

1. はじめに

岩手県沿岸中部に位置する鯨ヶ崎・藤原地区海岸について、津波シミュレーションを行った。本地区の特徴を下記にまとめる。



図1.1 検討対象位置図

○特徴

- ・宮古湾内に位置
- ・市域中央部を西から東に閉伊川が貫流
- ・藤原地区：防潮堤T.P.+8.50mで整備済み
- ・鯨ヶ崎地区：津波防災施設なし
- ・閉伊川防潮堤(バック堤)：T.P.+5.23で整備済み

○津波概要

- ・津波高はT.P.+9.5m(藤原付近の痕跡)と推定される。
- ・藤原地区では、津波は防潮堤を越え浸水被害が発生但し、家屋の倒壊等の被害は小
- ・閉伊川防潮堤では津波が越流し、市街地に流入し
- ・鯨ヶ崎地区では、多くの木造家屋が全壊但し、鉄骨構造の水産加工施設等、漁業関係施設の背後では家屋等への被害が比較的少

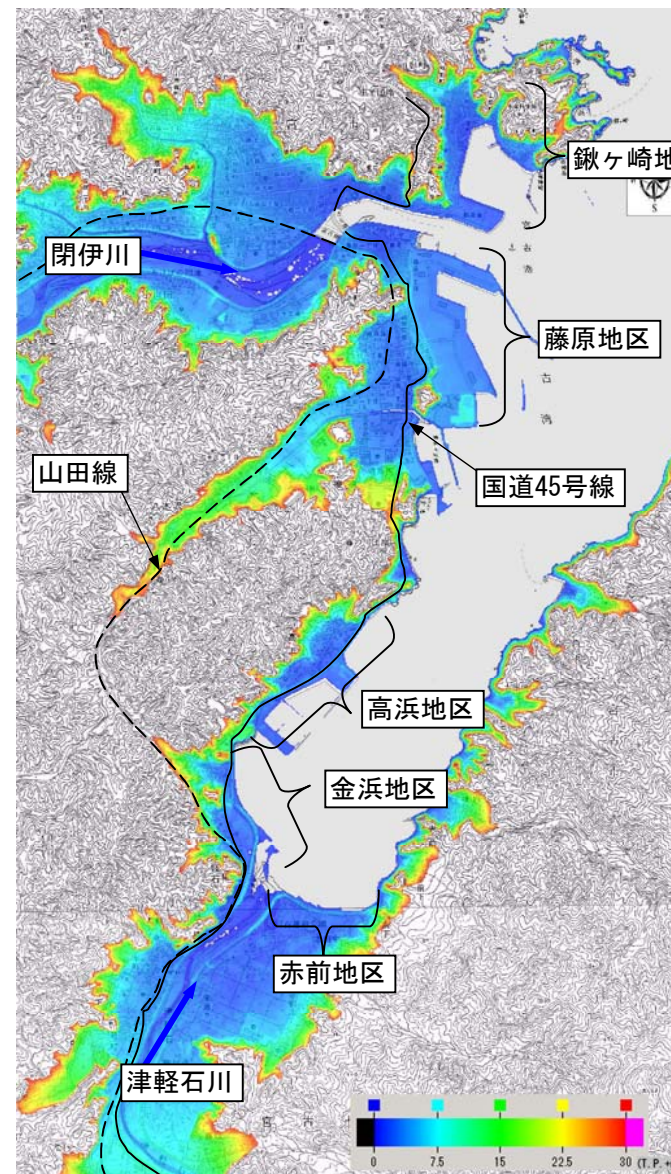


図1.2 主な施設位置と地盤高(震災前)

2. 初期条件の設定

諸条件および計算条件を下表に示す通り設定した

表2.1 計算条件一覧表

項目	内容
基礎式と解法	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とし、Leap-Frog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
計算格子間隔	波源から沿岸：3,240m、1,080m、360m、120m、40m 遡上域：40m、20m、10m
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した 時間：計算時間間隔は全ての計算領域で一定とした
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した 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
波源モデル	修正藤井・佐竹モデル(Ver.4.0)
地盤変形量計算	Mansinha and Smylie(1971)の方法による
計算時間	地震発生から3hr
計算時間間隔	0.1s~0.4s
潮位条件	H23.3.11 15時の潮位よりT.P.-0.46mを設定
対象地形	H16年LPデータによる地盤変動を考慮した地形

