

沖繩県津波・高潮被害想定調査業務委託
(宮古・八重山諸島沿岸域)

報 告 書
(概 要 版)

平成 20 年 2 月

沖 繩 県 土 木 建 築 部
海 岸 防 災 課

沖縄県津波・高潮被害想定調査業務委託（宮古・八重山諸島沿岸域）

報告書

目次

1 . 業務概要.....	1
1.1 調査の目的.....	1
1.2 調査項目と調査のながれ.....	2
1.3 対象範囲.....	4
1.4 調査の成果.....	6
2 . 資料収集・整理.....	7
2.1 地形データ作成のための資料.....	7
2.2 被害想定調査のための資料.....	7
3 . 地形モデル作成.....	8
3.1 地形モデル作成の概要.....	8
3.2 メッシュ配置.....	9
3.3 地形データの作成.....	13
3.3.1 作成手順.....	13
3.3.2 詳細計算領域の地形データ作成.....	15
3.4 構造物データの作成.....	18
3.4.1 対象とした構造物.....	18
3.4.2 作成手順.....	19
3.5 粗度データの作成.....	20
3.5.1 作成手順.....	20
3.5.2 詳細領域での粗度係数の設定.....	20
4 . 津波の浸水想定.....	22
4.1 想定地震.....	22
4.2 シミュレーション手法の概要.....	23
4.2.1 基礎方程式.....	23
4.2.2 計算条件.....	23
4.3 シミュレーションの条件.....	23
4.4 検証計算.....	25
4.4.1 検討対象地震.....	25
4.4.2 波源モデル.....	25
4.4.3 痕跡高との比較結果.....	26

4.5	広域シミュレーションの結果	27
4.5.1	広域シミュレーションの条件	27
4.5.2	広域シミュレーションの結果	30
4.5.3	想定地震の設定案	37
4.6	詳細シミュレーションの結果	38
5	高潮の浸水想定	41
5.1	想定台風	41
5.2	シミュレーション手法の概要	47
5.3	検証計算	49
5.3.1	検証台風	49
5.3.2	波浪推算	50
5.3.3	高潮推算	53
5.4	シミュレーション結果	55
5.4.1	宮古・八重山諸島の地域区分	55
5.4.2	波浪推算結果	55
5.4.3	高潮推算結果	60
5.4.4	VOF 計算結果	64
5.4.5	浸水シミュレーション結果	71
6	被害想定	73
6.1	被害想定条件	73
6.1.1	想定外力	73
6.1.2	被害想定項目	73
6.1.3	被害想定単位	74
6.1.4	被害想定手法の概要	74
6.2	想定地震および台風	75
6.3	想定結果	77
6.3.1	建物被害	77
6.3.2	人的被害	78
6.3.3	交通支障	79
6.3.4	ライフライン支障	80
6.3.5	防潮ライン・防潮施設被害	81
6.4	今後の課題	82
7	成果の作成	83
7.1	成果一覧	85
7.2	浸水予測図	87
7.2.1	津波浸水予測図	87

7.2.2 高潮浸水予測図	91
7.3 C G (動画)	95
7.3.1 C G (動画) の概要	95
7.3.2 津波伝播 C G	95
7.3.3 津波遡上 C G (2次元)	97
7.3.4 津波遡上 C G (3次元)	98
7.3.5 広域波浪 C G	100
7.3.6 広域高潮 C G	100
7.3.7 高潮浸水 C G	100
7.4 ホームページ用データ	101
7.5 GISデータ	101
7.6 シミュレーションビューア	102
8. 業務成果の利活用に関する提案	104
8.1 津波・高潮ハザードマップの作成	104
8.2 各種津波・高潮対策の検討	105
8.3 沖縄本島沿岸域の成果活用事例	108
9. 検討委員会	109

1．業務概要

1.1 調査の目的

本業務は将来発生が予想される津波・高潮について宮古・八重山諸島沿岸域における津波・高潮それぞれの浸水・被害予測を実施することにより沖縄県の防災対策の基礎資料にするとともに、今後、各市町村が作成する津波・高潮の住民避難用ハザードマップに活用する基礎資料とすることを目的としている。

1.2 調査項目と調査のながれ

本業務では、表 1.2-1に示す調査項目について、整理・解析した。業務は、図 1.2-1に示すフローにしたがって実施した。

表 1.2-1 調査項目

調査項目	内容
計画準備	業務計画書の作成
資料収集・整理	関係機関からの下記に関するデータの収集・整理 ・地形、構造物、土地利用 ・被害想定用の社会条件（建物、人口、ライフライン）
地形モデル作成	
詳細地形計測	レーザスキャナ、VRS-GPS、トータルステーション等による3次元計測
モデルの作成	3次元計測結果および都市計画図・航空写真・台帳平面図等から下記データを含むハイブリッド地形モデルを作成 ・地形データ ・構造物データ ・粗度データ
想定外力の設定	津波波源として3つの対象地震を、高潮起源として3つの対象台風を想定
シミュレーションの実施	津波・高潮のシミュレーションを次のとおり実施 ・検証計算 ・広域シミュレーション ・詳細地区シミュレーション
津波・高潮浸水予測図の作成	
浸水予測図	津波・高潮浸水予測図として次の種類の予測図を作成 ・全域 ・市町村別 ・地区別
CG	津波・高潮の伝播・遡上の状況を表現するCG（動画）を作成
データ整備	ホームページデータ、GISデータ（データビューア）、計算結果データ（シミュレーションビューア）の整備
被害想定	人口、建物、交通施設、ライフラインの現況に関する資料を収集し、津波・高潮による被害を想定
海岸保全施設の評価	現況・計画天端等と水位の比較
海岸保全施設整備方針の検討	甚大な被害が予測される地域の施設について今後の整備方針等を提案

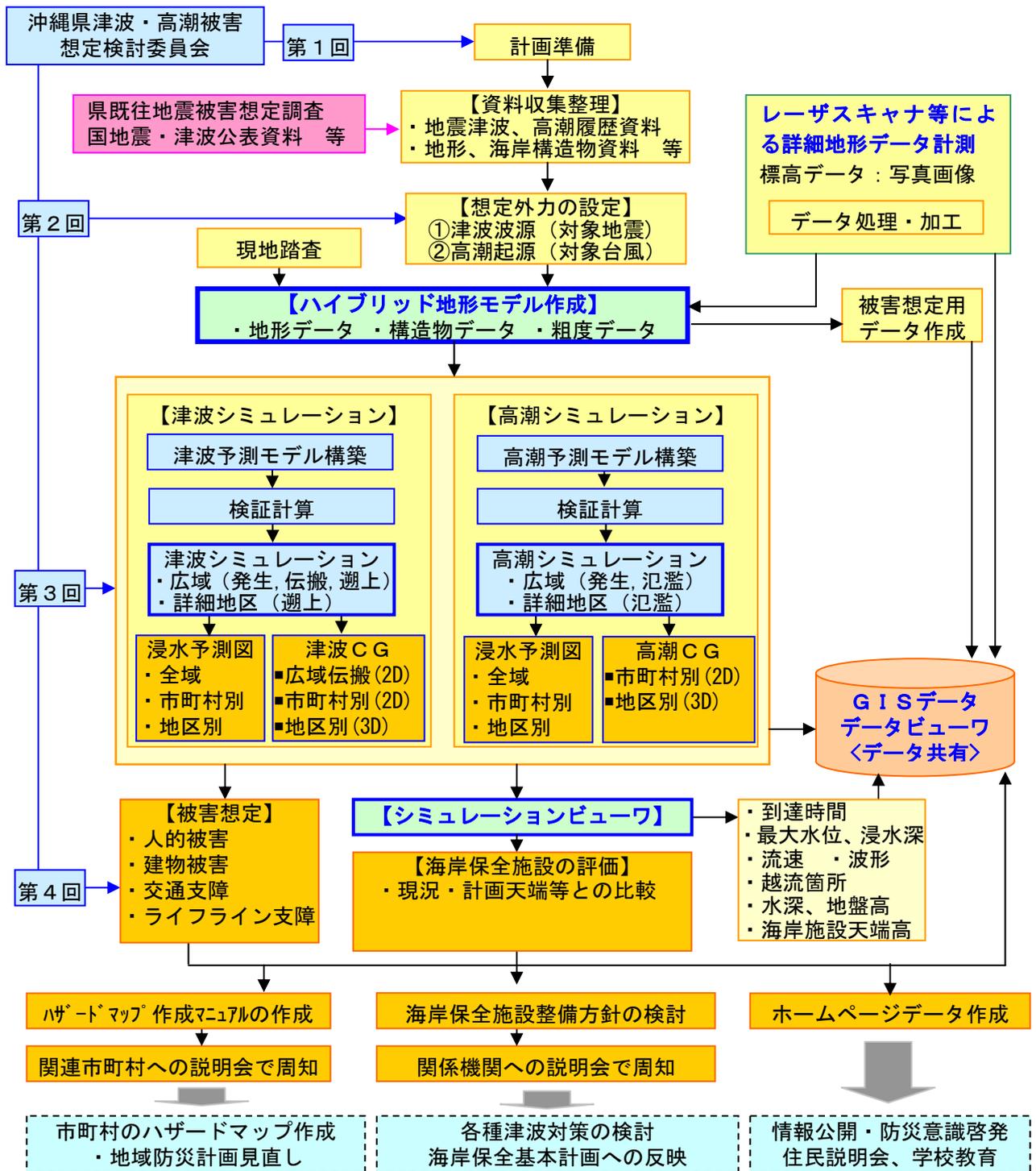


図 1.2-1 調査のフロー

1.3 対象範囲

想定する波源を含む海域から宮古・八重山諸島沿岸域までを対象とした。図 1.3-1に調査範囲と計算に用いる地形モデル等のメッシュサイズを示す。波浪計算における外洋の対象範囲は、図 1.3-1上段の図のとおりとした。津波の計算は、図 1.3-1下段の図のとおり沖縄県全体～奄美大島を含む範囲とした。調査対象の沖縄宮古・八重山諸島沿岸域の海岸全体は 50mメッシュで全てカバーした。

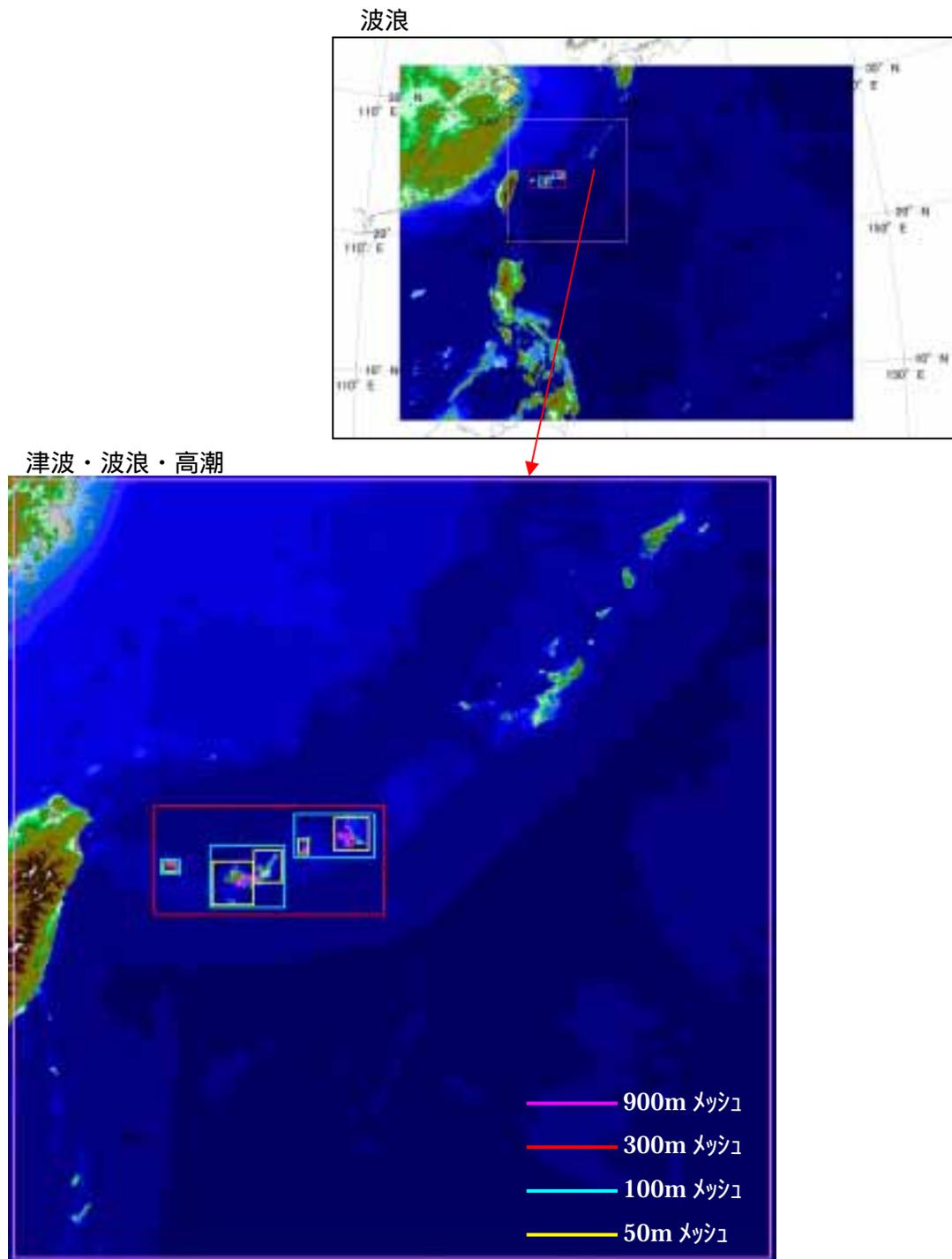


図 1.3-1 調査の対象範囲と計算メッシュサイズ

沿岸市町村の中で、津波・高潮の遡上により多大な影響を受ける、低地で人口・資産の集中する地区については、特に精度の高い陸域・河川への津波・高潮遡上計算が必要である。そのため、高精度で詳細な 10m メッシュの遡上計算を実施する詳細計算領域を、図 1.3-2 のように各市町村に 1 箇所以上配置した。詳細計算領域では、10mメッシュを用いた遡上計算を実施した。

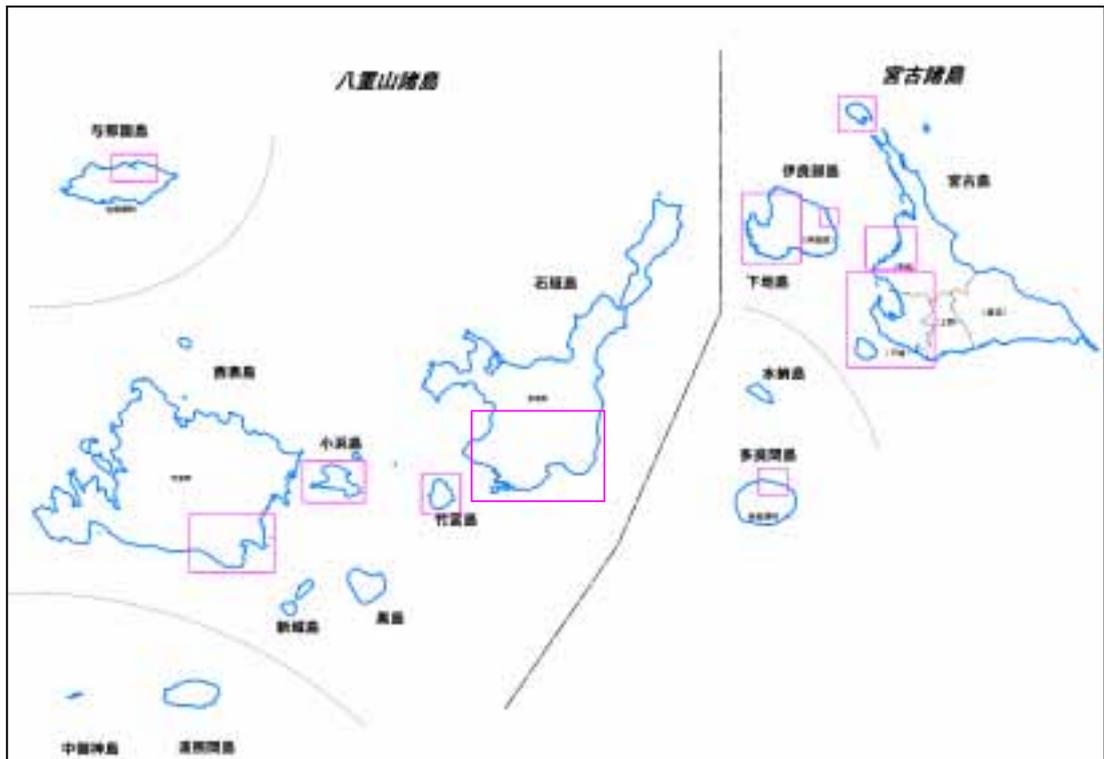


図 1.3-2 詳細計算領域の配置

1.4 調査の成果

成果品の一覧を表 1.4-1にまとめる。

表 1.4-1 成果品一覧

成果品名	部数
報告書（A4判、金文字黒表紙 18部、ドッチファイル1部）	19部
報告書概要版（A4判）	130部
津波・高潮浸水予測図 全域図（縮尺 1/150,000）	各 90部
同 市町村別図（縮尺 1/25,000）	680部
同 地区別図（縮尺 1/5,000～15,000程度）	680部
津波・高潮 CG	30部
その他データ（報告書等の内容や各種データを記録した CD-R）	1式

2. 資料収集・整理

2.1 地形データ作成のための資料

津波・高潮シミュレーションに用いる地形データ作成のために収集整理した資料は、以下に示すとおりである。なお、海岸構造物については、平成 18 年 4 月時点で完成している施設を対象とした。

表 2.1-1 地形データ作成のためのデータ

データ項目	作成データ	基データ	資料の入手先
陸上地形	標高データ	3D 測量データ, 都市計画図 最新の写真画像 数値地図 50m メッシュ (標高)	沖縄県土木建築部情報政策課、 沿岸各市町村
	粗度データ	土地利用図メッシュデータ 最新の写真画像	国土数値情報土地利用メッシュ (約 100m メッシュ) K-photo(きもと)
海底地形	水深データ	500m 水深データ 沿岸の海の基本図デジタルデータ	参照
海岸構造物	施設位置・天 端高データ	海岸保全施設台帳 港湾台帳 漁港台帳 都市計画図	沖縄総合事務局開発建設部 沖縄県海岸防災課、河川課、港 湾課、漁港漁場課、農村整備課、 道路管理課、都市計画・モノレ ール課
河川堤防	施設位置・天 端高データ	河川平面図 河川縦横断面図 都市計画図	沖縄県河川課

2.2 被害想定調査のための資料

被害想定調査のために収集整理した資料は、表 2.2-1 に示すとおりである。

表 2.2-1 被害想定調査のためのデータ

データ名	資料の入手先	データ概要
ライフライン 拠点施設位置図	沖縄電力 N T T 西日本 沖縄県下水道課 沿岸各市町村 (上水道、下水道)	発電所位置 電話交換施設位置 配水施設位置、処理施設位置
人口データ	統計データ	平成 17 年国勢調査第 1 次基本集計結 果概要 平成 12 年国勢調査, 平成 13 年事業 所・企業統計調査等のリンクによる地 域メッシュ統計 主要ビーチの利用客数の推移
建物データ	統計データ	平成 15 年住宅・土地統計調査結果

3. 地形モデル作成

3.1 地形モデル作成の概要

津波シミュレーションの計算では、次にあげる地形モデル（地形・構造物・粗度データ）を作成した。

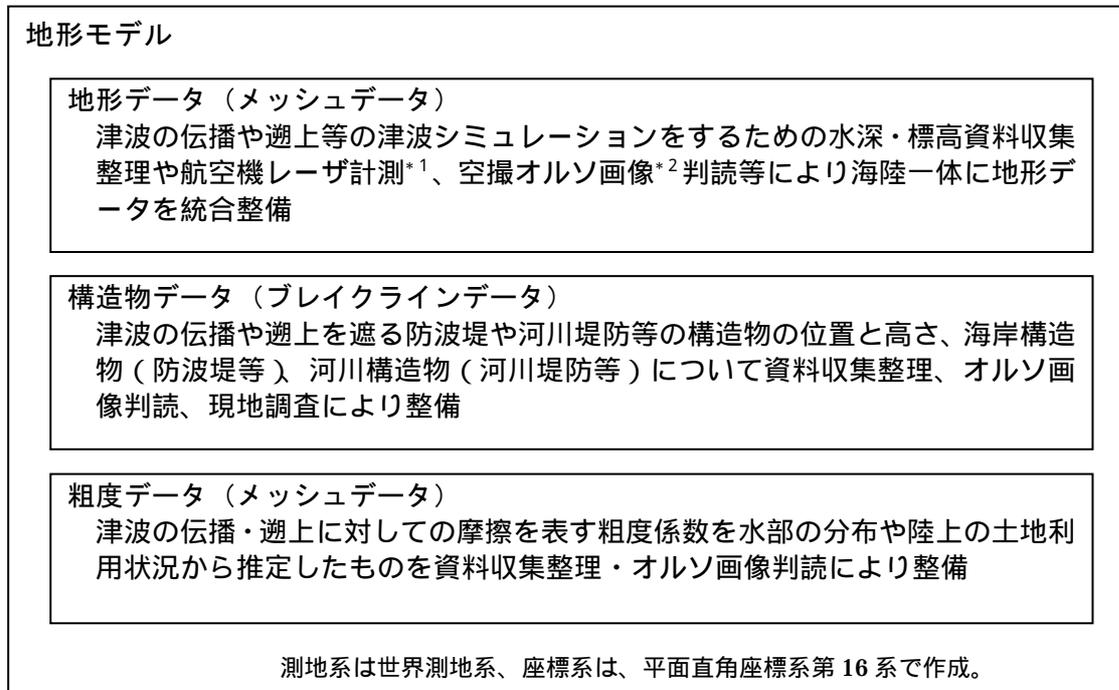


図 3.1-1 地形モデルを構成するデータ群

* 1 : 航空機レーザ計測

航空機からレーザ光を発して、高密度・高精度に測量する方法である。航空機から地上に向けてパルスレーザを連続照射し、反射してくるレーザとの時間差から、地表や建物・樹木など地上にある物（地物）との距離を測る。航空機の空間位置は連続的に観測されているので、時間差と共に反射レーザの入射角度を同時計測することで、地表・地物の位置と高さを知ることができる。

本業務では、市町村毎に地形的に津波の来襲が予想されるエリア、もしくは人口が集中しているエリアにおいて詳細な津波シミュレーションの地形モデルを作成するために航空機レーザ計測を実施した。

* 2 : 空撮オルソ画像

本業務では、GIS 上で地図と重ねることができるオルソ画像（正射投影画像）を用いて、構造物等の位置や土地利用の確認などに幅広く利用した。



3.2 メッシュ配置

シミュレーションに用いるメッシュの配置を図 3.2-1に示す。メッシュサイズ（格子間隔）は、沿岸域や陸域で精度良く計算できるように、沖合から沿岸域にかけて次第に小さくなるように設定した。

沖合領域では、津波の発生及び伝播を計算するために、プレート境界などを含みかつ想定震源断層を包括できるように設定した。

沿岸全域を沿岸部領域とし、50mメッシュで地形モデルを作成した。また、沿岸市町村において、既往災害や地形状況から津波浸水が著しくなる恐れのある範囲、または人口が集中する範囲をそれぞれ1地区以上選定し、詳細領域として10mメッシュで地形モデルを作成した。メッシュ配置図に示したピンク色枠の範囲が詳細地区を示している。

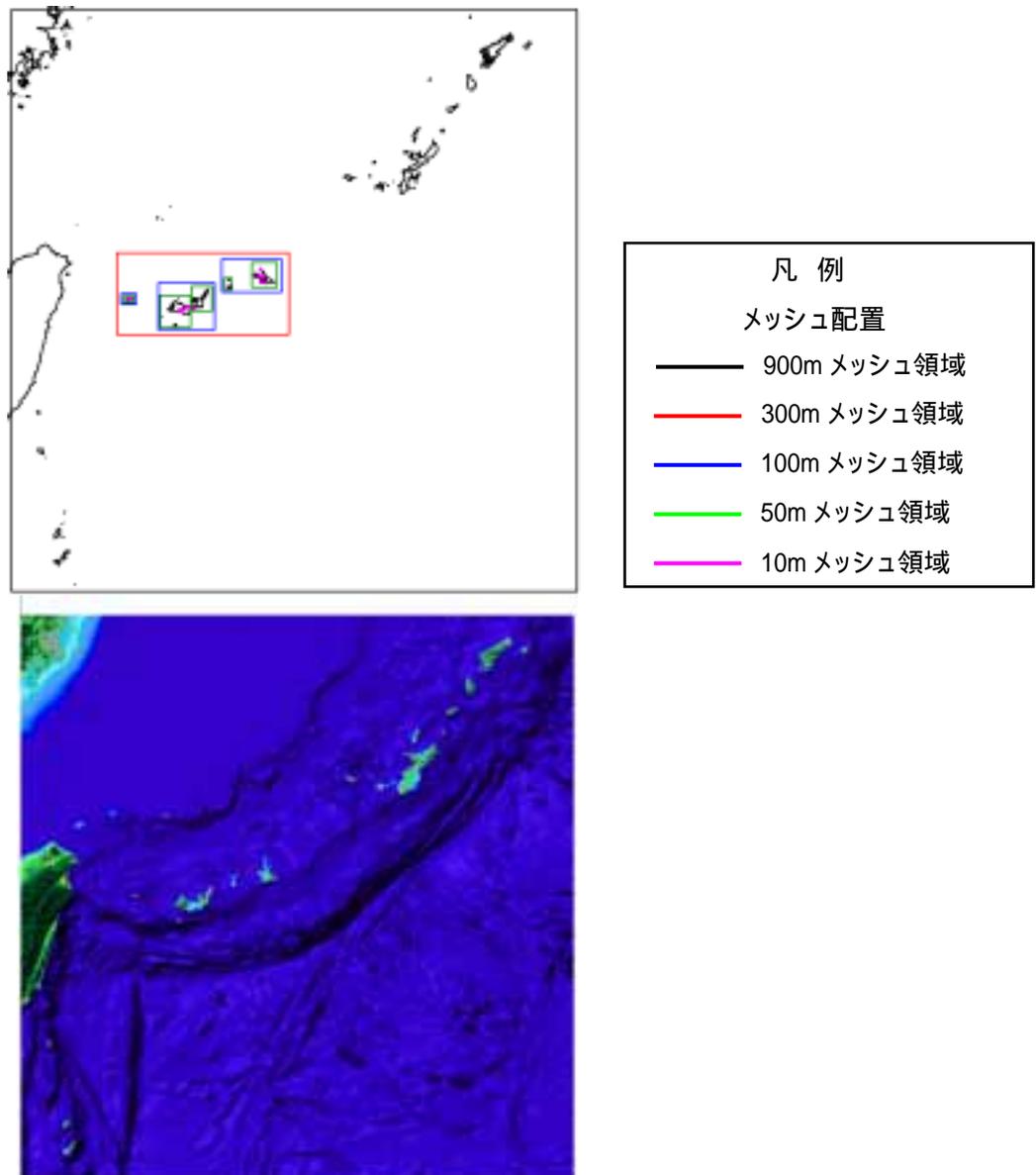


図 3.2-1 計算領域（1）

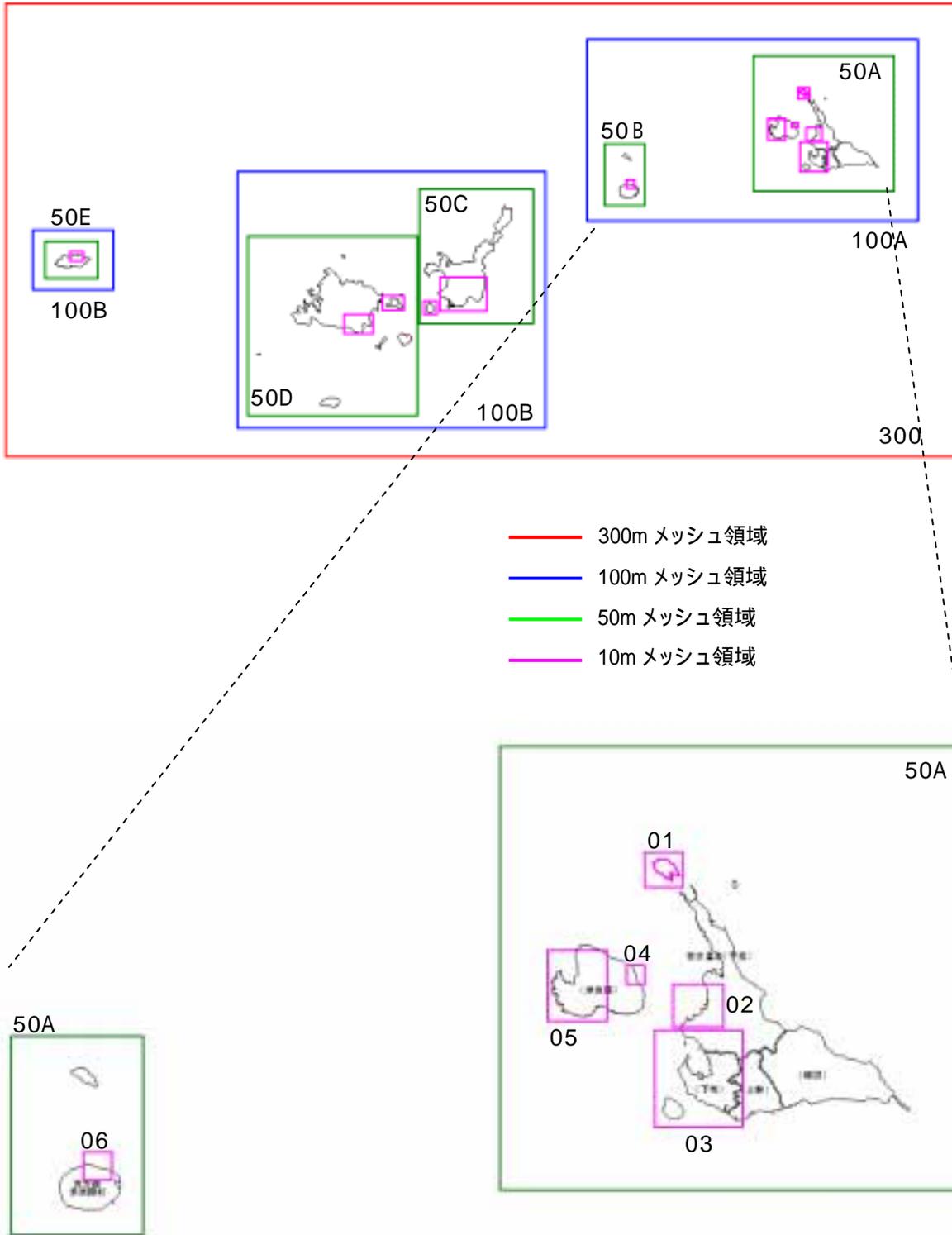


図 3.2-1 計算領域 (2)

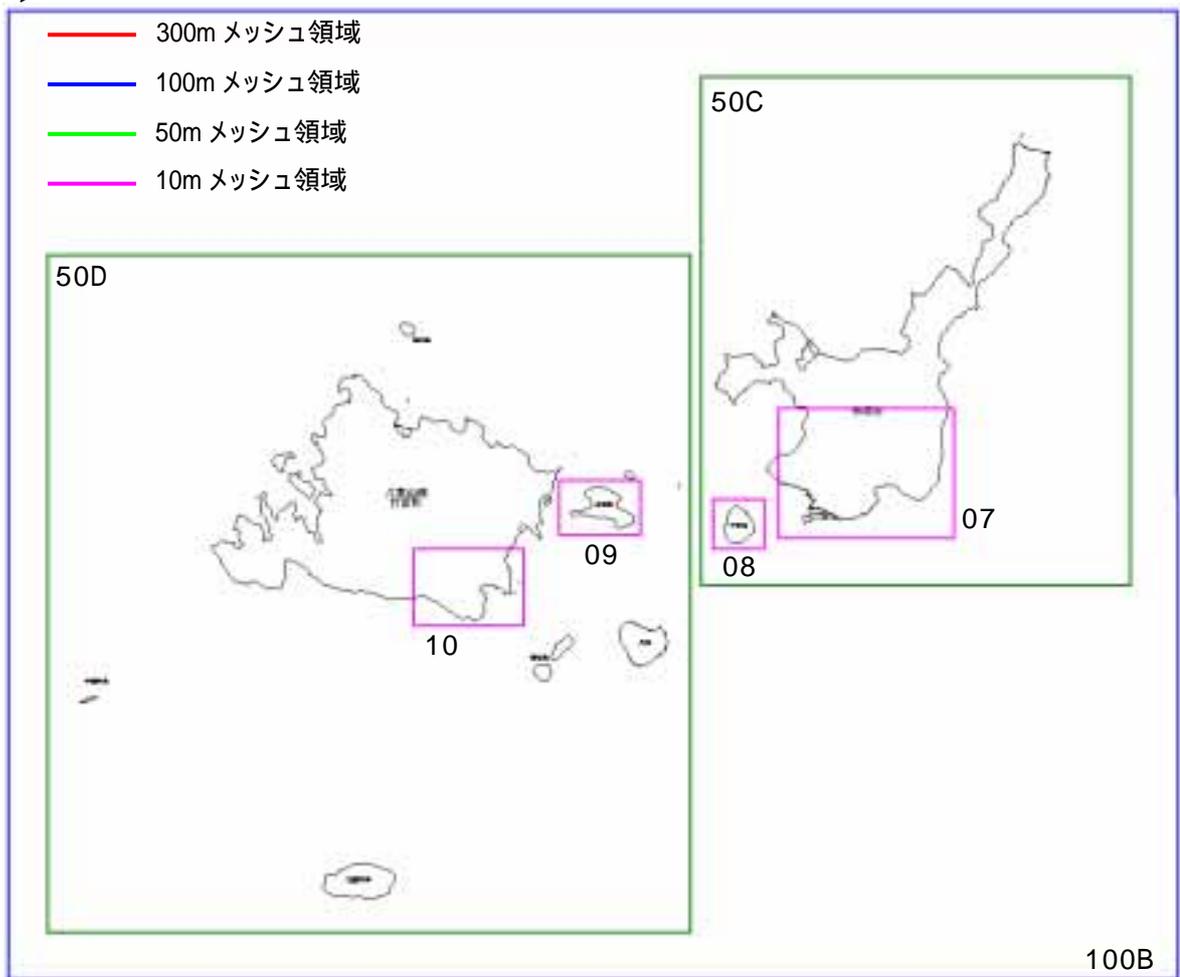
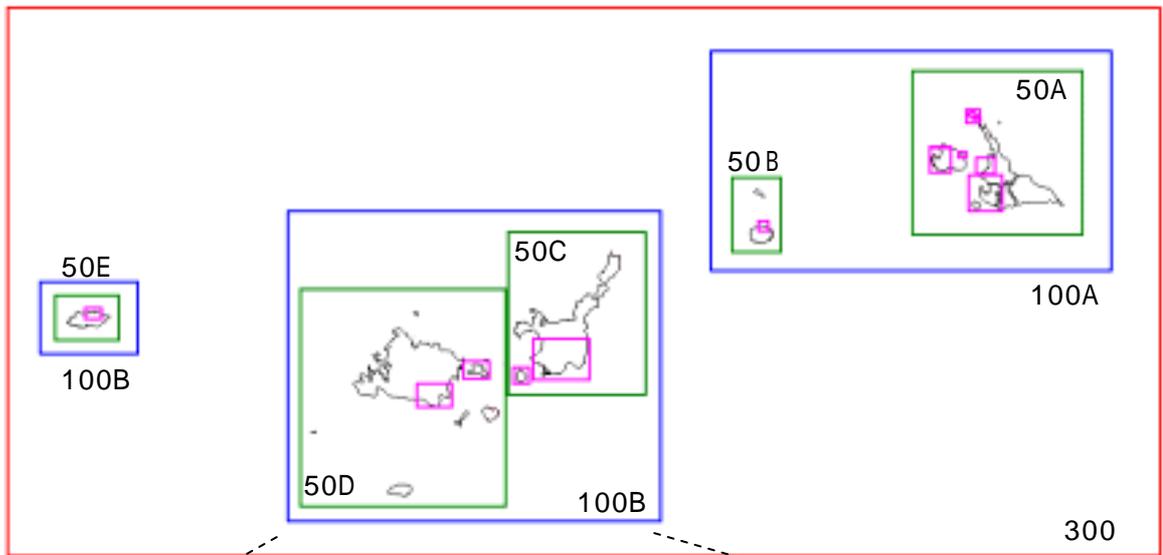


図 3.2-1 計算領域 (3)

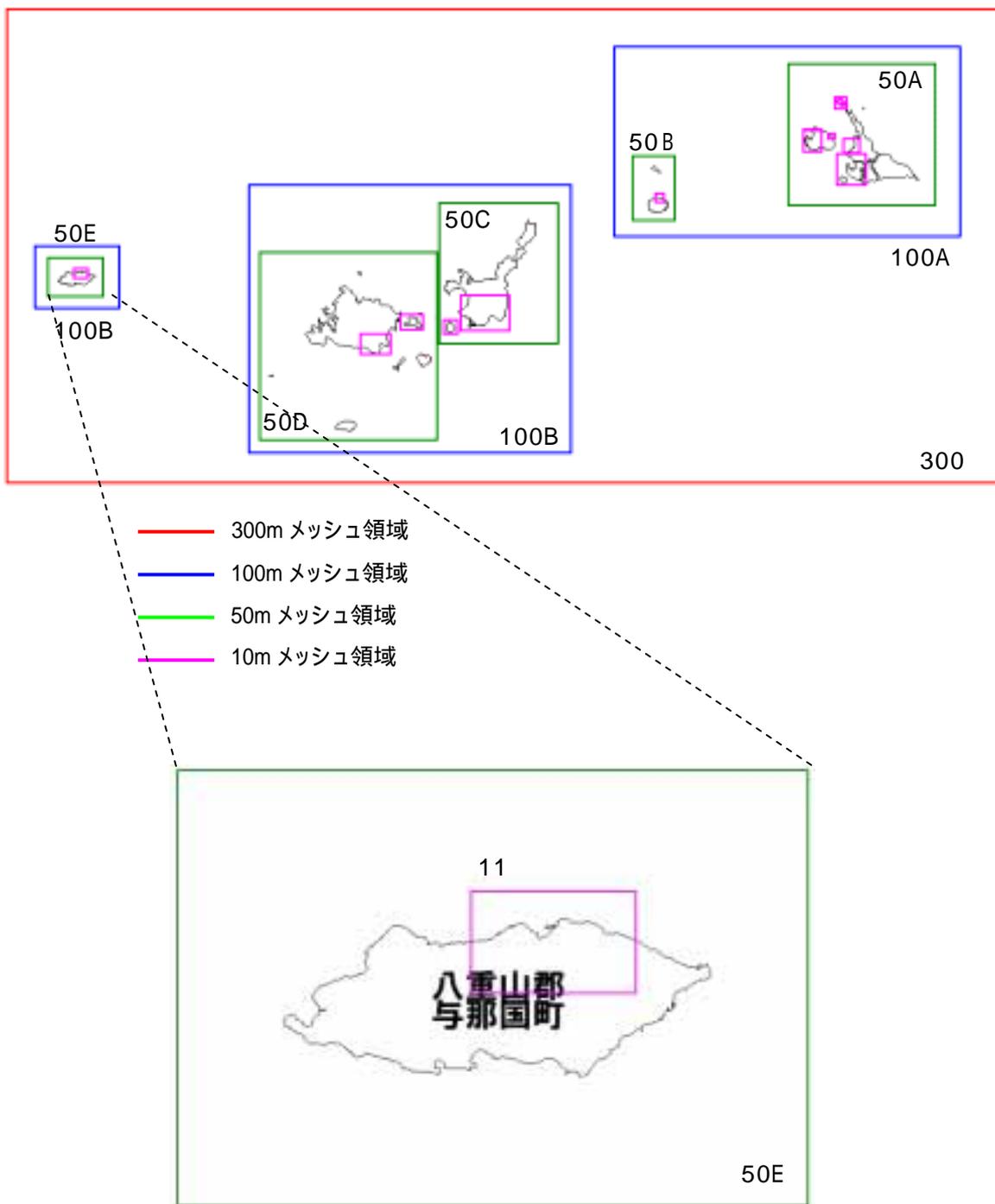
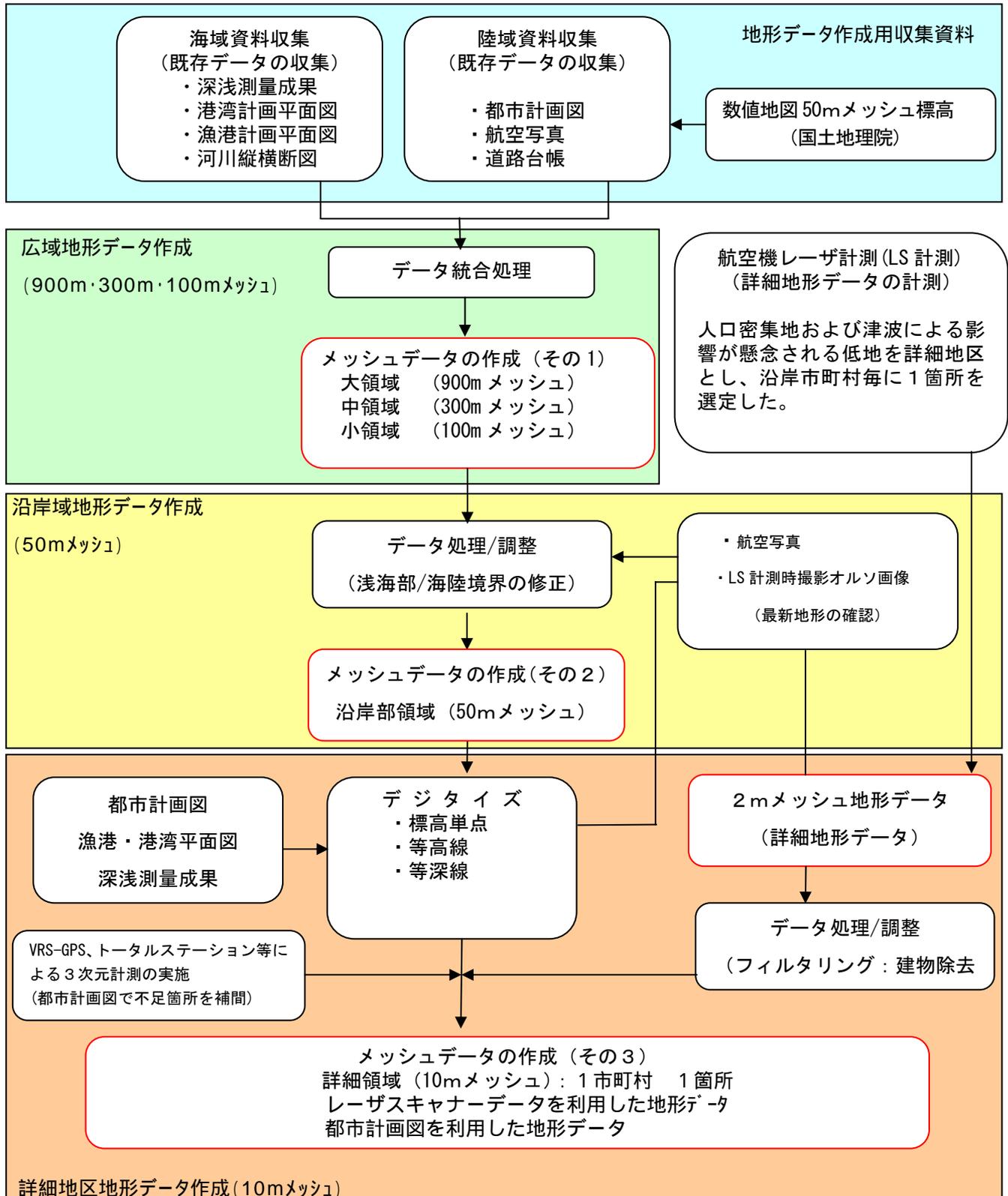


