

### 3-18 近地強震記録による2008年7月24日岩手県沿岸北部の地震の震源過程 Rupture process of the 2008 Northern Iwate (Iwate-ken Engan-hokubu) earthquake derived from strong-motion records

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2008年7月24日0時24分に発生した岩手県沿岸北部の地震（北緯39.7度，東経141.6度，深さ108km， $M$  6.8；気象庁）について，防災科研 K-NET および KiK-net の強震波形記録を用いて，震源過程のインバージョン解析を行った。

#### ◎断層面モデルと震源過程のパラメータ化

第1図に Hi-net の P 波押し引きによるメカニズム解と F-net のモーメントテンソル逆解析によるメカニズム解を示す。2つのメカニズム解には差異が見られる。F-net のメカニズムによる単一の断層面を仮定した予備的なインバージョン解析では，IWT018 や IWITH19 などのいくつかの観測点で波形の一致度が十分ではなかった。この結果に基づき，南部では Hi-net，北部では F-net による高角西傾斜の二枚の面からなる震源断層面（南部：16km×30km，走向223度，傾斜65度；北部：14km×30km，走向179度，傾斜71度）を仮定した。破壊開始点は Hi-net の再検測による震源位置とし，この点は南の断層面上に存在するとした。

インバージョン解析において断層面上のすべり破壊過程は，時間・空間的に離散化して表現されている<sup>1)</sup>。空間的には2km四方の小断層225個（南部：8×15；北部：7×15）に分けた。時間的には各小断層において破壊開始点から一定速度で広がる同心円が到達してから時間幅0.8秒のスムーズランプ関数を0.4秒間隔で7つ並べることによって表現した。各小断層からの理論地震波形は，一次元成層構造モデルを仮定して<sup>2)</sup>，離散化波数法<sup>3)</sup>と反射透過係数法<sup>4)</sup>により点震源の波形を計算し，これに小断層内部の破壊伝播の効果を付加した<sup>5)</sup>。

#### ◎解析に用いた波形データ

K-NET および KiK-net（地中）の22観測点（第1図）で得られた加速度強震波形に，0.1から1Hzのバンドパスフィルターをかけ，積分することにより得られた速度波形のS波部分16秒間を切り出し（S波到達時刻の1秒前から15秒後まで），データとした。

#### ◎波形インバージョン

各小断層の各タイムウィンドウのすべり量は，観測記録と理論波形の差の最小二乗法により解いた。インバージョンには，すべりの方向をメカニズムのすべり方向（南部：-107度；北部：-93度）から片側45度の幅の中に納める拘束条件<sup>6)</sup>と，時間的・空間的に近接したすべりを平滑化する拘束条件<sup>7)</sup>をかけている。平滑化の強さは，ABIC<sup>8)</sup>により妥当な値を選んだ。第一タイムウィンドウをトリガーする同心円の伝播速度は，観測と合成の波形の残差が小さくなるものを選んだ。

#### ◎結果

第2図に推定されたすべり分布を，第3図に観測波形と合成波形の比較を示す。断層面全体での

地震モーメントは  $2.82 \times 10^{19}$  Nm ( $M_w$  6.9) である。第一タイムウィンドウをトリガーする同心円の伝播速度は 3600m/s である。破壊開始点北側の F-net モーメントテンソル解に対応する断層面上にすべりの大きい領域が見られる。

南の観測点（例えば IWTH04, IWTH22, IWTH27）では二つのパルス波が見られ、震央近傍から北にかけての観測点では主要なパルス波が一つ見られる。南の観測点については、一つ目のパルス波は破壊開始点南側のすべりにより、二つ目のパルス波は北側のすべりにより生成されている。一方、パルス波が一つしか見られない観測点の多くでは、パルス波は主として北側の大きなすべりにより生成されており、南側のすべりによる波はパルス波の前のやや小振幅のフェーズとして現れたりパルス波に重なっているがその寄与はあまり大きくない。Hi-net のメカニズムを仮定することにより波形一致の改善を図った IWT018 や IWTH19 などの観測点での波については、南側のすべりが主として生成に寄与している。

