

2-5 2003年7月26日の宮城県北部の地震について Miyagi-ken-hokubu earthquake (M6.2) on July 26, 2003.

東北大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Tohoku University

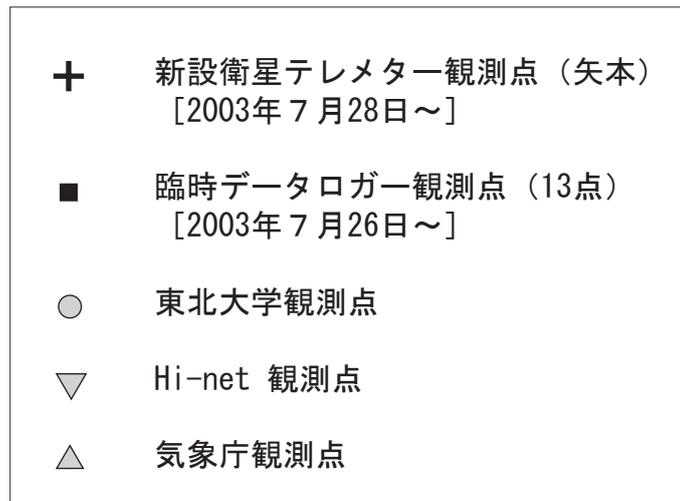
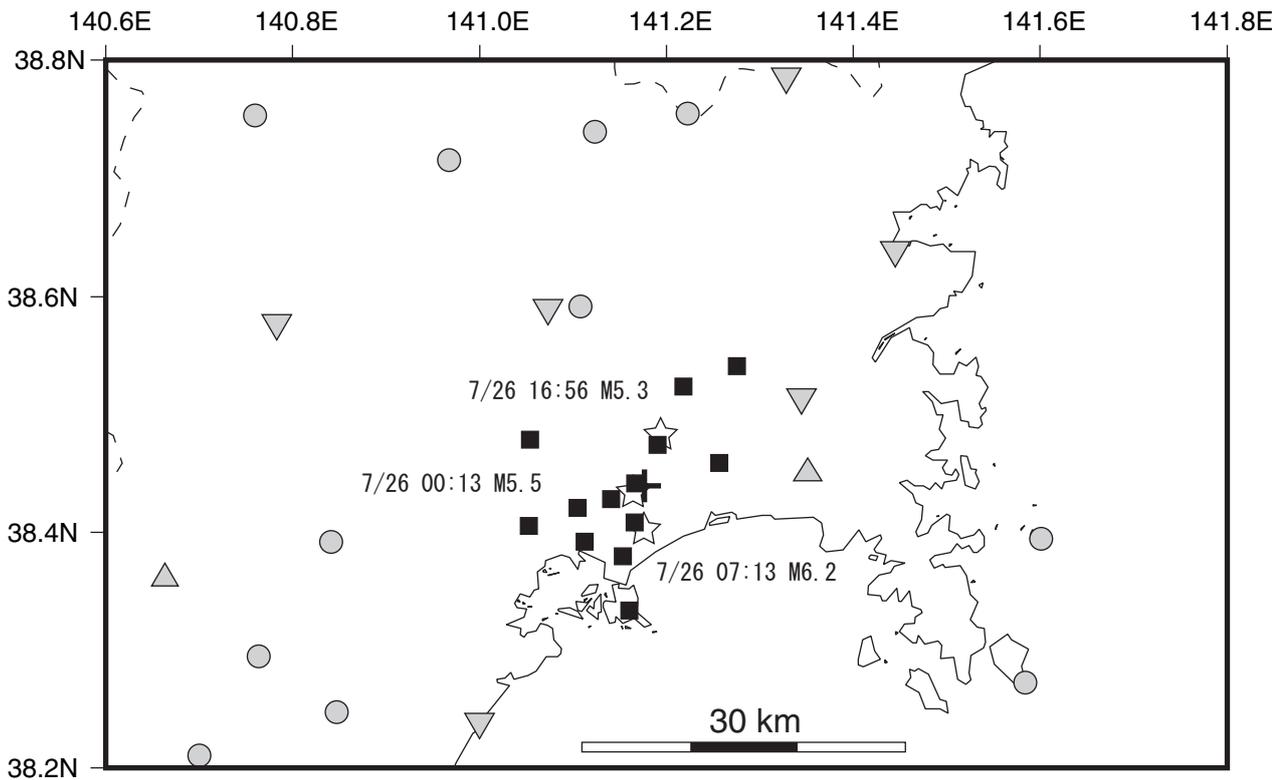
2003年7月26日に宮城県矢本町付近でM6.2の地震が発生した。本震の震央から半径15km以内には東北大学、気象庁、Hi-netの観測点がなかったため、東北大学では本震発生の7月26日17時頃から震源域およびその周辺に13点のデータロガー観測点を設置して、臨時余震観測を開始した。また、7月28日からは衛星テレメータ観測点を震源域の直上に設置して、2003年12月現在も観測を継続している。第1図にこれらの臨時地震観測点および周辺の定常観測点の配置を示す。

第2図に臨時データロガー観測点、臨時テレメータ観測点および周辺20km以内の定常観測点（東北大学、気象庁、Hi-net）の検測値を併合し、Double-Difference法（Waldhauser and Ellsworth, 2000；以下DD法）により求めた余震分布を示す。第3図に前震、本震、最大余震のメカニズム解を示す。左側がP波押し引き分布によるメカニズム解、右側がモーメントテンソル解である。

臨時観測データと定常観測網データ（東北大学、Hi-net、気象庁）を併合処理して決定した余震のメカニズム解を第4図に示す。余震のメカニズム解を、P軸の方位の違いによって3つのタイプに分類した。第5図は、臨時データロガー観測点、臨時テレメータ観測点および周辺150km以内の定常観測点（東北大学、気象庁、Hi-net）の検測値を併合し、DD法により求めた余震分布である。第6図にDD法による震源位置により求めた、前震から最大余震までの主な地震のメカニズム解を示す。

