

6 - 4 2007年11月からの静岡県西部の地震活動における地球潮汐の影響について Effect of Earth Tide on Seismic Activity in the Western Shizuoka Prefecture

気象庁 地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division, JMA

1 . はじめに

東海地方で続いていた長期的スロースリップは2005年夏頃にほぼ停止したと見られているが、それ以降、東海地方の地殻内の地震活動が活発化している(本巻 1参照)。そのような中で発生した2007年11月から2008年2月にかけての静岡県森町～掛川市付近の活動では、時間的に集中して発生するような活動(バースト)を繰り返す特徴が見られた。この活動のトリガーが地球潮汐力である可能性について検討するため、鶴岡・大竹(2002)¹⁾の方法に従って、当該地震活動と地球潮汐の相関について調べた。

2 . 静岡県西部の地震活動について

第1図には今回の地震活動の様子を示した。震源は北西-南東方向の、長さ約3kmに直線上に分布している。また断面図に見るように、深さ16～18kmのほぼ鉛直に立った面に分布している。この活動は時間的に集中して発生するバースト的な発生様式が特徴であった。11月下旬から12月半ばにかけてそのような活動を繰り返し、いったん低調になった後、1月半ば頃から再び活発となり、1月27日にM4.2およびM4.1の地震を含むこれまでの最大規模の活動が見られた。その後、地震回数は急激に減少した。M4.2の地震のメカニズム解はほぼ東西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、今回の一連の地震の震源の並びから2枚の節面のうち北西-南東走向のものが今回の活動を引き起こした断層であると考えられる(第1図(d))。

3 . 潮汐との関係について

地震活動の起震力として、ここではクーロン破壊応力を仮定した。断層面に働く応力をできるだけ正しく見積もるため、固体潮汐に加え海洋潮汐の影響も考慮した。見積もりにあたっては、地震が発生している深さ16kmにおける表面鉛直荷重に対するGreen関数を求め、Gotic(Matsumoto et al, 2001²⁾、上垣内改)を用い、主要8分潮について計算した。クーロン破壊応力算出に必要な断層面における法線応力に乗じる摩擦係数 μ は0.3を仮定した。第2図には断層面上に働く応力の時系列変化と、M-T図を示した。

次に、算出されたクーロン破壊応力の時系列変化を基に、個々の地震の発生時刻における潮汐位相角(第3図)を求めた。ここでは2007年11月12日から2008年2月7日までにMが決められた全ての地震約1000個を用いた。

第4図には上記で求めた全ての地震の位相角について30°毎の頻度分布を示した。潮汐によるクーロン破壊応力が増加する時間帯(潮汐位相角-180～0°付近)での発生頻度が相対的に高くなっていることがわかる。図にはこの頻度分布に最も適合する様に求めたsin曲線(下式)も併せて示した。

$$(\theta) = \frac{1}{2} \pi [1 + \alpha \cos(\theta - \delta)]$$

振幅を示す σ は0.21, 位相 ϕ は -70° となった.

第5図には、バーストしている時間帯とそうでない時間帯とに分けた場合の発生頻度分布を示した。ここではバースト時間帯の定義は、1時間に10個以上の地震が発生していることを条件とした(第5a図)。バーストしていない時間帯ではどの位相でもほぼ一様に発生しているのに対し、バースト時間帯では明瞭な位相選択性が見られ、潮汐位相角が $-180^\circ \sim 0^\circ$ の付近に多く発生している。バーストの定義を2時間に20個以上、3時間に30個以上とした場合(第5b, 5c図)にはこの傾向がさらに顕著となった。

上記では全ての地震についての頻度分布を示したが、第5図にはバーストしている時間帯に発生している地震をひとつの群れとして捉え、バースト開始時刻(先頭の地震発生時刻)における潮汐位相角をその群れの代表値として、位相角別のバースト発生頻度を示した。サンプル数を確保するため、ここでは2時間に5個以上、あるいは3時間に7個以上、4時間に9個以上発生している場合をバーストとした。第6a図では位相選択性は不明瞭だが、第6b, 6c図では明瞭な位相選択性が見られており、上記と同様の結果が得られている。

