

地球潮汐による地震トリガー作用の時空間変化：大地震発生との関連性

Spatio-temporal variation of tidal triggering effect related to the occurrence of large earthquakes

田中 佐千子[1], 大竹 政和[1], 佐藤 春夫[1]

Sachiko Tanaka[1], Masakazu Ohtake[2], Haruo Sato[3]

[1] 東北大・理・地球物理

[1] Geophysics, Science, Tohoku Univ., [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ., [3] Geophysics, Science, Tohoku University

<http://zisin.geophys.tohoku.ac.jp/~tanaka/index-j.html>

地球潮汐が地震発生に無視できない影響を及ぼしていることが明らかにされつつある。我々は沈み込み帯で発生する逆断層型地震に着目し、地球潮汐と地震発生の相関に見られる時空間変化の特徴を調査した。用いたデータは、1977年から2000年までに発生したモーメントマグニチュード(Mw)5.0以上、深さ70km以浅のハーバードCMT解である。これらの地震から、Flinn et al. (1974)に従って世界を50の地域に分割し、沈み込み帯にあたる12の地域で発生した逆断層型地震のみ(N=3430)を選択した。地球潮汐による応力変化は海洋潮汐モデルNAO.99b(Matsumoto et al., 2000)を用い、海洋荷重の効果を検討して理論的に計算した。CMT解の2つの節面のうち沈み込み方向に近い方を断層面とし、応力成分として断層面上の剪断応力成分、法線応力成分、クーロンの破壊関数に着目した。クーロンの破壊関数は摩擦係数(m)を0.1から1.0まで0.1刻みで変化させて解析を行った。計算した理論地球潮汐に対して地震発生時の潮汐位相角を読み取り、Schuster (1987)の方法を用いて位相選択性の有無を統計的に検定した。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によらない」を棄却する危険率を表す。

12の地域それぞれについて解析を行った結果、7つの地域で比較的小さいp値(20%以下)が得られた。これら7地域についてp値の空間分布、時間変化を詳細に調べた。応力成分はそれぞれの地域で最も小さいp値が得られた成分に着目した。その結果、特にアラスカ-アリューシャン、トンガ-ケルマデック地域で大地震発生に関連する特徴が見られることがわかった。

アラスカ-アリューシャン地域(N=358, m=0.4, p=11%)では、1986年(地震A)、1996年(地震B)にいずれもMw7.9の巨大地震が発生した。経度方向に空間ウィンドウをずらしてp値の空間分布を調べた結果、2つの地震の震央を含む約500kmの範囲でp値が顕著に減少している(p=0.72%)ことがわかった。さらにこの範囲についてp値の時間変化を調べた。1977年から地震Aの発生直前、1990年から地震Bの発生直前までの期間におけるp値はそれぞれ、0.93%、2.9%であるのに対し、地震Aの発生直後から1989年まで、地震Bの発生直後から2000年までの期間では20%、61%の値をとり、大地震発生前はp値が低く、その後高くなる傾向をもつことが明らかになった。このことは地球潮汐によってもたらされる位相選択性が大地震の発生域および発生前に集中していたことを示している。位相選択性が変化する時点を客観的に評価するために情報量基準AICを用いて検討を行った。ある時点を境にそれ以前は位相選択性があり、以後はなしとするモデルを設定し、両者を区別する時刻を移動させながらAIC値の変化を調べると、地震A、地震Bとも大地震発生時付近でAIC値が最小となった。このことは大地震発生時付近を境に地球潮汐による影響が消滅したことを示している。また、大地震発生前の潮汐位相角の頻度分布はいずれも地球潮汐が地震発生を促進する位相付近にピークをもち、p値の低下が偶然得られたものではないことを示している。

一方、トンガ-ケルマデック地域(N=649, 法線応力成分, p=17%)では1982年にMw7.5の地震が発生した。緯度方向に空間ウィンドウをずらしてp値の空間分布を調べた結果、この地震の震央付近約600kmの範囲でp値が低下している(p=0.18%)ことがわかった。さらにこの範囲内において、1977年から地震発生直前、地震発生直後から1994年までの期間に対するp値はそれぞれ3.2%、41%の値をとり、地震発生前にp値の低下が見られることが明らかになった。この範囲内では1995年以降、再びp値の低下が見られる。また、AICを用いた解析からは大地震発生以前には位相選択性が存在し、それ以後消滅することが有意であることが確認された。

大地震の発生域や発生前におけるp値の低下はメキシコ-ガテマラ、ソロモン、東北日本-カムチャッカ地域についても見られた。一方、南アメリカやスダ地域では大地震発生後にp値が低下する傾向が見られた。しかし、これらの地域では大地震発生域付近の地震数が少なく、アリューシャン-アラスカ地域やトンガ-ケルマデック地域で得られたような明瞭な特徴を抽出するには至らなかった。

沈み込み帯で発生する逆断層型地震について地球潮汐と地震発生の相関に見られる時空間変化の特徴を調べた結果、両者の相関は時間的・空間的に集中しており、その時空間変化は大地震の発生に密接に関連していることが示された。これらの結果は、トリガー作用のモニターが地下の応力状態の監視に有効であることを強く示唆している。