

津波・高潮ハザードマップマニュアル(案)

平成 15 年 12 月

津波・高潮ハザードマップ研究会事務局

まえがき

わが国は、プレート境界に位置する島国であり、海溝型地震に伴う津波の来襲を受けやすく、近年にも津波による多大な被害が発生し、さらに今後も、日本海溝や千島海溝に沿った地域での地震や、東海・東南海・南海地震などによる津波の発生が想定されている。また、わが国は台風の通り道であり、これまでに幾度となく高潮の被害を蒙ってきた。さらに、気候変動による海面上昇の影響等を鑑みれば、高潮による被害の可能性はより高くなるおそれがある。このようにわが国における津波・高潮対策は急務となっている。

いくつかの先進的事例より、ハザードマップは災害時の避難対策として有効な手段であることが明らかになっている。また、津波・高潮ハザードマップの作成に関してこれまでも様々な取組みがなされてきた。それにもかかわらず、津波・高潮ハザードマップの全国的な整備は進んでいない状況にある。その要因としては、ハザードマップの作成主体である市町村の防災担当者にとって、

津波・高潮ハザードマップがどのようなものであるか具体的なイメージが分からない

津波・高潮ハザードマップは誰のために作成し、どのように活用するものであるかが明確でない

津波・高潮ハザードマップ作成方法が難しい(技術力不足)、多額の費用を要することなどが挙げられている。

本マニュアルは、津波・高潮ハザードマップの全国的な整備の推進を目指し、津波・高潮ハザードマップの作成担当者を支援するために、1)津波・高潮ハザードマップの作成目的、作成主体の役割分担(国や都道府県の支援)、利活用方策、などの基本的考え方を明確にするとともに、2)浸水予測計算、津波・高潮ハザードマップの記載事項、表現方法及び利活用方法など、津波・高潮ハザードマップ作成に関する標準的な事項をとりまとめたものである。

なお、本マニュアルは津波・高潮ハザードマップ作成・活用の教科書的なマニュアルとして、技術体系・活用方法の要点を示すものである。本マニュアルに掲載した各種手法は現在の技術レベルでのとりまとめ成果であり、技術の進歩に合わせた改訂が必要である。技術は日進月歩であり、本マニュアルに記載された意図を汲みつつ新たな技術は積極的に取り込んでいくべきであることにも留意が必要である。

平成 15 年 月

津波・高潮ハザードマップ研究会

本マニュアルに関する問い合わせ先を下記に示す。

このマニュアルに関してのお問合せ先

内閣府(地震・火山対策担当)

電話 03-5253-2111 (内線 51408)

農林水産省農村振興局防災課

電話 03-3502-8111 (内線 4982)

水産庁漁港漁場整備部防災漁村課

電話 03-3502-8111 (内線 7294)

国土交通省河川局海岸室

電話 03-5253-8111 (内線 36322)

国土交通省港湾局海岸・防災課

電話 03-5253-8111 (内線 46735)

目次

本編

序章 はじめに	1
第1章 津波・高潮ハザードマップの必要性と位置付け	3
1.1 津波・高潮に対する防災対策の現状.....	3
1.2 津波・高潮に対する防災対策の課題.....	7
1.3 津波・高潮に対する防災対策の方向性	13
1.4 津波・高潮防災対策におけるハザードマップの位置付けと役割	20
第2章 津波・高潮ハザードマップの概要	24
2.1 津波・高潮ハザードマップの作成目的	24
2.2 津波・高潮ハザードマップの作成範囲及び対象災害	25
2.3 津波・高潮ハザードマップの整備主体と役割分担	26
2.4 ハザードマップの形態及び表現	30
2.5 津波・高潮ハザードマップの作成手順	31
2.6 ハザードマップの避難時の活用	34
第3章 浸水予測区域の検討方法	35
3.1 津波・高潮の特徴	35
3.2 浸水予測区域の設定における条件設定の考え方.....	38
3.3 浸水予測手法の考え方.....	43
第4章 浸水予測結果からの津波・高潮ハザードマップ作成方法	49
4.1 目的別ハザードマップのあり方	49
4.2 住民避難用ハザードマップの記載内容	56
4.3 行政検討用ハザードマップの記載内容	61
4.4 ハザード情報(津波・高潮浸水危険度)の表現方法	63
第5章 津波・高潮ハザードマップの周知、住民理解、利活用等	70
5.1 津波・高潮危険度の周知	70
5.2 住民理解促進方策	73
5.3 津波・高潮対策における津波・高潮ハザードマップの利活用.....	79
5.4 津波・高潮ハザードマップの検証及び見直し	82
5.5 整備促進方策	83

参 考 資 料 編

参考資料-1 時系列を考慮した数値計算による浸水予測手法	86
第1章 津波浸水予測計算	86
1.1 津波浸水予測計算の流れ	86
1.2 地震断層モデル	88
1.3 地震断層モデルで表現される初期水位	91
1.4 格子間隔	92
1.5 標高	94
1.6 河川地形条件	97
1.7 潮位	98
1.8 構造物条件	99
1.9 構造物の地震被害	100
1.10 津波数値解析手法	101
第2章 高潮浸水予測計算	102
2.1 高潮浸水予測計算の流れ	102
2.2 台風規模及び台風進路	104
2.3 潮位偏差	106
2.4 計算波高	107
2.5 格子間隔	108
2.6 標高	108
2.7 河川遡上	109
2.8 構造物の破壊条件	110
2.9 施設の機能状況	112
2.10 高潮数値解析手法	113
参考資料-2 津波・高潮防災対策における津波・高潮ハザードマップの活用例	114
1. 住民避難用ハザードマップを活用した住民の自衛力の向上方策	116
2. 津波・高潮ハザードマップを活用した避難計画の策定(行政対応)	119
3. リアルタイム情報を活用した応急対策・復旧計画の検討	126
補足：用語説明	128

本 編

序章 はじめに

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、被害が想定される区域と被害の程度を地図に示したものと、必要に応じ避難場所・避難経路などの関連する防災情報を加えたものである。

本マニュアルは、津波・高潮ハザードマップの全国的な整備の推進を目指し、津波・高潮ハザードマップの作成担当者を支援するために、津波・高潮ハザードマップの作成目的、作成主体の役割分担(国や都道府県の支援)、利活用方策、などの基本的考え方を明確にするとともに、浸水予測計算、津波・高潮ハザードマップの記載事項、表現方法及び利活用方法など、津波・高潮ハザードマップ作成に関する現時点における標準的な事項をとりまとめたものである。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップの定義

ハザードマップ	<ul style="list-style-type: none">・本マニュアルでは、浸水予測区域を地図に示したものと、必要に応じて付加的な防災関連情報を加えたものを「ハザードマップ」と呼ぶ。・本マニュアルでは、ハザードマップを住民が避難のために用いる「住民避難用ハザードマップ」と行政担当者が防災のための諸検討に用いる「行政検討用ハザードマップ」に大別する。
浸水予測区域	<ul style="list-style-type: none">・本マニュアルでは、想定外力(地震や台風)が発生した場合に浸水が予測される範囲を「浸水予測区域」と呼ぶ。・想定外力に対する浸水予測区域は、適切な方法で設定する。
想定外力	<ul style="list-style-type: none">・本マニュアルでは、想定外力として以下の3つの外力レベルを設定する。外力条件の設定については、3.2(2)外力条件の設定(p.39)において詳細に記述する。<ul style="list-style-type: none">外力レベル1：現実的な実感できる発生頻度の外力外力レベル2：防護目標にかなう設計上の外力外力レベル3：最悪の浸水状況をもたらす外力

マニュアルの対象者

本マニュアルは、津波・高潮ハザードマップの作成担当者及び津波・高潮ハザードマップ作成を支援する関係者を対象としている。(具体的な作成主体、役割分担については第2章参照)

マニュアルの適用対象

本マニュアルは、津波ハザードマップ、高潮ハザードマップの作成・活用に関して記述したものである。ハザードマップの活用を含む総合的な津波・高潮対策については、地域防災計画や「津波対策推進マニュアル」など既往の諸計画・マニュアル等と連携して展開するものとする。

なお、本マニュアルは、現時点におけるとりまとめであり、技術の進歩に合わせた改訂が必要である。

参考 津波・高潮対策に関連するこれまでの取り組み

対象災害	検討成果(公表年月)	検討主体
津波	地域防災計画における津波対策強化の手引き(H9.3)	太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査委員会 (国土庁、農林水産省構造改善局、農林水産省水産庁、運輸省、気象庁、建設省、消防庁)
	津波災害予測マニュアル(H9.3)	津波被害予測マニュアルに関する調査委員会 (国土庁、消防庁、気象庁)
	津波対策推進マニュアル(H14.3)	津波対策推進マニュアル検討委員会 (消防庁)
高潮	地域防災計画における高潮対策の強化マニュアル(H13.3)	高潮防災情報等のあり方研究会 (内閣府(防災担当)、総務省消防庁、農林水産省農村振興局・水産庁、国土交通省河川局・港湾局・気象庁)

マニュアルの構成

本マニュアルは、本編と参考資料編から構成される。本編は津波・高潮ハザードマップ作成・活用の意義と方法について基本的な考え方をとりまとめたものである。また参考資料編には、津波・高潮ハザードマップ作成の際の浸水予測技術の最先端手法や具体的な津波・高潮ハザードマップの活用例を記載した。

津波ハザードマップと高潮ハザードマップで共通する内容が多いため、その共通部分については一括して記述し、津波と高潮について現象や作業方法が異なる部分については同一記載項目の中で分割して記載している。

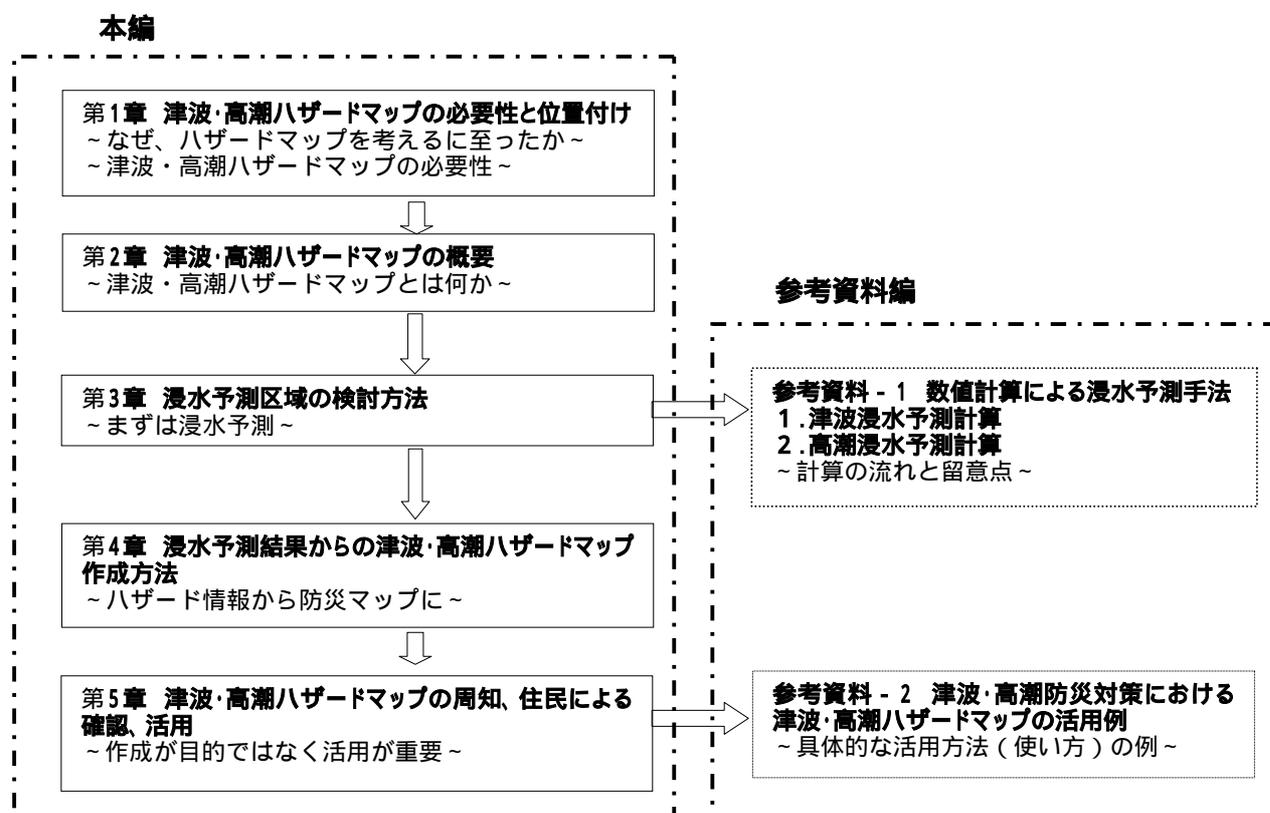


図 マニュアルの構成

第1章 津波・高潮ハザードマップの必要性と位置付け

1.1 津波・高潮に対する防災対策の現状

(1) 津波・高潮に対する防災対策の変遷

これまでのハード面を中心とした防災対策により、海岸保全施設等の整備は進んでおり、津波・高潮等の災害による被害は大幅に軽減されてきた。但し、施設による海岸防護率は依然低く、現状ではまだ十分な防護水準が確保されているわけではない。

< 解説 >

海岸防災の考え方は、これまで以下のように変遷してきた。

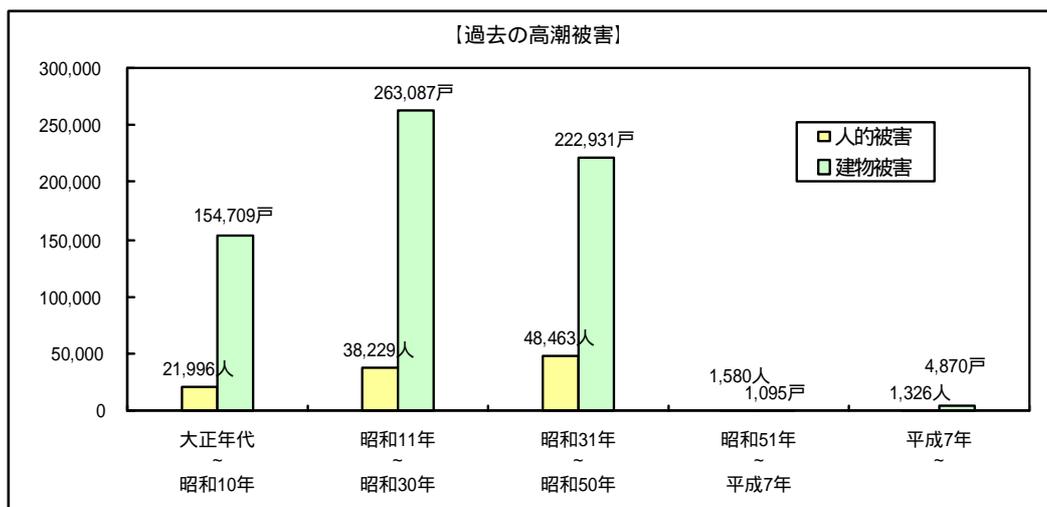
戦後、わが国は、津波・高潮によって甚大な災害を被った。当初の海岸整備は、被災した部分の「災害復旧」が中心であった。

昭和31年の海岸法制定前後より、堤防、突堤、護岸、胸壁等の整備を行ういわゆる「線の防護方式」の施設整備を進めてきた。

昭和50年頃以降、海浜の整備を基本として、複数の施設(離岸堤、人工リーフ、潜堤など)により、面的な広がりをもって波浪等の外力を沖合から徐々に弱めながら防護する「面的な防護方式」への展開が進められた。

その後、施設の耐震対策、液状化対策といった高度なハード整備(海岸保全施設緊急防災機能高度化事業、都市海岸高度化事業など)、さらに津波・高潮防災ステーションの整備などによるソフト面の防災対策(津波・高潮防災ステーション整備事業、海岸危機管理機能高度化事業など)も実施され始めている。

これまでの津波・高潮等に対する防災対策の実施により、被害は大幅に軽減されてきた。



* 消防庁発表(H14.12.31現在)

図 1.1.1 高潮防災対策の実施による高潮被害の軽減

しかし、防護、情報伝達、侵食、耐震に関する対策のアウトカム指標をみると、それぞれ、現状ではまだ十分な水準が確保されているとはいえない。

表 1.1.1 現況の整備水準

分類	アウトカム指標	現状
防護関連	津波・高潮による災害から一定の水準の安全性が確保されていない地域の人口・面積	390万人・15万ha
	既存施設の機能が不十分なため、危険度が残る人口・面積	140万人・5万ha
	水門閉鎖時間など津波等に備える準備が完了するまでの時間が不十分な地区数・割合	180万人・17%
情報伝達関連	津波や高潮のハザードマップが必要な地区において作成されていない地区数・割合	津波：1,500地区・88% 高潮：1,200地区・62%
	海岸の危機管理機能に資する情報施設等が必要な地区において整備されていない地区数・割合	1,000地区・43%
侵食関連	侵食海岸において現状の汀線防護が完了していない延長・割合	750km・24%
	汀線の回復が必要な地区において回復が図られていない割合	45%
耐震関連	耐震化が不十分な施設に防護されている人口・面積	100万人・4万ha
	ゼロメートル地帯において耐震化が不十分なため、地震水害の危険度が高い人口・面積	20万人・1.2万ha

資料：「中期的な展望に立った新しい海岸保全の進め方検討会報告書」(平成15年2月13日，中期的な展望に立った新しい海岸保全の進め方検討会)

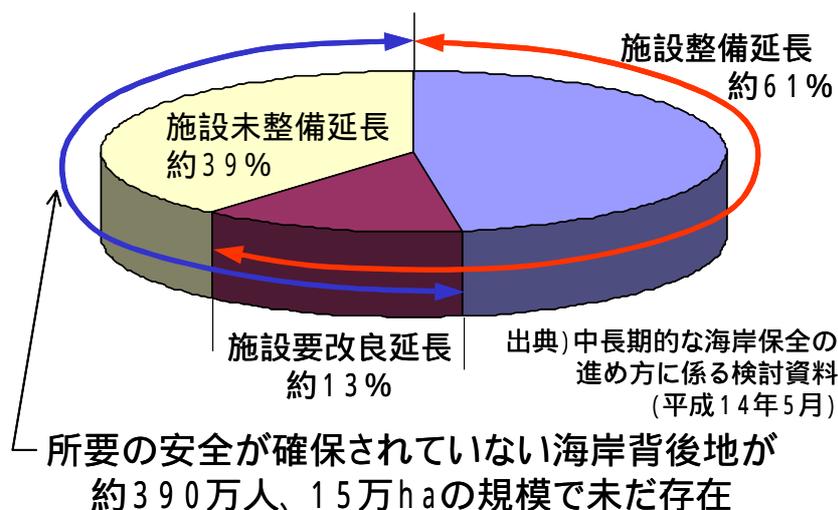


図 1.1.2 海岸保全施設の整備状況

図 1.1.2 海岸事業の変遷

(年代)	(法律・制度)	(事業)	(海岸保全の考え方)	(災害)	(社会的背景)	
昭和20年代		高潮対策事業(S24) 侵食対策事業(S27) 局部改良事業(S27) 災害復旧助成事業(S27) 災害関連事業(S29)	災害復旧が主体	台風来襲が頻発(S23.24.25.26)		
昭和30年代	海岸法制定(S31) 構造基準策定(S33) 海岸保全行政中央事務連絡協議会発足(S38)	伊勢湾等高潮対策事業(S34~39) チリ地震津波対策事業(S35~41) 直轄事業開始(S35)	堤防・突堤・護岸・胸壁が主体	台風13号(S28) 狩野川台風(S33) 伊勢湾台風(S34) チリ地震津波(S35) 第2室戸台風(S36)	海岸工学飛躍的な発展 疲弊した国土の保全が焦眉の急	
昭和40年代		離岸堤の登場 5ヶ年計画の策定(S45)	線の防護方式 ↓ 海岸線での防護では不十分 ↓ 複数の施設の組合せ	台風26号静岡上陸(S41) 十勝沖地震津波(S43)	海洋性レクリエーション需要の増大	
昭和50年代	海洋法条約署名(S57)	環境整備事業(S48) 地域浄化事業(S50) 公有地造成護岸等整備事業(S51) 補修事業(S53) 緩傾斜堤防の登場		台風10号高知上陸(S45) 台風16号高知上陸(S49) 台風20号高知・静岡上陸(S54)	大阪湾ドラム缶不法投棄(S46) 進む海岸侵食 高度成長期 良質な社会資本整備の推進	
昭和60年代		人工リーフ登場 沖ノ島島保全対策(S62~H5) ヘッドランド工法登場 CCZ事業(S62)	面的防護方式 ↓ 多様な価値を持つ海岸空間 ↓ 「防災」・「利用」・「環境」の調和	日本海中部地震津波(S58) 台風19号高知上陸(S62)	広域的に顕在化する海岸侵食 自然環境に関する意識の向上	
平成元~5年				台風11号鹿児島上陸(H元) 台風19号日本列島縦断(H2) 北海道南西沖地震津波(H5) 阪神・淡路大震災	行財政改革の推進 地方分権化の推進	
平成7年	環境基本法制定 海岸長期ビジョン	海と緑の環境整備対策	面的防護方式 ↓ 多様な価値を持つ海岸空間 ↓ 「防災」・「利用」・「環境」の調和			
平成8年		第6次7ヶ年計画(~H14) エコ・コースト事業 海と緑の健康地域づくり 渚の創生事業(サンドバイパス) いきいき・海の子・浜づくり				
平成9年	環境影響評価法制定 総合土砂管理小委員会報告				ナホトカ号油流出事故	
平成10年	海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律改正 海岸管理検討委員会提言					
平成11年	海岸法改正	沖ノ島島直轄管理		総合的な視点に立った海岸管理制度	台風18号による西日本高潮災害	
平成12年	改正海岸法施行 海岸保全基本方針策定	自然豊かな海と森の整備対策事業 災害関連緊急大規模漂着流木等処理対策事業 津波・高潮防災ステーション				
平成13年		補修費の統合補助金化			台風11号来襲による高潮災害	
平成14年	中期的な展望に立った新しい海岸保全の進め方検討会	海岸危機管理機能高度化事業 公有地造成護岸等整備事業の統合補助金化				

資料：小池剛「海岸防災対策 - 過去・現在・未来」(平成14年9月, 2002年水工学に関する夏期研修会講義集, 土木学会)

(2) 津波・高潮に対する安全性の現状

近年の技術進歩に伴い、被害予測の精度が向上する中で、施設設計上の防護目標を超える津波・高潮による被害が発生する可能性が懸念されることとなった。

津波・高潮災害へのハード面の防災対策が実施されている箇所においても、想定を超える津波・高潮の発生の可能性があり、必ずしも安全とはいえない。

< 解説 >

近年の技術進歩に伴い、計算機性能向上やデータの取得精度の向上(例えば地盤高メッシュサイズの精緻化)等により精度の高い浸水・被害予測が可能となった。この精度向上により、これまでと同条件で計算したとしても被害の規模が変化するケースが発生しており、津波・高潮により発生し得る被害が現在の防護水準を超過している危険性がある。

また、平成 11 年の熊本県を始めとする高潮の発生や平成 5 年の奥尻島の津波被害(北海道南西沖地震津波)等、想定外の高潮や津波による被害が発生したように、整備が終了した箇所において、想定外の外力発生による被災の可能性が内在している。

以上のように、津波・高潮災害へのハード面の対策の未実施箇所はもちろんのこと、整備が実施されている箇所においても安全であるとはいえない状況にある。

1.2 津波・高潮に対する防災対策の課題

(1) 津波・高潮防災対策の緊急性

わが国は地震多発国であり、常に津波災害が想定される。特に東海地震はいつ発生してもおかしくない切迫した状況にあるとともに、東南海・南海地震は今世紀前半にも発生が懸念されており、それらの地震に伴って発生すると予測される大規模な津波に対し、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ことが必要である。高潮災害は、近年増加傾向にあり、伊勢湾台風以降施設整備は進んでいるものの、依然として被害が発生している。

< 解説 >

津波・高潮災害の時間的切迫性

わが国は地震多発国であり、近年、東海地震とともに、東南海・南海地震等の海溝型地震の発生が指摘されている。これらの巨大地震発生の際には、それに伴う津波災害の恐れが指摘されており、いつ起きてもおかしくない津波災害に対する対策が急務となっている。以下に地震発生の切迫度と、昭和以降の主な地震災害を示す。

表 1.2.1 地震発生の切迫度

想定される地震	切迫度・発生確率	マグニチュード	出典
東海地震	いつ発生してもおかしくない	M8.0	注 1
東南海地震	今世紀前半での発生が懸念	M8.2	注 2
	30 年以内 50%程度	-	注 3
南海地震	今世紀前半での発生が懸念	M8.6	注 2
	30 年以内 40%程度	-	注 3
三陸沖から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)	30 年以内 20%程度	M8.2	注 4
宮城県沖地震	30 年以内 90%程度	M7.5	注 4

注 1：中央防災会議「東海地震対策専門調査会」(平成 13 年 12 月)

注 2：中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」(平成 15 年 4 月)

注 3：地震調査研究推進本部「南海トラフの地震の長期評価について」(平成 13 年 9 月)

注 4：地震調査推進本部地震調査委員会(平成 14 年 9 月)

表 1.2.2 昭和以降の主な地震災害

発生年月日	M	地震名	死者	津波
昭和 2(1927)年 3 月 7 日	7.3	北丹後地震	2,925	
昭和 5(1930)年 11 月 26 日	7.3	北伊豆地震	272	
昭和 8(1933)年 3 月 3 日	8.1	昭和三陸地震	1,522 1,542	
昭和 18(1943)年 9 月 10 日	7.2	鳥取地震	1,083	
昭和 19(1944)年 12 月 7 日	7.9	東南海地震	998	
昭和 20(1945)年 1 月 13 日	6.8	三河地震	1,961	
昭和 21(1946)年 12 月 21 日	8.0	南海道地震	1,330 113	
昭和 23(1948)年 6 月 28 日	7.1	福井地震	3,769	
昭和 35(1960)年 5 月 23 日	9.5	チリ地震津波	122 20	
昭和 58(1983)年 5 月 26 日	7.7	日本海中部地震	104	
平成 5(1993)年 7 月 12 日	7.8	北海道南西沖地震	201 29	
平成 7(1995)年 1 月 17 日	7.3	兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)	6,432 3	

地震の規模(マグニチュード)、ただし、チリ地震津波はモーメントマグニチュード。

上段は、死者数。下段は行方不明数。(被害数は宇佐美「日本被害地震総覧」、総務省消防庁の資料による。)

出典：気象庁ホームページ

また、高潮対策事業が強力に推進された結果、昭和 40 年代以降、大規模な高潮被害は発生していなかった。しかし、日本列島は台風の通り道であり、高潮による大きな被害が発生する可能性は依然として高い。例えば平成 11 年台風第 18 号による高潮により熊本県や山口県などにおいて多数の死傷者が出る被害が発生するなど、近年においても想定外の外力発生による高潮災害の危険性は無くなった訳ではない。さらに、気候変動による海面上昇の影響等を鑑みれば、高潮による被害の可能性はより高くなるおそれがある。以下に昭和以降の主な災害対策を示す。

表 1.2.3 昭和以降の主な高潮災害

年月日	主な被害地域	人的災害(人)			建物被害(件)			
		死者	負傷者	行方不明	全壊	半壊	流出	
S 9. 9.21	大阪湾	2,702	14,994	334	38,771	49,275	4,277	室戸台風
S17. 8.27	周防灘	891	1,438	267	33,283	66,486	2,605	
S20. 9.17	九州南部	2,076	2,329	1,046	58,432	55,006	2,546	枕崎台風
S25. 9. 3	大阪湾	393	26,062	141	17,062	101,792	2,069	ジェーン台風
S34. 9.26	伊勢湾	4,697	38,921	401	38,921	113,052	4,703	伊勢湾台風
S36. 9.16	大阪湾	185	3,879	15	13,292	40,954	536	第 2 室戸台風
S60. 8.30	有明湾	3	16	0	0	589	-	台風第13号
H11. 9.24	八代海	12	10	0	52	102	-	台風第18号

資料：内閣府防災部門ホームページ

津波・高潮防災対策の緊急性

以上のように、津波・高潮災害はともにいつ発生してもおかしくない切迫した状況にあり、整備に多大な費用と時間を要するハード対策に加え、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が急務である。

中央防災会議においても、東海地震や東南海・南海地震など大規模地震に伴う津波対策の検討をおこなっており、以下のような報告が行われている。

東海地震対策大綱の部分抜粋

津波避難対策の緊急実施

国、地方公共団体は、今回の被害想定等を踏まえ、各沿岸地域における津波ハザードマップ整備を早急に推進するとともに、津波についての十分な知識の普及の徹底、地域ごとの津波避難計画の策定を進め、津波避難対策を推進する。

沿岸部における津波避難地・避難路の整備については、対象各種事業を適切に活用し必要などころから速やかに整備する。加えて、避難標識等迅速な避難のための施設の早期整備を図る。また、避難地等の整備が困難なところでは、堅固な民間ビル等の活用等により避難場所を早急に確保する。

津波警報等の迅速な伝達は、津波からの的確な避難のためきわめて重要であることから、地方公共団体においては、同報無線の整備を緊急に進めるとともに、無線の相互接続等の早期実施を図る。また、つり客、海水浴客等観光客の的確な避難のため、情報伝達体制の整備を進めるとともに、各種標識等の整備等により津波に対する避難意識の高揚を図る。

資料：「東海地震対策大綱」(平成 15 年 5 月 29 日，中央防災会議)

東南海・南海地震被害の特徴

広域にわたる強大な津波による災害

東南海、南海地震は海溝型の地震であり、東海地震と比較して震源域が海域にある割合も多く、広域に巨大な津波が来襲し、甚大な建物被害や人的被害が発生することが想定される。

津波災害を軽減するための防御施設の整備や、ソフト・ハード両面からの避難体制の確立など、戦略的な検討が必要である。

揺れと津波による複合災害

戦後日本に来襲した津波とは異なり、強い揺れにより建物が倒壊したところへ高い津波が来襲するため、複合災害による人的被害の増大が想定される。

堤防・水門等の耐震性も含む緊急点検や建物の耐震化等を推進する必要がある。

資料：「東南海・南海地震に係る被害想定について」
(平成 15 年 4 月 17 日，中央防災会議東南海・南海地震等に関する専門調査会事務局)

(2) 海岸域における津波・高潮防災上の課題

大規模な想定外の被害が発生する可能性が指摘され、津波・高潮防災の重要性が認識される中、海岸域における津波・高潮防災上の課題としては、防災意識の低下による住民の自衛力の低下、災害を受けやすい海岸特性、避難基準の設定の困難さの3点が挙げられる。

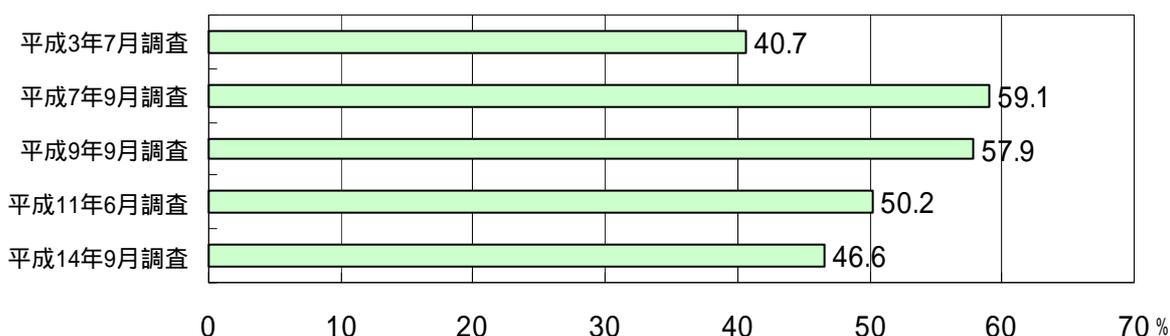
< 解説 >

海岸域における津波・高潮防災上の課題としては、以下が挙げられる。

防災意識の低下による住民の自衛力の低下

いざというときに自分の身を守るためには、日頃から災害・防災に対して意識を持つことが重要である。北海道南西沖地震による津波被害や、阪神・淡路大震災、平成11年の台風18号による高潮被害によって住民の防災意識は、かなり高くなったものの、経過年数と共に急激に風化しつつある。

【大地震に備えて「携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品などを準備している」と回答した者の割合】



出展：H15 防災白書「防災に関する世論調査」(平成14年9月、内閣府)

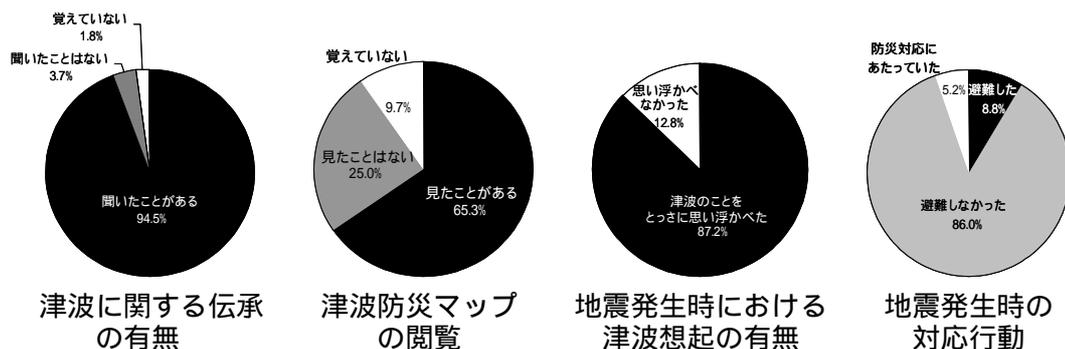
図 1.2.1 風化する防災意識

津波・高潮による人的被害を最小限に食い止めるためにも、住民が行政やマスコミからの情報などをもとに自ら避難活動を的確に起こすことが必要である。そのためには、住民が平常時から津波・高潮の危険性について認識し、災害に対する備え、行動規範を身につけておかなければならない。しかしながら、北海道南西沖地震や阪神・淡路大震災、平成11年の台風18号による高潮被害から年月を経て、海岸事業の着実な進展による被害発生頻度の減少もあいまって、住民の防災意識は低下傾向にある。これは、海岸域に限ったことではない。

防災意識の低下は、住民だけでなく、行政にも言えることである。例えば、水防活動は、地域自らが行うことが原則であり、集落の自衛組織が行政と連携して取り組むことが必要である。住民の防災意識が低下し、地域コミュニティが希薄している現在では、行政の担うべき役割は大きいだが、災害に対する経験、知識をもった職員が少なく、いざというときの対応に不安を残したままとなっている。

[コラム：防災意識と避難行動]

気仙沼市はこれまで三陸地震津波、チリ地震津波などの被害を受けており、津波防災地図が配布されているなど津波に対する防災意識の高い地域である。平成 15 年 5 月 26 日に発生した三陸南地震においても地震時約 9 割の住民は津波のことをとっさに思いついたという。しかし、実際に避難した人は住民の 1 割に過ぎなかった。地震発生 12 分後に津波の恐れがないと発表されるまで、ほとんどの人は自宅から避難せず、テレビなどによる情報収集を行っていた。防災意識の向上方法、情報提供方法によっては、高い防災意識が避難行動につながらないことにも留意が必要である。



