

3 - 14 1984 年長野県西部地震前後の飛騨地方北部及び周辺の 地震活動と地殻変動

Seismic Activity and Crustal Deformations Observed before and after the September 14, 1984 Western Nagano Earthquake

京都大学防災研究所

上宝地殻変動観測所

Kamitakara Crustal Movement Observatory

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1984 年 9 月 14 日 08 時 48 分に長野県王滝村 ($\lambda = 137^{\circ} 34', \psi = 35^{\circ} 49'$ [気象庁資料]¹⁾) に $M = 6.8$ の強い地震が発生し、現在なお余震が継続して観測されている。ここでは、この地震前の飛騨地方北部及び周辺地域の地震活動の推移と余震活動、及びこの地震前及び地震の際に観測された地殻歪・傾斜の変化について報告する。

1. 地震活動

第 1 図は前報²⁾に引続き、1984 年 1 月から長野県西部地震直前の 9 月 13 日迄のこの地方の地震活動状況を示す。飛騨山脈では、王滝村周辺（点線括弧内）の地震活動は数を次第に減じながらも、なお継続していた（詳細は第 2 図参照）。この北方の穂高岳付近では 2 月 9 日 $M = 2.5$ の地震を含む 11 個の群発活動、槍ヶ岳付近では 2 月 17・18 日両日に 11 個の群発地震、焼岳東方で 3 月 22 日より $M = 2.5$ を含む 10 個の群発地震、鳥帽子岳付近で 6 月 9 日 $M = 3.8$ のやや大きい地震が発生している。

これ以外では、跡津川断層東部でやや活発な活動が見られた。断層東北端黒四ダム付近で 2 月 16 日 $M = 3.4$ 、立山付近で 4 月 2 日 $M = 3.2$ 、有峰湖付近で 5 月 9 日 $M = 2.9$ を含む 12 個の群発地震、6 月 24 日 $M = 2.2$ を含む 31 個の群発地震、8 月 6 日 $M = 3.2$ 、8 月 21 日 $M = 3.5$ の地震があった。また御母衣断層周辺では、北東端の福光付近で $M = 2.5$ を含む 6 個の群発地震、南東端付近で 2 月 22 日 $M = 3.8$ のやや大きい地震があった。

第 1 図右側に上の期間中、長野県王滝村周辺（点線括弧内）に発生した地震の分布を示す。7 月初めから 9 月 13 日迄の間に、今回の地震の余震域内に発生したものは、9 月 2 日 $M = 0.9$ 、9 月 4 日 $M = 0.6$ 、9 月 5 日 $M = 0.9$ 、9 月 11 日 $M = 1.1$ の 4 個のみ（第 1 図右下）で、これを前震といえるかどうかは不明である。

次に、飛騨山脈下全域の従来の地震活動と今回の地震との関連性を調べるため、飛騨山脈に沿う南北方向の活動の時・空間分布を示した。山脈北側部分の剣岳－槍ヶ岳間には、間けつ的な群発活動あるいは活動の移動が見られるが乗鞍岳周辺の活動はほぼ定常的である。御岳山南

東の長野県王滝村周辺の活動は1978年5月以降活発化し、同年10月28日の御岳山噴火以後も活動が長期間継続しているが、時間と共に次第に数が減少している。1983年9月頃から1984年4月頃にかけては、他の時期に比べて山脈下全体の活動がやや活発になり、卸岳山北方にも $M = 3$ クラスの地震が数個発生している。地震発生前の7月、8月は、活動が比較的静穏であった。

第3図は、9月14日08時48分の本震発生以後、上宝観測点（ $\Delta = 52$ km, 記録感度 $1\text{cm}/30\mu\text{kine}$ ）で観測された余震発生の時間的推移を示す。最下段左側から、時間別頻度分布（9月28日迄）、日別頻度分布（11月10日迄）、 $M \geq 3$ 以上の余震の日別頻度分布である。右上は日別頻度分布を対数グラフで示したものであるが、10月3日の大きい余震による数の増加を除けば、余震の時間的減衰係数は $p = 1.1$ 程度である。

