

3 - 11 海底地震観測による 2005 年宮城県沖地震の本震および余震の空間分布 Hypocenter distribution of the mainshock and aftershocks of the 2005 off-Miyagi Earthquake determined by ocean bottom seismographic observation

東北大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Tohoku University
東京大学地震研究所
Earthquake Research Institute, The University of Tokyo
気象庁
Japan Meteorological Agency
海洋科学技術開発機構
Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

宮城県沖においては、M7.5 程度の規模のプレート境界地震が発生する可能性が高いと指摘されており、1978 年に発生した M7.4 地震の震源域周辺において、自己浮上式海底地震計 (OBS) による地震観測を行ってきた。2005 年 8 月 16 日に発生した M7.2 の地震はこの海底観測網の中で発生した。この地震の本震および余震のできるだけ正確な震源分布のできるだけ早く知るため、本震の震央の周辺に設置されていた 5 台の OBS を急遽回収し、これらのデータと陸上観測点のデータとを併せることにより、震源決定を行った。

これら 5 台の OBS による観測期間は 7 月 13 日～8 月 28 日で、設置を函館海洋気象台・観測船「高風丸」、回収を海洋科学技術開発機構・調査船「よこすか」により行った。得られた地震波形データから、8 月 16 日から 8 月 28 日までに気象庁一元化震源のカタログに掲載された地震とともに、8 月 16 日 11 時 46 分から 24 時間に発生したものについてはカタログに掲載されていないものも対象として、P および S 波の到達時刻を読み取った。震源は、まず地殻・マンツルの 2 層からなる 1 次元速度構造を仮定した通常の震源決定法による解析を行った後、その結果を初期震源とした double-difference 法による解析を行うことにより求めた。得られた震源分布を第 1 図に示す。十字印は震源決定に用いた観測点の位置を示す。図の範囲内にある 5 台の OBS と 2 点の陸上観測点の他、宮城県および岩手県南部の太平洋岸に近い 4 点の陸上観測点のデータを解析に使用した。

震央分布を見ると、顕著な L 字型の密集域が形成され、本震の震央もこの中に含まれることがわかる。求められた震源分布は、大局的には、深さ 25km から 50km の範囲にわたって西北西側に傾き下がる面状分布を示している。震央分布に見られる L 字型の密集域がある本震の震源の周辺では、震源がこの傾斜面に集中しており、深さ方向のばらつきが非常に小さく、この面が本震の破壊面であるプレート境界面に対応するものと考えられる。こうした余震分布が示す空間分布の特徴は、本震発生後の 24 時間と解析対象期間全体とで大きく変化しておらず、余震活動域の拡大などの現象は認められなかった。

