

国補津波

第 17-05-229-0-051 号

茨城沿岸津波浸水想定区域調査業務委託

報 告 書

平成 19 年 3 月

茨城県土木部河川課

国際航業株式会社

目 次

1. 調査概要.....	1
1.1 調査の目的.....	1
1.2 調査の方針.....	6
1.3 調査の対象.....	7
1.3.1 対象範囲.....	7
1.3.2 調査単位.....	7
1.4 茨城沿岸の概要.....	9
1.4.1 海岸線の現状.....	9
1.4.2 津波の発生状況.....	9
1.5 調査項目と調査のながれ.....	10
1.6 業務成果.....	11
2. 震源の設定.....	12
2.1 想定地震の設定方針.....	12
2.2 茨城県の過去の津波被害.....	13
2.3 中央防災会議の検討結果.....	14
2.3.1 検討対象地域.....	14
2.3.2 日本海溝・千島海溝周辺の主な地震.....	15
2.3.3 防災対策の検討対象とする地震の考え方.....	17
2.3.4 記録に残る津波の高さ分布.....	18
2.3.5 津波の高さの計算結果.....	20
2.4 想定地震の設定.....	23
3. 地形モデル作成.....	26
3.1 地形モデル作成の概要.....	26
3.2 メッシュ配置.....	27
3.3 地形データの作成.....	29
3.3.1 作成手順.....	29
3.3.2 地形データの作成.....	31
3.4 構造物データの作成.....	34
3.4.1 データ作成対象とした構造物.....	34
3.4.2 作成手順.....	35
3.5 粗度データの作成.....	37
3.5.1 作成手順.....	37
3.5.2 詳細地区での粗度係数の設定.....	37
4. 検証計算.....	39

4.1 検証計算の手順.....	39
4.2 検証計算結果.....	40
5. 津波シミュレーション.....	43
5.1 想定地震.....	43
5.2 シミュレーションの条件.....	45
5.3 予測結果.....	46
6. 被害想定調査の実施.....	50
6.1 被害想定条件.....	50
6.2 被害想定手法.....	51
6.2.1 建物被害.....	51
6.2.2 人的被害.....	52
6.2.3 交通支障.....	58
6.2.4 ライフライン支障・危険物被害.....	58
6.3 被害想定結果.....	59
6.3.1 総括表.....	59
6.3.2 建物被害.....	61
6.3.3 人的被害.....	63
6.3.4 交通支障.....	69
6.3.5 ライフライン支障・危険物被害.....	72
7. 成果の作成.....	74
7.1 津波浸水想定区域図.....	74
7.1.1 津波浸水想定区域図の概要.....	74
7.1.2 津波浸水想定区域図表記内容について.....	75
7.1.3 全体図.....	78
7.1.4 市町村別図.....	79
7.1.5 詳細地区別図.....	81
7.1.6 瀬上川（日立市）周辺の浸水想定区域.....	83
7.2 津波伝播および遡上CG.....	84
7.2.1 CG（動画）の概要.....	84
7.2.2 津波発生伝播CG.....	84
7.2.3 津波遡上2次元CG.....	87
7.2.4 津波遡上3次元CG.....	93
7.3 GISデータ.....	96
8. 参考文献.....	97

巻末資料

巻末資料 1：茨城沿岸津波浸水想定検討委員会議事録

巻末資料 2：地形モデル作成に関する資料

1. 河床地形の簡易計測調査
2. 現地踏査写真

巻末資料 3：津波シミュレーション

1. 津波シミュレーション手法
2. 延宝房総沖地震津波の波源設定
3. 津波河川遡上シミュレーションの検討
4. 水位変化グラフ

巻末資料 4：ホームページ

1. 概要
2. 構成

巻末資料 5：成果の利活用に関する資料

1. テキストデータ（津波シミュレーションデータ）取り扱い説明書
2. GISデータビューワのインストール説明書

巻末資料 6：地区海岸ごとのシミュレーション結果の整理

1. 整理項目および内容
2. 整理結果

巻末資料 7：中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」報告書

巻末資料 8：津波対策検討委員会 提言

巻末資料 9：津波浸水想定区域図

1. 調査概要

1.1 調査の目的

本調査は、将来発生が予測される津波について、茨城沿岸全域（北茨城市～神栖市）を対象とした津波シミュレーションを行うとともに、その結果を利用して津波浸水想定や被害想定を実施するものである。

津波浸水想定区域図等の成果品は、本県の今後の津波防災対策の基礎資料とするとともに、市町村にも配布し、津波ハザードマップの作成を始めとする今後の防災対策の基礎資料として活用するものである（表 1.1-1）。

表 1.1-1 検討の目的

区分	検討の目的
県	今後の津波避難対策や、海岸・港湾・漁港施設整備の方向性検討など、ソフト・ハード対策推進のための基礎資料として利用
市町村 住民	津波避難計画、津波ハザードマップ作成のための基礎資料として利用

なお、内閣府他による津波・高潮ハザードマップマニュアル（H16.4、以下津波・高潮ハザードマップマニュアル）では図 1.1-1に示す国・県・市町村の役割分担を提示している。

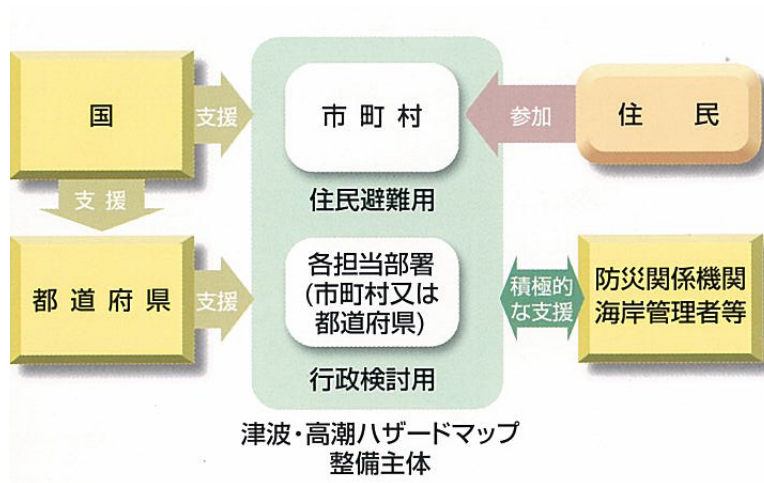


図 1.1-1 津波・高潮ハザードマップの整備主体

（参考資料：津波・高潮ハザードマップマニュアルの概要）

茨城沿岸が津波の影響を受ける地震の発生場所として、日本海溝、千島海溝が考えられるが、ここでは甚大な津波被害を生じた明治三陸地震、昭和三陸地震、十勝沖地震などが発生してきた。また、宮城県沖地震については、今後30年以内に発生する確率が非常に高く（図1.1-2）、地震の切迫性が指摘されている上、過去の宮城県沖地震に伴って大きな津波が発生したことも知られている。また、現在の技術水準では、いつ・どこで地震が発生するか予測することは困難であり、その他の地震についても、発生までに時間的な猶予があるわけではない。これらの津波による被災地域の被害を最小限に抑えるための総合的な防災対策を、緊急かつ計画的に進める必要がある。

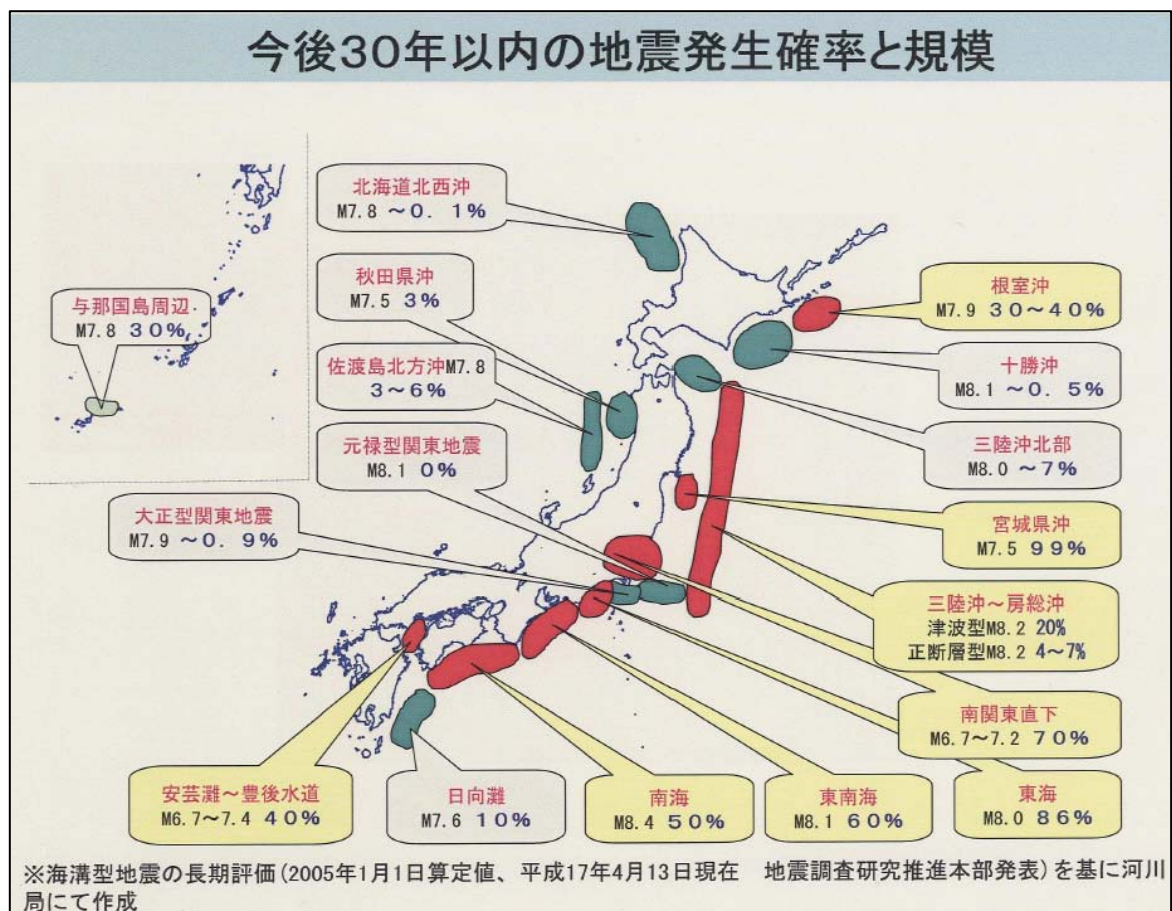


図 1.1-2 地震領域ごとの地震発生確率と規模
(国土交通省津波対策検討委員会ホームページ公開資料より)

津波・高潮ハザードマップマニュアルでは、大規模な津波を伴う地震の発生が懸念され、ハード面の防災対策とともに防災情報の提供などのソフト面の防災対策により住民の自衛力の向上を図り、被害の軽減（リスクの低減）の促進を目指している（図1.1-3）。津波に対する施設整備が実施されていても、想定を超える津波が発生する可能性があり、必ずしも安全とはいえない。また、津波がいつ発生してもおかしくない切迫した状況である

[illegible]

津波対策検討委員会^(注1)の提言(平成17年3月)によれば、「そもそも津波対策は津波による災害を知り、弱いところを知り、それに対してとり得る対策を知って、広範かつ総合的に取り組むことが必要である。しかも、災害に強い社会への移行を目指し、津波対策を、予防から復旧・復興までの連続したプロセスとして捉えて、ハード整備とソフト対策を戦略的に組み合わせることが重要」である。本調査による津波浸水想定区域図の位置づけは、まさに「津波による災害を知り、弱いところを知る取り組み」であって、今後茨城沿岸で実施される総合的津波対策の重要な基礎となるものである。

3

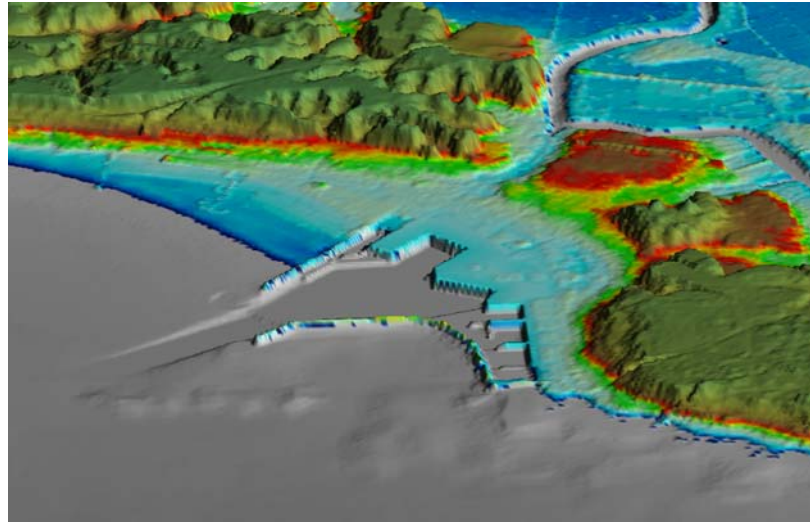


図 1.1-4 調査で使⽤した地形モデル例（大洗港）
（地形モデルは国土地理院提供）

注 1 : 津波対策検討委員会

提言では、事前予防対策としてのハード整備中心の考えから、事前から事後にわたりハード整備およびソフト対策をあわせて展開し、被害の最小化を目指すという考え方へ転換した対策を推進するよう求めている。これに基づく対策として、「人的被害を最小化する」ことを緊急的な対応、「物的被害を含めて被害を最小化する」ことを中長期的な対応と考え、それぞれの目標と具体的な対策が示された。

推進地域の指定に先立ち、中央防災会議では、日本海溝・千島海溝周辺で発生する大規模海溝型地震対策を検討するため、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」（座長：溝上恵 東京大学名誉教授）を平成 15 年 10 月に設置した。専門調査会では、平成 17 年度までに防災対策の対象とすべき地震の検討、揺れの強さや津波の高さの評価、被害想定を実施し、その結果を踏まえて予防的な地震対策および緊急的な応急対策について検討を進め、地震対策の基本的事項についてとりまとめた。

[illegible]

図 1.1-5 指定された推進地域（官報 第 4280 号 平成 18 年 2 月 20 日（月）より）

1.2 調査の方針

茨城県、市町村、住民が役割を分担し、かつ協働して実践的な津波防災対策を構築するためには、的確で具体的な災害予測を実施することと、予測結果を分かりやすく表現することが必要である。図 1.1-1に示す津波ハザードマップ作成の役割分担で、茨城県は本調査で津波シミュレーションを実施して浸水想定区域図や津波CG（動画）などの資料を市町村に提供して支援していく。また、シミュレーションに用いる地形データや波源データなど、市町村や県が繰り返し活用できる基礎データを整備する。

以上の項目を推進するため、本調査では以下の3点を基本方針とする。

- (1) 最新で正確なデータを用い、精度の高い予測を行う。
⇒航空機レーザ計測データや空撮オルソ画像などを用いた高精度で詳細な基礎データの作成で実現
- (2) 津波の災害イメージを分かりやすく示す。
⇒津波浸水想定区域図、CG（動画）、ホームページの作成で実現
- (3) 防災対策で繰り返し活用できるデータを作成する。
⇒作成した基礎データをGISデータや、加工が容易なテキストデータに整理し、CD・DVDで配布することで実現

1.3 調査の対象

1.3.1 対象範囲

想定する波源を含む海域から茨城沿岸までを対象とする。精度の高い陸域・河川への津波遡上計算を行うため、全沿岸を統一して高精度で詳細な 12m メッシュの詳細領域として設定する。

図 1.3-1 に、本調査の調査位置を示す。

1.3.2 調査単位

津波・高潮ハザードマップマニュアルでは 12.5m メッシュで設定することで実際に近い浸水深であらわすことができることを示している。本調査では、精度の高い航空機レーザ測量データを用いることで沿岸全域を 12m メッシュで津波シミュレーションを行う。

- メッシュサイズ：2592m、864m、288m、96m、48m、24m、12m*
- 調査項目ごとの調査対象地域および評価の最小単位は表 1.3-1 のとおりとする。

表 1.3-1 調査対象地域

調査項目	調査対象地域	評価の最小単位
津波想定計算	沿岸全域（詳細領域あり）	12mメッシュ*
津波被害想定	沿岸全域（浸水域）	48mメッシュ

*一部河川については、6 mメッシュで計算する。



市町村合併状況は、平成18年4月時点

図 1.3-1 調査位置

1.4 茨城沿岸の概要

1.4.1 海岸線の現状

茨城沿岸は、福島県境から大洗町までの崖と砂浜が混在した海岸と大洗町から千葉県境である利根川までの長大な砂浜海岸から構成されている。北側半分の海岸は阿武隈山地を背後に控え、変化に富んだ海岸地形を持つ区間で、崖に囲まれた砂浜が連続する。一方、南側の 90 k m 以上の延長をもつ長大な砂浜海岸は背後に砂丘が発達している。

1.4.2 津波の発生状況

茨城沿岸は地震の発生頻度が高い半面、大きな津波が来襲した記録が少ない。県下で津波による死者（36 名）がでたのは 1677 年に発生した房総東南沖を震源とする延宝房総沖地震津波の一回のみである。

茨城沿岸に近年来襲した津波で最大のものは、チリ地震津波の約 3 メートルであるが、過去には延宝房総沖地震により 4m 以上の津波が来襲していたという研究成果（農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省港湾局・建設省河川局，1997）もある。

表 1.4-1 現況施設の計画外力諸元

潮位	既往最高潮位 (T. P m)	+1.13
	朔望平均満潮位 (T. P m)	+0.7
	朔望平均干潮位 (T. P m)	-0.8
	計画偏差 (m)	0.6
	計画高潮位 (T. P m)	+1.3
	設定年月日	S60 年度
波浪	沖波波高 (m)	7.6
	沖波周期 (m)	12.9
	波向	ENE
	設定年月日	S60 年度
計画堤防高 (T. P m)		+4.0~+6.5
海岸保全施設整備事業内容		護岸、堤防、消波工(堤)、離岸堤、人工リーフ、ヘッドランド

1.5 調査項目と調査のながれ

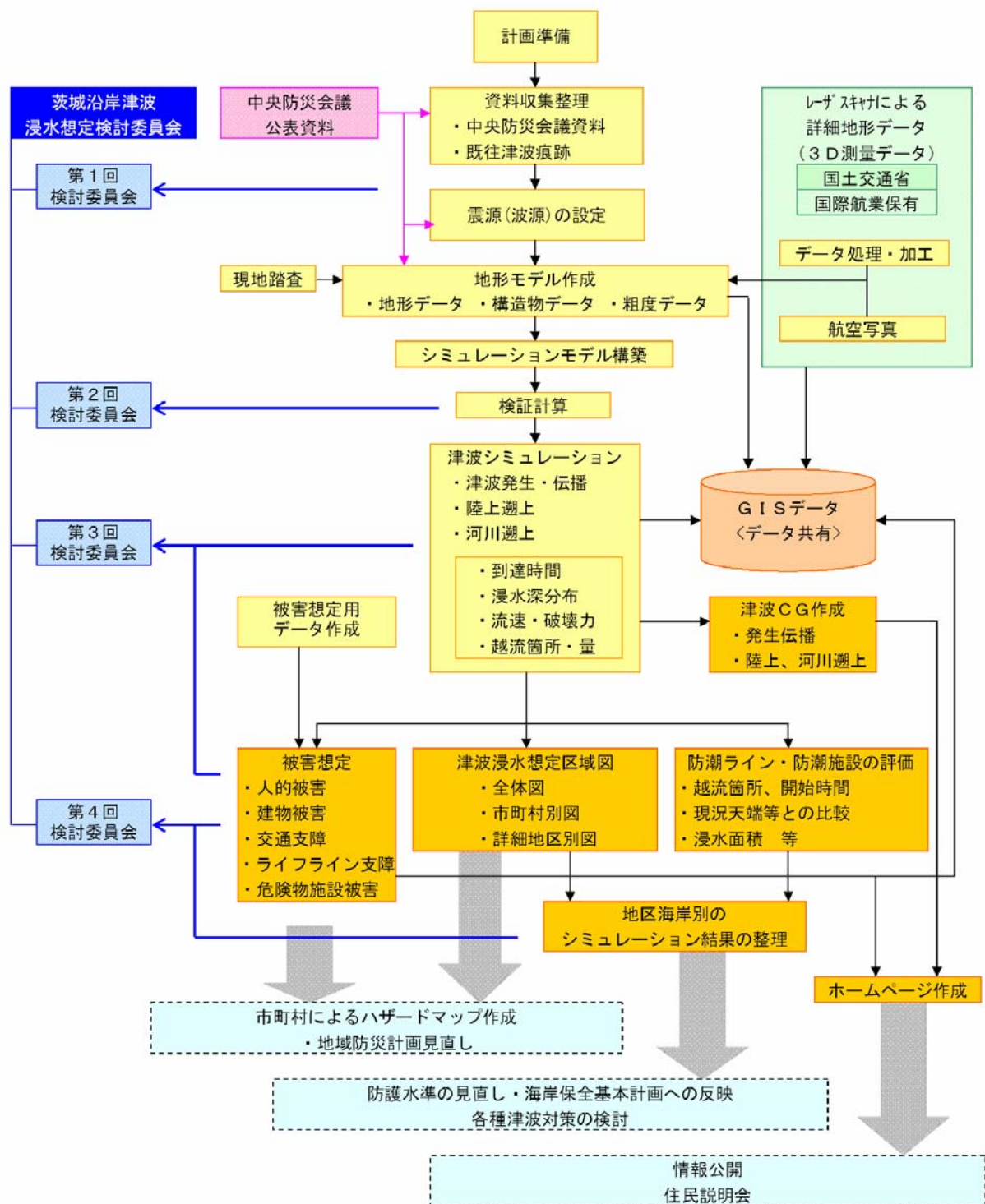


図 1.5-1 調査のながれ

1.6 業務成果

成果品の一覧を表 1.6-1にまとめる。

表 1.6-1 成果品一覧

成果品名	数量
報告書（A 4 判）	5 部
報告書概要版（A 4 判）	40 部
津波浸水想定区域図（全体図）	150 部
津波浸水想定区域図（市町村別図）	1500 部
津波浸水想定区域図（詳細地区別図）	2000 部
各種データを記録した電子媒体	1 式

2. 震源の設定

2.1 想定地震の設定方針

震源の設定は、津波災害の予測において外力条件を決定することであり、適切な震源を設定する必要がある。津波・高潮ハザードマップマニュアルでは、表 2.1-1 に示す外力レベルを示し、津波ハザードマップ作成においては外力レベル 3 を基本とし、対象地域において、最も被害が大きくなると考えられる最大規模の津波を対象とすると述べている。また、留意点として外力条件の設定は、作成目的や評価対象・地域特性を考慮して行うものとする、設定した条件以外の状況での災害発生の可能性があると述べている。

表 2.1-1 津波被害予測における外力レベル

外力種別	定義	検討目的	対応する津波	備考
外力レベル 1	現実的に実感できる発生頻度の外力	整備中の段階で災害が発生した場合の対応検討 海水浴場など防護ラインより海側での災害に対する対応検討	養殖施設に影響する津波（地上に影響しない）	
外力レベル 2	防護目標にかなう施設設計上の外力	施設設計上の整備目標	設計外力（既往最大津波）	現時点でハード対応できない部分はソフト対応、時代によって変化
外力レベル 3	最悪の浸水状況をもたらす外力	最悪の状況の検討	想定最大津波（想定地震規模、最悪震源位置）	ハードでは対応不可、最大限のソフト対応

（津波・高潮ハザードマップマニュアルより抜粋・編集）

茨城県において、適切な震源を設定するため、以下の方針のもと資料収集・調査を行い、震源を設定した。

- 1) 想定されうる津波を対象とするため、中央防災会議の検討結果を参考にする
- 2) 茨城沿岸の津波対策を推進する上での意義を考慮し、茨城沿岸で被害の大きくなる津波を対象とする

2.2 茨城県の過去の津波被害

表 2.2-1に過去に茨城沿岸に襲来した津波の高さ及び被害を整理した。1677 年延宝房総沖地震津波については、建物被害、人的被害の記録がある。また、延宝房総沖地震津波については、本調査で資料収集および現地踏査から痕跡高調査を行っている（巻末資料 3「津波シミュレーション」参照）。

表 2.2-1 茨城県の過去の津波被害

発生年	津波名	津波の高さ (地点, m)		死者 (人)	家屋流失 (棟)	その他被害	外力レベル
1677	延宝房総沖地震	那珂湊	4	36	水戸領 189	船破損流失 353 艘	外力レベル 2～3
		大洗	5				
1923	大正関東地震	祝町(検潮全振幅)	0.53				外力レベル 1
		小川(検潮全振幅)	0.40				
1933	昭和三陸地震	祝町(検潮全振幅)	0.64				外力レベル 1
		小川(検潮全振幅)	0.41				
1960	チリ地震	日立市会瀬港	3			定置網流失 漁船沈没、 破損等	外力レベル 1～2
		日立市久慈港	3				
		大洗町夏海	3				
		大野村武井釜	2				
		鹿島町明石	2				

参考文献：渡辺(1998)日本被害津波総覧【第2版】。

気象庁(1961)昭和35年5月24日チリ地震津波調査報告, 気象庁技術報告, vol18.

上記の既往津波では延宝房総沖地震津波の被害が極端に大きく、既往最大の津波（外力レベル2）であるが、同じ震源域で発生した大きな地震は300年以上確認されておらず、それ以前にも記録は見つかっていない。したがって、ほぼ最悪の条件（外力レベル3）に近いものとも考えられる。

また、大正関東地震、昭和三陸地震津波は被害が少なく外力レベル1程度である。



図 2.2-1 チリ地震津波の状況（左：平潟漁港、右：大津漁港(共に北茨城市)）

2.3 中央防災会議の検討結果

以下、中央防災会議の日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会による「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告」から、中央防災会議の検討結果を抜粋する。

2.3.1 検討対象地域

検討対象地域は、図 2.3-1のとおりとなっている。

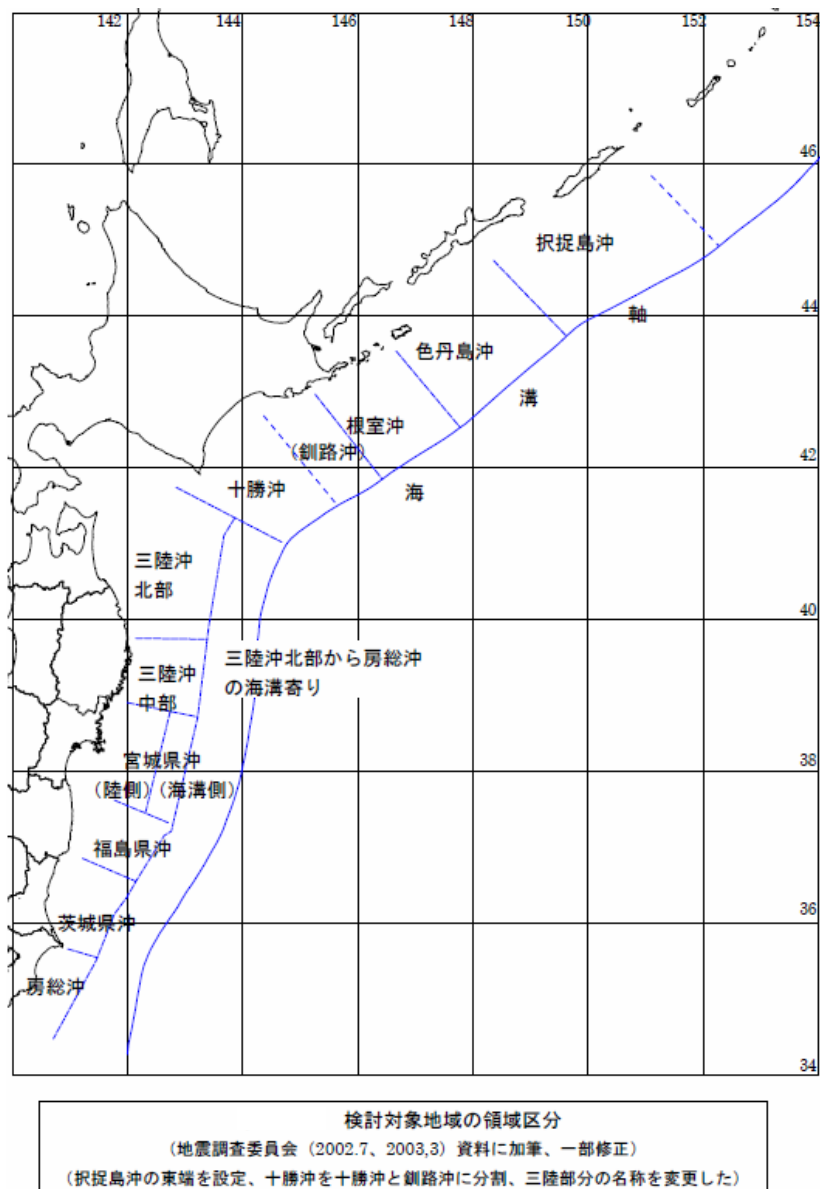


図 2.3-1 検討対象地域の領域区分

図 2.3-1に示した領域区分ごとに、1600 年以降の主な地震を整理した。宮城県沖から北側では、大きな地震が繰り返し発生している様子がうかがえる。

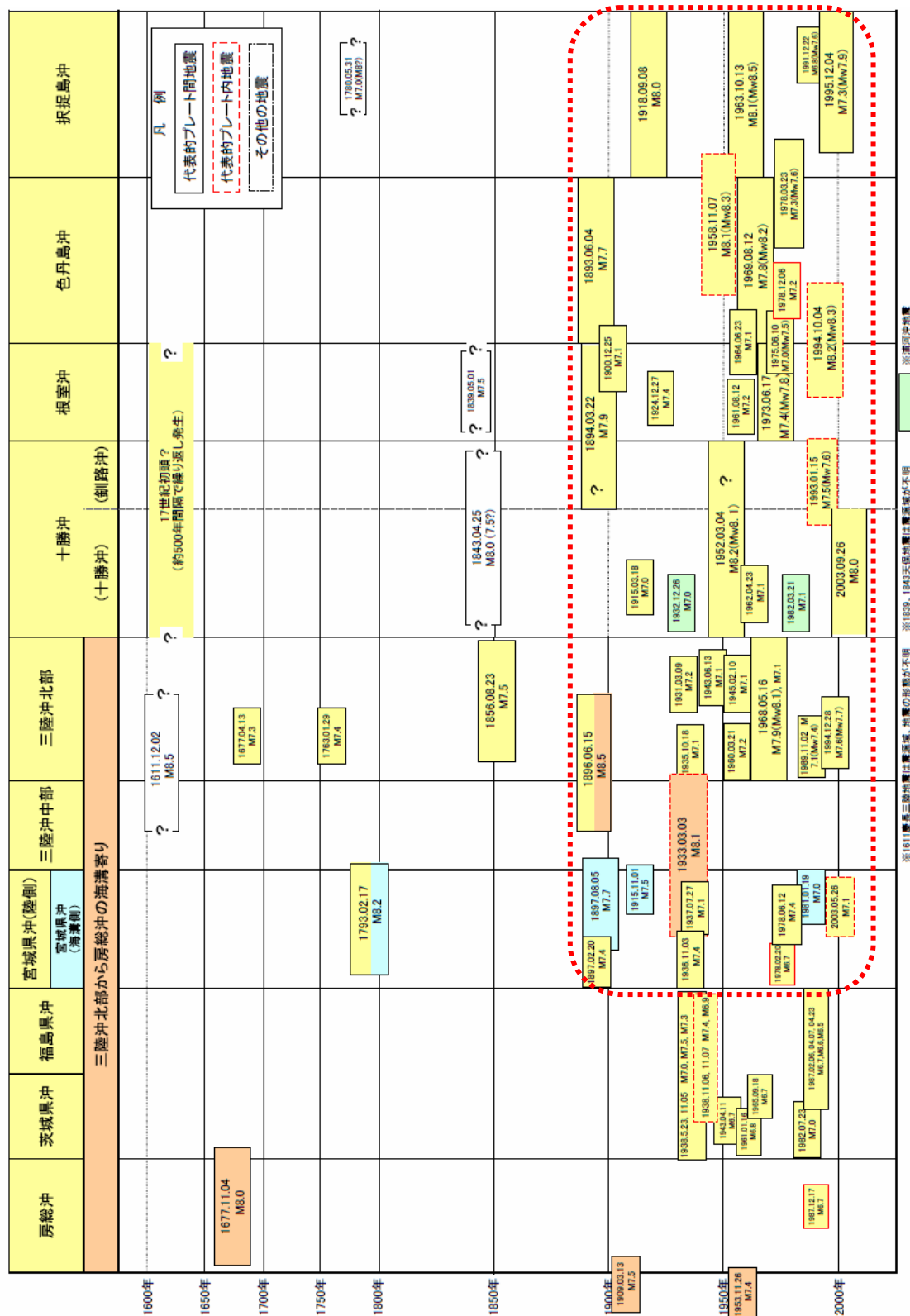


図 2.3-2 日本海溝・千島海溝周辺の主な地震

これにしたがい、繰り返し性や大きな地震の発生に着目して、領域ごとの地震発生の特性を整理したのが図 2.3-3である。

宮城県沖以北では陸域近くの地震のうちプレート境界地震が繰り返し発生してきており、また、海溝軸付近のプレート境界地震にも、三陸沖で繰り返し性が認められる。

海溝	領域	陸域近くの地震		海溝軸付近の地震	
		プレート内地震	プレート境界地震	プレート間地震	プレート内地震 正断層型
千島海溝	択捉島沖		◎ 1918(8.0)/1963(8.5)		
	色丹島沖	◎ 1958(8.1)	○1893(7.7) ◎1969(7.9)		
	根室沖	◎ 1994(8.2)	◎1973(7.8) ◎1894(7.9)		
	釧路沖	○1993(7.5)		◎17世紀初頭 (8.5?)	
	十勝沖		◎1952(8.1) ◎2003(8.0)		
日本海溝	三陸沖北部		○1677(7.3)/1763(7.4)/1856(7.5)/ 1968(7.9)/1994(7.6)		
	三陸沖中部			◎1611(8)北側? ◎1896(8.5)	◎ 1933(8.1)
	宮城県沖	○2003(7.0)	◎1793(8.2) ○1897(7.4)/1936(7.5)/1978(7.4) ◎1897(7.7)/1915(7.5)	1611(8) 南側?	1933南隣モデル
	福島県沖・茨城県沖	○1938(7.4)	○1938(7.0)/1938(7.5)/1938(7.3)		
	房総沖			◎1677(8.0) ?	

