

◆第3章◆ 迫り来る巨大地震に備える

3-1

迫り来る東南海・南海地震に備えるための 強震動の予測

最新の知見とその問題点

入倉孝次郎

IRIKURA Kojiro

理博

京都大学教授 防災研究所

東海沖から四国沖にかけて南海トラフに起こる 巨大地震

東海沖から四国沖にかけて“南海トラフ”には100年から150年ごとに繰り返して巨大地震が起きていることは古くからの文献に記され、地震研究にとって世界的にも類まれに豊富で貴重な歴史資料となっている。この巨大地震は、東南海（あるいは東海）地震と南海地震というように短期間に二つが別々に起こったり、ほぼ同時に起こったりする（図-1）¹⁾。これらの事実から“南海トラフ”には文字どおり“地震の巣”が存在していると考えられている。

これらの巨大地震により、東海、近畿、四国、中国南部、九州にいたる広範囲の地域が繰り返し大被害を受けてきた。2001年9月に発表された地震調査委員会の長期予測では今後30年以内に40～50%、50年以内には80～90%の確率で起こるとされている²⁾。今後この地震発生確率は年々高まっていく。この次に起こる南海トラフ沿いの巨大地震に備えるには、地震による揺れの正確な予測を行い、それに基づく対策が必要である。

確実にやってくる巨大地震による被害を軽減するためには信頼性ある強震動の予測評価が重要となる。予想される南海トラフ地震の震源域は1995年兵庫県南部地震に比べると50倍以上にもなり、そこから大振幅で継続時間の長い強震動がきわめて広域を襲うと考えられる。そのため、兵庫県南部地震とは異なった構造物被害の発生が懸念される。

過去に起こった東南海・南海地震

南海トラフに最後に起こった巨大地震は1946（昭和21）年紀伊半島西部沖合いから四国西部沖を震源域とするマグニチュード8の昭和南海地震である。戦争では生き残った町を大きな揺れが襲い大災害を引き起こされた。車も鉄道もな

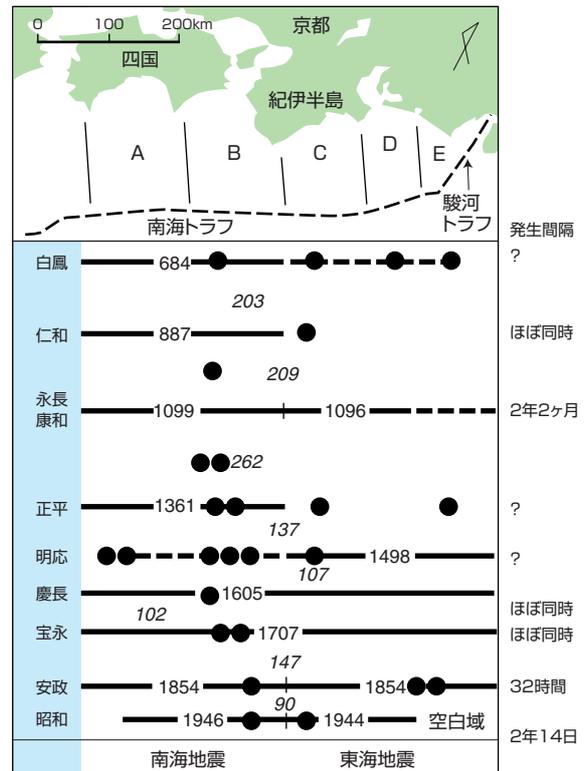


図-1 南海トラフ沿いに発生した地震（内閣府発表）

い時代に四国や紀伊半島の隅々まで詳細な被害調査が行われ、貴重な記録が残されている。全体で死者・行方不明者1443人、全壊家屋約9000の大きな被害であった。震度5以上の揺れが九州の一部、四国南部・東部、紀伊半島、瀬戸内海沿岸地域の広い地域に生じている。震度6は四国、紀伊半島、瀬戸内海沿岸の地盤条件の悪いところに点在しただけと考えられている³⁾。