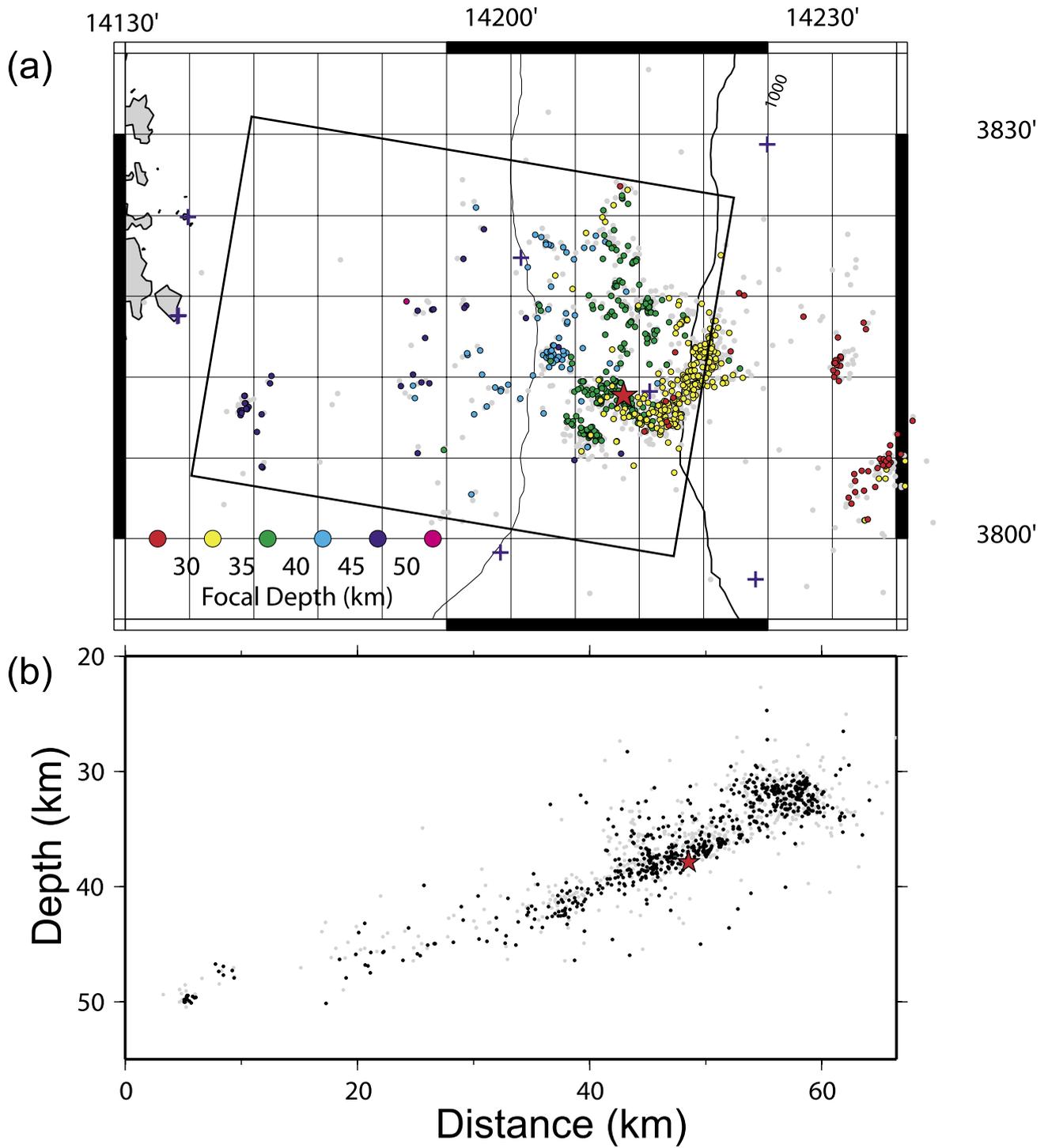
今回の地震発生域の周辺では、これまでに実施してきた海底地震観測のデータを用いて 3 次元地震波速度構造が推定されている²⁾。第 2 図は、この速度構造モデルとそれを用いて推定した本震および余震分布を重ねて表示したものである。余震は比較的規模の大きな 8 月 19 日までに発生したものだけを示している。断面図では、沈み込む海洋性地殻が P 波速度約 7km/s の陸側に傾き下がる

帯状の分布となってイメージされ、8月16日の地震の余震がその上面付近をなぞるように分布しており、今回の地震が沈み込む太平洋プレートの上面に沿って発生したプレート境界地震であることを直接示している。沈み込む海洋性地殻の上側には、それより高P波速度のウエッジマントルが分布するが、今回の震源域や1978年の地震の震源域より北側になると、ウエッジマントル部分の速度がやや低下する傾向にある。

第3図は、今回求めた余震分布をもとに断層モデルを作成し、それによる理論津波波形と観測波形を、三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの2点の海底津波観測点において比較したものである。断層の深さ、走向・傾斜は本震の震源近傍で余震が集中して発生している面のものを仮定した。余震分布が示すL字状の集中域と一致するように断層をおくことで津波の到達時刻は概ね説明でき、この部分が本震の破壊域と一致するという上での解釈を裏付ける。一方、津波波形のパルス幅は断層の長さに強く依存するが、余震のL字分布の一辺の長さである15kmの断層長を仮定したモデルでは、観測波形を説明できず、津波波形を説明するためには、余震活動があまりみられない南側へ断層を伸ばし、断層長を30km程度とする必要があることが分かった。

