

南海トラフ三連動型地震・M9 はあり得るか？

瀬野徹三¹⁾

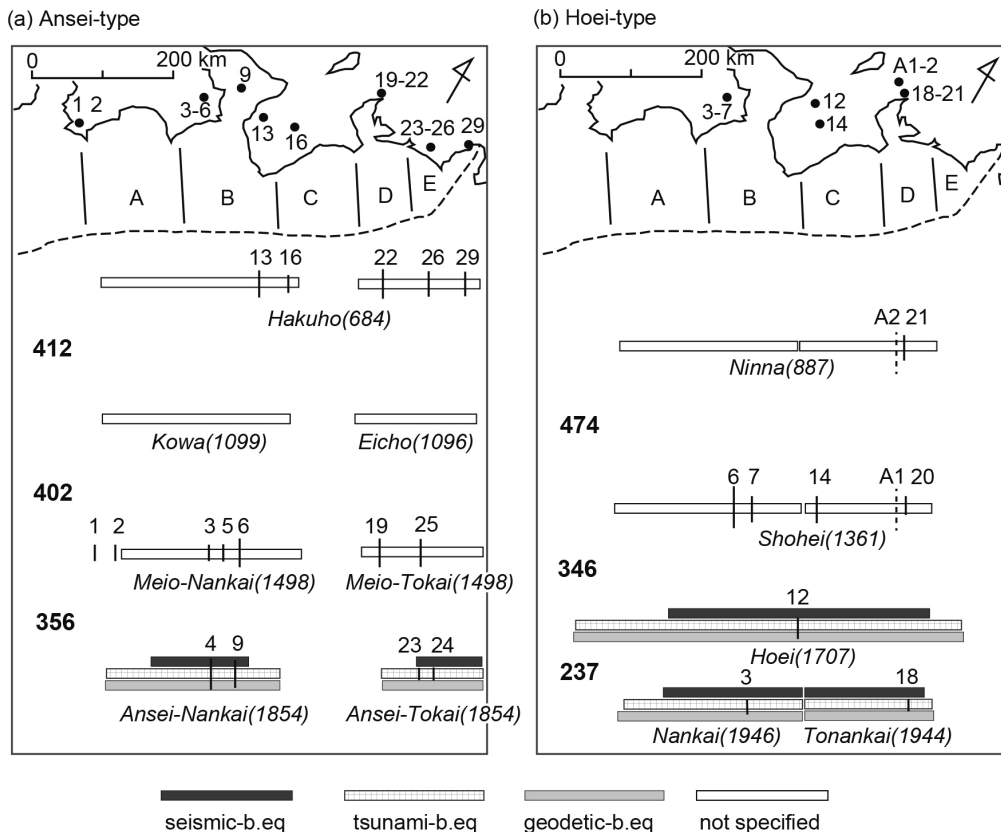
1. はじめに

中央防災会議による“南海トラフM9地震”の震源や被害の想定以来、最近南海トラフで三連動型地震が起こること、起こった場合それはM9.1となるということをマスコミのみならず、研究者ですら口にするようになった。三連動型地震・M9の現実性と可能性を正しく認識しておくことは、それらに対する防災対策を考える上でも大変重要である。ここでは、南海トラフでの巨大地震発生予測について、過去の歴史地震や地震発生の物理を踏まえて、何が言えるのか考えてみたい。

2. 東南海・南海・東海三連動型地震はあり得るか？

これら3つの巨大地震の断層面が連なって存在する以上、形式的にそれらすべてが同時に破壊することは possible である。宝永地震がそのような地震であると言われていたが、駿河湾を破壊していない可能性が大きく(瀬野, 2012), この地震をその確かな例とすることはできない。他の歴史地震でも三連動型地震であった証拠が確かなものはない。

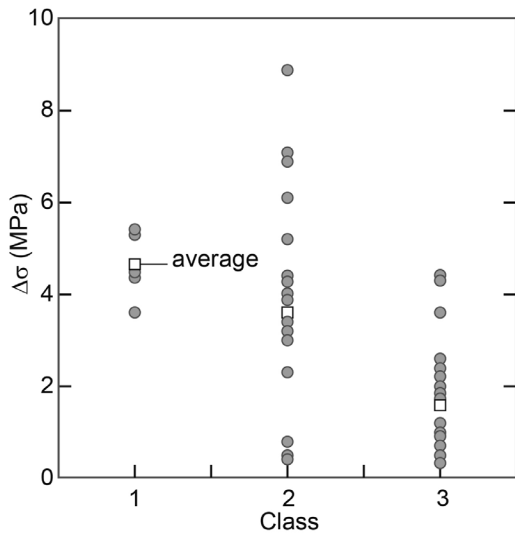
1854年安政地震から160年経過し、「東海地震は次の東南海地震・南海地震が起こるまで起こらないのではない



