

兵庫県南部地震の余震活動の地域特性

坂本 啓

Regional Characteristics of Aftershock Activities of the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake

Kei SAKAMOTO

(Osaka District Meteorological Observatory)

(Received April 15, 1996 : Accepted October 21, 1996)

Abstract

Aftershock activities of the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake were analyzed using a quantity called cumulative magnitude defined as the magnitude of total released energy. Based on its spatio-temporal variations, the following were found : A contrast exists in activities in the focal region : activities are rather low near the Akashi Channel, the epicenter of the main shock, but high on both sides. Aftershock activities triggered immediately after the main shock were blocked by the Arima-Takatsuki tectonic line. Noticeable activities north beyond the line can be regarded as induced. The cumulative magnitude decayed almost monotonically in the focal region, and peaked before decaying outside the focal region.

§ 1. はじめに

1995年1月17日未明に発生した兵庫県南部地震では、淡路島の北部で約9キロにわたって地震断層(野島断層)が地表に姿をあらわした。一方、神戸市側では動いたとされる断層は地表では見つからない。本震による破壊がどの地域まで及んだかは、重要な問題である。

一般に、余震活動は本震を反映したふるまいを考えると考えられており、余震活動の解析は本震についての重要な情報を提供してくれる。この調査では、兵庫県南部地震の余震活動を積算マグニチュード(積算エネルギーに対応するマグニチュード、以下 M_i とする)を用いて解析した。その時間的・空間的变化から、地域による活動度の違いや震源域内とその外側での時系列による違いなどの地域特性がわかった。

§ 2. 調査の方法

2.1 計算方法

マグニチュードとエネルギーは、経験的に次の様な関係で表現できる。

$$\log E = \alpha + \beta \cdot M$$

ただし、ここで E はエネルギー、 M はマグニチュード、 α および β は係数である。

係数 α 、 β の値については、いくつかの研究により係数が与えられている。ここでは、Gutenberg-Richter

の値それぞれ11.8と1.5を使っている。 β の値については、 M_i の値に影響してきくこともあり検討の余地があると考ええる。

断層面は、本震のメカニズムや余震分布等から垂直に近いと推定できる。従って、深さについては考慮せずに計算した。

2.2 資料

余震の震源要素は、気象庁本庁から管区気象台に還元されて来ている速報値を利用した。本来なら地震月報のデータを使うべきだが、現時点では月報震源が遅れているため、利用することができない。また、大阪管区気象台の地震津波監視システム(ETOS)で震源決定したデータなら最新のものまで利用できるが、月報値と比較して M や深さの値が若干違ってくるという問題がある。

速報値は、本庁が改めて震源決定し直した値であり、月報値に限りなく近い値である。現段階では1995年7月までのデータが還元されていることもあり、ここでは速報値を利用した。従ってデータ期間は、1月17日の本震直後から7月末までの半年余りである。

地震数は、震源の決定できた地震すべてを含んでいる。したがって、計算した地震の数は周辺の地域を含めると約4,800個である。

2.3 メッシュ間隔

ここでのメッシュ間隔は、
・間隔 A (緯度: 0.01° , 経度: 0.0125°)

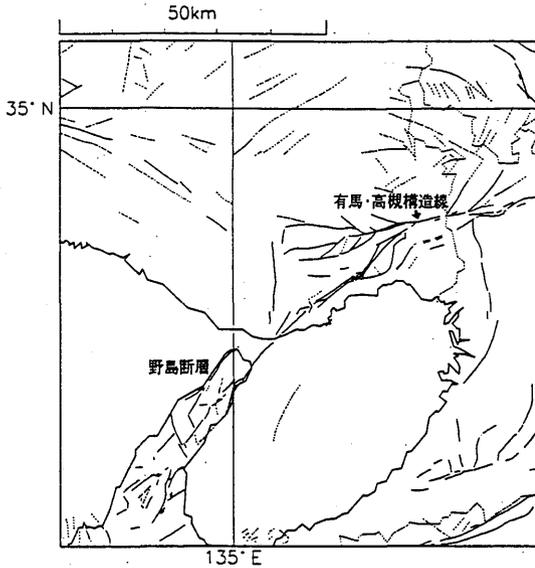


Fig. 1 Fault distribution in Keihan (Kyoto-Osaka) region.

