

新しい南海トラフの地震活動の長期評価について

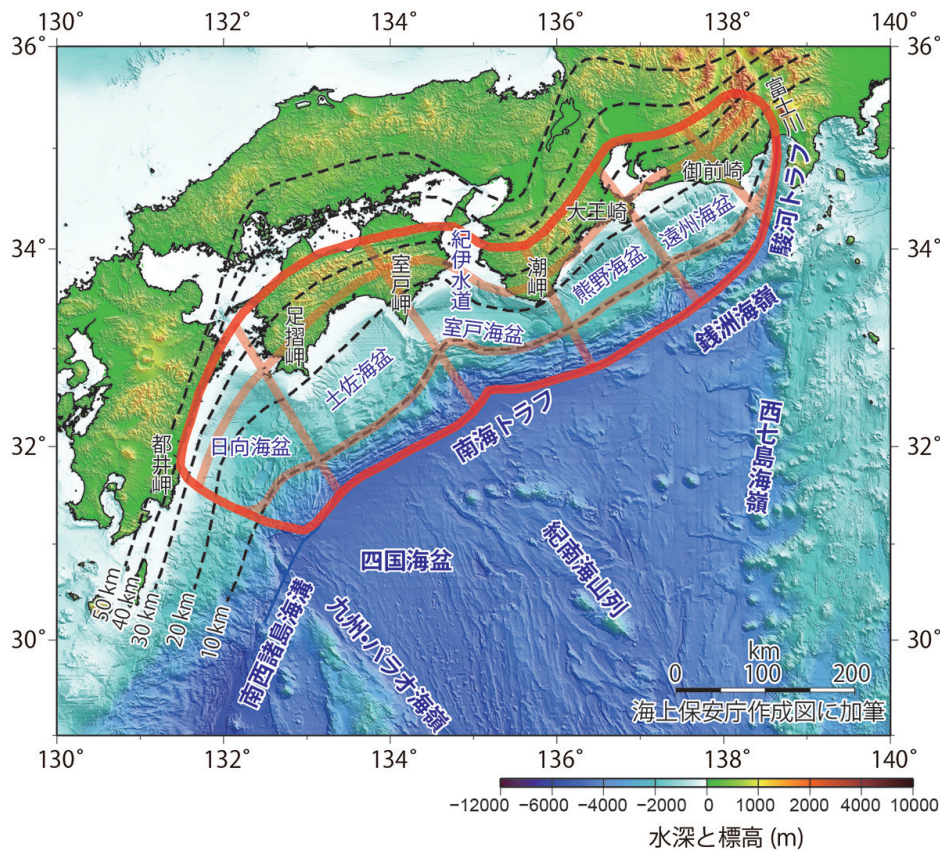
吉田康宏¹⁾

1. はじめに

政府の特別の機関である地震調査研究推進本部（以下、地震本部）では、これまで内陸の活断層で発生する地震や海溝型地震（沈み込む海のプレートと陸のプレートの間で発生する地震）の長期評価を実施してきた。南海トラフの地震活動の長期評価については平成 13 年（2001 年）に公表している。しかし近年、2011 年東北地方太平洋沖地震のような巨大地震を評価できなかったことをはじめ、長期評価の問題点が明らかとなってきた。そこで地震調査委員会をはじめ地震本部における関係委員会では、海溝型地震の長期評価手法の見直しを検討している。南海トラフでは、ひとたび大地震が起これば九州から関東に至る広範囲

で大きな被害が懸念されるため、早急な防災対策が必要である。そこで今回、評価手法の見直し作業の途中ではあるが、南海トラフについて、これまでに得られた新しい調査観測・研究の成果を取り入れ、長期評価を暫定的に改訂することとした。改訂にあたって留意した点は大きく以下の 3 つである。①固有地震モデルではなく、発生しうる地震の多様性を考慮した評価を試みる、②不確実性が大きなデータでも防災に有用な情報は科学的知見の限界を述べ、評価に活用する、③データの解釈について議論の分かれるものは両論併記とする、である。

評価文は主文と説明文で構成される。主文は得られた科学的知見を基に、対象とする地震活動をどのように評価したかをなるべく平易な表現を用いて述べている。説明文



第 1 図 南海トラフの評価対象領域とその区分け。
 ・赤線は最大クラスの地震の震源域を示す。
 ・薄い赤線は震源域を類型化するために用いた領域分けの境界線を示す。
 ・破線は本評価で用いたフィリピン海プレート上面の等深線を示す。

