

第197回

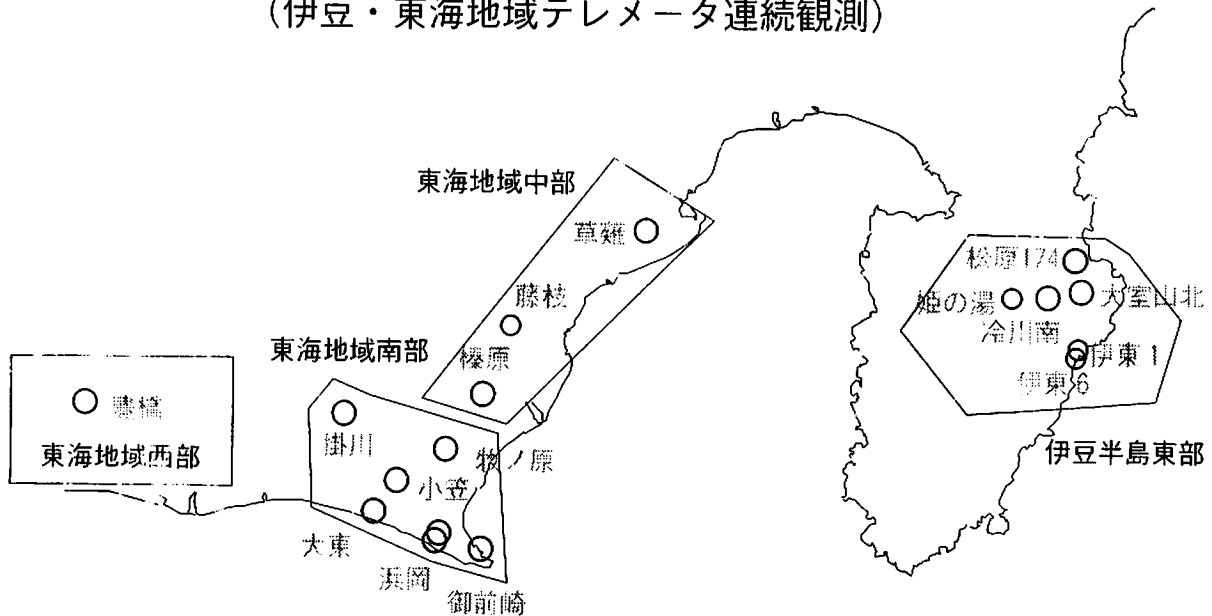
地震防災対策強化地域判定会

委員打合せ会

産業技術総合研究所

地質調査総合センター資料

産総研地質調査総合センター地下水観測井配置図
(伊豆・東海地域テレメータ連続観測)



