

巨大高潮・津波災害に備える

—低頻度メガリスク型沿岸域災害対策に関する研究の SCOPE—

沿岸海洋研究部長

樋口 嘉章

巨大高潮・津波災害に備える —低頻度メガリスク型沿岸域災害対策に関する研究のスコープ—

沿岸海洋研究部長 樋口 嘉章
沿岸海洋研究部沿岸防災研究室長 小田 勝也

1. はじめに

沿岸域を襲う津波・高潮等は、津波の原因となる地震想定の不確実性、確率評価に用いられる過去の台風データの制約、地球温暖化による影響などから、海岸保全施設による防護等のハード対策で計画されている規模（計画外力）を上回る可能性がある。こうした計画外力を上回る巨大津波・高潮が発生する確率は低い。しかし、一旦、発生するとその被害は凄まじいものになり、低頻度ではあるが、被害のリスクは大きなものになる。国総研ではこのような災害を「低頻度メガリスク型沿岸域災害」と名付け、対策に関する研究・調査を進めている。

2004年12月にインド洋沿岸諸国を襲ったインド洋大津波による災害、自然災害では米国史上最悪といわれる被害をもたらした2005年8月のハリケーンカトリーナによる災害は、低頻度メガリスク型沿岸域災害といえるものである。

では、我が国ではどうだろうか。発生の切迫性が指摘されている東海、東南海・南海地震、日本海溝・千島海溝周辺地震等の巨大地震及びこれらの地震に伴う津波による被害想定が公表されているが、被害想定は震源の設定など一定のシナリオに基づくもので、この被害想定を上回る規模の災害が発生する可能性がある。また、我が国に來襲する台風の大型化や多頻度化が懸念されている。長期的には、海面上昇による被害拡大も懸念されている。大都市圏のゼロメートル地帯には人口や都市機能の大きな集積があり、ゼロメートル地帯など沿岸域災害に対して脆弱な地域がハード対策の計画水準を上回る高潮などに襲われた場合、社会経済に甚大な影響を及ぼすことが懸念される。

2. インド洋大津波が我が国に与えた教訓

2.1 インド洋大津波

2004年12月26日に発生したスマトラ島沖地震は、マグニチュードが9.1～9.3、震源域の大きさは長さ約1,200km×幅約150kmとされている。高さ10mを越える津波が数回にわたりインド洋沿岸諸国に押し寄せた。特に、震源域に近いインドネシア・バンダアチェ西部海岸ではこれまで確認されているもので20mを超える津波の痕跡が9箇所見つかっており、うち3箇所は30mを超えている。最大の津波痕跡は海拔34.9mである。独立行政法人産業技術総合研究所が

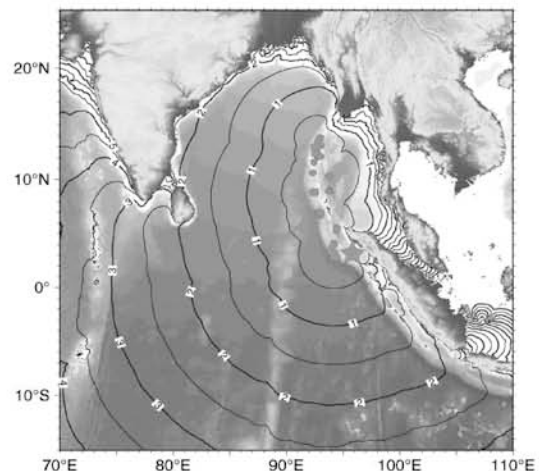


図-1 インド洋大津波の到達時間
(産業技術総合研究所資料)

公表している震源と津波の到達時間を図-1 に示す。死者・行方不明者は、インドネシア、スリランカ、インド、タイ、モルディブ等の各国にまたがり、約 23 万人にもものぼっている。被災地に世界的に著名なマリリゾートが含まれていたため、被災国の住民だけではなく世界中からの観光客も数多く被害に遭遇している。

2.2 インド洋大津波が残した教訓

2.2.1 なぜ人的被害が大きかったのか？

第一にあげられるのは、防御されていない海岸近くの低平地に人々が居住するという災害に脆弱な地域構造の場所を巨大津波が襲ったことである。スリランカやインドネシアアチェ州では沿岸域利用計画や土地利用計画の中で海岸近くの土地利用規制の強化・見直しや新しい制度の導入が行われている（図-2）。

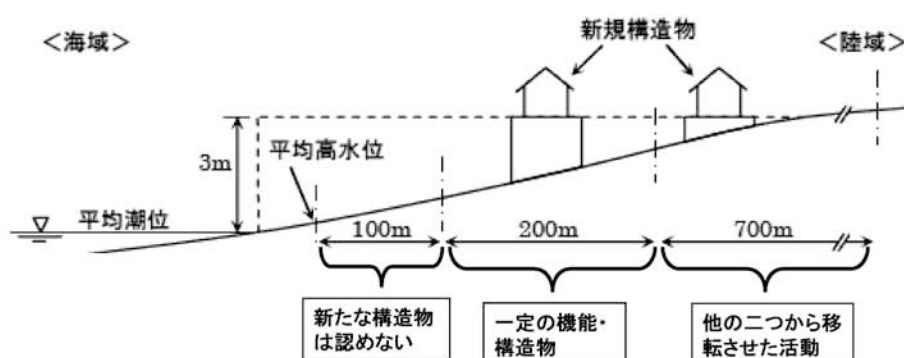


図-2 スリランカ市街等計画ガイドラインにおける土地利用規制

次にあげられるのは、地震を感じた震源近くのスマトラ島北部地域の人々に津波が来襲する、避難しなければならないという意識が無かったことである。スリランカなどで大きな被害を引き起こした要因は、広域的な津波警報のシステムがなく、政府も住民も津波が来るという意識すら無い状態で津波に襲われたことである。

2.2.2 被害形態はどうだったのか？

1) 津波による海岸・地盤の洗掘・流出

海岸の大規模な洗掘により海岸地形が大きく変化した箇所が多く確認されている。また、海岸近くの集落で建物が基礎から押し流され、集落ごと跡形も無くなった事例もある。

2) 津波漂流物

港湾等に係留されていた船舶等が陸上に流出し、建物を破壊するという従来から考えられていた被害形態（写真-1）に加え、陸上の破壊された家屋や自動車などを巻き込んだ流れが市街地を襲い、人的・物的被害を拡大するという被害形態が確認



写真-1 係留場所から 3km 移動した
パワープラント(インドネシア、港湾空
港技術研究所提供)

された。

3) 防波堤・港湾構造物、マングローブ等による津波の減衰効果

近接する箇所では、港湾や漁港などの防波堤の背後とそうではない箇所では津波による陸上建築物の被害が大きく異なっている場合があることが確認されている。岸壁など垂直壁を持つ構造物の背後やマングローブ林のある沿岸部でも津波のエネルギーが減殺されたと考えられる現象が確認されている。