第4図に $M \geq 3$ のやや大きい余震（9月14日～11月10日）の震央分布を時期別に示した。これらの余震の震央決定に用いたのは上宝地殻変動観測所の常時観測網の観測データのみであり、活動域が観測網の南東端にあるため、決定精度はそれ程高くない（ ± 1.5 km程度）と思われる。(1) は本震発生より翌15日朝の最大余震発生直前迄の分布を示し、大体の傾向は $N80^\circ \sim 85^\circ E - N100^\circ \sim 105^\circ W$ 方向に約12 kmの範囲に伸びている。このうち西端付近に4個、西北方に1個、本震付近に1個の $M \geq 5$ の大きい余震が発生している。(2) は9月15日07:14の最大余震（ $M = 6.2$ ）の発生より9月18日夕方迄の分布で、3個の $M \geq 5$ の余震を含む。 $M = 6.2$ の最大余震及びその直後の余震は(1)の方向とほぼ直角方向に伸びている。(3) は9月18日夕方より10月3日朝迄、(4) は10月3日09:12の $M = 5.6$ の余震発生より11月10日迄の分布を示す。10月3日の大きい余震は余震域全体の東端付近に発生した。以上の期間に観測された $M \geq 3$ の余震は、400個（内 $M \geq 4$ 36個, $M \geq 5$ 11個）に上る。なお現在、余震域西端より約15 kmの距離にある阿寺断層に近い加子母（ $\lambda = 137^\circ 28.5'$, $\psi = 35^\circ 41.0'$ ）に臨時観測点を設置して余震観測を継続しており、今後これらのデータを総合して解析を進める予定である。

2. 地殻変動

この地震発生前1年間の上宝観測所で観測された永年の地殻歪・傾斜の変化は、別に報告³⁾されているように、特に目立った変動は見られない。第5図及び第6図はそれぞれ、地震前約1ヶ月の1984年8月18日より地震直後の9月17日迄の間の歪と傾斜変化を示したものである。第5図の歪変化には8月28日頃に各成分に歪速度（勾配）の変化が見られるが、これは恐らく前日の8月27日の降雨による影響と思われる。このほか地震直前には特に前兆的変動は認められない。9月14日の本震発生に伴ってかなりの大きさの歪変化（ストレイン・ステップ）が記録されたが、この後約2時間にわたって顕著な余効変動が観測された。この後の長期的歪速度の回復には3～4日を要しているように見える。一方、第6図の傾斜変化にも前兆的変動は

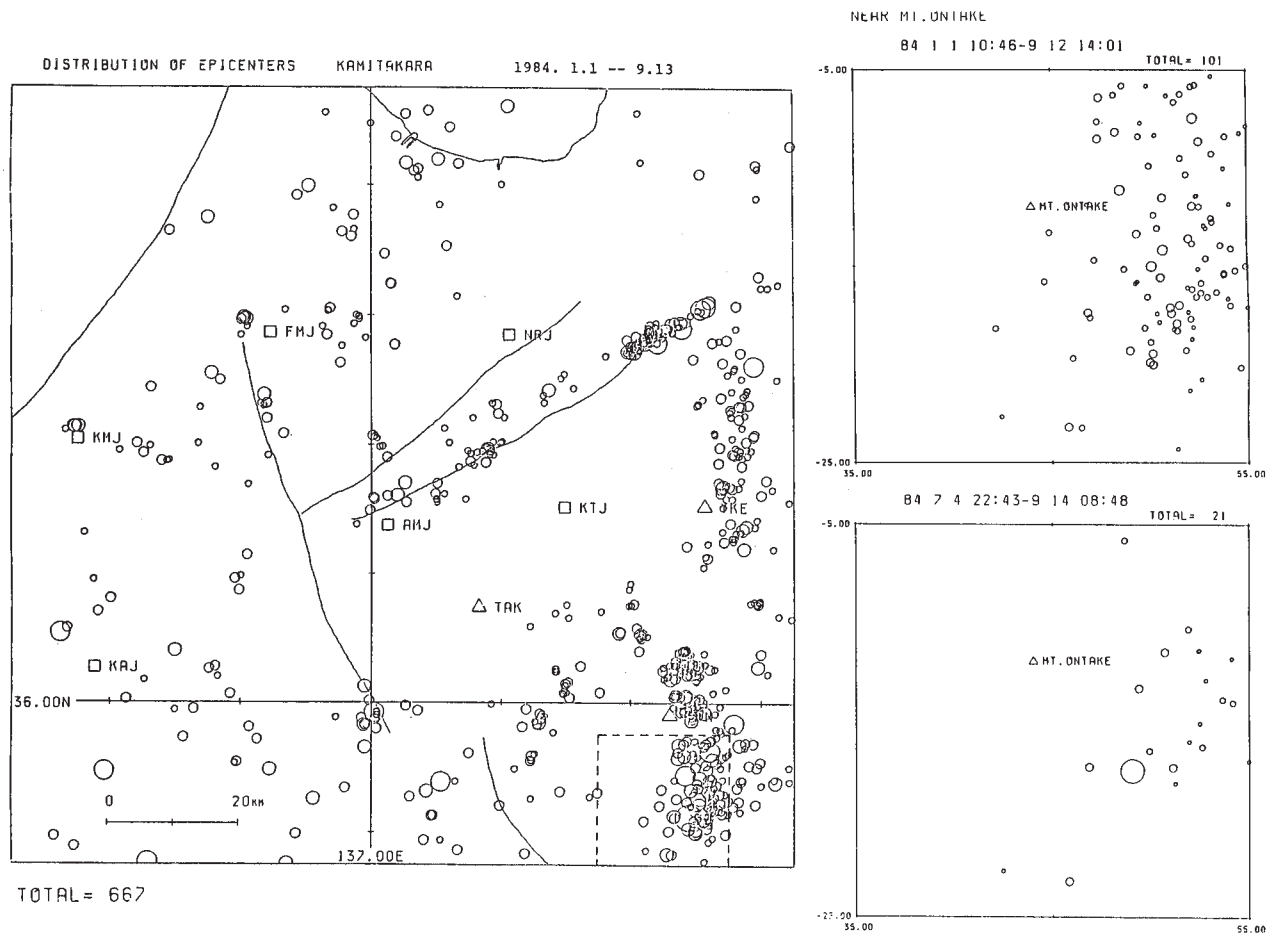
見られない。地震時の傾斜変化（ティルト・ステップ）はそれ程大きくないが、その後の長期的変動速度はやや変化している。

