

3-17 平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震について

On the Iwate-Miyagi Nairiku earthquake in 2008

2008年岩手・宮城内陸地震緊急観測グループ／東北大学大学院理学研究科
Group for the Emergent Observation of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008,
and Graduate School of Science, Tohoku University

2008年6月14日8時43分にM7.2の岩手・宮城内陸地震が発生した。この地震の直後から各研究機関による余震・GPS・電磁気に関する合同観測が実施された。

余震観測では北海道大学・弘前大学・東北大学・東京大学地震研究所・名古屋大学・京都大学防災研究所・高知大学・九州大学・鹿児島大学・防災科学技術研究所の10機関が合同で臨時余震観測を行った。その観測点配置を第1図に示す。この合同余震観測によって得られたデータを元にDDトモグラフィが実施され、高精度の地震波速度構造と震源分布が得られた。求められた震源分布を第2図に、また得られたS速度構造偏差を第3図に示す。余震は高速度域に集中して発生している。火山の下に高温域と考えられる低速度域があり、このためにこの領域では余震が発生していないと考えられる。余震は基本的に西に傾斜した面状に分布していると考えられるが、火山の下で余震が発生していないために、その傾向はあまり明瞭ではない。

深さ24kmにおけるS波速度偏差と再決定された過去の地震活動(岡田・他, 2008)¹⁾とを比較したのが第4図である。この図を見ると、この領域には火山フロントに沿う南北方向の地震活動帯と、そのすぐ東の北北西-南南東方向に分布した活動帯があり、今回の地震は、その二つの活動帯があたかも収束するように見える領域付近で発生した。2つの地震帯の深部には地震波速度低速度域が見られ、それは地下深部から供給される流体の上昇経路であると考えられる。1962年・2003年宮城県北部地震や、1970年秋田県南東部地震、1996年の鬼首付近の地震の震源域の深部延長にも低速度域が分布しており、これらの地震の発生も深部から供給された流体と関係していると考えられる。

今回の地震の前駆的活動を第5図に示す。本震発生直前の08:01と08:11に発生した前震と08:43に発生した本震の震源位置はほとんど同じである。また、1999年と2000年にそれぞれM4.3とM4.9を最大とする地震活動が今回の本震の震源の東側浅部に発生しており、その活動域では今回の地震の余震活動は低調である。つまり、今回の地震断層の浅部延長上で1999年と2000年に活動があって、それが今回の地震の発生に繋がったと考えられる。

震源域直上の一関市厳美町字祭時(まつるべ)に東北大学が設置したGPS連続観測点ICNS(位置は震源の南西2.5km程度)における地震発生前後の変動およびGPS観測点配置図を第6図に示す。地震波によって得られたメカニズム解から今回の地震は東西圧縮の逆断層型であったことが明らかになっており、ICNS観測点が北東に隆起したことは断層面が西に傾斜していることを示している。GPS観測データを用いて2枚の矩形断層を仮定した場合の地震断層モデルを第7図に示す。推定されたモーメントマグニチュードは2枚の矩形断層をあわせて6.9となった。この地震のあとGPS大学連合によって設置された臨時点も加えてYagi and Kikuchi (2003)²⁾の時間依存インバージョン法によって推定された余効すべりの時空間分布を第8図に示す。余効すべりは基本的に断層の上端付近の浅部と栗駒山直下付近に推定されている。7月12日までの解析で、余効すべりによるモーメント解放量はモーメントマグニチュード換算で北側断層が5.9、南側が6.3と推定された。

