

## 7-1 大きい余震の発生前の本震の余震活動度の異常

### Anomalous Changes in Aftershock Activity Preceding to a Large Aftershock

東京大学地震研究所 地震活動研究部門

松浦 律子

Ritsuko S. Matsu'ura

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

1972年にM7の地震が二個発生した八丈島東方沖の地域の均質な地震ファイルの作成を行ったところ、最初の地震の余震活動度が、二番目の地震の発生前に一旦低下し、これが再び回復するという変化をしていたことが判明した。第1図には、上・中段に余震の累積数が最初の地震（左端）から二番目の地震（右端）まで各々、通常的时间軸と、頻度を一様化した時間軸に対して示してある。後者の時間軸は最下部に鉤括弧で示した範囲内のデータに対して最尤法<sup>1)</sup>であてはめた改良大森公式の値から計算される。あてはめた改良大森公式がデータをよく説明する場合は、図中に点線で示されたこの公式から算出された余震数の累積が、実線で示されたデータとよく一致する。両者の差を拡大して下段に示してある。尚、図の上部には、二個の地震のマグニチュード、あてはめた改良大森公式のパラメーターの値、情報量規準、及び数えた余震のマグニチュードの下限も示してある。二番目の地震の前の余震活動度の変化を単なるゆらぎと考えると全体に一つの改良大森公式をあてはめても、第1図(a)のように二番目の地震の前の部分は他の期間と異なり大きくデータがずれてしまう。第1図(b)のように活動度に異常があったとする方が、情報量規準も小さくなり、データをよく説明できる。

活動が低下している期間はb値が増加している為、第2図に示すように、数える余震のMの下限が小さいと、変化を判別しにくい。Mの下限が大きいと、余震数が元々少ない為により判別しにくい。

このような余震活動度の変化が他の例にもみられるかどうか、日本付近で発生した余震活動のうち、本震が $M > 7$ であり、本震とのマグニチュードの差が1.2以下で二次余震を伴った大きい余震が発生したもののうち、余震活動度の時間変化を定量的に解析できるデータのある例について検討した。この結果、第1表・第3図に掲げた9活動の18例のうち、時系列的性質を改良大森公式で表せない2例(bとd)と、対象とした余震が本震に比べて小さすぎる2例(qとr)とを除く14例全てについて、新たな領域を破壊するような大きな余震の発生前には、本震の余震活動度が改良大森公式から予想されるレベルよりも一旦低下する静穏化が起り、それが元の改良大森公式のレベルに回復或いはより活発化する経過を辿る事が判明した。第3図に

模式的に余震活動度の変化のパターンを示してある。14例中、2例（eとh）については、対象となった大きい余震が本震から十数時間後に発生した為にデータが充分ではなかったが、残りの12例では全て、この変化は統計的に有意なものであり、大きい余震の発生に無関係な単なる活動度のゆらぎより数倍大きい。又、この各ステージの震源分布から、活動の回復期には将来の大きい余震の震源に近い部分に多くの地震が発生する傾向があることもわかった。

大きな余震の発生前にはこの前兆的異常が現れることを利用すれば、本震直後から注意深く余震の活動度を監視してゆくことによって新たな被害をもたらすような大きい余震の発生を予報できる場合が多いと期待される。発生の凡その場所も回復期の余震分布から予報できる可能性がある。しかし静穏期と回復期の各々の期間の長さや、両者の比、発生する余震の規模等の間に規則性はみられなかったので、詳細な発生時刻や規模を活動度の変化から予知することは不可能である。

詳細な報告は別稿<sup>2)</sup>に譲り、特に均質なデータに基づいて解析できた関東地震、長野県西部地震の場合を第4・5図に示す。これらの例でも、余震活動度の異常が大きい余震の発生前に現れていたことがわかる。

