Back-slip 解析への疑問（その３）

Question to the Back-slip Analysis

松村 正三 [1]; 岡田 義光 [1]
Shozo Matsumura[1]; Yoshimitsu Okada[1]

[1] 防災科研
[1] NIED

筆者らは、2005 年秋（日本地震学会）、および、2006 年春（日本地球惑星科学連合大会）に、表記タイトルでの講演を重ねてきた。その目的は、Savage によって提案されたディスロケーションモデルに基づく地殻変動データのインバージョン解析手法（いわゆる back-slip 解析）における問題点を明確にすることである。

Savage のオリジナル論文 (1983) では、沈み込み帯におけるプレート間の固着域はトラフ軸に接するまで延ばされており、アップディップ部がどこまで固着しているか、あるいは、そもそも固着しているのかいないのか、といった問題は、当面の議論の対象から免れていた。ところが、近年のＧＰＳ観測技術の進歩、とりわけ、海底地殻変動観測の実用化により、アップディップ部における back-slip 解析適用の妥当性を検討することは、避けては通れない問題と化した。ここでは、Nature 誌に登場した Gagnon ら (2005) の報告に注目し、back-slip 問題との関連を議論する。

Gagnon らは、ペルー沖合いに設置した音響測距併用ＧＰＳのデータを使って、ナスカプレート（下盤）の沈み込みに伴う南アメリカプレート（上盤）の変形を観測し、その水平変位分布から、両プレートの固着域が少なくとも深さ 2km の浅部まで迫っているとの結果を得た。我々は、当初、自由表面で上面を区切られたアップディップ部の地殻プリズムは、仮にそれが下盤プレートと固着していないとしても、沈み込みとともに下側の固着部に引きずられるため一見すると固着しているかに見え、それ故、非常に浅い部分まで固着しているという解析結果は、back-slip 解析の問題に起因する偽の結論ではないか、という疑いを持った。しかし実際のところ、Gagnon らは back-slip 解析を使っていない。Back-slip 解析の特徴のひとつは、ディスロケーションに対する解析的グリーン函数を使うことで観測値のインバージョン解析を可能としたことであるが、Gagnon らの解析はフォワード解析である。具体的な変位の評価手法は、この論文だけからでは明らかにならないが、おそらく、アップディップ側とダウンディップ側に切れ込みが入った弾性体を水平に押すとどう変形するかを解析的に解き、その結果と観測値を照合することで、アップディップ部の下限を見積もったものであろうと推察される。

ここで重要な点は、Gagnon らが使ったモデルには、外部からの圧縮力が考慮されていることである。2005 年秋の講演で、筆者らは、back-slip 解析の問題点は、バックグラウンド歪が考慮されていないことにある、と指摘した。Back-slip 解析とは、インターサイスミック時の地表変形や歪が、プレート境界の固着域においた逆ディスロケーション（back-slip）によって形作られるとするものである。しかし実際には、back-slip 自身が形成する変形のほかに、プレートを駆動する力が上盤全体を変形する効果（バックグラウンド歪）が重なってくるはずである。バックグラウンド歪を無視した back-slip 解析の結果では、特にアップディップ部の見えかたが大きくゆがめられるおそれがある。

では、Gagnon らの結果には問題がないのだろうか？　彼らは、バックグラウンド歪をも考慮した点で、back-slip 解析の基本的な問題点をクリアしたかに見える。しかし実際は、バックグラウンド歪は、プレート駆動力の形態によって変る。Gagnon らは、駆動力としておそらく水平方向の圧縮力（リッジプッシュ）を採用した。ここに例えば、スラブプル、あるいはマントルドラッグのような沈み込み方向に傾く駆動力を想定すると、バックグラウンド歪の在り様は変ってしまう。このケースでは、上盤が沈み込み方向へ引きずられるという効果が生じ、結果的に、アップディップ部の固着範囲を推定する結果も変ることになるだろう。

以上のとおり、back-slip 解析には、バックグラウンド歪の在り様が考慮されていないという本質的な欠陥が存在する。さらにまた、バックグラウンド歪を評価するためには、そもそも沈み込み帯におけるプレート駆動力の形態がいかなるものであるかという前提条件を知っていることが必要である。