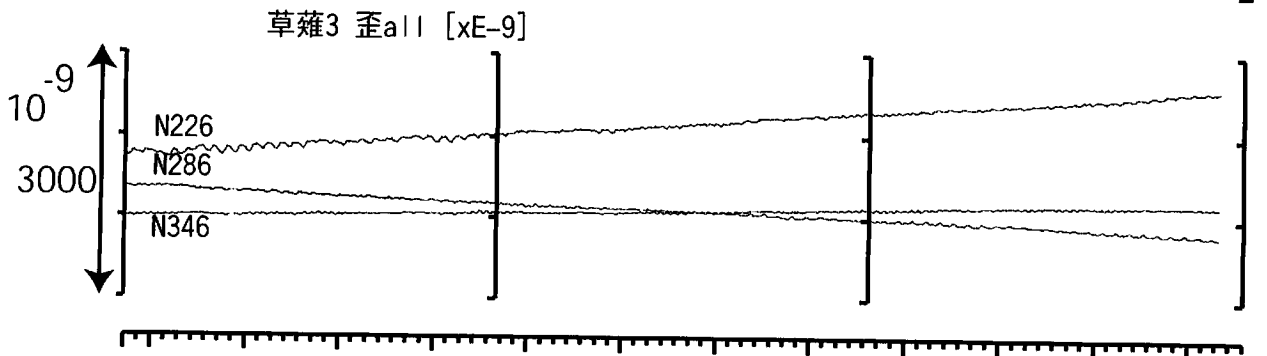
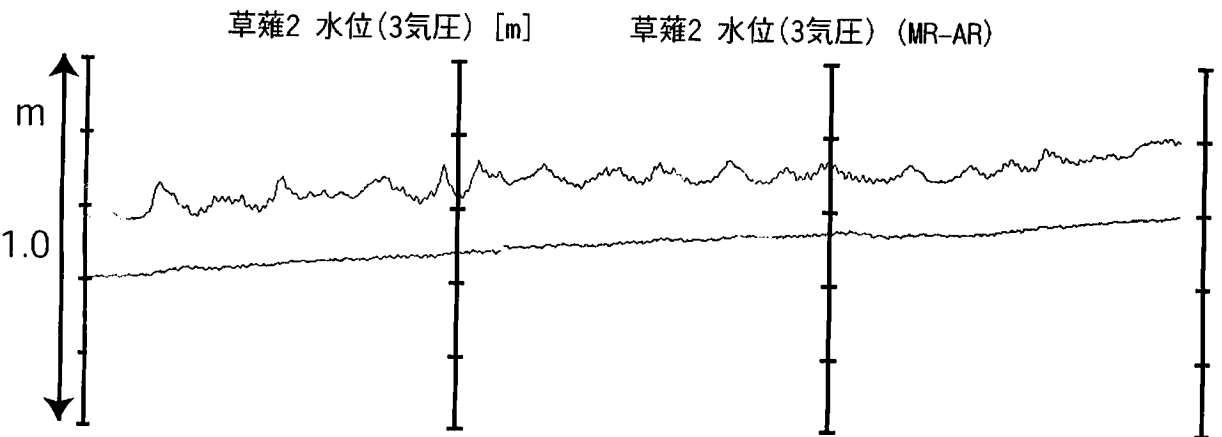
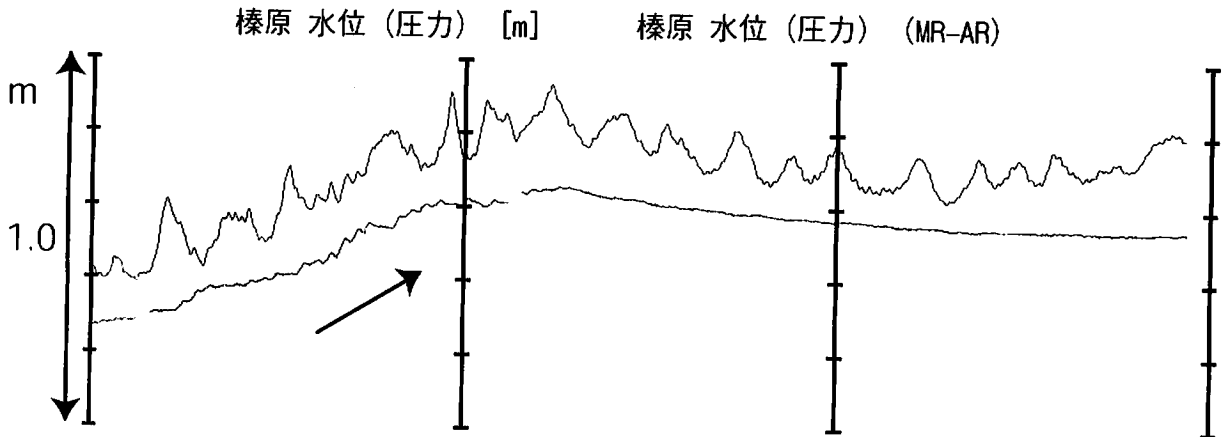
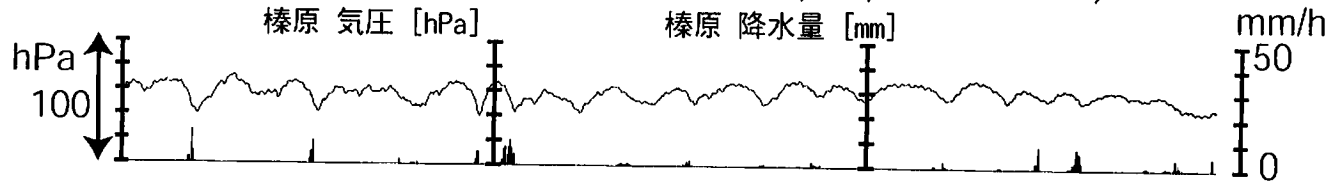
資料目次

