

11 - 5 活動域における顕著な余震活動とそれまでの常時地震活動の様式との比較について

On conspicuous aftershock activity relative to the background seismicity in the active regions

統計数理研究所 尾形良彦

Institute of Statistical Mathematics

活発な地震活動域における顕著な余震活動と本震までの常時活動が同じ活動様式であるか否かを ETAS モデルで調べた。例えば 2005 年 7 月 23 日の千葉県北西部の地震 (M6.0; 140.1°E, 35.6°N) は従来から地震の巣といわれた所に起きた。それまでの常時活動様式と顕著な地震後の余震活動の様式に継続性があるかどうか、つまり同じパラメタ値の ETAS モデルで当てはめられるかという事を見たものである。ETAS 変換時間に対する累積数の図を見ると、千葉県北西部の地震の余震活動は常時活動と同じモデルでの延長と考えられる。同様の事が、2005 年 8 月 10 日の茨城県沖の地震 (M5.7; 141.5°E, 36.3°N)、2004 年 11 月 29 日の釧路沖の地震 (M7.1; 145.3°E, 42.9°N)、1982 年 3 月 21 日浦河沖地震 (M7.1; 142.6°E, 42.1°N) の余震で成立している。

しかし、2005 年 7 月 10 日の八丈島東方沖の地震 (M5.8; 141°E, 33.5°N)、2004 年新潟県中越地震 (M6.8)、2004 年 12 月 14 日の北海道北西部留萌の地震 (M6.1; 141.7°E, 44.1°N)、1984 年 9 月 14 日の長野県西部地震 (M6.8, 137.6°E, 35.8°N)、1995 年兵庫県南部地震、2000 年の鳥取県西部の地震 (M7.3)、2003 年十勝沖地震 (M8.0)、2004 年 9 月 5 日の紀伊半島南東沖の地震 (M7.4) と、全てそれまでの常時活動と違う様式として余震が起こっている事を示している。

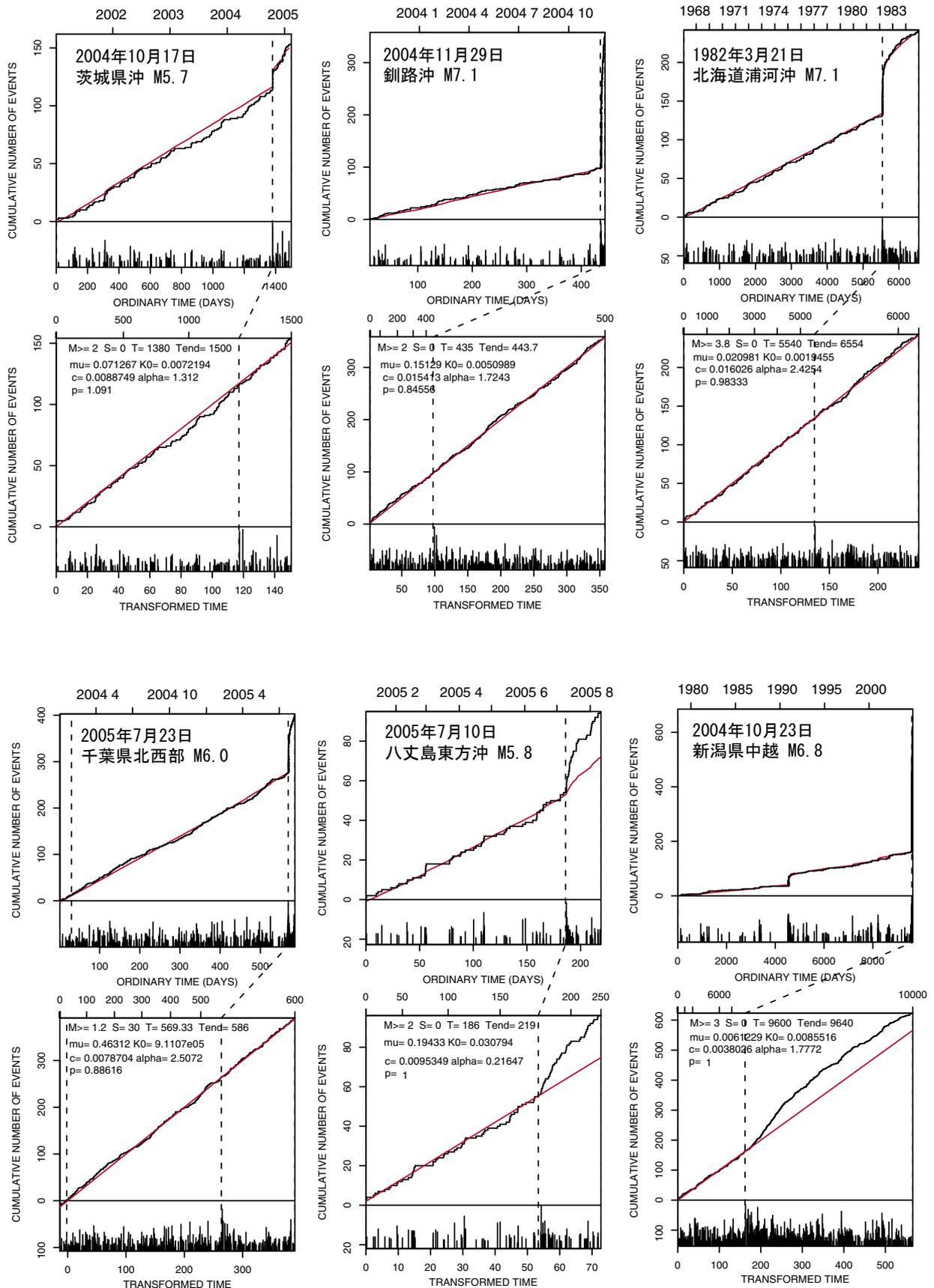
深い余震域では活動の連続性があり、浅い地震では不連続性があるという傾向がみられる。活動の不連続性の特徴は、ETAS 変換時間に対する累積数の図を見ると、いずれも本震直後に傾き (活動度) が上がって減衰し、あとは常時活動を示す赤い直線と平行に推移している。これは、本震後ある程度の時間が経過すれば常時活動と同じ活動様式に至っているという事を意味している。表 1 は、それらの結果をまとめて、活動様式の違いの程度の目安として、上から AIC 差の順に並べたものである。深さ 45 - 50 km を境に余震域が深い所で活動様式の連続性があり、浅い所では活動様式が違っているという特徴が見られる。

