

6 - 4 東海地域推定固着域における地震活動の変化 (8 : b 値変化)

Current Seismicity Pattern Change in and around the Tokai Inferred Locked Zone

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

第1図上に1999年から2003年末までの下盤側(スラブ内)の地震回数積算図を示す。下盤では、1999年8月から静穏化がスタートしたが、その後、回復期をはさみながら、2001年9月から2回目、2003年9月から3回目の静穏化、とほぼ2年おきでの活動の消長が見られる。一方、浜名湖下のスロースリップも季節変化を含む動きの消長を見せながら3年以上にわたって進行を続けてきた。この間の地震活動パタンの変遷を見るために、1999年8月の静穏化に始まる20ヶ月(第I期)および2001年9月から(第II期)についてそれぞれ、推定固着域に対する活性化域、非活性化域への塗りわけを行った。判定基準は、M1.5以上、declustering後の地震を対象に、1986年6月からの10年間を基準として地震発生率が基準の150%を超える地域を活性化域、100%以下を非活性化域としたものである。それぞれの期における活性化域を第1図下に黒塗りで示した。両図を見比べた結果、活性化域が島状に散在すること、また主な活性化域がそれぞれの期に共通して存在する(A,B,C,およびA',B',C')という特徴を見出した。

次に、同様のパタン比較を上下盤について行った。第2図は、2000年10月~2003年9月の3年間に對して、上盤、下盤の活性化域を抜き出した結果である。この場合も、下盤における3個の活性化域、A,B,C,(黒塗り)に對應して上盤側にもa,b,c,(砂目)の3個が見受けられる。両図を重ね、さらに国土地理院による同期間のスロースリップを重ねたものが同図右上である。上下盤の活性化域はA,B,C、に對應する3個の組が確認されるが、上下それぞれの位置はぴったりとは重ならずややずれている。右下図は、これを解釈したイメージである。せん断応力の上昇によって相対的に固着の弱い部分では緩慢な応力緩和が進行する。その結果、固着の強い特定の箇所(これをアスペリティとする)で応力の大半が支えられるようになると、上盤内、下盤内ではこれに對應しての応力集中が生じるはずである。図では圧縮応力の集中域にスポットをあてている。これを上方から観察すると、アスペリティをはさんで上下盤でややずれた応力集中域の組み合わせが見えることになる。

以上のように、応力集中域として解釈された活性化域をさらに特徴づけるため、それぞれのb値とその変化を調査した。第3図上には、上盤側の活動に對して活性化域(上段)、非活性化域(下段)に分別した地震回数積算図を示す。上盤側では全体として1997年初め頃から発生率変化が観測されていたので、図ではその時期に縦線を引いている。同図左下は、活性化域()、非活性化域()それぞれのマグニチュード分布図である。M2.5以下では明瞭な差は見られないが、より大きめのマグニチュード範囲では活性化域の傾きの小さいことが分かる。宇津の最尤法で求めると、 $b = 0.93$ (活性化域)、 1.02 (非活性化域)となる。両者の比 $1.02/0.93=1.10$ の有意性をF検定すると、上方(片側)有意水準23%となり、有意とはいえない。そこで、活動変化が認識された1997年を境として前後でのb値変化を調べた。同図右下の、上段が活性化域()、下段が非活性化域()のマグニチュード分布を示す。それぞれ、白抜きが前期、黒塗りが後期に對應する。最尤法で求めたb

値および前後期の比に対する有意水準を第1表にまとめた。活性化域の後期、すなわち、活性化が顕になった時期のデータがもっとも小さいb値を示したが、その統計的な有意性は十分ではない(1.06 0.87:有意水準19%)。同様の解析を下盤側に対して行った結果が、第4図である(この場合、前後期の境は1999年8月とした)。全期間のb値は、b = 0.84(活性化域)、0.91(非活性化域)であり、両者の比 $0.91/0.84=1.08$ の、上方(片側)有意水準は16%である。前後期に分けたb値の比較は第1表にまとめられている。下盤側では、活性化域の後期でb値の低下(0.95 0.70:有意水準2%)が著しい。以上をまとめると、統計的な有意性は十分とは言えないものの、上下盤ともに、活性化域では非活性化域に比べb値は小さく、1997年~1999年頃を境にその傾向は顕著なものになったということになる。

