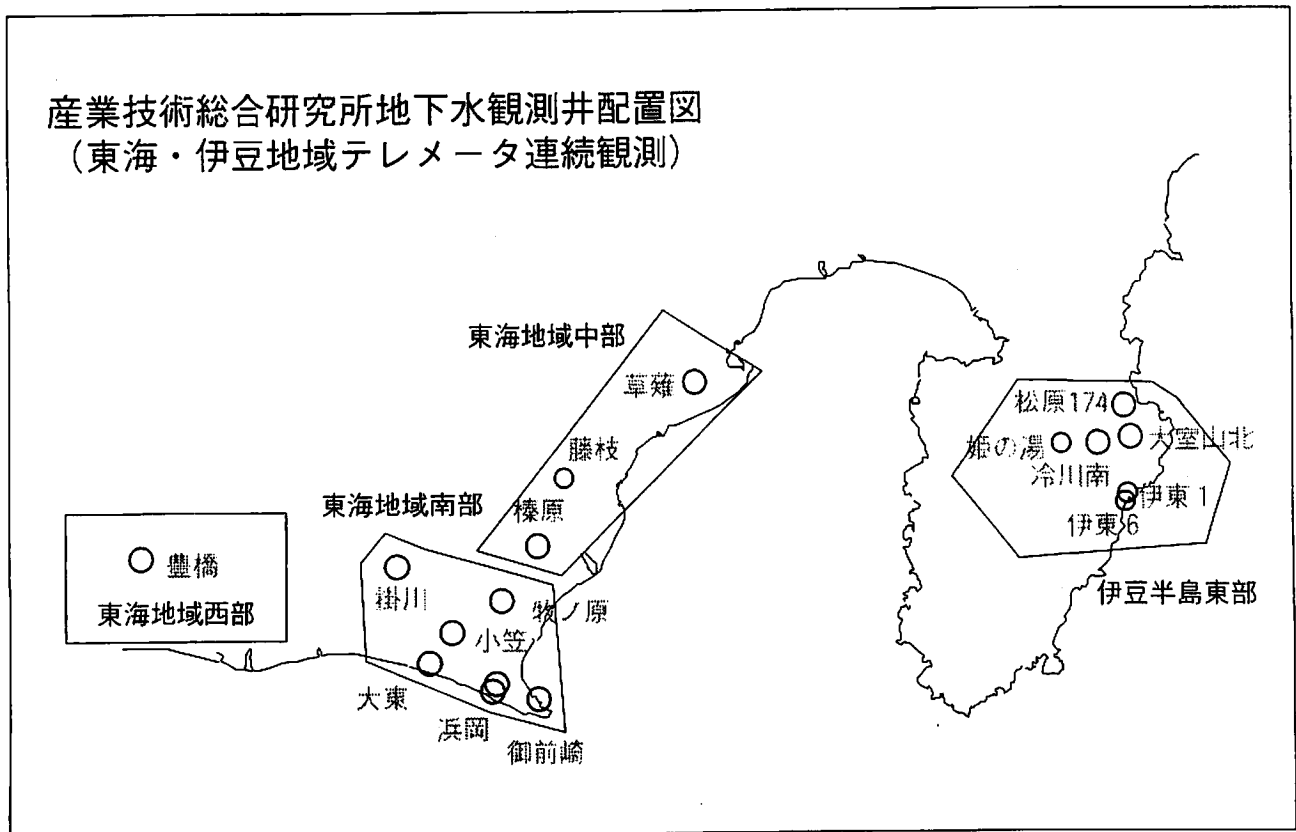


東海・伊豆地域の地下水観測結果 (2002年2月～2002年4月)



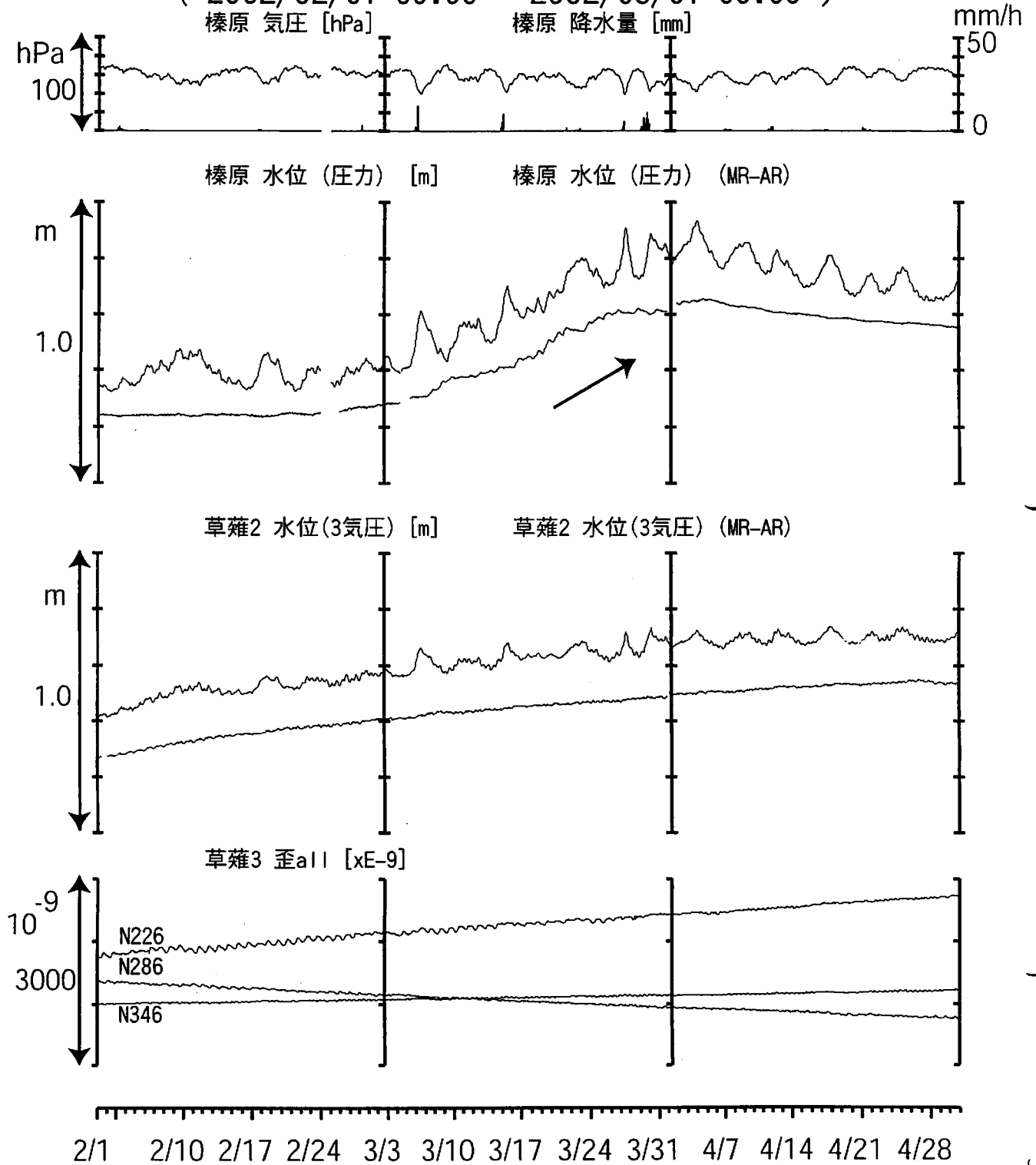
資料目次

- 東海地域中部 (榛原, 草薙) 地下水 3成分歪; 中期
- 東海地域中部 (草薙) 3成分歪; 中期
- 東海地域中部 (榛原, 草薙) 地下水 3成分歪; 長期
- 東海地域中部 (草薙) 主歪解析; 長期
- 東海地域南部 (大東, 小笠, 浜岡, 御前崎) 地下水; 中期
- 東海地域南部 (大東, 小笠, 浜岡, 御前崎) 地下水; 長期
- 東海地域西部 (豊橋) 地下水 3成分歪・傾斜; 中期
- 東海地域西部 (豊橋) 3成分歪・傾斜; 中期
- 東海地域西部 (豊橋) 地下水 3成分歪 傾斜; 長期
- 東海地域西部 (豊橋) 主歪解析; 長期
- 東海地域西部 (豊橋) 主歪の時間変化; 長期
- 伊豆半島東部 (松原174, 大室山北, 冷川南, 伊東1, 伊東6) 地下水; 中期
- 伊豆半島東部 (松原174, 大室山北, 冷川南, 伊東1, 伊東6) 地下水; 長期

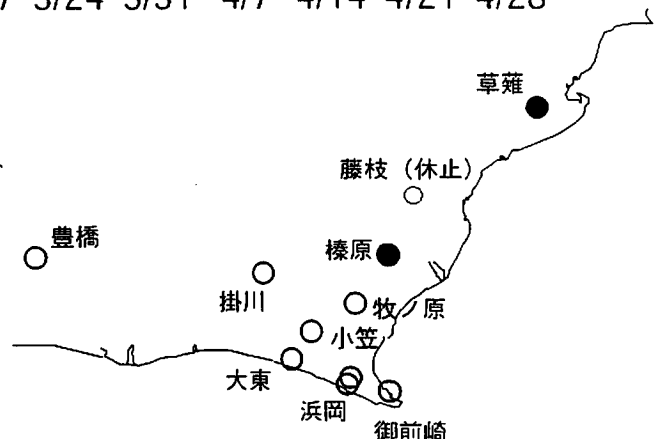
平成14年5月21日

東海地域中部（榛原・草薙）中期（時間値）

(2002/02/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)

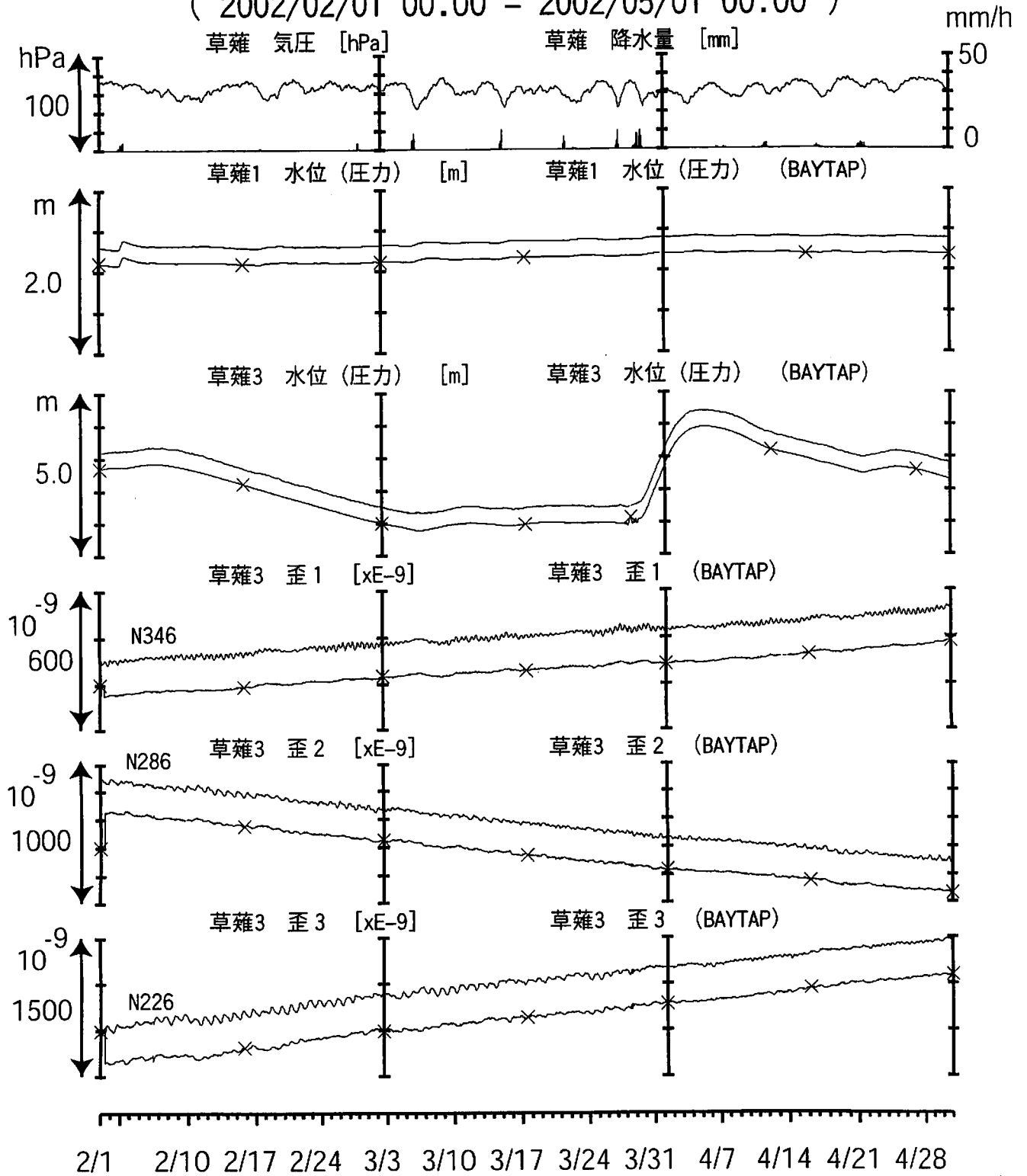


コメント：2月から榛原の水位が上昇しているが、静岡空港建設工事による盛り土の影響が出ている可能性がある。



東海地域中部（草薙・歪み）中期（時間値）

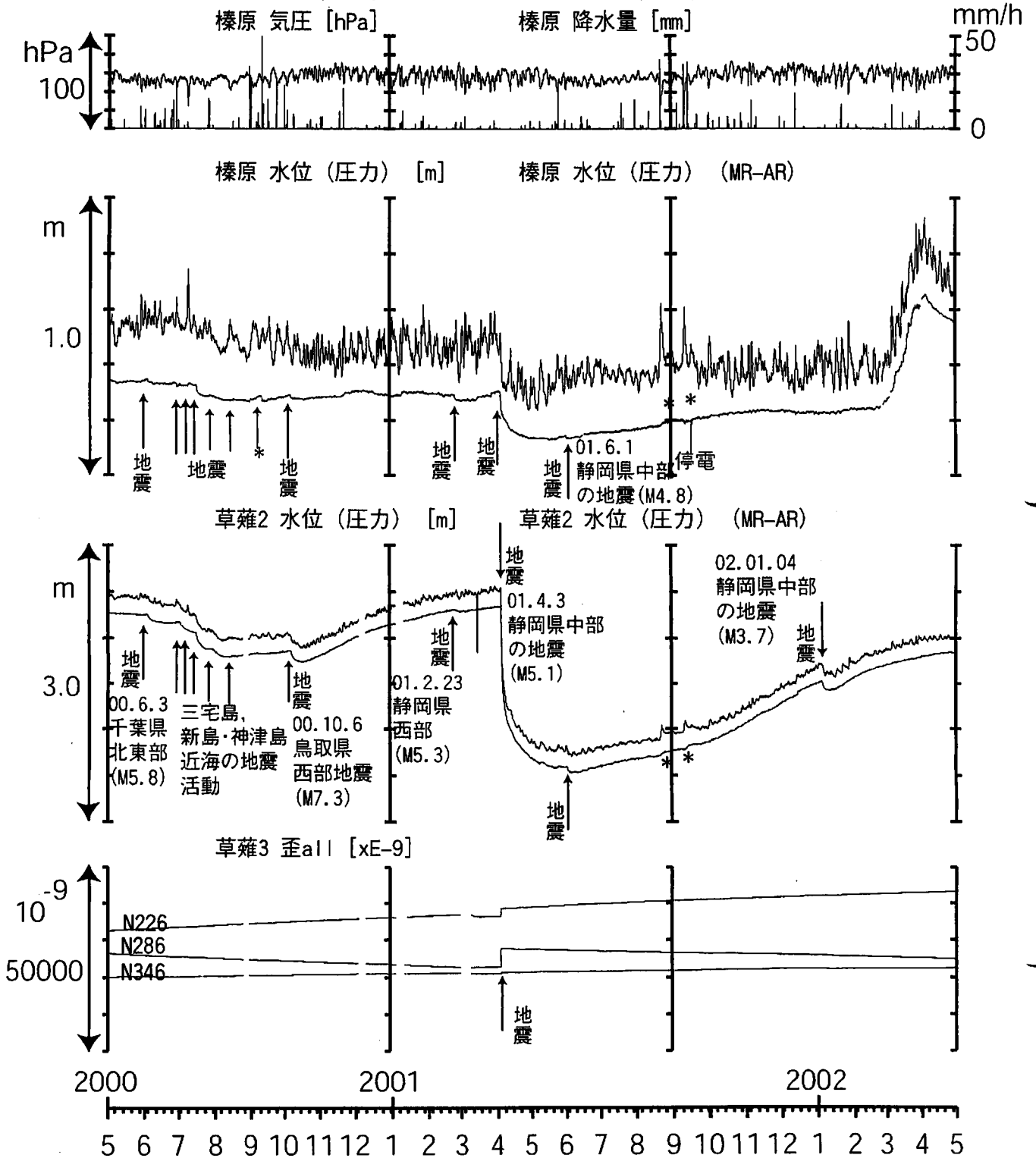
(2002/02/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



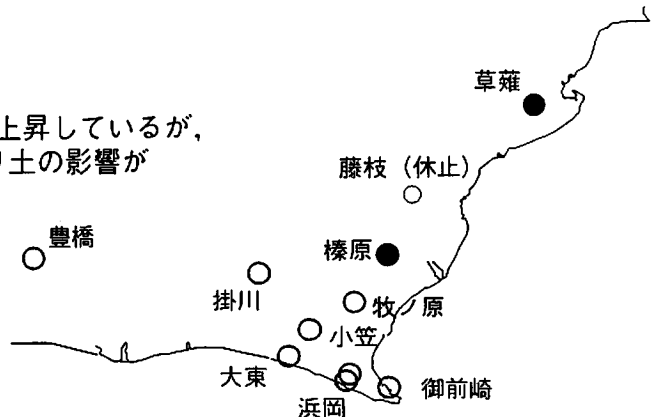
コメント：特記事項なし。



東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値） （2000/05/01 00:00 - 2002/05/01 00:00）

