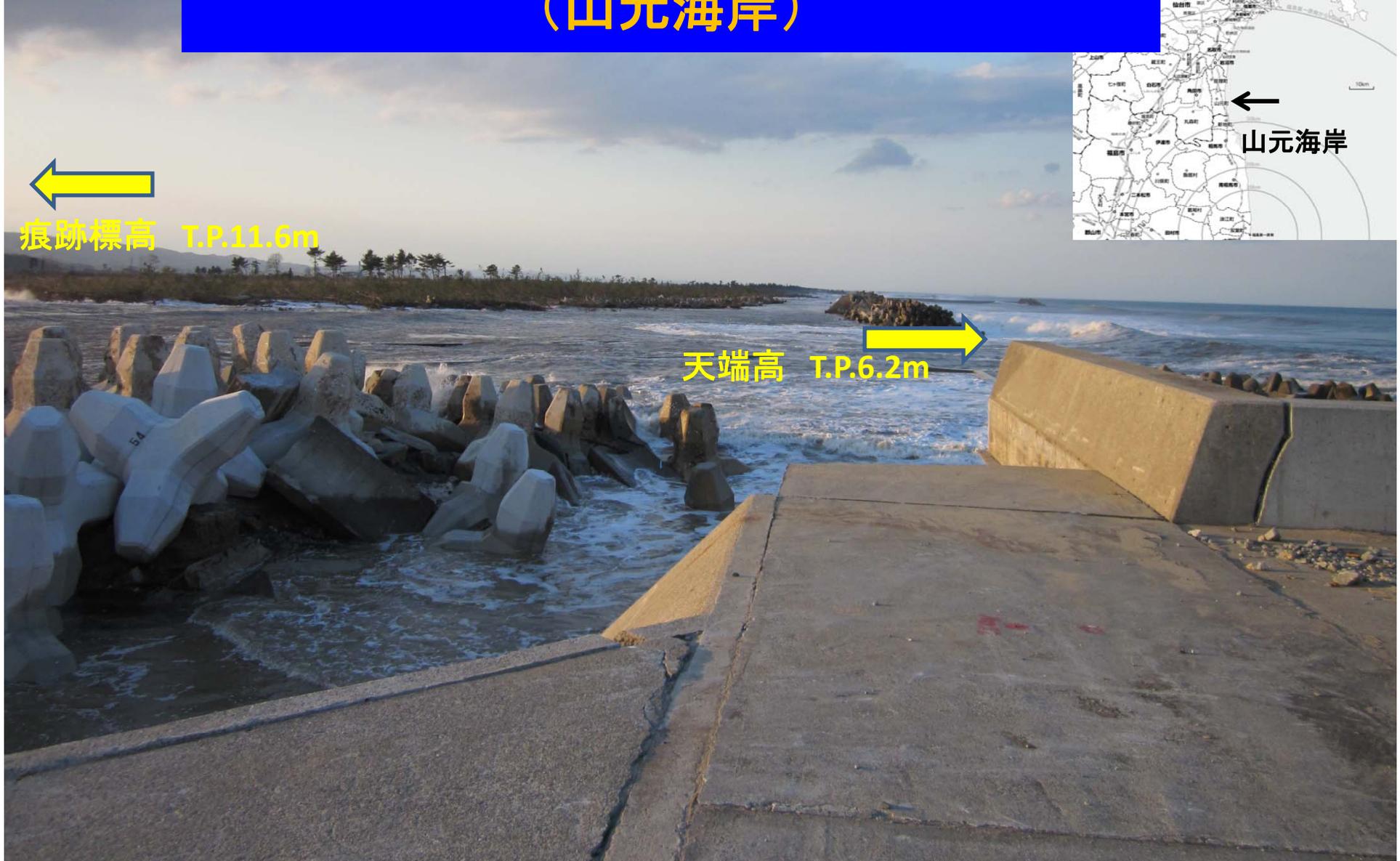
参考: 日本海中部地震では緩勾配海岸でのソリトン分裂による流れで離岸堤等の被害

上記区間ほど大きくないが越流・越波が発生した福島(いわき市)以南では

- 破堤・海岸線後退被災は見られない
- 波圧によると思われる波返し工倒壊も発生
- 茨城・千葉では被災状況に地震による影響も見られる



3. 海岸堤防の被災状況 堤防が全壊破堤し海岸線が大きく後退 (山元海岸)



