

南海トラフの巨大地震モデル検討会
(第二次報告)

津波断層モデル編

—津波断層モデルと津波高・浸水域等について—

平成24年8月29日

目 次

| | |
|--|-----------|
| はじめに..... | 1 |
| I. 過去地震の津波断層モデルの特徴等..... | 3 |
| 1. 大すべり域の面積とそのすべり量等について..... | 3 |
| 2. 津波断層モデルの平均応力降下量..... | 3 |
| II. 南海トラフの巨大地震の津波断層モデル..... | 4 |
| 1. 津波断層モデルの平均応力降下量及び大すべり域等の設定..... | 4 |
| 2. 津波断層モデルの検討ケースとその破壊開始点等..... | 7 |
| 3. 津波断層モデルの比較..... | 9 |
| III. 津波の浸水域・浸水深等の推計手法..... | 11 |
| 1. 津波断層モデルによる地殻変動..... | 11 |
| 2. 津波伝播・遡上計算..... | 12 |
| 3. 堤防等の条件..... | 12 |
| 4. 再現時間（計算時間）等..... | 13 |
| 5. 推計範囲..... | 13 |
| IV. 地形データ等の作成..... | 15 |
| 1. 地形データ等の構成、座標系等..... | 15 |
| 2. 海域等の地形データ..... | 15 |
| 3. 陸域の地形データ..... | 16 |
| 4. 堤防データ..... | 17 |
| V. 津波高等の推計結果等について..... | 19 |
| 1. 海岸の津波高について..... | 19 |
| 2. 津波の到達時間等..... | 20 |
| 3. 各検討ケースの津波高・浸水域等..... | 20 |
| 4. 留意点..... | 26 |
| VI. 時間差をもって地震が発生した場合の津波..... | 30 |
| 1. 時間差をもって発生する地震の想定..... | 30 |
| 2. 時間差をもって発生する地震の津波高..... | 31 |
| 3. 地震が時間差発生した場合の津波高と最大クラスの津波高との比較..... | 31 |
| おわりに..... | 32 |

はじめに

「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高等について（第一次報告）」（平成 24 年 3 月 31 日）の津波に関する報告では、南海トラフで想定される巨大地震による最大クラスの津波の津波断層モデルを設定し、津波高等の概ねの傾向を把握するため、50m メッシュの地形データ等を用い海岸における津波高等を推計し報告した。

本報告では、津波断層モデルの点検・修正等を行うと伴に、10m メッシュの地形データの作成・点検・修正を行い、その 10m メッシュの地形データ等を用いて津波が遡上した浸水域・浸水深等を推計し取りまとめた。この検討では、各地域における津波避難等の検討が具体的に行えるようするため、津波が伝播し遡上していく様子をより現実的な条件で推計することとした。このため、長大な津波断層モデルの破壊の仕方については、第一次報告のように同時に破壊するモデルではなく、津波断層が破壊開始点から順次破壊していく効果が反映されるモデルとした。

また、設定した津波断層モデルによる地殻変動については、防災上の観点から見て安全側の立場に立ち、陸域の沈降の効果は考慮し、陸域の隆起の効果は考慮しない条件設定とした。また、堤防が機能する条件についても、より現実的な条件とするため、津波が堤防を越えると当該堤防は破壊する（堤防なし）条件で推計することとした。

本報告の津波断層モデルは、Mw 9 クラスの巨大地震の中でも最大級のものであり、これにより推計される津波高・浸水域等は、最大クラスの津波によるものである。

本報告で検討した巨大地震による最大クラスの津波の想定は、平成 23 年 9 月 28 日に公表された、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」報告に示された考え方に基づいて作成したものである。同報告において、今後、地震・津波の想定を行うに当たっては、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」とされており、また、「想定地震、津波に基づき必要となる施設設備が現実的に困難となることが見込まれる場合であっても、ためらうことなく想定地震・津波を設定する必要がある。」とも指摘されているところである。

本報告における津波の想定は、この趣旨・指摘を踏まえ想定したもので、同報告に示されている二つのレベルの津波のうち、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大

な被害をもたらす最大クラスの津波に相当するもので、他方のレベルの発生頻度の高い津波とは区別して扱う必要がある。

本報告結果に基づき今後の防災対策を検討するに当たっては、是非とも、これらの趣旨・指摘を踏まえた上で、本推計結果の活用を願うものである。また、本推計結果についての正確な理解を期すため、次のことを特に強調しておきたい。

今回の推計結果は、決して、南海トラフ沿いにおいて次に起こる地震・津波を予測して検討したものではないということである。別の言い方をすれば、今回推計した最大クラスの津波の発生確率、そしてその発生時期を予測することは、現在の科学的知見においては極めて難しいということである。

こうした現状を十分に踏まえ、南海トラフ沿いで起きる発生頻度の高い津波への備えを万全にすると共に、最大クラスの津波に対し十分に配慮した備えへの強化が必要である。

「備えあれば憂いなし」の格言のとおり、本推計が、事前の備えの一つとして、今後の防災対策の充実、強化の契機となることを期待するものである。

なお、今回、10m メッシュでの津波の浸水域・浸水深等を推計するため、最新のレーザープロファイラー等のデータを収集・整理し、10m メッシュでの地形データや堤防データ等を作成したが、このデータは必ずしも各地域の地形や堤防の高さ等を正確に反映しているとは限らない。今後、各地域で活用するに当たっては、これらの点にも留意し、必要に応じ点検・修正し活用されたい。

I. 過去地震の津波断層モデルの特徴等

1. 大すべり域の面積とそのすべり量等について

2011年東北地方太平洋沖地震、2010年チリ地震、2004年スマトラ地震といった世界の巨大な地震の解析事例の調査に基づき、津波断層モデルにおける「大（おお）すべり域」（大きな断層すべりが生じた領域）の面積等に関する特徴を整理した。

その結果は、次のとおりである（表 1.1～1.3, 図 1.1, 図 1.2 参照）。

- ①津波断層面上には、津波断層の平均すべり量の2倍以上のすべり量の「大すべり域」があり、2011年東北地方太平洋沖地震では津波断層面の比較的浅い側に位置する。
- ②「大すべり域」のなかの更に浅いトラフ沿い（或いは海溝沿い）の領域は、津波地震を発生させる可能性のある領域で、津波断層の平均すべり量の4倍程度のすべり量の「超大すべり域」となる場合がある。
- ③「大すべり域」の面積は、全体面積の20%程度で、その数は1～2箇所である。
- ④「超大すべり域」の面積は、2011年東北地方太平洋沖地震では、全体面積の約5%である。

2. 津波断層モデルの平均応力降下量

海溝型の津波断層モデルの断層全体の平均すべり量は、津波断層モデルの断層面の全域に対する相似則（スケーリング則）による平均すべり量と概ね一致する。このことを基本として、巨大地震の津波断層モデルの検討に適用する平均応力降下量について、2011年東北地方太平洋沖地震、2010年チリ地震、2004年スマトラ地震といった世界の巨大地震と、日本周辺で発生したモーメントマグニチュード（ M_w ）8以上の地震を対象に、津波データ或いは地殻変更データを用いて解析された断層モデルの平均応力降下量を整理した（表 1.4）。

解析対象とした地震は6例と少ないが、平均応力降下量の平均値は1.2MPa、平均値に標準偏差を加えた値は2.2MPa（平均値から標準偏差を引いた値は0.7MPa）である。

II. 南海トラフの巨大地震の津波断層モデル

1. 津波断層モデルの平均応力降下量及び大すべり域等の設定

2011年東北地方太平洋沖地震、2010年チリ地震、2004年スマトラ地震といった世界の巨大な地震の解析事例の調査に基づき、津波断層モデルの平均応力降下量、大すべり域、超大すべり域等の設定は、次のとおりとする。

なお、具体的な大すべり域等の設定に当たっては、3次元的に複雑な曲面構造を持つ津波断層面を、図2.1に示すように約5kmのメッシュの小断層で近似し設定した。

(1) 津波断層モデルの平均応力降下量

巨大地震の津波断層モデルの平均応力降下量は、事例は6例と少ないが、その平均値は1.2MPa、平均値に標準偏差を加えた値は2.2MPaであった。しかし、Mw8よりも小さな地震も含めると、海溝型地震の平均応力降下量の平均値が3.0MPaであることと、中央防災会議ではこれまでの海溝型地震の津波の検討において、平均応力降下量は3.0MPaを用いてきた。

これらのことを踏まえ、南海トラフの巨大地震の津波断層モデルで用いる平均応力降下量は、3.0MPaとする。この値を津波の主部断層（以下、単に「主部断層」という。津波断層面の中で、強震断層域と同じく、プレート境界面の深さ10kmより深い領域。）に適用し、主部断層の平均すべり量を算出する。

主部断層の平均すべり量と平均応力降下量との関係は、地震の規模に関する相似則（スケーリング則）と地震モーメントの定義式を用い、次式で表される。

$$D_m = \alpha \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu$$

ここで、 D_m : 主部断層の平均すべり量

$\Delta\sigma_m$: 主部断層全体の平均の応力降下量

S_m : 主部断層全体の面積

α : 係数（ここで、 $\alpha = 16 / (7 \cdot \pi^{2/3})$ を用いる）

μ : 剛性率

$$\mu = \rho \cdot V_s^2$$

μ は密度で 2.8 g/cm^3 、 v_s は S 波速度で 3.82 km/s とする

(2) 大すべり域、超大すべり域

①津波断層面の中で、特に大きくすべる領域「大すべり域」は、津波の主部断層の深さ方向の概ね半分より浅い側（深さ概ね20kmよりも浅い側）に設定する。

- ②大すべり域の中のトラフ沿いの津波断層の領域は、津波地震を発生させる可能性がある領域であり、「大すべり域」よりもさらに大きくすべる可能性がある「超大すべり域」として設定する。

(3) 大すべり域、超大すべり域の面積とその数

- ①過去地震の解析事例に基づき、超大すべり域を含む大すべり域の面積は、大すべり域の箇所数によらず断層全体の 20%程度とし、深さ概ね 20km からトラフ軸までの領域に概ね矩形型で設定する。
- ②過去地震の解析事例では、多くの場合、超大すべり域を含む大すべり域は 1～2 箇所である。

(4) 津波断層モデルにおける各小断層のすべり量

- ①地震の規模に関する相似則（スケーリング則）をもとに、設定された平均応力降下量を用いて、トラフ沿いの津波断層を除く主部断層の面積から、主部断層の地震モーメントと平均すべり量を算出する。なお、この場合の相似則（スケーリング則）は、強震断層モデルと異なり、主部断層の全体に対する全域モデルを基本とする。
- ②津波断層モデルにおける各小断層のすべり量は、フィリピン海プレートの沈み込み速度に比例し（図 2.2 参照）、かつ各小断層の地震モーメントの総和が主部断層の地震モーメントになるよう配分する。
- ③大すべり域における各小断層のすべり量は上記①で設定した平均すべり量の 2 倍とする。超大すべり域の各小断層のすべり量についても、プレートの沈み込み速度に比例し、平均すべり量の 4 倍で配分する。
- ④超大すべり域となる可能性のある領域は、トラフ軸に平行に 2 段の小断層で近似しており、断層変位が滑らかになるよう、主部断層に近い側の小断層のすべり量は、大すべり域と超大すべり域のすべり量の中間の値とする。なお、駿河湾内については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ 10km の位置はトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿い津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなすこととする。したがって、この領域が超大すべり域となる場合のすべり量は、分岐断層と同じく、大すべり域のすべり量と同じとする。
- ⑤主部断層の大すべり域を除く背景領域における小断層のすべり量は、プレートの沈み込む速度に比例し、かつ背景領域各小断層の地震モーメントの総和と上記で設定した主部断層の大すべり域における小断層の地震モーメントの総和が、主部断層の

地震モーメントとなるよう配分する。

- ⑥大すべり域における小断層に接する背景領域の小断層のすべり量は、大すべり域から背景領域にかけての断層変位が滑らかになるよう、大すべり域と背景領域のすべり量の中間の値とする。
- ⑦最も深い側の小断層のすべり量は、背景領域の 1/4 のすべり量とする。また、最も深い側の小断層に接する小断層は、背景領域の 1/2 のすべり量とする。
- ⑧なお、トラフ沿いの津波断層面の小断層について、超大すべり域に設定していない小断層のすべり量は、超大すべり域の小断層に接しているものは、上記の大すべり域と背景領域のすべり量の中間の値を設定し、それ以外の小断層のすべり量は 0 (ゼロ) とした。

(5) 分岐断層とそのすべり量

- ①分岐断層としては、構造探査でその確認がされている熊野灘のもののみを対象とする。
- ②分岐断層は、その分岐する場所 (深さ 10km) のところが大すべり域となった場合のみ活動するとし、その際には、それに対するトラフ沿いの小断層のすべり量は 0 (ゼロ) とする。
- ③分岐断層が活動する場合のすべり量は、主部断層の大すべり域のすべり量と同じとする。

(6) 津波断層モデルの地震モーメント及びモーメントマグニチュード

津波断層モデルは、強震断層モデルと異なり、相似則 (スケーリング則) は全域モデルを適用することとするが、各小断層の具体的なすべり量は、上記に従い設定される。

従って、津波断層モデルの全体に対する地震モーメント (M_{0t}) 及びモーメントマグニチュード (M_{wt}) は、次の 11 の検討ケースそれぞれ毎に、次の式を用い、小断層の断層すべり量から各小断層の地震モーメント (M_{0i}) を求め、その総和から算出する。

$$M_{0t} = \sum M_{0i}$$
$$\log M_{0t} = 1.5M_{wt} + 9.1$$

ここで、 $M_{0i} = \mu \cdot D_i \cdot S_i$

ここで、 D_i : i 番目の小断層の断層すべり量

S_i : i 番目の小断層の断層面積

μ : 剛性率

2. 津波断層モデルの検討ケースとその破壊開始点等

(1) 大すべり域、超大すべり域等の位置と検討ケース

古文書、津波堆積物等の調査によると、南海トラフで発生した過去の地震の津波高の高い地域は、地震により異なる傾向が見られる。このことから、大すべり域、超大すべり域の位置については、南海トラフ沿いに網羅的にカバーして検討する必要がある。

過去の津波から見ると、大すべり域の個数は1～2個であるが、大すべり域が1箇所である場合の方がその面積が大きく、その結果、津波の高い領域が広がる。巨大地震の津波断層モデルとしては、大すべり域とそのトラフ沿い側に超大すべり域があるケースを検討することとし、大すべり域、超大すべり域が1箇所の場合を、「**基本的な検討ケース**」として網羅的に検討する。

さらに、「**その他派生的な検討ケース**」として、分岐断層が動くケースと、大すべり域及び超大すべり域が2箇所のケースを検討する。なお、大すべり域及び超大すべり域が2箇所のケースについては、大すべり域の間隔が大すべり域の幅と同じ程度の場合を想定することとする。

これら検討ケースは、次に示す通り、「基本的な検討ケース」は計5ケース、「その他派生的な検討ケース」は計6ケースで、合計11ケースとなる(図2.3)。

これら各検討ケースの津波断層モデルの地震モーメント、モーメントマグニチュード、平均すべり量等を、表2.1に示す。

○ [基本的な検討ケース] (計5ケース)

<大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン【5ケース】>

ケース① : 「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり」域を設定

ケース② : 「紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

ケース③ : 「紀伊半島沖～四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

ケース④ : 「四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

ケース⑤ : 「四国沖～九州沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

○ [その他派生的な検討ケース] (計6ケース)

<大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン【2ケース】>

ケース⑥：「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋（超大すべり域、分岐断層）」を設定

ケース⑦：「紀伊半島沖」に「大すべり域＋（超大すべり域、分岐断層）」を設定

＜大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】＞

ケース⑧：「駿河湾～愛知県東部沖」と「三重県南部沖～徳島県沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を2箇所設定

ケース⑨：「愛知県沖～三重県沖」と「室戸岬沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を2箇所設定

ケース⑩：「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を2箇所設定

ケース⑪：「室戸岬沖」と「日向灘」に「大すべり域＋超大すべり域」を2箇所設定

（2）各検討ケースの破壊開始点等

これまでの中央防災会議での津波の推計は、津波断層モデルの全域が同時に破壊するとしていた。津波高等の概ねの傾向を把握するために50mメッシュで推計した第一次報告の津波断層モデルも、全域が同時に破壊するとしたものである。しかし、今回のような長大な津波断層モデルでは、津波断層の破壊伝播の様子により津波の襲来状況が異なることとなる。

今回の検討では、津波断層モデルの破壊は、全域が同時に破壊するモデルではなく、破壊開始点から破壊が始まり、順次断層破壊が伝播するモデルとし、各検討ケースに破壊開始点を設定する。津波断層モデルの破壊開始点及び破壊伝播速度等は、東北地方太平洋沖地震及び過去の事例も参考に、次のとおりとする。

なお、実際には、津波断層の破壊開始点、破壊伝播は必ずしも想定とおりでない可能性があることから、破壊開始点や破壊伝播等の違いにより、津波の高さや津波到達時間等に幅があることに留意する必要がある。

○各検討ケースの津波断層モデルの破壊開始点

基本的な検討ケース（ケース①～ケース⑤）の破壊開始点は、それぞれの検討ケースの大すべり域の中心付近の深さ20km付近に設定する。ケース②については、過去の昭和東南海地震、昭和南海地震の破壊開始点の位置を参考にし、強震動計算の破壊開始点と同じ紀伊半島の潮岬沖の場所とする（図2.4）。

その他派生的な検討ケース（ケース⑥～ケース⑪）は、基本的な検討ケース（ケース①～ケース⑤）の派生タイプとして想定したものである。その他の検討ケースの破壊視点は、基本的な検討ケースの破壊開始点のいずれかを適用することとし、具体的には、各検討ケースについて、それぞれの大すべり域の中心付近にある破壊開始点を選択し、それをその検討ケースの破壊開始点として設定する（図 2.4）。

○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

破壊速度 ： 2.5km/s

ライズタイム ： 1分

3. 津波断層モデルの比較

本検討会における津波断層モデルと、中央防災会議(2003)年の津波断層モデルの比較を行う（表 2.2）。

（1）中央防災会議（2003）の津波断層モデル

中央防災会議（2003）の津波断層モデルは、プレートの深さ 10～30km に断層すべりがあるモデルで、1707 年宝永地震以降の 5 地震（1707 年宝永地震、1854 年安政東海地震、1854 年安政南海地震、1944 年昭和東南海地震、1946 年昭和南海地震）の津波高資料を基に、それぞれの場所における最大の津波高の再現モデルであり、津波高の資料から見ると、1707 年宝永地震、1854 年安政東海地震、1854 年安政南海地震の津波高を包絡した津波を再現できるように津波断層のすべり量を設定したモデルである。

このモデルの断層のすべり量から求めたモーメントマグニチュード (M_w)、平均すべり量等は、 M_w 8.8、平均すべり量約 6.3m、最大すべり量約 15m（高知県沖）であった。相似則(スケーリング則)に、平均応力降下量 3.0MPa を設定すると、 M_w 8.8、平均すべり量 7.9m で、このモデルは、相似則から見ても、概ね妥当なものと言える。

このモデルは、フィリピン海プレートの沈み込む速度から見ると、平均すべり量は

100～200年間分の量に、最大すべり量は約300年間分の量に相当する。このモデルには、大すべり域はあるが、超大すべり域はない。

なお、プレート間の固着率は1より小さいと考えられ、実際には上記の年数より多い年数を要するものと思われる。

(2) 本検討会の津波断層モデル

本検討会の津波断層モデルは、平均応力降下量 3.0MPa として、主部断層の面積に相似則を適用し平均すべり量を求め、大すべり域、超大すべり域のすべり量等を設定したものである。主部断層は Mw9.0、平均すべり量 10m となる。津波断層モデルは、検討ケースにより多少異なるが、津波地震として設定したトラフ沿いの津波断層モデルも含めると、Mw9.1、平均すべり量約 10m、大すべり域及び超大すべり域のすべり量は、それぞれ約 20m、約 40m である。

このモデルは、フィリピン海プレートの沈み込む速度から見ると、平均すべり量は約 200 年分の量に、大すべり域、超大すべり域のすべり量は、それぞれ約 400 年分、約 800 年分の量に相当する。なお、プレート間の固着率は1より小さいと考えられ、実際には上記の年数より多い年数を要するものと思われる。

なお、本検討会の津波断層モデルは、次に発生する可能性の高い津波断層モデルを検討したものではなく、南海トラフで発生しうる巨大地震の津波断層モデルである。このような津波の発生頻度は極めて低く、その発生時期は不明であるが、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波である。

地震・津波は自然現象であり不確実性を伴うものであるが、過去資料から求められた巨大津波の平均応力降下量の平均値とその標準偏差から推定すると、資料が少なくその数値にバラツキはあるが、今回設定した平均応力降下量 3.0MPa より大きくなる確率は7%程度である。

Ⅲ. 津波の浸水域・浸水深等の推計手法

今回の検討では、10m メッシュの地形データ等を用い津波が遡上する浸水域・浸水深等を推計する。この推計は、各地域における津波避難等の検討が具体的に行えるようするため、津波が伝播し遡上していく様子が把握できるより現実的な条件で推計することとした。

このため、長大な津波断層モデルの破壊の仕方については、第一次報告のように同時に破壊するモデルではなく、津波断層が破壊開始点から順次破壊していく様子が反映されるモデルとした。津波断層モデルによる地殻変動については、陸域の隆起地域については、地震前の標高に戻し推計することとした。また、堤防が機能する条件についても、より現実的な条件とするため、津波が堤防を越えると当該堤防は破壊する（堤防なし）条件で推計することとした。

津波の具体的な計算条件等は、以下による。

1. 津波断層モデルによる地殻変動

津波断層面を近似した小断層ごとに、食い違いの弾性体論に基づき海底地殻変動（垂直変動量）を求める。今回検討する津波断層モデルは、破壊開始点から順次破壊が伝播するモデルとしており、各小断層は、破壊開始点からそれぞれの小断層に破壊が伝播する時間になった時点で破壊を開始し、ライズタイムの時間でその小断層に設定された最終変位に達するとする。この間の変位は一定の割合で増加するとする。

海底及び陸上の地殻変動は、地震発生からの経過時間に応じ、それぞれの経過時間までの小断層による地殻変動量の合計と等しいとし、地殻変動による海面変位は、経過時間とともに変化する地殻変動により時間差なしで与えられるとする。この際、地殻変動による海面変位は、地殻変動の垂直変位量のみでなく、水平方向の海底地形の起伏の移動による上下方向の地形変化量も加えたものとする。

津波断層モデルから計算される地殻変動により隆起する場所では、その量に相当する分だけ陸域に襲来する津波の高さが低くなることになるが、実際の地震時には、必ずしも計算とおりに隆起するとは限らない。津波断層モデルから計算された地殻変動により地盤が隆起する陸域の地点においては、防災上危険側を考える観点から、隆起しないものとして評価することとする。具体的には、その地点の陸域側の隆起量を0（ゼロ）m とし、海岸から沖合 10km まで範囲で海底の地殻変動量を低減しスムーズに接続することとする（図 3.1、図 3.2 参照）。

今回の津波の推計では、津波断層による地殻変動は、破壊開始点から順次破壊が伝

播する過程で算出される地殻変動の時間的な変化に対応するものとし、逐次、上記条件を適用する方式とした。このことにより、時間的に変化する地殻変動について、沈降は累積するが隆起は考慮されなくなることから、津波断層モデルにより隆起が算出される地域も全体的には沈降地域となる。この量は、ほとんどの領域で0～0.2m程度で、最大でも0.5m程度である。図3.3に、各ケースの最終地殻変動を示す。

上記モデルは、地震後、6～12時間程度以内の津波の襲来状況を算出するためのモデルである。海岸の津波高は、算出されたT.P.上の津波の高さに地殻変動の沈降量を加えた値とする。なお、地震時の地殻変動で沈降し、津波が収まった後でも海水に覆われた状態となる地域の沈降量は、断層全体が同時に破壊するモデルにより算出する。

2. 津波伝播・遡上計算

- ・海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波理論により計算を行う。
- ・津波伝播の計算は差分法により数値的に行う。
- ・計算は、陸域側を最小10mメッシュとし、外洋側により大きなメッシュを設定して(30m、90m、270m、810m)、接続計算により行う(図3.4)。10mメッシュで区分した領域数は約400である。なお、島嶼部についても、有人の島については10mメッシュ計算となるようにした。
- ・陸上の遡上部分における家屋等の障害物の効果は粗度係数で表現することとする

3. 堤防等の条件

堤防(水門を含む)がある場合の津波の計算は、次の2つの条件で推計する。

○堤防が機能する場合の条件

堤防を越える津波が襲来した場合、その堤防は、「破壊する」、「破壊しない」のいずれかの状況が想定される。将来的な粘り強い堤防については、後者が想定されるが、現状、そのような堤防は少ないと思われる。

このことから、堤防が機能する場合の条件を、より現実的にするため、

「津波が堤防を越えると当該堤防は破壊する(堤防なし)とする」

の条件で計算することとする。この条件は、国土交通省による「津波浸水想定の手引き」と同じである。

○地震動により堤防が機能しなくなる場合(堤防なし)の条件

地震動により堤防が「沈下する」、「破壊する」ことが想定される。このような状況の発生とその被害の程度についての具体的な検討は、「南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ」で行われるが、震度6弱以上となると上記のことが発生

する可能性がある」と想定されている。

本検討会においては、震度 6 弱以上の地域については、上記の「堤防が機能する場合」に加え、「地震動により堤防が機能しなくなる場合」についても津波の計算を行うこととする。

堤防の「沈下」あるいは「破壊」の主たる要因は、液状化によると考えられるが、これが何時発生するかは不明である。今回想定した強震断層モデルによる強震動は、6 弱以上の揺れとなる地域の中でも場所によって異なるが、早いところでは数秒後から、遅いところでも 1～2 分後には大きな揺れとなり、2～3 分以上の強い揺れとなる可能性がある。

このような揺れの中で、どの時点で堤防が「沈下」、「破壊」するかは不明であるが、今回の検討では、どの地域も一律に、

「地震発生から 3 分後に堤防が破壊する(堤防なしとする)」
の条件で計算することとする。

(注) 地形データとして設定されている堤防の取り扱い

今回収集した地形データには、幅 10m 程度を超えるような堤防などは、地形として標高が与えられている。このため、このような堤防については、「堤防が機能する場合」、「地震動により堤防が機能しない場合」のいずれの条件においても、「常に堤防あり」の条件と同等の計算が行われていることとなる。

各地域で具体的な浸水域等を検討するにおいては、このことに留意する必要がある。

4. 再現時間（計算時間）等

津波の計算時間については、地震発生から 12 時間まで行うことを基本とし、津波が十分収束しない場合には、12 時間以上計算を行うこととするとしていた。この計算時間については、これまでの試算で、12 時間よりも短い時間で収束が見られることが分かった。

このことから、計算時間は、最低 6 時間計算し、それ以降は計算に用いる 10m メッシュの計算を行う設定範囲内において、浸水域の拡大が 2 時間で 1 パーセント未満になった場合に計算を終了することとする。

計算に当たっての潮位条件は、満潮位とする。なお、満潮位の設定は、「平成 24 年気象庁潮位表」より、各地の年間最高潮位を調べ、その値を参考に設定した（図 3.5、図 3.6）。津波高は、東京湾平均海面（T.P.）からの高さによって表示する。

5. 推計範囲

津波高・浸水域を推計する範囲は、茨城県から鹿児島県までの太平洋沿岸、瀬戸内

海沿岸、長崎県・熊本県・鹿児島県の東シナ海側、沖縄県、伊豆諸島、小笠原諸島とする（規模の大きな湖沼岸、河川岸を含む）。

IV. 地形データ等の作成

10m メッシュ単位による津波計算で用いた地形データ等は、次のとおりである。ここでの地形データ等とは、①海域の地形データ、②陸域の地形データ、③堤防データの3種類とする。詳細は別添資料にまとめる。

1. 地形データ等の構成、座標系等

作成したデータは、地形データ（海域の地形データ、陸域の地形データ）、堤防データ（構造物のデータ（河川堤防、防潮堤、突堤、離岸堤含む））である。

地形データは、平面直角座標系で作成した。

地形データの間隔（メッシュサイズ）は、浸水計算するエリアは10m、それ以外では最小10mで、30m、90m、270m、810m、2430mと設定した。なお堤防データは10mで作成した。

2. 海域等の地形データ

（1）使用したデータ

海域の地形メッシュデータの作成に用いる資料を表4.1に示す。これらの座標系は、世界測地系である。

（2）海域の地形データの作成方法

- ・表4.1の右端欄に示した方法で海底面の水深（標高）からデジタルデータ（点データ）を作成し、TIN（triangulated irregular network：不整三角形網）によりメッシュ化した。
- ・JTOPO30については、提供されているDEM（Digital Elevation Model：数値標高モデル）データをそのまま用いた。
- ・複数種類のデータが存在する範囲では、縮尺の大きい、より詳細なデータを優先して用いた。
- ・水深の基準は、東京湾平均海面（T.P.）とした。海図および海底地形デジタルデータ（等水深線）は、最低水面（Z0）基準で作成されているため、地域ごとのT.P.とZ0の関係（海図に記載）から水深値を補正した。

（3）湖沼の地形データの作成方法

浜名湖、逆裏、涸沼については、次の方法で地形データを作成した。

- ・湖沼図に示された湖沼底の標高線データをデジタル化する。
- ・デジタル化したデータを用いて湖沼底の標高の点データを作成。

- ・10mメッシュに含まれる点データの標高の平均値を10mメッシュの標高値として与えて、地形データを作成。

3. 陸域の地形データ

(1) 使用したデータ

陸域（河川部、海岸部および構造物含む）の地形メッシュデータの作成に用いた資料を表4.2に示す。なお、表4.2の①～⑨のデータは、いずれもDEMデータとして提供されている。

(2) 陸域の地形データの作成方法

複数のDEMデータが存在する場合には、上記①～⑨の優先順位に従ってデータを採用した。各DEMデータの標高基準は東京湾平均海面（T.P.）である。これらのデータを用いて10mメッシュの地形データを作成した。

(3) 海・陸境界の設定

LPデータ等のDEMデータがある場合には、そのデータ境界（海域にはデータがない）を海岸線とし（図4.1）、LPデータがなく基盤地図情報のみの場合には、地図上の海岸線の位置を目視による読み取りで海岸線とした。このようにして作成した10mメッシュの標高値データの例を図4.2、図4.3に、一次報告で使用した50mメッシュ地形データとの相違（比較）を図4.4、図4.5に示す。

(4) 河川部の地形データ作成

「河川」は、前述した「海域」の延長として、内陸部のある程度の範囲が認定される場合がある。その場合、河床部の標高や形状、河岸の堤防の標高などは含まれていないことから、主要な河川については、以下に示す方法で河川部の地形データ（水位がない状態）を作成し、陸域の地形に重ね合わせた。

a)河川の範囲

海・陸境界から延びる基盤地図情報で内陸の水域で、水色で塗色されている範囲を河川と認定し、上流側では、おおむね、「周辺の地盤標高が30m」、「河床幅が10m以下」になる箇所までを「河川」としてデータ化した。

b)使用したデータ

対象とした河川は、次の2種類である（図 4.6、表 4.3 及び表 4.4）。

- ①直轄河川 河川縦横断測量データあり（表 4.3 の 97 河川）
- ②直轄以外の河川（河口幅 30m以上の都府県、政令指定都市管理の河川）
. 河川縦横断測量データなし（表 4.4 の 1153 河川）

河川横断データは、標高を東京湾平均海面（T.P.）に換算して用いた。

（5）湖沼の地形データの作成方法

陸域のなかにある湖沼については、次の方法で地形データを作成した。

- ・湖沼図に示された湖沼底の標高線データをデジタル化する。
- ・デジタル化したデータを用いて湖沼底の標高の点データを作成。
- ・10mメッシュに含まれる点データの標高の平均値を 10mメッシュの標高値として与えて、地形データを作成。

4. 堤防データ

（1）使用したデータ

海岸部の堤防データの作成には、自治体提供のデータを優先して使用し、データが不足する地域については、海岸保全区域図データを用いた。LP データは、これらのデータで入力できない突堤や離岸堤などの部分に用いた。

（2）堤防データの作成

- ・都府県提供のメッシュデータ

都府県提供の堤防データは、メッシュに沿った段差のあるラインになっているため、これを空中写真ないし LP データ、基盤地図情報による地形図上に投影し、目視により位置を修正した上で、再度 10mメッシュに合わせてデータ化した。

- ・平成 23 年受領「海岸保全区域図」デジタルデータ

5 万分の 1 海岸保全区域図をデジタル化し、「調査票」から標高を与えたデータを用いて、保全区域として指定されている堤防等を読み取った。必要に応じて、空中写真（無い範囲は基盤地図 2500）を重ね合わせて目視により位置を修正した上で、10 mメッシュに合わせてデータ化した。

- ・ LP データ

突堤や離岸堤については、レーザプロファイラ（LP）から標高が与えられている場合がある。このデータと基盤地図情報や空中写真を重ね合わせ、目視により堤防部分を抽出し、位置、形状を確認した上で、ラインデータとして追加した。堤防の天端高は、LP データに基づいて設定した。

V. 津波高等の推計結果等について

II. 2. に示す「基本的な検討ケース」及び「その他派生的な検討ケース」の各検討ケースについて、満潮位での津波高、到達時間、浸水域、浸水深等を推計した。これらの詳細な結果等については、計算結果集に示す。

これら推計結果の概要及び活用するに当たっての留意点等は、以下のとおりである。

1. 海岸の津波高について

海岸の津波高は、原則として、陸域メッシュと海域メッシュの境界から3メッシュ沖合（海岸線から概ね20～30m沖合）の海域メッシュにおける津波の高さとし、港湾等の岸壁、堤防、砂浜海岸、海食崖等、海岸の形状等の区別なく当該市町村の全ての海岸線にわたり算出した。

本推計の10mメッシュの津波高と、一次報告の50mメッシュの津波高との比較を、図5.1～図5.3に示す。両者は概ね±1mの範囲で一致している。しかし、個々の地点を見ると、より高くなる場所、より低くなる場所がある。これらの地点の地形等の例を、図5.4、図5.5示す。

これらの図から明らかなように、50mメッシュ単位では表現できない海底及び陸域地形の変化が、10mメッシュ単位のものでは明瞭となり、10mメッシュでの津波計算では、これら微細な地形の変化が正確に反映される。本報告の津波高は、第一次報告の50mメッシュのもの津波高に比べ、精度の高いものとなっている。

海岸地形の精度が高くなると、海岸地形の変化に対応し津波高も変化し、津波高の変化の差も大きくなる。このため、各検討ケースの津波高について、全体が概観できるよう、各市町村の津波高の最大値に加え、各市町村の全域の津波高の平均値を算出し合わせて整理することとした（図5.6、図5.7、表5.1、表5.2参照）。

各検討ケースの津波高をみると、大すべり域及び超大すべり域が設定されている地域の津波高は、明らかに他の地域に比べ高くなっていることが分かる。また、東京都島嶼部、紀伊半島、四国及び九州地域については、地形的な特徴等により、それぞれの沖合に大すべり域及び超大すべり域がないケースにおいても、津波高は比較的高いものとなっている。

一般的に、津波は、岬の先端、V字型の湾の奥、切り立った崖等で高くなる。各市町村における津波高の最大値を見ると、このような海岸の津波高が市町村の最大津波高となっている場合が多く、海岸地形等によっては周辺の10mメッシュの値と比べても特に高い値となっている場合もある（図5.8～図5.12参照）。各市町村の海岸地形によるが、津波高の平均値と最大値を比べると、最大値は平均値の約1.5倍、地域

によっては2～4倍程度となっているところもある。

2. 津波の到達時間等

津波断層モデルは南海トラフの最大クラスの津波を想定したもので、その津波断層域は、駿河湾域から四国の内陸の直下にまで及んでおり、地震の発生と同時に津波が来襲し始め、次に、トラフ軸近くの超大すべり域で発生した特に大きな津波が押し寄せてくることとなる。

このような特に大きな津波がそれぞれの海岸に襲来するまでに要する時間は、駿河湾の沿岸地域のようにトラフ軸が直ぐ傍にある地域では、地震発生から数分後には5mを超える津波が襲来し、高知県のようにトラフ軸から少し離れた場所では、5～10mを超える大きな津波は地震発生から20～30分後となる。また、伊勢湾や大阪湾奥に津波が襲来するにはさらに時間を要し、1時間～1時間半程度後となる。

長大な津波断層域のそれぞれの場所で発生した津波は、互いに重なり合い、更にそれらが海岸で反射しながら、各地域の海岸に何度も押し寄せる。第1波だけでなく、その後も、5、6時間から半日程度は繰り返し大きな津波が襲来するので、警戒が必要である。また、津波の第1波が押しで始まるか引きで始まるかについては、津波断層のメカニズムや地域によって異なる。いつも同じと考えてはいけない。

3. 各検討ケースの津波高・浸水域等

各検討ケースについて、市町村ごとに、津波高の平均値、ある浸水深以上の面積を整理した結果の概況を示す。なお、浸水面積については、4. 留意点の①に示す切り上げた数値の浸水深ではなく、切り上げ前の浸水深の値で処理したものである。

(1) [基本的な検討ケース] 計5ケース

＜大すべり域、超大すべり域が1箇所【5ケース】＞

ケース①：駿河湾～紀伊半島沖に「大すべり域+超大すべり域」(図5.1)

○津波高（平均津波高）

[5m以上が想定される地域]：124市町村（千葉県、東京都（島嶼部）、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の13都府県）

[10m以上が想定される地域]：21市町村（東京都（島嶼部）、静岡県、三重県、高知県、宮崎県の5都府県）

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 101 千 ha | 約 60 千 ha | 約 37 千 ha | 約 10 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 24 市町村 (静岡県、愛知県、三重県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 7 都府県)

ケース②：紀伊半島沖に「大すべり域+超大すべり域」(図 5.2)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域] : 97 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 11 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 14 市町村 (三重県、和歌山県、高知県、宮崎県の 4 都府県)

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 91 千 ha | 約 54 千 ha | 約 33 千 ha | 約 9 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 19 市町村 (愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 7 都府県)

ケース③：紀伊半島沖~四国沖に「大すべり域+超大すべり域」(図 5.3)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域] : 91 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 13 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 26 市町村 (和歌山県、徳島県、高知県、宮崎県の 4 都府県)

○浸水面積

| | | | | | |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
| 面積 ha | 約 88 千 ha | 約 54 千 ha | 約 33 千 ha | 約 9 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 16 市町村 (三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 6 都府県)