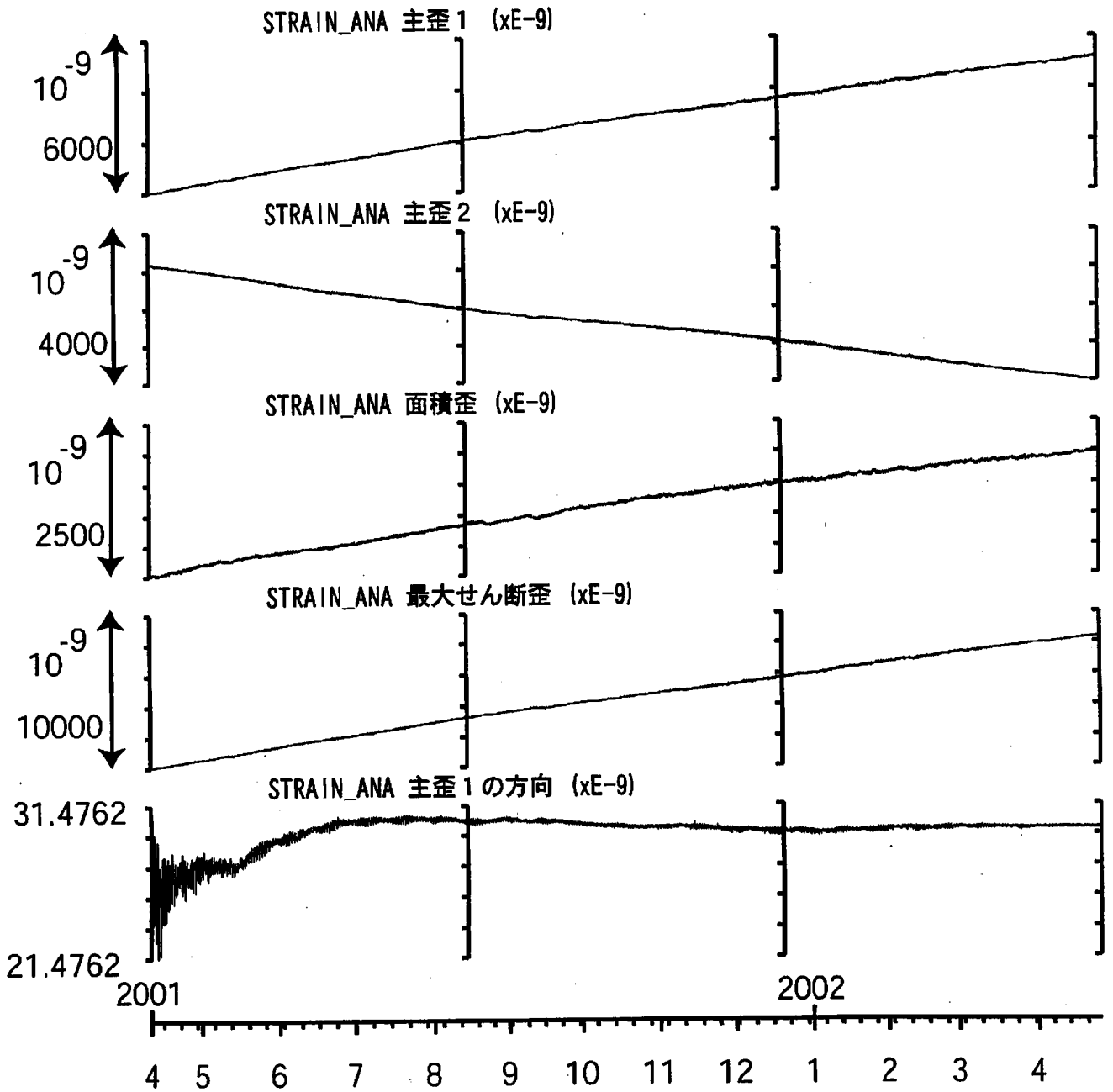


コメント：2002年2月から榛原の水位が上昇しているが、静岡空港建設工事による盛り土の影響が出ている可能性がある。
*雨量補正不十分。



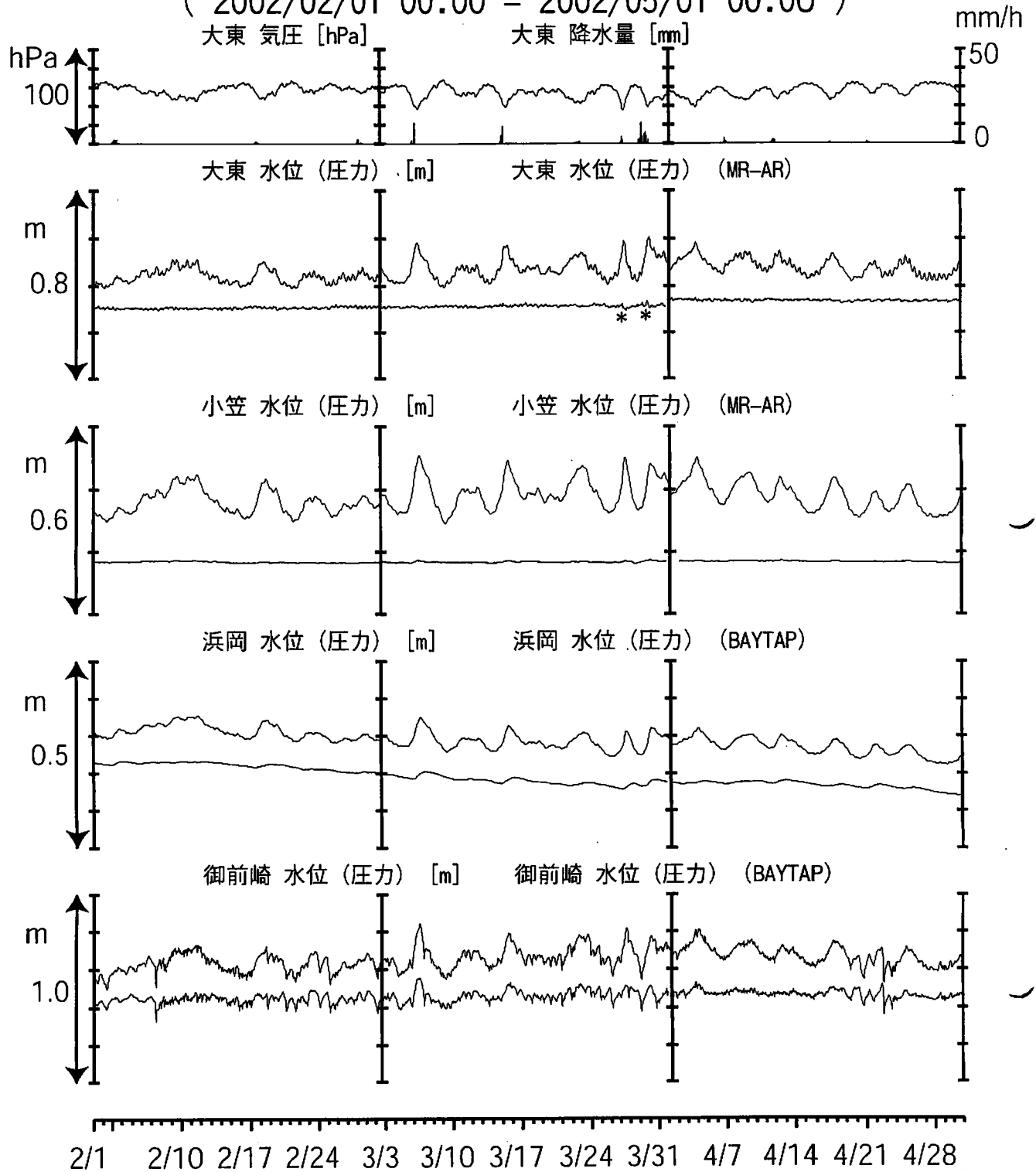
草薙3:主歪解析

(2001/04/10 00:00 - 2002/04/26 00:00)

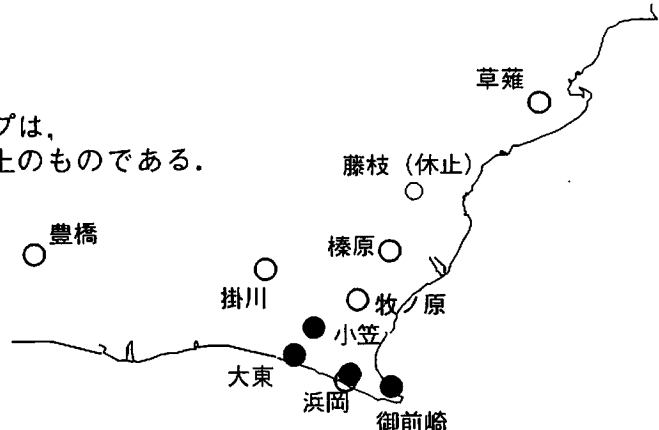


東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2002/02/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)

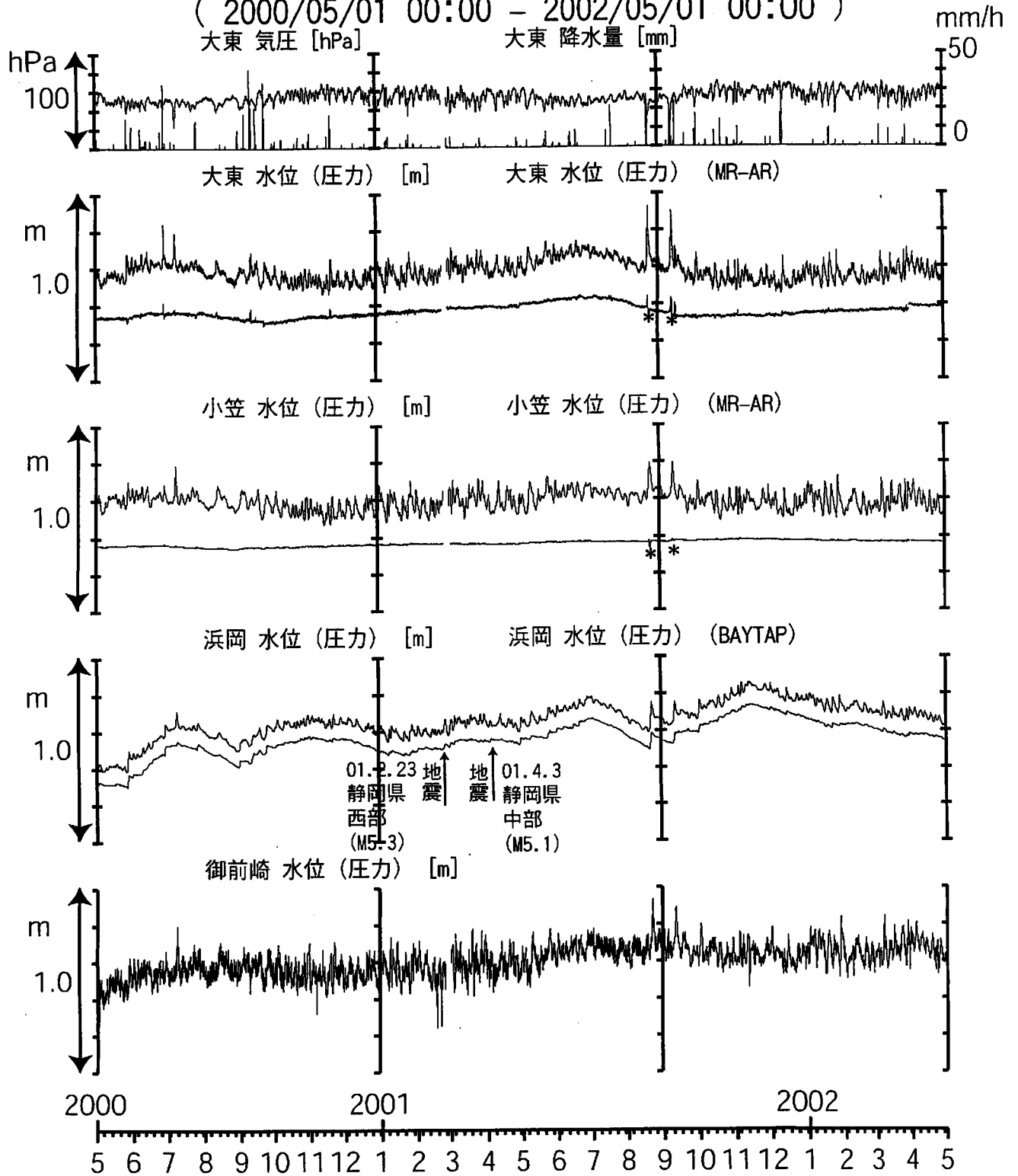


コメント：*雨量補正不十分。
3月1日の補正值のギャップは、
解析プログラムの見かけ上のものである。

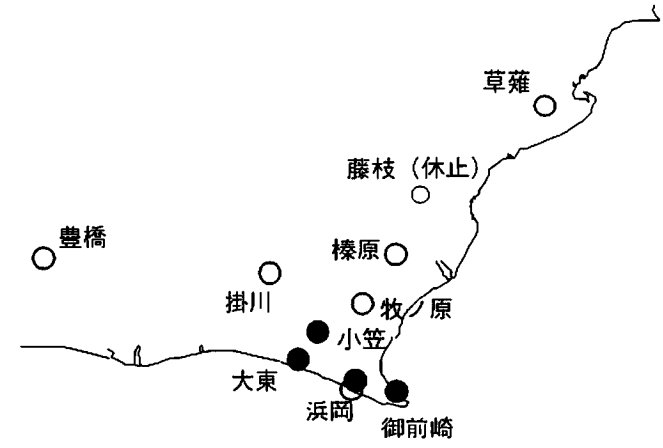


東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2000/05/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)

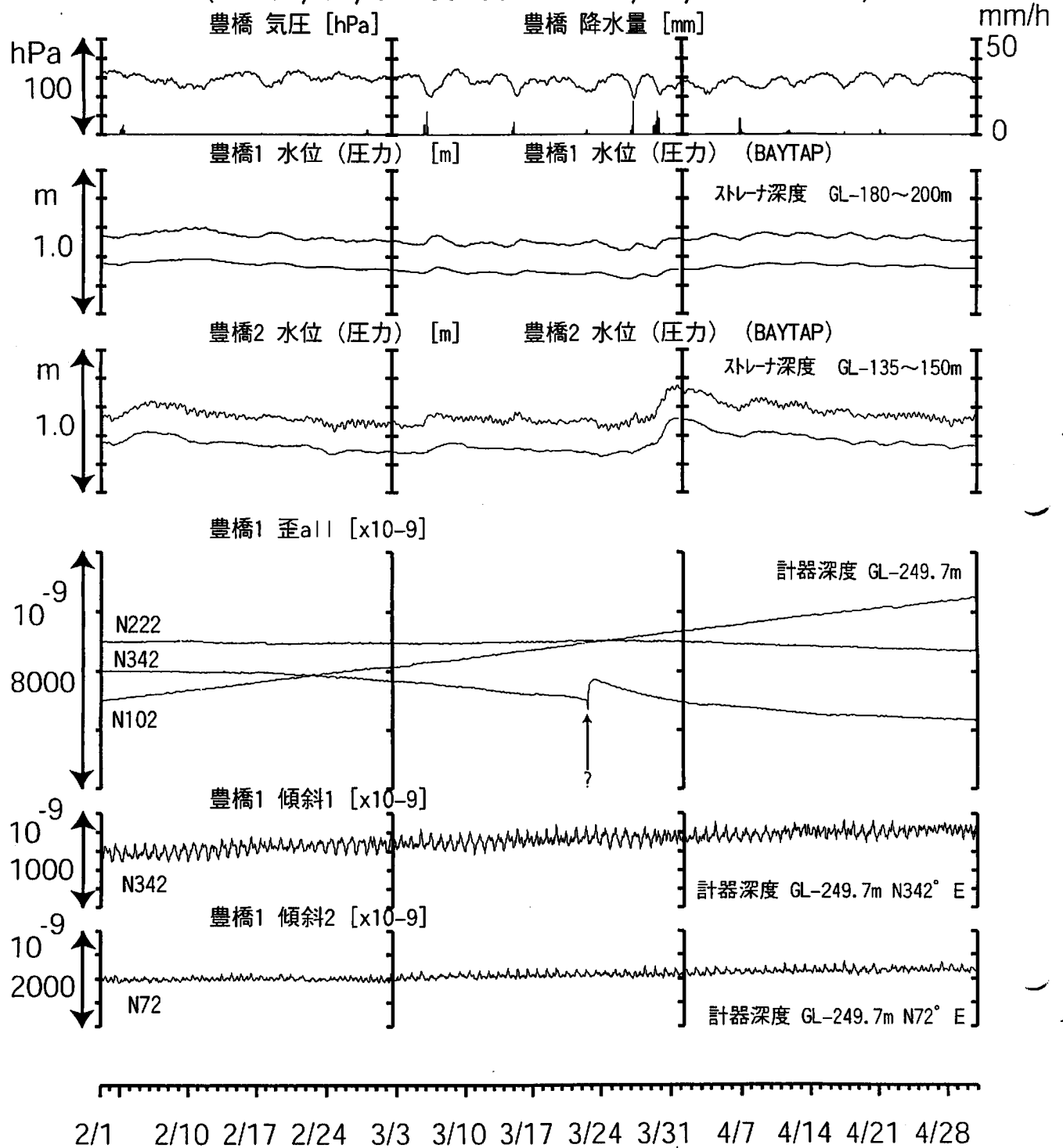


コメント：*雨量補正不十分.

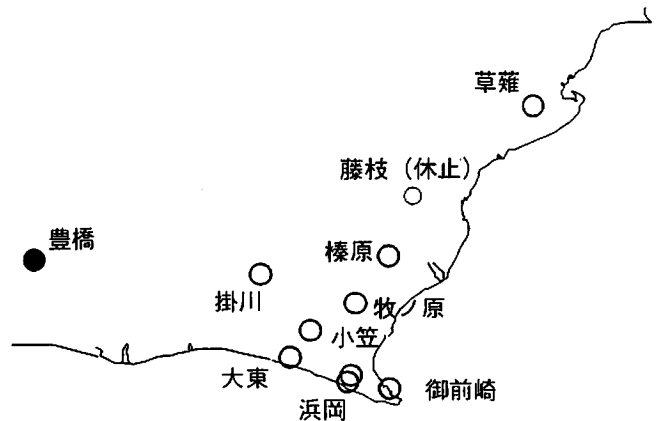


東海地域西部（豊橋）中期（時間値）

（ 2002/02/01 00:00 - 2002/05/01 00:00 ）

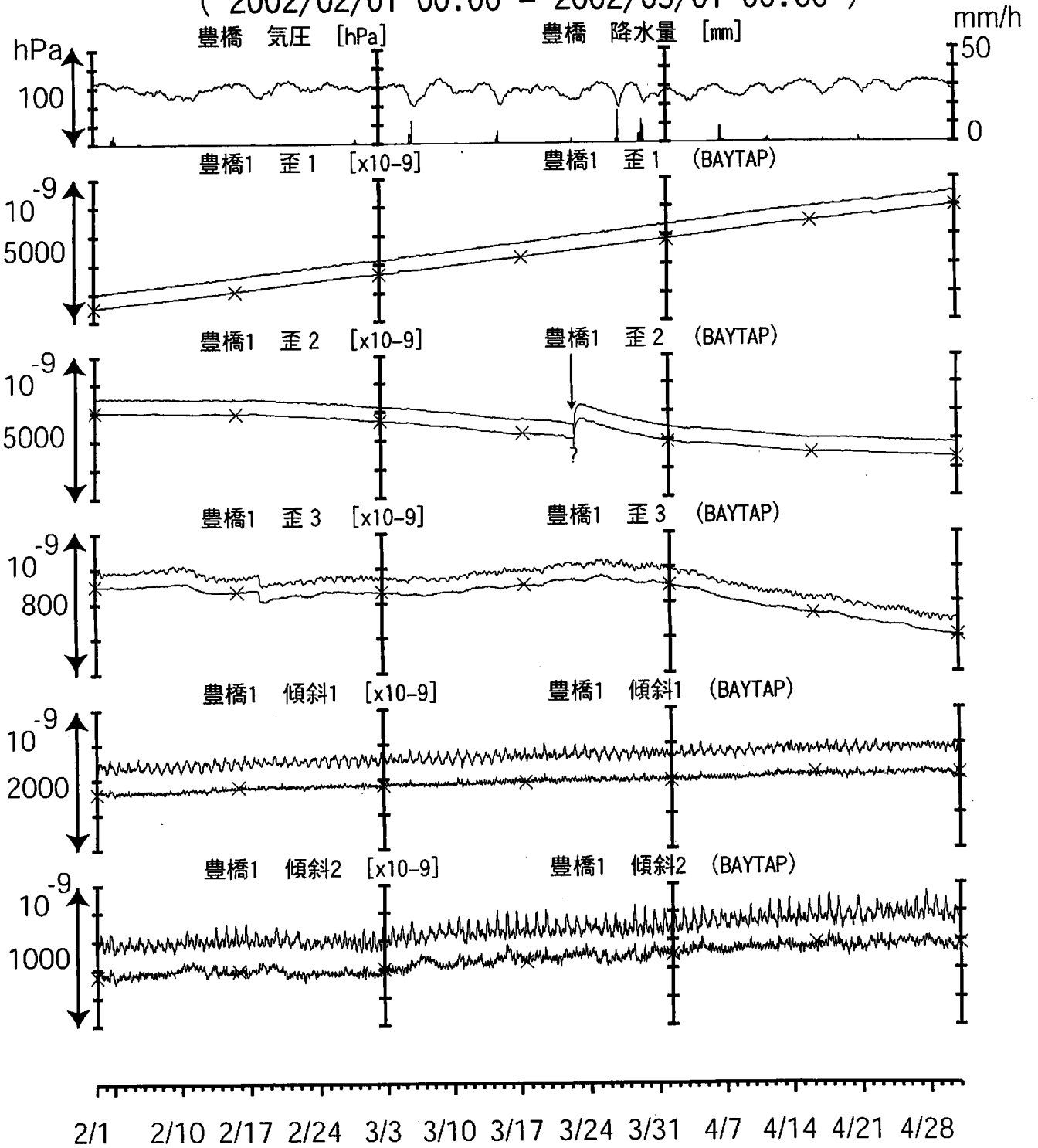


コメント：?原因不明.

