

中央防災会議
東海地震に関する専門調査会
報 告

平成13年12月11日
中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」

1. はじめに

我が国は、環太平洋地震帯に位置し、地殻変動が激しく、活発な地震活動が繰り返されてきている。我が国の陸地と周辺の大陸棚の面積は、地球の全表面積のわずか0.1%に過ぎないが、そこから放出される地震のエネルギーは地球全体の約1割を占めている。このため、我が国の陸地と周辺の大陸棚では、平均的に見て、マグニチュード8クラスの巨大地震が10年に1回、マグニチュード7クラスの大規模地震が年1回の割合で発生している。

これらの地殻変動や地震活動は、その場所や規模などの状況によってはたびたび甚大な被害をもたらし、多数の尊い人命が失われるとともに被災地域だけでなく我が国全体の経済に大きな損失を与えてきた。しかし、一方でそれらは我が国の国土そのものを創り出し、地理的にアジアモンスーン地帯に位置することと相まって、様々な社会経済活動が行われる場を形成し、山紫水明の美しい国土を提供している。

そのため、こうした地震の発生も国家経営の前提とし、被害をできる限り減少させるよう努力し、我が国の社会経済の持続可能な発展を維持することが国家的使命となっている。

日本列島付近では、4つのプレートが相互に接し、それらの境界で日本海溝、相模トラフ、南海トラフが形成されている。太平洋プレートは毎年西に約10cm、フィリピン海プレートは毎年北西に3から5cm程度の速さでそれぞれ動き、日本列島の下に潜り込んでおり、これにユーラシアプレートなどの大陸側のプレートの端が引きずり込まれ、歪みのエネルギーが徐々に蓄積されている。この歪みが限界に達し、元に戻ろうとするとき破壊が起こり、巨大なエネルギーが放出され巨大地震が発生する。こうした海溝型の巨大地震は、歴史的にもかなり規則正しく一定の間隔で発生しており、その前兆から発生までのメカニズムもよくわかっている。

駿河湾から九州にかけての太平洋沿岸では、南海トラフでの海溝型地震が100から150年おきに発生しているが、駿河湾付近では1854年の安政東海地震の後約150年間大きな地震が発生しておらず、プレート境界での歪みが臨界

状態まで蓄積している可能性が高く、いつ巨大地震が発生してもおかしくないと想定されている。この東海地域で想定される巨大地震(以下、「想定東海地震」という。)は、兵庫県南部地震のように前兆現象の現れ方等が不明な内陸部の活断層に起因する地震や、海域での観測が現時点では難しい海溝型の東南海・南海地震とは異なり、プレート境界が陸域に近く、観測によって地殻変動の異常を把握しやすく、それを的確にとらえることによって、前兆現象の早期発見(以下、「直前予知」という。)の可能性があると考えられている。

このため、的確な対策を行うことによってできるだけ人命や資産等の被害を少なくすることを目的に、昭和53年12月に大規模地震対策特別措置法(以下、「大震法」という。)が施行され、想定東海地震の直前予知に対応した防災体制の強化を図るべき、著しい被害を被る恐れのある地域が、地震防災対策強化地域(以下、「強化地域」という。)として指定された。同強化地域では、今日まで、直前予知等のための観測体制の強化、直前予知がされ警戒宣言が発せられた場合の避難・警戒体制の構築、地震防災対策施設の整備等の予防対策の実施が図られてきた。

当時、同強化地域の指定に当たっては、大震法に基づき、内閣総理大臣から中央防災会議に対し諮問が行われ、その検討のために地震防災対策強化地域専門委員会が設けられ、昭和54年5月に検討結果が中央防災会議に報告され、同年8月に強化地域の指定がなされた。

大震法施行後20数年が経過し、この間様々な観測データが蓄積され、また新たな学術的知見も得られたため、よりの確な防災対策を行うため、平成13年1月の中央防災会議において、想定東海地震の発生メカニズムや地震の揺れ、津波の拡がり等についての検討を行うべく、本専門調査会の設置が決定された。昭和54年の地震防災対策強化地域専門委員会は、強化地域の範囲を定めることを目的に設置されたが、本専門調査会では、とりあえず科学的な整理から地震の揺れ等の拡がりを検討し、その結果強化地域を見直す必要があれば、別途、防災上の観点から強化地域の見直しの検討を行うこととされた。平成13年3月14日に第1回目の調査会を開催し、11回に渡り精力的に審議を重ねてきた。本報告は、これらの審議結果をまとめたものである。

2. 検討の背景等

想定東海地震については、昭和53年12月から翌54年5月まで地震防災対策強化地域専門委員会において、同地震の断層モデルやそれによる地震が発生した場合の著しい被害が生ずる恐れがある地域の検討がなされ、これを基に現行の強化地域が決定されている。

これらの検討は、当時得られている最新のデータや学術的知見を基にしたものであるが、その後大震法に基づき観測体制が強化され、多くの観測データの蓄積がなされ、それらと関連した新たな学術的知見も得られた。具体的な例としては、微小地震の観測等から、陸側のプレートに潜り込む海側のプレートの立体的形状や、プレート同士が固く貼り付いている部分が変わるようになってきた。また、人工衛星測量(GPS)によって、プレートの運動が精密に分かるようになってきた。これらによって、想定震源域がどのような位置・形状かがより明確になり、これを基に、より正確な地震の揺れや津波の拡がりや検討できることとなった。

なお、検討の成果としては、強化地域の範囲の検討の基となる震度や津波の高さだけでなく、今後の国、地方公共団体及び民間等での様々な防災対策の諸検討にも活用できるよう、地震の揺れに関しては詳細な地盤データや地震波形、スペクトル等の結果も、また津波に関しては詳細な波形や遡上等の結果も、それぞれ整理し広く社会に提供することとした。

