

6-2 近畿地方中部の地震活動

Seismic Activity in the Middle Part of Kinki District, Southwestern Japan

京都大学防災研究所

地震予知研究センター

Research Center for Earthquake Prediction
Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto University

I. はじめに

近畿地方北部の地震活動はここ数十年間、非常に静穏であるが、過去にはこの地域には数多くの被害地震が発生したことはよく知られている。このような大地震の前兆的現象をとらえるため密な微小地震観測網を設置し、顕著な活断層に関係した地震活動の推移を細かく調べている。また、このような活断層との関連のほか、詳細な震源分布、メカニズム解、これに関連する測地測量の結果、地震波形の変化など様々な資料を総合して地震活動様式の地域による相違を調べた。

II. 地震活動と活断層

第1図は30km以浅の微小地震の震央分布と主要な活断層との関係を示したものである。実線は松田(1990)による最大期待地震のマグニチュードが7.5以上の顕著な活断層である。これらの活断層は地震活動との関連によって、3つのケースに大別される。すなわち、柳ヶ瀬断層帯、有馬-高槻断層帯のように、地震活動の境界をなすもの、また、琵琶湖西岸断層帯、花折断層帯、六甲断層帯、鈴鹿東麓断層帯等に見られるように活発な地震活動を伴うもの、さらに、敦賀-饗庭野断層群、鈴鹿西麓断層帯のように、ほとんど地震活動を伴わないものに分類することができる。これらは、断層の成因、現在における tectonic stress の作用の仕方の相違などによるものと考えられ、このような活断層の分類は将来の地震活動を予測するための資料として役立つものと考えられる。

第2図は近畿地方中部について震源分布を拡大したものである。深さ分布にみられるように、いわゆる6km/s層の地震活動が顕著であり、その活動域は全体として東下がりの分布がみられる。特に、琵琶湖周辺ではその傾向が著しい。したがって、第3図に示すように丹波および琵琶湖の2つの地域に区分して地震活動の特徴をみることにする。近畿地方中部においては、さらに、これらの顕著な地震活動の下部に西-北西方向に沈み込むフィリピン海プレートに沿う深さ30~100kmの地震および太平洋プレートに沿う深さおよそ350km前後の地震活動がある。

III. 地震活動の時間的推移

第4図はここ15年間の地震活動に関する時系列を示したもので、地震の発生数、linear dimension (潜在的断層の長さ)、エネルギーをそれぞれ積算したものである。M4.5以上のやや目立つeventは矢印で示した。地震の発生数およびlinear dimensionはこれらのeventにほとんど影響されずに、ほぼ直線的に推移して、全体として地震活動は定常的であることが分かる。第5図は第1

図の範囲で求めた規模別頻度分布である。M1.5以上で非常によい直線性を示し、 b -value, 0.91はこの地域の定常的な値と見ることができる。しかし、年ごとに b -valueを求め、その時間的な変化をみると(第6図, 上図), 3~5年周期で変化しながら全体として減少する傾向にある。これは、この地域に作用する tectonic stress の増加傾向を示すものとして注目される。また、地域的にみると、丹波・琵琶湖の双方で b -valueの時間的な変化が相補的であり、目立ったeventは地域毎の平均値を下回ったときに発生していることがわかる(第6図, 中・下図)。

IV. 発震機構

西南日本の地殻内地震の殆どは、ほぼ東西方向の主圧力で発生していることが知られている。近畿地方中部についても同様で、 P 軸および T 軸は全体として、それぞれ東西および南北方向に分布している(第7図)。なお、丹波地域の密集した活動を取り囲むように P 軸が向きを変えているように見えるが、これらはネットワークの周辺部にあたるので再確認が必要である。第8図は琵琶湖周辺について拡大した P 軸分布である。ほぼ東西方向の分布を示す丹波地域に対して、ここでは西北西-東南東方向のものが目立っている。これはフィリピン海プレートの沈み込みの影響によるものであるとする考え方もあるが、東西方向からのこのわずかな振れは、その原因はともかくとして、結果的に P 軸が琵琶湖西岸の断層群に直交することになり、この地域では断層に沿った滑りを難しくしていると考えられる。

第9図は過去100年間の地殻水平歪から得られた P および T 軸の分布図である(建設省国土地理院, 1987)。これと第7図を比較すると、ネットワークの内部では細部にわたってよく一致することが分かる。この事実から、第7図は近畿地方北部の定常的な tectonic field を現わしていると言うことができる。

第10図はそれぞれの地域について P 軸の時間的な変化を示している。下段の P -axis (CD)は水平歪から求めたものである。両地域とも時間的に大きな変化は認められない。

V. 議 論

淀川の北西部にあたる丹波地域の活発な地震活動は、すでに前田・渡辺(1984)によって詳しく調べられている。第11図はこの地域の地震活動の詳細な3次元分布から求めた地震の連なり(trend)を示している。また、第12図はその模式的な南北方向の断面図である。南部での南下がり、北部での北下がりの分布は、前述のメカニズム解などから予想されるような現在の tectonic field を直接反映したものではなく、過去に形成された「弱線」を示すものであると考えられている。しかし、これらの trend の長さは平均して数kmであり、そこに期待される最大地震のマグニチュードは5程度である。また、この活動に接する有馬-高槻断層帯に関する地殻活動は現在、非常に低調であり、過去にも大地震を起こした形跡はない。

一方、琵琶湖西岸断層帯(堅田断層, 比良断層など)に沿った震源分布は断層の走行, 傾きなどと調和しており、現在の tectonic field を反映したものであると言うことができる。前述のように、この地域では断層に直交する P 軸によって strain hardening が起こり, stress が集中している可能性がある。高周波地震がこの地域に多く発生すること(第13図, 第14図), 特殊な余震分布を示すこと

(渡辺, 1986), 等はこの推論を支持する事実である。この琵琶湖西岸と同様な状況にあるのは, 京都西山断層群であるが, ここではとりあげない。

琵琶湖西岸地域でP軸が東西から僅かに振れていることはすでに述べた通りであるが, これは断層面での slip が「弱線」に沿って起こる, いわゆる preferred orientation によるものではないことは, 断層の走行と主圧力軸との角度から明かである。この振れの原因の1つとして, 地殻下の地震を起しているフィリピン海プレートの北西方向の subduction が考えられるが, このプレートの leading edge が琵琶湖下部まで到達していないこと, 従って, 地殻下地震が観測されていないことから (Watanabe and Maeda, 1990), 現在のところ, 直接確かめる資料は得られていない。

