

### 3 – 3 宮城県沖における地球潮汐の地震トリガー作用 Tidal triggering of earthquakes in the Off Miyagi region

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

大地震の発生に関連し、その震源域近傍で本震の発生に先立ち地球潮汐の地震トリガー作用が顕著となる現象が報告されている<sup>1)</sup>。ここでは、2005年8月16日にMj 7.2の地震が発生した宮城県沖に注目し、地球潮汐と地震発生の関係を調査した。

用いた地震データは1997年10月から2005年7月までの気象庁一元化震源データ（Mj 1.5以上、デクラスタリング後）である。これらの地震から、太平洋プレートの沈み込みに沿ってプレート境界付近の活動のみを抜き出した。解析領域は、Mj 7.2の地震の震源域を含む長さ240 km、幅140 kmの矩形領域とした。第1図に用いた地震の震源分布を示す。地球潮汐による応力変化は海洋荷重の効果も含めて理論的に計算した<sup>2)</sup>。地震の発震機構はすべてMj 7.2の地震と同じであると仮定し、応力成分として断層面上の剪断応力成分に着目した。計算した理論地球潮汐から地震発生時の潮汐位相角を読み取り、Schuster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角によらない」を棄却する危険率を表し、p値が小さいほど地球潮汐と地震発生の相関が高いとみなす。

全データを用いて得られたp値の時間変化を第2図(a)に示す。p値は50%以上の高い値が続いた後、2002年以降2度にわたって相対的に低下していたことがわかる。2002年8月から2003年7月まで(期間A)のp値は13%，2004年8月から2005年7月まで(期間B)のp値は8.1%である。図には領域内で発生したMj 6.8(2003年10月31日), 7.2(2005年8月16日)の地震の発生時刻もあわせて示している。2度のp値の低下はこれらの大地震の発生に先立って現われているようにみえる。期間Aの3ヵ月後にMj 6.8の地震、期間Bの半月後にMj 7.2の地震が発生している。第2図(b), (c)はA, B両期間における潮汐位相角の頻度分布である。いずれの期間も、地震は地球潮汐によるすべり方向の剪断応力が最大となる位相角0度付近に集中している。このことから、検出された2度のp値の低下は統計的な偶然によるものではないことが示唆される。第3図は期間Aおよび期間Bにおいてp値が1%以下であった領域を示したものである。これらの期間において特にp値の小さかった領域は、直後に発生したMj 6.8, 7.2の地震の震源域<sup>3)4)</sup>とよく対応していることがわかる。期間Aには解析領域内に2箇所の低p値域が確認できるが、このうちのひとつは、その後に発生したMj 6.8の地震の震源域内、特にすべり量の大きい北側部分に位置している。一方、期間Bについては解析領域西側に明瞭な低p値域がみられ、直後に発生したMj 7.2の地震の破壊開始点近傍、震源域中央部のすべり量の大きい部分に対応している。

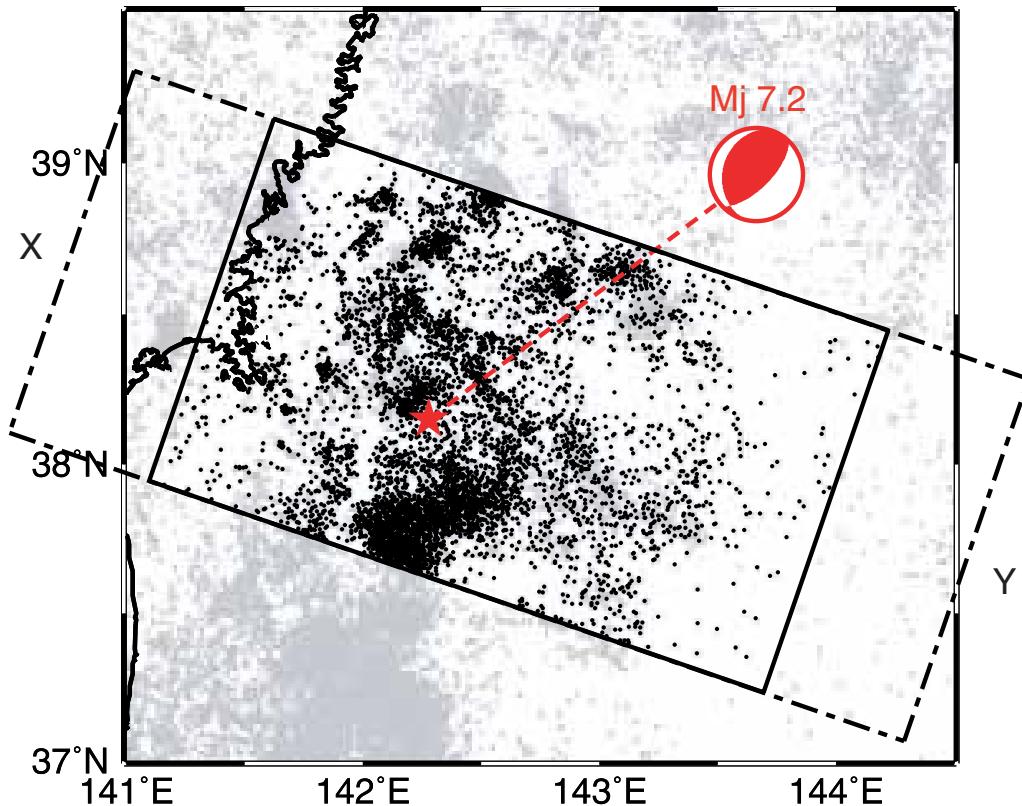
以上のように、宮城県沖では、2002年以降2度にわたって地球潮汐と地震発生の相関が顕著となっていたことが明らかとなった。これらの期間において特に相関の強い領域は、直後に発生したMj 6.8, 7.2の地震と空間的に密接に関連しており、これらの地震に約1年先行して顕著な地震トリガー作用が出現していた可能性を強く示唆している。

