

3 - 13 1984年長野県西部地震について

The Western Nagano Pref. Earthquake, 1984

名古屋大学 理学部

School of Science, Nagoya University

1976年以來長野県王滝村を中心として活発であった群発地震の中央部に1984年9月14日8時48分、M6.8の極浅発地震が発生、 $4 \times 10^7 \text{ m}^3$ 以上もの山腹崩壊（栗林栄一他，自然災害中部地区シンポジウム，1984）を誘発して王滝村に多大の被害をもたらした。ルーチン観測の結果は震源時8時48分49.51秒，東径137.5572度，北緯35.8218度，深さ3.8 km，F-Pによるマグニチュードは6.8であった。震央の北西3 kmには中部地方の地殻構造調査のための人工地震の爆破点（A 5，1981年）がある。これを利用すると震央は東径137.5410度，北緯35.8212（暫定値）となって西へ1.8 kmずれるが以下の報告では前後の地震活動との整合性を考慮してルーチン観測の結果を採用した。

1) 余震活動

余震の震央をきめる観測点のうち最も重要な点は本震より北19 kmの高根，南22 kmの付知および西37 kmの馬瀬である。しかし，今回の地震活動は極めて浅く，観測点の分布から考えると，震源の深さ精度を左右するのはP波ではなくS波の読み取り誤差である。

第1図はM 2以上の余震，10月末日までの分布を示したものである。図の中央DD'の中にある大きな白丸は本震であって本震極近傍の余震活動は極めて低いことを示している。深さの精度には問題があるが，およその傾向を見るために，図中の最大の枠内の地震については南から，その他の小枠については西側から見た震源の深さ分布を第2図に示した。断面AA'を見ると震源は西側に深くなるように分布している。断面BB'は最大余震に伴った余震活動で，7～8 kmのやや深い部分に一つのグループが見える。断面CC'は主震直後の余震活動が大部分を占める。西側で僅かではあるが南北に拡散している。この分布の南側はやや浅い傾向にある。断面DD'は第1図からもわかるように北側および南側の2群に分かれている。主震，9月16日の最大余震，10月3日の大きさとしては3番目の余震のメカニズムを第3図に示した。いずれも名大で記録しているデータのみに基づいているので資料としては未だ不十分であるが，震央分布から予測される断層面と調和する結果である。しかし，10月3日の活動の空間分布はやや複雑で，単純な断層面は今のところ推定困難である。第4図には震源決定された余震の日変化であり，第5図は南から見た余震の時空分布である。主震から数日間，昼間に活動が低下するように見

えるが、全期間を通じ早朝に大きめの余震が発生する傾向にあった。

第6図は余震域の拡大を示す。9月14日の本震直後、余震活動は図中、1)の西側に集中する傾向にあったが、14日の昼頃から全域に拡大している。しかし、本震の周辺は余震活動が少なく、その後も同じ状態にある。2)は9月15日、7時14分の最大余震の発生以後の分布であり、3)はその後の1日である。この状態は9月20日頃まで続いた。その後は東側が活発になり、9月25日から27日にかけて、牧尾ダムの北方で余震の集中活動があった。この活動はそのままおさまったが、10月2日夕刻より3日にかけて牧尾ダム東側で極く浅い地震活動がはじまった。そして10月3日9時12分のM5.3の大型余震につながっている。余震域の拡大はこの段階で一応終了したものと思われる。王滝村全域においても余震活動は順調に低下しつつある。11月末には、現地での有感地震は1日1回程度になったという。

2) 本震以前の地震活動

第7図は名大テレメータ観測網が動き出した1978年から本震発生直前までの地震活動である。この間、1980年には高山地震観測所の観測網と地域センターの観測網を接続するという観測網の変更があった。群発地震の地域は両観測網の中間にあることから検知能力、震源決定精度の変化が含まれている。図中央の震央集中は1978年の群発地震(M5.3とその余震も含む)でこの活動は低下しつつあった。1978年の群発域から極く狭い巾の東西に延びる非活動帯を越えて、斜線で示した今回の余震活動域から更にその北東に広がる群発域がある。低密度ではあるが南側の集中的な活動にくらべて、震源が浅いのが特徴である。この地域の群発活動は西から東へ移動する傾向にあった(深尾)。下図は1984年4月の活動を示す。余震域の東端の活動は4月9日~11日にかけて集中的に発生、最大マグニチュードは4.0であった。その後本震に至るまで余震域の範囲に目立つ活動は存在しない。王滝村の群発地震の活動は牧尾ダムに設置してある依託観測点による記録がくわしい。第8図に牧尾ダムにおける $S - P < 3$ 秒の日別地震回数を示す。1980年8月下旬を除いて殆んど欠測はない。 $S - P < 3$ 秒ではあるが、大部分は王滝村群発地震である。この図からも年に1回程度の群発の活発化があるが、1984年4月のイベントが目立つ存在であろう。本震発生まで前震らしき活動は認められなかった。

