

# 第166回

## 地震予知連絡会資料

トピックス

2005年8月16日宮城県沖地震及びそれ  
と想定宮城県沖地震との関係



2005年11月21日

東北大学大学院理学研究科



# 1978年と2005年の地震の比較

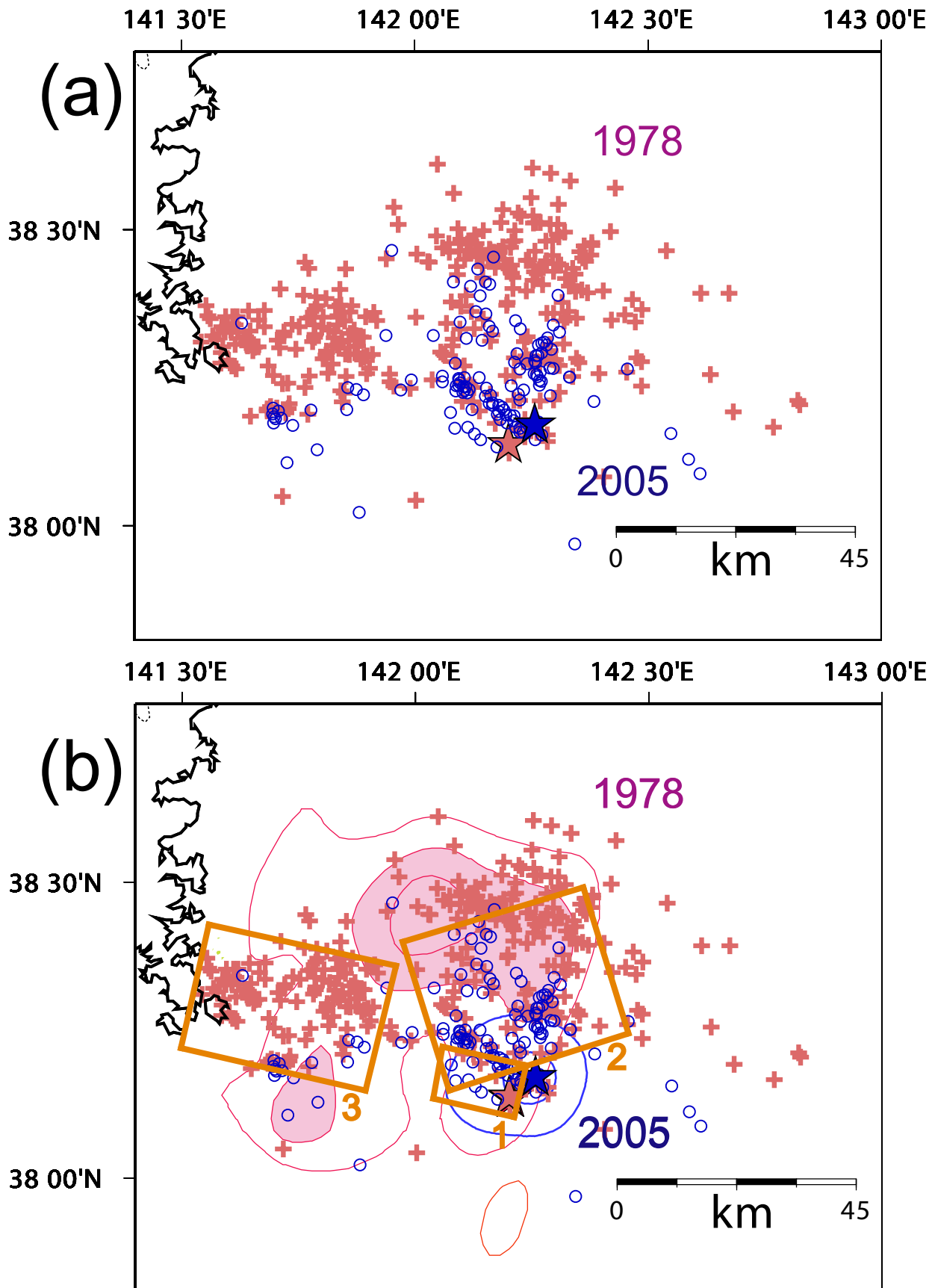


図1. 1978年と2005年の宮城県沖地震の余震分布および震源域の比較. (a) DD法によって震源再決定された、それぞれの地震の発生後2日間の余震の震央分布. 赤十字が1978年, 青丸が2005年の余震の位置を示す. 星印はそれぞれ1978年 (赤星) と2005年の本震 (青星) の再決定後の震央を示す. (b) 余震分布と震源域. 赤のコンターは Yamanka and Kikuchi (2004), 橙色の矩形は Seno et al. (1980) による1978年の地震の震源域を示す. 青のコンターは柳沼・他 (2005) による2005年の地震の震源域を示す.

