

7-6 平成16年(2004年)新潟県中越地震の余震分布に見られる二重の地震面 Double-planed seismic zone estimated from the aftershocks of the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

気象研究所地震火山研究部・気象庁地震予知情報課
Seismological and Volcanological Research Department, MRI,
Earthquake Prediction Information Division, JMA

本論では、ルーチン処理による震源(以下、一元化震源とよぶ。)を、Waldhauser and Ellsworth (2000)によって開発された、Double-Difference 震源決定法(DD法)により再決定し、その結果に基づき余震分布の詳細構造を議論する。

データは、本震発生以降から2004年11月4日までの一元化震源データ(11月5日時点の暫定震源)のうち、第1図に示す余震域近傍の19ヶ所の定常観測点の検測値のみを用いた。DD法の初期震源は、このデータをルーチン処理と同様に震源決定を行い、各観測点における平均的な走時残差を各観測点の観測点補正值として検測値に反映させ、再度震源を決定しなおしたものを使用した。入力検測値についても、この観測点補正值を反映させた。また、DD法では、ルーチン処理で使用しているJMA2001(上野・他、2002)を近似的に表現した速度構造を使用した。

第2図に再決定した震源分布図を示す。余震は空間的に疎密を持って分布しており、複数の面的構造を有していることがわかる。特に、水平方向に5 km程度離れ、北西方向におよそ50度で傾斜並行する二重面(緑と赤)と、その上端から南東に広がるほぼ水平な面(青)が顕著である。二重面の上面(緑)には本震、二重面の下面(赤)には最大余震(23日18時34分、M6.5)、水平面には27日10時40分(M6.1)の地震がそれぞれ位置している。なお、二重面の上面は、深さ10 km程度で屈曲しており、その上部は15度程度の傾斜角を持っている。

第3図に、3枚の面それぞれの震央分布を示す。各図に面の長径と、Utsu (1961)による余震域の長径と本震のMの関係式から算出したマグニチュード(Mrad)を記す。このMradと各面に属する最大の地震のMを比較すると、水平面についてはMradが小さく評価されているものの、定性的には整合していることがわかる。

第4図は最大余震前後で地震活動を分割して示した断面図である。これらと第3図のM-T図から、二重面の上面は本震直後、二重面の下面は最大余震直後、水平面は27日(M6.1)の地震直後、つまりそれぞれの面に属する最大の地震の直後から面が形成され始めたことがわかる。

以上のことから、今回確認された二重面の上面、下面と水平面は、それぞれ本震、最大余震と27日(M6.1)の地震に伴う余震や二次余震の活動を示しており、それぞれの形状は各地震の断層面の形状を示していると推測できる。なお、二重面の上面は他の面と比較し深さ方向にばらつきがある。これは上面に属する比較的規模の大きな余震がそれぞれに断層面を形成し、その面上で二次余震が発生することにより、上面全体としては厚みを持っているように見えることが原因かもしれない。

第5図に一元化初動発震機構解の分布を示す。なお、発震機構解の表示位置は再決定震源を利用した。この図から、余震の多くは本震と同様の北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型（タイプA，赤）であるが、横ずれ型などその他の解（タイプB，緑）も散見されることがわかる。また、タイプAとタイプBの解は余震分布の中で住み分けており、タイプAは二重面の上面下部や下面、水平面に多く位置しており、タイプBは二重面の上面上部や上面下部の最深部などに多く位置していることがわかる。このような発震機構解の住み分けは、大きな地震の後の複雑な応力分布を反映している可能性がある。