本調査会では、地盤液状化、斜面崩壊、長周期地震動についても、基礎的検討を行った。これらの現象による被害の発生形態は、それぞれの個別地点における局所的条件に大きく左右されるものであることから、個々の施設や地域等の防災対策の検討の中で考えるべきものである。このため、平成元年に現行の強化地域に関しこれらの現象についての追加検討を行った際も、強化地域指定に当たっての判断要素としてとらえるのではなく、個々の防災対策の中で別途検討するものとされた。これらの現象については、防災対策上、十分対応していくことが必要であり、今後個々の防災対策を考える中で、さらに検討を深めるべきである。

3. 想定震源域

想定東海地震の震源域については、現行の強化地域の基となっている想定震源域の考え方と同様に、昭和19年の東南海地震においてもプレート境界に蓄積された歪みが解放されなかった、駿河湾及び駿河トラフ付近の未破壊の領域とするのが妥当である。

地震による強い揺れ(以下、「強震動」という。)の基となる想定震源域は、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界面の、以下に示す領域(図 - 1)とするべきである。

北側の境界

当該地域の最近の震源分布からみて両プレートの存在が明瞭である領域までとする。

北西側の境界

当該地域の最近の震源分布からみて深さ約 30km より浅い領域で両プレートが固着(カップリング)状況にあるとみられており、また一般的に温度が 350 から 450 となる深さ約 30km より浅い領域で固着(カップリング)状況にあるという「Hyndman et al.(1997)」の研究から、深さ約 30km より浅い領域とする。

南西側の境界

1854年の安政東海地震の震源域のうち、昭和19年の東南海地震の震源域として「Ichinose et al. (2001)」及び「菊地・山中(2001)」の研究によって提案されたものを基に、東南海地震で未破壊として残った領域の南西端である浜名湖付近から以東とする。

南側の境界

海底活断層調査から東海断層系より陸側で両プレートが固着(カップリング)し始めると推定されるため、東海断層系までとする。

東側の境界

一般的に温度が 100 から 150 となる深さ約 10km より深い領域でプレートが固着(カップリング)状況にあるという「Hyndman et al. (1997)」の研究から、当該地域の最近の震源分布からみた深さ約 10km より深い領域とする。

4. 強震動の分布

検討手法等

広域の強震動分布の検討は、これまで経験的手法によって行われるのが一般的であり、マクロ的にとらえるには優れた手法である。しかし、同一の震源でも地震は種々の発生の仕方をするものであり、強震波形計算による手法では断層の破壊過程を反映できるなど、実際の地震に即した種々の発生の仕方を再現できる。また、強震波形計算により、各地点での地震波形が算出されるため、各種構造物の地震時の揺れの検討など、より詳細な防災対策の検討に活用できる。しかしながら、広域の強震波形計算による手法での検討は、これまでほとんど例が無く、さらに計算に使用する多数の正確なデータが必要である。このため、検討結果の妥当性について十分吟味する必要がある。

以上から、3. で得られた震源域を基に、経験的手法と強震波形計算による手法の二通りで、強震動分布の検討を行い、強震波形計算による手法を基本に、経験的手法での結果を踏まえ妥当性の確認や修正を行った。

a. 経験的手法

多数の過去の地震を分析し、震源からの距離にしたがって地震の揺れの強さがどれだけ減衰するかを示す経験的な式が得られており、これを個別の地震の震源域に当てはめ各地点の地震の揺れの大きさを求める方法である。なお、各地点の地震の揺れはそれぞれの地盤の地形・地質等に左右されるため、地形・地質等で揺れの大きさを補正している。

b. 強震波形計算による手法

震源域での地震発生や地震波の伝播を、実際の地震発生時と類似した形でコンピューター上で再現する方法である。震源域のうち特に大きな地震動を発生させる部分(以下、「アスペリティ」という。)を設定した上で、固着した震源域のずれる過程を想定し、さらに地中を伝播した地震波を地表地盤の地質等に合わせて増幅させ、地表での揺れを求める。

また、検討に当たっては、既存のボーリングデータや国土地理院の微地形区分図等から、地盤データの詳細な整理を行った。

検討の結果としては、1km 四方のメッシュ区分を行った各地点ごとの震度、加速度、速度を求めることとした。

検討結果

強震波形計算による手法においては、図 - 2 のようにアスペリティを設定した。また、地震の発生過程を実際に発生しそうな以下の組み合わせの4通りで想定した。地震が発生する際に震源域の固着している部分が急激にすべり始める位置(破壊開始点)については、過去の地震発生状況等から震源域の北西側深部の中央及び西側の2通りを想定し、それぞれに対し2つのプレートの固着部分の地震発生時のずれ方(破壊様式)については、両プレートが固着している場所がすべて同じ距離だけずれる場合(変位量を一定とした場合)と、両プレートが固着している力の大きさに合わせてずれる場合(応力降下量一定とした場合)の2通りを想定した。

これらの各結果の最大値を重ね合わせたものは、震度で見れば図 - 3 のとおりであり、各震度が発生する可能性のある地域を示している。

経験的手法による結果は図 - 4 のとおりであり、その北西部を除き図 - 3 とほぼ同様の傾向を示している。

今回の強震波形計算による手法では、地震波が集中する可能性がある谷や盆地構造が十分反映されたものとなっていない面がある。北西部の伊那谷、諏訪等の谷や盆地構造の地域では、そうしたことに十分配慮する必要があり、経験的手法による場合では大きな揺れが想定されているが、強震波形計算による手法では小さなものとなっている。それらの地域では、過去に実際の被害が発生しているとともに、例えば諏訪盆地では、最近の地震記録でも他の地域の地震波形に比べ揺れが大きく長いことが記録されており、当該地域では経験的手法による結果を採用する方が妥当であると考えられる。

以上のようなことから、強化地域を検討する基となる震度の分布については、強震波形計算の手法による図 - 3 に、経験的手法による図 - 4 の北西部の盆地や谷を形成している地域の部分を重ね合わせたものとするのが適当と考えら

れ、その結果は図 - 5 のような震度 6 弱等の分布となった。

この震度分布は、図 - 6 に示す過去の安政東海地震、昭和東南海地震、関東地震での被害分布の傾向と比べても、ほぼ妥当なものと考えられる。

ここで、個々の 1km メッシュの震度は、そのメッシュの平均的な値を示すものであり、そのメッシュの矩形内がすべて同一震度であるというものではなく、メッシュの境界線が震度の境界線であるというわけでもない。そのようなことから、メッシュの位置を厳密に考える過ぎるのは適当でなく、そのような震度のゾーンがどのように広がっているかを見るべきものである。