ケース④：四国沖に「大すべり域+超大すべり域」(図 5.4)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域] : 89 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、三重県、兵庫県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 11 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 19 市町村 (和歌山県、徳島県、高知県、宮崎県の 4 都府県)

○浸水面積

| | | | | | |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
| 面積 ha | 約 87 千 ha | 約 53 千 ha | 約 33 千 ha | 約 10 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 18 市町村 (三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 6 都府県)

ケース⑤：四国沖~九州沖に「大すべり域+超大すべり域」(図 5.5)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域] : 91 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 10 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 21 市町村 (和歌山県、愛媛県、高知県、宮崎県の 4 都府県)

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 91 千 ha | 約 57 千 ha | 約 37 千 ha | 約 13 千 ha | 約 2 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 19 市町村 (三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 6 都府県)

(2) 「その他派生的な検討ケース」計 6 ケース

<分岐断層も考えるパターン【2 ケース】>

ケース⑥：駿河湾～紀伊半島沖に

「大すべり域+ (超大すべり域、分岐断層)」(図 5.6)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域]: 124 市町村 (千葉県、東京都 (島嶼部)、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 13 都府県)

[10m 以上が想定される地域]: 23 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、三重県、高知県、宮崎県の 5 都府県)

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 99 千 ha | 約 60 千 ha | 約 37 千 ha | 約 11 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 25 市町村 (静岡県、愛知県、三重県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 7 都府県)

ケース⑦：紀伊半島沖に「大すべり域+ (超大すべり域、分岐断層)」(図 5.7)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域]: 94 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 11 都府県)

[10m 以上が想定される地域]: 17 市町村 (三重県、和歌山県、高知県、宮崎

県の4都府県)

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 89 千 ha | 約 54 千 ha | 約 33 千 ha | 約 10,000 | 約 1,000 |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 19 市町村 (愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 7 都府県)

<大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】>

ケース⑧:「駿河湾~愛知県東部沖」と「三重県南部沖~徳島県沖」に

「大すべり域+超大すべり域」(図 5.8)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域]: 123 市町村 (千葉県、東京都 (島嶼部)、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 13 都府県)

[10m 以上が想定される地域]: 23 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、三重県、和歌山県、高知県、宮崎県の 6 都府県)

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 100 千 ha | 約 60 千 ha | 約 37 千 ha | 約 11 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 24 市町村 (静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 8 都府県)

ケース⑨:「愛知県沖~三重県沖」と「室戸岬沖」に

「大すべり域+超大すべり域」(図 5.9)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域]: 110 市町村 (千葉県、東京都 (島嶼部)、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 12 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 21 市町村 (和歌山県、徳島県、高知県、宮崎県の 4 都府県)

○浸水面積

| | | | | | |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
| 面積 ha | 約 97 千 ha | 約 59 千 ha | 約 36 千 ha | 約 9 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 23 市町村 (愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 7 都府県)

ケース⑩ : 「三重県南部沖~徳島県沖」と「足摺岬沖」に

「大すべり域+超大すべり域」(図 5.10)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域] : 95 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、三重県、大阪府、兵庫県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 12 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 17 市町村 (三重県、和歌山県、高知県、宮崎県の 4 都府県)

○浸水面積

| | | | | | |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
| 面積 ha | 約 89 千 ha | 約 53 千 ha | 約 33 千 ha | 約 10 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 18 市町村 (三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 6 都府県)

ケース⑪ : 「室戸岬沖」と「日向灘」に「大すべり域+超大すべり域」(図 5.11)

○津波高 (平均津波高)

[5m 以上が想定される地域] : 94 市町村 (東京都 (島嶼部)、静岡県、三重県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県の 10 都府県)

[10m 以上が想定される地域] : 27 市町村 (和歌山県、徳島県、愛媛県、高知

県、宮崎県の 5 都府県)

○浸水面積

| | 浸水深 微弱以上 | 浸水深 1.0m 以上 | 浸水深 2.0m 以上 | 浸水深 5.0m 以上 | 浸水深 10.0m 以上 |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 面積 ha | 約 91 千 ha | 約 58 千 ha | 約 38 千 ha | 約 13 千 ha | 約 1 千 ha |

(1 千 ha (ヘクタール) 単位に四捨五入)

浸水深が微弱 (0.01~0.3m) 以上で 1 千 ha (10km²) 以上の浸水面積が想定される市町村は 18 市町村 (三重県、和歌山県、徳島県、高知県、大分県、宮崎県の 6 都府県)

4. 留意点

本報告の利用にあたっては、下記の事項に留意する必要がある。

(1) 各メッシュの個々の値ではなく浸水域の広がり等をマクロ的に捉えること

本報告では、地形の条件を便宜上 10m メッシュ単位で区分し津波の高さや浸水深等を計算しており、これら計算結果は各メッシュでそれぞれ異なる値をとり、隣接メッシュの値が大きく異なる値になる場合がある。しかしながら、津波は、その先端等を除くと、基本的には連続的に変化しており、隣り合うメッシュで津波の高さが大きく異なる値になるというものでもない。また、浸水深は地面の標高との差で算出されることから、窪地、河川、湖沼等の 10m メッシュでは区別しきれなかった地形条件等による標高データのばらつきにより、陸上での津波の高さ (標高) が同程度の地域であっても、各メッシュの浸水深にばらつきがあり、隣接メッシュで大きく異なる値になる場合もある。

○したがって、津波高、浸水域・浸水深の資料を見る際には、計算されたメッシュの数値や、ある値になるメッシュがどこに位置するかを厳密にとらえることは必ずしも適切ではなく、どの程度の高さ (或いは浸水深) の津波がどのような地域に分布し広がっているのかをマクロ的に見る必要がある。

○特に、浸水深を見る際には、注意が必要である。平時、水が溜まっている窪地、湖沼、河川等の地点については、川幅 30m 程度以上の河川等、ある程度規模が大きく予めこれら種別と対応つけられているメッシュについては、その地点の浸水深は算出していない。しかし、そうでない大半の地点については、それら地点の深さを標高として浸水深を算出している。周りに比べ明らかに深い浸水深の地点は、このような場所である可能性が高い。

浸水域及び浸水深の資料については、その地点がどのような場所であるかを認識の上、浸水域の広がり等をマクロ的に見る必要がある。

これらの観点を踏まえ、本報告では、津波高や浸水深の数値及び対象とする市町村の抽出等については、次の通りとしている。

①津波高及び浸水深の数値

津波の高さ（津波高）及び津波の浸水深を表す数値は、メートル以下第2位を四捨五入し第1位を切り上げたメートル単位の数値とする。ただし、1m 以下については、0.3m 以上 1.0m 以下を「1m」、0.01 以上 0.3m 未満を「微弱」、0.01m 未満を「津波なし」とする。

②津波高が一定の高さ以上の市町村

例えば、津波高 10m 以上が想定される市町村等、海岸での津波高がある一定以上の高さとなる市町村の抽出は、海岸の津波高の数値が地形条件等によりある程度ばらついていることを踏まえ、抽出対象とする津波高以上となっている 10m メッシュの個数が 10 個以上ある場合とする。

③津波の浸水域の面積と浸水する市町村

浸水域の面積は、陸域メッシュのうち、河川及び湖沼に識別されるメッシュを除き、津波の浸水深が 0.01m 以上（微弱以上）のメッシュを浸水ありメッシュとし、その総面積を浸水域とする。

津波が浸水する市町村の抽出においては、地形データ等のある程度のばらつきを考慮し、浸水ありメッシュの個数が 10 個以上ある場合に、その市町村は浸水するとし、10 個未満の場合は、浸水しない市町村として分類する。

ただし、この面積には、予め対応がっていない規模の小さな窪地や河川等の領域を含んでいることから、その面積が 10ha 未満の市町村については、浸水している可能性がある市町村として抽出するものの、浸水面積は示さないこととしている（必要に応じ、「*」印で表記。）。

④浸水深が一定以上の深さの市町村

例えば、浸水深 2m 以上が想定される市町村等、浸水深がある一定上の高さとなる市町村等の抽出は、地形データ等のある程度のばらつきを考慮し、当該市町村において抽出対象とする浸水深以上となっているメッシュの個数が 10 個以上ある場合とする。

ただし、この面積には、予め河川等の扱いとなっていない規模の小さな窪地や河川等の領域を含んでいることから、その面積が 10ha 未満の市町村については、浸水している可能性がある市町村として抽出するものの、浸水面積は示さないこととしている（必要に応じ、「*」印で表記。）。

(2) 陸域における津波被害と浸水深との関係

海岸における津波高よりも標高の低い全ての地域が浸水すると誤解している方も少なくない。海岸の津波高は、港湾等の岸壁、堤防等の形状や砂浜海岸、海食崖等の地形条件により高さが異なる。また、陸域に津波が浸水すると、陸域の地形等の形状や津波の周期等によっても異なるが、一般的には津波は減衰し、浸水深は内陸に入るにつれて小さくなる。

陸域における津波の被害は、この浸水深の深さにより被害の程度は大きく異なる。避難や防災対策を検討する上では、海岸の津波高ではなく、津波の浸水域及び浸水深を用いて検討する必要がある。

浸水した面積等の分類整理にあたり、目安とした浸水深の深さは、次の通り。

- 0.3m以上：避難行動がとれなく（動くことができなく）なる
- 1m以上：津波に巻き込まれた場合、ほとんどの人が亡くなる
- 2m以上：木造家屋の半数が全壊する（注；3m以上でほとんどが全壊する）
- 5m以上：2階建ての建物（或いは2階部分までが）が水没する
- 10m以上：3階建ての建物（或いは3階部分までが）が完全に水没する

(3) 地震動により堤防が機能しなくなる場合の浸水域等について

津波の推計は、Ⅲ. 3. 堤防等の条件で示したとおり、堤防が機能する場合の条件（津波が堤防を越えるまでは当該堤防は機能し、堤防を越えた時点で破壊（堤防なし）とする）を基本とし、加えて、地震動により堤防が機能しなくなる条件（地震発生から3分後に、震度6弱以上となる可能性のある地域の堤防・水門が破壊（堤防なし）とする）の浸水域も推計している。

獅子振動により堤防が機能しなくなる場合の浸水域は、津波被害を想定する際の基礎資料として推計したもので、地震時に6弱以上となる堤防がすべて壊れるというものではない。

この資料の活用にあたっては、これらのことに十分留意して活用する必要がある。

なお、本報告では、大きな土堤は、その地域の地形として入力されていることから、本報告の推計上は、常に機能するものとして取り扱われている。

このため、このような堤防が機能しなくなった場合、浸水域がどの程度広がるかをみるため、参考として、木曾川、長良川の河口付近の大きな土堤を取り除いた場合の例を試算した。条件によっては、このように浸水域が広がる可能性もあることに留意

する必要がある。

(4) 地殻変動により沈降し、海水に覆われた状態となる地域について

地震時の地殻変動で沈降し、地面が海面よりも低くなった標高の地域では、津波が収まった後でも、海水に覆われた状態となる。また、ゼロメートル地域等は、大きな津波の襲来がなくとも、地震で堤防等が破損した場合には、その破損が一部であっても全ての地域が海水に覆われた状態となる可能性がある。

このような状況となった場合、浸水した海水の深さが小さくても、それら地域の地下街、地下室等の地下空間は完全に水没した状態となることから、留意が必要である。これら空間を多く持つ都市部においては、特に留意する必要がある。

なお、津波が収まった後でも海水に覆われた状態となる地域の広がり、津波による浸水域とを比較すると、ある程度大きな津波が遡上する地域は、津波の浸水域の方が広く、津波が小さな地域では、6～12時間までの津波の浸水域より、その後海水に覆われる地域の方が広がる。

津波の浸水域及び地殻変動により海水に覆われた状態となる地域の資料の活用にあたっては、このことに留意する必要がある。

(5) その他、個別防災対応を検討する際の考慮事項

個別防災対応を検討するにあたっては、それぞれの地域の実情を踏まえ、本報告で述べた事項に加え、大きな津波が襲来するまでの時間、その時の潮位、海岸堤防等の高さとその耐震性、津波の引き波の大きさ等を考慮する必要がある。

VI. 時間差をもって地震が発生した場合の津波

南海トラフで発生した過去の地震の事例を見ると、1707年宝永地震は全域がほぼ同時に破壊された地震と考えられているが、1854年安政東海地震と1854年安政南海地震は約30時間の時間をおいて発生し、1944年昭和東南海地震と1946年昭和南海地震の発生には、約2年の時間差がある。南海トラフで発生する地震は、全域がほぼ同時に破壊する場合、時間をおいて別々に破壊する場合など、地震の発生場所、規模等に多様性がある。

このため、昨年（平成23年）9月28日の「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」では、同時に発生する場合は最悪の結果をもたらすとは限らないことから、時間差を持って発生する場合も併せて検討することが必要とされている。

数分から数時間の時間差で地震が発生した場合、それぞれの地震の津波の重なりにより、津波高がさらに高くなる可能性がある。今回の検討では、このケースについて検討した。数日から数年規模の時間差発生の場合については、今後の防災対策の検討において必要となる場合に検討することとする。

1. 時間差をもって発生する地震の想定

今回検討した南海トラフの最大クラスの津波は、Mw9クラスの巨大地震による津波を想定したもので、想定した津波断層モデルは、巨大地震の震源断層域がほぼ同時に破壊するモデル、「大すべり域」に加え「超大すべり域」を持つ巨大なモデルである。

これに対し、時間差をもって発生する地震としては、1854年安政東海地震と1854年安政南海、1944年昭和東南海地震と1946年昭和南海地震の事例を踏まえ、紀伊半島より東側の領域と西側の領域がそれぞれ時間差をもって破壊する地震を想定することとする（図6.1上図参照）。このような、震源断層域が幾つかの地震に分かれて時間差で破壊する場合には、トラフ沿いの浅部領域まで破壊する地震となる可能性は低く、「超大すべり域」は持たない可能性が高いと考えられる。

したがって、時間差をもって発生する地震としては、「大すべり域」のみを持つ地震を想定し、その震源断層域は、過去の事例と同じく、紀伊半島より東側の領域を破壊する地震とそれより西側の領域を破壊する地震とを想定し検討することとした。「大すべり域」の位置は、それぞれの領域の中心付近に置くこととする。検討する津波断層モデルを図6.1下図に、その計算結果を図6.2に示す。これら地震の津波断層モデ

ルを、それぞれ「東側モデル（駿河湾域・東海域）」、「西側モデル（南海域・日向灘域）」と呼ぶこととする。

2. 時間差をもって発生する地震の津波高

最近の過去事例を見ると、東側の地震が先に発生し、次に西側の地震が発生している。しかし、今後も同じく、東側の地震が先行するとは限らない。このため、東側モデルの地震が先行する場合と、西側モデルの地震が先行する場合の両方を検討することとした。

この検討を行うに当たり、非線形長波式での数値シミュレーションを行い、どの程度線形重ね合わせが成り立つかを検討した。結果、東側モデルと西側モデルの境界付近で波のピークが複雑に重なるような場合には、それぞれのモデルの津波波形の線形重ね合わせはあまり成立していないことがわかった（図 6.3）。

このことから、東側モデルと西側モデルが時間差をもって発生する場合の津波高は、時間差±（0、5、10、15、20、40）分については、それぞれの時間差で地震が発生した場合の津波を計算し、それよりも長い±60分以上については、東側モデル、西側モデルそれぞれで計算した津波波形の線形重ね合わせの津波波形を用いて検討することとした。

3. 地震が時間差発生した場合の津波高と最大クラスの津波高との比較

巨大地震による最大クラスの津波高と、東側モデル、西側モデルの時間差発生による津波高とを比較した。結果を図 6.4～図 6.5 に示す。なお、比較に用いた最大クラスの津波高は、ケース①～ケース⑪の 11 ケースの最大値である。

これらの図から、いずれの時間差においても、東側モデルと西側モデルの時間差発生時の津波高は、最大クラスの津波高の方を上回らないことが分かる。なお、時間差発生時の津波高の図で見た場合、津波高が 1 – 2 m の一部の地域で、最大クラスの津波高より津波が若干大きくなっている地域が見られるが、これら地域は潮位が 1 – 2 m で津波そのものは小さく、両者の津波の差は計算上のバラツキの範囲である。

地震が時間差発生した場合の津波高は、地域のよってはそれぞれが単独で発生した場合の津波高よりも高くなるが、今回想定された最大クラスの津波高を超えることはない。

おわりに

今般、南海トラフで想定される巨大地震による被害想定等を検討する過程において、本検討会では、津波について、津波断層モデルの点検・修正等を行うと共に10mメッシュの地形データの作成・点検・修正を行い、津波高、津波の浸水域・浸水深等を推計した。

津波断層モデルについては、巨大地震の中でも最大級のものであることを確認した。津波断層の破壊の仕方については、第一次報告のような津波断層が同時に破壊するモデルではなく、破壊開始点から順次破壊していく効果が反映されるモデルとし、「基本的な検討ケース」計5ケース、「その他派生的な検討ケース」計6ケースの合計11ケースに対し、10mメッシュで津波を計算し、それぞれケースについて津波高・浸水域等を推計し取りまとめた。ここで取りまとめた津波高・浸水深等は、巨大地震の中でも最大級の津波断層モデルによる最大クラスの津波についての津波高・浸水深等である。

また、地震が時間差発生した場合の津波について、時間差発生が想定される地震の津波断層モデルを東側モデル、西側モデルとして想定し、それらが時間差をおいて発生した場合の津波高と、最大クラスの津波高とを比較し、最大クラスの津波高の方が高いことを確認した。

なお、本検討会での直接の検討事項ではないが、南海トラフにおける発生頻度の高い津波についての基本的な考え方については、中央防災会議（2003）の津波高等の取り扱いも含め検討し、断層変位量の違いによる津波高の比較資料と合わせて参考資料として取りまとめた。今後の検討の参考とされたい。

津波に関する基本的な検討事項については、今回取りまとめたところであるが、今後も引き続き、防災対策の検討において必要となる事項があれば検討することとする。

本報告の巨大地震の津波断層モデルは、巨大地震の中でも最大クラスのものであり、本推計の津波高・浸水域等の趣旨等については、「はじめに」で述べたとおりである。その上で、本推計結果の活用にあたっての留意点を若干付言する。

- ・ 関東地方から九州地方にわたる極めて広範囲の領域の全体を捉えた防災対策の基礎資料とするためのものであり、それぞれの局所的な地点における最大の津波高を示すものではない。このため、今後、地方公共団体等が個別地域の防災対策を検討するに当

たつては、各地域のより詳細な地形データや現況等を用いて改めて検討する必要があるほか、各種パラメータについても、それぞれの目的に応じて適切に修正することが必要である。

- ・地震・津波は自然現象であり不確実性を伴うものである。本報告の津波断層モデルは巨大地震の中でも最大クラスのを想定したものであるが、想定される津波高はある程度幅を持ったものであり、それらを超える津波が発生することもあり得ることに注意が必要である。
- ・今回の検討は、一般的な防災対策を検討するための最大クラスの津波を検討したものであり、より安全性に配慮する必要がある個別施設については、個別の設計基準等に基づいた津波の推計が改めて必要である。
- ・今回の検討は、あくまでも現時点の科学的知見に基づいたものであり、今後の科学的知見の蓄積を踏まえて検証し、必要に応じて修正していくべきものである。このため、現時点では過去地震の知見も限られることから、古文書調査、津堆積物調査等の一層の促進を図り、南海トラフにおける巨大地震の全容を解明するための継続的な努力が必要である。

最後に、本推計はいくつかの前提条件はあるものの、これまでの想定地震への真摯な反省の上に立ち、東北地方太平洋沖地震発生後一年余りという短い期間の中で、昨年(平成 23 年) 8 月に第 1 回の「南海トラフ巨大地震モデル検討会」を開催して以降、24 回に上る検討を重ね、巨大地震の津波等に関する詳細な分析と、現時点の最新の科学的知見を広く結集して得られた成果であることを申し添える。

(参考) 本検討会における用語の取扱について (第一次報告再掲)

南海トラフの巨大な地震・津波に関する報告は、国や地方公共団体の防災担当者に加えて、防災に関係する地震や津波の専門家等にも広く活用されることが想定される。このため、この報告で用いる用語については、一般の方々に分かり易いものとするのと併せて、専門家にも誤解なく理解されるものとする必要があることから、アスペリティ等、断層モデル等に関する専門用語については、誤解を与える可能性のある用語を避けることが望ましい。

したがって、地震調査委員会等からのご意見や、同委員会事務局との意見交換を踏まえ、本検討会における用語の取扱を次のとおりとする。

(1) アスペリティに替わる用語

本検討会は、「アスペリティ」は、強い強震動を発生させる領域と、断層すべりの大きな領域の両方を示す用語としてこれまで使用してきた。

しかし、2011年東北地方太平洋沖地震の詳細な解析の結果、両者は必ずしも一致するものでなく、領域的にも異なる場合があることが明らかとなった。

「アスペリティ」は、これまで専門家のなかでも多様な意味を持つ用語として使用されてきており、今回、誤解が生じないように次のとおり分類して整理することとする。

①強震動生成域

震度分布を評価するための断層モデルに使用する用語で、断層面のなかで特に強い地震波(強震動)を発生させる領域を言う。断層面のその他の領域は、従来と同様、強震動生成域の背景領域と言う。

②大すべり域、超大すべり域

大すべり域は、津波を評価するための断層モデルに使用する用語で、断層面のなかで大きく滑る領域を言う。その中でも特に大きく滑る領域を、超大すべり域と言う。断層面のその他の領域は、津波背景領域と言う。

(2) 「断層モデル」等の呼称

地震時に動いた断層が震源断層と呼ばれ、この断層モデルを震源断層モデルと言う。

震源断層モデルには、強震動を評価するための断層モデルと、津波を評価するための断層モデルがある。また、津波を評価するための断層モデルにより海域に形成

された地殻変動により津波が発生することから、海域の地殻変動の領域が津波波源域と呼ばれている。

これらの用語について、誤解が生じないように次のとおり分類して整理することとする。

①震源断層モデル

地震時に動いた断層が震源断層と呼ばれ、この断層モデルを震源断層モデルと言う。

②強震断層モデル

強震動(強震波形、震度)を評価するための断層モデルを強震断層モデルと言う。

③津波断層モデル

津波を評価するための地殻変動を計算する断層モデルを津波断層モデルと言う。

④トラフ沿い(海溝沿い)津波断層モデル

トラフ沿い(或いは海溝沿い)の浅部領域だけが破壊することにより発生する高い津波を評価するための断層モデルを、トラフ沿い(或いは海溝沿い)津波断層モデルと言う。

⑤震源断層域

地震時に動いた断層の領域であり、強震断層モデル、長周期地震断層モデル、津波断層モデルを包絡する領域である。

なお、強震断層モデル、長周期地震断層モデル、津波断層モデルに対応する領域を、それぞれ強震断層域、長周期地震断層域、津波断層域と言う。また、トラフ沿い(海溝沿い)津波断層モデルに対応する津波地震を考える領域は、トラフ沿い(海溝沿い)津波断層域と言う。

【補足】

①震源域

基本的には、震源断層域と同じである。しかし、強震断層モデルに対応する断層域を単に震源域と呼ぶこともあり、これまで定義が曖昧であった。

本検討会の中間とりまとめ及びこれまでの中央防災会議の報告では、強震断層モデルに対応する領域を震源域と呼んできた。今後、混乱が生じないようにするためにも、本検討会では、震源域の用語は用いないこととする。

②津波波源域

津波を発生させた海の領域である。地震時の断層運動により海域に形成され

た地殻変動により津波が発生することから、津波波源域は、概ねこの地殻変動の海域の領域に相当する。

本検討会の中間とりまとめ及びこれまでの中央防災会議の報告では、津波断層モデルに対応する領域を、津波波源域と呼んできた。今後、混乱が生じないようにするためにも、本検討会では、津波波源域の用語は用いないこととする。

③分岐断層

プレート境界面から枝分かれした陸のプレート内の広角の逆断層のこと。

(3) 強震断層モデルの断層パラメータ相似則を適用する方法の使い分けによる取扱

考慮する強震断層モデルの断層面の全域に対して相似則を適用するか、その断層面を複数のセグメントに分割し、個々のセグメントに対して相似則を適用するかにより、次のとおり分類して整理することとする。

②セグメントモデル（カスケードモデル）

断層面を複数のセグメントに分割し、個々のセグメントに対して相似則（スケーリング則）を適用するモデルである。カスケードモデルと称される考え方のモデルである。

参考文献

中間とりまとめ及び第一次報告、本第二次報告をとりまとめるにあたり参考にした文献

石橋克彦(1984)：駿河湾地域の地震時地殻上下変動．第四紀研究，23，105-110.

石橋克彦 (2009)：1854年安政東海地震による御前崎市佐倉（旧浜岡町）の震度5は史料地震学的に適切か？，地震，2，62，13-17.

井若和久・田邊 晋・山中亮一・上月康則・松下恭司・村上仁士(2008)：徳島県鳴門市周辺における安政南海地震の震度分布，歴史地震，23号，121-130.

大谷 寛・村上仁士・上月康則(2003)：徳島市における昭和南海地震の被害様相再現へのアプローチ，歴史地震，19号，116-138.

国土地理院・海上保安庁(2011)，国土地理院

HP:<http://www.gsi.go.jp/cais/topic110520-index.html>

佐竹健治・酒井慎一・藤井雄士郎・篠原雅尚・金沢敏彦 (2011) 東北地方太平洋沖地震の津波波源，岩波科学，vol.81，no.5，407-410.

寒川旭(1997)：揺れる大地－日本列島の地震史，同朋舎.

寒川旭(2010)：地震の日本史 台地は何を語るのか（増補版），中公新書.

宍倉正展 (2011) 津波堆積物からみた 869 年貞観地震と 2011 年東北地方太平洋沖地震について，地震学会ニュースレター，vol.23，no.3，20-25.

宍倉正展・越後智雄・前杢英明・石山達也(2008)：紀伊半島南部沿岸に分布する隆起生物遺骸群集の高度と年代－南海トラフ沿いの連動型地震の履歴復元－，活断層・古地震研究報告，(8)，267-280.

宍倉正展・前杢英明・越後智雄・行谷佑一・永井亜沙香 (2011)：潮岬周辺の津波石と隆起痕跡から推定される南海トラフの連動型地震履歴，日本地球惑星科学連合 2011 年大会講演要旨，SSS035-13.

下川浩一・山崎晴雄・田中竹延(1999)：富士川河口断層帯の活動履歴調査．日本地震学会講演予稿集 1999 年度秋季大会,108-108.

司宏俊・翠川三郎(1999)：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，第 523 号，pp.63-70.

中央防災会議(2003)：「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(第 16 回) 報告書

都司嘉宣 (1988)：安政南海地震(安政元年 11 月 5 日，1854・11・24)に伴う四国の地盤変動，歴史地震，4号，149-156.

都司嘉宣・行谷佑一・伊藤純一(2005)：宝永(1707)・安政東海(1854)地震津波の三重県における集落別詳細震度分布，歴史地震，20号，110.

都司嘉宣・伊藤純一(2006)：安政東海地震 (1854-a) および安政南海地震 (1854-b) の武者史料のピンポイント・データベース化，21号，254.

- 都司嘉宣(2007): 大阪府における宝永地震(1707), および安政南海地震(1854)の詳細震度分布, 歴史地震, 22号, 203.
- 東海・東南海・南海地震の連動性評価研究プロジェクト, 連動性を考慮した強震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究, サブプロジェクト1の研究成果の活用および地域研究会の開催, 平成20年度成果報告書
- 東北大学・原子力安全基盤機構, 津波痕跡データベース,
<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp/tsunami/mainframe.php>
- 長尾武(2008): 1854年安政南海地震津波, 大阪への伝播時間と津波遡上高, 歴史地震, 23号, 63-79.
- 仲西理子・小平秀一・藤江剛・尾鼻浩一郎・高橋努・山本揚二郎・佐藤壮・藤森英俊・柏瀬憲彦・金田義行(2010): 日向灘に沈み込むフィリピン海プレートの形状―破壊の連動とセグメント化の解明を目指して―, 日本地震学会秋季大会予稿集
- 中村操(2009): 1854年安政東海地震の静岡県南部の被害と表層地質, 歴史地震, 24号, 65-82.
- 行谷佑一・都司嘉宣(2005): 宝永(1707)・安政東海(1854)地震津波の三重県における詳細津波浸水高分布, 歴史地震, 20号, 33-56.
- 行谷佑一・都司嘉宣(2006): 寺院の被害記録から見た安政東海地震(1854)の静岡県内の震度分布, 歴史地震, 21号, 201-217.
- 行谷佑一, 前杵英明, 宍倉正展, 越後智雄, 永井亜沙香(2011): 和歌山県串本町橋杭岩周辺の漂礫分布の形成要因. 日本地球惑星科学連合2011年大会講演要旨, SSS035-12.
- 沼津市教育委員会(1990) 沼津市文化財調査報告書第51集. 雌鹿塚遺跡発掘調査報告書I遺構編, 215pp.
- 羽鳥徳太郎(1976): 安政地震(1854年12月23日)における東海地方の津波・地殻変動の記録―明治25年静岡県下25ヶ町村役場の地震報告から―. 地震研究所彙報, 51, 13-28.
- 藤野滋弘・小松原純子・宍倉正展・木村治夫・行谷佑一(2008): 志摩半島におけるハンドコアラを用いた古津波堆積物調査報告. 活断層・古地震研究報告, (8), 255-265.
- 藤野滋弘・木村治夫・宍倉正展・小松原純子・行谷佑一(2011): 東南海地域における過去約4000年間の古津波記録. 日本地質学会第118年学術大会, T17-O-12.
- 藤原治・入月俊明・三瓶良和・春木あゆみ・友塚彰・阿部恒平(2009): 堆積相と化石の情報から認定された津波堆積物: 駿河湾北岸の下部完新統の例. 地球惑星科学連合2009年大会予稿集, Q145-P018.
- 藤原治・小野映介・矢田俊文・海津正倫・鎌滝孝信・内田淳一(2008): 完新世後半における太田川低地南西部の環境変化と津波堆積物. 活断層・古地震研究, No.8, 187-202.
- 藤原治・小野映介・矢田俊文・海津正倫・岡村行信・佐竹健治・佐藤善輝・澤井祐紀・Than Tin Aung(2009): 歴史と地層記録から確認された1707年宝永地震による遠州灘沿岸の隆起. 月刊地球, 31(4), 203-210.
- 藤原治・佐藤善輝・小野映介・海津正倫(2010): 浜名湖南東岸の六間川低地で見られる約3400年前の津波堆積物. 日本地球惑星科学連合2010年大会, SSS027-P02.

- 藤原治・澤井祐紀・森田益宗・小松原純子・阿部恒平(2007)：静岡県中部浮島ヶ原の完新統に記録された環境変動と地震沈降. 活断層・古地震研究報告, (7), 91-118.
- 藤原治・宍倉正展・Than Tin Aung (2009)：海浜堆積物の分布高度から推定した榛原低地の完新世の地殻変動. 日本地震学会予稿集 2009 年度秋季大会, 245-245.
- 藤原治・藤野滋弘・小松原純子・行谷佑一・澤井祐紀・守田益宗(2009)：駿河湾北岸の湿地堆積物に見られる 100-300 年間隔の沈水イベントとプレート間地震との関係. 日本地質学会第 116 年学術大会講演要旨, O-272.
- 藤原治・矢田俊文・宍倉正展(2011)：絵図の比較から見た宝永地震前後での静岡県牧之原市における海岸線の変化. 第 28 回歴史地震研究発表会講演要旨集, 15.
- 藤原治・小野映介・矢田俊文・海津正倫・岡村行信・佐竹健治・佐藤義輝・澤井裕紀(2009)：歴史と地層記録から確認された 1707 年宝永地震による遠州灘沿岸の隆起. 月刊地球, 31(4), 203-210.
- 藤本一雄・翠川三郎 (2003)：日本全国を対象とした国土数値情報に基づく平均 S 波速度分布の推定, 日本地震工学会論文集, Vol.3, No.3, pp.13-27.
- 堀川晴央・吉見雅行・関口春子・吉田邦一・杉山雄一・佐竹健治・福和伸夫・鈴木晴彦・松山尚典・劉 瑛・滝沢文教 (2008)：中京地域の 3 次元地盤構造モデル, 活断層・古地震研究報告, No. 8, p. 203-254
- 松浦律子・中村操・唐鎌郁夫(2011)：1707 年宝永地震の新地震像 (速報), 歴史地震, 26 号, 89.
- 松原彰子(2000)：日本における完新世の砂州地形発達. 地理学評論, 73A, 409-434.
- 松岡祐也・都司嘉宣(2010)「安政東海地震(1854)による江戸及び関東全域の震度分布, 歴史地震, 25 号, 114.
- 松岡昌志・若松加寿江・藤本一雄・翠川三郎 (2005)：日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定, 土木学会論文集, No.794/I-72, pp.239-251.
- 村嶋陽一・今村文彦・越村俊一(2008), 津浪遡上計算におけるメッシュ分割の影響に関する基礎検討, 海岸工学論文集, Vol.55, pp.236-240
- 山本尚明(2003)：瀬戸内海の歴史南海地震津波について, 歴史地震, 19 号, 153-160.
- 横田崇・稲垣賢亮・増田徹(2005):数値実験による地盤特性と増幅率の関係, 日本地震学会講演予稿集 (2005 年度秋季大会), B064, 86
- 若松・松岡 (2011)：若松加寿江・松岡昌志 (2011)：世界測地系に準拠した地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築, 日本地震工学会大会-2011 梗概集, pp.84-85, 2011.11.
- Allmann, B. P., and P. M. Shearer (2009), Global variations of stress drop for moderate to large earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 114, B01310, doi:10.1029/2008JB005821.
- Ammon, C. J., C. Ji, H. Thio, D. Robinson, S. Ni, V. Hjorleifsdottir, H. Kanamori, T. Lay, S. Das, D. Helmberger, G. Ichinose, J. Polet, and D. Wald(2005), Rupture Process of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake, *Science*, 308(5725), 1133– 1139

- Fujiwara, O. K. Hirakawa, T. Irizuki, S. Hasegawa, Y. Hase, J. Uchida, & K. Abe (2010): Millennium-scale recurrent uplift from beach deposits bordering the eastern Nankai Trough, Omaezaki area, central Japan. *Island Arc*, 19, 374-388.
- Furumura, T., K. Imai, and T. Maeda (2011), A revised tsunami source model for the 1707 Hōei earthquake and simulation of tsunami inundation of Ryujin Lake, Kyushu, Japan, *J. Geophys. Res.*, 116, B02308, doi:10.1029/2010JB007918.
- Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa (2008), Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, *J. Geophys. Res.*, 113
- Hyndman, R.D., M. Yaman and D. A. Oleskevich (1997): The seismogenic zone of subduction thrust faults, *The Island Arc*, 6, 244-260.
- Ide, S., K. Shiomi, K. Mochizuki, T. Tonegawa and G. Kimura (2010), Split Philippine Sea plate beneath Japan, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 37.
- Ide, S., A. Baltay, and G. C. Beroza, Shallow Dynamic Overshoot and Energetic Deep Rupture in the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki Earthquake, *Science*, 332, 1426-1429, doi: 10.1126/science.1207020, 2011.
- Ishii, M., High-frequency rupture properties of the Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth Planets Space*, 63, 609-614, 2011.
- Kodaira, S., Narumi Takahashi, Ayako Nakanishi, Seiichi Miura, Yoshiyuki Kaneda (2000), Subducted Seamount Imaged in the Rupture Zone of the 1946 Nankaido Earthquake, *Science*, 289, 104-106
- Komatsubara, J., O. Fujiwara, K. Takada, Y. Sawai, T.T. Aung & T. Kamataki (2008): Historical tsunamis and storms recorded in a coastal lowland, Shizuoka Prefecture, along the Pacific Coast of Japan. *Sedimentology*, 55, 1703-1716.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, L. Xue, and M. J. Kim (2011): Possible large near-trench slip during the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth Planets Space*, 63, 687-692.
- Lee, S., B. Huang, M. Ando, H. Chiu, and J. Wang (2011): Evidence of large scale repeating slip during the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L19306, doi:10.1029/2011GL049580.
- Loveless, J. P., and B. J. Meade (2010): Geodetic imaging of plate motions, slip rates, and partitioning of deformation in Japan, *J. Geophys. Res.*, 115, B02410.
- Mai et al. (2005): Hypocenter Locations in Finite-Source Rupture Models, *BSSA*, Vol. 95, No. 3, pp.965-980.
- Miura, S., N. Takahashi, A. Nakanishi, T. Tsuru, S. Kodaira, Y. Kaneda, Structural characteristics off Miyagi forearc region, the Japan trench seismogenic zone, deduced from a wide-angle reflection and refraction study, *Tectonophysics*, 407, 165-188, 2005.

- Murotani, S., H. Miyake, and K. Koketsu (2008) : Scaling of characterized slip models for plate-boundary earthquakes, *Earth Planets Space*, 60, 987–991.
- Nakanishi, A., N. Takahashi, J.-O. Park, S. Miura, S. Kodaira, Y. Kaneda, N. Hirata, Takaya Iwasaki, Masao Nakamura, Crustal structure across the coseismic rupture zone of the 1944 Tonankai earthquake, the central Nankai Trough seismogenic zone, *J. Geophys. Res.*, 107, B1, doi:10.1029/2001JB000424- 2002.
- Obara, K., T. Matsuzawa, S. Tanaka, T. Kimura, and T. Maeda (2011), Migration properties of non - volcanic tremor in Shikoku, southwest Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L09311, doi:10.1029/2011GL047110.
- Park, J.-O., T. Tsuru, N. Takahashi, T. Hori, S. Kodaira, A. Nakanishi, S. Miura, and Y. Kaneda (2002) : A deep strong reflector of the Nankai accretionary wedge from multichannel seismic data: Implications for underplating and interseismic shear stress release, *J. Geophys. Res.*, 107, B4, doi:10.1029/2001JB000262.
- Park, J.-O., G.F. Moore, T. Tsuru, S. Kodaira, Y. Kaneda, A subducted oceanic ridge influencing the Nankai megathrust earthquake rupture, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 217, 77-84, 2003.
- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura, Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule Earthquake, Chile, *Earth Planets Space*, in press.
- Sakaguchi, A., Frederick Chester, Daniel Curewitz, Olivier Fabbri, David Goldsby, Gaku Kimura, Chun-Feng Li, Yuka Masaki, Elizabeth J. Sreaton, Akito Tsutsumi, Kohtaro Ujiie, Asuka Yamaguchi, Seismic slip propagation to the up-dip end of plate boundary subduction interface faults: Vitrinite reflectance geothermometry on Integrated Ocean Drilling Program NanTroSEIZE cores, *Geology*, 39, 395-398, doi:10.1130/G31642.1- 2011.
- Shao, G., X. Li, C. Ji, and T. Maeda (2011) : Focal mechanism and slip history of the 2011 Mw 9.1 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, constrained with teleseismic body and surface waves, *Earth Planets Space*, 63, 559-564.
- Somerville, P., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith and A. Kowada (1999): Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, *Seism. Res. Lett.*, 70, 59-80.
- Suzuki, W., S. Aoi, H. Sekiguchi, and T. Kunugi (2011) : Rupture process of the 2011 Tohoku-Oki mega-thrust earthquake (M9.0) inverted from strong-motion data, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L00G16, doi:10.1029/2011GL049136.
- Tsuru T., J.-O. Park, S. Miura, S. Kodaira, Y. Kido, T. Hayashi, Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling, *J. Geophys. Res.* 107, ESE-11 1-15, 2002.
- Yagi, Y., and Y. Fukahata (2011) : Rupture process of the 2011 Tohoku-oki earthquake and

absolute elastic strain release, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L19307,
doi:10.1029/2011GL048701.

Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki(2011) : Source process of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data, *Earth Planets Space*, 63, 565-569.

(図 表 集)

表1.1 2011年東北地方太平洋沖地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

| 参考文献 | M | 大きなすべり領域 (平均×1.5倍以上) | | 大きなすべり領域 (平均×2倍以上) | |
|-------------------------|-----|-------------------------|------|-----------------------|------|
| | | 割合 (%) | 個数 | 割合 (%) | 個数 |
| ①Fujii et al. (2011) | 9.0 | 23 | 1 | 18 | 1 |
| ②今村ほか(2011) | | 20 | 2 | 20 | 2 |
| ③内閣府検討モデル (参考資料) | | 25 | 2 | 17 | 2 |
| ④津波高+地殻変動を合わせたインバージョン結果 | | 26 | 1 | 15 | 1 |
| 平均 | — | 24% | 1.5個 | 18% | 1.5個 |

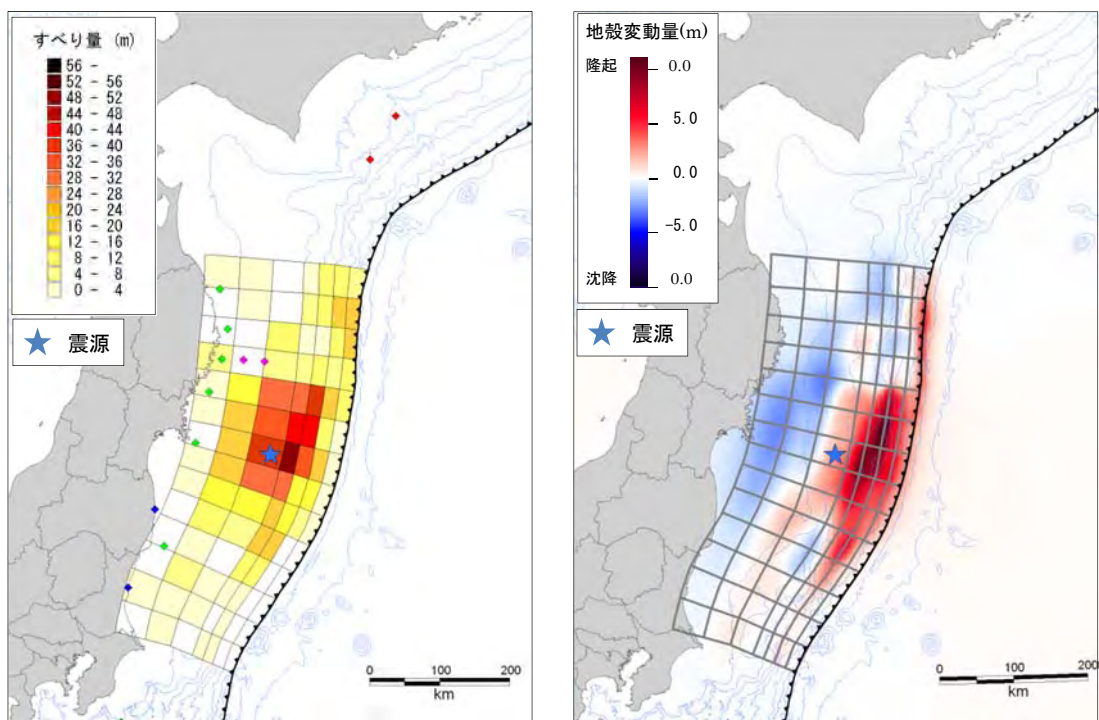
表1.2 M9以上の既往地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

| 地震名・参考文献 | M※ | 大きなすべり領域 (平均×1.5倍以上) | | 大きなすべり領域 (平均×2倍以上) | |
|---|-----|-------------------------|------|-----------------------|------|
| | | 割合 (%) | 個数 | 割合 (%) | 個数 |
| 1960年チリ地震 Fujii and Satake(投稿中) | 9.5 | 30 | 3 | 19 | 2 |
| 1964年アラスカ地震 Johnson and Satake(1996) | 9.2 | 30 | 2 | 25 | 1 |
| 2004年スマトラ島沖地震 Fujii and Satake(2007) | 9.1 | 18 | 1 | 18 | 1 |
| 1952年カムチャツカ地震 Johnson and Satake(1999) | 9.0 | 33 | 2 | 25 | 3 |
| 2010年チリ地震 Fujii and Satake(投稿中) | 8.8 | 22 | 3 | 11 | 2 |
| 平均 | — | 27% | 2.2個 | 20% | 1.8個 |

※マグニチュードはUSGSによる

表1.3 南海トラフで発生した既往地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

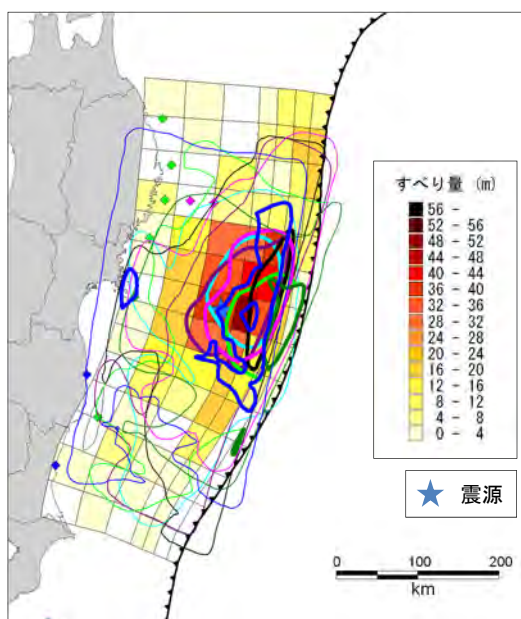
| 地震名 | 大きなすべり領域 (平均×1.5倍以上) | | 大きなすべり領域 (平均×2倍以上) | |
|------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | 割合(%) | 個数 | 割合(%) | 個数 |
| 1944年昭和東南海地震 | | | | |
| ① Tanioka and Satake (2001a) | 26 | 2 | 17 | 2 |
| ② Baba et al. (2002) | 25 | 1 | 12 | 1 |
| 1946年昭和南海地震 | | | | |
| ① Tanioka and Satake (2001b) | 28 | 3 | 10 | 2 |
| ② Baba et al. (2002) | 31 | 2 | 24 | 3 |
| 1854年安政南海地震 | | | | |
| ① 行谷 (2006) | 25 | 1 | 11 | 2 |
| 平均 | 27% | 1.8個 | 15% | 2.0個 |



断層すべり量分布(合計)

地殻変動量分布

図1.1 2011年東北地方太平洋沖地震の津波の解析結果による断層すべり量分布および地殻変動量分布（内閣府検討モデル）



| 引用論文 | 最大すべり量 |
|--------------------------|--------|
| Ide et al. (2011) | 約30m |
| Lay et al. (2011) | 約63m |
| Lee et al. (2011) | 約50m |
| Suzuki et al. (2011) | 約48m |
| Yagi and Fukahata (2011) | 約50m |
| Yoshida et al. (2011) | 約38m |
| 国土地理院・海上保安庁(2011) | 約56m以上 |

※太線は最大すべり量の約2/3以上、細線はすべった全領域に相当するコンター。具体的な数値は以下の通り。

| 引用論文 | すべり量 |
|--------------------------|---------------|
| Ide et al. (2011) | 太線20m、細線4m |
| Lay et al. (2011) | 太線40m、細線5.65m |
| Lee et al. (2011) | 太線30m、細線5m |
| Suzuki et al. (2011) | 太線30m、細線5m |
| Yagi and Fukahata (2011) | 太線35m、細線5m |
| Yoshida et al. (2011) | 太線24m、細線4m |
| 国土地理院・海上保安庁(2011) | 太線40m、細線4m |

図1.2 2011年東北地方太平洋沖地震の地震波形解析および地殻変動解析による断層すべり量分布との比較

表1.4 津波観測データを用いた解析による平均応力降下量の整理

| Earthquake | Reference | data | M0 (N m) | Mw | S (km ²) | σ (MPa) | $\log_{10}(\Delta/\sigma)$ | 地震別中央値 | 地震別平均値MPa | 地震毎残差 | 地震毎分散 | 残差 |
|-----------------|----------------------------|-------------------|----------|------|----------------------|----------------|----------------------------|--------|-----------|-------|-------|-------|
| 2003 Tokech-oki | Tanioka et al. (2004) | Tu | 1.00E+21 | 8 | 9600 | 2.6 | 0.41 | 0.41 | 2.60 | 0.00 | 0.000 | 0.108 |
| | Satake (1993) | Tu, G | 3.90E+21 | 8.3 | 59400 | 0.7 | -0.15 | | | 0.01 | | |
| | Kato and Ando (1997) | Tu, G | 4.00E+21 | 8.3 | 54000 | 0.8 | -0.10 | -0.05 | 0.89 | 0.00 | 0.006 | 0.018 |
| 1946 Nankai | Tanioka and Satake (2001a) | Tu | 5.30E+21 | 8.4 | 52650 | 1.1 | 0.04 | | | 0.01 | | |
| | Baba et al. (2002) | Tu | 4.90E+21 | 8.4 | 52650 | 1 | 0.00 | | | 0.00 | | |
| | Satake (1993) | Tu, G | 2.00E+21 | 8.1 | 48600 | 0.5 | -0.30 | | | 0.01 | | |
| 1944 Tonankai | Kato and Ando (1997) | Tu, G | 2.80E+21 | 8.2 | 43200 | 0.8 | -0.10 | -0.22 | 0.60 | 0.02 | 0.004 | 0.095 |
| | Tanioka and Satake (2001b) | Tu | 2.00E+21 | 8.1 | 42525 | 0.6 | -0.22 | | | 0.00 | | |
| | 内閣府 | Tsunami+GPS | 4.21E+22 | 9.0 | 1.20E+05 | 2.5 | 0.39 | 0.39 | 2.47 | 0.00 | 0.000 | 0.093 |
| 2010年チリ地震 | Lorito et al.(2011) | GPS+Tsunami+InSAR | 1.55E+22 | 8.8 | 130000 | 0.8 | -0.08 | -0.08 | 0.83 | 0.00 | 0.000 | 0.029 |
| 2004年スマトラ地震 | Lorito et al.(2010) | GPS+Tsunami+衛星 | 6.63E+22 | 9.15 | 315000 | 0.9 | -0.03 | 0.07 | 1.17 | 0.01 | 0.009 | 0.000 |
| | Fuji and Satake | Tsunami+衛星 | 6.00E+22 | 9.12 | 220000 | 1.5 | 0.16 | | | 0.01 | | |

中央値の平均値
 $\log(\Delta/\sigma)$ 0.09
 Δ/σ 1.2

分散
 0.069
 標準偏差
 0.26

+標準偏差 2.2

-標準偏差 0.7

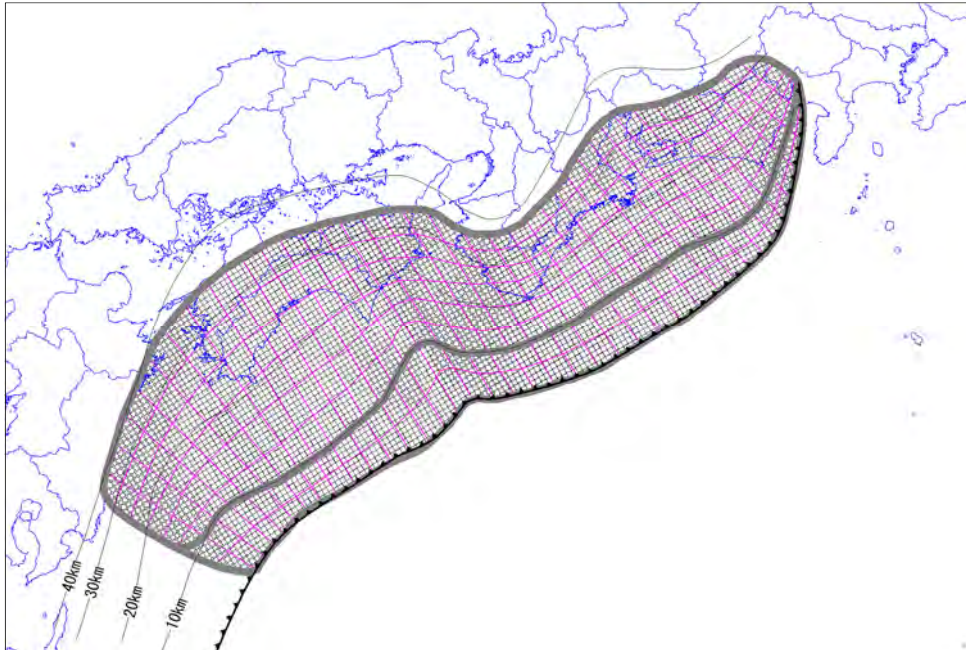


図2.1 津波断層面の設定

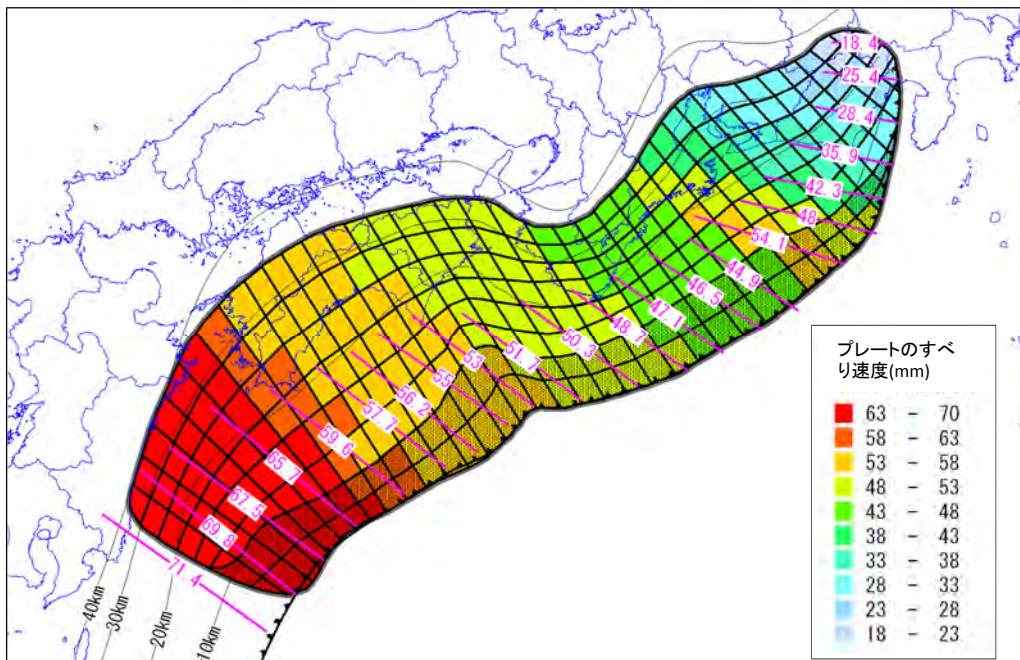
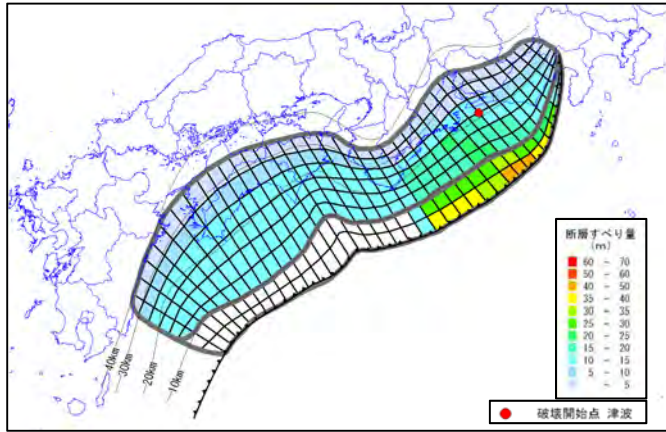


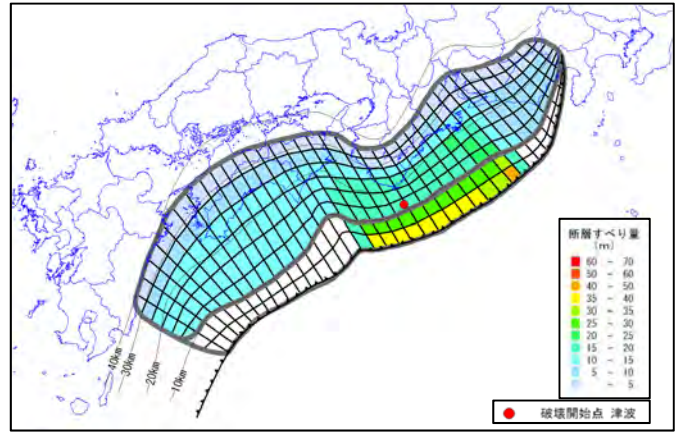
図2.2 プレート速度に対応した津波断層面のすべり量の配分

【基本的な検討ケース】(計5ケース)

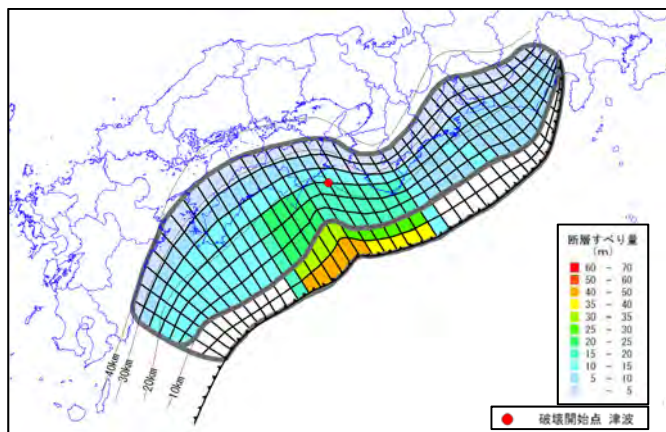
図2.3(1) 大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン【5ケース】



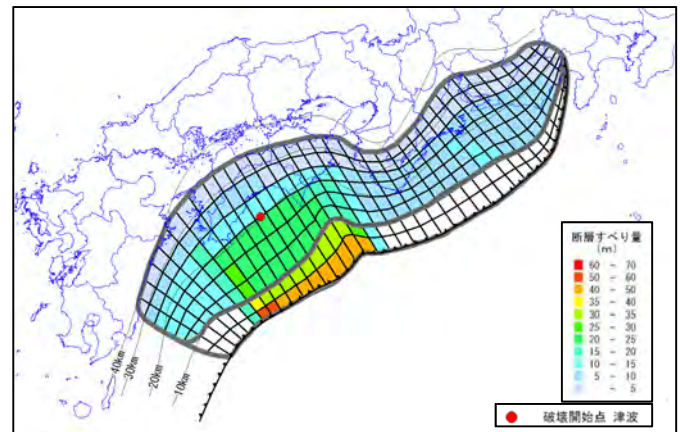
【ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に
「大すべり域+超大すべり」域を設定】



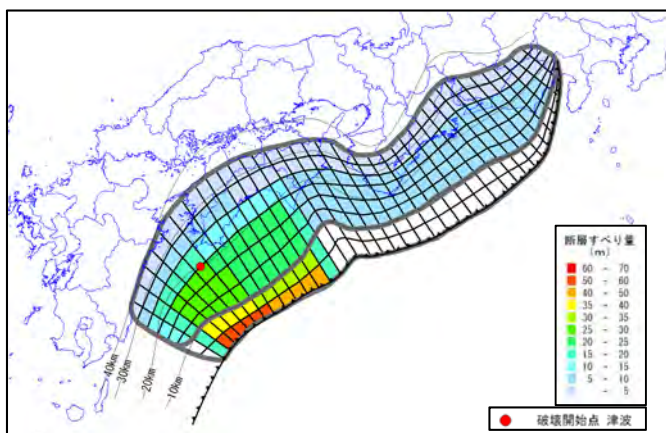
【ケース②「紀伊半島沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を設定】



【ケース③「紀伊半島沖～四国沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を設定】



【ケース④「四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】



【ケース⑤「四国沖～九州沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を設定】

【その他派生的な検討ケース】(計6ケース)

図2.2(2) 大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン【2ケース】

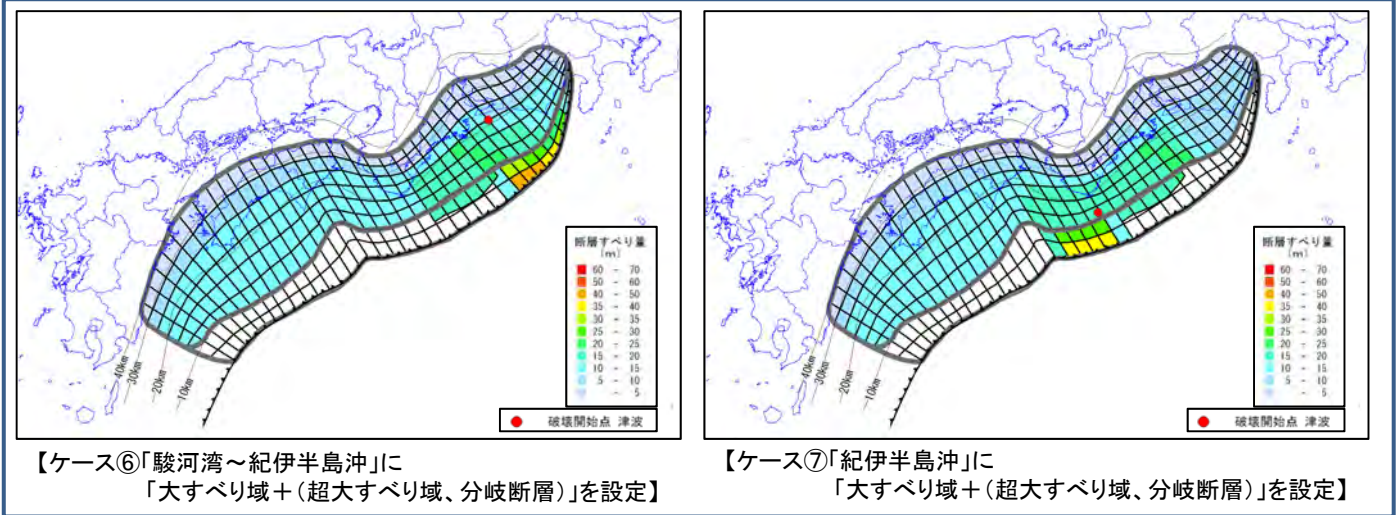


図2.3(3) 大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】

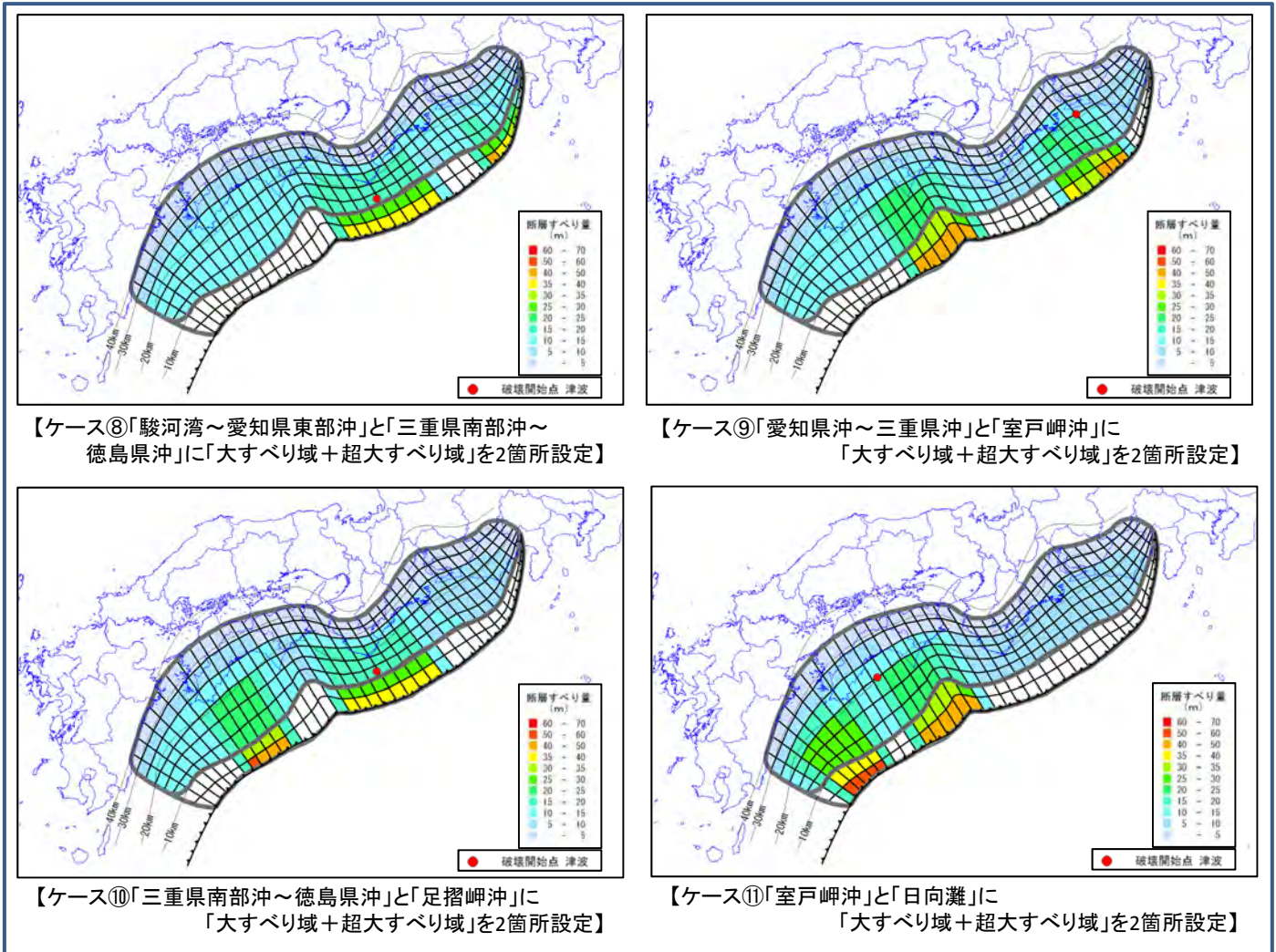


表2.1.1 各ケースの地震モーメント及びマグニチュード等(基本的な検討ケース)

| ケース | 面積(m ²) | Mo(Nm) | Mw | 換算Δσ(MPa) | 平均すべり量(m) |
|------|----------------------|----------------------|-----|-----------|-----------|
| ケース① | 1.4×10 ¹¹ | 6.1×10 ²² | 9.1 | 2.72 | 10.3 |
| ケース② | 1.4×10 ¹¹ | 6.3×10 ²² | 9.1 | 2.82 | 10.7 |
| ケース③ | 1.4×10 ¹¹ | 6.4×10 ²² | 9.1 | 2.86 | 10.9 |
| ケース④ | 1.4×10 ¹¹ | 6.4×10 ²² | 9.1 | 2.84 | 10.8 |
| ケース⑤ | 1.4×10 ¹¹ | 6.3×10 ²² | 9.1 | 2.80 | 10.7 |

表2.1.2 各ケースの地震モーメント及びマグニチュード等(その他派生的な検討ケース)

| ケース | 面積(m ²) | Mo(Nm) | Mw | 換算Δσ(MPa) | 平均すべり量(m) |
|------|----------------------|----------------------|-----|-----------|-----------|
| ケース⑥ | 1.4×10 ¹¹ | 5.4×10 ²² | 9.1 | 2.33 | 9.0 |
| ケース⑦ | 1.4×10 ¹¹ | 5.3×10 ²² | 9.1 | 2.30 | 8.8 |
| ケース⑧ | 1.4×10 ¹¹ | 6.2×10 ²² | 9.1 | 2.74 | 10.4 |
| ケース⑨ | 1.4×10 ¹¹ | 6.7×10 ²² | 9.1 | 2.97 | 11.3 |
| ケース⑩ | 1.4×10 ¹¹ | 6.4×10 ²² | 9.1 | 2.84 | 10.8 |
| ケース⑪ | 1.4×10 ¹¹ | 6.6×10 ²² | 9.1 | 2.94 | 11.2 |

表2.2 中央防災会議(2003)の津波断層モデル

| 深度 | 各セグメントのすべり量分布(m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 0.0-10.0km | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | 4.00 | 4.00 | 1.50 |
| 10.0-16.7km | 7.00 | 10.00 | 5.50 | 4.50 | 12.00 | 12.00 | 8.00 | 5.50 | 4.00 | 7.00 | 5.00 | 6.00 | 7.50 | 6.50 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| 16.7-23.3km | 7.50 | 6.00 | 3.00 | 3.00 | 14.00 | 12.00 | 8.50 | 7.00 | 5.50 | 6.50 | 5.50 | 8.50 | 5.50 | 5.50 | 6.50 | 5.50 | 5.50 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| 23.3-30.0km | 8.00 | 1.00 | 0.50 | 2.50 | 11.00 | 15.00 | 8.00 | 6.00 | 6.50 | 6.50 | 5.50 | 5.50 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 5.50 | 5.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |

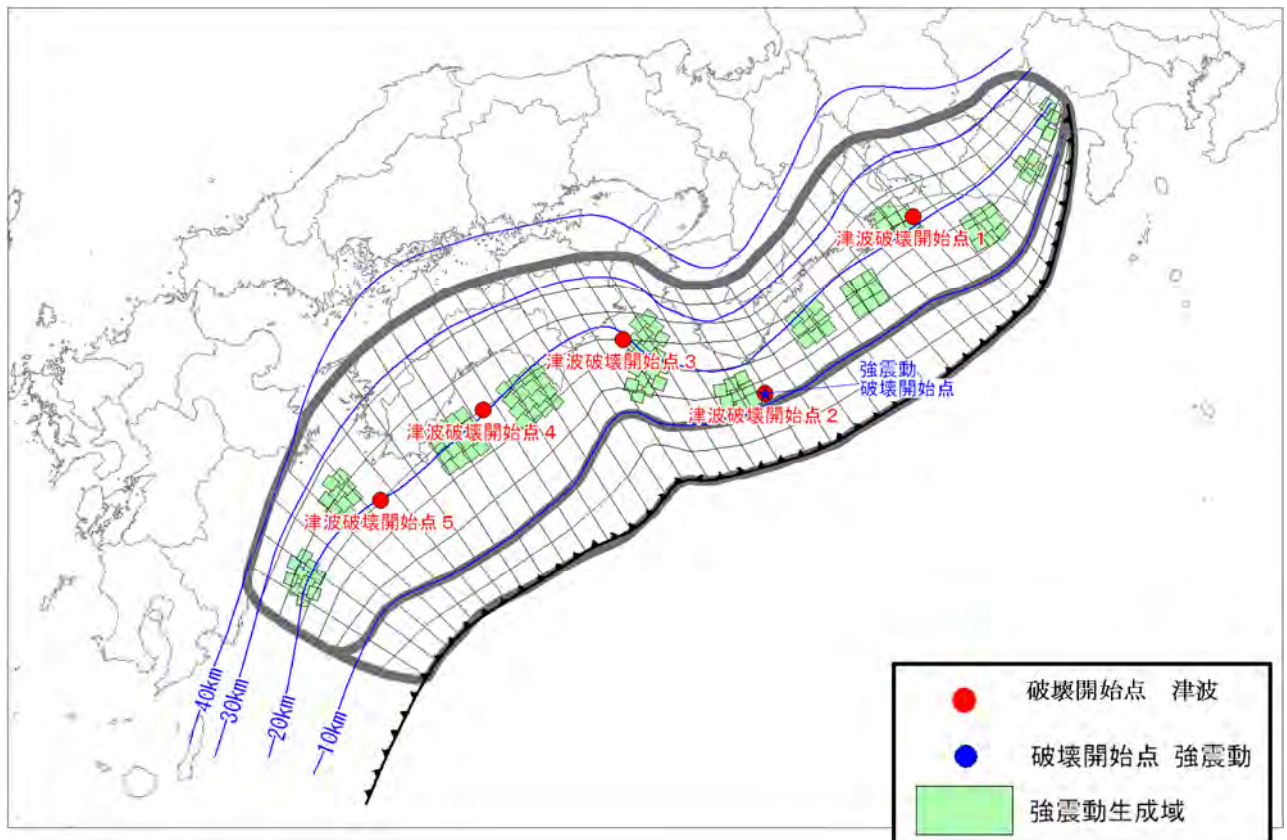


図2.4 津波断層モデルの破壊開始点
地震断層モデルの破壊開始点及び強震動生成域(基本モデル)との比較

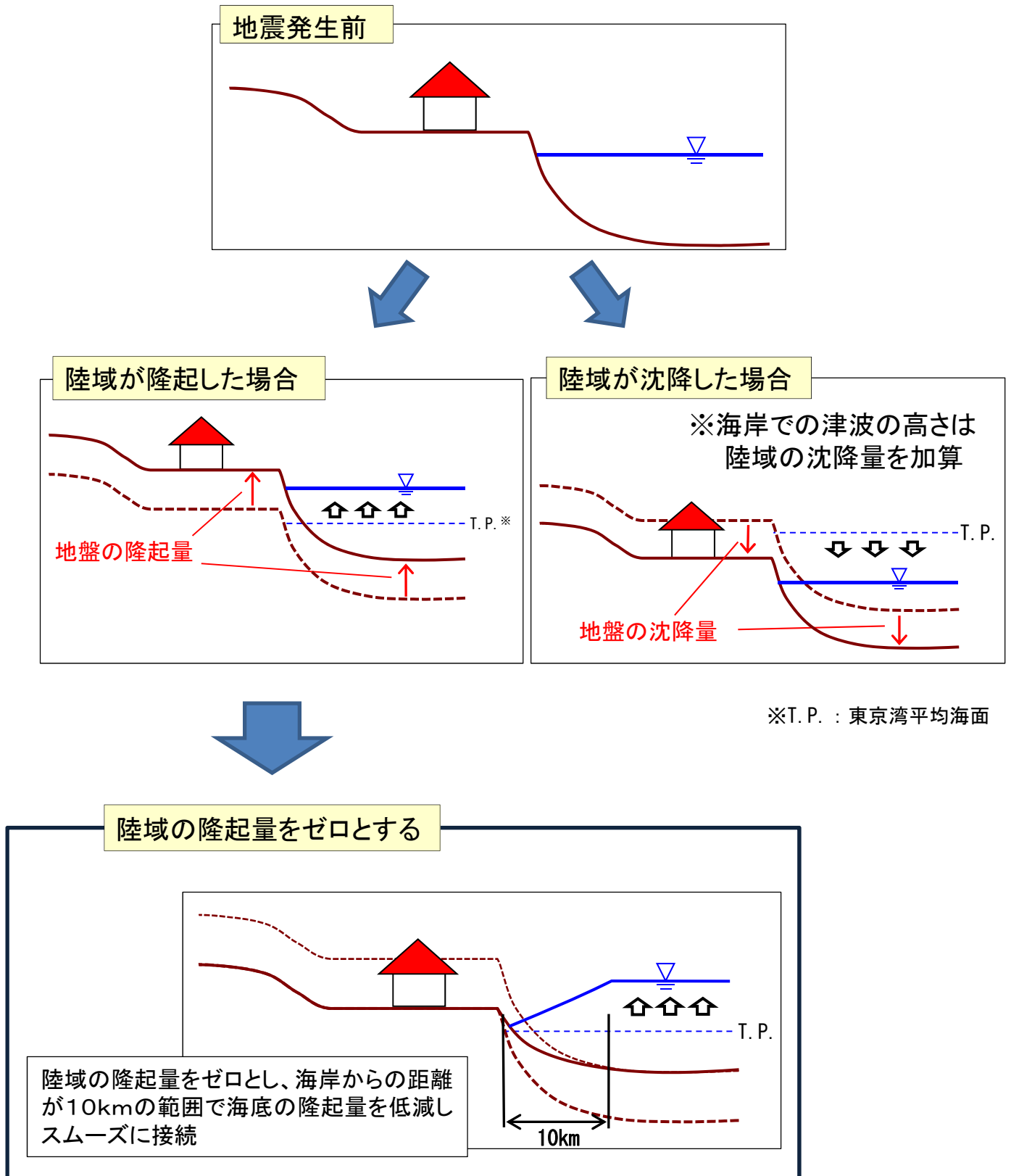


図3.1 隆起量の低減概念図

ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり」域を設定

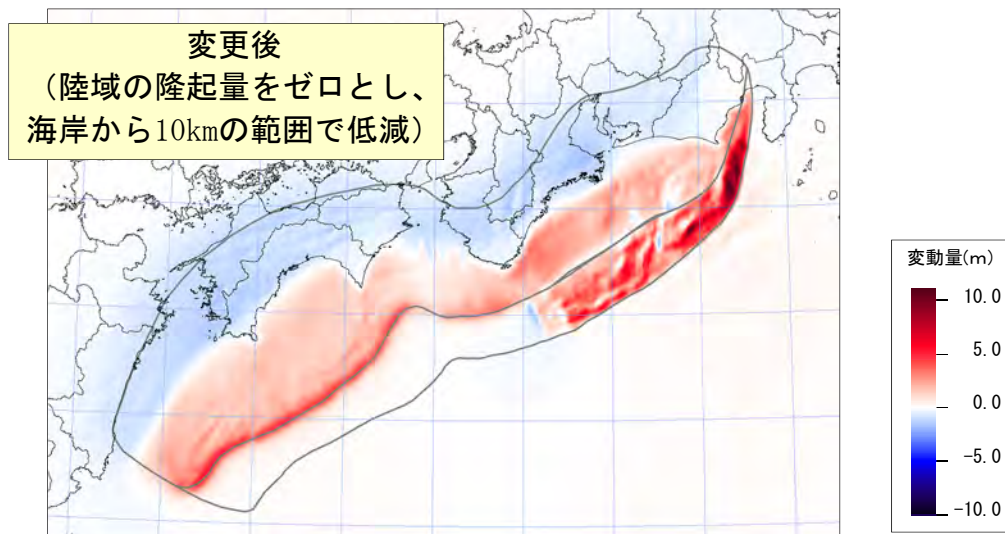
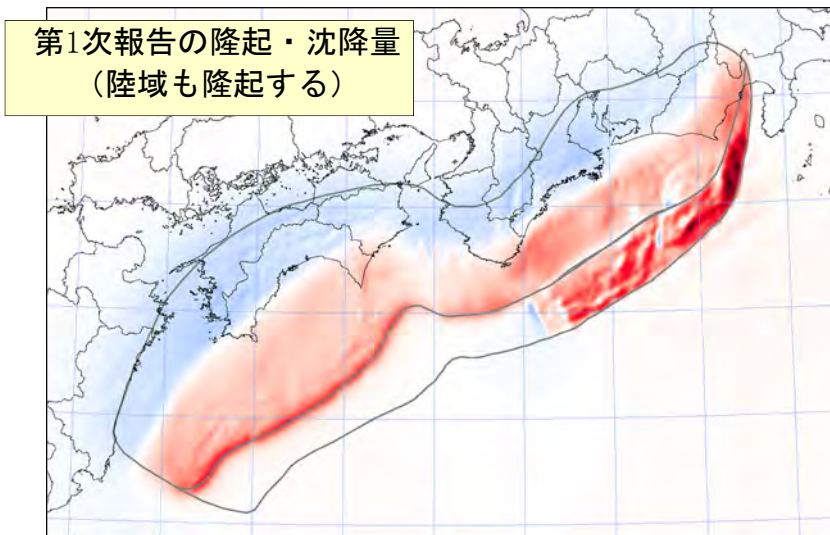
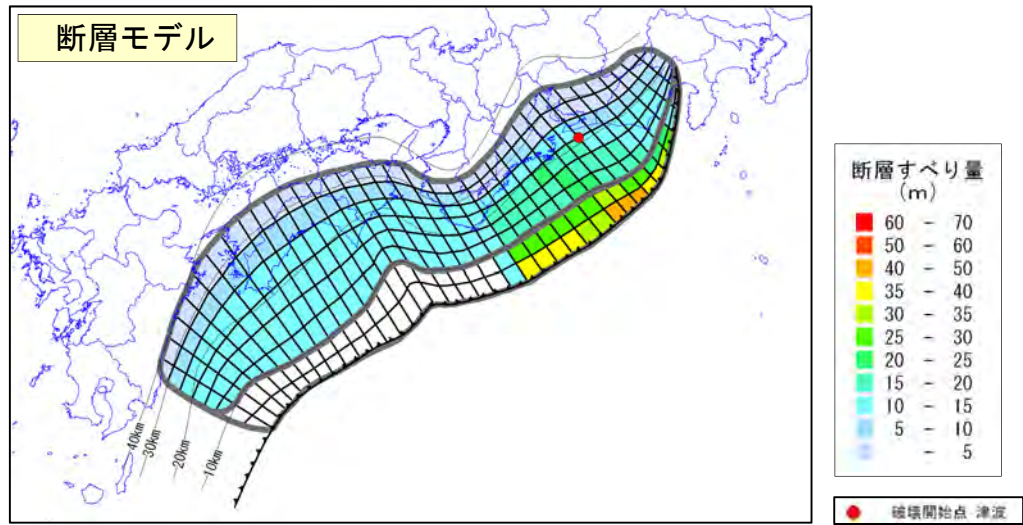


