

海岸保全施設の更新等に合わせた地球温暖化  
適応策検討マニュアル（案）

平成 23 年 6 月

海岸における地球温暖化適応戦略検討委員会



はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第四次評価報告書では、地球温暖化による海面上昇が予測されるとともに、台風の強大化の可能性が指摘されており、これに伴う高潮災害の影響を軽減する方策の検討が必要となっている。

このため、平成 21 年 3 月に交通政策審議会が「地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方」を答申した。この中で高潮災害に対応する適応策については、戦略的な取り組みが必要であるとの考え方のもと、緊急的に実施すべき施策、中長期にわたり着実に実施すべき施策等がとりまとめられている。

一方、海岸保全施設の多くは、築造後長い年数を経て老朽化が進行し、その維持管理が重要な課題となっている。少子高齢化等により社会資本整備に係る投資余力が低下するなか、海岸保全施設の更新等に当たっては、地球温暖化に伴う海面上昇等への適応策を考慮し、長期的視点に立った計画的な取り組みが不可欠となっている。その際、地域の特性を考慮した上で、潮位変化の長期的な動向の把握、災害リスクの評価、設計外力の設定等を検討し、海岸保全施設の嵩上げやその他の減災対策等について検討を行うことになる。

これらの検討を具体化させるために、人口・資産が集積しており海面上昇に伴う高潮災害の被害が大きいと考えられる三大湾（東京湾・伊勢湾・大阪湾）におけるモデル検討を通じて、海岸保全施設の更新等に合わせた地球温暖化への戦略的な適応策を検討した。

本マニュアルは、国土交通省港湾局の委託により、当該分野に知見を有する学識経験者等からなる検討委員会が設置され、4 回にわたり検討した結果をもとに、地球温暖化に適応するための海岸保全施設の更新等に係る投資優先度評価の考え方等を取りまとめたものである。

## 海岸における地球温暖化適応戦略検討委員会委員

### 【委員】

委員長 磯部 雅彦 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授  
河合 弘泰 (独)港湾空港技術研究所  
海洋・水工部 海洋情報研究領域 海象情報研究チームリーダー  
成瀬 進 国際港湾協会本部事務局総長  
平山 克也 (独)港湾空港技術研究所  
海洋・水工部 海洋研究領域 波浪研究チームリーダー  
牧 紀男 京都大学防災研究所 巨大災害研究センター 准教授  
横田 弘 北海道大学大学院 工学研究科 教授

(五十音順、敬称略)

### 【オブザーバー】

#### 海岸管理者

千葉県 県土整備部 港湾課  
東京都 港湾局 港湾整備部  
川崎市 港湾局 港湾経営部  
横須賀市 港湾部  
愛知県 建設部 港湾課  
三重県 県土整備部 港湾・海岸室  
名古屋港管理組合 企画調整室  
四日市港管理組合 経営企画部  
大阪府 港湾局 計画調整課  
兵庫県 県土木整備部 土木局 港湾課  
大阪市 港湾局 計画整備部  
神戸市 みなと総局 技術部

#### 関係機関

農林水産省 農村振興局 整備部 防災課  
農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課  
国土交通省 河川局 海岸室  
国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 沿岸防災研究室

#### 事務局

(財)沿岸技術研究センター  
国土交通省 港湾局 海岸・防災課

### 委員会の開催経緯

第1回委員会 平成22年11月 1日  
第2回委員会 平成22年12月27日  
第3回委員会 平成23年 1月27日  
第4回委員会 平成23年 6月27日

# 海岸保全施設の更新等に合わせた地球温暖化適応策検討マニュアル（案）

## 目 次

### 【本 編】

はじめに

第1章 総論.....	1
1.1 本マニュアル策定の目的.....	1
1.2 本マニュアルの対象施設等.....	2
1.3 用語の定義.....	3
第2章 海岸保全施設の現状と地球温暖化の影響.....	5
2.1 海岸保全施設の現状の把握.....	5
2.2 海面上昇の把握.....	7
2.3 台風の強大化等の把握.....	10
第3章 地球温暖化適応策の考え方.....	12
3.1 検討フロー.....	12
3.2 検討地区の設定.....	15
3.3 災害リスクの評価.....	17
3.4 施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価.....	24
3.5 防護効果の評価.....	28
3.5.1 高潮浸水シミュレーションによる防護効果の評価.....	30
3.5.2 レベル湛水法による防護効果の評価.....	33
3.5.3 簡易手法による算出方法.....	35
3.6 施設整備の優先順位の評価方法.....	43
3.7 地球温暖化に適応するハード対策の検討.....	45
3.8 実施可能なソフト対策の検討.....	47
3.9 本マニュアルにおける課題.....	48

# 第1章 総論

## 1.1 本マニュアル策定の目的

国及び海岸管理者が、地球温暖化の影響による海面上昇等に戦略的に適応するため、海岸保全施設の更新等に合わせた嵩上げ等のハード対策や避難対策等のソフト対策の検討手順を示すことを目的として策定している。

### 【解説】

本マニュアルは、①海岸保全施設の急速な老朽化の進展、②地球温暖化による海面上昇や台風の強大化の進展を踏まえ、海岸保全施設の更新時期等に合わせた嵩上げ等のハード対策や避難対策等のソフト対策、及びそれらの検討手順について示し、地球温暖化への適応策に係る意思決定を行うツールとなることを目的としている。

海岸保全施設の地球温暖化への適応策を考える際は、潮位傾向や波浪のモニタリングを継続して実施し、データの蓄積と分析を行った上で設計外力の設定や災害リスクの想定を行うものとする。さらに、施設の健全度評価等も踏まえた上で施設更新等の優先順位を設定し、適切なハード・ソフト対策についても検討を行うものとする。

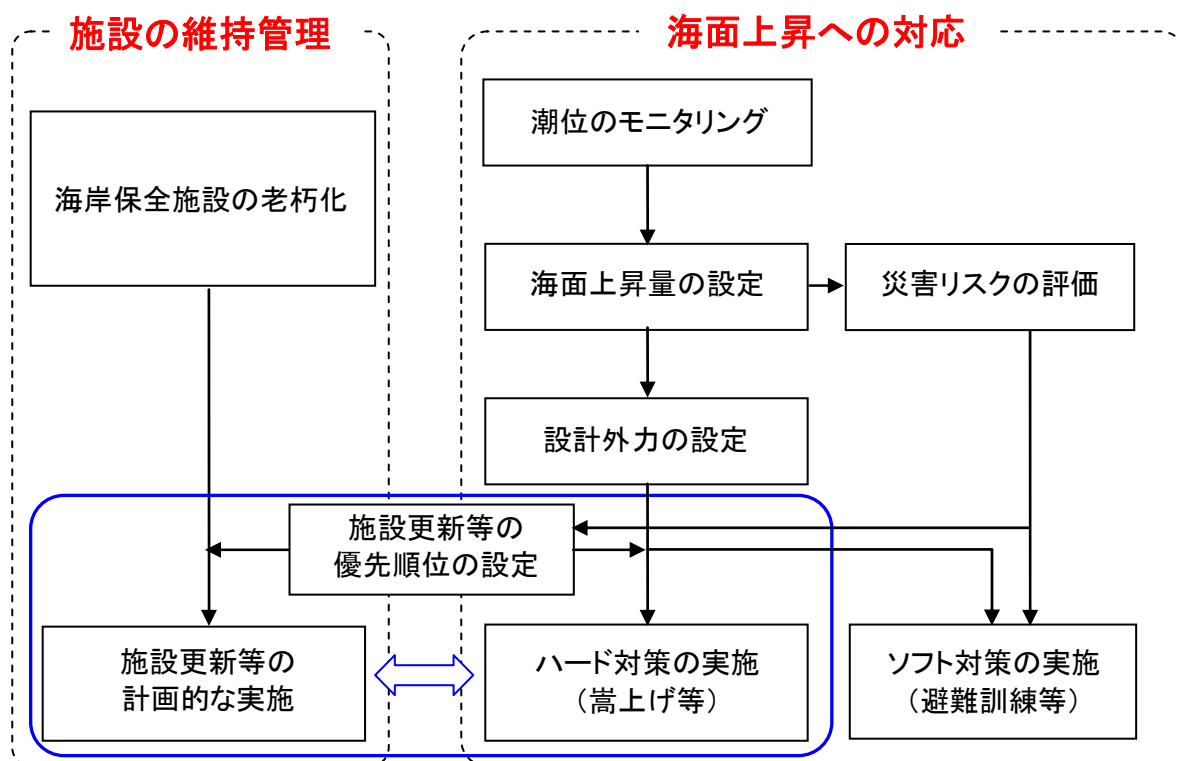


図 1 海岸保全施設の更新等に合わせた地球温暖化への適応策

## 1.2 本マニュアルの対象施設等

本マニュアルに基づく地球温暖化に対する適応策の策定主体は国及び海岸管理者とし、適用範囲は堤防、護岸、胸壁等の海岸保全施設とする。

### 【解 説】

本マニュアルでは、地球温暖化による高潮や波浪の海岸保全施設への影響を検討し、将来、防護能力が低下する恐れがある場合に、天端高の嵩上げ等のハード対策の優先順位を合理的に意思決定できるようにすることを主たる目的としている。このため、本マニュアルは、こうした意思決定を行う国及び海岸保全施設を管理する海岸管理者が使用することを想定している。

また、対象とする施設については、堤防、護岸、胸壁等の海岸保全施設を対象としており、こうした施設で防護される堤内地の浸水状況等により対策の優先順位を評価している。

なお、本マニュアルの作成にあたり、人口・資産が集積し、地形的に海面上昇に伴う高潮災害の被害が大きいと考えられる三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）を対象にモデル検討を行っている。他地域に適用する場合においても、第3章 3.1 検討フローに従い検討することは可能であるが、外力の設定、災害リスクの評価と言った点に注意する必要がある。

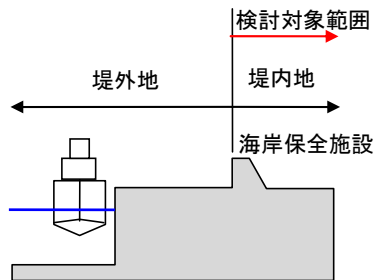


図 2 検討対象範囲

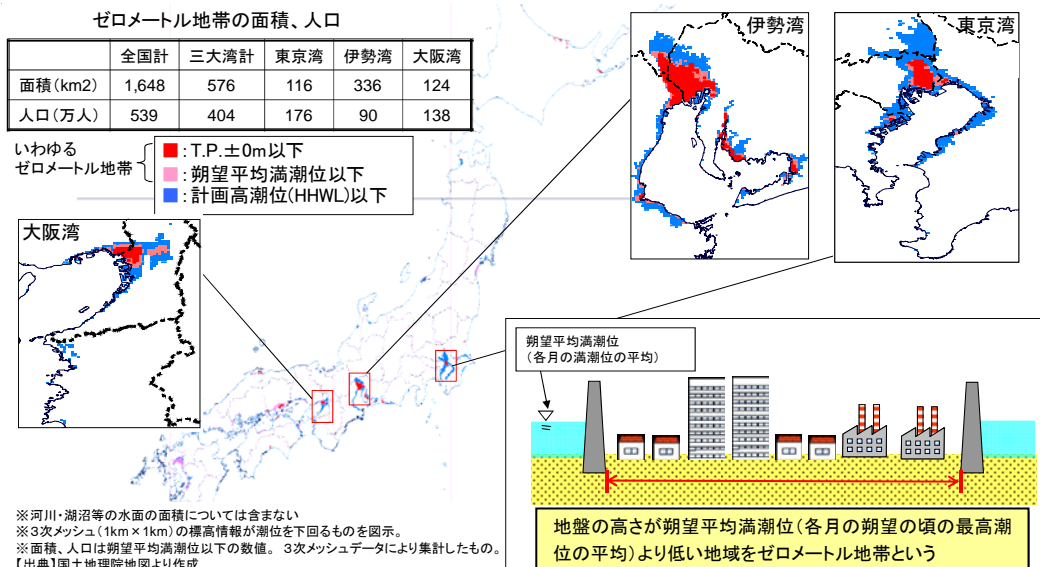


図 3 高潮によるゼロメートル地帯の面積・人口

### 1.3 用語の定義

本マニュアルにおいて使用する用語は、次の通りとする。

**(1) 海面上昇**

温室効果ガスの増加等を原因とする地球温暖化によって海面が長期的に上昇する現象を対象とし、気象要因や黒潮蛇行又は暖水渦の影響により一時的に上昇する現象は対象外とする。

**(2) 高潮**

台風や低気圧等の気象じょう乱により発生する潮位の上昇現象。

**(3) 高潮偏差**

潮位偏差のうち、台風や低気圧による高潮が原因であるもの。

**(4) 外力条件**

施設設計に係る設計潮位、高潮偏差、波高、周期等の各諸元。

**(5) 浸水域**

高潮や高波に伴う越波・越流によって海水により浸水する範囲。

**(6) 背後地**

海岸保全施設で防護される範囲（堤内地）。

**(7) 施設健全度**

施設の老朽化度や耐震性をもとに評価される施設の保有性能。

**(8) モデル地域**

本マニュアルにおいて検討対象とした、三大湾の代表地域（千葉港、東京港、川崎港、名古屋港、四日市港、大阪港、尼崎西宮芦屋港、神戸港）。

**(9) 防護効果**

海岸保全施設を整備することにより、高潮や高波から背後地が防護されるため、建物・施設の浸水被害や背後住民の死傷者数が減少し、商店や工場における事業機会の損失が軽減される効果。

**(10) 中長期**

海岸保全施設の耐用期間及び地球温暖化の影響が予測されている概ね 50～100 年程度。



**(1 1) 更新**

耐用期間を経過した海岸保全施設の機能や性能を見直して全面的に作り替えること。

**(1 2) 改良**

海岸保全施設の機能、性能を増加させること。

**(1 3) 補修**

供用期間中に海岸保全施設の性能を維持あるいは回復させること。

**(1 4) 地球温暖化適応策**

地球温暖化による海面上昇等を考慮した災害リスクの評価を踏まえて、施設の更新時期に合わせた更新、又は改良によるハード対策や避難対策等のソフト対策、及びそれらの実施手順についてとりまとめられたもの。

## 第2章 海岸保全施設の現状と地球温暖化の影響

### 2.1 海岸保全施設の現状の把握

地球温暖化適応策を検討するに当たっては、海岸保全施設の整備延長、老朽化、耐震性、防護水準などの現状の把握に努める。このためには、海岸保全区域台帳等のデータベースについて現状把握に係る項目の充実に努めなければならない。

#### 【解説】

#### (1) 海岸保全施設の現状

島しょ国である我が国の海岸線の総延長は3万5千kmである。そのうち、津波・高潮などの自然災害の脅威にさらされ、防護が必要な海岸線（要保全海岸）の延長は約1万5千kmに及ぶ。しかし、防護が必要な海岸線（要保全海岸）のうち海岸保全施設が整備されているのは約64%（約9千7百km）に過ぎないことから、未防護延長の解消が課題となっている。

なお、港湾局所管の海岸（以下、「港湾海岸」という）では、要保全海岸の延長は4,505kmで、海岸保全施設が整備されているのは、そのうち74%、3,349kmである。

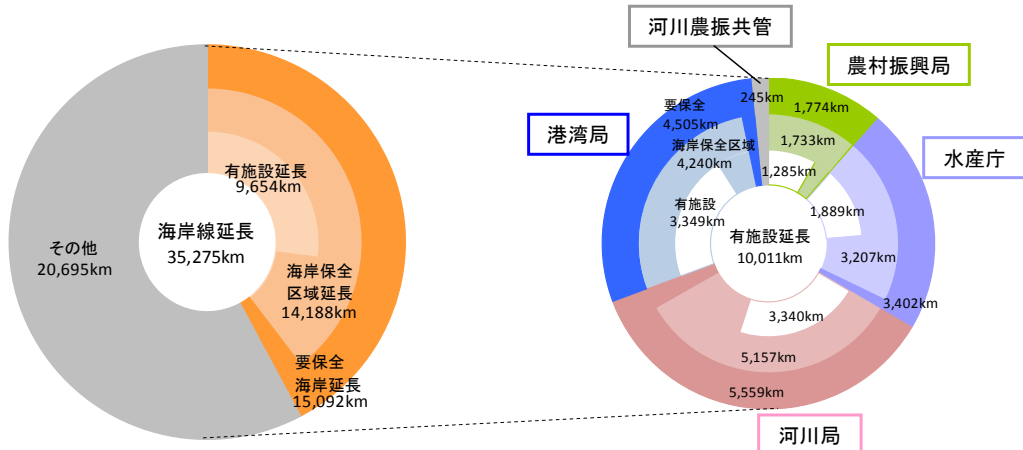


図4 我が国の海岸線の現状

#### (2) 港湾海岸の特徴

港湾海岸は、防護が必要な海岸線延長のうち約29%であるが、背後の防護人口は約57%を占める。また、港湾海岸の所在市町村の面積は全国の約29%を占めるが、その工業出荷額は全国の約42%を占めている。このように、港湾海岸の特徴として、人口や都市機能、物流・産業機能などの資産が高密度に集積している。

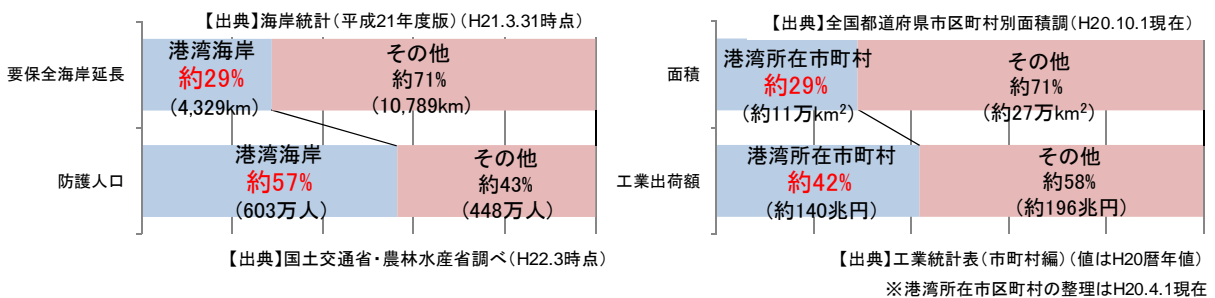


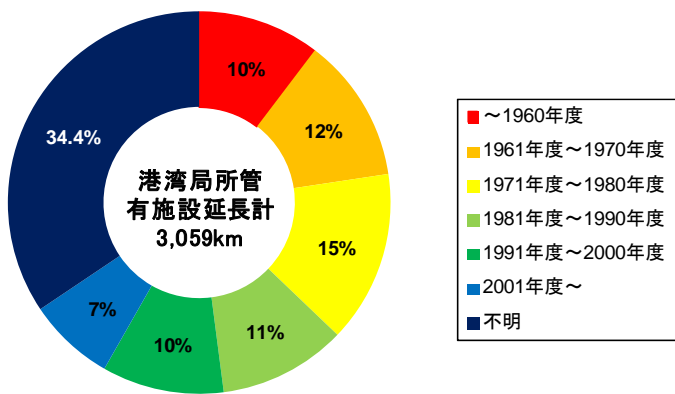
図5 港湾空間への人口・資産の集積

### (3) 海岸保全施設の防護水準

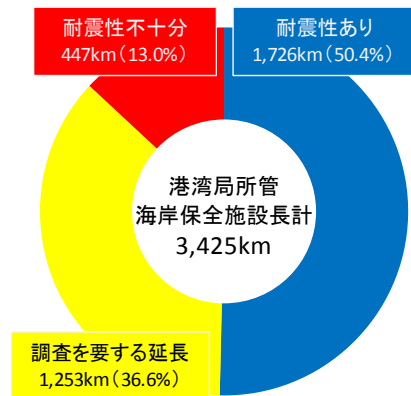
室戸台風（昭和 9 年）、ジェーン台風（昭和 25 年）、ルース台風（昭和 26 年）、13 号台風（昭和 28 年）が、全国に激甚な被害を与えたことから、昭和 31 年に国土の保全を目的とした海岸法が制定された。これを契機として、海岸保全施設の整備が本格化し、その後も大規模な津波・高潮災害の発生（伊勢湾台風（昭和 34 年）、チリ地震津波（昭和 35 年）、第二室戸台風（昭和 36 年））が続いたため、事業制度の整備や予算の拡充が図られ、急速に整備が進められることとなった。

現在の海岸保全施設の老朽化、耐震性、天端高等の整備水準を整理すると、海岸堤防等の築造・改修年次においては、築造から 50 年以上経過したものと築造年次が不明のもの（施設の築造年次が調べられないもの）を合わせると 44%、また 30 年以上経ったものが 37%となっており、老朽化が進展している。

海岸堤防等の耐震性は、約 50%は耐震性があるが、13%は耐震性が無く、また約 37%が要調査となっており、耐震性の有無について早急に調査を行う必要がある。海岸堤防等の高さは、60%において想定津波高を満足しているが、調査を要するものが約 24%、想定津波高より低いものが 16%ある。