1) 文部科学省 研究開発局地震・防災研究課

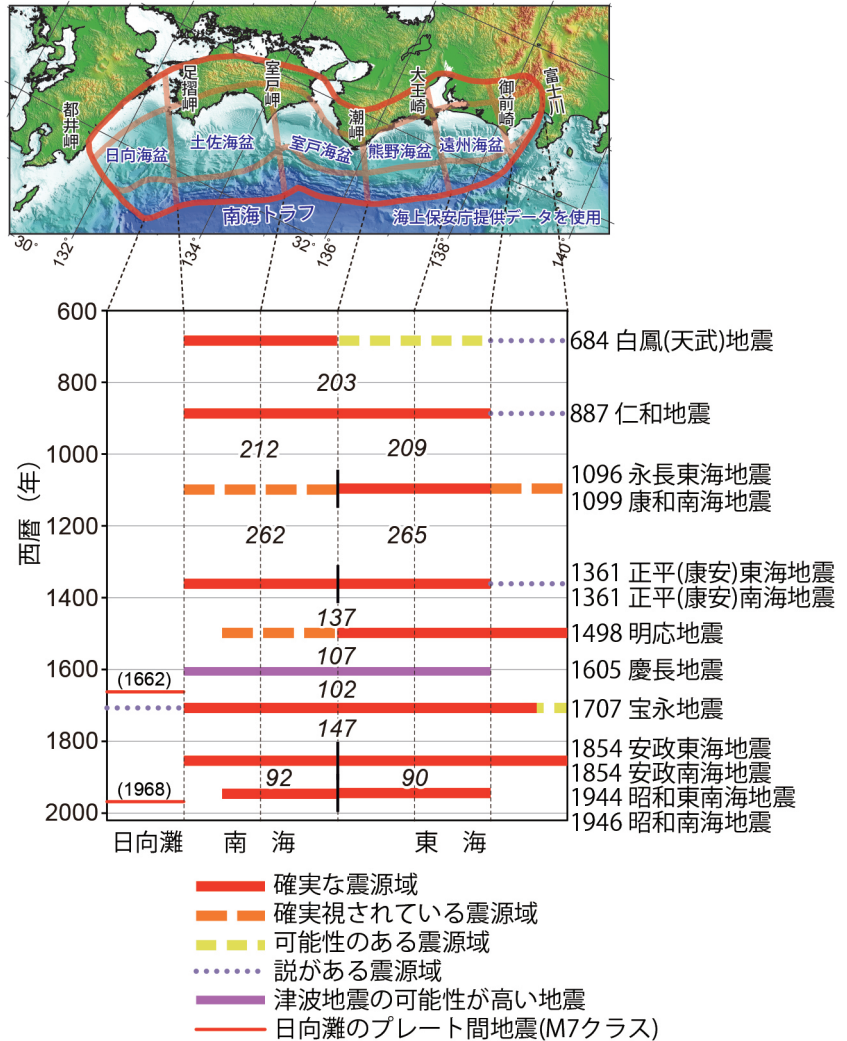
キーワード：南海トラフ、長期評価、地震調査研究推進本部、発生領域、多様性、時間予測モデル

は評価に至った背景も含めて詳しく述べている。このため、内容には専門的な要素も含まれており、科学的知見によってわかった事を用いて、その不確定性も含めてきちんと述べた上で、地震の評価を試みている。データの解釈に幾つかの説がある場合は、両論併記をした。本稿ではおもに主文について、その概要を説明する。

2. 評価対象領域について

南海トラフ沿いで起こる地震の評価対象領域は、地形・地殻構造の特徴、力学条件の変化、既往最大地震の震源域、現在の地震活動を考慮して決めた(第1図)。東端は、駿河トラフのトラフ軸から富士川河口断層帯の北端付近を結ぶ線とした。遠州灘～銭州海嶺付近～新島・神津島付近～相模トラフのどこかにも巨大地震の震源域に含まれる領域が存在する可能性があるが、今のところ科学的知見の収集・整理が不十分であることから、今回の評価対象地域から除いている。西端は日向灘の九州・パラオ海嶺が沈み込む地点とした。これはフィリピン海プレートの構造がこの周辺で大きく変化していることによる。それより南西側は長期評価に必要な科学的知見の収集・整理が不十分であることから、今回の評価対象地域から除いている。南端は南海トラフ軸とした。これは東北地方太平洋沖地震において海溝軸付近で大きなすべりがあった事実と、南海トラフのプレート境界浅部において高速すべりを示唆する研究結果があることに基づく。北端に関しては、プレート境界の深部で深部低周波微動が発生していることや、深部低周波微動発生域で短期的スロースリップが起きていること、短期的スロースリップによってすべてのひずみが解放されているわけではないことなどから、海溝沿いの巨大地震の際に深部も引きずられて破壊する可能性がある。したがって深部低周波微動が起きている領域の北端までを評価対象領域とした。

