

6-3 長野県北部地域の地震活動と松代における地殻変動観測（1999年5月1日～1999年10月31日）

Seismic Activity in Northern Part of Nagano Prefecture and Observation of Crustal Movement at Matsushiro (May 1,1999-October 31,1999)

気象庁精密地震観測室
Matsushiro Seismological Observatory
Japan Meteorological Agency

1999年5月1日から1999年10月31日までの6ヶ月間の、長野県北部地域の地震活動及び松代における地殻変動の観測結果について報告する。

第1図左の震央分布図は、この期間の6ヶ月間に群列地震観測システムによってこの地域に震央が決まったものを示したものである。この期間中の10月29日14時59分に第1図のA地域でM4.0^{註1)}の松代地震（S-P時間が3秒以内の地震）が発生し、松代で震度3を観測した他、長野市箱清水などで震度4を観測した。松代が松代地震で震度3を観測したのは1987年1月22日のM4.4の地震以来である。この期間中の松代地震の回数は、5月23回、6月27回、7月23回、8月43回、9月43回、10月347回で、8月と9月は平均的な月回数（1998年の月平均回数は26回）より明らかに多かったが、10月29日の地震が起こるまでの10月の松代地震回数は24回でありほぼ平均的な回数であった。1ヶ月間の地震回数が100回を超えるのは、1997年の12月以来である。この年の11月から12月にかけて、今回の地震と同じところで地震が多発した（最大M2.9^{註2)}、他2カ所でも同時期に多発）。

第1図左下は、M4.0の地震が発生した10月29日から11月7日までの図1のA地域でのM-T図である。M4.0の地震が発生する直前の10月29日12時25分から12時58分にかけて前震活動があり、最大M2.1を含む6個の前震が発生している。余震数は順調に減っている。

第1図右は、1984年4月以降のM2.5^{註2)}以上の地震活動図である。B地域は、松代地震が活発に起きるところで、活動域は北東-南西方向に伸びている。この方向を投影軸としてB地域の時空間分布図を作成したのが、右下の図である。10月29日の地震が起きた付近は、その北東側と南西側に比べて地震活動が不活発で、特に1986年から1995年にかけてM2.5^{註2)}以上の地震が起きていない。

第2図は、1997年11月以降を3つの時期（左図：前回の活動時期と中：今回の活動時期と右：その中間の時期）に区切って作成した地震活動図とM-F図（・：地震数 ○：積算数 ×：b値）である。第1図のA地域を含むC地域では期間によらず地震活動があるが、地震活動が比較的低調な中間の時期はb値が大きい。中間の時期は、M2^{註2)}を超えるような地震が起こっておらず、M2以下の小さい地震が定常的に起こっていることがわかる。さらに、第1図右下の時空間分布図から分かるように、1995年以前も長期にわたってM2.5^{註2)}を超えるような地震が起きていなかった。

なお、第1図の右側の図以外は震源決定に新しい震源決定プログラムを使用しているため、従来よりまとまりの良い震源分布となっている。

第3図はこの期間における石英管伸縮計、水管傾斜計及び降水量等の観測データを示した。歪の

東西成分は6月上旬頃から伸びとなり、7月に入り縮み傾向になった。歪の南北成分は8月中旬と9月下旬に大きな変動がみられるが、これらは同時期の降水による影響と思われる。10月下旬の石英管伸縮計の両成分の変化は、27日の降水と29日の長野県北部の地震(M4.0)によるものである。

第4図は過去10年間の石英管伸縮計、水管傾斜計の観測結果と傾斜ベクトルを示す。今年6月頃から南西上がりの傾斜変化が見られる。第5図は石英管伸縮計とGPSデータによる固定点基線長変化(データは国土地理院GPS観測のホームページによる)を比較したものを示す。同図の3段目と4段目の長野～東部町と長野～大町はほぼ南北、東西方向にあたり、石英管伸縮計南北、東西成分と比較した。この期間では顕著な変化は認められない。