4. まとめ

2007年11月から2008年2月頃にかけて発生した静岡県西部(森町・掛川市境界付近)の地震活動と潮汐との関係を調べた。

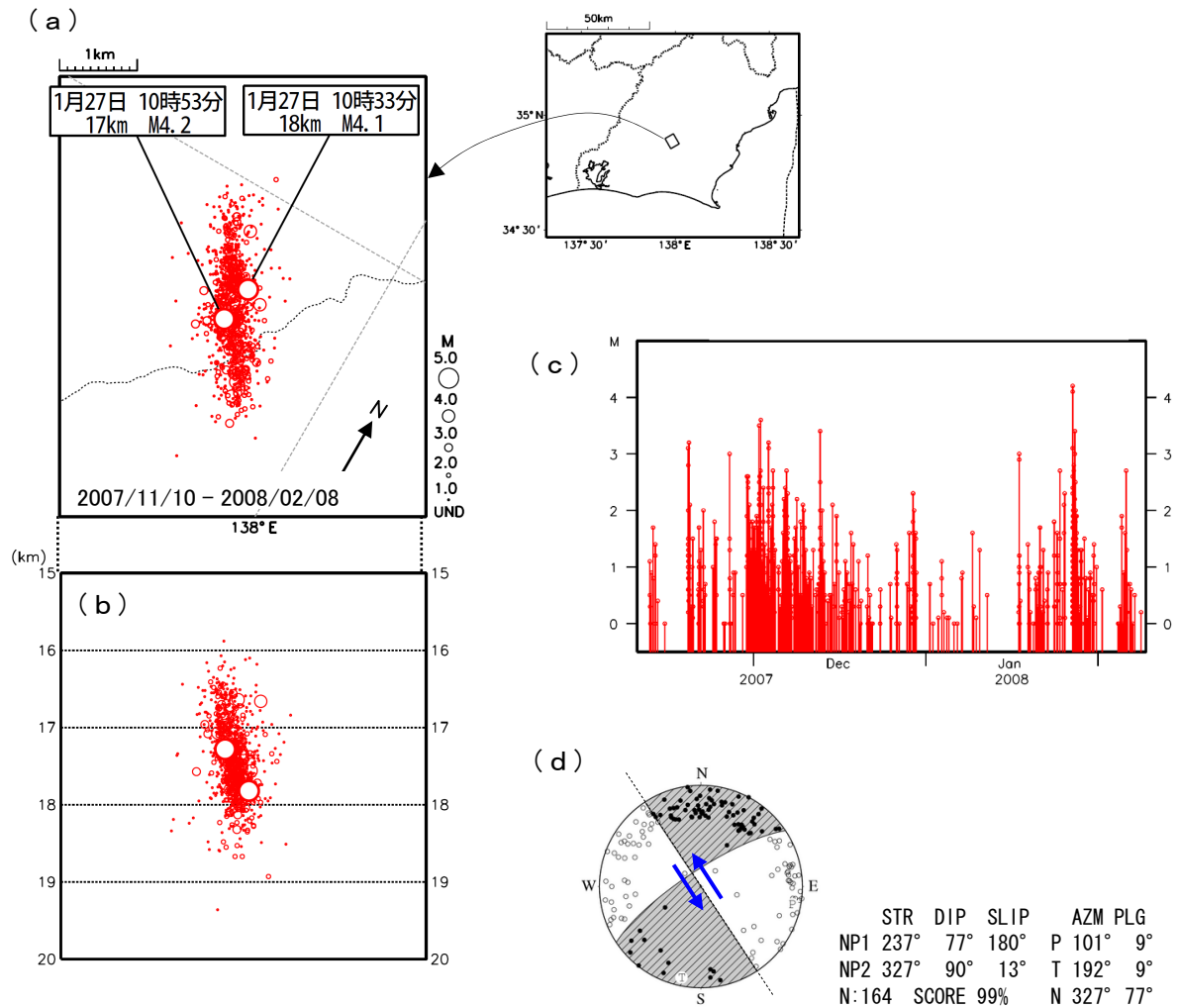
- ・地震の発生には位相選択性が見られる。すなわち、破壊応力の増加速度が大きくなる位相角 $-180^\circ \sim 0^\circ$ 付近で地震が多く発生する傾向が見られた。
- ・バースト期間中は一層、明瞭な位相選択性が見られる。
- ・バースト開始時刻における潮汐位相角頻度分布も $-180^\circ \sim 0^\circ$ 付近に偏る傾向が見られる。