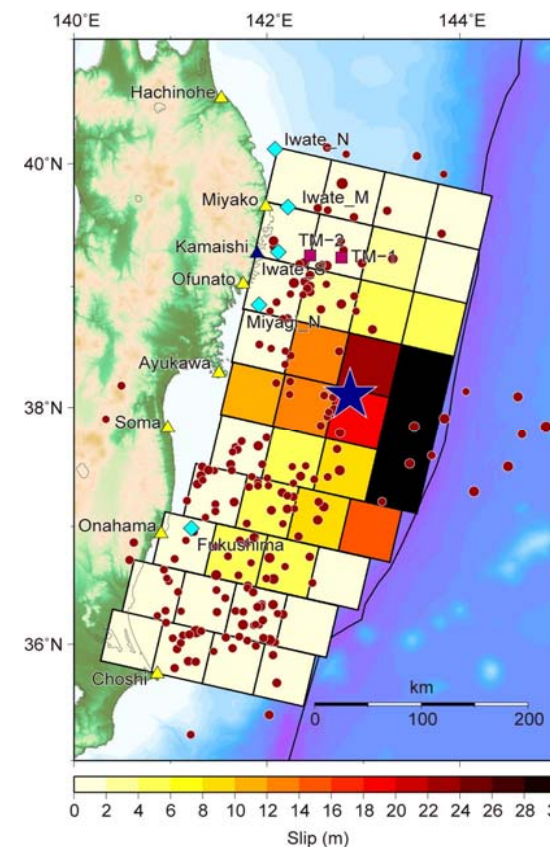


図2.1 波源モデル

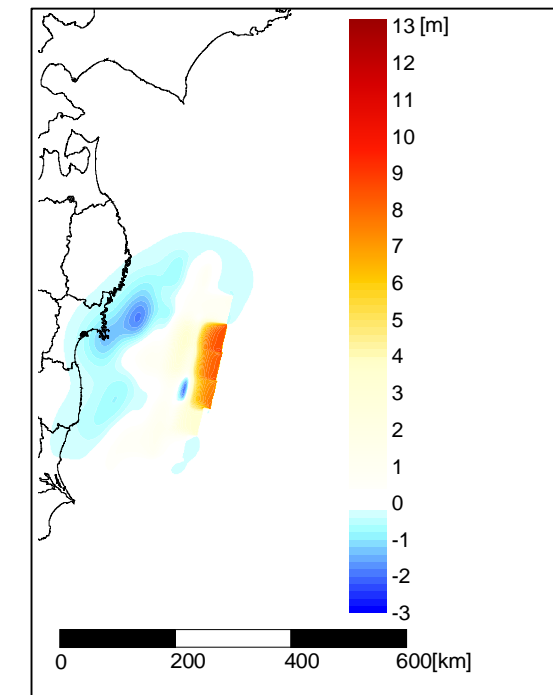
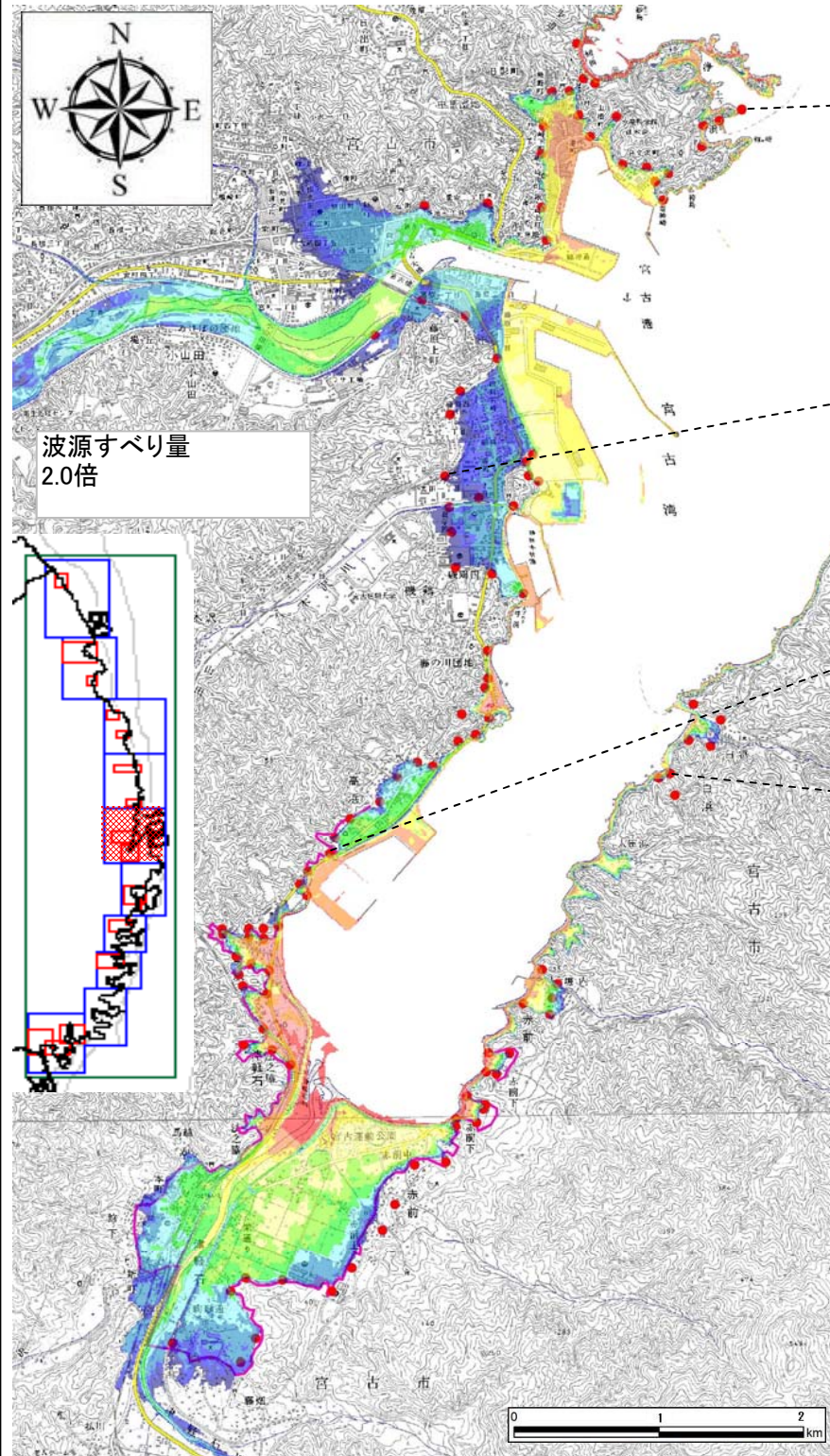


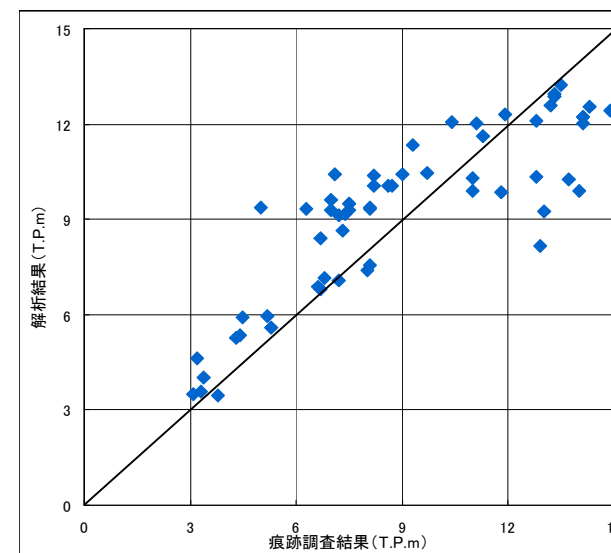
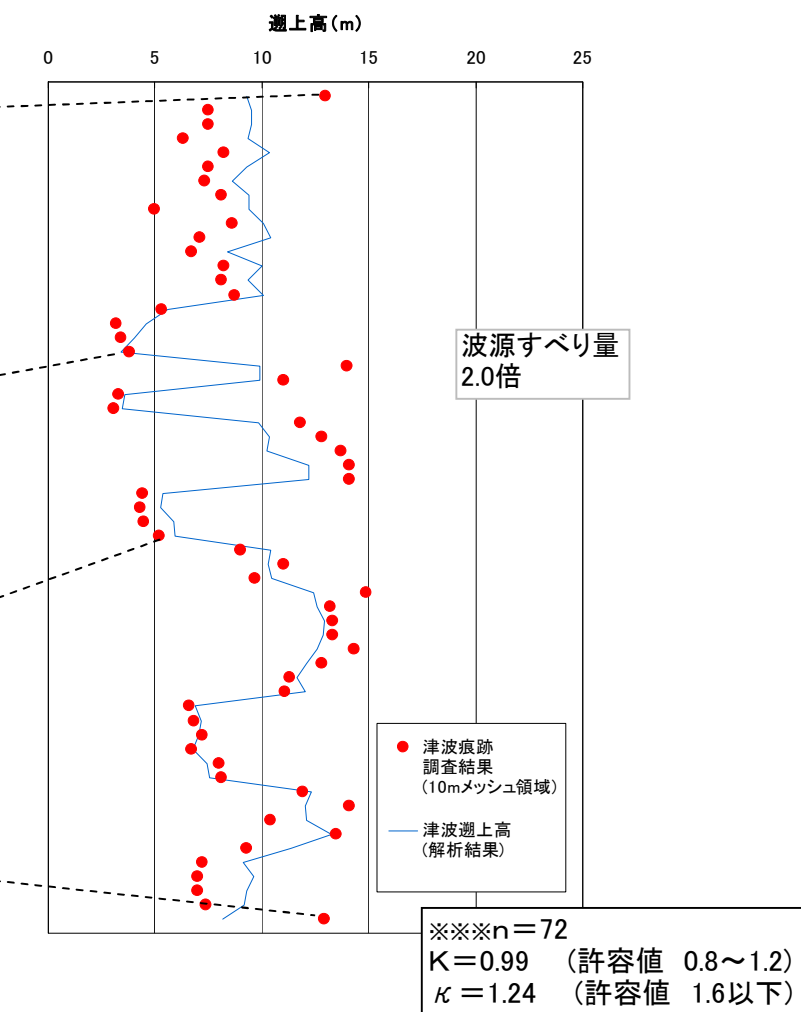
図2.2 地盤変動量分布(初期水位分布)

(浸水深シミュレーション結果に痕跡調査結果を重ね合わせ)



再現結果(施設あり)

