

第162回

地震予知連絡会資料



2005年2月21日

東北大学大学院理学研究科

相似地震・GPS解析から推定された十勝沖及び根室半島沖アスペリティ周辺の準静的すべり

東北大学大学院理学研究科・北海道大学大学院理学研究科

千島海溝沿いの相似地震解析を行った結果、十勝沖及び根室半島沖アスペリティを含む領域では、2003年十勝沖地震前の期間、すべりレートが5cm/year以下と日本海溝沿いよりも小さく、固着が強かったことが判明した。同地震後は、そのアスペリティの南側や東側で大きな余効すべりが推定された。この東側の領域の延長上1973年根室半島沖地震アスペリティの深部で2004年11月29日にM7.1の地震が発生した。相似地震解析からは、この地震後もM7.1の本震破壊域周囲で余効すべりがあったことが示唆されている。

一方、GEONET観測点の変位データから地震前の経年的トレンドを取り除き、十勝沖地震直後から2004年10月までのプレート境界面上の余効すべりの時空間発展を推定した結果、本震破壊域の南隣と東隣の領域に60cm以上のすべり域が推定された。この余効すべり域は、M7.1の地震の破壊域までは達していなかったように見える。この結果は、相似地震解析による結果と調和的である。

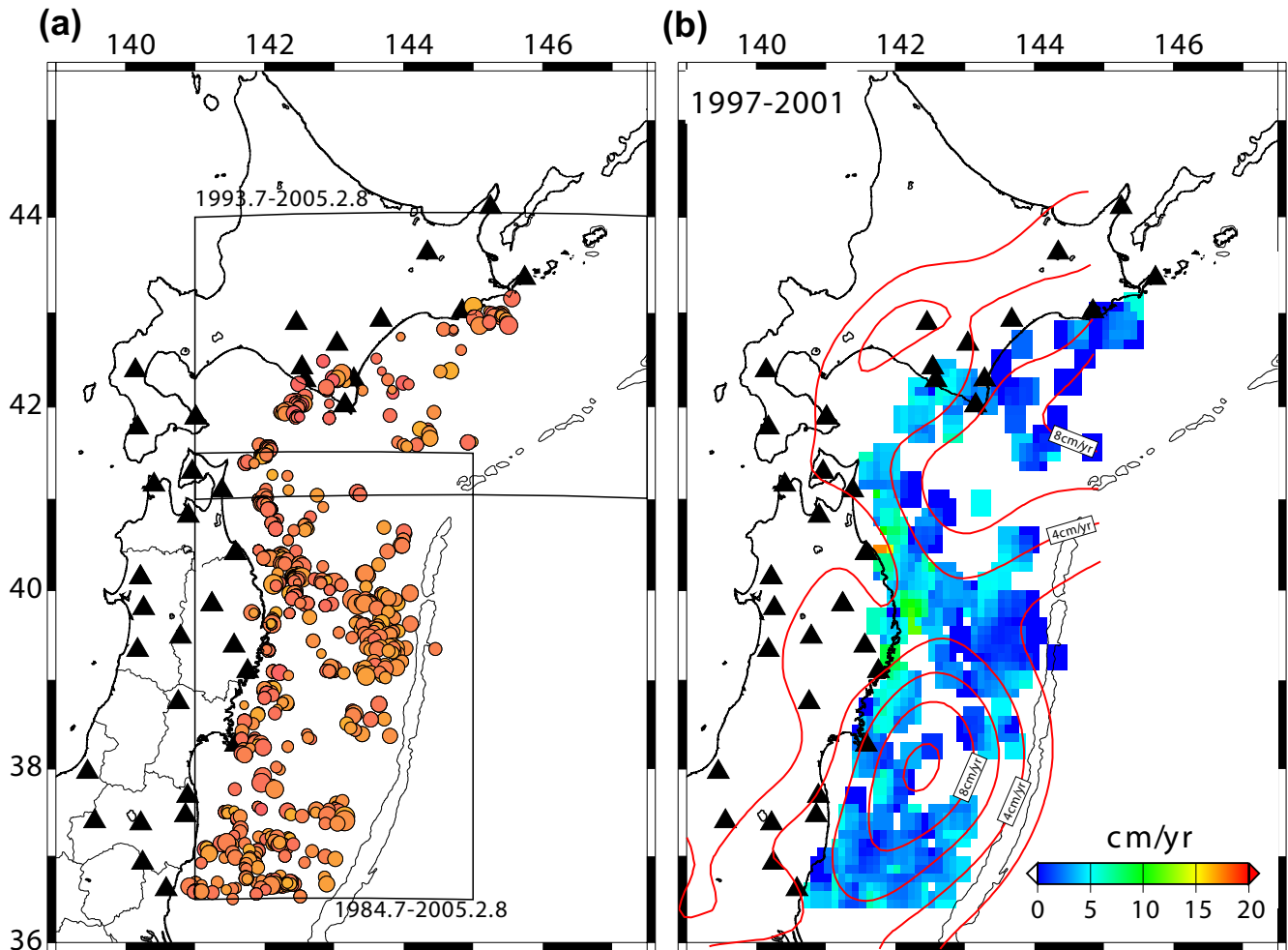


Fig.1 (a) 東北-北海道沖の太平洋下の相似地震分布。相似地震グループの重心の位置を橙色の丸で示す。相似地震の震源要素は可能な限り気象庁のカタログを用いた。相似地震はP波S波を含む40秒間のウィンドウについて、2-8Hzの波形のコヒーレンスの平均値が0.95以上という基準で抽出した。▲は解析に使用した北海道大学、弘前大学、東北大学の観測点を示す。解析期間は、北部の矩形領域については、1993年7月～2005年2月8日、南部の矩形領域については、1984年7月～2005年2月8日。(b) 相似地震の積算すべりから推定された準静的すべりの分布。1997年から2001年について、 0.3×0.3 度のウィンドウごとに見積もったすべりレートをカラーパターンで示す。赤いコンターは同期間のGPSデータから推定されたすべり欠損レート。コンター間隔は2cm/year (Suwa et al., 2003)。

(a) 1993.7 - Tokachi-oki Eq. (10.2yrs)

(b) Tokachi-oki Eq. - 2004.11.29 03:00 (1.17yrs)

(c) 2004.11.29 03:00 - 2005.02.08 (0.199yrs)

