

強震波形による2011年4月11日福島県浜通りの地震の震源過程と地表地震断層の比較

Estimation of the rupture process of the 2011 Fukushima-ken Hamadori earthquake using strong ground motion data

田中 美穂^{1*}, 浅野 公之¹, 岩田 知孝¹

Miho Tanaka^{1*}, Kimiyuki Asano¹, Tomotaka Iwata¹

¹ 京都大学防災研究所

¹ DPRI, Kyoto University

1. はじめに

2011年4月11日17時16分(JST)に福島県浜通りの地震(Mw6.6)が発生した。この地震は2011年東北地方太平洋沖地震による誘発地震と考えられており、CMT解は東北東-西南西方向に張力軸をもつ正断層型であった。堤・遠田(2012)など地震後の調査では井戸沢断層と湯ノ岳断層の2条の地表地震断層が確認された。この2条の地震断層の位置関係は共役ではない。気象庁による震源は井戸沢断層寄りに位置するため、湯ノ岳断層が井戸沢断層の後に破壊したと考えられる。内陸正断層型の地震で地表での変位が認められる例は稀である。本研究では井戸沢断層と湯ノ岳断層の2枚の断層面モデルを設定し、強震波形を用いてこの地震の震源過程を解析した。また、求められたすべり分布と地表での変位量分布との比較を行った。

2. データと解析手法

用いた強震波形は、防災科学技術研究所のK-NET, KiK-net, 気象庁震度計の計19観測点での加速度波形を積分して得た3成分速度波形である。解析にはこれらの波形に0.1~1.0Hzのバンドパスフィルターをかけ、10Hzでリサンプリングし、S波到達1秒前から35秒間の波形を用いた。グリーン関数の計算は、離散化波数法(Bouchon,1981)、透過・反射係数行列法(Kennett and Kerry,1979)により行った。ここで用いた速度構造モデルは、全国1次地下構造モデル(Koketsu et al.,2012)から各観測点直下の速度構造を抜き出し、観測点ごとに一次元速度構造モデルとして与えた。

設定した断層面モデルは、井戸沢断層モデル、湯ノ岳断層モデルともに一枚の平面で表した。それぞれの走向、傾斜、大きさは156°と130°, 73°と62°, 22km×14kmと16km×14kmである。走向、傾斜はFukushima et al.(2013)を参考に、大きさに関しては本震後1日間の余震分布を参考に決定した。また、それぞれの断層モデル上での破壊開始位置は、井戸沢断層は気象庁震源位置を断層面にのりようおよそ1.8km移動させた位置とし、湯ノ岳断層は深さおよそ12.3kmで断層面の北端、中央、南端の3通りで解析した。

解析手法はmultiple time window linear source inversion(Hartzell and Heaton,1983)により行った。すべり角はdip方向±45°の範囲で拘束した。2km×2kmのサブ断層サイズを用い、各サブ断層の震源時間関数は継続時間1秒のsmoothed-ramp関数6つを0.5秒間隔で配置し表現した。破壊伝播速度は、井戸沢断層の破壊開始点でのS波速度の60%(2.04km/s)を用いた。湯ノ岳断層の破壊開始時刻は、井戸沢断層での破壊開始後4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5秒の5通りの解析をした。

3. 結果

湯ノ岳断層の破壊開始は井戸沢断層の4.5秒後、破壊開始位置は北側の場合に残差が小さかった。地震モーメントは 1.0×10^{19} Nm(Mw6.6)であった。すべりの大きい領域は井戸沢断層で破壊開始点の北側の浅い領域、湯ノ岳断層では北側深い領域と北側から南側にかけてやや深い領域に見られた。最大すべり量はそれぞれ1.6m, 2.2mで、湯ノ岳断層のほうが大きかった。井戸沢断層では地表での変位量の大きい領域は断層面モデルの中央部に位置しており、求められた浅い領域のすべり量の大きい領域と対応していた。湯ノ岳断層では地表での変位量は北側から南側にかけて全体的に分布しており、求められた浅い領域のすべり量分布と対応していた。

破壊伝播速度、湯ノ岳断層の破壊時間差はともに小さいほど残差が小さいという傾向があり、今後パラメータの範囲を広くとり、解析を行う。また、湯ノ岳断層の破壊開始位置の深さについても考察する。

4. 謝辞

本研究には防災科学技術研究所のK-NET, KiK-net観測点のデータ、気象庁の震度計のデータを使用させていただきました。記して感謝申し上げます。

キーワード: 2011年福島県浜通りの地震, 井戸沢断層, 湯ノ岳断層, 震源過程, 強震波形

Keywords: the 2011 Fukushima-ken Hamadori earthquake, the Itozawa fault, the Yunodake fault, source process, strong motion data