VI. おわりに

近畿地方北部の地震活動のうち, 特に, 丹波地域と琵琶湖西岸地域をとりあげ, その地域の特徴を見てきた。しかし, この地域にはM7クラスが期待される活断層は他にも数多く存在し, 解明しなければならない問題も多く残されている。このうち, 特徴的な地震活動をともなっている京都西山断層, 六甲断層などに関する地震テクトニクスの研究は興味あるものであり, 次の課題にしたい。

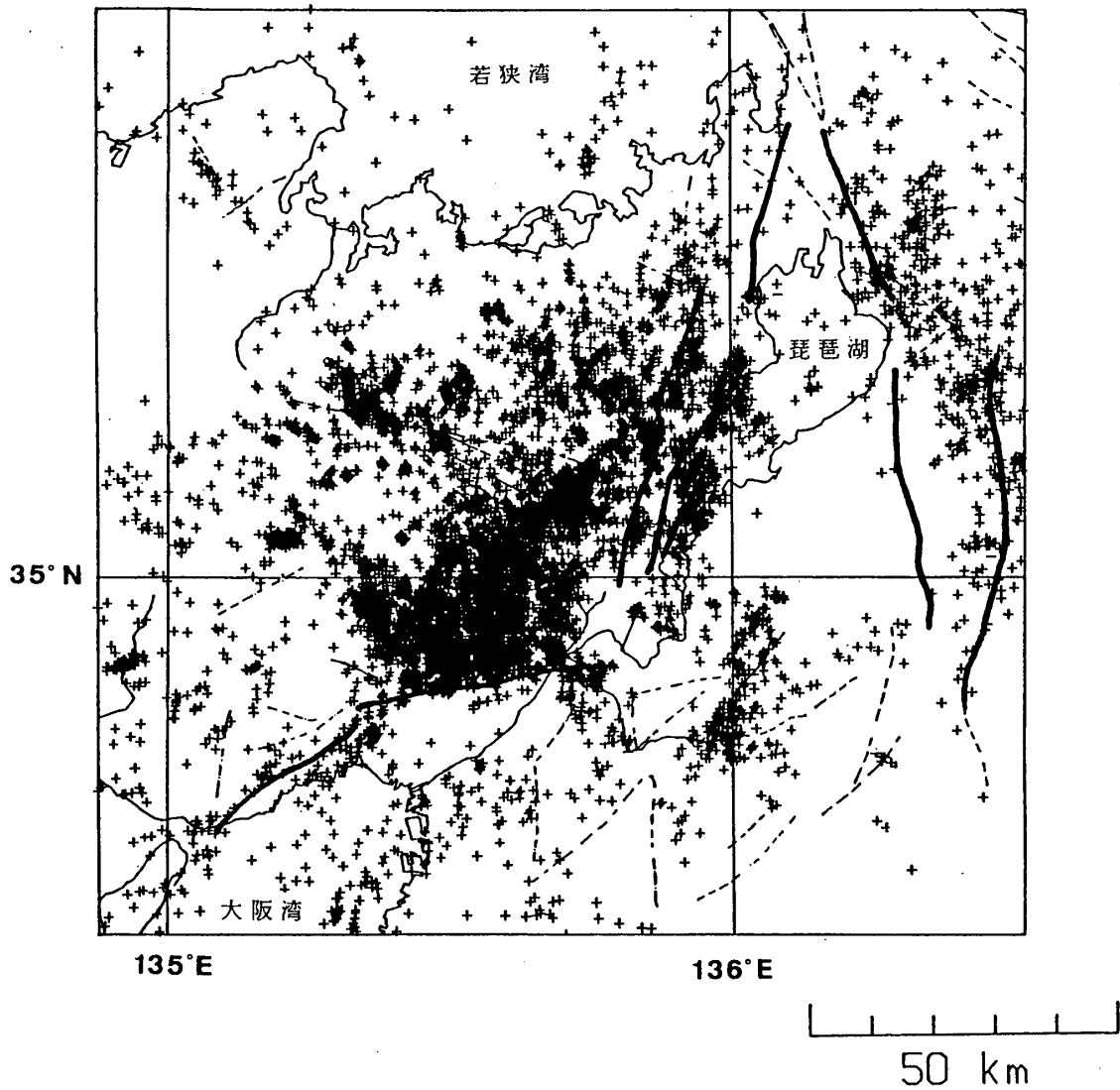
(渡辺 晃)

参 考 文 献

- 1) 建設省国土地理院: 1987, 日本の地殻水平歪, 1985年—1883年
- 2) 前田直樹・渡辺 晃: 1984, 微小地震の活動様式, 地震Ⅱ, 37, 579—598.
- 3) 松田時彦: 1990, 最大地震規模による日本列島の地震分帯図, 地震研彙報, 63, 289—319.
- 4) 渡辺 晃: 1986, 花折断層に関連した地震活動, 地震予知シンポジウム (1987), 115—122.
- 5) Watanabe, H. and N. Maeda: 1990, Seismic activity of subcrustal earthquakes and associated tectonic properties in the southeastern part of the Kinki district, southwestern Japan, J. Phys. Earth, 38, 325—345.

