

5 - 2 2009年12月伊豆半島東方沖の地震活動

Detailed hypocenter distribution in east off Izu peninsula ('Izu-hanto-toho-oki) on December, 2009

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

伊豆半島東方沖では2009年12月17日の昼頃から群発地震活動が始まり、17日23時45分頃にはM5.0の、18日8時45分頃にはM5.1のやや大きな地震が発生した。これらの地震の発震機構解は北西-南東圧縮、北東-南西伸張の横ずれ断層型であり、地震活動が活発な状態は数日間にわたって続いた。また、地震活動域の周辺ではほぼ同時期に傾斜変動が捉えられており²⁾³⁾、その変動は岩脈貫入モデルによって良く説明されている²⁾。

防災科学技術研究所では、この群発地震活動の時空間的発展を調べるために12月17日から20日までに発生した845個の地震の震源再決定を行った。観測点は、防災科学技術研究所の高感度地震観測網（以下、Hi-net）、気象庁、東京大学および名古屋大学による定常観測点のうち、震央距離が50 km以内の観測点34点を使用した。解析手法は、ダブル・ディファレンス法¹⁾（以下、DD法）を用いた。この手法は、P波およびS波到達時刻の観測値データのみならず、波形相関解析による位相差から得られる精度の高い到達時刻差データを使用することができるため、相対位置としては高精度の震源決定が可能である。ここでは、P波およびS波について、Hi-netの手動観測値による101,284ペアおよび72,371ペアの到達時刻差データをそれぞれ用いるとともに、以下の波形相関解析による到達時刻差データを併せて用いた。波形相関解析においてはまず、通過帯域3~20 Hzのバンドパスフィルターによって処理した記録波形の中からP波およびS波を含む1.5秒間を切り出し、同一観測点でされた観測された複数の地震同士の組み合わせ（以下、イベントペア）についてラグ相関を評価した。この相互相関係数を最大にするような位相差（ラグ）に基づいて、到達時刻差データを得ることが可能である。本解析では、相関係数が0.8以上となるようなイベントペアについて、到達時刻差データを震源再決定に利用した。そのようなイベントペアは、P波については10,748ペア、S波については15,122ペアであった。震源再決定に必要な初期震源はHi-netのルーチン処理による手動観測震源を使用し、速度構造モデルもルーチン処理と同様の構造⁴⁾を仮定した。解析の結果、手動観測値によるデータに対する重みつきRMS走時残差は124 msから93 msへ、波形相関解析によるデータについては116 msから8 msへと減少し、最終的に826個の地震の震源を決めることができた。このようにして決められた震源のうち、波形相関解析による到達時刻差データが使用できた地震のみの分布を第1図に示す。図からは、深さ8 km程度の比較的深い地震は活動域の北東部に、深さ5 km以浅のより浅い地震は南西部に分布していることがわかる。すなわち、震源分布は大局的には北東傾斜の面状を示すが、その面の形状はM5クラスの地震の発震機構解節面とは一致しない。このことから、北東傾斜の面に直接対応した断層に沿って多くの地震が発生した訳ではなく、岩脈貫入に関係した応力変化や流体圧変化によって発生した地震が、結果としてほぼ面状に配列したものと考えられる。

