

7-29 六甲高雄観測室における観測結果

Observations of Crustal Movements and Discharge Change at Rokko-Takao Station

京都大学大学院理学研究科

東京大学地震研究所

Graduate School of Science, Kyoto University

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

六甲高雄観測室は、神戸市の三宮の北方約 5km の地点にあり、兵庫県南部地震の震源域の直上にあると考えてよい。平行する 2 本の新神戸トンネルを繋ぐ連絡坑道 (N69°E-S69°W) を利用しているので一般の地殻変動観測坑道に比べて温度変化は大きいですが、被りが約 240m と深いためか降雨の影響は少ない。1989 年に観測が開始され、順次、観測項目が追加された。なお、観測坑道は万福寺断層と交差していると考えている。

●測地測量

25m 間隔に設置された 13 基の測定台から構成される 300m のほぼ直線状の基線 (六甲高雄基線) において、光波測距と水準測量が、1989 年以降、毎年 3 月に行われてきた。

長さ変化：測定点 1 から各測定点までの長さ変化を第 2 図に示す。各区間の長さ変化は一様でなく、伸びの区間もあるが、縮みの区間が多い。特に、区間 (10~11) の縮みが大きい。また、全体的にみて、1991 年から 1992 年にかけて変化の傾向を変えている。300m の基線長においては、地震までの 5 年間に約 0.7mm (2.3 μ strain) 縮み、地震時には約 2.8mm (9.3 μ strain) 縮んだ。

高さ変化：1989 年の測定値を基準とし、測定点 1 を不動点とした各測定点の高さ変化を第 3 図に示す。地震までの 5 年間に、基線全体としてのシーソー的傾動を交えつつ、区間 (7~8) を境に基線の東側が西側に対して約 1.5mm 隆起した。この変動は、1990 年~1991 年に始まったように見られる。地震時には、東側隆起の約 10 μ rad の傾動が生じた。なお、区間 (7~8) 付近には、約 5m 間隔で水準測量用の測定点が 1994 年に新たに設置されており、これらの変動から、傾動が一様ではなく、短波長の起伏を含んでいることが分かる。

●地殻変動連続観測

伸縮計 (EXT 1~4)、小型多成分ボアホール歪計 (ST 1~3)、水管傾斜計 (WT 1~3)、および震研 93 型平行二枚バネ式可搬型傾斜計 (PT 1, 2) の記録を第 4~9 図に示す。地震直前に、明瞭な変化は認められない。

歪変化：ボアホール歪計 (ST 1, ST 3) が、昨年 8 月ごろから変化の傾向を大きく変えている (第 7 図, 第 8 図)。ボアホール歪計 (3 成分) で観測されたストレイン・ステップは、この地域の歪場と応力場に調和的である (第 9 図)。地震後の余効的变化は伸縮計毎に異なる (第 5 図)。

傾斜変化：水管傾斜計 WT 1 が、1991 年秋ごろ、東上がりの傾斜を示した (第 4 図)。全ての傾斜

計において、地震後の東側隆起の変動が大きく、現在も継続している（第6図）。傾斜計PT1とPT2の変化量は大きいですが、これらの計器は測地測量の区間（7～8）に設置されており、水準測量で短波長の高さ変化が観測されたことと調和している。

●湧水

観測坑道の側溝を流れる湧水を三角堰でせき止めることにより、湧水量の観測を行っている。湧水量変化の長周期の傾向は降雨量に依存している（降雨から約1.5カ月遅れ）ものと思われ、短周期の変化は遠地地震による（コサイスマックに増加し、時定数2～3日の指数関数的に減少する）ものである。昨年11月上旬からの変化は異常であり、地震までに約7%増加し、コサイスマックに約10倍になった（第10図）。湧水量は、地震以前が約0.65リットル/秒であった。地震後約1週間は約6.6リットル/秒であったが、その後徐々に減少している（第11図）。

