

## 11 - 1 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震 (M7.2) 及びそれと想定宮城県沖地震との関係

### The M7.2 earthquake off Miyagi Prefecture on August 16, 2005, and its relation to the anticipated Miyagi-Oki earthquake

東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター  
松澤暢・海野徳仁・内田直希・三浦哲・岡田知己・河野俊夫・中島淳一・長谷川昭

Toru Matsuzawa, Norihito Umino, Naoki Uchida, Satoshi Miura,  
Tomomi Okada, Toshio Kono, Junichi Nakajima, and Akira Hasegawa  
Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions,  
Graduate School of Science, Tohoku University

2005 年 8 月 16 日 11 時 46 分に宮城県沖を震源とする M7.2 の地震が発生した。この地震と 1978 年宮城県沖地震について、余震活動と震源域の比較を行った結果を第 1 図に示す。第 1 図 (a) は二つの地震の余震を DD 法<sup>1)</sup>によって再決定した結果である。これを見ると今回の地震の余震域は 1978 年の地震の余震域の南部とよく重なっており、二つの震源域が包含関係にあることを示唆している。一方、第 1 図 (b) に示された、震源域の解析結果の比較を見ると、二つの地震の震源 (破壊開始点) は互いに極めて近く、2005 年の地震の主破壊域<sup>2)</sup>は震源の近くにあったことが推定されており、また 1978 年の地震も震源近くでやや大きな破壊があったことが過去の研究<sup>3,4)</sup>により推定されている。したがって、1978 年の地震は複数のアスペリティを破壊したが、2005 年の地震はこのうちの震源近傍の単独のアスペリティのみを破壊した可能性が高いと考えられる。

この地震の地震時すべりと余効すべりを GPS データから推定した結果を第 2 図に示す。分解能の関係で GPS データから解析した結果はどうしても震源域の広がりを通大評価しがちであることを考慮すると、GPS データから求められた地震時すべり域 (第 2 図 (a)) は、地震波から求められた震源域 (第 1 図 (b)) とよく一致していることがわかる。一方、本震後約 2 ヶ月の GPS データを用いて推定された余効すべり域 (第 2 図 (b)) は地震時すべり域よりも南側に分布している。このことは、1978 年の地震のアスペリティのうち北側と西側が破壊せず、また、東には 1981 年の M7.0 の地震のアスペリティが存在し、それらの方向には余効すべりが広がれないためと考えれば説明ができる。ただし、その余効すべりは最大で 5cm 程度である。この GPS データの解析では空間的分解能の問題で、最大すべり量とすべり域の面積はトレードオフの関係にある。このため、相似地震 (小繰り返し地震) を用いて、余効すべりの検証をした。その結果を第 3 図に示す。これによれば、GPS から推定される余効すべり域内では G 領域の 1 グループしか本震後の活動が見られなかった。相似地震は M1.5 以上について検索しているものの、S/N の関係で M2.5 以上しかほとんど検出できないと考えられ、M2.5 の地震のすべり量は 10cm となる<sup>5)</sup>。従って、余効すべり量が 5cm 以下であれば、よほど多数の相似地震グループが無い限り、相似地震解析から余効すべりを検知するのは困難であり、今回の結果から見ると、相似地震で見ても、余効すべりのすべり量が小さかったということは間違いないと考えられる。

次に 1978 年の地震と 1930 年代の地震との比較を行うために、1933 年 (M7.1)、1936 年 (M7.4)、1937 年 (M7.1) および 1978 年 (M7.4) の地震とそれらの余震の再決定を行った。当時の記録システムの時刻精度と読み取り誤差を考慮して、データとしては S-P 時間を用い、また、プレート境界

