

3-2 東北地方太平洋沖地震の余震活動 (2011.3.11 – 2013.2.2) Aftershock activity of the Tohoku-Oki earthquake (2011.3.11 – 2013.2.2)

統計数理研究所
The Institute of Statistical Mathematics

12月7日に三陸沖で M7.3 の地震が発生した。2013年2月2日までの気象庁暫定震源カタログ M5 以上の地震活動には ETAS モデルを当てはめても特段異常な累積関数や時空間パターンを見ることができない(第2図)が M4 以上(第3図)や M3 以上(第4図)の地震活動データには2012年8月頃から全体的に静穏化がみられる。

大森宇津の式で時間変換によって除トレンドをした東南東軸(第1図)に射影した時空間図(第4図)によると本震後半年経過して海溝の西側浅部地帯で活動が低くなってきている^{1, 2)}。このようなデータに時空間 ETAS をあてはめると海溝の西側浅部地帯は余震の減衰が早い(高い p 値)ことが示された¹⁾。

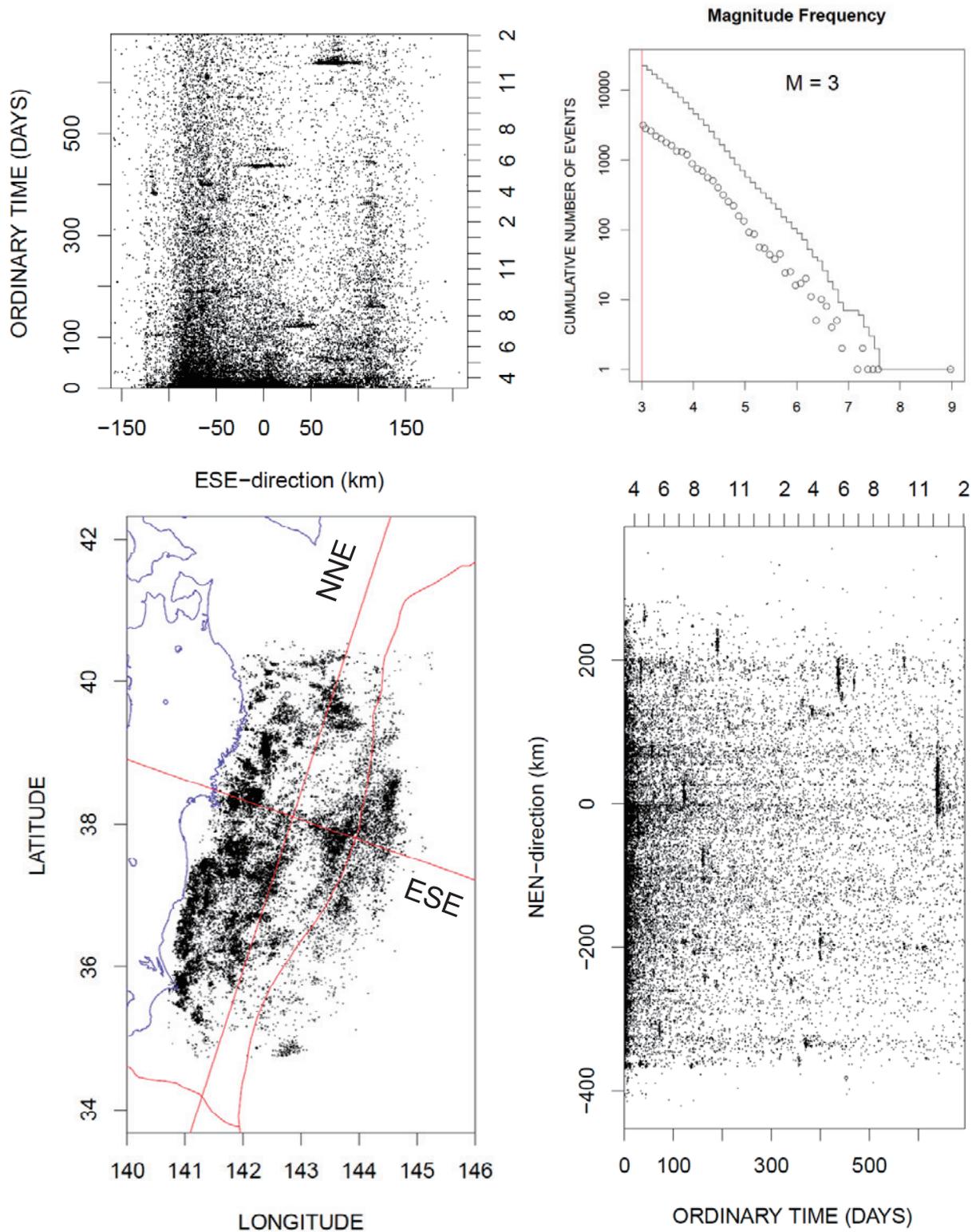
M7.3 の地震は西北西-東南東方向に張力軸を持つ正断層型であり、これと同様の断層のゆっくり滑りを考えれば、海溝の西側浅部地帯の大半が東西伸張の正断層であるのでストレスシャドウ(第3図)となり余震活動が低下するとの説明が可能である。