1. 東海地域中部 (榛原, 草薙) 地下水 3成分歪; 中期
- 1-b. 東海地域中部 (草薙) 3成分歪; 中期
2. 東海地域中部 (榛原, 草薙) 地下水 3成分歪; 長期
- 2-b. 東海地域中部 (草薙) 主歪解析; 長期
3. 東海地域南部 (大東, 小笠, 浜岡, 御前崎) 地下水; 中期
4. 東海地域南部 (大東, 小笠, 浜岡, 御前崎) 地下水; 長期
5. 東海地域西部 (豊橋) 地下水 3成分歪・傾斜; 中期
- 5-b. 東海地域西部 (豊橋) 3成分歪・傾斜; 中期
6. 東海地域西部 (豊橋) 地下水 3成分歪 傾斜; 長期
- 6-b. 東海地域西部 (豊橋) 主歪解析; 長期
- 6-c. 東海地域西部 (豊橋) 主歪の時間変化; 長期
7. 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
8. 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
9. 2002年5月の伊豆半島沖地震活動に関連する地下水変動

平成14年5月24日

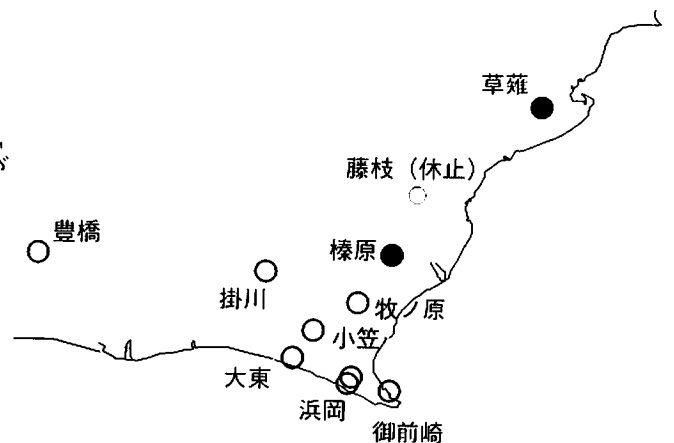
東海地域中部（榛原・草薙）中期（時間値）

(2002/03/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)



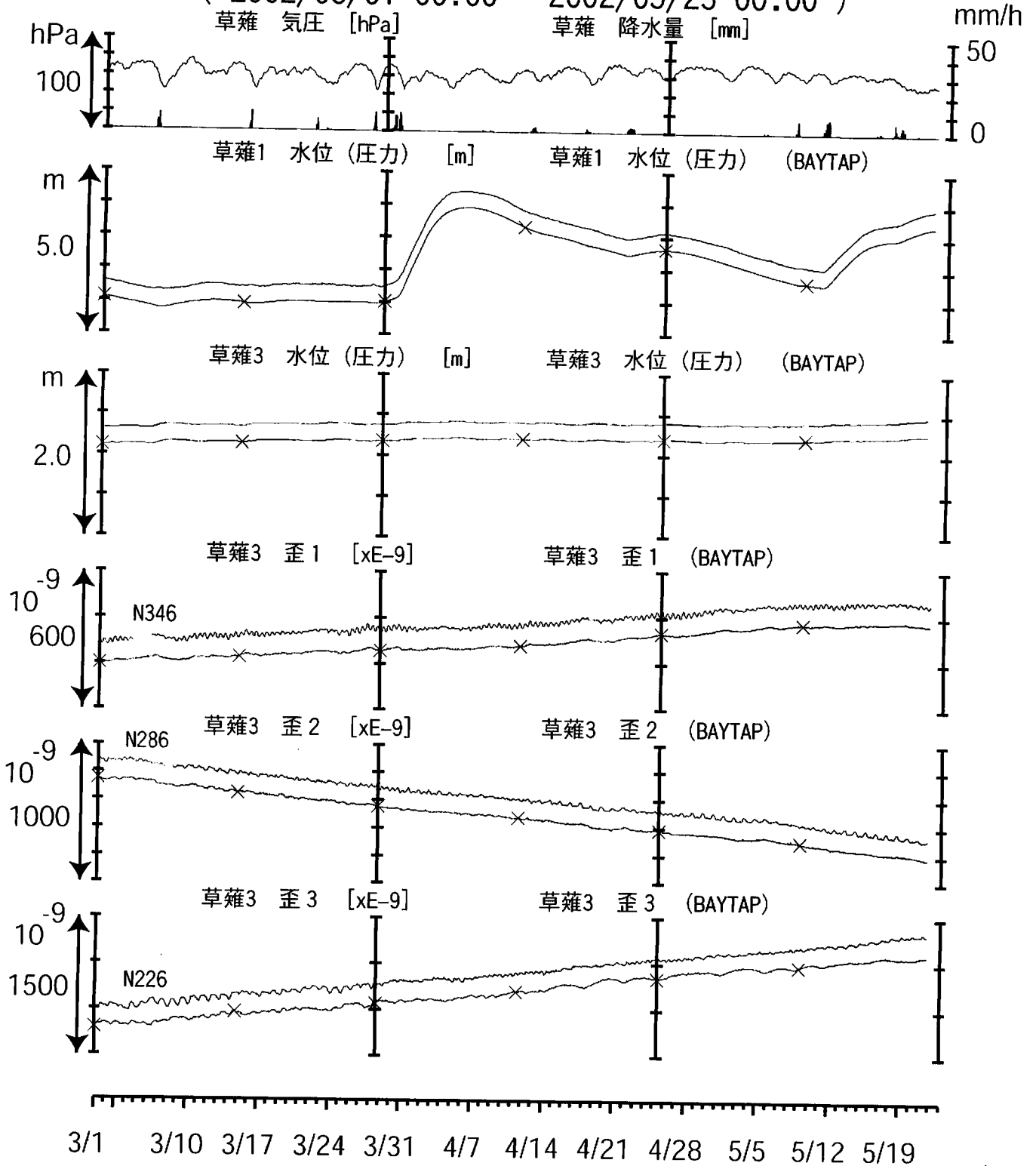
3/1 3/10 3/17 3/24 3/31 4/7 4/14 4/21 4/28 5/5 5/12 5/19

