

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 464

June 2008

三大湾奥部における地球温暖化による高潮浸水被害の変化予測

鈴木 武

Sensitivity of Storm Surge Inundation Damage Induced by Global Warming  
at Three Major Bays in Japan

Takeshi SUZUKI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

## 三大湾奥部における地球温暖化による高潮浸水被害の変化予測

鈴木 武\*

### 要 旨

地球温暖化による高潮被害増大への対応を検討していくため、三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)奥部を対象に高潮による浸水機構を組み込んだ浸水モデルを構築し、海面上昇量、台風強度を様々に変化させて高潮被害を計算し、それらの結果を整理することによりどの程度の温暖化によって三大湾奥部にどの程度の高潮被害が生じるかを表すグラフを作成した。

そして、作成したグラフから次のような傾向を知ることができた。

(1)各湾ともに計画条件を超えたあたりから急に被害が大きくなる。(2)被害額は、各湾の高潮防護水準と資産分布の影響を受け、大きい方から伊勢湾、大阪湾、東京湾の順である。台風強度 1.6 では、大阪湾が伊勢湾より大きい。(3)高潮防護施設が機能するという条件の下では、被害は高潮防護施設が機能しない場合よりかなり小さく、施設はかなりの防護効果を有している。(4)高潮防護施設の防護効果は、東京湾と伊勢湾で大きい。

キーワード：地球温暖化、高潮、浸水、被害グラフ、東京湾、伊勢湾、大阪湾

---

\* 沿岸海洋研究部

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5025, Fax：046-844-5074, E-mail：suzuki-t92y3@ysk.nilim.go.jp

## **Sensitivity of Storm Surge Inundation Damage Induced by Global Warming at Three Major Bays in Japan**

**Takeshi SUZUKI\***

### **Synopsis**

Three major bays (Tokyo Bay, Ise Bay and Osaka Bay) in Japan have large low-lying lands. Inundation damage there by storm surges is increased by sea level rise and typhoon strengthening due to global warming. For estimating this damage, numerical models that describe storm surges, waves and inundation were built up. Then, damage graphs that output damage index from sea level rise and typhoon strengthening were drawn based on calculations by the models. The graphs showed as stated below. (1) Damage of three major bays increase rapidly around design sea level. (2) Ise Bay has the largest amount of loss, followed by Osaka Bay and Tokyo Bay. Amount of loss of Osaka Bay is larger than that of Ise Bay at typhoon strengthening ratio 1.6. (3) Amount of loss with sea walls existing is quite small than that without sea wall. (4) Protection performance of sea walls is high in Tokyo Bay and Ise Bay.

**Key Words:** Global warming, storm surge, inundation, damage graph, Tokyo bay, Ise bay, Osaka bay

---

\* Head, Coastal and Marine Department  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan      National Institute for Land and Infrastructure Management  
Phone : +81-46-8445025      Fax : +81-46-8445074      e-mail : suzuki-t92y3@ysk.nilim.go.jp

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 高潮浸水被害計算の体系 .....	1
2.1 計算の方法 .....	1
2.2 計算の条件 .....	3
3. 高潮による浸水域 .....	6
3.1 高潮シミュレーションによる浸水域 .....	6
3.2 高潮防護施設の効果 .....	6
4. 高潮による浸水被害 .....	8
5. おわりに .....	8
謝辞 .....	9
参考文献 .....	9
付録 .....	10

## 1. はじめに

IPCC では、地球の温暖化によって 100 年後に海面が 18～59cm 上昇するとともに、台風が強大化する可能性が高いと予測した (Alley, B. R. *et al*, 2007)。地球温暖化によってもたらされる海面上昇と台風の強大化は、わが国沿岸に高潮による浸水被害の増大をもたらす。そうした温暖化による高潮の脅威の増大への備えを、はじめから終局の状況にあわせて行うとすると、当面の被害を軽減・防止する必要から巨大な投資を短期間に行わなければならないが、社会として許容することが難しい状況になる。温暖化は何十年、何百年にわたって徐々に進行し、高潮による脅威も同様の速度で進行するため、温暖化の進行に合わせて対策を徐々に進めることが、社会の資金的負担を軽減し、実行可能性を高めることに繋がる。そうした対策の手順を考えていくためには、温暖化の進行に伴って高潮被害がどのように変化するかを見積もることが必要である。

こうした沿岸域の浸水リスクを見積もる方法の一つとして、その潜在的被害規模である平均満潮位以下の土地面積、居住人口、資産集積を調べる方法がある。それらは既に推計されており、わが国の場合、平均満潮位以下に土地が 861km<sup>2</sup>、居住人口が 200 万人、資産が 54 兆円ほど存在し、海面が 1m 上昇した場合には、それらの値はそれぞれ 2,339km<sup>2</sup>、410 万人、109 兆円になると見積もられている (松井貞二郎ら, 1992)。

しかし、温暖化による高潮被害増大への対応を検討していくためには、既に得られている平均満潮位以下の土地の面積、居住人口、資産額を見積もるだけでは不十分である。その方法では浸水のメカニズムが考慮されていないため、現実にかかる被害との乖離が大きく、またどれだけの海面上昇が起こったときに高潮による被害が急増加するかを知ることができないからである。

そのため、高潮による浸水機構を組み込んだ浸水状況を表示する数値モデルを作成し、様々な海面上昇量について高潮被害を推計する必要がある。

わが国は、海に面する市町村に人口の 46%、工業出荷額の 47%、商業販売額の 77% が集中するなど、沿岸域は社会・経済活動にとって重要な地域となっている (原沢・西岡, 2003)。わが国の沿岸では三大湾の奥部に大規模な低地があり、そこに東京、大阪、名古屋の大都市圏の一部が広がり、多くの人口と資産が集積している。そのため、温暖化による高潮浸水被害を見積もる際には、三大湾奥部の被害の見積もりが全国の被害の見積もりに対してかなりの重みを持つと考えられる。

そこで、三大湾奥部の低地を対象に、温暖化の程度の違いによって浸水被害がどのように変化するかを調べるため、既往の高潮計算技術をもとに高潮を予測し、得られた高潮から陸上の浸水を予測する数値モデルを作成した。そして、そのモデルを使い、海面上昇量と台風強大化の条件を様々に変化させて浸水予測を行い、その結果を整理することにより、海面上昇量と台風強度が変化した場合に高潮による浸水面積、浸水人口および浸水被害額がどのように変化するかを把握した。

## 2. 高潮浸水被害計算の体系

### 2.1 計算の方法

高潮による広域浸水の予測においては、高潮時の潮位上昇に伴う越流と高波発生時の越波による陸域への浸水を考慮する必要がある。そのため、波浪と高潮のシミュレーションを組み合わせた浸水モデルを構築し、予測を行った。湾外および湾内全体の海域を対象とする高潮および波浪計算は、柴木・渡辺 (2002) の方法を用いた。高潮の浸水モデルで採用した越波・越流現象を考慮した浸水計算の方法は、次の通りである。

大規模な浸水被害を発生させる高潮の浸水要因は、越流に高波による越波が加わる。高潮浸水計算において、越流時には、津波浸水計算と同様、陸域浸水計算に岩崎・真野 (1979) の方法を、越流量の計算に本間公式 (1940a,

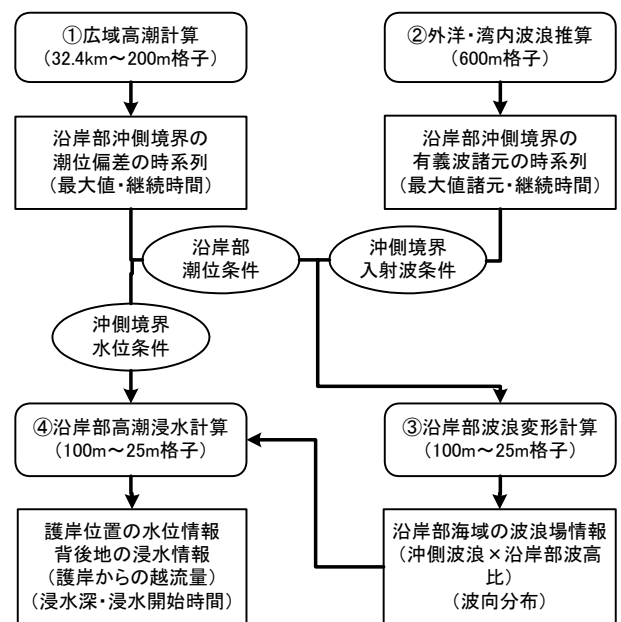


図-1 高潮浸水計算の手順

1940b) を用いた。越波については、高潮計算および波浪推算や波浪変形計算より求まる各構造物前面での潮位および波浪を入力条件として、合田 (1975) の期待越波流量算定図に基づく越波量の計算を採用した。そして、その越波量を海陸境界から陸域への流量条件として与え、越流時と同じように高潮浸水計算を行った。

台風経路を含む湾外や湾内全体の広域高潮計算および波浪推算と、湾奥周辺海域および浸水域の高潮計算および波浪計算は、図-1 に示す手順に沿う計算の組み合わせで行った。

気圧の計算は、台風内の気圧分布が Myers (1954) の台風モデル (式(1)) に従うものとして行った。台風のコースと中心気圧を与え、それらを基に各計算地点で気圧を求めた。

$$p = p_c + \Delta p \exp\left(-\frac{r_0}{r}\right) \quad (1)$$

ここで、 $p$  は台風中心からの距離  $r$  の点での気圧、 $r$  は台風中心からの距離、 $p_c$  は台風中心の気圧、 $r_0$  は台風中心からほぼ最大風速の点までの距離、 $\Delta p$  は台風中心の気圧の深さである。

海水の運動は連続の式 (式(2))、運動方程式 (式(3)) および海面せん断力式 (式(4)) に従うものとし、それらの式を計算することによって潮位偏差を求めた。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{D} \right) \\ & = fN - gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{D}{\rho} \frac{\partial P_0}{\partial x} \\ & + \frac{1}{\rho} (\tau_{sx} - \tau_{bx}) + A_h \left( \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) \end{aligned} \quad (3a)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{D} \right) \\ & = -fM - gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{D}{\rho} \frac{\partial P_0}{\partial y} \\ & + \frac{1}{\rho} (\tau_{sy} - \tau_{by}) + A_h \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) \end{aligned} \quad (3b)$$

$$\tau_{sx} = \rho_a C_D W_x \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \quad (4a)$$

$$\tau_{sy} = \rho_a C_D W_y \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \quad (4b)$$

$$\tau_{bx} = \rho_w g n^2 M \frac{\sqrt{M^2 + N^2}}{D^{7/3}} \quad (4c)$$

$$\tau_{by} = \rho_w g n^2 N \frac{\sqrt{M^2 + N^2}}{D^{7/3}} \quad (4d)$$

ここで、 $x, y$  は水平方向位置、 $\eta$  は静水深から上向きの水面偏差、 $D$  は全水深、 $M, N$  は  $x, y$  方向の流量、 $f$  はコリオリ係数、 $g$  は重力加速度、 $P_0$  は大気圧、 $\tau_{sx}, \tau_{sy}$  は  $x, y$  方向の海面せん断力、 $\tau_{bx}, \tau_{by}$  は  $x, y$  方向の海底面せん断力、 $\rho_a$  は空気の密度、 $\rho_w$  は海水の密度、 $C_D$  は海面の抵抗係数、 $n$  はマンシングの粗度係数、 $W_x, W_y$  は海上 10m の  $x, y$  方向の風速である。

求めた潮位偏差をもとに、堤防等からの越流による海水の流入量を、本間の越流公式 (1940a, 1940b) に (式(5)) より求める。越流の模式図は図-2 の通りである。