最近のスロースリップと地震活動変化は、厳密に一致するわけではないが発生の同期性という意味では、原因を一にする現象であるように思われる。しかし、第2図右上から分かるように現象の進行する地域は重なっていない。スロースリップは推定固着域の縁辺部に卓越しているのに対し、地震活動のパターン変化、すなわち活性化・非活性化のコントラストの強化は固着域の内部に進行する。すなわち、固着状況の変化は、スロースリップが見える縁辺部のみならず、内部にまで浸透していると考えたい。A、B、C、3個の活性化域はアスペリティの顕在化としてプレート固着による応力の主要部が現在ここに集中しつつあると解釈される。ここで、b値が低下することもこの考えを支持するものである。なお、1996年10月の静岡県中部の地震(M4.3:第2図右上内の星印)は、プレート境界が滑ったとされる珍しい地震であったが、Aとマークした活性化域はこの地震の震央をリング状に囲んでおり、応力の集中形態を彷彿とさせている。

(松村正三)

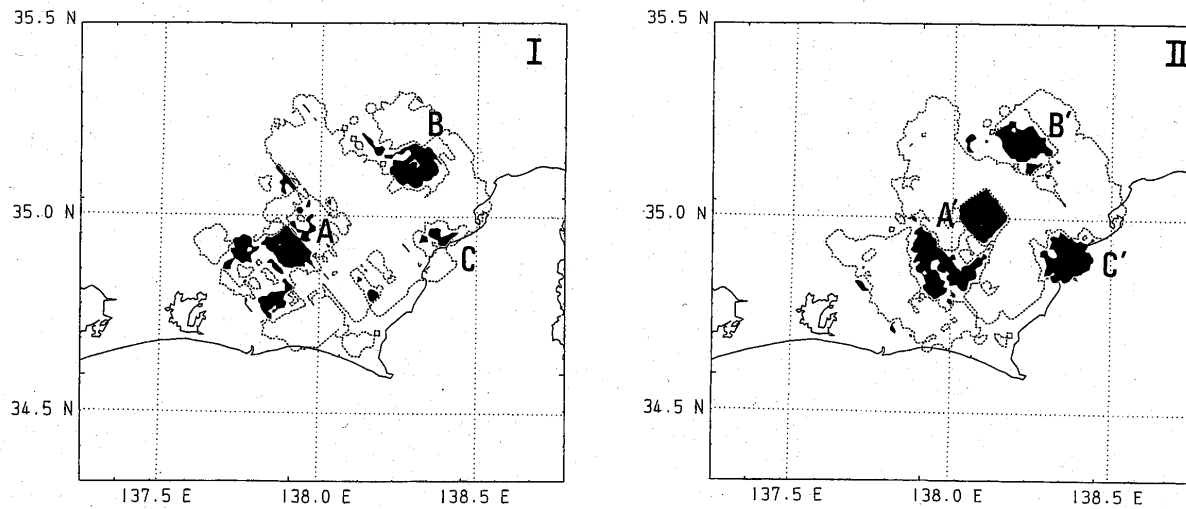
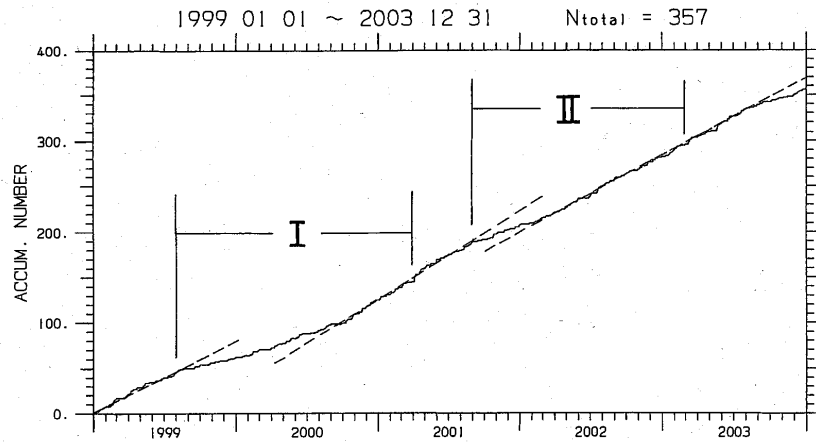


Fig.1 Top: Cumulative frequency of earthquakes inside the subducted slab under the inferred locked zone of Tokai. Those earthquakes of M1.5 and greater, and declustered are sampled for analysis. Two periods I and II are selected for comparison of the seismicity pattern. Bottom: Seismicity rate pattern painted into activated (black patches), and non-activated (dot enclosures). Activated is more than 150% of the standard (mean rate during 10 years from June 1986), and non-activated less than 100%.