図 3.2-1 計算領域 (4)

3.3 地形データの作成

3.3.1 作成手順



沿岸域における地形データの作成は、都市計画図や港湾・漁港・海岸等の深浅図や平面図をスキヤニングし、GIS上で座標標定した後、等深線・等高線等をデジタイズした。これら標高単点データをもとに補間処理・メッシュ化・海陸を統合して、沖合領域から沿岸部領域までのメッシュデータを作成した。地形データを作成する際に用いた資料を表 3.3-1に示す。

表 3.3-1 地形データ作成用資料一覧

資料名	データ概要	領域別の適用						出典
		沖合	大	中	小	沿岸部	詳細	
MIRC - JTOP01	1分グリッド水深データ							(財)日本水路協会 海洋情報研究センター
J-EGG500	500mメッシュ水深データ							海上保安庁海洋情報部 日本海洋データセンター
沿岸の海の基本図	等深線データ							(財)日本水路協会 海洋情報研究センター
港湾計画平面図 漁港平面図 都市計画図	等深線、等高線 (紙地図)							県 市町村
数値地図 50m メッシュ(標高)	50mメッシュ陸域データ							国土交通省 国土地理院
空撮オルソ画像	1.0m解像度 正射投影 航空写真							
航空機レーザ計測データ	2mメッシュ地形データ							本調査で実測

3.3.2 詳細計算領域の地形データ作成

詳細領域では、津波の伝播・遡上や被害をより正確にシミュレーションするために、地形モデルを 10mメッシュで作成した。詳細地区の地形モデル作成は、陸域については、精度向上のために航空機レーザ計測（レーザ照射間隔約 2.0m、水平精度±0.3m、高さ精度±0.15m）を実施し、レーザ計測による標高データから約 2mに一点のランダムデータを活用し、詳細地区地形データを作成した。

シミュレーションに用いる地形情報は、格子内の平均的な地盤高を各格子の標高として与えるため、航空機搭載型レーザ計測（約 2m 間隔で計測される点群データ）で得られた樹木・家屋等のデータはフィルタリング処理により除去する必要がある。高精度データを構築するためには、フィルタリング処理のみでは除去しきれない家屋等のデータを除去する処理や、逆に盛土等の建造物のデータを戻す処理を実施した。また、海陸境界の修正には空撮オルソ画像を活用し、最新の地形を表現した詳細地形モデルを構築した。

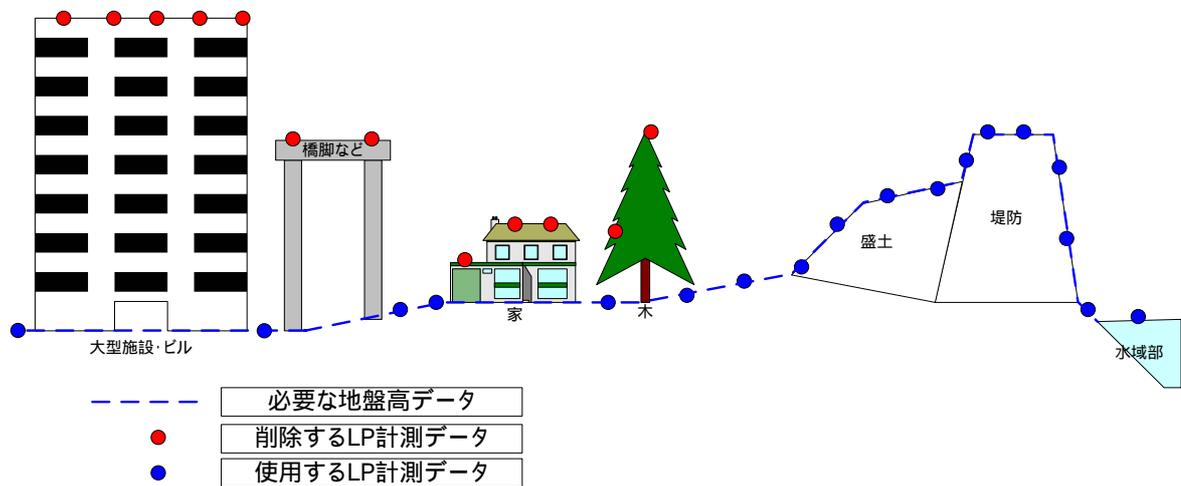


図 3.3-1 レーザ計測データイメージ

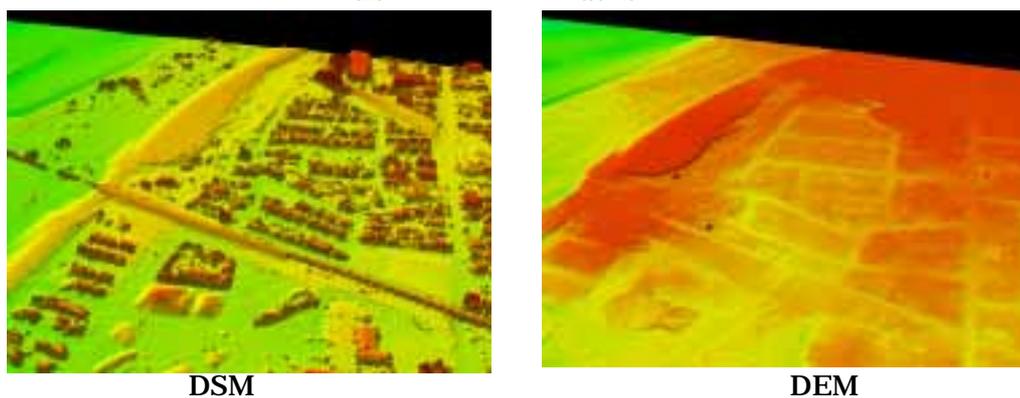


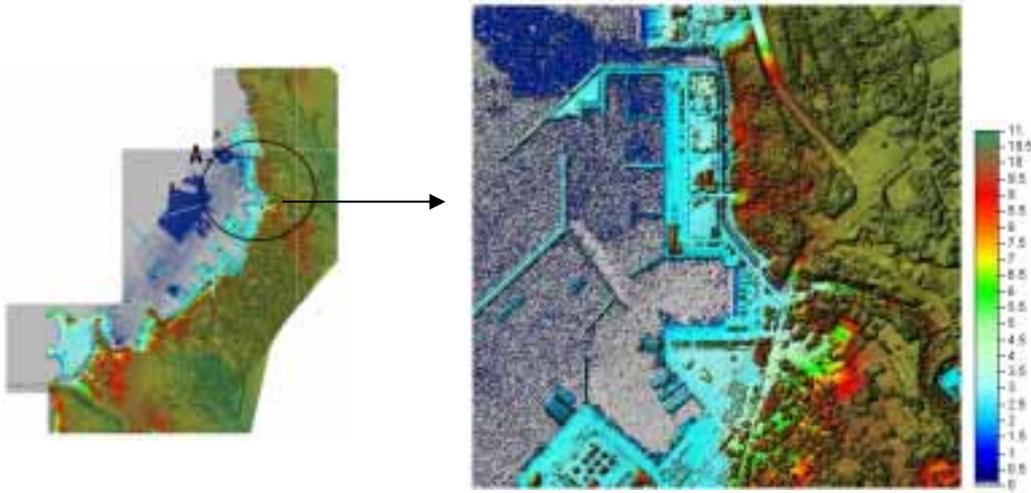
図 3.3-2 フィルタリング処理例（家屋・樹木等の除去）

図 3.3-2の左図はフィルタリング前、右側がフィルタリング後のデータである。

左図は凹凸が目立ち、建物の存在が確認できるのに対し(DSM)、フィルタリング後は樹木・家屋等の凹凸部がなくなり、地表面を抽出しているデータとなっている(DEM)。

レーザデータを用いた地形データ作成例：宮古島市(平良港周辺)

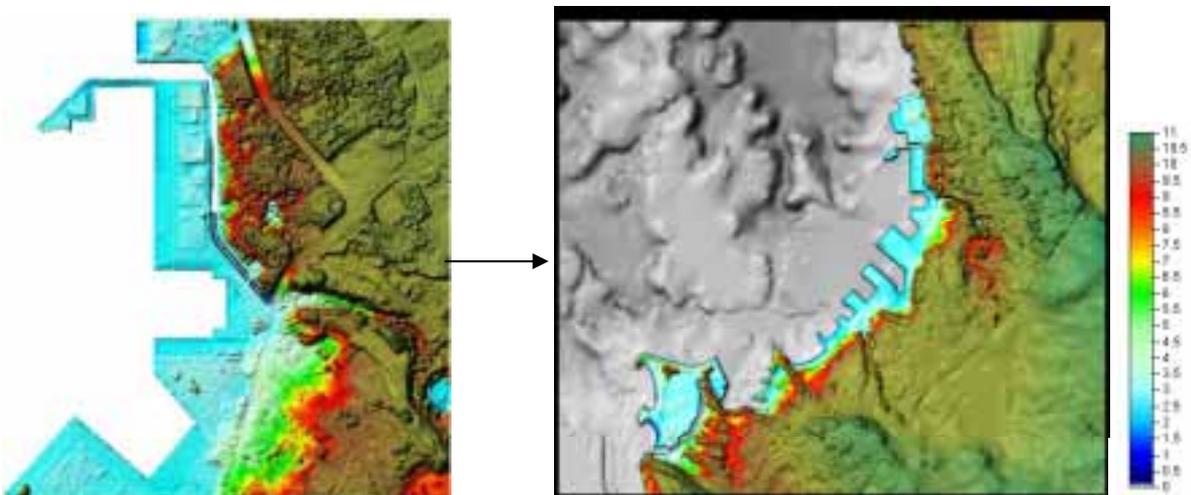
- ① レーザプロファイラ生データから作成した2mメッシュ地形データ
(家屋・樹木が残っている)



- ② レーザプロファイラ計測時に同時撮影したオルソ画像を活用し、家屋樹木等を除去



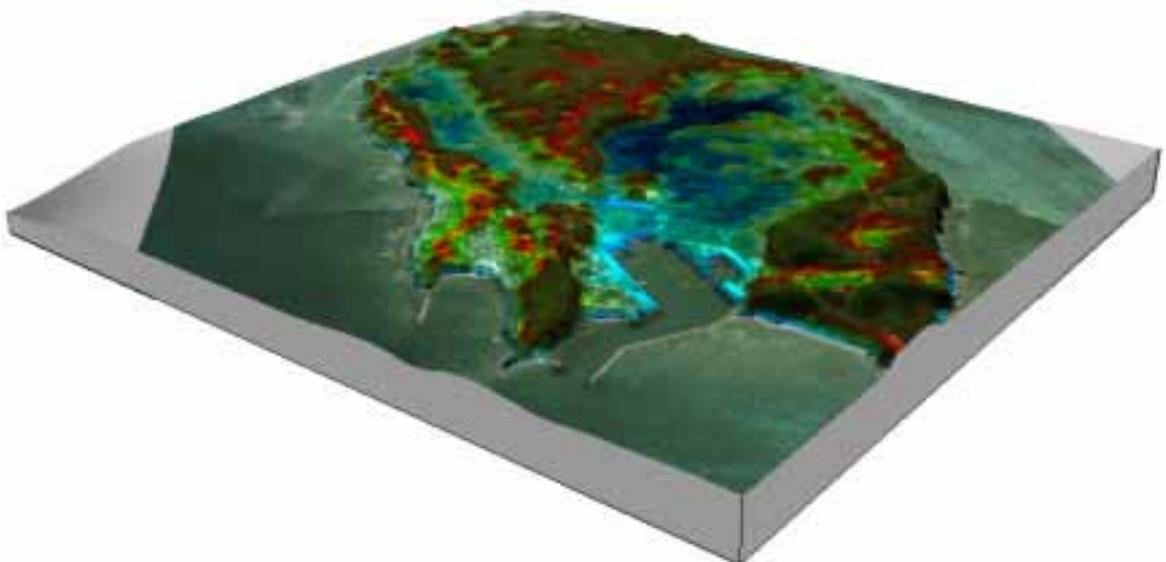
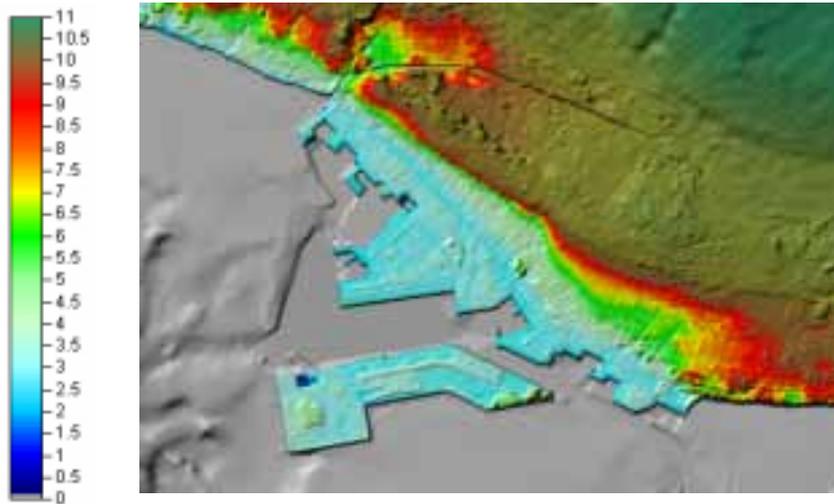
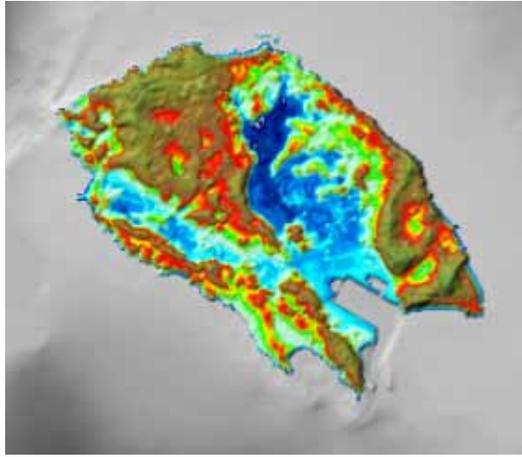
- ③ ①のデータをフィルタリング処理し、②の空撮オルソ画像を用い家屋樹木を除去したデータと海域のデータを統合し津波シミュレーション用の10mメッシュ地形データを作成



レーザプロファイラデータを用いた 10m メッシュ地形モデル

(例：宮古島市(池間島)および石垣市(石垣港))

下段は、空撮オルソ画像と 10m メッシュ地形データを重ね合わせた鳥瞰イメージ。



3.4 構造物データの作成

3.4.1 対象とした構造物

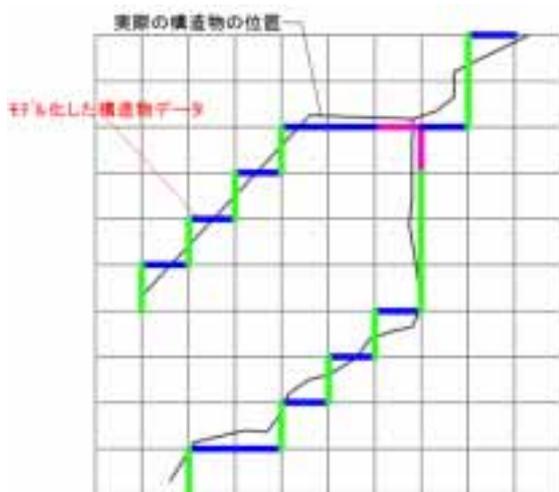
港湾・漁港・海岸の構造物、河川構造物等の構造物を対象とし、位置と天端高の情報を整理した。構造物は、平成 18 年 4 月時点で完成しているものを対象とした。

表 3.4-1 港湾・漁港海岸の構造物データ

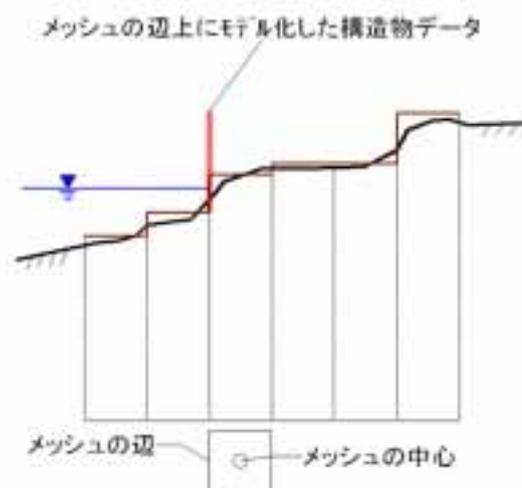
対象	防波堤、防潮堤、護岸、胸壁、離岸堤、突堤、導流堤、防砂堤、水門、門扉、陸閘 ただし、小規模な構造物はデータ化の対象外とした。 ・詳細領域(10m メッシュ範囲)では、延長 10m 未満のもの ・沿岸部領域(50m メッシュ範囲)では、延長 40m 未満のもの
出典資料	港湾施設：港湾台帳、港湾計画平面図、竣工図面等 漁港施設：漁港台帳、漁港計画平面図等 海岸施設：海岸保全施設台帳、海岸施設平面図、竣工図面等

表 3.4-2 河川の構造物データ

対象	二級河川の施設で、堤防、護岸、水門、河川沿いの盛土道路 ただし、データ化する範囲は、以下のとおりとした。 ・標高が 5m 以下の地域 ・詳細領域(10m メッシュ範囲)では、川幅(堤防間)が 20m 以上の範囲 ・沿岸部領域(50m メッシュ範囲)では、川幅(堤防間)が 100m 以上の範囲
出典資料	河川台帳、工事竣工図面等



構造物データ(平面イメージ)



構造物データ(断面イメージ)

3.4.2 作成手順

構造物の位置と天端高を以下の手順で調べデータ化した。

表 3.4-3 構造物の位置と天端高のデータ化手順

位置の把握	デジタル化された港湾平面図、漁港平面図、海岸平面図を GIS 化した。 また、デジタル化されていないものについては、構造物を含む平面図をスキャニングし、航空写真や都市計画基図との位置を合わせて座標を与えた。 *世界測地系の平面直角座標系 XVI 系
ラインデータの作成	GIS 上で構造物の海側(または河道側)の法線を抽出もしくはトレースしラインデータとした。また、属性として天端高を与えた。
データ補正	レーザー測量成果、航空写真(オルソ画像)を重ねて構造物の最新の情報を確認して、データを補正した。
現地踏査	施設の現況を確認した。
ブレイクラインデータの作成	ラインデータをメッシュ辺上にモデル化したブレイクラインデータとした。



図 3.4-1 構造物データ(メッシュ辺上にモデル化したブレイクラインデータ)の例

3.5 粗度データの作成

粗度データの作成においては、土地利用や建物の密集度に着目して分布を調べ、これにしたがって陸域の粗度係数（Manning の粗度係数 n ）を設定した。なお、水域の粗度係数は一様に与えた。

3.5.1 作成手順

土地利用データの適用	国土数値情報土地利用データを座標変換し、沿岸部領域の50mメッシュごとに整理した。
地形図との照合	データの土地利用状況と新しい地形図を照合し、適切でない場合は補正した。土地利用分類と粗度係数の関係は表 3.5-1に準拠した。

国土数値情報土地利用データ：

国土数値情報（1/10 細分区画土地利用データ）国土交通省国土計画局
約 100mメッシュごとに整理されている

3.5.2 詳細領域での粗度係数の設定

G I S 上で土地利用データから与えられた土地利用分類と空撮オルソ画像を比較し、土地利用・建物密集度に応じた粗度係数を与えた。土地利用分類と粗度係数の関係は、小谷ほか(1998)を参考に、表 3.5-1で示すような設定を用いた。なお、土地利用は地形のような変化は少ないので、50mメッシュ単位で粗度係数の判定をし、50mメッシュ内の土地利用分類は同一とした。

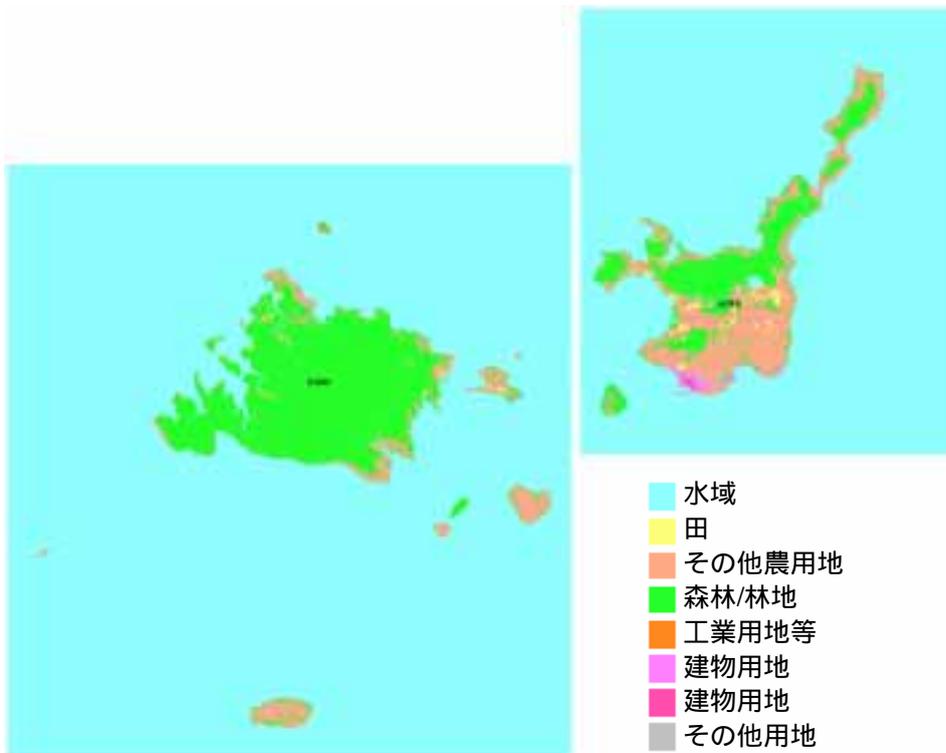
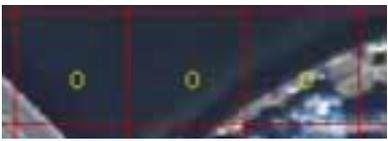
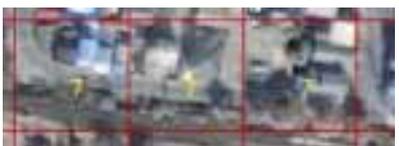


図 3.5-1 粗度係数の設定

表 3.5-1 詳細領域での粗度係数の決定

土地利用分類による粗度係数(小谷ほか,1998 参照)

区分	分類	粗度	例及び左記の分類以外のもので、この番号として入力するもの
0	海域/水域	0.025	河川の流路部 池沼等 
1	田	0.020	
2	その他農用地(畑)	0.020	・自然裸地 ・畑、ビニールハウス ・荒地、草地、伐採地 ・砂浜、岩礁 
5	森林/林地	0.030	樹冠が確認できるもの もしくは樹高が 5 m程度以上のもの 
6	工業地等	0.040	・工場の建物(マス面積の50%以上の場合) ・プラント類 ・倉庫、体育館等 
7	建物用地 (住宅地:中密度) 密度20%~50%未満	0.060	商店街、業務地も含む 
8	建物用地 (住宅地:高密度) 密度50%以上	0.080	商店街、業務地も含む 
9	その他(空地・緑地)	0.040	・住宅地等で、道路や空地等があり建物密度が20%未満のところ ・海岸の港湾用地(荷揚場) ・コンクリートの駐車場 ・公園 ・墓地 ・さら地 ・埋立地(未利用地) 

4. 津波の浸水想定

4.1 想定地震

想定地震は、本調査の対象地域で大きな津波が想定されるものを抽出して設定した。その波源位置としては、中村(2005)を参考に琉球海溝、沖縄トラフ、琉球弧の海底活断層などが想定される。また、過去に発生した大きな地震として、1966年3月13日のM7.8の地震や、1771年4月24日発生の大津波(明和大津波)を伴った地震を想定した。さらに、明和大津波の原因に対する新しいモデルの提案として、石垣島と多良間島の間断層を想定した。

本調査では、次の点に留意して想定地震を設定した。

【想定地震の設定での留意事項】

図4.1-1のうちA01、A03、A05、C04、C05、C06、D06、GYAK、IM、NMの各震源を想定する。

A05については、正断層になってどちら側が上盤になるか分からないので、走向を180°変えたものを2ケースずつ想定する。

これらのケースの中から、各市町村単位で最も津波が高くなる3ケースを選定し、想定地震とする。

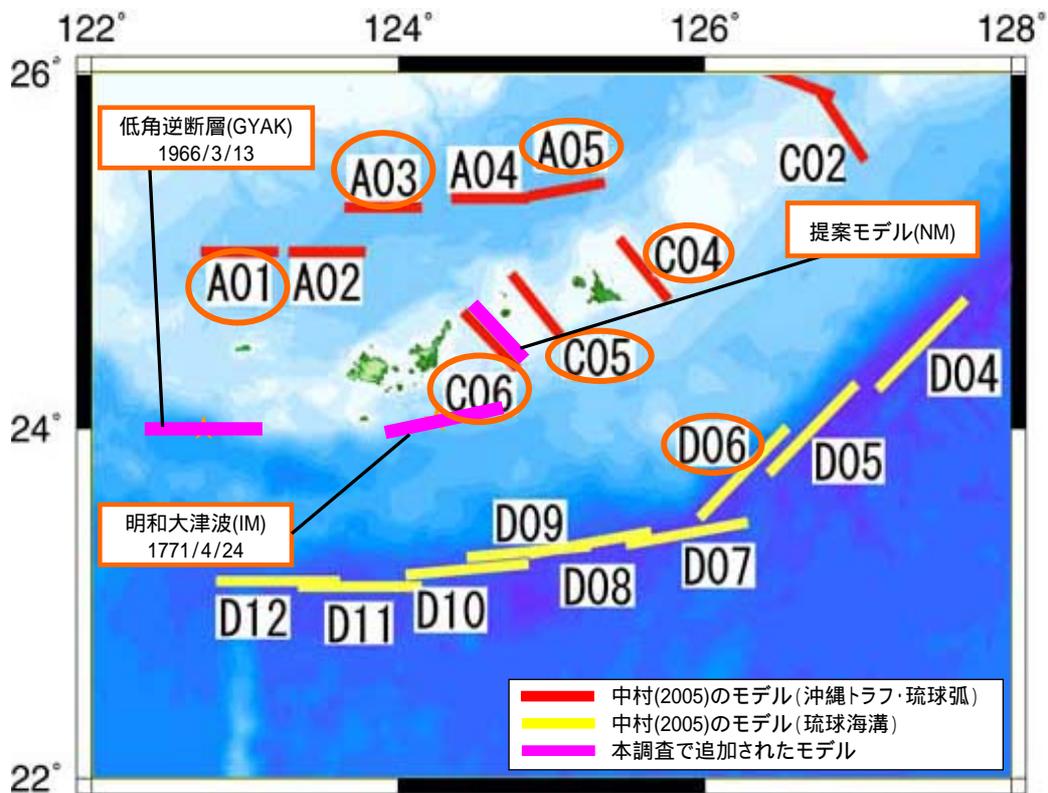


図4.1-1 想定地震の位置(中村,2005 に加筆)

4.2 シミュレーション手法の概要

4.2.1 基礎方程式

「連続の式」および「運動方程式」により津波の運動を記述し、地震発生後の各時間ステップ及び各地点（メッシュ）での水位、流量を差分法で解く手法を用いた。

シミュレーションでは、計算領域のサイズや水深に応じて、計算領域ごとに線形長波方程式と非線形長波方程式を選択して用いた。

4.2.2 計算条件

初期条件、潮位条件、越流境界条件、陸上の遡上境界条件については、下記の「シミュレーションの条件」で説明する。

4.3 シミュレーションの条件

表 4.3-1に津波計算条件を示す。

表 4.3-1 津波計算条件

項目	内容
基礎式と解法	(波源～沿岸の伝播計算，堤内地の氾濫計算) 最も沖合の領域においては線形長波方程式を、それ以外の領域においては非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Frog 差分法により計算 (越流境界(海岸堤防位置の津波の入射(越流量))) 本間公式による越流計算
計算格子間隔	(波源～沿岸) 900m, 300m, 100m (陸域) 50m, 10m
大メッシュと小メッシュの接続方法	空間：波源から堤内地までの計算領域を接続し、同時に遡上シミュレーションを実施 時間：計算時間間隔はすべての計算領域で一定とした
検討方法	1)再現シミュレーションを実施し、予測モデルの再現性を検証(最小格子間隔=全域50m) 2)想定対象とする津波・高潮ケースについて、全域で遡上シミュレーションを実施。(市街地は最小計算格子間隔=10m)。最大浸水深、浸水区域より浸水予測図を作成
計算時間	3時間
計算時間間隔	0.05～0.20秒(計算の安定条件を満たすよう設定)
潮位条件	朔望平均満潮位(=EL+0.9m)
垂直地盤変動量	マンシンハ・スマイリ(1971)の方法
初期条件	初期水位=垂直地盤変動量
Manningの粗度係数 n	市街地：高密度(建物占有面積50%以上):0.08,中密度(同20～50%):0.06,低密度(同20%未満):0.04,森林:0.03,水面:0.025,田畑:0.020 (漁港、港湾施設などは市街地に含める。)詳細地区は写真画像から土地利用を読み取り、小谷ほか(1998)を参考に設定する

陸上遡上(氾濫)計算における波先端条件	水域側水位と陸域側地盤高の差(実水深)が10 ⁻⁵ mを超える場合に遡上岩崎・真野(1979)の方法を用いる
水深データ	水深データは、表3.3-1に示した各種データを参照 測地系は、世界測地系とする
対象地形	地盤変動後の地形(ただし、隆起域については変動を考慮しない)
対象河川	川幅40m以上の河川を基本とし、計算格子間隔、河川幅、市街地浸水への影響度等を考慮し、検討対象河川を設定する
河川地形データ	河道の地盤高は、次の地盤高により与える ・河床高(朔望平均満潮位以下) ・高水敷地盤高(高水敷がある河川) ・堤内地盤(高水敷がない河川) 堤防はブレイクラインとし、天端高を与える
施設データ	対象施設 ・海岸保全施設(沖合波浪制御構造物、水際線施設、最終防潮ライン施設(防潮扉、防潮水門)) ・河川管理施設(河川堤防、防潮扉、防潮水門)

津波防災施設(構造物)の効果については、表4.3-2のように2とおりのケースを想定した。

表4.3-2 津波防災施設効果の想定ケース

想定ケース	内容
津波防災施設の効果がある場合	防波堤、海岸堤防、防潮堤、河川堤防などの施設が全て有効に機能するケース。 地震や津波による津波防災施設の被害がない、理想的なケースと考えられる。
津波防災施設の効果がない場合	防波堤、海岸堤防、防潮堤、河川堤防などの施設が全て失われたケース。 地震や津波により構造物が破壊される、最悪のケースと考えられる。 どの構造物が破壊されるかは想定が困難なので、すべての構造物の効果を考慮しない。

4.4 検証計算

4.4.1 検討対象地震

1771年4月24日に発生した明和・大津波の再現モデルとして、今村ほか(2001)によるモデル、中村(2006)によるモデルの2モデルを検証対象地震とした。

今村ほか(2001)では石垣島のみで詳細計算を実施していたため、本調査では新たに宮古・八重山諸島全域を対象としたパラメータの修正を行い、シミュレーション計算を行った。中村(2006)においても明和・大津波再現のモデルとして当該モデルを提案しており、本調査ではこれを既往の痕跡高と整合するようにパラメータの修正を行い、シミュレーション計算を行った。

4.4.2 波源モデル

検証に用いた断層モデルを表4.4-1および表4.4-2に示す。今村ほか(2001)によるオリジナルモデルをIM00、中村(2006)によるオリジナルモデルをNM00およびNM01とし、断層パラメータの修正を行った。なお、今村ほか(2001)による明和・大津波の再現では、巨大地震と海底地すべりが同時に起こったとされており、表4.4-1の断層No.1は震源断層を、No.2は海底地すべりを表現している。

表 4.4-1 検証に用いたモデル(今村ほか(2001)によるモデル)

名称	断層 No	断層 深さ (m)	走向 (°)	傾斜 角 (°)	すべり 角 (°)	断層 長さ (m)	断層幅 (m)	すべり 量 (m)	最大 沈降量 (m)	最大 隆起量 (m)	備考	
IM00	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-25.23	59.77	逆断層	今村モデルオリジナル
	2	0	260	70	90	15000	10000	90				
IM01	1	1000	265.6	70	90	40000	20000	20	-24.91	59.52	逆断層	
	2	0	252	70	90	15000	10000	90				
IM02	1	1000	275	70	90	40000	20000	20	-25.53	58.53	逆断層	
	2	0	275	70	90	15000	10000	90				
IM03	1	500	265.6	70	90	40000	20000	20	-24.94	59.49	逆断層	
	2	0	252	70	90	15000	10000	90				
IM04	1	1000	265.6	70	90	52000	26000	20	-23.83	61.36	逆断層	
	2	0	252	70	90	19500	13000	90				
IM05	1	1000	275	70	90	40000	20000	20	-25.53	58.77	逆断層	
	2	0	290	70	90	15000	10000	90				
IM06	1	1000	265.6	70	90	40000	20000	20	-25.36	59.12	逆断層	
	2	0	290	70	90	15000	10000	90				
IM07	1	1000	290	70	90	40000	20000	20	-25.52	58.51	逆断層	
	2	0	290	70	90	15000	10000	90				
IM08	1	500	280	70	90	40000	20000	20	-25.48	58.93	逆断層	
	2	0	280	70	90	15000	10000	90				
IM09	1	500	280	70	90	52000	26000	20	-23.98	60.46	逆断層	
	2	0	280	70	90	19500	13000	90				
IM10	1	1000	310	70	90	40000	20000	20	-25.56	58.30	逆断層	
	2	0	310	70	90	15000	10000	90				
IM11	1	1000	290	50	90	40000	20000	20	-25.56	58.30	逆断層	
	2	0	290	50	90	15000	10000	90				
IM12	1	1000	290	70	45	40000	20000	20	-25.56	58.30	逆断層	
	2	0	290	70	45	15000	10000	90				
IM19	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-20.64	58.73	逆断層	
	2	0	270	70	90	15000	10000	90				
IM20	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-25.46	58.94	逆断層	
	2	0	290	70	90	15000	10000	90				
IM21	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-25.31	59.92	逆断層	
	2	0	310	70	90	15000	10000	90				
IM22	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-25.53	61.58	逆断層	
	2	0	330	70	90	15000	10000	90				
IM23	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-26.60	60.23	逆断層	
	2	0	350	70	90	15000	10000	90				
IM24	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-26.07	56.06	逆断層	
	2	0	0	70	90	15000	10000	90				

着色部は、IM00と異なるパラメータ

表 4.4-2 検証に用いたモデル (中村(2006)によるモデル)

名称	断層 No	断層 深さ (m)	走向 (°)	傾斜 角 (°)	すべ り角 (°)	断層 長さ (m)	断層幅 (m)	すべ り量 (m)	最大 沈降量 (m)	最大 隆起量 (m)	備考	
NM00	1	3000	135	70	270	50000	25000	8	-3.82	1.64	正断層	中村モデルオリジナル
NM01	1	3000	135	70	270	50000	25000	10	-4.77	2.05	正断層	中村モデルオリジナル
NM02	1	3000	135	70	270	50000	25000	15	-7.16	3.07	正断層	
NM05	1	3000	135	70	270	50000	25000	20	-9.54	4.09	正断層	
NM06	1	300	135	70	270	50000	25000	15	-8.76	4.52	正断層	
NM07	1	500	135	70	270	50000	25000	20	-11.58	5.77	正断層	
NM08	1	300	135	70	270	50000	25000	20	-11.68	6.02	正断層	
NM09	1	300	135	70	270	50000	25000	10	-5.84	3.01	正断層	
NM10	1	300	135	70	270	60000	30000	10	-5.88	3.04	正断層	
NM11	1	300	135	70	270	60000	30000	20	-11.76	6.09	正断層	
NM12	1	300	135	70	90	75000	37500	15	-8.89	4.61	逆断層	
NM13	1	300	135	70	90	100000	50000	10	-5.97	3.13	逆断層	
NM14	1	300	135	70	90	100000	50000	15	-8.89	4.61	逆断層	
NM15	1	2000	135	70	90	100000	50000	15	-8.32	3.96	逆断層	

着色部は、NM00 および NM01 と異なるパラメータ

4.4.3 痕跡高との比較結果

本調査では、今村ほか(2001)によるモデルおよび中村(2006)によるモデルを基準としてパラメータの修正・計算を行い、既往の痕跡高と比較検証を行った。その結果、今村ほか(2001)によるモデルではオリジナルモデルである IM00 が、中村(2006)によるモデルでは深さ 300m、面積 1800km²、すべり量 20m に修正したモデル NM11 が全体的に最もよい再現性を示しており、本調査の想定地震として採用した。

石垣島における推定痕跡高の値について

1771 年当時の被害状況を記載した古文書「大波時各村乃形行書」では、28 丈 2 尺 (85.4 m) の石垣島での最高遡上高さを記載しているが、本調査では、信頼性の高い推定痕跡高である最大 25m ~ 30m の値を検証の比較対象として扱った。

4.5 広域シミュレーションの結果

4.5.1 広域シミュレーションの条件

(1) 想定地震

波源の設定にあたり、次のように想定して調査領域への影響を試算した。

- 1) A01、A03、D06 は北落ち、C04、C06 は西落ち、C05 は東落ちの正断層とする。
- 2) A05 は、北落ち、南落ちの両方を検討する。
- 3) GYAK は 1966 年 3 月 13 日の地震を再現した逆断層のモデルとする。
- 4) IM00、NM11 は 1771 年 4 月 24 日の地震の再現モデルとして設定した。IM00 は今村ほか(2001)によるオリジナルモデル、NM11 は中村(2006)によるモデルの断層深さ、面積、すべり量を修正したモデルとした。
- 5) C06W・NM11 の波源域は同様であるが、C06W は八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ、NM11 は宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプとしてパラメータを設定した。

以上より、表 4.5-1 に示す 11 とおりの想定地震について、広域シミュレーションを実施した。これらのうち、各地域に大きな影響を及ぼす 3 地震について選定して詳細シミュレーションを実施することとした。

表 4.5-1 想定地震ケース

名称	断層位置	緯度 (dd.mmss)	経度 (dd.mmss)	断層 No	断層 深さ (m)	走向 (°)	傾斜 角 (°)	すべ り角 (°)	断層 長さ (m)	断層幅 (m)	すべ り量 (m)	最大 沈降量 (m)	最大 隆起量 (m)	備考
C04W	宮古島東方沖	24.5429	125.3538	1	500	140	60	270	80000	40000	4	-2.48	0.86	正断層・西落ち
D06N	宮古島南東沖	23.4547	126.1518	1	10000	225	60	270	80000	40000	4	-1.71	0.39	正断層・北落ち
A05N	宮古島北方沖	25.2049	124.5458	1	5000	260	60	270	80000	40000	4	-2.06	0.54	正断層・北落ち
A05S	宮古島北方沖	25.2049	124.5458	1	5000	80	60	270	80000	40000	4	-2.06	0.54	正断層・南落ち
C05E	宮古島西方沖	24.4218	124.5335	1	500	-45	60	270	80000	40000	4	-2.48	0.86	正断層・東落ち
C06W	石垣島東方沖	24.2942	124.3459	1	500	135	60	270	80000	40000	4	-2.48	0.86	正断層・西落ち
NM11	石垣島東方沖	24.2848	124.3314	1	300	135	70	270	60000	30000	20	-11.76	6.09	正断層・西落ち 中村モデル改
IM00	石垣島南方沖	23.5758	124.2125	1	1000	270	70	90	40000	20000	20	-25.23	59.77	逆断層・南落ち 今村モデルオリジナル
		24.0437	124.2447	2	0	260	70	90	15000	10000	90			
A03N	石垣島北西沖	25.1431	123.5425	1	5000	270	60	270	80000	40000	4	-2.06	0.54	正断層・北落ち
A01N	与那国島北方沖	24.5931	122.5743	1	5000	270	60	270	80000	40000	4	-2.06	0.54	正断層・北落ち
GYAK	与那国島南方沖	24.0600	122.3600	1	2000	270	30	90	100000	50000	5	-0.35	2.76	逆断層・北落ち

断層位置は、中村(2005)の図からの読み取り値

(2) 垂直地盤変動量

マンシンハ・スマイリの方法で計算した垂直地盤変動量の分布を図 4.5-1 に示す。

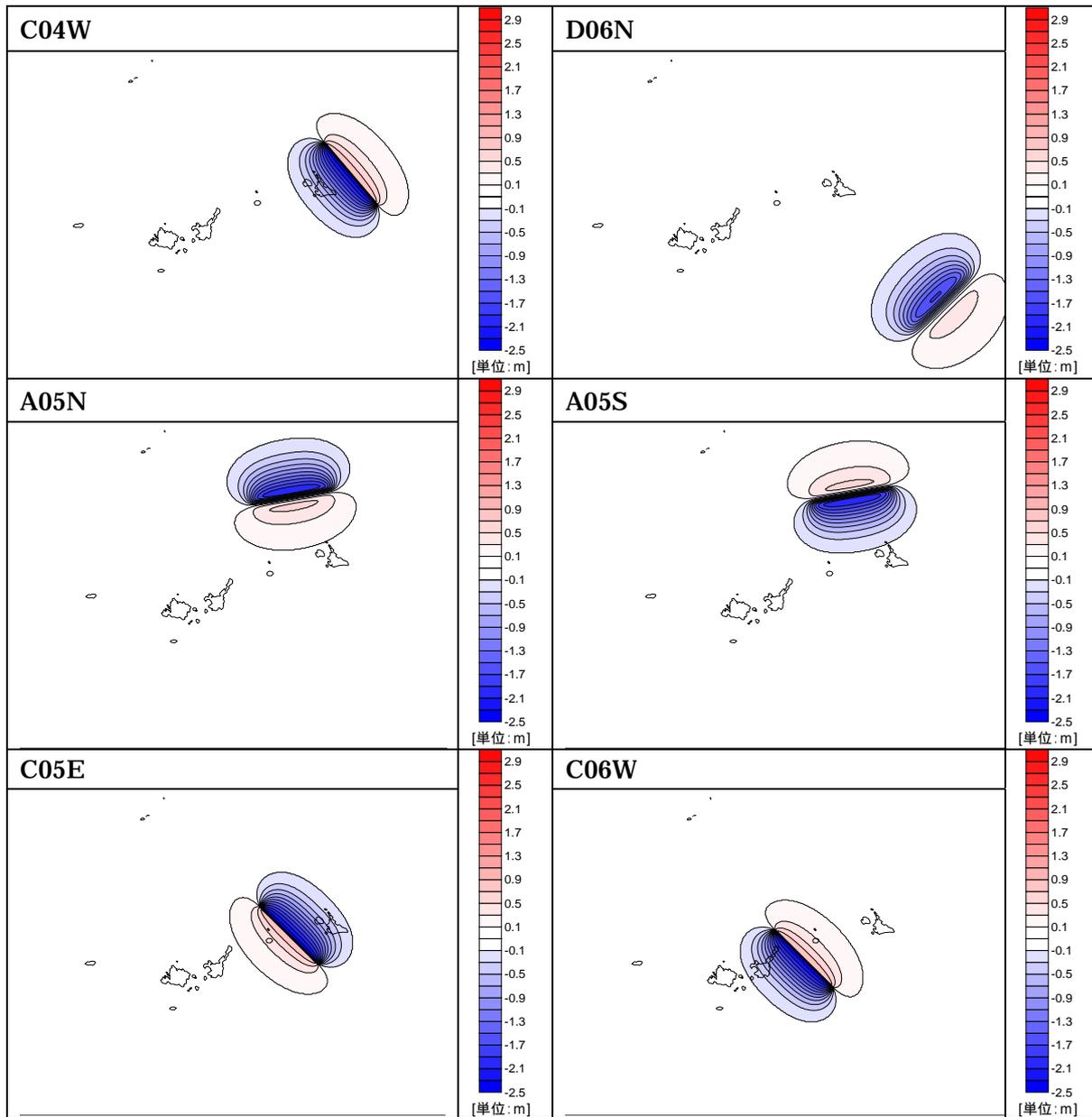


図4.5-1 各想定地震の垂直地盤変動量分布 (1)

