

1.はじめに

岩手県大槌町に位置する吉里吉里漁港海岸において、津波シミュレーションを行った。本地区の特徴を下記に取りまとめる。

(1) 吉里吉里漁港海岸の特徴

- JR山田線の浪板海岸駅、吉里吉里駅を中心に家屋が建ち並んでいる。
- 吉里吉里漁港海岸は、崖及び砂浜海岸からなり、砂浜海岸は県内有数の海水浴場でフィッシャリーナも整備されている。
- 浪板海岸は、片寄せ海岸として有名であり海水浴等の重要な観光地となっている。
- 浪板海岸の護岸高は T.P.+4.5m(計画 T.P.+8.35m)。吉里吉里漁港海岸の防潮堤高は T.P.+6.3m(計画津波高 T.P.+8.35m)となっている。
- 浪板海岸は侵食対策の離岸堤及び護岸が設置されている。
- 浪板川河口部から約110mに国道45号、約340mにJR山田線がある。
- 吉里吉里海岸沿いには国道45号、山沿いには山田線が走っている。



図 1.1 検討対象位置図

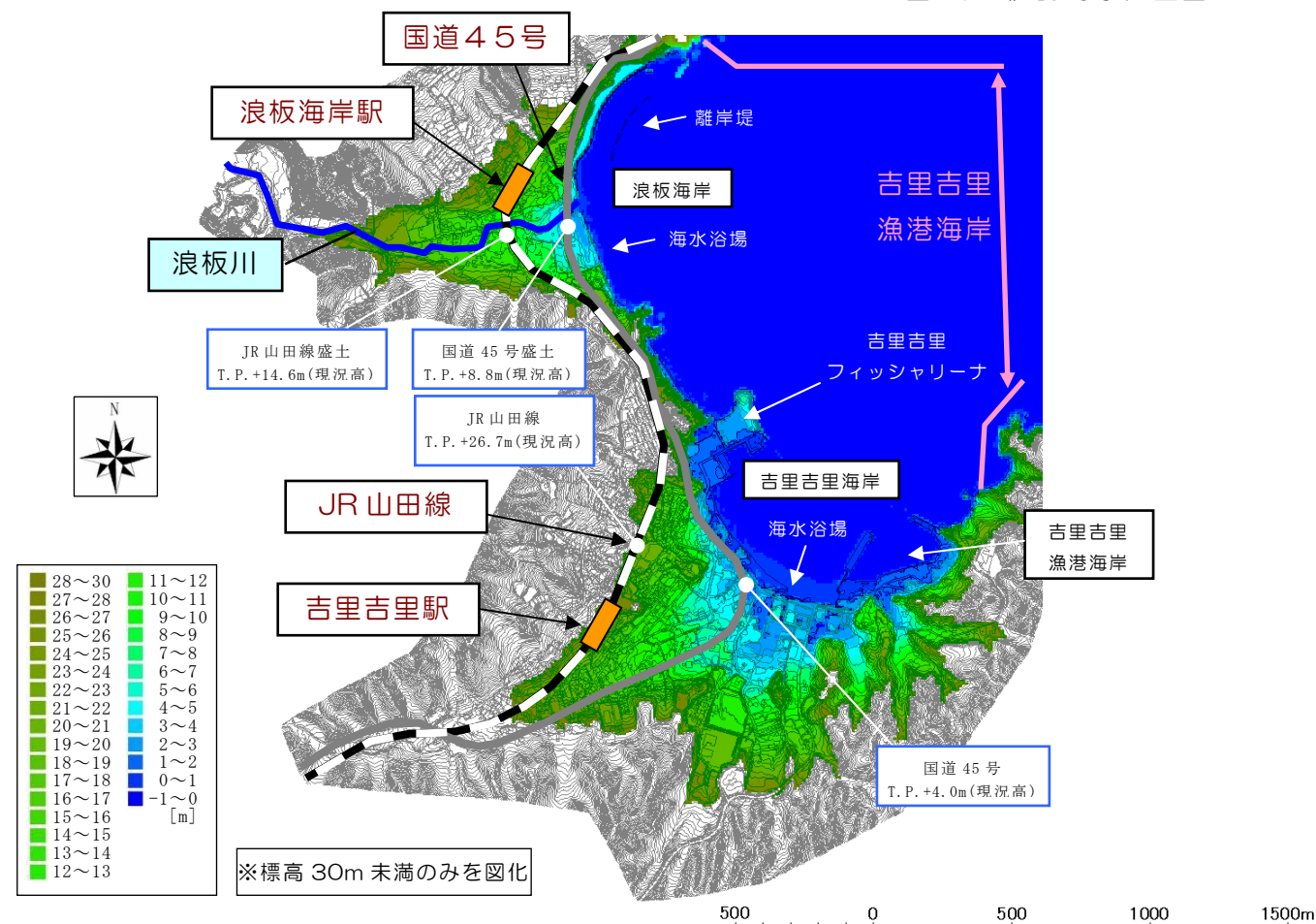


図 1.2 主な施設位置と地盤高(震災後)

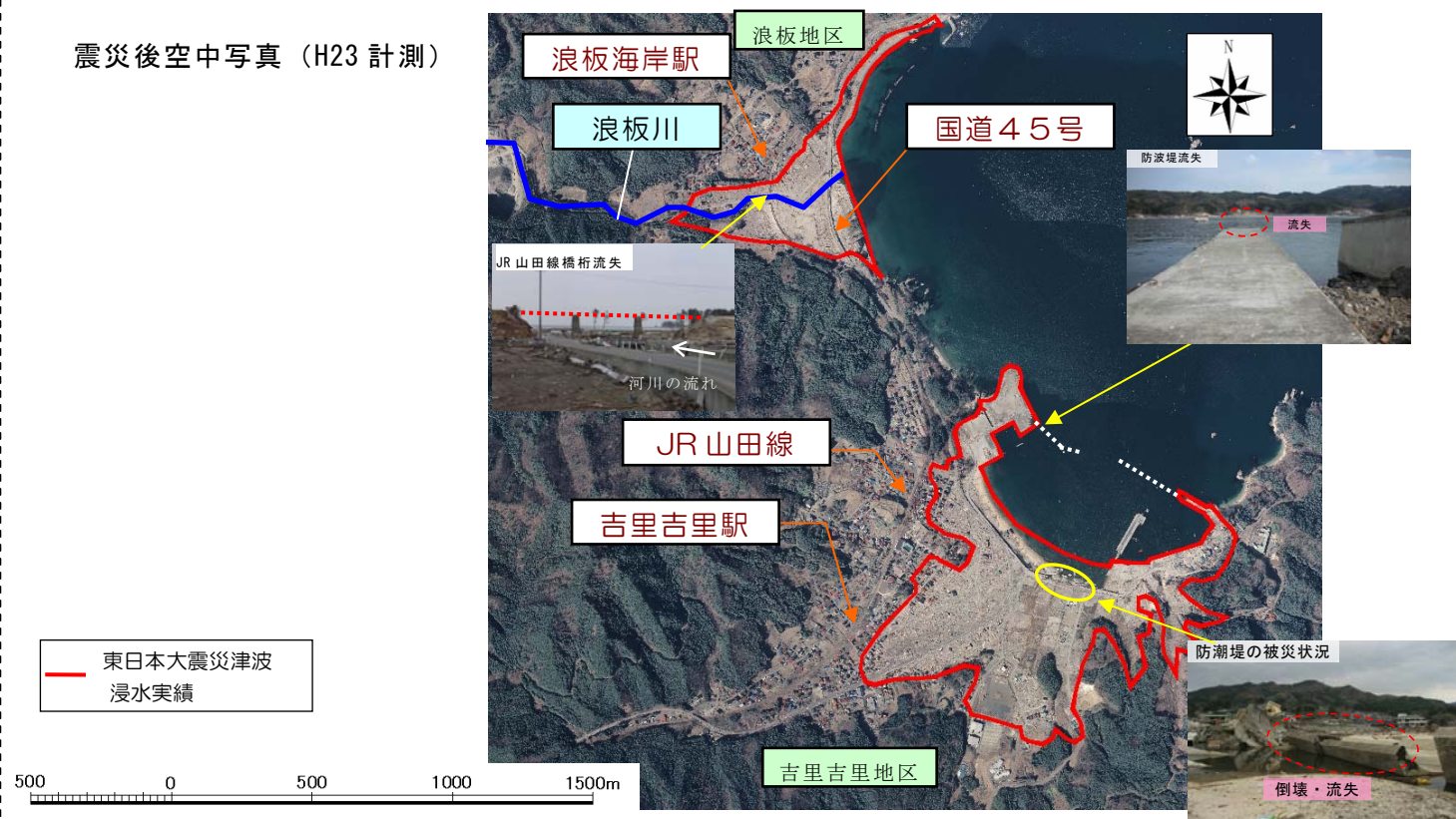
(2) 被害状況

- 浸水区域内の家屋の大半が津波により流失した。
- 浪板海岸駅付近ではJR山田線の橋脚を残し橋桁が流失した。
- 浪板海岸の離岸堤は大きな被害を受けなかった。
- 吉里吉里漁港海岸では、整備延長700mに対して240mの防潮堤が倒壊したほか、防波堤の倒壊などの被害が生じた。

震災前空中写真(H22計測)



震災後空中写真(H23計測)