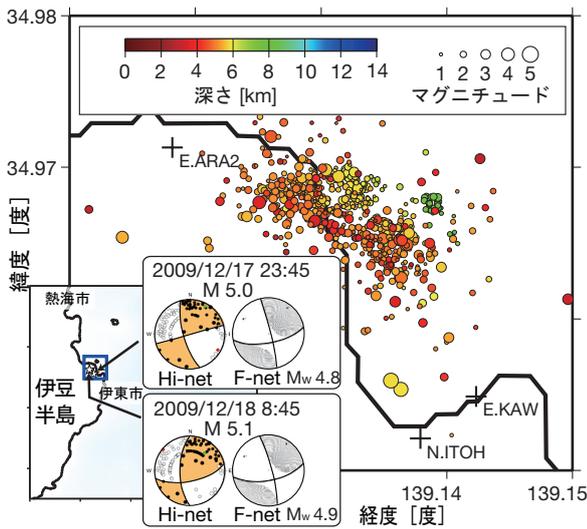
次に、震源分布の時空間的発展を調べた。第2図(a)に平面図を、(b)に面状分布の最大傾斜方向に沿った南南西-北北東鉛直断面図を、(c)にそれと直交する西北西-東南東鉛直断面図をそれぞれ示す。図中の丸印は第1図と同じ震源を表し、カラースケールはその地震の発生時刻を表す。ま

た、第3図に活動域に時空間分布図を示す。横軸は時間を表し、縦軸は(a)については深さを、(b)については西北西－東南東鉛直断面に沿った水平位置を表す。これらの図によると、17日の昼頃に活動域北東部の深さ約8 kmで始まった地震活動は、夕方頃には急速に活発化するとともに、時間とともに浅部へと移動、拡大した(第2図(a), (b), および(c))。特に深さ6 km以下では、活動域は西北西－東南東方向に約2 km程度の広がりを持ち、活動域の中心部から西北西方向および東南東方向へと、鉛直方向のみならず水平方向にも地震活動域が拡大した様子が見られる(第2図(c))。活動域の移動速度は、17日14時から18時までの4時間に約2 km(浅部への上昇)、水平方向に約1 km(西への移動)と急速であったのに対して、その後の移動や拡大の速度は次第に鈍化した(第3図)。また、地震発生数も18日の後半以降は20日(データ期間の終わり)にかけて次第に減少した。

(浅野陽一)

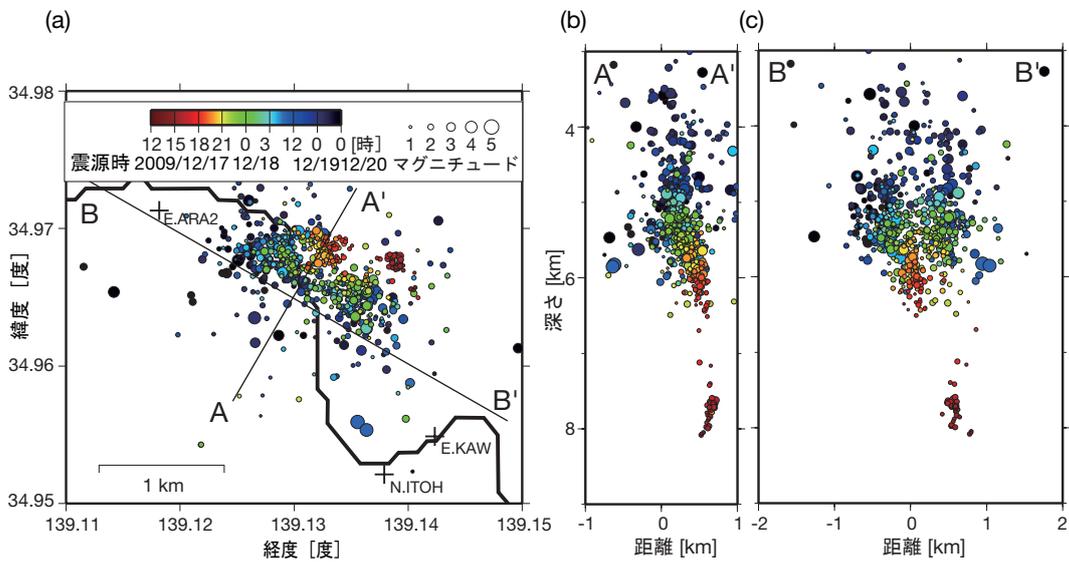
参 考 文 献

- 1) Waldhauser and Ellsworth (2000), Double-difference tomography: The method and its application to the Hayward fault, California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 90, 1352-1368.
- 2) 防災科学技術研究所(2010), 2009年12月伊豆半島東方沖の地震・火山活動に伴う傾斜計変化, *地震予知連絡会会報*, 84, 217-220.
- 3) 防災科学技術研究所(2010), 傾斜変動の暫定変動源モデル, 第115回火山噴火予知連絡会資料.
- 4) 鶴川・他(1984), 関東・東海地域地震観測網による震源決定方法について, *国立防災科学技術センター研究速報*, 53, 1-88.