国土交通省港湾局調べ（H22.3 時点）

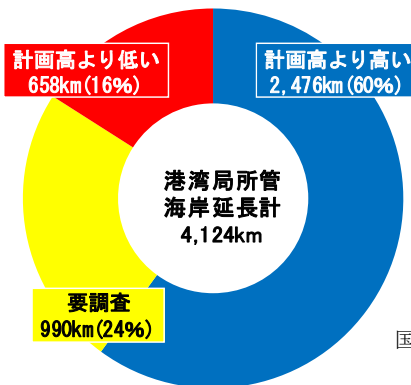


国土交通省港湾局調べ（H22.3 時点）

※耐震性：海岸保全施設耐震点検マニュアル、レベル 1（供用期間内に 1～2 度発生する確率を持つ地震動強さ）等をもとに海岸管理者が判断したもの。

図 6 海岸堤防の築造・改修年次

図 7 海岸堤防等の耐震性



国土交通省港湾局調べ（H22.3 時点）

※想定津波高：既往の津波実績や内閣府等の試算等から海岸管理者が独自に設定したもの。

図 8 海岸堤防等の高さ（想定津波高との比較）

## 2.2 海面上昇の把握

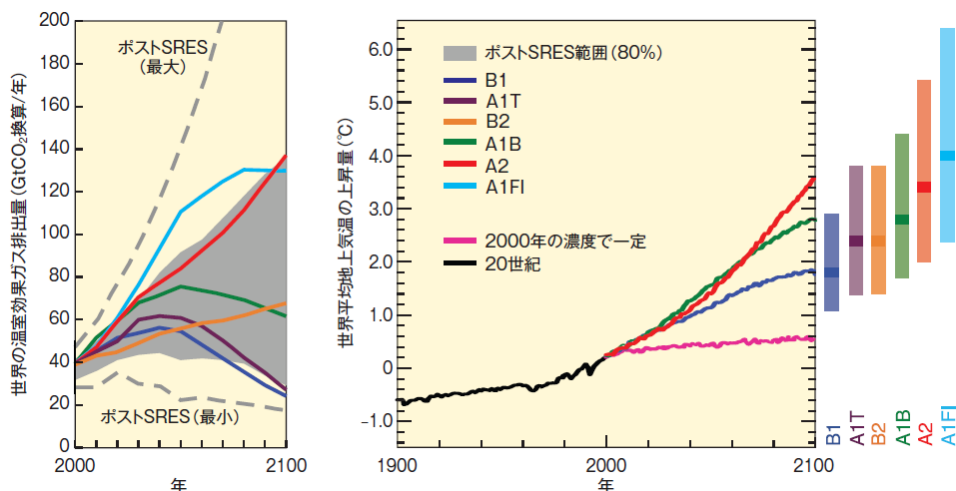
日本沿岸域においては、海面上昇の傾向が確認されている地域があるため、我が国沿岸において継続して潮位モニタリングを実施することで、今後の地球温暖化による海水面への影響を把握していくものとする。

### 【解説】

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（2007年11月）においては、地球温暖化の原因が人為起源の温室効果ガスの増加によるものとされている。IPCC第4次評価報告書では、6パターンのシナリオ（概要は下記参照）をもとに温室効果ガスや地上気温上昇量の検討が行われている。これらの予測とともに、全球平均の海面上昇量は最良のシナリオ（B1シナリオ）では0.18～0.38m、最悪のシナリオ（A1FIシナリオ）では0.26～0.59mとなることが予測されており、最大で0.59mの海面上昇となることが予測されている。

### IPCC 第4次評価報告書（2007年11月）におけるシナリオの概要

A1Bシナリオ：全てのエネルギー源のバランスを重視した高度成長ケース。  
 A1FIシナリオ：化石エネルギー源を重視した高度成長ケース。  
 A1Tシナリオ：非化石エネルギー源を重視した高度成長ケース。  
 A2シナリオ：世界の人口増加及び地域主導の経済開発が続くが、他ケースに比べ経済成長や技術変化にばらつきがあるケース  
 B1シナリオ：A1シナリオと同様な世界人口の変化があり、クリーンで省資源の技術の導入とサービス及び情報経済の社会構造となるケース  
 B2シナリオ：世界の人口がA2シナリオより緩やかに増加し、中間的なレベルの経済発展と多様な技術変化を伴うケース。  
 ※A1シナリオにおける世界人口は、21世紀半ばにピークに達し、以降に減少した後に減少する。



出典：IPCC 第4次評価報告書政策決定者向け要約（気象庁）

図9 IPCCによるシナリオ別の温室効果ガス及び地上気温上昇量の予測値

三大湾における検潮記録の解析結果から過去の海面上昇率について以下の点が明らかとなっている。解析において定義されている期間は、長期（概ね 45～90 年間）、中期（概ね 40～50 年間）である。

- ・長期（概ね 45～90 年間）の平均潮位は 6 地点とも上昇トレンドにある。
- ・中期（概ね 40～50 年間）の平均潮位は東京、油壺、神戸、洲本で上昇トレンドにある。

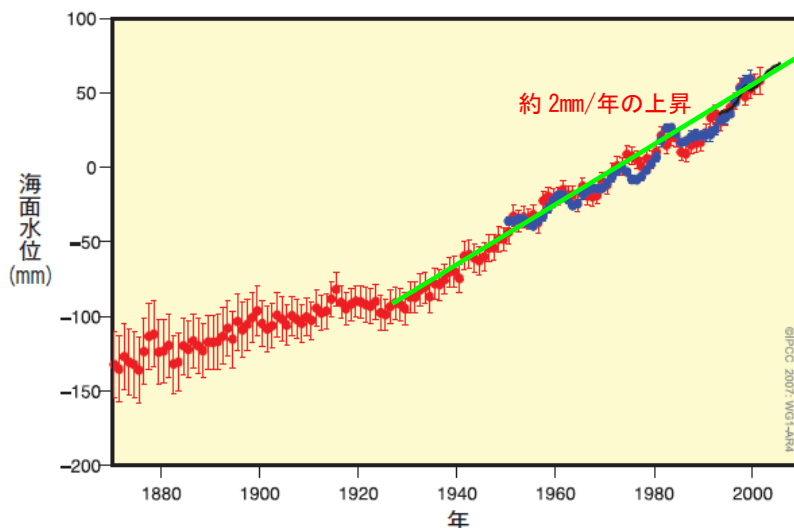
IPCC 第 4 次評価報告書における予測結果では、世界平均の海面水位の上昇量は、約 2mm/年であるから、これらの海面上昇率は全球平均と比較して大きい場所と小さい場所が混在している。

また、潮位の変化は、単調な増加ではなく、1970 年頃に山、1990 年頃に谷という複雑な変化を示しているところもある。

なお、日本沿岸の海面水位を長期的に見た場合、世界平均の海面水位に見られるような明瞭な上昇傾向は見られない。

表 1 三大湾における潮位の分析結果（潮位変動のトレンド）

湾	検潮所	平均潮位(mm/年)		最大潮位 (mm/年)	中期 朔望平均潮位(mm/年)	
		長期	中期		満潮位	干潮位
		東京湾	東京 油壺	0.7 ± 0.5 2.5 ± 0.3	0.1 ± 0.7 2.2 ± 0.4	-0.5 ± 4.2 3.0 ± 1.7
伊勢湾	名古屋 鳥羽	3.0 ± 0.6 4.3 ± 1.6	-1.4 ± 0.9 -0.3 ± 1.1	-4.3 ± 3.0 -2.4 ± 2.8	-2.2 ± 1.1 0.4 ± 1.4	-0.3 ± 1.1 -7.4 ± 2.2
大阪湾	神戸 洲本	5.1 ± 0.7 1.0 ± 1.0	1.5 ± 2.6 1.0 ± 1.0	0.6 ± 4.5 0.4 ± 3.2	0.7 ± 1.7 0.5 ± 1.1	2.2 ± 1.6 1.9 ± 1.1



出典：IPCC 第 4 次評価報告書政策決定者向け要約（気象庁）

図 10 世界平均海面水位

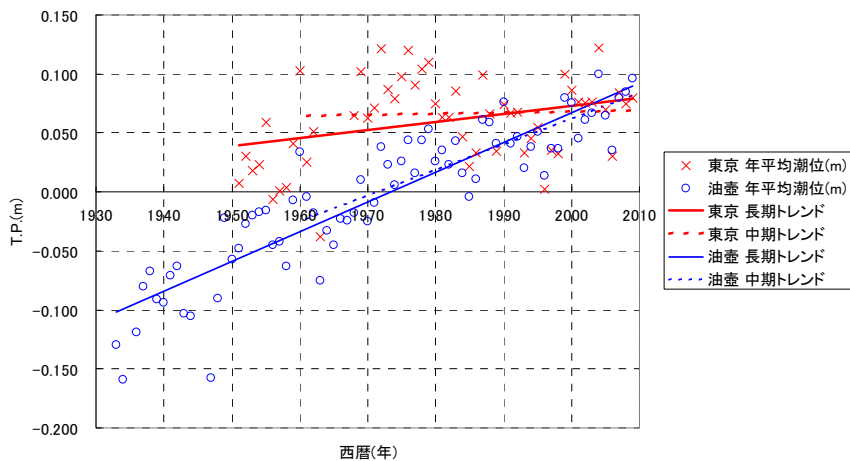


図 11 東京湾における解析結果

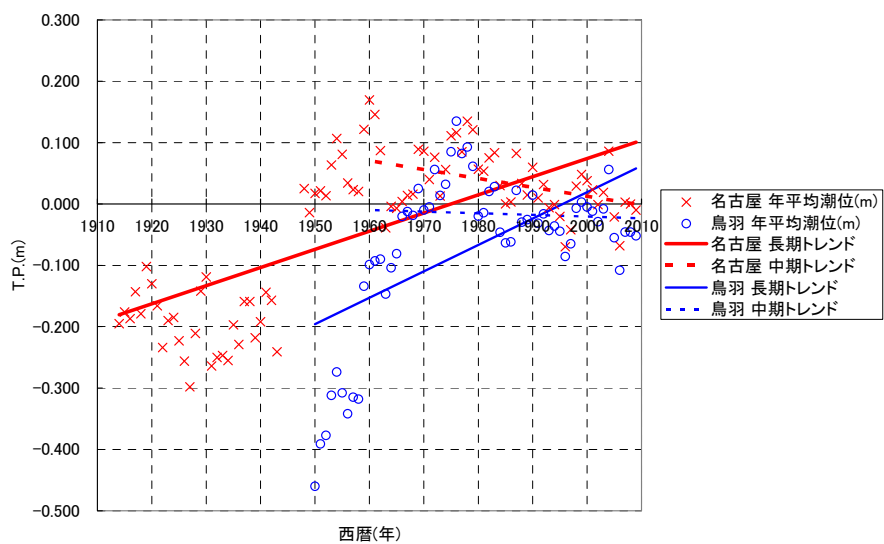


図 12 伊勢湾における解析結果

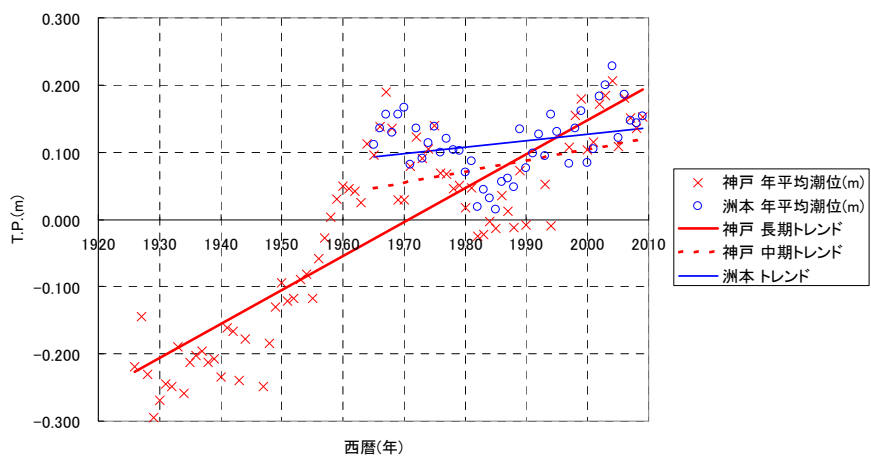


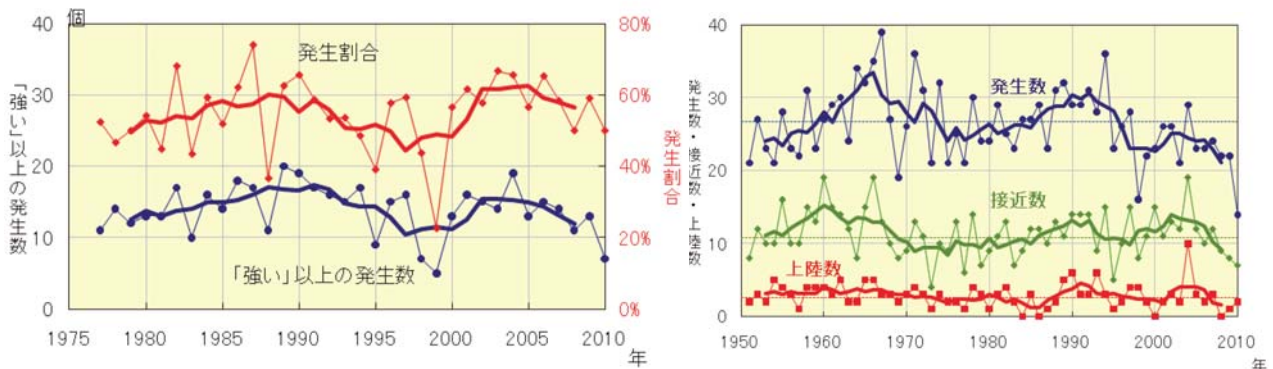
図 13 大阪湾における解析結果

## 2.3 台風の強大化等の把握

地球温暖化によって引き起こされる将来予測における気温や海水温の上昇に伴う海面水位の上昇や台風の強大化については、不確定な要素も含まれるが、外力の推定等においては、可能な範囲で最新の研究成果等を反映させることとする。

### 【解説】

気象庁の気象変動監視レポートによれば、1977年以降において「強い」（33m/s以上44m/s未満）以上の勢力となった台風の数（10個から20個の間）で不規則に変動し、増減はいずれかに偏る傾向はないことが報告されている。一方、「強い」以上の台風の発生割合は、2000年以降で増加傾向にあったものの、40～60%の間で変動しており発生数と同様に顕著な増減傾向は見られない。

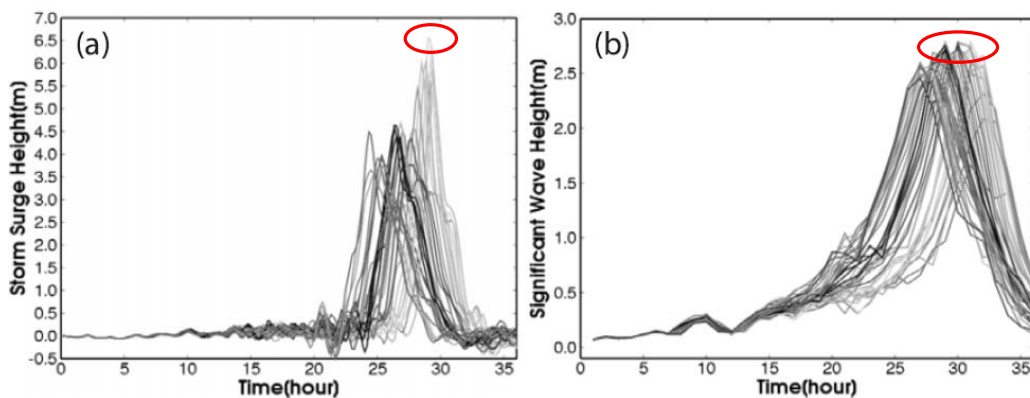


※細線は「強い」以上の勢力となった台風の数（青）と全発生数に対する割合（赤）の経年変化。  
 ※太線は、それぞれの5年移動平均。  
 出典：気候変動監視レポート2010（気象庁）

※太い実線はそれぞれの5年移動平均。  
 ※細い実線はそれぞれの年平均値（1971～2000年の平均値）  
 出典：気候変動監視レポート2010（気象庁）

図 14 台風の発生数・接近数・上陸数の経年変化

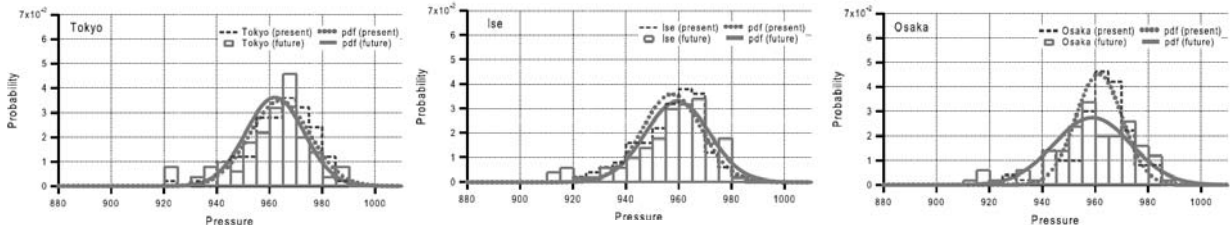
吉野ら（2009）は、A1B シナリオに基づき海水温上昇量を仮定し、将来気候における可能最大強度の台風は紀伊半島上陸時には中心気圧約 910hPa、名古屋港での可能最大高潮は 6.5m、可能最大波浪は 2.8m となることを示しており、伊勢湾台風時の高潮偏差 3.55m の約 2 倍となる。



出典：吉野ら（2009）、土木学会論文集 B2(海岸工学) ,Vol,B2-65,No1,pp396-400

図 15 将来気候実験による名古屋港での全 40 ケースの(a)潮位偏差と(b)有義波高の時系列

また、安田ら（2009）は、A1B シナリオに基づく気象研・気象庁の超高解像度全球大気循環モデル GCM20 の出力結果に含まれる台風諸元を解析し、将来気候の台風の出現特性を確率的に評価している。将来気候においては、三大湾すべてに共通して、来襲する台風数は減少し、中心気圧が低い 920hPa 以下の台風が数%来襲することを示している。



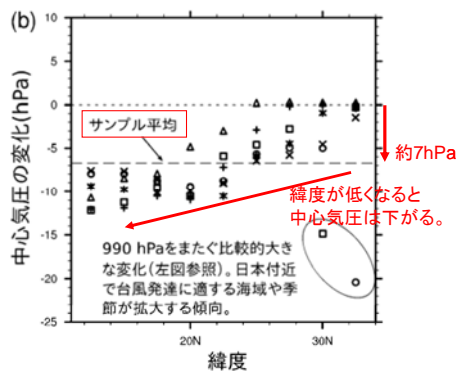
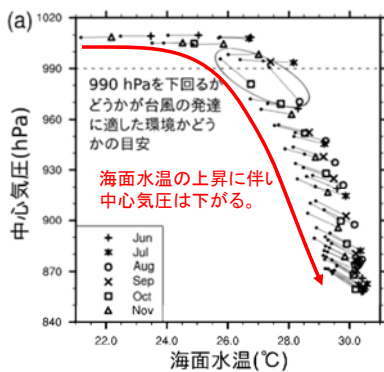
出典：安田ら（2009）：土木学会論文集 B2(海岸工学) ,Vol,B2-65,No1,pp1281-1285

図 16 三大湾周辺に来襲する台風の最低中心気圧の変化

河合ら（2006）は、港湾空港技術研究所資料（No.1122）において A2 シナリオに基づく気象研・気象庁のモデル RCM20 の出力結果を参考に、台風の属性値の時間変化量の分布を北に 1.5 度移動させると仮定した確率台風モデルを構築し、これを用いて 10～1000 年確率の高潮偏差や潮位が増加することを指摘している。

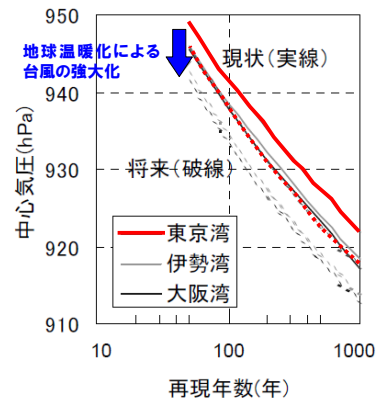
例えば、東京湾の現在の想定台風（伊勢湾台風級：940hPa）の再現期間が 100～200 年から 100 年以下になるため、同じ規模の想定外力の再現期間が小さくなる。

電力中央研究所報告（報告書番号：V08026）によれば、地球温暖化に伴う台風等の中心気圧の低下により、低緯度の強い台風ほど気圧低下も大きくなることが報告されている。1℃の水温上昇に対する中心気圧の低下は、サンプル平均で 7hPa 程度（上空の気温変化の不確実性を考慮すると 2～12hPa 程度）で、低緯度の強い台風ほど気圧低下も大きい。



