

成層粘弾性を考慮した西南日本の地震発生サイクルのセルモデルシミュレーション

3-D cell model simulation of earthquake generation cycles in Southwest Japan in a layered viscoelastic medium

鹿倉 洋介^{1*}, 深畑 幸俊², 光井 能麻³, 平原 和朗¹

Yosuke Shikakura^{1*}, Yukitoshi Fukahata², Noa Mitsui³, Kazuro Hirahara¹

¹京都大学大学院理学研究科, ²京都大学防災研究所, ³名古屋大学大学院環境学研究科

¹Grad. School Science, Kyoto Univ., ²DPRI, Kyoto Univ., ³Grad. Environmen. Studies, Nagoya Univ.

多くの沈み込み帯ではプレート境界型の巨大地震が繰り返し発生するが、その規模や発生間隔は、同じプレート境界領域でも一定ではない場合が多い。このような大地震の発生履歴の複雑さの原因として、プレート境界面上に存在する複数の地震断層セグメントの応力蓄積・解放が互いに密接に影響を及ぼし合うことが挙げられる。また、プレート境界における応力の蓄積・解放は、上盤側プレートにおける応力の変化をもたらし、内陸活断層における地震発生に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、セルモデルを用いて大地震が繰り返し発生する西南日本を想定したモデル空間を構築して地震発生サイクルの数値シミュレーションを行い、西南日本周辺のプレート境界と内陸活断層における応力の蓄積・解放過程の解明を目指す。

プレート沈み込み境界や内陸活断層における地震発生サイクルは、プレート境界でのすべり遅れや内陸活断層での固着による応力の蓄積と解放の過程であると考えられる。これまで、この考えに従い、プレート境界でのすべり遅れや内陸活断層での固着の蓄積と解放から断層面上の剪断応力の変化を得る式(すべり応答関数)と、断層面上の応力・強度とすべりの関係式(摩擦構成則)を組み合わせ、プレート境界面や内陸活断層の形状とプレート間相対運動を境界条件とする境界値問題を解くことにより、地震発生サイクルの数値シミュレーションが行われてきた。

本研究では、すべり応答関数については、弾性・粘弾性水平成層構造を仮定し計算する。また、境界条件として表層の変形に伴う浮力が作用すると仮定する。これらの条件の下で、力の釣り合い式(準静的仮定に対応する)を解き、すべり応答関数を得る。本研究では、Fukahata and Matsu'ura (2005)による点震源に対するすべり応答関数を用いて、上記の条件に対応したすべり応答関数を計算する。プレート境界の近傍を観測点とする場合、点震源をプレート境界に多数配置しないと精度の良い矩形断層解が得られない。このため、ガウス・ルジャンドル数値積分法による積分点に点震源を配置し、矩形震源解を効率よく計算する。またタイムステップ全てに対する粘弾性のすべり応答関数を計算するのは困難であるため、時間経過に伴い指数的に減衰すると仮定して近似解を得る。なお、剪断応力を評価する際には、先行研究と同様に、地震波放射による剪断応力の減衰を考慮したダンピング項(Rice, 1993)を作用させる。この項は、地震発生時における応力の評価を修正することに相当する。

摩擦構成則については、岩石実験から得られたすべり速度と状態に依存する摩擦則(Dieterich, 1979)を用いる。この摩擦則のパラメータ分布が、断層におけるすべり挙動(スティックスリップまたは非地震性すべり)の分布を決める。この摩擦構成則により、地震発生時における強度と応

力の低下と、地震間における断層強度の回復過程を、統一した摩擦則により取り扱うことが出来る。

こうして得られたモデルを西南日本周辺域に適用し、この地域の地震発生サイクルのシミュレーションを行う。本研究では、概念モデルとして、数十枚のセルによりプレート境界を表現する。フィリピン海プレートの沈み込み境界に対して相模トラフから日向灘まで、太平洋プレートの沈み込み境界に対して南東北から伊豆諸島までの領域に対応したセグメントを仮定し、それらのセグメントを深さ方向に分割してセルを設定し、各セルに摩擦パラメータを分布させる。また、上盤側である西南日本に内陸活断層に対応したセルを配置し、摩擦パラメータを設定する。このとき、内陸活断層の深部延長にセルを設置し、非地震性すべりを起こせるようにする。フィリピン海プレートの沈み込み速度は伊豆半島付近の部分衝突に対応して伊豆半島の付け根周辺で減少すると設定する。上記の設定により、西南日本周辺のプレート境界と内陸活断層での地震発生サイクルのシミュレーションを行う。

キーワード:沈み込み帯,数値シミュレーション,粘弾性,摩擦構成則,地震サイクル,活断層

Keywords: subduction zone, numerical simulation, viscoelasticity, friction constitutive law, earthquake cycle, active fault