

## 6-1-1 2009年8月11日駿河湾の地震：近地強震記録による震源過程 Rupture process of the 2009 Suruga-bay earthquake derived from near-source strong-motion records

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2009年8月11日5時7分に駿河湾を震央として発生した気象庁マグニチュード6.5の地震について、防災科研のK-NET, KiK-netの断層近傍の強震波形記録を用いて、震源過程のインバージョンを行った。

### ◎断層面モデルと震源過程のパラメータ化

DD法を用いて推定された詳細な震源分布は、余震域の南部と北部でそれぞれ南東～南傾斜、北東～東傾斜と傾斜方向の異なる分布を示しており、本震の震源は南部の南東傾斜の面上に位置している<sup>1)</sup>。これよりインバージョンには、南部における南東傾斜のセグメントIと北部における北東傾斜のセグメントIIという2つのセグメントからなる断層面モデルを用い、破壊はセグメントI上に位置するHi-netによる本震震源位置（北緯34.805度、東経138.502度、深さ21.6km）から開始するとした（第1図）。セグメントIはHi-netの震源メカニズムの南東傾斜の節面より走向63度、傾斜59度で大きさは16km×6km、セグメントIIはF-netの震源メカニズムの北東傾斜の節面と余震分布の対応を考慮して走向307度、傾斜40度とし大きさは12km×6kmと仮定した。

震源過程推定にはマルチタイムウィンドウ線型波形インバージョン法<sup>2)</sup>を用いた。この手法では断層面上のすべり破壊過程を時間・空間的に離散化して表現する。空間的には2km四方の小断層によりセグメントIを64個(8×8)、セグメントIIを48個(6×8)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、観測点ごとに異なる地下構造を考慮した1次元成層構造モデルを構築して、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-NET6点、KiK-net7点の計13観測点（第1図）で得られた加速度強震波形に、0.1から1.0Hz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波到達1秒前から13秒間の記録を用いた。KiK-netについては地中記録を用いた。

### ◎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、理論波形と観測波形の差の最小二乗法により求めた。インバージョンにはすべりの方向をセグメントIは12度(Hi-netのすべり角)、セグメントIIは119度(F-netのすべり角)の片側70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>を基準に決定し、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残差を最小とするものを選んだ。