出典：電力中央研究所報告（V08026）

図 17 1℃の海面水温上昇による中心気圧の変化



出典：港湾空港技術研究所資料（No.1122）

図 18 地球温暖化に伴う台風勢力の再現期間の変化



### 第3章 地球温暖化適応策の考え方

#### 3.1 検討フロー

地球温暖化適応策の検討は、以下の検討フローをもとに行うものとする。また結果について、一定程度の期間で外力条件の確認を行い、見直すことが望ましい。

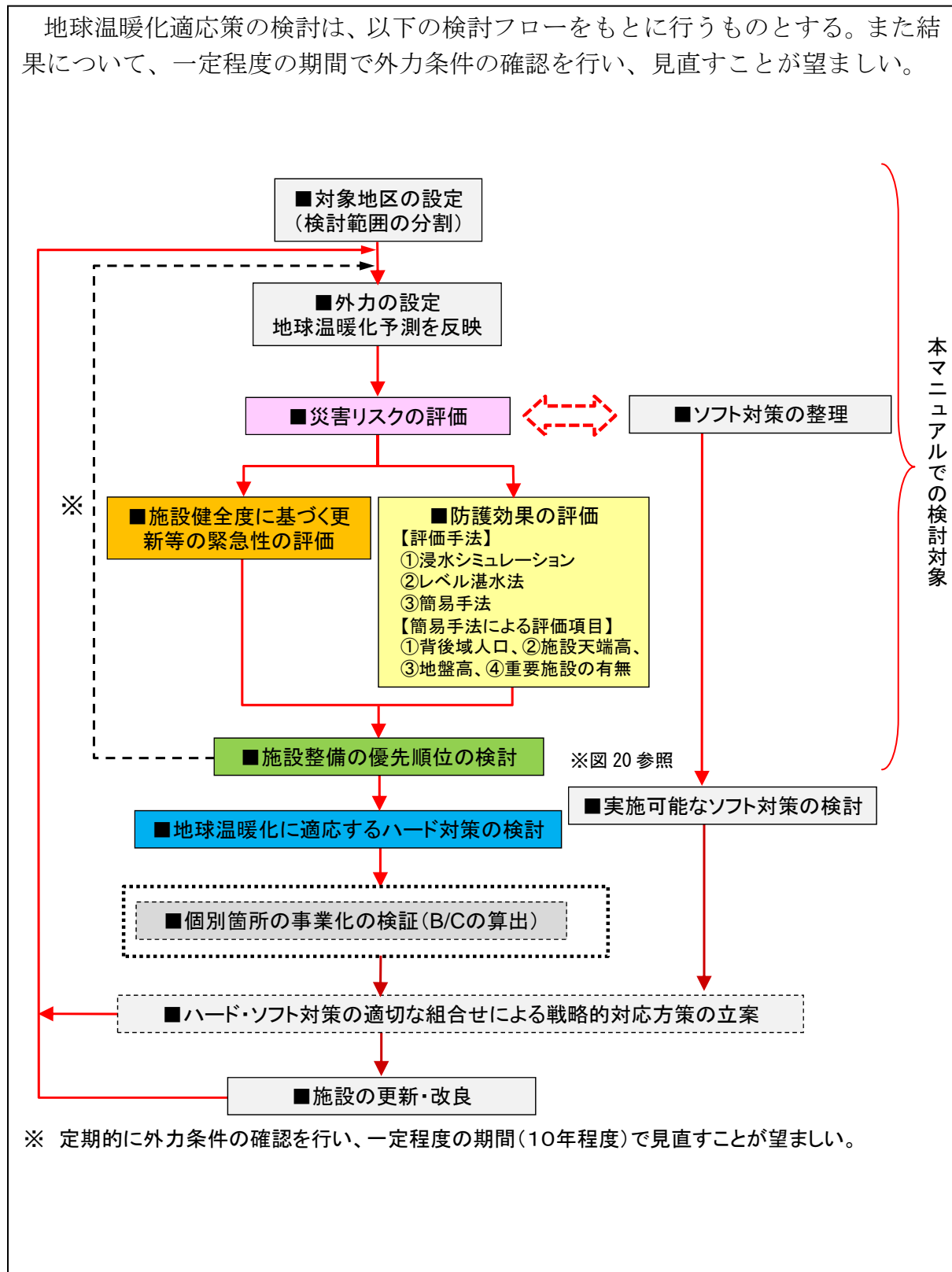


図 19 地球温暖化適応策の検討フロー

## 【解 説】

地球温暖化適応策を考える際は、既存の海岸保全施設及び背後域を対象に、地球温暖化に伴う高潮等の災害（浸水被害）リスクの評価、施設健全度評価、防護効果の評価を行い、現在または将来の防護水準の低下が認められる施設の対策実施にかかる順位の優先度を検討するものである。

また、対策の立案に際し、実施可能なハード対策とソフト対策を組み合わせる適切な減災策を講じるものとする。その際、地球温暖化による海面上昇や台風の強大化による外力条件の確認を定期的に行い、一定程度の期間（10年程度）の間隔で見直すことが望ましい。本マニュアルにおける検討内容は、フローに示すとおりであり、次の各作業を段階的に実施していくことで、施設整備の優先順位の最終的な評価を行う。

### (1) 対象地区の設定

地球温暖化適応策を実施する地域において、施設整備優先度の評価のために地形条件等を考慮して地区分けを行う。地区分けされた範囲を優先度評価における比較検討の最小単位とする。

### (2) 外力の設定

「災害リスクの評価」及び「施設整備の優先順位の検討」のための「施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価」、「防護効果の評価」において必要となる海面水位の上昇量や波浪及び高潮偏差の予測に必要な台風条件等を設定する。

### (3) 災害リスクの評価

想定外力を条件として、高潮浸水シミュレーションやレベル湛水法等の解析手法と人口や資産等のデータをもとに、検討対象地域で発生する浸水被害の程度を災害リスクと定義し評価する。

### (4) ソフト対策の整理

地球温暖化を考慮した高潮対策においては、海岸保全施設の更新等に合わせたハード対策の整備が確実に行われるまでの期間の防護レベルの低下や施設老朽化による施設被災等の不測の事態を想定する必要がある。このため、ハード対策の機能低下時においても物的及び人的被害を最小限にとどめることができるよう、ソフト対策による方策を検討する。

### (5) 施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価

施設の老朽化や耐震性をもとに施設健全度を評価するもので、「ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）」に基づく老朽化調査や耐震性能に関する検討結果が得られていない場合は、簡易的に施設の築造年や地震動考慮の有無による評価を行う。

## (6) 防護効果の評価

高潮浸水シミュレーション、レベル湛水法による解析又は簡易手法により防護効果を評価する。

## (7) 施設整備の優先順位の検討

「施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価」及び「防護効果の評価」において検討された点数をもとに優先順位を評価する。施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価値（グラフ横軸）は、施設の築造後の経過年による点数と耐震性に係る評価点を掛け合わせた点数とする。また、防護効果の評価値（グラフ縦軸）は、いずれも最高点を100点、最低点が0点となるように基準化（ $(\text{各値} - \text{最低値}) / (\text{最大値} - \text{最低値}) \times 100$ ）する。

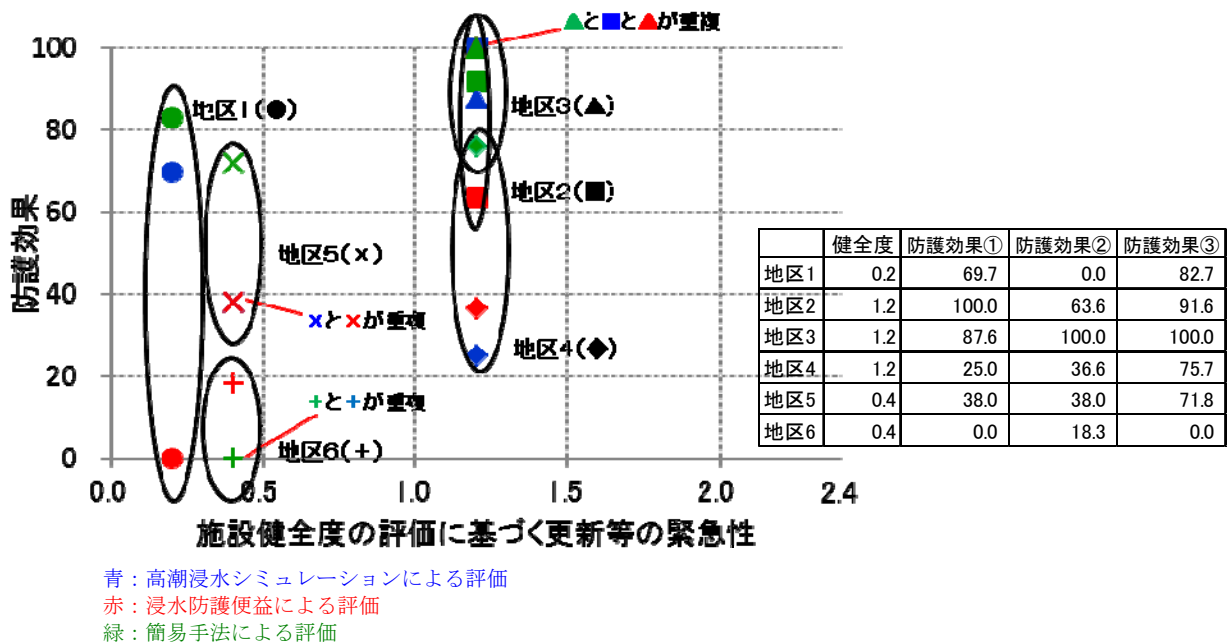


図 20 施設整備の優先順位評価のための整理例

### 3.2 検討地区の設定

検討地区を設定する際は、浸水が分断される河川や水路、地盤高の高い場所（丘陵地や盛土等）などの境界をもとに範囲を設定する。

#### 【解説】

検討地区は、浸水が分断される河川や水路、地盤高の高い場所（丘陵地や盛土等）などの境界をもとに範囲を設定する。

「海岸事業の費用便益分析指針（改訂版）」における高潮防護便益の算定では、護岸高さ以下の浸水を対象にレベル湛水法による被害想定を行うこととなっている。

本マニュアルで対象とする将来の潮位や波浪等には、地球温暖化による海面水位の上昇量と高潮偏差や波浪の増大量が考慮されることから、現況施設の天端高を超過する可能性がある。

このため、地球温暖化による影響を考慮した最高潮位と将来気候における波浪の増大分を見込んだものを将来の計画高潮位とし、それと同等以上の高さの地盤高（T.P.+10m程度：次頁資料参照）までを検討地区として設定することとする。なお、海岸保全基本計画等において、海岸保全施設による受益地域（浸水から守られる地域）が定められている地域は、その範囲を参考に検討範囲を設定することとする。

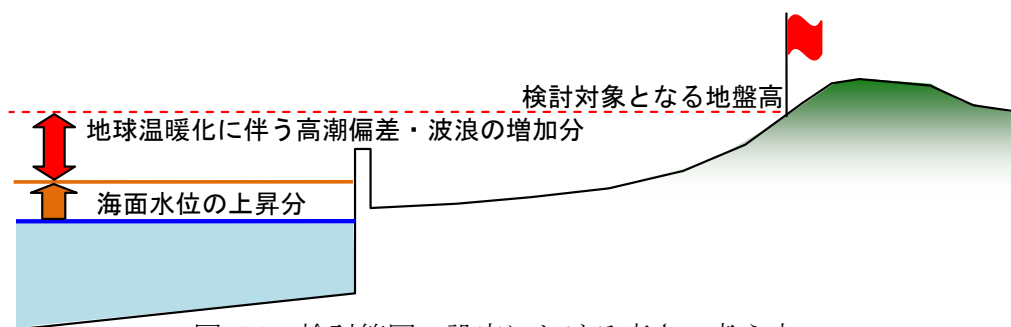


図 21 検討範囲の設定における高さの考え方

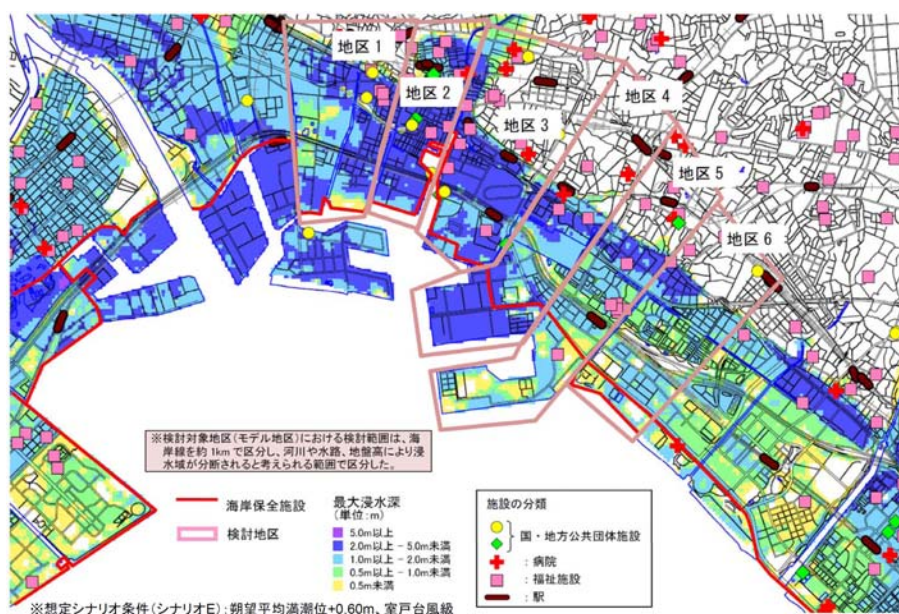


図 22 検討地区の設定事例

## 参考

三大湾のモデル検討区域を対象に、検討地区の設定範囲について妥当性を確認した結果、地球温暖化による影響を考慮した浸水予測範囲は、標高10m（T.P.基準）以下の範囲の中に含まれており、地球温暖化適応戦略を検討する際の範囲としては、概ね標高10m（T.P.基準）以下の範囲を設定することで必要条件を満たしていると判断できる。

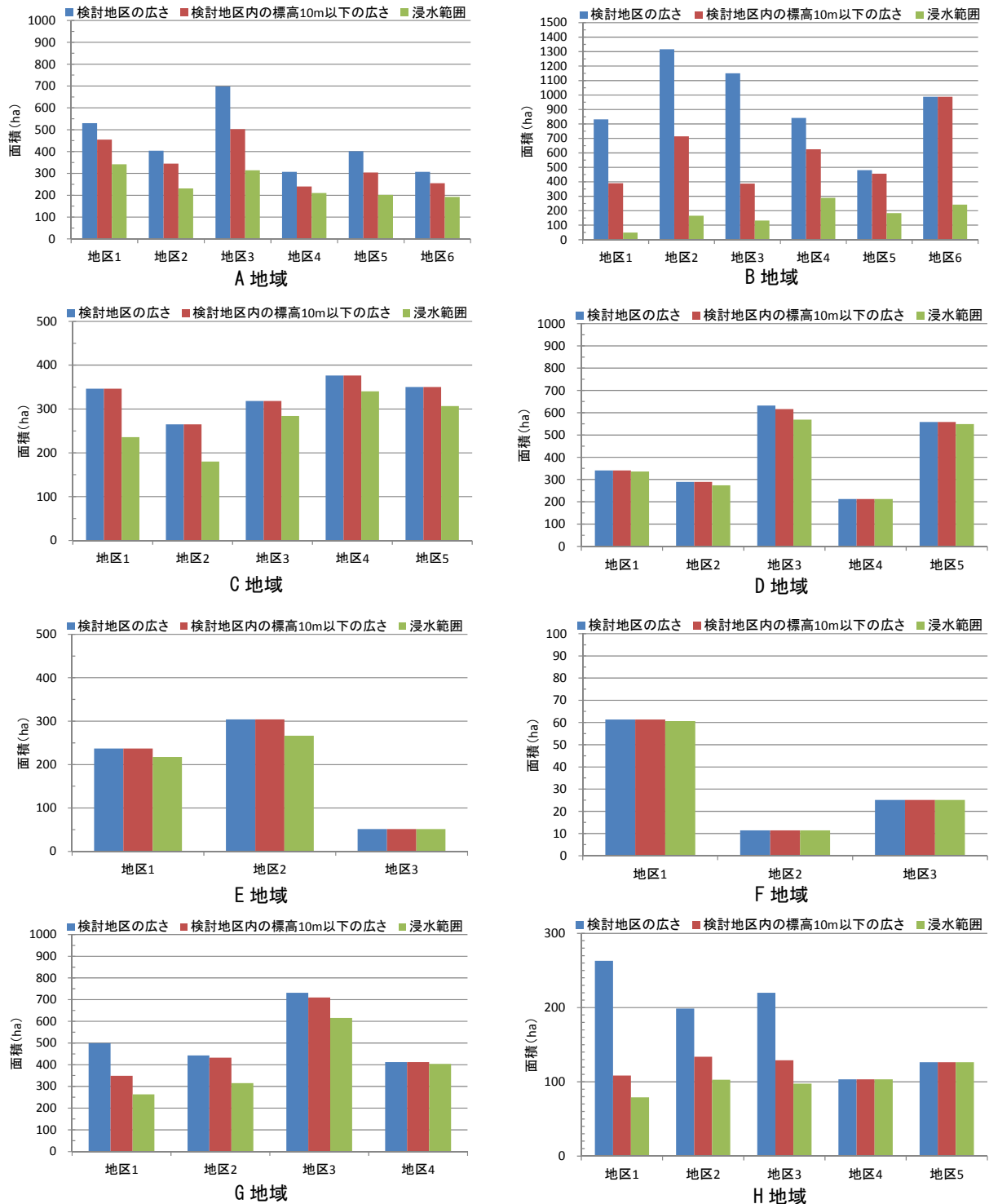


図 23 検討地区の設定範囲の設定の参考データ（モデル地区検討事例）

### 3.3 災害リスクの評価

地球温暖化を考慮した高潮・高波による災害リスクの評価は、潮位や波浪等の外力を適切に設定し、外力の変化に伴う浸水被害をもとに行うことを基本とし、この際、現状で考えられるシナリオ（2100年の海面上昇量：0.59m、想定台風：室戸台風級等）にて想定を行う。

#### 【解説】

##### (1) シナリオの設定

地球温暖化による影響を考慮した予測値は、地球温暖化に伴う海面水位の上昇や台風の強大化等の不確実性・不確実性を含んでおり、今後の予測において結果が変わることも考えられる。このため、シナリオ設定においては、現時点で科学的に蓋然性が高いと評価される最悪のシナリオとする。

シナリオにおける条件は、(2)をもとに設定するものとする。地球温暖化による影響を考慮した条件は、現在気候における計画条件である潮位や台風条件（規模、コース）を基本として、地球温暖化による影響を考慮した台風条件等を設定する。

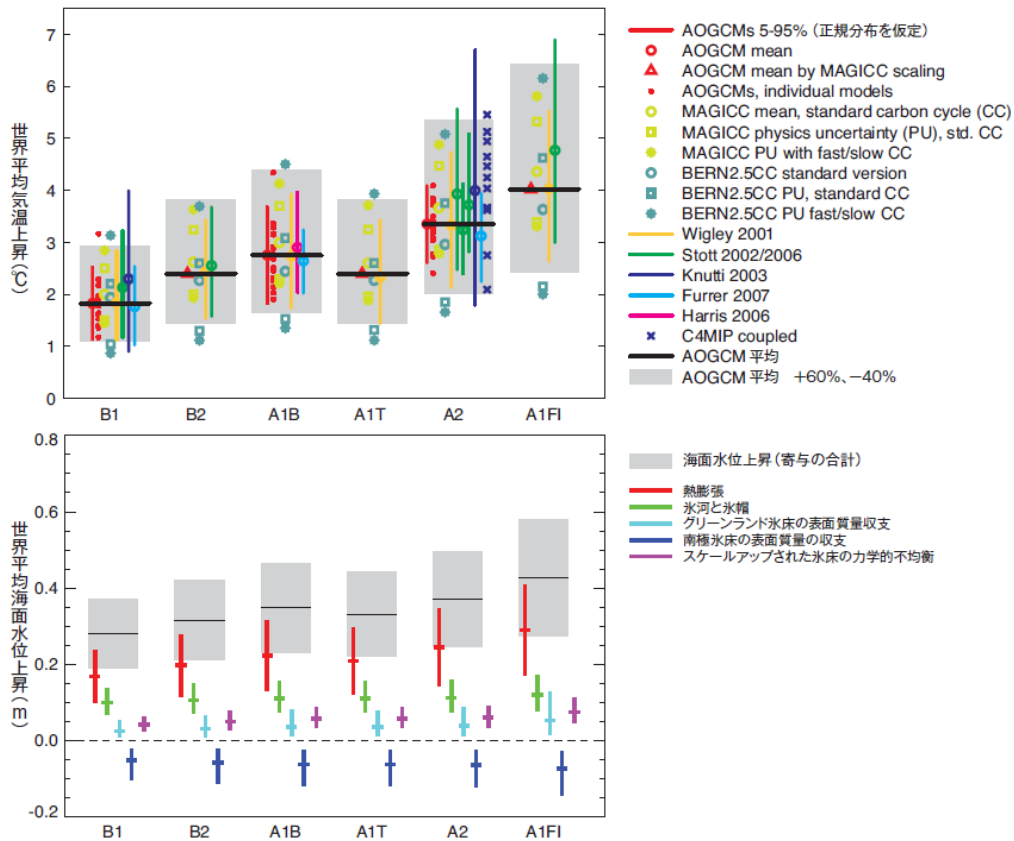
#### ●三大湾におけるモデル検討について

三大湾でのモデル検討における台風の強度については、各湾の海岸保全基本計画において計画高潮位をもたらす台風（東京湾：室戸台風級、伊勢湾：室戸台風、大阪湾：想定台風）を、地球温暖化の影響を考慮したシナリオとして選定した。台風の中心気圧は、地球温暖化による台風の強大化に関する研究成果を参考に設定したものであり、台風コースは、現在の計画台風のコースと同じとした。

##### (2) 外力条件の設定における留意点

海面水位の上昇量や高潮偏差、波浪諸元等の地球温暖化による影響を受ける外力については、不確実性を含む部分もあるが、潮位のモニタリングや最新の知見等、社会情勢の変化も見据えながら対応して、適宜見直しを図っていくことが大切である。

なお、地球温暖化による海面水位の上昇においては、現在想定されているシナリオによる予測変動幅の違いや地球温暖化により海面水位の上昇に寄与する事象のバラツキなど不確実性を有することに注意する必要がある。また、これらの予測値をもとに想定する台風の強大化に伴う高潮偏差や波浪諸元についても同様に考える必要がある。



出典：IPCC 第 4 次評価報告書政策決定者向け要約（気象庁）

図 24 予測された 2090～2099 年の昇温

## ●台風強大化

IPCC 第 4 次評価報告書では、熱帯低気圧（台風を含む）が強大化する可能性が高いと指摘している。各地域でどれだけ強大化するかについて定量的な値は示されていないが、いくつかのシナリオに対する全球平均のシミュレーションの結果を組み合わせることで、台風強大化のモデルを作ることが可能である。

例えば、IPCC 第 4 次評価報告書における各シナリオの二酸化炭素変化量と放射強制力<sup>※1)</sup>と気圧低下率の関係式<sup>※2)</sup>及び海面水温の上昇量<sup>※3)</sup>から、各年の海水温の上昇量推定式と台風の気圧低下率の推定式（提案式）を作り、この 2 つの推定式から将来の海面水温の上昇量と気圧低下率が算定できる。海面水温が 3°C 上昇すると仮定すると、台風上陸時の中心気圧が伊勢湾台風では 940hPa から 920hPa 程度、960～980hPa の台風では 945～970hPa 程度に強大化する。

※1) 放射強制力とは、温室効果ガスの濃度変化に伴う気温の増減に影響する効果

※2) Thomas R. Knutson, Robert E. Tuleya (2004) : Impact of CO<sub>2</sub>-Induced Warming on Simulated Hurricane Intensity and Precipitation: Sensitivity to the Choice of Climate Model and Convective Parameterization. JOURNAL OF CLIMATE, Vol.17, No.18.

