

沖繩県津波・高潮被害想定調査業務委託
(沖繩本島沿岸域)

報 告 書
(概 要 版)

平成 19 年 3 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（沖縄本島沿岸域）

報告書 (概要版)

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.....	5
2. 資料収集・整理.....	6
2.1 地形データ作成のための資料.....	6
2.2 被害想定調査のための資料.....	6
3. 地形モデル作成.....	7
3.1 地形モデル作成の概要.....	7
3.2 メッシュ配置.....	8
3.3 地形データの作成.....	12
3.3.1 作成手順.....	12
3.3.2 詳細計算領域の地形データ作成.....	14
3.4 構造物データの作成.....	19
3.4.1 対象とした構造物.....	19
3.4.2 作成手順.....	20
3.5 粗度データの作成.....	21
3.5.1 作成手順.....	21
3.5.2 詳細領域での粗度係数の設定.....	21
4. 津波の浸水想定.....	23
4.1 想定地震.....	23
4.2 シミュレーション手法の概要.....	24
4.2.1 基礎方程式.....	24
4.2.2 計算条件.....	24
4.3 シミュレーションの条件.....	24
4.4 検証計算.....	26
4.4.1 検証対象地震.....	26

4.4.2	波源モデル	28
4.4.3	検証結果	29
4.5	広域シミュレーションの結果	31
4.5.1	広域シミュレーションの条件	31
4.5.2	広域シミュレーションの結果	33
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	39
5.	高潮の浸水想定	42
5.1	想定台風	42
5.2	シミュレーション手法の概要	42
5.3	検証計算	47
5.4	シミュレーション結果	53
5.4.1	波浪推算結果	53
5.4.2	高潮推算結果	53
5.4.3	VOF 計算結果	61
5.4.4	浸水シミュレーション結果	66
6.	被害想定	71
6.1	被害想定条件	71
6.1.1	想定外力	71
6.1.2	被害想定単位	71
6.1.3	被害想定項目と手法の概要	71
6.2	想定地震	73
6.3	想定結果	74
6.3.1	建物被害	74
6.3.2	人的被害	76
6.3.3	交通支障	79
6.3.4	ライフライン支障	81
6.3.5	危険物施設被害	83
6.3.6	防潮ライン・防潮施設被害	84
6.4	今後の課題	85
7.	成果の作成	86
7.1	成果一覧	88
7.2	浸水予測図	90
7.2.1	津波浸水予測図	90
7.2.2	高潮浸水予測図	94
7.3	C G (動画)	98

7.3.1 CG（動画）の概要	98
7.3.2 津波伝播CG	98
7.3.3 津波遡上CG（2次元）	103
7.3.4 津波遡上CG（3次元）	105
7.3.5 広域波浪CG	106
7.3.6 広域高潮CG	106
7.3.7 高潮浸水CG	107
7.4 ホームページ用データ	108
7.5 GISデータ	108
7.6 シミュレーションビュア	109
8. 業務成果の利活用に関する提案	111
8.1 津波・高潮ハザードマップの作成	111
8.2 各種津波・高潮対策の検討	112

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・高潮について沖縄本島と周辺離島（宮古諸島、八重山諸島を除く。以下「沖縄本島沿岸域」という。）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

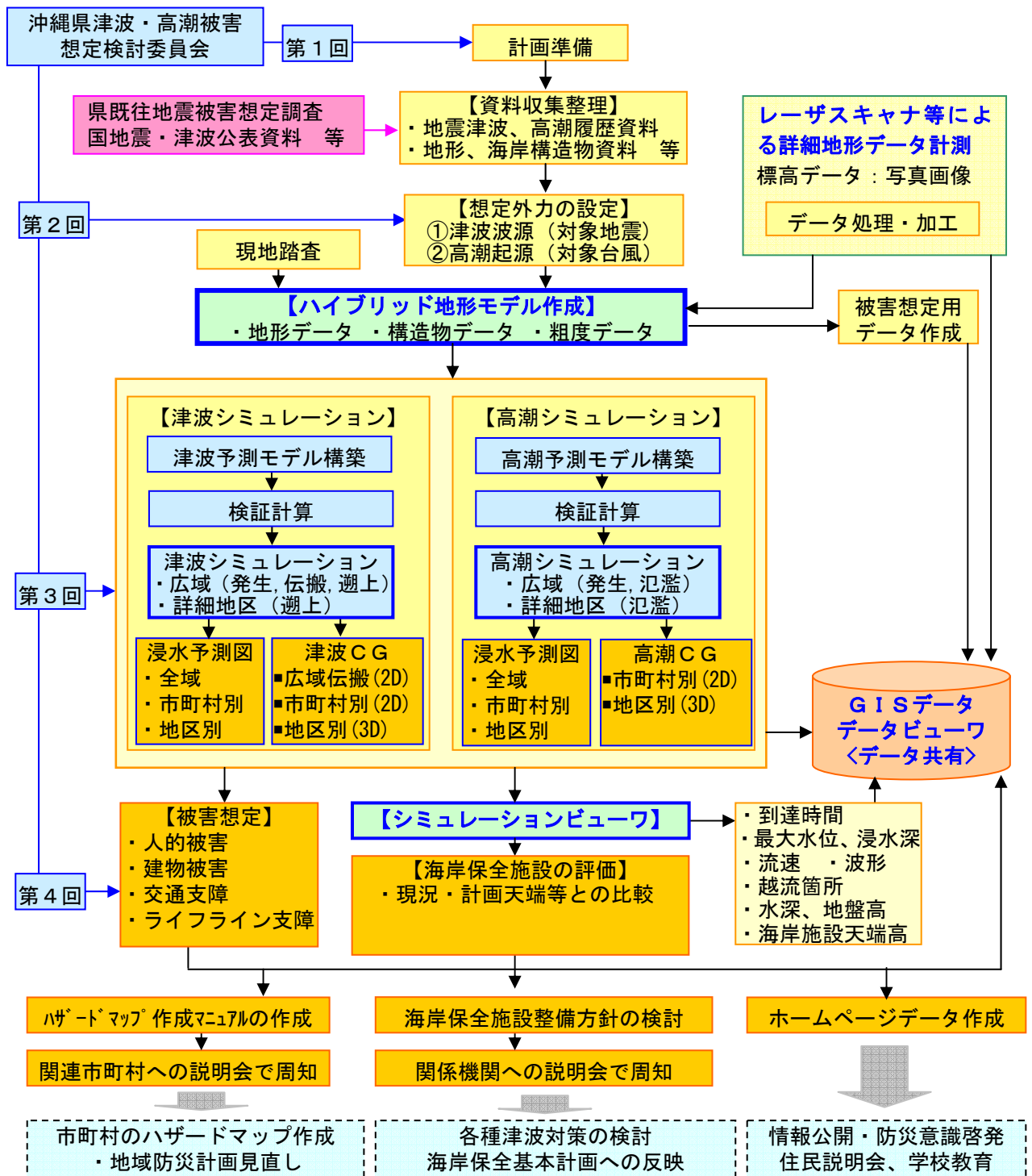


図 1.2-1 調査のフロー

1.3 対象範囲

想定する波源を含む海域から沖縄本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、北緯 10° ～ 32° 、東経 120° ～ 150° とした。津波の計算はこの中の沖縄県全体～鹿児島県を含む範囲とした。調査対象の沖縄本島沿岸域の海岸全体は 50mメッシュですべてカバーした。

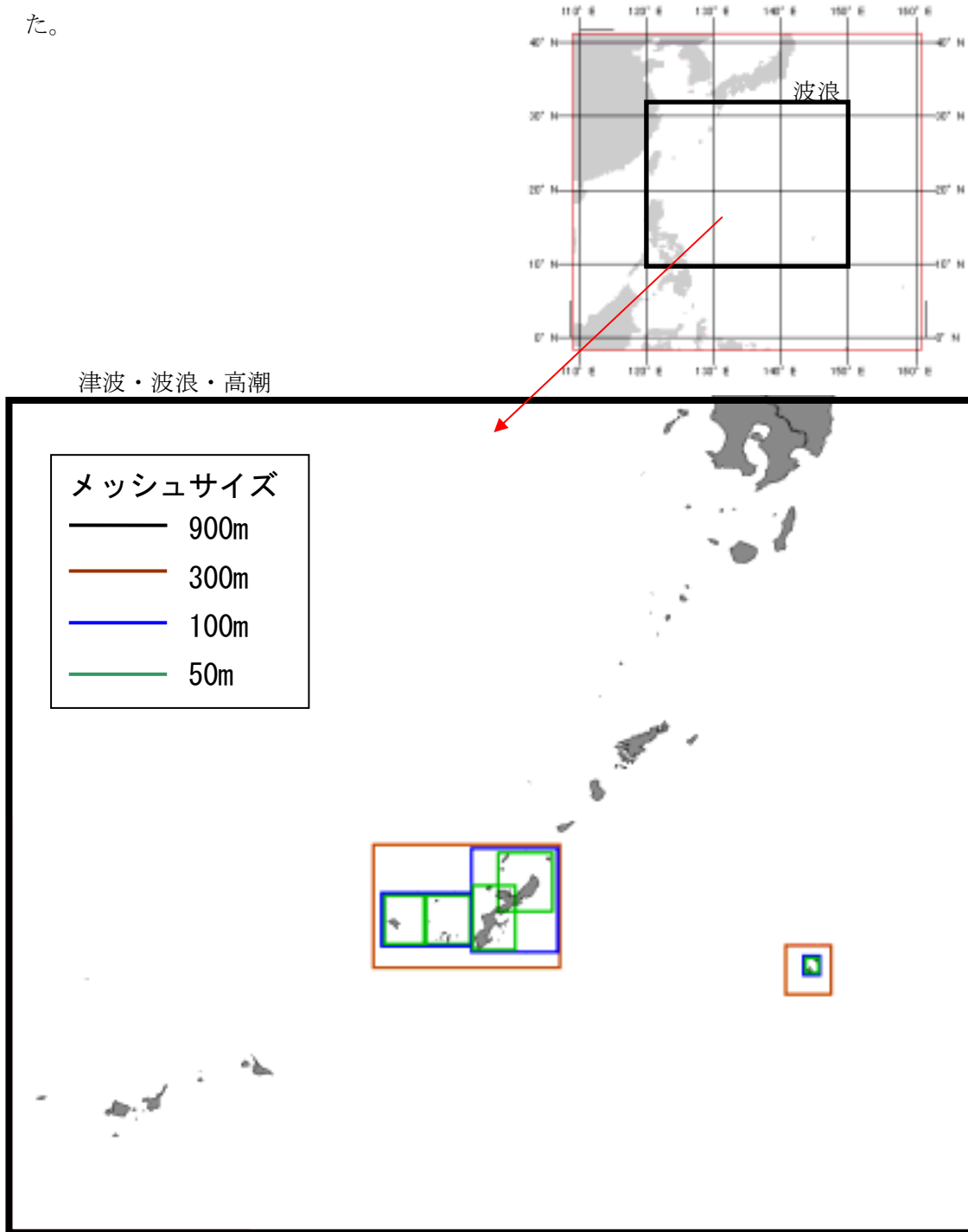


図 1.3-1 調査の対象範囲と計算メッシュサイズ

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。

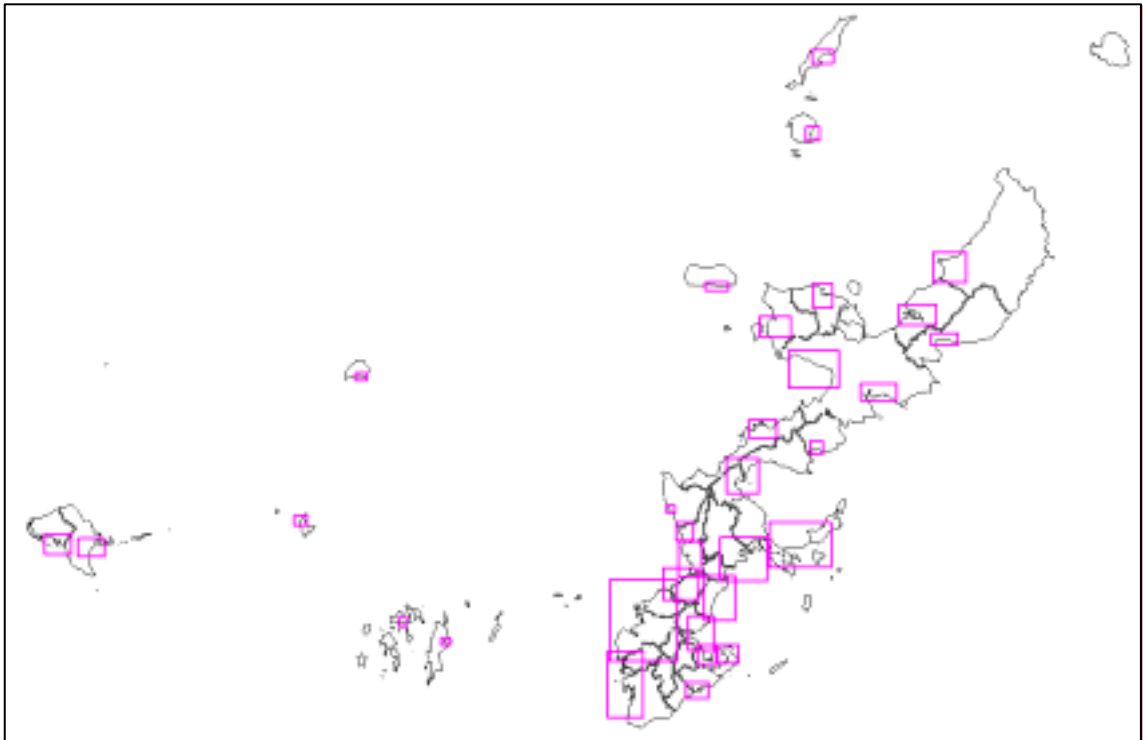


図 1.3-2 詳細計算領域の配置

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)	170部
津波浸水予測図 全域図 (縮尺 1/200,000)	340部
同 市町村別図 (縮尺 1/10,000~1/25,000)	1,050部
同 地区別図 (縮尺 1/10,000程度)	1,050部
津波・高潮 CG	50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)	沖縄総合事務局開発建設部 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	表 3.3-1 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、以下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 NTT西日本 沖縄県水道局、下水道課 沿岸各市町村 (上水道、下水道) 沖縄ガス	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 ガス供給施設位置
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。

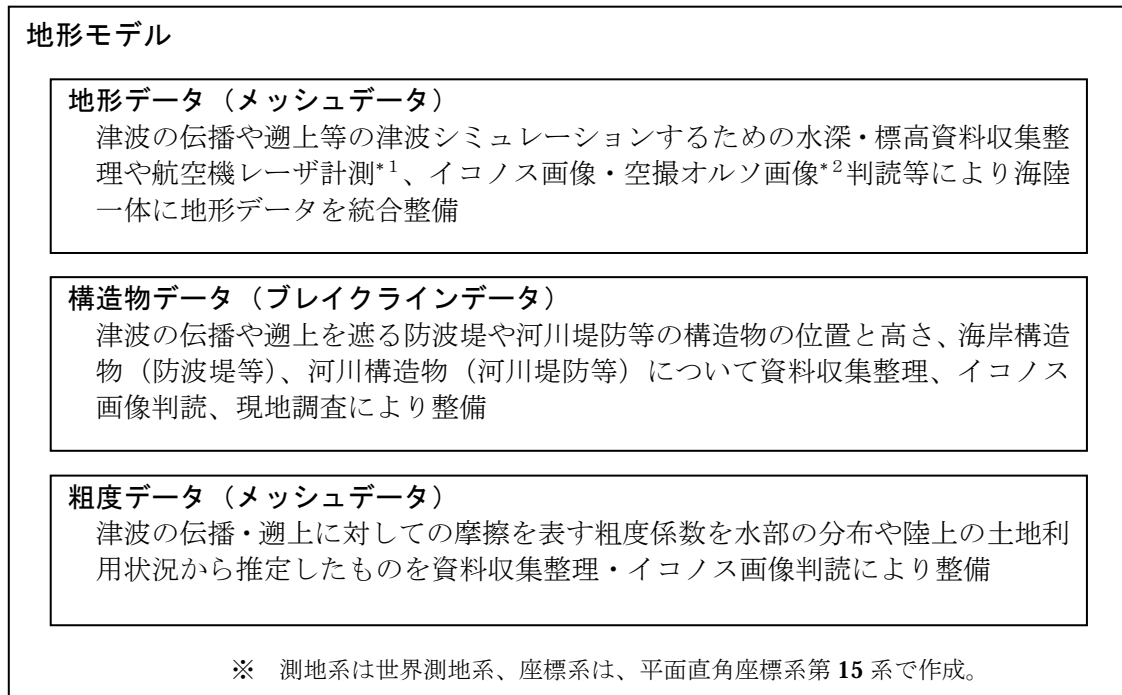


図 3.1-1 地形モデルを構成するデータ群

* 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、名護市・糸満市～宜野湾市、うるま市(旧具志川市)・沖縄市・北中城村周辺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 : イコノス画像・空撮オルソ画像

人工衛星 IKONOS による分解能の高い地上撮影画像である。

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。

衛星画像がない箇所については、空撮オルソ画像を活用した。

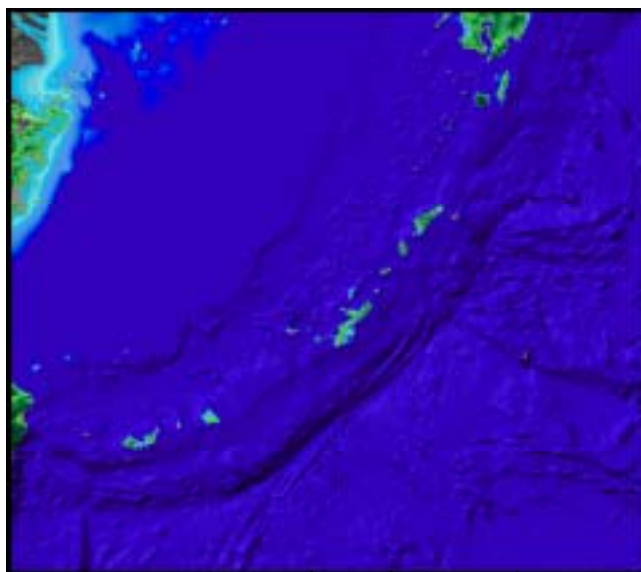
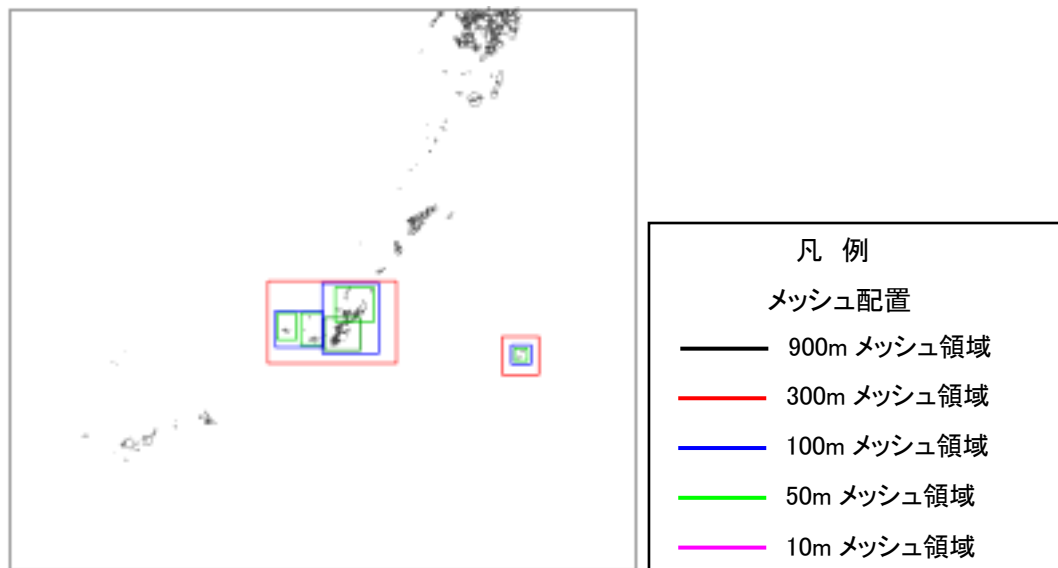


3.2 メッシュ配置

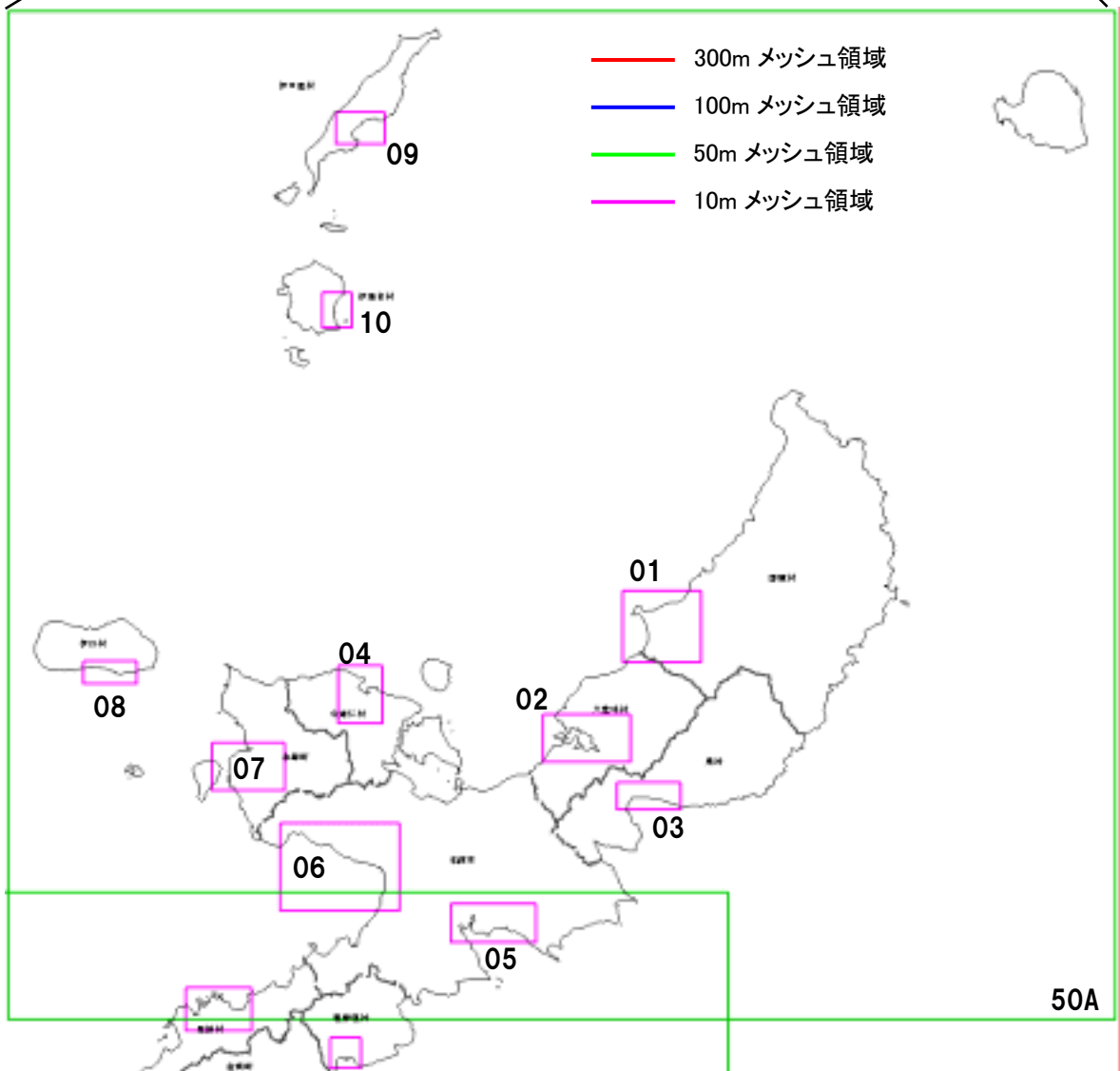
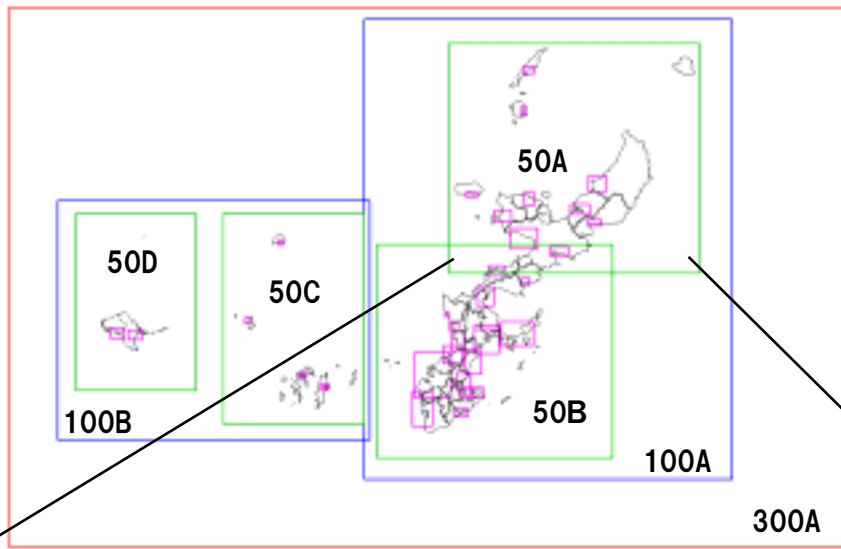
シミュレーションに用いるメッシュの配置を下図に示す。メッシュサイズ(格子間隔)は、沿岸域や陸域で精度良く計算できるように、沖合から沿岸域にかけて次第に小さくなるように設定した。

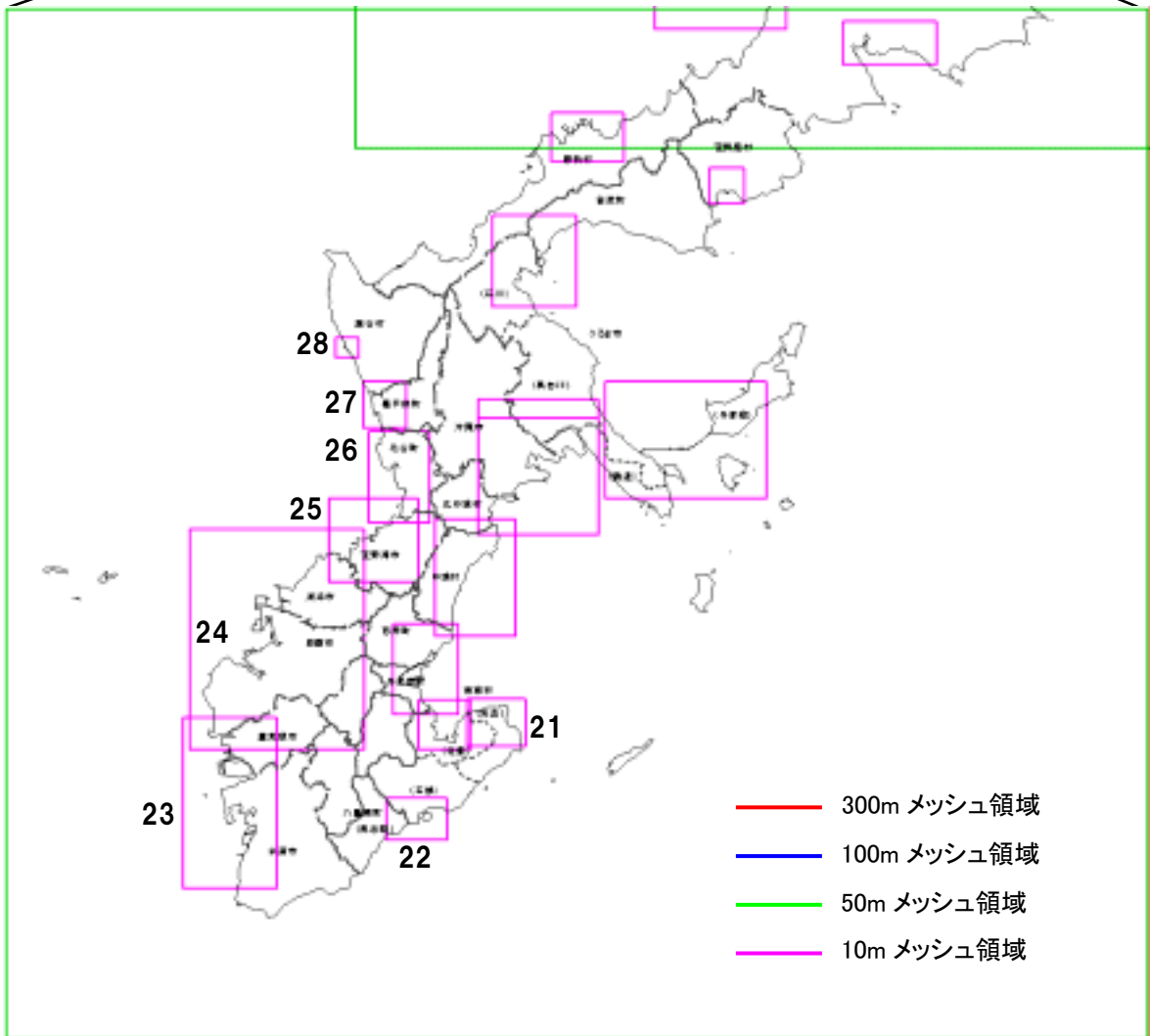
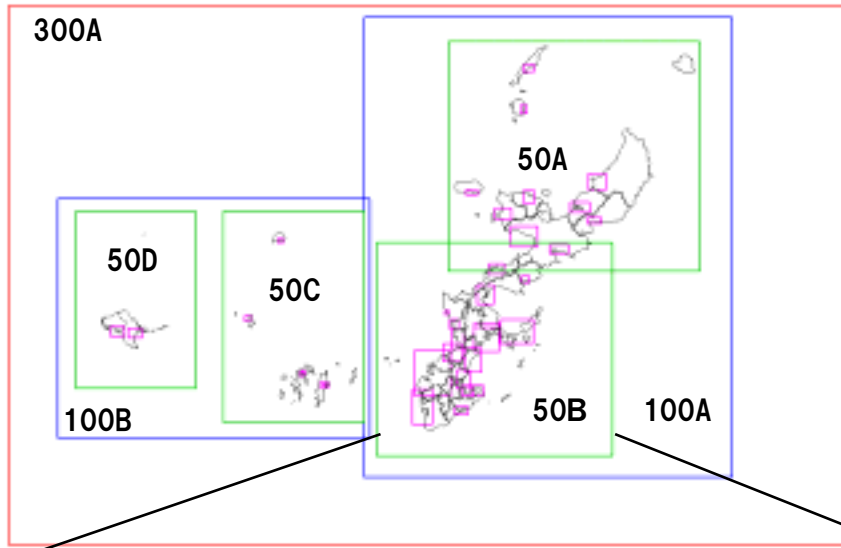
沖合領域では、津波の発生及び伝播を計算するために、プレート境界などを含みかつ想定震源断層を包括できるように設定した。

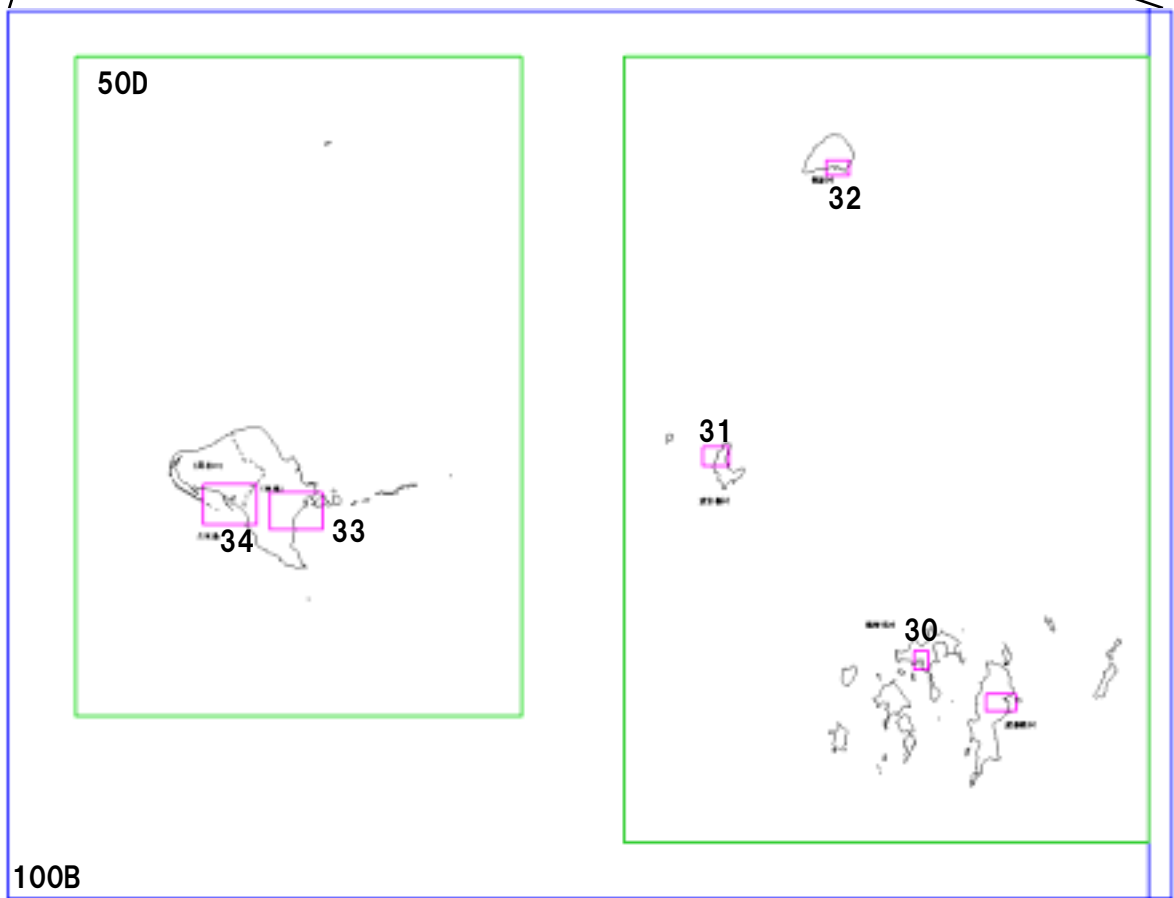
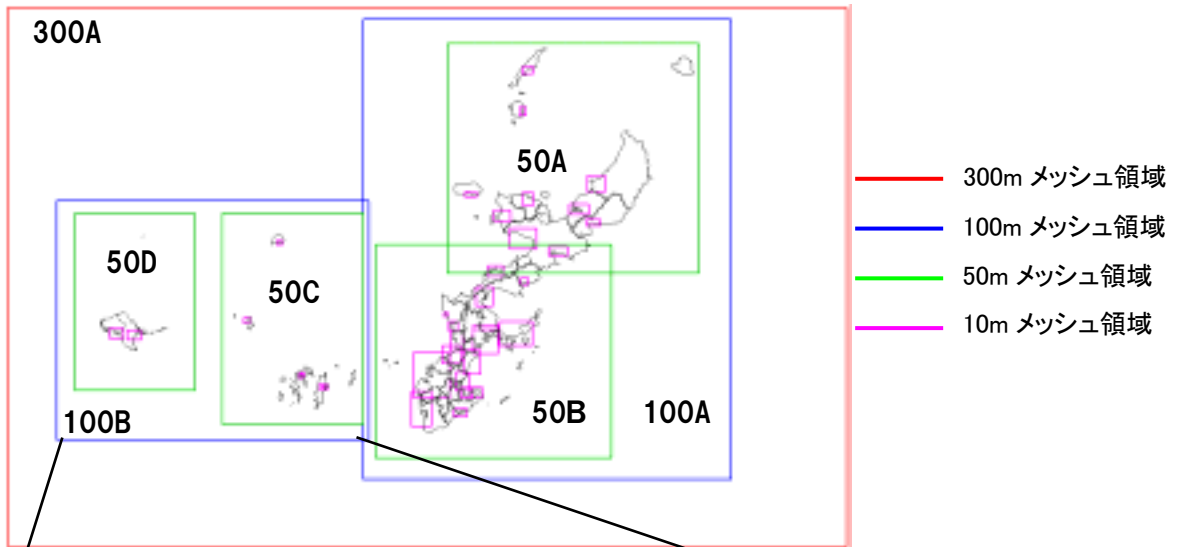
沿岸全域を沿岸部領域とし、50mメッシュで地形モデルを作成した。また、沿岸市町村において、既往災害や地形状況から津波浸水が著しくなる恐れのある範囲、また人口が集中する範囲をそれぞれ1地区選定し、詳細領域として10mメッシュで地形モデルを作成した。メッシュ配置図に示した赤色枠の範囲が、1市町村1地区選定した詳細地区を示している。



900mメッシュ領域 地形データ 鳥瞰イメージ

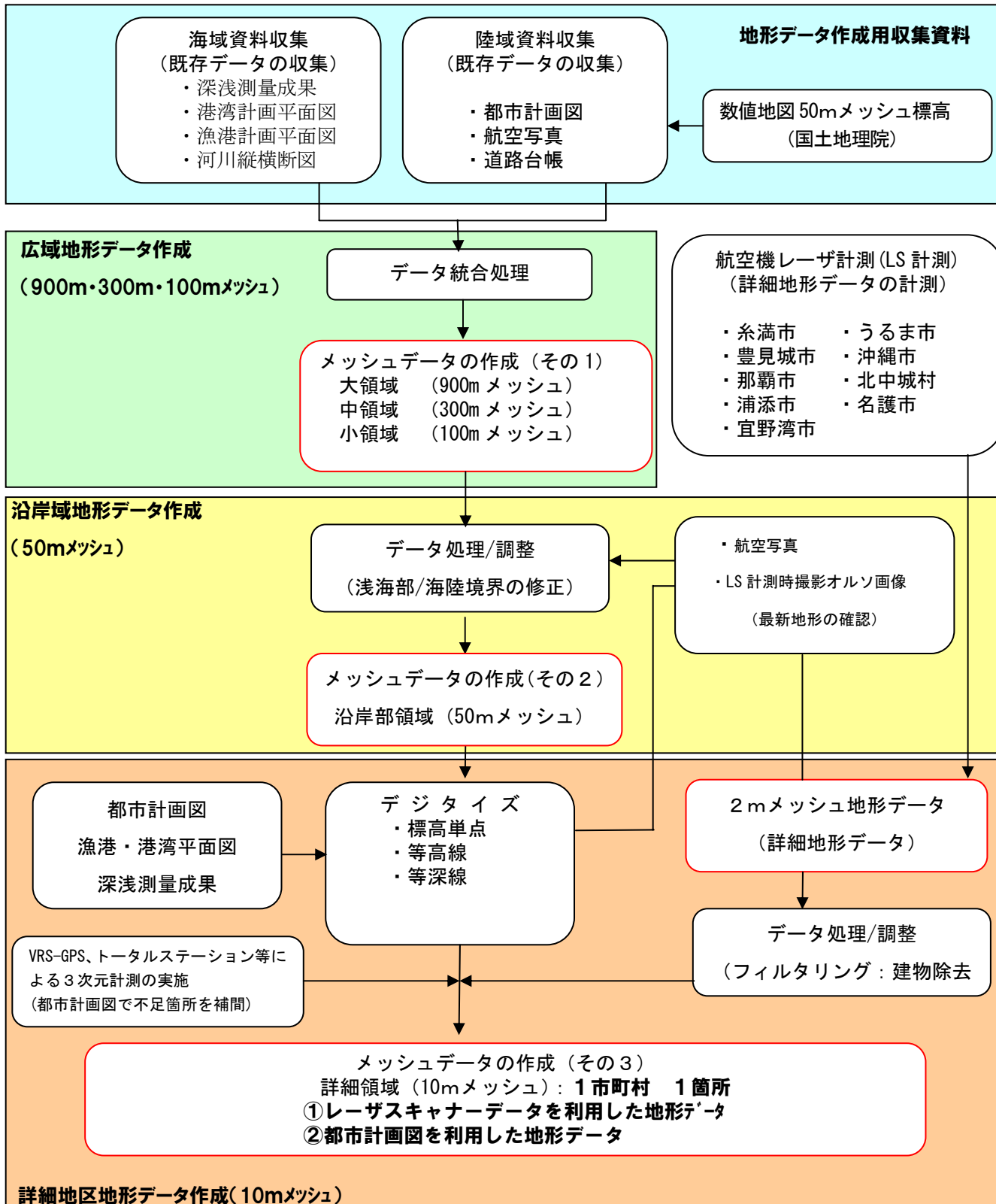






3.3 地形データの作成

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・海岸等の深淺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・等高線等をデジタル化した。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
イコノス画像	1m解像度 正射投影 人工衛星画像						●	日本スペースイメー ージング (株)
空撮オルソ画像	0.4m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、①都市計画図やDM、海域は漁港平面図・港湾平面図を活用し、単点標高の不足箇所については、VRS計測等の実測により不足箇所を補いデータを作成した。また、イコノス衛星画像や空撮オルソ画像で現状を視覚的に認識し、海陸境界および道路・鉄道の盛土等施設の整備状況、人工改変の状況などを確認して地形データの作成に活用した。なお、イコノス衛星画像の地上解像度は1m、水平精度は±3.5m（1/5,000地形図精度相当）である。糸満市～宜野湾市、名護市、うるま市(旧具志川市)・沖縄市・北中城村については、精度向上のために②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。