図3.2(1) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース①)

ケース②「紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

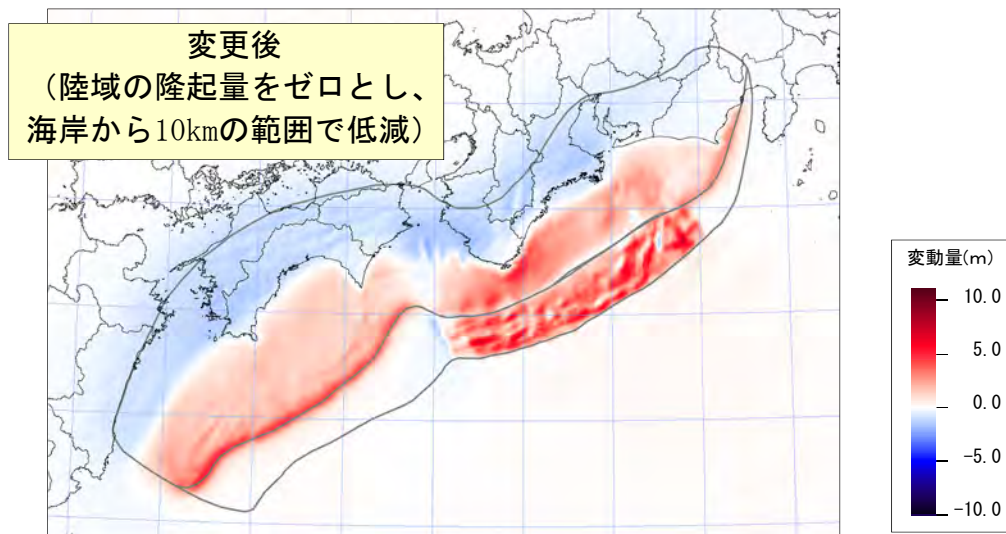
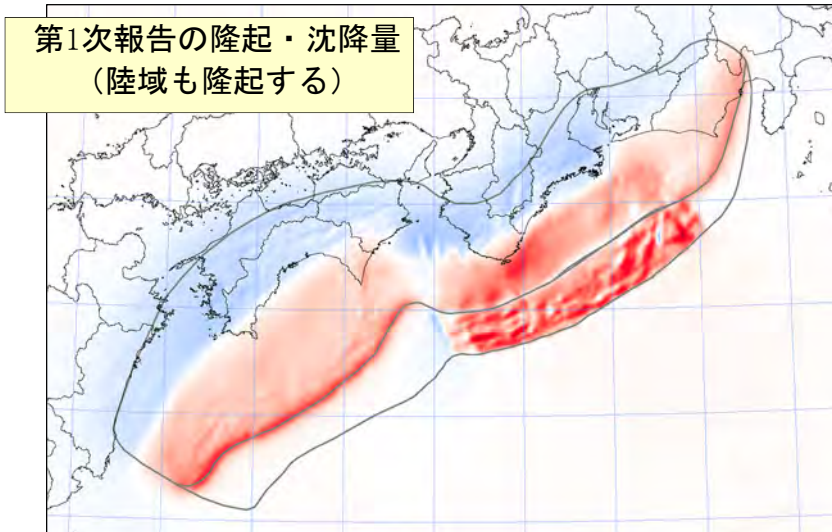
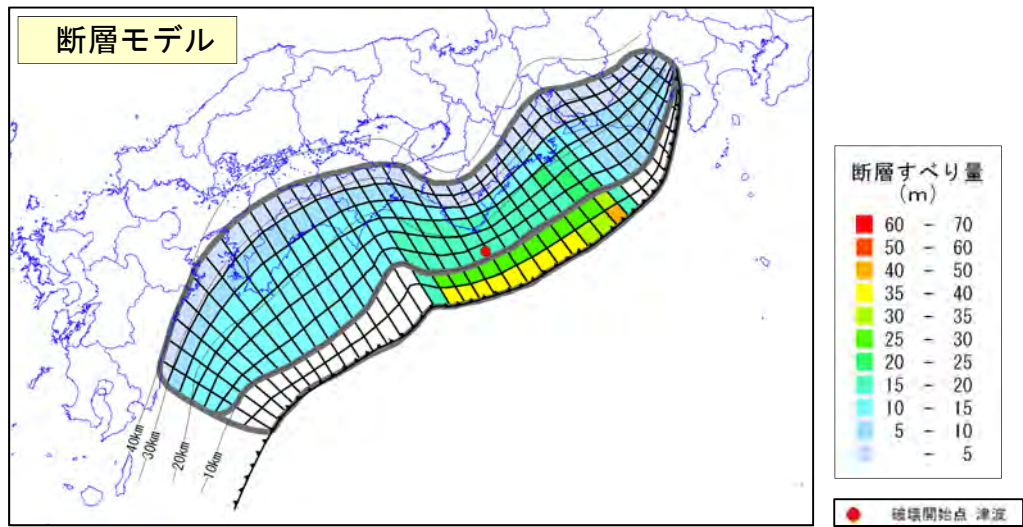


図3.2(2) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース②)

ケース③「紀伊半島沖～四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

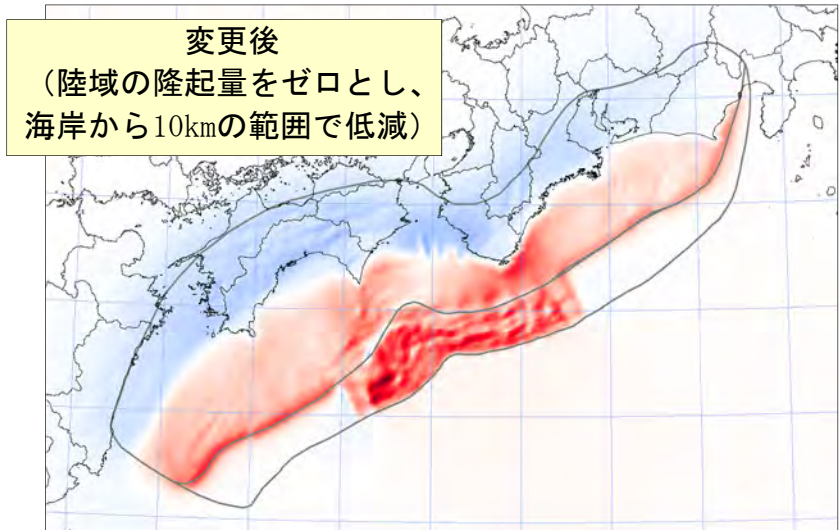
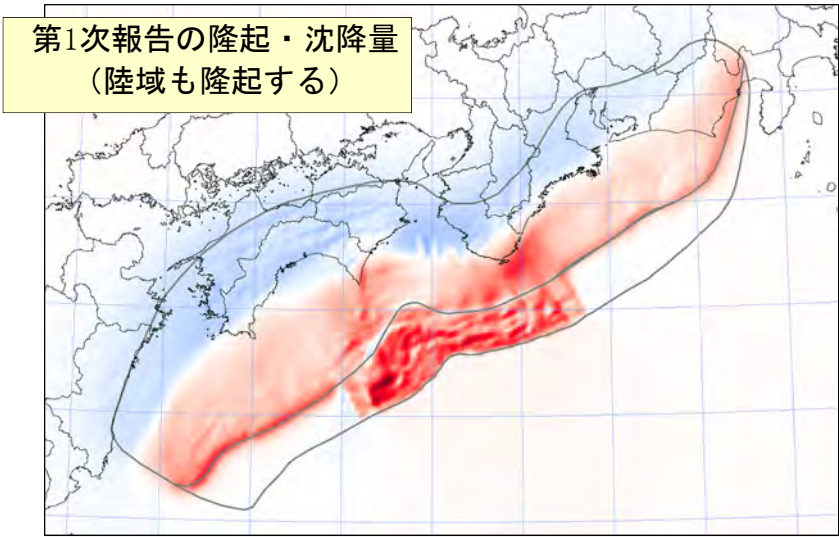
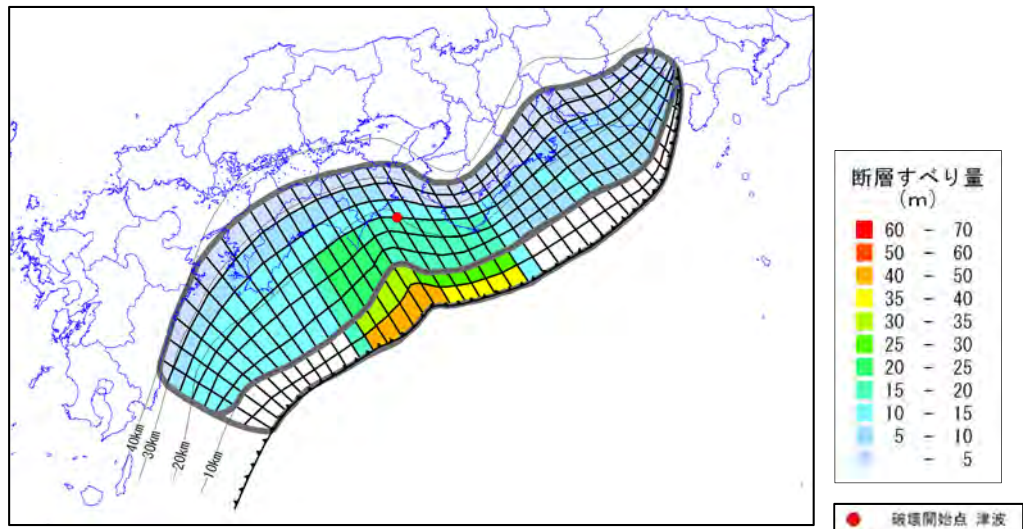


図3.2(3) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース③)

ケース④「四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定

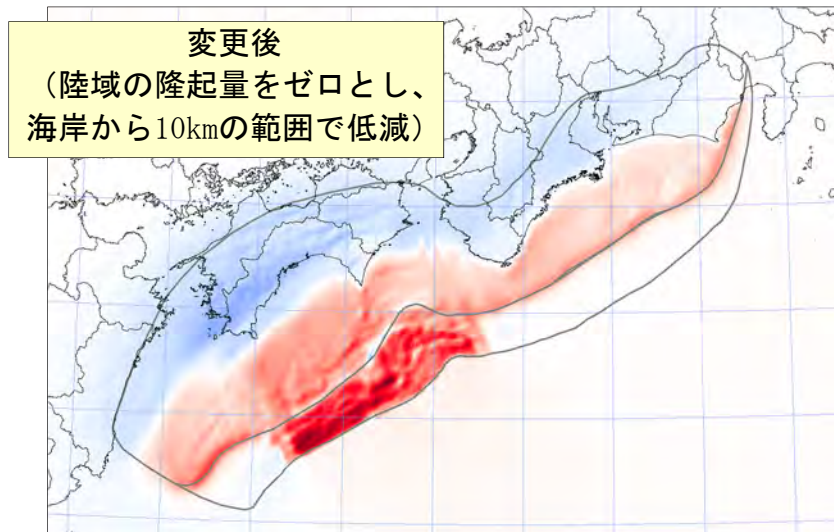
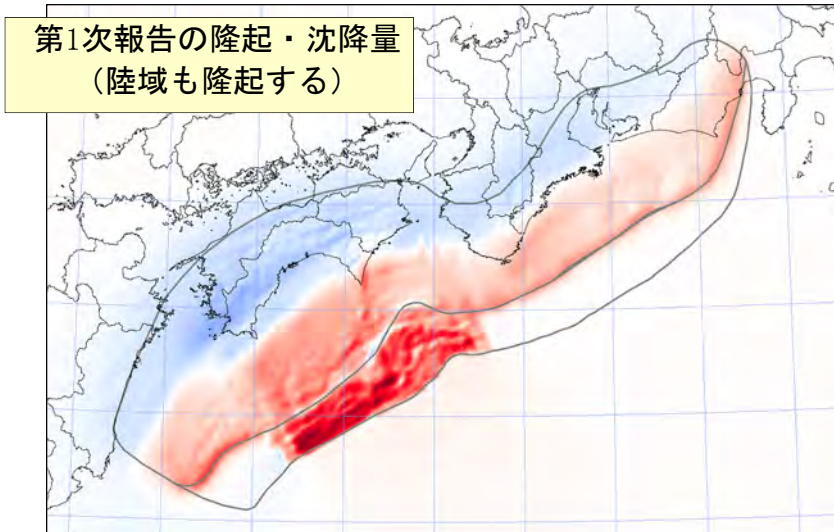
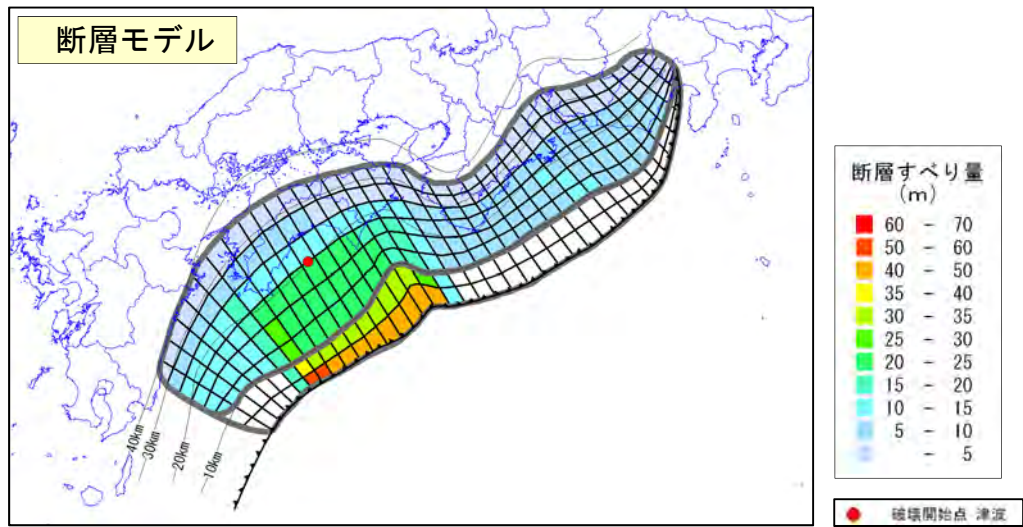


図3.2(4) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース④)

ケース⑤「四国沖～九州沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を設定

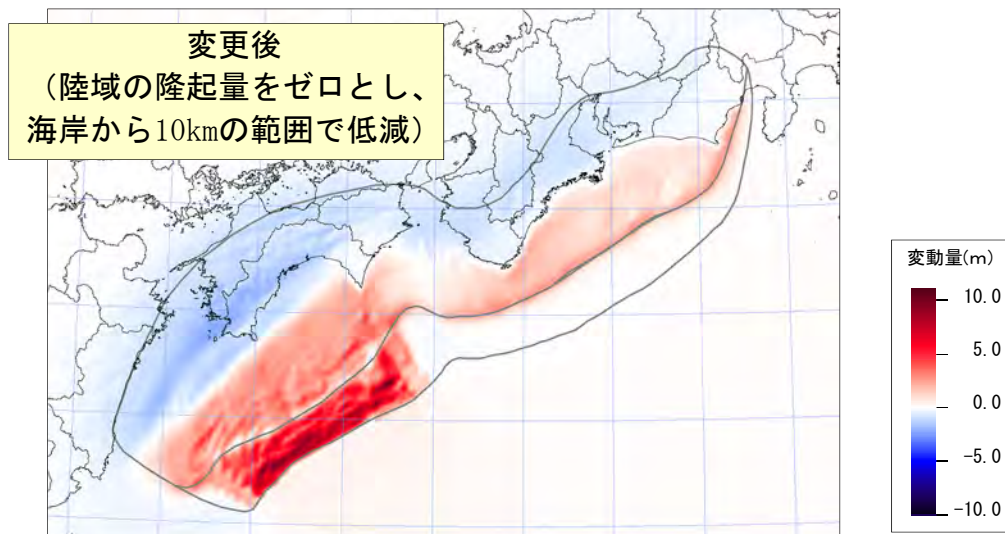
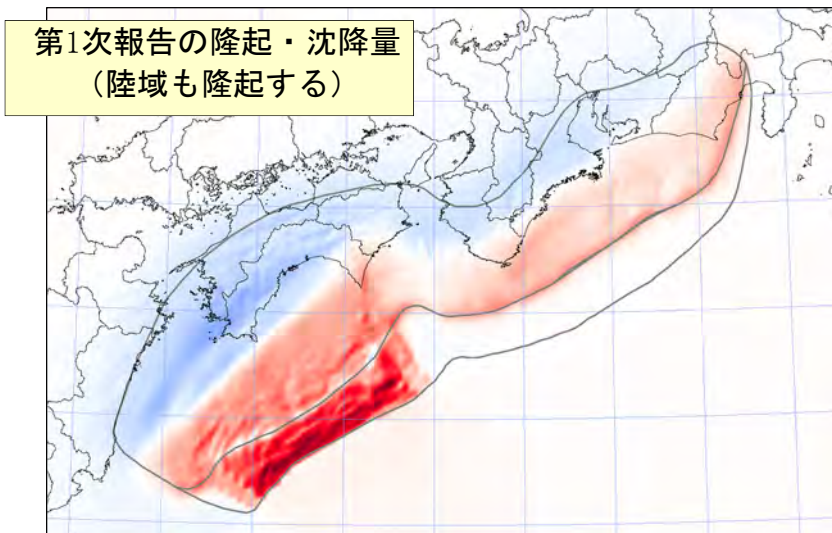
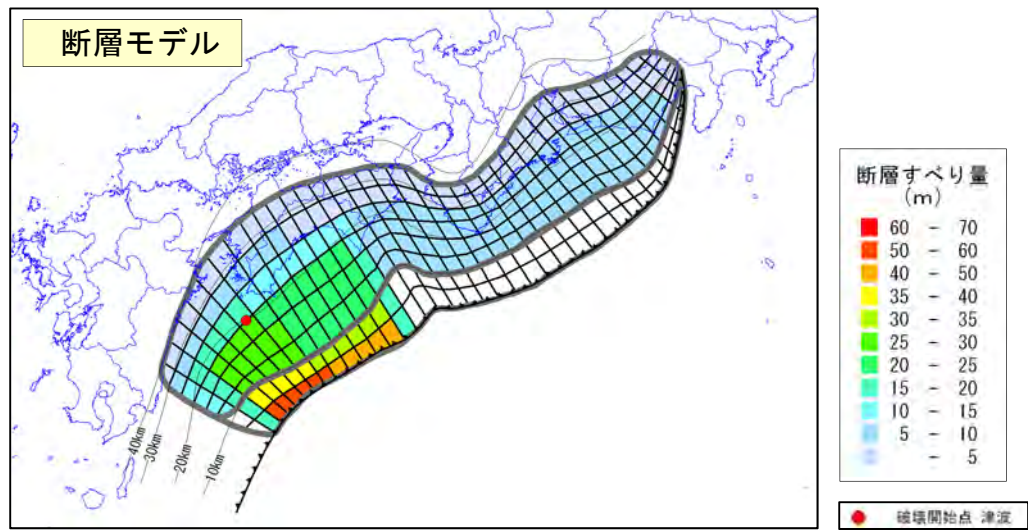


図3.2(5) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑤)

ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋(超大すべり域、分岐断層)」を設定

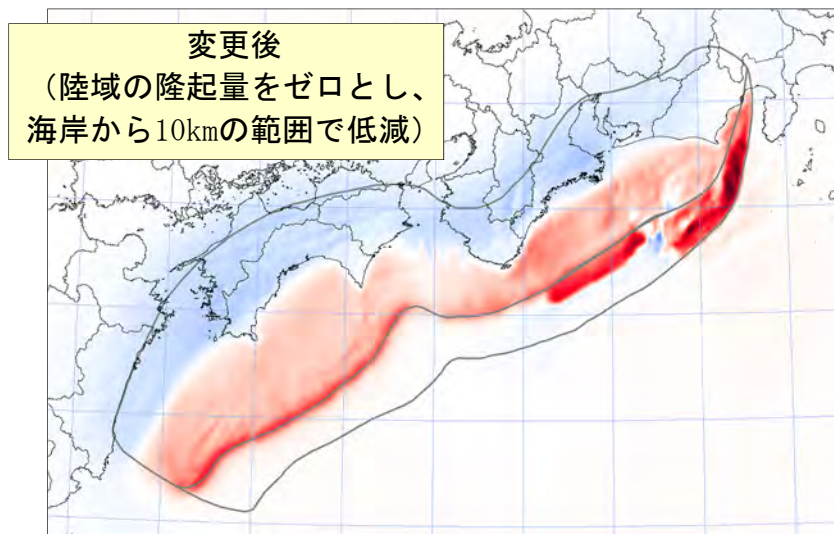
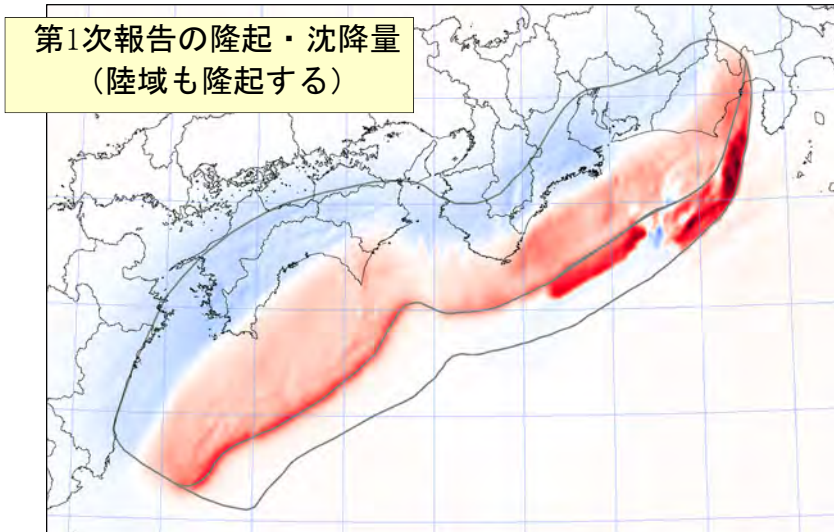
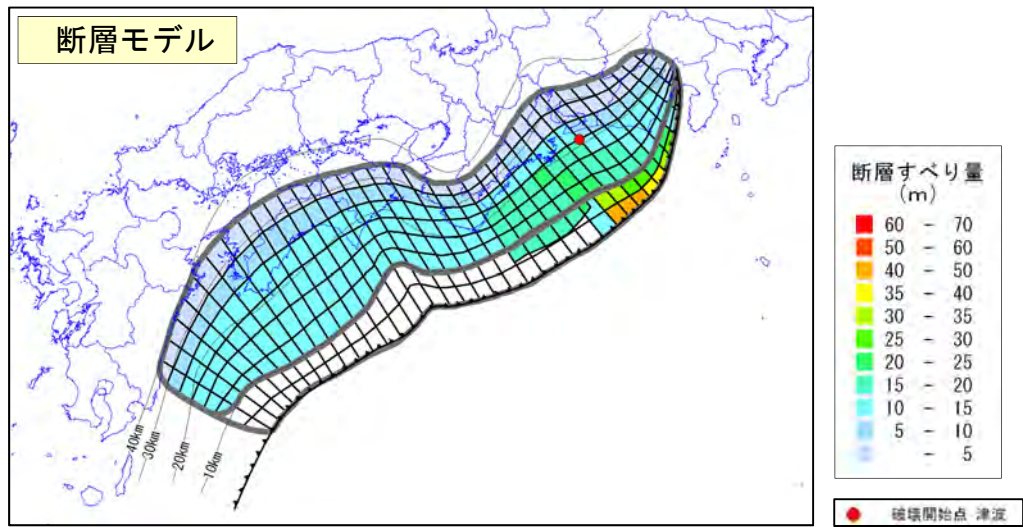


図3.2(6) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑥)

ケース⑦「紀伊半島沖」に「大すべり域+(超大すべり域、分岐断層)」を設定

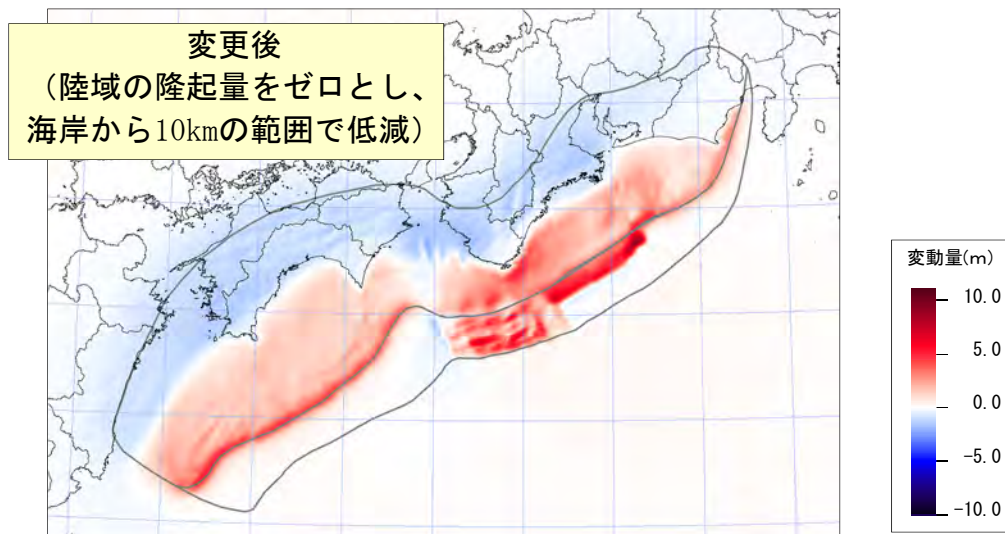
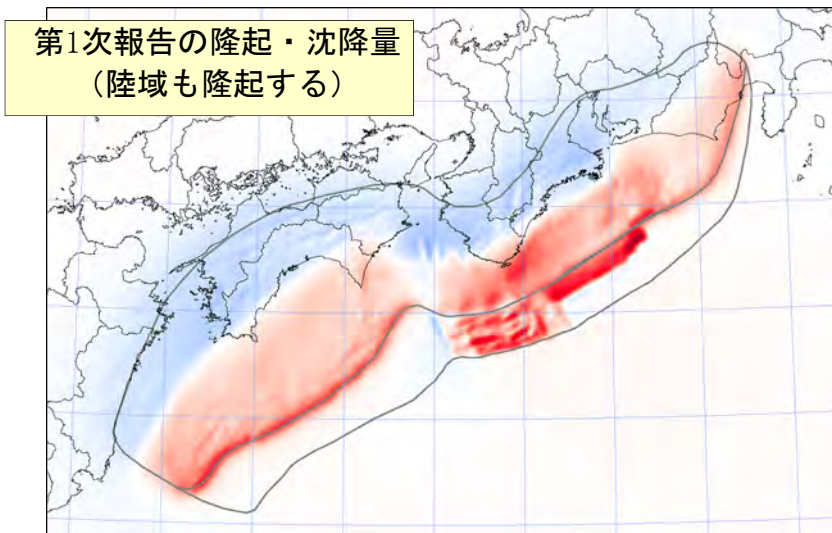
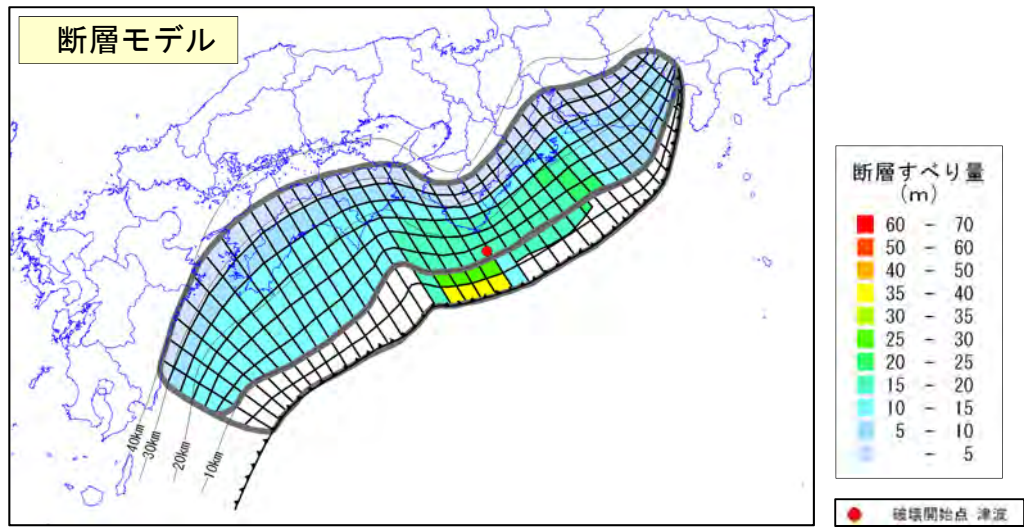


図3.2(7) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑦)

ケース⑧「駿河湾～愛知県東部沖」と「三重県南部沖～徳島県沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定

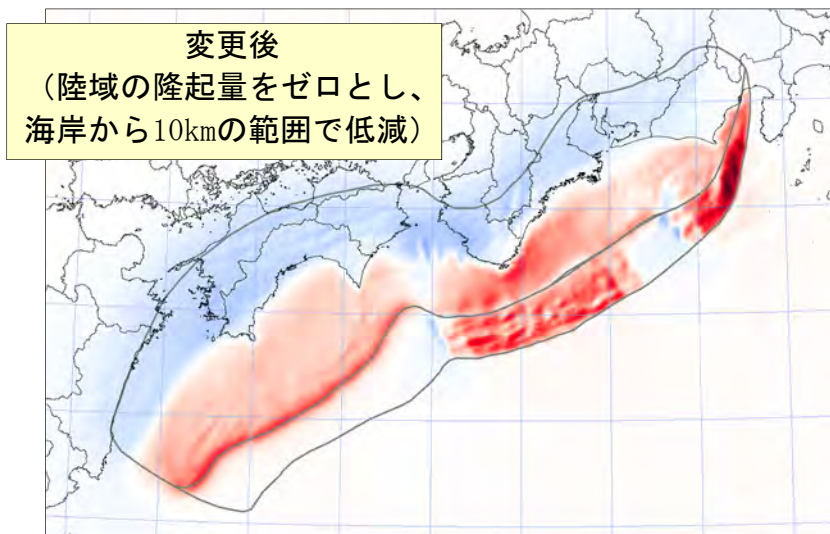
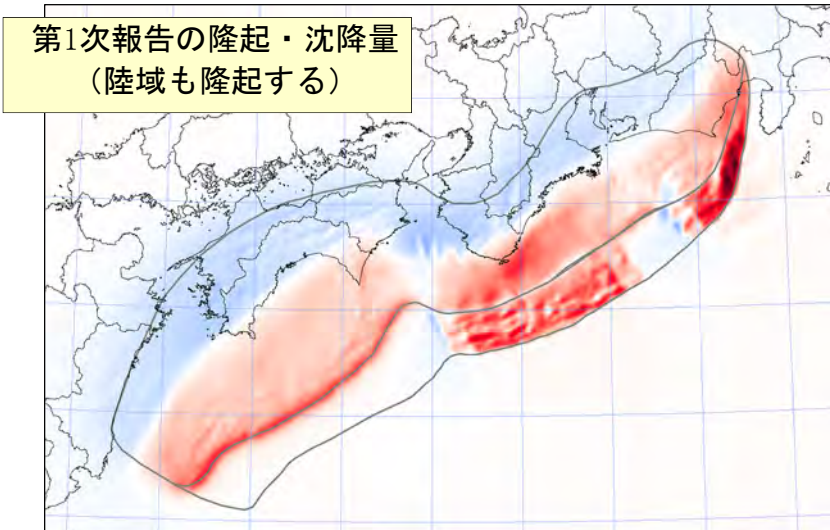
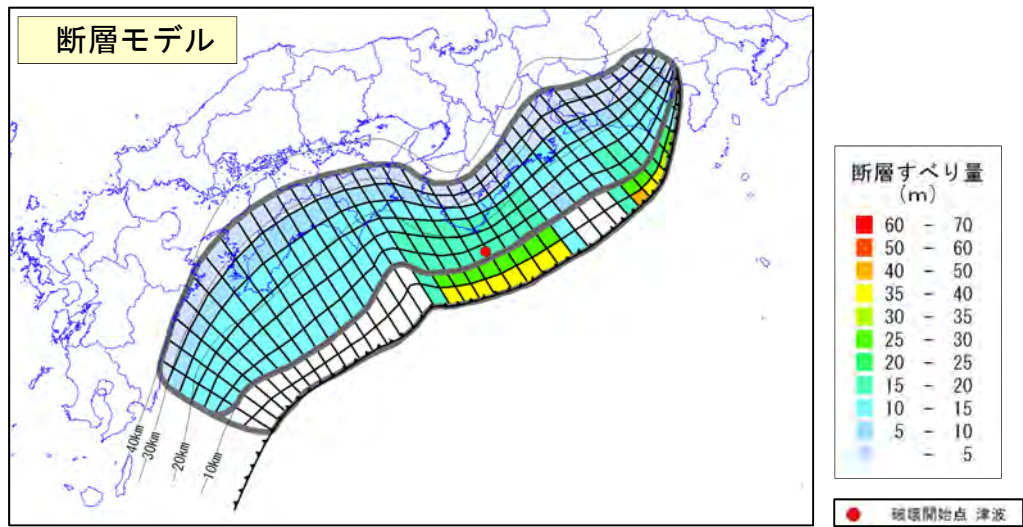


図3.2(8) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑧)