震源域、地震の形態が不明：1611年慶長三陸地震、1677年延宝房総沖地震
領域分けに属さない地震：1982年浦河沖地震(7.1)

○1909(7.5)
○1953(7.4)

◎：M8級 ○：M7級

太数字：津波(m>=2)

- ①大きな地震が繰り返し発生している領域
- ②繰り返しは確認されていないが、
大きな地震の発生が確認されている領域
- ③大きな地震の発生は確認されていない領域。
- 近接領域と同様の地震を検討する領域。

図 2.3-3 日本海溝・千島海溝周辺の領域の特性

2.3.3 防災対策の検討対象とする地震の考え方

以上の検討から、大きな地震（マグニチュード7程度以上）の発生、繰り返し発生に着目して、防災対策の検討対象とする地震を選定した。検討のフローを図 2.3-4に示す。

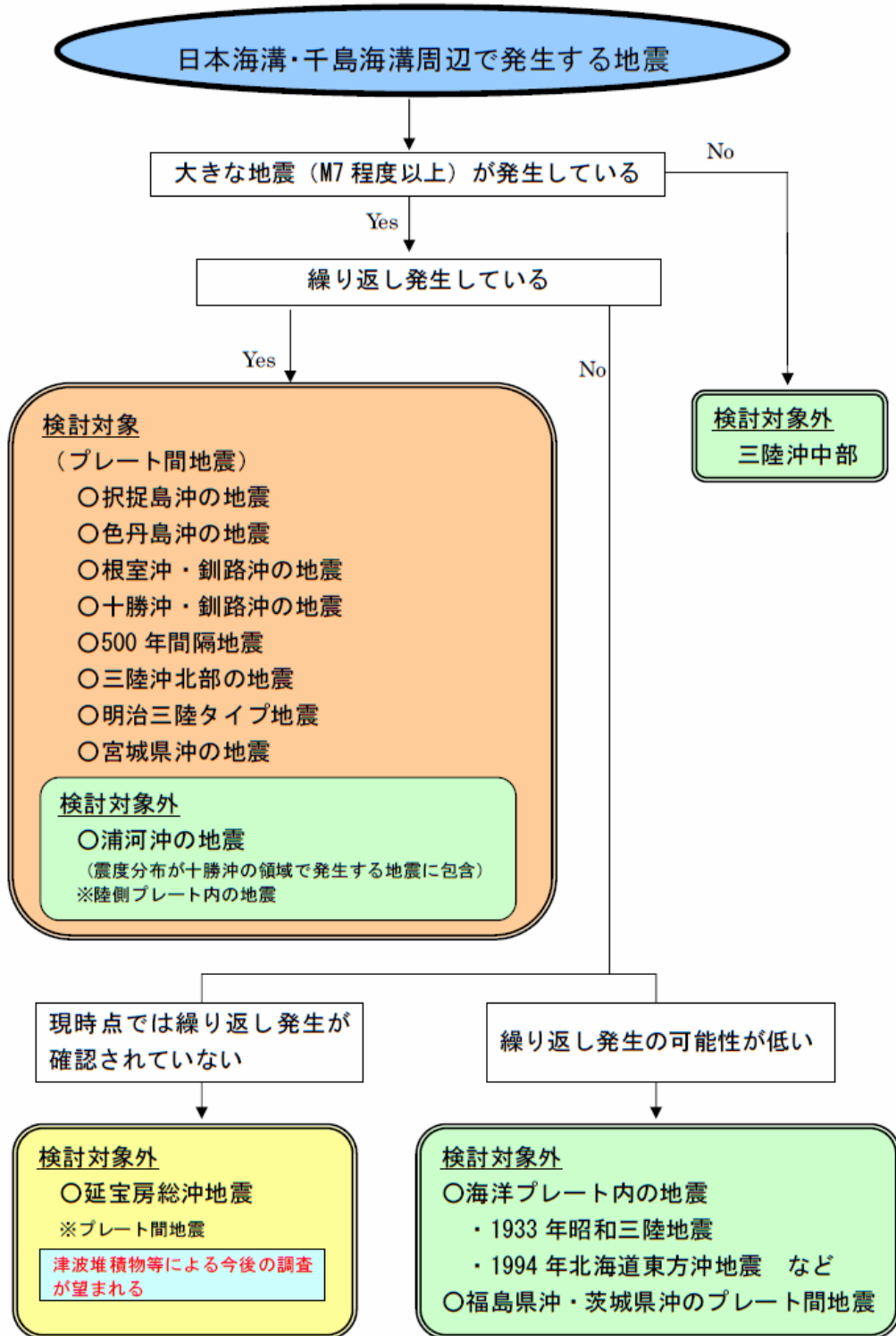


図 2.3-4 防災対策の検討対象とする地震の考え方

2.3.4 記録に残る津波の高さ分布

ここでは、各地の過去の津波の高さの実績を整理する。

三陸沖から房総沖にかけて発生した地震による津波の高さの記録を整理した。茨城沿岸では、1677 年延宝房総沖地震の津波が最も高い記録となっている。

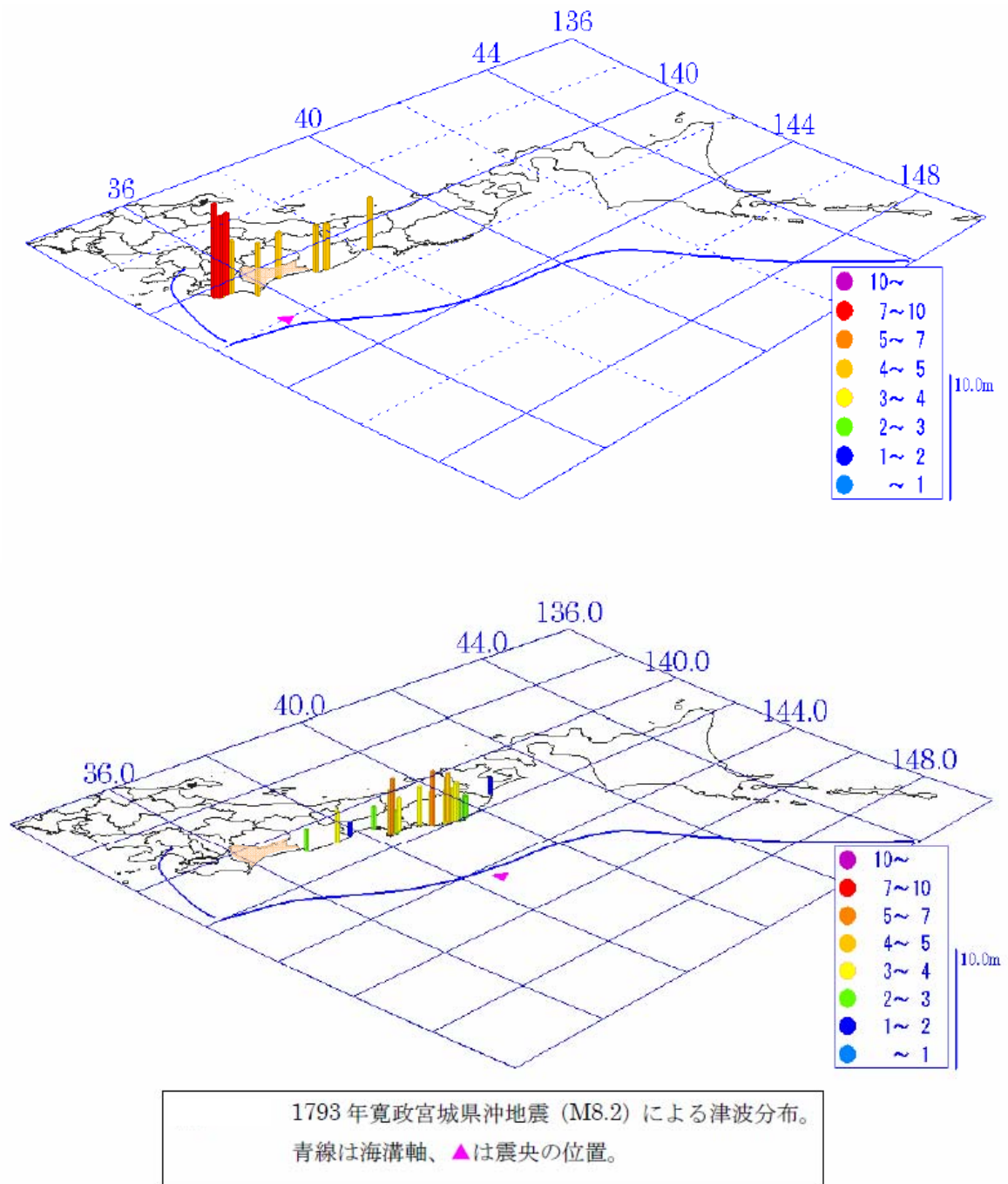


図 2.3-5 1677 年延宝房総沖地震、1793 年寛政宮城県沖地震時の津波の高さ分布

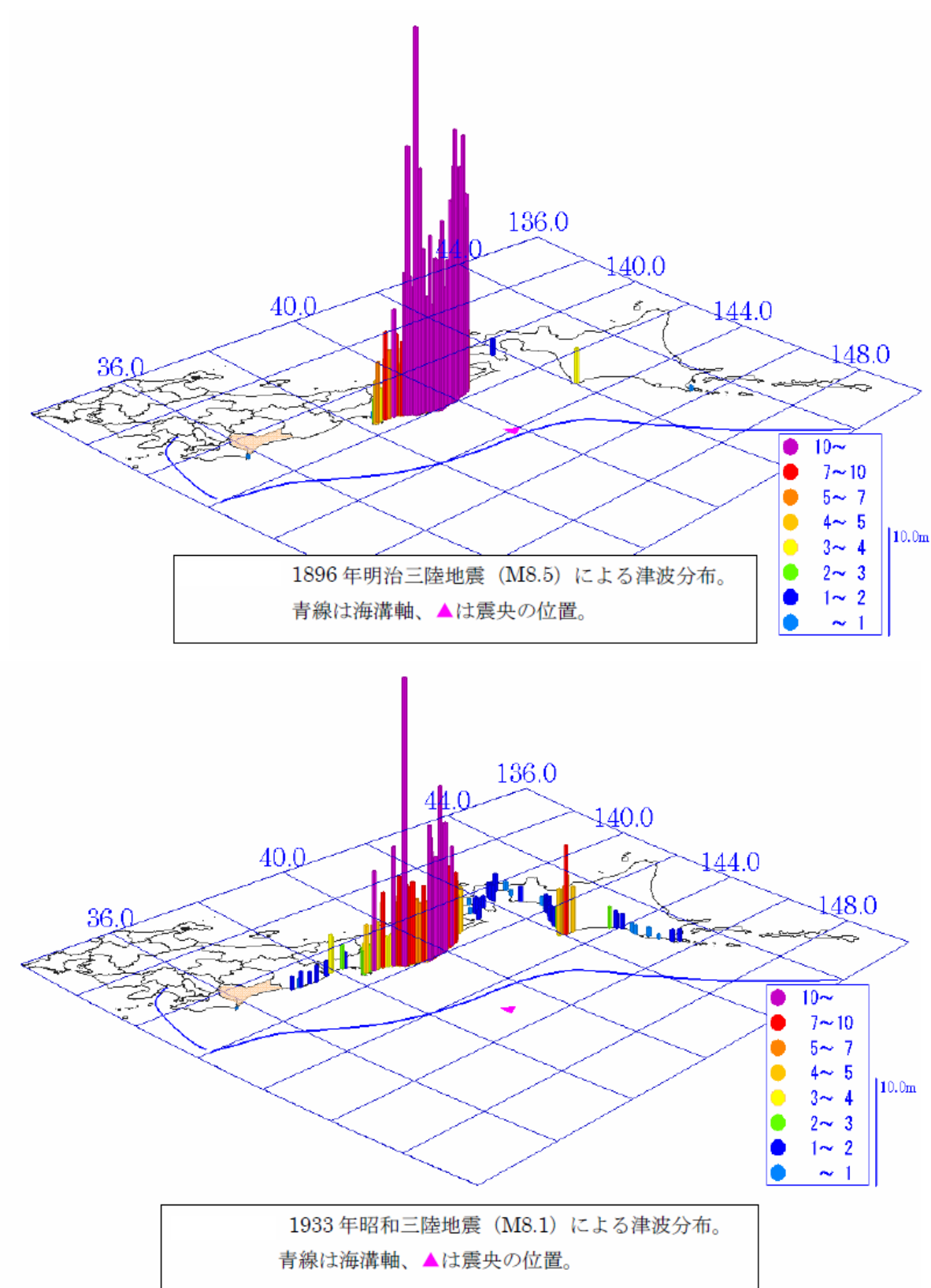


図 2.3-6 1896 年明治三陸地震、1933 年昭和三陸地震時の津波の高さ分布

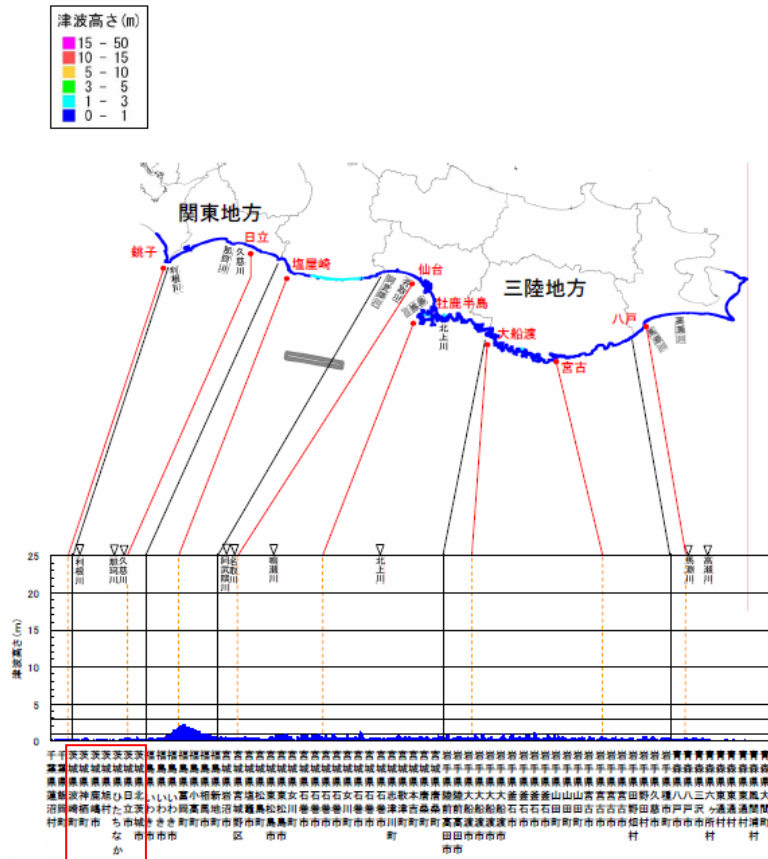


図 2.3-10 1938 年福島県沖地震で予測される津波の高さ分布

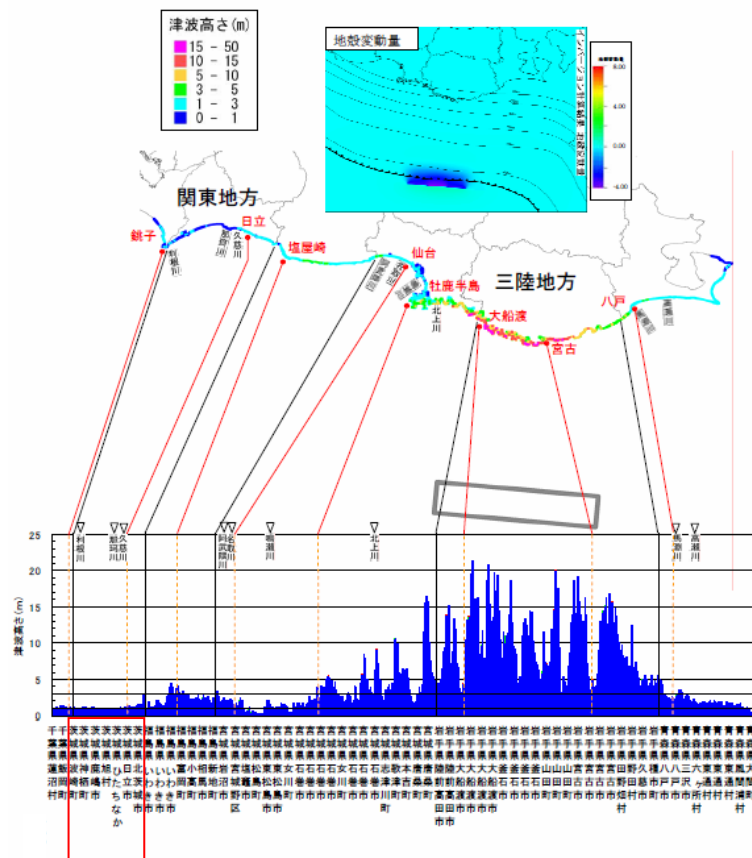


図 2.3-11 1933 年昭和三陸地震で予測される津波の高さ分布

2.4 想定地震の設定

中央防災会議における検討の中で、繰り返し性が確認されている地震であり、さらに起こりうるレベルで震源を広げて設定している「明治三陸タイプ地震」を当面のハード対策の目標地震（外力レベル1～2）と位置づけ、想定地震とする。

また、中央防災会議においては、現在のところ繰り返し性が確認されていないことから検討の対象外とされた「延宝房総沖地震」について、茨城沿岸の既往最大津波をもたらしたことを考慮し、想定地震とする。中央防災会議の検討では茨城県の北側の津波痕跡の検証が十分ではなく、震源設定の検討も試算の段階までとなっている。そのため、この震源の設定については、本調査において独自に津波痕跡調査を行い、その痕跡に合わせたパラメータを検討した。その結果、中央防災会議の試算結果（検討対象地震の検討段階資料）に対して、すべり量を1.2倍したものを設定している。以上より、本調査で想定している延宝房総沖地震による津波は茨城沿岸においては想定しうる最大レベル（外力レベル3）に近いものと考えられる。

想定地震の設定理由は次のように整理できる。

○明治三陸タイプ地震（明治三陸地震は明治29年（西暦1896年）6月15日発生）

- ・中央防災会議の検討で、繰り返し性が確認されている地震である。
- ・中央防災会議では、過去の「明治三陸地震」の震源を、起こりうるレベルで拡大して想定地震として設定している。
- ・当面のハード対策の目標地震と位置づけられる。

※1611年慶長三陸地震は、明治三陸地震の震源域を含んだ領域で発生したものと推定されることから、明治三陸地震の震源域の領域は、このタイプの津波地震（これを「明治三陸タイプ地震」という。）が繰り返し発生する領域と考えられる。

○延宝房総沖地震（延宝5年10月9日（西暦1677年11月4日）発生）

- ・繰り返し性は確認されていないが、茨城沿岸の既往最大津波をもたらした。
- ・中央防災会議で検討対象地震の候補として取り上げられた地震で、波源の試算が行われている。
- ・この地震で茨城沿岸にもたらされる津波は想定しうる最大レベルに近いと考えられ、防災対策（ソフト対策）のための目標地震と位置づけられる。

以上より設定した想定地震の一覧を表 2.4-1に示す。また、中央防災会議で検討されたそのほかの地震との比較から今回の想定地震を抽出した流れを図 2.4-2に示す。

表 2.4-1 想定地震一覧

項目 \ 想定地震	延宝房総沖地震	明治三陸タイプ地震
参考とした過去の地震	1677 年延宝房総沖地震	1896 年明治三陸地震
中央防災会議の結果 (茨城沿岸での津波の高さ)	2～7m	1～2m
想定断層モデル	中央防災会議試算の波源の すべり量を 1.2 倍した茨城 県独自のモデル	中央防災会議が採用したモ デル
モーメントマグニチュード (Mw)	8.29	8.6
津波・高潮ハザードマップマ ニュアルでの外カレベル	外カレベル 2～3	外カレベル 1～2
防災対策上の位置づけ	県の防災対策(ソフト対策) のための目標地震と位置づ ける	当面のハード対策のための 目標地震と位置づける

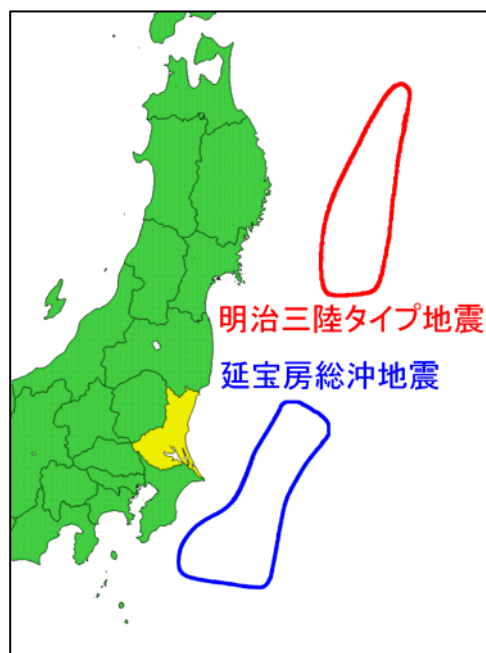


図 2.4-1 想定地震の波源位置

■ 検討対象となる地震

(「津波の高さ」は中央防災会議で予測した茨城沿岸での津波の高さ)

繰り返し発生している地震			繰り返し発生が確認されていない、または繰り返し発生の可能性が低い、過去に茨城沿岸に大きな津波を及ぼした地震		
地震名	津波の高さ	外力レベル	地震名	津波の高さ	外力レベル
○明治三陸タイプ地震	1～2m	1～2	○延宝房総沖地震	2～7m	2～3
宮城県沖の地震	0.5～1.5m	1	昭和三陸地震	1～3m	1～2



■ 想定地震

想定地震名	中央防災会議の結果 (茨城沿岸)	摘要
○延宝房総沖地震	2～7m	外力レベル 2～3 県の防災対策（ソフト対策）のための目標地震と位置づける 中央防災会議の波源のすべり量を1.2倍したものを採用
○明治三陸タイプ地震	1～2m	外力レベル 1～2 当面のハード対策のための目標地震と位置づける

図 2.4-2 中央防災会議の想定地震から本調査の想定地震を抽出した流れ

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を作成した。

地形モデル

地形データ（メッシュデータ）

津波の伝播や遡上等の水の流れをシミュレーションするための水深・標高。中央防災会議のデータ、3D 測量データ※¹、深浅測量データにより海陸一体に地形データを統合整備。

構造物データ（ブレイクラインデータ）

津波の伝播や遡上を遮る防波堤や河川堤防等の構造物の位置と高さ海岸構造物（護岸、防波堤）、河川構造物（河川堤防、水門等）について資料調査、現地調査等により整備。

粗度データ（メッシュデータ）

津波の伝播・遡上に対する摩擦を表す粗度係数を海底や陸上の土地利用状況から推定したものを資料収集整理・デジタルオルソ画像※²判読により整備。

※ 測地系は世界測地系、座標系は平面直角座標系とし、第IX系で作成。

図 3.1-1 地形モデルを構成するデータ群

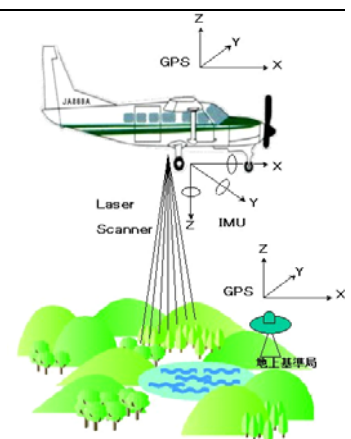
* 1 3D 測量データ（航空機レーザ計測）

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、詳細な津波シミュレーションのためにこの 3D 測量データを用いた。

* 2 空撮オルソ画像（デジタルオルソフォト画像）

G I S 上で地図と重ねられる空撮オルソ画像（貸与される正射投影画像）を用いて、構造物等の位置や土地利用の確認、背景画像などに利用した。



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（世界測地系 平面直角座標第Ⅸ系）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、沖合から沿岸部へと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、48mメッシュで地形モデルを作成した。また、精度の高い陸域・河川への津波遡上を行うため、全沿岸を 12m メッシュ（一部の二級河川周辺については 6m メッシュ）での地形モデルを作成した。メッシュ配置図に示した青色枠の範囲が、12m メッシュ（6m メッシュは赤色の範囲）の詳細地区を示している（図 3.2-2）。

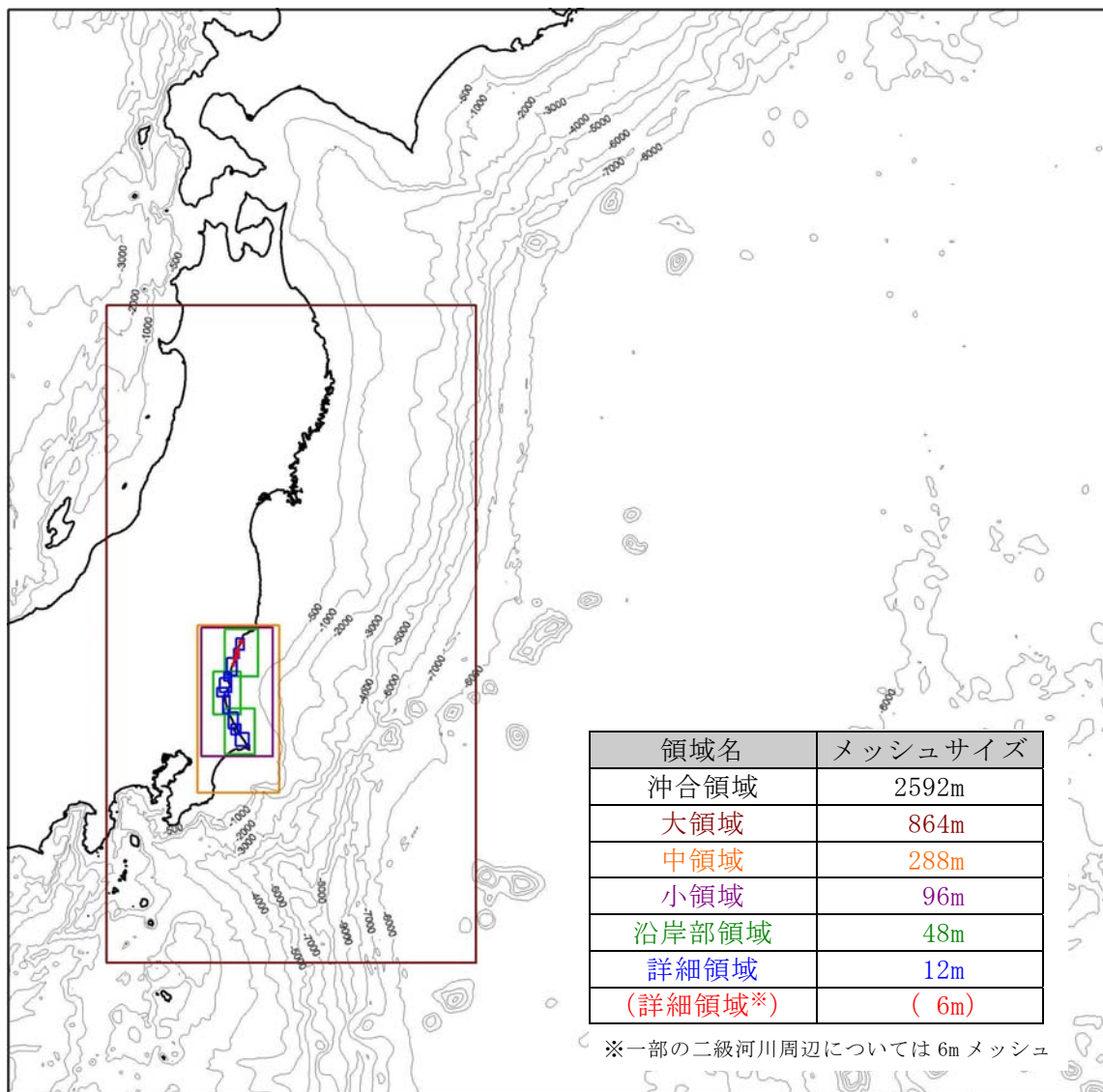


図 3.2-1 調査範囲内のメッシュ配置（世界測地系 平面直角座標第Ⅸ系）

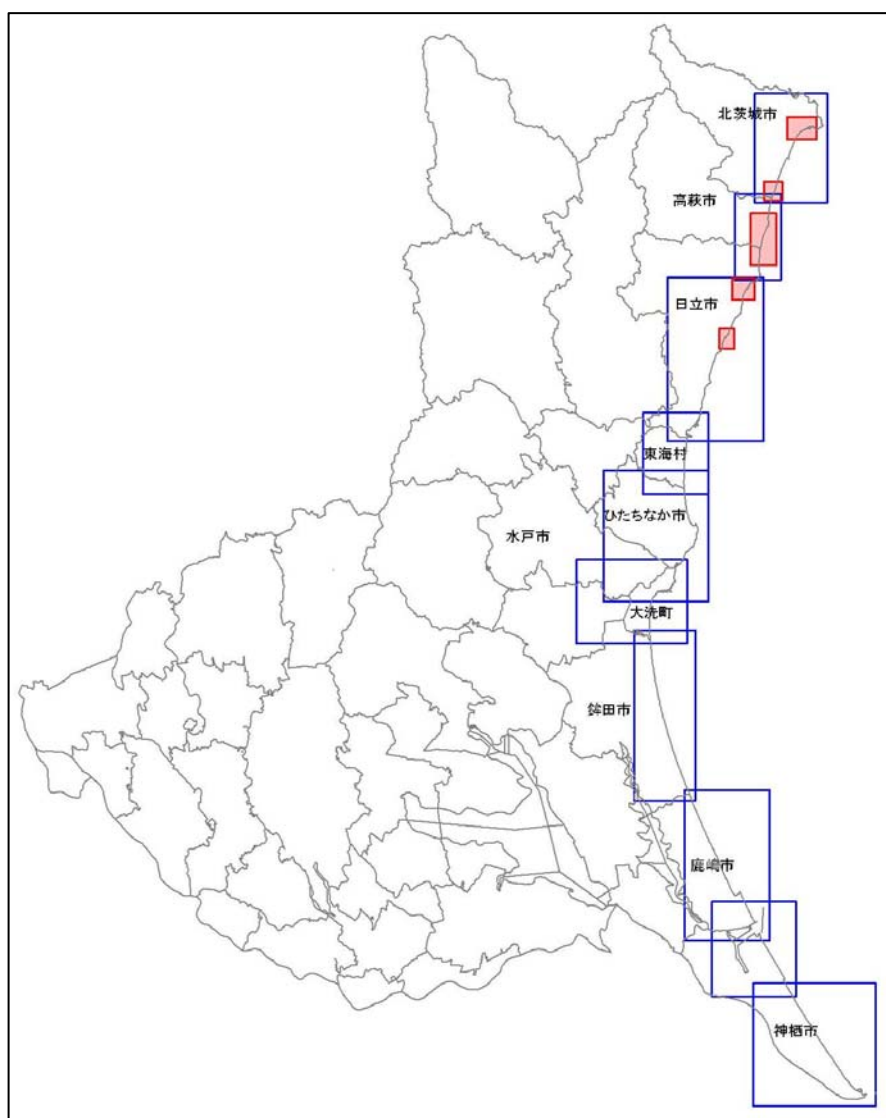


図 3.2-2 詳細領域の計算範囲

3.3 地形データの作成

3.3.1 作成手順

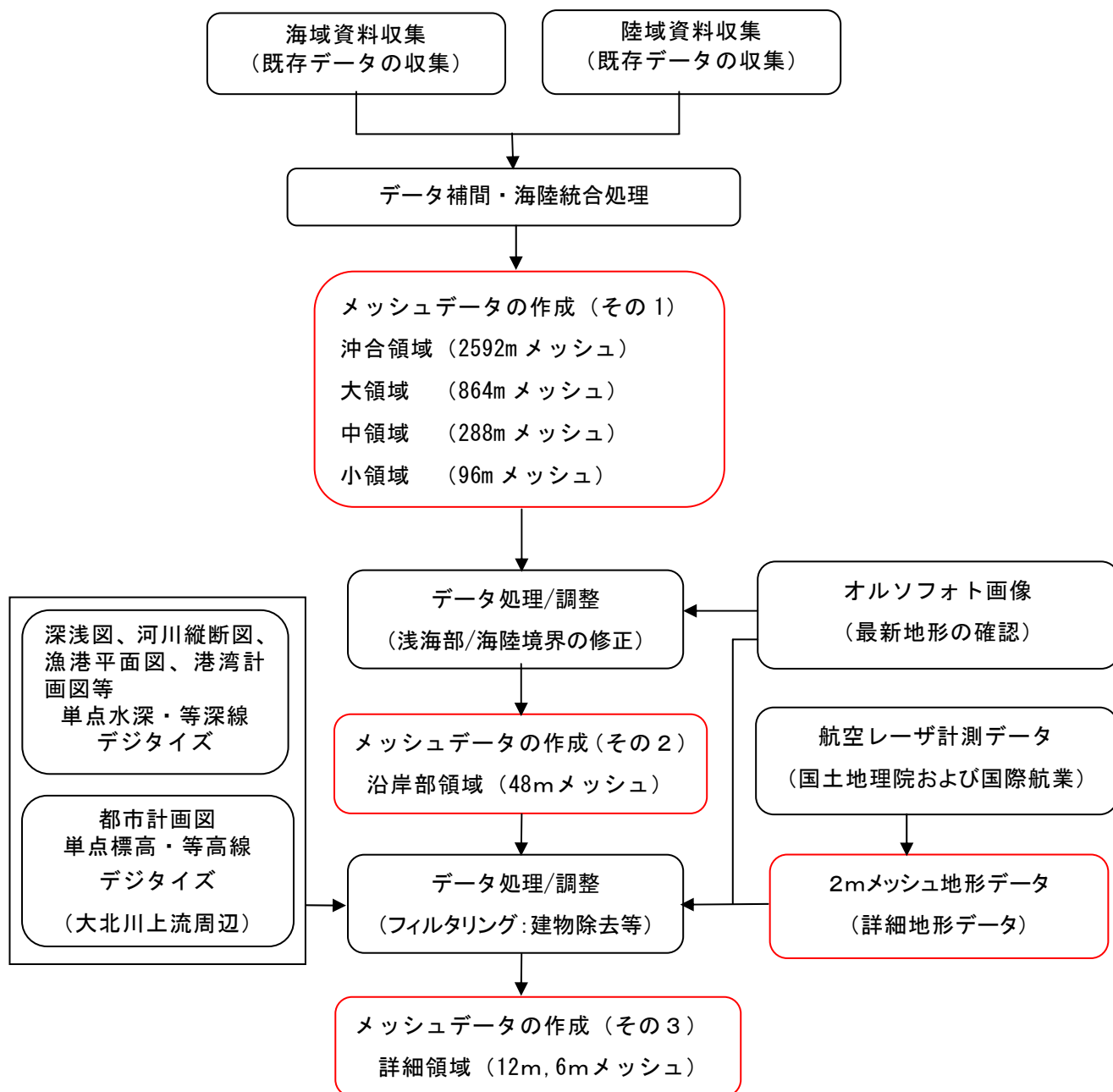


図 3.3-1 地形データの作成手順

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・河川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。これら水深・標高データをもとに補間処理・メッシュ化・海陸データ統合を実施して、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。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、3D 測量データを利用して地形モデルを 12m、6m メッシュで作成した。

