

8 - 4 近畿北部における最近の地震活動パターンの時空間的变化

Recent temporal and spatial variation patterns of seismicity in the northern Kinki district

京都大学防災研究所地震予知研究センター
Research Center for Earthquake Prediction,
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

近畿北部における最近の地震活動の変化，特に地震活動の低下について報告する．第1図に用いた地震の震央分布をします．1997-2004間の気象庁によるデータで，完全に観測されている地震のMの下限は1.5である．第2図は原データおよびReasenbergs (1985)によってデクラスタしたデータのM 1.5の地震の頻度分布である．デクラスタすることによって，中小地震の余震によるパルス的な増加が取り除かれていることがわかる．

第3図は地震数の積算値およびZ値の変化を示す．Z値はウィンドウW1に対するW2の地震数の変化の割合を示す量であり(Wyss and Habermann, 1988; Wiemer, 2001)，Z値の増加は地震数変化率の減少を示す．第3図には，1997年および2002年8月から2004年2月にかけてZ値の2回の有意な変化が見られる．1997年の変化は気象庁の観測データの変化のためであると思われるが，2回目の地震活動の低下は解析期間で最も有意なものである．第4図は1998-2003年と比べた2003年1月から2004年2月の間のZ値の空間分布である．この期間はZ値が0程度で全体的に低いが，Z値が有意に大きくなる地域が少数ながら存在する．第4図および第5図に見られるようにこのZ値が大きい付近で最近M3.7の地震が発生した．

比較のために，次の3つの図に1995年兵庫県南部地震前のデータを示す．第6図は近畿北部の地震数，歪み変化と雨量，b値およびフラクタル・ディメンジョンの前兆的变化を示す．第7図はデクラスタした地震数およびZ値の変化を示す．図のQSは地震前の地震活動の異常な低下を示している．また，第8図は1982年と比べた1993年のZ値の地域変化を示す．星印は1995年兵庫県南部地震の震源位置を示し，明るい色が大きなZ値，すなわち地震活動の低下地域を示す(Enescu and Ito, 2001, 2003; Enescu, Ph.D. Thesis, 2003)．今回の地震活動の変化に比べると，1995年兵庫県南部地震前の変化は，1976年から1995年までの長期間のデータによるものであり，統計的な有意性はより高かった．また，この兵庫県南部地震前にはb値の変化も見られたが，今回はb値は変化していない．

(ボクダン・エネスク，Bogdan Enescu)

References:

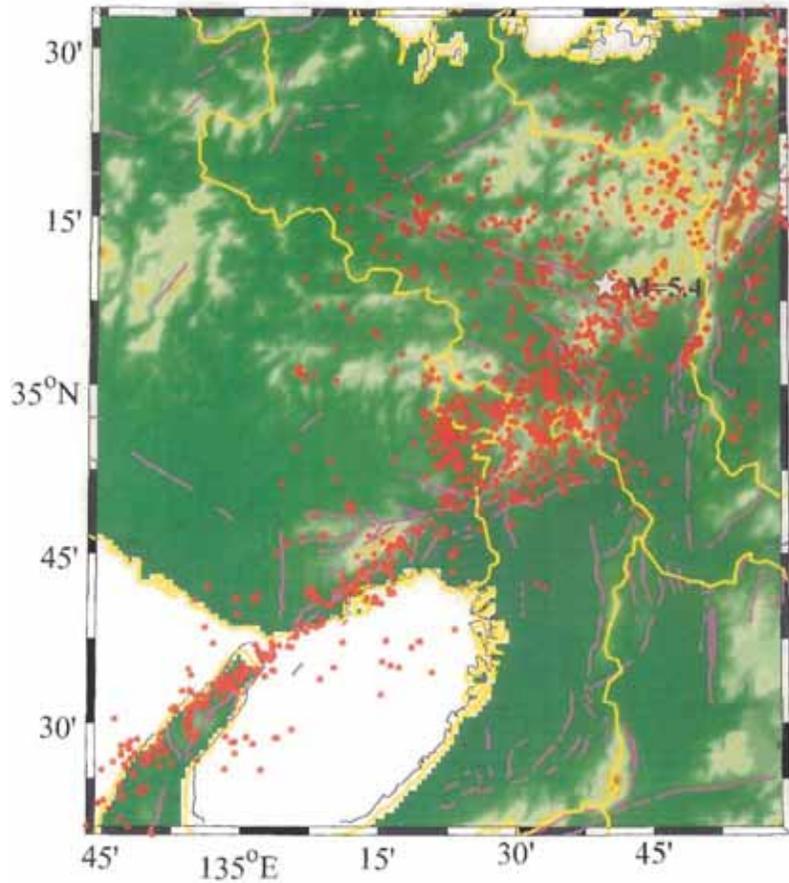
- Enescu, B., and K. Ito: Some Premonitory Phenomena of the 1995 Hyogo-Ken Nanbu (Kobe) Earthquake: seismicity, b-value and fractal dimension, *Tectonophysics*, 338 (2001), 297-314.
Enescu, B., and K. Ito: Values of b and p: Variations and Relation to Physical Processes for Earthquakes in Japan, *Annuals Disast. Prev. Res. Inst.*, 46B (2003), 709-719.