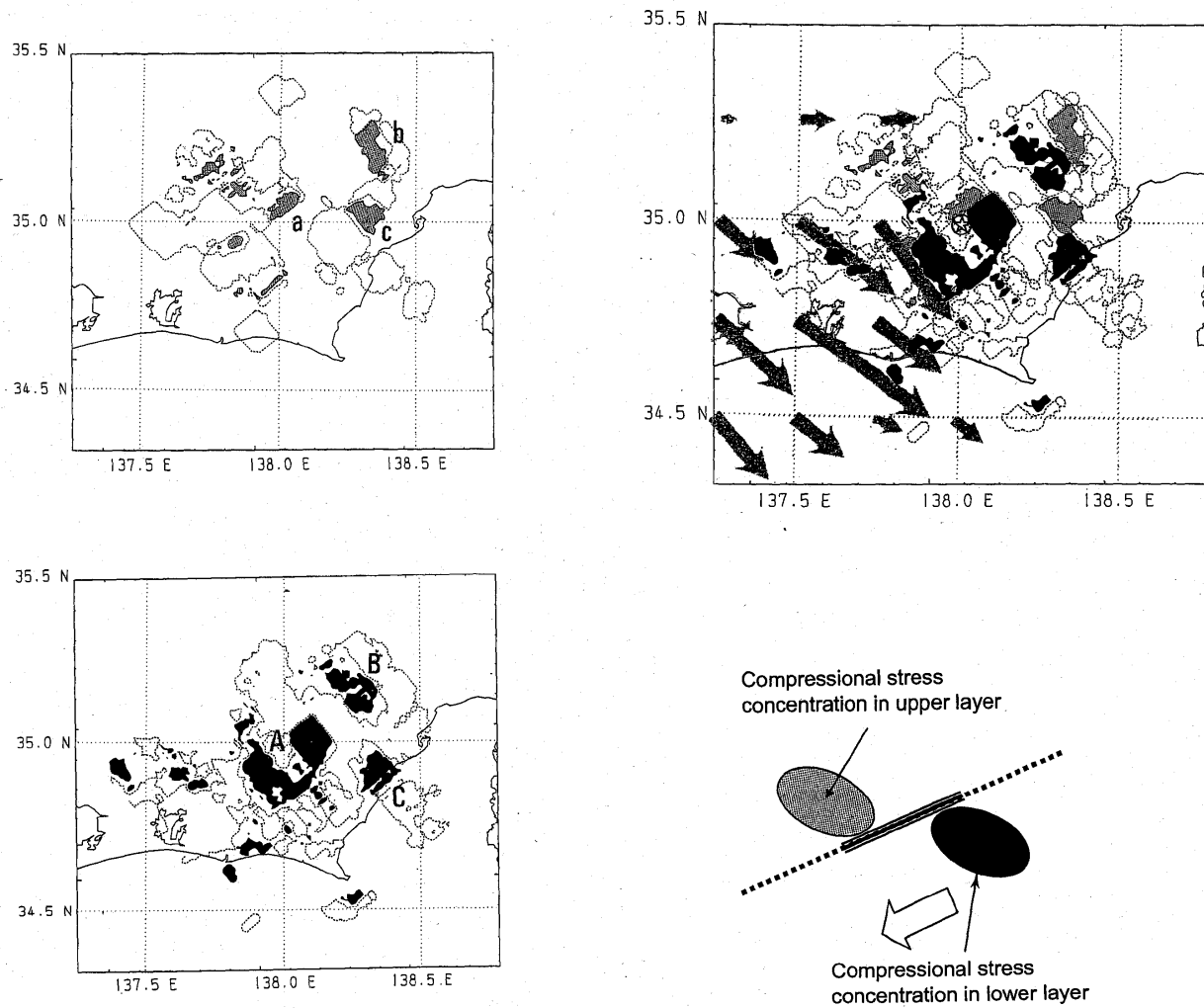


Fig.2 Left top and bottom: Activated area (shaded patches) in the upper layer, and those (black patches) in the lower layer. The pattern is obtained from three years data from Oct. 2000. Right top: Superposed figure of both upper and lower patterns. Slow slip of the same period is also superposed, which is analyzed and provided from GSI. The longest arrow correspond to about 15 cm slip during the period (3 years). The star mark indicates the epicenter of the 1996 Central Shizuoka earthquake (M4.3). Right bottom: Image figure explaining the stress concentrations around an asperity.