この地震に伴って、中部及び近畿地方にある京都大学防災研究所及び理学部所属の数ヶ所の地殻変動観測所・観測室では $10^{-7} \sim 10^{-9}$ の範囲のストレイン・ステップ及びティルト・ステップが観測された。第7図にこれらの観測所・観測室（上宝，西天生，須坂，逢坂山，岩倉，天ヶ瀬，阿武山，紀州，大浦，由良，生野，山崎）で観測されたストレイン・ステップの量と震央距離の関係を図示する。ストレイン・ステップの距離による減衰の状況は必ずしも明瞭ではない。この原因としては、断層運動から期待される歪場の変化の方位性のほか、地震波による観測計器の機械的振動あるいは計器設置点近傍の局所的地形や地質構造の不均質性などが考えられる。

一方、これらの観測値と比較するため、余震分布，メカニズム，強震計記録などの観測データをもとに、この地震の断層モデルを推定し、このモデルにもとずいて歪・傾斜変化の理論値を計算した。この比較の結果については、さらに詳しく検討の後、別に報告する予定である。

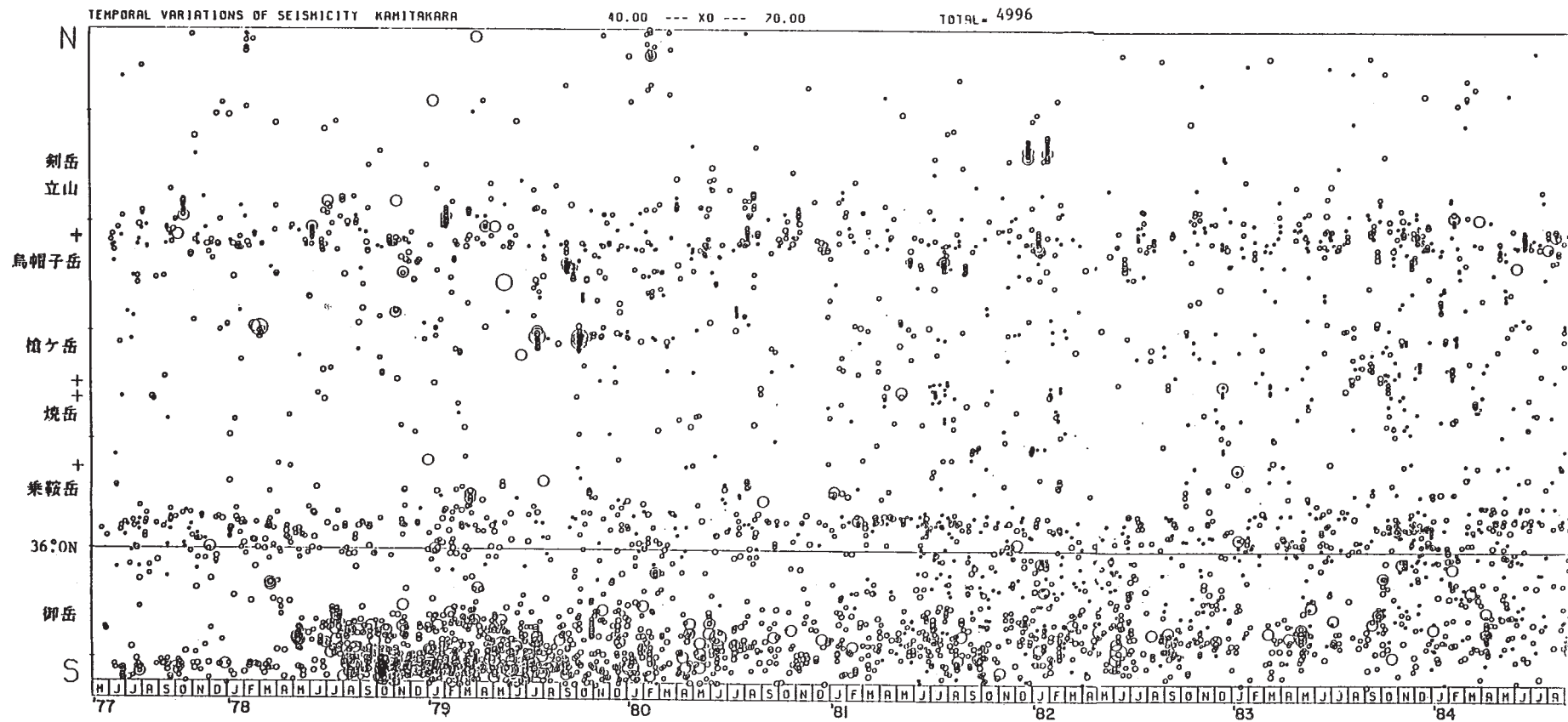
参 考 文 献

- 1) 気象庁：昭和 59 年（1984 年）長野県西部地震について，第 69 回地震予知連絡会資料
- 2) 京都大学防災研究所上宝地殻変動観測所：中部地方北西部（飛騨地方北部及び局辺）の最近の地震活動（9），1983 年 7 月～12 月，連絡会報，**32**，282-283.
- 3) 京都大学防災研究所上宝地殻変動観測所：上宝における最近の地殻変動（1983 年 7 月～1984 年 9 月），連絡会報，**33**（1985），425-426.



第1図 中部地方北西部(飛騨地方北部及びその周辺)の地震活動1984年1月1日～9月13日。
 右上：御岳山南東部(左図点線区域内)の活動
 右下：同上(1984年7月4日～9月13日)

Fig. 1 Seismicity in the northern Hida region, January 1 – September 13, 1984 just prior to the Western Ngano earthquake.
 Upper right; Seismicity in the area enclosed by dotted lines.
 Lower right; Seismicity in the area enclosed by dotted lines during the period between July 4 and September 13, 1984.



