

後続波の情報を使用する新しいバックプロジェクション法 New back-projection method to use depth phases' information

中尾 篤史^{1*}, 八木 勇治¹
NAKAO, Atsushi^{1*}, YAGI, Yuji¹

¹ 筑波大学・生命環境

¹Life and Env. Sci., Univ. Tsukuba

2004年スマトラ島沖地震のイメージングに成功して以降 (Ishii et al., 2005), バックプロジェクションは巨大浅発地震にたびたび適用されるようになった。2011年東北沖地震に対しては比類なきほど多くのバックプロジェクション解析がなされ、いずれの解析結果も、震源時から90秒頃まで震源近傍で著しく高周波が放射されたのち、それが150秒頃にかけて南下する、という破壊過程を示した。しかし、震源インバージョンにより判明した30-50秒頃の海溝軸付近の浅部における大すべり (e.g. Yagi and Fukahata, 2011) に至るまでの破壊過程が明瞭に現れておらず、バックプロジェクションの結果をもとに断層上で起きたことを議論することは困難であるようにも見える。

現行の遠地実体波を用いたバックプロジェクションの一番の問題点は、観測波形の振幅を破壊の大きさとして断層面に投影する際に、P波の走時のみを用いる点である。ゆえに、震源域が浅く逆断層型地震の場合には、sP相などの振幅の大きい反射波により震源像が不鮮明になることが予想される。そこで私たちは、観測波形と理論グリーン関数の相互相関関数を計算し、それらを震源域に投影することで、波源域を特定する手法を提案する。つまり、真に地震波を放出した震源グリッドであれば、各相の走時がその点の理論走時とよく一致するので、波源がより特定でき、かつ後続波の影響を受けにくくなる、と考える。

この手法を、FDSNとGSNの全方位の88観測点に記録された2011年東北沖地震の上下動速度波形に適用した。新手法と従来の手法を同じ条件下で実行したところ、新手法では、従来の手法に比べ、時間・空間に対してより狭い範囲に波源域が求まった。後続波で深さを特定できるために、傾斜方向の分解能が高まった点と、後続波をダミーの波源域として投影されにくくなった点により震源像が改善したと考えられる。さらに、従来の手法では、エネルギーの放出関数は各ノットで10-20秒程度の遅れを伴い、かつピークが牡鹿半島寄りに移る傾向があることが明らかになった。この結果は、従来の解析では、P波のみならず、sP波も震源域に強く投影されてしまうことを示唆する。実際、相互相関関数のプロジェクト結果は、Yagi and Fukahata (2011) で得られたすべりの時間発展と調和的である。

バックプロジェクション法の利点は、モデル化に伴って膨大な未知パラメータを推定せねばならない波形インバージョンに比べ、理論がシンプルである点であり、ゆえに解析者ごとに解が異なる要因が少ない点である。しかし、他の波相が重ならない深発地震を除いては、解析者は同じようなバイアスを受けた解を求め、それをもとに議論をするという問題が生ずる。私たちの手法は、後続波の影響を利用する点で従来のバックプロジェクションより優れており、インバージョンで得られたすべりモデルの妥当性を検証するための、強力なツールとなるであろう。

キーワード: バックプロジェクション, 破壊過程, 後続波, 2011年東北地方太平洋沖地震, 相互相関

Keywords: back-projection, rupture process, depth phase, the 2011 Tohoku-Oki earthquake, cross correlation