

遠地実体波を用いた波形インヴァージョンで推定される震源過程に影響する要因の評価

Effect of various factors on the estimation of source process by the waveform inversion of teleseismic body waves

久保 久彦^{1*}, 笈 楽磨¹

Hisahiko Kubo^{1*}, Yasumaro Kakehi¹

¹ 神戸大学

¹ Kobe University

本研究では、遠地実体波を用いた波形インヴァージョンによる震源過程の推定に関して、得られる解に影響する要因を調べるために次のようなテストを行った。まず真の解として、あるすべり分布を考え、それに基づいて仮想観測点での理論波形を計算する。計算された理論波形をその観測点での観測波形として、各観測点での観測波形を用いた波形インヴァージョンを行う。解析の条件を様々に変え、そこで得られたすべり量の分布と真のすべり量の分布を比較することで、どのような要因が結果にどのように影響を与えるかを評価する。

仮想観測点は、各観測点の azimuth 間隔が 15 度になるようにして、震央距離 90 度の位置に計 24 点の観測点を想定した。観測波形には P 波到着の 10 秒前から 85 秒間の上下成分の変位波形を用いた。

震源断層面は 36km × 24km の大きさと仮定し、それを 4km × 4km のセグメントに分割した。すべり分布は 2 つの large slip area で構成した。1 つ目の large slip area はすべり量が 2.5m で、震源付近に 12km × 8km の大きさで分布させ、2 つ目の large slip area はすべり量が 2.5m で、震源から南西に約 20km の場所を中心として 12km × 12km の大きさで分布させた。この 2 つの領域以外のバックグラウンド領域のすべり量はゼロとしている。

メカニズム解は、東北日本弧の二重深発地震面の上面の down-dip compression 型のスラブ内地震を想定し、低角逆断層型と高角逆断層型の 2 つのタイプを考えた。前者のメカニズム解は走向 0 度・傾斜 20 度・すべり角 90 度とし、後者は走向 180 度・傾斜 70 度・すべり角 90 度とした。震源の深さは両方とも 70km とした。

波形インヴァージョンには multiple time window analysis を用いた。その際、非負の拘束条件を用いてすべり角を ±45 度の範囲で可変とした。また、すべりの時空間分布を滑らかにするために smoothing constraint を与えた。smoothing constraint の重みはそれぞれの場合で同じ値を与えた。first time window velocity など震源パラメータは理論波形を計算する際に用いた値と同じものを用いた。

まず、depth phase を使わずに直達波のみを用いた場合と、depth phase と直達波を両方とも用いた場合を比較することによって、depth phase が波形インヴァージョンによるすべり分布推定にどのような影響を与えるかを調べた。

その結果、depth phase を用いた場合、得られたすべり分布と真のすべり分布の差が、depth phase を用いなかった場合に比べ、小さくなった。この傾向は両方のメカニズム解のタイプの場合で見られた。このことから、波形インヴァージョンでのすべり分布推定における depth phase の寄与は大きいことが推測される。これは観測点での depth phase の到着時刻が各 subfault の深さによって異なることから、depth phase を用いることで深さ方向の分解能が上がるためであると考えられる。また、傾斜方向に隣り合う subfault 間の深さの差が小さくなり、depth phase による空間分解能が悪くなると考えられる低角逆断層の場合、高角逆断層の場合と比べて、得られたすべり分布と真のすべり分布の差が大きくなった。

次に、観測点分布が波形インヴァージョンの結果に与える影響を、破壊の directivity 効果との関係に基づいて調べた。観測点を北の方角から時計回りに azimuth で 45-135 度・135-225 度・225-315 度・315-45 度の範囲ごとに 4 つのグループに分け、グループごとに波形インヴァージョンを行い、求められたすべり分布と真のすべり分布を比較した。このとき、135-225 度の範囲が forward directivity 側に、315-45 度の範囲が backward directivity 側にあたる。

その結果、forward directivity 側の観測点グループのみを用いた結果は真のすべり分布をうまく再現できなかったのに対し、他のグループは真のすべり分布を比較的よく再現できた。この傾向は両方のメカニズム解のタイプの場合で見られた。forward directivity 側では隣り合う subfault の走時差が小さくなり、隣り合う subfault からの波を区別することが難しくなり、空間分解能が悪くなるためであると考えられる。

謝辞 遠地実体波の Green 関数の計算には Kikuchi and Kanamori (1982) のプログラムを使用しました。記してお礼申し上げます。

キーワード: 波形インヴァージョン, 遠地実体波, depth phase, directivity

Keywords: waveform inversion, teleseismic body wave, depth phase, directivity