本解析に関して気象庁一元化震源データとソフトウェア TSEIS (東大震研) を使用した。

第1表 地震・余震活動の深さの範囲 (Range), 本震の深さ, 余震の重心の深さ. さらに全体の区間に ETAS を当てはめた AIC と, 本震を境に前と後の区間に別々の ETAS を当てはめた場合の AIC の差, 及び第1図の各図から判断した, 予測どおりに乗っている場合 (変換時間で真直ぐ; straight) と予測より活動度が高い (jump) 場合の区分けが記入されている.

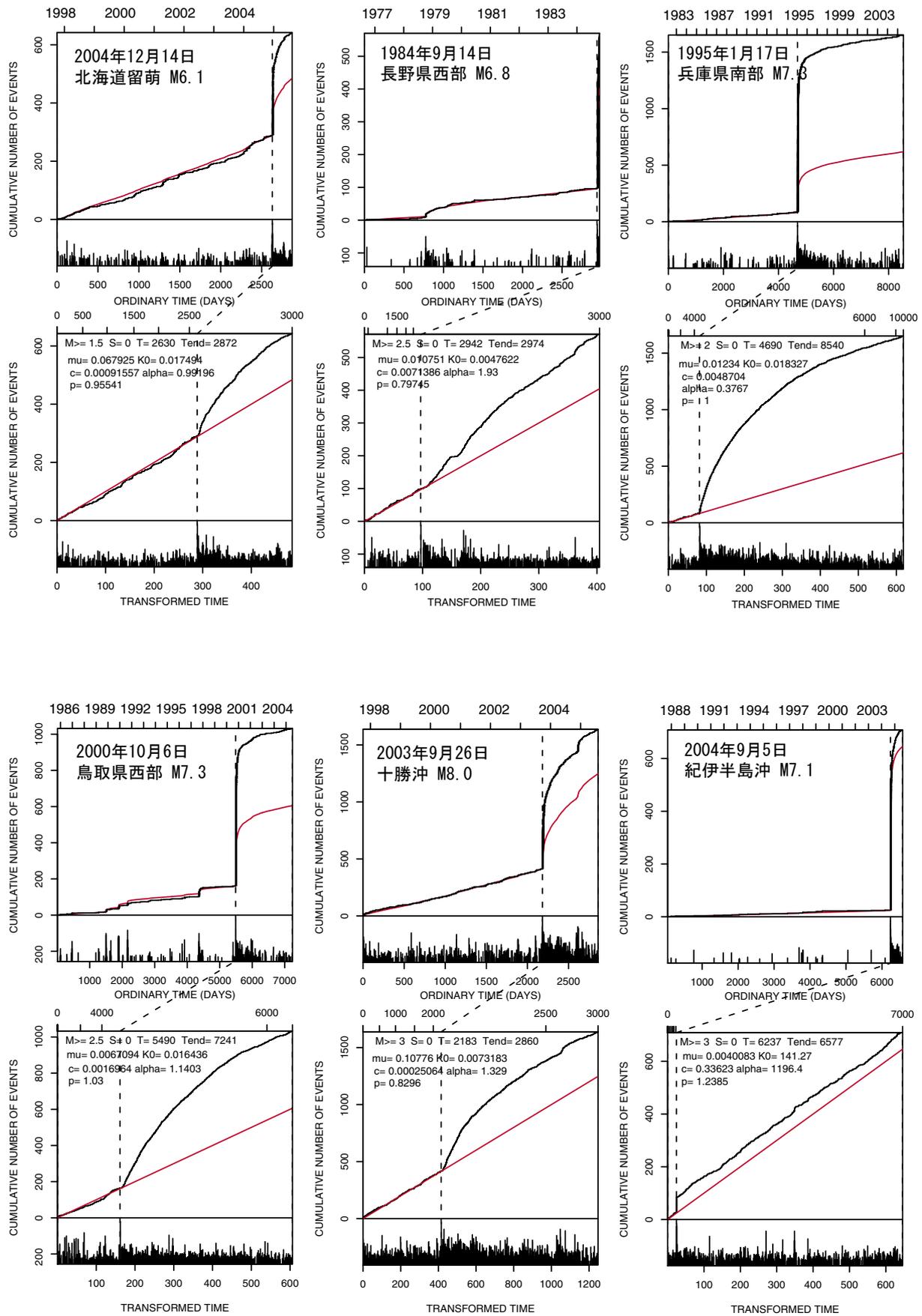
Table.1 The first column of the table lists the name of the mainshocks, and the second column lists depth range of the aftershock volume, depth of the main shock, and average depth of the aftershocks. The third column lists the difference between the AIC value of fitting a single ETAS throughout the whole period and the one of fitting two-fold ETAS model to the separated period before and after the mainshock. The fourth column lists the shape (either straight or jumped) of the cumulative curve against the transformed time by the ETAS model that was fitted to the period before the mainshock and then extrapolated.

余震域	深さ Range, 本震, 平均	Δ AIC	Residual
茨城県沖	45 – 70, 49.0, 50.7	+5.8	straight