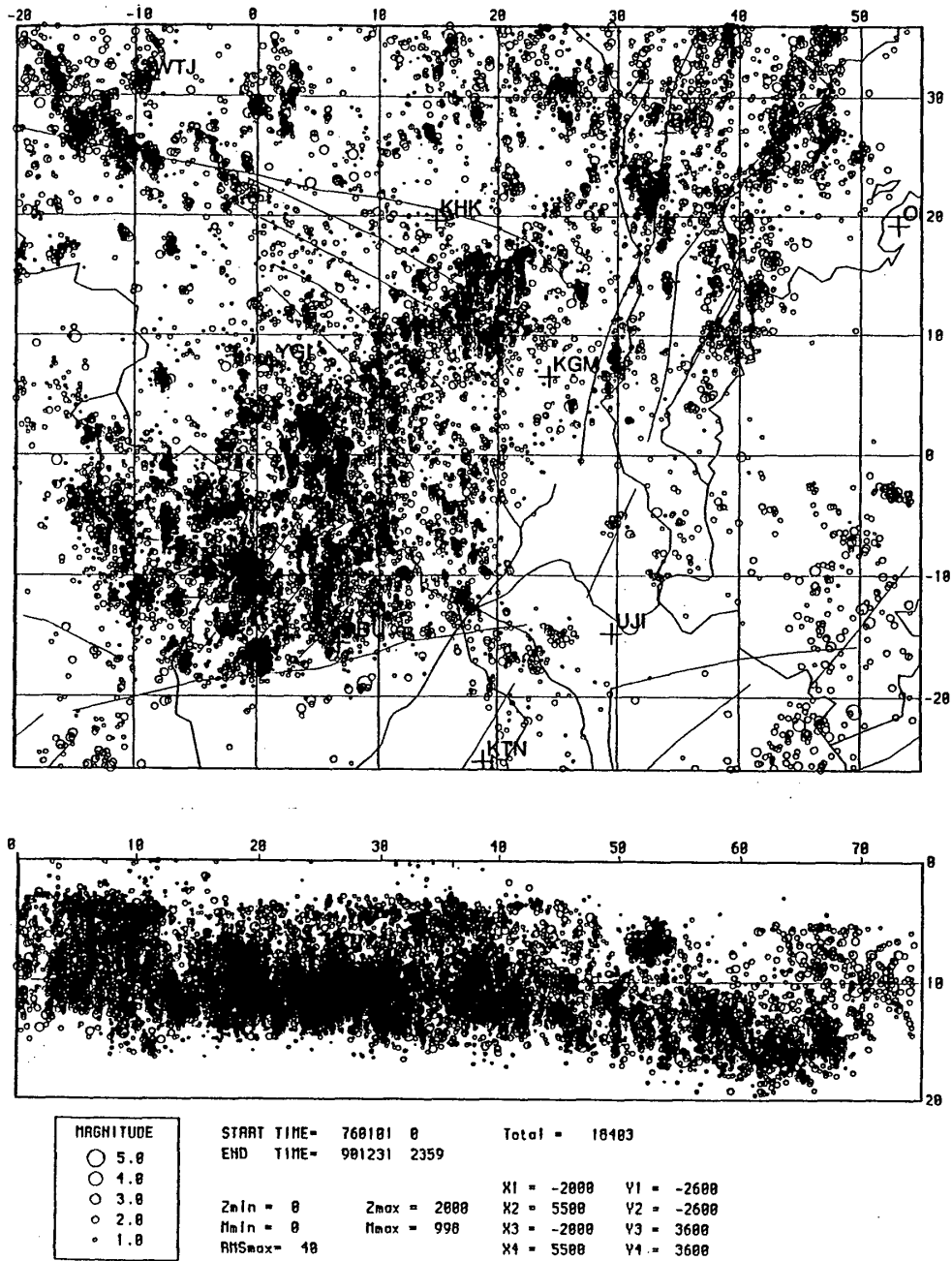
76-87 $Z < 30$ KM

N= 11893



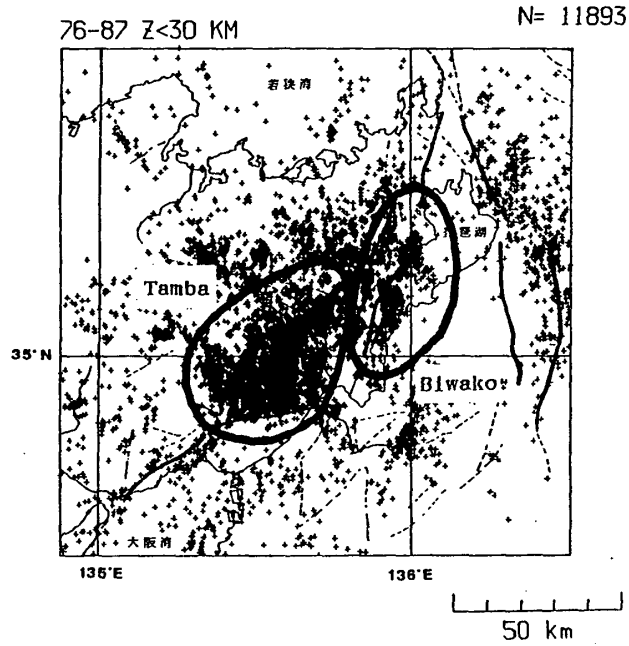
第1図 近畿地方中・北部の微小地震の震央分布 (1976~1987)。太い実線はM7.5以上の地震が期待される活断層 (松田, 1990) を示す。

Fig. 1 Distribution of microearthquakes (1976-1987). Thick lines denote the seismogenic active faults ($M_{max} > 7.5$, after Matsuda, 1990).



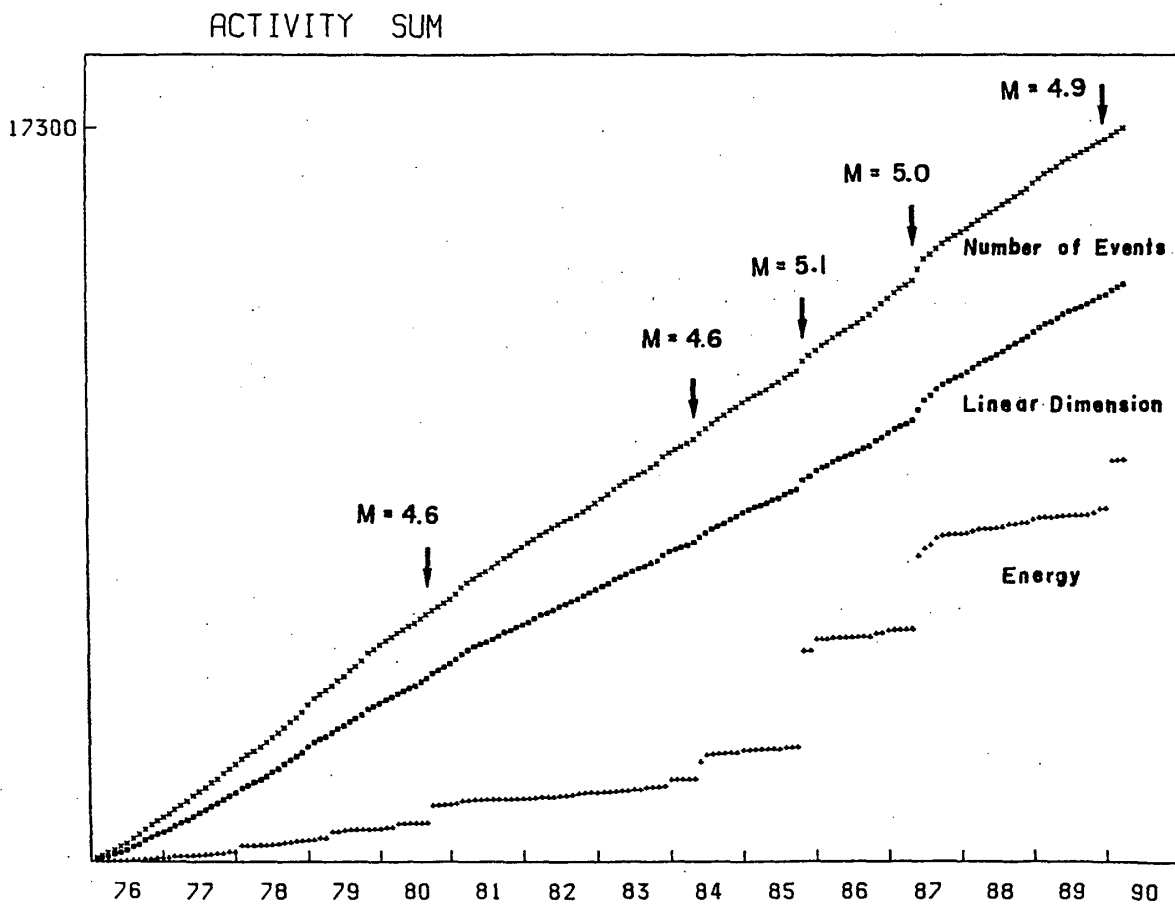
第2図 近畿地方北部の微小地震の震央分布および東西方向の深さ分布。6 km/s 層の活動が顕著であり、全体として東下がりの分布がみられる。

Fig. 2 Epicenter distribution of microearthquakes in the middle part of Kinki District and its depth distribution plotted on a vertical plane in the E-W direction.