3. ハリケーンカトリーナの教訓

3.1 ハリケーンカトリーナの被害

ハリケーンカトリーナは、2005年8月29日、中心気圧が918hPaという猛烈な勢力を維持したまま、アメリカのミシシッピ川河口付近に上陸した。このハリケーンによる高潮と高波は、ニューオーリンズ市街地やメキシコ湾沿岸地域に希にみる大規模な被害をもたらした。

3.1.1 高潮による被災

ニューオーリンズ市及びその周辺地帯は、メキシコ湾に繋がる湖や運河・水路に発生した高潮による堤防の破堤、越流により広範囲に浸水した。ニューオーリンズの市街地は、大部分がいわゆるゼロメートル地帯である。湖と繋がる運河が破堤し、湖の高潮が破堤箇所から一気に氾濫したことによりニューオーリンズ市内の約80%が浸水し、甚大な被害を引き起こした。写真-2は、破堤箇所背後の家屋が流出、破壊されている状況の一例である。写真-3は、ニューオーリンズ市南東郊外の被災状況である。家屋が高潮で押し流され、ミシシッピ川の堤防で止まっている。メキシコ湾で発生した高潮が、海岸堤防を越流して陸地を浸水させ、さらにミシシッピ川に流れ込んでいたと考えられる。



写真-2 ニューオーリンズ市内の破堤箇所周辺
(国総研撮影)



写真-3 高潮で流出した家屋(国総研撮影)

大規模な浸水の原因は、大きく2つに分けることができる。第一の原因は、ニューオーリンズ市内のように、高潮自体は堤防を越える規模ではなかったものの、堤防が越波等により決壊したことである。第二の原因は、防護施設の計画水準を上回る大規模な高潮だったことで、これが郊外部の被災原因である。これら以外に排水ポンプを稼働させることがで

きず内水が氾濫した地域もある。

3.1.2 高波による被災

ミシシッピ州を中心とするメキシコ湾に直接面する沿岸地域では、3～7mと考えられる高潮偏差と、それに加わる高波によって、海岸線から200～300mの範囲で家屋が破壊され、約1kmまで浸水した。これらの地域は人工海浜の背後に道路を挟んで郊外型の住宅、別荘等が立地するという土地利用で、海岸に高潮・高波防護のための堤防はない。高潮時に高波で下から衝撃的な波力が作用したことが原因と考えられる橋桁が落ちる被害も発生した。海岸に係留したバージが、高潮と高波によって岸に打ち上げられ、陸上にある建物に衝突し、建物を破壊する被害も発生している（写真-4）。



写真-4 漂流した大型バージ(国総研撮影)

3.2 ハリケーンカトリーナの教訓

3.2.1 我が国の学ぶべき点

カトリーナによる災害からは、

- 1) 想定を上回る高潮による災害の状況を考えておくこと、
- 2) 防災施設の破壊とそれに伴う災害の拡大を考慮しておくこと、
- 3) 災害時や災害後の防災担当者の行動がそうした災害の状況に十分対応したものになっていることの重要性、
- 4) 防御システムの性能・信頼性をモニタリング・評価し、適切な対応が取れる状態を持続させることなど、

学ぶべきことは非常に多く、教訓を迅速に施策に反映させることが重要である。

一方、我が国において今後検討すべき高潮・高波災害とカトリーナの被害の違いを明確に意識しておくことも重要である。いわゆるゼロメートル地帯の状況など社会的状況、堤防などの構造物の計画手法の違い、国・地方政府の役割の違いなども含め、得られた教訓を整理することが必要である。

3.2.2 地域は復興したのか

国総研沿岸海洋研究部では、ハリケーン直後の2005年10月と2006年5月にニューオーリンズの被災地を調査した。写真-5は運河の堤防が破堤した箇所背後の同じ場所で撮影した写真である。堤防はより強固な構造で再建されている。しかし、破堤箇所背後は今も無惨に破壊された住宅がそのまま残され、住民も戻っていなかった。

予め、復旧・復興のプロセスも視野にいれた対策が必要であり、地域経済や雇用の場を

如何に確保するのか，コミュニティの復興支援法策は如何にあるべきかなど，大きな課題が残されている。



写真-5 ニューオリンズ Inner Harbor Navigation Channel 破堤箇所背後の情況

4. 低頻度メガリスク型沿岸域災害対策

インド洋大津波とハリケーンカトリーナの被災事例から，低頻度メガリスク型沿岸域災害の被害形態や人々の生活，社会経済活動に及ぼす影響の一端が分かる。

世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）が設立した「気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）」が本年3月に第1作業部会評価報告書を公表した。IPCCは21世紀末には海面水位が0.18mから0.59m上昇すると予測している。海面水位上昇は高潮・津波に対する沿岸域の脆弱性を増大させる。気候変動・地球温暖化は海面水位上昇だけではなく，台風の強さの増加，大型化，発生頻度，我が国への来襲頻度の変化等を招く可能性がある。これは，メガリスク型沿岸域災害対策を検討することの緊急性・必要性を裏付けるものである。

