

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
(参考資料)

南海トラフにおける
発生頻度の高い津波の基本的な考え方

平成24年8月29日

南海トラフにおける発生頻度の高い津波の考え方

1. はじめに

津波対策を構築するにあたり、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（平成 23 年 9 月 28 日）は、「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」と、「最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」の、二つのレベルの津波を想定する必要があると指摘している。

前者の「最大クラスの津波」に対しては、生命を守ることを最優先として、住民等の避難を軸に、ハード・ソフト両面からとりうる手段を尽くした総合的な津波対策の確立が必要であり、後者の「発生頻度の高い津波」に対しては、人命保護に加え、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化等の観点から、海岸保全施設等の整備を進めていくことが求められている。

このうち、「最大クラスの津波」については、本検討会において、現時点の最新の科学的知見に基づき、あらゆる可能性を考慮した巨大地震の津波断層モデル等を公表し、現在、10m メッシュでの津波高、浸水域等の推計等を行っているところであるが、地方公共団体等における総合的な津波対策を検討するうえで、中央防災会議（2003）による津波高等が、想定する二つのレベルの津波のいずれに該当するのかの考え方についての整理と併せ、「発生頻度の高い津波」の津波断層モデル等に関する基本的な考え方の提示が求められている。

2. 中央防災会議（2003）の震度分布、津波高等について

中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（2003）の検討においては、過去に発生した地震と同様な地震に対して備えることを基本とし、過去に発生した地震の記録の再現性を念頭に震度分布、津波高等を想定し、これを超える規模の地震についても、ソフト対策等に対応できるようにしておくことが必要であるとされている。

震度分布及び津波高等の検討において、まず、過去資料が整理されている 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 5 例を基に、再現性の比較検討の基となる震度分布、津波高等の分布を作成した（図 1、3 参照）。

この震度分布は、過去の地震 5 例の最大の震度を単に重ね合わせたのではなく、これら地震の類似性の特徴を踏まえ、発生する可能性のある 1707 年宝永地震タイプの最大地震の震度分布を過去資料として再現したものであり、津波高等の分布についても、

震度分布と同様、1707 年宝永地震と類似している既往地震の特徴を利用し、発生する可能性のある 1707 年宝永地震タイプの最大地震の津波高分布を過去資料として再現したもので、防災対策の検討の観点からして妥当なものであると評価されている。すなわち、この震度分布と津波高は、南海トラフ沿いで過去数百年間に発生した地震による震度分布・津波高の最大値であり、いわゆる「既往最大値」と考えることができる。

南海トラフ沿いで発生した過去 1000 年の地震の履歴を見ると、地震は約 100～150 年の間隔で繰り返し発生しており、1099 年康和地震と 1361 年正平（康安）地震との間に発生していた地震を加えると、その発生間隔の平均は、約 120 年である。

これらの津波の中でも、大きなものとして 1498 年明応地震、1707 年宝永地震による津波がある。このような、ある程度大きな津波を発生させる地震の発生間隔は、津波堆積物で見ると 300～400 年、津波で移動した岩の調査からは 400～500 年であり、これらから、本検討会では、ある程度大きな津波を伴う地震の発生間隔は、300～500 年であると整理した。

中央防災会議（2003）の津波高等は、1707 年宝永地震以降の「既往最大」であり、当然のことながらある程度大きな津波と考えられる 1707 年宝永地震の津波が含まれている。この観点から見ると、中央防災会議(2003)の津波高等は、過去を遡った履歴の中でも「ある程度大きな津波」に相当するものであると言える。

しかしながら、1854 年安政東海地震・安政南海地震の津波は、1707 年宝永地震の津波よりも大きな地域もある。津波の発生間隔及び、津波資料の少なさやばらつき等も考慮すると、1707 年宝永地震の津波をある程度大きな津波として特別に扱うのではなく、防災対策の観点から見ると、1707 年宝永地震と 1854 年安政東海地震・安政南海地震の津波は、特別に区分することなく検討対象として考えることが望ましい。

3. 発生頻度の高い津波についての設定の基本的な考え方

「発生頻度の高い津波」について、農林水産省・国土交通省の海岸管理者への通知「設計津波の水位の設定方法等について」によると、痕跡高や歴史記録・文献等の調査で判明した過去の津波の実績と、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを用い、一定の頻度（数十年から百数十年に一度程度）で発生する津波の高さを想定し、海岸管理者が堤防の設計を行うこととしている。

これに従うと、南海トラフでは、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 年昭和南海地震等、過去の津波高等を参考に、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを参考に、一定の頻度（数十年から百数十年に一度程度）で発生する津波の集合を選定し、それらを対象として、地域の実情に合わせ設定することとなる。

南海トラフでの津波の発生間隔は100～150年間隔であり、1605年慶長地震以降で見ると、102年後に1707年宝永地震、147年後に1854年安政東海地震及び1854年安政南海地震、概ね90年後に1944年昭和東南海地震及び1946年昭和南海地震による津波が発生している。

中央防災会議（2003）の津波高等は、1707年宝永地震以降の「既往最大」を想定したものであるが、1854年安政東海地震・安政南海地震の津波は、1707年宝永地震の津波よりも大きな地域もあり、津波の発生間隔及び、津波資料の少なさやばらつき等も考慮すると、これら津波は防災対策を検討する際に特別に区分することなく検討対象とすることが望ましい。

従って、南海トラフでの発生頻度の高い津波の検討においては、中央防災会議（2003）の津波高等の資料に加え、過去の地震の津波高の資料、必要に応じて行うシミュレーション等を参考にし、各地域において隣接地域とも調整を図り、「発生頻度の高い津波」の津波高等が設定されることになる。

中央防災会議（2003）による震度分布・津波高等について

中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（2003）の検討における震度分布・津波高等についての基本的考え方等は、次のとおりである。

（１）基本的考え方（抜粋）

防災対策を検討するに当たって、まず、その対象となる地震像とそれによる被害の状況を検討し、これを基に、対策の内容を取りまとめる。

検討において、様々な地震発生の仕方や規模を想像することは可能であるが、予防対策等についての投資など具体的各種防災対策についての社会的合意は、過去実際に発生したような地震については得やすいと考えられるが、過去に経験のないより大きな規模の地震の対策を行うことについては、社会的合意は容易ではなく、過大な対策となる可能性もある。しかしながら、一定の規模の地震に対しては備えられても、それを超える地震の時は全く対応できない（場合によってはカストロフイー的に窮地に立つ）というのは防災対策としては問題である。

このようなことから、過去に実際に発生した地震と同様な地震に対して備えることを基本とし、強震動及び津波の高さの分布については、過去に実際に発生した地震の記録の再現性を念頭に想定を行った。これを超える規模の地震についても、ソフト対策等で対応できるようにしておくことが必要であると考ええる。

（２）過去地震の震度分布、津波高について（抜粋）

強震断層モデル、津波断層モデルを検討するに当たり、過去資料が整理されている、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 5 例を基に、防災対策の検討の観点から、比較検討の基とする震度分布、津波の高さの分布を作成した。その考え方等は次のとおり。

