

粘弾性応答関数を用いた地殻変動データのインバージョン解析～その2：先験的拘束条件の選択と解の関係

Geodetic data inversion for interplate slip motion with viscoelastic response functions (2)

深畑 幸俊[1], 松浦 充宏[2]

Yukitoshi Fukahata[1], Mitsuhiro Matsu'ura[2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・理・地球惑星科学

[1] Dept. Earth and Planet. Physics, Univ. Tokyo, [2] Dept. of Earth & Planetary Science, Univ. of Tokyo

沈み込み帯では、プレート境界面上での突発的もしくは連続的な滑り運動によって様々な地殻変動が生じる。逆に言えば、地殻変動データを解析することにより、プレート境界面上での滑りの時空間分布を推定することができる。その推定を精度良く行うことができれば、プレート境界面上のどこでどれ程の滑り遅れが生じているかが明らかとなり、プレート境界型大地震の時期や規模を予測する重要な手掛かりとなる。

従来、プレート境界面上での滑りと地殻変動とを結び付けるものとして、地球を半無限一様な弾性体と仮定して得られる弾性応答関数を用いられてきた。けれども、数年以上のタイムスケールを問題とする場合には、アセノスフェアの粘弾性的効果を見捨てることはできない。我々は、三年前の合同大会（西谷他、1998）で、四国地域の最近約 100 年間の水準測量データのインバージョン解析を例に取り、弾性応答関数の代わりに粘弾性応答関数を用いるべきことを示した。

そのインバージョン解析では、プレート境界面上での滑りが南海道地震時を除き時間的・空間的に滑らかに変化するという先験的拘束条件を課し、観測データからの情報をベイズの規則により合体させることで、観測データ・時間的滑らかさ・空間的滑らかさのそれぞれの分散を超パラメタとして含むベイズ型モデルを構築した。超パラメタの最適値の選択は、ABIC (Akaike's Bayesian Information Criterion) 最小の原理に基づいて行われる。3つの超パラメタのうち、一つは解析的に求まるので、問題となるのは残りの二つである。この二つはABICを数値的に計算することにより求められるが、三年前の解析では式の一部に誤りがあり、一方の超パラメタを固定しない限りABIC最小が求まらない構造になっていた。本研究ではまずその部分を改良し、ABIC最小の規準により、二つの超パラメタの値が同時に定まるようにした。

また本研究の結果、以下のことが明らかとなった。時間的な変動場を表す基底関数としては滑らかさを確保するために一次のスプライン関数を用いた（高次のスプラインでも以下の議論は全く同様）。しかし、スプライン関数だけで時間変動場を記述して解析すると、南海道地震時の急激な滑りが表せないために解析が不安定となる。そこで基底関数として、新たにデルタ関数的なものが一つ必要となる。次に問題となるのは、そのデルタ関数的なものの時間幅をどのように定めるかということである。デルタ関数の定義通り時間幅を無限小とすると、地震時の滑り速度が無限大となるため、地震時の空間変動場を滑らかにするという拘束条件も無限大に発散し、解析がうまくいかない。そこで、何らかの時間幅を与えなければならない。しかし、その与えた時間幅のベイズモデルに対する影響は、観測データと拘束条件とで時間幅に比例して変化するため、同じABIC最小の規準で解析しても、与えた時間幅によって得られる結果は大きく異なったものとなる。具体的には、地震時の大きな変動の後、深さに拘わらずプレート運動速度で様に滑り続けるものや、地震時に滑った所がさらに滑り続けるものなどかなり広い解空間を有している。これは根本的には、観測データが時間的・空間的に十分ではないことと、地表の地殻変動を地下の運動に変換する際の非一意性に原因がある。そこで我々は、新たに地震一周期完了後の平均滑り速度はプレート運動速度程度になるべきである、という条件から上述の時間幅を選択することにより、プレート境界面上での滑りの時空間分布を得ることに成功した。その結果、中間的な深さ ($10 \text{ km} < d < 40 \text{ km}$) の領域では地震時に約 4 m 滑り地震間はほぼ完全に固着している一方、浅部 ($10 \text{ km} > d$) や深部 ($d > 40 \text{ km}$) 領域では地震一周期を通じてほぼ一定の速度で滑っているというパターンが得られた。