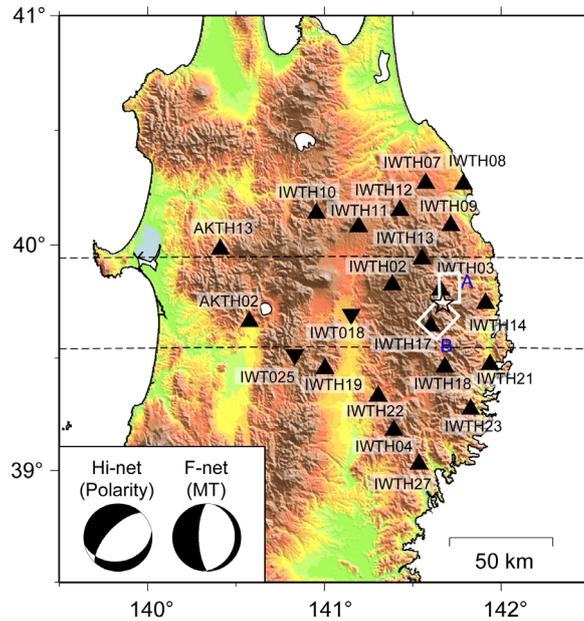
注：なお、本解析は暫定的なものであり、今後修正される可能性がある。

（文責：鈴木亘・青井真（防災科研）・関口春子（京大防災研・防災科研））

[http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/iwate\\_20080724/inversion/](http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/iwate_20080724/inversion/)

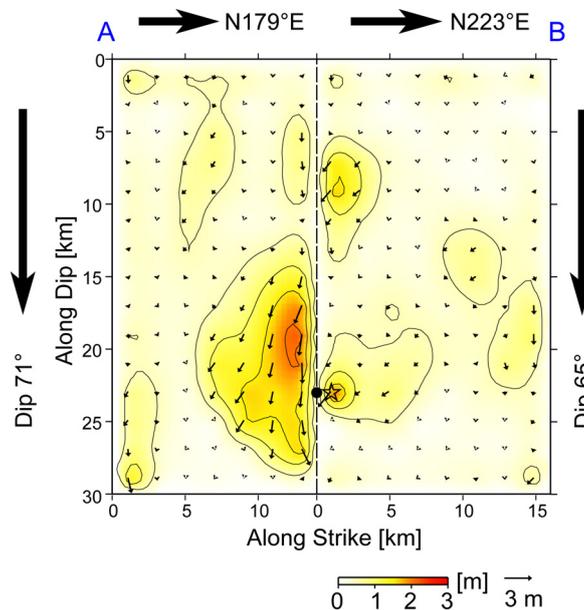
#### 引用文献

- 1) Hartzell, S. H. and T. H. Heaton (1983), Inversion of strong ground motion and teleseismic waveform data for the fault rupture history of the 1979 Imperial Valley, California, earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 73, 1553-1583.
- 2) 鶴川元雄・石田瑞穂・松村正三・笠原敬司 (1984), 関東・東海地域地震観測網による震源決定法について, 国立防災科学技術センター研究速報, 53, 1-88.
- 3) Bouchon, M. (1981), A simple method to calculate Green's function for elastic layered media, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 959-971.
- 4) Kennett, B. L. and N. J. Kerry (1979), Seismic waves in a stratified half space, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 57, 557-583.
- 5) Sekiguchi, H., K. Irikura, and T. Iwata. (2002). Source inversion for estimating continuous slip distribution on the fault, —Introduction of Green's functions convolved with a correction function to give moving dislocation effects in subfaults—, *Geophys. J. Int.*, 150, 377-391, 2002.
- 6) Lawson, C. L., and R. J. Hanson (1974). *Solving Least Squares Problems*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 340 pp.
- 7) Sekiguchi, H., K. Irikura, and T. Iwata (2000), Fault geometry at the rupture termination of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 90, 117-133.
- 8) Akaike, H. (1980), Likelihood and the Bayes procedure, in *Bayesian statistics*, edited by J. M. Bernardo, M. H. DeGroot, D. V. Lindley, and A. F. M. Smith, University Press, Valencia, Spain.



