

# 有限要素法によるプレート境界域周辺の地殻変動シミュレーション(第2年次)

実施期間 平成19年度～平成20年度  
地理地殻活動研究センター  
地殻変動研究室 水藤 尚

## 1. はじめに

本研究は、大地震の発生やその余効変動が周辺地域の地殻変動に及ぼす影響を定量的に明らかにすることを目的として、沈み込み帯における地下の三次元構造を考慮して、大地震の発生及びその余効変動を加えた地殻変動のシミュレーションを行うものである。

## 2. 研究内容

平成20年度は、2003年9月26日に発生した十勝沖地震の粘性緩和による余効変動を三次元有限要素法による数値計算により見積もった。そして、観測されている余効変動を、余効すべりのみと考えた場合と余効すべり+粘性緩和の場合とで、それぞれ余効すべりのすべり分布を推定した。

## 3. 得られた成果

### 3.1 2003年9月26日十勝沖地震の粘性緩和による変動の推定

有限要素法を用いた粘性緩和による余効変動の見積もりには、三次元有限要素法ソフト GeoFEM を使用し(奥田・中島, 2004), 地震時の断層運動の計算にはスプリットノード法(Melosh and Raefsky, 1981)を用いた。沈み込む太平洋プレートの三次元形状は、CAMP Standard モデル(Hashimoto et al., 2004)を参考に作成した。上部マントルはマクスウェル粘弾性体(粘性率:  $9.3 \times 10^{18}$  Pas), 地殻およびプレートは完全弾性体と仮定した。GEONETにより地震発生後から4年間で観測された余効変動と数値計算により見積もった粘性緩和による余効変動を図-1に示す。粘性緩和による変動は、水平成分は震源域に向かう方向に4年間で最大10cm程度と推定された。一方上下成分は、震源域周辺で最大10cm程度沈降する結果が得られた。水平成分では、地震後1年程度は、観測されている余効変動量に対して粘性緩和の変動量は数%程度であり、ほとんどが余効すべりによる変動と考えられる。しかしながら、観測されている余効変動は、粘性緩和による変動に比べて急激に小さくなることから、粘性緩和の寄与は次第に大きくなり、地震発生後3年以降では、おおむね観測変動量の50%以上が粘性緩和によると考えられる。しかしながら、震源域周辺では粘性緩和による変動は沈降であり、観測された余効変動は隆起が続いていることから、地震発生後3年以降においても粘性緩和による変動のみではなく、余効すべりが地震時のすべりの深部延長で進行していることが示唆される。

### 3.2 2003年9月26日十勝沖地震の余効すべりのすべり分布の推定

地震発生後から4年間の余効すべりのすべり分布の推定結果を図-1に示す。観測された余効変動から3.1で計算した粘性緩和による変動を取り除き、余効すべりのすべり分布を推定した結果、地震発生後1年程度を見る限りでは、粘性緩和による変動を取り除いた場合と取り除かない場合とで、余効すべりのすべり分布の違いはそれほど顕著ではない。しかしながら、地震発生後4年間もしくは地震発生後2～3年以降で見ると、粘性緩和による変動を取り除くことで、余効すべりが、地震時の

震源域を取り囲むように発生していることがより明瞭になった。

#### 4. 成果のまとめ

本研究では、2003年十勝沖地震（M8.0）、2004年紀伊半島南東沖の地震（M7.4）の2つの大地震に関して、余効変動メカニズムの推定を行い、以下のことが分かった。地震の規模、粘性率の値にもよるが、大地震発生後には、数年～数十年にわたって粘性緩和による変動が継続することが改めて確かめられた。そして、粘性緩和による変動を考慮するかしないかで、2003年十勝沖地震の例では余効すべりのすべり分布の推定、2004年紀伊半島南東沖の地震の例では東海スロースリップのすべり分布の推定、それぞれに違いが生じることが分かった。これらの事例から、大地震が発生した後に、当該地域の地殻変動を解釈する際には、粘性緩和による変動を考慮しなければ、誤った解釈をしてしまう恐れがあることが分かった。

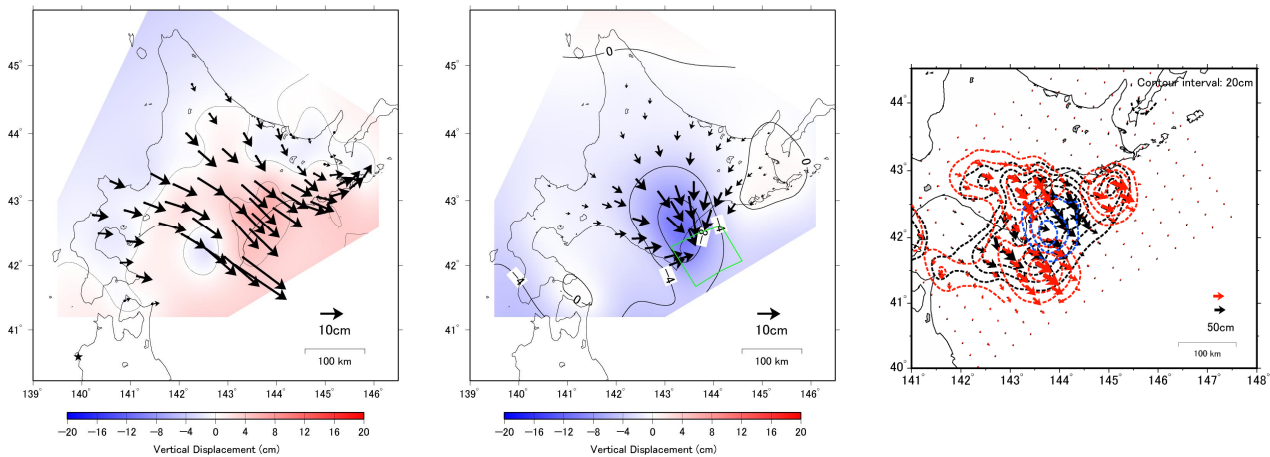


図-1 (左図) 地震発生後から4年間の観測された余効変動。(中図) 推定された粘性緩和による変動。緑色の矩形領域は、地震時の断層の地表への投影面。(右図) 地震発生後から4年間の推定した余効すべり分布。青点線は地震時のすべり分布。黒点線および黒矢印は、観測された余効変動から推定したすべり分布。赤点線および赤矢印は、観測された余効変動から粘性緩和による変動を取り除いたデータから推定したすべり分布。

#### 参考文献

- 奥田洋司, 中島研吾 (2004): 並列有限要素解析 [I] クラスタコンピューティング, 培風館, 205pp.
- Hashimoto, C., K. Fukui, M. Matsuura (2004): 3-D modeling of plate interfaces and numerical simulation of long-term crustal deformation in and around Japan, *Pure appl. Geophys.*, 161, 2053-2067.
- Melosh, H. J., A. Raefsky (1981): A simple and efficient method for introducing faults in to finite element computations, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 1391-1400.