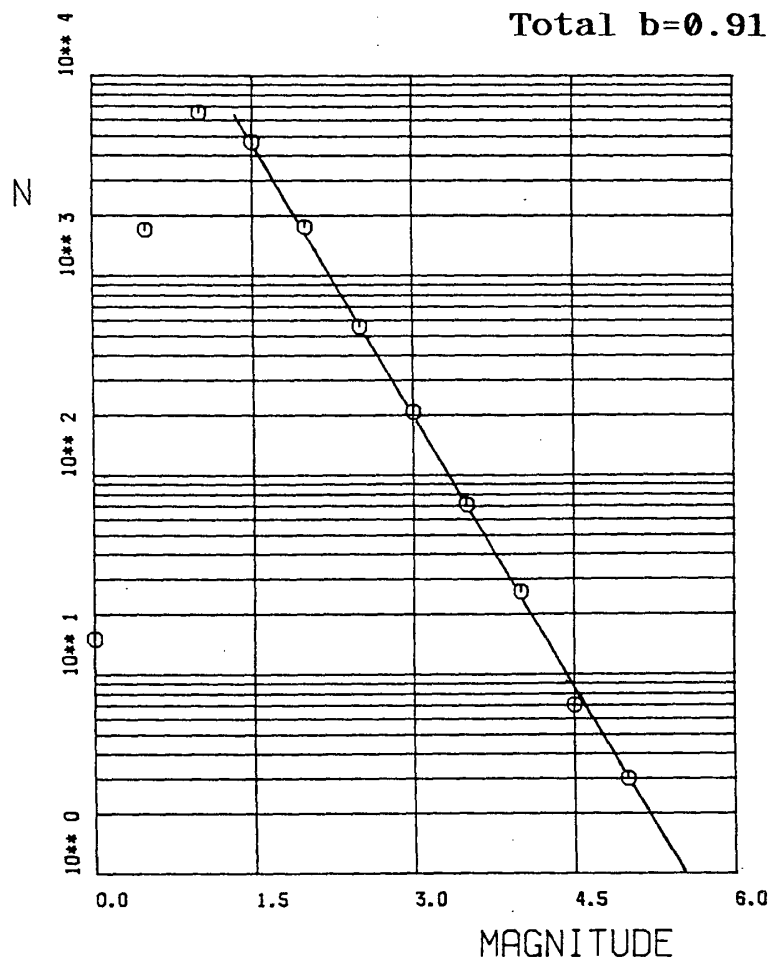
第3図 地震活動の区分。丹波（Tamba）および琵琶湖（Biwako）地域に分けて比較する。

Fig. 3 Seismic regions, Tamba and Biwako.



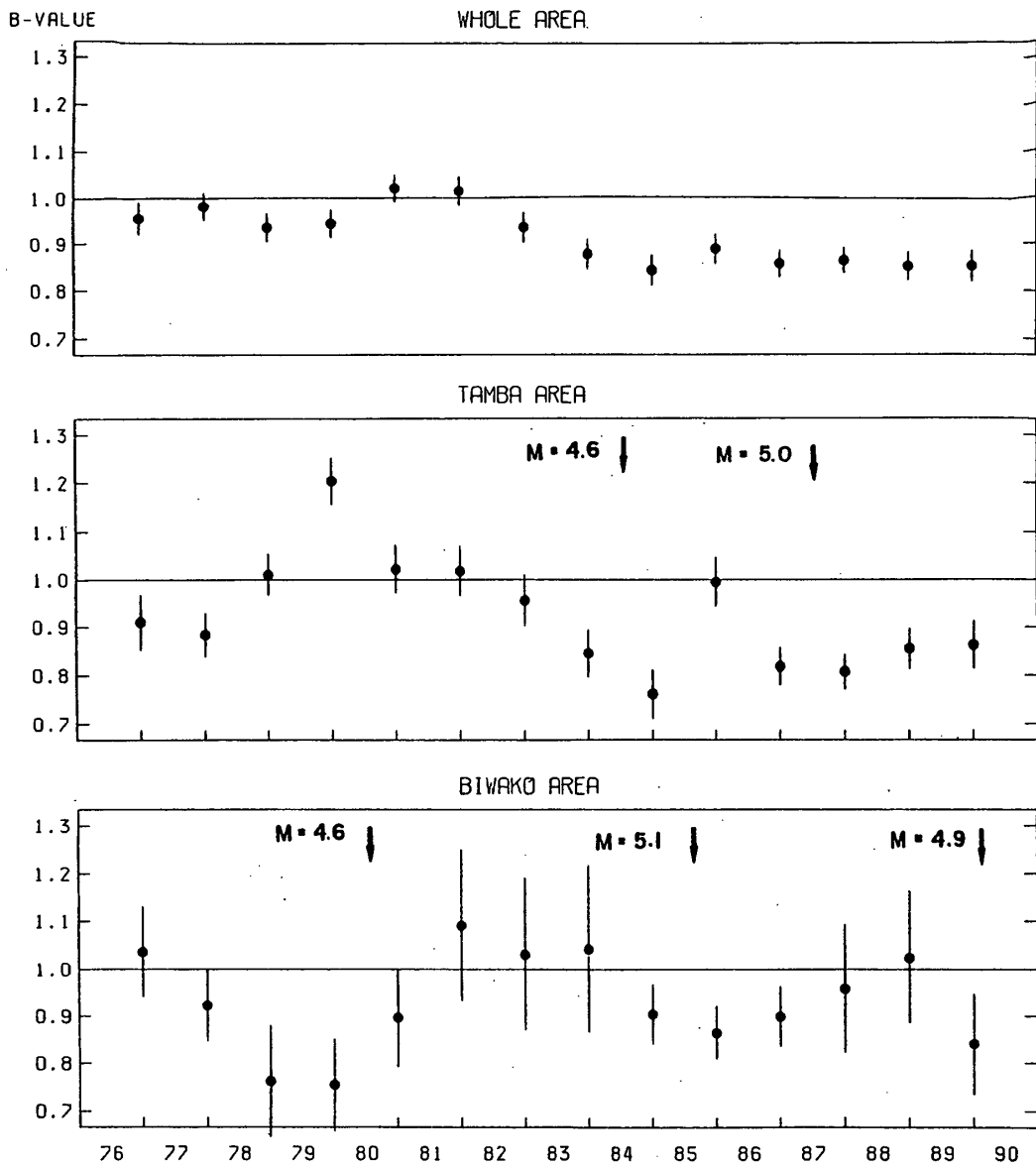
第4図 地震活動の時間的推移。地震活動はほぼ定常的に推移していることがわかる。

Fig. 4 Temporal variations of cumulative number of events, cumulative linear dimension and cumulative energy, calculated from the earthquakes occurring in the area shown in Fig. 1.