# 地震時・地震後のプレート境界面上のすべり分布

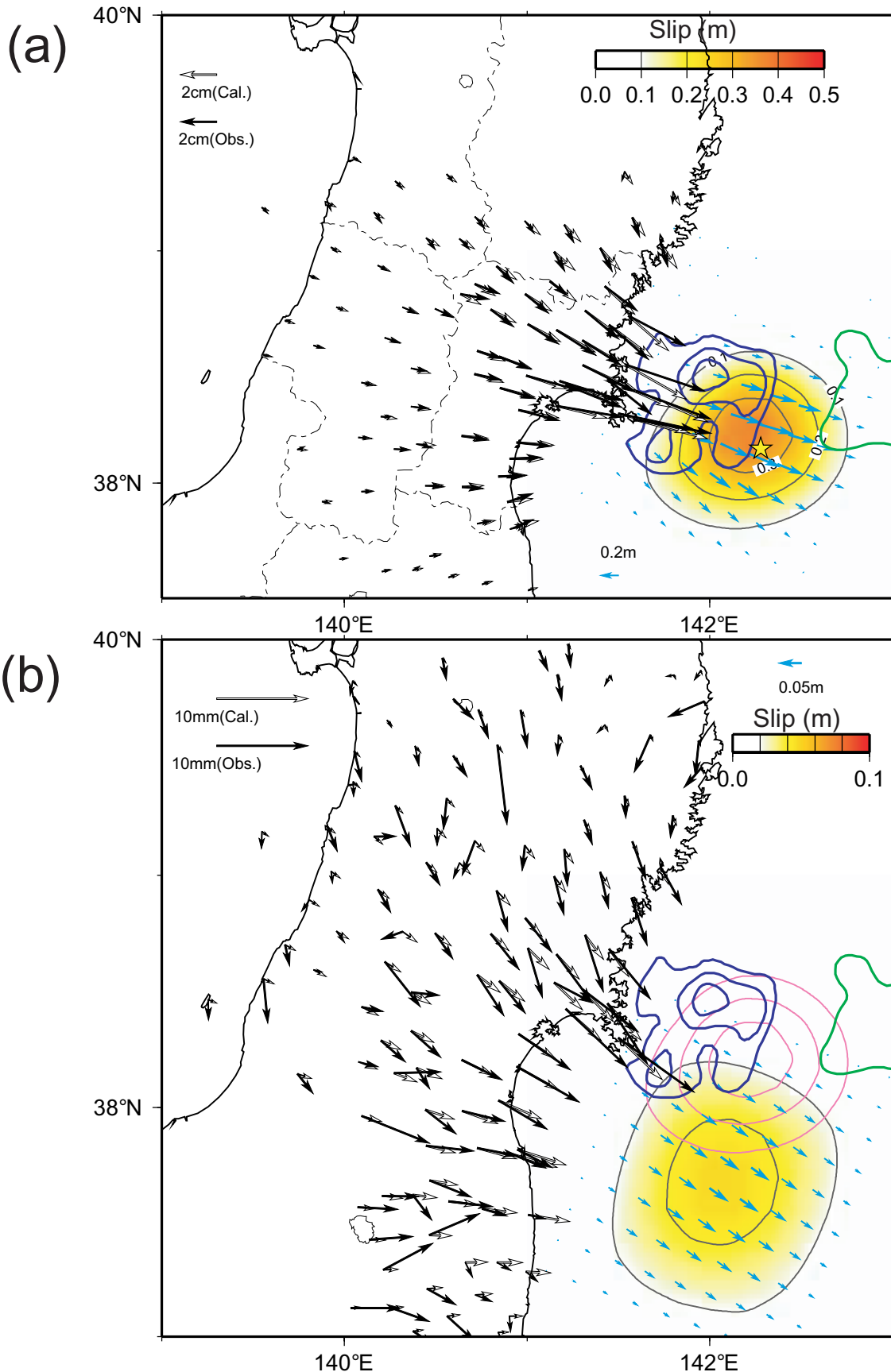


図2. (a) 国土地理院のGEONETおよび東北大学のGPS連続観測点において観測された地震時水平変動(黒矢印)から推定されたプレート境界面上の地震時すべり分布. コンター間隔は0.1mである. 黄色の星印は気象庁による本震の震央を示す. 紫および緑のコンターはYamanaka and Kikuchi (2004)による1978年, 1981年の地震のすべり分布を示す. (b) 国土地理院のGEONETのGPS連続観測点において8月17日~10月22日までの期間に観測された余効変動(黒矢印)から推定されたプレート境界面上のすべり分布. 余効変動の抽出には, GEONETの定常解析F2解から年周・半年周・地震前の経年変化を取り除き, 地震後の期間のデータに直線を当てはめて変位速度を求めた上で日数(67日)をかけた. 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. 上下の図ともすべり分布の推定には, Yabuki and Matsu'ura (1992)のインバージョン法を使用した. また, 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.

# 余効すべり域における地震活動の変化

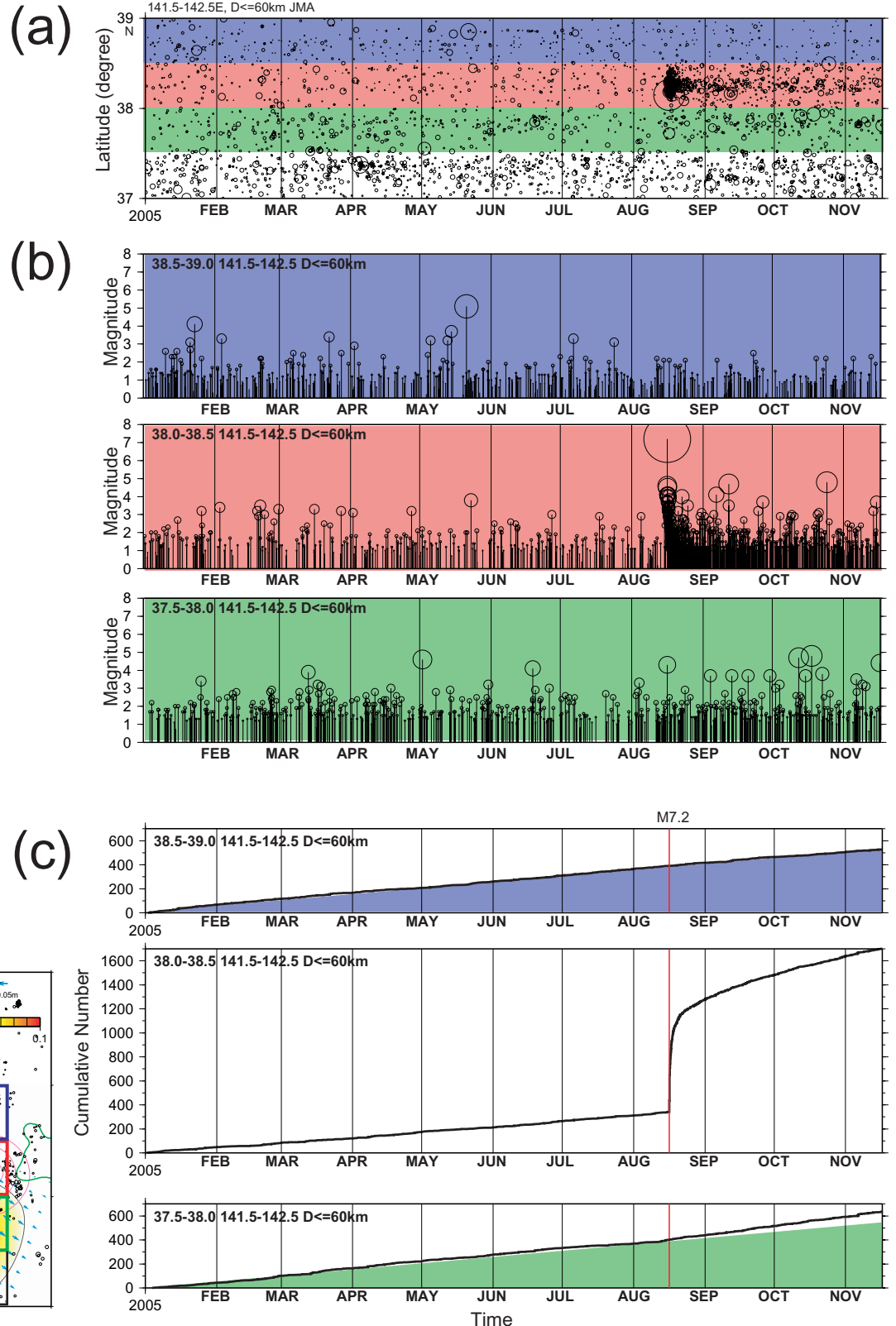


図3. (a)北緯37度～39度，東経141.5度～142.5度の領域で発生した地震(深さ60km以浅)の時空間分布図。期間は2005年1月から11月16日までで気象庁の一元化震源を使用している。この領域を四分割し北から青，赤，緑，無色の順で色分けしてある。赤の領域は，8月16日のM7.2の本震を含む領域である。(b)(a)で示した青，赤，緑の領域内で発生した地震のM-T図。本震発生後，緑の領域で大きめの地震が多くなったように見えるのに対し，青の領域では本震発生後も目立った活動はない。(c)(a)で示した青，赤，緑の領域内で発生した地震の積算個数。地震発生率の時間変化を見るために青と緑の直角三角形を重ねて示した。青の領域では本震前後で特に変化は見られないが，緑の領域では地震発生率が上がっている。

