7-14 稠密 GPS 観測に基づく 2007 年新潟県中越沖地震の余効変動 Postseismic Slip Associated with the Niigataken Chuetsu-Oki Earthquake in 2007 (M6.8 on 16 July 2007) as Inferred from GPS data

東北大学理学研究科·九州大学大学院理学研究院· 北海道大学大学院理学研究院·東京大学地震研究所· 名古屋大学大学院環境学研究科·富山大学大学院理工学研究部 Graduate School of Science, Tohoku University Faculty of Science, Kyusyu University Graduate School of Science, Hokkaido University Earthquake Research Institute, University of Tokyo Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University Department of Earth Sciences, Toyama University

7月16日の本震発生を受け、東北大理、九大理、北大理、東大震研の各大学の研究者・大学院生が翌17日に現地入りし、震源域周辺に GPS 観測点を14点新設した。観測点の多くは公立小・中学校の校舎内に設置され、アンテナは屋上にボルト埋設もしくは可搬型アンテナ基台によって固定した。また7月24日には名大により震源域北側にも3観測点が増設された。更に、地震発生前から富山大が設置していた観測点のデータも観測を継続し、併せて18観測点の観測網となった。 GPS データ解析は近傍の GEONET 観測点15点を合わせ、GIPSY-OASIS II Ver.4.0.4.を用いて行った。解析には PPP法(精密単独測位法)による解析を行った後、波数不確定性 (Ambiguity)を推定する方法を取り、精度の向上を図った。固定点として GEONET 950231(粟島)を選択した。

求められた時系列のうち、GEONET 観測点時系列データを用いて地震時断層モデルを推定したものが第2図である。断層面を震源域の北部と南部でそれぞれ仮定し、それらの断層傾斜を北西・南東にした場合の4通9の組み合わせで断層モデルを推定した(表1)。GPSによる地殻変動だけではモデルの優劣は判断し難いが、余震分布・本震震源位置(酒井(東京大学地震研究所)、私信)との比較から、少なくとも北部域では北西傾斜が有意と考える。

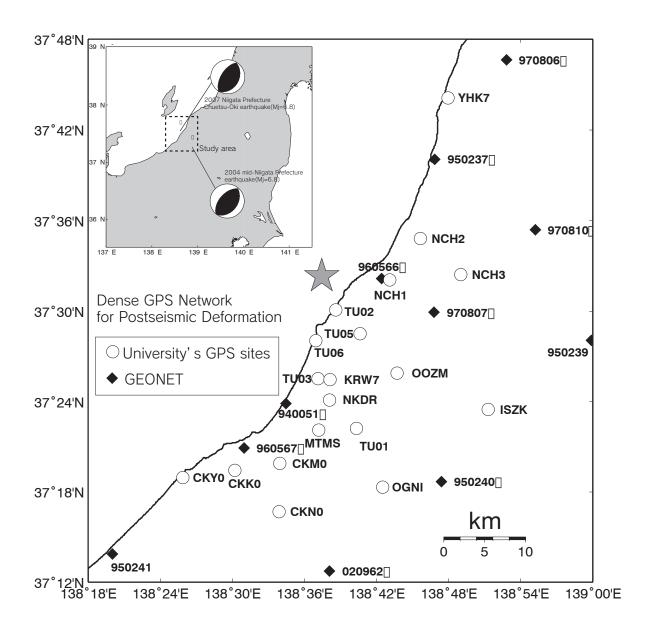
図2に各観測点で得られた余効変動の時系列例を示す. 震源域南部ほど余効変動が大きいことが明確である. GPS時系列データを用い, 時間依存インヴァージョン解析を, 本震時と同様に 4 パターンの断層モデルの組み合わせで行った. その結果, 北側が北西傾斜・南側が南東傾斜の組み合わせが最適解となった(図 4). 余効滑りは地震直後に顕著であったが, 7 月末前後でほぼ終息する. しかし一部の観測点 (0051, TU03 等) で地震発生後 50 日後段階でも, 依然余効変動が継続中である(図 3).