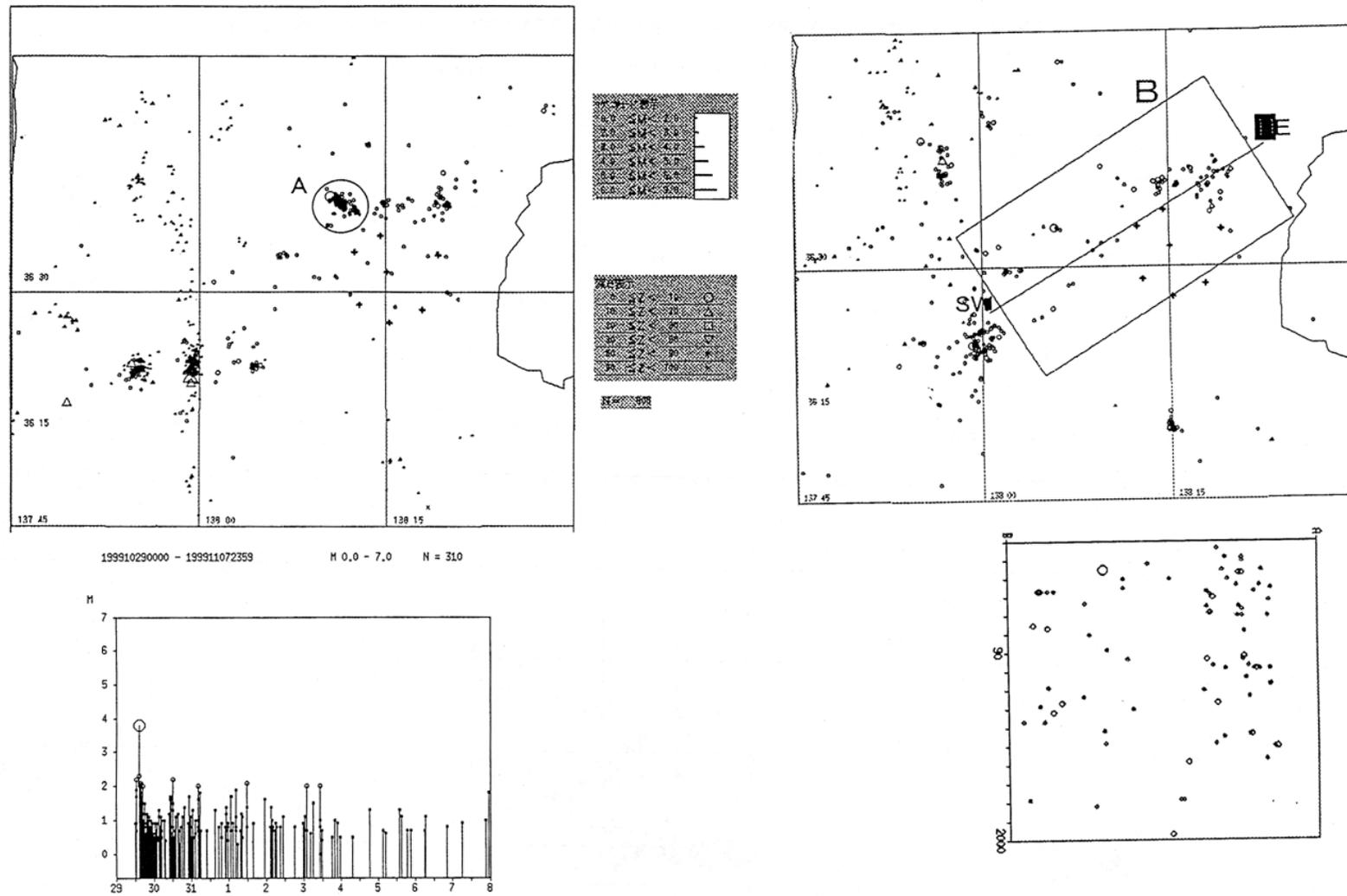
第6図上は10月29日に発生した長野県北部の地震の発生前後約1日の地殻変動記録である。地震直前には明らかな前兆的な変動は認められないが、地震発生時には、伸縮計・傾斜計に明瞭なステップが記録された。このステップの観測値と計算によって求めた理論値を第6図下と表1に示す。理論計算には気象庁で決定したメカニズムを用い、長さ2km、幅1km、食い違いの大きさ5cmの断層を仮定した。計算にはMICAP-Gを用いた。2枚の節面のうち北西—南東の走向を持つ節面を断層面(strike=318°,dip=49°,slip=16°)とした計算結果が理論値と調和的である。