地形データ作成に用いた資料を表 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（メッシュサイズ別）の適用							出 典
		沖合 2592 m	大 864 m	中 288 m	小 96 m	沿岸 48 m	詳細 12 m	詳細 6 m	
中央防災会議 のデータ※1	深海部 1350mメッシュ 深海部～沿岸部 150mメッシュ 沿岸部 50mメッシュ	●	●	●	●	●			・ 内閣府
港湾計画平面図 漁港平面図 深淺図 河川縦横断面図※2	等深線、等高線						●	●	・ 国土交通省※3 ・ 茨城県 ・ 沿岸市町村
3D 測量 データ	2 mメッシュ 地形データ (空撮オルソ画像)						●	●	・ 国土交通省 国土地理院 ・ 国際航業 ライブラリ

※1：内閣府の中央防災会議から提供されたデータ。

データは、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の資料によると以下のとおり。

- ・ 海底地形：海底地形デジタルデータ、海の基本図、海図を数値化したデータ。
- ・ 陸地地形：50m メッシュデジタル標高データを用いたデータ。河川河床および堤防については、横断測量結果を用いてモデル化したデータ。

※2：河川縦横断面図の無い二級河川については、現地で橋梁からの簡易計測結果を用いた。

※3：国土交通省常陸河川国道事務所・利根川下流河川事務所より、久慈川・那珂川・澗沼川、利根川の河川縦横断面図を提供頂いた。

3.3.2 地形データの作成

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 12m、6m メッシュで作成した。

詳細地区の地形モデル作成は、陸域については河道・河川堤防・盛土等の地形データの精度向上のため、2m メッシュの 3D 測量データから作成した。海域は深浅図・漁港平面図・港湾平面図等を活用した。また、空撮オルソ画像（地上解像度 1m）で現状を視覚的に認識するとともに全沿岸の現地踏査を行い、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。

国土地理院の 3D 測量データは海岸 1km の範囲のため、久慈川・那珂川・湍沼川・鹿島港周辺については、精度向上のため、国際航業のライブラリデータ（図 3.3-2 参照）を用いた。ライブラリデータは、国土地理院のデータと同様に航空機レーザ計測で得られた約 2m に一点の標高データ（ランダムデータ）である。また、大北川上流周辺はどちらの 3D 測量データでも不足したことから、都市計画図で補間した。

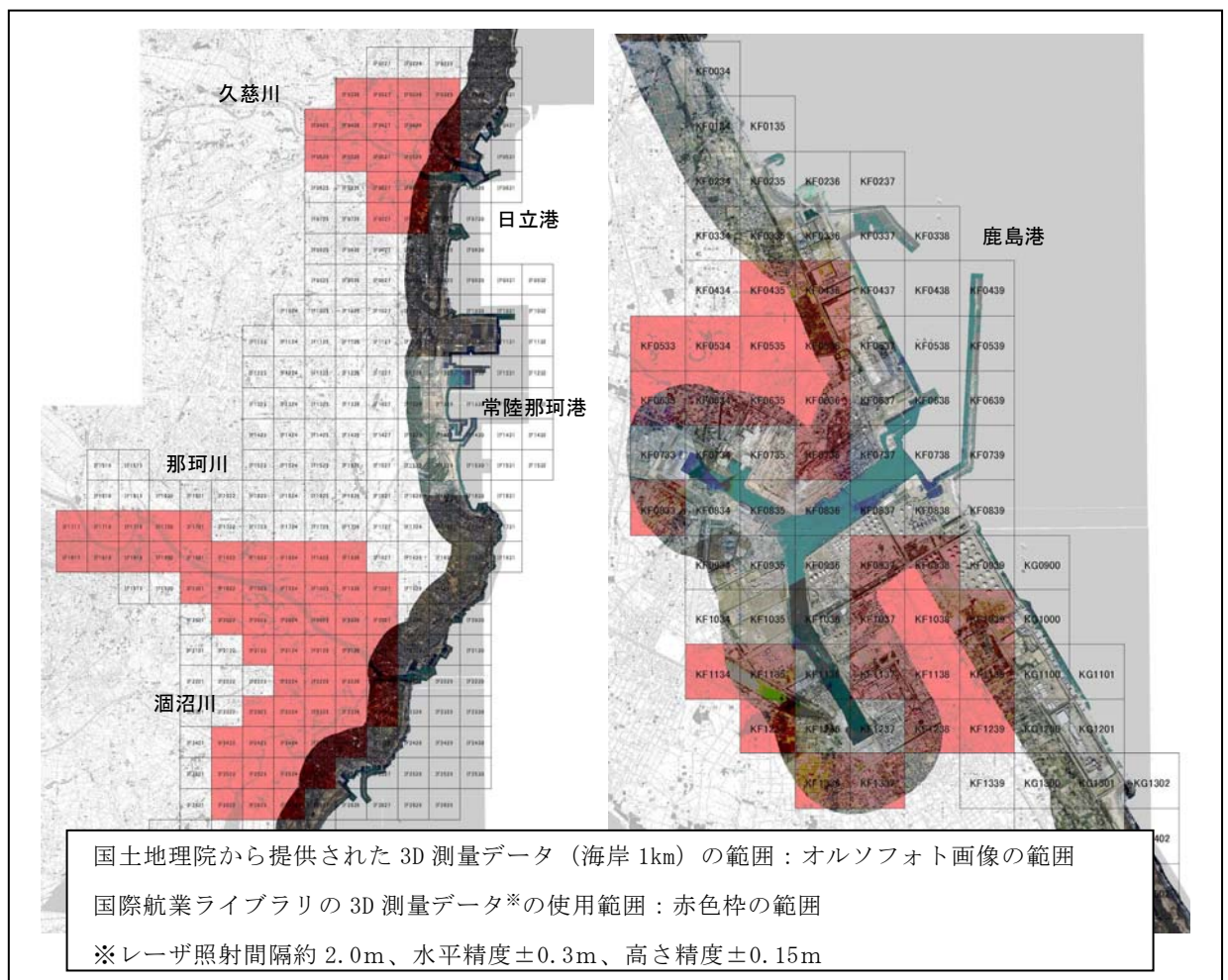
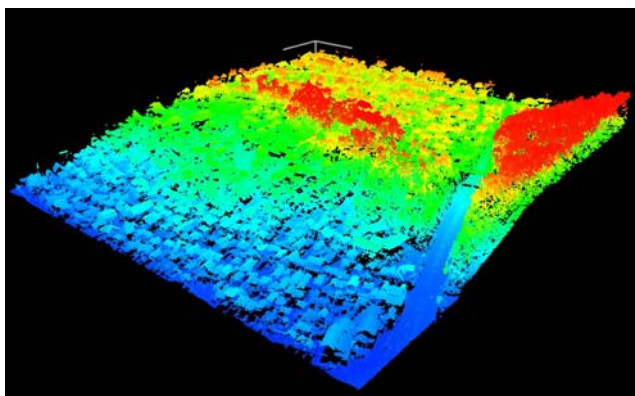
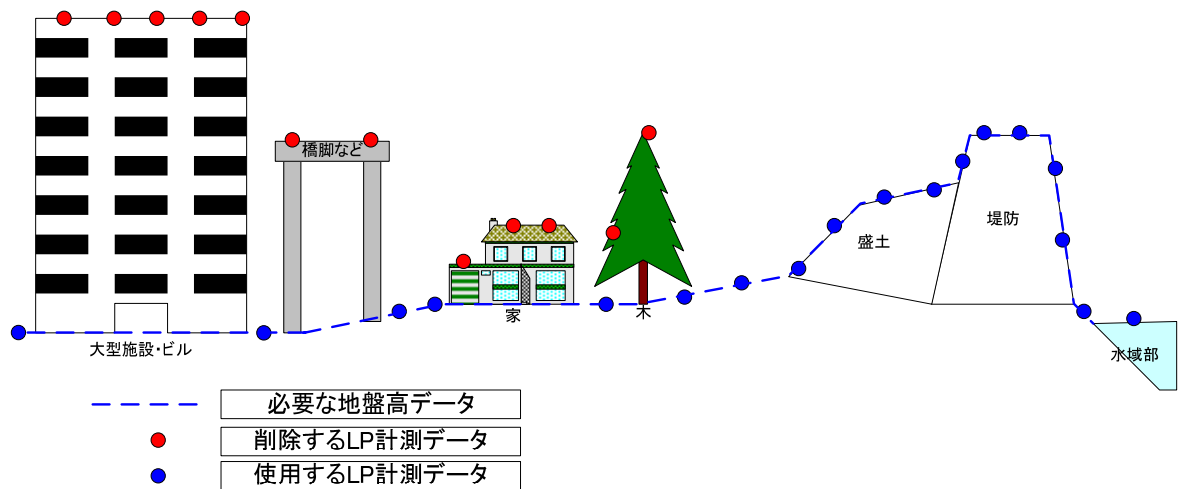


図 3.3-2 3D 測量データの使用範囲

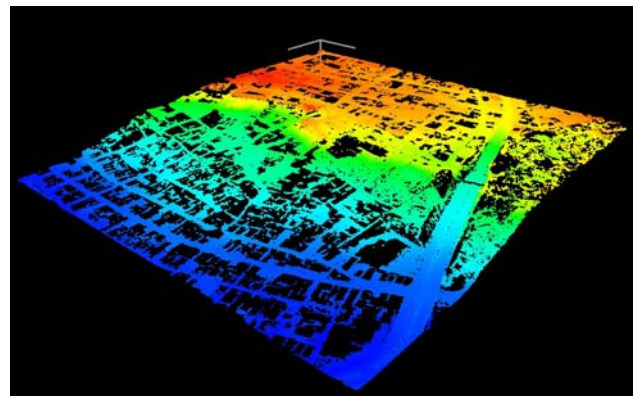
①航空機レーザ計測データを利用した地形データ作成手順

【久慈川・那珂川・湍沼川・鹿島港周辺】

津波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、逆に盛土等の構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。



DSM（フィルタリング前）



DEM（フィルタリング後）

図 3.3-4 フィルタリング処理例（家屋・樹木等の除去）

左図(DSM)はフィルタリング前、右側(DEM)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、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。

②都市計画図・深浅図・河川縦横断図等を利用した地形データ作成手順

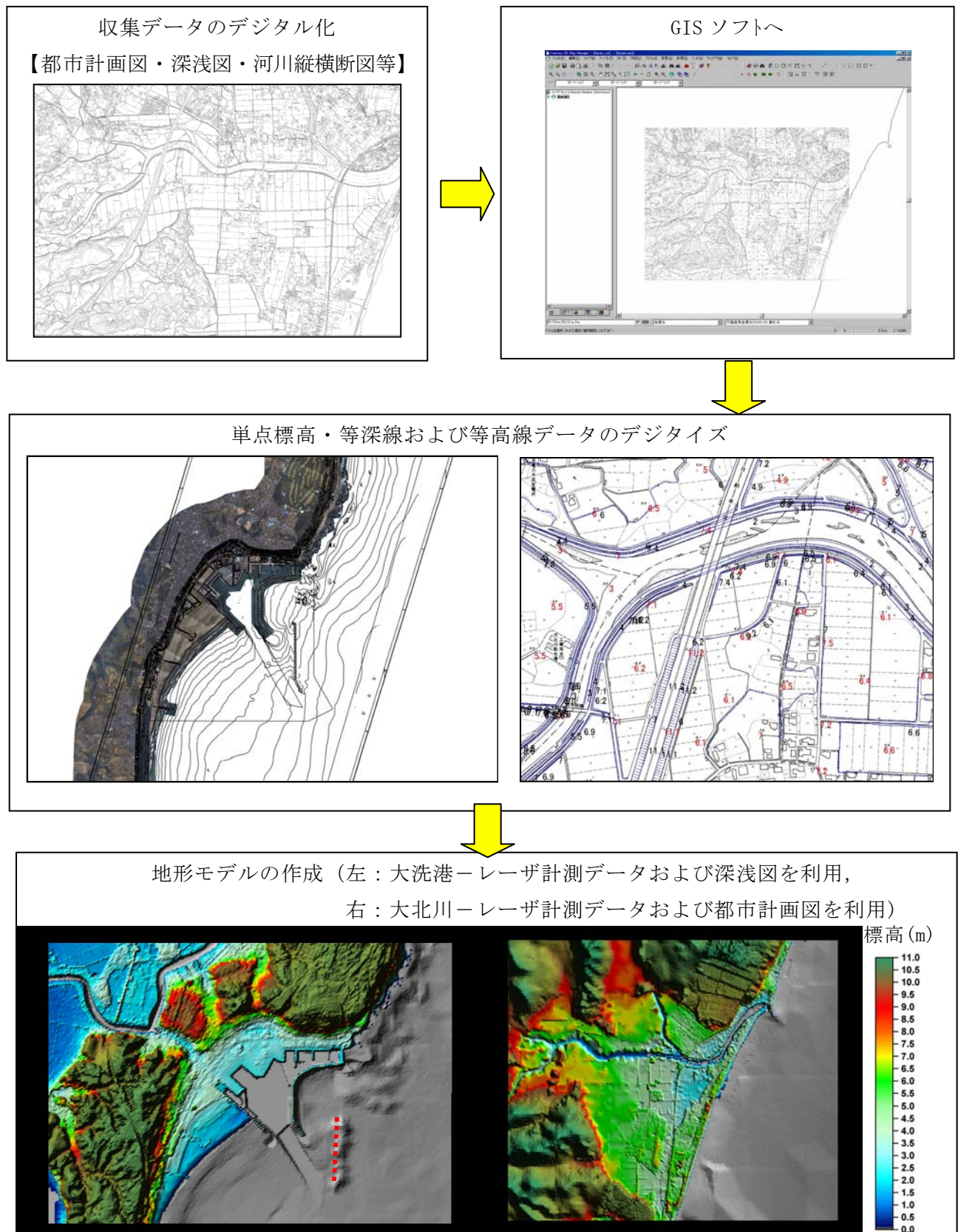


図 3.3-5 地形データ作成手順

3.4 構造物データの作成

3.4.1 データ作成対象とした構造物

港湾・漁港・海岸の構造物、河川構造物など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2005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、海岸沿いの盛土道路等 ただし、次に示すような小規模構造物はデータ化の対象としていない ・ 詳細領域（12.0mメッシュ範囲）では、延長10m未満のもの ・ " （6.0mメッシュ範囲）では、延長5m未満のもの
出典資料	港湾施設 : 港湾台帳・港湾計画平面図等 漁港施設 : 漁港施設台帳・漁港平面図等 海岸施設 : 海岸保全施設台帳・海岸施設平面図等

表 3.4-2 河川の構造物データ

対象	河川施設で、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 ・ 詳細領域（12mメッシュ範囲）では、河口幅（堤防間）が50m以上の範囲 ・ " （6mメッシュ範囲）では、河口幅（堤防間）が25m以上の範囲
出典資料	堤防・護岸 : 河川平面図、河川縦横断面図等 水門 : 河川水門台帳等 道路 : レーザ計測データ等

なお、人工リーフ、潜堤は海底地形とみなし、構造物データには含めていない。また、背後地盤と同一の高さである埋立護岸や道路護岸、船揚場、さらに、鉄道・道路の盛土は、陸上地形の一部としてモデル化した。

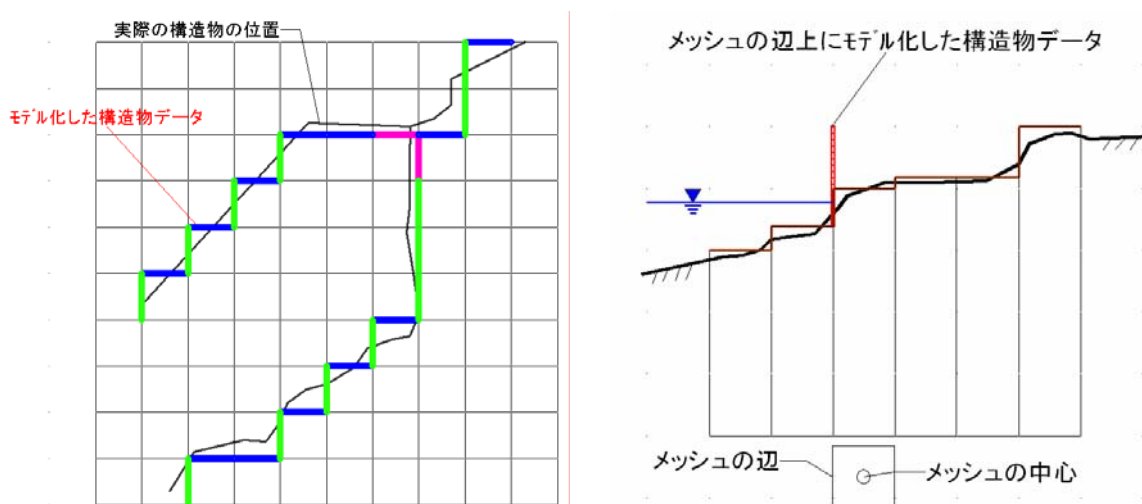


図 3.4-1 構造物のモデル化のイメージ

3.4.2 作成手順

構造物の位置と天端高を以下の手順でデータ化した。GISソフトを利用し、統一した座標系（世界測地系 平面直角座標系第Ⅸ系）で管理し、台帳などの資料から構造物をラインデータとして入力・属性情報として天端高を付加した。また、資料で不明な箇所については、簡易の現地調査を行い、各海岸管理者への確認を行った。

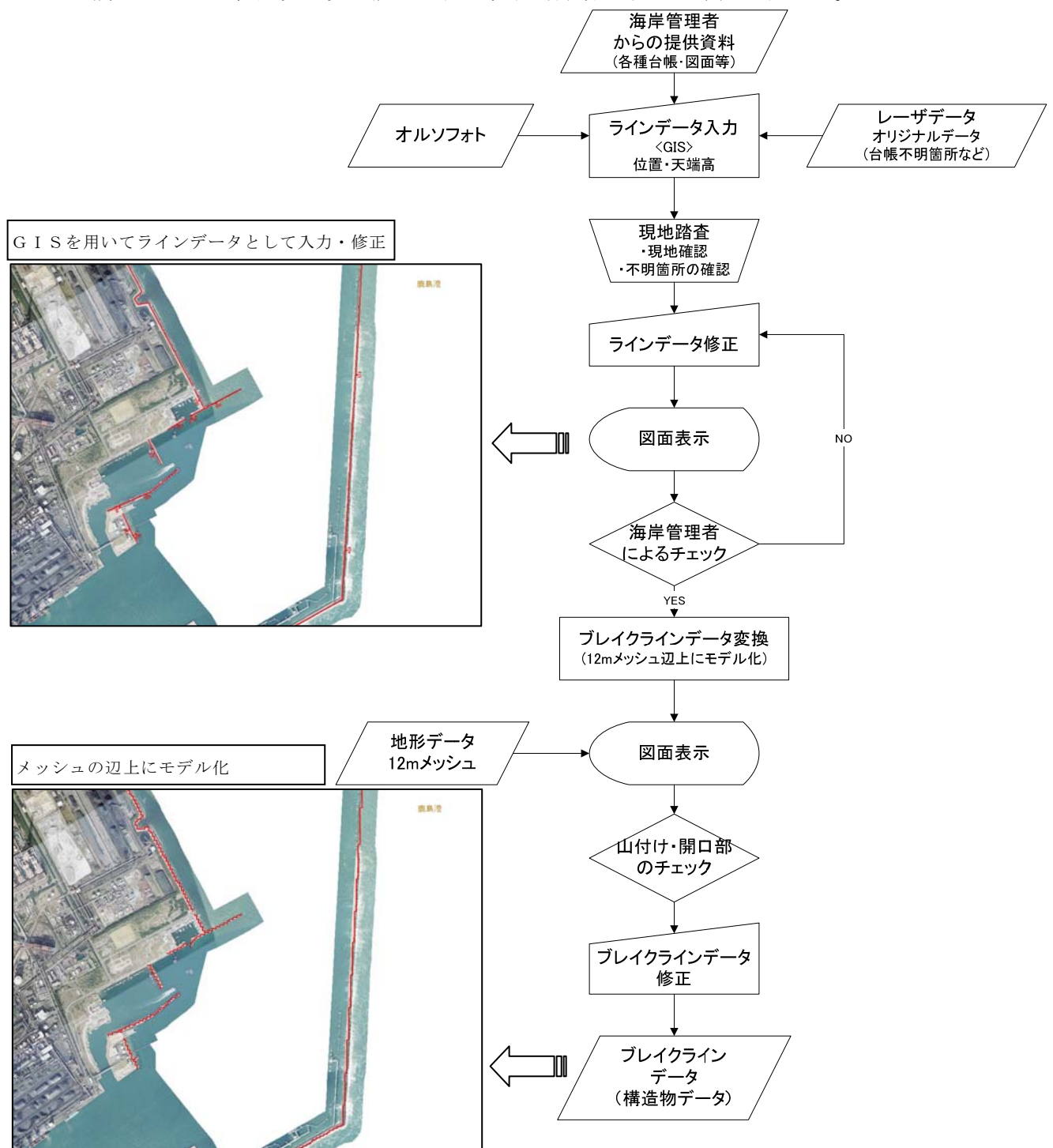
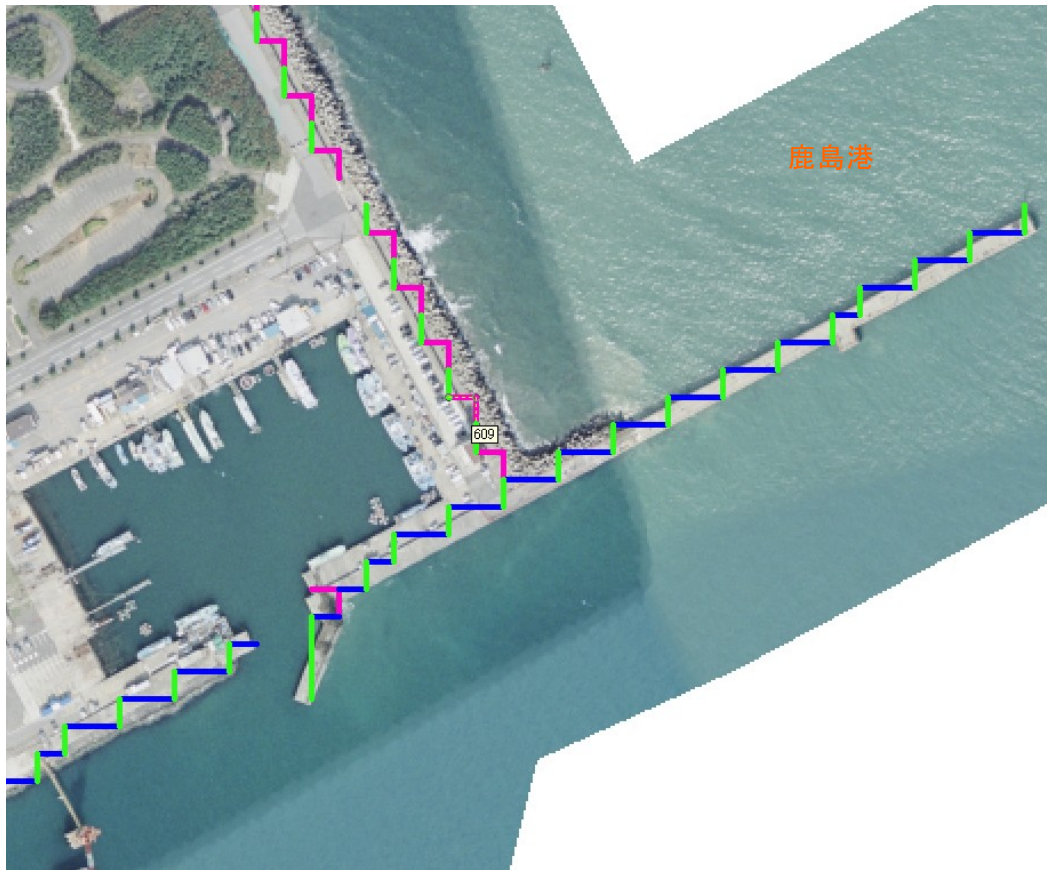


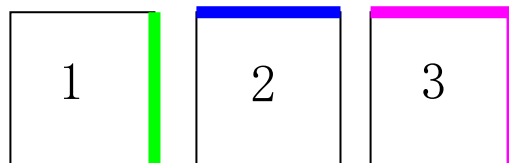
図 3.4-2 構造物データの構造物の位置と天端高のデータ作成手順



○位置情報(x, y 座標) : 世界測地系 平面直角座標系第Ⅸ系

○メッシュ边上フラグ

- 1 → メッシュの東辺に構造物あり
- 2 → メッシュの北辺に構造物あり
- 3 → メッシュの東および北辺に構造物あり



○天端高

基準面 TP としての構造物の高さ情報 : 単位は cm

図 3.4-3 構造物データ（メッシュ边上にモデル化した構造物データ）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 48m メッシュごとに整理した。* 世界測地系 平面直角座標第Ⅸ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 詳細地区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、48m メッシュ単位で粗度係数の判定をし、48m メッシュ内の土地利用分類は同一とした。

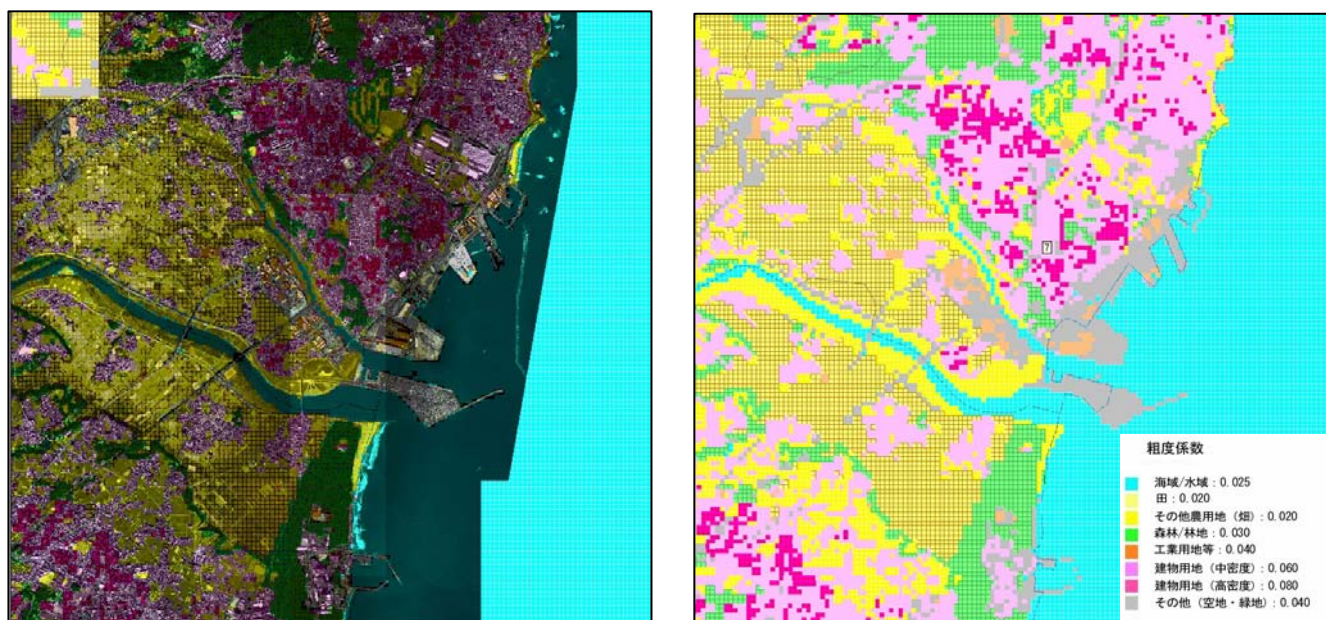
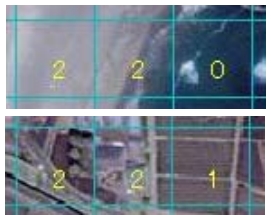
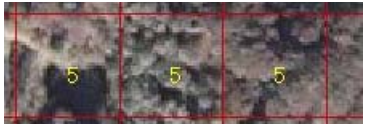


図 3.5-1 土地利用分類の事例（日立港周辺）

表 3.5-1 粗度係数の設定

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（メッシュ面積の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） 

注）原則として、メッシュの面積の50%を基準にして分類する。50%の場合は、粗度の低い方を選択。

4. 検証計算

本調査における検証の対象は延宝房総沖地震で、中央防災会議が試算した波源モデルの妥当性を検証した。波源モデルを用いて各地の遡上高を計算した上で、記録に残されている津波痕跡高と比較し、記録との適合性を検討した。必要に応じてモデルを修正して用いることとした。

なお、明治三陸タイプ地震については、中央防災会議のモデルを使用するため検証の対象とはしなかった。

4.1 検証計算の手順

本調査では中央防災会議(2005)が想定した暫定版の波源モデル（内閣府から提供）を基本的なモデルとして福島県・茨城県・千葉県沿岸で予測される津波の高さを計算し、その結果と津波痕跡資料を比較検証して、波源モデルを設定した。

検証計算の手順を図 4.1-1に示す。

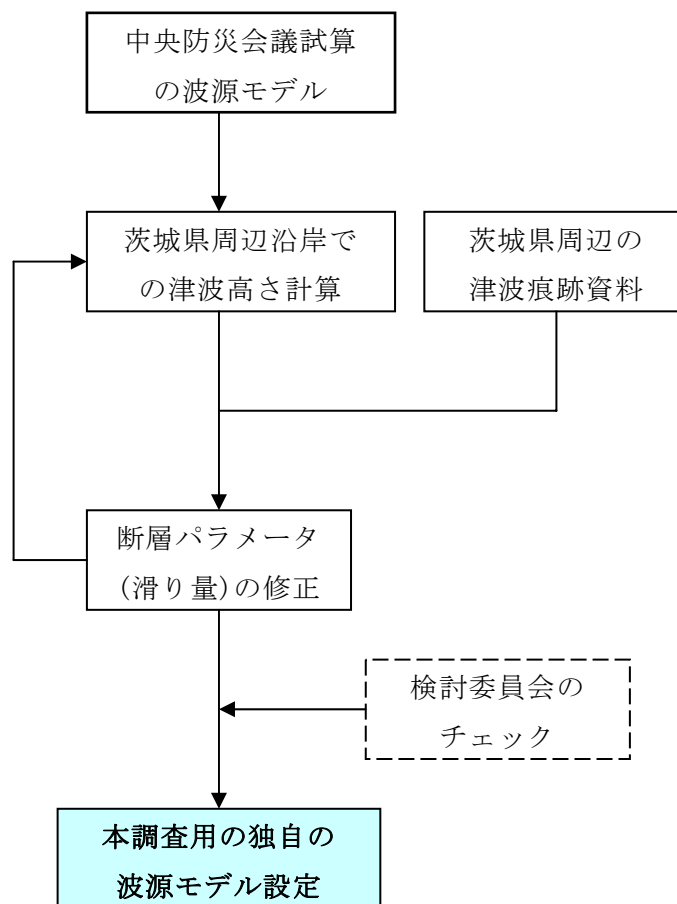


図 4.1-1 検証計算の手順

4.2 検証計算結果

中央防災会議の試算した断層の地盤変動量に基づき、48mメッシュを用いて各地の遡上高を計算した。中央防災会議試算のモデルと、すべり量を1.2倍にしたモデルの、地盤変動量を図 4.2-1に示す。

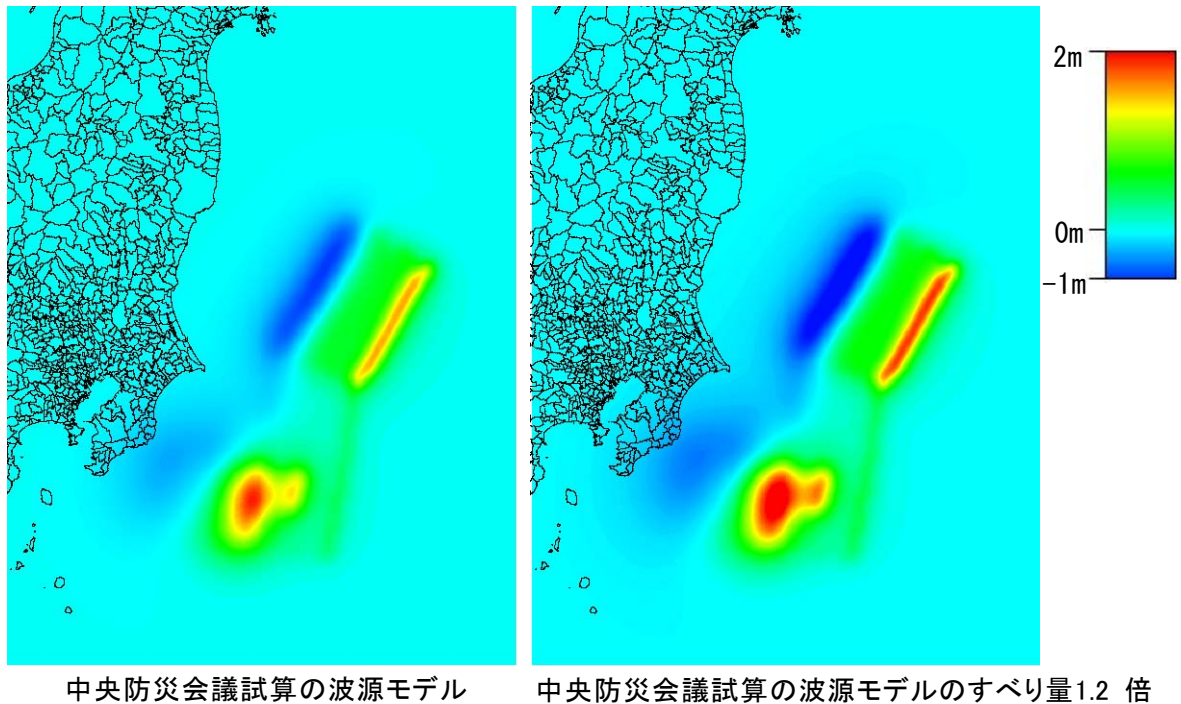
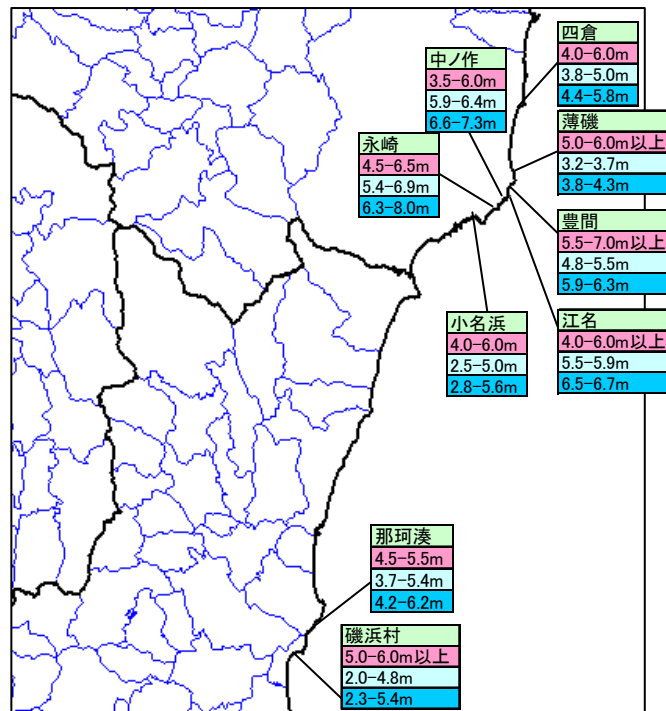