3) 大きな余震の前震・余震活動

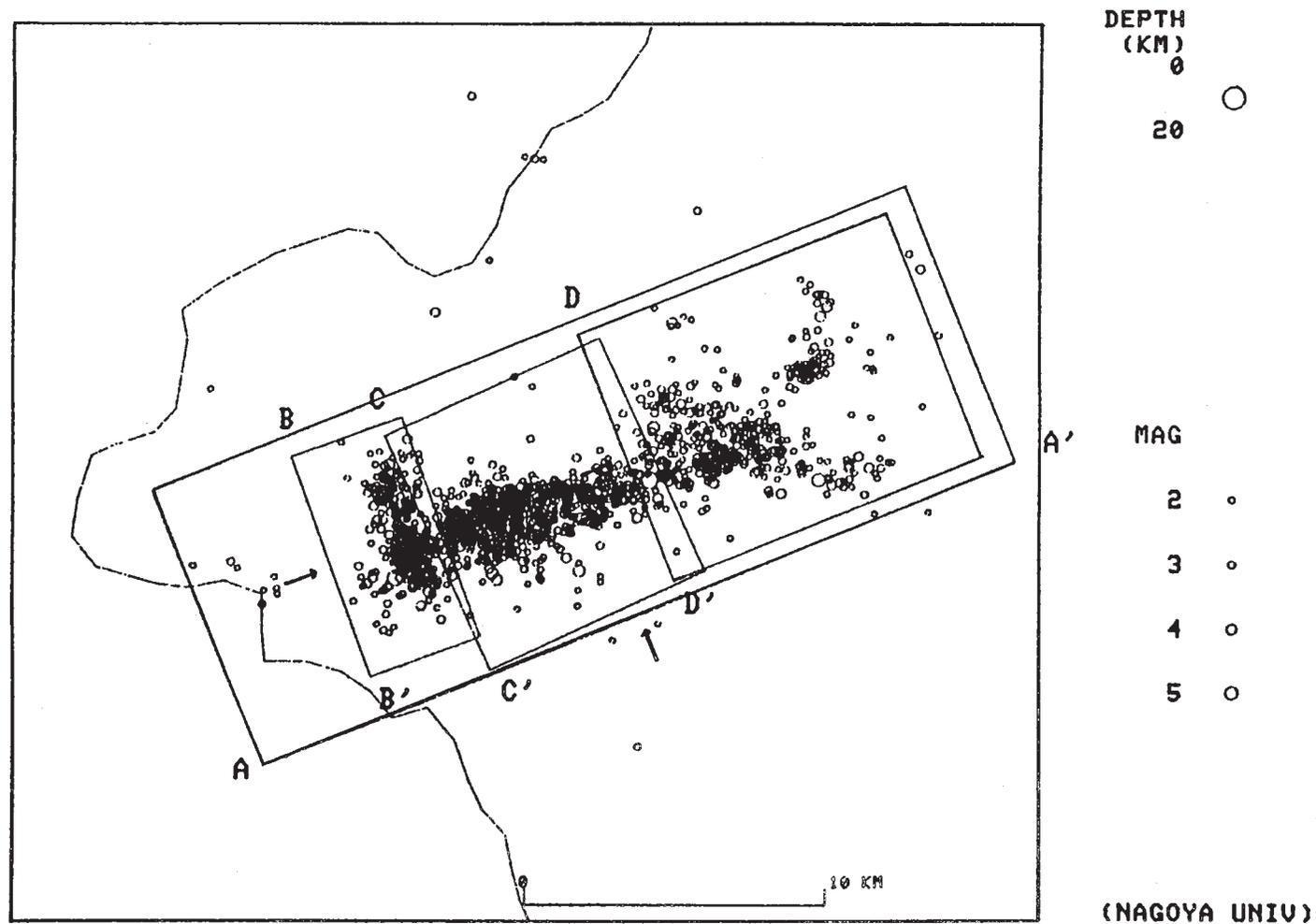
9月14日の本震の前震活動は認められなかったが、9月15日7時14分の最大余震M6.2および10月3日9時12分の余震M5.3には明瞭な前震活動があった。両者共震央は本震に直接関係のある余震活動の範囲外に発生したので前震活動が認知できたものと思われる。本震に直接関係ある余震活動は第6図の1であるが、この範囲はそれ以前の群発地震の活動域に含まれる。しかし、上記2つの地震は群発地震も発生していなかった所に発生した。

その地域を第9図A, Bで示し、各区域内における活動を第10図、第11図に抜きだした。

第 10 図は区域 A で左上は本震から最大余震発生までの約 22 時間、右上は最大余震の余震で約 1 時間分を示す。後者の並びは断層の走行を示唆するものであるが、前震の並びは同じ線上でなく、むしろ主震の方向に並ぶ傾向にある。その南西端白丸が M6.2 の震央である。

下図は M - T ダイアグラムである。M6.2 直前の約 1 時間の静穏期があって典型的な前震活動であった。

第 11 図は 10 月 3 日 9 時 12 分の M5.3 に関する区域 B 内の活動である。左上は 9 月 21 日から 10 月 1 日までであるが、本震から 10 月 2 日 18 時までと本質的には変らない。牧尾ダムの東では本震より 10 月 2 日 18 時まで地震活動が殆んどなかった。ところが 10 月 2 日夜半より微小地震が発生しはじめ、中には M 4 に近いものもあった。前震は東西の 2 箇所に分散している。区域 A と異なり、M5.3 の直前に静穏期はない。また、左上図にもあるように、余震の活動は分散して区域 A のように直線上には並ぶようには見えない。下図は M - T ダイアグラムで最後の丸印付の棒が M5.3 である。余震は図示していない。区域 B の活動は極めて浅いのが特徴である。前震の音は牧尾ダム東の二子持部落で確認されている。ダムおよび周辺の様子から震度は V を越えていたと推定される。この活動に関しては、名大、東北大の合同観測班が臨時観測を実施したので別の機会に報告する。