・間隔B (緯度: 0.02° , 経度 0.025°) とした。

メッシュ間隔は、震源の精度の問題もあり、あまり細かくしても意味が薄れる。1つのメッシュで1つの地震域を表現できる方が都合が良いが、Mが大きくなると地震により動いた断層の長さとの関係も出てくる。今回の余震では、最大クラスの地震がM5.0前後であり、震源域

との関係では大きな矛盾はないと考える。

§ 3. 結果

3.1 M_iの地域性

京阪神地域の断層の分布を第1図に、全データ期間の余震分布を第2図に示す。

本震の震源域の推定には、いくつかの方法がある。余震活動の分布から推定する方法では、本震後1日程度とされており、兵庫県南部地震の場合では第3図に示す通り50km余りの範囲に達する。また、強震動の波形によるインバージョンでは神戸市側約30km、淡路島側約15~20kmという結果が出されている。いずれも、ほぼ同程度の範囲に相当することから、ここではこの約50kmを本震の震源域として話を進める。また、余震域については本震の震源域に限定せず、ここでは地震活動の一連している地域として広い意味でとらえることにする。

メッシュ間隔Aで、全データ期間についてM_iを計算したのが第4図である。値の大きい所を見やすくするために、M_iが3.5を越える地域を塗りつぶしたのが第5図である。震源域の中でも、本震の震源地点の明石海峡付近と神戸市東部で、値の小さい地域が見られる。さらにM_iが4.5を越える地域を塗りつぶしたのが第6図である。破壊の大きな地域は、神戸市側では中央区から震源地のすぐ北側にかけて見られる。また淡路島側では、震源地のすぐ南側にあたる淡路町付近と北淡町南部に見られる。明石海峡付近はあくまで破壊の出発点にすぎない

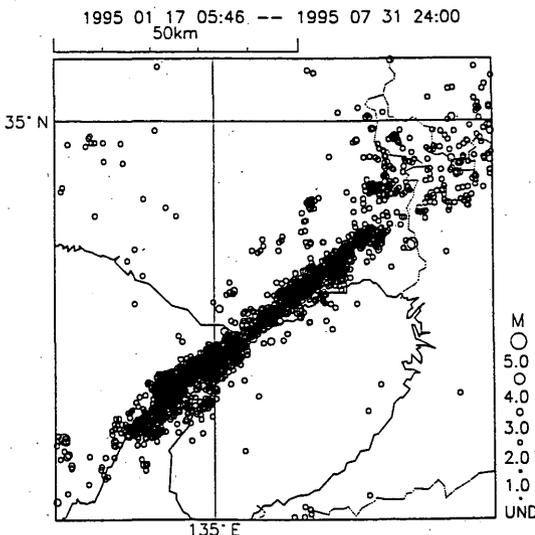


Fig. 2 Aftershock activity of the Hyogoken-Nanbu Earthquake from Jan. 17 to July 31.

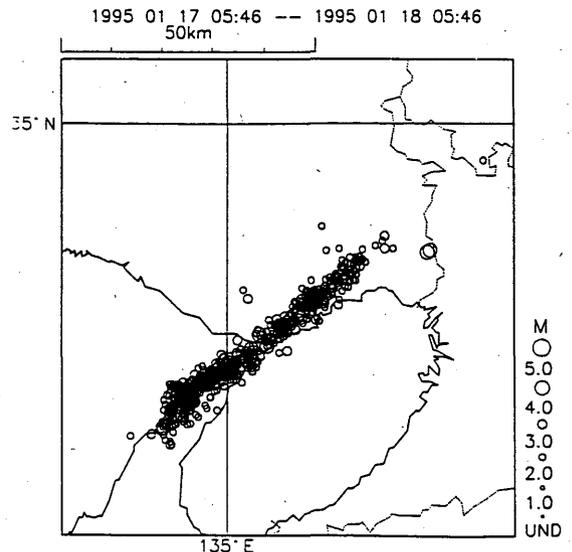


Fig. 3 Aftershocks within 24 hours after the main shock.