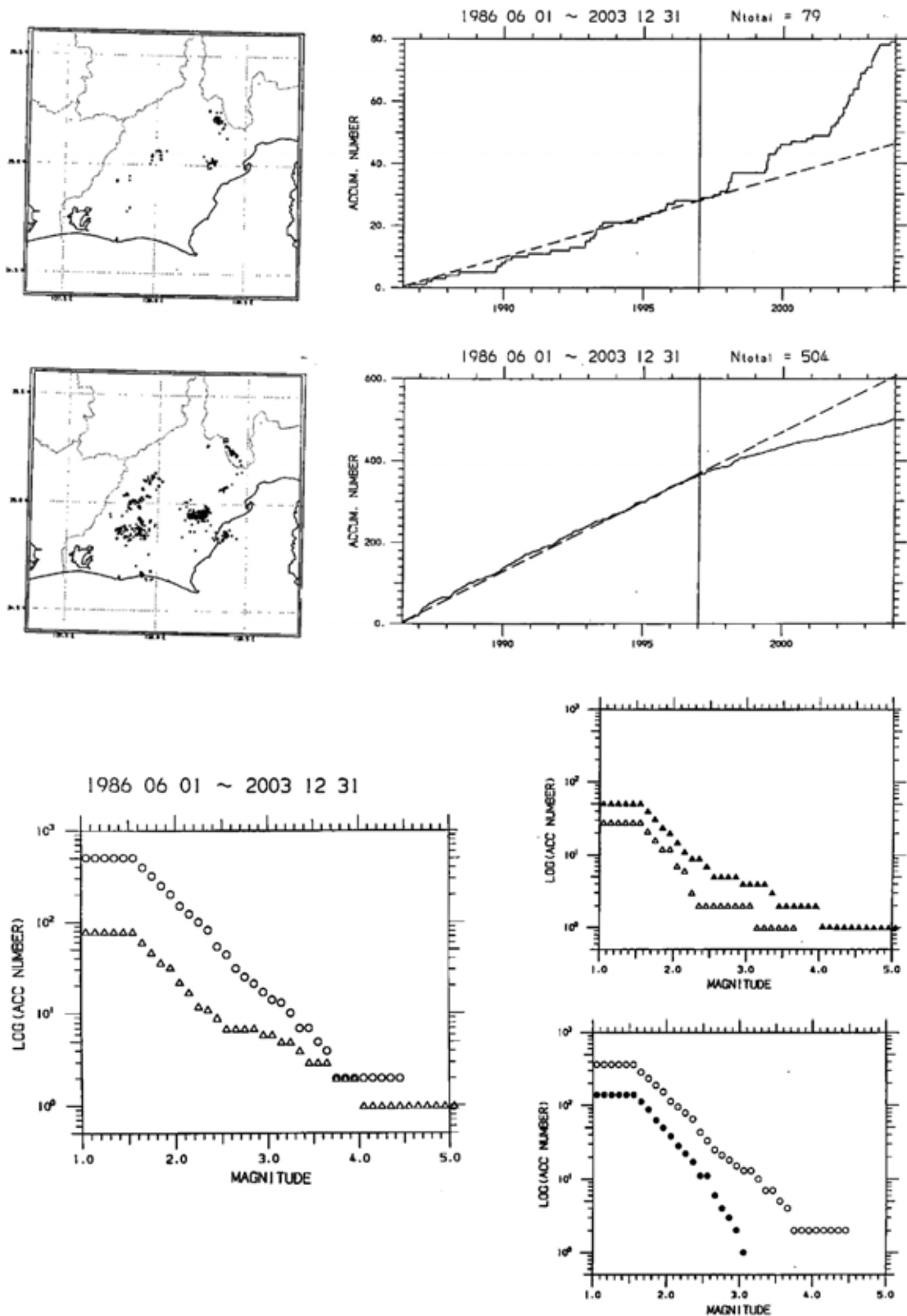


Fig.3 Comparison of b-values between activated patches and non-activated areas in the upper layer. First top: Cumulative frequency of earthquakes for the activated patches. Sampling criterion is common with Fig1. and Fig.2. Second top: For the non-activated areas. The vertical lines indicates the epoch (beginning of 1997) when the seismicity change commenced. Bottom left: Comparison of cumulative magnitude frequency distribution between activated (Δ) and non-activated (\circ). Bottom right: Change of magnitude distribution before (open symbols) and after (solid symbols) the epoch for activated and non-activated, respectively.