(田中佐千子・松村正三)

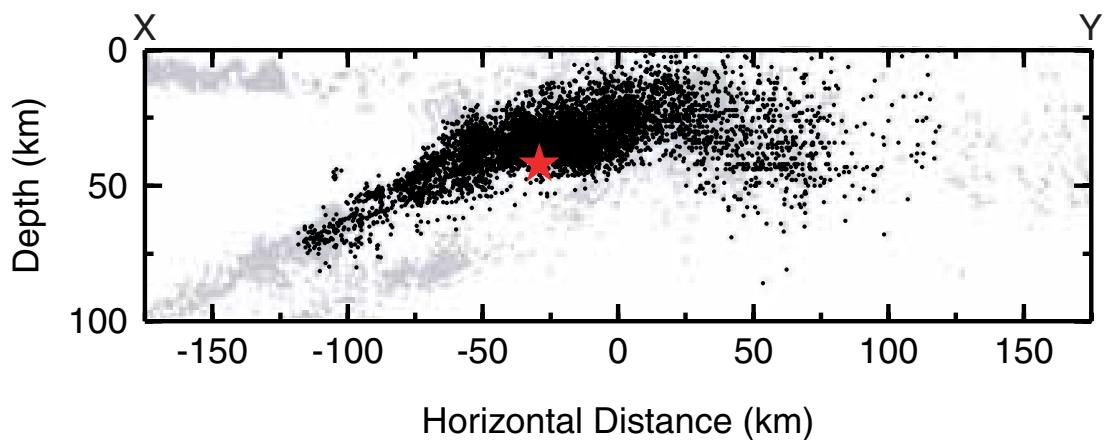
### 参考文献

- 1) Tanaka, S., M. Ohtake, and H. Sato, 2002a, Spatio-temporal variation of the tidal triggering effect on earthquake occurrence associated with the 1982 South Tonga earthquake of  $M_w$  7.5, *Geophys. Res. Lett.*, 29(16), 1756, doi:10.1029/2002GL015386.
- 2) Tanaka, S., M. Ohtake, and H. Sato, 2002b, Evidence for tidal triggering of earthquakes as revealed from statistical analysis of global data, *J. Geophys. Res.*, 107(B10), 2211, doi:10.1029/2001JB001577.
- 3) 東京大学地震研究所, 2003, EIC 地震学ノート, 141.
- 4) 東京大学地震研究所, 2005, EIC 地震学ノート, 168.

(a)

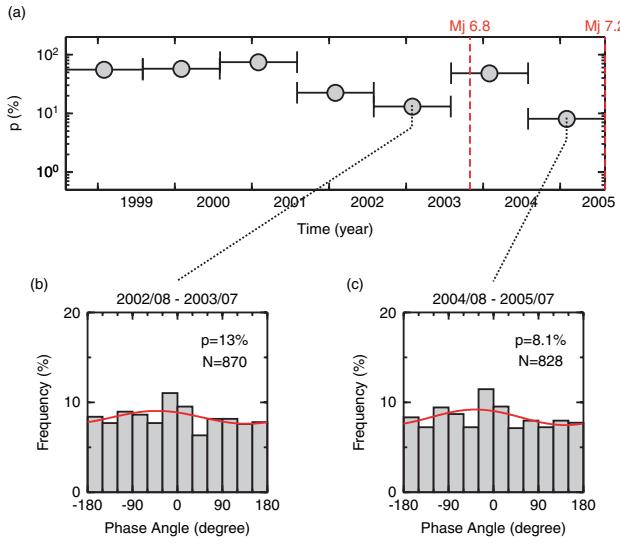


(b)