なお、震度 6 強や 7 が想定される地域については、強化地域の検討には直接関係しないが、緊急時等の必要な防災対策を考えるためには必要であり、種々の形態で想定東海地震が発生する場合の震度の最大値を重ね合わせた分布ではなく、個別の地震での震度分布等が必要である。そのような震度分布の一つは、図 - 7 のとおりである。また、経験的手法による大きな震度の分布は図 - 8 に示したとおりである。なお、震度 7 に至る大振幅の地震動の推定にはさらに詳細な地盤の性状に関するデータが必要とされるため、図 - 7 や 8 の結果には不確定性を含んでいる。

5. 津波の高さの分布

検討手法等

地震時に津波を発生させる、海底での隆起や沈降といった地殻変動が起こる領域(以下、「津波波源域」という。)を想定し、コンピューター上で、同領域を基に発生する津波が海面を伝播して海岸に到達し、さらに陸上に遡上するまでの状況を推定する一連の検討を行った。海岸部及び陸上は 50m 四方のメッシュで検討を行い、その際 50m メッシュの標高等のデータも整理した。

想定震源域は 3. で示したように、深さ 10km より深い領域となっているが、これよりも浅い領域でも、強震動は発生しないものの津波を発生させる地殻変動

は生じる可能性があるため、津波波源域としては、想定震源域にそれより浅いところで地殻変動を発生させる断層を付加的に設定したものを基に検討を行った。(図 - 9)

検討結果

安政東海地震による津波被害との比較により、検討手法の妥当性を確認する必要があるが、想定東海地震は安政東海地震の東側の部分だけでの発生であるため、西側の影響がほぼ無いと思われる駿河湾での検証を行った。その結果は図 - 9 のとおりであり、十分再現できた妥当なものとなった。

各付加的断層を加えた津波波高の検討結果の最大値を平面で図示したものが図 - 10 である。

これらの検討結果は、標高0 m のものであるが、防災上は満潮時等を考える必要があるほか、海岸・港湾には津波や高潮のための堤防が相当程度整備されており、それらの十分な高さの有無や耐震性等について検討し、防災対策を考える必要がある。

6. 今後の検討課題等

強化地域等の検討

本調査会での科学的見地からの検討により、想定される震源域は西側に拡がり、それを基にした震度の分布も、現行の強化地域に比べ西側等に拡がった。また、津波については広域に高い波が伝わることが判明した。

今後、速やかに防災上の観点からの検討を加え、強化地域についての見直しを行うのが適当であると考え。さらに、新たに定まった強化地域全域における必要な防災対策について検討し、これを的確に推進していくことが必要である。

東南海・南海地震との関係

想定東海地震はいつ発生してもおかしくないものであるが、今後、相当期間同地震が発生しなかった場合には、想定東海地震と東南海地震等との同時発生の可能性も生じてくると考えられる。今後の観測データや学術的知見の蓄積を基に、10年程度後には、これらの関係について再検討する必要がある。

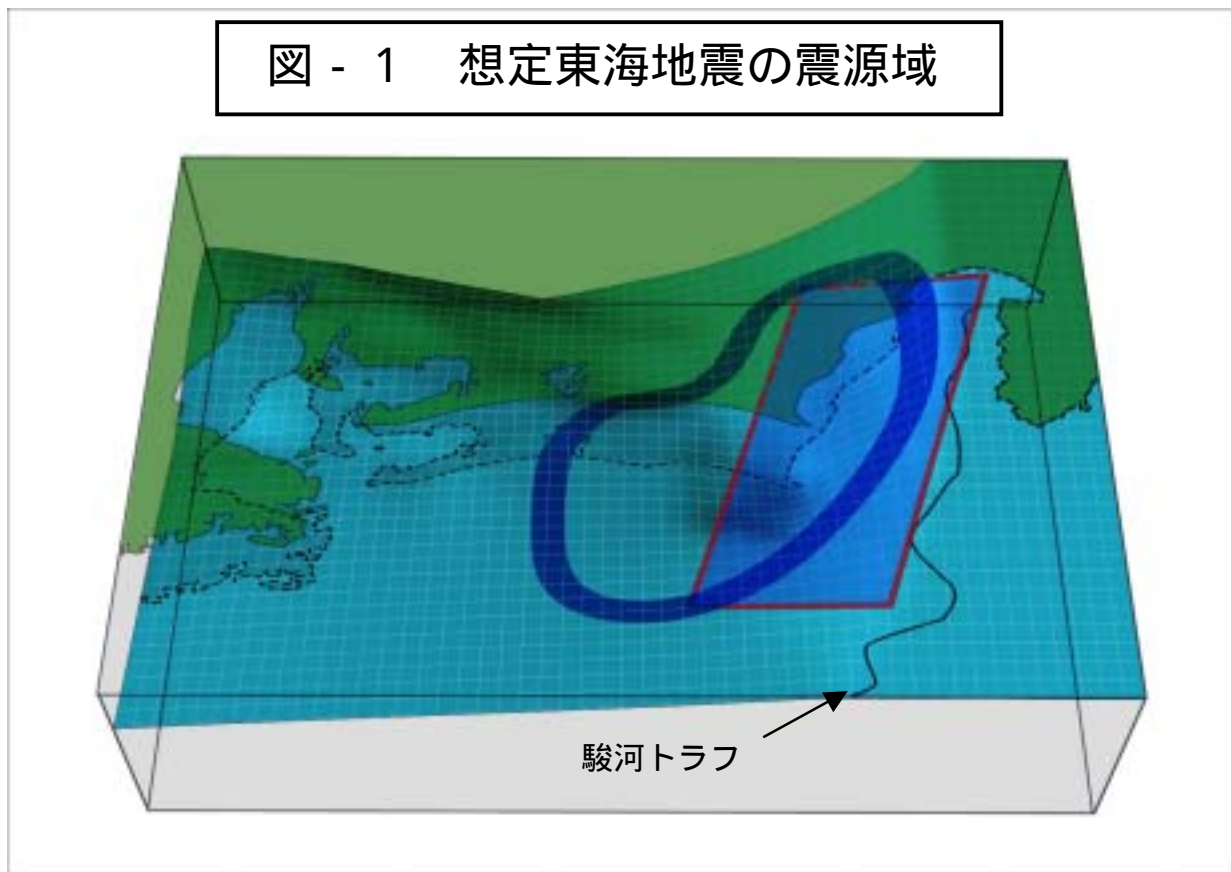
東南海・南海地震については、今世紀前半にもその発生の恐れがあり、甚大な津波被害等の発生の恐れがあること、被災範囲が広域にわたること等から、別途速やかに地震発生メカニズムや想定される被害等についての検討を行い、必要な防災対策を実施していくことが重要である。

