

## 12-11 シミュレーションと観測データにもとづく予測実験の試行

### Trial of forecast experiments based on numerical simulations and observation data

堀 高峰 (海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター)

Takane Hori, R&D Center for Earthquake and Tsunami

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

#### 1. はじめに

この重点検討課題では、予測の根拠となるモニタリングデータとしてどのようなものがあるか、予測につなげるためにどのような処理方法がなされているか、どのような形での予測情報がそこから得られるかについて紹介し、予測実験の試行の具体化に向けた議論を行う。ここでは、大地震の発生に向けた固着・すべりの状態変化として、固着のはがれを取り上げる。

#### 2. 固着のはがれのモニタリングとその意味

##### 2-1. データに見られる固着のはがれ

固着のはがれというのは、過去に地震性すべりを起こしたことがある領域で、地震間にほぼすべり速度がゼロだった(=固着していた)部分で、すべりがわずかに加速した状態になっている(加速してもプレート間相対速度よりまだ遅いか同程度)ことを指す。そのような現象が明瞭にデータで示された例が、東北地方太平洋沖地震前の GEONET データ(1996年以降)を解析することで示されている<sup>1)</sup>。考え得る誤差やテクトニックな変動(地震、余効すべり等)を取り除いた結果、2-3mm/yr<sup>2</sup>程度のすべりの加速が、東北地震の震源域よりも深い側に生じていたとされる(南北方向には北緯36-39度)。同様な解析結果は、Yokota & Koketsu (2015)<sup>2)</sup>も示している。他の例としては、2003年十勝沖地震震源域の深部延長が、地震前には固着していたものの、本震後余効すべりが収まった後も固着が回復していない<sup>3)</sup>。これは、本震や余効すべりの影響を除けば、すべりがわずかに加速した状態になっていると言える。また、豊後水道ではスロースリップイベント(SSE)が繰り返し起きている<sup>4)</sup>が、この部分もSSEの繰り返しよりも長い期間で見れば、固着のはがれた状態と言える。

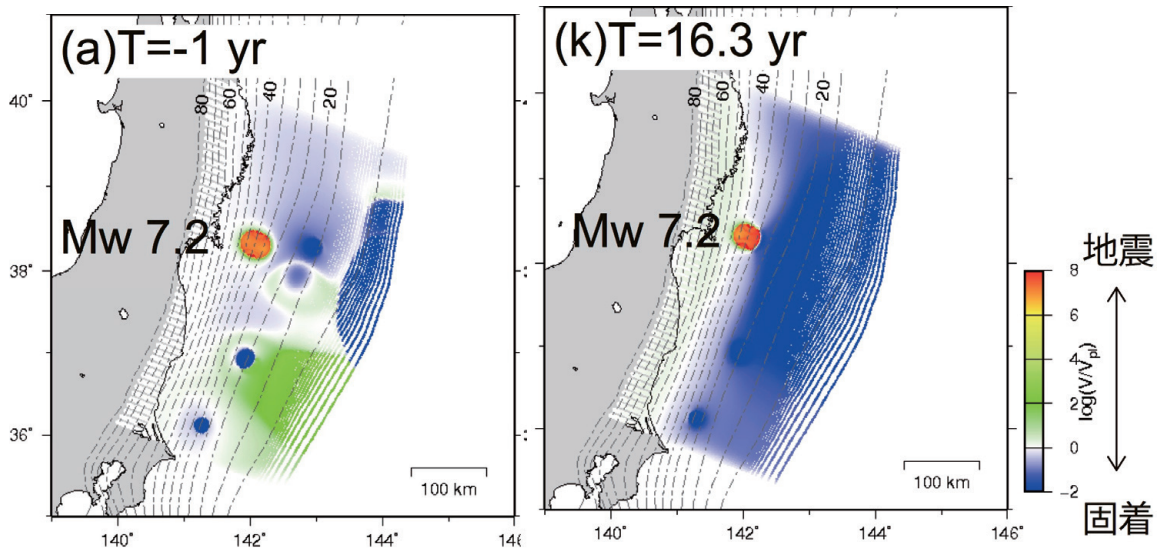
##### 2-2. モデルから見た固着のはがれやゆっくりすべりの意味

固着のはがれが起きていることは、地震発生サイクルのモデルの観点でいえば、サイクルのより後半にあることを示していると言える。東北地震の繰り返しを模擬した地震発生サイクルシミュレーションでも、M9地震後十数年すれば固着域が広域に広がっているのに対して、M9地震前は固着のはがれが進み、またゆっくりすべりが広い範囲で発生していることがわかる(第1図)<sup>5)</sup>。観測データで見られた東北地震前のはがれは、M9地震の再来間隔が数百年あることを考えると、サイクルの9割以上過ぎた後の現象であるが、これはサイクル中に何度か繰り返すSSEの加速部分を見ている可能性もある<sup>6)</sup>。一方、固着のはがれが生じている状態は、外部の擾乱によって地震が誘発されやすい状態といえる(第2図)<sup>7)</sup>。近傍でM7.5の地震が発生すれば、M8クラスの地震が誘発され、数十年早く発生する場合もあることを示している。

以上のことから、固着のはがれやゆっくりすべりは、巨大地震の確実な切迫性を示す現象とは言えないが、誘発の可能性を含めて、巨大地震の発生確率が普段よりも高くなっている状態を示していると言える。これをどのように定量化できるかが1つの課題と言える。