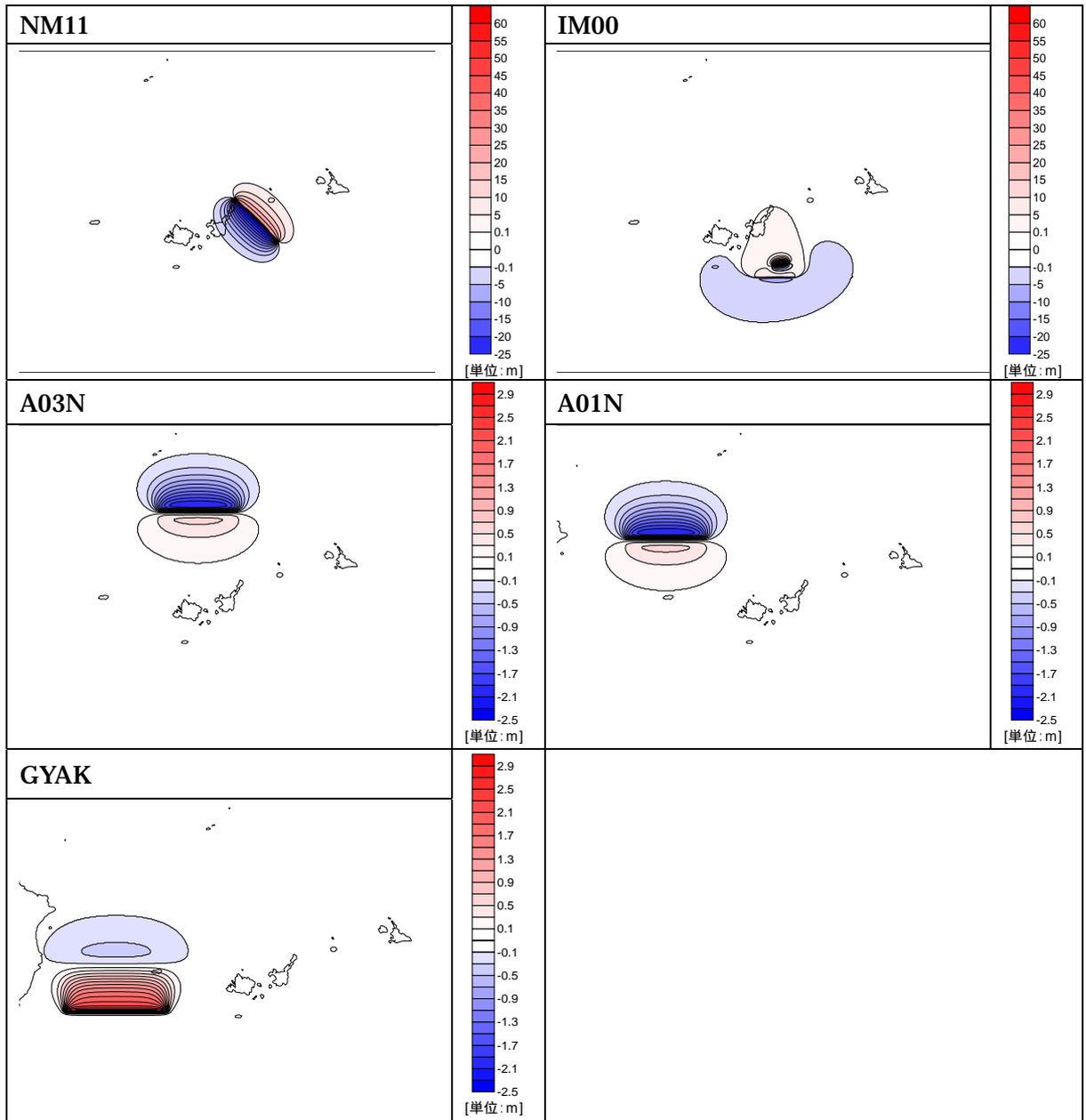


図 4.5-1 各想定地震の垂直地盤変動量分布 (2)

(3) 計算範囲

広域シミュレーションの計算メッシュサイズは図 4.5-2のとおりとし、対象地域の全沿岸について、50mメッシュで概略計算を実施した。

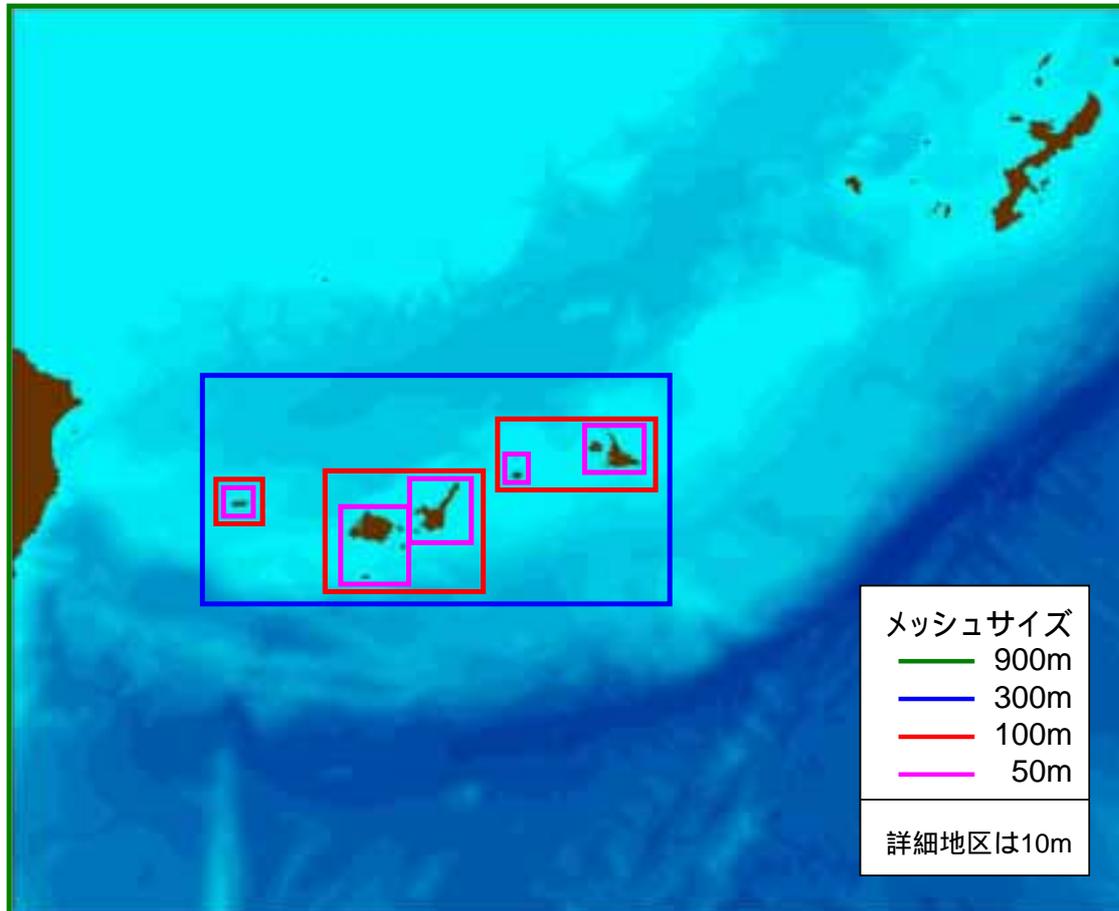
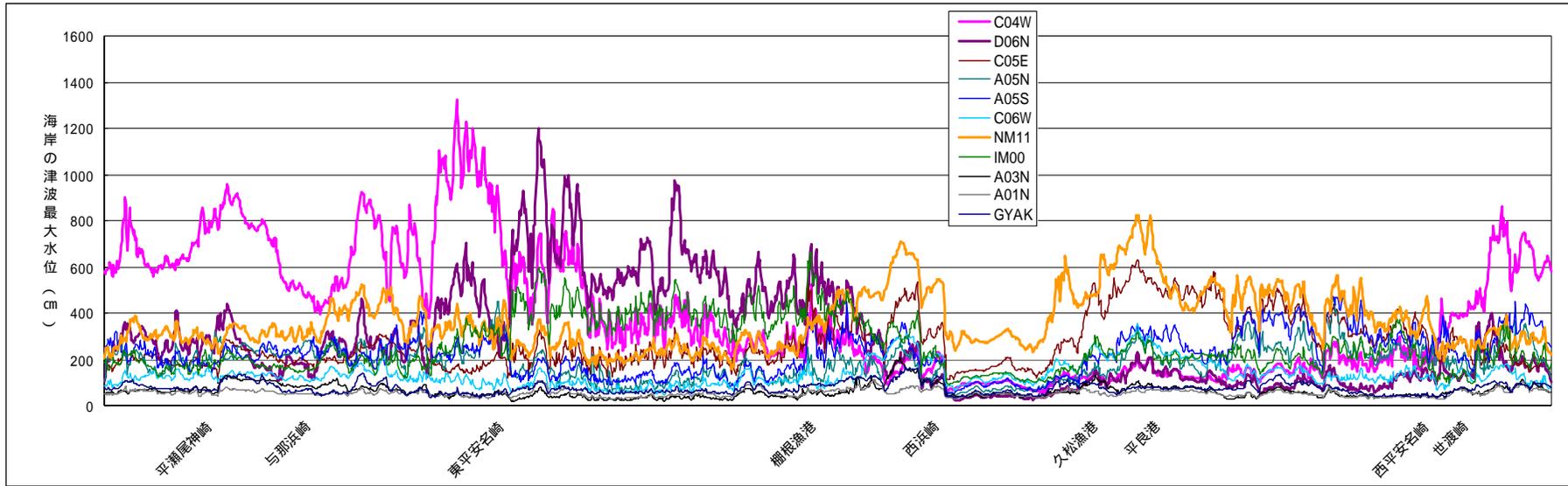


図4.5-2 計算メッシュの配置

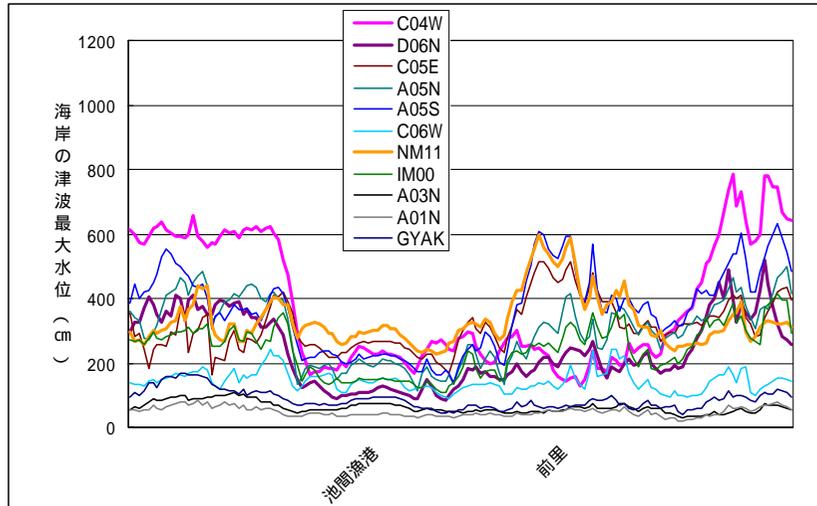
4.5.2 広域シミュレーションの結果

50mメッシュで計算された各地の海岸線における津波最大水位を、以下のグラフに整理した。

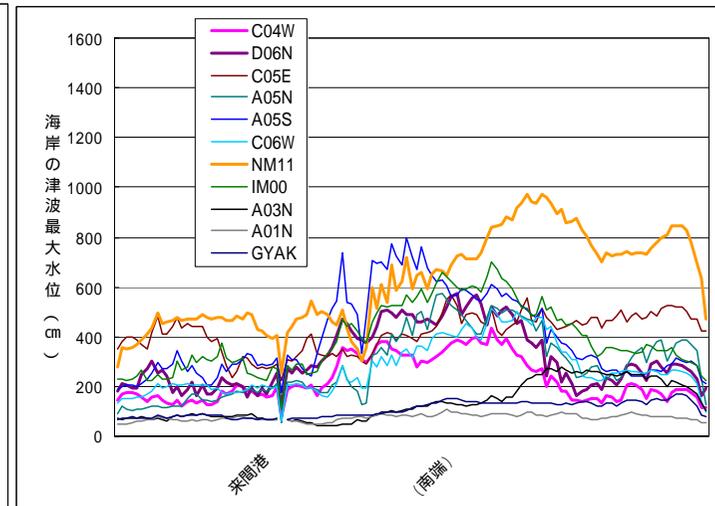
【宮古島】



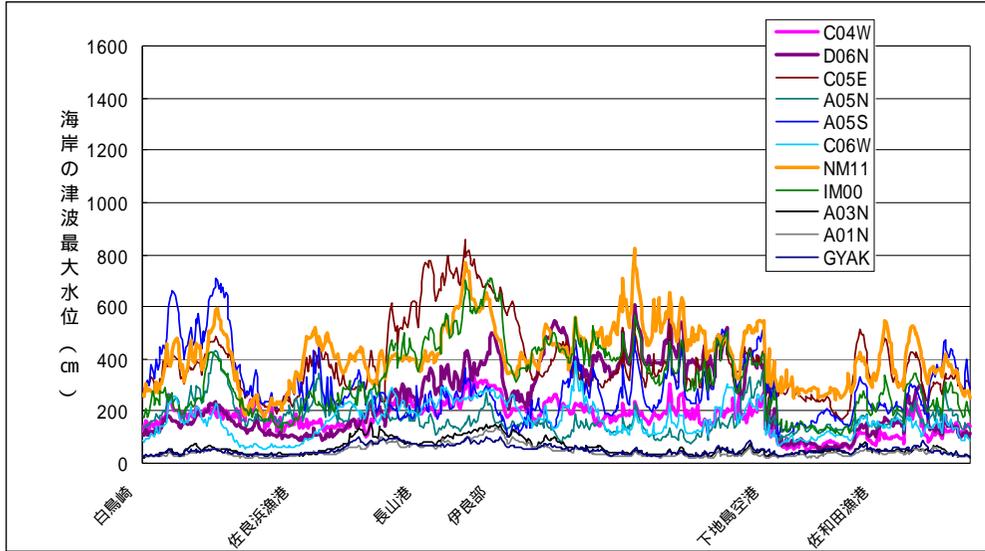
【池間島】



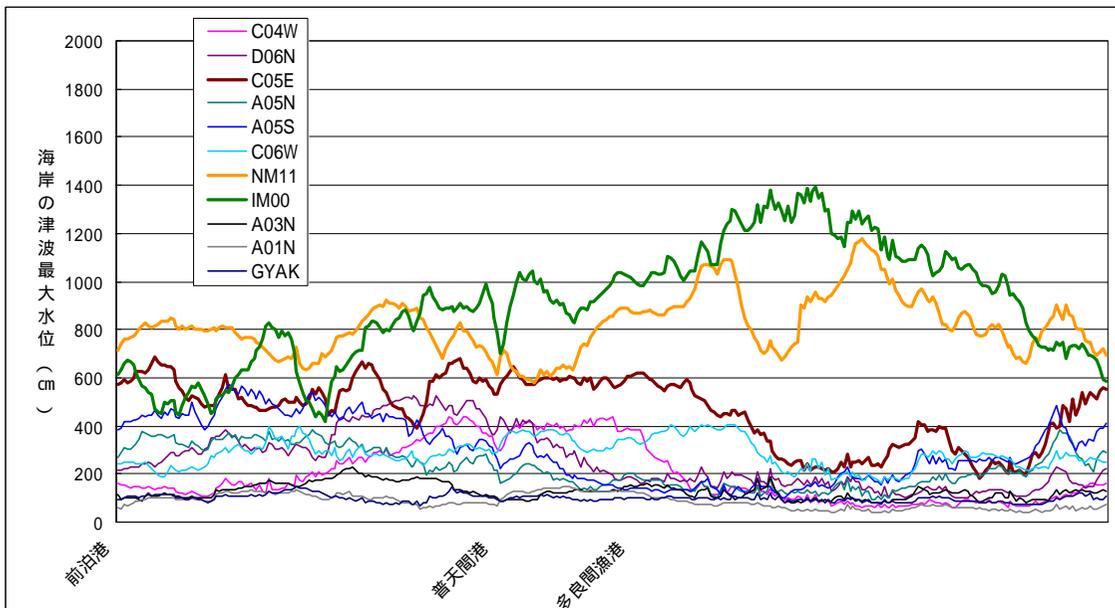
【来間島】



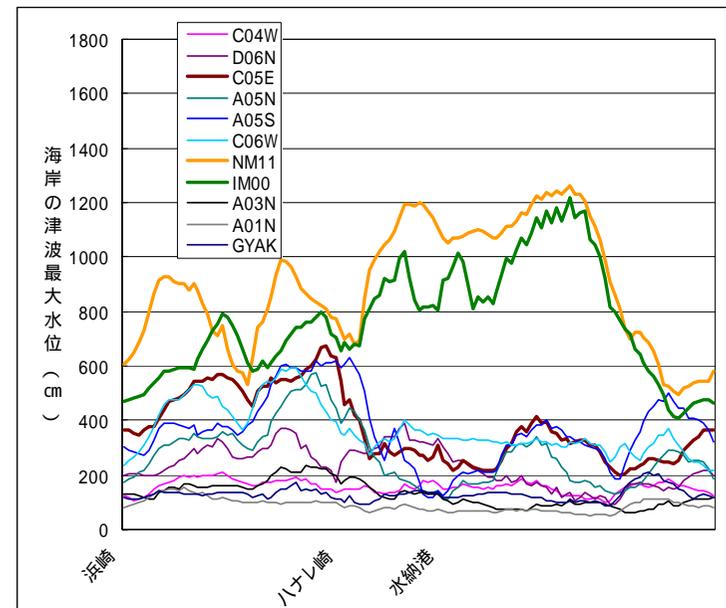
【伊良部島】



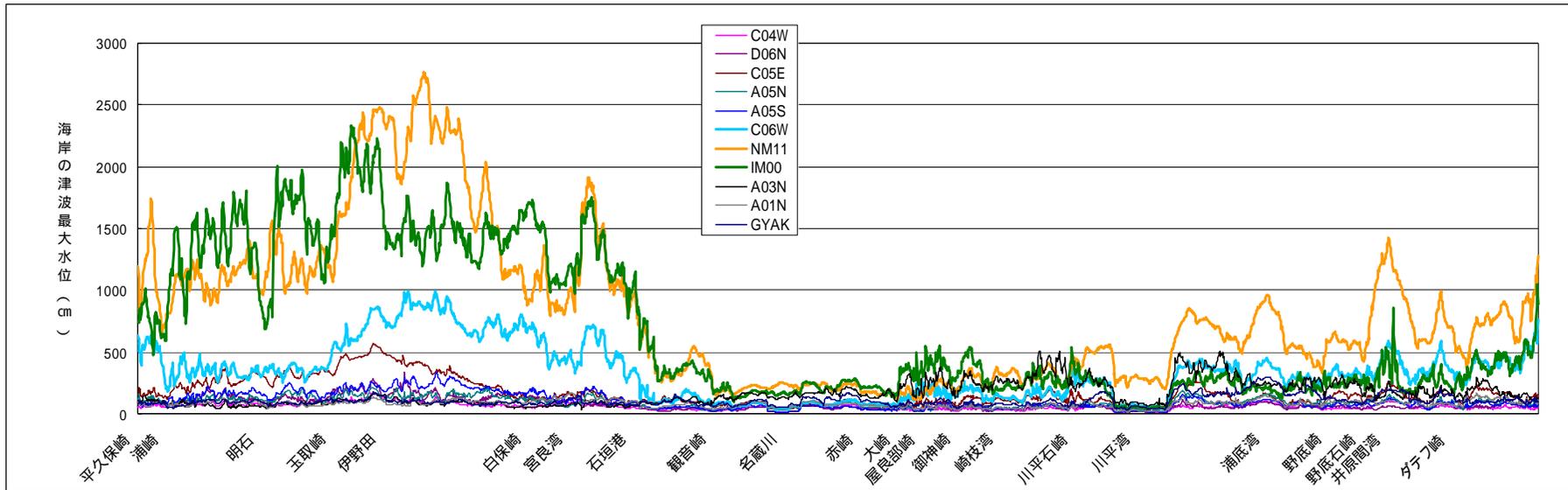
【多良間島】



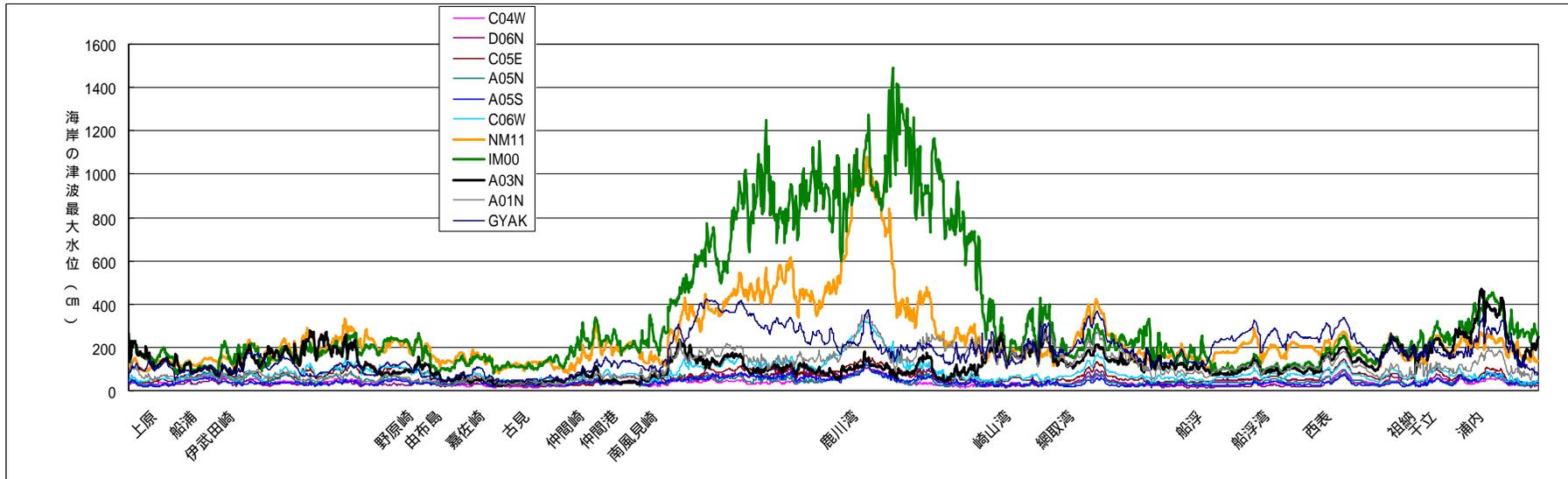
【水納島】



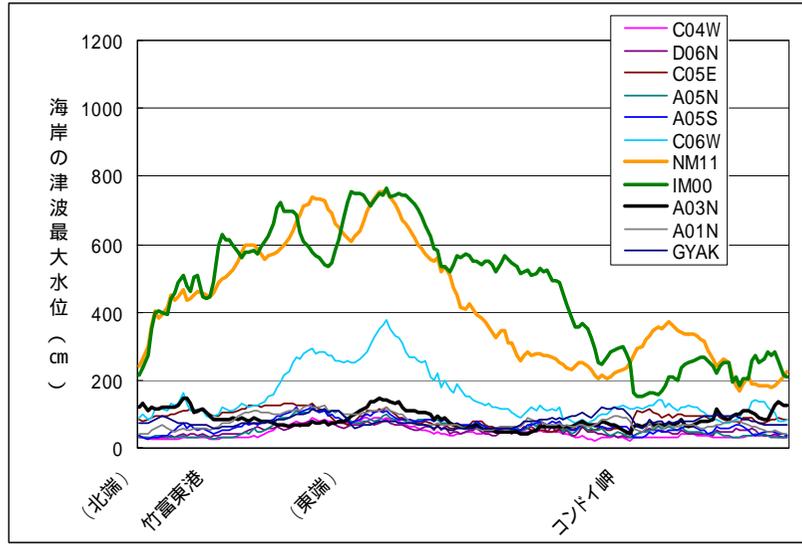
【石垣島】



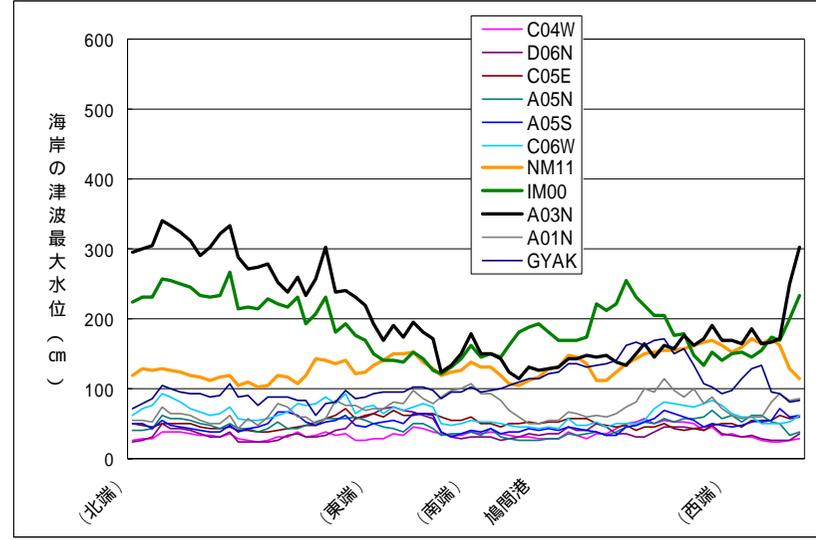
【西表島】



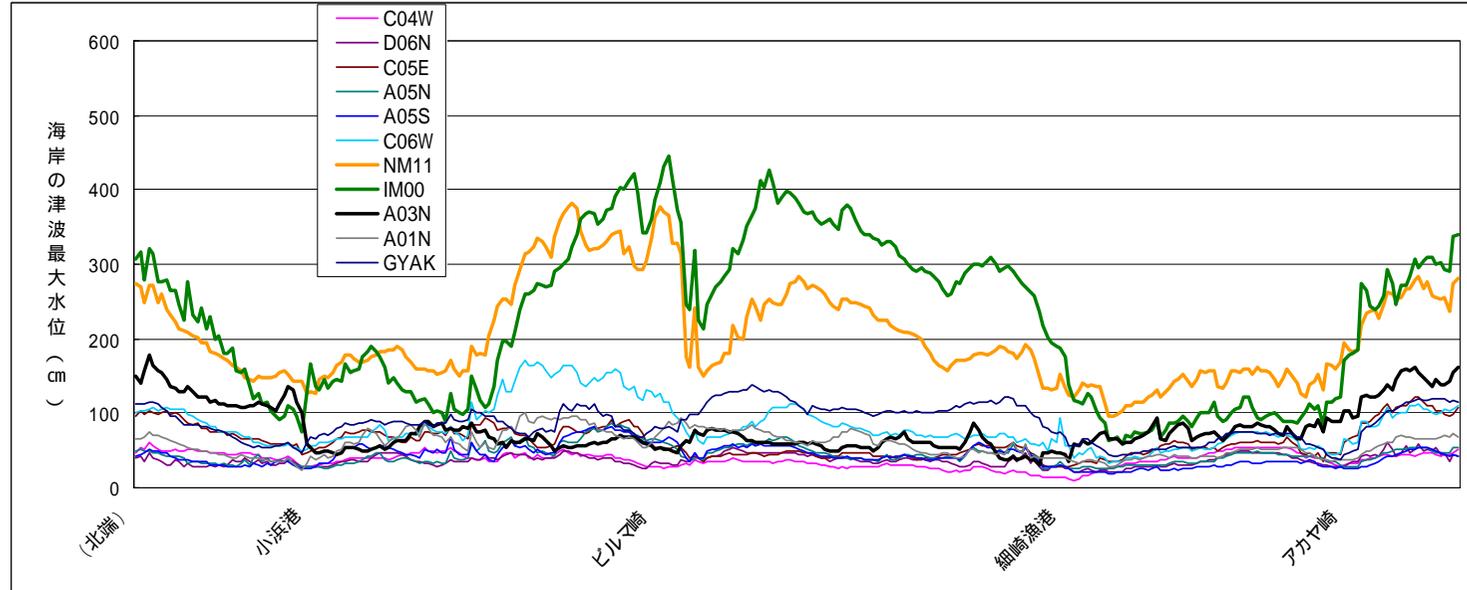
【竹富島】



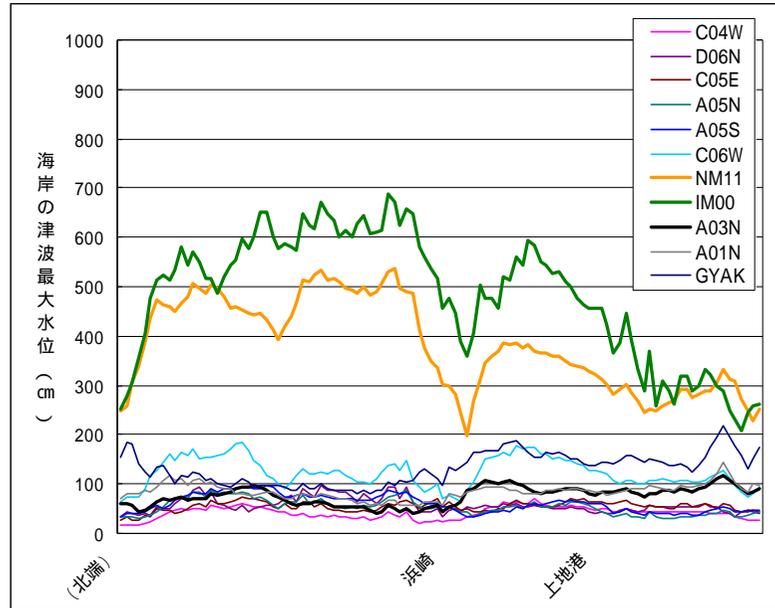
【鳩間島】



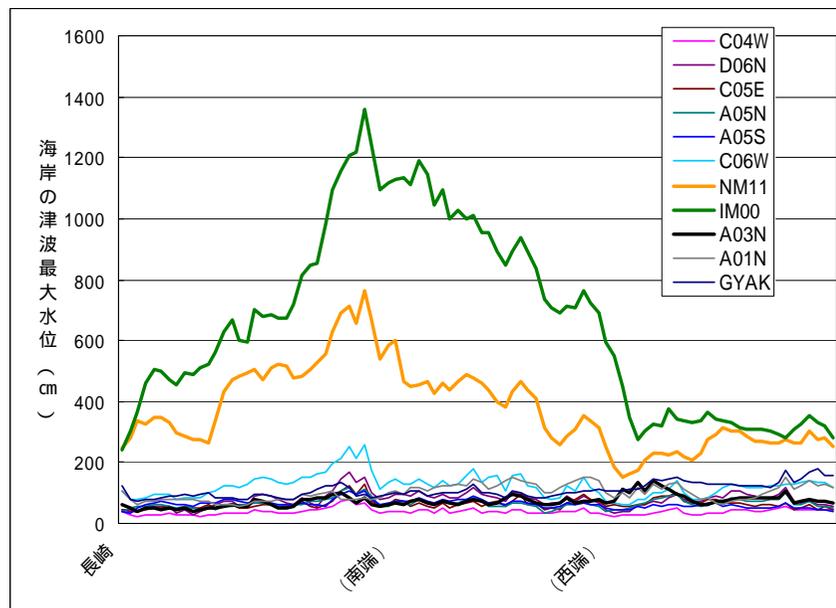
【小浜島】



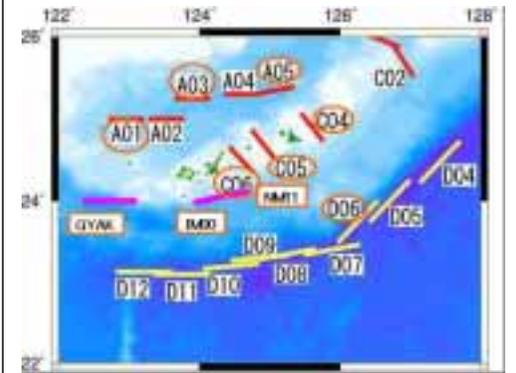
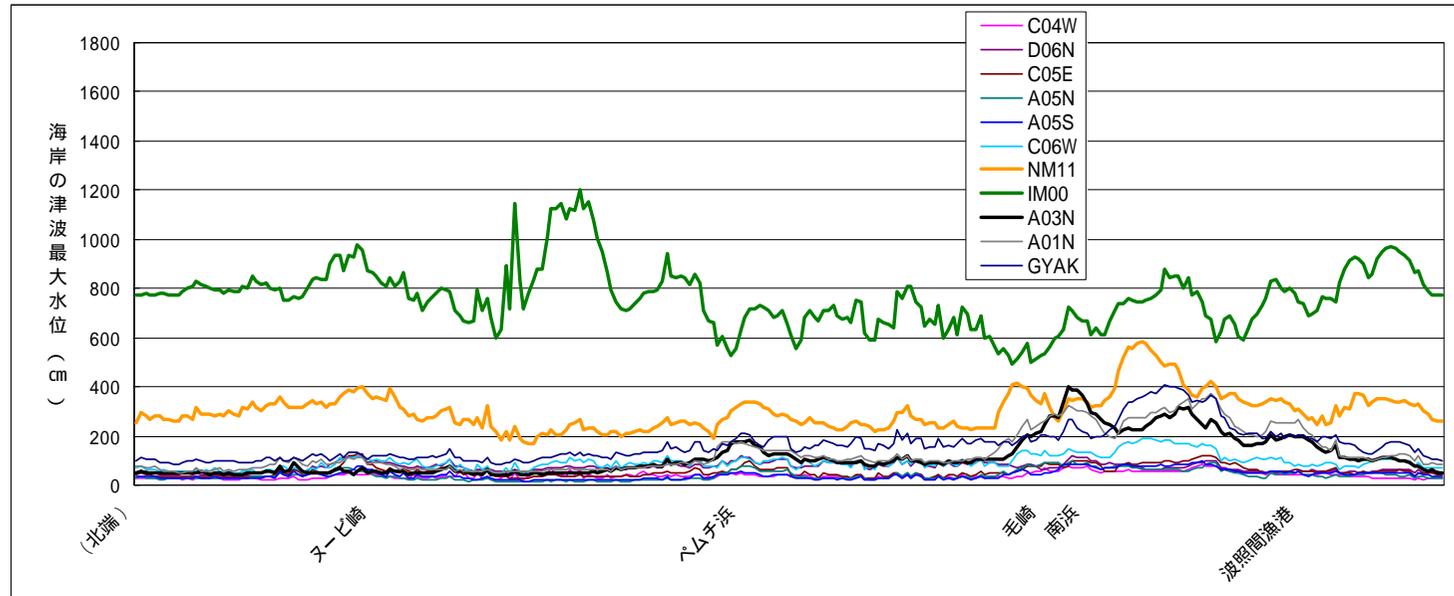
【新城島（上地島）】



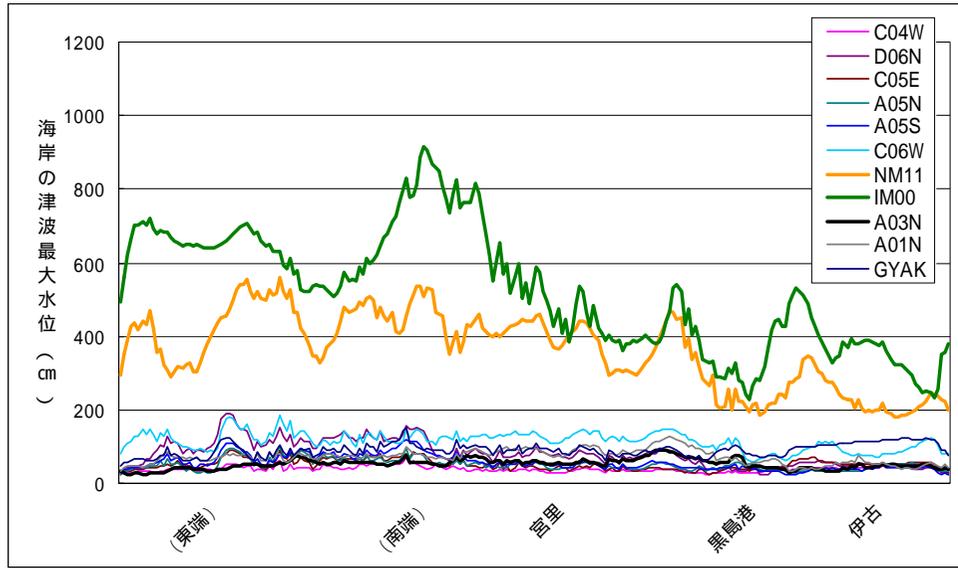
【新城島（下地島）】



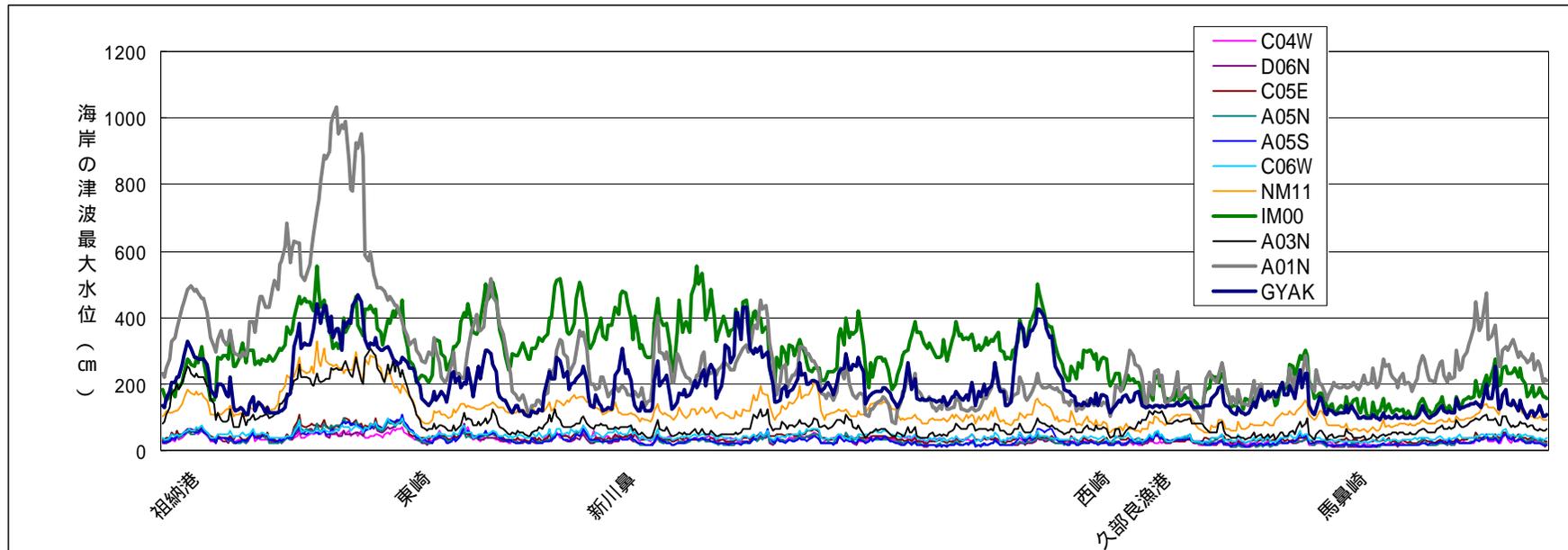
【波照間島】



【黒島】



【与那国島】



4.5.3 想定地震の設定案

広域シミュレーション結果より、各地の想定地震を設定した。

広域シミュレーションの結果より、図 4.5-3のように各市町村ごとに影響の大きい3地震を設定した。各市町村別の想定地震およびその名称、位置を表 4.5-2に整理した。

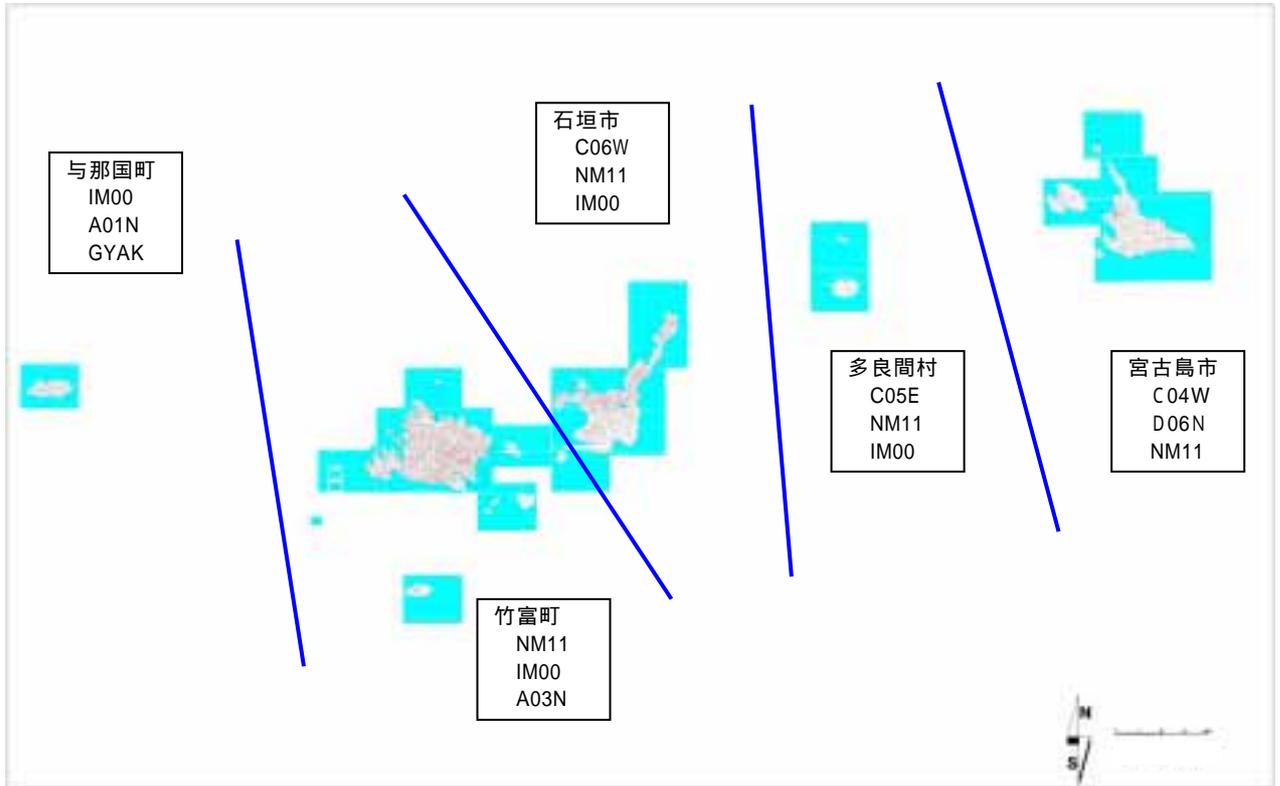
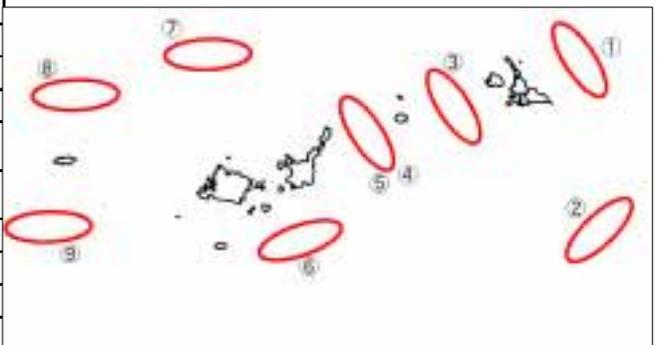


図4.5-3 想定地震の設定

表 4.5-2 各市町村の想定地震

市町村名	想定地震								
	C04W	D06N	C05E	C06W	NM11	IM00	A03N	A01N	GYAK
宮古島市									
多良間村									
石垣市									
竹富町									
与那国町									