資料：「平成 15 年 5 月 26 日 三陸南地震における気仙沼市民の津波避難に関する調査報告書」
(平成 15 年 9 月、群馬大学工学部建設工学科片田研究室)

災害を受けやすい海岸特性

四方を海に囲まれたわが国は、津波・高潮などの災害を受けやすい海岸特性を有している。

人口や種々の資産が集積した大都市地域では、近年、再開発などにより、居住地域や各種都市機能の展開地域が臨海部へ拡大する傾向にあり、津波・高潮災害による被害の拡大が懸念されている。一方、山地が海岸線まで迫った地域では、狭小な低平地に集落が点在しており、津波・高潮などの災害からこれらの地域を防護することは、重要な課題となっている。また、昭和 30 年代より全国各地で顕在化している海岸侵食の進行もあって、これまでに津波や高潮による被害の実績がない場合でも、場所によっては、今後これらの災害が発生することが懸念される状況にある。

また、ゼロメートル地域などの低平地においては、既往の浸水実績を見ると、高潮にしる津波にしる、被害が生じた場合には、浸水区域がかなり広範囲に及ぶため、海岸線から離れているからといって必ずしも安全とは言い切れない点に注意が必要である。

さらに津波の場合、大きな地震の発生場所が沿岸近くの場合は、地震発生から津波到達までの時間が非常に短いため、避難する時間的余裕がなく、また高潮の場合には、ある程度事前の予測が可能であるものの、破堤によって急激に堤内地に浸水区域が広がるなど、甚大な被災に至るケースが少なくない。

従って、海岸域に加えて特に低平地などでは、氾濫特性等を十分に把握し、これらの特性を踏まえた危機管理が求められる。

なお、欧米諸国と比べた場合、国土の面積に比して海岸線の延長が長く、防護施設の整備に

膨大な時間と費用が必要である。

避難対象地域の設定の困難さ

津波や高潮の被害が予想される場合、市町村長は当該地域の住民に対して避難勧告、避難指示等を行う必要がある。その判断基準は地域防災計画等に規定されることとなっているが、規定そのものが未整備であったり、具体的な基準となっていないものが多い。津波においては大きな地震が沿岸近くで発生した場合、避難するか否かの判断時間が非常に短く、高潮においては破堤が生じた場合、浸水が急速に広がるといったことから、住民を確実に避難させるための明確な避難対象地域の設定は困難である。

1.3 津波・高潮に対する防災対策の方向性

(1) 津波・高潮に対する防災対策において考慮すべき事項

津波・高潮に対する防災対策の検討に際して考慮すべき重要事項としては、防災意識の啓発と高揚、防災情報の提供と共有、連携の強化、被害軽減方策の充実などが挙げられる。

< 解説 >

津波・高潮に対する防災対策の検討にあたって、特に重要となる事項を以下に示す。

____ 防災意識の啓発と高揚

住民の防災意識の啓発と高揚が肝心であり、住民は、自ら防災情報を入手し、自発的に警戒・避難活動を行えるように促さなくてはならない。そのために、行政は住民に対して防災情報の日常的な提供と施設による防災対応の限界について説明し、住民の防災意識の向上に努めなくてはならない。

表 1.3.1 津波に対する心得

1. 強い地震(震度 4 程度以上)を感じたとき又は弱い地震であっても長い時間ゆっくりとした揺れを感じたときは、直ちに海浜から離れ、急いで安全な場所に避難する。
2. 地震を感じなくても、津波警報が発表されたときは、直ちに海浜から離れ、急いで安全な場所に避難する。
3. 正しい情報をラジオ、テレビ、広報車などを通じて入手する。
4. 津波注意報でも、海水浴や磯釣りは危険なので行わない。
5. 津波は繰り返し襲ってくるので、警報、注意報解除まで気をゆるめない。

出展：「沿岸地域における津波警戒の徹底について」(平成 11 年 7 月，津波関係省庁連絡会議)

____ 防災情報の提供と共有

津波は大きな地震の発生場所が沿岸近くの場合、地震発生から到達までの時間が非常に短く、避難時における時間的余裕が少ないこともあり、迅速な避難行動が重要となる。また、高潮においては台風の進路等によって避難の必要性の判断が変化する。そのため、住民への津波警報や高潮警報などリアルタイムでの防災情報の提供とこれにもとづく行政機関と住民との情報の共有が重要な課題となる。したがって、自治体及び関係機関は、情報共有体制を整備し、災害に対して強靱な情報ネットワークづくりを進めることが重要である。

____ 連携の強化

危機管理の強化にあたっては、災害時の円滑な情報の収集・伝達を図るため、希薄となった地域コミュニティの再構築と自治体及び関係機関の連携強化が重要となる。特に、災害弱者の一人世帯等においては、遠方の親戚等の支援がほとんど期待できないため、行政と地域住民の連携による避難活動が不可欠である。

被害軽減方策の充実

施設整備計画で想定している規模を超える津波・高潮が発生する可能性を鑑みれば、事前に浸水を想定し、被害を最小限に食い止めるための方策について検討し、防災計画に位置付けておくことが必要である。被害軽減方策には、事前の対策と災害時の対策とに分類され、各々ハード面の防災対策とソフト面の防災対策がある。いずれの対策も、海岸特性や破堤特性及び浸水特性を考慮したものでなくてはならない。

(2) 津波・高潮に対する防災対策の方向性

一定の外カレベル(施設設計上の防護目標)までは、ハード面の防災対策により対処すべきである。しかし、それを越える部分については、経済性等から見てすべてをハード面の対策で対応することは困難であり、ハード面とソフト面の防災対策の連携により対応することが必要である。また、施設設計上の防護目標内においても、ソフト面の対策も有効である。

ハード面とソフト面の防災対策の連携とは、「被害の最小化」を図るために、適切なハード投資により災害危険度を低減しつつ、危険度情報の共有等のソフト面の防災対策による住民の自衛力向上をはかり、被害の軽減を促進させることである。

< 解説 >

ハード面、ソフト面の津波・高潮防災対策

ハード面の防災対策とは、災害発生前の構造物による津波・高潮制御、被害抑制等のいわゆる防護水準の向上策のことである。また、ソフト面の防災対策とは、ハード面の防災対策では防ぎきれない津波・高潮災害に対する施策であり、災害発生の事前、直前、直後、事後の情報提供、あるいは避難施設等の整備等、被害軽減のための仕組みや設備の整備をいう。ハザードマップの作成はソフト面の防災対策として位置付けられる。

代表的なハード面、ソフト面の津波・高潮防災対策を表 1.3.2 に示す。なお、ソフト面の防災対策の中でもハード整備を伴うもの(避難路の整備等)がある。

表 1.3.2 ハード面、ソフト面の津波・高潮防災対策の例

分類	目的	対策メニュー	
		構造物整備によるもの	ソフト的な対応によるもの
ハード面の 防災対策	構造物による 津波・高潮 制御	<ul style="list-style-type: none"> ・防潮堤、高潮防波堤、津波防波堤の整備 ・護岸の整備 ・水門の整備 ・防潮林の整備 ・住宅等のRC、SRC化 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の維持管理・点検 ・施設の機能チェック
ソフト面の 防災対策	津波・高潮 被害の軽減	<ul style="list-style-type: none"> ・避難路、避難場所等の整備 ・情報伝達施設の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用計画の策定 ・台風接近時、地震直後の自主避難の取組み ・津波警報・高潮警報の提供 ・既往津波・高潮災害における教訓の共有 ・防災教育の実施 ・避難訓練の実施 ・自主防災組織の整備 ・津波・高潮ハザードマップの作成 ・被害想定及び地域防災計画の検証

参考：河田恵昭「危機管理としての海岸防災」
(平成 14 年 9 月，2002 年水工学に関する夏期研修会講義集，土木学会)

ハード面、ソフト面の津波・高潮防災対策の連携

ハード面とソフト面の防災対策の関係は図 1.3.1 に示したとおりである。一定の外力レベル(施設設計上の防護目標)までは、基本的に災害による被害を抑止する必要がある部分であり、ハード面の防災対策により対処する部分である。しかし、施設設計上の防護目標を越える部分については、経済性等から見て、すべてをハード面の対策で対応することは困難であり、ソフト面での対応が必要である。また、施設設計上の防護目標内においても、ソフト面の対策の方が有効である場合もある。しかし、確実な安全の確保のためにはハード面の対策が必要であり、ハード整備も継続して行う必要がある。なお、資産が集積している地域については、その資産集積が大きいほど適切なハード投資により絶対的な災害危険度を低減する必要が高いため、施設設計上の防護目標が受忍リスクレベルに漸近する。

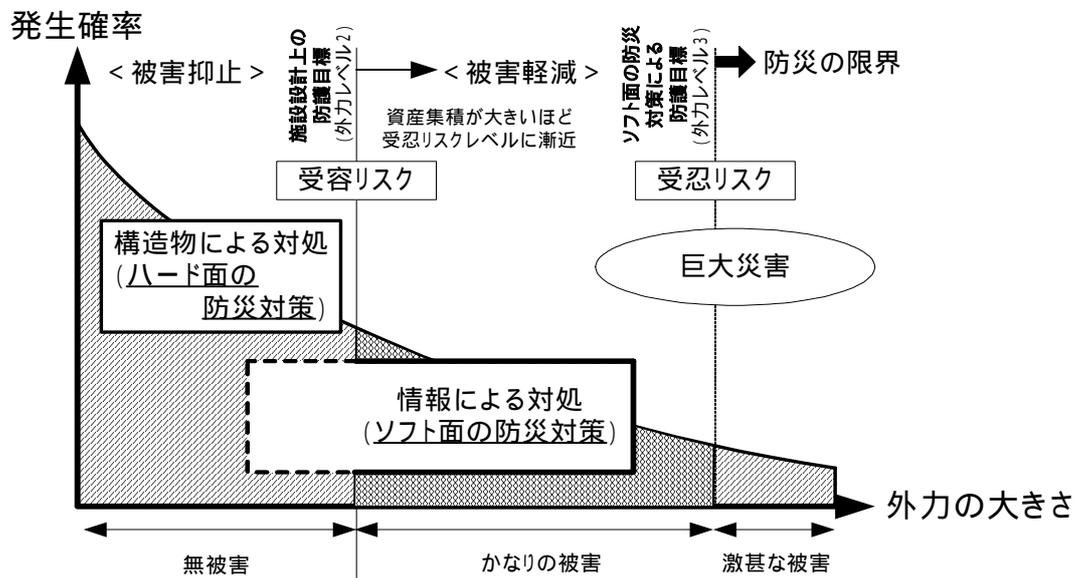


図 1.3.1 ハード面とソフト面の防災対策の関係

参考：河田恵昭「危機管理としての海岸防災」
(平成 14 年 9 月，2002 年水工学に関する夏期研修会講義集，土木学会)

図 1.3.2 に示すように、ハード面とソフト面の防災対策の連携とは、「被害の最小化」を図るために、「適切なハード投資により絶対的な災害危険度を低減」しつつ、「危険度情報の共有等のソフト施策による住民の自衛力の向上」をはかり、被害の軽減を促進させることである。

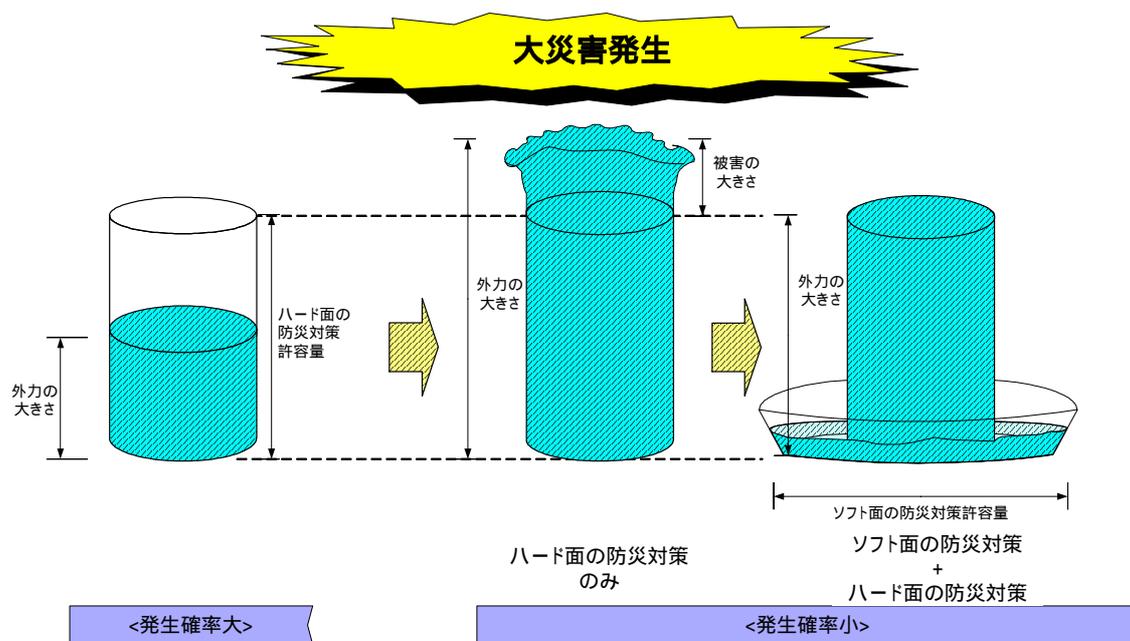


図 1.3.2 ハード面とソフト面の防災対策の連携イメージ

ハード面とソフト面の防災対策の連携については、以下のとおりである。

- a) まず、対象とする地域の災害危険度評価として、海岸保全施設などのハードの性能(天端高、耐震化の有無など)を評価し、それによる被害発生の可能性を推定する。
- b) 容認する被災レベルもしくは安全レベルを設定する。
- c) 防潮堤の新設等のハード整備を着実に進めるとともに、既設のハードの補強・補修に対して、施設の性能評価や災害危険度評価によって投資の優先順位を設定し、被害の最小化に即効性のある対策を効率的に進めていく。【ハード面の対策(1)】
- d) 被害軽減にはハード面の対策が有効であるが、ハード整備には費用と時間がかかるため、現状の施設整備状況を前提に地域住民へ災害危険度を周知する。例えば「どんな外力が来るとその地域・その場所でどのような状態が発生するのか?」、「その時どのように避難したらよいか?」について、また、津波・高潮警報等の防災気象情報の活用について津波・高潮ハザードマップ等の提供により事前に住民に知らせる。
- e) 住民は、その情報を基にあらかじめ災害への備えを行い、いざというときは自衛(適切な避難行動)によりハード整備による防護の限界を補う。その際、迅速な避難のために道路や避難場所の整備が必要となる。【ソフト面の対策】
- f) 逆に、避難のできない施設(病院や介護福祉施設など)や、避難しにくいエリア(居住者人口が多すぎる地域や、木造密集地域などの建物の倒壊が予想されるなど避難経路に問題がある地域など)においては、ソフト対策では対応しきれないので、優先的にハード整備を行う。【ハード面の対策(2)】

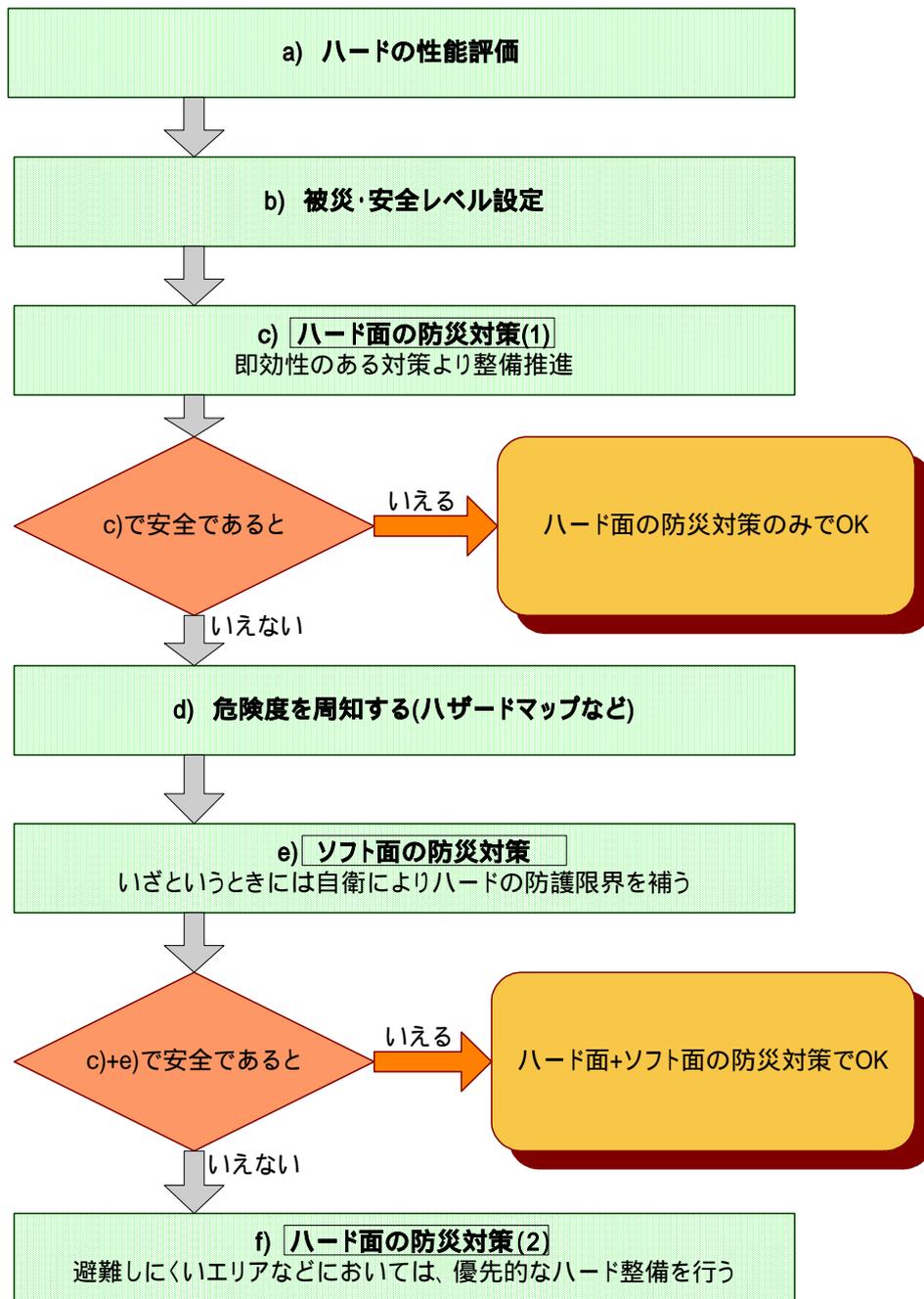


図 1.3.3 ハード面とソフト面の防災対策の連携フロー

津波対策におけるハード面・ソフト面の対策及びハザードマップの位置付けの例を下図に示す。

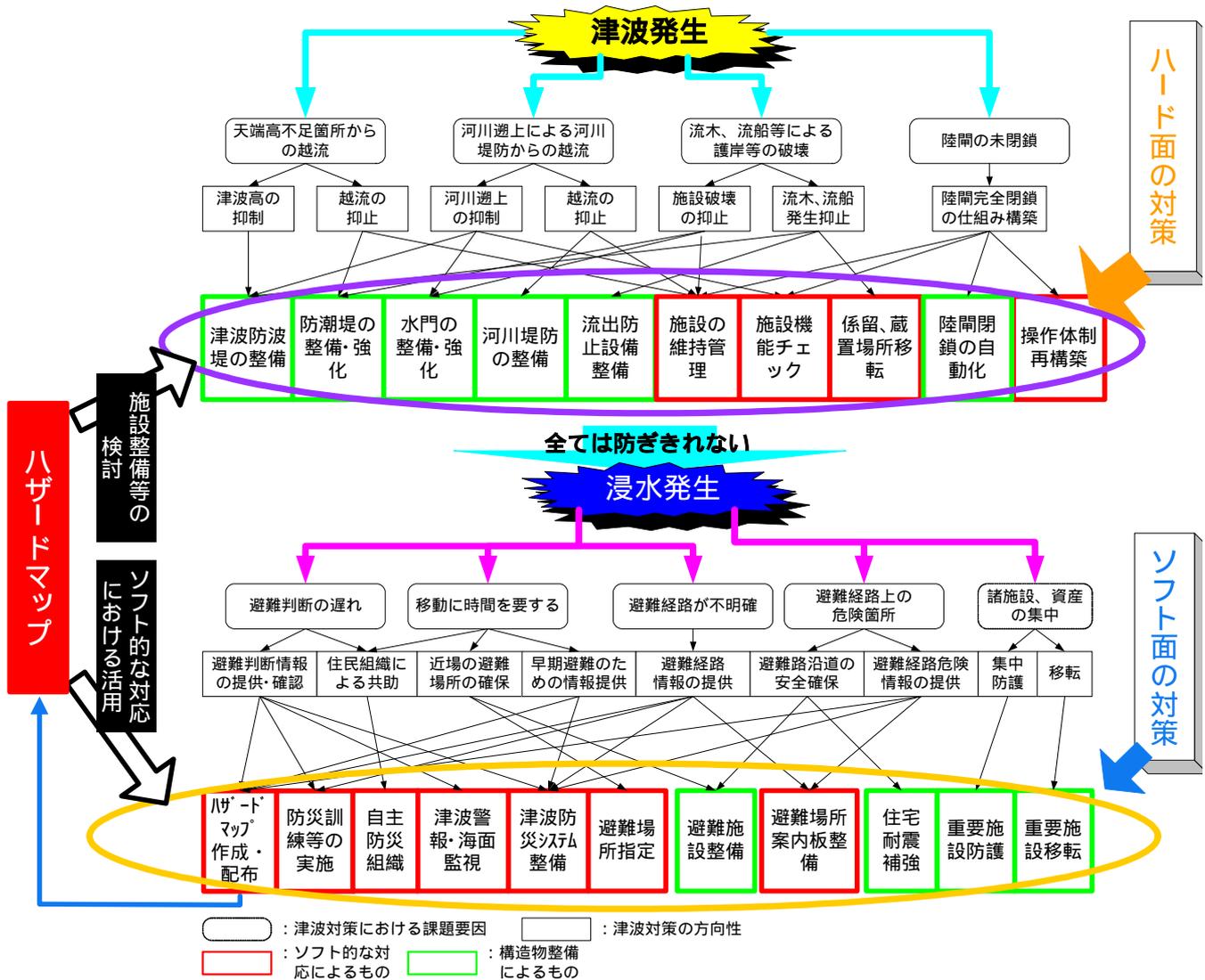


図 1.3.4 津波対策におけるハザードマップの位置付けとハード面の対策とソフト面の対策の例

1.4 津波・高潮防災対策におけるハザードマップの位置付けと役割

(1) 津波・高潮ハザードマップの位置付け

津波ハザードマップ・高潮ハザードマップを作成・活用することにより、津波・高潮による被害軽減のための、避難計画の策定、防災教育、防災意識の啓発、防災を意識したまちづくり及び住民とのリスクコミュニケーションの推進を円滑に行うことが可能になる。

< 解説 >

津波・高潮による被害軽減のため、特に重要な事項を以下に示す。

災害対策の「三助」

災害対策には、図 1.4.1 に示す通り、「自助」、「共助」、「公助」がある。これまで国及び地方公共団体等は防護施設の整備など、「公助」のための施策を中心に推進してきた。しかしながら、「公助」のみの災害対策には限界がある。地域住民やボランティア・企業等の連携による「共助」、自ら身を守る「自助」の充実も必要である。阪神・淡路大震災の例などから分かるように実際は発災直後の倒壊家屋からの脱出や復興過程における自宅再建など「自助」による対応が大半を占めるにも関わらず、住民の意識としては「防災は行政が対応すべきもの」という「公助」に対する依存が強い傾向がある。特に、発災直後から「公助」による活動が始まるまでの間や、進展する高齢化やバリアフリーの視点から見た場合、「共助」の必要性は今後さらに大きくなると考えられる。従って、「自助」、「共助」を助けるツールとしての津波・高潮ハザードマップ作成とそれを活用した避難計画の策定、防災教育、防災意識の啓発、防災を意識したまちづくり及び住民とのリスクコミュニケーションの推進などが重要である。

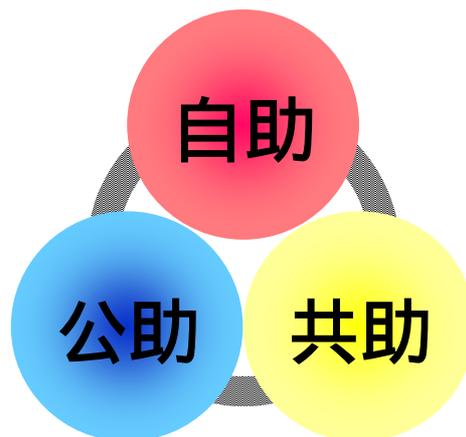


図 1.4.1 災害対策の「三助」

ハザードマップの位置付け

津波・高潮災害に対するソフト面での対策のうち最も重要となる情報提供手段のひとつが、津波・高潮ハザードマップである。これらハザードマップは、迅速な避難活動を可能にするほか、防災教育や防災意識の啓発と高揚に活用できる。また、防災を意識したまちづくりを推進

するための一助となる。

また、いつ来るか分からない災害に対する対策への投資レベルを行政だけで選択するのではなく、今後は住民との対話(リスクの程度、対策費用など)の中で検討していく必要がある。地域住民と行政が災害リスク情報を共有し、ともに対応を考える「リスクコミュニケーション」のツールとして津波・高潮ハザードマップを活用していくことが考えられる。

[コラム：リスクコミュニケーション]

科学技術を含めて世の中のあらゆる事象には、利便性と危険性が含まれている。したがって、その危険性から市民を守るために、情報の所有者である行政や企業は、事象の持つ利便性と危険性を市民に伝え、ともに対応を考える必要がある。このように、対象の持つポジティブな側面だけではなく、ネガティブな側面についての情報、それもリスクはリスクとして公正に伝え、関係者が共考し得るコミュニケーションのことを「リスク・コミュニケーション」という。また、リスクマネジメントを人間集団としてリスクと付き合う作法と解し、このための人々の情報、体験、感性、叡智の交流と相互理解をリスクコミュニケーションと呼ぶ。リスクに直面した場合は、その回避や被害の削減、緩和などのために戦略的なマネジメントを志向することも多く、そのために積極的な情報提示や意見の相互交流などによりリスクコミュニケーションがはかれる。リスクコミュニケーションは関係者の参加・参画を進展させながら、リスクの理解とそれへの対処の行動についての双方向の交流を進めることでもある。ここでは、コミュニケーションも広義のマネジメントの一翼を担うものとして位置付け、両者をまとめて解釈する。

資料：「リスク学事典」(平成12年，日本リスク研究学会)

(2) 津波・高潮ハザードマップの役割

津波・高潮防災対策において、津波・高潮ハザードマップは、住民の避難対策などのソフト面の役割や防護水準向上のための施設整備検討支援などのハード面の役割を担う。

< 解説 >

ハード面、ソフト面の各面の津波・高潮防災対策における津波・高潮ハザードマップの代表的な役割を以下に示す。

< ソフト面の対策に対する役割 >

住民に対する災害情報の提供

行政担当者に対する災害情報の提供

住民と行政担当者とのリスクコミュニケーションのツール

< ハード面の対策に対する役割 >

防護水準向上のためのハード整備検討支援

避難場所の整備や海岸保全施設監視システム等の災害発生時対応のハード整備検討支援

災害発生後の復旧検討支援

表 1.4.1 津波・高潮防災対策における津波・高潮ハザードマップの役割

分類	対象	施策メニュー例	ハザードマップの役割
ソフト面の防災対策	住民	・ 啓発	住民に対する災害情報の提供
		・ 避難情報提供	
		・ 防災訓練	
	行政担当者	・ 防災予防対策	行政担当者に対する災害情報の提供
		・ 防災行動計画	
		・ 避難準備	
・ 避難計画・救援計画			
・ 津波・高潮防災システム整備			
・ 津波・高潮警報に関する情報			
住民及び行政担当者	・ 住民と行政とのリスクコミュニケーション	住民と行政担当者とのリスクコミュニケーションのツール	
ハード面の防災対策	行政担当者	・ 海岸保全施設等の情報提供による防護水準向上のためのハード整備	ハード整備のための海岸保全施設情報の提供
		・ 防災拠点等の整備計画	避難場所の整備や海岸保全施設監視システム等の災害発生時対応のハード整備検討支援
		・ 応急対策必要箇所情報提供	
		・ 施設(陸閘等)の稼働システム・稼働状況チェックシステム整備	
・ 被災状況のリアルタイム把握による復旧計画	災害発生後の復旧検討支援		

被災する危険性の高い区域に居住する人は場合によっては高齢者や、一人住まいであることも考えられる。そのため、その区域に居住する人々に、いかにソフト面の防災対策の意識を持ってもらうかが、課題になる。

情報の受け手には在住者、在勤者、在学者、通過者などさまざまな形態があり、対象によって必要とする情報が異なることにも留意が必要である。

第2章 津波・高潮ハザードマップの概要

2.1 津波・高潮ハザードマップの作成目的

住民避難用ハザードマップの作成目的は、居住地における適切な避難実施のための津波・高潮に対する危険度、避難場所・避難路及び避難の判断に資する情報を、住民に提供するとともに、リスクコミュニケーションのツールとして、対象災害のリスクの程度や対策について住民に情報提供することである。

行政検討用ハザードマップの作成目的は、行政内で各担当者がそれぞれの業務において予防対策、応急対策に活用することである。

< 解説 >

住民避難用ハザードマップの作成目的は、居住地、勤務地あるいは通過地において適切に避難するために、津波・高潮に対する危険度、避難場所・避難路及び避難の判断に資する情報を、住民に分かりやすく提供することである。また、リスクコミュニケーションのツールとして対象災害のリスクの程度や対策について住民に分かりやすく情報提供することである。

行政検討用ハザードマップの作成目的は、行政内で各担当者が予防対策、応急対策等に活用することである。行政担当者が津波・高潮ハザードマップを活用する事例としては、防災担当者による避難計画の立案、海岸管理者・港湾管理者・漁港管理者等による施設整備や利用者安全対策等の検討などが挙げられる。

企業にとっても、津波・高潮ハザードマップは、事務所や工場などの立地適地の選定に活用できるとともに、浸水危険度の高い地域に存在する一般事務所や工場等、特に危険物を有する工場や研究施設における社員の避難対策などの検討において必要性は高い。

さらに、これらを各種まちづくり活動の基本情報として活用できるよう、関係機関や住民などに対し、適切に情報提供を行う必要がある。

2.2 津波・高潮ハザードマップの作成範囲及び対象災害

津波・高潮ハザードマップの作成範囲は、住民避難に関する権限・責任の所在に対応し、当該市町村を基本単位とする。また、地形上及び避難検討上の観点から必要に応じて、隣接市町村との整合に留意するものとする。

また、津波ハザードマップと高潮ハザードマップは、個別に作成するものとする。

< 解説 >

作成範囲

避難に関しては、当該地区の市町村長がその責任を有していることから(災害対策基本法第 60 条)、津波・高潮ハザードマップの作成範囲は、市町村を基本単位とする。

但し、地形上の観点から一体として検討すべき地区(例えば、大河川で囲まれた地区等)については、市町村単位にこだわらず、必要に応じて浸水予測区域を設定することが望ましい。また、隣接する市町村との外力設定の整合性についても考慮する必要がある。さらに、避難検討上の観点からも、隣接する市町村を含めた広範囲を対象として検討した方がよい場合があるため、注意が必要である。なお、海岸保全施設前面についても、利用者や業者などが存在する可能性がある場合には、避難場所・避難経路などをマップ上に記載すべきである。従って、地域によっては、海岸保全施設前面の臨海部埋立地、ふ頭用地、マリナーなどの小型船溜り、海水浴場、海浜緑地等についても作成範囲に含め、検討する必要がある。

対象被害

津波と高潮は、共に海岸からの浸水による災害であるが、その原因や浸水パターン、避難の仕方などにおいて、本質的に違う事象である。よって、津波ハザードマップと高潮ハザードマップは、個別に作成するものとする。

なお、住民の利用を考えた場合、最終的には、高潮、津波、洪水、土砂災害等も含めた統合的なハザードマップが望ましい。しかし、

- a) 現段階では未整備の「津波」、「高潮」のマップ作成が急務であること
- b) 統合的なマップのためにも個別のハザードマップが必要であること

等から、本マニュアルでは統合的なハザードマップ整備の前段階としての「津波ハザードマップ」、「高潮ハザードマップ」の作成を対象としている。

2.3 津波・高潮ハザードマップの整備主体と役割分担

津波・高潮ハザードマップの整備は、住民避難用ハザードマップは住民の避難に責任を有する市町村が、行政検討用ハザードマップは各行政の各担当部署がそれぞれ主体となり、都道府県や国の支援のもとに進める。

なお、津波・高潮ハザードマップ作成にあたっては、対象範囲などの状況に応じ、市町村、都道府県、国が適切な役割を分担するものとする。また、行政が完成品を住民に提供するよりも、住民も津波・高潮ハザードマップの作成に参画した方がハザードマップへの地域特性の反映や周知、利用促進の上で有効であるため、ワークショップ等を通じて、住民も主体的に参加できる体制を整えるものとする。

津波・高潮ハザードマップの効率的作成のための支援としては、浸水予測実施における都道府県・国の支援や、海岸データベースの構築によるデータ提供などが挙げられる。

< 解説 >

ハザードマップの整備主体

住民避難用ハザードマップは、災害発生時の避難行動に役立てることが最大の目的であるため、地域の状況を把握しており、避難に関して責任を有する市町村が作成するものとする。

行政検討用ハザードマップは、それぞれの作成目的に対応して、各担当部署において作成するものとする。

なお、以下に各主体の基本的な役割分担の考え方を示すが、具体的な都道府県や国と整備主体との連携や支援のあり方は、地域特性や状況に応じ、適切に対応するものとする。

ハザードマップ整備促進における役割分担

対象とする範囲によっては、重複計算の防止、隣接市町村との外力・被害想定の一貫性確保などの理由により、ベースとなる浸水予測区域図を統一的に作成した方がよい場合がある。この場合、市町村における津波・高潮ハザードマップの整備に際しては、都道府県や国が必要なデータや予測条件等の提供や浸水予測の実施、近隣市町村の連携のための調整等の支援を担い、市町村は、その支援を受けて津波・高潮ハザードマップの作成を進めるものとする。また、全国的に海岸保全施設のデータベースを整備することにより、効率的な津波・高潮ハザードマップの作成が可能になると考えられる。

また市町村は、ワークショップ等を通じて、住民が主体的に津波・高潮ハザードマップ作成に参加し、学習できる体制を整えるものとする。

なお、本マニュアルでは浸水予測の実施主体は、対象範囲に応じて対応することとしたが、その他、市町村の財政状況、技術力を考慮し、都道府県や国が所要の役割を果たすことも必要

