

## 稠密観測データから得られた余震のメカニズム解による2008年岩手・宮城内陸地震震源域の応力場と摩擦係数の空間変化

### Spatial heterogeneity of stress and friction in and around the source area of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake

吉田 圭佑<sup>1\*</sup>, 岡田 知己<sup>1</sup>, 伊藤 喜宏<sup>1</sup>, 飯沼 卓史<sup>1</sup>, 海野 徳仁<sup>1</sup>, 長谷川 昭<sup>1</sup>

Keisuke Yoshida<sup>1\*</sup>, Tomomi Okada<sup>1</sup>, Yoshihiro Ito<sup>1</sup>, Takeshi Iinuma<sup>1</sup>, Norihito Umino<sup>1</sup>, Akira Hasegawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大・理・予知セ

<sup>1</sup>RCPEV

#### 1. はじめに

2008年6月14日、岩手県南西部から宮城県北西部にかけての領域で2008年岩手・宮城内陸地震 (M7.2) が発生した。この地震のモーメントテンソル解 (F-netによる) は逆断層型で、P軸の方位はおよそ109°と西北西-東南東方向を向く。この地震は東北脊梁山地歪集中帯 (Miura et al., 2002, 2004) で発生し、本震発生以前には震源域では概ね東西方向の短縮歪が観測されていた。本震発生後、2008年岩手・宮城内陸地震合同余震観測グループによる臨時余震観測が行われ、詳細な余震分布が明らかになった。それにより得られた震源の分布は、概ね本震付近において約40°の西傾斜をしているものの、震源域中央から南部にかけては東傾斜の余震分布も見ることができる。また、火山近傍の地震波速度低速度域では余震が少ない傾向にある (Okada et al., 2009)。一方、GPS観測により得られた地震時すべり量の大きな領域は、本震から南南西方向に広がっている (Ohta et al., 2008; Iinuma et al., 2009)。また、震源域北部においては、本震により誘発された余効滑りが確認されている (Iinuma et al., 2009)。

地震は蓄積した歪・応力を解放する現象であると考えられており、それらの分布を知ることは地震発生過程を理解する上で非常に重要である。本研究では臨時観測点と定常観測点で得られた余震のP波初動極性から各々の地震のメカニズム解を求め、さらに震源域の応力場 (主応力軸方向と応力比) と摩擦係数を求めた。

#### 2. データと手法

合同余震観測グループにより震源決定された余震 (2008/6/14-9/30) のうち、P波初動極性が30観測点以上で読み取られた2760個に対して、Hasegawa et al. (1978) による一次元速度構造を仮定してメカニズム解を求めた。メカニズム解のうち、精度の良い317個を解析対象とした。得られたメカニズム解をデータとし、Ito et al. (2009) およびHardebeck and Michael (2006) の手法による応力テンソルインバージョンを行い、震源域の起震応力場の推定を行った。さらに、これらのメカニズム解と得られた応力パラメータを用いて、余震域の全域と北部で摩擦係数を一定と仮定して、摩擦係数と応力比の推定を行った (Kubo and Fukuyama, 2004)。

#### 3. メカニズム解の結果

まず、余震のメカニズム解の分類を行った。P, T, B軸の傾斜角が45°以上のメカニズム解をそれぞれ、正断層型、逆断層型、横ずれ断層型に分類すると、多くの地震 (226個) が逆断層型のメカニズム解に分類されたが、いくつかの地震 (61個) は横ずれ断層型のメカニズム解となった。得られたP軸方位は、概ね東西ないし西北西-東南東を向く傾向にあるが、本震によるすべり

量の大きい震源域中央部では西北西-東南東のものが多い。

#### 4. 応力テンソルインバージョンによる主応力軸の空間変化

これらのメカニズム解を用い、応力テンソルインバージョンを行った。得られた最大主応力軸は、余震域全体で西北西-東南東方向となった。この方向はGPSによって求められた水平主歪の方向(Miura et al., 2002)、および、本震のモーメントテンソル解のP軸方位と概ね一致する。また、余震域を分割し隣接する領域間にダンピングを掛けた応力テンソルインバージョン(Hardebeck and Michael, 2006)を行った。その結果からは、最大主応力軸が西北西-東南東方向を向く傾向は、地震時すべり量の大きな地域(Inuma et al., 2009)に、より顕著に現れているように見える。さらに、大きな地震時すべりの及んでいない余震域の端の領域では(北端・南端)では最大主応力軸が西南西-東北東向きで、他の領域とはやや異なる結果が得られた。

#### 5. 摩擦係数および応力比の推定

Kubo and Fukuyama (2004)にならい、領域内に発生する地震に対する摩擦係数が一定であることを仮定し、小領域で得られたメカニズム解と応力パラメータを用い摩擦係数および応力比の推定を行った。ここでの応力比 $R'$ とは $(\sigma_1 - P(\text{pore pressure})) / (\sigma_3 - P)$ と定義する(Sibson, 1994)。得られた結果は全域で $\mu = 0.4 - 0.65$ 、 $R'$ は3.0-7.0の範囲となる。この結果は、摩擦係数は平均的な値をとるのに対し、 $R'$ は大きく、pore pressureが比較的大きな値を取ることを示しており、今回の地震の発生に大きなpore pressureが関わったとする解釈(cf. Sibson, 2009, Okada et al., 2009)を支持する。一方、余効滑りが発生し、余震活動の活発であった北部については、この領域のみの推定を行うことができた。その結果 $\mu = 0.05 - 0.3$ 、 $R'$ は1.2-3.5となった。この値からは摩擦係数は比較的小さい値を示すと考えられる。震源域の北部は本震のすべりにより、余効滑りが誘発された地域であり(Inuma et al., 2009)、小さな摩擦係数をその原因として考えることができるかもしれない。

キーワード:メカニズム解,摩擦係数,応力テンソルインバージョン,内陸地震,  
2008年岩手・宮城内陸地震,東北日本

Keywords: focal mechanism, friction, stress tensor inversion, inland earthquake,  
2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, northeast Japan