コメント：2月末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高い。



東海地域中部 (草薙・歪) 中期 (時間値)

(2002/03/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)

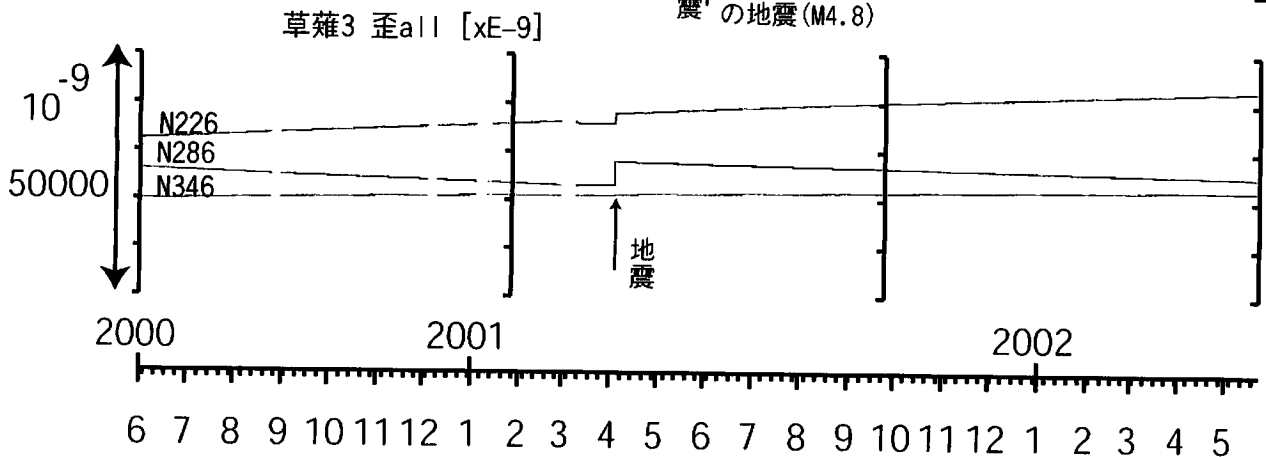