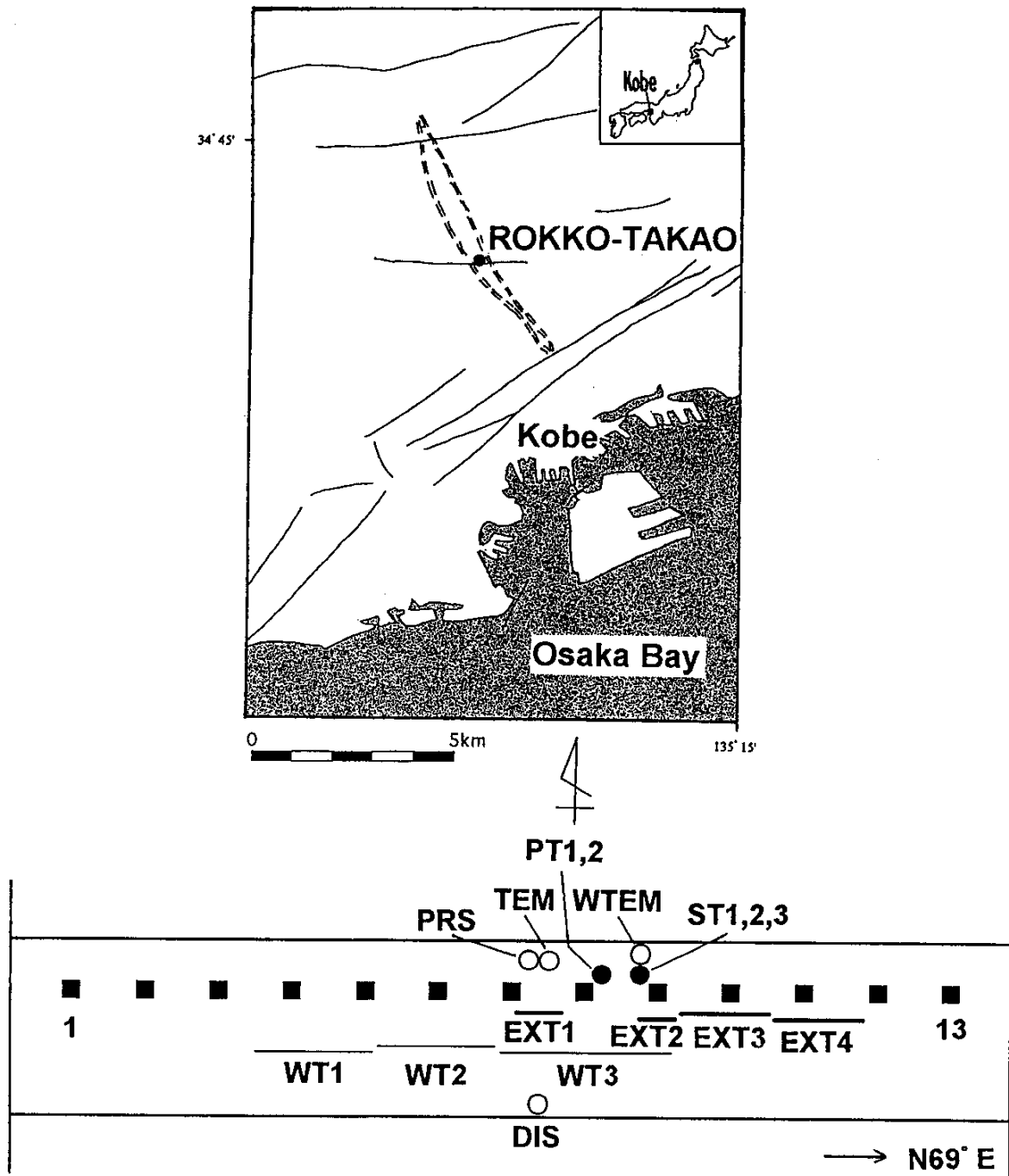
参 考 文 献

京都大学理学部：六甲高雄観測室における地殻歪と湧水量の観測，連絡会報，**51**（1994），687-688.

京都大学理学部：六甲高雄基線における地殻変動，連絡会報，**52**（1994），536-538.

京都大学理学部：京都大学防災研究所：コサイスマックな地下水圧増加量の推定，連絡会報，**53**（1995），656-658.

京都大学理学部：六甲高雄観測室における湧水量のコサイスマックな変化，連絡会報，**53**（1995），659-662.

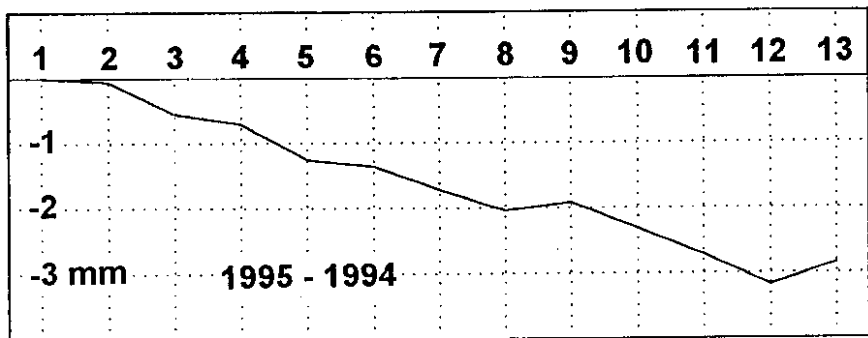
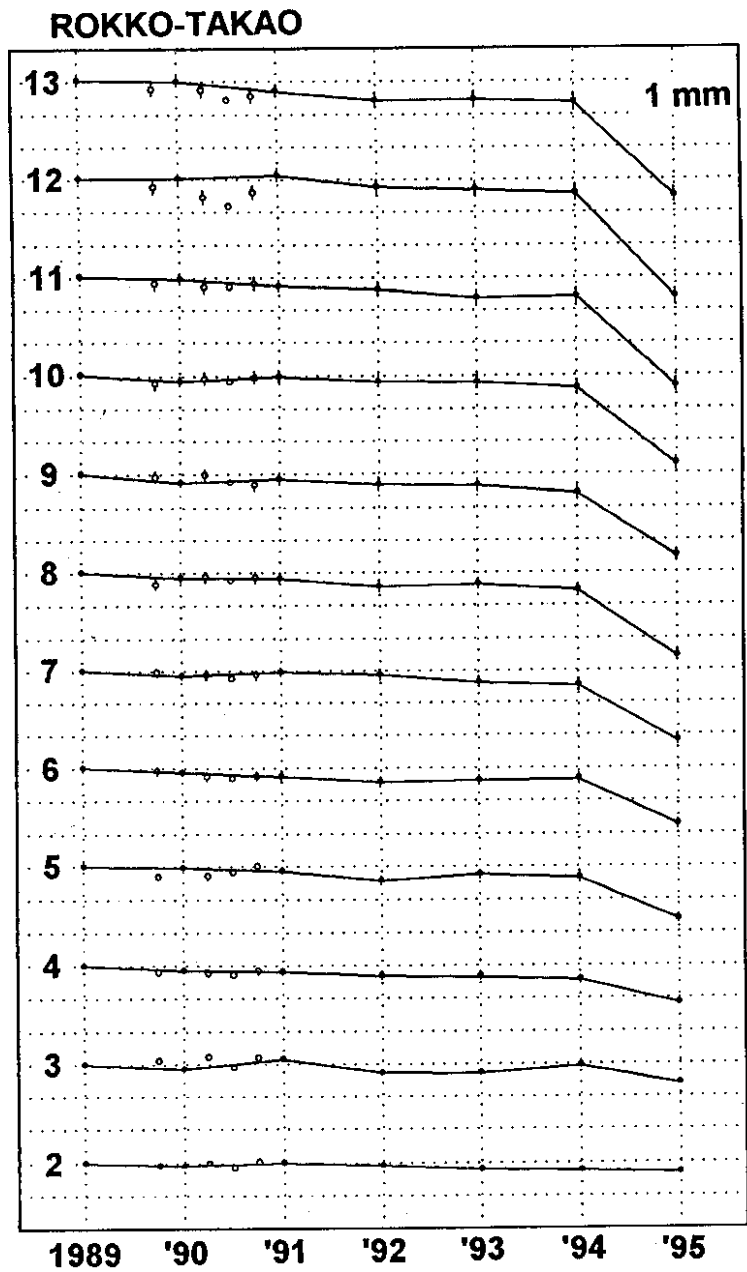


第1図 (上) 六甲高尾観測室 (●) ,新神戸トンネル (=>), および活断層 (-) の位置。

(下) 観測計器と測定台 (■) の配置。

Fig.1 Upper : Location of Rokko-takao station (●), Shin-Kobe tunnels (=>), and active faults (-).

Lower : Arrangement of instruments and geodetic sites (■).