2.再現計算条件の設定

計算条件を表 2.1 に示すとおり設定した。

表 2.1 計算条件一覧

No.	項目	内容
1	基礎式と解法	<ul style="list-style-type: none"> 波源から沿岸の伝播計算、陸上への遡上計算 : 非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Flog差分法により計算 津波防災施設での越流計算 : 本間公式による
2	計算格子間隔	波源から沿岸: 3,240m、1080m、360m、120m、40m 遡上域: 40m、20m、10m
3	大格子と小格子の接続方法	空間: 波源から遡上域までの計算領域を接続し、同時に津波遡上シミュレーションを実施 時間: 計算時間間隔は全ての計算領域で一定
4	Manningの粗度係数n	小谷ほか(1998)を参考にして土地利用により設定 海域・河川域: 0.025 田畑域(荒地含む): 0.020 森林域(果樹園・防潮林を含む): 0.030 低密度居住区(建物密度20%未満の人工地): 0.040 中密度居住区(建物密度20~50%): 0.060 高密度居住区(建物密度50%以上): 0.080
5	波源モデル	藤井・佐竹モデル(Ver.4.0)
6	地盤変位量計算	Mansinha and Smylie (1971)の方法による
7	計算時間	地震発生から3hr
8	計算時間間隔	0.25s
9	潮位条件	H23.3.11 15時の潮位よりT.P.-0.40mを推定
10	対象地形	H23年LPデータによる地盤変動を考慮した地形

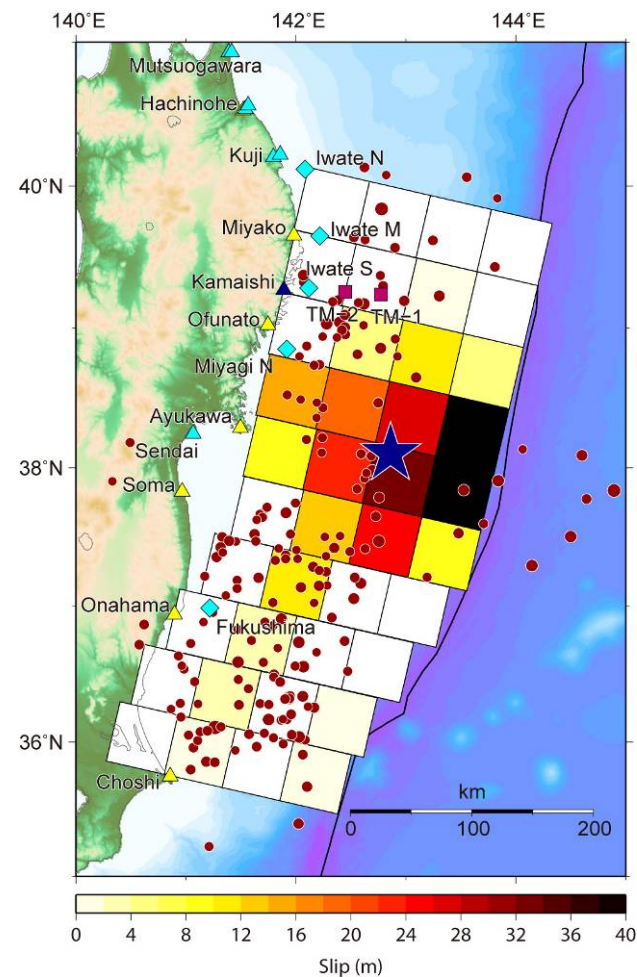


図2.1 波源モデル

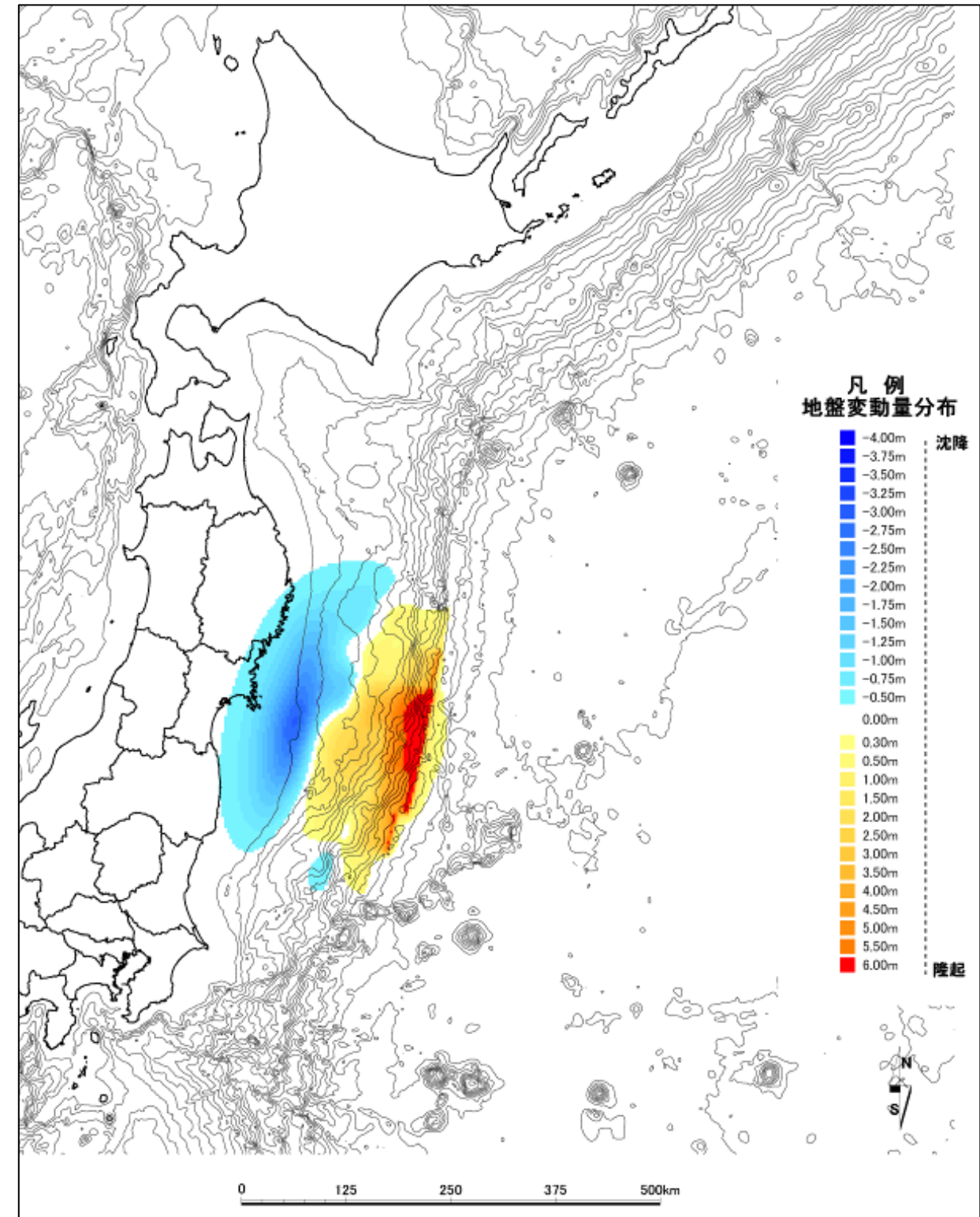
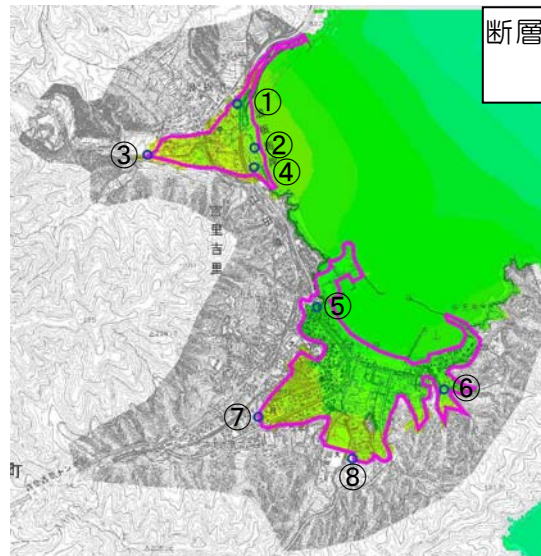
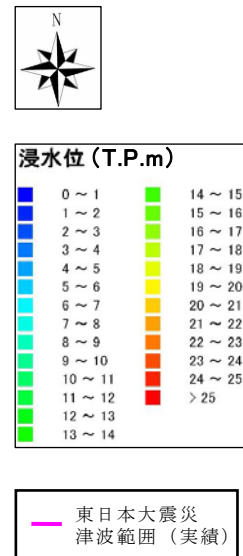


図2.2 地盤変動量分布 (初期水位分布)