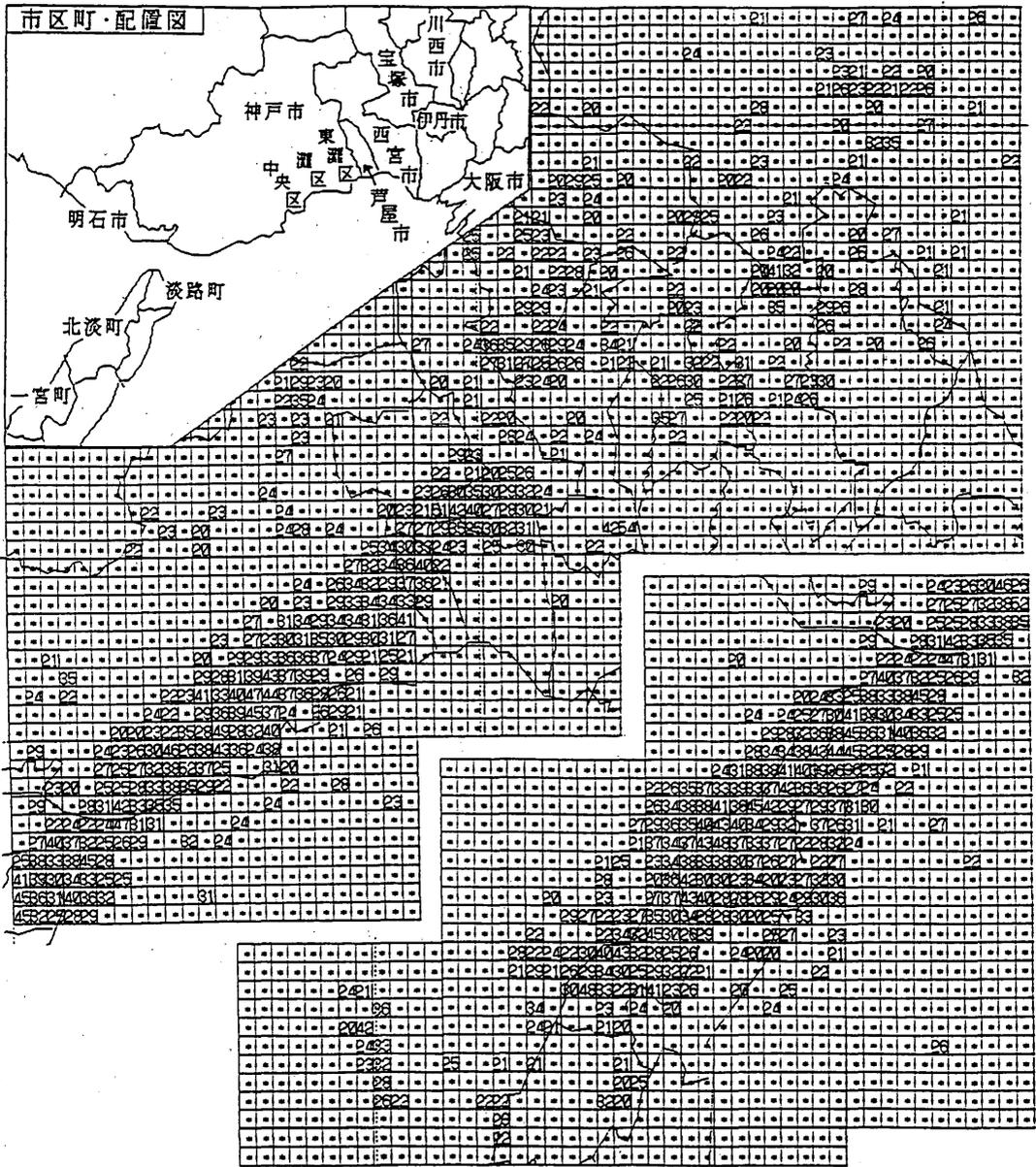


Fig. 4 Mi values of aftershocks in each mesh box. These values are accumulated from Jan.17 through July 31, and multiplied by 10. The asterisk (*) denotes $M_i \leq 2.0$. The geographical configuration is shown in the upper left figure. The dimension of each box is 0.01° in latitude and 0.0125° in longitude.