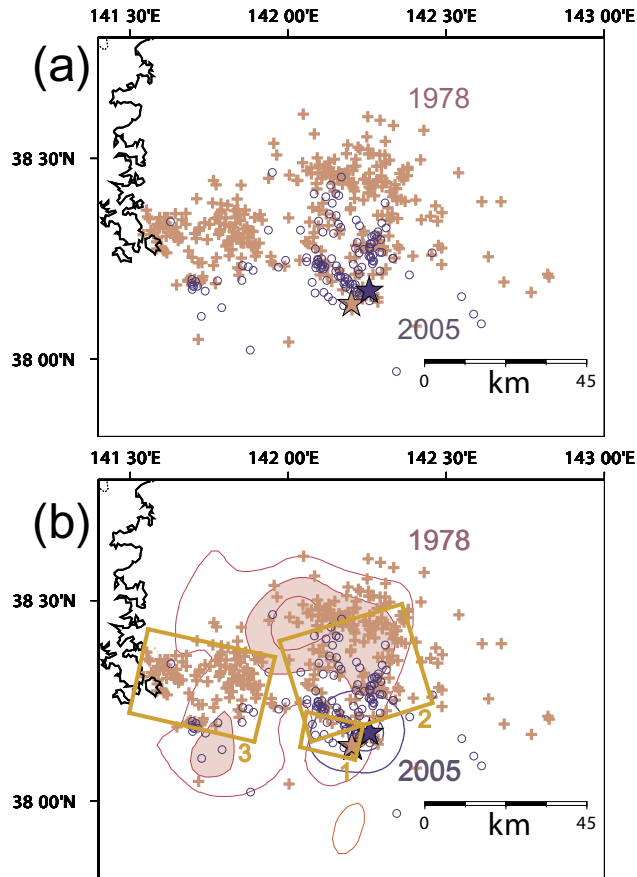
面上で地震が発生していると仮定してグリッドサーチによって震源を再決定した。また、水沢（現国立天文台）と向山（東北大）については、煤書きの記録から S-P 時間を読み直してデータに加えた。再決定された震央の分布を第 4 図に示す。震源（破壊の開始点）の位置は互いに近接しており、また 1930 年代の地震の余震分布はそれぞれ 1978 年の地震の余震分布の中の一部を占める事がわかる。

ただし、これらの 1930 年代の地震が本当にプレート境界であるかどうかは良くわかっておらず、特に 1937 年の地震はスラブ内部の地震の可能性が指摘されている<sup>6)</sup>。このため、1937 年の地震の余震については、深さの拘束条件をはずしてグリッドサーチによって再決定を行った。その結果、深さの精度が良いと考えられる地震だけを取り出すと、金華山の直下からすぐ沖合の狭い範囲に余震が分布し、かつ、その深さは二重深発地震面の上面にほぼ一致することがわかった。地震面の上面ということだけでは、プレート境界かスラブ内か区別できないため、P 波の押し引き分布を用いてメカニズム解の検討も行った。その結果、考えうる深さの範囲（40～80km）のどこに震源があったとしても、メカニズム解は低角逆断層型が最良解となることがわかった。このことは 1937 年の地震もやはりプレート境界型であり、1978 年の震源域の一番西側のアスペリティを破壊した可能性が高い事を示している。

以上のことから、1978 年には宮城県沖の複数のアスペリティが同時に破壊して、M7.4 の地震が発生したが、1930 年代にはそれぞれが単独ないしせいぜい M6 級のアスペリティと一緒に破壊し、2005 年の地震は、これらのうちの M7 級のアスペリティの単独破壊であった可能性が高いと考えられる。

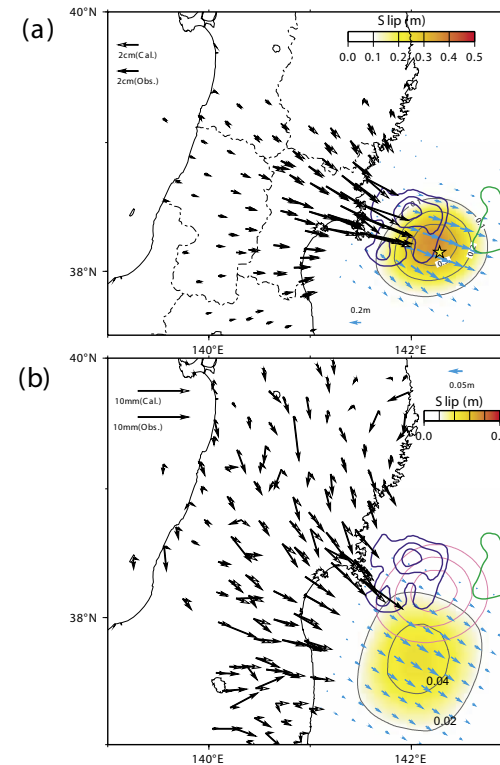
#### 参 考 文 献

- 1) Waldhauser and Ellsworth, BSSA, 90, 1353-1368, 2000.
- 2) Yaginuma et al., submitted to EPS, 2005.
- 3) Seno et al., PEPI, 23, 39-61, 1980.
- 4) Yamanaka and Kikuchi, JGR, 109, B07307, doi:10.1029/2003JB002683, 2004.
- 5) Nadeau and Johnson, BSSA, 88, 790-814, 1998.
- 6) 金森・他, 日本地震学会講演予稿集 2005 年度秋季大会, PM09, 2005.
- 7) Yabuki and Matsu'ura, GJI, 109, 363-375, 1992.