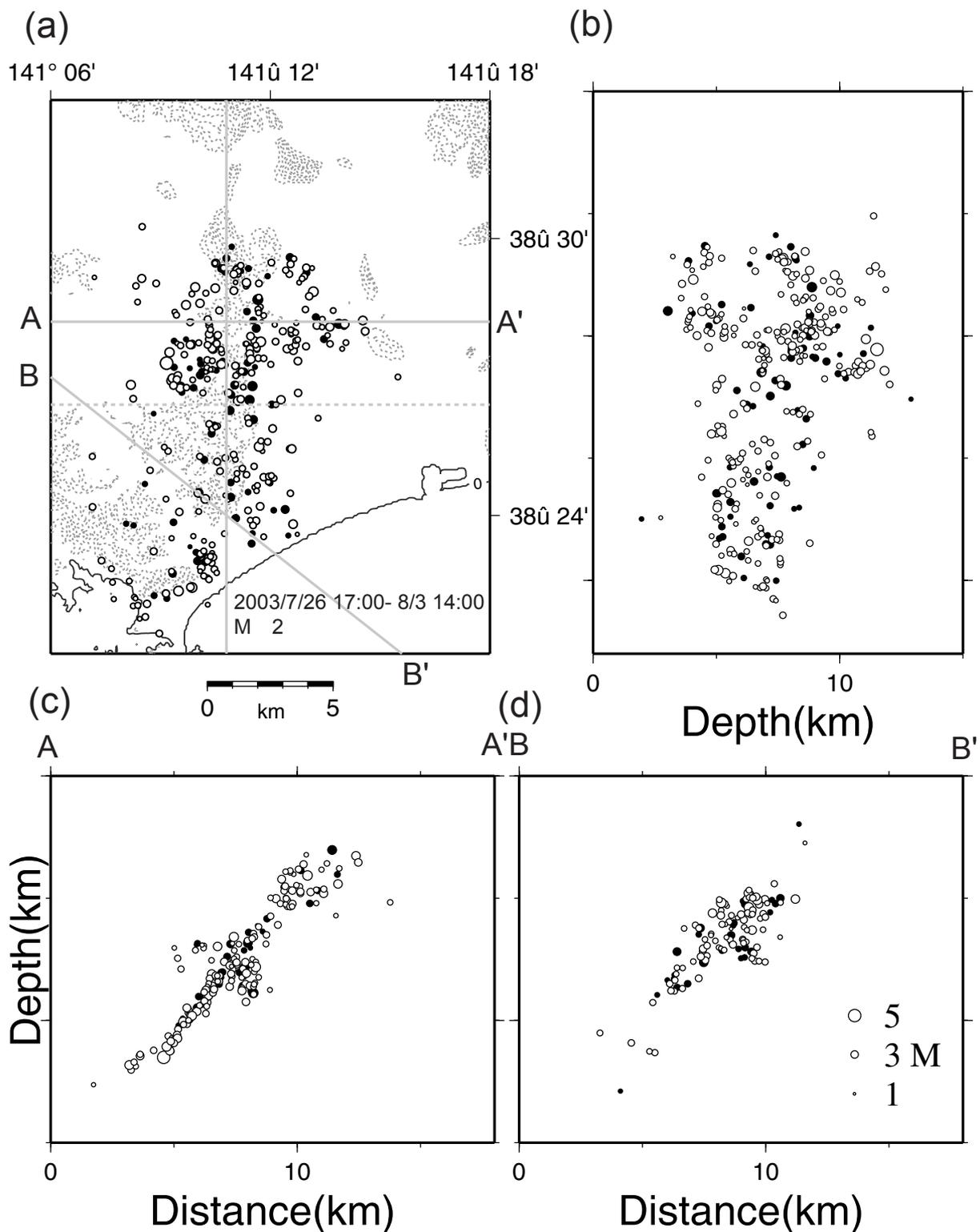
臨時観測点の観測走時に対する観測点補正を加えた場合と、観測点補正加えない場合の余震の震源の深さ分布を、第7図と第8図に示す。

第9図は、この地震の震源域周辺のGPS連続観測点、および地震前後に改測が行われたGPS臨時観測点および水準点の位置図である。第10図にこの地震に伴って観測された地殻変動を黒矢印で示す。このデータに基づいて、Yabuki and Matsu'ura (1992)の方法により推定されたすべり分布を第11図に示す。なお断層面の形状は、第2図に示されているDD法によって決定された震源分布にあてはめられた曲面を用いた。このすべり分布から計算された地殻変動を第10図の赤矢印で示す。



第1図 地震観測点の配置図. 東北大学, Hi-net, 気象庁の地震観測点の位置を, 丸印, 逆三角印, 三角印で示す. 臨時衛星テレメター観測点 (矢本) を+印で, データロガー観測点 (13点) を■印で表す. 7月26日の前震 (M5.5), 本震 (M6.2), 最大余震 (M5.3) の震央を☆印で示す.

Fig.1 Map showing seismic observation stations. Circles, reverse triangles and triangles denote Tohoku university stations, Hi-net stations and JMA stations, respectively. A temporary satellite-telemetry station (Yamoto) and thirteen data-logger stations are shown by a plus and solid squares, respectively. Stars denote epicenters of the largest foreshock (M5.5), main shock (M6.2) and the largest aftershock (M5.3), respectively.



第2図 臨時データロガー観測点、臨時テレメータ観測点および周辺20km以内の定常観測点（東北大学、気象庁、Hi-net）の検測値を併合し、Double-Difference法（Waldhauser and Ellsworth, 2000；以下DD法）により求めた余震分布（7/26 17:00 - 8/3 14:00 $M \geq 2.0$ ）。速度構造は東北大学ルーチン構造を使用した。（a）震央分布，（b）南北断面図，（c）38.44度以北の余震に対するA-A'断面図，（d）38.44度以南の余震に対するB-B'断面図。●は本震後1日間，○は本震後1日以降の余震を示す。

Fig.2 Hypocenters of aftershocks relocated by the DD method (Waldhauser and Ellsworth, 2000). Events for the period from 17:00 Jul. 26 (JST) to 8:00 Aug. 18 (JST) are shown. Sizes of symbols are proportional to their magnitudes. (a) Epicenter distribution. (b) NS vertical cross section. (c) Vertical cross section along line A-A' for events located in the north side of 38.445 degree. (d) Vertical cross section along line B-B' for events located in the south side of 38.445 degree. Close and open symbols denotes the event occurred within 1day after the main shock and those occurred from 1day after the main shock, respectively.