第1図 余震の震央分布

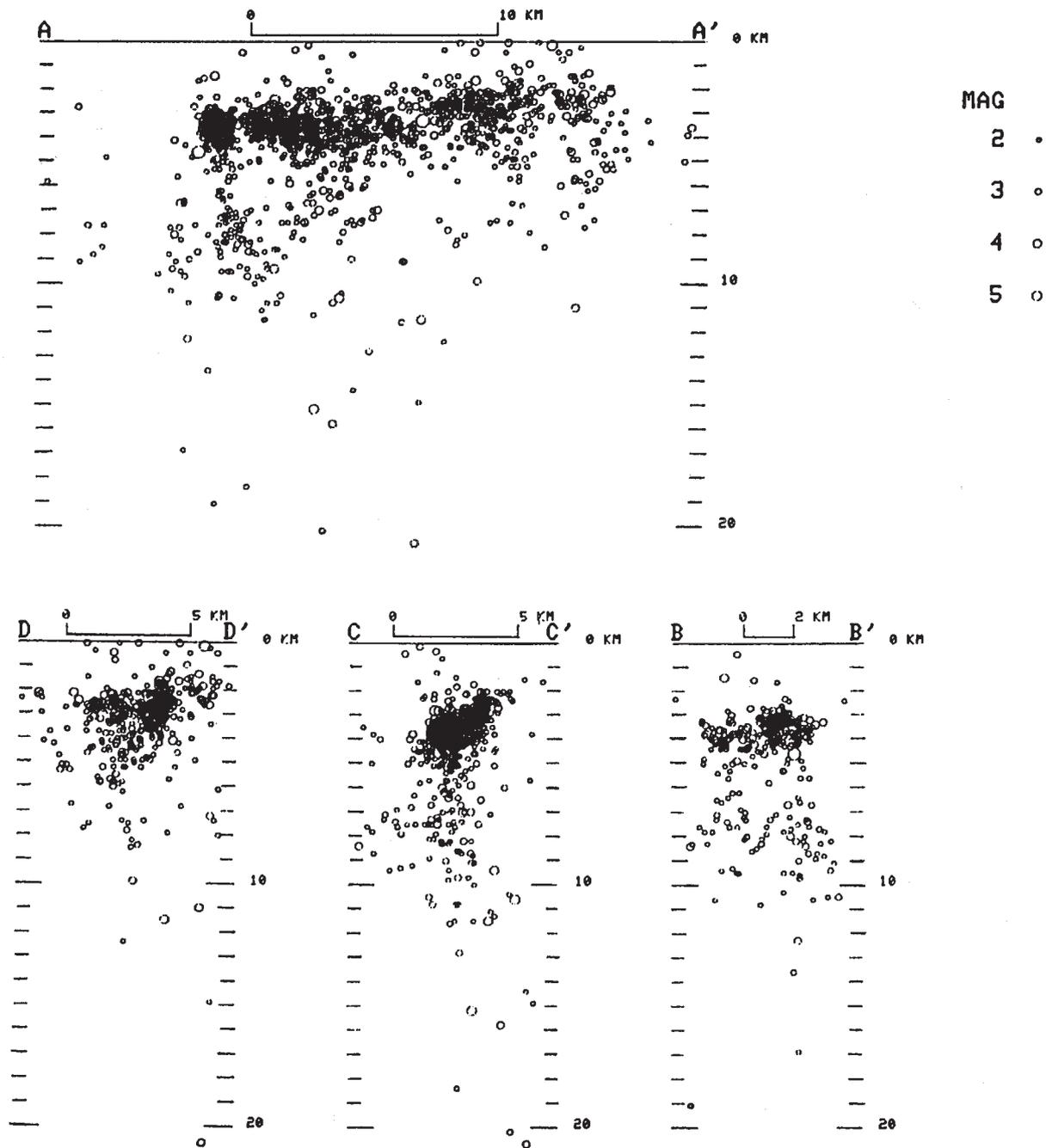
M 2 以上，本震直後より 10 月末日まで。図中の四角の枠内の余震の深さ分布は第 2 図に示す。矢印は深さ分布を見る方向である。

Fig. 1 Epicenter distribution of after-shocks.

After-shocks with magnitudes greater than 2 are plotted. Depth distribution of foci in the largest box AA' observed from south and those in the three boxes BB', CC' and DD' observed from west are plotted in Fig. 2.