注1) 図中のマグニチュードは、群列地震観測システムによるもの。M4.0の地震がM3.8となっている。

注2) 群列地震観測システムによるマグニチュード。

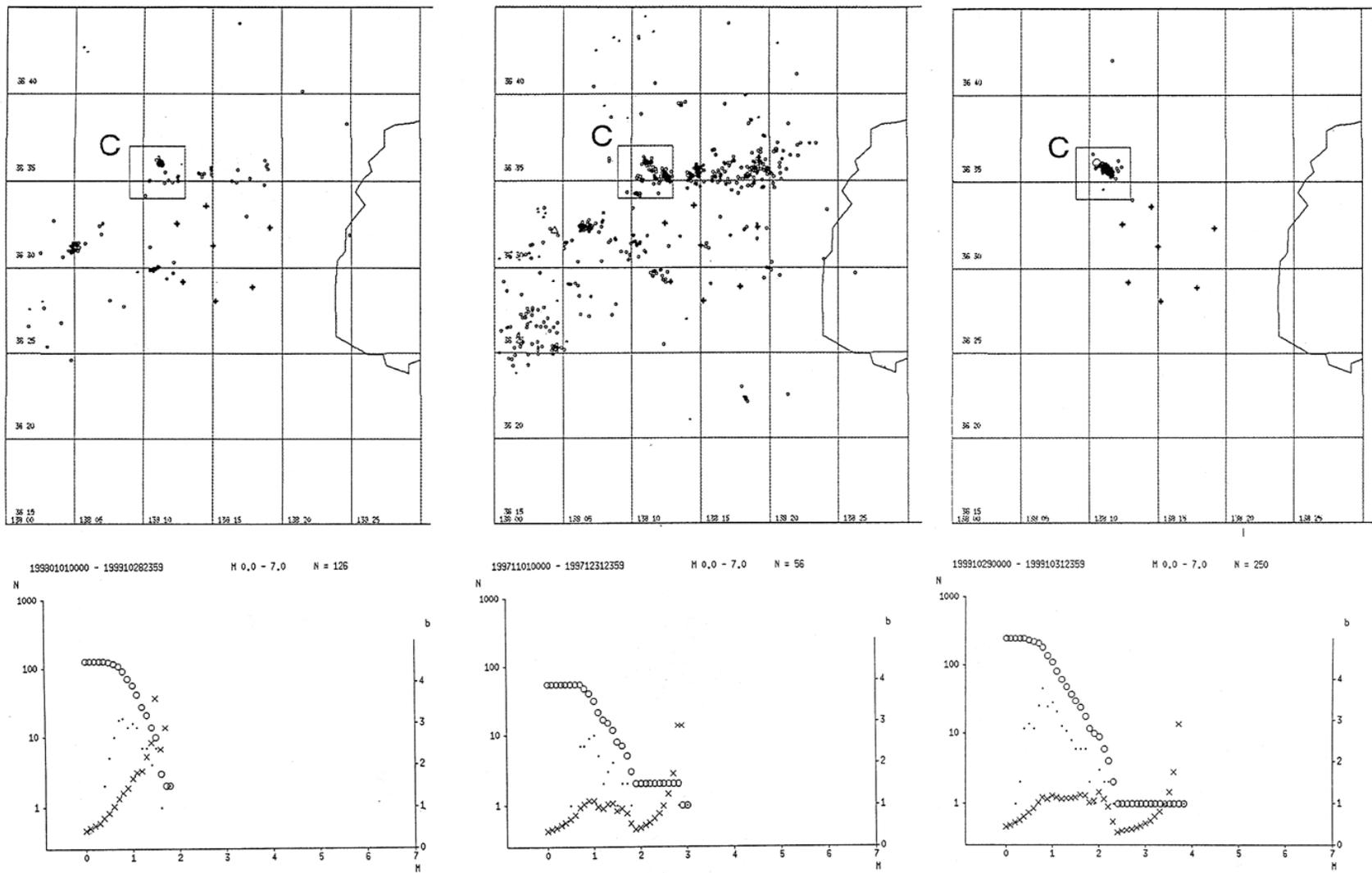
参 考 文 献

内藤宏人, 吉川澄夫, 1999, 地殻変動解析支援プログラムMICAP-Gの開発, 