3.再現シミュレーション

断層モデルのすべり量に対する倍率を複数設定し、浸水区域、痕跡値、 K 、 κ 等を総合的に勘案して、最も妥当と考えられる倍率として1.4倍を採用した。

再現性の目安
 平均 : K $0.95 < K < 1.05$
 標準偏差 : $\kappa < 1.45$

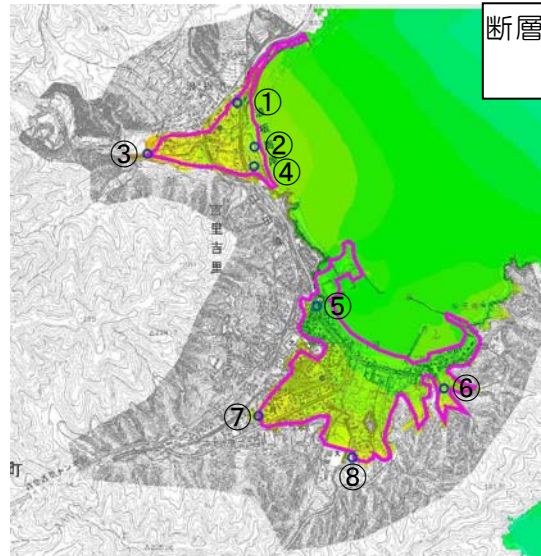
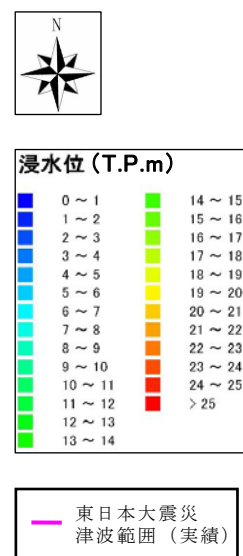
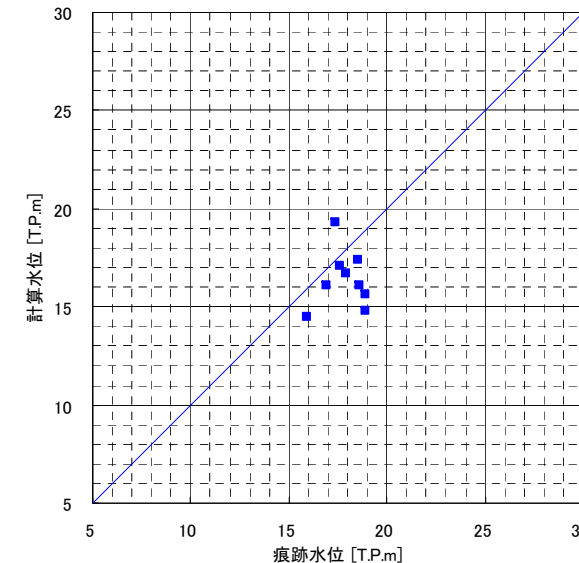
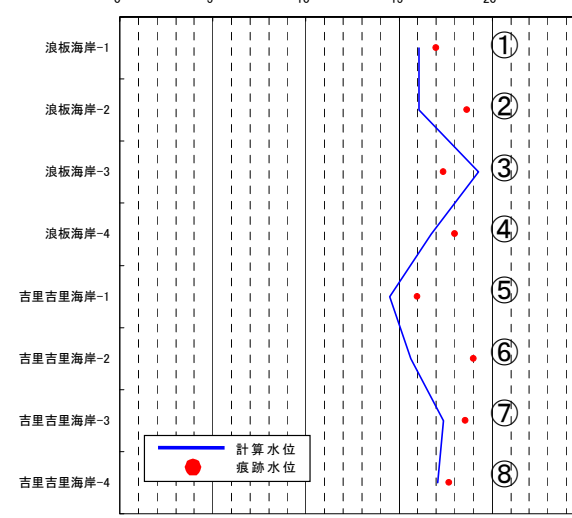


断層モデルのすべり量に対する倍率：1.3倍
 $N=8$ 、 $K = 1.07$ 、 $\kappa = 1.09$

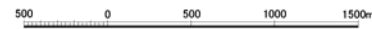


北
南

痕跡水位 (T.P.m)

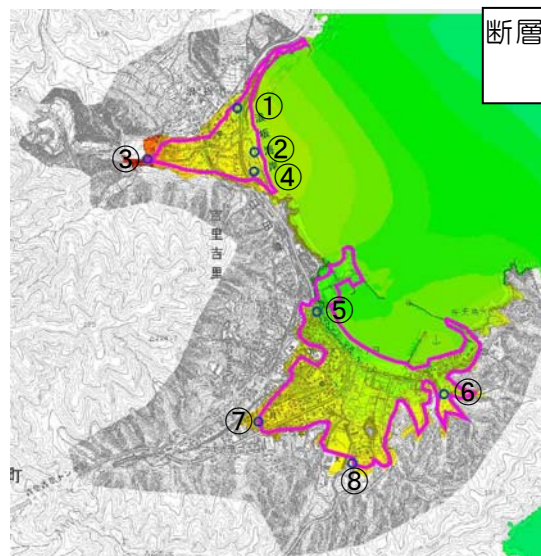
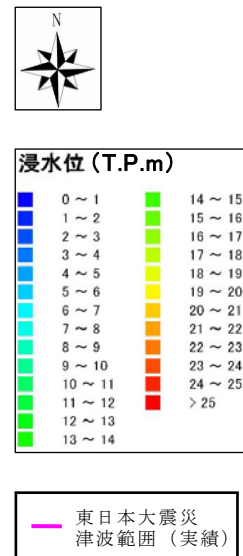
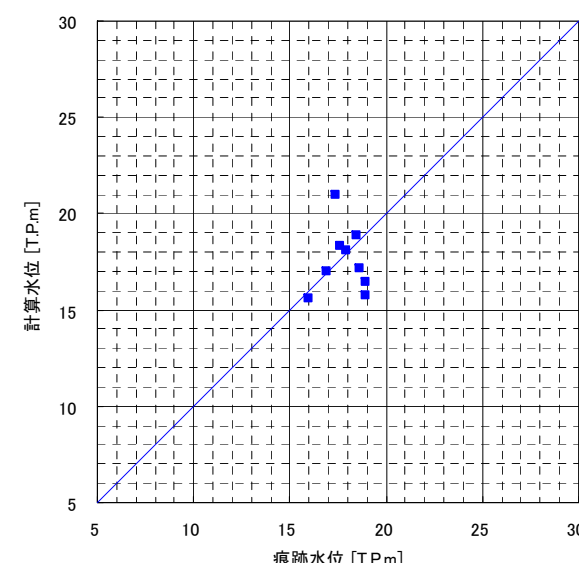
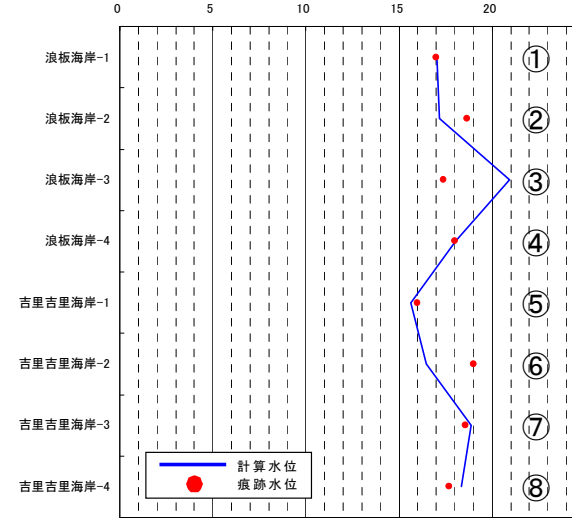


断層モデルのすべり量に対する倍率：1.4倍
 $N=8$ 、 $K = 0.99$ 、 $\kappa = 1.04$



北
南

痕跡水位 (T.P.m)

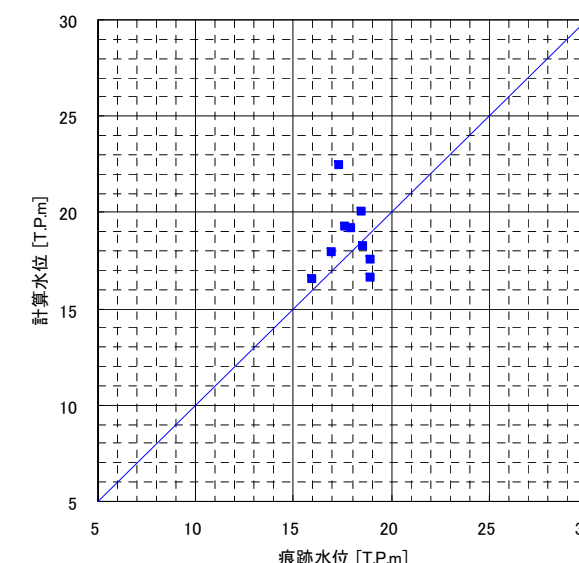
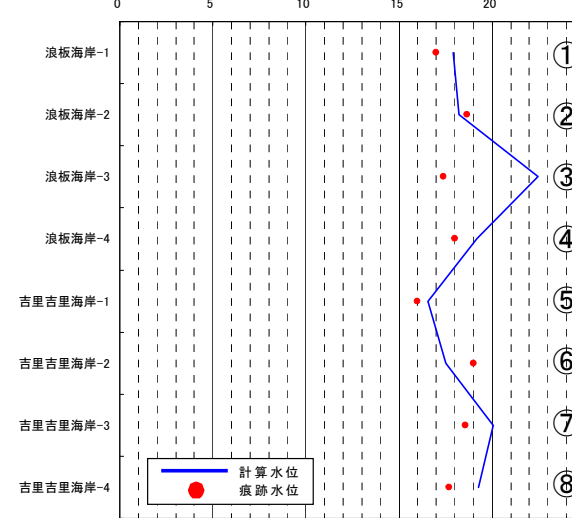


断層モデルのすべり量に対する倍率：1.5倍
 $N=8$ 、 $K = 0.96$ 、 $\kappa = 1.07$



北
南

痕跡水位 (T.P.m)



※痕跡値は岩手県調査結果による

3.1 施設効果の解析（浪板海岸）

○計算条件
 対象津波：東日本大震災津波
 施設高：Case1：施設無し
 ：Case2：施設有り（浪板海岸：離岸堤・護岸）
 地盤高：H23LP データを基に地盤変位量を与えた地盤高
 潮位：H23.3.11 15:00 の推定高 T.P. -0.40m