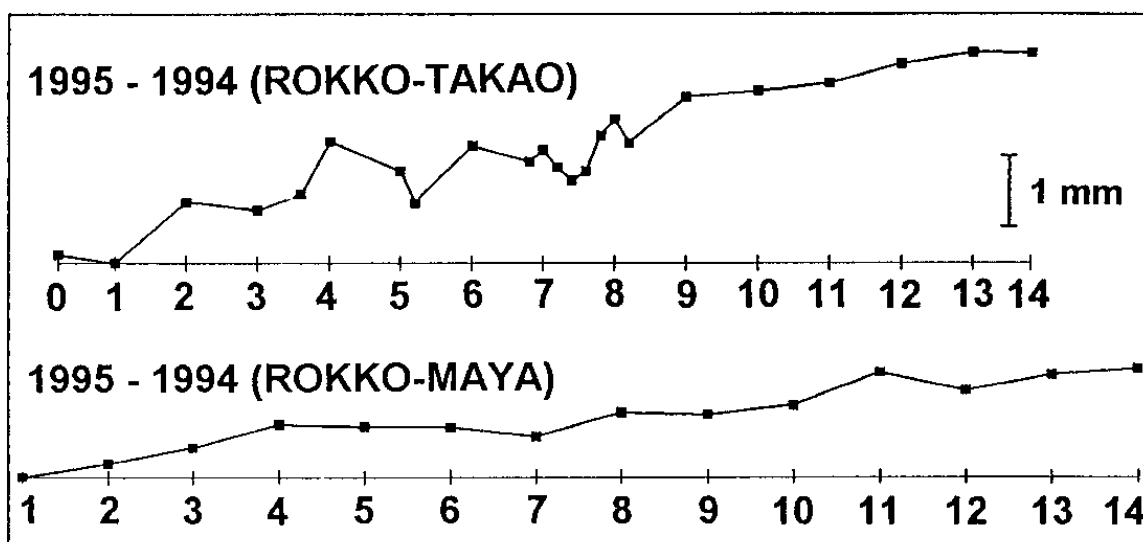
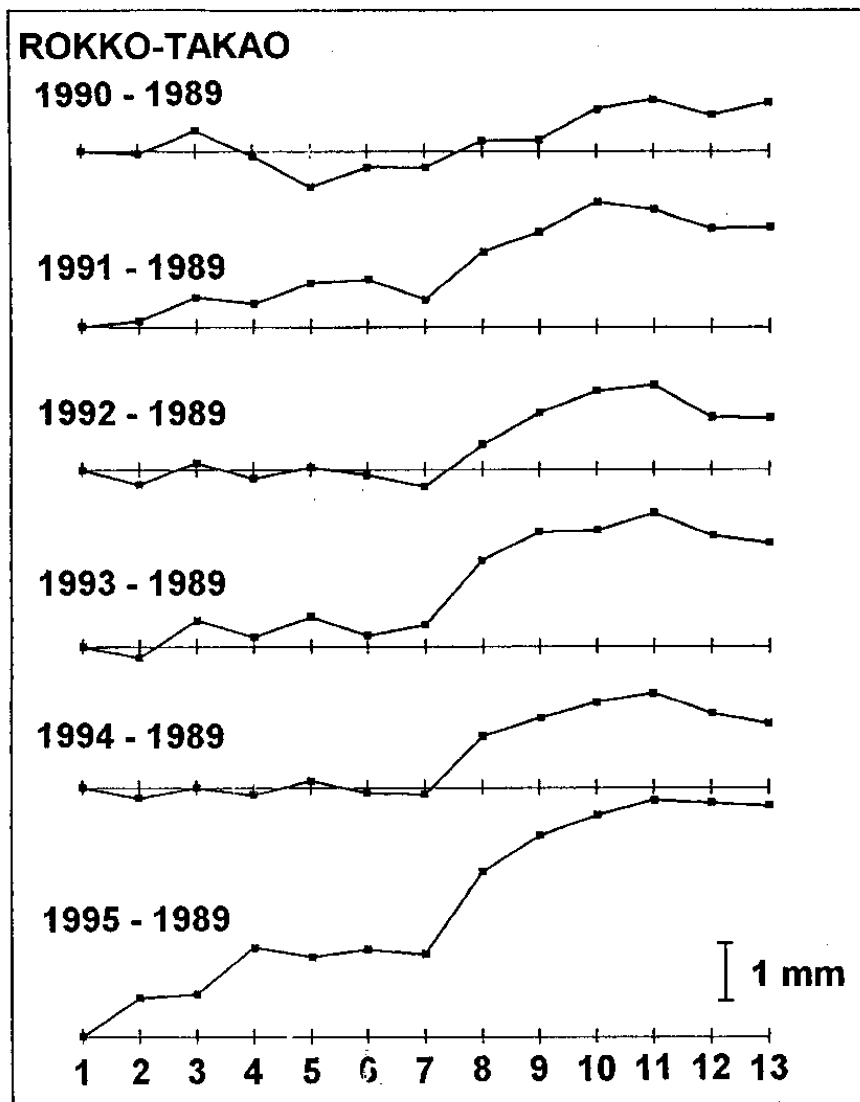


第2図 (上) 測定点1を基準とした基線長変化 (1989~1995)。

(下) 兵庫県南部地震を含む1年間の基線長変化。

Fig.2 Upper : Changes of baseline Lengths referred to site 1 in 1989-1995.

Lower : Change of baseline lengths in 1994-1995.