(完全越流)

$$Q = 0.35 H_1 \sqrt{2gH_1}, \quad H_2 \leq \frac{2}{3} H_1 \quad (5a)$$

(潜り堰越流)

$$Q = 0.91 H_2 \sqrt{2g(H_1 - H_2)}, \quad H_2 > \frac{2}{3} H_1 \quad (5b)$$

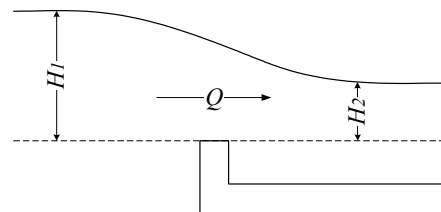


図-2 越流の模式図

越波流量は合田 (1975) の越波流量推定図により求め

る。

海水の陸上浸水は岩崎・真野（1979）の方法で計算する。これは、図-3に示すように、波先での地形を階段状に考え、陸側格子点の地盤高  $h$  より海側格子点の水位  $\eta$  が高い場合に、その差を実水深  $D$  として流量計算を行う方法である。

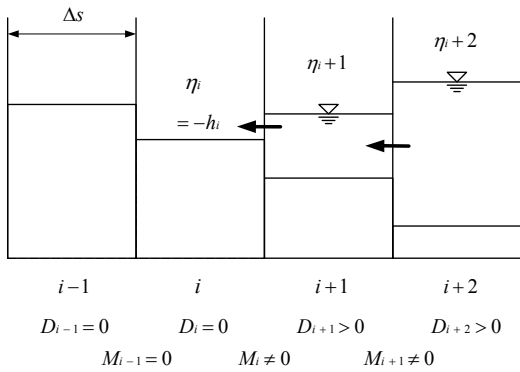


図-3 浸水境界条件の模式図

それらにより三大湾奥部の低地において高潮による浸水の状況を表現する数値モデルを作成した。

## 2.2 計算の条件

高潮浸水シミュレーションにより浸水被害の推定を行う地域は、日本沿岸の代表的な低平地が存在する三大湾の湾奥部とした。

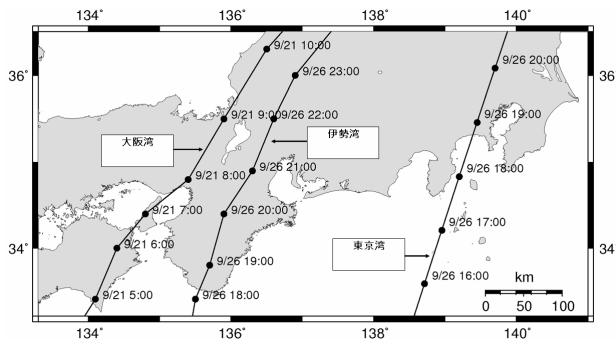


図-4 三大湾の高潮浸水計算に適用する台風経路

高潮浸水計算に使用する台風は、三大湾各々の海岸施設計画のための潮位と波浪を設定する条件となった台風（計画台風）を基本とし、上陸時の中心気圧深度を基準にして計画台風を0.1～1.6倍に変化させて与えた。三大湾の計画台風は、台風規模が伊勢湾台風（上陸時の中心気圧は935hPa，中心気圧深度は75hPa）であり、台風コースは、東京湾をキティ台風コース、伊勢湾を伊勢湾台

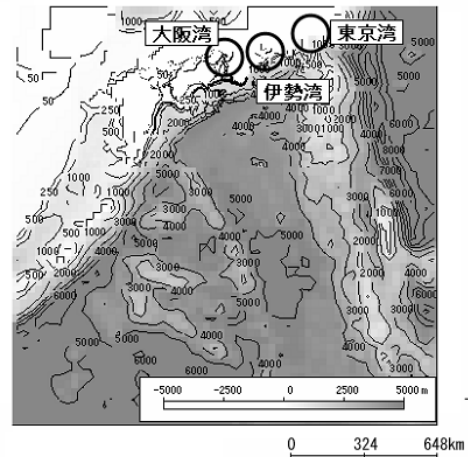


図-5 高潮および波浪計算の広域計算範囲

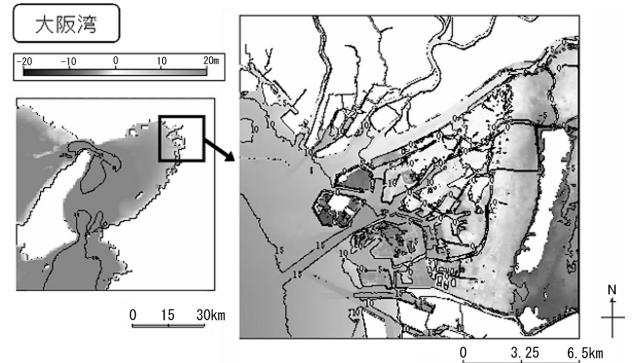
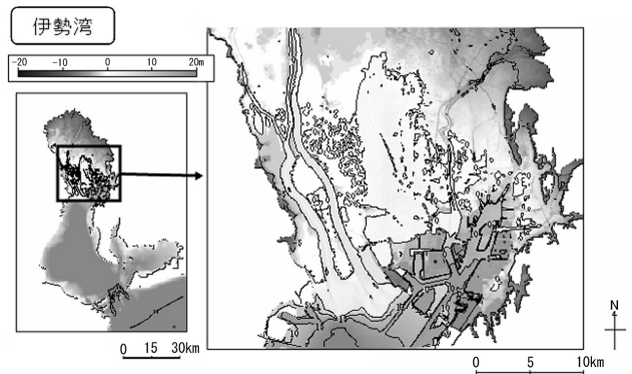
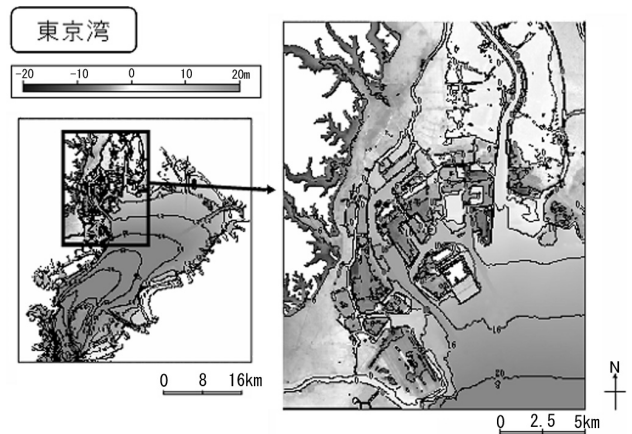


図-6 高潮浸水の計算範囲と水深・地盤高

風コース，大阪湾を室戸台風コースとした．また，潮位条件は，三大湾奥部の H.W.L.を基本とし，地球温暖化等による平均海面上昇量を 0.0m～1.0m に変化させた．**図-4** は設定した台風強度 1.0 の計画台風の三大湾接近時の台風経路と毎時の中心位置である．

高潮推算および波浪推算の計算範囲は，台風の進行にともなう高潮と波浪の発達を計算するために，台風経路を含む太平洋の広域を確保するよう **図-5** に示す範囲を設定した．この範囲は高潮および波浪計算の広域計算範囲で，図内には三大湾の位置を示してある．また，**図-6** は三大湾の計算領域である．着色部は浸水計算の対象範囲で，水深および地盤高を表示している．海岸の近傍に低地が広く存在している．ちなみに，計算対象範囲内の

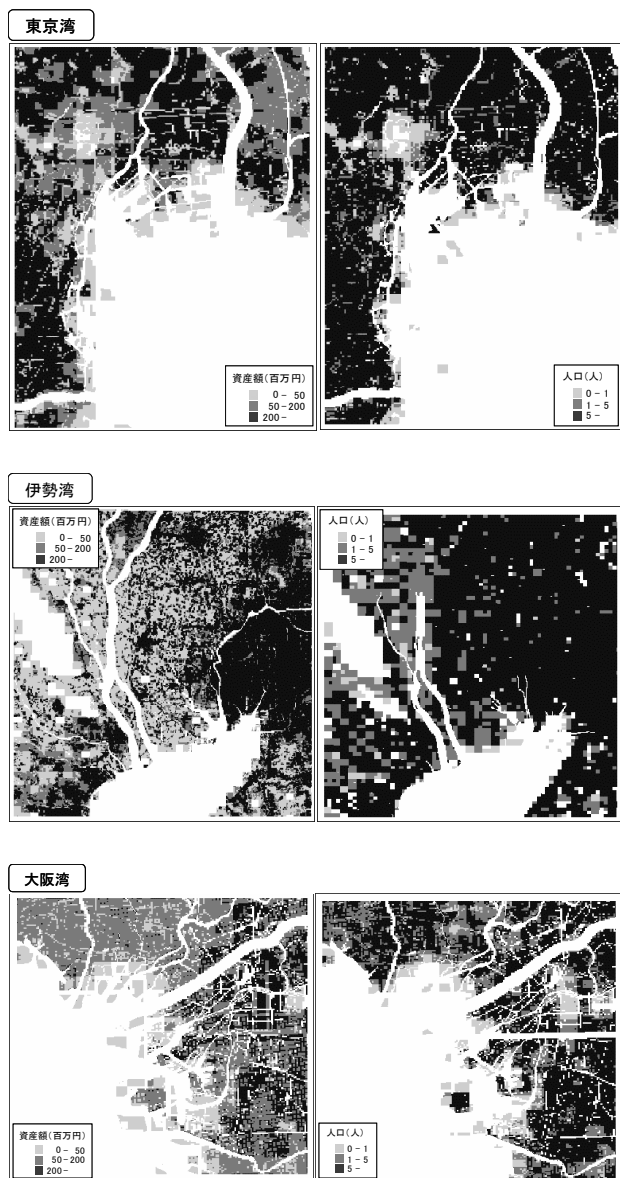


図-7 三大湾奥部における資産と人口

H.W.L.以下の面積は，東京湾が 53.5km<sup>2</sup>，伊勢湾が 337.0km<sup>2</sup>，大阪湾が 24.3km<sup>2</sup>である．

計算に用いる地形は，三大湾海域を 200m～600m 格子で近似し，湾奥の沿岸海域および浸水想定区域（陸上域）では東京湾を 50m，伊勢湾を 100m，大阪湾を 25m の格子で近似した．海域の水深は，海図・海底地形図をもとに設定し，湾奥の港湾区域は港湾計画平面図の水深情報で補正した．陸域の地盤高は，国土地理院発行の数値データ，都市計画図および航空測量データ等をもとに設定した．また，海岸堤防，護岸等の高潮防護施設は，施設台帳をもとに現計画で定められている条件を設定し，防護機能が維持される状態を想定した．

構築した高潮浸水モデルを使い，海面上昇 0m，台風強度 1.0 の条件で大阪湾のシミュレーションを行った．その結果，大阪港沖にける最大有義波高は 3.3m，最大有義波周期は 6.6s，最大有義波向は WSW であった．これに対し，同台風条件における大阪港の海岸施設の設計波は，有義波高 3.3m，有義波周期 6.6s，有義波向 WSW である．また，高潮浸水シミュレーションによる天保山検潮所付近の最大潮位偏差は 3.0m であるのに対し，海岸施設のための同地点での計画潮位偏差は 3.0m であった．モデルによるシミュレーション結果と大阪港の海岸施設の設計条件が一致したため，モデルは高潮について十分な表現力を持つと判断した．

三大湾奥部における資産と人口の格子データ（**図-7**）

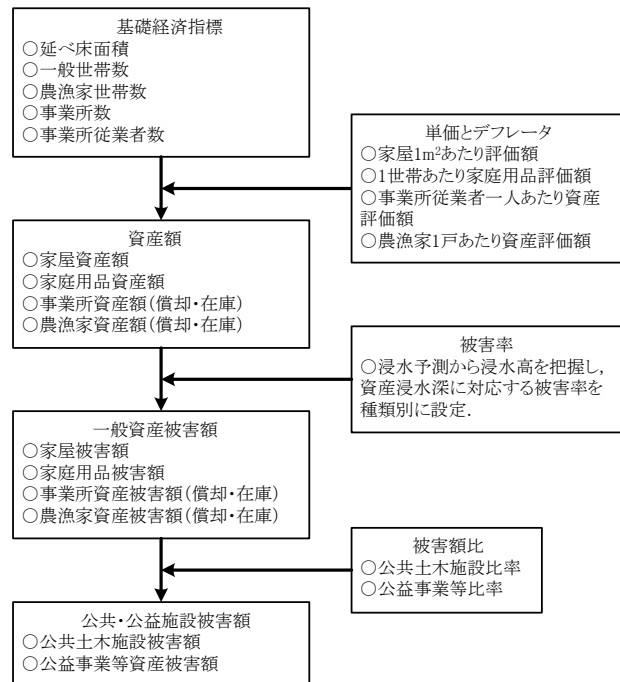


図-8 浸水被害額推計の手順



を作成し、それを浸水シミュレーションの結果と重ね合わせることで、浸水被害を推計した。被害額を推計する手順を図-8に示す。

平成7年基準100mメッシュ延べ床面積、平成12年国勢調査地域メッシュ統計(500mメッシュ)の一般世帯数、農漁家世帯数、平成13年度事業所・企業統計調査(500mメッシュ)の産業大分類別の事業所数、事業所

