

Onshore temporal aftershock observation for the 2019 Yamagata-Oki earthquake

*Tomomi Okada¹, Shin'ichi Sakai², Keisuke Yoshida¹, Naoki Uchida¹, Takashi Nakayama¹, Satoshi Hirahara¹, Toru Matsuzawa¹, Ryota Hino¹, Masanao Shinohara², Richard Sibson³

1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. University of Otago

1. はじめに

2019年6月18日22時22分に、山形県沖においてM6.7の地震が発生した。本震のメカニズム解（気象庁および防災科研）は、P軸が東南東-西北西方向を向く逆断層型の解であり、東傾斜の節面の傾斜は約30°、西傾斜の節面の傾斜は約60°である。

この地震の余震分布を得る際には震源域近傍での高密度観測を行なうと共に3次元速度構造を用いることで精度を上げることができると期待される。また、震源域周辺の地震波速度構造は、この地震の発生機構を知る上で重要な情報となる。東北大学と東大地震研究所は本震発生後震源域近傍において臨時地震観測を行った。本研究では、臨時地震観測データを用いて得られた余震分布や地震波速度構造について報告する。

2. データ・方法

陸上の臨時地震観測は本震発生後約2日後から開始した。観測はオンライン観測点（東大地震研：4点、東北大：2点）とオフライン観測点（東北大：3点）から構成され、およそ余震域に沿った海岸線沿いに設置した。得られた波形データを定常観測によるデータと合わせて解析に用いた。震源決定は、Okada et al. (2015)の地震波速度構造を初期構造とし、Double-Differenceトモグラフィ法により行なった。

3. 結果

定常観測点を用いた余震の震源決定（吉田・他、本学会）同様、余震分布は主に東にゆるやかに傾斜した分布として得られた。従って、本震のメカニズム解の2つの節面のうち、東に傾斜した節面が断層面に対応すると考えられる。本震は東に傾斜した余震の並びに最深部に位置している。この東に傾斜した余震分布の浅部延長は栗島隆起帯の西端付近に対応するように見える。一方、震源域（余震域）南部では、余震分布はやや複雑であり、西にやや高角で傾斜していると見られる余震分布も得られた。この西傾斜の余震の並びは、本震のメカニズム解の2つの節面のうち、西に傾斜した節面に対応していると考えられる。

4. 議論

2011年東北沖地震発生後に東北地方などのいくつかの領域で東北沖地震により誘発されたと考えられる地震が発生している（Okada et al., 2011, 2015, Yoshida et al., 2018 など）。それらの地震に対するクーロン応力変化は正であり、東北沖地震による応力変化の正の影響を受けていると考えられる。一方、山形県沖地震の2つの節面での東北沖地震によるクーロン応力変化はどちらも負であった。Uchida et al. (2018) は、今回の地震の震源域を含む領域において東北沖地震後の地震活動の低下を指摘しており、山形県沖地震に対する負のクーロン応力変化と整合しているように考えられる。ただし、東北沖地震の地震後変動や南に隣接する1964年新潟地震の影響も考慮する必要がある。一方、2011年東北沖地震発生後の誘発地震群については、震源域の時間拡大などから間隙流体圧の上昇も原因として考えられている。既往研究および本研究による地震波速度トモグラフィの結果から山形県沖地震の震源域の深部において低Vp・低Vs・高Vp/Vsの領域が確認できる

ことから、山形県沖地震の発生原因として流体の関与も考えられる。

On June 22 (JST), a M6.7 earthquake occurred off Yamagata Prefecture in NE Japan. This Yamagata-Oki earthquake is located within the East Margin of the Japan Sea (EMJS) strain/deformation concentration zone.

To obtain more reliable aftershock distribution of the 2019 Yamagata-Oki earthquake, we deployed temporal seismic stations. It began about two days after the earthquake. We used the double-difference tomography method (Zhang and Thurber, 2003, 2006) for relocation. Initial velocity structure is from Okada et al. (2015).

We can see major eastward-dipping alignment with a dip angle of 30 degrees. In southern area of aftershock area, aftershock distribution seems to be complex and we can see westward-dipping alignment with a dip angle of about 60 degrees.

Focal mechanism of the 2009 Yamagata-Oki earthquake is reverse-type with P-axis oriented NNW-SSE (e.g., F-net, NIED; JMA). One of nodal planes is eastward dipping with a dip angle of about 30 degrees, and another is westward dipping with a dip angle of 60 degrees. These nodal planes of focal mechanism seem to correspond well with the aftershock distribution.