

南海トラフ三連動型地震・M9 はあり得るか？

瀬野徹三¹⁾

¹⁾東京大学地震研究所

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、最近は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 となるというの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子測について、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？

これら三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 ではある。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(瀬野, 2012), この地震をその確かな例とすることは出来ない。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 年安政地震以来 160 年たち、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かと、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もとづいている。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。この場合、東海地震の生起と東南海地震の生起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来たが、断層面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生起と昭和南海地震の生起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、歴史地震をこの二つの型に分類した(図1)。この図では、これらの地震は400年程度の繰り返して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。この考えでは、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もので、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、二つの型の地震は交互に起こって来たこと、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、この時、二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=665kmくらいになる)。そのような場合に、どの程度の最大のMになるか考察する。

世界で18世紀以降知られている8個の $M \geq 9$ 地震をClass 1とし、 $M \geq 9$ 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とする。これらの各Classの地震の応力降下を求めた(Seno, 2013)。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た(全54個)。それぞれのClassの応力降下の平均値は4.6, 3.6, 1.6 MPaと求めた(図2)。つまり $M \geq 9$ 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。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(図3)。北海道-千島は、図2ではClass 3に入っているが、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の沈み込み帯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を越える

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 程度と高い。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 $M \geq 9$ 地震がお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 normalize した $\text{Log}L$ と $\text{Log}M_0$ 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 $M=8.8$ が期待される。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 1 MPa 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りかえ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。宝永型地震と安政型の二つの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、 $M=8.8$ が期待される。

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.

寒川旭, 2007, 地震の日本史, 中公新書, 268pp.

瀬野徹三 (2012) 南海トラフ巨大地震-その破壊の様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.

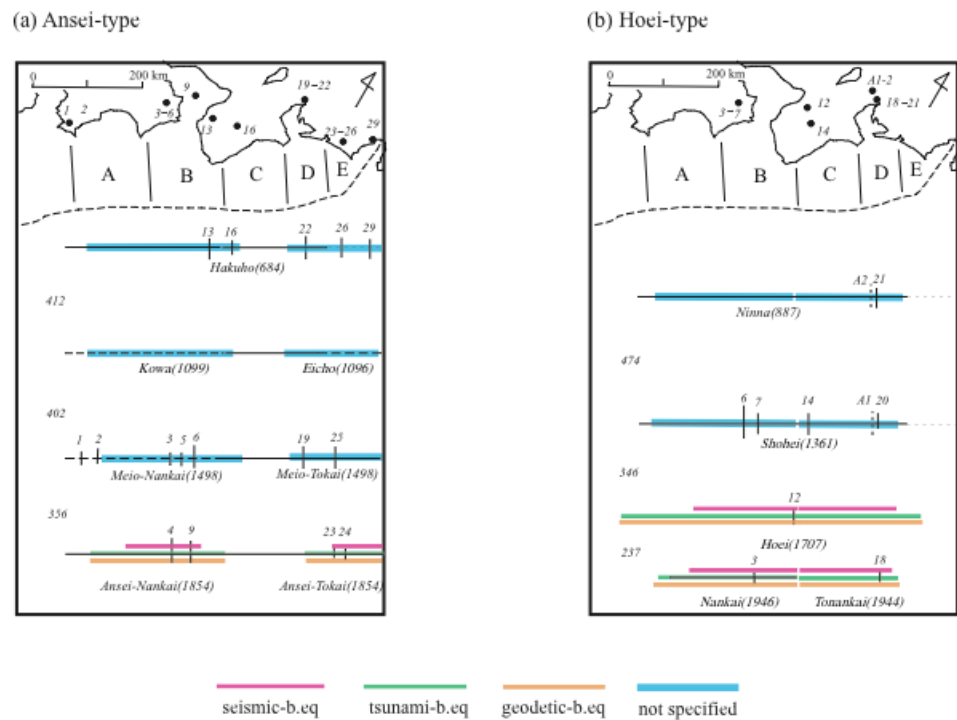


図 1 南海トラフに沿った巨大歴史地震のシリーズ(瀬野, 2012). (a) 安政型地震 (b) 宝永型地震. seismic-b.eq: 地震波を放出する震源領域, tsunami-b.eq: 津波を励起する震源領域, geodetic-b.eq: 地殻変動を引き起こす震源領域(瀬野, 2012 参照). 古い地震はこれらの違いを区別することが出来ず, 震源領域を青で示す. 実線と点線は石橋(2002)の震源領域, 数字付黒丸と小縦線は寒川(2007)による地震考古学資料の存在点.