(文責:太田雄策)

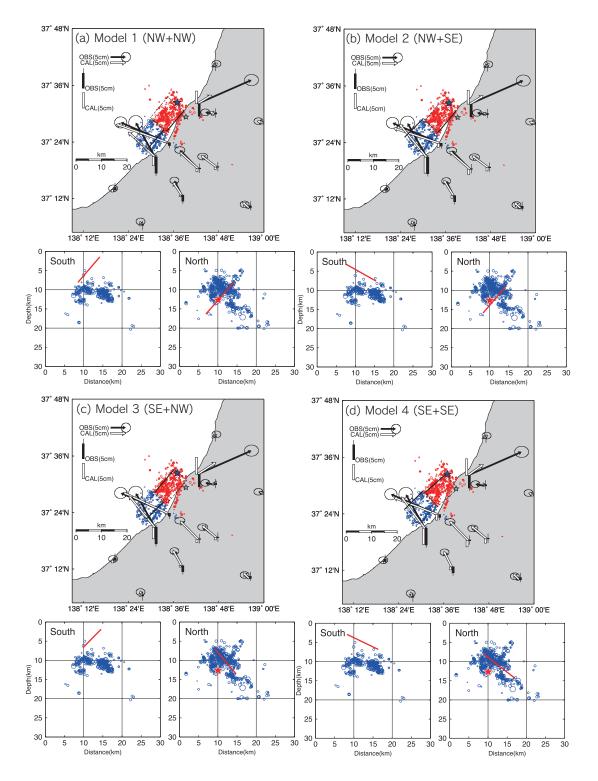
第1表 GEONET 観測データより求めた地震時断層モデルパラメータ. 各モデルは第2図に図示.

Table.1 Model parameters of the two rectangular faults with possible combinations of dip angles. Longitude, latitude and depth denote the location of the upper-left corner of each rectangular fault plane.

Model	Fault plane	Latitude(Deg.)	Longitude(Deg.)	Depth(km)	Length(km)	Width(km)	Str(deg)	Dip(deg)	Rake(deg)	Displacement(m)	Mw	Total Mw	RMS
1	North	138.646	37.511	8.0	10.6	11.8	220.2	45.0	90.1	1.59	6.41	6.63	2.69E-02
NW+NW	South	138.557	37.444	1.4	10.1	9.3	220.4	45.2	89.9	1.85	6.45		
2	North	138.646	37.511	9.0	10.7	9.8	220.1	45.0	90.1	1.75	6.45	6.64	2.66E-02
NW+SE	South	138.419	37.419	3.2	10.4	9.0	45.1	29.4	89.8	2.1	6.43		
3	North	138.517	37.472	7.0	11.8	9.3	51.5	39.1	86.2	1.6	6.35	6.60	2.56E-02
SE+NW	South	138.553	37.436	1.8	10.0	7.0	225.0	45.2	95.7	2.02	6.41		
4	North	138.517	37.476	8.1	10.7	9.6	48.8	40.0	89.9	1.49	6.46	6.61	2.64E-02
SE+SE	South	138.425	37.415	2.9	10.2	9.1	45.0	25.6	89.9	1.97	6.35		

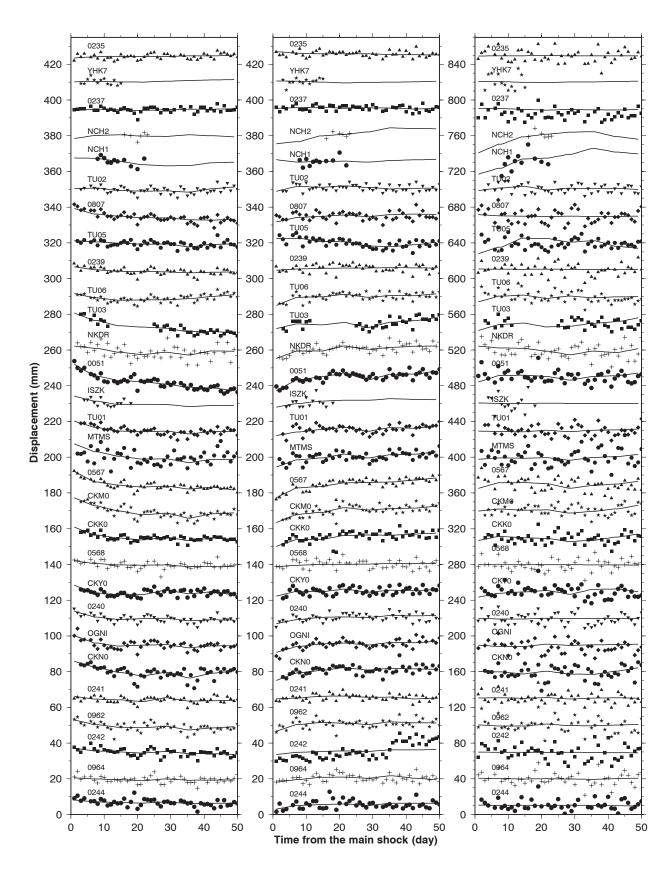


第1図 観測点配置図. ひし型は GEONET 観測点, 丸印はGPS大学連合により設置された臨時観測点を示す.
Fig.1 Location map of GPS sites used in this study. Open circles denoted the temporal GPS sites constructed after the main shock. Black diamonds indicate GEONET GPS sites. A large star denotes the epicenter of the main shock.