痕跡標高 T.P.11.6m



天端高 T.P.6.2m



3. 海岸堤防の被災状況

裏法・天端侵食を受け、表法下部が残存 ところどころに歯抜け状の破堤 (吉田浜)





3. 海岸堤防の被災状況 法尻洗掘が見られたが堤防は無事 (蒲崎海岸南部)





3. 堤防が破堤・全壊し海岸線後退 (三陸 陸前高田海岸)



岩手県提供



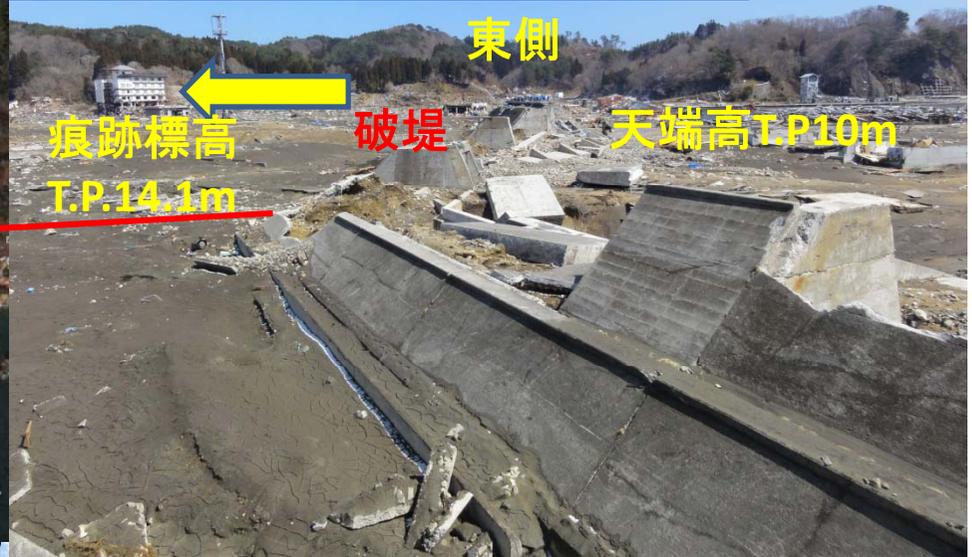
岩手県提供



陸前高田海岸



3. 堤防が二重の区間と一本の区間の被災 (岩手県 田老海岸)



3. 津波は天端高を超えたが背後地被害は軽微 (三陸 普代水門)



痕跡標高 T.P.22.2m

天端高 T.P.15.5m





3. 津波高が堤防天端高を下回り背後地を防護 (三陸 平内海岸)





3. 福島県いわき市以南の堤防被災 波返工の被災

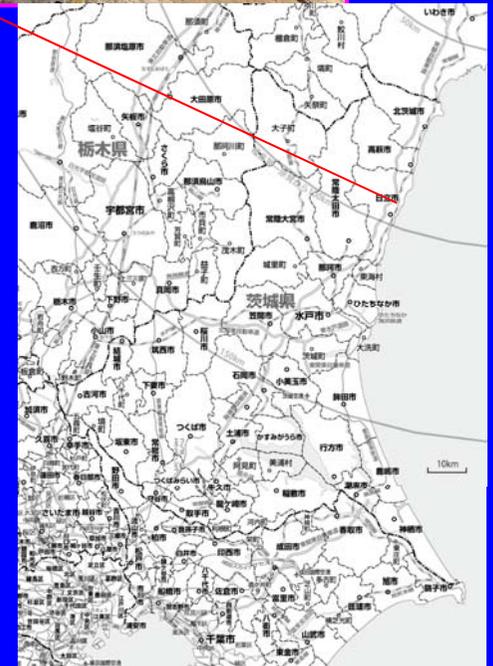
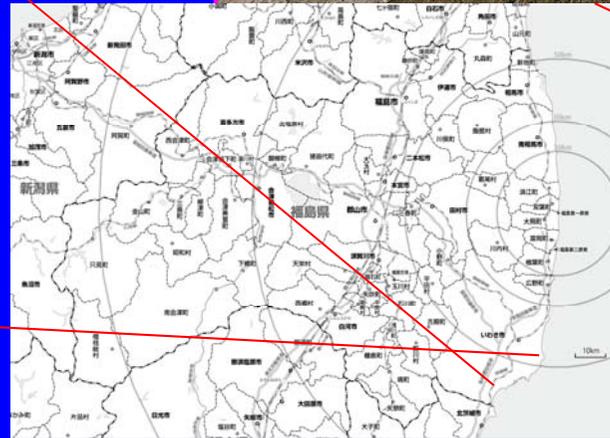
福島県勿来海岸