いが、震源域の中でも余震活動があまり活発ではなく、むしろそのすぐ両側で活発である。余震域の北縁は宝塚市の南部にあたり、その北側の有馬・高槻構造線上ではほとんど地震が発生しておらず、 M_i の値も小さい。あたかも余震活動が、同構造線で止

まっているかの様にも見える。さらにその北側にあたる大阪府北部から京都府中部にかけては、かなり活動が活発になっている。これらの地域の地震活動は、従来から比較的活動が活発であり、京都府中部ではM4を越える地震がしばしば発生している。

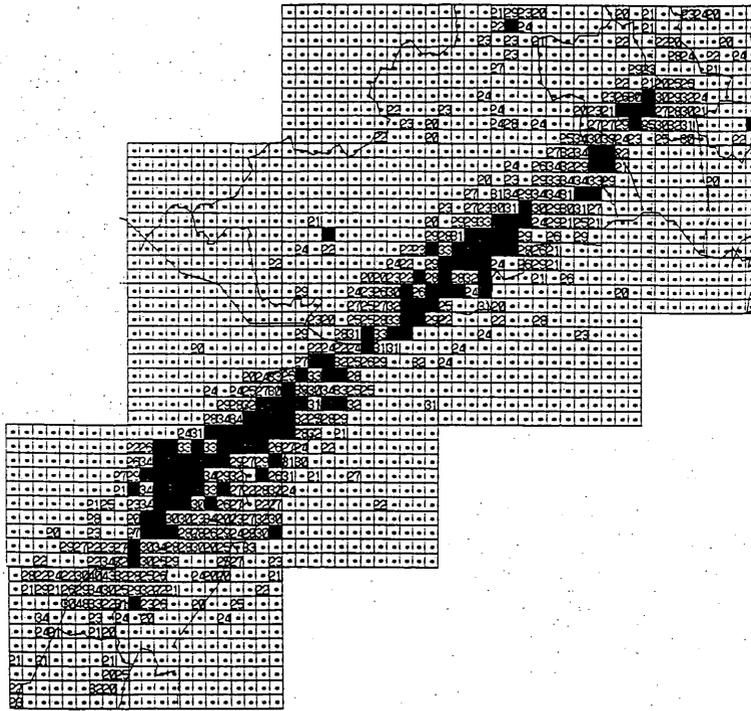


Fig. 5 Same as Figure 4. Boxes of $M_i \geq 3.5$ are shown in black.