である。

次表に津波・高潮ハザードマップの整備促進における市町村、都道府県及び国の役割の考え方を示す。

表 2.3.1 津波・高潮ハザードマップ整備促進における市町村・都道府県・国の役割の考え方

主体	役割
市町村	津波・高潮ハザードマップ作成 <ul style="list-style-type: none"> 地域に応じた作成条件の設定 マップ作成及び独立した領域における浸水予測・被害想定 住民参加等による地域の創意工夫の活用・自衛意識の向上・周知の徹底
都道府県	複数の市町村にまたがる場合や単独市町村で実施困難な場合の検討の実施と津波・高潮ハザードマップ作成支援 <ul style="list-style-type: none"> 外力・浸水予想区域の設定や被害想定等
国	複数の都道府県にまたがる場合や単独都道府県で実施困難な場合の検討の実施と都道府県、市町村への技術支援 行政手法の開発・強化 <ul style="list-style-type: none"> 津波・高潮ハザードマップ作成における課題の解決 作成支援システムの構築 ノウハウや情報の提供及び共有化 <ul style="list-style-type: none"> 津波・高潮ハザードマップ作成マニュアルの作成 国・自治体及び住民の危機認識の共有化や自発的対応行動の促進 ハザードマップの作成促進に向けた、作成主体への積極的な協力 海岸関係の基礎的な情報のデータベース整備 <ul style="list-style-type: none"> データベース整備に伴うハザードマップ作成の効率化 自治体が行う、ハザードマップと連動したリアルタイム情報の提供やハザードマップを利用した防災対策推進の支援

防災関係機関・海岸管理者等の役割

海岸管理者は、津波・高潮ハザードマップの作成に際して、整備主体に対し、津波・高潮による浸水予測時の各種情報の提供を行う。提供すべき情報としては、海岸保全施設などの被災のメカニズムや津波・高潮浸水予測時における水深や標高データ、既往の災害時の浸水範囲等が挙げられる。港湾管理者・漁港管理者等についても防災情報等の提供を行うものとする。

また、防災関係機関や海岸管理者等は、津波・高潮ハザードマップの整備促進に向けて、整備主体を積極的に支援していくことが望ましい。これらの取り組みを通して、防災関係機関や海岸管理者等においても、危機管理レベルや防災意識の向上、防災情報の共有化が図られることが期待される。

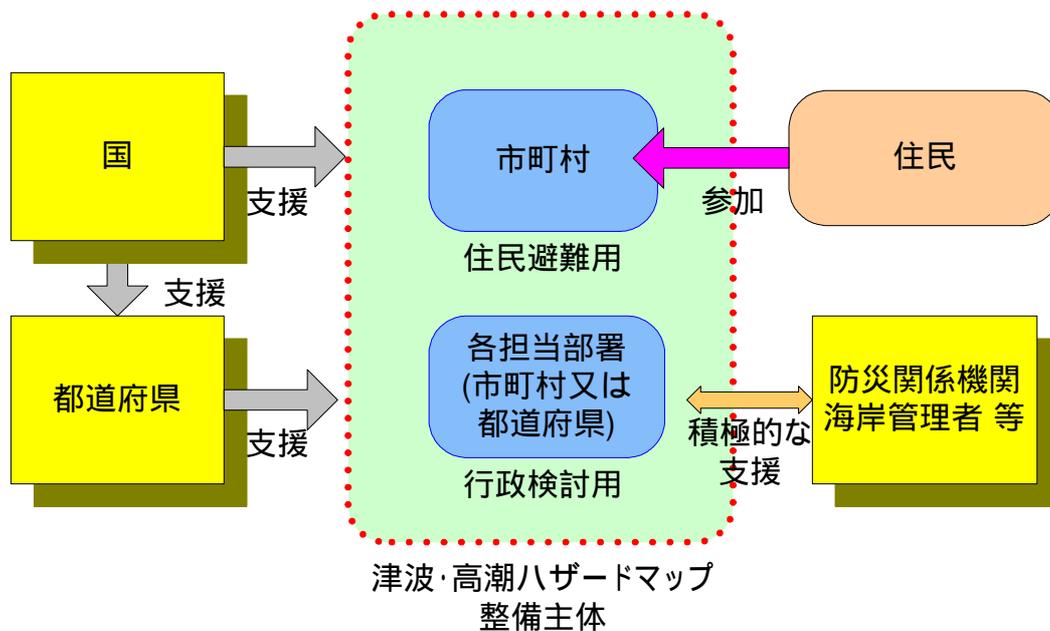


図 2.3.1 津波・高潮ハザードマップの整備主体

海岸データベース構築による津波・高潮ハザードマップ作成支援

海岸保全の考え方が「防護」から「防護・環境・利用の調和」へと転換する中で、海岸保全はハード対策とソフト対策の適切な組み合わせによって被害の軽減を図ることも重要となっている。このような背景の下、海岸の災害危険度を評価するために必要な基礎的情報の収集・分析・開示を実現することを目的として、現在、海岸に係る各種データを格納した海岸データベースの構築が別途進められている。将来的に、この海岸データベースを活用することで津波・高潮ハザードマップの作成に必要なデータ収集・分析の負荷が軽減され、効率的に津波・高潮ハザードマップを作成することが可能となる。

なお、海岸データベースの活用方策としても「ハザードマップの作成支援」が挙げられている。

表 2.3.2 海岸データベースから津波・高潮ハザードマップの作成のために提供するデータ例

データ分類	データ名
ハザード情報を作成するシミュレーションに必要となるデータ	・施設の天端高データ ・護岸の形式 ・地盤高データ 等
津波・高潮ハザードマップに記載するデータ	・浸水予測データ(津波・高潮) ・人口データ ・土地利用データ ・被災履歴 等

津波・高潮ハザードマップ整備のスケジュール

津波・高潮ハザードマップの整備スケジュールについては、第1章で示した通り、津波・高潮対策は緊急かつ計画的に進める必要がある。このため、関連主体の支援・協力の下、各地域の災害対策の緊急度に応じて出来る限り速やかに整備を進めるものとする。

2.4 ハザードマップの形態及び表現

住民避難用ハザードマップは使いやすい形態(媒体・材質・大きさ等)とし、災害の際にハザードマップを適切な避難に活用するための工夫(携行しやすいマップ形態の工夫、現地標識との対応など)が必要である。また表現は、避難時に活用する情報はシンプルに表現されている必要があり、平常時に活用する災害学習情報等と区分して作成するなどの工夫が必要である。

行政検討用のハザードマップについても用途に応じた形態・表現の工夫が必要である。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップの形態

津波・高潮ハザードマップは分かりやすく使いやすい形態(媒体・材質・大きさ等)でなければならない。特に、日頃から家庭で掲示しておくことが望ましい住民避難用ハザードマップについては、家庭などにおいて目に付くところに常に掲示できるサイズ・形態とすることが望ましい。例えばA3判程度、冷蔵庫への貼付、ごみカレンダー・行政便利帳・電話帳との連携などを考慮したサイズ、形態とすること、非常時に持ち出せる形態(蛍光化、耐水化などの工夫)で作成することなどが考えられる。

以上は、戸別配布の住民避難用ハザードマップのイメージであるが、現地表示用(避難標識・掲示板等)、ワークショップ用、啓発展示用のハザードマップについては、その用途に応じて形態・表現、活用方法を設定するものとする。

津波・高潮ハザードマップの記載事項・表現方法

津波・高潮ハザードマップの記載事項についても住民が十分理解出来るよう吟味して記述する必要がある。住民避難用ハザードマップは、言うまでもなく災害発生時の避難の際に活用するものである。万が一、津波・高潮ハザードマップに示された情報を住民が正しく理解できず避難の際の判断を誤ると命を失う危険性もある。

従って、住民避難用ハザードマップは、誰もが理解できるよう、シンプルであることが不可欠であると考えられる。

なお、ハザード情報をシンプルに図化して公表すると、あたかも津波・高潮時には必ず表示された災害になるというイメージが住民に固定化される懸念もある。このため、ハザードマップを用いたリスクコミュニケーションや、作成時の住民参加が重要になる。

2.5 津波・高潮ハザードマップの作成手順

津波・高潮ハザードマップは、浸水予測区域の設定、津波・高潮防災情報の表示の手順で作成する。

なお、浸水予測区域の設定においては、外力条件の設定や施設条件の設定等といった条件設定と、浸水予測や施設危険度評価等といった各種シミュレーション等を実施する。

また、津波・高潮防災情報の表示においては、記載事項の設定や表現方法の設定等といった表示すべき防災情報の内容設定と、必要事項の記載、必要情報の図化といった、具体的な津波・高潮表示情報の作成を行い、さらにワークショップ等による地域独自の情報等の盛り込みといった地域での工夫を行う。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップの作成手順

津波・高潮ハザードマップの作成・活用の流れを図 2.5.1 に示す。また津波・高潮ハザードマップの作成手順を図 2.5.2 に示す。

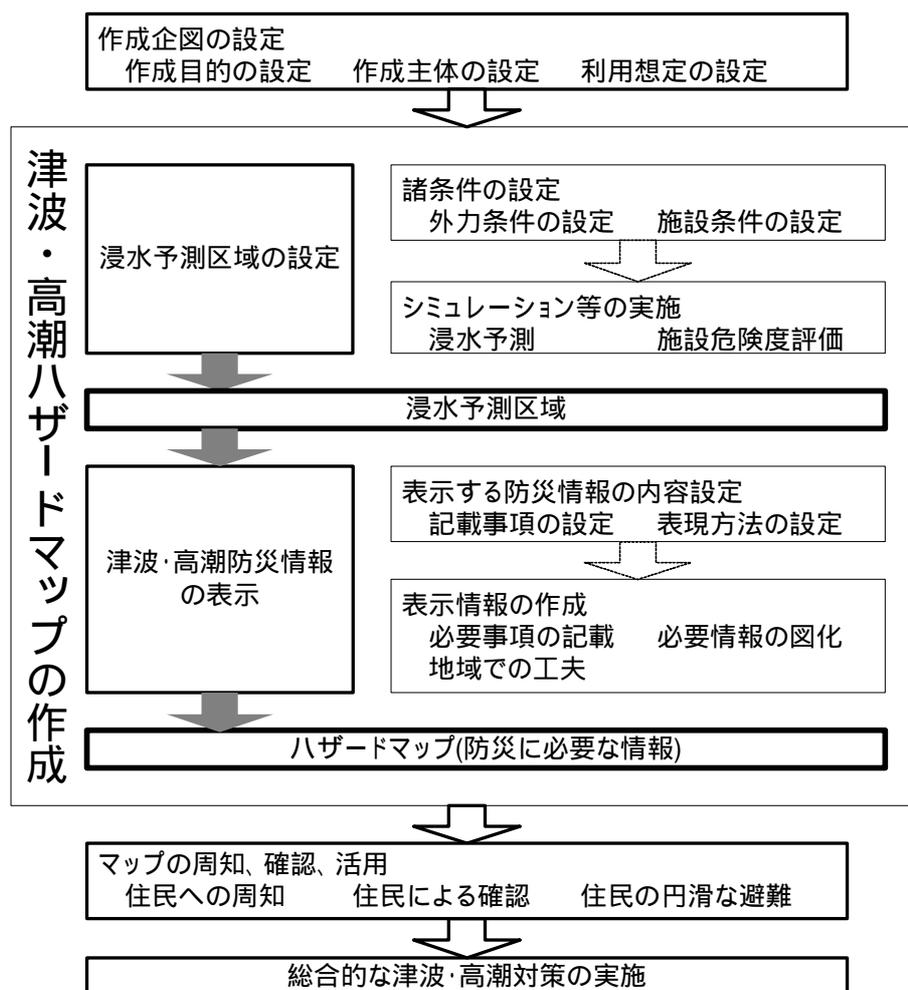


図 2.5.1 津波・高潮ハザードマップ作成・活用の流れ

図 2.5.2 に示すように、住民避難用ハザードマップは、浸水予測区域に避難基本情報(避難に

必要不可欠な最小限の情報)や避難付加情報(予測最大浸水深ランクや予測到達時間など避難に際し付加的な情報)を付加することにより作成する。同様に、行政検討用ハザードマップも基礎情報(浸水予測区域、防護施設など共有できる情報)と作成目的に応じた目的別情報(防災拠点や警察・消防等の目的別情報)から作成する。(避難基本情報、避難付加情報などの詳細については第4章参照)

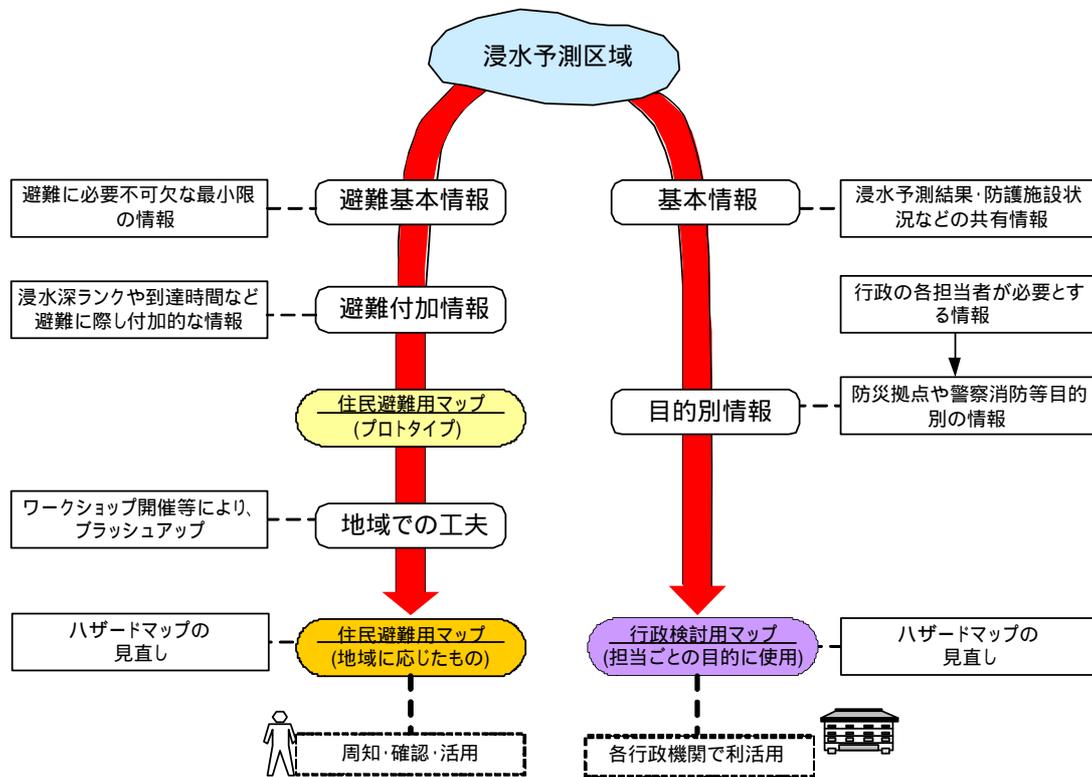


図 2.5.2 住民避難用・行政検討用ハザードマップ作成の流れ

津波・高潮の特性を考慮した浸水予測区域の設定

きめ細かな避難活動などのソフト対策や、浸水の特性にあったハード施策を実施していくためには、浸水深や流速、浸水開始時間等の浸水想定情報を含む津波・高潮の特性を考慮した精度の高い浸水予測が必要である。

浸水予測区域の設定にあたっては、津波・高潮ハザードマップ作成担当者は作成する津波・高潮ハザードマップにおいて、浸水について、どのような種類、精度の情報が必要であるのかを、十分に検討する必要がある。浸水予測は、津波・高潮ハザードマップの核になる部分であり、より正確なものとするために、外力・施設条件等の細かい設定を反映でき、流速等の情報を得ることができる数値計算シミュレーションを実施することが望ましい。(浸水予測区域の設定方法については第3章参照)

数値計算シミュレーションが困難な場合は、第1段階として作成時点で入手可能なデータのみで津波・高潮ハザードマップを作成し、浸水予測区域等の精度を向上させ、更新するなど段

階整備を行うことも考えられる。例えば、過去の浸水実績が存在する場合は、これを浸水予測計算の代わりに用いたり、簡便な方法で想定した浸水予測区域と震災点検による避難箇所データなど既往のデータで作成することも可能である。しかし、この場合、既往の浸水実績を超える浸水被害が生ずる可能性があることなどを明記し、後に段階的に浸水予測区域を見直し、記載情報を差し替えていくことが望ましい。

また、数値計算シミュレーションによる浸水予測は、不確実性を有していることにも留意が必要である。(不確実性への対応については第4章参照)

2.6 ハザードマップの避難時の活用

住民は、住民避難用ハザードマップより、避難場所、避難経路等の情報を把握し、避難行動に移る。しかし、ハザードマップを見ていない人への対応やハザードマップが想定していない事態の発生も考えられるため、住民避難用ハザードマップと連携した避難標識・掲示板の設置やリアルタイム情報の提供も重要である。

住民避難用ハザードマップは、災害の際、適切な避難の実施のために使用する。津波・高潮ハザードマップと避難行動との関係を下表に整理する。なお、津波からの避難においては、地震を感じたら即時に避難することが基本であるが、これまでの事例によると情報入手時期が住民の避難行動に影響を与え、災害情報の遅れが避難行動の遅れにつながることが分かっており、適切な段階で早期に情報を周知することが重要であることに留意が必要である。

表 2.6.1 災害発生前における津波・高潮ハザードマップと避難行動との関係

津波・高潮ハザードマップと避難行動との関係	ハザードマップの活用
・津波・高潮に対する危険度、避難場所・避難路、避難の判断に資する情報の把握(地域住民)	・住民避難用ハザードマップ(紙媒体)
・避難場所や避難道路の整備、災害対策本部の適地選定、河川・海岸・港湾施設等防災施設の整備、防災教育、土地利用計画・地域計画への活用(行政)	・行政検討用ハザードマップ

住民避難用ハザードマップに記載された情報は事前情報であり、住民は災害時には周囲の状況とハザードマップの記載情報から判断し、避難行動に移ることとなる。しかし、災害時に各々の住民が把握できる周囲の状況に関する情報は限られており、正しい判断ができるとは限らない。また、ハザードマップが想定していない事態の発生も否定できない。従って適切な避難の実施のためには、住民避難用ハザードマップと連携した避難標識・掲示板の設置やリアルタイム情報の住民への提供も重要である。

例えば、現在各自治体で整備されている防災行政無線などが災害時に流すリアルタイム情報についてもハザードマップの記載事項と連動した表現・情報とすることが挙げられる。また、ITを活用した双方向型ハザードマップ閲覧システムも災害時にはリアルタイムな情報を提供する手段として考えられる。

第3章 浸水予測区域の検討方法

3.1 津波・高潮の特徴

津波・高潮はそれぞれ形態が異なっており、それぞれの特徴を認識した上で、浸水予測区域の検討を行うことが重要である。

< 解説 >

津波・高潮の一般的な特徴を表3.1.1に整理する。

表3.1.1 津波・高潮の一般的な特徴

項目	特性
津波の特徴	地震に起因する津波は、震源が陸地に近い場合、地震直後に津波が襲来し、浸水するなど高潮と比較して避難に関する時間的余裕が少ない。 また、津波は高潮と比較して流速が大きく、特に引き波による構造物の被害も考えられる。地震動や、押し波に伴う船舶等の衝突による防潮堤等による防護施設の被災により、浸水が生じる可能性もある。 波力による影響として、越波、津波力を考慮する。また、河川からの影響については必要に応じて検討する。
高潮の特徴	ほとんどの場合大規模な台風に伴って発生するため、ある程度の予測が可能であるが、一度破堤した場合には、その被害はかなりの広範囲に及ぶことになる。

(1) 津波の特徴

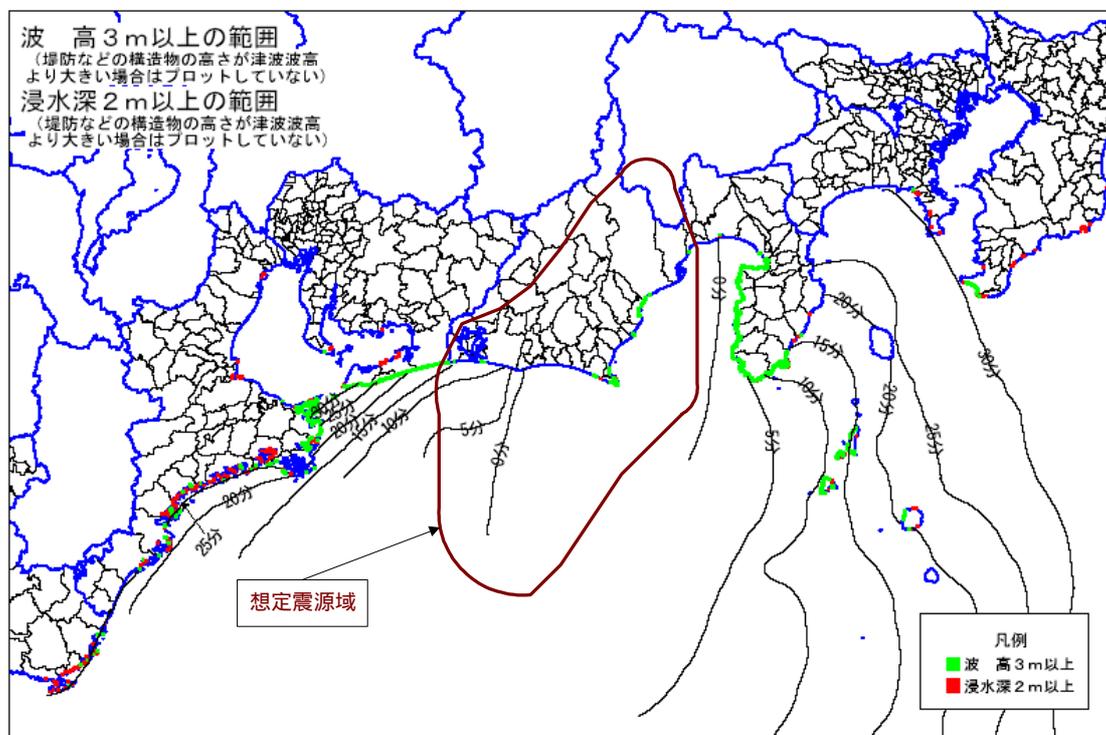
地震に起因する津波は、震源に近い地区の場合、地震直後に津波が来襲し、浸水するなど、高潮と比較して避難に関する時間的余裕が少ない。津波は高潮と比較して流速が大きく、特に引き波による建造物の被害が考えられる。また、地震動や押し波に伴う船舶の衝突による防護施設の被災により浸水が生じる可能性もある。

< 解説 >

津波は、ほとんどの場合、その原因となる地震や地すべり・火山の爆発など発生予測が困難であり、地震発生直後からの津波予報体制は整ってはいるものの、津波の伝播速度が非常に速く、津波の波源域が沿岸に近い場合は、時間的余裕を持って津波予報をすることは非常に困難である。さらに地形が複雑であれば津波が予想外の方向から来襲するため、緊急かつ迅速な避難が重要となる。図 3.1.1 に参考として、津波の到達時間に関する資料を示す。

また、通常の海岸護岸・堤防は、津波高よりも低いことが十分考えられ、護岸・堤防が完成した海岸においても、被害が発生する可能性がある。さらに、押し寄せた津波が戻るときの引き波によっても甚大な被害が発生することも想定する必要がある。

浸水域の広さは、主として津波の高さによるが、津波高は地震の規模や震源位置及び海底の地形等によっても異なる。



資料：東海地震対策専門調査会資料

図 3.1.1 津波の到達時間

(2) 高潮の特徴

高潮は、ほとんどの場合、大規模な台風に伴って発生するため、ある程度の予測が可能であるが、一度破堤した場合には、堤外地全体の水位が高いため、その被害はかなりの広範囲に及ぶことになる。

< 解説 >

高潮は、ほとんどの場合、大規模な台風に伴って発生するため、ある程度の予測は可能である。顕著な高潮浸水が生じるようなケースは、図 3.1.2 に見られるような、天文潮の満潮と、高潮偏差の極大値が重なった場合において発生することが多いが、勢力の強い台風では、台風の来襲が満潮等に重ならなくても、浸水被害を生じることがある。

また、一度破堤した場合には、堤外地全体の水位が高いため、その被害はかなりの広範囲に及ぶことになる。したがって、高潮浸水の被害の程度については、堤防等の破堤に大きく左右されることとなる。また、大規模な台風に伴って発生するため、割れた窓ガラスや飛来する看板などにより、避難の困難さを伴うことが多い。

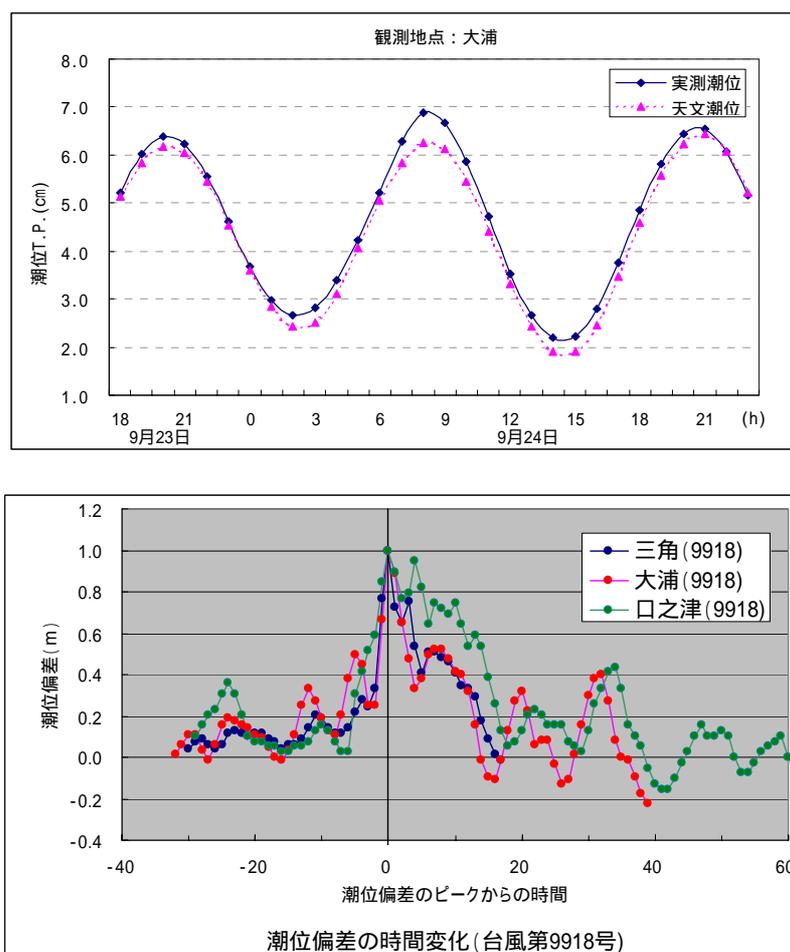


図 3.1.2 既往高潮における潮位と高潮偏差の時間変化図(台風 9918 号、有明海各地)

3.2 浸水予測区域の設定における条件設定の考え方

(1) 条件設定項目

津波・高潮ハザードマップの作成にあたり、災害対策を検討するための対象外力(外力条件)と災害時の施設の破壊・機能状況(施設条件)を適切に設定する。また、現在の技術水準では考慮できない条件についても、今後の技術の進展に応じて将来的には考慮すべきである。さらに、設定した条件以外の状況での災害発生の可能性もあることに留意する必要がある。

複数地域にまたがる災害を対象とする場合には、隣接市町村における条件設定との整合性に留意する必要がある。

< 解説 >

設定項目

津波・高潮ハザードマップに供する浸水予測区域の設定に際しては、現在の最先端の技術水準において、一般的に表 3.2.1 に示す項目の条件設定が必要となる。また、表 3.2.1 の記載項目以外にも、高潮においては、台風の移動速度も波浪・浸水に大きな影響を与える可能性があり、津波においては、地震以外にも火山の噴火や大規模地滑りなどに起因した津波も考えられる。

条件設定の項目については、作成目的や評価対象から必要に応じて選定するものとするが、現在の技術水準では考慮できない条件についても、今後の技術の進展に応じて将来的には考慮すべきである。また、設定した条件以外の状況での災害発生の可能性もあることに留意する必要がある。

なお、設定以外の条件についてのマップへの記載は、紙媒体のハザードマップの限界を超えているが、最悪の場合に備えて対応できるよう、緩衝領域(バッファ)の設定や(4.4(3)参照)想定を超える災害発生の危険性をマップ上に記載する等により対応する。

表 3.2.1 津波・高潮ハザードマップ作成において一般的に条件設定が必要な項目

区分	津波ハザードマップ	高潮ハザードマップ
外力条件	1. 地震規模 2. 震源位置 3. 地盤変動 4. 潮位 5. 河川条件	1. 台風規模 2. 台風進路 3. 潮位偏差 4. 河川条件
施設条件	1. 破壊メカニズム 2. 施設機能状況	

条件設定にあたって留意すべき事項

a) 隣接市町村との条件の整合

複数地域にまたがる災害を対象とする場合や広域的な検討を行う場合には、隣接市町村における条件設定との整合性にも留意する必要がある。

b) その他の条件設定

地下鉄や地下街への浸水については、必要に応じて別途検討を行う。

(2) 外力条件の設定

浸水予測区域の設定に際しての外力条件は、最悪の条件設定を基本として、作成目的及び作成対象地区の特性に応じ、合理的な外力レベルを検討・設定する。

< 解説 >

外力レベル

津波・高潮の浸水予測の外力としては、基本的には表 3.2.2 及び表 3.2.3 に示す 3 つの外力レベルが考えられる。

津波・高潮ハザードマップ作成における外力条件は、最悪の条件設定(表 3.2.2、表 3.2.3、表 3.2.4 における外力レベル 3)を基本として、作成目的及び作成対象地区の特性に応じ合理的な外力レベルを検討・設定する。例えば、施設整備が十分でない地域においては、外力レベル 2 (施設設計上の外力)を用いることも考えられる。

また、複数地域にまたがる災害を対象とする場合、隣接市町村における条件設定との整合性に留意する必要がある。

表 3.2.2 検討目的と外力条件

外力種別	定義	検討目的	備考
外力レベル 1	現実的な実感で きる発生頻度の 外力	施工中など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	
外力レベル 2	防護目標にかな う設計上の外力	施設設計上の整備目標	現時点でハードで対応できない 部分はソフト対応、時代によって 変化(レベル 3 に近づく)
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	ハードでは対応不可、最大限のソ フト対応

表 3.2.3 津波・高潮検討との対応

外力種別	津波	高潮
外力レベル 1	養殖施設等に影響する津波(地上に影響 しない)	発生頻度の高い高潮
外力レベル 2	設計外力(既往最大津波)	設計外力(既往最大又は想定最大[既往 最大規模・最悪進路])
外力レベル 3	想定最大津波(想定地震規模、最悪震源 位置)	想定最大高潮(わが国既往最大規模・最 悪進路)

表 3.2.4 外力レベルの諸設定の比較

	既存の基準書など		津波・高潮ハザードマップ研究会 浸水計算時における外力条件	
	地震動レベル (港湾基準 p258)	性能設計における設計高潮位 (港湾空港技術研究所)	津波レベル	高潮レベル
外力レベル1	再現期間75年の期待地震動(全ての施設)	30~100年 (比較的発生頻度の高いクラスの台風による潮位偏差と台風期の平均満潮位)	現実的、実感できる発生頻度の外力	
			無し	発生頻度の高い高潮
外力レベル2	再現期間数百年の期待地震動、プレート内地震動、あるいはプレート境界地震動(耐震強化施設)	100~1000年 (既往最大級の台風による潮位偏差と通年の朔望平均満潮位)	防護目標にかなう設計上の外力	
			設計外力(既往最大)	設計外力(既往最大または想定最大)
外力レベル3		500~10000年 (考えられる極限の台風による潮位偏差と台風期の朔望平均満潮位)	最悪の浸水状況をもたらす外力	
			想定最大	想定最大(最大規模・最悪コース)

参考)高橋・河合・高山「1999年の台風18号による今後の高潮・高波対策について」(平成12年10月,土木学会誌)

外力条件の設定における留意点

津波ハザードマップ作成における外力条件の一般的な設定項目は、地震規模、震源位置、地盤変動、潮位、河川条件である。高潮ハザードマップ作成における外力条件の一般的な設定項目は、台風規模、台風進路、潮位偏差、河川条件である。

これらの設定項目は、作成目的や評価対象・地域特性から必要に応じて項目を選定し、リスク等の前提条件を決定するものとするが、現在の技術水準では考慮できない条件についても今後の技術の進展に応じて将来的には考慮すべきである。また、設定した条件以外の状況での災害発生の可能性もあることに留意する必要がある。

(3) 施設条件設定の考え方

浸水予測区域の設定に際しての施設条件は、災害の特性及び作成目的、作成対象地区の特性に応じて設定する。

< 解説 >

ハザードマップ作成における施設条件の一般的な設定項目は、破壊メカニズム、施設機能設定状況である。破壊メカニズムについて、津波ハザードマップ作成においては、地震動による施設の転倒、滑動、液状化などによる破壊を考慮する。そのためには、地震時における施設の耐震性を照査する必要がある。また、場合によっては船舶等の衝突についても考慮が必要である。高潮ハザードマップ作成においては、高潮による越波・越流による施設の破壊を考慮する。破堤して浸水する場合は、破堤箇所等について定義を明確に示す必要がある。一方、施設機能設定状況については、できるだけ現実に即したデータを用いるものとし、水門・陸閘等の防護施設の機能状況(閉鎖・開放)も考慮する。

これらの設定項目、施設破壊検討手法は、作成目的や評価対象から必要に応じて選定するものとするが、現在の技術水準では考慮できない条件についても、今後の技術の進展に応じて将来的には考慮すべきである。また、設定した条件以外の状況での災害発生の可能性もあることに留意する必要がある。施設破壊検討手法については、「海岸施設設計便覧 2000 年版」(平成 12 年 11 月, 土木学会)、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成 11 年 5 月, 日本港湾協会)等を参考に、作成目的に応じた手法を用いるものとする。

3.3 浸水予測手法の考え方

浸水予測は、外力条件や施設条件を適切に反映し、作成目的・評価対象に応じた精度(計算誤差、格子間隔等)を有する方法で実施するものとする。基本的には時系列を考慮した数値計算でシミュレーションすることが望ましい。予測に用いた諸データや浸水予測結果はハザードマップへの加工、見直しを考慮し、地理情報システム(G I S)で取扱いできる形式で作成し、共有できるようにすることが望ましい。また、浸水予測結果は不確実性を有することに留意が必要である。

<解説>

浸水予測手法

浸水予測は、外力条件や施設条件を適切に反映し、作成目的・評価対象に応じた精度(計算誤差、格子間隔等)を有する方法で実施するものとする。基本的には数値計算でシミュレーションすることが望ましい。しかし、シミュレーションの実施が困難な場合は、簡便な方法による浸水予測を行うことも考えられる。簡便な方法も含め表 3.3.1 に代表的な浸水予測手法を示す。

表 3.3.1(1) 代表的な浸水予測手法

手法	浸水の設定方法	摘要(:メリット、 :デメリット)	予測イメージ(津波の例)	
			<浸水域・浸水深>	<時間的経過>
時系列を考慮した数値計算シミュレーションによる設定	・津波シミュレーション、高潮シミュレーションによる予測(参照)。	ハザードマップ作成に必要なデータ(浸水の時間的経過に関するデータ、地点ごとの浸水深データ)を精度よく得られる。技術力・費用を要する。		
レベル湛水法による設定	<ul style="list-style-type: none"> ・想定の外力レベルから予想される波浪、潮位から求められる単位延長あたり単位時間あたりの越流・越波流量に越流・越波延長と継続時間を乗じて越流・越波量を求める。 ・地盤高の低いところから越流・越波量に相当するボリュームまで順に湛水するとして浸水予測区域、予測浸水深を設定する。 	特別な技術力を要さない。 水の流れを無視するため、地形形状によっては浸水予測区域に飛び地が生じるなど非現実的な結果となることがある。 最終的な浸水域しか予測できないため、浸水開始時刻や時々刻々の浸水域、流速などのデータを得られない。		