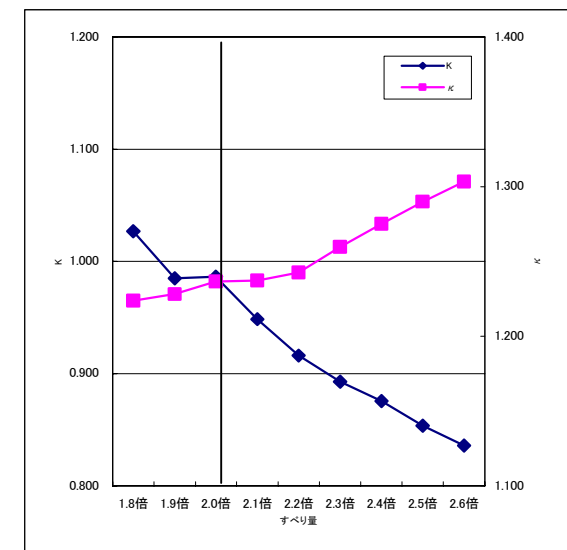
(津波最大遡上高)



*** n: 痕跡値を比較する資料数(計算で浸水しない箇所は棄却)

(キャリブレーション結果)

波源すべり量	K	κ
1.8倍	1.027	1.224
1.9倍	0.985	1.228
2.0倍	0.987	1.237
2.1倍	0.949	1.237
2.2倍	0.916	1.243
2.3倍	0.893	1.260
2.4倍	0.876	1.275
2.5倍	0.853	1.290
2.6倍	0.836	1.303



4. 対象津波の選定

銚ヶ崎・藤原地区海岸

【宮古港海岸】

宮古港海岸における既往津波の痕跡高及び海岸線における津波再現予測計算による最大津波水位をグラフに整理した。(図4.1参照)

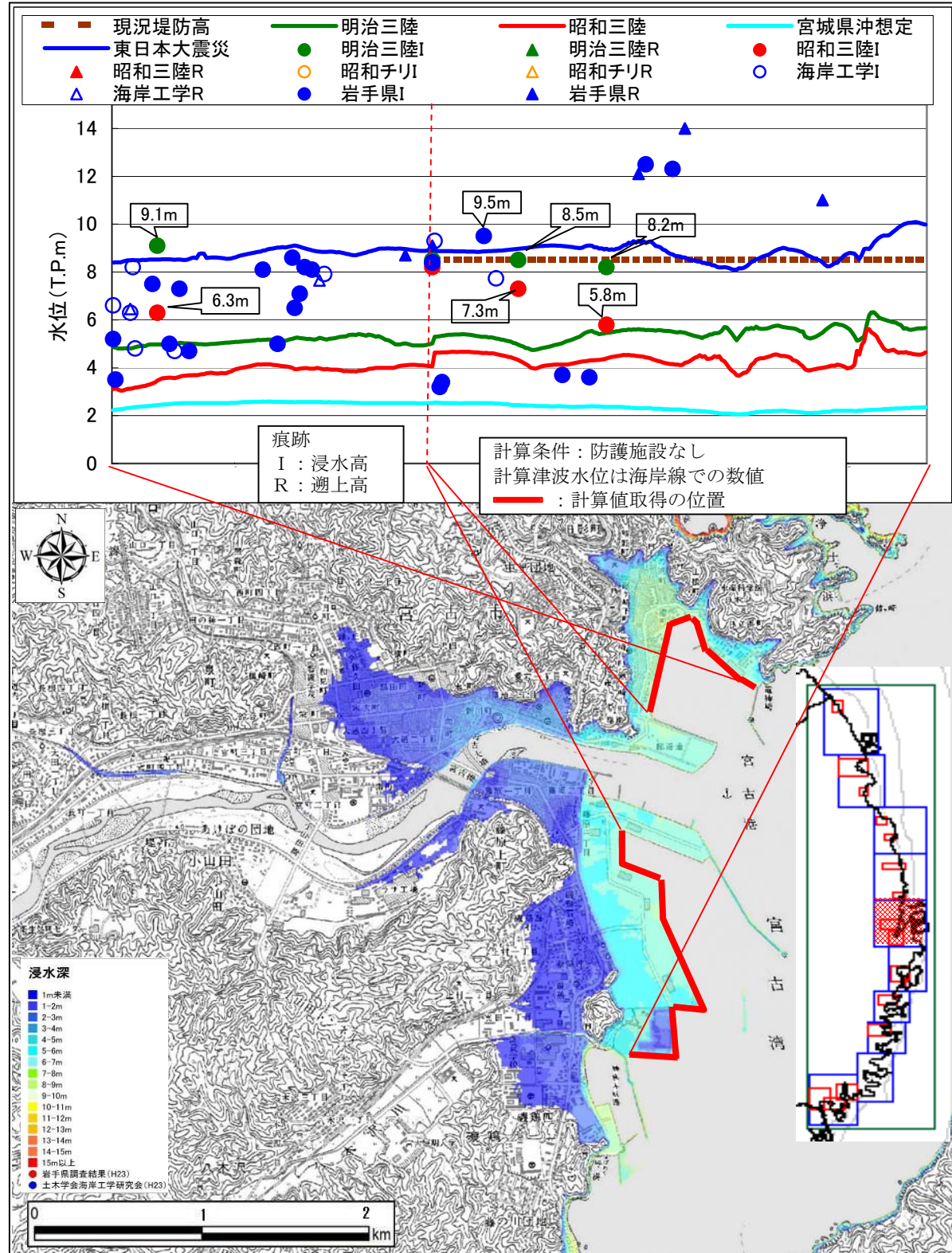


図4.1 既往津波の痕跡水位及び再現計算による最大津波水位

既往津波の痕跡高及び再現予測計算による最大津波水位を地区毎に整理し、最大値を評価値とした。その結果、宮古港海岸では、既往最大津波は東日本大震災津波、慶長三陸沖地震津波を選定し、既往第二位津波は明治三陸沖地震津波を選定した。(表4.1、図4.2参照)

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	2011 平成3.11	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	想定宮城	2011 平成3.11
銚ヶ崎町		9.1	6.3	-	6.5					
宮古町	8.0	8.5	8.2	-	8.4	6.3	5.6		2.6	10.1
藤原	7.0	8.5	7.3		9.5					
磯鶏	7.0	8.2	5.8							
平均値	7.3	8.6	6.9		8.1	6.3	5.6		2.6	10.1
最大値	8.0	9.1	8.2		9.5	6.3	5.6		2.6	10.1
最小値	7.0	8.2	5.8		6.5	6.3	5.6		2.6	10.1
評価値	8.0	9.1	8.2		9.5	6.3	5.6		2.6	10.1

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
ただし、チリ地震津波の痕跡は、日本被害津波総覧(第2版)にて補足。
平成3.11津波は、岩手県調査及び東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ調査結果。

