

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の震源過程 Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

吉田 康宏^{1*}, 上野 寛², 武藤 大介², 青木 重樹¹
Yasuhiro Yoshida^{1*}, Hiroshi UENO², Daisuke Muto², Shigeki Aoki¹

¹ 気象研究所, ² 気象庁

¹MRI, ²JMA

2011年東北地方太平洋沖地震の震源過程を遠地実体波および近地強震波形を用いて解析した結果について報告する。

1. 遠地実体波を用いた震源過程解析

広帯域地震計の遠地P波部分(上下動)を用いて本地震の破壊の時空間分布を求めた。解析は菊地・金森(2003)のプログラムを用いて行った。断層面は余震分布より480×240kmに設定し、走向・傾斜については気象庁CMT解を参考にして決定した。地震波形は変位に変換した後、0.002から1.0Hzのバンドパスフィルターをかけたものを解析に用いた。最大破壊速度は残差が最小になる1.8km/sを採用した。解析の結果、地震モーメントは 4.0×10^{22} Nm(Mw9.0)、破壊継続時間は約160秒と求まった。破壊はおおまかに3段階に分かれており、各々破壊開始時間から20-40秒、40-90秒、100-160秒後に起きている。第2段階の破壊は破壊開始点から海溝寄りに広がっており、1番規模が大きく最大すべり量は30mに達した。また、第3段階の破壊は震源域より南に伝播したもので、福島県から茨城県沖に求まった。観測波形と理論波形の一致度は良い。

2. 近地強震波形を用いた震源過程解析

防災科学技術研究所のK-NETおよびKiK-net、気象庁の加速度計の波形を用いて震源過程を求めた。余震分布より断層面を設定し、断層面からの距離が100km以内にある観測点を中心に北海道、東北、関東地方にある23点を用いた。波形データは速度に変換し、0.01-0.15Hzのバンドパスフィルターをかけ、サンプリング間隔を2秒に落として解析を行った。解析はすべりの時空間分布に滑らかさを導入した線型インバージョンで行った。滑らかさはABICが最小になる値を用いた。解析の結果、地震モーメントは 3.4×10^{22} Nm(Mw9.0)、破壊継続時間は約160秒となり、遠地P波解析とほぼ同じ結果が得られた。また、破壊は3段階に分かれており、これも遠地解析と整合的な結果である。第1段階(0-40秒)は破壊開始点より破壊が進行しており、約40秒後に海溝軸に近い部分で大きな破壊が起きて第2段階に移行し、海溝沿いから深い方向に向かい逆に破壊が伝播している。約80秒後以降は破壊が福島県から茨城県沖へと伝播して、約160秒後に破壊が停止している。

3. 議論と結論

遠地P波と近地強震波形を用いた解析ではほぼ整合的な結果が得られた。しかし、第3段階の南に進行した破壊については両方で位置が異なっている。これは、第2段階の破壊によって励起された地震波の振幅が大きく、第3段階から励起された波と重なってしまい位置の決定精度が落ちているためと思われる。しかしながら、第3段階の破壊が無いと関東地方の波形に見られる鋭いピークを説明することができず、南に破壊が進行しているのは間違い無いと思われる。短周期励起源[青木・他, 2011]を近地強震波形解析の結果と比較すると、本解析で得られたすべりが大きな部分の周辺で短周期が励起されていることがわかる。100秒前後には福島・茨城県沖に移動するという南北方向の破壊の挙動も概ね一致している。本地震では海溝軸に近い部分が破壊した第2段階のモーメント解放量が大きく、すべり量が30mにも達した。同じく巨大地震の2004年スマトラ沖地震(Mw9.1)、2010年チリ地震(Mw8.8)の最大すべり量は約15mとされており[USGS, 2004, 2010]、本地震はそれよりかなり大きくなっている。破壊開始点から海溝沿いにあたる領域では破壊の継続時間が約90秒と長くなったためすべり量が大きくなったと思われる。また、この領域はGPSの結果から求めたすべり量の大きな部分[国土地理院, 2011]や、津波の逆伝搬より求めた鋭いピークが出た領域[Hayashi et al., 2011]と重なる。

謝辞

解析には防災科研のK-NET及びKiK-net、気象庁の加速度計、IRIS DMCの広帯域地震波形記録を用いた。遠地実体波の解析には菊地・金森(2003)のプログラムを用いた。

キーワード: 震源過程, 2011 年東北地方太平洋沖地震, 遠地波形, 強震波形

Keywords: source process, the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, teleseismic seismogram, strong motion seismogram