

Simulation of inland earthquake activity using Coulomb stress change during the megathrust earthquake cycle in southwest Japan

*Tsukasa Mitogawa¹, Takuya Nishimura²

1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

西南日本では世界的に類のない詳細な地震履歴によって、南海トラフ沿いのメガスラスト巨大地震が約100-200年周期で発生し、この地震の約50年前から10年後にかけて内陸大地震が活発化する傾向が明らかとなっている。このような傾向はメガスラスト地震が内陸部に応力変化をもたらすことで内陸地震の発生時期を調整しているという仮説のもと、CFS (Coulomb Failure Stress) によって説明する数値モデルが提案されてきた。しかし、先行研究のモデルは近年GNSS (Global Navigation Satellite System) 観測によって明らかとなった現在の地殻変動は考慮されていない。本研究では観測された地殻変動を再現するためにGNSSデータから推定されたブロック間断層の形状とすべり速度 (Nishimura et al., 2018) を組み込んだ。そして、内陸断層間での応力変化も考慮したCFSを用いてメガスラスト地震サイクル中の内陸地震活動のシミュレーションを行った。媒質は、弾性層厚さを40 kmの弾性一半無限マクスウェル粘弾性水平二層構造を仮定し、計算にはFukahata and Matsu'ura (2006)のコードを使用した。内陸断層の応力源はメガスラスト断層と内陸断層のそれぞれでの固着と滑り(地震)に分けられる。地震間の固着は、メガスラスト断層にはNishimura et al. (2018)のバックスリップ速度を与え、内陸断層にはブロック間相対運動に0.1を乗じたものを与える。地震時の滑りは、メガスラスト断層では100年周期で蓄えられたバックスリップを全て解放するように滑りを発生させ、内陸断層では内陸断層面に一様滑り $D (=2 \times 10^{-5} \times \text{断層長さ})$ を与えたときのCFSの絶対値を断層強度とし、断層強度を超えた時にCFSが0に戻るよう滑りを発生させる。ただし、内陸断層での地震が完全に周期的になることを避けるために断層強度は標準偏差で5%の摂動を与える。このような条件のもと、数千回のメガスラスト地震サイクル中の内陸断層での地震活動のシミュレーションを行うことでメガスラスト地震サイクル中の内陸地震の発生時期に関する一般的な傾向を調べた。なお、西南日本の見かけの摩擦係数はかなり小さい可能性が指摘されているため(例えば、Shikakura et al. 2014; Mitogawa and Nishimura, 2020)、見かけの摩擦係数は0とした。シミュレーションの結果、四国や近畿南部、山陰地域の内陸断層で歴史地震に見られるような地震前後に活発化する傾向が得られた。一方で、九州や近畿北部ではメガスラスト地震サイクルが内陸地震の活動時期へ与える影響が小さく、地震間はほぼ一定の割合で内陸地震が発生する。次に、四国と山陰、近畿の内陸断層に対して地域毎に内陸地震の発生時期を調べた。四国の内陸断層ではメガスラスト地震後12年から内陸地震が発生し始めるが、地震後50年までに発生する地震はこの地域の全地震の約3%に過ぎない。地震後約50年から約70年後にかけて1年毎の発生割合は急激に増加し、その後次の地震まで徐々に発生割合が増加する。また、山陰地域の内陸断層ではメガスラスト地震後20年は全く地震が発生せず、その後徐々に内陸地震が発生し、50年後以降で発生割合がほぼ一定となるパターンが得られた。一方、近畿の内陸断層では全内陸地震のうち約20%がメガスラスト地震と同時に内陸地震が発生するが、歴史地震で見られるような地震後約10年の間での活発化の傾向は見られない。ただし、本モデルで仮定した摩擦係数0や弾性層厚さ40 kmなどのパラメータは確定的なものではないため、これらのパラメータの影響についても検討する必要がある。