

2011年 Mw9.0 東北地震に伴ったスーパーサブイベントの可能性 A hypothesis of a super subevent associated with the 2011 Mw9.0 Tohoku Earthquake

川崎 一朗^{1*}, 石井 紘¹, 浅井 康広¹
Ichiro Kawasaki^{1*}, Hiroshi Ishii¹, Yasuhiro Asai¹

¹ 東濃地震科学研究所

¹Tono Research Institute of Earthquake Science

川崎・他(2012)は、国内のほぼ800km以内の多くのGPS観測点の変位波形は、単純な箱形断層モデルによる半無限媒質の理論合成波形と大まかに合うことを示した。しかし、次の未解決の問題が残ったので、下述の解析をおこなった。なお、川崎・他(2012)の箱形モデルは、Koketsu et al. (2011)のDモデルを下敷きにしたものである。(問題点1)西日本一帯の観測点の顕著なU成分の説明できない。特に関東一帯ではU成分が卓越する。(問題点2)東濃地震科学研究所の陶史の森観測点の応力記録上の、S波主要動から20~30秒ほど遅れで到達する、パルス幅10秒~20秒の後続波(主要動よりも振幅大)が説明できない。

図1は、N90W、N125W、N145Wの3つの方向のGPS観測点の変位波形(黒)と川崎・他(2012)のモデルによる理論合成波形(赤)を、S波速度3.8km/sで補正して、震源に近い順に並べたものである。0秒がJMAが決めた発震時によるS波の到達時刻である。70秒と95秒の補助線の間、3つの方向に共通に、主破壊による理論合成波形から外れたパルス幅25秒~30秒、振幅数10cmの大きな後続SH波が走り抜けたことが分かる。3.8km/sで伝わるのでラブ波ではない。後続SH波は3つの方向で同じ時間遅れで到達しているため、後続SH波の震央は、主アスペリティ内か、極近傍である。

後続S波を主破壊面上の副アスペリティとして説明できないかどうかを最初に検討したが、低角逆断層はほとんどSH波を出さないため、副アスペリティとして解釈する余地は無いように思われる。後続SH波をもたらした副破壊は、主破壊と異なって横ずれ成分が卓越する別の断層と考える他は無い。後続SH波の符号は山形方向を境に逆転するので、副破壊のメカニズムを仮に垂直横ずれ断層とすると、走向は~N60Eか、~N150Eである。上盤内の走向N60Wの垂直横ずれ断層を出発モデルに、試行錯誤で以下の断層モデルを求めた。走向N145E、断層の傾き85°、滑りの方向15°(東西圧縮左横ずれ)、断層の下端の深さ40km、断層の長さ30km、幅20km、食い違い200m、破壊伝搬速度~2.5km/s(東北端から南西端へのユニラテラル)、ライズタイム15秒、地震モーメント 5.3×10^{21} Nm (Mw8.4)。このモデルによる理論合成波形は、後続SH波の特徴を大まかに説明し、問題点1と2は、大まかに解決されたと言える。

主断層での滑り速度は1~2m/秒で、通常の内陸型地震の滑り速度と同程度である。一方、サブイベントの滑り速度は~10m/s、応力解放は100MPaと、桁違いに大きいので、このサブイベントをスーパーサブイベントと呼びたい。

主破壊による地震動が大きい方向では、スーパーサブイベントによる地震動の分離が困難で、主破壊による地震動に埋もれており、得られたモデルの曖昧さは大きく、大幅な改訂も必要かもしれない。しかし、パルス幅25秒~30秒と数10cmの大きな振幅を同時に説明するためには、「滑り域が小さく、その割に滑り量が極めて大きい巨大地震」という特異性は変わらないと思われる。

断層面の傾きとずれの方向を決めるとき、応力記録上のパルスはほぼ10秒の後続波群と、8kmしか離れていない土岐観測点の周期ほぼ25秒の変位波形を同時に合わせることによって、GPS変位波形のみを解析するときよりも時間軸を拘束し、発進機構も拘束する。

後続SH波に付随して、房総半島と相模湾沿岸部では、周期20秒、peak-to-peak振幅40cmほどの数サイクルの繰り返し振動波形が出現する。震央により近い北茨城と銚田で小振幅のフェイズが房総半島と相模湾沿岸で共鳴して桁違いに大きな振幅になったように思われる。この共鳴は、荒川沈降帯では顕著ではない。

もう一つは、荒川沈降帯と千葉県中央部(末住吉層の分布域)で顕著な周期5秒程度の長周期地震動である。振幅は最大peak-to-peak 10cm。関東以外でも、県庁が所在する沖積平野では多くの場所で出現している。

Yue and Lay (2011)は、normal mode superpositionによって理論合成波形を作り、GPS1秒記録の解析を行ったが、観測記録に25秒のローパスフィルターを掛け、43 high signal-to-noise ratio stationsを選んでおり、その結果、後続SH波は無視されてしまっているように見える。

2011年Mw9.0東北地震は、あらっばく言えば、気象庁が決めた発震時(14時46分18秒)から40秒遅れで起こった、150kmx100kmの空間的スケール、滑り量~50mの主破壊(Mw9.0)と、さらに20秒遅れて主破壊域直下のスラブ内の30kmx20kmの規模、滑り量~200mのスーパーサブイベント(Mw8.4)の2要素から成り立っているように見える。

GPS1秒データを提供し、多くの点で協力を頂いた国土地理院の西村卓也博士に感謝します。

キーワード: 2011年東北地震, サブイベント, GPS1秒サンプリング記録, 応力連続記録, 滑り速度

Keywords: 2011 Tohoku earthquake, subevent, GPS high sampling data, Continuous stress records, dislocation velocity

SSS28-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 18:15-19:30

