

深部低周波微動の発生と地球潮汐との相関

Occurrence of deep non-volcanic tremors synchronized to earth tides

中田 令子 [1]; 須田 直樹 [1]; 鶴岡 弘 [2]

Ryoko Nakata[1]; Naoki Suda[1]; Hiroshi Tsuruoka[2]

[1] 広島大・院理; [2] 東大地震研

[1] Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ.; [2] ERI, Univ. of Tokyo

西南日本において発生しているゆっくり地震 (Ide et al., 2007) の発生は、沈み込んでいるフィリピン海プレート境界の安定 不安定遷移領域における応力解放過程として統一的に解釈されている (Ito et al., 2007)。観測された深部低周波微動は、活動期において、24/12 時間周期の活動が見られ、多くの活動期では、地球潮汐と有意な相関を示している。理論地球潮汐によるフィリピン海プレート面上の CFS と、観測された微動活動とを比較すると、CFS のピークに対して、微動活動のピークが 2~3 時間先行していることがわかった。これは、CFS の増加から予想される、微動活動の活発化とは矛盾する。一方、理論地球潮汐によるフィリピン海プレート面上の剪断応力速度と、微動活動とを比較すると、剪断応力速度のピークに対して、微動活動のピークが 1~2 時間遅れていることがわかった。そこで、速度 - 状態依存摩擦構成則 (Dieterich, 1994) に基づいた地震発生率を用いて、微動活動を再現した。観測された周期的な微動の発生は、地球潮汐による周期的な応力変化と、低周波微動と同期して発生している短期的スロースリップイベントによる過渡的な応力変化とを組み合わせることで計算された地震発生率の変化によって再現できた。ここで用いた地震発生率は、速度 - 状態依存摩擦構成則に基づいており、通常地震に対して適用されているが、本研究の結果は、ゆっくり地震にも適用可能であることを示している。

本研究では、約 3ヶ月周期で微動がまとまって発生している四国東部において、2004 年から 2007 年半ばまでの 3.5 年間に、3 日以上継続して低周波微動が発生し、その震源が決定できた 13 期間について解析を行った。2006 年 11 月の活動を除いた 12 期間では、インバージョンで得られた、微動をトリガーする過渡的な応力変化 (4~5 kPa/day) は、地球潮汐による周期的な変化 (~10 kPa/day) とほぼ同じ大きさであった。A × sigma (断層の構成パラメータ × 実効法線応力) は、1.3 ± 0.1 kPa であった。この値は、群発地震や余効すべりの観測から得られている値 10~100 kPa (e.g., Toda & Stein, 2003) よりも 1~2 桁小さい値である。実験で求められている A の値は、約 0.008~0.12 の範囲である。A=0.01 とすると、本研究の結果より、法線応力は 100~200 kPa である。これは、フィリピン海プレートの深さ 30 km で推定されている圧力 (約 600 MPa) よりもはるかに小さい値であり、低周波微動の発生が、応力変化に敏感であることを示している。一方、sigma = 600 MPa とすると、A は 0.0001 になり、実験で求められているよりも小さな値を示すことになる。しかし、我々が求めたものは A と sigma の積であり、1 kPa という小さな値が、A と sigma、どちらの寄与によるのかはわからない。

2006 年 11 月の活動では、潮汐との相関があまり見られなかった。この期間は、比較的規模の大きな SSE が発生したときである。このようなときには、SSE による過渡的な応力変化が、地球潮汐による周期的な応力変化よりも支配的になるため、地球潮汐との相関が弱くなっていると考えられる。四国東部よりも規模の大きな SSE が観測されている四国西部と豊後水道において同様の解析をしたところ、地球潮汐との相関があまり有意ではなかった活動期には、短期的 SSE が発生した観測されていた。これは、地球潮汐による応力変化を打ち消すくらいの規模で SSE が発生したことを示唆しているかもしれない。A × sigma は、四国東部よりもやや大きめの値 (約 2 kPa) を示していた。従って、微動を観測することは、安定 不安定遷移領域における応力解放過程をモニタリングするうえで有効である。