番号	地震コード	地震名
	C04W	宮古島東方沖の想定地震
	D06N	宮古島南東沖の想定地震
	C05E	宮古島西方沖の想定地震
	C06W	石垣島東方沖の想定地震 (1) (1) 八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ
	NM11	石垣島東方沖の想定地震 (2) (2) 宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ
	IM00	石垣島南方沖の想定地震
	A03N	石垣島北西沖の想定地震
	A01N	与那国島北方沖の想定地震
	GYAK	与那国島南方沖の想定地震



4.6 詳細シミュレーションの結果

市町村別に3つの想定津波について、シミュレーションを実施した。

各市町村の代表地点における影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高は、表 4.6-1のとおりとなった。

影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高の用語の定義は、図 4.6-1のとおりである。

また、予測された浸水域および浸水深は、想定地震別・構造物ケース別・市町村別のシミュレーション結果図（データCDに格納）に示した。

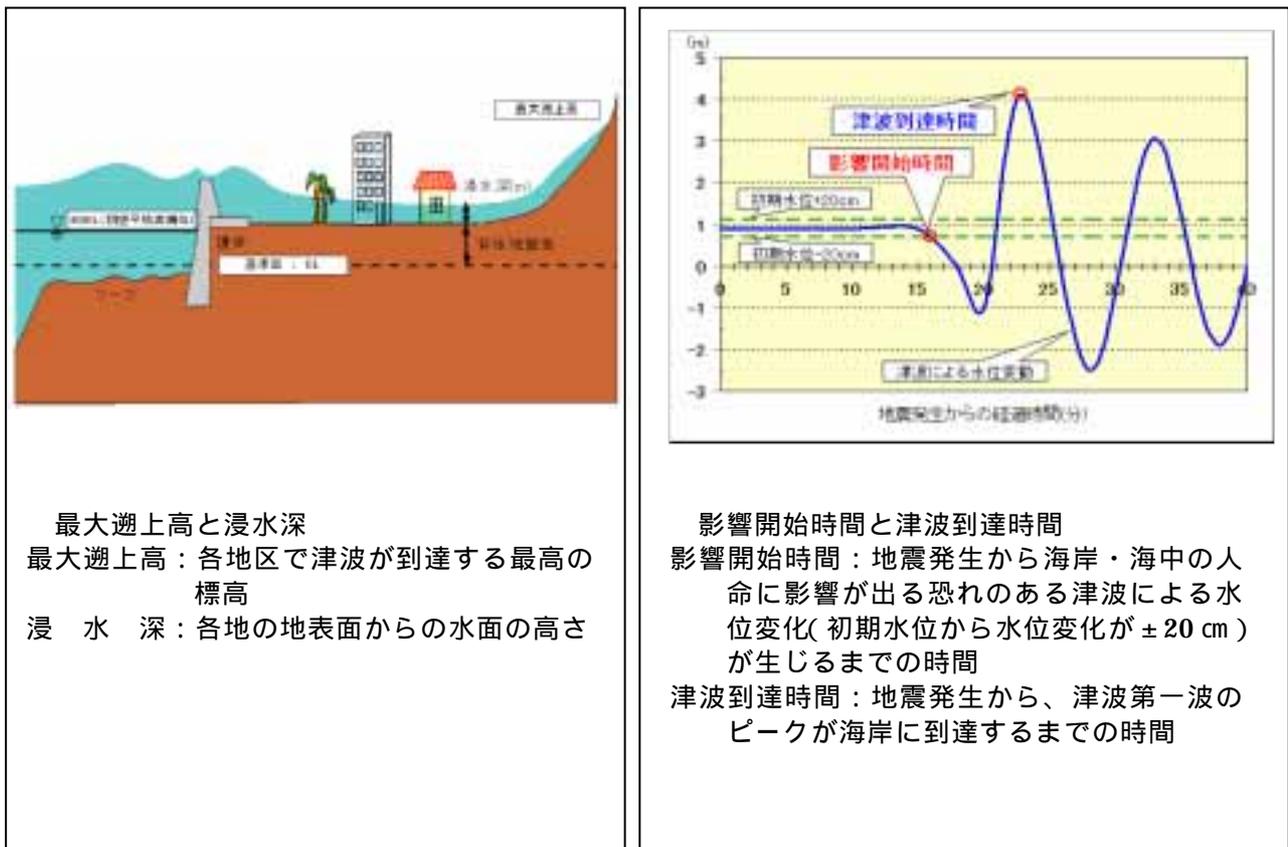


図 4.6-1 影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高の用語の定義

表 4.6-1 各市町村の津波の影響開始時間、到達時間、最大遡上高

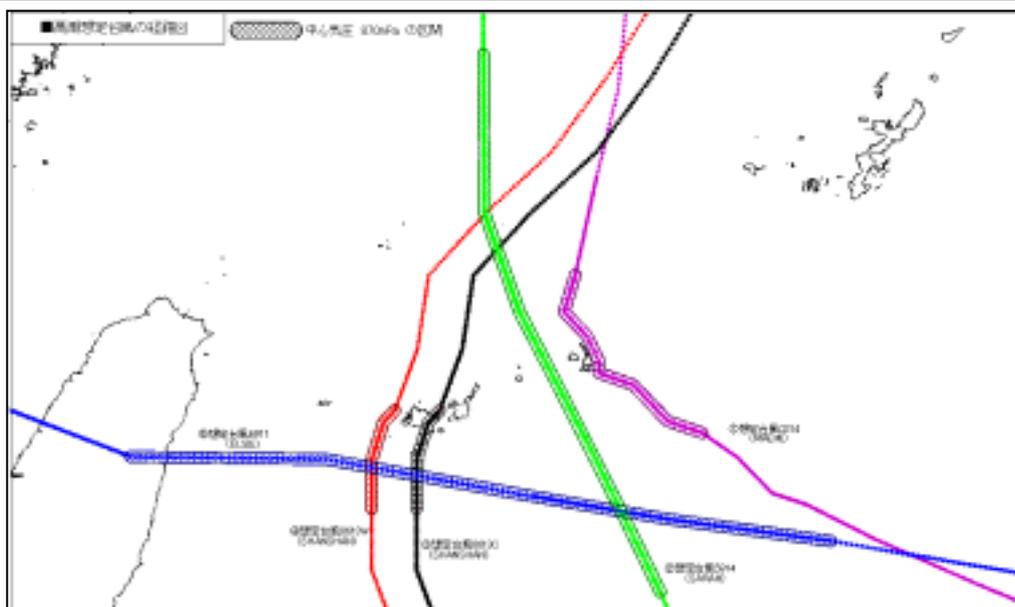
市町村名	島名	代表地点	最大遡上高 (m)	影響開始時間 (分)	津波到達時間 (分)	最大遡上高 (m)			
						10	20	30	40
宮古島市(平良)	宮古島	高野漁港	11.0	4	24	10			
		島尻漁港	10.2	3	24	10			
	大神島	大神	6.9	5	26	10			
		池間島	9.3	4	23	10			
	宮古島	大浦湾	8.6	6	20	10			
宮古島	平良港	9.1	15	24	10				
宮古島市(下地)	宮古島	与那覇湾	7.9	15	29	10			
	来間島	来間港	9.7	13	21	10			
宮古島市(上野)	宮古島	宮国	9.2	5	15	10			
宮古島市(城辺)	宮古島	友利	11.8	3	13	10			
		保良	11.5	2	11	10			
		浦底漁港	12.0	3	19	10			
宮古島市(伊良部)	伊良部島	佐良浜	7.2	6	27	10			
		佐和田	9.3	9	26	10			
		伊良部	9.3	10	32	10			
多良間村	多良間島	前泊港	11.5	6	11	10			
		普天間港	12.0	5	9	10			
	水納島	水納港	14.2	3	11	10			
石垣市	石垣島	平野	23.1	0	2	10			
		平久保	14.5	0	5	10			
		船越漁港	20.1	2	9	10			
		野底	8.7	3	12	10			
		浦底湾	11.6	3	17	10			
		川平湾	10.3	2	12	10			
		名蔵湾	4.1	5	26	10			
		石垣港	14.9	12	12	10			
		登野城漁港	19.0	5	7	10			
		大浜	29.8	4	7	10			
		宮良湾	22.0	5	8	10			
		白保	24.0	2	7	10			
		大里	33.5	1	10	10			
		伊野田	33.3	2	13	10			
		伊原間	27.9	1	10	10			
明石	17.9	1	7	10					
竹富町	竹富島	竹富東港	12.2	15	17	10			
		カイジ浜	8.5	12	13	10			
	西表島	浦内	5.6	11	22	10			
		千立	4.4	12	24	10			
		船浮港	3.1	16	24	10			
		鹿川湾	14.7	16	20	10			
		南風見	13.0	10	14	10			
		仲間港	5.6	10	13	10			
		古見	3.4	19	23	10			
		高那	4.7	13	19	10			
	鳩間島	船浦	4.0	19	22	10			
		鳩間港	4.5	12	15	10			
	小浜島	小浜港	4.3	20	20	10			
		細崎漁港	5.2	19	21	10			
	黒島	ビルマ崎	7.8	16	20	10			
		黒島港	6.8	6	9	10			
		宮里	7.6	3	7	10			
	新城島	黒島東岸	8.3	2	7	10			
上地		8.7	7	10	10				
波照間島	下地	17.6	6	8	10				
	波照間漁港	11.1	8	9	10				
	波照間空港	12.2	6	6	10				
与那国町	与那国島	祖納港	7.6	2	7	10			
		久部良漁港	3.6	1	3	10			
		比川	5.5	1	9	10			

5. 高潮の浸水想定

5.1 想定台風

想定台風は宮古・八重山諸島に來襲する台風の特徴を考慮して、各島ごとに影響が大きくなる台風を想定台風に選定した。宮古・八重山諸島の南を西進する台風、宮古島の西および真上を北上する台風、石垣島と西表島の間を北上する台風、西表島の西側を北上する台風の5つを想定台風とした。想定台風の作成にあたっては、既往の台風のなかから宮古・八重山諸島に被害を与え、県民によく知られた台風を選ぶこととした。その結果、宮古島の真上を北上する台風として台風0314(MAEMI)、宮古島の西を北上する台風として台風5914(SARAH)、石垣島と西表島の間を北上する台風として台風0613C(SHANSHA)、西表島の西を北上する台風として台風0613W(SHANSHAN)、宮古・八重山諸島の南側を西進する台風として台風6911(ELSIE)の5つの台風を想定台風を選定した。これらの台風の経路および中心気圧を変更し、宮古・八重山諸島を通過時に最も影響が大きくなるように想定台風を作成した。なお、最低中心気圧については、平成19年沖縄県津波・高潮被害想定調査業務(沖縄本島沿岸域)と同様に、870hPaとした。

	類 型	想定台風	選定理由
	転向型 (宮古諸島通過)	T0314 (MAEMI)	2003年宮古島を通過時に被害をもたらした台風
	転向型 (宮古諸島通過)	T5914 (SARAH)	宮古・八重山諸島東部地域(宮古島付近)を通過した最大規模の台風
	転向型 / 検証用 (八重山諸島通過)	T0613C (SHANSHAN)	宮古・八重山諸島東部地域(八重山諸島付近)を通過した最大規模の台風
	転向型 / 検証用 (八重山諸島通過)	T0613W (SHANSHAN)	宮古・八重山諸島東部地域(八重山諸島付近)を通過した最大規模の台風
	西進型	T6911(ELSIE)	宮古・八重山諸島の南縁を通過した最大規模の台風



想定台風 0314(MAEMI) : 図 5.1-1

宮古島の真上を北上する台風で、2003年に平良港などで実際に被害が生じた台風である。最低中心気圧を870hPaまでに下げたものを想定台風とした。

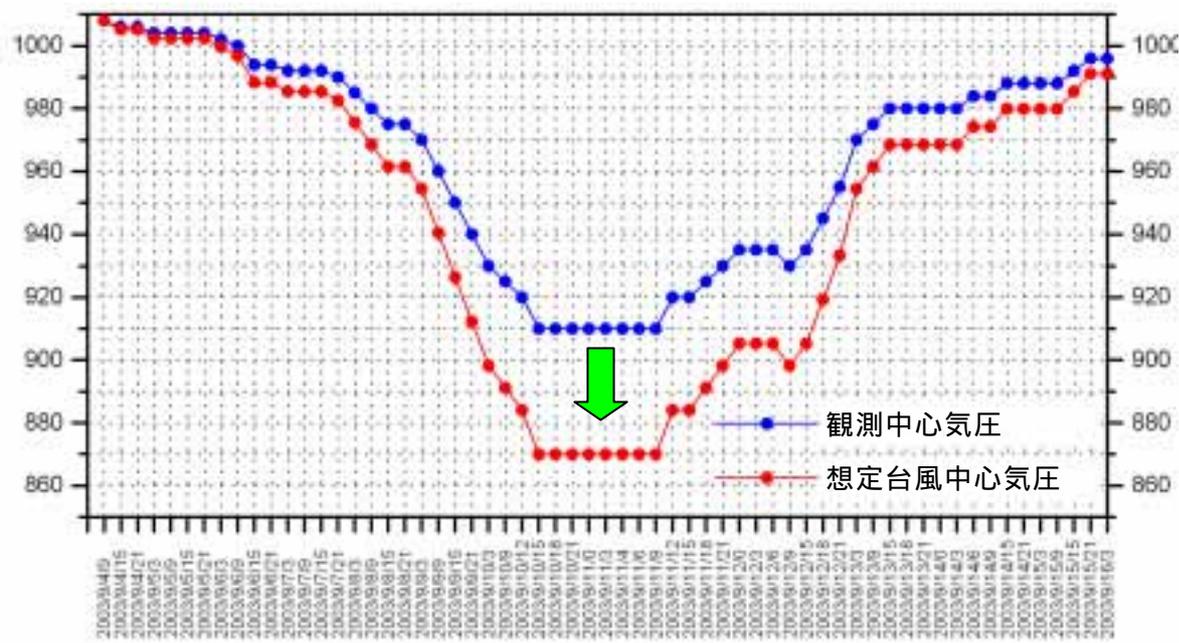
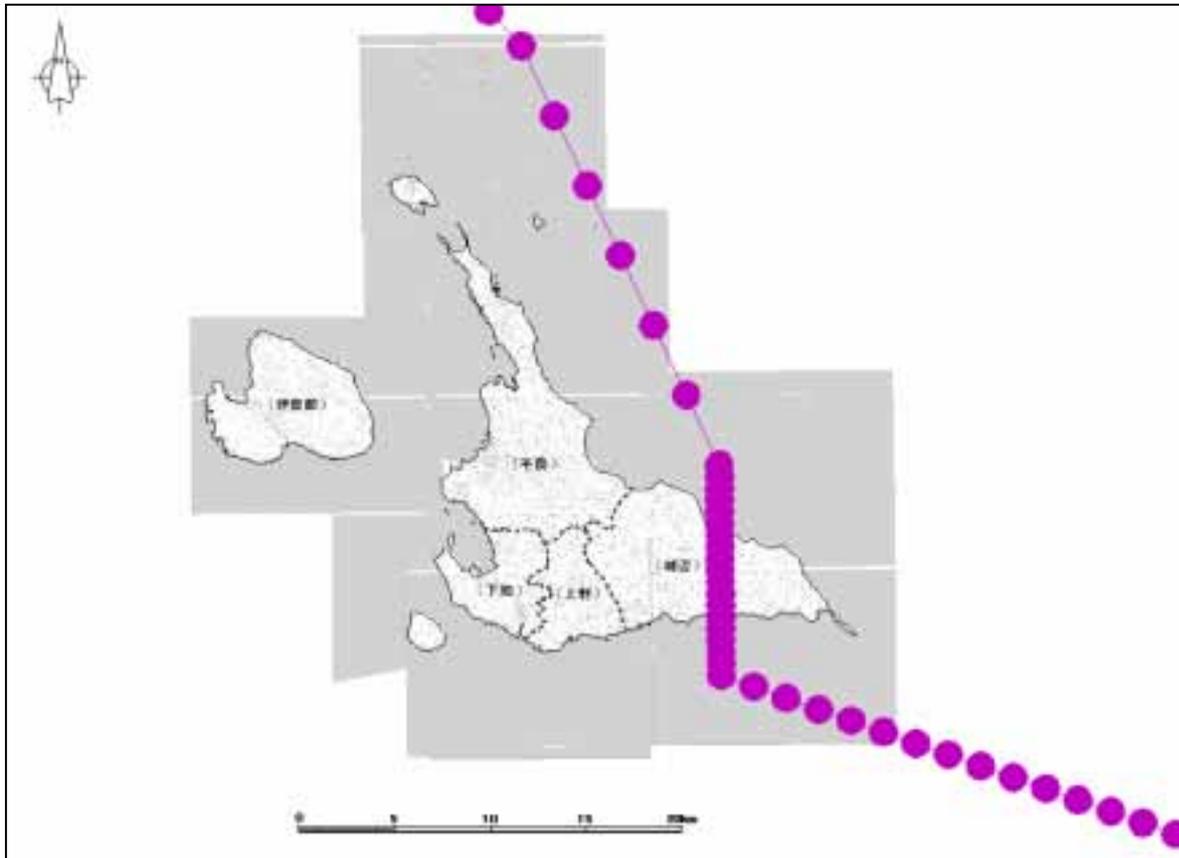


図 5.1-1 想定台風 0314(MAEMI)

想定台風 5914 (SARAH): 図 5.1-2

宮古島で最低気圧 908.4hPa を記録したことから宮古島台風と呼ばれ、宮古島に大きな損害をもたらした台風である。宮古島の中心から西側に 40km 経路をずらし、宮古島西側を通過時に最低中心気圧を 870hpa へ下げたものを想定台風とした。

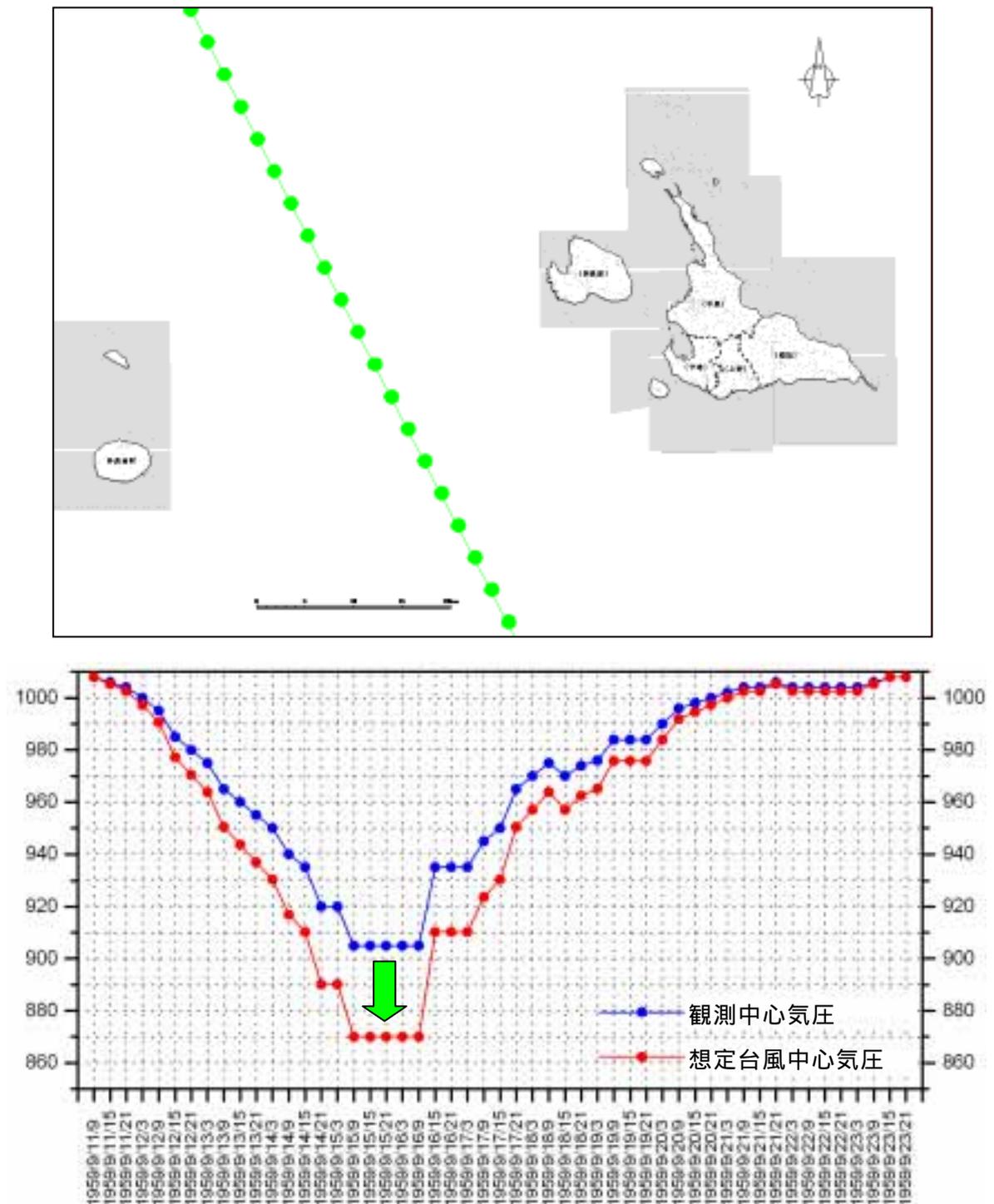


図 5.1-2 想定台風 5914 (SARAH)

想定台風 0613C (SHANSHAN): 図 5.1-3

石垣島・西表島の間を通過した最大規模の台風である。経路は変更せず、最低中心気圧を 870hPa までに下げたものを想定台風とした。

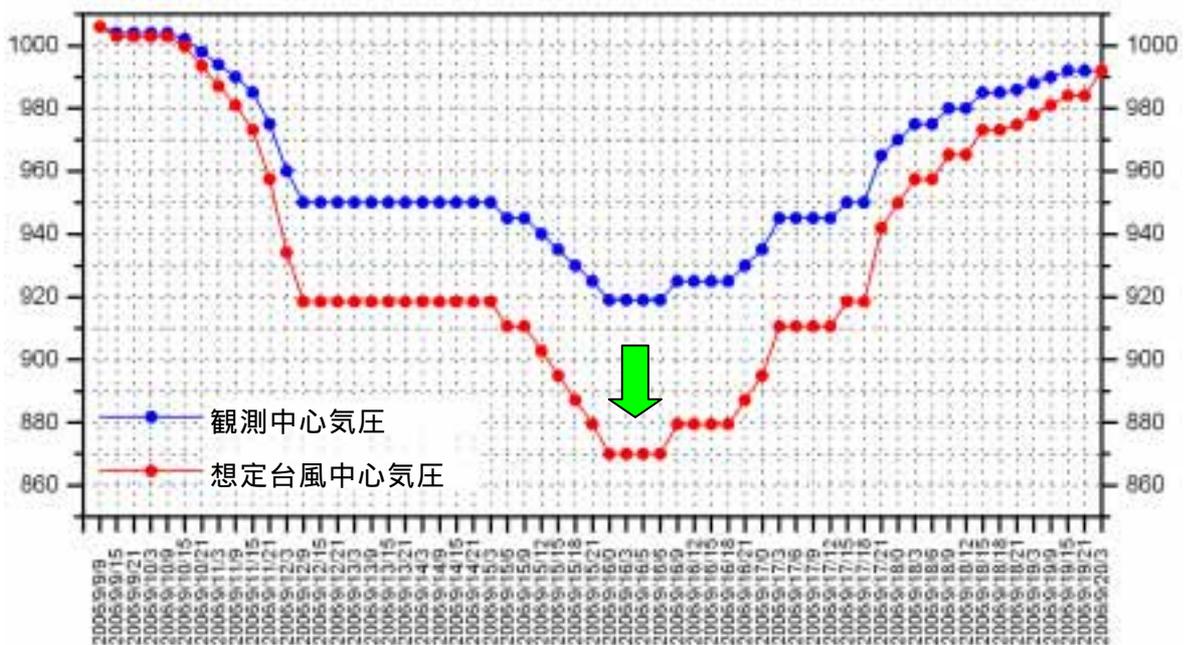
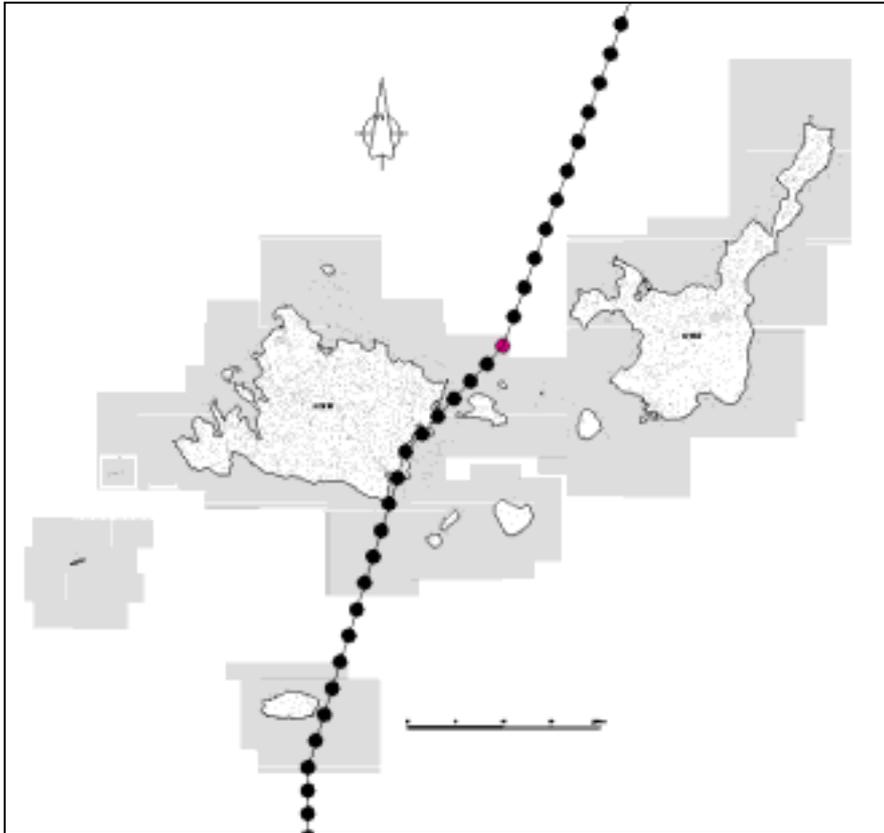


図 5.1-3 想定台風 0613C (SHANSHAN)

想定 0613W (SHANSHAN): 図 5.1-4

の想定台風 0613C (SHANSHAN) を西側へ 40km 経路をずらし、西表島の西側を通過時に最低中心気圧を 870hPa まで下げたものを想定台風とした。

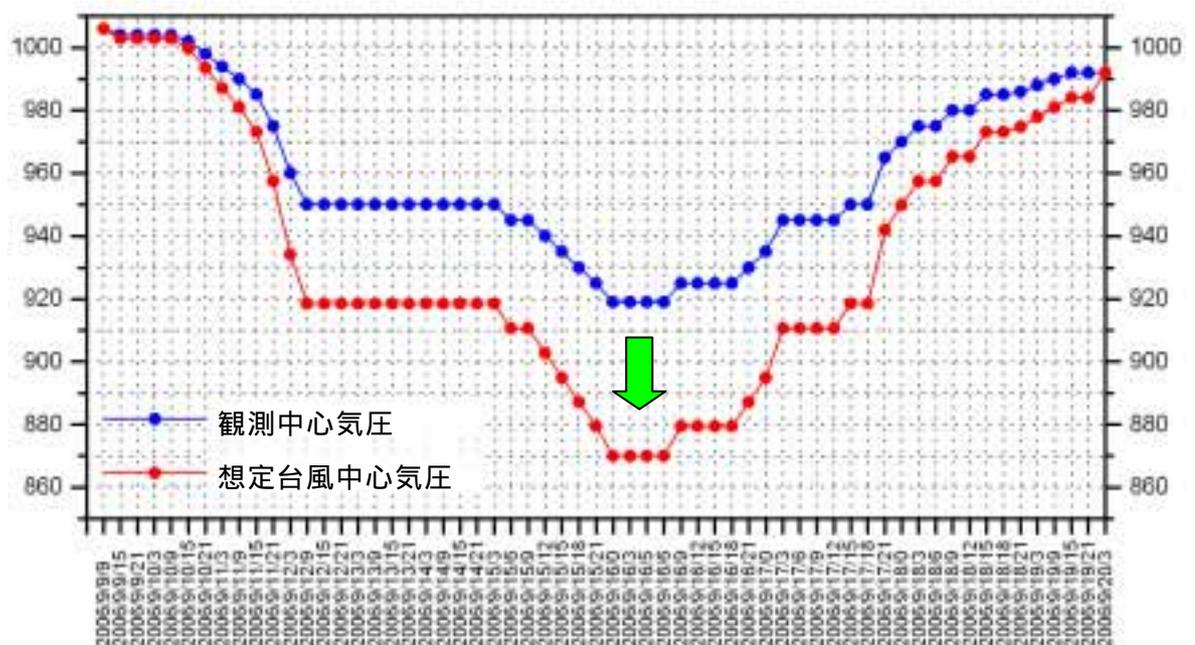
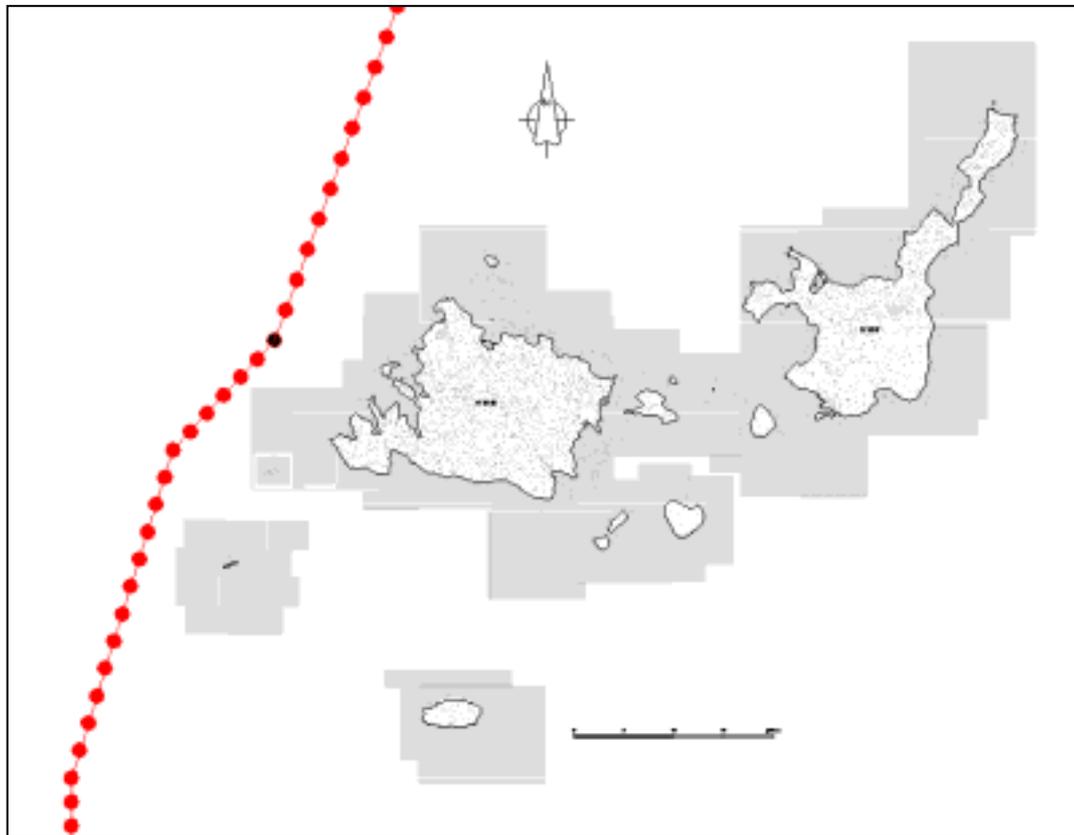


図 5.1-4 想定台風 0613W (SHANSHAN)

5.2 シミュレーション手法の概要

高潮・波浪による浸水域計算方法の流れは、以下に示すとおりである。

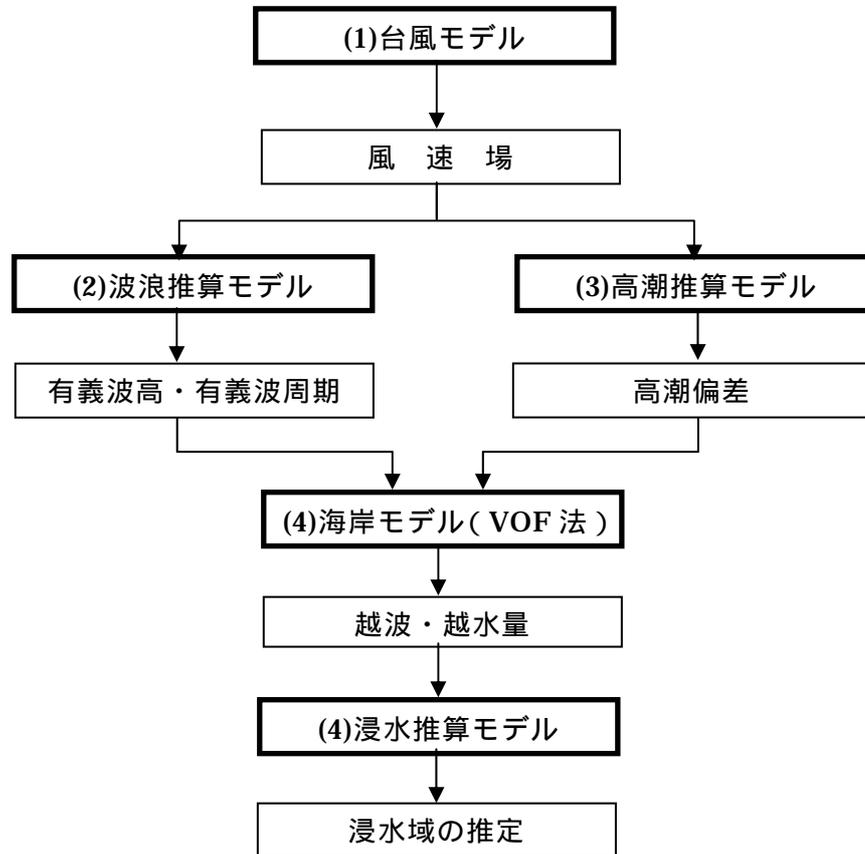


図 5.2-1 に波浪と高潮による浸水想定区域の推定手法を示した。藤井・光田(1986)の台風モデルをもとにした加藤ほか(2005)による方法を用いて、想定台風ごとに風速場の計算を行った。この風速場をもとに波浪推算を行い、想定台風が宮古・八重山諸島を通過するときの有義波高と有義波周期を求めた。波浪推算には SWAN (Delft University of Technology, 2004) を利用した。また、風速場から高潮推算により吹き寄せと吸い上げによる海岸付近の水位上昇量を求めた。

次に、水深 30m 地点の入力波(波高と周期)と海岸堤防を越える越波・越水量の関係を VOF 法(沿岸開発技術研究センター, 2001)により調べた。この入力波と越波・越水量の関係を利用して、波浪推算で計算した水深 30m 地点の有義波高と有義波周期を入力波として、堤防を越えて堤内地に越波・越水する水量を求めた。

この波浪と高潮による越波・越水量を堤内地に氾濫させ浸水域を予測し、浸水想定区域図にとりまとめた。

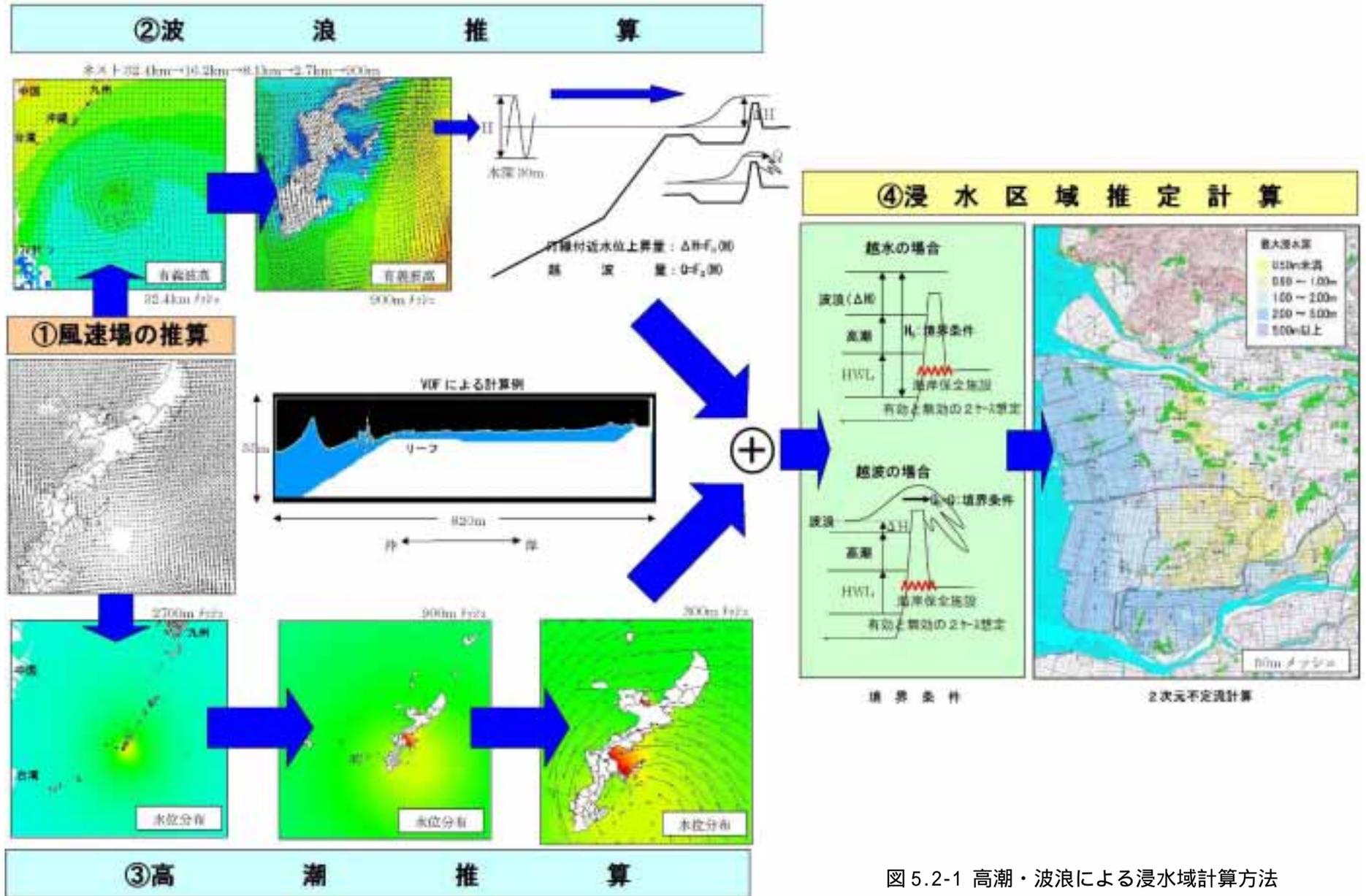


図 5.2-1 高潮・波浪による浸水域計算方法

5.3 検証計算

5.3.1 検証台風

検証台風は図 5.3-1 に示す台風 0613(SHANSHAN)とした。台風 0613 では石垣沖および平良沖における波浪観測データと石垣港における高潮観測データが得られている。この観測データを検証材料として、波浪推算と高潮推算の手法の検証を行った。

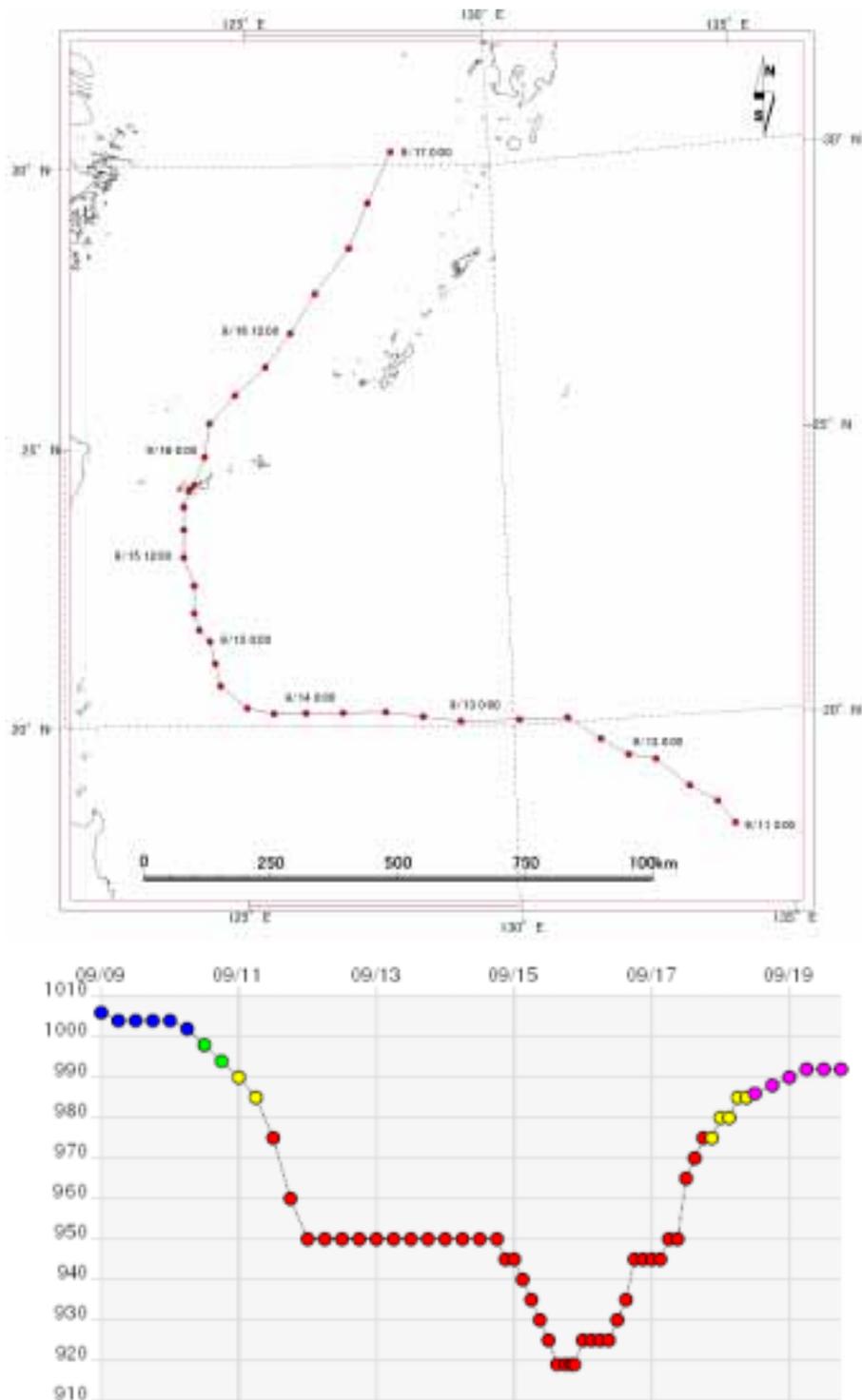
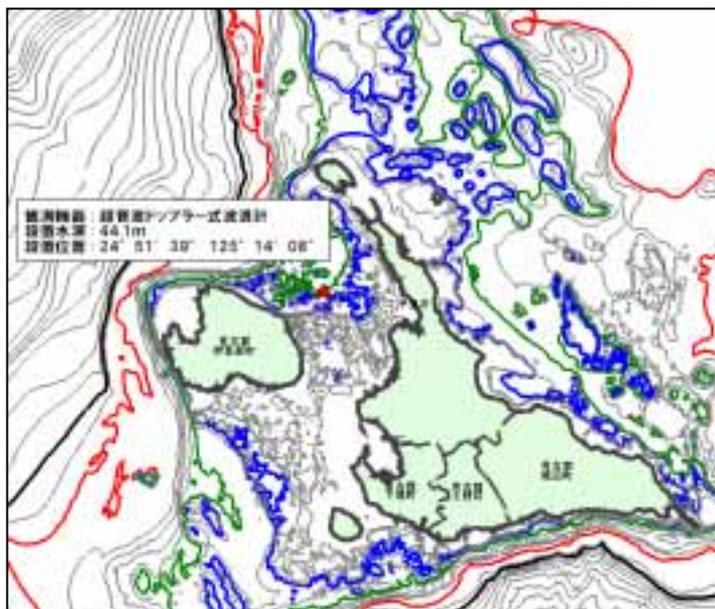