この震源域周辺では広帯域MT法探査によって比抵抗構造が推定されていた。3本の測線にそっ

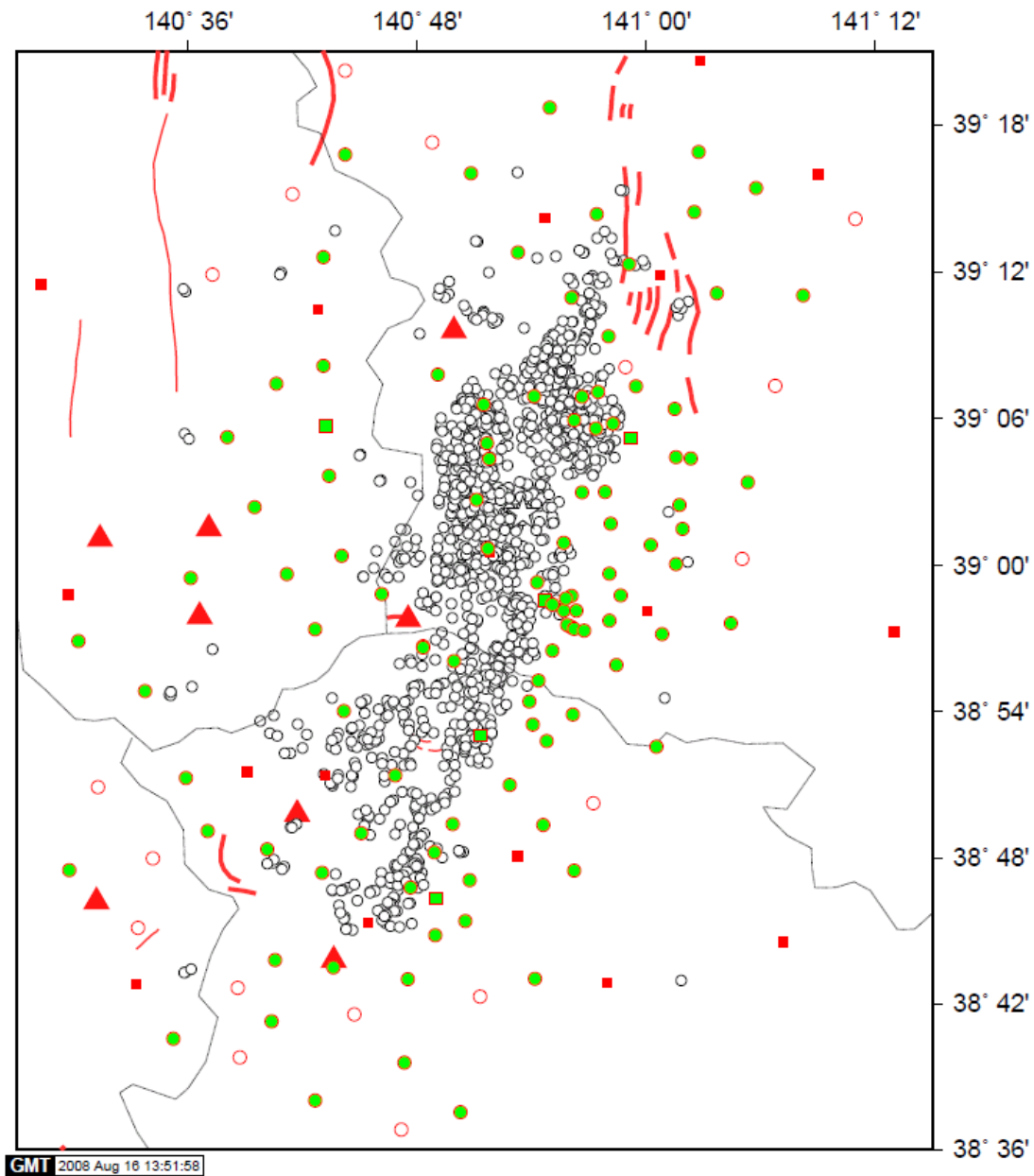
た 2 次元比抵抗断面に余震の震源分布を重ねた図を第 9 図に示す．基本的に高比抵抗域に余震が分布していることがわかる．この地震のあと，地震前後の比抵抗変化を調べるために，東北大学・秋田大学・北海道大学・東京大学地震研究所による合同 MT 観測が実施されている．

謝辞

余震の震源決定と地震波速度構造推定には，防災科学技術研究所 Hi-net・気象庁・国立天文台水沢 VERA 観測所のデータ，東京工業大学が実施した臨時余震観測データ，および原子力安全基盤機構（JNES）が平成 19・20 年度に実施した内陸の活断層調査に基づく震源断層評価手法の検討事業で取得されたデータも使用させていただいた．GPS データ解析においては国土地理院 GEONET・国立天文台水沢 VERA 観測所のデータ，および原子力安全基盤機構（JNES）の上記事業で取得された GPS データも使用させていただいた．GPS 解析ソフトとしては，GpsTools ver.0.6.3（高須・笠井，2005）³⁾ を利用させていただいた．さらに観測にあたっては，一関市，一関市教育委員会，栗原市はじめ地元の関係諸機関・自治体に多大なるご協力をいただいた．記して感謝申し上げる．