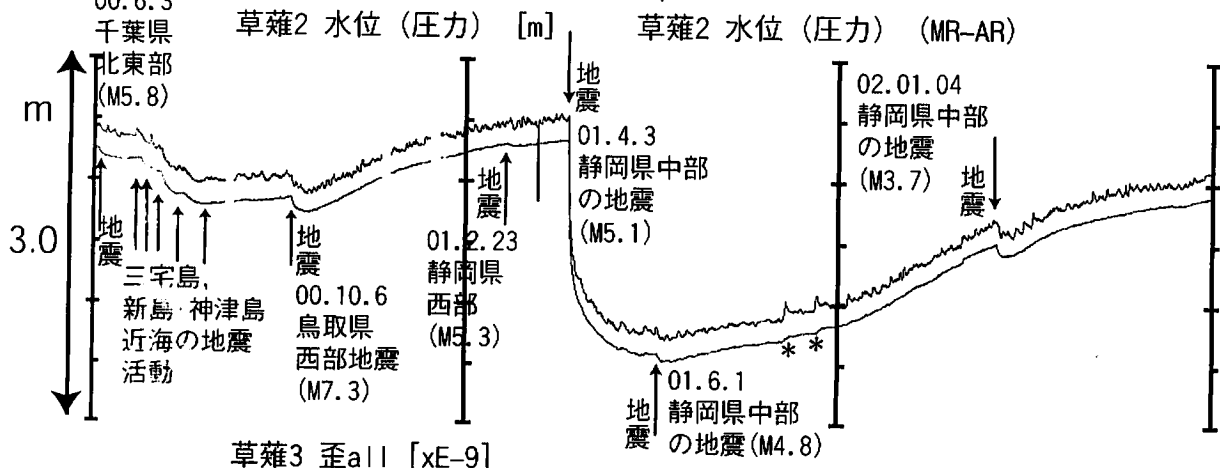
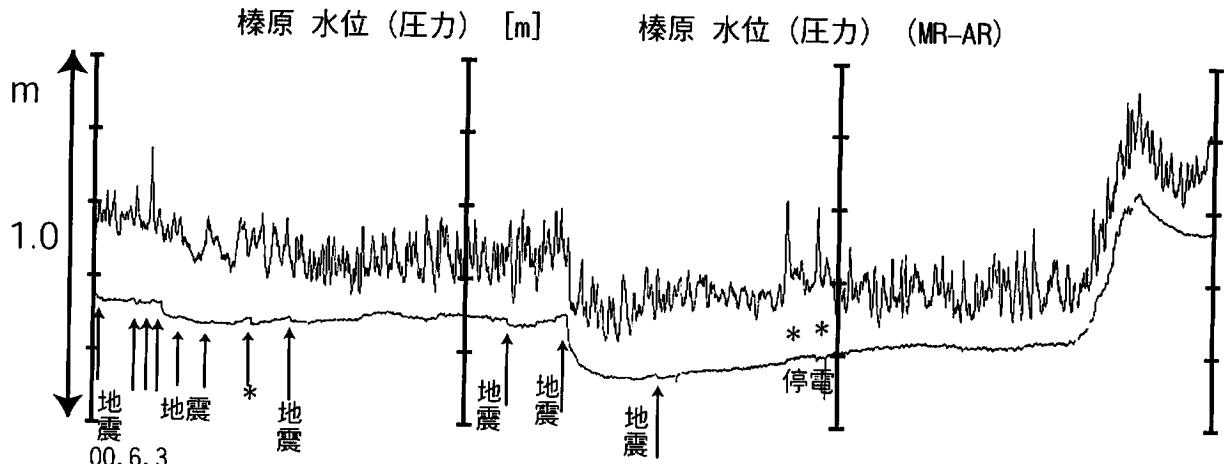
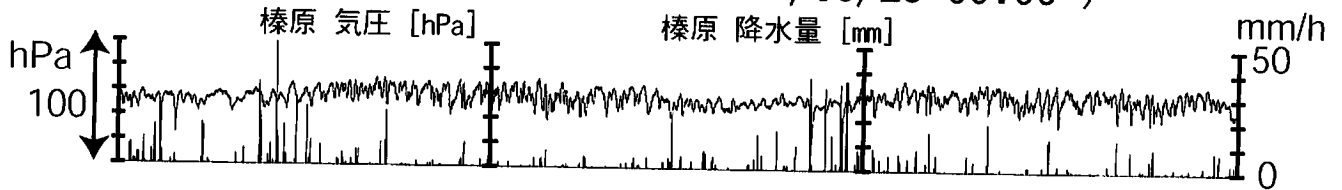


コメント：特記事項なし。



東海地域中部 (榛原・草薙) 長期 (時間値)

(2000/06/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)