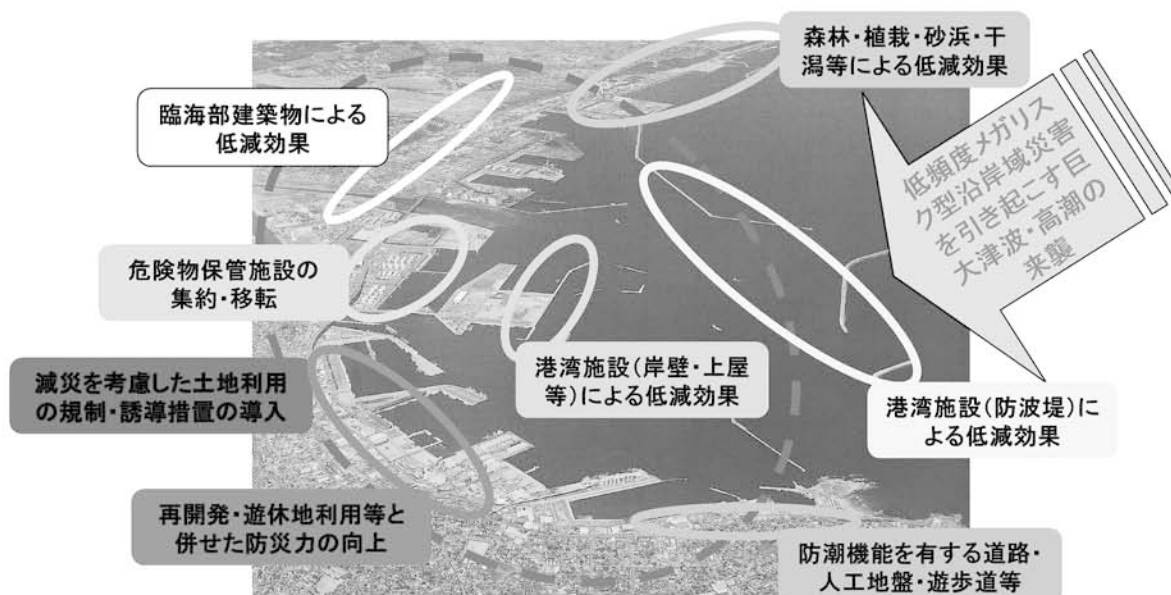


図-3 多様な効用を有する対策のイメージ

本年5月に日本学術会議が「地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築」をとりまとめ、国土交通大臣に答申した。この答申において巨大災害への対応の基本的考え方は、「予想を超える自然現象による災害への対応」、「設計値を超える外力への対応」であるとして、被害を無くすのではなく、いかに最小化するかという視点を求めている。

低頻度メガリスク型沿岸域災害に対して、従来からのハード対策に頼るのでは投資額が莫大なものとなる。仮に、低頻度メガリスク型沿岸域災害に対して各種のハード対策を施しても、巨大災害が生起しない間は減災の効果が発現されず余計な施策・無駄な投資との批判を受けるおそれがある。巨大災害時に減災効果があり、平常時にも社会的効用がある対策を提案することが求められている。

具体的な対策として岸壁、上屋・倉庫等の既存港湾施設、第一線に立地する建築物、森林・植林・植栽による津波等のエネルギーの減殺、到達時間の遅延効果によるもの、また、臨海部遊休地の利用転換や再開発時に防潮機能・避難場所としての機能を有するプロムナードや緑地を配置する、減災を考慮した土地利用の規制・誘導措置の導入等土地利用計画、配置計画によるものが想定される。図-3に対策のイメージを示す。

5. 国総研の取り組み

5.1 研究内容

こうした背景のもと国総研は、2006年度から重点的に推進する研究であるプロジェクト研究として「低頻度メガリスク型の沿岸域災害に対する多様な効用を持つ対策の評価に関する研究」に取り組んでいる。本研究では、低頻度メガリスク型沿岸域災害対策として、災害時に減災効果があり、非災害時（平常時）にも社会的効用がある対策を提案するとともに、こうした多様な効用を有する施策に関する評価手法及び地域住民等と行政との合意形成手法の構築を行う。この成果に基づいて、計画のためのガイドラインを提案することを目指している。また、高潮・高波対策施設のライフサイクルマネジメントを踏まえた施設マネジメントシステム及びその運用方策の提案を行う。さらに、高潮・高波対策施設の施設マネジメントと減災効果を有する他インフラ等と共同で利用できる沿岸域のリスクマネジメントを統合したシステムの構築方策を検討する。図-4に研究のフローを示す。

これまでに、低頻度メガリスク型沿岸域災

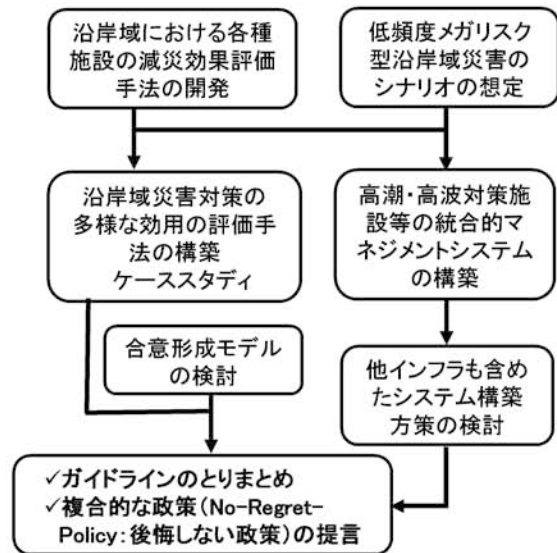


図-4 研究のフロー

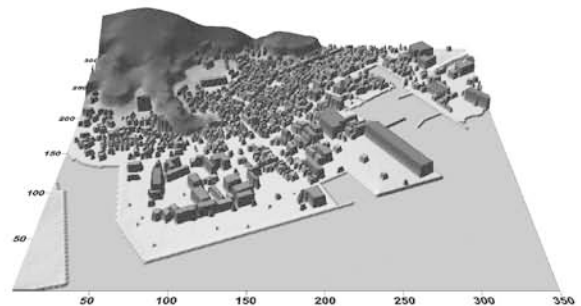


図-5 3次元性を考慮した地形モデルの作成例

害のシナリオ設定に関する検討、数値シミュレーションによる港湾施設などの減災効果の検証などを進めている。通常、津波・高潮の挙動を再現するシミュレーションモデルは、陸上の地形を地盤高だけで表現した2次元モデルを用いている。しかし、港湾施設や建築物等が有する減災効果を検証するためには図-5のような施設等の3次元性を考慮した地形モデルを用いることが必要である。3次元性を考慮したシミュレーションモデルによる減災効果に関する検討結果については、次章で詳述するが、以下に具体的にどのように活用できるかの一例を紹介する。

図-6は、陸上の建物がある地形モデルと建物のない地形モデルで流体力を比較したものである。流体力は、津波の破壊力や漂流物を押し流す力である。本研究では「流速の二乗×水深」で定義し、指標として用いている。建物が存在することにより、流体力が大幅に減少していることが分かる。今後、実験による減災効果の検証、減災効果を定量的に評価する手法の検討、このような減災対策が有する多様な効用の計測手法の検討を進める予定である。