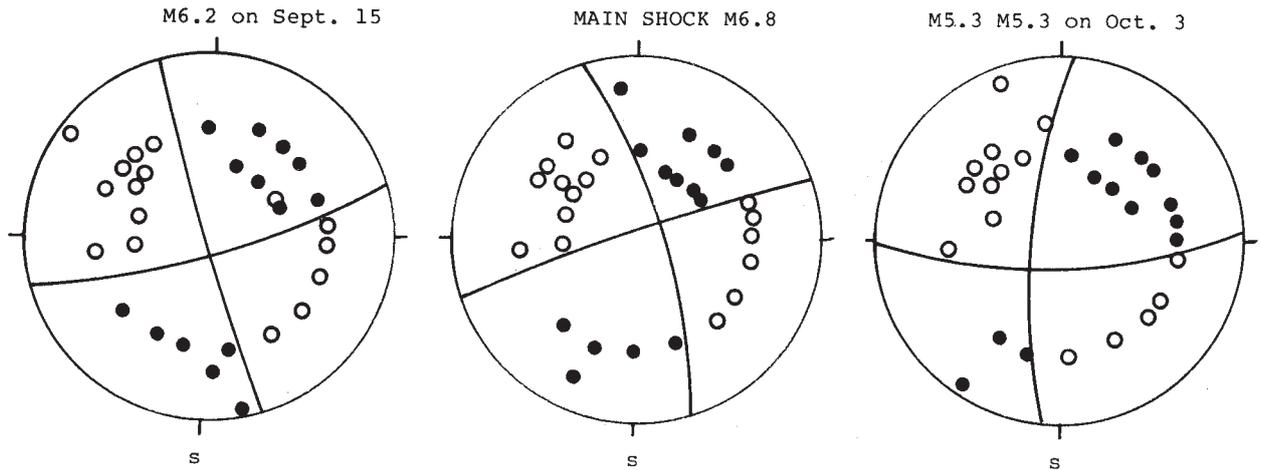
1984 9 14 - 1984 10 31

N = 1346 STDU < .20



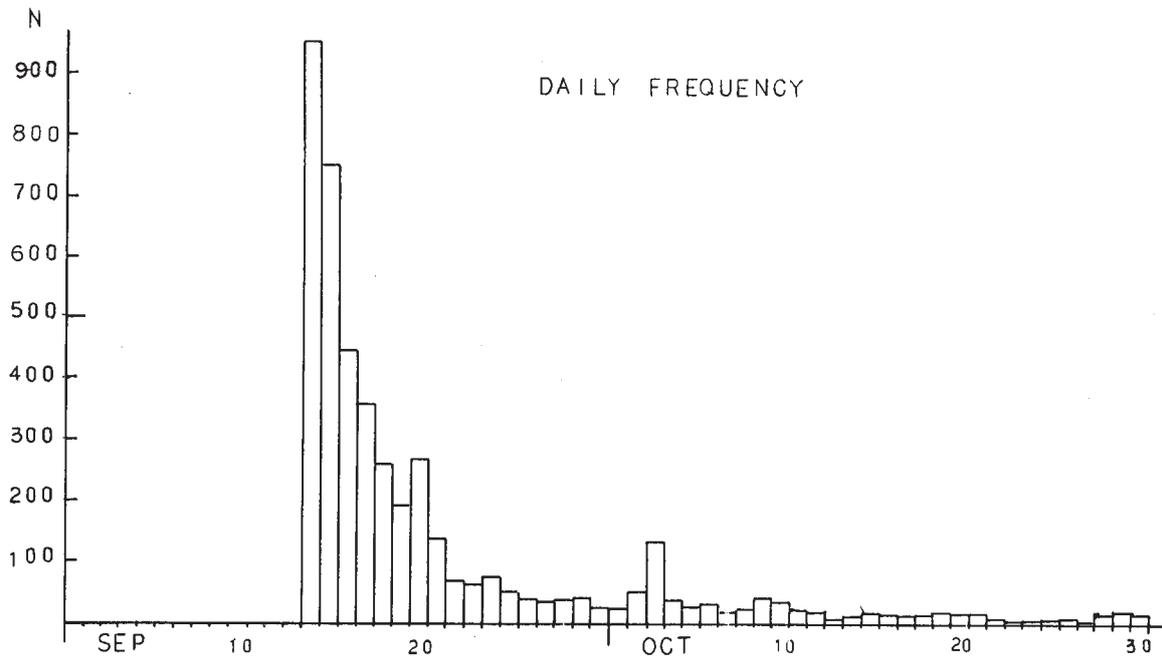
第2図 余震の深さ分布 AA', BB', CC', DD' は第1図と同じ。縦横比 = 1 = 1

Fig. 2 Depth distribution of after-shocks shown in Fig. 1.