①都市計画図・DMを利用した地形データ作成手順

収集データのデジタル化（スキヤニング）→ GISソフトへの取り込み

【都市計画図・漁港港湾台帳平面図等】



単点標高・等深線および等高線データのデジタル化



メッシュ化（データ統合・データ補間）

②航空機搭載型レーザ計測データを利用した地形データ作成手順

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イコノス衛星画像・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。

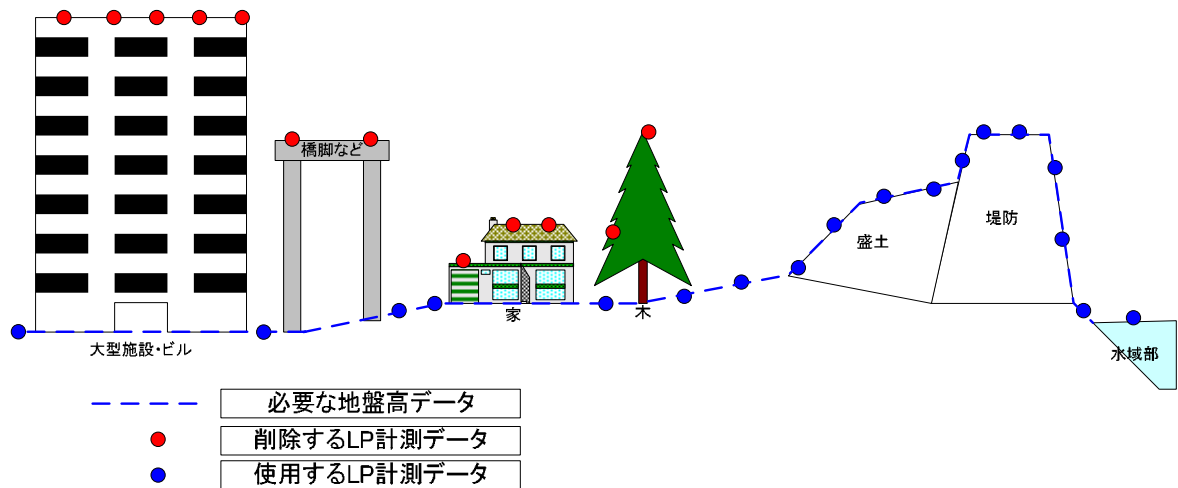
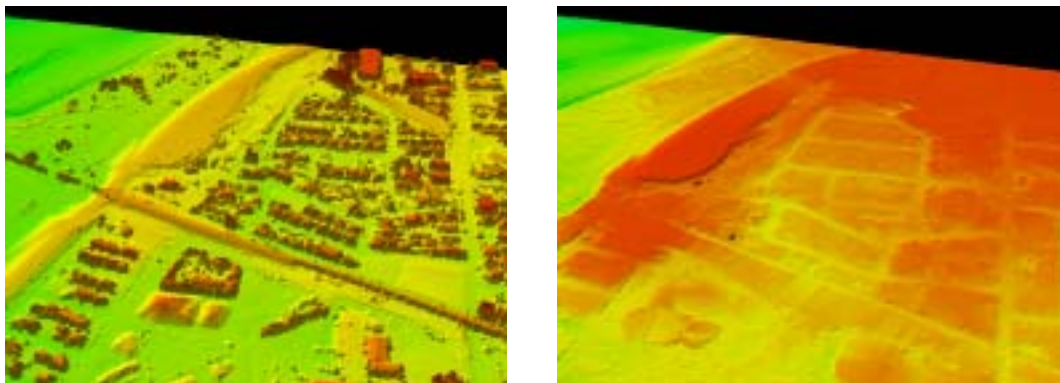


図 3.3-1 レーザ計測データイメージ



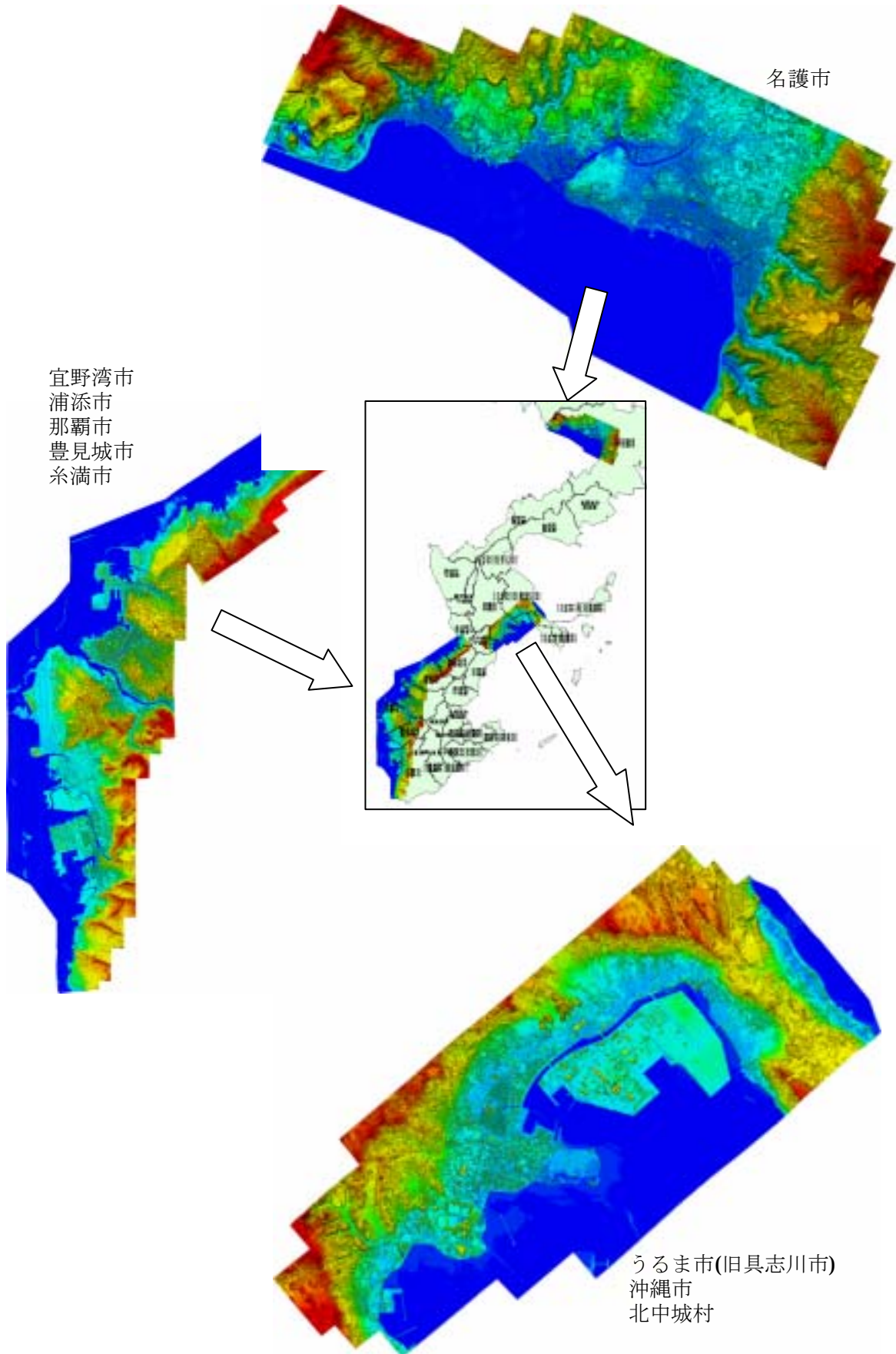
DSM

DEM

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)。

○レーザ計測箇所（陰影図）



○レーザデータを用いた地形データ作成例：糸満市・豊見城市

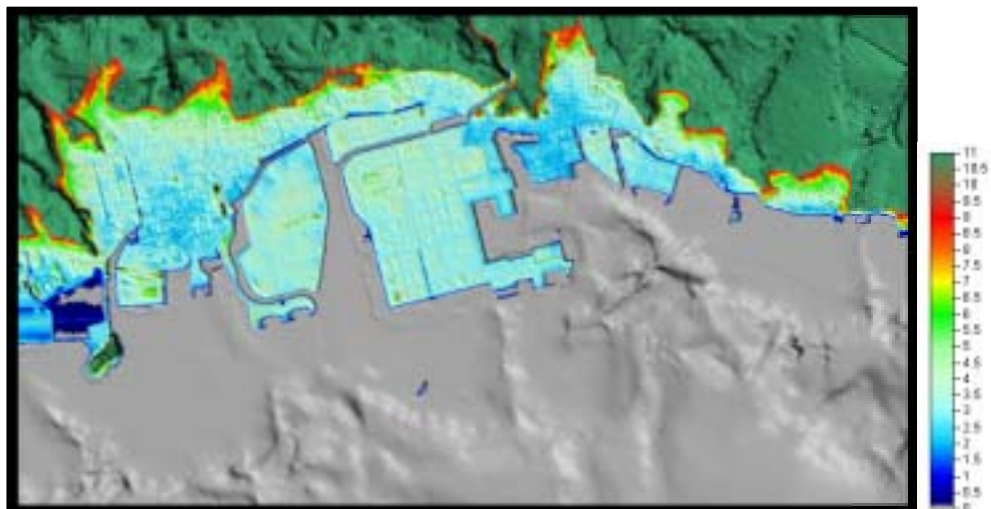
①レーザプロファイラ生データから作成した10mメッシュ地形データ
(家屋・樹木が残っている)



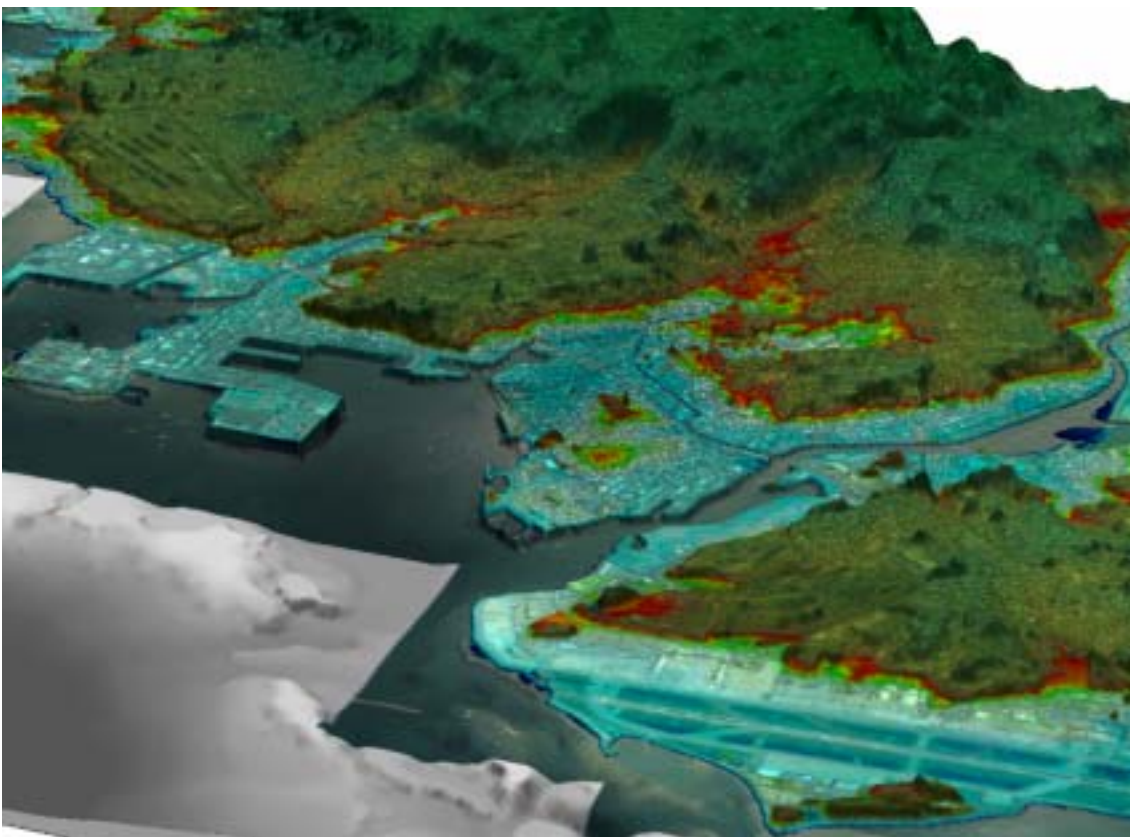
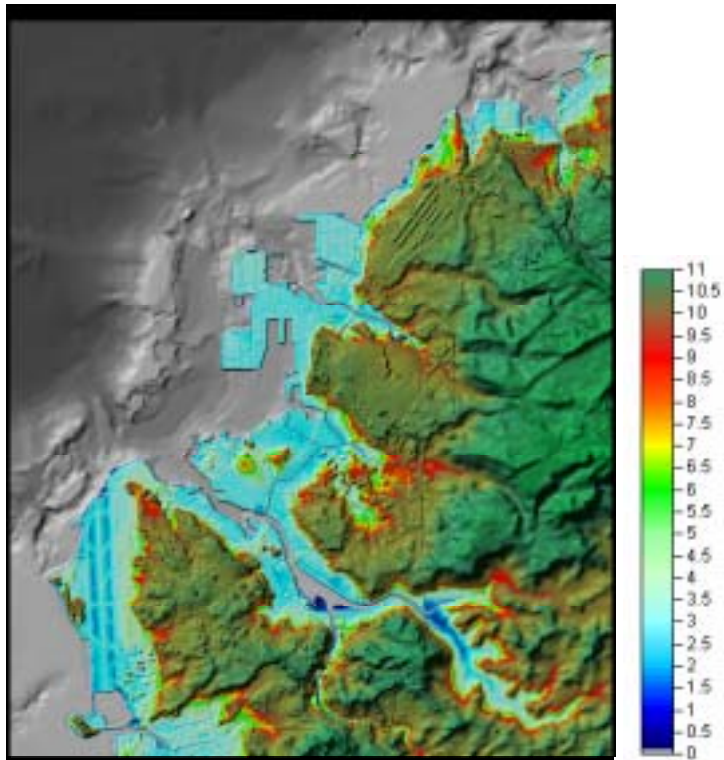
②レーザプロファイラ計測時に同時撮影したオルソ画像



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：那覇港周辺)
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

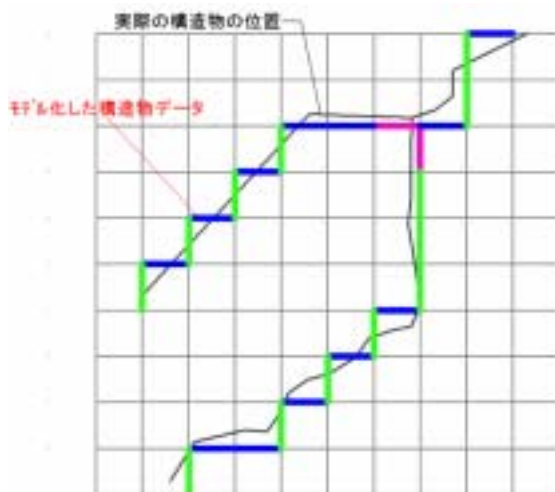
港湾・漁港・海岸の構造物、河川構造物等の構造物を対象とし、位置と天端高の情報を整理した。構造物は、平成**18**年**3**月末時点で完成しているものを対象とした。

表 3.4-1 港湾・漁港海岸の構造物データ

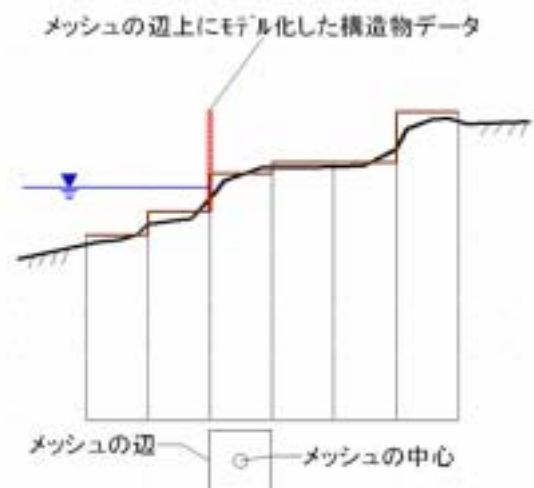
対象	防波堤、防潮堤、護岸、胸壁、離岸堤、突堤、導流堤、防砂堤、水門、門扉、陸閘 ただし、小規模な構造物はデータ化の対象外とした。 ・詳細領域(10m メッシュ範囲)では、延長 10m 未満のもの ・沿岸部領域(50m メッシュ範囲)では、延長 40m 未満のもの
出典資料	港湾施設：港湾台帳、港湾計画平面図、竣工図面等 漁港施設：漁港台帳、漁港計画平面図等 海岸施設：海岸保全施設台帳、海岸施設平面図、竣工図面等

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 XV 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、イコノス画像、航空写真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、天端高を属性として与えて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。*世界測地系 平面直角座標第Ⅱ系および第Ⅰ系
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イコノス画像・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。

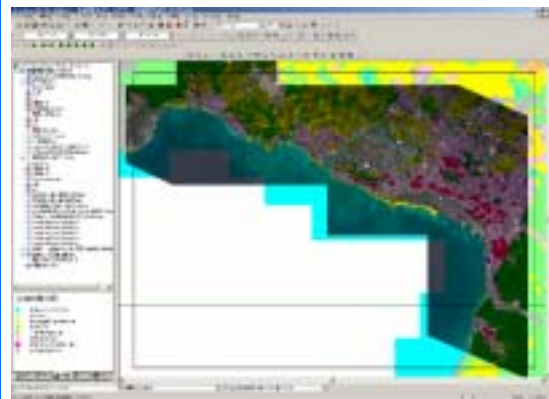
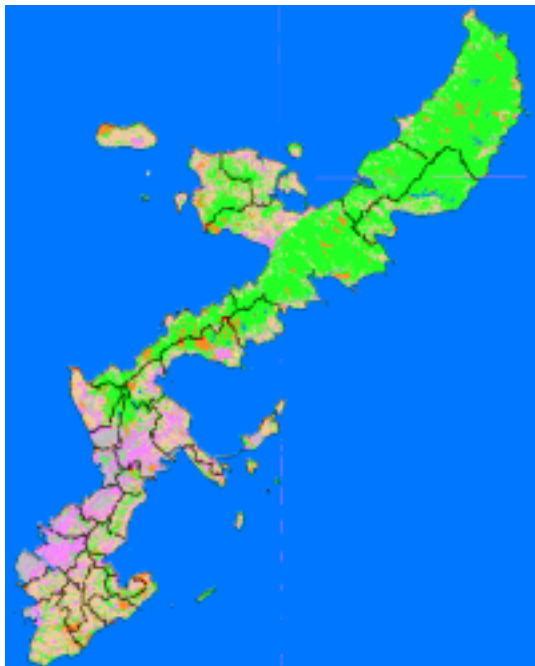
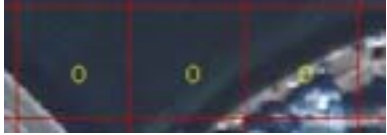









表 3.5-1 詳細領域での粗度係数の決定

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 5m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、琉球海溝、沖縄トラフ、琉球弧の海底活断層などや、近年周辺に比べて地震活動が活発でない領域（例えば平成 9 年調査の波源位置）が想定される。次の点を考慮して、中村(2005)および沖縄県(1997)を参考に設定した。

【想定地震の設定での留意事項】

- 中村(2005)が M7.4 で想定していた、沖縄トラフおよび琉球弧の地震についても、琉球海溝と同様に M7.8 を想定する。
- 図 4.1-1 に示した C01、B04、C02、D01、H9 の各震源を想定する。
- C01、B04、C02 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、沿岸の各地域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。

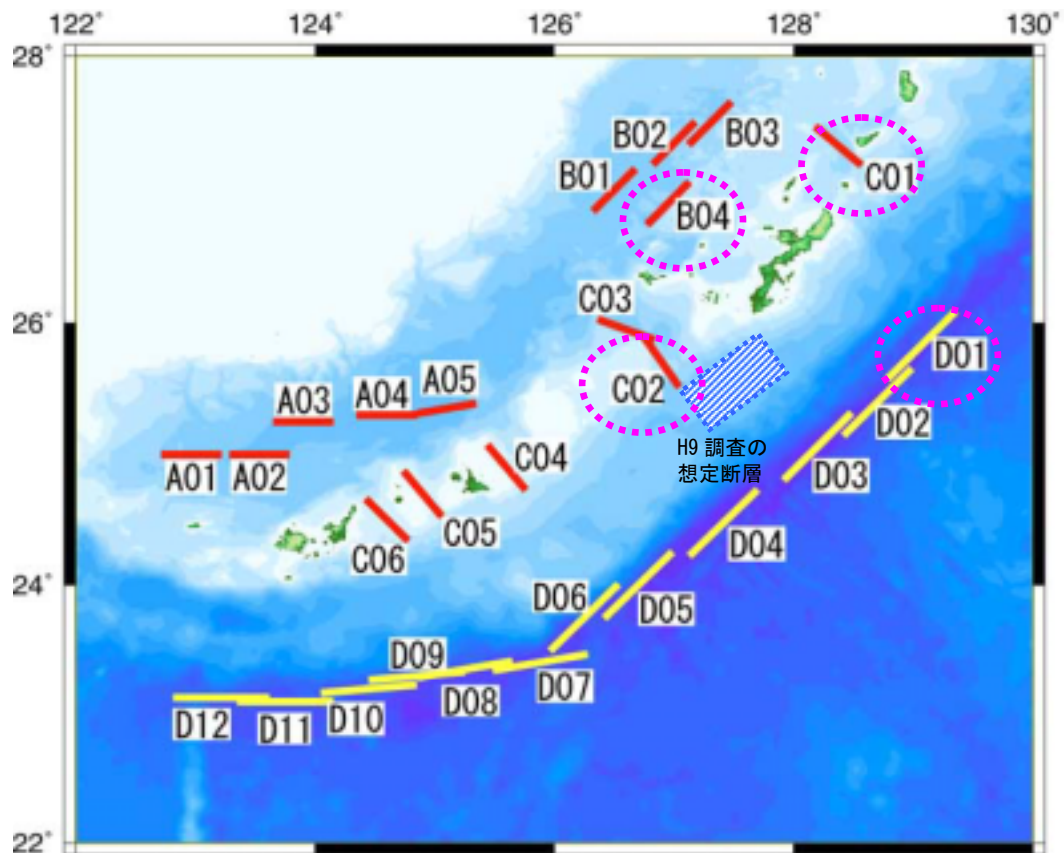


図4.1-1 想定地震の位置（中村,2005 に加筆）

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
検討対象とする地震津波	1995年10月喜界島地震
想定地震津波の波源モデル	①沖縄本島南東沖の想定地震 ②沖縄本島南西沖の想定地震 ③久米島南東沖の想定地震 ④久米島北方沖の想定地震 ⑤沖縄本島北方沖の想定地震 のうち各地域で最も影響の大きい3地震とした。
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	900m、300m、100m、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、同時に津波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	対象3ケースについて、全域で津波遡上シミュレーションを実施。（市街地は最小計算メッシュ間隔=10m）。最大浸水深、浸水区域より津波浸水想定区域図を作成
計算時間	3時間以上
計算時間間隔	0.1～0.5秒（計算安定条件を満たすよう設定）
地盤変位量	マンシンハ・スマイリ（1971）の方法

初期条件	初期水位変動量＝海底地盤変位量の鉛直成分
潮位条件	朔望平均満潮位（＝EL+0.8m）
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。）陸域はオルソフォトから土地利用を読み取り設定する
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）
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	一級河川および河口幅 40m 以上の二級河川を基本とし、計算メッシュ間隔、河口幅、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、河床高（朔望平均満潮位以下）を与える ◆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 ・河川管理施設

津波防災施設の効果については、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く、かつ、水門・陸閘などが津波到達前に全て閉鎖することができるという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たり、水門・陸閘などが閉鎖できなかった場合など、最悪のケースと考えられる。どの構造物が破壊されたり、閉鎖できない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 検証対象地震

調査対象領域付近の地震として、**1995**年奄美大島近海地震を検証の対象とした。

この地震は、**1995**年**10**月**18**日**19**時**37**分（日本時間）に喜界島南東沖（図**4.4-1**）で発生し、気象庁マグニチュード**6.9**の地震で、喜界島で震度**V**を記録した。この地震で喜界島、奄美大島に**1**mを超える津波が来襲した。図**4.4-2**に、都司(1997)による喜界島の各地における津波の浸水高さを示す。



図1-2 奄美群島周辺での地形図、星印は10月18日の震央

図4.4-1 1995年奄美大島近海地震の震央（今村ほか,1996より）



図2 喜界島での津波の浸水高さ。

18日の本震と19日の大きな余震による津波の正味の水位上昇量を示す、かっこ内の数字が19日の津波。

図4.4-2 喜界島での浸水高さ（都司,1997より）

この地震による津波は、各地の検潮所で観測された。沖縄県でも、中城湾港および那覇港で観測された。佐竹・谷岡(1997)は、各地の検潮所で観測された津波波形をデジタル化し、潮汐成分を取り除いたものを整理して、解析に利用している(図 4.4-3)。この検潮記録によれば、中城湾港では6 cm、那覇港では5 cmの津波が観測されている。

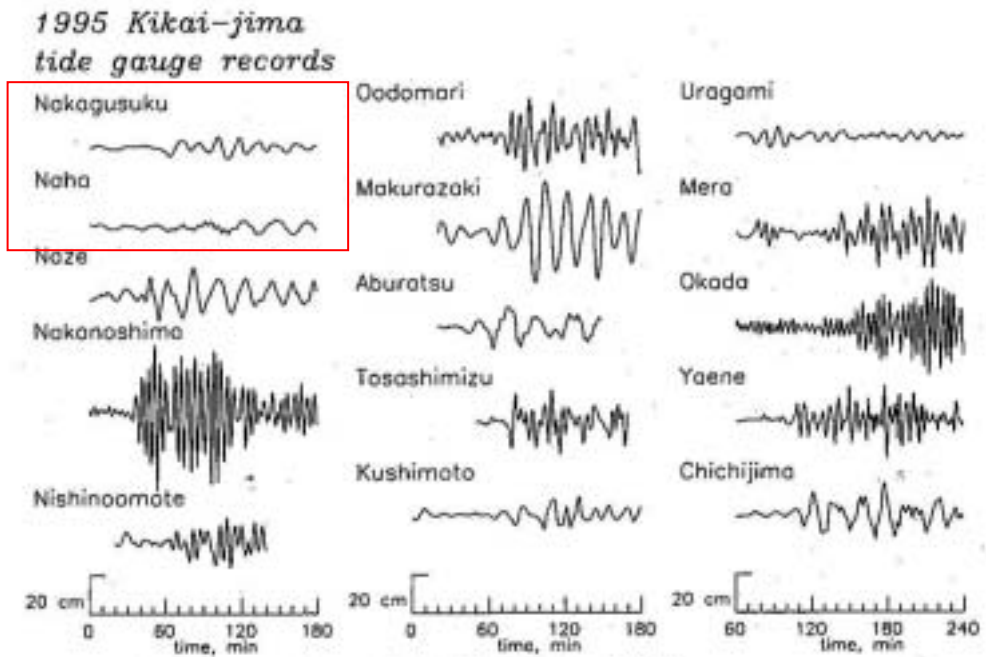


図 4 奄美大島近海地震からの津波波形。
 図 1 に示した検潮所での津波波形をデジタル化し、潮汐成分を取り除いたもの。横軸は発震時からの時間(分単位)。

図4.4-3 検潮所における津波波形(佐竹・谷岡,1997 より)

4.4.2 波源モデル

検証にあたり、既往の研究において検証されている波源モデルを利用する。

佐竹・谷岡(1997)は、震源の深さ、モーメント・テンソル解、余震分布、GPS観測による地震時の地殻変動といった各種観測データを参考にして、いくつかの断層モデルを設定した(表 4.4-1)。このうち、モデル LA が各種観測データを最もよく説明すると結論づけている。

表 4.4-1 想定ケース

モデル	長さ (km)	幅 (km)	走向 (°)	傾斜 (°)	すべり量 (m)	深さ (海底下 km)	備考
LA	60	30	32	20	1	10-20	
HA	60	30	212	70	1	10-38	
LA-shallow	60	30	32	20	1	1-11	
LA-deep	60	30	32	20	1	20-30	
LA-offshore	60	30	32	20	1	10-20	約 30km 沖合
Kikuchi	30	15	212	74	2.3	15-29	モーメント小

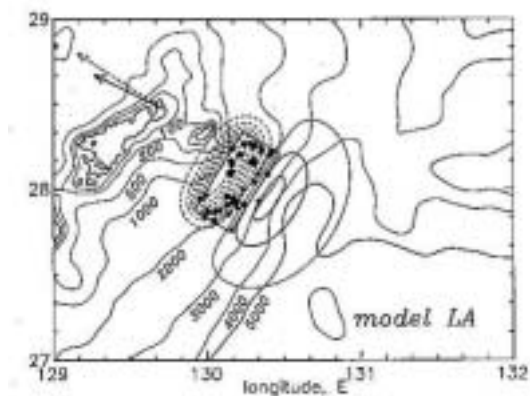


図4.4-4 モデル LA による地殻変動量 (佐竹・谷岡,1997 より)

本調査では、佐竹・谷岡(1997)のモデル LA により、中城湾港、那覇港における津波の高さを算定し、観測結果と比較することとした。

4.4.3 検証結果

(1) 検潮所の最大水位の比較

検証を行うに当たり、50mメッシュの地形モデルを用いた。また、検証位置は、下図に示す検潮所(図 4.4-5の○内の▲)とした。検証計算結果によれば、最大水位は、那覇港で3~4 cm、中城湾港で6~7 cmになった。

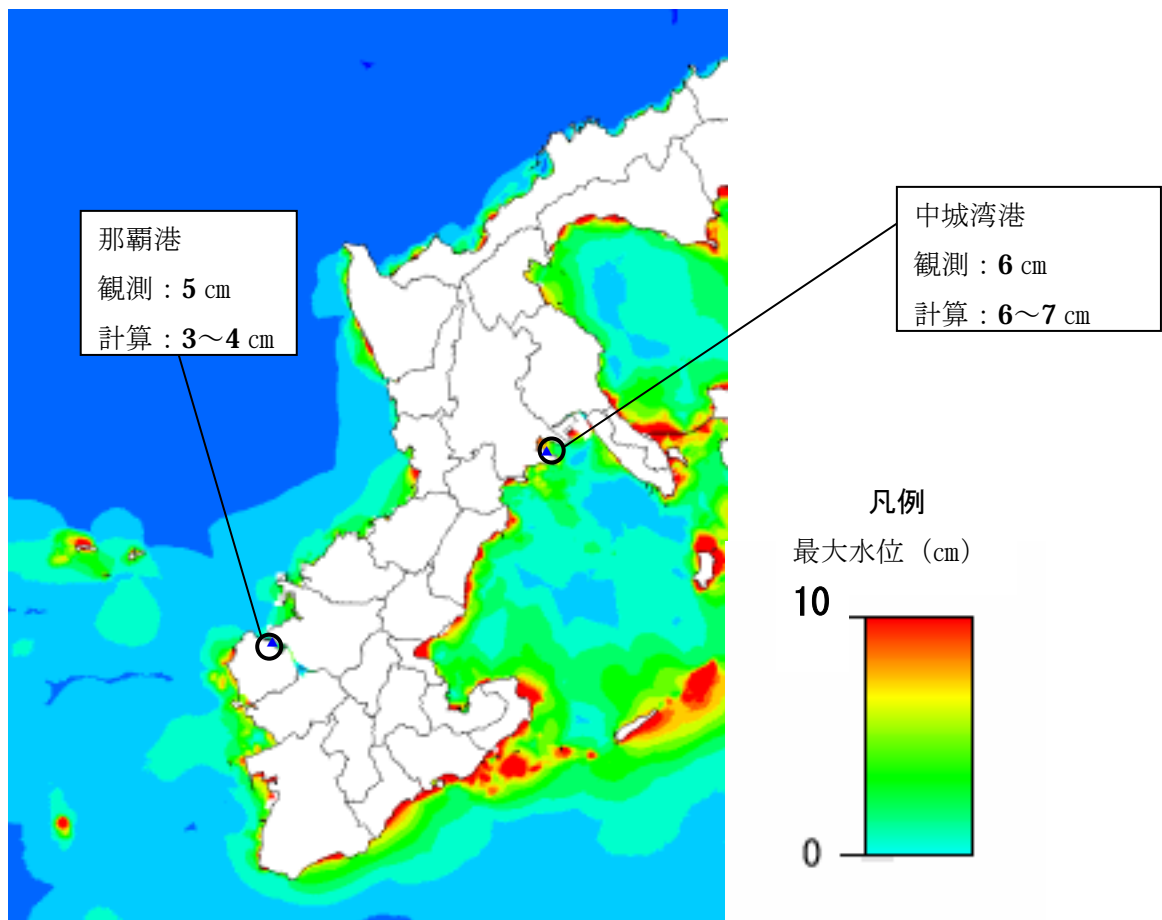


図4.4-5 那覇港、中城湾港周辺の最大水位の計算結果

(2) 喜界島での観測記録との比較

計算対象領域は沖縄本島周辺であるが、実際の津波遡上の観測記録がある、喜界島での観測記録と計算結果についても参考までに比較した。

喜界島周辺は900mメッシュ計算領域なので、精度の高い遡上計算はできていないため、到達時間、水位の傾向を比較した。水位の傾向の比較結果は、図 4.4-6に示した。傾向はほぼ説明できることが示された。到達時間については、浦原での水位変化の開始が4~5分(都司,

1997)であるのに対し、計算ではこの時間に引き波が-20 cmに達していた。津波到来が±20 cm程度の水位変動に対して認識されるとすれば、ほぼ再現できていると考えられる。

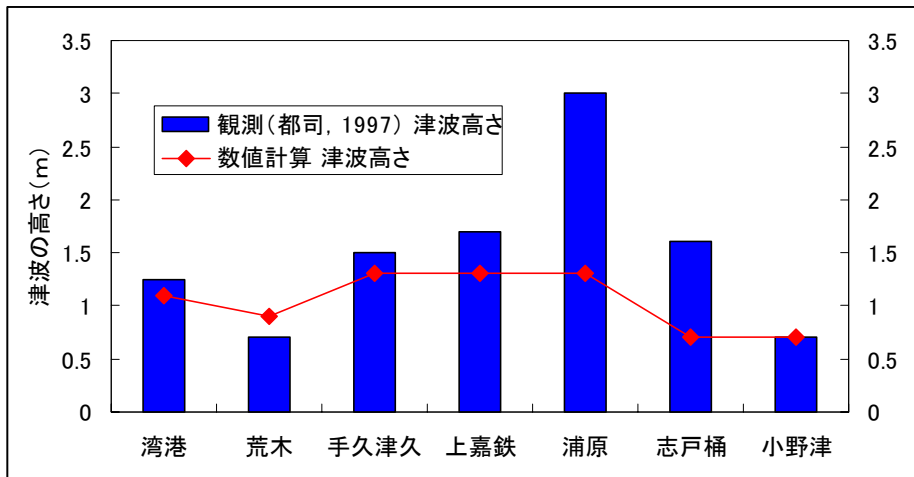


図4.4-6 喜界島での津波痕跡と計算結果の比較

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**D01** は、西側が落ちる正断層とする。
- ②**B04**、**C02**、**C01** は、西落ち、東落ちの両方を検討する。
- ③本島南西沖の地震は、平成 9 年調査の想定地震の規模を小さくしたものを検討する。
地震の規模は、**D01** と同じ **M7.8** とする。

以上より、表 4.4-1 に示す 8 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

番号	モデル名	波源位置	概要
1	D01W	沖縄本島南東沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 225° 西落ち)
2	H9RF	沖縄本島南西沖	逆断層 (M7.8, 傾斜角 30°, 走向 235°)
3	C02W	久米島南東沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 145° 西落ち)
4	C02E	久米島南東沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 325° 東落ち)
5	B04W	久米島北方沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 225° 西落ち)
6	B04E	久米島北方沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 45° 東落ち)
7	C01W	沖縄本島北方沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 130° 西落ち)
8	C01E	沖縄本島北方沖	正断層 (M7.8, 傾斜角 60°, 走向 310° 東落ち)

広域シミュレーションに用いた想定地震の断層パラメータを表 4.5-2 に示す。沖縄本島南西沖の地震については、中村(2005)を参考に設定した。

表 4.5-2 計算に用いた断層パラメータ

震源 (表 4.5-1 中の番号)	1	2	3	4	5	6	7	8
マグニチュード	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
断層の長さ (km)	80	80	80	80	80	80	80	80
断層の幅 (km)	40	40	40	40	40	40	40	40
断層上端深さ (km)	10	7.5	2.0	2.0	5.0	5.0	2.0	2.0
走向 (°)	225	235	325	145	225	45	130	310
傾斜 (°)	60	30	60	60	60	60	60	60
横ずれ (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0
縦ずれ (cm)	400	400	400	400	400	400	400	400

