

アジョイント法による準動的地震滑り面及び余効滑りの面の摩擦パラメータ同時推定 (II)

Simultaneous estimation of frictional parameters on earthquake and afterslip rupture areas using an adjoint method(II)

日吉 善久^{1*}, 杉浦望実¹, 石川洋一¹, 加納 将行², 宮崎 真一², 平原 和朗², 堀 高峰¹

HIYOSHI, yoshihisa^{1*}, Nozomi Sugiura¹, Youichi Ishikawa¹, KANO, Masayuki², MIYAZAKI, Shin'ichi², HIRAHARA, Kazuro², HORI, Takane¹

¹ 海洋研究開発機構, ² 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻

¹JAMSTEC, ²Geophysics, Kyoto Univ.

地震サイクルシミュレーションは、断層面上の多様な破壊現象が相互に関係しながら時間・空間的に繰り返し発生する状況を再現し、更なる破壊現象の予測を行なうことを目的としている。

現実には予測を行うためには、観測による情報を地震サイクルシミュレーションへと反映させる必要がある。Kano(2011)は、2003年十勝沖地震を2種類の滑り面(準動的地震すべり及び余効すべり)へとモデル化し、4次元変分法により観測値(すべり速度)を同化する双子実験から、余効すべり面の摩擦パラメータ推定を行った。

我々はこの双子実験を更に準動的地震すべり面の摩擦パラメータ推定へと拡張し、準動的地震すべり面及び余効すべり面の摩擦パラメータに観測情報を反映することで地震サイクルシミュレーションの予測精度向上を目指している。

この拡張のために、順方向すべり速度計算(t 可変の5次元ルンゲクッタ法(Press et al., 1993))に利用した可変計算時間刻み(t)をそのまま利用できる4次元変分法データ同化システムを開発した。

この t 可変データ同化システムにより時定数の大きく異なる破壊現象の組み合わせを同一の時間窓内で同化することが可能となった。その結果、地震すべり面及び余効すべり面の摩擦パラメータの推定が可能となると共に、地震すべり及び余効すべりの依存関係を考慮した解析が可能となった。

このような破壊現象の組み合わせとして以下2タイプの双子実験を実施した。

(1) 準動的地震すべりの初期フェーズ及び後期フェーズの連続データ同化:

t 可変4次元変分法データ同化を採用した双子実験では、すべりの初期フェーズと後期フェーズとを連結した滑り速度時系列全体の任意の時刻に、観測データを同化できる。従って、データ同化時間窓位置と摩擦パラメータの拘束範囲との関係が時系列全体の中で把握可能となった。その結果として、準動的地震すべり面の摩擦パラメータ全てを拘束するためには、すべり速度時系列の減速部分に加えて、加速部分に観測データを同化することが必要であることが分かった。更に、線形モデルを用いた感度解析($dV/da, dV/db, dV/dL$)に於いても、加速部分に強い感度があることを確認した。

(2) 準動的地震すべり及び余効すべりの同時データ同化:

地震サイクルの1サイクル(準動的地震すべり及び余効すべりを含むが、次の地震を含まない)に対し、地震すべり面の各摩擦パラメータの初期値に5~10%の摂動を与える双子実験を実施し、各摩擦パラメータを真値との誤差1%以下の精度で回収できることを確認した。これは、第一推定値が真値の5~10%の範囲にあるならば、このデータ同化手法による収束解が真値である可能性が高いことを意味している。

本発表では t 可変4次元変分法データ同化の利点とその限界について議論を行う。

キーワード: 地震サイクルシミュレーション, 摩擦パラメータ, アジョイント法, データ同化

Keywords: earthquake cycle simulation, frictional coefficient, adjoint method, data assimilation