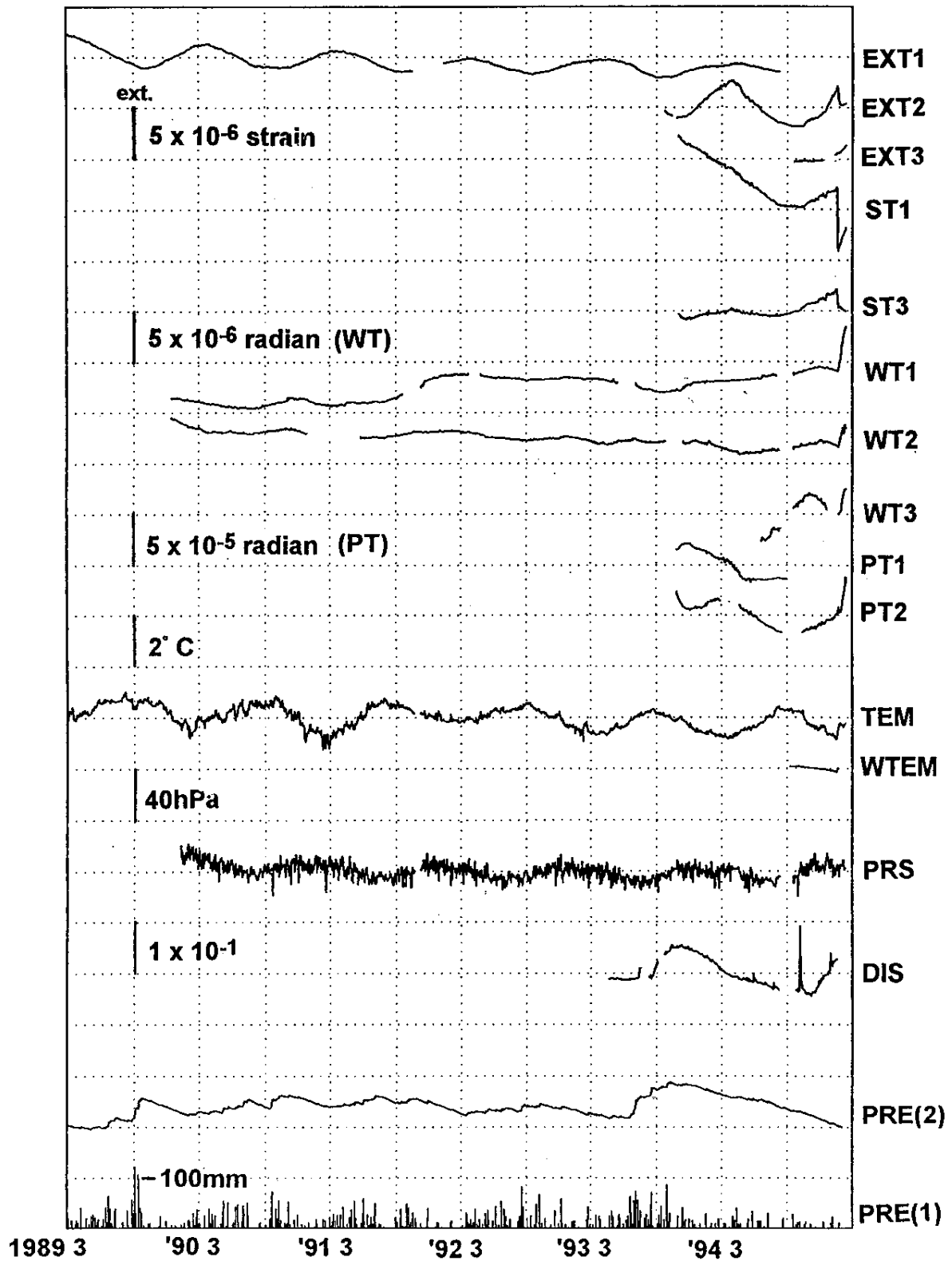


第3図 (上) 測定点1を基準とした比高変化(1989~1995)。

(下) 兵庫県南部地震を含む1年間の比高変化。

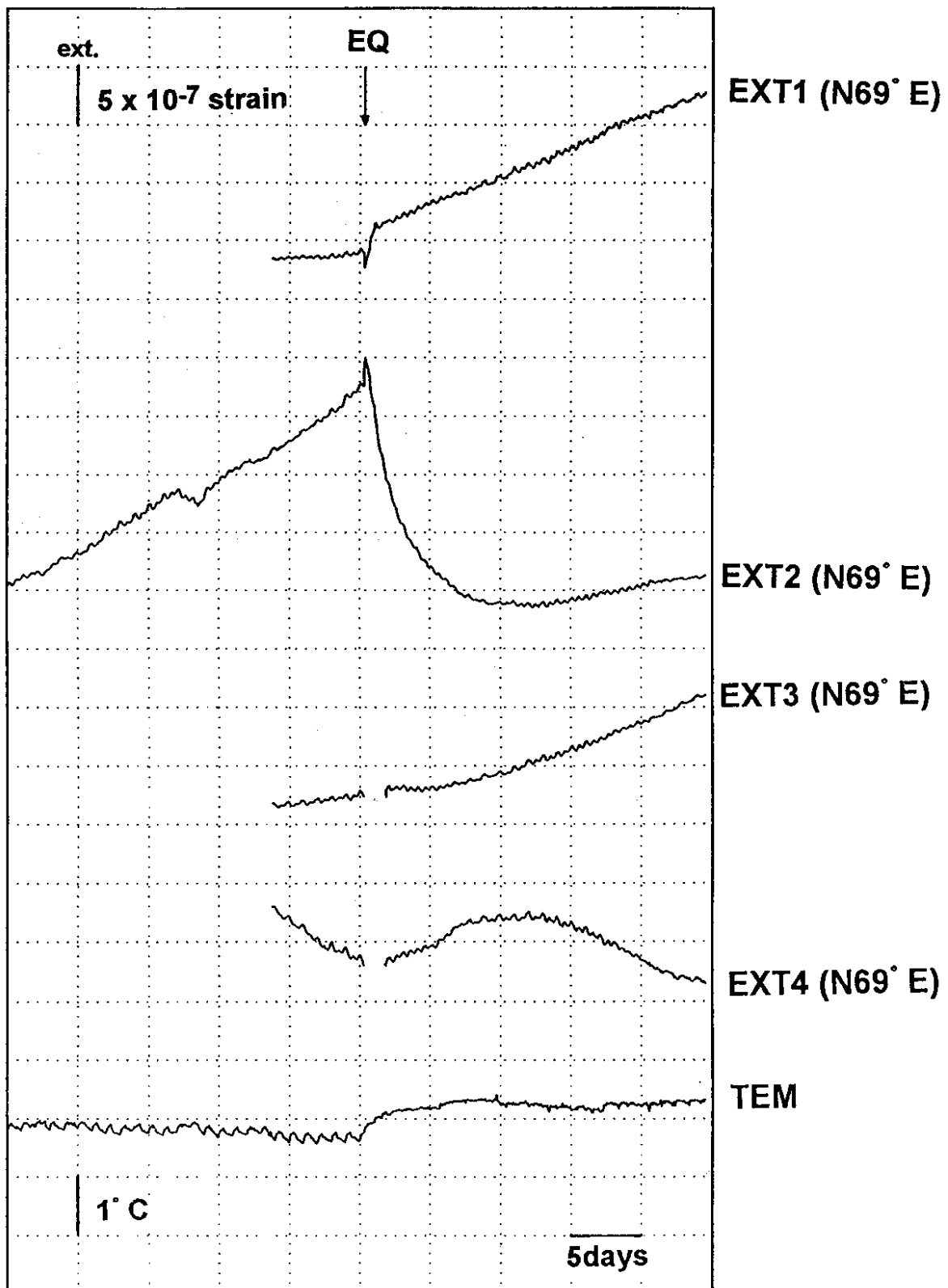
Fig.3 Upper : Height changes of respective sites referred to site 1 (1989-1995).