注) 海底活断層を参考に位置および走向を設定しているが、実際には屈曲している活断層と、モデル化した断層の走向は必ずしも一致しない。ただし、今回のモデルの方が防災上の影響が大きくなるのが想定され、調査の目的上は適切なモデルとして採用している。

(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。

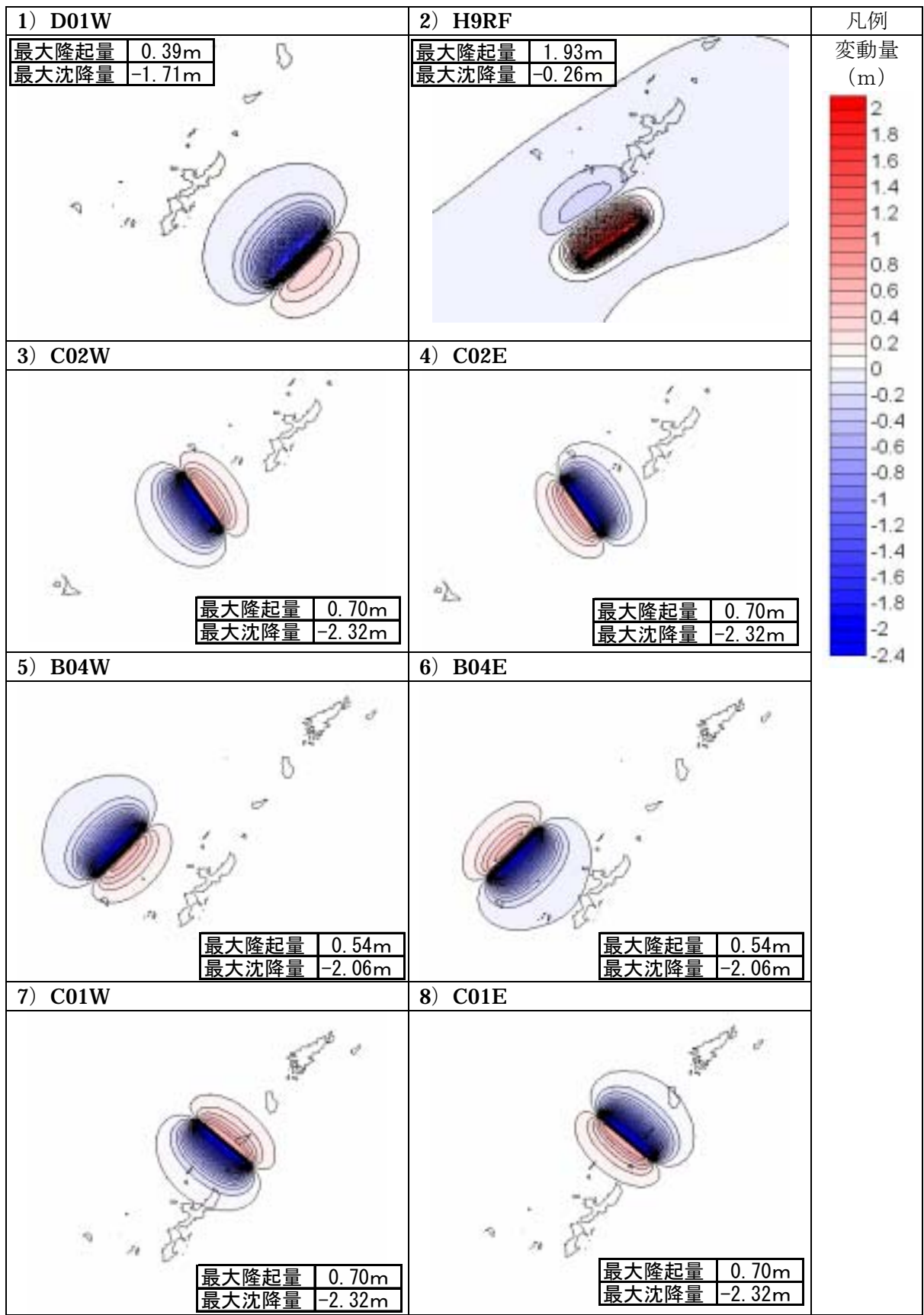


図4.5-1 各想定地震の垂直地盤変動量分布

(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。

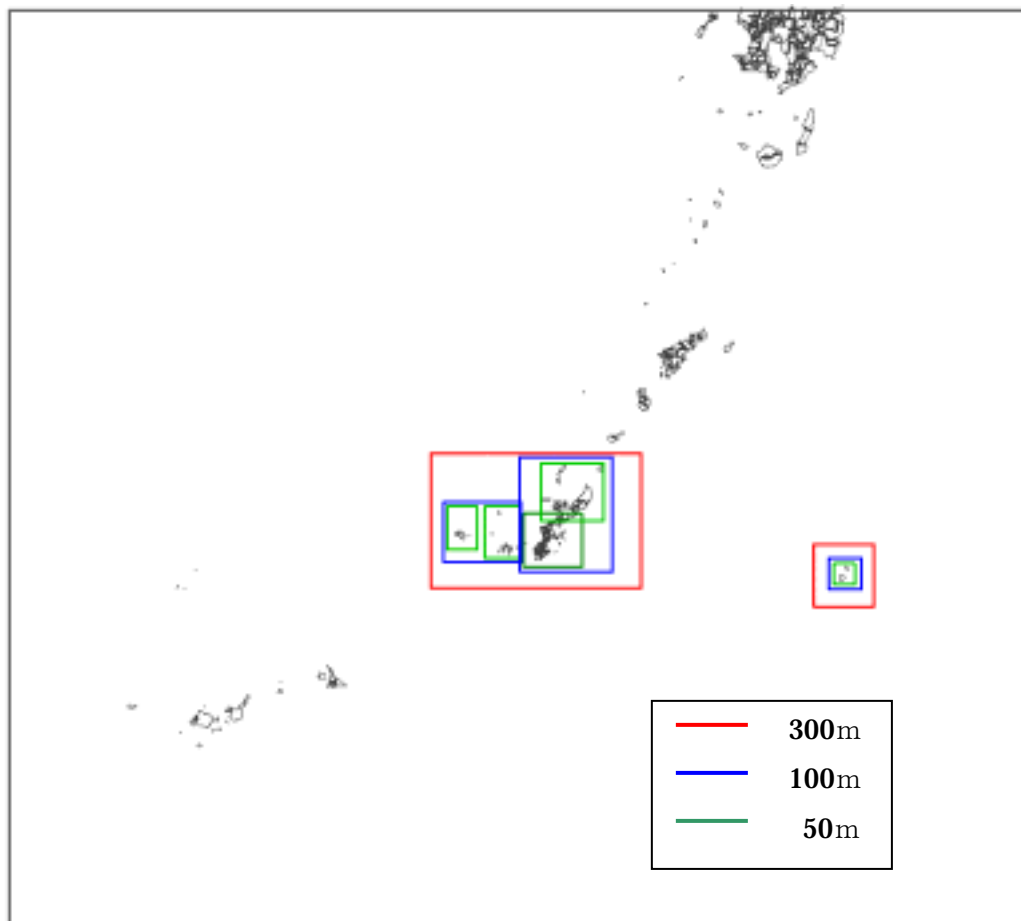
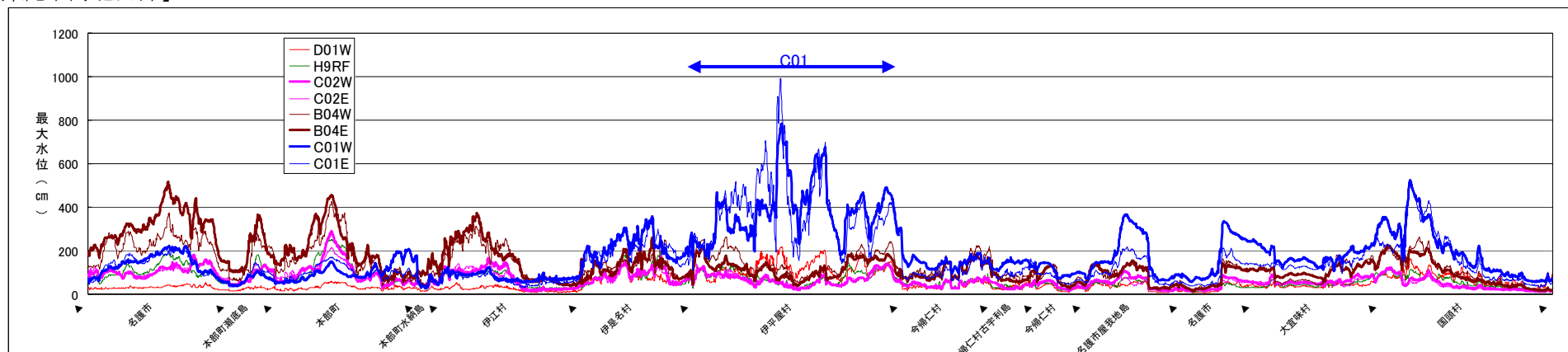


図4.5-2 計算メッシュの配置

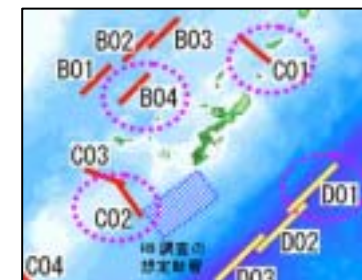
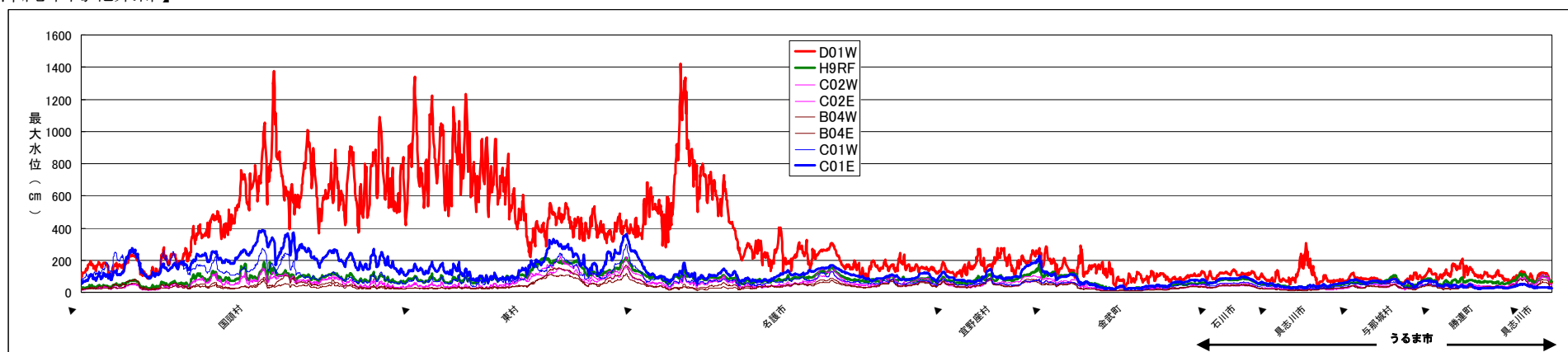
4.5.2 広域シミュレーションの結果

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グラフに整理した。伊平屋村の海岸線（図中で両矢印で表示した区間）では、モデル **C01E** が卓越し 10m程度の水位が予測された海岸があるが、このあと実施した遡上計算による検討の結果、モデル **C01W** の方が低平地が広がる東海岸で卓越し、浸水範囲が **C01E** に比べて広がるため、伊平屋村においても **C01W** を想定地震とした。

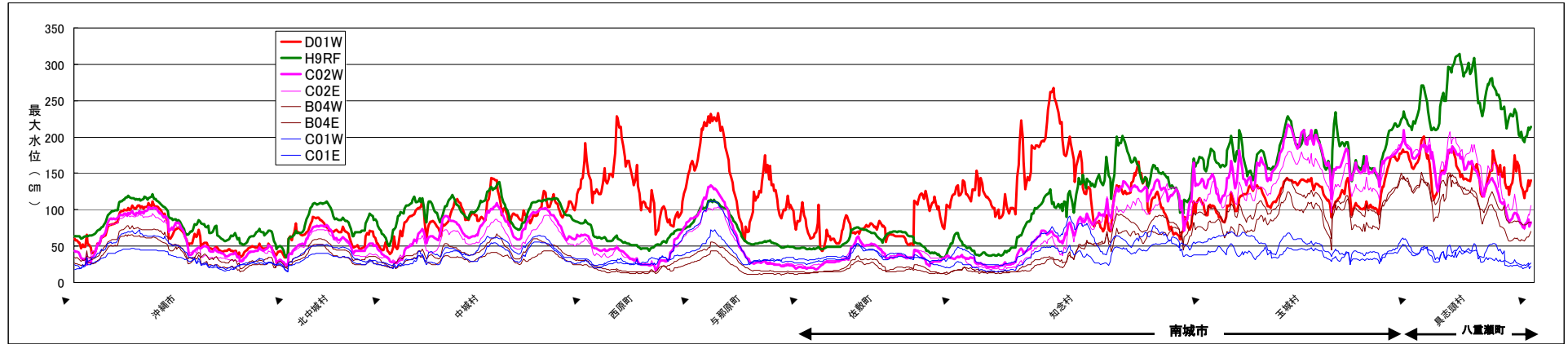
【沖縄本島北西部】



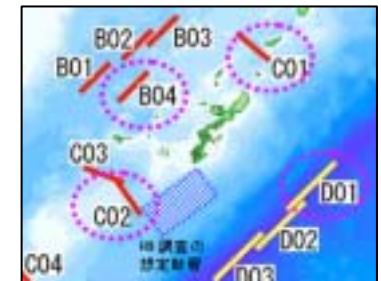
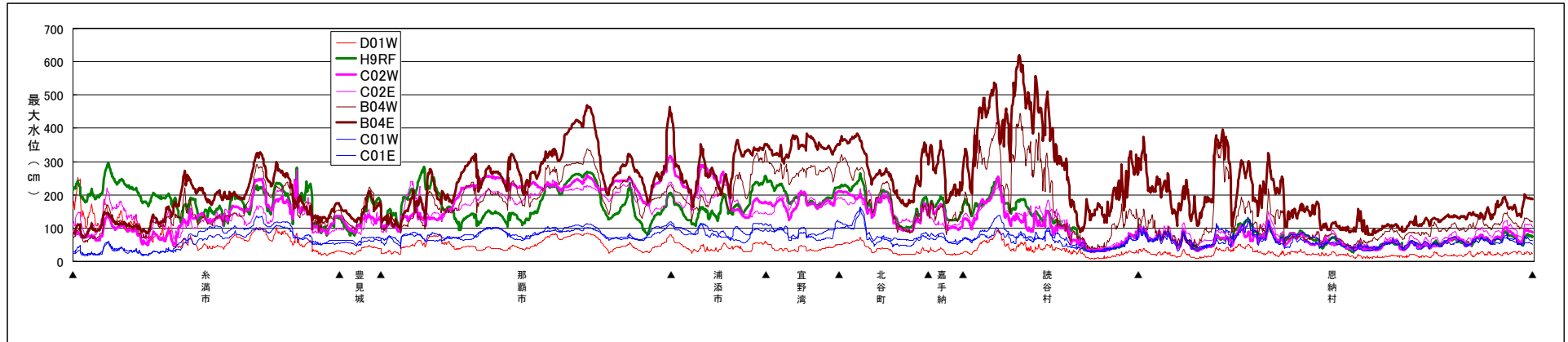
【沖縄本島北東部】



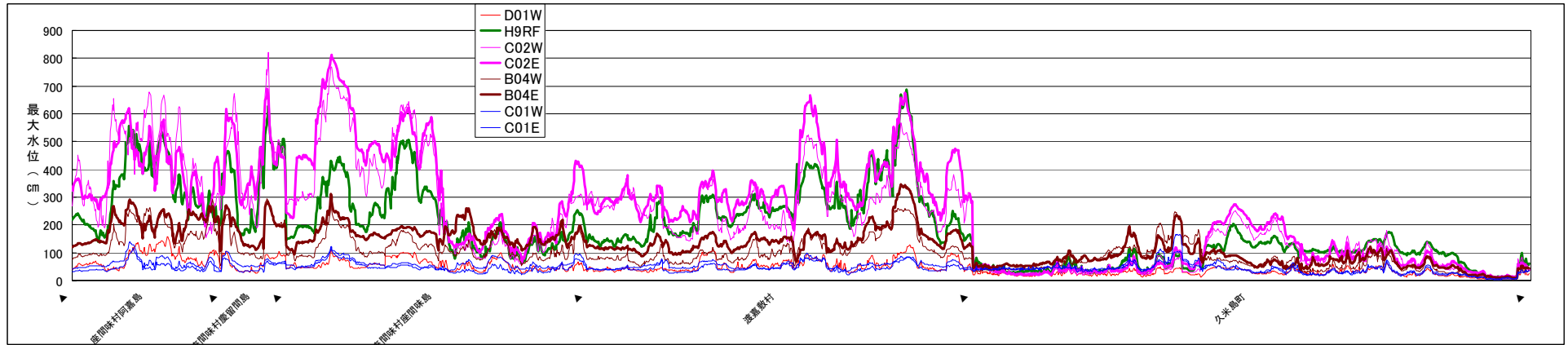
【沖繩本島南東部】



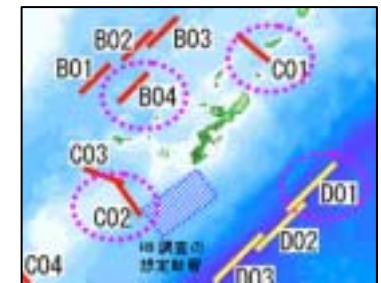
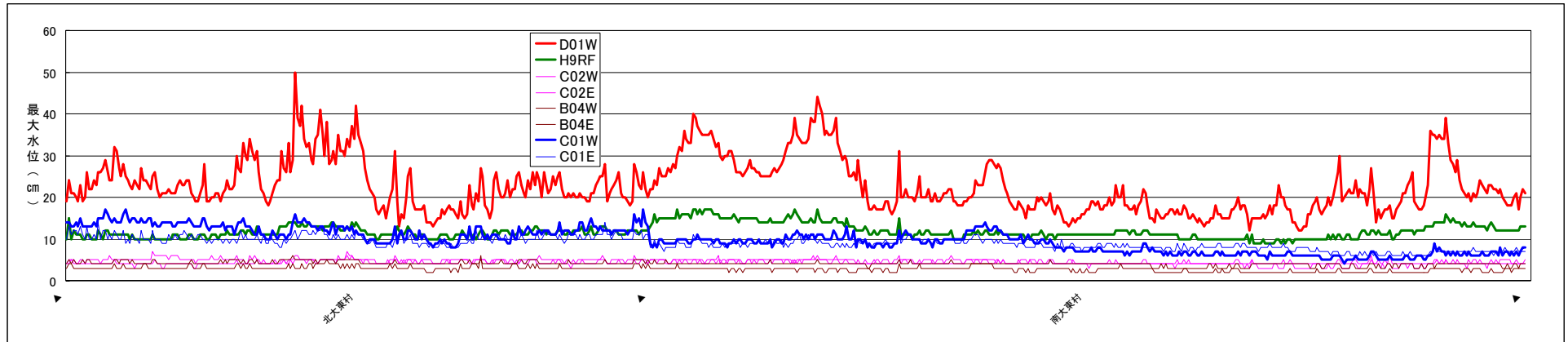
【沖繩本島南西部】



【慶良間諸島・久米島】



【南北大東島】



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、図 4.5-3 のように各地の想定地震を設定した。

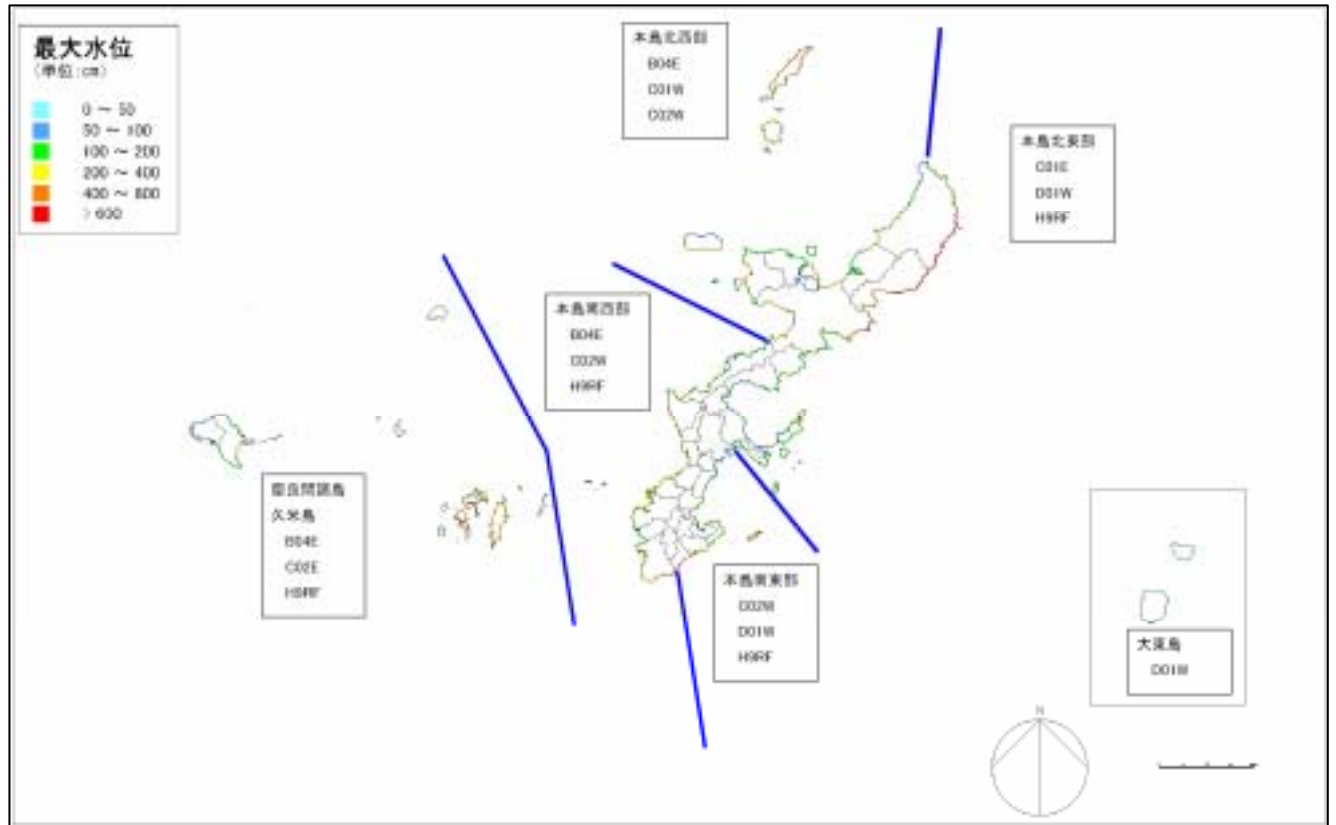


図4.5-3 想定地震の設定

市町村別の想定地震は、表 4.5-3 に整理した。

表 4.5-3 各市町村の想定地震

市町村名	想定地震						
	B04E	C01E	C01W	C02E	C02W	D01W	H9RF
那覇市	○				○		○
宜野湾市	○				○		○
浦添市	○				○		○
名護市(東部)		○				○	○
名護市(西部)	○		○		○		
糸満市	○				○		○
沖縄市					○	○	○
豊見城市	○				○		○
うるま市		○				○	○
南城市					○	○	○
国頭郡							
国頭村(東部)		○				○	○
国頭村(西部)	○		○		○		
大宜味村	○		○		○		
東村		○				○	○
今帰仁村	○		○		○		
本部町	○		○		○		
恩納村	○				○		○
宜野座村		○				○	○
金武町		○				○	○
伊江村	○		○		○		
中頭郡							
読谷村	○				○		○
嘉手納町	○				○		○
北谷町	○				○		○
北中城村					○	○	○
中城村					○	○	○
西原町					○	○	○
島尻郡							
与那原町					○	○	○
渡嘉敷村	○			○			○
座間味村	○			○			○
粟国村	○			○			○
渡名喜村	○			○			○
南大東村						○	
北大東村						○	
伊平屋村	○		○		○		
伊是名村	○		○		○		
久米島町	○			○			○
八重瀬町					○	○	○

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。

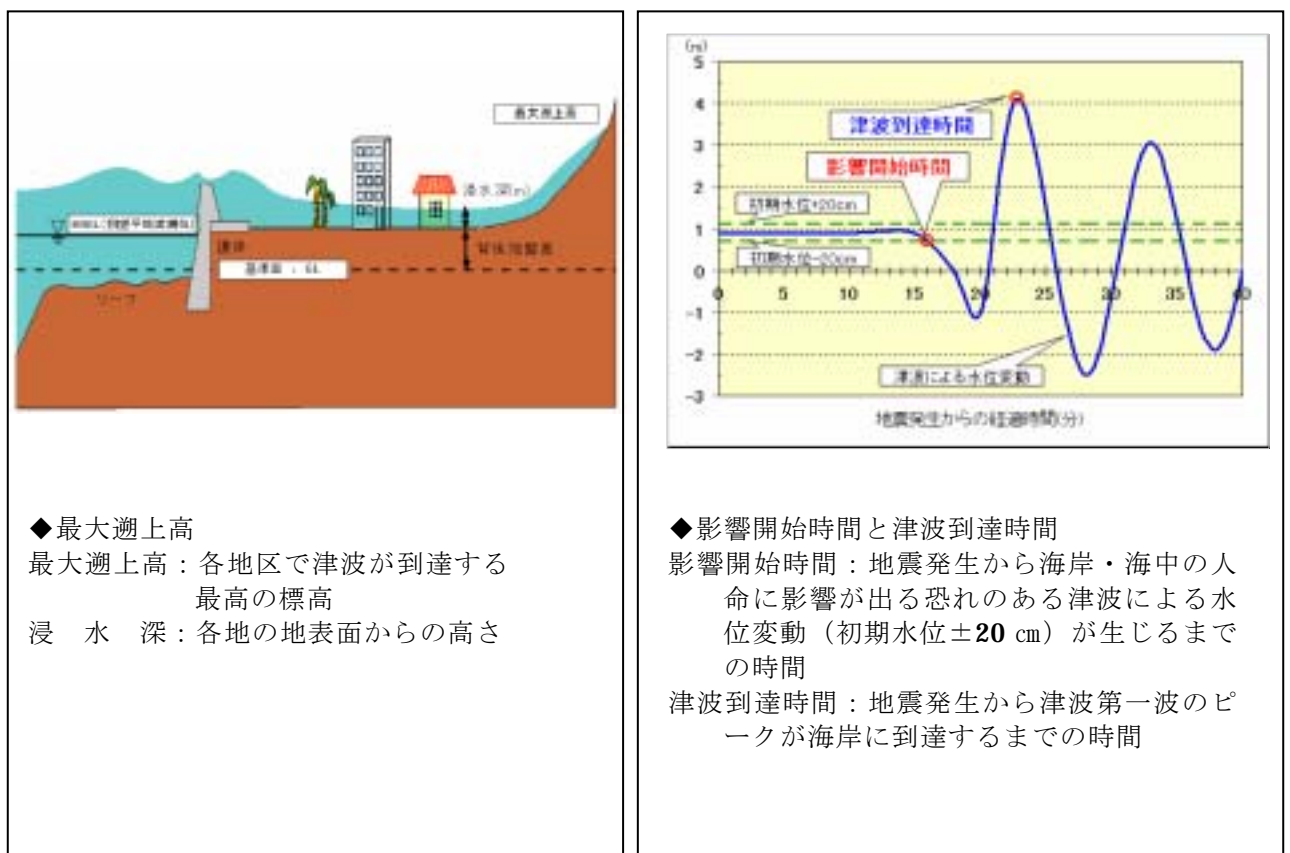


図 4.6-1 影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高の用語の定義

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	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)					
					2	4	6	8	10	12
国頭村	安田	12.2	14	21	[Bar chart showing surge up to 12m]					
	奥	3.8	8	18	[Bar chart showing surge up to 4m]					
	辺野喜	3.0	7	17	[Bar chart showing surge up to 3m]					
	辺土名	5.2	10	24	[Bar chart showing surge up to 5m]					
大宜味村	喜如嘉	3.3	14	30	[Bar chart showing surge up to 3m]					
	塩屋	2.5	19	45	[Bar chart showing surge up to 2.5m]					
東村	高江	15.4	13	18	[Bar chart showing surge up to 15m]					
	川田	6.1	17	26	[Bar chart showing surge up to 6m]					
	有銘	7.3	17	24	[Bar chart showing surge up to 7m]					
今帰仁村	大井川河口	2.8	15	31	[Bar chart showing surge up to 2.8m]					
	今泊	2.8	15	18	[Bar chart showing surge up to 2.8m]					
本部町	備浜原	3.3	15	31	[Bar chart showing surge up to 3.3m]					
	大崎原	5.5	17	31	[Bar chart showing surge up to 5.5m]					
	本部港	4.6	16	30	[Bar chart showing surge up to 4.6m]					
名護市	済井出	5.0	22	44	[Bar chart showing surge up to 5m]					
	真喜屋	4.7	25	45	[Bar chart showing surge up to 4.7m]					
	安和	5.3	17	30	[Bar chart showing surge up to 5.3m]					
	名護漁港	5.5	18	33	[Bar chart showing surge up to 5.5m]					
	喜瀬	3.7	17	38	[Bar chart showing surge up to 3.7m]					
	嘉陽	7.7	14	22	[Bar chart showing surge up to 7.7m]					
	瀬嵩	5.1	18	27	[Bar chart showing surge up to 5.1m]					
	久志	3.3	22	29	[Bar chart showing surge up to 3.3m]					
恩納村	名嘉真	3.4	16	29	[Bar chart showing surge up to 3.4m]					
	恩納	2.5	14	27	[Bar chart showing surge up to 2.5m]					
	前兼久	5.1	14	27	[Bar chart showing surge up to 5.1m]					
宜野座村	真栄田	4.5	12	22	[Bar chart showing surge up to 4.5m]					
宜野座村	漢那	4.0	20	28	[Bar chart showing surge up to 4m]					
金武町	伊芸	2.7	28	34	[Bar chart showing surge up to 2.7m]					
読谷村	都屋	6.9	13	25	[Bar chart showing surge up to 6.9m]					
嘉手納町	比謝川河口	3.8	14	25	[Bar chart showing surge up to 3.8m]					
うるま市(石川)	石川	2.1	32	41	[Bar chart showing surge up to 2.1m]					
うるま市(具志川)	宇堅	4.2	27	31	[Bar chart showing surge up to 4.2m]					
うるま市(与那城)	照間	2.5	32	39	[Bar chart showing surge up to 2.5m]					
	池味	3.9	15	20	[Bar chart showing surge up to 3.9m]					
	兼久	6.7	20	24	[Bar chart showing surge up to 6.7m]					
うるま市(勝連)	勝連浜	3.3	24	28	[Bar chart showing surge up to 3.3m]					
	平敷屋	2.6	21	26	[Bar chart showing surge up to 2.6m]					
うるま市(勝連)	トマイ浜	3.2	16	19	[Bar chart showing surge up to 3.2m]					
沖縄市	海邦町	2.8	33	40	[Bar chart showing surge up to 2.8m]					
北中城村	熱田	2.5	29	33	[Bar chart showing surge up to 2.5m]					
中城村	久場	2.5	27	29	[Bar chart showing surge up to 2.5m]					
	中城浜	2.8	26	31	[Bar chart showing surge up to 2.8m]					
北谷町	砂辺	3.5	14	26	[Bar chart showing surge up to 3.5m]					
	北谷公園	4.6	16	33	[Bar chart showing surge up to 4.6m]					
宜野湾市	大山	4.9	17	32	[Bar chart showing surge up to 4.9m]					
西原町	南浜	2.6	24	27	[Bar chart showing surge up to 2.6m]					
与那原町	与那原	3.4	25	31	[Bar chart showing surge up to 3.4m]					
南城市(佐敷)	新開	2.3	26	31	[Bar chart showing surge up to 2.3m]					
南城市(知念)	久原	3.1	23	25	[Bar chart showing surge up to 3.1m]					
	安座真	3.5	16	19	[Bar chart showing surge up to 3.5m]					
南城市(玉城)	徳仁港	3.6	8	10	[Bar chart showing surge up to 3.6m]					
八重瀬町(具志頭)	奥武島	4.1	8	11	[Bar chart showing surge up to 4.1m]					
	具志頭	3.9	7	10	[Bar chart showing surge up to 3.9m]					
糸満市	米須	3.6	5	9	[Bar chart showing surge up to 3.6m]					
	喜屋武	3.3	11	13	[Bar chart showing surge up to 3.3m]					
	糸満漁港	3.1	14	18	[Bar chart showing surge up to 3.1m]					
豊見城市	与根	2.7	17	20	[Bar chart showing surge up to 2.7m]					
那覇市	那覇空港	4.0	19	25	[Bar chart showing surge up to 4m]					
	那覇港	4.8	18	28	[Bar chart showing surge up to 4.8m]					
浦添市	港川	4.7	16	29	[Bar chart showing surge up to 4.7m]					
伊江村	伊江港	4.3	14	25	[Bar chart showing surge up to 4.3m]					
伊平屋村	田名漁港	5.4	7	18	[Bar chart showing surge up to 5.4m]					
	前泊港	6.3	9	22	[Bar chart showing surge up to 6.3m]					
伊是名村	打鼻	5.2	14	28	[Bar chart showing surge up to 5.2m]					
	仲田港	4.7	7	19	[Bar chart showing surge up to 4.7m]					
渡嘉敷村	渡嘉敷港	5.3	15	19	[Bar chart showing surge up to 5.3m]					
	渡嘉志久	6.1	14	22	[Bar chart showing surge up to 6.1m]					
座間味村	安護の浦	10.0	14	26	[Bar chart showing surge up to 10m]					
	座間味港	7.1	14	26	[Bar chart showing surge up to 7.1m]					
	阿嘉漁港	8.4	12	20	[Bar chart showing surge up to 8.4m]					
渡名喜村	渡名喜漁港	6.0	8	16	[Bar chart showing surge up to 6m]					
粟国村	粟国港	3.3	5	11	[Bar chart showing surge up to 3.3m]					
	銭田	3.4	10	25	[Bar chart showing surge up to 3.4m]					
久米島町	仲里漁港	3.3	3	6	[Bar chart showing surge up to 3.3m]					
	久米島空港	1.6	2	2	[Bar chart showing surge up to 1.6m]					
	兼城港	2.4	6	16	[Bar chart showing surge up to 2.4m]					

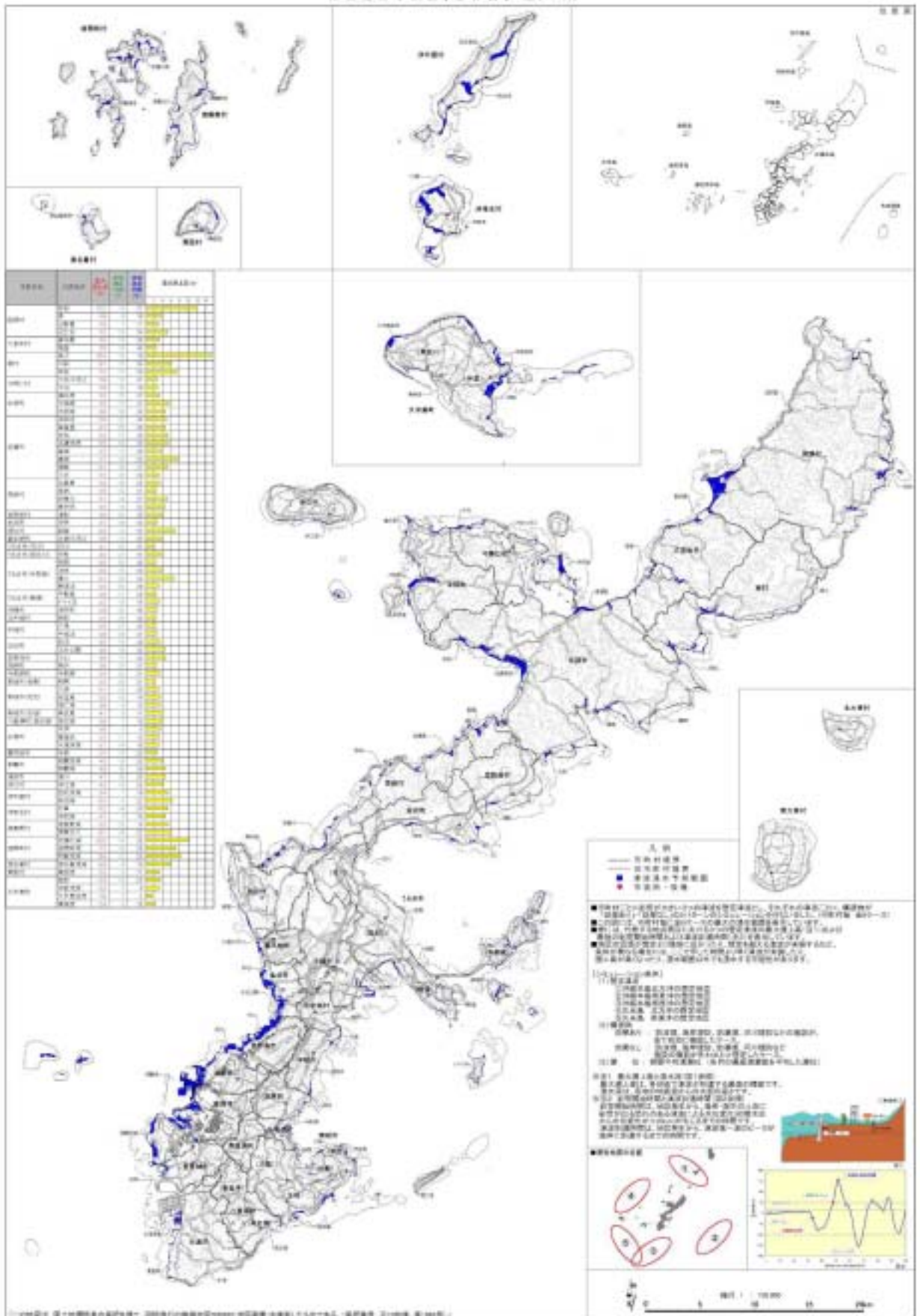


图 4.6-2 津波浸水予測結果

5. 高潮の浸水想定

5.1 想定台風

想定台風は沖縄に来襲する台風の特徴を考慮して、沖縄本島の西を北上する台風、本島の南を西進する台風、本島の東を北上する台風とした。また、想定台風の作成にあたっては、既往の台風のなかから沖縄県に被害を与え、県民によく知られた台風を選ぶこととした。その結果、本島の西を北上する台風として台風 5115 (RUTH)、本島の南を西進する台風として台風 6123 (TILDA)、本島の東を北上する台風として台風 7920 (TIP) を選んだ。これらの台風の経路、中心気圧を変更し想定台風を作成した。

(1) 想定台風 5115 (RUTH)