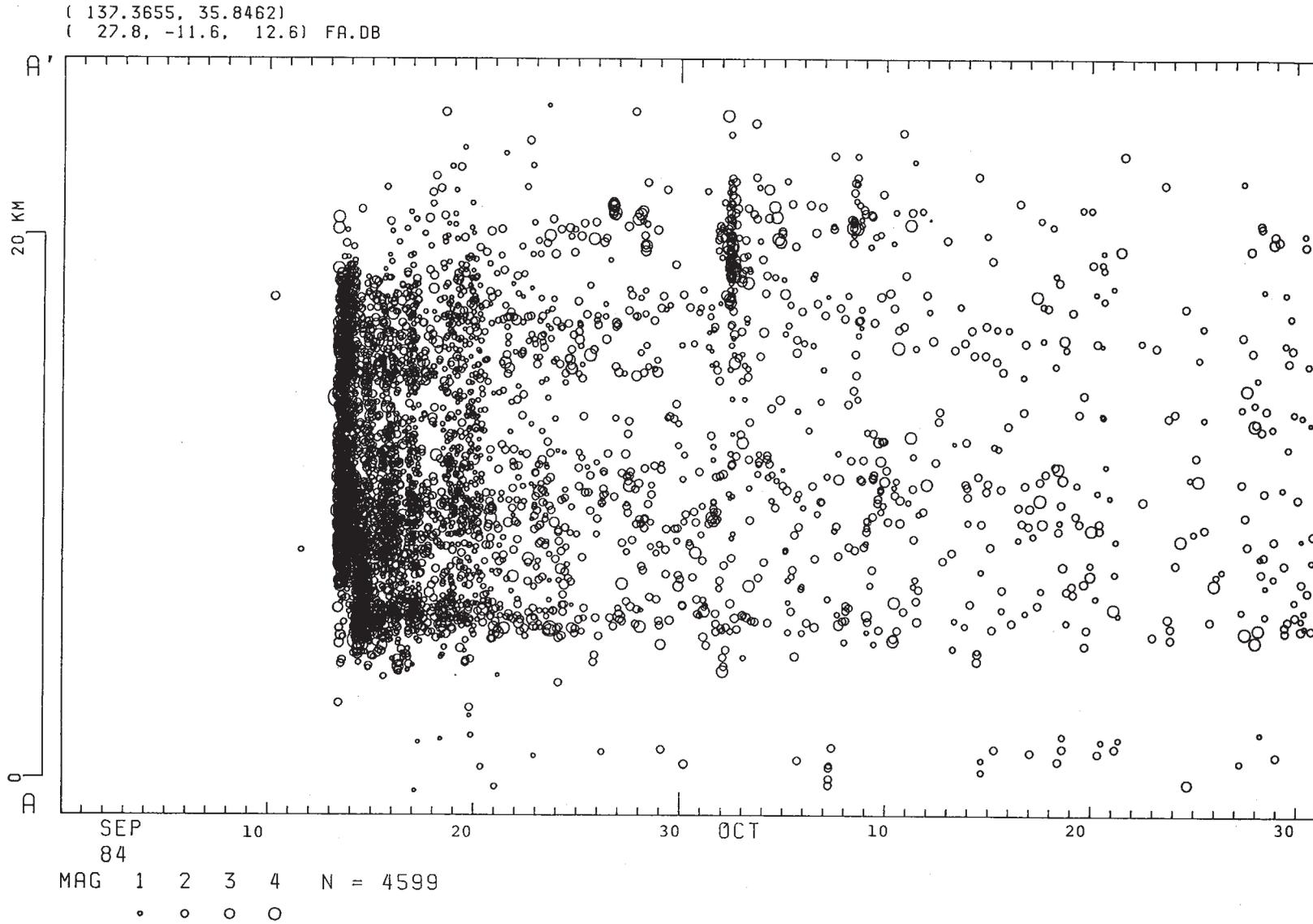
第3図 本震 (M6.8), 最大余震 (M6.2) および10月3日
M5.3の余震のメカニズム解。上半球等積投影。
黒丸; 押し, 白丸; 引き。

Fig. 3 Focal mechanism solutions of the main shock on Sept. 14, the largest after-shock on Sept. 15 and the third largest after-shock on Oct. 3. Projections on upper hemi-spheres with solid and open circles for compressional and dilatational initial motions, respectively.