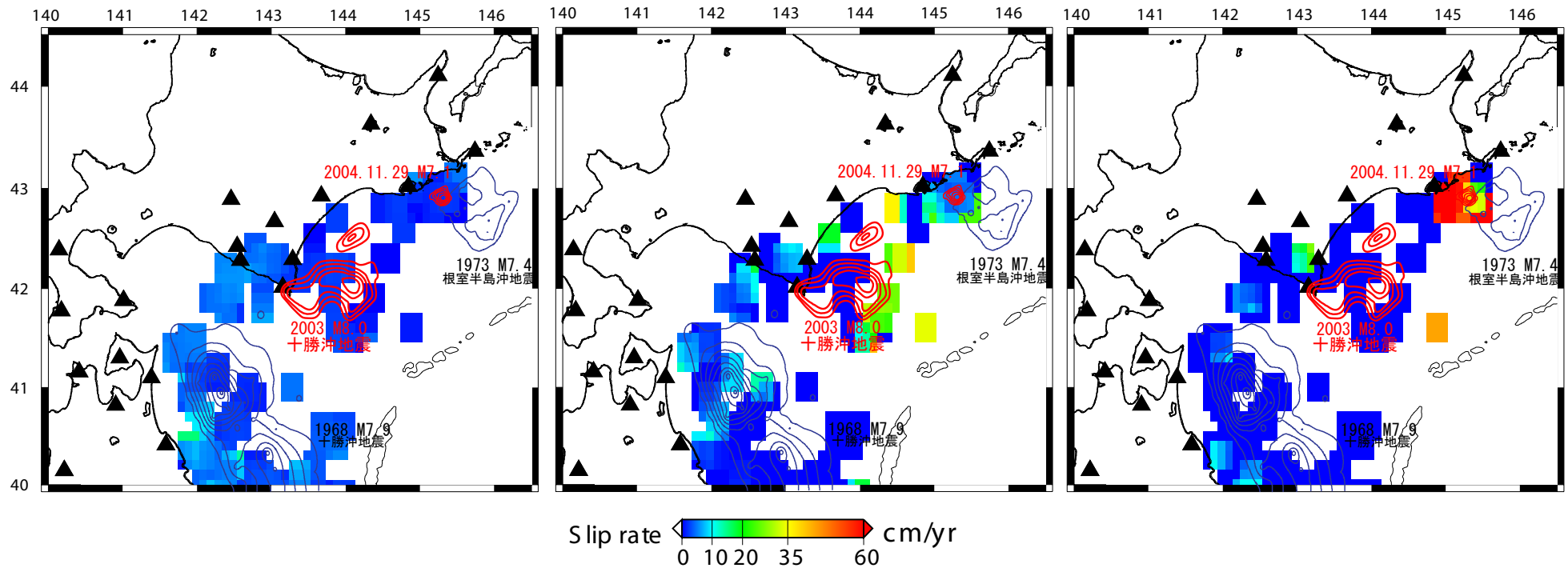


Fig.2 相似地震解析によって得られた北海道南東沖プレート境界の準静的すべり. (a) 1993年7月～2003年十勝沖地震発生前まで. (b) 2003年十勝沖地震発生後～2004年11月29日のM7.1の地震発生前まで. (c) 2004年11月29日の地震発生後2005年2月8日まで. コンターは大地震のすべり量分布 (山中・菊地, 2002; Yamanaka and Kikuchi, 2003, 2004; 山中, 2005). ▲は解析に使用した観測点を示す.

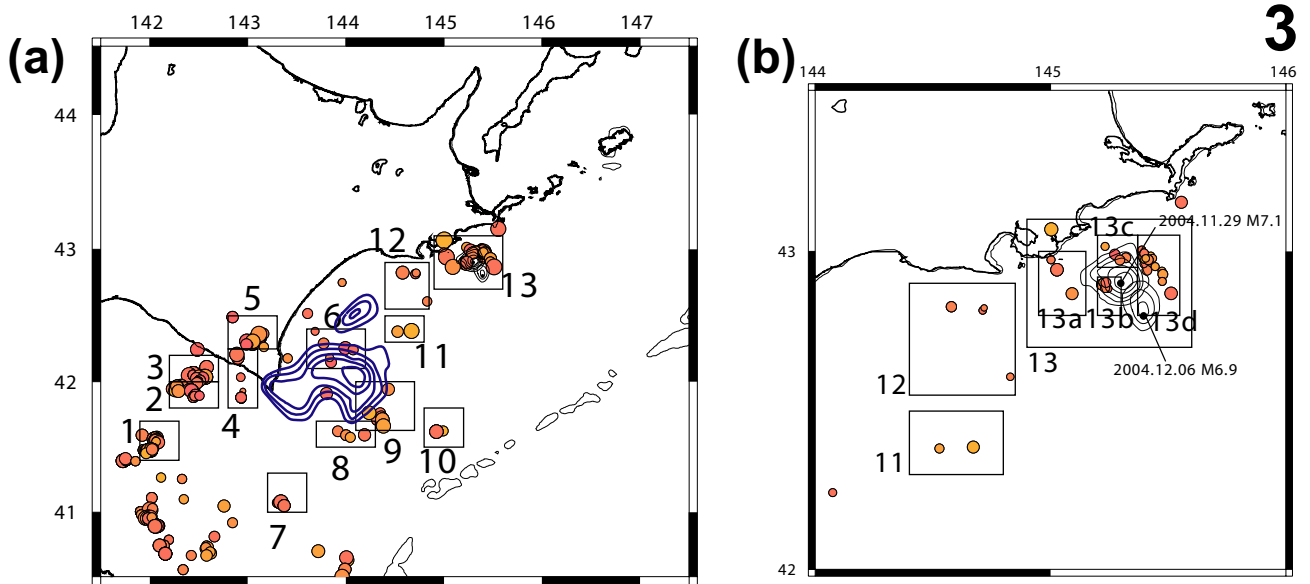


Fig. 3 (a)北海道南東沖および (b)釧路沖の相似地震分布. 相似地震グループの重心の位置を橙色の丸で示す. コンターは, 2003年十勝沖地震(M8.0), 2004年11月29日M7.1の地震, 2004年12月6日M6.9の地震のすべり量分布 (Yamanaka and Kikuchi, 2003; 山中, 2004).

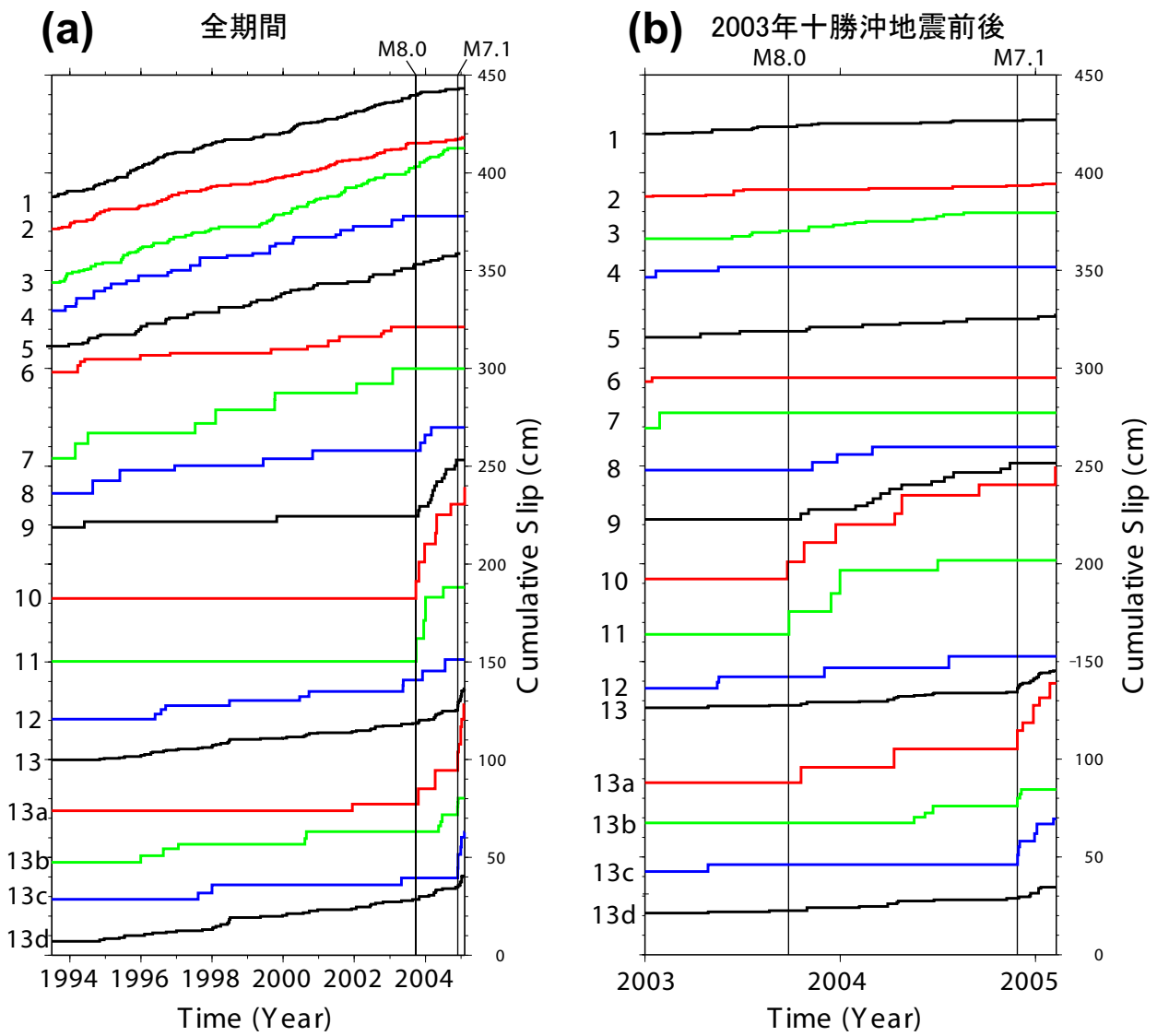


Fig.4 (a) 1993年7月～2005年2月8日および (b) 2003年1月1日～2005年2月8日の相似地震の積算すべり. Fig.3で示した各ウインドウにおいて平均化した値を示す. 縦棒は2003年十勝沖地震および2004年11月29日M7.1の地震の発生時を示す. ウインドウ10では, 2003年十勝沖地震の2日前に1つの相似地震が発生している.

