

単純セルモデルによる南海トラフ地震発生サイクルシミュレーション

Simulation of earthquake cycle along the Nankai Trough using a simplified-cells model

光井 能麻[1]; 兵藤 守[2]; 平原 和朗[3]

Noa Mitsui[1]; Mamoru Hyodo[2]; Kazuro Hirahara[3]

[1] 名大・環境・地球環境; [2] 地球シミュレータセンター; [3] 名大・環境・地球惑星

[1] Earth and Environmental Stu., Nagoya Univ.; [2] ESC; [3] Environmental Studies, Nagoya Univ.

<はじめに>

南海トラフ沿いでは巨大地震が繰り返し発生していることが古文書等からわかっている。さらにそれらは5つのセグメント(西からA~E)に分かれて起こると考えられている。

過去の研究からわかっている、南海トラフ沿いの巨大地震の特徴は次のとおりである。

- ・繰り返し周期が90年から150年とばらついている。
- ・紀伊半島以東で発生する東海(セグメントE)・東南海(セグメントC, D)地震は、紀伊半島以西の南海地震(セグメントA, B)と同時に、または数日~数年先に発生する。
- ・東海地震(セグメントE)は発生しない時もある。
- ・前回の1944年の東南海地震、1946年の南海地震は、紀伊半島沖(C, B)が震源となっている。またセグメントB, Cでは、地震波を伴う高速すべり、A, DではB, Cと比べて低速のすべりだったと考えられている(e.g., Tanioka and Satake, 2001)。

さらに、フィリピン海プレートの沈み込み速度は、伊豆半島付近から西にいくにつれて増加しており(e.g., Heki and Miyazaki, 2001)、またプレート間カップリングは、東海、東南海共にほぼ100%と見積もられている(e.g., Ito and Hashimoto, 2004)。

この地震サイクルのメカニズムを解明するため、現在地球シミュレータにおいて速度と状態に依存する摩擦則を適用した大規模なプレート間断層モデルを用いて南海トラフ沿いの巨大地震サイクルのシミュレーションが行われている。地震サイクルを再現するモデルパラメータの推定には長時間かつ大容量の計算が必要となるため、現実的には簡略化されたモデルによるパラメータの暫定的な推定が必要となる。

そのため我々は南海トラフ沿いの5つのセグメントにおける地震サイクルのシミュレーションを行った(Mitsui and Hirahara, PAGEOPH, 印刷中)。速度と状態に依存する摩擦則を適用したブロック-バネモデルを用い、モデルパラメータは断層パラメータから物理的に算出された値を用いた。その結果、ブロック間相互作用と断層の摩擦パラメータの調節によって、南海トラフ沿い巨大地震の特徴(繰り返し間隔、セグメントのすべる順番、地震時のすべり速度)をほぼ再現できた。また同時に、巨大地震サイクルを決める要素として、フィリピン海プレートの収束速度の違い、各セグメントの摩擦の性質の違い、地震時の応力変化によるセグメント間相互作用の大きさが重要であることを確認した。

しかし上記のモデルには以下の考慮すべき点が残っている。

1. セグメント間相互作用の詳細な見積もり
2. 断層面の法線応力の変化
3. 固着域の深部(遷移域等)で発生する余効すべりの影響
4. 地殻中の粘弾性媒質の影響

そこで本研究ではこれらを考慮したモデルを用いてシミュレーションを行った。

<モデル>

シミュレーションには1断層を一つのセルとみなした単純化したセルモデルをもちいた。ここでは、固着域であるセグメントA~Eおよびその深部の遷移域などシミュレーションの全対象領域のプレート境界をいくつかの断層として表す。各セルはプレート境界における上盤側に対応している。セルはそれぞれ異なる速度(ローディング速度: プレート速度に対応)で動く床との摩擦力によって初期位置から変位し、自身および他のセルへ応力変化を及ぼす。各セルのふるまいは、ローディングによって受ける応力変化と、他のセルの変位によって受ける応力擾乱と、床との摩擦力によって決まる。床との摩擦力には速度と状態に依存する摩擦構成則を用いる。この摩擦構成則のパラメータには、摩擦力の速度応答を示す $a - b$ と、摩擦力のすべり弱化的長さスケールを示す D_c がある。各セルは、相互作用を受けないときには一定の地震発生繰り返し間隔を持つサイクルに落ち着き、その周期は、セルにかかる摩擦力とセル自身の変位によって受ける応力変化によって決まる。

このモデルを用い、各断層の情報(プレート速度、プレートの沈み込み角度、固着域の面積、断層間の位置関係 etc.)をパラメータ化し、それらをモデルパラメータ(セルにかかる法線応力、全セル間のグリーン関数 etc.)に取り入れて計算を行った。

<モデルパラメータの決定>

以下のように断層パラメータをモデルパラメータに取り入れた。

- 1．プレート速度 セルのローディング速度
- 2．断層中心における法線応力 セルにかかる法線応力
- 3．断層間のグリーン関数 セル間のグリーン関数

このうち3は、断層上の位置によって応力変化の値が大きく異なる。そのため、以下の数種類の方法をとってグリーン関数の最大値と最小値をとることとした。

- a.断層の中心における応力変化
- b.断層全体の応力変化の平均値
- c.震源断層近傍の応力変化の平均値