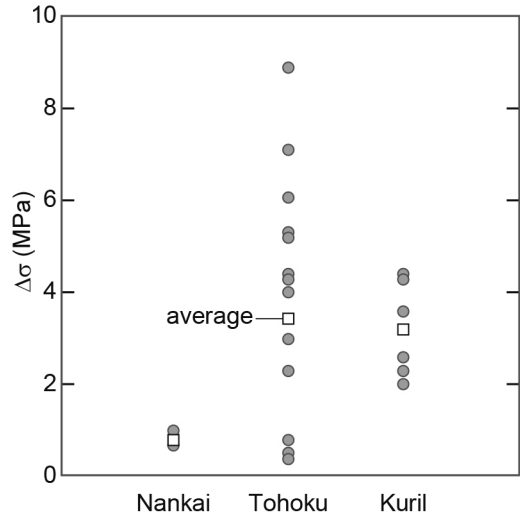
第1図 南海トラフに沿った巨大歴史地震のシリーズ(瀬野, 2012に基づく)。
 (a) 安政型地震, (b) 宝永型地震. seismic-b.eq: 地震波を放出する震源領域, tsunami-b.eq: 津波を励起する震源領域, geodetic-b.eq: 地殻変動を引き起こす震源領域(瀬野, 2012参照). 古い地震はこれらの違いを区別することができず, 震源領域を (not specified) で示す. 数字付黒丸と小縦線は寒川(2007)による地震考古学資料の存在点。

1) 東京大学 地震研究所

キーワード: 南海トラフ, 安政型地震, 宝永型地震, 応力降下



第2図 Class 1：M ≥ 9地震，Class 2：M ≥ 9が起こった沈み込み帯で，M9より小さい地震，Class 3：M ≥ 9が知られていない沈み込み帯で起こった地震。これらの各Classの地震の応力降下を赤丸，その平均値を青四角で示す(Seno, 2013)。応力降下がM ≥ 9が起こった沈み込み帯では，起こらない沈み込み帯の数倍高くなっている。



第3図 南海－相模トラフ，東北沖，北海道－千島沖の各地域における地震の応力降下を丸，平均値を四角で示す。(Seno, 2013)に基づく。

か」，さらに「もし起こったら，それは三連動型地震となるだろう」といつの頃からか言われ始めた。これは，南海トラフ巨大地震がA, B, C, D, Eの固有断層面を持ち，安政東海・南海地震ではすべての断層面を破壊したが，東南海・南海地震ではA+B+C+Dしか破壊しなかったため，Eがすべり残されているという考えに基づいている。これに反して瀬野(2012)は，安政東海地震はCを破壊しておらず，東南海地震とは相補的であり，上の考えは成り立たないとした。

瀬野(2012)が提唱したこのモデルの場合，東海地震の発生と東南海地震の発生は直接関係がなくてもよい。南海地震に関しては，昭和南海地震と安政南海地震は同じ断層面A+Bを破壊したとされてきたが，破壊領域はオーバーラップはしているが異なっている。この場合もやはり安政南海地震の発生と昭和南海地震の発生は直接には関係しなくてもよい。

宝永地震は東南海+南海地震に近く，瀬野(2012)は，南海トラフ巨大地震の断層面が宝永地震に似た地震を“宝永型地震”，安政東海・南海地震に似た地震を“安政型地震”と呼んで区別し，歴史地震をこの2つの型に分類した(第1図)。この図では，これらの地震は400年程度の繰り返しで交互に起こっており，前に述べたように，次の東南海・南海地震の後に東海地震，あるいは東海地震の後に東南海・南海地震が起こる必然性はない。南海トラフ巨大地震が100～150年の繰り返し周期を持つのは見かけの

ので，宝永型地震と安政型地震を区別しないためということになる。

次に起こる地震は，東南海・南海地震が1944・1946年にすでに起こっていること，安政地震から現在160年経っていること，2つの型の地震は交互に起こってきたこと，などを考えると，東海地震が，南海地震をも伴いつつ，現在から200年以上先に起こることが予想される。しかし，繰り返し周期のばらつきを考えると，次回の地震の際に，2つの型の地震が同期して起こる可能性も，歴史上の例がないとは言え，全くは否定できない。