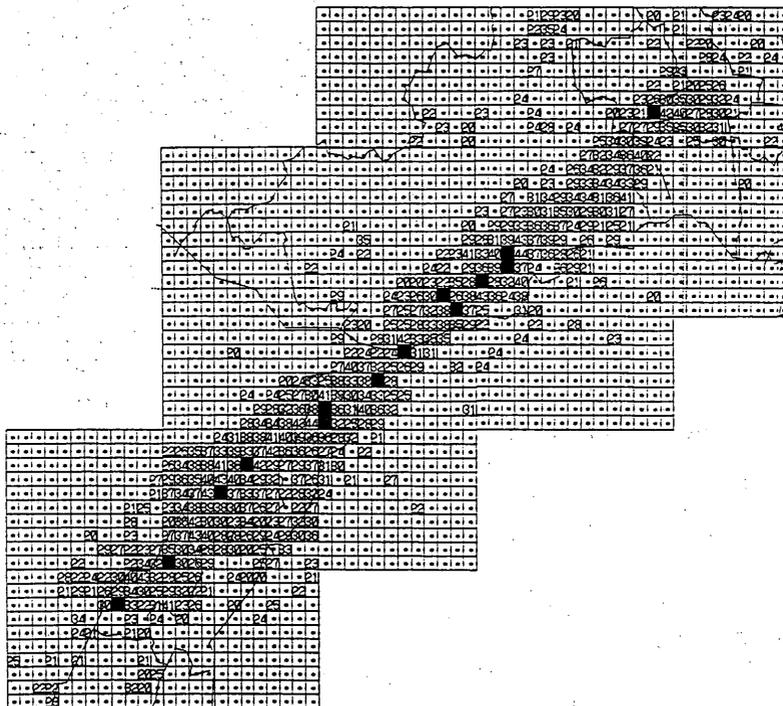


Fig. 6 Same as figure 4. Boxes of $M_i \geq 4.5$ are shown in black.

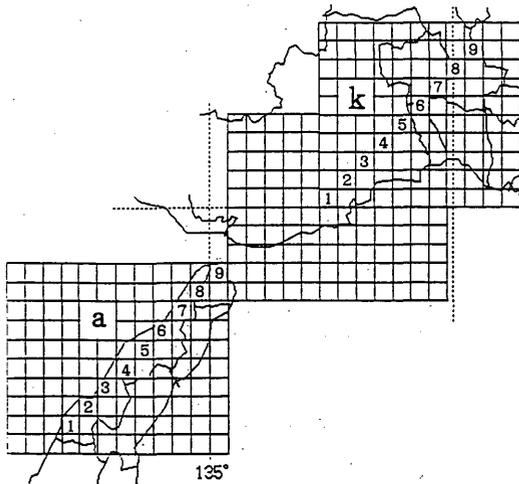


Fig. 7 Boxes where the time sequence of the daily M_i are shown in Figure 8.
The dimension of each box is 0.02° in latitude and 0.025° in longitude.

本震後は、これらの地域で地震活動がより活発になっており、本震により周辺地域の地震活動が励起されたものと考えられる。

淡路島側については、本震の震源域は北淡町あたりまでであるが、余震域は一宮町あたりまで伸びており、播磨灘にも地震活動が活発化した地域が見られる。

3.2 M_i の時系列

メッシュ間隔 B で、第 7 図に示す範囲について本震から 30 日間の日別 M_i を計算したのが第 8, 9 図である。神戸市側 ($k-1 \sim k-9$) の範囲で見ると、震源域と考えられる $k-1$ から $k-5$ あたりにかけては、多少の変動を繰り返しながらも M_i の値は時間と共に小さくなっている。また、中心部から北東端へ向かうにつれ、 M_i の値が全体的に小さくなっている。しかし、 $k-7$ では、本震直後よりも時間を少し経過してからの方が M_i が大きくなっており、 M_i の値も大きい。

一方、淡路島側 ($a-1 \sim a-9$) で見ると、地域によっては、余震活動の活発な地域とあまり活発でない地域があるものの、震源域内の $a-5$ から $a-9$ では、時間と共に M_i が小さくなっていく傾向が見られる。震源域の外側では、地震活動はあまり活発ではないものの、本震直後よりも時間を経過してからの方が大きな M_i が出ている傾向がある。