# 震源域周辺の相似地震活動

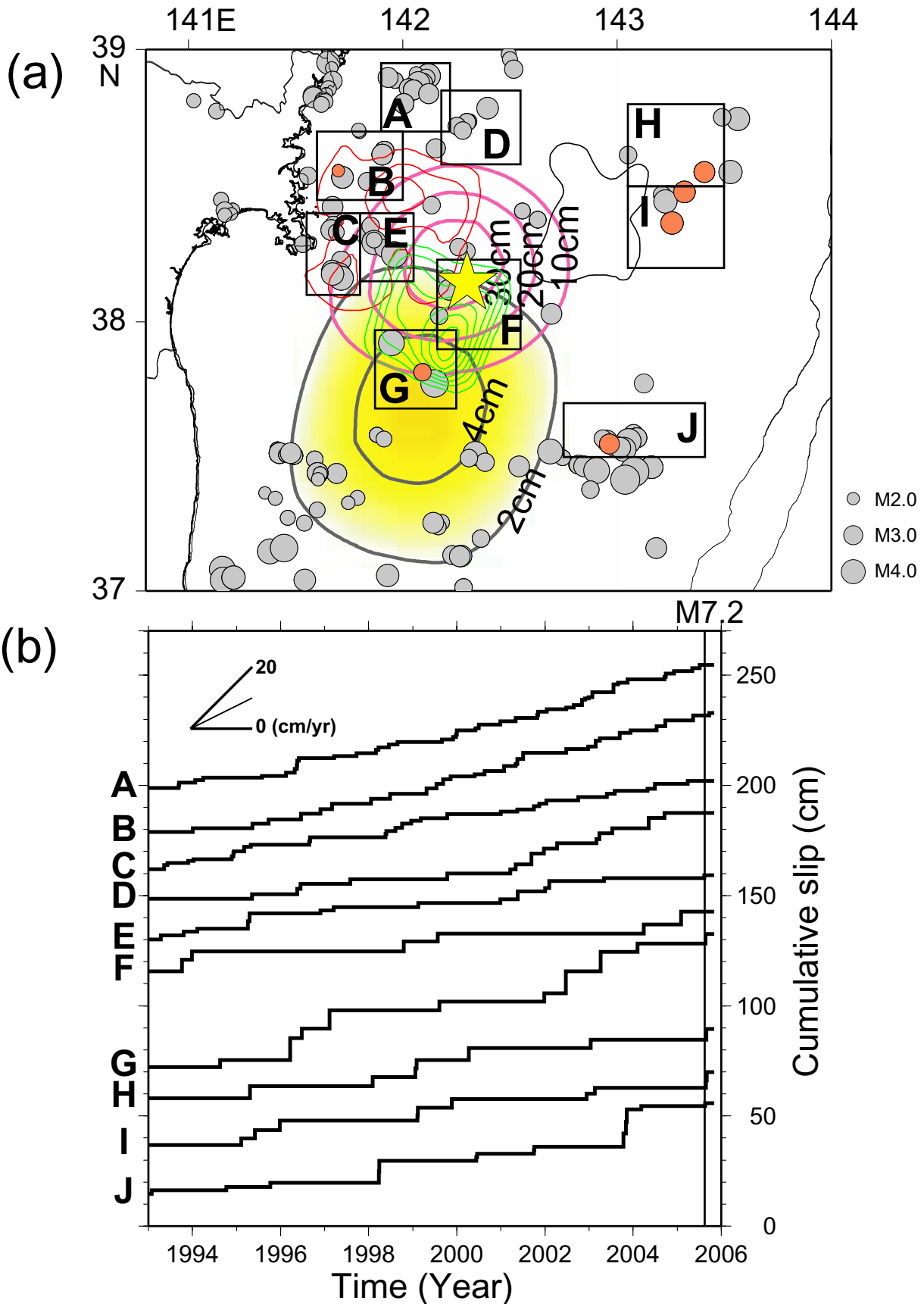
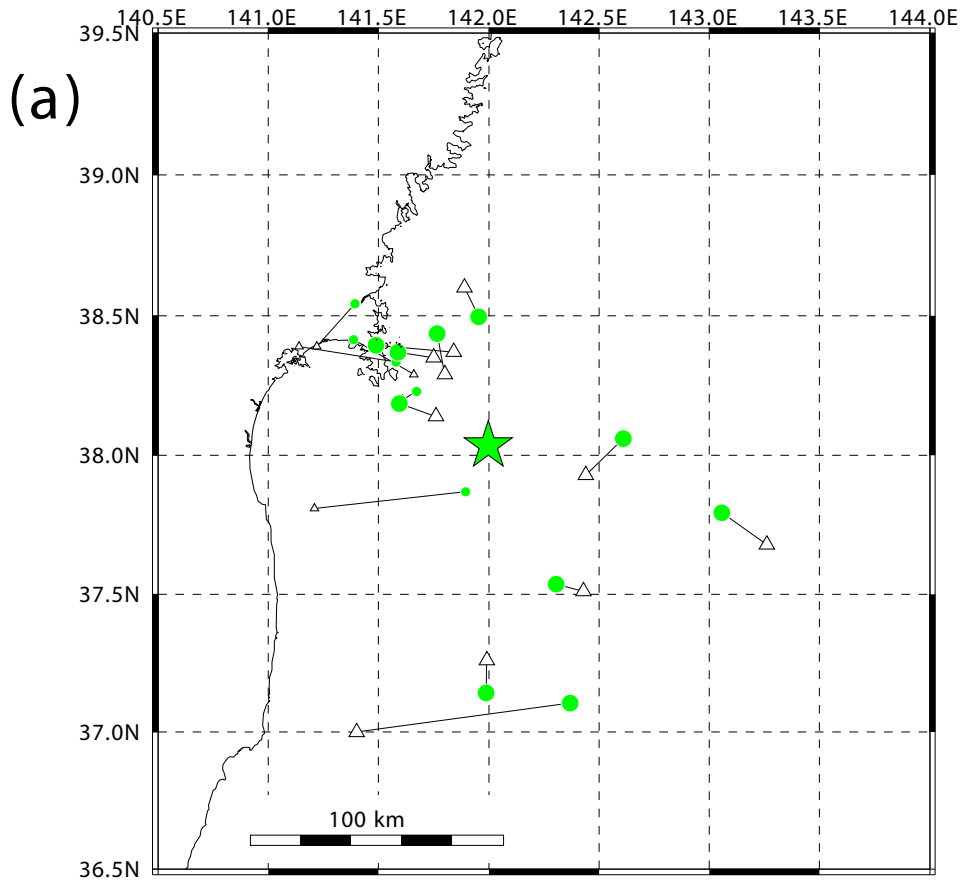


図4. (a)宮城県沖の相似地震グループの分布. 橙色丸は本震以降に活動があったグループ, 灰色丸は本震以降に活動がなかったグループの位置を示す. 解析期間は1984年7月~2005年11月2日. 相似地震はM1.5以上の地震について, 2-8Hzの波形のコヒーレンスを用いて抽出した. ピンク及び灰色のコンターはそれぞれGPSデータの解析による本震及び余効すべりのすべり量分布を示す(図2参照). 細いコンターはYamanaka and Kikuchi (2004)によるアスぺリティを示す. 本震(黄色星)の位置は東北大それ以外のすべての震源は気象庁による. (b) (a)の領域A~Jに存在する相似地震グループの平均の積算すべり. すべり量の推定にはNadeau and Johnson (1998)の関係を用いた.