Lower : Height Change (1994-1995).

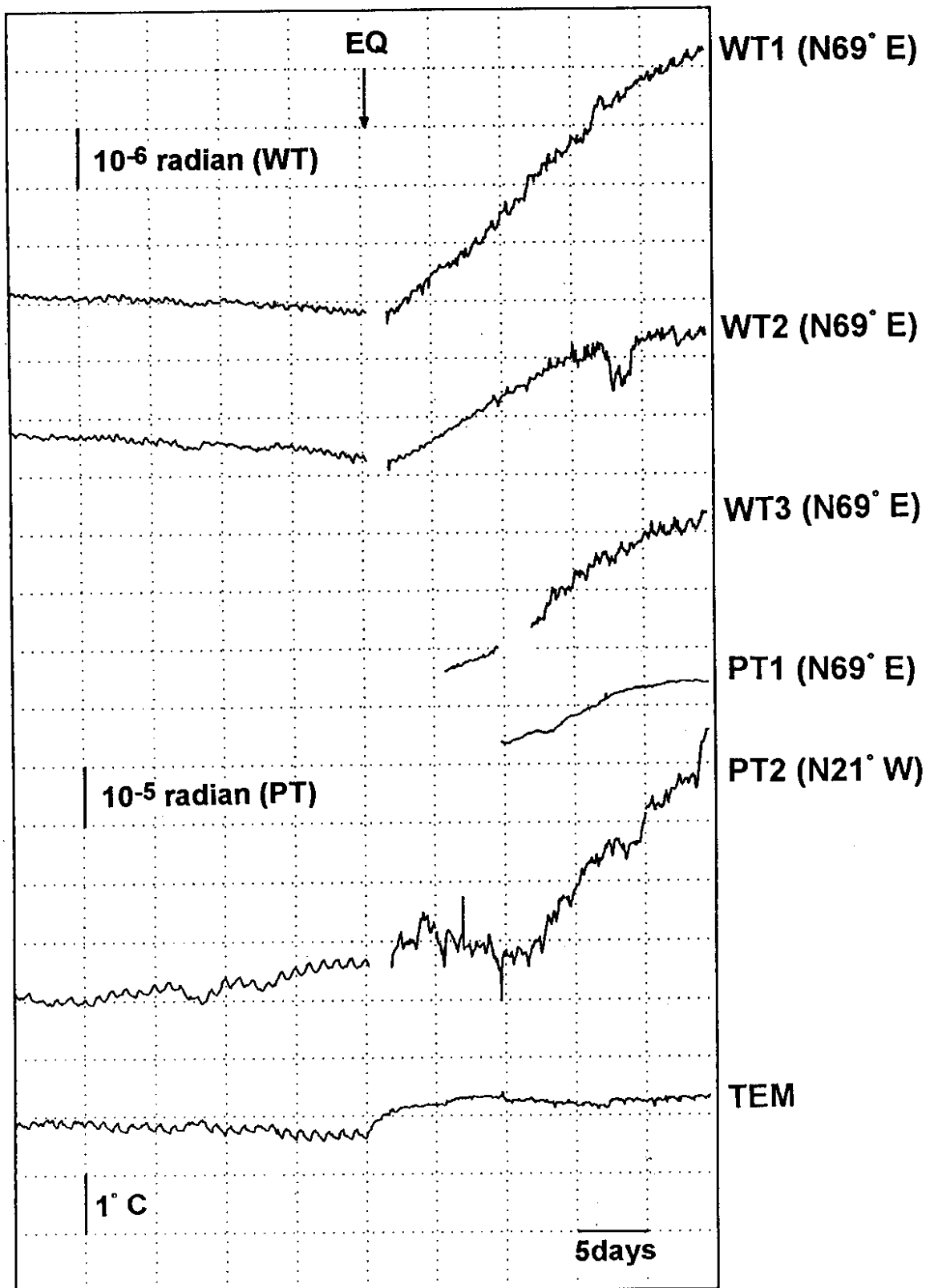


第4図 六甲高雄観測室における歪，傾斜，温度，気圧および湧水量（毎0時値），ならびに，神戸海洋気象台における日降水量。

Fig. 4 Data (daily value) of strains, tilts room temperature, atmospheric pressure, discharge and precipitation at the station.