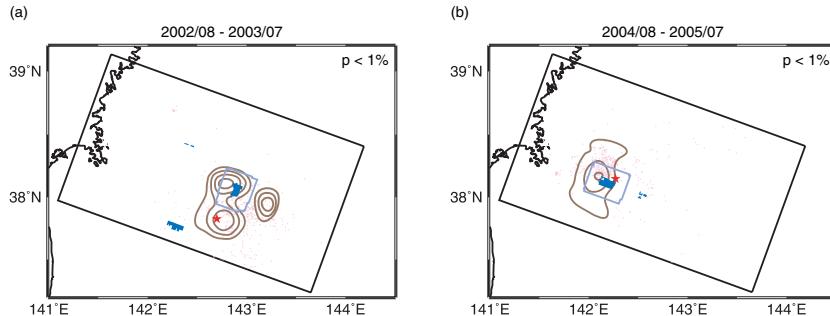
第1図 解析に用いた地震の震源分布（黒丸，Mj 1.5 以上）。（a）平面図，（b）点破線の矩形内の鉛直断面図（X-Y 方向）。実線の矩形は解析領域。星印は Mj 7.2（2005 年 8 月 16 日）の地震の震源。

Fig.1 Hypocentral distribution of the earthquakes used in this study (black dots,  $M_j \geq 1.5$ ): (a) map view and (b) vertical cross section. Dot-dashed rectangle in the map view indicates the location of the vertical cross section. Solid rectangle indicates the study area of this study. Star is the hypocenter of the Mj 7.2 earthquake (2005/08/16).



第2図 (a)  $p$  値の時間変化. 幅 1 年の時間ウィンドウ (横棒) を 1 年ずつ移動. 破線は Mj 6.8 (2003 年 10 月 31 日), 7.2 (2005 年 8 月 16 日) の地震の発生時刻. (b), (c) 期間 A (b, 2002 年 8 月から 2003 年 7 月まで) および期間 B (c, 2004 年 8 月から 2005 年 7 月まで) における潮汐位相角の頻度分布. 実線は頻度分布を正弦関数であてはめたもの.

Fig.2 (a) Temporal variation of the  $p$ -value. A time window of one year, which is represented by horizontal bar, is shifted by one year. Dashed lines indicate the occurrence times of the Mj 6.8 (2003/10/31) and Mj 7.2 (2005/08/16) earthquakes. (b), (c) Frequency distributions of tidal phase angles in the Period A (b, 2002/08 – 2003/07) and B (c, 2004/08 – 2005/07). Solid curve represents a sinusoidal function fitted to the distribution.



第3図 期間 A (a, 2002 年 8 月から 2003 年 7 月まで) および期間 B (b, 2004 年 8 月から 2005 年 7 月まで) における  $p$  値 1%以下の領域 (青色) と直後の大地震 (期間 A : Mj 6.8, 期間 B : Mj 7.2) のすべり量分布 (茶のコンター)<sup>3)4)</sup>. 星印は本震の震央. 赤丸は本震後 1 週間に発生した地震の震央.  $p$  値の分布には  $21 \text{ km} \times 21 \text{ km}$  の空間ウィンドウを使用, 東西および南北方向に 1 km ずつ移動. ウィンドウの中心にあたる  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  の領域をプロット. 薄い青の実線は顕著な低  $p$  値域のウィンドウ範囲.

Fig.3 Areas of  $p < 1\%$  (blue polygons) in the Period A (a, 2002/08 – 2003/07) and B (b, 2004/08 – 2005/07) and the slip distribution (brown contours) of the Mj 6.8 (a) and Mj 7.2 (b) earthquakes<sup>3)4)</sup>. Stars are the hypocenters of the main large earthquakes. Red circles indicate the epicenters of the aftershocks occurring in one week after each main earthquake. For the  $p$ -value distribution, a space window of  $21 \text{ km} \times 21 \text{ km}$  is moved by 1 km both in east-west and north-south directions. The  $p$ -value for each window is plotted in the  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  square at the center of the window. Light blue line indicates the total area covered by windows within the remarkable low- $p$  region.