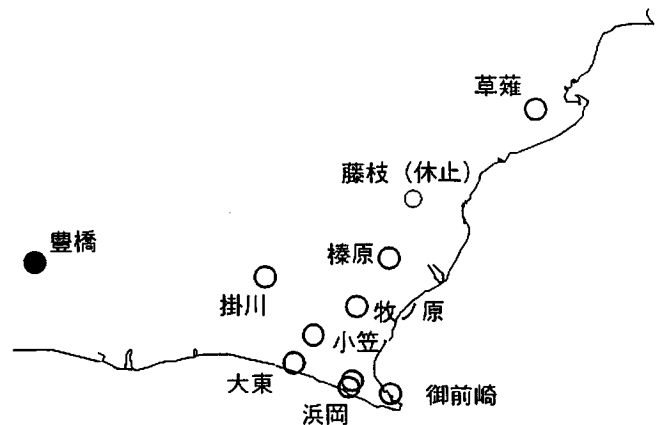


東海地域西部（豊橋・歪み）中期（時間値）

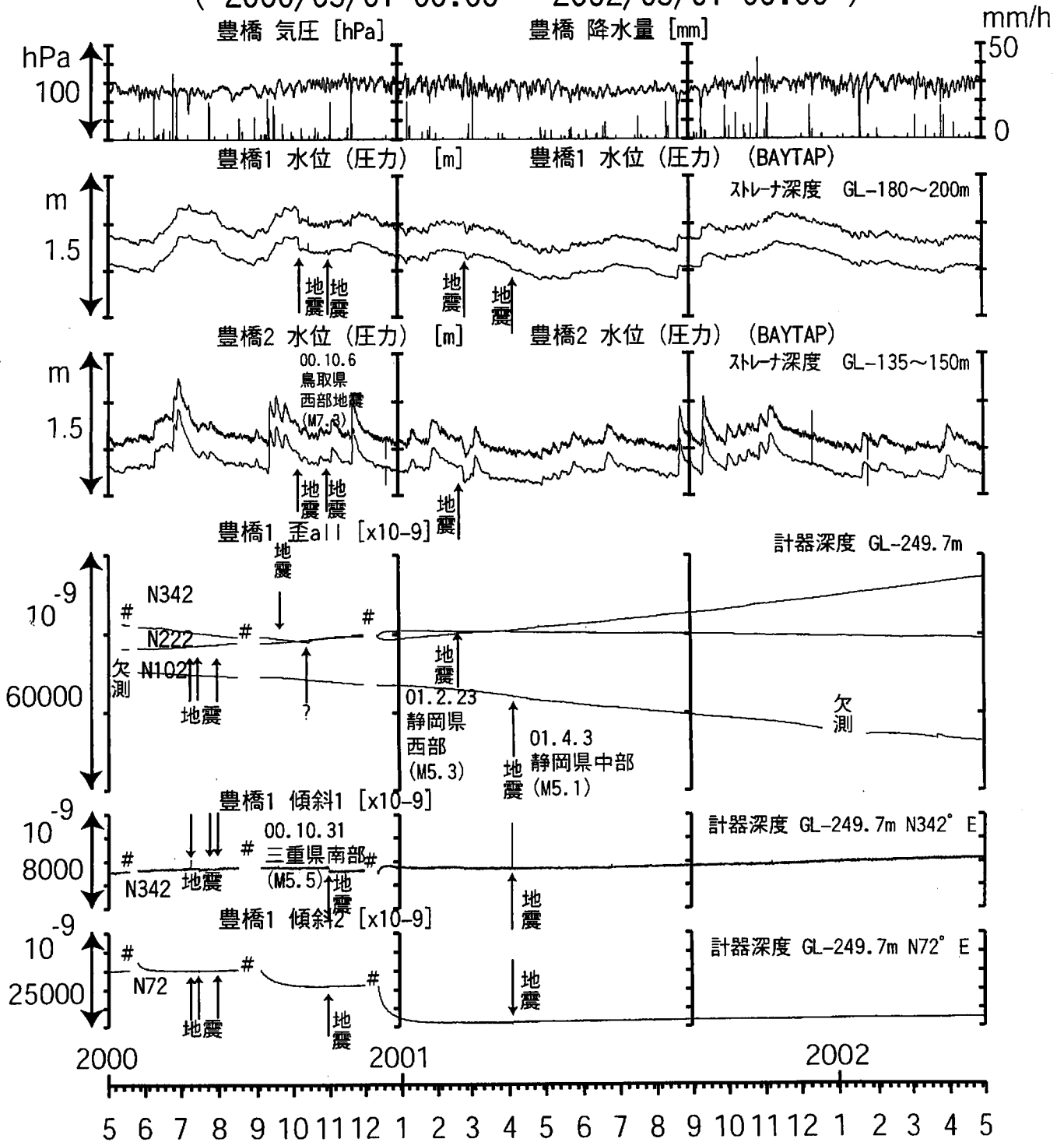
（ 2002/02/01 00:00 - 2002/05/01 00:00 ）



コメント：?原因不明.



東海地域西部（豊橋）長期（時間値） （2000/05/01 00:00 - 2002/05/01 00:00）

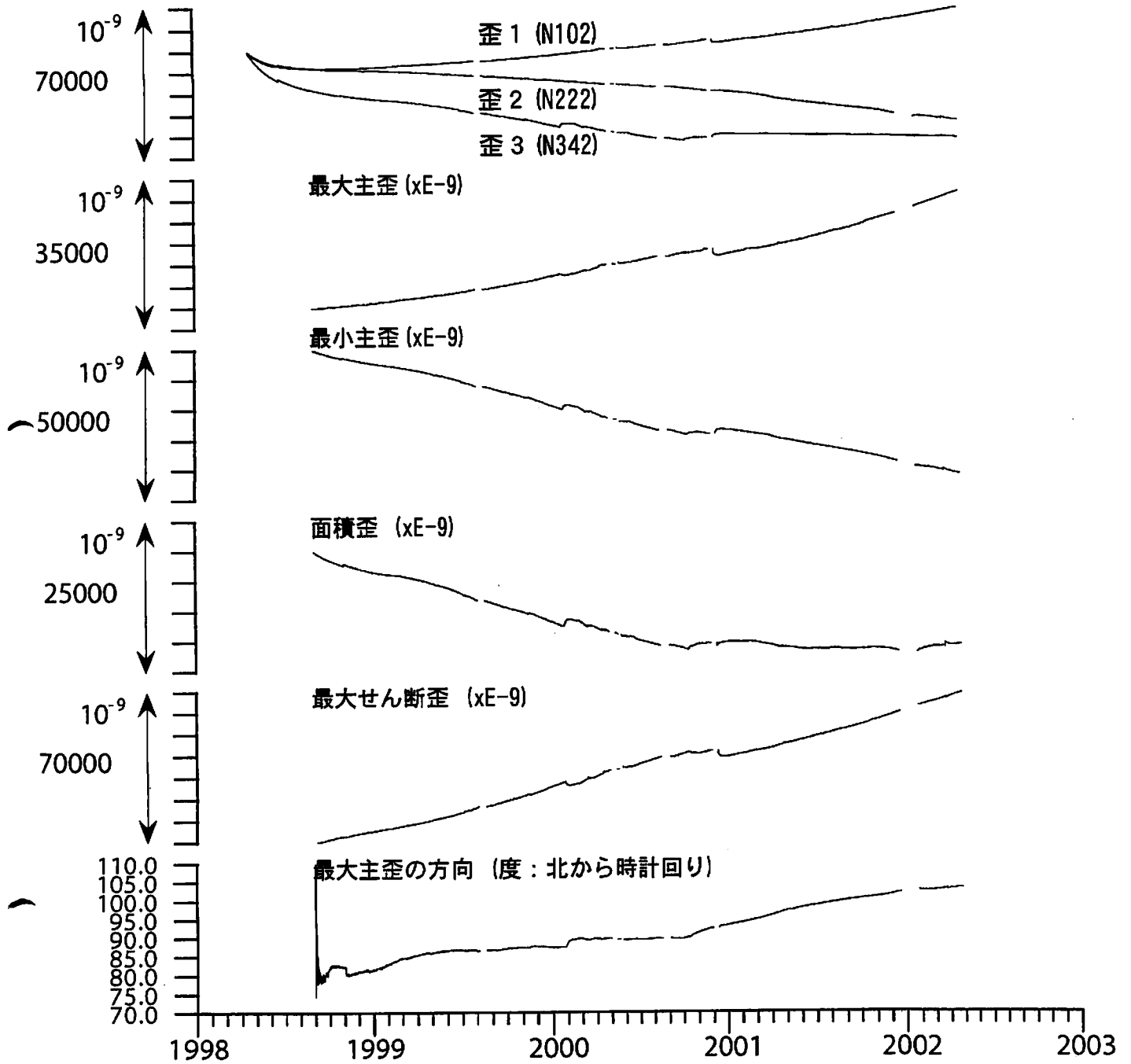


コメント：# バッテリー消耗。
? 原因不明。



豊橋1:主歪解析

(1998/09/01 00:00 - 2002/04/26 05:00)



コメント: 主歪解析の起点は1998年9月1日



豊橋1:主歪の時間変化

2E-6
伸び 縮み



1998/11/15



1999/03/15



1999/07/15



1999/11/15



2000/03/15



2000/07/15



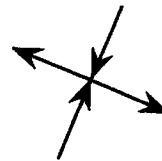
2000/11/15



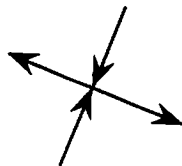
2001/03/15



2001/07/15



2001/11/15

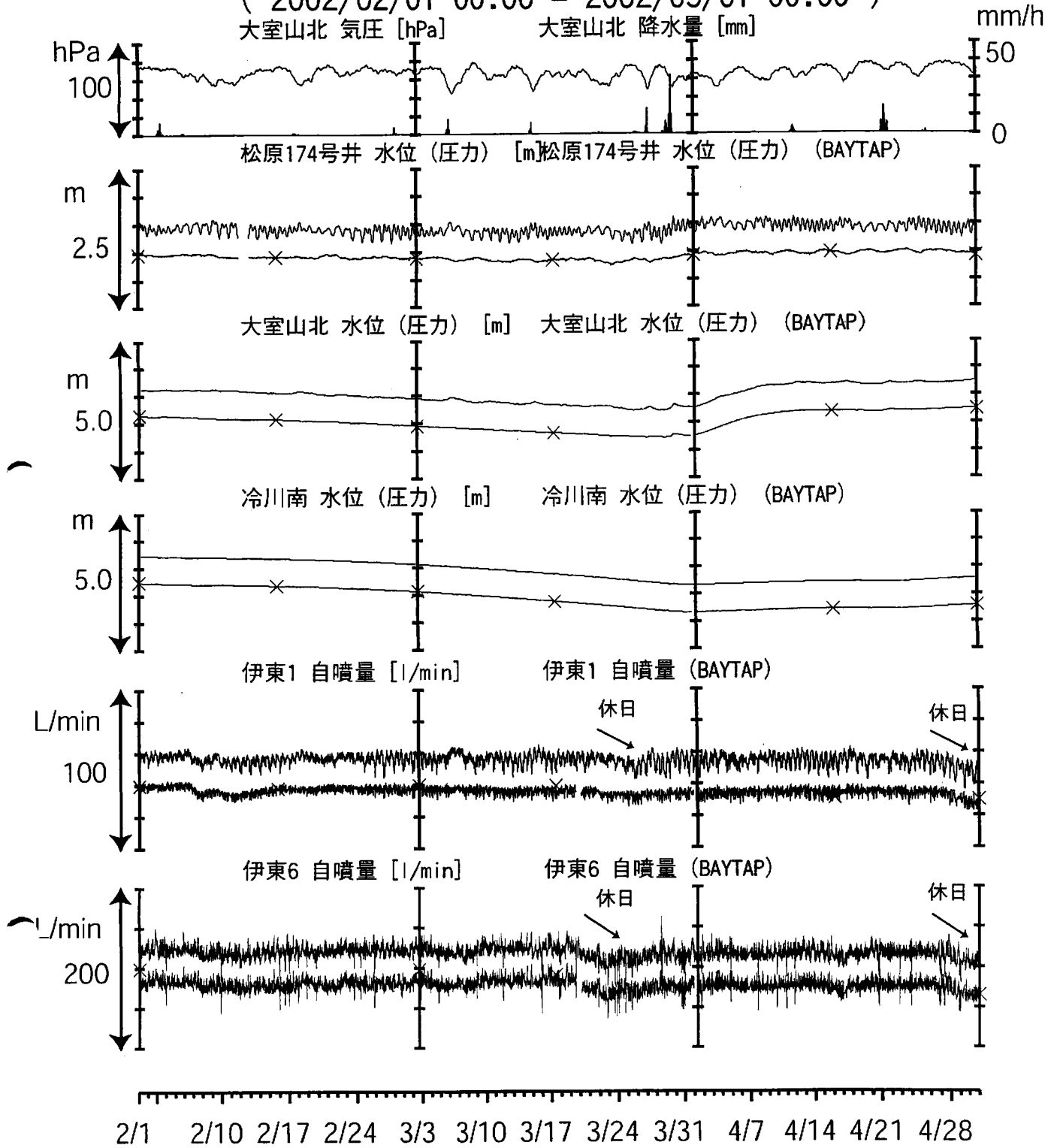


2002/03/15

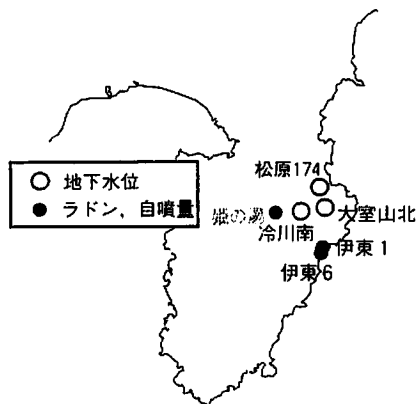
コメント：各々4ヶ月前を起点として主歪解析を行った

伊豆半島東部:地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2002/02/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)

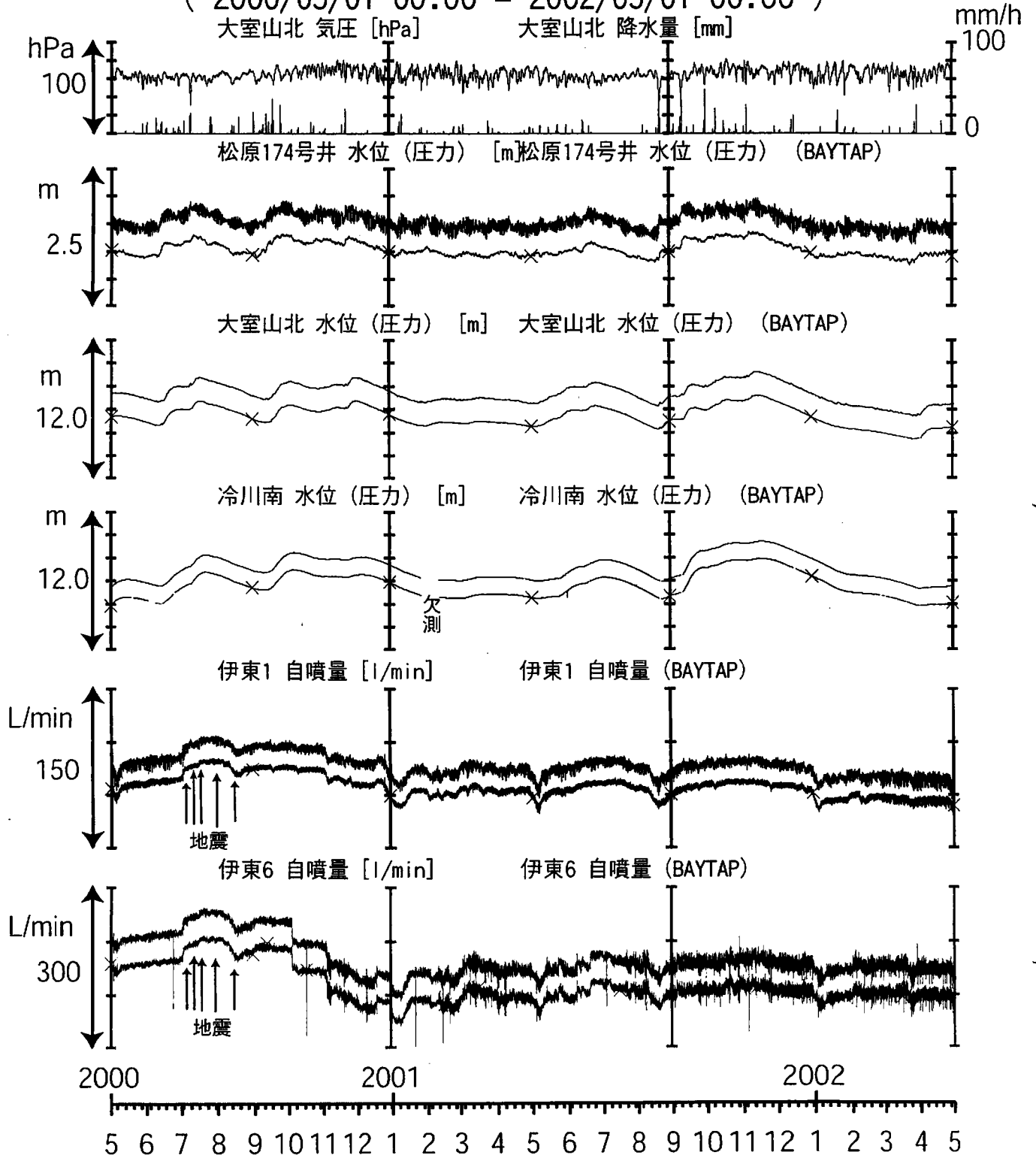


コメント：松原174号井は静岡県による観測。
 伊東は、休日・年末年始に温泉使用量が増加
 するため、自噴量が減少する。
 伊東6のばらつきは配管の問題に
 よると思われる。