従業員数を複数階で作成した。そして、それらに都道府県別家屋1m<sup>2</sup>あたり評価額、1世帯あたり家庭用品評価額、産業大分類別事業所従業員1人あたり償却資産評価額および在庫資産評価額、農漁家1戸あたり償却資産評価額および在庫資産評価額を乗じて、家屋資産額、家庭用品資産額、事業所資産額、農漁家資産額を求めた。

浸水計算によって得られた最大浸水深をもとに浸水高

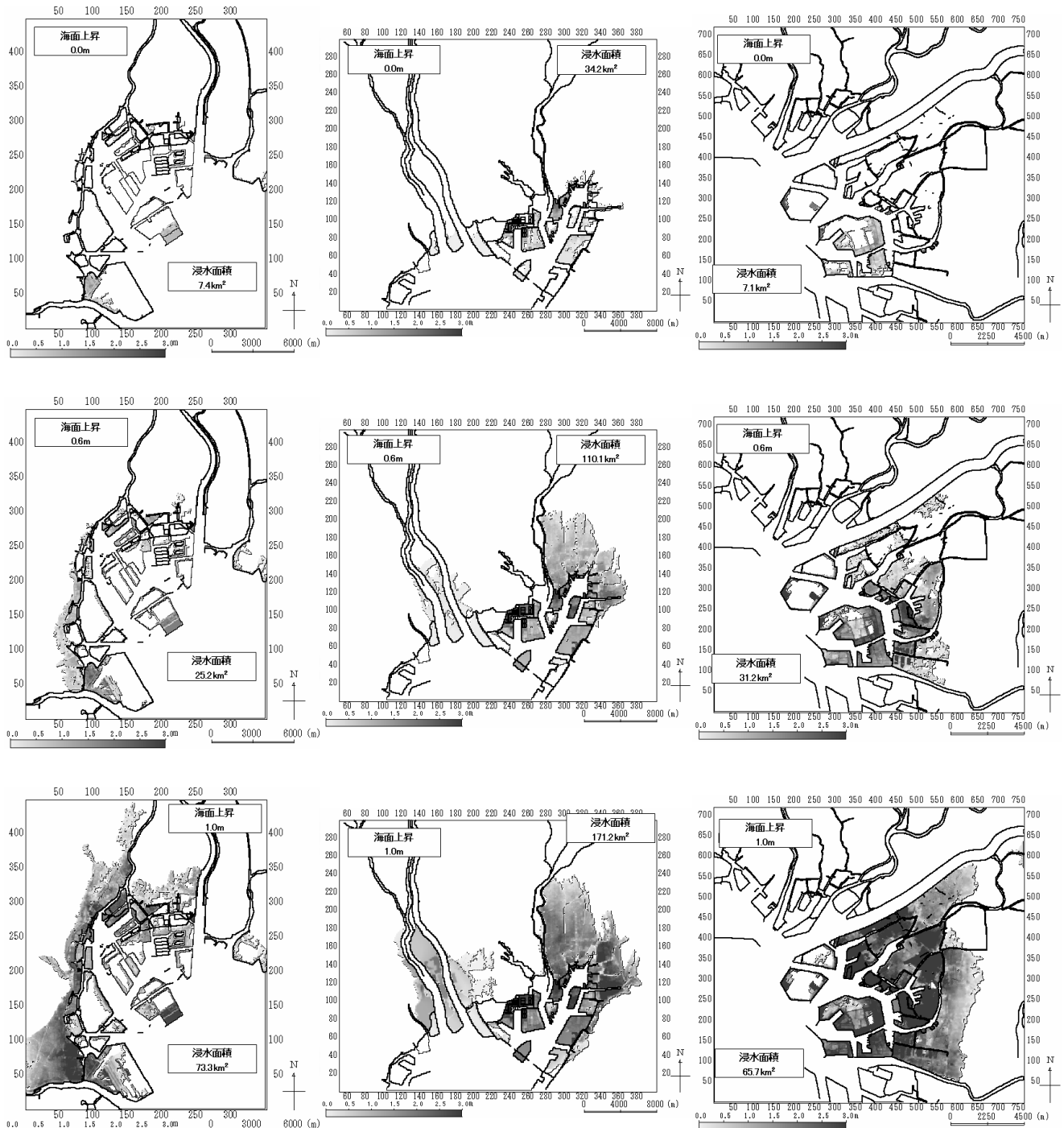


図-9 三大湾奥部の高潮による浸水深

(上：台風強度 1.0, 海面上昇 0cm, 中：台風強度 1.3, 海面上昇 60cm, 下：台風強度 1.6, 海面上昇 100cm)

別資産項目別被害率（農林水産省・国土交通省，2004）より資産分類ごとの被害率を求め、資産額に乗じて一般資産被害額を求めた。

また、一般資産被害額に公共土木施設比率、公益事業等比率（農林水産省・国土交通省，2004）を乗じ、公共土木施設被害額、公益事業等被害額を求めた。そして、それらに一般資産被害額を加え、高潮浸水による被害額とした（国土交通省河川局，2001）。さらに、平成12年国勢調査地域メッシュ統計（500mメッシュ）の居住人口より浸水区域の居住人口を求め被災人口とした。

### 3. 高潮による浸水域

#### 3.1 高潮シミュレーションによる浸水域

三大湾奥部における浸水範囲と最大浸水深の予測結果の空間分布を図-9に示す。上段の浸水図は、台風強度を計画台風とし、平均海面の上昇を考慮せずに海面高をH.W.L.としたケース（基本ケース）である。中段の図は、H.W.L.に平均海面の上昇0.6mを加えた海面高に、計画台風の1.3倍の台風を与えたケース（中間ケース）で、IPCC第4次報告書が予測する2100年の海面上昇量の最大値を与えた場合の推定結果である。そして、下段の図は、H.W.L.に平均海面の上昇1.0mを加えた海面高に、計画台風の1.6倍の台風を与えたケース（最大ケース）で、本研究の計算条件の中では最悪の計算条件である。

基本ケースでは、高潮防護施設前面の埋立地が一部冠水するものの、防護施設背後の低地への浸水はほとんど発生しない。それに対し、中間ケースでは、内陸側までの広範囲の浸水がみられる。高潮による浸水は、東京湾では西側で、伊勢湾では東側で、大阪湾では南側で多く発生する。最大ケースでは、東京湾は主に西側に、伊勢湾は主に北側に、そして大阪湾は北部を中心に東側に浸水範囲が拡大する。

このモデルを用い、台風強度を0.1～1.6倍まで、海面上昇を0.0～1.0mまで変化させた場合に予測される三大湾奥部における浸水面積の変化を図-10に示す。各湾ともに、台風強度および海面上昇量が増加するにつれて、浸水面積が増加する。東京湾は台風強度が1.3を超えるると急に浸水面積が増大する。他の湾はかなり直線的に増加する。そして、浸水面積は、伊勢湾が他の湾に比べてかなり大きいことが分かる。

このグラフを使うことで、高潮防護施設が機能するとした場合における任意の台風強度、任意の海面上昇量での浸水面積を直ちに推定することが可能となる。

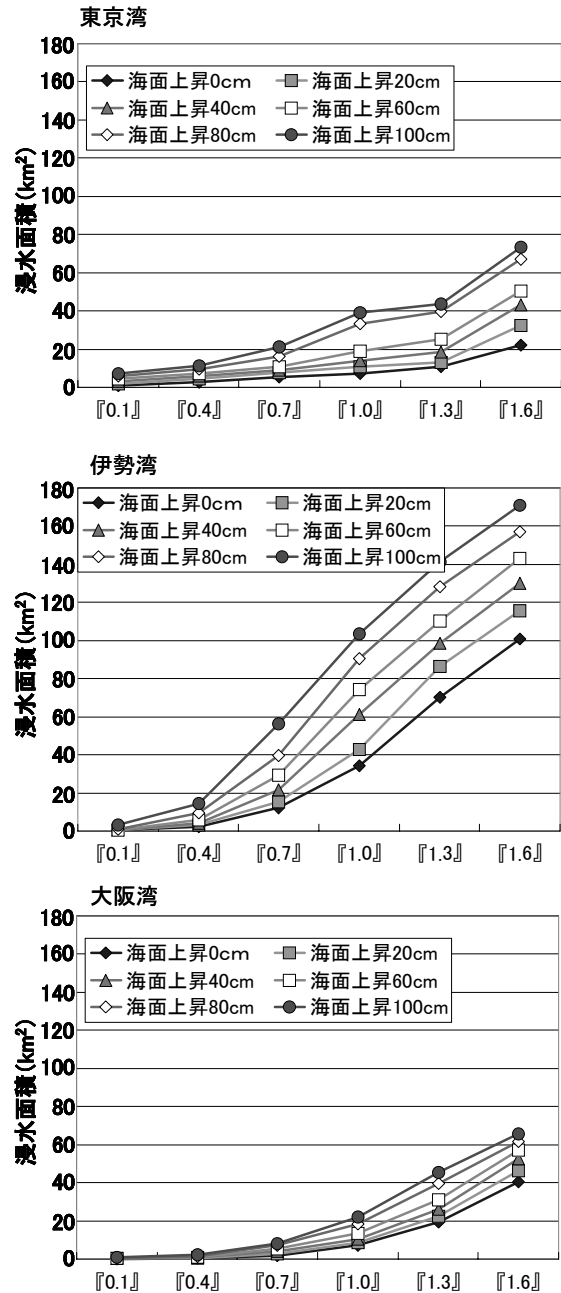


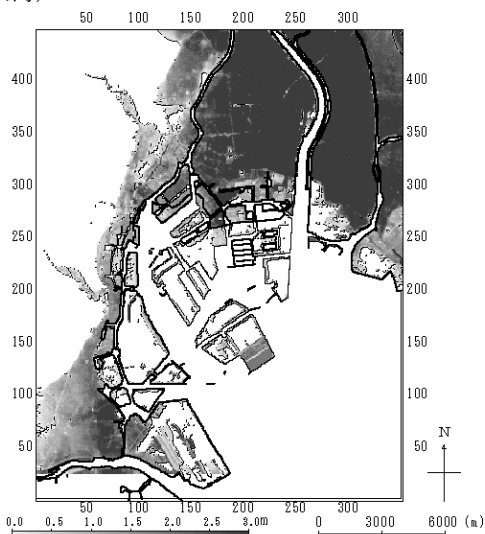
図-10 台風強度と海面上昇量の変化による浸水面積の変化

そして、この計算過程で得られたデータを使えば、観察したい点を指定することで、その点での任意の台風強度、任意の海面上昇量における高潮潮位偏差と沖波波浪の時系列値を得ることができ、高潮浸水予測の基礎データベースとしても活用することができる。

#### 3.2 高潮防護施設の効果

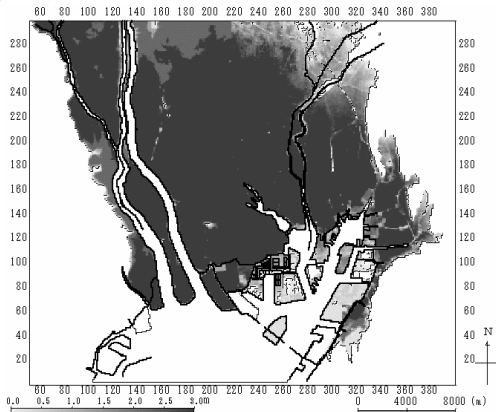
計画規模の外力条件の場合に防護施設が機能しない場

(東京湾)