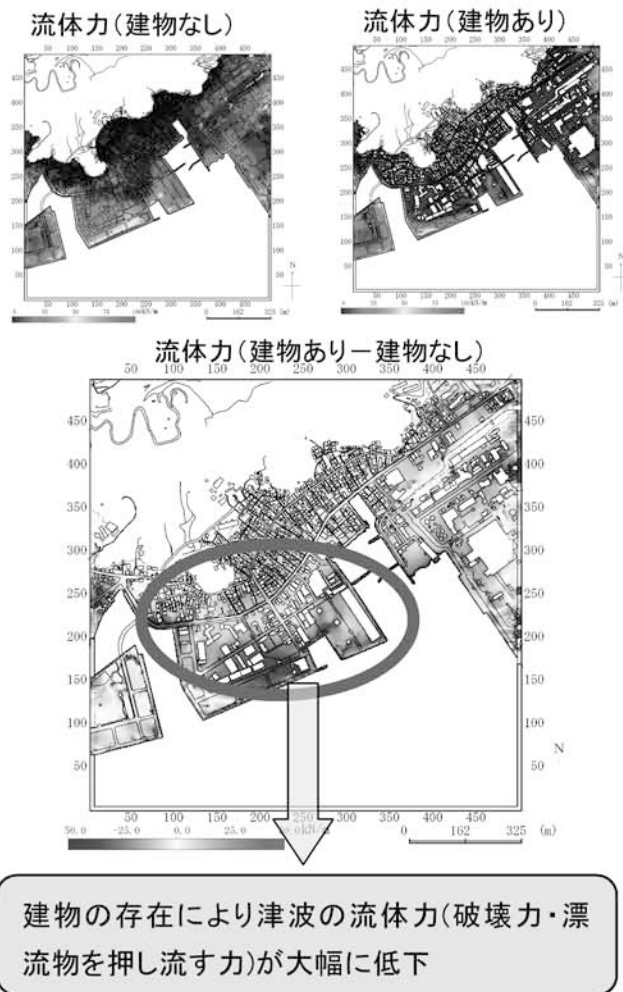


図-6 流体力の低減による減災効果

5.2 後悔しない政策 (No-Regret- Policy)

本研究で提唱しようとする施策は、将来、現行の対策の防護水準を超える外力による巨大災害が発生した際に「備えを怠っていた」と後悔しない、と同時に、施設や装置の供用期間に災害が生起しなくても「無駄な投資をした」と後悔しないことを目指すものである。低頻度メガリスク型災害対策としてのNo-Regret-Policy (後悔しない政策)の有効性を広く問うていきたいと考えている。

本研究の成果が実用化された場合、①地域の特性を踏まえた大規模津波等への対策の多様化 (地域のオプションの拡大)、②臨海部の災害に対する安全性・減災力の向上と臨海部環境、都市・居住環境改善、③防災・減災投資に関するアカウンタビリティの向上、④円滑な事業実施による防災・減災効果の早期発現、等の効果が期待される。

6. 港湾施設の減災性能に関する検討

6.1 低頻度メガリスク型沿岸域災害シナリオ想定

6.1.1 高潮災害のシナリオ想定

高潮災害のシナリオを想定するモデル港は、臨海部に都市機能が集中し、災害の発生によって大規模な被害が発生する可能性が高い東京港及びその背後地を対象とした。東京湾では、伊勢湾台風級を想定外力として高潮の防護水準を設定している。このため、本検討での想定外力は低頻度メガリスク災害の発生という観点と近年の地球温暖化に伴う台風の強大化を考慮し、伊勢湾台風級より強い勢力の室戸台風級とした。伊勢湾台風級による東京港の高潮の偏差は、東京湾の観測値による極値統計解析結果から、135年規模であることが既往調査で報告されている。本調査で対象とする室戸台風級は伊勢湾台風級よりも台風勢力が強く、再現期間は150年以上となることが考えられる。また、IPCC

(Intergovernmental Panel on Climate Change) 報告によると、

21世紀末には海面水位が最大38～59cm上昇すると予測されており、想定台風の来襲と海面水位上昇との同時発生を想定する。海面水位上昇のシナリオは、表-1に示すIPCC報告の中から、予測値が他と比較して大きく異なるB1及びA1FIシナリオを除き、A1T～A2シナリオのうち最大となる0.5m程度の海面水位上昇が起こると想定し、地球温暖化による海面水位上昇分を潮位として考慮した。

表-1 昇温予測及び海面水位上昇予測結果

シナリオ	気温変化 (1980-1999を基準とした2090-2099の差(°C)) ^a		海面水位上昇 (1980-1999と2090-2099の差(m)) モデルによる予測幅 (急速な氷の流れの力学的な変化を除く)
	最良の見積り	可能性が高い予測幅	
2000年の濃度で一定 ^b	0.6	0.3-0.9	資料なし
B1シナリオ	1.8	1.1-2.9	0.18-0.38
A1Tシナリオ	2.4	1.4-3.8	0.20-0.45
B2シナリオ	2.4	1.4-3.8	0.20-0.43
A1Bシナリオ	2.8	1.7-4.4	0.21-0.48
A2シナリオ	3.4	2.0-5.4	0.23-0.51
A1FIシナリオ	4.0	2.4-6.4	0.26-0.59

出典：IPCC第4次評価報告書第1作業部会報告書政策決定

者向け要約(SPM)※オリジナル資料を気象庁が翻訳

した。

6.1.2 津波災害のシナリオ想定

津波災害のシナリオを想定するモデル港は、津波により大規模な被害発生の可能性が高い徳島県の橘港を対象とした。現在の橘港の防護施設では、中央防災会議で検討されている「東南海・南海地震津波」によって大規模な被害が発生することが考えられるため、「東南海・南海地震津波規模」を想定津波とした。なお、地球温暖化に伴う海面水位上昇は考慮しないものとした。

6.2 数値シミュレーションモデル

現在の津波・高潮予測モデルは非線形長波理論に基づく平面2次元の計算モデルが主であり、マニングの粗度を土地の利用状況に合わせて設定し、津波や高潮のエネルギーを減衰させる方

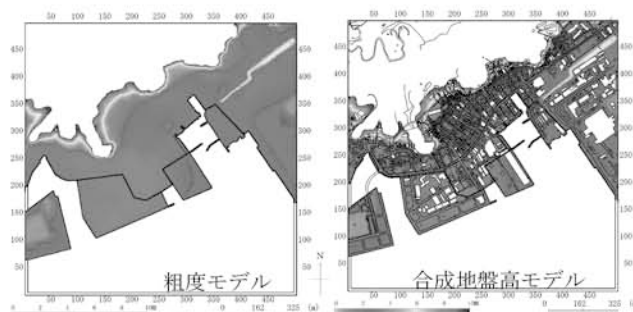


図-7 粗度モデルと合成地盤高モデルの地盤高の比較

法が一般的に用いられている。また、油屋・今村による建物の影響を考慮した合成等価粗度モデルの研究、富田らによる STOC モデル等の研究がある。これらの研究では臨海部における港湾構造物や建物の影響を 3 次元的に考慮することで、構造物周辺の水位や流速を予測することが可能なモデルが構築されている。

本研究では、1/2,500 程度の地盤高情報や住宅地図データをもとに、**図-5** に示すように構造物を地盤高として考慮した地形モデルを構築し、建物周りの水位や流速を予測することが可能な合成地盤高モデルと従来モデルである粗度モデルの予測結果を比較することによって構造物の減災性能を評価した。粗度モデルと合成地盤高モデルの地盤高の違いを**図-7** に示す。このように構造物の部分は地盤高が高くなっており、津波、高潮は到達できない。