ケース⑨「愛知県沖～三重県沖」と「室戸岬沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定

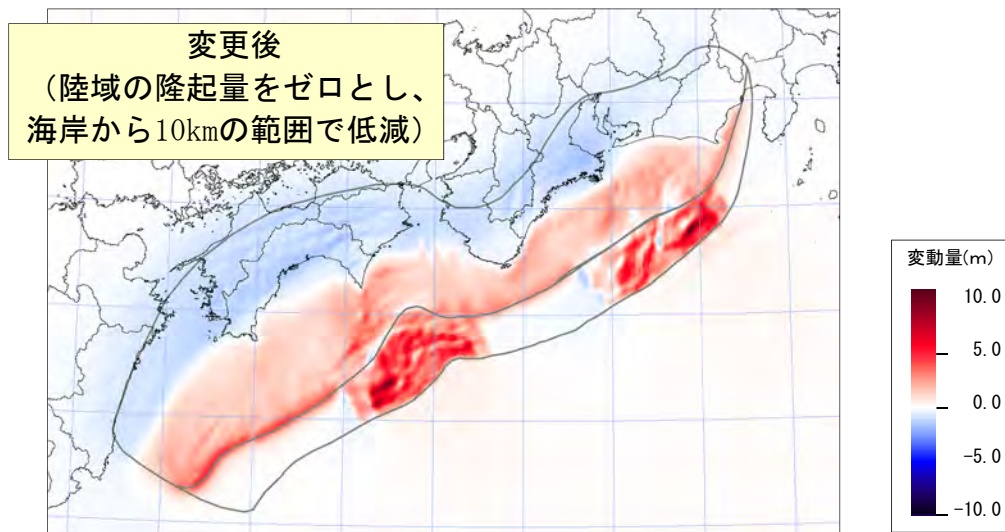
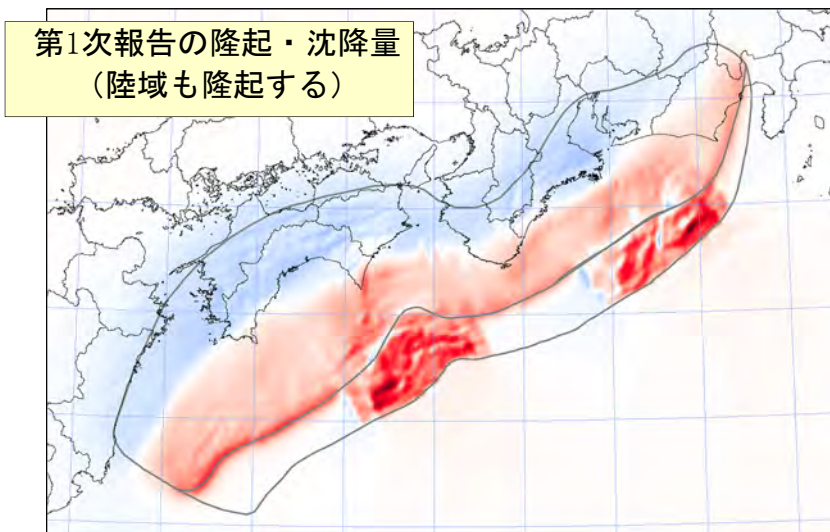
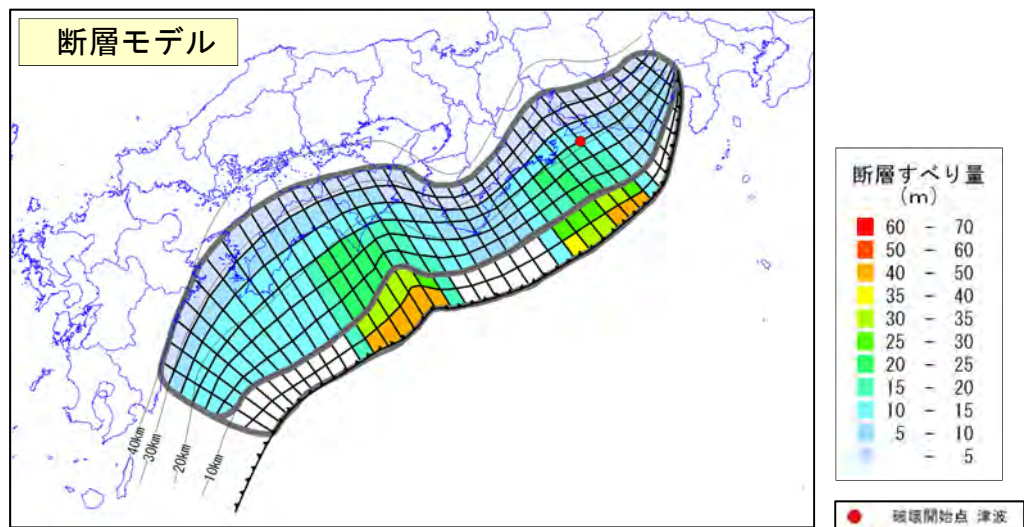


図3.2(9) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑨)

ケース⑩「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定

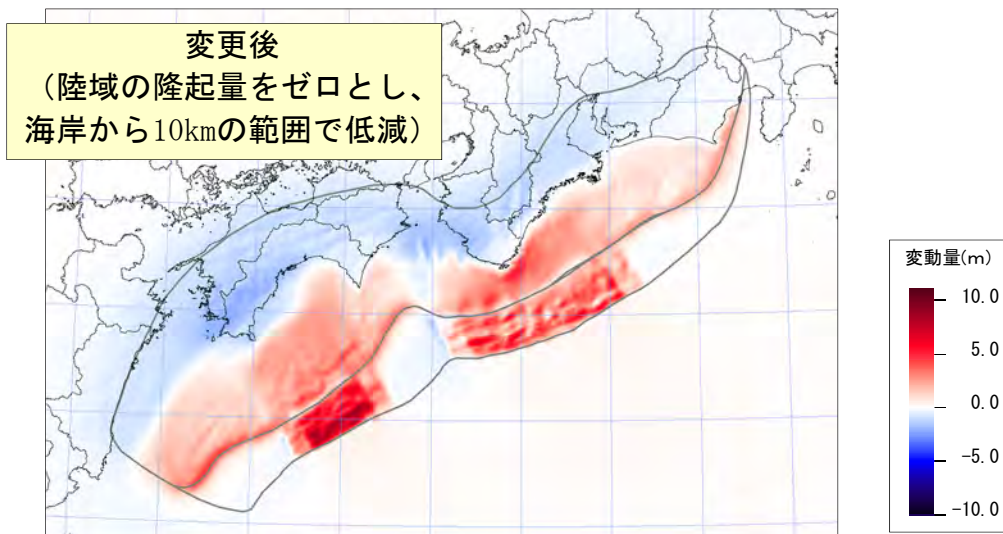
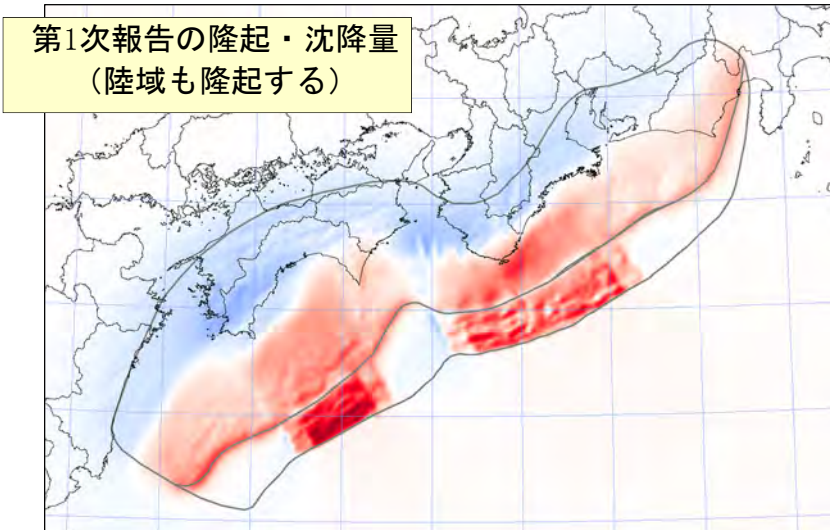
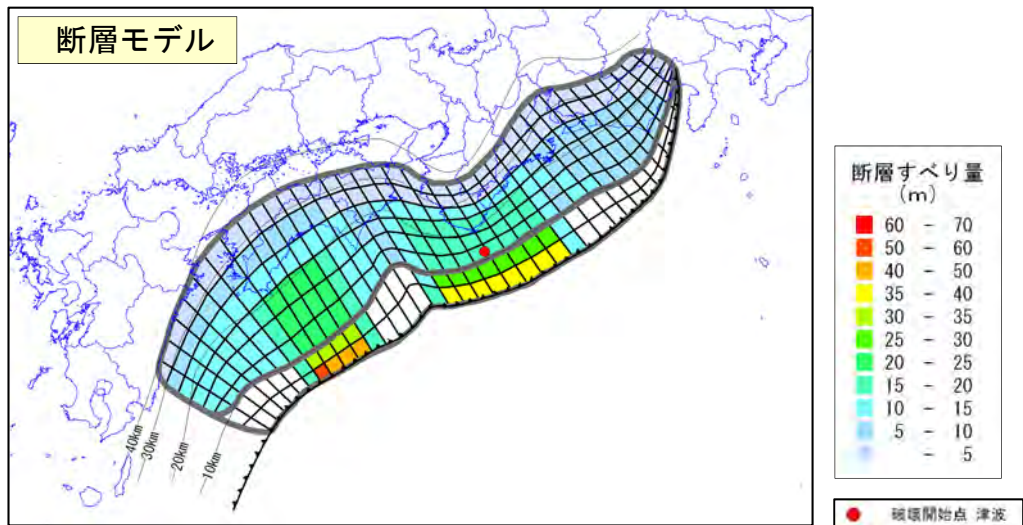


図3.2(10) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑩)

ケース⑪「室戸岬沖」と「日向灘」に
「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定

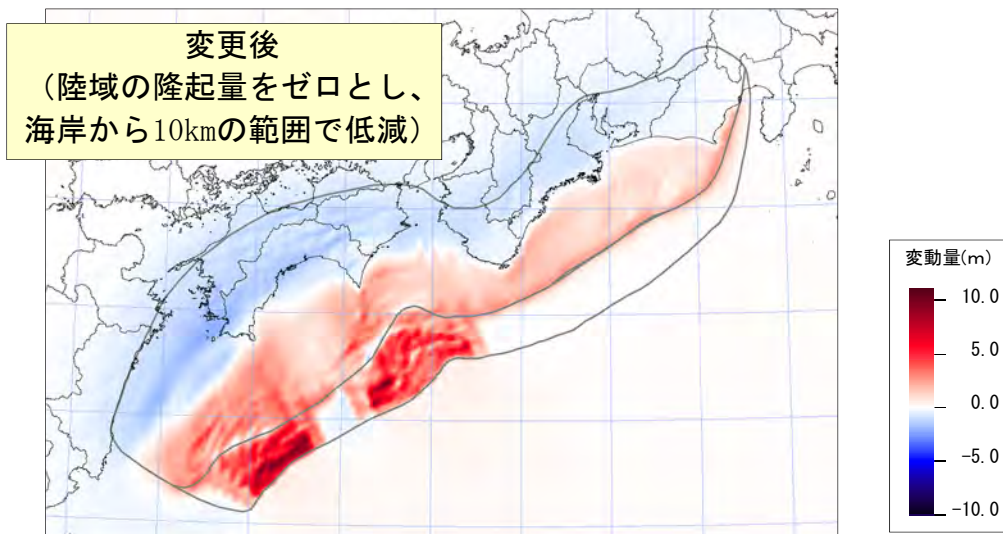
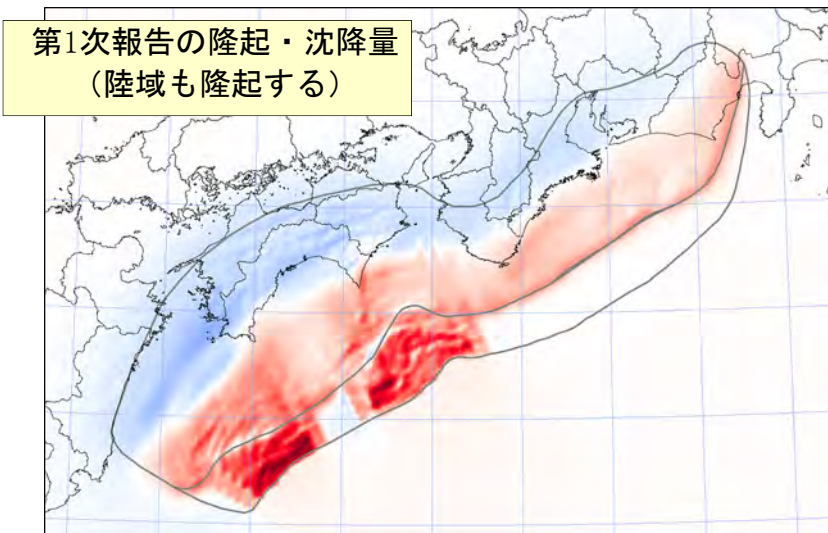
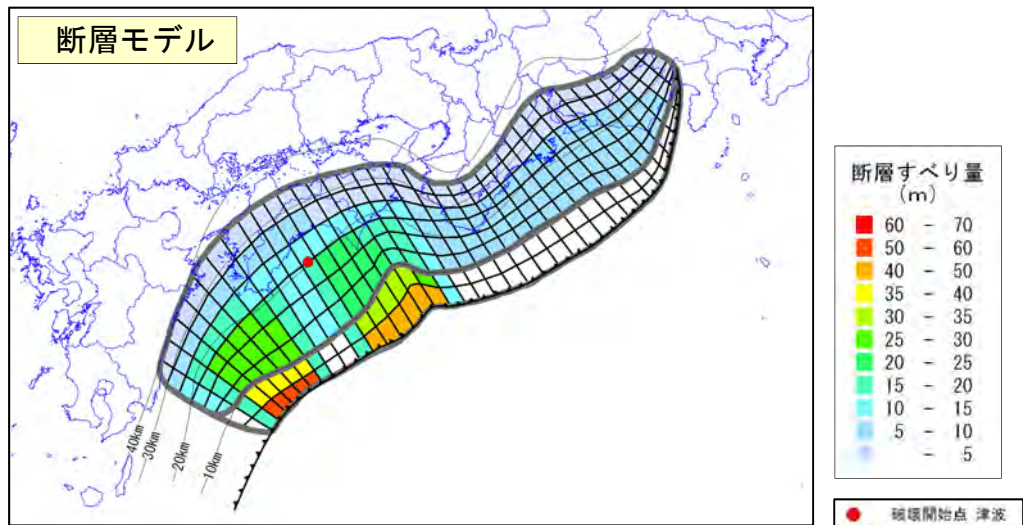


図3.2(11) 第1次報告の隆起・沈降量との違い(ケース⑪)

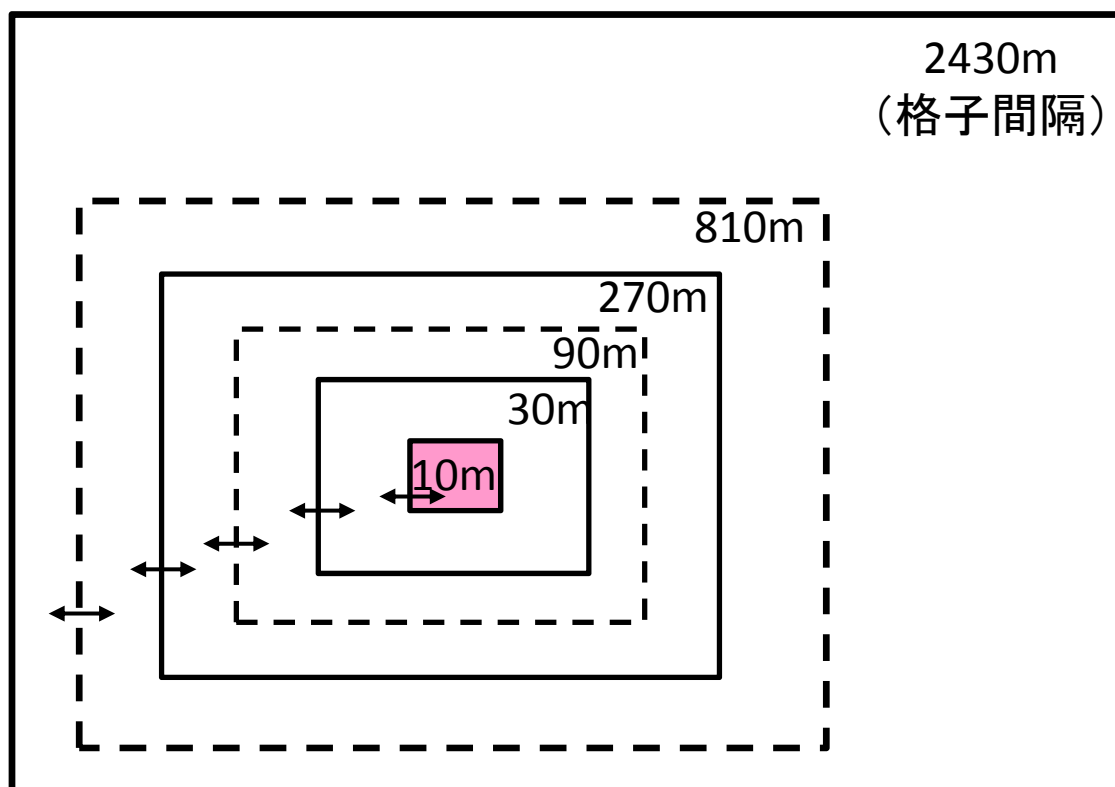


図3.4 津波計算に用いるメッシュの概念図

計算に用いる地形メッシュデータの感覚は、最小10m,30m,90m,270m,810m,2430mと設定した。

表4.1 海域の地形メッシュデータの作成に用いた資料

| 対象範囲 | データ名 | 作成・整備機関 | デジタル化の方法 |
|------|---|-----------|------------------------------|
| 海域 | ①海図(港泊図) 〔縮尺1/3,000~1/15,000〕 | 海上保安庁 | 図面の海底面標高の点データを読み取り。 |
| | ②海底地形デジタルデータ(等水深線) M7000シリーズ、M5000シリーズ 〔縮尺1/50,000相当〕 | (財)日本水路協会 | 標高のラインデータを点データに変換。 |
| | ③JTOPO30(日本近海30秒グリッド水深データ) 〔約1km×1kmグリッド〕 | (財)日本水路協会 | DEMデータとして提供されている。 |
| 湖沼 | ④湖沼図(浜名湖、逆浦、瀬沼) 〔縮尺1/10,000〕 | 国土地理院 | 図面の標高のラインデータをデジタル化して点データに変換。 |

※JTOPO30：品質管理済みの測量データや水深データセット、および等深線図の数値化データを基に、精度の高いデータを優先して統合編集した日本周辺海域における緯度経度30秒グリッドの水深データファイル。基データが存在しない海域には近傍の水深データから補間した推定値を収録

※DEMデータ：数値標高モデル(Digital Elevation Model)。地形のデジタル表現であり、ビットマップ画像(正方形が集まった格子)やTINで表現。

表4.2 陸域の地形メッシュデータの作成に用いる資料

| 対象範囲 | データ名(番号はデータ使用の優先順位) | メッシュサイズ | 作成・整備機関 |
|----------|------------------------|----------------------|---------|
| 陸域全体 | ①基盤地図情報(数値標高モデル:5mレーザ) | 5m | 国土地理院 |
| | ②精密基盤標高データ | 5m | |
| | ③河川LPデータ※および砂防LPデータ | 5m | |
| | ④海岸における3D電子地図 | 2m | |
| | ⑦基盤地図情報(数値標高モデル:5m写真) | 5m | |
| | ⑨基盤地図情報(数値標高モデル:10m) | 10m | 国土交通省 |
| | ⑤航空レーザ測量(LP)データ(直轄河川) | 2m | |
| | | ⑤航空レーザ測量(LP)データ(海岸域) | 2m |
| 河川・湖沼域のみ | ⑤航空レーザ測量(LP)データ(直轄河川) | 2m | 国土交通省 |
| | 河川縦横断測量成果(直轄河川) | — | 各都府県 |
| | 河川縦横断測量成果(県管理河川) | — | 各都府県 |
| | 湖沼図 | — | 国土地理院 |
| 陸域全体 | ⑥都府県提供メッシュデータ | 50m未満 | 各都府県 |
| | ⑧都府県提供メッシュデータ | 50m | |

※LP:レーザプロファイラーの略。

(参考)

航空レーザ測量による数値標高モデル(DEM)作成マニュアル(案)(国土地理院、平成18年4月)より

LPデータでは、下表データを取り除いている。

| | | |
|------|-----------|---|
| 交通施設 | 道路施設等 | 道路橋(長さ5m以上)、高架橋、横断歩道橋照明灯、信号灯、道路情報板等、 |
| | 鉄道施設 | 鉄道橋(長さ5m以上)、高架橋(モノレールの高架橋含む)、跨線橋、プラットフォーム、プラットフォーム上屋、架線支柱、信号灯支柱 |
| | 移動体 | 駐車車両、鉄道車両、船舶 |
| 建物等 | 建物及び付属施設等 | 一般住宅、工場、倉庫、公共施設、駅舎、無壁舎(温室、ビニールハウス)、競技場のスタンド、門、プール(土台部分含む)、へい |
| 小物体 | | 記念碑、鳥居、貯水槽、肥料槽、給水塔、起重機、煙突、高塔、電波塔、灯台、灯標、輸送管(地上、空間)、送電線 |
| 水部等 | 水部に関する構造物 | 浮き桟橋、水位観測施設、河川表示板 |
| 植生 | | 樹木 ^{※1} 、竹林 ^{※1} 、生垣 ^{※1} |
| その他 | その他 | 大規模な改変工事中の地域 ^{※2} 、地下鉄工事等の開削部、資材置場等の材料・資材 |

※1 地表面と判断できる部分は、地形を正しく表現するため可能な限り採用する。

※2 地表面として、ほぼ恒久的であると判断できるものは採用する。

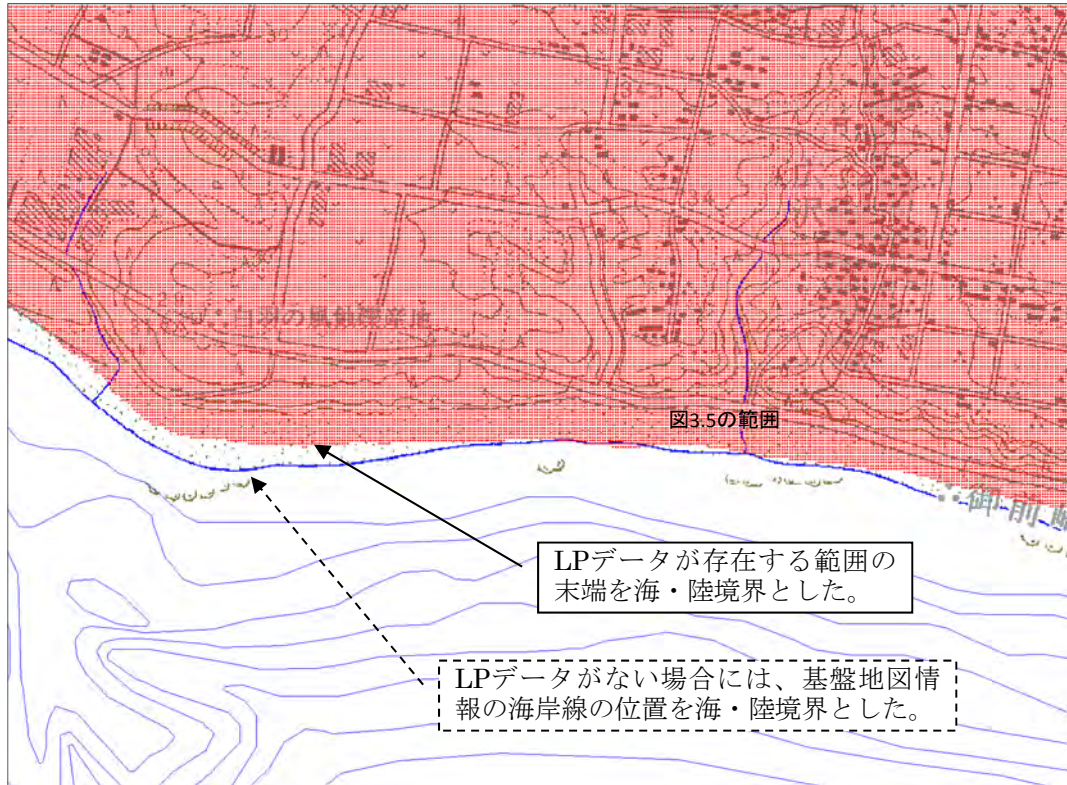


図4.1 海陸境界付近での国土地理院河川LPデータおよび砂防LPデータと
1/25000地形図(基盤地図情報:数値標高モデル10mの元データ)の比較

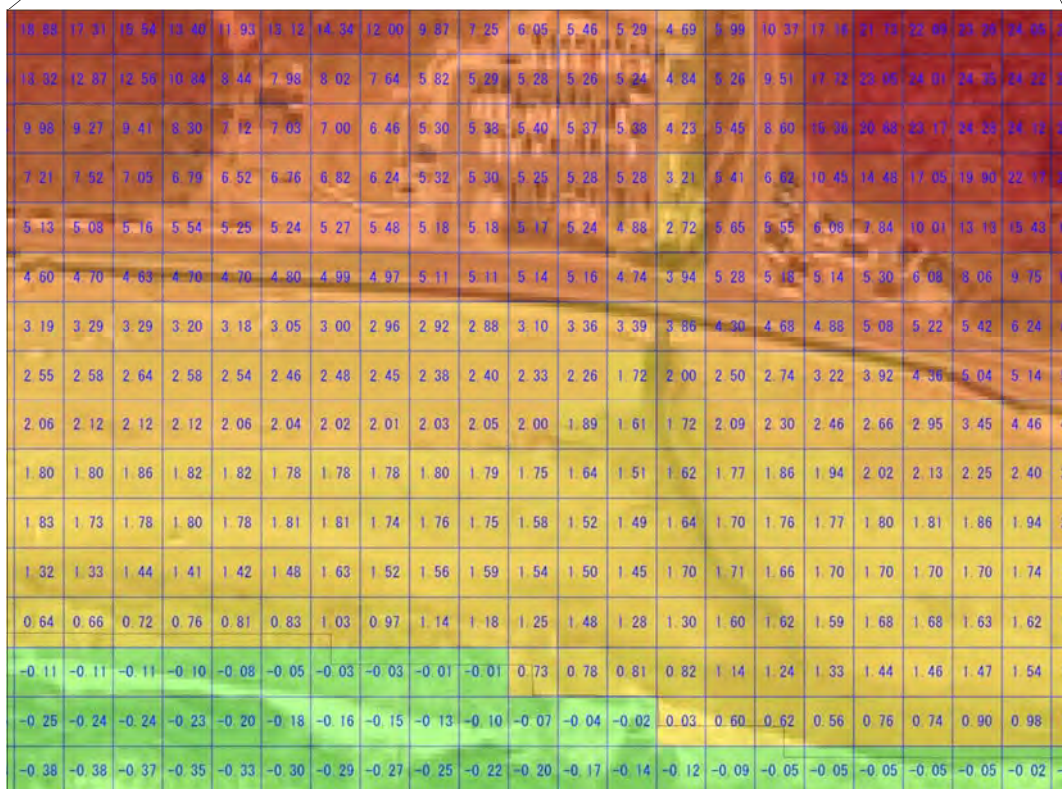
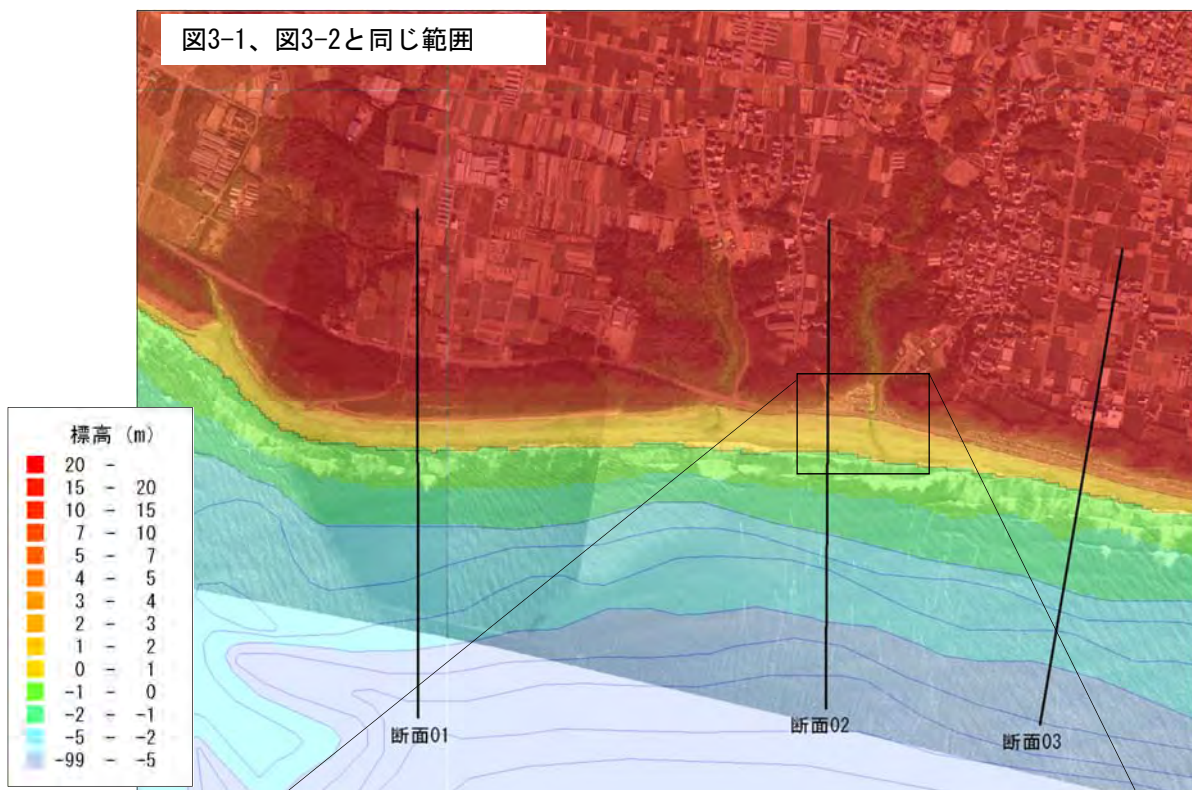


図4.2 作成した地形データの標高分布の例

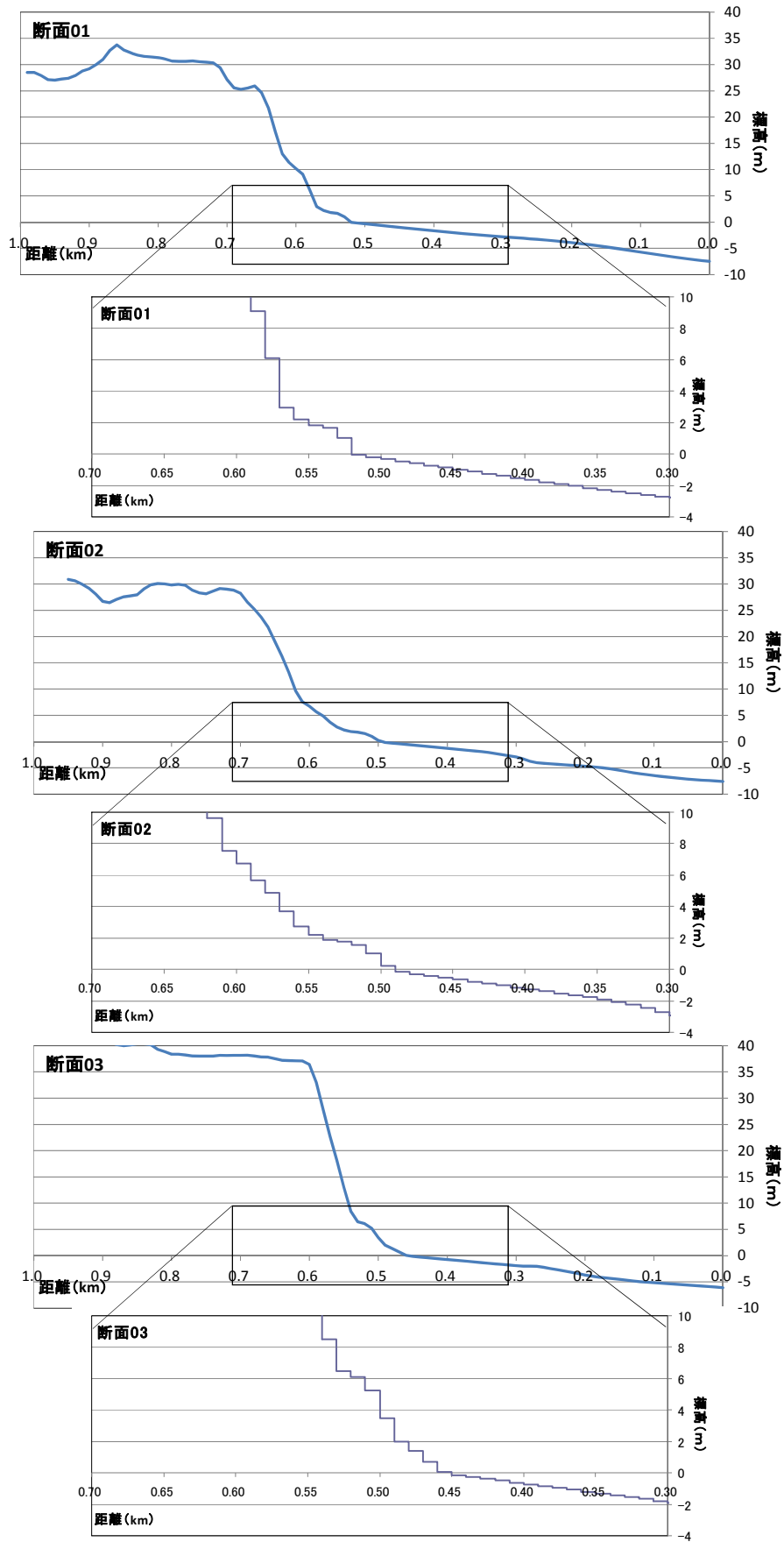
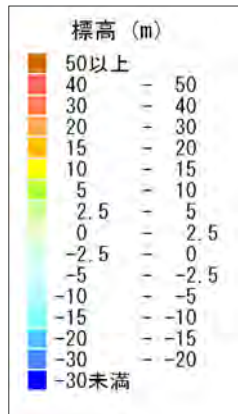
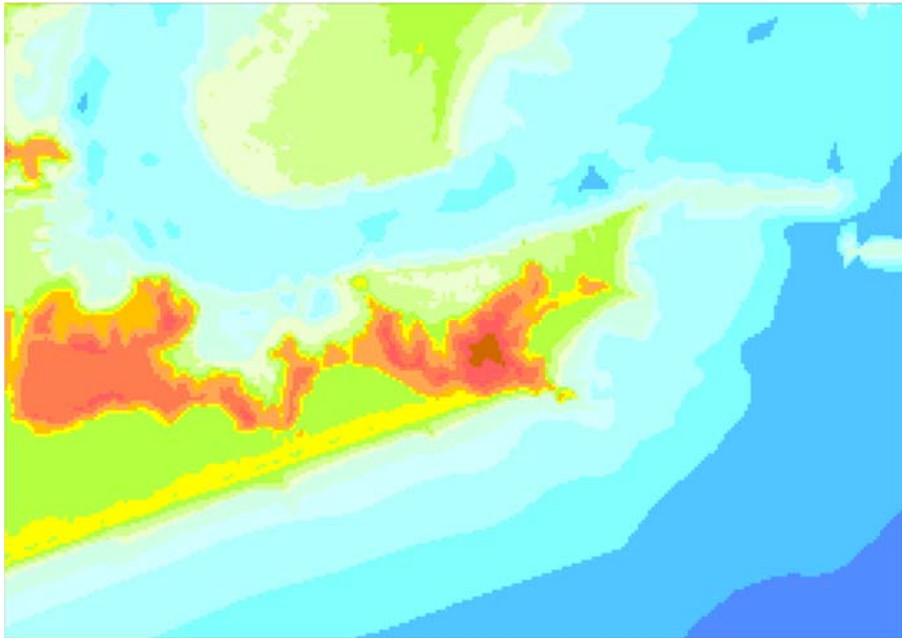


図4.3 作成した地形データの標高断面の例

10mメッシュ



50mメッシュ

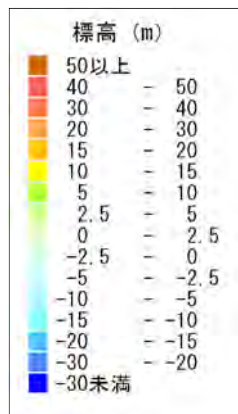
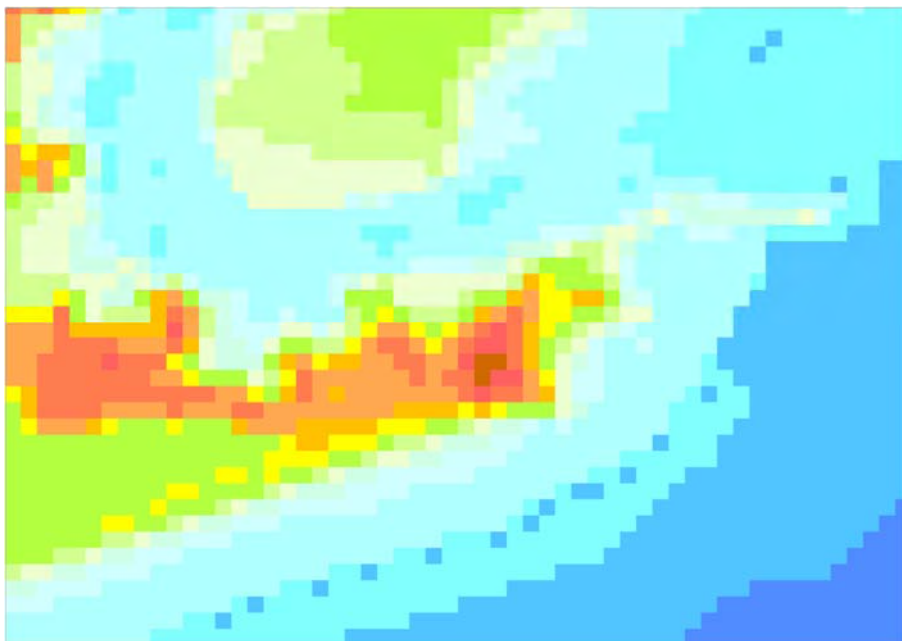
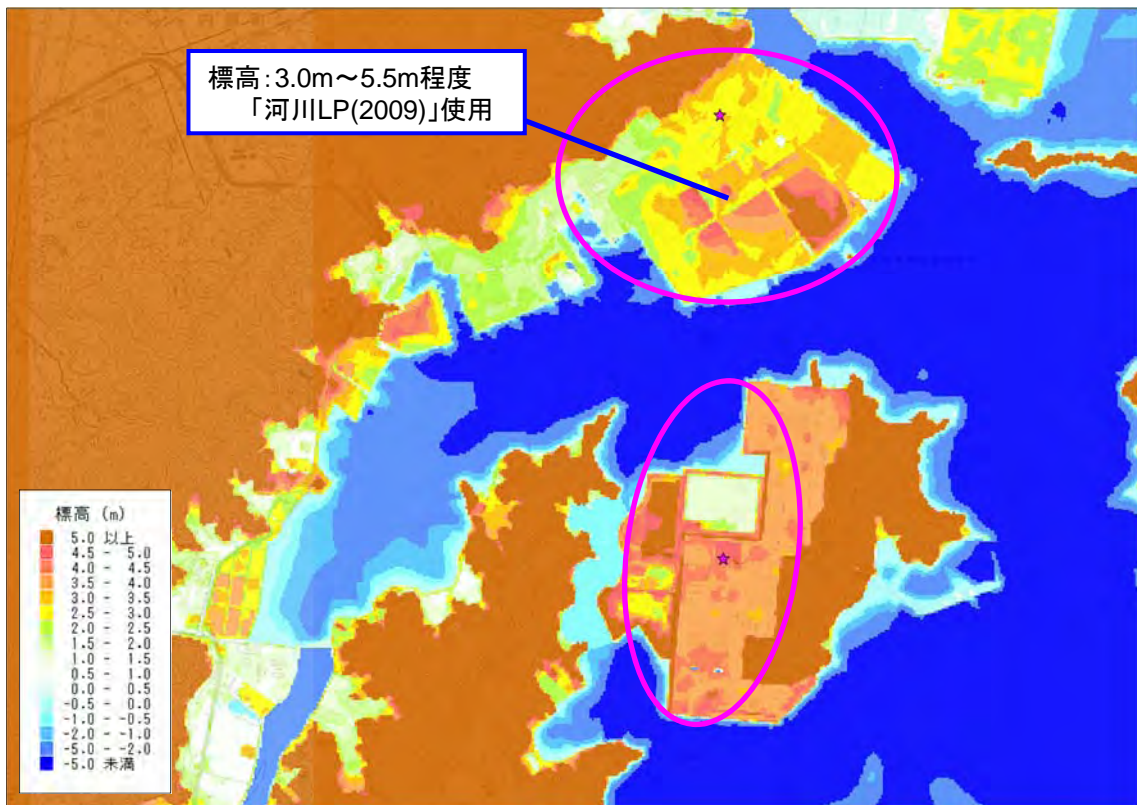


