

高潮・津波ハザードマップに係わる 不確実性要素についての検討

目次

1. はじめに.....	1
2. 高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素についての検討 .	3
2.1 ハザードマップに係わる不確実性要素の整理.....	3
2.2 不確実性要素についての検討	8
2.3 不確実性要素についての考察	10
3. 高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素の考え方	11
3.1 ハザードマップに係わる不確実性要素の整理.....	11
3.2 浸水予想区域の予測における諸条件の設定	11

1. はじめに

高潮・津波ハザードマップの作成目的は、住民をはじめとした人命被害の最小化である。

一方、ハザードマップにおける浸水予測は、将来起こる災害とそれに伴う被害等について予測を行うものであり、100%確からしい予測を行うことは困難である。

このため、この不確実性を減ずる取り組み(予測の精度を向上させる取り組み・研究)や精度向上へ向けた研究等は更に必要である。

と同時に、ハザードマップ作成本来の目的(被害の最小化)を考えた場合、現在存在する不確実性を前提として、被害最小化となるよう不確実性をどう評価するかが一層重要であると考えられる。

これまでに自治体等によって作成されてきたハザードマップにおいては、このような認識に立った不確実性の統一的な取り扱いがなされていなかったため、各ハザードマップにおいて不確実性の扱いにばらつきが生じていたとも考えられる。

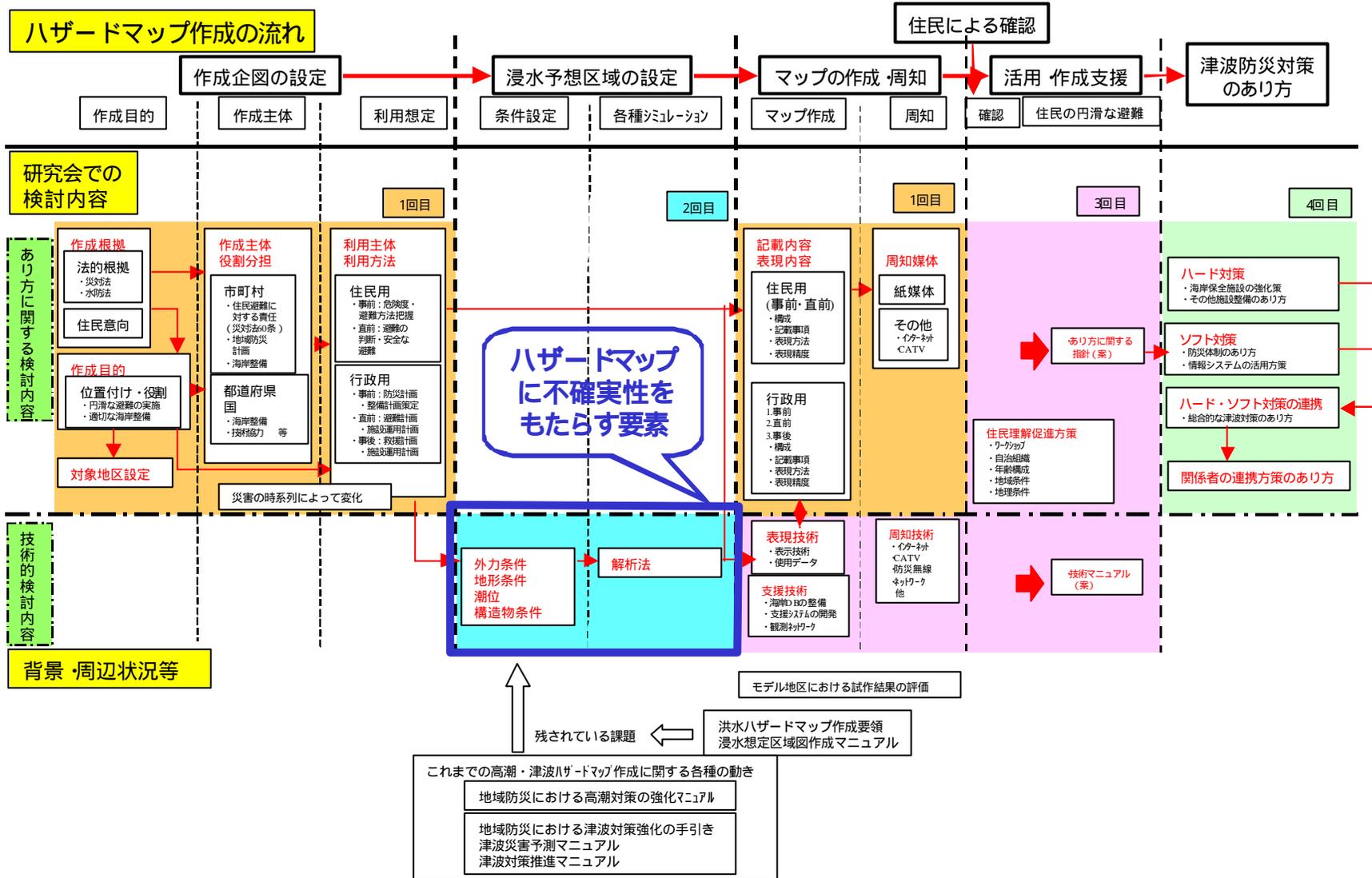
本資料では、上記の背景及び目的のもと、高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素について整理する。