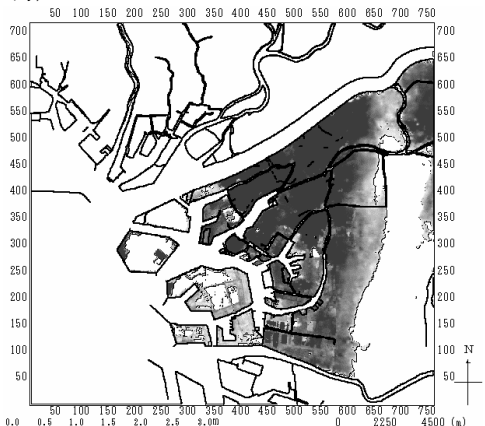
被害額 23 兆円, 被災人口 118 万人

(伊勢湾)



被害額 51 兆円, 被災人口 162 万人

(大阪湾)



被害額 35 兆円, 被災人口 58 万人

図-11 高潮防護施設が機能しない場合の高潮浸水深, 被害額および被災人口

合として, H.W.L に計画偏差を加えた潮位以下の地域が浸水する状態を想定し, その場合における三大湾奥部の浸水深を求めた (図-11). 従来の温暖化影響研究では, 海域の潮位と背後地の地盤高から高潮浸水の潜在的危険性を把握することが行われ(例えば, 松井貞二郎ら, 1992), 三大湾奥部の低地では広い範囲が冠水し, 被害額および

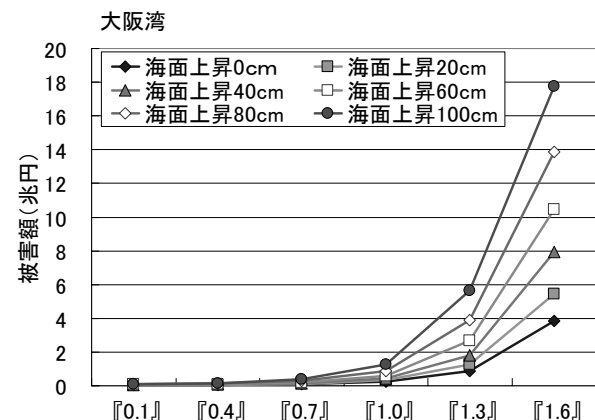
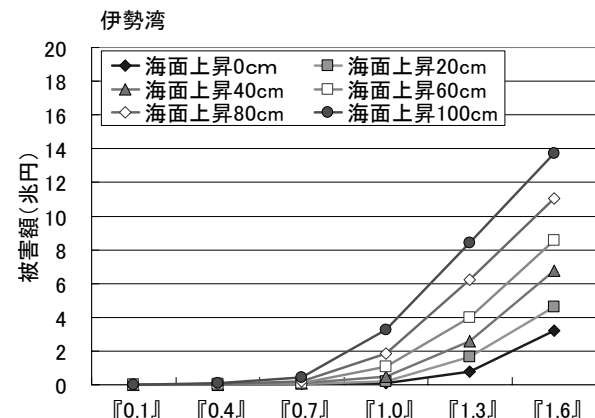
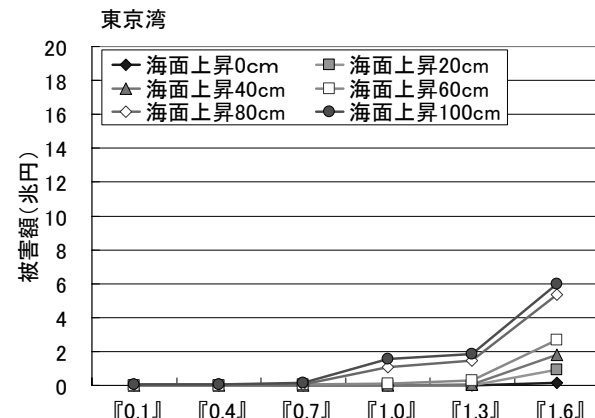


図-12 台風強度, 海面上昇量と高潮浸水被害額

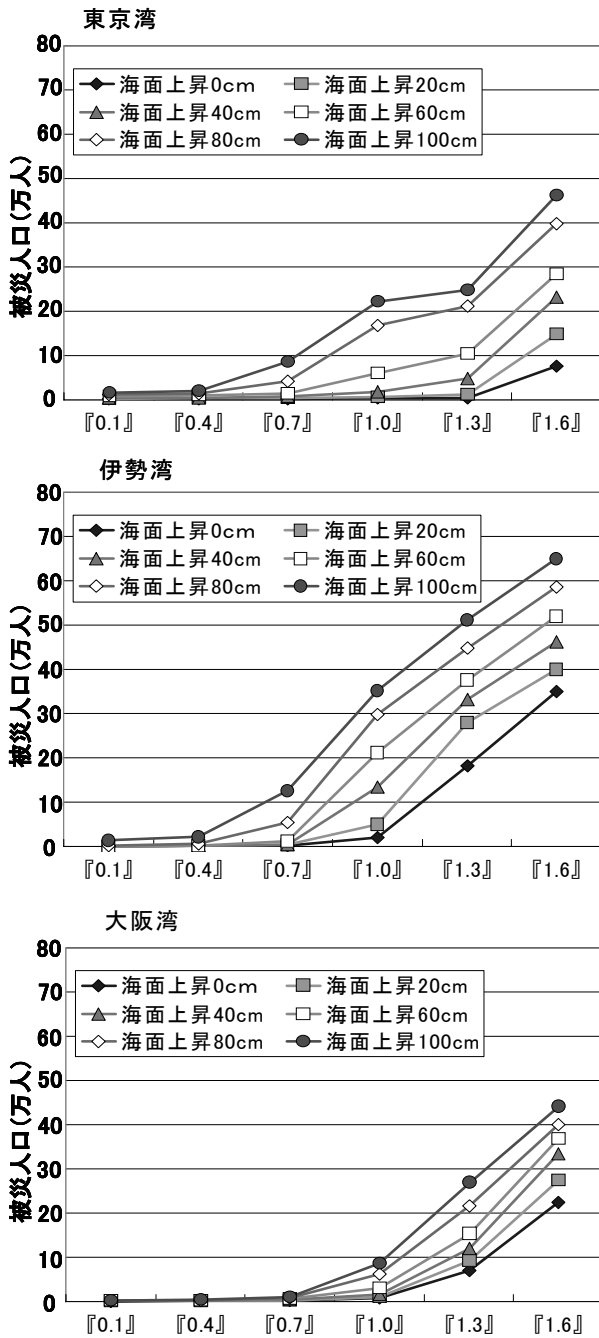


図-13 台風強度、海面上昇量と高潮浸水による被災人口

被災人口が図-11 に併記した値となるといったような形で予測が行われていた。しかし、本研究のように高潮防護施設をデータ化して高潮浸水計算を行えば、高潮防護施設の効果を考慮した状況の下で被害想定を行うことができ、これまでよりも実態に即した被害指標を得ることができるようになったといえる。また、図-11 は本研究のような高潮浸水シミュレーションから予測された結果ではないが、それを防護施設が機能しないケースとして、後述する高潮防護施設が機能する場合の被害額および被

災人口の算定結果と比較すれば、高潮防護施設の効果を評価するうえで有益な情報を得ることができる。

#### 4. 高潮による浸水被害

本研究で構築した高潮浸水モデルを用い、台風強度と海面上昇量を変化させた高潮浸水計算を多数行い、それらの結果から得られた被害額と被災人口をとりまとめ、グラフを作成した。

図-12 は三大湾奥部における被害額の推定結果を、図-13 は被災人口の推定結果をまとめたものである。各湾ともに、計画条件を超えたところから急に被害が大きくなる。被害額は、各湾の高潮防護水準および資産分布の影響を受けて傾向に差がみられ、大阪湾の被害額が東京湾より大きく、台風強度 1.6 では伊勢湾の被害額も超える。その傾向は浸水面積の傾向と異なるものである。東京湾は台風強度が 1.3 を超えると被害が急に拡大し、大阪湾は台風強度 1.0 のあたりから被害が加速的に増加する。さらに、高潮防護施設が機能しない場合の被害(図-11)と比較すると、高潮防護施設が機能するという条件の下では、最大ケース(台風強度 1.6 倍、海面上昇 1.0m)の場合でも、被害は高潮防護施設が機能しない場合よりもかなり小さく、施設の防護効果が現れているとみることができる。特に、東京湾および伊勢湾で防護効果が大きいことが分かる。

#### 5. おわりに

高潮による越流と高波による越波を考慮した高潮浸水シミュレーションにより、三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)奥部の高潮浸水被害の予測を行った。そして、それらの結果を整理し、台風強度と海面上昇量を変化させた場合に浸水面積、浸水による被災人口、浸水被害額がどれだけになるかを示すグラフを作成した。それらグラフにより台風の強大化や海面上昇の程度の違いによって浸水被害がどれだけ異なるかを把握することができた。また、高潮防護施設が機能しない場合の被害想定と比較することで、防護施設の効果を計測することが可能であることを示した。これらの結果を使うことにより、多様な想定条件下の高潮浸水被害と高潮防護施設の防護効果を簡易に推定することが可能になった。

(2008年6月2日受付)

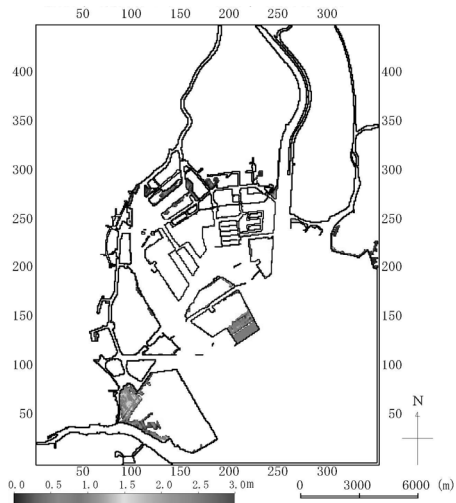
## 謝辞

本文は、環境省地球環境推進研究（S-4）（H18-H21）の一環として行われた研究の一部をまとめたものである。本研究の遂行に際し株式会社エコーの柴木秀之氏他には多大なる協力を頂いた。ここに記して深く感謝する。

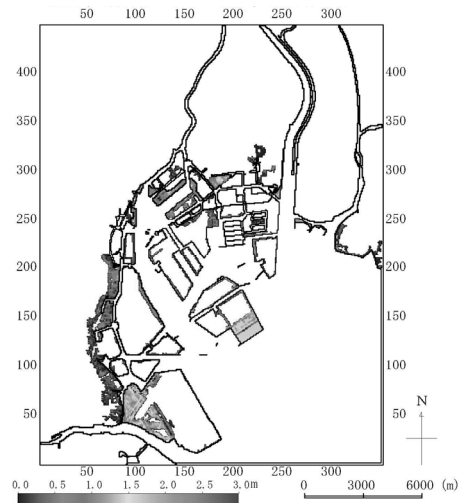
## 参考文献

- Alley, B.R. *et al* (2007): “*Summary for Policymakers: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*”, IPCC, 18p.
- Myers, V.A. (1954): “Characteristics of U.S. Hurricanes Pertinent to Levee Design for Lake Okeechobee, Florida”, *Hydro-Meteorology Report*, No. 32, Weather Bureau, U.S. Dept. Commerce, 106p.,
- 国土交通省河川局(2001):治水経済調査マニュアル(案).
- 柴木秀之・渡辺晃(2002):密度成層と Wave Setup を考慮した多層高潮推算に関する研究, 土木学会論文集, No.719/II-61, pp.47-66.
- 岩崎敏夫・真野明(1979):オイラー座標による二次元津波遡上の数値計算, 海岸工学講演会論文集, Vol.26, 土木学会, pp.70-74.
- 合田良實(1975):港湾構造物の耐波設計, 鹿島出版会, pp.118-125.
- 農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国土交通省港湾局(2004):海岸事業の費用便益分析指針(改訂版).
- 本間仁(1940a):低溢流堰堤の流量係数, 土木学会誌, Vol.26, No.6, pp.635-645.
- 本間仁(1940b):低溢流堰堤の流量係数, 土木学会誌, Vol.26, No.9, pp.849-862.
- 原沢英夫・西岡秀三(2003):地球温暖化と日本 第3次報告 -自然・人への影響予測-, 古今書院.
- 松井貞二郎・立石英機・磯部雅彦・渡辺晃・三村信男・柴崎亮介(1992):海面上昇に伴う日本の沿岸域の浸水影響予測, 海岸工学論文集, Vol.39, 土木学会, pp.1031-1035.