※3) 気象庁：地球温暖化予測情報 第 7 巻

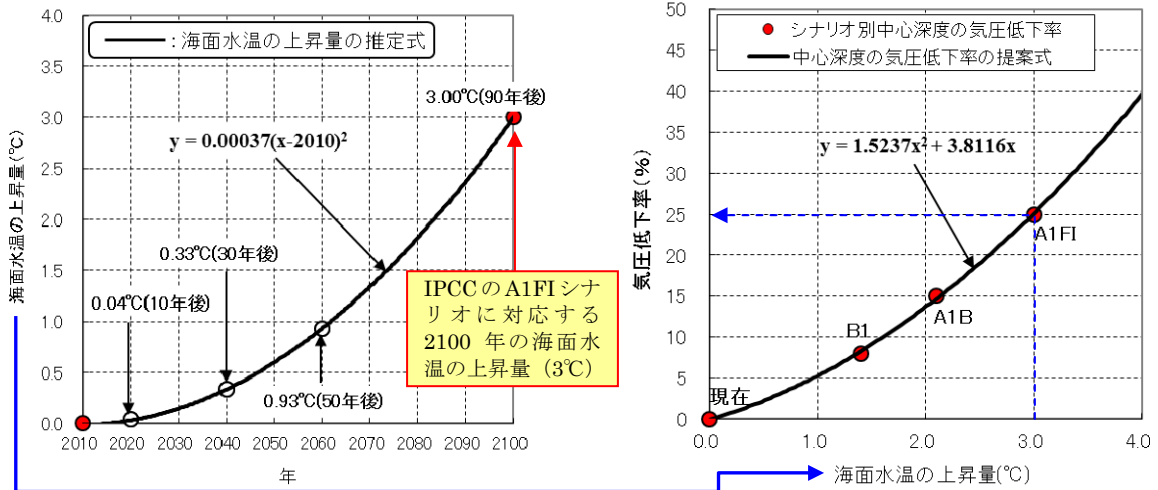


図 25 台風中心深度の気圧低下量と海面水温の上昇量の関係

### ●海面上昇量

過去の検潮記録から現在の海面上昇率を推定できる。将来の海面上昇は場所によって異なるものと考えられるが、現時点では IPCC 第 4 次評価報告書にある全球平均の上昇量を参考にせざるを得ない。これらを組み合わせる方法として、USACE (U.S. Army Corp of Engineers) の論文 (USACE Circular No.1165-2-211, 1987) に記載されている NRC-I モデルがある。このモデルは、過去の検潮記録から得られる現在気候の潮位変動と IPCC 第 4 次評価報告書の最大の海面上昇量 0.59m (A1FI シナリオ) を曲線 (曲線式は 2 次式を仮定) で結び、将来気候における海面上昇量を推定するものである。IPCC 第 4 次評価報告書における地球温暖化による海面上昇量は、2100 年時点の予測値であることから、現在から 2100 年までの海面上昇量は推定式をもとに予測することができる。

海面上昇量の推定式 :  $E(t) = at + bt^2$

※ここに、 $t$  は 2010 年からの経過年数 (予測開始年を 2010 と仮定)

式中の  $a$  は、相関係数にかかわらず、近年の検潮記録から平均的な海面上昇量として決定する。

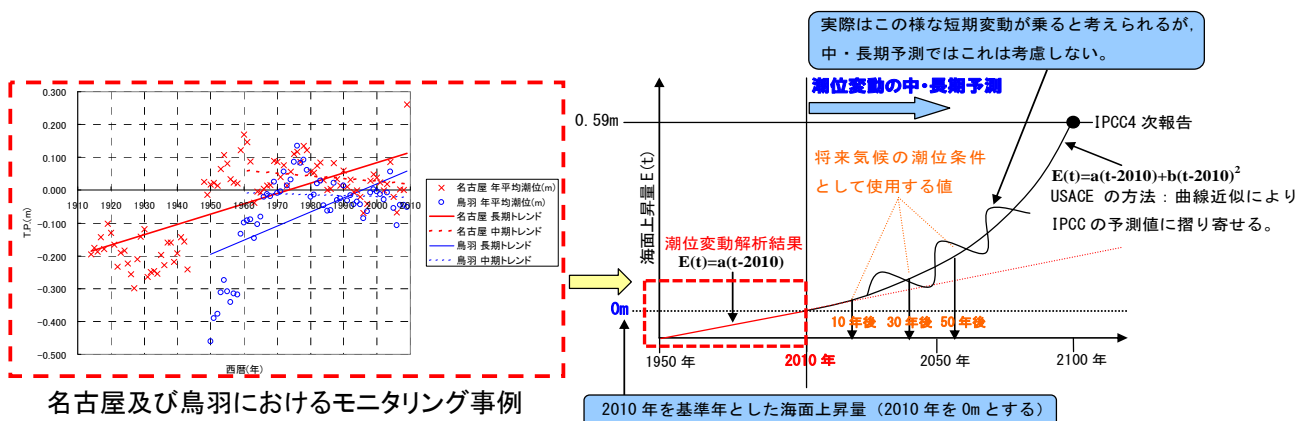


図 26 海面上昇量の推定方法



## ●将来の計画高潮位と確率波の算出

将来気候における計画高潮位に含まれる潮位偏差は、想定最大規模の台風条件による推算値を用いる。また、将来気候における確率波高は、現在気候の確率波高（ $H_{A50}$ ）と将来気候の確率波高（ $H_{B50}$ ）の比（ $H_{B50}/H_{A50}$ ）を現在の確率波高に乗じて算定することが可能である。現在気候と将来気候の確率波高の比率の推定が難しい場合は、現在気候における台風と地球温暖化後の強大化台風についてそれぞれの波浪を推算した結果の比率で代用させても良い。

また、施設全面の波高は、確率波を沖波として波浪変形計算等により算出するものとする。

### 【確率波の算定方法（案）】

確率台風モデルから推定される将来気候の台風条件をもとに推算された確率波高の比を現在の確率波高（50年確率波高等）に乘じ、補正確率波高とする。

$$\text{将来気候の確率波高} = \text{現在の確率波高} \times (H_{B50}/H_{A50})$$

※注) 将来及び現在気候の確率波高は、確率台風モデルから求められた台風条件をもとに推算された確率波高である。

### 【東京湾モデル地域における算定事例】

波浪推算結果から、現在気候と将来気候におけるモデル地区の沖合の波高を抽出し波高比を求める。

$$\text{波高比} = 4.47/3.93 = 1.14$$

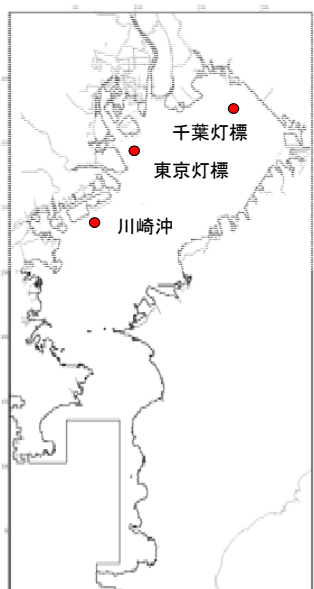
次に、現在の確率波高に上記波高比を乗じることで将来気候における設計波高を推定する。

なお、東京湾モデル地域においては、沖から施設全面まで比較的水深が深いため、波浪変形計算は省略し、施設全面の波高に波高比を乗じて将来気候の施設全面の波高を算出した。

$$\begin{aligned} \text{将来気候の施設全面の波高} &= \text{現在の施設全面の波高} \times \text{波高比} \\ &= 0.10 \times 1.14 \\ &= 0.11\text{m} \end{aligned}$$

なお、外洋に面した港湾等においては、海底地形等の影響を受けて波高が著しく増大したうねり性波浪や発達した周期の長い波浪が、海面上昇時には砕波せずに襲来する恐れもあるので、注意が必要である。

表 2 東京湾を対象とする波浪及び高潮推算結果



	最大潮位偏差(m)			最大有義波高(m)		
	現在の場合	将来の場合	比	現在の場合	将来の場合	比
東京灯標	1.80	2.28	1.27	2.73	3.03	1.11
千葉灯標	2.56	3.08	1.20	<b>3.93</b>	<b>4.47</b>	<b>1.14</b>
川崎港沖	1.65	2.09	1.27	2.56	2.97	1.16

採用

表 3 確率波高の算定値

現在の設計波高(m)	現在気候と将来気候における波高比	将来気候における設計波高(m)
0.10	1.14	<b>0.11</b>

確率波高

図 27 波高比算定の代表点 (例)

表 4 三大湾の検討において設定されたシナリオ例

	東京湾	伊勢湾	大阪湾
シナリオの特徴	地球温暖化で現在よりも平均海面水位が上昇した状況下で室戸台風級の超巨大台風が来襲し、これを現状の海岸保全施設で対処した場合を想定。	地球温暖化で現在よりも平均海面水位が上昇した状況下で室戸台風級の超巨大台風が来襲し、これを現状の海岸保全施設で対処した場合を想定。	現況による潮位変動値をもとに現在よりも平均海面水位が上昇した状況下で室戸台風を上回る超巨大台風が来襲し、さらに最悪の条件として海岸保全施設が一部機能しない状況(堤防破堤、水門開放)を想定。
台風の強度	・室戸台風級 上陸時中心気圧(911hPa)	・室戸台風級 上陸時中心気圧(910hPa)	・想定台風 (最低中心気圧900hPa)
台風コース	・東京港最大偏差コース	・想定台風コース	・大阪港最大偏差コース
高潮偏差と組み合わせる天文潮位	・朔望平均満潮位 (東京港 T.P.+0.97m)	・朔望平均満潮位 (名古屋港 T.P.+1.20m)	・台風期朔望平均満潮位 (大阪港 T.P.+0.90m)
気候変動による海面上昇	+0.60m (IPCC シナリオA1FI参考)	+0.59m (IPCC シナリオA1FI)	+0.59m (IPCC シナリオA1FI)

【参考】東京湾沿岸海岸保全基本計画によれば、東京港における高潮の最大偏差は、1917年(大正6年)10月に発生した2.16mである。

【注】気候変動による海面上昇量は、各湾の既往検討において採用された海面上昇量である。

### (3) リスク評価

地球温暖化に伴う災害リスクの評価は、越波や越流を考慮した高潮浸水シミュレーションを行い、シミュレーション結果をもとに被害予測に必要な浸水面積、浸水深、浸水量などを整理し、現在気候との災害リスクの比較を行うことが望ましい。

#### 【リスク評価の検討事例】

東京湾を対象にした検討においては、地球温暖化後のシナリオでは、現在気候に比べ最大浸水面積が 2.9 倍、浸水量が 7.4 倍となった。同様に、伊勢湾では最大浸水面積が 6.2 倍、浸水量が 17.0 倍となった。

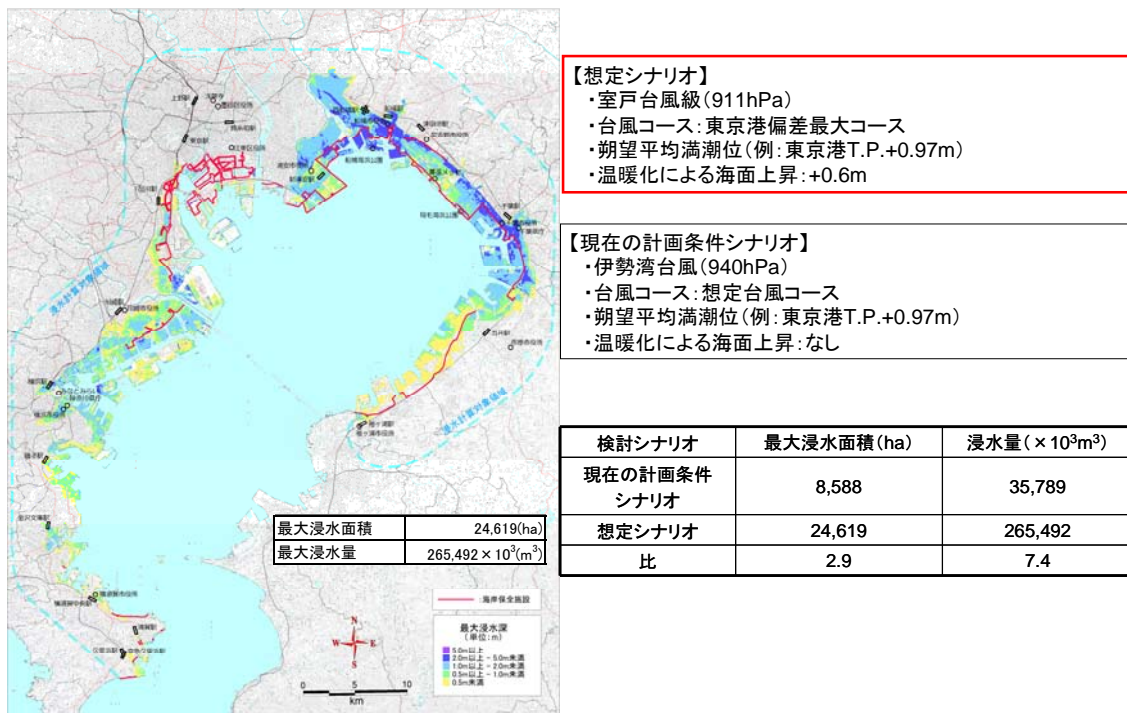
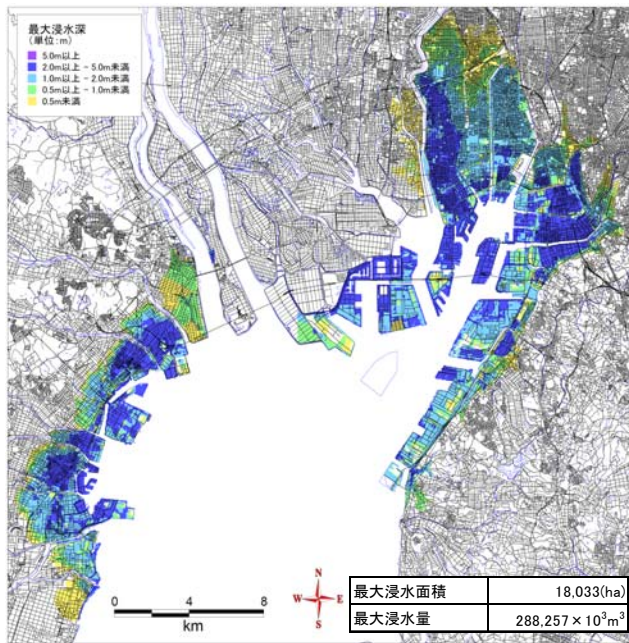


図 28 地球温暖化シナリオによる東京湾の高潮浸水予測結果



**【想定シナリオ】**

- ・室戸台風級(上陸時910hPa)
- ・台風コース:伊勢湾台風コース
- ・朔望平均満潮位(例:名古屋港T.P.+1.20m)、
- ・温暖化による海面上昇:+0.59m

※温暖化による海面上昇はIPCC予測値 A1FIシナリオを想定。また、台風の中心気圧は、伊勢湾台風の中心気圧の時系列値をもとに設定

**【現在の計画条件シナリオ】**

- ・伊勢湾台風(上陸時929.5hPa)
- ・台風コース:伊勢湾台風コース
- ・台風期平均満潮位(例:名古屋港T.P.+0.97m)、
- ・温暖化による海面上昇:なし

検討シナリオ	最大浸水面積(ha)	浸水量(×10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
現在の計画条件シナリオ	2,907	16,949
想定シナリオ	18,033	288,257
比	6.2	17.0

図 29 地球温暖化シナリオによる伊勢湾の高潮浸水予測結果

### 3.4 施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価

施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価は、施設老朽化度と耐震性の双方の評価を踏まえて設定する。施設老朽度の評価は、「ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）」（LCM マニュアル（案））に基づき、現時点で点検調査を実施した結果をもとに、施設のスパン毎の健全度を評価した上で、施設全体の健全度を評価することを基本とする。また、耐震性の評価は、簡易チャート式耐震診断システムにて施設を絞り込んだ上で、2次元有効応力解析等による照査を行い、地震時の天端沈下量や変状に伴う防護機能の低下について評価することを基本とする。

#### 【解説】

#### (1) 施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価点

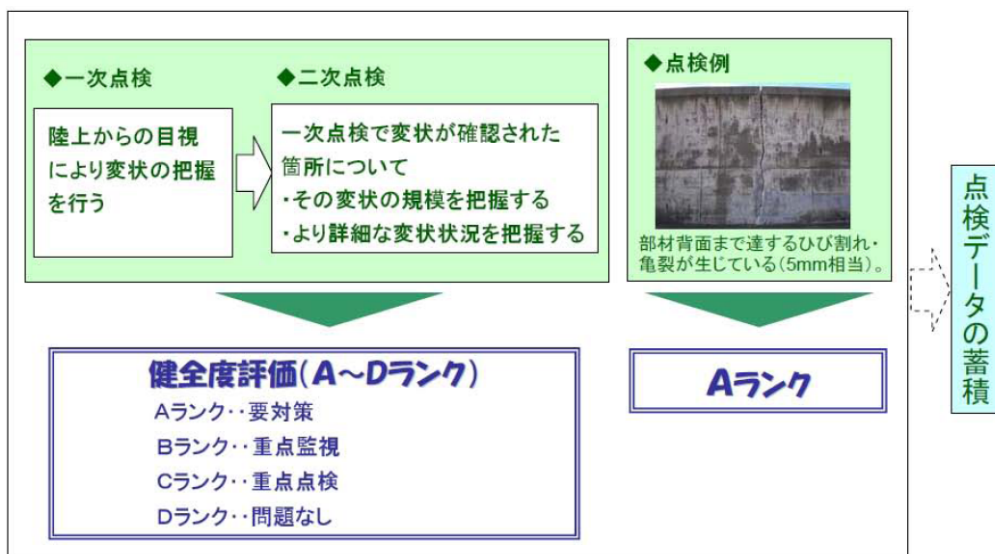
(2)(3)に示す評価方法をもとに施設老朽化による評価点と耐震性の評価点を決定し、各評価点を乗じることで評価点とする。