表 3.3.1(2) 代表的な浸水予測手法

手法	浸水の設定方法	摘要(:メリット、 :デメリット)	予測イメージ(津波の例)	
			< 浸水域・浸水深 >	< 時間的経過 >
既往浸水実績による設定	<ul style="list-style-type: none"> 過去の津波・高潮による浸水域、浸水深、浸水開始時刻を浸水予測区域、予測浸水深、浸水開始予測時刻とする。 	<p>簡便で安価に実施できる。</p> <p>過去に浸水実績がない地域では適用できない。外力レベルが必ずしも最悪の条件になるとは限らず、浸水予測区域、予測浸水深、浸水開始予測時刻が過小となる。</p> <p>過去の実績であり、浸水実績時以降の施設整備による浸水防護効果が反映されない。</p> <p>流速など当時計測していないデータを得られない。</p>		
地盤高による設定	<ul style="list-style-type: none"> 想定の外力レベルから予想される津波高、高潮潮位に等しい地盤高より低い区域を浸水予測区域として設定する。 予測浸水深は(津波高、高潮潮位) - (地盤高)で求めることができる。 津波高は、中央防災会議発表の予測結果、高潮潮位は確率潮位等から設定することが考えられる。 	<p>簡便で安価に実施できる。</p> <p>遡上を無視しているため、浸水予測区域が、過小となる傾向がある。</p> <p>津波高、高潮潮位と地盤高のみから浸水域を設定するため、施設による浸水防護効果が反映されない。</p> <p>最終的な浸水域しか予測できないため、浸水開始時刻や時々刻々の浸水域、流速等のデータを得られない。</p>		

時系列を考慮した数値計算によるシミュレーション

参考までに時系列を考慮した数値計算によるシミュレーションについて表 3.3.2 に示す。時系列を考慮した数値計算を実施することにより、精緻な津波・高潮ハザードマップの作成などきめ細かな避難行動のためなどのソフト対策や、浸水の特性にあったハード施策の検討に必要となる、津波・高潮の特性を考慮した精度の高い浸水深や流速、浸水開始時間等の浸水想定情報を得ることができる。

表 3.3.2 時系列を考慮した数値計算によるシミュレーション

区分	内容
津波シミュレーション	<ul style="list-style-type: none">津波の数値計算は、深い海域においては線形長波理論によることを基本とする。陸上遡上を含めた浅い海域においては、海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波の理論式(浅水理論式)によることを基本とする。遠地津波の外洋伝播の計算には、線形分散波理論によることを基本とする。計算上の不確実性項目である反射率、排水流動、波の先端条件、砕波によるウェーブ・セットアップ(平均水位の上昇)及び、計算精度については作成目的・評価対象や作成時の技術水準から判断する。津波は第一波目に最大水位上昇量や最大水位下降量が発生するとは限らないため、最大水位上昇量等を捉えることができるよう十分な計算時間が必要である。
高潮シミュレーション	<ul style="list-style-type: none">高潮の数値計算は、深い海域においては線形長波理論によることを基本とする。陸上遡上を含めた浅い海域においては、海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波の理論式(浅水理論式)によることを基本とする。外力上の不確実性項目である台風速度、計算上の不確実性項目である砕波によるウェーブ・セットアップ、越波流量の不規則性、陸上部の粗度及び計算精度については、作成目的や評価対象から判断する。計算は高潮が引くまで行う必要がある。

a) 地震断層モデルと初期水位について【津波】

防災計画等地域防災を検討するためには、対象地域において、考えられる最大規模の津波を対象にする。地震発生時には、地盤高の変位(隆起・沈降)が生じるため、最大津波高を与える地震と最大浸水深を与える地震が異なる場合がある。したがって、津波ハザードマップで対象とする地震断層モデルは、津波高のみを考えるのではなく、浸水深(津波高 - 変位後の地盤高)によって評価を行う必要がある。地震断層モデルの設定に際しては、下記条件による地盤高から浸水深を算定し、既往又は想定最大規模の浸水深の要因となる地震断層モデルの選定を基本とする。

- 1) 地盤が沈降すると予測される場合には、沈降後の地盤高

2) 地盤が隆起すると予測される場合には、隆起を無視した当初の地盤高

また、津波ハザードマップに供する津波計算に使用する「初期水位」は、津波再現計算を実施し、その妥当性を検証したものとして発表されている断層モデルにより設定することを基本とする。

b) 台風規模及び台風進路について【高潮】

高潮ハザードマップ作成時の外力は、想定される最大規模の台風により起こされる潮位偏差から状況に応じ、ハザードマップ各整備主体が検討・設定することとする。

想定する台風は当該地域の既往最大及び伊勢湾台風規模の台風による計算を実施する。また、浸水計算の際の台風進路は、過去に観測された進路を参考として、当該地域において被害が最大となるものを用いる。

c) 潮位と波高について【津波・高潮】

津波・高潮計画に用いる潮位は、朔望平均満潮位(H.W.L.)を基本とする。また、高潮計算時の潮位偏差は、想定した台風により計算されるものを用い、波高は、想定した台風を用いたシミュレーションで得られる値を基本とする。なお、観測された既往最大の潮位偏差を想定外力に設定している場合には、既往データ等を参考に適切な計算波高を設定する。

d) 格子間隔について【津波・高潮】

津波・高潮計算時の評価地点周辺海域及び遡上域(陸上部)における格子間隔は、以下の観点から適切に設定するものとする。

- 地形形状(小河川等)のモデル化の面からの浸水域予測の精度を確保する。
- 構造物等の評価対象が地形モデルとして適切に表現できることを考慮する。

e) 標高データについて【津波・高潮】

標高データは浸水深の評価のため1 mより詳細な精度が必要である。そのような精度のデータが存在しない地区では、地形図の測点による修正や現地踏査及び海岸の専門家による確認などの方法で必要精度を確保する必要がある。

f) 河川の扱いについて【津波・高潮】

津波計算に際しては、河川の地形条件(河川形状・河床高)を計算メッシュと標高(水深)データで表現するとともに、河川堤防の天端高など構造物条件を設定する。

高潮による河川からの浸水が想定される場合は、高潮の河川遡上について計算を実施する。その際、河川流量は、河川特性や過去のデータ等から適切に設定する。

g) 構造物の扱いについて【津波・高潮】

津波浸水予測を実施する際には、選定された地震断層モデルによる地震動を外力として構造物被害を算定し、その被害状況を考慮した浸水予測を実施する。

住民避難用ハザードマップ作成のための津波浸水予測を実施する際には、津波の伝播過程にある水面より高い構造物(堤防、護岸、防波堤、胸壁、道路の盛土等)を考慮する。水門・陸閘等の防護施設については、基本的に津波到達時間が短いために閉鎖が困難であったり、地震動に起因する変形等により十分に機能しない恐れがあるため、開放状態として取り扱う。ただし、以下の施設については閉鎖状態として取り扱う。

- 1)耐震性を有し自動化された施設
- 2)常時閉鎖の施設
- 3)耐震性を有し津波到達時間より早く閉鎖できると考えられる施設

海岸保全施設等の構造物の取り扱いについては、現状の構造物の状況を踏まえ、高潮の越波・越流による施設の破壊を考慮するものとする。

住民避難用ハザードマップ作成のための高潮浸水予測においては、水門・陸閘等の施設は、明らかに機能しないものを除き、閉鎖されているものとして、計算を行うものとする。また、必要に応じて、一部開放している場合の検討を行う。

行政検討用ハザードマップ作成のための浸水予測における施設の状況は検討目的に応じて設定するものとする。

表 3.3.3 浸水予測における施設条件の設定例

	津波浸水予測	高潮浸水予測
堤防、護岸、防波堤 等	地震動による被災を考慮して設定	所要の機能発揮するとして設定
水門・陸閘 等	開放状態として設定(短時間での来襲、被災の可能性) ・以下の場合は閉鎖状態として設定 1)耐震性を有し自動化された施設 2)常時閉鎖の施設 3)耐震性を有し津波到達時間より早く閉鎖できると考えられる施設	閉鎖状態として設定 ・明らかに機能しないもの(老朽化等により故障しているものなど)は開放状態として設定
備考	行政検討用の場合は検討目的に応じて設定 例)最悪ケースとしての全開放と施設の最大機能ケースとしての全閉鎖の2ケース設定 等	

h) 予測に用いたデータ及び出力データについて【津波・高潮】

また、浸水予測結果は不確実性を有することに留意が必要である。津波・高潮ハザードマップは、浸水予測により得られた浸水域を加工して作成したハザード情報(津波・高潮危険度)に必要な地図情報を重ね合わせて作成する。そのため、浸水予測結果はハザードマップへの加工を考慮し、地理情報システム(G I S)で取扱いできる形式で作成することが望ましい。また、

予測に用いた諸データについてもハザードマップへの加工、見直しを考慮し、同様のことが望まれる。これらのデータについては、ハザードマップの効率的な整備及び見直しのために共有できるようにすることが望ましい。その場合、データ形式はより一般的なものを用いることが望ましい。

想定外災害の発生の可能性

また、設定した外力以外の状況での災害発生の可能性もあることに留意が必要である。さらに、複数地域にまたがる災害を対象とする場合には、隣接市町村における条件設定との整合性にも留意が必要である。なお、現在の技術水準では考慮できない条件についても、今後の技術の進展に応じて将来的には考慮すべきである。この具体例について、表 3.3.4 に示す。

表 3.3.4 現在の技術水準では確立されていない事項の具体例

分類	現在の技術水準では確立されていない事項の具体例
津波	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地盤変位の考慮方法の統一の見解 ・ 断層パラメーター、海岸摩擦係数の最適値 ・ ビル、水門、陸閘、土手、防潮林等の建造物の格子内での考慮方法 ・ 河川内の波状段波形成の再現 ・ ソリトン分裂や波状段波の再現 等
高潮	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高潮の河川遡上と洪水の流下を合わせた挙動 ・ 堤防の破堤メカニズム ・ 堤防の破堤幅の設定 ・ 破堤の開始時間の設定 等

第4章 浸水予測結果からの津波・高潮ハザードマップ作成方法

4.1 目的別ハザードマップのあり方

4.1.1 目的に応じた記載と表現

津波・高潮ハザードマップの記載内容及び表現は、目的に対応したものを採用する。本マニュアルでは、代表的な例として「住民避難用」と「行政検討用」の2つの目的に対応したハザードマップの記載内容及び表現について示す。また、地域の課題に応じたハザードマップが必要な場合、作成目的に応じた記載内容及び表現を採用すべきである。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップの記載内容及び表現は、目的に対応したものを採用する必要がある。4章では、代表的な例として「住民避難用」と「行政検討用」の2つの目的に対応した津波・高潮ハザードマップの記載内容及び表現について示す。表4.1.1に災害の各段階における津波・高潮ハザードマップの利用主体と利用方法、表4.1.2に目的別のハザードマップのあり方を示す。

住民避難用ハザードマップと行政検討用ハザードマップの他にも、浸水危険度の高い工場などに対する企業用ハザードマップや海域(漁業従事者など)に対するハザードマップ等、地域の課題に応じたハザードマップが必要であれば、その作成目的に応じた記載内容及び表現を採用するものとする。

表4.1.1 災害の各段階における津波・高潮ハザードマップの利用主体と利用方法

災害の段階	利用主体	利用方法
災害発生前	住民	避難活用情報・災害学習情報・地域情報(土地利用など)提供
	行政	予防対策(避難場所の整備、防災施設の整備等)、リスクコミュニケーション
災害発生直前	住民	災害情報提供(津波・高潮の高さ、避難場所)
	行政	応急対策(避難計画、救援計画等)
災害発生後	住民	避難後の情報提供(自治体の指示等)
	行政	応急対策(避難計画、救援計画等)

表 4.1.2 目的別のハザードマップのあり方

Who (誰が)	When(いつ)、 Where(どこで)	What (何を)	Why(何のために)、 How(どのように)使うか
住民	災害発生前、家庭等の生活の場で	住民避難用ハザードマップ	居住地における津波・高潮に対する危険度、避難場所・避難路の把握のため
住民	災害発生直前、避難の判断の場において	住民避難用ハザードマップ	気象の状況や周辺状況からの的確な対応行動をとるための適切な判断のため
住民	災害発生後、避難場所において	住民避難用ハザードマップ	避難後の自治体などからの基本的な情報を把握するため
行政	災害発生前、災害発生後、各担当業務における対応において	行政検討用ハザードマップ	災害状況に対応した適切な避難計画、整備計画、施設運用計画、救援計画を立案するため(例 - 海岸管理者：津波・高潮災害に対する防護施設の性能を正確に把握)
住民と行政	災害発生前、政策決定のためのコミュニケーションの場において	住民避難用ハザードマップ、行政用検討用ハザードマップ	地域住民と行政がリスクの程度、対策費用などを対話することにより災害リスク情報を共有し、いつ来るか分からない災害への対応をともに考えるため

4.1.2 目的に応じた外力設定

津波・高潮ハザードマップ作成に用いる浸水予測区域は、利用主体、利用段階等に応じて適宜設定するものとする。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップ作成に用いる浸水予測区域は、ハザードマップの作成目的及び作成対象地区の特性に応じて適切に設定するものとする。第3章で述べたように浸水予測のための外力としては、さまざまな条件について精査し、複数パターンを作成して比較検討するが、目安としては、表3.2.2及び表3.2.3に示す3つの外力レベルの検討が考えられる。

住民避難用ハザードマップにおいては、住民の確実な避難のため、最も厳しい状況も表示する必要がある。また、行政検討用ハザードマップにおいては、例えば、施設整備の施工途中における常襲的な災害時の状況も含め、検討目的に合わせ適切な条件設定が必要である。(表4.1.3参照)

本マニュアルでは浸水予測区域の設定では、津波及び高潮の単独の外力で検討し、津波・高潮ハザードマップの作成段階におけるハザード情報の表示方法の工夫(バッファ表示など)において対応するものとする(4.4参照)。但し、地域の状況、特性に応じて、高潮と洪水の同時生起、津波との同時生起などを考慮することも考えられる。

表 4.1.3 津波・高潮ハザードマップの目的別の表示すべきハザード情報と外力

利用主体	利用目的	利用段階	表示すべきハザード情報	外力
住民	円滑な避難	災害発生前における危険度の把握	施設整備で対応すべき浸水状況	外力レベル2
			最悪の浸水状況	外力レベル3
		災害発生直前における安全地域(避難先)の把握	施設整備で対応すべき浸水状況	外力レベル2
			最悪の浸水状況	外力レベル3
防災担当者	円滑な避難	災害発生前における避難計画の立案	施工段階等で起こりそうな浸水状況	外力レベル1
			施設整備で対応すべき浸水状況	外力レベル2
			最悪の浸水状況	外力レベル3
		災害発生直前、災害発生後における避難関係発令	施工段階等で起こりそうな浸水状況	外力レベル1
			施設整備で対応すべき浸水状況	外力レベル2
			最悪の浸水状況	外力レベル3
施設整備担当者	適切な整備	災害発生前(整備計画立案時)における整備必要性の把握	施工段階等で起こりそうな浸水状況	外力レベル1
			施設整備で対応すべき浸水状況	外力レベル2
			最悪の浸水状況	外力レベル3

4.1.3 津波・高潮ハザードマップ作成の基本的な配慮事項

(1) 津波・高潮ハザードマップのわかりやすさ

津波・高潮ハザードマップは見やすく、わかりやすくしなければならない。

< 解説 >

住民避難用ハザードマップは、言うまでもなく災害発生時の避難の際に活用するものである。万一、ハザードマップに示された情報を住民が正しく理解できず避難の際の判断を誤ると命を失う危険性もある。このため、住民避難用ハザードマップは、誰もが理解でき、見やすく、わかりやすいものであることが不可欠である。

(2) 災害イメージの固定化の懸念への対応

津波・高潮ハザードマップには、災害イメージの固定化を防ぐため、「ハザード情報はあくまでも予測であり、条件によって変動があること」を明記する必要がある。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップに表示する浸水予測区域等のハザード情報は、あくまで、ある条件の下での被害状況の予測結果である。しかし、一旦、ハザード情報を図化して公表すると、あたかも津波・高潮時には必ず表示された災害になるというイメージが住民に固定化されることが懸念される。

災害イメージの固定化は、住民に誤った危機感・安心感をもたらすものであり、円滑な避難の障害となりうる。そのため、津波・高潮ハザードマップには、紙媒体の場合は手段に限界があるが、災害イメージの固定化を防ぐ工夫が必要である。例えば、「浸水予測区域以外でも浸水する等の可能性がある」、「被害を受けないという保証をするものではない」もしくは「予測最大浸水深よりも深くなる等の可能性がある」等、大書するなどの工夫が考えられる。また、他の条件の浸水予測結果などの付加情報を掲載した小冊子の配布、津波・高潮ハザードマップを使った住民とのリスクコミュニケーションや、作成時の住民参加などが重要である。

(3) 津波・高潮ハザードマップ作成への住民の参画

津波・高潮ハザードマップの作成にあたって、その地域の住民に参画してもらうことにより、マップへの地域特性の反映や周知・確認・利用・活用の促進を促すことができる。

< 解説 >

住民避難用ハザードマップは、地域住民も参画して作成することが周知、利活用の促進において極めて重要であると考えられる。行政から住民に完成品を提供するよりも、例えば避難経路は住民自らが地域特性や状況を想定して記入した方が避難時において有効かつ効果的な防災情報となるからである。

このように、津波・高潮ハザードマップ作成段階における住民と行政との間のリスクコミュニケーション等によって、住民に「自分が主体的にハザードマップ作成に参加している」という意識を持ってもらうことが、津波・高潮ハザードマップの利活用促進には不可欠であると考えられる。また、津波・高潮ハザードマップへの地域情報の反映のためにも、ハザードマップ作成に関するワークショップを開催するなど、ハザードマップ作成への住民の参画が有効であると考えられる。(ワークショップについては第5章参照)

4.1.4 津波・高潮災害の特徴と津波・高潮ハザードマップ作成における留意点

津波・高潮ハザードマップ作成においては、津波・高潮災害の特徴に留意し、その危険度及び関連情報を適切に表現する必要がある。

< 解説 >

津波・高潮災害の特徴から整理した津波・高潮ハザードマップ作成における留意点のうち、特に住民避難用ハザードマップに関する事項を下表に示す。

表 4.1.4 津波・高潮災害の特徴と住民避難用ハザードマップ作成における代表的な留意点

区分	住民避難用ハザードマップ作成における代表的な留意点
津波災害	地震直後に津波が来襲する地区がある。 揺れを感じた段階で即時に避難する必要がある。 地震により建物倒壊が発生する。 道路閉塞による避難困難の可能性。 津波独特の被害がある。 引き波、流速などにも注意が必要。
高潮災害	台風接近により事前に把握できる。 住民の避難判断の時間が比較的ある。 台風最接近時は暴風雨の中である。 浸水発生時は避難困難。
共通	災害イメージの固定化は避ける。 間違った認識を持たせない。(イメージ固定につながるシミュレーションの詳細な結果などは災害学習情報として別冊にする。)

4.1.5 住民避難用ハザードマップの名称

住民避難用ハザードマップを住民に配布する場合には、よりわかりやすい名称にすることが望ましい。

< 解説 >

津波・高潮の浸水予測結果や、防災情報等、各種情報を付加した地図を総称して「ハザードマップ」と称しているが、特に住民用に関しては、配布時に呼称を『防災マップ』『津波避難地図』『高潮危険地図』など、わかりやすいものにすることが望ましい。その理由は、以下のとおりである。

- 想定しているマップは、ハザード情報(津波・高潮浸水危険度)のほかに避難場所などの防災情報も付加されること。
- マップの利用者である住民(特に高齢者等)にわかりやすい名称が望ましいこと

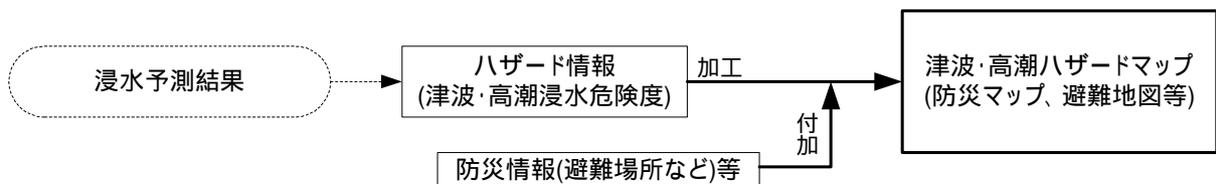


図 4.1.1 ハザード情報と津波・高潮ハザードマップ(防災マップ、避難地図等)

4.2 住民避難用ハザードマップの記載内容

(1) 「避難活用情報」と「災害学習情報」

住民の円滑な避難のための必要情報としては、「避難活用情報」及び「災害学習情報」が挙げられる。「避難活用情報」は、各人の避難場所・避難経路が把握など、避難に不可欠な情報である。また、「災害学習情報」は、地域住民が「津波災害とはどのようなものか」、「高潮災害とはどのようなものか」を理解するなど、防災意識の向上のための情報である。さらに、地域に応じた課題、災害特性に対応した重要な情報、津波の場合は地震に関連する情報についても記載する必要がある。

< 解説 >

「避難活用情報」と「災害学習情報」

住民の円滑な避難に必要な情報として、図面や文章による「避難活用情報」及び「災害学習情報」が挙げられる。

「避難活用情報」においては、避難基準と各人の避難場所・避難経路など、避難に不可欠な情報を記載する必要がある。また、想定外の外力に対する留意などを明記するとともに、確実な避難のために浸水予測域の外側に緩衝領域(バッファ)を設けた危険領域などの形で示す工夫も考えられる(4.4 参照)。高潮については、詳細な浸水深・水没区域が把握でき、個々の建物・避難場所等が判別でき、歩道の有無等が確認できるようなシンプルで分かりやすい表現や、津波については、浸水開始時刻・浸水の方向・浸水深が把握でき、水没しない建物・避難場所等が判別できるような表現で作成することが考えられる。

「災害学習情報」とは、地域住民が「津波災害とはどのようなものか」、「高潮災害とはどのようなものか」を理解するなどのための情報である。また、過去の被災履歴(浸水域等)、これまでの防護施設等の整備効果(「公助」)についても、防災意識及び「自助」意識の喚起の点では有効な災害学習情報であると考えられる。

その他記載すべき情報

地域独自の課題に対応した重要な情報についても留意する必要がある。例えば、外国人が多い地域では外国語での追記など、地域に応じた対応も必要である。また、津波については引き波、流速など災害特性に対応した情報も重要である。さらに、津波の場合は、津波が来る前に地震による家屋倒壊で避難路が使えなくなるなど、地震災害により避難の前提が違ってくる可能性があるため、地震に関する関連情報(大規模な地震時に通行できなくなる恐れのある木造密集市街地や、土砂災害の危険がある急傾斜地等)も重要である。

避難場所については、その場所が地震災害に受ける影響はあるか、収容人員はどれくらいか等のデータも留意すべきである。

また、住民に津波・高潮に対する危機意識を持ってもらうため、津波・高潮ハザードマップに既往被害の写真を掲載することも考えられる。

なお、これらの情報を1つの図面に示すと煩雑になり、「シンプルで分かりやすい」という原則に反する可能性があるため、表 4.2.1 に示す通り、記載目的を考慮して表示すべき事項を整理して表示する必要がある。例えば、災害学習情報や平常時に避難を検討するために必要な情報はマップとは別に冊子の形で配布したり、表面に災害学習情報や市町村全域の浸水予測、裏面に避難時に使用する地区の情報を記載する、などの工夫が必要と考えられる。

表 4.2.1 住民の円滑な避難に必要な情報の目的別整理

	記載目的	記載事項	備考
避難活用情報	避難時に必要な情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浸水予測(浸水予測区域、予測浸水深ランク、予測到達時間など) ・ 避難場所(津波・高潮発生時に適した避難場所、公共施設、学校、病院、避難ビル等) ・ 避難経路および危険箇所(避難経路、土砂災害の恐れがある等危険箇所) ・ 地震災害に関連する情報(土砂災害の恐れ、化学工場がある等危険箇所等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ シンプルで分かりやすく表示する必要がある。 ・ 主たる図面に表示すべき情報。
	平常時に避難を検討するために必要な情報	(上記に加え) <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害の特性に応じた危険情報(津波における引き波、流速など) ・ 浸水実績(最大浸水区域、最大浸水深) ・ 保全施設整備状況(堤防・護岸の現況天端高/計画天端高・老朽化度など) ・ 避難が必要な地域(危険度ランク、要救護者施設、地下鉄・地下街の位置) ・ 避難基準(避難命令等の発令基準、具体的な外力規模、自主避難の重要性など) ・ 避難時の心得、我が家の防災メモなど ・ 情報の伝達手段(住民への情報の伝達経路と手段、情報入手方法) ・ 強い地震動が予測される場合は、地震動分布 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 避難時に必要な情報とは分けて表示すべき情報。
災害学習情報	平常時に災害、防災について学習するために必要な情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波・高潮発生メカニズム(気象要因、地震、地形的特徴) ・ 津波・高潮の危険性(氾濫形態、被害の内容、複合氾濫、複合災害) ・ 気象・地震に関わる基礎知識(気象用語、雨の降り方、震度など) ・ 既往津波・高潮の情報(気象・水文、震源・震度、浸水、被害、避難状況) ・ 防護施設等の整備の歴史、防護施設の効果 ・ 地域の歴史(地形形成史、市街地形形成史、災害史) など	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主たる図面とは別面や別冊で表示すべき情報。 ・ 分かりやすい表現等で記述する必要がある。
	ハザードマップの解説・その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハザードマップの見方・使い方 ・ 防災情報の伝達経路 ・ 平常時・津波・高潮時の心得 ・ 災害時の連絡先(ライフライン、警察、消防) ・ 避難後について ・ 作成主体(名称・作成年月など) 	

(2) 住民避難用ハザードマップの基本的な記載事項

住民避難用ハザードマップの基本イメージは、「避難に必要不可欠な最小限の情報を誰もが理解でき、分かりやすく、シンプルに」をコンセプトとし、「避難活用情報」のうち、避難に必要不可欠な最小限の情報である「避難基本情報」と避難に際して付加的な情報としての「避難付加情報」を記載する。

< 解説 >

(1)では、住民の円滑な避難に必要な情報として、「避難活用情報」と「災害学習情報」を挙げた。しかしながら、住民避難用ハザードマップは誰もが理解でき、分かりやすく、シンプルであること、ハザードマップの紙面が限られていること、という観点から、全ての情報をマップ上に記載するのではなく、記載事項の選別が必要であると考えられる。特に「災害学習情報」については、別冊子等に記載することが考えられる。

「避難活用情報」のうち、避難に必要不可欠な最小限の情報である「避難基本情報」と避難に際して付加的な情報としての「避難付加情報」という視点から、住民避難用ハザードマップの基本的な記載事項を表4.2.2に整理する。

これらの情報の記載においては、災害イメージの固定化を避けるための工夫が必要であることにも留意が必要(不確実性への言及、複数シナリオ)である。また、予測到達時間、予測浸水開始時間などについては避難の判断への影響を十分考慮する必要がある。

表 4.2.2 住民避難用ハザードマップの基本イメージ・記載事項(案)

項目	基本イメージ(案)[: 基本的記載事項、留) : 留意事項]			
コンセプト	避難に必要な不可欠な最小限の情報を誰もが理解でき、分かりやすく、シンプルに			
スケール	住民が避難を検討できるスケール(必要に応じ家1軒1軒が確認できるスケール)			
マップ記載事項	基本的に記載する事項(避難基本情報)	外力情報	想定している1つの外力	最悪の浸水状況をもたらす外力(レベル3)(防護目標にかなう設計上の外力(レベル2)も可) 留)公表されている被害想定等との整合
		ハザード情報	浸水予測区域	災害イメージの固定化に留意
			要避難区域(バッファゾーン)	バッファゾーンを以下の項目から地域の特性に応じて設定 ・標高による設定 ・町丁目による設定 ・主要道路による設定
	防災情報	避難場所	指定避難場所・避難ビル 留)高台、高い建物などについても要検討	
		避難経路	指定避難路、避難上重要なポイント(橋、崖の登り口等)など 留)ワークショップ等で検討	
	地域に応じて付加が必要な最小限の記載事項(避難付加情報)	外力情報	避難基本情報で想定している外力以外の外力	住民が発生外力の違いを判断できる場合には台風情報など
		ハザード情報	予測最大浸水深ランク、予測到達時間、危険箇所	周知することが重要な場合には予測最大浸水深、予測到達時間など 留)文字による表記も考えられる
		防災情報	浸水実績、防護施設状況、地盤高、要救護者施設、要避難地下空間、避難基準、心得、防災メモ など	留)地域の必要に応じて最小限
	サイズ・形態	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭において目に付くところに常に掲示できるサイズ・形態(A3判程度、冷蔵庫への貼付、ごみカレンダー・行政便利帳との連携) ・非常時に持ち出せる形態(蛍光化、耐水化などの工夫) 		

注)上記は戸別配布の住民避難用ハザードマップをイメージしており、ワークショップ用、啓発展示用のハザードマップにおける記載事項等は上記と異なる。

4.3 行政検討用ハザードマップの記載内容

行政検討用ハザードマップには、「予防対策用情報」及び「応急対策用情報」を記載する。記載内容は、共通情報である精度の高い浸水予測区域の表示などの「基本情報」の他、各業務で必要となる「目的別情報」を重ね合わせて表示するものとする。

< 解説 >

行政検討用ハザードマップには、「予防対策用情報」及び「応急対策用情報」を記載する。具体的な記載内容は、浸水予測区域の表示の他、各業務で必要な情報を重ね合わせて表示するものとする。

「予防対策用情報」の記載内容の例としては、表 4.3.1 に示す通り、避難場所や避難道路の整備、災害対策本部の適地選定、職員等に対する防災教育、土地利用計画及び地域計画などに活用可能な情報が挙げられる。一方、「応急対策用情報」の記載内容の例としては、避難計画・救援計画及び施設運用計画などに活用可能な情報が挙げられる。

表 4.3.1 行政検討用ハザードマップの活用方法の例

用途	活用方法
予防対策用	避難場所や避難路の整備 災害対策本部の適地選定 職員等に対する防災教育 土地利用計画、地域計画 施設整備の検討
応急対策用	避難計画、救援計画 施設運用計画

防災担当者用のハザードマップとしては、被災予想人口とその分布や避難路・避難場所とその容量などが、「予防対策用情報」及び「応急対策用情報」として有効な記載事項と考えられる。

海岸管理者用のハザードマップとしては、施設情報として施設位置と構造形式や被災予想施設早見図、安定計算結果及び液状化検討結果などが、「予防対策用情報」、「応急対策用情報」として有効な記載事項と考えられる。津波災害予測マニュアルを参考とした記載事項例を表 4.3.2 に示す。その他、記載事項はマップの作成目的に対応して設定する。(表 4.3.3 参照)

参考資料に災害時及び防災対策への情報の活用方法についての例を示している。

表 4.3.2 行政検討用ハザードマップの基本的な記載事項

	基本情報	目的別情報
外力情報	・想定している1つの外力	・その他の外力を含む
ハザード情報	・浸水予測区域 ・予測最大浸水深ランク ・予測浸水開始時間、浸水開始箇所 ・要避難区域(バッファゾーン)	・過去の災害
防災情報	・防護ライン ・人口分布 ・土地利用 ・緊急輸送路 ・耐震パス ・避難施設	・防災拠点 ・警察・消防など ・公共・公益施設 ・要救護者施設 ・電力施設 ・海岸保全施設等 など

表 4.3.3 行政検討用ハザードマップの記載事項例

区分	必要情報(レイヤー：情報の重ね合わせ)	備考
基本 情報	きめ細かい浸水計算結果(浸水区域、浸水深、浸水開始時刻、流速、浸水開始箇所等)	津波・高潮災害に対するすべての検討のベースとなる情報。
	地形情報	
	防護施設	
	地域概況(人口分布、土地利用等)	
	緊急輸送路、耐震パス、避難施設	
目的別 情報	過去の津波・高潮災害(浸水域、被災箇所)	検討段階(「予防対策」「応急対策」)、災害段階(「被災直前」「被災直後」「応急対応段階」「復旧段階」)、担当業務内容に応じ必要なレイヤーをベース情報に重ね合わせる。
	防災拠点(国、都道府県の機関、市町村役場) [警察署、派出所、消防本部、消防署、気象台、測候所、防災センター、通信・広報施設、防災行政無線網、防潮堤、防潮水門、水防倉庫、給水場、車両基地等]	
	避難施設(一次集合場所、避難場所(収容施設)、避難路、ヘリポート、避難港等)、避難施設容量・地震災害耐性等	
	公共・公益施設(交通輸送施設(道路、鉄道、港湾、空港等))、地下鉄・地下街等の諸元(位置、入口高)	
	[電力施設(発電所、変電所、送電線)、ガス供給施設、上水道拠点施設、下水道拠点施設、電信・電話施設(局舎、主要伝送路)、学校、公民館、病院、保健所、老人ホーム、幼稚園・保育園、社会福祉施設等]	
	防災保全等法令規制区域(海岸保全区域、港湾区域、漁港区域、国立公園区域、国立公園区域、交通規制箇所等)	
	海岸保全施設等(施設位置と構造形式、被災予想施設早見図、安定計算結果、液状化検討結果、排水機場の敷高)	

4.4 ハザード情報(津波・高潮浸水危険度)の表現方法

(1) 浸水予測区域とハザード情報(津波・高潮浸水危険度)

ハザード情報(津波・高潮浸水危険度)は、浸水予測区域をハザードマップの作成目的に応じて加工して作成する。なお、予測された浸水域は不確実性を有していることに留意が必要である。

< 解説 >

第3章で求めた浸水予測区域を、ハザード情報(津波・高潮浸水危険度：浸水深、浸水開始時刻など)として表示する。ただし、浸水計算は、ある仮定のもとで予測した結果であり、不確実性も有している。図4.4.1に浸水予測結果からハザード情報への流れを示す。

