

Spatiotemporal distribution of aftershocks of the 2019 M6.7 Yamagata-ki earthquake

*Keisuke Yoshida¹, Satoshi Hirahara¹, Takashi Nakayama¹, Naoki Uchida¹, Tomomi Okada¹, Toru Matsuzawa¹

1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Tohoku University

東北日本では2011年東北沖地震の発生により東西圧縮応力が減少したにも拘わらず、多数の誘発地震活動が生じた。それらの余震活動の多くは特異な共通点を持つ次の2つに大別することができる (Yoshida et al., 2018): (1) 東西圧縮とは顕著に異なるメカニズム解を持つ活動。それらのメカニズム解の主方向は、2011年東北沖地震時の応力変化の主方向とよく一致する。例えば、秋田県中南部や、福島-茨城県境で生じた地震活動。(2) 東西圧縮と調和的なメカニズム解を持ち、震源が深部から浅部へと migrationする群発地震活動。例えば、山形-福島県境や仙台大倉、山形月山周辺で生じた群発地震活動。Yoshida et al. (2018) は、(1)のタイプの誘発地震活動が応力の空間不均質に起因する局所的な応力増加を主要因とし、(2)のタイプの誘発地震活動は地震後の流体圧増加に伴う強度低下を主要因とすると考えることにより、その多くの特徴を理解できることを示した。

2019年山形沖で発生した M6.7の地震は、およそ東西方向に P軸を持つ逆断層型のメカニズム解を持つ。この地震が、前述した (2)のタイプに属するのか、あるいは異なる要因により引き起こされたのかは自明ではない。本研究では、2019年山形沖の M6.7の地震の発生機構について理解の深める目的で、余震の詳細な震源分布を調べているので、その結果について報告する。

震源の再決定は、波形相関により得られた時間差データを、一元化震源記載のP, S波到達時刻データに加えて Double-Difference法 (Waldhauser & Ellsworth, 2002)を適用することにより行った。最初に、震央距離 3 km以内の地震間で、カタログ記載あるいは計算したP波とS波到達時刻の0.1s前から始まるそれぞれ 2.5s, 4.0sの長さのwindowを用いて、相互相関関数を計算し、それが最大になる時の値と時間差を求めた。読み取り誤差の影響を取り除くために、イタレーションの後半では、波形相関により得られた時間差データに高い重みを掛けて震源位置を推定した。イタレーションの過程で、波形相関により得られた走時差残差は 120msecから20 msec程度まで減少した。

震源再決定の結果 (図1)、震源の分布は、cloud状から数枚のsharpな面状構造へと大きく変化した。主要な面構造は東傾斜であるものの、南部には西傾斜するものも見られる。本震震源は、東傾斜する面構造の下端周辺に位置する。その周囲には余震の空白域が見られ、本震時の大すべり域を反映しているかもしれない。そのサイズは、応力降下量 3MPaを仮定した際に予想される断層サイズに比べて非常に小さい。

本震直後の余震からは、時間とともに移動していく傾向が見られ、余効すべりや間隙水圧の拡散を反映している可能性が挙げられる。震源の移動は深さ方向に最も顕著であり、(2)のタイプに見られる特徴と類似する。このことは、今回の地震が、深部からの流体移動による断層強度低下により発生したことを示唆するのかもしれない。東北沖地震後の粘弾性緩和の影響 (Hu et al., 2016)や深部でのクリープに伴う応力増加による影響 (Meneses-Gutierrez & Sagiya, 2016)、今回の地震が1964年新潟県沖地震の余震であるなどの可能性も含めより詳細に検討する必要があるだろう。