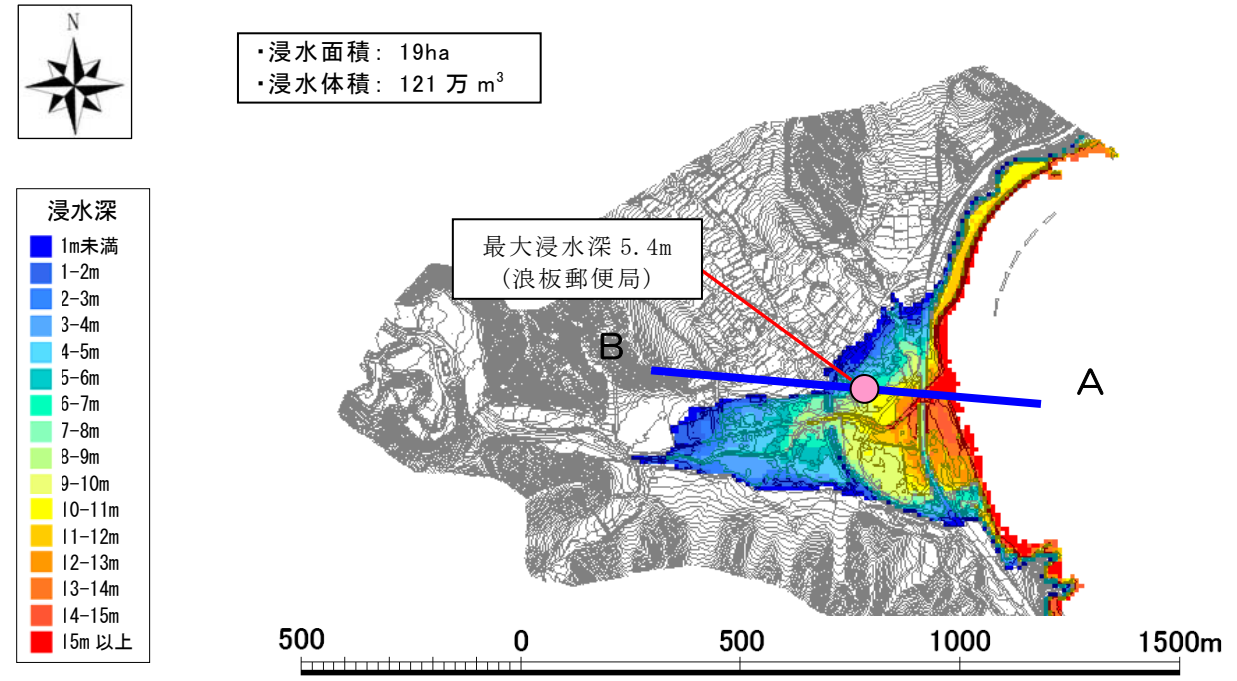


図3.1 浸水深平面分布図（施設なし）

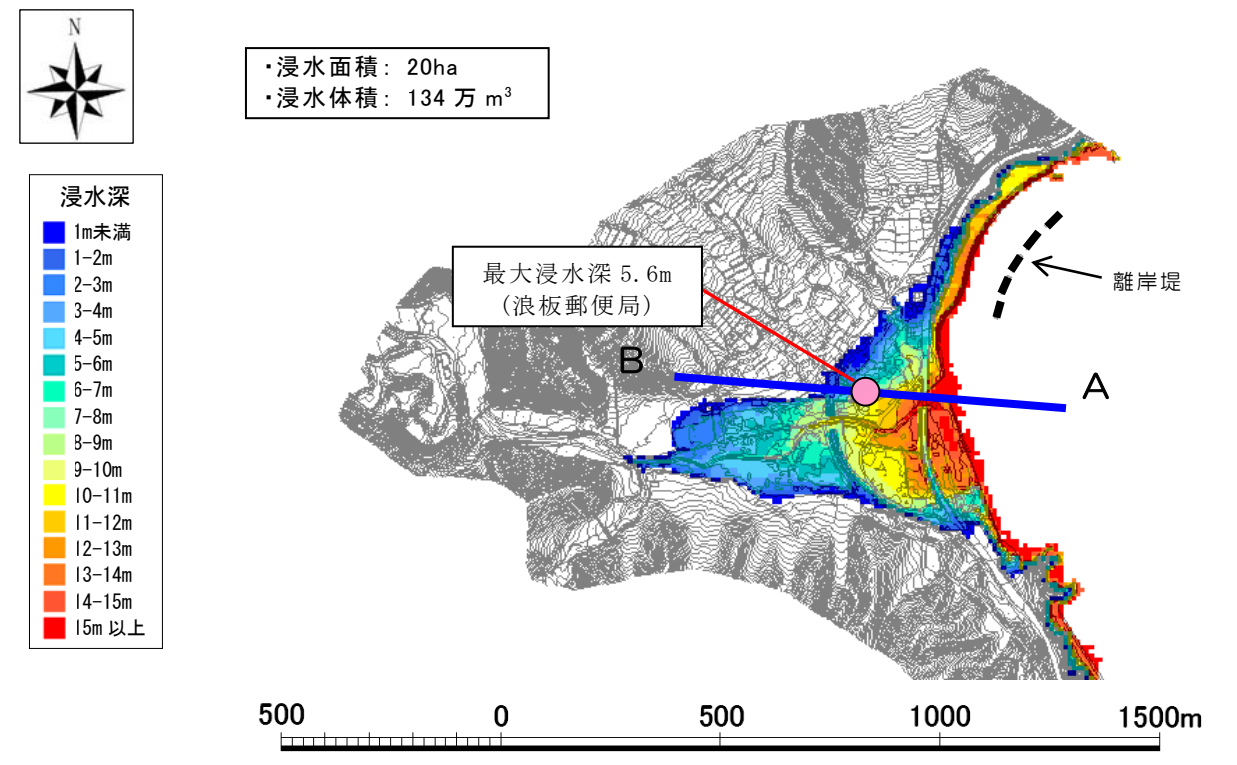


図3.2 浸水深平面分布図（施設あり）

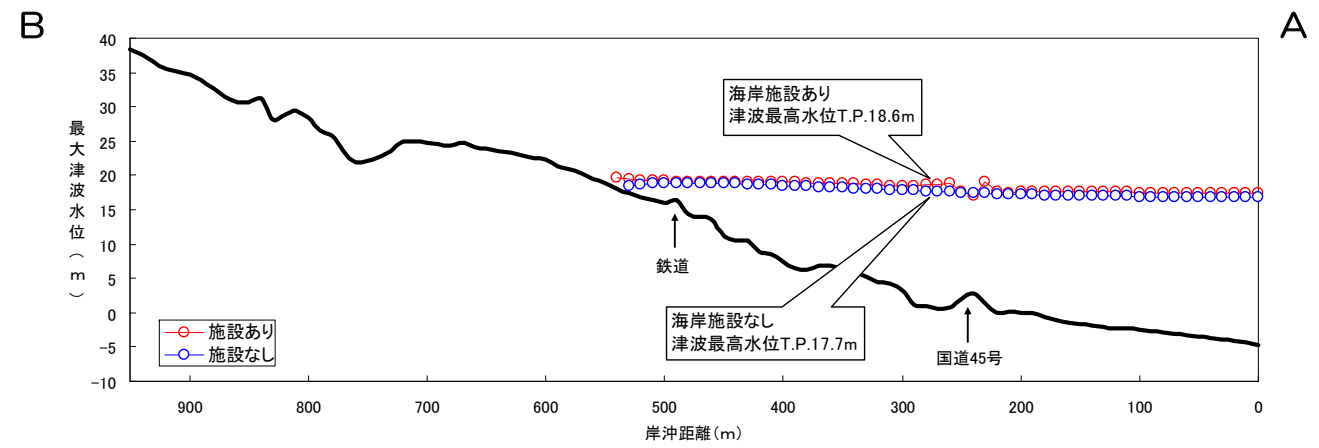


図3.3 代表横断における津波最高水位分布

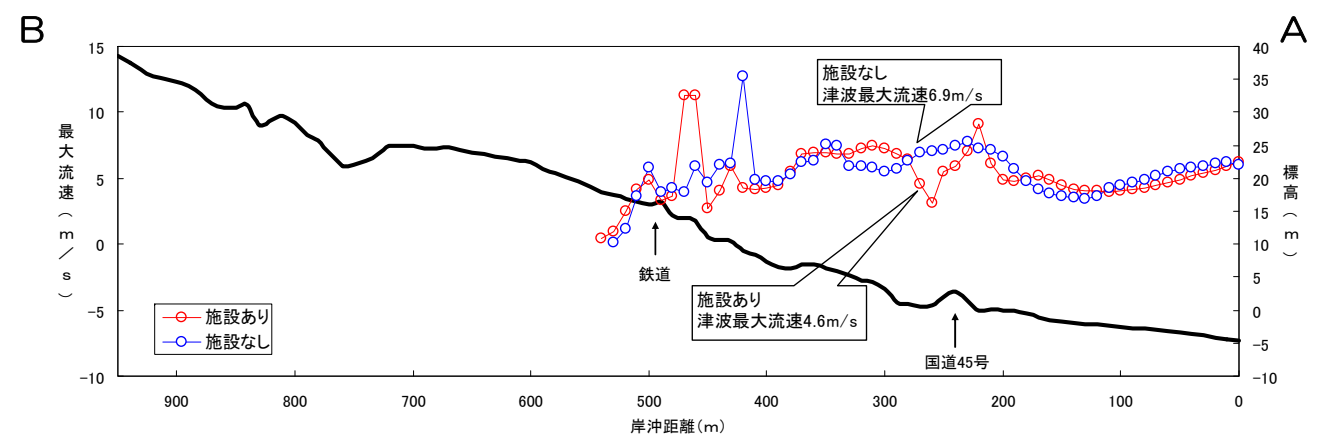


図3.4 代表横断における津波最大流速分布

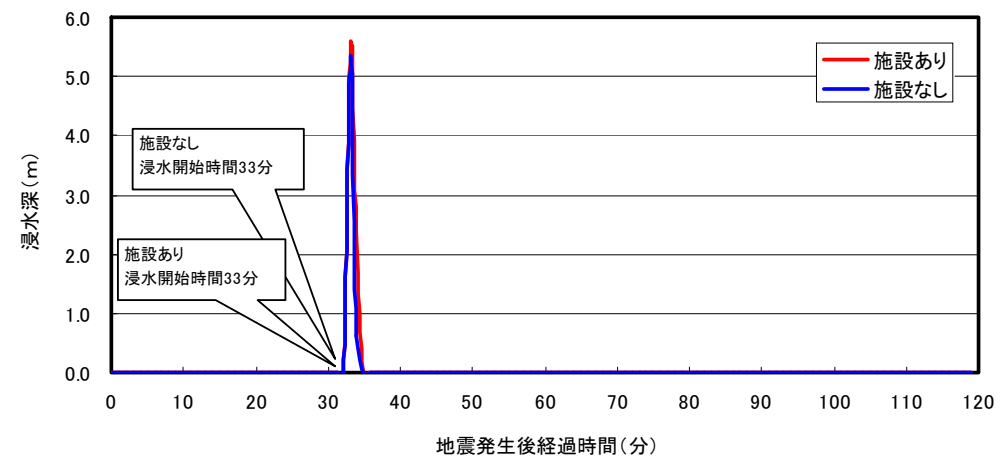


図3.5 施設背後陸側における浸水深時系列分布

まとめ

・津波最高水位は、施設あり＞施設なしの関係となるが、吉里吉里海岸の海岸施設の影響により船越湾内の津波水位が上昇した結果、施設ありの水位が高くなる結果となった。

○浪板海岸の施設効果に関する考察

・浪板海岸の津波最高水位は、施設あり＞施設なしの関係となる。その理由としては、吉里吉里海岸の施設ありの場合となしの場合で、吉里吉里海岸の陸域への越流量に起因するため。