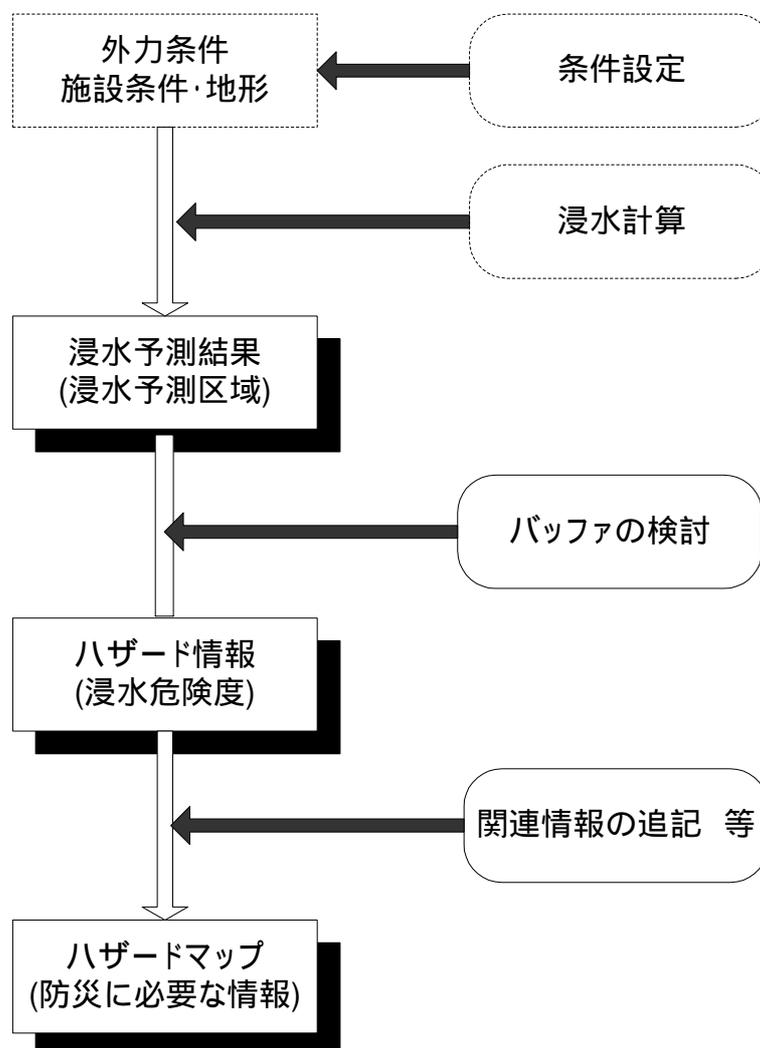


図 4.4.1 外力条件からハザードマップまでの流れ

(2) 浸水予測区域の表示精度の考え方

浸水予測区域は、現実の地形を最大限適切に評価できるよう、可能な限り詳細な地形情報、メッシュサイズ¹で表示する。

< 解説 >

浸水予測区域は、全ての検討のベースとなるものであり、可能な限り正確に表示する。すなわち、津波・高潮ハザードマップは、避難の判断、安全な避難ルートを選択のため、詳細な浸水深・水没区域が把握でき、個々の建物、避難場所及び避難ルート上の浸水状況が判別できるように、可能な限り詳細な地形データ、メッシュサイズで表示することが望ましい。特に、評価対象(避難経路上の危険(側溝や、家屋・橋の倒壊など)、構造物(水門・陸閘)特性、地形特性、河川特性など)が評価できる表示精度をもたせることが望ましい。

また、より詳細な地形情報(地盤高データ)を活用することにより、図 4.4.2 に示す方法により、詳細な浸水深の表示データを作成することができる。但し、浸水深の精度は予測精度に依存することに留意が必要である。

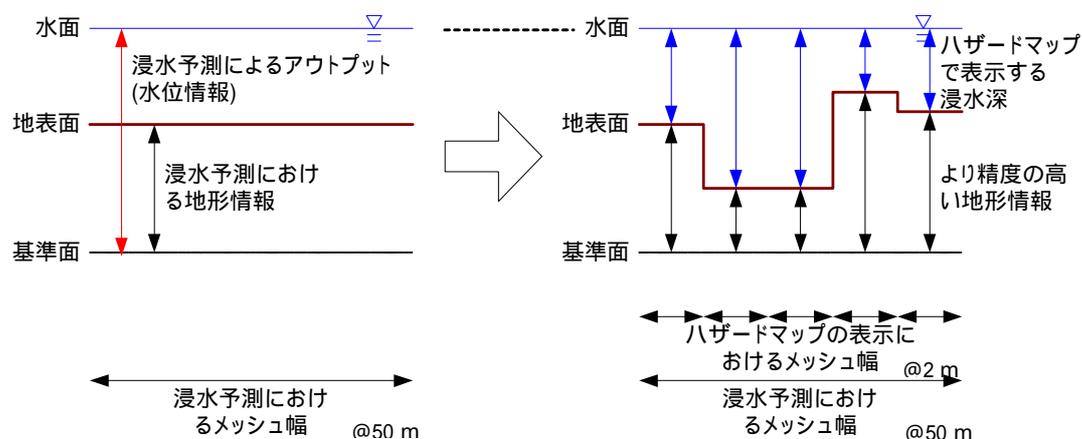


図 4.4.2 より詳細な浸水深の表示データの作成方法

- 1 ここでは述べるメッシュサイズは、表示上のメッシュサイズであり、津波・高潮シミュレーションにおける計算格子間隔ではない。

(3) 避難検討に資するハザード情報(津波・高潮浸水危険度)の表現方法の考え方

避難を検討するためのハザード情報(津波・高潮浸水危険度)としては、浸水域、浸水深、浸水開始時刻及び流速などが挙げられる。また、確実な避難のために災害特性、地形・居住状況を考慮して浸水予測域の外側に緩衝領域(バッファ)を設けた危険領域などの形で示す工夫が必要である。

< 解説 >

避難を検討するためのハザード情報(津波・高潮浸水危険度)

避難を検討するためのハザード情報(津波・高潮危険度)としては、浸水域、浸水深、浸水開始時刻及び流速などが挙げられる。

避難を検討するための浸水域の表現方法

主に陸域で用いる津波・高潮ハザードマップの浸水深については、標高(T.P.)に基づいて表現する。また、予測された浸水域は不確実性を有するものであり、想定外の外力に対する留意などを明記するとともに、確実な避難のためにはハザード情報(浸水危険度)の表現方法に何らかの工夫が必要である。

例えば、当該地区で過去最大の高潮を外力とした予測結果を示すとともに、わが国既往最大レベルの外力(伊勢湾台風規模)による浸水予測を合わせて示すなど、複数外力表示も考えられる。ここでは、複数予測の負荷等を考え、1つの浸水予測から比較的簡便に危険領域を設定する方法として、図4.4.3に浸水予測域の外側に緩衝領域(バッファ)を表示方法の概念図を示す。なお、ほとんどの場合、着色域の境界に明確な危険度の差はないため、誤解を生じないようにグラデーション表示などの工夫が必要である。また、設定方法により、全く違った領域になることもあり、地域特性に応じた判断が必要である。

バッファの設定方法としては表4.4.1のような方法が考えられる。しかし、これらの方法に限定せず、地域や前提の違いによってさまざまな設定の仕方、例えばバッファは標高で表示し、避難の指示領域は町丁目ごとに区切るなどもありうる。また、検討余力があり、バッファによるとあまりにも過大評価になり現実性がない場合等は、複数の外力や施設条件による幅のある浸水予測を行うことも考えられる。

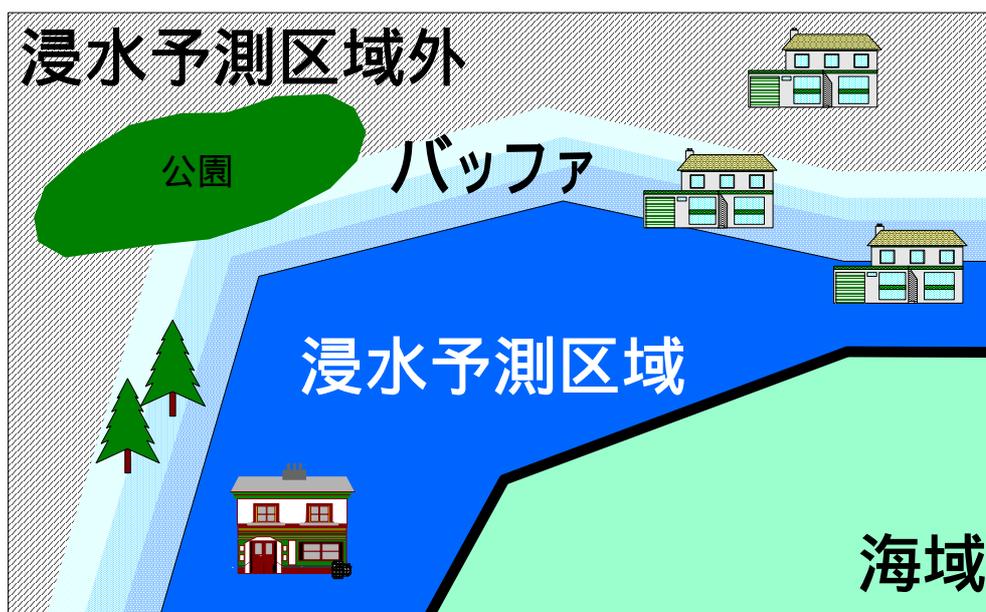


図 4.4.3 バッファの概念図

表 4.4.1 バッファの設定方法の例

区分	設定方法
地形的なものから設定する方法	標高による設定 標高 m (最大浸水深の予測結果から見て[例えば最大水位のX割増し、など]設定)以下の領域を要避難区域(バッファ)として設定
行政から見た避難指示領域区分から設定する方法	幹線道路等による設定 浸水予測区域の外側に位置する幹線道路等で囲まれた領域を要避難区域(バッファ)として設定
	町丁目界による設定 浸水予測区域に近接する町丁目領域を要避難区域(バッファ)として設定

(4) ハザード情報の表示・着色方法の考え方

ハザードマップにより、適切な危険情報を伝達する必要がある。住民に対しては浸水被害をイメージしやすいように表示・着色方法を設定する。

津波ハザードマップは、避難の判断、適切な避難方向・避難場所の判断のため、浸水開始時刻・浸水の方向・浸水深が把握でき、水没しない建物・避難場所等が判別できるような塗り分けで表示することが望ましい。

高潮ハザードマップは、避難の判断、安全な避難ルートを選択のため、詳細な浸水深・水没区域・浸水開始時刻が把握でき、個々の建物・避難場所、避難ルート上の浸水状況が判別できるような塗り分けで表示することが望ましい。

< 解説 >

津波ハザードマップにおける浸水深の表示

基本的に地震が発生してから見るものではなく、避難場所を確認する程度のものであり、災害の特性に応じた危険情報(津波における引き波、流速など)浸水深の表示区分は水没しているか否か(1階まで水没、2階まで水没、3階まで水没、など)を基準にして設定する。また、緊急避難場所として活用できる水没しない建物等が把握できるような着色とする。

津波ハザードマップにおける浸水開始時刻の表示

避難の判断、適切な避難方向の判断に用いるため、浸水開始時間の表示区分は地震発生から5分ごとなどを基準にして設定する。状況によっては浸水開始時間を表示しない方がよい場合もある。また、浸水深表示に重ねる場合は、矢印による浸水方向の表現、浸水開始時刻コンタによる表現、ハッチングによる表現など、誤判読を防止するような工夫が必要である。

高潮ハザードマップにおける浸水深の表示

避難の判断に用いるため、浸水深の表示区分は人間の体の部位の高さ(足首(15cm)、膝(50cm)、腰(80cm)、胸(1.2m)、それ以上)などを基準にして設定する。

高潮ハザードマップにおける浸水開始時刻の表示

避難の判断に用いるため、浸水開始時刻の表示区分は浸水開始から30分ごとなどを基準にして設定する。また、浸水深表示に重ねる場合は、浸水開始時刻コンタによる表現、ハッチングによる表現など、誤判読を防止するような工夫が必要である。

その他の情報の表示

その他の情報については、上記の表示が見づらくなならないような表示とする。

また、個々の色づけや、浸水深・浸水開始時刻ランク分け等の記述の仕方は、ワークショップ等での意見や要請に柔軟かつ適切に対応する。

(5) 図化に必要な情報の重ね合わせ表示

浸水情報や背景情報等必要なデータを用いて作成し、これらを作成目的に応じて重ね合わせて図化することにより津波・高潮ハザードマップを作成する。ハザードマップを利用した諸検討等との連携を考慮し、データは地理情報システム(G I S)を用いて整備し、求めに応じ提供できる形式とすることが望ましい。

< 解説 >

浸水情報や背景情報等の図化に必要なデータ

浸水情報や背景情報等の図化のためには以下のようなデータが必要である。

- 浸水深データ：浸水開始時刻や最大浸水深といった浸水予測区域の情報を面的に表現するために用いる。
- 地盤高データ；水没状況を表現するために用いる。
- 建物・避難場所データ：各々の住居や避難先となる施設等を表現するために用いる。
- その他背景データ：避難経路上の情報等を表現するために用いる。

基本となるデータの概要等

a) 浸水深データ

浸水深データは浸水予測結果より取得する。データとしては位置、浸水開始時刻、最大浸水深等が必要である。他の背景データ等と重ね合わせて検討するためにG I Sデータに変換しておくことが望ましい。また、予測結果より詳細な浸水深を表現する場合にはb)で挙げる詳細地盤高データを用いて詳細浸水深データを作成する。

b) 地盤高データ

全国的に整備されている地盤高データとしては国土地理院の「数値地図50mメッシュ(標高)」がある。安価であるが、格子間隔が50mと比較的粗いこと、理論的に標高について10m程度の誤差を有している可能性があることに留意が必要である。(都市計画図等の標高点を用い補正する方法もある)

近年は航空レーザー測量による詳細な地盤高データの取得が可能となり、例えば、2m程度のメッシュによる浸水域の表現も可能であるが、現在のところその取得には相当の費用を要する。

c) 建物・避難場所データ

自治体等で1:2,500都市計画図が電子化されていればそれを活用することもできる。但し、建物等に属性(名称など)が付与されていない場合が多いため、避難場所等については属性データを付与する必要がある。

その他の建物データとしては住宅地図メーカーから発売されている電子住宅地図データが活用

できる。このデータには主な建物等に属性(名称、階数など)が予め付与されている。但し、これらのデータを使用して作成したマップを配布する場合には、別途住宅地図メーカーとの契約が必要となる場合もあることに留意が必要である。

d)その他背景データ

道路等については自治体等で電子化した 1:2,500 都市計画図や国土地理院の「数値地図 2500(国土空間データ基盤)」が活用できる。また、c)で挙げた電子住宅地図データにもより詳細な背景データが含まれている。

諸検討の連携

諸検討等との連携を考慮し、データは地理情報システム(G I S)を用いて整備し、求めに応じ提供できる形式とすることが望ましい。重ね合わせによる活用については第5章参照のこと。

第5章 津波・高潮ハザードマップの周知、住民理解、利活用等

5.1 津波・高潮危険度の周知

(1) 津波・高潮危険度の周知の重要性

住民避難用ハザードマップを津波・高潮防災対策に有効に活用するには、津波・高潮危険度の住民等への周知が重要であり、周知手段に工夫する必要がある。

また、表示されているハザード情報は不確実性を有しており、災害イメージの固定化を避けるための丁寧な説明が必要である。

< 解説 >

ハザード情報は、住民等に伝達されるだけでよいのではなく、住民等に災害危険性を理解してもらうことが重要である。そのためにハザード情報の周知手段に工夫が必要である。また、マップによる「災害イメージの固定化」(浸水予測区域が書き込まれていればそれ以外のエリアは危険性が無い等、災害の硬直的な理解)により、避難すべき時にしない等の弊害が生じる場合がある。そのため、配布・周知を行う場合には、イメージ固定化が起こらないように配慮・説明する必要がある。また、シミュレーション設定条件は住民にわかりやすい表記で示すことが望ましい。

(2) 周知方法

津波・高潮ハザードマップは、基本的には災害の事前に住民に配布及び掲示して周知する。周知媒体としては、印刷物による配布、防災掲示板等の設置、ホームページへの掲載などが挙げられる。

また、身体障害者や、高齢者、外国人など災害弱者となり得る方々や、観光客、ドライバー等住民以外への周知方法(現地標識、インターネット等の活用など)についても考慮する必要がある。

< 解説 >

周知媒体

a)印刷物による配布

最も基本的な周知方法である。印刷物を作成し各戸に配布する。配布方法、マップのサイズ等に工夫が必要である。

自治体等の広報誌に折り込んで配布するケースが多いが、ハザードマップが折り込まれていることを確認せずに廃棄されることも多いという事例もある。例えばハザードマップのみを各戸に配布する、防災訓練の際に配布する、などが考えられる。また防災訓練の際には必ず持参してもらうことにするなどの工夫はハザードマップの認知率向上に効果があると考えられる。

あまり大きいマップを作成しても活用されないので、例えば冷蔵庫の側面に貼れるサイズ等にすることが望ましい。

b)防災掲示板等の設置

防災用の掲示板を整備し掲示する。また地区の掲示板等に掲示する。鉄道駅・バス停など待ちスペースに掲示することも、観光客等住民以外への周知方法として有効と考えられる。

また、現地表示にあたっては、誰にでも直感的にわかりやすいユニバーサルデザイン(ピクトグラム：絵文字サイン)を採用することも重要である。

c)ホームページへの掲載

近年、家庭におけるパソコン、インターネット、CATV接続環境の急速な普及により、日々の生活におけるインターネット、CATVからの情報収集が日常的に行われるようになってきている。また、インターネットホームページを開設する市町村も増加している。このことを考えるとインターネット、CATVによるハザードマップの配信は地域住民への周知のための有力な一手法と考えられる。

インターネット、CATVの活用のメリットは、常に最新情報を加味して、リアルタイムで配信できることである。紙ベースの印刷物の修正・再配布には多大なコストがかかると予測される。さらに、インターネット、CATVの双方向性を活用すれば紙ベースの印刷物では実現が困難な、個々人に対応したハザードマップの提供や動画の配信も可能であると考えられる。

インターネット上では、GISを用いた高度なハザード情報を提示できることも重要である。
この場合、高齢者等への配慮を行う必要がある。

また、防災行政無線やインターネット等の活用によるリアルタイムの情報提供は、災害時における有効な周知方法であると考えられる。

周知における留意点

身体障害者・高齢者・子供に対しても分かりやすく、使いやすいものとする。日本語を理解できない外国人に対しても、適切な配慮が必要である。

配布時には、災害イメージを固定化させないように、「これは一つのモデルケースであり、条件により浸水予測地域等は変化する」等の記載をし、説明を行うことが必要である。

また、周知時には災害イメージを固定化させないような記載を行うことが必要である。

なお、津波による被害は陸上のみに限らず、船舶被害など海上の被害も、予想されることから、船舶関係者(荷役船、作業船、漁船、プレジャーボート等)や養殖事業者などへの対応などの課題がある。また、港湾関連事業者は津波・高潮による災害を受けやすい場所で操業しているため、外来船乗務員等への対応などの課題もある。

5.2 住民理解促進方策

(1) 住民参加の必要性

津波・高潮ハザードマップは、行政から住民に完成品を提供するのではなく、地域住民も参画して作成することがハザード情報の周知、利活用の促進において極めて重要である。

また、津波・高潮ハザードマップへの地域情報の反映、ハザードマップに対する住民理解促進のためには、ハザードマップに関するワークショップを開催することが有効である。

< 解説 >

地域における津波・高潮に対する避難計画などを検討するにあたっては、きめ細かな地域情報に精通した地域住民の意見を取り入れ、地域の実情に合わせた計画を作り上げることが肝要である。また、計画づくりに地域住民も参画することは、周知、利活用の促進においても極めて重要である。

このため、ハザードマップ作成段階において、住民と行政とで実施するワークショップやリスコムニケーション等によって、住民に「自分が主体的にハザードマップ作成に参加している」という意識を持ってもらうことが、津波・高潮ハザードマップの利活用促進には不可欠である。

なお、住民参加にあたっては、自治体のみならず商工会や青年団等の様々な関係者の参画を得ることが望まれる。

その他の住民理解促進方策としては、

- 地域学習会の開催
- インターネット等を活用した双方向型電子版ハザードマップの作成・公開
- 防災啓発ツールの作成(例：ビデオの作成・上映)

などが考えられる。

(2) ワークショップの開催

津波・高潮ハザードマップ作成における地域住民の参画、津波・高潮ハザードマップへの地域情報の反映や津波・高潮ハザードマップの意義、記載内容、想定外の災害発生時の対応及び円滑な避難実施について住民理解を促進するためにハザードマップに関するワークショップを開催することが有効である。

< 解説 >

ワークショップの開催

地域には地域住民にしかわからない危険があり、マニュアル的に作成されたハザードマップでは、地域の視点からの重要な活用視点が欠落することもありうる。その対応として、地域住民に、より主体的に地域防災に関わってもらうために、地域各層の住民が参画するハザードマップ作成のためのワークショップを開催することが考えられる。

ワークショップのコアメンバーの構成としては、例えば表5.2.1のような構成が考えられる。これらのコアメンバーと一般参加者より、それぞれの立場から津波・高潮ハザードマップに記載すべきと考えられる事項などについて意見聴取を行う。

ワークショップでの審議内容としては、趣旨説明、ハザードマップの概要理解、事務局作成のハザードマップの説明、その配布・活用方法の提示及びそれらに対する意見聴取が考えられる。ハザードマップにおける住民意見などの適確な反映のため、ワークショップは、複数回行うことが望ましい。

また、実際に現地に行き地域の危険状況、避難所要時間などについて確認することも重要である。このとき、災害イメージの固定化を招かないように、マップはあくまでモデルケースである等の説明を行うなどの配慮が必要である。

表 5.2.1 ワークショップのコアメンバーの例

区分	メンバー	立場・役割
座長	学識者 or 市町村職員 or コンサルタント	会の進行、意見集約・とりまとめ
コアメンバー	まちづくり代表	まちづくりからの観点
	学校教諭	授業時の対応、児童・生徒の安全からの観点
	高齢者代表	高齢者からの観点
	生活者代表	日常生活、高齢者等の介助等からの観点
	地域企業従業員代表	通勤、職場活動、地域との連携からの観点
	消防団代表	地域の防災からの観点
	自主防災組織代表	地域の防災からの観点
	福祉施設関係代表	障害者・高齢者等の介助等からの観点
	海岸工学等の専門家	技術的な観点
事務局	市町村職員(防災担当)	会場手配、資料作成、資料説明

ワークショップの運営例

1回のワークショップ開催にあたっては、一地域約30人を目安に、町内会や班、自主防災組織等の既存の組織を通じて各住民に声をかける、又は直接住民に参加の呼びかけを行う。ワークショップにおいては、1つの地域で地区ごとに班に別れて、具体的な津波避難計画を策定する作業を行うため、あらかじめ1つの地域を4～5班に分けて住民の参加を呼びかけることが望ましい。開催時間・回数なども地域の現状に合わせて決める。

会場は、参加者が多くてもある程度余裕を持って運営できる広さを確保し、OHPや液晶プロジェクター、ホワイトボード、模造紙など必要なものを準備する。机は、各班ごとに地図を置くことができるくらいの大きさのものを用意する。以下は用意する資料や道具の例である。

表 5.2.2 ワークショップで準備するものの例

	準備するもの
ハザードマップ	浸水予測地図[ハザードマップ](シミュレーション結果や、過去の浸水域など)
防災資料	市町村が定めている避難対象地域、避難場所、避難路等の資料
その他用具	筆記用具・油性カラーペン・透明ビニルシート・ベンジン・ガムテープなど

ワークショップでは、運営者は大きな声で話をするとともに、参加した住民の理解が深まるようにわかりやすい進行に努める。住民にはできる限り多くの質問をして、住民自身に地域について考えてもらうことが重要である。また、住民は自分が経験したことの無い規模の災害は非現実的なものと捉えてしまう傾向があるため、マップの記載内容、表現方法等を工夫し、ハザード情報を正しく伝達できるように留意する。

市町村の防災担当職員のみではワークショップの開催が困難な場合は、国や都道府県の防災担当職員、津波等防災の専門家に参加を依頼し、運営していくことが望ましい。

(3) 災害学習などを通じた津波・高潮ハザードマップの住民理解の促進

その他の住民理解促進方策として、災害学習などを通じた津波・高潮ハザードマップの理解促進が有効である。

理解促進策としては、自主防災組織での学習、学校等での学習、ITを活用した双方向型ハザードマップ閲覧システムの整備による住民理解の促進、津波・高潮アドバイザーの育成などが挙げられる。

< 解説 >

自主防災組織での学習

津波・高潮ハザードマップの住民理解の促進においては、各地域で結成されている自主防災組織において、災害学習の重要なツールとして津波・高潮ハザードマップを用いることが有効である。

特に、小地域ごとの自主防災組織内で、各地域の実情に沿った、詳細な地域の危険度や避難経路などの検討を行うことが望ましいと考えられる。その際、ワークショップでは検討できないような細かい内容等について検討し、より詳細な地域の危険や避難路を記載したハザードマップを作成してみることも、効果的であると考えられる。また、日頃から、共通の災害が想定される自主防災組織間で意見交換、意志疎通を行い、災害時の対策を調整しておくことも重要である。

学校等での学習

学校等での災害学習用教材として津波・高潮ハザードマップ用いることも考えられる。子供の頃から津波・高潮災害に対する認識を高め、毎年継続的に実施していくことで将来にわたって継続可能な津波・高潮ハザードマップの理解促進、普及・定着を目指す。小学校等で学習することが各家庭内等で災害について話し合うきっかけにもなり、各世帯、各地域ごとでの災害学習にも繋がると考えられる。

しかし、小学生用などの教材に使用する場合、小学生向けなどの記述や表示方法、指導する教師への指導等、十分な検討が必要である。

ITを活用した住民理解の促進

住民にハザードマップを利用してもらうためには、津波・高潮災害について住民に自分のこととして捉えてもらう必要がある。しかし、全市域を1枚もしくは数枚の印刷物で示したハザードマップではどうしても自分のこととして捉えにくい面もある。

そこでIT技術を活用して、自分の住宅等を選択すると、選択した人の状況に応じた災害危険度や避難場所・避難経路が示されたり、動画が表示されたりする双方向型ハザードマップ閲覧システムの整備により、住民理解の促進を図ることが考えられる。

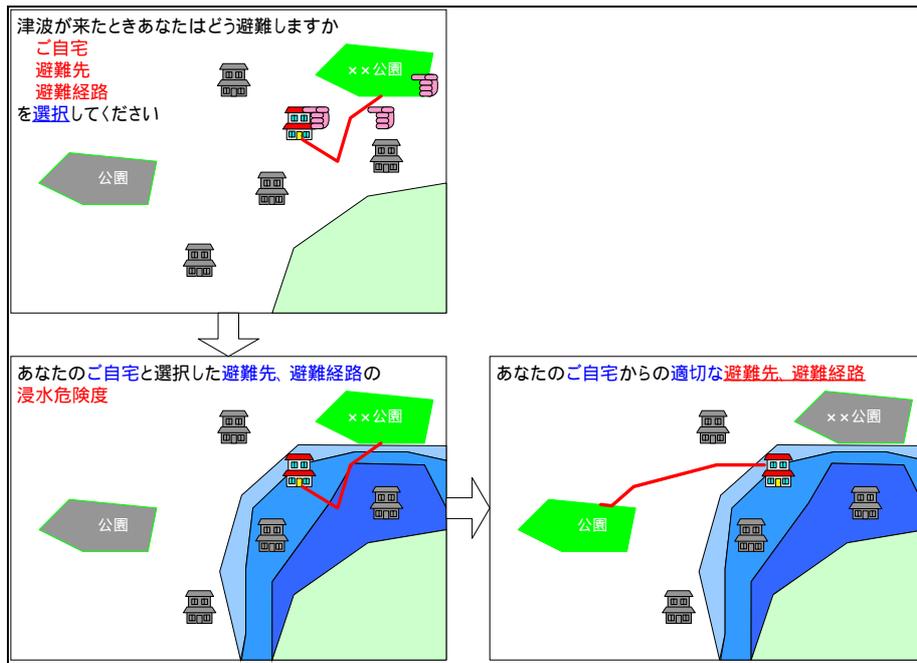


図 5.2.1 双方向型ハザードマップ閲覧システムのイメージ

既に図 5.2.2 のような津波災害総合シナリオシミュレータの開発が取り組まれている。このシステムでは、災害情報伝達、避難意思決定、避難行動及び津波(外力)についてそれぞれモデル化されており、住民が設定したシナリオ(避難行動の開始時間、など)を入力すればその成否(避難可能かどうか)が視覚的に理解できるようになっているものである。このようなITを活用したシステムによる津波・避難疑似体験を通じて住民理解を促進することも考えられる。

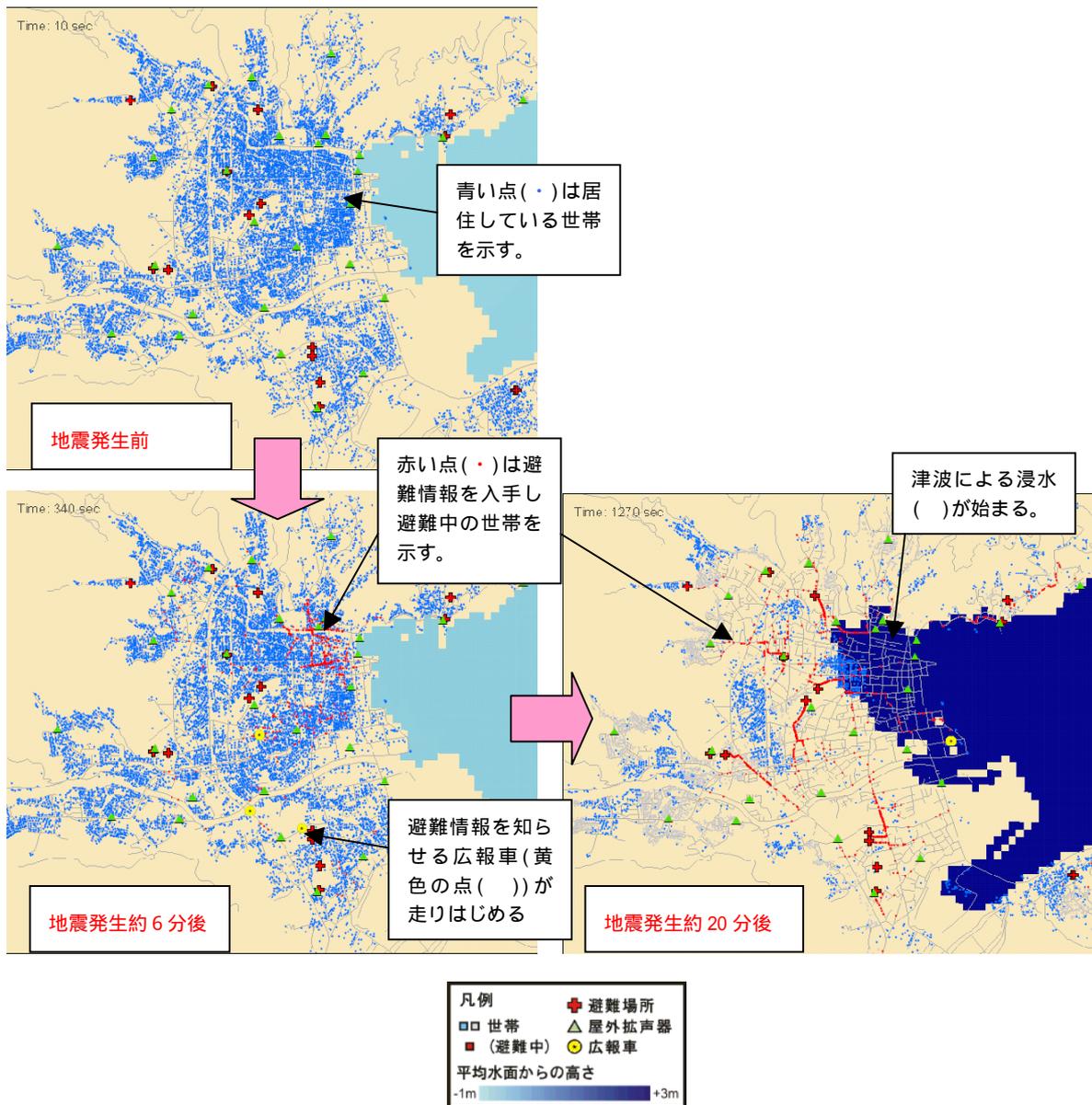


図 5.2.2 津波災害総合シナリオシミュレータの開発例

資料：群馬大学工学部建設工学科片田研究室

津波・高潮アドバイザーの育成

一部の河川においては、リバーカウンセラーと呼ばれるあるエリアに関する専門家を置いているものもある。津波・高潮災害の様相は地域と密接な関係を持つため、リバーカウンセラーと同様の「津波・高潮アドバイザー」のような、地域に継続して関わっていただける学識経験者を置くことも考えられる。子供たちに津波・高潮について教える、または学校の教員を指導するなど、津波・高潮アドバイザーの専門家としての活動に際して、津波・高潮ハザードマップは重要なツールとなる。これら専門家により、広くわかりやすくハザードマップの住民理解促進に向けた諸活動を展開することが有効であると考えられる。

5.3 津波・高潮対策における津波・高潮ハザードマップの利活用

津波・高潮対策における住民避難用ハザードマップは、津波・高潮危険度の情報共有化と円滑な避難、また、今後の防災のあり方に関する住民との対話などのようなリスクコミュニケーションのためなどに活用できる。

行政検討用ハザードマップは、その作成目的に応じ、地域防災計画等へ活用できる。また、ハザードマップは作成後も適切にメンテナンスしていく必要がある。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップは、ハード・ソフト両面からの総合的な防災対策に活用可能であり、平常時、災害発生時(災害発生直前・発生直後)の各プロセスにおける利活用の例を図 5.3.1、表 5.3.1 に示す。