施設健全度に基づく更新等の緊急性評価点＝施設老朽化度評価点 × 耐震性評価点

#### (2) 施設老朽度の評価

##### 1) 一般的な施設全体の老朽度評価

本来は「ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）」に基づき、各施設の1スパンごとに点検と評価を行い、施設全体の評価を行う必要がある。この際、各施設の1スパンでも老朽化が進んでおり、Aランク（要対策）と評価すれば、施設全体としてAランク（要対策）と評価する等の手法を用いる必要がある。



出典：ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）

図 30 施設の維持・管理における点検・評価の概要

### 一次点検

応急措置の必要性の判断と、二次点検を実施すべき箇所の選別を行う目的で実施するもので、できるだけ簡易な手法（陸上からの目視点検等）を用いる。一次点検の実施単位は、構造目地により区切られたスパン毎に行う。

### 二次点検

一次点検の結果、二次点検の必要があると判断された場合、構造物の部位・部材の状況を把握するために、目視及び簡易な計測を基本として、必要に応じて詳細な計測を実施する。

### 健全度評価

二次点検結果に加え、対象施設の設置目的と変状が性能の低下に及ぼす影響等を考慮し、総合的に A、B、C、D ランクにより評価する。

一次点検の結果、変状が確認されず二次点検を行わなかった場合の健全度は D ランクと評価する。一次点検で変状が確認されたものの、新たに確認された変状がない等の理由で二次点検を行う必要がない場合は、前回評価時の健全度とする。

A、B、C、D を具体の評価とするために、例えば以下のように点数化する。

表 5 LCM マニュアル案による評価

ランク	点数
A	1.2
B	0.9
C	0.6
D	0.3

## 2) 簡易評価手法による評価

LCM マニュアル（案）による評価に代わる方法として、築造後の経過年数をもとに老朽化度に対する評価点を用いて健全度を評価する。老朽化度に関する健全度は、各地区の老朽度において高い点数の施設を地区の代表点として評価する。

なお、簡易評価においては、築造後の経過年数による老朽度と様々な要素による施設の物理的な劣化が一致しない場合があることに留意する必要がある。

表 6 築造後の経過年数による老朽化度評価

築造後の経過年数	点数
50年以上	1.2
41～50年	1.0
31～40年	0.8
21～30年	0.6
11～20年	0.4
0～10年	0.2

	地区1				地区2						地区3			地区4	地区5	地区6		
	地区1-1	地区1-2	地区1-3	地区1-4	地区2-1	地区2-2	地区2-3	地区2-4	地区2-5	地区2-6	地区3-1	地区3-2	地区3-3	地区4-1	地区5-1	地区6-1	地区6-2	地区6-3
①延長(m)	545	634	—	—	687	965	228	256	—	—	578	1740	—	1557	818	800	400	1202
②整備終了年(西暦)	1971	1971	1972	1970	1972	1969	1968	1968	1970	1965	1968	1976	1967	1976	1984	1975	1975	1984
③築造後経過年(年) ※2010年基準	39	39	38	40	38	41	42	42	40	45	42	34	43	34	26	35	35	26
④施設健全度判定	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	0.6	0.8	0.8	0.6
⑤地区健全度判定	0.8				1.0						1.0			0.8	0.6	0.8		

※施設健全度判定: 築造後経過年数で、0~10年:0.2、11~20年:0.4、21~30年:0.6、31~40年:0.8、41~50年:1.0、50年超:1.2とした

※地区健全度判定: 地区内で最も健全度が低い施設の値を地区の代表値とした。

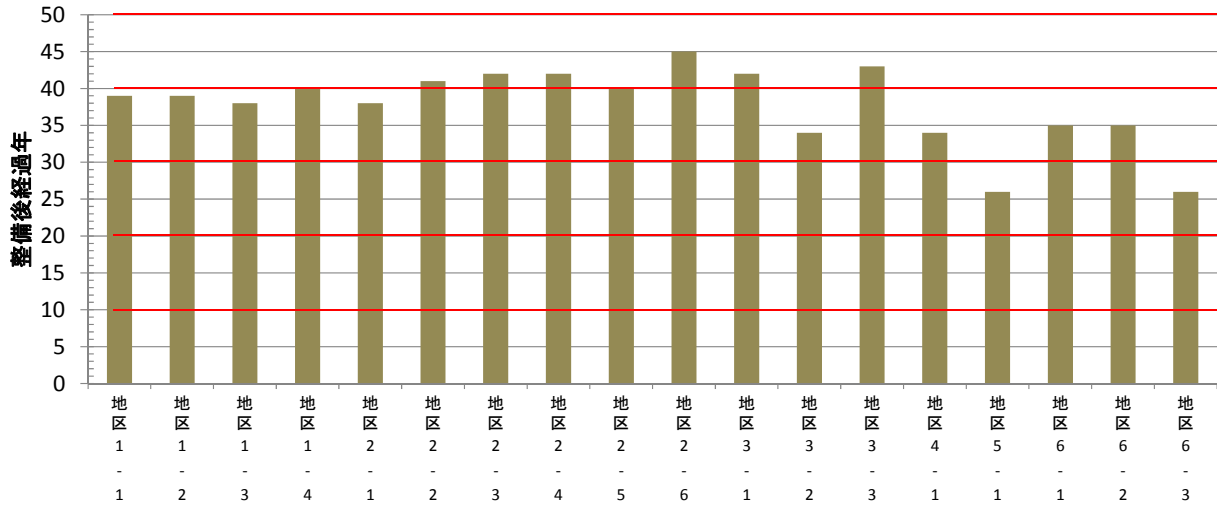


図 31 簡易手法による健全度の評価事例

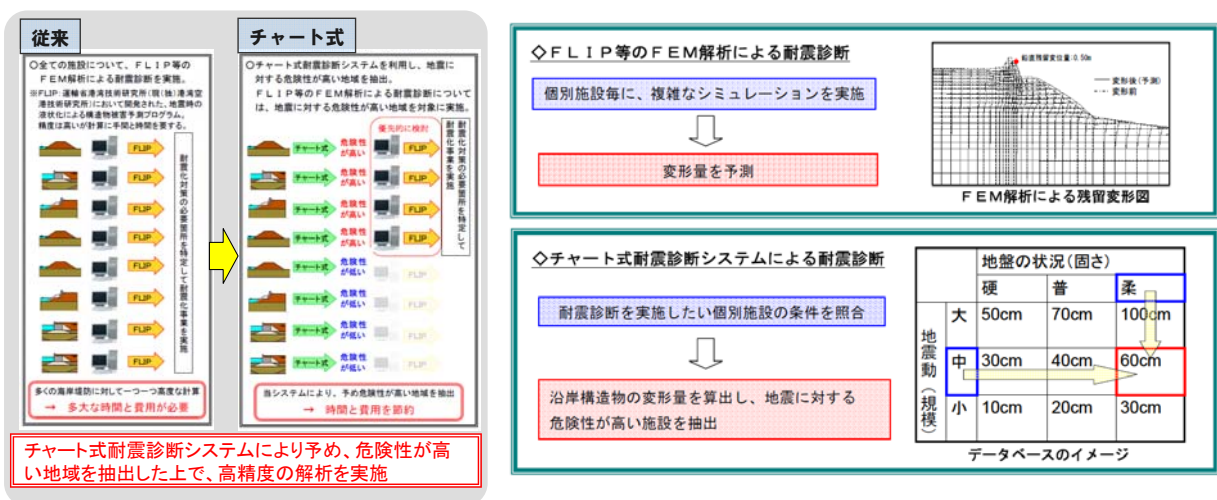
### (3) 耐震性の評価

#### 1) 簡易チャート式耐震診断システム及び2次元有効応力解析等による評価

従来は、全ての施設を対象に2次元有効応力解析等による詳細な検討を行い、耐震性の評価が行われていたが、簡易的な評価が可能なチャート式診断システムの開発により一次的なスクリーニング評価が可能となった。

チャート式耐震診断システムでは、予めデータベース化された変形量の情報と個別施設の条件を照合することで地震発生時の構造物の変形量を算定することができ、効率的に耐震化の検討を行うことができる。

詳細な検討の必要性が確認された施設に対しては、2次元有効応力解析等を用いたシミュレーションにより、詳細な残留変形量を求め、対象施設の耐震性について評価を行う。具体的評価点については、残留変形量をもとに適切に設定する。



#### 2) 簡易評価手法による評価

チャート式耐震診断及び FLIP の組み合わせによる評価が難しい場合は、それに代わる簡易的な方法として、施設設計における地震動考慮の有無による判断を行う。簡易評価手法による評価点は次のとおりとする。

表 7 簡易評価手法における評価点

耐震性無し	2
耐震性有り	1



### 3.5 防護効果の評価

ある地域の優先度を判断するための防護効果については、浸水シミュレーションやレベル湛水法により推定された浸水エリアや浸水域をもとに評価することが望ましいが、浸水シミュレーションやレベル湛水法を適用する場合、地盤高の設定や浸水量の推定、被害軽減額の算定などの作業を伴う。

このため、一般に公開されている、地盤高情報や国勢調査結果をもとに、簡易的に防護効果の評価する方法を用いることも可能とする。ただし、将来における人口・資産等の減少における地域内の偏在があれば、その偏在を考慮したうえで評価することを基本とする。

#### 【解説】

防護効果の評価方法としては、海岸事業の費用便益分析において用いられている浸水シミュレーションやレベル湛水法により浸水域を推定し、一般資産の被害について貨幣換算を行うことで防護効果の評価する方法があるが、将来における人口・資産等の減少における地域内の偏在があれば、その偏在を考慮したうえで防護効果の評価することを基本とする。

防護効果の評価における評価値は、いずれも最高点を 100 点、最低点が 0 点となるように基準化（ $(\text{各値} - \text{最低値}) / (\text{最大値} - \text{最低値}) \times 100$ ）する。

- ①浸水シミュレーションとは、陸上地形の上を海水が流れていく状況を数値計算モデルで時々刻々と計算するものである。
- ②レベル湛水法とは、陸と海との境界において越波・越流量を計算し、検討地区に流入する海水の総量を求め、それが検討地区内の標高の低いところから浸水すると近似するものである。
- ③簡易手法とは、浸水シミュレーションやレベル湛水法で浸水域を求めずに、国勢調査結果や国土地理院から公開されている地盤高データや人口をもとに資産や浸水危険度等々を評価するものである。

#### (1) 浸水シミュレーションによる防護効果の評価

想定シナリオにおける高潮シミュレーション結果から、資産額と浸水深に応じ、被害軽減額を算出する。

#### (2) レベル湛水法による防護効果の評価

越波・越流量がそのまま背後地に湛水すると仮定したレベル湛水法から資産額と浸水深に応じ被害軽減額を算出する。

#### (3) 簡易手法による防護効果の評価

①背後域人口、②施設天端高、③地盤高、④重要施設の有無の評価項目をもとに対象地区の評価を簡易的に行い、評価点の順位によって重要度を評価する。

### 【防護効果の評価における留意点】

国立社会保障・人口問題研究所の推測では、我が国の総人口は2005年にピークを迎えた。死亡中位・出生中位シナリオの場合、2005年基準における50年後の総人口は70%まで減少し、100年後は35%まで減少する。しかし、三大湾の沿岸部の市区町村においては、全国的な人口減少の割合と比べ、緩やかな変化をする。

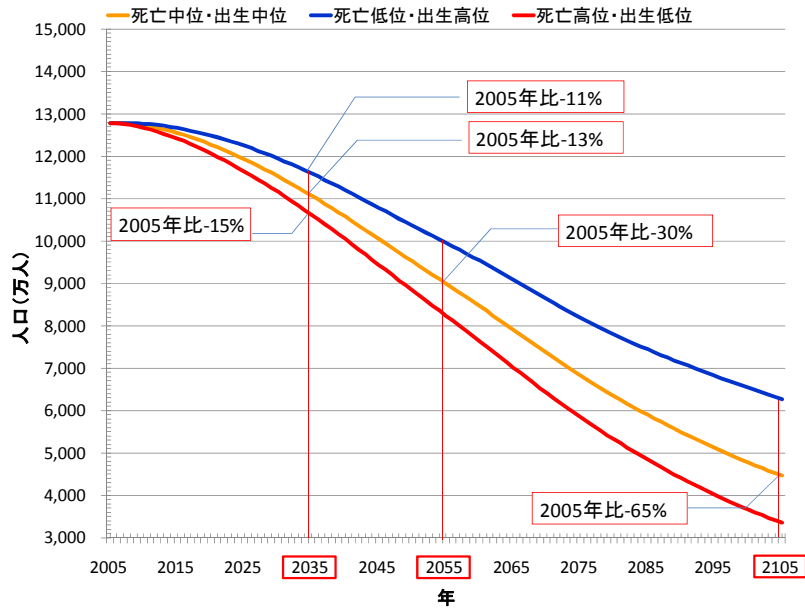


図 33 2005-2105年における総人口の変化

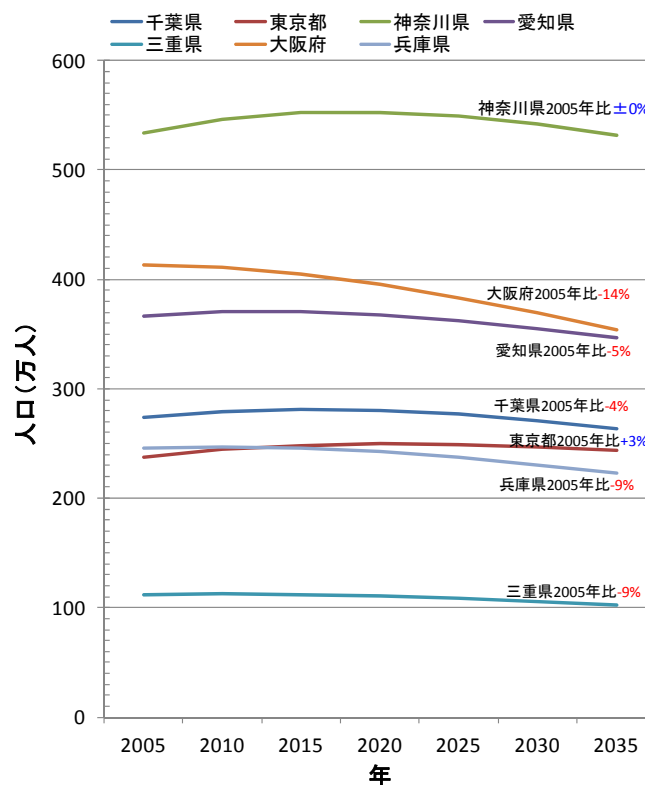


図 34 2005-2035年における3大湾沿岸部の市区町村の人口変化（推計値）

### 3.5.1 高潮浸水シミュレーションによる防護効果の評価

高潮時の越波や越流を考慮した高潮浸水シミュレーションにより浸水域を予測し、浸水深に応じて設定される被害率と一般資産（家屋資産、家庭用品、事業所資産、農漁家資産、公共土木施設資産、公益事業資産）から被害軽減額を算出する。防護効果の高さは、算定された被害軽減額の順位によって評価する。

#### 【解説】

#### (1) 計算条件の設定

地球温暖化による海面水位の上昇、台風の強大化等を考慮した検討シナリオに従い、計算条件を設定する。計算条件は、潮位、台風コース、台風規模（中心気圧、台風半径等）について設定する。また、シミュレーションに用いる地盤高等の格子情報についても適切に設定する。

なお、検討に用いるシミュレーションモデルは、検討地区に被害を与えた既往台風の再現性が確認されたモデルを用いるものとする。

#### (2) 被害軽減額の算定

一般資産及び農地資産被害軽減額は、各資産評価額と浸水深ごとの被害率をもとに推定する。

浸水深ごとの被害率は、「治水経済調査マニュアル（案）（平成17年4月）」の被害率に、イギリスの海岸整備効果測定マニュアルで使用されている海水による被害係数（淡水の被害軽減額に乗じる係数：海岸事業の費用便益分析指針（平成16年6月）記載）を乗じた被害率を用いる。

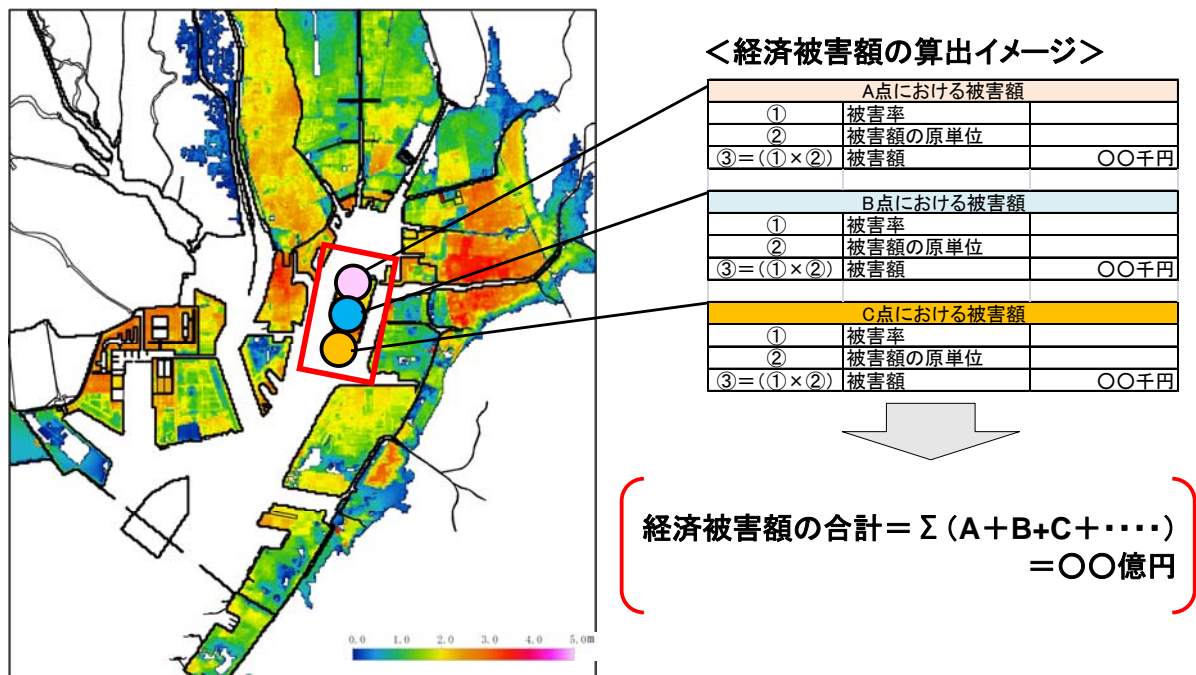


図 35 被害軽減額算定のイメージ

「海岸事業の費用便益分析指針」による直接被害軽減額の算定において用いられる、「治水経済調査マニュアル（案）」の原単位が全国一律となっており、対象地域の特徴が反映されない等の懸念がある。

東京湾及び伊勢湾のモデル地区を対象に、経済被害算定に係る原単位の基となる資産額について、「治水経済調査マニュアル（案）」に示される算出方法に倣い整理した結果、東京港においては、卸売・小売業の在庫資産額で全国平均の約2倍、川崎港においては、製造業の償却資産額で全国平均の約3倍となった。

このように、全国平均値に比べ地域的な特徴はあるものの、一定の仮定の下で分析を行う上では、共通の考えに基づいた原単位が必要と考えられることから、「治水経済調査マニュアル（案）」における原単位も使用しても良いものとする。

表 8 三大湾の主要港臨海部の市町村における産業分類別の企業・事業所資産算定値

  : 治水経済調査マニュアル(案)の資産評価額を上回る資産額  
  : 治水経済調査マニュアル(案)の資産評価額を下回る資産額   : 使用データによる分析ができなかった資産