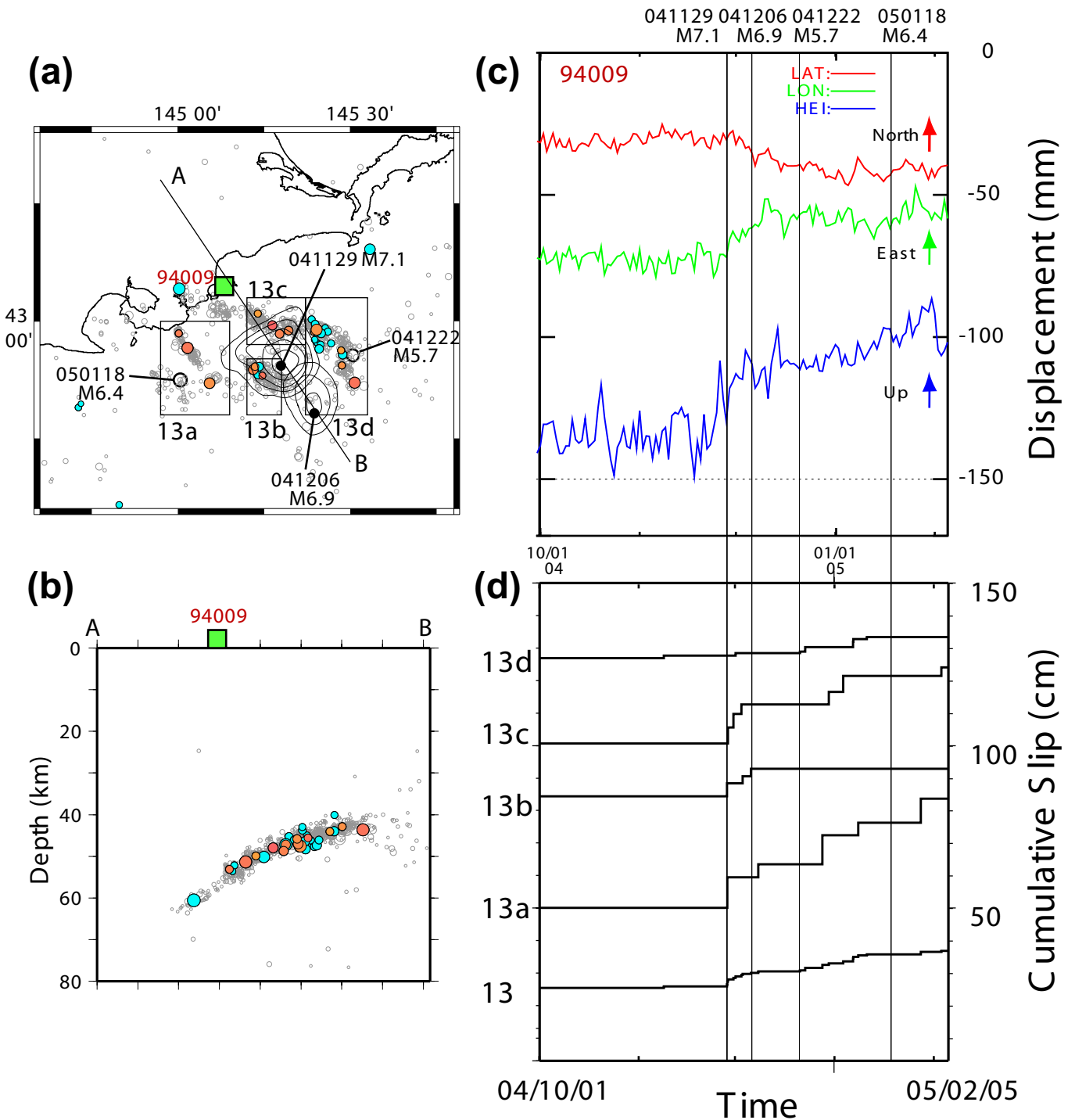


Fig.5 (a) 2004年11月29日 M7.1の地震～2005年2月8日までに地震を起こした相似地震グループ(橙色の丸)および同期間の $M \geq 2.5$ の地震の震源分布(灰色丸). この期間に地震が起きなかった相似地震グループは青色の丸で示す. 震源はすべて気象庁による. コンターは山中(2005)による2004年11月29日のM7.1および2004年12月6日のM6.9の地震のすべり量分布. (b) Fig.5(a)のA-B断面図. 図中のシンボルはFig.5(a)と同じ. (c) GIPSYの精密単独測位法により得られたGEONET94009観測点(浜中, Fig.5(a, b)の■)の変位の時系列(2004年10月1日～2005年2月5日). 上から北向き(赤), 東向き(緑), 鉛直上向き(青)を示す. (d) Fig.5(c)と同期間の相似地震の積算すべり. Fig.5(a)の各ウインドウ内の相似地震グループの平均の積算すべり量を示す. Fig.5(c), (d)の縦棒は主要な地震の発生時を示す.