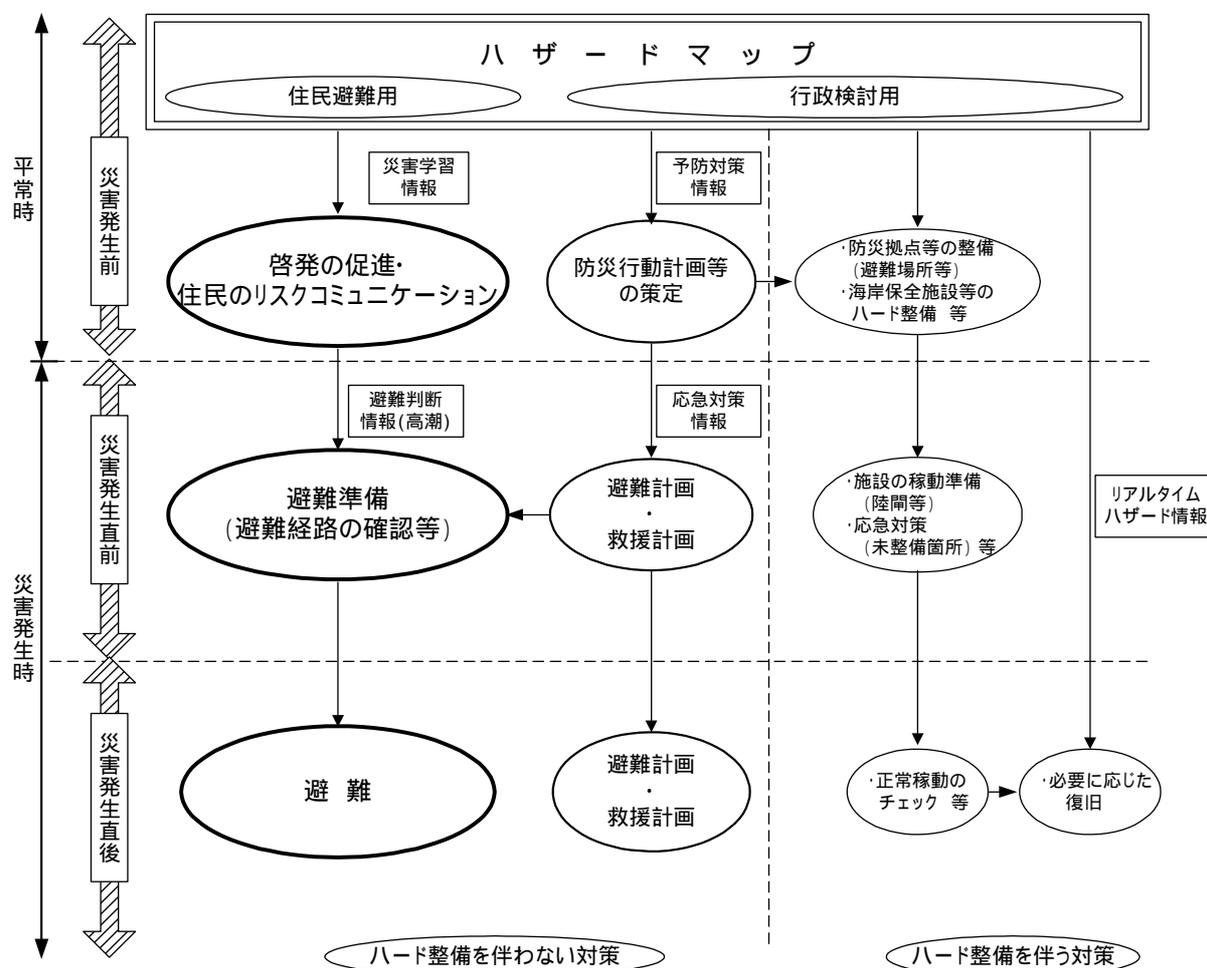


図 5.3.1 災害の各段階における津波・高潮ハザードマップの利活用

表 5.3.1 住民及び行政における津波・高潮ハザードマップの利活用

利用主体		住民	行政
利活用方法	ソフト面	・自衛力の向上(自助、共助)	・住民の自助の支援 ・津波・高潮被害軽減のための避難施設、避難経路等を位置付けた避難計画の策定(自助の支援)
	ハード面		< 平常時 > ・老朽化施設の維持・補修(公助) < 災害発生時 > ・被災施設の応急処置・復旧(公助) ・二次災害発生危険箇所の補強・補修(公助)

住民避難用ハザードマップの利活用

津波・高潮対策における住民避難用ハザードマップの利活用目的と手段は表 5.3.2 のように整理される。

表 5.3.2 住民避難用ハザードマップの利活用目的と手段

	目的	手段
円滑な避難のための活用	津波・高潮危険度の周知	・ハザードマップの周知
	住民による津波・高潮危険度の確認	・住民理解促進の実施
	避難後の情報提供について	・ハザードマップの周知
リスクコミュニケーションのための活用	今後の防災のあり方に関する住民との対話	・リスクコミュニケーションの実施

行政検討用ハザードマップの利活用

行政検討用ハザードマップの利活用はその作成目的による。表 5.3.3 に具体例を示す。

表 5.3.3 行政検討用ハザードマップの利活用とハザードマップの有無による効果の比較例

作成目的と対策例		ハザードマップの有無による効果の比較例	
作成目的	対策例	ハザードマップあり	ハザードマップなし
災害発生の予防対策	避難場所の整備	浸水予測区域と避難候補地、道路等の位置関係の把握が可能で、適切に避難場所や避難案内板等の施設設置が可能である。	避難候補地や道路の浸水危険性が把握できず、避難場所や防災施設の設定が困難である。
	防災施設の整備(案内板の設置等)		
災害発生直前・災害発生後の応急対策	避難計画	各避難場所の収容可能人数と想定される避難者数等が把握可能で、適切な避難誘導計画や効率的な救援物資輸送計画の策定が可能である。	浸水区域が把握できず、各避難所への想定避難者数が把握できないため、適切な避難誘導計画や過不足のない救援物資輸送計画の策定が困難である。
	救援計画		

災害段階別の利活用

津波・高潮ハザードマップは、災害発生前、発生直前、発生後の段階ごとの利用方法があり、その利用主体及び利用方法の例を、表 5.3.4 に示す。

表 5.3.4 災害の各段階における津波・高潮ハザードマップの利用主体と利用方法

災害の段階	利用主体	利用方法
災害発生前	住民	避難活用情報・災害学習情報・地域情報(人口分布、土地利用など)提供、リスクコミュニケーション
	行政	予防対策(避難場所の整備、防災施設の整備等)、リスクコミュニケーション
災害発生直前	住民	避難判断情報提供(高潮の場合、浸水深・避難場所)
	行政	応急対策(避難計画、救援計画等)
災害発生後	住民	避難後の情報提供(自治体の指示について等)
	行政	応急対策(避難計画、救援計画等)

現地案内板等との連携

特に津波の際の避難は、一刻を争うことも考えられる。現地で迷うことがあっては人命に関わるため、津波・高潮ハザードマップと連携した避難誘導のための案内板等の設置による、現地での支援が不可欠であると考えられる。(詳細は参考資料-2 参照)

5.4 津波・高潮ハザードマップの検証及び見直し

海岸保全施設整備の進捗や社会状況の変化、予測技術の進歩などを考慮し、必要に応じてハザードマップ内容の検証及び見直しを行うものとする。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップの検証

定期的な防災訓練によりハザードマップの妥当性を確認したり、避難に要する時間や避難経路などの検証を行うことも考えられる。

また、行政からの一方的な情報提供ではなく、地域の防災組織が主体的に検証を行えるよう誘導・支援していくことが重要である。

津波・高潮ハザードマップの見直し

住民に対しては、常に最新の情報を提供することが必要であり、そのために、社会状況の変化や予測技術の進歩などを考慮し、必要に応じてハザードマップの見直しを行うことが必要である。

見直しにあたっては、土地利用の変化、海岸の整備状況、津波・高潮の実績、計算技術の進歩等を考慮し、必要に応じ海岸の専門家等の助言を得るものとする。

また、見直しを行った時は、いつ、どのような手法で何を作成、修正したのかを必ず明示する。見直し状況を管理するため、例えば、以下に示すように修正内容によりバージョン番号を変更することも考えられる。

表 5.4.1 津波・高潮ハザードマップのバージョン管理例

初版 : ver 1.0

第 1 回改訂 : ver 1.1 (ミスや細かい修正等の場合)

第 2 回改訂 : ver 2.0 (浸水予測を見直した場合)

5.5 整備促進方策

ハザードマップの活用によりハード面およびソフト面の総合的な津波・高潮防災対策をより有効かつ効果的に展開することが可能となることから、ハザードマップの整備、周知、活用の重要性及びこれらの推進方策を自治体における防災関連の諸計画に位置付けることが有効と考えられる。

< 解説 >

【ハザードマップ整備促進に向けた自治体の計画への反映について】

現時点では、まだ防災関連の諸計画にハザードマップについて記載している自治体は限られているが、ハザードマップの活用によりハード面およびソフト面の総合的な津波・高潮防災対策を有効かつ効果的に展開することが可能となることから、ハザードマップの整備、周知、活用の重要性及びこれらの推進方策を自治体における防災関連の諸計画に位置付けることが得策と考えられる。

自治体における津波・高潮に係わる防災関連の諸計画における現況のハザードマップに関する位置付けについて表 5.5.1 に整理した。また、「東海地震対策大綱」(平成 15 年 5 月 29 日、中央防災会議)において、予防対策の 1 つとして、ハザードマップの整備が位置付けられている。

今後、ハザードマップの整備等に関する位置付けを行う計画の例としては、「地域防災計画」、「海岸保全基本計画」、「水防計画」等が挙げられる。

これら計画への位置付けの記載例を表 5.5.2 に示す。

表 5.5.1 津波・高潮に係わる防災関連の諸計画における現況のハザードマップに関する位置付け

計画例	現況のハザードマップに関する位置付け 等
<p>地域防災計画 (災害対策基本法)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・防災対策の要、根拠となる計画である。 ・災害対策基本法では、市町村長が、住民の避難について責任を有するとされている。 ・一部の自治体の地域防災計画において、災害に対するソフト対策としてハザードマップの整備が挙げられているものもある。例えば、高知市の地域防災計画(平成 14 年度版)では、「防災教育・研修」に関する記載部分の「防災広報」の項目中に、「防災に関するパンフレットや防災マップを防災対策関係者はじめ市民に配布する。」とある。
<p>海岸保全基本計画 (海岸法)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体が海岸における防護・利用・環境に関する基本的な事項を定めるものである。 ・計画に記載すべき事項については、計画策定者に委ねられている。 ・静岡県や和歌山県のように、一部の自治体の海岸保全基本計画において、災害に対するソフト対策としてハザードマップの整備が挙げられている例もあり、例えば、静岡県では、16 市町において津波ハザードマップの作成が実施されている。
<p>水防計画 (水防法)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水・高潮の水災被害対策の根拠となる計画である。 ・平成 13 年に水防法が改正され、洪水予報河川については、国土交通大臣又は都道府県知事が浸水想定区域を公表することとなった。 ・この浸水想定区域を用い、各自治体で洪水ハザードマップが整備されている。

各計画への位置付けの方法としては次のような内容が提案できる。

表 5.5.2 自治体の計画への記載例

計画例	記載例
<p>地域防災計画 (災害対策基本法)</p>	<p>【災害予防】</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設整備と併せたハザードマップの作成の必要性 ハザードマップの活用例(ハザードマップを活用した予防計画) <p>【災害応急対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ハザードマップの活用例 (避難誘導計画、施設の応急対策) <p>【災害復旧】</p> <ul style="list-style-type: none"> ハザードマップの活用例 (リアルタイムハザードマップの活用による復旧計画)
<p>海岸保全基本計画 (海岸法)</p>	<p>海岸の保全に対する基本的な事項</p> <p>【海岸の防護に関する事項】</p> <p>海岸の防護の目標</p> <ul style="list-style-type: none"> 防護すべき地域(ハザードマップの活用により図示) <p>防護の目標を達成するための施策</p> <ul style="list-style-type: none"> ハザードマップを活用した総合的な防災対策の重要性等を記載する。 <p>(記載内容の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> 人口、資産の集積がある地域では、ひとたび津波・高潮等の災害が発生すると、広範な地域で甚大被害を生じる可能性が高い。 したがって、海岸保全施設の整備だけでなく、ハザードマップの作成を進めこれを活用した緊急時の避難経路や避難場所の確保、災害発生時の対応方法の周知徹底、避難誘導の方法やルートの調整、迅速・適切な情報の収集、発信などのソフト面での対策も必要である。 また、ハザードマップを活用し地域住民と一体となった防災活動の体制づくりや防災意識の高揚及び知識の普及などを進め、さらなる安全性の向上に努める。 ハザードマップは海岸保全施設の日常的な点検や維持管理にも有効であり施設の機能維持と安全性を重視した点検を行うとともに、老朽化の著しい施設を監視するためのシステムづくりや、損壊や異常個所の早期発見・補修・改修等が図れるよう異常通報システムなどの対策を検討し、迅速で適正な対策を講じることができるよう努める。 より安全なくらしとまちを守るために、このように今後さらに、施設の日常監視などで地域住民、各市町とより綿密に一体的な連携を強化していく。
<p>水防計画 (水防法)</p>	<p>水防計画は都道府県知事が防災会議に諮って定める計画であり、地域防災計画との整合性、連携が必要である。この点からハード面・ソフト面の対策の連携としてハザードマップの作成について言及することは可能である。一方、水防法では、洪水については浸水想定区域の指定と円滑かつ迅速な避難を確保するための措置を定めることとされており、同法の対象災害の1つである高潮についても同様の考え方を展開したハザードマップによる全国標準的な方法論の確立は水防法からみても効果的な施策といえる。</p>

津波・高潮ハザードマップマニュアル(案)

参 考 資 料 編

参考資料-1 時系列を考慮した数値計算による浸水予測手法

第1章 津波浸水予測計算

1.1 津波浸水予測計算の流れ

津波浸水予測計算は一般的に、津波外力(対象地震)の想定、地形データの作成、初期条件等の設定・入力、再現シミュレーション、津波予測シミュレーション、計算結果の出力、の手順で実施する。

< 解説 >

津波浸水予測計算の流れ

一般的に、津波浸水予測計算は下図に示すような手順で実施する。

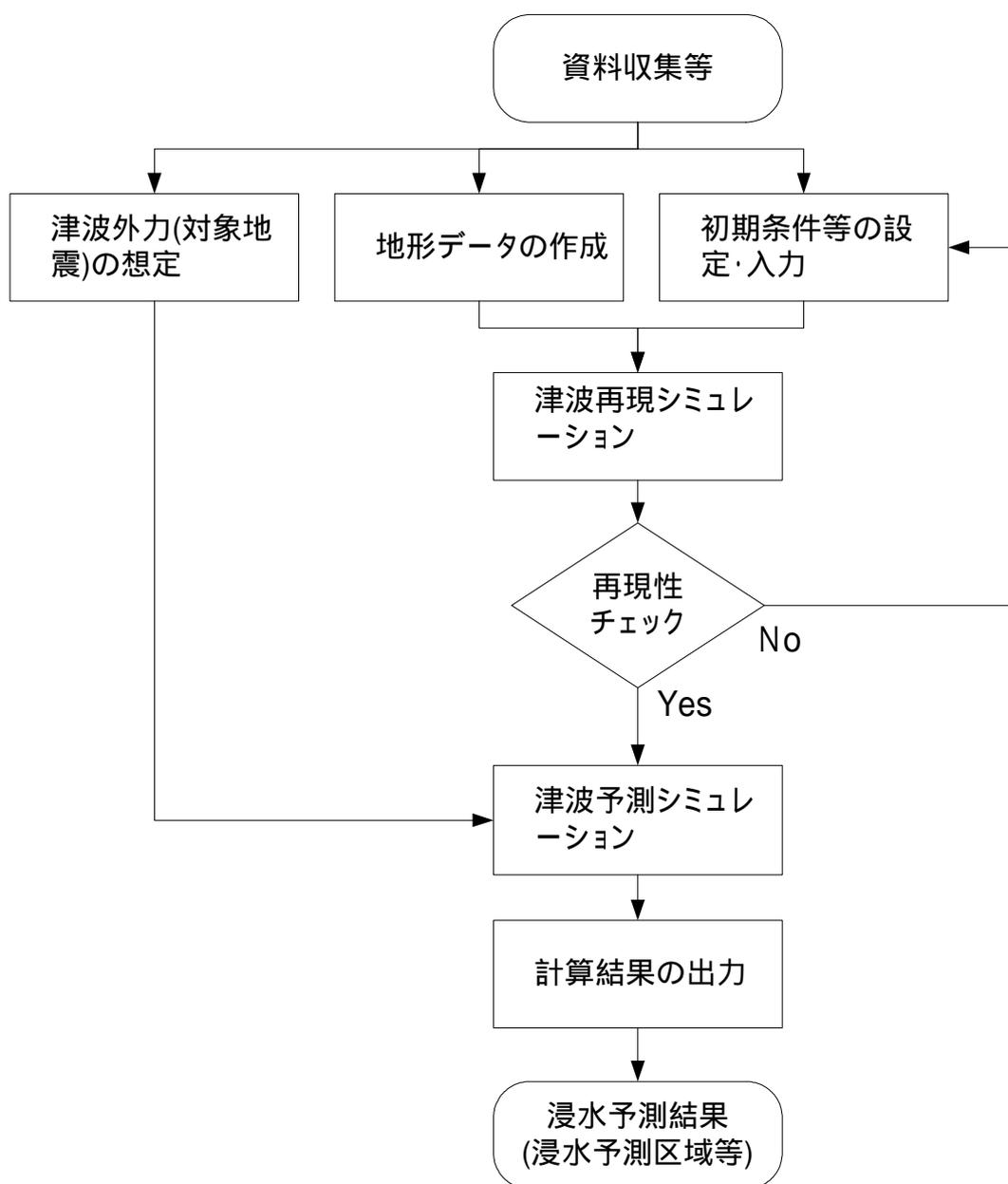


図 1.1.1 津波浸水予測計算の流れ

津波ハザードマップ作成時の諸条件

本マニュアルでは、津波ハザードマップ作成に係わる不確実性要素について、どのように各要素をコントロールすれば住民の被害を最小化するハザードマップが実現されるのか、という命題を念頭に、不確実性要素すなわち津波ハザードマップ作成時の諸条件の設定方法についてとりまとめる。津波ハザードマップ作成時の諸条件としては、表 1.1.1 に示す各条件を対象とする。

表 1.1.1 津波ハザードマップ作成時の諸条件

項目	津波ハザードマップ作成時の諸条件
津波外力	1. 地震断層モデル
	2. 地震断層モデルで表現される初期水位
地形条件	3. 格子間隔
	4. 標高
	5. 河川地形条件
潮位	6. 潮位
構造物条件	7. 構造物条件
	8. 構造物の地震被害
解析法	9. 津波数値解析手法

1.2 地震断層モデル

防災計画等地域防災を検討するためには、対象地域において、考えられる最大規模の津波¹を対象にする。地震発生時には、隆起・沈降といった地盤高の変位が生じるため、最大津波高を与える地震と最大浸水深を与える地震が異なる場合がある。したがって、津波ハザードマップで対象とする地震断層モデルは、津波高のみを考えるのではなく、浸水深(津波高 - 変位後の地盤高)によって評価を行う必要がある。

地震断層モデルの設定に際しては、地盤が沈降すると予測される場合には沈降後の地盤高、地盤が隆起すると予測される場合には隆起を無視した当初の地盤高を用いて浸水深を算定し、既往又は想定最大規模の浸水深の要因となる地震断層モデルの選定を基本とする。

< 解説 >

地盤変位が浸水シミュレーションの結果に与える影響について

地震断層モデル(断層の位置・深さ・長さ・幅・すべり量・走向角・傾斜角等)は、津波計算を実施する上での、初期条件(初期水位)と地盤変位を決定する。これらの諸元は津波の大きさと浸水状況に直接影響する。

地震の発生によって、隆起・沈降といった地盤変位が生じる場合、最大津波高¹を生じる地震と最大浸水深を生じる地震とは異なる可能性があり、地震被害と浸水被害に正の相関がない可能性もある。したがって、最大規模の浸水被害を想定する際の地震断層モデルは津波高及び地盤変位を考慮した上で決定する。

地盤変位は1 m以上に及ぶことも予想されるが、これまでのマニュアル類では統一的な地盤変位の見解が示されておらず、下記のような判断がケースバイケースで実施されてきた。浸水に関して最も危険側の判断を行うためには、下記c)の考え方をとることとなる。

- a) 地盤変位量が無視できる場合、地盤変位を取り扱わない。
- b) 地盤の隆起と沈降の両方を考慮する。
- c) 浸水にとって危険側の判断を行うため、地盤の沈降のみ考慮する。

1 「最大の津波高」とは、ハザードマップの各整備主体が、作成範囲に対して最も被害が大きくなるものとして、状況に応じて整理・検討・設定するものとする。

図 1.2.1 に示す概念図を例にして、同じ規模の地震で発生場所の異なる A 地震と B 地震を想定すると、対象地点(図中 印)での相対的な影響の程度は表 1.2.1 の様な関係になると考えられる。この例では、A 地震と B 地震では地震被害と浸水被害の相対関係は逆転する。

表 1.2.1 対象地点(印)での 2 つの地震による影響の相対関係

Case	地震名	地震動	地盤高	津波高	地震被害	浸水被害
Case1	A 地震	B より強い	隆起 (+2 m)	B より高い (10 m)	B より多い (地震動に比例)	少ない (浸水=津波高-地盤高) (10 - 2 = 8 m)
Case2			隆起無し (± 0 m)			(10 - 0 = 10 m)
Case3	B 地震	強い	沈降 (-1 m)	高い (8 m)	多い	多い (8 - (-1) = 9 m)

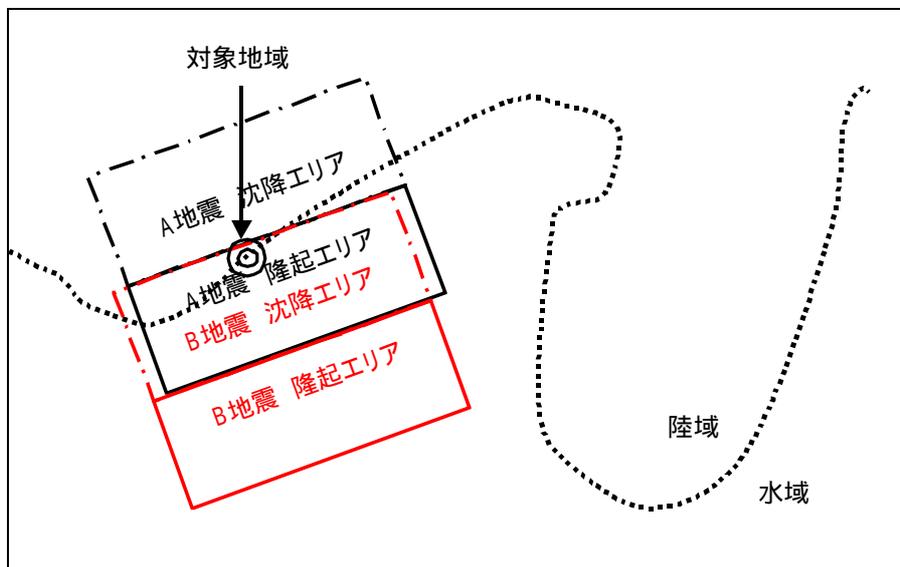


図 1.2.1 断層位置と検討対象地点の概念図

図 1.2.1 において浸水高(津波高 - 変異後の地盤高)によって評価を行う場合には、Case3(B 地震)が最大の浸水被害(9 m)を及ぼし、Case1(8 m、A 地震)よりも大きい値となっている。しかし、A 地震の隆起量(+2 m)が無いものとすれば、Case2(10 m)が最大の浸高を与えるものとなり、A 地震が選定されることとなる。

既往および想定地震の取り扱いについて

既往地震については、津波高や浸水状況に関して信頼できるデータが残されているものを対象とする。また、想定地震については有識者による合意が得られている地震断層モデルを対象とする。想定地震の設定例としては、中央防災会議による想定東海地震や想定地震断層モデルがある。

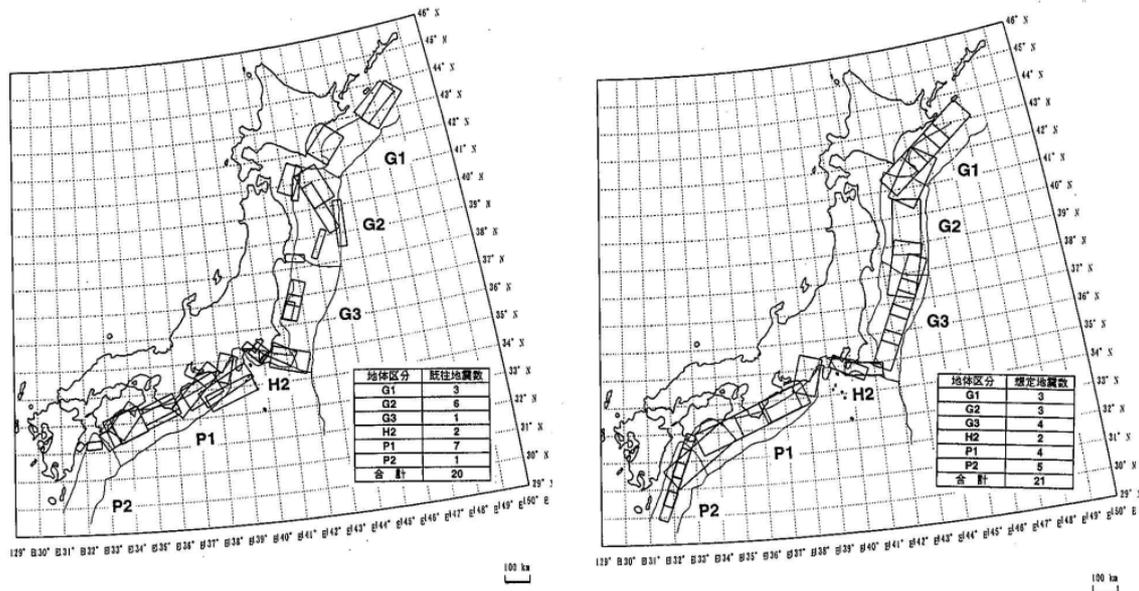


図 1.2.2 地震断層モデル例(左：既往地震、右：想定地震)

津波の発生原因

津波の発生原因としては、断層運動に伴う地震の他に、火山噴火、陸域からの土砂・土石流の海中への突入、海底地すべり、隕石の衝突等がある。なお、ここでは、これらの発生原因の中でも、発生割合が極めて大きく、発生場所も広範囲にわたる断層運動(地震)に伴う津波を対象とする。

1.3 地震断層モデルで表現される初期水位

津波ハザードマップに供する津波計算に使用する「初期水位」は、津波再現計算を実施し、その妥当性を検証したものととして発表されている断層モデル(津波から見た最適断層モデル)により設定することを基本とする。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波の数値計算は初期条件として海面の変位分布(=初期水位)を与え、運動方程式と連続式を時間経過に伴い数値的に解くものである。このため、アウトプットとして得られる津波の水位は、この初期水位の条件に大きく左右される。

初期水位は以下のような断層モデルによって設定されることが多いが、後者ほど誤差が減少し、確度の高いシミュレーションが可能となる。

- 地震学的データや測地学的データから決められた断層モデルを使用する。
- 「津波から見た最適断層モデル」(津波再現計算を実施しその妥当性を検証したものととして発表されている断層モデル)をそのまま採用する。
- 「津波から見た最適断層モデル」を基本とし、痕跡値等を利用して、調査で使用する津波計算モデルに適合するように修正した断層モデル。

「初期水位」設定の考え方

既往地震の場合、ひとつの地震に対して地震学的データによって決められた断層モデルや津波再現計算を実施しその妥当性を検証したものととして発表されている断層モデルなど複数の断層モデルが提唱されている場合がある。

津波ハザードマップで対象とする津波計算に使用する「初期水位」は津波から見た最適断層モデルにより設定することを基本とする。設定にあたっては使用する津波計算モデルによって再現計算を実施し、その再現性を確認するとともに、津波計算モデルに起因する系統的な誤差が生じている場合はその補正を行う。

なお、想定地震津波による予測を実施する場合も、あらかじめ前記の再現性の確認と津波計算モデルに起因する系統的な誤差補正を行っておくことが望ましい。

1.4 格子間隔

津波計算時の評価地点周辺海域及び遡上域における格子間隔は、浸水区域予測の精度を確保し、また、構造物等の微地形の影響を考慮して、適切に設定するものとする。

< 解説 >

格子間隔と浸水区域の予測について

図 1.4.1 は格子間隔が浸水シミュレーションに与える影響についてのモデル図である。図中 A 区域内において 50 m メッシュの浸水域は緑線で地形近似を行っているため、B 線で浸水しなくなる。一方、実際の浸水域は黒線で表される通り C 線まで浸水することとなり、この例では 50 m メッシュの地形近似を用いるとは浸水域を過小評価することとなる。12.5 m メッシュの地形近似を行うことにより、C 線に近いより精度の高い浸水域を表現することができる。すなわち、A 区域に建物が建っている場合、50 m メッシュでは浸水しないことと予測されるが、12.5 m メッシュにすると正しく予測される(浸水する)こととなる。

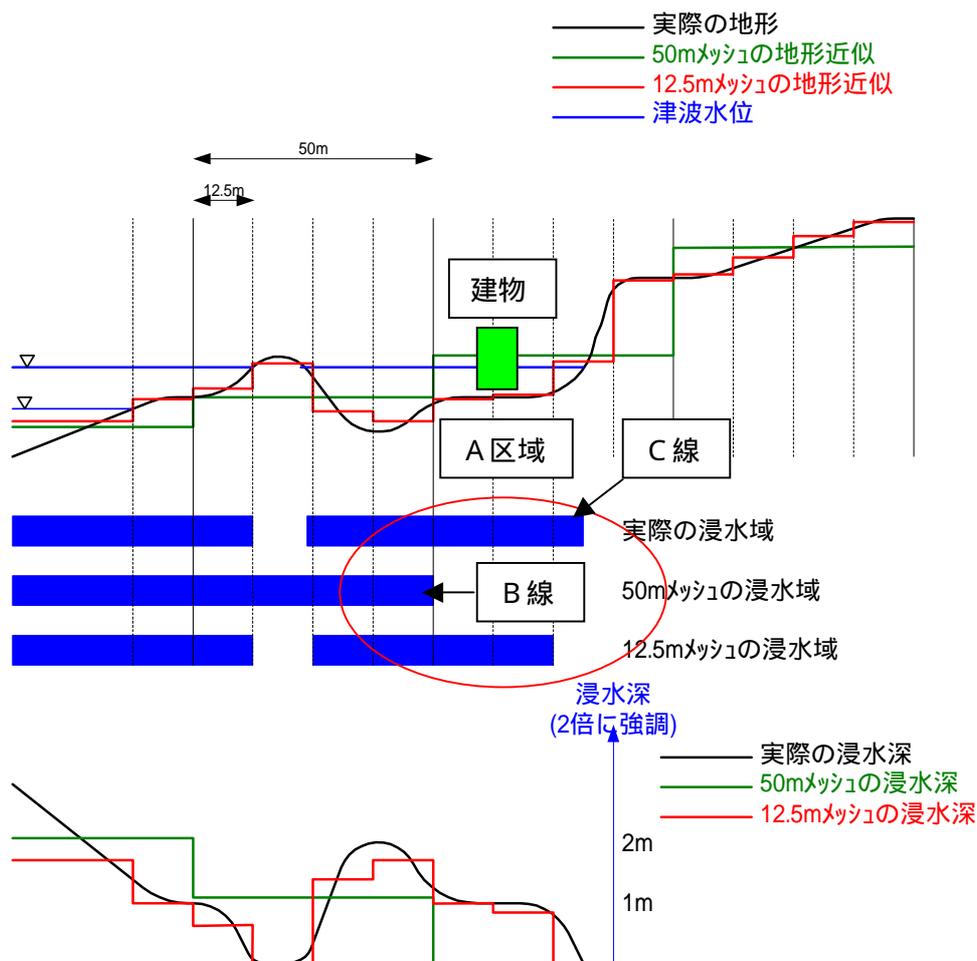


図 1.4.1 格子間隔が浸水予測に与える影響 モデル図

格子間隔と微地形の取扱いについて

津波計算では一般に矩形格子で地形を表現しており、標高は格子内の平均的な地盤高で表現している。このため格子内の構造物等(ビル、水門、陸こう、土手、防潮林等)を直接考慮することは出来ない。また、陸上での津波挙動を予測するための津波計算では、計算格子間隔を狭くすることによって地形近似が高まり、構造物や微地形の影響をより正確に反映できるため計算精度は向上する。

構造物等による影響を検討する場合は下記のような方法を採用する。

- 1) 1:2,500 地形図や航空写真測量及びその他の測量データなどの信頼されるデータを用い、12.5 m程度の格子間隔を採用する。但し、12.5 mの分解性能を持たないデータの場合は、より大きな格子間隔のデータを内挿して算出することになり、データそのものに信頼性がないため、精度の高い浸水予測とならないことに留意する必要がある。
- 2) 格子内の土地利用状況を表す平均的な粗度(表 1.4.1 参照)で考慮する。

表 1.4.1 粗度係数の設定値

土地利用	粗度係数
住宅地	0.04 ~ 0.08
工場地等	0.04
農地	0.02
林地	0.03
水域	0.025
その他(空地、緑地)	0.025

なお、国・県等の広域な範囲を対象に津波・浸水挙動を把握することが目的である場合には、目的と対象範囲の広さに応じて、50 ~ 100 mなどの適切な格子間隔により浸水域を把握するものとする。

<注> 表現精度(メッシュサイズ)と計算格子間隔について

図面表現における表現精度は、計算格子間隔に依存するが、大きい計算格子から擬似的に表現上詳細な浸水深データを作成することができる。前の図 4.4.2 に示した通り、厳密に言えば、計算格子の粗さにより表現されている精度は保証されていないが、水面の連続性を考えると、ある程度は擬似的に表現できていると考えられる。

計算格子間隔を細かくすると計算精度も向上するが、計算における負荷、データ作成費用が大きくなる。むしろ、計算精度に影響を与えるのは計算格子間隔ではなく、標高データ精度である。

1.5 標高

計算に用いる標高値は浸水深に直接影響を及ぼすため、精度の高いデータが必要となる。特に、津波浸水が予想される地域の標高データは、浸水深の評価のため1 mより詳細な精度が必要である。そのような精度のデータが存在しない地区では、地形図の測点による修正、踏査・海岸の専門家による確認などの方法で必要精度を確保する必要がある。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

図 1.5.1 は標高が浸水深に与える影響を表したモデル図である。A区域において50 mメッシュで表される標高ではB線が浸水深となり1 mと表現される。実際の地形による浸水深は2 mより深く、この例では浸水深を過小評価することになる。12.5 mメッシュの標高を設定することにより実際の浸水深に近いC線で表すことができ、浸水深も1.8~2.0 mと実際の値に近いものとなる。

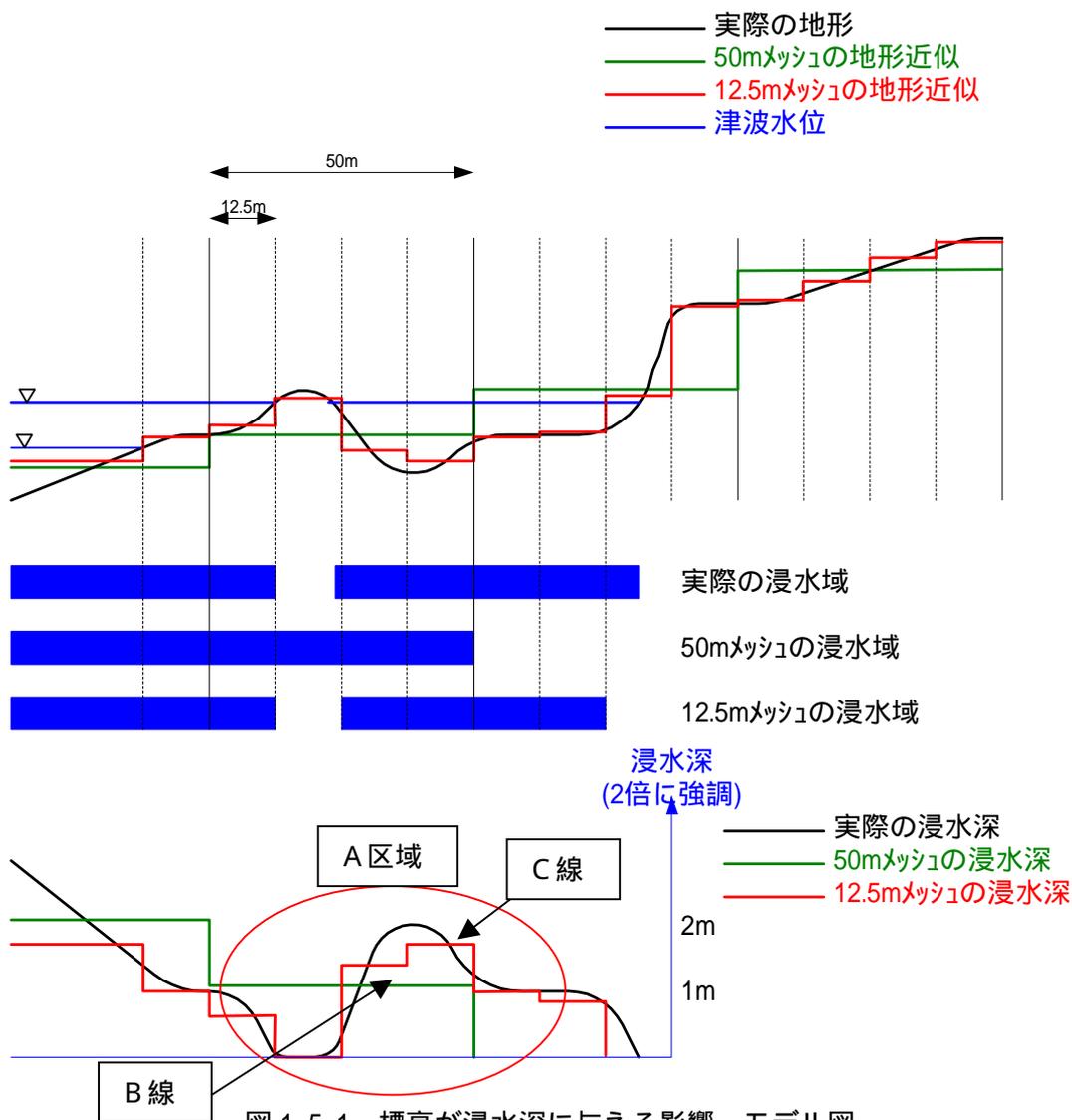


図 1.5.1 標高が浸水深に与える影響 モデル図

標高データの設定について

標高データは津波計算の計算条件と浸水状況の推定に使用される。津波計算では各格子点の標高をもとにその伝播過程を計算し、これによって各格子点の水位の時刻歴が得られる。一方、浸水状況は計算結果としての津波水位と地盤高との差で表される。