(尾形良彦)

参考文献

1. 統計数理研究所, 2012, 連絡会報, 87, 546-553.
2. 統計数理研究所, 2012, 連絡会報, 88, 100-103.

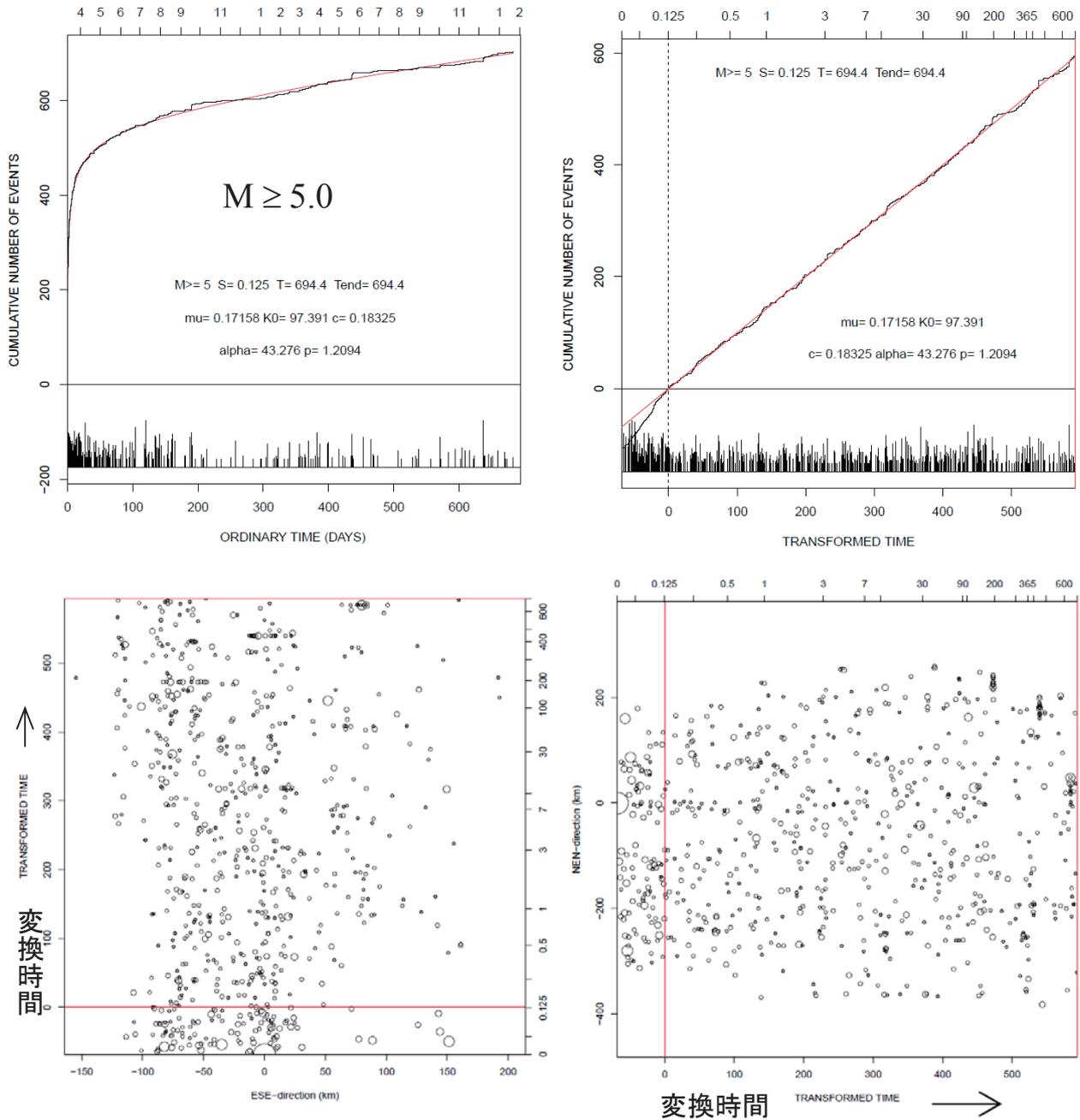
東北地方太平洋沖地震の余震活動 (2011.3.11 – 2013.02.02, $M \geq 3$)