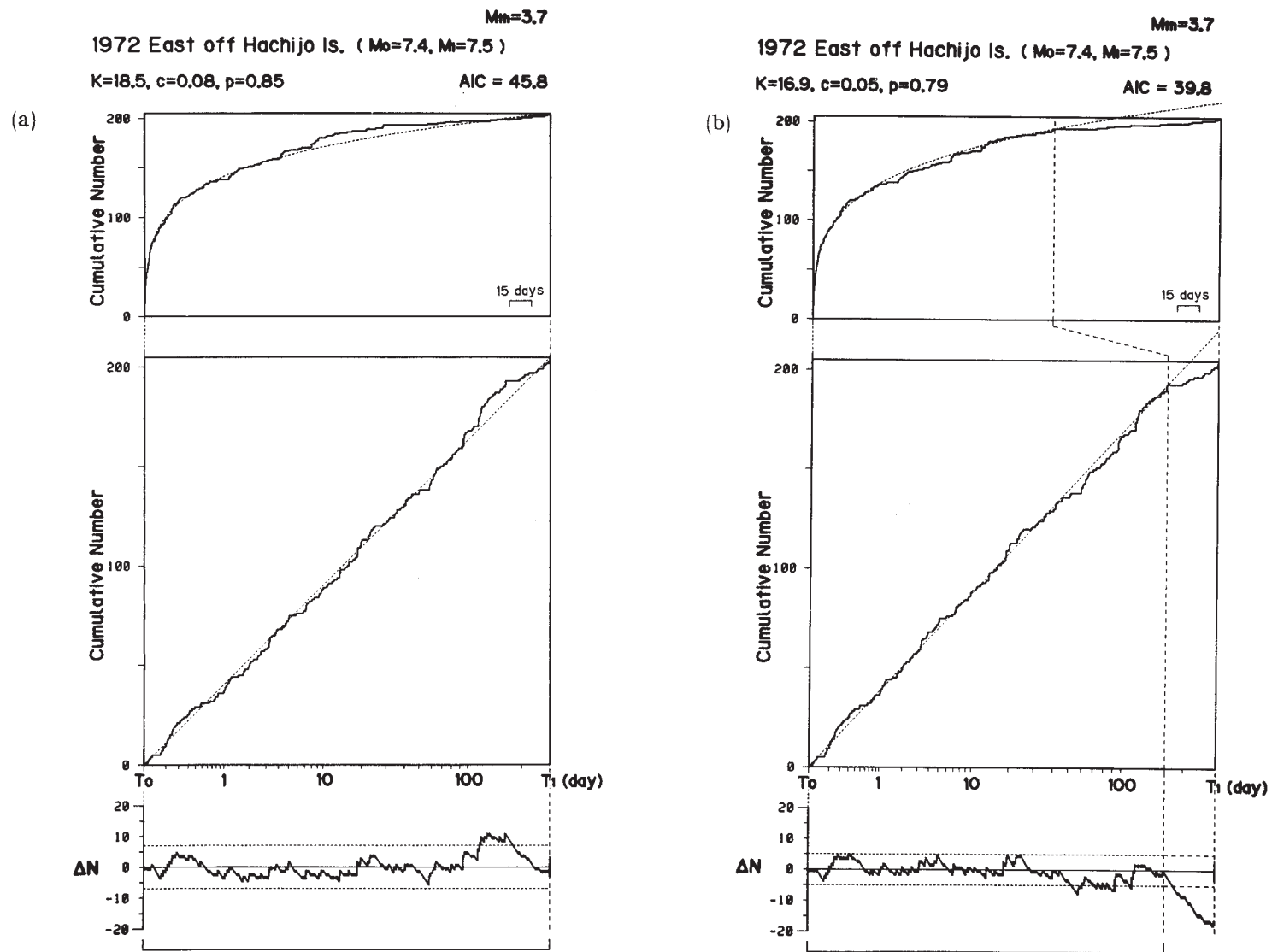
#### 参 考 文 献

- 1) Ogata, Y. :Estimation of the parameters in the modified Omori formula for aftershock frequencies by the maximum likelihood procedure, J. Phys. Earth, **31** (1983 ), 115 – 124.
- 2) Matsu'ura, R. S.: Precursory quiescence and recovery of aftershock activities before some large aftershocks, submitted to Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo.