地震, 52, 101-103.



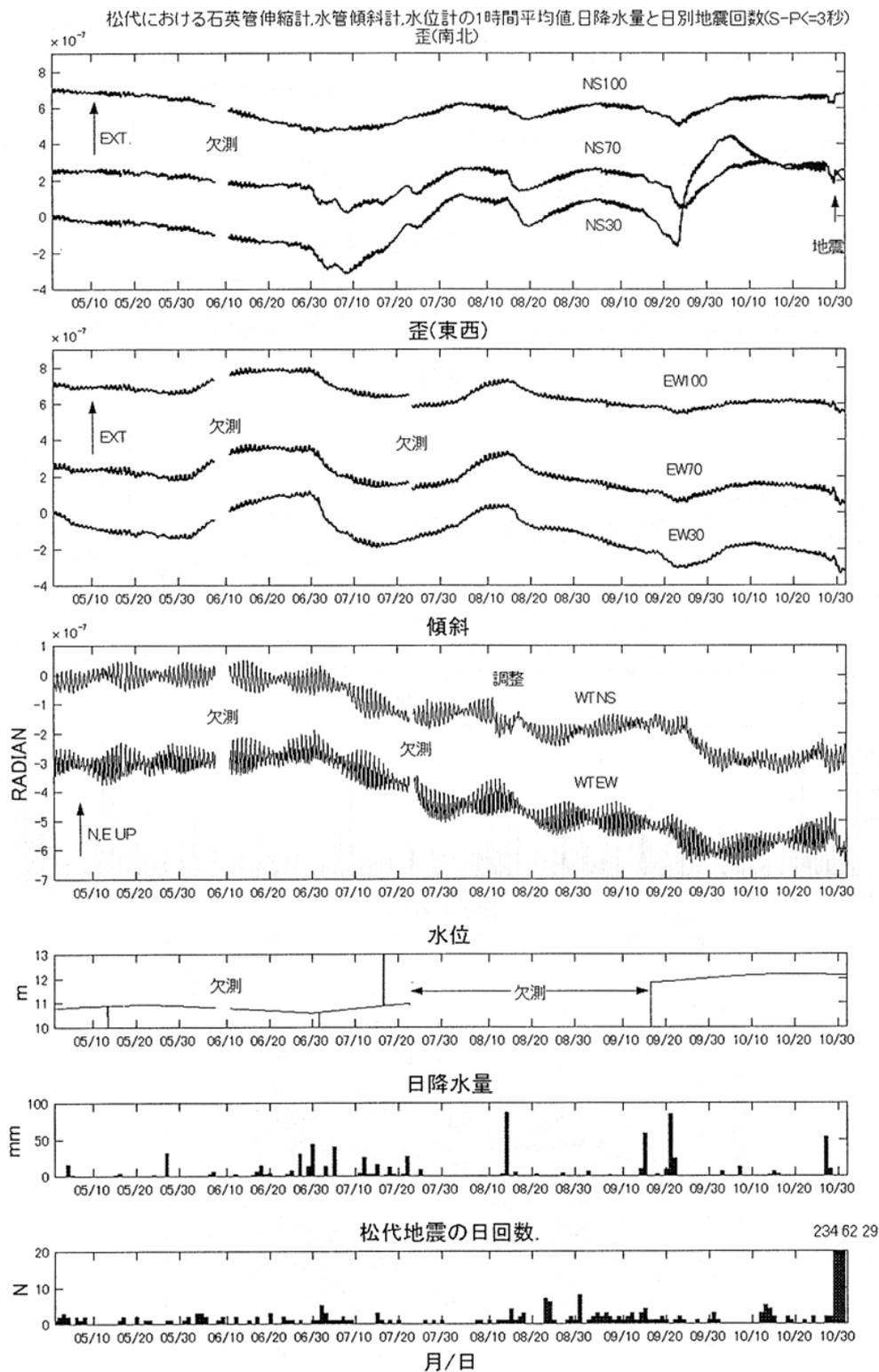
第1図 長野県北部地域の地震活動 (左: 1999年5月1日~1999年10月31日と右: 1984年4月1日~1999年10月31日 $M \geq 2.5$) +印は群列地震観測点を示す。