各々の不確実性要素が高潮・津波ハザードマップの浸水エリアに及ぼす影響度について検討する。

また、不確実性を生じさせる要素をどのようにコントロールすれば、住民をはじめとした人命被害の最小化に資するハザードマップを作成することができるか、その考え方について検討を行う。

なお、高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素の検討については、次頁に示す高潮・津波ハザードマップ研究会における不確実性要素に関する検討の位置付けからも明らかな通り、高潮・津波ハザードマップの技術的検討内容の核となる重要な項目である。

高潮・津波ハザードマップにおける不確実性の取扱い



2. 高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素についての検討

2.1 ハザードマップに係わる不確実性要素の整理

高潮・津波ハザードマップとして作成される浸水予測区域は、図 2.1.1 に示す通り、作成過程における諸条件の設定において、多くの不確実性を有している。津波及び高潮のそれぞれについて不確実性要素を抽出すると、図 2.1.2 及び図 2.1.3 の通りとなる。また、それぞれの不確実性要素の内容は表 2.1.1 及び表 2.1.2 に示す通りである。

不確実性要素の各々が想定値(図中の想定値軸)より危険側(図中の上側)に顕在化すると、浸水域は予測より拡大することとなる。従って、被害を最小化するためには、考えられる限りの範囲で、ハザードマップ作成の諸条件を危険側に設定すれば良いが、この場合、過大な浸水区域の予測になる可能性もある。