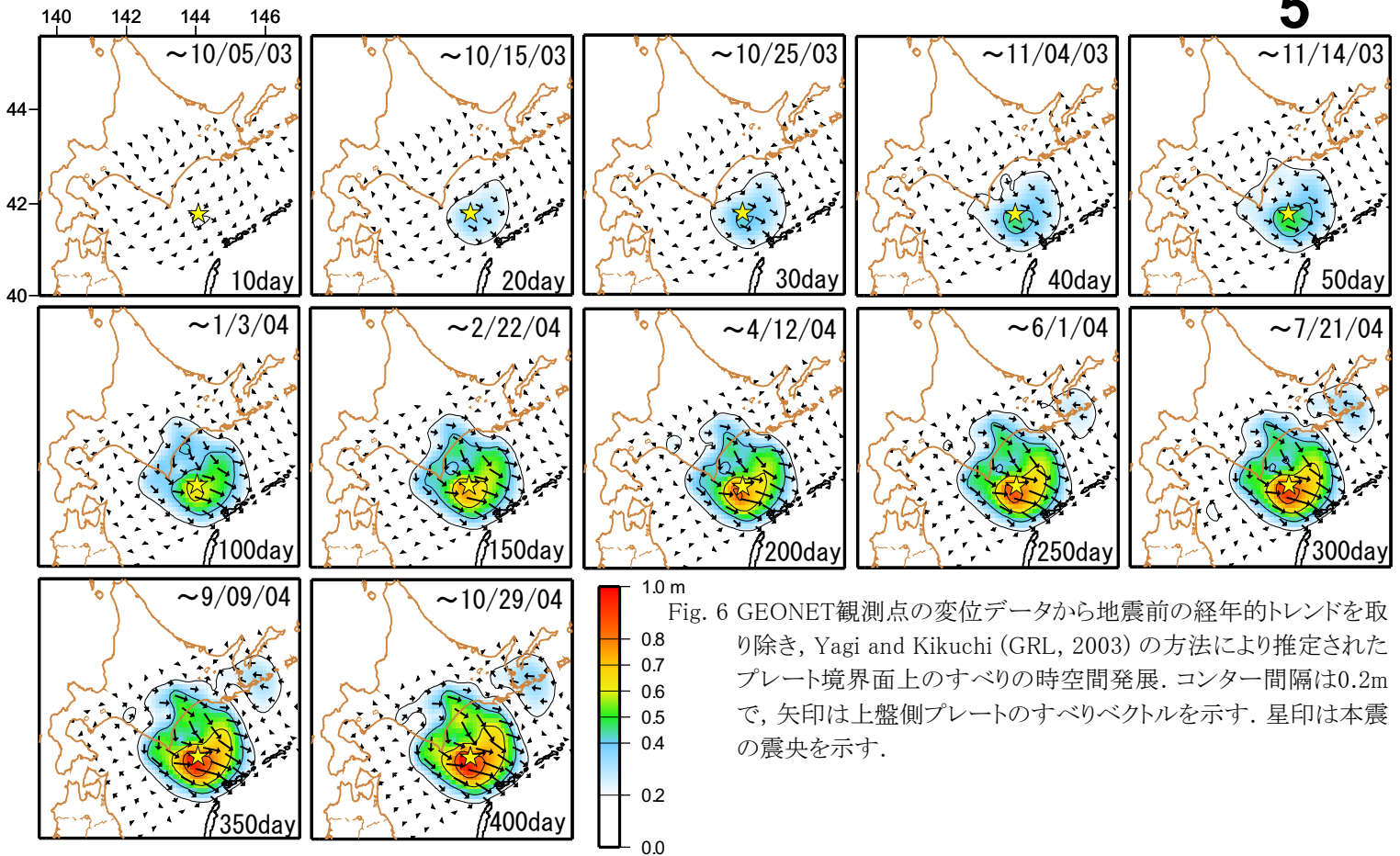


Fig. 6 GEONET観測点の変位データから地震前の経年的トレンドを取り除き, Yagi and Kikuchi (GRL, 2003) の方法により推定されたプレート境界面上のすべりの時空間発展. コンター間隔は0.2mで, 矢印は上盤側プレートのすべりベクトルを示す. 星印は本震の震央を示す.

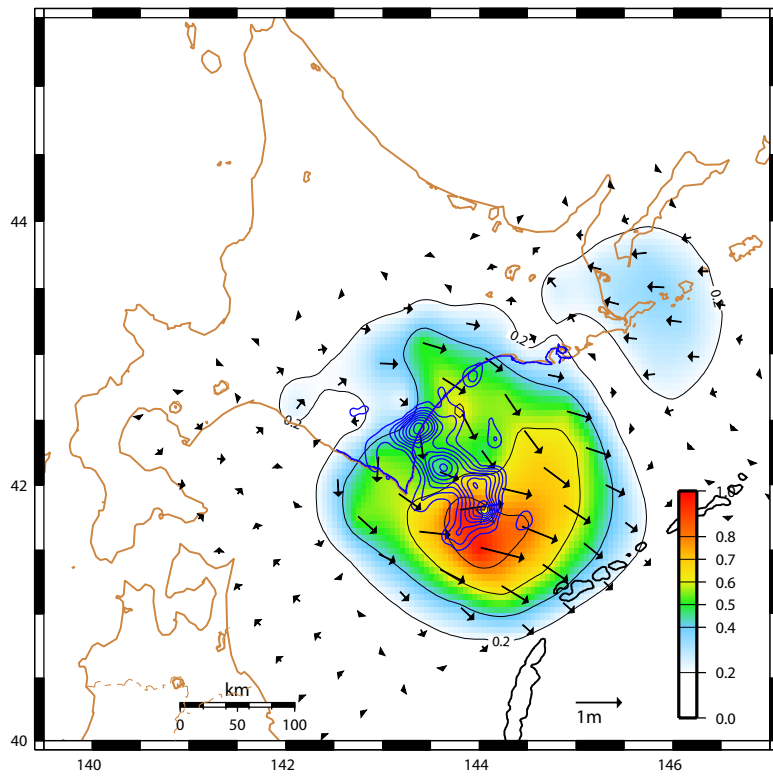
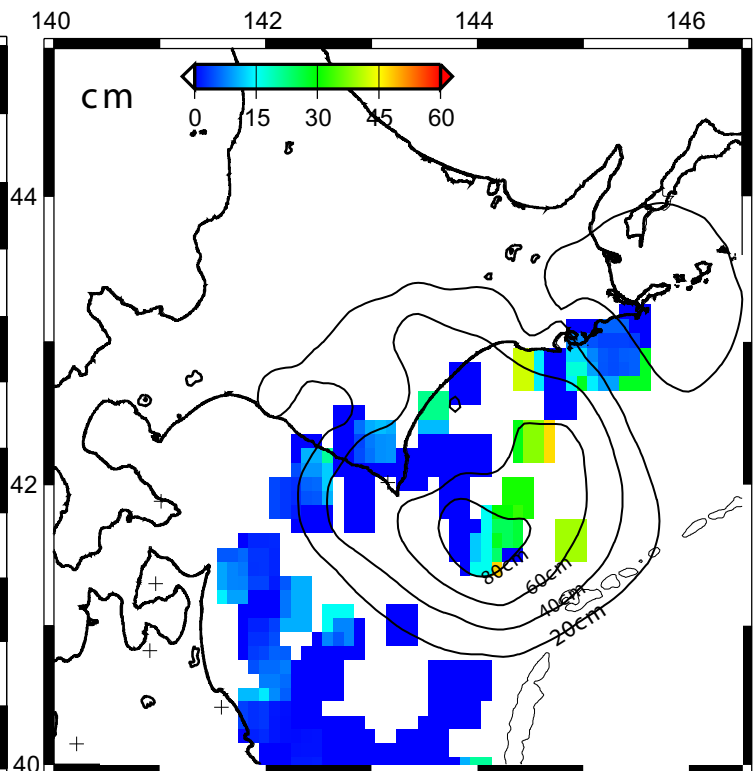


Fig.7 2003年十勝沖地震発生直後から2004年10月31日までの期間で推定されたプレート境界面上のすべりの積算値. コンター間隔は0.2mで, 矢印は上盤側プレートのすべりベクトルを示す. 青のコンターは, Yagi (2004)が遠地実体波および近地強震動波形を使って推定した1.2m以上の本震のすべり量分布を0.6m間隔で示す.



Tokachi-oki eq.- 400days

Fig.8 2003年十勝沖地震発生直後から2004年10月31日までの期間に発生した相似地震の解析から推定されたプレート境界面上の準静的すべり(カラーパッチ)とFig.7で示したGPSにより推定された同期間の積算すべり量分布(黒コンター).

