

11 - 4 地殻活動の時空間変化の可視化と予測

Visualization of crustal activity and their application for forecasting

海洋研究開発機構

JAMSTEC

断層のずれは様々なところで様々な規模で起きており、それらがどれだけ大きくなるかは事前にはわからない。その意味で、いつどんな地震が起こるかという「結果」を事前に言い当てること（＝地震予知）はできない。一方で、地震の発生の原因となる現象である、プレート境界での固着・滑りの状況が、過去から現在にかけてどうなっているかは、ある程度わかるようになってきている。そこで、長期予測と短期予測として、どのようなことを示すことができそうかの例を示す。ここで、長期予測の目的は、備えるべき大地震などの相手を知ってもらうことである。短期予測の目的は、いつもと違ったことが起きていて何となく気持ち悪いという相場感を知ってもらうことであり、長期と短期を結びつけることで地震に対して事前に備えてもらうことにつながることである。

長期予測としては、地震発生の原因（＝断層固着・応力蓄積）の分布や将来起こりうる、または、あり得そうな地震シナリオをシミュレーションや逆解析結果等にもとづいて示す。例えば、M9 クラスの東北地方太平洋沖地震前に繰り返し発生していた M7 クラスの宮城県沖の地震の発生間隔が、M9 後にはより短くなるシナリオの方が起こる可能性が高いことが、地震発生サイクルシミュレーションから示唆されている¹⁾（第 1 図）。また、地震発生の原因となる応力蓄積状況を、現状の応力蓄積率と過去のすべりの履歴（地震だけでなく SSE など）から推定し、起こりうる地震時すべりの様々なシナリオを予測する例として、相模トラフにおいて 1703 年からの応力蓄積と、1923 年関東地震や房総沖 SSE による応力解放を考慮して 2023 年時点で起こりうるプレート境界大地震のシナリオを示したものがある²⁾。

短期予測としては、いま何が起きているか、特に、いつもと違うことが起きていることがあれば、それを地震活動と地殻変動の時空間分布などで示す。長期予測で示した宮城県沖地震の例であれば、M9 後の余効滑りや固着状況が発生間隔の短い可能性に関わる¹⁾（第 2 図左）ので、小繰り返し地震の解析によってプレート境界での滑りの時空間変化を示すことになる³⁾（第 2 図右）。この例の場合は、短期と長期のつながりが明確である。同様に両者のつながりが明確な場合として、相模トラフでの房総沖 SSE とプレート境界大地震が挙げられる。この場合、想定されるシナリオのうちの最大のもの M7.9 に達する²⁾。

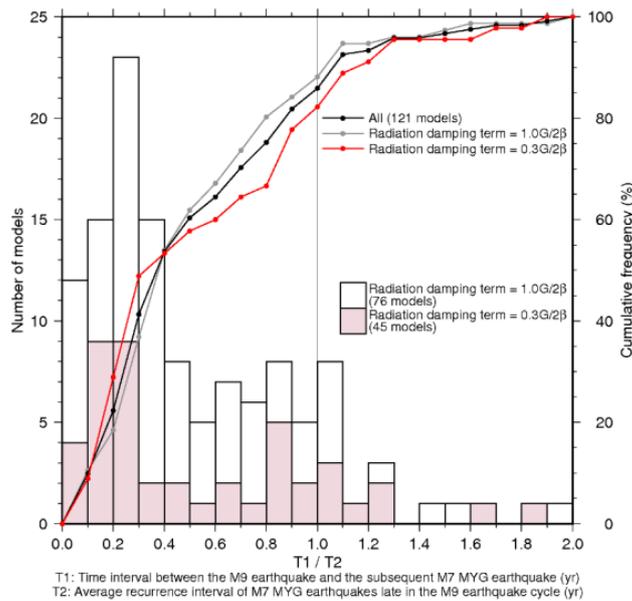
一方、能登半島での群発地震では、従来と明らかに異なる活発な地震活動・地殻変動が起こり、地震予知連でも議論はしていた。しかし、議論の中心は活動のメカニズムであり、その場所でのどのような大地震の起こる可能性があるかを、地質学的知見も含めて検討するといった長期予測と明示的に結びつけた議論は十分ではなかったと思われる。今後は、長期と短期を結びつけた議論を地震予知連で積極的に行うことで、事前の備えにつながる役割を果たせるのではないだろうか。

