

3-12 2011年東北地方太平洋沖地震の前震及び周辺の高溝型地震の余震活動の特徴について

Aftershock activity for the M7.3 earthquake preceding the 2011 Tohoku earthquake and that for other nearby interplate earthquakes

東北大学大学院理学研究科

Graduate School of Science, Tohoku University

2011年東北地方太平洋沖地震の2日前にその震央の北東で発生したM7.3の地震(以下前震)は、比較的規模の大きな余震を多く伴った(マグニチュード差1.5以内の地震が20時間で7個)。このような地震活動の意味を考えるため、周辺のプレート境界地震の余震活動の特徴を調べた。また、b値の分布、小繰り返し地震の発生状況との比較も行った。

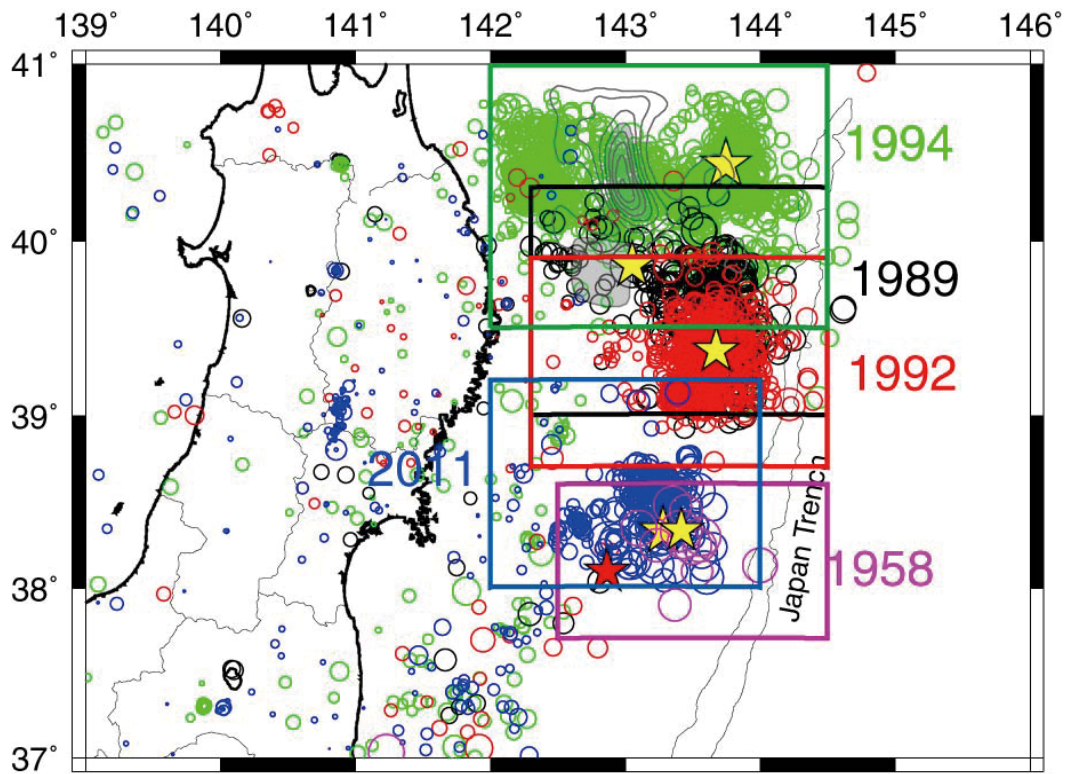
前震の近くでの地震活動について見てみると、1958年のM6.7の地震の余震域(第1図:ピンク)が今回の前震の余震の活動域と完全にはないが重なることが分かった。また高溝沿いの大きめの地震の余震域の特徴として、1994年と1989年の地震の余震は海岸近くにまで達して、アスペリティも高溝と海岸の中間付近に存在¹⁾しているのに対し、2011年M7.3、1992年M6.9、1958年M6.7の地震の余震域は高溝側に限られることも分かった(第1図)。高溝側のみでの活動であった1958年及び1992年は2011年と同様に本震後に規模の大きい余震が多い(マグニチュード差が1.5以内の地震が1958年は20時間で5個、1992年は20時間で10個、第2図)。一方、アスペリティが陸側にあった1989年及び1994年の地震では本震に対し、大きめの規模の余震は少ない(第2図)。ただし、1989年に関して、活動が高溝沿いに限られていたM6.2とM6.5の地震の後は、比較的マグニチュード差の小さい地震が多く発生している。一方、弘瀬(2001)²⁾によるb値を見ると前震活動域、および本震の大すべり域でのb値は小さい(第3図)。なお、ここでは東北大学の地震カタログによる、M2.8以上の15,588個、グリッド間隔0.05度で各グリッドから最寄りの300個の地震を用いた。以上から、2011年東北地方太平洋沖地震のM7.3の前震に比較的大きめの余震が多かったのは、高溝近傍の地震発生場の特徴によるものである可能性が高い。