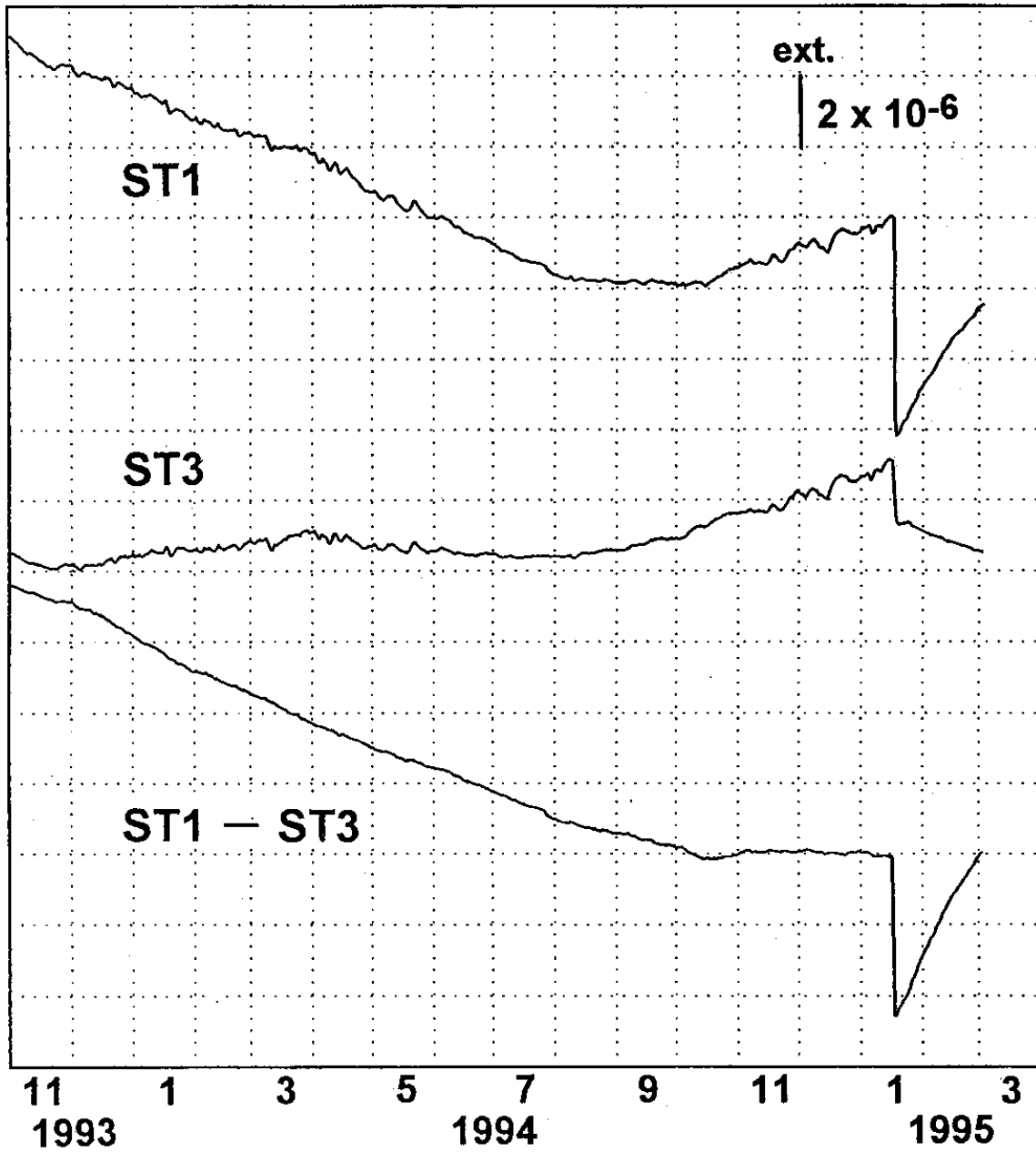
第5図 伸縮計による地震前後50日間の記録(1時間値)。ストレイン・ステップは除かれている。
 Fig.5 Strain data (hourly value) observed by extensometers during 50 days before and after the earthquake.



第6図 傾斜計による地震前後50日間の記録（1時間値）。ティルト・ステップは除かれている。

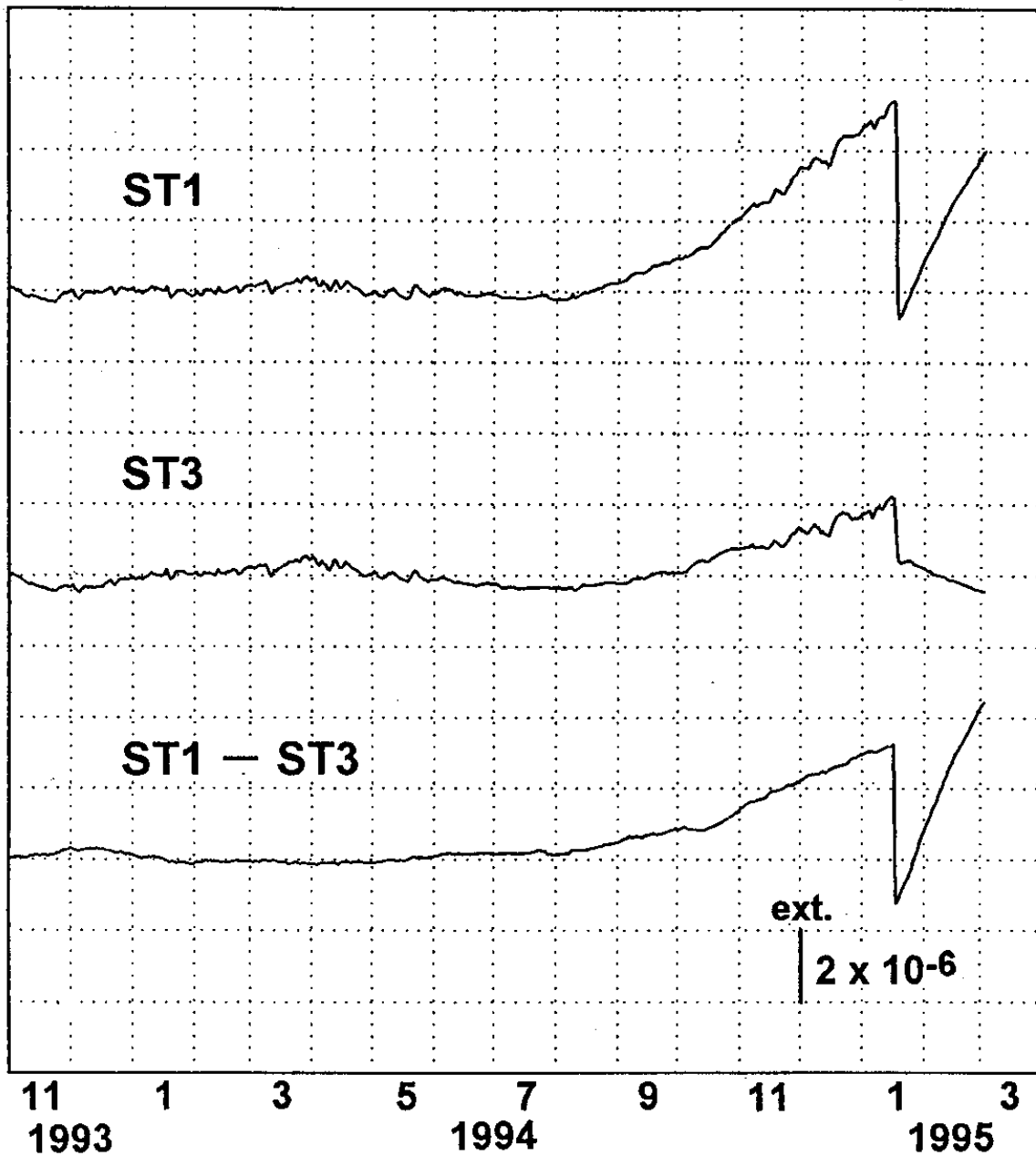
Fig.6 Tilt data (hourly value) observed by water-tube tiltmeters and pendulum tiltmeters during 50 days before and after the earthquake.