6.3 地形モデル

東京港においては、台風に伴う風や波浪を予測する領域を、**表-2** に示すように広領域から狭領域までの 10 領域に分割し、最小格子領域 (2.5m 格子) で構造物の形状及び高さを格子単位で再現し地盤高として作成した。東京港の地盤高は、国土地理院による 5m メッシュ数値地図を用いた。シミュレーションの最小格子である 2.5m メッシュデータは、国土地理院の 5m メッシュデータをもとにスプライン補間によって作成した。橘港の計算領域は、波源域を含む広領域から最小格子領域 (2.5m 格子) までを 7 領域に分割し、最小格子領域のみ構造物の形状及び高さを格子単位で再現し地盤高とした。地盤高は 1/2,500 の都市計画図などをもとにデータ化を行った。東京湾の計算領域を**図-8** に、橘港の計算領域を**図-9** に示す。構造物の形状及び高さのモデル化は、住宅地図データから建物等の形状を表す線データを抽出し、線データで囲まれる格子について建物の種類を住宅地図によって特定し、一階建てや二階建てなどの高さを与えることによって行った。ここで得られた建物

表-2 計算領域と格子サイズ

計算領域	格子サイズ	
	東京湾臨海部	橘港
第1領域	32,400m格子	1,350m格子
第2領域	16,200m格子	450m格子
第3領域	5,400m格子	150m格子
第4領域	1,800m格子	50m格子
第5領域	600m格子	25m格子
第6領域	200m格子	12.5m格子
第7領域	100m格子	2.5m格子
第8領域	50m格子	-
第9領域	10m格子	-
第10領域	2.5m格子	-

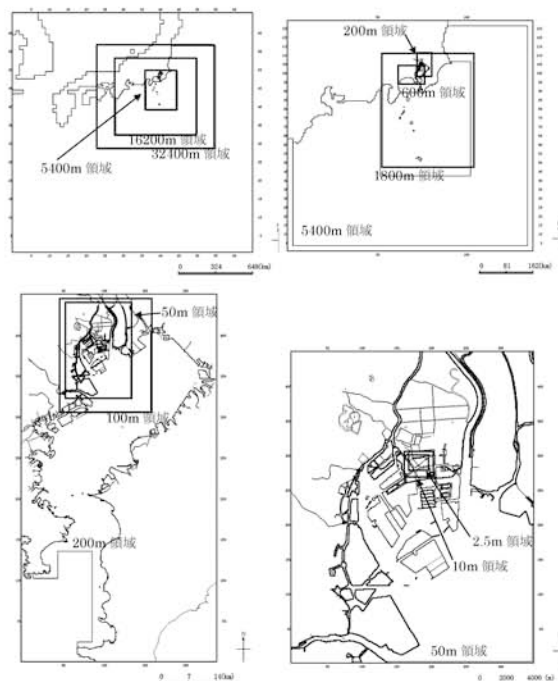


図-8 東京湾臨海部の計算領域

の高さ情報を地盤高と重ね合わせることで個々の建物の幅，奥行，高さなどの形状を地盤高として表現したものを合成地盤高とし，**図-5**に示すような地形モデルを作成した．従来の粗度モデルが「津波の遡上抵抗が粗度のみ」と定義されるのに対して，合成地盤高モデルにおいては「津波の遡上抵抗が建物の形状・高さ及び粗度」と定義することができる．

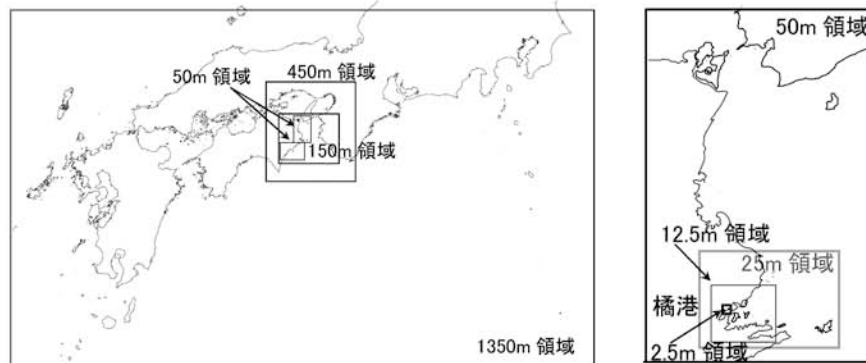


図-9 橋港の計算領域

6.4 高潮被害予測

6.4.1 計算条件

表-3 高潮予測シミュレーション計算条件

高潮予測シミュレーションの計算条件を**表-3**に示す．表には現在の東京湾の防護水準の検討条件と想定

	東京港の防護水準	想定シナリオ
想定台風規模	伊勢湾台風級	室戸台風級
台風コース	偏差が最大となるコース	偏差が最大となるコース
静水面(潮位)	H.W.L.=T.P.+0.97m	H.W.L.+0.5m=T.P.+1.47m

シナリオを併記しており，想定シナリオでは防護水準に比べ設定潮位が0.50m高くなる．これはIPCCの報告による海面水位の上昇分である．

また，台風コースは伊勢湾台風やキティ台風等のコースを平行移動させ，モデル地区の偏差が最も高くなるコース(**図-10**)を設定した．

6.4.2 検討ケース

高潮被害予測の検討ケースは，津波被害の被害予測と同様に合成地盤高モデルと粗度モデルの2ケースとし，さらに港湾施設背後の防潮堤がある場合とない場合の合計4ケースとした．この4ケースによって建物と防潮堤の複合的な減災効果や建物のみの減災効果などを評価した．

6.4.3 計算結果

シミュレーションの結果，室戸台風級の場合，伊勢湾台風級よりも芝浦付近の偏差が0.57m高くなる．最大浸水深分布及び最大流速分布を**図-11**，**図-12**に示す．それぞれ，左図はマニングの粗度モデルによ

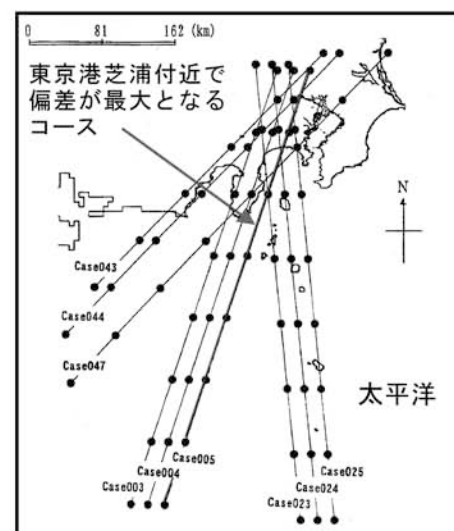


図-10 台風コース

る予測結果，右図は合成地盤高モデルによる予測結果を示したものである。

図-13には図-11及び図-12の差分図を示す。粗度モデルに比べて合成地盤高モデルでは浸水深が小さくなる結果となり，また，最大流速は低下する結果となった。また，図-14は測線No.6における粗度モデルと合成地盤高モデルの縦断方向に対する水位を示したものであり，合成地盤高モデルでは防潮ライン背後で水位が低下することがわかる。これは防潮ライン背後に位置する建物による減災機能効果であるといえる。