図 4.2-1 延宝房総沖地震の断層モデルに基づく地盤変動量分布

このモデルを用いて計算した各地の遡上高と、推定した痕跡高を比較した結果を、図 4.2-2および図 4.2-3に示した。以下の理由から、中央防災会議試算の波源モデルのすべり量を1.2倍にしたモデルを用いることとした。

- 防災上安全側の想定を行うため、シミュレーションによる各地周辺の最大水位が痕跡高の推定幅の最大を再現できるモデルを採用する。
- 図 4.2-3より、すべり量を1.2倍にしたモデルでは痕跡高の推定幅の最大（グラフ中の「痕跡_{max}」）に近い値となっている。
- 客観的に痕跡高の再現性を比較するため、相田の $K-\kappa$ 値を計算し、その結果を表 4.2-1に整理した。
- すべり量を調整しないモデルではやや過小（ $K=1.158$ ）、すべり量1.5倍のモデルではやや過大（ $K=0.852$ ）と評価されたが、すべり量を1.2倍に調整したモデルでは、 K 値がほぼ1.0になり、ばらつきを示す κ 値も小さくなって今回推定した遡上高をよく説明できた。

福島県～茨城県



千葉県

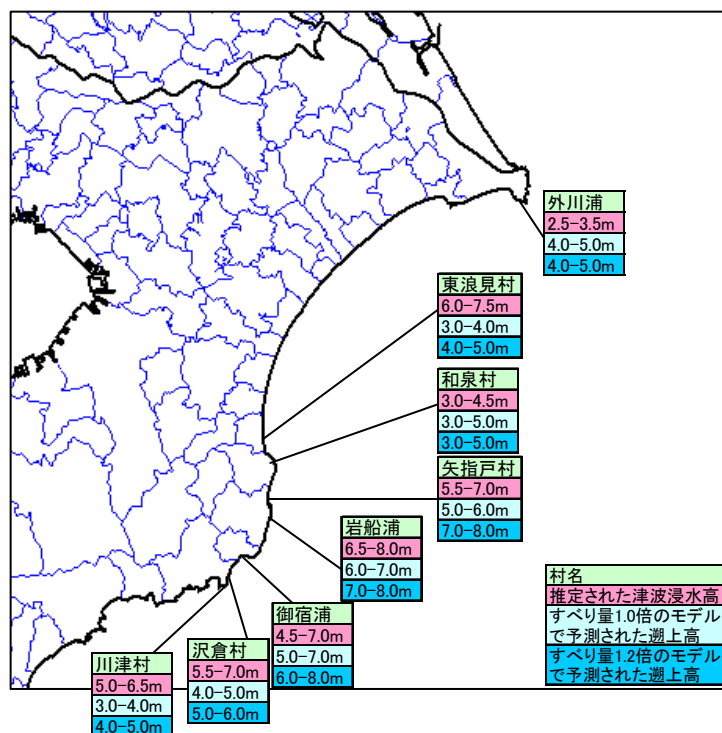
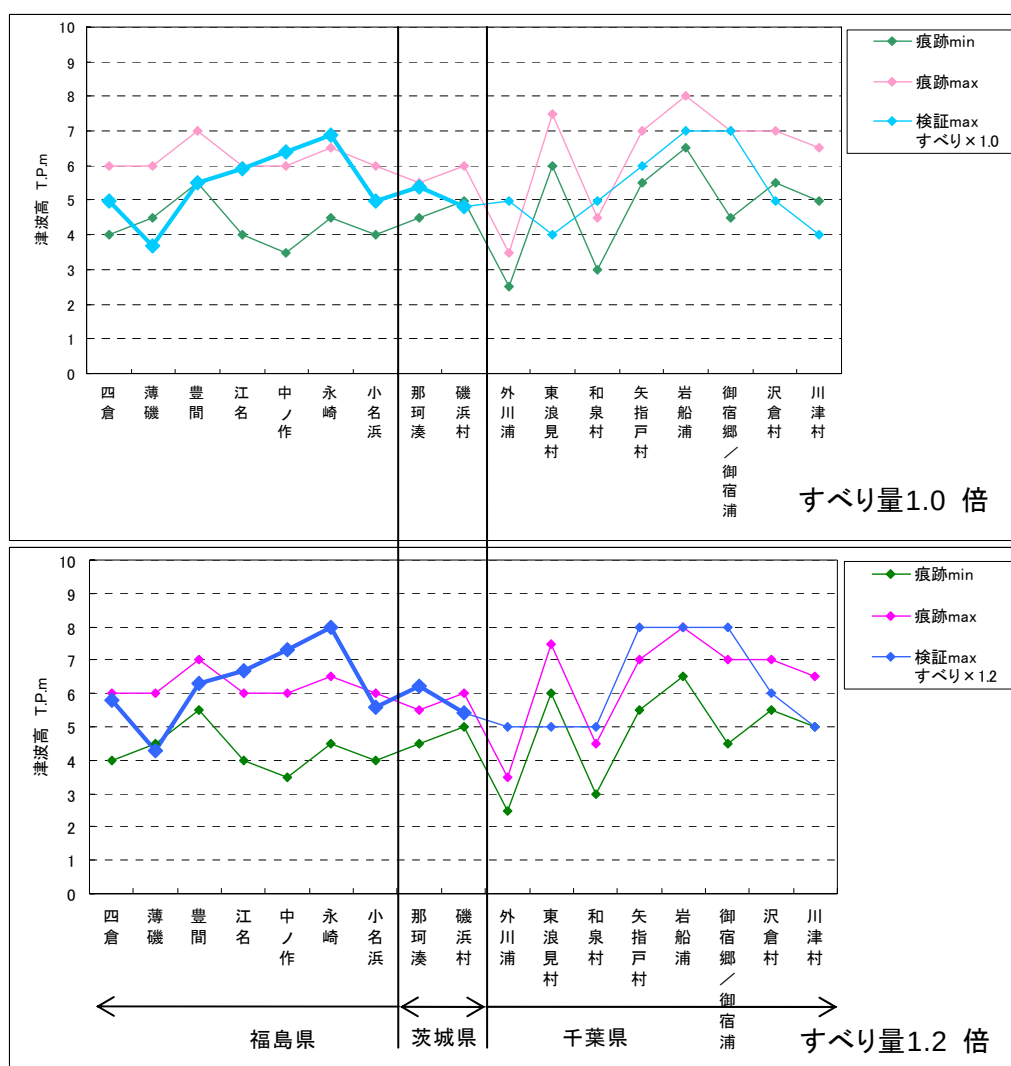


図 4.2-2 各地の津波浸水高と延宝房総沖地震の断層モデルに基づく計算遡上高の比較



※福島県・茨城県については48mメッシュの計算結果、千葉県については千葉県(2006)の調査における計算結果を示す。

図 4.2-3 各地の津波浸水高と計算遡上高の比較

表 4.2-1 計算結果の比較 (K- κ)

ケース	すべり量 ×1.0	すべり量 ×1.2	すべり量 ×1.5
K値	1.158	1.006	0.852
κ 値	1.270	1.221	1.245

データ数:17

再現性良好の目安

$$0.8 \leq K \leq 1.2$$

$$\kappa \leq 1.6$$

5. 津波シミュレーション

想定計算は、将来発生する可能性がある地震を想定し、それに伴う津波の挙動を調査対象区域の全海岸について計算し、浸水予測図作成、被害想定、津波遡上CG（動画）作成を行うために実施した。現在の地形のもとで、次の想定津波が来襲した場合の、各地の浸水深分布、津波到達時間などを予測した。

5.1 想定地震

延宝房総沖地震については、検証計算によって得られた断層パラメータを用いた。

明治三陸タイプ地震については、専門調査会の調査と整合を図るために、専門調査会で検討された断層パラメータを計算に用いた。

想定計算に使用したパラメータは、次のとおりである。

表 5.1-1 震源断層パラメータ

断層パラメータ		想定地震	
		延宝房総沖地震※1	明治三陸タイプ地震※2
地震モーメント Mo(Nm)		3.51E+21	1.00E+22
モーメントマグニチュード Mw		8.29	8.6
要素断層数		972	913
断層面積 S(km ²)		26117.51	22903.36
平均 すべり量 D(m)	深さ 0～10km	3.204	9.73
	深さ 10～16km	3.24	8.39
	深さ 16～32km	3.36	5.23
	深さ 32km～	3.96	—

※1: 専門調査会提供のデータより、下記を仮定して算出した(すべり量は1.2倍)

※2: 専門調査会提供のデータより記載

剛性率 μ : $\mu = \rho V_s^2$ 平均すべり量 D: $D = Mo / \mu S$

V_s および ρ は、専門調査会資料を参考に、以下のように設定

深さ 0～10km $V_s = 3.4 \text{ km/s}$ $\rho = 2.67 \text{ g/cm}^3$

深さ 10～16km $V_s = 3.67 \text{ km/s}$ $\rho = 2.7 \text{ g/cm}^3$

深さ 16～32km $V_s = 3.9 \text{ km/s}$ $\rho = 2.8 \text{ g/cm}^3$

深さ 32km～ $V_s = 4.5 \text{ km/s}$ $\rho = 3.3 \text{ g/cm}^3$

この断層パラメータを用いて、Mansinha and Smylie (1971) の方法により計算された各想定地震による垂直地盤変動量（海洋部では津波の初期水位変動量、陸部では地盤の隆起・沈降量に相当する）を図 5.1-1～図 5.1-2に示す。図では赤色が隆起、青色が沈降を示しており、色が濃いほど変位量大きいことを示している。海域では、地震直後の海水面の凹凸、すなわち津波の初期水位分布を示している。津波は地盤変動に伴って押し上げられたり、引き下げられたりした海水が平準化する過程で起こるものなので、これが重要な情報となる。

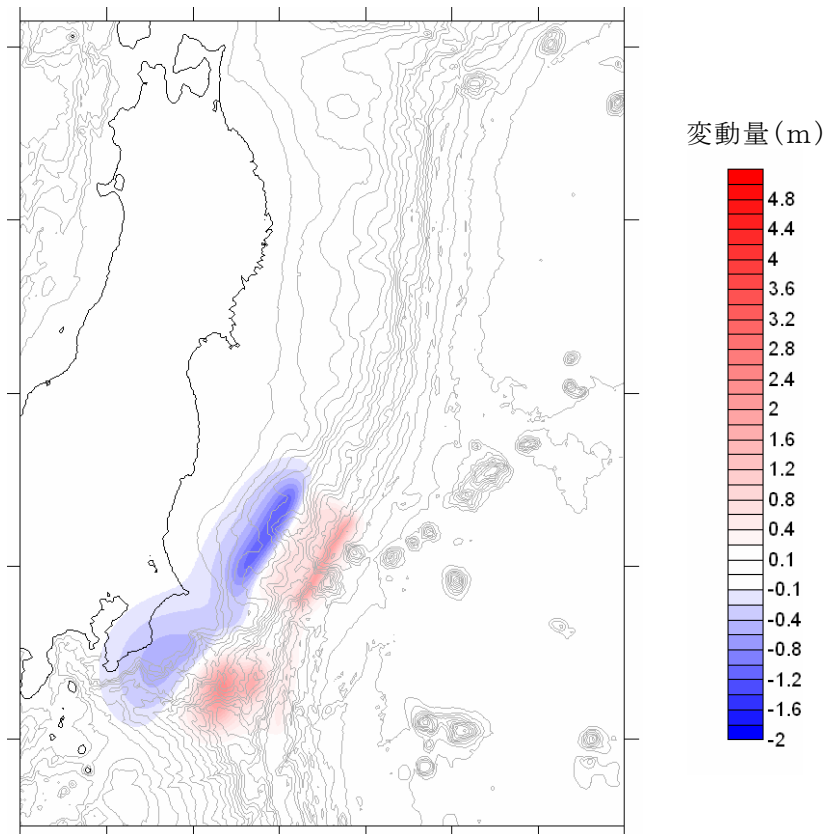


図 5.1-1 延宝房総沖地震の垂直地盤変動量分布

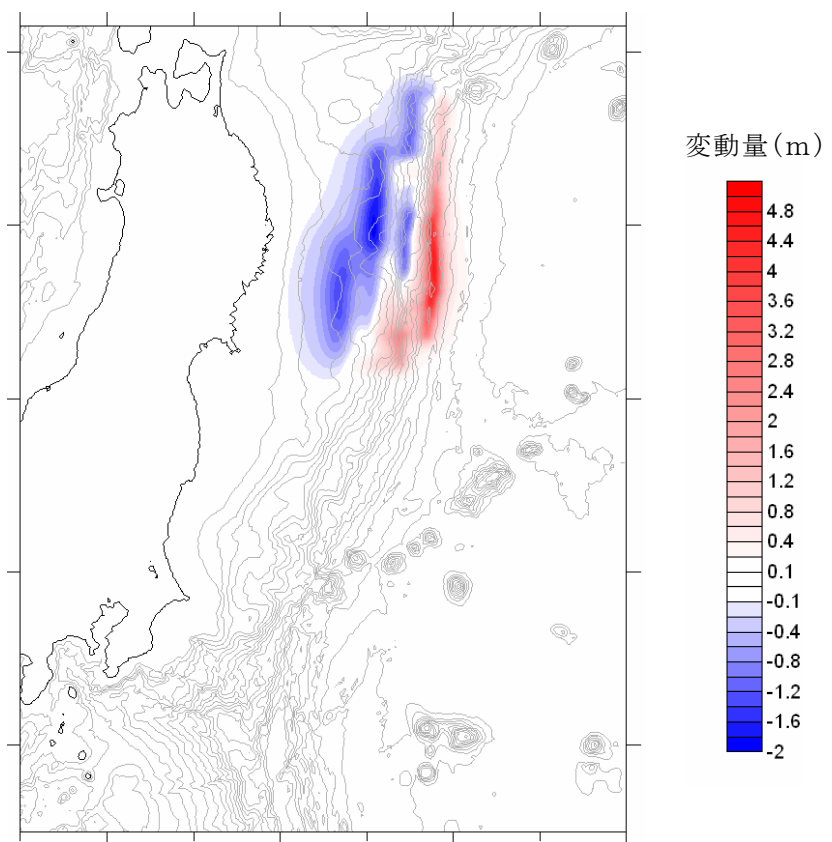


図 5.1-2 明治三陸タイプ地震の垂直地盤変動量分布

5.2 シミュレーションの条件

想定地震の設定のほかのシミュレーションの条件を表 5.2-1に示す。

表 5.2-1 津波シミュレーションの手法と計算条件

基礎式と解法	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 構造物での越流計算は、本間公式を適用
計算格子間隔	波源から沿岸： 2592m, 864m, 288m, 96m, 48m, 12m 遡上域： 12m, 6m
大格子と小格子の接続方法	空間： 波源から陸域までの領域を接続し、同時に津波シミュレーションを実施する 時間： 計算時間間隔はすべての計算領域で同じとする
計算時間	計算時間間隔： 0.1～0.5 秒間隔（計算の安定条件を満たすように設定） 計算継続時間： 地震発生から 3 時間
初期水位	想定計算の場合： 朔望平均満潮位にマンシンハ・スマイリ (1971) の方法で求めた垂直地盤変動量を加えた水位
遡上計算の津波先端条件	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
潮位	朔望平均満潮位 (T. P+0.70m)
粗度係数	市街地：高密度(建物占有面積率 50%以上):0.080, 中密度(同 20～50%):0.060, 低密度(同 20%未満):0.040, 森林:0.030, 水面:0.025, 田畑:0.020
構造物の効果の条件	効果がある場合を想定 (理由) ・ 想定地震として用いる明治三陸地震、延宝房総沖地震は、いずれも津波は大きい地震の揺れは小さい（茨城沿岸で震度 1 程度）津波地震である。 ・ 震度 1 程度の地震では、地震による揺れや液状化によって構造物が破壊された実績はない。
河川遡上	対象河川： すべての一級河川 川幅の大きな二級河川（河口で計算メッシュが 3 メッシュ以上を目安） 計算方法： 河道を平面二次元の地形モデルで表現し、初期状態で朔望平均満潮位まで水があるものとして津波の伝播・遡上計算を実施する。その際に、河川流量は考慮しない。

5.3 予測結果

2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想定地震別の影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高は、図 5.3-2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 5.3-1のとおりである。

また、予測された浸水域および浸水深は、GISデータの想定地震別のシミュレーション結果データ（データDVDに格納）に示した。沿岸各市町村の海岸付近における水位変化の時系列図を巻末資料3の「4. 水位変化グラフ」に示した。

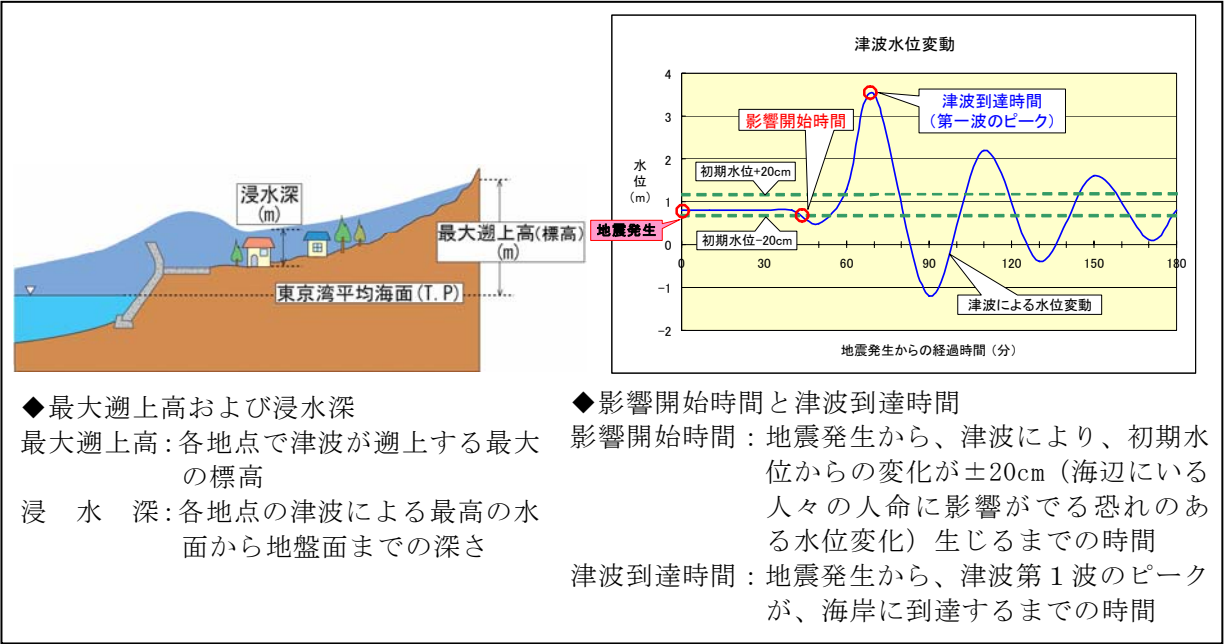


図 5.3-1 影響開始時間、津波到達時間、最大遡上高の用語の定義

また、各想定地震による津波の海岸における最大水位の予測結果を図 5.3-3に示す。
気象庁の量的津波予報における津波の高さと、この図で示す津波の最大水位の表示・算出方法の比較を表 5.3-1に示すが、いずれも海岸での水位を示すもので、共通している。

表 5.3-1 気象庁と本調査の海岸の津波高さの表示・算出方法の比較

項目	気象庁の量的津波予報	茨城県の調査
津波の高さの表示地点	海岸線	海岸線
表示範囲	量的津波予報で発表される津波の高さは、20km から 30km の平均的な海岸線を対象としたもの	12mまたは 6mメッシュごと
津波の高さの算出方法	海岸の反射の影響の少ない沖合における津波高を算定し、グリーンの定理を用いて得られる増幅率をかけて、海岸での津波の高さを算出する	12mまたは 6mメッシュを用いて海岸付近の津波の増幅～遡上計算を実施（陸は反射境界としない）し、海岸線における津波の高さを算出する

ここで計算した海岸における津波の最大水位は、地形や海岸構造物の影響で水が堰上げられる効果も見込んでいるもので、この高さの波が襲来するわけではない。津波が沖から海岸に到達したとき、断崖や構造物の前面では水の行き場がなくなるため、上へと水が動いて水位上昇という形で現れる。海岸における津波の最大水位は、このときの水面の高さを表したものである。

各想定地震に伴う津波の想定結果は次のとおりとなった。

(1) 延宝房総沖地震津波

本調査の想定津波で最も影響が大きいと予測された。

海岸における津波水位は、大洗町北部から北茨城市にかけて 6 m を超える場所が多い。特に北茨城市北部、日立市南部では 10 m 前後まで水位が上がる場所があると予測された。これに伴って、予測された津波の最大遡上高についても、北茨城市の平潟漁港で 10.1 m、大津漁港で 12.0 m、日立市の会瀬漁港で 10.0 m、日立港で 11.3 m などとなった。大洗町南部から神栖市にかけては海岸の津波最大水位は 5 m 前後で、最大遡上高も 6 m を超える程度と予測された。

海水浴客や海岸・海上の作業者などに津波の影響が始まると考えられる津波水位変動（延宝房総沖地震津波の場合は初期水位から 20 cm の水位減少）は、波源に近い神栖市舎利浜、波崎漁港で最も早く 16 分と予測された。最も遅い北茨城市でも 30 分で津波の影響が始まると考えられる。津波の第 1 波のピークの到達時間は最も早い神栖市で 35 分となり、40 分前後でほとんどの海岸に第 1 波のピークが到達すると予測された。

(2) 明治三陸タイプ地震津波

海岸における津波最大水位が全県で 2 m 前後と予測され、中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の計算結果と同様となった。大津周辺では、4 m 近くまで高くなる場所がある。最大遡上高も全沿岸で 2 m ～ 2.5 m 前後になると予測されたが、大津漁港で 5.0 m と予測されるなど、地形などの影響で高くなる場所もある。

延宝房総沖地震津波に比べて波源が遠いため、津波の到達時間は延宝房総沖地震津波よりも遅くなり、影響開始時間が 49 分～57 分、津波第 1 波の到達時間が 53 分～64 分と予測された。なお、明治三陸タイプ地震津波は、茨城沿岸ではほぼ押し波から始まる津波であるため、影響開始時間と第 1 波の到達時間の差があまりないという結果となった。

市町村名	地点名	延宝房総沖地震				明治三陸タイプ地震			
		影響 開始 時間 (分)	津波 到達 時間 (分)	最大 遡上 高 (m)	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)	最大遡上高 (m)
					4 8 12				4 8 12
北茨城市	平潟漁港	30	41	10.1		53	57	2.9	
	大津漁港	29	39	12.0		53	55	5.0	
	磯原	29	42	8.2		53	57	2.6	
	下桜井	29	41	6.3		53	56	2.0	
	小野矢指	29	41	6.8		52	58	2.5	
高萩市	赤浜	28	41	7.5		52	57	2.3	
	有明町	27	39	8.6		52	55	2.5	
	高浜町	27	39	7.8		51	55	2.3	
日立市	伊師浜	26	37	7.9		50	53	2.5	
	川尻港	26	38	7.9		51	54	2.3	
	小木津町	26	39	8.3		51	56	2.3	
	浜の宮広場	26	38	9.4		51	54	2.5	
	会瀬漁港	26	38	10.0		51	54	2.5	
	河原子港	26	38	8.8		51	55	2.5	
	日立港	26	39	11.3		52	54	1.9	
東海村	久慈川河口	27	40	7.6		53	57	2.1	
	新川河口	27	40	6.6		53	57	2.2	
ひたちなか市	常陸那珂港	27	41	6.4		54	59	1.8	
	阿字ヶ浦	25	38	8.8		52	56	1.8	
	平磯	25	37	7.8		51	54	2.0	
	那珂川河口	26	40	7.8		53	58	2.0	
大洗町	大洗海岸	27	40	8.5		54	58	2.0	
	大洗港	29	48	6.2		57	64	1.9	
銚田市	上釜	28	47	6.2		57	62	2.0	
	玉田	29	43	6.1		57	63	2.0	
	柏熊	29	43	6.1		57	62	2.2	
	鹿島灘海浜公園	28	43	5.7		56	57	2.4	
	別所釜	28	42	5.7		56	58	2.3	
	京知釜	28	42	5.3		56	57	2.2	
鹿嶋市	大小志崎	27	42	5.4		55	56	2.3	
	荒井	26	41	5.2		55	56	2.3	
	角折	25	42	5.3		55	56	2.3	
	明石	23	42	5.4		54	55	2.4	
	平井浜	21	41	5.1		54	57	2.5	
神栖市	鹿島港	25	43	5.9		57	61	2.3	
	海浜運動公園	20	38	5.7		53	56	2.2	
	日川浜	20	38	5.5		52	57	2.3	
	須田浜	19	38	4.7		51	56	1.8	
	矢田部	18	37	5.5		51	56	2.0	
	舎利浜	16	36	6.3		50	56	2.2	
	波崎漁港	16	35	5.9		49	53	2.0	

図 5.3-2 沿岸の代表地点における津波の最大遡上高、到達時間

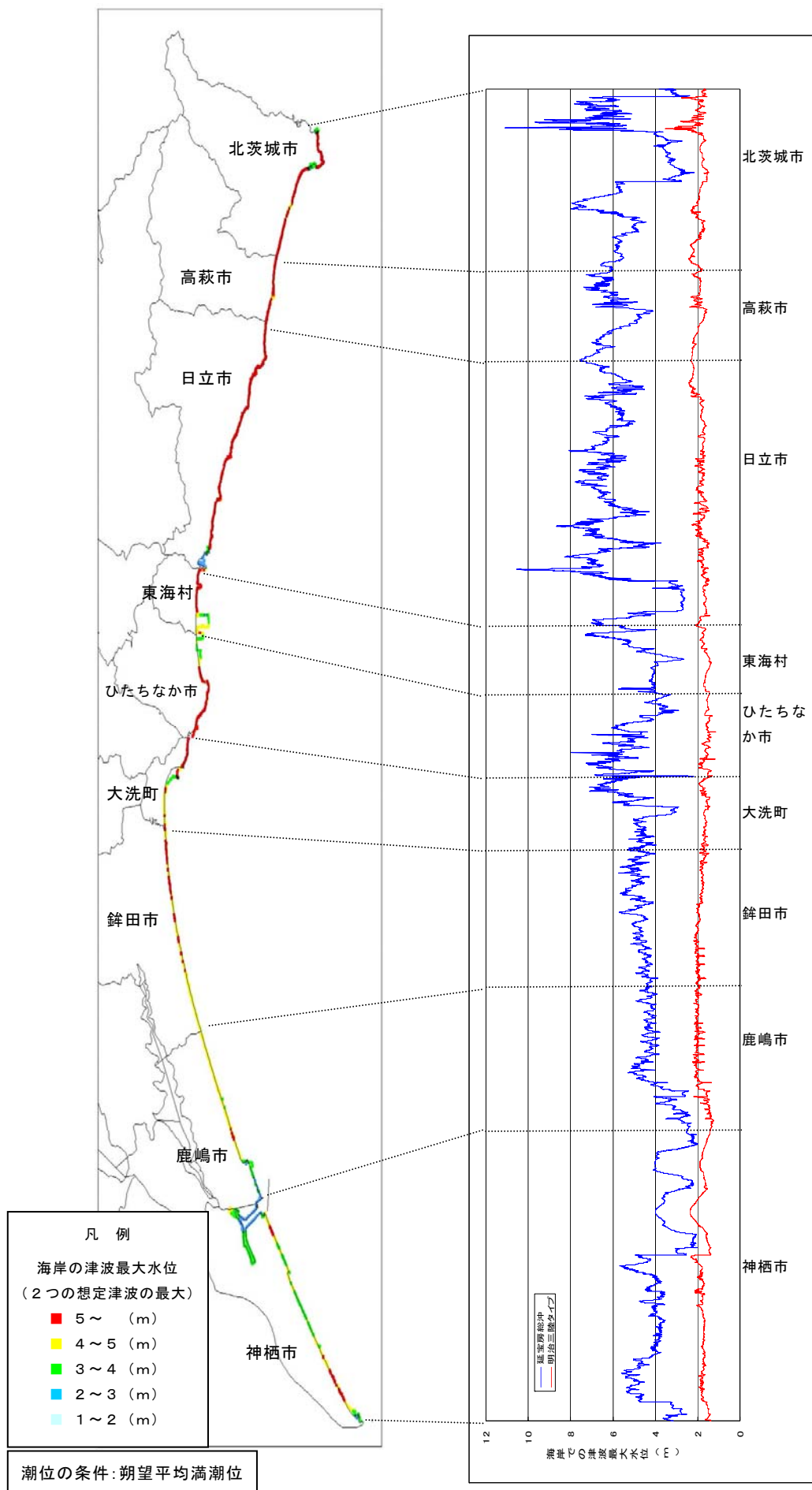


図 5.3-3 各想定地震による津波の海岸における最大水位の予測結果

6. 被害想定調査の実施

6.1 被害想定条件

被害想定条件は、次のとおりとした。

(1) 想定津波

津波想定計算を実施する次の2つの想定地震に伴う津波を対象に実施する。

- 1) 延宝房総沖地震
- 2) 明治三陸タイプ地震

(2) 被害想定項目

津波による被害想定は、次の項目を対象として実施する。

- 1) 建物被害
- 2) 人的被害
- 3) 道路・鉄道被害
- 4) ライフライン・危険物施設被害

(3) 被害想定単位

建物被害・人的被害は、48mメッシュを単位として実施する。

道路は、路線の交差点間、鉄道は駅間を単位として実施する。

ライフライン・危険物は、拠点施設ごとに浸水の有無を判定する。

【被害想定結果の利用にあたっての注意】

本調査の被害想定は、津波によって生じる全県の被害量の概数および被害分布の傾向を推定するもので、建物棟数、人口の分布は、統計資料から得られた市町村別の建物数および人口を、48mメッシュごとの土地利用データに基づいて配分して推定している。各メッシュ内の建物を地図や航空写真などを使って数えたり、それぞれの家屋の居住人口を集計し算定したものではなく、あくまでも概算用の建物分布モデル、人口分布モデルとして扱っている。

目的に応じた精度のデータを作成して用いているため、ある地区に着目して浸水棟数や浸水域内人口を調査した場合には、今回の調査結果との食い違いが生じる可能性がある。また、このような目的と精度で実施した被害想定の結果であるため、地区別の被害分布表示や詳細な被害発生場所の特定等に用いるのは適当ではない。

6.2 被害想定手法

6.2.1 建物被害

6.2.1.1 予測対象

予測対象は、沿岸市町村の木造建物、非木造建物とした。

建物データは、平成15年住宅・土地統計調査（総務省）から得られた、市町村別の木造・非木造建物棟数を、津波シミュレーションに用いる土地利用データの建物密度区分を考慮して配分し、48mメッシュ内の建物棟数をデータ化した。

6.2.1.2 予測手法

建物被害の発生は、木造建物、非木造建物で様子が異なる。過去の日本の津波では、津波によって破壊された非木造建物はほとんど知られていない。

本調査では、48mメッシュごとの津波最大浸水深より、表 6.2-1に示す首藤（1992）の手法を用いて木造・非木造別の建物被害を求めた。

表 6.2-1 建物被害の基準（首藤, 1992 に加筆）

被害区分	浸水深（H）	
	木造建物	非木造建物
全壊	$2.0\text{m} \leq H$	—
半壊	$1.0\text{m} \leq H < 2.0\text{m}$	—
床上浸水	$0.5\text{m} \leq H < 1.0\text{m}$	$0.5\text{m} \leq H$
床下浸水	$0.0\text{m} < H < 0.5\text{m}$	$0.0\text{m} < H < 0.5\text{m}$

なお、48mメッシュごとの津波最大浸水深を用いて評価すると、6mまたは12mメッシュで浸水予測をした場合に、48mメッシュの一部しか浸水しない場合には過大に被害を算定してしまうため、48mメッシュの面積に対する6mまたは12mの浸水メッシュの面積の割合を用いて、補正した（図 6.2-1）。

