

プレート間地震発生サイクルにおける東海・紀伊地域のスロースリップイベントの数値モデリング

Numerical modeling of slow slip events during the seismic cycles of megathrust earthquakes in the Kii and Tokai region

松澤 孝紀^{1*}, 芝崎 文一郎², 廣瀬 仁¹, 小原 一成¹

Takanori Matsuzawa^{1*}, Bunichiro Shibazaki², Hitoshi Hirose¹, Kazushige Obara¹

¹防災科学技術研究所, ²建築研究所

¹NIED, ²Building Research Institute

近年, いくつかの沈み込み帯において, 深部低周波微動やスロースリップイベント(SSE)といったゆっくりしたすべりの発生が明らかになった. これらの現象は, SSEに伴う地殻変動や低周波地震のメカニズム解から, 沈み込むプレート境界でのすべりであると考えられている(例えば, Hirose and Obara, 2005; Ide et al., 2007; Ito et al., 2007, 2009). 南海トラフで発生する低周波微動やSSEに関しては, 最近の高度化された解析により活動の詳細が明らかにされつつあり(Obara, 2010; Hirose et al., 2010), これらの観測されたSSEの活動を理解し, プレート間地震発生領域深部延長での状態を把握するためのシミュレーションが必要とされている. 我々のこれまでの研究では, 平板の断層面を仮定し, 二つの異なる時定数をもつ長期的・短期的SSEをプレート間地震の発生サイクルモデルの中で再現するとともに, SSEの発生間隔が地震サイクル間で短くなる可能性を指摘し, SSEのモニタリングがプレート間地震の発生予測においても重要であることを示唆した(Matsuzawa et al., 2010). 本発表ではこれまでの研究を拡張し, 東海・紀伊地域においてプレート面形状を考慮した数値シミュレーションを行うことで, 地震サイクルを通じた短期的SSEの発生を再現し, 現実的な沈み込みの形状がSSEの発生にどのような影響を及ぼすかを調べた結果を報告する.

数値シミュレーションにおいては, 半無限弾性媒質による応答を仮定し, プレート面上での沈み込み速度と摩擦構成関係をそれぞれの面積要素上で与え, その時間発展問題を解いた. 本シミュレーションではSSEの再現を行ったShibazaki et al. (2010)の計算手法を用いるが, プレート間地震発生までを含めた大規模シミュレーションを行う. SSE発生のメカニズムとしてはいくつかのモデルが提案されているが(例えば, Rubin, 2008), ここではShibazaki and Shimamoto (2007)やMatsuzawa et al. (2010)と同様にカットオフ速度をもつすべり速度・状態依存摩擦則を用いてSSEを再現した. 具体的な値としては, Matsuzawa et al. (2010)と同様な分布を与えた. なお, SSE発生領域では, V_p/V_s が高いことから間隙水圧が高くなっていることが示唆されるため(例えばShelly et al., 2006; Matsubara et al., 2009), SSE発生領域で有効法線応力が非常に小さくなるような分布を仮定している. プレート面の形状については, Shiomi et al. (2006)およびBaba et al. (2006)を参考にし, 4万個の三角形要素で表現してシミュレーションに用いた. 沈み込みの速度に関しては, Heki and Miyazaki (2001)を参考にし, 東海側で3cm/年, 紀伊側において6cm/年となめらかに遷移するよう仮定した.

シミュレーションの結果, プレート間大地震のサイクルが再現され, 短期的SSEについては紀伊半島で2-3ヶ月毎, 東海地方においては, 3-4ヶ月毎に一回繰り返す様子が得られた. また, 仮定したプレートの形状が変化する箇所ではSSEの伝播が停止し, SSEの活動域がセグメント

化する様子も見られた。特に伊勢湾付近の沈み込み形状の変化は実際の観測と同様に主要な境界となり、SSEの伝播に対してバリアー的な役割を果たしている。さらに、伊勢湾を越えて伝播するような大きなイベントがまれに発生することが報告されているが(Obara and Sekine, 2009)、このようなイベントも地震サイクル間に時折出現した。SSEの発生間隔については、平板モデルの場合と同様に、地震サイクル間において短くなるような変化がみられた。

プレート形状による効果を導入することによってSSE発生領域のセグメント化が再現されたが、これは単純な幾何形状の効果だけでなく、Shibazaki et al. (2010)が指摘しているように、SSE発生域の幅が海溝軸に沿う方向で変化する影響も考えられる。地震サイクルにおけるSSEの発生間隔の変化については、Matsuzawa et al. (2010)が指摘しているように、深い部分まで固着している地震サイクル初期では間隔が長くなり、応力が集中して固着域の下端が浅くなる地震サイクル後半では、SSE発生領域と固着域下部のすべりの影響から間隔が短くなっていると考えられる。しかしながら、ここで得られたSSEと地震発生に関連は、仮定したモデルによる可能性の一つに過ぎない。プレート間大地震の発生領域からSSE領域におけるすべり・摩擦挙動や変形様式を継続的な観測や実験を通じて明らかにしモデルを検証していくことが、沈み込みの過程を包括的に理解し、南海トラフで起きる大地震を理解することにもつながるであろう。

キーワード:スロースリップイベント,地震サイクル,数値シミュレーション,沈み込み帯,紀伊・東海
Keywords: Slow Slip Event, Seismic Cycle, Numerical Simulation, Subduction Zone, Kii and Tokai