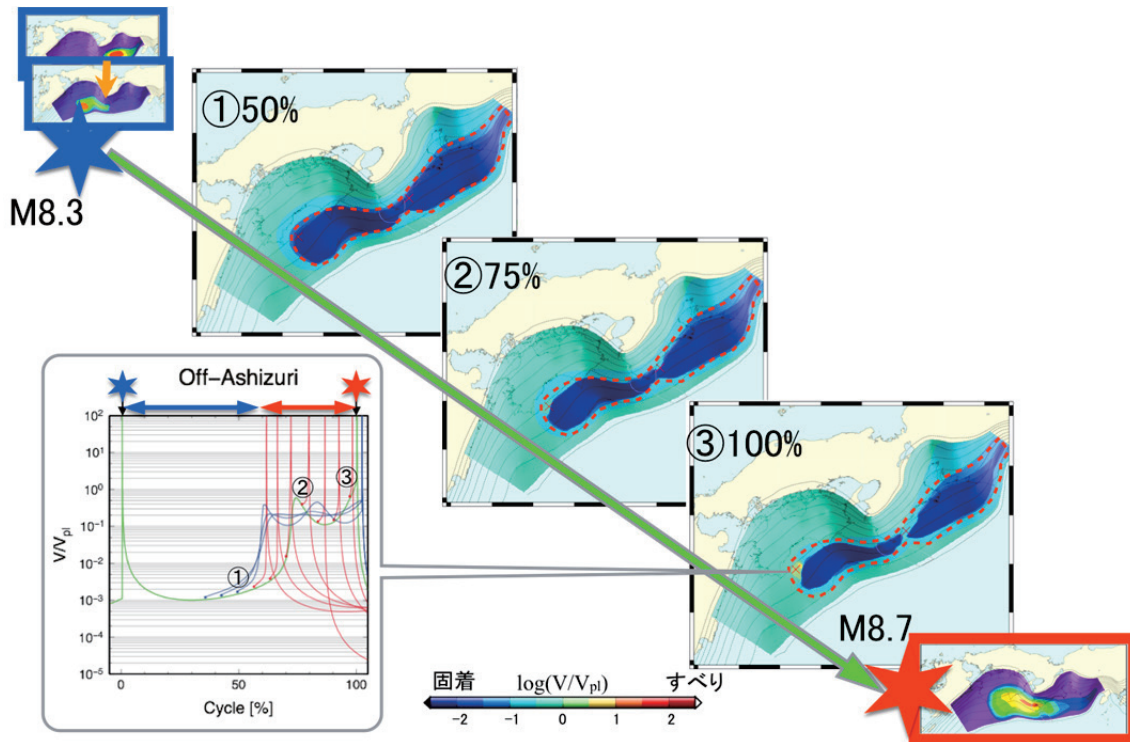
参考文献

- 1) Mavrommatis, A. P., P. Segall, and K. M. Johnson (2014), A decadal-scale deformation transient prior to the 2011 Mw 9.0 Tohoku-oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 4486–4494, doi:10.1002/2014GL060139.
- 2) Yokota, Y. and K. Koketsu, K (2015), A very long-term transient event preceding the 2011 Tohoku earthquake. *Nat. Commun.* 6:5934 doi: 10.1038/ ncomms6934.
- 3) 飯沼卓史・松澤暢・長谷川昭, 2010, 変位勾配から見た東北日本広域のプレート間カップリングの時空間変化, 日本測地学会第 114 回講演会.
- 4) Yoshioka, S., Y. Matsuoka and S. Ide (2015), Spatiotemporal slip distributions of three long-term slow slip events beneath the Bungo Channel, southwest Japan, inferred from inversion analyses of GPS data, *Geophys. J. Int.*, 201, 1437–1455.
- 5) 中田 令子・有吉 慶介・兵藤 守・堀 高峰 (2015), 数値シミュレーションから推定される 2011 年東北地方太平洋沖地震後の宮城県沖地震の発生間隔 (その 2) , 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, SSS30-P14.
- 6) Noda, H., and T. Hori (2014), Under what circumstances does a seismogenic patch produce aseismic transients in the later interseismic period?, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 7477–7484, doi:10.1002/2014GL061676.
- 7) 兵藤守・堀高峰・金田義行 (2014), 近傍での地震発生が南海トラフ巨大地震発生に及ぼす影響, 日本地震学会 2014 年度秋季大会, C22-11.



第1図 東北地方太平洋沖地震の震源域での地震発生サイクルシミュレーションにおける M9 地震の1年前(左)と16.3年後(右)のすべり速度分布<sup>5)</sup>。青色部分が固着域で、青が薄くなっているところが固着のはがれが起きている領域。黄緑色は余効すべりなどのゆっくりすべりの領域。オレンジ色が地震性すべりの領域。M9地震前は固着のはがれがより広い範囲で生じている。

Fig.1 Slip velocity distribution 1 year before (left) and 16.3 years after (right) M9 earthquake in earthquake generation cycle simulation for the source area of the 2011 Tohoku earthquake<sup>5)</sup>. Blue, yellow-green and orange show locked, slow slip and coseismic slip areas, respectively. Light blue areas indicate unlocking areas, which are wider before M9 earthquake.



第2図 ①から③にかけて固着域（青色）が狭くなっており，固着のはがれが進行していることがわかる．その間に M7.5 の地震を固着域の西で発生させた時に，加速して地震になるかどうかを調べたのが左下の図<sup>7)</sup>．サイクルの 60%以降であれば地震が誘発されていることがわかる．

Fig.2 Unlocking area is increasing from ① to ③. We examined whether M7.5 earthquake near the western edge of the locked area can trigger or not (left bottom figure)<sup>7)</sup>. This indicates that earthquake can be triggered after 60% of the cycle.