図 5.1-1 に示すように、台風 5115 (RUTH) の経路を東へ 42km 移動させ、沖縄本島と久米島の間を北上する台風とした。また、台風 5115 の最低気圧 925hPa を 870hPa に下げた。過去の台風のなかで最も低い中心気圧が 870hPa である。

(2) 想定台風 6123 (TILDA)

図 5.1-2 に示すように、台風 6123 (TILDA) の最低気圧 925hPa を 870hPa に下げ、想定台風とした。経路は変更しなかった。

(3) 想定台風 7920 (TIP)

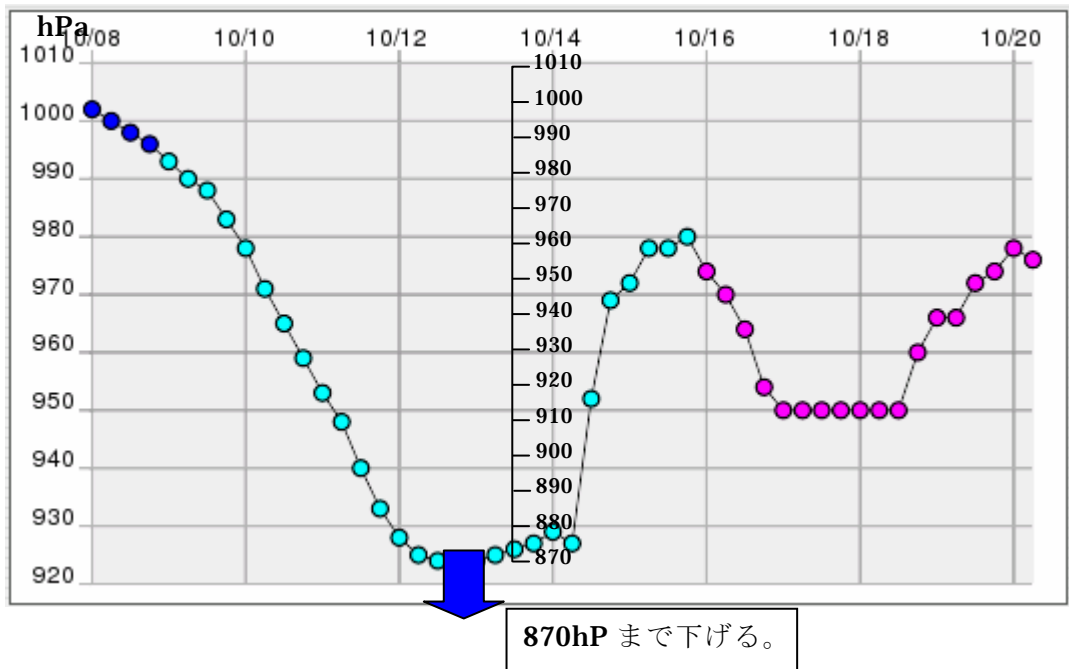
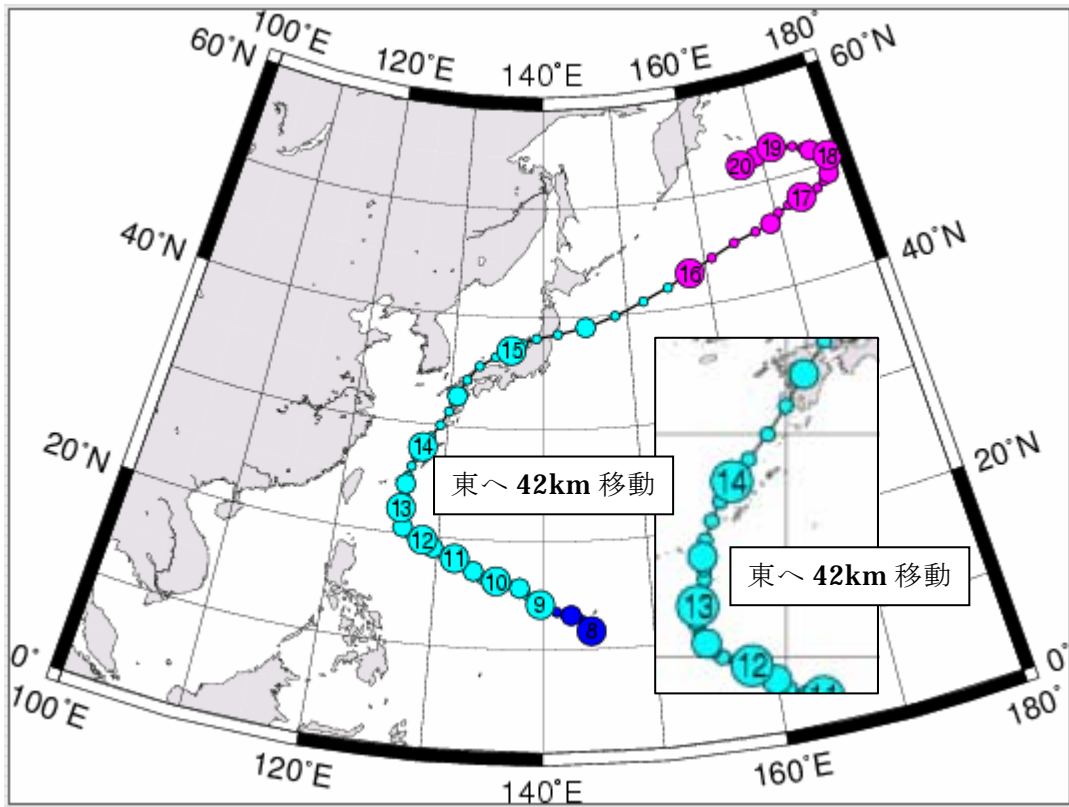
図 5.1-3 に示すように、900hPa 以下の気圧を 900hPa とし、それを 870hPa に下げた。また、台風の気圧変化を 4 日間遅らせ、沖縄本島南東海上で、最低気圧 870hPa となるようにした。この操作により、台風の最低気圧位置が約 5 度北上した。

5.2 シミュレーション手法の概要

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、想定台風が沖縄本島近く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。

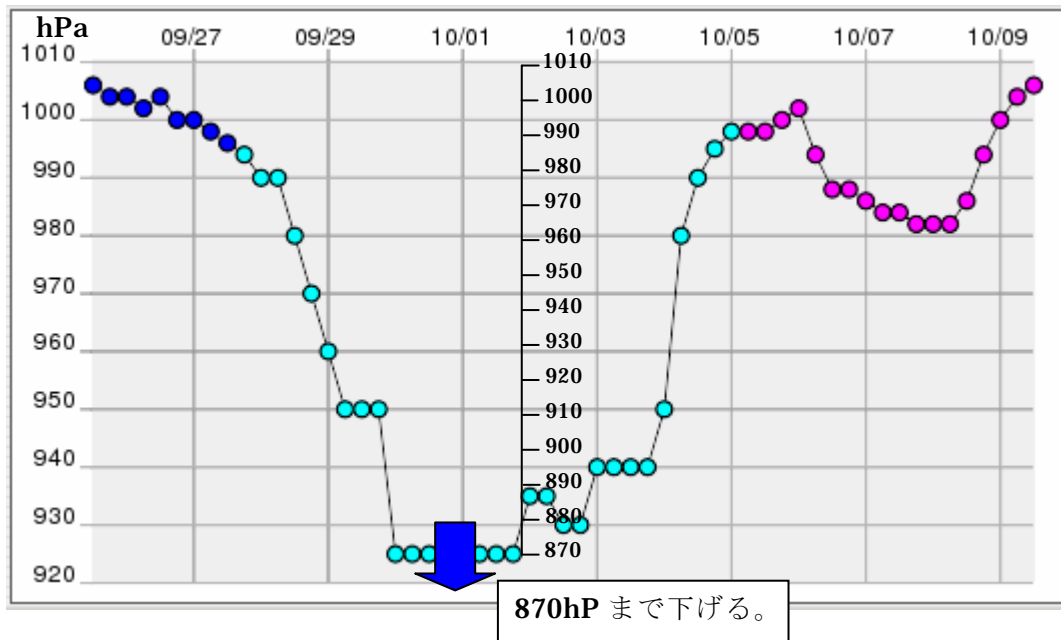
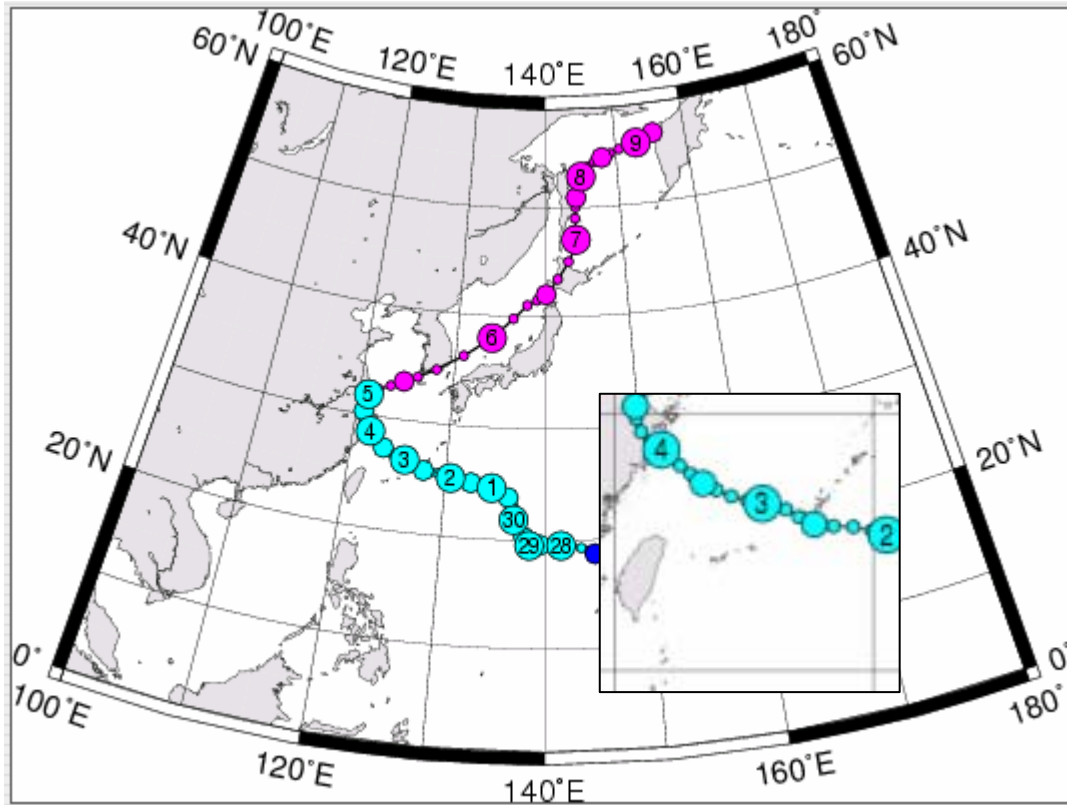
次に、水深 **30m** 地点の入力波 (波高と周期) と海岸堤防を越える越波・越水量の関係を **VOF 法 (沿岸開発技術研究センター, 2001)** により調べた。この入力波と越波・越水量の関係を利用して、波浪推算で計算した水深 **30m** 地点の有義波高と有義波周期を入力波として、堤防を越えて堤内地に越波・越水する水量を求めた。

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。



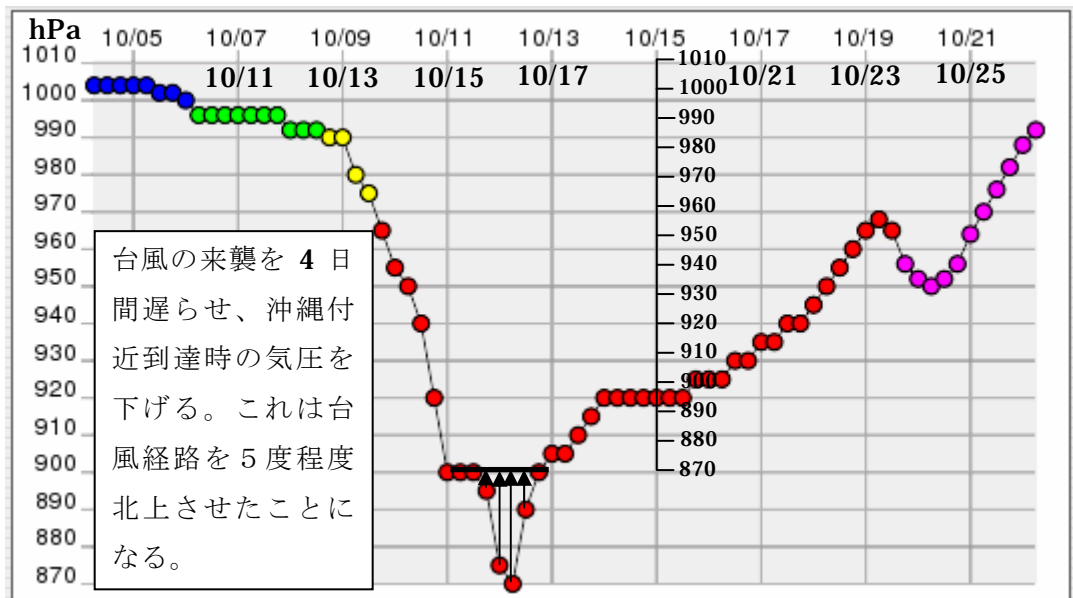
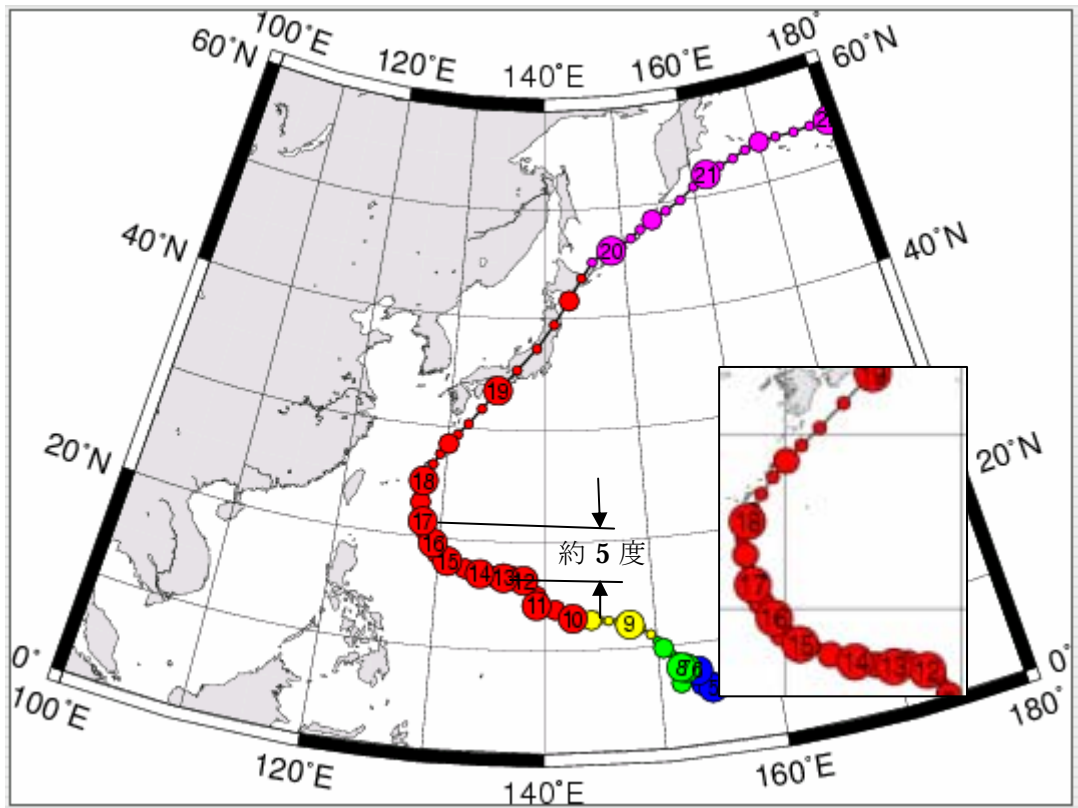
注) 上記の図は <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/> を利用した。

図 5. 1-1 想定 T5115 (RUTH) 台風



注) 上記の図は <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/> を利用した。

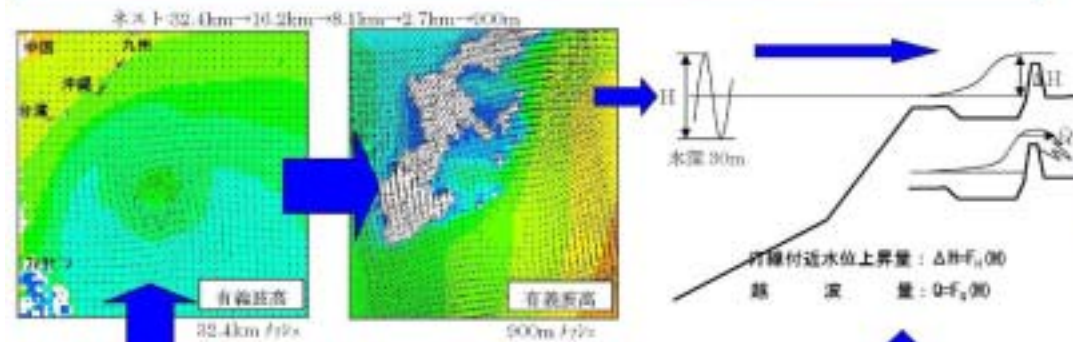
5. 1-2 想定 T6123 (TILDA) 台風



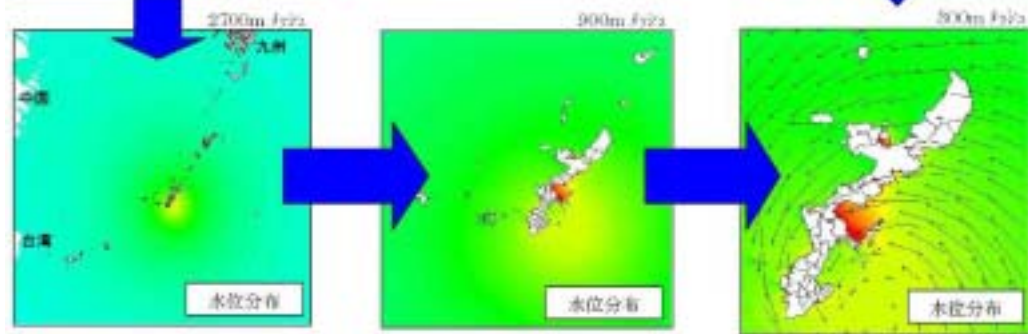
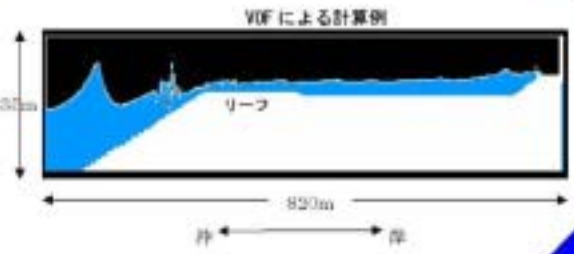
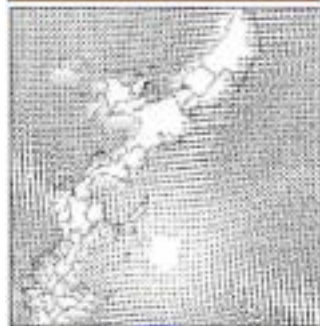
注) 上記の図は <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/> を利用した。

図 5.1-3 想定 T7920 (TIP) 台風

②波 浪 推 算



①風速場の推算



③高 潮 推 算

④浸 水 区 域 推 定 計 算



図 5.2-1 高潮・波浪による浸水域計算方法

5.3 検証計算

(1) 検証台風

検証台風は図 5.3-1 に示す台風 0423 (TOKAGE) とした。台風 0423 では中城湾における波浪観測データと那覇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。また、VOF 法の検証には仲座ら (1994) による観測データを利用した。

(2) 波浪推算

台風 0423 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、中城湾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 に示した。比較は有義波高、有義波周期で行った。有義波高は観測値よりも計算値が少し高めであり、有義波周期は観測値よりも計算値が少し小さいが、両者はほぼ一致している。

(3) 高潮推算

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、高潮による水位上昇量を求めた。そして、図 5.3-3 に示すように、那覇港における高潮の観測値と比較した。その結果、図 5.3-4 に示す暖水渦による **10cm** 程度の水位の低下を考慮すると、観測値と計算値はよく一致した。

(4) VOF の検証

VOF の検証は、仲座ら (1994) の観測を再現することとした。仲座らの観測位置を図 5.3-5 に示した。モデル断面は図 5.3-5 に示す断面線に沿って図 5.3-6 のように作成した。このモデル断面に台風 9313 来襲時で観測期間最大の波高 (10m)、周期 (10s) と波高 (5m)、周期 (10s) の波を入力した。

計算結果を図 5.3-7 に示す。図 5.3-8 には汀線付近の水位上昇量の計算値を示した。図 5.3-9 には仲座らが作成した観測で得られた沖波波高と汀線付近の水位上昇量の関係図に計算値を追加した。観測値と計算値はほぼ一致した。

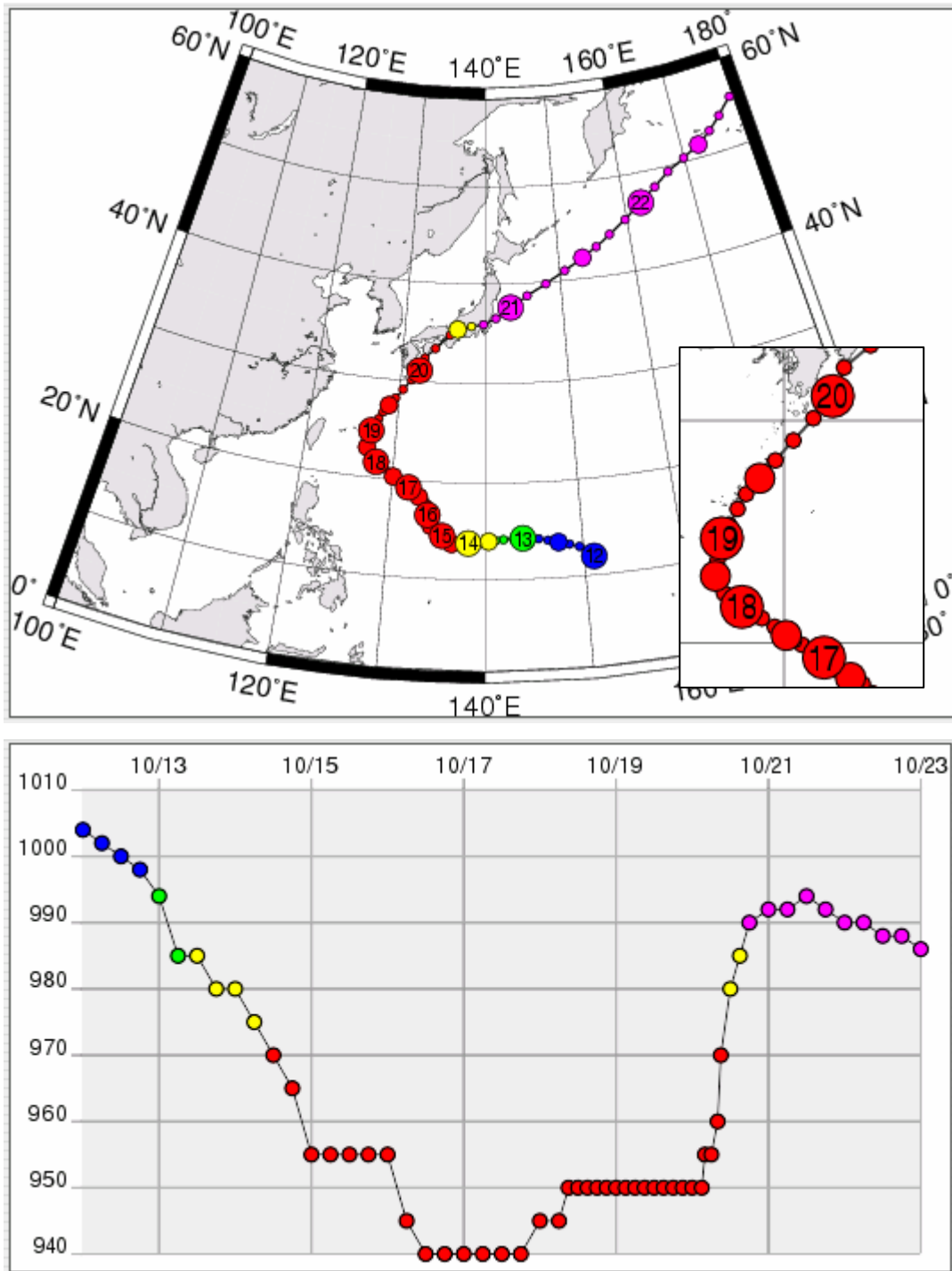
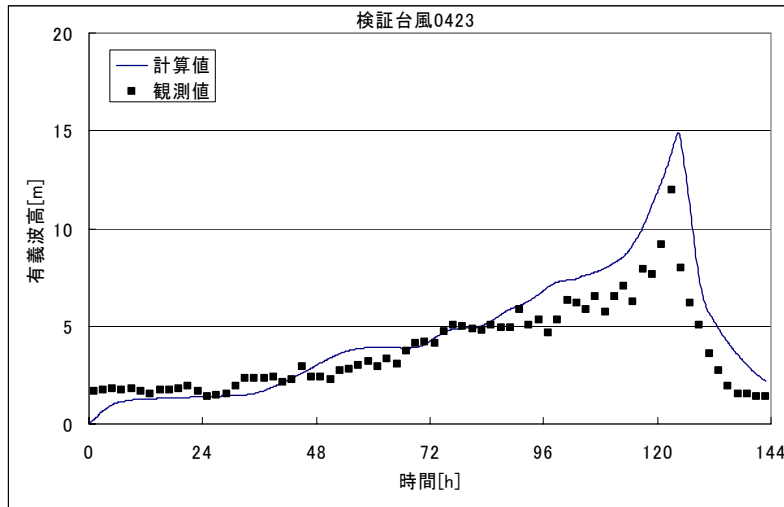
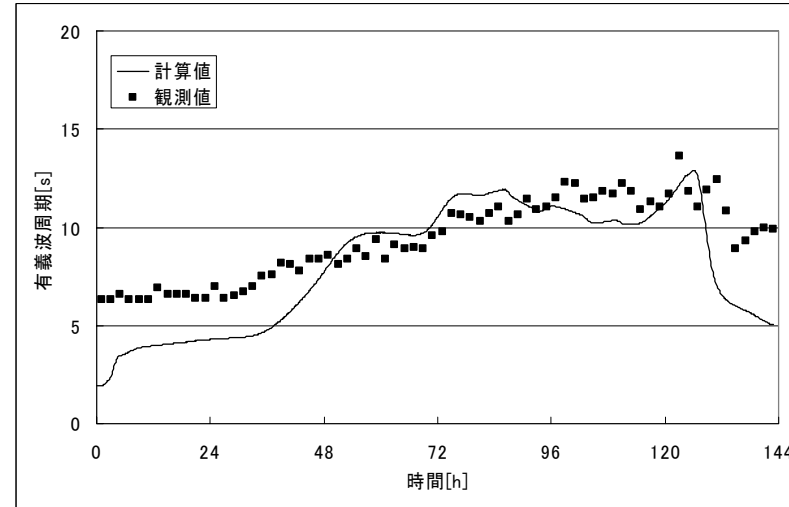


図 5.3-1 T0423 の経路と中心気圧



(a) 中城湾における有義波高の観測値と計算値



(b) 中城湾における有義波周期の観測値と計算



(c) 中城湾における有義波高の計算値 (2004/10/19 15:40)

図 5.3-2 中城湾における沖有義波高と有義波周期の観測値と計算値

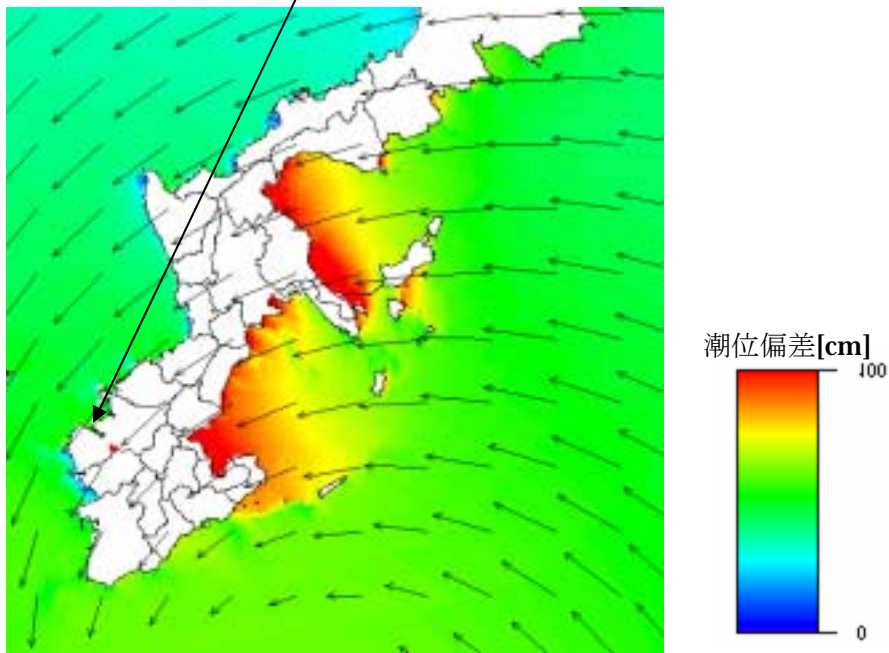
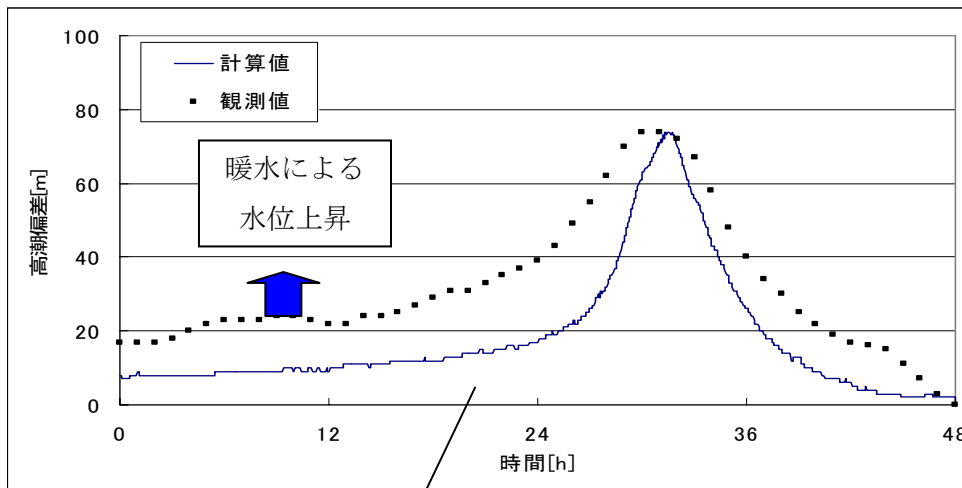


図 5. 3-3 高潮計算結果の観測値と計算値の比較 (2004/10/19 14:36)

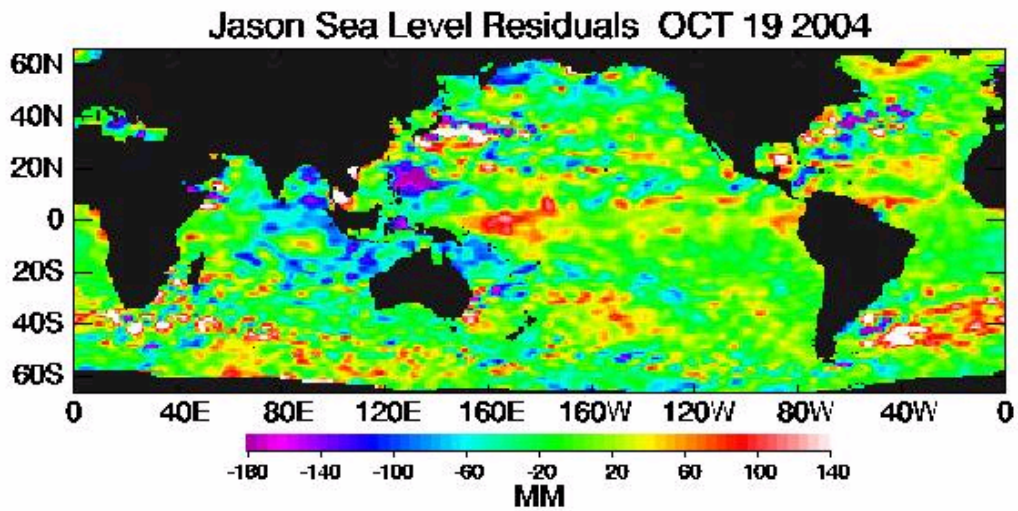


図 5. 3-4 Jason-1 による海面の高さ(2004 年 10 月 19 日)

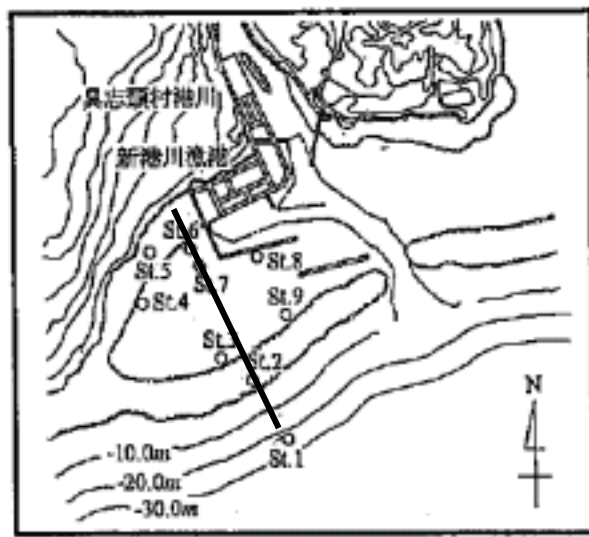


図 5.3-5 現地観測位置 (仲座ら, 1994)

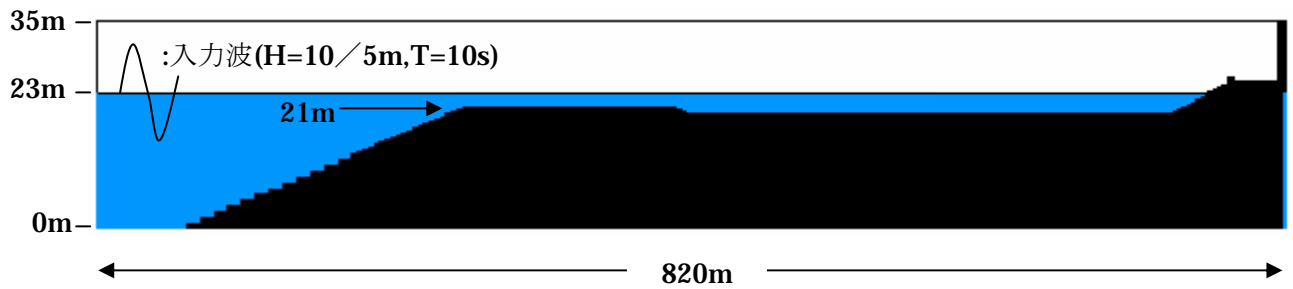


図 2.3-6 モデル断面図

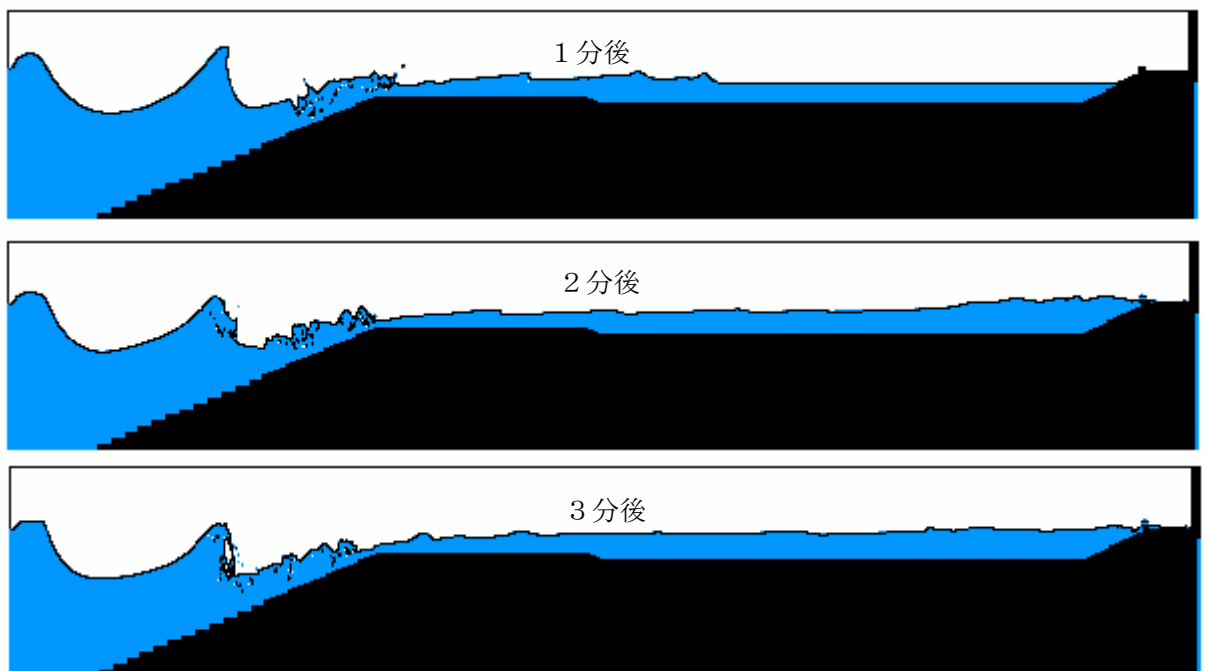


図 5.3-7 VOF 試算結果 (H=10m の場合)

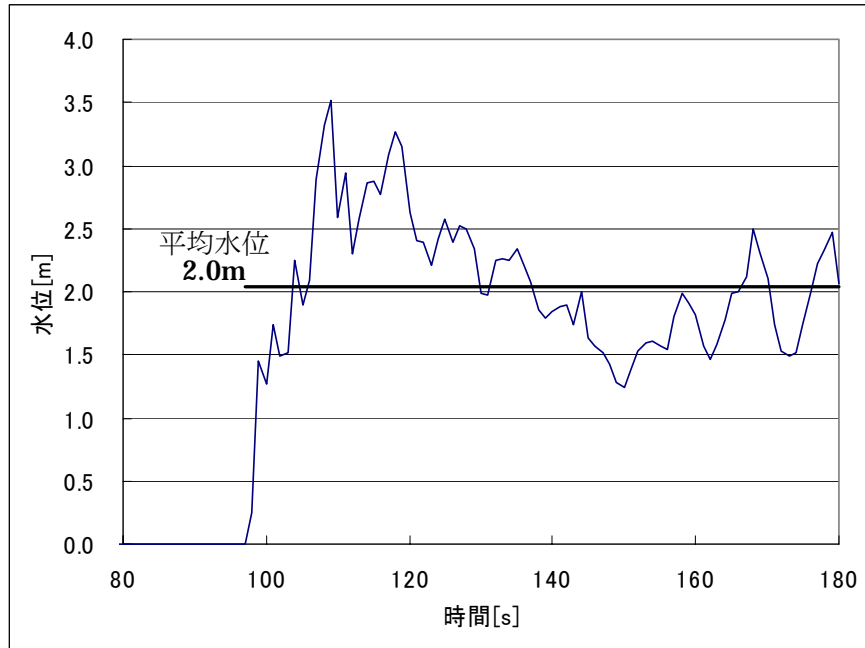


図 5.3-8 汀線付近の計算水位 (H=10m の場合)

