

5-10 東海地域の地震クラスターの時空間変化について

Spatial and temporal variation of earthquake clusters in the Tokai area

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

東海地域の地震クラスターの空間分布とその時間変化について解析した結果を報告する。

第1図は、対象域の震源分布 (34.6~35.5°N, 137.2~138.9°E, 深さ 0~60km, 1986年4月1日~2001年10月31日の $M \geq 1.0$, 11,405個) と、ほぼ漏れなく検出される $M \geq 1.5$ について3期間の地震数柱状図を示している。柱状図は2km四方毎の地震数を深さ27km (概ね海・陸プレートの震源分布域の境界) を境に、浅部 (黄色) と深部 (赤紫) に色分けした。1986年4月~1991年5月の柱状図では、浜名湖付近のフィリピン海スラブのクラスター (赤紫) のピークが顕著である。1991年6月~1996年7月では、浜名湖付近のクラスターとともに山梨・静岡県境付近や静岡中西部の陸域、また駿河湾の浅い地震 (黄色) にやや集中的なピークが見られる。1996年8月~2001年10月では、内陸部の浅い活動とともに愛知県東部や浜名湖付近、静岡県中部の活動がみられ、特に従来低活動域であった静岡県中部のスラブ内地震 (赤紫) のピークが目立っている。

このような震源分布から空間的に集中するクラスターを抽出するため、第2図(a)右側に抽出法の概念図を示す。ある地震を中心に距離Rkm以内の地震総数が N_1 個以上のとき初期クラスターとして連結し、さらに連結した各地震からRkm以内の他の地震が N_2 個以上のとき元のクラスターに加えこの操作を順次繰り返す。クラスターの大きさと数は、上記パラメータと震源の精度やデータ数に依存するが、ここでは $R=1.5$ km, $N_1=5$, $N_2=1$ を妥当な値としてクラスターを求め、それ以外の非クラスターと分離した。第2図(a)は両者の震源分布、(b)は $M-t$ 図、(c)は累積曲線を示している。 M_w は個々の地震のエネルギーから換算した積算の M を示し、クラスターの方が非クラスターより1近く大きい。クラスターは空間的にフラクタル性を示し、時間的には M の増大傾向と大きな地震に伴うステップ的な累積曲線の変化が1990年代後半からみられる。一方、非クラスターの分布はプレートの幾何形状を反映し、累積曲線から時間的にも概ね定常であるが、詳しくみると1993年前後と1997年始め頃にトレンドの変化がみられる。

第3図は、第2図のクラスター105個のうち主要な20個 (地震数 N が30個以上、また30個未満でも最大地震のマグニチュード M_1 が4.0以上のもの) について、空間分布と、地震数 N 、震源が占める体積 V 、地震数密度 $\rho (=N/V)$ 、及び M の積算マグニチュード M_w のヒストグラムを示している。体積 V はクラスター域を1辺1kmのボックスに分割して地震を含むボックスの総数から求めたものである。

第4図は、主要なクラスター20個について、各々の最大規模 M_1 の地震の発生時間順に並べて示した $M-t$ 図である。図中の数値は、クラスター番号 (震源分布に対応)、クラスターの中心座標 (EW, NS, 深さ方向)、地震数 n , M_1 , M_w , および ρ を示す。これらのクラスターの主な特徴として以下の点が挙げられる。(1)第4図(a)の浜名湖付近のクラスター (番号2) は、1989年後半~1994年始めまで活発であるが、最近2000年後半から活動が低い。その西側 (愛知県寄り) の別のクラスター (第4図(c)の番号10) が最近活動的である。(2)いくつかのクラスターが数ヶ月~半年くらいの短期間に活発化する傾向がみられる。たとえば、第4図(b), (c)の、8→12→3, 4→16→9→1等。特に、藤枝市付近 (第4図(b)の番号4) の定常的活動域での最大地震の後、川根付近 (番号16) の従来非地震域