○震度分布（図 2）

宝永地震の震度分布に、安政東海地震の紀伊半島東側以東の震度分布と安政南海地震の紀伊半島西側以西の震度分布とをそれぞれ重ね、さらに、昭和東南海地震及び昭和南海地震の震度 6 以上の地点を重ねる。

この震度分布は、過去の地震 5 例の最大の震度を単に重ね合わせたのではなく、これら地震の類似性の特徴を踏まえ、発生する可能性のある宝永地震タイプの最大地震の震度分布を過去資料として再現したもので、強震動生成域（震源域のうち特に強い地震動を発する部分：当時の用語は「アスペリティ」）は、ほぼ同じ場所に存在し地震ごとにその割れ方が多少異なるとされる最近の地震学的知見とも矛盾がなく、防災対策の検討の観点からして妥当なものである。

○津波の高さ分布（図 4）

宝永地震の津波の高さ分布に、安政東海地震の紀伊半島以東の津波の高さ分布と、安政南海地震の紀伊半島以西の津波の高さ分布をそれぞれ重ねる。この際、各地震発生時の潮位を減じて、それぞれの津波の高さを補正し、同一地点で津波の高さの資料が複数ある場合は、最大値をその地点の津波の高さとする。

この津波の高さ分布は、震度分布と同様、宝永地震と類似している既往地震の特徴を利用し、発生する可能性のある宝永地震タイプの最大地震の津波の高さ分布を過去資料として再現したもので、防災対策の検討の観点からして妥当なものである。

過去の地震の震度分布

宝永地震



重ね合わせ

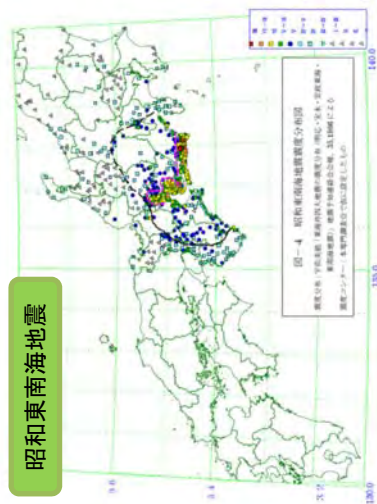
安政東海地震



安政南海地震



昭和東南海地震

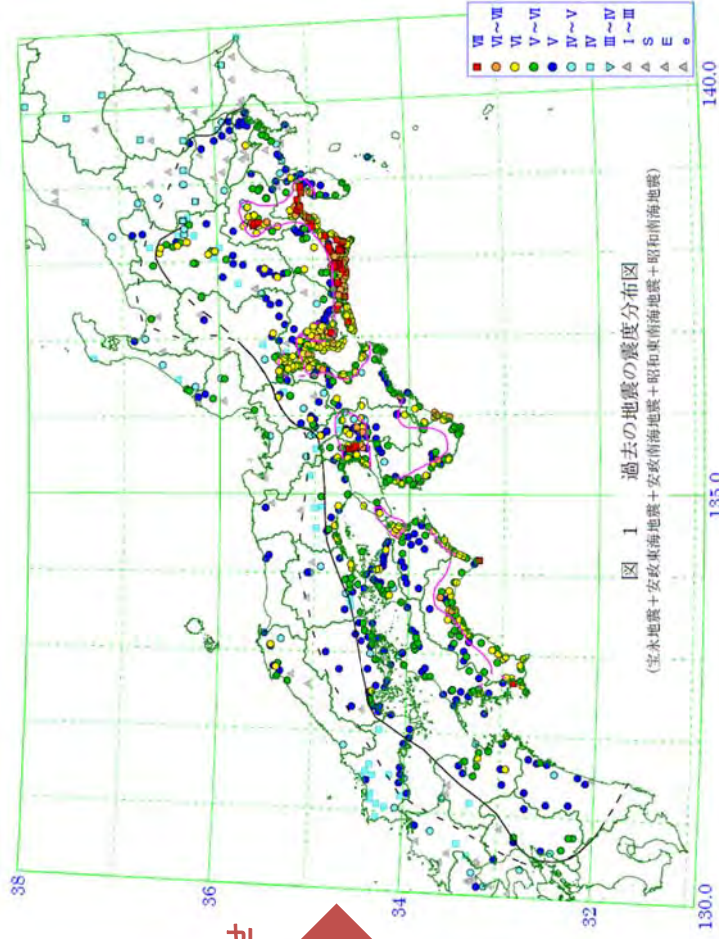


昭和南海地震



図 1 過去の地震の震度分布図

(宝永地震+安政東海地震+安政南海地震+昭和東南海地震)



比較検討の基とする過去の地震の震度分布 (5地震の重ね合わせ)

- この震度分布は、地震の類似性の特徴を踏まえ、発生する可能性のある宝永地震タイプの最大地震の震度分布を過去資料として再現したもの。
- アスペリティーは、ほぼ同じ場所に存在し地震ごとにその割れ方が多少異なるとされる最近の地震学的知見とも矛盾がなく、防災対策の検討の観点からして妥当なものである。

