

2011年東北地方太平洋沖地震の震源域における正しい応力場の推定 応力インバージョンにおけるデータセット抽出基準の重要性 Proper estimation of stress fields in the source region of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake

今西 和俊^{1*}, 桑原 保人¹
IMANISHI, Kazutoshi^{1*}, KUWAHARA, Yasuto¹

¹ 産業技術総合研究所

¹ Geological Survey of Japan, AIST

2011年東北地方太平洋沖地震では海溝軸付近で数10mを超えるすべりが起こったことが様々な観測データから明らかになってきた。これだけ大きなすべりを起こす歪が蓄積されていたとすると周辺の応力場に顕著な空間変化が存在していたことが期待される。本研究では使用するデータセットを適切に選ぶことで、このような応力場の空間変化が検出できることを報告する。

応力テンソルインバージョンにより応力場を推定する場合、含まれるメカニズム解にはある程度のばらつきがあることが必要とされる。Hardebeck and Hauksson (2001) の数値実験によると、データセットのほとんどがある断層面に沿った類似のメカニズム解であった場合、真の応力場がどうであれ、最大主応力軸が断層面に対して約45度の角度を持つ結果が推定されてしまうことが示されている。本研究で対象とする東北地方太平洋沖ではプレート境界面で発生する低角逆断層型地震が多いことから、使用するデータセットに注意を払わないと誤った結果が推定されてしまうことになる。

我々はこの問題点を解決するため、Frohlich (1992) による断層タイプの分類、Kagan angle (Kagan, 1991)、震源の深さの情報を用い、プレート境界面で発生している地震 (On-fault 地震) とそれ以外の地震 (Off-fault 地震) に分類することを試みた。具体的には、(1) Frohlich (1992) による断層タイプが逆断層型、(2) 低角逆断層型地震 (走向 195°、傾斜角 15°、すべり角 90°) との間の Kagan angle が 35 度以下、(3) 震源がプレート境界面から ±10km の間に存在、という3つの条件をすべて満たした地震を On-fault 地震、それ以外を Off-fault 地震と定義した。この分類を 1997年2月から 2011年東北地方太平洋沖地震が発生する直前までの防災科学技術研究所の F-net モーメントテンソル解に適用したところ、およそ半数が On-fault 地震と認定された。On-fault 地震のメカニズム解の走向と傾斜角はプレート境界面の形状とも調和的であり、上記の条件がうまく機能したことが伺える。Off-fault 地震は様々なメカニズム解から構成されており、正断層タイプの地震も多く含まれる。

次に対象地域をいくつかの領域に分割し、それぞれの領域に含まれる Off-fault 地震を用いて応力テンソルインバージョン (Michael, 1984) を実施した。2011年東北地方太平洋沖地震で大きなすべりを生じた領域においては、最大主応力軸はほぼ水平面内に作用していたことがわかった。最大主応力軸の推定誤差を考慮すると、プレート境界面に対して 10~40°ほどの角度を持って作用している。一方、それ以外の領域では最大主応力軸がプレート境界面に対して高角に作用していたことがわかった。特に茨城県沖ではほぼ直交している。このように、大きなすべりを生じた領域にはある程度のせん断応力が掛かっていたのに対し、それ以外の領域ではせん断応力が非常に小さかったことが明らかになった。また、比較のために On-fault 地震を使って同様の解析を行ってみたところ、どの領域においてもプレート境界面に対して最大主応力軸が約 45 度で作用するという結果が推定された。これは Hardebeck and Hauksson (2001) の数値実験が示しているように、データセットが適切でないことに起因した誤った応力場であると言える。

なお、発表においては、主応力軸の空間変化が生じる要因、本震発生後の応力場との関係についても報告する予定である。

謝辞：防災科学技術研究所の F-net モーメントテンソル解を利用させていただきました。

引用文献：

Frohlich, C. (1992), Triangle diagrams: ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanism, *Phys. Earth Planet. Interiors.*, 75, 193-198.

Hardebeck, J. L., and E. Hauksson (2001), Crustal stress field in southern California and its implications for fault mechanics, *J. Geophys. Res.*, 106, 21,859-21,882, doi:10.1029/2001JB000292.

Kagan, Y. Y. (1991), 3-D rotation of double-couple earthquake sources, *Geophys. J. Int.*, 106, 709-716.

Michael, A. J. (1984), Determination of stress from slip data: faults and folds, *J. Geophys. Res.*, 89 (B13), 11,517-11,526.

キーワード: 応力テンソルインバージョン, 2011年東北地方太平洋沖地震, データセット抽出基準

Keywords: stress tensor inversion, 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake, data-set selection criteria