高潮は津波と比較すると緩やかな水位変化であり，陸上の建物などによる減災機能効果は小さいものと想定されたが，ある程度の減災機能があるものと判断される。

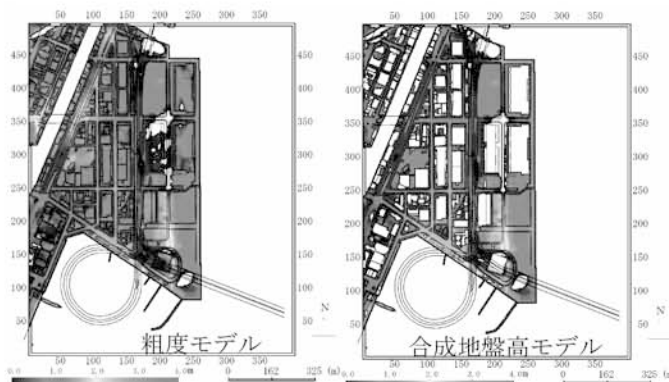


図-11 最大浸水深分布

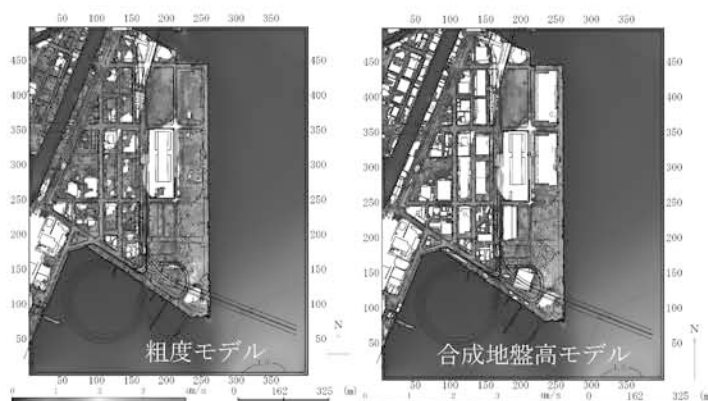


図-12 最大流速分布

6.5 津波被害予測

6.5.1 計算条件

津波予測シミュレーションの計算条件を表-4に，想定地震の震源域を図-15に，初期水位分布を図-16に示す。潮位条件は，橋港における朔望平均満潮位とした。

6.5.2 検討ケース

津波被害予測の検討ケースは，合成地盤高モデルと粗度モデルの2ケースとし，さらに港湾施設背後の防潮堤がある場合とない場合の合計4ケースとした。

6.5.3 計算結果

最大浸水深分布及び最大流速分布を図-17，図-18に示す。左図はマンニングの粗度モデルによる予測結果，右図は合成地盤高モデルによる予測結果を示したものである。図-17及び図-18の差分を図-19に示す。差分図及び図-20に示す水位断面図より，粗度モデルに比べて合成地盤高モデルでは，浸水範囲および浸水深が小さくなり，最大流速も低減する結果となった。

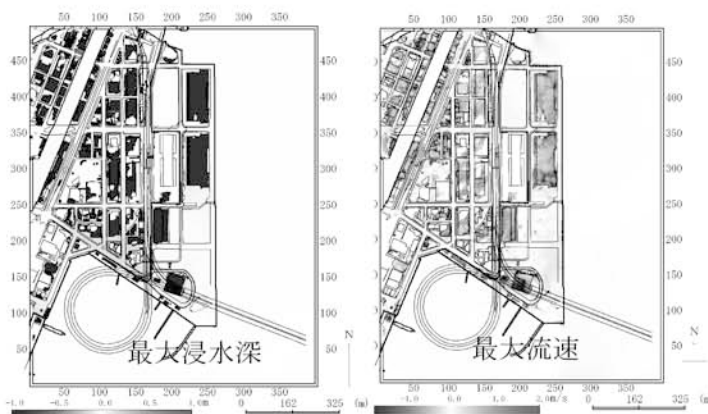


図-13 最大浸水深と最大流速の差分図

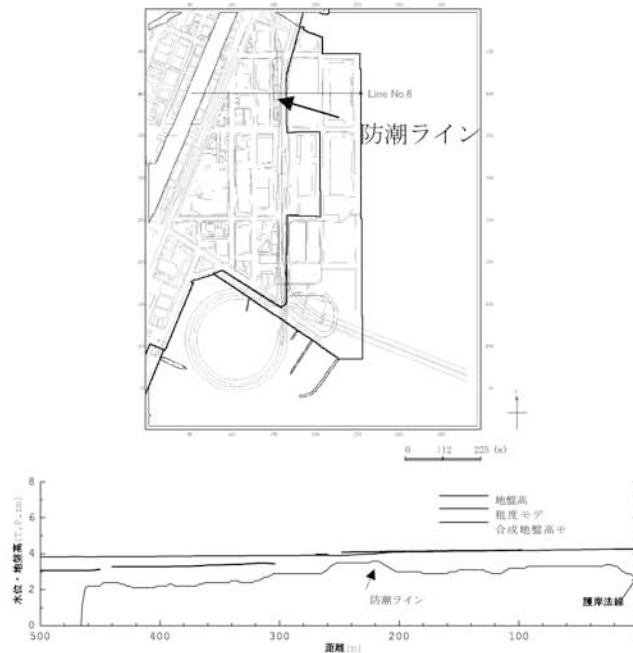


図-14 水位断面分布(高潮)

表-4 津波予測シミュレーション計算条件一覧

領域	1	2	3~4	5	6~7
範囲	外洋領域	波源領域	橋港 周辺領域	接続補助 領域	橋港
計算格子間隔	1350m	450m	150~50m	25m	12.5~2.5m
計算時間間隔	$\Delta t=0.10(s)$				
基礎方程式	非線形長波理論式				
沖側境界条件	外洋水位入射 自由透過	他領域と水位・流量を結合			
陸側境界条件	完全反射 (100m 格子以上)	浸水計算 (150m 格子以下)			
海底摩擦	考慮 ($n=0.025$)		土地利用に 合わせて設定		
潮位条件	$H.W.L. = T.P.+1.130m (=D.L.+2.074m)$				
初期条件	中央防災会議による東南海・南海地震同時発生モデルによる海底地盤変位				
計算時間	津波発生後 180 分 (3 時間)				