以上の領域内で震源域を類型化すると、まず東西方向で



第2図 南海トラフで過去に起きた大地震の震源域の時空間分布(石橋, 2002 をもとに編集).
 ・白鳳(天武)地震(684年)以降の地震を示している。
 ・図中イタリック体で表した数字は、地震の発生間隔(年)を示す。
 ・震源域は地形の境界(都井岬, 足摺岬, 室戸岬, 潮岬, 大王崎, 御前崎, 富士川)で東西方向に区切っている。
 ・黒の縦棒は、南海と東海の地震が時間差(数年以内)をおいて発生したことを示す。

は、地震の破壊の開始点あるいは終点は地形境界に対応する機会が多いことから、西から都井岬, 足摺岬, 室戸岬, 潮岬, 大王崎, 御前崎, 富士川をそれぞれ地形の境界として6領域に分割した(第1図)。南北方向では、プレートの沈み込む方向にプレート境界の振る舞いを類型化し、浅部から深部まで次の3領域に分割した。プレート境界の浅部ですべりが生じると大きい津波が発生する可能性のある領域、従来から大地震の震源域になると評価されてきた領域(固着が強い領域)、従来の震源域の深部から深部低周波地震の発生領域である。これらの分割したそれぞれの領域は、個別に、あるいは複数が一体となって地震を発生させる可能性がある。なお、今回の評価対象領域には、中央防災会議が想定した「想定東海地震」の震源域も含まれて

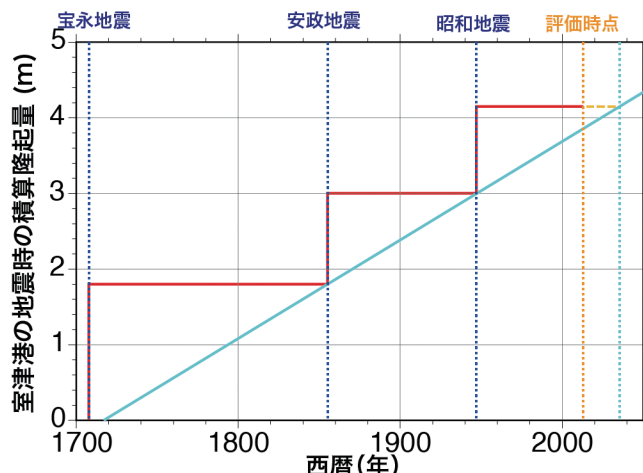
いる。

なおこれらの領域全体がすべることで発生する地震が、本評価で想定する南海トラフの「最大クラスの地震」である。仮にこのタイプの地震が発生すれば、震源域の広がりから推定される地震の規模はM9クラスとなる。

3. 南海トラフで発生する地震の多様性について

近年の古地震、古津波の研究から、南海トラフで発生する地震には多様性があることがわかってきた。まず歴史記録から見ると、684年白鳳（天武）地震から現在まで約1,400年間の地震の記録があり、特に1361年正平（康安）地震以降は記録の見落としは無いと考えられる（第2図）。その中で南海地域（潮岬より西の領域）と東海地域（潮岬より東の領域）とで、若干の時間差（数年以内）をおいてそれぞれ地震が発生する場合（たとえば1944年昭和東南海地震と1946年昭和南海地震）、両者で同時に発生する場合（たとえば1707年宝永地震）がある。また東海地域の地震では、御前崎より東側まで断層のすべりが広がらなかった場合（1944年）や駿河湾奥まですべりが広がった場合（1854年安政東海地震）がある。また1707年、1854年、1944/1946年の3つの時期の地震は、震度分布や津波高分布の特徴がそれぞれの地震で異なっている。このほか1605年慶長地震は、揺れが小さいが大きな津波が記録されている特異な地震であり、1896年明治三陸地震のような津波地震であった可能性が高いとされる。

次に津波堆積物や海底堆積物など地質学的な記録については、前回（平成13年）の長期評価以来、地震履歴に関する調査が進み、多くの知見が得られている。地層に残された地震の痕跡は、約5,000年前まで遡ることができ、歴



第3図 室津港（高知県）における南海地震時の隆起量と地震発生間隔との関係。
階段状の赤線の縦軸が地震によって隆起した量を示す。水色の線は地震時の積算隆起量の平均隆起速度。このモデル（時間予測モデル）によると、次回の南海トラフで発生する大地震は昭和の地震の後、約90年後に発生することになる。

史記録に残る684年白鳳地震より前にも、南海トラフで大地震が繰り返し起きていたことがわかった。また、津波堆積物の痕跡が残る1707年宝永地震クラスの大地震は、300～600年間隔で発生していることが明らかとなった。しかし津波堆積物から推定される地震の発生時期は、年代範囲が幅広いため、異なる地点の津波堆積物の対応関係を明らかにし、先史地震の震源域の広がりを正確に把握することは現状では困難である。