標高データとしては一般的に下記を利用することが多い。

- 国土地理院発行の縮尺 1:50,000 地形図または 1:25,000 地形図の等高線
- 国土地理院発行の数値地図の 50 m 格子標高値
- 自治体が整備している 1:2,500 地形図(国土基本図)の等高線や個々の標高値

1:25,000 の小縮尺の地形図では 10 m 間隔の等高線で標高が表現されている。このため、浸水被害が発生しやすい水際線付近の低平地の標高を忠実に再現することは困難な場合がある。また、数値地図の 50 m 格子標高値も 1:25,000 の等高線から作成されたものであるため、同程度の精度である。これに対し、1:2,500 地形図では等高線間隔が 1 m で表現されているため、より精度の高い標高データを作成することが可能である。

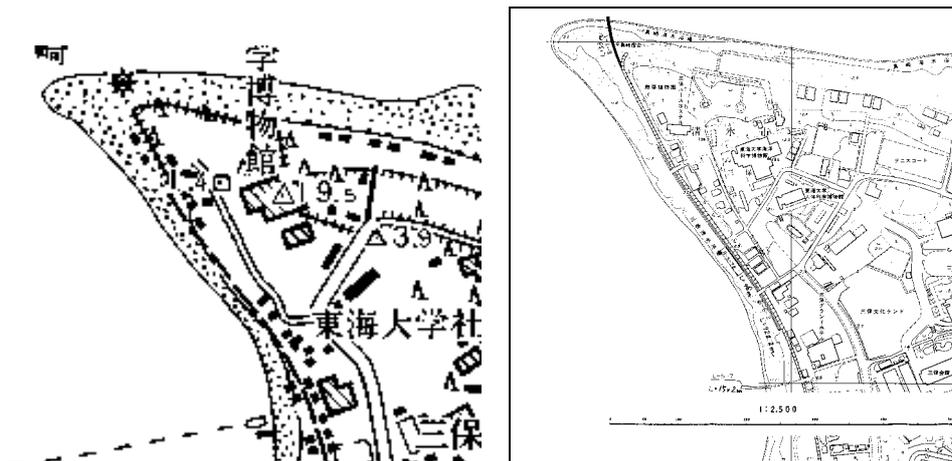


図 1.5.2 縮尺と地形図での標高表現 モデル図

例えば、図 1.5.2 は清水市真崎の地形図で、左が 1:25,000 縮尺で作成された地形図、右が 1:2,500 縮尺で作成された地形図である。両者の記載内容を比較するために同縮尺で示してある。

これらの地形図に記載されている標高に関する情報を比較すると、1:25,000 の地形は等高線が記載されておらず(この範囲には標高が 10 m を越える地盤がないため)、三角点等の標高が 3 地点分記載されているのみである。一方、1:2,500 地形図の方には 1 m 毎の等高線が記載されていて、かつ標高値の記載密度が高い。

この地区の水際線付近は砂浜となっているが、その地盤高は 1:25,000 の地形図では読み取ることができないが、1:2,500 地形図では砂浜内に 2 m の等高線が記載されていて地盤高を知ることができる。同様に、家屋のある地区の標高も 1:25,000 の地形図では分からないが、1:2,500 地形図では知ることができる。

このように、低平地での標高情報は、簡略化してある 1:25,000 の地形図では読み取ることが

難しく、1:2,500の地形図で把握する必要が高い。

また、津波高と被害程度に関して整理した既往の調査結果(表 1.5.1)を参考にすると、津波高が1 mと2 mの場合で被害の程度に差が生じている。この結果を踏まえると、浸水予測(予測津波高 - 地盤高)は1 m以内の誤差が理想である。よって、地盤高データは1:2,500の地形図データもしくは航空写真測量などの最新のデータを用いることが必要である。

表 1.5.1 津波高と被害程度

津波強度		0	1	2	3	4	5
津波高(m)		1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	岸で盛上がる	沖でも水の壁 第二波砕波	先端に砕波を伴うものが増える。		第一波でも巻波砕波を起こす。	
	急斜面	速い流速	速い流速				
音 響		前面砕波による連続音 (海鳴り、暴風雨)					
					浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴。遠方では認識されない)		
					崖に衝突する大音響 (遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)		
木造家屋	部分的破壊	全面破壊					
石造家屋	持ちこたえる		(資料なし)	全面破壊			
鉄・コンビル	持ちこたえる			(資料なし)	全面破壊		
漁 船		被害発生	被害率 50%	被害率 100%			
防潮林被害 防潮林効果	被害軽微 津波軽減	漂流物阻止		部分的被害 漂流物阻止	全面的被害 無効果		
養 殖 筏	被害発生						
沿岸集落		被害発生	被害率 50%	被害率 100%			
打上高(m)	1	2	4	8	16	32	

注：表中、津波高(m)は船舶・養殖筏など海上にあるものに対しては汀線における津波の高さ、家屋や防潮林など陸上にあるものに関しては地面から測った浸水深となっている。最下段は一集落全体を対象とした表現となっており、その集落の浸水域内で発生した最高遡上高(最高打上げ高)(m)とその浸水域内全体としての家屋被害率の被害程度との関係となっている。

参考)首藤伸夫「津波強度と被害」(1992年、津波工学研究室報告第9号 101-136)

<注> 標高データ精度について

シミュレーション用の標高データの設定にあたり、計算のため被災地の地形のモデル化を行う。モデル化であるため、いくつかの標高点から補完してデータを作成することとなるが、その作成方法に大きな誤差があると計算精度に大きな影響を与える。

例えば、国土地理院の50 mメッシュデータは、1:25,000地形図の10 m間隔の等高線を直線補完することにより、1 m単位の標高データを作成している。そのため、理論上最大10 m程度の誤差を有している。このデータは安価でかつ全国整備されているため、シミュレーションに利用しやすいが、以下の点に留意して使用する必要がある。

- 海岸線(標高0 m)から直線補完されているため、海岸部の浸水深が過大
- 表現限界が高さ1 m
- 浸水深も標高の誤差と同程度(10 m)の誤差を含有

1.6 河川地形条件

津波計算に際しては、河川の地形条件(河川形状・河床高)を計算メッシュと標高(水深)データで表現するとともに、河川堤防の天端高など構造物条件を設定する。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

震源から沿岸に達した津波の一部は、河口から遡上して河川から溢れて浸水を引き起こす可能性がある。浸水シミュレーションにおいては、河川の地形形状(河川形状・河床高)や堤防の天端高などを考慮しないと、河川から生じる浸水を適切に評価することができない。

河川地形を考慮しない場合は、河口から上流の堤外地に該当する計算格子に左右岸の堤内地の標高をあてはめている場合が多く、この場合河川から越流するような津波は考慮できない。一方、河川地形を考慮する場合は、河川縦横断面図等を根拠にして堤外地の標高データに河床高を設定する場合が多く、河川を遡上する津波を考慮できる。

また、津波の遡上と考えられる区間内に橋梁がある場合は、必要に応じ桁下高さ不足の確認と、橋梁による遡上・せき上げによる影響も確認すべきである。

河川条件設定の考え方

津波計算に際しては、河川の地形条件(河川形状・河床高)を計算メッシュと標高データで表現するとともに、河川堤防の天端高等の構造物条件を設定しておく。なお、河川内は浅い水深が続いて波状段波を形成することがあるが、このような現象は浅水理論では表現できない。

河川区間の取り扱いの概念について図 1.6.1 に示す。河川区間の標高・水深データには河床高(黒線)を設定し、左右岸に堤防がある場合は構造物として、その位置と天端高の情報(赤一点鎖線)を線境界として設定している。また、河川内の水位は便宜上海域と同一(H.W.L.、朔望平均満潮位)として扱っている。

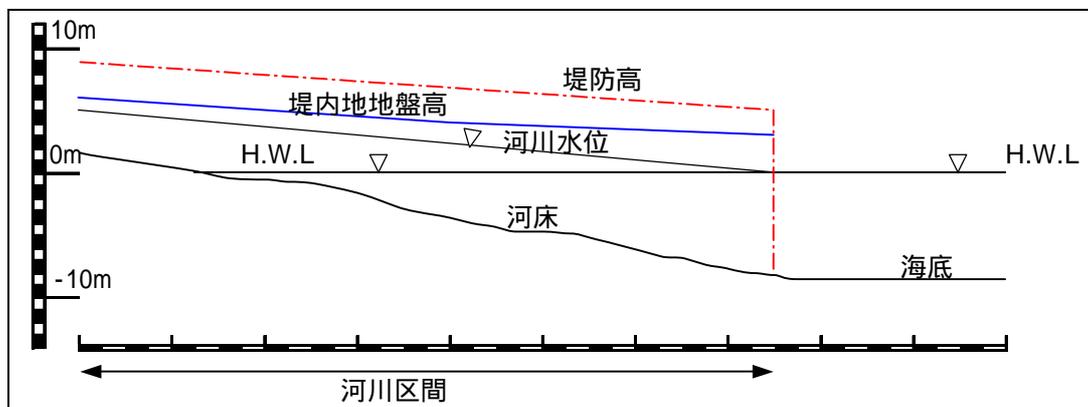


図 1.6.1 河川縦断面の模式図

1.7 潮位

津波浸水予測を実施する際には、潮位条件としてH.W.L.(朔望平均満潮位)を基本として設定する。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波は通常、潮位が高いほど陸上遡上しやすく浸水被害も増大する。

潮位条件設定の考え方

津波浸水予測を実施する際には、浸水被害の危険側を想定し、潮位条件としてH.W.L.(朔望平均満潮位)を基準とする。ただし、再現性の確認を目的とした津波数値計算の実施にあたって、発生当時の信頼できる潮位データがある場合はこれを採用する。

1.8 構造物条件

津波浸水予測を実施する際には、津波の伝播過程にあって地盤より高い構造物(防波堤、防潮堤、胸壁、道路の盛土等)を考慮する。水門・陸閘等の防護施設については、基本的に津波到達時間が短いために閉鎖が困難であったり、地震動に起因する変形等により十分に機能しない恐れがあるため、開放状態として取り扱う。ただし、耐震性を有し自動化された施設、常時閉鎖の施設、耐震性を有し津波到達時間より早く閉鎖できると考えられる施設などについては閉鎖状態として取り扱う。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波の伝播過程にあって地盤より高い構造物(例えば防波堤、防潮堤、胸壁、道路の盛土等)は津波の遡上を阻止する効果が期待できる。ただし、水門や陸閘等の操作を必要とする構造物は、津波来襲までの余裕時間が短いものと考えられるため、閉鎖することができず、この部分から浸水被害が拡大する可能性を有している。

構造物条件設定の考え方

構造物を計算条件として適切に取り扱うことでシミュレーションの精度を向上させる。また、水門・陸閘等の防護施設の機能状況(閉鎖・開放)について、安全性を考慮して危険側で設定することを基本とするが、作成目的、対象津波や地域の特性に応じ、実態に合わせて設定する。

水門・陸閘等の防護施設については、津波到達時間が短いために閉鎖が困難であったり、地震動による変形等により十分に閉鎖できないことが想定されるため、開放状態として取り扱う。ただし、耐震性を有し自動化された施設や常時閉鎖の施設及び耐震性を有し津波到達時間より早く閉鎖できると考えられる施設については、閉鎖状態として取り扱うこととする。

また、評価すべき防護施設の大きさが、計算格子間隔より小さい場合は、格子間隔をより小さくして、計算精度を確保するものとする。

1.9 構造物の地震被害

津波浸水予測を実施する際には、選定された地震断層モデルによる地震動を外力として構造物被害を算定し、その被害状況を考慮した浸水予測を実施する。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

防波堤、防潮堤、胸壁等の施設は、その機能が保たれている場合、背後地の浸水被害を軽減する効果があることがシミュレーションで確認されている。また、これらの施設が地震による被害で、その機能を発揮できない場合は、背後地の浸水被害が拡大することもシミュレーションで確認されている。

構造物の地震被害設定の考え方

検討すべき構造物被害の種類、形態については、ハザードマップ作成主体が作成目的に応じた設定するものとする。地震動によって構造物被害が生じた場合には津波の遡上を阻止する効果が薄れる可能性がある。過去の港湾施設の地震被害事例によれば、津波の遡上阻止効果が大きく損なわれるような機能的破壊に至ったケースは多くはないが、対象として選定された地震断層モデルに基づく地震動を外力として構造物の被害を算定し、その被害状況を考慮した浸水予測を実施する。

なお、構造物の耐震性評価手法については、既存の技術を活用することとするが、今後の技術の進展に応じて、将来的には新たな技術を適用することとする。（「海岸施設設計便覧 2000年版」(平成 12 年 11 月,土木学会)、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(平成 11 年 5 月,日本港湾協会)等を参照)

1.10 津波数値解析手法

津波の数値計算は、深い海域においては線形長波理論によることを基本とする。また、陸上遡上を含めた浅い海域においては、海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波の理論式(浅水理論式)によることを基本とする。遠地津波の外洋伝播の計算は、線形分散波理論によることを基本とする。

< 解説 >

想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波のような波長の長い波の運動は、非線形長波の理論式(浅水理論式)によって表現され、津波波源から陸上遡上に至る津波伝播の基本的な挙動を再現することができる。ただし、遠浅海岸に到達した津波は、分散効果によってソリトン分裂(ある波長の波がより短い波長を持ついくつかの波に分裂)する場合があります、分裂後の波頂部は分裂前に比べて高くなる。

ソリトン分裂の考え方

日本海中部地震で観測されたソリトン分裂や波状段波を起こした津波は、波数分散効果を考慮したブシネスク式などでないと、再現することは困難である。日本海中部地震でソリトン分裂を起こした波は、波形曲率効果により波高が増幅し、増幅した波はいつかは砕波するので、砕波モデルを考慮する必要がある。

遠地津波の場合

遠方から伝播する遠地津波では、波高が水深に比べて小さいために線形理論を適用できる。しかし、初期波形から様々な同期の波を含んでいる場合には、水深の深い所で周期によって伝播速度が異なるため、長い距離伝播するうちに短い周期の波が遅れる。

この効果を再現するためには分散項を含んだ運動方程式の適用が必要となる。さらに、コリオリ力を考慮することに加えて、地球が球形であることの効果を考慮するために、球面摩擦を採用する必要がある。

第2章 高潮浸水予測計算

2.1 高潮浸水予測計算の流れ

高潮浸水予測計算は一般的に、高潮外力(対象台風)の想定、地形データの作成、初期条件等の設定・入力、再現シミュレーション、高潮予測シミュレーション、計算結果の出力、の手順で実施する。

< 解説 >

高潮浸水予測計算の流れ

一般的に、高潮浸水予測計算は下図に示すような手順で実施する。

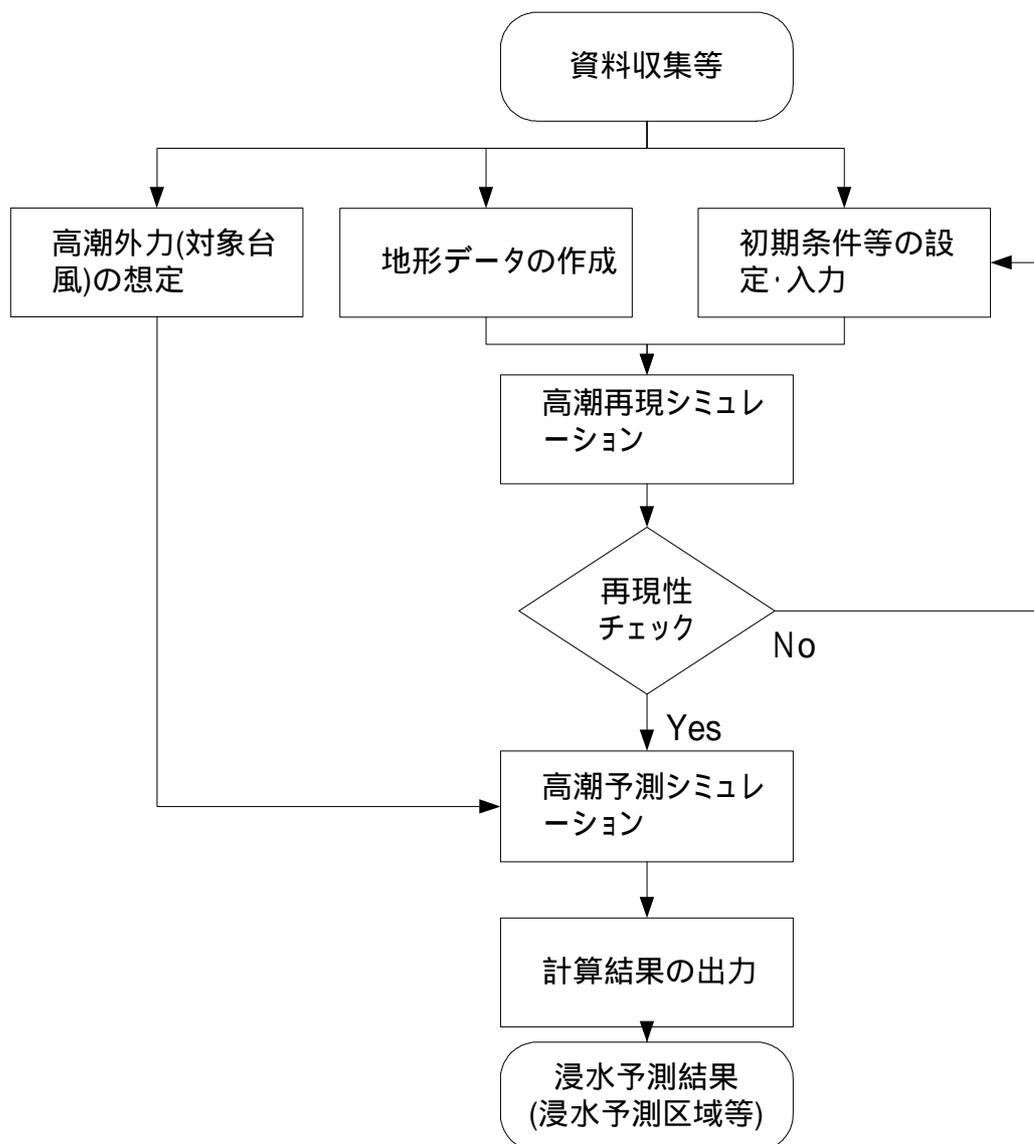


図 2.1.1 高潮浸水予測計算の流れ

高潮ハザードマップ作成時の諸条件

本マニュアルでは、高潮ハザードマップ作成に係わる不確実性要素について、どのように各要素をコントロールすれば住民の被害を最小化するハザードマップが実現されるのか、という命題を念頭に、不確実性要素すなわち高潮ハザードマップ作成時の諸条件の設定方法についてとりまとめる。高潮ハザードマップ作成時の諸条件としては、表 2.1.1 に示す各条件を対象とする。

表 2.1.1 高潮ハザードマップ作成時の諸条件

項目	高潮(ハザードマップ作成時の諸条件)
台風	1. 台風規模
	2. 台風進路
潮位・波浪	3. 潮位偏差
	4. 計算波浪
地形条件 ・河川遡上	5. 格子間隔
	6. 標高
	7. 河川遡上
構造物条件	8. 構造物の破壊条件
	9. 施設の機能状況
	10. 高潮数値解析手法

2.2 台風規模及び台風進路

高潮ハザードマップ作成時の外力は、想定される最大¹規模の台風により起こされる潮位偏差から状況に応じ、ハザードマップ各整備主体が検討・設定することとする。

想定する台風は当該地域の既往最大¹及び伊勢湾台風規模の台風による計算を実施する。また、浸水計算の際の台風進路は、過去に観測された進路を参考として、当該地域において被害が最大となるものを用いる。

< 解説 >

想定外力について

過去のマニュアルを参考にして、現在の知見に基づいて想定される最大¹規模の台風により起こされる潮位偏差から設定する。

想定台風について

台風については、観測データ等が少なく、河川流量のように確率分布で表すことが困難であるため、当該地域における既往最大¹の台風規模と、観測史上最大(上陸時気圧)の台風である伊勢湾台風規模の台風の両方を用いて検討することとする。この際、台風のスピードについても適切な条件設定を行うものとする。なお、伊勢湾台風規模の台風は、地域の状況に応じて設定するものとし、必ずしも伊勢湾台風を使用する必要はないと考えられる。また、堤防等の破壊条件については、台風規模によって適宜設定する必要がある。

¹「最大」とは、対象とする地域における潮位や台風等について、作成範囲に対して最も被害が大きくなるものとして、ハザードマップ作成主体が整理・検討・設定するものである。

(参考)河川における台風規模及び台風進路の設定の例

東京湾に河口を有する河川では、伊勢湾台風、キティ台風などのモデル台風(規模)、モデルコース(経路)を想定し、平面2次元モデルによって最大偏差を算定している。計算に用いられた台風の経路と計算ケースを図2.2.1に示す。

計算結果には若干の差異があるが、伊勢湾台風程度の規模の台風がキティ台風コースを来襲した場合、多摩川の河口部で最大の偏差を示している。

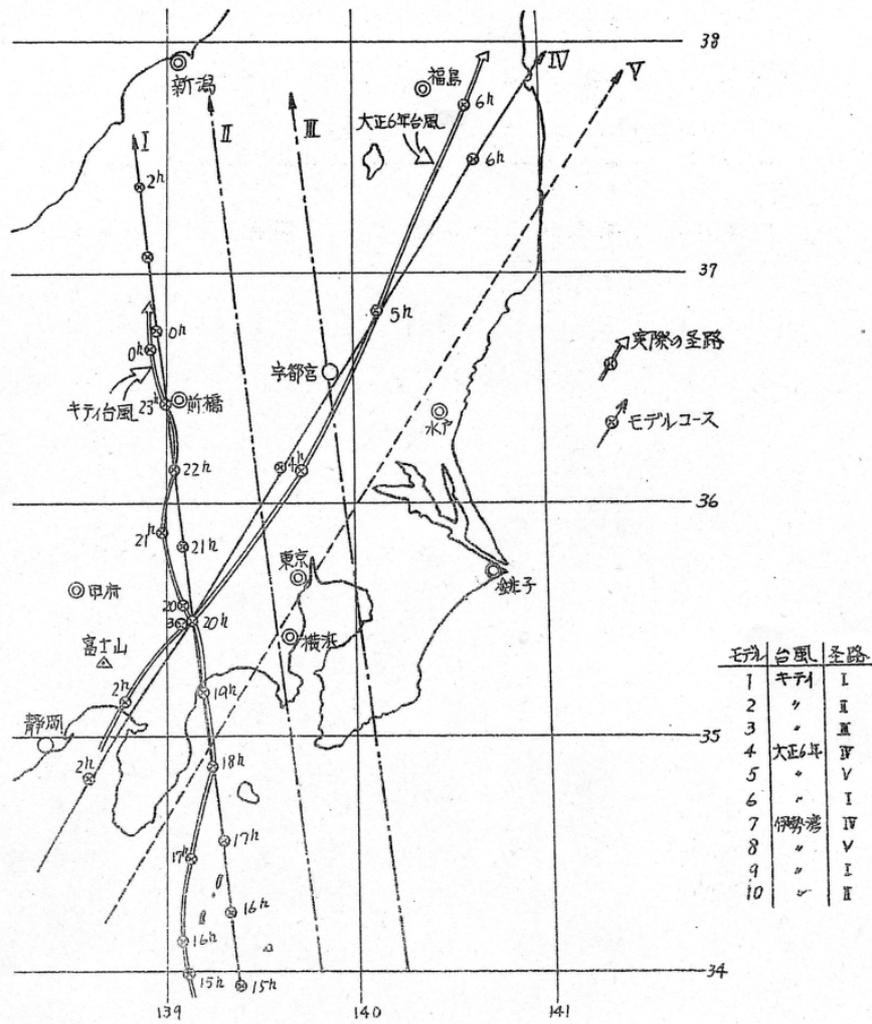


図2.2.1 計算に用いられた台風の経路と計算ケースの例

2.3 潮位偏差

高潮計算に用いる潮位は、朔望平均満潮位(H.W.L.)を基本とし、潮位偏差は想定した台風により計算されるものを用いる。

< 潮位の設定方法 >

朔望平均満潮位(H.W.L.)の設定に際しては、高潮ハザードマップを作成する地域の最寄りの検潮所で得られる過去の全ての潮位データについて、台風期の平均値を採用する。台風期は地域により差があるが、一般的に7月～10月である。

2.4 計算波高

計算に用いる波高は、想定した台風を用いたシミュレーションで得られる波高を基本とする。
なお、観測された既往最大の潮位偏差を想定外力に設定している場合には、既往データ等を参考に、適切な計算波高を設定する。

< 波高の設定方法 >

計算に用いる波高は、想定した台風を用いたシミュレーションで得られる波高を基本とする。

なお、シミュレーションについて、偏差と波浪の関係、潮位などの設定は、状況に応じて、ハザードマップの各整備主体が検討・設定することとする。

また、観測された既往最大の潮位偏差を想定外力に設定している場合には、例えば、施設設計に用いた設計波高や 50 年確率波高をピークとして用いるなど、適切な波浪の継続時間を設定した波高を計算波高とする。

2.5 格子間隔

高潮計算時の評価地点周辺海域及び遡上域における格子間隔は、浸水区域予測の精度を確保し、また、構造物等の微地形の影響を考慮し、適切に設定するものとする。

< 解説 >

高潮計算時の格子間隔については、津波計算時と同様の考え方で設定する。(1.4 参照)

2.6 標高

計算に用いる標高値は浸水深に直接影響を及ぼすため、精度の高いデータが必要となる。特に、高潮浸水が予想される地域の標高データは、浸水深の評価のため1 mより詳細な精度が必要である。そのような精度のデータが存在しない地区では、地形図の測点による修正、踏査・海岸の専門家による確認などの方法で必要精度を確保する必要がある。

< 解説 >

高潮計算時の標高については、津波計算時と同様の考え方で設定する。(1.5 参照)

2.7 河川遡上

高潮による河川からの浸水が想定される場合は、高潮の河川遡上について計算を実施する。その際、河川流量は、河川特性や過去のデータ等から適切に設定する。

< 解説 >

河川遡上を考える必要がある河川について

外洋に面し、湾の奥行きが深く、水深の浅い湾などは、高潮に襲われやすい条件にある。このような湾の奥に河口を持つ河川は、高潮が遡上しやすい条件にある。また、遡上と考えられる区間に橋梁がある場合、必要に応じ橋梁の桁下高さ不足の確認と、橋梁による遡上・せき上げの影響も確認すべきである。

河川流量について

河川流量が、高潮の河川遡上に与える影響の程度については、現時点で明確な答えは得られていない。シミュレーションによる傾向としては、高潮の河川遡上による河川の水位上昇は、河川の流量が大きくなるほど、小さくなるに分かっている。すなわち、河川流量が大きくなると、高潮に伴う河口部の潮位上昇の影響は、河川の上流に伝わらなくなり、河川の水位は洪水流量によって決まってくる。これに対して、河川の流量が小さいと、高潮に伴う河口部の潮位上昇は、そのまま、河川の水位の上昇となって上流に伝わる。すなわち、高潮に伴う河川水位の上昇量だけをみると、河川流量をゼロと仮定した場合が最も大きくなると考えられる。ただし、これは高潮に伴う河川水位の上昇量のみを取り上げた場合であって、河川水位そのものが大きくなるということではない。

ここでは、高潮の河川遡上と洪水の流下を併せた挙動はよく分からないのが実情であるため、当面、河川流量として次の通りに設定する。

- 1) 背後地に重要な資産を有する河川については、危機的な状況を想定すべきとの視点から、河口部において、計画高水ピーク流量の発生時刻が最大潮位の発生時刻に重なるように洪水ハイドログラフ与え、計算を行うこととする。
- 2) 背後地に重要な資産を有しない河川及び計画洪水ハイドログラフが無い河川については、河川流量を平水流量程度として、高潮の遡上計算を行うこととする。

2.8 構造物の破壊条件

海岸保全施設等の構造物の取り扱いについては、現状の構造物の状況を踏まえ、高潮の越波・越流による施設の破壊を考慮するものとする。

< 解説 >

施設条件設定の考え方

施設条件の設定については、現状の構造物の状況を踏まえ、構造物毎に越波の可能性を把握し、幾つかの条件でシミュレーションをした上で、設定する。

また、地域によってはコンテナや流木等の衝突による施設破壊も考えられる。

堤防の破堤メカニズムについて

高潮発生時における破堤は、異常な海面上昇により堤前波が高くなり、その越波量によって堤体が破壊されているものと考えられるが、高潮が発生していない(海面上昇量が波浪の来襲状況にはそれほど影響していない)場合と同様に、その詳細なメカニズムまでは把握されていない。

堤防の破堤幅について

高潮発生時における破堤幅は様々であり、その範囲を具体的に設定することは困難である。一方、河川においては、河道幅によって破堤幅をある程度推定しているが、海岸堤防においては困難であり、同一海岸でも、その各々の地点の地形や堤防の状況、タイミングによって破堤幅が異なると思われる。

堤防の破堤敷高について

海岸堤防が破壊された場合には、本体工のコンクリート等はその位置に残されるものの、基本的に海水はそのまま堤内地へと侵入する。したがって、堤防は基部まで破堤するものとし、堤防位置における堤内地盤高と等しいものとして破堤敷高を設定することとする。

破堤の時間進行

海岸堤防の破堤は、時々刻々と変化する潮位と波高の組み合わせによって決定され、破堤の開始時期を設定することは困難であることから、最も危険な状態になると思われる高潮潮位ピーク時に始まるとして検討することとする。また、破堤の進行(破堤幅の拡大)については、海岸堤防が一般に三面張りのコンクリート構造であり、堤防破壊時にはある程度まとまった延長ごとに破壊されると考えられることから、破堤の時間進行については特に考慮しないこととする。

その他

地震が発生した直後に高潮が発生する場合には、必要に応じて検討することとする。

2.9 施設の機能状況

高潮浸水予測計算においては、水門・陸閘等の施設は、明らかに機能しないものを除き、閉鎖されているものとして、計算を行うものとする。また、必要に応じて、一部開放している場合の検討を行う。

<施設条件設定の考え方>

高潮は来襲までに相当時間があり、ほぼ間違いなく水門・陸閘は閉鎖できると考えられるが、防護すべき人口が相当集積されており被災の影響も大きいと考えられる大都市部(例えば政令市等)等では、万が一に備え閉鎖・開放両方の検討を行うものとする。

また、河川等の排水ポンプ場の影響についても必要に応じて考慮する。

2.10 高潮数値解析手法

高潮の数値計算は、深い海域においては線形長波理論によることを基本とする。また、陸上遡上を含めた浅い海域においては、海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波の理論式(浅水理論式)によることを基本とする。なお、計算は高潮が引くまで続ける必要がある。

< 解説 >

高潮計算の特長

高潮現象の規模は発生要因となる気象擾乱とほぼ同じオーダーであり、水深に比べてはるかに大きい。したがって、高潮は長波理論式で表現される。また、高潮の特徴は、気圧変化による水面の昇降と、暴風による吹き寄せという継続的に作用する外力によりもたらされる強制的な水面変動という点にある。したがって、計算には地球自転、気圧低下、水表面に働く風の摩擦、海底摩擦を考慮することとなるが、特に、山地等の地形による風の場のゆがみを適切に考慮することができれば、計算精度を向上させることが可能となる。

その他の不確実性要素について

外力上の不確実性項目である台風速度や、計算上の不確実性項目である砕波によるウェーブ・セットアップ、海面上の摩擦係数及び越波流量の不規則性等については、現行の技術水準に基づき必要に応じて考慮する。

陸上部の粗度

陸上部(遡上域)における構造物等による影響を検討する場合は、計算格子内の土地利用状況に応じた平均的な粗度(表 1.4.1 参照)で考慮することができる。

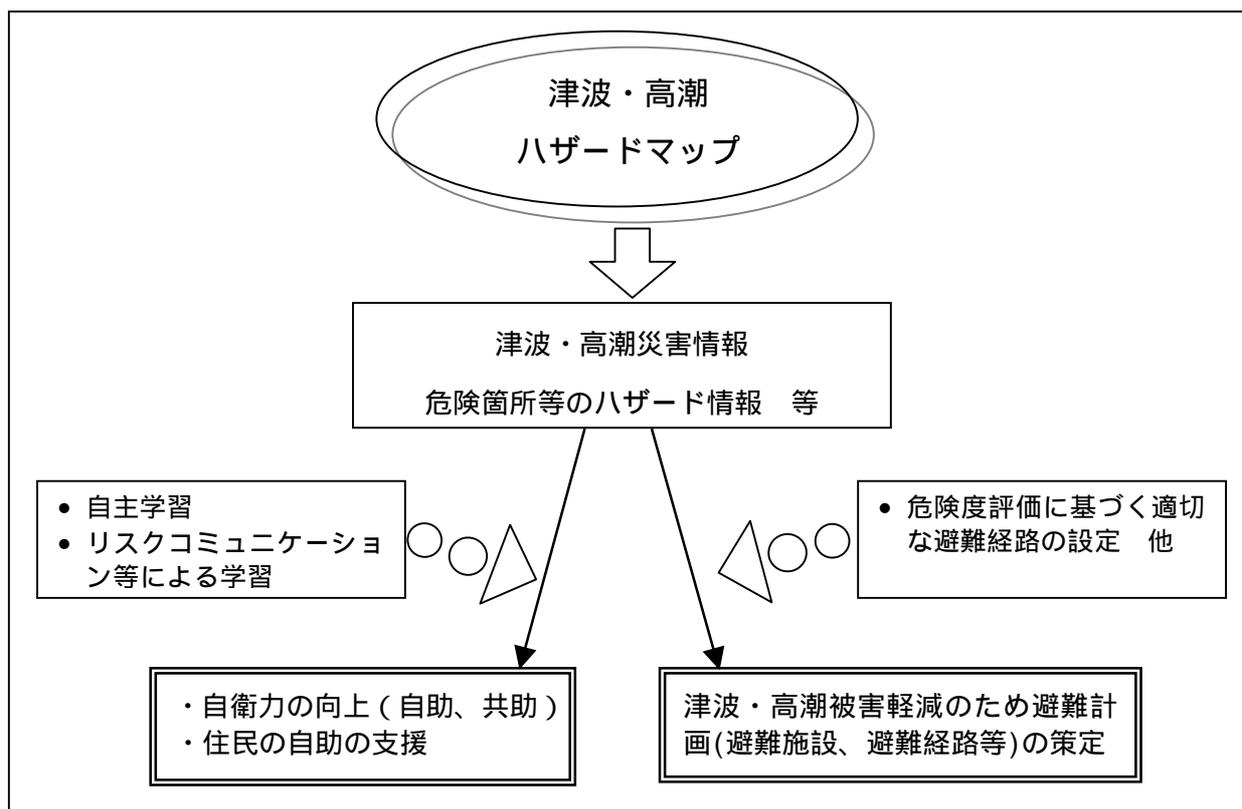
参考資料-2 津波・高潮防災対策における津波・高潮ハザードマップの活用例

津波・高潮ハザードマップを活用することにより、住民の自衛力の向上方策、避難計画の策定などのようなソフト面での津波・高潮防災対策、また、リアルタイム情報を活用した応急対策・復旧計画の検討などのようなハード面での津波・高潮防災対策をより有効に実施することができる。

