

ブロック - バネモデルによる南海トラフ巨大地震発生サイクルシミュレーション - 各セグメントの摩擦性質の違いの考慮 -

Earthquake cycle simulation using a spring-mass model -consideration of the frictional characters of fault segments-

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・理・地球惑星

[1] Earth and Environmental Stu., Nagoya Univ., [2] Earth and Planetary Sci., 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。さらにそれらは西から5つのセグメント(A~E)に分かれて起こっていると考えられている。

過去の研究でわかっている、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、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 et al. 1999)。

この地震サイクルをできるだけ簡単に理解するために、ブロック - バネモデルを用い、数値シミュレーションを行った。

<ブロック - バネモデル>

シミュレーションにはブロック - バネモデルをもちいた。5つのブロック(ブロックA~E)は、それぞれ隣り合ったブロックと板バネでつながれている。ブロックA・Bは南海地震、C・Dは東南海地震、Eは東海地震の各セグメントの上盤側に対応している。各ブロックは、ブロックの並んでいる方向とは垂直の方向につけられた、つるまきバネによって壁とつながれており、それぞれ異なる速度(ローディング速度)で動く床との摩擦力によって引きずられ、壁からつながれたバネによって剪断応力が増加する。ブロックのふるまいは、ローディングによってつるまきばねから受ける力と、隣り合うブロックとの変位の差によって受ける板バネの力と、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の長さスケールを示す D_c がある。各ブロックは、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、ブロックにかかる摩擦力とバネから受ける力によって決まる。

このモデルを用い、各セグメントの情報(プレート速度、プレートの沈み込み角度、固着域の面積 etc.)をパラメータ化し、それらをモデルパラメータ(ブロックの質量、壁 - ブロック間のバネの定数、ブロック間のバネの定数 etc.)に取り入れ、計算を行った。各ブロックのすべりの特徴に違いを出すため、摩擦構成則のパラメータの値をブロックごとに変えて与えた。

<結果>

破壊の開始点となる、セグメントB, C(, E)は急激なすべり、A, Dはゆっくりとしたすべりとなる摩擦パラメータを与えた(セグメントB, C, Eは D_c を大きく、A, Dは D_c を小さくする)。また、相互作用を受けないとき、A~Dのブロックは150年の周期、Eのブロックは300年の周期を持つように設定した。かつ、すべてのブロック間のバネを強くしたところ、全てのブロックはほぼ毎回同時にすべるようになり、またBおよびCからすべるようになった。EはC, Dと同時にすべる場合とすべらない場合があったが、これは、プレートの収束速度が他のセグメントに比べて約半分になっているためである。そして、これらのセグメントは、約60年から120年の繰り返し周期をもって、すべっていた。従って、観測から、

1. プレート速度が年間2~6cmと大きく異なる。
2. セグメントA, Dは低速、B, Cは高速ですべる。

という特徴があるとき、南海トラフ沿いの巨大地震の特徴を再現するには、

1. すべり速度の違いに応じて摩擦パラメータを変化させる
(セグメントB, Cは D_c を大きく、A, Dは D_c を小さくする。)
2. ブロック間を強いバネでつなぐ。

ことが必要である。したがって、この結果から、南海トラフの地震サイクルを再現するには、

1. 各セグメントの摩擦の性質が大きく異なる
2. セグメントが地震時にすべることで、隣のセグメントに大きな応力増加を与えている。

という要素が必要である。

<結論>

結果から、南海トラフ沿いの巨大地震サイクルは、主に、

1. フィリピン海プレートの収束速度の違い
2. 各セグメントの摩擦の性質の違い
3. 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によって決まる。