Fig.1 Seismic activity in the northern part of Nagano Prefecture (left: May 1, 1999-Oct. 31, 1999 and right: Apr. 1, 1984-Oct. 31, 1999 $M \geq 2.5$). Crosses indicate stations of Matsushiro Seismic Array System.



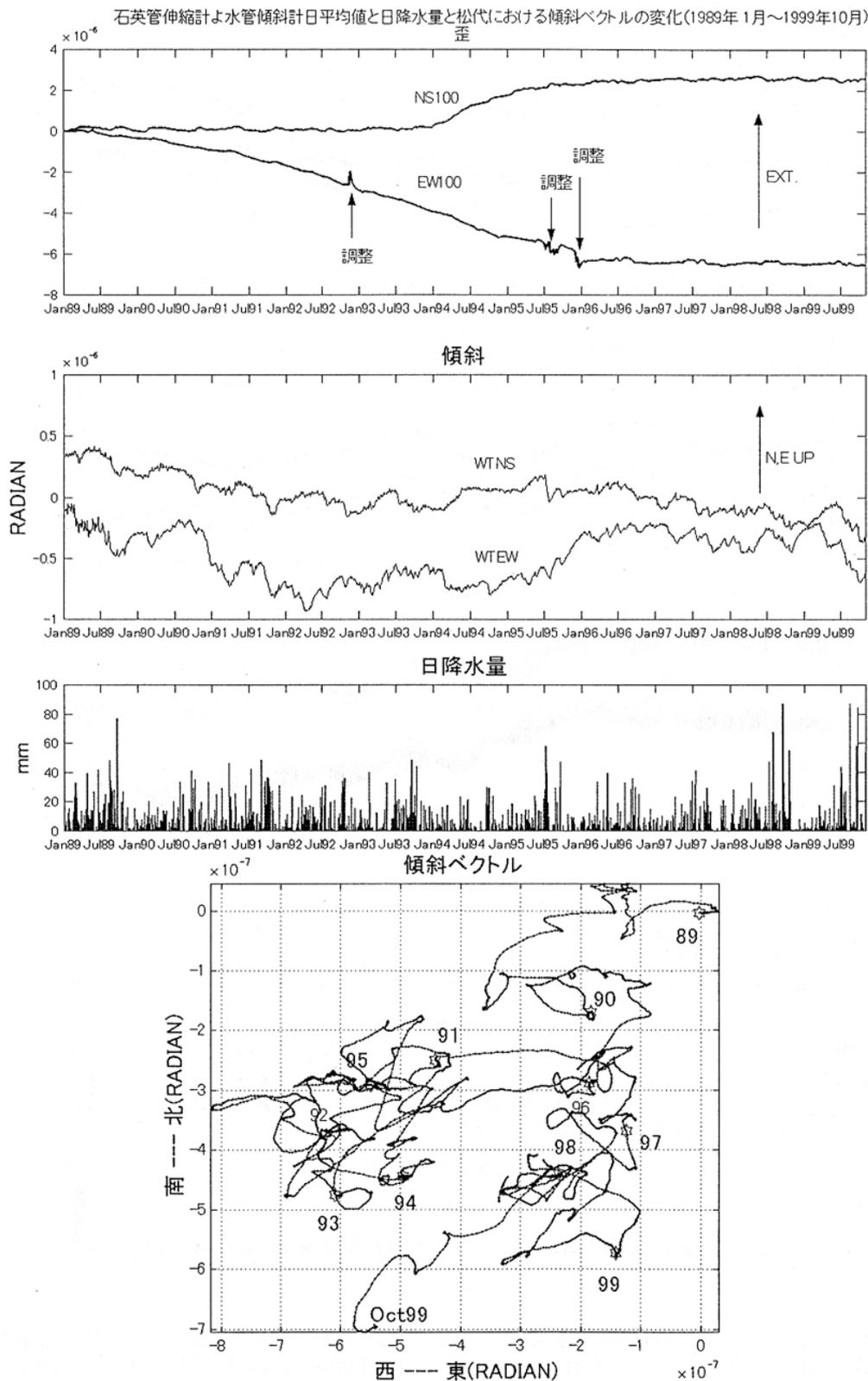
第2図 松代地震の地震活動 (1997年11月1日~1997年12月31日)