図 5.3-1 台風 0613 (SHANSHAN)の経路と中心気圧

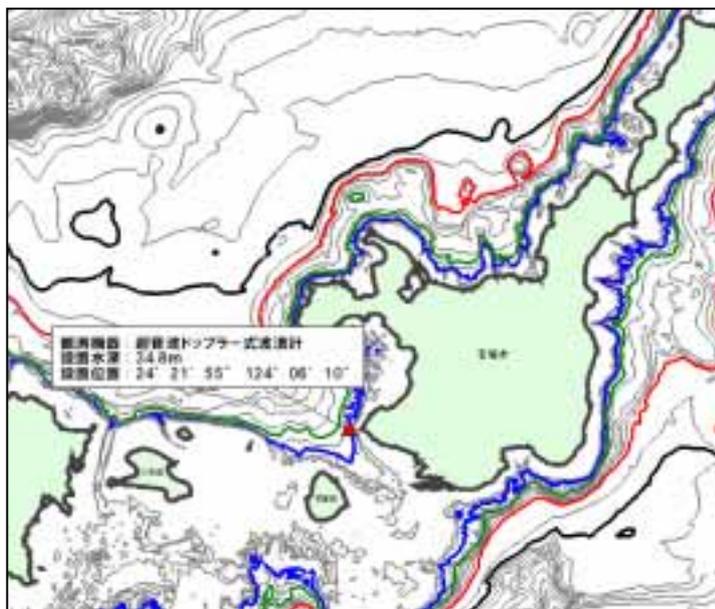
5.3.2 波浪推算

台風 0613 のベストトラックデータ（気象庁）を利用して風速場を求め、それを波浪推算システム SWAN に入力し波浪解析を行った。そして、図 5.3-1 に示す、石垣沖および平良沖の波浪観測地点の観測値と計算値を比較した。その結果を図 5.3-2、図 5.3-3 に示した。比較は有義波高、有義波周期で行った。

台風来襲前において計算値が観測値に比べ、高めになっているが、平良沖・石垣沖とも観測地点が島影の遮蔽域に位置しており、シミュレーションでは、台風来襲前の島影の影響を再現できないことによるものと考えられる。しかしながら、台風来襲時におけるピークは、有義波高・有義波周期ともに良好な一致を示しており、モデルの妥当性が確認できる。



宮古島 平良沖 波浪観測地点



石垣島 石垣沖 波浪観測地点

図 5.3-1 波浪観測地点

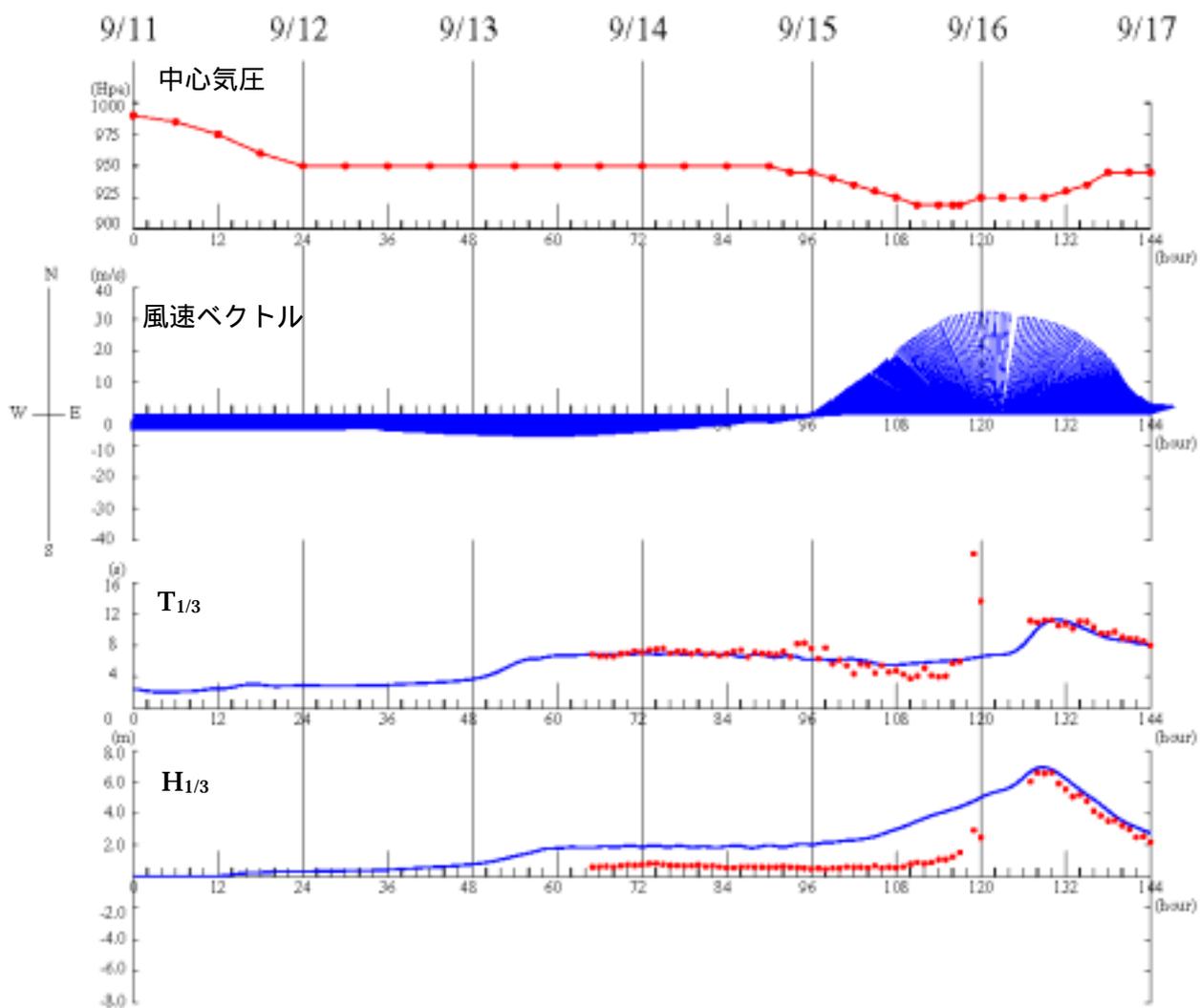


図 5.3-2 宮古島 平良沖における観測値と計算値の比較

図中、赤色は、観測値、青色は計算値を表している。

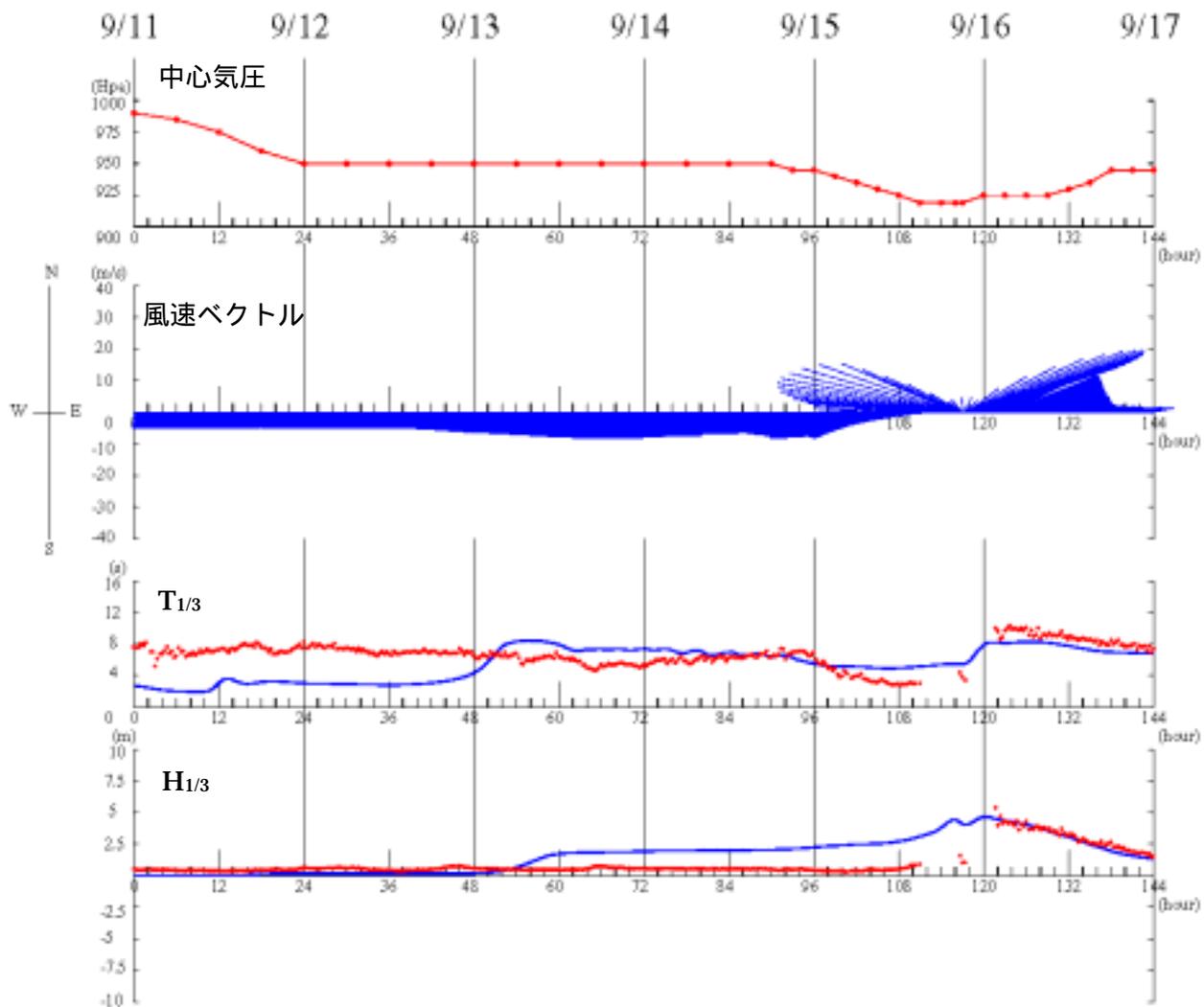


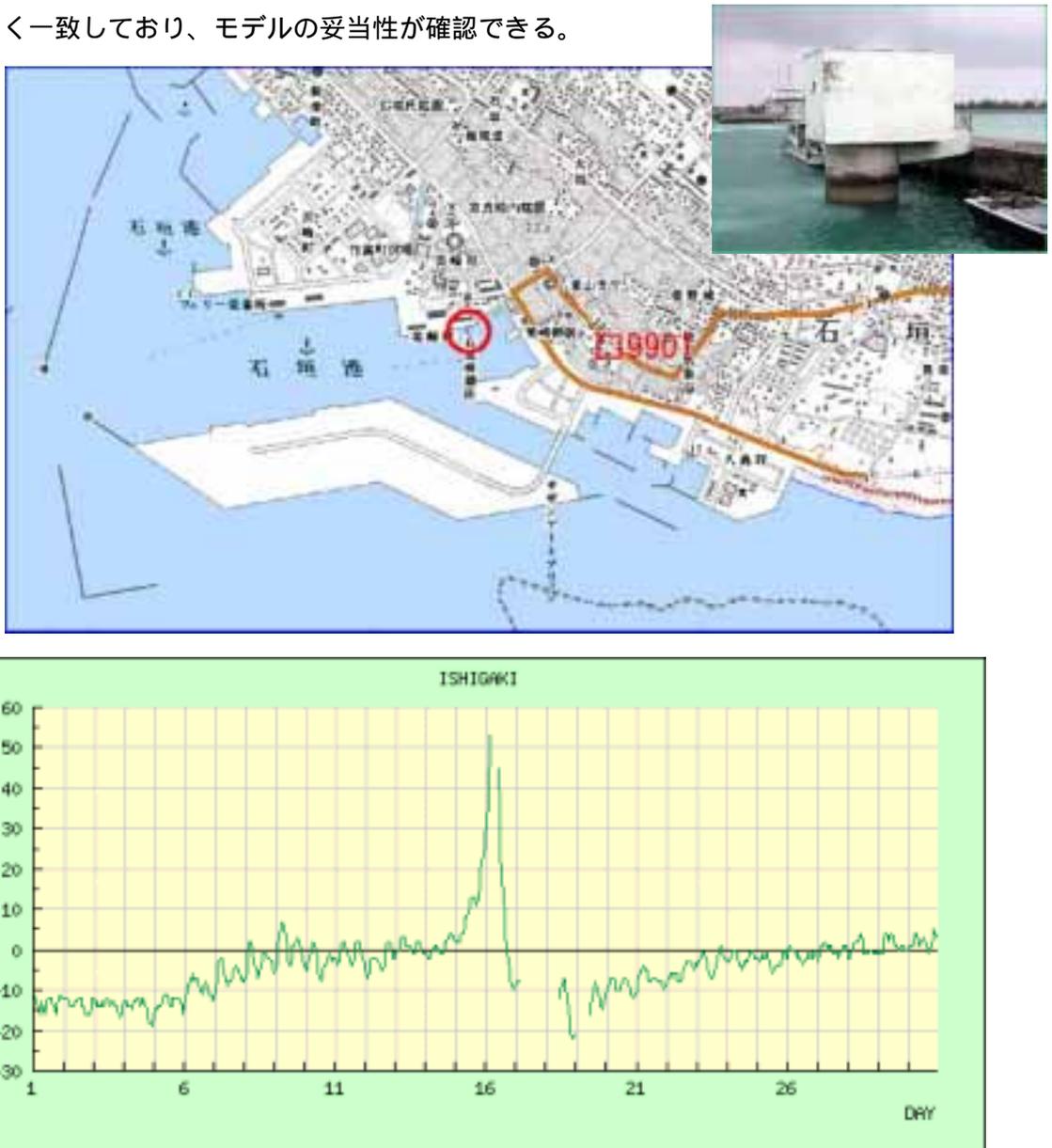
図 5.3-3 石垣島 石垣沖における観測値と計算値の比較

図中、赤色は、観測値、青色は計算値を表している。

5.3.3 高潮推算

台風 0613 来襲時に石垣港の検潮所で観測された観測値と計算値との比較を行い、高潮推算モデルの妥当性を検証した。比較観測地点および検潮記録を図 5.3-4 に示す

波浪推算と同様に風速場を求め、それを高潮推算システムに入力し、高潮による潮位偏差(吹き寄せ及び吸い上げによる水位上昇量)を求めた。図 5.3-5 に比較結果を示す。観測値と計算値はよく一致しており、モデルの妥当性が確認できる。



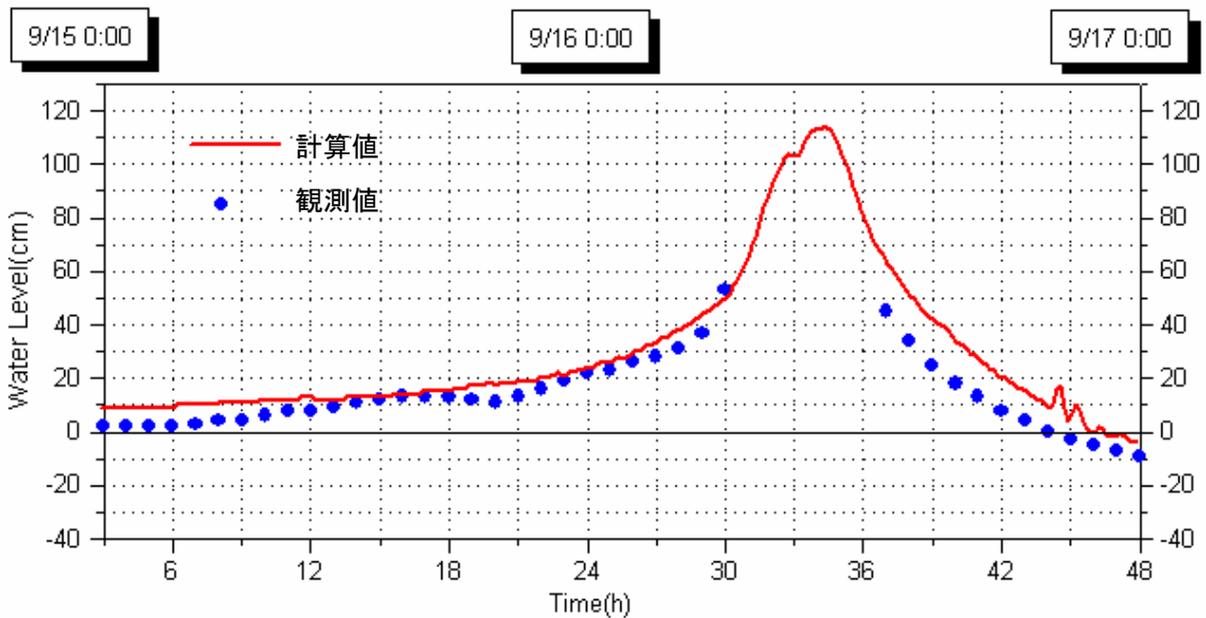
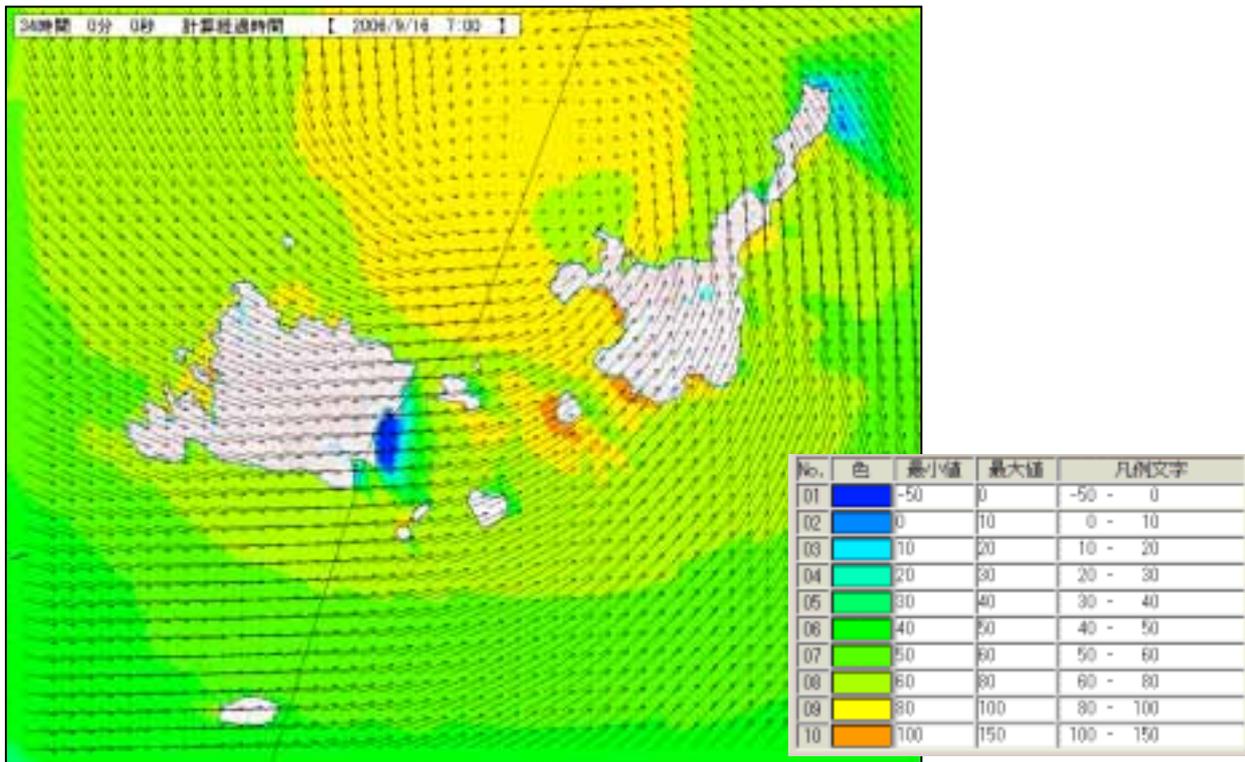
グラフの縦軸は潮位偏差、横軸は日付を示している。

潮位偏差は、観測された潮位(実測潮位)と予測された潮位(天文潮位)の差のことである。

出典：気象庁ホームページより

図 5.3-4 検潮所(石垣港)および検潮記録(潮位偏差)

高潮推算結果 2006/9/16 7:00



5.4 シミュレーション結果

5.4.1 宮古・八重山諸島の地域区分

「沖縄県における計画波浪・計画潮位概要書（平成9年1月、沖縄県）」を参考に、沖縄県宮古・八重山諸島沿岸を15区分した。その結果を図5.4-1に示す。そして、地区ごとに波浪推算結果の抽出点を選定した。選定にあたっては、最大波高や波形をもとに地区を代表する水深30mの地点を選んだ。

この波浪推算で算出した水深30m地点の有義波高と有義波周期を入力波として、堤防を越えて堤内地に越波・越水する水量を算出した。

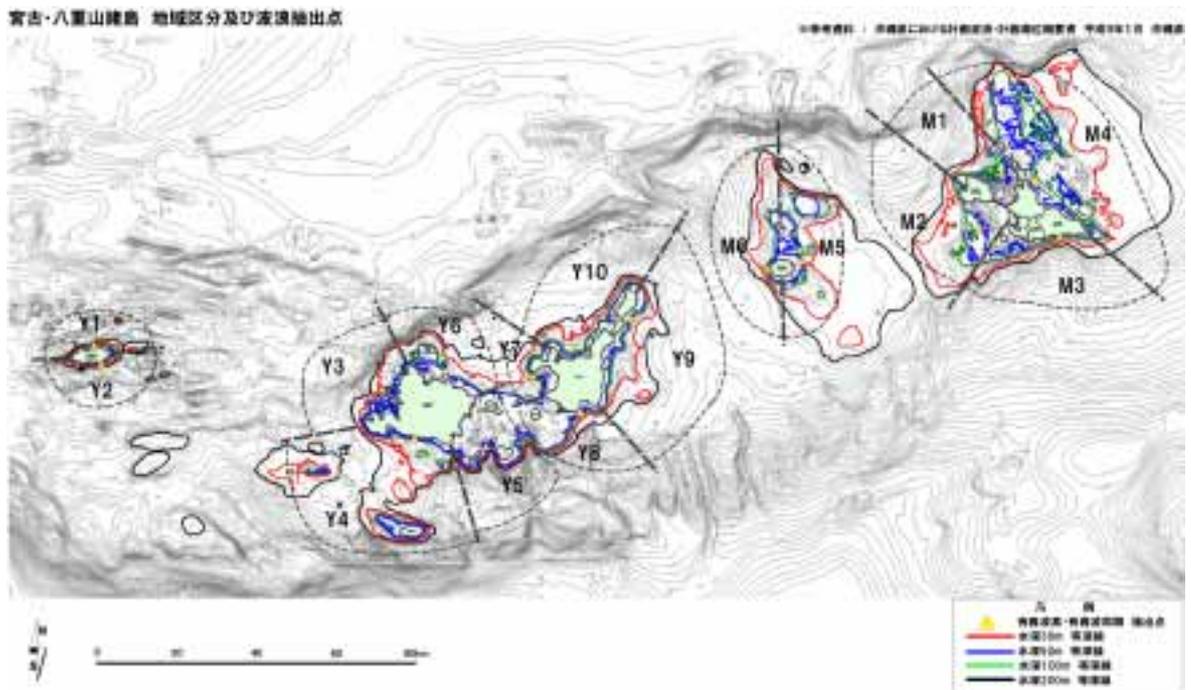


図 5.4-1 宮古・八重山諸島の地域区分

5.4.2 波浪推算結果

図5.4-1に示した波浪推算結果の抽出点の有義波高・有義波周期の時系列変化を図5.4-2～図5.4-4に示す。

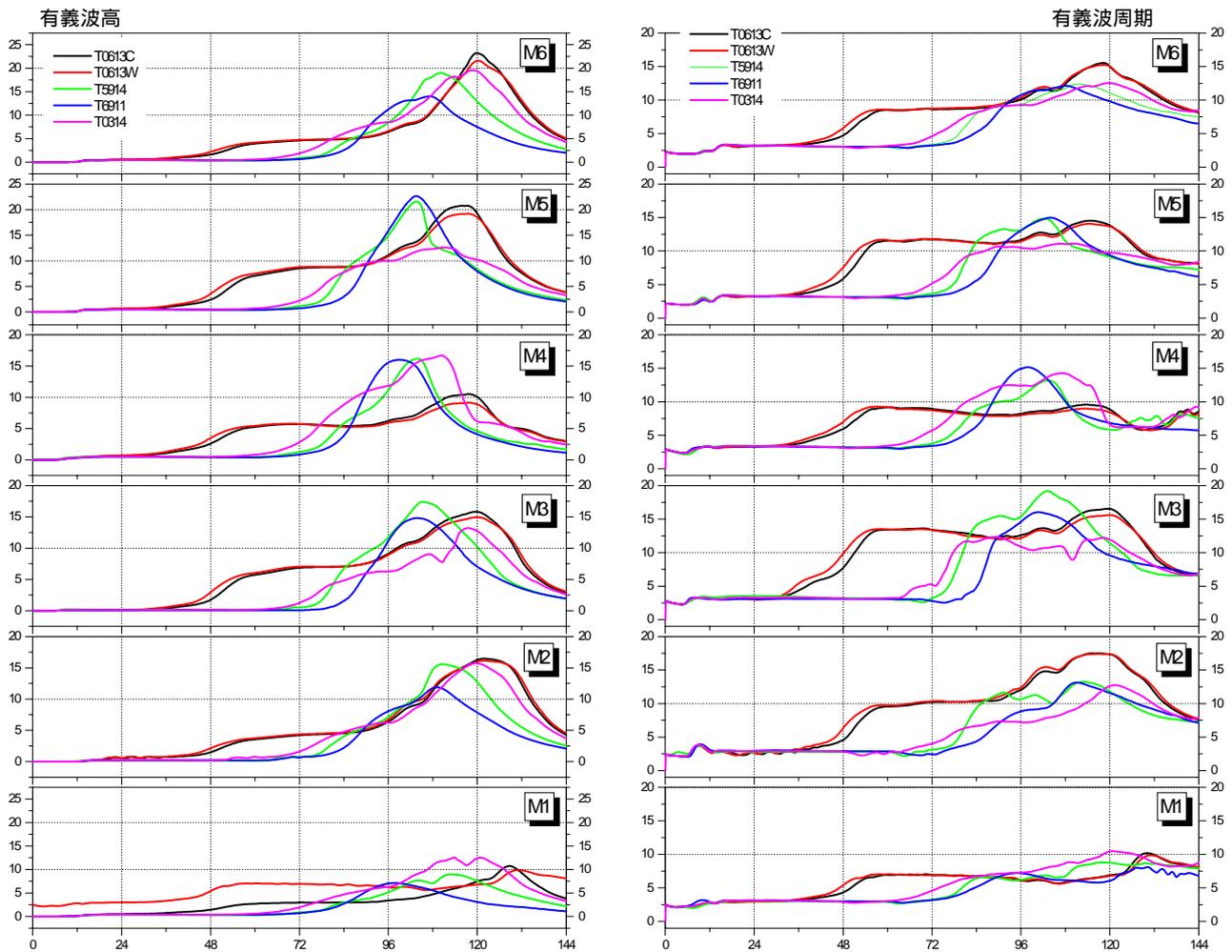
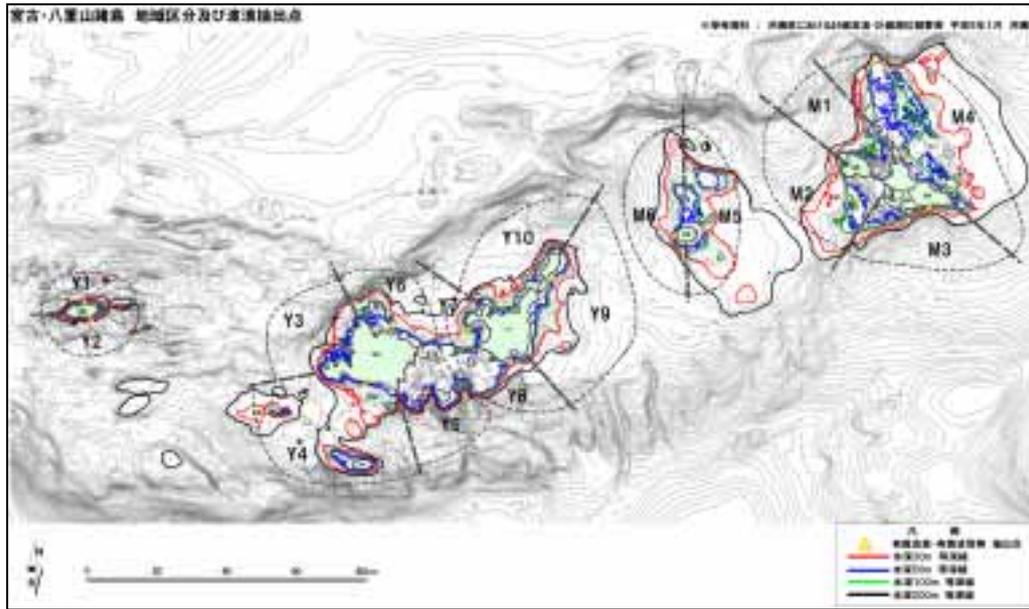


図 5.4-2 有義波高・有義波周期の時系列変化 (M1 ~ M6)

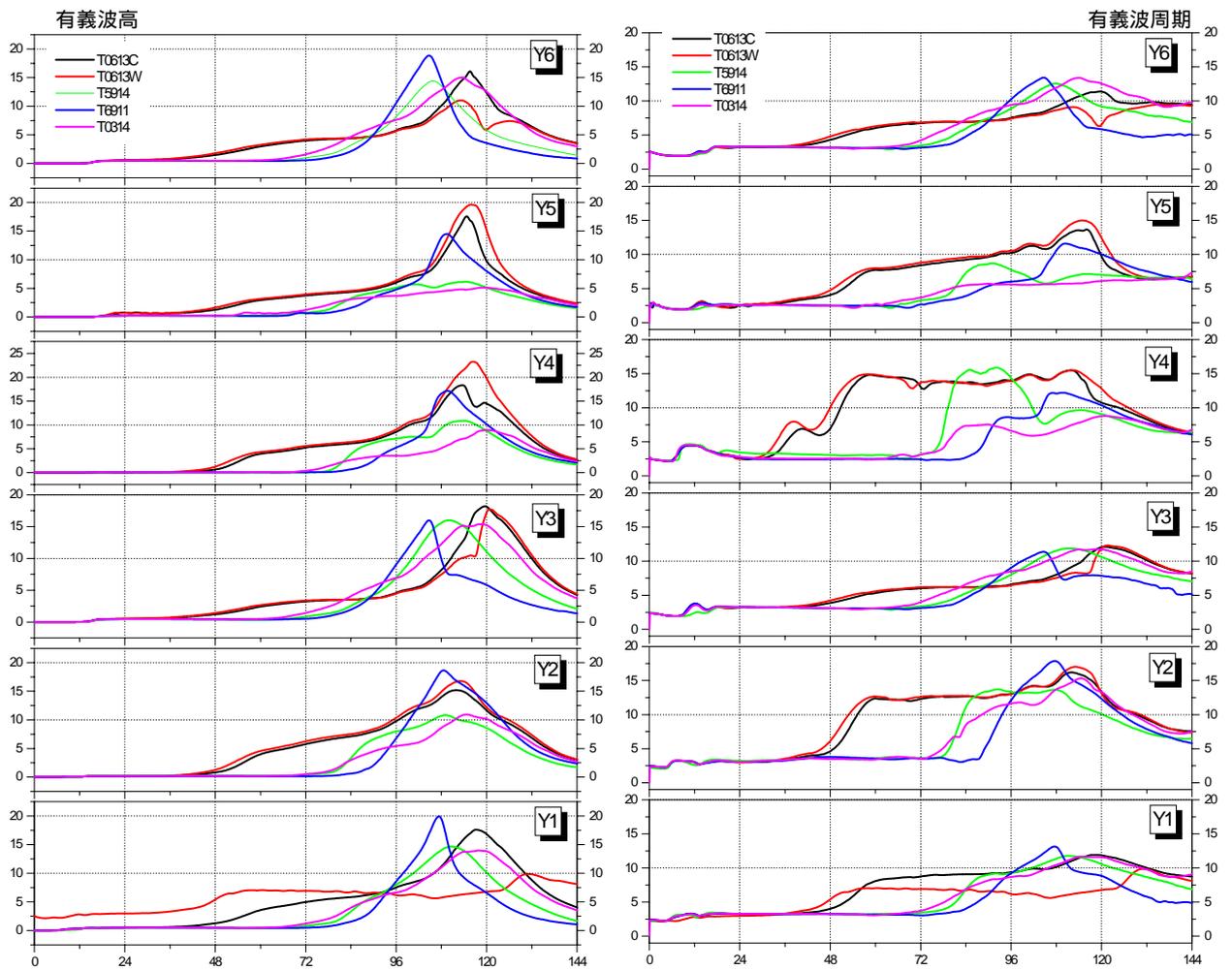
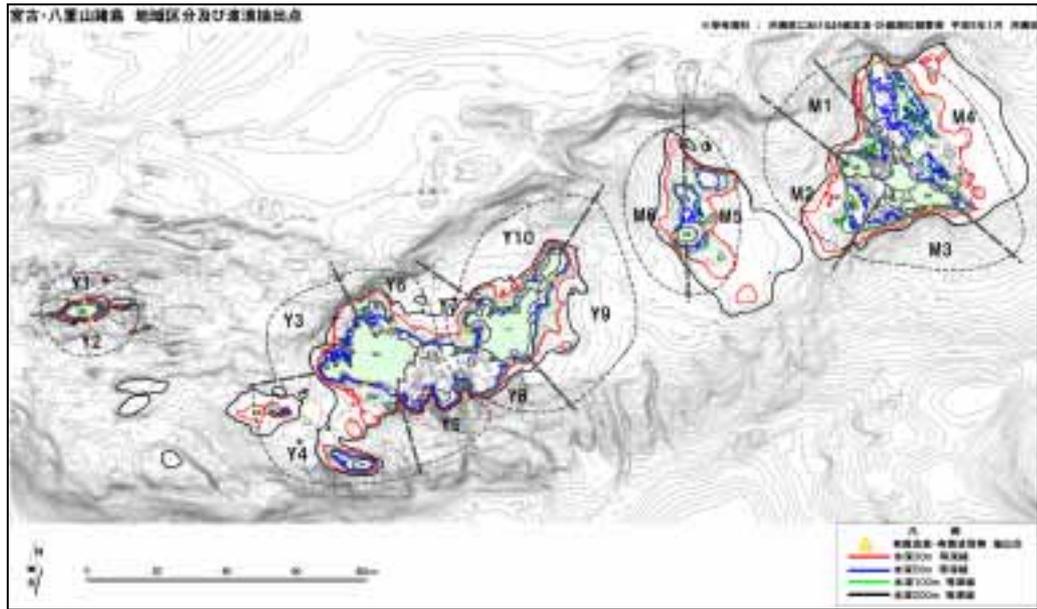


图 5.4-3 有義波高・有義波周期の時系列变化 (Y1 ~ Y6)

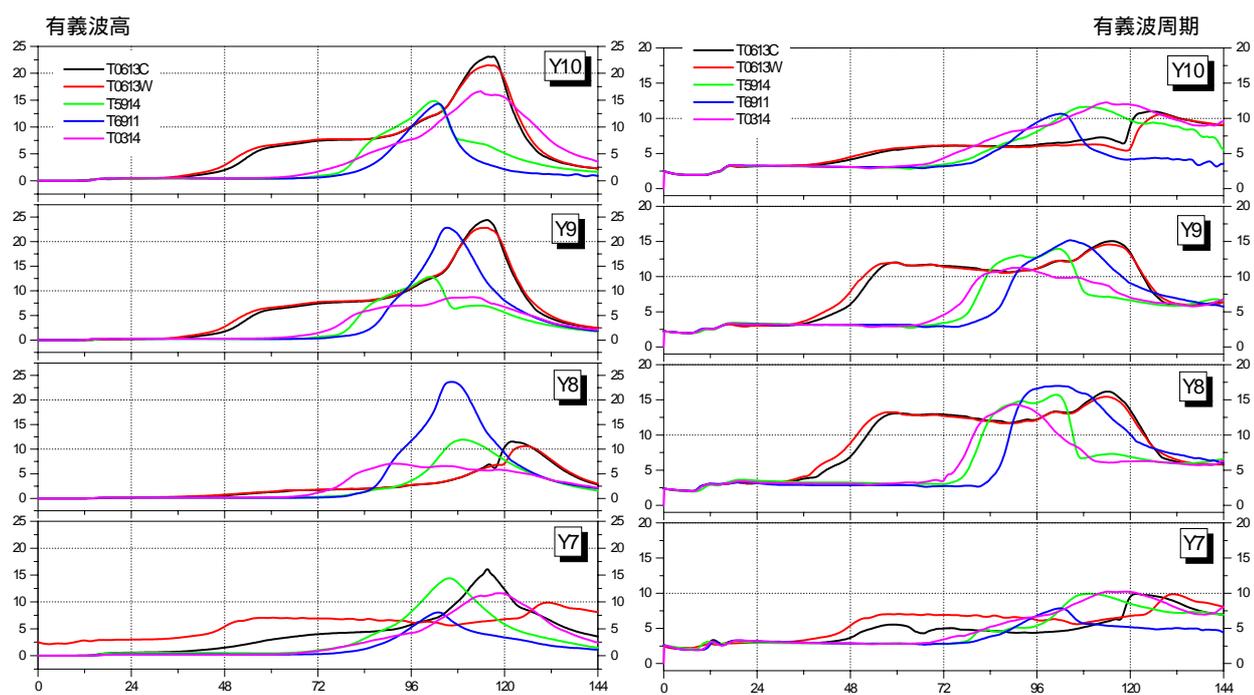
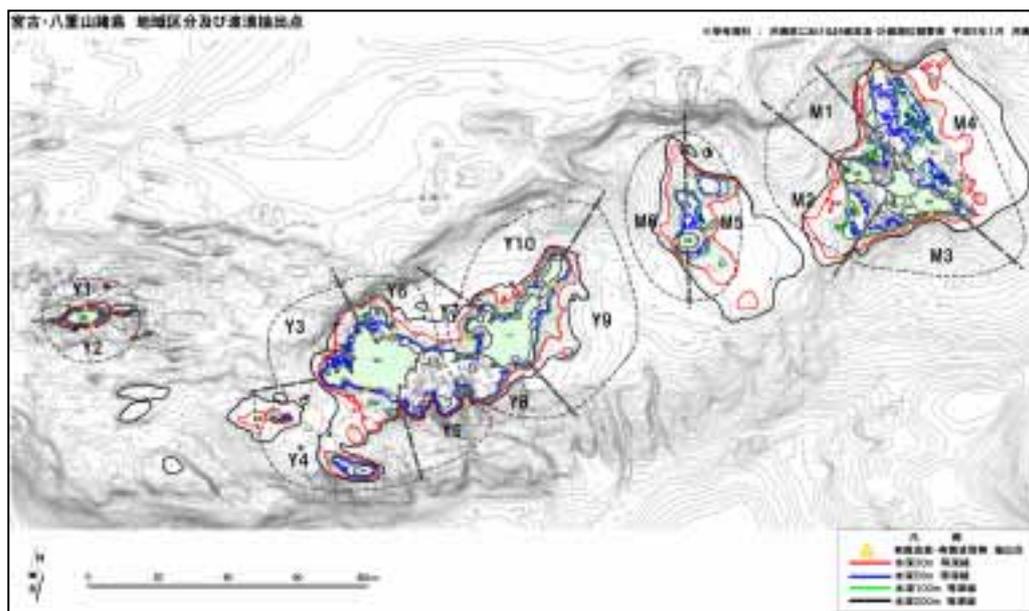


図 5.4-4 有義波高・有義波周期の時系列変化 (Y7~Y10)

宮古諸島（宮古島・多良間島）における有義波高と有義波周期

人口が密集する M1 ブロックについては、島影の遮蔽域に位置しており、沖合い(水深約 30m 地点)における有義波高が 10m、有義波周期が 10s 程度の沖波が予測される。宮古島の真上を通過する T0314 の影響が最も大きく、最大で 13m 程度の有義波高が想定される。

また、T0613C、T0613W は、宮古諸島から比較的離れたところを通過するものの、その影響は大きく、宮古島の東側の M4 ブロックを除いて、台風来襲前から長周期が卓越することに加え、高いところで 20m を超える有義波高となることが想定される。

宮古島の東側の M4 ブロックについては、宮古諸島付近を通過する T0314、T5914 による有義波高・周期が大きくなると想定される。

また、宮古島の西側の M3 ブロックについては、T5914 による影響が最も大きくなる。

石垣島における有義波高・有義波周期

石垣島北東部・北西部に位置する Y9・Y10 ブロックについては、石垣島と西表島の間を通過する T0613C と西表島の西側と通過する T0613W の影響が大きく、有義波高は 20m 以上が想定される。一方、リーフに囲まれた島影に位置する南西部の Y7 ブロックについては、平均的に 10～15m 程度の有義波高となる。また、石垣島の南に位置する Y8 ブロックについては、宮古・八重山諸島の南側を西進する台風 T6911 の有義波高が突出して高くなり 20m 以上となる。その他の台風による影響については、長周期は卓越しているものの、有義波高は 10m 程度と比較的小さい。この長周期の卓越は、リーフ地形によるものと考えられる。

八重山諸島(西表島・与那国島)における有義波高・有義波周期

与那国島については、宮古・八重山諸島の南側を西進する T6911 の影響が大きく、20m を超える有義波高となる。西表島については、島の西側を通過する T0613W の影響が大きい。特に、西表島の南側に位置する Y4・Y5 で 20m を超える大きな有義波高となる。