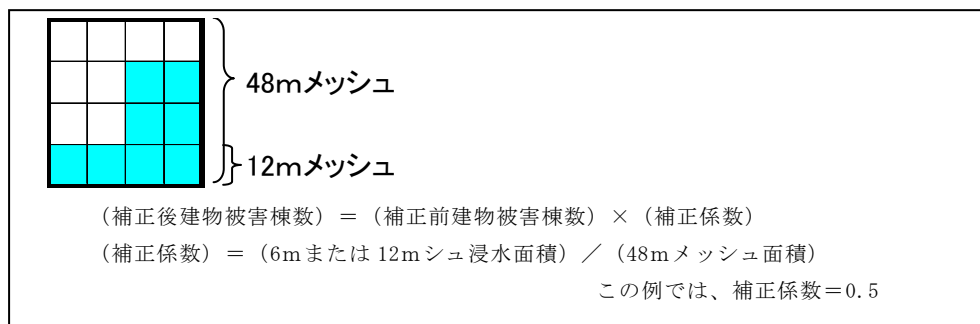


図 6.2-1 浸水面積による補正方法

6.2.2 人的被害

6.2.2.1 予測対象

人的被害については、季節や時間帯によって人口分布が異なることから、表 6.2-2に示す2ケース（シナリオ）について被害を予測した。

表 6.2-2 津波人的被害想定 of 想定ケース

季節・時間	特徴
冬の夜	・ 在宅人口が多い ・ 海辺で活動する人は少ない
夏の昼	・ 海水浴客が多く海岸に集まる ・ 通勤者は勤務先にいるため、工場などの事業所に人口が多い

人的被害では「冬の夜」と「夏の昼」の2ケースを想定するため、夜間人口、昼間人口、海水浴客数を推定し、データ化した。人口データの作成に当たって、次の資料を用いた。

資料①：平成17年国勢調査第1次基本集計結果概要（茨城県統計課）

資料②：茨城県社会生活統計指標－平成18年3月－（茨城県統計課）

資料③：海水浴場入込客数推移（茨城県）

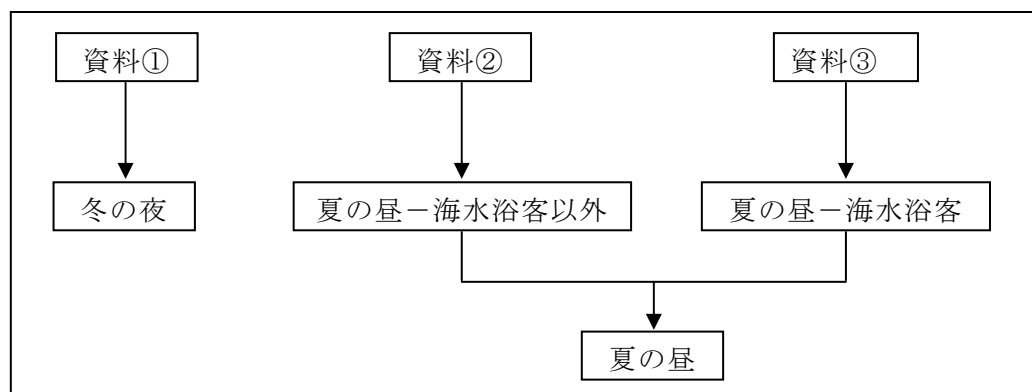


図 6.2-2 人的被害の算定フロー

夜間人口は、「平成17年国勢調査第1次基本集計結果概要」の市町村別の人口総数を48mメッシュごとの建物数に応じて配分し、48mメッシュごとの人口とした。

昼間人口は、平成18年3月時点で茨城県統計課がまとめた「茨城県社会生活統計指標」における市町村別の昼間人口を、夜間人口同様に48mメッシュごとの建物数に応じて配分し、48mメッシュごとの人口とした（夏の昼－海水浴客以外）。

夏の昼の人口は、上記の昼間人口に加え、海岸に集まる海水浴客を考慮した。海水浴場の入込人口は、「海水浴場入込客数推移」資料の1年間の海水浴客数を、海水浴場の開設期間日数で割って、1日あたりの海水浴客数を算出し、さらに海水浴場に該当する48mメッシュに按分して入込人口データを作成した（夏の昼－海水浴客）。

海水浴客と海水浴客以外の人口を足して、夏の昼の人口とした。

6.2.2.2 予測手法

人的被害予測手法は、中央防災会議（2005）の手法を採用するが、避難率については、近年の津波警報発令時の避難事例を参考に設定する。なお、中央防災会議では、地震のタイプを「普通地震」と「津波地震」に分けて避難開始時間の違いを考慮したが、これは地震による揺れが避難行動の開始を促すものと考え、それぞれ「大きな揺れを伴う地震の場合」と「大きな揺れを伴わない地震の場合」と読み替える。

本調査で想定する「延宝房総沖地震」と「明治三陸タイプ地震」はいずれも「大きな揺れを伴わない地震」と考え、避難行動開始が遅れる想定とする。

(1) 死者数の算定式

<避難しない人>

死者数＝津波影響人口×浸水深別死者率

<避難しようとする人>

死者数＝津波影響人口×避難未完了率×浸水深別死者率

人的被害の算定フローは図 6.2-3のとおりである。

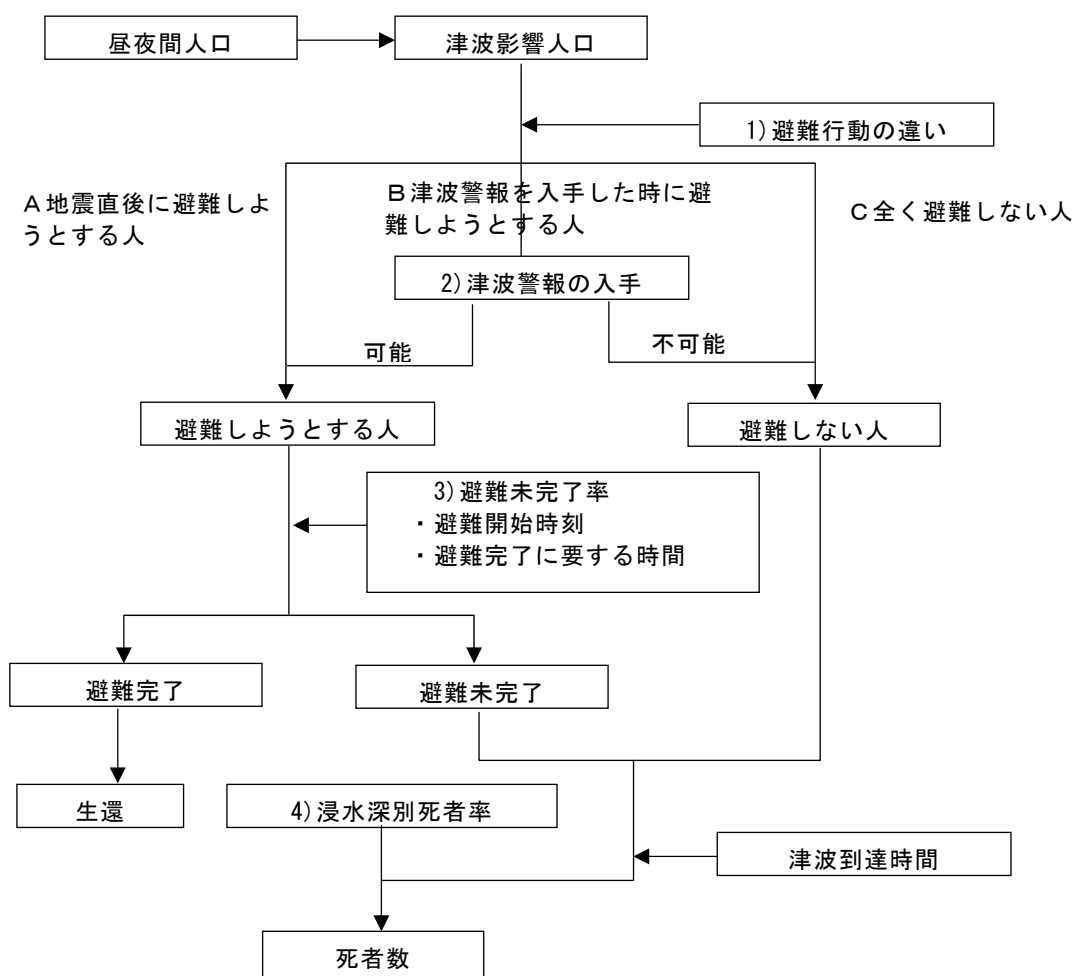


図 6.2-3 人的被害の算定フロー

(2) 避難率設定

中央防災会議の避難率設定および千島海溝の地震時の避難率を参考に、次の4ケースについて想定する。避難率を下げたケースについても検討することで、メッセージ性のある被害想定を考慮している。

表 6.2-3 設定した避難率

意識の高さ	高い	低い	非常に低い	なし
避難しようとする人	95%	50%	10%	0%
避難しない人	5%	50%	90%	100%

1) 中央防災会議の避難率設定

中央防災会議では、津波影響人口を避難意識の高さにより以下のように分類し、既往の津波災害時のアンケート調査等や情報の入手割合を考慮して、表 6.2-4のように設定している。

- A 地震直後に避難しようとする人
- B 津波警報を入手した時に避難しようとする人
- C 何があっても避難行動をとらない人

表 6.2-4 地震のタイプと住民の避難意識の高さ別の避難行動の割合
(津波警報入手の可否を考慮した場合)

		大きな揺れを伴う地震の場合		大きな揺れを伴わない地震の場合	
意識の高さ		低い場合	高い場合	低い場合 (1983年日本海中部地震時程度)	高い場合 (1993年北海道南西沖地震時程度)
避難しようとする人	A 地震直後に避難しようとする人	20%	70%	5%	15%
	B 津波警報入手した時に避難しようとする人	48%	28%	44%	80%
避難しない人	B' 津波警報を入手できない人	12% (※)	0%	11%	0%
	C 全く避難しない人	20%	2%	40%	5%

(※) 例えば、津波警報を聞いて避難する人は全体の60%であるが、そのうち20%程度が津波警報を入手できないと考え、 $60 \times 0.20 = 12$ より全体の12%となる。この人を避難しない人に含めて考える。

2) 千島海溝の地震時の避難率

本調査期間中に発生した千島海溝の地震（2006年11月15日および2007年1月13日）の際には津波警報が発令され、沿岸自治体では避難指示・勧告が発令されたものの、北海道における避難率は13.6%（2006/11/15）および8.7%（2007/1/13）と、低くなっていた（茨城新聞 2007/1/17）。

茨城県でも地震の揺れがほとんどないことと、津波の経験がほとんどないことを考えると、避難する人の割合が非常に低い場合も想定する必要がある。

（茨城新聞 2007年1月17日 朝刊）

2007年(平成19年)1月17日 水曜日

千島東方地震

避難率わずか8.7%

政府 津波避難体制見直しへ

千島列島東方を震源とする十三日の大地震で、北海道東部に津波警報に基づく避難勧告が出た際、実際に勧告に従った住民の割合（避難率）はわずか8.7%だったことが分かり、政府は十六日、「警報が軽視されている」（内閣府幹部）として防災情報の伝達方法など津波避難体制の見直しを進めることを決めた。

北海道のまとめによると、避難勧告を出したのはオホーツク海から太平洋沿岸にかけての二十二

市町村で、対象地域の人口は約九万八千六百人。そのうち市町村指定の避難所や自宅近くの高台などに避難したのは約八千六百人にすぎなかった。二十二市町村は昨年十一月に同じ千島列島近海で地震が起きた際にも津波警報に基づく避難勧告を出しており、この時の避難率は13.6%だった。当時も住民の警戒心

の低さが指摘されたが、今回はそれを下回った。溝手頭正防災担当相は十六日の記者会見で「（住民は）国が警報を流すだけでは動かない。各地域でどう避難を呼び掛けるか、突っ込んだ検討が必要だ」と指摘。国がこれまで進めてきた堤防の強化や津波ハザードマップの作成などに加えて、防災情報の伝え方を

見直す必要性を強調した。政府は昨年の事例について総務省消防庁を中心に自治体の対応を検証中だが、急きょ今回の避難状況も調査対象に加えることを決定。一月中にも結果をまとめ、見直し作業に入る。

今回大きな津波は到達せず、結果的に避難勧告が空振りに終わった地元市町村だが、釧路市は「（地震発生が）土曜日の日中で、市内を離れている人も多かったのではないか。これからの危険があれば逃げてもらうの

主な自治体の避難率

	2006年11月	2007年1月
稚内市	30.4%	72.6%
北見市	34.4%	22.6%
網走市	35.8%	9.6%
紋路市	7.5%	4.2%
釧路市	20.4%	12.2%
根室市	2.9%	8.7%
22市町村の平均	13.6%	8.7%

が前提だ」とし、根室市は「住民の慣れや油断をなくすよう活動を続ける」などと話している。

危機意識の低下原因
片田敏孝群馬大教授（災害社会学）の話
今回、避難率が下がったのは、住民が「前回も大丈夫だったから」と考えた。危機意識が低下したことが最大の原因だろう。津波予報を「おおかみ少年」のように受け止める風潮が広がっているのが心配だ。そもそも津波予報が出ればすぐ避難することが沿岸部に住む条件。予報が外れても「なんだ外れか」でなく、「外れて良かった」と言える地域文化を育てられるかが地元自治体の課題と言える。それなくしては、予報技術が向上しても被害は防げない。

(3) 避難未完了率

○避難開始時刻

1)、2)の分類に基づき、避難する人は15分後（e・f）に避難開始とする。

○避難完了に要する時間

意識が高い場合は避難開始後15分で該当メッシュ内の全員が避難完了（e）とするが、意識が低い場合は該当メッシュ内全員の避難が完了する時間も長くなると考え、避難開始後30分で避難完了（f）とする。

以上より、避難開始時刻の違いと避難所要時間の違いを考慮した、地震発生からの経過時間ごとの各メッシュにおける避難未完了率を、図 6.2-4のように設定する。

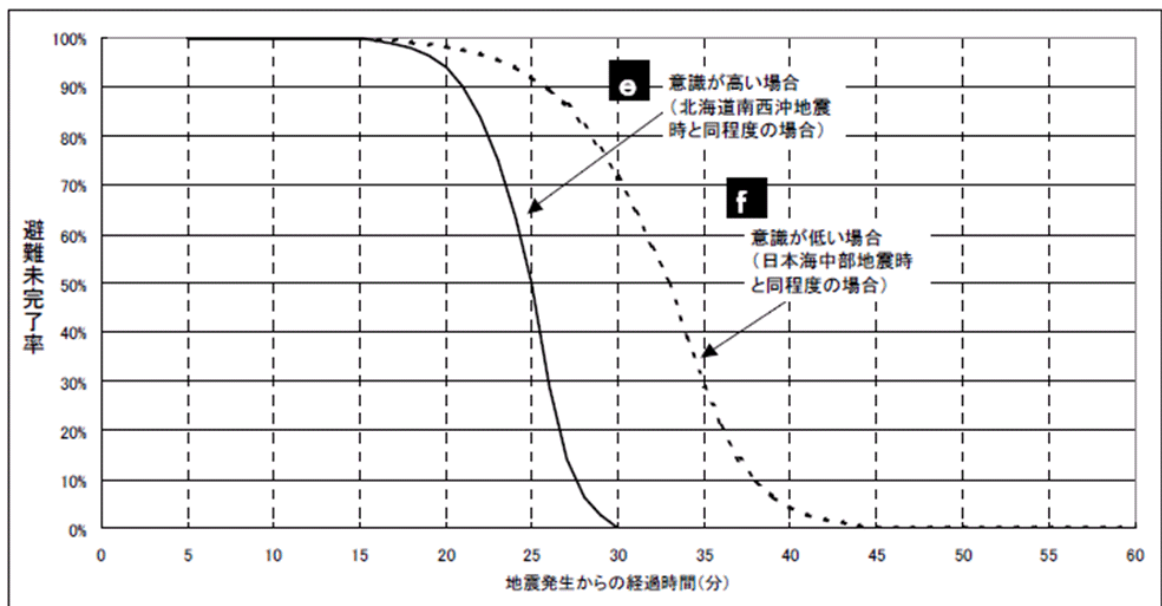


図 6.2-4 避難未完了率の推移

(4) 浸水深別死者率

1993年北海道南西沖地震の奥尻町の集落別死者率と津波高さとの関係をもとに浸水深に対する死者率を図 6.2-5のように設定する。

ある地点における津波到達時間での避難未完了率〔(3)〕より求められる避難未完了の人、および避難しない人に対しては、その場所における最大浸水深から決まる死者率をかけ、死者数を算出する。なお、津波到達時間は、メッシュが浸水を開始する時点とする。

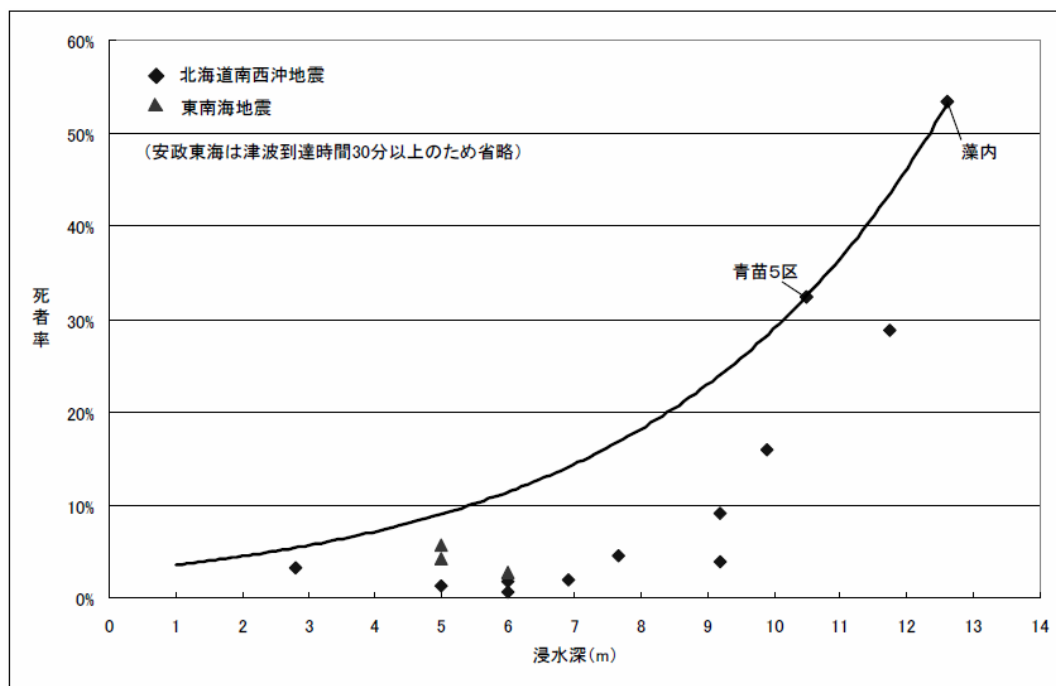


図 6.2-5 浸水深と死者率の関係

(5) 負傷者数の算定式

北海道南西沖地震における建物被害率と負傷者率との関係から導かれた、次の負傷者数算定式を用いる。（「静岡県第3次地震被害想定（平成13年5月）」）

- ・ 津波による重傷者数 = $0.0340 \times \text{建物被害率}(\%) / 100 \times \text{人口}$
- ・ 津波による中等傷者数 = $0.0822 \times \text{建物被害率}(\%) / 100 \times \text{人口}$

ここで、建物被害率は津波による（全壊率＋半壊率／2）とする。

(6) 人的被害の補正式

建物被害と同様に、人的被害でも48mメッシュの面積に対する6mまたは12mの浸水メッシュの面積の割合を用いて、補正した（図 6.2-1参照）。

すなわち、（補正後人的被害）＝（補正前人的被害）×（補正係数）

6.2.3 交通支障

6.2.3.1 予測対象

道路は幅員3.0m以上の道路（車両が通行できる道路とみなす）を対象とする。道路・鉄道は国土地理院発行の数値地図25000（空間データ基盤）「茨城」（平成14年12月1日）から抽出し、路線の位置をデータ化する。

6.2.3.2 予測手法

津波の浸水予測メッシュで算出された津波浸水域と道路・鉄道を重ね合わせ、浸水する道路・鉄道を抽出する。

ただし、道路は交差点から交差点までの区間を、鉄道は駅間を単位とし、その一部でも浸水すると判定される場合は、漂流物等により使用困難と考え、その延長を算定する。

6.2.4 ライフライン支障・危険物被害

6.2.4.1 予測対象

ライフラインは、次の施設を対象とする。

上水道　：浄水施設、配水施設、ポンプ場

下水道　：処理施設

都市ガス　：ガス貯蔵施設

電　　力　：発電所、変電所

電　　話　：交換局

危険物施設については、オイルタンクを対象とする。

これらの施設について、管内図、計画平面図、地形図を利用して位置を調査し、データ化する。

6.2.4.2 予測手法

ライフラインの拠点施設・危険物施設の位置と、津波の浸水域を重ね合わせ、浸水するおそれのあるライフライン拠点施設・危険物施設を抽出する。これにより、ライフラインの利用困難性、危険物施設の被災危険性を評価する。

6.3 被害想定結果

6.3.1 総括表

県全体で想定される被害を総括表に整理した。

表 6.3-1 被害想定総括表

想定項目	内容			延宝房総沖 地震津波	明治三陸タイプ 地震津波
建物被害	全壊（棟）			約 1,300	約 5
	半壊（棟）			約 800	約 100
	床上浸水（棟）			約 1,600	約 80
	床下浸水（棟）			約 900	約 40
人的被害	冬の 夜	死者 （人）	避難率 95%	約 20	—
			避難率 50%	約 250	約 10
			避難率 10%	約 400	約 10
			避難率 0 %	約 440	約 20
		重傷者（人）		約 160	約 5
		中等傷者（人）		約 380	約 10
	夏の 昼	死者 （人）	避難率 95%	約 160	約 20
			避難率 50%	約 1,900	約 200
			避難率 10%	約 2,900	約 370
			避難率 0 %	約 3,200	約 410
		重傷者（人）		約 1,300	約 170
		中等傷者（人）		約 3,100	約 420
道路被害	被害延長（km）			約 210	約 50
	被害区間（区間）			約 1,100	約 170
ライフライン被害	上水道（箇所）			2	0
	下水道（箇所）			12	0
	都市ガス（箇所）			0	0
	発電電所（箇所）			1	0
	電話交換施設（箇所）			0	0
危険物被害	石油タンク浸水（基）			7	0

想定項目別の市町村別被害想定結果は、6.3.2 以降に示す。

※結果の見方の注意

- ・「約5」は結果が1以上5以下、「－」は結果が1未満を示す。
ただし、道路被害延長の「約5」は小数点以下1桁を四捨五入した値を示す。
- ・それ以上の被害は四捨五入して表示しているため、必ずしも合計値は一致しない。
- ・建物被害については、3桁以下の値は有効数字1桁、4桁以上は有効数字2桁。
- ・その他の被害については、2桁以下の値は有効数字1桁、3桁以上は有効数字2桁。
- ・表示方法は、中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定について」（平成18年1月25日）を参考にした。

6.3.2 建物被害

建物被害予測結果を、表 6.3-2(1)～(2)、図 6.3-1に示す。

延宝房総沖地震津波では、全県で約1,300棟の全壊が発生すると予測された。100棟を超える全壊が発生し、建物被害が大きくなると予測されたのは、日立市、ひたちなか市、高萩市、北茨城市で、特に日立市では約700棟の全壊が発生すると予測された。半壊建物、床上・床下浸水建物を含めた浸水域内建物数は、全県で約4,700棟にのぼり、特に日立市では約1,700棟が浸水域に入ると予測された。

明治三陸タイプ地震津波では、全県で数棟程度の建物が全壊し、半壊・床上・床下浸水を含めた浸水域内建物棟数は約300棟になると予測された。

表 6.3-2 (1) 建物被害予測結果（延宝房総沖地震津波）

市町村名	建物棟数	浸水域内 建物数	全壊 (棟)	半壊 (棟)	床上浸水 (棟)	床下浸水 (棟)
北茨城市	約16,000	約400	約100	約100	約100	約70
高萩市	約12,000	約700	約100	約100	約200	約200
日立市	約76,000	約1,700	約700	約300	約500	約90
東海村	約12,000	約30	約10	約5	約10	約10
ひたちなか市	約52,000	約900	約200	約200	約500	約100
水戸市	約95,000	約200	約10	約30	約60	約100
大洗町	約7,400	約200	約60	約40	約80	約70
鉾田市	約19,000	約50	約50	約5	約5	約5
鹿嶋市	約22,000	約100	約40	約30	約30	約20
神栖市	約31,000	約400	約10	約10	約50	約300
合計	約342,000	約4,700	約1,300	約800	約1,600	約900

表 6.3-2 (2) 建物被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波）

市町村名	建物棟数	浸水域内 建物数	全壊 (棟)	半壊 (棟)	床上浸水 (棟)	床下浸水 (棟)
北茨城市	約16,000	約30	約5	約20	約5	約5
高萩市	約12,000	約10	—	約5	約5	—
日立市	約76,000	約100	約5	約50	約30	約20
東海村	約12,000	約5	—	—	—	約5
ひたちなか市	約52,000	約40	—	約30	約10	約5
水戸市	約95,000	約20	—	約5	約20	約10
大洗町	約7,400	約10	—	約5	約5	約5
鉾田市	約19,000	約30	—	約20	約5	約5
鹿嶋市	約22,000	約10	—	約5	約5	約5
神栖市	約31,000	約5	—	約5	約5	約5
合計	約342,000	約300	約5	約100	約80	約40

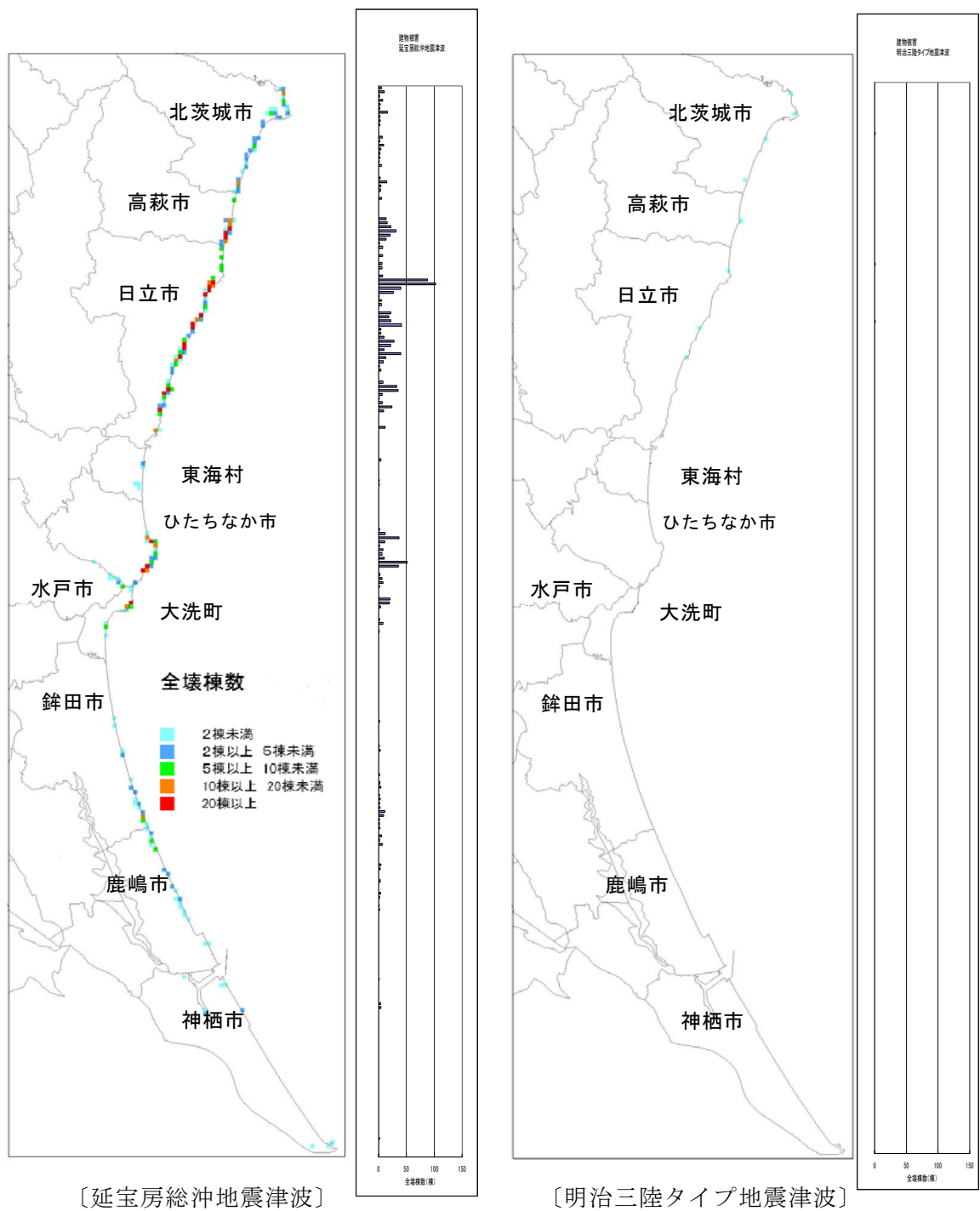


図 6.3-1 建物被害予測結果 (480mメッシュごとの全壊棟数)

6.3.3 人的被害

人的被害予測結果を、表 6.3-3～表 6.3-6、図 6.3-4に示す。「冬の夜」と「夏の昼」について推定した人口分布を用いて、それぞれの時期の死傷者数を予測した。

(1) 予測結果

延宝房総沖地震津波の場合、避難率が千島海溝の地震の際の北海道沿岸部の市町村と同程度の10%の場合には、「冬の夜」で約400名、「夏の昼」で約2,900名が死亡すると予測された。また、予測された重傷者数は「冬の夜」で約160名、「夏の昼」で約1,300名、中等傷者数は「冬の夜」で約380名、「夏の昼」で約3,100名である。

明治三陸タイプ地震津波の場合には、避難率10%の場合の死者数は「冬の夜」で約10名、「夏の昼」で約370名、重傷者数は「冬の夜」で約5名、「夏の昼」で約170名、中等傷者数は「冬の夜」で約10名、「夏の昼」で約420名と予測された。

(2) 津波発生時期による人的被害の違い

同一の想定地震津波で異なる時期の被害想定結果を比較すると、「冬の夜」よりも「夏の昼」の方が被害が大きくなると予測された。中央防災会議の「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」は福島県以北の道県を対象に実施した被害想定の結果を公表しているが、夏よりも冬の方が避難上の制約条件が多いために、津波による人的被害は大きくなると予測されていた。「夏の昼」に津波が来襲した場合に人的被害が非常に大きくなるおそれがあるというのが、本県の特徴である。

これは、津波による浸水被害が予測されている海岸付近にいる人が、「夏の昼」の方が多くなるためである。「夏の昼」については、海水浴客と海水浴客以外の被害も比較しているが、延宝房総沖地震津波の場合には予測される全体の死者数の約85%、明治三陸タイプ地震津波の場合には90～95%程度が、海水浴客と考えられる。

この結果から、海岸に集まる多数の海水浴客、観光客の避難対策（避難場所の確保、避難誘導の体制確立、海水浴客・観光客への周知徹底など）の推進が課題であり、また、効果的な防災対策であるといえる。

(3) 避難率による人的被害の違い

住民・観光客の避難意識を反映する避難率として、95%、50%、10%、0%（だれも避難しない）の4ケースを想定して死者数を予測した。その結果、当然ながら避難率が高くなれば死者数は大きく減少すると算定された。特に、全体の95%が避難行動を起こすケースでは、誰も避難しない場合や10%しか避難しない場合の20分の1程度まで死者数が減少すると予測された。

図 6.3-2に想定地震別、時期別の全県の死者数の予測結果を示す。また、図 6.3-3には同様に延宝房総沖地震津波が夏の昼に来襲した場合の市町村別の死者数の予測結果

を示す。避難率の違いにより、どの程度予測結果が異なるかを示すために、避難率10%の場合と95%の場合を比較したものである。いずれの市町村も避難率が高くなれば死者数が激減する結果となっており、早期の避難が非常に有効であることが示された。

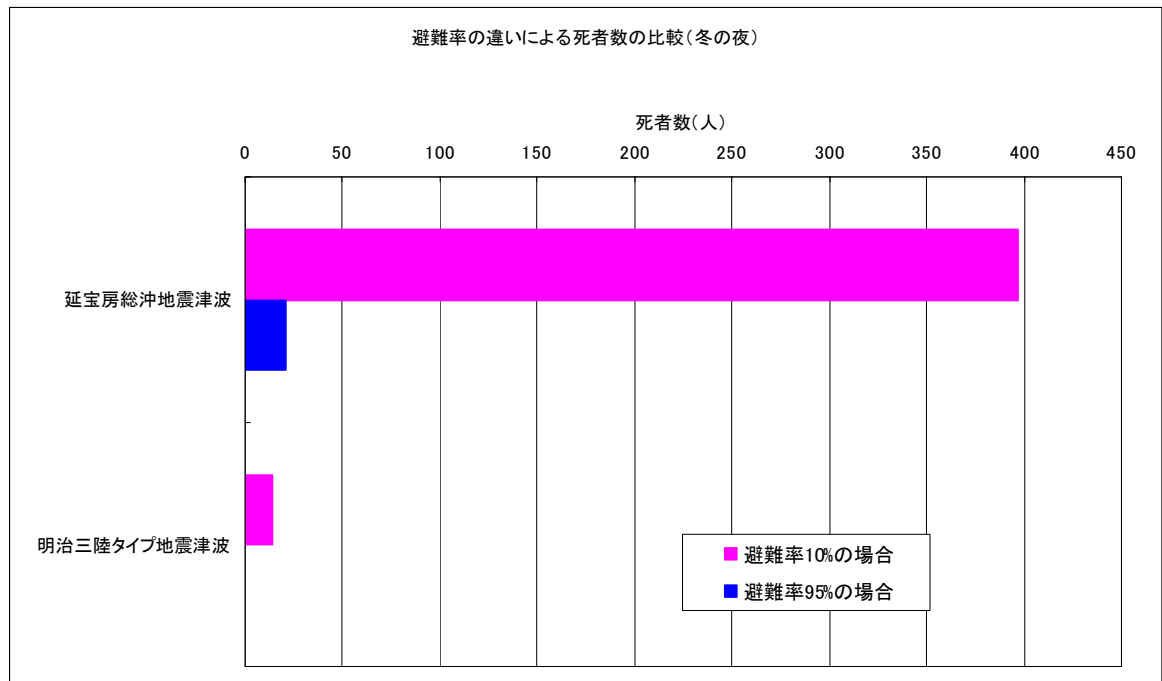


図 6.3-2(1) 避難率の違いによる死者数の比較 (冬の夜)

