

フィリピン海プレートの地震サイクルに伴う西南日本内陸のクーロン破壊応力の変化

Changes in CFF of inland faults in Southwest Japan associated with the earthquake cycles of the PHS

兵藤 守 [1], 平原 和朗 [1]

Mamoru Hyodo [1], Kazuro Hirahara [2]

[1] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

本研究では、三次元FEMコード (Yoshioka and Suzuki, 1997) を用い、Savage(1983)の変位の食い違いモデルに基づいてフィリピン海プレートの地震サイクルの繰り返しをモデル化し、内陸断層のクーロン破壊応力の変化 (ΔCFF) を見積もった。遠方が固定されている境界条件の場合、プレート境界全体の定常運動がつくる変形は大きすぎて、プレートの剛体的な運動を表現できないため、単純には定常運動を無視したモデルの方が、観測事実と調和的であるといえる。

はじめに

西南日本では、南海トラフに沿ってフィリピン海プレートが繰り返し巨大地震を起こしながら、ユーラシア (アムール) プレートの下に沈み込んでいる。また、内陸には、北西 - 南東とそれに共役な活断層が多く存在しており、これらの断層はフィリピン海プレートの収束方向とは直接関係しないほぼ東西方向の圧縮のもとで内陸地震を引き起こしている。歴史地震のデータセットは、南海トラフ沿いのプレート境界地震の発生に前後し、西南日本内陸の地震の発生頻度が上昇する期間 (活動期) が存在することを示しており、フィリピン海プレートの収束が西南日本内陸の地震発生に何らかの影響を及ぼしていることは明らかである。本研究では、プレートの相対運動は、変位の食い違い (dislocation) をプレート境界面に与えて表現した (Savage, 1983)。このモデルによると、プレート境界地震間 (interseismic) のプレートの運動は、境界面での運動に注目することによって、地震を起こすプレート境界面上部はカップリングしたまま、下部では変位の食い違いが進行することで表現され、この状態は、プレート境界面全体の食い違い運動 (以下、定常運動) と境界面上部の地震とは逆向きの食い違い運動 (以下、バックスリップ) に分解できる。ところが、分解された定常運動をモデルに組み込むべきか否かは、まだ決着していない。本研究では、定常運動が内陸地震の発生に及ぼす影響をクーロン破壊応力の変化 (ΔCFF) を見積もることによって、内陸地震の再来周期、プレート境界地震と内陸地震の相関を説明するためには、定常運動を含めるべきかどうかを考察した。

解析

本研究では、三次元FEMコード (Yoshioka and Suzuki, 1997) を用い、フィリピン海プレートの地震サイクルの繰り返しによる内陸断層のクーロン破壊応力の変化を見積もった。モデルは弾性体である地殻の下にマクスウェル粘弾性体である上部マントルが存在する構造にPHSが複雑な三次元形状で沈み込んでいるものとし、境界条件として、地表面は自由表面、その他は、無限要素に接続し、無限遠では、固定されているものとした。なお、プレート境界面の形状は、微小地震の震源分布から決定した。プレート収束の方向と収束レートは、それぞれ $N50^\circ W$ 、 4cm/yr とし、更にプレート境界面は深さ30kmまでは、100%カップリングしているものとして、その部分では、100年周期で地震が繰り返すものとした。また、地震サイクルは、プレート境界面の食い違い運動で表現し、定常運動を含めたモデル (定常運動モデル) と無視したモデル (バックスリップモデル) について内陸断層の ΔCFF を計算した。さらに内陸断層の ΔCFF を上昇させるソースとしてアムールプレートの東進に起因すると考えられている東西圧縮の強まりも単純な一軸圧縮で考慮に入れた。

結果

バックスリップモデルの場合、地震サイクルの繰り返しによって ΔCFF は周期的に変動するのに対し、定常運動モデルでは、地震1サイクル完了後に、内陸断層の ΔCFF は、断層の位置、走向に依存して、増加したり、減少したりした。この結果から、両モデルともに、すべての断層で内陸地震を発生させるためには、フィリピン海プレート以外のソースの時間的上昇が必要となることが分かる。そこで、あらたなソースとして本研究では、東西圧縮の強まりを導入した。活動期を説明するためには、長期的な ΔCFF の蓄積レートがプレート境界地震による ΔCFF の摂動を際立たせるのに十分な程、ゆっくりであることが要求される。この観点からみると、定常運動モデルの場合、定常運動によって ΔCFF が減少する断層に対しては、減少分を補い、更に、1000年オーダーの再来周期で内陸地震を起こすために、東西圧縮の増加レートがかなり大きいと仮定しなければならない。これに対し、バックスリップモデルの場合、東西圧縮の増加レートは、相対的に小さく、プレート境界地震を際立たせること

ができる。つまり、遠方が固定されている境界条件の数値解析では、プレート境界面全体の定常運動がつくる変形は大きすぎて、プレートの剛体的な運動を表現できないため、定常運動は無視されるべきである。しかしながら、実際には、定常運動は、プレート境界にある量の永久変形を残すはずであり、定常運動を無視したバックスリップモデルでは、これはまったく考慮されないことになる。従って、プレート境界面の食い違いのみでなく、遠方には、プレート相対速度を境界条件として与えた場合の結果も報告する予定である。