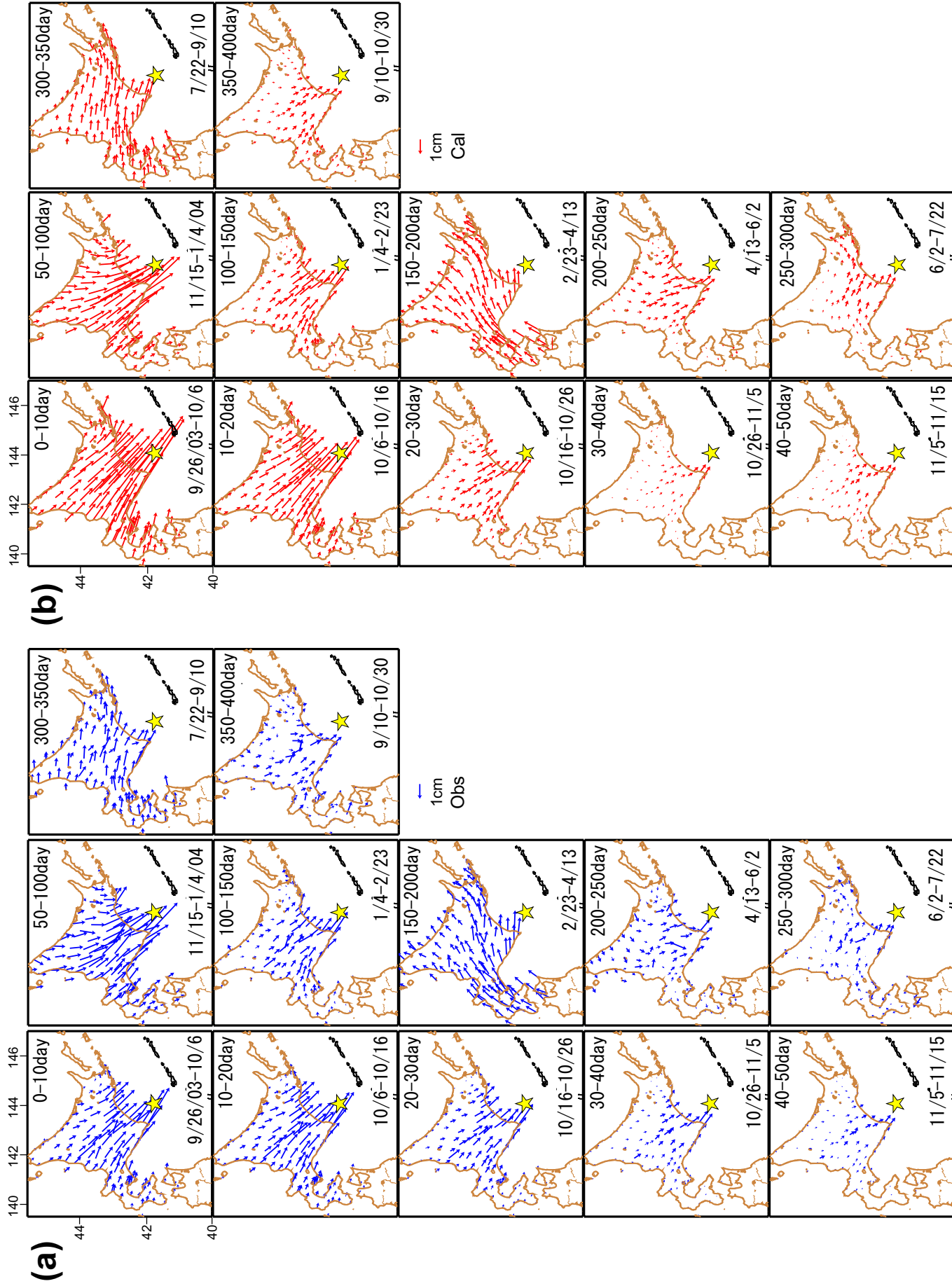


Fig.9 (a)インバージョンに使用したGEONET観測点の水平変動データ. (b)インバージョンによって推定されたプレート境界上の非定常すべり分布から計算された各観測点の水平変位.

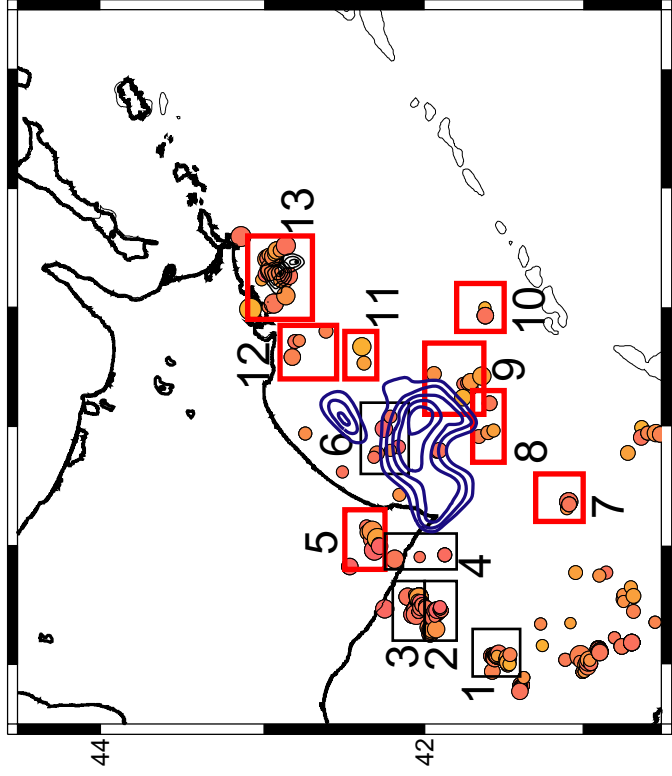
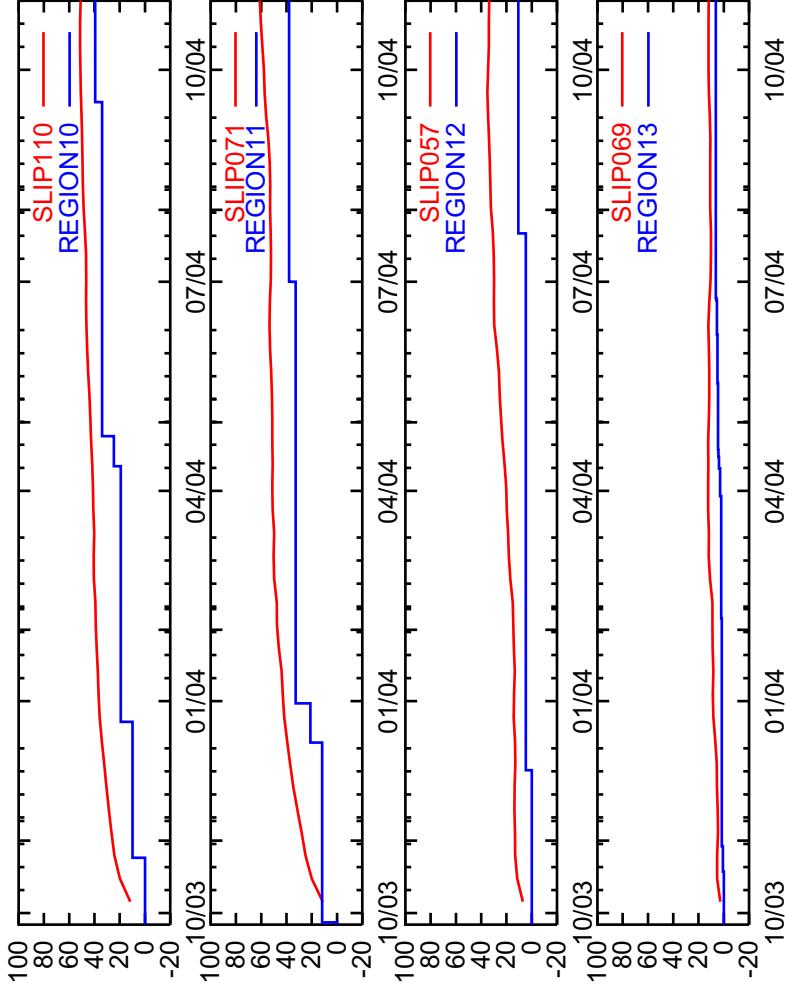
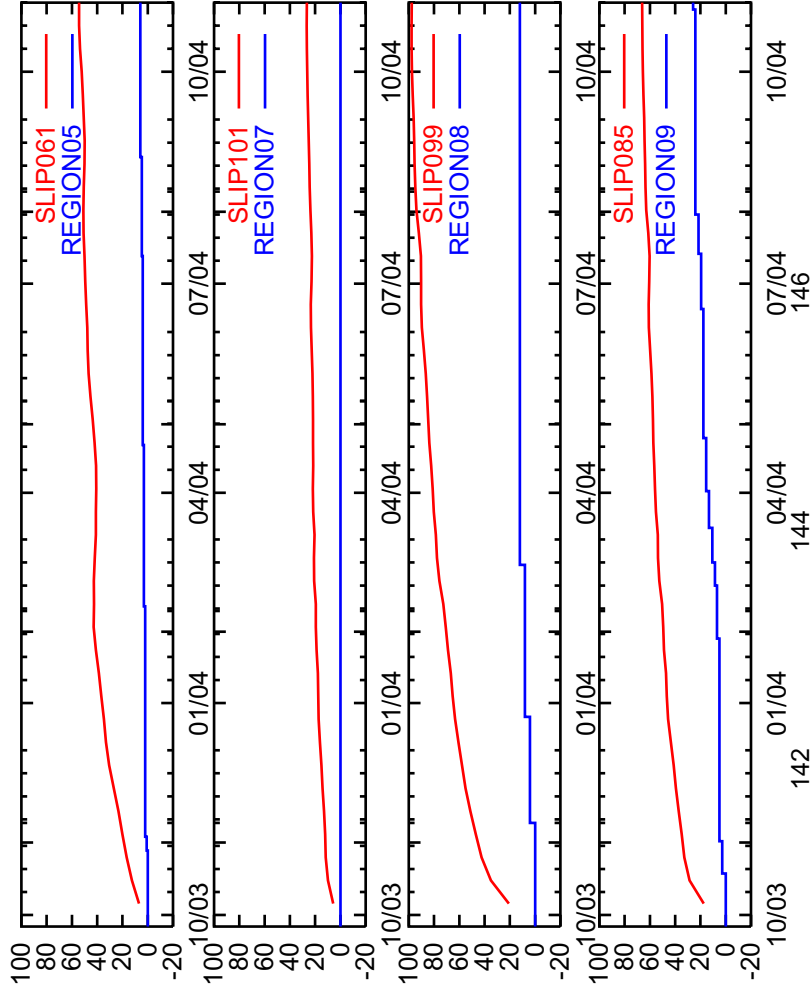


