

東北地方太平洋沖地震による地殻応力変化と地震応答,活断層への影響
Changes in crustal stress, associated seismicity responses, and influences on inland active faults due to the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

遠田晋次
Shinji Toda

It is unprecedented that a broad increase in seismicity after the Tohoku-oki mainshock was observed over inland Japan at distances of up to ~400 km from the locus of high seismic slip. Here I explore the possibility that the rate changes are the product of static Coulomb stress transfer to small faults, and find that most of the regions show a positive association between calculated stress changes and the observed seismicity rate change, except several areas inland Tohoku where unusual strike-slip and normal faulting events were triggered. I then evaluate the effects of the Tohoku event on the major structures and find that the large sections of the Japan trench megathrust, the outer trench slope normal faults, the Kanto fragment beneath Tokyo, the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, and several other major faults were brought significantly closer to failure.

東北地方太平洋沖地震に伴い、東北日本弧は東西圧縮場から顕著な東西引張場へ変わった。このような大規模な地殻変動によって、東北地方では地震発生場とメカニズムが劇的に変化した。秋田県南部、秋田沖、福島県磐梯山周辺、日光男体山・白根山周辺、長野県北部、福島県・茨城県県境付近、銚子周辺、飛騨山脈などでは地震活動が著しく上昇した。このような地震活動の変化を理解するために、本震による静的クーロン応力の変化 (Coulomb failure stress change, Δ CFS) を解いた。本震前に記録された中規模地震のメカニズム解をそれぞれの地域を代表とする断層構造とみなし、全節面に対して Δ CFS を求めた。その結果、約7割の地域で Δ CFS と地震活動度変化に関して正の相関を得た。しかしながら、 Δ CFS 負が卓越する東北地方内陸でも、点々と顕著な地震活発化域が存在することもわかった。これは、横ずれ断層型、正断層型など、本震以前には少なかったメカニズム解を持つ地震が多発しているためである。特に、福島県・茨城県県境付近では、正断層型の群発地震活動が観測されている。4月11日にはM7.0の地震がいわき市で発生し、推定活断層とされていた湯ノ岳断層と井戸沢断層に沿って、それぞれ15 kmにわたり地表に断層が出現した。

次に、東北沖地震が主要活断層およびプレート境界に及ぼす Δ CFS を計算した。その結果、東北地方の大半の活断層は負の Δ CFS となり、今回の地震によって動きが大きく抑制される。しかし、

糸魚川-静岡構造線(糸静線)など、中部地域の北西-南東方向の横ずれ断層には最大0.5 bar程度CFSが加わった。近畿地方の活断層には0.1 bar以下のごくわずかな変化量となる。プレート境界に関しては、千葉県東方沖や関東直下では数bar程度増加するが、相模トラフ沿いではわずかに減少する。駿河トラフから南海トラフにかけては、0.1 bar程度以下のごくわずかな増加に留まる。一般に、地震活動に少なからず影響を及ぼす Δ CFSの絶対量は0.1 bar程度とされており、東北地方太平洋沖地震による影響は中部地方~北海道南部まで及ぶことが予想される。

活断層の密集する中部地方で、 Δ CFS増加が最も著しいと推定されるのが牛伏寺断層である。牛伏寺断層は糸静線中部に位置し、平均活動間隔が約1000年間隔で、最新活動以降に約1200年経過し、今後30年間の大地震発生確率が14%とされている(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2010)。 Δ CFS増加に伴い、実際に牛伏寺断層周辺の微小地震活動は本震直後から増加しており、6月30日にはM5.5の被害地震が近傍で発生した。摩擦構成則と震源核形成理論を考慮した応力-地震非線形応答解析(Toda et al., 1998)を用いると、 Δ CFS 0.3 bar増加で30年確率は25%まで上昇する。なお、本震後も震源域を取り巻くプレート境界沿いで余効すべりが継続している。今後は、コサイスマミックな Δ CFS だけではなく、余効変動による Δ CFS も考慮する必要がある。