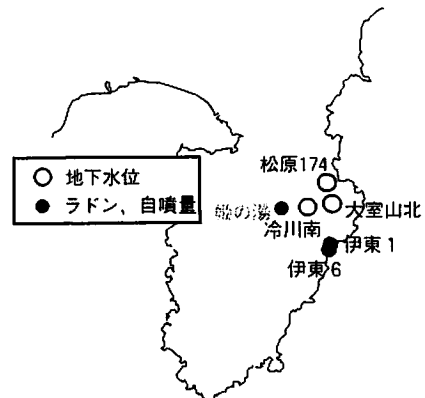


伊豆半島東部:地下水位・自噴量 長期 (時間値)

(2000/05/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



コメント：松原174号井は静岡県による観測。
 伊東1，伊東6では2000年6月末からの
 新島・神津島の地震活動に対応した
 自噴量の増加が見られたが，8月始めに
 減少し8月中旬に収まった。
 伊東6のばらつきは配管の問題に
 よると思われる。



2002年5月8日18時頃から開始した伊豆半島東方沖群発地震活動前後の、伊豆半島東部における産業技術総合研究所（産総研）と静岡県内の地下水観測網で観測された地下水変化について報告する。図1に観測点（松原174号井は静岡県の観測井戸、それ以外は産業技術総合研究所の観測井戸）の分布を示す。図2～3に5つの観測点における観測結果（時間値）を示す。大室山北については、MRAR（注1）によって、気圧・潮汐・雨量の寄与を補正した水位データを生データの下に示してあり、伊東1・6については、BAYTAP-Gによって、気圧・潮汐の補正を行った自噴量データを生データの下に示してある。

大室山北の水位が5月8日の午前5時位から低下している。どの程度の異常な変化なのかを調べるために、大室山北におけるMRAR補正値の時間差分を図4・5の上から4つ目に示した。σは2月1日～5月16日までの標準偏差である。スパイク状に増加して2σを越えるのは、雨が降った時であり、雨量補正が十分にはできてないことを示す。3月末～4月初めにかけて、長周期の山状の変化があるが、これは3月末に大雨による変化で、このような時定数の長い雨の寄与については、現在ではまだ補正できない。スパイク状の急増・急減の変化以外で、マイナス2σを越える水位低下は5月8日の群発地震直前に限られている。5月8日12時前後にマイナス2σを越えており、その時点でも群発地震開始より6時間程度早い。

大室山北の水位低下は、10日19時頃に止まった。その後、若干の上下を繰り返して、12日13時以降は上昇に転じている。しかし、10日4時頃から降り出した雨の、長期的な寄与（図7）がどの程度なのか把握できないので、この水位停滞～上昇の原因は現時点では判断できない。8日5時前後から～10日19時までの水位低下量は約18cmである。大室山北の地下水位における体積歪感度は約0.15～0.3cm/10⁻⁸（Koizumi et al., 1999）であるから、体積歪変化に換算すると、6～12×10⁻⁷の伸張変化に相当する。他方、防災科学技術研究所のダイクモデル（5月10日16時40分時点のもので、ダイク上端の深さは7km）で計算すると、大室山北は体積歪変化が2×10⁻⁷の伸張となって上記結果とほぼ符号する（図6）。ダイクの貫入に伴う地殻変動（体積歪変化）を地下水位変化として検出していると考えれば、上記の結果は説明できる（注2）。

大室山北における水位に対する雨量の寄与の典型例を図7に、大室山北観測井設置（1994年10月）以来の4つの大きめの伊豆半島東方沖群発地震前後の地下水位変化を図8に示す。4回の群発地震中、地震前に水位が低下したのは2度ある。それらはいずれもその後水位増加に転じている。ダイク（マグマ？）の移動によって、大室山北における体積歪変化が膨張から収縮に向かうためと考えている（小泉尚嗣・松本則夫・北川有一・佐藤努・高橋誠）。

注1：MRARは1種のデジタルフィルターで、BAYTAP-GやTPER（Matsumoto, 1992; 1999）によって気圧・潮汐・雨量の補正係数を定めてやることで、水位変化等時系列データから気圧・潮汐・雨量の影響を迅速に除去することができるプログラムである。

注2：地下水位は、体積歪変化に対して1種のバンドパスフィルターの働きをする。そのパラメータは井戸の構造と個々の帯水層の特性に依存するが、一般に数時間より短い周期帯の変化および数日より長い周期帯の変化では、感度が低下する（小泉, 1994）。したがって、地下水位の変化を体積歪変化に換算するときは注意が必要である。

文献

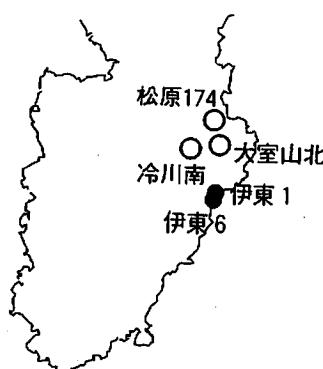
Matsumoto, N. (1992), *Geophys. Res. Lett.*, 19, 1193-1196.

Matsumoto, N. (1999):, in "The Practice of Time Series Analysis", ed. By H. Akaike and G. Kitagawa, Springer-Verlag New York, Inc., 341-351.

小泉尚嗣 (1994), *火山*, 39, 169-176.

Koizumi et al. (1999), *Geophys. Res. Lett.*, 26, 3509-3512.

図1 伊豆半島東部の地下水観測点分布



伊豆半島東部 地下水位・自噴量 (時間値)

(2002/02/01 00:00 - 2002/05/16 10:00)

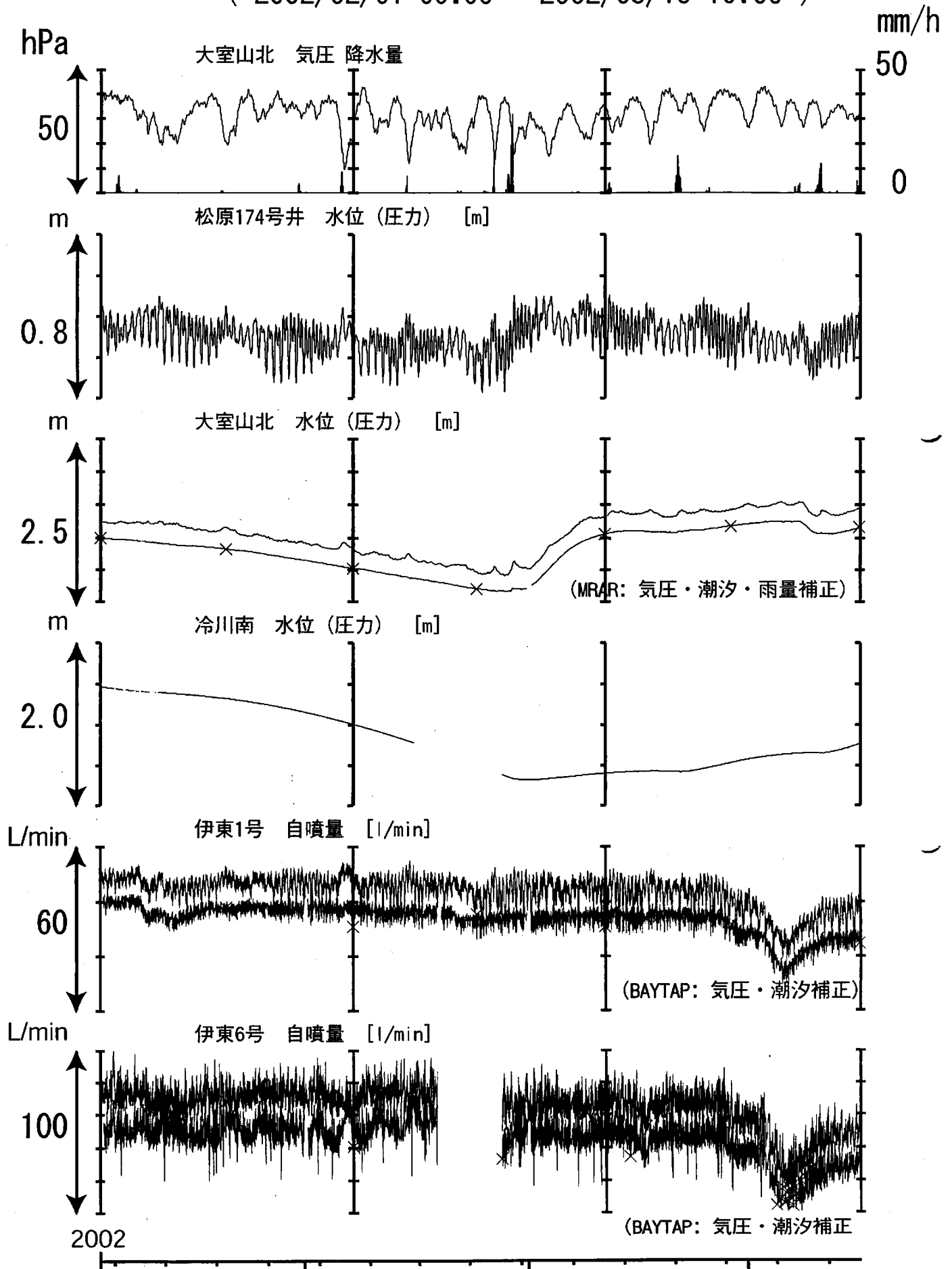


図 2

伊豆半島東部 地下水位・自噴量 短期 (時間値)

(2002/05/01 00:00 - 2002/05/16 10:00)