(宮岡一樹・上垣内修)

1: 「2007年11月から継続している静岡県西部の地震活動について」(気象庁)

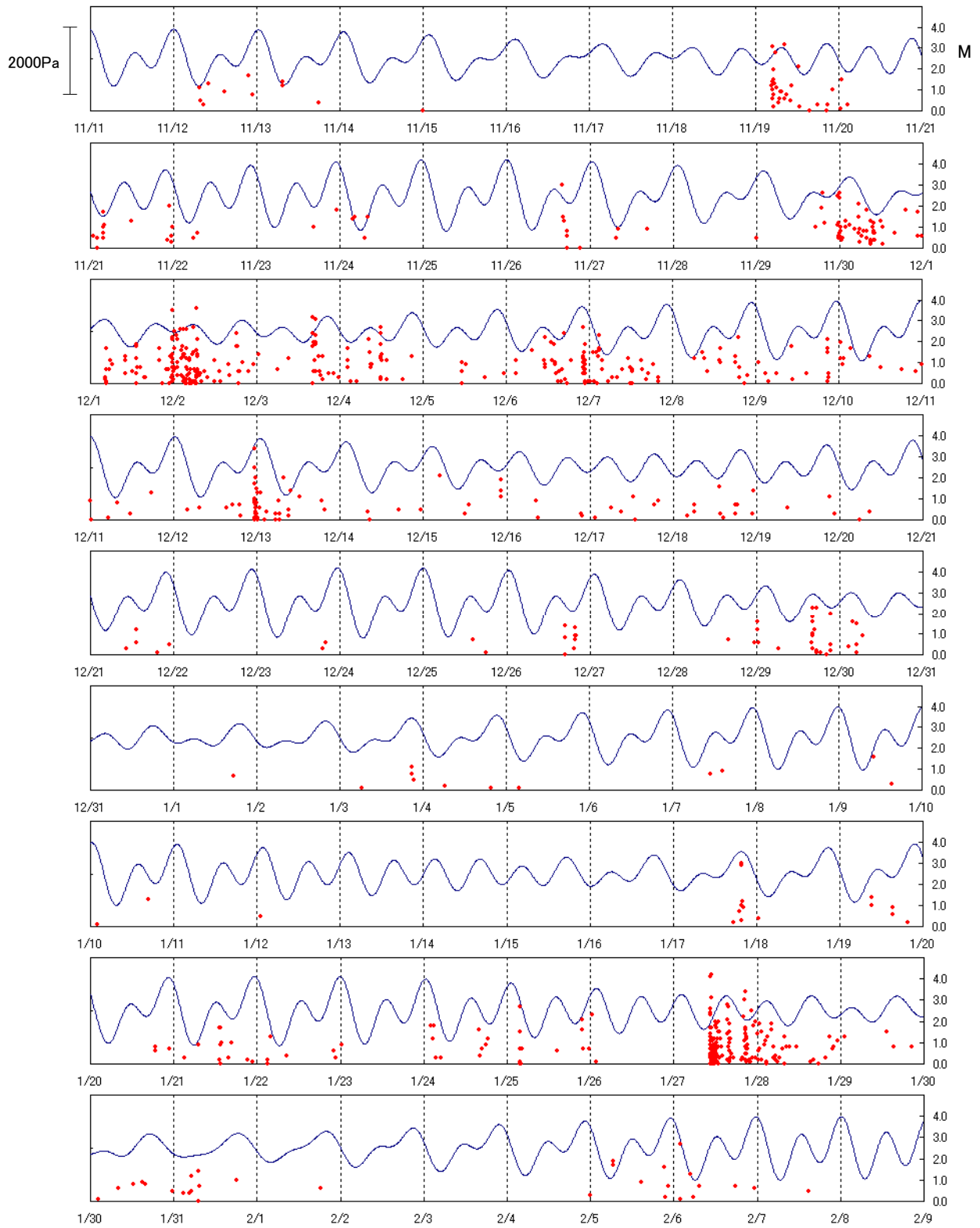
参 考 文 献

- 1) 鶴岡 弘・大竹 政和, 地震発生における地球潮汐の影響 - 数値シミュレーションによるアプローチ -, 地学雑誌, 111, 256-267 (2002).
- 2) K. Matsumoto, T. Takanezawa, and M. Ooe, Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model Around Japan, Journal of Oceanography, 56, 567-581 (2000).

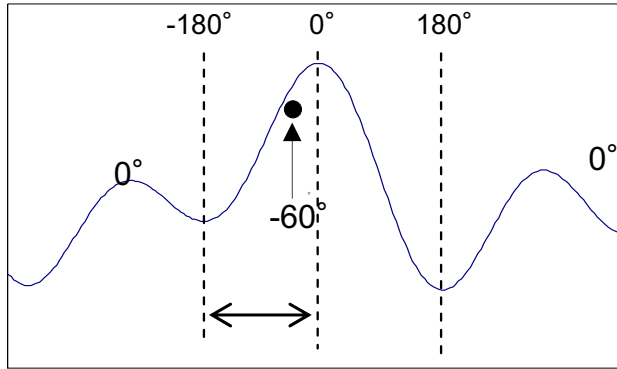


第1図 2007年11月10日から2008年2月8日に静岡県西部で発生した地震のDouble Difference法による(a) 震央分布図, (b) 断面図, (c) M-T図および(d) 最大地震 (1月27日10時53分M4.2) のメカニズム解 (下半球投影)。