第2図 飛弾山脈下の地震活動（時・空間分布）（1977年5月－1984年9月13日）

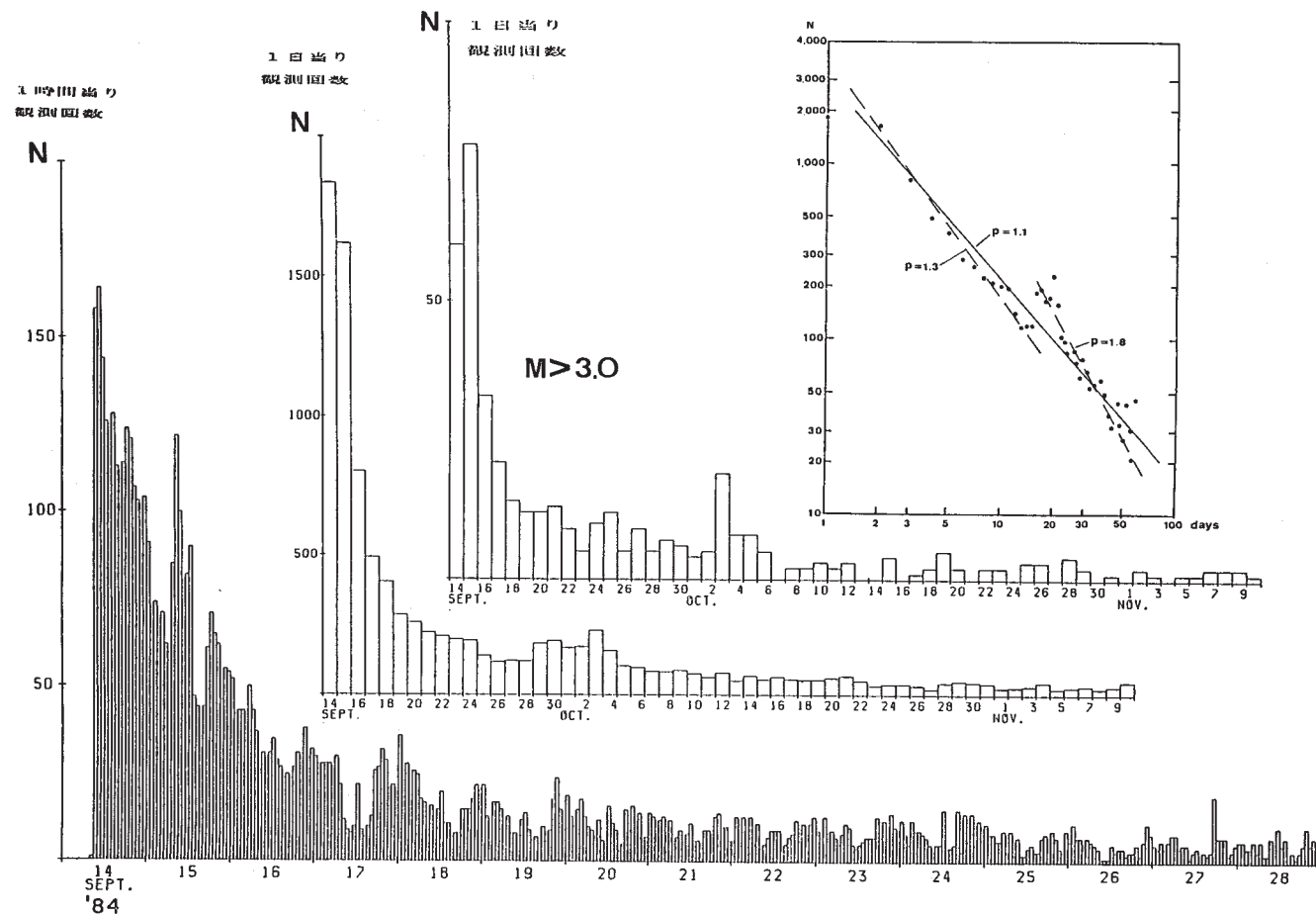
縦軸：（36° N, 136° E）より南北方向へ測った距離

横軸：時間

Fig. 2 Space - time plots of seismicity beneath the Hida mountain range.