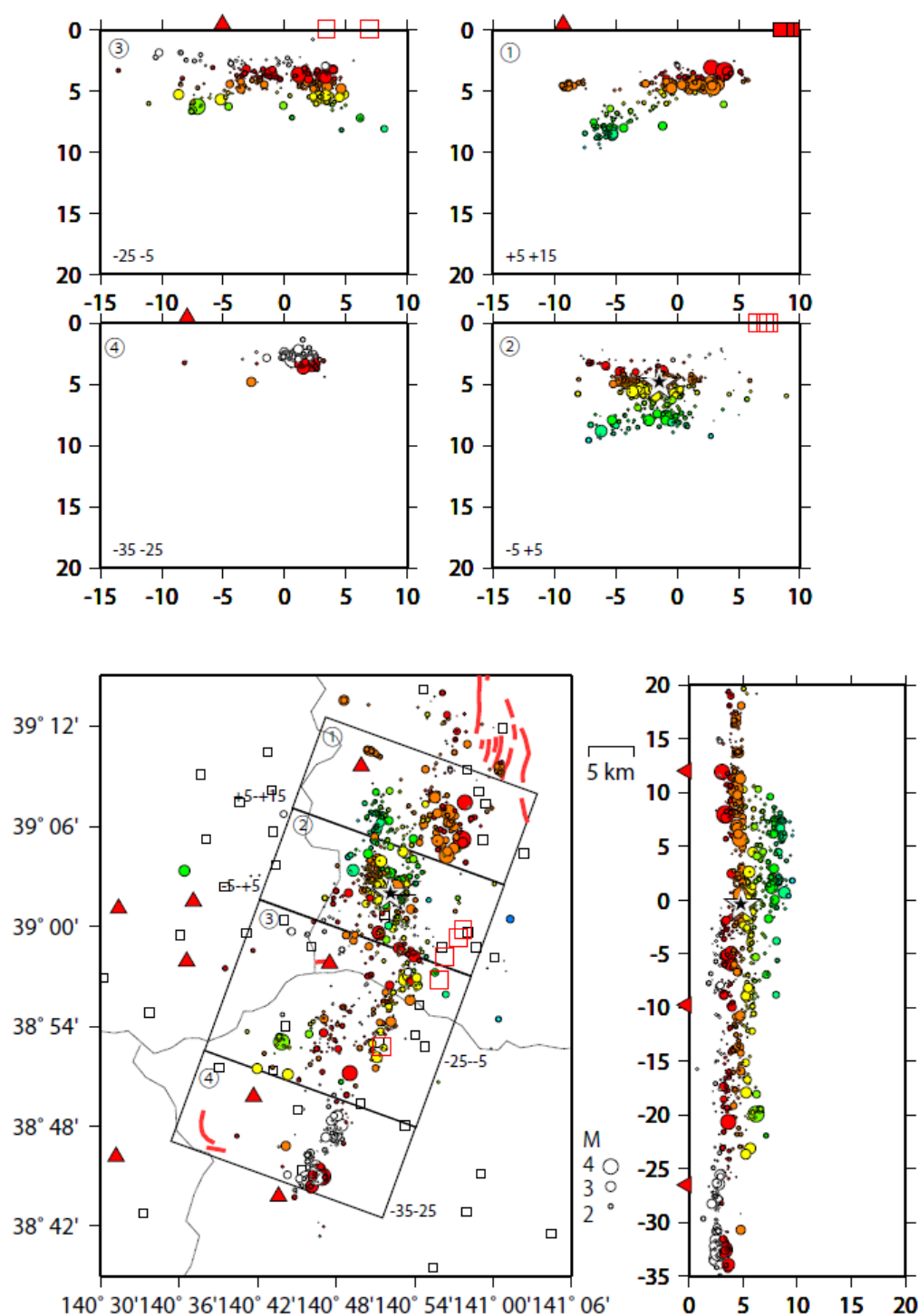
参考文献

- 1) 岡田・他，東北地方中央部およびその周辺の地殻内地震波速度不均質構造と地震活動，日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集，S147-008，2008.
- 2) Yagi and Kikuchi, Partitioning between seismogenic and aseismic slip as highlighted from slow slip events in Hyuga-nada, Japan, GRL, 30, doi:10.1029/2002GL015664, 2003.
- 3) 高須・笠井，測位衛星用高精度軌道・時計決定ソフトウェアの開発，第 49 回宇宙科学技術連合講演会，広島，2005.



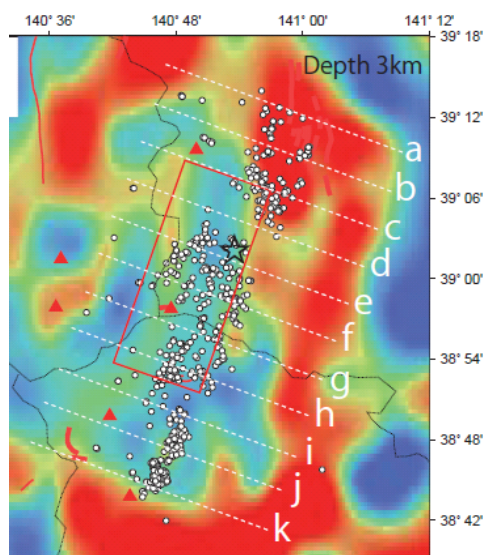
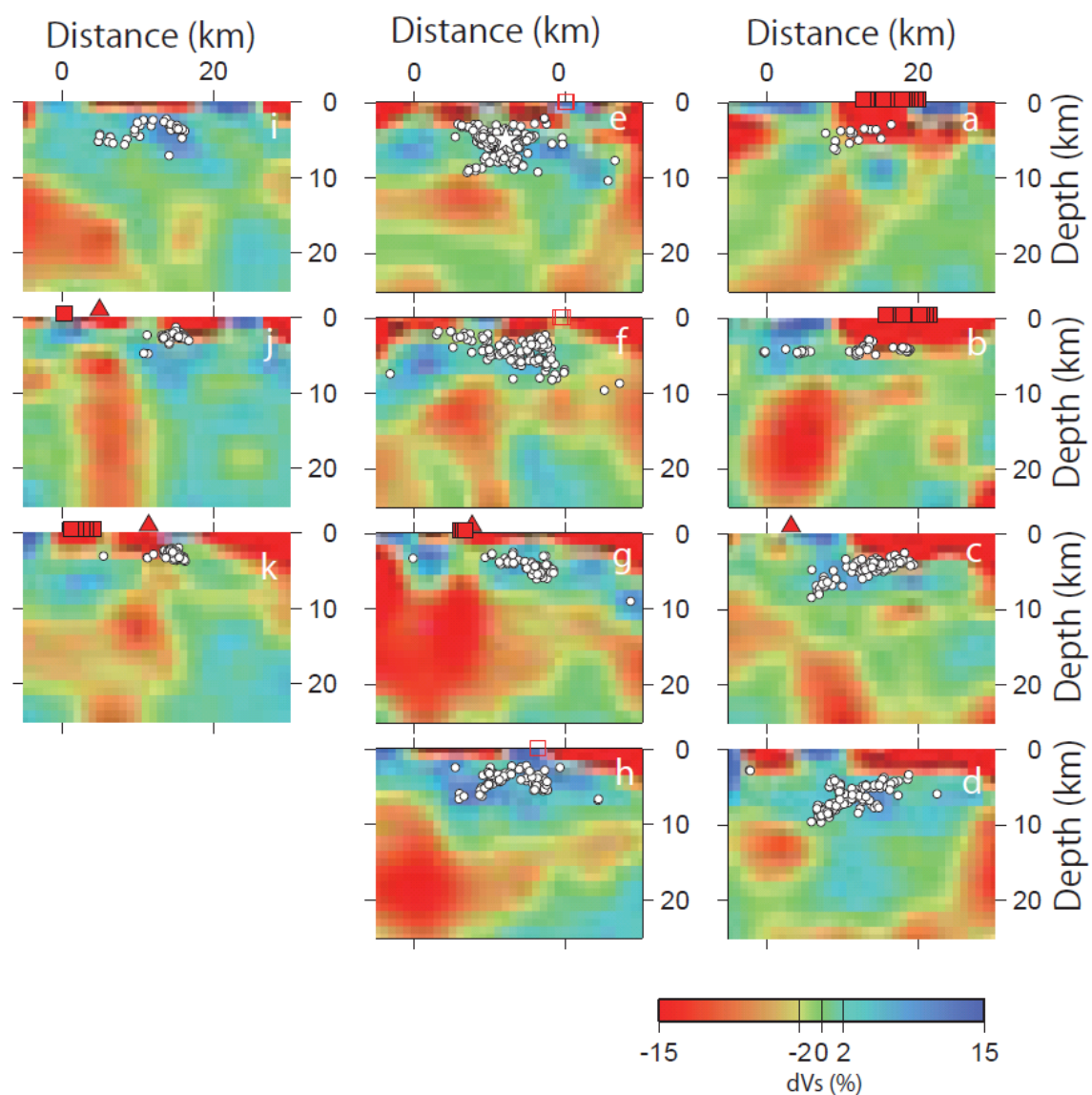
第 1 図 合同余震観測グループによる臨時余震観測点分布 (8 月 12 日時点). 緑丸はオフライン, 緑四角はオンライン, 赤丸は 7 月中旬までオフライン観測を行なった臨時観測点を示す. 赤四角は気象庁・防災科学技術研究所・東北大学のオンライン観測点を表す. 小さな丸と星印はそれぞれ東北大学の自動処理による余震と本震の震央を表す. 赤線は活断層, 赤三角は第四紀の火山を示す.