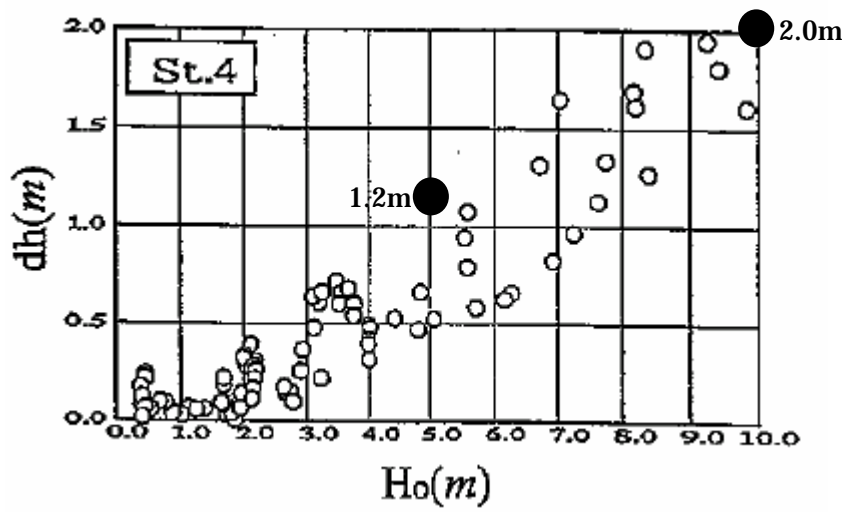


図 5.3-9 汀線付近の水位上昇量の観測値と計算値

5.4 シミュレーション結果

5.4.1 波浪推算結果

(1) 想定台風 5115 (RUTH) による有義波高

図 5.4-1 に想定台風 5115 (RUTH) の波浪解析結果を示した。図 5.4-1 (a) に想定台風が慶良間群島の西を通過するとき、図 5.4-1 (b) は伊平屋島の西を北上するときの有義波高分布図を示した。沖縄本島や周辺諸島の沖では有義波高は高い。しかし、本島や周辺諸島のまわりでは、リーフ地形のために海岸に近づくとつれ波高が減少する。

(2) 想定台風 6123 (TILDA) による有義波高

図 5.4-2 に想定台風 6123 (TILDA) の波浪解析結果を示す。図 5.4-2 (a) に想定台風が沖縄本島の南を通過するときの有義波高分布を示した。本島の東ないし南海岸沖では大きな有義波高となっている。図 5.4-2 (b) は想定台風が西に進み慶良間群島南西沖にあるときの有義波高分布を示したものである。このときも本島東海岸沖や南海岸沖では大きな有義波高となっているが、本島や周辺諸島の海岸近くでは、水深の浅いリーフ地形が発達しているために、有義波高は海岸に近づくとつれ小さくなる。

(3) 想定台風 7920 (TIP) による有義波高

図 5.4-3 に想定台風 7920 (TIP) の波浪解析結果を示した。本島東海岸では想定台風が東海岸沖を通過するために東海岸沖の有義波高は大きい。上記の 2 つの想定台風と同様に、陸に近づくとつれリーフ地形のために有義波高は小さくなる。

5.4.2 高潮推算結果

(1) 想定台風 5115 (RUTH) による高潮偏差

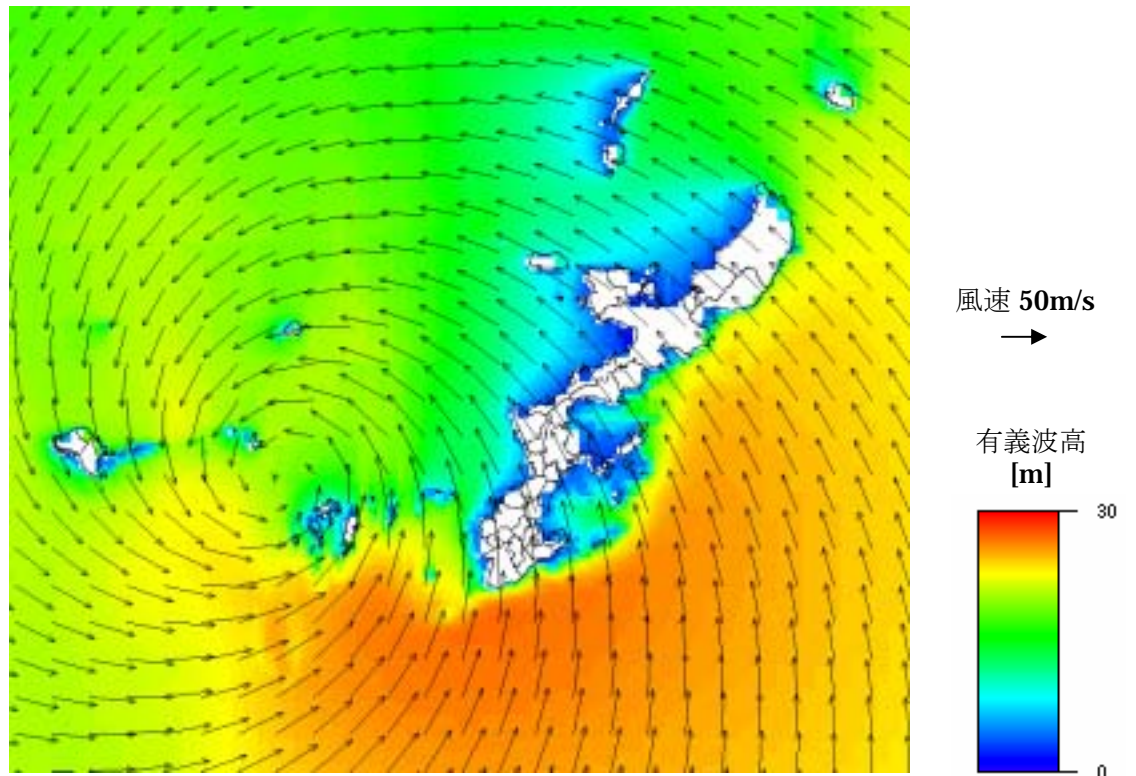
図 5.4-4 に想定台風 5115 (RUTH) による吹き寄せと吸い上げによる高潮偏差の予測結果を示した。台風中心付近では主に吸い上げによる水位上昇が予測された。また、本島東海岸の中城湾や金武湾などの風に向かって開いている湾では吹き寄せによる水位上昇が予測された。

(2) 想定台風 6123 (TILDA) による高潮偏差

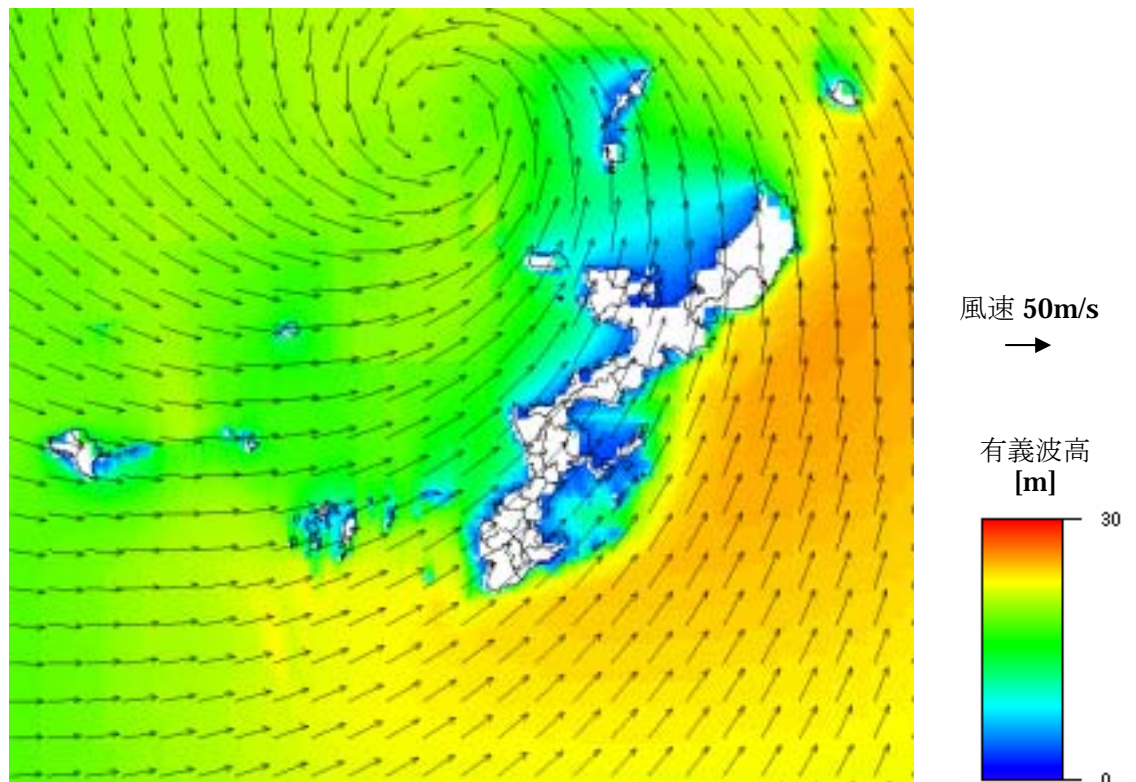
図 5.4-5 に想定台風 6123 (TILDA) による高潮偏差の計算結果を示した。想定台風 6123 が本島南海上沖を通過するときは、図 5.4-5 (a) に示すように、沖縄本島では東よりの風となるため、吹き寄せにより本島東海岸の中城湾、金武湾で水位が上昇した。また、西海岸の羽地内海でも東に開口部があるため、吹き寄せによる水位上昇が認められた。図 5.4-5 (b) に示すように、想定台風が久米島の南海上沖を通過するとき、久米島の東海岸では吹き寄せと吸い上げによる水位上昇が予測された。

(3) 想定台風 7920 (TIP) による高潮偏差

図 5.4-6 に想定台風 7920 (TIP) による高潮偏差の計算結果を示した。想定台風 7920 が沖縄本島の東海上を北上するとき、沖縄本島では北東ないし北よりの風になり、中城湾、金武湾では湾内の南海岸で水位情報が予測された。また、西海岸の羽地内海でも北東の風による吹き寄せによる水位上昇が認められた。

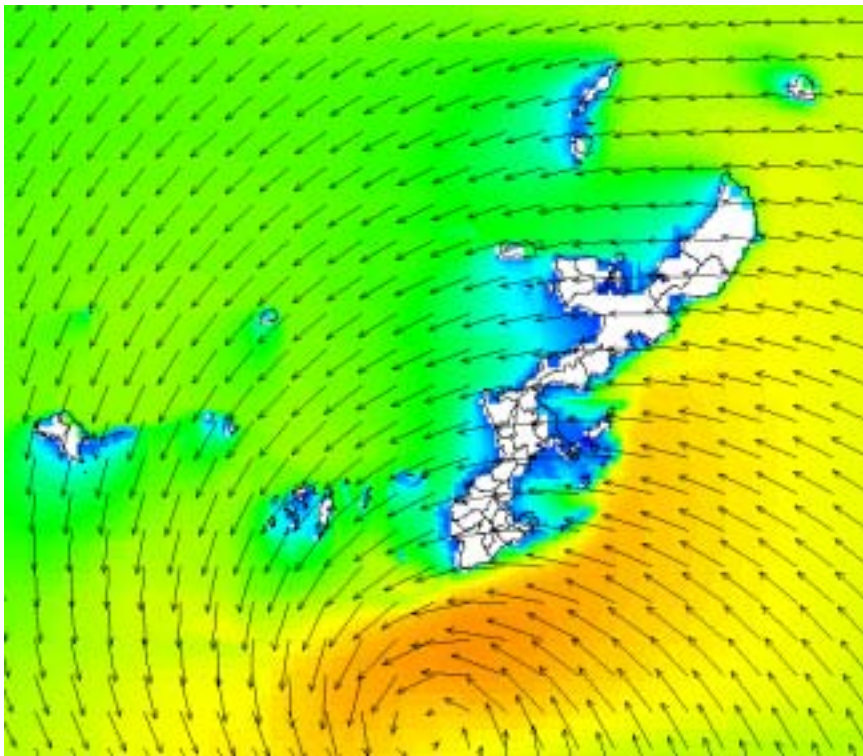


(a) 126 時間 40 分

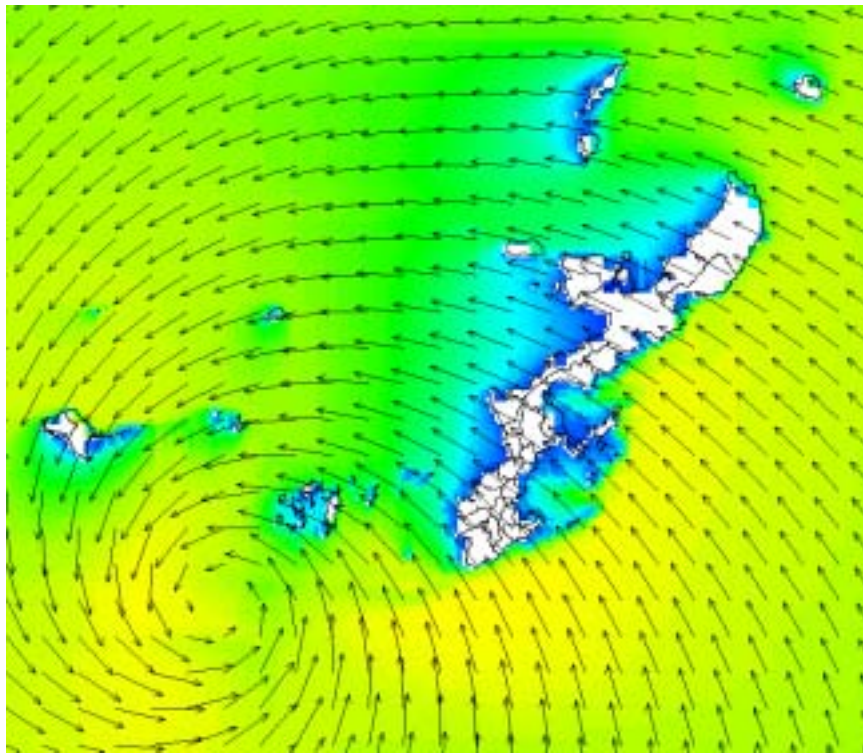


(b) 129 時間 00 分

図 5. 4-1 想定 T5115 (RUTH) 台風による有義波高

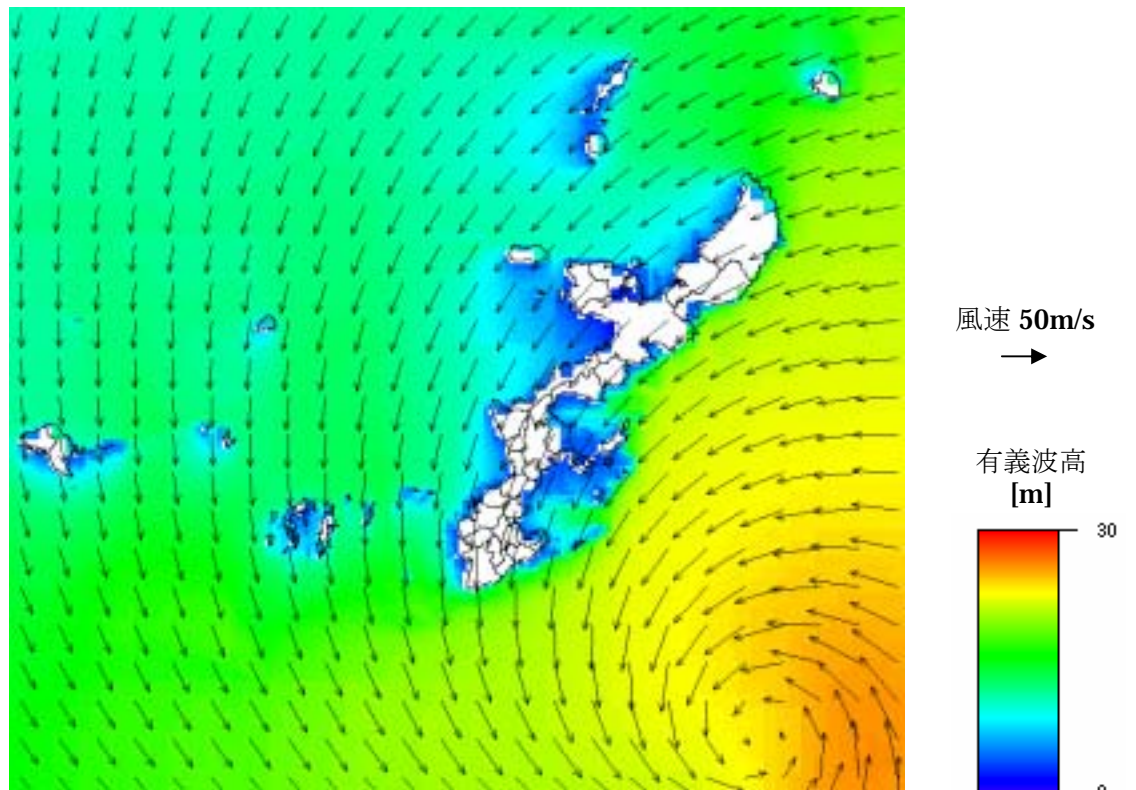


(a) 108 時間 30 分

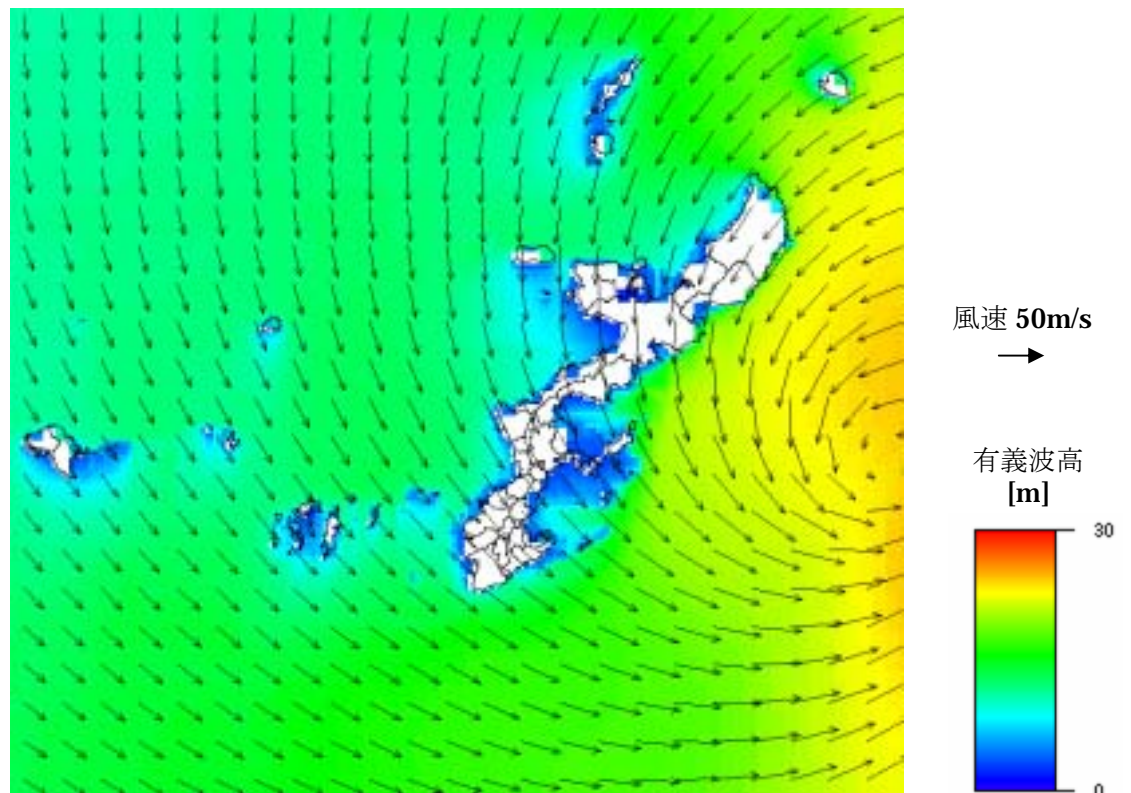


(b) 111 時間 00 分

図 5. 4-2 想定台風 6123 (TILDA) による有義波高

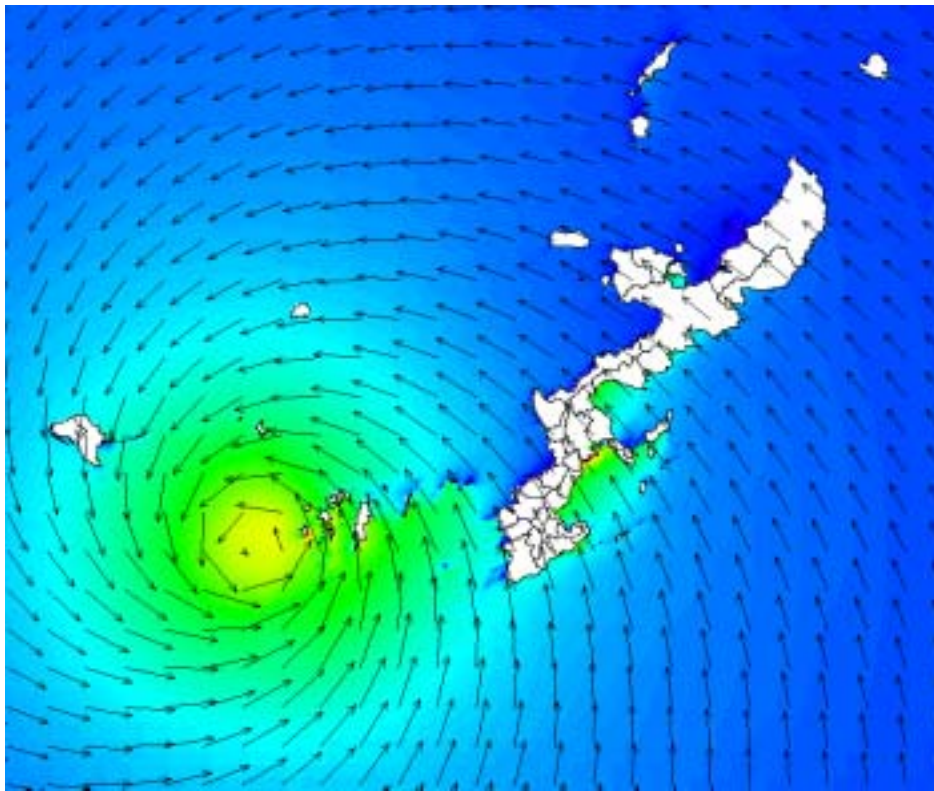


(a) 135 時間 00 分

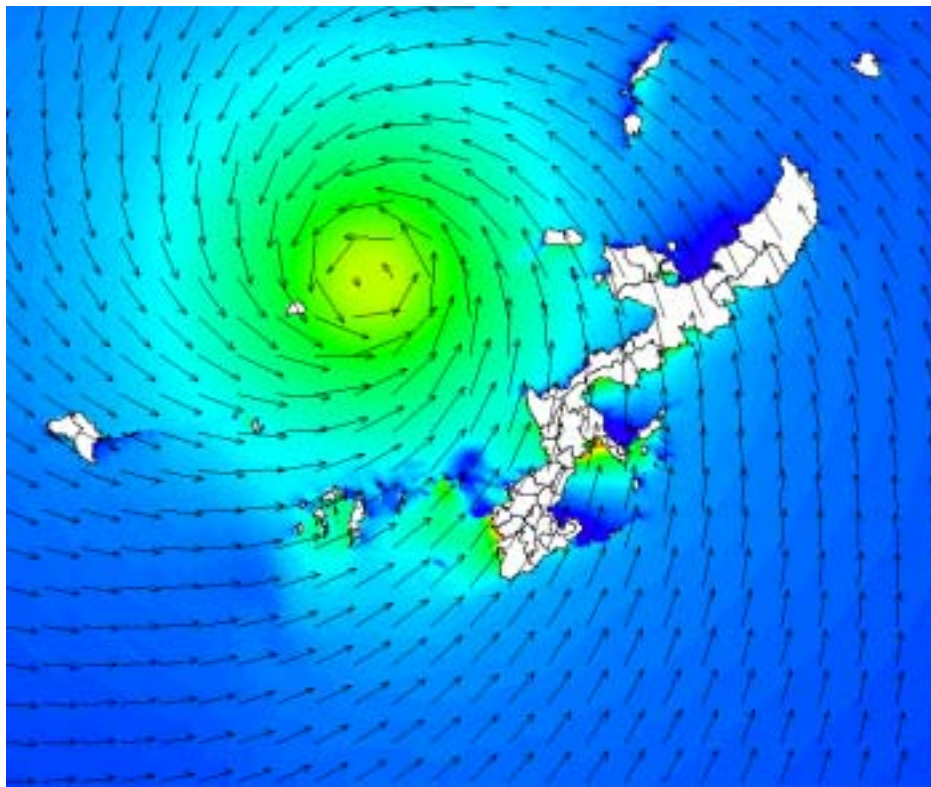


(b) 137 時間 00 分

図 5. 4-3 想定台風 7920 (TIP) による有義波高



(a) 30 時間 10 分



(b) 31 時間 50 分

図 5. 4-4 想定台風 5115 (RUTH) による高潮偏差

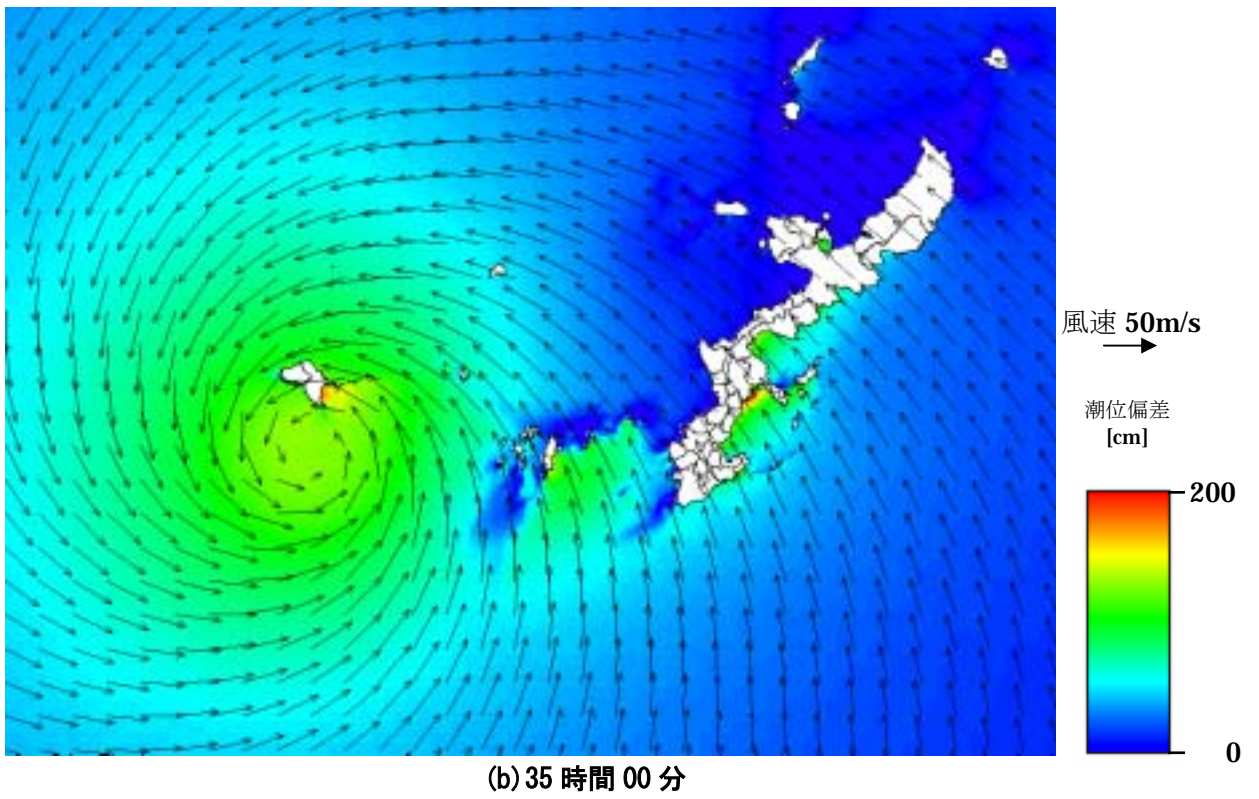
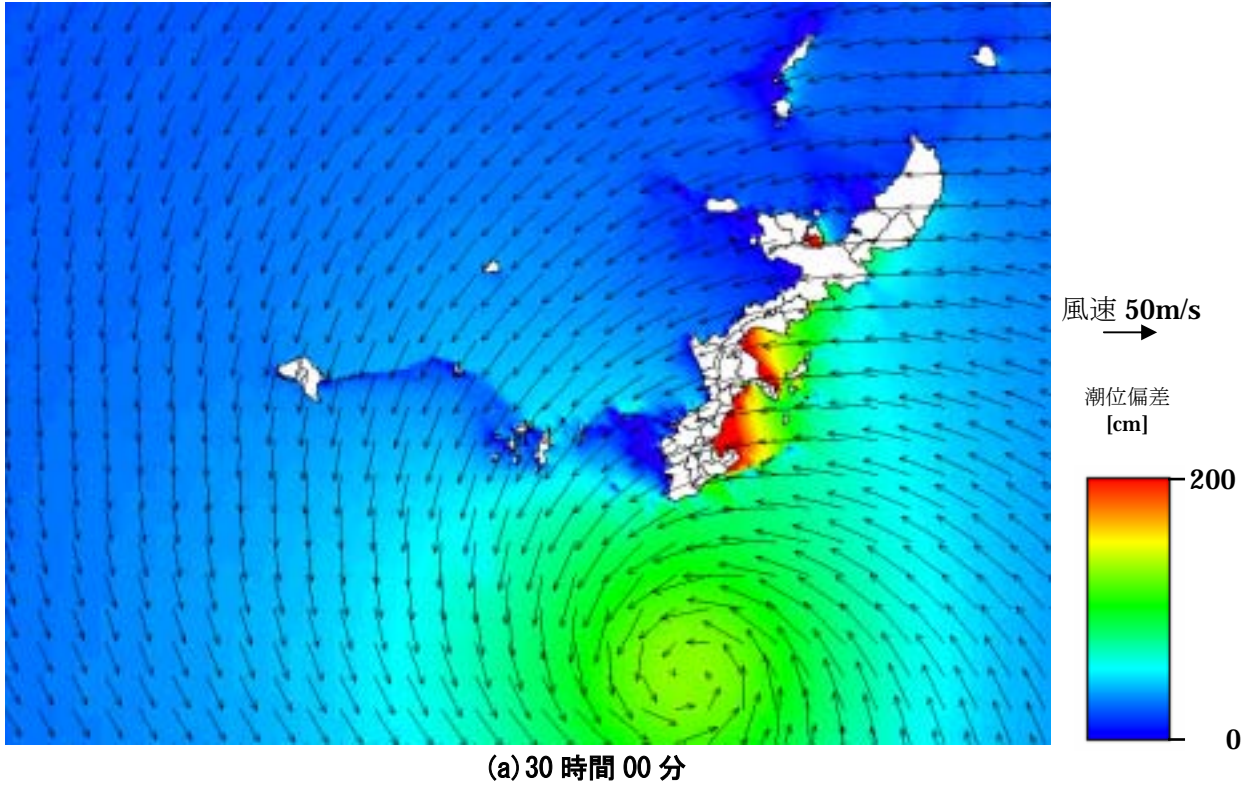


図 5.4-5 想定台風 6123 (TILDA) による高潮偏差

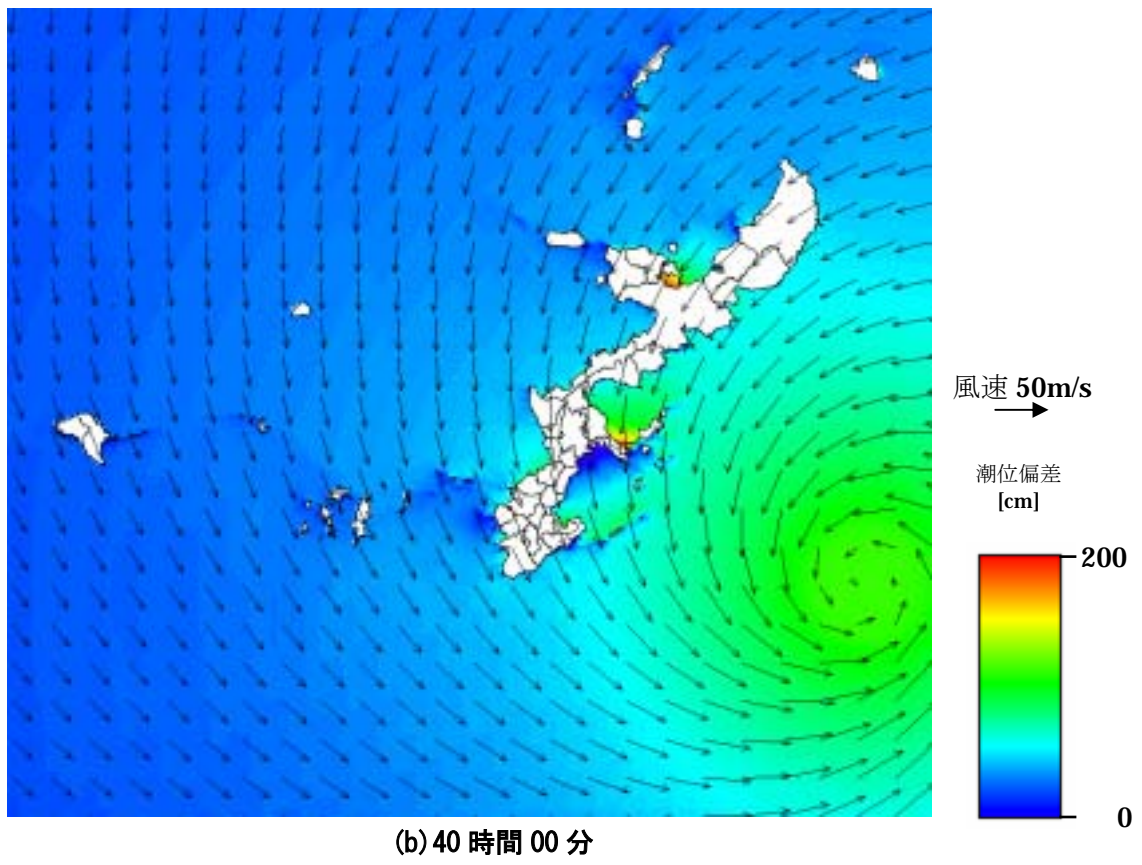
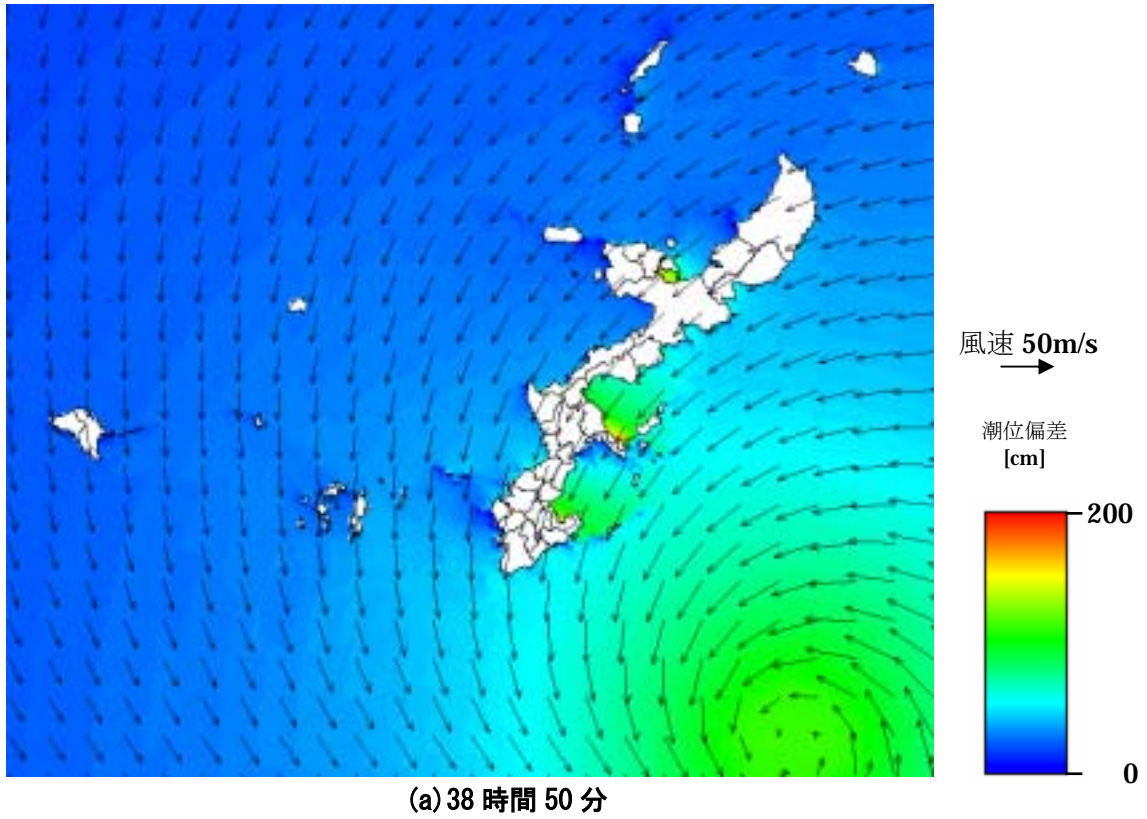


図 5.4-6 想定台風 7920(TIP)による高潮偏差

5.4.3 VOF 計算結果

(1) 計算モデル

図 5.4-7 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. +0.8m) 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、126 通りのモデル計算を行った。計算結果を表 5.4-2~4 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 5.4-2~4 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。