Fig.10 相似地震解析によって推定された各領域の準静的すべりの時系列(青)と、GPSデータのインバージョンによって推定されたプレート境界面上の最寄のグリッドにおける余効すべりの時系列(赤).

稠密余震観測による 2004 年新潟県中越地震の余震分布・地震波速度不均質構造

東北大学大学院理学研究科

東北大学では、2004 年新潟県中越地震発生 2 日後から約 1 ヶ月間、同地震震源域およびその周辺、54 ヶ所にオンラインレコーダからなる臨時地震観測点を設置した。臨時地震観測点および周辺の定常観測点のデータを用いて、ダブル・ディファレンス・トモグラフィー法により、余震分布および震源域の地震波速度不均質構造を求めた (Okada et al., 2005, submitted to EPS)。

その結果、余震分布から推定される北西に傾斜し互いにほぼ平行な本震および最大余震の二つの断層面は、いずれも上盤側の低速度と下盤側の高速度の速度境界に位置することが分かった。より顕著な低速度・高速度境界 ($V_p \sim 6 \text{ km}$) は震源域南部では最大余震の断層面を南西方向に延長した先におよそ対応するが、それが震源域中部で西方に移動し、本震の断層面に対応すると推定される。一方、アスペリティは速度境界もしくは高速度域に分布するように見える。

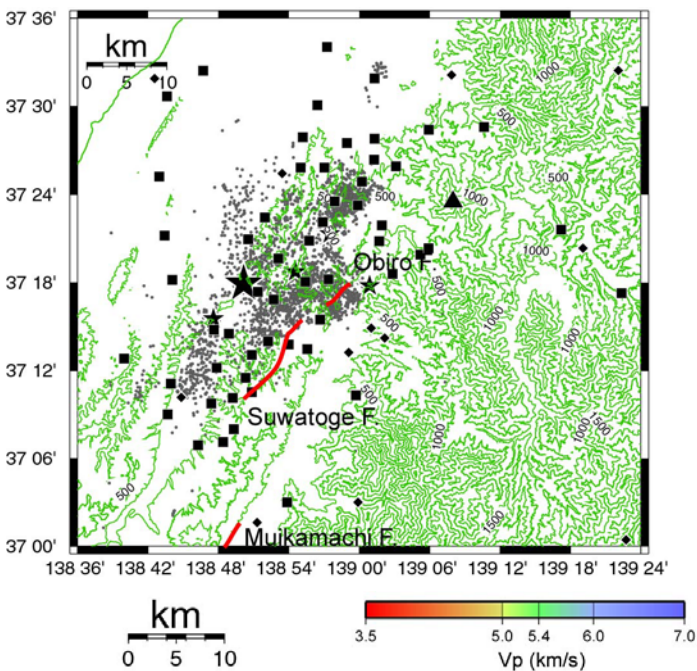


Fig. 1 観測点分布. ■, ◆は東北大学による臨時観測点および周辺の定常観測点 (気象庁, Hi-net, 東京大学地震研究所) を示す. 大きな★, 小さな★, 灰色の点は本研究により得られた, 本震, M6 以上の余震, その他の余震の震央を示す. 緑のコンターは等高線 (500m 間隔) を示す. ▲は守門岳を示す. 赤太線は震源域周辺の主な活断層 (六日町断層, 小平尾断層)・撓曲 (諏訪峠断層) を示す. (e. g. Kim et al., 2005)

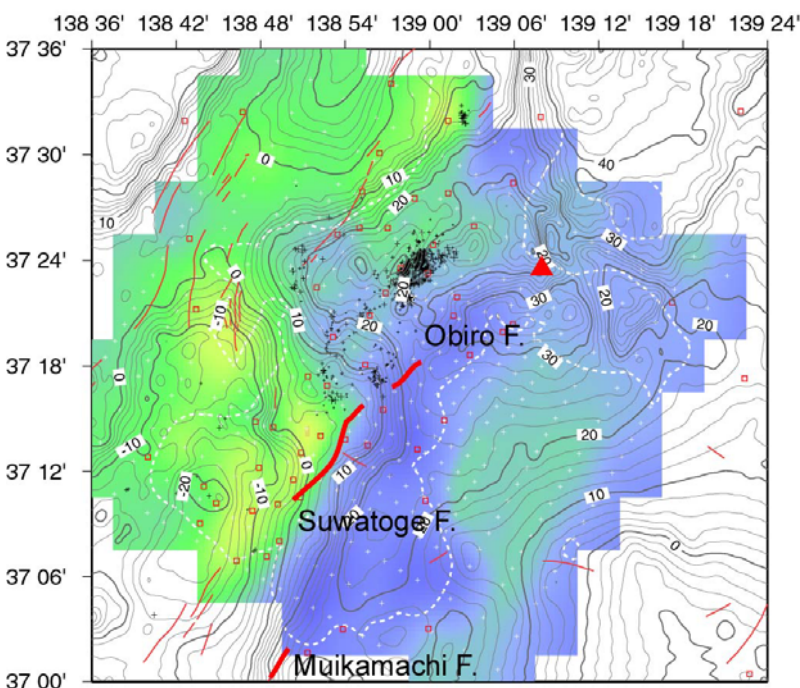


Fig. 2 深さ 4km における P 波速度分布と重力異常. 小さな黒の+, 白の+は, 余震の震源およびインバージョンに使用したグリッドを示す. DWS (Derivative Weighted Sum) の大きな領域を白点線で囲んでいる. 太赤線, 細赤線は主な活断層・撓曲, その他の活断層を示す. 灰色のコンター線は重力 (ブーゲー) 異常 (本多・河野, 私信) を示す. 赤▲は守門岳を示す.

