

Temporal change of tidal correlation of deep low frequency tremors in Bungo Channel: Relation with LSSEs and deep VLFs

*Fuyuki Hirose¹, Akio Kobayashi¹, Kenji Maeda²

1. Meteorological Research Institute, 2. Japan Meteorological Agency

豊後水道では、長期的スロースリップイベント（LSSE）が数年間隔で繰り返し〔例えば, Kobayashi, 2017, EPS; Takagi et al., 2019, JGR〕, それに同期して深部低周波微動（LFT）・深部低周波地震（LFE）が活発化している〔Obara, 2010, JGR; Hirose et al., 2010, Science〕. 弘瀬・他〔2019, JpGU〕は、気象庁LFEの潮汐相関がLSSE前に大きくなる傾向を示し、この変化はLSSEによる応力擾乱の影響が小さくなるためと解釈した。ただし、気象庁の目視によるLFEの検知能力の時間的安定性はエンベロープ相関法で決定されたLFTに比べると低い〔Obara, 2010〕ため、人為的な影響が含まれている可能性もある。

そこで本研究では、エンベロープ相関法で検出された防災科研

LFT〔https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/tremor/auto_hypo_catalog〕の潮汐相関の時間変化についても調査した。用いたLFTは、2001年1月1日～2017年4月30日に豊後水道直下（LSSEに隣接する領域Ba〔Obara, 2010に準拠〕）で発生した1507個である。理論潮汐応答を計算する際には、位置・発生時刻・断層の情報が必要となる。LFTの位置については、震央はカタログ情報をそのまま用いたが、深さは、LFTはプレート境界で発生していると考えプレート形状〔Hirose et al., 2008, JGR〕を考慮して決めた。発生時刻については、カタログ値をそのまま用いたが、分解能は1時間である。領域Ba内で同時刻に発生したとされたLFTは39ペアあった。断層パラメータについては、LFTはプレート境界における応力解放現象の一つという解釈を前提とし、プレート形状とプレート収束方向〔DeMets et al., 2010, GJI〕を考慮してLFT毎に設定した。

LFTの震源における理論潮汐応答は、固体地球潮汐と海洋潮汐荷重効果の両方を考慮し、潮汐指標として体積歪 ΔV , 仮定した断層面上のせん断応力 $\Delta \tau$, 法線応力 $\Delta \sigma$, 及び ΔCFF （見掛けの摩擦係数は0.1, 0.4, 0.7）の6成分を解析対象とした。体積歪及び法線応力については膨張・拡張を正、収縮・圧縮を負とした。せん断応力及び ΔCFF については断層すべりを促進する方向を正、抑制する方向を負とした。潮汐位相角は、各時系列についてイベント前及び後の極小値の位相を -180° 及び 180° , 極小値間の極大値の位相を 0° とし、その間は等分割した位相と定義した。潮汐位相角に基づき、LFTと潮汐との相関度を p 値〔Schuster, 1897〕で評価した。 p 値は小さい方が高い潮汐相関度を示す。

解析の結果、LFTは $\Delta \tau$ の潮汐位相角が 0° （すべりを促進）であるときに発生しやすいことが明らかとなった。同様の結果は、気象庁LFEでもみられていた。この結果は見掛けの摩擦係数が極めて小さく、間隙水圧が極めて高いことを示唆しており、地震波速度構造から推測される流体の存在〔Hirose et al., 2008〕とも整合する。

解析期間中にLSSEは複数回発生している〔例えば, Kobayashi, 2017, EPS; Takagi et al., 2019, JGR〕. p 値はそれらLSSE時に極めて小さく（潮汐との相関が高く）なった。同様の結果は、気象庁LFEでもみられていた。しかし、LFTでは p 値がLSSE前に小さくなる傾向は認められなかった。気象庁LFEは目視による検出であるため、イベントの見落としの可能性はある。ただし、LFEはLFTの中でも継続時間が特に短く孤立的なイベントであるため、この特性の違いが、LFTとLFEの p 値の時間変化における違いの要因である可能性は否定できない。細かく見ると、LSSE期間中でも p 値が大きい（潮汐相関が低い）時期が見られ、そのタイミングでは、深部超低周波地震（dVLF）が発生している。dVLFも全期間ではLFTよりは低いながらも潮汐相関を持つが、上記期間の潮汐相関は低かった。