5.4.3 高潮推算結果

高潮潮位偏差の時系列変化を図 5.4-5～図 5.4-7 に示す。

図中、黄色 が高潮偏差抽出地点を示している。

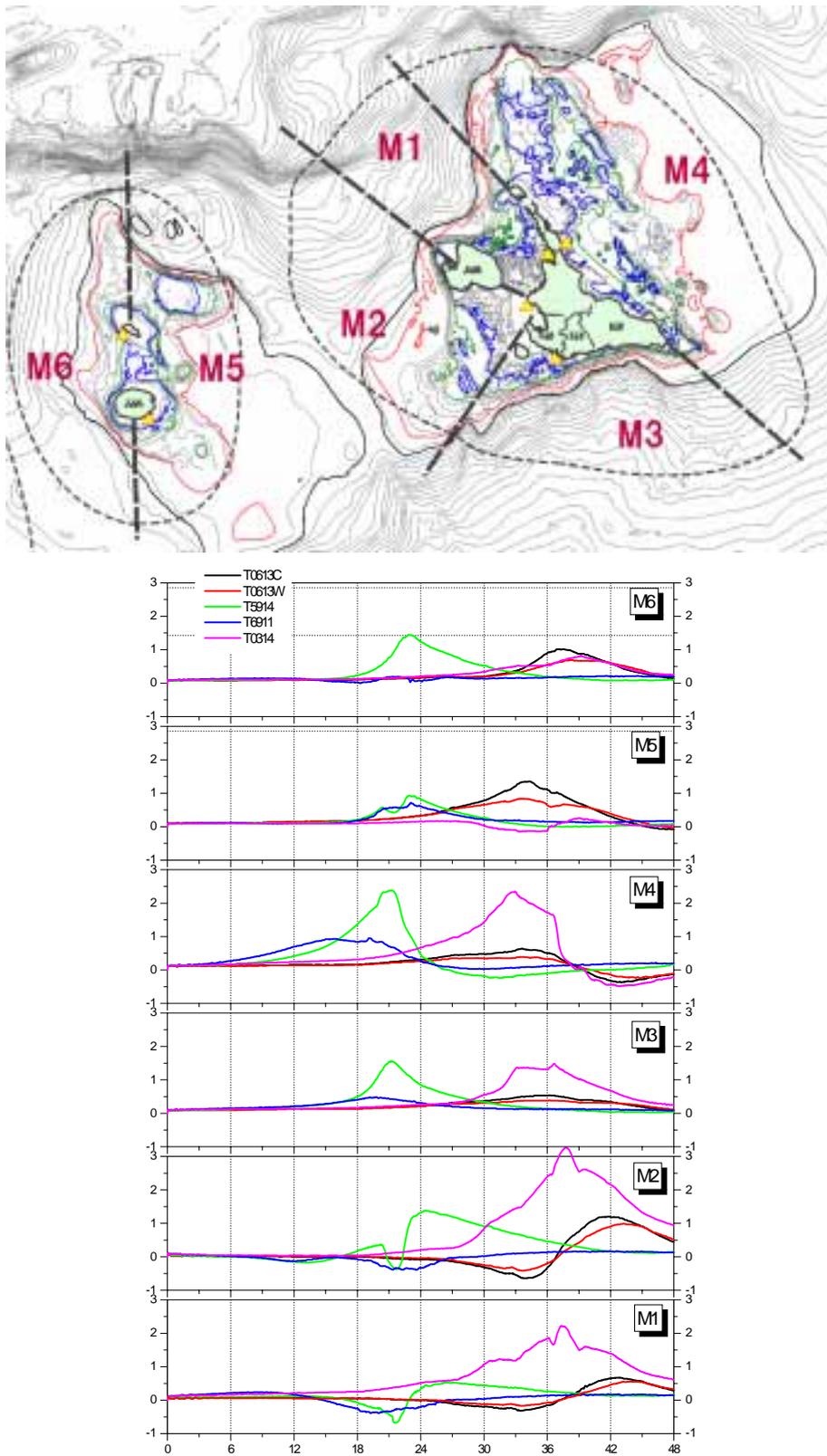


図 5.4-5 宮古諸島（宮古島・多良間島）高潮偏差の時系列変化（M1～M6）

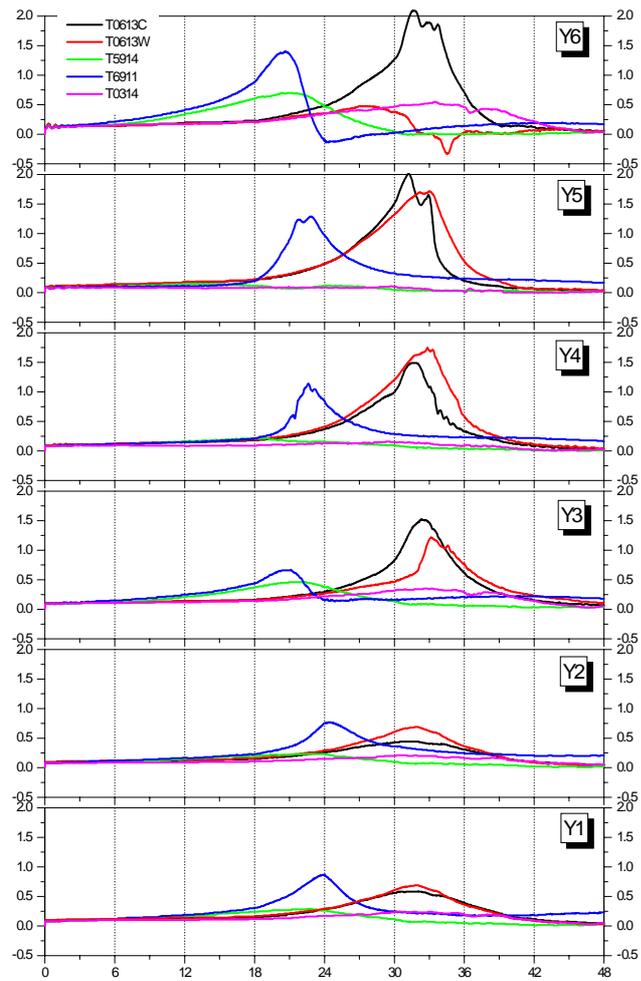
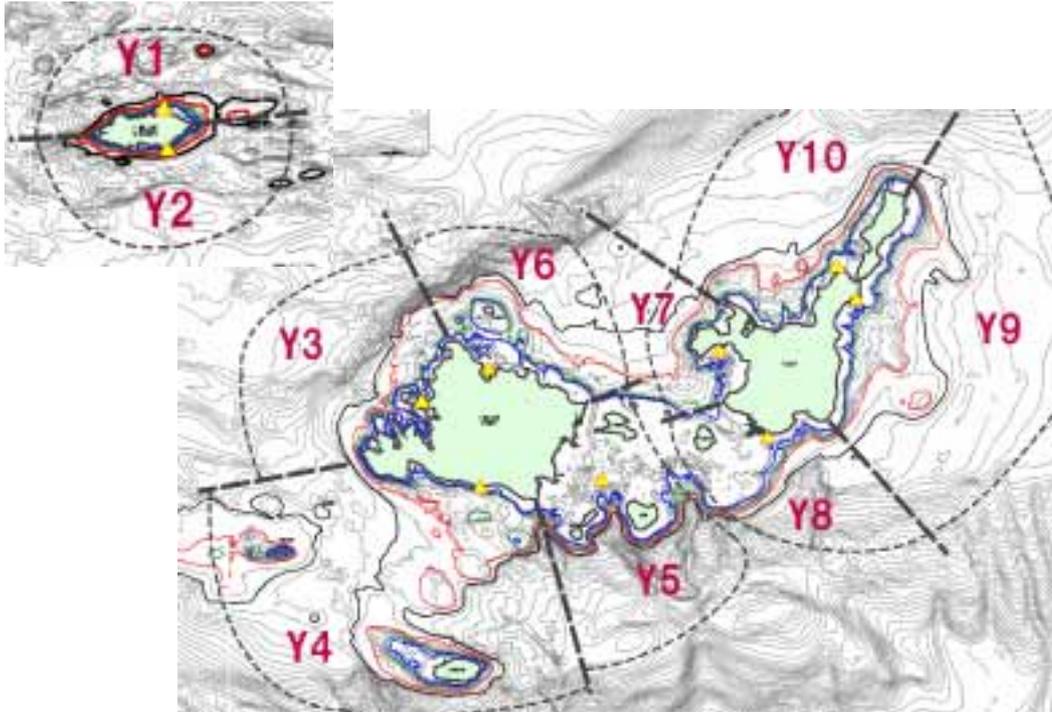


図 5.4-6 八重山諸島（与那国島・西表島）高潮偏差の時系列変化（Y1～Y6）

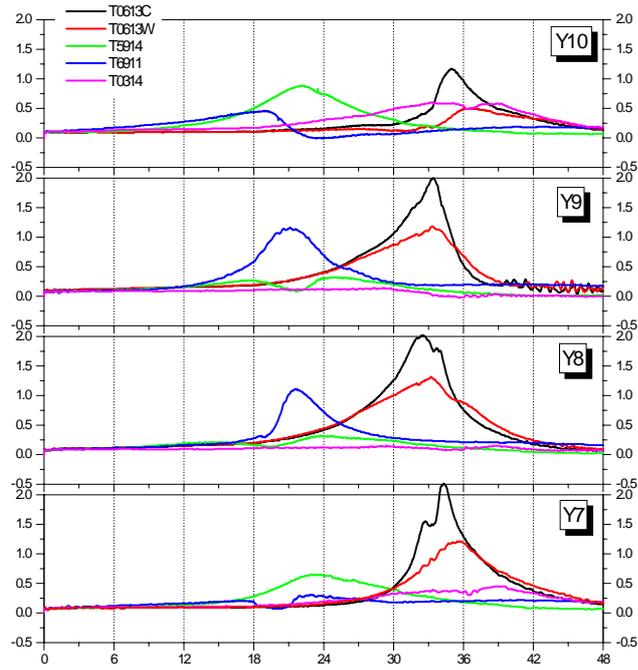
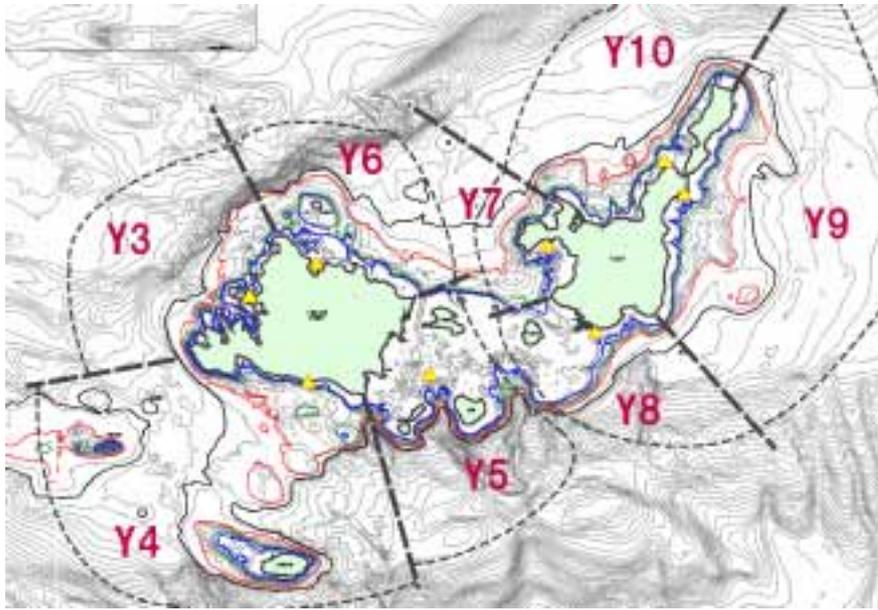


図 5.4-7 八重山諸島（石垣島）高潮偏差の時系列変化（Y7～Y10）

宮古諸島（宮古島・多良間島）における高潮潮位偏差

宮古諸島については、宮古島の真上を通過する T0314、宮古島と多良間島の間を通過する T5914 の影響が最も大きく、台風中心付近での吸い上げによる水位上昇が予測される。特に、T0314 の通過に伴い、人口密集地である M1・M2 ブロックで、高潮潮位偏差が 2～3m と想定された。また、宮古島については、台風の経路が比較的離れている他の台風による大きな高潮潮位偏差は見られず 1m 未満の偏差が想定される。

石垣島における高潮潮位偏差

石垣島については、石垣島と西表島の間を通過する T0613C の影響が最も大きく、北西部の Y10 ブロックを除いては、高潮潮位偏差が 2m 以上となる。これは、吹き寄せと吸い上げによる水位上昇と考えられる。宮古諸島方面を通過する T0314、T5914 による影響は小さく、高潮潮位偏差はほとんど見られない結果となった。

八重山諸島（西表島・与那国島）における高潮潮位偏差

与那国島については、全台風ともに大きな潮位偏差は見られず、1m 未満の高潮潮位偏差が想定される。与那国島の南側を西進する T6911 最も影響が大きくなると想定される。

西表島については、島近隣を通過する T0613C・T0613W による影響が大きく、台風中心付近での吸い上げの効果に加え、吹き寄せによる影響により 1～2m 以上の高潮潮位偏差が想定される。一方で、宮古諸島方面を通過する T0314、T5914 による影響は小さく、高潮潮位偏差はほとんど見られない結果となった。

5.4.4 VOF 計算結果

(1) 計算モデル

図 5.4-8 に示すように海岸をモデル化した。海岸モデルのパラメータは(1)入力波波高, (2)入力波周期、(3)高潮偏差、(4)リーフ長、(5)堤防高とした。入力波の入力位置は水深 30m 地点とし、リーフ外縁勾配は 1/8、リーフの水深は 3m とした。潮位は平均朔望満潮位 (E.L.+0.9 m) とした。このモデル海岸のパラメータの値を変化させ、VOF 法により、入力波と越波・越水量の関係を調べた。

(2) 計算結果

海岸モデルのパラメータを表 5.4-1 に示す値で変化させ、モデル計算を行った。計算結果を表 5.4-2~6 に示す。

(3) 入力波と越波・越水量の関係

入力波と越波・越水量の関係は複雑であり、表 5.4-2~表 5.4-6 の計算結果から入力波と越波・越水量の関係式を導き出すことは難しい。そこで、任意の(1)入力波波高, (2)入力波周期、(3)高潮偏差、(4)リーフ長、(5)堤防高を与えると、計算結果を線形補間し、越波・越水量を計算するプログラムを作成した。

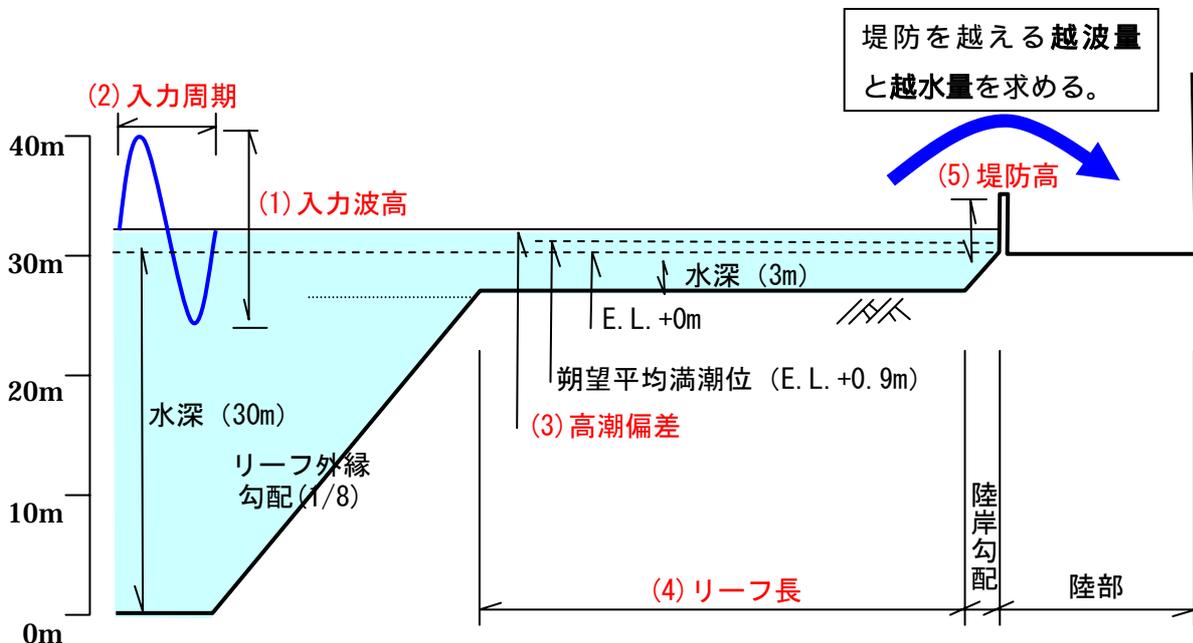


図 5.4-8 VOF による海岸モデルの模式図

表 5.4-1 モデルパラメータの値

要素	入力波高 H(m)	入力周期 T(s)	堤防高 B(m)	高潮偏差 S(m)	リーフ長 L(m)
値	5	5	260	1	0
	10	10	380	2	200
	15	15	500		500
	20	20	620		
ケース数	4	4	4	2	3

表 5.4-2 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.9	Q
高潮偏差 (m)	リーフ長 (m)	入力波高 (m)	入力周期 (s)	堤防高 (m)	計算水位 (m)	最大水位 (E.L.m)	越波越水量 (m ³ /s/m)
1	0	5	5	260	0.61	2.51	0.81
1	0	5	5	380	0.61		0.12
1	0	5	5	500	0.61		0
1	0	5	5	620	0.61		0
1	0	5	10	260	1.46	3.36	1.97
1	0	5	10	380	1.46		0.66
1	0	5	10	500	1.46		0.34
1	0	5	10	620	1.46		0.07
1	0	10	10	260	2.26	4.16	3.74
1	0	10	10	380	2.26		2.59
1	0	10	10	500	2.26		1.59
1	0	10	10	620	2.26		0.43
1	0	10	15	260	3.07	4.97	5.45
1	0	10	15	380	3.07		3.85
1	0	10	15	500	3.07		2.44
1	0	10	15	620	3.07		1.25
1	0	10	20	260	3.92	5.82	7.37
1	0	10	20	380	3.92		5.4
1	0	10	20	500	3.92		3.94
1	0	10	20	620	3.92		2.98
1	0	15	10	260	2.94	4.84	4.59
1	0	15	10	380	2.94		3.03
1	0	15	10	500	2.94		1.84
1	0	15	10	620	2.94		0.71
1	0	15	15	260	4.26	6.16	7.88
1	0	15	15	380	4.26		4.93
1	0	15	15	500	4.26		4.63
1	0	15	15	620	4.26		3.11
1	0	15	20	260	4.76	6.66	9.28
1	0	15	20	380	4.76		6.95
1	0	15	20	500	4.76		5.44
1	0	15	20	620	4.76		4.7
1	0	20	10	260	3.61	5.51	6.93
1	0	20	10	380	3.61		4.53
1	0	20	10	500	3.61		3.23
1	0	20	10	620	3.61		1.96
1	0	20	15	260	4.27	6.17	9.26
1	0	20	15	380	4.27		6.03
1	0	20	15	500	4.27		4.62
1	0	20	15	620	4.27		3.21
1	0	20	20	260	4.87	6.77	11.16
1	0	20	20	380	4.87		10.31
1	0	20	20	500	4.87		8.86
1	0	20	20	620	4.87		5.28
1	200	5	5	260	0.06	1.96	0.08
1	200	5	5	380	0.06		0
1	200	5	5	500	0.06		0
1	200	5	5	620	0.06		0
1	200	5	10	260	1.46	3.36	0.48
1	200	5	10	380	1.46		0.15
1	200	5	10	500	1.46		0.04
1	200	5	10	620	1.46		0
1	200	10	10	260	2.26	4.16	1.83
1	200	10	10	380	2.26		1.78
1	200	10	10	500	2.26		0.4
1	200	10	10	620	2.26		0.31

表 5.4-3 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.9	Q
高潮偏差 (m)	リーフ長 (m)	入力波高 (m)	入力周期 (s)	堤防高 (m)	計算水位 (m)	最大水位 (E.L.m)	越波越水量 (m ³ /s/m)
1	200	10	15	260	2.96	4.86	4.71
1	200	10	15	380	2.96		2.77
1	200	10	15	500	2.96		1.5
1	200	10	15	620	2.96		0.5
1	200	10	20	260	3.31	5.21	6.27
1	200	10	20	380	3.31		4.49
1	200	10	20	500	3.31		2.74
1	200	10	20	620	3.31		1.35
1	200	15	10	260	2.94	4.84	5.63
1	200	15	10	380	2.94		3.39
1	200	15	10	500	2.94		1.83
1	200	15	10	620	2.94		0.58
1	200	15	15	260	3.01	4.91	8.18
1	200	15	15	380	3.01		5.12
1	200	15	15	500	3.01		3.73
1	200	15	15	620	3.01		2.28
1	200	15	20	260	3.65	5.55	7.82
1	200	15	20	380	3.65		6.2
1	200	15	20	500	3.65		3.98
1	200	15	20	620	3.65		2.2
1	200	20	10	260	2.74	4.64	7.66
1	200	20	10	380	2.74		4.5
1	200	20	10	500	2.74		2.29
1	200	20	10	620	2.74		1.19
1	200	20	15	260	2.54	4.44	9.69
1	200	20	15	380	2.54		5.61
1	200	20	15	500	2.54		2.75
1	200	20	15	620	2.54		1.79
1	200	20	20	260	3.35	5.25	10.43
1	200	20	20	380	3.35		6.64
1	200	20	20	500	3.35		4.37
1	200	20	20	620	3.35		2.41
1	500	5	5	260	0	1.9	0
1	500	5	5	380	0		0
1	500	5	5	500	0		0
1	500	5	5	620	0		0
1	500	5	10	260	0.66	2.56	0.24
1	500	5	10	380	0.66		0.02
1	500	5	10	500	0.66		0
1	500	5	10	620	0.66		0
1	500	10	10	260	1.69	3.59	1.71
1	500	10	10	380	1.69		0.24
1	500	10	10	500	1.69		0.11
1	500	10	10	620	1.69		0
1	500	10	15	260	3.07	4.97	3.75
1	500	10	15	380	3.07		1.41
1	500	10	15	500	3.07		0.4
1	500	10	15	620	3.07		0.16
1	500	10	20	260	3.92	5.82	6.55
1	500	10	20	380	3.92		4.24
1	500	10	20	500	3.92		2.87
1	500	10	20	620	3.92		1.59
1	500	15	10	260	2.4	4.3	5.38
1	500	15	10	380	2.4		1.02
1	500	15	10	500	2.4		0.73
1	500	15	10	620	2.4		0.07

表 5.4-4 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.9	Q
高潮偏差 (m)	リーフ長 (m)	入力波高 (m)	入力周期 (s)	堤防高 (m)	計算水位 (m)	最大水位 (E.L.m)	越波越水量 (m ³ /s/m)
1	500	15	15	260	4.26	6.16	9.54
1	500	15	15	380	4.26		7.23
1	500	15	15	500	4.26		4.68
1	500	15	15	620	4.26		3.12
1	500	15	20	260	4.76	6.66	9.35
1	500	15	20	380	4.76		7.06
1	500	15	20	500	4.76		5.34
1	500	15	20	620	4.76		3.01
1	500	20	10	260	3.34	5.24	6.92
1	500	20	10	380	3.34		3.61
1	500	20	10	500	3.34		1.7
1	500	20	10	620	3.34		1.18
1	500	20	15	260	4.27	6.17	8.46
1	500	20	15	380	4.27		6.19
1	500	20	15	500	4.27		2.67
1	500	20	15	620	4.27		2.29
1	500	20	20	260	4.87	6.77	11.19
1	500	20	20	380	4.87		8.49
1	500	20	20	500	4.87		5.55
1	500	20	20	620	4.87		4.32
2	0	5	5	260	0.33	3.23	0.75
2	0	5	5	380	0.33		0.32
2	0	5	5	500	0.33		0.09
2	0	5	5	620	0.33		0.02
2	0	5	10	260	1.12	4.02	3.14
2	0	5	10	380	1.12		1.97
2	0	5	10	500	1.12		0.52
2	0	5	10	620	1.12		0.24
2	0	10	10	260	2.68	5.58	6.17
2	0	10	10	380	2.68		3.59
2	0	10	10	500	2.68		2.39
2	0	10	10	620	2.68		1.34
2	0	10	15	260	2.39	5.29	7.05
2	0	10	15	380	2.39		5.84
2	0	10	15	500	2.39		3.57
2	0	10	15	620	2.39		2.3
2	0	10	20	260	3.11	6.01	8.97
2	0	10	20	380	3.11		7.7
2	0	10	20	500	3.11		6.17
2	0	10	20	620	3.11		3.89
2	0	15	10	260	2.51	5.41	6.93
2	0	15	10	380	2.51		4.31
2	0	15	10	500	2.51		3.05
2	0	15	10	620	2.51		1.24
2	0	15	15	260	4.09	6.99	9.97
2	0	15	15	380	4.09		8.84
2	0	15	15	500	4.09		5.6
2	0	15	15	620	4.09		3.9
2	0	15	20	260	3.83	6.73	10.88
2	0	15	20	380	3.83		9.55
2	0	15	20	500	3.83		8.76
2	0	15	20	620	3.83		5.47
2	0	20	10	260	3.1	6	9.32
2	0	20	10	380	3.1		6.94
2	0	20	10	500	3.1		5.41
2	0	20	10	620	3.1		3.6

表 5.4-5 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.9	Q
高潮偏差 (m)	リーフ長 (m)	入力波高 (m)	入力周期 (s)	堤防高 (m)	計算水位 (m)	最大水位 (E.L.m)	越波越水量 (m ³ /s/m)
2	0	20	15	260	3.69	6.59	11.7
2	0	20	15	380	3.69		9.57
2	0	20	15	500	3.69		7.77
2	0	20	15	620	3.69		5.96
2	0	20	20	260	3.9	6.8	11.98
2	0	20	20	380	3.9		11
2	0	20	20	500	3.9		9.41
2	0	20	20	620	3.9		7.04
2	200	5	5	260	0.02	2.92	0.14
2	200	5	5	380	0.02		0.05
2	200	5	5	500	0.02		0
2	200	5	5	620	0.02		0
2	200	5	10	260	1.12	4.02	1.04
2	200	5	10	380	1.12		0.36
2	200	5	10	500	1.12		0.21
2	200	5	10	620	1.12		0
2	200	10	10	260	2.68	5.58	4.52
2	200	10	10	380	2.68		2.9
2	200	10	10	500	2.68		1.54
2	200	10	10	620	2.68		0.69
2	200	10	15	260	2.39	5.29	5.99
2	200	10	15	380	2.39		4.14
2	200	10	15	500	2.39		2.2
2	200	10	15	620	2.39		1.21
2	200	10	20	260	2.7	5.6	8.17
2	200	10	20	380	2.7		5.52
2	200	10	20	500	2.7		3.78
2	200	10	20	620	2.7		2.33
2	200	15	10	260	2.51	5.41	5.04
2	200	15	10	380	2.51		4.23
2	200	15	10	500	2.51		2.12
2	200	15	10	620	2.51		1.06
2	200	15	15	260	2.88	5.78	10.88
2	200	15	15	380	2.88		7.71
2	200	15	15	500	2.88		4.65
2	200	15	15	620	2.88		3.25
2	200	15	20	260	3	5.9	10.34
2	200	15	20	380	3		6.9
2	200	15	20	500	3		5.36
2	200	15	20	620	3		3.44
2	200	20	10	260	2.5	5.4	8
2	200	20	10	380	2.5		6.2
2	200	20	10	500	2.5		3.38
2	200	20	10	620	2.5		2.09
2	200	20	15	260	2.48	5.38	10.95
2	200	20	15	380	2.48		8.16
2	200	20	15	500	2.48		4.64
2	200	20	15	620	2.48		3.11
2	200	20	20	260	2.91	5.81	12.9
2	200	20	20	380	2.91		7.85
2	200	20	20	500	2.91		5.39
2	200	20	20	620	2.91		3.04
2	500	5	5	260	0.01	2.91	0.11
2	500	5	5	380	0.01		0
2	500	5	5	500	0.01		0
2	500	5	5	620	0.01		0

表 5.4-6 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.9	Q
高潮偏差 (m)	リーフ長 (m)	入力波高 (m)	入力周期 (s)	堤防高 (m)	計算水位 (m)	最大水位 (E.L.m)	越波越水量 (m ³ /s/m)
2	500	5	10	260	0.49	3.39	1
2	500	5	10	380	0.49		0.14
2	500	5	10	500	0.49		0.01
2	500	5	10	620	0.49		0
2	500	10	10	260	1.92	4.82	3.57
2	500	10	10	380	1.92		1.14
2	500	10	10	500	1.92		0.39
2	500	10	10	620	1.92		0.02
2	500	10	15	260	2.02	4.92	5.01
2	500	10	15	380	2.02		2.67
2	500	10	15	500	2.02		1.26
2	500	10	15	620	2.02		0.37
2	500	10	20	260	2.93	5.83	7.47
2	500	10	20	380	2.93		5.19
2	500	10	20	500	2.93		3.29
2	500	10	20	620	2.93		1.85
2	500	15	10	260	2.05	4.95	6.14
2	500	15	10	380	2.05		2.55
2	500	15	10	500	2.05		0.63
2	500	15	10	620	2.05		0.22
2	500	15	15	260	4.09	6.99	9.92
2	500	15	15	380	4.09		7.48
2	500	15	15	500	4.09		5.43
2	500	15	15	620	4.09		3.63
2	500	15	20	260	3.83	6.73	9.93
2	500	15	20	380	3.83		7.71
2	500	15	20	500	3.83		5.31
2	500	15	20	620	3.83		3.32
2	500	20	10	260	2.87	5.77	7.68
2	500	20	10	380	2.87		4.39
2	500	20	10	500	2.87		3.08
2	500	20	10	620	2.87		1.79
2	500	20	15	260	3.69	6.59	9.21
2	500	20	15	380	3.69		6.22
2	500	20	15	500	3.69		5.53
2	500	20	15	620	3.69		3.35
2	500	20	20	260	3.9	6.8	14.14
2	500	20	20	380	3.9		9.1
2	500	20	20	500	3.9		7.54
2	500	20	20	620	3.9		4.28

5.4.5 浸水シミュレーション結果

宮古・八重山諸島に被害をもたらした特徴的な5つの台風を想定台風とし、各台風の最低気圧を870hPaまで下げ、移動コースも宮古・八重山諸島通過時に最も大きな影響がでるように変更した仮想台風を想定台風とし、浸水シミュレーションを実施した。

これら5つの想定台風による浸水域を全て重ね合わせたものが、図5.4-9高潮浸水予測図(全体図)である。この図から明らかなように、海岸や河川に沿う低地については、大きく浸水が広がる結果となっている。

海岸構造物が有効に機能した場合と機能しなかった場合を比較すると、浸水位が海岸構造物の天端高と同等あるいは越える場合が多かったため、構造物の浸水に対する効果は明確にはならなかった。これは、漁港・港湾等の防波堤あるいは、海岸の離岸堤等による波浪低減効果を見込んでいないことも理由に挙げられる。

本業務では、平成19年沖縄県津波・高潮被害想定調査業務(沖縄本島沿岸域)の検討と同様に、最低中心気圧が870hPaにもなるスーパー台風を想定して浸水域を予測したが、浸水する地域は海岸や河川に沿う限られた地域であり、浸水地域の周辺には避難する場所が多い。そのため、地域の特性に合った避難計画の作成と住民の適切な避難行動により、被害を最小限におさえることは十分可能である。

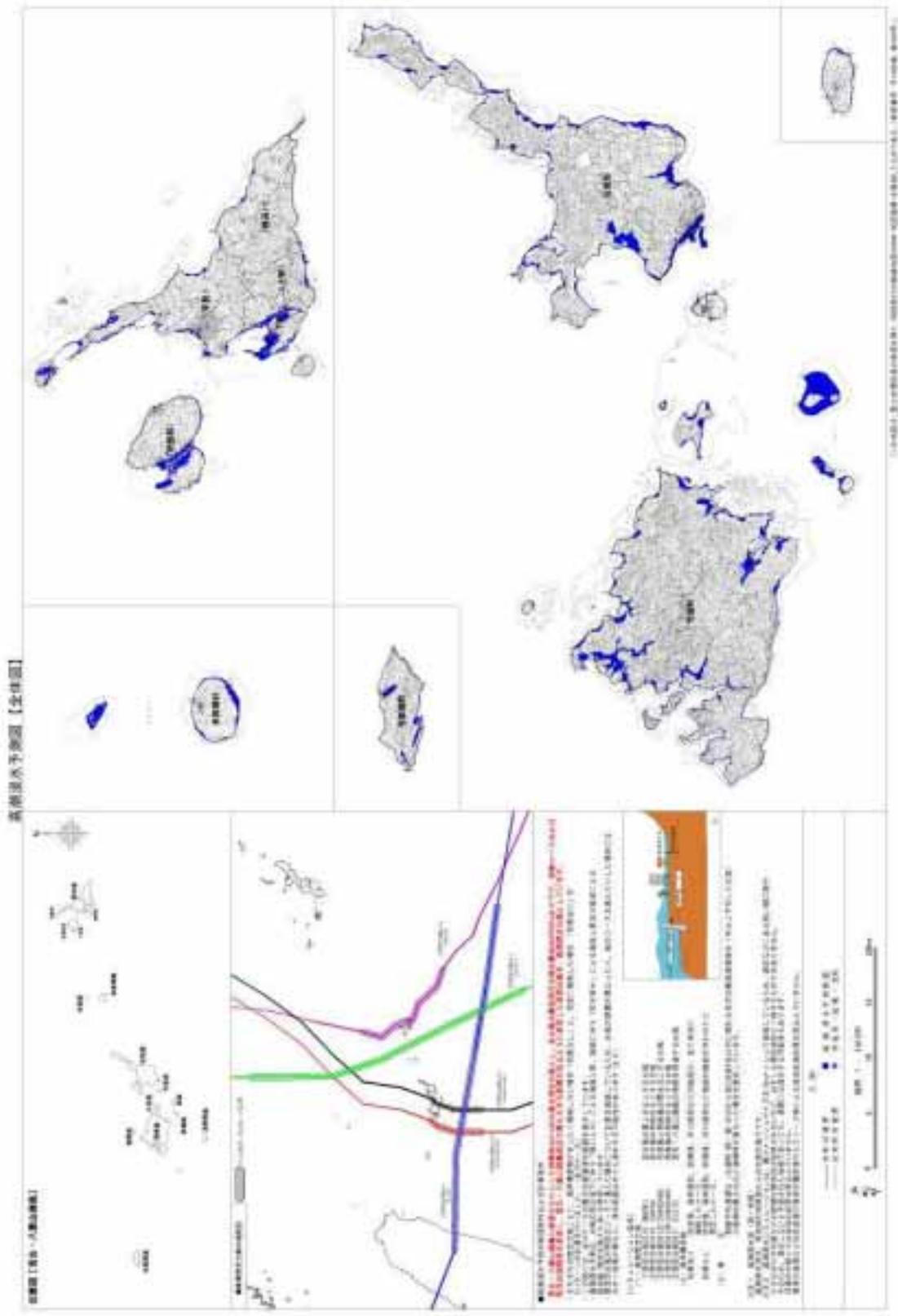


图 5.4-8 高潮浸水結果図

6. 被害想定

6.1 被害想定条件

6.1.1 想定外力

(1) 想定地震

津波想定計算を実施した、次の9つの想定地震に伴う津波を想定した。ただし、各市町村で影響の大きな3つの想定津波を選択した(表6.2-1参照)。

- 1) 宮古島東方沖の想定地震(C04W)
- 2) 宮古島南東沖の想定地震(D06N)
- 3) 宮古島西方沖の想定地震(C05E)
- 4) 石垣島東方沖の想定地震(1)(C06W)
- 5) 石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
- 6) 石垣島南方沖の想定地震(IM00)
- 7) 石垣島北西沖の想定地震(A03N)
- 8) 与那国島北方沖の想定地震(A01N)
- 9) 与那国島南方沖の想定地震(GYAK)

(2) 想定台風

高潮想定計算を実施した、次の5台風を想定した(表6.2-2参照)。

- 1) 想定台風 0314(MAEMI)
- 2) 想定台風 5914(SARAH)
- 3) 想定台風 0613C(SHANSHAN)
- 4) 想定台風 0613W(SHANSHAN)
- 5) 想定台風 6911(ELSIE)

6.1.2 被害想定項目

津波・高潮による被害想定は、次の項目を対象として実施した。

- 1) 建物被害
- 2) 人的被害
- 3) 交通支障
- 4) ライフライン支障
- 5) 防潮ライン・防潮施設被害

6.1.3 被害想定単位の単位

建物被害・人的被害は、50mメッシュ単位として実施した。

道路は、路線の交差点間を単位として実施した。

ライフラインは拠点施設ごとに浸水の有無を判定した。

防潮ライン・防潮施設については施設ごとに評価した。

6.1.4 被害想定手法の概要

被害想定調査項目および手法を表 6.1-1に整理した。

表 6.1-1 被害想定調査項目および手法

調査項目	被害想定手法	
		想定条件
建物被害	津波の最大浸水深に対する建物被害程度を設定し、建物全半壊棟数を算出する。(中央防災会議(2005)の手法を適用) 高潮については、床上・床下浸水棟数を算出する。	【木造】(津波) 浸水深2m以上:全壊 浸水深1m以上:半壊 【木造・非木造】(津波・高潮) 浸水深50cm以上:床上浸水 浸水深50cm未満:床下浸水
人的被害	【死者数】(津波) 最大浸水深1m以上のエリア内の滞留人口をもとに、逃げ遅れによる死者数を算定する。季節・時間および住民の避難意識の高さの違いによる被害の違いを想定する。(中央防災会議(2005)の手法を適用) 【負傷者数】(津波) 建物被害率との関係より算定する。(静岡県(2001)の手法を適用) 【浸水域内人口】(高潮) 浸水被害を受ける可能性のある人口を浸水メッシュと人口分布を重ね合わせて算定する。	【季節・時間】(津波) 1)冬の夜間 2)夏の昼間 【避難意識】(津波) 1)意識高い場合:避難完了時間15分 2)意識低い場合:避難完了時間30分 【地震の種類】(津波) 大きな揺れを伴う地震(普通地震) 避難開始:地震発生5分後 【負傷者数算定式】(津波) 重傷者数 = $0.0340 \times \text{建物被害率}(\%) / 100 \times \text{人口}$ 中等傷者数 = $0.0822 \times \text{建物被害率}(\%) / 100 \times \text{人口}$
交通支障	道路(自動車が行き可能な路線)を対象とする。 50mメッシュごとの浸水深と道路分布を重ね合わせて、浸水域内の道路区間数を求める。また、一部でも浸水域に入る区間については、漂流物や津波再来危険性等により直後の使用が困難と判定し、交差点間を単位として支障延長を算出する。	
ライフライン支障	ライフライン(上水道ポンプ、下水処理施設、発電施設、電話交換施設等)を対象とする。 海岸に設置されているライフライン拠点施設について、施設位置および浸水域から、浸水危険性のある施設数を算出する。	
防潮ライン・防潮施設被害	【津波の場合】 地震による地盤変動後の構造物の天端高と構造物前面の最大水位(津波シミュレーション結果(構造物あり))との差より各構造物の天端高の充足度を評価する。 【高潮の場合】 構造物の天端高と構造物前面の最大水位(高潮シミュレーション結果(構造物あり))との差より各構造物の天端高の充足度を判断する。 なお、高潮の場合には、防波堤による波浪低減効果を考慮していないため防波堤の天端高評価については対象外とする。	

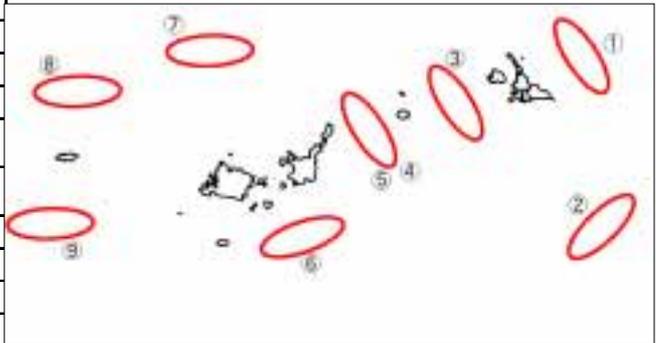
6.2 想定地震および台風

津波被害想定の設定波源は、各市町村で特に大きな影響を与える3つの想定地震を対象とした。対象地震を表6.2-1に示す。

表 6.2-1 各市町村の想定地震

市町村名	想定地震								
	C04W	D06N	C05E	C06W	NM11	IM00	A03N	A01N	GYAK
宮古島市									
多良間村									
石垣市									
竹富町									
与那国町									

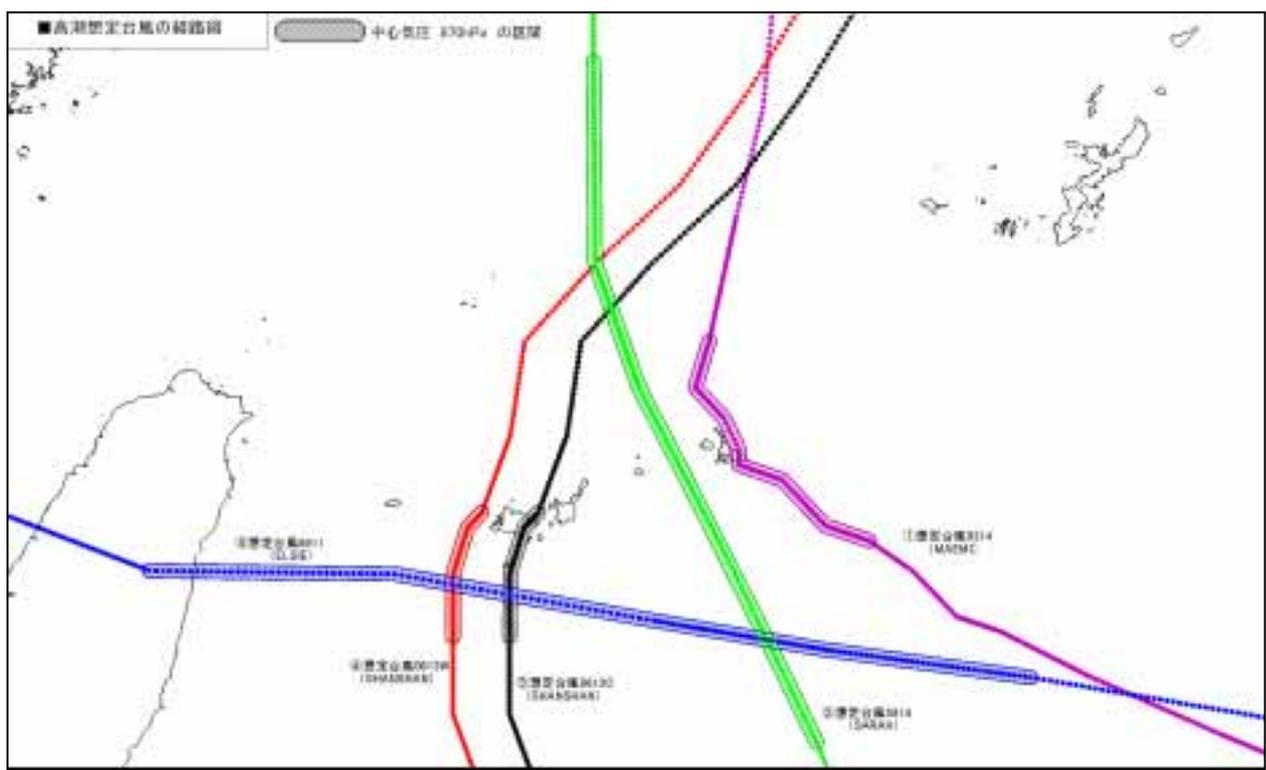
番号	地震コード	地震名
	C04W	宮古島東方沖の想定地震
	D06N	宮古島南東沖の想定地震
	C05E	宮古島西方沖の想定地震
	C06W	石垣島東方沖の想定地震(1) (1) 八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ
	NM11	石垣島東方沖の想定地震(2) (2) 宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ
	IM00	石垣島南方沖の想定地震
	A03N	石垣島北西沖の想定地震
	A01N	与那国島北方沖の想定地震
	GYAK	与那国島南方沖の想定地震



高潮被害想定の設定台風は、各市町村とも全ケースの想定台風を対象とした。

表 6.2-2 各市町村の想定台風

市町村名	想定台風				
	T0314	T5914	T0613C	T0613W	T6911
宮古島市					
多良間村					
石垣市					
竹富町					
与那国町					



6.3 想定結果

想定結果は次のとおりである。なお、「対象津波全ケースの最大」および「想定台風全ケースの最大」の値は各津波および台風ごとの想定結果の最大値をとったものであり、各対象津波および台風の最大浸水範囲による想定結果ではないことに留意する。

6.3.1 建物被害

6.3.1.1 津波被害

建物被害想定結果(対象津波全ケースの最大)

市町村名	建物棟数	構造物あり				構造物なし			
		全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水
宮古島市	18,851	9	10	713	167	14	11	846	209
多良間村	437	3	1	90	12	3	1	97	16
石垣市	15,730	563	128	7,214	377	600	95	7,363	488
竹富町	1,513	8	9	234	72	9	14	268	70
与那国町	547	1	1	22	16	3	4	84	27

6.3.1.2 高潮被害

建物被害想定結果(想定台風全ケースの最大)

市町村名	建物棟数	構造物あり		構造物なし	
		床上浸水	床下浸水	床上浸水	床下浸水
宮古島市	18,851	1,518	202	1,524	237
多良間村	437	25	14	26	13
石垣市	15,730	4,608	1,340	4,607	929
竹富町	1,513	496	74	498	67
与那国町	547	176	24	166	24