図4.4 10mメッシュと50mメッシュの比較 (陸域)

10mメッシュ



50mメッシュ

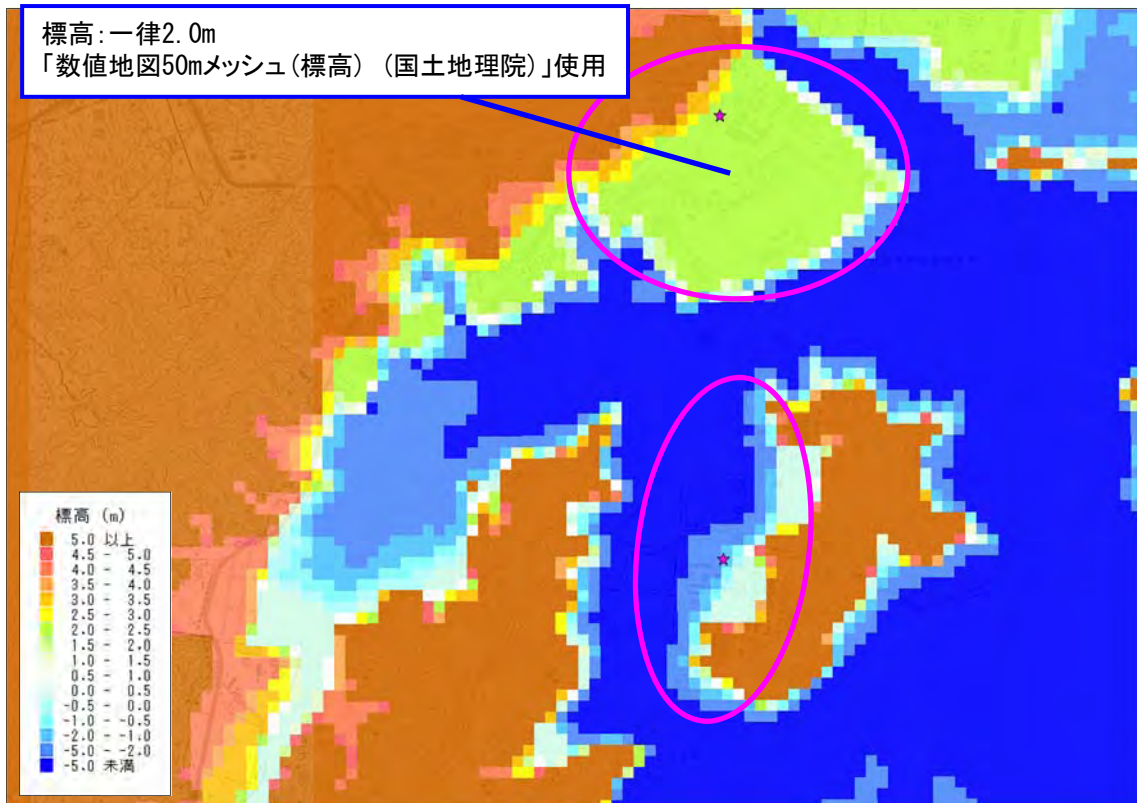


図4.5 10mメッシュと50mメッシュの比較



図4.6 メッシュデータを作成した河川とメッシュ作成範囲

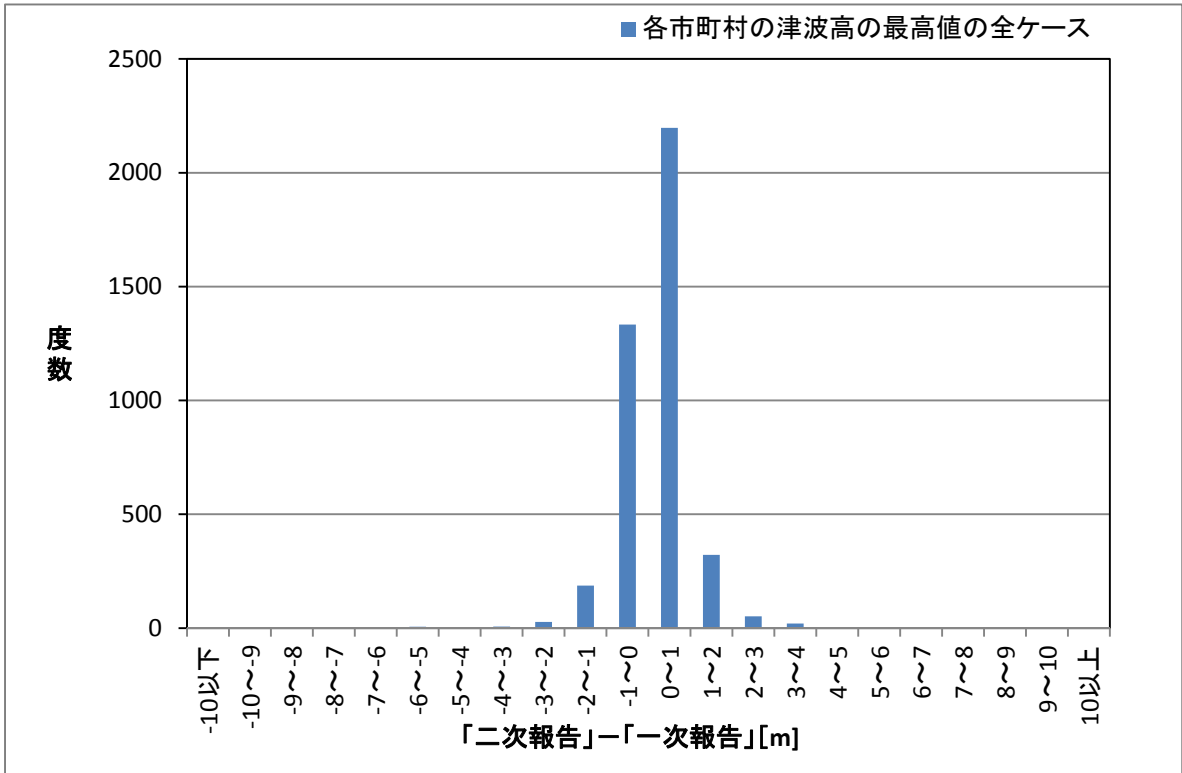


図5.2 全ケースの各市町村の津波高の最高値の比較

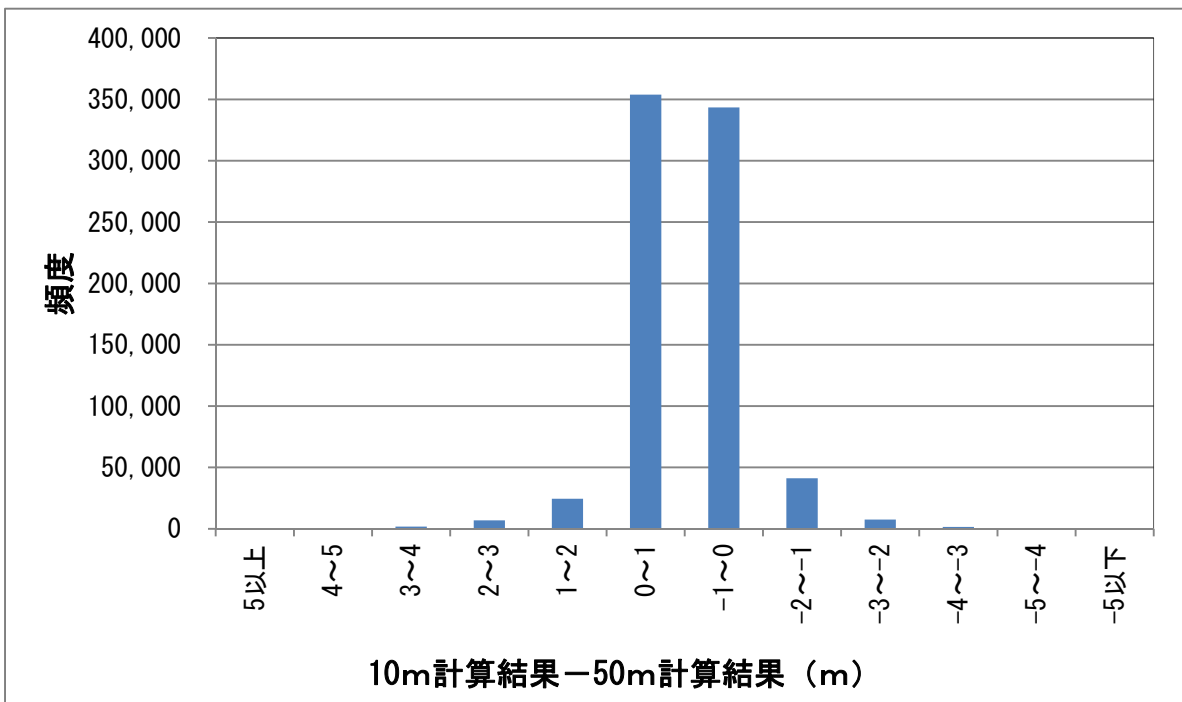
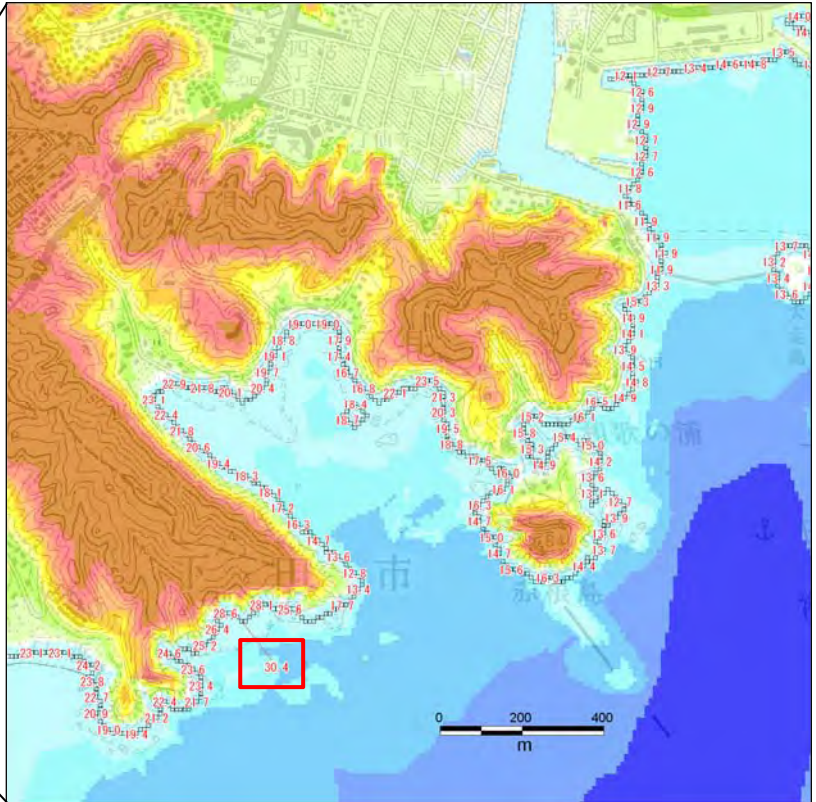


図5.3 ケース③の津波高の計算結果全データの比較

静岡県下田市

本推計 10mメッシュ (ケース1:31m)



1次報告 50mメッシュ(ケース1:25.3m)

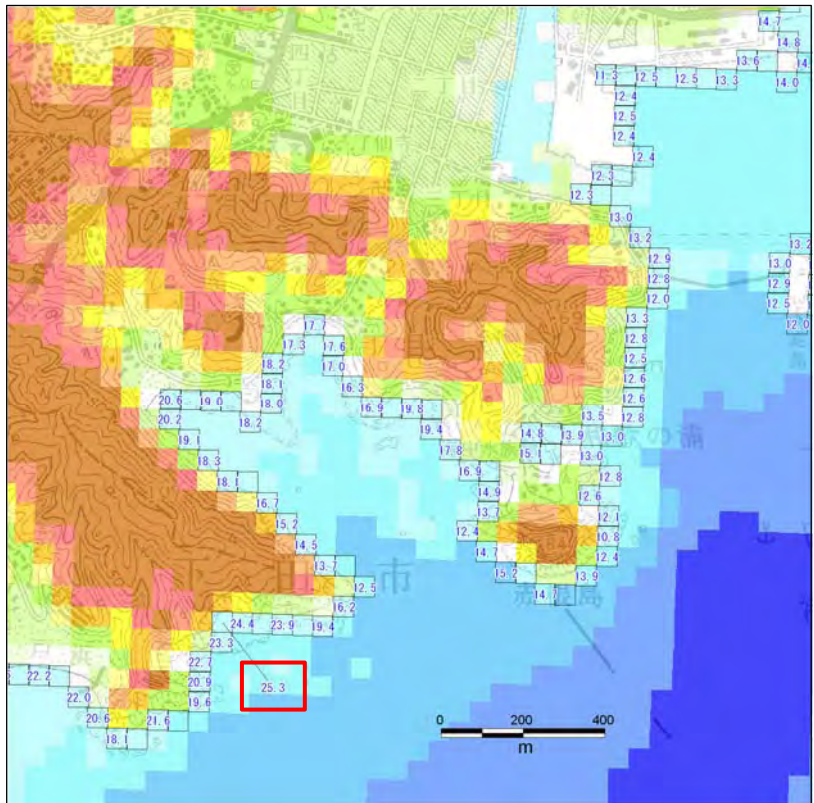
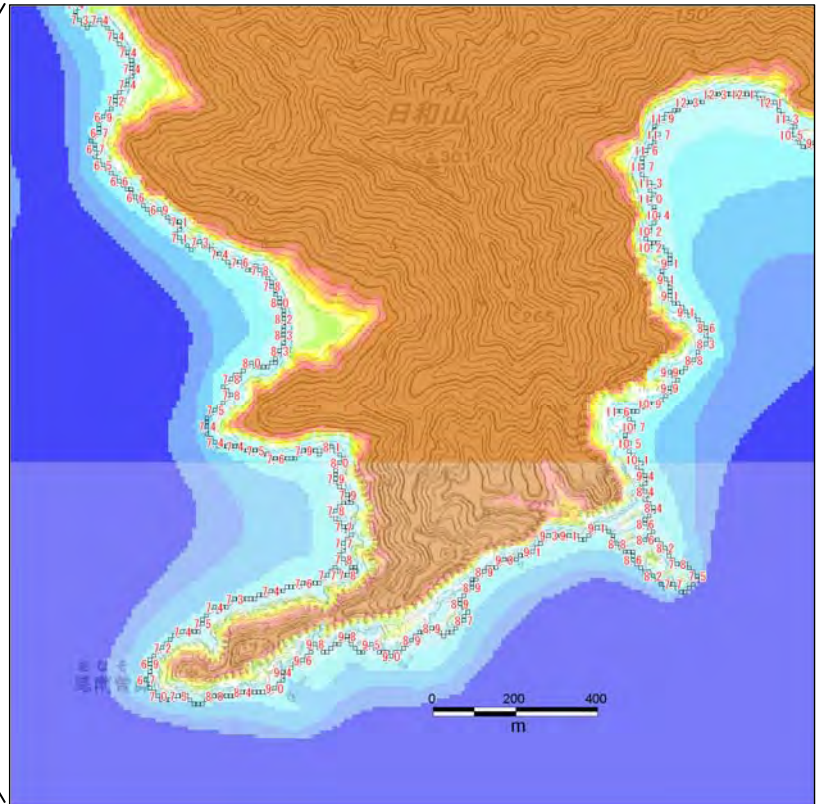


図5.4 本推計10mメッシュの津波高と一次報告50mメッシュの津波高が異なる地点の例(1)

三重県尾鷲市

本推計 10mメッシュ (ケース2:14m)



1次報告 50mメッシュ(ケース2:24.5m)

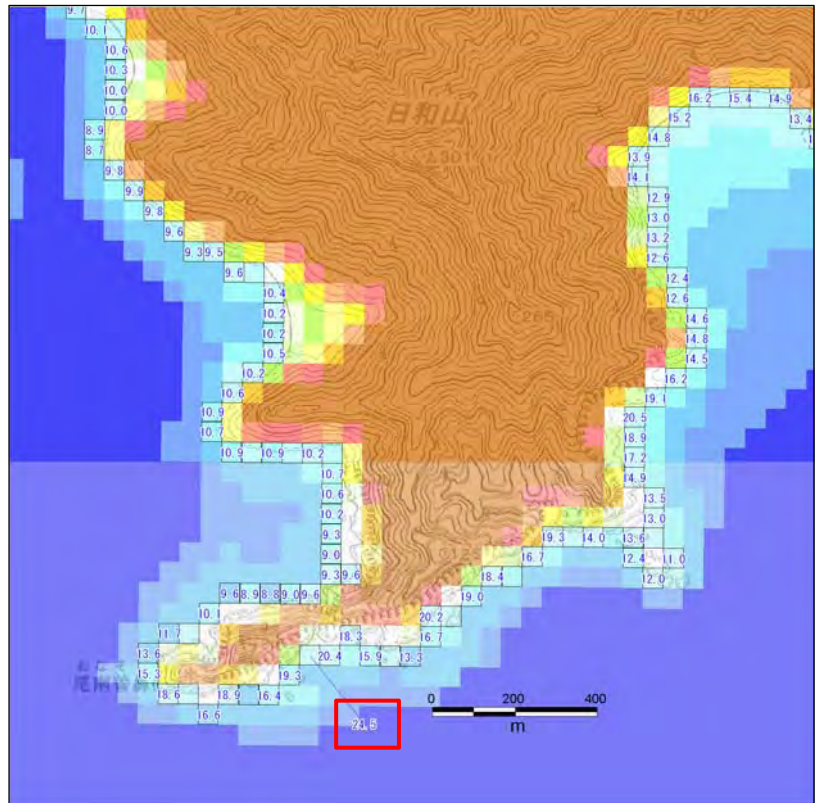


図5.5 本推計10mメッシュの津波高と一次報告50mメッシュの津波高が異なる地点の例(2)

【基本的な検討ケース】(計5ケース)

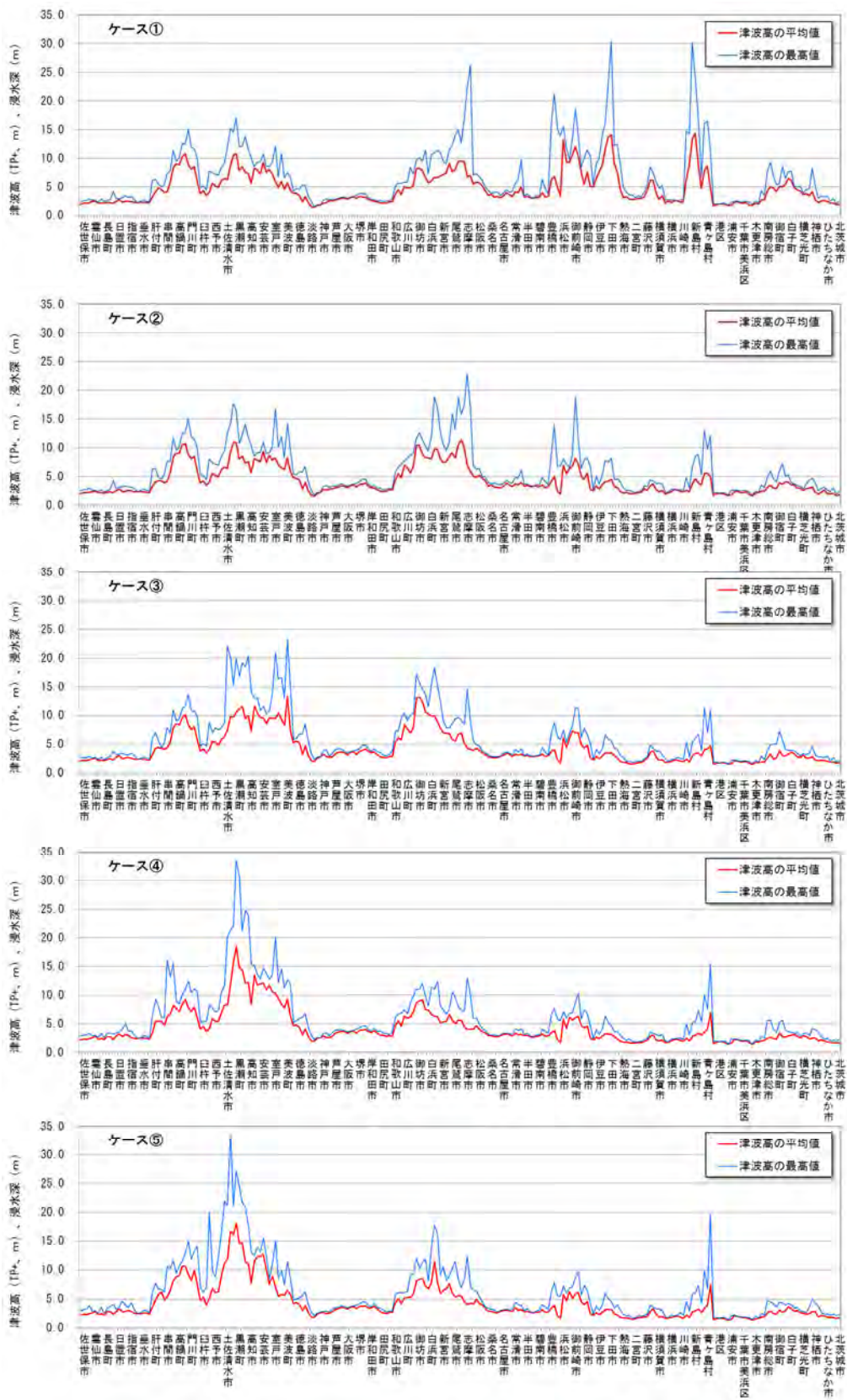


図5.6 津波高（満潮時）
各市町村の津波高の最高値と津波高の平均値の比較【基本的なケース】

表5.1 ケース別 市町村平均津波高(満潮位・地殻変動考慮)の各都府県内最大値

| 都道府県名 | ケース① (m) | ケース② (m) | ケース③ (m) | ケース④ (m) | ケース⑤ (m) | ケース⑥ (m) | ケース⑦ (m) | ケース⑧ (m) | ケース⑨ (m) | ケース⑩ (m) | ケース⑪ (m) | 最大値 (m) |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 茨城県 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 千葉県 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 7 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 東京都(区部) | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 東京都(島嶼部) | 15 | 6 | 5 | 7 | 8 | 15 | 6 | 15 | 8 | 5 | 7 | 15 |
| 神奈川県 | 7 | 4 | 4 | 3 | 4 | 7 | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 8 |
| 静岡県 | 15 | 9 | 8 | 7 | 7 | 15 | 8 | 15 | 8 | 8 | 7 | 15 |
| 愛知県 | 7 | 5 | 5 | 4 | 4 | 7 | 5 | 6 | 7 | 4 | 4 | 7 |
| 三重県 | 10 | 12 | 7 | 7 | 8 | 13 | 13 | 12 | 8 | 12 | 7 | 13 |
| 大阪府 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 兵庫県 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 和歌山県 | 9 | 11 | 14 | 10 | 12 | 9 | 11 | 11 | 10 | 11 | 10 | 14 |
| 岡山県 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 広島県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 山口県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 徳島県 | 6 | 9 | 14 | 10 | 7 | 6 | 9 | 9 | 12 | 9 | 11 | 14 |
| 香川県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 愛媛県 | 7 | 7 | 6 | 7 | 10 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 10 | 10 |
| 高知県 | 11 | 11 | 12 | 19 | 19 | 11 | 11 | 11 | 13 | 16 | 13 | 19 |
| 福岡県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 長崎県 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 熊本県 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 大分県 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 |
| 宮崎県 | 11 | 11 | 11 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 12 | 12 |
| 鹿児島県 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 |
| 沖縄県 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 全域 | 15 | 12 | 14 | 19 | 19 | 15 | 13 | 15 | 13 | 16 | 13 | 19 |

表5.2 都府県別ケース別 最大津波高(満潮位・地殻変動考慮)

| 都道府県名 | ケース① (m) | ケース② (m) | ケース③ (m) | ケース④ (m) | ケース⑤ (m) | ケース⑥ (m) | ケース⑦ (m) | ケース⑧ (m) | ケース⑨ (m) | ケース⑩ (m) | ケース⑪ (m) | 最大値 (m) |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 茨城県 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 6 |
| 千葉県 | 10 | 8 | 8 | 6 | 5 | 11 | 8 | 11 | 9 | 7 | 7 | 11 |
| 東京都(区部) | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 東京都(島嶼部) | 31 | 13 | 12 | 16 | 20 | 31 | 12 | 31 | 16 | 13 | 16 | 31 |
| 神奈川県 | 9 | 5 | 5 | 4 | 4 | 10 | 4 | 10 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| 静岡県 | 31 | 19 | 12 | 11 | 10 | 31 | 14 | 33 | 12 | 11 | 11 | 33 |
| 愛知県 | 22 | 14 | 9 | 8 | 8 | 19 | 9 | 14 | 18 | 8 | 8 | 22 |
| 三重県 | 27 | 23 | 15 | 14 | 13 | 22 | 26 | 15 | 21 | 15 | 13 | 27 |
| 大阪府 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 兵庫県 | 6 | 7 | 9 | 7 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 9 |
| 和歌山県 | 12 | 19 | 19 | 13 | 18 | 16 | 20 | 19 | 18 | 19 | 13 | 20 |
| 岡山県 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 広島県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 山口県 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 徳島県 | 11 | 15 | 24 | 15 | 12 | 10 | 15 | 15 | 21 | 15 | 20 | 24 |
| 香川県 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 愛媛県 | 9 | 9 | 9 | 11 | 20 | 9 | 9 | 9 | 9 | 11 | 21 | 21 |
| 高知県 | 17 | 18 | 22 | 34 | 34 | 17 | 18 | 18 | 23 | 25 | 27 | 34 |
| 福岡県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 長崎県 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 熊本県 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 大分県 | 11 | 11 | 10 | 11 | 14 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 |
| 宮崎県 | 15 | 15 | 14 | 17 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 16 | 15 | 17 |
| 鹿児島県 | 8 | 8 | 8 | 10 | 11 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 13 | 13 |
| 沖縄県 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 全域 | 31 | 23 | 24 | 34 | 34 | 31 | 26 | 33 | 23 | 25 | 27 | 34 |

高知県土佐清水市
 [津波高さ:34m(ケース5)]

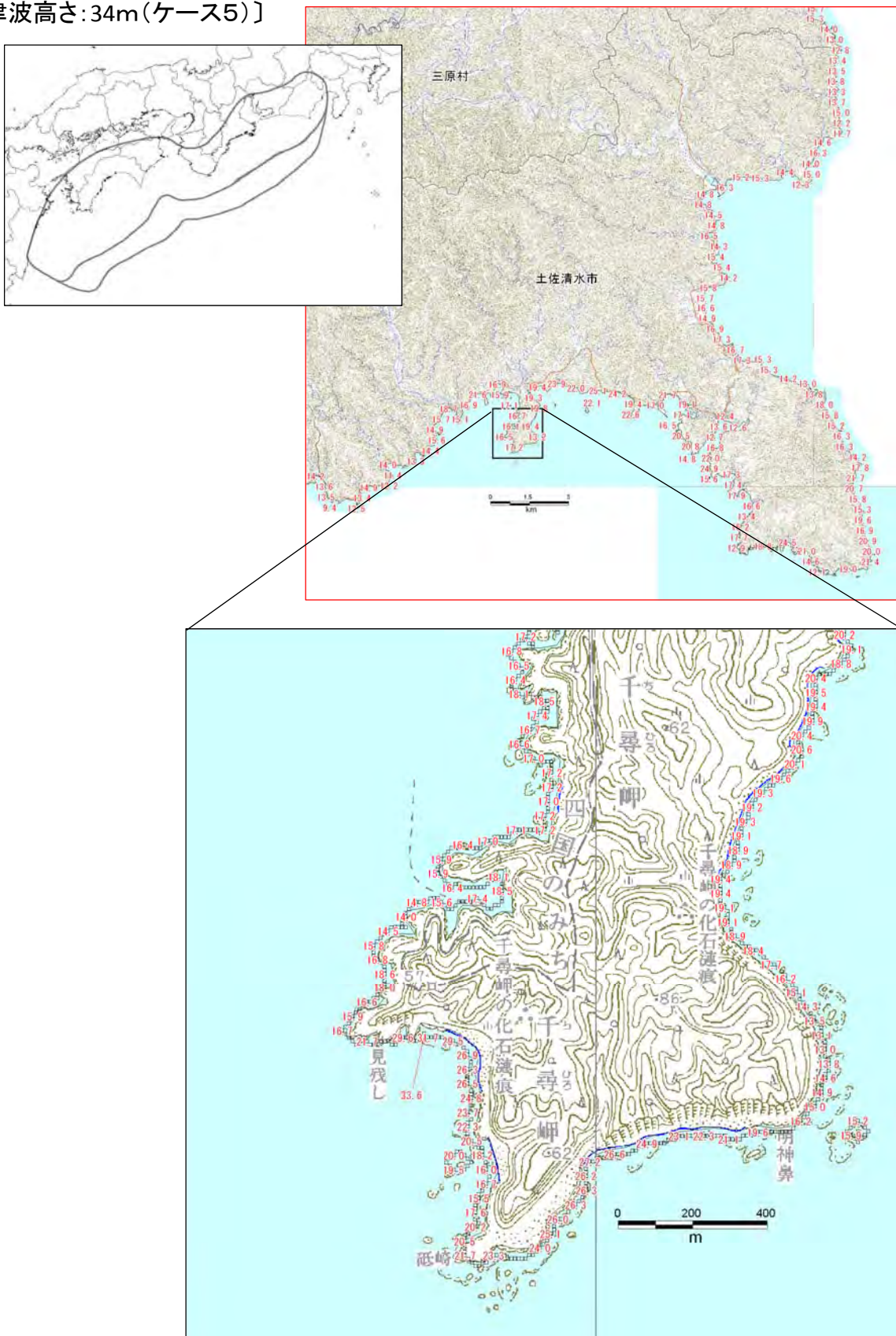


図5.8 津波高が高くなっている箇所の例(30m以上)

高知県幡多郡黒潮町
〔津波高さ: 34m(ケース4)〕

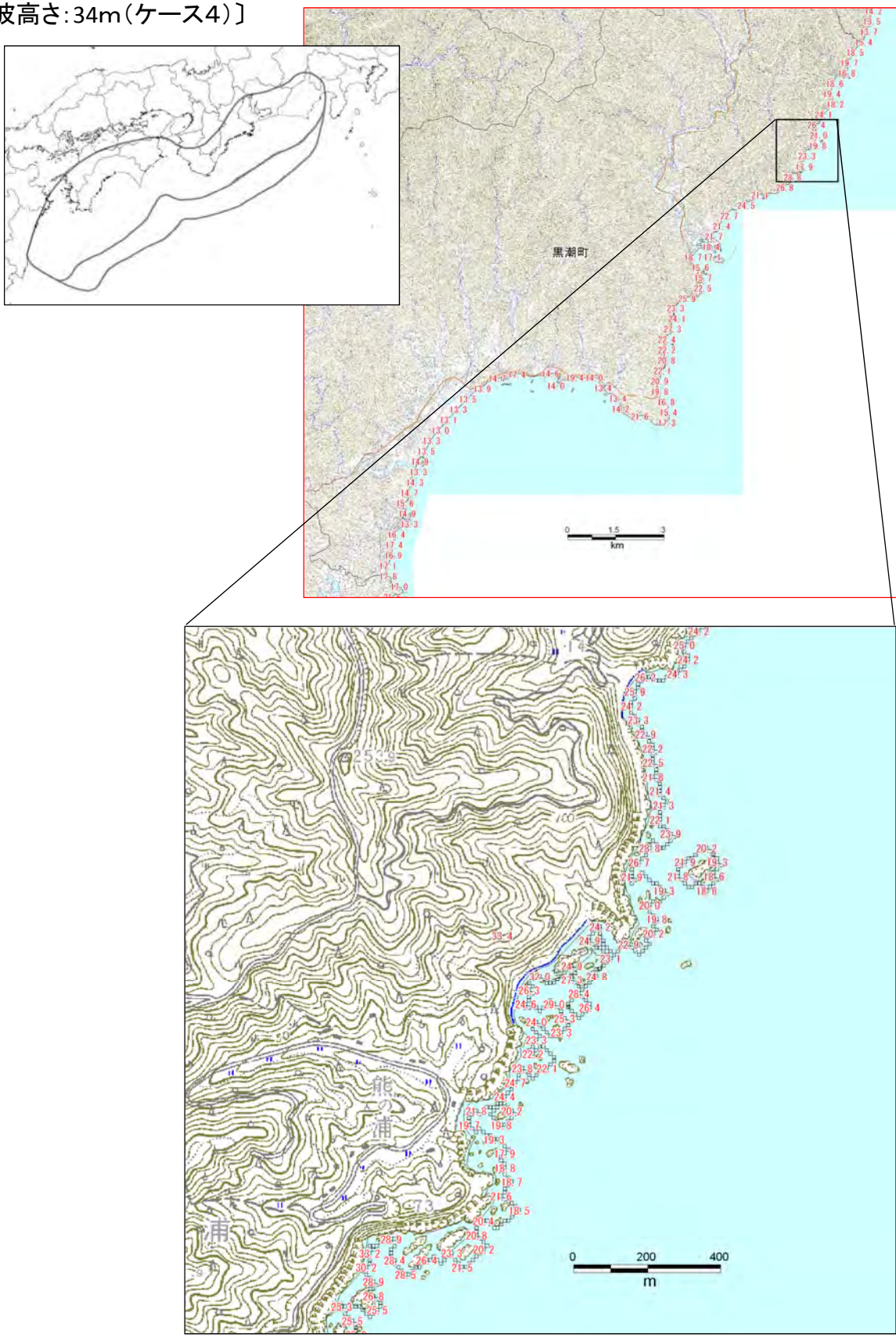


図5.9 津波高が高くなっている箇所の例(30m以上)

高知県高岡郡四万十町
〔津波高さ:31m(ケース4)〕

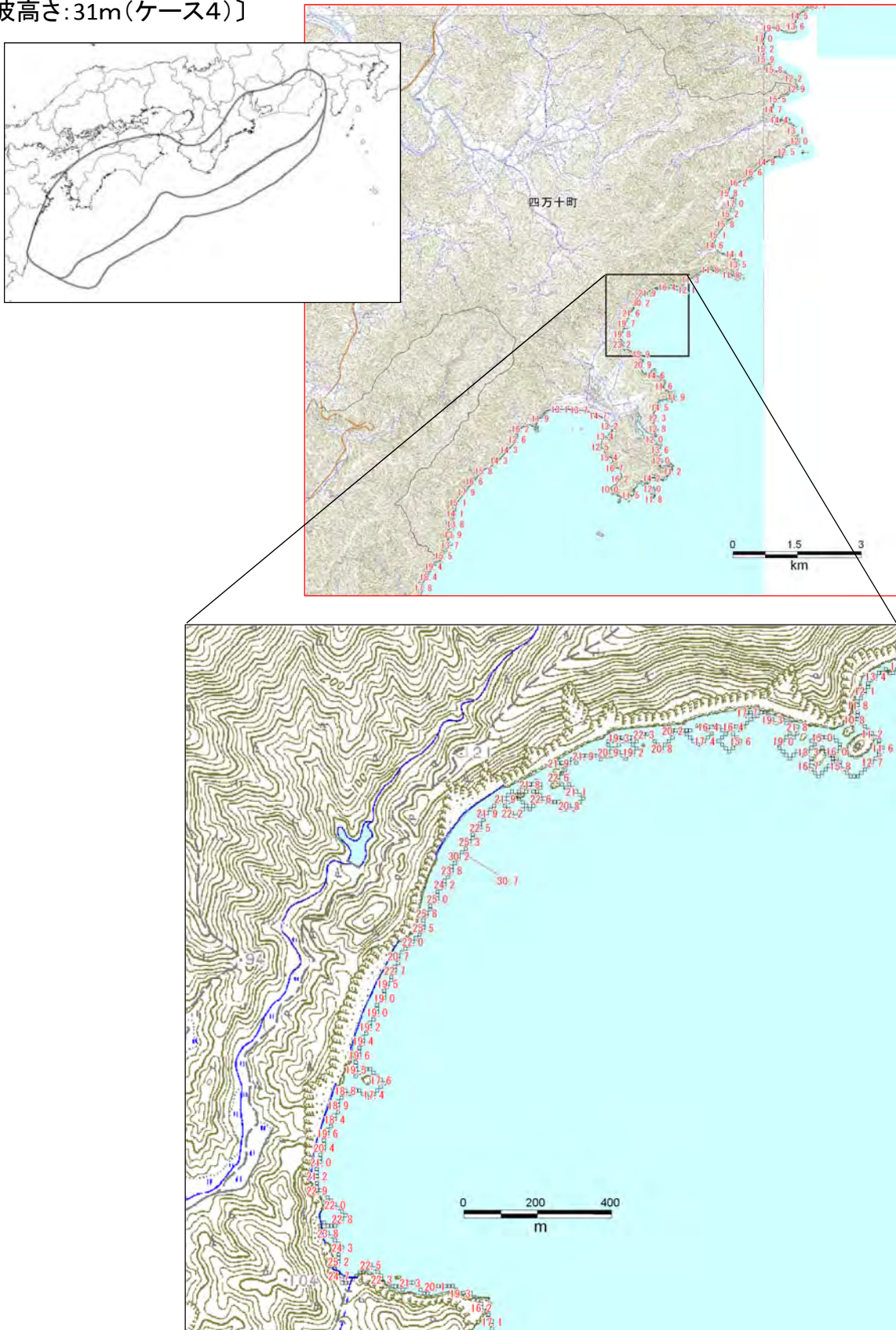


図5.10 津波高が高くなっている箇所の例(30m)