# 1937年宮城県沖地震の余震の再決定後の震央分布

## 1937 Miyagiken-oki (2d)



## 1937 Miyagiken-oki (3d)

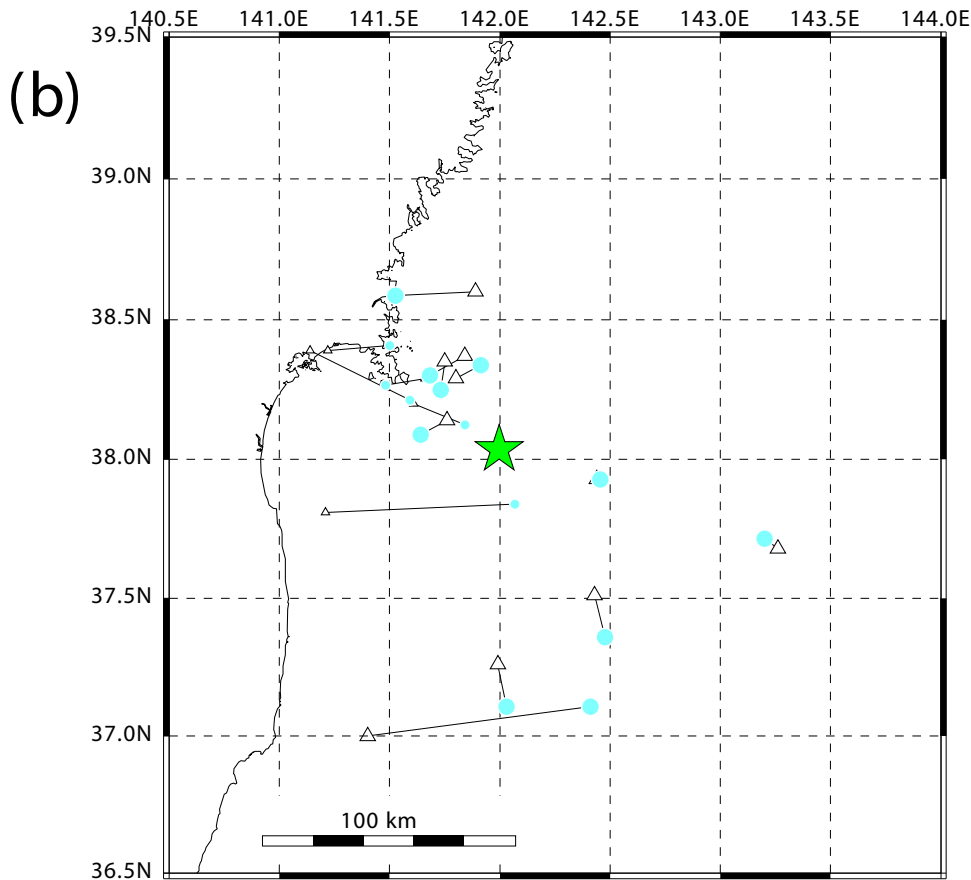


図5. 1937年の宮城県沖地震の震央分布. 地震月報掲載のS-P時間と, 水沢観測所および向山観測所のすず書き記録から  
験測したS-P時間を用いて, グリッドサーチ法で震源決定を行った. 星印は本震, 丸印は再決定した本震後1ヶ月間の  
余震, 三角印は地震月報の震央を表す. (a)震源の深さをプレート境界に固定して, 震央位置を推定した結果. (b)グリ  
ッドを3次元に配置して, 震源位置を推定した結果. グリッド間隔は2km. ただし, 本震位置は深さを固定して求めた  
ものを示す.

# 過去4回の宮城県沖地震の余震の再決定後の震央分布

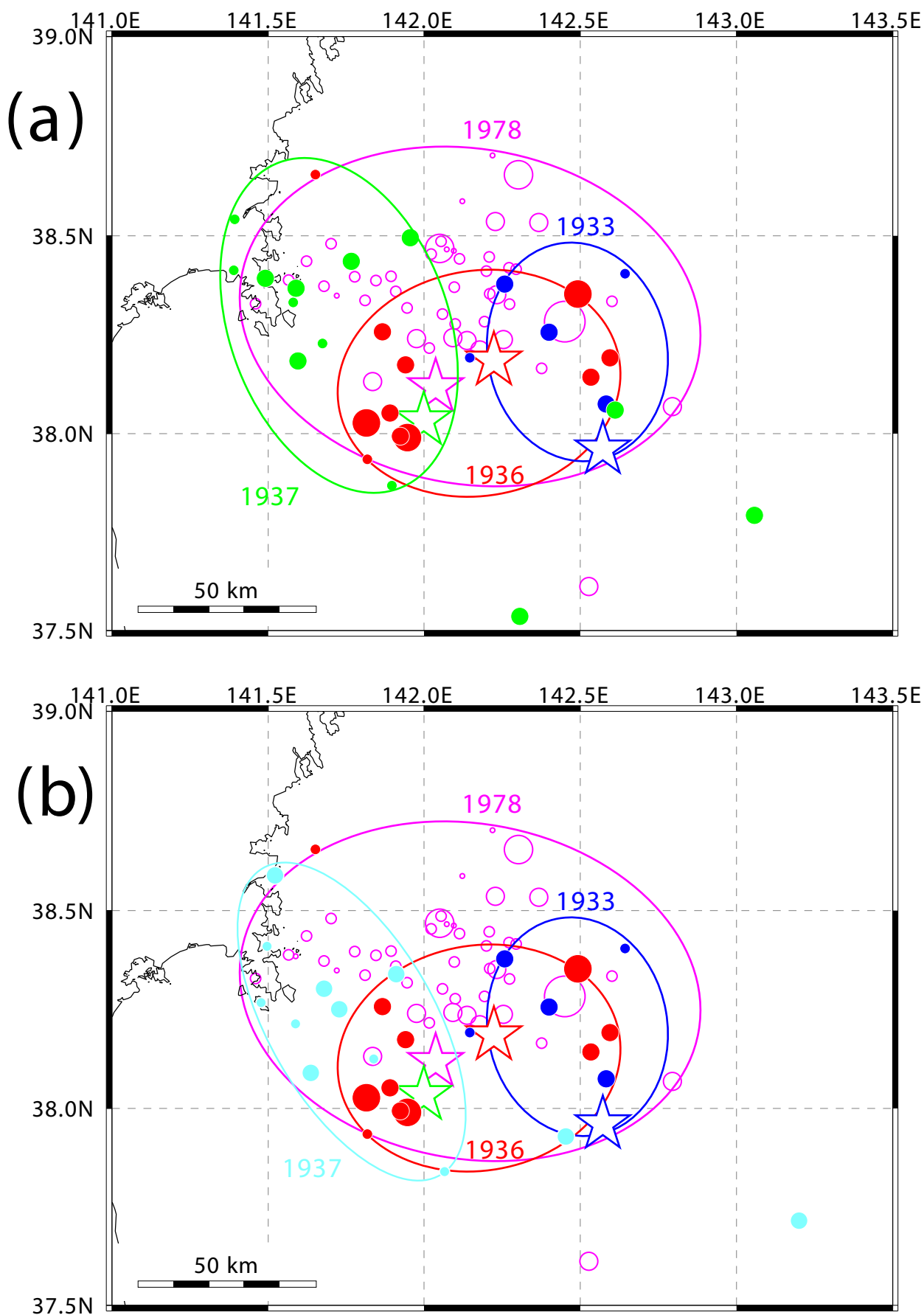


図6. 1933年，1936年，1937年および1978年の宮城県沖地震の本震（星印）と余震（丸印）の震央分布. (a)地震の震源の深さをプレート境界に固定して推定された震央分布. (b)1937年の余震（水色の丸印）のみを3次元グリッドサーチ法で震源決定した結果.