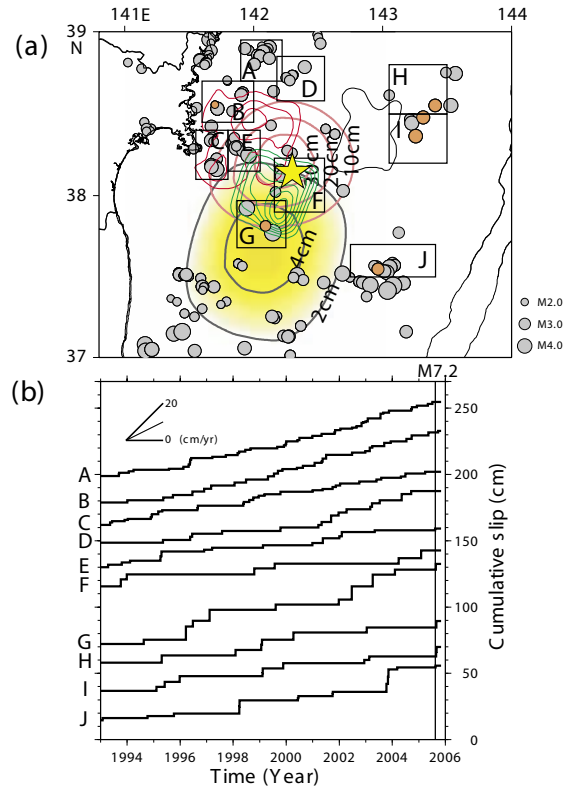
第1図 1978年と2005年の宮城県沖地震の余震分布および震源域の比較. (a) DD法によって震源再決定された、それぞれの地震の発生後2日間の余震の震央分布. 赤十字が1978年、青丸が2005年の余震の位置を示す. 星印はそれぞれ1978年(赤星)と2005年の本震(青星)の再決定後の震央を示す. (b) 余震分布と震源域. 橙色の矩形は Seno et al. (1980)<sup>3)</sup>、赤のコンターは Yamanaka and Kikuchi (2004)<sup>4)</sup> による1978年の地震の震源域を表す. 青のコンターは Yaginuma et al. (2005)<sup>2)</sup> による2005年の地震の震源域を示す.

Fig.1 Comparison of the source areas and aftershock areas between the 1978 and 2005 events off Miyagi Prefecture. (a) Epicentral distribution for the aftershocks during two days after the each main shock estimated by using hypo-DD<sup>1)</sup>. Red crosses and blue circles respectively indicate the aftershocks for the 1978 and 2005 events. Red and blue stars denote the relocated epicenters of the 1978 and 2005 main shocks, respectively. (b) Comparison of source areas between the 1978 and 2005 events. Orange rectangles and red contours denote the source areas for the 1978 event estimated by Seno et al. (1980)<sup>3)</sup> and Yamanaka and Kikuchi (2004)<sup>4)</sup>, respectively. Blue contours indicate the source area for the 2005 event estimated by Yaginuma et al. (2005)<sup>2)</sup>.