平成15年12月16日東南海、南海等に関する専門調査会 第16回報告より

図1 比較検討の基とする過去の地震の震度分布

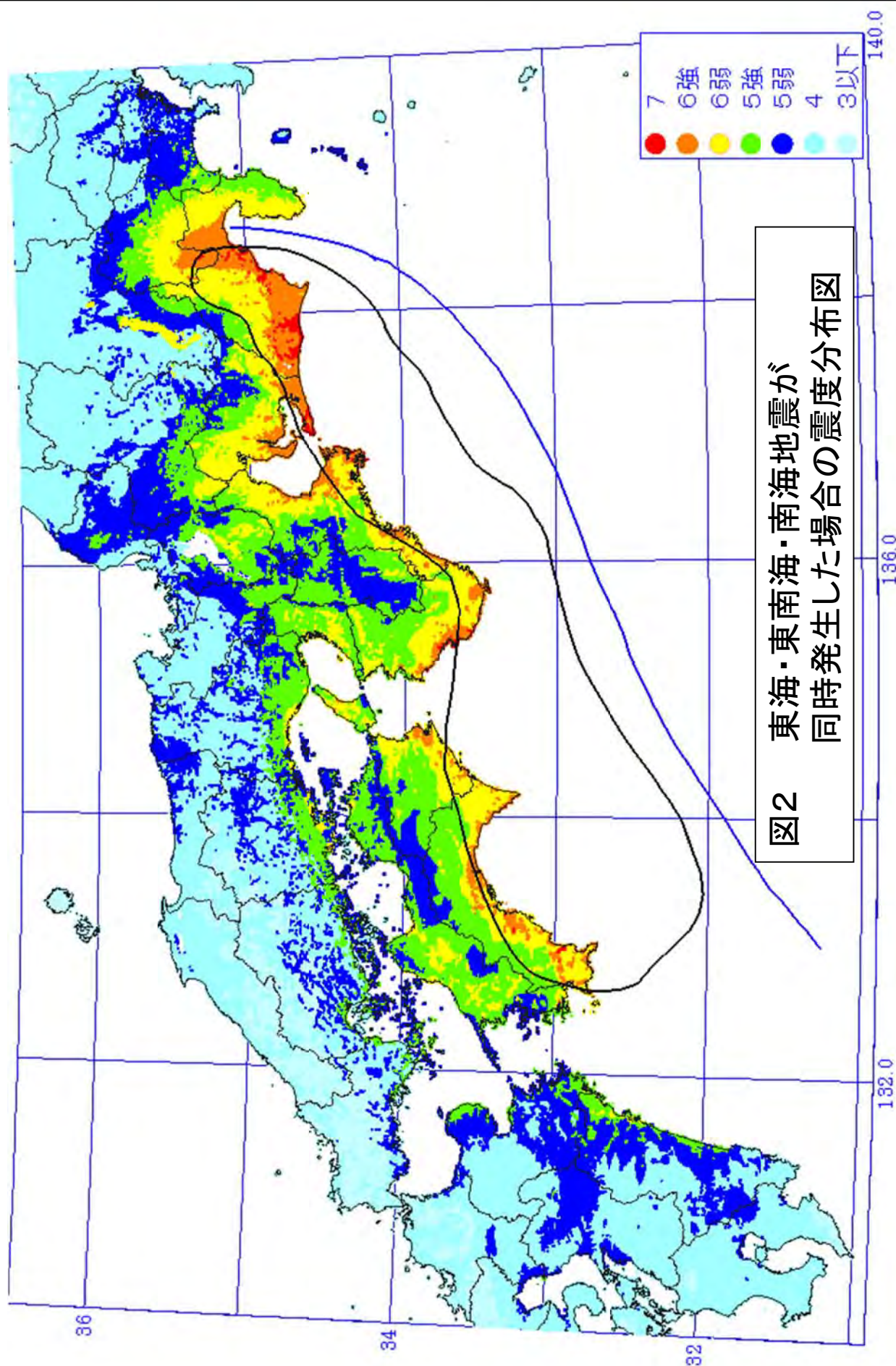


図2 東海・東南海・南海地震が
同時発生した場合の震度分布図

図 東南海、南海地震に関する報告(平成15年 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」)

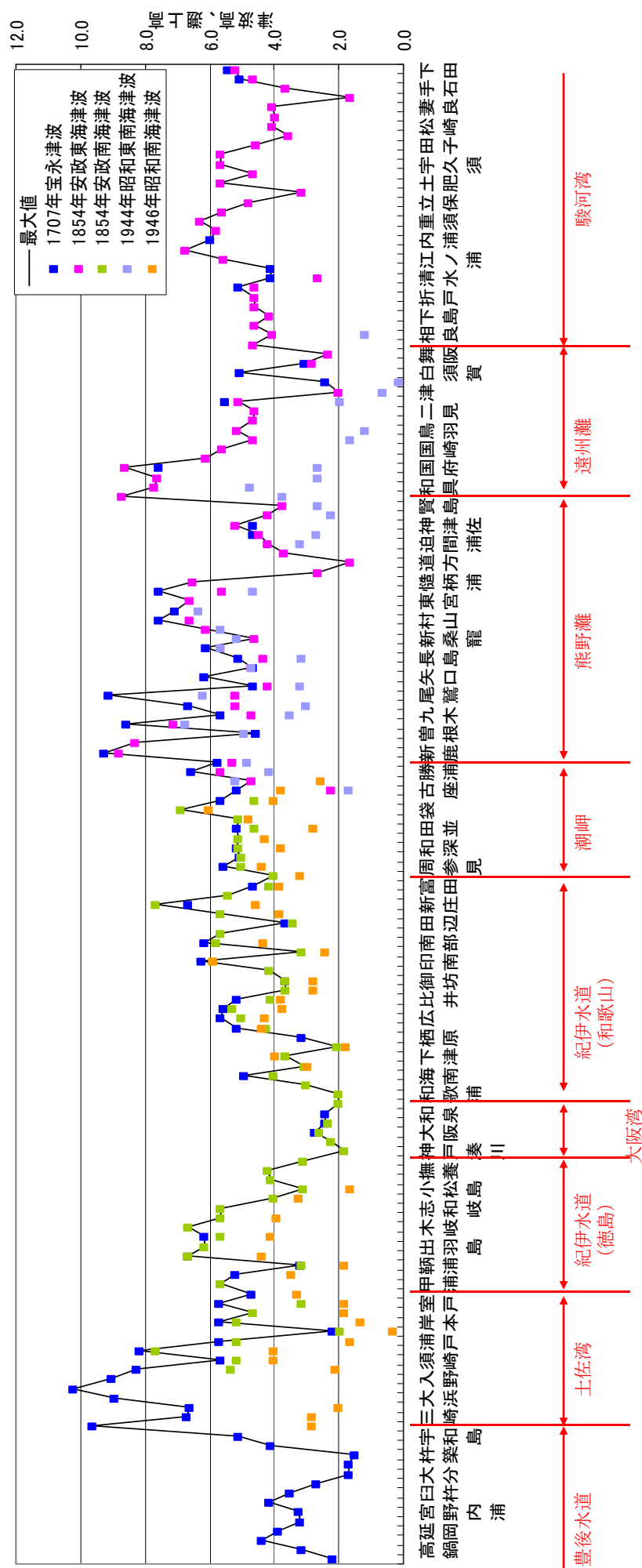


図3 波の通過

(地震発生時潮位を差し引いた)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5地震による津波の高さ)

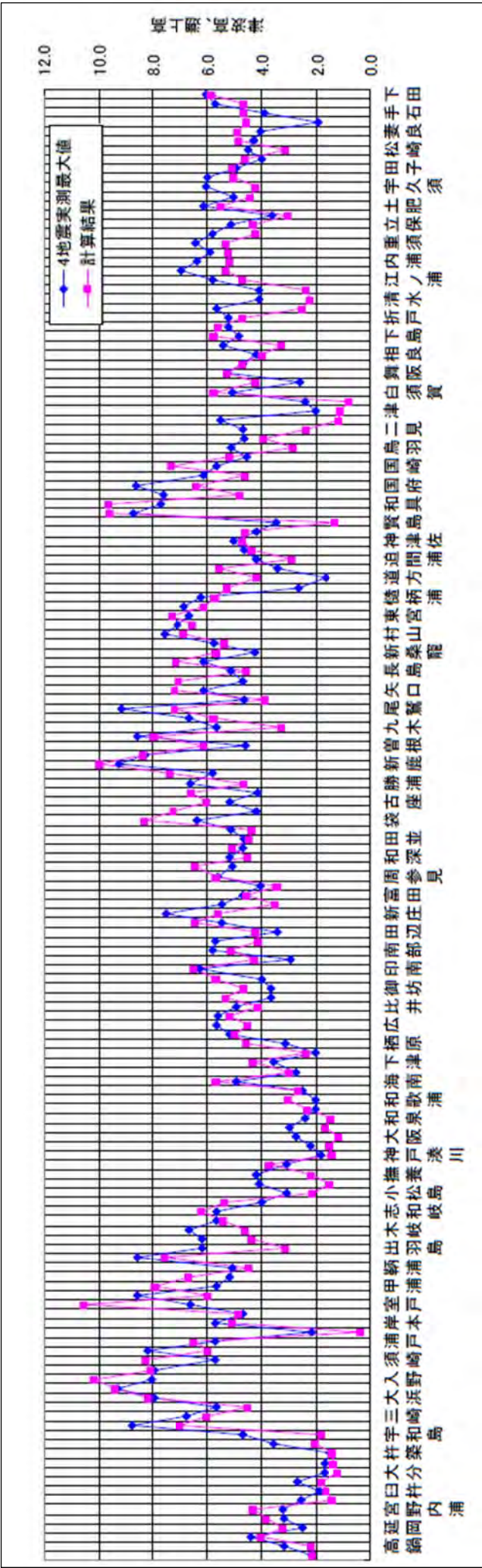


図4 推定した変位量分布による東海・東南海・南海の津波計算結果とターゲットとした既往津波高さとの比較

(実績値との合致度を示す相田の指標は、 $K=1.106$, $\kappa=1.478$)