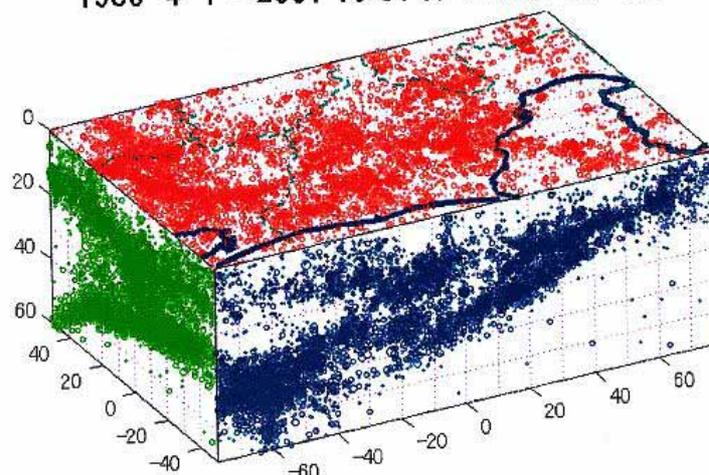
であったプレート境界付近の1996年10月の活動^{1),2),3)},その後の愛知県東部の1997年3月のM1=5.7(対象域・期間で最大の地震)^{4),5)}のように,顕著な広域的・短期的活動がみられる。(3)駿河湾では,北部のクラスター(第4図(b)の番号18)の1995年4月のM1=4.9の後,駿河湾中部(第4図(b)の番号9)で活発化した。(4)最近では,静岡県中部(山梨県境付近,第4図(c)の番号11)の1999年5月のM1=5.0,浜名湖付近(第4図(c)の番号10)の2001年2月のM1=5.0,そして静岡県中部(第4図(c)の番号6)の2001年4月のM1=5.4,2001年6月のM=5.0の活動等,従来比較的低活動域でのクラスターが目立つ。以上,クラスターの時空間分布は,破壊強度の不均一性や応力場の時空間変化を反映していることも考えられ,メカニズムの変化等と合せて検討していく必要がある。

(野口伸一)

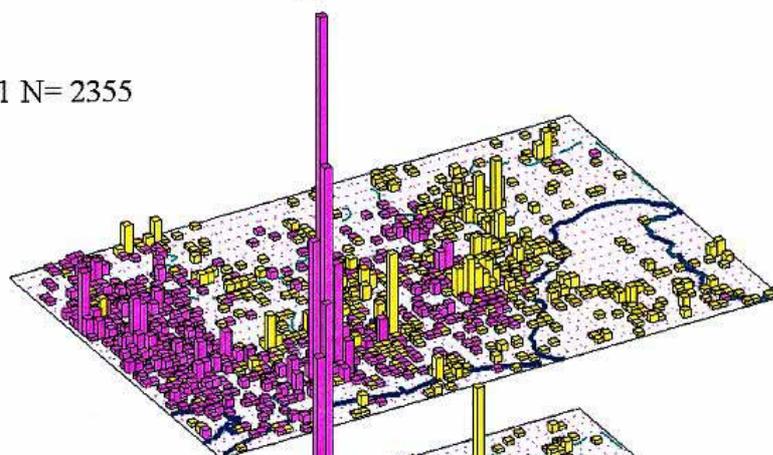
参 考 文 献

- 1) 防災科学技術研究所:1996年10月5日静岡県中部の地震と最近の周辺の地震活動,連絡会報,57(1997),400-414.
- 2) 防災科学技術研究所:1996年10月5日静岡県中部地震が示す固着状況変化の可能性,連絡会報,57(1997),415-420.
- 3) 防災科学技術研究所:東海地域の地震活動(1986年1月~1997年4月),連絡会報,58(1997),327-342.
- 4) 防災科学技術研究所:1997年3月16日愛知県東部の地震,連絡会報,58(1997),449-454.
- 5) 防災科学技術研究所:1997年3月16日愛知県東部の地震の発震機構解について,連絡会報,58(1997),455-460.