- ①吉里吉里海岸の施設なしの場合は、陸域への越流量が大きくなるため、湾内の水位が低くなること。
- ②施設ありの場合は、陸域への越流量が小さくなるため湾内の水位が高くなること。

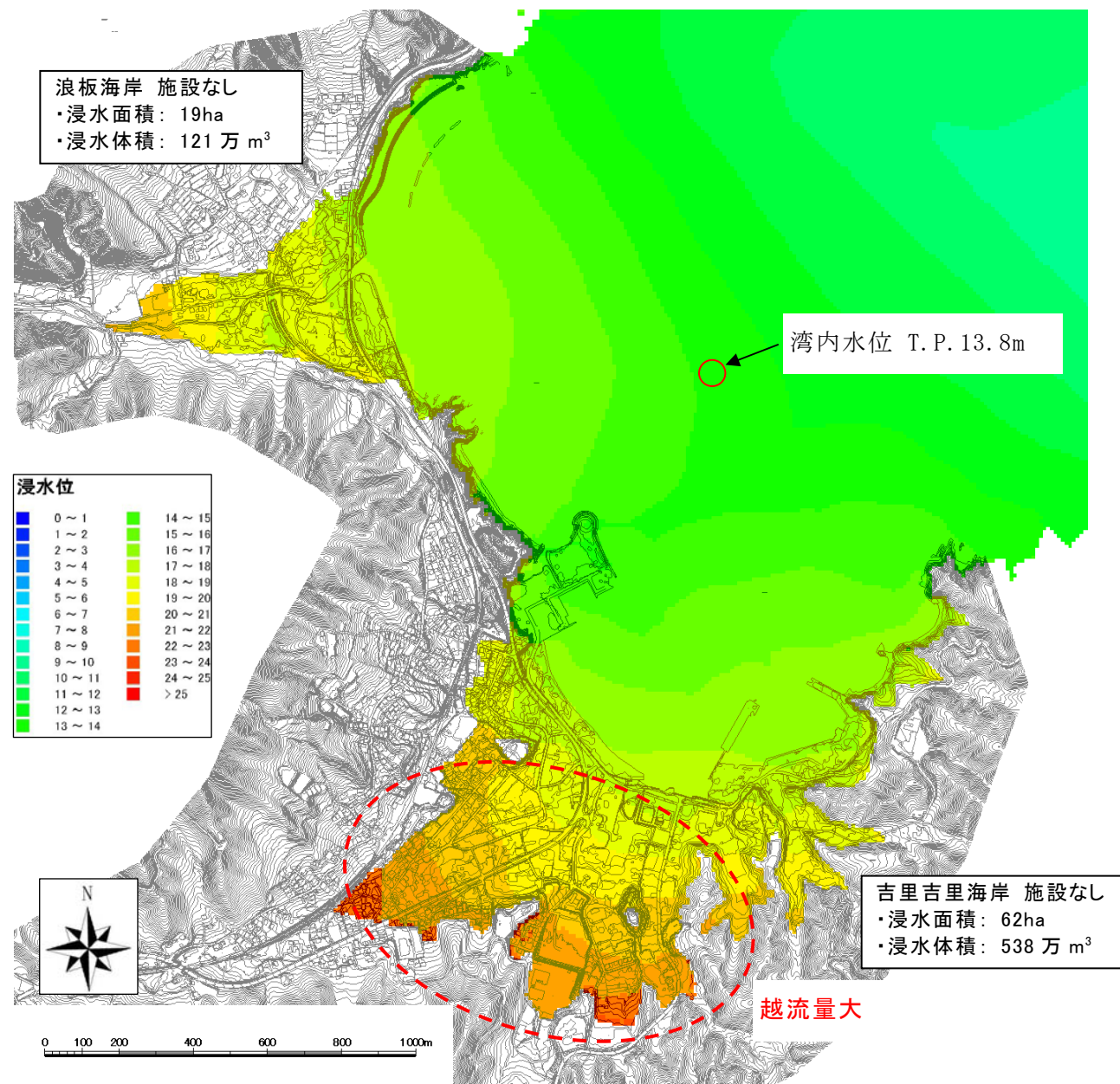


図-1 水位平面分布図（施設なし）

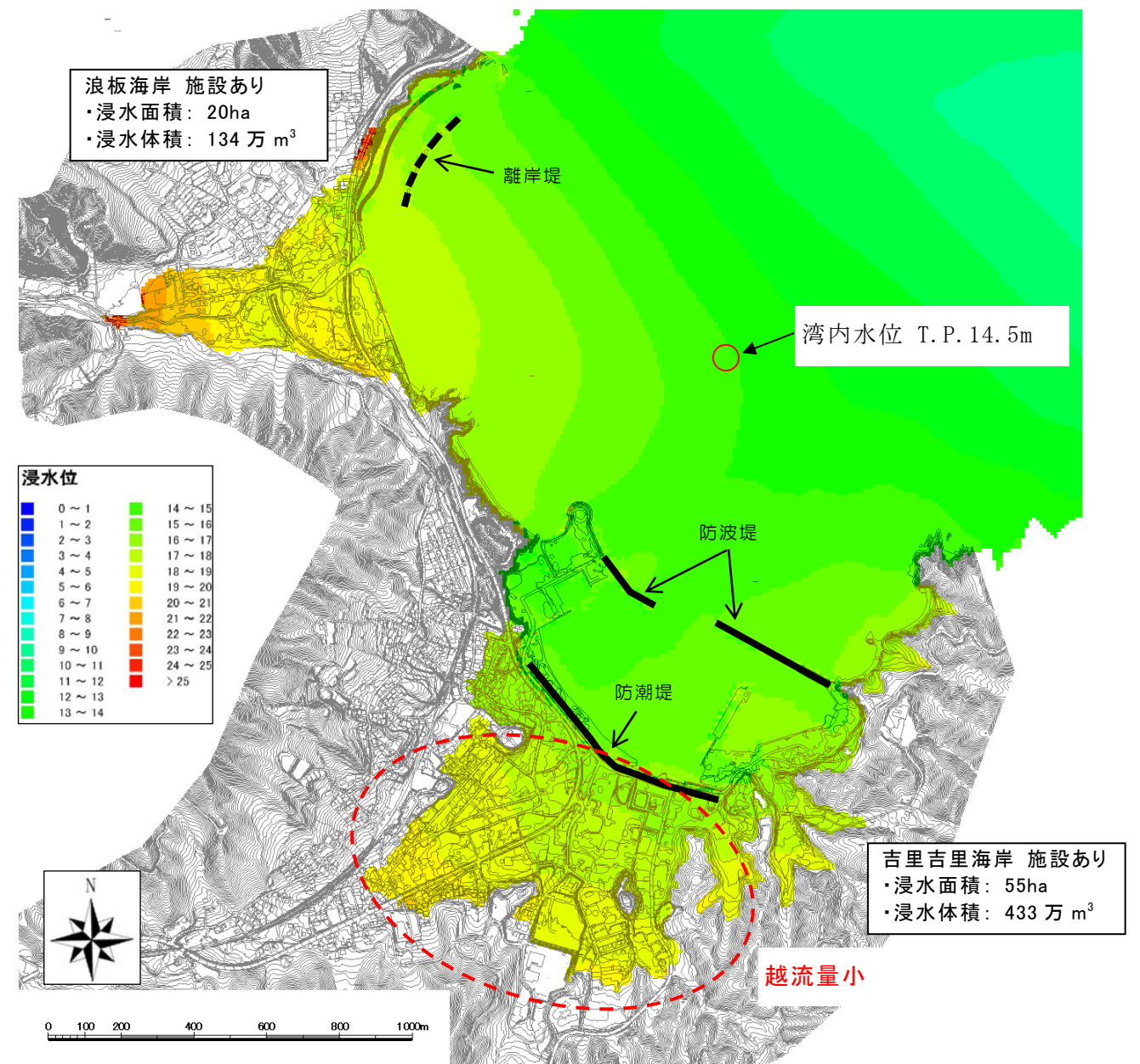


図-2 水位平面分布図（施設あり）

3.2 施設効果の解析 (吉里吉里海岸)

○計算条件
 対象津波：東日本大震災津波
 施設高：Case1：施設無し
 ：Case2：施設有り(防潮堤、防波堤)
 地盤高：H23LP データを基に地盤変位量を与えた地盤高
 潮位：H23.3.11 15:00 の推定高 T.P. -0.40m