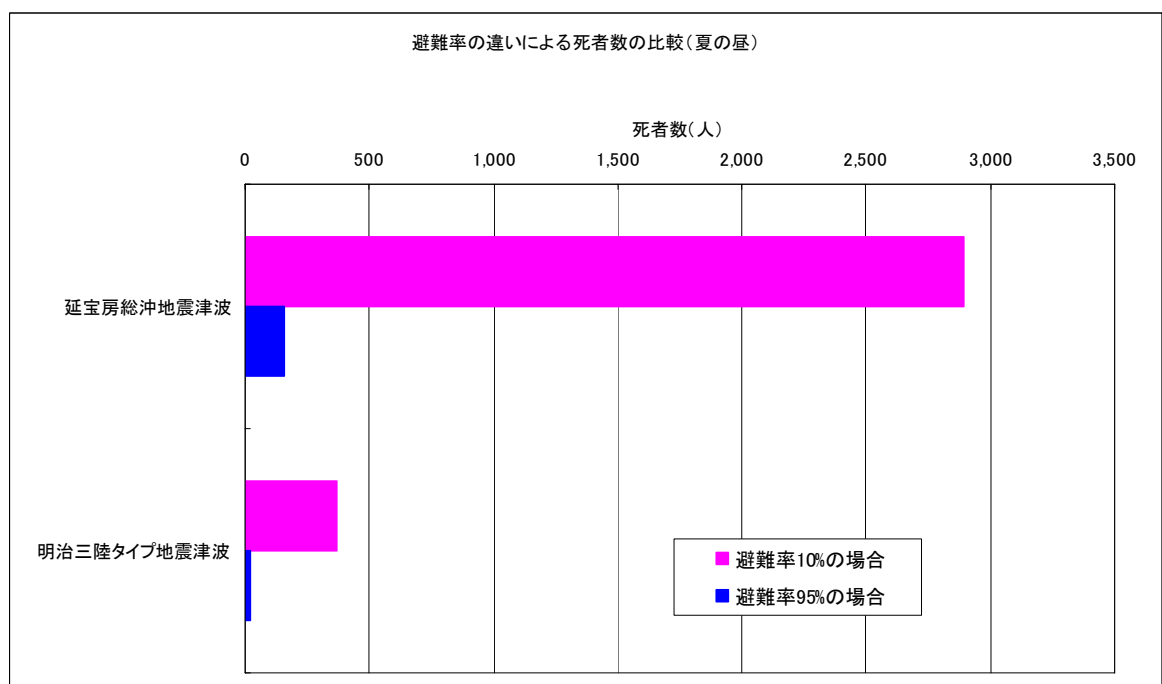


図 6.3-2(2) 避難率の違いによる死者数の比較 (夏の昼)

表 6.3-3 (1) 人的被害予測結果（延宝房総沖地震津波、冬の夜）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約50,000	約1,300	約5	約30	約40	約50	約20	約40
高萩市	約33,000	約1,700	約5	約20	約40	約40	約20	約40
日立市	約200,000	約4,200	約10	約130	約210	約230	約80	約180
東海村	約35,000	約80	—	約5	約5	約5	約5	約5
ひたちなか市	約150,000	約2,700	約5	約40	約60	約70	約30	約60
水戸市	約260,000	約580	—	約5	約10	約10	約5	約10
大洗町	約19,000	約640	約5	約10	約10	約20	約10	約20
鉾田市	約51,000	約120	—	約5	約10	約10	約5	約10
鹿嶋市	約64,000	約340	約5	約10	約10	約10	約5	約10
神栖市	約92,000	約1,100	—	約5	約5	約5	約5	約5
合計	約960,000	約13,000	約20	約250	約400	約440	約160	約380

表 6.3-3 (2) 人的被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波、冬の夜）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約50,000	約80	—	約5	約5	約5	約5	約5
高萩市	約33,000	約20	—	—	約5	約5	—	—
日立市	約200,000	約200	—	約5	約5	約10	約5	約5
東海村	約35,000	約5	—	—	—	—	—	—
ひたちなか市	約150,000	約90	—	約5	約5	約5	約5	約5
水戸市	約260,000	約60	—	—	—	—	—	—
大洗町	約19,000	約30	—	—	—	—	—	—
鉾田市	約51,000	約60	—	約5	約5	約5	約5	約5
鹿嶋市	約64,000	約30	—	—	約5	約5	—	約5
神栖市	約92,000	約20	—	—	—	—	—	—
合計	約960,000	約590	—	約10	約10	約20	約5	約10

表 6.3-4 (1) 人的被害予測結果（延宝房総沖地震津波、夏の昼）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約48,000	約1,500	約5	約40	約60	約70	約30	約70
高萩市	約33,000	約2,400	約5	約50	約80	約90	約40	約90
日立市	約230,000	約13,000	約50	約560	約870	約940	約340	約810
東海村	約36,000	約80	—	約5	約5	約5	約5	約5
ひたちなか市	約160,000	約12,000	約50	約580	約840	約910	約340	約820
水戸市	約300,000	約670	—	約5	約10	約10	約5	約10
大洗町	約39,000	約18,000	約40	約390	約660	約730	約350	約840
鉾田市	約53,000	約2,600	約10	約110	約190	約210	約90	約220
鹿嶋市	約71,000	約1,600	約5	約60	約90	約100	約50	約120
神栖市	約100,000	約3,100	約5	約70	約90	約100	約60	約130
合計	約1,100,000	約55,000	約160	約1,900	約2,900	約3,200	約1,300	約3,100

表 6.3-4 (2) 人的被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波、夏の昼）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約48,000	約190	—	約5	約5	約5	約5	約5
高萩市	約33,000	約150	—	約5	約5	約5	約5	約5
日立市	約230,000	約3,200	約5	約30	約60	約60	約30	約70
東海村	約36,000	約5	—	—	—	—	—	—
ひたちなか市	約160,000	約4,800	約10	約70	約120	約130	約60	約140
水戸市	約300,000	約70	—	—	約5	約5	—	—
大洗町	約39,000	約5,200	約5	約40	約70	約70	約30	約80
鉾田市	約53,000	約2,300	約5	約50	約90	約100	約40	約90
鹿嶋市	約71,000	約1,000	約5	約20	約30	約30	約10	約30
神栖市	約100,000	約610	—	約5	約10	約10	約5	約10
合計	約1,100,000	約18,000	約20	約200	約370	約410	約170	約420

表 6.3-5 (1) 人的被害予測結果（延宝房総沖地震津波、夏の昼-海水浴客）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約660	約270	約5	約10	約20	約20	約10	約20
高萩市	約730	約600	約5	約30	約40	約40	約20	約50
日立市	約11,000	約7,800	約30	約410	約620	約670	約250	約610
東海村	—	—	—	—	—	—	—	—
ひたちなか市	約15,000	約9,300	約40	約540	約780	約840	約320	約760
水戸市	—	—	—	—	—	—	—	—
大洗町	約20,000	約18,000	約40	約380	約650	約710	約340	約820
鉾田市	約6,800	約2,500	約10	約110	約180	約200	約90	約210
鹿嶋市	約2,600	約1,200	約5	約50	約80	約80	約40	約100
神栖市	約8,700	約2,000	約5	約70	約90	約90	約50	約130
合計	約65,000	約41,000	約130	約1,600	約2,500	約2,700	約1,100	約2,700

表 6.3-5 (2) 人的被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波、夏の昼-海水浴客）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約660	約110	—	約5	約5	約5	約5	約5
高萩市	約730	約130	—	約5	約5	約5	約5	約5
日立市	約11,000	約2,900	約5	約30	約50	約60	約20	約60
東海村	—	—	—	—	—	—	—	—
ひたちなか市	約15,000	約4,700	約10	約60	約110	約130	約60	約130
水戸市	—	—	—	—	—	—	—	—
大洗町	約20,000	約4,900	約5	約40	約70	約70	約30	約80
鉾田市	約6,800	約2,200	約5	約50	約80	約90	約40	約90
鹿嶋市	約2,600	約970	約5	約20	約30	約30	約10	約30
神栖市	約8,700	約590	—	約5	約10	約10	約5	約10
合計	約65,000	約17,000	約20	約200	約350	約390	約170	約410

表 6.3-6 (1) 人的被害予測結果（延宝房総沖地震津波、夏の昼-海水浴客以外）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約47,000	約1,300	約5	約30	約40	約50	約20	約40
高萩市	約33,000	約1,800	約5	約20	約40	約40	約20	約40
日立市	約220,000	約4,800	約10	約150	約250	約270	約80	約200
東海村	約36,000	約80	—	約5	約5	約5	約5	約5
ひたちなか市	約150,000	約2,700	約5	約40	約70	約70	約20	約60
水戸市	約300,000	約670	—	約5	約10	約10	約5	約10
大洗町	約20,000	約670	—	約10	約20	約20	約10	約20
鉾田市	約47,000	約130	—	約5	約10	約10	約5	約10
鹿嶋市	約68,000	約360	約5	約10	約10	約10	約5	約10
神栖市	約94,000	約1,100	—	約5	約5	約5	約5	約5
合計	約1,000,000	約14,000	約20	約270	約440	約480	約170	約400

表 6.3-6 (2) 人的被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波、夏の昼-海水浴客以外）

市町村名	市町村人口	浸水域内人口	死者数 (避難率95%)	死者数 (避難率50%)	死者数 (避難率10%)	死者数 (避難率0%)	重傷者数	中等傷者数
北茨城市	約47,000	約80	—	約5	約5	約5	約5	約5
高萩市	約33,000	約20	—	—	—	約5	約5	約5
日立市	約220,000	約280	—	約5	約10	約10	約5	約10
東海村	約36,000	約5	—	—	—	—	—	—
ひたちなか市	約150,000	約110	約5	約5	約5	約5	約5	約5
水戸市	約300,000	約70	—	—	約5	約5	—	—
大洗町	約20,000	約250	—	—	—	約5	—	—
鉾田市	約47,000	約60	—	約5	約5	約5	約5	約5
鹿嶋市	約68,000	約40	—	約5	—	—	—	—
神栖市	約94,000	約20	—	約5	—	—	—	—
合計	約1,000,000	約940	約5	約10	約20	約20	約10	約20

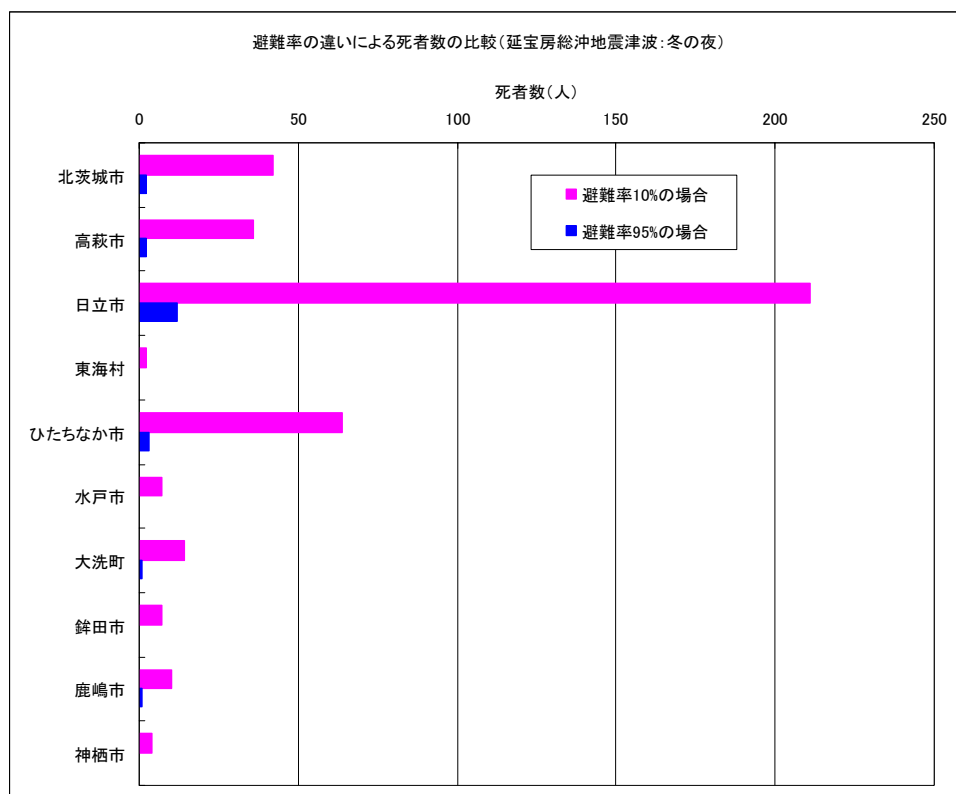


図 6.3-3(1) 避難率の違いによる市町村別の死者数の比較
(延宝房総沖地震津波、冬の夜)

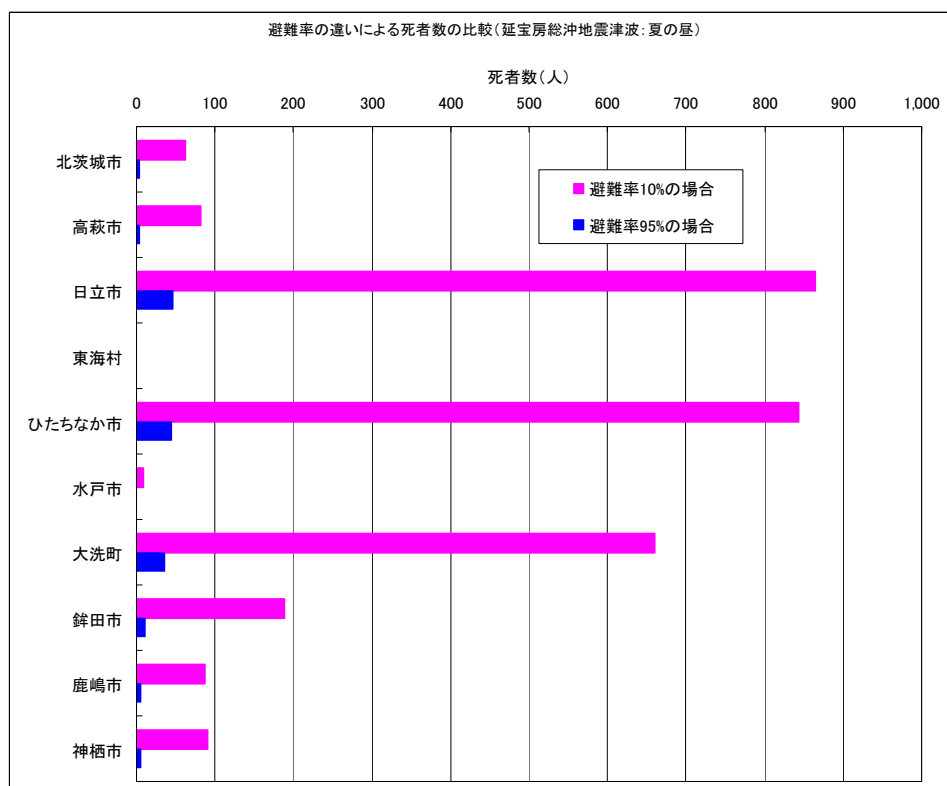
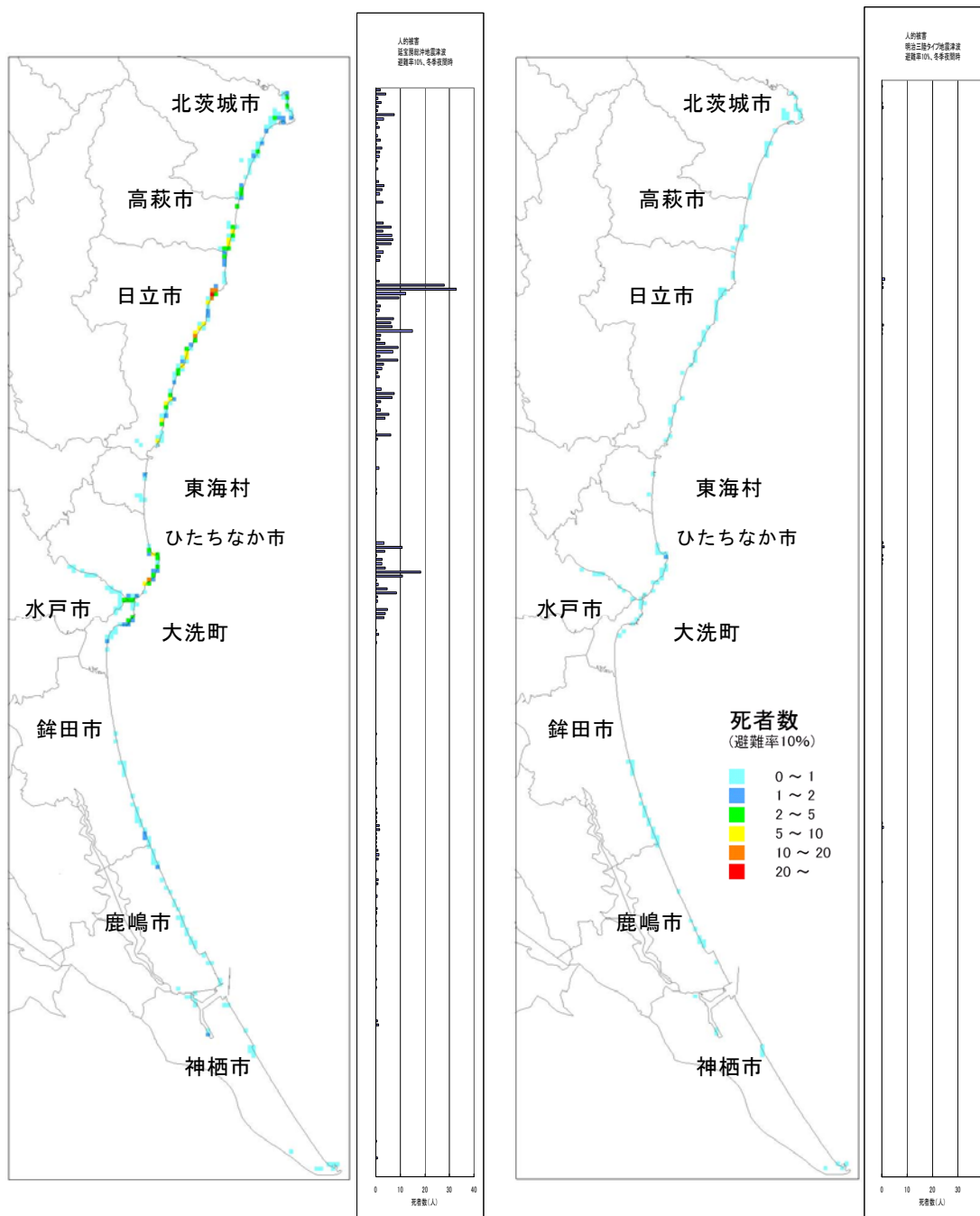


図 6.3-3(2) 避難率の違いによる市町村別の死者数の比較
(延宝房総沖地震津波、夏の昼)



〔延宝房総沖地震津波〕

〔明治三陸タイプ地震津波〕

図 6.3-4 人的被害予測結果（480mメッシュごとの死者数（冬の夜、避難率10%の場合））

6.3.4 交通支障

道路被害の予測結果を表 6.3-7、表 6.3-8および図 6.3-5に、鉄道被害の予測結果を表 6.3-9 に示す。

一般道路の被害予測については幅員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区間数を整理した。その結果、延宝房総沖地震津波では全県の浸水区間の延長が約210km、浸水区間数が約1,100箇所、明治三陸タイプ地震津波では全県の浸水区間の延長が約50km、浸水区間数が約170箇所と算定されたが、特に神栖市ではいずれの想定地震津波でも浸水する区間の延長、箇所数が他の市町村に比べて大きくなると予測された。

緊急輸送道路・鉄道については、橋脚が河川遡上した津波の影響を受ける箇所が多く抽出されたが、延宝房総沖地震津波の場合には橋脚以外で浸水する区間が発生すると予測された。

表 6.3-7 (1) 道路被害予測結果（延宝房総沖地震津波）

市町村名	道路延長 (km)	道路被害 延長 (km)	道路区間	道路被害 区間
北茨城市	約720	約20	約3,000	約120
高萩市	約650	約20	約2,600	約140
日立市	約1,400	約40	約8,300	約230
東海村	約340	約5	約2,300	約20
ひたちなか市	約1,000	約30	約7,300	約190
水戸市	約1,900	約10	約14,000	約60
大洗町	約200	約10	約1,400	約90
鉾田市	約1,400	約3	約6,400	約10
鹿嶋市	約860	約9	約5,700	約50
神栖市	約1,200	約50	約7,700	約230
合計	約9,600	約210	約58,000	約1,100

表 6.3-7 (2) 道路被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波）

市町村名	道路延長 (km)	道路被害 延長 (km)	道路区間	道路被害 区間
北茨城市	約720	約4	約3,000	約20
高萩市	約650	約1	約2,600	約10
日立市	約1,400	約10	約8,300	約20
東海村	約340	約1	約2,300	約5
ひたちなか市	約1,000	約5	約7,300	約10
水戸市	約1,900	約3	約14,000	約10
大洗町	約200	約2	約1,400	約10
鉾田市	約1,400	約1	約6,400	約5
鹿嶋市	約860	約1	約5,700	約5
神栖市	約1,200	約20	約7,700	約90
合計	約9,600	約50	約58,000	約170

表 6.3-8 緊急輸送道路の浸水区間

市町村名	地区	路線	延宝	備考	明治	備考
北茨城市	関南町里根川	国道6号	○	里根川橋梁	○	里根川橋梁
北茨城市	関南町神岡下浜田	国道6号	○	江戸上川橋梁含む	○	江戸上川橋梁
北茨城市	関南町神岡上東側	国道6号	○	JR常磐線も		
北茨城市	磯原海岸	国道6号	○	JR常磐線も		
北茨城市	磯原町磯原	国道6号	○	大北川左岸、JR常磐線も 大北川橋梁含む	○	大北川橋梁 JR常磐線も
北茨城市	中郷町大作	国道6号	○			
北茨城市	中郷町小野矢指	国道6号	○	塩田川橋梁含む、JR常磐線も	○	塩田川橋梁、JR常磐線も
高萩市	高浜町	国道6号	○	JR常磐線も、花貫川橋梁含む	○	花貫川橋梁、JR常磐線も
高萩市	高浜町	国道461号	○	JR常磐線も、花貫川橋梁含む	○	花貫川橋梁、JR常磐線も
日立市	伊師	国道6号	○	JR常磐線も、小石川橋梁含む	○	小石川橋梁
日立市	川尻町	国道6号	○	十王川橋梁含む	○	十王川橋梁
日立市	小木津町	国道6号	○	東連津川橋梁		
日立市	東成沢町	国道6号	○	鮎川橋梁	○	鮎川橋梁
日立市	みなと町	市道	○			
日立市	久慈町	国道245号	○	茂宮川橋梁、JR常磐線も	○	茂宮川橋梁、JR常磐線も
日立市	茂宮町	国道293号	○	茂宮川支川橋梁	○	茂宮川支川橋梁
ひたちなか市	関戸	国道245号	○	那珂川橋梁含む	○	那珂川橋梁
ひたちなか市	関戸	主要地方道 那珂湊那珂線	○	中丸川橋梁	○	中丸川橋梁
ひたちなか市	海門町	一般県道 那珂湊大洗線	○	那珂川橋梁含む	○	那珂川橋梁
大洗町	祝町	一般県道 那珂湊大洗線	○	那珂川橋梁含む	○	那珂川橋梁
大洗町	鳥居	一般県道 大洗公園線	○			
大洗町	港中央	主要地方道水戸 鉾田佐原線	○			
大洗町	大洗サンビーチ	主要地方道水戸 鉾田佐原線	○			
大洗町	船渡	国道51号	○	涸沼川橋梁		
大洗町	桜道	主要地方道水戸 鉾田佐原線	○	涸沼川橋梁		
水戸市	小泉町	国道245号	○	那珂川橋梁含む 鹿島臨海鉄道線も		
水戸市	木下	国道51号	○	涸沼川橋梁		
水戸市	平戸町	主要地方道水戸 鉾田佐原線	○	涸沼川橋梁		
神栖市	居切	市道	○	鹿島港北側		
神栖市	奥野谷	市道	○	鹿島港南側		
神栖市	波崎町明神前	国道124号	○	利根川橋梁	○	利根川橋梁

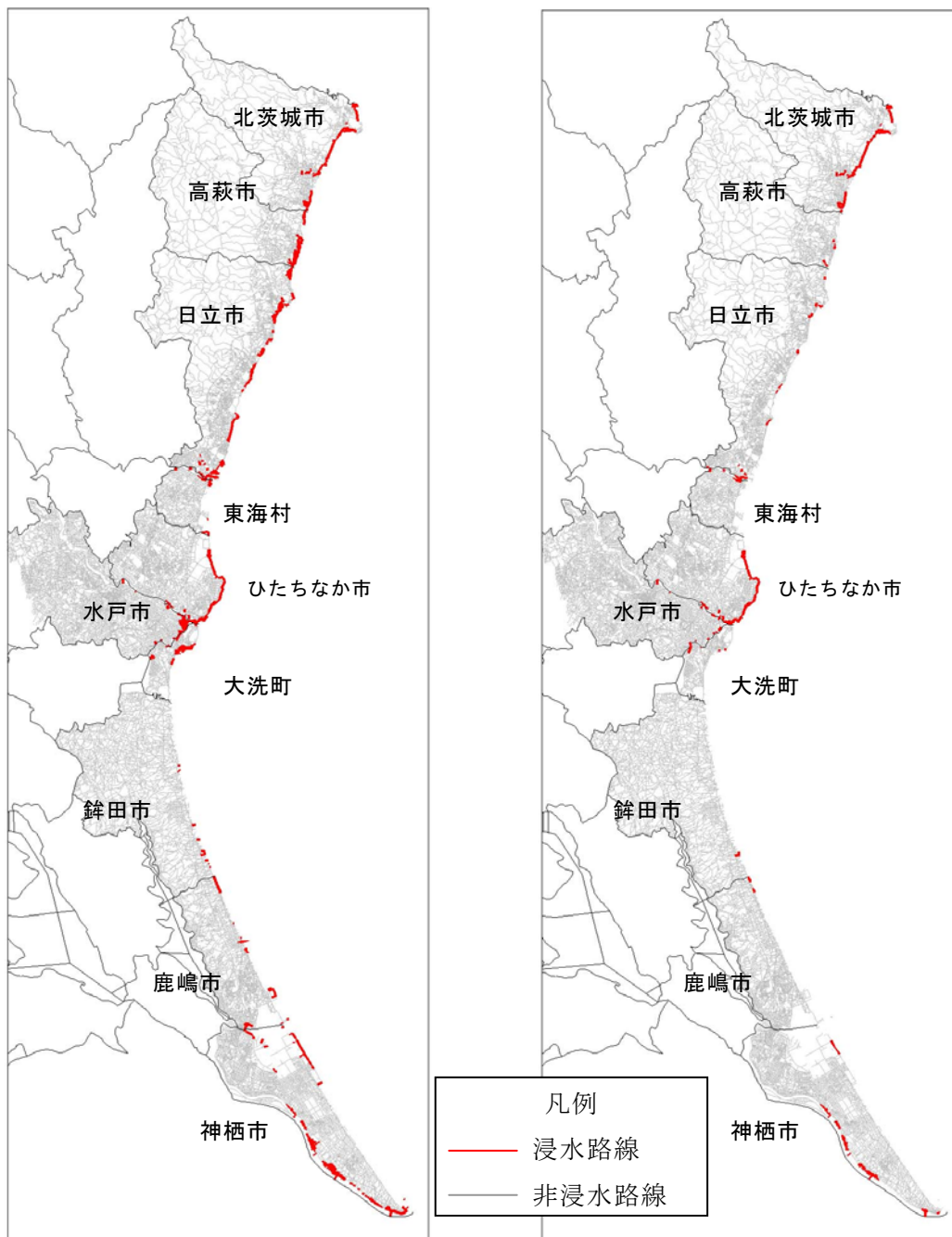
※「○○橋梁」と記した箇所は、堤内への氾濫はないが、橋梁まで津波が遡上すると予測される場所を示す。

表 6.3-9 鉄道の浸水区間

市町村名	路線	箇所	延宝	備考	明治	備考
北茨城市	JR常磐線	磯原～大津港 間	○	江戸上川		
北茨城市	JR常磐線	南中郷～磯原 間	○	塩田川・大北川	○	塩田川・大北川
高萩市	JR常磐線	川尻～高萩 間	○	花貫川含む	○	花貫川含む
日立市	JR常磐線	東海～大甕 間	○	茂宮川・久慈川	○	茂宮川・久慈川
水戸市	JR常磐線	水戸～勝田 間	○	那珂川	○	那珂川
大洗町	鹿島臨海鉄道大洗鹿島線	常澄～大洗 間	○	涸沼川	○	涸沼川
鹿嶋市	鹿島臨海鉄道専用線	鹿島港北	○			
神栖市	鹿島臨海鉄道専用線	鹿島港北	○			

鉄道は、駅間を単位として浸水の有無を整理した。

「○○川」と表記した箇所は、堤内への氾濫はないが、橋梁まで津波が遡上すると予測される場所を示している。



〔延宝房総沖地震津波〕

〔明治三陸タイプ地震津波〕

図 6.3-5 道路被害予測結果

6.3.5 ライフライン支障・危険物被害

予測結果は表 6.3-10、図 6.3-6のとおりである。

下水道施設は、海岸に近い場所に設置することが多いため、延宝房総沖地震津波の際には10箇所以上、浸水する可能性があるとして予測された。下水処理場に海水が浸水すると、長期間下水処理ができなくなる可能性もある。そのほかにも上水道施設で2箇所、発電変電施設で1箇所が浸水する可能性があると考えられる。

石油タンクについては、鹿島港周辺で延宝房総沖地震津波の際に浸水するタンクがあると予測された。

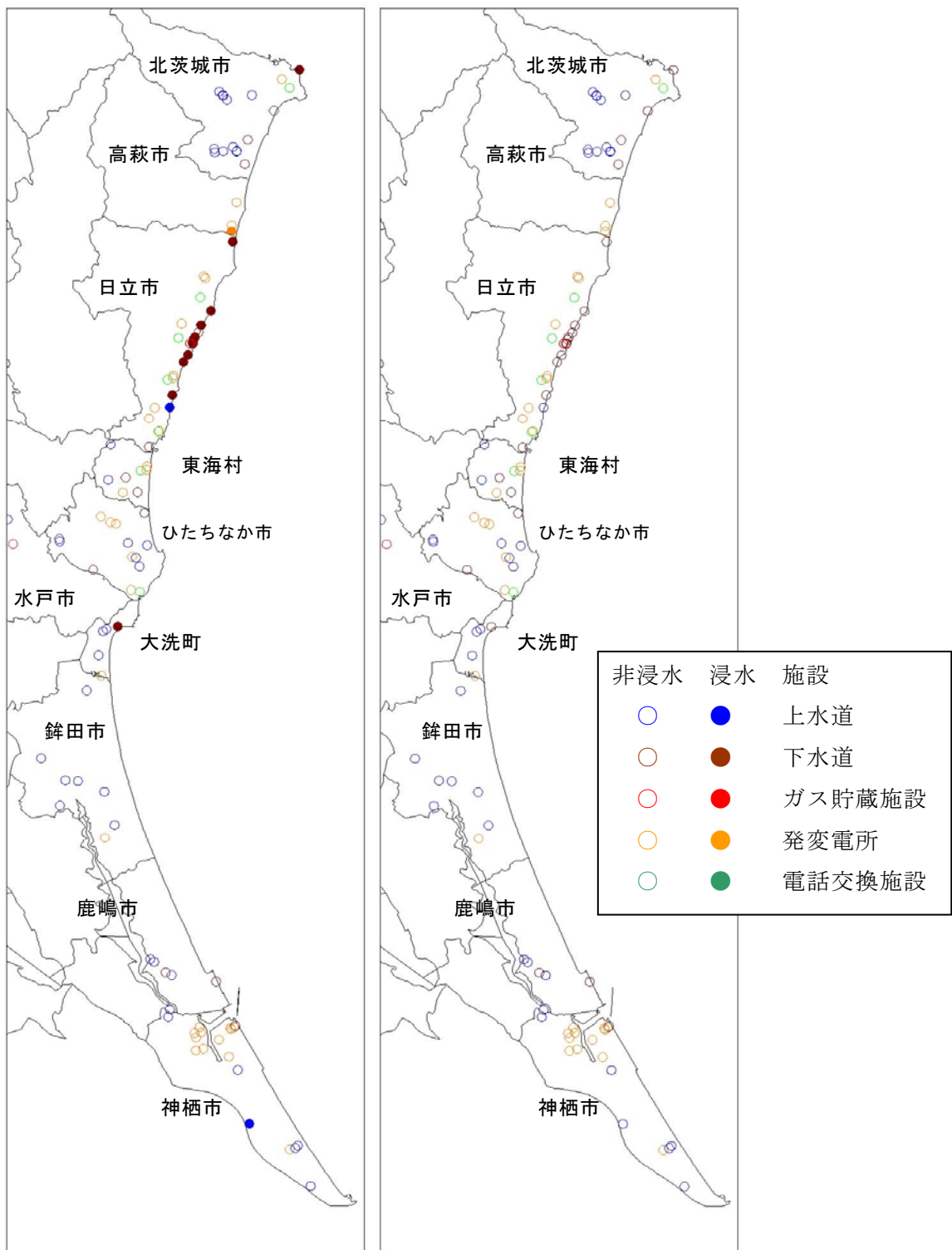
明治三陸タイプ地震津波では、施設の浸水被害は予測されなかった。

表 6.3-10 (1) ライフライン施設・危険物施設被害予測結果（延宝房総沖地震津波）

市町村名	上水道施設	下水道施設	ガス貯蔵施設	発電電所	電話交換施設	石油タンク
北茨城市		1				
高萩市				1		
日立市	1	10				
東海村						
ひたちなか市						
水戸市						
大洗町		1				
鉾田市						
鹿嶋市						
神栖市	1					7
合計	2	12	0	1	0	7

表 6.3-10 (2) ライフライン施設・危険物施設被害予測結果（明治三陸タイプ地震津波）

市町村名	上水道施設	下水道施設	ガス貯蔵施設	発電電所	電話交換施設	石油タンク
北茨城市						
高萩市						
日立市						
東海村						
ひたちなか市						
水戸市						
大洗町						
鉾田市						
鹿嶋市						
神栖市						
合計	0	0	0	0	0	0



〔延宝房総沖地震津波〕

〔明治三陸タイプ地震津波〕

図 6.3-6 ライフライン施設被害予測結果

7. 成果の作成

7.1 津波浸水想定区域図

7.1.1 津波浸水想定区域図の概要

2つの想定津波を対象とした予測計算の結果に基づいて、表 7.1-1に示す3種類の津波浸水想定区域図を作成した。津波浸水想定区域図の作成にあたっては、浸水深別に色分けし、写真画像を背景として利用したりすることで、より視覚的に津波の影響範囲がわかるように配慮した。