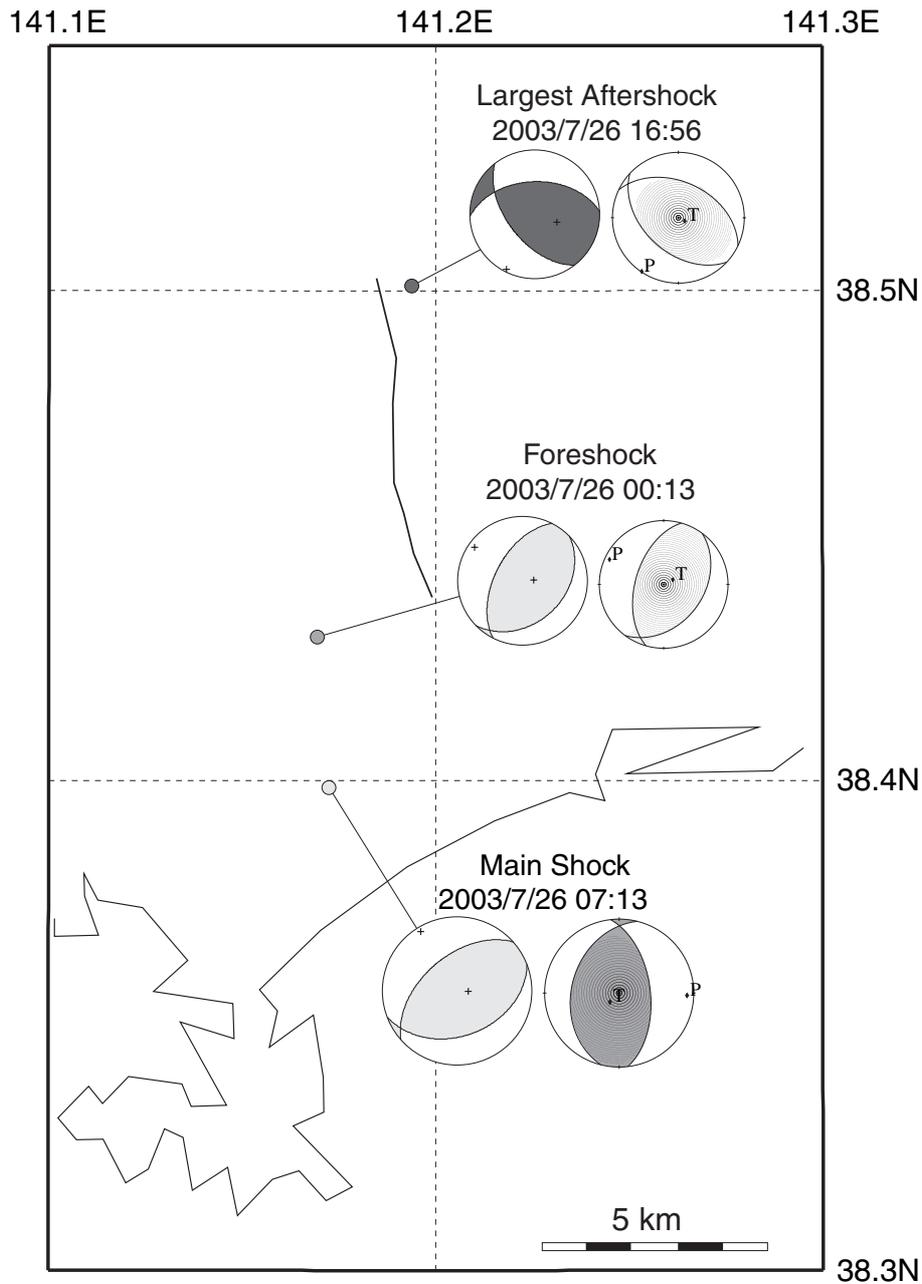
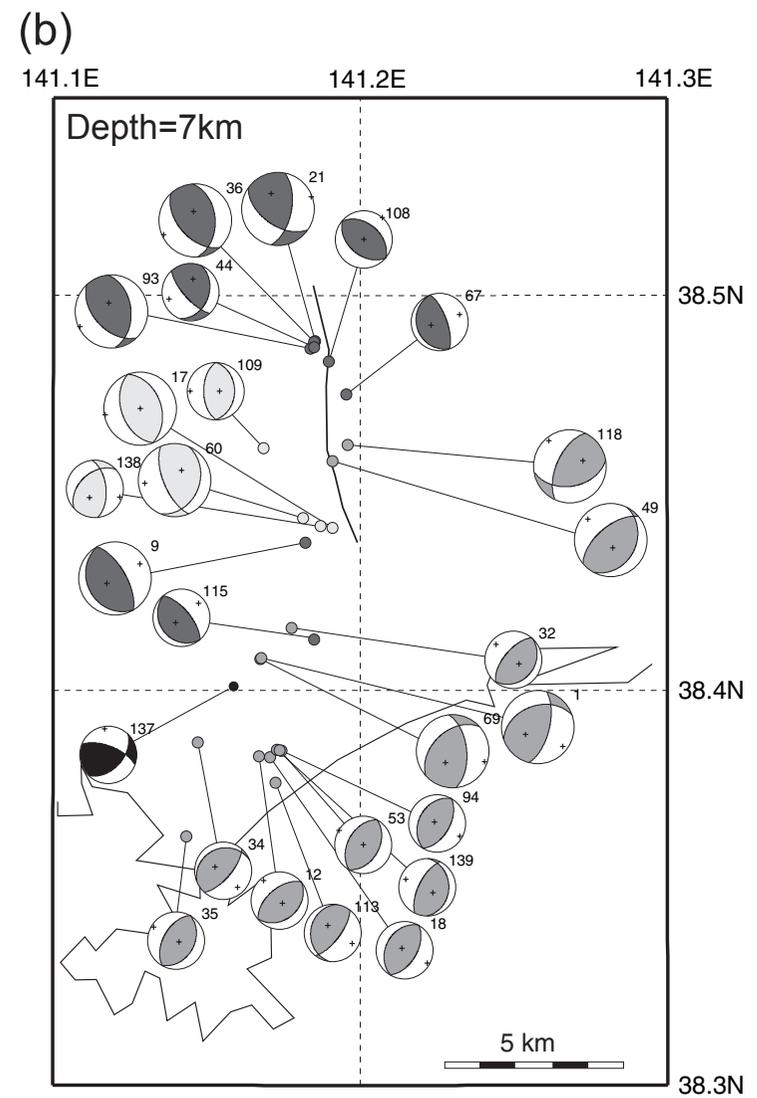
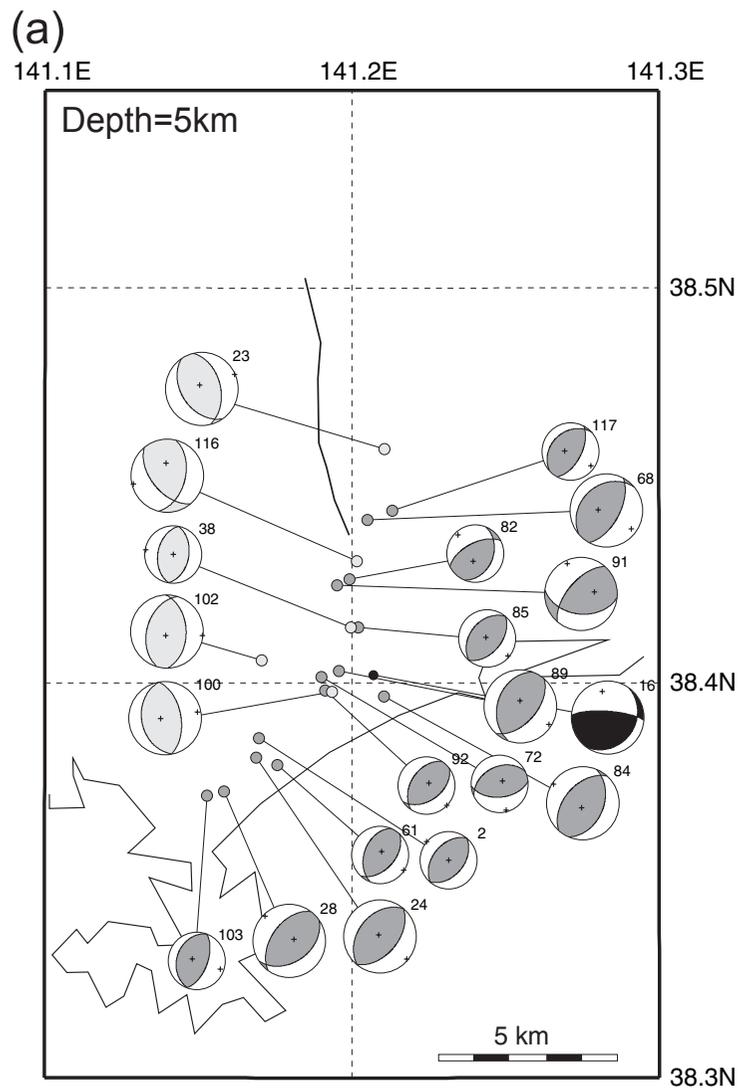