2011年の前震の余震中には多くの小繰り返し地震が含まれおり、このことはこの前震が大きな余効すべりを伴っていた³⁾ことを示唆する(第4図)。このような大規模な余効すべりがあれば、本震時には破壊しなかった周辺領域の応力を増大させるため、これによって大きめの余震が次々と発生した可能性が考えられる。さらに、同じ原因で本震の発生をトリガした可能性がある。

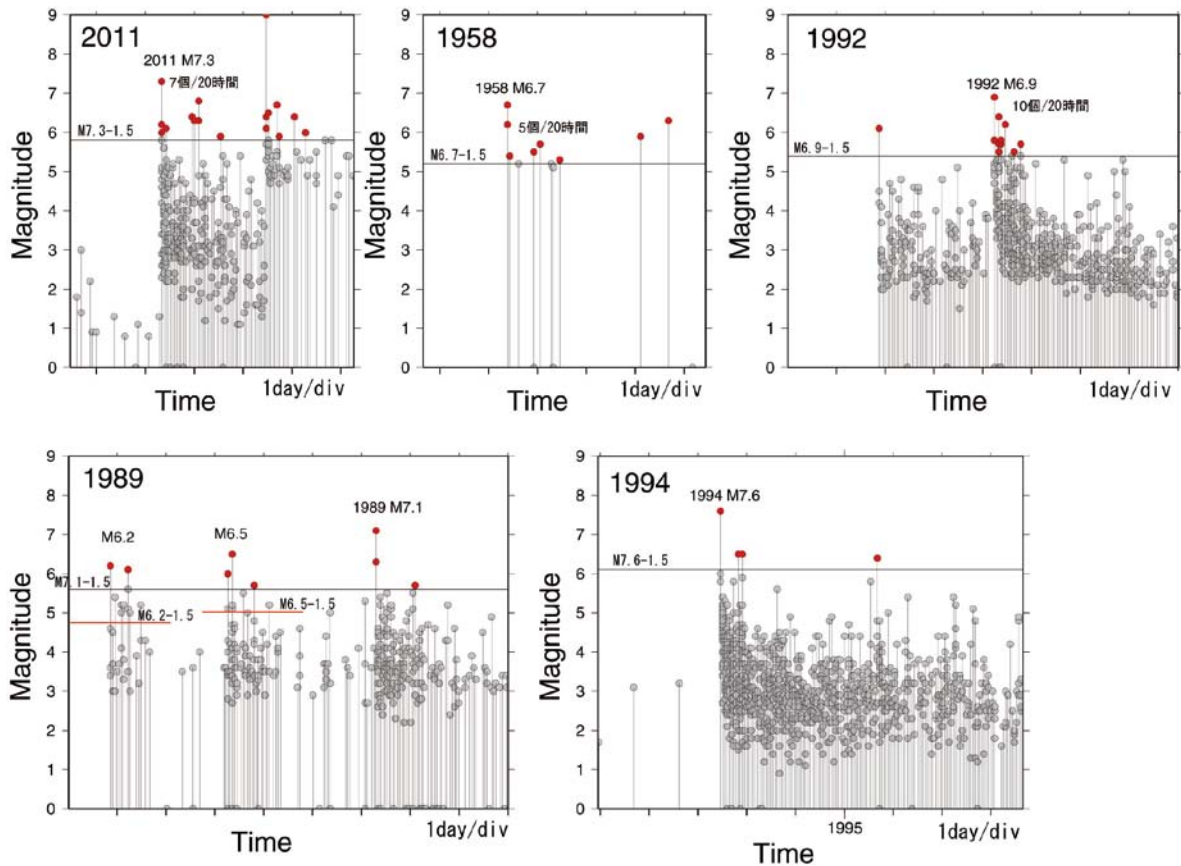
(内田直希・松澤暢)