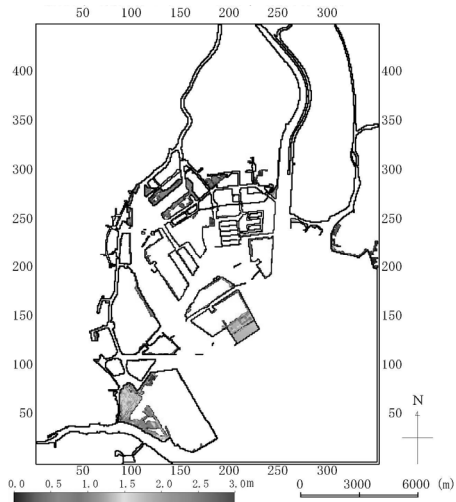
付録 A.東京湾奥部における高潮浸水の最大浸水深



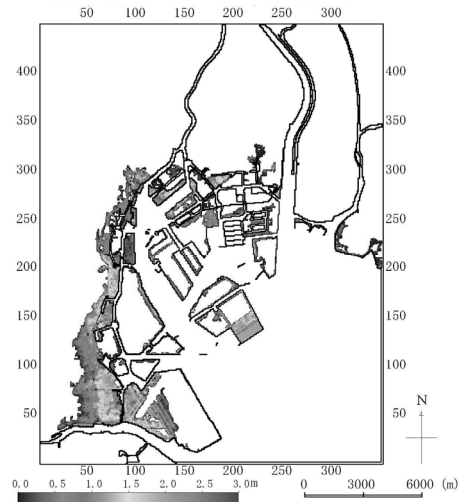
付図 A-1 台風強度 1.0 で海面上昇 0cm の場合



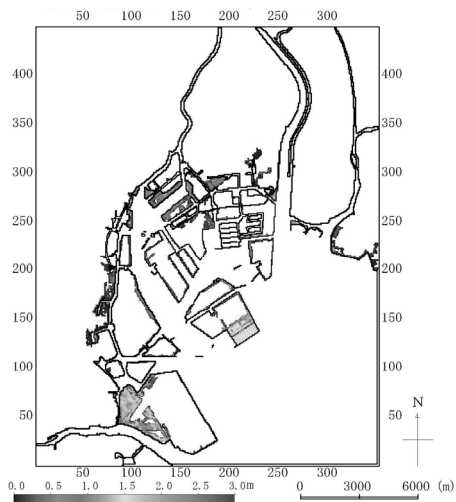
付図 A-4 台風強度 1.0 で海面上昇 60cm の場合



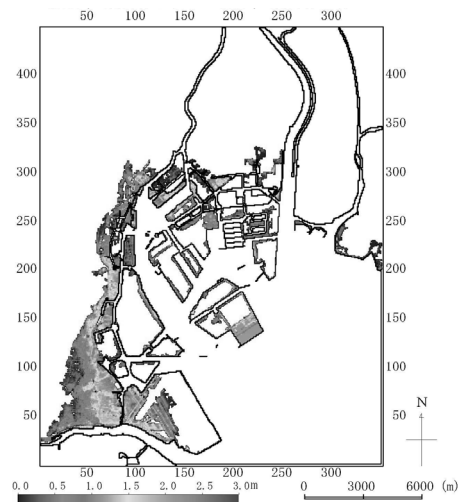
付図 A-2 台風強度 1.0 で海面上昇 20cm の場合



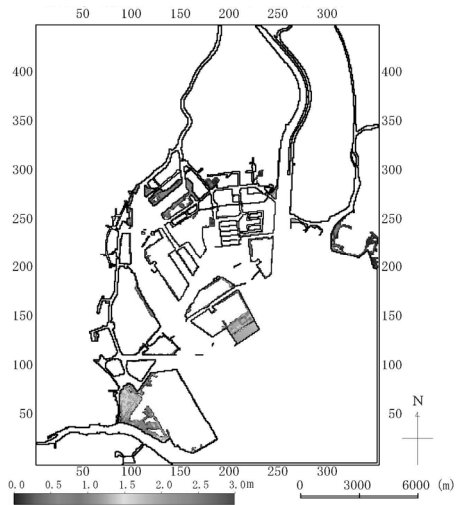
付図 A-5 台風強度 1.0 で海面上昇 80cm の場合



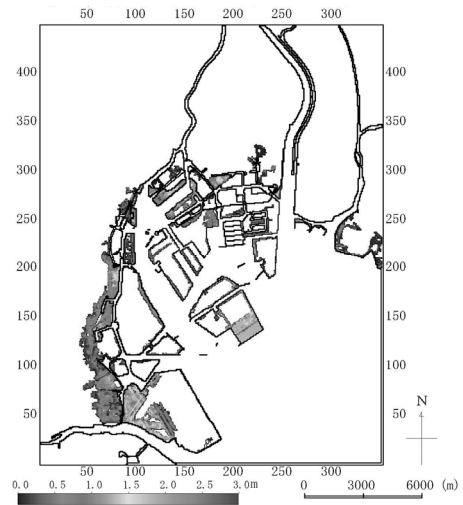
付図 A-3 台風強度 1.0 で海面上昇 40cm の場合



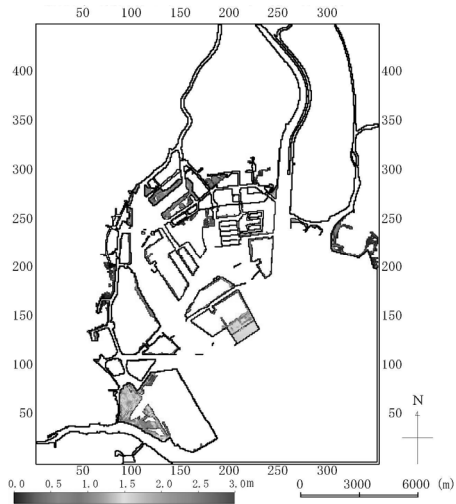
付図 A-6 台風強度 1.0 で海面上昇 100cm の場合



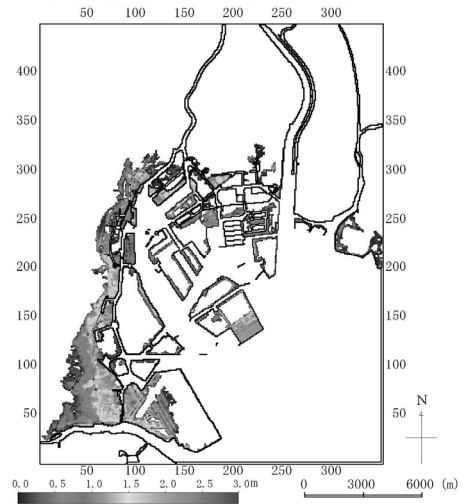
付図 A-7 台風強度 1.3 で海面上昇 0cm の場合



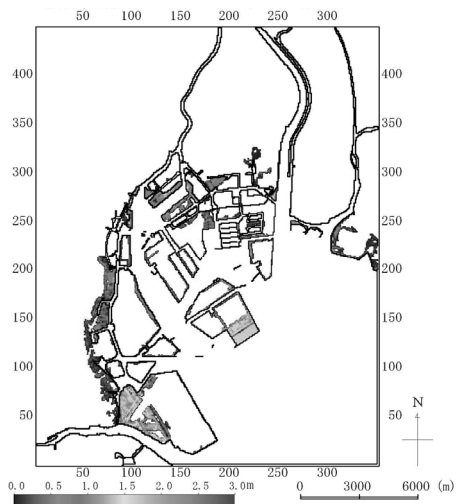
付図 A-10 台風強度 1.3 で海面上昇 60cm の場合



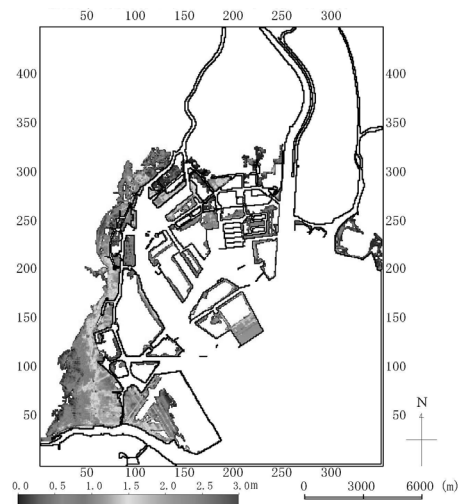
付図 A-8 台風強度 1.3 で海面上昇 20cm の場合



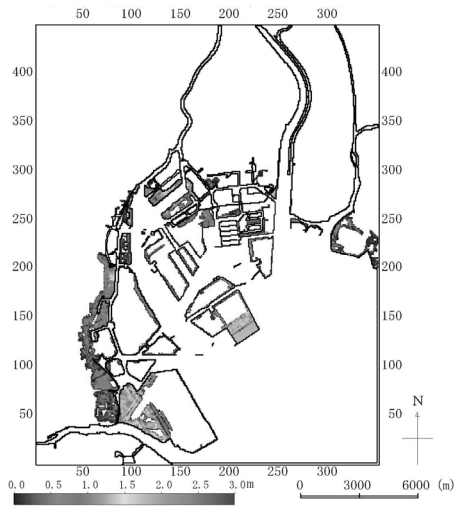
付図 A-11 台風強度 1.3 で海面上昇 80cm の場合



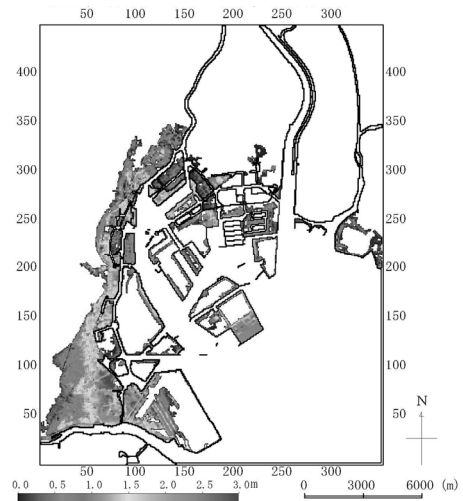
付図 A-9 台風強度 1.3 で海面上昇 40cm の場合



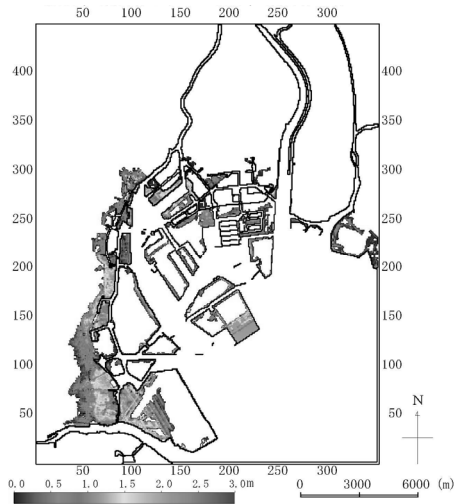
付図 A-12 台風強度 1.3 で海面上昇 100cm の場合



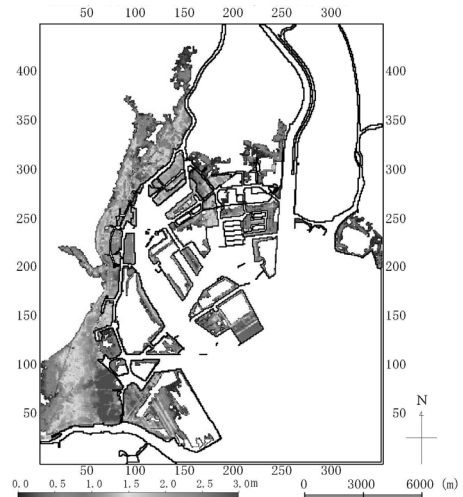