いずれの津波浸水想定区域図も、予測される浸水範囲、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。

表 7.1-1 作成した津波浸水想定区域図一覧

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」	○延宝房総沖地震津波 ○明治三陸タイプ地震津波	○津波浸水想定範囲(2つの想定津波の最大浸水範囲) ○想定津波で予測される代表地点の津波到達時間、最大遡上高	茨城沿岸 1/200,000
市町村別図	国土地理院発行 「25000 分の1 地形図」	○延宝房総沖地震津波 ○明治三陸タイプ地震津波	○津波浸水想定範囲(2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、津波到達時間	市町村別 1/25,000
詳細地区別図	空撮オルソ画像 国土地理院発行 「25000 分の1 地形図」	○延宝房総沖地震津波 ○明治三陸タイプ地震津波	○津波浸水想定範囲(2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、津波到達時間	市町村別 代表地区 1/10,000

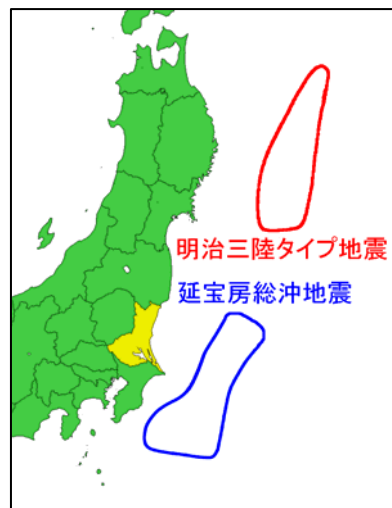
7.1.2 津波浸水想定区域図表記内容について

【図の説明】：全図

2つの想定津波で、それぞれ構造物が「効果あり」の場合のシミュレーションを実施した。図には、全2ケースにおける最大浸水範囲を図示した。

【震源域の説明】：全図

2の想定津波で、波源となる地震の震源域を以下の図で示した。



【注意書き】：全図

想定地震以外の地震による津波や、条件が異なるときなど、シミュレーション結果と実際に来襲する津波が異なることを以下のように明記した。

- この図は、過去の津波被害などを参考に、震源の違う2つ（下記参照）の津波をシミュレーションした結果です。図には、これらの想定津波による最大の浸水範囲を表示しています。
- 地震の規模や震源の位置が想定と異なる場合には、ここで示したよりも大きな津波が発生したり、より早く津波が来襲する可能性があります

【シミュレーションの条件】：全図

シミュレーションの条件として、以下のように明記した。

- (1) 想定津波
 - 延宝房総沖地震津波：延宝5年（1677年）に発生した、茨城県史上最も大きな被害をもたらした津波
 - 明治三陸タイプ地震津波：日本海溝付近で繰り返し発生が確認されている地震のうち、茨城県に最も大きな被害をもたらすと考えられる津波
- (2) 地形
 - 現況地形（平成17年度、海岸保全施設等も含む）
- (3) 海岸保全施設等
 - 既設の海岸護岸や堤防、防波堤などは、地震や津波で被災しないものと想定
- (4) 潮位
 - 朔望平均満潮位（大潮の頃の満潮位）＝T.P+0.7m

【背景図の複製使用の承認】：全図

背景図として用いる数値地図 200000（地図画像）・25000（地図画像）について、それを複製使用することに対し測量法第 29 条の規定により承認を申請し、その承認番号を、図に以下のように明記した。

この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 200000（地図画像）を複製したものである。（承認番号 平 18 総複、第 973 号）
この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25000（地図画像）を複製したものである。（承認番号 平 18 総複、第 973 号）

背景図として用いる空撮オルソ画像について、それを複製使用することに対し、承認を申請し、図に以下のように明記した。

この地図の背景には、国土地理院が平成 17 年 10 月および 11 月に撮影した空中写真を使用している。

【サイズ】

全体図は、A 1 判にて作成。縮尺は 1:200,000

市町村別図は、各市町村単位で A 3 判にて作成。縮尺は 1:25,000

詳細地区別図は、各市町村あたり 1～6 地区で A 3 判にて作成。縮尺は 1:10,000

【表の説明】：全体図

表の説明についても、想定地震以外の地震による津波や、条件が異なるときなど、シミュレーション結果と実際に来襲する津波が異なることを以下のように明記した。

- この一覧表は、過去の津波被害などを参考に、震源の違う 2 つ（下記参照）の津波をシミュレーションした結果です。図には、これらの想定津波による最大の浸水範囲を表示しています。
- 地震の規模や震源の位置が想定と異なる場合には、ここで示したよりも大きな津波が発生したり、より早く津波が来襲する可能性があります。

【案内図】：市町村別図、詳細地区別図

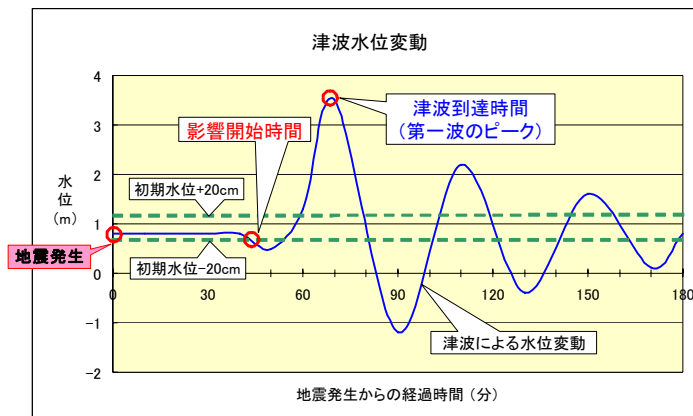
津波浸水想定区域図の図郭位置を図示した案内図を表記した。

【言葉の説明】

影響開始時間と津波到達時間、最大遡上高と浸水深について、イメージ図を入れて以下のように説明した。但し、注意（２）の浸水深の項目については市町村別図、詳細地区別図のみ記載した。

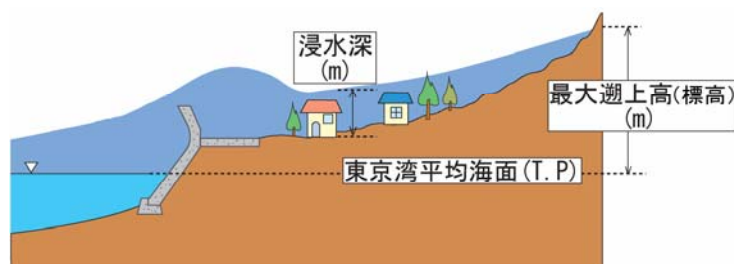
（１）影響開始時間と津波到達時間（図１参照）

- 影響開始時間：地震発生から、津波により、初期水位からの変化が±20cm（海辺にいる人々の人命に影響がでる恐れのある水位変化）生じるまでの時間
- 津波到達時間：地震発生から、津波第１波のピークが、海岸に到達するまでの時間



（２）最大遡上高と浸水深（図２参照）

- 最大遡上高：各地点で津波が遡上する最大の標高
- 浸水深：各地点の津波による最高の水面から地盤面までの深さ



7.1.3 全体図

全体図は、茨城沿岸地区を対象として、全市町村を一枚の図面に収めるよう作成した。図は、予測される浸水範囲を示した図と、代表地点ごとの影響開始時間、第一波ピークの津波到達時間、最大遡上高を示した表を表示し、説明文を加えた。図面のレイアウトを図 7.1-1に示す。

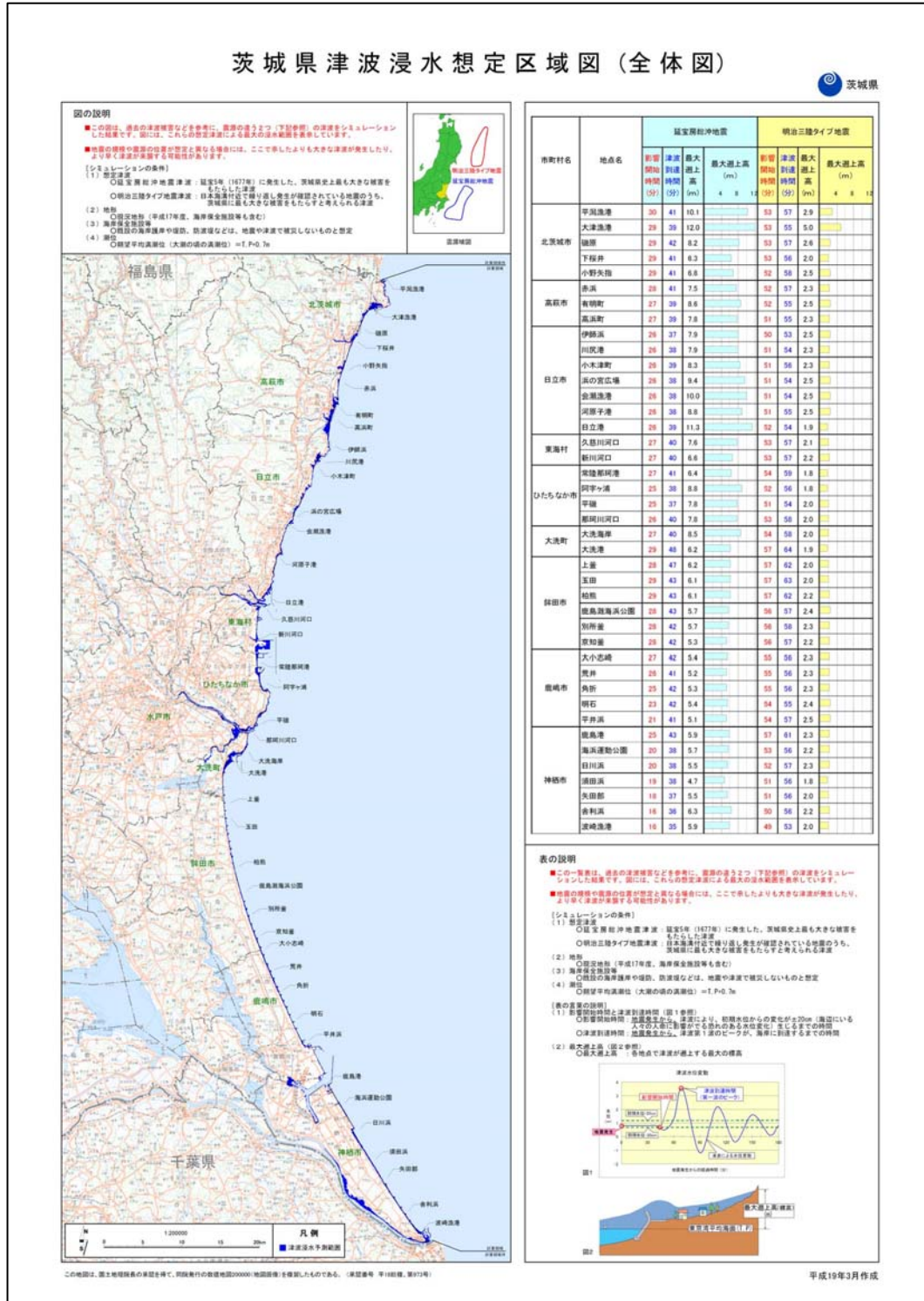


図 7.1-1 全体図のレイアウト

7.1.4 市町村別図

市町村別図は、茨城沿岸地区を対象として市町村別に作成した。図は、2つの想定津波でそれぞれ構造物の「効果あり」の場合の全2ケースについてシミュレーションを行い、想定津波の浸水範囲および津波到達時間、最大遡上高を表示し、説明文、案内図を加えた。図を作成した地区および図名を図 7.1-2に、図面のレイアウトを図 7.1-3に示す。

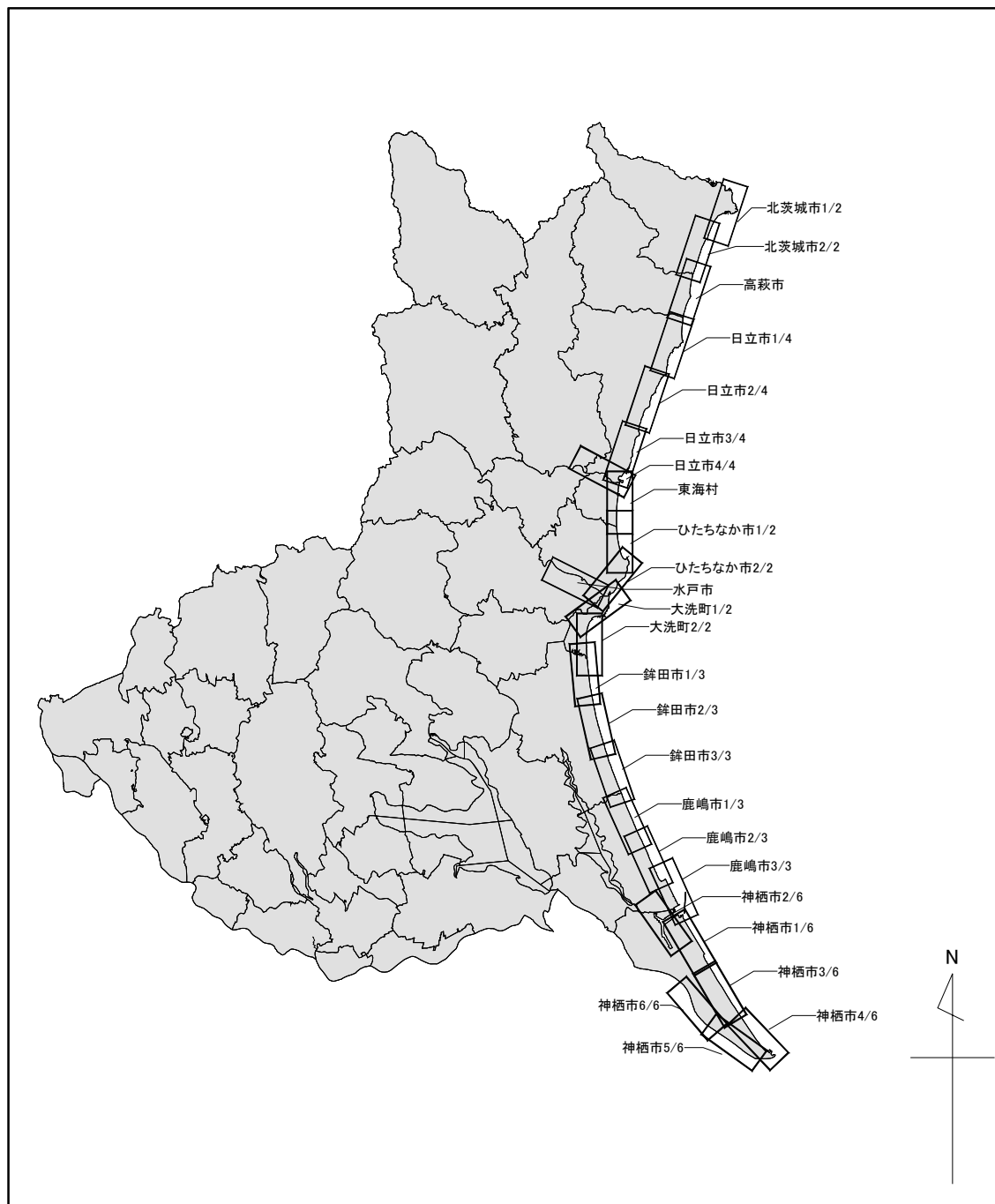
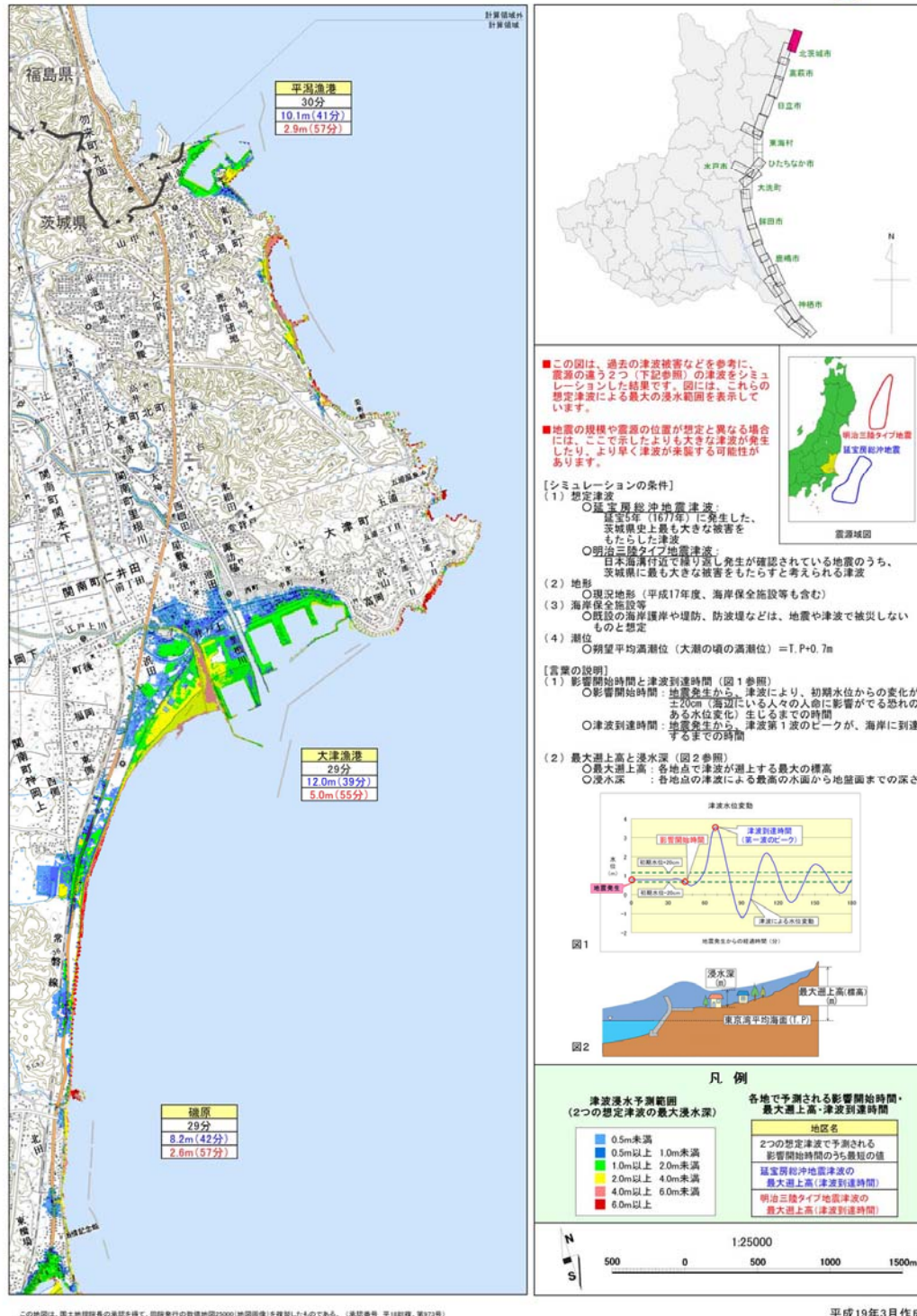


図 7.1-2 市町村別図 案内図

茨城県津波浸水想定区域図 市町村別図（北茨城市 1/2）



この地図は、国土院院長の承認を得て、同院発行の数値地図2500(地図画像)を複製したものである。（承認番号 平18制復 第172号）

平成19年3月作成

図 7.1-3 市町村別図のレイアウト

7.1.5 詳細地区別図

詳細地区別図は、沿岸の各市町村につき1箇所以上、特に浸水域が広がると予測された人口・施設の集中する地区を対象とし、空撮オルソ画像を背景として作成した。図は、2つの想定津波でそれぞれ構造物の「効果あり」の場合の全2ケースについてシミュレーションを行い、想定津波の浸水範囲および津波到達時間、最大遡上高を表示し、説明文、案内図を加えた。図を作成した地区および図名を図7.1-4に、図面のレイアウトを図7.1-5に示す。

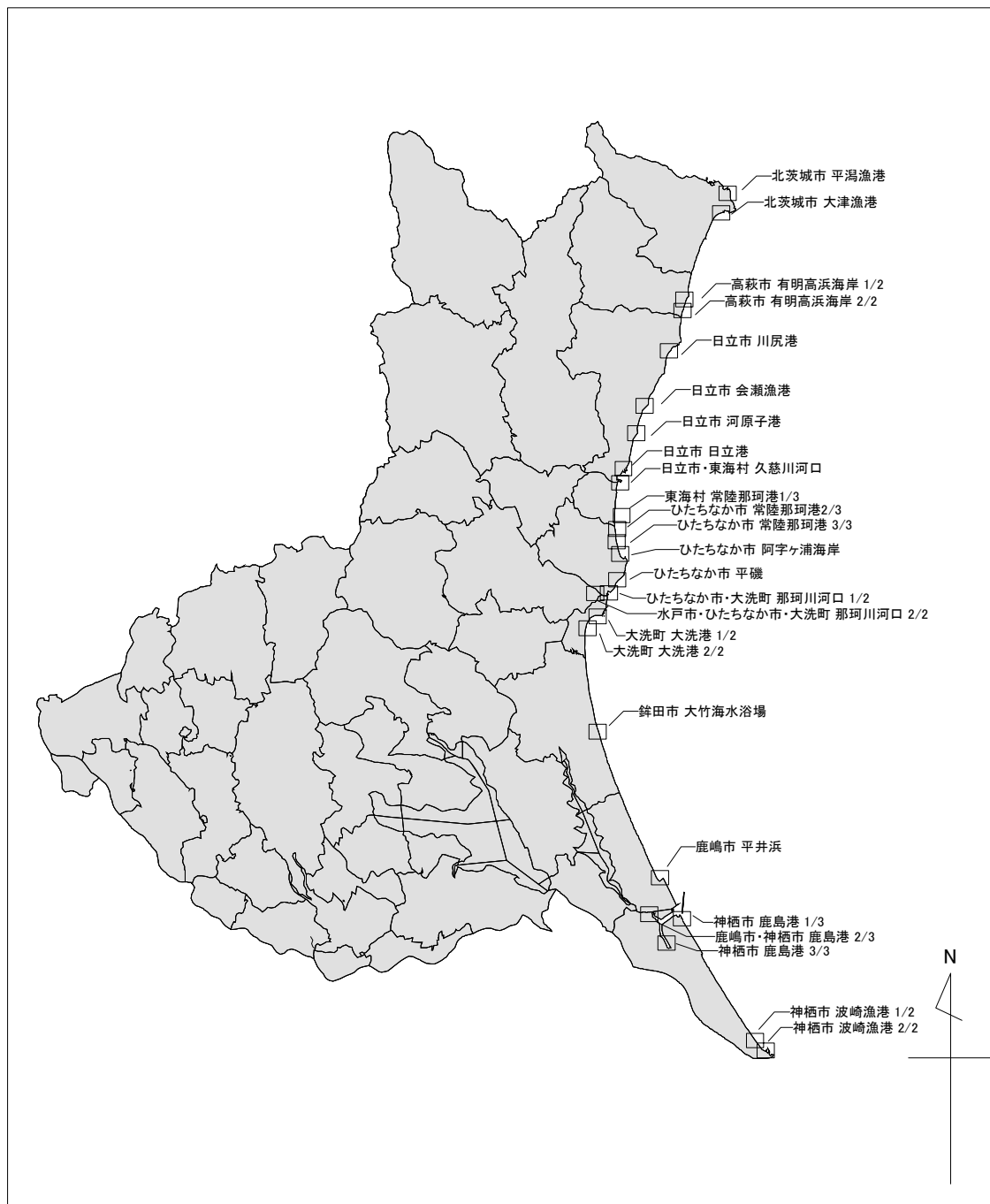
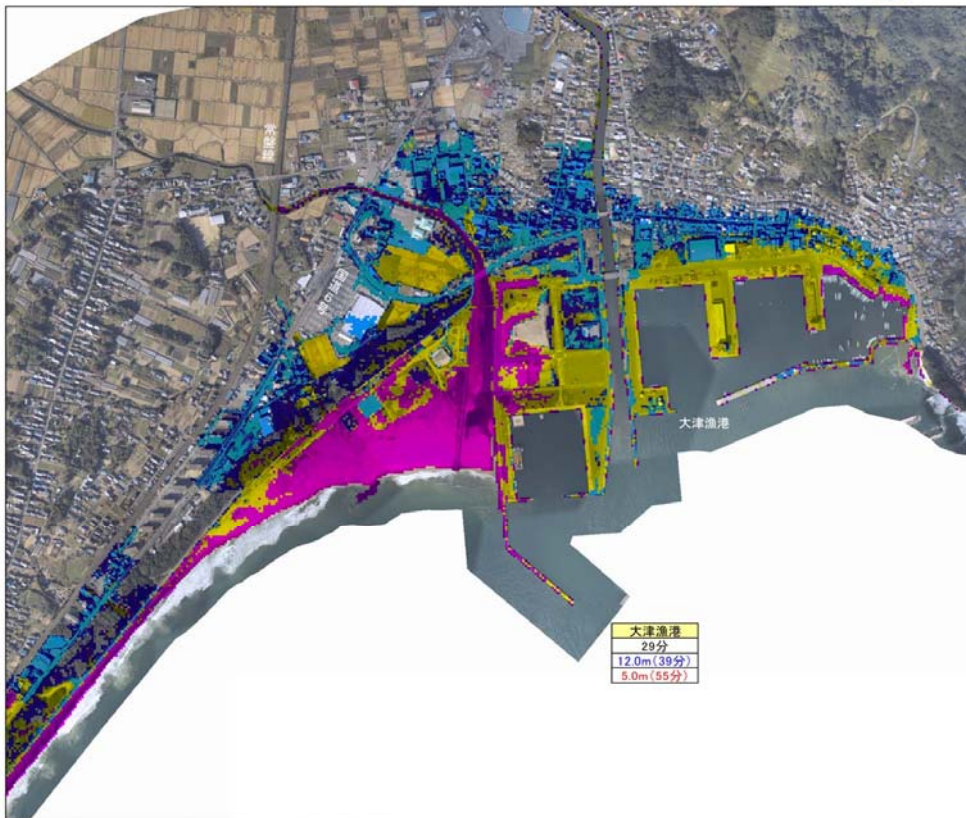


図 7.1-4 詳細地区別図 案内図

茨城県津波浸水想定区域図 詳細地区別図（北茨城市 大津漁港）



この地図の背景には、国土院が平成17年10月および11月に撮影した空中写真を使用している。

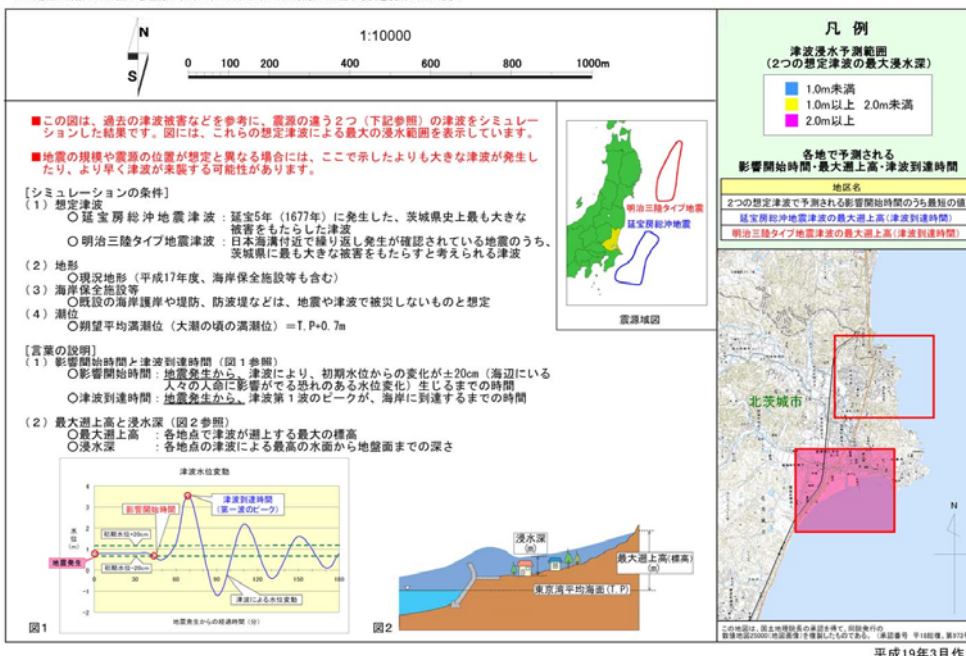


図 7.1-5 詳細地区別図のレイアウト

7.1.6 瀬上川（日立市）周辺の浸水想定区域

日立市の瀬上川は上流と下流の高低差が少なく、また、河川が直線に近く海に向かって開いた形状になっているため、波浪や高潮の影響を受けやすく、これまでも浸水被害が発生した実績がある。そのため、津波が瀬上川に到達した場合には、高潮と同様に浸水被害が発生する可能性がある。

本調査で実施した津波シミュレーションは12mメッシュを用いて計算しているが、一方で瀬上川の河口幅は約10m程度であるため、津波が瀬上川を遡上する状況を十分に表現することができない。そこで瀬上川周辺については、次の考え方で浸水範囲を示した。

- ①浸水被害が大きくなる波源として延宝房総沖地震津波を対象とする。
- ②延宝房総沖地震津波では、瀬上川河口前面での津波高はT.P+2.87m（約3.0m）。
- ③津波が、②の津波高を維持し瀬上川に沿って遡上し、このレベルで浸水すると想定する。
- ④シミュレーションで使用している地盤高が②より低い場合の浸水深と範囲を表示する。

その結果を、浸水想定区域図の市町村別図および詳細地区別図に、メッシュ別浸水深で表記したが、シミュレーションによる他の浸水域と区別するため、浸水範囲を赤線で囲み、さらに注意書きを加えた。詳細地区別図に表示した例を図7.1-6に示す。

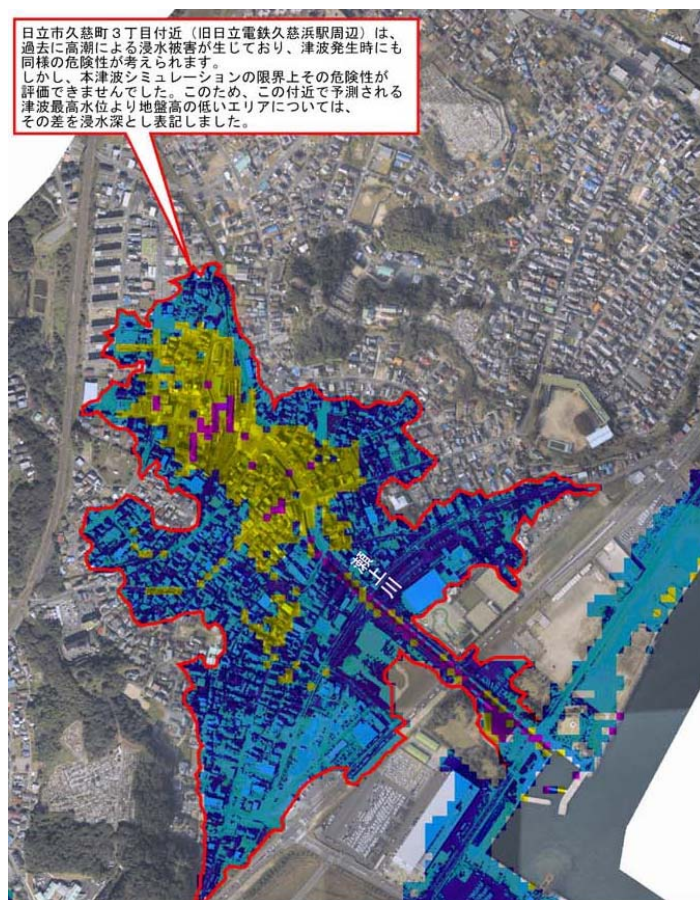


図 7.1-6 瀬上川の浸水想定区域図の表示

7.2 津波伝播および遡上CG

7.2.1 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、本調査では表 7.2-1に示すCG（動画）を作成した。

津波の予測計算では、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、津波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を作成した。

表 7.2-1 作成したCG（動画）

名称	対象地域	内 容
津波発生伝播CG	茨城沿岸全域 (2 ケース)	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波の各波源から沿岸までの津波の伝播状況CG
津波陸域遡上CG (2 次元)	詳細地区 (16 ケース)	空撮オルソ画像を背景図とした想定津波の遡上の状況を示すCG (16 地区毎に最大被害となる1 想定津波を作成)
津波陸域遡上CG (3 次元)	詳細地区 (1 ケース3 種)	空撮オルソ画像を背景図とし、津波遡上の状況を3 次元的に示すCG

7.2.2 津波発生伝播CG

(1) 概要

1) 動画諸元

- フレームレート : 10フレーム/秒
- 動画時間 : 144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 : 50秒/1秒=50倍速
- 実時間 : 7200秒 (2 時間)

- 2)形式 : WMV形式
- 3)解像度 : 600×790(dpi)
- 4)地形モデル : 864mメッシュデータ
- 5)背景 : 地形を緑色の濃淡で表したもの

(2)対象津波

延宝房総沖地震津波

明治三陸タイプ地震津波

(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

水位

T.P -1.00m 以下 : 水色

T.P -1.00～1.00m : 水色～赤のグラデーション

T.P 1.00 m 以上 : 赤

(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（○○：地震名）

(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（1441枚）し、実時間の50倍速で再生する設定とした。