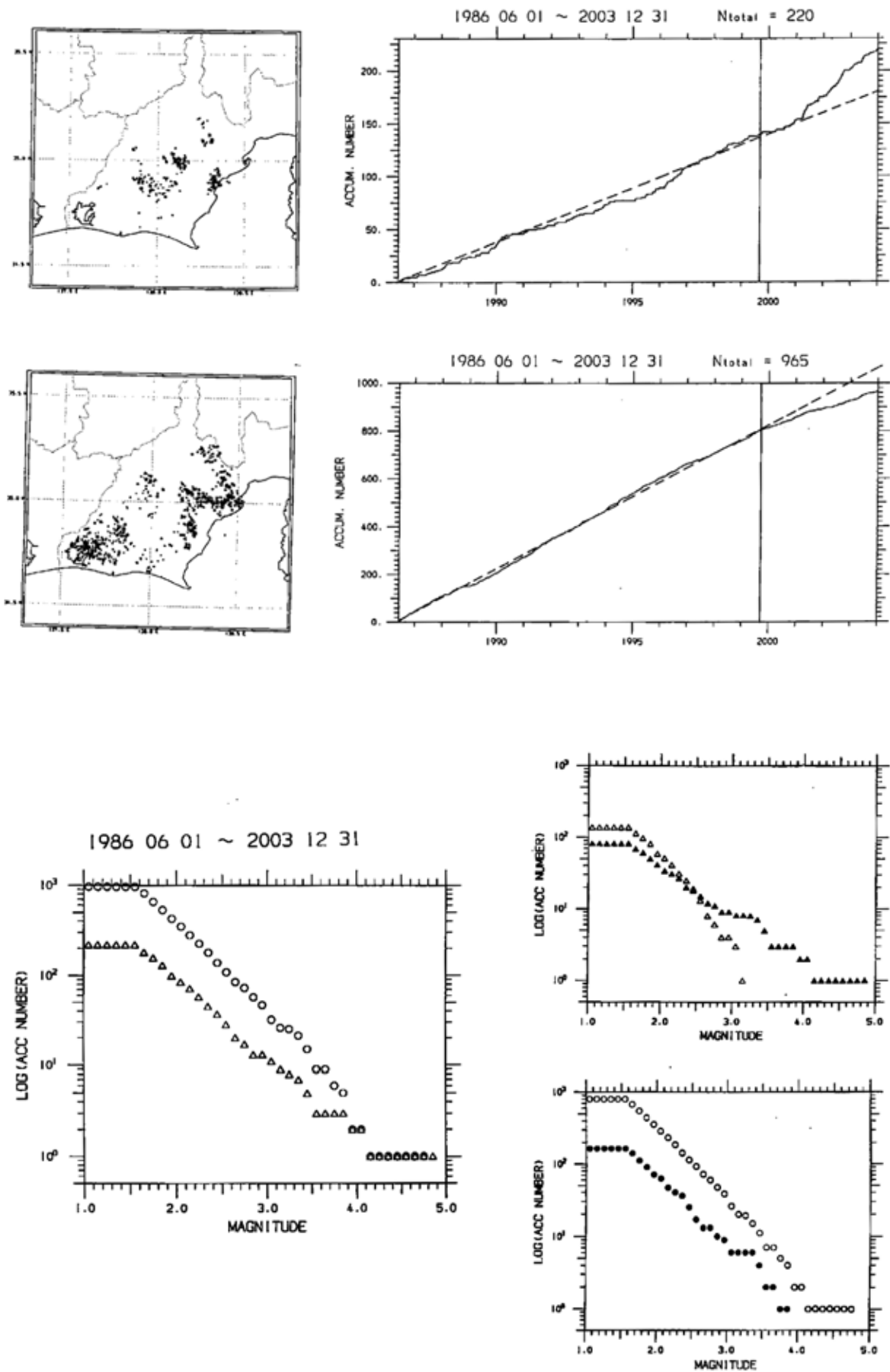


Fig.4 The similar figures as Fig.3. Comparison of b-values for the lower layer. In this case, the epoch is taken as Aug. 1999.

Table 1 Calculated b-values utilizing Utsu's most likelihood method. The right-most column indicates the significance level of b-value change before and after the epoch, given from the F-test.

Upper Layer

	Former Term (1986/6 – 1996/12)	Latter Term (1997/1 – 2003/12)	F-test Level of Significance
Activated Area	N1=28 b1=1.06	N2=51 b2=0.87	b1/b2=1.22 (19 %)
Non-activated Area	N1=365 b1=0.98	N2=139 b2=1.15	b2/b1=1.17 (5 %)

Lower Layer

	Former Term (1986/6 – 1999/7)	Latter Term (1999/8 – 2003/12)	F-test Level of Significance
Activated Area	N1=138 b1=0.95	N2=82 b2=0.70	b1/b2=1.36 (2 %)
Non-activated Area	N1=800 b1=0.91	N2=165 b2=0.89	b1/b2=1.02 (42 %)