6.3.2 人的被害

6.3.2.1 津波被害

(1) 死者数

死者数想定結果 (対象津波全ケースの最大)

市町村名	夜間人口	昼間人口	構造物あり				構造物なし			
			意識高		意識低		意識高		意識低	
			冬夜	夏昼	冬夜	夏昼	冬夜	夏昼	冬夜	夏昼
宮古島市	55,782	58,247	8	21	30	49	9	21	40	60
多良間村	1,403	1,388	5	5	16	16	6	6	18	18
石垣市	47,766	49,717	2,253	2,285	2,696	2,739	2,468	2,499	2,920	2,962
竹富町	4,169	6,828	16	50	21	75	17	52	25	79
与那国町	1,677	1,772	2	2	3	4	7	8	10	12

(2) 負傷者数

負傷者数想定結果 (対象津波全ケースの最大)

市町村名	夜間人口	昼間人口	構造物あり				構造物なし			
			重傷者数		中等傷者数		重傷者数		中等傷者数	
			冬夜	夏昼	冬夜	夏昼	冬夜	夏昼	冬夜	夏昼
宮古島市	55,782	58,247	2	11	4	26	2	12	5	27
多良間村	1,403	1,388	1	1	1	1	1	1	1	1
石垣市	47,766	49,717	63	85	152	204	66	88	159	212
竹富町	4,169	6,828	2	24	3	58	2	24	4	58
与那国町	1,677	1,772	1	1	1	3	1	2	2	4

6.3.2.2 高潮被害

浸水域内人口想定結果 (想定台風全ケースの最大)

市町村名	夜間人口	構造物あり	構造物なし
宮古島市	55,782	4,965	4,973
多良間村	1,403	101	111
石垣市	47,766	15,083	15,108
竹富町	4,169	1,437	1,448
与那国町	1,677	597	577

6.3.3 交通支障

道路は幅員3.0m以上の道路を対象とした。

交差点間を1区間として、その一部でも浸水する場合は区間が使用不可能になると考え、浸水する区間の延長および数を整理した。

6.3.3.1 津波被害

道路支障区間数想定結果(対象津波全ケースの最大)

市町村名	総区間数	構造物あり	構造物なし
宮古島市	6,650	458	490
多良間村	1,042	198	218
石垣市	2,686	1289	1313
竹富町	927	193	198
与那国町	269	33	60

道路支障延長想定結果(対象津波全ケースの最大)

市町村名	総延長(km)	構造物あり	構造物なし
宮古島市	1,244.3	125.6	130.3
多良間村	211.6	88.2	92.7
石垣市	632.1	264.2	266.5
竹富町	248.3	94.0	95.1
与那国町	94.1	9.6	14.4

6.3.3.2 高潮被害

道路支障区間数想定結果(想定台風全ケースの最大)

市町村名	総区間数	構造物あり	構造物なし
宮古島市	6,650	649	659
多良間村	1,042	44	46
石垣市	2,686	419	448
竹富町	927	155	159
与那国町	269	88	86

道路支障延長想定結果(想定台風全ケースの最大)

市町村名	総延長(km)	構造物あり	構造物なし
宮古島市	1,244.3	170.2	173.0
多良間村	211.6	31.7	32.7
石垣市	632.1	115.4	119.0
竹富町	248.3	66.0	67.0
与那国町	94.1	22.1	21.9

6.3.4 ライフライン支障

6.3.4.1 津波被害

ライフライン被害想定結果(対象津波全ケースの最大)

市町村名	施設の数				構造物あり				構造物なし			
	上水道	下水道	電力施設	電話交換施設	上水道	下水道	電力施設	電話交換施設	上水道	下水道	電力施設	電話交換施設
宮古島市	16	2	8	6	1	2	1	1	1	2	0	1
多良間村	5	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
石垣市	6	10	5	4	1	10	2	2	1	10	2	2
竹富町	16	2	4	6	5	0	0	1	5	0	0	1
与那国町	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

6.3.4.2 高潮被害

ライフライン被害想定結果(想定台風全ケースの最大)

市町村名	施設の数				構造物あり				構造物なし			
	上水道	下水道	電力施設	電話交換施設	上水道	下水道	電力施設	電話交換施設	上水道	下水道	電力施設	電話交換施設
宮古島市	16	2	8	6	1	2	1	2	1	2	1	2
多良間村	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
石垣市	6	10	5	4	1	7	1	0	1	7	1	0
竹富町	16	2	4	6	8	0	2	2	8	0	2	2
与那国町	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

6.3.5 防潮ライン・防潮施設被害

津波の場合の評価は、地震による地盤変動後の構造物の天端高と構造物前面の最大水位(津波シミュレーション結果(構造物あり))との差より各構造物の天端高の充足度を評価した。具体的には、構造物の天端高が最大水位より高い場合には充足しており、逆に水位の方が高い場合には充足していないものとした。

高潮の場合の評価は、津波の場合と同様に構造物の天端高と構造物前面の最大水位(高潮シミュレーション結果(構造物あり))との差より各構造物の天端高の充足度を判断した。なお、高潮の場合には、防波堤による波浪低減効果を考慮していないため防波堤の天端高評価については対象外とした。

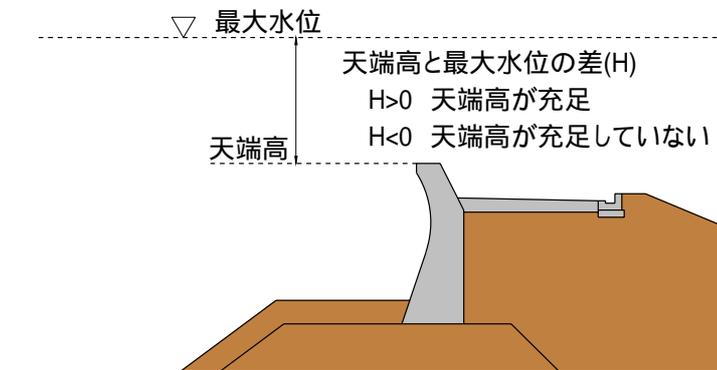


図 6.3-1 構造物評価の考え方

海岸保全施設について各評価区分で集計した結果は表 6.3-1に示すとおりであり、津波、高潮とも多くの施設で天端高が不足している。

表 6.3-1 海岸保全施設の評価結果

(単位:m、%)

	H > 0m	-1m < H < 0m	-2m < H < -1m	H < -2m	計
津波	3,982 10.2%	5,086 13.1%	4,052 10.4%	25,822 66.3%	38,941 100.0%
高潮	2,950 8.2%	6,554 18.2%	11,193 31.1%	15,303 42.5%	36,000 100.0%

注:高潮には、海岸保全施設の突堤、離岸堤は含まない。

6.4 今後の課題

対策を図るための今後の行政検討事項として、次のような課題が挙げられる。

1) 各市町村におけるハザードマップの作成

また、沖縄県においては

2) 津波・高潮に対する防護水準の見直し検討

3) 津波対策の要整備力所の抽出と優先度評価の検討

4) 高潮対策の要整備力所の抽出と優先度評価の検討

5) 津波・高潮各々の評価に準じた「津波・高潮対策」の優先度評価と対策方針の検討

さらに、上記検討を踏まえて

6) 琉球諸島沿岸海岸保全基本計画の改定の検討

が考えられ、また、上記データを用いる各市町村への

7) 津波・高潮ハザードマップ作成促進（改訂）用マニュアルの作成

8) データ運用マニュアルの作成

等が考えられる。

7. 成果の作成

津波・高潮浸水予測結果にもとづいて、表 7.1-1、表 7.1-2 に示す種類の浸水予測図を作成した。津波浸水予測図については、9 つの想定津波のうち、市町村毎でもっとも影響の大きい3 つの津波を想定津波とし、その最大の浸水予測結果にもとづき予測図を作成した。

高潮浸水予測図については、宮古・八重山諸島に被害をもたらした特徴的な5 つの台風を想定台風とし、各台風の最低気圧を既往最低の 870hPa まで下げ、移動コースを諸島周辺で最も影響が出るように変更した仮想台風による最大の浸水範囲にもとづき予測図を作成した。浸水予測図の作成にあたっては、浸水深別の色分けや、画像を背景に利用することで、より視覚的に津波・高潮の影響範囲がわかるように配慮した。

また、想定津波の波源域や想定高潮の台風経路等を図示することで、想定津波・想定台風的位置・経路を視覚的に把握できるように配慮した。

浸水予測図には、予測される浸水範囲に加え、津波浸水予測図については、津波到達時間、影響開始時間が記載されており、これらの情報を活用して、市町村が地区ごとの津波避難計画を策定し、津波ハザードマップを作成できるよう配慮している。

想定地震

宮古島東方沖の想定地震

宮古島南東沖の想定地震

宮古島西方沖の想定地震

石垣島東方沖の想定地震(1)

(1)八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ

石垣島東方沖の想定地震(2)

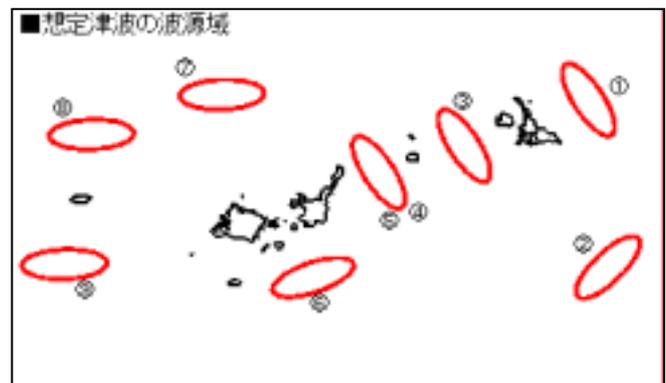
(2)宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ

石垣島南方沖の想定地震

石垣島北西沖の想定地震

与那国島北方沖の想定地震

与那国島南方沖の想定地震



想定台風

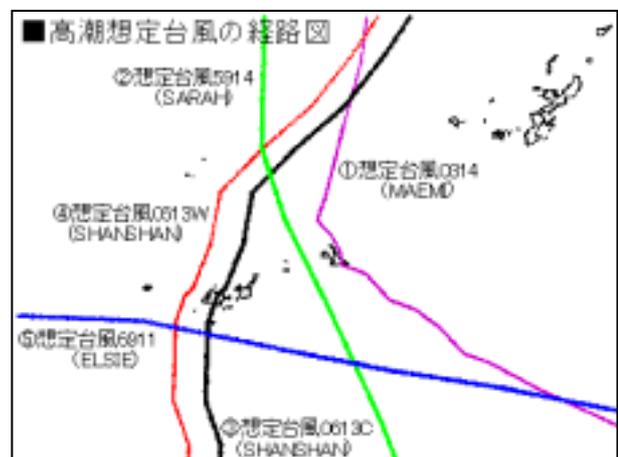
想定台風 0314 (MAEMI)

想定台風 5914 (SARAH)

想定台風 0613C (SHANSHAN)

想定台風 0613W (SHANSHAN)

想定台風 6911 (ELSIE)



また、各浸水予測図には、この図表の取扱上の注意として以下の文章を記述するものとした。

津波浸水予測図：

地震の震源が想定より陸地に近かったり、想定を超える津波が来襲するなど、条件が異なる場合には、これらの図面で示した時間よりも早く津波が来襲したり、遡上高が高くなったり、浸水範囲以外でも浸水する可能性があります。

高潮浸水予測図：

想定台風が特定のコースで進んだ場合について計算を実施しているため、台風規模が異なったり、他のコースを進んだりした場合には大きく結果が異なり、浸水範囲以外でも浸水する可能性があります。

7.1 成果一覧

表 7.1-1 作成した津波浸水予測図一覧

種類	背景図	想定津波	表示項目	作成単位 縮尺
全体図	国土地理院発行「5万分の1地勢図」	宮古島東方沖の想定地震 宮古島南東沖の想定地震 宮古島西方沖の想定地震 石垣島東方沖の想定地震(1) (1)八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島東方沖の想定地震(2) (2)宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島南方沖の想定地震 石垣島北西沖の想定地震 与那国島北方沖の想定地震 与那国島南方沖の想定地震	津波浸水予測図 想定津波で予測される代表地点周辺における最短の影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高	A 1 版 1/15 万
市町村別図	国土地理院発行「2万5千分の1地形図」	宮古島東方沖の想定地震 宮古島南東沖の想定地震 宮古島西方沖の想定地震 石垣島東方沖の想定地震(1) (1)八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島東方沖の想定地震(2) (2)宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島南方沖の想定地震 石垣島北西沖の想定地震 与那国島北方沖の想定地震 与那国島南方沖の想定地震	津波浸水予測範囲(3つの想定津波の最大浸水深) 各地で予測される最大遡上高 想定津波毎に予測される津波 影響開始時間	A 2 版 市町村別 1/25,000
詳細地区別図	空撮オルソ画像	宮古島東方沖の想定地震 宮古島南東沖の想定地震 宮古島西方沖の想定地震 石垣島東方沖の想定地震(1) (1)八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島東方沖の想定地震(2) (2)宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島南方沖の想定地震 石垣島北西沖の想定地震 与那国島北方沖の想定地震 与那国島南方沖の想定地震	津波浸水予測範囲(3つの想定津波の最大浸水深) 各地で予測される最大遡上高 想定津波毎に予測される津波 影響開始時間	A 2 版 市町村別 1/5,000 ~ 1/15,000
ケース別図(画像データのみ)	国土地理院発行「2万5千分の1地形図」	宮古島東方沖の想定地震 宮古島南東沖の想定地震 宮古島西方沖の想定地震 石垣島東方沖の想定地震(1) (1)八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島東方沖の想定地震(2) (2)宮古・八重山諸島に大きな津波が来襲するタイプ 石垣島南方沖の想定地震 石垣島北西沖の想定地震 与那国島北方沖の想定地震 与那国島南方沖の想定地震	構造物あり/なし 予測される最大浸水深 構造物ありのケースについては、メッシュ辺上に近似した構造物データを図示	ケースごとに市町村別 図郭割り縮尺ともに、市町村別と同じ

地震の震源が想定より陸地に近かったり、想定を超える津波が来襲するなど、条件が異なる場合には、これらの図面で示した時間よりも早く津波が来襲したり、遡上高が高くなったり、浸水範囲以外でも浸水する可能性があります。

表 7.1-2 作成した高潮浸水予測図一覧

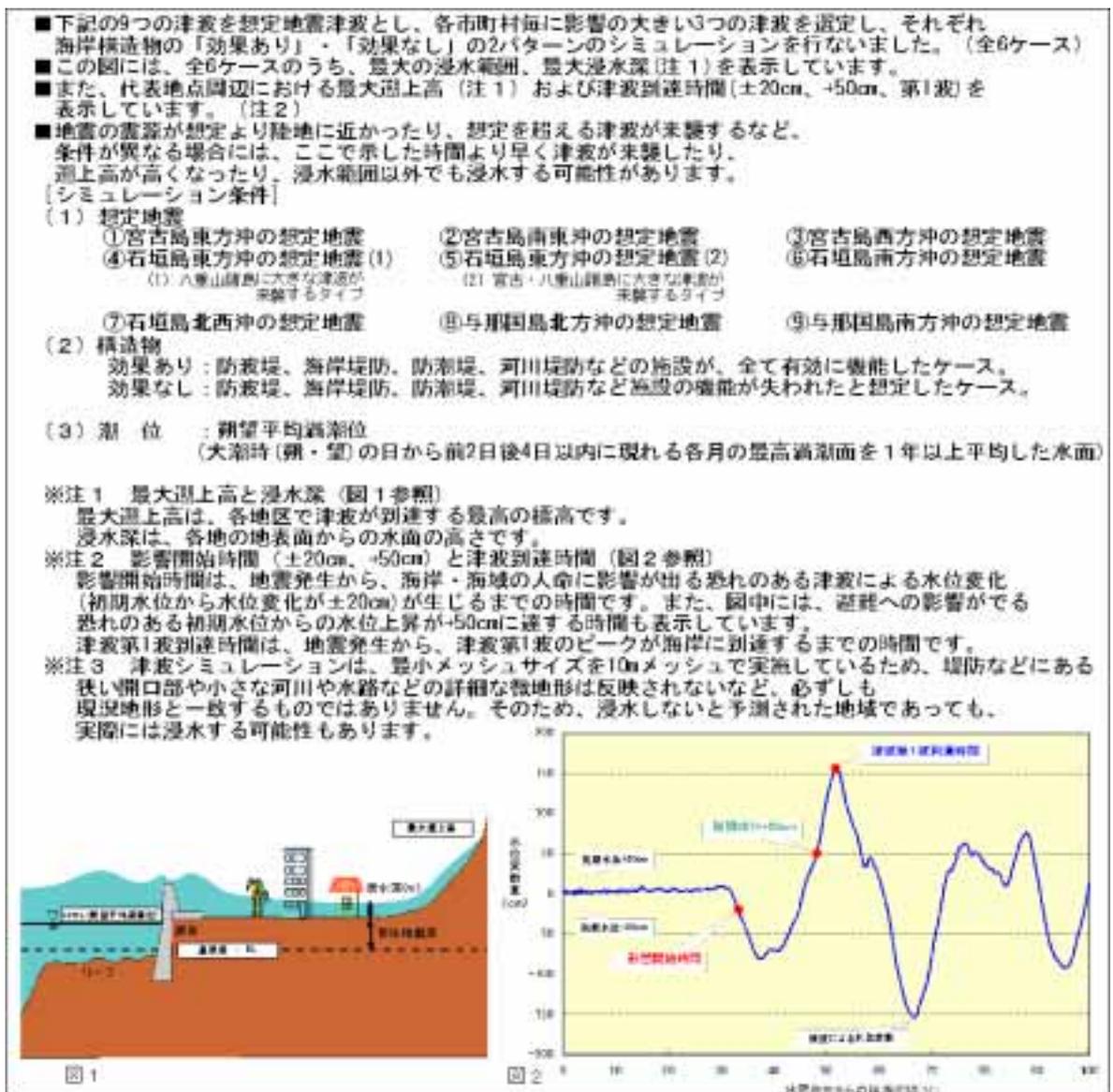
種類	背景図	想定津波	表示項目	作成単位 縮尺
全体図	国土地理院発行「5万分の1地勢図」	想定台風 0314 (MAEMI) 想定台風 5914 (SARAH) 想定台風 0613C(SHANSHAN) 想定台風 0613W(SHANSHAN) 想定台風 6911 (ELSIE)	高潮浸水予測図 想定台風による最大高潮浸水範囲	A 1 版 1/15 万
市町村別図	国土地理院発行「2万5千分の1地形図」	想定台風 0314 (MAEMI) 想定台風 5914 (SARAH) 想定台風 0613C(SHANSHAN) 想定台風 0613W(SHANSHAN) 想定台風 6911 (ELSIE)	高潮浸水予測範囲(3つの想定台風によるの高潮最大浸水深)	A 2 版 市町村別 1/25,000
詳細地区別図	空撮オルソ画像	想定台風 0314 (MAEMI) 想定台風 5914 (SARAH) 想定台風 0613C(SHANSHAN) 想定台風 0613W(SHANSHAN) 想定台風 6911 (ELSIE)	高潮浸水予測範囲(3つの想定台風によるの高潮最大浸水深)	A 2 版 市町村別 1/5,000 ~ 1/15,000
ケース別図(画像データのみ)	国土地理院発行「2万5千分の1地形図」	想定台風 0314 (MAEMI) 想定台風 5914 (SARAH) 想定台風 0613C(SHANSHAN) 想定台風 0613W(SHANSHAN) 想定台風 6911 (ELSIE)	構造物あり/なし 予測されるケース別高潮浸水深 構造物ありのケースについては、メッシュ辺上に近似した構造物データを図示	ケースごとに市町村別 図郭割り縮尺ともに、市町村別と同じ

想定台風が特定のコースを進んだ場合について予測計算を実施しているため、台風の規模が異なったり、他のコースを進んだりした場合には、大きく結果が異なり、浸水範囲以外でも浸水する可能性があります。

7.2 浸水予測図

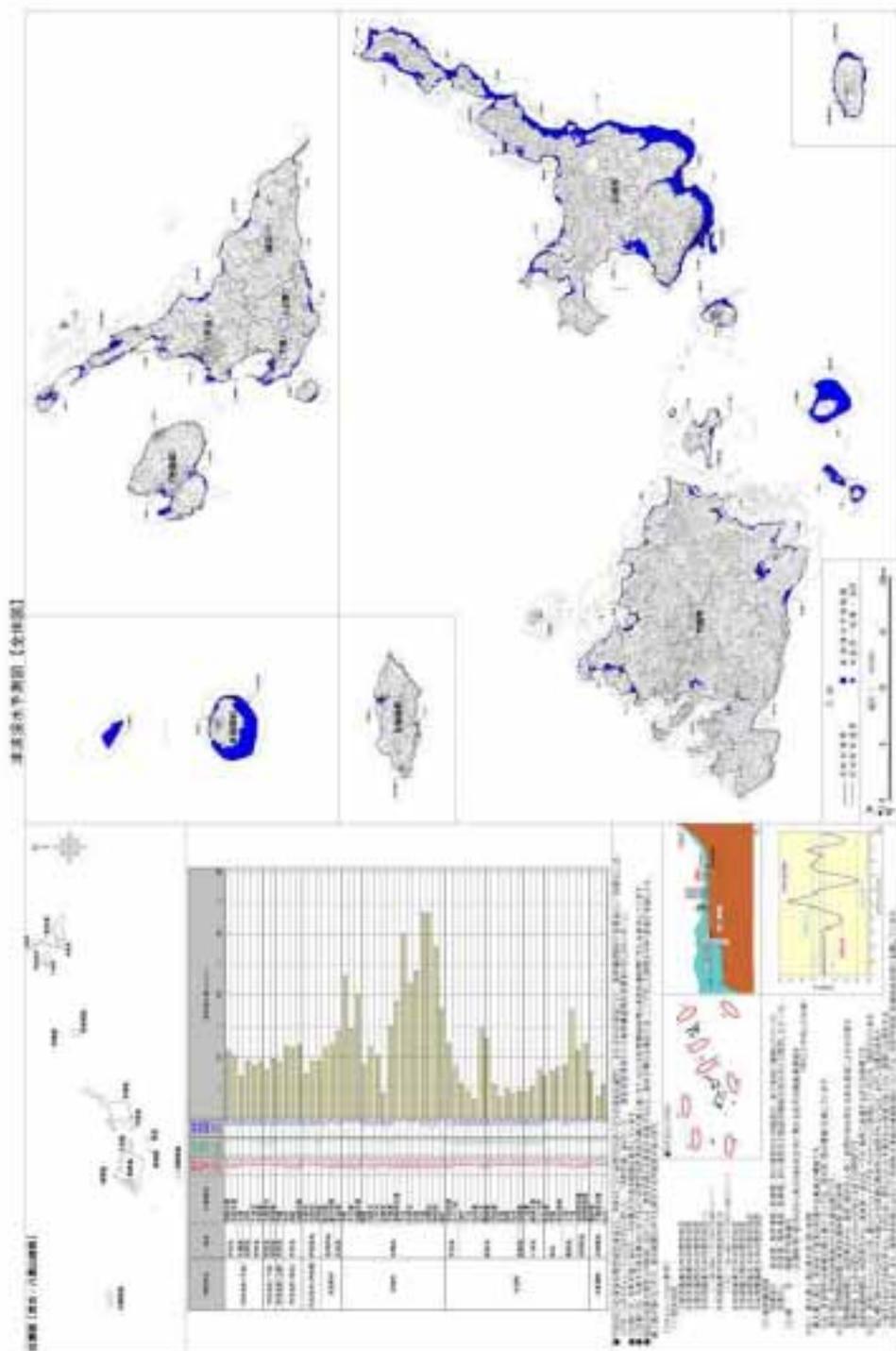
7.2.1 津波浸水予測図

津波浸水予測図には、シミュレーション条件や浸水深および津波到達時間について、イメージ図を入れて以下の注記により説明図を挿入した。



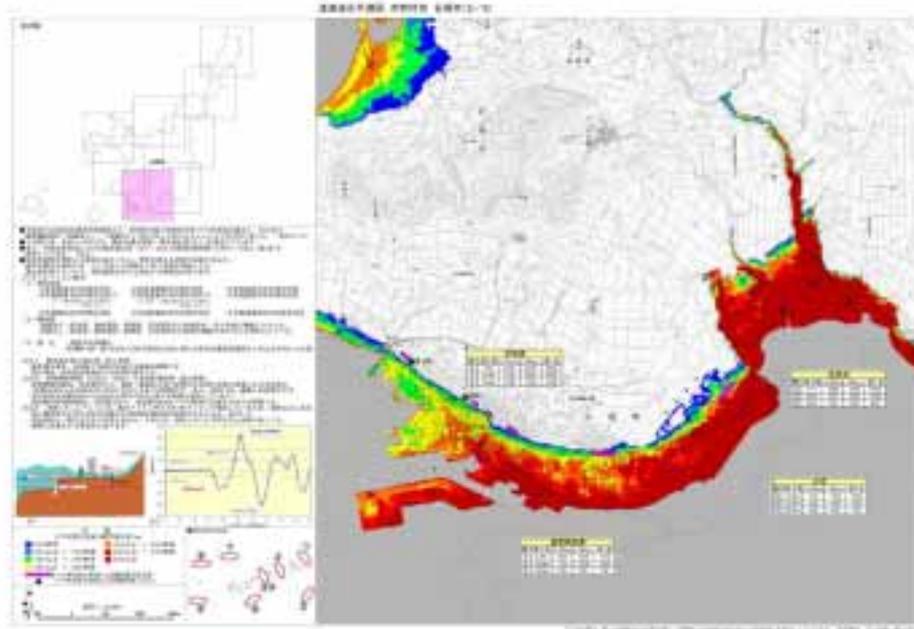
津波浸水予測図 全体図 A1判 1/15万

全体図は、宮古・八重山諸島を一枚の図面に収め、予測される最大浸水範囲を示した図と代表地点周辺における最短の影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高を示した表からなる。



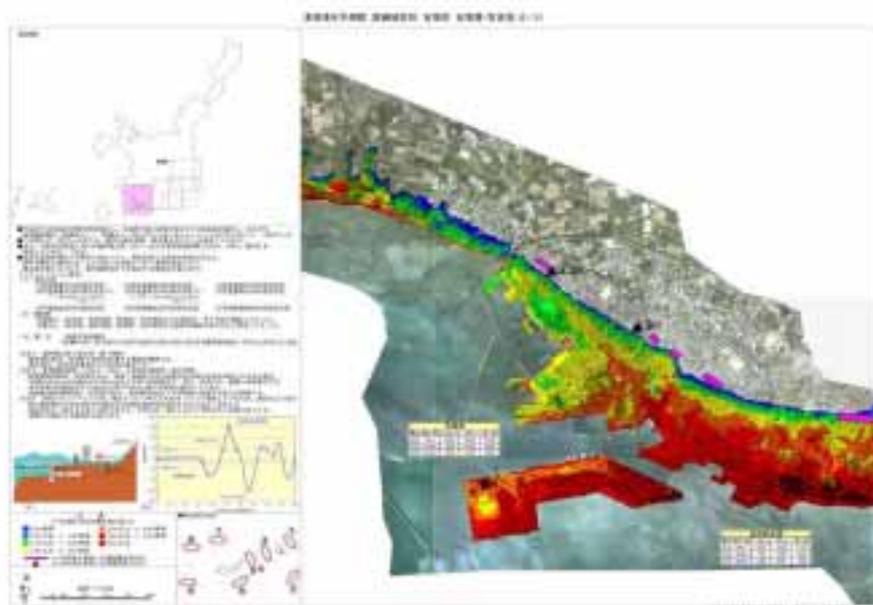
津波浸水予測図 市町村別図 A2判 1/2万5千

市町村別図は、市町村別に津波浸水範囲を表示したものである。市町村別の津波浸水予測図は、3つの想定津波の最大の浸水範囲・浸水深結果を表示したケースについて作成した。



津波浸水予測図 詳細地区別図 A2判 1/5千 ~ 1/1万5千

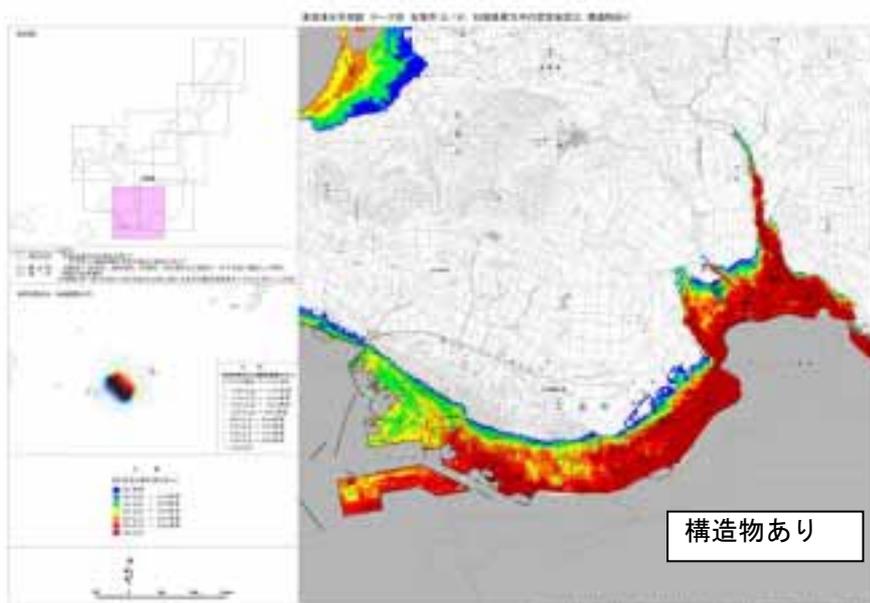
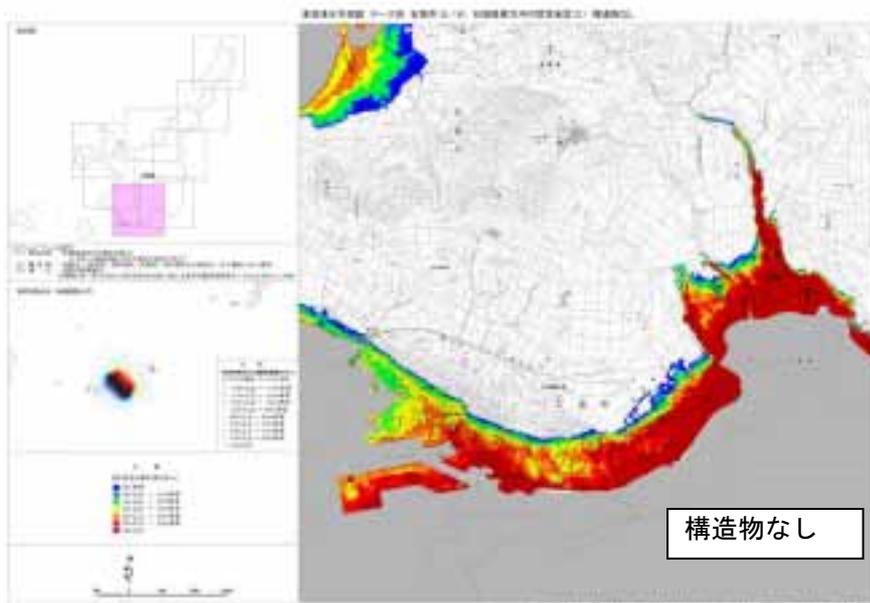
詳細地区別図は、特に浸水範囲が広く、かつ人口や施設が集中する地区を対象に津波浸水範囲を表示したものである。詳細地区別の津波浸水予測図は、3つの想定津波の最大の浸水範囲・浸水結果を表示したケースについて作成した。



津波浸水予測図 ケース別 A2判 1/2万5千

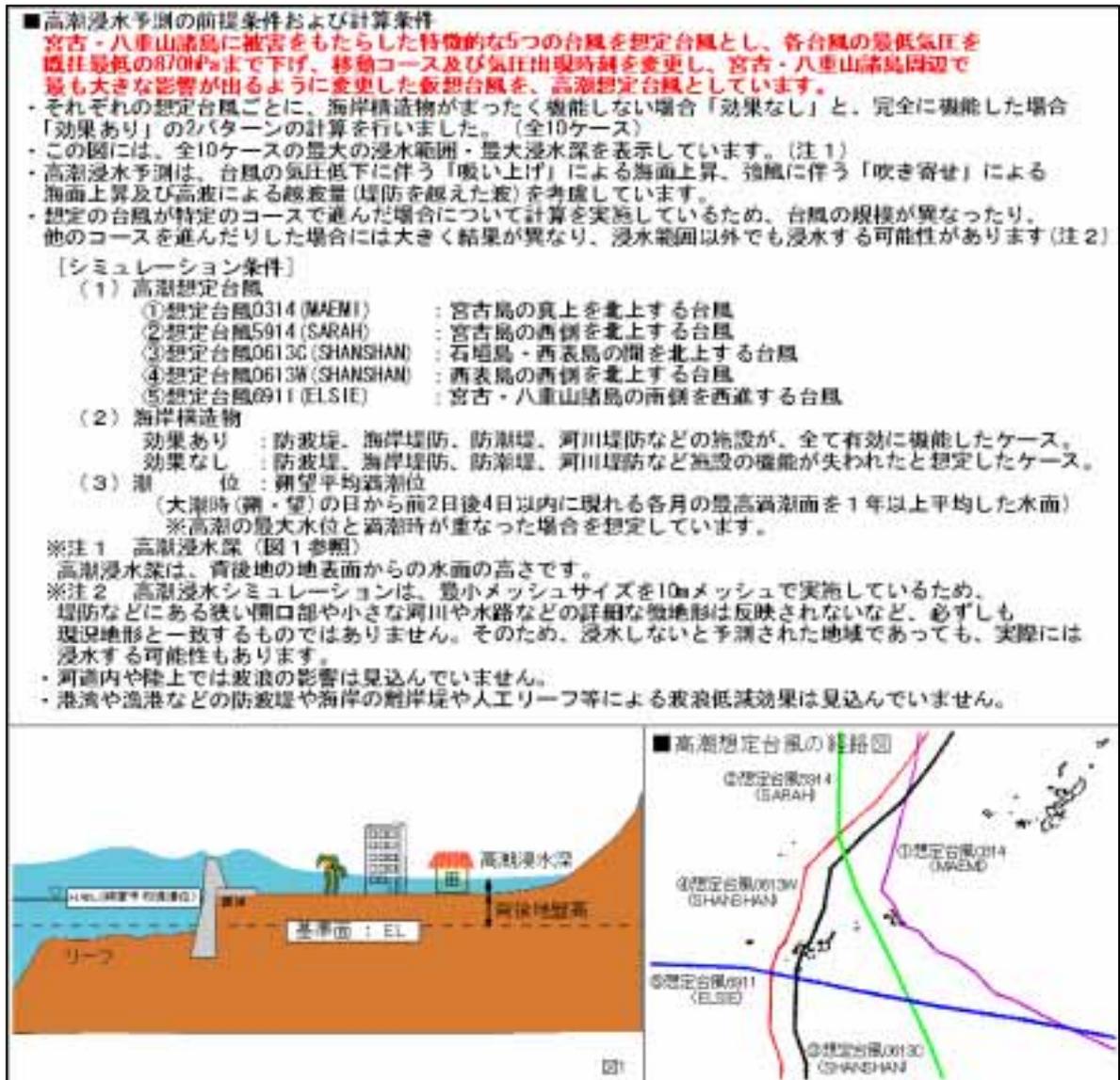
ケース別浸水予測図は、市町村毎に対象の3つの想定津波でそれぞれ構造物が「効果あり」「効果なし」とする場合の全6ケースについてシミュレーションを行い、それぞれのケースごとの浸水予測範囲を市町村別に示した。縮尺および図郭については、市町村別図と同様である。ケース別浸水予測図で表示した項目は次のとおりである。

構造物ありのケースについては、メッシュ辺上に近似したシミュレーションで使用した構造物データを図示した。



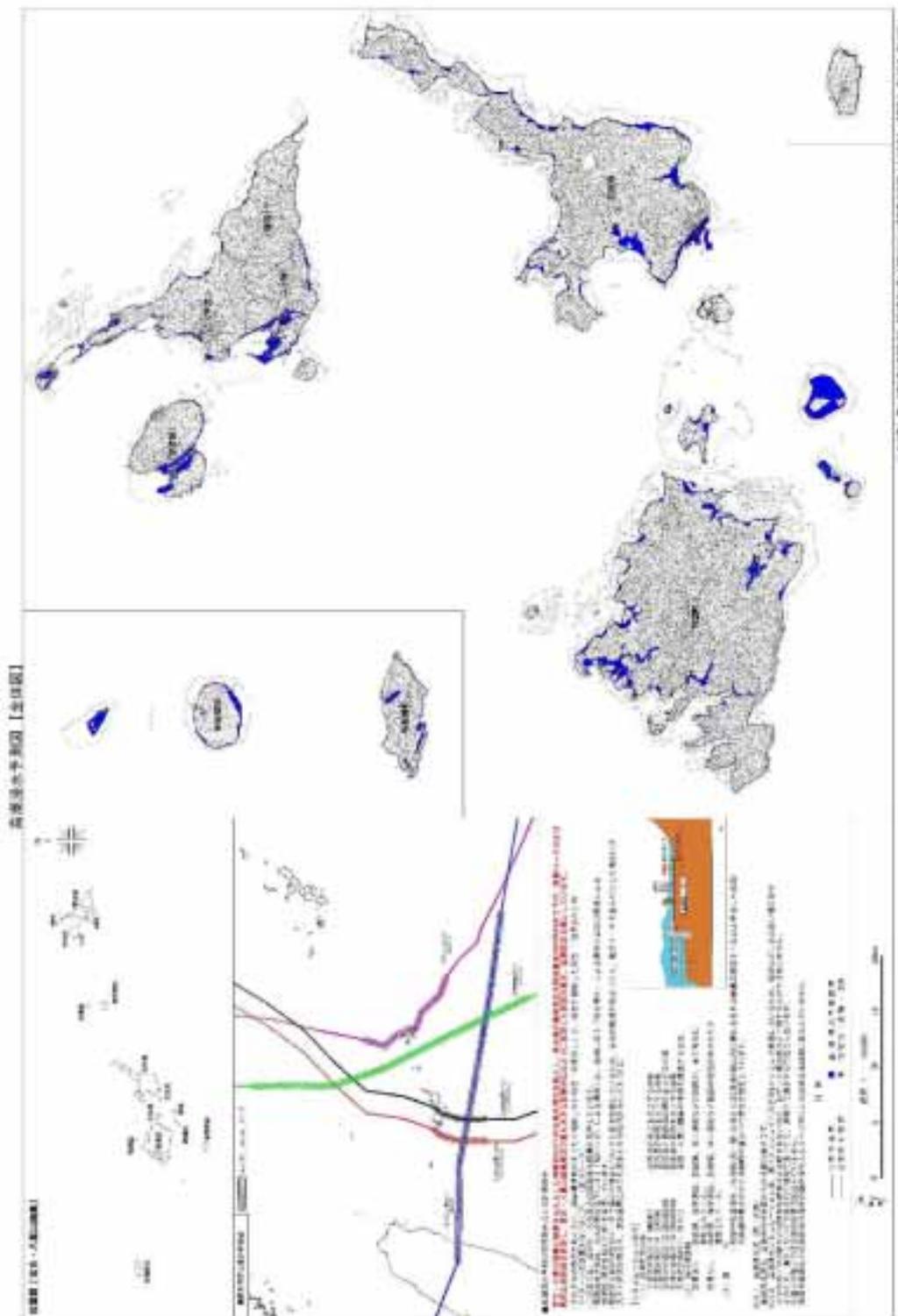
7.2.2 高潮浸水予測図

高潮浸水予測図には、シミュレーション条件や高潮浸水深および想定台風経路について、イメージ図を入れて以下の注記により説明図を挿入した。



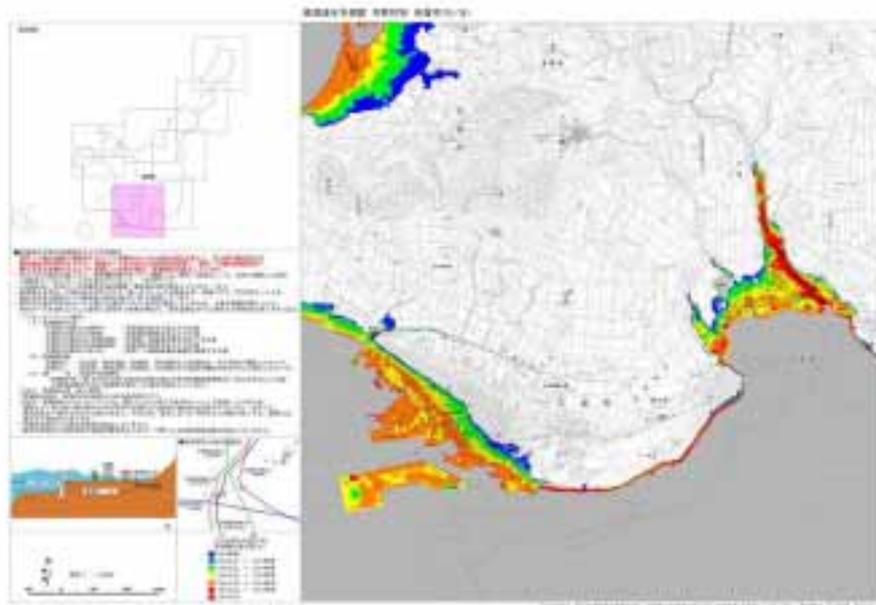
高潮浸水予測図 全体図 A1判 1/15万

全体図は、沖縄本島・慶良間列島を一枚の図面に収め、予測される高潮による最大の浸水範囲を示した図からなる。



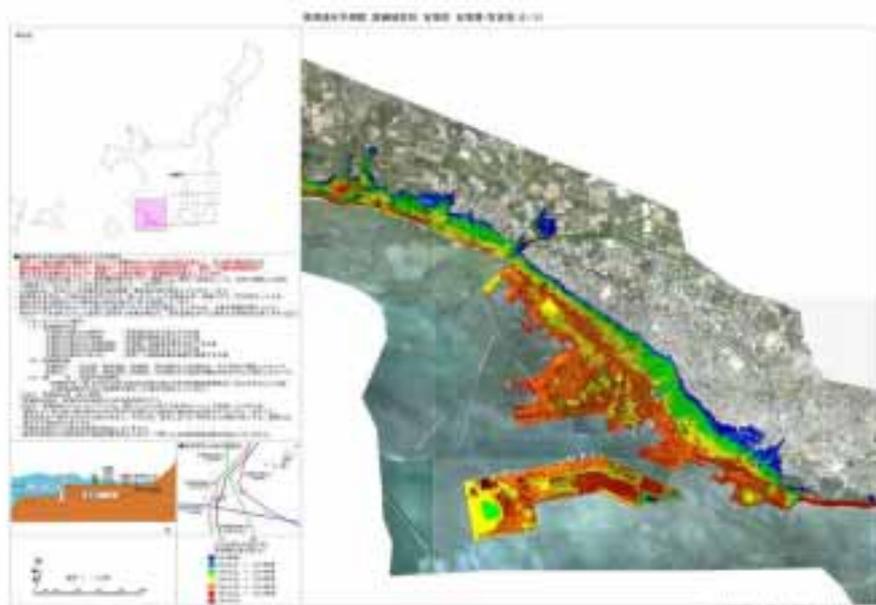
高潮浸水予測図 市町村別図 A2判 1/2万5千

市町村別図は、市町村別に高潮浸水範囲を表示したものである。市町村別の高潮浸水予測図は、5つの想定台風による最大の高潮浸水範囲・浸水深結果を表示したケースについて作成した。