ROKKO-TAKAO (Original)



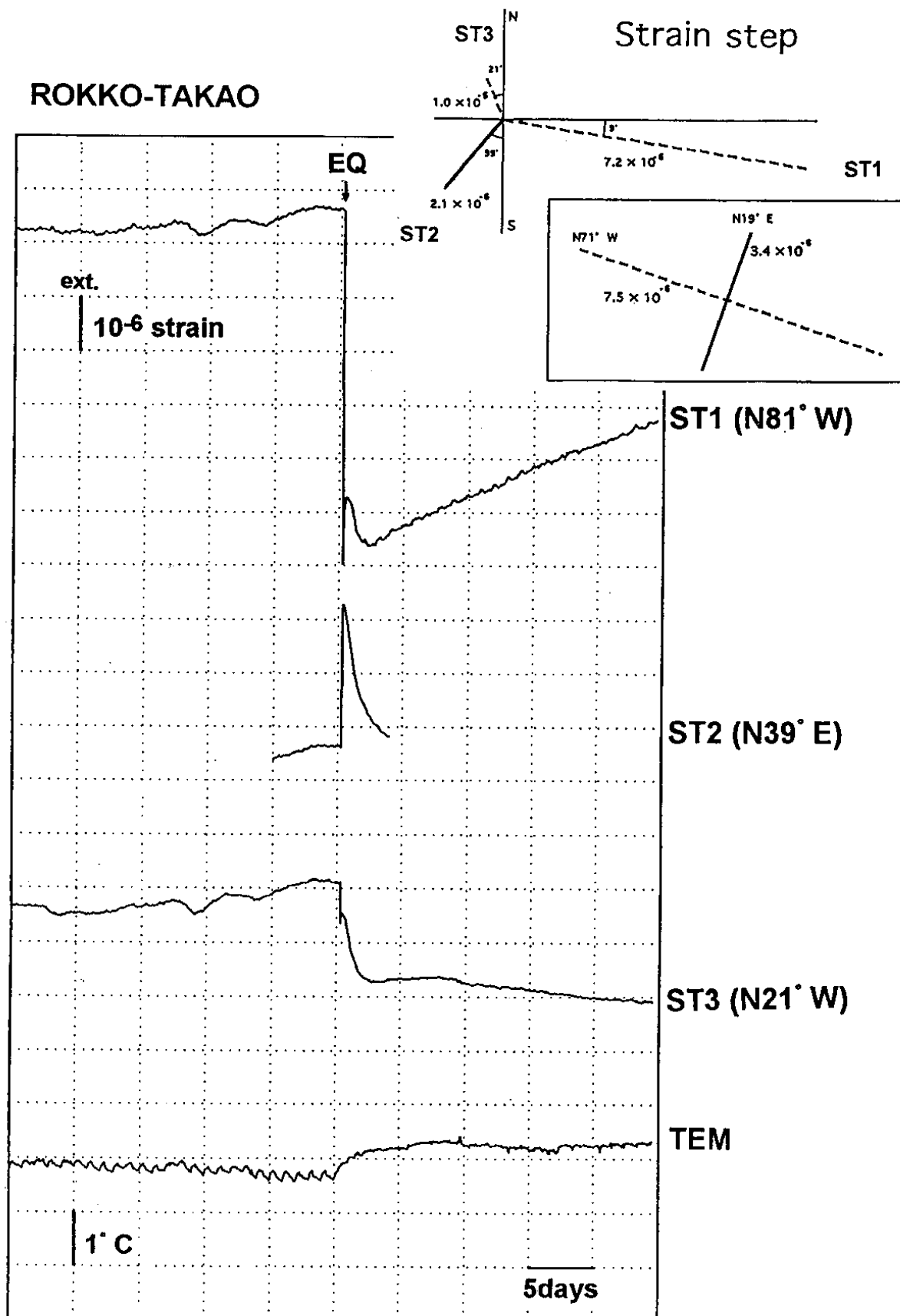
第7図 ボアホール歪計による記録 (1993年11月1日~1995年3月3日, 毎0時値)
Fig.7 Strain data (daily value) observed by a multi-component small borehole strainmeter (November 1, 1993-March 3, 1995).

ROKKO-TAKAO (Linear trend removed)



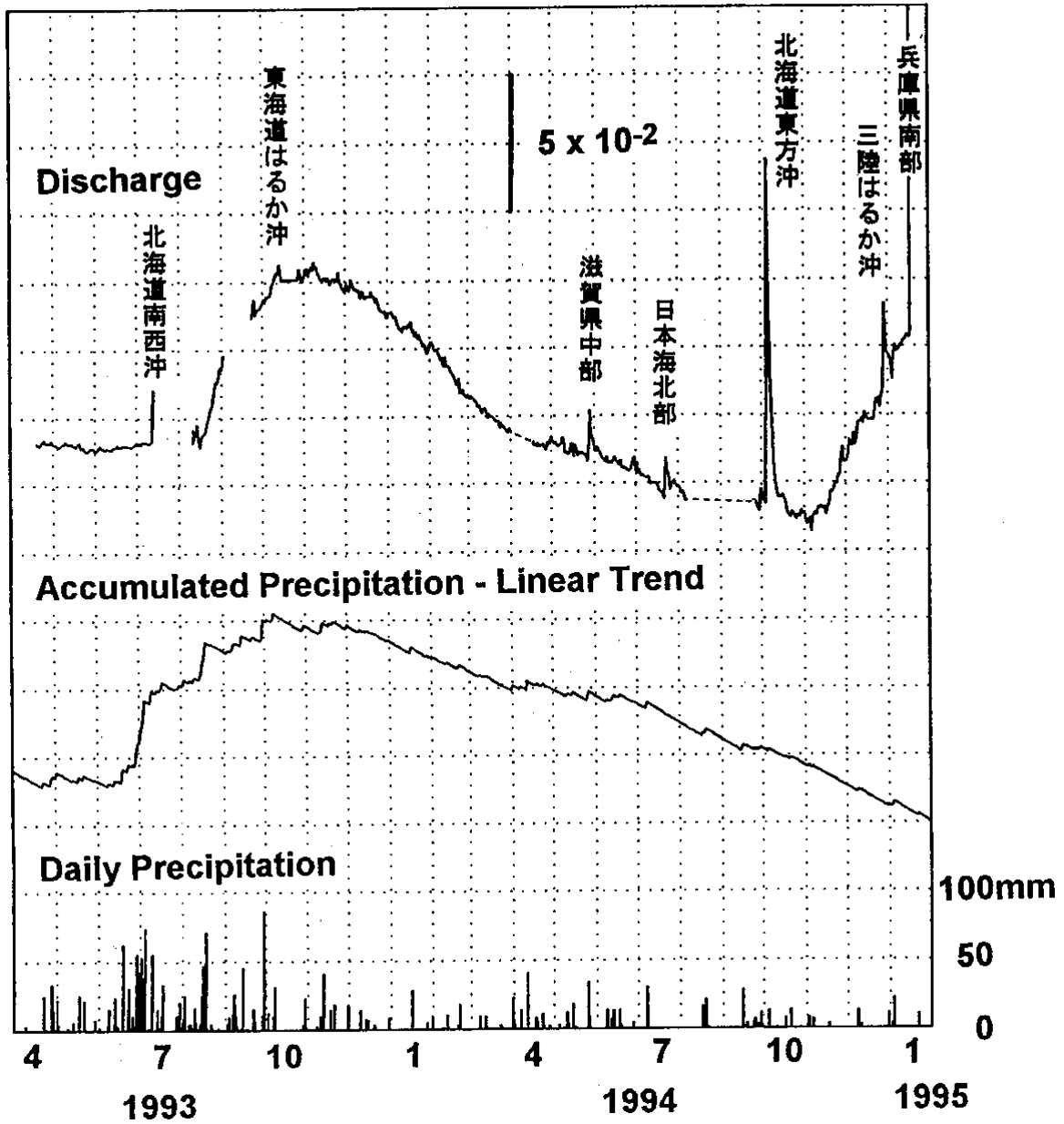
第8図 リニアトレンドが除去されたボアホール歪計の記録(1993年11月1日～1995年3月3日, 毎0時値)