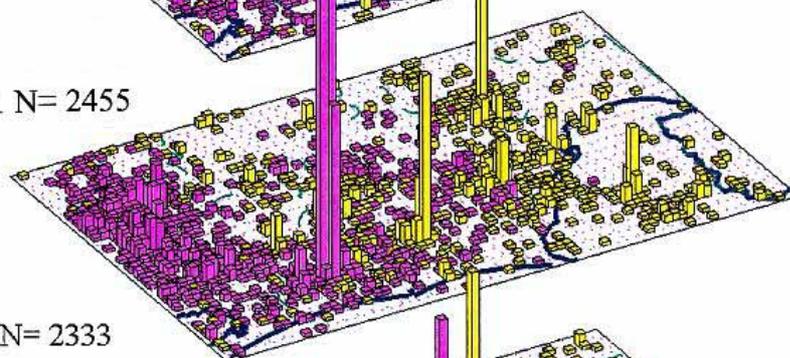
1986 4 1 - 2001 10 31 N=11405 M>=1.0



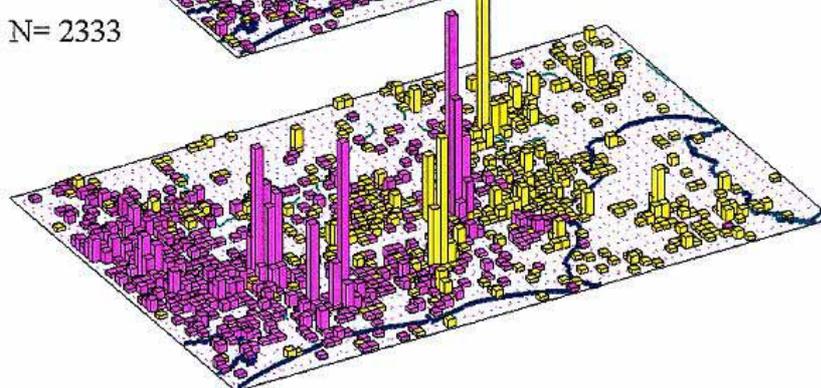
1986 4 1 - 1991 5 31 N= 2355



1991 6 1 - 1996 7 31 N= 2455

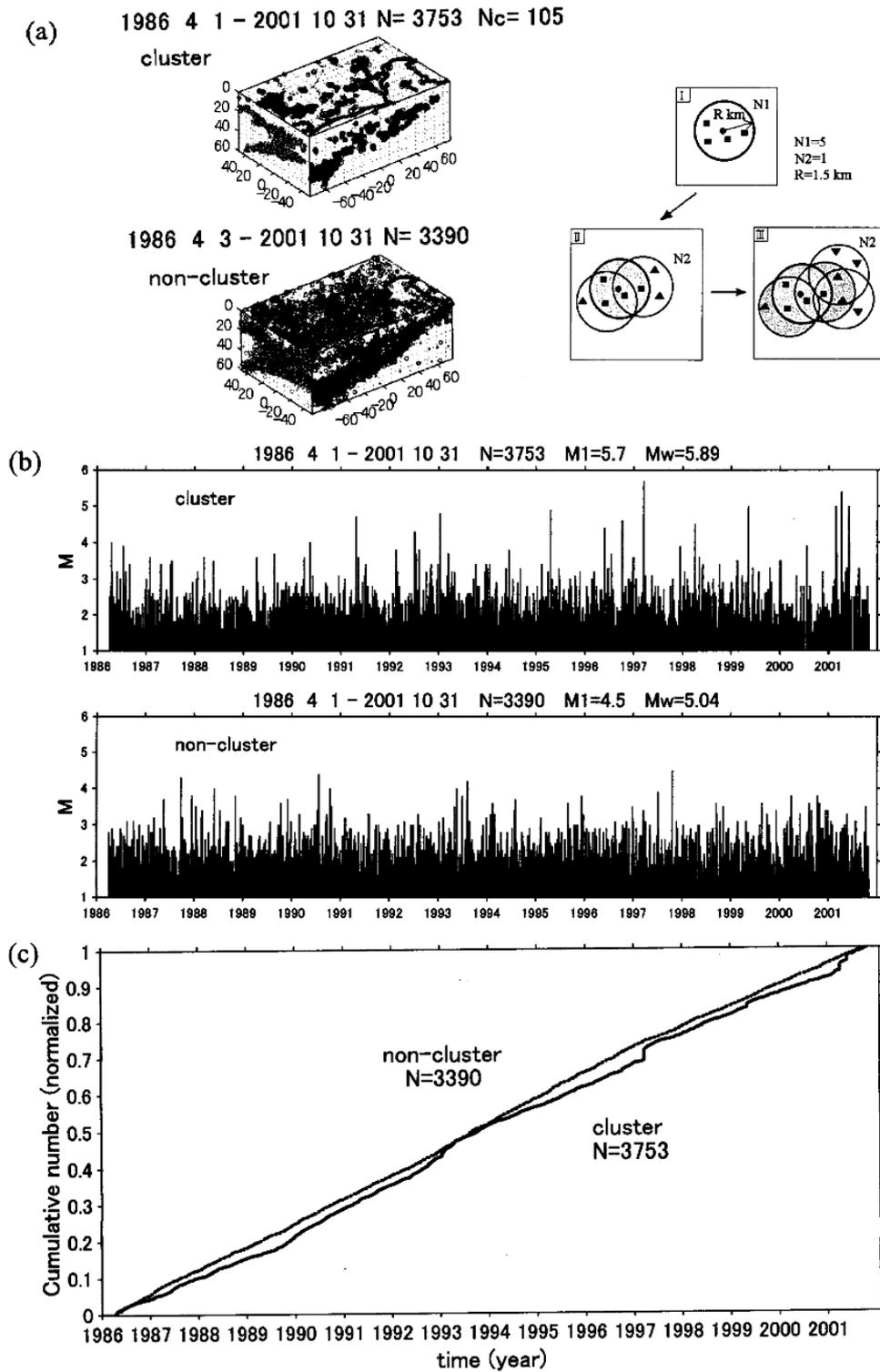


1996 8 1 - 2001 10 31 N= 2333



第1図 対象域の震源分布と、 $M \geq 1.5$ の3期間毎の地震数柱状図（深さ27kmを境に、浅い地震は黄色、深い地震は赤紫で示す）。

