

GPS データから推定された東北地方のプレート間カップリングの時空間変化 (2)

Spatio-temporal evolution of inter-plate coupling during 2002-2007 beneath Tohoku district estimated from GPS data

飯沼 卓史 [1]; 三浦 哲 [1]; 内田 直希 [1]; 海野 徳仁 [1]

Takeshi Inuma[1]; Satoshi Miura[1]; Naoki Uchida[1]; Norihito Umino[1]

[1] 東北大・理・予知セ

[1] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.

1. はじめに

東北地方では、日本海溝から太平洋プレートが約 8~9cm/yr の速度で沈み込んでいることに伴い、陸側のプレートと固着している領域を震源域として、いわゆる海溝型の大地震が繰り返し発生している。特に宮城県沖では M7.5 クラスの宮城県沖地震が約 37 年周期で発生しており、次の大地震発生が間近に迫っているとされているが、2005 年 8 月 16 日に宮城県沖を震源とする M7.2 の地震が、想定されている宮城県沖地震の震源域の一部を破壊する形で発生した。余効滑りの解析から、想定震源域の残りの部分は依然固着していることが示唆されている一方、その後の固着状態の正確な推定のためには、周辺の領域での変動（たとえば、岩手沖での固着の強化の影響を取り除く必要があることも示された）。

そこで、東北地方のプレート境界における固着域の分布及びその強度がどのような変化をしていたかを把握するため、2002 年から 2006 年までに得られた GPS データを解析して得られた変位時系列に基づいて、地表での各期間の変位速度場求め、これを用いてプレート間カップリングの空間分布を逆解析により推定した結果を日本地震学会 2007 年秋季大会で発表したが、その際用いた解析手法にいくつかの不備があることがその後判明した。特に、非負の拘束条件を用いたため ABIC の計算過程に錯誤があり、固着率分布の空間的な滑らかさの重みづけが不当であった (Fukuda and Johnson, 2008, BSSA)。本研究では、この点も含め種々の拘束条件の扱い方を再考して逆解析手法を再構築し、期間を 2007 年まで延長して再解析を行なったのでその結果を紹介する。

2. データおよび解析手法

東北大学及び国土地理院によって設置された GPS 連続観測点によって得られたデータを GIPSY-OASISII ソフトウェアを用いて解析し、各観測点での変位の時系列データを得た。

得られた時系列データに対し、ある期間のトレンド、年周・半年周変動成分、また周辺で発生した地震及びアンテナ交換等のメンテナンスに伴うステップを組み込んだフィッティングを、固定点を含む全観測点に対して最小二乗法を用いて同時に行い、期間ごとの変位速度場を得た。トレンドを推定する期間は、2002 年から 2007 年までの 6 年まるごと、1 年ごと (2005 年は 8 月 16 日を境に分割)、2005 年 8 月 16 日以前と以後というように変えて、解析を試みた。各期間で得られた変位速度場を用いてバックスリップ分布を逆解析によって推定した。

Fukuda and Johnson (2008) が指摘しているように、非負の拘束条件を用いた場合、従来良く使われていた Yabuki and Matsu'ura (1992) にある ABIC の計算式は正しくない。一方で、非負の条件を用いないとフォワードスリップが推定されてしまい、地球物理的な要請と符合しない。また、空間的スムージングに関して、一般的な差分法を用いて空間変化の二階微分を断層面上で足し合わせるだけでは、その際用いられる作用素行列がランク落ちしてしまい、そのままではガウス型確率密度関数の分散・共分散行列として使えないため、境界条件も同時に表現するようにするなどの工夫が求められる (福田, 2008, 私信)。前者に関しては、先験的確率密度関数を、モデルパラメータの正值領域に期待値を持つように設計することで、負値が解となりにくくすることができる。後者に関しては、境界でカップリングが 0 になるという拘束条件を、分布の空間的滑らかさという拘束条件と同時に作用素行列に組み込めばよいが、その際二つの条件の重みを客観的に決定する必要があると思われる。そこで、本研究では、i) 空間的スムージング、ii) 境界条件、iii) 初期値へのダンピングの三つの拘束条件を用い、これらの重み付けを ABIC を用いて決定することとした。

3. 結果

概ね 2007 年の地震学会で報告したものと同様の結果を得た。1994 年の三陸はるか沖地震の震源域はすでに固着していること、低角逆断層型地震及び小繰り返し地震の西限を固着の強い領域が越えないことが見て取れる。また、2004 年以降茨城県沖での固着がやや強まっている様子が見え、小繰り返し地震から推定される準静的滑りレートの変化と調和的である。また、Suwa et al. (2006, JGR) による解析でも見られた深部でのやや弱い固着は、2005 年の宮城県沖の地震以前には見られているのに対し、地震以後ではそれがなくなっていることが再度確認された。