3. M9はあり得るか？

仮に安政型地震と宝永型地震が同期して起こった場合，断層面が駿河トラフにまで，あるいは銭洲海嶺や伊豆東方線方向へ延びて断層長Lが大きくなる可能性がある(この場合，日向灘を入れるとL = 665 kmくらいになる)。Seno(2013)に基づいて，そのような場合にどの程度の最大のMになるか考察してみる。

Seno(2013)は，世界で18世紀以降知られている8個のM ≥ 9地震をClass 1，M ≥ 9が起こった沈み込み帯で，M9より小さい地震をClass 2，M9が知られていない沈み込み帯で起こった地震をClass 3とし，これらの各Classの地震の応力降下を求めている。ここでの対象はM7以上の地震で，断層面上のすべり分布が地震波，地殻変動，津波

などの逆解析で精度よく決まっているものとしている（全54個）。この結果、それぞれのClassの応力降下の平均値は4.6, 3.6, 1.6 MPaと求められた（第2図）。これは、 $M \geq 9$ 地震と、それらが起こったところのM9未満の地震の応力降下は、M9が起こっていないところの地震の応力降下より数倍高いことを意味している。日本付近では、応力降下の平均値は南海-相模トラフ0.8 MPa, 東北沖3.6 MPa, 北海道-千島3.2 MPaとなった（第3図）。北海道-千島は、第2図ではClass 3に入っているが、6個の地震の応力降下が一番大きいところにプロットされており、他のClass 3の地震より明らかに高くなっていて、実際はClass 2なのかもしれない（もしそうなら南千島で巨大津波を起こす地震が将来起こる場合、M9を超える可能性もある）。東北沖は、ばらつきは大きいですが、3.11東北日本沖地震が6 MPa程度、宮城沖から福島沖にかけての地震は平均5 MPa程度、とそれぞれに高い値を示している。これらに比べて南海トラフ（1944年東南海・1946年南海地震）の応力降下は非常に低く、相模トラフ（1923年関東地震）も同じく低い。Class 1～2における応力降下を見る限り、南海トラフで $M \geq 9$ 地震が起こる可能性は低いと考えられる。

Seno (2013) はまた、応力降下量の違いで規格化したLog LとLog Moのスケーリング則を求めているが、それを用いると南海トラフから駿河トラフ、あるいは銭州-新島の南までを破壊するとした $L=665$ kmに対し、 $M=8.8$ と求められる。琉球弧も同時に破壊すればM9に到達するが、九州-パラオ海嶺、大東、沖大東海嶺という浮揚性地殻の沈み込みによる構造的不均質があるので、全体が一つの地震として破壊することは考えにくい。従って最大でも $M=8.8$ と考えられるが、Lが665 kmに達する程の大きな連動型地震が歴史上起こったことはない。このスケーリング則には、南海トラフの地震の応力降下が1MPa以下と小

さいことが組み込まれており、これがM9に達しない原因である（単にLのみで決まっているのではないことは、東北日本沖地震の $L=350 \sim 450$ kmよりもLが大きいことからわかる）。応力降下が小さいことは、アスペリティの初期破壊エネルギーが小さく、断層全体にわたった破壊のすべり量が増えないことを意味している。

4. まとめ

南海トラフでは、宝永型地震と安政型地震が、約400年の間隔で相補的に繰り返し起こって来たと考えられるので、東南海・南海・東海地震の三連動型地震が起こる必然性はない。宝永型と安政型の地震がたまたま同期して起こった場合でも、世界のM9地震が起こった地域、M9が起こっていない地域の地震の応力降下の分布から推察すると、南海トラフの低応力降下は、巨大地震がM9に達する可能性は低いこと示す。仮に、日向灘-南海トラフから駿河トラフ、あるいは銭洲海嶺にまで断層が延びて断層長 $L=665$ kmとなった場合、 $M=8.8$ となる。

文献

- 寒川 旭 (2007) 地震の日本史. 中公新書, 東京, 268p.
 瀬野徹三 (2012) 南海トラフ巨大地震—その破壊の形態とシリーズについての新たな考え—. 地震, 64, 97-116.
 Seno, T. (2013) Stress drop as a criterion for M9 earthquake generation. (to be submitted)

SENO Tetsuzo (2013) Are "three successive earthquakes" or M9 earthquakes are possible in the Nankai Trough?

(受付:2013年5月24日)