第1表 解析した余震活動

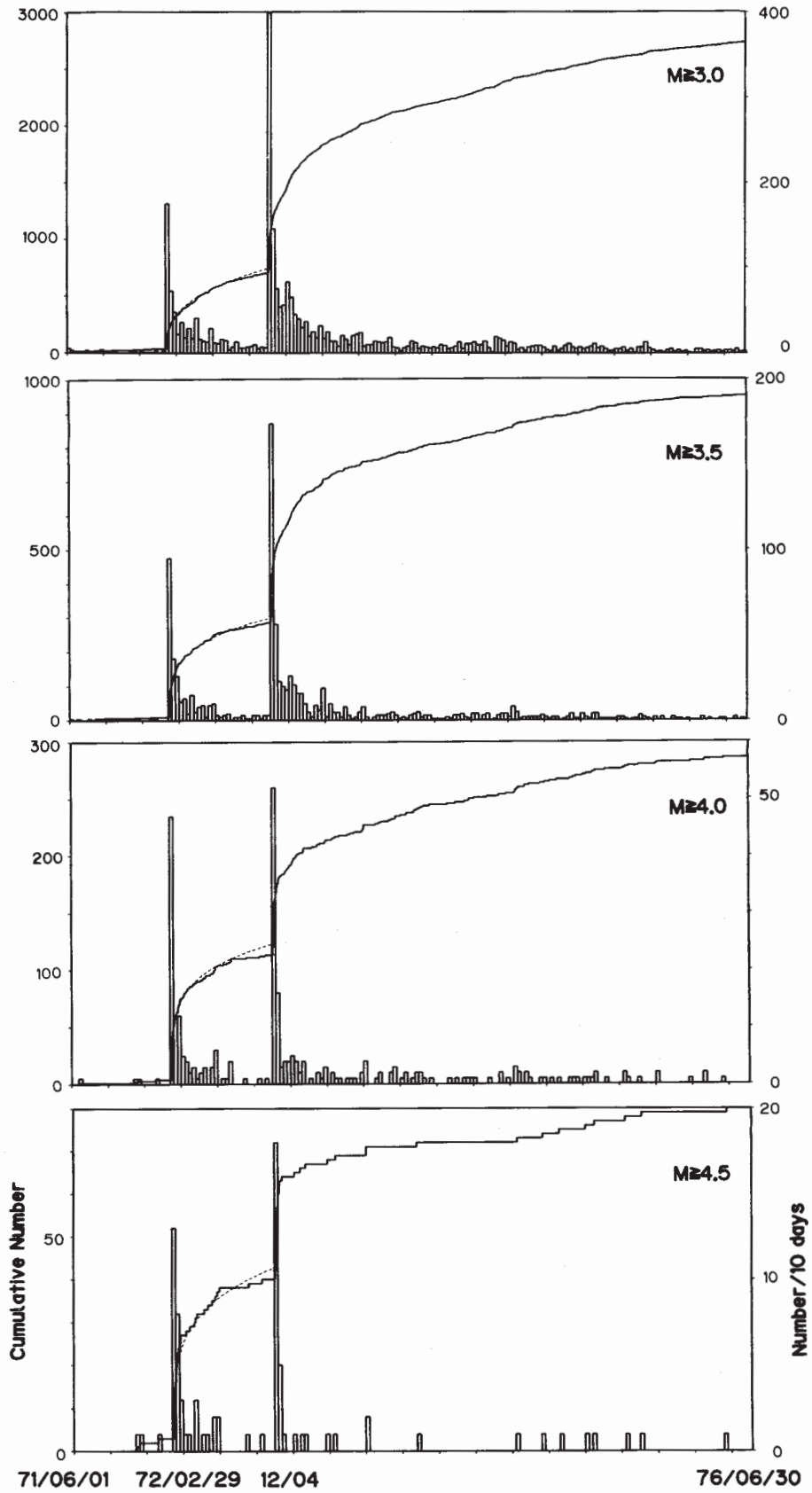
Table 1. Analyzed aftershock activities accompanied by large aftershocks with secondary aftershock activities.