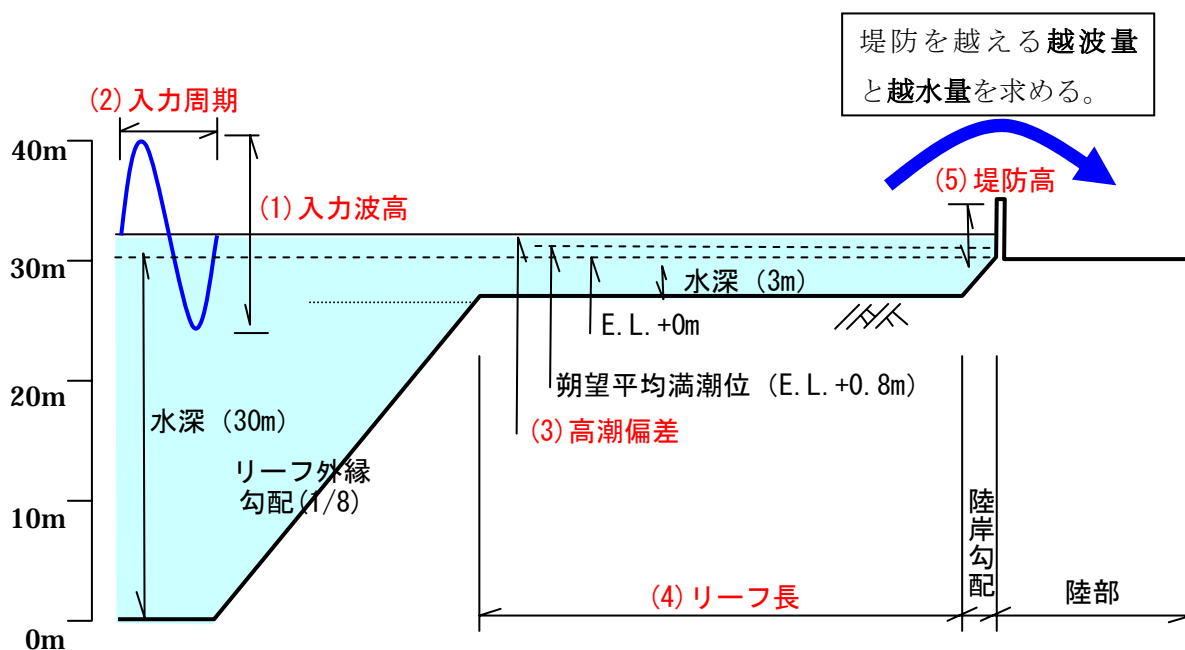


図 5.4-7 VOF による海岸モデルの模式図

表 5.4-1 モデルパラメータの値

要素	入力波高(m)	入力周期(s)	堤防高(m)	高潮偏差(m)	リーフ長(m)
値	10	10	3.8	1.0	0
	15	15	5.0	2.0	200
	20	20	6.2		500
ケース数	3	3	3	2	3

表 5.4-2 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.8	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	10	10	3.8	-	3.52	2.59
1	0	10	10	5	-		1.59
1	0	10	10	6.2	1.72		0.43
1	0	10	15	3.8	-	3.59	3.85
1	0	10	15	5	-		2.44
1	0	10	15	6.2	1.79		1.25
1	0	15	10	3.8	-	3.68	3.03
1	0	15	10	5	-		1.84
1	0	15	10	6.2	1.88		0.71
1	0	15	15	3.8	-	3.95	4.93
1	0	15	15	5	-		4.63
1	0	15	15	6.2	2.15		3.11
1	0	15	20	3.8	-	3.73	6.95
1	0	15	20	5	-		5.44
1	0	15	20	6.2	1.93		5.90
1	0	20	15	3.8	-	3.78	6.03
1	0	20	15	5	-		4.62
1	0	20	15	6.2	1.98		3.21
1	0	20	20	3.8	-	4.31	10.31
1	0	20	20	5	-		8.86
1	0	20	20	6.2	2.51		5.28
1	200	10	10	3.8	-	4.06	1.78
1	200	10	10	5	-		0.40
1	200	10	10	6.2	2.26		0.31
1	200	10	15	3.8	-	4.76	2.77
1	200	10	15	5	-		1.50
1	200	10	15	6.2	2.96		0.50
1	200	15	10	3.8	-	4.74	3.39
1	200	15	10	5	-		1.83
1	200	15	10	6.2	2.94		0.58
1	200	15	15	3.8	-	4.81	5.12
1	200	15	15	5	-		3.73
1	200	15	15	6.2	3.01		2.28
1	200	15	20	3.8	-	5.45	6.20
1	200	15	20	5	-		3.98
1	200	15	20	6.2	3.65		2.20
1	200	20	15	3.8	-	4.34	5.61
1	200	20	15	5	-		2.75
1	200	20	15	6.2	2.54		1.79
1	200	20	20	3.8	-	5.15	6.64
1	200	20	20	5	-		4.37
1	200	20	20	6.2	3.35		2.41

表 5. 4-3 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.8	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	10	10	3.8	-	3.49	0.24
1	500	10	10	5	-		0.11
1	500	10	10	6.2	1.69		0.00
1	500	10	15	3.8	-	4.87	1.41
1	500	10	15	5	-		0.40
1	500	10	15	6.2	3.07		0.16
1	500	15	10	3.8	-	4.20	1.02
1	500	15	10	5	-		0.73
1	500	15	10	6.2	2.40		0.07
1	500	15	15	3.8	-	6.06	7.23
1	500	15	15	5	-		4.68
1	500	15	15	6.2	4.26		3.12
1	500	15	20	3.8	-	6.56	7.06
1	500	15	20	5	-		5.34
1	500	15	20	6.2	4.76		3.01
1	500	20	15	3.8	-	6.07	6.19
1	500	20	15	5	-		2.67
1	500	20	15	6.2	4.27		2.29
1	500	20	20	3.8	-	6.67	8.49
1	500	20	20	5	-		5.55
1	500	20	20	6.2	4.87		4.32
2	0	10	10	3.8	-	3.71	3.59
2	0	10	10	5	-		2.39
2	0	10	10	6.2	0.91		1.34
2	0	10	15	3.8	-	3.88	5.84
2	0	10	15	5	-		3.57
2	0	10	15	6.2	1.08		2.30
2	0	15	10	3.8	-	4.21	4.31
2	0	15	10	5	-		3.05
2	0	15	10	6.2	1.41		1.24
2	0	15	15	3.8	-	4.25	3.61
2	0	15	15	5	-		5.60
2	0	15	15	6.2	1.45		3.90
2	0	15	20	3.8	-	3.82	9.55
2	0	15	20	5	-		8.76
2	0	15	20	6.2	1.02		5.47
2	0	20	15	3.8	-	4.01	9.57
2	0	20	15	5	-		7.77
2	0	20	15	6.2	1.21		5.96
2	0	20	20	3.8	-	4.06	11.00
2	0	20	20	5	-		9.41
2	0	20	20	6.2	1.26		7.04

表 5. 4-4 VOF による計算結果

S	L	H	T	B	W	S+W+0.8	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	200	10	10	3.8	-	5.48	2.90
2	200	10	10	5	-		1.54
2	200	10	10	6.2	2.68		0.69
2	200	10	15	3.8	-	5.19	4.14
2	200	10	15	5	-		2.20
2	200	10	15	6.2	2.39		1.21
2	200	15	10	3.8	-	5.31	4.23
2	200	15	10	5	-		2.12
2	200	15	10	6.2	2.51		1.06
2	200	15	15	3.8	-	5.68	7.71
2	200	15	15	5	-		4.65
2	200	15	15	6.2	2.88		3.25
2	200	15	20	3.8	-	5.80	6.90
2	200	15	20	5	-		5.36
2	200	15	20	6.2	3.00		3.44
2	200	20	15	3.8	-	5.28	8.16
2	200	20	15	5	-		4.64
2	200	20	15	6.2	2.48		3.11
2	200	20	20	3.8	-	5.71	7.85
2	200	20	20	5	-		5.39
2	200	20	20	6.2	2.91		3.04
2	500	10	10	3.8	-	4.72	1.14
2	500	10	10	5	-		0.39
2	500	10	10	6.2	1.92		0.02
2	500	10	15	3.8	-	4.82	2.67
2	500	10	15	5	-		1.26
2	500	10	15	6.2	2.02		0.37
2	500	15	10	3.8	-	4.85	2.55
2	500	15	10	5	-		0.63
2	500	15	10	6.2	2.05		0.22
2	500	15	15	3.8	-	6.89	7.48
2	500	15	15	5	-		5.43
2	500	15	15	6.2	4.09		3.63
2	500	15	20	3.8	-	6.63	7.71
2	500	15	20	5	-		5.31
2	500	15	20	6.2	3.83		3.32
2	500	20	15	3.8	-	6.49	6.22
2	500	20	15	5	-		5.53
2	500	20	15	6.2	3.69		3.35
2	500	20	20	3.8	-	6.70	9.10
2	500	20	20	5	-		7.54
2	500	20	20	6.2	3.90		4.28

5.4.4 浸水シミュレーション結果

(1) 越波・越水量

想定台風の波高と高潮偏差から代表点における海から陸に流れ込む越波・越水量を計算した。その結果を図 5.4-8～10 に示した。越波・越水量は場所により大幅に異なる値となった。

沖縄本島東海岸では、どの想定台風でも大きな越波・越水量となった。想定台風 5115(RUTH)と想定台風 6123(TILDA)の場合、本島東海岸には南東の風が吹き寄せ、潮位と波浪（高波）により越波・越水量が大きい。想定台風 7920(TIP)の場合は、本島東海岸に沿って想定台風が北上するために、越波・越水量が大きくなった。ただし、本島東海岸のなかでも中城湾や金武湾の湾内では高潮偏差は大きくなるものの、リーフ地形による波浪の減衰効果により、越波・越水量は東海岸のなかでは相対的に小さい。

本島西海岸では、那覇空港より南の海岸を除いて、越波・越水量は小さい。想定台風 5115(RUTH)と想定台風 6123(TILDA)を想定した場合、本島東海岸とは逆に本島西海岸では沖に向う風となるために、越波・越水量は小さい。想定台風 7920(TIP)では西海岸に吹き寄せる風となるが、リーフ地形等の減衰効果で、越波・越水量は大きくならない。那覇空港より南の海岸では想定台風 5115(RUTH)が北上するときに、南西の強い風が吹き寄せ、波浪と高潮により水位が上昇し、越波・越水量が大きくなった。

慶良間群島では想定台風 5115(RUTH)が近くを通過するので、このとき越波・越水量が大きくなった。久米島では想定台風 5115(RUTH)と想定台風 6123(TILDA)が近くを通過するとき、越波・越水量が大きくなった。伊平屋島、伊是名島の東海岸は越波・越水量が比較的大きいが、西海岸では小さい。なお、浸水シミュレーションにおいては、浸水した越波・越水量の一部は海にもどるものとして浸水域を予測した。

(2) 浸水シミュレーション結果

沖縄本島及び周辺諸島に被害をもたらした特徴的な 3 台風を想定台風とし、各台風の最低気圧を **870hPa** まで下げ、移動コースも本島周辺で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た。

これら 3 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 5.4-8 高潮浸水結果図である。この図から明らかなように、海岸や河川に沿う低地はほとんど浸水する結果となっている。沖縄本島南部では海岸に沿って発達している低地が浸水する。沖縄本島北部や周辺諸島では海岸や河川に沿って点在する低地が浸水する。

越波・越水量の地域的な違いを反映して、越波・越水量の多い本島東海岸の浸水位は西海岸に較べて高い。想定台風 5115(RUTH)、想定台風 6123(TILDA)、想定台風 7920(TIP)による浸水面積の差は小さい。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。

本業務では、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。

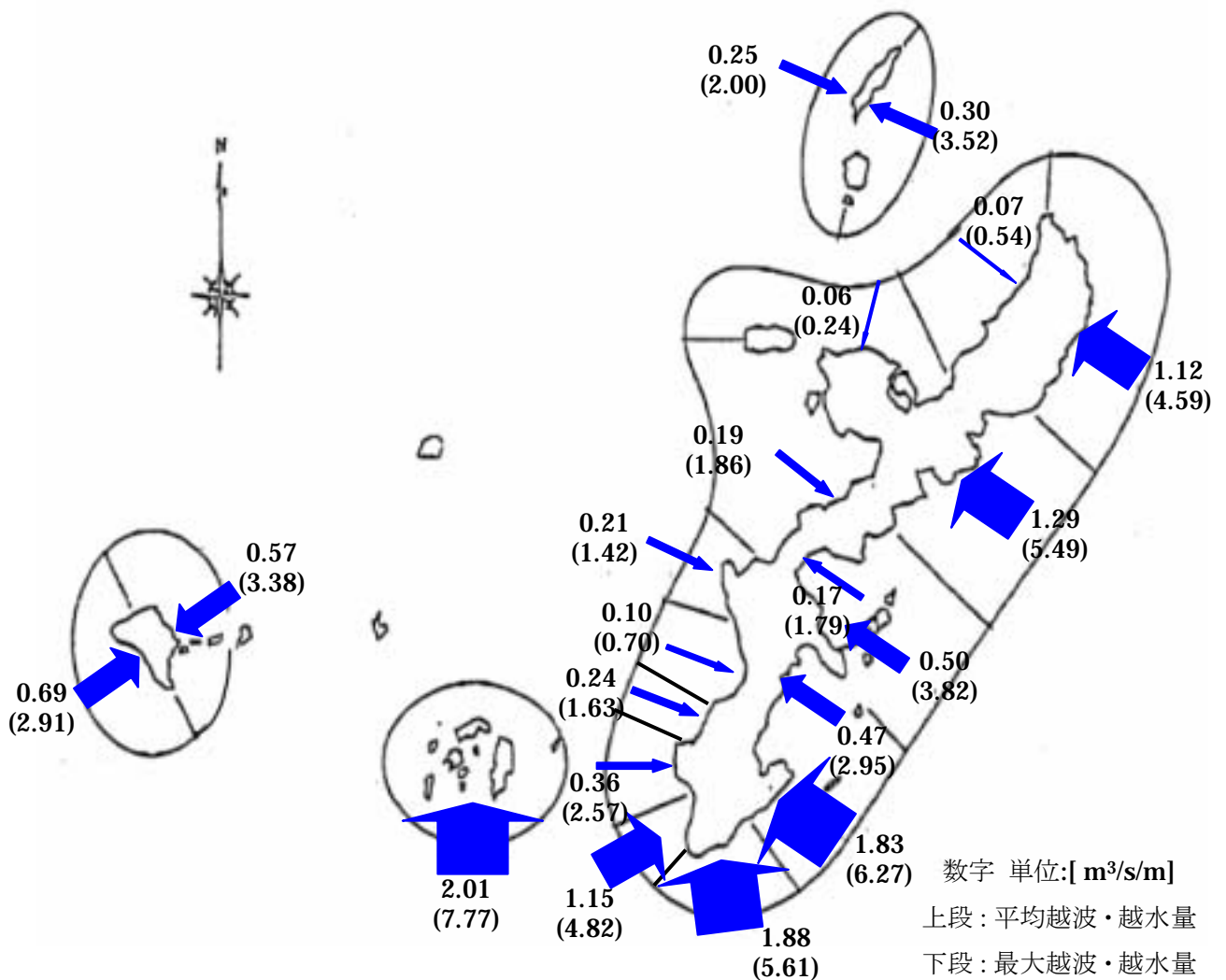


図 5.4-8 区域別流入量（想定台風 5115）
 （矢印の太さは平均越波・越水量の相対的な違いを模式的に示したもの）

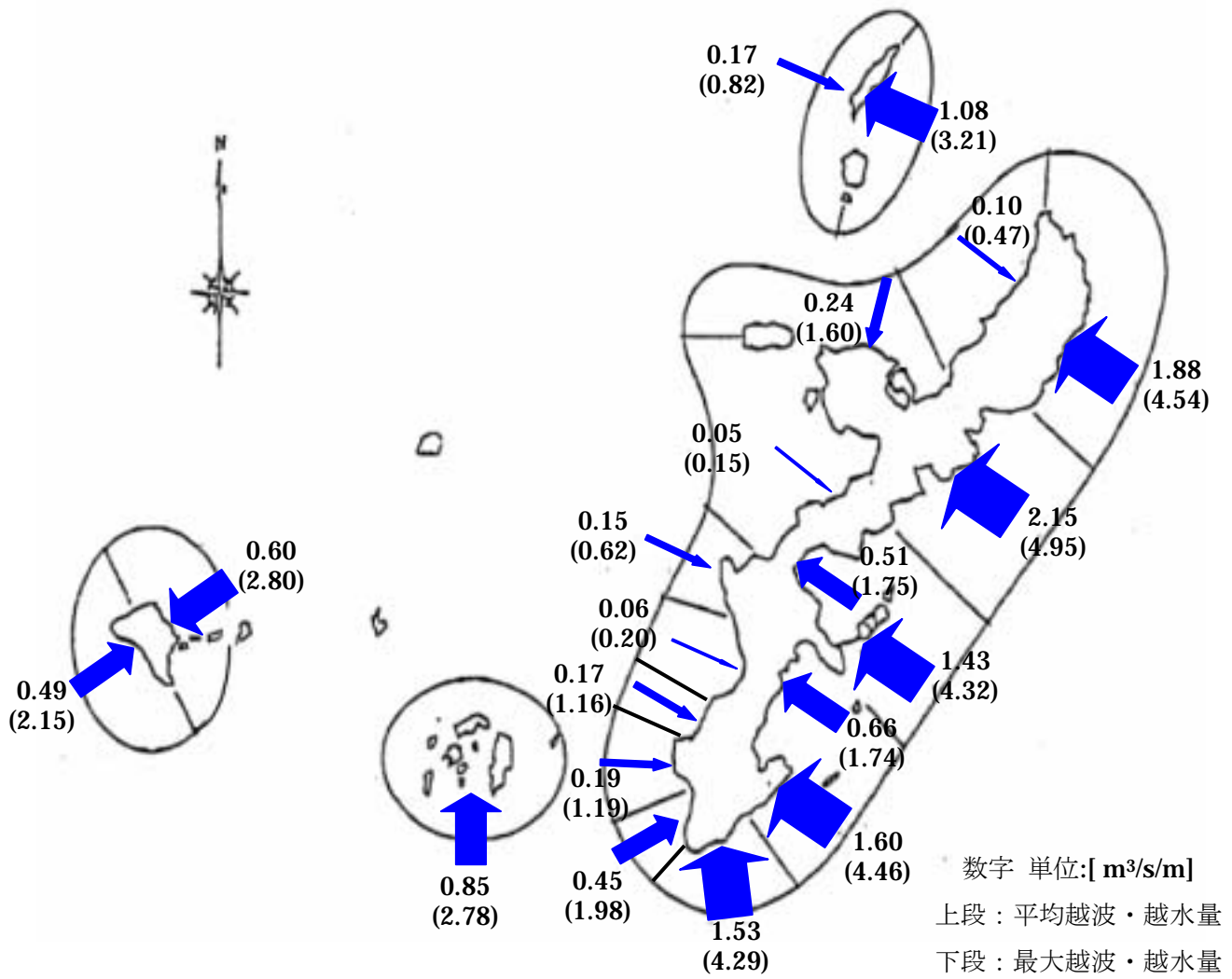


図 5.4-9 区域別流入量 (想定台風 6123)
 (矢印の太さは平均越波・越水量の相対的な違いを模式的に示したもの)

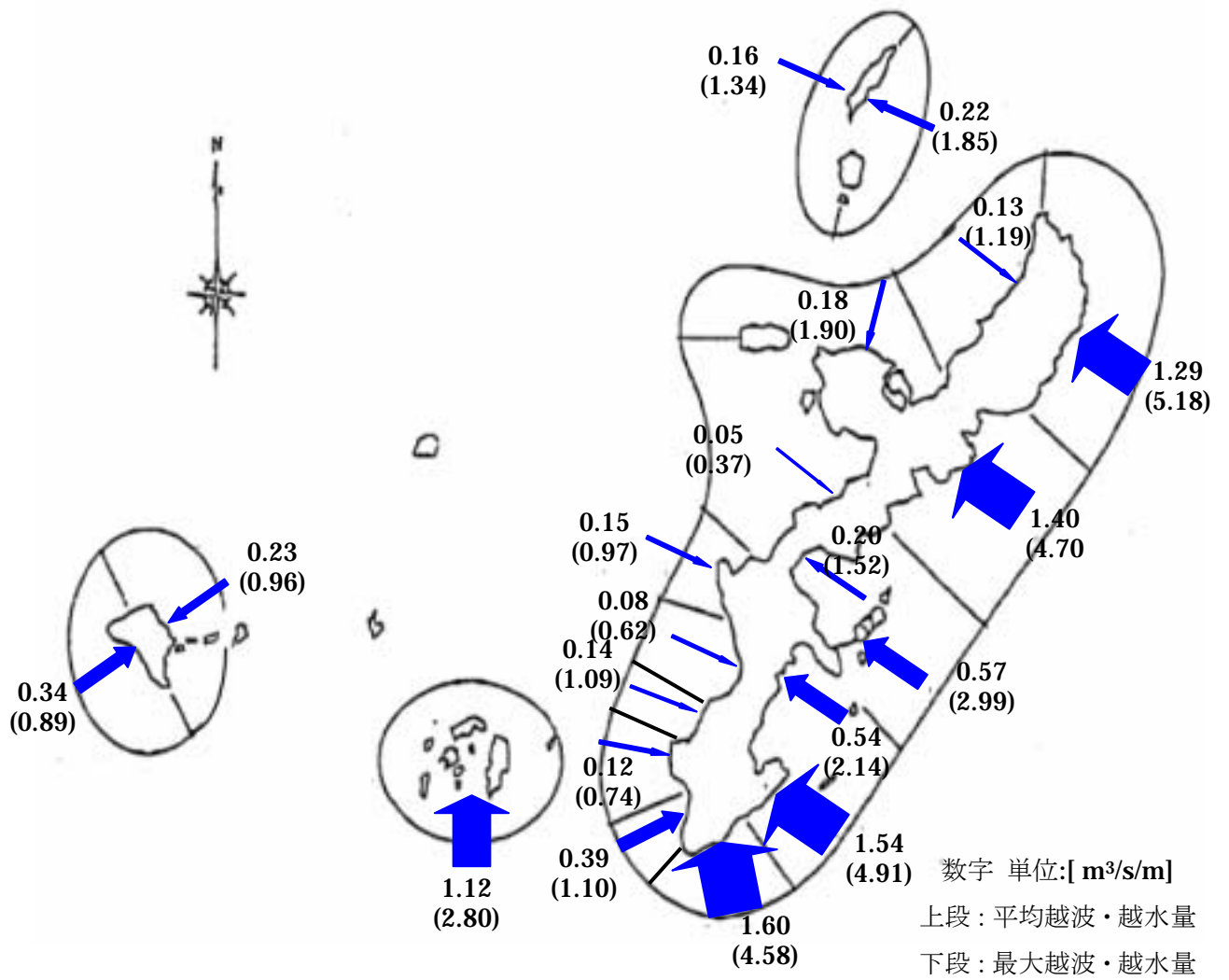


図 5. 4-10 区域別流入量 (想定台風 7920)

(矢印の太さは平均越波・越水量の相対的な違いを模式的に示したもの)

6. 被害想定

6.1 被害想定条件

6.1.1 想定外力

(1) 想定津波

津波想定計算を実施した、次の7つの想定地震に伴う津波を対象に実施した。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 4.5-3参照）。

- 1) 久米島北方沖の想定地震 (B04E)
- 2) 沖縄本島北方沖の想定地震 (C01E)
- 3) 沖縄本島北方沖の想定地震 (C01W)
- 4) 久米島南東沖の想定地震 (C02E)
- 5) 久米島南東沖の想定地震 (C02W)
- 6) 沖縄本島南東沖の想定地震 (D01W)
- 7) 沖縄本島南西沖の想定地震 (H9RF)

(2) 想定台風

次の3台風を想定した。

- 1) 想定台風 5115 (RUTH)
- 2) 想定台風 6123 (TILDA)
- 3) 想定台風 7920 (TIP)

6.1.2 被害想定単位

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、危険物施設は石油タンク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。

6.1.3 被害想定項目と手法の概要

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した。(中央防災会議(2005)の手法を適用)	【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 50 cm以上:床上浸水 浸水深 50 cm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津波影響人口とする。これをもとに、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した。(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した。(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した。	【季節・時間】(津波) 1)冬の夜間 2)夏の昼 【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 ○大きな揺れを伴わない地震(津波地震) ⇒避難開始:地震発生 15 分後 【負傷者数算定式】(津波) 重傷者数=0.0340×建物被害率(%)/100 ×人口 中等傷者数=0.0822×建物被害率(%)/100 ×人口
交通支障	道路(自動車が通行可能な路線)を対象とした。50m メッシュごとの浸水深と道路分布を重ね合わせて、浸水域内の道路延長を求めた。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した。	
ライフライン支障・危険物施設被害	ライフライン(上水道ポンプ、下水処理施設、発電電施設、ガス貯蔵施設、電話交換施設等)および危険物施設(オイルタンク等)を対象とした。海岸に設置されているライフライン拠点施設や危険物施設について、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した。	
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した。 【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。	

6.2 想定地震

表 6.2-1 各市町村の想定地震

市町村名	想定地震						
	B04E	C01E	C01W	C02E	C02W	D01W	H9RF
那 覇 市	○				○		○
宜 野 湾 市	○				○		○
浦 添 市	○				○		○
名 護 市 (東部)		○				○	○
名 護 市 (西部)	○		○		○		
糸 満 市	○				○		○
沖 縄 市					○	○	○
豊 見 城 市	○				○		○
う る ま 市		○				○	○
南 城 市					○	○	○
国 頭 郡							
国 頭 村 (東部)		○				○	○
国 頭 村 (西部)	○		○		○		
大 宜 味 村	○		○		○		
東 村		○				○	○
今 帰 仁 村	○		○		○		
本 部 町	○		○		○		
恩 納 村	○				○		○
宜 野 座 村		○				○	○
金 武 町		○				○	○
伊 江 村	○		○		○		
中 頭 郡							
読 谷 村	○				○		○
嘉 手 納 町	○				○		○
北 谷 町	○				○		○
北 中 城 村					○	○	○
中 城 村					○	○	○
西 原 町					○	○	○
島 尻 郡							
与 那 原 町					○	○	○
渡 嘉 敷 村	○			○			○
座 間 味 村	○			○			○
粟 国 村	○			○			○
渡 名 喜 村	○			○			○
南 大 東 村						○	
北 大 東 村						○	
伊 平 屋 村	○		○		○		
伊 是 名 村	○		○		○		
久 米 島 町	○			○			○
八 重 瀬 町					○	○	○

6.3 想定結果

6.3.1 建物被害

6.3.1.1 津波被害

建物被害想定結果(全ケース最大の抽出)

市町村名	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
那覇市	55	156	6,890	4,928	86	300	8,130	5,778
宜野湾市	5	18	1,177	465	7	29	1,560	457
浦添市	6	12	1,217	601	6	19	1,746	834
名護市	84	189	2,738	2,164	88	283	3,525	1,089
糸満市	4	19	432	476	5	26	855	669
沖縄市	2	1	154	434	2	2	190	573
豊見城市	0	2	213	99	0	2	204	78
うるま市	0	8	152	68	0	9	166	93
南城市	16	5	461	58	16	6	461	109
国頭郡								
国頭村	8	10	641	253	12	9	736	145
大宜味村	2	2	168	78	2	3	205	117
東村	1	2	93	26	1	2	109	36
今帰仁村	1	2	95	38	1	2	124	42
本部町	9	7	615	141	15	9	719	133
恩納村	5	7	462	158	6	9	613	167
宜野座村	0	0	17	38	0	0	16	26
金武町	0	1	29	23	0	2	59	25
伊江村	0	0	0	1	0	0	0	1
中頭郡								
読谷村	0	0	14	34	0	1	57	12
嘉手納町	1	2	100	92	1	2	150	173
北谷町	9	16	695	789	11	17	768	782
北中城村	0	0	4	0	0	0	4	4
中城村	0	2	89	71	1	2	91	83
西原町	0	0	6	3	0	0	3	3
島尻郡								
与那原町	24	15	412	44	24	15	412	47
渡嘉敷村	2	2	140	54	2	2	149	66
座間味村	4	4	308	48	8	5	362	48
粟国村	0	0	1	1	0	0	1	1
渡名喜村	0	0	15	0	0	0	26	10
南大東村	0	0	0	0	0	0	0	0
北大東村	0	0	0	0	0	0	0	0
伊平屋村	3	2	222	73	3	4	257	40
伊是名村	0	4	185	59	1	4	187	46
久米島町	1	2	159	58	1	2	163	81
八重瀬町	1	1	52	2	1	0	52	6

6.3.1.2 高潮被害

市町村名	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
那 覇 市	23,537	2,697	22,624	2,962
宜 野 湾 市	1,330	541	1,446	422
浦 添 市	2,174	745	2,151	915
名 護 市	6,425	1,517	5,599	1,407
糸 満 市	6,173	1,230	6,171	1,442
沖 縄 市	6,308	367	6,302	373
豊 見 城 市	3,391	559	3,316	526
う る ま 市	4,603	422	4,588	471
南 城 市	2,178	396	2,178	396
国 頭 郡				
国 頭 村	870	179	803	164
大 宜 味 村	390	75	376	84
東 村	143	10	142	6
今 帰 仁 村	434	141	422	139
本 部 町	833	213	777	335
恩 納 村	1,053	241	1,006	222
宜 野 座 村	306	110	306	110
金 武 町	365	165	365	165
伊 江 村	1	3	1	3
中 頭 郡				
読 谷 村	37	34	37	34
嘉 手 納 町	416	79	376	97
北 谷 町	1,865	765	1,924	943
北 中 城 村	447	98	447	102
中 城 村	1,612	211	1,612	213
西 原 町	2,062	581	2,188	612
島 尻 郡				
与 那 原 町	1,718	553	1,747	555
渡 嘉 敷 村	218	6	218	6
座 間 味 村	298	18	298	29
粟 国 村	12	13	12	11
渡 名 喜 村	256	118	256	109
南 大 東 村	0	0	0	0
北 大 東 村	0	0	0	0
伊 平 屋 村	331	39	331	39
伊 是 名 村	349	74	349	74
久 米 島 町	1,642	997	1,633	864
八 重 瀬 町	133	21	138	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(全ケース最大の抽出)

市町村名	構造物あり				構造物なし			
	意識高、冬夜	意識高、夏屋	意識低、冬夜	意識低、夏屋	意識高、冬夜	意識高、夏屋	意識低、冬夜	意識低、夏屋
那 覇 市	37	305	68	414	46	313	103	497
宜 野 湾 市	6	161	15	261	7	180	22	285
浦 添 市	8	23	20	59	8	22	25	72
名 護 市	3	26	19	132	4	27	29	161
糸 満 市	9	52	10	55	10	54	11	58
沖 縄 市	1	2	1	4	1	2	1	4
豊 見 城 市	5	16	5	17	5	16	5	17
う る ま 市	2	9	3	31	3	10	3	32
南 城 市	7	128	10	165	7	132	10	172
国 頭 郡								
国 頭 村	2	54	15	90	3	56	18	99
大 宜 味 村	2	4	3	9	2	4	4	10
東 村	0	0	2	5	0	0	2	6
今 帰 仁 村	1	10	2	13	1	11	2	15
本 部 町	3	12	11	49	4	16	15	66
恩 納 村	2	61	8	132	3	62	12	143
宜 野 座 村	0	7	0	9	0	7	0	9
金 武 町	1	2	1	3	1	3	1	3
伊 江 村	0	0	0	3	0	0	0	3
中 頭 郡								
読 谷 村	0	5	0	118	0	5	1	121
嘉 手 納 町	1	5	2	7	2	5	2	8
北 谷 町	1	351	6	485	1	321	7	475
北 中 城 村	0	0	0	0	0	0	0	0
中 城 村	1	5	2	6	2	5	2	6
西 原 町	0	0	0	0	0	0	0	0
島 尻 郡								
与 那 原 町	10	33	10	36	9	32	11	36
渡 嘉 敷 村	1	3	3	20	1	3	3	20
座 間 味 村	0	1	5	34	0	2	7	38
粟 国 村	0	0	0	0	0	0	0	0
渡 名 喜 村	0	0	0	0	0	0	0	0
南 大 東 村	0	0	0	0	0	0	0	0
北 大 東 村	0	0	0	0	0	0	0	0
伊 平 屋 村	0	2	5	18	1	2	8	26
伊 是 名 村	1	3	4	13	1	2	4	13
久 米 島 町	1	5	2	13	1	5	2	14
八 重 瀬 町	2	7	2	7	3	10	3	10

(2) 負傷者数

市町村名	構造物あり				構造物なし			
	重傷者(冬)	重傷者(夏)	中等傷者(冬)	中等傷者(夏)	重傷者(冬)	重傷者(夏)	中等傷者(冬)	中等傷者(夏)
那覇市	56	135	301	727	99	240	417	1,009
宜野湾市	15	36	177	427	23	55	200	483
浦添市	19	45	55	133	25	60	73	175
名護市	27	64	141	341	41	100	188	455
糸満市	5	13	36	86	8	19	44	106
沖縄市	1	2	3	7	1	3	4	10
豊見城市	3	7	9	21	3	7	9	21
うるま市	2	5	30	71	2	5	30	73
南城市	16	38	235	569	16	38	235	569
国頭郡								
国頭村	12	30	63	152	16	39	73	177
大宜味村	3	7	8	20	4	9	10	24
東村	2	4	4	10	2	5	6	14
今帰仁村	2	4	11	25	2	5	12	28
本部町	12	29	60	144	19	45	83	200
恩納村	8	18	115	279	11	26	125	303
宜野座村	0	1	6	15	0	1	6	16
金武町	1	1	1	3	1	2	2	5
伊江村	0	0	4	10	0	0	4	10
中頭郡								
読谷村	0	1	97	235	1	2	101	244
嘉手納町	2	4	5	12	2	4	5	12
北谷町	8	18	297	719	9	22	298	720
北中城村	0	0	0	1	0	0	0	1
中城村	1	3	4	9	1	3	4	10
西原町	0	0	0	0	0	0	0	0
島尻郡								
与那原町	14	34	48	116	14	34	48	116
渡嘉敷村	3	6	16	38	3	7	16	39
座間味村	6	16	31	74	10	23	37	90
粟国村	0	0	0	0	0	0	0	0
渡名喜村	0	1	1	2	0	1	1	2
南大東村	0	0	0	0	0	0	0	0
北大東村	0	0	0	0	0	0	0	0
伊平屋村	3	8	15	36	5	11	19	45
伊是名村	2	6	12	28	3	6	12	30
久米島町	2	5	10	25	2	5	11	26
八重瀬町	1	3	5	11	2	4	6	14

6.3.2.2 高潮被害

浸水域内人口想定結果(全想定台風)

市町村名	構造物あり	構造物なし
那 覇 市	67,279	64,888
宜 野 湾 市	5,216	5,208
浦 添 市	7,438	7,391
名 護 市	20,582	17,371
糸 満 市	20,183	20,161
沖 縄 市	19,794	19,775
豊 見 城 市	11,521	11,049
う る ま 市	16,709	16,682
南 城 市	7,990	7,990
国 頭 郡		
国 頭 村	2,672	2,513
大 宜 味 村	1,257	1,182
東 村	389	389
今 帰 仁 村	1,755	1,713
本 部 町	2,946	2,664
恩 納 村	3,410	3,311
宜 野 座 村	1,001	1,001
金 武 町	1,274	1,274
伊 江 村	9	9
中 頭 郡		
読 谷 村	209	209
嘉 手 納 町	1,475	1,388
北 谷 町	7,006	6,970
北 中 城 村	1,561	1,561
中 城 村	5,270	5,252
西 原 町	7,542	7,992
島 尻 郡		
与 那 原 町	6,321	6,422
渡 嘉 敷 村	466	466
座 間 味 村	653	684
粟 国 村	52	47
渡 名 喜 村	520	520
南 大 東 村	0	0
北 大 東 村	0	0
伊 平 屋 村	995	992
伊 是 名 村	913	913
久 米 島 町	5,259	5,256
八 重 瀬 町	512	506

6.3.3 交通支障

6.3.3.1 津波被害

道路被害想定結果(全ケース最大の抽出)

市町村名	構造物あり		構造物なし	
	被害延長(km)	被害区間	被害延長(km)	被害区間
那 覇 市	64.1	550	67.0	578
宜 野 湾 市	15.9	117	18.0	130
浦 添 市	15.2	68	19.5	92
名 護 市	78.4	546	98.6	640
糸 満 市	7.4	63	14.3	131
沖 縄 市	9.0	80	12.3	109
豊 見 城 市	8.2	16	9.7	20
う る ま 市	30.8	45	36.6	63
南 城 市	10.8	38	10.8	37
国 頭 郡				
国 頭 村	46.3	147	45.0	158
大 宜 味 村	28.3	75	35.8	97
東 村	28.7	101	29.1	103
今 帰 仁 村	7.9	18	11.8	34
本 部 町	27.8	160	29.9	169
恩 納 村	28.1	65	30.0	71
宜 野 座 村	6.1	32	6.3	29
金 武 町	9.7	31	14.0	58
伊 江 村	2.6	10	2.8	11
中 頭 郡				
読 谷 村	3.2	8	3.5	9
嘉 手 納 町	4.1	24	5.5	36
北 谷 町	26.6	203	28.3	219
北 中 城 村	0.6	1	0.6	1
中 城 村	5.0	27	5.3	29
西 原 町	0.1	1	0.1	2
島 尻 郡				
与 那 原 町	0.6	7	1.1	11
渡 嘉 敷 村	13.1	49	13.1	49
座 間 味 村	17.1	55	17.7	58
粟 国 村	3.7	6	3.4	5
渡 名 喜 村	2.4	2	4.2	5
南 大 東 村	0.0	0	0.0	0
北 大 東 村	0.0	0	0.0	0
伊 平 屋 村	46.0	143	46.8	150
伊 是 名 村	27.5	159	28.2	156
久 米 島 町	21.0	59	23.4	61
八 重 瀬 町	0.4	3	0.6	4

6.3.3.2 高潮被害

道路被害想定結果(全ケース最大の抽出)

市町村名	構造物あり		構造物なし	
	被害延長(km)	被害区間	被害延長(km)	被害区間
那覇市	138.4	1279	135.3	1249
宜野湾市	19.3	141	19.3	141
浦添市	23.4	117	23.2	116
名護市	186.1	1006	182.1	1002
糸満市	81.8	574	81.8	574
沖縄市	74.3	699	74.3	699
豊見城市	40.1	127	39.7	126
うるま市	147.9	617	147.8	617
南城市	58.0	360	58.0	360
国頭郡				
国頭村	85.4	214	80.6	203
大宜味村	51.4	140	50.2	136
東村	38.6	124	38.6	124
今帰仁村	38.9	129	38.4	127
本部町	39.8	200	37.0	192
恩納村	43.7	108	42.0	105
宜野座村	21.9	110	21.9	110
金武町	32.5	177	32.5	177
伊江村	4.6	21	4.5	21
中頭郡				
読谷村	5.7	16	5.7	16
嘉手納町	9.4	55	9.2	54
北谷町	37.0	276	37.0	276
北中城村	8.2	47	8.2	47
中城村	36.9	223	36.9	223
西原町	22.5	122	22.6	125
島尻郡				
与那原町	9.9	101	9.9	101
渡嘉敷村	19.9	62	19.9	62
座間味村	18.6	56	18.8	57
粟国村	8.4	31	8.4	31
渡名喜村	7.0	12	7.0	12
南大東村	0.0	0	0.0	0
北大東村	0.0	0	0.0	0
伊平屋村	55.3	183	55.3	183
伊是名村	39.7	216	39.7	216
久米島町	82.1	557	82.1	557
八重瀬町	7.8	36	6.3	30

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(全ケース最大の抽出)