Fig. 3 前震, 本震, 最大余震のメカニズム解. 東北大学, Hi-net, 気象庁のデータを用いて, DD法で震源を再決定した. P波初動の押し引き分布から決定したメカニズム解(左図)とモーメントテンソル解(右図)を下半球等積投影法で示す.

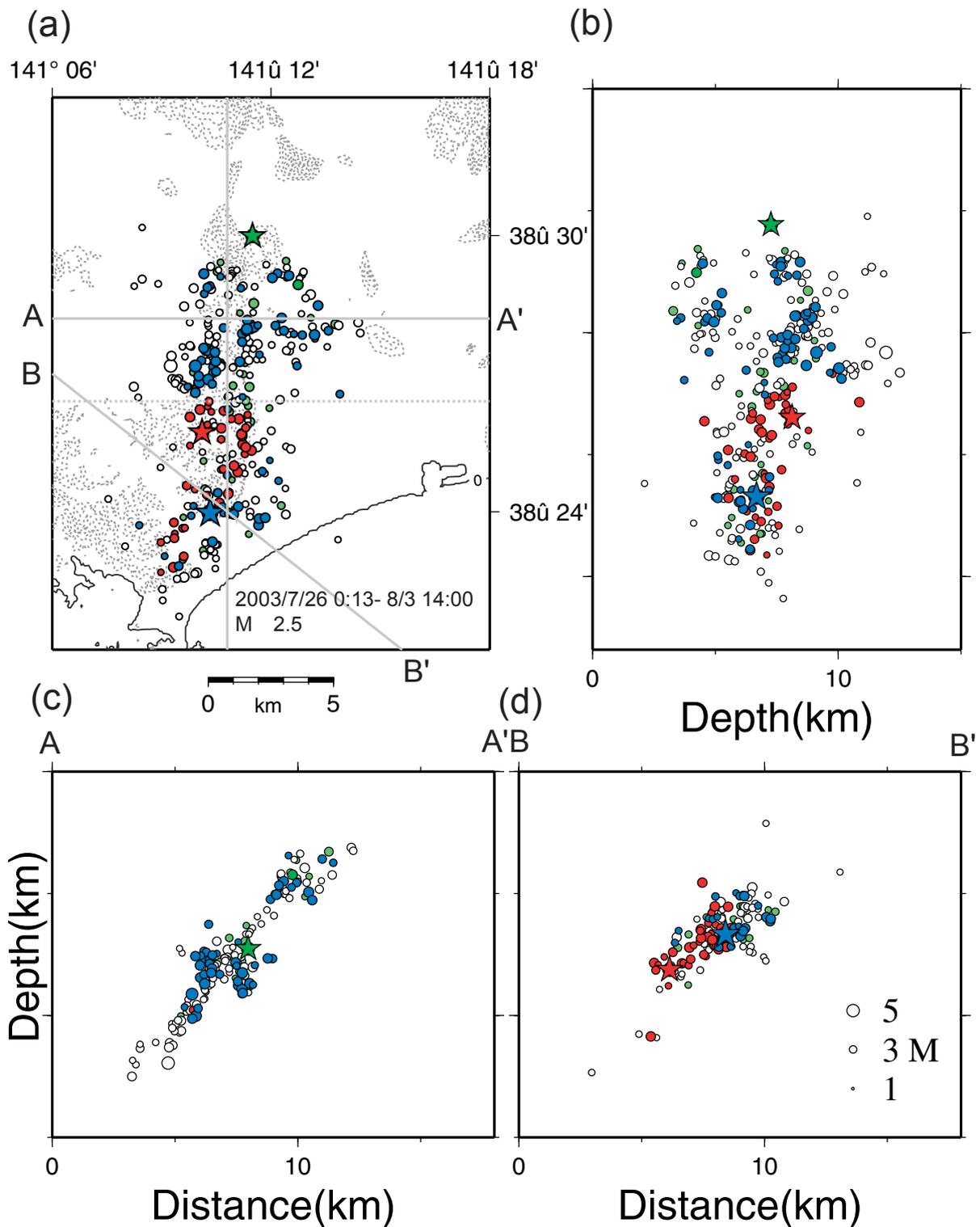
第3図 前震, 本震, 最大余震のメカニズム解. 東北大学, Hi-net, 気象庁のデータを用いて, DD法で震源を再決定した. P波初動の押し引き分布から決定したメカニズム解(左図)とモーメントテンソル解(右図)を下半球等積投影法で示す.

Fig.3 Focal mechanisms of the largest foreshock, main shock and the largest aftershock. Focal mechanisms and moment tensor solutions are shown left- and right-side, respectively.