参 考 文 献

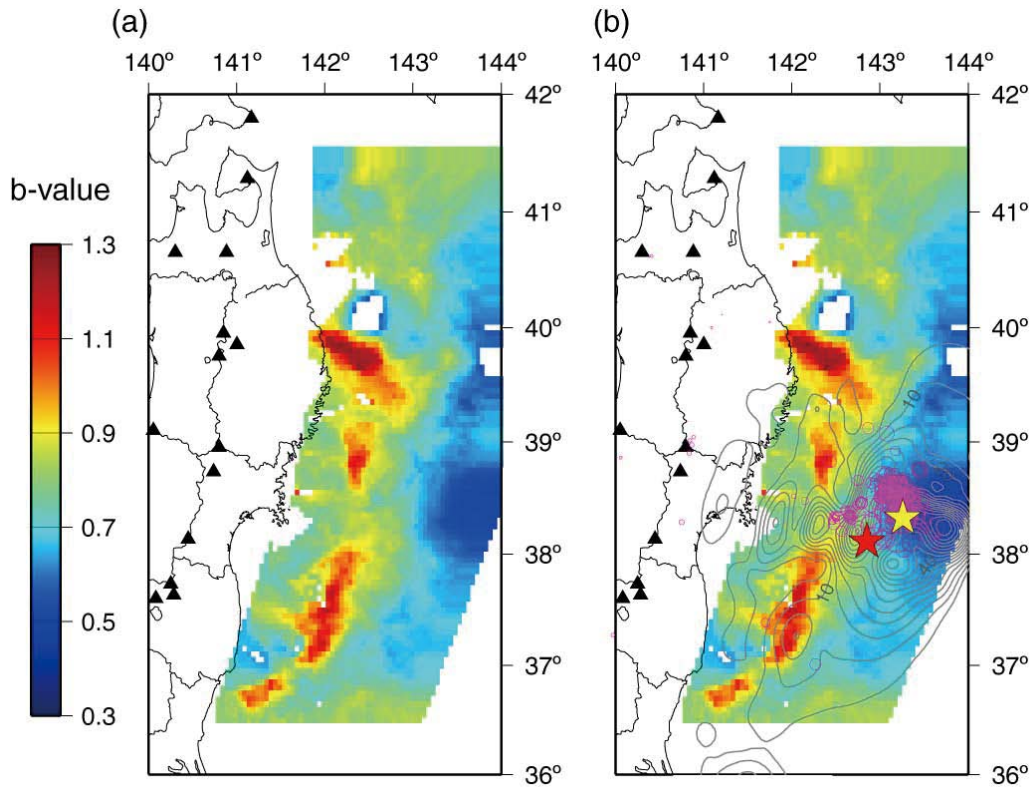
- 1) Yamanaka Y. and M. Kikuchi, Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, J. Geophys. Res., 109, B07307, doi:10.1029/2003JB002683, 2004.
- 2) 弘瀬冬樹, 東北地方の地震活動の時空間変化, 東北大学修士論文, 111pp., 2001.
- 3) 東北大学大学院理学研究科, 2011年3月9日三陸沖地震(M7.3)-測地データおよび地震活動から推定される前震およびその余効変動-, 連絡会報, 86, 印刷中, 2011.
- 4) 東北大学大学院理学研究科・海上保安庁海洋情報部・東京大学地震研究所・気象庁気象研究所, 海陸地殻変動データから推定した2011年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり分布, 連絡会報, 86, 印刷中, 2011.
- 5) 山中佳子, NGY地震学ノート, No.35(http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/), 2011.



第1図. 調査に用いた大きな地震の震央 (黄色星) と余震分布. 1994年三陸はるか沖地震 (M7.6) および 1989年三陸沖の地震 (M7.2) については, Yamanaka and Kikuchi (2004)¹⁾ によるアスベリテイ (灰色領域) も合わせて示す. 震源要素は気象庁による. 赤星は 2011年東北地方太平洋沖地震の震央.
 Fig.1 Epicenters of large earthquakes (yellow stars) and their aftershocks (circles) used in this study. Gray contours show slip areas for the 1994 M7.6 earthquake and 1989 M7.2 earthquake¹⁾. Hypocenter data are from JMA. Red star represents the epicenter of the 2011 Tohoku earthquake.