Fig.2 Seismic activity in the area of Matsushiro earthquake swarm (Nov. 1,1997-Dec. 31,1997).



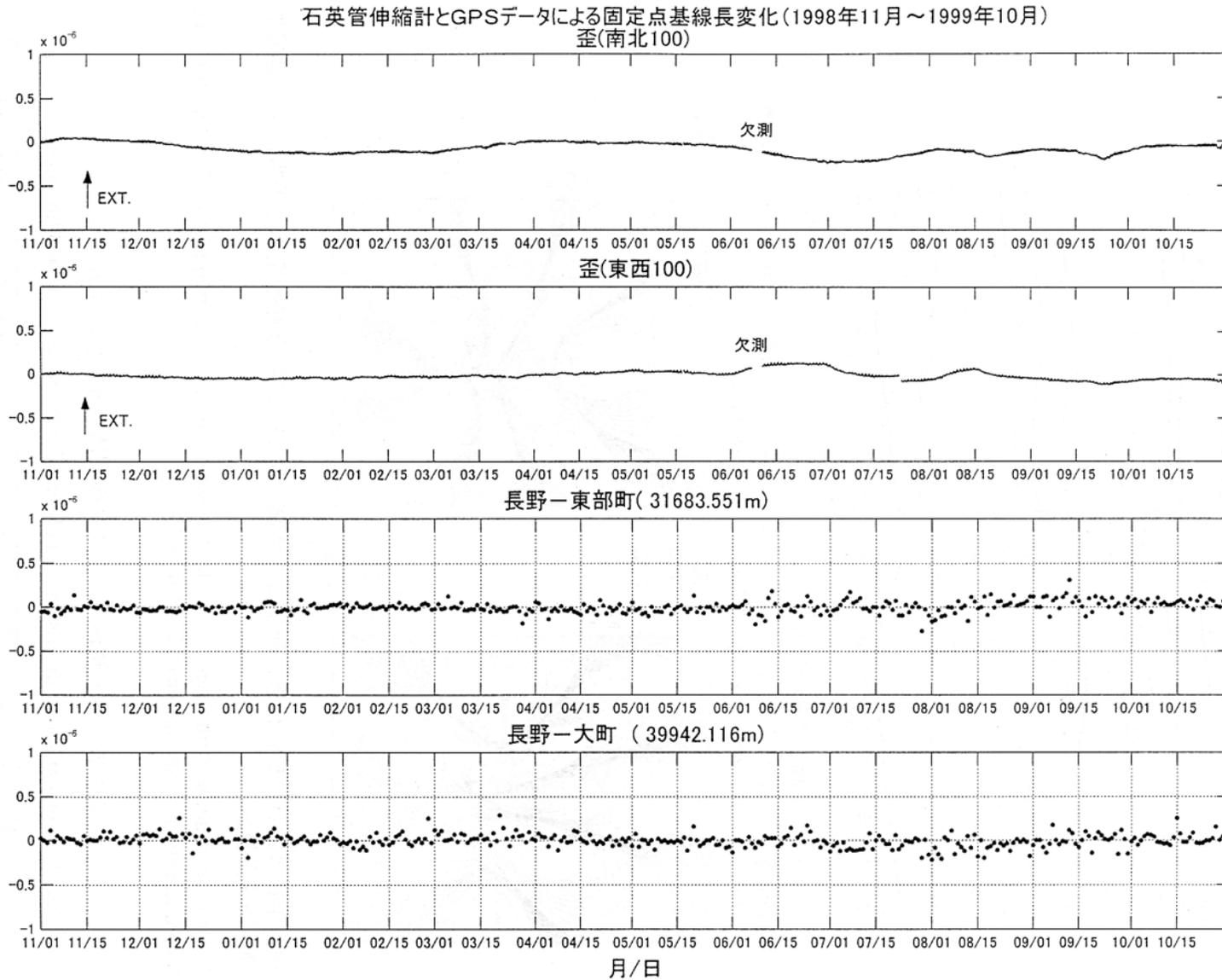
第3図 松代における石英管伸縮計,水管傾斜計,水位計の1時間平均値,日降水量と日別地震回数 (S-P ≤ 3 秒) (1999 年5月~1999 年10月) 上から石英管伸縮計南北成分 100m, 70m, 30m, 同東西成分 100m, 70m, 30m, 水管傾斜計南北成分, 同東西成分, 観測坑内水位計, 日降水量および松代地震の日別地震回数 (S-P ≤ 3 秒) を示す。

Fig.3 Hourly strain changes by quartz-tube extensometers (NS100, NS70, NS30, EW100, EW70, EW30), hourly tilt changes by water-tube tilt-meters (WTNS, WTEW), water level, daily precipitation, and daily number of earthquakes (S-P ≤ 3 sec.) at Matsushiro (May 1999-Oct.1999).



第4図 石英管伸縮計および水管傾斜計の日平均値と日降水量と松代における傾斜ベクトルの変化 (1989年1月～1999年10月)

Fig.4 Daily strain changes by quartz-tube extensometers, daily mean tilt changes by water-tube tiltmeters, daily precipitation and trace of tilt vectors at Matsushiro (Jan.1989-Oct.1999) .