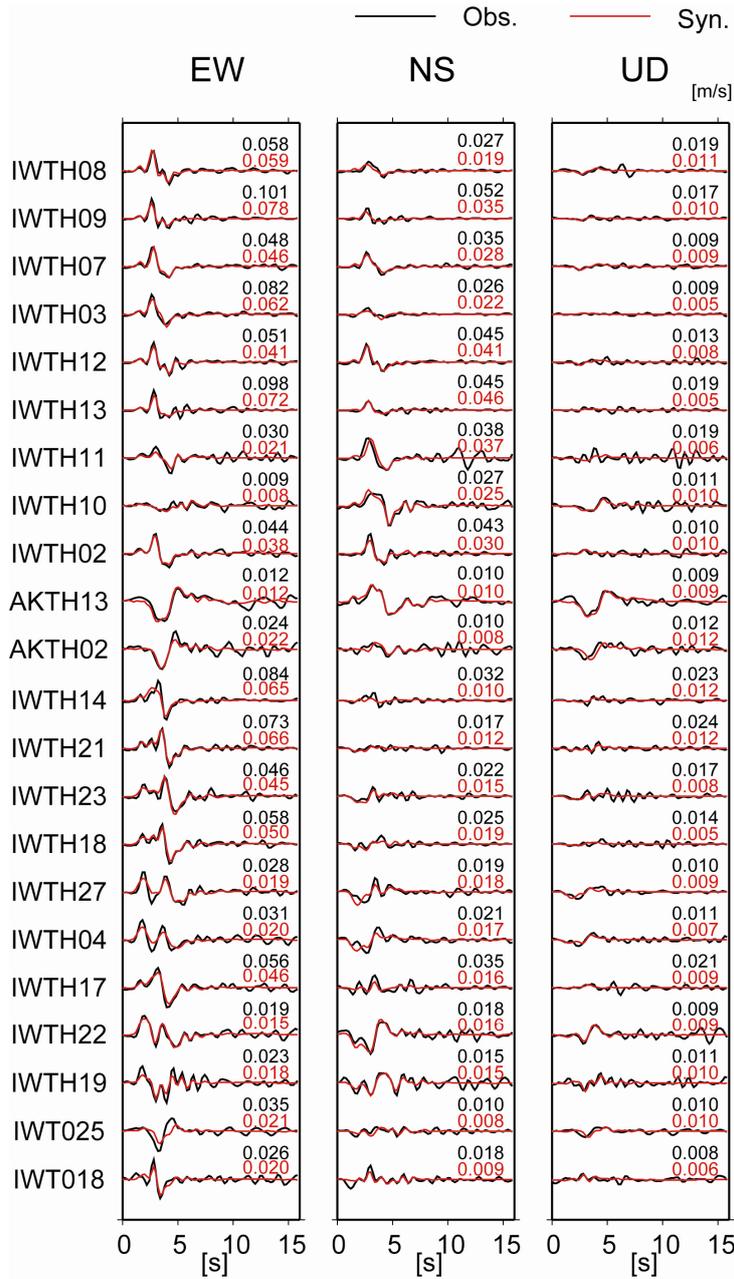
第1図 インバージョンに用いた断層面（白い長方形）と観測点分布. 星印は震央を示す. Hi-net によるP波初動解とF-netによるモーメントテンソル解を併せて示す.

Fig. 1 Fault plane model and slip distribution used for the inversion analysis. A star indicate the epicenters of the mainshock. Source mechanisms determined by the P-wave polarity analysis using Hi-net data and moment tensor inversion using F-net data are also shown.



第2図 断層面上のすべり分布図. ABは第1図のABに対応する. 星印は破壊開始点を, 点線及び黒丸は南北の断層面の境界と断層面をつなぐ点を示す. すべりのコンター間隔は0.5mである.

Fig. 2 Slip distribution on the assumed fault plane. A star indicates the rupture starting point. Broken line indicates the boundary between the northern and southern fault planes, which are connected at the point indicated by black circle. Contours are drawn at 0.5 m interval.



第3図 観測波形 (黒) と合成波形 (赤) の比較. 右上の数字はそれぞれの最大値 (m/s) を示す.  
 Fig. 3 Comparison between the observed and synthetic waveforms. The maximum velocities for the observation and simulation are shown upper right of each trace.