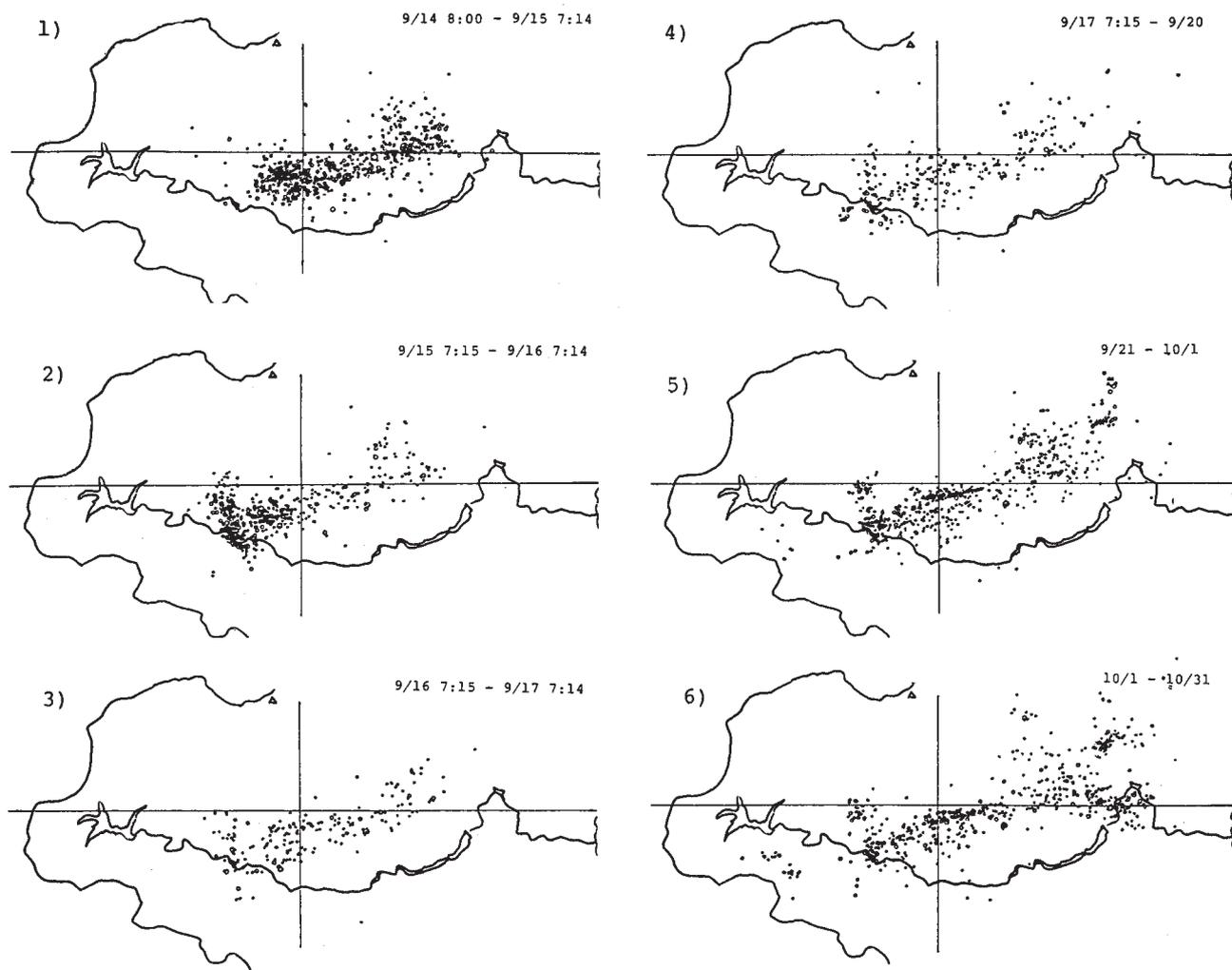
第4図 震源決定された余震の日別頻度

Fig. 4 Variation of daily number of after-shocks located by the Nagoya university seismic networks.



第5図 南から見た余震の時空分布。AA'は第1図のAA'と同じ

Fig. 5 Space-time plot of after-shocks. Ordinates are distances of epicenters from A measured in the direction of AA' in Fig. 1.



第6図 予震分布の拡大

1). 本震から最大余震まで約23時間, 2). 最大余震から24時間, 3). そのあと24時間。4). 5). 6) その後の活動

Fig. 6 Expansion of after-shock region.

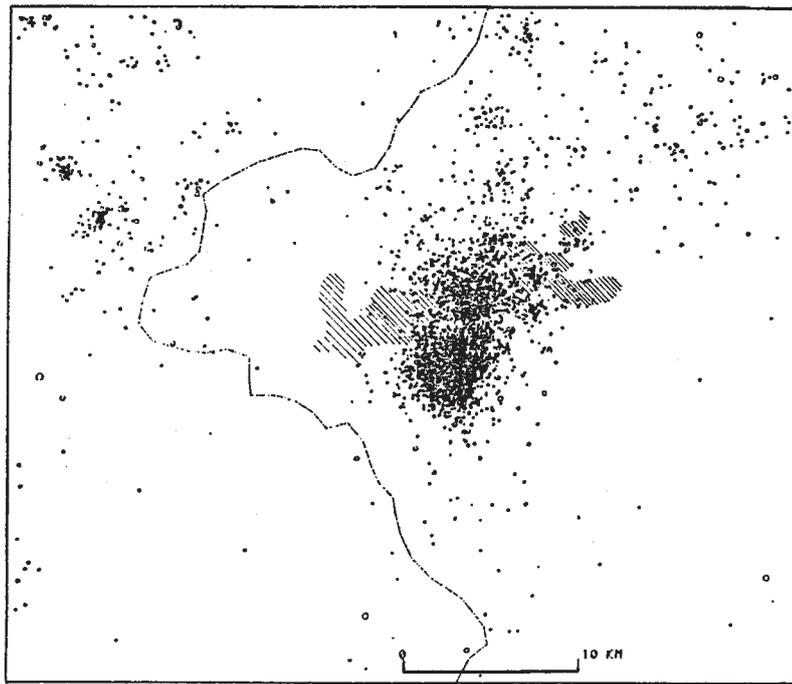
1) Epicenters after the main shock and before the largest after-shock.

2) and 3) Epicenters in the following two days.

4), 5) and 6) Epicenters following 65 hours, 10 days and one month, respectively.

1978 5 1 - 1984 9 13

N = 3504 STDU < .30



DEPTH (KM)

0
30

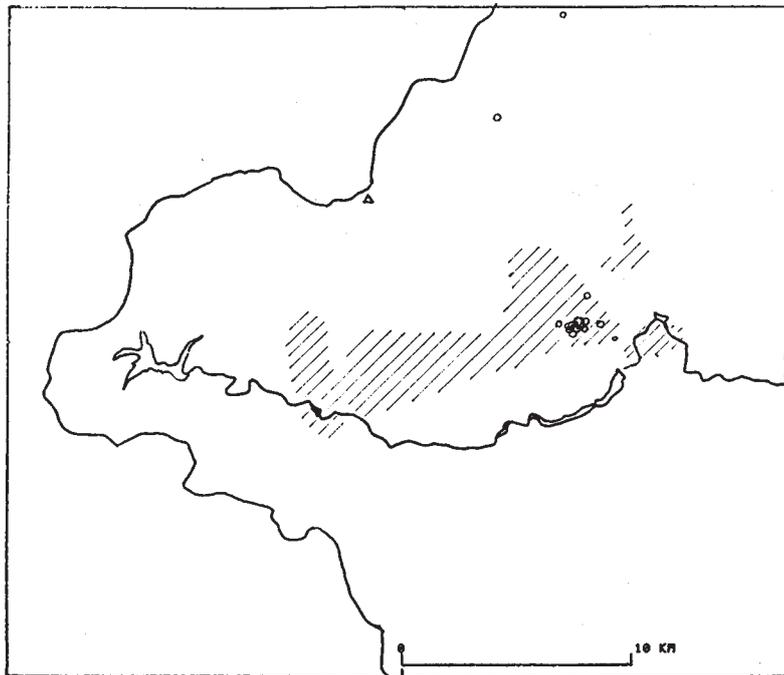
MAG

1 .
2 .
3 ○
4 ◡

84 4 1 - 84 5 1

STDU < .30

N = 14



DEPTH (KM)