南海トラフの巨大地震モデル検討会「中間とりまとめ」より

Ⅲ. 過去の震度分布・津波高に関する調査・研究成果について（抜粋）

1. 古文書調査
2. 津波堆積物・地殻変動痕跡等の調査
3. 以西の液状化痕跡調査
4. 地殻変動調査
5. 1. ～ 4. の調査のまとめ

古文書調査、津波堆積物・地殻変動痕跡等の調査、遺跡の液状化痕跡調査による過去の地震の発生履歴をとりまとめたものを図Ⅲ.15 に示す。また、古文書調査等による震度分布を図Ⅲ.16 に、津波堆積物調査による津波高をとりまとめたものを図Ⅲ.17 に示す。なお、津波堆積物の調査による津波高は、調査地点の標高（浜堤がある場合はいずれか高い方の標高）に 2 m の高さを便宜的に加えたものとしている。

南海トラフで発生した過去 1000 年の地震の履歴を見ると、地震は約 100～150 年の間隔で繰り返し発生しており、1099 年康和地震と 1361 年正平（康安）地震との間に発生していた地震を加えると、その発生間隔の平均は、約 120 年である。

津波については、津波高を過去地震毎に明らかにしようとすれば、現時点では古文書資料において信頼性が確認されているものに依らざるを得ないが、津波堆積物調査等を活用することによって、古文書資料からは明らかにできない過去の津波についてもそのおよその大きさを比較することができる。南海トラフの過去地震に係る 1. から 4. の調査を総合的に分析すれば、684 年天武地震以降でみると、地域によって違いがあるが、大きなものとして 1498 年明応地震、1707 年宝永地震による津波があり、それに近いものとして 684 年天武地震、1361 年正平（康安）地震による津波がある。また、3500 年前以降で見ると、約 2000 年前に発生した津波は、1707 年宝永地震による津波よりも大きかった可能性がある。

また、ある程度大きな津波を発生させる地震の間隔は、津波堆積物で見ると 300～400 年、津波で移動した岩の調査からは 400～500 年であるとされている。これらから、今回の検討においては、ある程度大きな津波を伴う地震の発生間隔は、300～500 年であると整理することとする。

平成23年7月11日
水管理・国土保全局海岸室
港湾局海岸・防災課

**「設計津波の水位の設定方法等」について
～復興計画策定の基礎となる海岸堤防の高さ決定の基準～**

農林水産省及び国土交通省は、海岸堤防の計画・設計に必要となる「設計津波の水位の設定方法等」を別添1、2のとおり定め、海岸管理部局に通知しました。

現在、東日本大震災の被災市町村では復興計画づくりが進んでいますが、まちづくり計画の策定のためには、復旧が行われる海岸堤防の高さ(天端高)が明らかになっていることが重要です。

本通知では、痕跡高や歴史記録・文献等の調査で判明した過去の津波の実績と、必要に応じて行うシミュレーションに基づくデータを用いて、一定頻度(数十年から百数十年に一度程度)で発生する津波の高さを想定し、その高さを基準として、海岸管理者が堤防の設計を行うこととしています。

本通知は、中央防災会議専門調査会()中間とりまとめ「今後の津波防災対策の基本的考え方について」(6月26日)及び農林水産省及び国土交通省が設置した「海岸における津波対策検討委員会」(4月28日、6月27日開催、別添3)における議論を踏まえて、取りまとめたものです。

本通知において海岸堤防の高さ決定の基準が示されることにより、被災地における復興計画づくりが促進されることとなるものと考えています。

()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」

問い合わせ先	農林水産省農村振興局防災課	課長補佐 野中 振 拳
		代表 03-3502-8111内線 5511
		直通 03-6744-2199
	農林水産省水産庁防災漁村課	課長補佐 森 健 二
		代表 03-3502-8111内線 6903
		直通 03-3502-5304
	国土交通省水管理・国土保全局海岸室	企画専門官 林 雄 一 郎
		代表 03-5253-8111内線 36322
		直通 03-5253-8471
	国土交通省港湾局海岸・防災課	課長補佐 大岡 秀 哉
		代表 03-5253-8111内線 46714
		直通 03-5253-8688

設計津波の水位の設定方法

今次津波被害を受けて、海岸堤防等の海岸保全施設の整備に必要となる「設計津波」の水位設定の考え方（作業手順）を示す。

1. 設計津波の設定単位

設計津波は、地域海岸ごとに設定することを基本。

【地域海岸】 沿岸域を「湾の形状や山付け等の自然条件」等から勘案して、一連のまとまりのある海岸線に分割したもの。

2. 「設計津波の水位」の設定方法

①過去に発生した津波の実績津波高さの整理

- ✓ 痕跡高調査や歴史記録・文献等を活用。

②シミュレーションによる津波高さの算出

- ✓ 十分なデータが得られない時には、シミュレーションを実施しデータを補完。
- ✓ 今後、中央防災会議等において検討が進み、想定地震の規模や対象範囲の見直し等が行われた場合は適宜見直すことが必要。

③設計津波の対象津波群の設定

- ✓ 地域海岸ごとに、グラフを作成。
- ✓ 一定の頻度(数十年から百数十年に一度程度)で発生すると想定される津波の集合を選定。

④「設計津波の水位」の設定

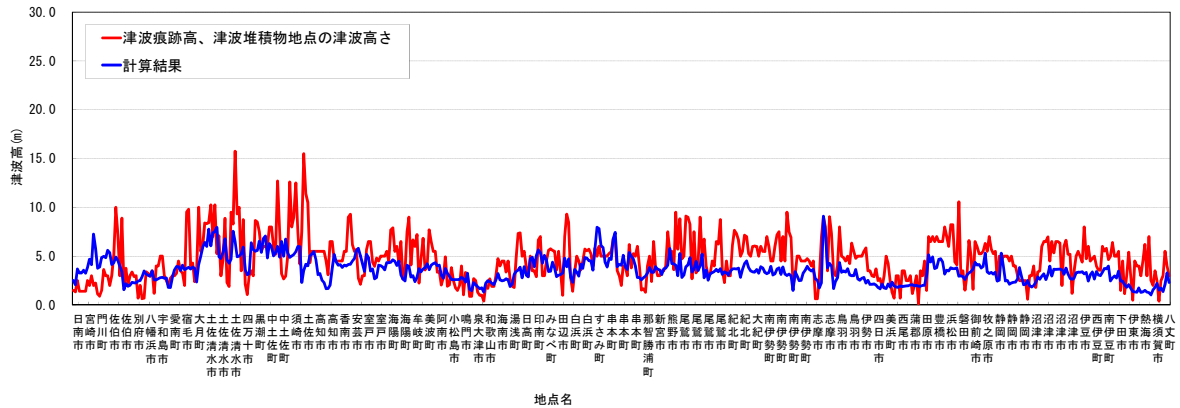
- ✓ 上記で設定した対象津波群の津波を対象に、隣接する海岸管理者間で十分調整を図ったうえで、設計津波の水位を海岸管理者が設定。
- ※ 堤防等の天端高は、設計津波の水位を前提として、環境保全、周辺景観との調和、経済性、維持管理の容易性、施工性、公衆の利用等を総合的に考慮して海岸管理者が適切に設定。