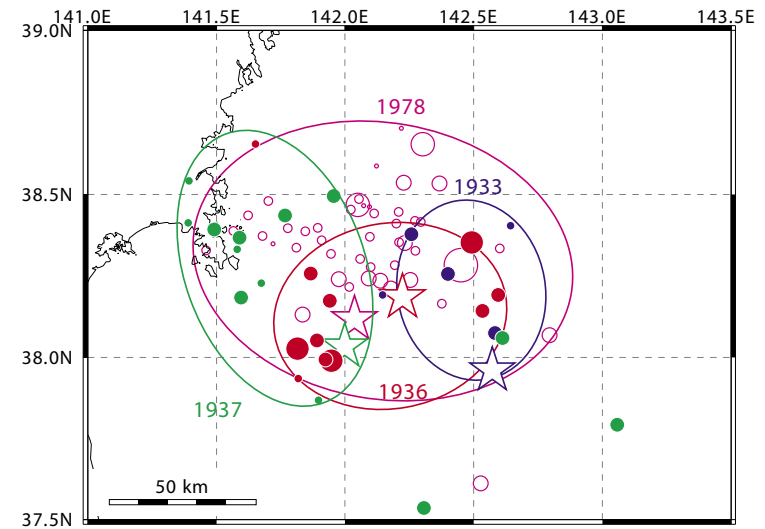
第2図 Yabuki and Matsu'ura (1992)<sup>7)</sup> のインバージョン法を使用してGPSデータから推定された2005年の地震の地震時すべり分布と余効すべり分布. (a) 国土地理院のGEONETおよび東北大学のGPS連続観測点において観測された地震時水平変動(黒矢印)から推定されたプレート境界面上の地震時すべり分布. コンター間隔は0.1m. 黄色の星印は気象庁による本震の震央. 紫および緑のコンターは Yamanaka and Kikuchi(2004)<sup>4)</sup> による1978年と1981年の地震のすべり分布を示す. 白矢印は推定されたすべり分布から計算された変位を示す. (b) 国土地理院のGEONETのGPS連続観測点において8月17日~10月22日までの期間に観測された余効変動(黒矢印)から推定されたプレート境界面上のすべり分布. コンター間隔は0.02m. 推定されたすべりは、Mw6.8(本震のモーメントの約30%)に相当する. 桃色のコンターは上図で示した地震時すべり分布を示す.

Fig.2 Coseismic slip and afterslip distributions for the 2005 event estimated from GPS data using the method proposed by Yabuki and Matsu'ura (1992)<sup>7)</sup>. (a) Coseismic slip distribution estimated from GEONET and Tohoku University's GPS station data. Contour interval is 0.1m. Yellow star denotes the main shock epicenter determined by JMA. Black and white arrows respectively show the observed and calculated horizontal coseismic displacements at the stations. Purple and green contours respectively indicate the source areas for the 1978 and 1981 events estimated by Yamanaka and Kikuchi (2004)<sup>4)</sup>. (b) Afterslip distribution estimated from GEONET data for the period from August 17 to October 22, 2005. Estimated slip is equivalent to Mw 6.8 (corresponding to about 30% of the seismic moment for the coseismic slip). Contour interval is 0.02m. Pink contours indicate the main shock coseismic area shown in Fig.2(a).



第3図 相似地震活動から推定された2005年の地震の余効すべり。(a) 宮城県沖の相似地震グループの分布。橙色丸は本震以降に活動があったグループ、灰色丸は本震以降に活動がなかったグループの位置を示す。解析期間は1984年7月～2005年11月2日。相似地震はM1.5以上の地震について、2-8Hzの波形のコヒーレンスをを用いて抽出した。桃色及び灰色のコンターはそれぞれGPSデータの解析による本震及び余効すべりのすべり量分布を示す(第2図参照)。細いコンターはYamanaka and Kikuchi (2004)<sup>9)</sup>によるアスペリティを示す。(b) (a)の領域A～Jに存在する相似地震グループの平均的積算すべり。すべり量の推定にはNadeau and Johnson (1998)<sup>9)</sup>の関係を用いた。

Fig.3 Afterslip for the 2005 event estimated from small repeating earthquake data. (a) Distribution of small repeating earthquake groups. Circles denote the small repeating earthquake clusters; orange circles indicate the clusters which show activities after the main shock while grey circles denote the clusters without activities after that. The analysis period is from July 1984 to November 2, 2005. The minimum magnitude of the small repeating earthquake is 1.5 and the repeaters are identified using coherences in 2-8Hz band. Pink and grey contours respectively denote the coseismic and postseismic slips estimated from GPS data (see Fig.2 for further detail). Thin contours indicate the asperity distribution estimated by Yamanaka and Kikuchi (2004)<sup>9)</sup>. (b) Cumulative slips for the repeating earthquakes in the regions A-J in Fig3(a). The slips are estimated using the scaling relation proposed by Nadeau and Johnson (1998)<sup>9)</sup>.



第4図 S-P時間から推定した1933年、1936年、1937年および1978年の宮城県沖地震の本震(星印)と余震(丸印)の震央分布。震源の深さをプレート境界に固定して推定している。  
Fig.4 Epicenter distribution for the main shocks (stars) and aftershocks (circles) of the 1933, 1936, 1937 and 1978 events off Miyagi Prefecture estimated by using S-P data. The hypocenters are constrained to be located on the plate boundary.