# 1937年の地震の余震の3次元グリッドサーチによる再決定後の震源分布

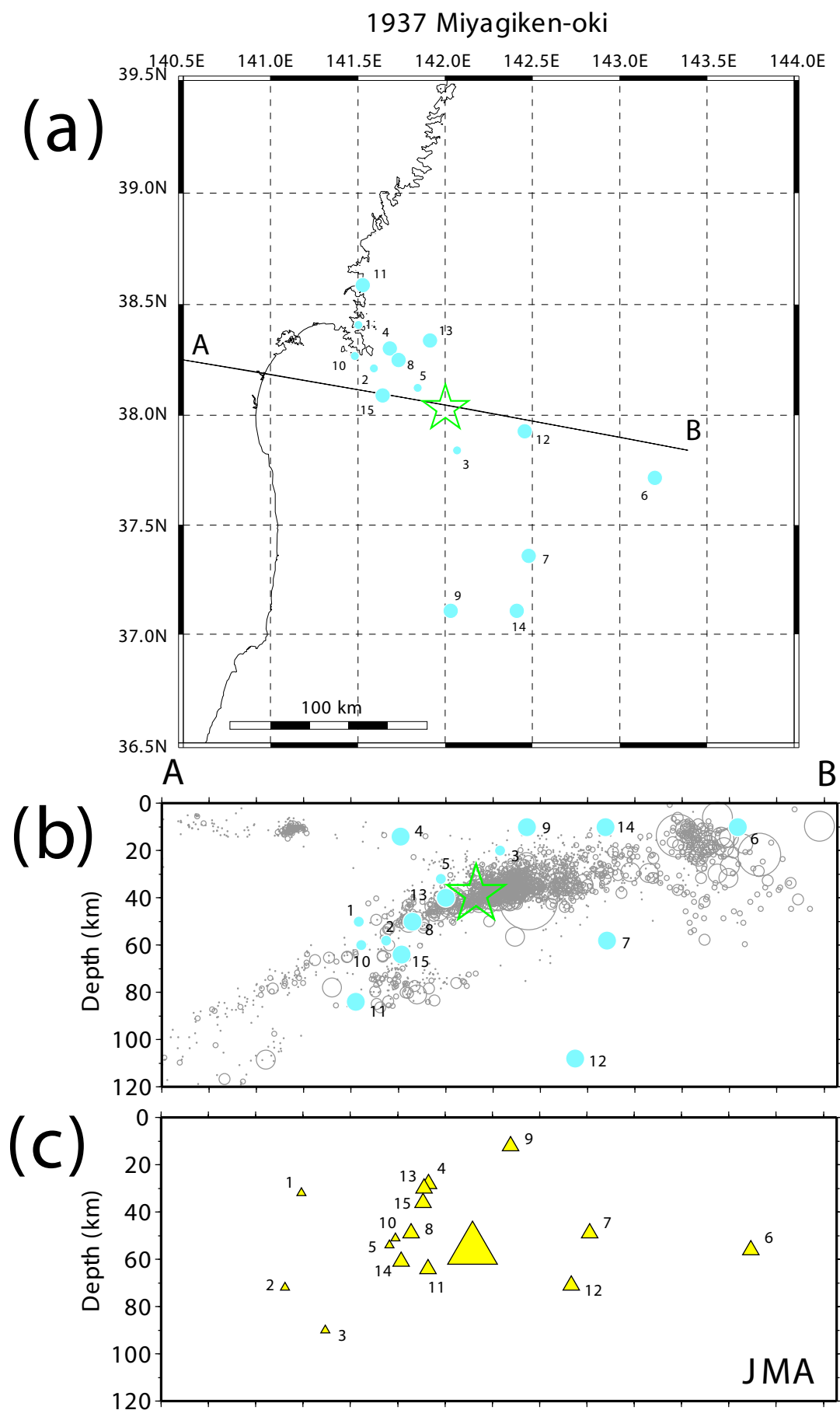


図7. 再決定された1937年宮城県沖の地震の余震の震源分布. グリッドを3次元に配置して, S-P時間の残差のRMSが最小になる位置を求めた. 数字は発生時刻順に付けた地震番号. 本震(星印)だけは深さをプレート境界に固定して推定した結果を示す. (a)震央分布. ABは断面図の位置を示す. (b)再決定された余震の深さ分布. 灰色丸印は1元化震源(2004年8月15日~2005年11月16日, 北緯37.5度~38.5度)の深さ分布を表す. (c)地震月報による深さ分布.

# 1937年宮城県沖地震の余震の再決定された震源の深さの信頼度

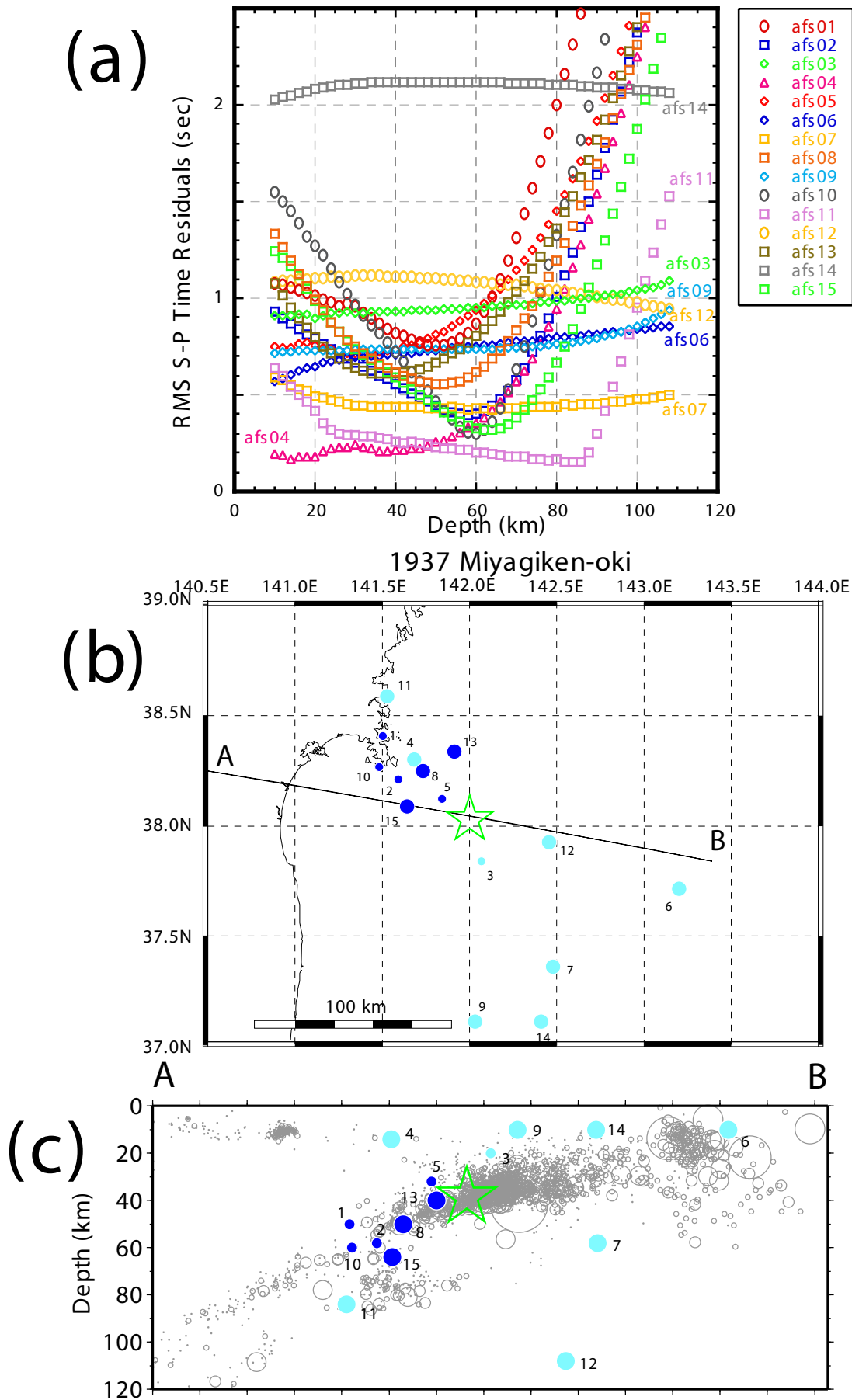


図8. 1937年宮城県沖地震の余震の再決定. (a) 1937年宮城県沖地震の余震のS-P時間残差の深さ変化. それぞれの余震の震源を3次元グリッドサーチで決定したときの, 各深さでの残差のRMSの最小値を示す. 数字は発生時刻順に付けた地震番号. (b) 震央分布. 本震 (星印) だけはプレート境界に固定して推定. 青丸印は精度良く震源が求められた余震を示す. ABは断面図の位置. (c) 再決定した余震の深さ分布. 他は図7に同じ.