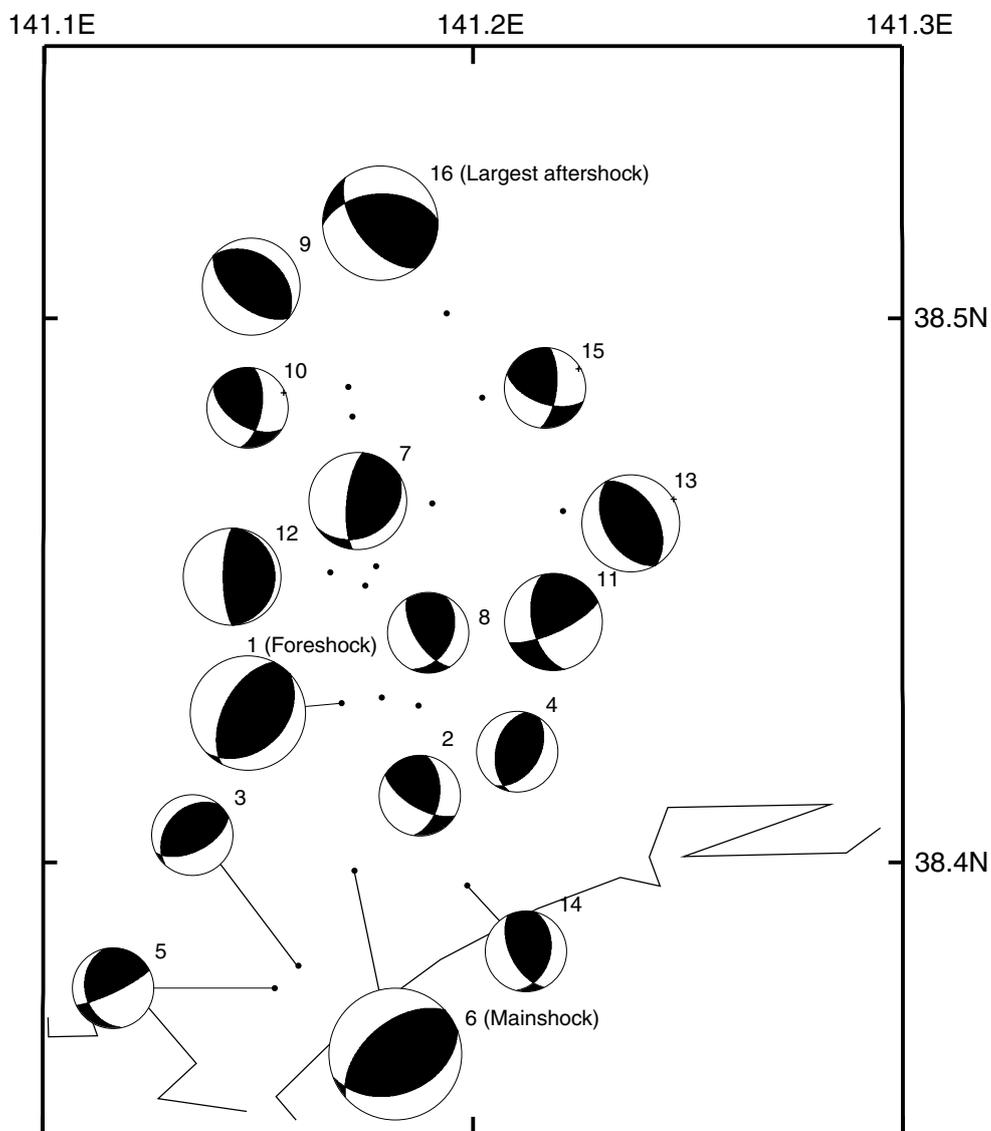
第4図 臨時観測データと定常観測網データ(東北大学, Hi-net, 気象庁)による余震のメカニズム解. (a) 震源の深さが5kmの余震. (b) 震源の深さが7kmの余震.

Fig.4 Focal mechanism of aftershocks estimated from initial motions observed at temporary stations and routine stations. (a) Focal mechanisms of aftershocks with focal depths of 5 km. (b) Focal mechanisms of aftershocks with focal depths of 7 km.



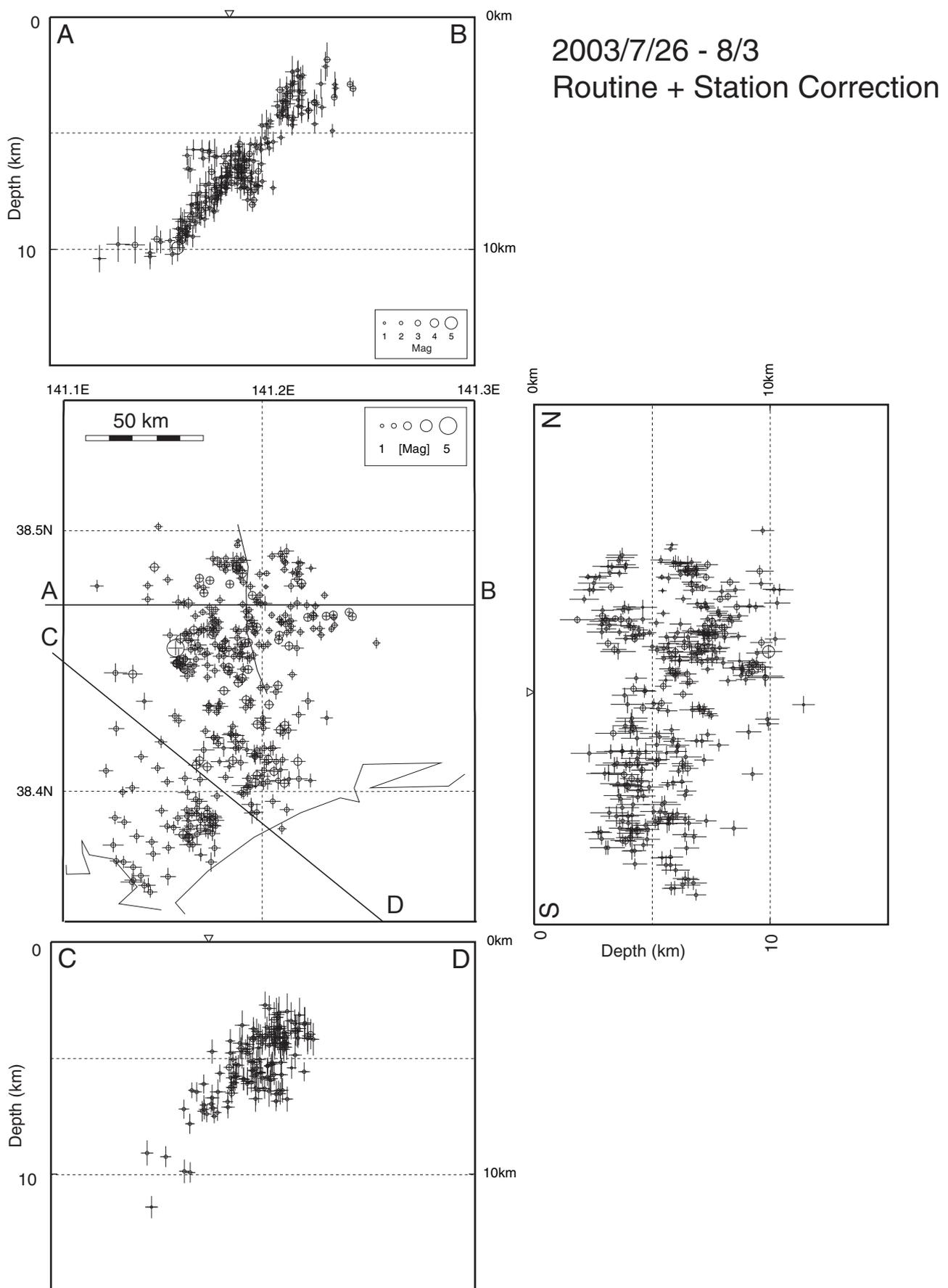
第5図 臨時データロガー観測点, 臨時テレメータ観測点および周辺150km以内の定常観測点(東北大学, 気象庁, Hi-net)の検測値を併合し, DD法により求めた余震分布(7/26 0:13 - 8/3 14:00 $M \geq 2.5$). (a)~(d)は図2に同じ. 速度構造は東北大学ルーチン構造を使用した. ☆は本震(7/26 7:13 M6.2), 前震(7/26 0:13 M5.5), 最大余震(7/26 16:56 M5.3)を示す. 赤, 青, 緑はそれぞれ, 前震から本震前まで, 本震から最大余震前まで, 最大余震から本震後1日間の余震を示す.