・浸水面積：62ha
 ・浸水体積：538 万 m³

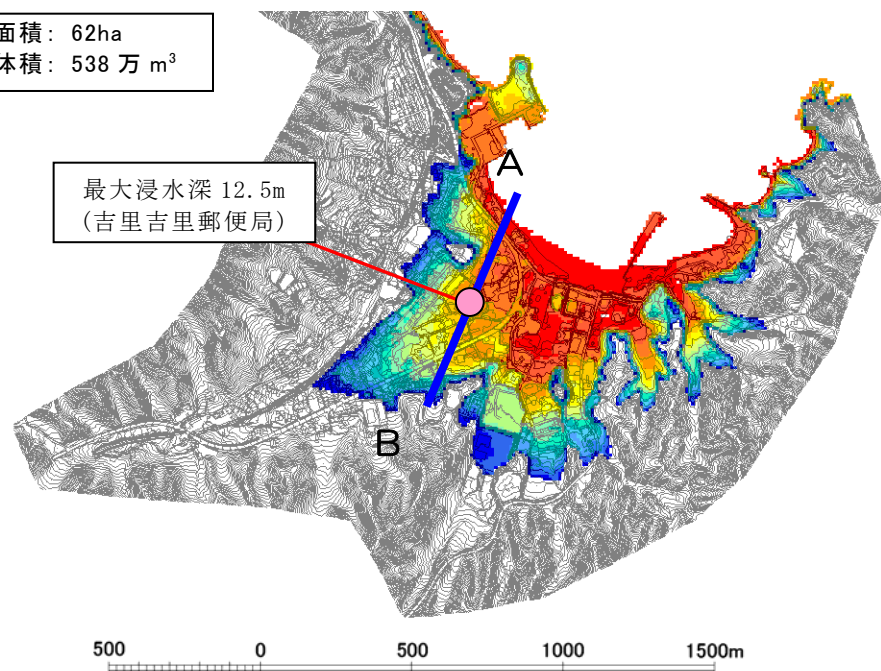
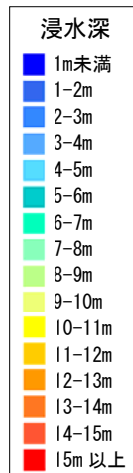


図3.6 浸水深平面分布図 (施設なし)



・浸水面積：55ha
 ・浸水体積：433 万 m³

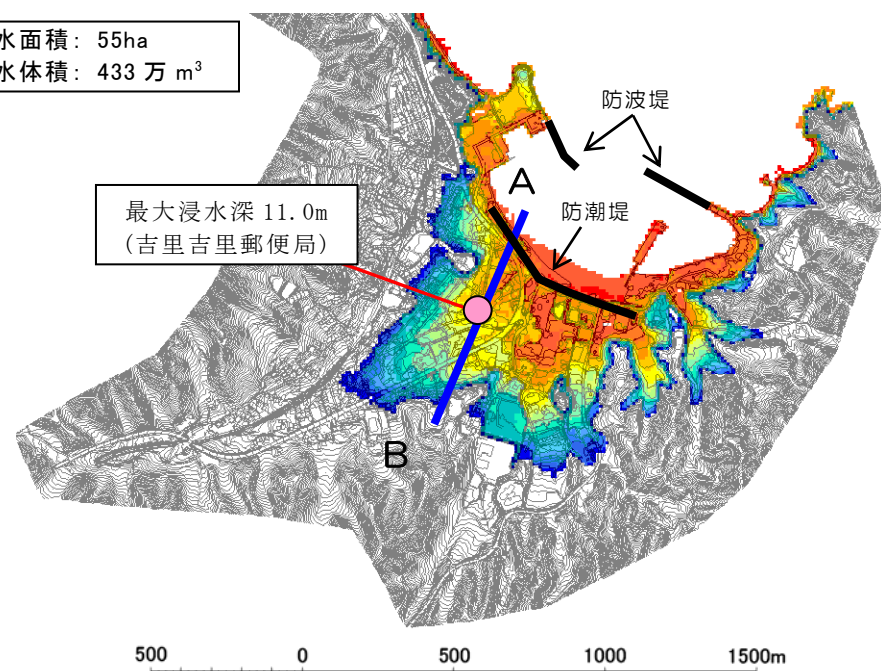
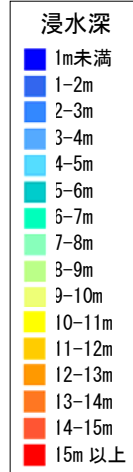


図3.7 浸水深平面分布図 (施設あり)

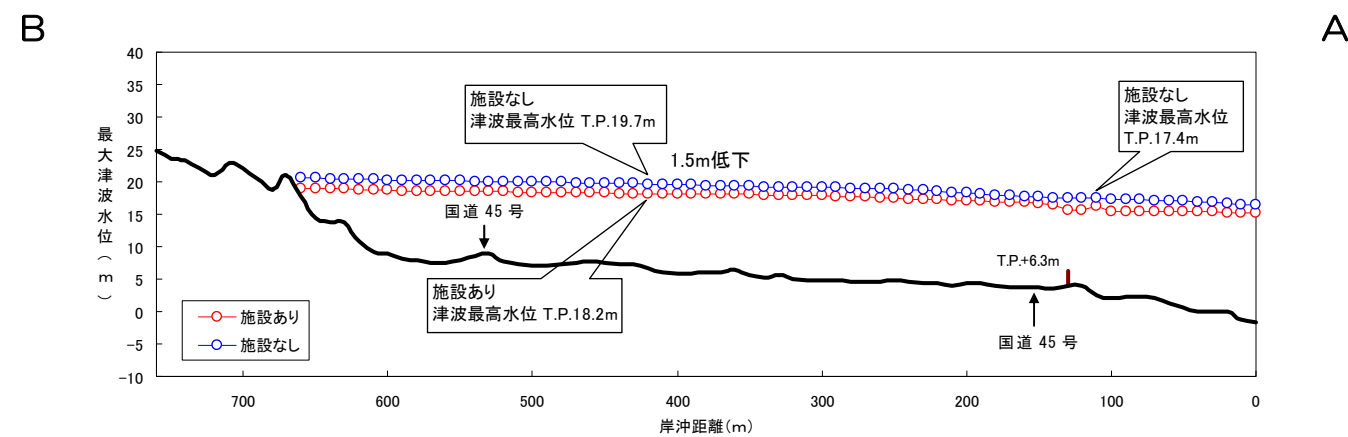


図3.8 代表横断における津波最大水位分布

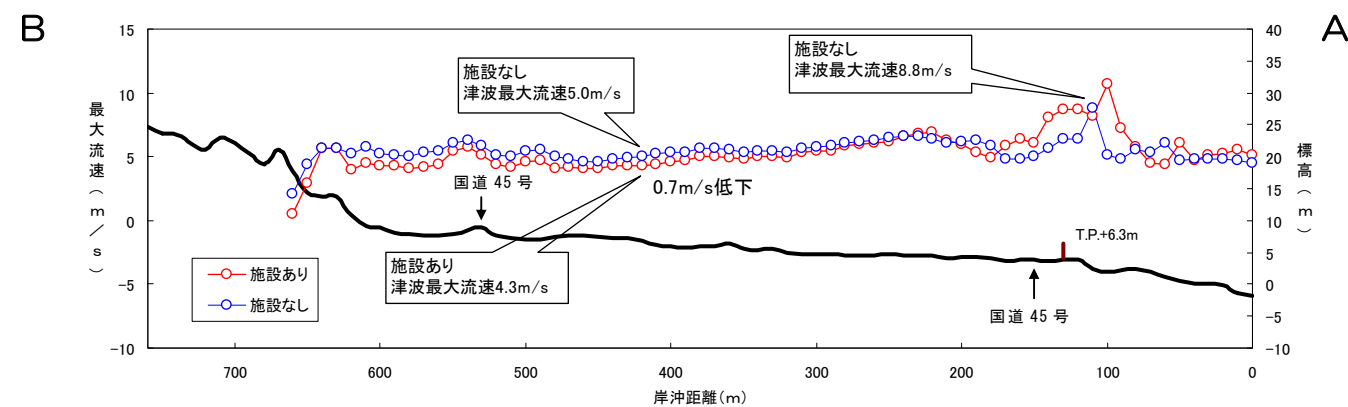


図3.9 代表横断における津波最大流速分布

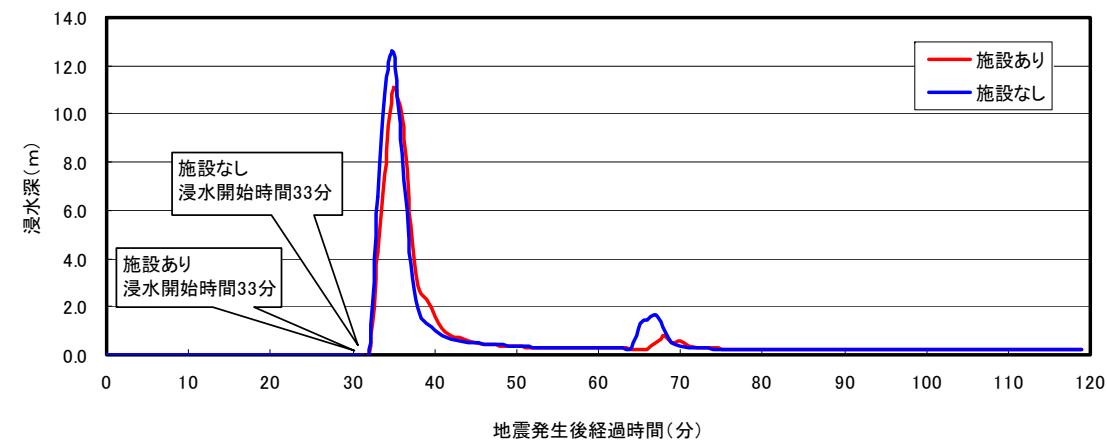


図3.10 施設背後陸側における浸水深時系列分布

まとめ

- ・吉里吉里海岸では、海岸施設により1.5m程度水位が低下する(図3.8参照)。
- ・最大流速は、場所によってはばらつきはあるが 1m/s 程度低下する(図 3.9 参照)。
- ・津波到達時間について施設の効果は明確に現れなかった(図 3.10 参照)。