# 1937年宮城県沖地震の本震のメカニズム解

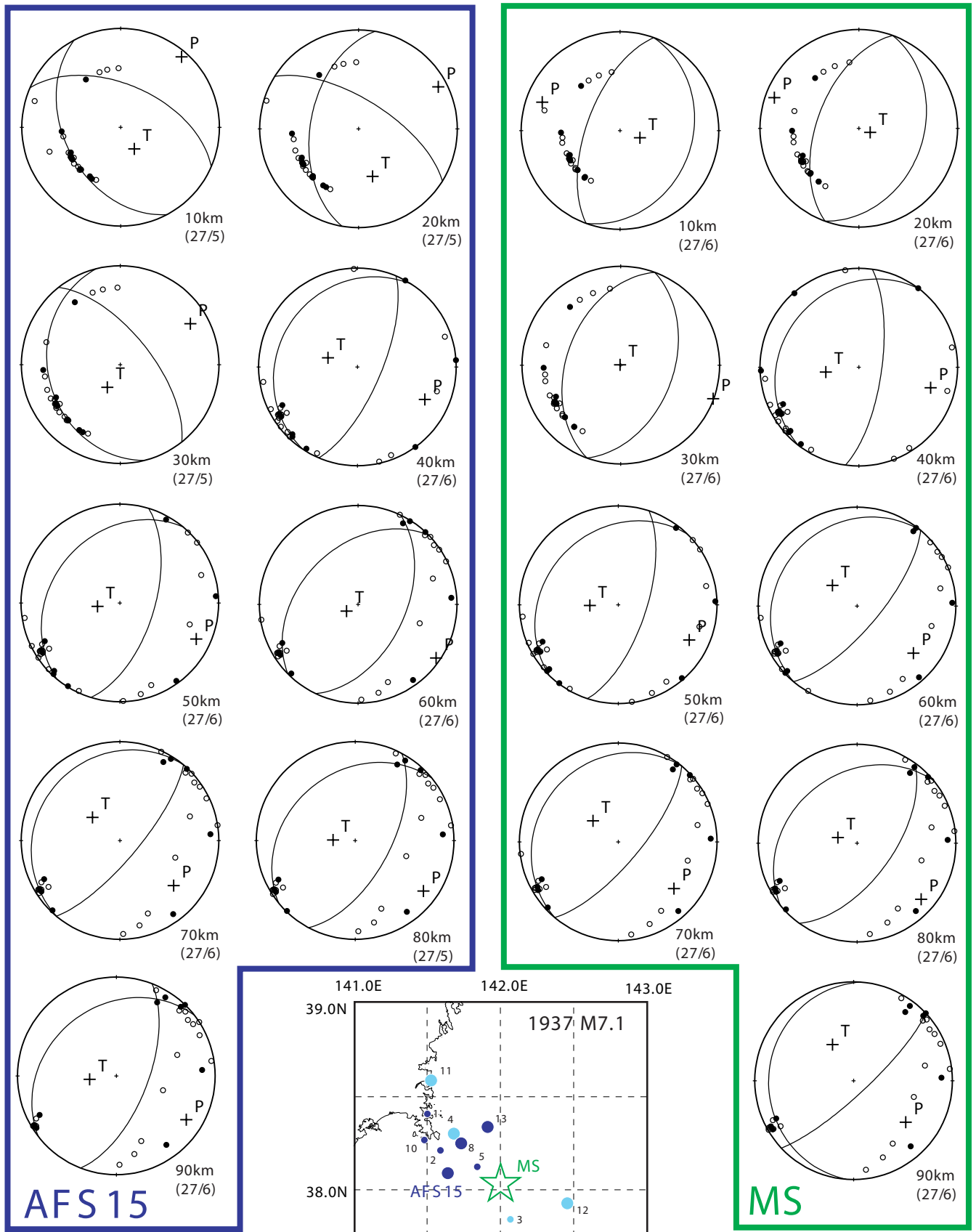


図9. 1937年宮城県沖地震の本震のメカニズム解。地震月報記載のP波初動データを用いて推定した。震央が再決定された本震（MS：緑色星印）の位置と余震（AFS15：青丸印）の位置にあった場合のそれぞれについて、震源の深さを変化させた時のメカニズム解の変化を下半球等積投影で示す。括弧内の数字はP波初動データの数/エラーの数を表す。震源がMSで浅い場合にDown Dip Compression となるが、その他は低角逆断層型となっている。

# OBSによって再決定された震源分布とその周辺の構造

東北大・東大・気象庁・海洋研究開発機構

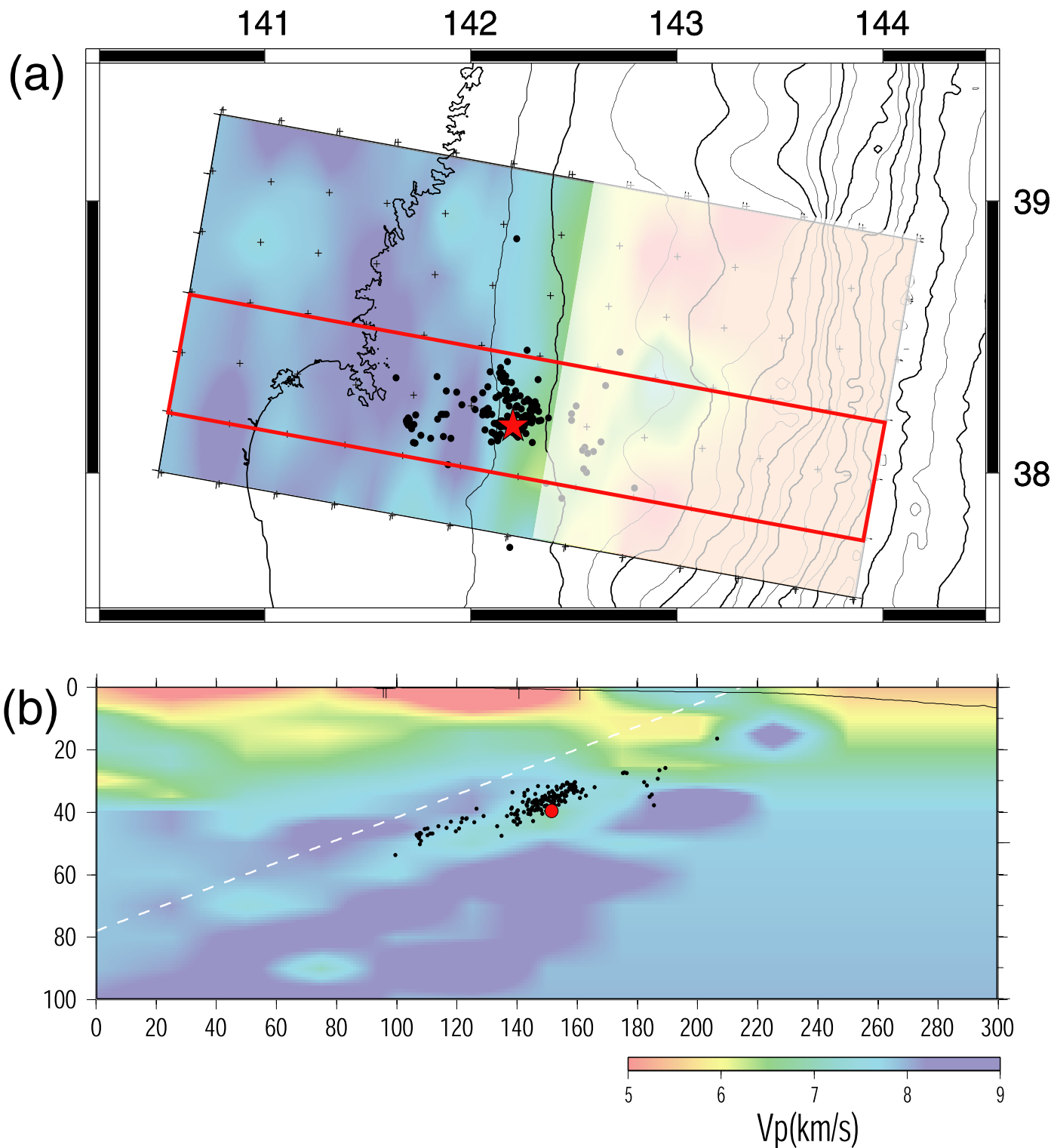


図10. 海底地震計のデータを加えて再決定した2005年8月16日の宮城県沖地震 (M7.2) の本震および余震の震源分布. 余震は8月19日まで発生した気象庁一元化カタログに掲載されているもの. 震源決定の際の速度構造には, この地域で得られている3次元速度構造モデル (Yamamoto et al., 2005) を用いた. (a) 震央分布. 赤星は本震の震央. 背景のカラースケールは下に示した断面図中の白破線に沿った面での $V_p$ 分布を水平面に投影したもの. 赤枠は断面図の位置. (b) 震源深さを示す鉛直断面図. 赤丸が本震の震源. カラースケールで対応する断面における $V_p$ 分布を示す.