計算条件：防護施設なし
計算津波水位は海岸線での数値

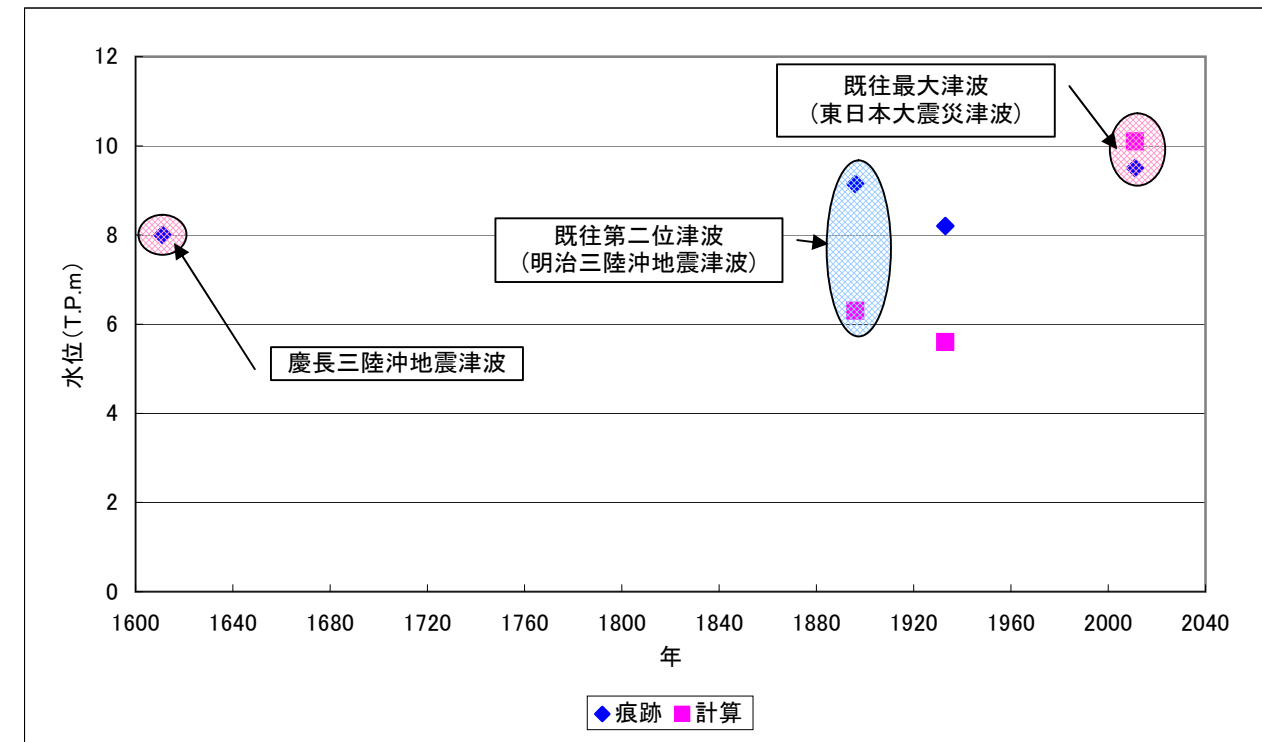


図4.2 対象津波の判定

- 既往最大津波：東日本大震災津波、慶長三陸沖地震津波
- 既往第二位津波：明治三陸沖地震津波

5.1 既往第一位津波に対して「越流させない」海岸保全施設の検討

既往最大津波は東日本大震災を選定し、この津波での壁立て計算（海岸保全施設の高さを無限大）により「越流させない」海岸保全施設の高さを検討した。

波源：東日本大震災津波

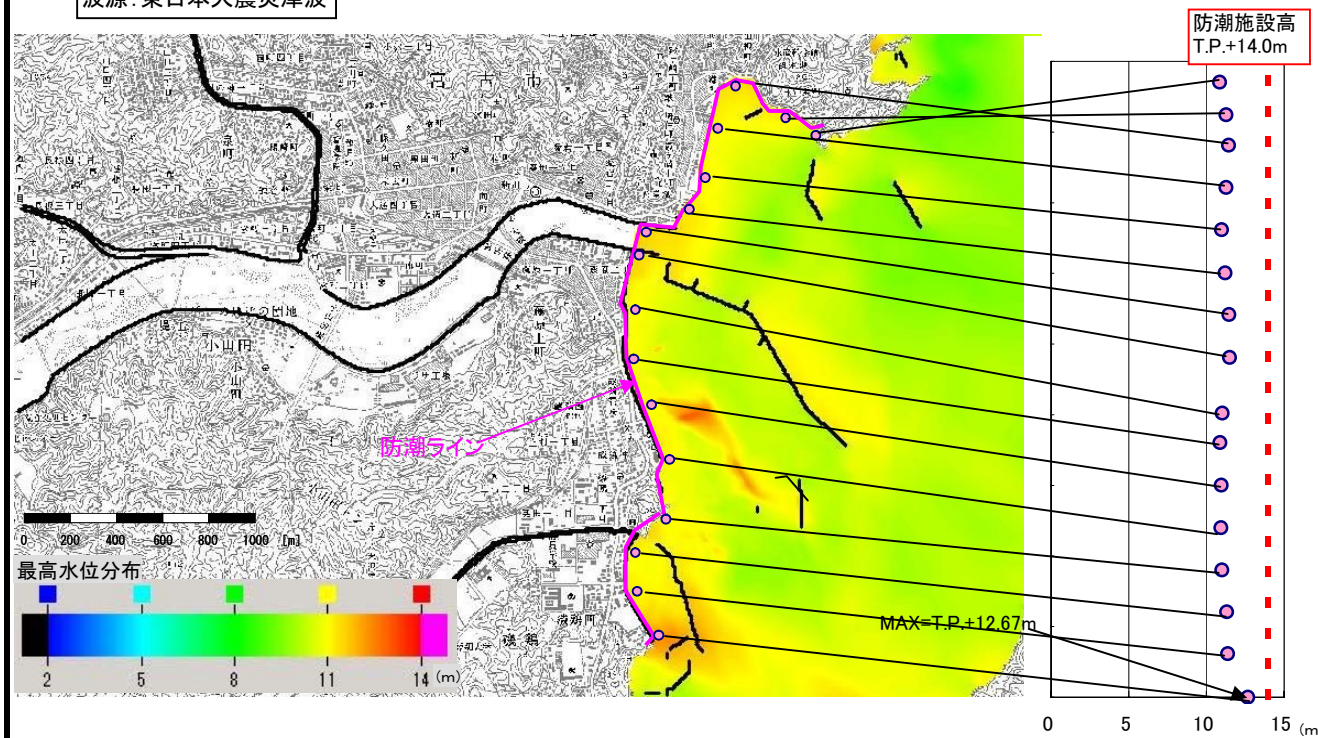


図5.1 既往最大津波の防潮ラインでの最大津波水位

壁立て計算での既往最大津波水位の最大値はT.P.+12.67mであった。(図2.1参照)
地震時における地盤の沈下分の考慮(一律+1m)及び0.5単位での切り上げ行い、
最大津波水位に対して越流させない海岸保全施設の高さをT.P.+14.0mとした。
[12.67+1.0=13.67→14.0m]

計算条件 波源：2011東日本大震災津波(藤井佐竹モデルver.4、すべり量2.0倍)
潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.69m
地盤変位：電子基準点の変動量(宮古-0.42m)