Fig.8 Strain data (daily value) by the strainmeter after linear trend removal (November 1, 1993-March 3, 1995).



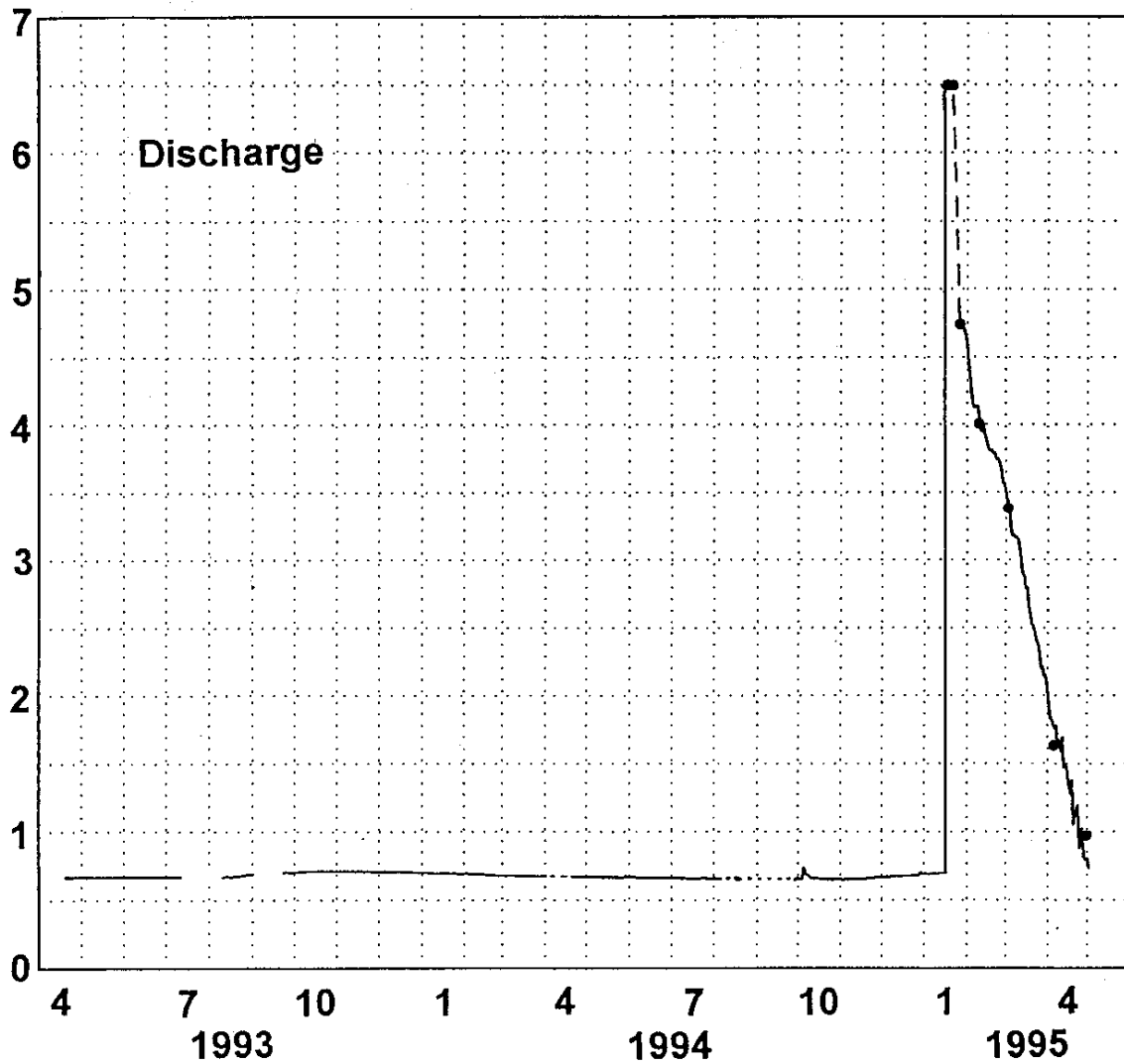
第9図 ボアホール歪計による地震前後50日間の記録(1時間値)とストレイン・ステップ
 Fig.9 Strain data (hourly value) observed by the strainmeter during 50 days before and after the earthquake, and strain step.

ROKKO-TAKAO



第10図 湧水量変化, 日降水量および地震 (1993年4月16日~1995年1月17日)
 Fig.10 Discharge change, daily precipitation and earthquakes (April 16, 1993-January 17, 1995).

l/sec



第11図 湧水量変化（1993年4月16日～1995年5月1日）。●は測定値を示す。なお、地震前後では測定計器が異なっている。

Fig.11 Discharge change (April 16, 1993-May 1, 1995).