

アジョイント法の2自由度断層モデルへの適用: 余効すべり人工データを用いた双子実験

Application of adjoint method to a two-degree-of-freedom fault model: an identical twin experiment using synthetic afterslip data

加納 将行 [1]; 宮崎 真一 [2]; 伊藤 耕介 [1]
Masayuki Kano[1]; Shin'ichi Miyazaki[2]; Kosuke Ito[1]

[1] 京大・理・地物; [2] なし
[1] Geophysics, Kyoto Univ.; [2] Kyoto Univ.

簡略化したプレート境界面の断層モデルに対してアジョイント法を適用し、シミュレーション変数の初期値や摩擦パラメータの推定に関する双子実験を行った。用いたモデルは断層面を2つのセルで表現したもので、2自由度のバネスライダーモデルとほぼ等価なモデルである [光井他、2008 連合大会]。用いる時間発展則は、断層中心の準静的な運動方程式および、速度・状態依存摩擦則 [Dieterich(1979)] で、状態変数の時間発展則にはスローネス則を用いた。その際隣り合う2つのセル1・2のうち、セル2では地震を起こし、セル1では余効すべりを起こすようなパラメータを設定した。

初期値 ($V_1=3.60\text{cm/yr}$, $V_2=3.60\text{cm/yr}$, $\theta_{a1}=1.25 \times 10^{-3}\text{yr}$, $\theta_{a2}=2.50 \times 10^{-3}\text{yr}$)、パラメータ ($a_1-b_1=3.00 \times 10^{-4}$, $a_2-b_2=3.00 \times 10^{-4}$) に対して準動的に地震発生サイクルのシミュレーションを行ったところ、セル2では約100年の周期で地震が発生した。また、セル2で地震が発生した直後から数年間に渡ってセル1で余効すべりが発生した。

ある1回の地震に対して、地震終了直後から余効すべりを含む約10年間を切り出し、以下その期間のみを考える。期間で最初の時刻のシミュレーション変数を真の初期値 ($V_1=6.59 \times 10^{-7}\text{m/s}$, $V_2=3.91 \times 10^{-9}\text{m/s}$, $\theta_{a1}=7.34 \times 10^3\text{s}$, $\theta_{a2}=2.96 \times 10^5\text{s}$) とし、その期間のセル1のすべり速度を $5.00 \times 10^{-2}\text{yr}$ 毎に記録し、分散 $1.00 \times 10^{-18}\text{m}^2/\text{s}^2$ の正規分布に従う誤差を加えた値を人工データとした。その後、真の値と異なる初期値を与え、アジョイント法を用いて人工データを同化させ、初期値の推定を行った。また、このとき得られた初期値が、人工データを作った際の真の初期値とどの程度の整合性があるかを検証した。

まず初期値を $V_1=1.66 \times 10^{-6}\text{m/s}$, $V_2=4.01 \times 10^{-9}\text{m/s}$, $\theta_{a1}=7.44 \times 10^3\text{s}$, $\theta_{a2}=3.06 \times 10^5\text{s}$ に変えてアジョイント法を実行したところ、5回程度の初期値の修正で評価関数の値は収束した。このとき得られた初期値は $V_1=6.61 \times 10^{-7}\text{m/s}$, $V_2=3.50 \times 10^{-9}\text{m/s}$, $\theta_{a1}=7.38 \times 10^3\text{s}$, $\theta_{a2}=3.05 \times 10^5\text{s}$ となった。 V_1 については精度よく真の初期値に近い値が推定されたが、他の変数については推定の精度はよくなかった。これはデータが V_1 についてのみ存在し、他の変数にはデータを同化していないためである。

講演ではパラメータ ($a-b$) を変えた場合、さらに初期値・パラメータの両者を変えた場合についてアジョイント法を実行し、推定精度を調べる予定である。