5.2 既往第二位津波に対して「越流させない」海岸保全施設の検討

既往第二位津波は明治三陸地震を選定し、この津波での壁立て計算（海岸保全施設の高さを無限大）により「越流させない」海岸保全施設の高さを検討した。

波源：明治三陸地震津波

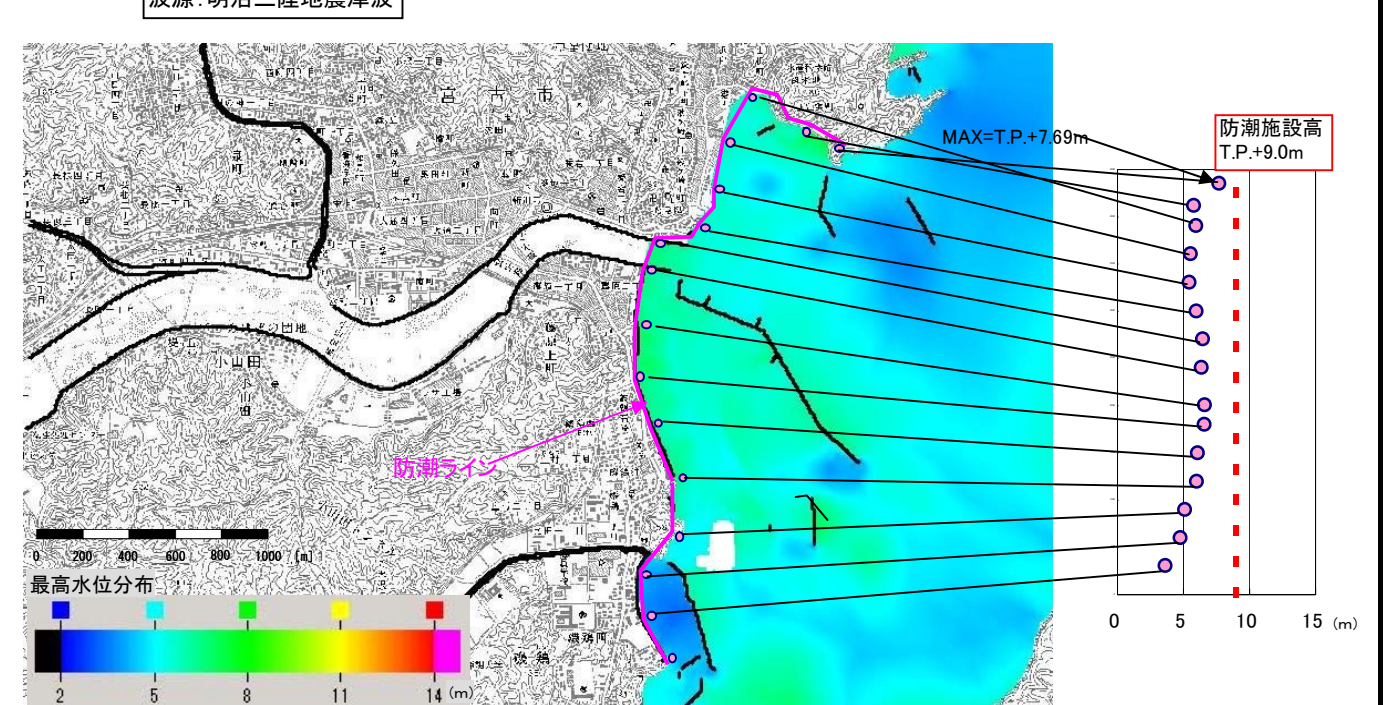


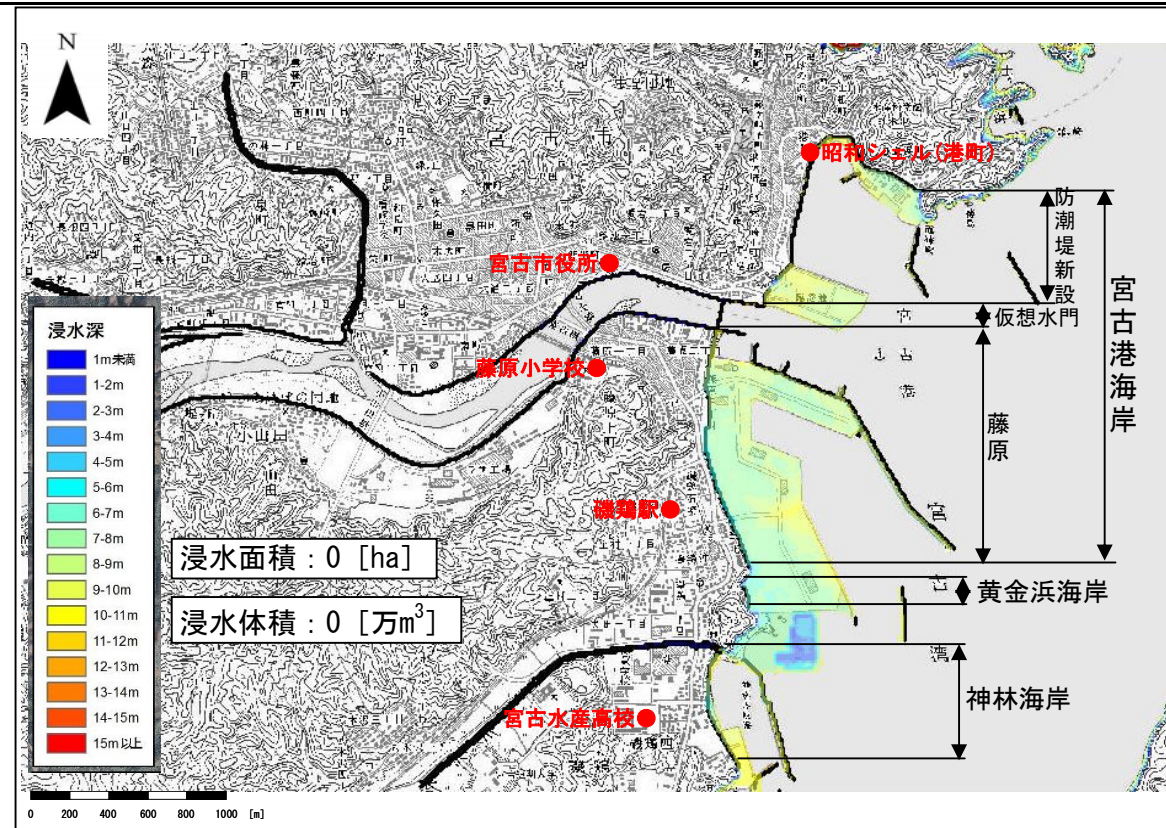
図5.2 既往第二位津波の防潮ラインでの最大津波水位

壁立て計算での既往第二位津波水位の最大値はT.P.+7.69であった。(図2.2参照)
地震時における地盤の沈下分の考慮(一律+1m)及び0.5単位での切り上げ行い、
最大津波水位に対して越流させない海岸保全施設の高さをT.P.+9.0mとした。
[7.69+1.0=8.69→9.0m]

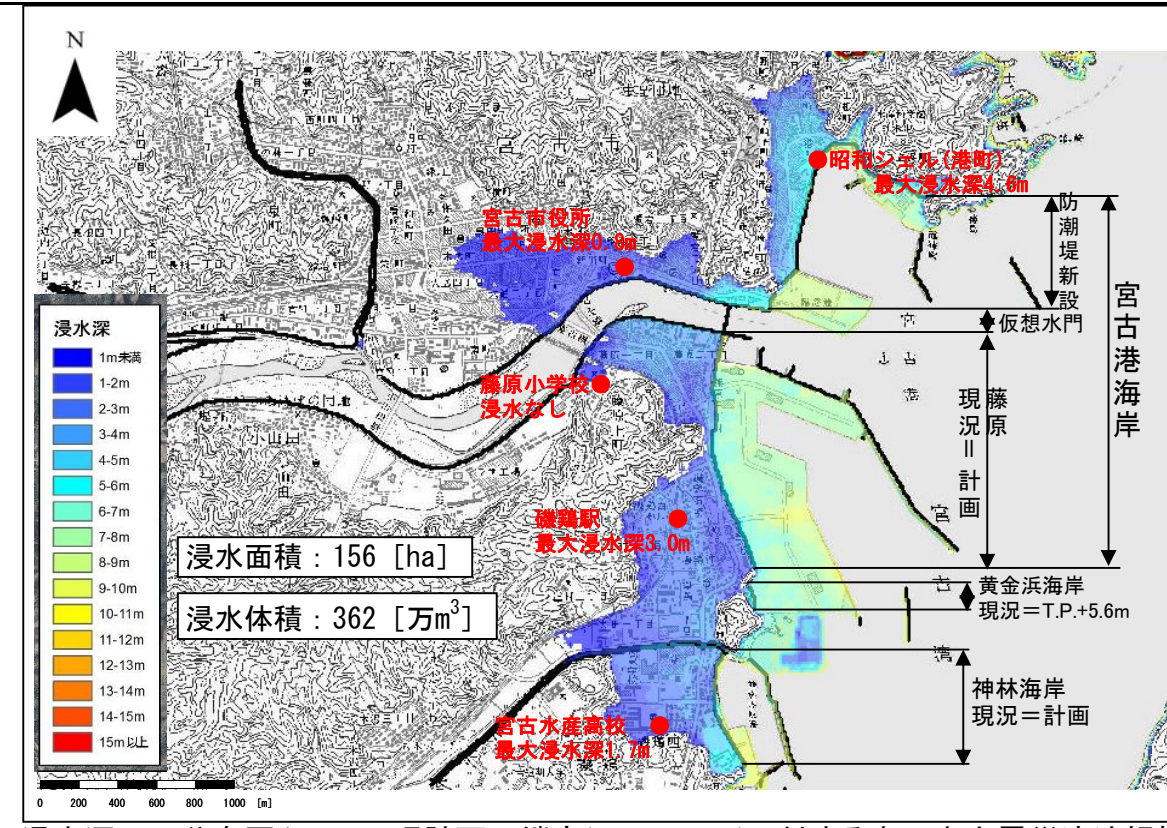
計算条件 波源：1896明治三陸津波(Tanioka and Satake(1996)、すべり量1.81倍)
潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.69m
地盤変位：Mansinha and Smylie(1971)の方法による。
(出典：平成16年 岩手県地震・津波シミュレーション及び被害想定調査に関する報告書(概要版)、II-26, II-32)