図-15 想定東南海・南海地震の震源域

出典: 中央防災会議 HP

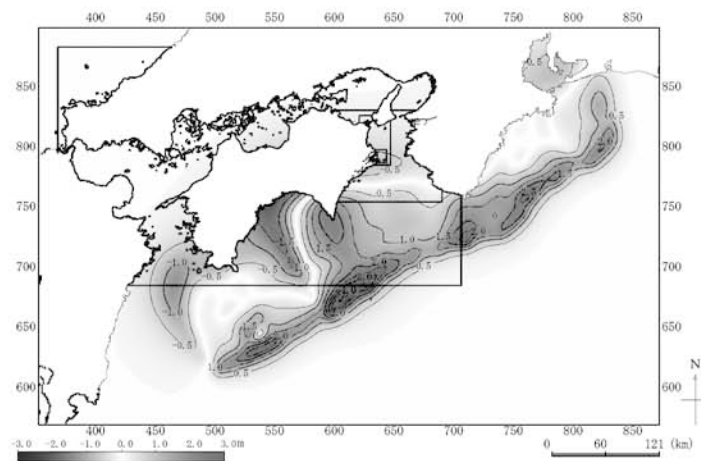


図-16 想定東南海・南海地震の初期水位分布

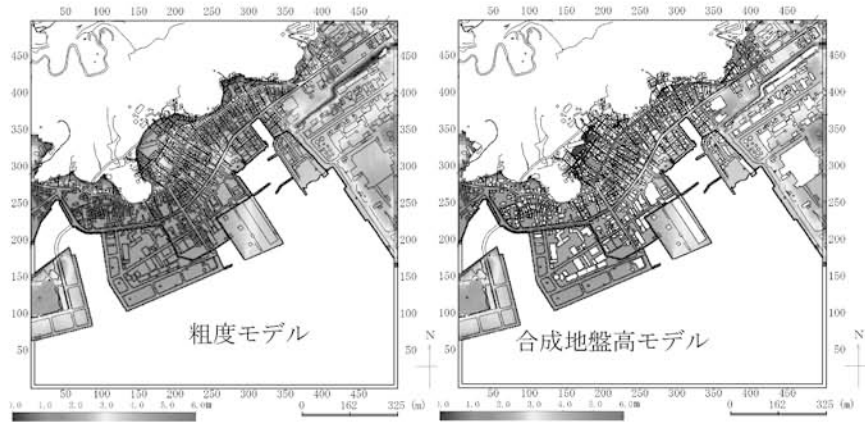


図-17 最大浸水深分布

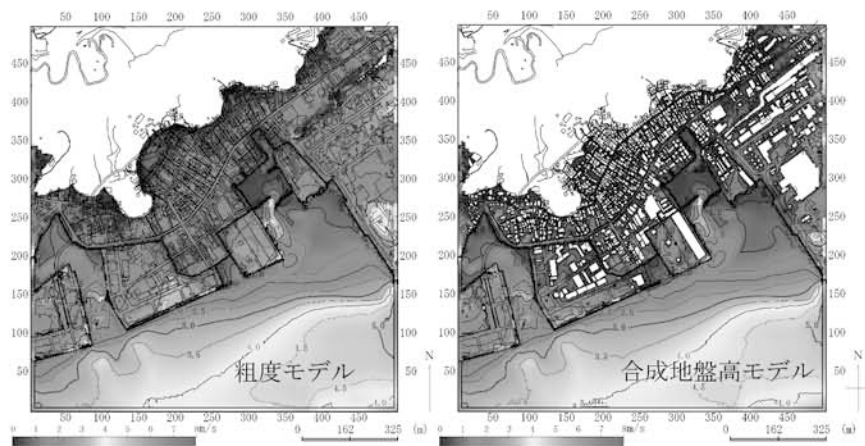


図-18 最大流速分布

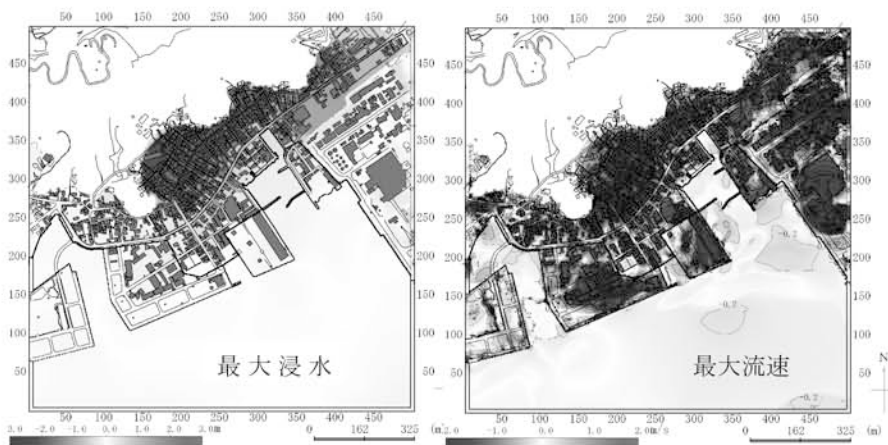


図-19 最大浸水深と最大流速の差分図

6.6 減災効果の評価

6.6.1 地盤の嵩上げと植栽の効果

地盤の嵩上げや植栽の津波減災効果を検討した。その際、緑地や公園等の植栽の減災効果をマンシングの粗度係数で評価した。防波堤や防潮堤及び建物の減災機能の評価方法は各施設の高さや幅がそのまま抵抗として作用することとした。図-21 は埠頭と背後の防潮堤との間の空間において地盤の嵩上げと建物の上に植栽を配置したケースと現況地形の場合のケースのシミュレーション結果の差を示すものである。なお、地盤の嵩上げ高は平均 50cm とし、植栽の効果は、河川氾濫解析における高水敷の粗度を参考に、マンシングの粗度係数を 0.08 とした。

この結果より、地盤の嵩上げ及び植栽を配置した港湾地区の背後で水位が低減するが、その低減量は非常に小さい。しかし、流速については、地盤高嵩上げ及び植栽配置箇所において流速が低減することが確認された。

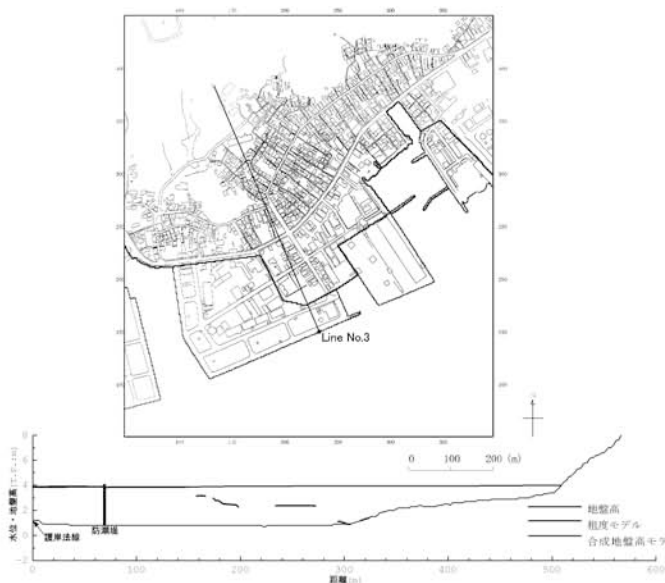


図-20 水位断面分布(津波)