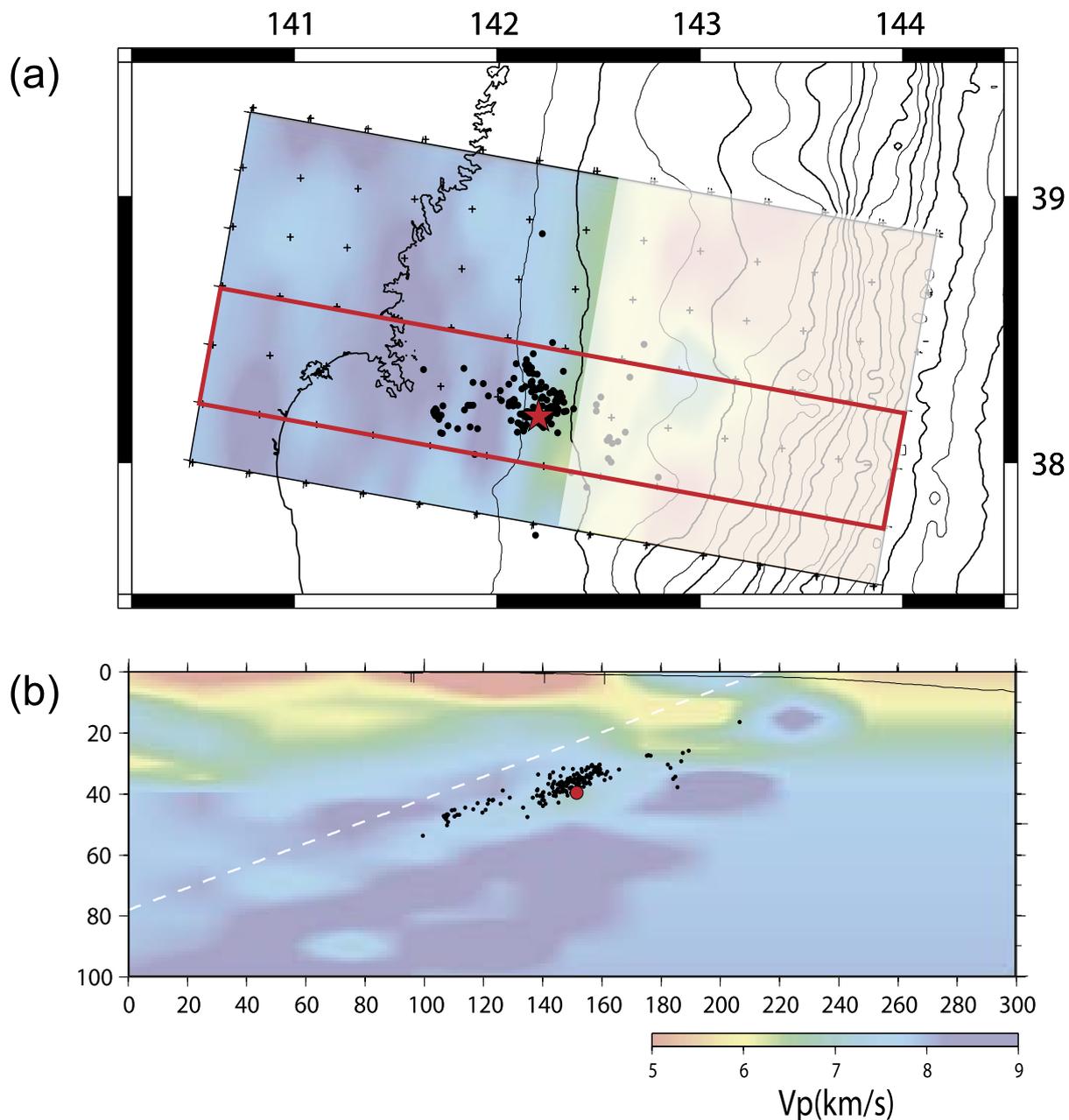
参 考 文 献

- 1) Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth, A double-difference earthquake location algorithm: method and application to the Northern Hayward fault, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 90, 1353-1368, 2000.
- 2) 山本揚二郎・日野亮太・西野実・桑野亜佐子・山田知朗・金沢敏彦・青木元・橋本徹夫・阿部正雄, 海底地震観測による1978年宮城県沖地震震源域の地震学的構造, 地球惑星科学合同大会講演予稿集, J036-015, 2005.