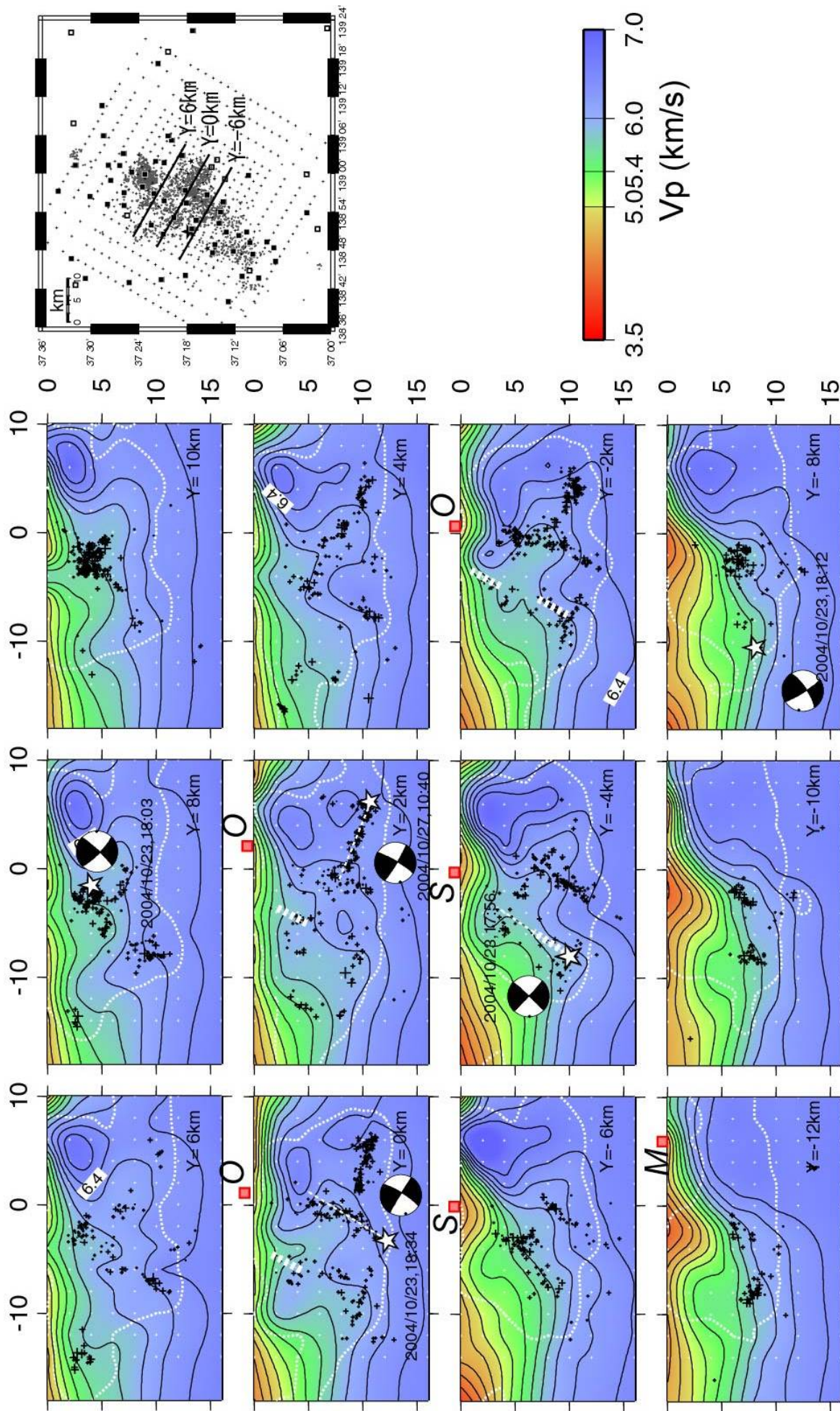


Fig. 3. 断層に直交する方向 (N120E) にとったP波速度鉛直断面. 小さな黒の+, 白の+は, 余震の震源およびインヴァージョンに使用したグリッドを示す. DWS (Derivative Weighted Sum) の大きな領域を白点線で囲む. ☆は本震およびM6以上の余震を示す. 防災科技研F-netによるモーメントテンソル解を断面に下半球投影にて示す. 薄い破線は本震・最大余震・10月27日のM6余震の余震の並びから推定される断層面を示す. 太い白破線はYagi (2005) によるアスペリティを示す. 赤い口は主な活断層(M:六日町断層, S:諏訪峠拗曲, O:小平尾断層)の地表トレースの位置を示す.

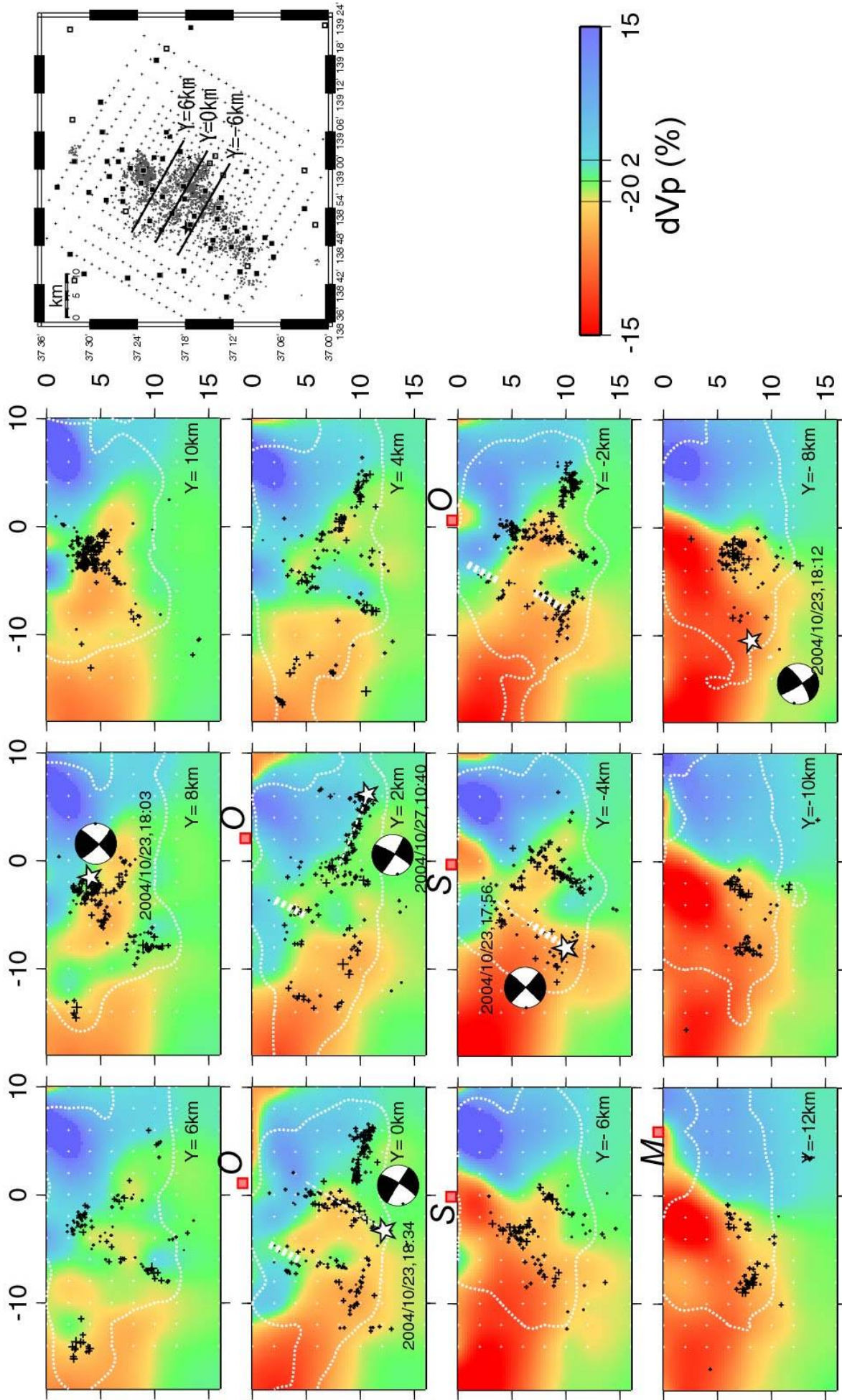


Fig. 4. 断面に直交する方向 (N120E) にとったP波速度偏差の鉛直断面. 凡例はFig. 3と同じ.

