

## 12-10 深部低周波微動の動的トリガリング

### Dynamic triggering of deep low-frequency tremor

宮澤理稔 (東大地震研)

Masatoshi Miyazawa (ERI, Univ. Tokyo)

#### はじめに

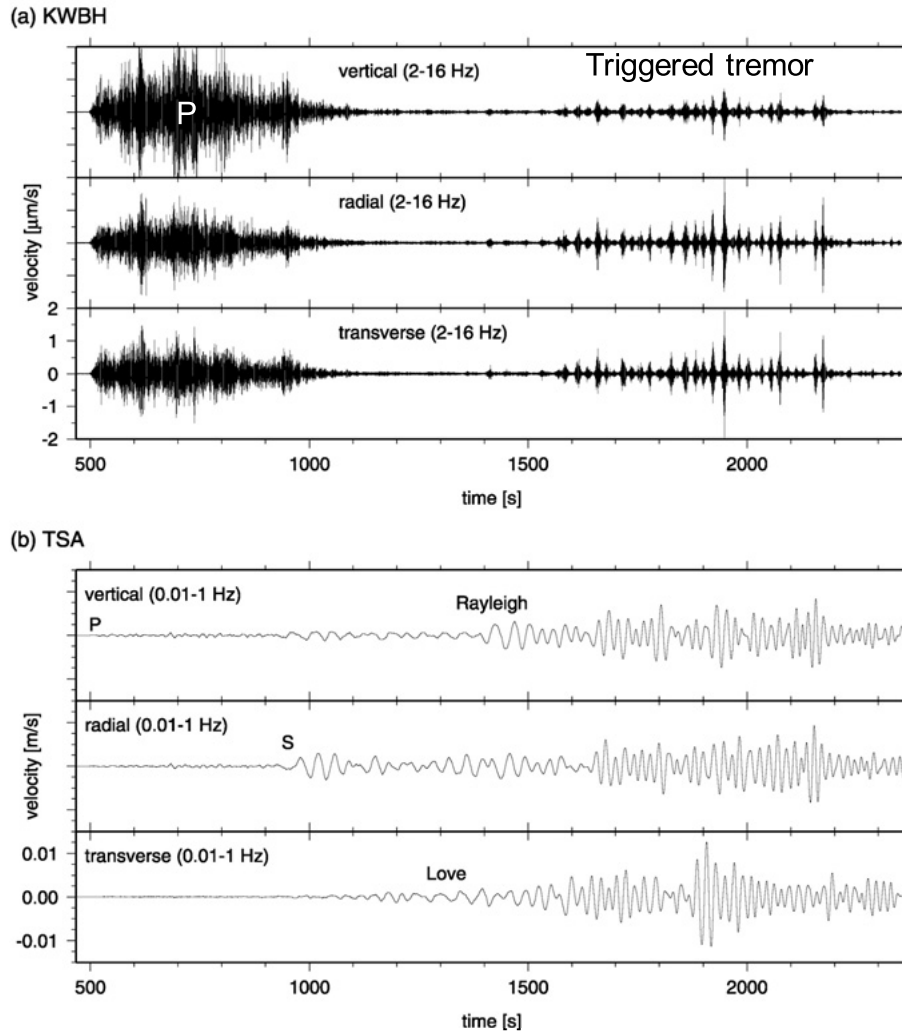
遠地で発生した巨大地震の表面波通過に伴い、深部低周波微動が活発化することがある。これは表面波伝播に伴う地下の動的なひずみ・応力変化で微動が誘発されるという現象であり、動的誘発あるいは遠地誘発と呼ばれる。特に顕著であったのは2004年スマトラ-アンダマン地震の時、震源域から約5000km以上離れた四国、紀伊半島、東海地方において、周期約15-30秒の表面波の振幅変化に調和するように微動が周期的に誘発される様子がHi-net観測網により捉えられた<sup>1)</sup>(第1図)。その他の巨大地震に伴う表面波の通過でも、同様の現象が観測されてきている。表面波による微動のトリガリングを精査すれば、これまでとは異なるアプローチで微動の発生メカニズムが解明できると期待される。