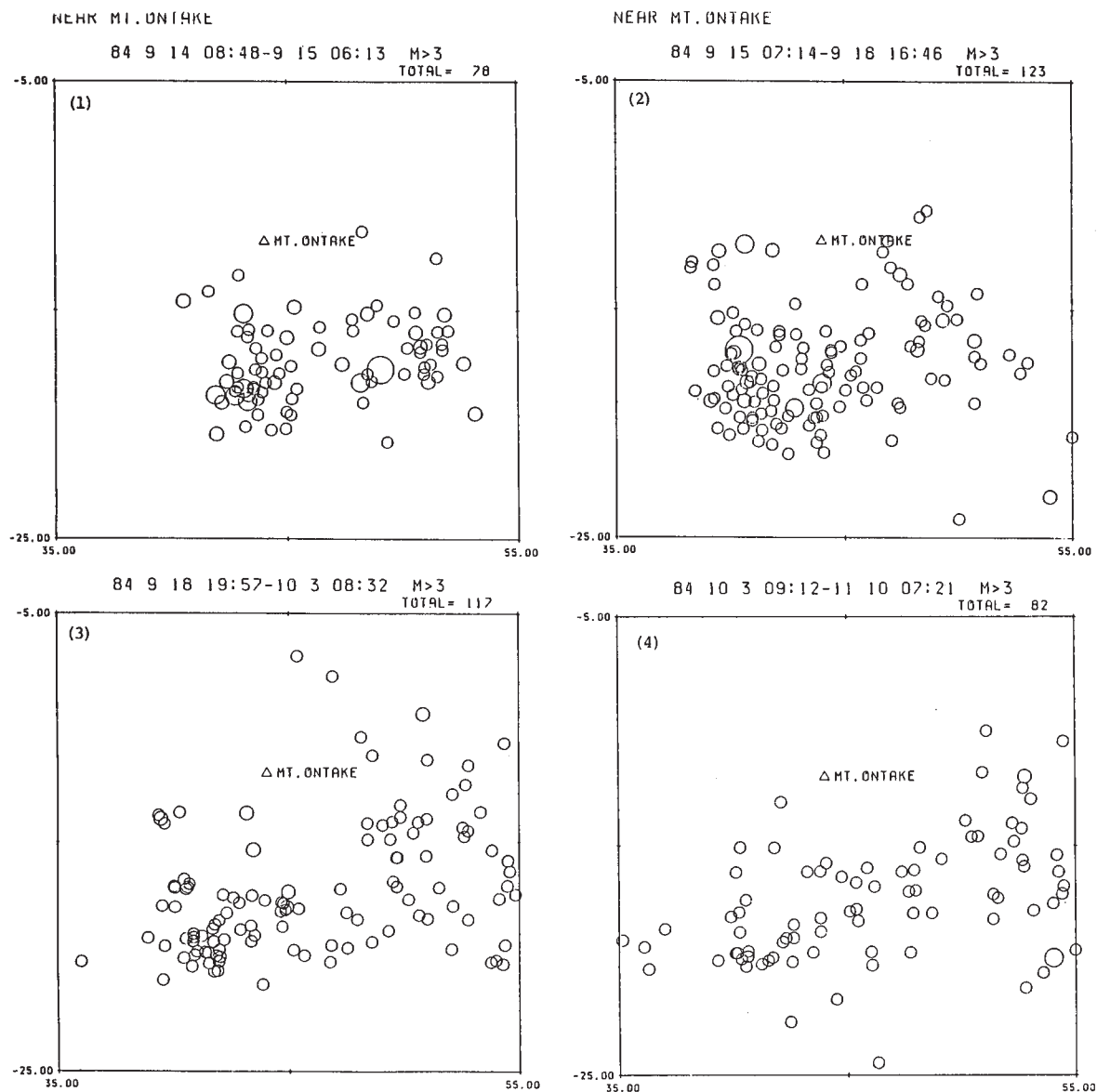
Ordinate; Distance measured in the N-S direction from an origin (36.0° N, 136.0° E) along the mountain range

Abscissa; Time measured from May, 1977 to September 13, 1984.



