

改良されたすべり速度・状態依存摩擦法則を用いた地震サイクルシミュレーション

Numerical simulation of seismic cycles with a composite rate- and state-dependent friction law

加藤 尚之[1], Terry E. Tullis[2]

Naoyuki Kato[1], Terry E. Tullis[2]

[1] 地質調査所, [2] ブラウン大学地質学科

[1] Geological Survey of Japan, [2] Department of Geological Sciences, Brown University

slowness law, slip law と呼ばれる摩擦法則を組み合わせて、新しいすべり速度・状態依存摩擦法則 (composite law) を開発した。Composite law は、広い範囲の条件で、既存の法則よりも実験結果をよく説明する。東海地震の発生が予測される駿河トラフを対象として、composite law を用いて地震サイクルモデル数値シミュレーションを行った。地震発生に先行する前駆的すべりの振幅は、slowness law の場合がもっとも大きく、slip law と composite law の場合ではほぼ同じであった。これは、slowness law の場合、摩擦の定常状態に達するまでのすべり量ももっとも大きいためであると考えられる。

Dieterich (1979) と Ruina (1983) により提案されたすべり速度・状態依存摩擦法則は、様々な岩石摩擦実験の結果を説明し、地震サイクルの数値モデルにもしばしば利用されている。すべり速度・状態依存摩擦法則については、いくつかの異なる定式化がなされている。もっとも良く用いられているのは slowness law と呼ばれるものと slip law と呼ばれるものである。前者は断層の強度回復過程の実験結果をよく説明し、後者は安定すべり近傍の摩擦特性をより良く説明する。我々は、slowness law と slip law の長所を組み合わせて、新しいすべり速度・状態依存摩擦法則 composite law を提案した (Kato and Tullis, 2001)。摩擦強度が composite law に従うとき、cutoff 速度 V_c 以下で接触時間の対数に比例する強度回復がおり、すべり速度が V_c よりも十分に大きいときには slip law とほぼ同じ摩擦特性を示す。簡単な数値実験を行った結果、composite law は slowness law や slip law よりも広い範囲の条件で岩石の摩擦実験の結果を良く説明することがわかった。また、 $V_c=0.01 \mu\text{m/s}$ を仮定すると Blanpied et al. (1998) による花崗岩を用いた定常摩擦強度のすべり速度依存性に関する摩擦実験結果を良く説明することがわかった。

slowness law と slip law は地震サイクルの数値シミュレーションにしばしば用いられている。地震サイクルは、インターサイスミック期における強度回復や地震発生前後の非地震性の準安定すべりを含むため、どちらの過程も適切に説明する composite law を用いた方が望ましいと考えられる。Kato and Hirasawa (1999) は、地震空白域が存在し将来プレート境界型大地震の発生が予想されている駿河湾地域を対象として地震サイクルシミュレーションをおこない、slowness law を仮定した場合と slip law を仮定した場合とでシミュレーション結果が大きく異なることを示した。今回は composite law を仮定してシミュレーションをおこない、slowness law, slip law の場合の結果と比較した。3つの法則で同じ摩擦パラメータを仮定すると、地震発生周期は slowness law で最も短く、composite law の場合に最も長かった。slowness law の場合はスロー地震が発生した。地震発生周期や地震性すべり量が適切な値になるようにパラメータ値を調節し、地震発生に先行する前駆的すべりについて調べた。前駆的すべり量は、slowness law の場合がもっとも大きく、slip law と composite law の場合ではほぼ同じであった。これは、slowness law の場合、摩擦の定常状態に達するまでのすべり量ももっとも大きいためであると考えられる。