(6)作成ファイル仕様

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

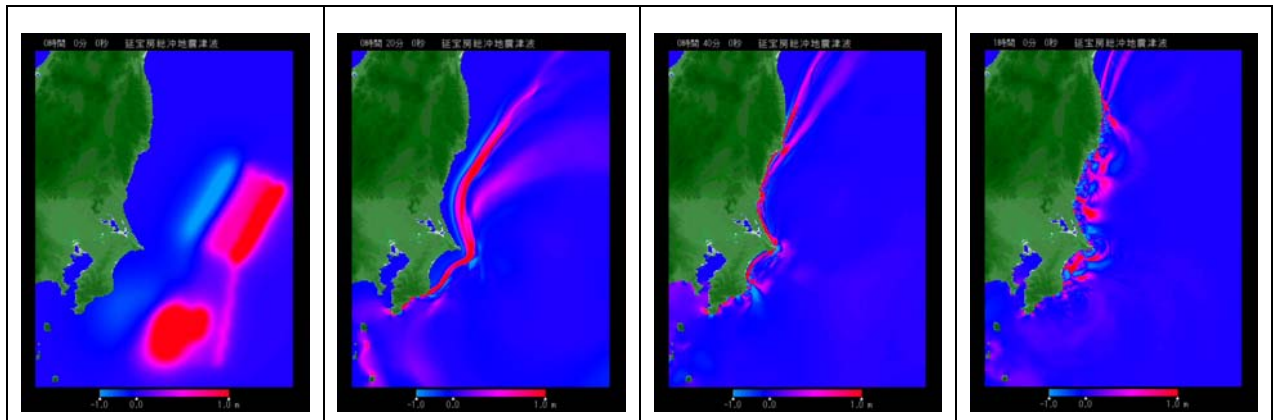
(7)凡例（水位）

右図のとおり設定した。

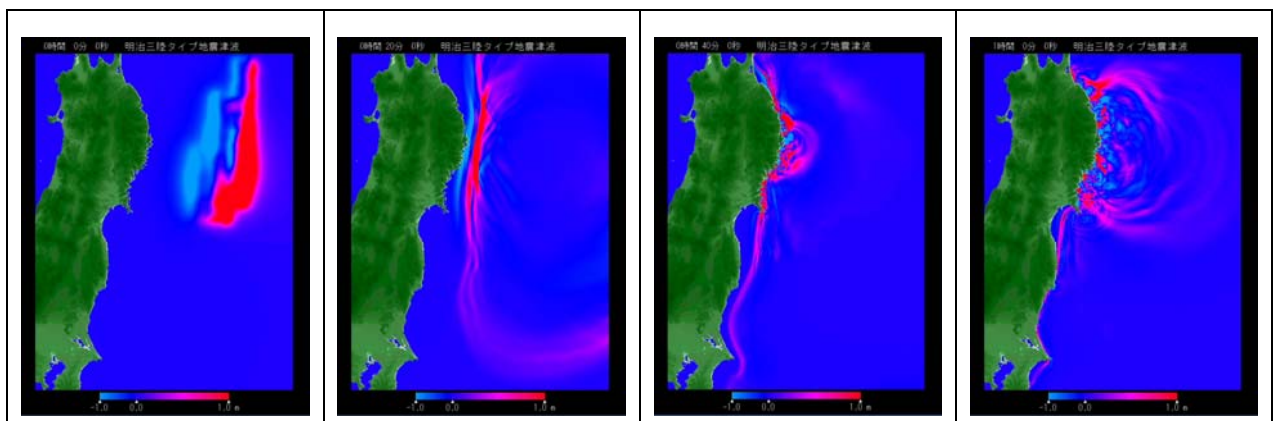


(8) 画像例

■ 延宝房総沖地震津波



■ 明治三陸タイプ地震津波



7.2.3 津波遡上2次元CG

(1) 概要

1) 動画諸元

- フレームレート : 10フレーム/秒
- 動画時間 : 120秒
- 総フレーム数 : 1201フレーム
- フレーム実時間間隔 : 2秒
- 実時間/動画時間 : 20秒/1秒=20倍速
- 実時間 : 2400秒 (40分)

2) 形式 : wmv 形式

3) 解像度 : 438×610～570×520(dpi)

4) 地形モデル : 6 mまたは12mメッシュデータ

5) 背景 : 国土地理院提供の空撮オルソ画像を背景とした。

(2) 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た。対象津波は、表 7.2-2のとおり全て延宝房総沖地震津波である。

表 7.2-2 津波遡上CG (動画) の作成対象とした津波

市町村名地区名	対象地震津波
北茨城市平潟漁港	延宝房総沖地震津波
北茨城市大津漁港	
高萩市高浜町	
日立市川尻港	
日立市会瀬漁港	
日立市河原子港	
日立市日立港	
東海村新川河口	
ひたちなか市阿字ヶ浦海岸	
ひたちなか市平磯	
ひたちなか市那珂川河口	
大洗町大洗港	
鉾田市大竹海水浴場	
鹿嶋市平井浜	
神栖市鹿島港	
神栖市波崎漁港	

(3) 色彩表現（高さ方向に対して）

青～水色～赤のレインボースケール

水位低 ： 青

水位 T. P+0.70m ： 水色

水位高 ： 赤

(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 ： 延宝房総沖地震津波 □□市×× （□□：市町村名、××：地区名）

(5) アニメーション

第一波の数分前より 40 分間を 2 秒おきに C G 化（1201 枚）し、実時間の 20 倍速で再生する設定とした。

(6) 作成ファイル仕様

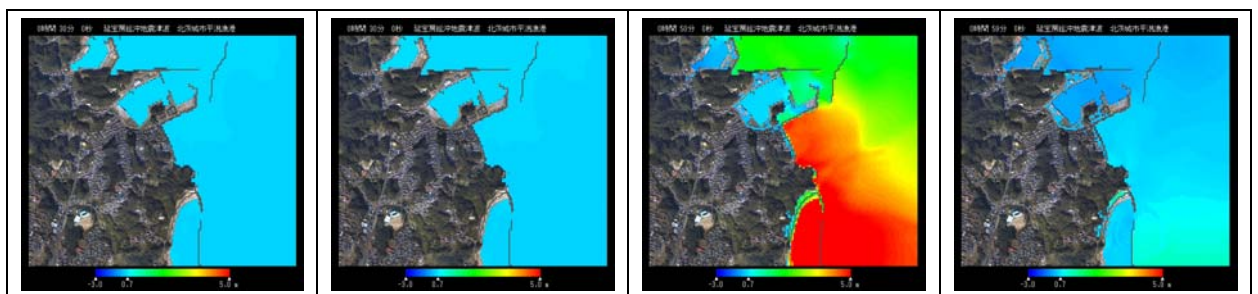
Windows® WMV (codec:Microsoft®MPEG4-V2)

(7) 凡例（水位）

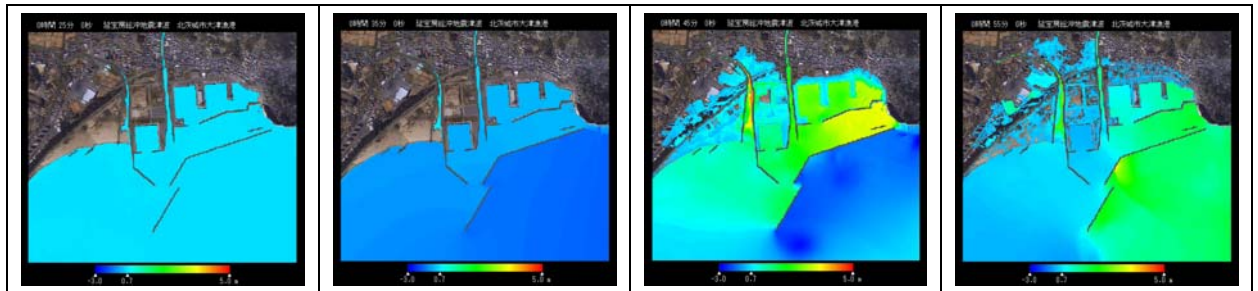
各地区・対象津波により、津波の挙動を視覚的にイメージできるよう、適宜設定した。

(8) 画像例

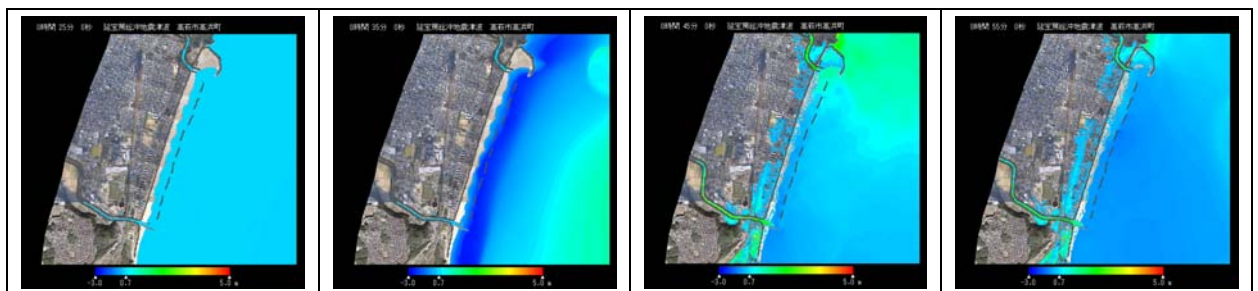
■北茨城市平潟漁港



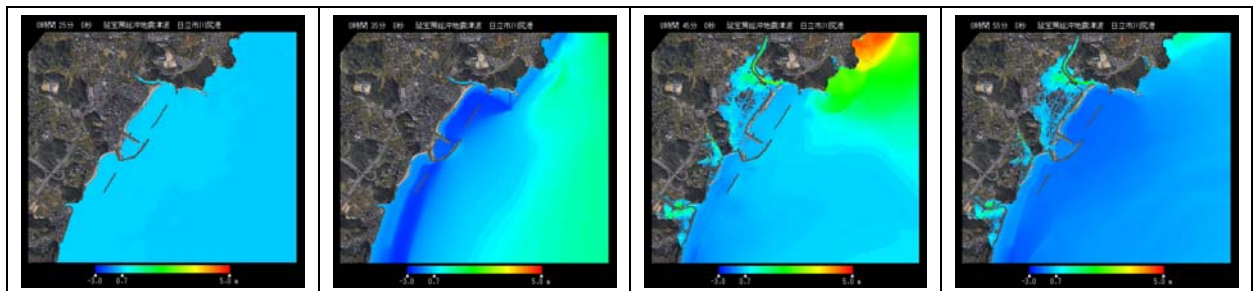
■北茨城市大津漁港



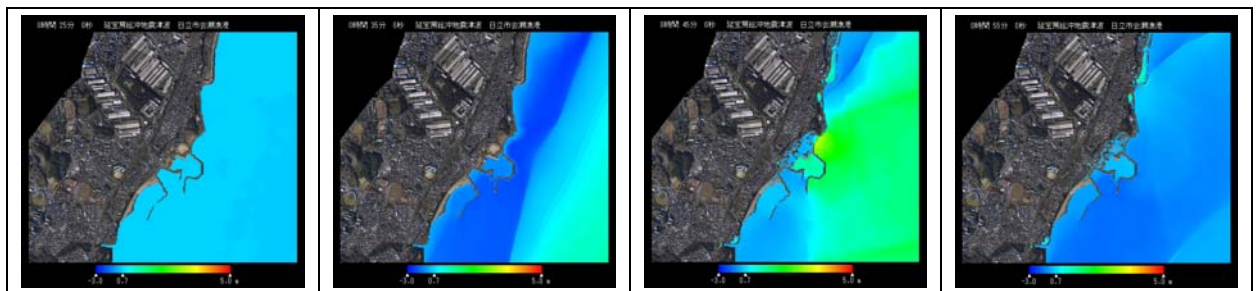
■高萩市高浜町



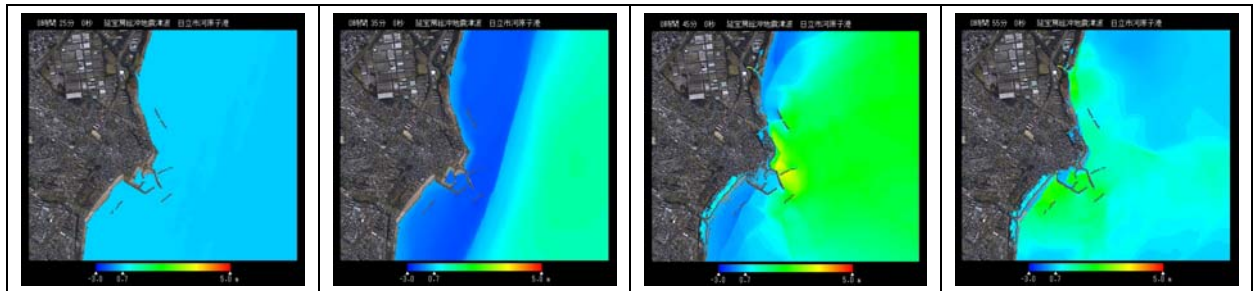
■日立市川尻港



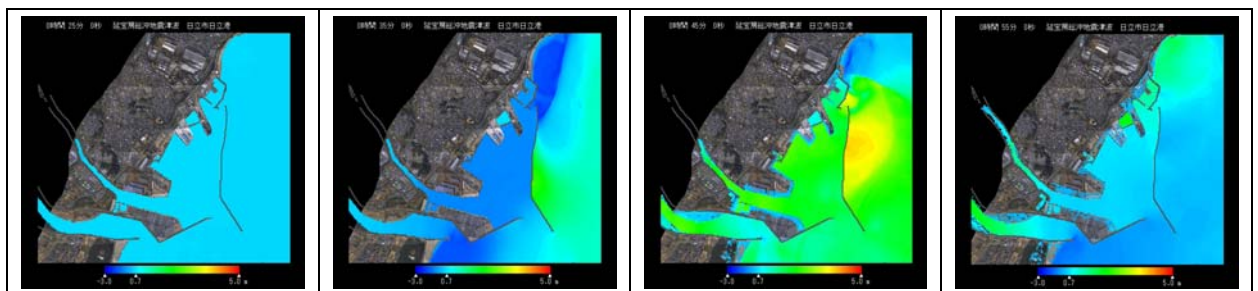
■日立市会瀬漁港



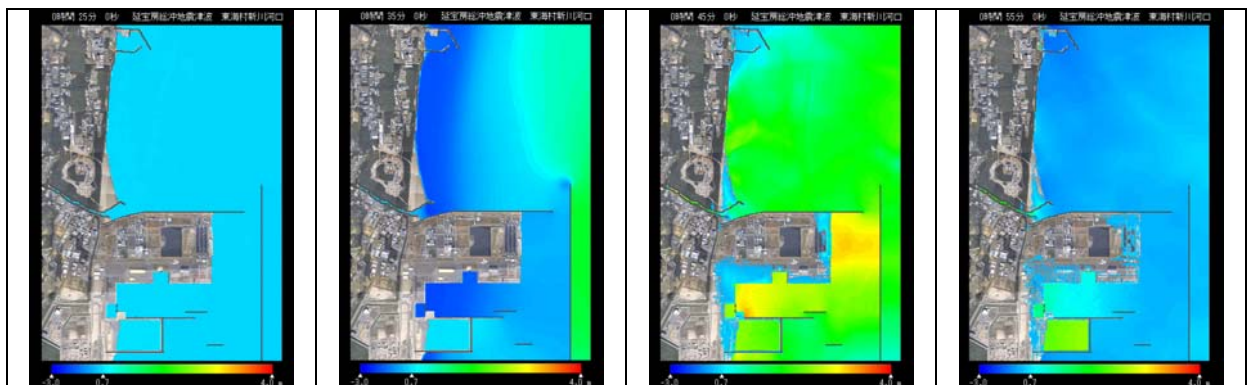
■ 日上市河原子港



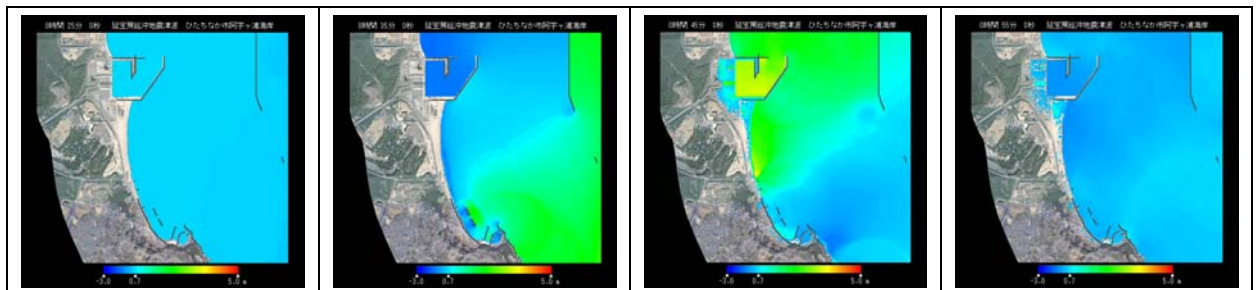
■ 日上市日立港



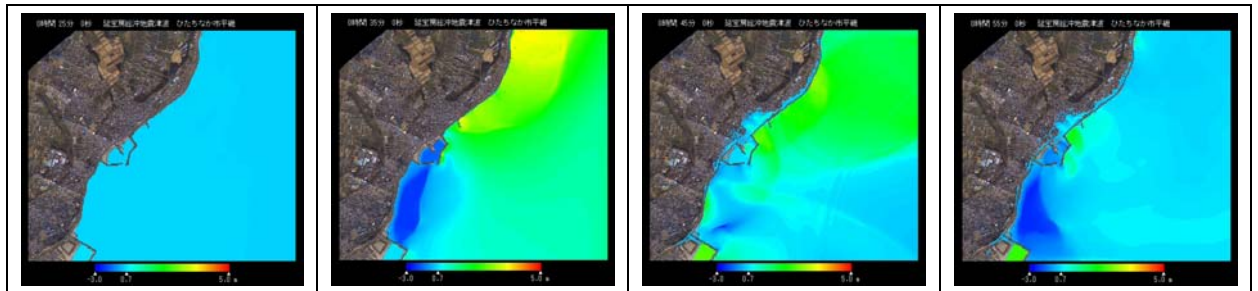
■ 東海村新川河口



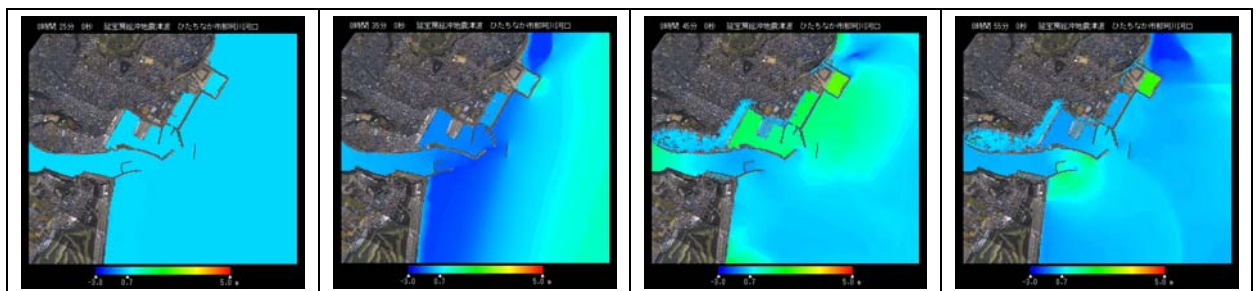
■ ひたちなか市阿字ヶ浦海岸



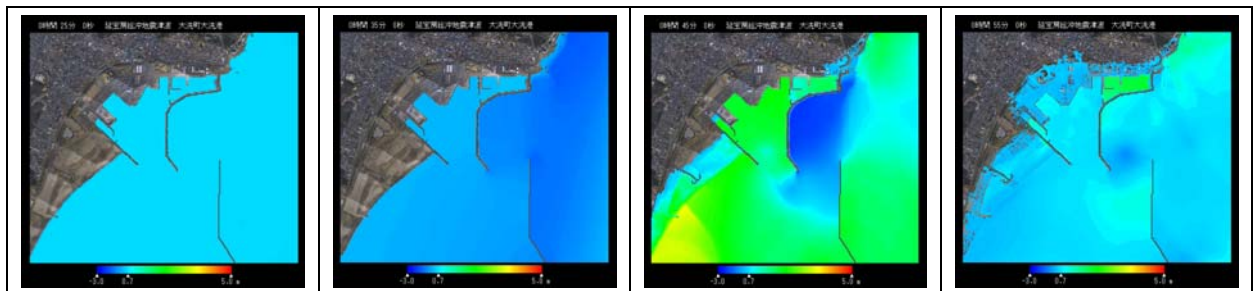
■ ひたちなか市平磯



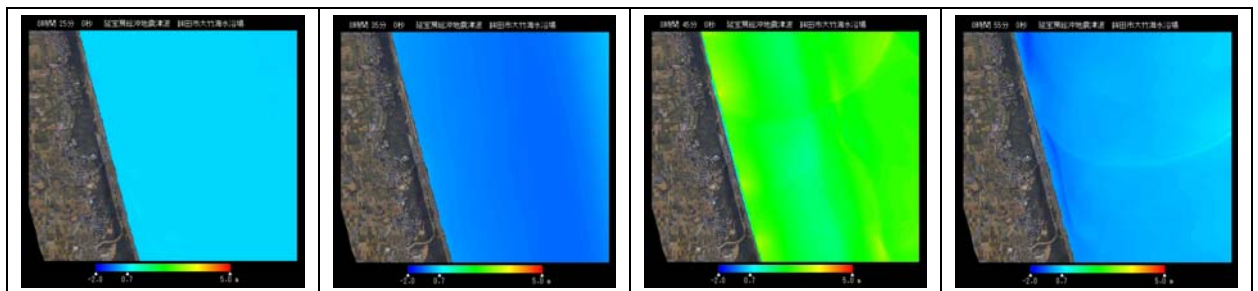
■ ひたちなか市那珂川河口



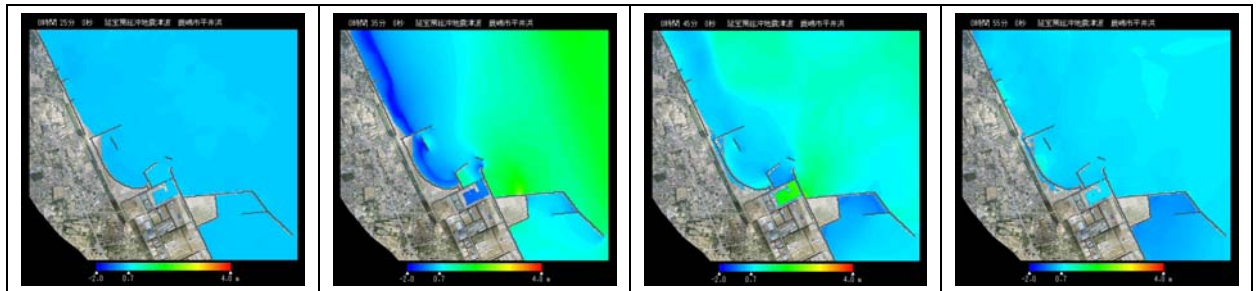
■ 大洗町大洗港



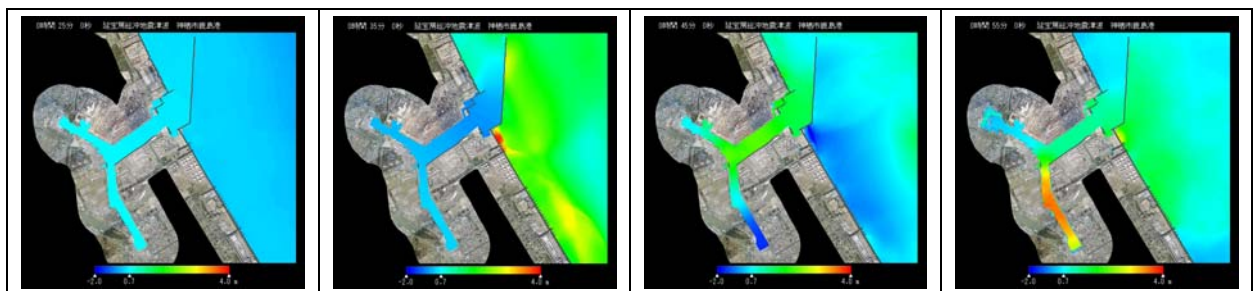
■ 鉾田市大竹海水浴場



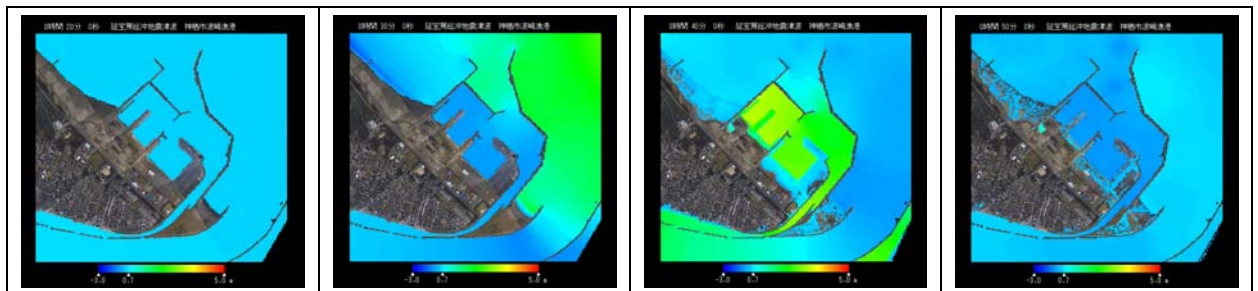
■ 鹿嶋市平井浜



■ 神栖市鹿島港



■ 神栖市波崎漁港



7.2.4 津波遡上3次元CG

高萩市高浜町を対象に延宝房総沖地震の3次元CGを作成した。

(1) 概要

1) 動画諸元

- フレームレート : 30フレーム/秒
- 動画時間 : 80秒
- 総フレーム数 : 2401フレーム
- フレーム実時間間隔 : 1秒
- 実時間/動画時間 : 30秒/1秒=30倍速
- 実時間 : 2400秒 (40分)

2) 形式 : wmv 形式

3) 解像度 : 550×450(dpi)、510×420(dpi)

4) 地形モデル : 6 mメッシュデータ

5) 背景 : 国土地理院提供の空撮オルソ画像を背景とした。

(2) 対象津波

高萩市高浜町において、延宝房総沖地震津波を対象として津波遡上3次元CGを作成した。対象とした津波は、表 7.2-2のとおり延宝房総沖地震津波とした。

表 7.2-3 津波遡上3次元CG (動画) の作成対象とした津波

市町村名地区名	対象地震津波
高萩市高浜町	延宝房総沖地震津波

(3) 津波遡上の表現

CGは、以下の表 7.2-4のとおり、同ケースの津波を3種類の表現で作成した。

表 7.2-4 津波遡上3次元CG (動画) の表現

アングル	色彩表現
北からのアングル	濃青～水色～白のレインボースケール
南からのアングル	濃青～水色～白のレインボースケール
南からのアングル	青～水色～赤のレインボースケール

(4) 色彩表現（高さ方向に対して）

①濃青～青～白の単色スケール

水位低 ：濃青
水位 T. P+0.70m ：青
水位高 ：白

②青～水色～赤のレインボースケール

水位低 ：青
水位 T. P+0.70m ：水色
水位高 ：赤

(5) 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 ：延宝房総沖地震津波 高萩市高浜町

(6) アニメーション

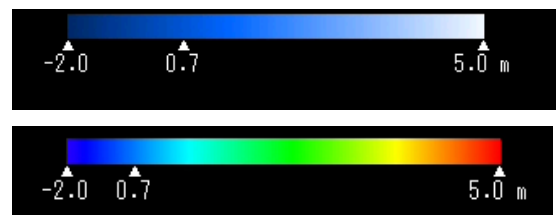
第一波の数分前より 40 分間を 1 秒おきに C G 化（2401 枚）し、実時間の 30 倍速で再生する設定とした。

(7) 作成ファイル仕様

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

(8) 凡例（水位）

単色スケール、レインボースケールはそれぞれ右図のとおり設定した。

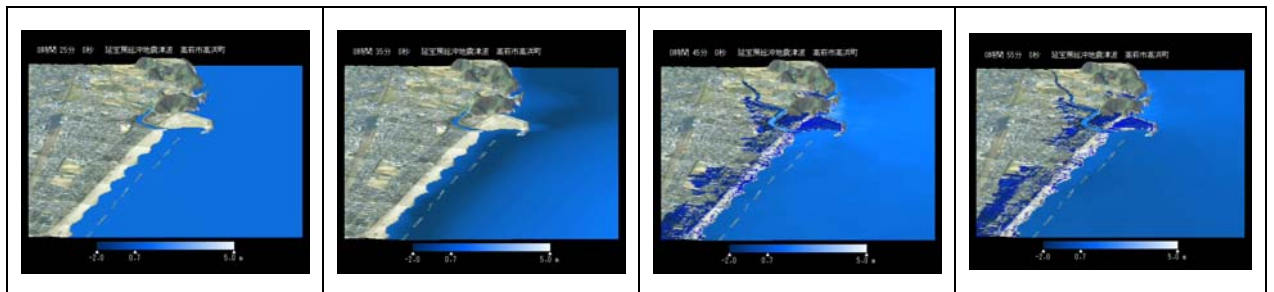


(9) 画像例

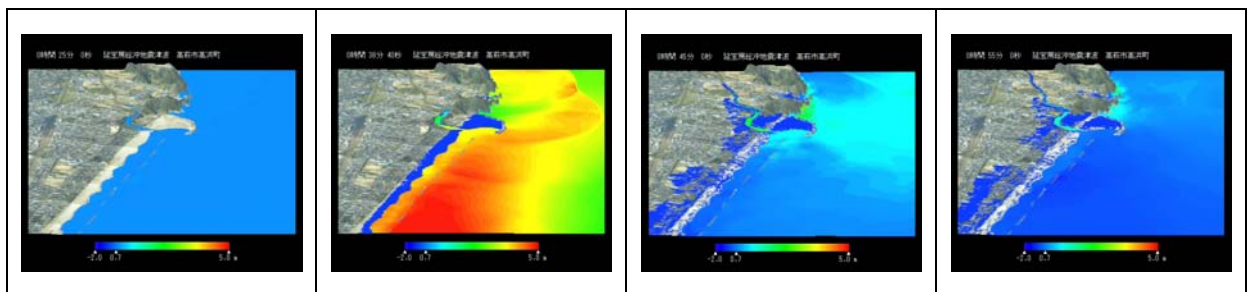
■ 高萩市高浜町（延宝房総沖地震津波、北からのアングル、単色スケール）



■ 高萩市高浜町（延宝房総沖地震津波、南からのアングル、単色スケール）



■ 高萩市高浜町（延宝房総沖地震津波、南からのアングル、レインボースケール）



7.3 G I S データ

津波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 G I S データとして作成している。表 7.3-1 に G I S データ内容を示す。

なお、G I S データのファイル形式は、ビューワの操作性を考慮して bds 形式で作成している。ただし、汎用性を考慮し、テキスト形式および、汎用的に利用されている shp（シェイプ）形式でも作成した。

表 7.3-1 G I S データ内容

見出し	データ名	内容
基本情報	市町村 行政界	行政界のエリアデータ
	空間データ基盤	道路などラインデータからなる背景データ
	数値地図25000	地図画像の背景データ
	空撮オルソ画像	国土地理院提供のオルソ画像の背景データ
	市町村名	市町村名のテキストデータ
	県境界	県境界のラインデータ
	市町村境界	市町村境界のラインデータ
	海岸線 全国	海岸線のラインデータ
	シミュレーション計算範囲	計算範囲のポリゴンデータ
	MAX 2津波最大浸水範囲	2つの想定津波の最大浸水深と浸水範囲
シミュレーション結果データ	MAX 延宝房総沖地震津波	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波それぞれの最大浸水深と浸水範囲
	MAX 明治三陸タイプ地震津波	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波それぞれで予測される各地の水位変動グラフ
	水位変動グラフ 延宝房総沖地震津波	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波それぞれで予測される各地の水位変動グラフ
	水位変動グラフ 明治三陸タイプ地震津波	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波それぞれで予測される各地の水位変動グラフ
	水位変動出力地点	上記の水位変動を出力した地点の位置
シミュレーション用データ	地盤変動量 延宝房総沖地震津波	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波それぞれで予測される地盤変動量
	地盤変動量 明治三陸タイプ地震津波	延宝房総沖地震津波、明治三陸タイプ地震津波それぞれで予測される地盤変動量
	地形データ	シミュレーションに用いた地形（水深・標高）データ。マウスで選択して水深標高を表示可能
	土地利用データ	シミュレーションのための粗度係数の設定に用いた土地利用
	構造物データ	シミュレーション用にメッシュの辺上にモデル化した構造物の位置データ。マウスで選択して天端高を表示可能。
被害想定用データ	浸水方向 延宝房総沖地震津波	津波の浸水方向と構造物を越流する地点（延宝房総沖のみ）。
	越流地点時間 延宝房総沖地震津波	マウスで選択して越流開始時間を表示可能。
	木造家屋メッシュデータ	被害想定用の48mメッシュ木造／非木造建物数データ
	非木造家屋メッシュデータ	被害想定用の48mメッシュ木造／非木造建物数データ
	夜間人口メッシュデータ	被害想定用の48mメッシュ人口データ。夜間人口と、夏の昼の人口（昼間人口＋海水浴客数）がある。
	夏の昼人口メッシュデータ	被害想定用の48mメッシュ人口データ。夜間人口と、夏の昼の人口（昼間人口＋海水浴客数）がある。
その他データ	瀬上川の浸水について	浸水想定区域図の瀬上川周辺の浸水に関する予測結果と注意
	現地踏査 写真撮影位置	現地踏査で撮影した海岸の写真とその撮影位置
	現地踏査 写真	現地踏査で撮影した海岸の写真とその撮影位置

※データファイルの書式等の詳細については、巻末資料 5 「成果の利活用に関する資料」 参照

これらのデータ群は、すべて位置情報を保有している G I S データであり、G I S 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、座標系は平面直角座標系第 IX 系でデータ群を作成している。

なお、G I S データビューワの詳細については、巻末資料 5 「成果の利活用に関する資料」 に記載した。

8. 参考文献

- 茨城県統計課（2006）平成 17 年国勢調査第 1 次基本集計結果概要.
- 茨城県統計課（2006）茨城県社会生活統計指標－平成 18 年 3 月－.
- 茨城県（2006）海水浴場入込客数推移.
- 気象庁（1961）昭和 35 年 5 月 24 日チリ地震津波調査報告，気象庁技術報告，vol18.
- 国土地理院（2002）数値地図 25000（空間データ基盤）「茨城」.
- 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫（1998）G I S を利用した津波遡上計算と被害想定法，
海岸工学論文集，第 45 巻，土木学会，356-360.
- （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.
- 静岡県（2001）静岡県第 3 次地震被害想定，平成 13 年 5 月.
- 首藤伸夫（1992）津波強度と被害，津波工学研究報告，9，101-136.
- 総務省（2003）平成 15 年 住宅・土地統計調査.
- 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 7
回）資料.
- 農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省港湾局・建設省河川局（1997）太平
洋沿岸部地震津波防災計画手法調査 報告書.
- Mansinha, L. and D. E. Smylie (1971) The displacement fields of inclined faults,
Bull. Seism. Soc. Am., 61, 1433-1440.
- 渡辺偉夫（1998）日本被害津波総覧【第 2 版】.