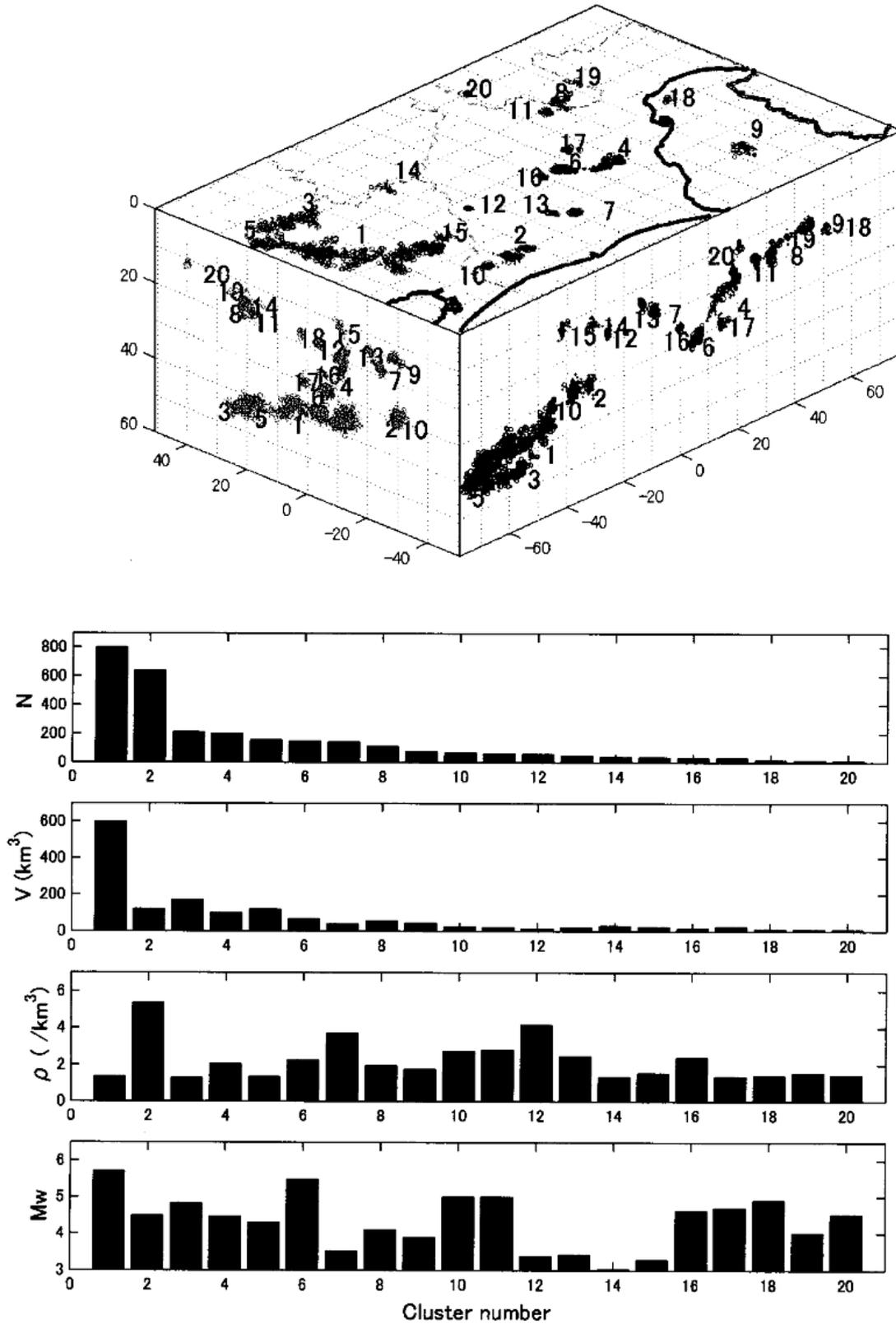
Fig.1 Hypocenter distributions in the Tokai area and the bar plots of earthquakes with $M \geq 1.5$ for the three periods. Yellow and magenta bars show depth ≤ 27 km and depth > 27 km, respectively.



第2図 対象域のクラスターと非クラスターの震源分布(a), M-t 図(b) 及び累積曲線(c)。リンク法によるクラスター抽出のアルゴリズムを(a)の右側に示す。Mw は $M \geq 1.5$ の地震の総エネルギーから換算したマグニチュード。

Fig.2 Hypocenter distributions of cluster and non-cluster earthquakes (a), their M-t relations (b) and the cumulative number of earthquakes (c), respectively. A schematic diagram illustrating the link method used to derive the clusters is also shown in (a). Mw is the total magnitude calculated from the sum of energy of individual event.