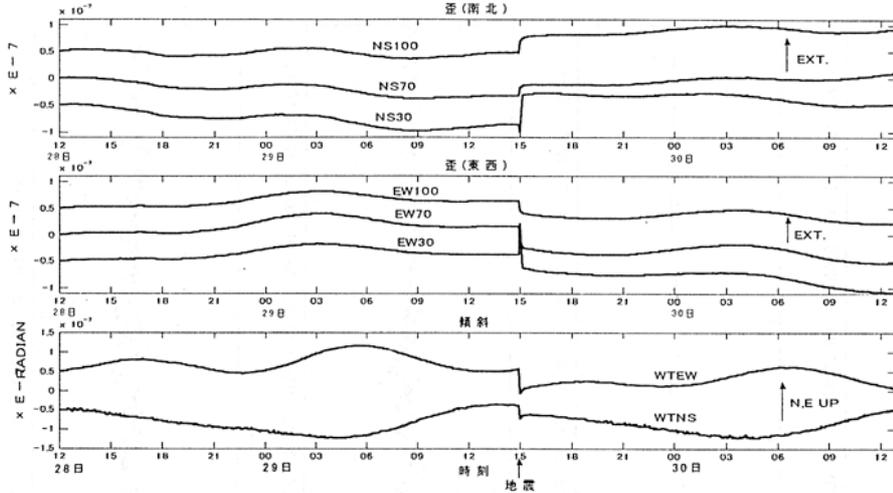
第5図 石英管伸縮計とGPSデータによる固定点基線長変化(1998年11月～1999年10月)(データは国土地理院GPS観測のホームページによる)

Fig.5 Hourly strain changes by quartz-tube extensometers and daily mean baseline changes by GPS data (Nov.1998-Oct.1999).

1999年10月29日に松代付近に発生した地震 (M3.8) に伴う地殻変動

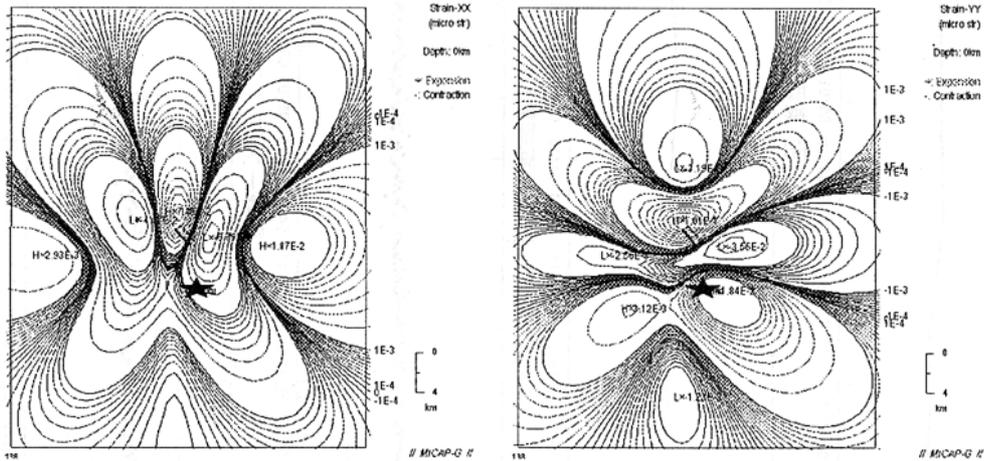
地震発生前後の地殻変動

1999年10月28日12時~10月30日12時



地震による地殻変動(理論計算値)

左は東西方向、右は南北方向の歪量で、コンターの極大(極小)点には"H(L)×"の印(Hが伸び、Lが縮みを示す)およびその値を示している。★印が精密地震観測室の位置を示す。



第6図 1999年10月29日に松代付近に発生した地震 (M4.0) に伴う地殻変動と地震による地殻変動 (理論計算値)

Fig.6 Co-seismic strain and tilt steps caused by the M4.0 Matsushiro earthquake of Oct.29,1999 and theoretical strain fields calculated by "MICAP-G".

第1表 歪・傾斜ステップの観測値と理論値の比較

Table 1 Comparison of theoretical and observed intensity of strain and tilt steps.

	歪(東西) [10 ⁻⁸ strain]			歪(南北) [10 ⁻⁸ strain]			傾き(東西) [10 ⁻⁷ rad]	傾き(南北) [10 ⁻⁷ rad]
	100	70	30	100	70	30		
観測値	-2.2	-3.9	-2.4	+2.8	+1.2	+5.6	-5.6	-2.7
理論値	-1.6			+1.3			-4.5	-3.8