5.3 結果一覧

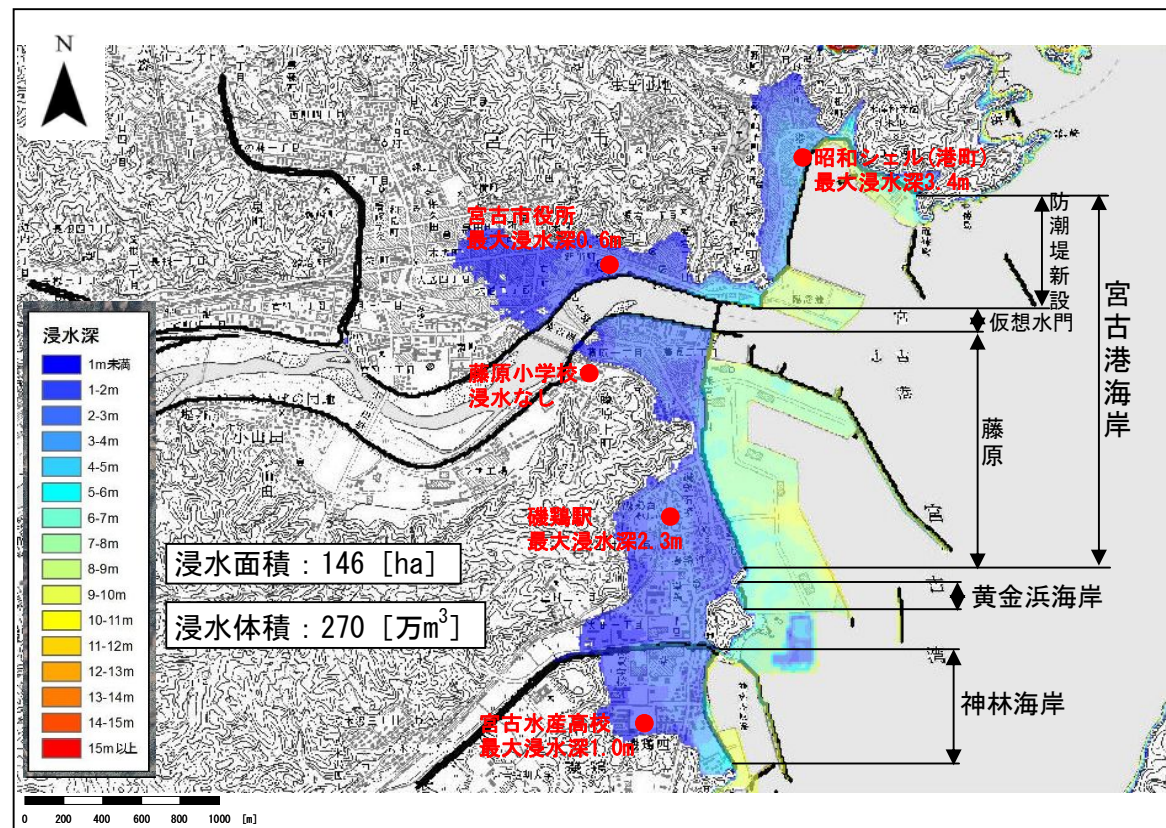
検討Case	既往最大津波	既往第二位津波
対象津波	2011年東日本大震災津波	1896年明治三陸津波
施設高(防潮堤高) (T.P.+m)	14.0	9.0
津波最高水位(T.P.+m) (シミュレーション結果)	12.67	7.69



浸水深平面分布図 (Case1・東日本大震災津波にて越流しない天端高(T.P.+14.00m))



浸水深平面分布図 (Case3・現計画天端高(T.P.+8.50m)に対する東日本大震災津波規模)



浸水深平面分布図 (Case2・明治三陸津波にて越流しない天端高(T.P.+9.00m)に対する東日本大震災津波規模)

※浸水体積: 浸水区域内の各メッシュの浸水深×面積の合計とした。

計算条件 (各Case共通)

対象津波(波源モデル);
2011年東日本大震災津波(藤井佐竹モデルver4.0)の、すべり量を2.0倍に変化

地形(標高)、構造物天端高データ;
H16地形データに対し、「国土地理院 各観測点における地盤沈下調査結果 一覧表」の電子基準点の変動量分だけ事前に沈下させておく。(宮古:-0.42m)

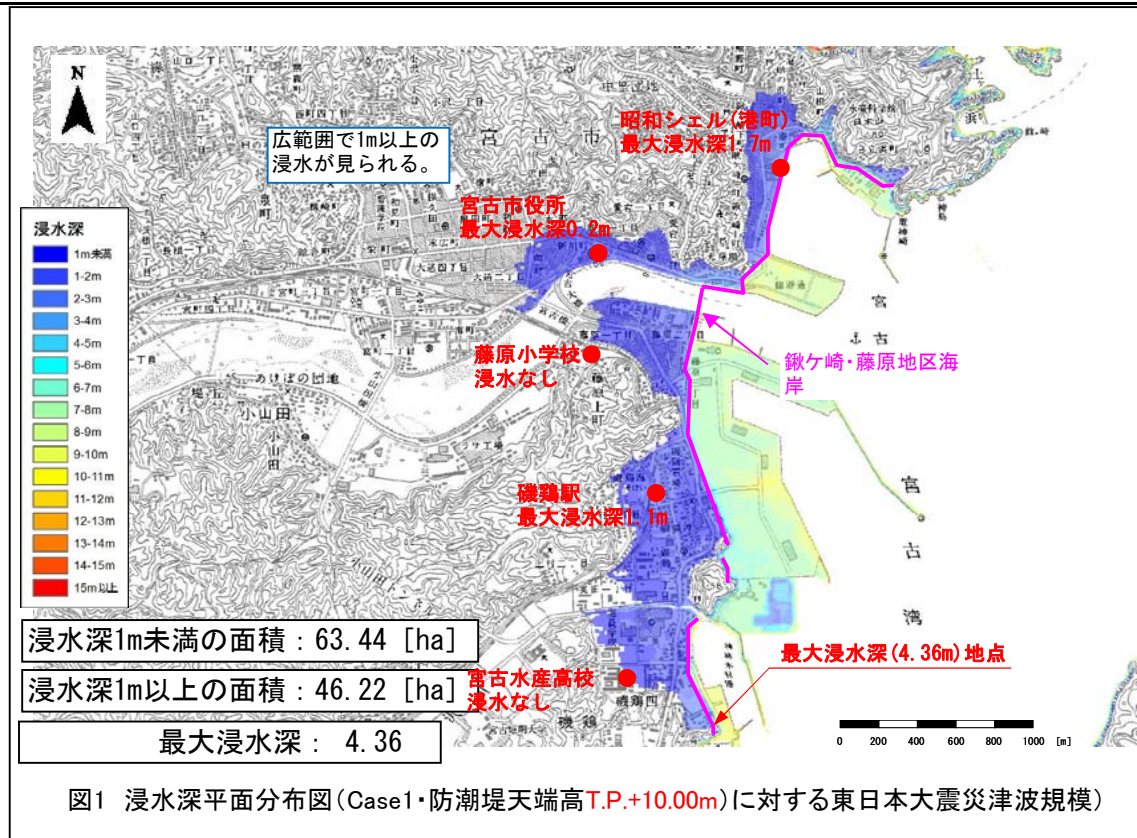
指定された防護ライン;
宮古港海岸(日立浜、鍬ヶ崎、出崎、藤原)、黄金浜海岸、神林海岸