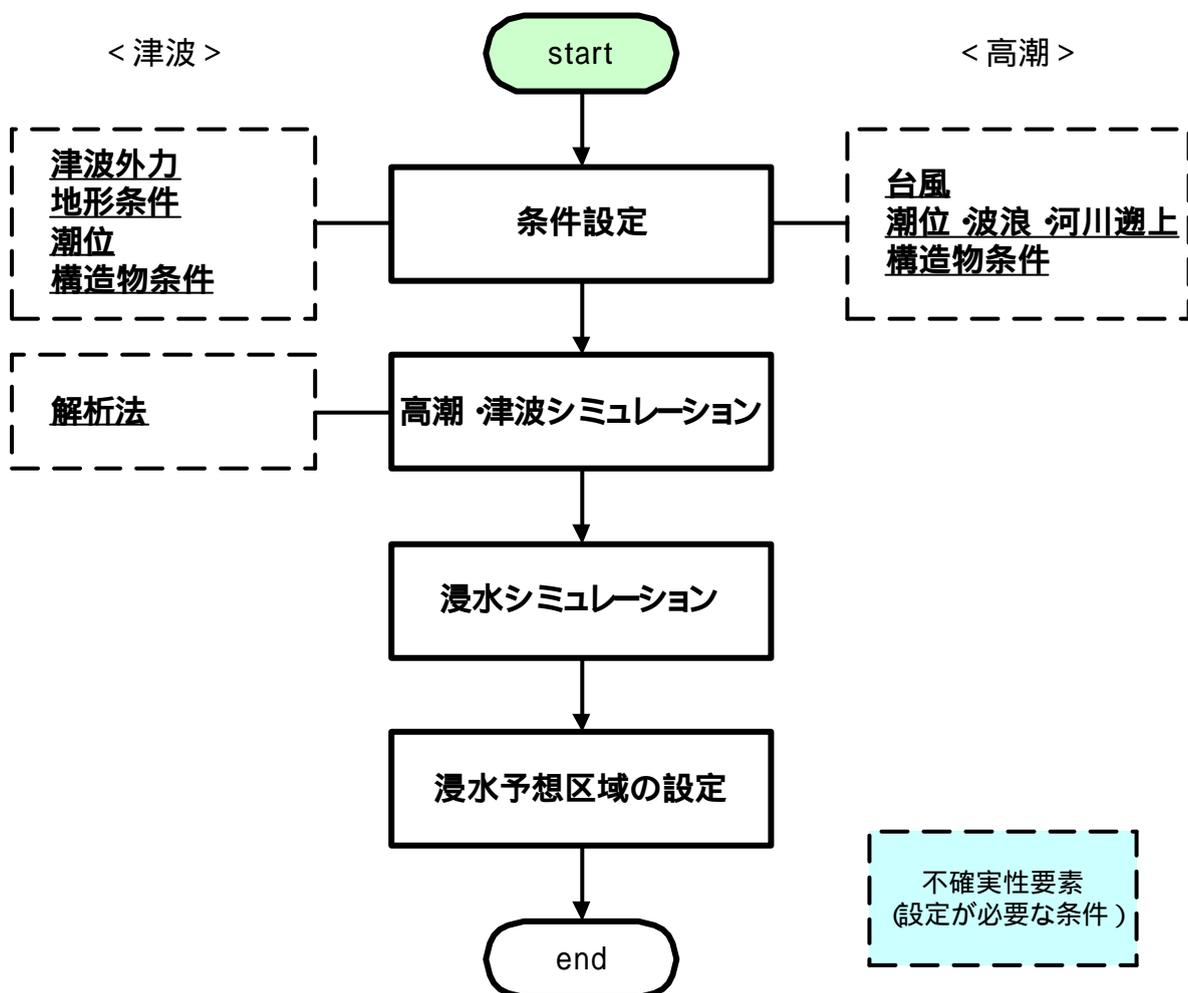


図 2.1.1 高潮・津波ハザードマップの作成過程における不確実性要素

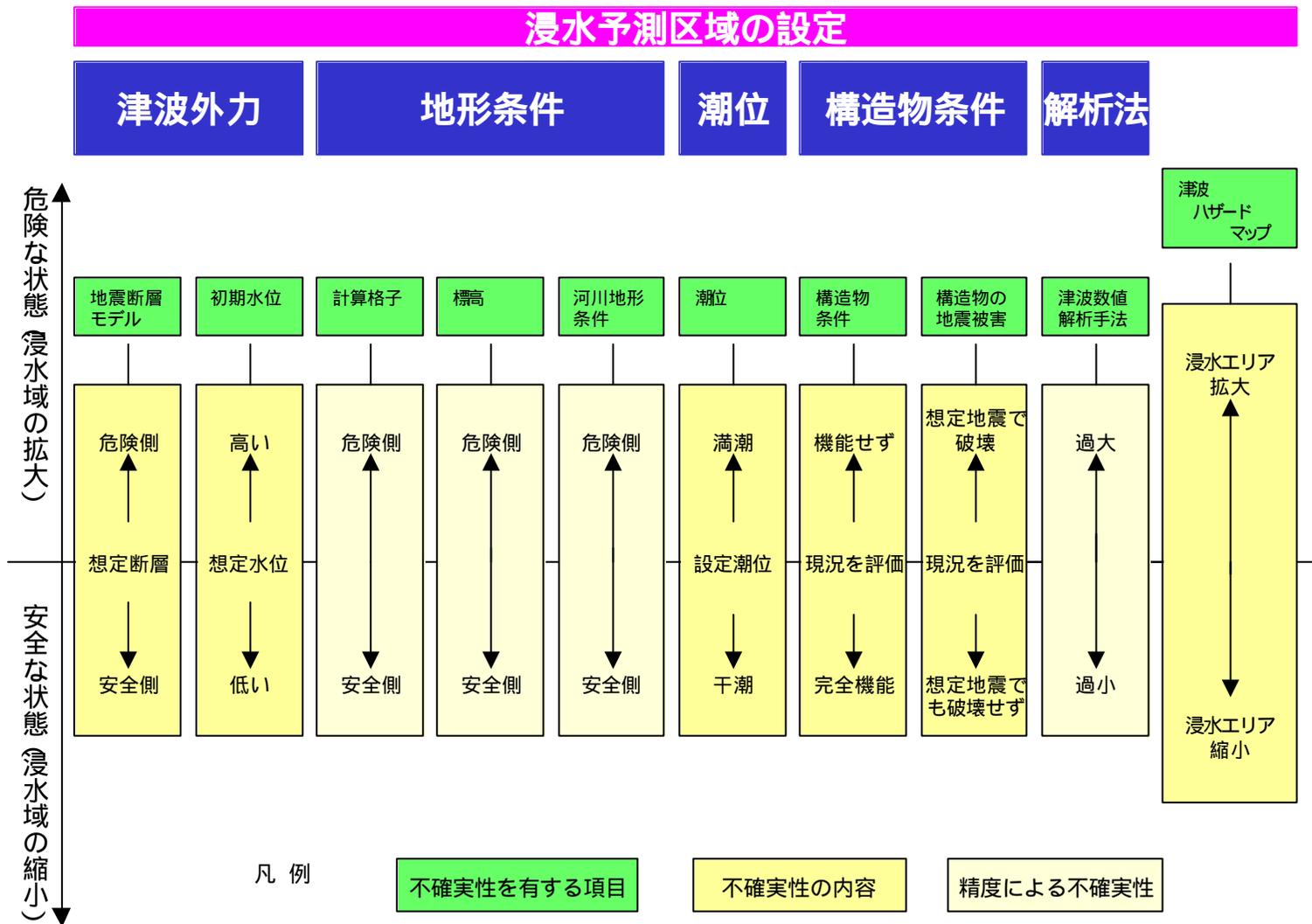


図 2.1.2 津波ハザードマップが有していると考えられる不確実性要素



図 2.1.3 高潮ハザードマップが有していると考えられる不確実性要素

表 2.1.1 津波ハザードマップにおける不確実性要素の内容

項目		不確実性の内容
津波外力	地震断層モデル	地震断層の大きさやすべり量が同一の場合においても、断層位置が異なると沿岸での津波高は変化する。従って、最大規模の津波を想定するため、ある想定した規模のもとで、断層位置をプレート境界に沿って任意に移動させて津波高を計算する方法が行われる。また、断層を移動させることにより、陸上の地盤変位量も変化するため、津波高さと地盤高の差で定義される浸水深も変化する可能性がある。
	地盤変位	津波遡上範囲における地震時の地盤変位（沈下及び隆起）は、浸水範囲及び浸水深に直接影響を与える。
	地震断層モデルで表現される初期水位	地震断層モデルは地震学的データや測地学的データから決められるのが一般的であり、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）ではない場合がある。
地形条件	格子間隔	標高データは、格子内の平均的な地盤高を表しており、格子内の構造物等（ビル、土手、防潮林等）の標高は考慮していない。構造物等の影響は、格子間隔（空間分解能）を細かくすることにより、ある程度改善できる。
	標高	標高データは、以下のデータ等を基礎データとして作成している。 1) 国土地理院の 1:50,000 地形図 2) 50m 格子の数値地図 3) 自治体が整備している 1:2,500 地形図 4) 別途実施した航空測量 なお、作成手法によっては、浸水区域となる水際線付近の標高を表すためには精度的に不十分な場合がある。
	河川地形条件	地形条件として河川の形状や深さを表現することにより、シミュレーションの精度を向上させることができる。
潮位	潮位	満潮時に津波が発生した場合は干潮時と比較して浸水域が拡大することから、潮位は不確実性要素の一つとなる。
構造物条件	構造物条件	地盤より高い構造物（例えば防波堤、胸壁、道路・鉄道の盛土等）は津波の遡上を阻止する効果が期待できる。従って、このような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ことができる。また、津波来襲までに水門・陸閘等を閉鎖できるか否かは浸水範囲、浸水深に直接影響する。
	構造物の地震被害	上記の構造物条件は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。
解析法	津波数値解析手法	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もついくつかの波に分裂する）する可能性がある。一般的な津波計算では、このような現象は考慮しない。