市町村名	構造物あり					構造物なし				
	上水道	下水道	都市ガス	電力	電話	上水道	下水道	都市ガス	電力	電話
那覇市	0	5	3	3	0	0	5	3	2	0
宜野湾市	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
浦添市	0	5	0	3	1	0	6	0	3	1
名護市	1	4	0	2	1	1	5	0	1	2
糸満市	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
沖縄市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
豊見城市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
うるま市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南城市	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0
国頭郡										
国頭村	1	0	0	1	1	3	0	0	1	1
大宜味村	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
東村	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
今帰仁村	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
本部町	2	6	0	0	1	2	7	0	0	1
恩納村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宜野座村	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
金武町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伊江村	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
中頭郡										
読谷村	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
嘉手納町	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
北谷町	3	2	0	1	0	3	2	0	1	0
北中城村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中城村	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
西原町	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
島尻郡										
与那原町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渡嘉敷村	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
座間味村	1	2	0	0	0	1	3	0	0	0
粟国村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渡名喜村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南大東村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北大東村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伊平屋村	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1
伊是名村	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0
久米島町	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
八重瀬町	0	0	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(全ケース最大の抽出)

市町村名	構造物あり					構造物なし				
	上水道	下水道	都市ガス	電力	電話	上水道	下水道	都市ガス	電力	電話
那 覇 市	0	10	10	4	1	0	10	10	4	1
宜 野 湾 市	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
浦 添 市	0	6	0	3	1	0	6	0	3	1
名 護 市	4	9	0	2	5	3	6	0	2	5
糸 満 市	0	2	0	1	0	0	2	0	1	0
沖 縄 市	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
豊 見 城 市	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
う る ま 市	4	3	0	5	4	4	3	0	5	4
南 城 市	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0
国 頭 郡										
国 頭 村	5	0	0	1	2	4	0	0	1	2
大 宜 味 村	2	0	0	1	1	2	0	0	1	1
東 村	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
今 帰 仁 村	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
本 部 町	2	9	0	0	1	2	8	0	0	1
恩 納 村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宜 野 座 村	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
金 武 町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伊 江 村	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
中 頭 郡										
読 谷 村	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
嘉 手 納 町	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0
北 谷 町	3	2	0	1	0	3	2	0	1	0
北 中 城 村	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
中 城 村	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
西 原 町	3	1	0	0	0	3	1	0	0	0
島 尻 郡										
与 那 原 町	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
渡 嘉 敷 村	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
座 間 味 村	1	3	0	0	1	1	3	0	0	1
粟 国 村	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0
渡 名 喜 村	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
南 大 東 村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北 大 東 村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伊 平 屋 村	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1
伊 是 名 村	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0
久 米 島 町	0	2	0	1	1	0	2	0	1	1
八 重 瀬 町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.3.5 危険物施設被害

6.3.5.1 津波被害

危険物(石油タンク)被害想定結果

市町村名	構造物あり				構造物なし			
	C01E	C02W	D01W	H9RF	C01E	C02W	D01W	H9RF
うるま市	2	—	2	0	2	—	2	0
中頭郡								
西原町	—	0	1	0	—	0	1	0
合計	2	0	3	0	2	0	3	0

想定地震名： C01E: 沖縄本島北方沖の想定地震
 C02W: 久米島南東沖の想定地震
 D01W: 沖縄本島南東沖の想定地震
 H9RF: 沖縄本島南西沖の想定地震

6.3.5.2 高潮被害

危険物(石油タンク)被害想定結果

市町村名	構造物あり			構造物なし		
	T5115	T6123	T7920	T5115	T6123	T7920
うるま市	45	45	45	45	45	45
中頭郡						
西原町	39	39	39	39	39	39
合計	84	84	84	84	84	84

6.3.6 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。

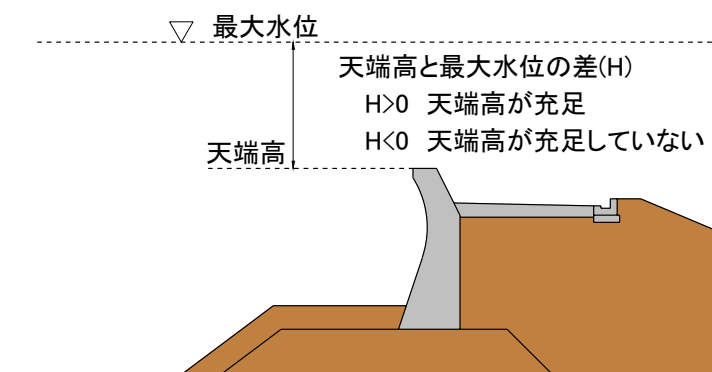


図 6.3-1 構造物評価の考え方

6.3.6.1 津波被害

津波によるシミュレーション結果では、護岸等の天端高は充足していない箇所が多くある。また、既存の海岸保全施設(護岸・堤防)の天端高が充足している箇所でも、周辺の港湾・漁港や河川、排水路、一般海岸等から浸水していることから、天端高の不足と整備延長の不足が浸水範囲を広げているものにとらえることができる。

6.3.6.2 高潮被害

高潮によるシミュレーション結果では、多くの施設で天端高が不足する結果となっている。今回のシミュレーションは、台風の最低気圧を既往最低の **870hPa** まで下げ、さらに移動コースを最も大きな影響がでるように変更した想定台風で行っており、今回想定した波浪が各施設の防護基準や設計条件を上回る波浪であったものにとらえることができる。

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) 津波対策の要整備カ所の抽出と優先度評価の検討

4) 高潮対策の要整備カ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 7.1-1,2 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、5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、沖縄本島及び周辺諸島に被害をもたらした特徴的な3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、移動コースを本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。

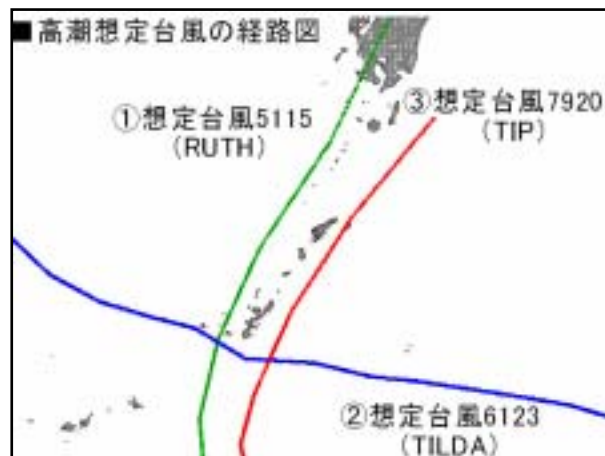
浸水予測図の作成にあたっては、浸水深別に色分けしたり、画像を背景に利用することで、より視覚的に津波・高潮の影響範囲がわかるように配慮した。

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・想定台風の位置・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。

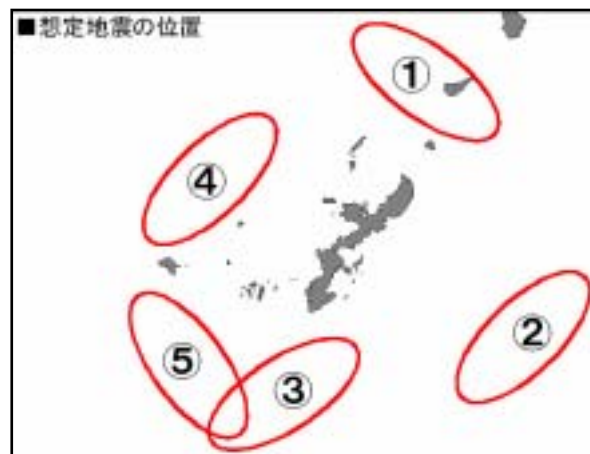
■想定台風

- ①想定台風 5115(RUTH)
- ②想定台風 6123(TILDA)
- ③想定台風 7920(TIP)



■想定津波

- ①沖縄本島北方沖の想定地震
- ②沖縄本島南東沖の想定地震
- ③沖縄本島南西沖の想定地震
- ④久米島北方沖の想定地震
- ⑤久米島南東沖の想定地震



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。

7.1 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「20万分の1地勢図」	○沖縄本島北方沖の想定地震 ○沖縄本島南東沖の想定地震 ○沖縄本島南西沖の想定地震 ○久米島北方沖の想定地震 ○久米島南東沖の想定地震	○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	A1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」	○沖縄本島北方沖の想定地震 ○沖縄本島南東沖の想定地震 ○沖縄本島南西沖の想定地震 ○久米島北方沖の想定地震 ○久米島南東沖の想定地震	○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	A2版 市町村別 1/25,000
地区別図	イコノス画像および空撮オルソ画像	○沖縄本島北方沖の想定地震 ○沖縄本島南東沖の想定地震 ○沖縄本島南西沖の想定地震 ○久米島北方沖の想定地震 ○久米島南東沖の想定地震	○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	A2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」	○沖縄本島北方沖の想定地震（構造物なし/構造物あり） ○沖縄本島南東沖の想定地震（構造物なし/構造物あり） ○沖縄本島南西沖の想定地震（構造物なし/構造物あり） ○久米島北方沖の想定地震（構造物なし/構造物あり） ○久米島南東沖の想定地震（構造物なし/構造物あり）	○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

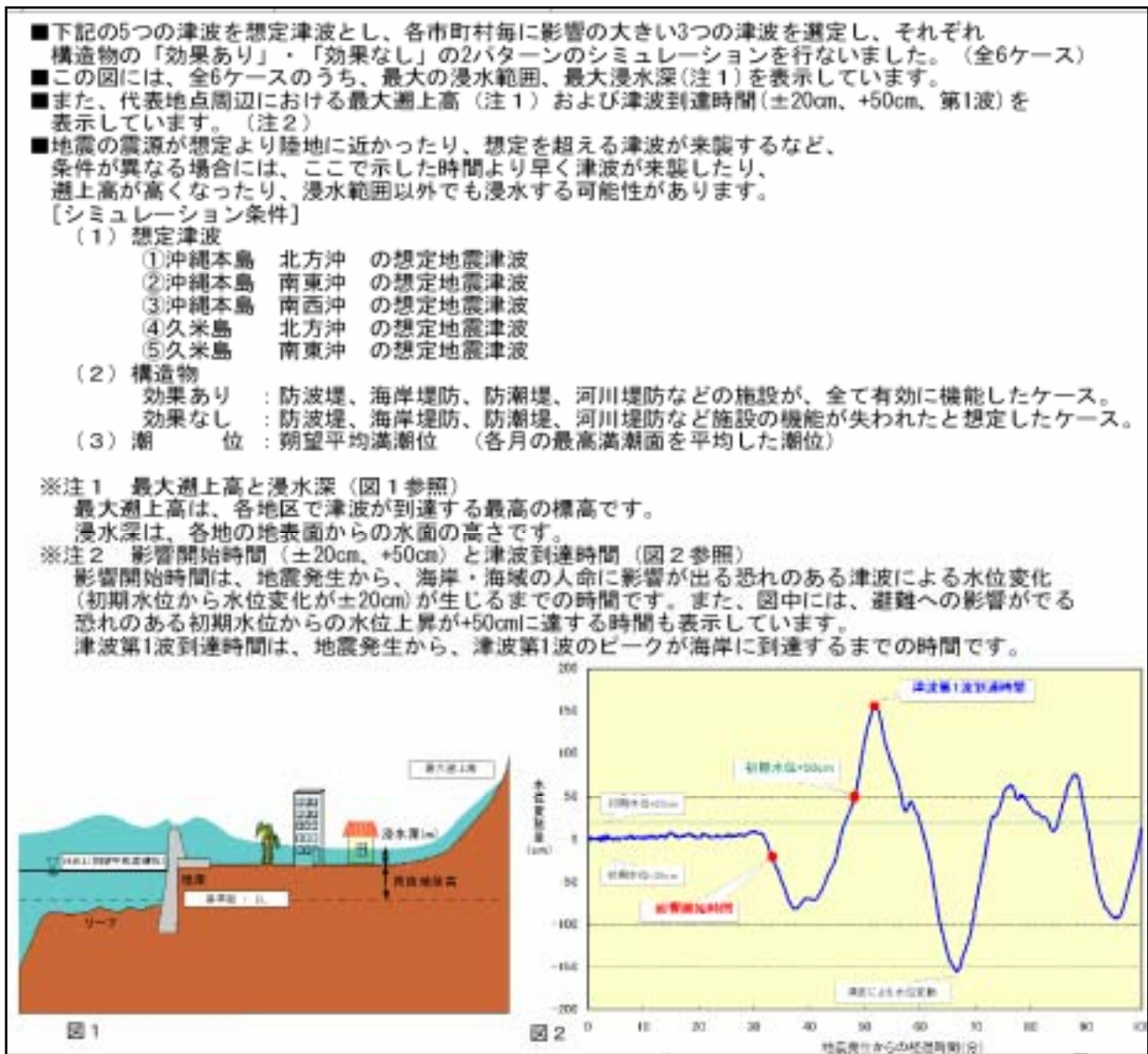
表 7.1-2 作成した高潮浸水予測図一覧

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「20万分の1地勢図」	○想定台風 5115(RUTH) ○想定台風 6123(TILDA) ○想定台風 7920(TIP)	○高潮浸水予測図 ○想定台風による最大高潮浸水範囲	A1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 5115(RUTH) ○想定台風 6123(TILDA) ○想定台風 7920(TIP)	○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）	A2版 市町村別 1/25,000
地区別図	イコノス画像および空撮オルソ画像	○想定台風 5115(RUTH) ○想定台風 6123(TILDA) ○想定台風 7920(TIP)	○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）	A2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 5115(RUTH) （構造物なし/構造物あり） ○想定台風 6123(TILDA) （構造物なし/構造物あり） ○想定台風 7920(TIP) （構造物なし/構造物あり）	○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

7.2 浸水予測図

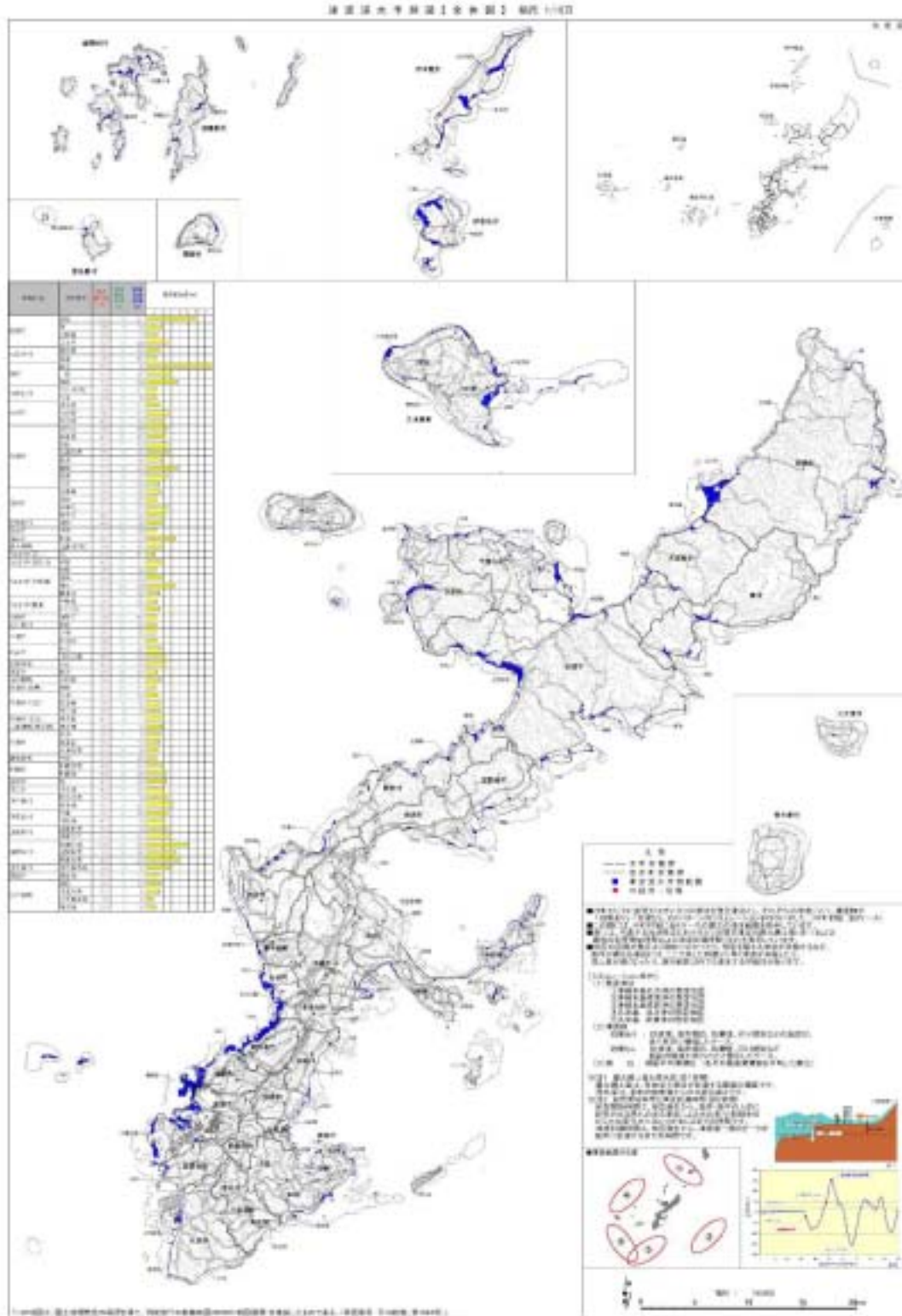
7.2.1 津波浸水予測図

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。



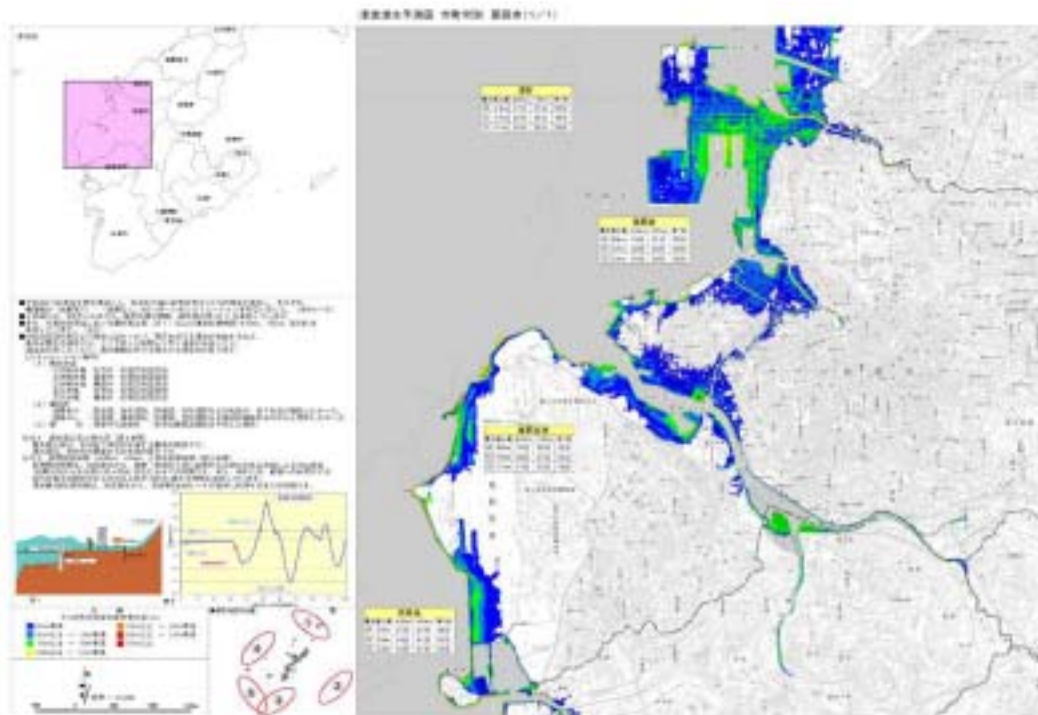
①津波浸水予測図 全体図 A1判 1/15万

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。

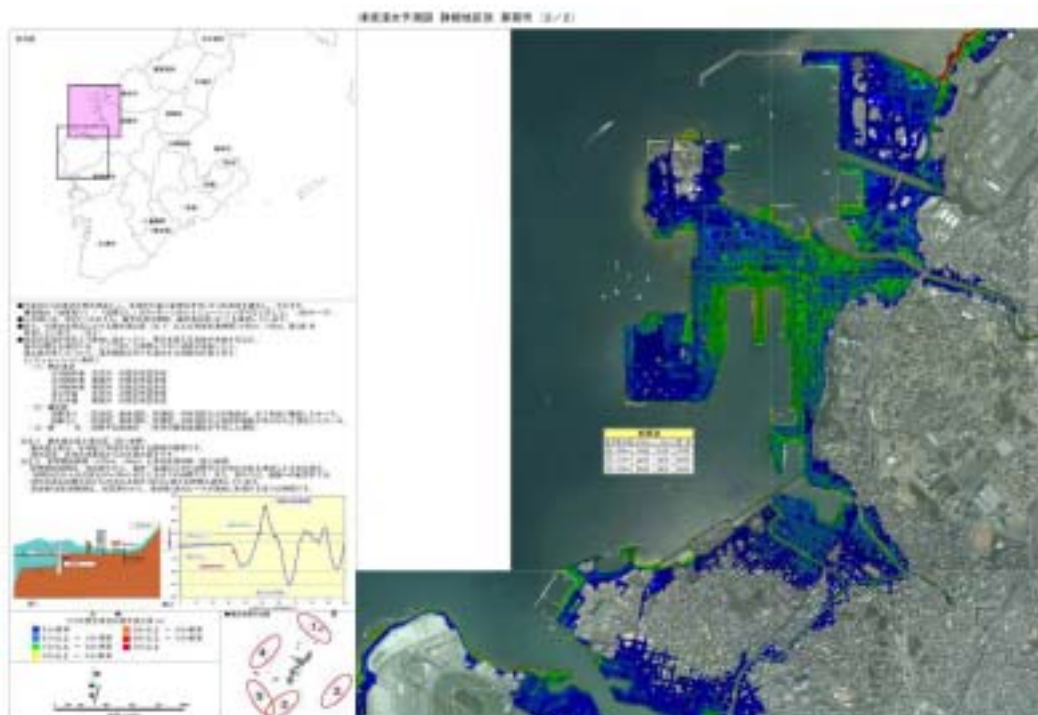


②津波浸水予測図 市町村別図 A2判 1/2万5千

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。



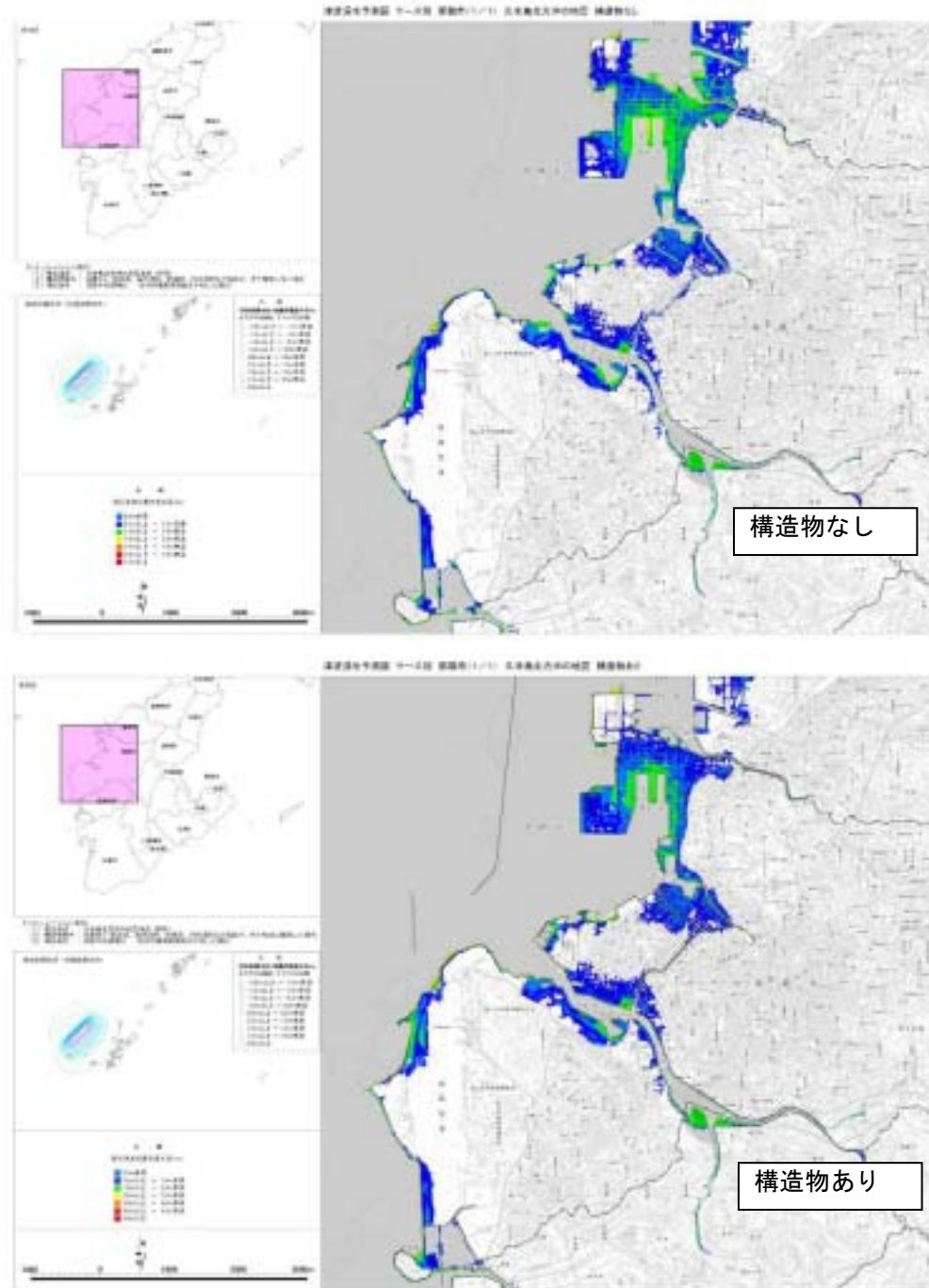
③津波浸水予測図 詳細地区別図 A2判 1/5千 ~ 1/1万5千



④津波浸水予測図 ケース別 A2判 1/2万5千

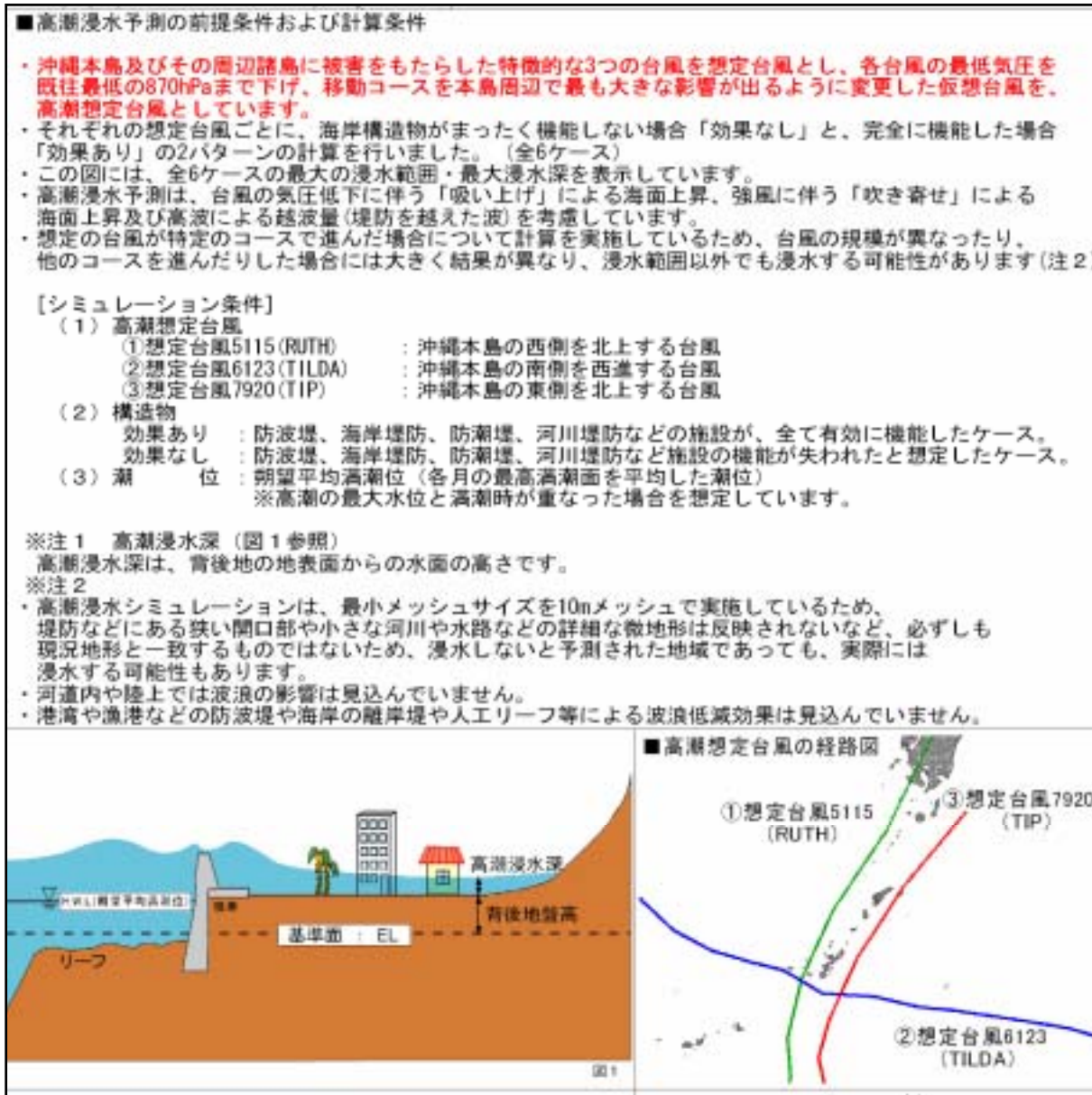
ケース別浸水予測図は、市町村毎に対象の3つの想定津波でそれぞれ構造物が「効果あり」「効果なし」とする場合の全6ケースについてシミュレーションを行い、それぞれのケースごとの浸水予測範囲を市町村別に示した。縮尺および図郭については、市町村別図と同じである。ケース別浸水予測図で表示した項目は次のとおりである。

- 構造物ありのケースについては、メッシュ边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。



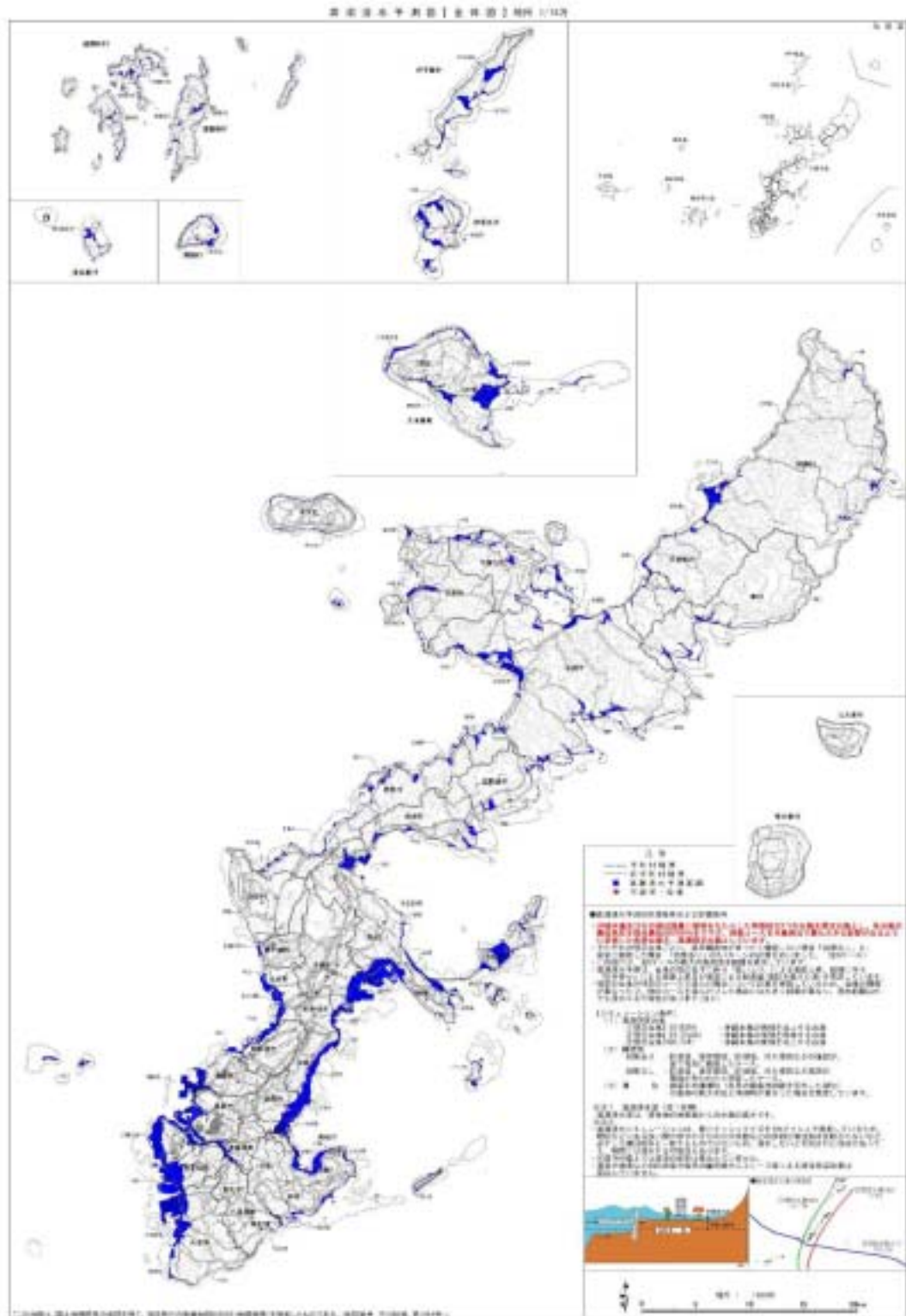
7.2.2 高潮浸水予測図

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。



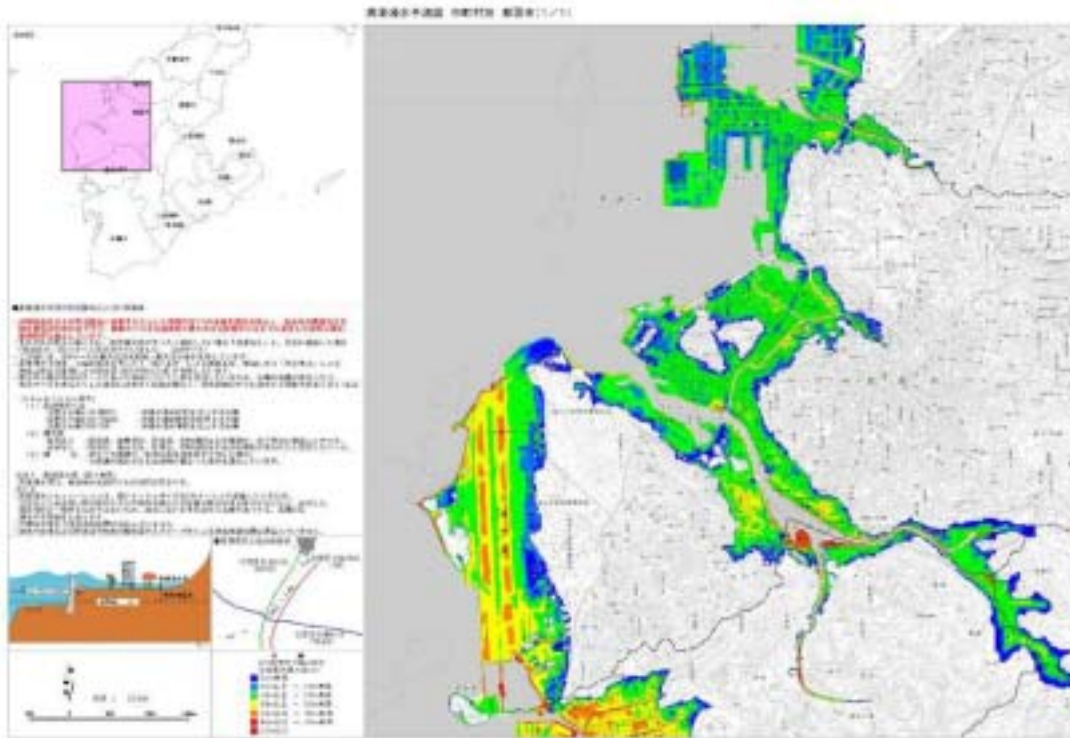
①高潮浸水予測図 全体図 A1判 1/15万

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。

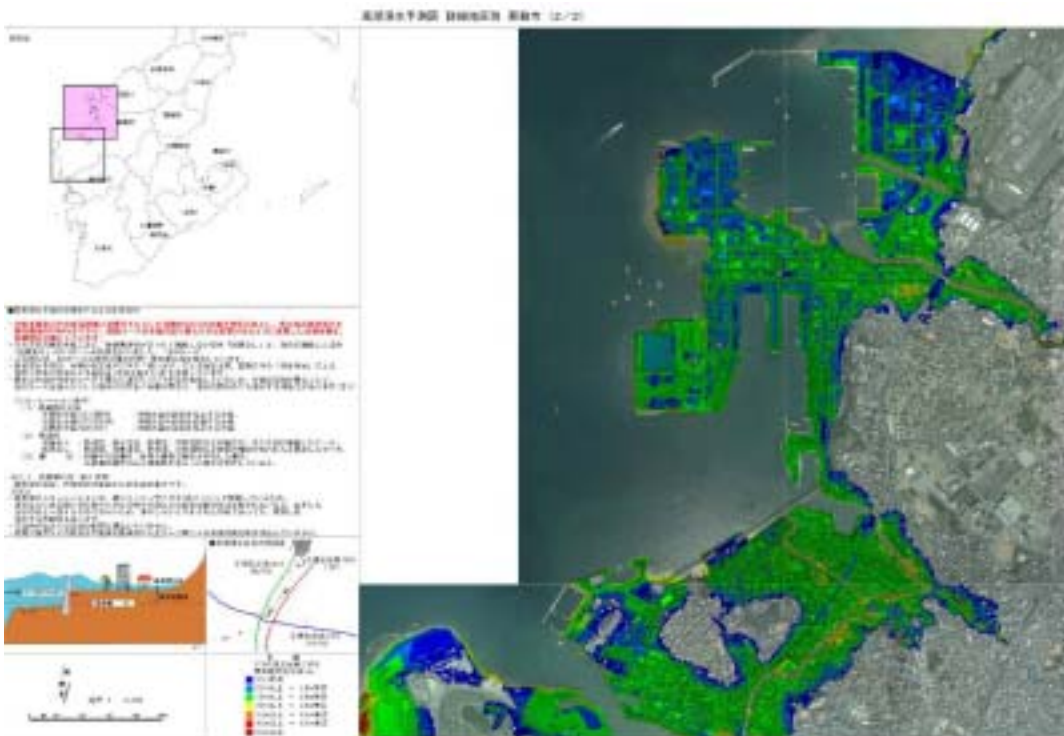


②高潮浸水予測図 市町村別図 A2判 1/2万5千

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、3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。