南海地震に先立つこと2年前の1944年に南海地震の東側紀伊半島から遠州灘西部を震源域とするマグニチュード7.9の東南海地震が生じている。この地震は戦争の真っ最中に起こったため、詳細な被害調査は戦後になるまでできなかった。それでもその後の調査で伊勢湾沿岸、濃尾平野、遠州灘沿岸の一部地域で震度6、三重、奈良、岐阜、山梨、など広範囲で震度5以上の揺れとなったことが記録されている³⁾。全体で死者・行方不明者1251人、全壊家屋16000以上とされているが、被害数は資料により大きく異なっている⁴⁾。

昭和南海地震の90年前の1854（安政2）年に安政東海地震が発生、その32時間後に西に隣接した地域に安政南海地震が起こっている。安政東海地震の震度6は熊野灘沿岸から遠州灘沿岸、駿河湾沿岸、伊豆半島東部にかけた地域に広がり、震度5は近畿全域から中部地方の大部分を含む広い領域に広がっている。この震度分布の違いから、安政東海

地震の震源域は熊野灘から駿河湾にかけた領域であるのに対し、昭和東南海地震のそれは熊野灘から浜名湖付近までと考えられ、それより東側の安政東海の震源域は割れ残ったと考えられている。この割れ残り地域はいつ割れてもおかしくないと考えられ、それが想定東海地震の考えである。安政南海地震の震度6は四国の多くの地域、瀬戸内海沿岸地域、紀伊半島西部沿岸の一部と広い範囲に生じ、さらに震度5は四国と九州ほぼ全域、中国、近畿、紀伊半島、濃尾平野の一部に及び、昭和南海地震よりもはるかに広い地域に広がっている。

昭和と安政の二つの南海地震の震源域はほぼ同じなのにそこから発生された揺れの強さは大きく異なっている。例えば大阪の中心部を例にとると昭和の時は震度4ないし5なのに安政では5ないし6程度となっている。震度が一つ大きくなるには速度振幅にして約4倍といわれている⁵⁾。安政南海地震のときの大阪での揺れと昭和南海地震の時と比較すると4倍近く大きかった（実際には詳しく分析すると約3倍程度と考えた方がいい）と考えられる。

安政東海・南海地震の146年前の1707年に起こった宝永地震は九州から紀伊半島にかけた地域では安政の南海地震とほぼ同じ震度分布だが、震度5以上の領域は東海・中部地域から駿河湾沿岸域まで広がっている³⁾。津波や地殻変動の記録から、この地震の震源域は安政南海地震の震源域のみならず、その32時間前に東に隣接して起こった安政東海地震の震源域をあわせた領域と考えられている。まさにこの地震はスーパー巨大地震であった。次の南海・東南海地震はこの宝永型の連動型巨大地震となる可能性もある。さらに102年さかのぼった1605年に起こった慶長地震は津波の記録から南海地震と東南海地震の二つの地震がほぼ同時に発生したと考えられるが、揺れによる被害の報告がほとんどないことから“津波地震”と考えられている²⁾。

同じ南海地震といってもそれによる揺れは大きかったり小さかったり毎回同じというわけではない。南海地震トラフに起こる“巨大地震”は、生まれたところは同じなのに、「南海」と「東海」の双子となったり、南海東海が一体となったり、また身体つきもデブやヤセというようにみんな違っているようだ。どうしてこのようなことが起こるかの考察は次の巨大地震に対する備えを検討するうえできわめて重要である。

どのように強震動を予測するのか

繰り返して発生する「南海地震」は、揺れの強さや震源域の大きさなどに違いがある。こうした「地震の個性」はどうして出てくるのだろうか。最近の強震動の研究から、地震

のときの揺れの強さは震源域の大きさというよりむしろ震源域のなかのすべりの不均質性によることがわかってきた⁶⁾。

巨大地震の“巣”となっている四国沖の海底の南海トラフでは、日本列島の陸側のプレートの下に、海側のプレートが沈み込もうとしている。南海地震は陸のプレートの“跳ね上がり”で起こると考えられている。陸と海の二つのプレートの接触面が凸凹しており、プレートが強くくっついている固着域と弱くくっついているところがあり、その結果として地震のときすべりの不均質が生じ、揺れが強くなったり弱くなったりするらしいのだ。

