

粘弾性媒質中での地震サイクルシミュレーション手法の開発

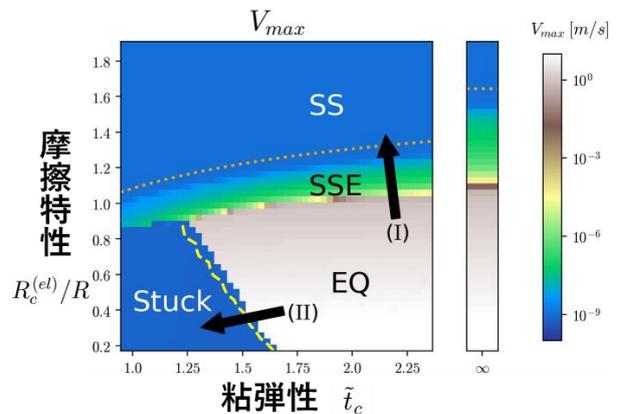
地震学及び地球内部物理学分科 三宅雄紀 (MIYAKE, Yuki)

地殻浅部には巨大地震を起こす領域があり、その深部で SSE や微動が起こることが知られている。さらに深いところでは地震活動が無くなる非地震性領域が存在する。この地震性の変化を説明するためには、深さによって変化する物理パラメータのもとでの断層運動を詳細に調べる必要がある。そのようなパラメータとして、弾性エネルギーを蓄える媒質の粘弾性と、断層面での強度を決める摩擦特性の2つを考える。摩擦特性の変化の場合、断層浅部から深部にかけて、地震性の脆性から、非地震性の塑性へと遷移し、その際、SSE が起こることが地震サイクルシミュレーションから分かっている[Liu and Rice, 2009]。一方、粘弾性の変化の場合、弾性から粘性の遷移の中で、断層挙動がどのように変化するかを詳細に調べた研究はあまりなかった。なぜなら、粘弾性による応力緩和を計算するためには、過去の滑り速度が必要となり、多くの数値計算を行うパラメータスタディには困難があったからである。粘弾性の変化による地震性非地震性遷移における断層挙動を詳細に調べることで、実際の遷移では、断層面の摩擦特性と媒質の粘弾性のどちらの変化が原因であるかを突き止めることが出来る可能性がある。

したがって、本研究では、粘弾性媒質(Maxwell 物体)中の動的な地震サイクルシミュレーションを、スペクトル境界積分方程式法を用いた弾性体媒質中の動的な地震サイクルシミュレーション[Lapusta et al, 2000]に、地震間の粘弾性媒質による応力緩和効果を加える形で実装した。これによって、粘弾性媒質中の面外断層における地震サイクルシミュレーションを、省メモリかつ、短時間で実行できるようになった。

SSE を伴う地震性非地震性遷移は、媒質または摩擦特性のどちらが引き起こしているかを調べるため、今回実装した手法を用いて、媒質の粘弾性の

パラメータである緩和時間と、断層面の摩擦特性のパラメータの一つである L を、それぞれ変化させるパラメータスタディを行い、2種類の異なる地震性非地震性遷移があることを発見した(下図)。一つは、地震(EQ)と定常滑り(SS)の遷移(I)であり、こちらは主に断層面の摩擦特性の変化によって起こっている遷移である。もう一つは、EQと永久固着(Stuck)の遷移(II)であり、媒質の粘弾性の変化によって生じる遷移である。EQ-SS 遷移では、SSE が起きる一方、EQ-Stuck 遷移では SSE が起きることはなかった。実は、粘弾性媒質中の地震サイクルシミュレーションには、初期依存性があり、初期滑り速度が小さい場合、緩和時間の変化によって EQ-SSE-Stuck という遷移が起こることがあった。しかし、そのような遷移は、非常に限られた範囲の核サイズを持つパッチに限られるため、粘弾性が SSE を起こしやすくするとは言い難い。



また、SSE を起こすかどうかを決めているのは、震源核サイズであることも明らかになった。粘弾性といった媒質の性質が変化するときにも、核サイズが変化するものの、その変化は摩擦特性の変化に比べて緩やかであり、SSE を伴うような地震性非地震性遷移を生じさせるのは、媒質の粘弾性が変化することによってではなく、断層面の摩擦特性が変化することによって生じるという結論に至った。

引用文献

Liu, Yajing, and James R. Rice. 2007. "Spontaneous and Triggered Aseismic Deformation Transients in a Subduction Fault Model." *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 112 (9): 1–23. doi:10.1029/2007JB004930.

Lapusta, Nadia, James R. Rice, Yehuda Ben-Zion, and Gutuan Zheng. 2000. "Elastodynamic Analysis for Slow Tectonic Loading with Spontaneous Rupture Episodes on Faults with Rate- and State-Dependent Friction." *Journal of Geophysical Research* 105: 23765. doi:10.1029/2000JB900250.