Enescu, B.: Temporal and Spatial Variation Patterns of Seismicity in Relation to the Crustal Structure and Earthquake Physics, from the Analysis of several Seismic Sequences in Japan and Romania, Ph.D. Thesis, Kyoto Univ., 2003.

Reasenberg, P.: Second-Order Moment of Central California Seismicity, 1969-1982, *J. Geophys. Res.*, 90, B7 (1985), 5479-5495.

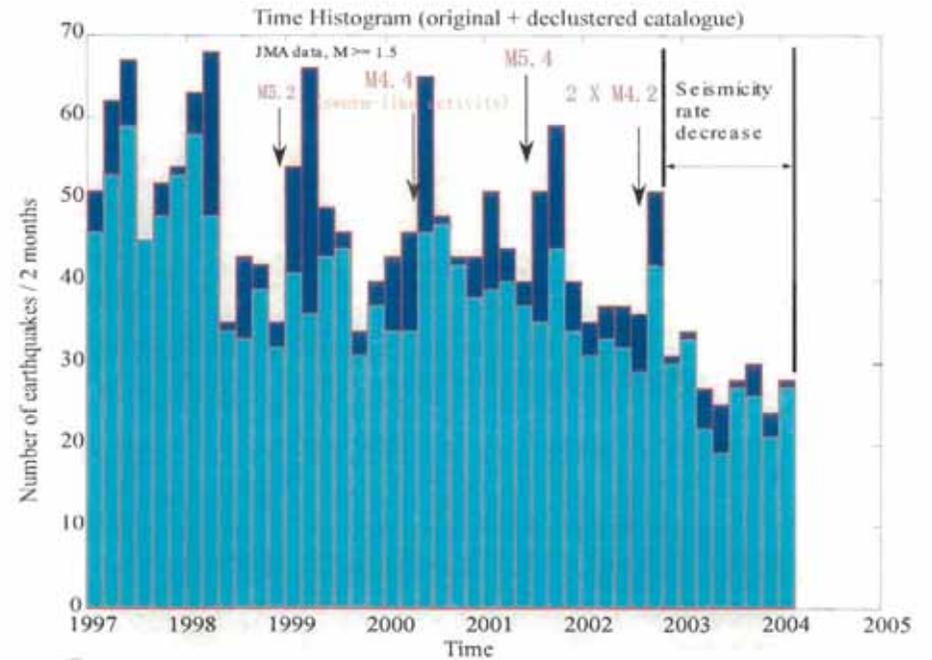
Wiemer, S.: A Software Package to Analyze Seismicity: ZMAP. *Seismol. Res. Lett.*, 72 (2001), 373-382.

Wyss, M. and R.E. Habermann: Precursory Seismic Quiescence, *Pageoph.*, 126, 2-4 (1988), 319-332.



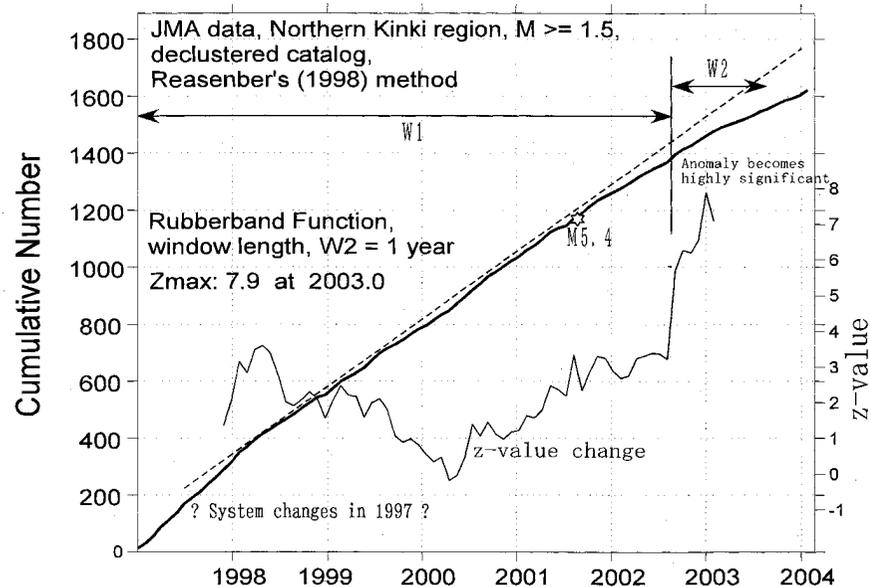
第1図 近畿北部の気象庁のデータによる震央分布図 (M 1.5, 1997年1月から2004年2月)。この期間の最大地震(M5.4)を星印で示す。