このように南海トラフで発生する大地震は、前回の長期評価で仮定されたような「地震はほぼ同じ領域で、周期的に発生する」という固有地震モデルでは理解できず、多種多様なパターンの地震が起きていることがわかってきた。したがって南海トラフで起きる大地震としては、全体がす

第1表 南海トラフで発生する地震の確率（時間予測モデル）。
※次に発生する可能性のある地震の中に最大クラスの地震も含まれるが、その発生頻度は100～200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。

項目	将来の地震発生確率等	備考
今後10年以内の発生確率	20%程度	時間予測モデルによる「前回から次回までの標準的な発生間隔」88.2年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.24$ と 0.20 をBPT分布モデルに適用して発生確率を算出（評価時点は2013年1月1日現在）
今後20年以内の発生確率	40～50%	
今後30年以内の発生確率	60～70%	
今後40年以内の発生確率	80%程度	
今後50年以内の発生確率	90%程度以上	
地震後経過率	0.76	経過時間67.0年を発生間隔88.2年で除した値
次の地震の規模	M8～9クラス	震源域の面積と地震の規模の関係式より推定した値を用いた

べる場合、一部だけがすべる場合など、様々なパターンの地震が発生し得ると評価した。

4. 南海トラフで次に発生する地震について

南海トラフで発生する地震は多様性に富むため、次の地震の震源域の広がりや正確に予測することは、現時点の科学的知見では困難である。南海地域、東海地域で同時に発生する地震と、時間をおいて発生する地震があるが、後者の場合でも、その時間差は数年以内であり、両領域はほぼ同時に活動していると見なせる。そこで南海トラフ全体を一つの領域と考えると、大局的には100～200年間隔で繰り返し大地震が発生している(第2図)。歴史記録で見落としのない1361年平正地震以降の地震に限ってみると、発生間隔は約90～150年となり、これまで最短で約90年で再来していることになる。さらに最近3回の地震では、既往最大と言われる1707年の地震の後、147年置いてそれより規模の小さい地震が1854年に起こり、約90年置いて次の地震が1944/1946年に生じている。したがってこれらの地震の間では、次の大地震が発生するまでの期間が前の地震の規模に比例するという「時間予測モデル」が成立している可能性がある。高知県室津港での地震時の隆起量に時間予測モデルを当てはめて次の地震までの発生間隔を求めると、88.2年となる(第3図)。1944/1946年の地震から、現時点ですでに約70年経過していることを考えると、次の大地震発生切迫性が高まっていると言える。ただし時間予測モデルには様々な問題点があることが指摘されており、今後も検討が必要である。

次に発生確率についてであるが、今回の長期評価では、南海トラフ全域で多様な震源パターンを考慮したものの、発生確率の評価手法には多様性を説明するモデルが確立されていないため、従来の時間予測モデルを適用し、南海トラフ全域を一体として発生確率を評価した。その結果、今後30年以内の発生確率は60～70%と推定される(第1表)。

なお、第2章で説明した最大クラスの地震については、過去数千年間に発生したことを示す記録はこれまでのところ見つかっていない。そのため、定量的な評価は困難であ

るが、地震の規模別頻度分布から推定すると、その発生頻度は100～200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。

5. 今後に向けて

これまで述べてきたように、南海トラフで発生する地震は、最近の調査観測・研究によって、震源域や発生間隔が多様であることが明らかになってきた。このため今回の長期評価では、従来の固有地震モデルに基づいた評価を改訂し、震源域の多様性について考慮した。しかし次に発生する地震の評価については、多様性を説明するモデルが確立されていないことから、従来の手法を踏襲した。将来的にはこのような多様性を説明する地震の発生モデルを検討し、それに基づいた長期評価を行わなければならない。そこで今後は、以下に示すような調査研究を推進していく必要がある。

①過去の地震の痕跡データ(津波堆積物、歴史記録等)の網羅的な収集を行い、シミュレーションとの比較による古地震、古津波の復元といった過去に起きた地震像を明らかにするための調査研究の推進、②地下構造や海底の変動地形の特徴の空間変化の把握のための調査など、大地震の震源となりうる領域を規定するための調査研究の推進、③海底の地殻変動観測の充実や観測データを用いたプレート間固着状況の把握といった現在のプレート境界におけるひずみ蓄積状況をモニターするための調査研究の推進、である。

以上の調査研究に基づいて、地震の多様性を考慮したひずみの蓄積と地震の発生を結びつける物理的なモデルを構築し、長期評価の信頼性の向上を目指していかなければならない。

文 献

石橋克彦(2002) フィリピン海スラブ沈み込みの境界条件としての東海・南海巨大地震—史料地震学による概要—。京都大学防災研究所研究集会13K-7報告書, 1-9.

YOSHIDA Yasuhiro (2013) Renewed long term evaluation for earthquakes along the Nankai Trough.

(受付:2013年5月24日)