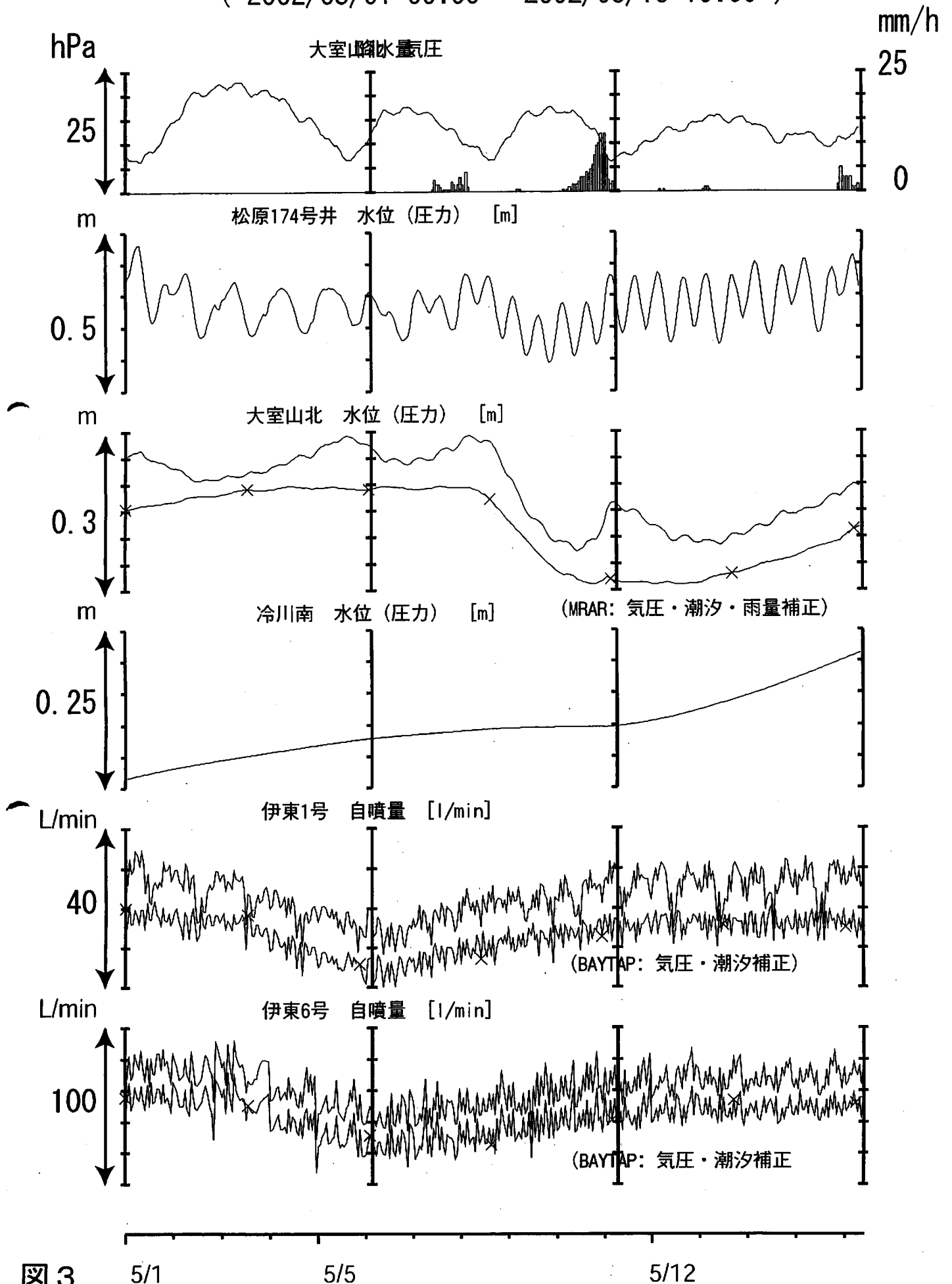


図 3

大室山北

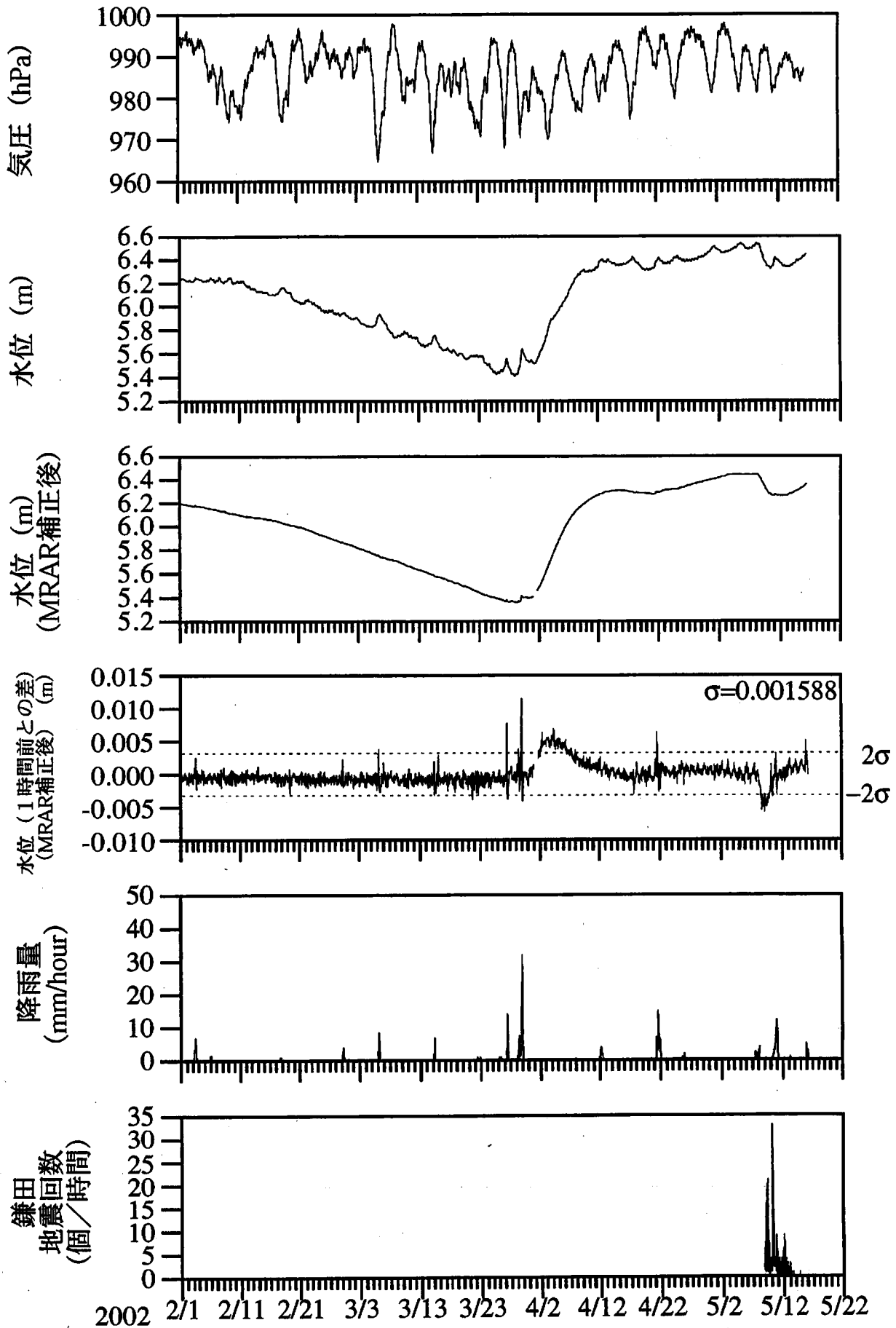


図 4

大室山北

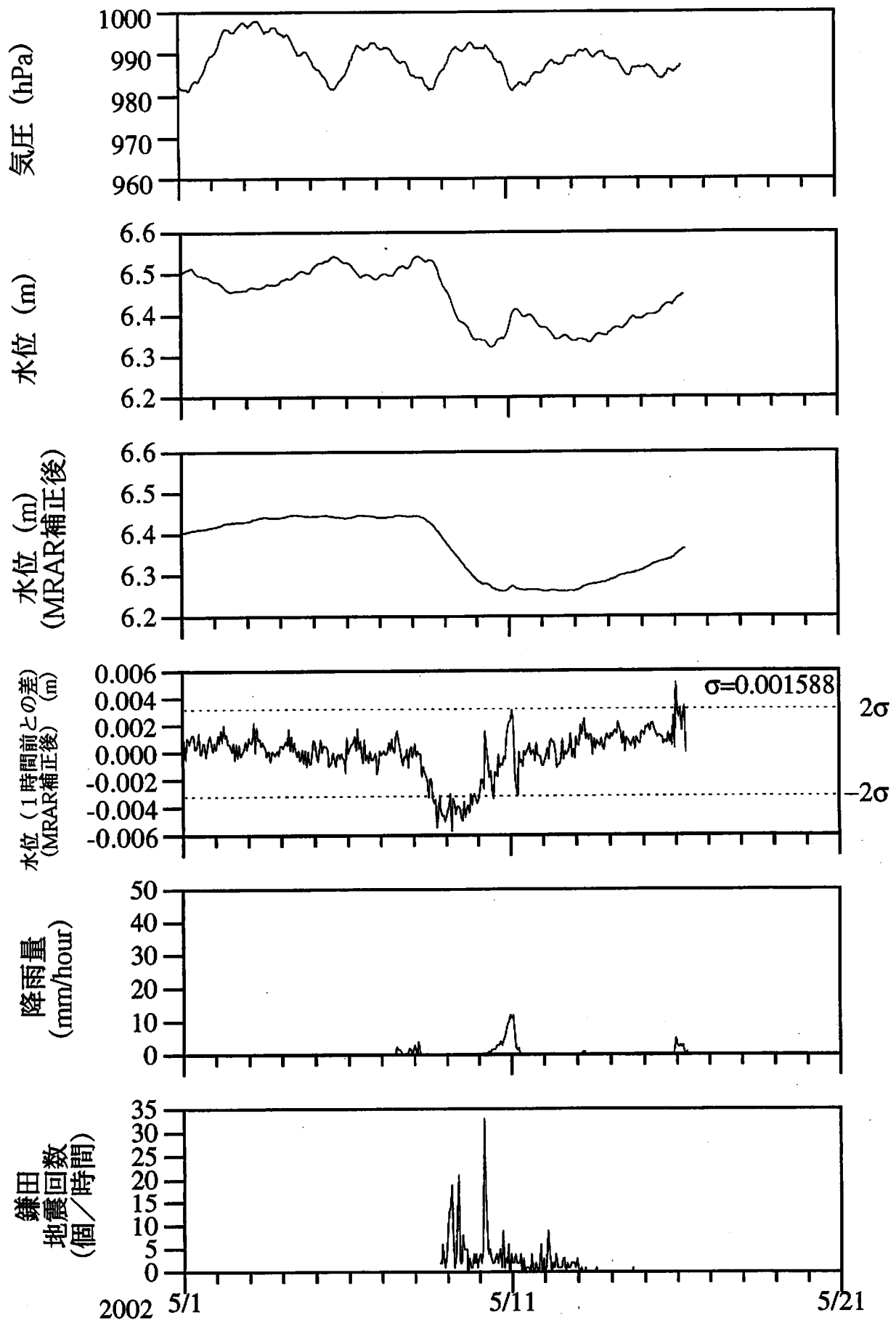
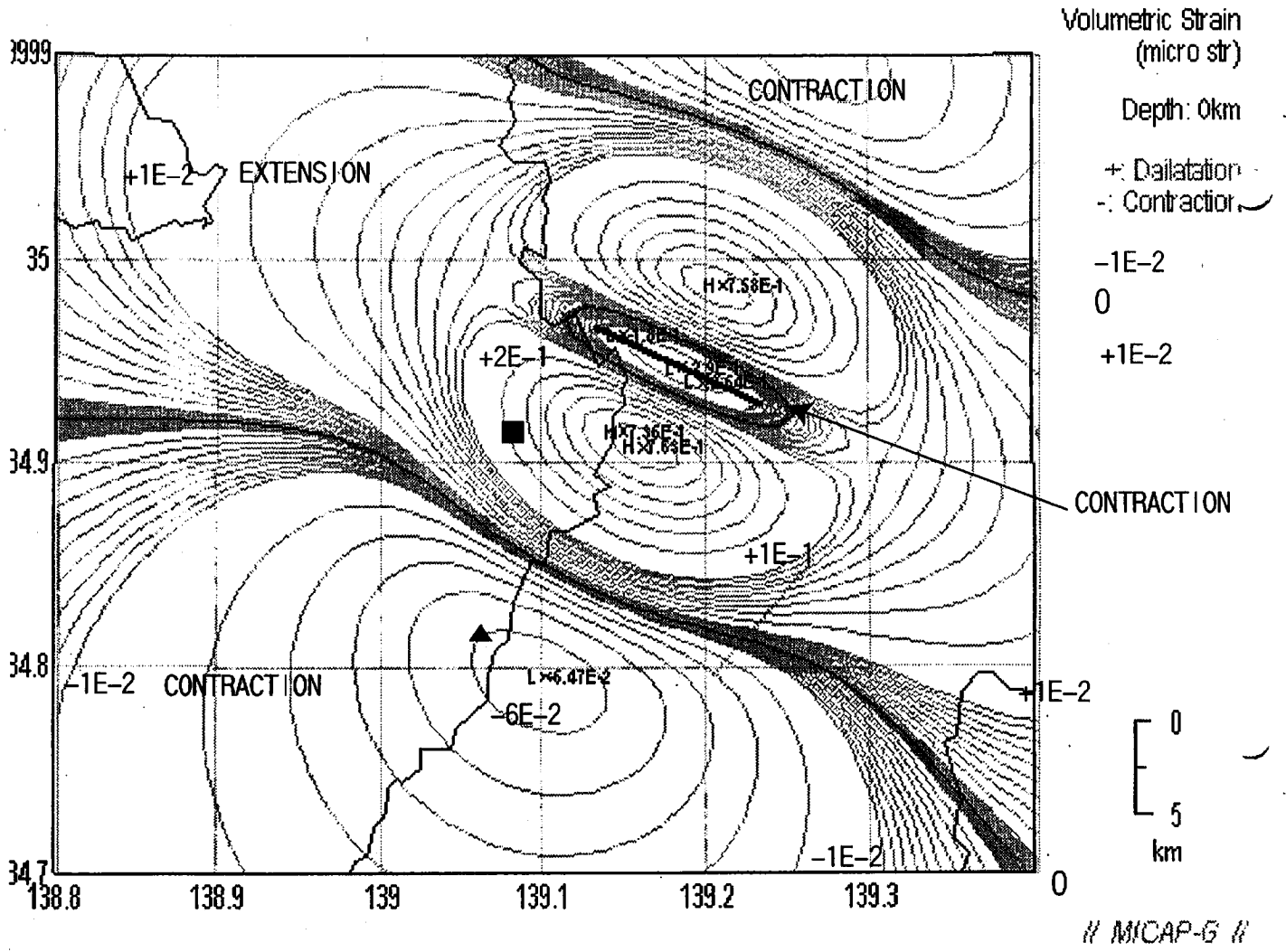


図 5

図 6 防災科研ダイクモデル (2002. 5. 10) による地表における体積歪変化分布 (単位はマイクロストレイン)。MICAP-G (内藤・吉川、1999) を用いて計算・図示した。大室山北で約 2×10^{-7} の伸張、東伊豆で約 6×10^{-8} の圧縮となる。ダイクの上端は7 kmであるが、これを約4 kmより浅くすると、計算上、大室山北の体積歪変化は伸張から圧縮にかわる。
■ : 大室山北観測点、**▲** : 気象庁東伊豆観測点



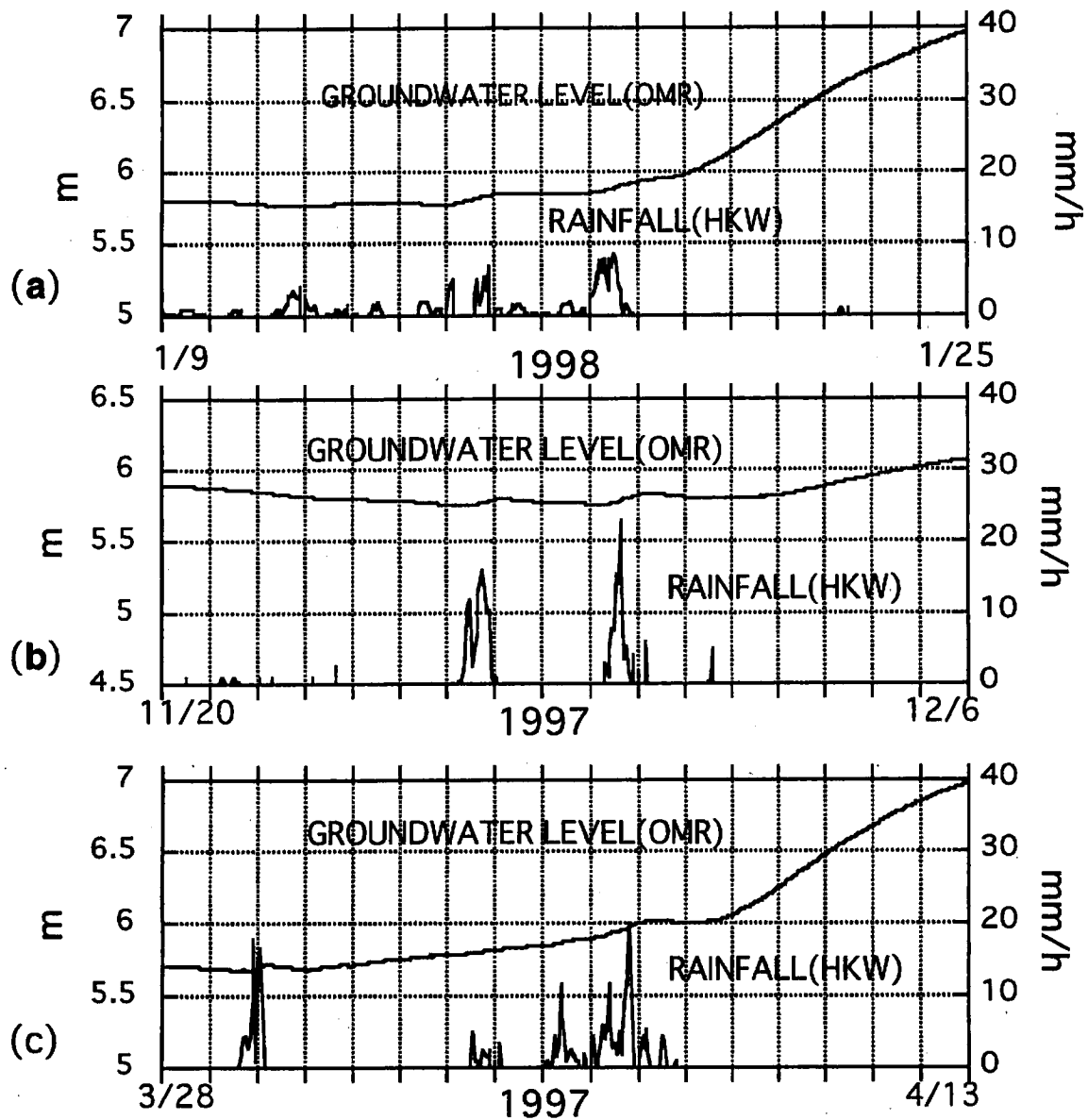
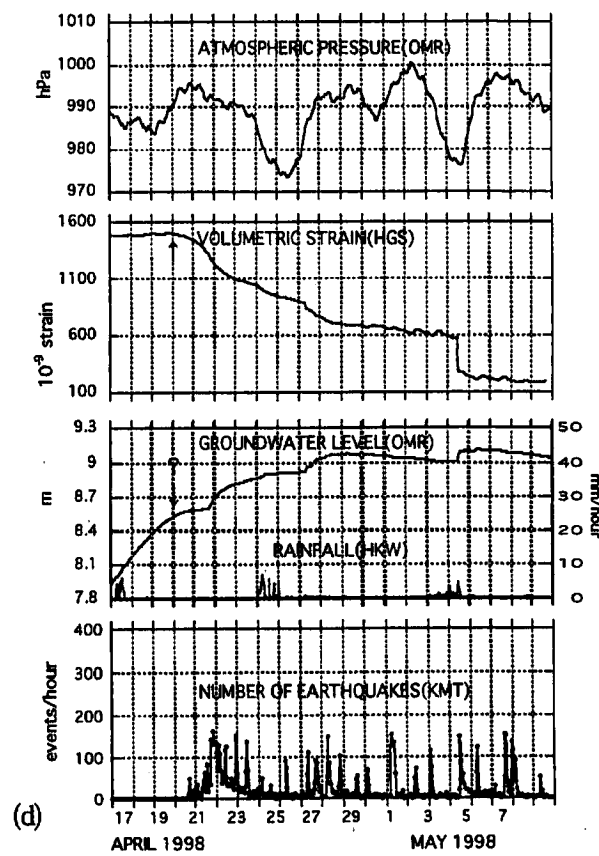
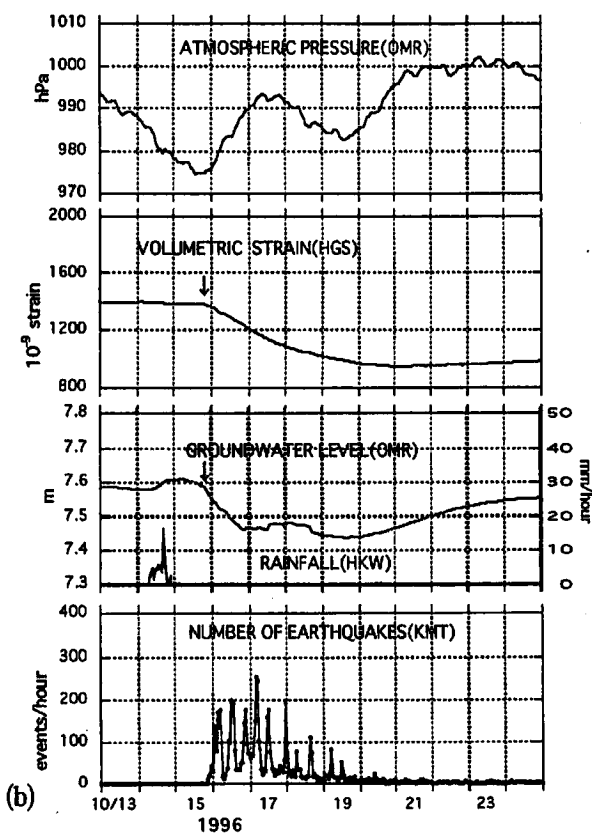
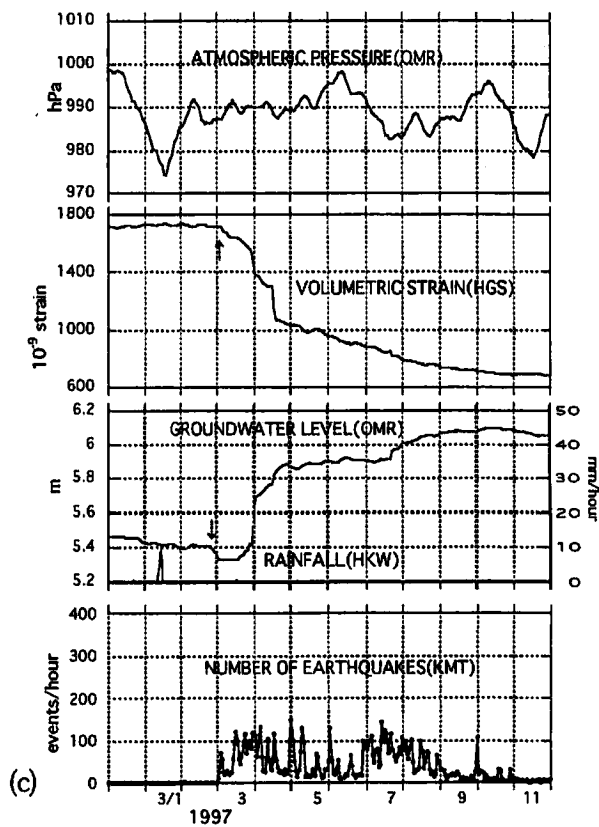
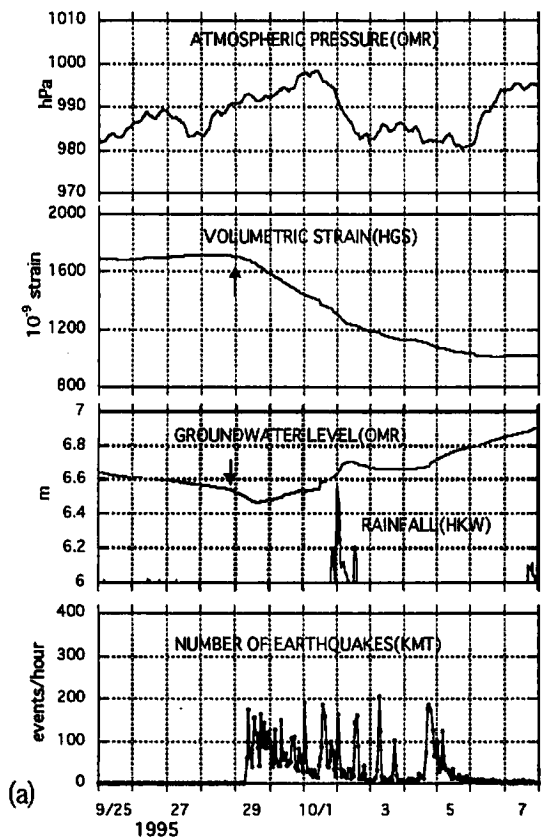


図7 大室山北(OMR)の地下水位における雨量の寄与の典型例を3例示す。大室山北では、ある程度まとまった雨(数十mm/日以上)があると、1) 2~3日位の期間で終了する水位の上下と、2) それに引き続いて(時定数が5日程度以上の)だらだらした水位増加という、2段階の降雨寄与がある。2)の補正は難しいので、とりあえずMRARを用いて1)を補正することを図2~5では試みている。なお、季節変化(=より長期の降雨の影響?)については、大室山北は冷川南観測井戸の水位変化に酷似している(別紙産総研資料参照)。



8 1995年～1998年の4つの大きめの伊豆半島東方沖群発地震前後の大室山北観測点 (OMR)の水位変化および気象庁東伊豆観測点(HGS)における体積歪変化。どちらもBAYTAP-Gによって気圧・潮汐補正のみを行っており雨量補正はしていない。KMT:鎌田気象庁地震観測点, HKW:冷川南観測点。