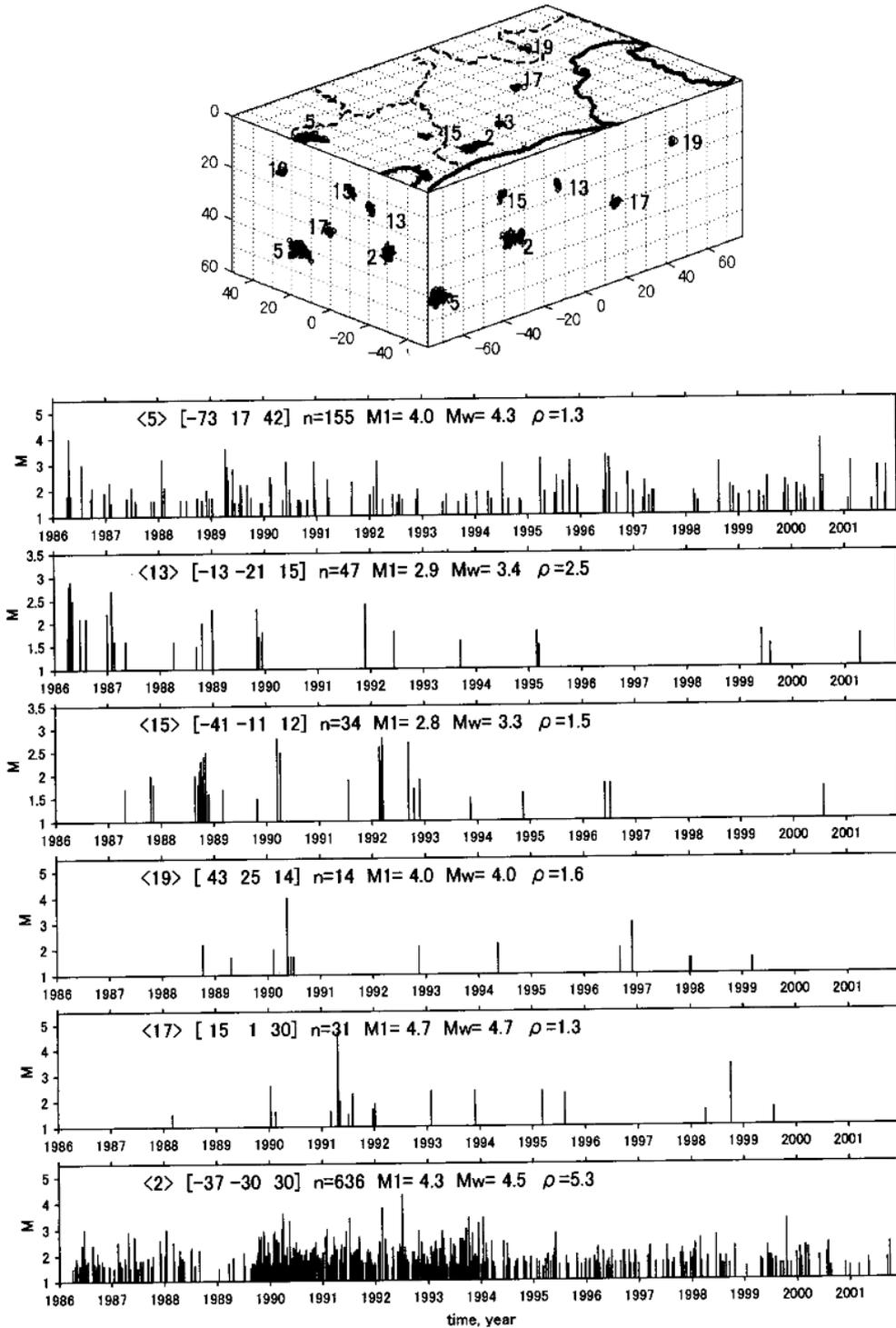
1986 4 1 - 2001 10 31 Nc=20 Ne=2874



第3図 主要なクラスター20個の空間分布と、地震数N、クラスターの体積V (1km³のボックスで分割した時の地震が占める体積)、地震数密度 ρ ($=N/V$)、及びMwのヒストグラム。

Fig.3 Spatial distributions of 20 sets of clusters and the histograms of number of earthquakes N, the earthquake volume V (total volume of 1 km cubic boxes occupied by hypocenters), the earthquake density ρ ($=N/V$), and Mw, respectively.

