

2011年東北地方太平洋沖地震に先行した地球潮汐による地震誘発現象とその特徴 Tidal triggering of earthquakes preceding the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake

田中 佐千子^{1*}, 浅野 陽一¹TANAKA, Sachiko^{1*}, ASANO, Youichi¹¹ 防災科研¹NIED

大地震の発生に関連し、その震源域近傍で、本震発生に先立つ数年間に地球潮汐による地震誘発現象が顕著となる事例が報告されている (Tanaka et al., 2002a; Tanaka, 2010)。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.1) については、Mw 5.0以上のグローバルCMT解の解析から、本震発生直前の約10年間に、本震の震央を含む震源域北側の領域で、地球潮汐と地震発生との間に明瞭な相関が現れていたことが明らかになっている (田中, 2011)。本研究では、高感度・広帯域地震観測網を利用して高精度に推定したCMT解を用い、地震誘発現象の時空間変化とその特徴をより詳細に調査した。

用いた地震データは、防災科学技術研究所広帯域地震観測網 (F-net) の広帯域速度計及び高感度地震観測網 (Hi-net) に併設された高感度加速度計の記録を用いて得られたCMT解 (Asano et al., 2011) で、2003年6月から2011年10月までに発生したMw 4.0以上の地震2330個である。地球潮汐による応力変化は、Tanaka et al. (2002b)の方法に従い、海洋荷重の効果も含めて理論的に計算した。計算した理論地球潮汐から地震発生時刻の潮汐位相角を読み取り、Schuster (1897)の方法を用いて位相選択性の有無を検定した。この検定で得られるp値は帰無仮説「地震発生は地球潮汐の位相角によらない」を棄却する危険率を表す。

太平洋沖地震前の約8年間について、断層面上の剪断応力に対するp値の空間分布を調べた結果、いずれもp値の値は大きく、地球潮汐と地震発生との間に有意な相関は確認されなかった。しかし、マグニチュードの下限値を大きくすると、本震破壊域の北側部でp値の小さい領域が現れることが明らかになった。5%以下のp値は下限値を4.3以上とした場合に得られる。最も小さいp値 (0.19%) が確認されたのは下限値を4.8としたときで、本震の震央を取り囲む200km四方の領域 (領域A) に対応する。このとき、潮汐位相角はすべり方向の剪断応力が最大となる0度付近に集中する。領域Aについてp値の時間変化を調べた結果、本震発生に至るまで徐々に低下する傾向を示すことが明らかになった。今回調査した期間では、いずれも5%以下の値をとり、2003年以降、地球潮汐の影響は強まりながら、継続して存在していたことが示唆される。太平洋沖地震発生後の期間では、p値は50%と高い値をとり、地球潮汐の影響は消滅している。

同様の調査をプレート境界型の地震に限って行ったところ、時空間変化の特徴に明瞭な差異は確認されなかったが、太平洋沖地震前のp値は、全ての地震を用いた場合に比べて小さくなる傾向を示すことが明らかになった。プレート境界型の地震は、Asano et al. (2011)に従い、プレート境界面から深さ20km以内の逆断層型の地震で、走向195度、傾斜角13度、すべり角90度のダブルカップル解との最小回転角 (Kagan角) が35度以内のものとした。マグニチュードの下限値を4.8とした場合に領域Aで得られたp値は0.08%である。

プレート境界型の地震について、西側傾斜の節面を断層面とし、法線応力及びクーロン応力の影響も調査した。この調査では、領域Aにおいて太平洋沖地震前の期間に発生した地震に注目し、マグニチュードの下限値は4.8とした。法線応力に対するp値は1.1%で、剪断応力と比べて大きい値が得られた。また、地震は圧縮応力が最大となる位相角±180度付近に集中しており、すべりを抑制する位相角に対応する。摩擦係数を変化させながら、クーロン応力に対してp値を求めた結果、摩擦係数の値が小さいほどp値は小さく、摩擦係数0 (剪断応力のみ) の場合に最も小さいp値が得られた。この地域の地震発生において、剪断応力成分が支配的な役割を果たしていることが示唆される。

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震, 地球潮汐, 地震誘発現象, 先行現象

Keywords: the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, earth tide, earthquake triggering, precursor