# OBSデータを用いたDD法による再決定

東北大・東大・気象庁・海洋研究開発機構

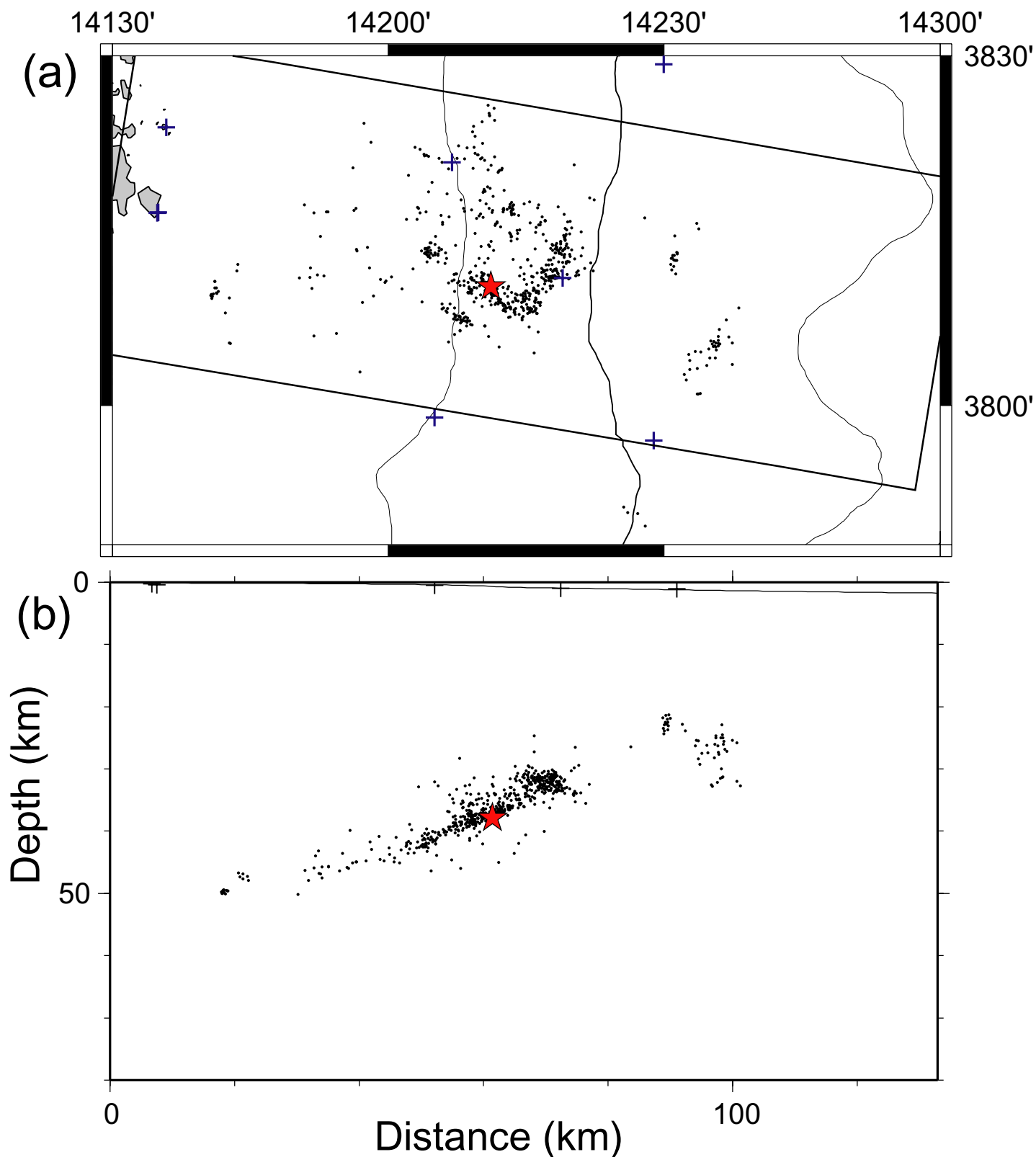


図11. ダブル・ディファレンス法を用いて決定された本震および8月28日までに発生した余震の震源分布. 本震発生後24時間については, OBSの連続記録でイベント検知を行って震源決定を行い, それ以降については, 気象庁一元化カタログに掲載された地震を対象とした. 再決定で用いた速度構造は, 図1に示した3次元速度構造を参考にした1次元構造(2層構造)モデル. (a) 震央分布. (b) 震源深さ分布. 赤星印は本震の震源. なお, 本震については, S波の走時残差が余震と比べ著しく大きくなるため, P波の到達時刻データだけを用いて震源決定を行った.

# OBSデータを用いたDD法による再決定(拡大図)

東北大・東大・気象庁・海洋研究開発機構

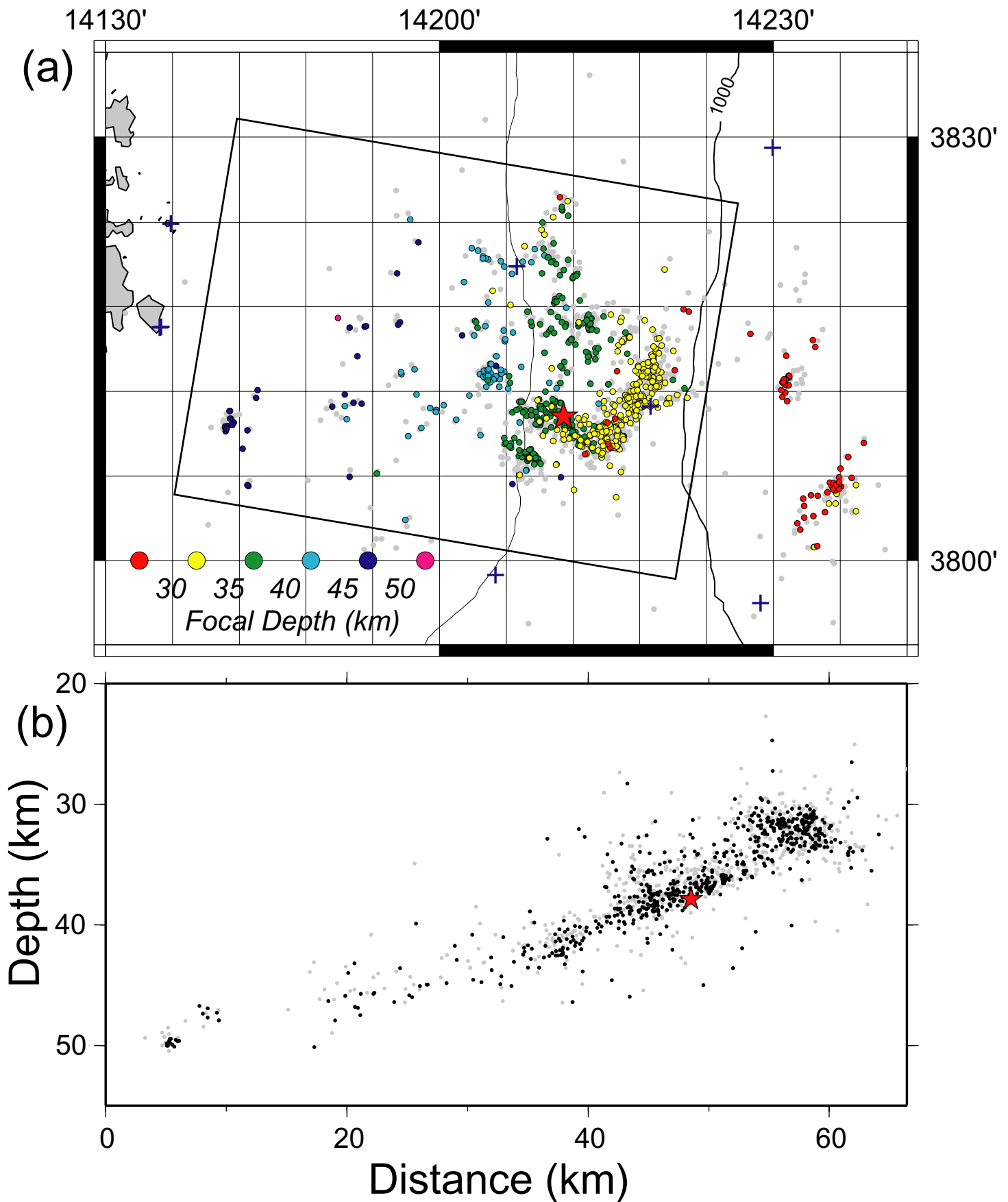


図12. ダブル・ディファレンス法を用いて決定された本震・余震の震源分布. 本震震源周辺を拡大したもの. (a) 震央分布. 震源深さ別で色を変えてある. (b) 震源深さ分布. 背景の灰色丸は通常の震源決定法による震源分布で, これを初期震源としてダブル・ディファレンス法を適用して震源再決定をおこなった. 本震震源 (赤星) 周辺はプレート境界に対応する面に沿った分布を示すが, 震源域東端では, その面に斜交するような面状分布が見られる.