Fig.5 Hypocenters of the 2003 northern Miyagi earthquake sequence. Events for the period from foreshock to 8:00 Aug. 18 (JST) are shown. Blue and red symbols show the main shock and its direct aftershocks, and the M5.5 foreshock and its direct aftershocks, respectively. Green symbols show the largest aftershock and events which occurred just after it. Stars denote the main shock, largest foreshock and largest aftershock. Figures (a), (b), (c) and (d) are shown in the same manner as those of Fig. 2



第6図 DD法による震源位置(第5図)により求めた, 前震から最大余震までの主な地震のメカニズム解(下半球等積投影). 数字は地震番号を示し, 1は前震(7/26 0:13 M5.5), 6は本震(7/26 7:13 M6.2), 16は最大余震(7/26 16:56 M5.3)を示す.

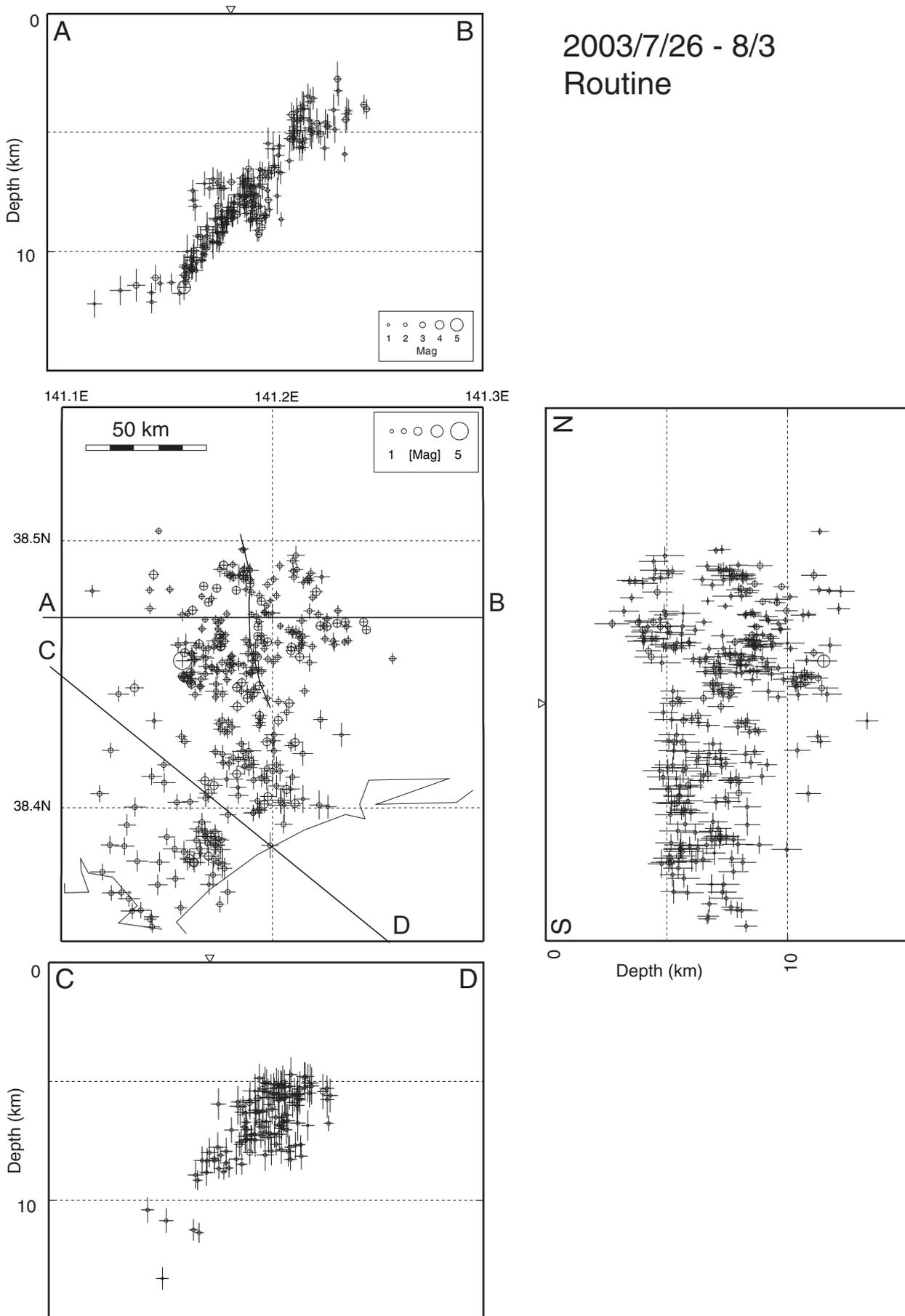
Fig.6 Fault plane solutions of events that occurred before the temporary seismic array was installed. Numerals attached show chronological order; 1: largest foreshock, 6:main shock and 16: largest aftershock.



第7図 データロガー観測点, 東北大学, Hi-net, 気象庁のデータを併合処理した震源分布. 2003年7月26日から8月3日の余震を, 観測点補正値を加えて, 東北大学ルーチン速度構造を用いて震源決定した. 観測点補正値は, 仙台観測点 (Hi-net) の資料を参考にした.

