

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の高周波エネルギーを用いた振動源イメージング(暫定版) Imaging of the high-frequency energy radiation sources of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

青木 重樹^{1*}, 吉田 康宏¹, 干場 充之¹, 勝間田 明男¹
Shigeki Aoki^{1*}, Yasuhiro Yoshida¹, Mitsuyuki Hoshiba¹, Akio Katsumata¹

¹ 気象庁気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

本講演では、Source-Scanning Algorithm (SSA 法) [Kao and Shan, 2007, GJI] を利用した、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の高周波励起源のイメージング結果を報告する。SSA法は、震源域に三次元的に配置した格子上で、各観測点の規格化短周期エンベロープの振幅を各S波走時分だけ時刻を戻して足し合わせて震源域での時空間的な強度(Brightness, br)をイメージングする手法である。青木・他[(2010, 地震学会), (2011, 本大会)]は近地の強震記録を用いて、2003年十勝沖地震などに本手法を適用し、大局的な破壊の時空間分布の把握に成功している。

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震は海溝型超巨大地震で、その断層は450km × 200km程度の広がりがある[Yoshida et al., 2011, submitted to EPS]。強度を計算する格子は、この余震域をカバーする領域に水平、鉛直方向(深さ4-80km)とも4km間隔で配置した。また、本解析では、この地震に対応するため、青木・他(2010)の手法に主に二つの改良を加えた。一つは、各格子から震央距離150km(ただし観測点数が少ない場合は300kmまで順次拡大)以内の観測点のみを利用するという距離方向の重みの導入である。もう一つは、観測点分布に生じる方位角方向の偏りを緩和するための重みの導入である。

データとしては、防災科学技術研究所のK-NETおよびKiK-netの東西成分の加速度記録を利用した。各データは、積分して4-8Hzのバンドパスフィルターをかけたうえで、速度RMSエンベロープとした。エンベロープは、宮城県以北の観測点では2ピーク、茨城県以南では1ピークが顕著に現れるという特徴を持つ。

次に結果の概略を述べる。SSA法で大きい強度をとる格子は、高周波励起源になっている可能性が高い場所を示している。今回の結果は主たる高周波励起源は、以下に示す3系列以上あることを示唆している。なお、本解析は観測点分布の影響により、東西方向の分解能が低く、真の高周波励起源周辺で極大値をとるものの、東から西へ大きく移動する強度分布のゴーストが出現する傾向にある。そのため、ここでは信頼度が高い強度が極大を示す格子の時空間分布について主に紹介する。

第1系列: 極大値は破壊開始時刻から38秒後付近に牡鹿半島の北東40kmに現れる。ここからS波が放射されたと考えると、その走時は宮城県以北の観測点のエンベロープに現れる2ピークの1番目に概ね対応し、実時間の震度の分布と比較すると、東北地方の高震度分布の広がりに概ね対応している。

第2系列: 強度の極大値は2地点あり、57秒に破壊開始点の東20km付近と74秒に破壊開始点の西55kmに現れる。これらのS走時は、宮城県以北の観測点のエンベロープに現れる2ピークの2番目に概ね対応している。東北地方の南部においては、この系列の影響で高震度が観測されている地点がある。

第3系列: 強度の極大値は2地点あり、105秒に福島県南部の沖合85km付近と130秒に茨城県北部の沖合25kmに現れる。これらのS走時は、茨城県以南の観測点のエンベロープに現れる1ピークに概ね対応し、関東地方の高震度分布の広がりに概ね対応している。

次にこれらの高周波励起源と、他の解析結果を比較する。Yoshida et al. (2011) がインバージョンにより求めたモーメント解放量分布と比べると、最初の100秒間は破壊開始点周辺に主要な破壊があり、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は概ね一致している。また、Hayashi et al. (2011, submitted to EPS) が津波記録の第一波の山から推定した強い海面上昇域は、第2系列の最初の極大値のほぼ直上に位置している。また、津波記録の小さな山から推定した茨城県沖のやや強い海面上昇域は、第3系列の極大値に囲まれるように位置している。

以上のように、本報告では、少なくとも3系列以上の高周波励起が、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震に含まれていることを明らかにした。これは、この地震が、高々160秒程度の間いくつかの巨大地震が連続的に発生することで、M9.0という超巨大地震となったことを示すものかもしれない。

謝辞 本報告では、独立行政法人 防災科学技術研究所の K-NET および KiK-net のデータを利用させていただきました。記して感謝いたします。

キーワード: 2011 年東北地方太平洋沖地震, 高周波励起源, 震度分布, 震源過程解析

Keywords: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, High-frequency energy radiation sources, Distribution of the seismic intensity, Source process