なお、東南海・南海地震の直前予知については、現時点では困難であるが、想定東海地震と同様に海溝型地震であり、前兆現象をとらえるべく、海域での観測を始めとして新たな技術開発も含め十分な精度を持った観測体制を確立するとともに、さらなる学術的知見の蓄積等を行い、直前予知の着実な進展に向けて努力する必要がある。

地盤液状化、斜面崩壊、長周期地震動について

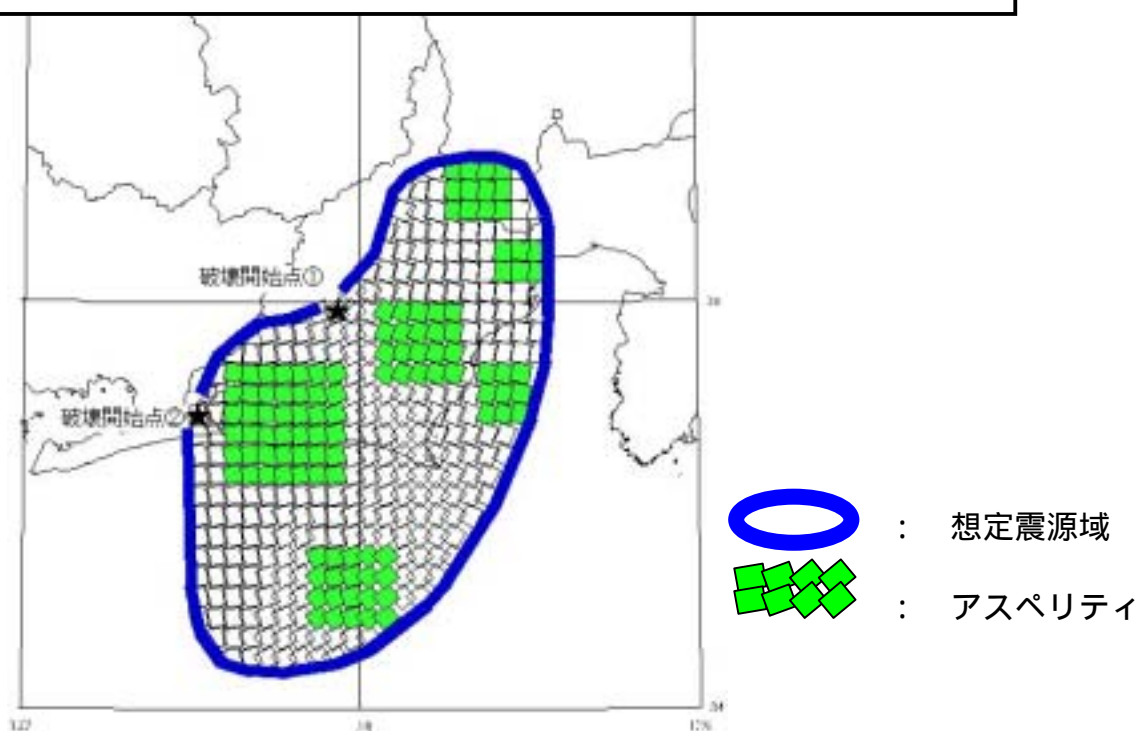
効果的な防災対策を実施していくためには、地震被害の様々な発生状況をより現実に即して想定し、これへの的確な対応策を検討することが重要である。地盤液状化、斜面崩壊及び長周期地震動については、強化地域の検討の基とはならないものの、個々の施設や地域での被災に結びつくものであり、今後引き続き、発生形態やそのための防災対策について十分検討する必要がある。