表 2.1.2 高潮ハザードマップにおける不確実性要素の内容

項目		不確実性の内容
台風	台風規模	台風規模は、既往最大や極値統計解析により設定することが可能であるが、いずれの設定の場合も設定規模を上回る可能性は否定できず、不確実性を有する。
	台風進路	台風の進路は、既往最大規模時のコースを設定する以外にも、数値シミュレーションにより最悪の被害を生じるコースを設定することができる。
潮位・波浪・河川遡上	潮位偏差	潮位偏差や波浪は既往最大、計画潮位(又は計画波浪)及び極値統計解析により設定することが可能であるが、いずれの設定の場合も設定規模を上回る可能性は否定できず、不確実性を有する。
	計算波浪	
	河川遡上	河川からの流量の設定方法が、高潮による浸水範囲、浸水深に影響する可能性がある。
構造物条件	構造物の破壊条件	越波・越流による施設の破壊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ことができる。
	施設の機能状況	高潮来襲に水門・陸閘等を閉鎖しているか否かは浸水範囲、浸水深に直接影響する。

2.2 不確実性要素についての検討

不確実性に関するシナリオの設定を種々に変えた浸水シミュレーションを実施し、図 2.2.1 に示す通り、結果の比較検討・分析を行うことにより、不確実性要素が高潮・津波ハザードマップの浸水エリアに及ぼす影響度について考察することができる。ここでは、ケーススタディ地区(高潮・津波)において試みた浸水シミュレーション結果に基づき、各不確実性要素が浸水エリアに及ぼす影響度について考察する。

表 2.2.1 はケーススタディ地区(津波)である清水港の浸水シミュレーション結果に基づき、津波ハザードマップにおける不確実性要素とその影響程度についてとりまとめたものである。影響程度としては、地盤変位、地震断層モデルの初期水位及び標高の影響が大きいことが明らかとなった。なお、清水港の浸水シミュレーション結果の詳細については、資料 - 2 及び参考資料 - 2.1 にとりまとめている。

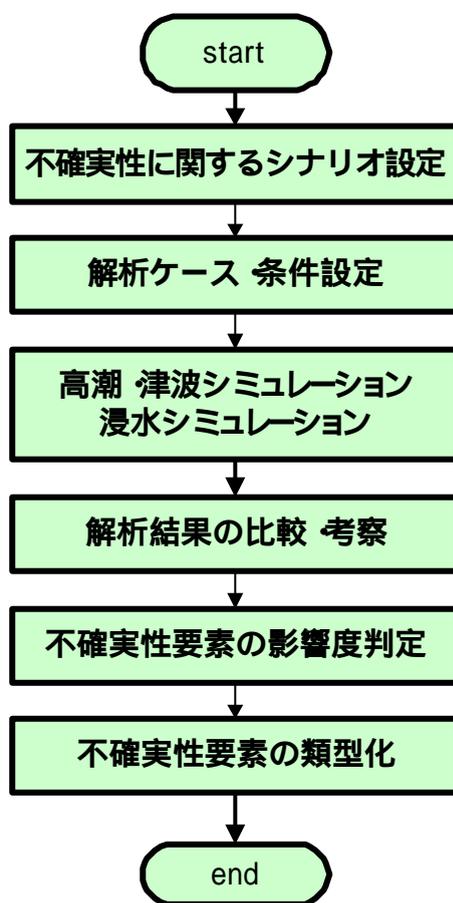


図 2.2.1 不確実性要素が浸水エリアに及ぼす影響度についての検討フロー

表 2.2.1 津波ハザードマップにおける不確実性要素とその影響程度
(清水港の計算結果に基づく判断)