付図 A-13 台風強度 1.6 で海面上昇 0cm の場合



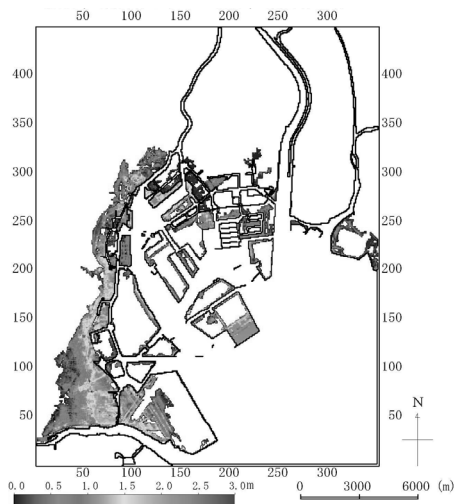
付図 A-16 台風強度 1.6 で海面上昇 60cm の場合



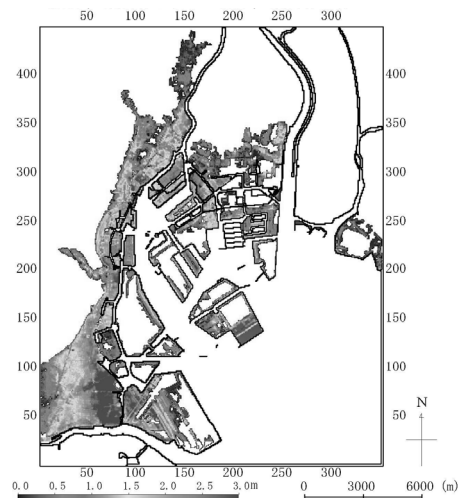
付図 A-14 台風強度 1.6 で海面上昇 20cm の場合



付図 A-17 台風強度 1.6 で海面上昇 80cm の場合



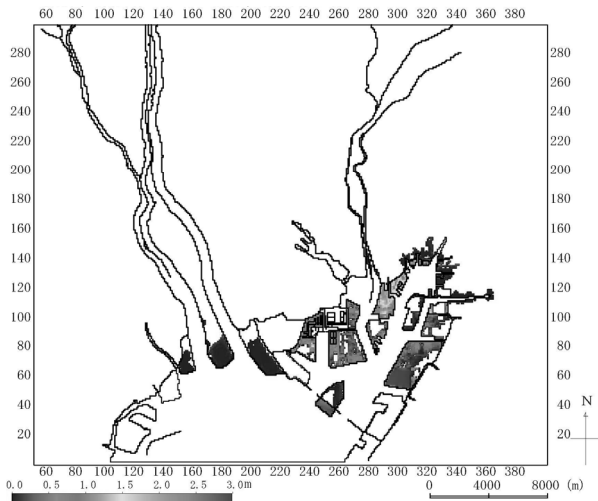
付図 A-15 台風強度 1.6 で海面上昇 40cm の場合



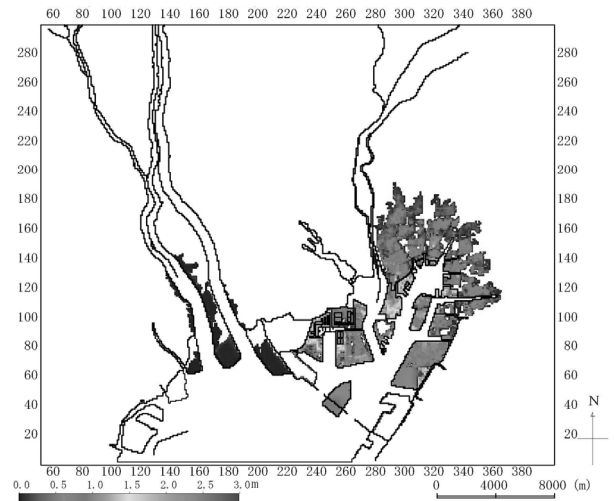
付図 A-18 台風強度 1.6 で海面上昇 100cm の場合



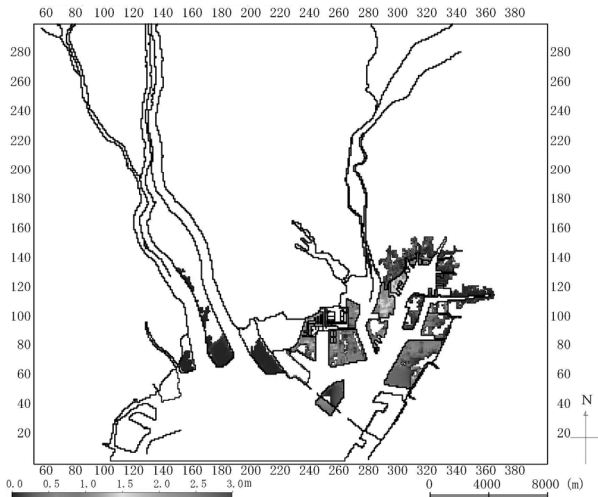
付録 B.伊勢湾奥部における高潮浸水の最大浸水深



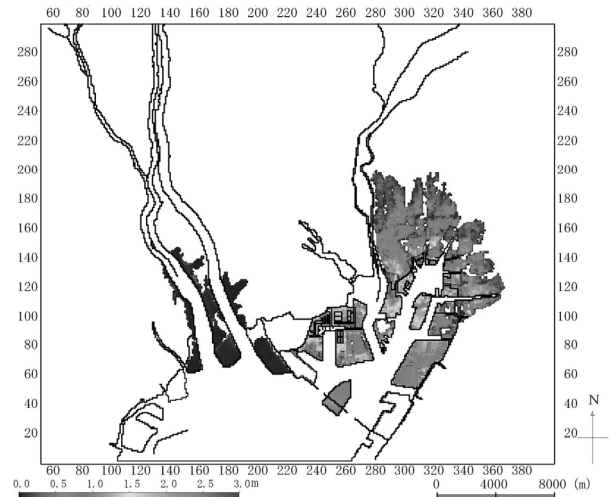
付図 B-1 台風強度 1.0 で海面上昇 0cm の場合



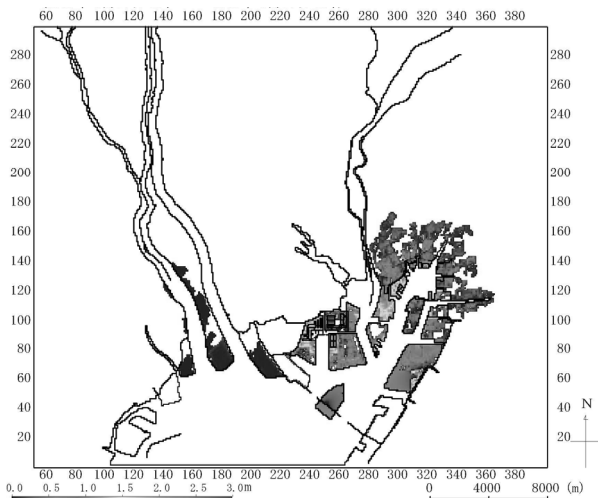
付図 B-4 台風強度 1.0 で海面上昇 60cm の場合



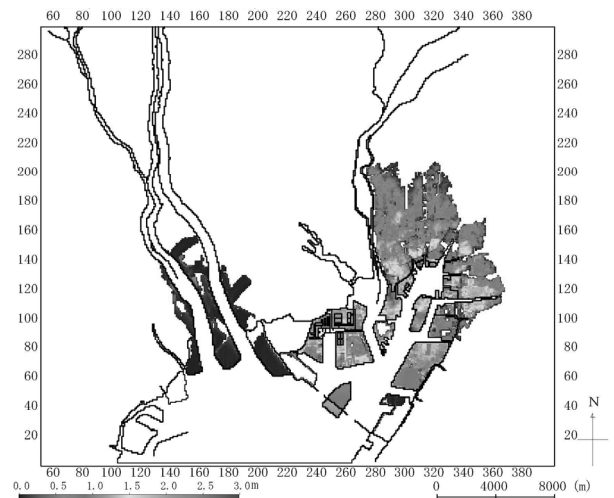
付図 B-2 台風強度 1.0 で海面上昇 20cm の場合



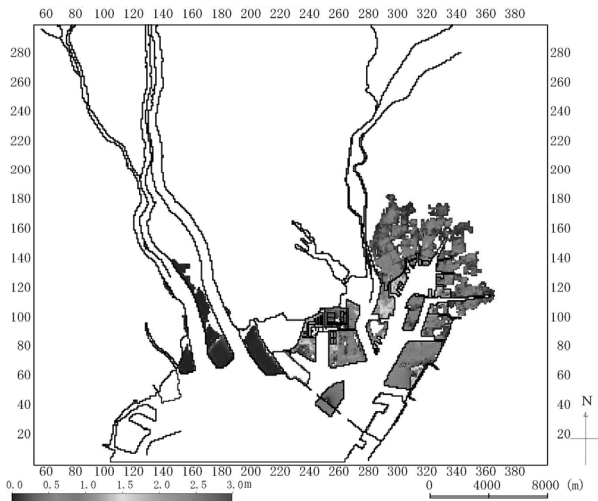
付図 B-5 台風強度 1.0 で海面上昇 80cm の場合



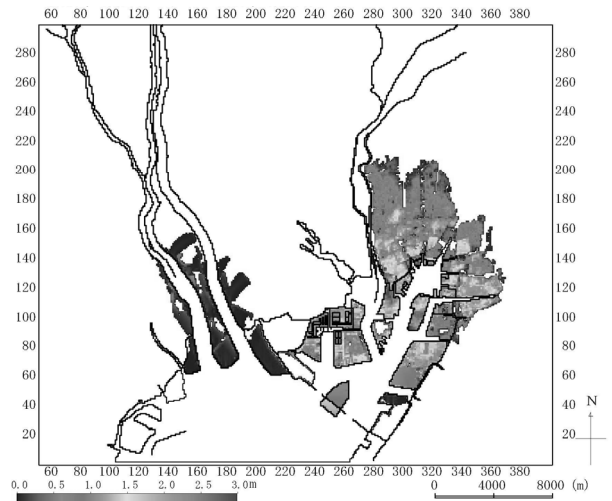
付図 B-3 台風強度 1.0 で海面上昇 40cm の場合



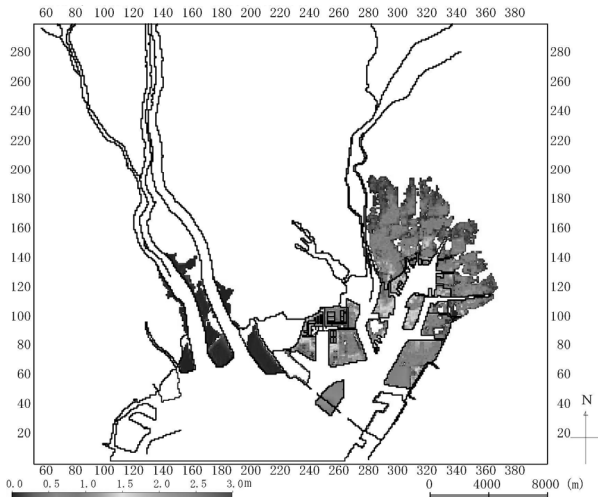
付図 B-6 台風強度 1.0 で海面上昇 100cm の場合



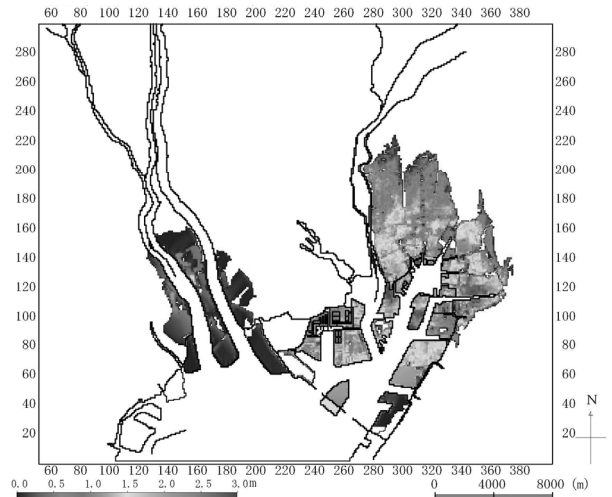
付図 B-7 台風強度 1.3 で海面上昇 0cm の場合



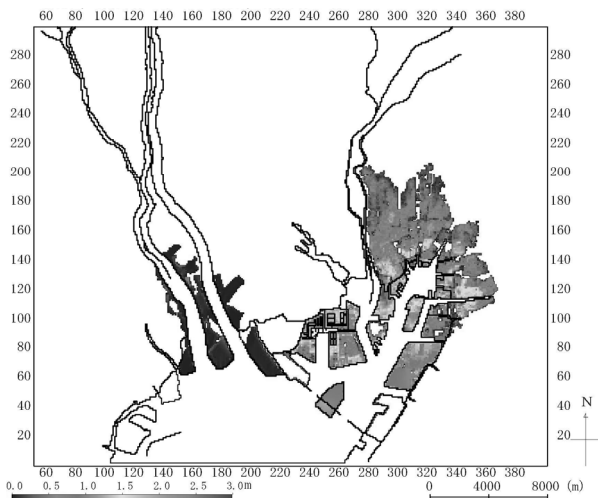
付図 B-10 台風強度 1.3 で海面上昇 60cm の場合