図 - 1 想定東海地震の震源域



 : 新たな想定震源域  : 中央防災会議(1979)による想定震源域

図 - 2 想定震源域におけるアスペリティ分布
および破壊開始点



アスペリティー：震源域のうち特に大きな地震動を発生させる部分

図 3 強震波形計算により想定される震度分布

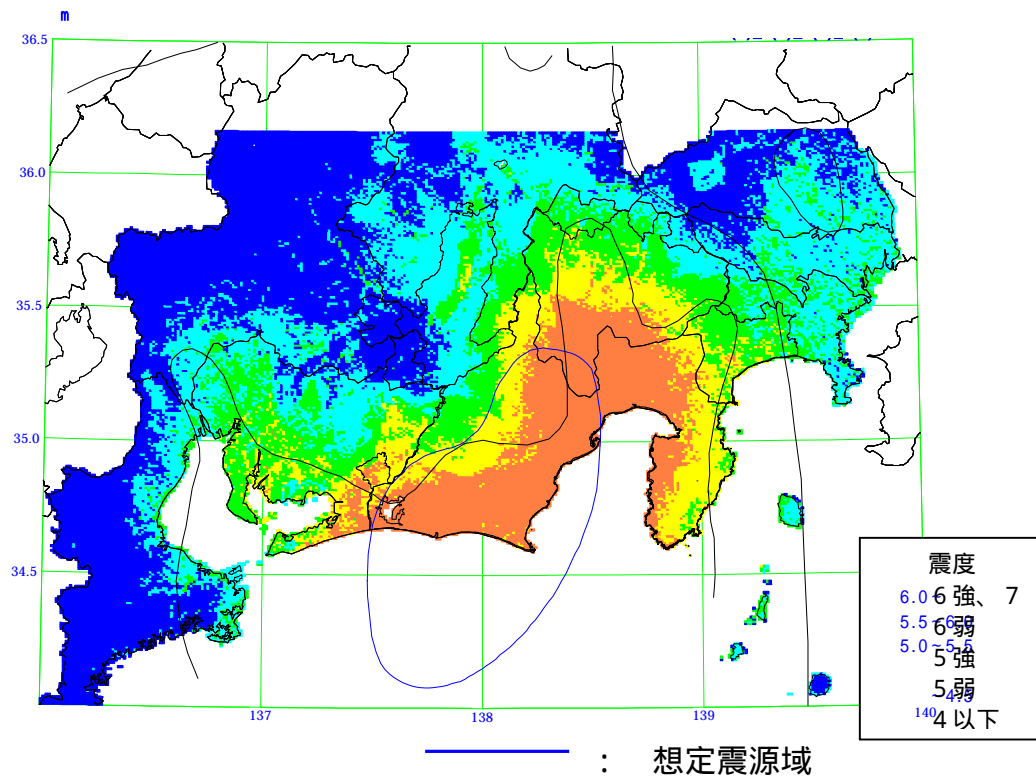


図 4 経験的手法により想定される震度分布