(参考4)

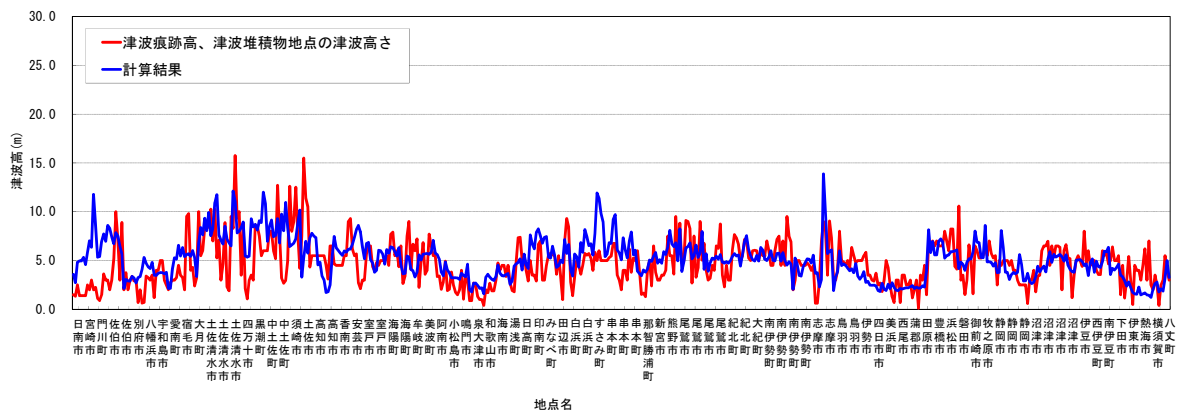
断層変位量の違いによる津波高の比較（参考）

(1) 平均すべりモデル（大すべり域を設定しない）

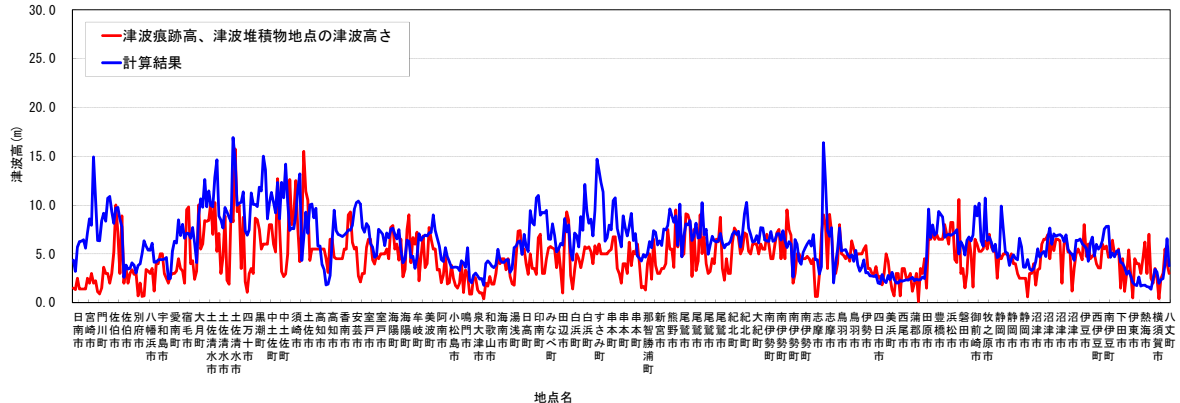
a) 平均すべり量 約4m , $\Delta \sigma = 1.2 \text{MPa}$ (Mw 8 以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m , $\Delta \sigma = 2.2 \text{MPa}$ (Mw 8 以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)

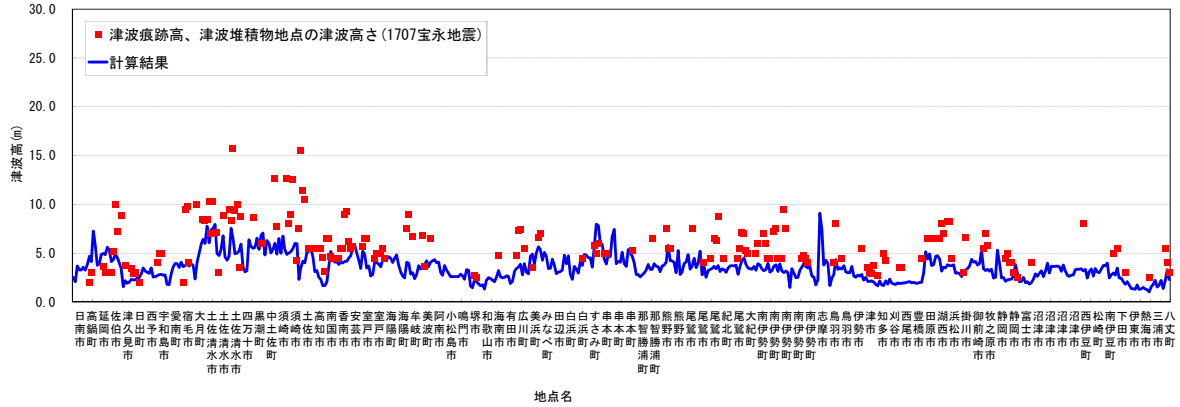


c) 平均すべり量 約10m , $\Delta \sigma = 3.0 \text{MPa}$ (Mw 8 よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)