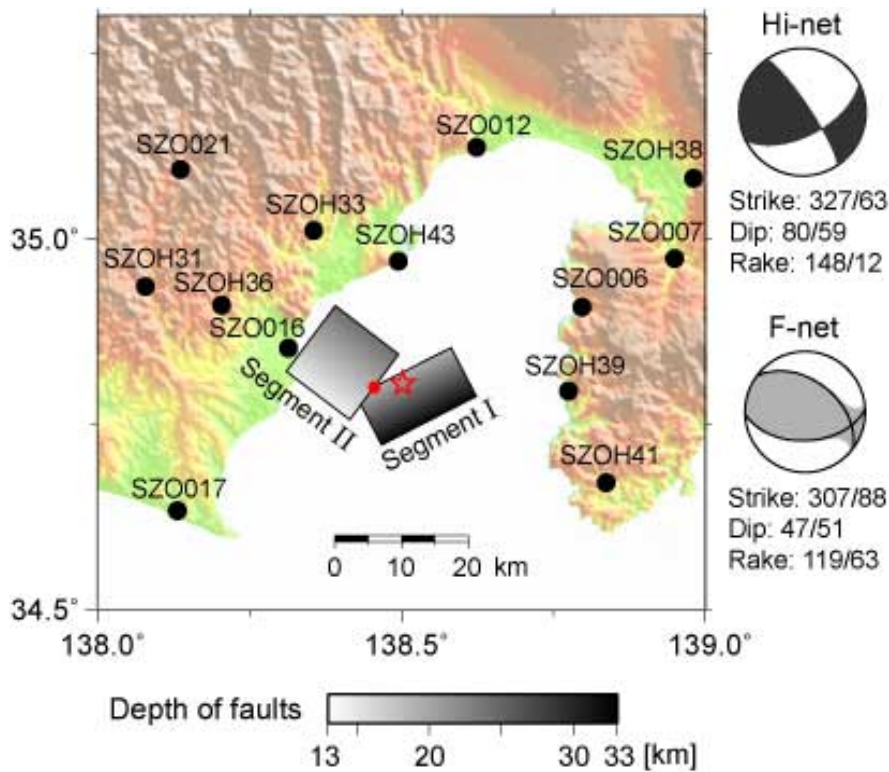
## ◎結果

第2図に断層面上に推定されたすべり分布とその地図投影を示す。破壊は主として破壊開始点から西方に伝播し、2つのセグメントの接合点付近にすべりの大きい領域が広がっている。最大すべり量0.79 mは破壊開始点の西約6 kmのセグメント II 上の領域において推定された。セグメント I のすべりには横ずれ成分が卓越し、セグメント II では逆断層すべりの成分が大きい。断層面全体での地震モーメントは  $4.35 \times 10^{18}$  Nm ( $M_w$  6.4)であり、2つのセグメントから放出されたモーメント量は同程度であった。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3.2 km/sである。推定された震源モデルより合成される理論波形は観測波形をよく再現している(第3図)。

(文責：鈴木亘・青井真)

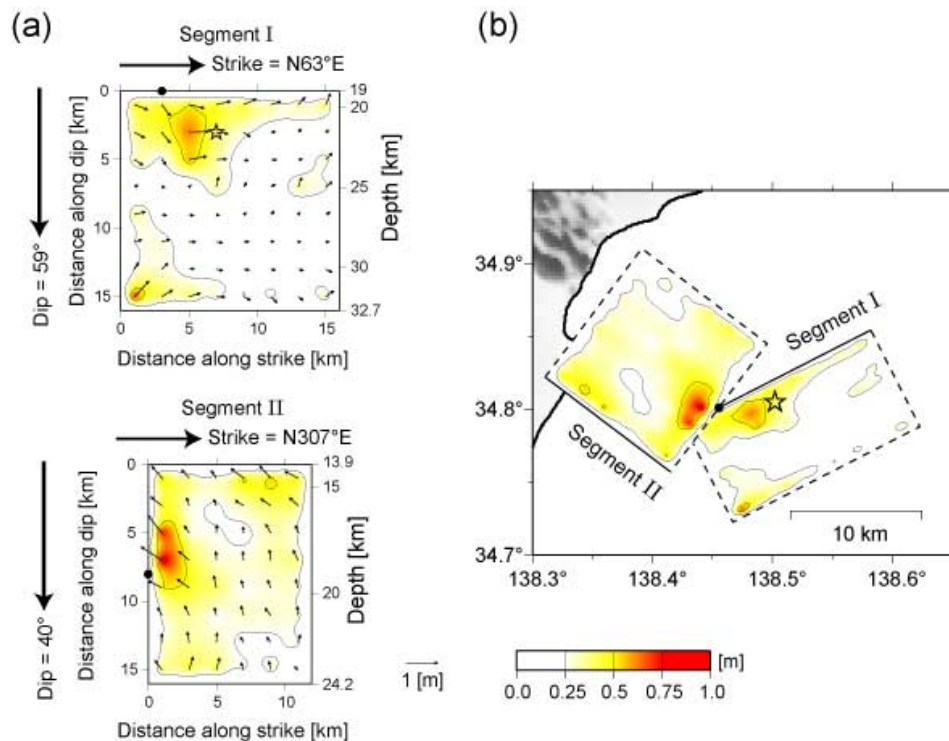
## 引用文献

- 1) 防災科学技術研究所 (2010), 2009年8月11日 駿河湾の地震: DD法による詳細な震源分布, 本連絡会報.
- 2) 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. Seismol. Soc. Am.*, 73, 1553-1583.
- 3) Bouchon, M. (1981), A simple method to calculate Green's function for elastic layered media, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 71, 959-971.
- 4) Kennett, B. L. N. 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. Seismol. 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. Lindlely, and A. F. M. Smith, University Press, Valencia, Spain.