Fig.1 Epicentral map in the northern Kinki region (JMA data, M 1.5, 1997-February 2004). The epicenter of the largest earthquake (M5.4) occurred during this time period is shown by a star.



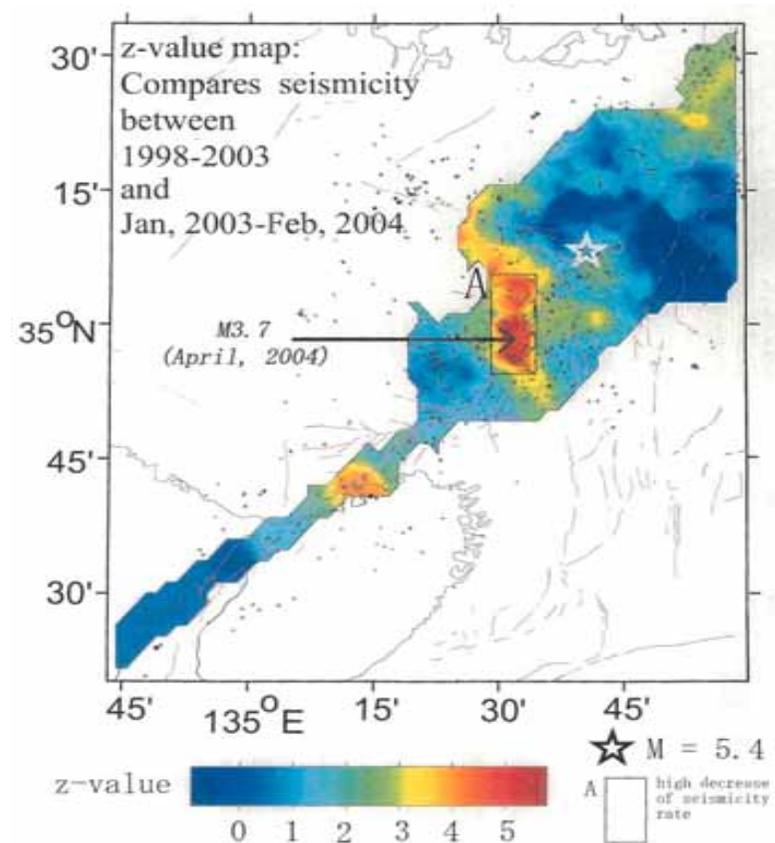
第2図 気象庁のデータに対して、原データおよびデクラスタした地震数の時間変化を示す。(M 1.5, 1997年10月から2004年2月)。

Fig.2 Frequency of earthquakes versus time: JMA data, original and declustered catalogue. Time interval: 1997-February 2004, M 1.5.



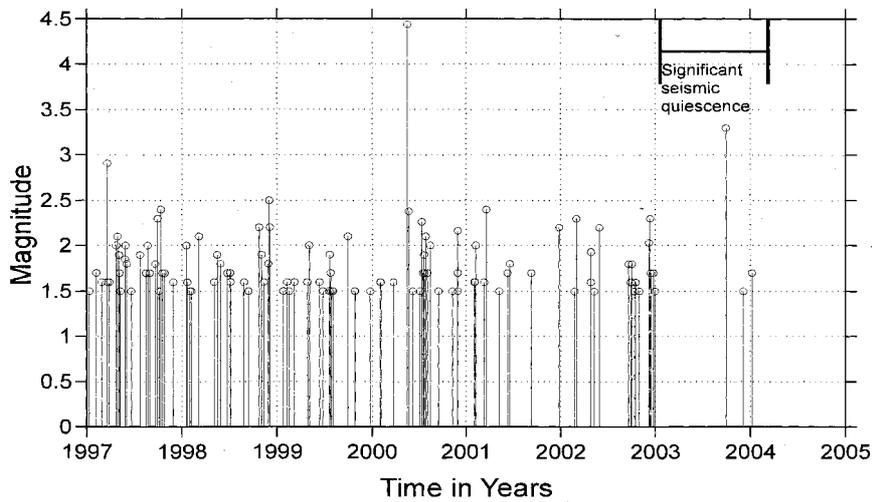
第3図 近畿北部の地震数の積算値とZ値の時間変化。2002年8月頃から地震活動の低下が始まった。図に示すようにZ値は2つのウィンドウにおける地震数の変化率の比較に用いられる。