Fig.1 Distribution of temporary observation stations deployed by the Group for the aftershock observations of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 (GIMNE2008). Green circles and squares indicate offline and online temporary stations respectively. Red circles denote the stations operated till the middle of July 2008. Red squares show the online stations installed by JMA, NIED, and Tohoku University (TU). Star and small circles indicate the epicenters of the main shock and aftershocks determined by the automatic hypocenter determination system of TU.



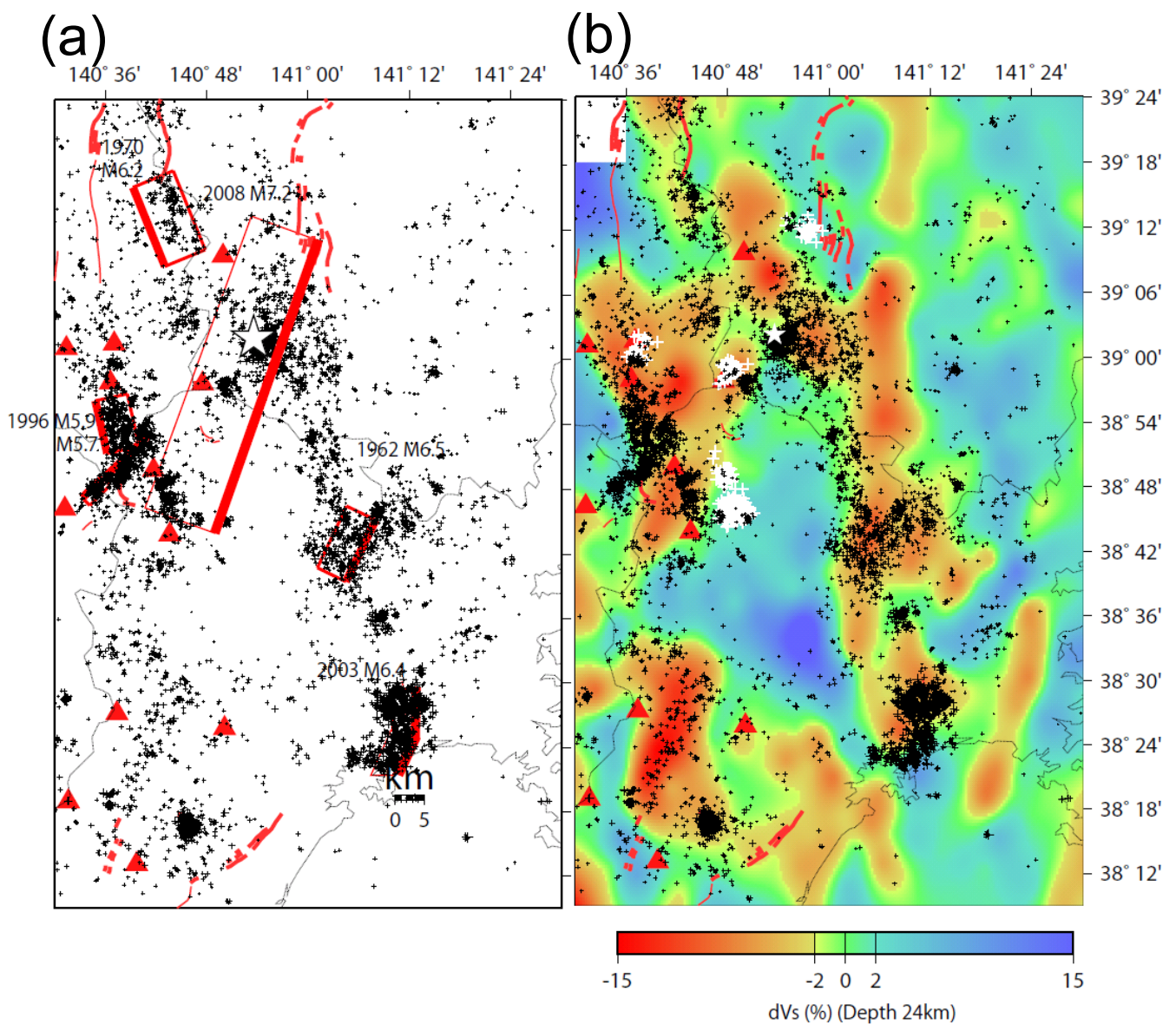
第2図 合同余震観測グループによる余震分布（6/23～30，7/2～7）。DD トモグラフィ法で決定された結果を示す。上図：西北西-東南東方向の鉛直断面図。右下図：北北東-南南西方向の鉛直断面図。左下図：震央分布。断面図中の赤色四角は出店断層の位置，赤線四角は地表変状の位置を示す。08:01 と 08:11 に発生した前震を黒星で，08:43 に発生した本震を白星で示す。丸印が余震で深さを色で表す。赤三角は第四紀火山を示す。