第1図. 東北地方太平洋沖地震の余震のマグニチュード頻度分布, 震央分布, および時空間分布 ($M3$ 以上, 2013年2月2日現在) ただし時空間分布 (下段) は本震震央を原点として30度回転し, 北北東 (NEN) と東南東 (ESE) の座標軸に射影したもの.

Fig. 1. Aftershocks of the M9 earthquake till February 2, 2013. The top panels represent magnitude-frequency of detected aftershocks, $M3+$ epicenters. The bottom panels represent the space-time plots of the detected aftershocks where the epicenter locations are projected to the y- and x-axis direction of NNE and ESE, respectively.

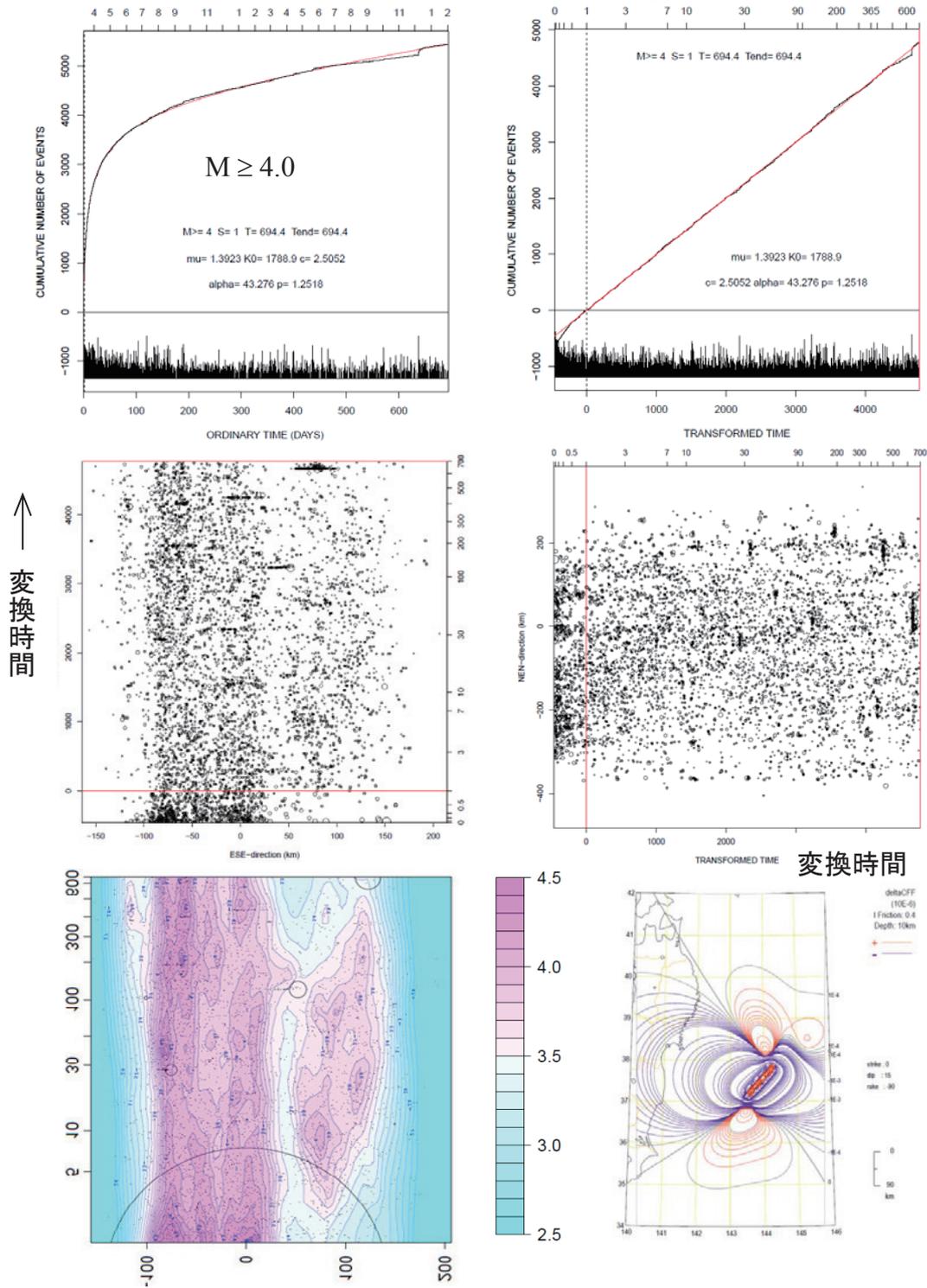
東北地方太平洋沖地震の余震活動(続き)