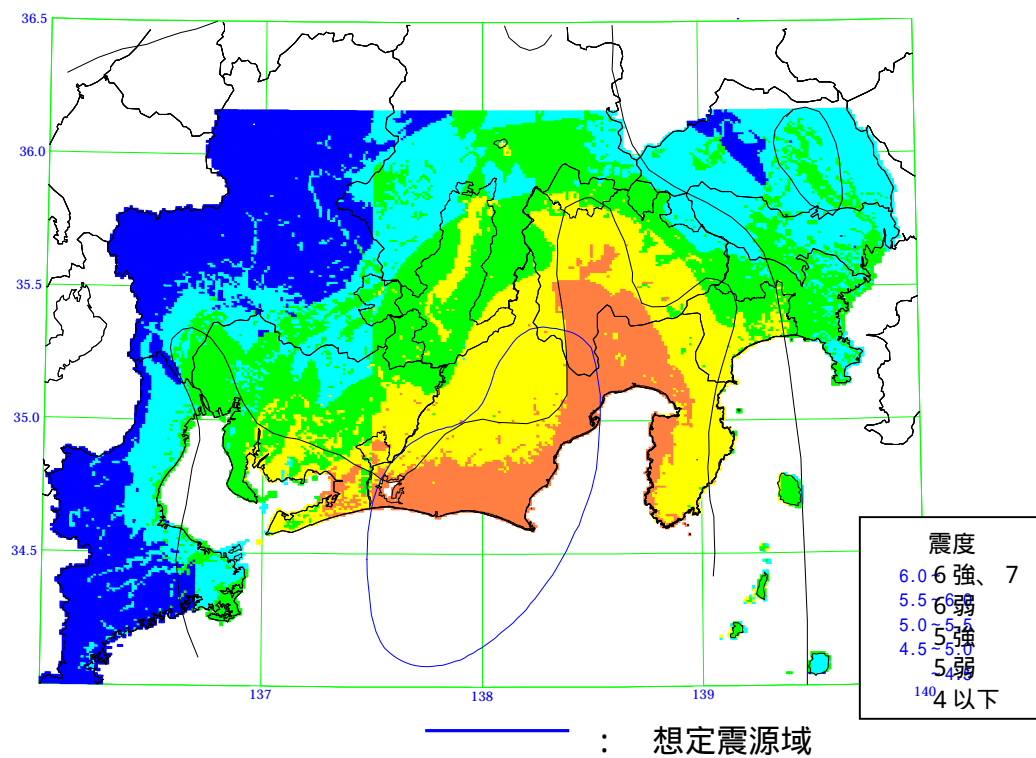


図 - 5 地震防災対策強化地域の検討の基とする想定震度分布

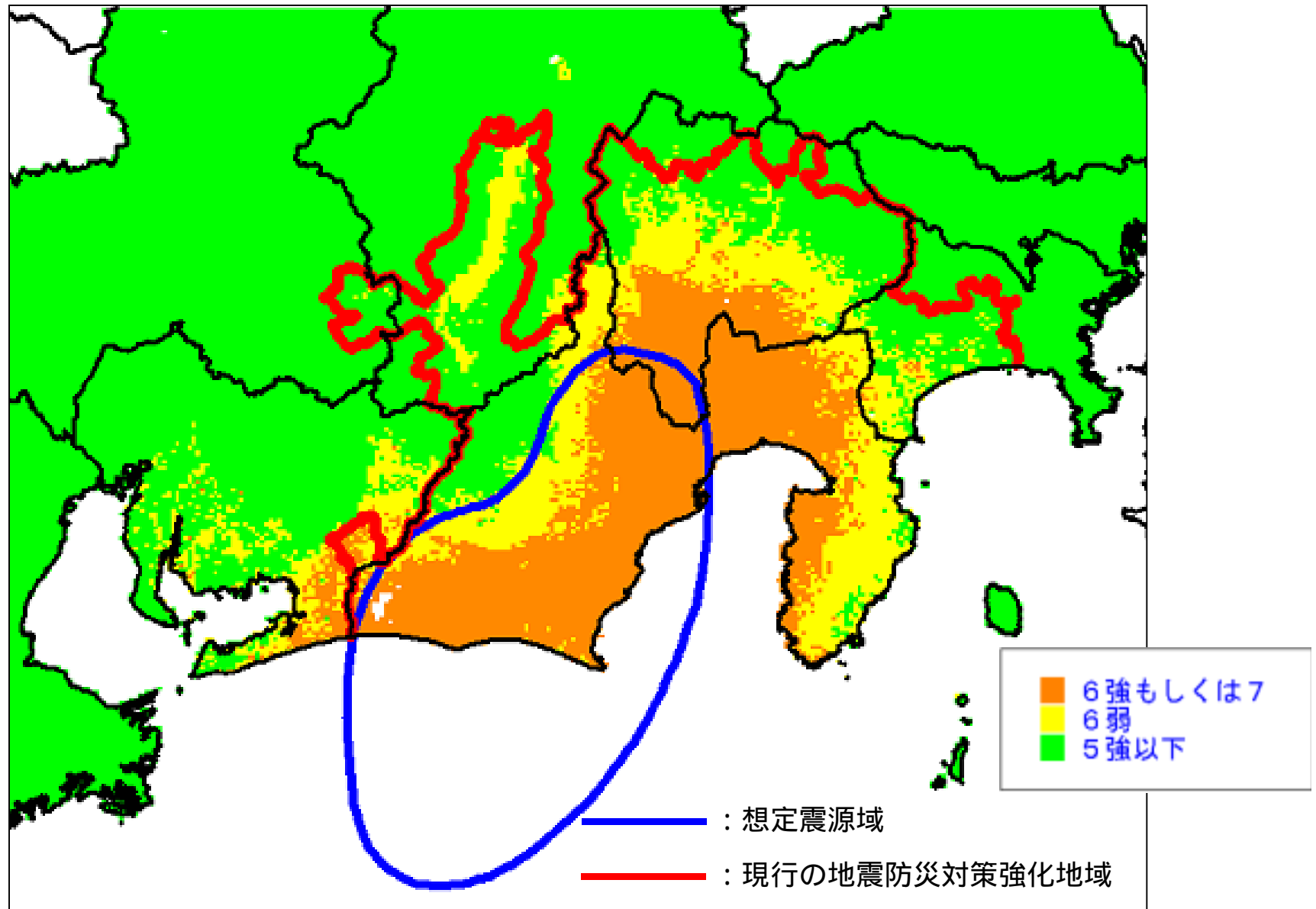


図 - 6 過去の地震被害等の状況

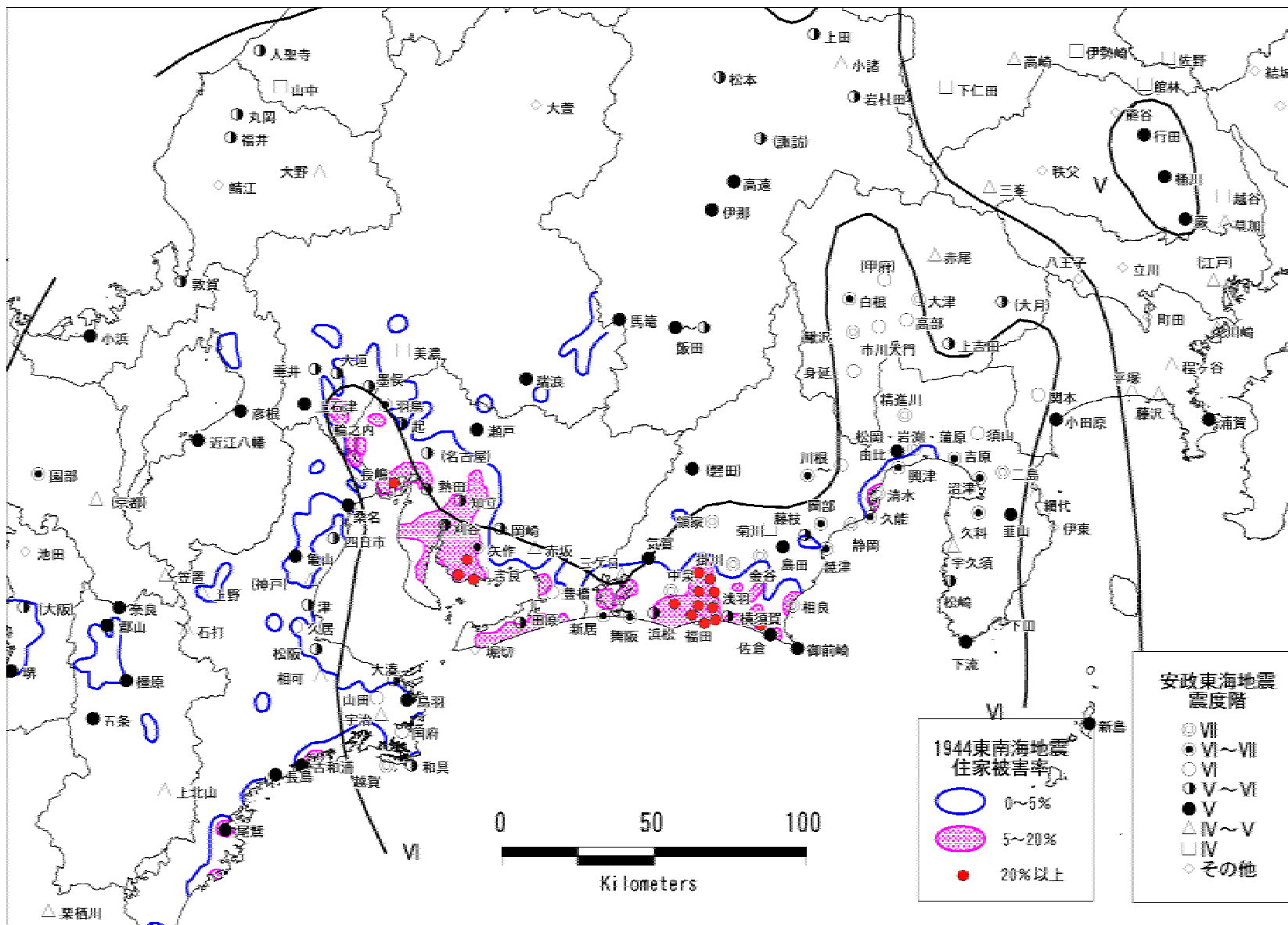


図 7 強震波形計算による震度 6 強や 7 等の分布