|              | マグニチュード |              | の本震と余震の時間間隔(日) | まり静穏期の始(日) | 静穏期(日) | 回復期(日) |   |
|--------------|---------|--------------|----------------|------------|--------|--------|---|
|              | 本震      | 余震           |                |            |        |        |   |
| 1923年 関東     | 8.2     | 7.7          | 1              | 0.2        | 0.25   | 0.55   | a |
|              |         | 7.3          | 136            | —          | —      | —      | b |
| 1944年 東南海    | 8.0     | 6.8          | 36             | 22         | 11     | 3.6    | c |
|              |         | 8.2          | 744            | —          | —      | —      | d |
| 1963年 エトロフ島沖 | 7.0     | 8.1          | 0.75           | (0.1)      | (0.2)  | (0.45) | e |
|              |         | 8.1          | 7              | 0.8        | 4.7    | 0.8    | f |
|              |         | 6.2          | 34             | 16.3       | 12     | 5.4    | g |
| 1968年 十勝沖    | 8.1     | 7.7          | 0.4            | (0.32)     | (0.03) | (0.05) | h |
|              |         | 7.3          | 28             | 13         | 6.5    | 8      | i |
| 1972年 八丈島東方沖 | 7.4     | 7.5          | 279            | 165        | 70     | 44     | j |
| 1973年 根室半島沖  | 7.7     | 7.3          | 7              | 3          | 2      | 2      | k |
|              |         | 6.5          | 10             | 8          | 1.3    | 0.5    | l |
| 1978年 宮城県沖   | 7.5     | 6.3          | 2              | 0.6        | 0.9    | 0.6    | m |
| 1983年 日本海中部  | 7.7     | 6.1          | 14             | 11.2       | 2.3    | 0.9    | n |
|              |         | + 6.0<br>7.1 | 26             | 20.5       | 2      | 3.6    | o |
| 1984年 長野県西部  | 6.8     | 6.2          | 1              | 0.6        | 0.14   | 0.19   | p |
|              |         | 5.3          | 19             | —          | —      | 6      | q |
|              |         | 5.0          | 165            | —          | —      | 5      | r |