Fig.2 Aftershock distribution determined using data obtained by GIMNE2008 and DD tomography method. Top: WNW-ESE vertical cross sections. Bottom right: NNE-SSW vertical cross section. Bottom left: Epicenter distribution. Color shows the depth.



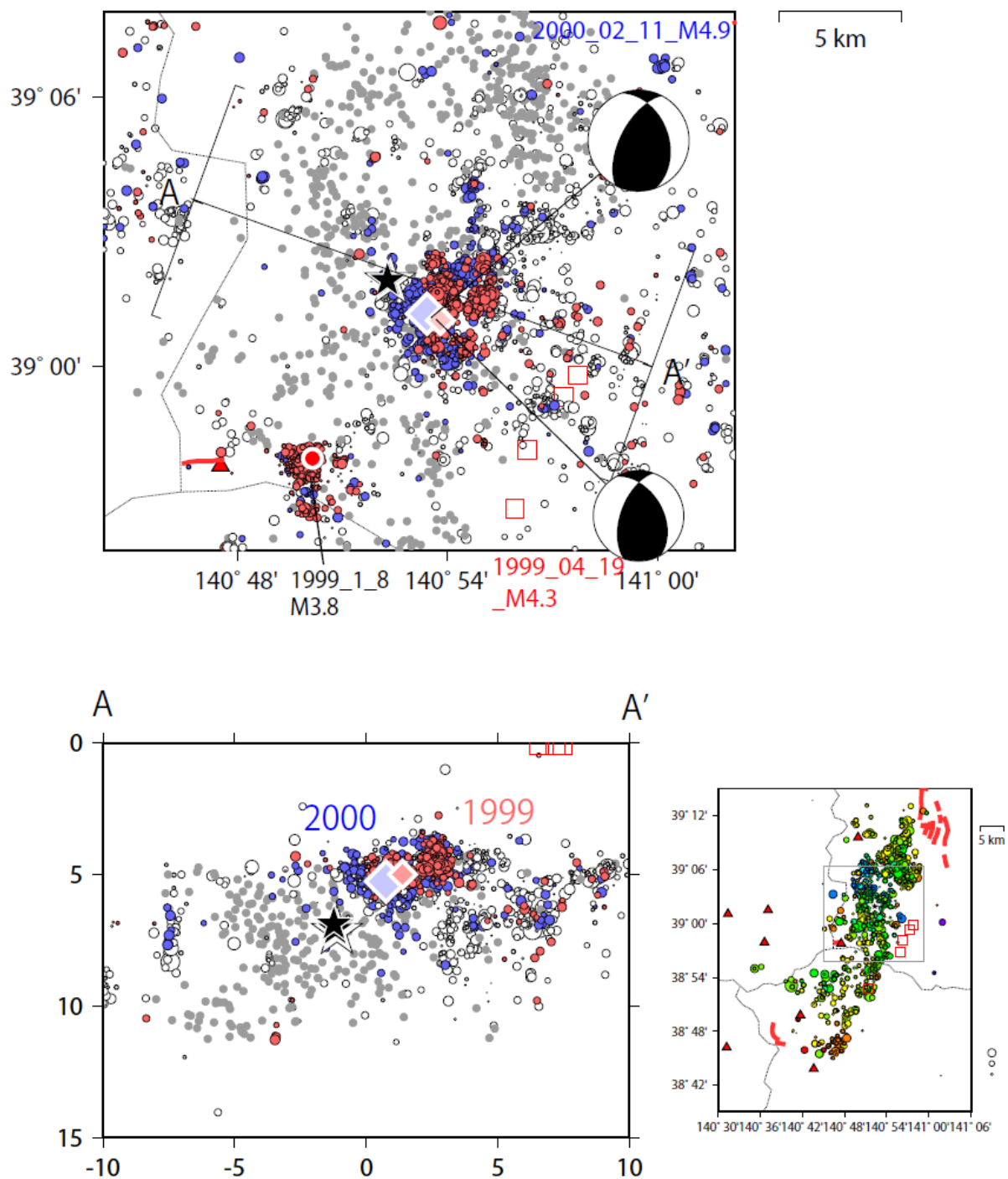
第 3 図 DD トモグラフィ法によって推定された震源域における S 波速度偏差分布. 上図：西北西-東南東方向の断面. 白星と白丸は再決定された本震と余震の震源を示す. 下図：深さ 3km における分布. 赤四角は地震断層の概略を表す.