静岡県下田市
〔津波高さ:31m(ケース1)〕

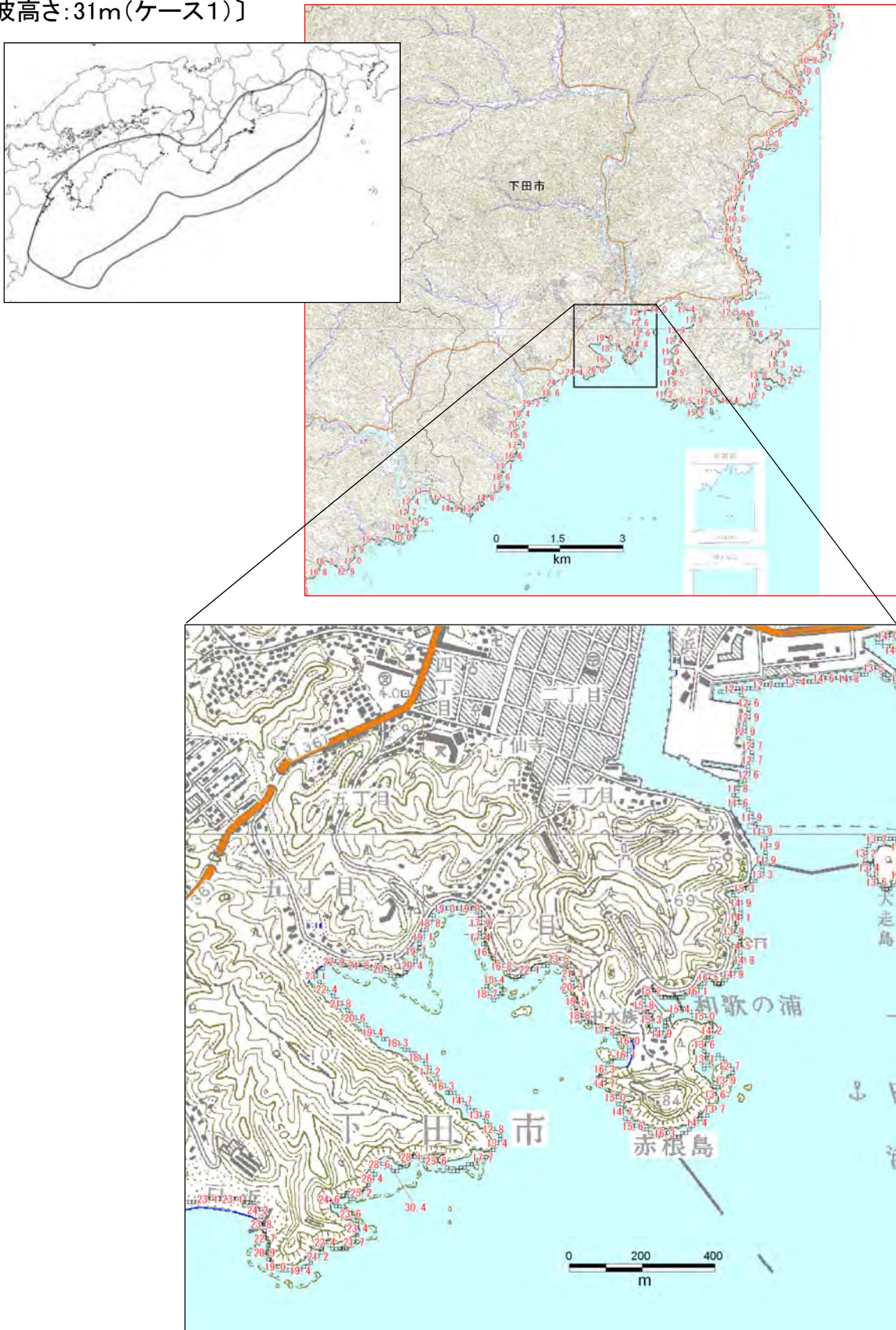


図5.11 津波高が高くなっている箇所の例(30m)

東京都新島村
〔津波高さ:31m(ケース1)〕

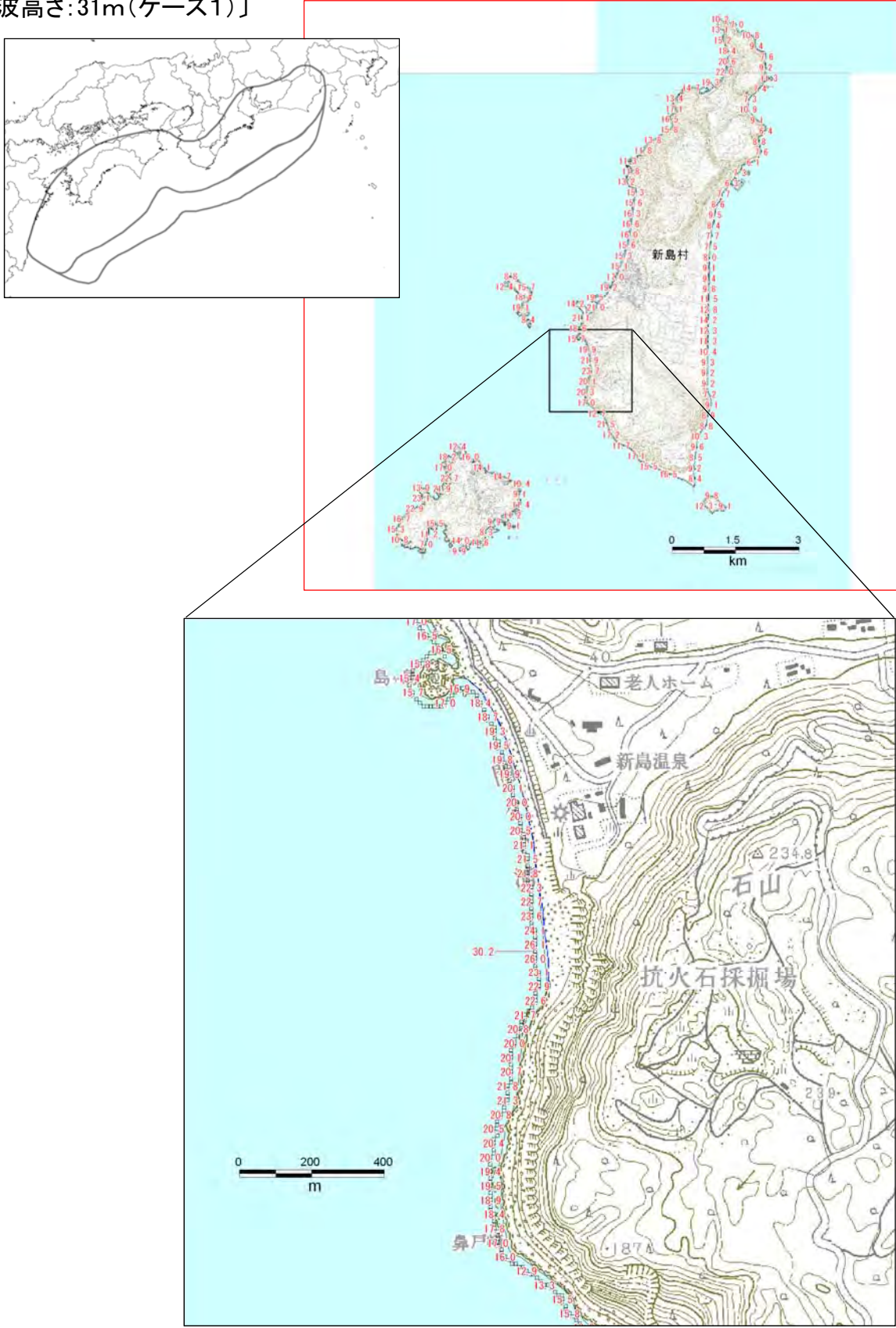


図5.12 津波高が高くなっている箇所の例(30m)

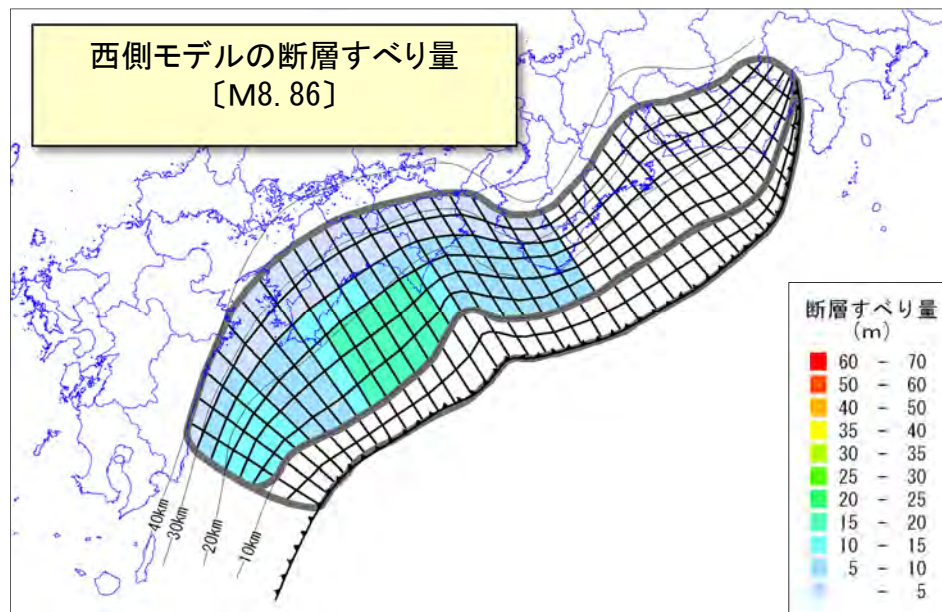
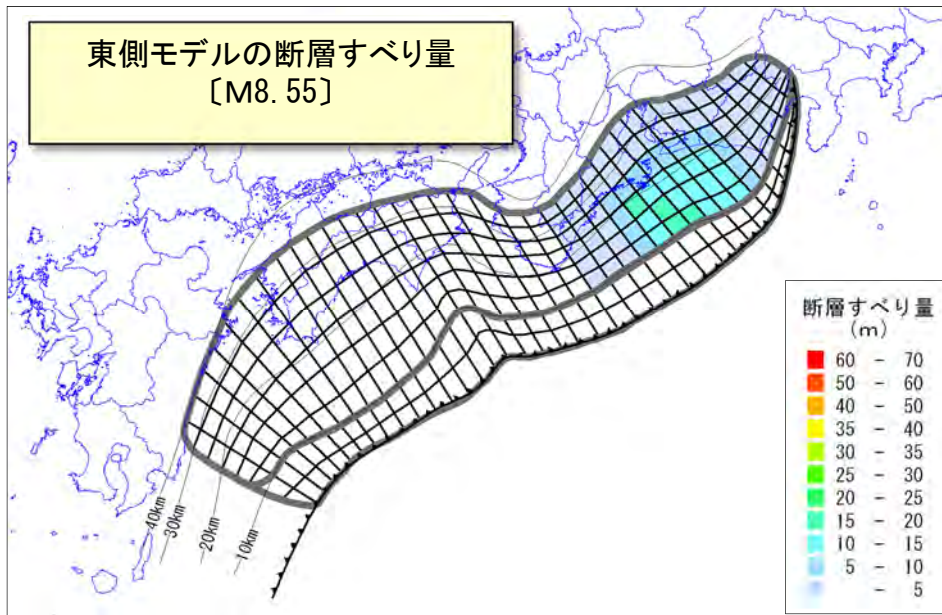
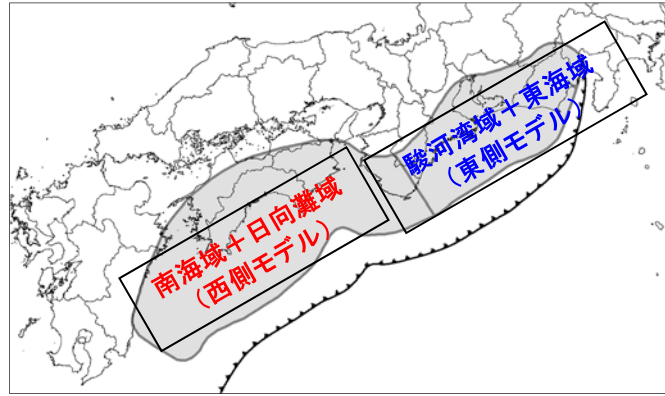


図6.1 検討する津波断層モデル

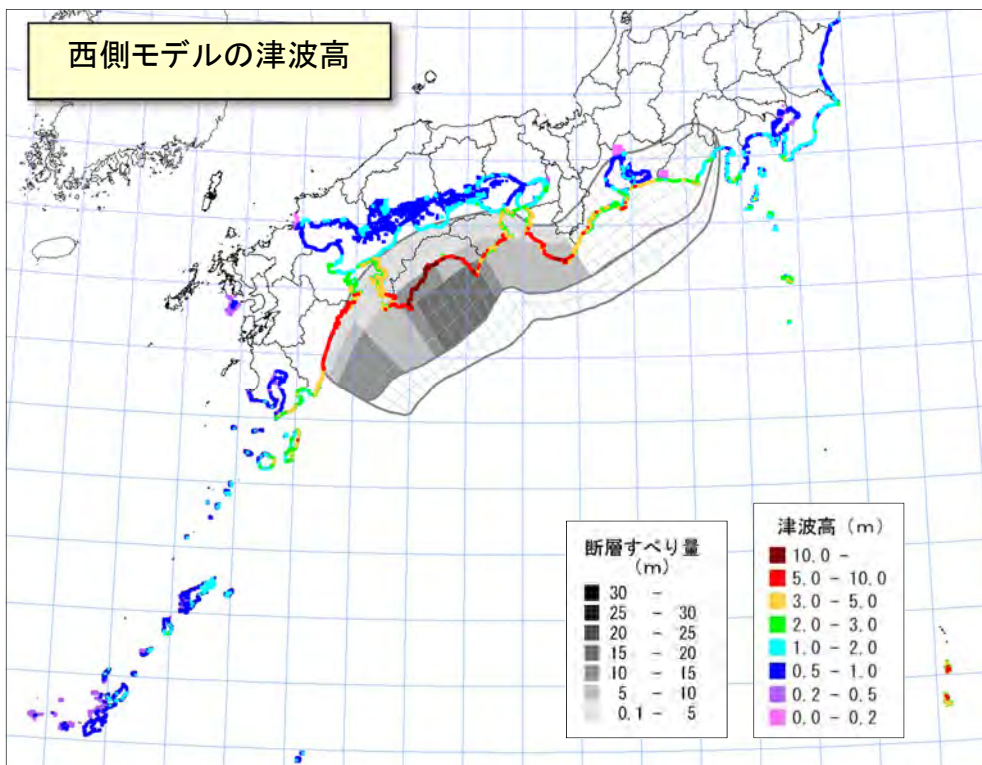
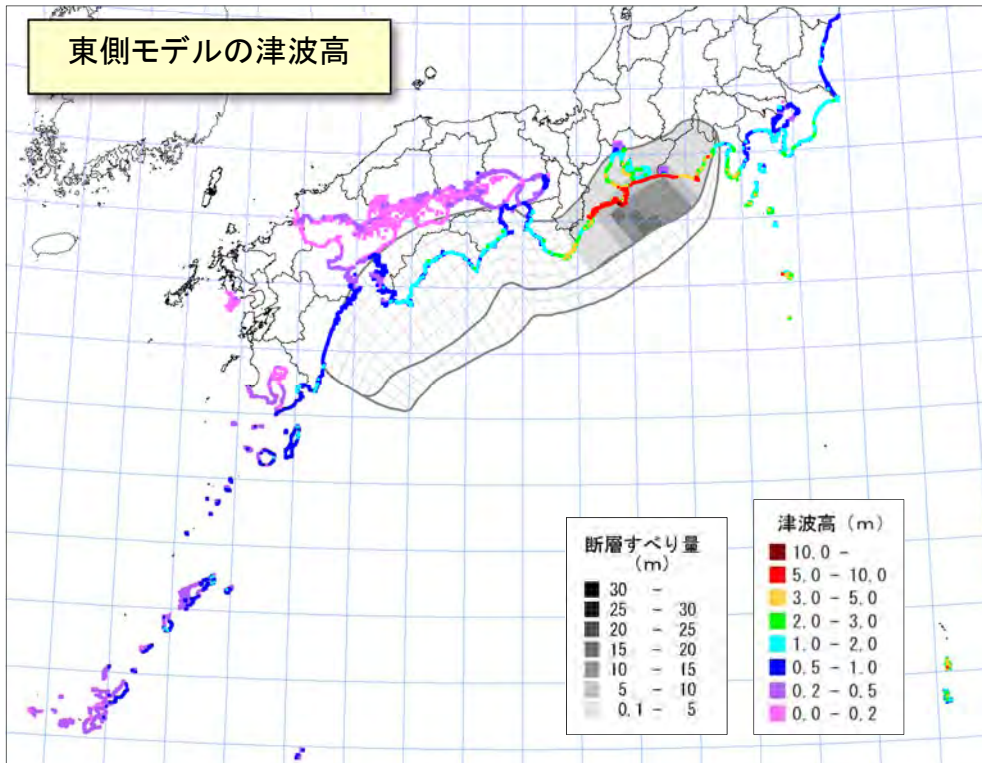


図6.2 単独発生の場合の津波高

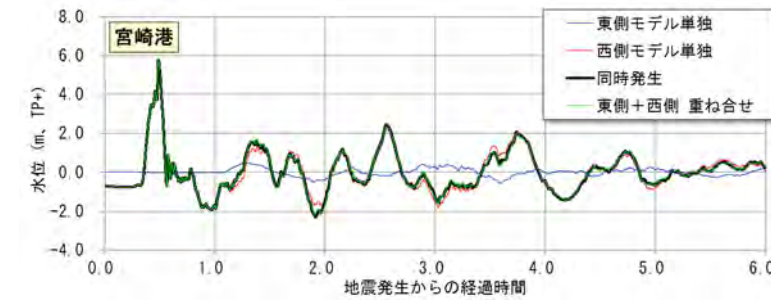
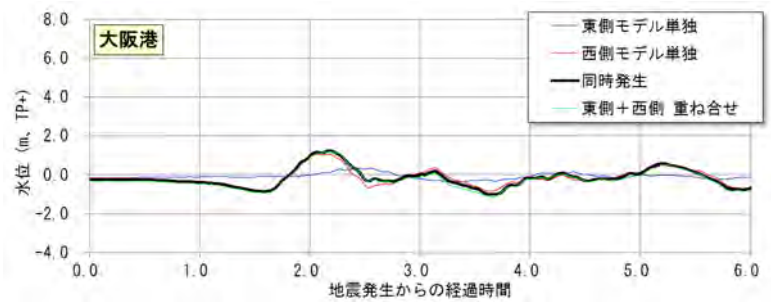
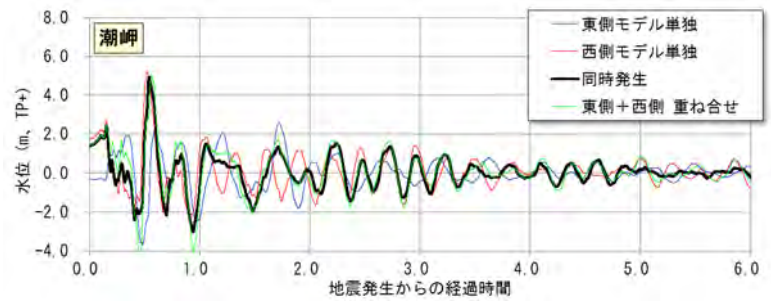
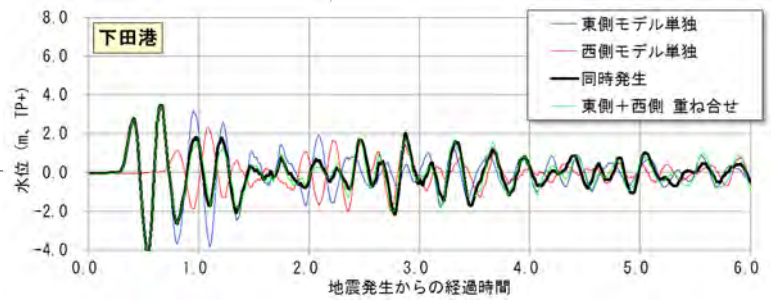
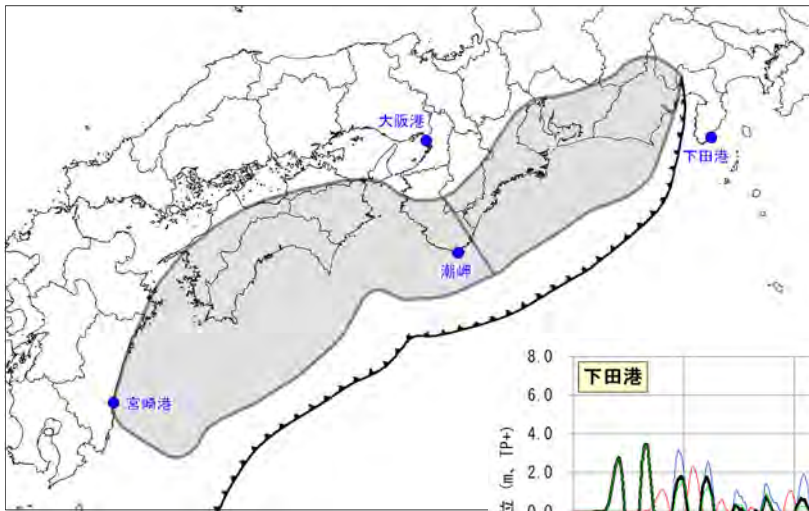


図6.3 線形重ね合せの確認

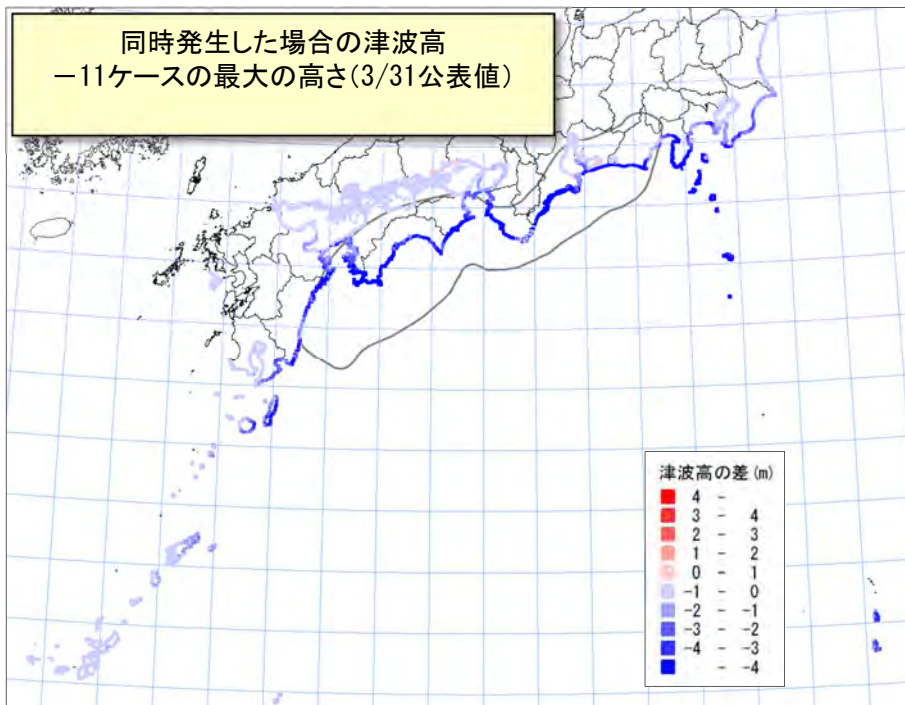
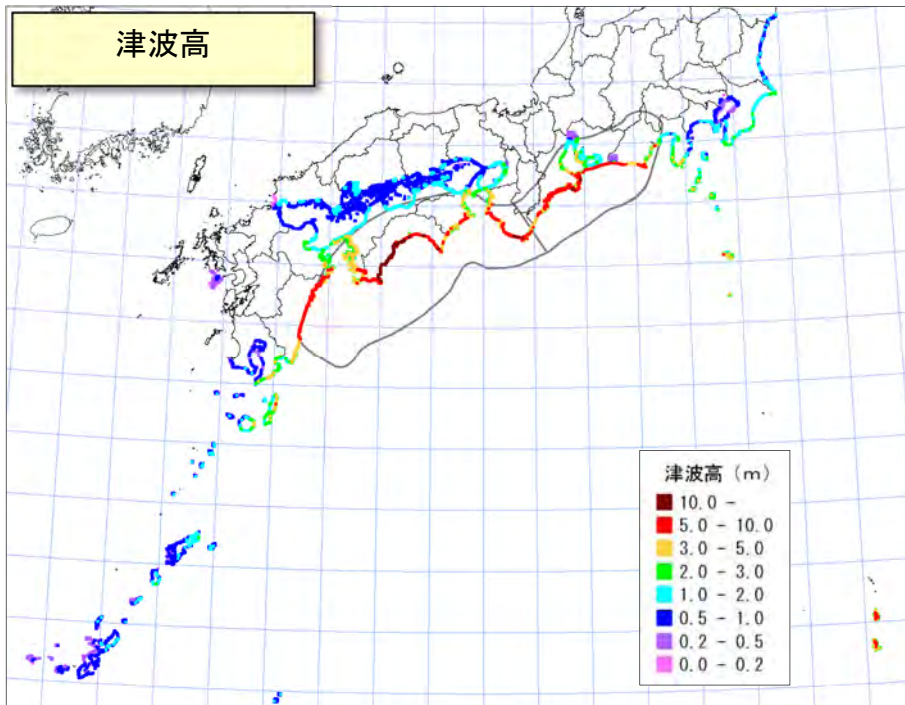


図6.4(1) 東側モデルと西側モデルが同時発生した場合

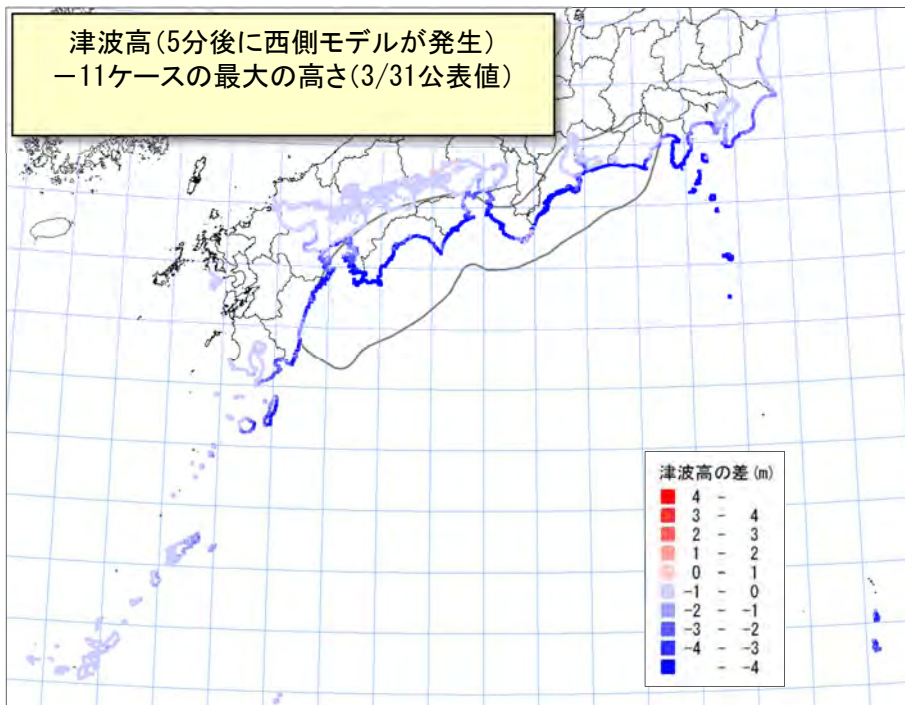
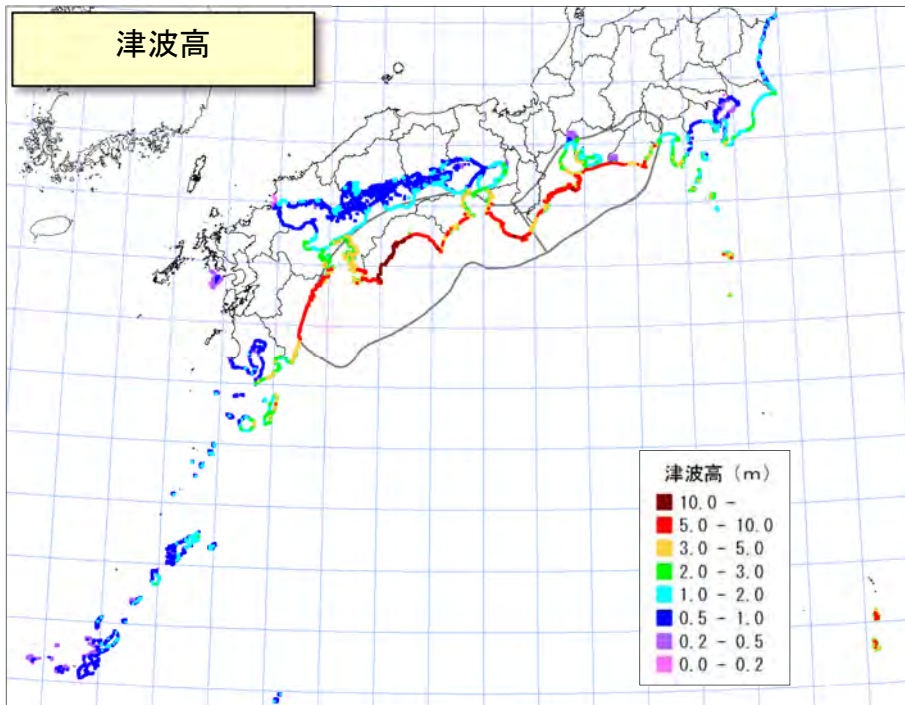


図6.4(2) 東側モデルの5分後に西側モデルが発生した場合

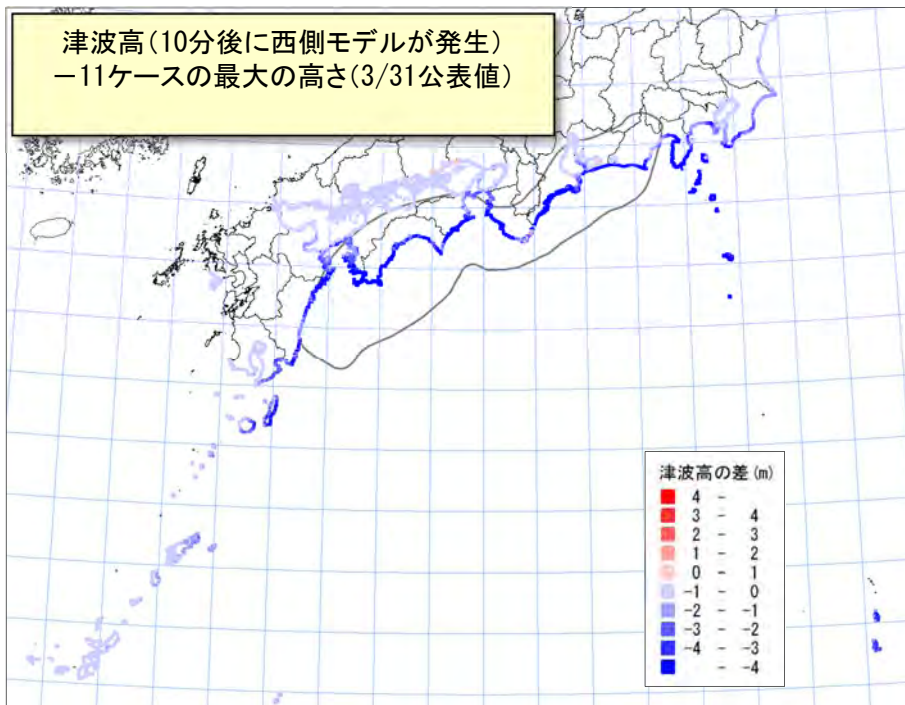
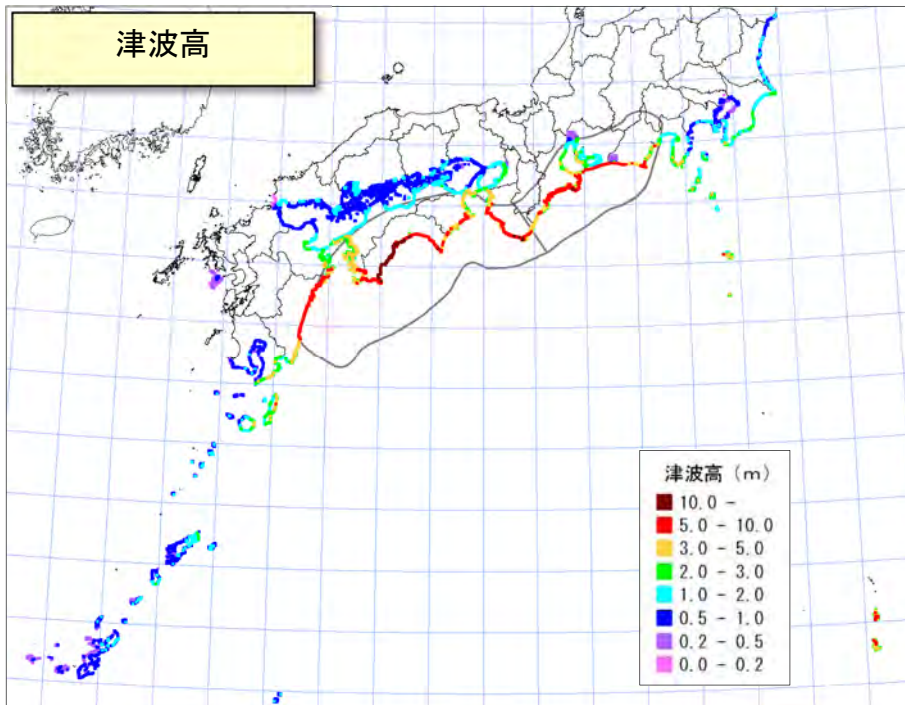


図6.4(3) 東側モデルの10分後に西側モデルが発生した場合

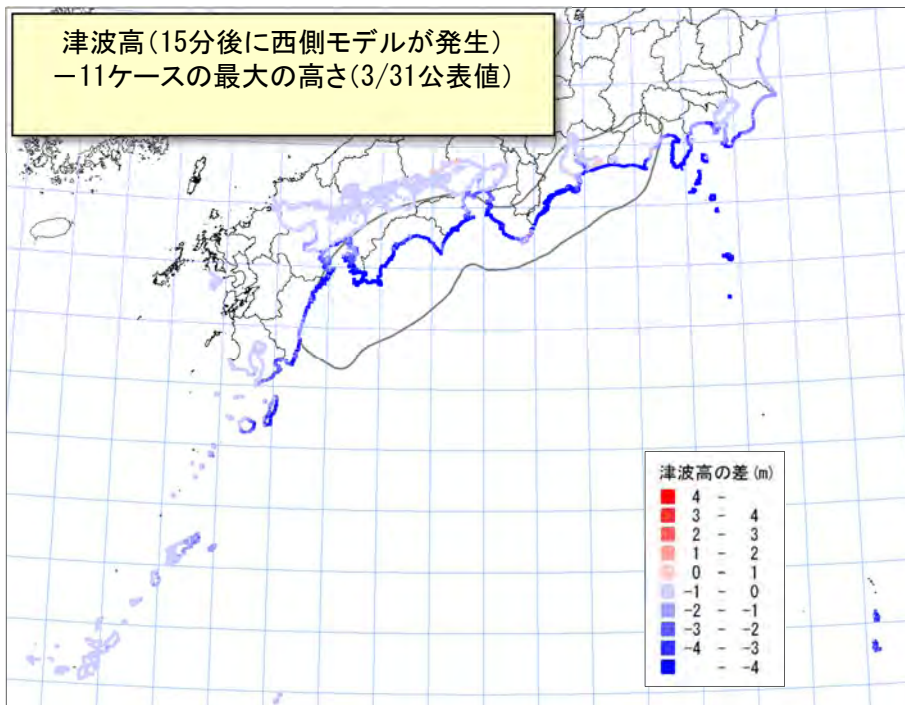
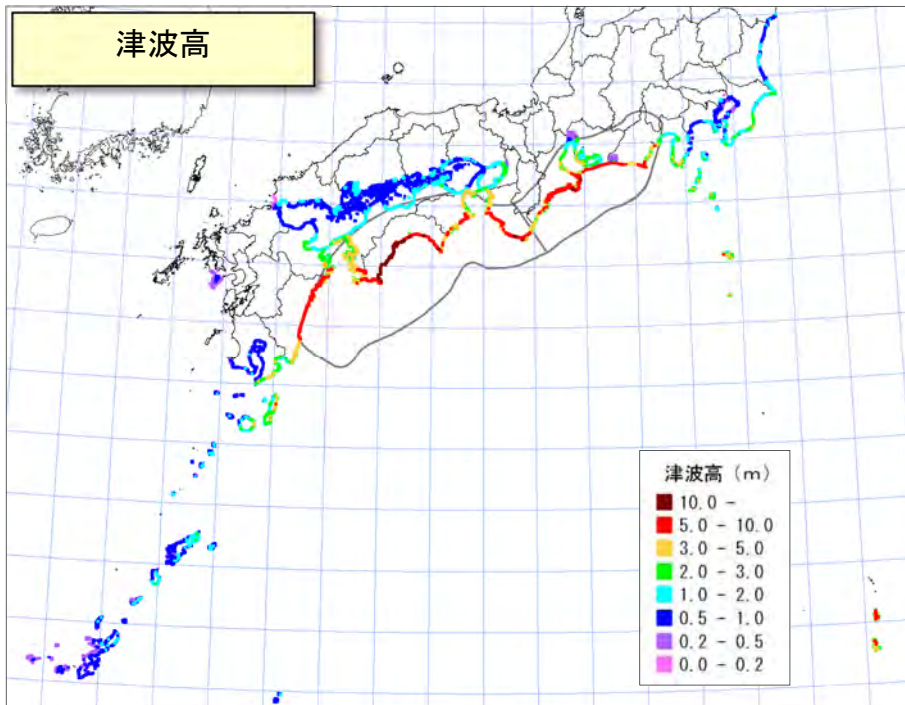