大分類 符号	産業名	治水経済調査 マニュアルに おける全国 平均値		千葉港 船橋市、習志野市				東京港 港区、江東区、江戸川区、品川 区、大田区、中央区				川崎港 川崎市				名古屋港 名古屋市(瑞穂区、熱田区、中 川区、港区、南区)、東海市、知 多市、飛島村				四日市港 四日市市			
		償却 資産	在庫 資産	償却資産		在庫資産		償却資産		在庫資産		償却資産		在庫資産		償却資産		在庫資産					
				資産額	比率	資産額	比率	資産額	比率	資産額	比率	資産額	比率	資産額	比率	資産額	比率	資産額	比率				
D	鉱業	10,715	2,866	10,715	1.00	2,866	1.00	16,943	1.58	4,343	1.52	10,715	1.00	2,866	1.00	864	0.06	579	0.20	10,715	1.00	2,866	1.00
E	建設業	1,710	3,770	1,710	1.00	3,770	1.00	1,710	1.00	3,770	1.00	1,710	1.00	3,770	1.00	1,710	1.00	3,770	1.00	1,710	1.00	3,770	1.00
F	製造業	4,351	2,550	4,075	0.94	2,138	0.84	7,432	1.71	1,501	0.59	13,421	3.08	5,114	2.01	7,432	1.71	2,306	0.90	4,351	1.00	2,550	1.00
G	電気・ガス・熱供給・水道業	122,077	4,083	122,077	1.00	4,083	1.00	147,896	1.21	4,571	1.12	122,077	1.00	4,083	1.00	122,553	1.00	3,401	0.83	122,077	1.00	4,083	1.00
H	情報通信業	4,959	813	3,005	0.61	478	0.59	5,813	1.17	756	0.93	2,328	0.47	568	0.70	6,370	1.28	756	0.93	2,158	0.43	484	0.60
I	運輸業	5,800	2,411	5,800	1.00	2,411	1.00	5,800	1.00	2,411	1.00	5,800	1.00	2,411	1.00	5,800	1.00	2,411	1.00	5,800	1.00	2,411	1.00
J	卸売・小売業	2,088	4,627	1,183	0.57	2,671	0.58	3,328	1.59	10,805	2.34	1,241	0.59	3,885	0.84	1,976	0.95	4,462	0.96	1,038	0.50	3,475	0.75
K	金融・保険業	4,587	233	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00
L	不動産業	18,812	10,581	18,812	1.00	10,581	1.00	18,812	1.00	10,581	1.00	18,812	1.00	10,581	1.00	18,812	1.00	10,581	1.00	18,812	1.00	10,581	1.00
M	飲食店・宿泊業	2,148	116	2,148	1.00	116	1.00	2,148	1.00	116	1.00	2,148	1.00	116	1.00	2,148	1.00	116	1.00	2,148	1.00	116	1.00
N	医療、福祉	1,627	57	1,627	1.00	57	1.00	1,627	1.00	57	1.00	1,627	1.00	57	1.00	1,627	1.00	57	1.00	1,627	1.00	57	1.00
O	教育、学習支援業	1,467	207	1,467	1.00	207	1.00	1,467	1.00	207	1.00	1,467	1.00	207	1.00	1,467	1.00	207	1.00	1,467	1.00	207	1.00
P	複合サービス業	4,587	233	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00
Q	サービス業	4,587	233	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00
R	公務	4,587	233	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00	4,587	1.00	233	1.00

単位:千円

※モデル地区ごとに資産額は異なるが、今回の検討においては、暫定的に全国平均値を用いて被害額を算出した。

資料：平成21年工業統計表（産業編）、平成20年法人企業年次別調査、平成19年商業統計

### (3) 防護効果の高さの評価

防護効果の高さは、各地区の被害軽減額の順位に応じて評価するものとし、被害軽減額が高い地区から順に防護効果の高い地区として評価する。

表 9 防護効果の評価事例

		地区1	地区2	地区3	地区4	地区5	地区6
シミュレーションによる被害額	金額(単位:百万円)	581,647	755,610	684,129	324,612	399,542	181,139
	被害額順位	3	1	2	5	4	6
防護効果の高さ(順位)		3	1	2	5	4	6

例) 地区1の評価値

(各値－最低値) / (最大値－最低値) × 100

$$=(581,647-181,139)/(755,610-181,139) \times 100$$

$$= 69.7$$

### (4) 高潮浸水シミュレーションにおける留意事項

高潮浸水シミュレーションによる浸水域の推定は、時系列的な越波・越流量の考慮及び浸水域の推定が可能のため、実際の状況を精度良く再現することが可能である。

ただし、メッシュデータの作成や多くの計算時間を必要とするなど作業に多くの労力を必要とする。

### 3.5.2 レベル湛水法による防護効果の評価

「海岸事業の費用便益分析指針（改訂版、平成 16 年 6 月）」に整理される方法をもとに、海岸保全施設からの越波・越流量を背後地に湛水させることで浸水域を想定し、浸水深に応じて設定される被害率と一般資産（家屋資産、家庭用品、事業所資産、農漁家資産、公共土木施設資産、公益事業資産）から被害軽減額を算出する。防護効果の高さは、算定された被害軽減額の順位によって評価する。

#### 【解説】

##### (1) 再現確率年毎の浸水地域の設定

越波・越流量を用いて、再現確率年毎の浸水地域を設定する。設定においては、浸水レベルに大きな差がないものとし、「総越波・総越流量がそのまま背後地に湛水する」と仮定した「レベル湛水法」を用いる。浸水地域設定の手順は、次のとおりである。

##### 【浸水地域の設定手順】

- ① 経過時間、対象海岸幅を考慮して、 $\Delta t$  毎の総越波・総越流量を求め、その経過時間の総和を求める。

$$\sum_t (\Delta t \text{ の (総越波量 + 総越流量) } = (\text{越波量 } q_1 + \text{越流量 } q_2) \times \text{経過時間 } \Delta t \times \text{対象海岸幅})$$

- ② 背後地の地盤高データを用意する。
- ③ 総越波・総越流量がそのまま背後地に湛水するとして、再現確率年毎の浸水地域を算定、浸水深シートなど浸水地域がわかるものを確率年毎に作成する。（参考：表計算ワークシートなどを使用すると簡便に作成することができる）

##### (2) 浸水深規模別（床下、床上の区分）浸水地域の設定

(1)で作成した浸水深シート等を用いて、確率年毎に、床下（地盤高が 45cm 以下）、床上（地盤高 45～94cm、95～144cm、145～244cm など）の浸水深規模毎に区分（色分け）を行い、浸水深規模別浸水地域を設定（浸水深シートなどを作成）する。  
※レベル湛水法の考え方、再現確率年毎の湛水（浸水）高さ平面図の例は、「海岸事業の費用便益分析指針（改訂版、平成 16 年 6 月）」の参考資料（「参考 6. レベル湛水法の考え方」）を参照のこと。

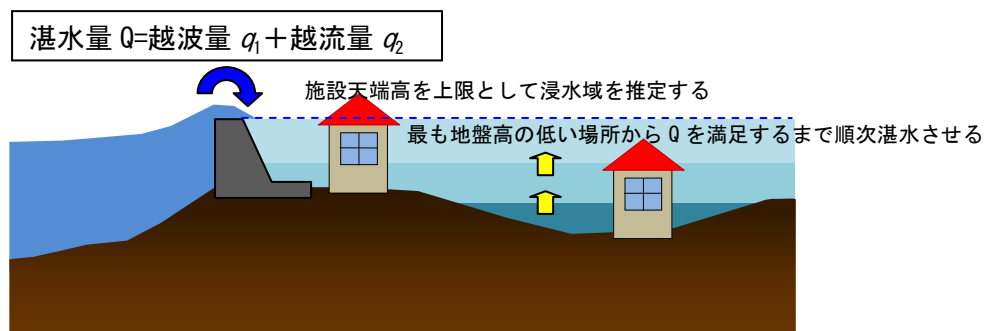


図 36 レベル湛水法のイメージ

### (3) 被害軽減額の算定

一般資産及び農地資産被害軽減額は、高潮浸水シミュレーションによる方法(3.5.1)に準じる。

浸水域は、高潮シミュレーションと同様に浸水想定エリアの範囲を設定し、格子状に地盤高データを作成し、確率規模ごとの越波・越流量が海岸保全施設天端高まで湛水するものとして浸水域を予想する。さらに、確率規模ごとの各メッシュの浸水深に応じた被害率をもとに、被害軽減額を算定する。

### (4) 防護効果の評価

防護効果の高さは、各地区の被害軽減額をもとに基準化を行い、の順位に応じて評価するものとし、被害軽減額が高い地区から順に防護効果の高い地区として評価する。

表 10 防護効果の高さの評価事例

		地区1	地区2	地区3	地区4	地区5	地区6
高潮防護便益 ※年平均被害軽減額	金額(単位:百万円)	1,029	30,895	47,980	18,196	18,878	9,617
	被害額順位	6	2	1	4	3	5
防護効果の高さ(順位)		6	2	1	4	3	5

例) 地区1の評価値

$$\begin{aligned} & (\text{各値}-\text{最低値}) / (\text{最大値}-\text{最低値}) \times 100 \\ & = (1,029-1,029)/(47,980-1,029) \times 100 \\ & = 0.0 \end{aligned}$$

### (5) レベル湛水法による留意事項

レベル湛水法においては、検討範囲において最も地盤の低い場所から湛水させるため、高潮浸水シミュレーションのように海岸保全施設の存在する海岸線から順次浸水する浸水は考慮できない。このため、湛水量が少ない場合などは、浸水域が海岸線から離れた場所に出現するなど実際の浸水状況とは異なる場合がある。

### 3.5.3 簡易手法による算出方法

①背後域人口、②施設天端高、③地盤高、④重要施設の有無の評価項目をもとに対象地区の評価を簡易的に行い、評価点の順位によって防護効果の高さを評価する。

#### 【解 説】

簡易手法は、一般に公開されている情報（人口、施設天端高、地盤高、重要施設情報）等を用いた防護効果の評価により、高潮浸水シミュレーションによる評価結果と同様な評価結果を得ることができるよう検討された算出方法である。

高潮浸水シミュレーションやレベル湛水法による防護効果の評価においては、浸水深、人口、資産情報をもとに被害軽減額が算定されることから、高潮浸水シミュレーションやレベル湛水法による防護効果の評価と同等な評価項目（背後域人口、施設天端高、地盤高）は積による評価を行うものとする。また、背後域の重要施設による重みを背後域の重要度評価に取り入れるため、背後域人口、施設天端高、地盤高に係る評価点に加算するものとする。

簡易手法による評価は、①背後域人口、②施設天端高、③地盤高、④重要施設の有無、の4項目について整理し、①と②と③に係る評価点の積と④に係る評価点の和をもとに全体の防護効果进行评估する。

- ・ 積による算定 : ①背後域人口、②施設天端高、③地盤高に係る評価点の積
- ・ 和による算定 : ①～③に係る評価点の積と④の評価点の和

表 11 簡易評価手法による防護効果の高さの評価事例

	地区1		地区2		地区3		地区4		地区5		地区6		
	評価	点数	評価	点数	評価	点数	評価	点数	評価	点数	評価	点数	
①背後地人口	(人)	26,262	0.20	19,912	0.15	32,916	0.25	16,350	0.12	26,090	0.19	12,456	0.09
	(割合:%)	19.6%		14.9%		24.6%		12.2%		19.5%		9.3%	
②施設天端高(不足時期)	78年後	0.4	0年後	1.0	0年	1.0	0年	1.0	33年後	0.6	33年後	0.6	
③地盤高	—	0.8	—	0.6	—	0.5	—	0.3	—	0.3	—	0.3	
④重要施設	医療・介護施設等	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	—	0.0
	避難所等	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2
	公共交通施設等	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2
	商業・工業施設等	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2	○	0.2
評価点合計	0.9		0.9		0.9		0.8		0.8		0.6		
防護効果の高さ(順位)	1		1		1		4		4		6		



### 3.5.3.1 背後域人口

簡易手法における防護効果の評価項目として、背後域の昼間人口の比をもとに評価を行う。

#### 【解説】

三大湾のモデル地域における定住人口（夜間人口）と昼間の流入人口を考慮した人口（昼間人口）の関係は、ほぼ 1 : 1 の関係であることが確認された。また、昼間人口比と同様に全検討対象範囲の資産に対する検討対象地区の資産比の関係を検討したところ、昼間人口比と資産比の関係は概ね 1 : 1 の関係となった。

なお、地区によっては人口比に対して資産比が高い場合があることに留意する必要がある。

このため、背後域の資産を評価することと昼間人口を評価することが同等であるとして、評価してよいものとする。

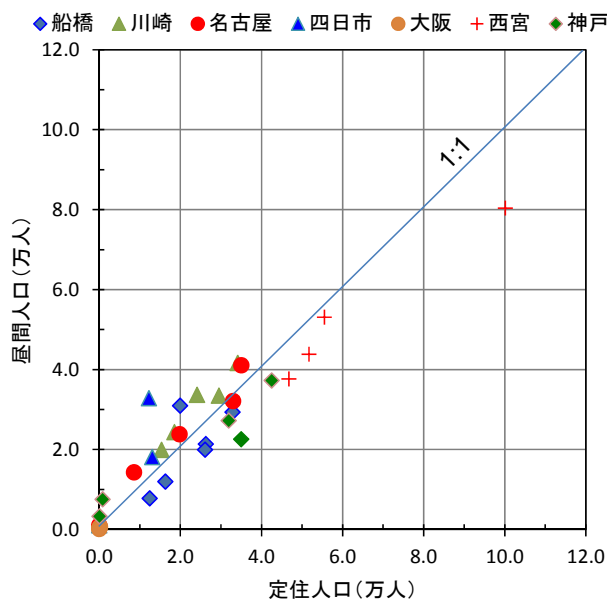
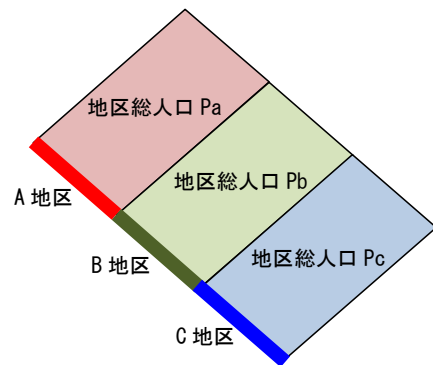
簡易手法における背後域人口の評価は、全検討対象範囲の人口（ $\Sigma P$ ）に対する検討対象地区の人口（ $P_a$ 、 $P_b$ 、 $P_c$ ・・・）の比をもとに行う。

評価点 = 検討地区人口 / モデル地域の全人口

例) A 地区の人口比 =  $P_a / (P_a + P_b + P_c)$

B 地区の人口比 =  $P_b / (P_a + P_b + P_c)$

C 地区の人口比 =  $P_c / (P_a + P_b + P_c)$



注: 東京湾を除く三大湾モデル地区の集計値  
 ※使用データ: 地域メッシュ統計(平成17年度国勢調査、平成18年度事業所企業統計調査のリンクデータ)

図 37 定住人口と昼間人口の関係

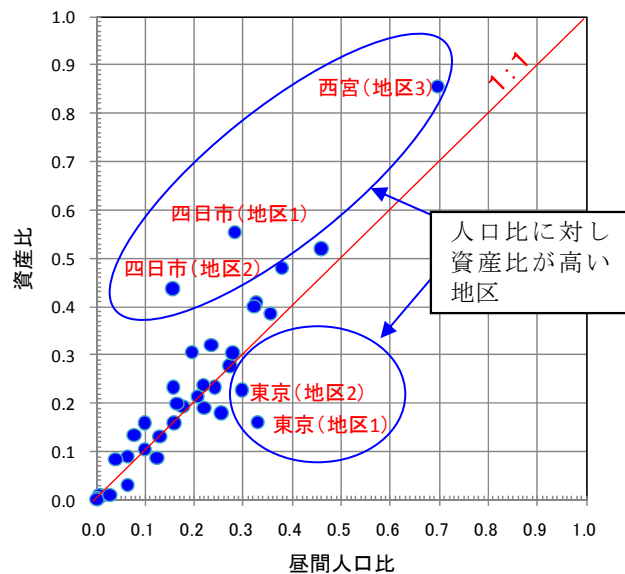


図 38 昼間人口比と資産比の関係

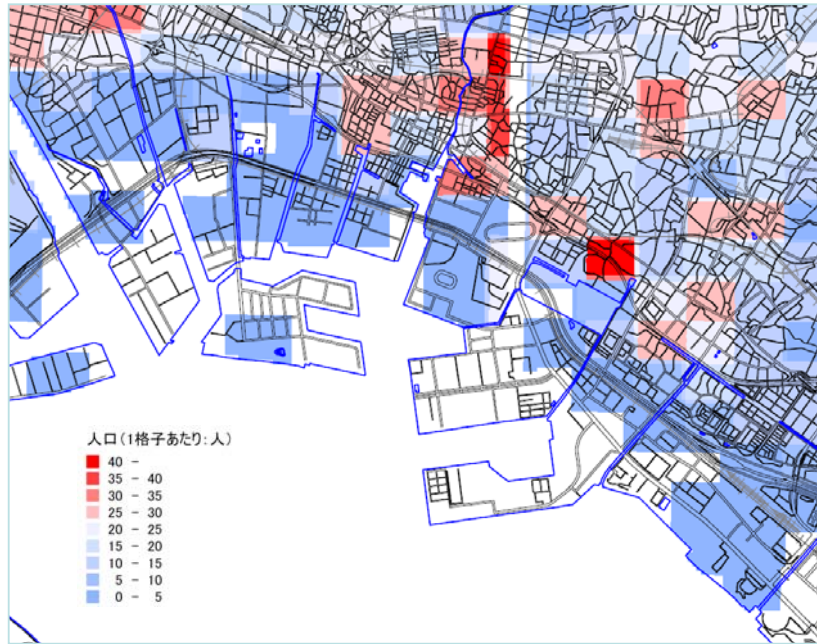


図 39 モデル地域（東京湾）における人口分布（定住人口）の例

### 3.5.3.2 施設天端高

簡易手法における防護効果の評価項目として、浸水のリスクに影響がある施設天端高を評価対象とし、その防護機能が不足する時期をもって評価を行う。

#### 【解説】

将来気候における海面上昇や台風の強大化による外力の増大に対応するために必要な天端高を予測し、天端高の不足する時期をもとに点数化による評価を行う。

表 12 施設天端高による防護機能の評価点

防護機能の不足時期までの年数	点数
0年	1.0
1～10年	0.9
11～20年	0.8
21～30年	0.7
31～40年	0.6
41～50年	0.5
51年以上	0.4

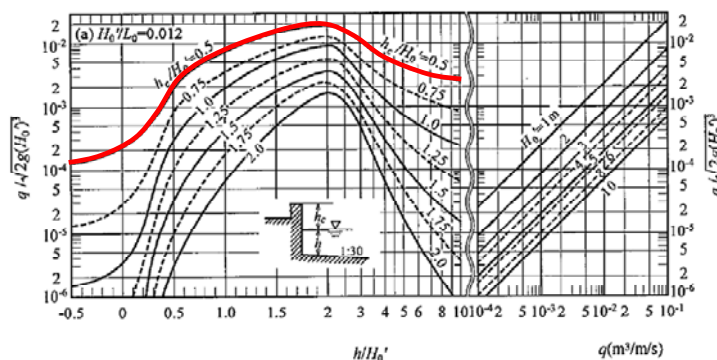
防護能力の評価は、施設天端高と防護レベル（設計高潮位と設計波に対する必要高）との比較により行うものとする。

- ・施設天端高  $\geq$  設計高潮位（または設計潮位+偏差）+設計波に対する必要高  
 $\Rightarrow$  防護機能が充足
- ・施設天端高  $<$  設計高潮位（または設計潮位+偏差）+設計波に対する必要高  
 $\Rightarrow$  防護機能が不足

通常、許容越波流量で天端高を設定する場合、換算沖波波高 ( $H_o'$ )、沖波周期 ( $T_o$ )、水深 ( $h$ )、海底勾配が与えられると越波流量算定図から単位越波流量が算定できる。

水深や換算沖波波高、周期、海底勾配により越波流量は異なるが、越波流量推定図においては  $hc/H_o' = 0.5$  の場合が最も越波流量が大きくなり、 $hc/H_o'$  が大きくなると無次元越波流量（グラフ縦軸）は小さくなる。すなわち、換算沖波波高 ( $H_o'$ ) を固定し許容越波流量を増加させる場合、無次元越波流量は大きくなり  $hc/H_o'$  は小さくなる。結果として、グラフにおける  $hc$  の高さは  $0.5H_o'$  が最も低い値となる。

以上より、 $hc/H_o' \leq 0.5$  は、越波流量推定図において最も危険な状態であると考えられ、設計波に対する必要高は  $0.5 \times H$  に余裕高を考慮する判定基準  $0.6 \times H$  を最低限確保するものとする。



出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（pp.167）

図 40 直立護岸の越波流量推定図（海底勾配 1/10、 $H_o'/L_o=0.012$ ）

表 13 現在の計画条件による防護能力の評価

	地区1				地区2						地区3			地区4	地区5	地区6		
	地区1-1	地区1-2	地区1-3	地区1-4	地区2-1	地区2-2	地区2-3	地区2-4	地区2-5	地区2-6	地区3-1	地区3-2	地区3-3	地区4-1	地区5-1	地区6-1	地区6-2	地区6-3
①延長(m)	545	634	—	—	687	965	228	256	—	—	578	1740	—	1557	818	800	400	1202
②整備終了年(西暦)	1971	1971	1972	1970	1972	1969	1968	1968	1970	1965	1968	1976	1967	1976	1984	1975	1975	1984
③築造後経過年(年)	39	39	38	40	38	41	42	42	40	45	42	34	43	34	26	35	35	26
⑤天端高(m:T.P.)※下限	5.17	5.17	5.17	5.17	6.87	4.47	4.47	4.47	6.87	4.47	6.87	4.47	6.87	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47
⑥設計高潮位(m:T.P.)	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.27	4.27	4.27	4.27
⑦設計波高(m)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
⑧不足天端高(m) (⑤-⑥)-(⑦*0.6)	0.54	0.54	0.54	0.54	2.24	-0.16	-0.16	2.24	-0.16	2.24	-0.16	-0.16	2.24	-0.16	0.14	0.14	0.14	0.14
⑨防護レベル判定(×:不足)	○	○	○	○	○	×	×	○	×	○	×	×	○	×	○	○	○	○