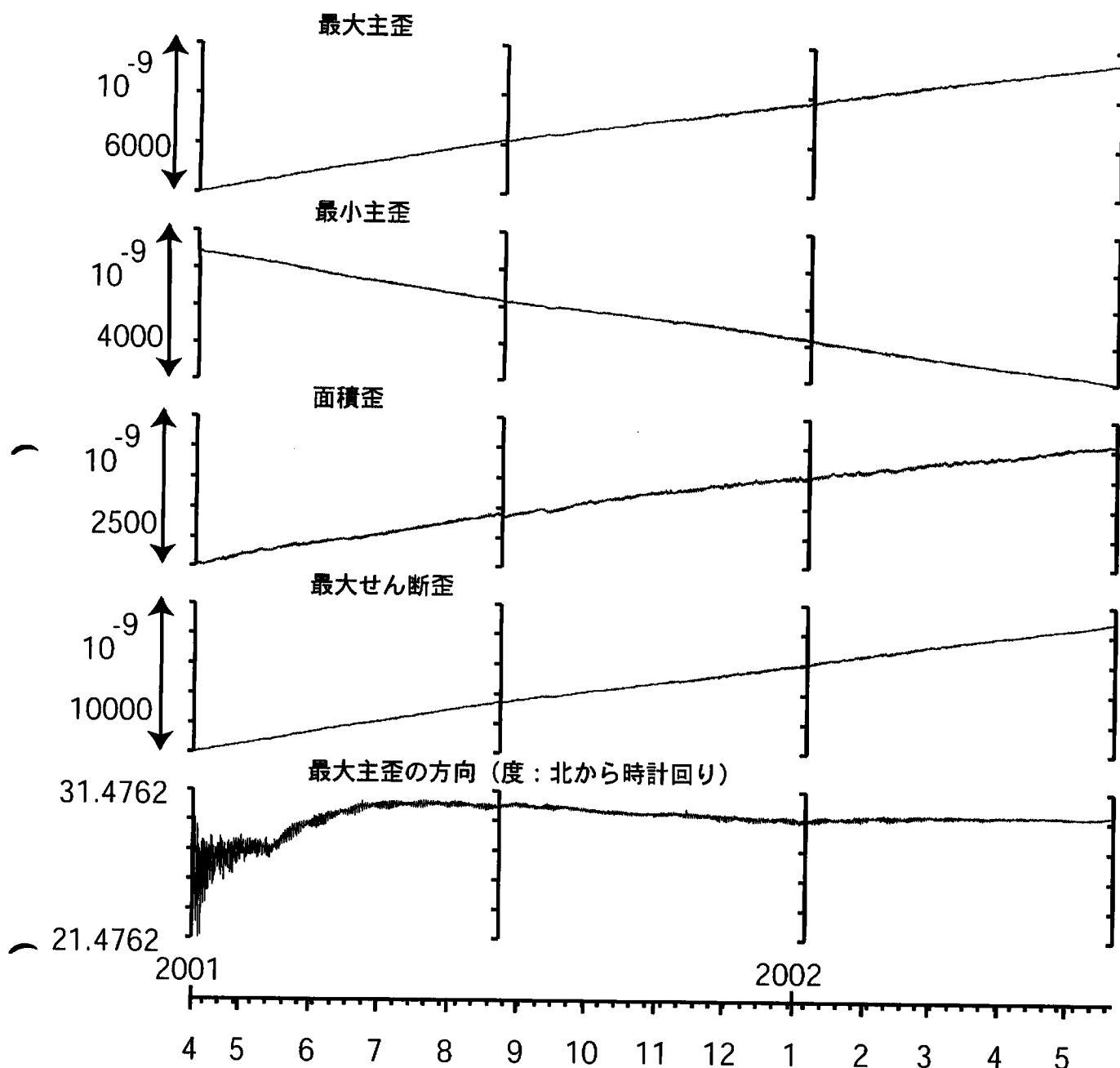


コメント：2002年2月から榛原の水位が上昇しているが、静岡空港建設工事による盛り土の影響が出ている可能性が高い。
*雨量補正不十分。

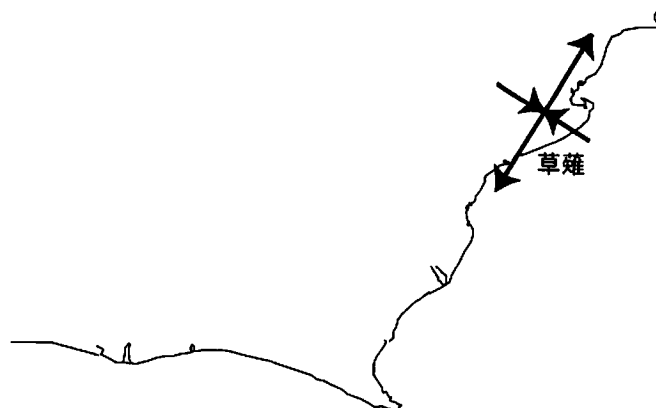


草薙3:主歪解析

(2001/04/10 00:00 - 2002/05/22 00:00)