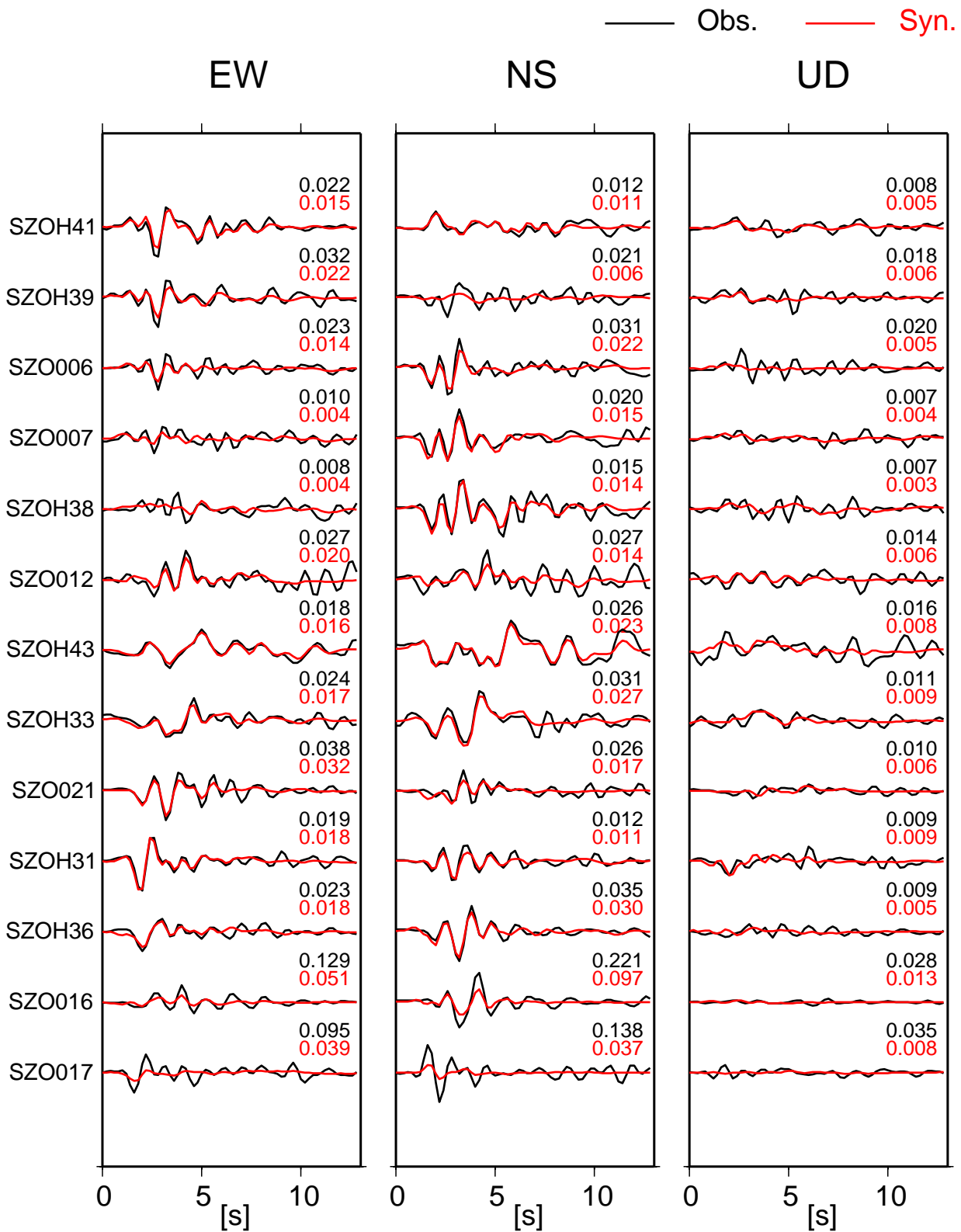
第1図 インバージョン解析に用いた断層面と観測点分布. 星印, 赤丸はそれぞれ破壊開始点および2つのセグメントの接合点を示す. Hi-netによるP波初動解とF-netによるモーメントテンソル解を右上に示す.

Fig1 Fault plane model and observation station used for the inversion analysis. Red star and circle indicate the rupture starting point and the connecting point of the two segments, respectively. 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 (a) 断層面上および (b) 地図上に投影したすべり分布. 星印は破壊開始点, 黒丸は2つのセグメントの接合点を示す. すべりのコンターは0.25 m 間隔で描かれている. (a) の矢印の方向は上盤側のすべりの方向を示す.

Fig2 Slip distribution (a) on the assumed fault plane and (b) projected on the map. The star and circles indicate the rupture starting point and the connecting point of the two segments, respectively. Contour interval is 0.25 m.



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.

Fig3 Comparison between the observed and synthetic waveforms. The maximum velocities for the observation and simulation are shown upper right of each trace.