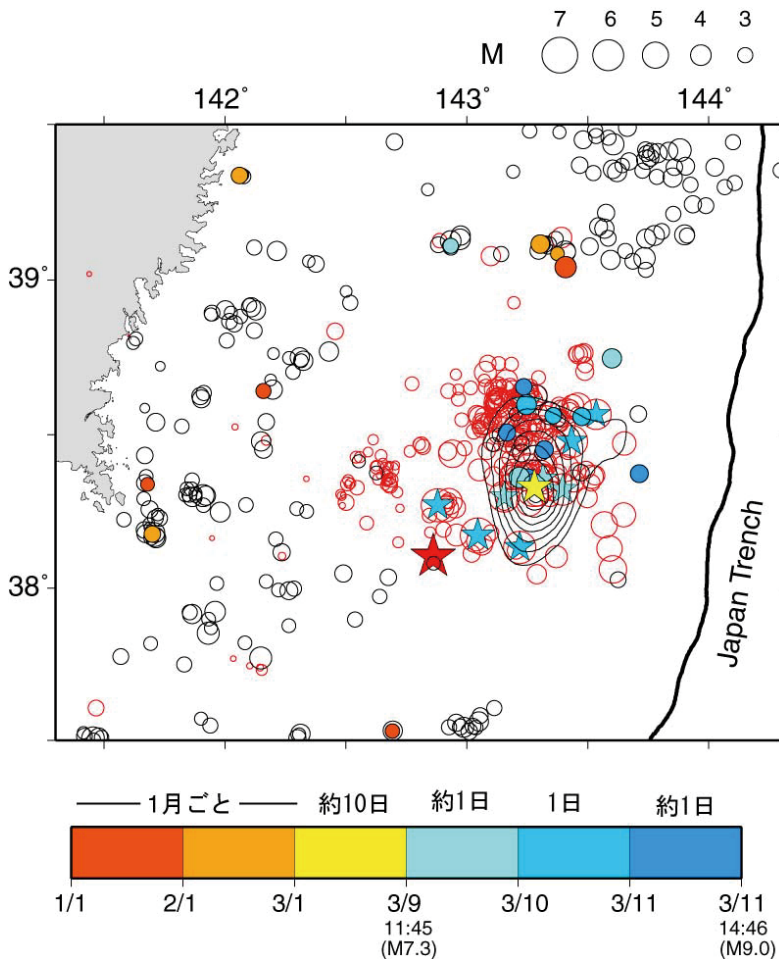


第2図. 5つの大きな地震の余震の M-T 図. 解析に用いた範囲は第1図に矩形で示す. 各期間について, 最大地震 (2011年は3月6日の M7.3の地震) に対してマグニチュード差が1.5以内の地震を赤丸で示す. また, 1989年に関しては, 最大地震の前に発生した規模の大きい2つの地震に関して, マグニチュードが1.5小さいレベルを赤線で示す.
 Fig. 2 Magnitude-time plots for the aftershocks of five large earthquakes shown in Fig. 1. If the magnitude differences between the aftershocks and their mainshock are 1.5 or less, the aftershocks are indicated by red circles. In the figure for the 1989 event, horizontal red lines show magnitudes of 1.5 smaller than two large events with M6.2 and M6.5 before the M7.1 earthquake.



第3図. (a) 太平洋下浅部の地震に関するb値の分布²⁾. 東北大学の1981/1/1から2001/10/31の地震カタログについて、マグニチュードスケールの統一、マグニチュードシフトの補正、人工地震の除去を行ったデータセットを使用した。(b) b値の分布(図(a))と前震の震央(黄色星)、前震の余震(ピンク丸)、本震の震央(赤色星)及び本震のすべり量分布(コンター)⁴⁾の関係。

Fig.3. (a) Spatial distribution of b-value below offshore of Tohoku (Hirose, 2001)²⁾. The data period is from 1981 to October 31, 2001. The Tohoku University's earthquake catalogue was used after unification of magnitude scale, adjustment of magnitude shift, and elimination of artificial earthquakes. (b) The same as Fig. (a) but with the epicenter of the foreshock (yellow star), aftershocks of the foreshock (pink circles), the epicenter of the 2011 Tohoku earthquake (red star) and slip distribution of the Tohoku earthquake (gray contour)⁴⁾.



第4図. 前震の余震に含まれる小繰り返し地震の分布(青丸). 赤線の丸は、2011年東北地方太平洋沖地震発生までのすべての余震(気象庁一元化カタログ2011/3/9 11:45-2011/3/11 14:45)を示す。色のついた星はM5.8以上の前震の余震を同じカラースケールで示す。橙色~黄色の丸は2011/1/1から前震までに発生した小繰り返し地震、白色の丸は、2011/1/1から2011/3/11 14:46に地震を起こさなかった小繰り返し地震グループ。黒コンターは山中(2011)5)による前震のすべり量分布。黄色星と赤色星はそれぞれ前震と2011年東北地方太平洋沖地震の震央を表す。

Fig.4. Small repeating earthquakes in the aftershocks of the foreshock (M7.3 on March 9, 2011) (blue circles). Red circles show the other aftershocks of the foreshock determined by the JMA. Colored stars show aftershocks with magnitude of 5.8 or larger in the same color scale with small repeating earthquakes. Orange and yellow circles denote small repeating earthquakes from January 1, 2011 to March 9, 2011 (before the foreshock). White circles represent small repeating earthquakes not activated in the study period. Black contours show slip distribution of the foreshock estimated by Yamanaka (2011) 5). Yellow and red stars show the epicenters of the foreshock and the main shock, respectively.