最近のGPS（全地球測位システム）による地殻の動きの精密な測定、高密度地震観測網による微小地震の活動の不均質性や震源メカニズムの変化、さらに反射波を用いたプレートの境界の詳細な形状や反射強度の測定などにより、二つのプレートの凸凹具合、固着域はどこにあるか、などの研究が進みつつある（例えば、菊地・山中⁷⁾）。プレートが強くくっついているところがアスペリティと呼ばれ、そこから強い揺れが生成される。したがって、地震の前にアスペリティがどこにあるかがわかれば、次の地震がどのような震源域でどの程度の規模となるか、さらにどこに強い揺れを生じるかが予測可能となる。

国の地震調査委員会や中央防災会議ではこのような最近の地震学の成果を取り入れて、近い将来発生が予測されている南海地震の被害を軽減するための強震動の定量的評価を試みている。次に起こる東南海・南海地震が昭和タイプか安政タイプかあるいは宝永タイプとなるかはわからない。必ずやってくる巨大地震による被害をできる限り小さくするには安政タイプや宝永タイプなど異なる地震シナリオを想定して揺れや津波を予測して、それに応じた防災対策の検討が必要である。

強震動評価とそれによる被害の予測

想定する地震に対する強震動を予測するには、巨視的震源パラメータとしての想定震源域のみならず微視的震源パラメータとしてのアスペリティの位置、サイズ、そこでの応力降下量の設定が必要となる⁸⁾。南海トラフ地震の想定断層面は、微小地震の震源分布と速度構造調査などから推定されるプレート境界面上で、温度分布から固着域と推定される深さ約10～30kmの範囲にあるとされる⁹⁾。アスペリティの位置は過去の地震（ここでは1944年昭和東南海地震および1946年昭和南海地震）の震源すべり分布に対するインバージョン結果を参考に決められる。

上記の考えに基づいて、中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」は去る12月24日「東南海、南