図6.4(4) 東側モデルの15分後に西側モデルが発生した場合

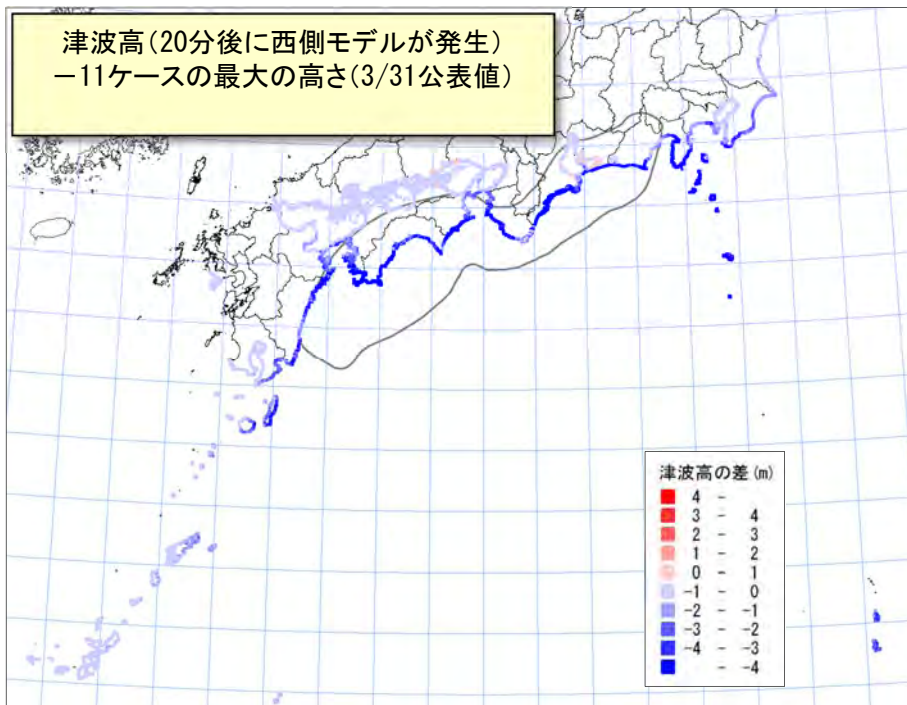
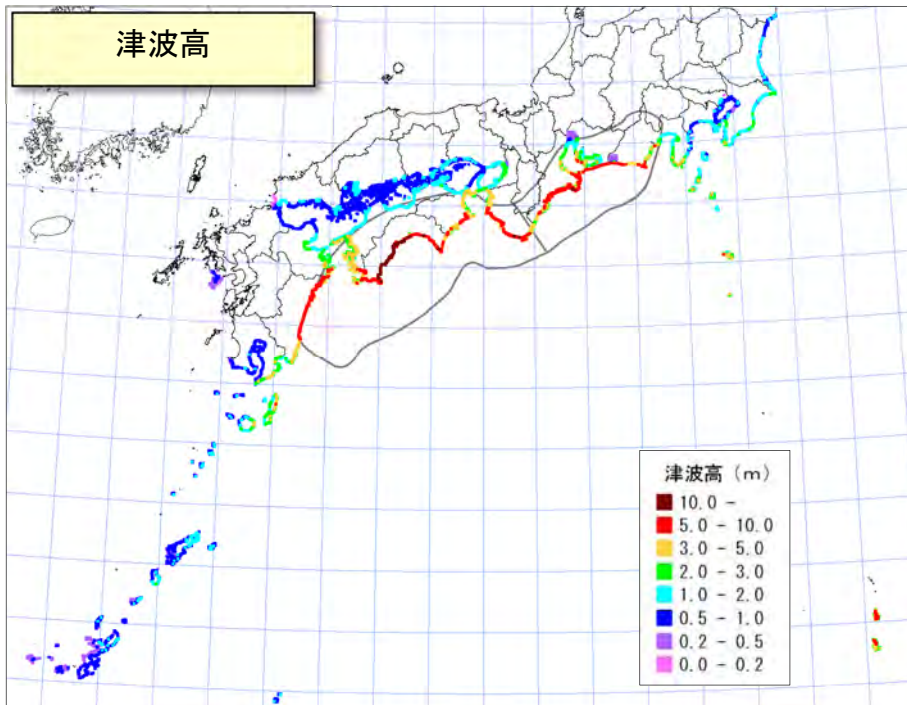


図6.4(5) 東側モデルの20分後に西側モデルが発生した場合

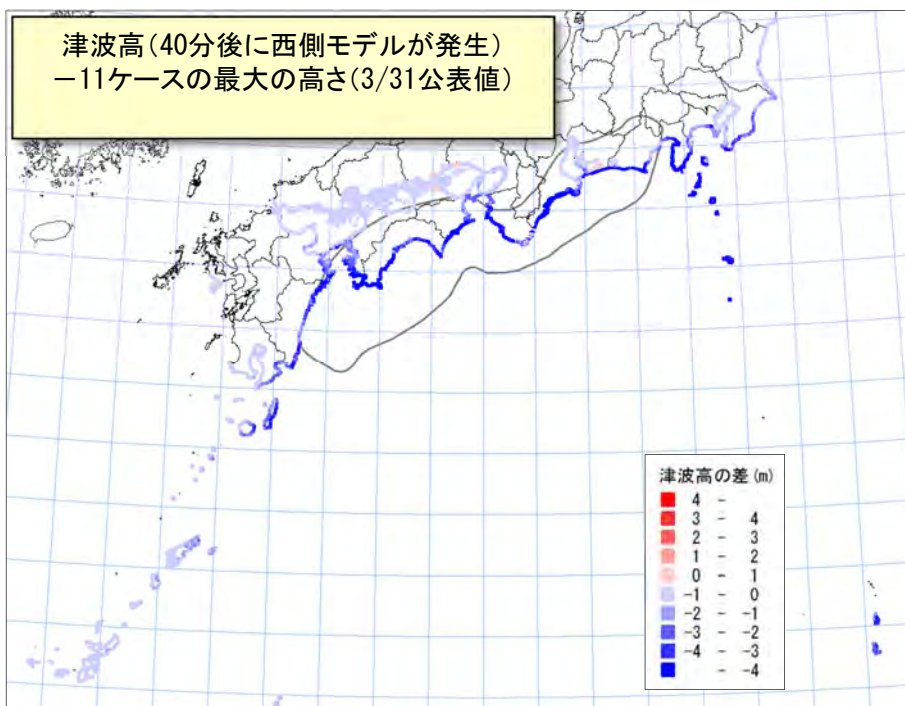
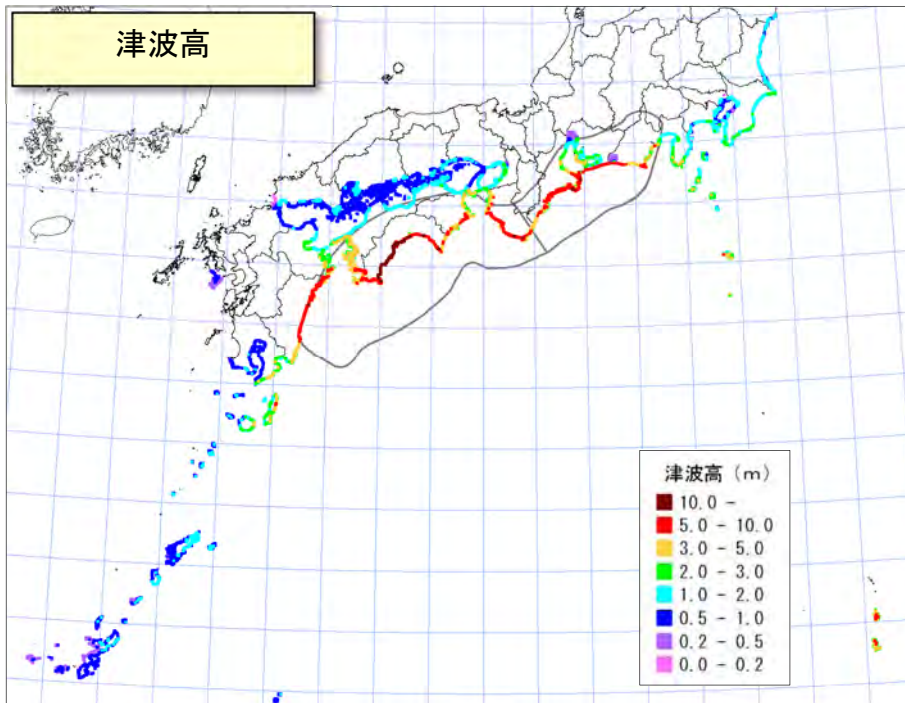


図6.4(6) 東側モデルの40分後に西側モデルが発生した場合

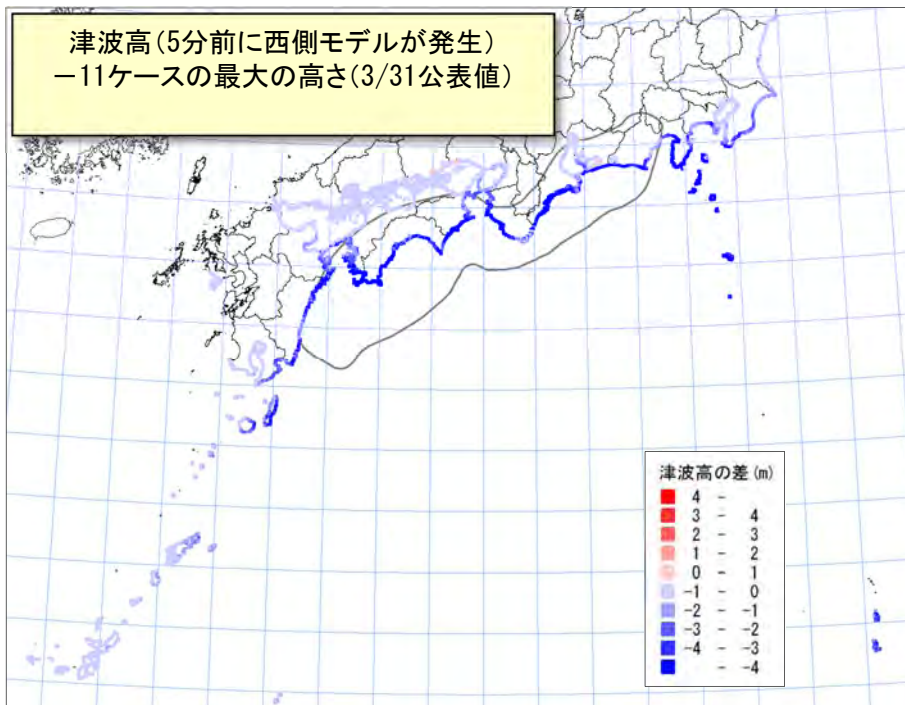
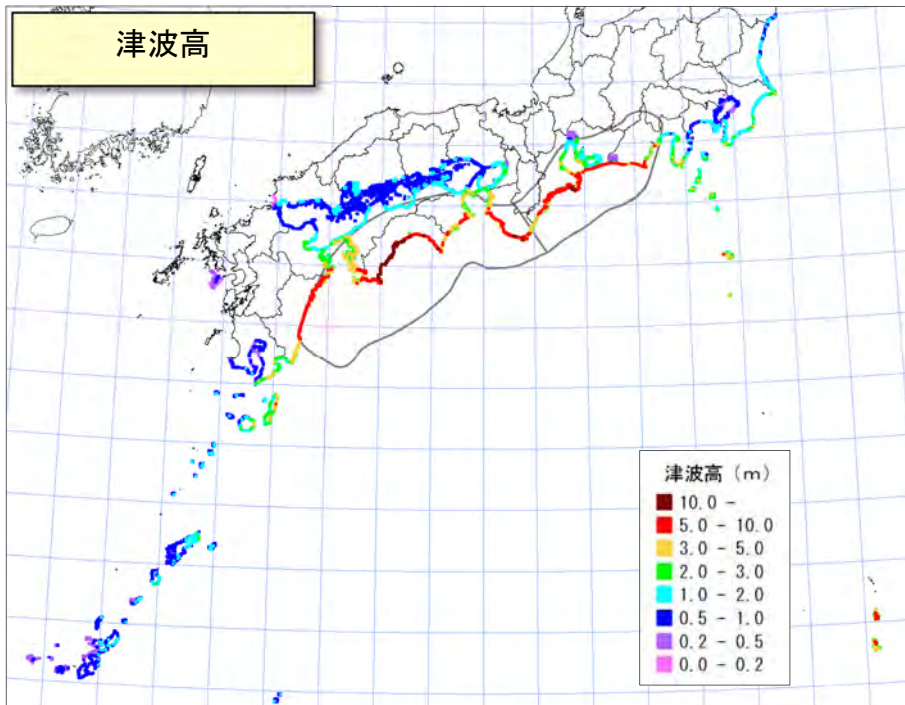


図6.4(7) 東側モデルの5分前に西側モデルが発生した場合

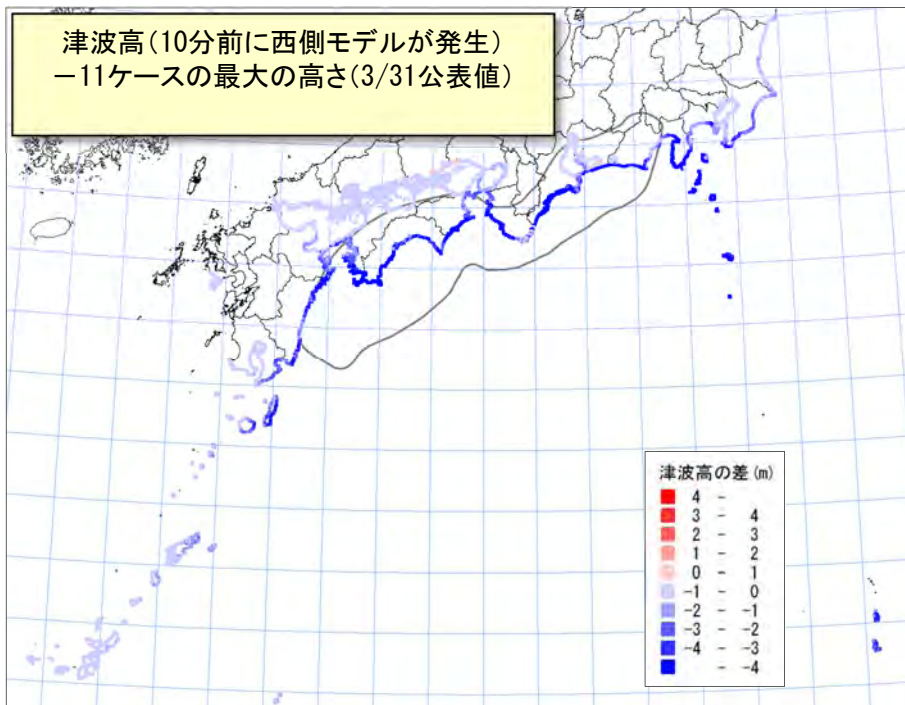
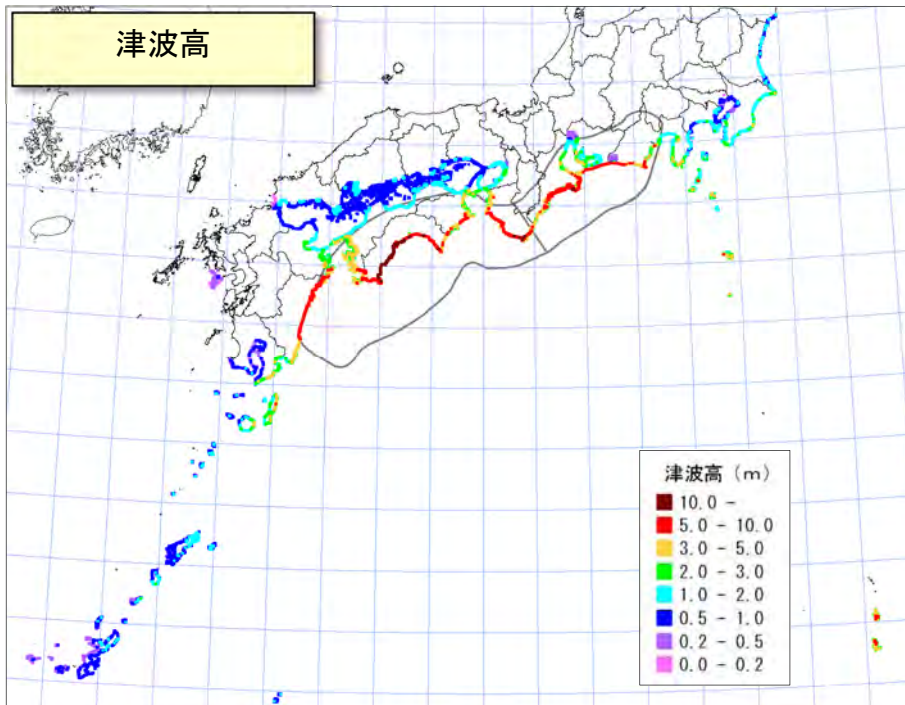


図6.4(8) 東側モデルの10分前に西側モデルが発生した場合

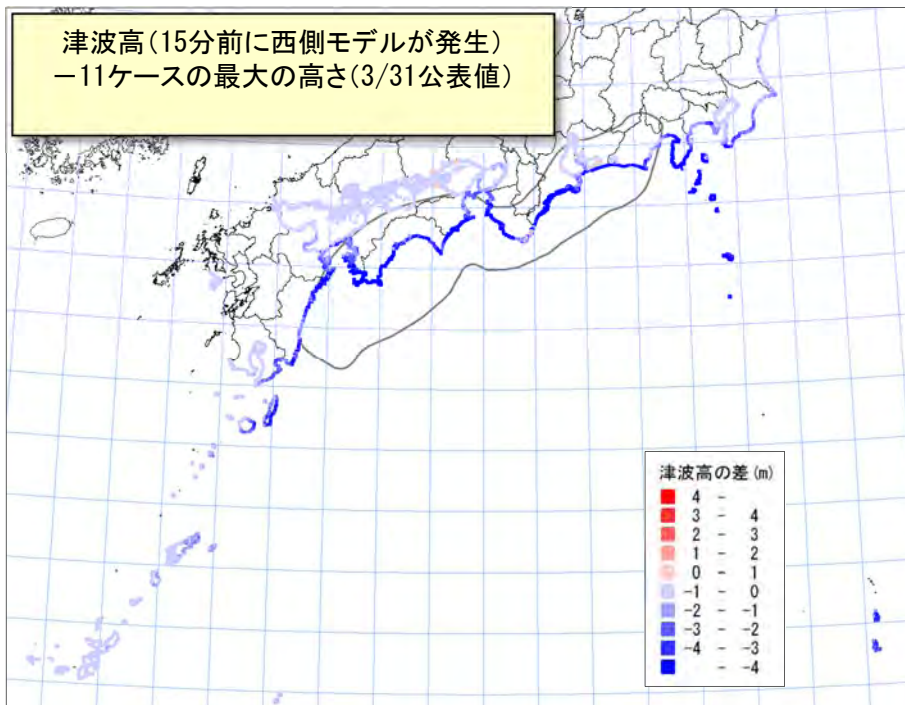
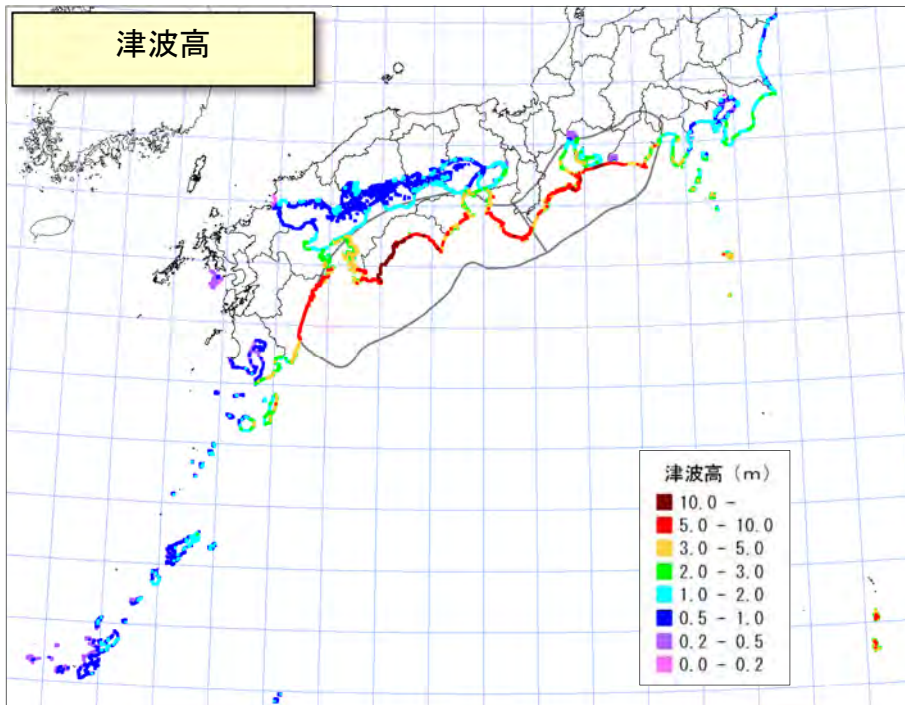


図6.4(9) 東側モデルの15分前に西側モデルが発生した場合

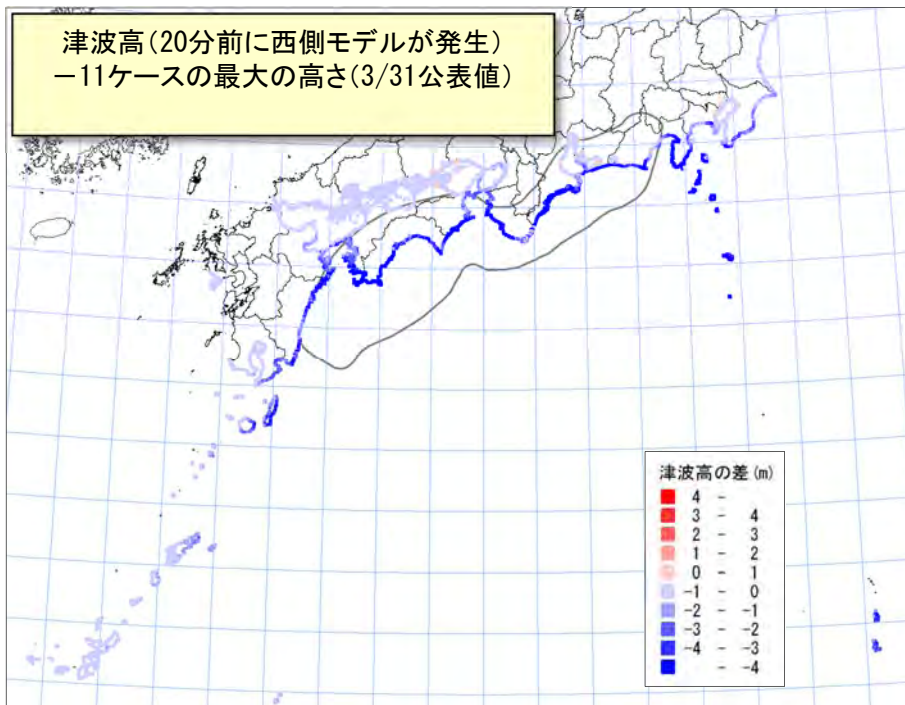
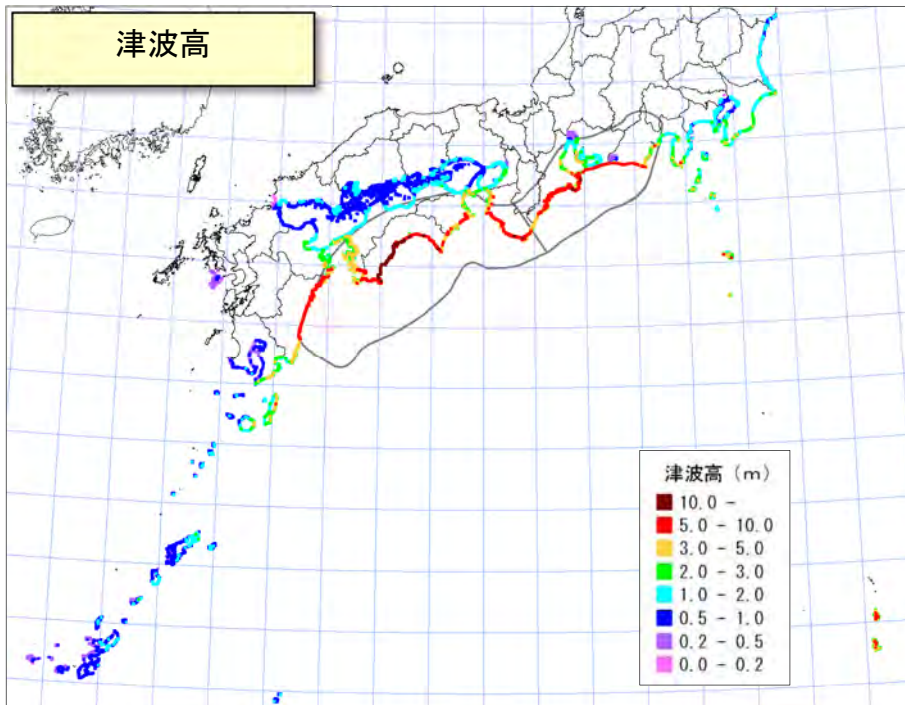


図6.4(10) 東側モデルの20分前に西側モデルが発生した場合

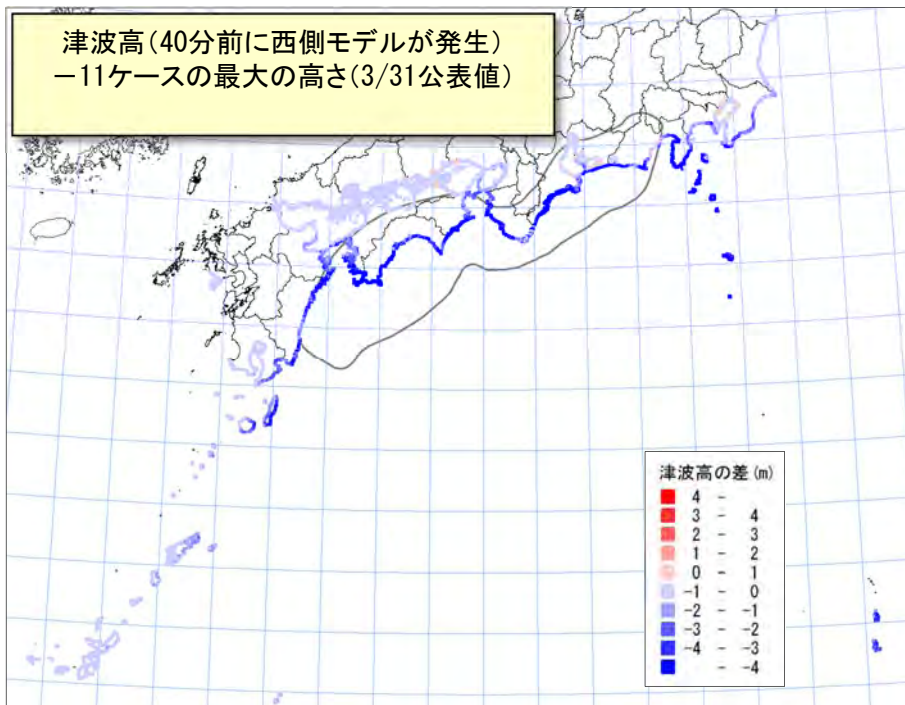
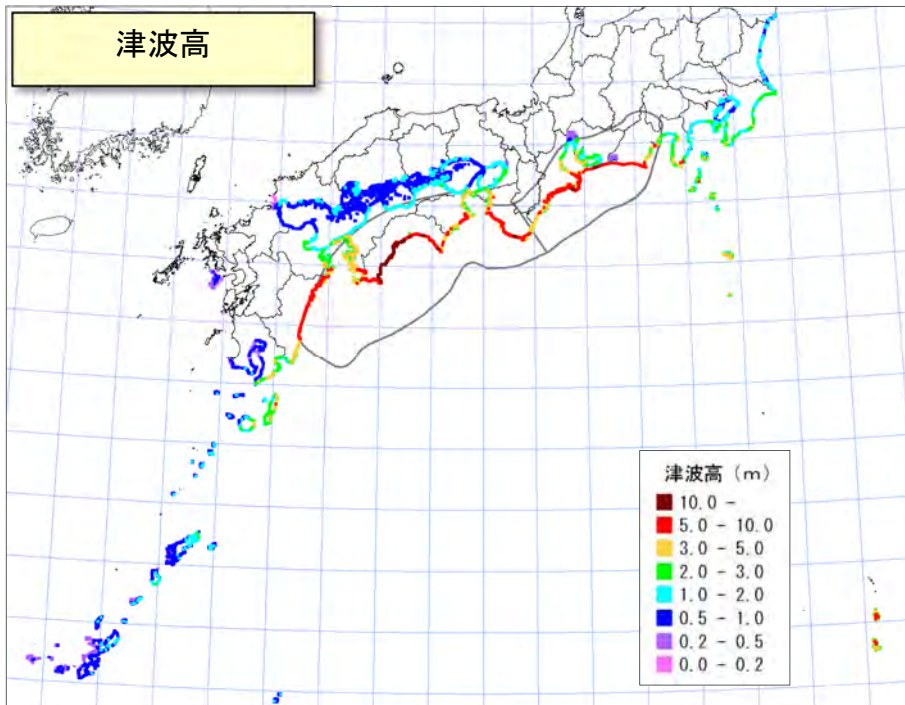


図6.4(11) 東側モデルの40分前に西側モデルが発生した場合

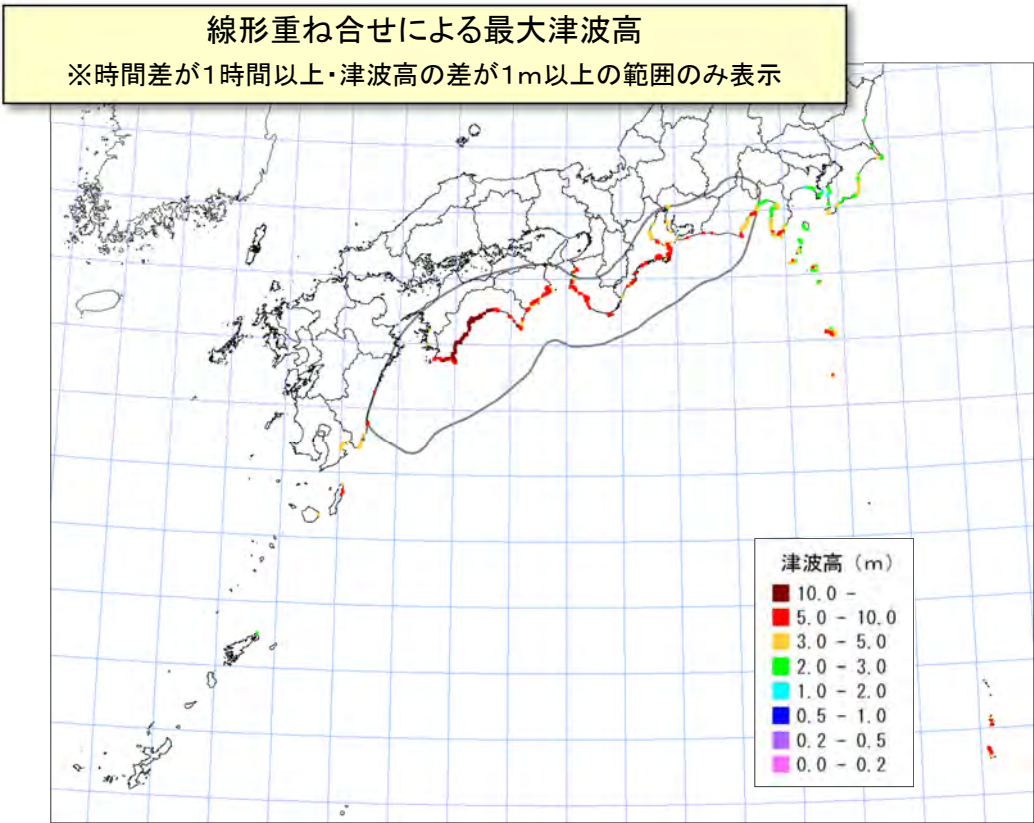
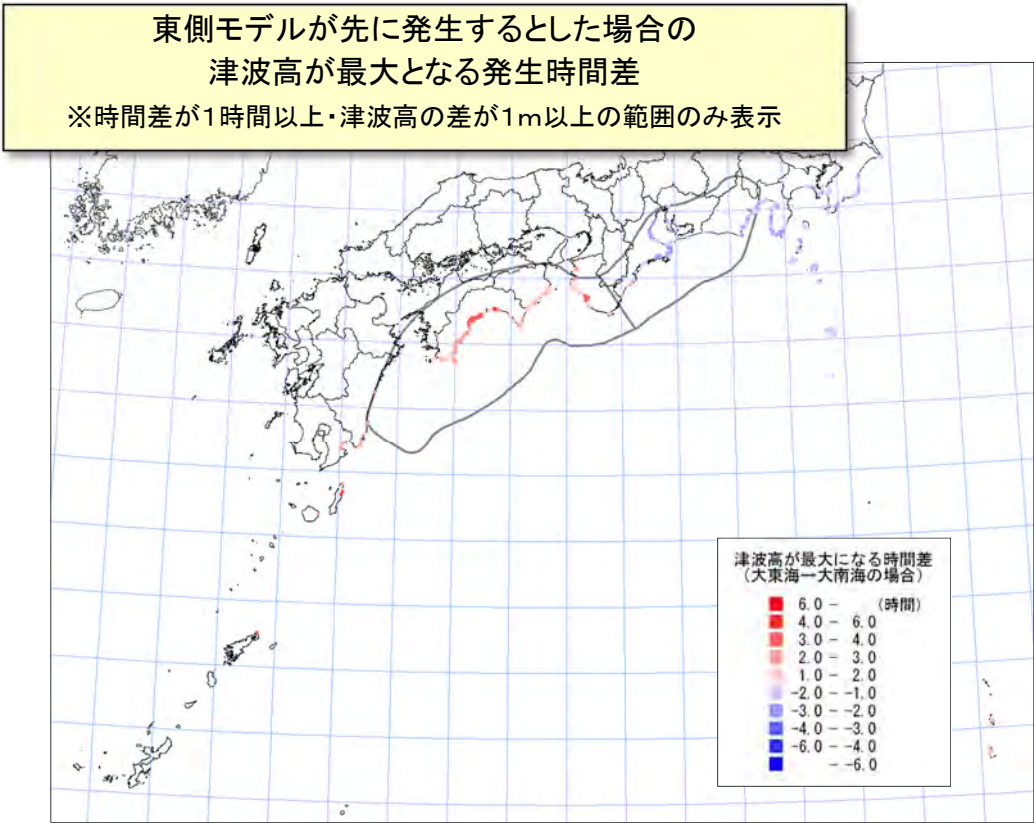


図6.5(1) 線形重ね合わせによる検討(1)

津波高(線形重ね合せ)－11ケースの最大の高さ(3/31公表値)
※時間差が1時間以上・津波高の差が1m以上の範囲のみ表示

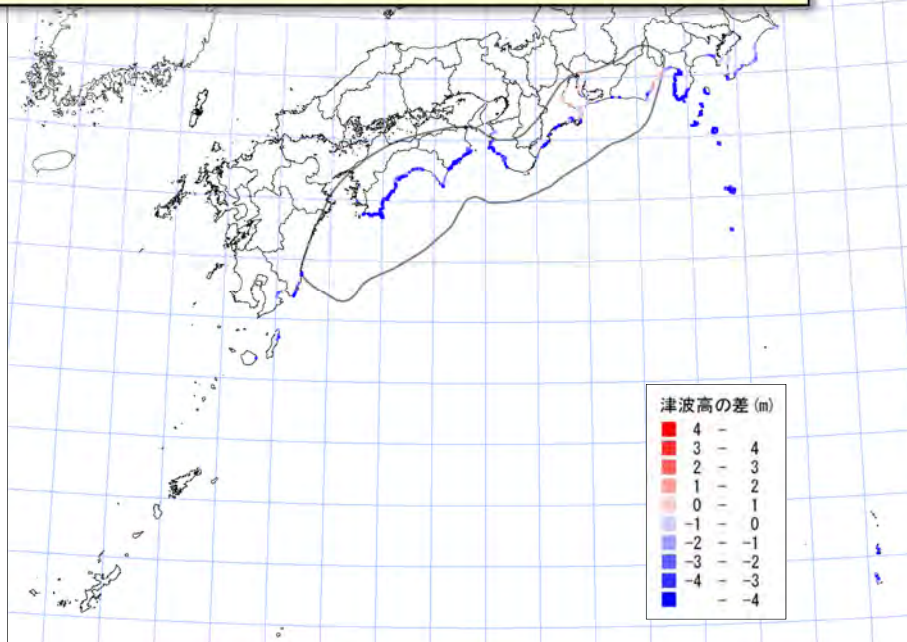


図6.5(2) 線形重ね合わせによる検討(2)