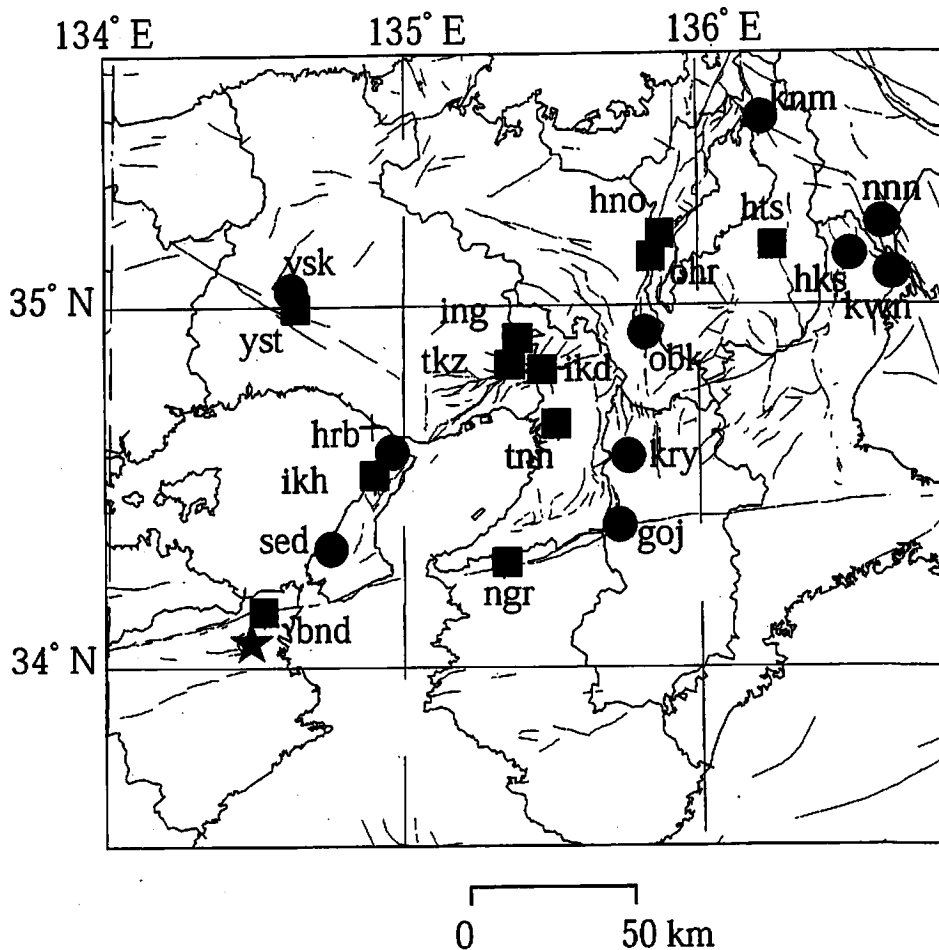
2002年2月~2002年4月の近畿地域におけるテレメータによる地下水位およびボアホール型歪計による地殻歪(水平3成分)の観測結果を報告する。観測点は21点(観測井は26井戸)である(第1図)。同期中に第1図で示す範囲内で、M4以上で深さ30kmより浅い地震は、2002年3月11日15時54分発生の徳島県東部の地震(M4.1、深さ約9km)である。この地震の前後に特に異常な変化はない。

第2~6図に、2002年2月~2002年4月における地下水位の1時間値の生データと(場所によってはその下に)補正値を示してある。また、第7~11図には同期間におけるボアホール型歪計が併設してある観測点(別紙で報告するikd, tkz, ikh等を除く)について地下水位とともに歪3成分の観測値(生データ)を示してある。歪の図において「N120」などと示してあるのは、歪の方向が北から120度東方向に回転していることを示す。また、図中で「\$」は点検による変化の意味である。水位補正値(corrected)は潮汐解析プログラムBAYTAP-Gによって、気圧・潮汐・不規則ノイズの影響を取り除いた後のトレンドである。なお、tkz・obk2・ysk・yst1・yst2・yst3は地上より上に水位が来るので、井戸口を密閉して水圧を測定しそれを水位に換算している。hks・kwnではケーシングを2重にして、外管で浅い方の地下水の水位を、内管で深い方の地下水位の水位をそれぞれ測定し、別々の観測井にカウントしている。

bndでは、水位がほぼオーバーフローしており、かつ降雨が孔口から入り込むようになってしまっているため、降雨のあった時だけ水位が大きく変化するような形になっている(第2・8図)。ikdでは8月から、井戸もとのマンホールの不具合が生じ、降雨が上から入るような形になってしまっており、見かけ上降雨の影響が大きくなっている(第3図)。knnでは、12月~2月に、道路融雪のため、周辺で地下水が揚水されるため、水位低下が生じている。ohrで11月~2月にスパイク状変化が目立つのは水位計の不具合による(第4図)。yst3は11月末に調整したことで、従来の圧力漏れ状態が解消され見かけ上水圧が上昇し、本来の値を記録するようになった(第7図)。hnoの歪(N102成分)が、アンプの故障によって不規則な変化を示していたが、3月初めに復帰した。不規則な変化をしていた時期は欠測扱いとした。

なお、第12~17図に、2001年10月1日または10日を起点とした、yst,bnd,tnn,ngr,hno,ohrにおける2001年11月~2002年4月の主歪解析の結果を示している(小泉尚嗣・高橋誠・佐藤努・松本則夫・大谷竜・北川有一・伊藤久男・桑原保人・長秋雄・佐藤隆司)。

Fig.1 観測点(●・■)と深さ30km以浅でM4以上の地震の震央(★)と活断層分布。●は地下水のみの観測点で、■はボアホール型歪計を併設している観測点。



ATMOSPHERIC PRESSURE (lkh)
RAINFALL (lkh)

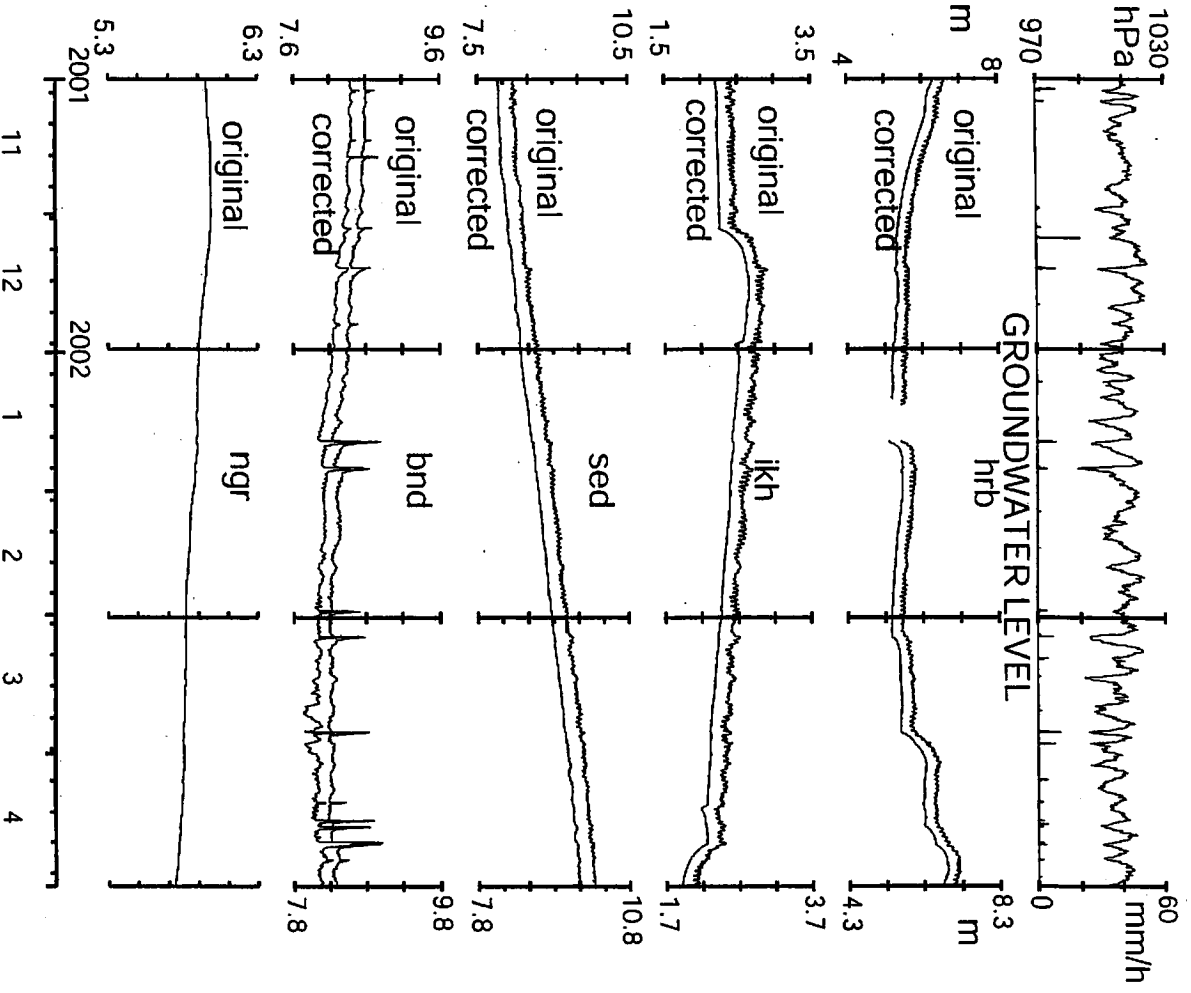


Fig.2

ATMOSPHERIC PRESSURE (tkz)
RAINFALL (tkz)