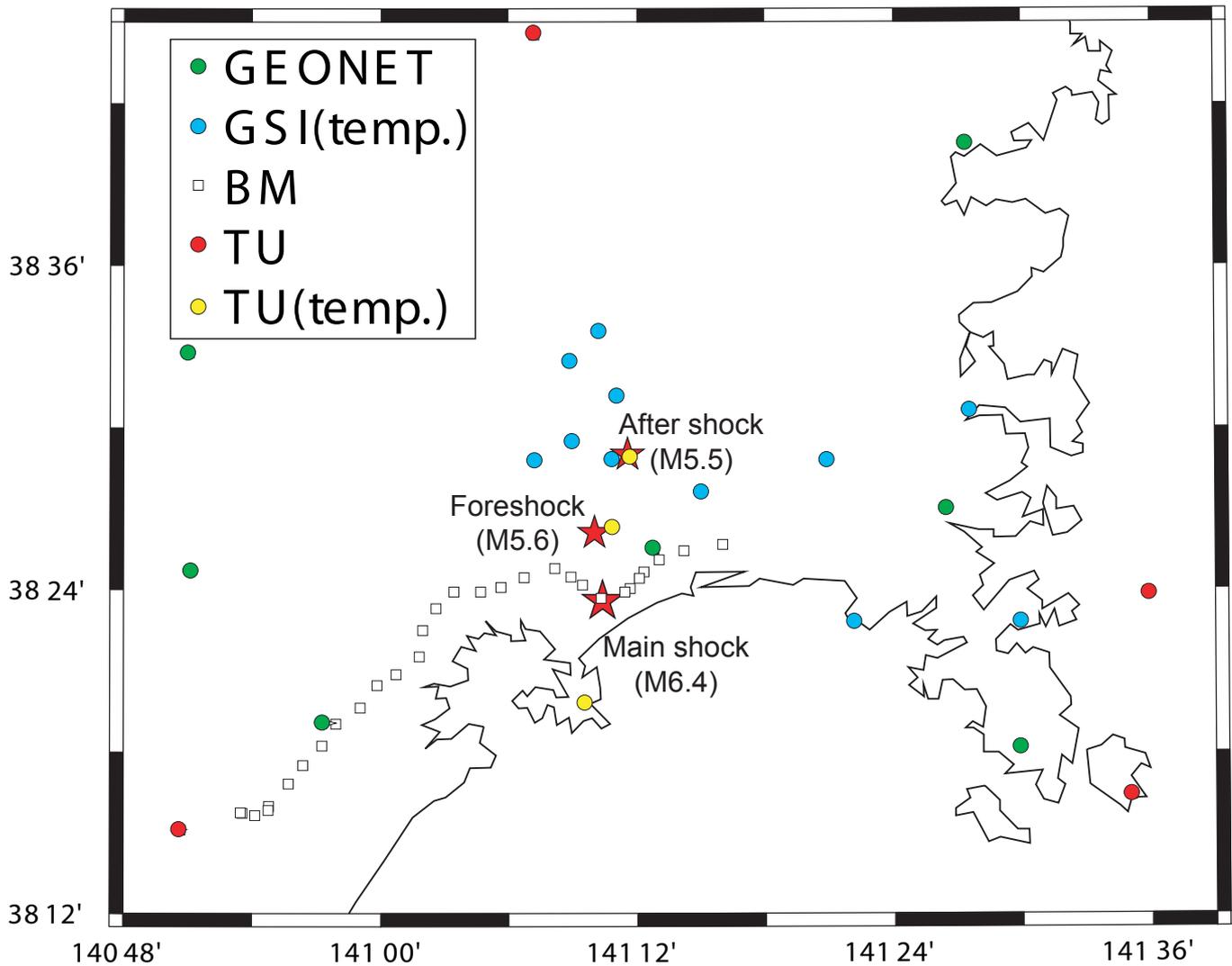
Fig.7 Focal depths of aftershocks estimated by using station corrections for temporary data-logger station data.

2003/7/26 - 8/3
Routine



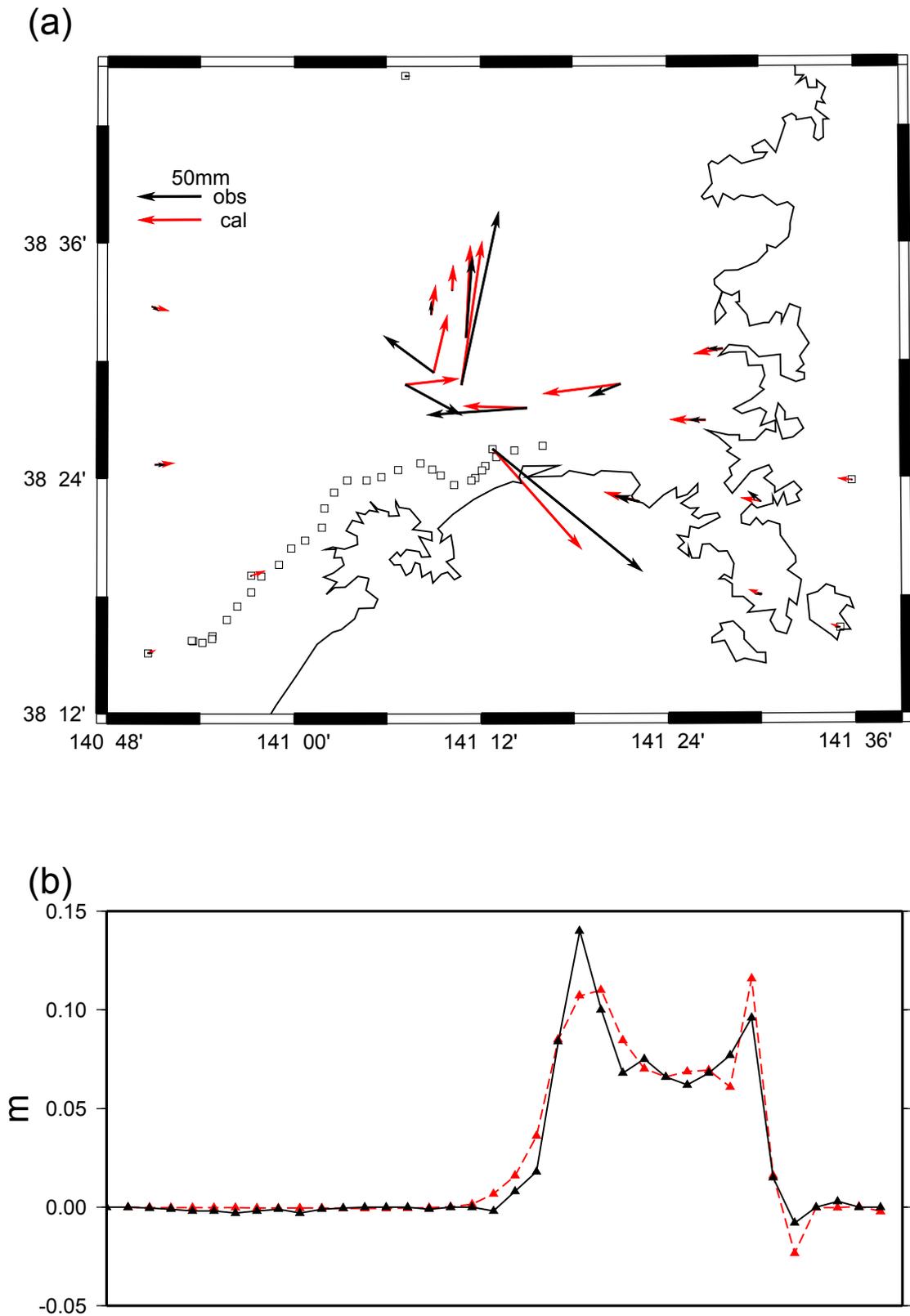
第8図 データロガー観測点, 東北大学, Hi-net, 気象庁のデータを併合処理した震源分布. 2003年7月26日から8月3日の余震を, 東北大学ルーチン速度構造を用いて震源決定した.