Fig.3 S-wave velocity perturbation distribution estimated from the temporary observation data using DD tomography method. Top: WNW-ESE vertical cross-sections. Bottom: Map view at the depth of 3 km.



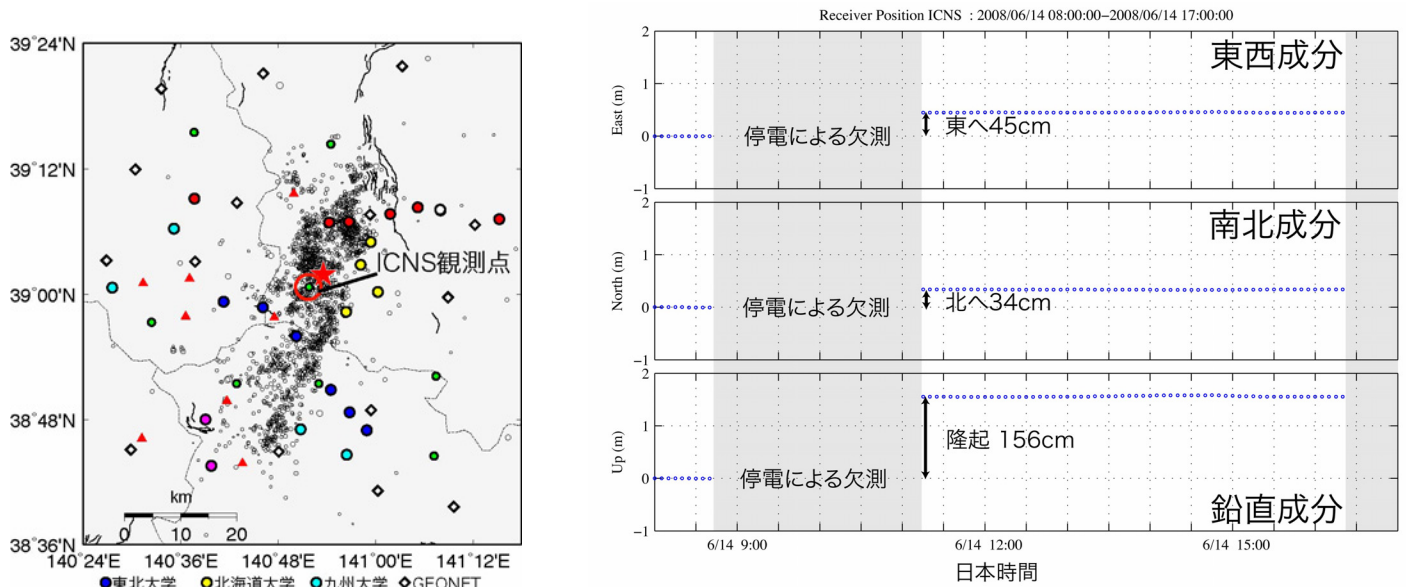
第 4 図 大地震と微小地震と深部構造の関係. 岡田・他 (2008)¹⁾ による 1997 年から 2008 年までの微小地震震央分布を示す. 左図: 微小地震の活動と過去の M5.5 以上の地震の断層面の概略 (赤矩形). 右図: 深さ 24km における S 波速度偏差. 白十字は深部低周波微小地震を表す.

Fig.4 Relation between the large earthquakes, microearthquakes and deep structure. Hypocenters relocated by Okada et al. (2008)¹⁾ for the period from 1997 to 2008 are shown. Left: Relation between the microearthquakes (black crosses) and large earthquakes of M5.5 or larger (red rectangles). Right: Relation between the micrearthquake and S-wave velocity perturbation distributions at the depth of 24 km. White crosses indicate the deep crustal low-frequency earthquakes.



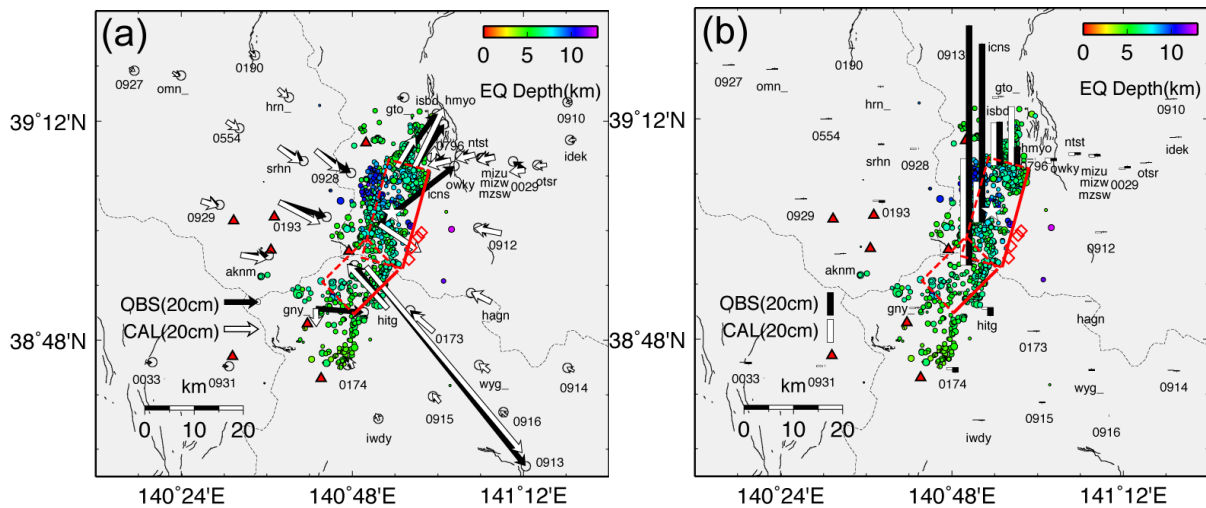
第 5 図 本震の前の地震活動. 岡田・他 (2008)¹⁾ による 1997 年から 2008 年までの震源分布を示す. 白星, 黒星, 灰色丸は今回の地震の本震, 前震 (08:01, 08:11) と余震 (6/14-17, 20) を示す. 赤色のシンボルは 1999 年, 青色のシンボルは 2000 年の活動を表す. 赤菱形が 1999 年 4 月 19 日の M4.3 の地震, 青菱形が 2000 年 2 月 11 日の M4.9 の地震を示す. 上図: 震央分布とメカニズム解. 下図: 上図の A-A' 断面.