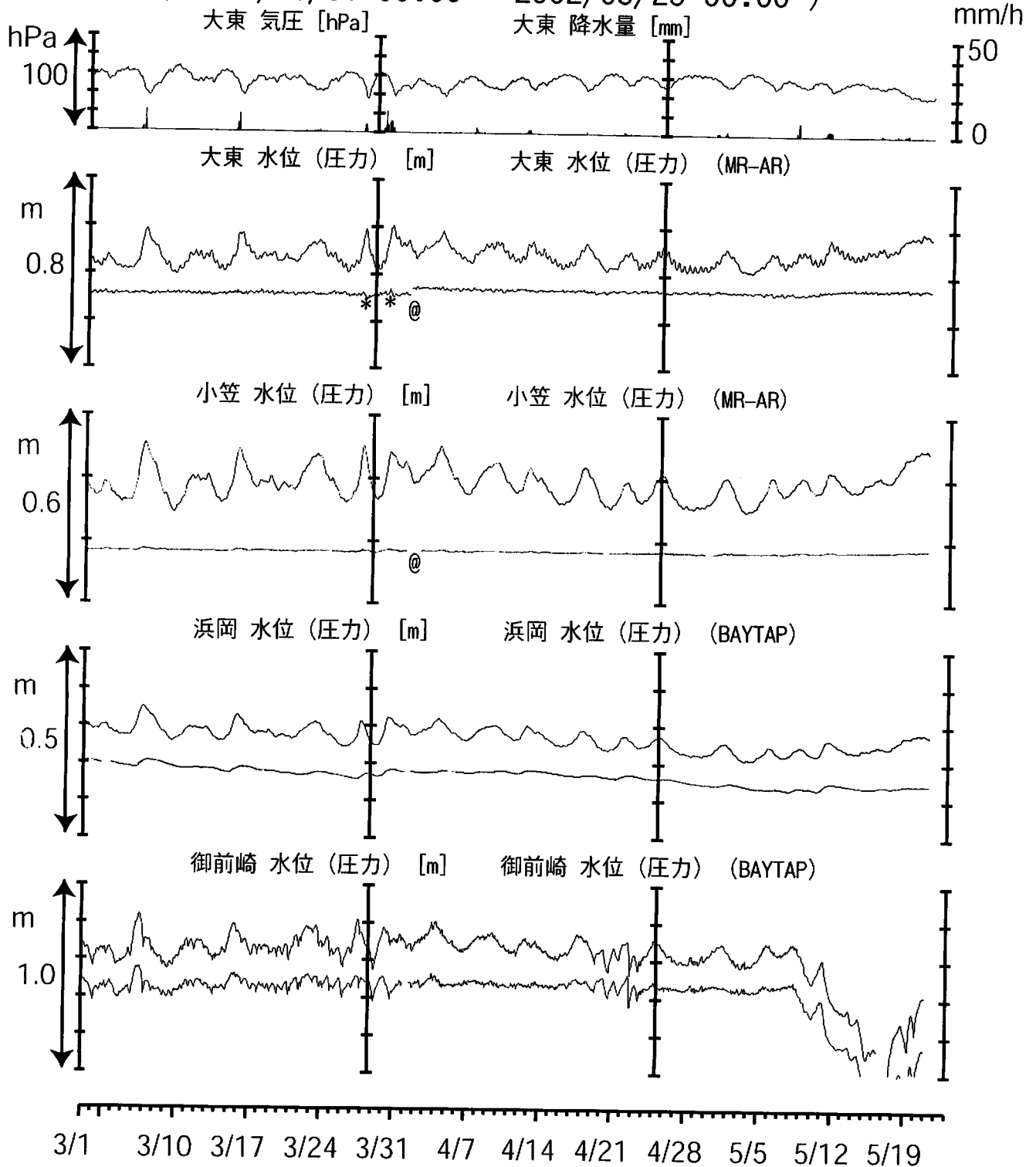


コメント：主歪解析の起点は2001年4月8日



東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2002/03/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)