< 解説 >

ソフト面での活用例

津波・高潮災害情報や危険箇所等のハザード情報等が記載されている津波・高潮ハザードマップは、下図に示すように住民の自衛力の向上方策や行政における避難計画(避難場所・避難経路等)の策定など、ソフト面での津波・高潮防災対策に活用することが出来る。ここでは、主にソフト面での対策の担当者の参考となるような津波・高潮ハザードマップの活用例を整理する。



参考図 - 1 津波・高潮ハザードマップを活用したソフト面の津波・高潮対策検討フロー

以降に示す活用例は、例であり、具体的な主体等を指定するものではない。

ハード面での活用例

< 解説 >

津波・高潮災害情報や危険箇所等のハザード情報及びそれぞれの目的ごとの情報が記載されている行政検討用津波・高潮ハザードマップは、リアルタイム情報を活用した応急対策・復旧計画の検討など、ハード面での津波・高潮防災対策に活用することが出来る。ここでは、主にハード面での対策の担当者の参考となるような津波・高潮ハザードマップの活用例を整理する。

1. 住民避難用ハザードマップを活用した住民の自衛力の向上方策

(1) 津波・高潮災害の学習(住民対応)

住民は行政より提供された住民避難用ハザードマップ(防災マップ)を活用し、より効果的に自衛力の向上のための津波・高潮災害の学習をすることができる。学習方法としては、配布された印刷版ハザードマップ、防災掲示板、ホームページ等の閲覧といった自主学習、自主防災組織による地域学習会や、行政によるリスクコミュニケーションへの参加などが考えられる。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップは、住民自らが活用し、自衛力向上のための津波・高潮災害の学習をすることによって初めて有効なものとなる。学習方法としては、配布された印刷版のハザードマップや防災掲示板、ホームページ等を閲覧することによる自主学習、その他、ハザードマップ作成時の行政とのリスクコミュニケーションや住民で組織する「自主防災組織」により、住民がまとまって防災意識を共有化する方法等が考えられる。

自主防災組織での学習

住民の防災意識の向上・共有化に向けて、各地域で結成されている自主防災組織において、ハザードマップを活用した災害学習を実施することが重要かつ有効である。特に、小地域ごとの自主防災組織内で各地域の実情に沿った詳細な地域の危険度や避難経路などの検討を行うことが望ましいと考えられる。ワークショップでは検討できないような細かい内容等について検討し、より詳細な地域の危険や避難路を記載した津波・高潮ハザードマップを作成してみることも効果的であると考えられる。また、日頃から、共通の災害が想定される自主防災組織間で意見交換、意志疎通を行い、災害時の対策を調整しておくことも重要である。

(2) 避難判断情報の提供(行政対応)

住民避難用ハザードマップは、ハザードマップと連携した正確な津波・高潮に関する避難判断情報の住民への提供や、ハザードマップと連携した避難誘導のための案内板等の現地における設置などの方策に活用可能であり、この方策により、住民に対し災害時のより適切な避難判断情報を提供することができる。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップは、災害の際、適切な避難の実施のために活用することができる。ハザードマップと避難行動との関係を下表に整理する。また、事例によると情報入手時期が住民の避難行動に影響を与え、災害情報の遅れが避難行動の遅れにつながる事が分かっており、適切な段階で早期に情報を周知することが重要である。

参考表 1.1.1 災害発生前における津波・高潮ハザードマップと避難行動との関係

津波・高潮ハザードマップと避難行動との関係	ハザードマップの活用
・津波・高潮に対する危険度、避難場所・避難路、避難の判断に資する情報の把握(地域住民)	・住民避難用ハザードマップ(紙媒体)
・避難場所や避難道路の整備、防災対策本部の適地選定、河川・海岸・港湾施設等防災施設の整備、防災教育、土地利用計画・地域計画への活用(行政)	・行政検討用ハザードマップ

なお、津波・高潮ハザードマップに示された災害状況はある仮定のもとでの不確実性を有したものであり、実際の災害時には想定外の災害なども起こりうることに留意する必要がある。

津波・高潮ハザードマップと連携した正確な津波・高潮に関する避難判断情報の住民への提供

津波・高潮ハザードマップに記載された情報は事前情報であり、住民は災害時には周囲の状況と津波・高潮ハザードマップの記載情報から判断し、避難行動に移ることとなる。しかし、災害時に各々の住民が把握できる周囲の状況に関する情報は限られており、正しい判断ができるとは限らない。また、津波・高潮ハザードマップが想定していない事態の発生も否定できない。従って適切な避難の実施のためには、津波・高潮ハザードマップと連携した正確な津波・高潮に関する情報の住民への提供が重要である。

例えば、現在各自治体で整備されている防災行政無線などが災害時に流す正確な津波・高潮に関する情報についても、津波・高潮ハザードマップの記載事項と連動した表現・情報とすることが挙げられる。また、ITを活用したりリアルタイム双方向型ハザードマップ閲覧システムも、災害時に正確な津波・高潮に関する情報を提供する手段として考えられる。

津波・高潮ハザードマップと連携した避難誘導のための案内板等の現地における設置

特に津波が発生した場合に避難するときは一刻を争うことも考えられる。現地で迷うことがあっては人命に関わるため、津波・高潮ハザードマップと連携した避難誘導のための案内板等の設置による現地での支援が不可欠であると考えられる。例えば、以下のようなサインの体系が必要になると考えられる。このとき、火災の延焼に対する避難場所とは、表示を明確に分ける必要がある。また、サイン体系はできるだけ統一することが望ましい。

参考表 1.1.2 避難誘導のためのサインの体系

サインの種類	サインの機能	サインイメージ
危険性を知らせるサイン	日常生活における津波の特性や危険性についての学習機能	<p>標高サイズ：600△ 標高サイズ：450□ 1400 2,500以下</p>
避難場所を知らせるサイン	避難場所とそこに至る避難経路に関する情報伝達機能	<p>標高サイズ：1100×400 標高サイズ比率：800×300 2,400以下 1,500 B-2-1 自立型 B-2-1 壁面型</p>
津波発生を知らせるサイン	津波の発生を住民に少しでも早く知らせる機能	<p>標高サイズ：4,300×2,500</p>

資料：高知県資料

また、夜間の災害時には、音やレーザー光線による誘導等、様々な避難誘導システムが必要となることから、試行的に採用していくことも重要である。

2. 津波・高潮ハザードマップを活用した避難計画の策定(行政対応)

(1) 防災行動計画および防災拠点整備計画の検討(平常時)

津波・高潮ハザードマップの浸水範囲、浸水深等の情報を活用し、被害を最小化することが可能な住民の避難ルート、避難場所等を検討することができる。

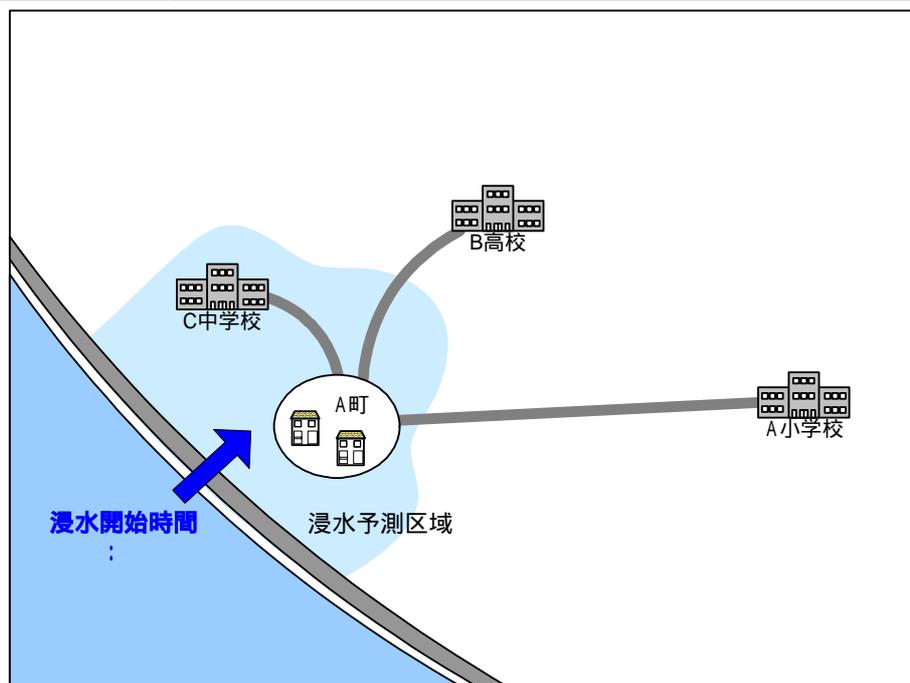
また、津波・高潮ハザードマップ上の危険箇所、避難経路等の情報を利用して、各避難場所の規模およびそれらに応じた緊急自動車配車や物資輸送量・経路等を検討することができる。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップに記載されている浸水範囲、浸水深、危険箇所、避難経路等の情報を活用することにより、住民の避難ルート、避難場所等、緊急自動車配車や物資輸送量・経路等を検討することができる。以下にその一例を示す。

< 活用例 1 - 1 >

テーマ	記載情報	情報の目的
高潮時避難場所検討	浸水開始時間	被害エリアと拡大傾向を見る
	浸水開始箇所	浸水危険箇所を見る
	背後地人口分布	避難すべき人口を見る
	避難場所	避難先を見る



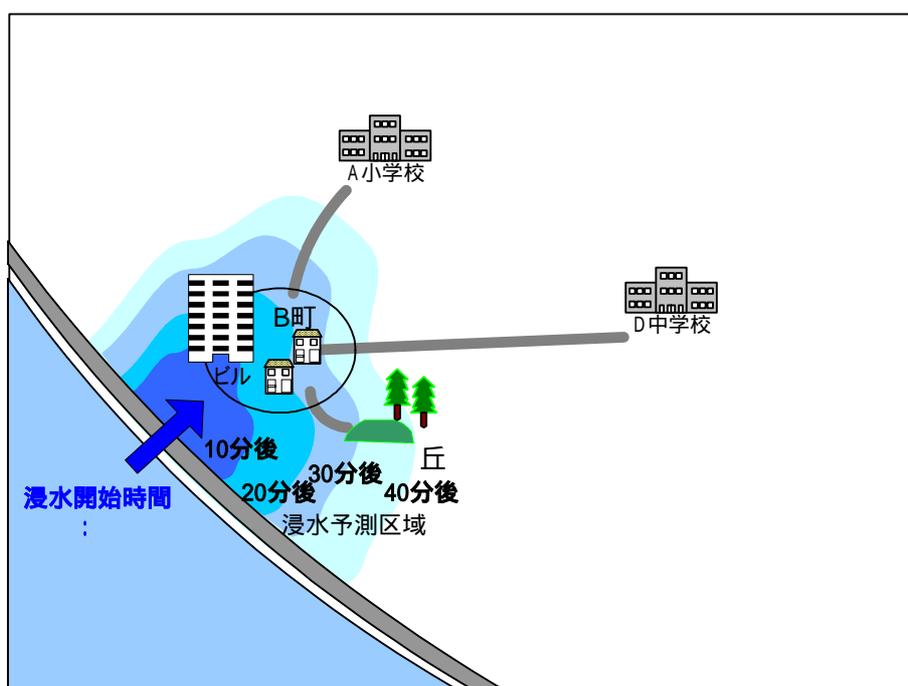
避難場所候補	浸水予測区域	概算距離	判定
A 小学校	区域外	遠い	
B 高校	区域外	近い	
C 中学校	区域内	近い	×

「B 高校」を避難場所として設定

参考図 1.2.1 高潮時避難場所検討における津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

<活用例 1 - 2 >

テーマ	記載情報	情報の目的
津波時避難場所検討	浸水開始時間	被害エリアと拡大傾向を見る
	浸水開始箇所	浸水危険箇所を見る
	背後地人口分布	避難すべき人口を見る
	避難場所	避難先を見る



時間的余裕	避難場所候補	浸水予測区域	概算距離
避難不可能	ビル	区域内	直近
避難困難	丘	区域内	近い
避難可能	A小学校	区域外	やや遠い
避難可能	D中学校	区域外	遠い

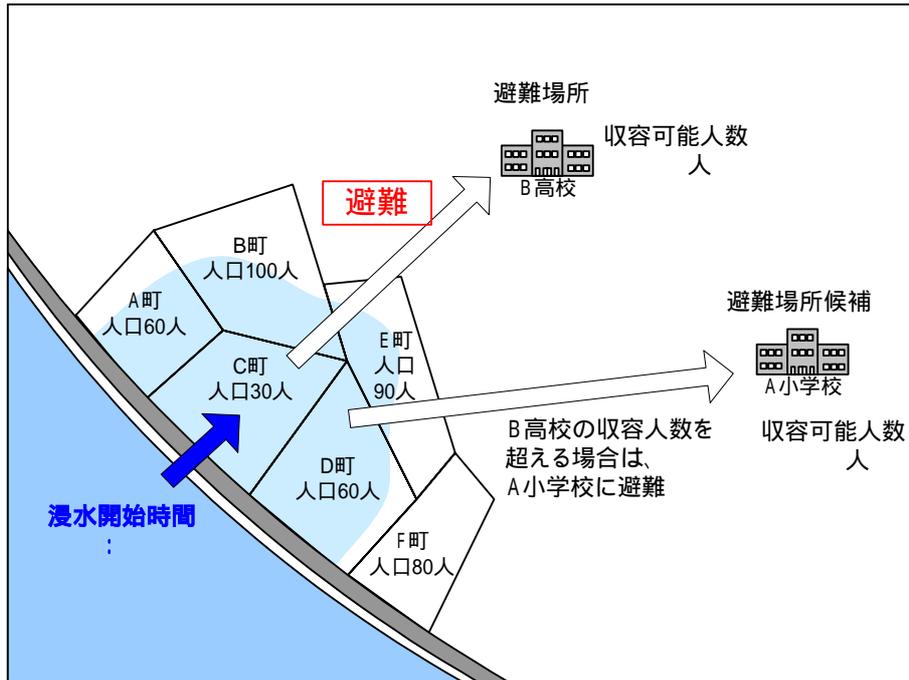
避難が時間的に難しい場合は「ビル」あるいは「丘」を避難場所として設定

津波の場合は、地震発生から津波来襲までの時間が短いため、避難場所
はできるだけ近い方が望ましい。(高齢化にも対応)

参考図 1.2.2 津波時避難場所検討における津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

< 活用例 2 >

テーマ	記載情報	情報の目的
避難需給把握	浸水開始時間	被害エリアと拡大傾向を見る
	浸水開始箇所	浸水危険箇所を見る
	背後地人口分布	避難すべき人口を見る
	避難場所	避難先を見る
	避難場所容量	収容可能人数を見る



町名	総人口	面積	浸水予測区域の面積	避難人口 ()内は長期避難人口
A町	60人	150m ²	50m ²	60(20)
B町	100人	200m ²	100m ²	100(50)
C町	30人	100m ²	100m ²	30(30)
D町	60人	150m ²	50m ²	60(20)
E町	90人	150m ²	50m ²	90(30)
F町	80人	100m ²	0m ²	0(0)
合計			350m ²	340(150)

注)町の面積と浸水面積の比により、総人口の内の長期避難人口を算出

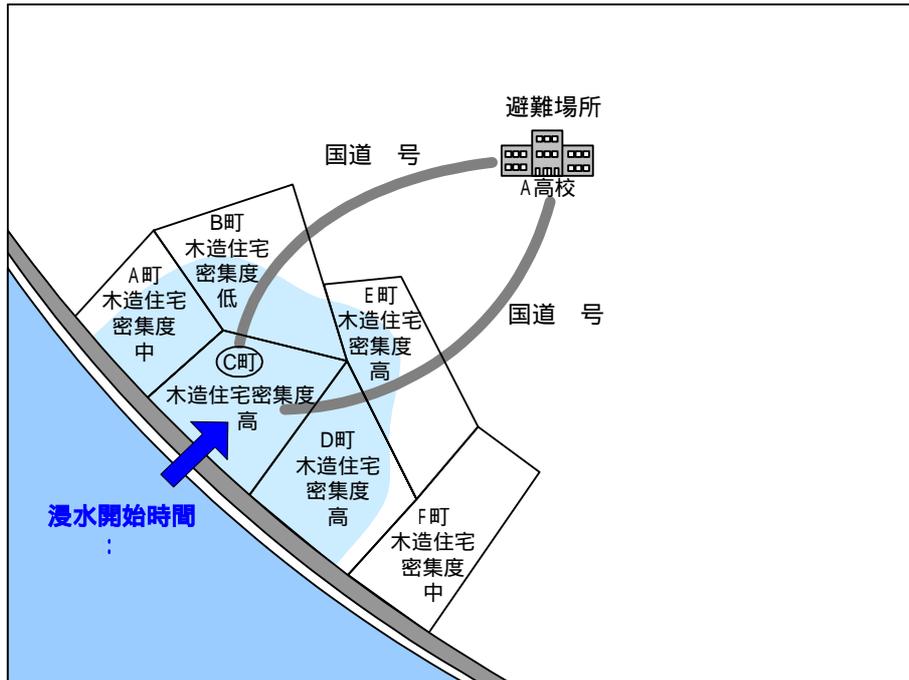
B高校への避難人口は340人(長期避難人口は150人)と想定

なお、B高校の避難者受け入れ可能人数が避難者の数を上回る場合、他の避難場所と分担する必要が生じる。この場合、<活用例1-1>と<活用例2>の情報を重ね合わせ、A小学校に 人とB高校に 人というように最適な分担人数を決定し、住民の避難行動を支援する。

参考図 1.2.3 避難需給把握における津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

< 活用例 3 >

テーマ	記載情報	情報の目的
避難経路検討	浸水開始時間	被害エリアと拡大傾向を見る
	浸水開始箇所	浸水危険箇所を見る
	木造住宅密集度	地震に対する地域の安全性を見る
	避難経路の候補道路	避難経路の検討に用いる
	避難場所	避難先を見る



道路名	避難場所までに通過する町名	木造住宅密集度	判定
国道号	B町	低	×
国道号	D町	高	
	E町	高	

国道号をC町の避難経路として設定

津波時については、津波襲来前の地震による建築物倒壊、橋梁の落橋等により、避難経路が使用不能となるケースも想定される。ハザードマップの活用によりこれらの考慮が可能である。

また、木造密集度の高い地区の避難路を整備することも考えられる。

参考図 1.2.4 避難経路検討における津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

(2) システム稼働および状況の確認(災害発生時)

災害発生時に津波・高潮ハザードマップを活用して、よりの確に被災箇所に対応する海岸保全施設(陸閘等)の操作を行うことができる。

< 解説 >

災害発生時、津波・高潮の規模、ルート等の災害情報を受け、津波・高潮ハザードマップを活用して、よりの確に陸閘閉鎖等を行うことができる。特に高潮の場合は、台風進路別の予測結果等を活用して適切な対応を実施することができる。

(3) 避難・救援計画の検討(災害発生時)

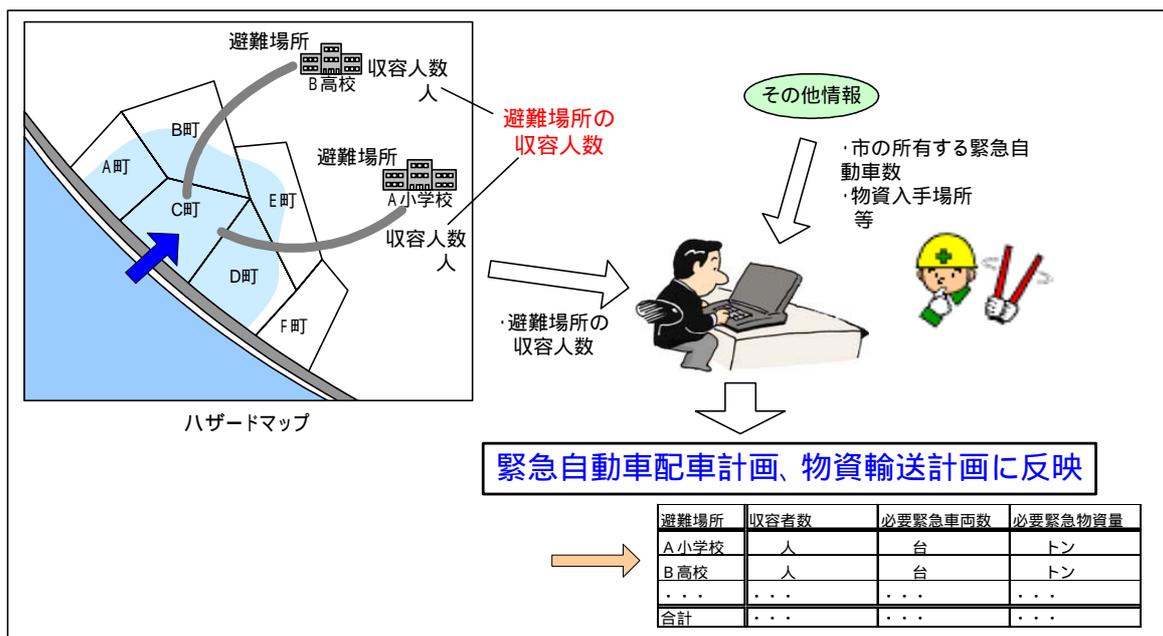
災害発生時に、津波・高潮ハザードマップと実際の災害規模を比較検討し、住民の避難方法(経路・場所の特定)、あるいは避難場所への緊急自動車配車や物資輸送等の方法等、避難・救援計画について検討を行うことができる。

< 解説 >

災害発生時に、津波・高潮の規模、ルート等から災害の規模を判断し、津波・高潮ハザードマップと実際の災害規模を比較検討した上で、事前の「防災行動計画」を適宜見直すことにより、住民の的確な避難行動を支援(経路・場所の特定など)することができる。特に、津波・高潮ハザードマップ作成時の外力条件(津波・高潮の規模等)と大きく異なる状況の場合は特に注意が必要である。

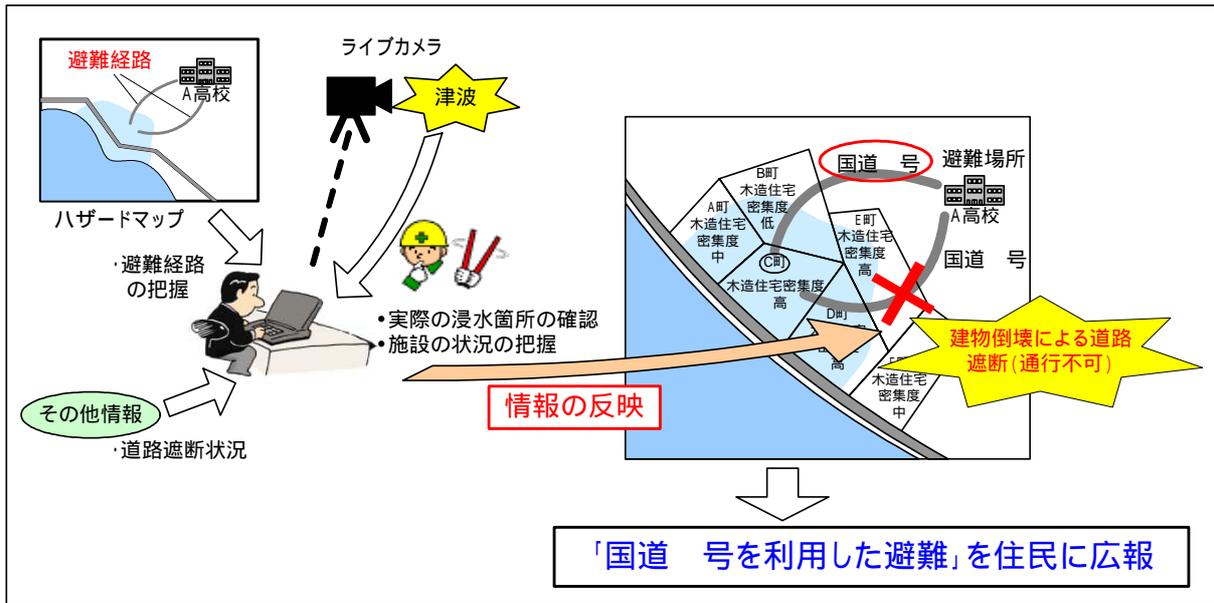
また、災害発生後には津波・高潮ハザードマップを活用して、負傷者数・避難人口等の把握、適切な救援活動などを行うことができる。

< 活用例 1 >



参考図 1.2.5 避難計画(緊急自動車配車・物資輸送検討)への津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

< 活用例 2 >



参考図 1.2.6 避難計画(避難指示)への津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

3. リアルタイム情報を活用した応急対策・復旧計画の検討

災害発生時に操作すべき海岸保全施設(陸閘等)は津波・高潮ハザードマップに示しておき、確実に操作を行う。なお、カメラ等によりリアルタイム情報を入手できる場合は稼動状況を監視し、応急対策・復旧に活用する。

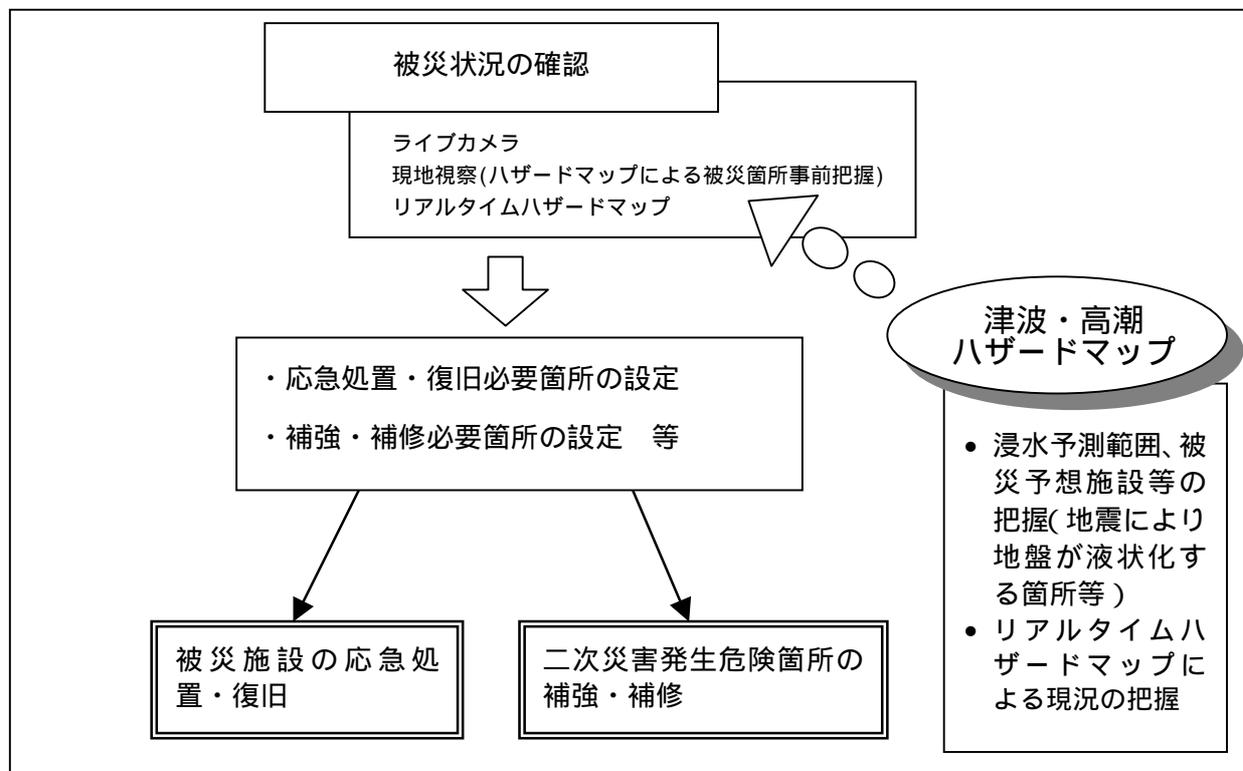
災害発生後、あらかじめ津波・高潮ハザードマップで想定していた浸水開始箇所等の情報とリアルタイムの被災状況を比較確認し、具体的な応急対策および復旧について検討する。

被災危険度の低い防護施設についても、リアルタイム情報に基づいた実際の被災の有無を確認し、必要に応じて補強・補修を実施する。

実際の被災状況の確認方法として、ライブカメラ設置による確認、津波・高潮ハザードマップによる被災箇所の事前把握に基づく防災担当者の視察、リアルタイムハザードマップの整備などが考えられる。

< 解説 >

津波・高潮ハザードマップに記載されている災害発生時に操作すべき海岸保全施設(陸閘等)などと浸水予測計算結果及びカメラ等によりリアルタイム情報を活用することにより、稼動状況の監視や応急対策・復旧の検討を行うことが出来る。

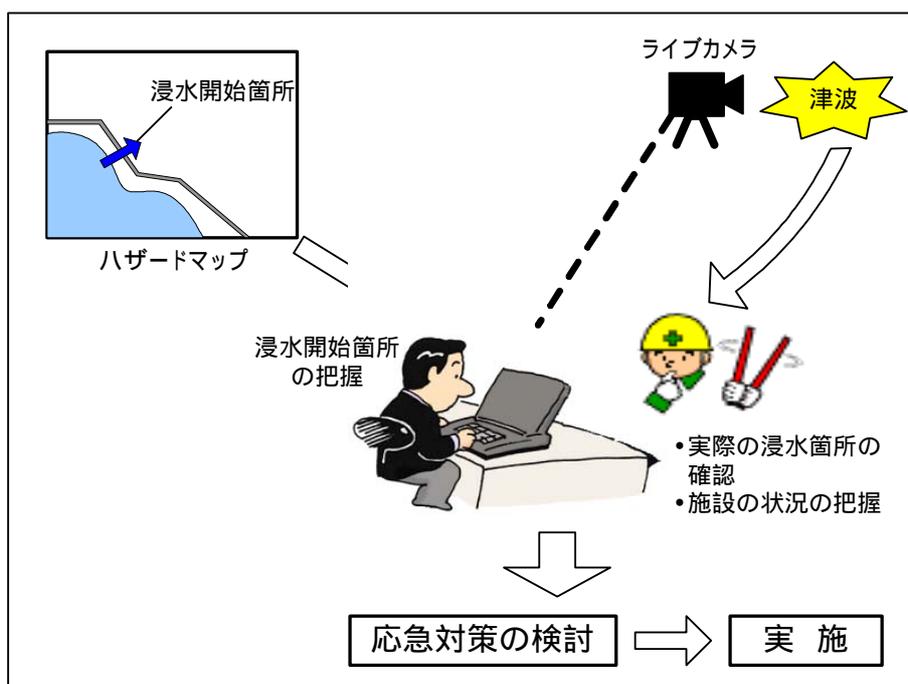


参考図 1.3.1 リアルタイム情報を活用した応急対策・復旧計画検討フロー

以降に示す活用例は、例であり、具体的な主体等を指定するものではない。

<活用例>

テーマ	記載情報	情報の目的
施設倒壊箇所応急対策	浸水開始箇所	被災箇所の把握
	構造形式別防災施設	被災防護施設の情報把握
	背後地人口分布	復旧の優先度決定



参考図 1.3.2 施設倒壊箇所応急対策における津波・高潮ハザードマップの活用イメージ

補足：用語説明

用語	説明
アウトカム指標	施策・事業の実施により発生する効果・成果(アウトカム)を表す具体的な指標。
移流(いりゅう)	流体中に分散した物質が、流れによって運ばれること。
越波(えっぱ)	海水が波の力によって、防波堤・防潮堤や岸壁など、海岸保全施設の上面(天端)を超えること。
コリオリ力	転向力。回転運動している座標系に対して運動する物体に働く見かけ上の力。
碎波(さいは)	波が波形の安定性を失って崩れること。沖から浅海に侵入した波が、波高を変化させることにより水深に近づいたとき、波形が不安定になり前方に崩れる。
朔望平均満潮位(H.W.L.)	朔望の日から前2日後4日以内に現れる各月の最高満潮面を平均した水面。
GIS [地理情報システム]	地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工し、視覚的に表示して、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術。
水門(すいもん)	開水路において、洪水防御など必要に応じて開閉し、水の流出入を調整するために設けた門扉などの構造物。
スペクトル法	波浪推算方法の一つ。エネルギー平衡方程式に基づきスペクトルの発達・減衰を追跡計算する方法の総称。うねりを含む波のスペクトルの発達・変形の状況が把握できる。
ソリトン分裂	ある波長の波が、より波長の短い波に分裂する現象。
段波(だんぱ)	定常状態の開水路流で、急に水門等の開閉を行ったときに、水面が不連続的に変化して発生した波。
天端(てんぱ)	海岸の防護施設の頂部。天端高は基本水準面からの高さ。
東京湾平均海面(T.P.)	日本における陸地の標高の基準面。
背後地(はいごち)	河川・海岸の防護施設により、水害から守られている地域。
ハイドログラフ	水深・浸水深の分布図。
バッファ [・ゾーン]	緩衝 [領域]
非線形長波の理論式	波浪解析モデル式の1つ。相対水深が無限に小さいと仮定することにより鉛直加速度を無視し、有限振幅性を取り入れる。
不確実性	将来の結果を、事前に確率的にしか判断ができないこと
ブシネスク式	波浪解析モデルの1つ。非線形性に加えて分散性を考慮した長波方程式を用いる。

用語	説明
メッシュ、メッシュサイズ	2次元または3次元の座標を、網目状に細分化して記録されるデータの集合体。メッシュサイズは、その網目の大きさ(データの細かさ)。
有義波法	波浪推算方法の一つ。有義波(3分の1最大波)の推算法を示したSMB法や、それを一般的水域に拡張したウィルソン法などの数値計算方法の総称。