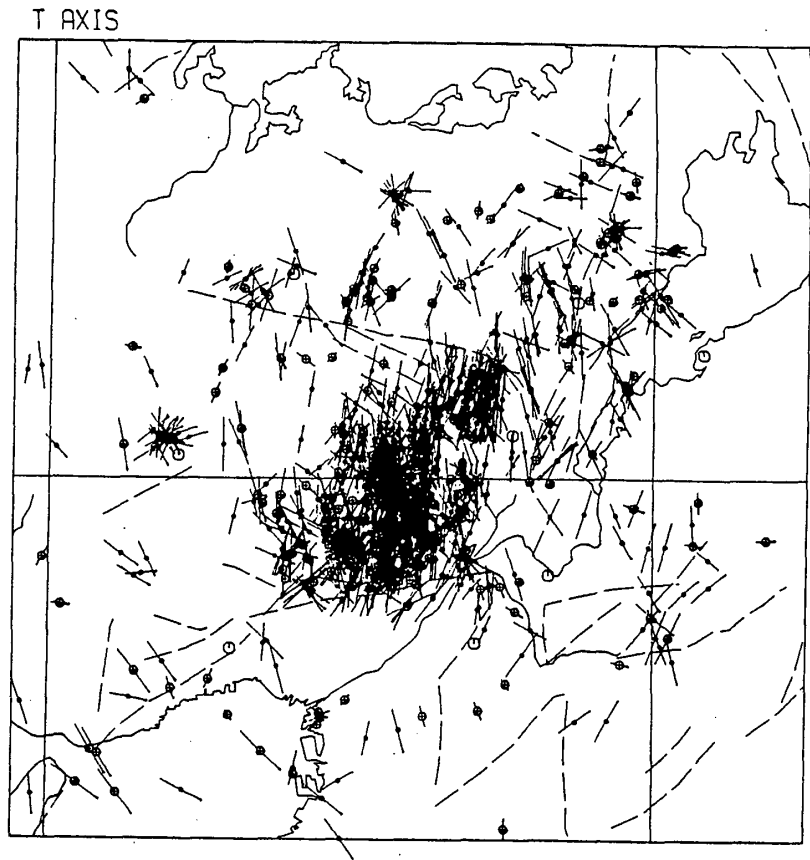
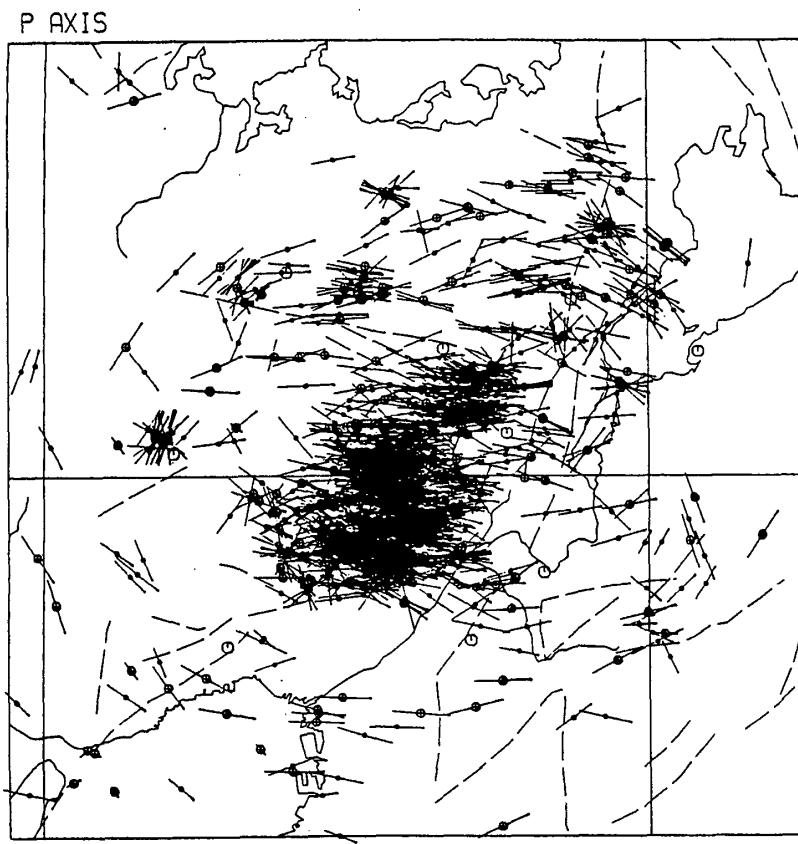
第 5 図 地震の規模別頻度分布 (第 1 図の範囲)。

Fig. 5 Frequency distribution of magnitude of earthquakes occurring in the area shown in Fig. 1.