Fig.5 Seismic activity before the main shock. Hypocenter distribution determined by Okada et al. (2008)¹⁾ for the period from 1997 to 2008 is shown. White star, black stars and grey circles respectively denote the main shock, foreshocks and aftershocks of the 2008 activity. Red and blue symbols show the 1999 and 2000 activities, respectively. Red and blue diamonds respectively denote the M4.3 event on April 19, 1999, and the M4.9 event on February 11, 2000. Top: Epicenter distribution and focal mechanisms. Bottom: Vertical cross section for the A-A' region in the top figure.



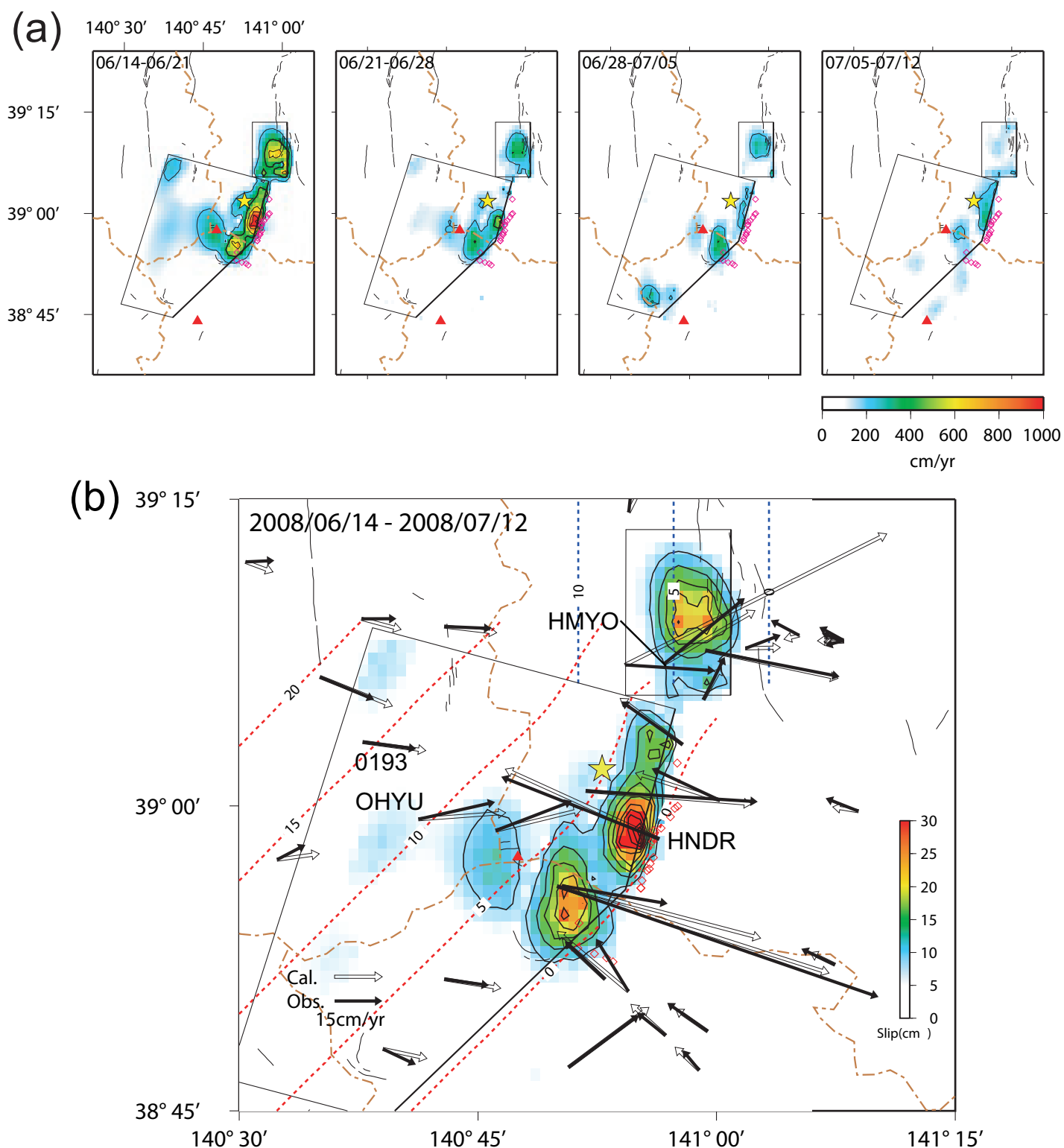
第 6 図 GPS 連続観測点 ICNS が捉えた地震時地殻変動。左図：観測点配置。右図：変位の時間変化。

Fig.6 Coseismic step detected by the GPS station ICNS. Left: GPS station distribution. Right: Time histories of the displacement at ICNS.