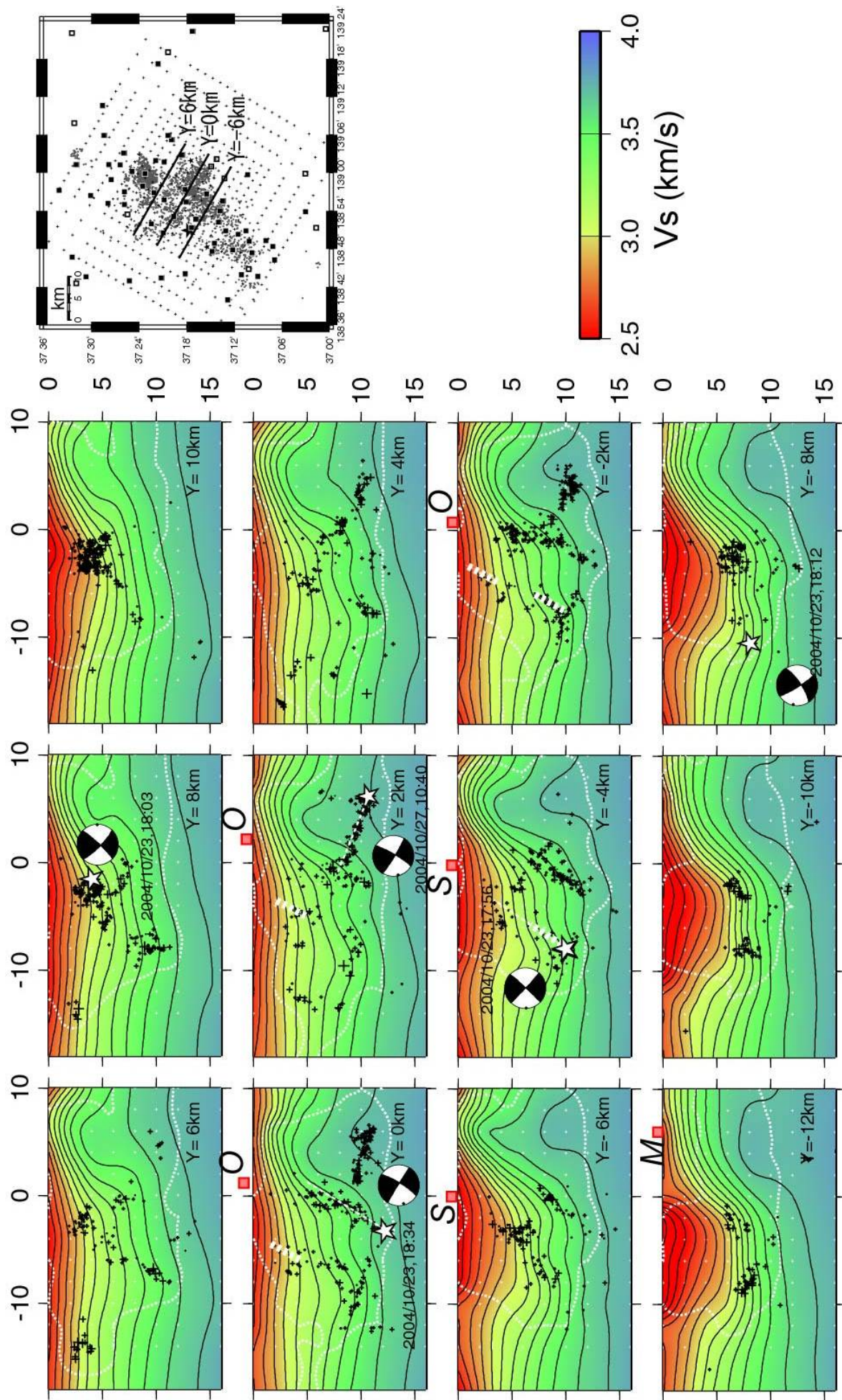


Fig. 5. 断層に直交する方向 (N120E) にとったS波速度の鉛直断面。凡例はFig. 3と同じ。

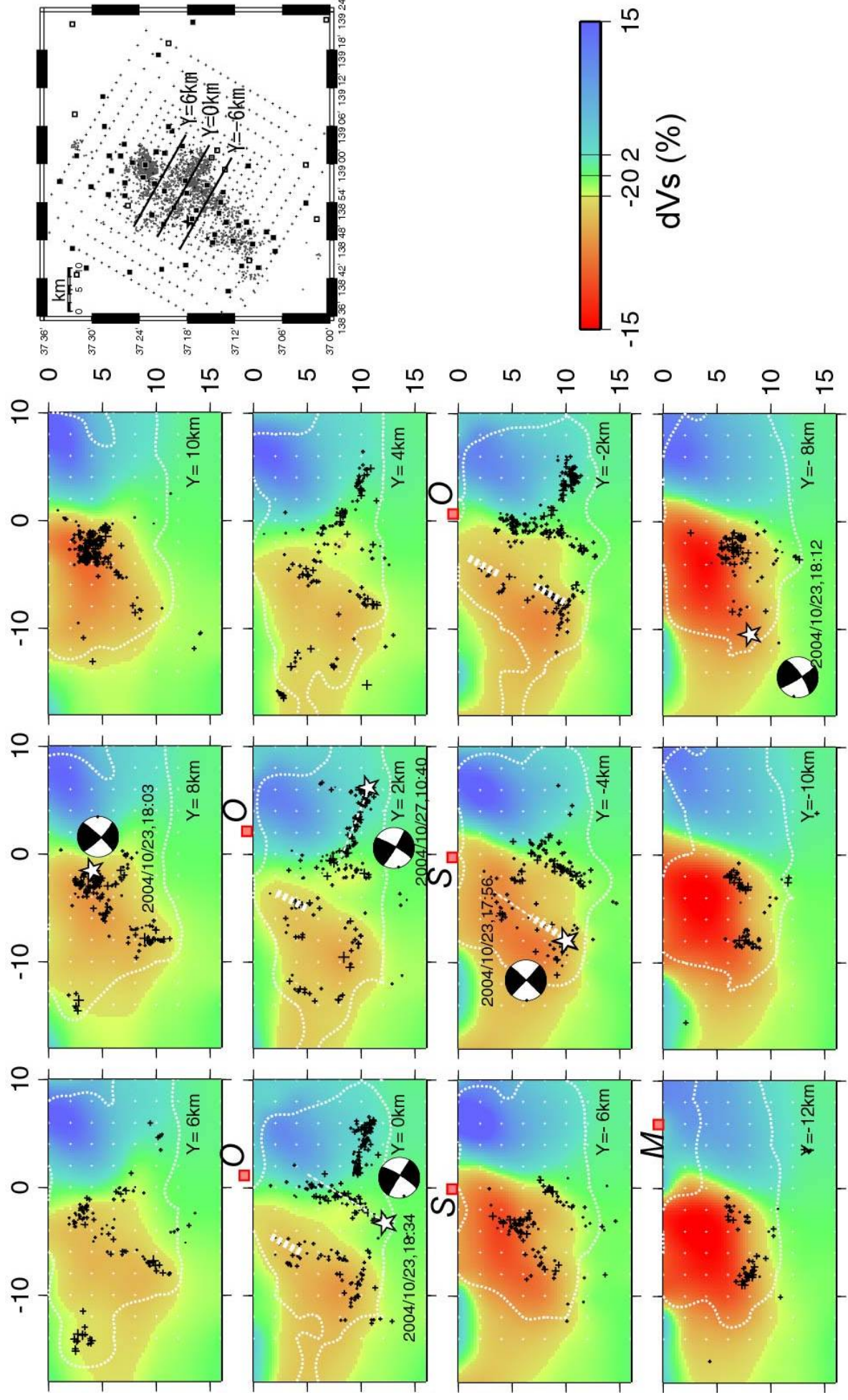


Fig. 6. 断層に直交する方向 (N120E) にとったS波速度偏差の鉛直断面. 凡例はFig. 3と同じ.