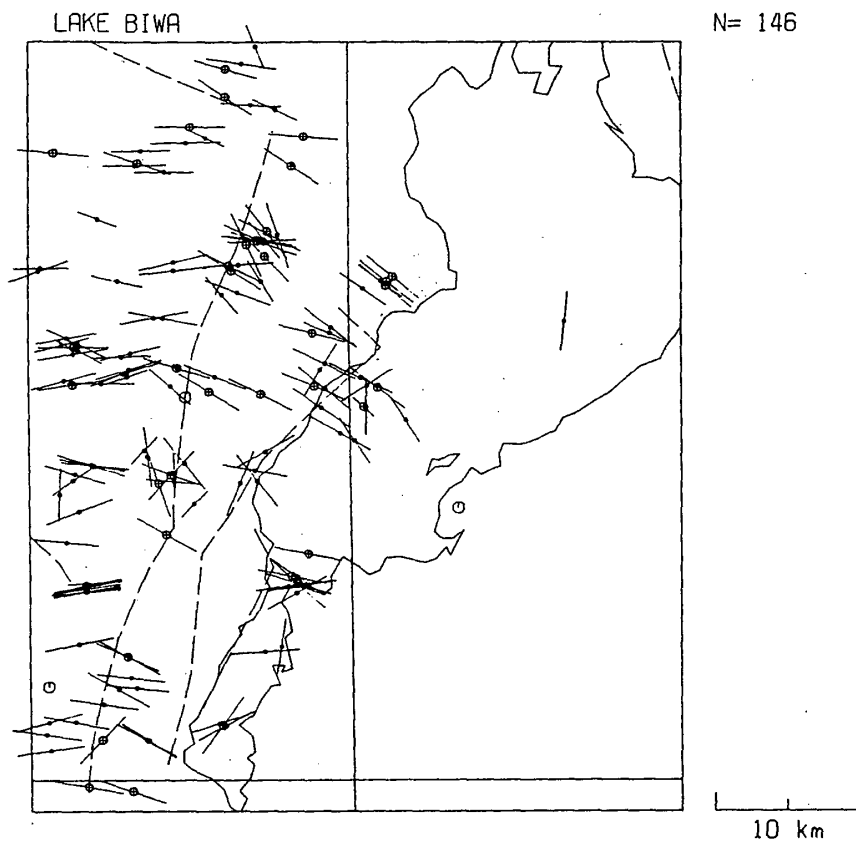
第 6 図 b 値の時間的变化。縦棒は95%の信頼限界を示す。

Fig. 6 Temporal changes of b-value. Bars denote the 95% confidence limit.



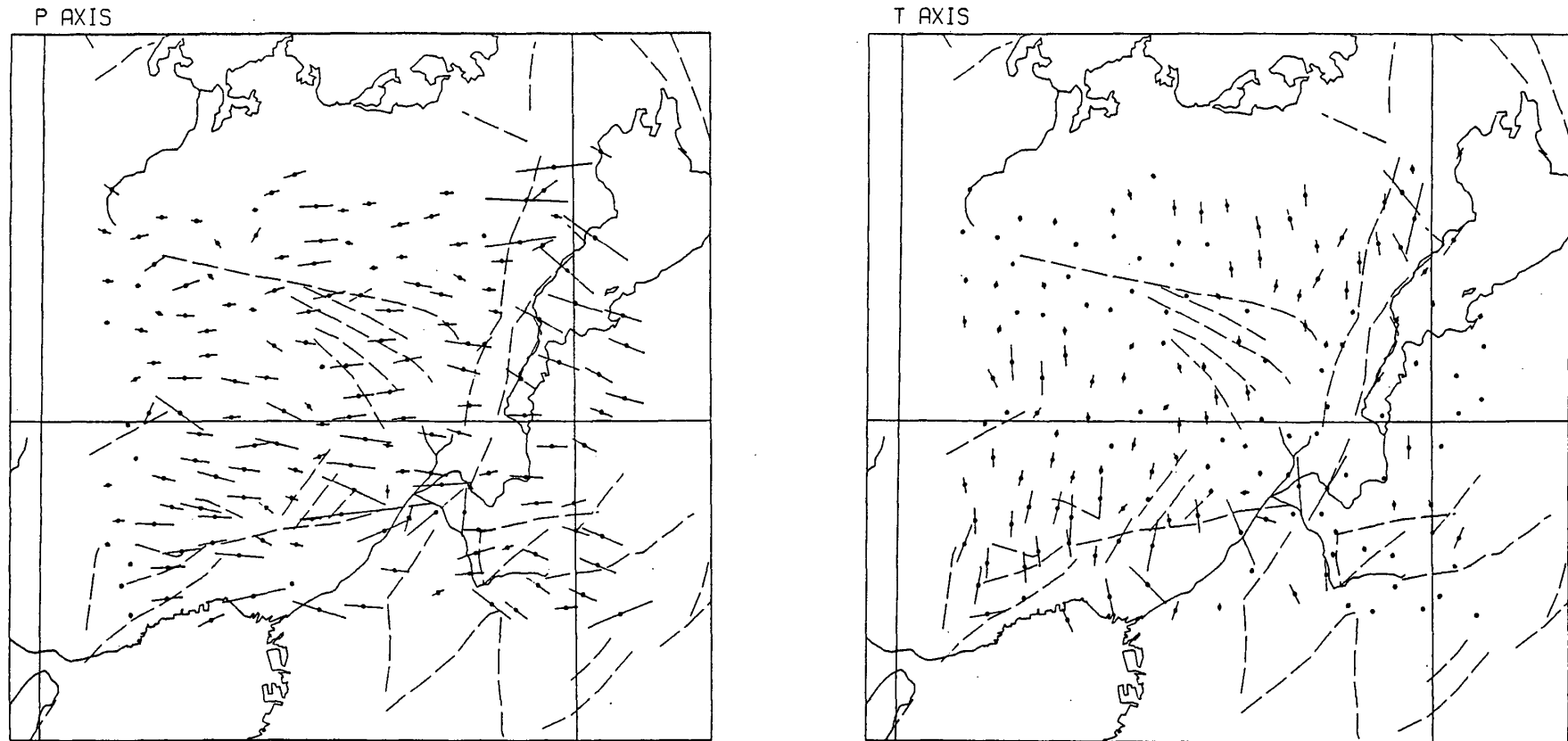
第7図 P軸およびT軸の分布。

Fig. 7 Distributions of P axes (left panel) and T axes (right).