0
20

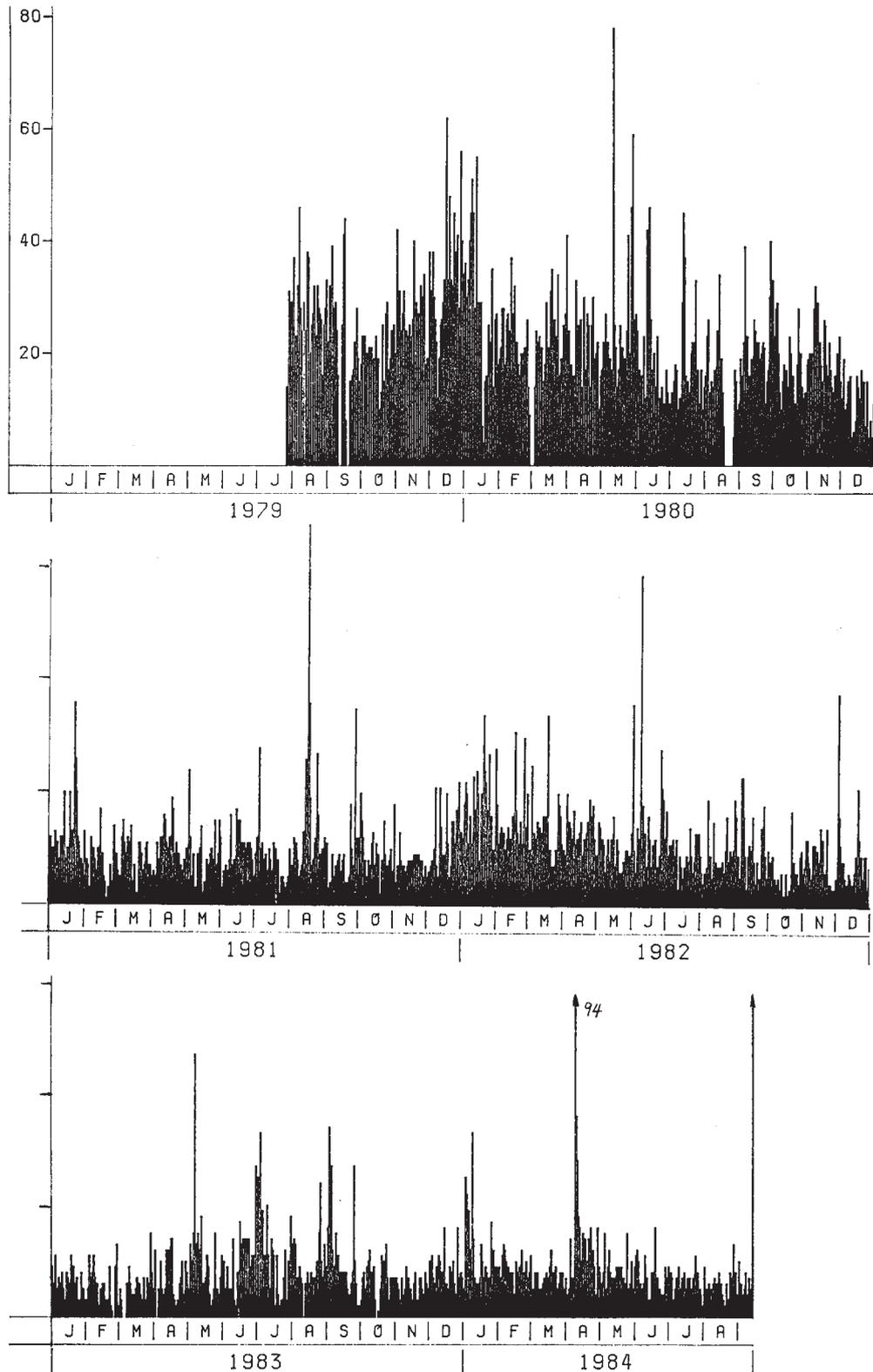
MAG

1 .
2 ○
3 ○
4 ○

第7図 本震以前の地震活動

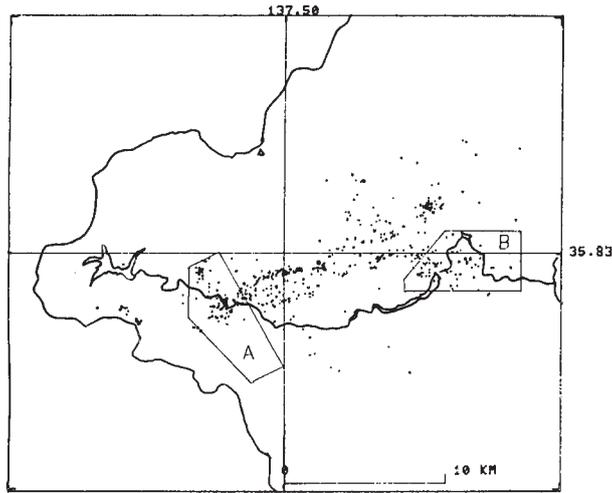
上図; 王滝村群発地震, 下図; 1984年4月の活動, 大部分は4月9日に発生, 最大 M4.0 斜線部は今回の余震活動域。

Fig. 7 Seismic activity before the occurrence of the Western Nagano Pref. Earthquake, 1984. Upper figure; earthquake swarm activity before the main shock. Lower figure; concentrated activity in April, 1984. Most of them occurred on April 19: the largest magnitude was 4. The shaded area represents the aftershock area in Fig. 1.