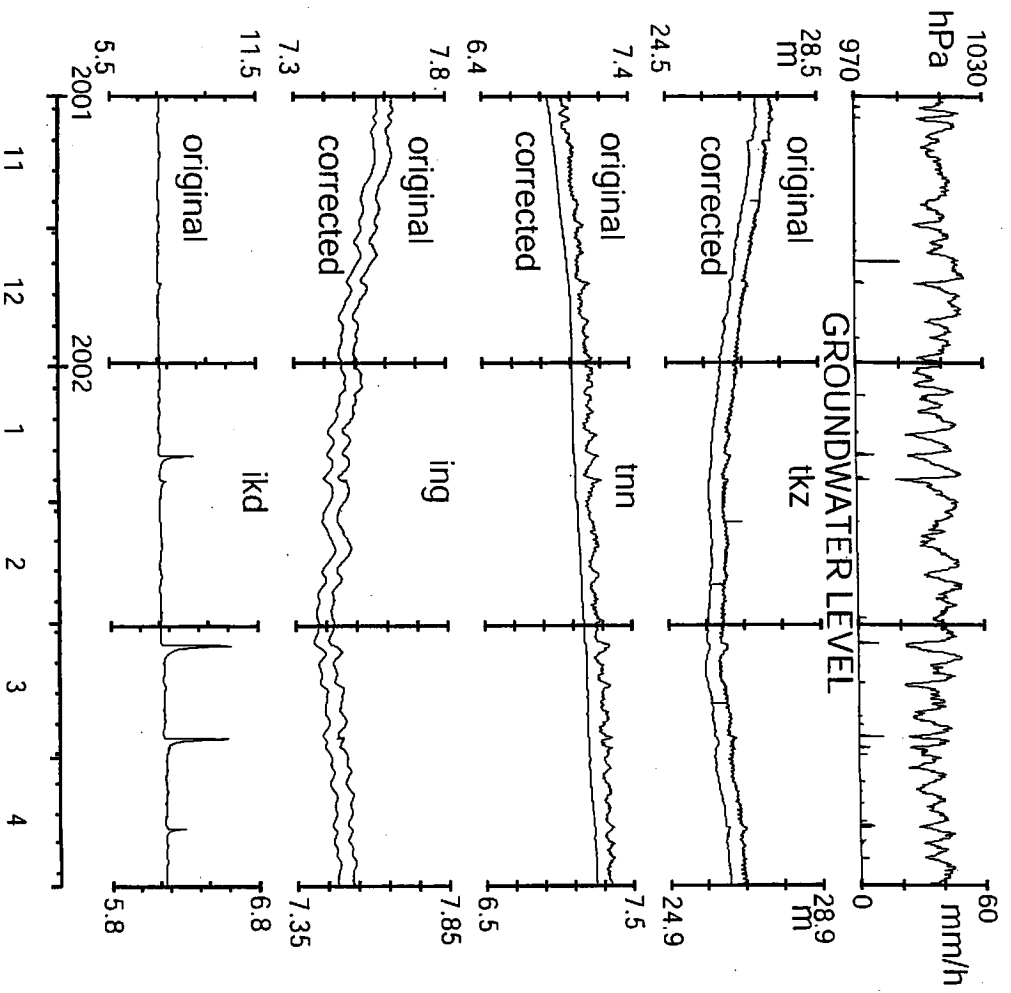


Fig.3

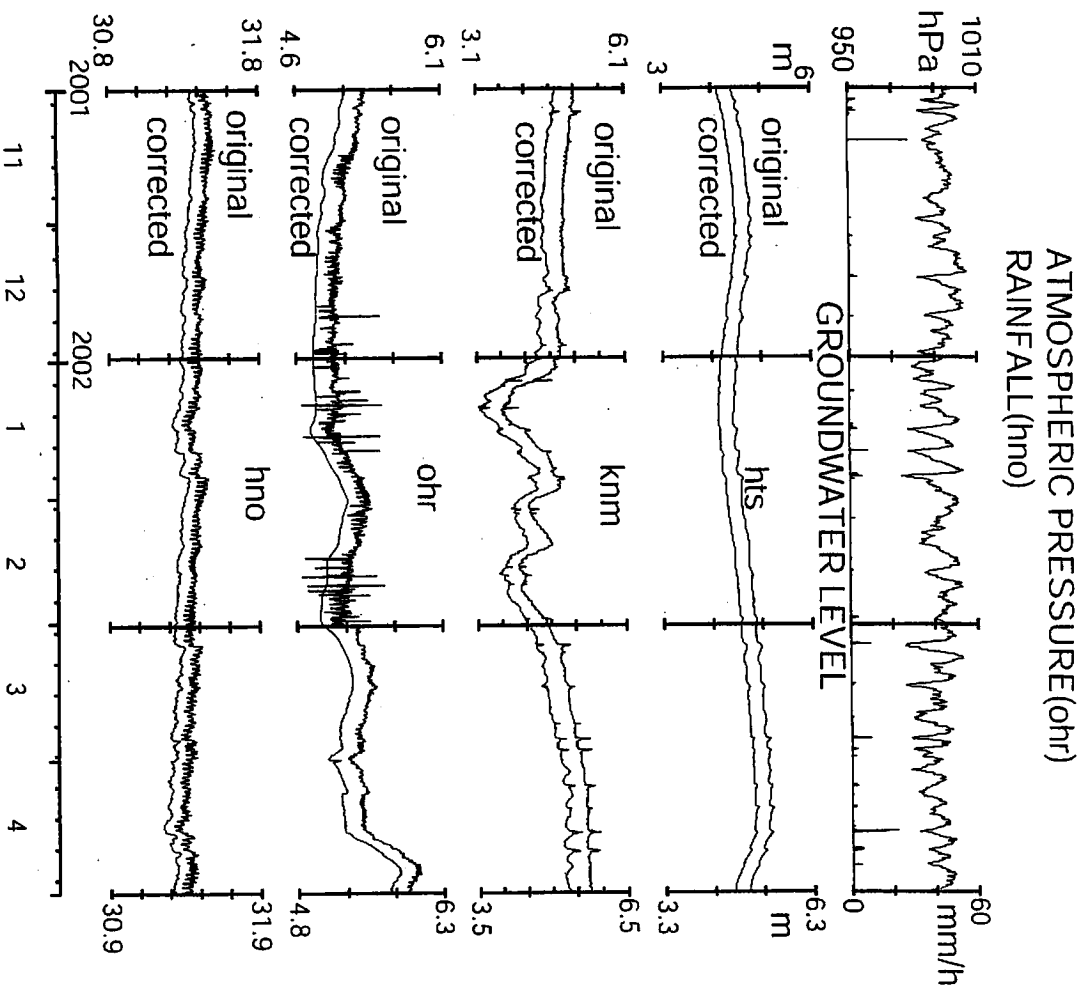


Fig.4

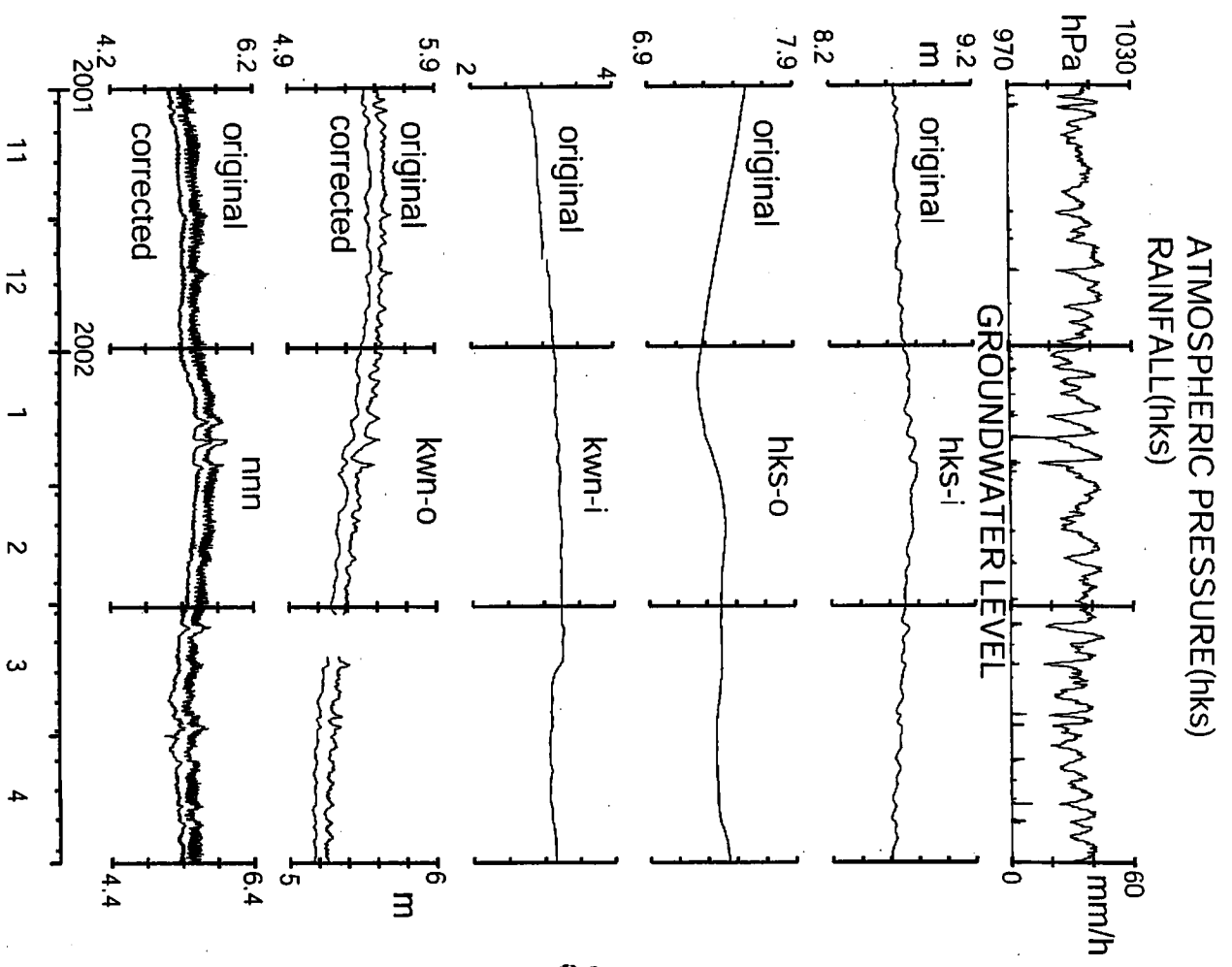


Fig.5

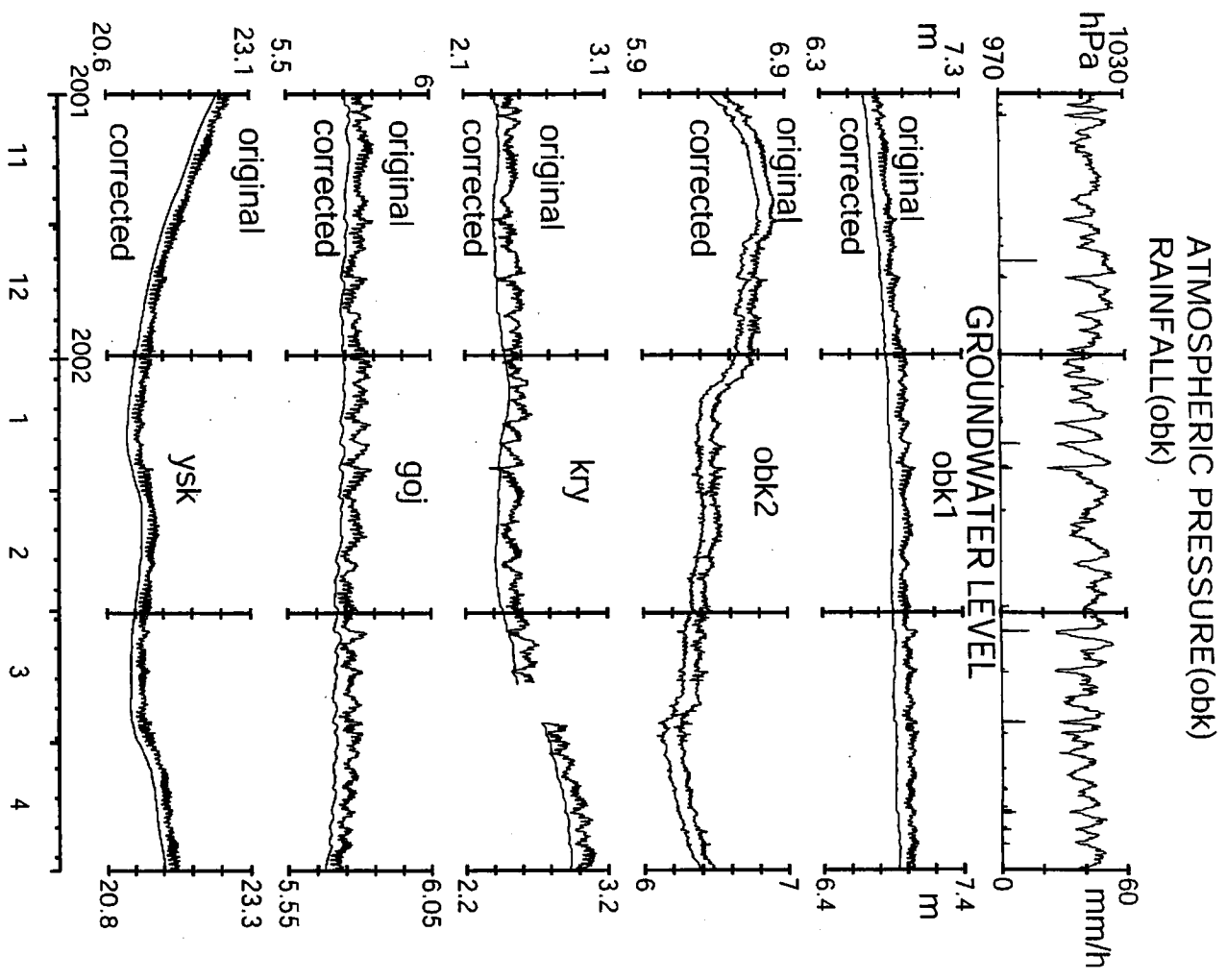


Fig.6

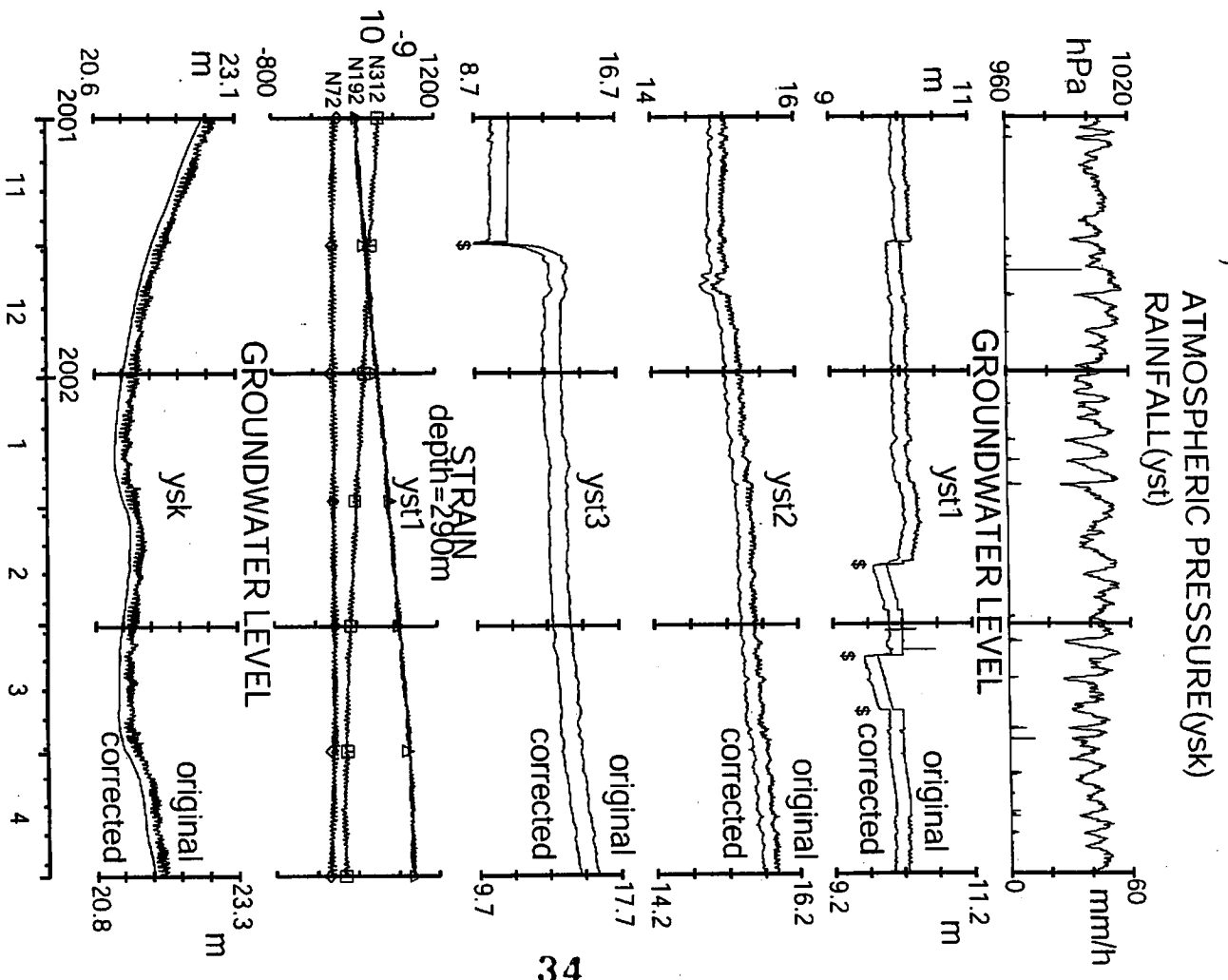


Fig.7

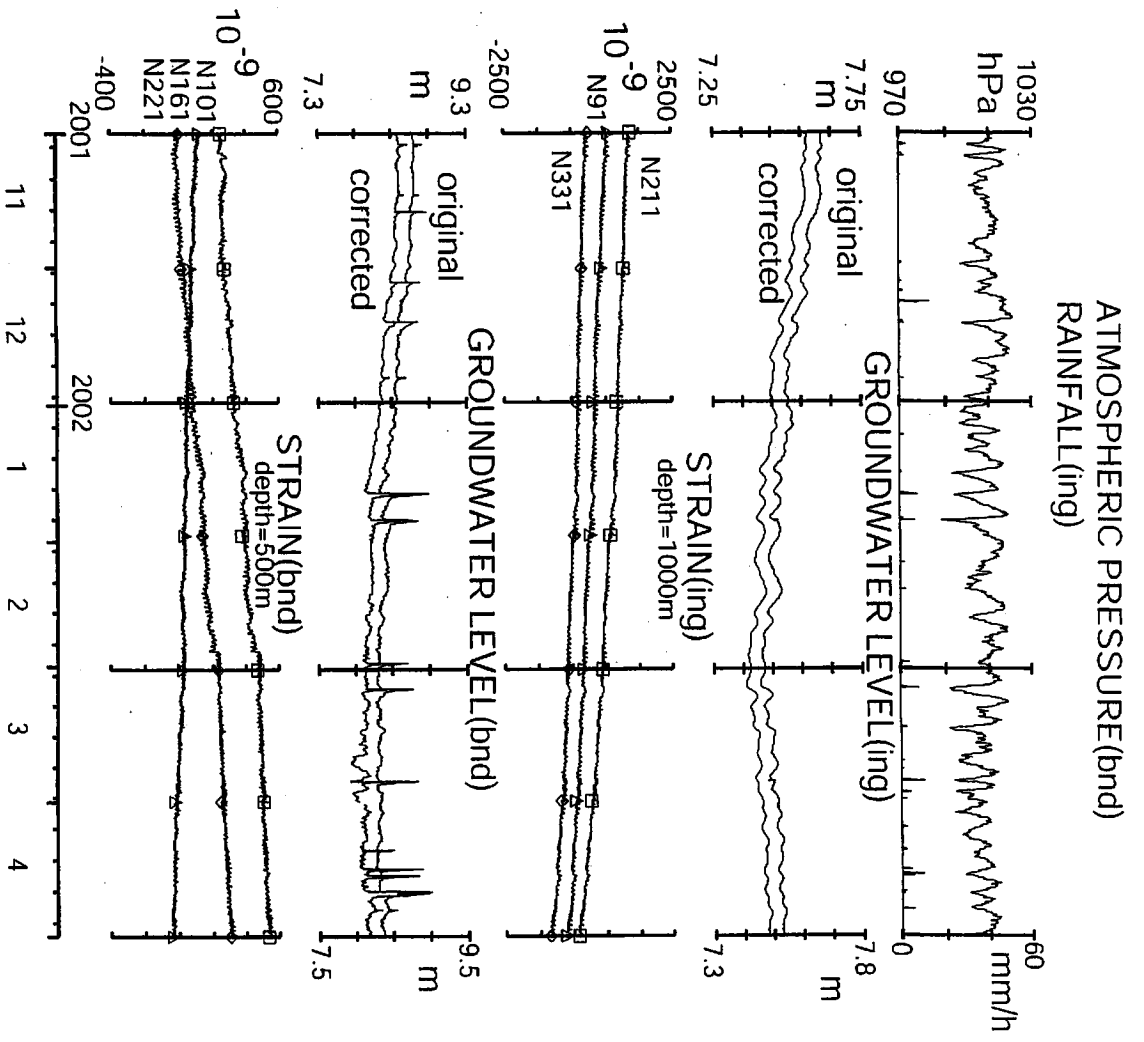


Fig.8

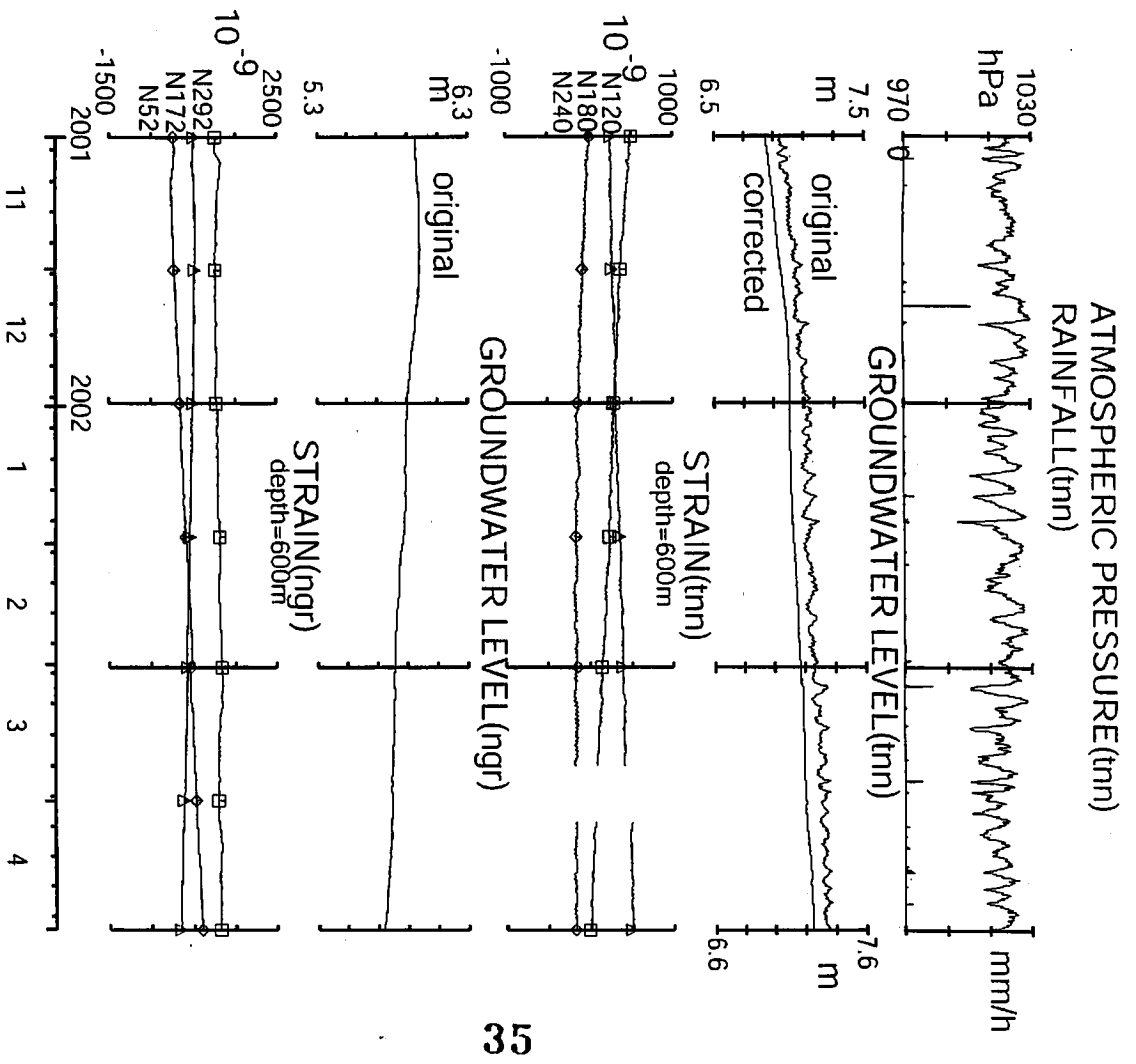


Fig.9

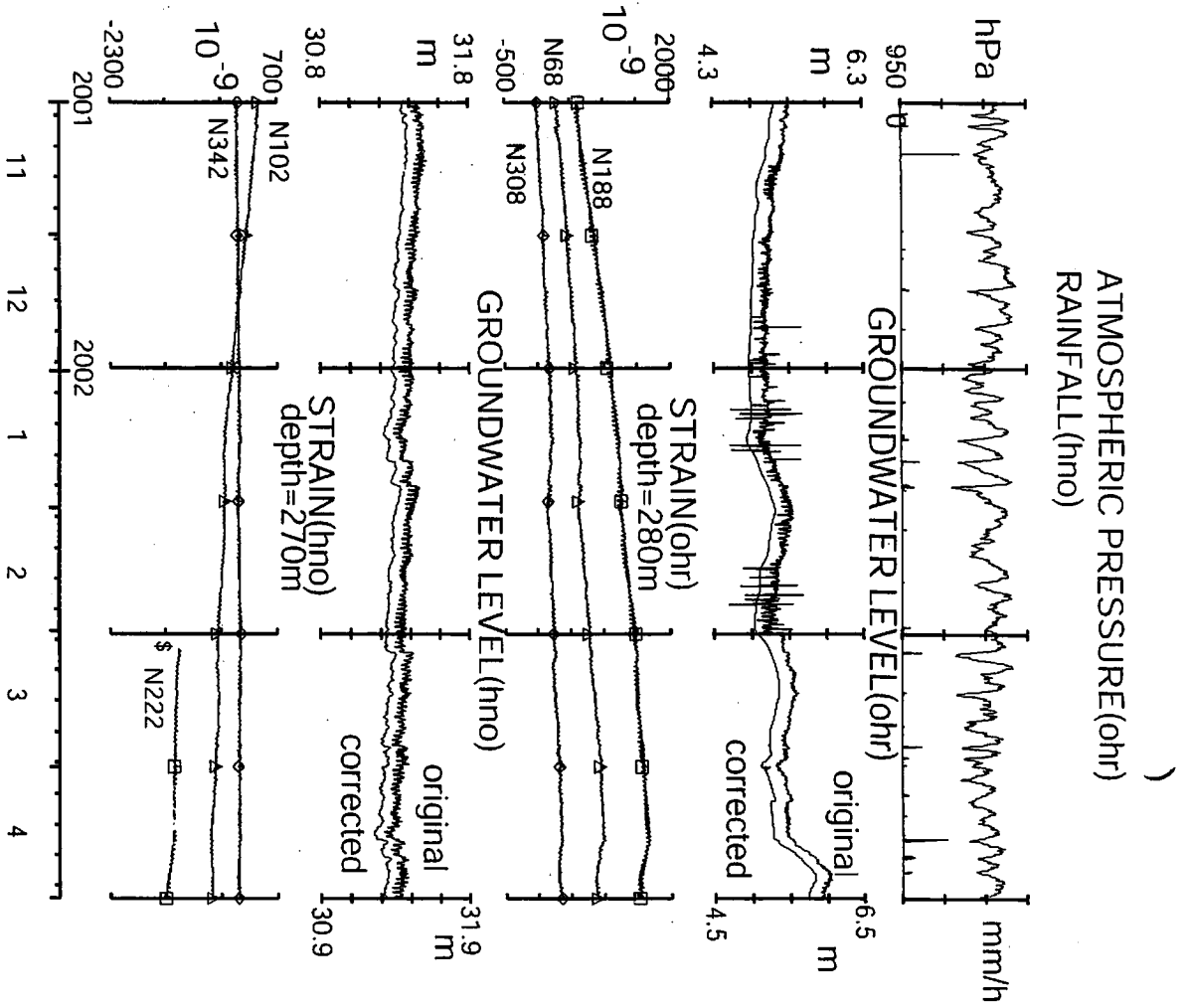


Fig.10

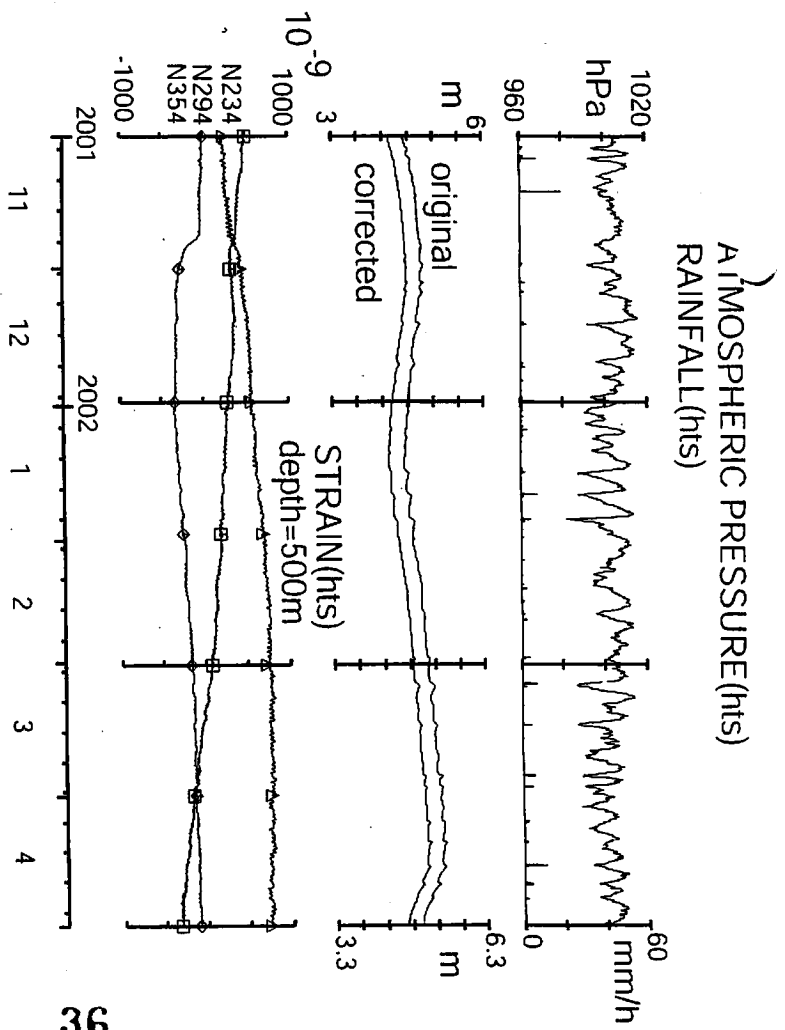
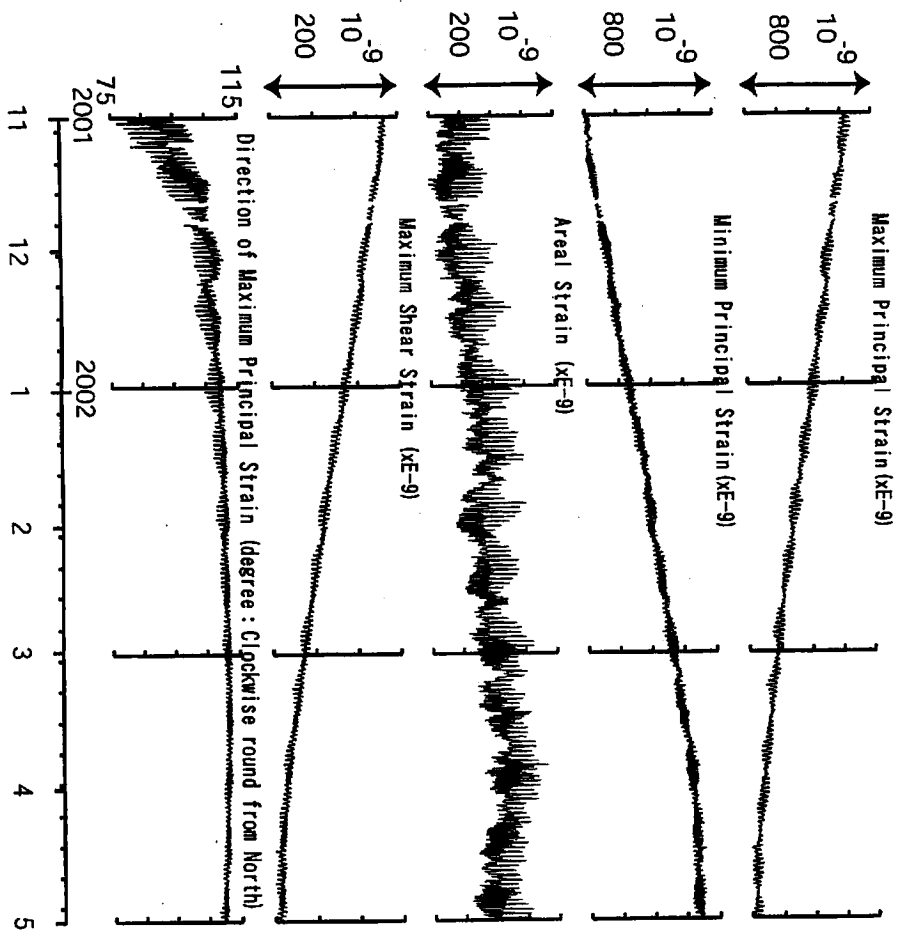


Fig.11

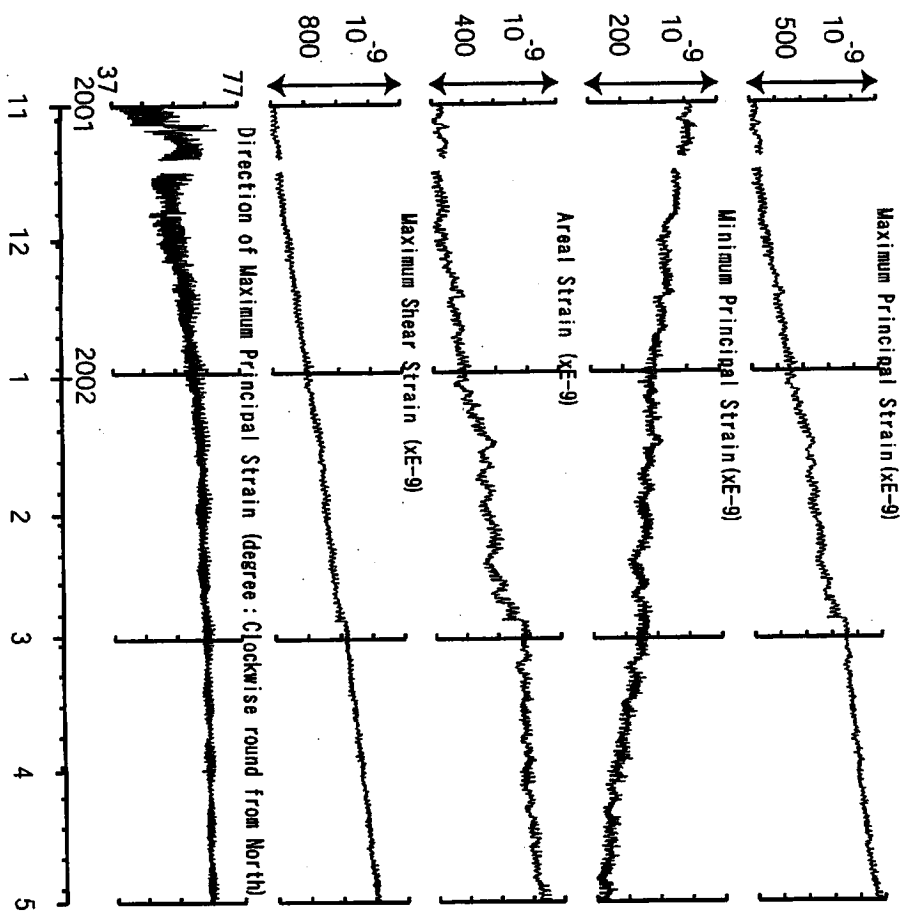
yst:Principal Strain Analysis
 (2001/11/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



コメント：主歪解析の起点は2001年10月1日

Fig. 12

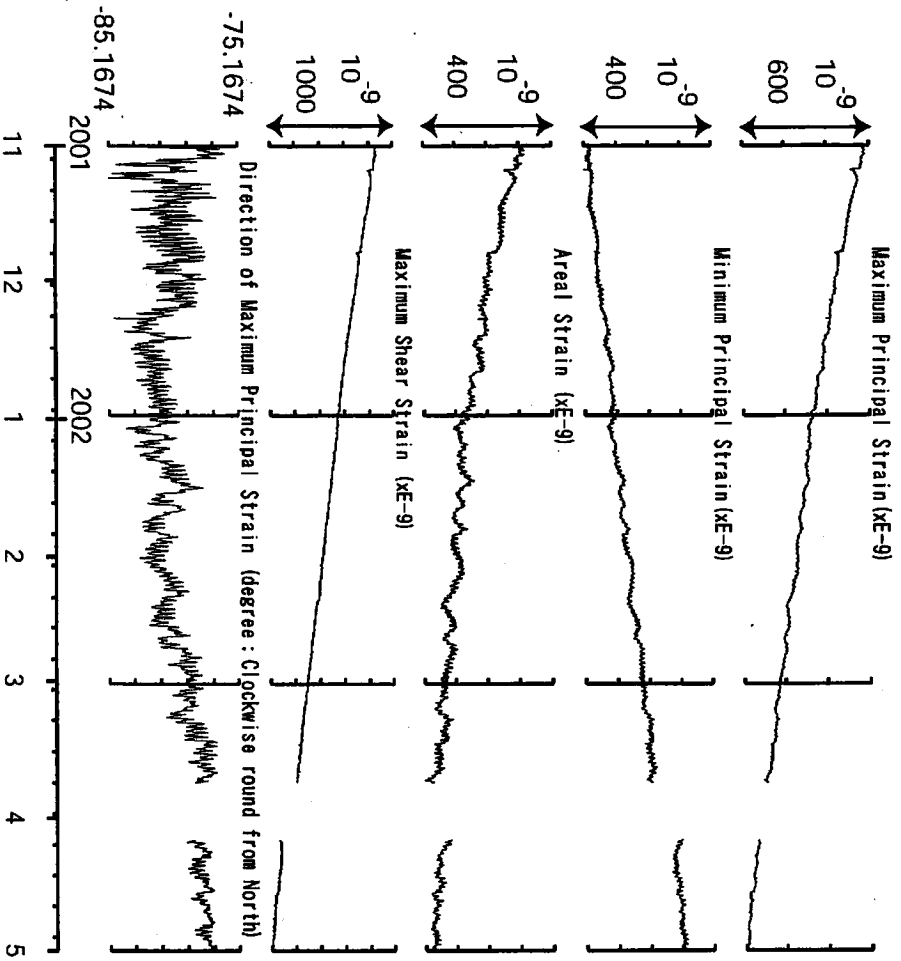
bnd:Principal Strain Analysis