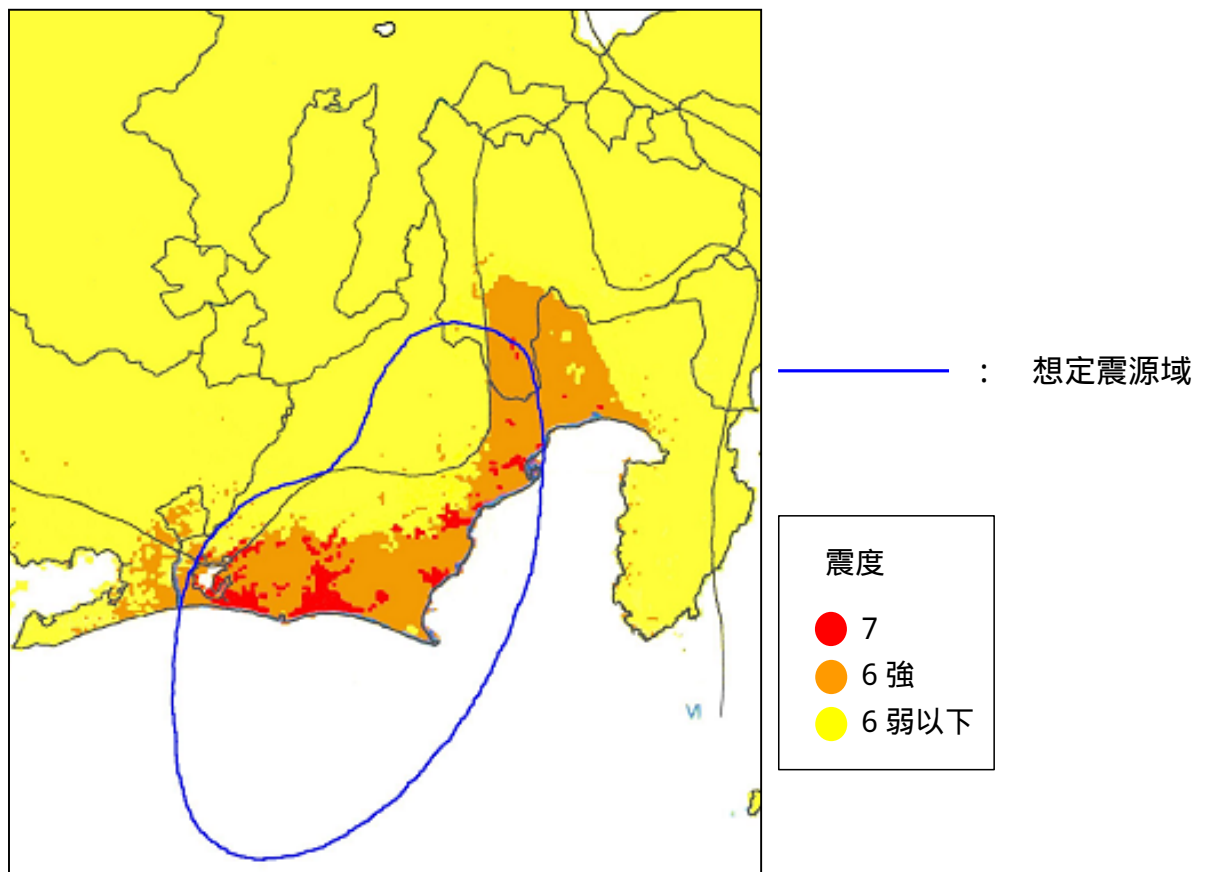


図 8 経験的手法による震度 6 強や 7 等の分布

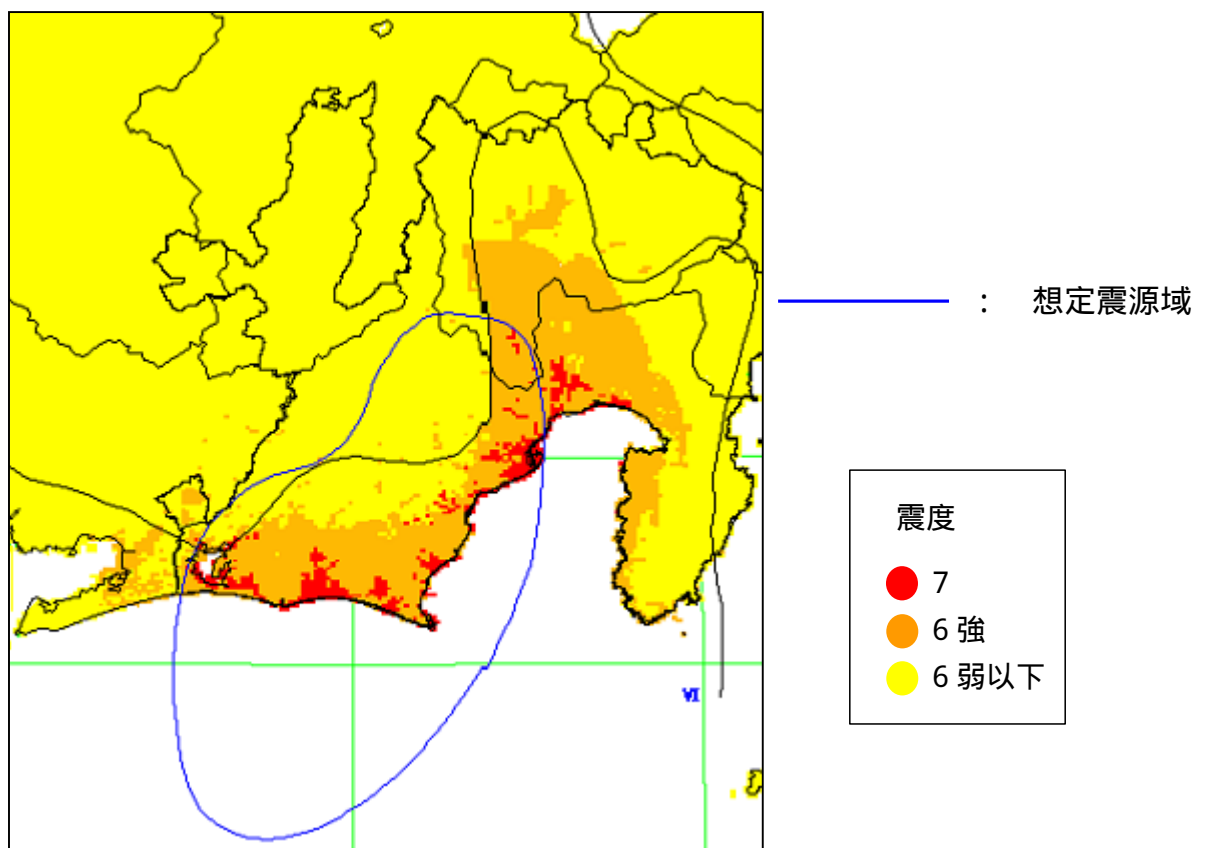
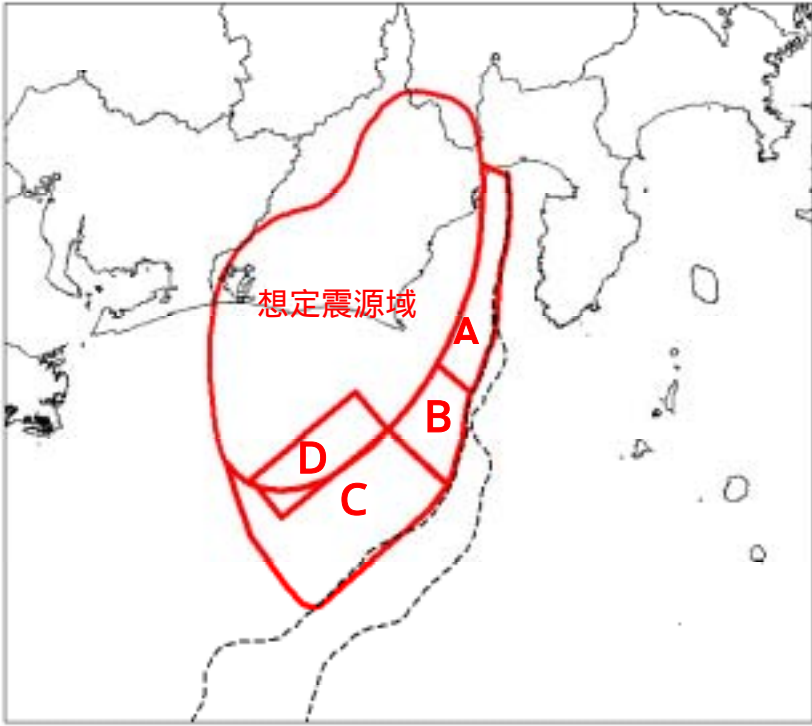


図 - 9 津波波高の検討ケース



検討ケースは、以下の3通り

- 想定震源域 + A