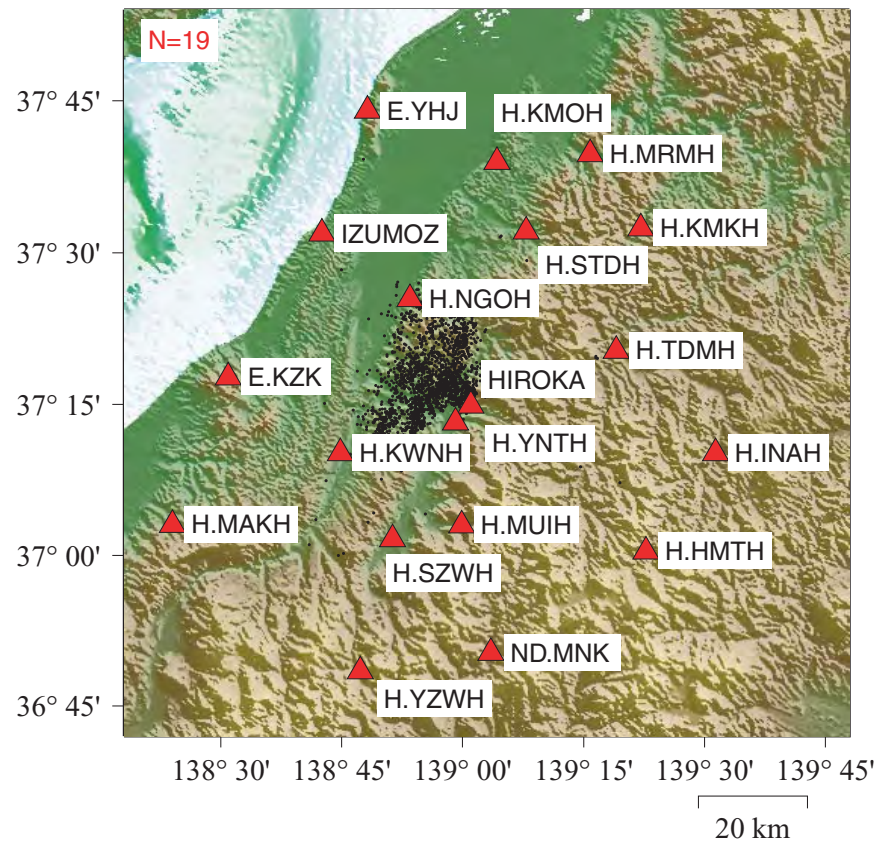
参 考 文 献

上野寛・畠山信一・明田川保・舟崎淳・浜田信生，気象庁の震源決定の改善－浅部速度構造と重み関数の改良－，*験震時報*，**52**，11-19 (2002).

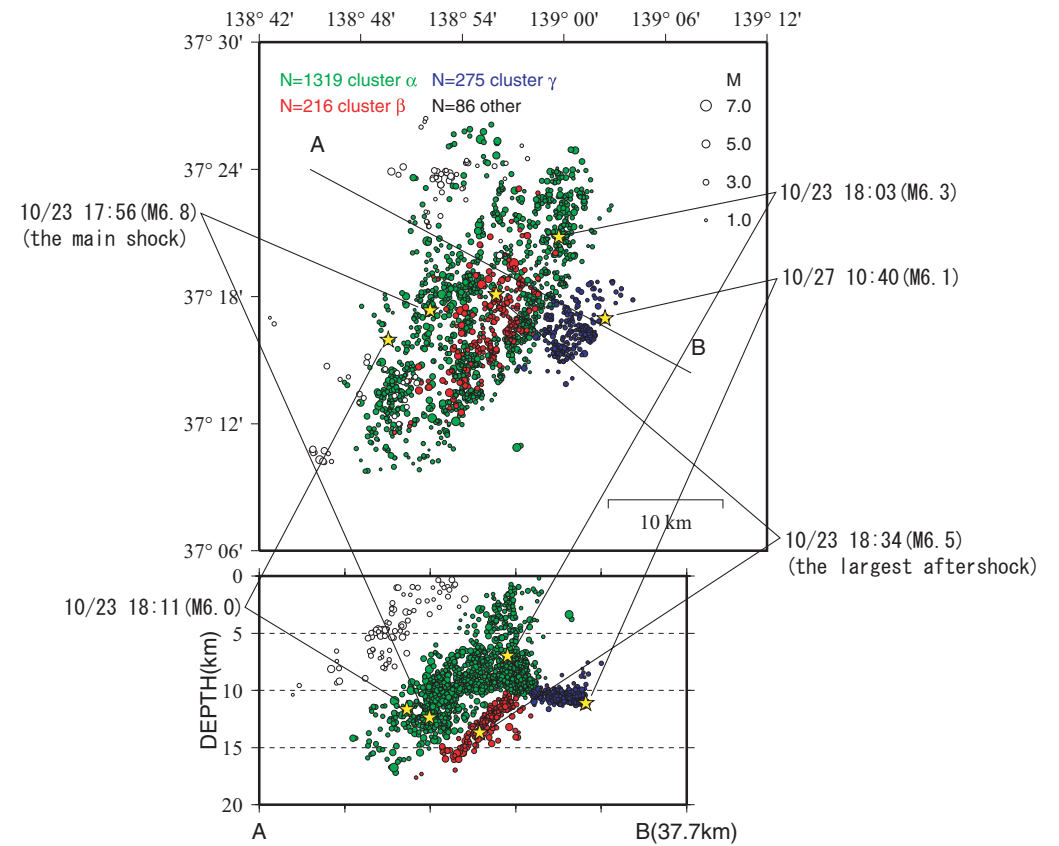
Utsu, T., A statistical study on the occurrence of aftershocks, *Geophys. Mag.*, **30**, 521-605 (1961).

Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth, A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the Northern Hayward fault, California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **90**, 1353-1368 (2000).

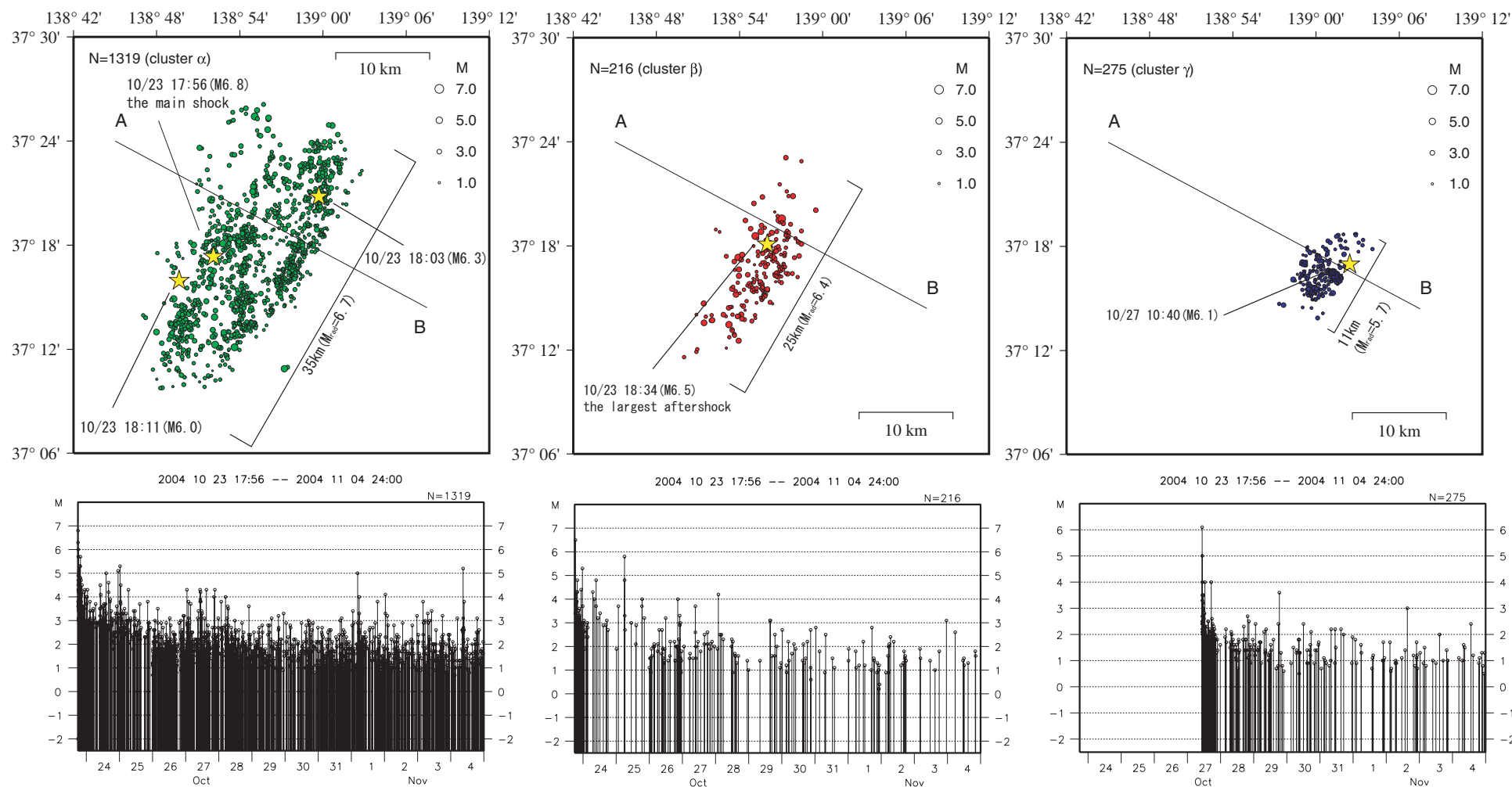
Waldhauser, F., HypoDD –A program to compute double-difference hypocenter locations, U. S. G. S. Open File Report, 1-113, 25pp (2001).