§ 4. まとめ

・本震の震源域内では、震源の明石海峡付近では余震活

動はあまり活発ではなく、その両側で活発となっている。
・余震域の北端は、 M_i の値からも有馬高構造線まで止まっていると考えられる。

・本震の震源域内では、活発の度合いに差があるものの、 M_i は時間と共に概ね単調に減少した。

・本震の震源域の外側では、 M_i は本震から遅れてピークに達した後減少した。

謝辞

余震分布図および断層の分布図等については、気象庁地震火山部地震予知情報課の横山博文氏作成によるプログラムを利用させて頂きました。また、本報告をまとめるにあたり、査読者各位、地震予知情報課担当者はじめ多くの方々から、貴重な意見、ご指導を頂きました。これらの方々には心から感謝致します。

参考文献

- 入倉孝次郎 (1995): 1995年兵庫県南部地震による強震動, 月刊地球・号外No.13, 54-62
- 宇津徳治 (1984): 地震学, 第2版, 共立出版, 131-132
- 片尾浩, 安藤雅孝 (1995): 兵庫県南部地震前後の地殻活動, 化学, Vol.66, No.2, 78-85
- 活断層研究会 (1991): 日本の活断層, 東京大学出版会, 272-299
- 平田直 (1995): 1995年兵庫県南部地震の余震活動, 月刊地球・号外No.13, 63-70
- Satoshi Ide, Minoru Takeo (1995): Source Process of the 1995 Kobe Earthquake, Determination of Spatio-Temporal Slip Distribution by Bayesian Modeling
- Sekiguchi et al. (1995): Minute Locating of Fault Planes and Source Process of the 1995 Hyogo-ken Nanbu (Kobe), Japan, Earthquake from the Waveform Inversion of Strong Ground Motion

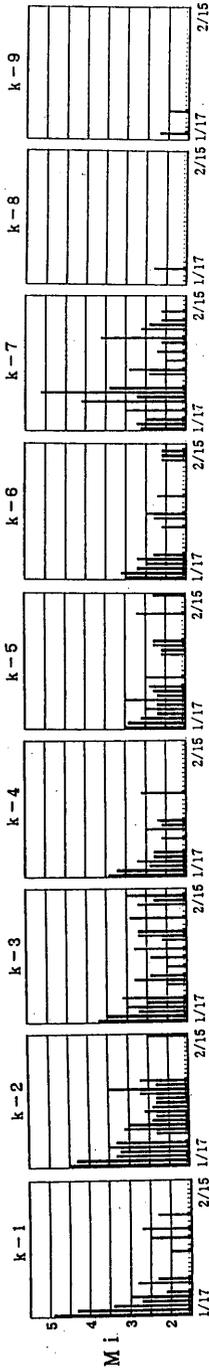


Fig. 8 Time sequence of the daily Mi in the Kobe city region (k-1 through k-9). The period of the data for 30 days from Jan.17 through Feb.15. The box dimension is same in figure 7.

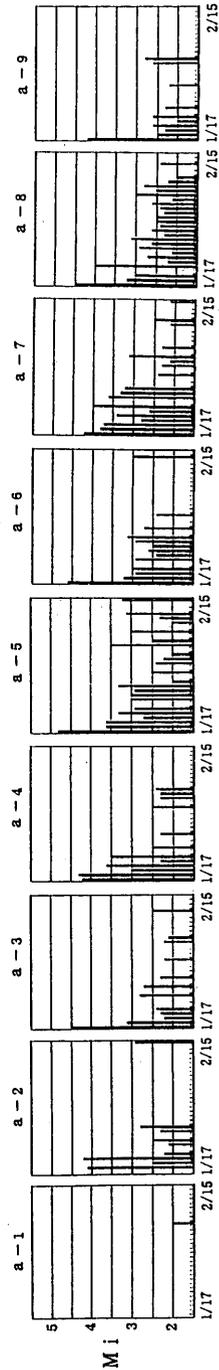


Fig. 9 Time sequence of the daily Mi in the Awajishima region (a-1 through a-9). Others are the same for Figure 8.