項目		計算条件	不確実性の程度と HM 作成上の課題	影響 程度
津波外力	地震断層 モデル・ 地盤変位	断層モデルの差を比較 ・中央防災会議での想定東海地震：隆起量が 1.6 ~ 1.9m ・1498 年明応東海地震断層モデル相田(1981)：沈降量が 0.3 ~ 0.4m	浸水範囲、浸水深に大きな差が生じた。(想定東海地震 << 明応東海地震)	大
	地震断層 モデルで 表現される 初期水位	想定東海地震の地盤変動量をそのまま与えた。	モデルの再現性は、中央防災会議で提示された津波計算結果(最大津波高と代表地点での津波波形)との比較により、その妥当性を確認した。	大
地形条件	格子間隔	12.5m 格子を採用し、格子内の土地利用に対応した粗度を与えた。	地盤高の変化が大きい場所では格子間隔が浸水範囲に影響を与える。	大
	標高	12.5m の遡上計算では 1:2,500 地形図の等高線や個々の標高値を採用した。	埋立地等の標高値は 12.5m 格子と 50m 格子を比較すると、1m 以上の差が生じている場合がある。	大
	河川地形 条件	河口部では 7メッシュ幅の水 域として取り扱った。河床高は 河川管理者から提供された縦 横断面図をもとに設定し、計算上 は河川の遡上を表現した。	-	-
潮位	潮位	清水港の潮位は H.W.L : CDL+1.64m L.W.L : CDL+0.04m 津波発生のタイミングによ って浸水深に 1.6m 程度の差が 生じる。	津波がどの潮位で発生するかは予測できないことから、危険側の状況を想定して、H.W.L の潮位を設定することが妥当と考えられる。	大
構造物条件	構造物条件	施設の有無	有意な差が認められた。	中
	構造物の 地震被害	構造物が機能した状態、最悪のケースとして構造物がない状態の 2 ケースを実施。	-	中
解析法	津波数値 解析手法	再現性が高く、適用実績が多い非線形長波の理論式(浅水理論式)を適用した。	-	小

清水港の浸水シミュレーション結果については、資料 - 2 参照

2.3 不確実性要素についての考察

被害を最小化する目的のもと、信頼性を有する高潮・津波ハザードマップを全国的に普及させるためには、ハザードマップ作成時の諸条件となる各々の不確実性要素の影響度合いを把握し、その知見を全国の地域を対象に活用できるよう汎用化あるいは類型化する必要がある。具体的には、ハザードマップ作成に当たって諸条件を各地域でどのように設定すべきかをとりまとめることである。また、住民配布用や行政用等のマップ活用目的の違いにより、これら諸条件の設定値が異なる可能性を有していることに留意する必要がある。さらに、これらの設定された諸条件のもとで浸水区域が予測された後、ハザードマップの表現技術や周知技術、活用方策について入念に検討し、ハザードマップに係わる指針や技術マニュアルを整備することが大切である。

前述の清水港におけるケーススタディ結果に関して、ハザードマップに係わる各々の不確実性要素の影響度合いを模式図として図 2.3.1 に示す。清水港の例では、比較的広域(数 km の範囲)の浸水範囲・浸水深に大きく影響を及ぼした不確実性の要素は、地震断層モデルの選定・地盤変位、格子間隔、標高・潮位であった。前述の通り、高潮・津波ハザードマップの作成技術の確立には、ハザードマップに係わる不確実性要素の影響程度の把握が不可欠である。従って、今後さらなる数値シミュレーション等の検討を実施し、各ケーススタディ地区において図 2.3.1 に示すような模式図を作成し、汎用的な不確実性要素の影響程度パターンを探り当てることが重要である。