第 1 図 震源再計算に使用した観測点分布図
Fig.1 Seismic stations used in this study.



第 2 図 再決定した震源分布図
Fig.2 Distribution of hypocenters re-determined by DD method.



第 3-A 図 二重面上面の震央分布と M-T 図

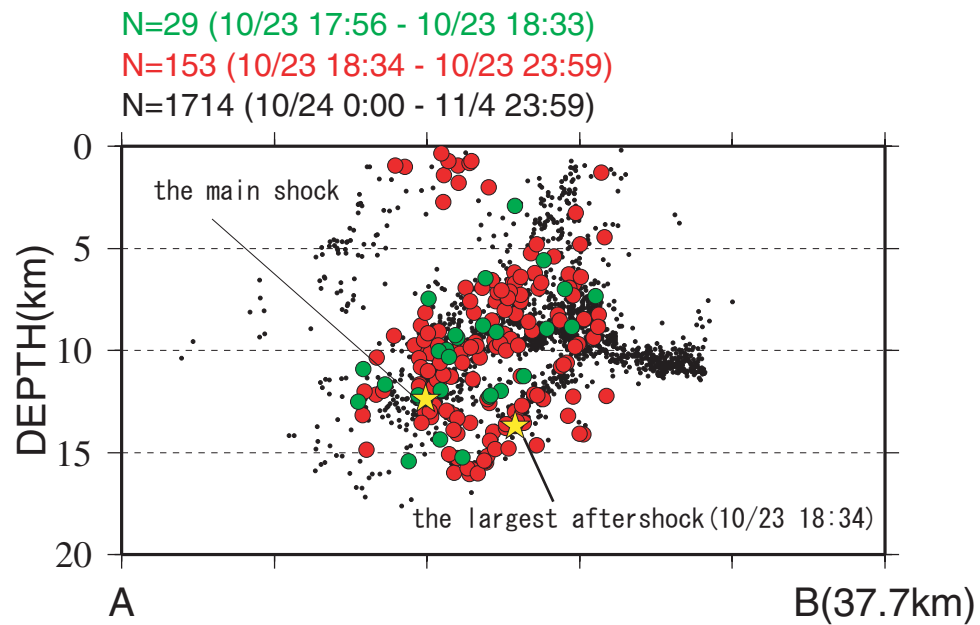
Fig.3-A Seismic activity of upper plane of the double-planned seismic zone.