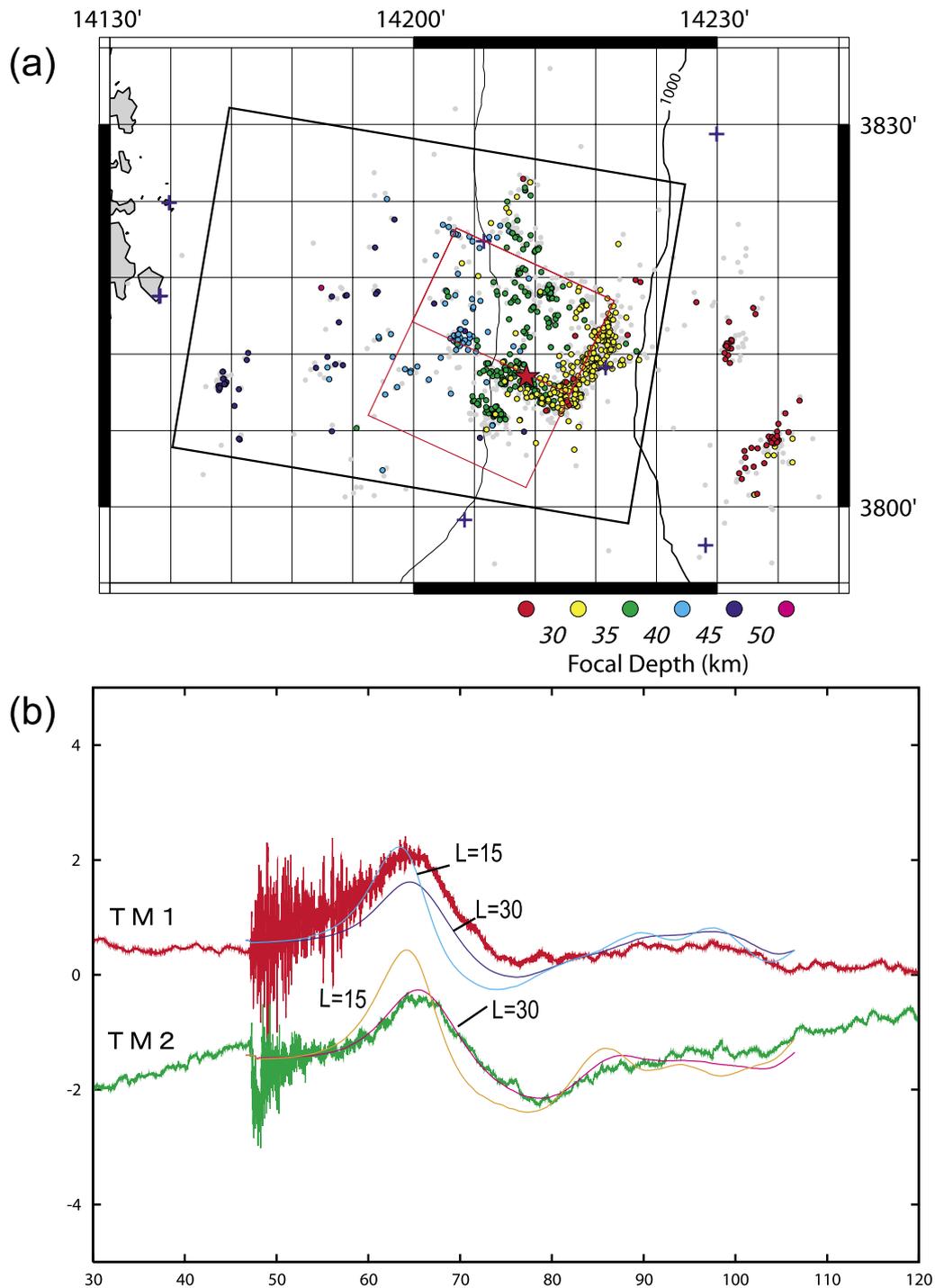
第1図 ダブル・ディファレンス法を用いて決定された本震および8月28日までに発生した余震の震源分布。本震発生後24時間については、OBSの連続記録でイベント検知を行って震源決定を行い、それ以降については、気象庁一元化カタログに掲載された地震を対象とした。(a)震央分布。震源深さ別で色を変えてある。(b)震源深さ分布。背景の灰色丸は通常の震源決定法による震源分布で、これを初期震源としてダブル・ディファレンス法を適用して震源再決定をおこなった。

Fig.1 Hypocenter distribution of the mainshock and aftershocks of the 2005 off-Miyagi Earthquake. (a) Epicenter distribution. Symbol colors stand for focal depths. (b) Focal depth distribution projected to the vertical cross section. Hypocenters in the rectangle shown in (a) are plotted. Gray symbols are locations by the conventional hypocenter locating method and colored or filled symbols are hypocenter locations determined by the DD location. Red star is the hypocenter of the mainshock.



第2図 宮城県沖地震震源域周辺のP波速度構造とそれを用いて決定した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も、3次元速度構造モデルを用いた。(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。

Fig.2 Three dimensional P-wave velocity structure around the rupture area of the 2005 off-Miyagi Earthquake and hypocenters of mainshock and aftershocks determined by using the 3D structure model. (a) Epicenter distribution and V_p variation along the plane whose location is shown by white dashed line in the cross section shown in (b). Cross sectional view of V_p structure and hypocenter distribution. Red circle and dots are hypocenters of the main- and aftershocks, respectively.



第3図 (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、(a) 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。

Fig.3 (a) Assumed fault models for tsunami calculations and epicenter distribution. (b) Observed and calculated tsunami waveforms for ocean bottom tsunami stations. Traces with L=15 and L=30 are calculated by assuming the fault models with fault length of 15 and 30 km, respectively.