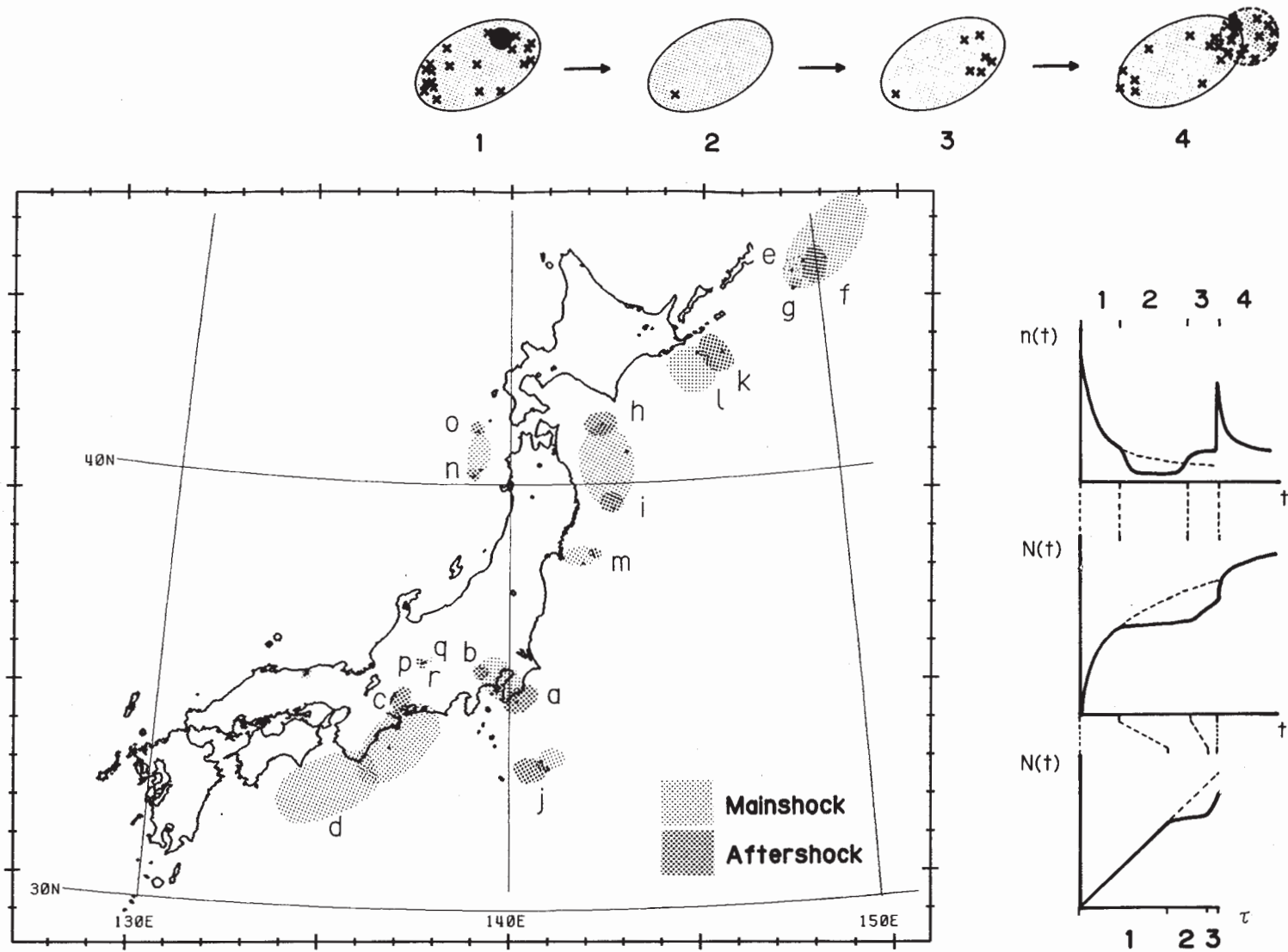
第1図 八丈島東方沖地震 (第1表f) の例

Fig. 1 Aftershock sequence of the east off Hachijo Island earthquake of 1972 (f in Table 1).