Fig.3 Cumulative number of earthquakes and z-value change in the northern Kinki region. A significant decrease of seismicity rate starts around August 2002. The z-value compares the seismicity rates in two time windows, as indicated in the graph.



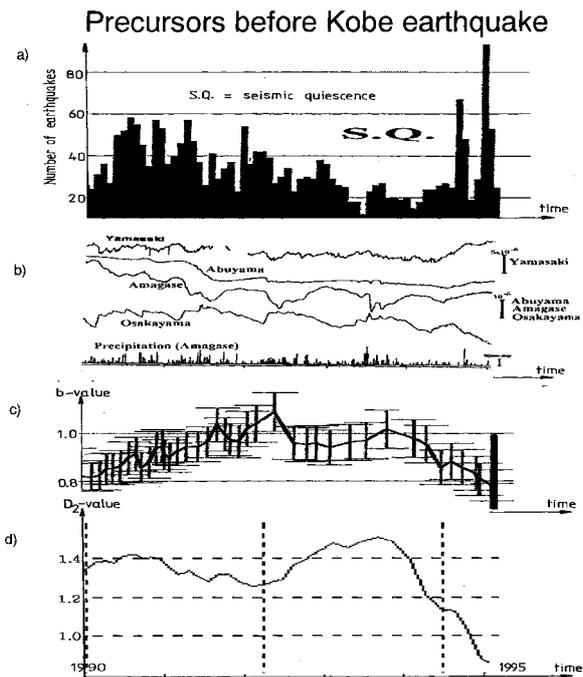
第4図 近畿北部におけるZ値の地域変化。1998年から2003年間の値比べた2003年2月から2004年にかけての大きなZ値は、地震数変化率の有意な低下を示す。矢印で示すM3.7の地震は2004年4月16日に大きなZ値の地域で発生した。

Fig.4 Z-value change in the northern Kinki region. A larger z (yellowish, red colours) indicates a significant decrease of earthquake rate in Jan, 2003-Feb, 2004 compared to 1998-2003. Arrow: M3.7 event occurred on 16 April 2004, in an area of high z-value (see also next figure).



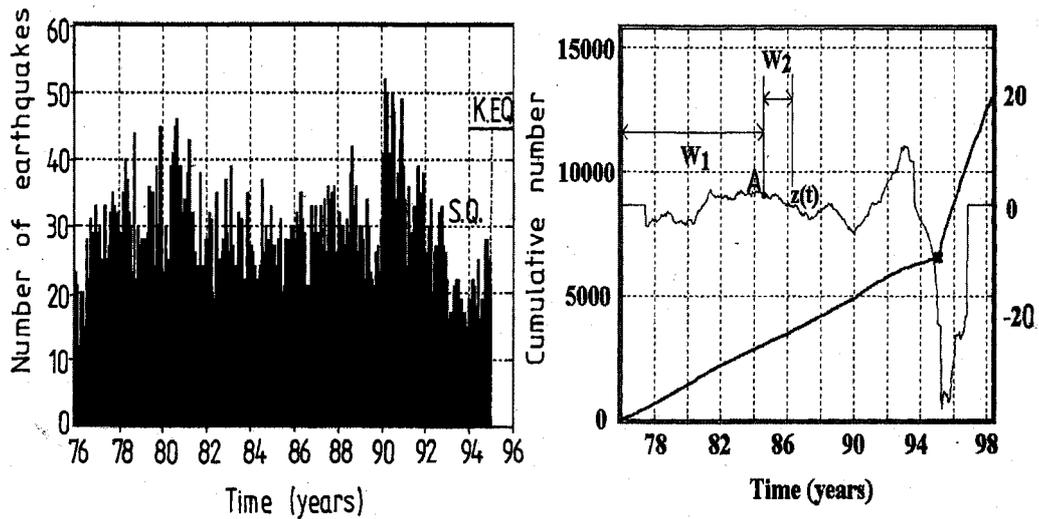
第 5 図 第 4 図に示す矩形の範囲内の地震についてのマグニチュード時間分布(1997 年 10 月から 2004 年まで) . 2004 年 4 月 16 日に発生した M3.7 の地震は地震活動が有意に低い地域の中央で発生した .