(a) 1986 4 1 - 2001 10 31 Nc=6 Ne=917

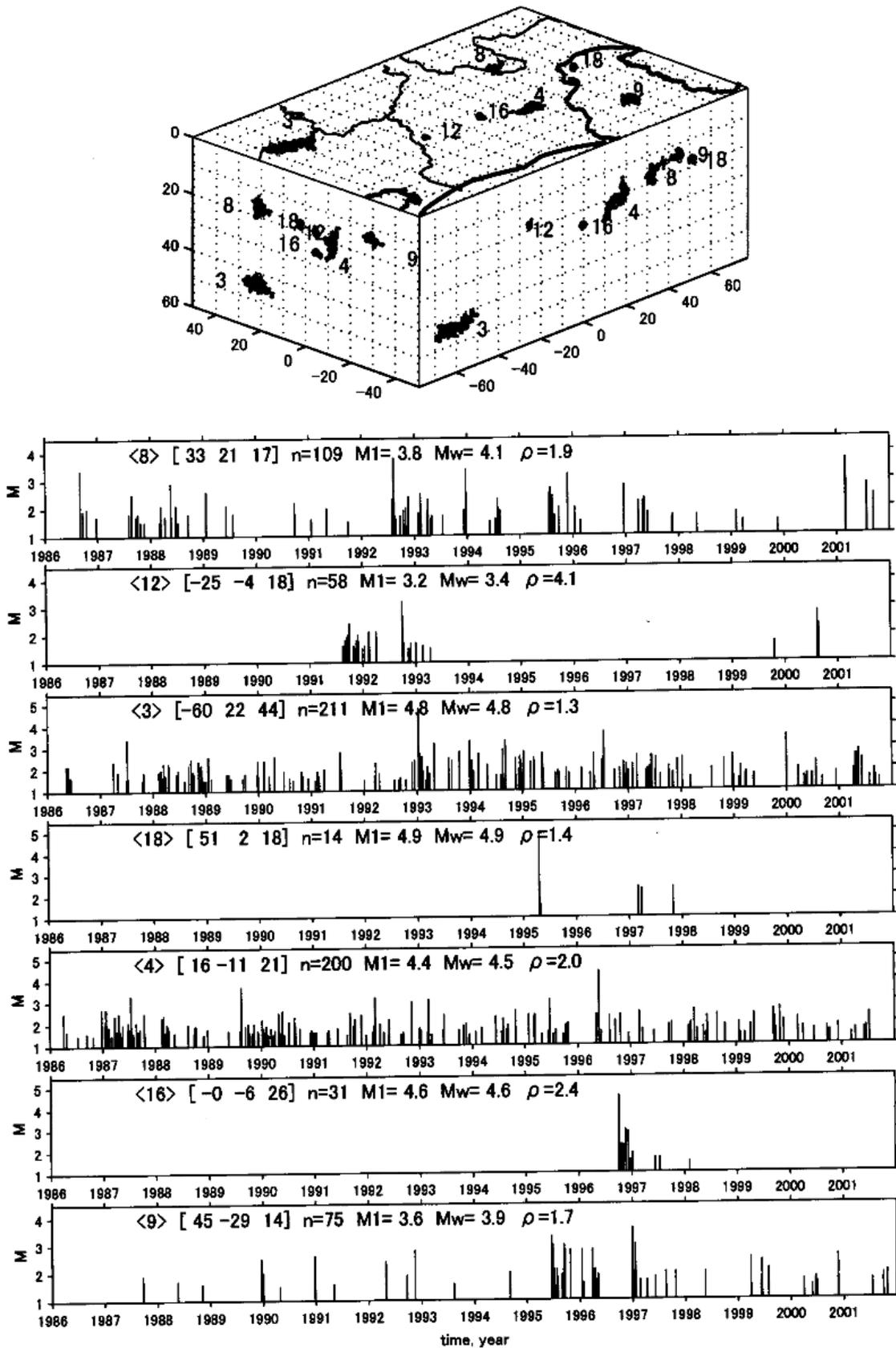


第4図(a) 主要なクラスター20個(第3図)について、それぞれの最大地震の発生順に並べたM-t図。図中の数値は、クラスター番号(震源分布に対応)、クラスター中心座標(EW, NS, 深さ方向; 単位 km)、地震数 n、最大地震 M1、積算マグニチュード Mw、および地震数密度 ρ ($=n/V$)。

Fig.4(a) M-t distributions of 20 sets of clusters, arranged in time series of the occurrence of the maximum earthquake in each cluster. The numerals in each box show the cluster number, the coordinates of the cluster (EW, NS and depth in km), the number of events n, the maximum magnitude M1 and the cumulative magnitude Mw.