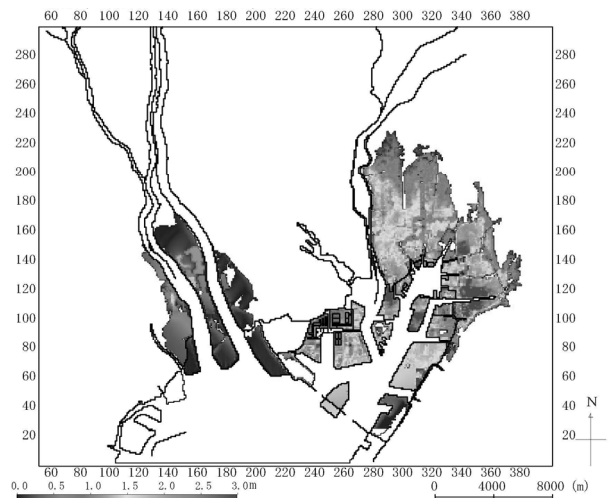
付図 B-8 台風強度 1.3 で海面上昇 20cm の場合



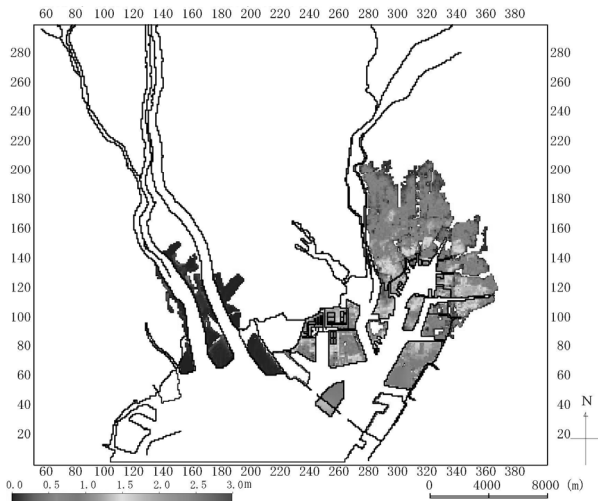
付図 B-11 台風強度 1.3 で海面上昇 80cm の場合



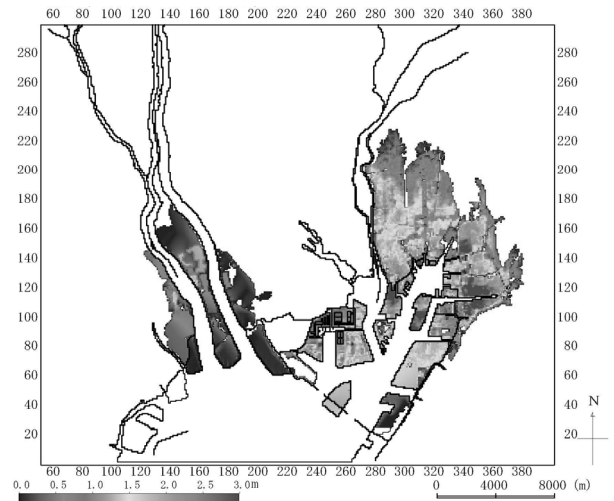
付図 B-9 台風強度 1.3 で海面上昇 40cm の場合



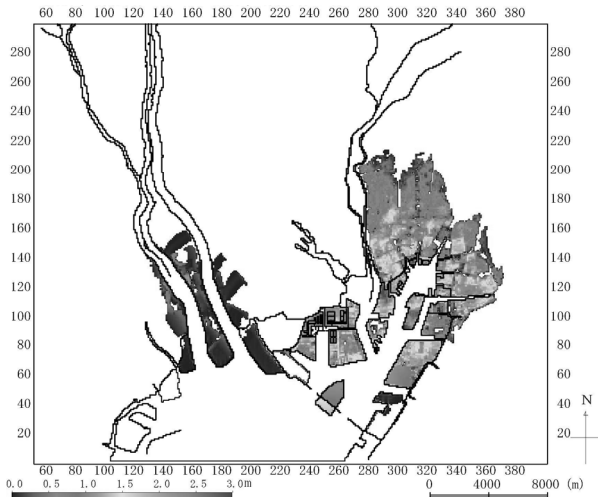
付図 B-12 台風強度 1.3 で海面上昇 100cm の場合



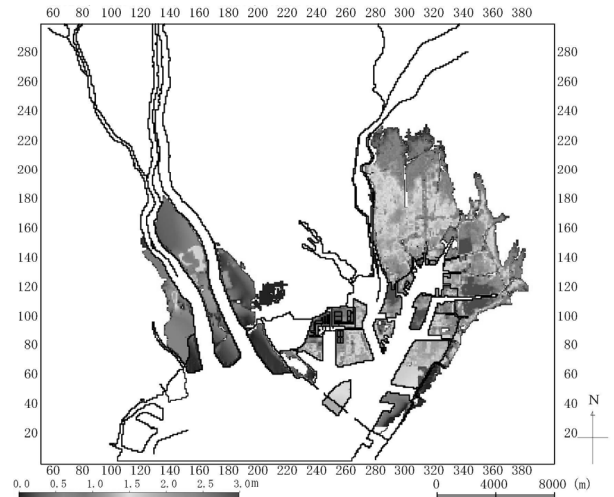
付図 B-13 台風強度 1.6 で海面上昇 0cm の場合



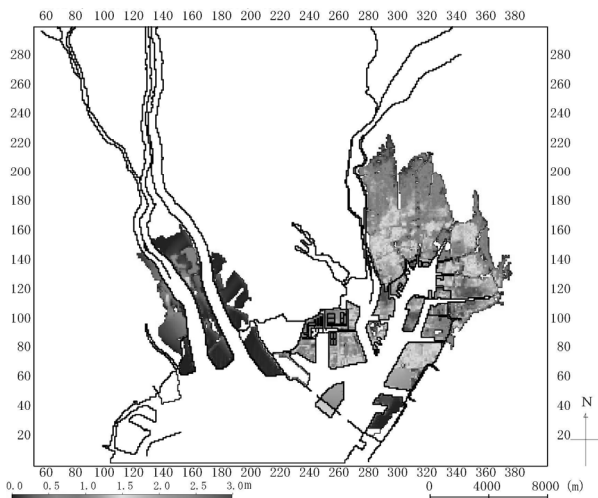
付図 B-16 台風強度 1.6 で海面上昇 60cm の場合



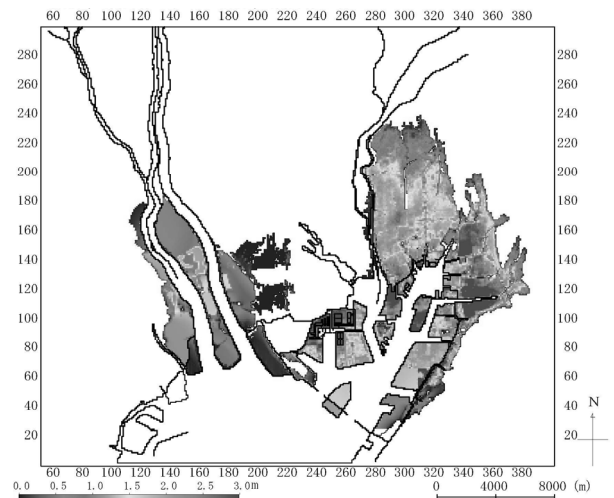
付図 B-14 台風強度 1.6 で海面上昇 20cm の場合



付図 B-17 台風強度 1.6 で海面上昇 80cm の場合

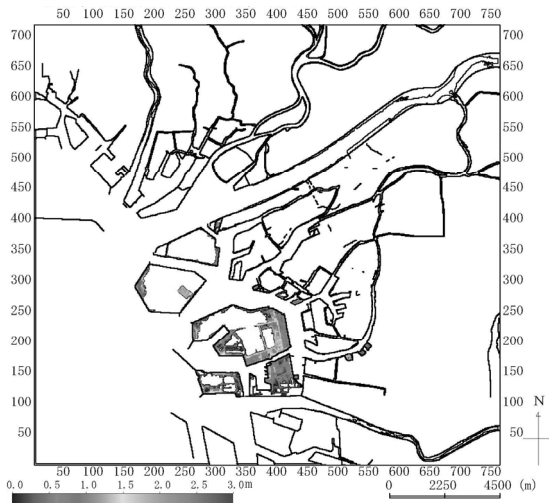


付図 B-15 台風強度 1.6 で海面上昇 40cm の場合

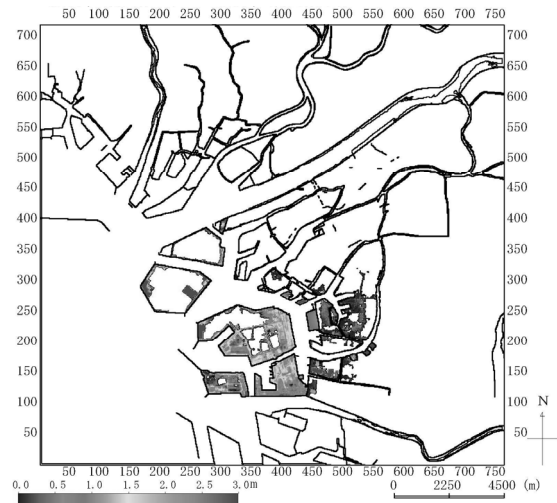


付図 B-18 台風強度 1.6 で海面上昇 100cm の場合

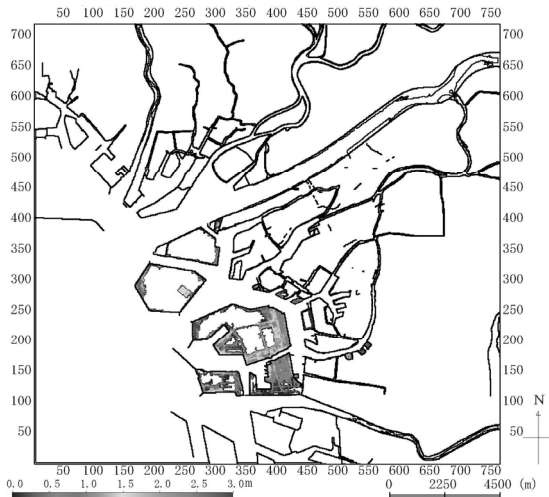
付録 C.大阪湾奥部における高潮浸水の最大浸水深



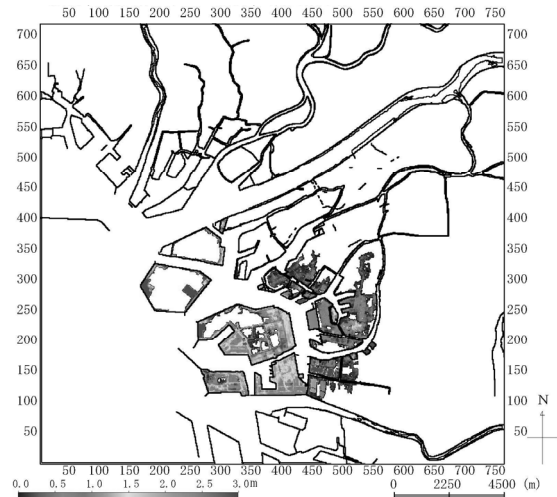
付図 C-1 台風強度 1.0 で海面上昇 0cm の場合



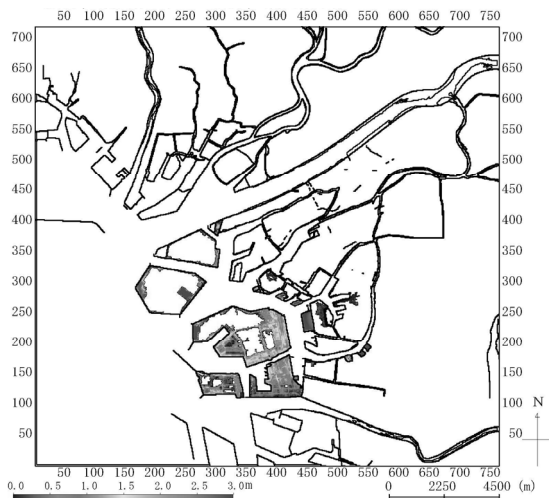
付図 C-4 台風強度 1.0 で海面上昇 60cm の場合



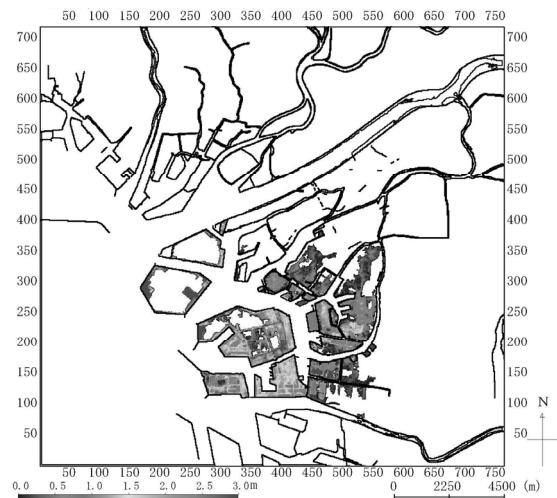
付図 C-2 台風強度 1.0 で海面上昇 20cm の場合



