

## スロースリップイベントと大地震の応力蓄積・核形成過程のモデル化

### Numerical simulations of slow slip events and the stress build-up and nucleation process of a large earthquake

# 松澤 孝紀 [1]; 廣瀬 仁 [1]; 芝崎 文一郎 [2]; 小原 一成 [1]

# Takanori Matsuzawa[1]; Hitoshi Hirose[1]; Bunichiro Shibazaki[2]; Kazushige Obara[1]

[1] 防災科研; [2] 建築研・国際地震工学センター

[1] NIED; [2] IISEE, BRI

近年の研究によって、沈み込むプレートの深さ 30 km 付近で低周波微動（地震）や超低周波地震、スロースリップといった様々なゆっくりしたすべり現象の発生が明らかになった。西南日本においては、スロースリップに伴う地殻変動は、プレート境界でのすべりによく説明され（例えば、Hirose and Obara, 2005）、超低周波地震や低周波地震のメカニズム解は沈み込むプレートの方向とよく一致している（Ito et al., 2007; Ide et al., 2007）。このような研究から、先に述べたすべり現象はプレート境界のすべりであると解釈されている。西南日本で発生するスロースリップはその発生間隔から、数年の間隔で繰り返す長期的スロースリップと数カ月から半年の周期をもつような短期的スロースリップの2つに分類され、長期的スロースリップは、東海地方と豊後水道の2か所のみで検出されているのに対し、短期的スロースリップは深部低周波微動発生領域に沿って広く検出されている。我々のこれまでの研究では、このような二つの異なる時定数をもつスロースリップのみを数値シミュレーションによって再現し、その振る舞いを議論していたが、プレート間地震の発生領域における応力蓄積の影響と破壊核形成過程は考慮されていなかった。そのため本研究においては、大地震の応力蓄積過程と破壊核形成過程がスロースリップの発生にどのような影響を及ぼすかについて評価することを目指した。

我々は、半無限弾性体中におかれた1次元および2次元の平面断層を仮定してスロースリップとプレート間地震に関する数値シミュレーションを行った。スロースリップの発生メカニズムはいくつか提案されているが、ここでは、Shibazaki and Shimamoto (2007) 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る。また、深さ 24km から 28km の範囲で間隙水圧が深くなるにつれてリソスタティックの値に近くなるように遷移し、それ以深では一定となるようなモデル（つまり、有効法線応力が非常に小さくなるモデル）を設定した。以後これを短期的スロースリップモデルと呼ぶ。一方、Kodaira et al. (2004) や Matsubara et al. (2008) は長期的スロースリップが発生する領域では周囲より浅い部分から脱水が始まっている可能性を指摘している。これに基づいて長期的スロースリップの起きる領域では、比較的浅い部分（26 km-28km）で間隙水圧が短期的スロースリップモデルよりも高くなるようなパラメータを仮定した。以降これを長期的スロースリップモデルと呼ぶ。

まず、1次元の断層において 24km 以深に長期的スロースリップモデルを設定した場合、7-9 年の再来時間間隔をもってスロースリップが発生した。プレート間地震の発生前には再来間隔が約 7 年となるものの、プレート間地震の発生後は発生間隔が 9 年へと延びた。また、再現された長期的スロースリップ地震の発生領域は、プレート間地震の発生が近づくにつれて浅い側にも広がるような挙動を示した。さらにプレート間地震の発生前には、深さ 22-26km の長期的スロースリップからカップリング領域の遷移領域において、すべり速度が加速するような挙動が見られた。一方で、短期的スロースリップモデルを設定した場合には、3-7 か月程度の再来間隔をもつようなすべりが発生し、同様にプレート間地震の発生直前にはこの時間間隔が短く、発生後には長くなるような挙動が見られた。

2次元の断層においては、短期的スロースリップモデルの中に、長期的スロースリップモデルのパラメータ設定を持った部分を水平方向に 20km の大きさをもつパッチとして与え、シミュレーションを行った。この場合も応力の蓄積とともに発生間隔が短くなっていくような挙動が見られた。Hirose and Obara (2005) において報告されたように、長期的スロースリップの発生時に短期的スロースリップの発生間隔が短くなるような変動も観察された。

しかしながら、ここで見られた摩擦挙動と地震発生過程の関連性は可能性の一つであり、仮定するモデルによって変化する。本研究で示されたような、発生間隔が短くなる現象は震源域下部の固着域の剥がれに対応していると考えられるが、この領域でどのような摩擦モデルが有効であるかを今後、実験・観測の結果も含めて検証していくことが重要である。もし、ここで用いたようなすべり速度に依存性があるような摩擦構成関係が妥当であるならば、スロースリップ発生のモニタリングから、プレート境界の応力蓄積の状態を推定することも可能であろう。