第 3-B 図 二重面下面の震央分布と M-T 図

Fig.3-B Seismic activity of lower plane of the double-planned seismic zone.

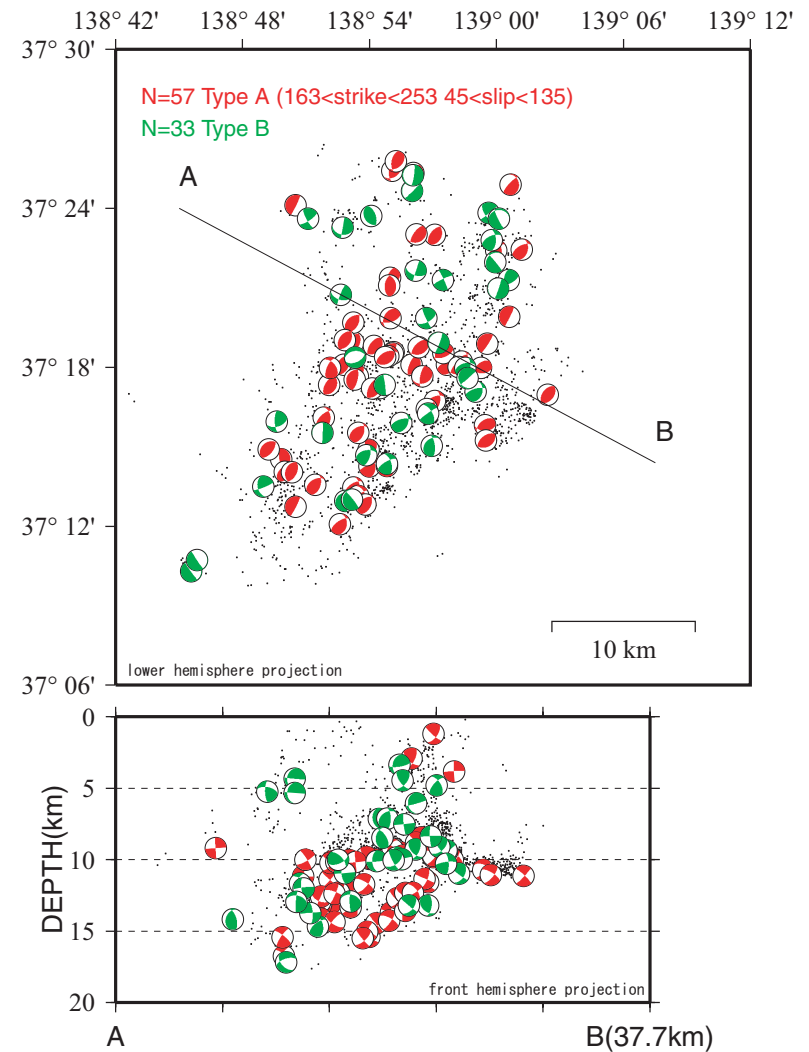
第 3-C 図 ほぼ水平に広がる面の震央分布と M-T 図

Fig.3-C Seismic activity of horizontally growing plane.



第4図 最大余震前後で地震活動を分割し示した断面図。緑丸が最大余震前，赤丸が最大余震以降23日中，黒点が24日以降の活動を示す。

Fig.4 Cross sections of the seismic activities before and after the largest aftershock on the 23rd. The activity before the largest aftershock is shown by green circles, the activity after the largest aftershock within the 23rd is shown by red circles, and the activity after the 24th is shown by black points.



第5図 初動発震機構解の分布図。赤がタイプA，緑がタイプBの発震機構解を示す。

Fig5 Distribution of focal mechanisms. Type A and type B mechanisms are shown by red and green beach balls, respectively.