Fig. 5 Magnitude of events versus time within rectangle A (see Fig. 4), from 1997 to February 2004. One can notice the low seismicity rate after 2003. In April 2004 an M3.7 event occurred in the centre of the significantly low seismicity area. Please note that this is the second largest event since 1997 in the anomalous area.



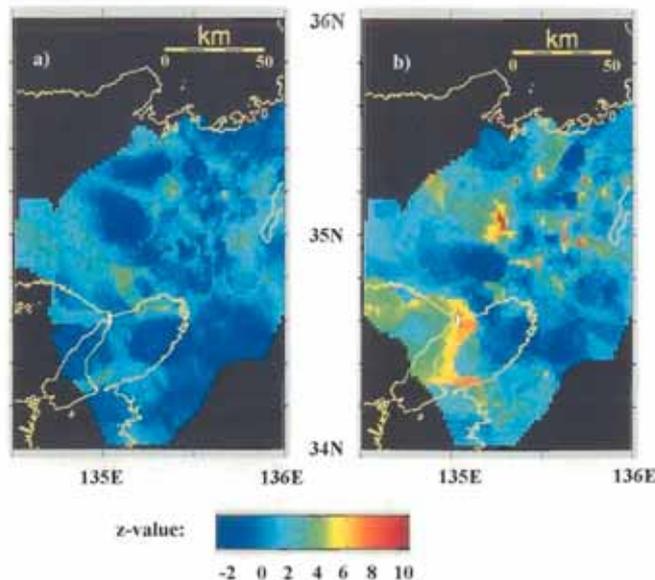
第 6 図 1995 年兵庫県南部地震の前兆的变化 . 上から a) 地震数 , b) 歪み変化と雨量 , c) b 値 , d) 地震の震央分布に対するフラクタル・ディメンジョン , D_2 を示す . 地震活動の大きな低下は b 値の低下と対応する .

Fig. 6 From up do down: a) seismicity rate changes, with a clear seismic quiescence pattern (SQ) followed by an increase in seismic activity (ISA), several months before the Kobe earthquake; b) strain variation and precipitation (DPRI); c) b-value changes: increase and decrease before Kobe earthquake; d) changes in the fractal dimension, D_2 of the epicentral distribution of earthquakes: large decrease associated probably with ISA, correlates well with the decrease in b-value. The same scale is used for all graphs (a-d) (from Enescu and Ito, 2003).



第7図 (左図) デクラスタした1976年から1995年兵庫県南部地震までのM 1.5の地震の月別頻度分布。S.Q.は地震活動の低下時期、K.E.Q.は1995年兵庫県南部地震。(右図) デクラスタしたデータに対する地震数の積算値(メモリは左の軸)とZ値(メモリは右の軸)を示す。Zの最大値は1993年1月で10.4である。図にA点におけるウィンドウ、W1とW2を示してあるが、解析にはW2に1.5年を用いている(Enescu and Ito, 2001)。

Fig. 7 Left: Histogram of the monthly number of earthquakes ($M \geq 1.5$) for the declustered catalogue from 1976 to the 1995 Kobe earthquake. S.Q. indicates seismic quiescence and K.E.Q. indicates the Kobe earthquake. Right: Statistical analysis of the declustered catalogue. Cumulative number curve (scale in the left side of the graph) and the function $z(t)$ (scale in the right side of the graph). The maximum value of z is 10.4 in January 1993. w_2 is taken to be 1.5 years. The graph shows schematically the windows w_1 and w_2 at point A (from Enescu and Ito, 2001).



第8図 1982年(a)と1993年(b)のZ値の分布。ウィンドウW2(第7図参照)は1.5年を用いている。星印は1995年兵庫県南部地震の本震の震央(Enescu and Ito 2001)。

Fig.8 Z-value map at the reference year 1982 (a) and at the reference year 1993 (b). Rubberband window length (w_2) is 1.5 years. The star represents the epicentre of the Kobe earthquake. (from Enescu and Ito 2001).