Rate- and state-dependent friction law を用いた数値シミュレーション上で起こるスロースリップイベントの発生メカニズム

A generation mechanism of slow slip events in the simulation based on the rate- and state-dependent friction law

光井　能麻[1]，平原　和朗[2]
Noa Mitsui[1], Kazuro Hirahara[2]

[1] 名大・環境・地球環境，[2] 名大・環境・地球惑星
[1] Earth and Environmental Stu., Nagoya Univ., [2] Environmental Studies, Nagoya Univ.

近年、GPS データの解析によりスロースリップイベントが多数報告されている(e.g., Ozawa et al. 2002)。これらのスロースリップイベントの発生メカニズムを知るために数値シミュレーションがいくつか報告されている。

その中で Rate- and state-dependent friction law を用いたシミュレーションでスロースリップが再現されている例がいくつか報告されている。吉田＆加藤 (2002)は 2 個のブロックのモデルを用い、摩擦の性質をブロックごとに変えたとき、非地震性の摩擦性質を持つブロックでスロースリップが再現された。この結果から彼らは地震間に発生するエピソディックなスロースリップを、定常状態へと収束する減衰振動で説明できる可能性を示唆している。これに対し廣瀬(2002)は 3 次元半無限弾性モデルを用い、摩擦性質は均質であっても、すべりの伝播などによる時間的な応力不均質が生じることによってスロースリップが起こりうることを示した。

これらのスロースリップイベントはどのような仕組みで発生するのか？これらのスロースリップに共通するメカニズムは何かを知るため、今回、計算される各変数の時間変化に注目した。

今回新たに 2 個のブロックーバネモデルを用い、モデルに摩擦性質の違い（パラメータ a-b または L）またはブロック間の相互作用による応力の不均質を与えた。パラメータの変化がブロックのすべりに与える影響を明確にするため、一つのパラメータのみを変え、その他のパラメータは変えないようにした。そして各変数の時間変化を計算式に基づいて解釈することで、地震時とスロースリップイベント時の違いをとらえ、スロースリップに共通する現象を見つけた。

今回、rate- and state-dependent friction law における強度の定義 (Nakatani,2001) を用いて結果の解釈を行った。その結果、地震時には剪断応力は強度に達するまで増加しているのに対して、スロースリップ時には、強度に達する前に剪断応力が減少し始めていることが分かった。加速度は剪断応力と強度の時間微分の差に依存するため、剪断応力と強度が同様に増加あるいは減少しているとブロックはほとんど加速せず、すべり速度が低いまますべりは終了する。強度に達する前に剪断応力が減少し始めると速度があまり増加せず、結果としてスロースリップイベントとなることが分かった。このことから

１．モデルの構成要素が外部から擾乱を受ける
２．摩擦あるいは応力状態など何らかの空間的な不均質をもつ系である
３．モデル内のある構成要素の摩擦状態が擾乱によって一時的に安定・不安定領域の近くにシフトする

モデルであるときスロースリップが発生し得る。