# 海底津波計記録から推定された断層モデル(暫定解)

東北大・東大・気象庁・海洋研究開発機構

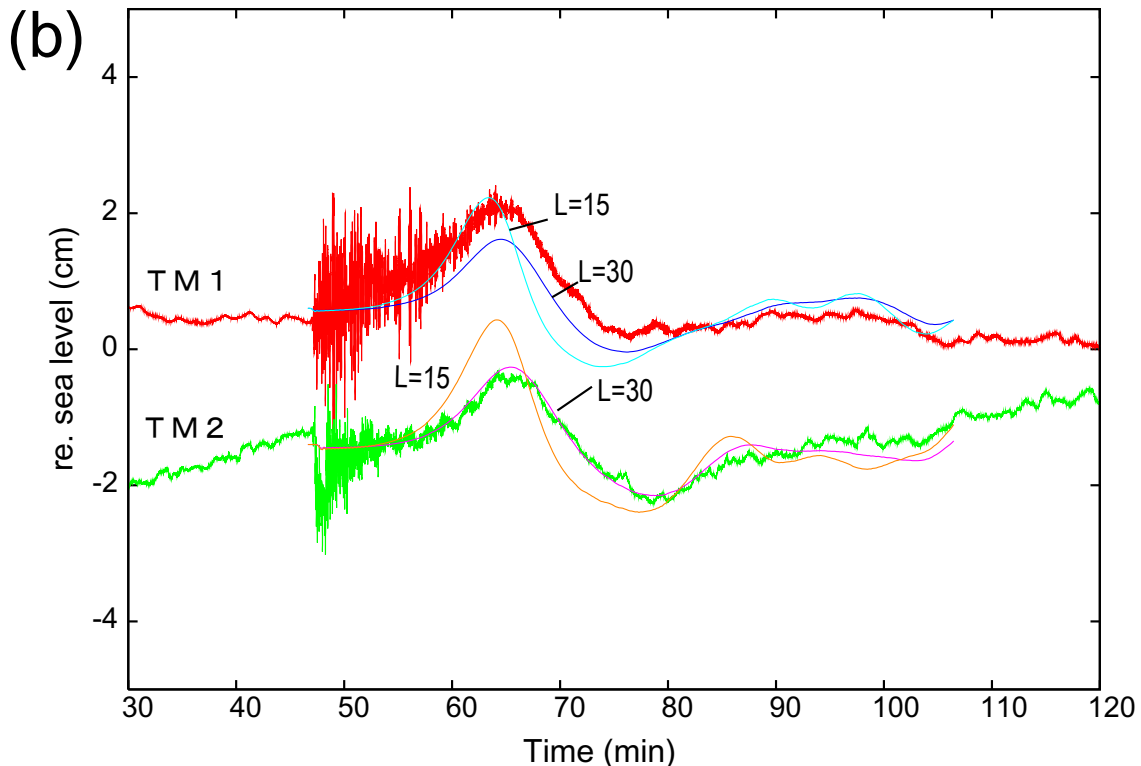
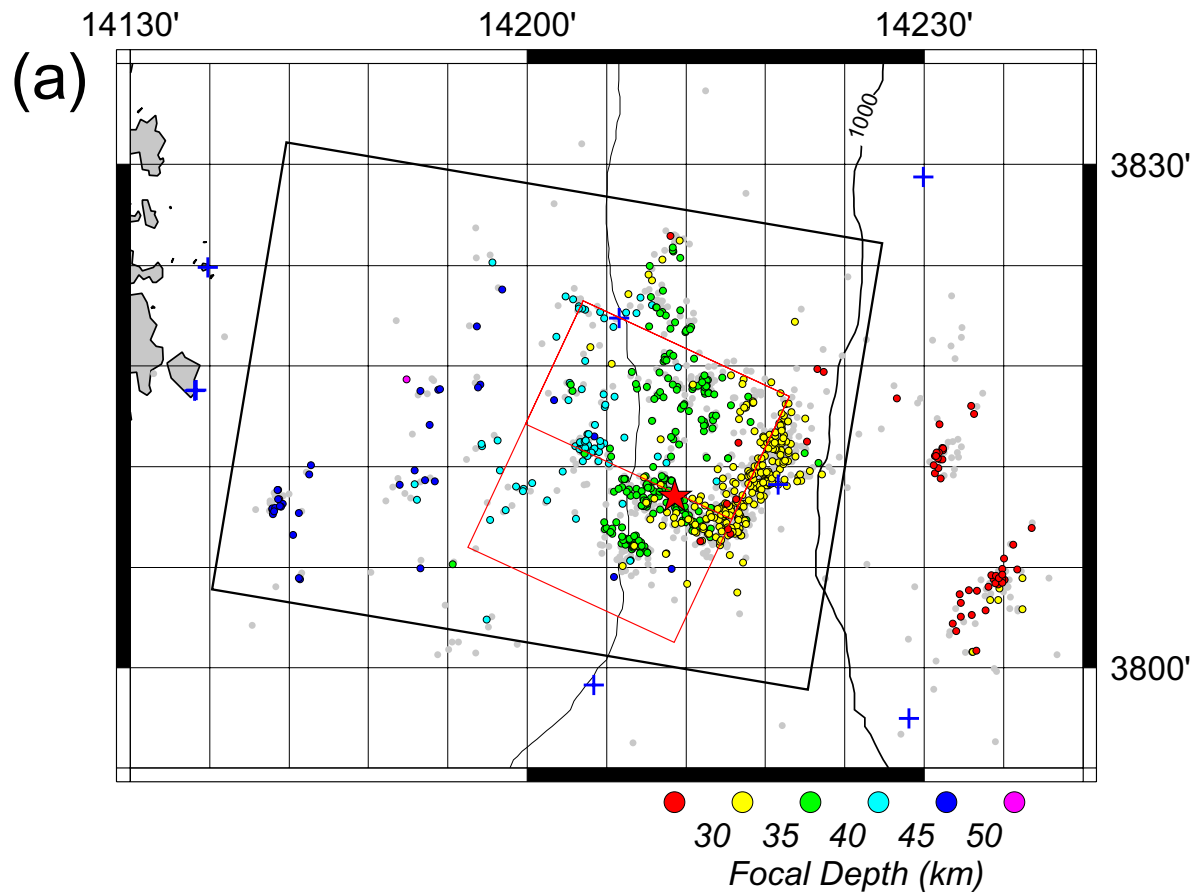


図13. (a) 震央分布を参考にして作成した矩形断層モデル。断層面の深さ・傾斜は震源分布にあうように設定し、余震分布の広がりから断層の幅 (dip方向) は25kmとした。断層の長さは15kmと30kmの二通りを考え、L=15kmのモデルは本震の震央よりも北東側だけ、L=30kmのモデルは本震の震央を挟んで南北両側に15kmずつの広がりをもつ。すべり量はL=15kmについては3m、L=30kmについては1.5mとした。(b) 三陸沖光ケーブル式津波計による津波波形記録と、上図に示した2つの断層モデルから計算される津波波形との比較。いずれのモデルでも津波の到達時刻は説明できるが、L=30kmのモデルの方が、津波の継続時間をよく説明する。