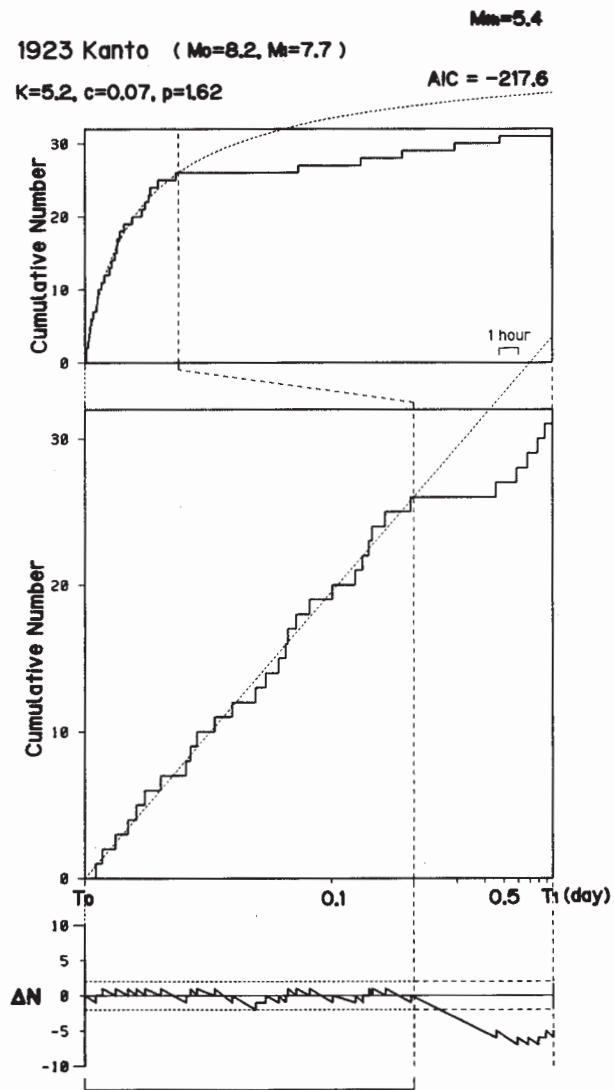
第2図 八丈島東方沖地域の5年間の累積地震数及び10日毎の地震数

Fig. 2 Cumulative number of earthquakes and number per ten days in the area east off Hachijo Island from June 1971 to June 1976.



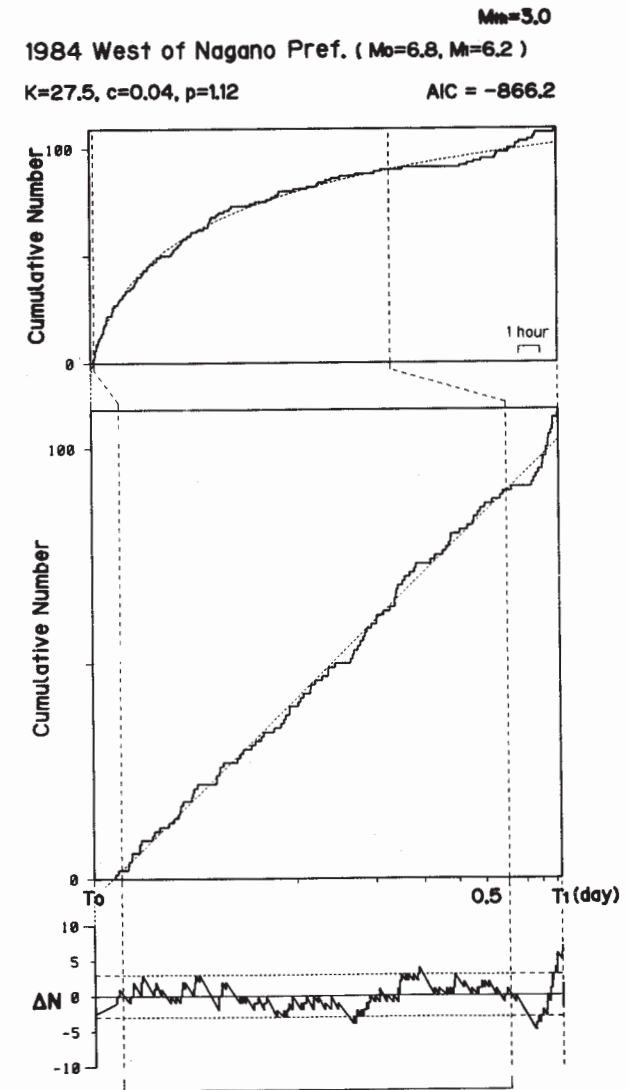
第3図 第1表に示した余震活動の分布と活動度の変化のパターン

Fig. 3 Distribution of aftershock activities listed in Table 1. A schematic illustration of the aftershock sequence including a large aftershock (stage 4) with precursory quiescence (stage 2) and recovery (stage 3) is also shown.



第 4 図 勝浦沖地震の発生前の関東地震の余震活動 (第 1 表 a)

Fig. 4 Aftershock sequence of the Kanto earthquake of 1923 (a in Table 1).



第 5 図 最大余震の発生前の長野県西部地震の余震活動 (第 1 表 p)

Fig. 5 Aftershock sequence of the western part of Nagano Prefecture earthquake of 1984 until the occurrence of the largest aftershock (p in Table 1).