第8図 牧尾ダムにおける日別地震回数, S-P時間が3秒以内を採用しているが大部分は王滝村群発地震。

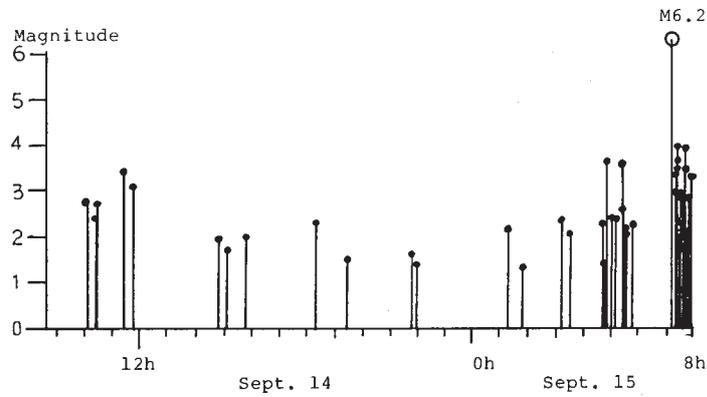
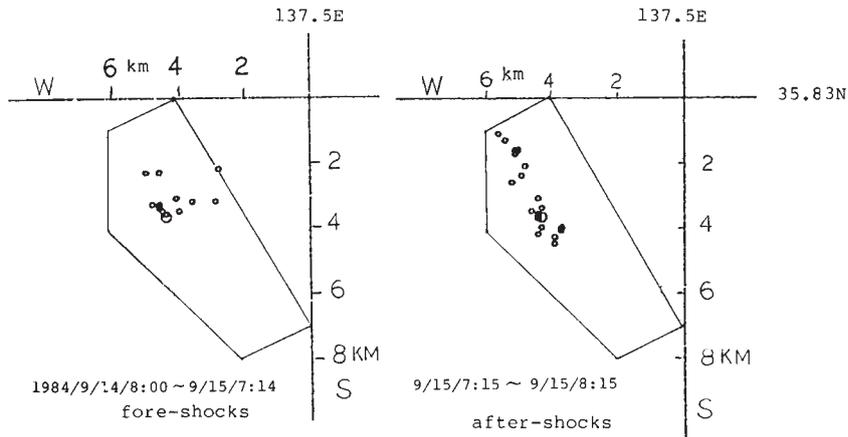
Fig. 8 Variation of daily number of the events with S-P times less than 3 sec at Makio station, east end of the after-shock region.



第9図 第10, 11図の調査域を示すインデックスマップ

Fig. 9 Index map for Figs. 10 and 11.

A: Region of fore-and after-shocks of the largest after-shock on Sept. 16.
 B: Region of the third largest after-shock on Oct. 3.

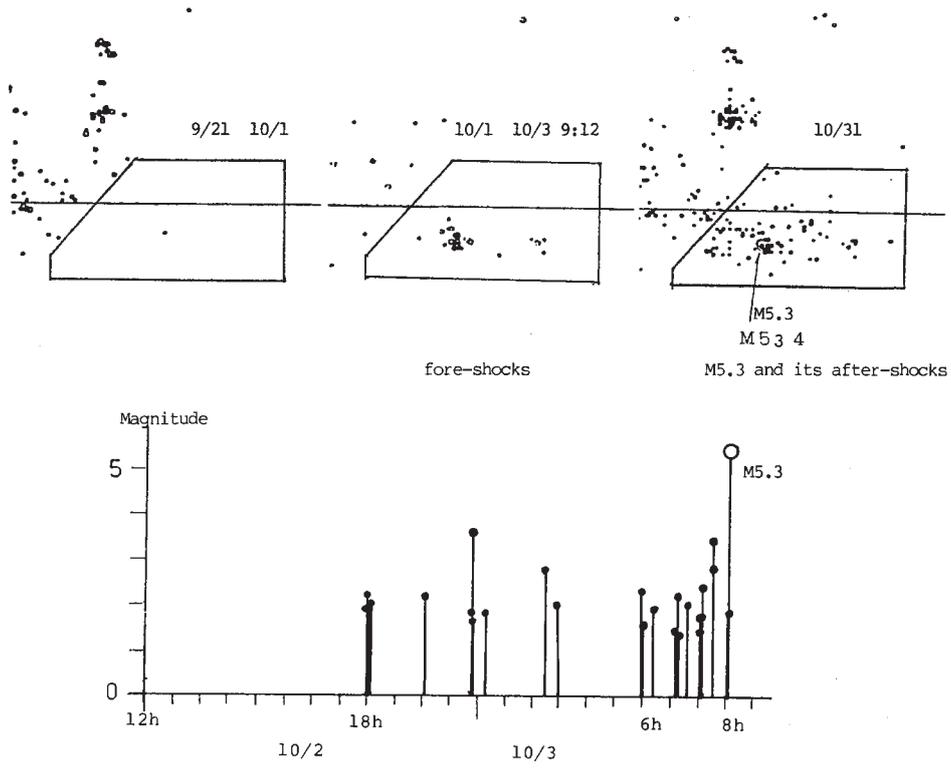


第10図 最大余震（9月15日 M6.2）の前震，余震活動

Fig. 10 Fore-shocks and after-shocks in the region A in Fig. 9.

A magnitude-time plot of fore-shocks is shown in the lower figure.

A seismic quiescence before the largest after-shock (the tallest bar with a circle) is remarkable.



第 11 図 10 月 3 日 M5.3 の前震, 余震活動

Fig. 11 Fore-shocks and after-shocks in the region B in Fig. 9.
Lower figure represents the magnitude-time plot of the fore-shocks.