(b)

1986 4 1 - 2001 10 31 $N_c=7$ $N_e=698$

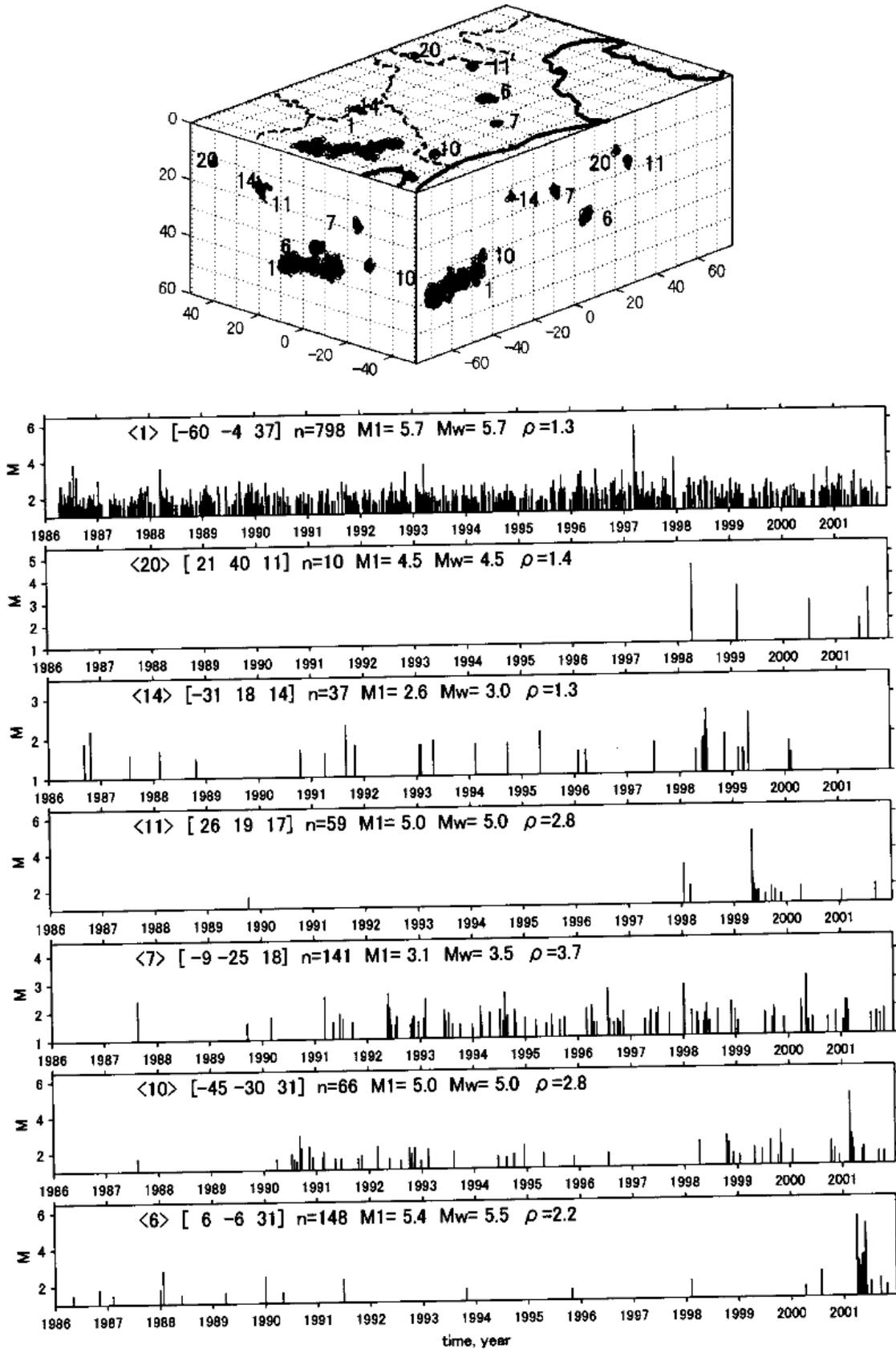


第4図(b) (続き)

Fig.4(b) (Continued)

(c)

1986 4 1 - 2001 10 31 Nc=7 Ne=1259



第4図(c) (続き)

Fig.4(c) (Continued)