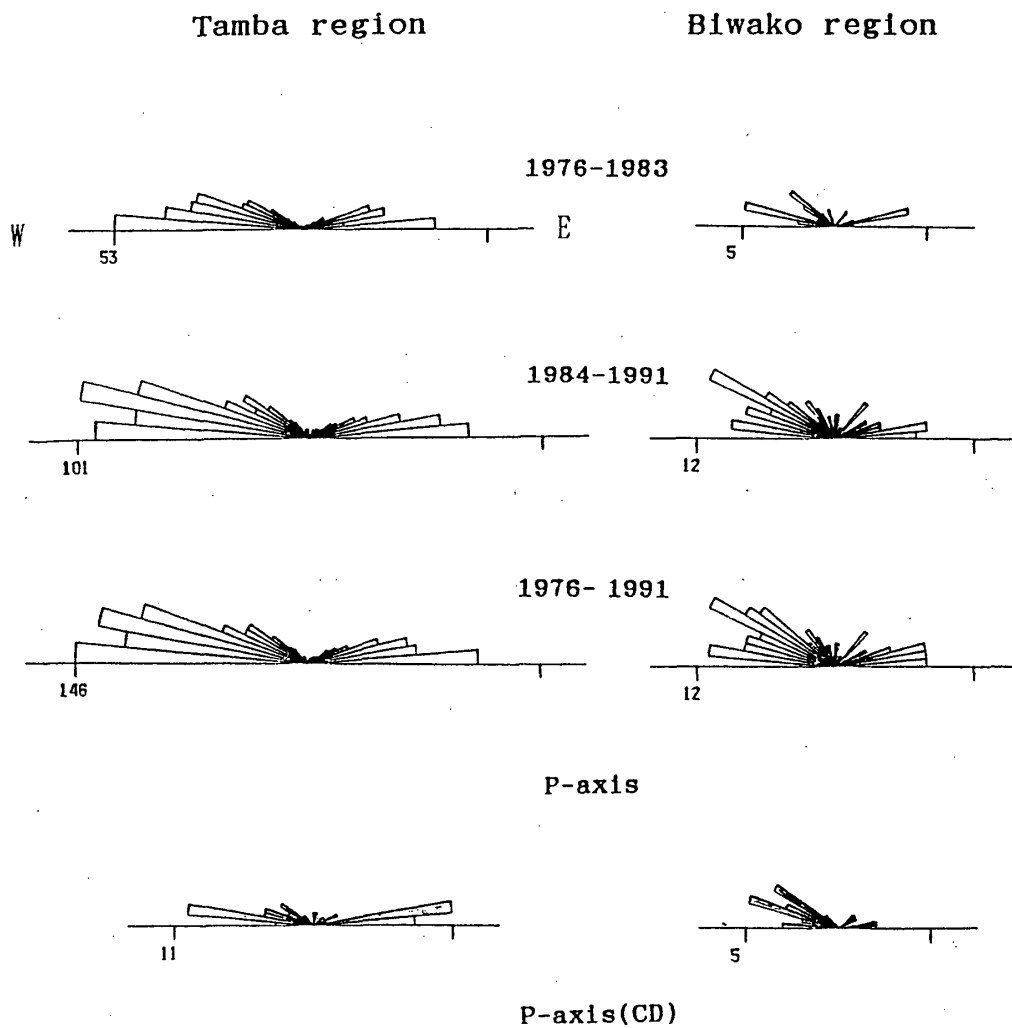
第 8 図 琵琶湖周辺の P 軸分布。

Fig. 8 Distribution of P axes for the Biwako area.



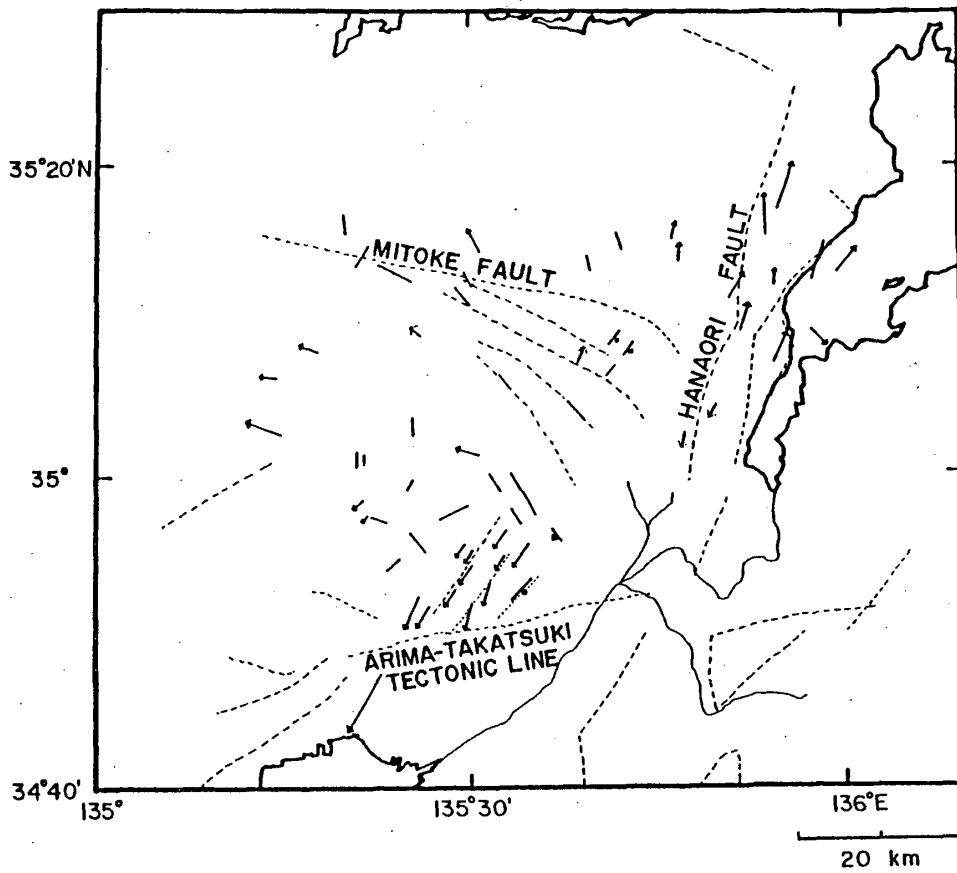
第9図 水平歪から求めたP軸およびT軸の分布。第7図の分布と細部にわたってよく一致する。

Fig. 9 Distributions of P axes (left panel) and T axis (right) deduced from the horizontal strain measured during the past 100 years. (after Geographical Survey Institute, 1987)



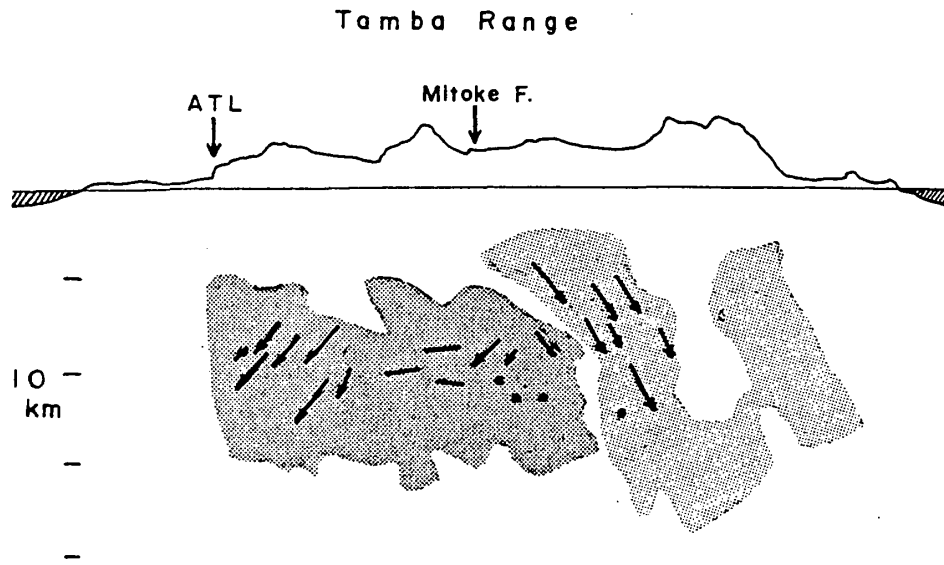
第10図 P軸の時間的变化。P-axes (CD) は水平歪から求めたもの。両地域とも時間的に大きな変化は認められない。

Fig. 10 Temporal change of directions of P-axes. There cannot be seen any remarkable variations.