#### 動的トリガリングと微動発生のメカニズム

四国西部で観測された微動の誘発のうち、明瞭であった2003年十勝沖地震、2007年ソロモン諸島地震、2008年四川・汶川地震による場合を第2図に示す<sup>2)</sup>。顕著な誘発微動をみると、いずれの場合も表面波の入射方位角に寄らずradial成分に見えるRayleigh波との相関が高いことから、上下成分が誘発に重要な役割を果たしていることが分かる。微動は粒子運動軌跡解析からプレート境界で発生する地震と同様の剪断破壊のメカニズムを持っていると考えられているが、Love波による剪断ひずみ・応力変化より寧ろ法線ひずみ・応力変化に敏感であると考えられる。つまり微動の発生には、体積ひずみ変化の影響を受け剪断ひずみには影響されない流体が関与していることが地震学的に示唆される。この流体は沈み込むスラブからの脱水に起因していると考えられる。表面波通過に伴う微動震源域でのひずみ・応力変化を計算すると、微動は体積膨張の時に振幅が大きくなり、体積収縮時に振幅が小さくなっている(第3図)。誘発が確認されやすい周期20秒程度のRayleigh波の場合、体積膨張には鉛直方向の伸張と水平進行方向の短縮を伴っており、より長周期の等方的な膨張と異なる。ひずみ・応力と微動振幅の間には指数関数的な関係がある。すべり速度・状態依存摩擦構成則に基づいた議論をすれば、ある程度高い間隙水圧が震源にあるかもしれない<sup>1)</sup>。プレート境界型地震のメカニズムに対するクーロン破壊応力変化を考えると、微動は剪断応力変化の影響を強く受けないことから摩擦係数の値が大きいとも考えられる。同様の微動誘発現象が確認されているカスケードの沈込帯の場合ではLove波による顕著な誘発も観測され、摩擦係数の小さい場合のクーロン破壊応力変化と微動との相関が高くなる(第4図)。西南日本とカスケードでは微動発生前の場の摩擦係数に相違があることを意味しているのかもしれない。

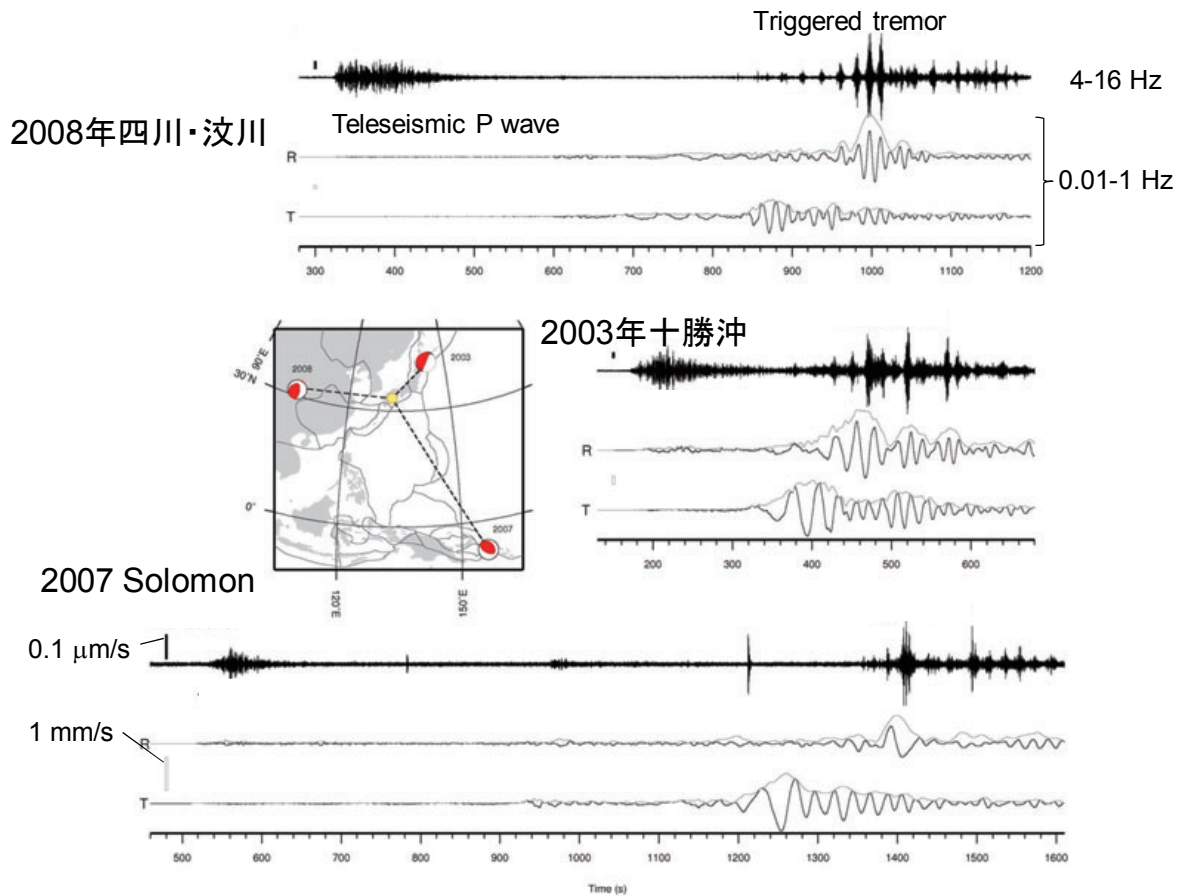
#### 参考文献

- 1) Miyazawa, M. and E. E. Brodsky, *J. Geophys. Res.*, **113**, B01307, 2008.
- 2) Miyazawa, M., E. E. Brodsky, J. Mori, *Earth Planets Space*, **60**, e17-e20, 2008.