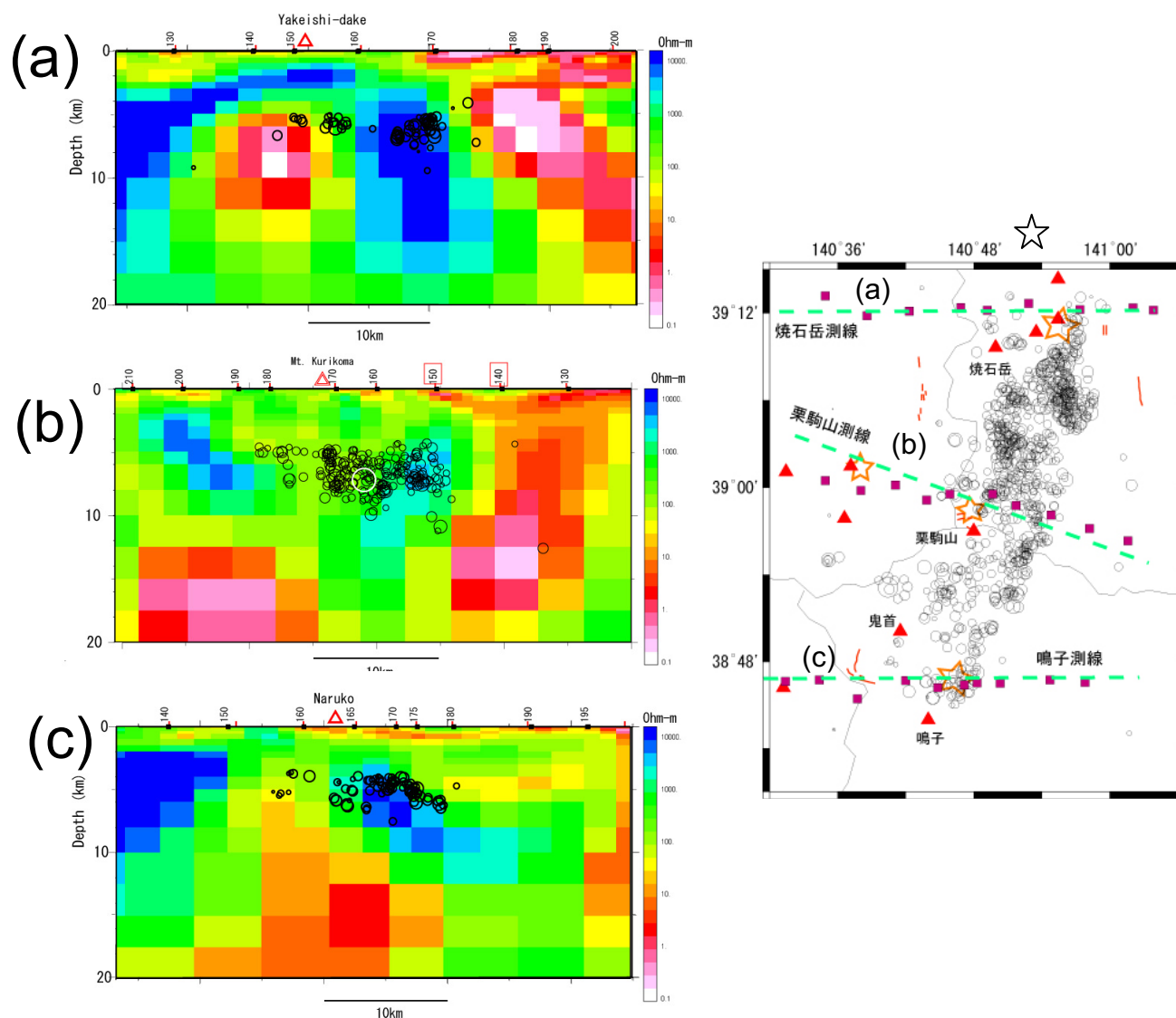
第 7 図 GPS 観測データから推定された矩形断層モデル。(a) 地震時水平変動の観測値（黒矢印）と計算値（白矢印）の比較。(b) 地震時上下変動の観測値（黒棒）と計算値（白棒）の比較。

Fig.7 Rectangular fault model estimated from GPS data. (a) Comparison between the observation (black arrow) and synthetic (white arrow) of the horizontal displacement. (b) Comparison between the observation (black bar) and synthetic (white bar) of the vertical displacement.



第 8 図 Yagi and Kikuchi (2003)²⁾ の時間依存インバージョンにより推定された余効すべりの時空間分布. (a) 7 日毎のスナップショット. (b) 推定された水平変位速度 (白矢印) と観測値 (黒矢印) の比較.

Fig.8 Afterslip distribution using the time-dependent inversion method developed by Yagi and Kikuchi (2003)²⁾. (a) Snap shots every 7 days. (b) Comparison between the calculated displacement velocity (white arrow) and observation (black arrow).



第 9 図 震源域の比抵抗構造. 挿入図の 3 本の測線について 2 次元断面を示す. 丸印は合同観測によって得られた余震分布を示す.

Fig.9 Resistivity distributions around the source area. Circles denote the hypocenters of the aftershocks relocated from the data obtained by GIMNE2008.