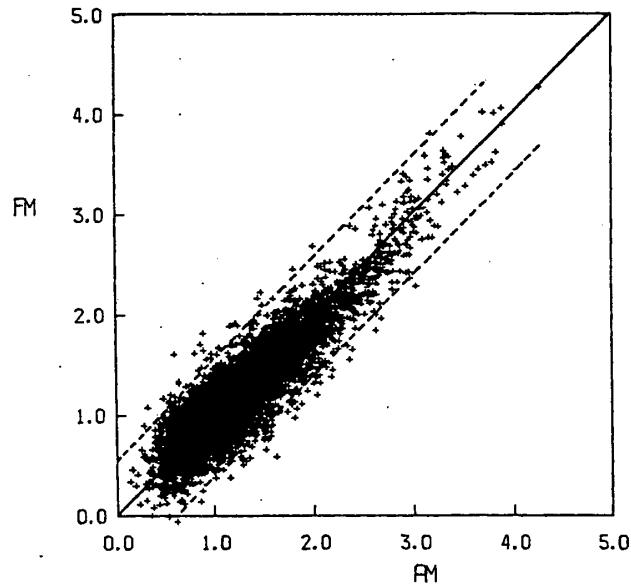
第11図 地震のクラスターの分布。矢印はその dip の方向を示す。

Fig. 11 Distribution of clusters of earthquakes. Arrows show their dip directions. (after Maeda and Watanabe, 1984)



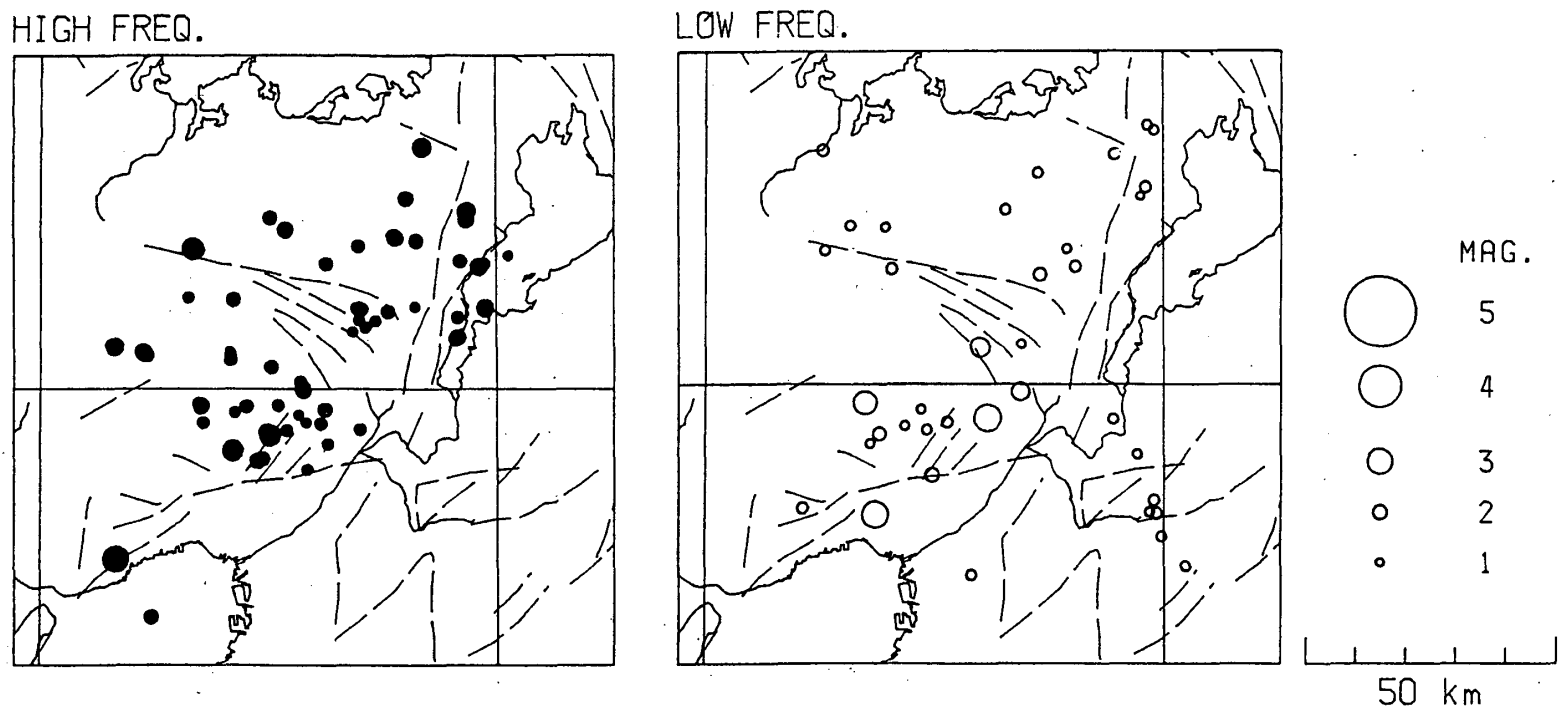
第12図 NNE-SSW 方向の垂直断面に投影したクラスターの分布。陰は地震活動の顕著な部分を示す。

Fig. 12 Schematic representation of the clusters plotted on a vertical plane in the direction of NNE-SSW. Shaded areas denote the active zones. (after Watanabe, 1986)



第13図 最大振幅および振動継続時間から求めたマグニチュード (AMおよびFM) の比較。鎖線の範囲から上下にはずれた地震はそれぞれ低周波および高周波地震を表すものとする。

Fig. 13 Comparison of magnitudes determined from the maximum amplitude (AM) and duration time of oscillation (FM). High and low frequency earthquakes are characterized by $\Delta M (= FM - AM)$ less than -0.5 and larger than 0.5 , respectively.



第14図 高周波（左図）および低周波地震（右図）の震央分布。琵琶湖西南部の活構造に沿って高周波地震が多発しているのが目立つ。

Fig. 14 Distributions of high frequency (left panel) and low frequency (right) earthquakes. It is noteworthy that high frequency earthquakes are clustering along the tectonic lines on the southwest side of the Lake Biwa.