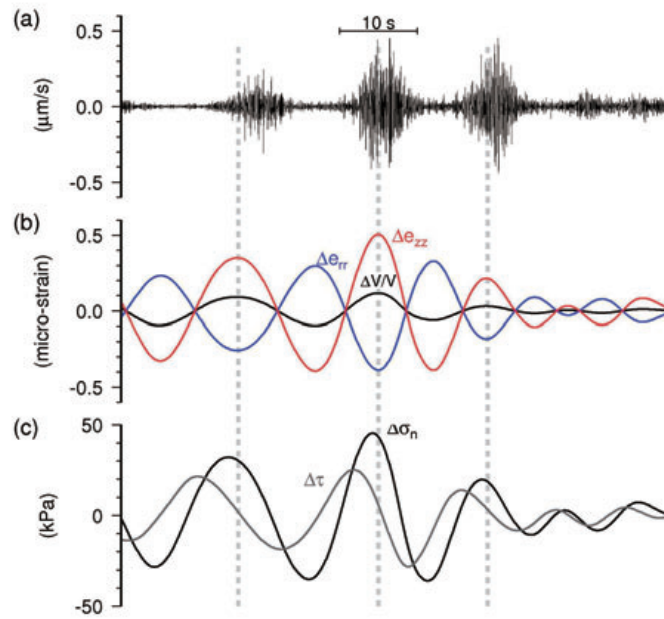
第 1 図 四国西部で観測された 2004 年スマトラ-アンダマン地震( $M_w=9.2$ ). (a) Hi-net 観測点 KWBH の波形(2-16 Hz), (b) F-net 観測点 TSA の波形(0.01-1 Hz). (Miyazawa and Brodsky (2008)に加筆)

Fig.1 Observed velocity waveforms from the 2004 Sumatra-Andaman earthquake ( $M_w=9.2$ ) (a) filtered with a passband from 2 to 16 Hz at a borehole high sensitive station KWBH and (b) filtered with a passband from 0.01 to 1 Hz at a broadband station TSA. (Modified from Miyazawa and Brodsky, 2008)



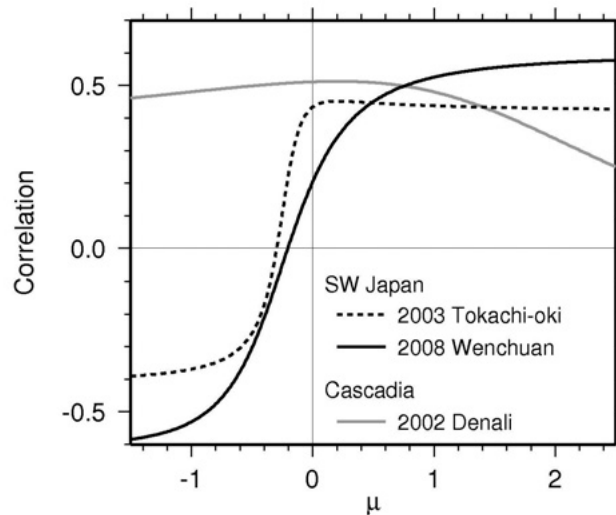
第2図 西南日本で観測された深部低周波微動の誘発例. 2003年十勝沖地震( $M_w=8.1$ ), 2007年ソロモン諸島地震( $M_w=8.1$ ), 2008年四川・汶川地震( $M_w=7.9$ )の場合. (Miyazawa *et al.*(2008)に加筆)

Fig.2 Three large distant earthquakes (2003 Tokachi-oki ( $M_w=8.1$ ), 2007 Solomon ( $M_w=8.1$ ), 2008 Wenchuan ( $M_w=7.9$ )) that triggered deep low-frequency tremor, recorded in southwest Japan. (Modified from Miyazawa *et al.*, 2008)



第3図 2008年四川・汶川地震により誘発された微動振幅(a), 深さ30kmでのひずみ変化(b), 応力変化(c). (Miyazawa *et al.* (2008)より)

Fig.3 Relationship between the three large triggered tremor (a), strain changes (b), and stress changes (c) at the source at depth of 30 km, for the case of the 2008 Wenchuan earthquake. (After Miyazawa *et al.*, 2008)



第4図 摩擦係数  $\mu$  を変化させたときの震源域でのクーロン破壊応力変化と微動振幅との相関. (Miyazawa *et al.* (2008)を修正)

Fig.4 Correlation between the triggered tremor amplitude and the Coulomb failure stress change in the source region, as a function of the apparent friction coefficient  $\mu$ . (Modified from Miyazawa *et al.*, 2008)