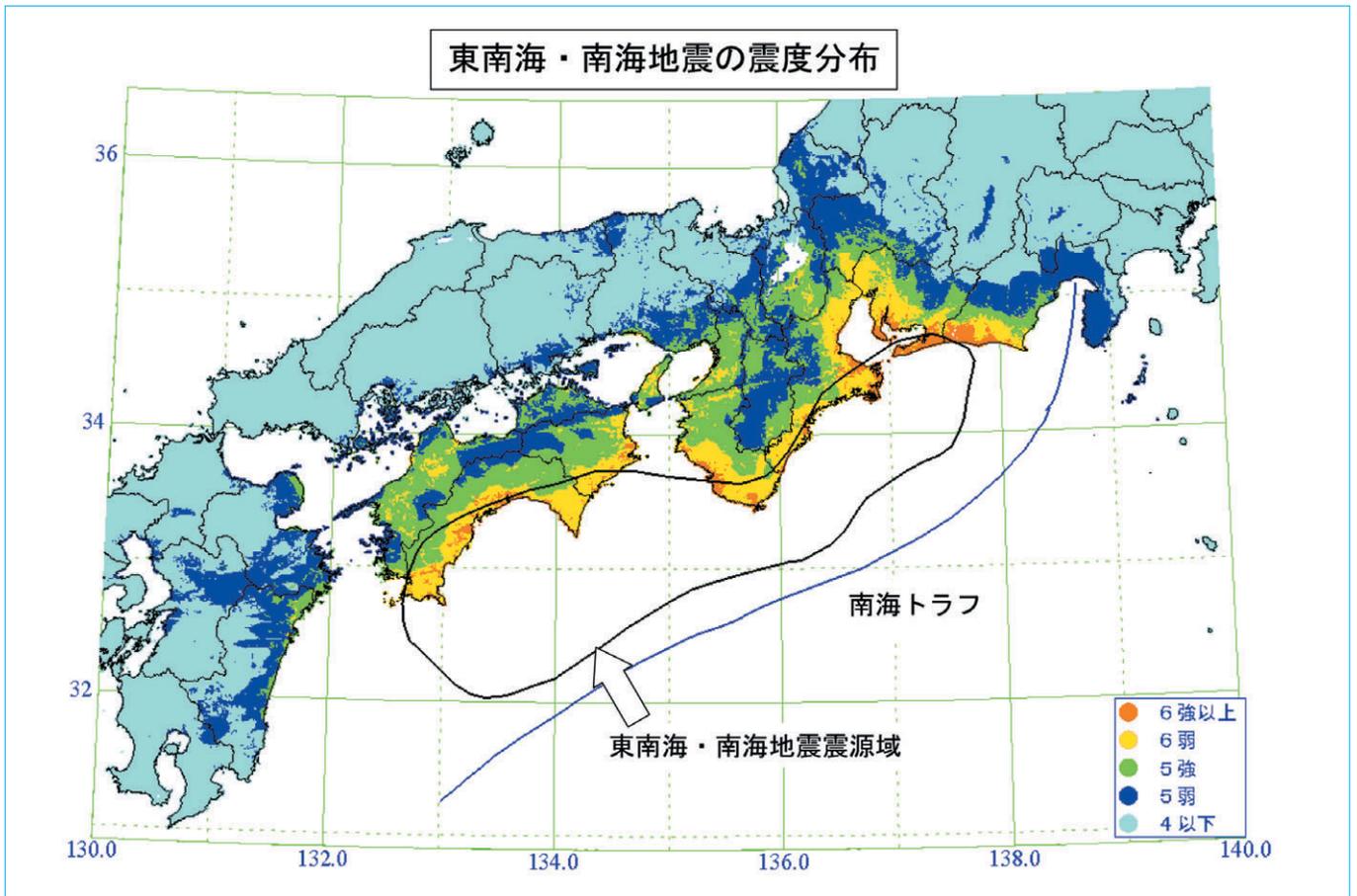


図-2 東南海・南海同時地震による震度分布（内閣府発表）

海地震についての強震動、津波の分布および揺れによる建物被害等について」のとりまとめの中間報告を行っている¹⁰⁾。中央防災会議の結果はこれまでの東南海地震と南海地震の震源域が同時に破壊される場合を想定し、経験的な距離減衰式と同時に震源域にアスペリティを想定して強震動波形シミュレーションを行っている。シミュレーションの方法は強震動評価部会のレシビをほぼ踏襲しているが、震源域やアスペリティの設定について過去の地震の震度分布にできるだけ適合するように調整を行っている。強震動予測の結果としては経験的な方法とシミュレーション結果を合わせてそれらの大きい方の震度値を図-2のように地図で示している。

中央防災会議の中間報告の結果としての震度分布は、宝永タイプの名古屋以西の震度分布および昭和東南海の静岡以東の震度分布とほぼよく一致している。ただし、大阪、奈良盆地など一部の地域では一致しない点もみられる。この理由としては、過去の震度分布の精度の問題以外に、地下構造の影響評価、アスペリティの設定位置などが考えられる。

迫り来る南海トラフ地震に対する防災対策を考えるうえで強震動予測精度の向上はキーとなるものである。過去の地震による震度分布は必ずしも同じではないという歴史的事実に照らして、ばらつきを考慮した強震動評価方法の検討およびそれに対応する防災対策の検討が急がれる。

参考文献

- 1 - 中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」：第1回会合（2001.10.3）資料2，内閣府中央防災会議ホームページ。
- 2 - 地震調査委員会：南海トラフの地震の長期評価について，52pp.，2001
- 3 - 宇佐美龍夫：安政東海地震（1854-12-23），安政南海地震（1854-12-24）の震度分布，地震予知連絡会会報，41，pp.480-497，1989
- 4 - 地震調査委員会：日本の地震活動 被害地震から見た地域別の特徴，389pp.，1997
- 5 - 司宏俊・翠川三郎：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，日本建築学会大会学術講演梗概集，523，pp.63-70，1999
- 6 - 入倉孝次郎・三宅弘恵：シナリオ地震の強震動予測，地学雑誌，特集号「地震災害を考える - 予測と対策」，Vol. 110，No.6，pp.849-875，2001
- 7 - 菊地正幸・山中佳子：既往大地震の破壊過程 = アスペリティの同定，サイスモ，Vol.5，No.7，pp.6-7，2001.
- 8 - 入倉孝次郎・三宅弘恵・岩田知孝・釜江克宏・川辺秀憲・Luis Angel Dalguer：将来の大地震による強震動を予測するためのレシビ，京都大学防災研究所年報，第46号B，2003
- 9 - Sagiya, T. and Thatcher, W. : Coseismic slip resolution along a plate boundary megathrust : the Nankai Trough, southwest Japan, J. Geophys. Res., 104, pp.1111-1129, 1999
- 10 - 中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」：第7回会合（2002.12.24）資料2-1，内閣府中央防災会議ホームページ