潮位条件;
朔望平均満潮位(H16岩手県、宮古港:0.69m)

海岸堤防の構造;
海岸堤防は、最大クラス等の津波による越流に対して決して壊れない構造ではないが、ここでは、越流した場合でも壊れないという条件で計算を行っている。

宮古市（鎌ヶ崎・藤原地区海岸）

鎌ヶ崎・藤原地区海岸津波シミュレーション



計算条件(各Case共通)

対象津波(波源モデル);
2011年東日本大震災津波(藤井佐竹モデルver4.0)の、すべり量を2.0倍に変化

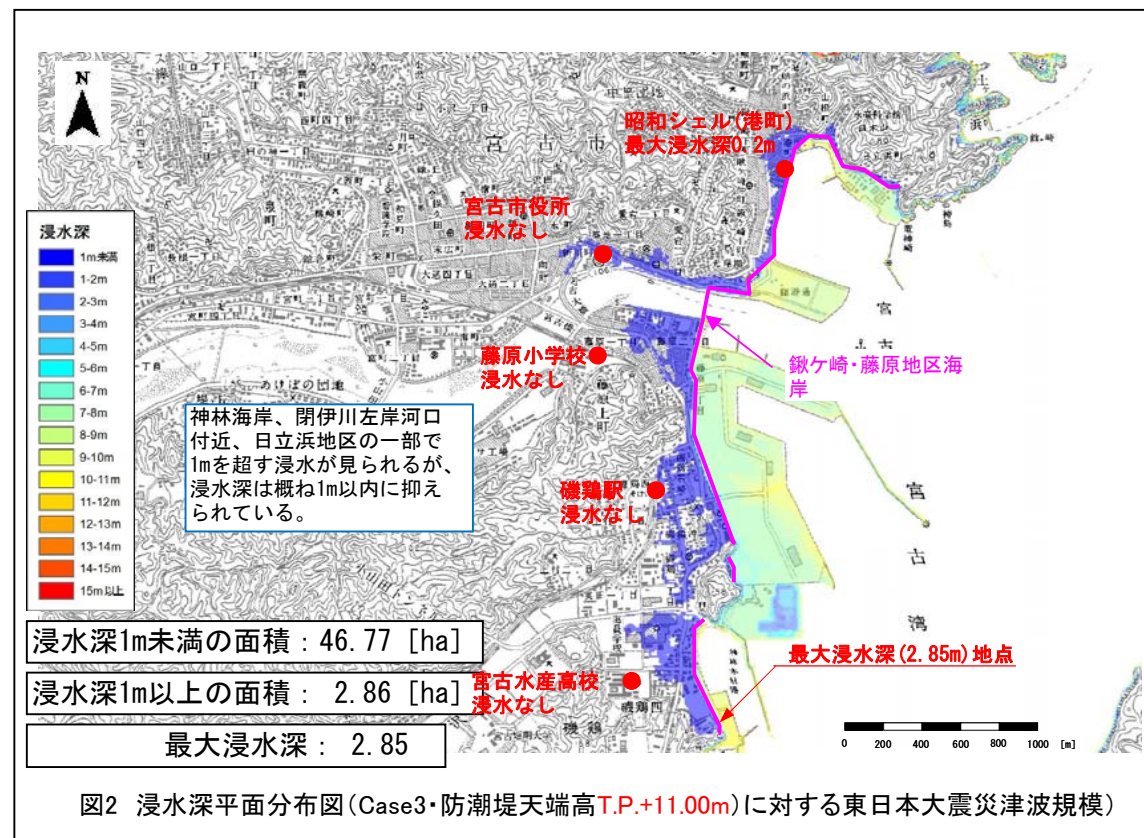
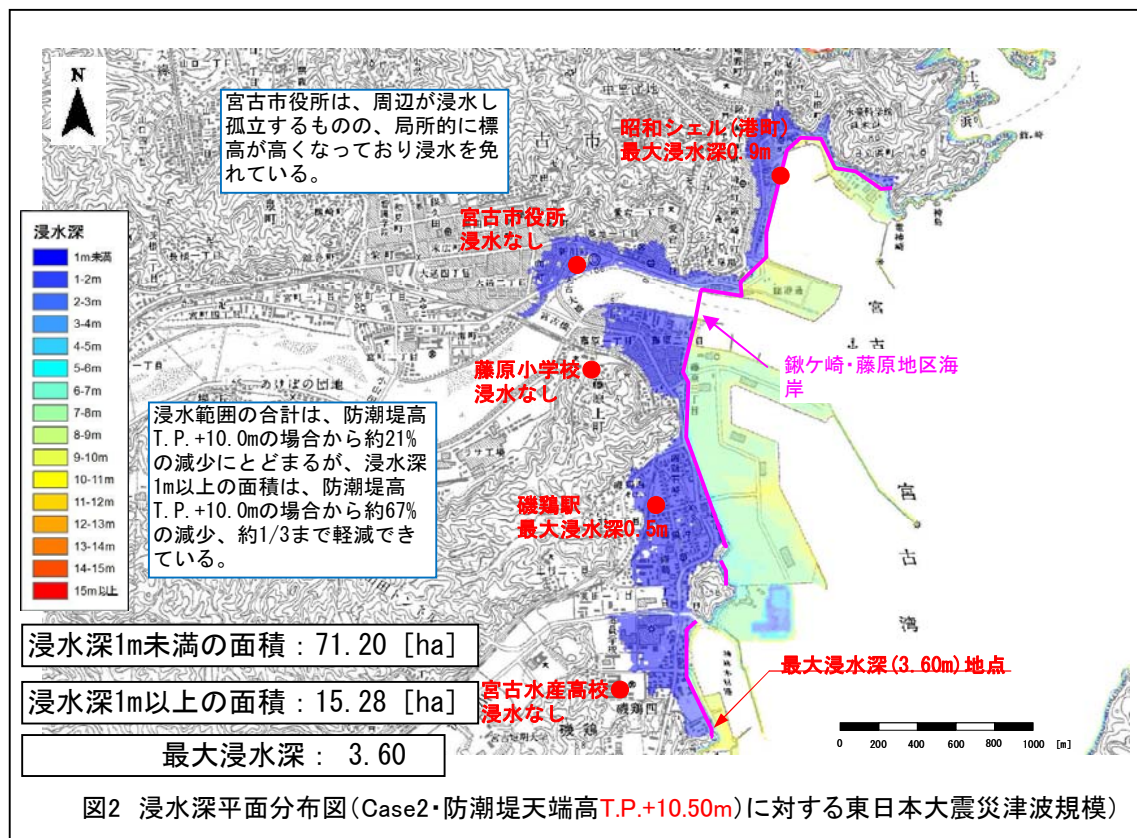
地形(標高)、構造物天端高データ;
H16地形データに対し、「国土地理院 各観測点における地盤沈下調査結果 一覧表」の電子基準点の変動量分だけ事前に沈下させておく。(宮古:-0.42m)