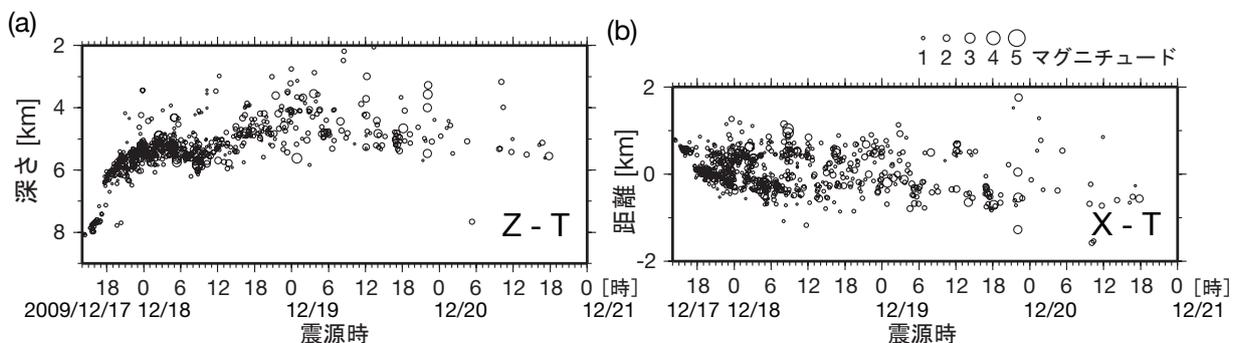
第1図. DD法による再決定震源の空間分布. 2009年12月17日から20日の期間内に発生した地震の再決定震源を丸印で示す. シンボルの大きさはマグニチュードを, カラーは震源の深さをそれぞれ表す. 挿入図に図示領域の位置を矩形で示すとともに, 2つの地震のHi-net初動解およびF-net MT解を併せて示す.

Fig. 1. Hypocenter distribution in the period of December 17 – 20, 2009. Relocated hypocenters by the double-difference relocation technique are shown by circles. Those size and color scale indicate magnitude and hypocentral depth, respectively. Inset map shows location of the study area with focal mechanisms of two earthquakes by the NIED Hi-net and F-net.



第2図. 震源分布の時間発展. (a) 平面図. (b) 南南西-北北東 (A-A') 鉛直断面図, および (c) 西北西-東南東 (B-B') 鉛直断面図. 再決定震源を丸印で示し, その大きさはマグニチュードを, カラーは発生時刻をそれぞれ表す. (b) および (c) の断面の位置を (a) に示す.

Fig. 2. Temporal evolution of hypocenter distribution on (a) a map and vertical cross-sections along lines (b) B-B' and (c) C-C'. Circles denote the same hypocenters as shown in Fig. 1. Symbol size and color scale indicate magnitude and origin time. Horizontal locations of the lines are shown in (a).



第3図. 再決定震源の時空間分布. (a) 震源の深さの時間変化. (b) 西北西-東南東鉛直断面(B-B')に沿った水平位置の時間変化. 再決定震源を丸印で示し, その大きさはマグニチュードを表す.

Fig. 3. Spatiotemporal distribution of the relocated hypocenters. Vertical axes show (a) depth and (c) horizontal location along line B-B', respectively. Circles denote the same hypocenters as shown in Fig. 1. Symbol size indicates magnitude.