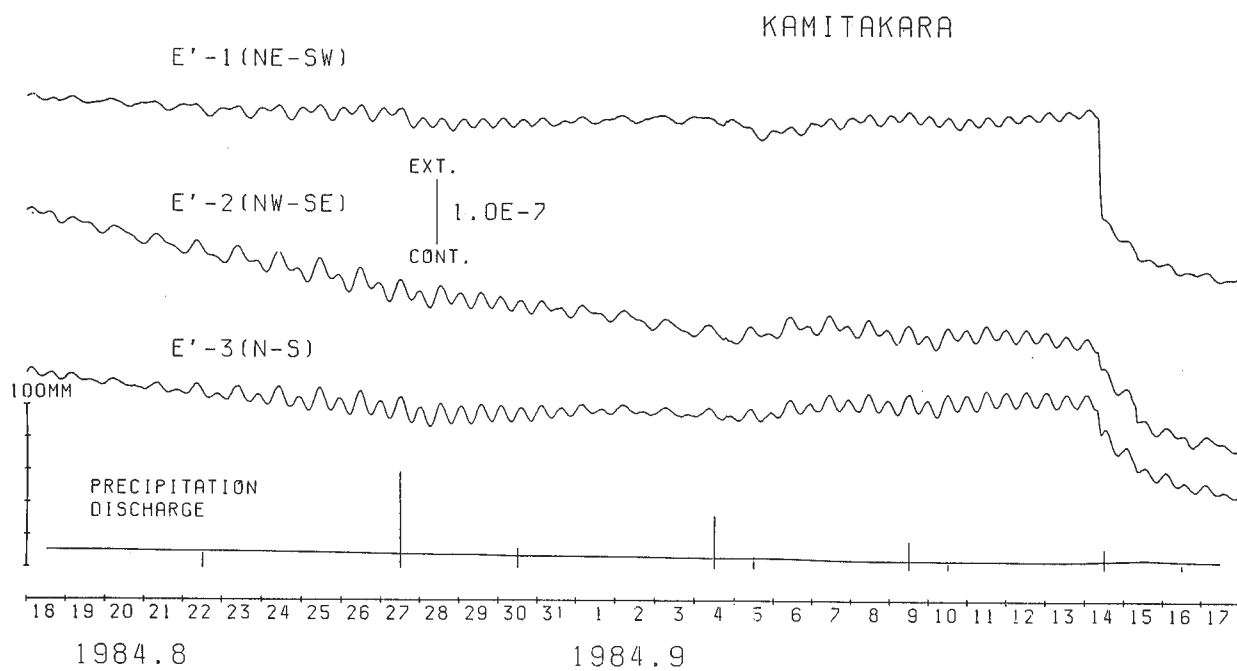
第3図 上宝で観測された1984年長野県西部地震の余震活動 ($\Delta = 52$ km, 記録感度 $1\text{ cm}/30\text{ }\mu\text{ kine}$)
 左より = 時間別頻度分布 (9月14日 - 9月28日), 日別頻度分布 (9月14日 - 11月10日),
 日別頻度分布 ($M \geq 3$ の余震) 余震活動の減衰 (対数グラフ)