Fig.1 (a) Epicentral distribution and (b) hypocenters in the cross section obtained from applying the Double-Difference Method to earthquakes that occurred in the Western Shizuoka Prefecture from November 10, 2007 to February 8, 2008. (c) The M-T diagram of the events. (d) Focal mechanism of the largest event (M4.2 on Jan. 27), lower hemisphere projection.

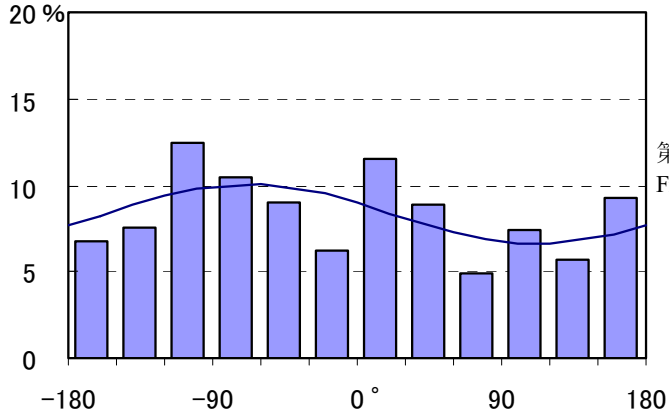


第2図 断層面上に働くクーロン破壊応力の時間変化（上向きが滑りを促進）とM-T図.
 Fig.2 Temporal change of Coulomb Failure Stress on the fault and M-T diagram.