指定された防潮ライン;
宮古港海岸(日立浜、鎌ヶ崎、出崎、藤原)、黄金浜海岸、神林海岸

潮位条件;
朔望平均満潮位(H16岩手県、宮古港:0.69m)

まとめ

- ・ 防潮堤高T.P.+10.00mからT.P.+10.50mへ0.5m高くすると、防潮堤高T.P.+10.0mの場合から浸水面積の合計は約21%の減少にとどまるが、浸水深1m以上の面積は約67%減少する。
- ・ 防潮堤高T.P.+10.00mからT.P.+11.00mへ1.0m高くすると、防潮堤高T.P.+10.0mの場合から浸水面積の合計が約51%、浸水深が1m以上になる面積が約94%減少する。



宮古市(宮古湾)の施設高の検討

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。必要施設高は表2に示す。

表2 必要施設高

		既往最大津波 (東日本大震災津波)	既往第二位津波 (明治三陸津波)	計画津波高	備考		
宮古港海岸	最大値	T.P.+12.67m	T.P.+7.69m	T.P.+8.5m	鎌ヶ崎 ～神林		
	必要施設高	T.P.+14.0m	T.P.+9.0m				
高浜海岸	最大値	T.P.+16.25m	T.P.+8.58m			T.P.+8.0m	
	必要施設高	T.P.+17.5m	T.P.+10.0m				
金浜、赤前、津軽石	最大値	T.P.+19.01m	T.P.+9.31m	T.P.+8.0m			
	必要施設高	T.P.+20.5m	T.P.+10.5m				
白浜漁港海岸	最大値	T.P.+12.39m	T.P.+5.38m			T.P.+8.0m	
	必要施設高	T.P.+13.5m	T.P.+6.5m				

※必要施設高は最大値を0.5m単位で切り上げ、余裕高1.0mを加えた値とする。

○計算条件

対象津波:①東日本大震災津波、②明治三陸津波

施設高 : T.P.+30.0m(壁立て計算用に設定)

地盤高 : H16データに電子基準点の沈下量分(宮古:-0.42m)沈下

潮位 : 朔望平均満潮位 T.P.+0.69m

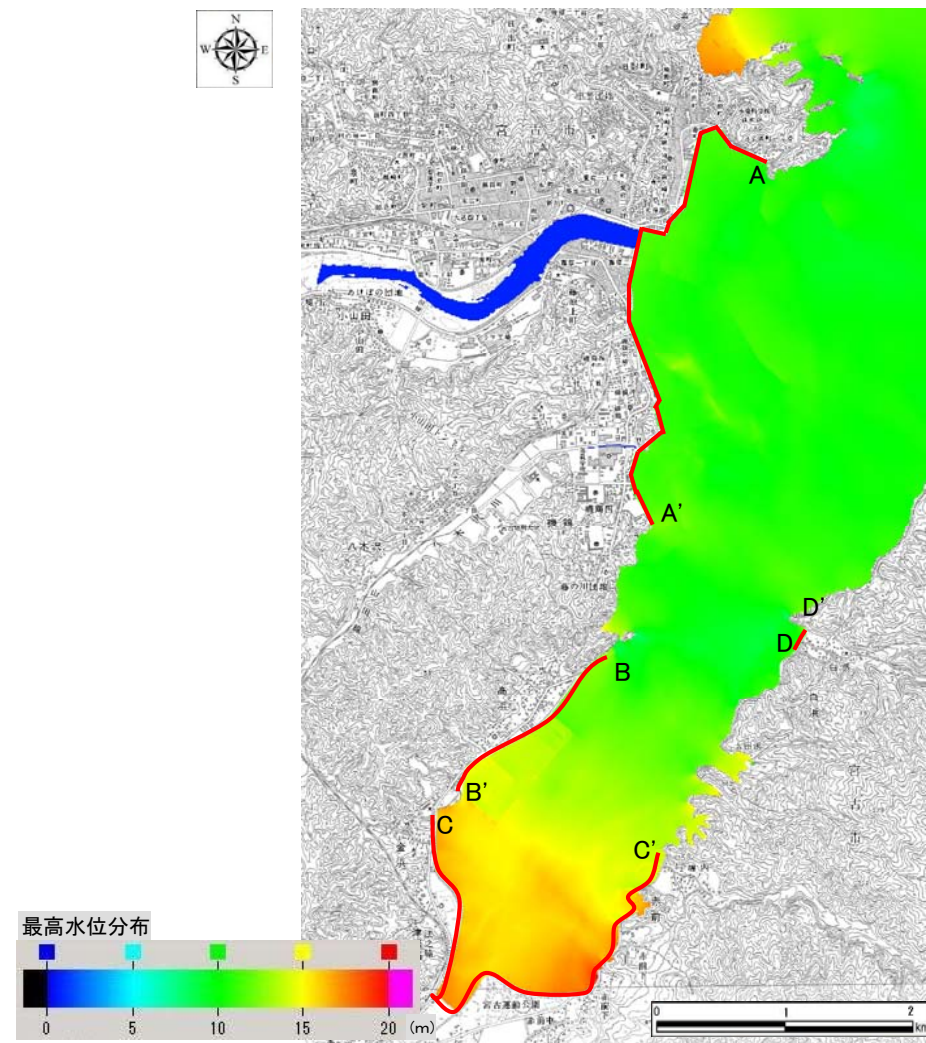
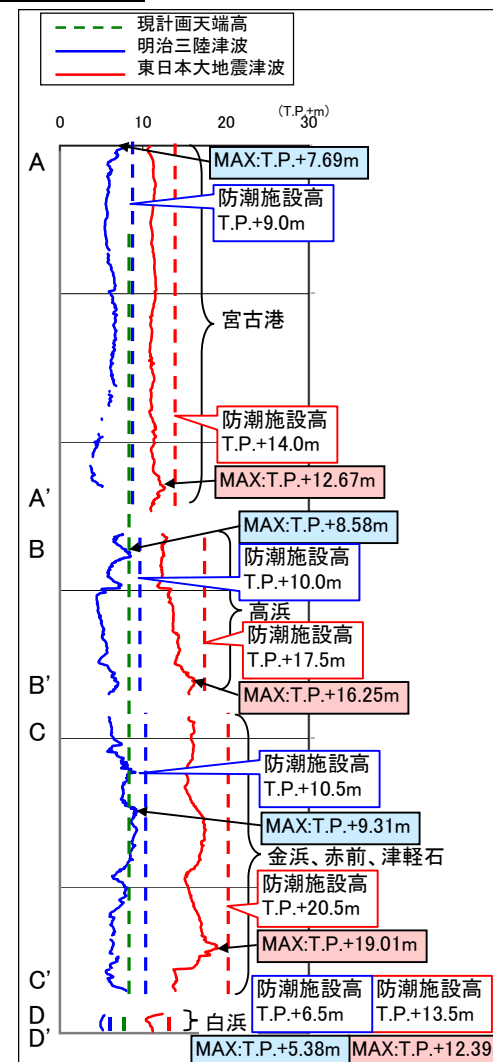


図2 防潮ラインでの最大津波水位



鯨ヶ崎・藤原地区海岸

明治三陸地震を溢れさせない防潮堤高 (T.P.+10.5m)に東日本大震災津波が来襲した場合の避難可能なエリアについて検討を行った。
 避難可能なエリアと避難困難なエリアの境界は山側の浸水区域境界より300mとした。