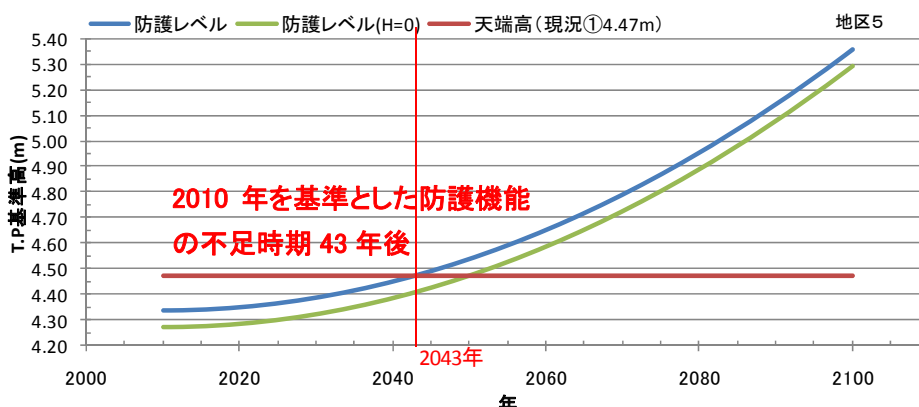
表 14 地球温暖化後の海面水位上昇量及び高潮偏差、波高増大を考慮した防護能力の評価

	地区1				地区2						地区3			地区4	地区5	地区6		
	地区1-1	地区1-2	地区1-3	地区1-4	地区2-1	地区2-2	地区2-3	地区2-4	地区2-5	地区2-6	地区3-1	地区3-2	地区3-3	地区4-1	地区5-1	地区6-1	地区6-2	地区6-3
①期望平均満潮位(TP基準)	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
③室戸台風級の高潮偏差(m)	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
④地球温暖化後の波高(m)	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
⑤海面水位上昇量(m)	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
⑥想定最大水位 (②+③+④*0.6+⑤)	5.36	5.36	5.35	5.35	5.36	5.36	5.36	5.36	5.35	5.35	5.36	5.36	5.35	5.36	5.36	5.36	5.36	5.36
⑦天端高(m:T.P.)※下限	5.17	5.17	5.17	5.17	6.87	4.47	4.47	6.87	4.47	6.87	4.47	4.47	6.87	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47
⑧不足天端高(⑦-⑥)	-0.19	-0.19	-0.18	-0.18	1.51	-0.89	-0.89	1.51	-0.88	1.52	-0.89	-0.89	1.52	-0.89	-0.89	-0.89	-0.89	-0.89
⑨防護レベル判定(×:不足)	×	×	×	×	○	×	×	○	×	○	×	×	○	×	×	×	×	×

【防護機能の不足時期の評価】

防護機能の不足時期の評価は、以下の手順を参考に評価することができる。

- ①地球温暖化の影響を考慮した必要天端高（所要防護レベル）の推定においては、潮位、波高に関する現在の設計諸元から設定される必要天端高が地球温暖化後の設計諸元から設定される必要天端高に二次関数的に漸近していくものと仮定して将来の必要天端高を推定する。
- ②将来の必要天端高推定値と現在の施設天端高が交差する時期を防護機能の不足時期とする。



※図は 2010 年を基準に検討を行った例であり、地球温暖化の影響による波高及び潮位の増加量を見込んだ必要天端高の予測値であり、2088 年に現況の天端高以上となる。

図 41 防護機能の不足時期の評価例

### 3.5.3.3 地盤高

簡易手法における防護効果の評価項目として、浸水リスクのある範囲の地盤高を評価対象とし、検討地区内における最高潮位以下の面積占有率の比をもとに評価を行うものとする。

#### 【解説】

浸水リスクの評価は、温暖化の影響による海面上昇や偏差の増大により越波・越流した海水が海岸保全施設の背後地に湛水する可能性が高くなる。このため、最高潮位以下の地盤高においては浸水の可能性が高いものとして、海岸保全施設背後における浸水危険度について、地盤高と地球温暖化を考慮した最高潮位をもとにメッシュ単位または代表点における仮想浸水深により評価する。

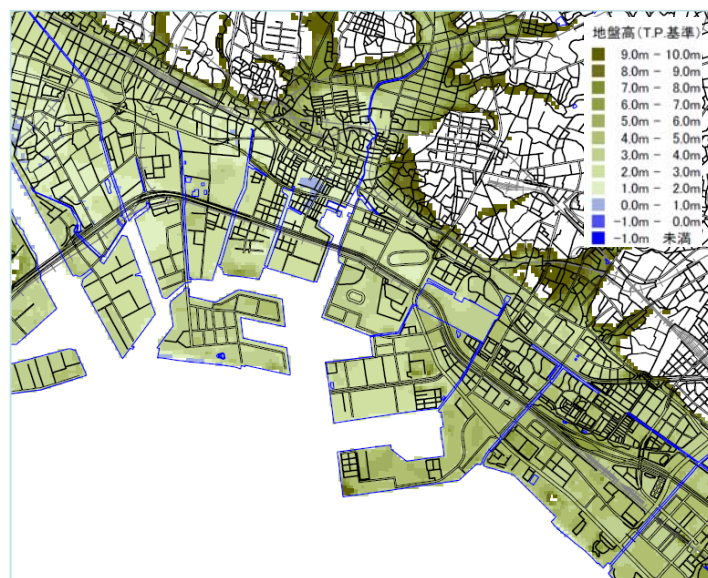


図 42 モデル地域（東京湾）における地盤高分布の例

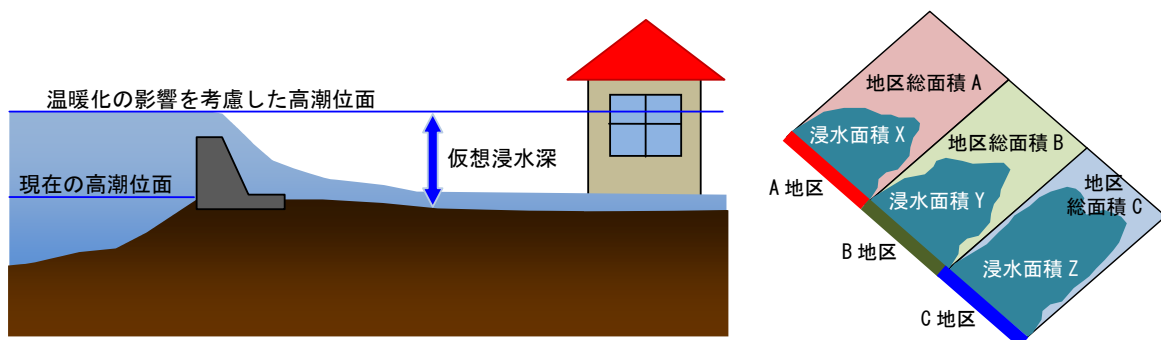


図 43 地盤高評価における仮想浸水深と浸水面積の考え方（概念図）

$$\text{評価点} = \text{重み係数}^{\ast 1)} \times \text{被害率}^{\ast 2)}$$

※1) 最高潮位以下の面積占有率(%) = 最高潮位以下の地盤高面積 / 検討地区面積

※2) 最高潮位－地盤高の平均値をもとに海岸事業費用便益分析指針の浸水深ごとの被害率平均値

表 15 浸水リスク範囲の面積による重み係数

最高潮位以下の面積占有率	重み係数
81～100%	1.0
61～80%	0.8
41～60%	0.6
21～40%	0.4
0～20%	0.2

表 16 海岸事業費用便益分析指針の浸水深ごとの被害率をもとにした被害率平均値

資産種類等		浸水深等の規模		床上浸水				
		床下浸水		46-95cm	96~145cm	146~195cm	196~245cm	246cm-
家屋		0-45cm	0.045	0.151	0.229	0.480	1.000	1.000
家庭用品		0-45cm	0.021	0.189	0.489	0.889	1.000	1.000
事業所	償却資産	0-45cm	0.101	0.278	0.589	1.000	1.000	1.000
	在庫資産	0-45cm	0.056	0.166	0.401	1.000	1.000	1.000
農漁家	償却資産	0-45cm	0.000	0.187	0.308	0.416	1.000	1.000
	在庫資産	0-45cm	0.000	0.259	0.555	0.859	1.000	1.000
平均被害率		0-45cm	0.037	0.205	0.429	0.774	1.000	1.000

地盤高による評価は以下の手順で行う。

- ①評価を行う範囲を決定し、国土地理院等から公開されている標高データや市販の標高データ及び都市計画図等をもとにメッシュデータや標高図を作成する。
- ②地球温暖化後の高潮位面以下となる地盤高の範囲を決定し、検討範囲の面積と高潮位面以下となる地盤高範囲の面積を算出する。  
高潮位面以下となる地盤高範囲の面積の検討範囲の面積に占める割合を算定し、表 15 から面積占有率に相当する重み係数を決定する。
- ③地球温暖化後の高潮位面以下となる地盤高の範囲を決定し、高潮位面と地盤高の差を算定する。
  - ・標高がメッシュデータの場合は、メッシュ単位で高潮位面と地盤高の差を算出し、全メッシュの平均値を算出する。
  - ・標高が標高図の場合は、地盤高の変化のある場所を代表点として、その点において高潮位面と地盤高の差を算出し、全代表点の平均値を算出する。
  - ・高潮位面と地盤高の差（平均値）をもとに表 16 から被害率を決定する。  
例) 高潮位面と地盤高の差（平均値）が 1.5m の場合は、146-195cm の被害率 (0.774) を採用する。
- ④上記①～③により求めた重み係数と被害率を乗じて評価点を算出する。

$$\text{評価点} = \text{重み係数} \times \text{被害率}$$

### 3.5.3.4 重要施設の有無

簡易手法における防護効果の評価項目として、重要施設として評価対象とし、公共交通機関や医療施設、避難施設など社会活動において重要と判断される施設を評価対象とする。

#### 【解説】

海岸保全施設背後においては、住宅のほか、商業施設や工場、病院、公共交通施設等の施設が存在する。このため、検討地区内に表 17 で分類した重要施設が存在する場合に、加点方式で評価する。重要施設の評価においては、防災上重要な施設等において、地域の実情を加味してその重要度等の評価することが望ましい。

表 17 重要施設の評価点 (例)

施設分類	施設例	点数
医療・介護施設	病院、介護・福祉施設等	0.2
避難所	避難所、公民館、小学校等	0.2
公共交通施設	駅舎、ターミナル、幹線道路	0.2
商業・工業施設	商店街、工場等	0.2

例) 背後地に病院と幹線道路がある場合  
 病院 (0.2 点) + 幹線道路 (0.2 点) = 0.4 点

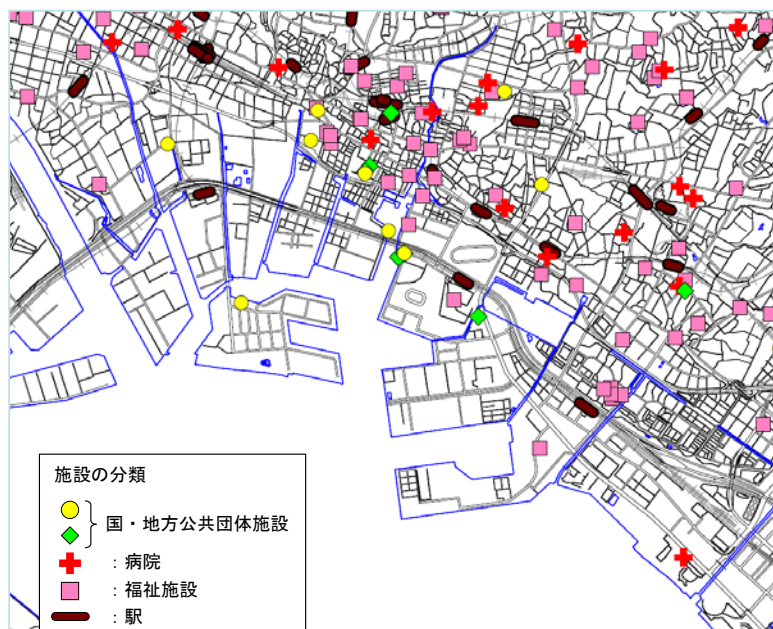


図 44 モデル地域 (東京湾) における重要施設の例

### 3.6 施設整備の優先順位の評価方法

「施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価」及び「防護効果の評価」において検討された点数をもとに優先順位を評価する。施設健全度に基づく更新等の緊急性の評価値（グラフ横軸）は、簡易手法を用いた場合、施設の築造後の経過年による点数と耐震性に係る評価点を掛け合わせた点数とする。また、防護効果の評価値（グラフ縦軸）は、いずれも最高点を100点、最低点が0点となるように基準化（（各値－最低値）／（最大値－最低値）×100）する。

なお、簡易手法による防護効果の評価は、①背後域人口、②施設天端高、③地盤高、④重要施設の有無、の4項目について整理し、①と②と③に係る評価点の積と④に係る評価点の和をもとに全体の防護効果を評価する。

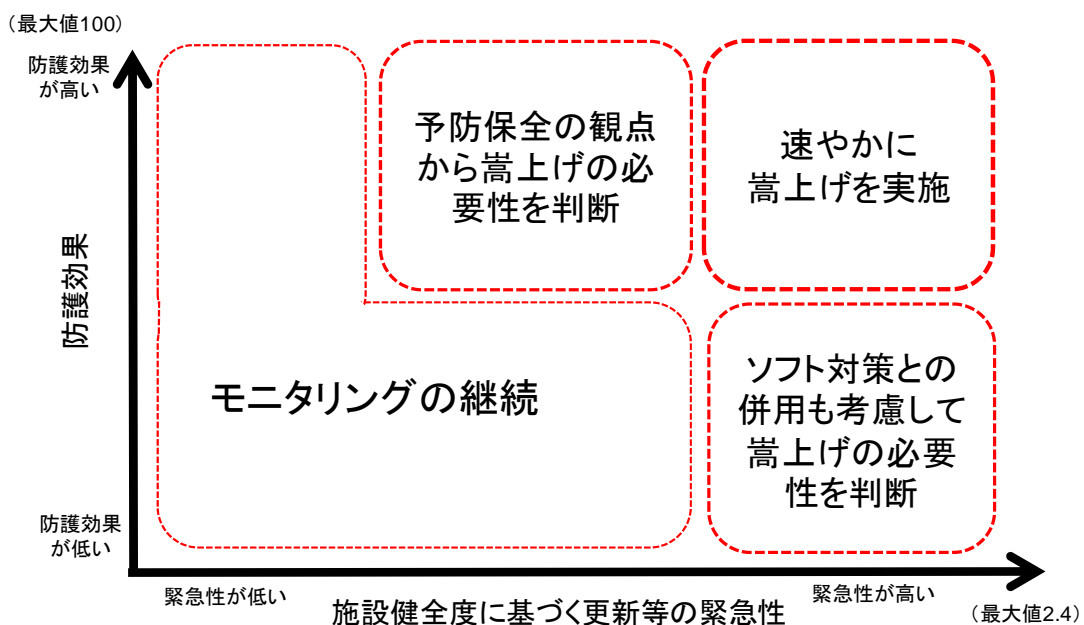


図 45 施設整備の優先順位の評価

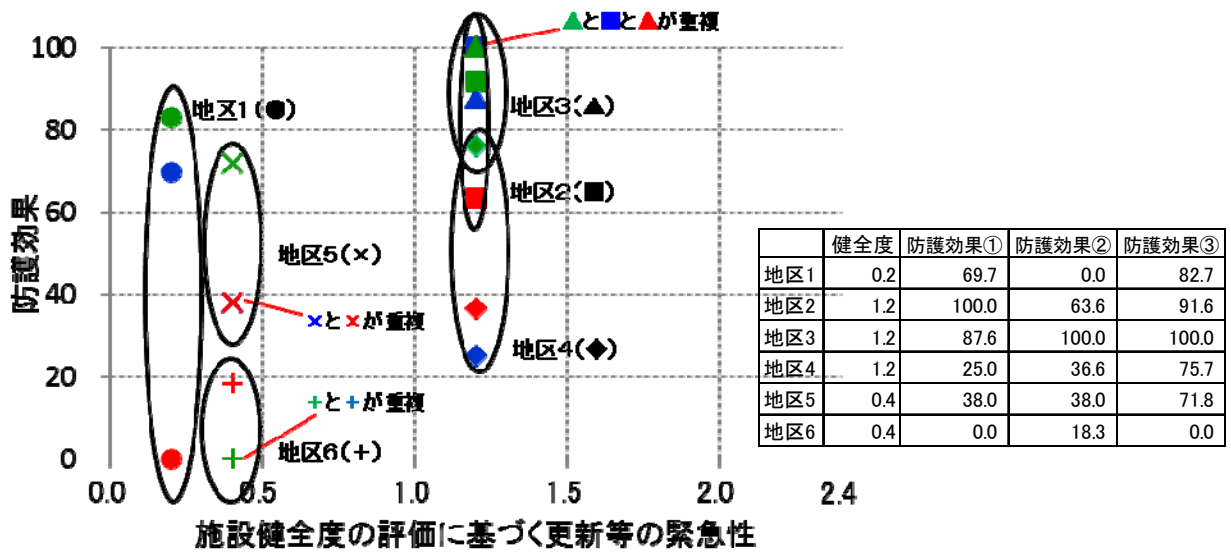
#### 【解説】

施設の健全度と防護効果の評価の組み合わせにより、優先度のランク付けを行う。基本的には最も優先度順位が高くなった地域において、対策を講じていくことが望ましい。また、施設の健全度の評価の結果、現状では問題ない場合についても、将来的な施設の健全度の低下を考慮し、嵩上げ等を検討する。

ただし、優先順位は時間的に変化することから定期的な見直しを行う必要がある。例えば、防護効果が小で「ソフト対策との併用も考慮して嵩上げの必要性を判断」となっていた地区においても、背後域の宅地開発等が進み防護効果が高くなった場合は優先順位に変動が生じる。

さらに、継続した潮位や地盤の変動（沈下・隆起）のモニタリング、老朽化の進展による施設健全度の変化といった事象も踏まえて定期的な見直しを図る。





青：高潮浸水シミュレーションによる評価  
 赤：浸水防護便益による評価  
 緑：簡易手法による評価

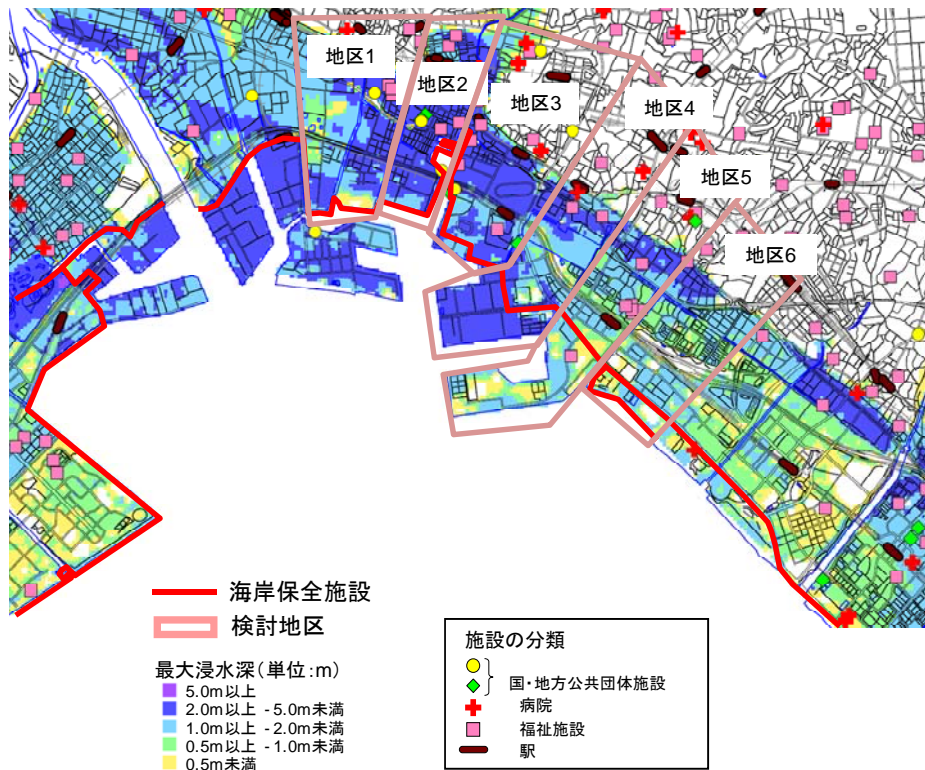


図 46 優先順位の評価事例

### 3.7 地球温暖化に適応するハード対策の検討

海岸の利用状況、背後地の重要度をもとに、災害リスクの評価で設定するシナリオにおける適切な構造形式のハード対策施設を、既存施設の更新等に合わせて計画することを基本とする。外力条件としては、評価時点から 50 年後の海面上昇量と台風の強大化による波浪の増大を考慮した設計を行うことを基本とする。