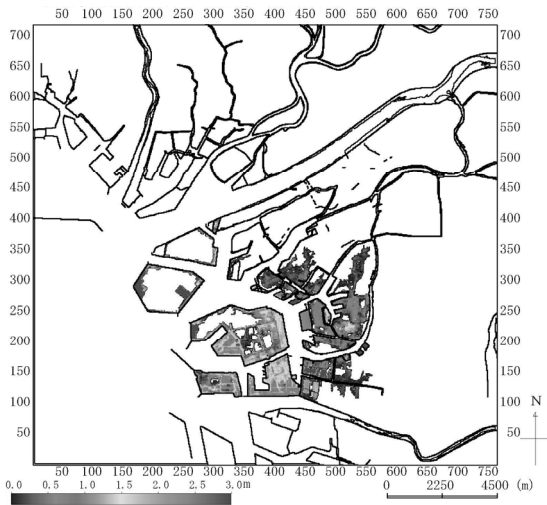
付図 C-5 台風強度 1.0 で海面上昇 80cm の場合



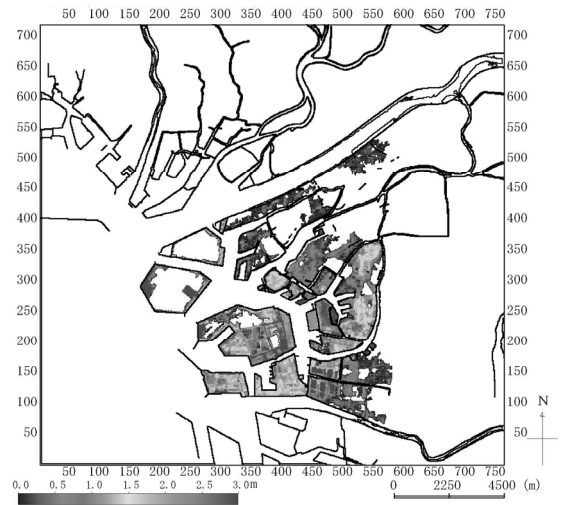
付図 C-3 台風強度 1.0 で海面上昇 40cm の場合



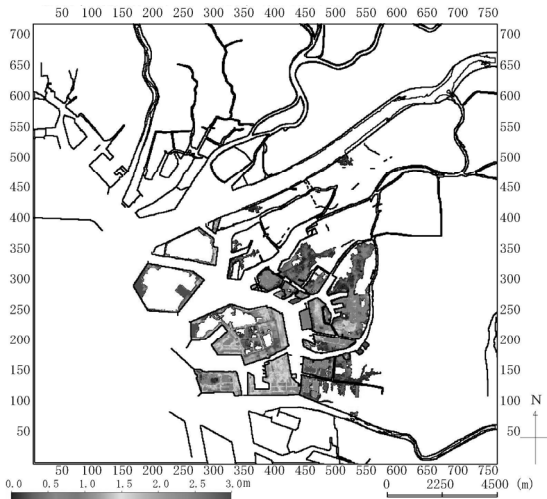
付図 C-6 台風強度 1.0 で海面上昇 100cm の場合



付図 C-7 台風強度 1.3 で海面上昇 0cm の場合



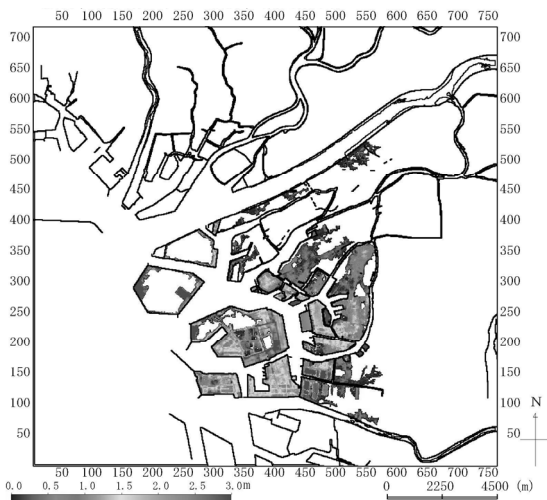
付図 C-10 台風強度 1.3 で海面上昇 60cm の場合



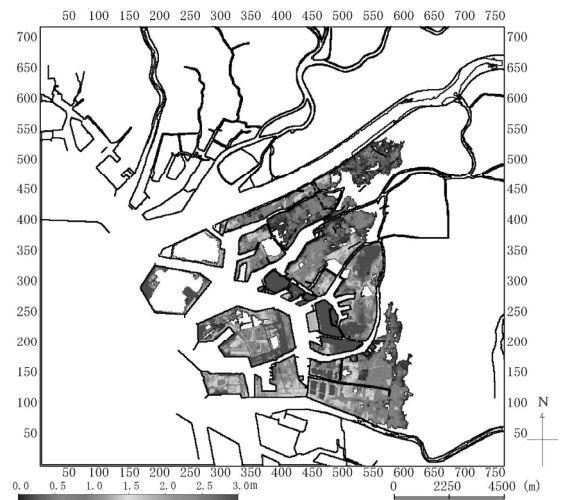
付図 C-8 台風強度 1.3 で海面上昇 20cm の場合



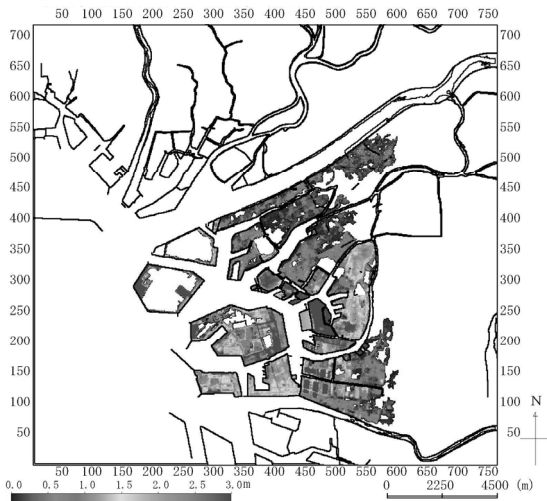
付図 C-11 台風強度 1.3 で海面上昇 80cm の場合



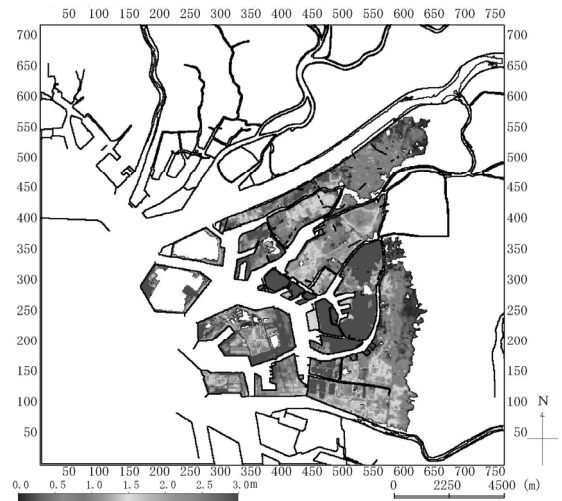
付図 C-9 台風強度 1.3 で海面上昇 40cm の場合



付図 C-12 台風強度 1.3 で海面上昇 100cm の場合



付図 C-13 台風強度 1.6 で海面上昇 0cm の場合



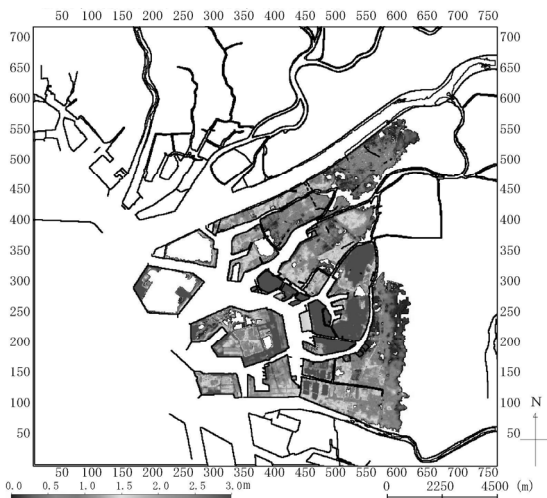
付図 C-16 台風強度 1.6 で海面上昇 60cm の場合



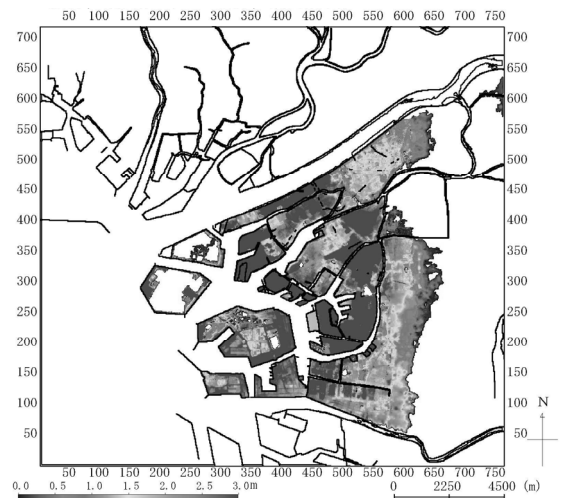
付図 C-14 台風強度 1.6 で海面上昇 20cm の場合



付図 C-17 台風強度 1.6 で海面上昇 80cm の場合



付図 C-15 台風強度 1.6 で海面上昇 40cm の場合



付図 C-18 台風強度 1.6 で海面上昇 100cm の場合

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 464

June 2008

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019