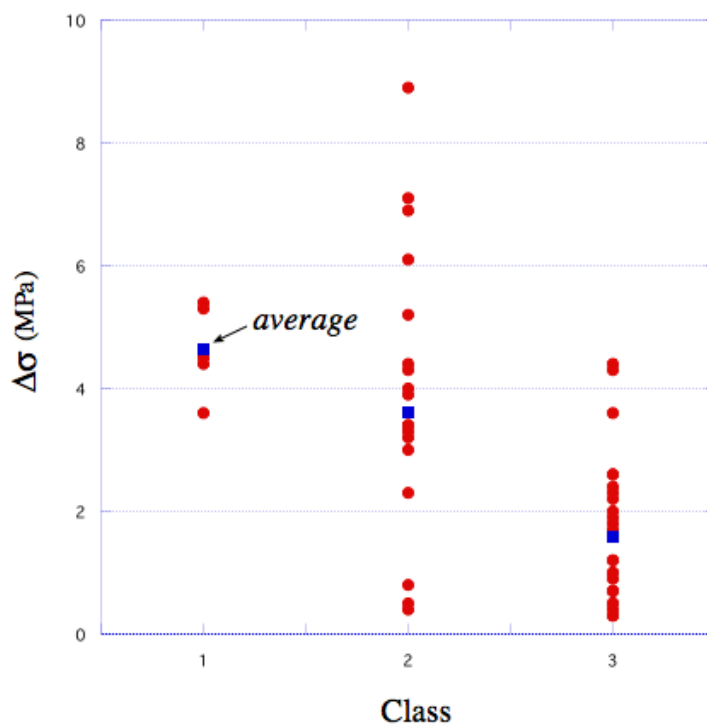


図2 Class 1 : $M \geq 9$ 地震、Class 2 : $M \geq 9$ が起こった沈み込み帯で、 $M9$ より小さい地震、Class 3 : $M \geq 9$ が知られていない沈み込み帯で起こった地震。これらの各Classの地震の応力降下を赤丸、その平均値を青四角で示す(Seno, 2013). 応力降下が $M \geq 9$ が起こった沈み込み帯では、起こらない沈み込み帯の数倍高くなっている。

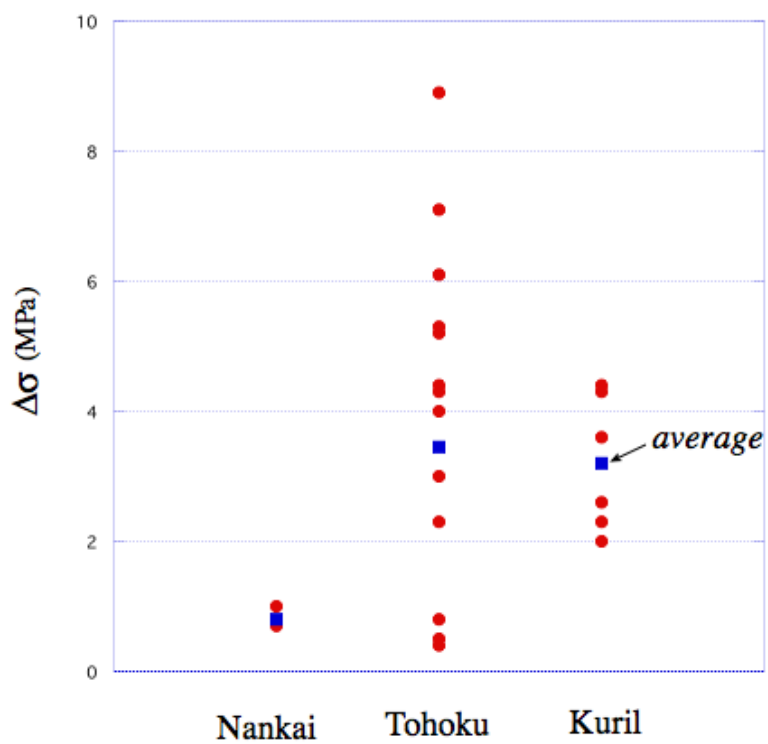


図3 南海-相模トラフ, 東北沖, 北海道-千島沖の各地域における地震の応力降下を赤丸, 平均値を青四角で示す(Seno, 2013).