茨城県金沢海岸



福島県豊間海岸





3. 堤防被災状況 茨城、千葉は地震被害も見られる



千葉県飯岡海岸



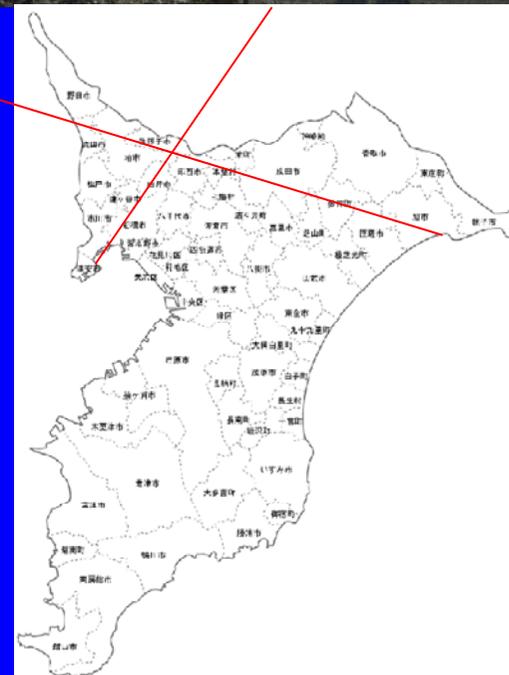
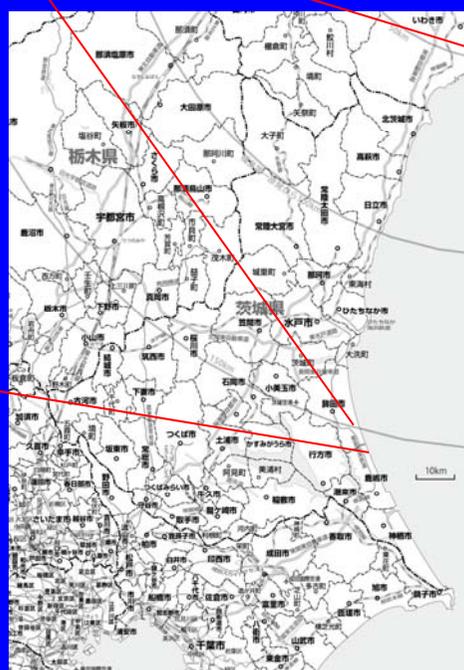
千葉県浦安海岸



茨城県鉾田海岸



茨城県武井釜海岸





4. 総合津波防災の充実

(「地域防災計画における津波対策強化の手引き」)

- 防災計画対象津波の設定
- ↓ 堤防設計津波 < 津波防災計画津波の 差異を認識
- 被害の評価
- ↓ 防災施設の 限界、ソフト対策の 必要性認識
- ↓ 地形等による津波被害の特徴認識
- 「津波防災施設」、「まちづくり」、「防災体制」の組合せによる 地域の実情に応じた対策強化
- 被害(特に 人的被害) 最小化
- 対策強化完了までに発生しうる被害認識
- 「復旧・復興」に資する総合防災計画には何が必要か？