

Source process of the 2019 off Yamagata earthquake derived from strong motion data

*Hisahiko Kubo¹, Wataru Suzuki¹, Shin Aoi¹, Haruko Sekiguchi²

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1. はじめに

本研究では、2019年6月18日22時22分に山形県沖で発生した地震（M 6.7、気象庁）を対象として、強震波形記録を用いた震源過程解析を行った。

2. 記録および手法

震源過程解析手法としてマルチタイムウィンドウ線型波形インバージョン法（Olson and Apsel 1982; Hartzell and Heaton 1983）に基づく手法を用いた。

余震分布とF-netのモーメントテンソル逆解析の結果から、走向23度・傾斜36度で、22 km（走向方向）×14 km（傾斜方向）の大きさを持つ、南東傾斜の断層面を設定した。その際、破壊開始点は気象庁震源の位置（深さ14km）に設定した。この断層面は2 km×2 kmの小断層を用いて離散化した。各小断層でのすべり時間関数は、0.8秒幅のスムーズランプ関数を0.4秒ずらして、9個並べることによって表現した。第一タイムウィンドウのトリガー速度は、残差の合い具合から、3.0 km/sとした。

記録には、K-NET・KiK-net・F-netの計15観測点での、S波到達1秒前から15秒間の速度波形記録（周期1.0–10秒、5 Hzサンプリング）を用いた。

Green関数は、一次元地下構造モデルを仮定し、離散化波数積分法（Bouchon 1981）と反射・透過係数行列法（Kennett and Kerry 1979）により点震源の波形を計算した。地下構造モデルは、藤原・他（2009）による三次元地下構造モデルにおける観測点直下の情報を用いて、観測点ごとに設定した。KiK-net観測点については速度検層の情報も利用した。また、Green関数の計算時に25個の点震源（走向方向、傾斜方向それぞれ5列）を小断層内に分布させることによって小断層内部の破壊伝播の効果を付加した。

各小断層の各タイムウィンドウでのすべり量は、観測波形と合成波形の差を最小とするように、最小二乗法を用いて求めた。不等式拘束条件をつけた最小二乗法（Lawson and Hanson 1974）を用いて、各小断層でのすべり方向の変化を、中心すべり角の±45度以内に収めた。中心すべり角は、F-netメカニズム解のすべり角を参照して、86度とした。また時空間的に近接するすべりを平滑化する拘束条件（Sekiguchi et al. 2000）を付加した。平滑化の強さは赤池ベイズ情報量基準（Akaike 1980）に基づいて決定した。

3. 結果

解析の結果、震源よりup-dip側に大きなすべりの領域（最大すべり量1.0m）が存在する震源モデルが推定された。断層面全体での地震モーメントは 4.7×10^{18} Nm（Mw 6.4）である。地震発生直後は顕著なすべりを伴った破壊は見られず、地震発生から1.5-4.5秒後に大すべり領域において主たる破壊が生じていたことも分かった。この地震では震源のup-dip側において活発な余震活動が発生しており、その領域は上記の大すべり領域とオーバーラップする。