Fig.8 Focal depths of aftershocks estimated by the routine location method of Tohoku university network.



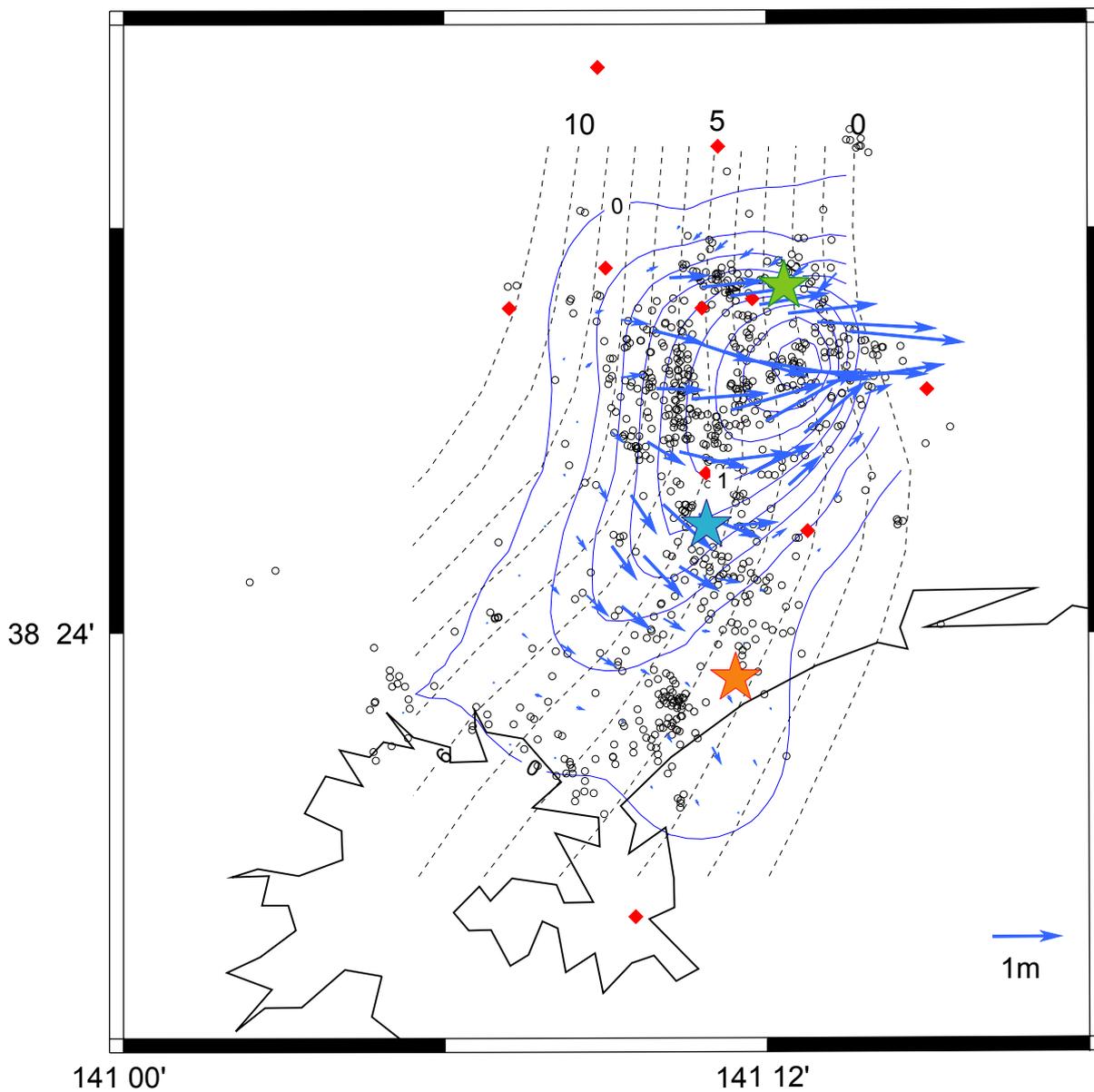
第9図 GPS観測点および水準点配置図. 緑丸はGEONET観測点, 青丸は国土地理院のGPS機動観測点, 赤丸は東北大学のGPS連続観測点, 黄丸は東北大学のGPS臨時観測点, 白四角は国土地理院の水準点を示す.

Fig.9 Map showing geodetic stations. Green, and blue circles indicate GSI's GEONET sites and temporary GPS stations, respectively. Red, and yellow circles denote continuous and temporary GPS stations of Tohoku University. Open squares indicates bench marks for leveling survey of GSI.



第10図 第9図で示した観測点における宮城県北部地震時の地殻変動。(a)水平変動、および(b)上下変動を黒矢印で示す。赤矢印はインバージョンによって推定されたすべり分布モデルから計算された変動を示す。

Fig.10 Coseismic displacements observed at (a) GPS stations, and (b) bench marks for leveling survey as shown by black arrows. Red arrows demonstrate calculated displacements from the coseismic slip distribution estimated by a geodetic inversion (see Fig. 11).



第11図 観測された地震時地殻変動から推定された地震時のすべり分布(青矢印および青コンター)。点線は、DD法による余震分布(第2図)から推定された地震時の曲面断層の等深線を1km間隔で示す。黒丸は余震分布、青、橙、緑の星は、それぞれ、前震、本震、最大余震の震央を示す。赤の菱形はGPS観測点を示す。

Fig.11 Coseismic slip distribution estimated by a geodetic inversion [Yabuki and Matsu'ura, 1992] as shown by blue arrows and contours. Broken lines indicate iso-depth contours of the fault surface based on the precise hypocenter determination for aftershocks using the Double-Difference method (see Fig.2) with an interval of 1 km. Open circles are epicenters of aftershocks. Blue, orange, and green stars denote the largest foreshock, main shock, and the largest aftershock, respectively. Red diamonds indicate GPS stations.