Fig. 3 Aftershock activity observed at the Kamitakara station ($\Delta = 52$ km, recording sensitivity = $1\text{ cm}/30\text{ }\mu\text{ kine}$). From left to right;
 Frequency of aftershocks recorded per hour (September 14 - 28, 1984),
 Frequency of aftershocks recorded per day (September 14 - November 10, 1984),
 Frequency of aftershocks with magnitudes greater than 3.0 ($M = 3$) recorded per day (September 14 - November 10, 1984),
 Frequency decay of all recorded aftershocks plotted in a logarithmic scale.



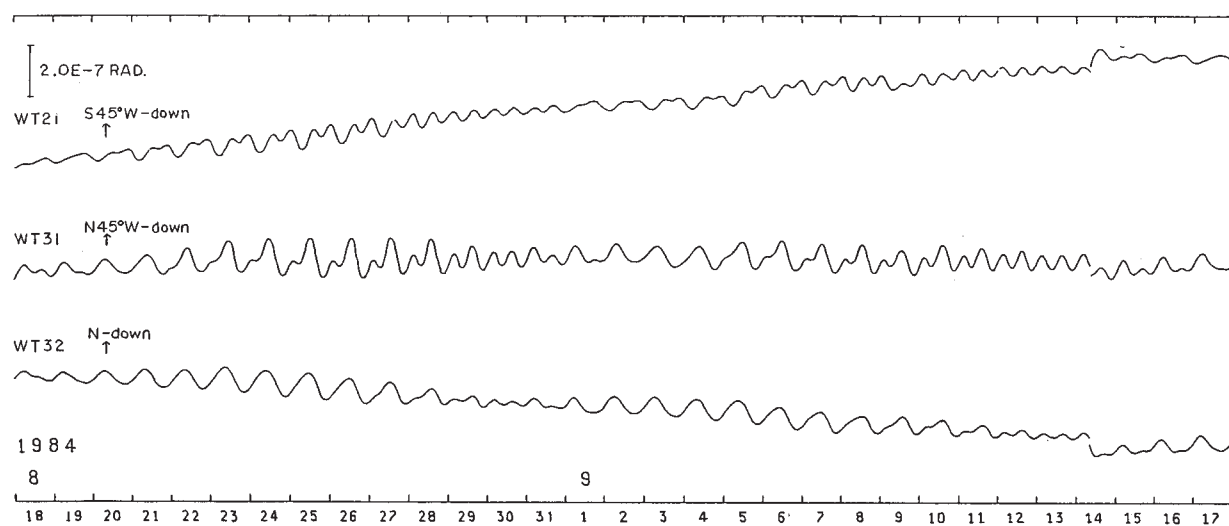
第4図 余震 ($M \geq 3$) の震央分布
(地域は第1図左の点線区域内, 期間は各図上に示す)

Fig. 4 Distribution of aftershock epicenters with magnitudes greater than 3.0 within the area enclosed by dotted lines in Fig. 1. Time intervals are indicated above each of the diagrams.