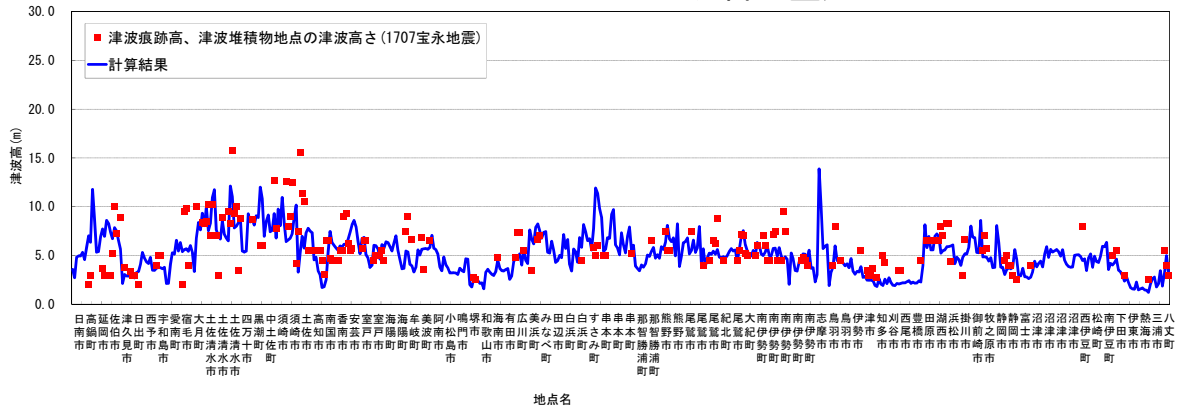


(2) 平均すべりモデル（大すべり域を設定しない）と1707宝永地震地震の比較

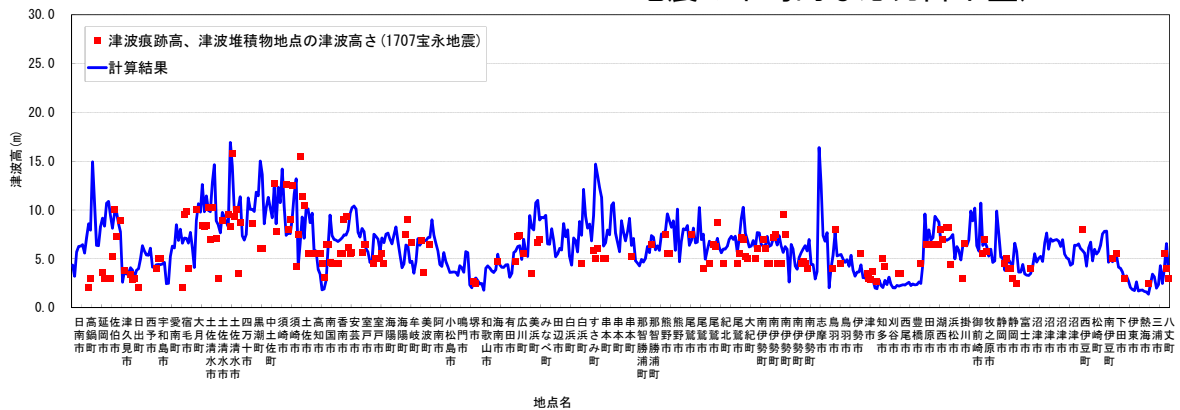
a) 平均すべり量 約4m , $\Delta\sigma = 1.2\text{MPa}$ (M_w 8以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m , $\Delta\sigma = 2.2\text{MPa}$ (M_w 8以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)

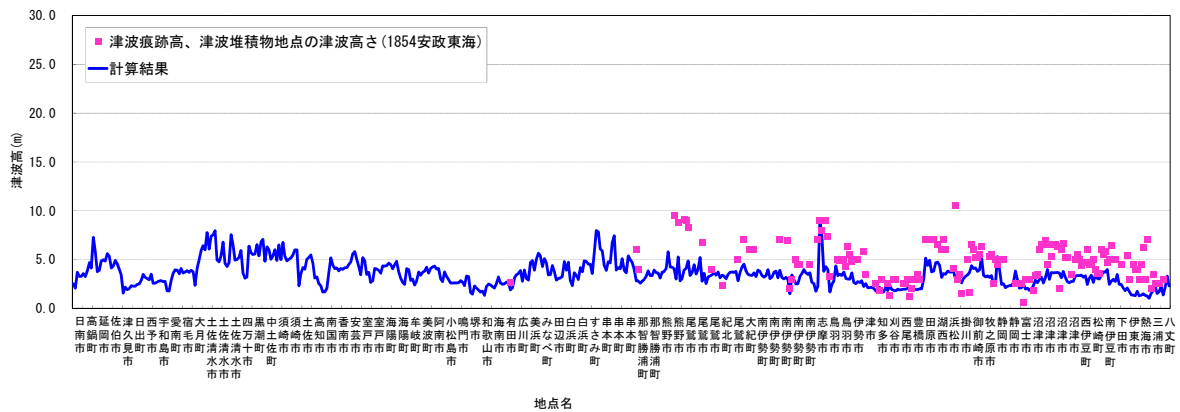


c) 平均すべり量 約10m , $\Delta\sigma = 3.0\text{MPa}$ (M_w 8よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)

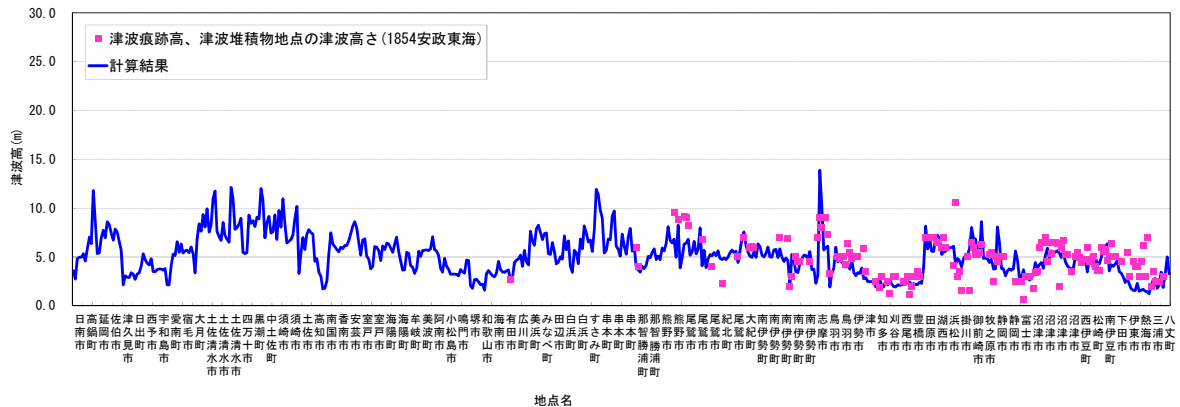


(3) 平均すべりモデル（大すべり域を設定しない）と1854安政東海地震との比較

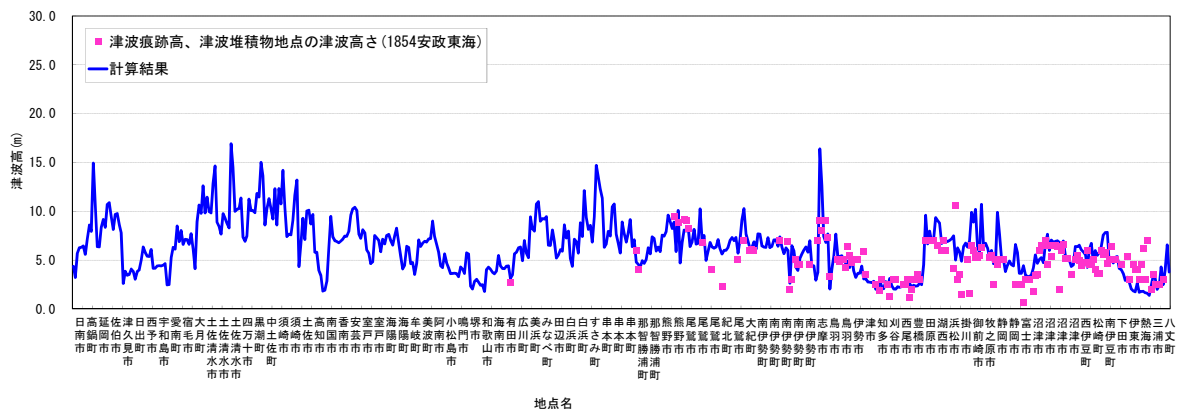
a) 平均すべり量 約4m , $\Delta\sigma = 1.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m , $\Delta\sigma = 2.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)