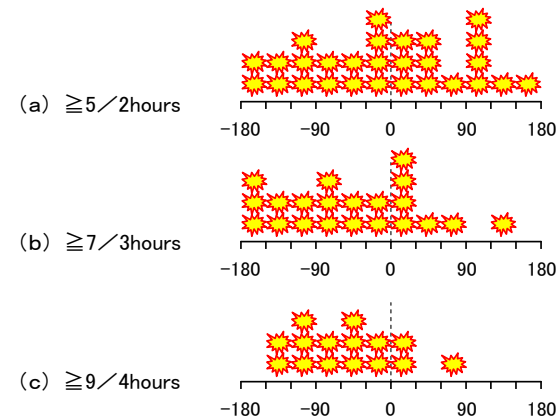


第3図 潮汐位相角の定義. 応力変化の山を0°, 前後の谷をそれぞれ-180°, 180°とし, 地震前後の応力の山と谷の間を180°に均等分割して, 当該地震の潮汐位相角を求める.

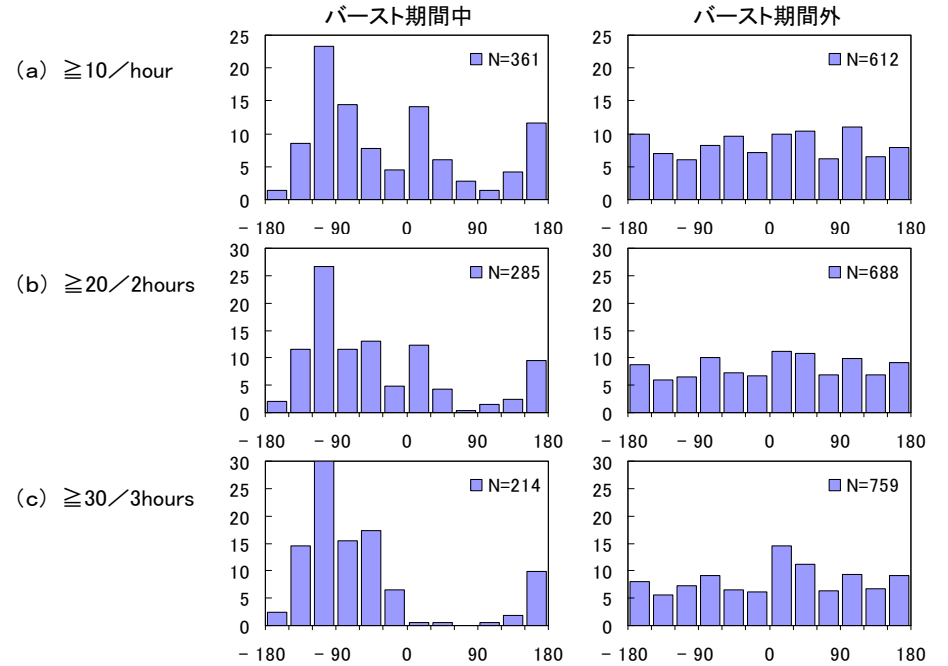
Fig.3 Definition of the tidal phase angle. The tidal phase angle of occurrence of an event should be obtained through evenly dividing the period between peak and trough of the Coulomb Failure Stress into 180 degrees.



第4図 潮汐位相角30°毎の頻度分布図.
Fig.4 Frequency distribution of tidal phase angles of the earthquakes.



第6図 バースト開始時刻の潮汐位相角頻度分布. ここでは, バースト期間を, (a) 2時間に5個以上発生している場合, (b) 3時間に7個以上, (c) 4時間に9個以上の場合とした.
Fig.6 Frequency distribution of tidal phase angles of the start of active period. In this study, the active period means when earthquake occurs (a) 5 times per two hours, (b) 7 per three hours or (c) 9 per four hours, respectively.



第5図 バースト期間内外の潮汐位相角頻度分布. ここでは, バースト期間をそれぞれ, (a) 1時間に10個以上, (b) 2時間に20個以上, (c) 3時間に30個以上発生している場合とした.

Fig.5 Frequency distribution of tidal phase angles in active (Left) and inactive (Right) periods. In this study, the active period means when earthquake occurs (a) 10 times per hour, (b) 20 per two hours or (c) 30 per three hours, respectively.