第5図 地震前後の上宝における地殻歪（3成分）変化

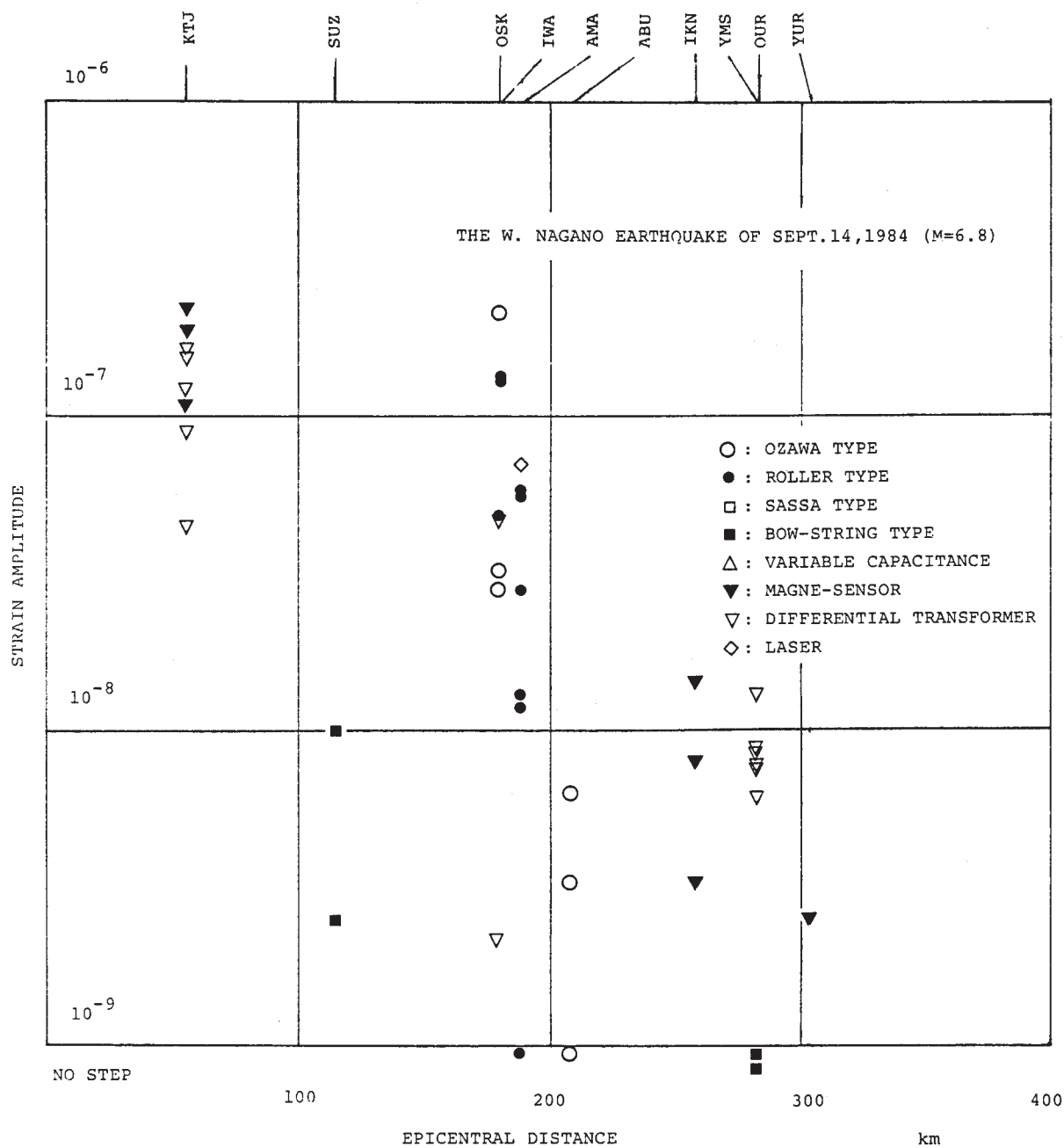
Fig. 5 Crustal strains observed at the Kamitakara station before and after the Western Nagano earthquake. The offsets recorded on September 14 are coseismic strain steps.



第6図 地震前後の上宝における傾斜（3成分）変化

Fig. 6 Ground tilts observed at the Kamitakara station before and after the Western Nagano earthquake. The offsets recorded on September 14 are coseismic tilt steps.

AMPLITUDE OF STRAIN STEPS VERSUS EPICENTRAL DISTANCES



第7図 各地で観測された地震時の歪変化（ストレイン・ステップ）
縦軸：歪変化量，横軸：震央距離

Fig. 7 Coseismic strain steps recorded at several stations plotted against epicentral distances.