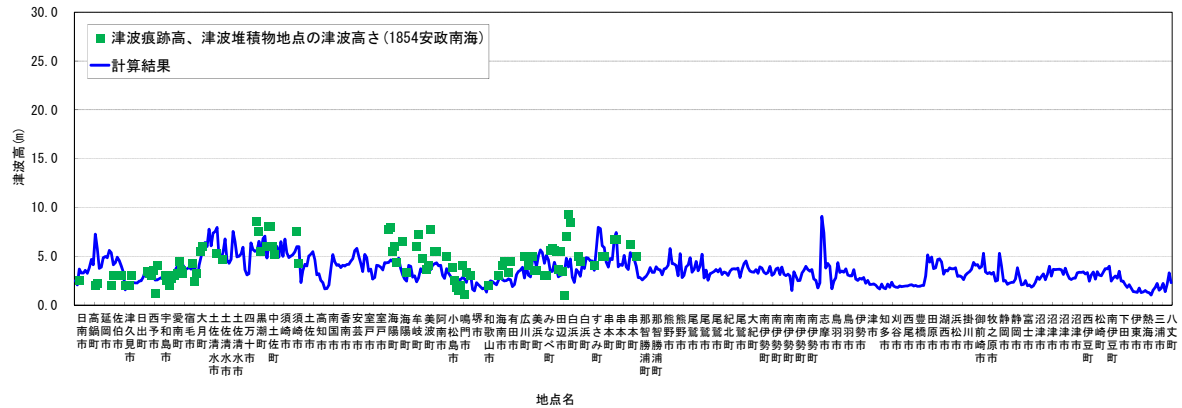


c) 平均すべり量 約10m , $\Delta\sigma = 3.0\text{MPa}$ ($M_w 8$ よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)

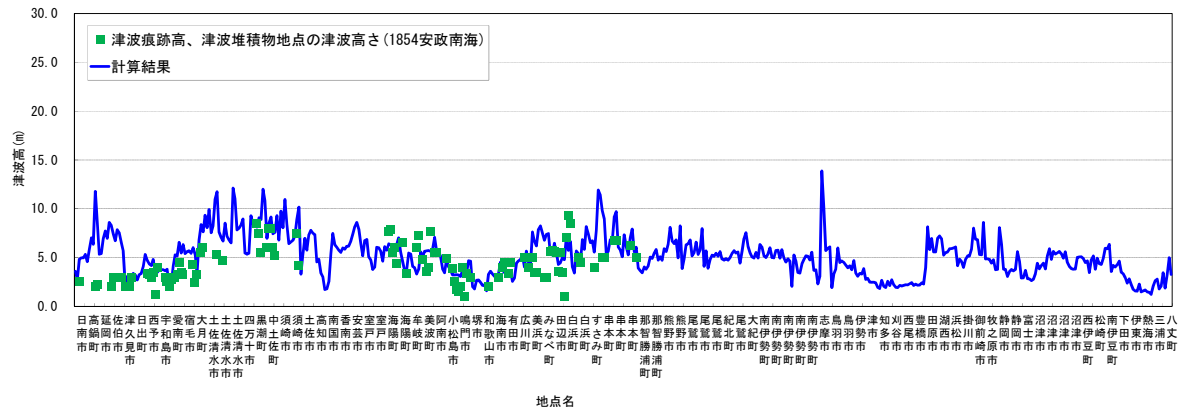


(4) 平均すべりモデル（大すべり域を設定しない）と1854安政南海地震と比較

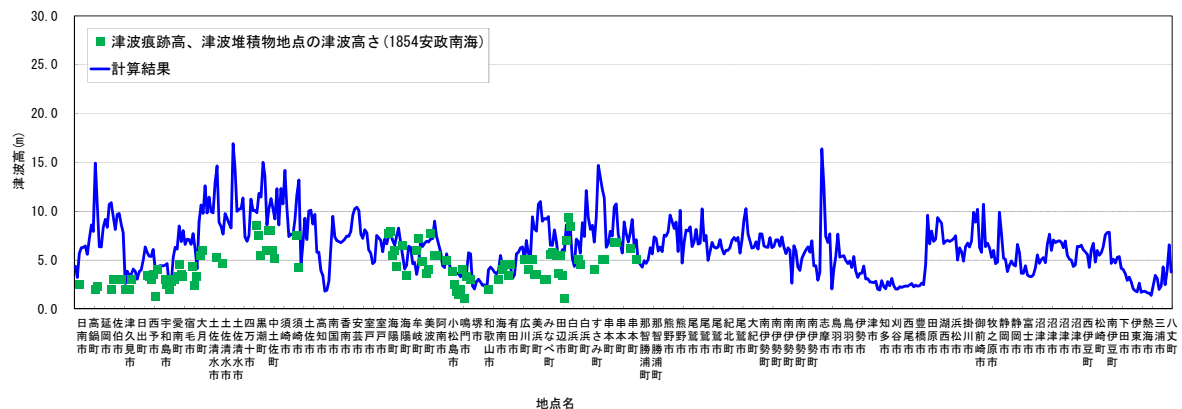
a) 平均すべり量 約4m , $\Delta\sigma = 1.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m , $\Delta\sigma = 2.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)

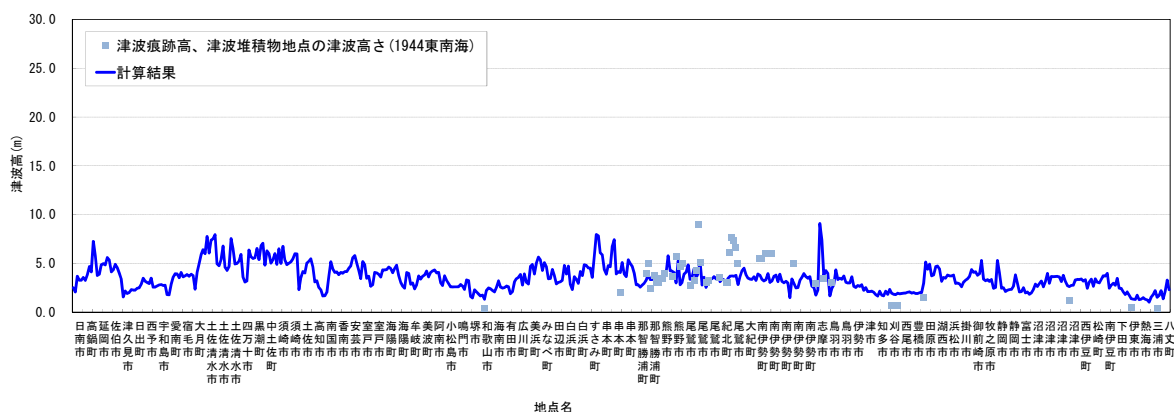


c) 平均すべり量 約10m , $\Delta\sigma = 3.0\text{MPa}$ ($M_w 8$ よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)