釧路沖	40 – 50, 48.2, 45.8	+4.0	straight
浦河沖	45 – 65, 40., 49.9	-0.2	straight
千葉県北西部	60 – 70, 73.1, 64.7	-1.4	straight
八丈島東方沖	40 – 60, 55., 44.7	-4.8	jump
新潟県中越	0 – 20, 13.1, 10.0	-5.6	jump
北海道留萌	0 – 20, 8.6, 8.3	-8.6	jump
長野県西部	0 – 20, 2., 8.7	-15.6	jump
兵庫県南部	0 – 20, 16.1, 11.7	-25.8	jump
鳥取県西部	0 – 20, 9.0, 9.0	-74.0	jump
十勝沖	20 – 50, 45.1, 45.0	-237.4	jump
紀伊半島沖	30 – 50, 37.6, 39.4	-292.8	jump



第1図 各地震の余震とそれまでの常時活動の比較。本震の発生日とマグニチュード (M)、余震の下限 M の数字などが、それぞれ通常時間 (上図) と変換時間 (下図) に対する MT 図と累積数の図の中に示されている。赤い曲線は常時活動によって推定された ETAS モデルの理論累積曲線と、それによる予測 (外延) 曲線。縦の点線は本震の地震発生時を示す。

Fig.1. The conspicuous aftershocks and the preceding background seismic activity in the same region. Red curve indicate the theoretical cumulative number of events predicted by the ETAS model fitted to the background activity in the period before the mainshock. It is likely that the aftershocks are largely deviate from the predicted for the shallower events.



第1図 つづき
Fig.1 continued