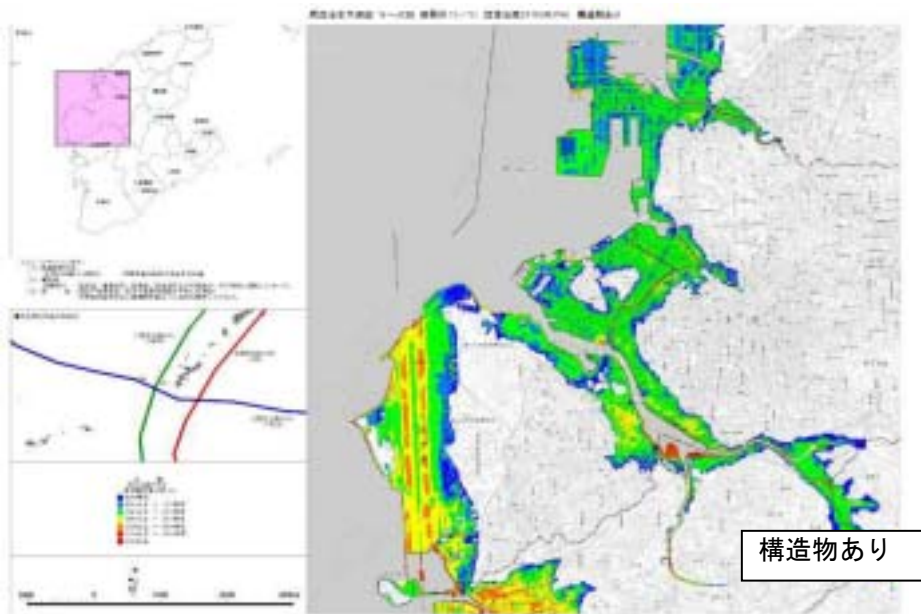
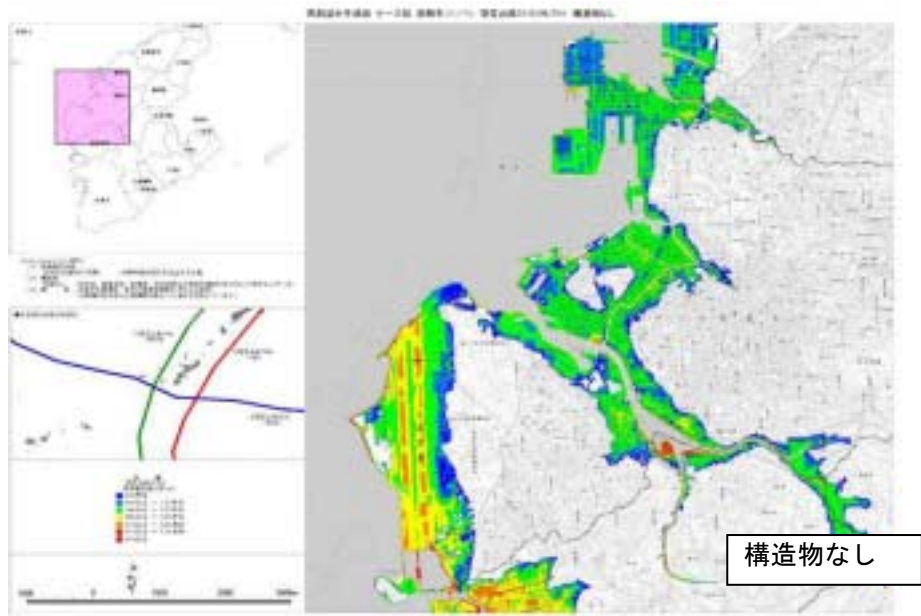
③高潮浸水予測図 詳細地区別図 A2版 1/5千 ~ 1/1万5千



④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3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イコノス画像および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來襲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) 動画諸元

- フレームレート : 20フレーム/秒
- 動画時間 : 72秒
- 総フレーム数 : 1441フレーム
- フレーム実時間間隔 : 5秒
- 開始時間→終了時間 : 0秒→7200秒（2時間）
- 実時間/動画時間 : 100秒/1秒=100倍
- 実時間 : 7200秒（2時間）

2) 形式 : WMV形式

3) 解像度 : 600×700(dpi)

4) 地形モデル : 900mおよび450m

5) 背景 : 地形は緑系色

(2) 対象津波

- 1) 久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
- 2) 沖縄本島北方沖の想定地震津波 (C01E)
- 3) 沖縄本島北方沖の想定地震津波 (C01W)
- 4) 久米島南東沖の想定地震津波 (C02E)
- 5) 久米島南東沖の想定地震津波 (C02W)
- 6) 沖縄本島南東沖の想定地震津波 (D01W)
- 7) 沖縄本島南西沖の想定地震津波 (H9RF)

(3) 色彩表現（高さ方向に対して）

陸域地形

T.P. 10～100m：緑～濃緑のグラデーション

海域地形

全域：青

水位

沖縄本島南西沖の想定地震津波(**H9RF**)

T.P. -2.00m 以下：濃青

T.P. -2.00～2.00m：濃青～淡水色のグラデーション

T.P. 2.00 m 以上：淡水色

沖縄本島南西沖の想定地震津波(**H9RF**)以外の地震津波

T.P. -1.00m 以下：濃青

T.P. -1.00～1.00m：濃青～淡水色のグラデーション

T.P. 1.00 m 以上：淡水色

(4) スケール

X Yが平面方向、Zが高さ方向

海域地形

X : Y : Z = 1 : 1 : 1

陸域地形

X : Y : Z = 1 : 1 : **20**

水位

X : Y : Z = 1 : 1 : 1

(5) 時計およびタイトル表示

文字色：白

フォントサイズ：12pt

時計：hh 時間 mm 分 ss 秒

タイトル：〇〇地震津波

画面上部に表示

(6) 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(1441枚)し、実時間の100倍速で再生。

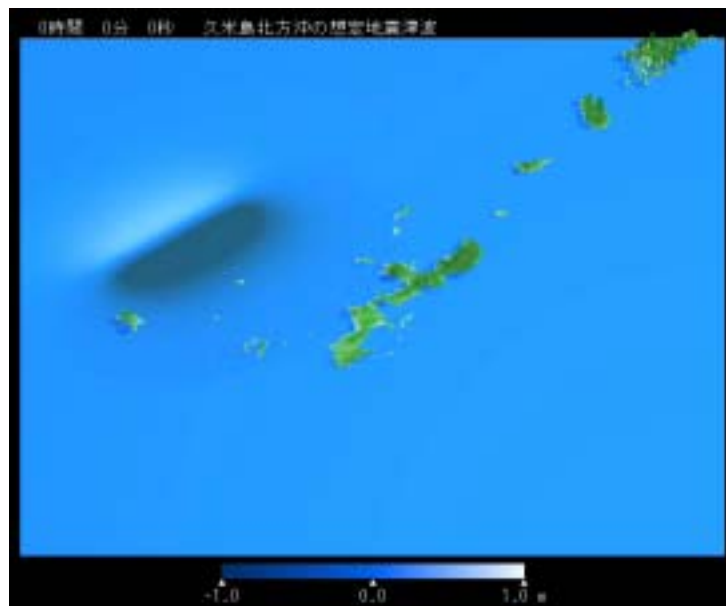
(1分12秒)

(7) 作成ファイル仕様

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

(8) 凡例(水位)

参考図のとおり

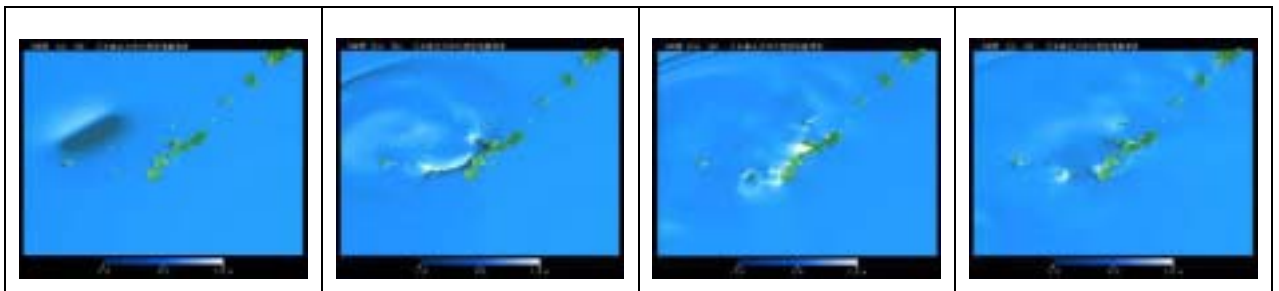


(9) 作成ファイル一覧

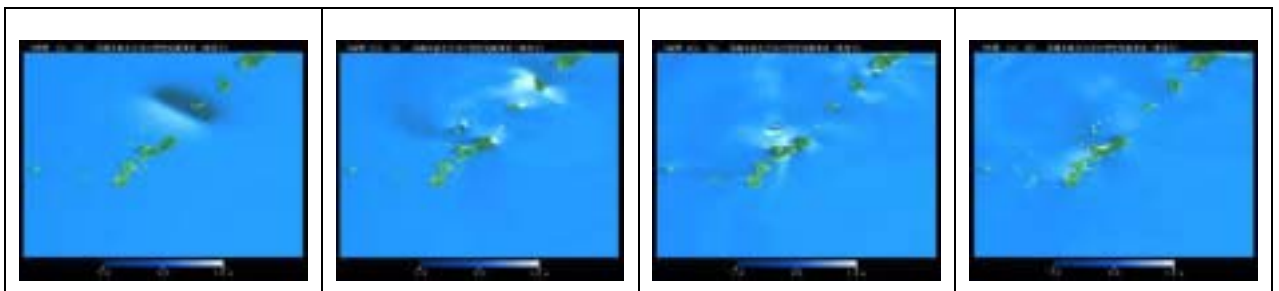
ファイル名	対象津波
発生伝播 CG_B04E_久米島北方沖の想定地震津波.wmv	久米島北方沖の想定地震津波
発生伝播 CG_C01E_沖縄本島北方沖の想定地震津波（東落ち）.wmv	沖縄本島北方沖の想定地震津波
発生伝播 CG_C01W_沖縄本島北方沖の想定地震津波（西落ち）.wmv	沖縄本島北方沖の想定地震津波
発生伝播 CG_C02E_久米島南東沖の想定地震津波（東落ち）.wmv	久米島南東沖の想定地震津波
発生伝播 CG_C02W_久米島南東沖の想定地震津波（西落ち）.wmv	久米島南東沖の想定地震津波
発生伝播 CG_D01W_沖縄本島南東沖の想定地震津波.wmv	沖縄本島南東沖の想定地震津波
発生伝播 CG_H9RF_沖縄本島南東沖の想定地震津波.wmv	沖縄本島南東沖の想定地震津波

(10) 画像例

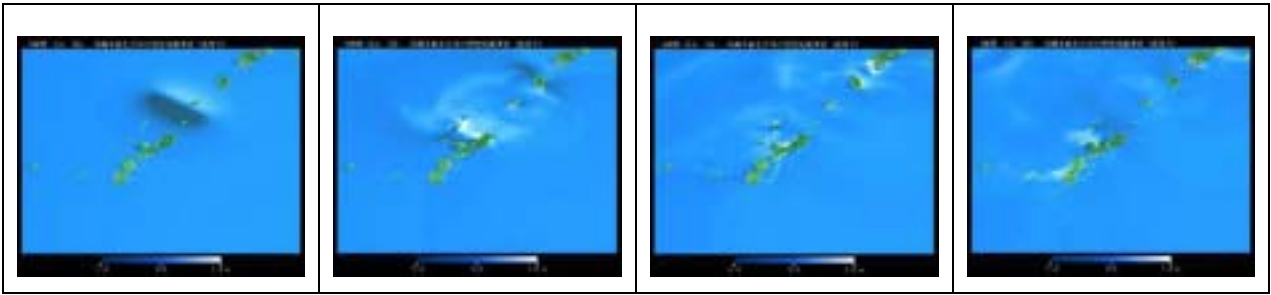
■発生伝播 CG_B04E_久米島北方沖の想定地震津波



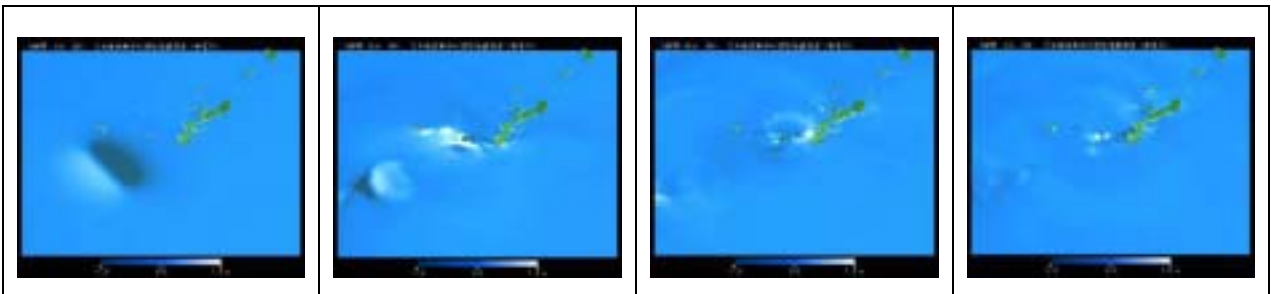
■発生伝播 CG_C01E_沖縄本島北方沖の想定地震津波（東落ち）



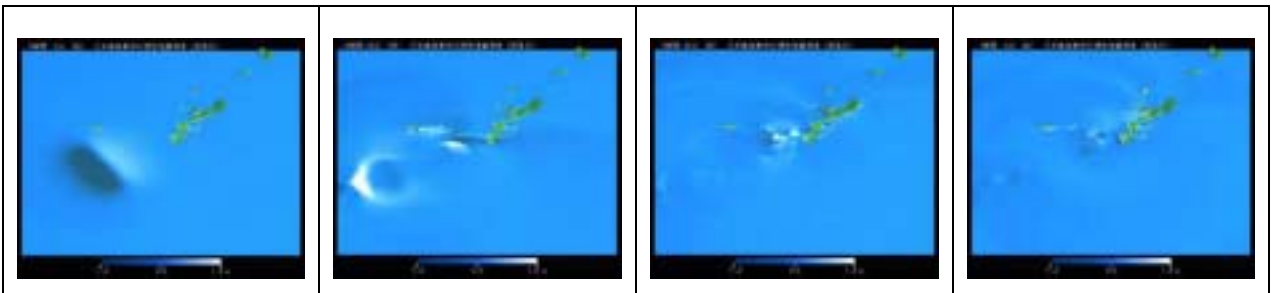
■発生伝播 CG_C01W_沖縄本島北方沖の想定地震津波（西落ち）



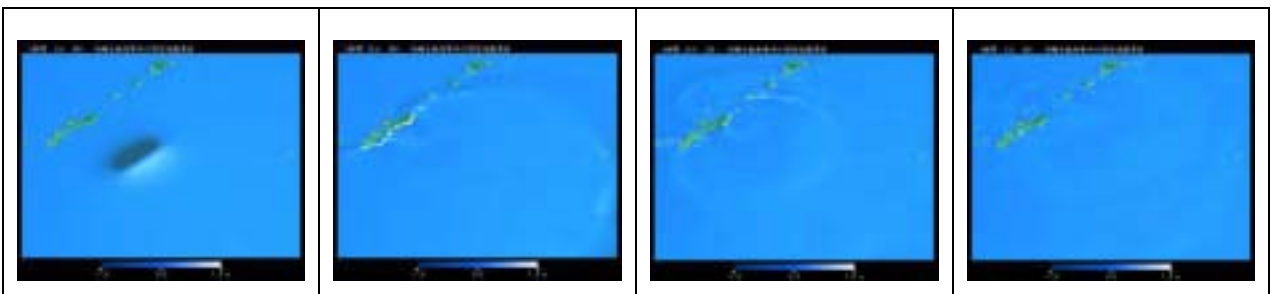
■発生伝播 CG_C02E_久米島南東沖の想定地震津波（東落ち）



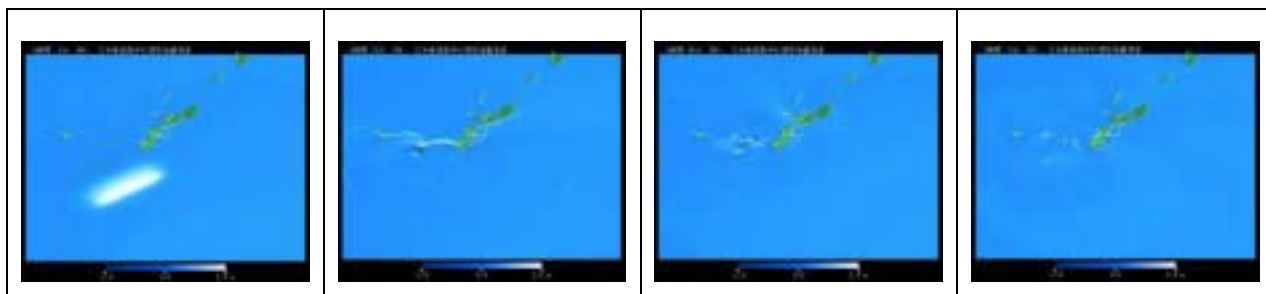
■発生伝播 CG_C02W_久米島南東沖の想定地震津波（西落ち）



■発生伝播 CG_D01W_沖縄本島南東沖の想定地震津波



■発生伝播 CG_H9RF_沖縄本島南東沖の想定地震津波



7.3.3 津波遡上CG（2次元）

(1) 対象津波

各地区1ケースの津波を対象として津波遡上CGを作成した。対象とした津波は、各地区で浸水域が最大となる津波とし、表 7.3-1のとおりである。

表 7.3-1 津波遡上CG（動画）の作成対象とした津波

番号	市町村地区名	想定地震津波
01	那覇市那覇港	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
02	宜野湾市大山	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
03	浦添市港川河口	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
04	名護市名護漁港	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
05	名護市内浦湾瀬嵩	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
06	糸満市糸満漁港	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
07	沖縄市海邦町	沖縄本島南西沖の想定地震津波（H9RF）
08	豊見城市予根	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
09	うるま市（石川）石川	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
10	うるま市（具志川）中城湾	沖縄本島南西沖の想定地震津波（H9RF）
11	うるま市（与那城）兼久	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
12	うるま市（勝連）平敷屋	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
13	南城市（佐敷）新開	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
14	南城市（知念）安座真	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
15	南城市（玉城）奥武島	沖縄本島南西沖の想定地震津波（H9RF）
16	国頭村辺土名	沖縄本島北方沖の想定地震津波（C01W）
17	大宜味村塩屋港	沖縄本島北方沖の想定地震津波（C01W）
18	東村川田	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
19	今帰仁村大井川河口	沖縄本島北方沖の想定地震津波（C01W）
20	本部町大崎原	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
21	恩納村恩納漁港	久米島北方沖の想定地震津波（B04E）
22	宜野座村漢邦	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）
23	金武町赤崎	沖縄本島南東沖の想定地震津波（D01W）

24	伊江村伊江港	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
25	読谷村都屋漁港	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
26	嘉手納町比謝川河口	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
27	北谷町美浜	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
28	北中城村熱田	沖縄本島南西沖の想定地震津波 (H9RF)
29	中城村奥間	沖縄本島南西沖の想定地震津波 (H9RF)
30	西原町南浜	沖縄本島南西沖の想定地震津波 (H9RF)
31	与那原町	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
32	渡嘉敷村渡嘉敷港	久米島南東沖の想定地震津波 (C02E)
33	座間味村阿嘉港	久米島南東沖の想定地震津波 (C02E)
34	栗国村栗国港	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
35	渡名喜村渡名喜港	久米島北方沖の想定地震津波 (B04E)
36	伊平屋村前泊港	沖縄本島北方沖の想定地震津波 (C01W)
37	伊是名村仲田港	沖縄本島北方沖の想定地震津波 (C01W)
38	久米島町 (具志川) 兼城港	沖縄本島南西沖の想定地震津波 (H9RF)
39	久米島町 (仲里) 銭田	久米島南東沖の想定地震津波 (C02E)
40	八重瀬町具志頭	沖縄本島南西沖の想定地震津波 (H9RF)

(2) 背景

空撮オルソフォトおよびイコノス画像を背景とした。

(3) 動画の時間

津波第1波到達直前から40～70分間を2秒おきに1201～2101カットでCG化し、実時間の20倍速で再生した。動画の再生時間は2分～3分である。

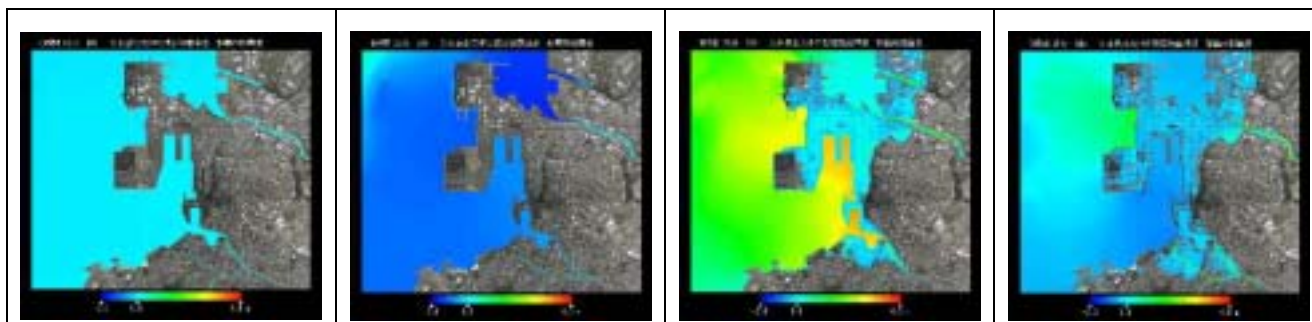
(4) 作成対象

詳細地区を対象に、構造物の効果なしのケースで、表7.3-1の津波のCGを作成した。

(5) CGの事例

作成した遡上CGの画像例を示す。

■那覇市那覇港 (久米島北方沖の想定地震津波)



7.3.4 津波遡上CG（3次元）

(1) 対象津波

各地区1ケースの津波を対象として津波遡上CGを作成した。対象とした津波は、各地区で浸水域が最大となる津波とし、表 7.3-1のとおりである。

番号	市町村地区名	想定地震津波
04	名護市名護漁港	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
02	宜野湾市大山	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
06	糸満市糸満漁港	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
08	豊見城市予根	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
01	那覇市那覇港	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
03	浦添市港川河口	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
27	北谷町美浜	久米島北方沖の想定地震津波(B04E)
07	沖縄市海邦町	沖縄本島南西沖の想定地震津波(H9RF)
10	うるま市(具志川)中城湾	沖縄本島南西沖の想定地震津波(H9RF)
09	うるま市(石川)石川	沖縄本島南東沖の想定地震津波(D01W)

(2) 背景

空撮オルソフォトおよびイコノス画像を背景とした。

(3) 動画の時間

津波第1波到達直前から50～60分間を2秒おきに1501～1801カットでCG化し、実時間の40倍速で再生した。動画の再生時間は1分15秒～1分30秒である。

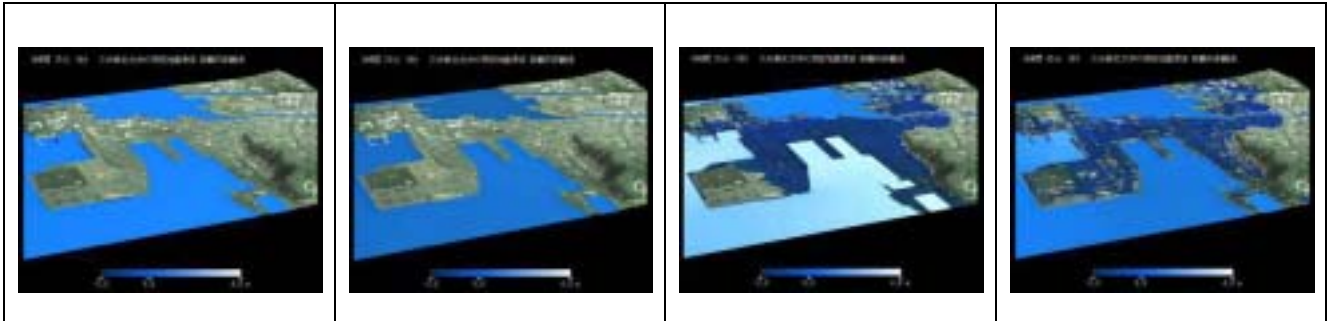
(4) 作成対象

詳細地区を対象に、構造物の効果なしのケースで、表 7.3-1の津波のCGを作成した。

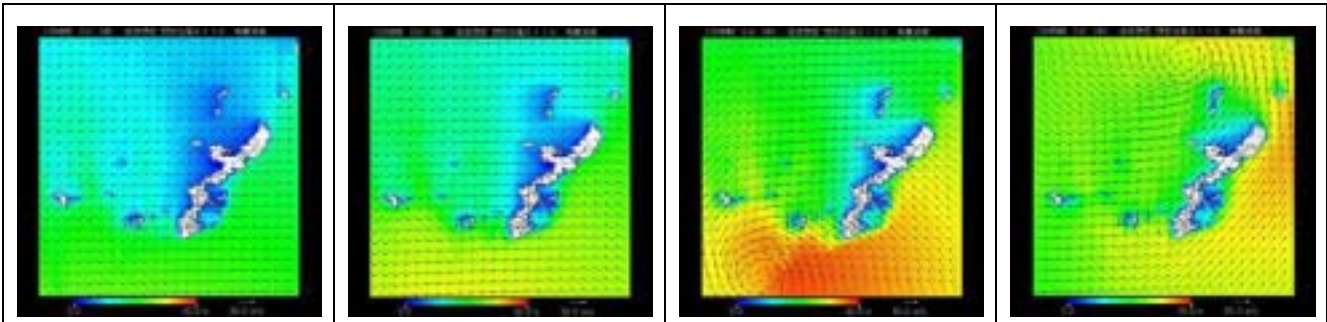
(5) CGの事例

作成した遡上CGの画像例を示す。

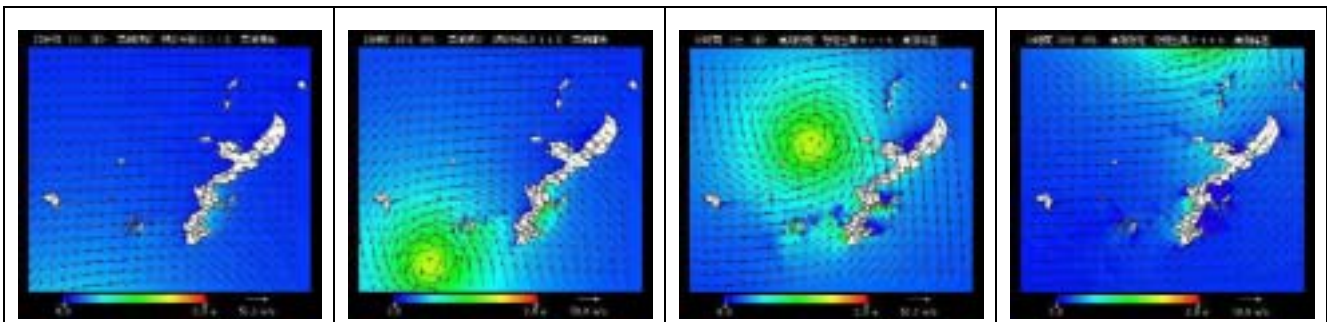
■那覇市那覇港（久米島北方沖の想定地震津波）



7.3.5 広域波浪CG

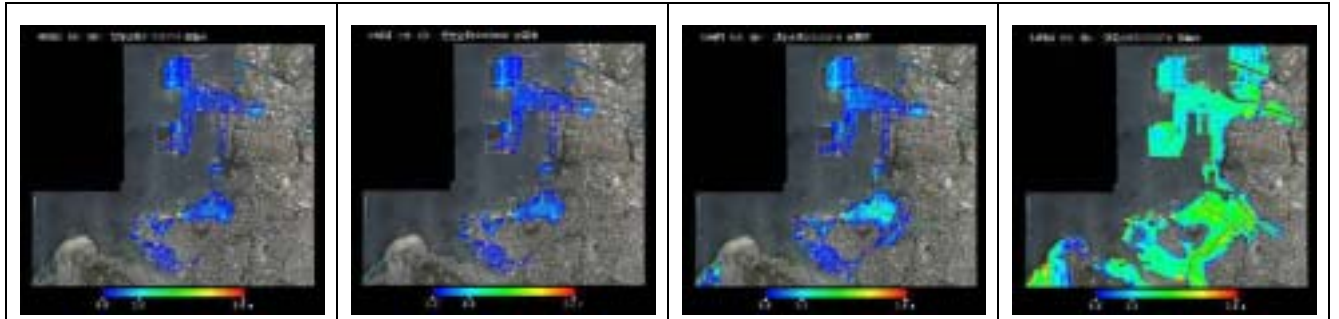


7.3.6 広域高潮CG



7.3.7 高潮浸水CG

■那霸市那霸港（想定台風 T5115(RUTH)）



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C D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	沖縄本島沿岸域 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XV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)でわ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、時系列的な変化もグラフに表示できる。

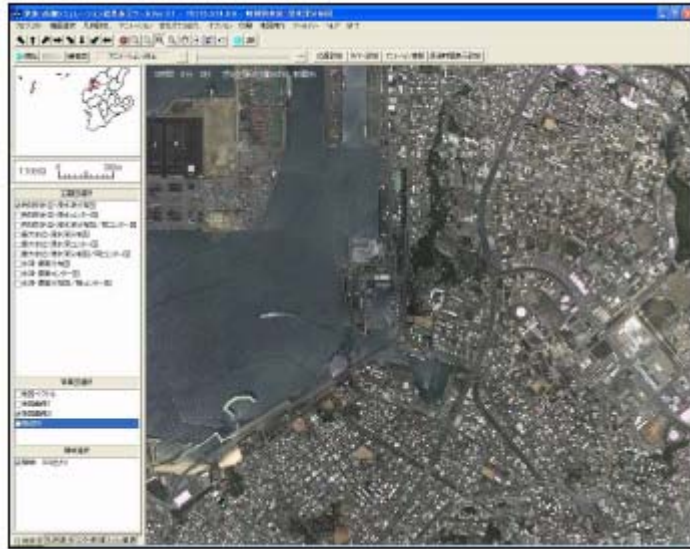


図 7.6-1 シミュレーションビューアの画面

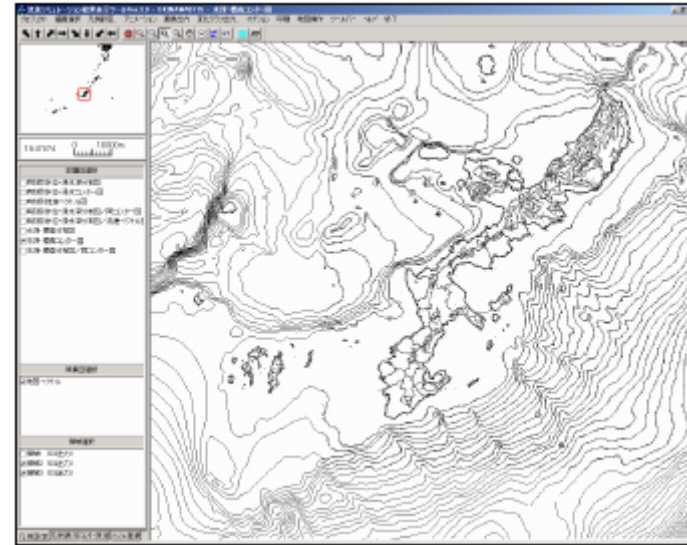


図 7.6-2 地形モデル等入力データの表示

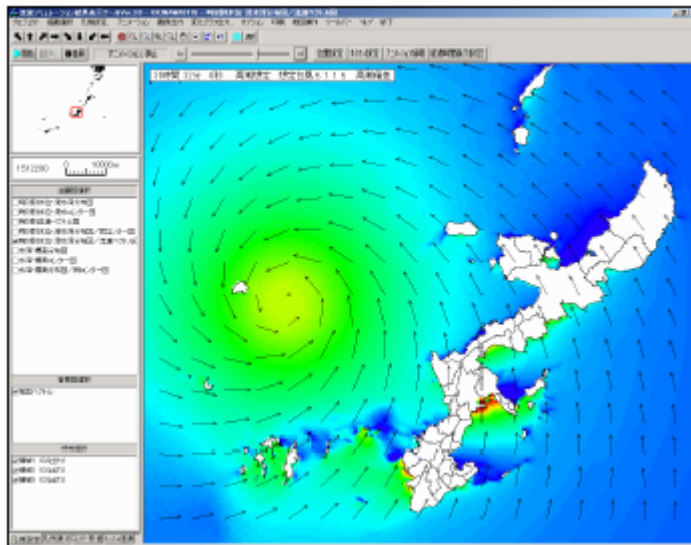


図 7.6-3 予測結果のビジュアルな表示

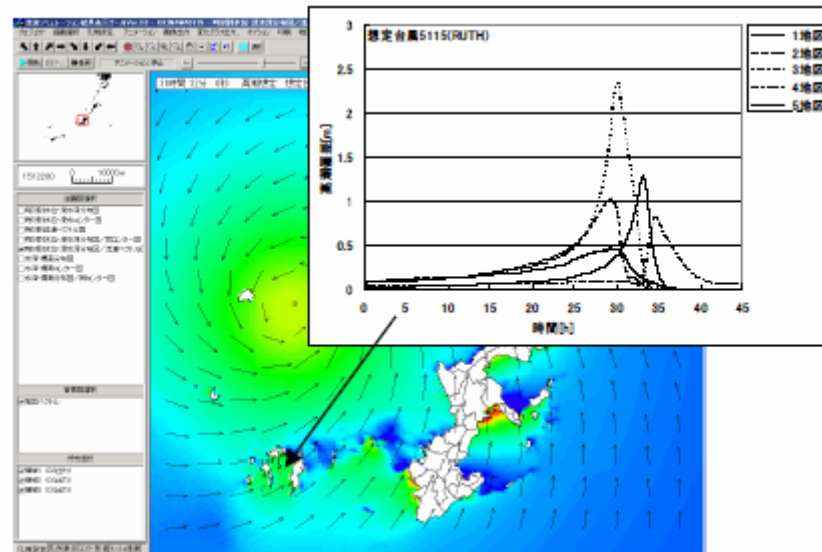


図 7.6-4 各地点での予測結果の数値表示/グラフ表

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。

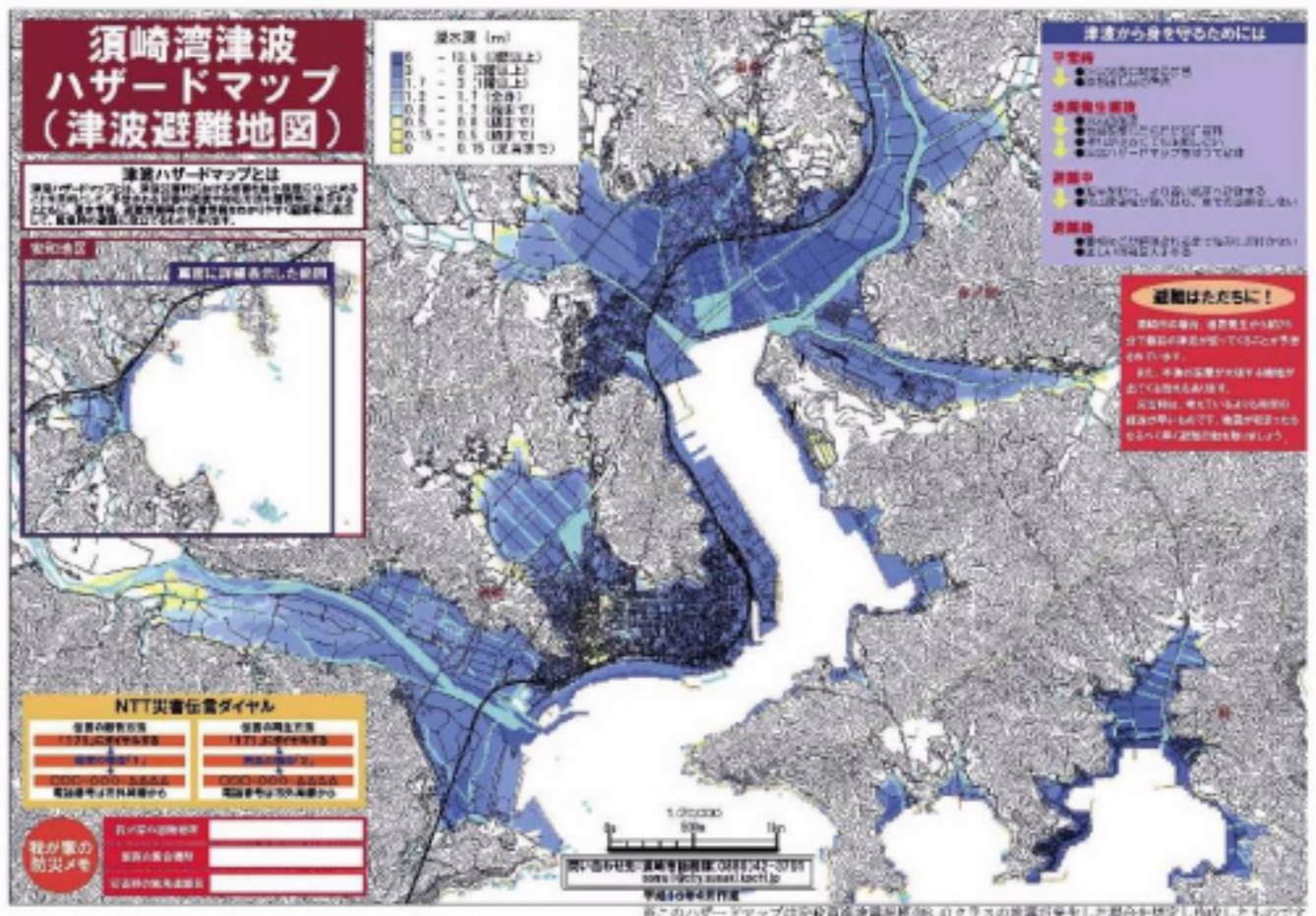


図 8.1-1 津波ハザードマップの例（須崎市）

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。

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) 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

参考文献

【津波の浸水想定】

- 今村文彦・高橋智幸・越村俊一・堀内信哉(1996)1995年10月喜界島地震津波に関する調査報告. 津波工学研究報告(東北大学工学部災害制御研究センター), 13, 53-80.
- 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.
- 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫(1998)海岸工学論文集, 第45巻, 土木学会, 356-360.
- 佐竹健治・谷岡勇市郎(1997)1995年奄美大島近海地震の断層パラメーターと津波の発生. 地学雑誌, 106, 546-556.
- 都司嘉宣(1997)1995年奄美大島近海地震による地震および津波被害について. 地学雑誌, 106, 486-502.
- 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>
- 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)台風の高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 III 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.