- 想定震源域 + A + B + C
- 想定震源域 + A + B + D

A, B, C, Dは付加的な地殻変動領域

図 10 安政東海地震時の津波実測値と検討ケースにおける津波の高さとの比較

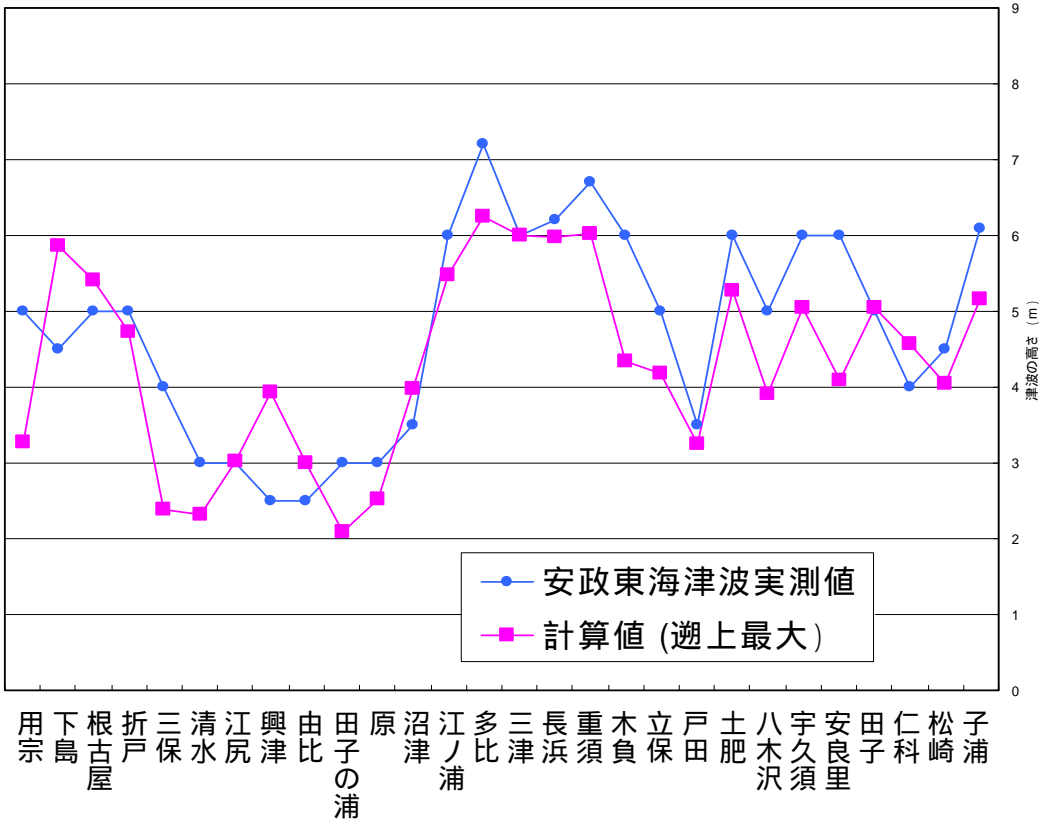


図 1 1 地震防災対策強化地域の検討の基とする
海岸における津波高さの分布（各検討ケースの最大値）

沈降・隆起を考慮し危険側を示す