#### 【解説】

将来の海面水位の上昇等を見据えた嵩上げ等の対策は、施設整備の優先順位を設定するとともに、必要に応じてソフト対策による被害軽減策を組み合わせるといった戦略的な対応が必要と考えられる。優先順位は、緊急性及び防護効果を総合的に評価することにより設定する。

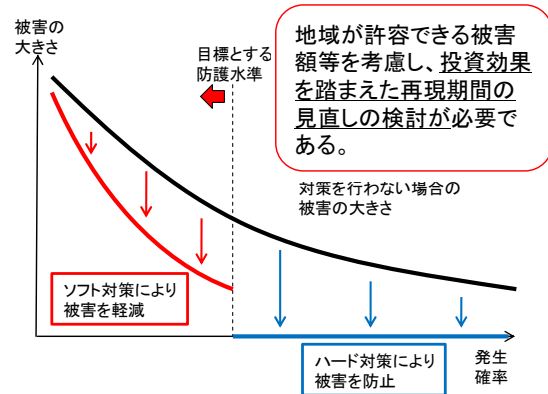


図 47 ハード面とソフト面の防災対策の関係

施設設計に必要な想定外力は、検討時点の最新の知見やモニタリング結果をもとに想定される地球温暖化の影響を考慮して適宜設定する。ただし、ここでは「災害リスクの評価」において設定する 100 年後の最大規模の条件とは異なり、耐用年数以内（例えば 50 年）の予測値を適切に評価するものとする。

海面水位の上昇量や台風の強大化に伴う潮位偏差や波浪条件の設定においては、現時点での地球温暖化の影響に不確実性が含まれるが、検討時点から施設の耐用年数（例えばコンクリート構造物では 50 年）までを予測期間とし、耐用年数後の外力変化量を見込むものとする。

外力の予測期間については、将来、地球温暖化の影響が生じることを前提に考えると、計画段階で耐用年数と同じ期間を見込むことは、現在の費用便益分析の考えにおいても妥当と考えられる。

なお、地球温暖化の影響による外力の変化は、将来の知見やモニタリング結果によって予測値が変わる場合があるため、必要天端高は供用開始から耐用年数までの間に適宜見直しを行うものとする。

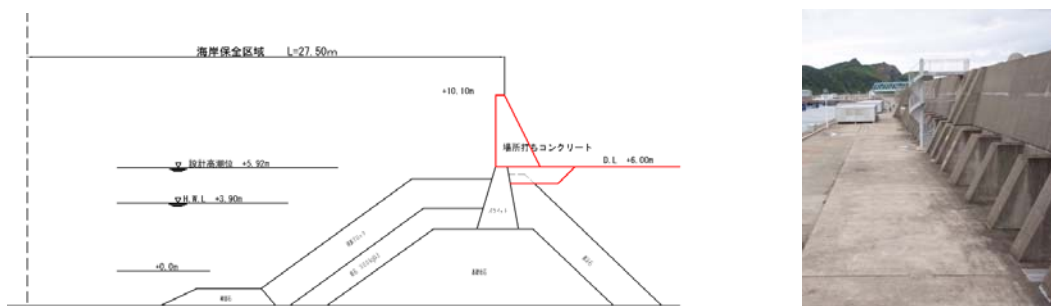
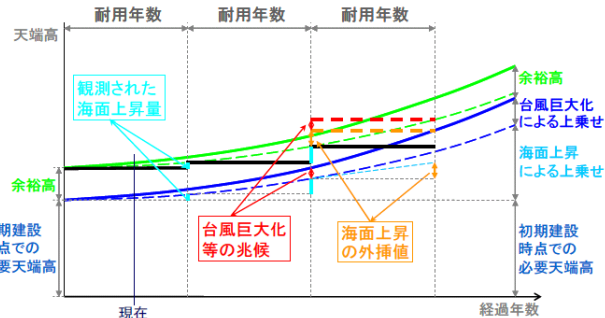


図 48 上部工嵩上げによる対策事例

## 【ハード対策の検討における留意点】

地球温暖化の影響を考慮したハード対策においては、将来、適切な施設の更新を実施していくためには、ハード対策施設の維持更新と外力の変化を時系列的に評価する必要がある。磯部（2008）は、海面上昇や台風の巨大化による高潮偏差の増大に耐用年数ごとに必要天端高の嵩上げを漸近的に適応させていく方法を提案している。

地球温暖化適応策におけるハード対策に関する留意点は、以下のように考えられる。



出典：「気候変動の海岸への影響と適応策」,河川 2008,January No.738,pp.35-40.

図 49 地球温暖化に対する漸近的適応策（磯部(2008)）

## 【余裕高がある程度見込まれている場合（ケース1）】

- ある程度の海面水位上昇や台風の強大化による外力の変化を余裕高で吸収させる。
- 現在の防護レベルが十分である場合も、将来は防護レベルが不足した状態となることに留意し、施設の更新時や復旧時に観測された海面水位の上昇量を考慮した施設を整備する。

## 【余裕高がほとんど見込まれていない場合（ケース2、ケース3）】

- 現時点で天端高が不足する場合は、早急に天端を嵩上げするなどの対応を行う。なお、実際の整備（更新）に当たって見込む将来の海面上昇量は、その時点で観測された潮位データ等、最新の情報・知見を踏まえて精度を上げた検討を要する。

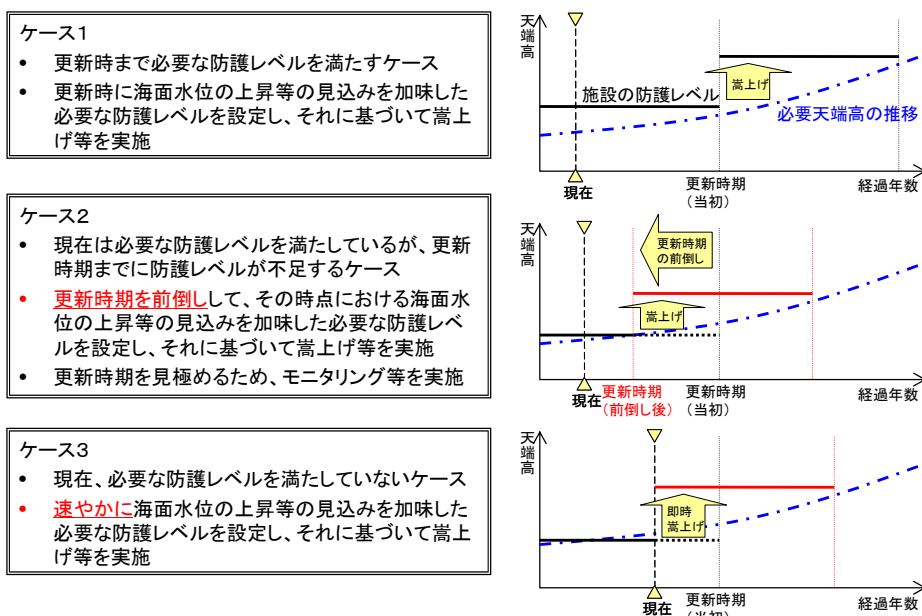


図 50 施設天端の防護レベルごとの対応案

### 3.8 実施可能なソフト対策の検討

地球温暖化による外力変化に対しては、ハード対策を基本とするが、施設整備の優先度評価により対策が遅れる地域においては、人的被害を最小限とするための被害予測結果の公表や避難情報の伝達などのソフト対策を検討することを基本とする。

#### 【解 説】

海岸事業においては、再度災害の防止や災害に対して脆弱な地域の防護の観点から海岸保全施設の整備を進めているが、未整備地区の存在とともに老朽化の進行等を勘案すると、高潮災害による浸水被害に対して背後地の防護が十分に達成されている状況にはない。また、地球温暖化の進行に伴い、想定を超える高潮の来襲により、災害リスクが増大することも予想されている。このような状況に対応するためには、ハード対策のみで浸水を完全に防止することは困難であることから、人命の防護を優先した減災策を実施していく必要がある。

このため、海岸管理者及び地方公共団体は、地域防災計画における取組を推進するとともに、地域住民等と連携しつつ、高潮ハザードマップの作成・普及、ピクトグラムの整備、避難訓練の実施など、避難対策の強化により地域防災力の向上を図っていく必要がある。また、国は、マニュアル等の作成などにより、そういった取組みを支援していくべきである。

一方、堤内地における浸水被害を軽減するためには、排水対策の強化、地下空間の防護対策の実施、ピロティ化等の建築規制の導入など、まちづくり政策における取組みも重要である。



図 51 津波を対象にしたソフト対策における情報伝達の一例

### 3.9 本マニュアルにおける課題

本マニュアルにおいては、長期湛水の影響や地下空間の浸水被害、港湾貨物被害等については、簡易的な被害の定量化が難しいと判断されたため、本マニュアルで取り扱わないこととした。しかし、高潮被害等の浸水被害は、物流機能や交通機能等に大きく影響するとともに経済被害の拡大を招く恐れもあるため、今後の重要な検討課題であるため、計画対象地域の特性に応じて重要な課題として別途検討する必要がある。

#### (1) 長期湛水による影響

伊勢湾台風やハリケーンカトリーナによる浸水被害等を参考にすると、長期湛水の浸水被害の発生が想定される。2000年の東海豪雨では、JR 在来線、新幹線、私鉄各線、名古屋市営地下鉄等の交通機関への110万人の影響や孤立地域の発生、大量の水害ゴミの発生など、様々な面で影響が生じた。

都市部の長期湛水は、住民避難を長期化させるばかりではなく、交通インフラの寸断に伴う物流ネットワークの停止や企業活動の停止に伴う経済被害が発生する可能性がある。

牧ら(2010)の研究では、長期湛水被害における課題について高知市を例とし、長期湛水に伴う「重要社会基盤施設への影響」「地域の業務継続への影響」等の課題を指摘している。

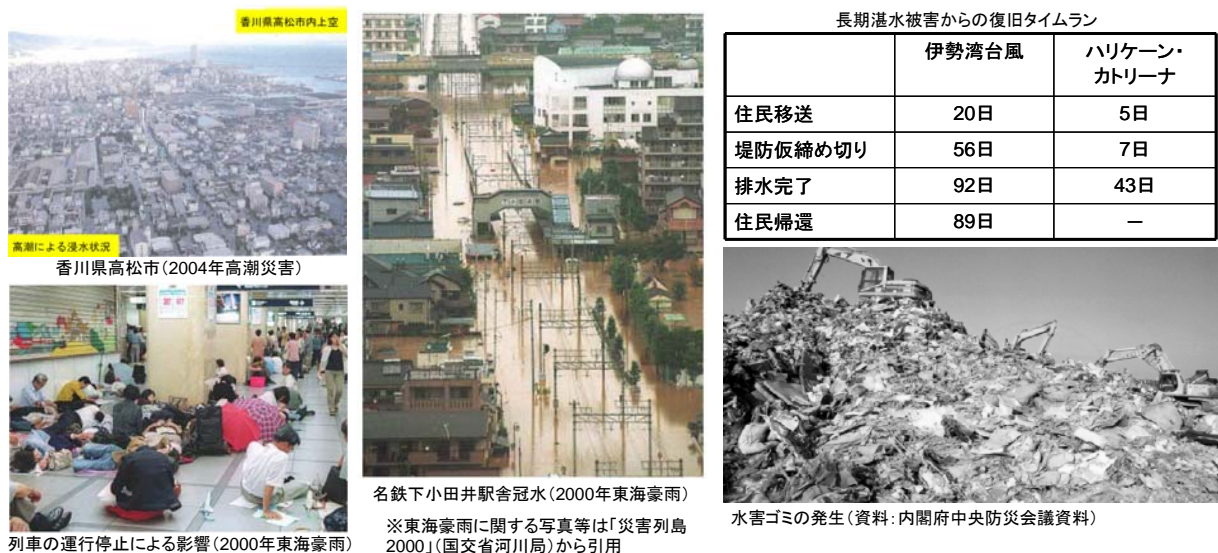


図 52 長期湛水による影響

牧ら(2010): 長期湛水被害からの災害対応、復旧対策の基礎的検討 — 南海地震による高知市を事例として —, 地域安全学会論文集 No.13, 2010.11

## (2) 地下空間の浸水被害

2004年の福岡豪雨では、大規模な浸水被害が生じ、福岡では地下鉄の駅構内や線路への浸水が発生した。また2000年の東海豪雨では、名古屋駅周辺で内水氾濫があり、周辺の地下街への浸水が懸念されたが、止水版の設置等により被害を防止できた。

高潮災害においても同様の被害が想定され、特に沿岸部の人口や資産が集積する地域では、被害が大きくなることが懸念される。

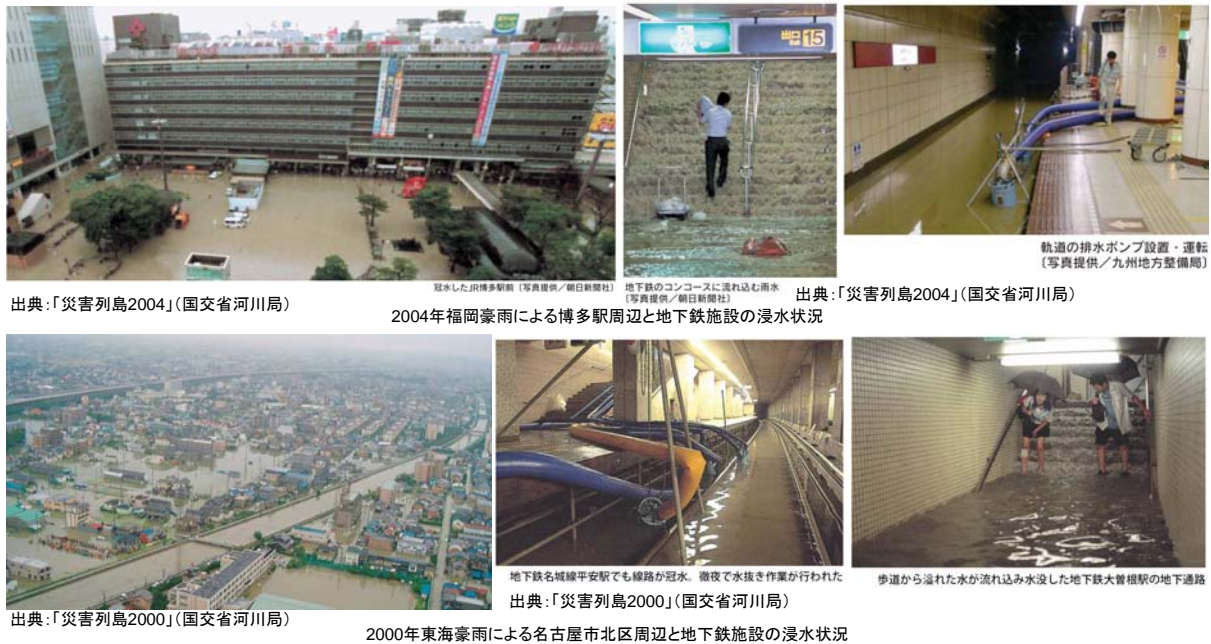


図 53 浸水被害の地下空間への影響

## (3) 堤外地における物流・産業機能への影響

被害予測においては、海岸保全施設の堤内地における被害以外に、臨海部における利用特性を考慮した被害想定も必要に応じて検討する必要がある。

例えば、大都市臨海部の港湾においては、物流機能が充実していることに伴い、コンテナターミナルや上屋、倉庫が集中していることから、高潮による浸水に伴い、大規模な被害が発生することが懸念される。

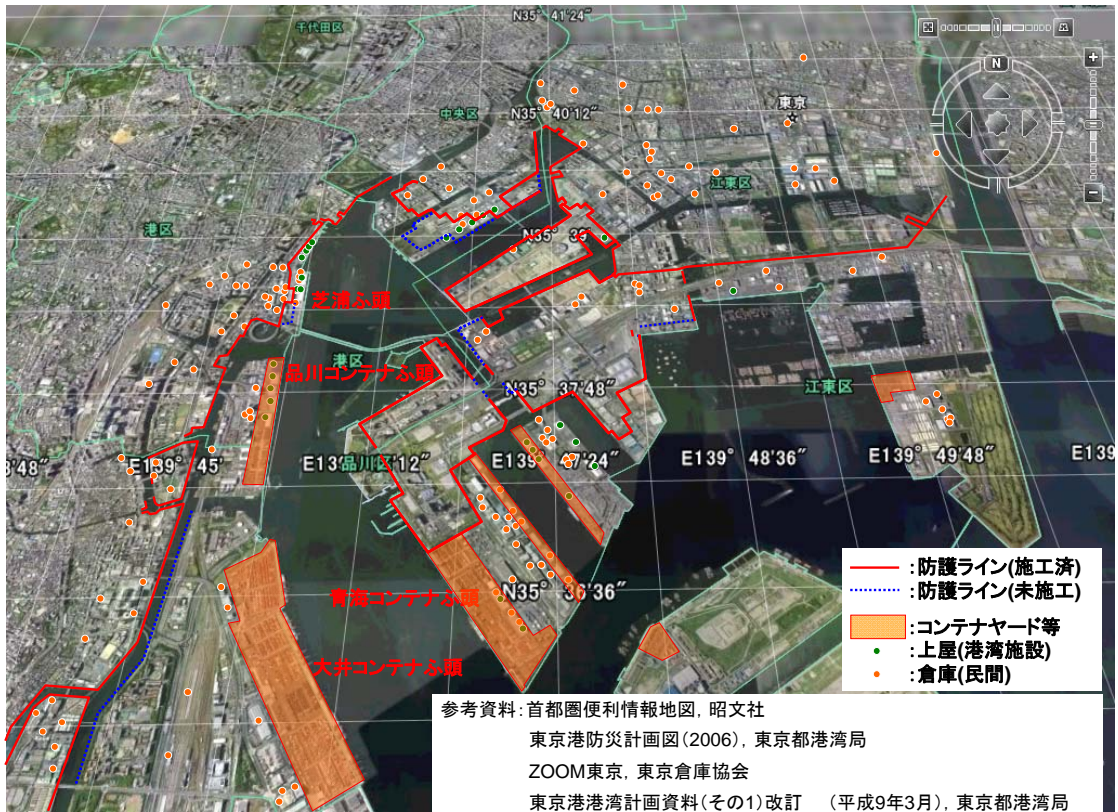


図 54 臨海部特有の被害 (コンテナターミナル、倉庫・上屋)

港湾名	ふ頭名
東京港	①大井コンテナふ頭
	②青海コンテナふ頭
	③品川ふ頭
横浜港	④本牧ふ頭地区
	⑤大黒ふ頭地区
	⑥南本牧ふ頭地区
川崎港	⑦東扇島地区
千葉港	⑧中央ふ頭

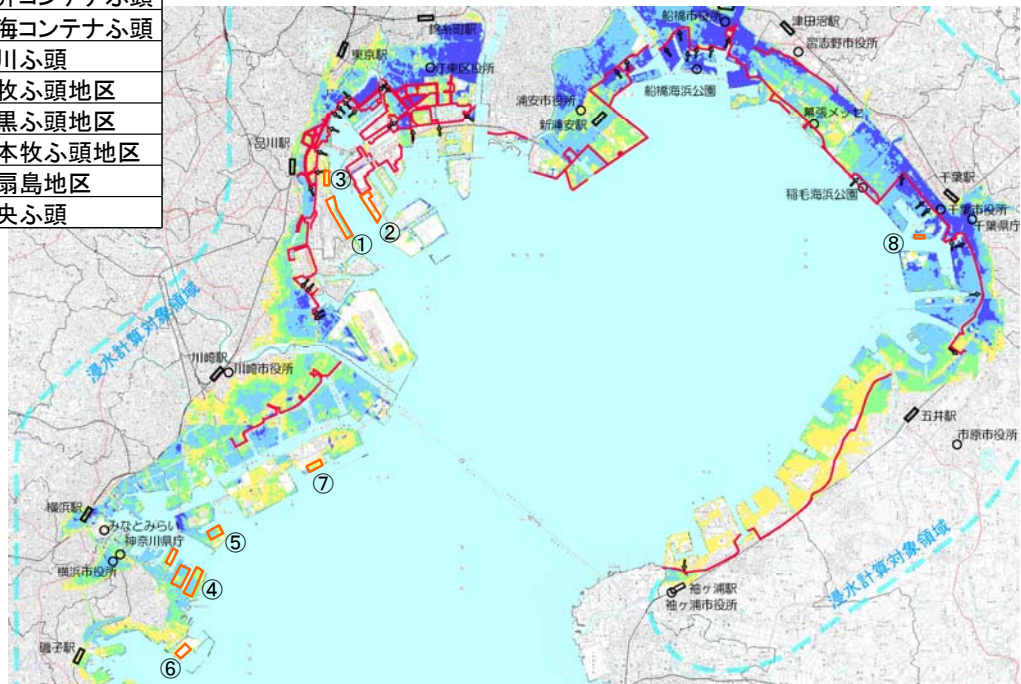


図 55 東京湾におけるコンテナヤードの分布