 (2001/11/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



コメント：主歪解析の起点は2001年10月1日

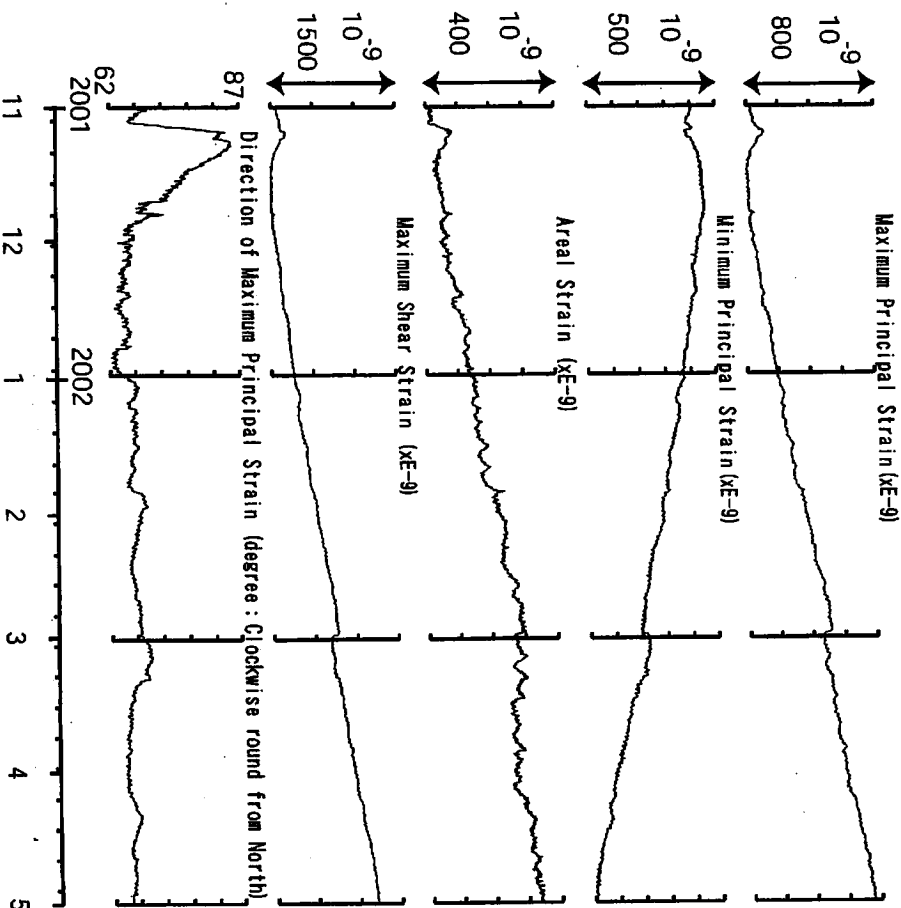
Fig. 13

ttn:Principal Strain Analysis
 (2001/11/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



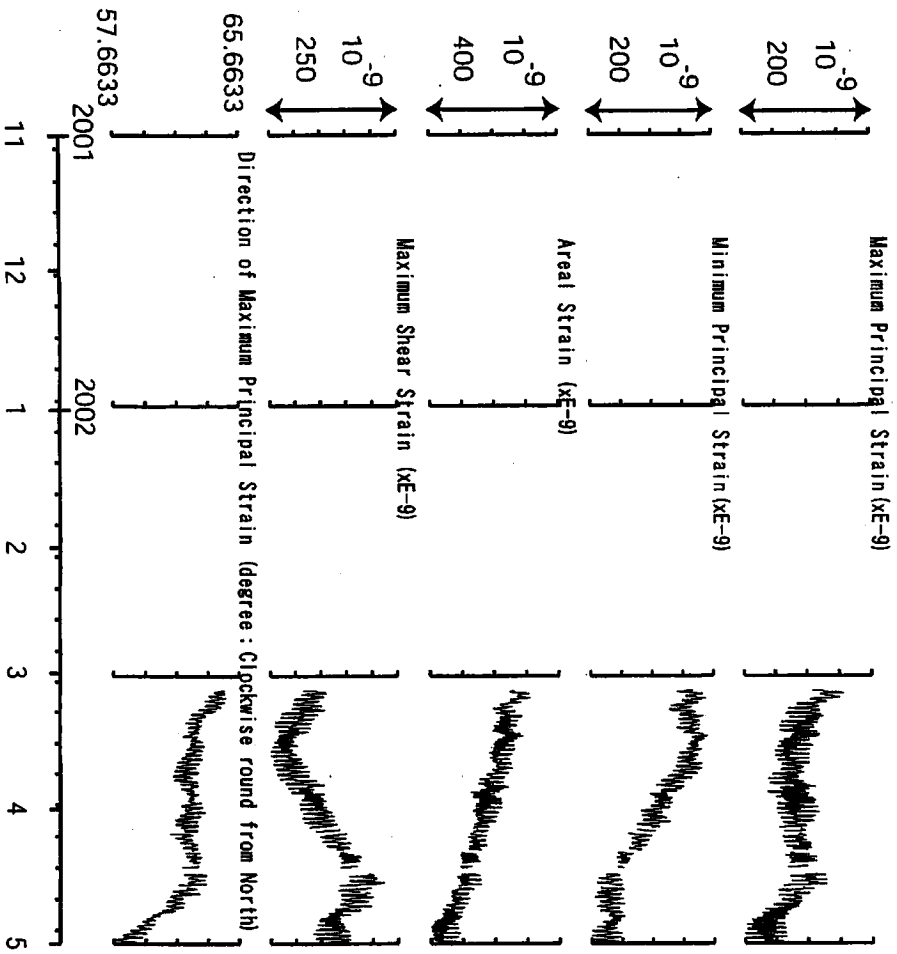
コメント：主歪解析の起点は2001年10月1日
 Fig. 14

ngr:Principal Strain Analysis
 (2001/11/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



コメント：主歪解析の起点は2001年10月1日
 Fig. 15

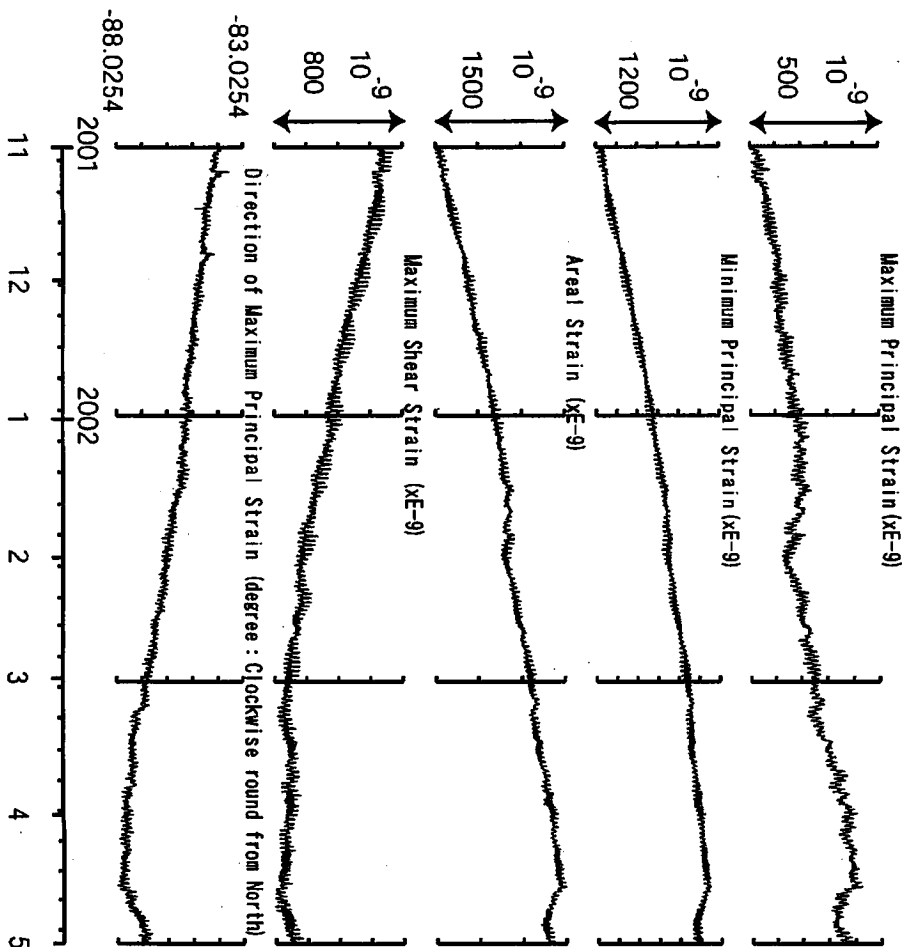
hno:Principal Strain Analysis
 (2001/11/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



コメント：主歪解析の起点は2001年10月10日

Fig. 16

ohr:Principal Strain Analysis
 (2001/11/01 00:00 - 2002/05/01 00:00)



コメント：主歪解析の起点は2001年10月1日

Fig. 17