高潮浸水予測図 詳細地区別図 A2版 1/5千 ~ 1/1万5千

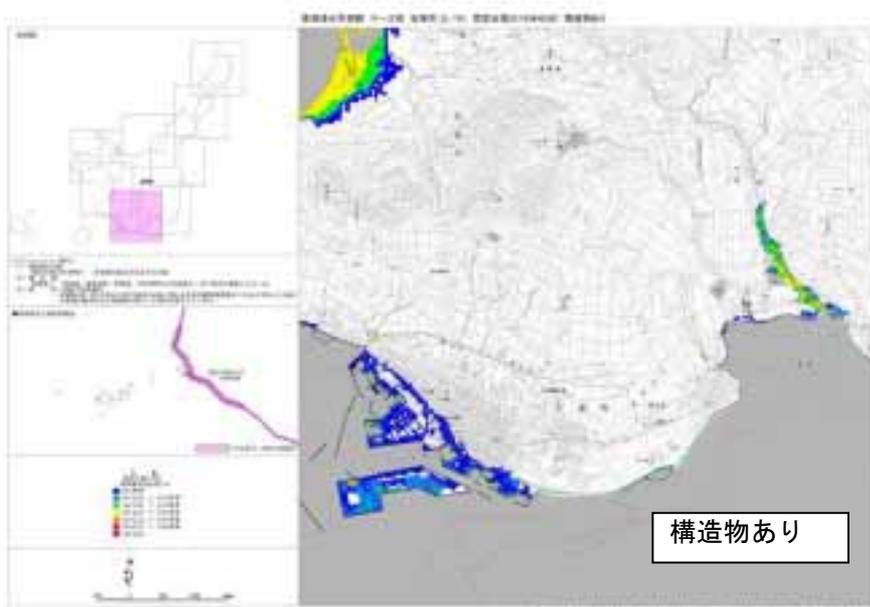
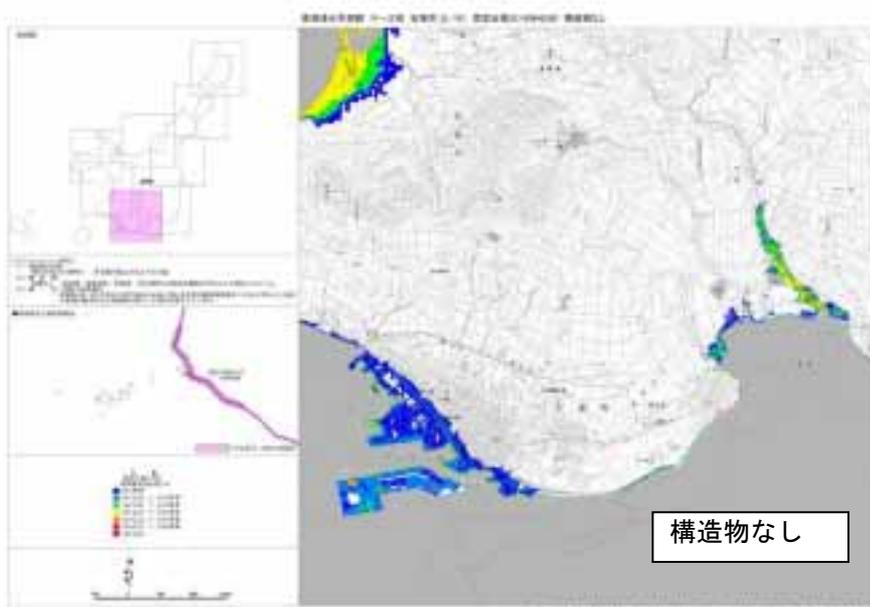
詳細地区別図は、特に浸水範囲が広く、かつ人口や施設が集中する地区を対象に高潮浸水範囲を表示したものである。詳細地区別の高潮浸水予測図は、5つの想定台風の最大の高潮浸水範囲・浸水深結果を表示したケースについて作成した。



高潮浸水予測図 ケース別 A2判 1/2万5千

ケース別浸水予測図は、市町村毎に対象の5つの想定台風でそれぞれ構造物が「効果あり」「効果なし」とする場合の全10ケースについてシミュレーションを行い、それぞれのケースごとの浸水予測範囲を市町村別に示した。縮尺および図郭については、市町村別図と同じである。ケース別浸水予測図で表示した項目は次のとおりである。

構造物ありのケースについては、メッシュ辺上に近似したシミュレーションで使用した構造物データを図示した。



7.3 CG（動画）

7.3.1 CG（動画）の概要

津波からの避難意識を高めるためには、津波の災害イメージを分かりやすく示すことが必要である。そのため、本調査ではCG（動画）を作成した。

津波および高潮の予測計算では、航空機レーザ計測や空撮オルソ画像を用いて作成した詳細な地形モデルを使用し、遡上の状況を詳細に予測した。この状況を動画で分かりやすく視覚化したのが津波遡上CGおよび高潮遡上CGである。

本調査では、この詳細な予測計算の結果を活用した動画の他に、津波が発生してから伝播して陸域に襲撃する様子を動画にした津波発生伝播CG、台風が発生してからの波浪の有義波高CGおよび高潮偏差のCGを作成した。

7.3.2 津波伝播CG

(1) 概要

- 1)形式 : WMV形式
- 2)解像度 : 580×420dpi
- 3)地形モデル : 900mおよび450mメッシュデータ
- 4)背景 : 標高を緑色の濃淡で示したもの

(2) 対象津波

作成の対象とした津波を表 7.3-1に示す。

表 7.3-1 伝播CG作成対象津波

番号	想定津波
1	宮古島東方沖の想定地震津波(C04W)
2	宮古島南東沖の想定地震津波(D06N)
3	宮古島西方沖の想定地震津波(C05E)
4	石垣島東方沖の想定地震津波(1)(C06W)
5	石垣島東方沖の想定地震津波(2)(NM11)
6	石垣島南方沖の想定地震津波(IM00)
7	石垣島北西沖の想定地震津波(A03N)
8	与那国島北方沖の想定地震津波(A01N)
9	与那国島南方沖の想定地震津波(GYAK)

(3) 色彩表現（高さ方向に対して）

・陸域地形

緑～濃緑のグラデーション

・海域水位

濃青～白のグラデーション

水位低 : 濃青

水位高 : 白

凡例の一例を右図に示す。



(4) 時計およびタイトル表示

文字色 : 白

時計 : hh 時間 mm 分 ss 秒

タイトル : 地震津波

画面上部に表示

(5) アニメーション

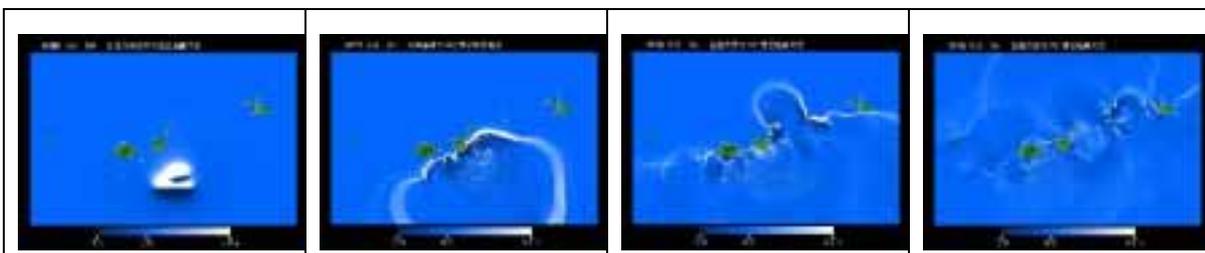
地震発生から2時間までを5秒おきにCG化し、実時間の100倍速で再生した。

(6) 作成ファイル仕様

Windows® WMV(codec:Microsoft©MPEG4-V2)

(7) 画像例

石垣島南方沖の想定地震(IM00)



7.3.3 津波遡上CG(2次元)

(1) 概要

- 1)形式 : WMV形式
- 2)解像度 : 610×480 または 510×560dpi
- 3)地形モデル : 10mメッシュデータ
- 4)背景 : 空撮オルソ画像

(2) 対象津波

に示す各地区を対象に、構造物なしのケースで2次元の津波遡上CGを作成した。各地区で浸水域が最大となる津波を対象とし、1ケースずつ作成した。

表 7.3-2 遡上CG(2次元)作成対象地区および津波

番号	市町村地区名	想定津波
1	宮古島市池間島	石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
2	宮古島市平良港	石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
3	宮古島市与那覇湾	石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
4	宮古島市佐良浜	石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
5	宮古島市佐和田	石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
6	宮古島市伊良部	石垣島東方沖の想定地震(2)(NM11)
7	多良間村前泊港	石垣島南方沖の想定地震(IM00)
8	石垣市石垣港	石垣島南方沖の想定地震(IM00)
9	石垣市宮良湾	石垣島南方沖の想定地震(IM00)
10	竹富町竹富島	石垣島南方沖の想定地震(IM00)
11	竹富町仲間港	石垣島南方沖の想定地震(IM00)
12	竹富町小浜島	石垣島南方沖の想定地震(IM00)
13	与那国町祖納港	与那国島北方沖の想定地震(A01N)

(3) 色彩表現(高さ方向に対して)

紫～水色～赤のレインボースケール

水位低 : 紫

水位 E.L+0.90m : 水色

水位高 : 赤

凡例の一例を右図に示す。



(4) 時計およびタイトル表示

文字色 : 白

時計 : hh 時間 mm 分 ss 秒

タイトル : 地震津波 地区名

画面上部に表示

(5)アニメーション

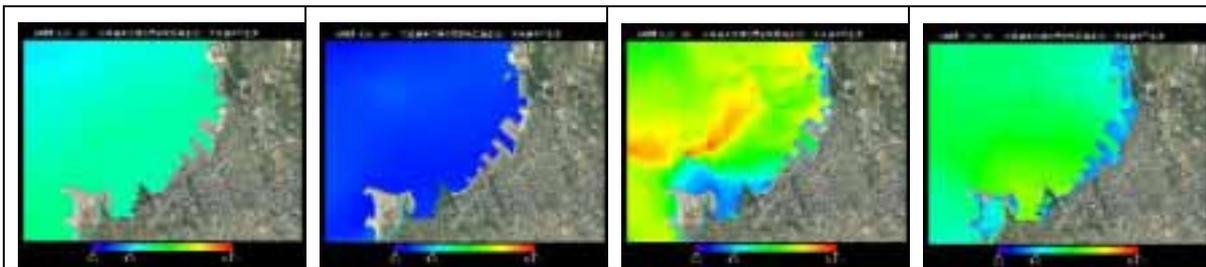
津波第1波到達直前から40分間を2秒おきにCG化し、実時間の40倍速で再生した。

(6)作成ファイル仕様

Windows® WMV(codec:Microsoft®MPEG4-V2)

(7)CGの事例

宮古島市平良港(石垣島東方沖の想定地震(2))



7.3.4 津波遡上CG(3次元)

(1)概要

- 1)形式 : WMV形式
- 2)解像度 : 610×480または510×560dpi
- 3)地形モデル : 10mメッシュデータ
- 4)背景 : 空撮オルソ画像

(2)対象津波

表7.3-3に示す各地区を対象に、構造物なしのケースで3次元の津波遡上CGを作成した。各地区で浸水域が最大となる津波を対象とし、アングルを変えて2ケースずつ作成した。

表7.3-3 遡上CG(3次元)作成対象地区および津波

番号	市町村地区名	想定津波	備考
1-1	宮古島市平良港	石垣島東方沖の想定地震津波(2)	北からのアングル
1-2	宮古島市平良港	石垣島東方沖の想定地震津波(2)	南からのアングル
2-1	石垣市石垣港	石垣島南方沖の想定地震津波	北からのアングル
2-2	石垣市石垣港	石垣島南方沖の想定地震津波	南からのアングル

(3) 色彩表現（高さ方向に対して）

濃青～白のグラデーション

水位低 : 濃青

水位 E.L+0.90m : 青

水位高 : 白

凡例の一例を右図に示す。



(4) 時計およびタイトル表示

文字色：白

時計：hh 時間 mm 分 ss 秒

タイトル： 地震津波 地区名

画面上部に表示

(5) アニメーション

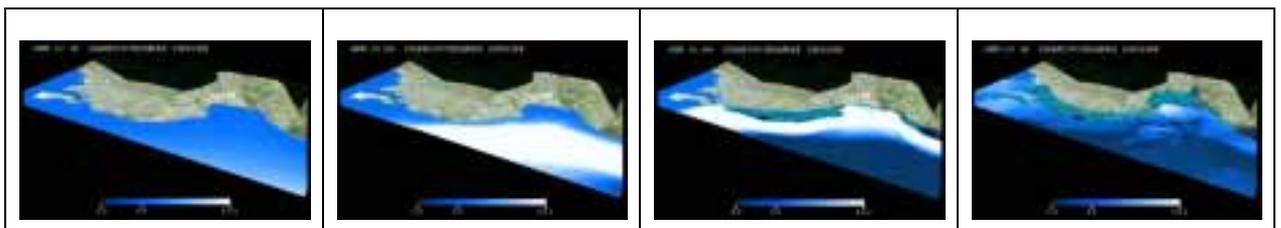
津波第1波到達直前から40分間を2秒おきにCG化し、実時間の40倍速で再生した。

(6) 作成ファイル仕様

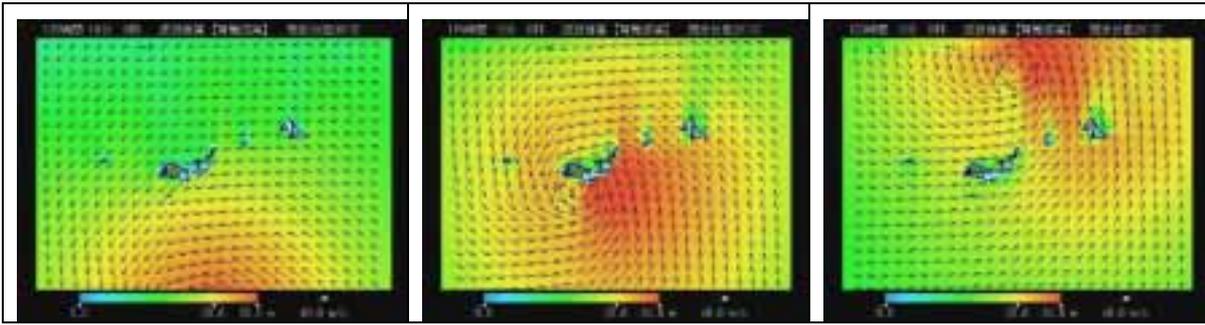
Windows® WMV(codec:Microsoft©MPEG4-V2)

(7) CGの事例

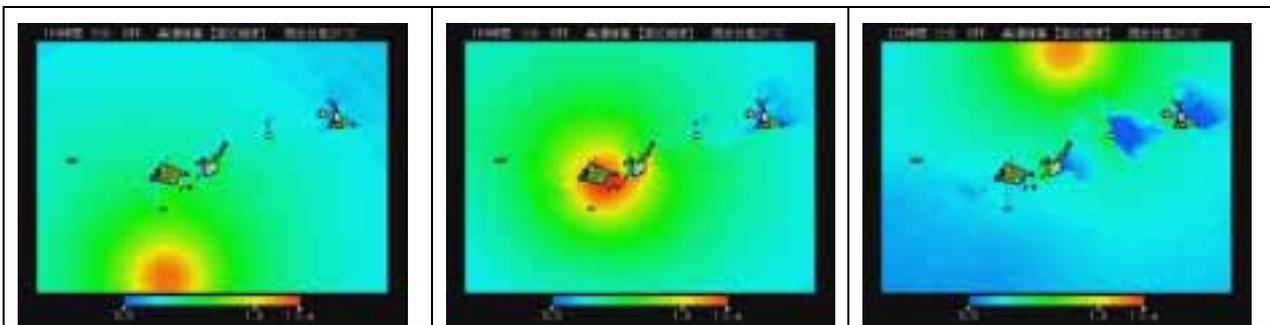
石垣市石垣港（石垣島南方沖の想定地震津波、南からのアングル）



7.3.5 広域波浪 C G

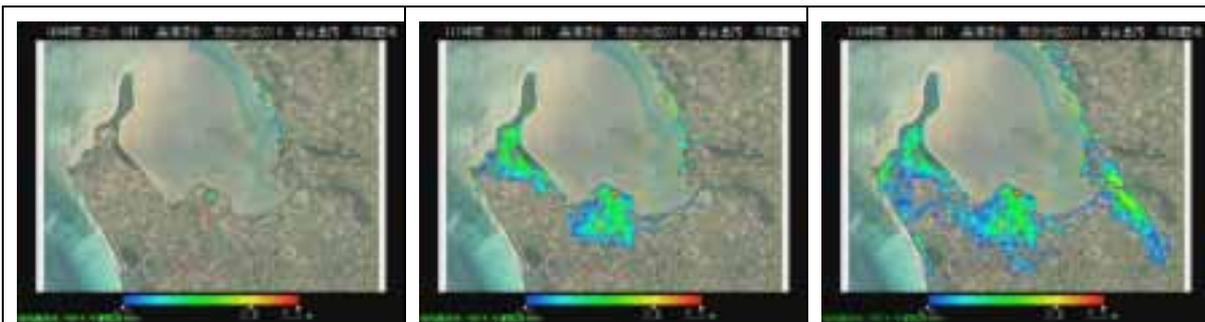


7.3.6 広域高潮 C G



7.3.7 高潮浸水 C G

宮古島市 与那覇湾 (想定台風 T0314(MAEMI))



7.4 ホームページ用データ

次のデータについて、ホームページ掲載が可能なように、データサイズを圧縮してデータCDに収めた。

- 浸水予測図画像データ
- 津波・高潮CG動画データ
- 報告書 pdf ファイル

7.5 GISデータ

津波・高潮シミュレーション用に作成したデータ群（地形データ、構造物データ等）は、市町村等でさらに被害想定調査やハザードマップ作成等での再利用を目的にGISデータとして作成している。表 7.5-1にGISデータ内容を示す。

なお、GISデータのファイル形式は、汎用的に利用されているshp（シェープ）形式で作成している。

表 7.5-1 GISデータ内容

GISデータ				
津波・高潮シミュレーション用データ	地形データ	shp形式	txt形式	沖縄宮古八重山諸島沿岸域 沿岸市町村各一箇所:10mメッシュの地形近似モデル
	構造物データ	shp形式	txt形式	海岸・漁港・港湾等の構造物を50mメッシュおよび10mメッシュの辺上に近似したモデル
	粗度データ	shp形式	txt形式	国土数値情報土地利用データを基に土地利用分類から作成した粗度データ
津波・高潮シミュレーション結果データ	浸水深データ	shp形式	txt形式	計算ケース別浸水深データ
津波被害想定用データ	人口分布データ	shp形式	txt形式	メッシュ内昼夜間人口データ
	建物分布データ	shp形式	txt形式	メッシュ内木造・非木造家屋分布データ

これらのデータ群は、すべて位置情報を保有しているGISデータであり、後述するGISデータビューワで容易に閲覧することが可能である。測地系は世界測地系、座標系は市町村等での取り扱いを考慮し、平面直角座標系第 系でデータ群を作成している。

7.6 シミュレーションビュー

シミュレーションビューは津波及び高潮シミュレーションで使ったデータや計算の結果をコンピュータ・グラフィック技術でわかりやすく表現するシステムである。シミュレーションビューには、表 7.6-1に示す機能がある。

表 7.6-1 シミュレーションビューの機能

機能分類	機能説明
1 シミュレーションデータ管理	予測結果を市町村や説明会会場などの対象地域ごとに分けて管理する機能
2 シミュレーションデータ表示	予測結果を分布図、コンター図、ベクトル図で表現し、ディスプレイに地図表示する機能
(1) 分布図	メッシュごとの予測結果を値に応じて色分け表示する機能
(2) コンター図	予測結果を等値線図で表示する機能
(3) ベクトル図	最大流速、時刻別流速を流速の大きさに応じてメッシュごとに矢印で表示する機能
(4) 重ね合せ図	分布図とコンター図、分布図とベクトル図を重ね合せて表示する機能
3 メッシュ値表示	メッシュごとに計算された水位や流速のデータを表示する機能
4 コンター値表示	コンター図のコンターの値を指定した箇所に表示する機能
5 アニメーション表示	水位、浸水深、流速の平面的な変化をアニメーション(動画)で分かりやすく表示する機能
6 グラフ作成	指定したメッシュの水位や流速の時間変化をグラフで表示する機能 (注)マイクロソフトエクセルが必要
7 地図操作	ディスプレイに地図表示された予測結果の拡大、縮小、移動を行う機能
8 凡例設定	分布図の色分け指定、コンター図のコンター間隔、ベクトル図の矢印の大きさなどを設定する機能
9 印刷	指定した範囲の分布図、コンター図、ベクトル図を印刷する機能

上記のシミュレーションビューの代表的な機能を以下に説明する。

(1) 地形モデル等入力データの表示

水深、標高、初期水位などの入力データが表示できるので、津波や高潮の潜在的な危険度を把握することができる。また、入力データと予測結果のデータを関連付けて参照することができる。

(2) 予測結果のビジュアルな表示

浸水範囲や浸水深・流速などのシミュレーション結果を分布図、等水位線図、ベクトル図とその組み合わせで表示できる。表示範囲や表現方法を設定でき、時間的な変化も自動的に表示可能である。また、アニメーション表示も可能なので説明会等で利用できる。

(3) 各地点での予測結果の数値表示 / グラフ表示

構造物周辺の水位や流速などを任意のメッシュで数値表示できるので、津波や高潮の構造物への影響を定量的に評価できる。また、時系列的な変化を csv 形式で出力することができ、グラフ作成などに活用可能である。

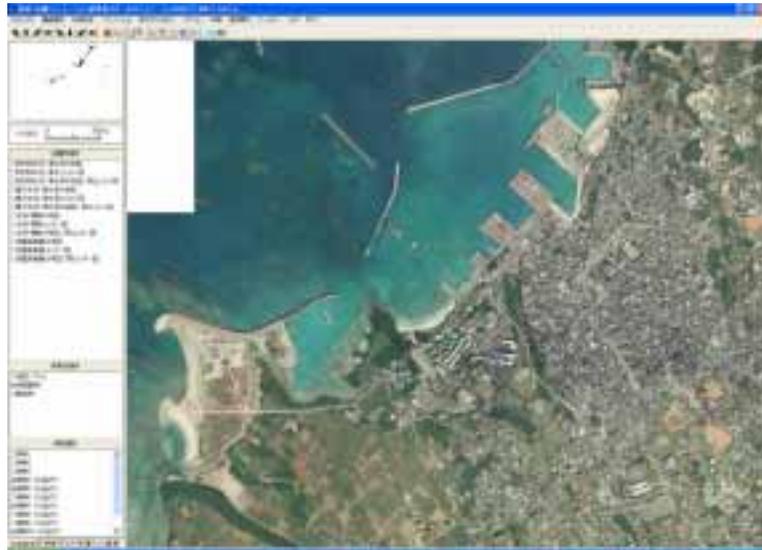


図 7.6-1 シミュレーションビューアの画面

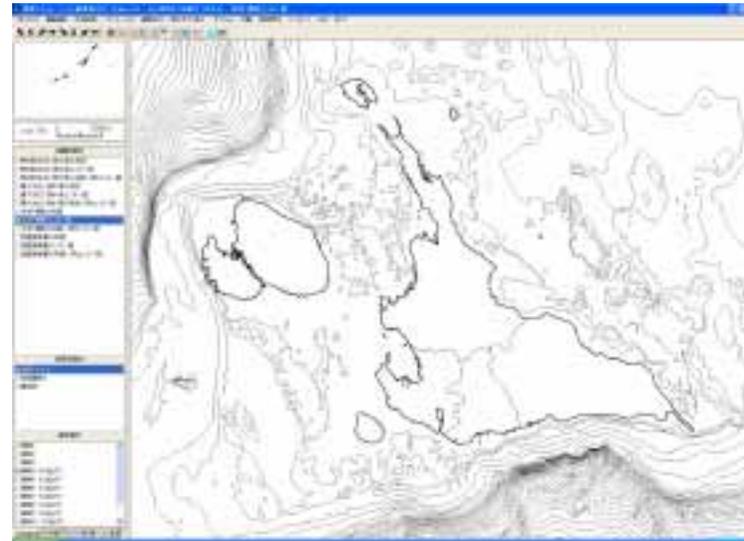


図 7.6-2 地形モデル等入力データの表示

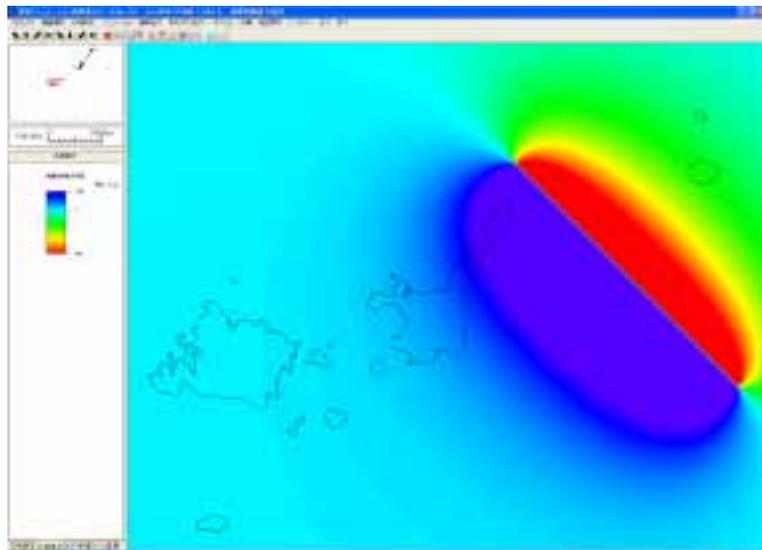


図 7.6-3 予測結果のビジュアルな表示

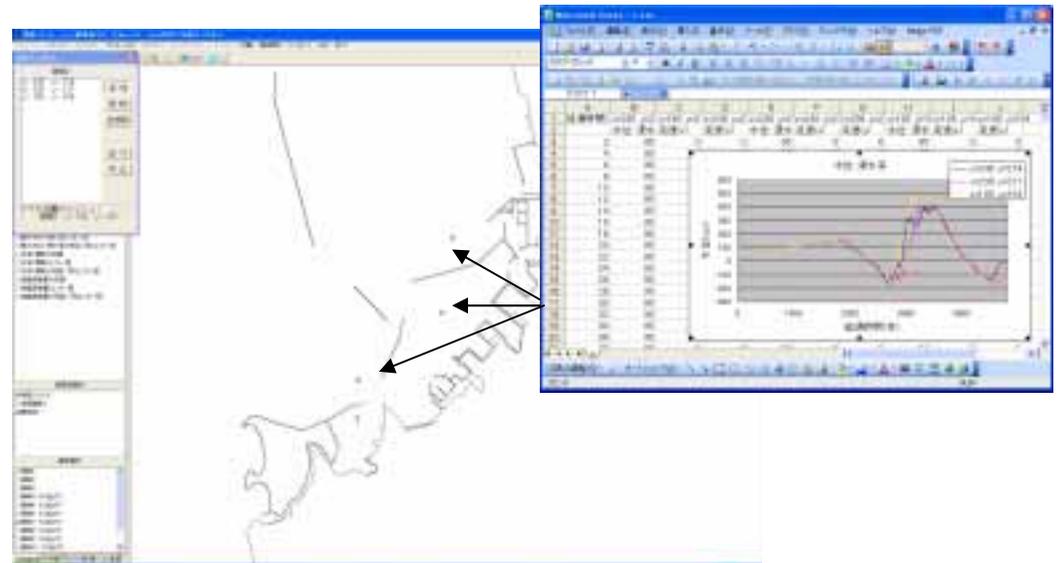


図 7.6-4 各地点での予測結果の数値表示 / グラフ表

8. 業務成果の利活用に関する提案

8.1 津波・高潮ハザードマップの作成

「津波・高潮ハザードマップ」とは、津波・高潮災害に対する地域住民の避難や施設整備等の検討のために、浸水が予測される区域と浸水の程度を示した地図（津波・高潮浸水予測図）に、必要に応じ避難場所・避難経路などの防災情報を加えたものである。

津波・高潮ハザードマップ作成のために必要な津波・高潮浸水予測図は沖縄県が作成した。今後は、この津波・高潮浸水予測図をもとに、各自治体において自治体の実態に合わせて適切で効果的な津波・高潮ハザードマップを作成することが、津波・高潮災害から住民を守るためにはきわめて重要である。

津波・高潮ハザードマップ作成・活用方法については、「津波・高潮ハザードマップマニュアル，平成16年4月」（（財）沿岸開発技術研究センター）と「津波・高潮ハザードマップ作成マニュアル，平成19年3月」（沖縄県）に、具体的に説明されている。

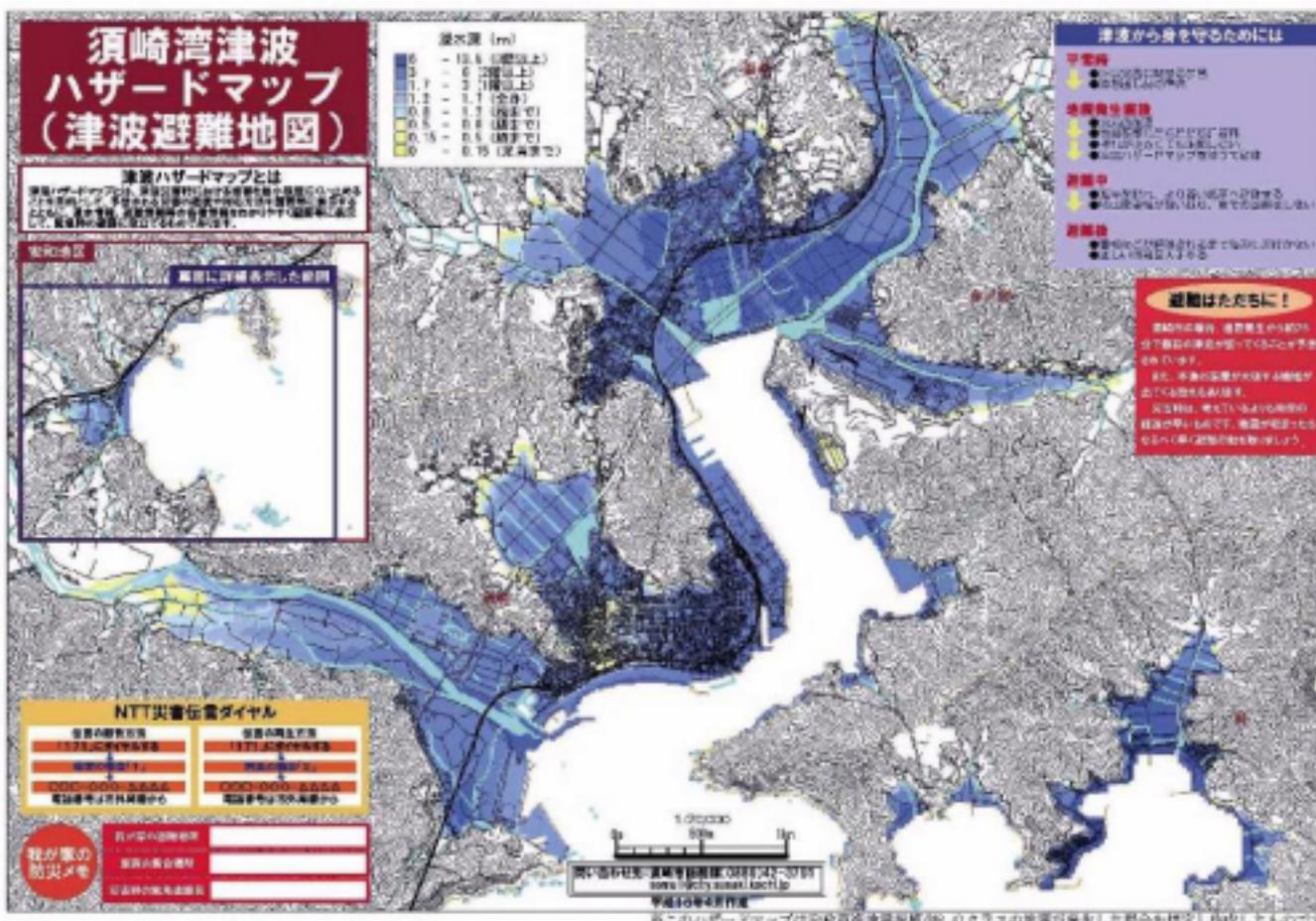


図 8.1-1 津波ハザードマップの例（須崎市）

8.2 各種津波・高潮対策の検討

当津波・高潮被害想定検討における想定外力においての浸水被害予測図等から海岸の保全施設の整備方針や被害対策を図る必要がある。整備には現状の海岸保全施設の機能充実を図るなどのハード面と情報伝達体制強化などのソフト面を組み合わせた被害の最小化対策の整備が重要と考えられる。

被害最小化対策は様々な主体により実施されるものであるため、各主体がどのように優先的に関わるべきかを考慮しつつ、沖縄県及び地元市町村、海岸・河川・港湾・漁港等の各施設管理者が共同して具体的な対策内容と危機管理行動計画を取りまとめ、地域防災計画に記述すると共に各種の計画に反映するべきである。

特に避難、防災情報の提供などに関する施策については、高齢者等の災害弱者に十分に配慮すべきである。

さらに個々の対策は相互に関連するため、それぞれの関係する行政機関が、被害想定毎の対策コスト、実現実行の可能性、事業のスピードや時期等の検証内容の連携を図り、総合的に推進する必要がある。

具体的な施策案

1) 浸水防護施設の着実な整備と信頼性の確保

堤防・護岸・水門等の海岸保全施設や河川施設について一層着実に整備を推進する。老朽化した施設や耐震性が不十分な施設については優先的に所要の機能を確保する。

津波・高潮防護施設の信頼性を確保するため、施設の天端高、耐震性、老朽度、水門等開口部の開閉機能等について確実に点検する。緊急的に対策が必要な施設については、応急対策計画を策定して計画的に推進する。

2) 日常的な管理体制の強化

防護施設の機能を確保するためには、管理者による日常的な施設点検の強化、その結果のデータベース化を図り計画的な維持管理対策に反映する。

3) 津波・高潮情報収集・伝達体制の強化

管理者等による潮位・水位の情報収集体制及び関係機関への情報伝達機能を強化し確実なものとする。例えば、緊急時の情報について「多くの情報」を「より早く」、「より広域」に、かつ「誤報がない」確実な伝達機能の強化による地域住民への安全な避難誘導等が挙げられる。

4) 大規模浸水を想定した被害最小化対策

大規模な浸水を想定し、被害を最小限に抑える対応策を講じる必要がある。

a . 浸水区域の最小化

浸水区域を最小に抑えるため、道路・公園等の盛土、河川堤防や連続した建築物の活用、浸水区域の拡大防止や速やかな排水のためのゾーン区分や仮設的な止水壁の設置場所の設定等を検討し、その方法をマニュアル化し、必要な機材の確保等を図る必要がある。

また、大規模浸水が予測される区域については、速やかな排水が可能となるよう、排水機の設置や仮設的な排水機の設置場所の確保などを図る。また、既存の排水機については、その機能を失わないよう耐水化、停電時の電力の確保等を図る必要がある。

b . 被害に遭いにくい建築物

浸水区域の建築物については、助成等を講じることで浸水に強い構造化（ピロティ化、止水壁の設置等）を推進することや、事業所等においてコンピューターや電源等を浸水被害を免れるような適正配置への誘導が考えられる。

c . 敏速かつ確実な避難・救援

浸水時の避難場所（高い公共施設やビル等を一時避難場所に利用）や避難経路の確保を図ることと、適切な避難誘導とそのための情報提供（分かりやすい津波・高潮ハザードマップの作成、あらゆる情報手段を活用した情報提供）の構築。

また、地元自治体職員の津波・高潮防災に対するスキルアップ、危機管理行動計画の策定、津波・高潮防災訓練及び研修の実施。

d . 浸水時のライフライン施設の機能維持

浸水時のライフライン施設等の迅速な復旧・復興を考慮した機能維持のための耐水化、救援ルート・復旧資材等輸送ルートの確保が必要である。

また、臨海部における有害物質（油類等）を保有、貯蔵する事業者に対して流出防止策の立案を指導する。

5) 過去の津波・高潮痕跡の集積と防災対策への反映

本調査では、津波・高潮の検証計算を実施した上で、浸水予測を行った。検証に用いた津波は1771年に発生した明和・大津波であり、宮古・八重山諸島を襲った歴史に残されている最大のものである。

しかし、各地に残されている「浸水の痕跡」や「地元の言い伝え」などには、明和・大津波の痕跡よりも高い場所に位置するものがあり、有史以前の津波の影響範囲は明和・大津波のものよりも高く（または広く）なることも考えられることから、今後の八

ガードマップ作成には、十分考慮しなければならないと思われる。

今後の防災対策のために、過去の津波・高潮の痕跡の更なる収集・集積及び解析から、危険地域の検証を繰り返すことも必要である。また、宮古島市の東平安名崎のような観光名所であつ、避難経路が限られる場所における観光客や地元の方への周知方法や防災対策には工夫が必要と考えられる。

6) 防災に関する更なる安全に向けて

- a . 津波・高潮災害の防災活動拠点の確保
- b . 防護施設の効率的な維持管理点検手法の高精度化、補修技術及び老朽化対策
- c . 沿岸域及び浸水域の防災に関わる制度面の各種研究

8.3 沖縄本島沿岸域の成果活用事例

平成 17 年度～18 年度に実施された、「沖縄県津波・高潮被害想定調査業務委託(沖縄本島沿岸域)」において、本業務と同様の成果が作成され、市町村等に配布された。

平成 19 年度には、これらの成果が、防災知識普及活動を始めたとした防災対策に活用されてきている。以下に、沖縄県の取り組みを整理した。

(1) 情報公開の内容

- ・ 本島編の結果については、沖縄県の HP に浸水予測図や動画等に掲載
- ・ 沿岸市町村、各関係機関には報告書調査結果のデータを配布
- ・ 県の広報番組(うまんちゅ広場、9 月 22、23 日放送)を活用し概要を紹介
- ・ 建設情報誌しまたてい((社)沖縄建設弘済会)で調査結果を報告

(2) 説明会・講演会の開催実績

平成 19 年 5 月 8 日：本島所在市町村及び関係機関への説明会開催
(調査結果、市町村による取り組み)

平成 19 年 7 月 5 日：防災気象講演会
(宮古島市他、調査結果、市町村による取り組み)

平成 19 年 10 月 29 日：防災・減災フォーラム 2007 in 沖縄
(パネルディスカッションに参加)

平成 19 年 11 月 6 日：津波対策市民セミナー
(宜野湾市主催、宜野湾市沿岸地域の浸水予測)

平成 19 年 12 月 1 日：防災・環境シンポジウム
(琉球大学他、調査結果)

9. 検討委員会

(1) 目的

沖縄県津波・高潮被害想定（宮古・八重山諸島沿岸域）検討委員会は、次の目的で開催された。

「沖縄県津波・高潮被害想定調査業務委託（宮古・八重山諸島沿岸域）」（以下「調査業務委託」という。）（発注者：沖縄県、受注者：国際航業（株）・（株）国建共同企業体）は、将来発生が予測される津波・高潮について、宮古諸島、八重山諸島（沖縄本島と周辺離島を除く。以下「宮古・八重山諸島沿岸域」という。）における津波・高潮のそれぞれの浸水や被害予測を実施することにより沖縄県の防災対策の基礎資料に資するとともに、各市町村が今後作成する津波・高潮に対する住民避難用ハザードマップに活用出来る基礎資料としてとりまとめるものであり、当調査業務委託の円滑な遂行のために、学識経験者等から構成される「沖縄県津波・高潮被害想定（宮古・八重山諸島沿岸域）検討委員会」（以下「委員会」という。）を設置し、技術的、専門的な見地から調査検討を行うことを目的とする。

(2) 委員

次の6名の学識経験者より構成された。

山下隆男	委員長	（広島大学大学院 国際協力研究科 開発科学専攻 教授）
石島 英	委員	（NPO沖縄台風センター研究会 会長）
河名俊男	委員	（琉球大学 教育学部 自然環境教育コース 教授）
仲座栄三	委員	（琉球大学 工学部 環境建設工学科 教授）
高橋智幸	委員	（秋田大学 工学資源学部 土木環境工学科 准教授）
中村 衛	委員	（琉球大学 理学部 物質地球科学科 助教）

(3)主な議事内容

委員会の主な議事内容は、次のとおりである。

表 8.3-1 委員会の主な議事内容

回	開催日時	会場	主な議事内容
1	平成 19 年 2 月 20 日	沖縄県庁 5 F	<ul style="list-style-type: none">・業務目的、内容・作業工程、委員会スケジュール・想定外力について
2	平成 19 年 5 月 29 日	沖縄レインボーホテル 3 F	<ul style="list-style-type: none">・津波の検証について・想定地震について・高潮の検証・想定台風について・詳細地区の選定結果
3	平成 19 年 10 月 15 日	沖縄レインボーホテル 3 F	<ul style="list-style-type: none">・津波浸水想定結果・高潮・高波浸水想定結果・浸水予測図の内容・被害想定項目と手法
4	平成 19 年 12 月 17 日	沖縄レインボーホテル 3 F	<ul style="list-style-type: none">・津波・高潮浸水予測図について・被害想定結果・その他成果品について・情報公開のあり方についての意見交換

参考文献

【津波の浸水想定】

- 今村文彦・吉田功・アンドリュー ムーア(2001)沖縄県石垣島における 1771 年明和大津波と津波石移動の数値解析.海岸工学論文集,第 48 巻,346-350.
- 岩崎敏夫・真野明(1979)オイラー座標による二次元津波遡上の数値計算,海岸工学講演会論文集.26,70-74.
- 沖縄県(1997)沖縄県地震被害想定調査報告書.
- 河名俊男・伊達望(2000)石垣島における 1771 年明和津波の遡上高と岩塊の移動.第 17 回歴史地震研究発表会講演要旨集,38-41.
- 河名俊男(2000)琉球列島南部の宮古諸島と八重山諸島における 1771 年明和津波の遡上高と岩塊の移動、及び沖縄島南部における大型台風の高潮と古津波による岩塊の移動.東海・東南海・南海地震津波研究会 津波防災対策現地調査 ガイドブック.
- 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫(1998)海岸工学論文集,第 45 巻,356-360.
- (財)亜熱帯総合研究所(2000) 沖縄における自然災害リスクとその対応力に関する基礎調査.
- (財)沿岸開発技術研究センター(2007)平成 18 年度 平良港沿岸域津波防災技術検討調査業務 報告書.
- サンゴ礁地域研究グループ編(1990) 日本のサンゴ礁地域 1 熱い自然 サンゴ礁の環境誌,83-98.
- 中村衛・伊良部修輔(2006)数値シミュレーションによる宮古諸島における古津波の波源域の推定(演旨).日本地震学会講演予稿集秋季大会,2006,81-81.
- 中村衛(2005)琉球大学理学部中村衛研究室ホームページ,
<http://seis.sci.u-ryukyu.ac.jp/hazard/tsunami/index.htm>
- 平石哲也・柴木秀之・原信彦(2001)円弧滑り法を利用した地滑り津波波源による明和八重山地震津波の再現.海岸工学論文集,第 48 巻,351-355.
- 盛本 勲(1988)実証された“明和大津波”.月刊文化財発掘出土情報(1988 年 1 号),156-180.
- Mansinha, L. and D. E. Smylie (1971) The displacement fields of inclined faults, Bull. Seism. Soc. Am., 61, 1433-1440.

【高潮の浸水想定】

- (財)沿岸開発技術研究センター(2001)CADMAS-SURF 数値波動水路の研究・開発 数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究会報告書.
- 加藤史訓、稲垣茂樹、野口賢二、福濱方哉(2005)2004 年の高潮・高波災害、国総研資料,第 273 号.
- 加藤史訓(2005)高潮危険度評価に関する研究、国総研資料 第 275 号.
- 仲座栄三・津嘉山正光・田中聡(1994)リーフ海岸における波・サーフビートに関する研究、海岸工学論文集、第 41 巻、86-90.
- 藤井健・光田 寧(1986)台風の確率モデルの作成とそれによる強風のシミュレーション,京都大学防災研究所年報,第 29 号 B-1,229-239.
- Delft University of Technology(2004)SWAN Cycle version 40.41 USER MANUAL.

【被害想定】

- 静岡県(2001)静岡県第 3 次地震被害想定 平成 13 年 5 月.
- 中央防災会議(2005)「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(第 15 回)資料.

【業務成果の利活用に関する提案】

- (財)沿岸開発技術研究センター(2004)津波・高潮ハザードマップマニュアル,平成 16 年 4 月.