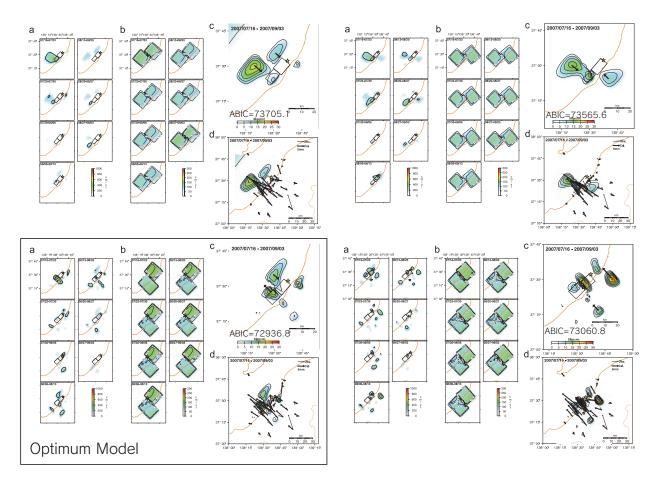
第2図 GEONET 観測点における地震時変動から求めた地震時断層モデル. 断層面の傾斜が北西・南東傾斜それぞれの場合の組み合わせ4通りを示す. 各断層モデルの下段には余震分布(酒井, 私信)の深さ方向への断面を推定された断層面と共に示す.

Fig.2 Comparisons between observed and calculated coseismic displacements, and between the estimated fault geometry and aftershock distribution determined by Shin-ichi Sakai at Earthquake Research Institute, University of Tokyo (personal communication). (a) Combination of NW and NW dipping faults for the northern and southern parts of source area, respectively. (b) Same as (a) but for the combination of NW and SE, (c) SE and NW, and (d) SE and SE. Bottom figures at each panel show cross sections of aftershocks (blue) and the fault geometry (red) for the southern (left) and the northern (right) parts of the focal area, respectively. The strike of the cross section is 135°from north to east, which roughly orthogonal of the strike of each fault. Blue and red stars at top and bottom-right figure at each panel indicate the hypocenter of the main shock.



第3図 本震発生後のGPS 時系列を緯度順に示した. 図4に示す余効滑り断層モデル(2:北側 北西傾斜, 南側 南東傾斜) の時空間発展から計算される時系列を実線で示す.

Fig.3 Displacement time series after the main shock for the GPS sites latitudinally ordered. (a) East-west, (b) north-south, and (c) up-down components. Each symbol represents daily average displacements. Calculated displacement changes from the result of the time dependent inversion analysis for the optimum model at each sites are indicated by polygonal line.



第4図 時間依存インヴァージョン法による余効滑り断層モデルの時空間発展. 地震時断層モデル (図2) と同様に北西・南東傾斜それぞれの組み合わせ 4 通りについて断層モデルを示す。各モデルにおけるABICの値を図中に示す。 (a) 7 日間毎の滑り速度のスナップショット。 コンター間隔は 100cm/year。推定誤差 ((b) 参照) を考慮し、2σの信頼限界を上回るもののみを示す。星印は本震の震央位置。断層モデルは地震時滑り解析と同様のもの(第2図)を用いている。 (b) (a) の推定誤差分布。コンター間隔は 50cm/yr. (c) 本震発生後 49 日間の余効滑りの積算値。コンター間隔は 5 cm。最大値付近の矢印は仮定した滑り方向を示す。 (d) 推定された余効滑り分布及びそれから計算された変位と観測値の比較。

Fig.4 Results of the time dependent inversion analysis for the faults models. Each models shows the combination of NW and SE dipping faults dor the northern and southern parts of source area. Each model's ABIC values denoted in the figures. (a) Snapshots of slip rate on the faults for every 7 days. The contour interval is 100 cm/year. Contours that correspond to the rate less than 2-sigma confidence limit are not drawn, and thick contours indicate the confidence limit approximately. A star indicates the hypocenter of the main shock. (b) The estimation error corresponding to each snapshot. The contour interval is 50 cm/year. (c) Cumulative slip distribution for 7 weeks after the main shock. Contour interval is 5cm. Arrows indicate configured slip direction on each fault. (d) Comparison between observed displacements (black arrows) and calculated ones (white arrows) from the estimated postseismic slip distribution.