（堀 高峰）

HORI Takane

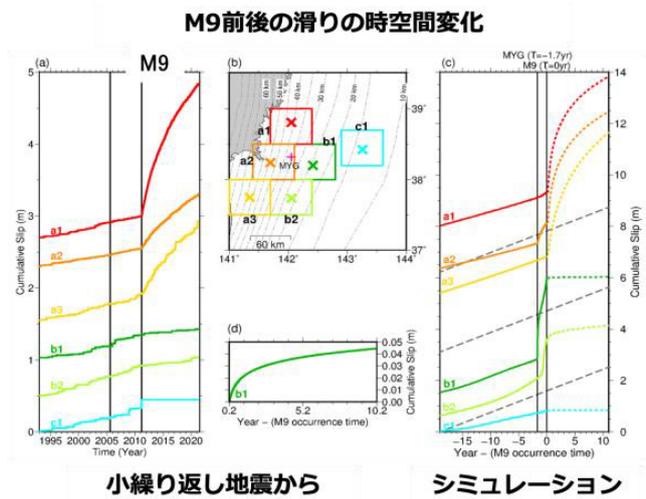
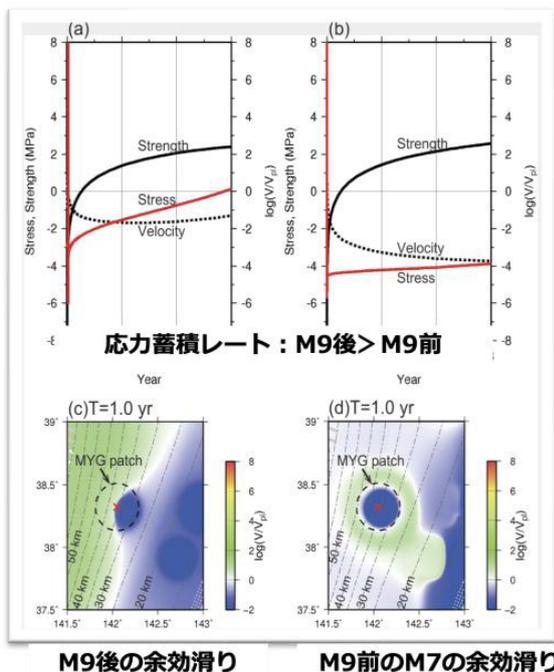
参考文献

- 1) Nakata et al. (2016), *Sci. Rep.* **6**, 25704. Possible scenarios for occurrence of $M \sim 7$ interplate earthquakes prior to and following the 2011 Tohoku-Oki earthquake based on numerical simulation.
- 2) Saito and Noda (2023), *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **113**, 1842-1855. Mechanically Coupled Areas on the Plate Interface in the Kanto Region, Central Japan, Generating Great Earthquakes and Slow-Slip Events.
- 3) Nakata et al. (2023), *Prog. Earth Planet. Sci.*, **10**, 34. Recurrence intervals for $M > 7$ Miyagi-ken-Oki earthquakes during an M earthquake cycle.



第 1 図 東北沖地震の地震時滑り，余効滑り，地震前の宮城県沖地震の発生サイクルを説明する 121 のモデルを用いた地震サイクルシミュレーションを実施¹⁾。86% のシナリオで，東北沖地震タイプの巨大地震発生後における宮城県沖地震の発生間隔（T2）が，東北沖地震タイプの巨大地震発生前の間隔（T1）に比べて短くなることが示された。

Fig. 1 121 earthquake cycle simulations, which explain the coseismic slip, afterslip, and occurrence cycle of the Miyagi-oki earthquake before the Tohoku-oki earthquake, are conducted¹⁾. In 86% of 121 scenarios, the interval between occurrences of Miyagi-oki earthquakes after a Tohoku-oki earthquake-type megathrust earthquake (T2) was shown to be shorter than the interval before a Tohoku-oki earthquake-type megathrust earthquake (T1).



第 2 図 (左) M9 後は M7 震源域の周辺の余効滑りが M9 前に比べて大きく，応力蓄積率（赤線）が高い¹⁾。(右) M9 前後の滑りの時空間変化は，小繰り返し地震の解析から知ることができ，その変化のパターンはシミュレーションと類似している³⁾。

Fig. 2 (Left) After the M9 earthquake, the afterslip around the M7 source region was larger than before the M9 earthquake, and the stress accumulation rate (red line) was higher.