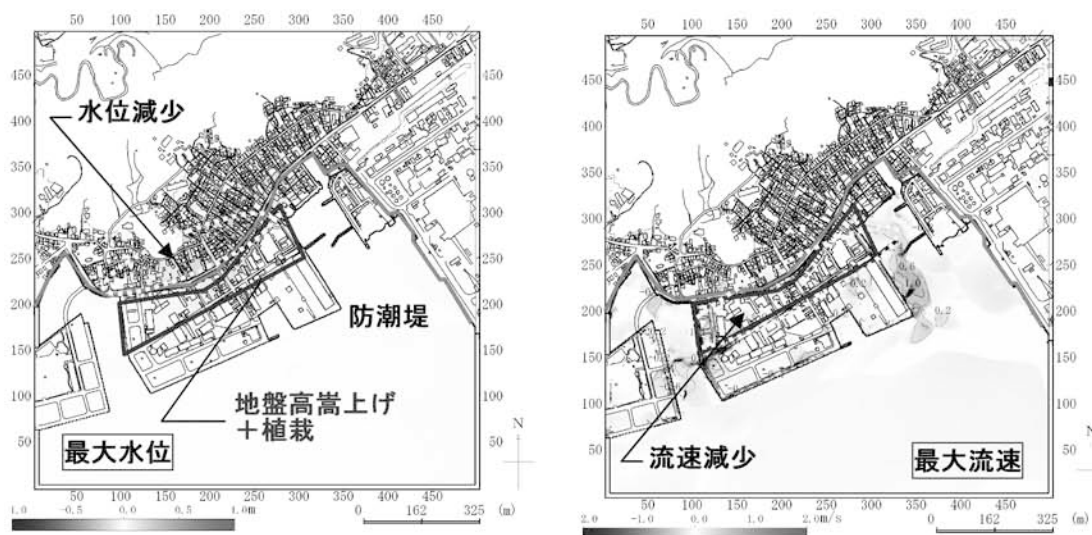


図-21 地盤嵩上げと植栽の効果(最大水位及び最大流速)

6.6.2 減災効果の評価と今後の課題

本研究では、従来から用いられているマンシングの粗度モデルによる予測結果と構造物を地盤高として考慮した合成地盤高モデルによる予測結果を比較することにより、構造物による津波・高潮のエネルギー減衰効果を確認した。しかし、建物や植栽による津波や高潮

のエネルギー減衰効果の程度については実現象との整合をとる必要があるため、水理実験等による検証を行い、モデルの改善を図る必要がある。また、本検討では計算範囲が広く建物が多くなる場合には繁雑な作業が多くなり実用的ではないことや、どの程度のエネルギー損失があるのかがシミュレーションだけでは確認できないことから建物間の縮流・拡流によるエネルギー損失は考慮しないものとしたが、実験結果とモデル地形によるシミュレーション結果を検証することによってより精度の高いシミュレーションを行うことが可能であると考えられる。このため、2007年度には、平面造波水槽に陸上の構造物を再現した模型を設置し、津波、高潮が遡上した際の挙動を計測する実験を行うこととしている。

本研究で開発した手法は、今後、メガリスク型沿岸域災害対策の効果の体系化、減災効果の評価手法の開発等に活用することが期待される。

7. おわりに

インド洋大津波、ハリケーンカトリーナという現実のものとなったメガリスク型沿岸域災害の実例と国総研が進めている研究の一端を紹介した。本研究に関連する分野は幅広く、海岸工学や土木計画学などに限定されず、経済学、災害社会学・災害心理学などの分野との連携も必要である。

国土交通省では、インド洋大津波による被害を受けて「津波対策委員会」を設置し、平成17年3月に同委員会提言を得ている。ハリケーンカトリーナに対しては平成18年1月に「ゼロメートル地帯の今後の高潮対策のあり方について」がとりまとめられた。国土交通省が目指す津波対策、高潮対策の全体像はこれらの資料を直接ご覧頂きたい。

国総研は、自然災害に対して安全・安心な国土及び地域社会の構築、安全・安心に暮らせる日常の実現を目指した研究を今後とも鋭意続けていく。引き続きご支援とご指導をお願いする次第である。

参考文献

- 1) 熊谷兼太郎(2006)：スリランカの沿岸域管理政策とインド洋津波の影響，国土技術政策総合研究所資料，No. 303.
- 2) 熊谷兼太郎・小澤敬二(2006)：スリランカにおけるインド洋津波被害の現地調査，国土技術政策総合研究所資料，No. 304.
- 3) 高山知司・高橋重男・平石哲也・河合弘泰・小田勝也・村田進・小谷野喜二(2005)：ハリケーンカトリーナによる米国メキシコ湾岸の高潮・高波災害の現地調査，CDIT 臨時増刊号，(財) 沿岸技術研究センター。
- 4) 小田勝也(2006)：インド洋大津波・ハリケーンカトリーナを踏まえた津波・高潮対策，平成18年度港湾空技術振興会講演会講演概要。
- 5) 日本学術会議(2007)：答申 地球規模の自然災害に対する安全・安心社会の構築。
- 6) 日本学術会議地球規模の災害に対して安全・安心な社会基盤の構築委員会(2007)：対外報告 地球規模の自然災害に対する安全・安心社会の構築。

- 7) IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書 政策決定者向け要約, 気象庁ホームページ
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/index.html>
- 8) 油屋貴子・今村文彦 (2002) : 合成等価粗度モデルを用いた津波氾濫シミュレーションの提案, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 276-280.
- 9) 富田孝史・柿沼太郎・島田昭男 (2004) : 3次元流動モデルによる津波防波堤の防護効果に関する数値計算, 海岸工学論文集, 第51巻, pp. 296-300.
- 10) 小田勝也 (2007) : メガリスク型沿岸域災害対策-巨大高潮・津波に備える-, ベース設計資料, No. 134, pp. 17-21.
- 11) 石川健二・小谷野喜二・小田勝也・岡本修 (2007) : 低頻度メガリスク型沿岸域災害における港湾施設の減災性能評価に関する検討, 沿岸技術研究センター論文集 No. 7 (2007), 印刷中.