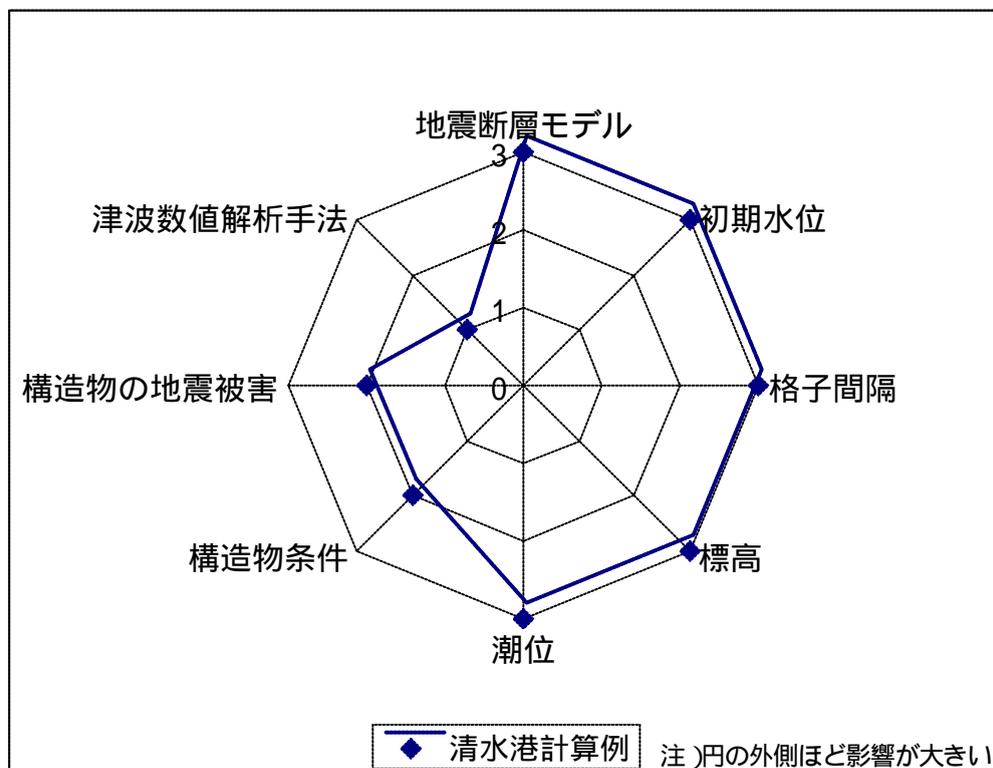


図 2.3.1 不確実性要素が浸水予測結果に与える影響度合い (清水港の場合)

3. 高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素の考え方

3.1 ハザードマップに係わる不確実性要素の整理

高潮・津波ハザードマップに係わる不確実性要素の浸水予測区域への影響度は、数多くのケーススタディ結果に基づき、汎用化あるいは類型化を目指す必要がある。しかしながら、全国にはさまざまな地形に加えて、海象気象、既設の防護状況、人口・産業集積等、様々な条件を有する海岸保全施設及びその背後地域が存在しており、ハザードマップに係わる不確実性要素すなわちマップ作成条件の設定方法も全国一律で論ずることは困難であるものと予想される。従って、マップ作成条件の設定方法を汎用化あるいは類型化するためには、表 3.1.1 に示すような視点で整理する必要がある。

表 3.1.1 マップ作成に係わる条件設定方法を類型化するための視点(津波の例)

類型化の視点	内容
地形	<ul style="list-style-type: none">・ 海岸の位置・ 海岸の形状・ 湾の有無・形状
人口・産業集積	<ul style="list-style-type: none">・ 大都市・ 中都市・ 小都市・ 観光地
津波危険度	<ul style="list-style-type: none">・ 地震対策推進地域・ 津波危険地域・ 太平洋側・ 日本海側

3.2 浸水予想区域の予測における諸条件の設定

ハザードマップの精度が必要とされる部分は用途によって異なると考えられる。例えば、住民配布用では被害最小を目的とするため最悪危険側の予測が必要であり、過小評価を避ける必要がある。行政用については、最悪の事態を把握する必要があるとともに合理的な範囲での対策投資を検討するために最も発生する可能性が高い状況についても予測する必要があると考えられる。また、広域行政(広域的な対策・整備箇所選定などを担当)を担う都道府県、国(地方支分部局・中央)が必要とする精度も市町村と同じである必要はなく、それぞれの所管領域の大きさに応じた精度で予測すればよいと考えられる。下表に「被害の最小化」を目的とした主体・用途別の求められる予測内容について整理する。

表 3.2.1 用途の違いによる求められる予測内容の違い

大目的	主体	用途	求められる予測内容
被害の 最小化	住民、 市町村	我が身の安全の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・最悪危険側の予測、過小評価を避ける ・戸々の家屋が評価できる程度の詳細な分解能が必要
		想定される最悪事態への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・最悪危険側の予測、過小評価を避ける
		合理的な対策投資検討のための最も発生する可能性が高い状況の把握	<ul style="list-style-type: none"> ・最も発生する可能性が高い状況の予測
	都道府県 地方支分部局 中央	各所管領域内の広域的な対策検討・整備箇所選定	<ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの所管領域の大きさに応じた分解能が必要