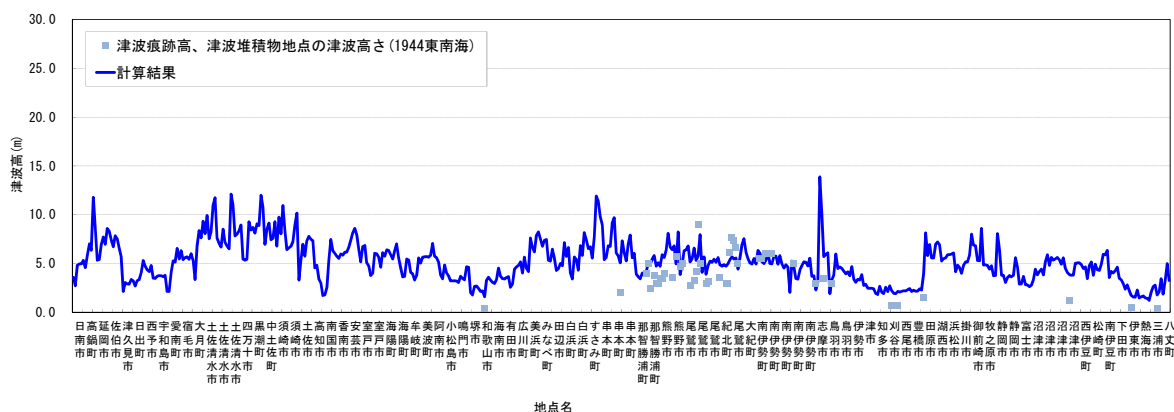


(5) 平均すべりモデル（大すべり域を設定しない）と1944東南海地震と比較

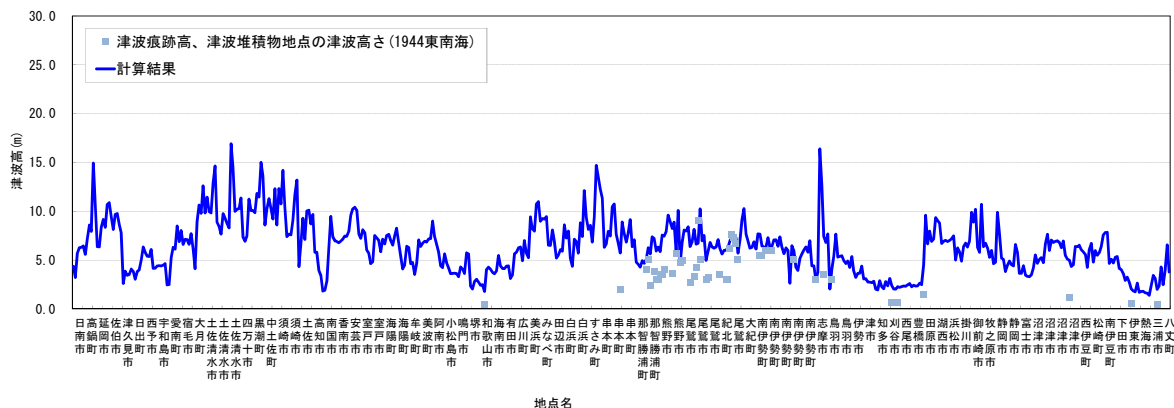
a) 平均すべり量 約4m, $\Delta\sigma=1.2\text{MPa}$ (Mw 8 以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m, $\Delta\sigma=2.2\text{MPa}$ (Mw 8以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)

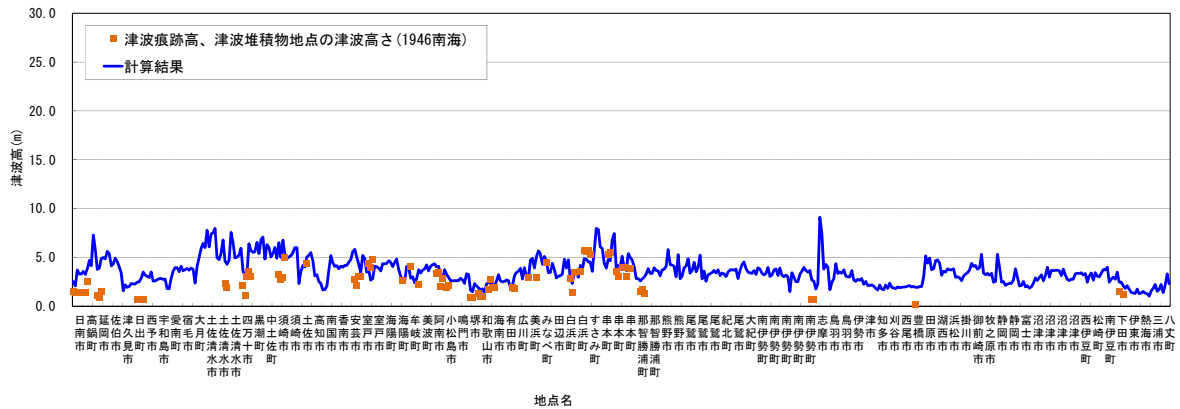


c) 平均すべり量 約10m, $\Delta\sigma=3.0\text{MPa}$ (Mw 8 よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)

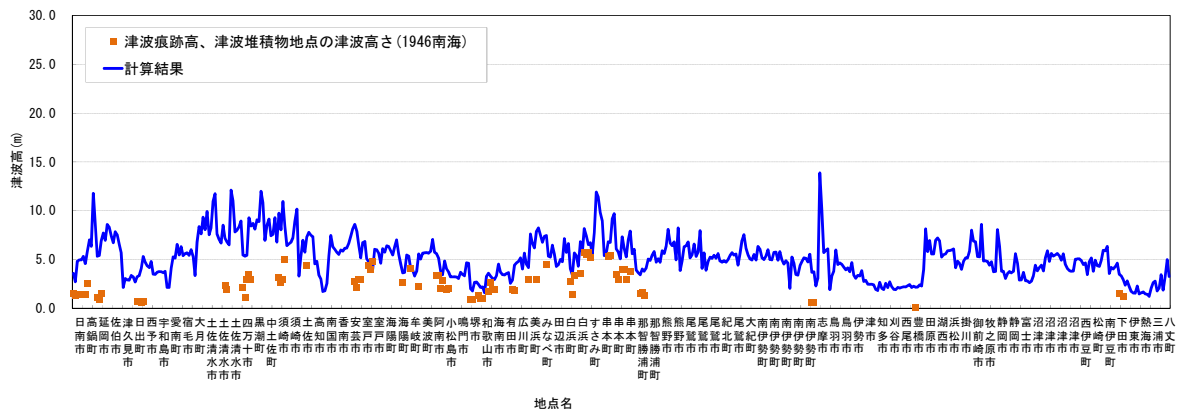


(6) 平均すべりモデル（大すべり域を設定しない）と1946南海地震の比較

a) 平均すべり量 約4m , $\Delta \sigma = 1.2 \text{MPa}$ (M_w 8以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m , $\Delta \sigma = 2.2 \text{MPa}$ (M_w 8以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)



c) 平均すべり量 約10m , $\Delta \sigma = 3.0 \text{MPa}$ (M_w 8よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)