4.1 対象津波の選定

下図に既往津波の痕跡高による最大津波水位を整理した。その結果、既往最大津波は東日本大震災津波とし、既往第二位は明治三陸沖地震津波を選定した。

表 4.1 既往津波別、地区毎の最大津波水位

	痕跡高					計算値					
	1611 慶長三陸	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	平成3.11	1611 慶長三陸	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	想定宮城	平成3.11
浪板	-	10.7	8.8	2.8	18.6	-	12.2	10.7	-	2.6	18.4
吉里吉里	-	10.7	6.0	3.7	19.0	-	11.1	8.8	-	1.7	17.6
平均値	-	10.7	7.4	3.3	18.8	-	11.7	9.7	-	2.1	17.0
最大値	-	10.7	8.8	3.7	19.0	-	12.2	10.7	-	2.6	17.6
最小値	-	10.7	6.0	2.8	18.6	-	11.1	8.8	-	1.7	16.4
評価値	-	10.7	8.8	3.7	19.0	-	12.2	10.7	-	2.6	17.6

出典：痕跡高は東北大災害制御研究センター津波工学研究室「津波痕跡データベース」を引用
東日本大震災津波は、岩手県調査結果

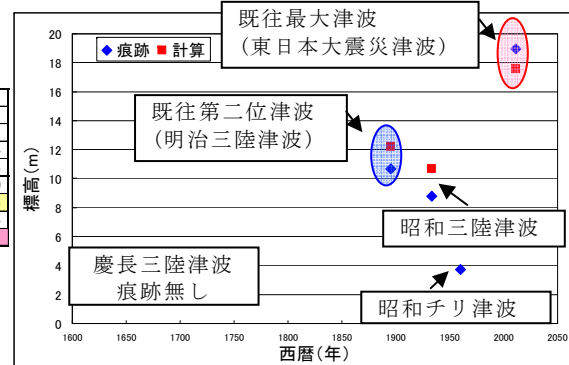
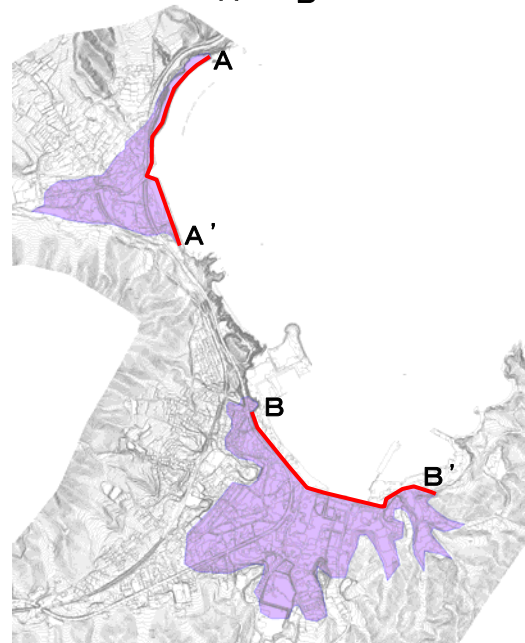
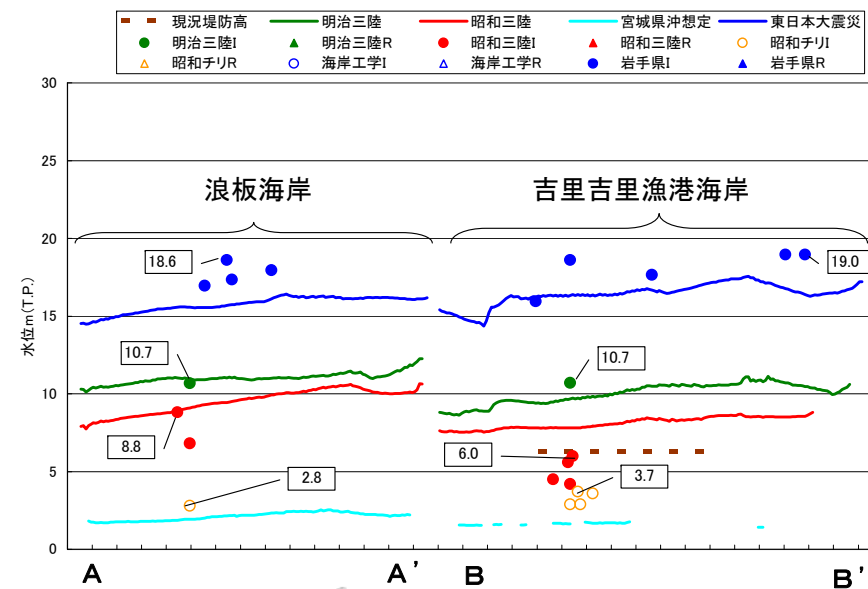


図 4.1 対象津波の判定



計算条件：
防護施設なし
津波水位：
海岸線での水位
I：浸水高
R：遡上高

図 4.2 既往津波の痕跡水位及び再現計算による最大津波水位

4.2 施設高(防潮堤高の検討)

①既往最大津波(東日本大震災津波)、②既往第二位津波(明治三陸津波)に対して溢れない高さの防潮堤高の検討を行った。必要高は表 4.2 に示す。

表 4.2 必要施設高

区分	対象津波	最大値 (T.P.m)	余裕高 (m)	必要施設高 (T.P.m)
既往最大津波	東日本大震災津波	21.4	1.0	22.5
既往第二位津波	明治三陸沖地震津波	11.8	1.0	13.0
計画津波高				8.35

※必要施設高は 0.5m でラウンドアップ

○計算条件

対象津波：①東日本大震災津波、②明治三陸沖地震津波
施設高：T.P.+50.0m(壁立てで計算用に設定)
地盤高：地震後地盤高に地盤変位量を与えた地盤高
潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.64m

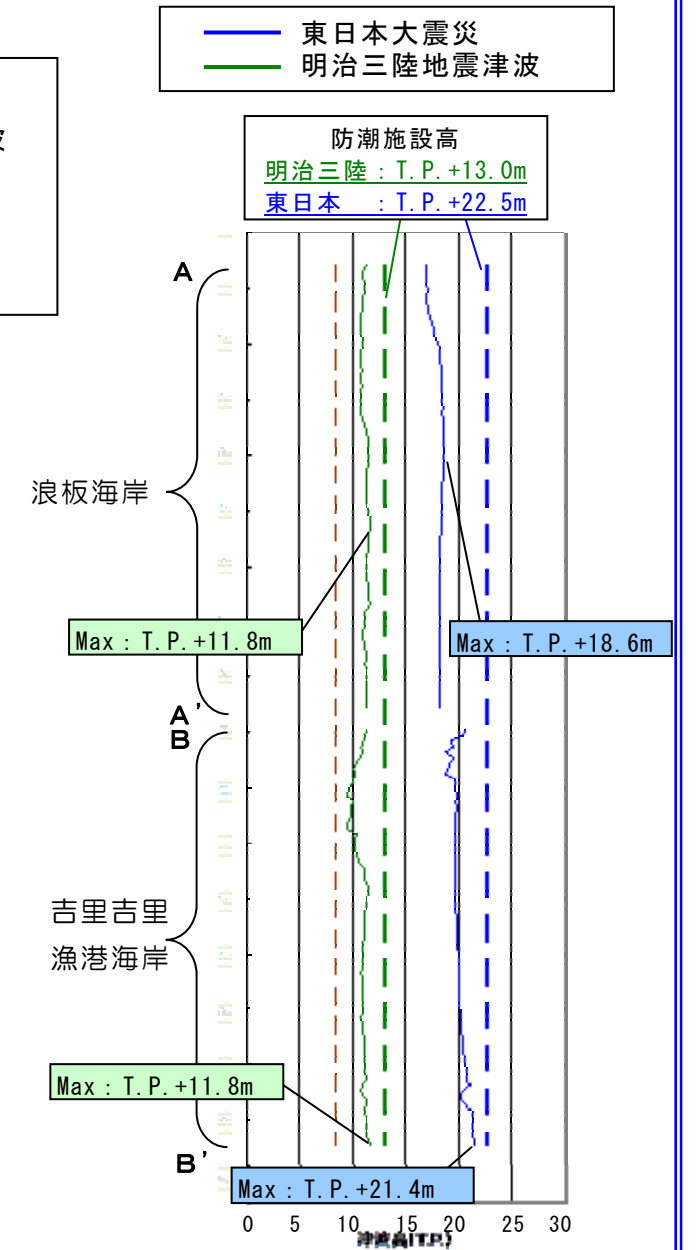
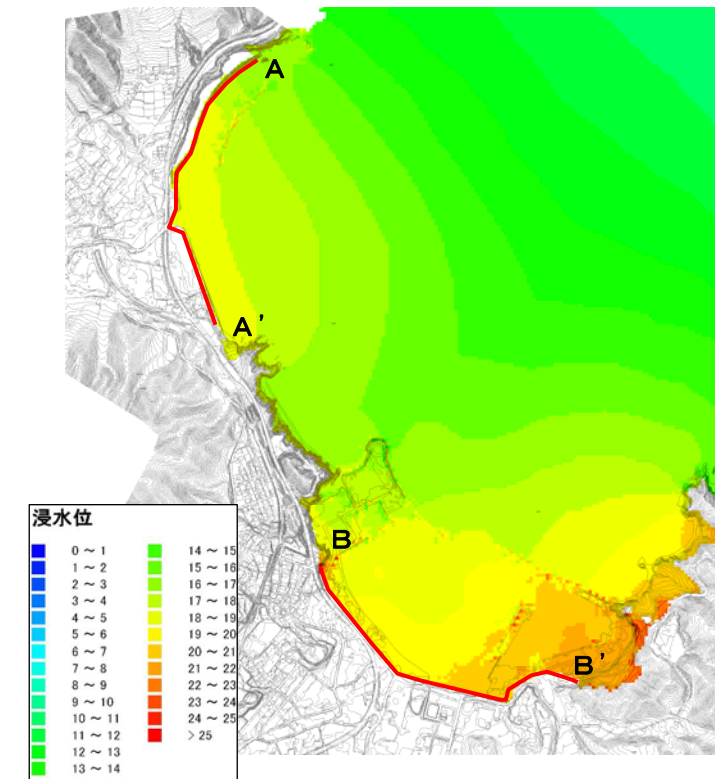