第2図. 除トレンド余震活動時空間分布 ($M5$ 以上, 2013年2月1日現在). 時空間の座標軸は第1図に同じ. 上図で当てはめたETASモデルの α 値が大きく, 2次余震の効果が小さい(大森・宇津の公式に近い)ことを意味する.

Fig. 2. The red cumulative curves in the top panels are due to the ETAS model applied to the $M5+$ aftershocks till February 2, 2013. Here, as the α -value is large, this indicates that the ETAS is very close to the Omori-Utsu formula. The bottom panels are plots of space against transformed time (de-trended time) of $M5+$ data regarding the projection axes shown in Figure 1.

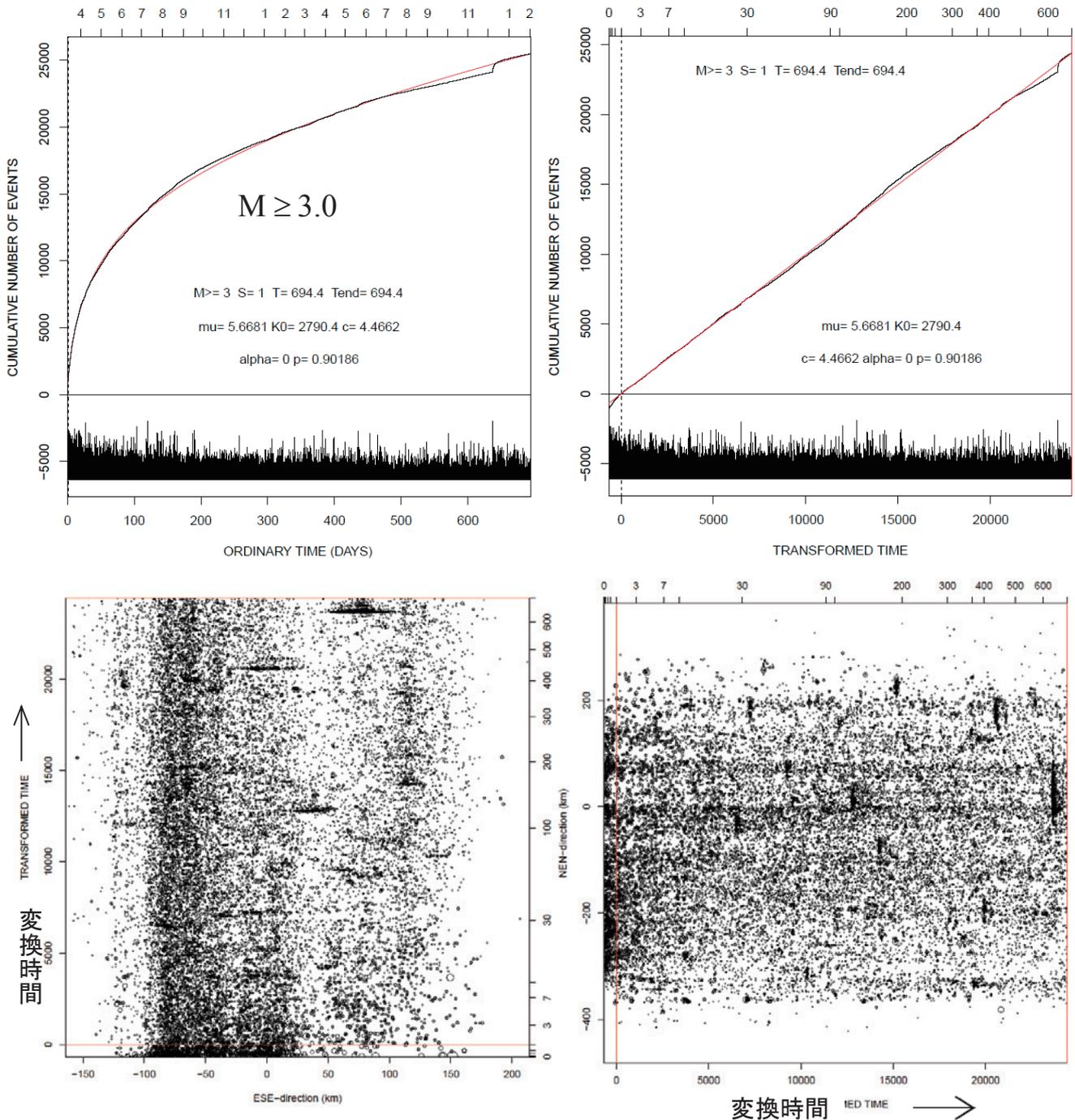
東北地方太平洋沖地震の余震活動(続き)



第3図. 除トレンド余震活動時空間分布(M4以上, 2013年2月2日現在). 時空間の座標軸は第1図に同じ. 上図で当てはめたETASモデルの α 値が大きく, 2次余震の効果が小さい(大森・宇津の公式に近い)ことを意味する. 左下の等高線カラー図は中段左のポアソン密度で対数スケール. 右下図は M7.3 断層または深部の事前すべりを仮定したとき東西伸張の受け手正断層の CFS 減少(青等高線)を示す.

Fig.3. The red cumulative curves in the top panels are due to the ETAS model applied to the M4+ aftershocks. Here, as the α -value is large, this indicates that the ETAS is very close to the simple Omori-Utsu formula. The bottom panels are plots of space against transformed time (de-trended time) of M5+ data regarding the projection axes shown in Figure 1. Colored contours in logarithmic space of bottom left panel show Poisson intensity of the space-time point configuration in the left middle panel. Bottom right panel represents CFS changes of the EW tension normal faulting assuming pre-slip on M7.3 fault or its down-dip extension.

東北地方太平洋沖地震の余震活動の特徴(続き)



第4図. 余震活動時空間分布 ($M3.0$ 以上, 2013年2月2日現在). 検出率の時間的な不均質性 (特に本震直後) を大森・宇津の式でデトレンドした.

Fig. 4. The red cumulative curves in the top panels are due to the Omori-Utsu formula applied to the $M3+$ aftershocks taking account of the gradually increasing detection ability in the beginning. The bottom panels are plots of space against transformed time of $M3+$ data regarding the projection axes shown in Figure 1.