図 4.3 防潮ラインでの最大津波水位

4.3 浸水範囲の比較

施設高の検討で設定した以下の施設高において、既往最大津波（東日本大震災津波）が来襲した場合のシミュレーション結果を整理した。

○計算条件

- 対象津波：既往最大津波（東日本大震災津波）
 施設高：CASE1：現計画津波高 T.P.+8.35m(H0)
 CASE2：既往第二位津波（明治三陸津波）を溢れさせない防潮堤高 T.P.+13.0m(H1.0)
 CASE3：既往最大と既往第二位の中間値となる防潮堤高 T.P.+18.0m(H1.5)
 地盤高：地震後地盤高を基に地盤変位量を与えた地盤高
 潮位：朔望平均満潮位（H.W.L.）T.P.+0.64m

○対策の効果（まとめ）

- CASE 1（計画津波高 T.P.+8.35m）
- 浪板：東日本大震災津波の浸水状況とほとんど変わらない
 - 吉里吉里：同上
- CASE 2（防潮堤高 H1=T.P.+13.0m）
- 浪板：浸水範囲及び浸水深が減少するものの、家屋流出を防ぐことは困難
 - 吉里吉里：浸水範囲及び浸水深が減少するものの、吉里吉里郵便局で最大 7.5m の浸水深となる。
- CASE 3（防潮堤高 H1.5=T.P.+18.0m）
- 浪板：一部浸水するエリアがあるが、浸水範囲は大幅に減少する。
 - 吉里吉里：浸水範囲、浸水深は大幅に減少し、吉里吉里郵便局では最大 0.7m の浸水深となる。

表 4.3 計算条件と計算結果浸水諸元

	波板海岸		吉里吉里漁港海岸	
	浸水面積 (ha)	浸水体積 (万m ³)	浸水面積 (ha)	浸水体積 (万m ³)
CASE1	20	135	55	449
CASE2	15	80	45	289
CASE3	3	3	24	71

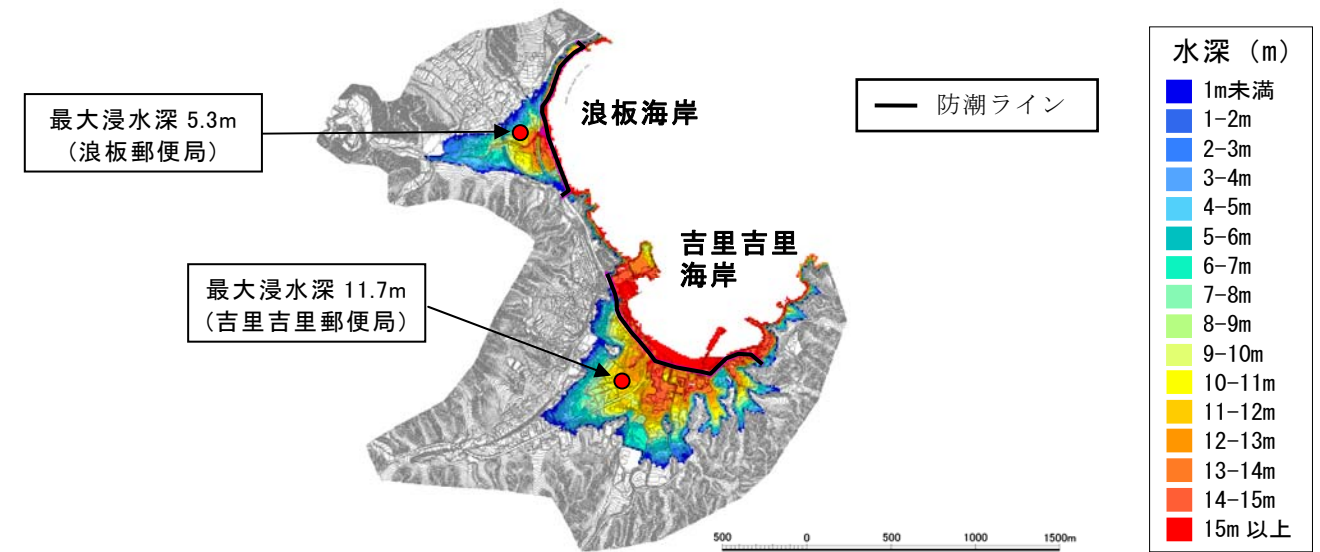


図 4.4 CASE1：現計画津波高 T.P.+8.35m(H0)におけるシミュレーション結果

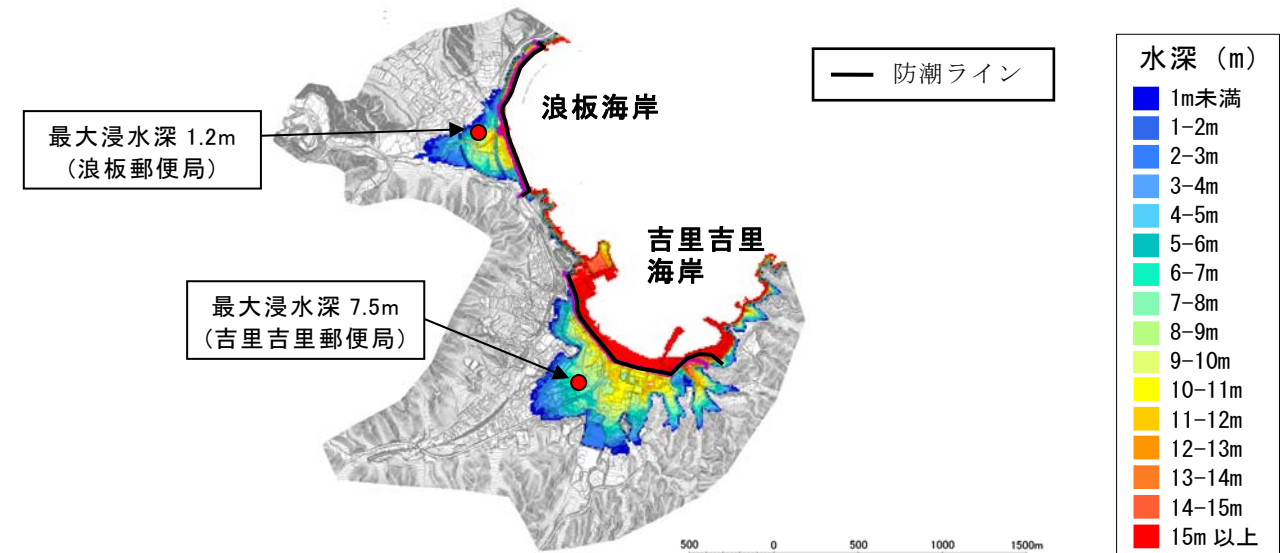


図 4.5 CASE2：防潮堤高 T.P.+13.0m(H1.0)でのシミュレーション結果

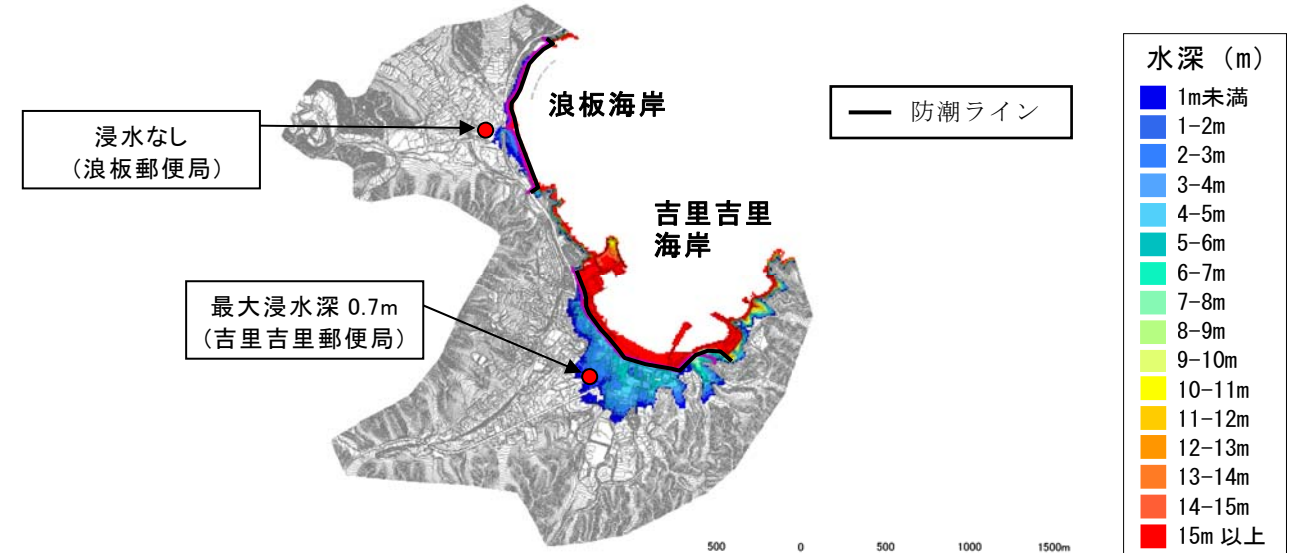


図 4.6 CASE3：防潮堤高 T.P.+18.0m(H1.5)でのシミュレーション結果