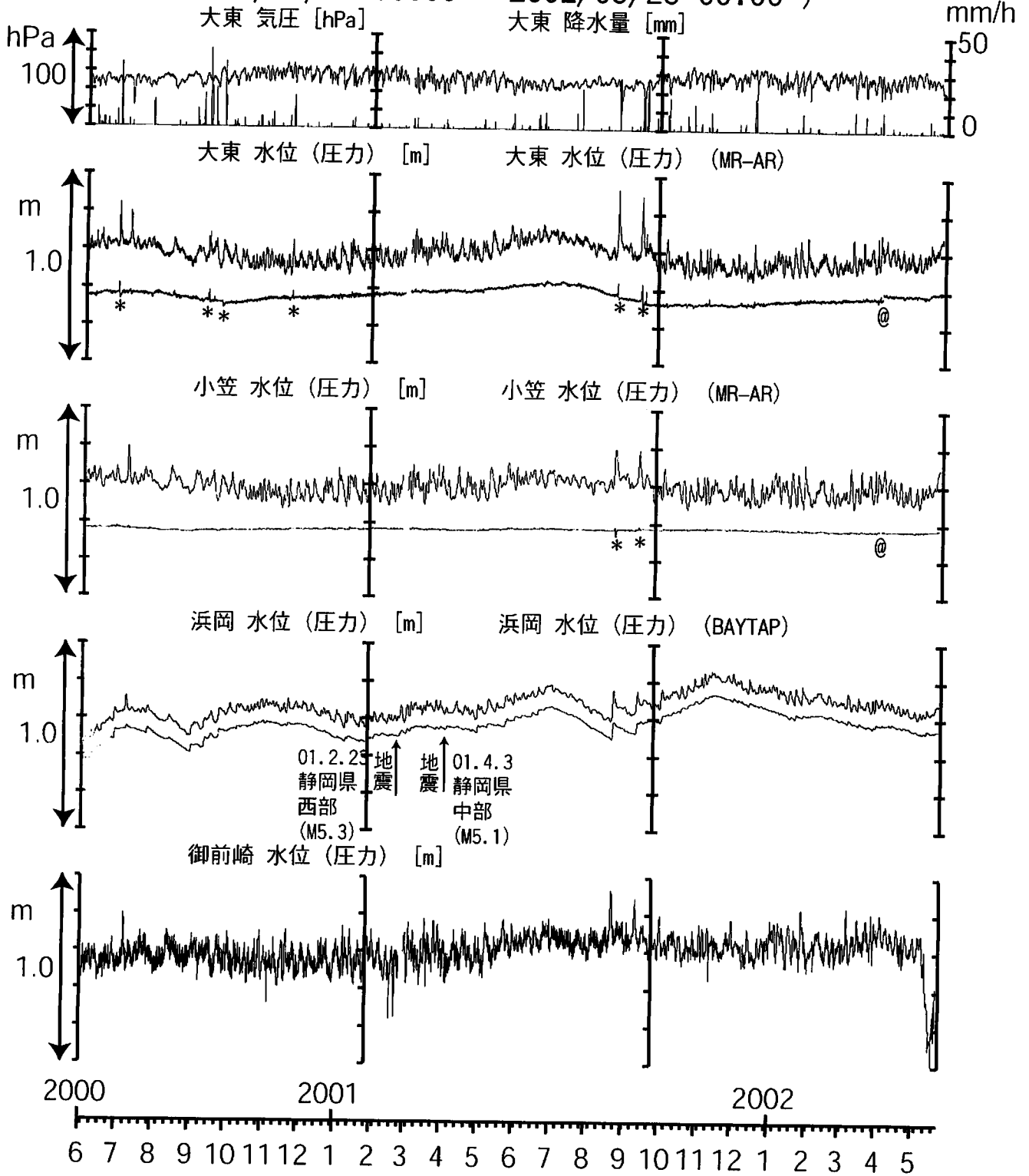
コメント:

*雨量補正不十分。
 @月初め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。
 5月初めからの御前崎の水位低下は、
 配管からの水漏れ及び水抜きによる。
 5月16日に修理したので、
 水位は回復に向かっている。



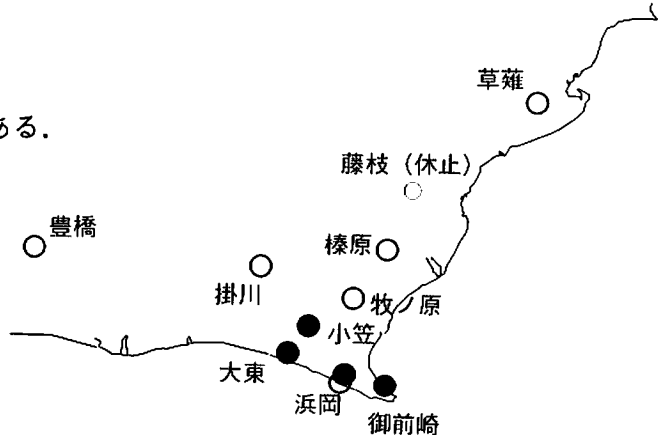
東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2000/06/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)



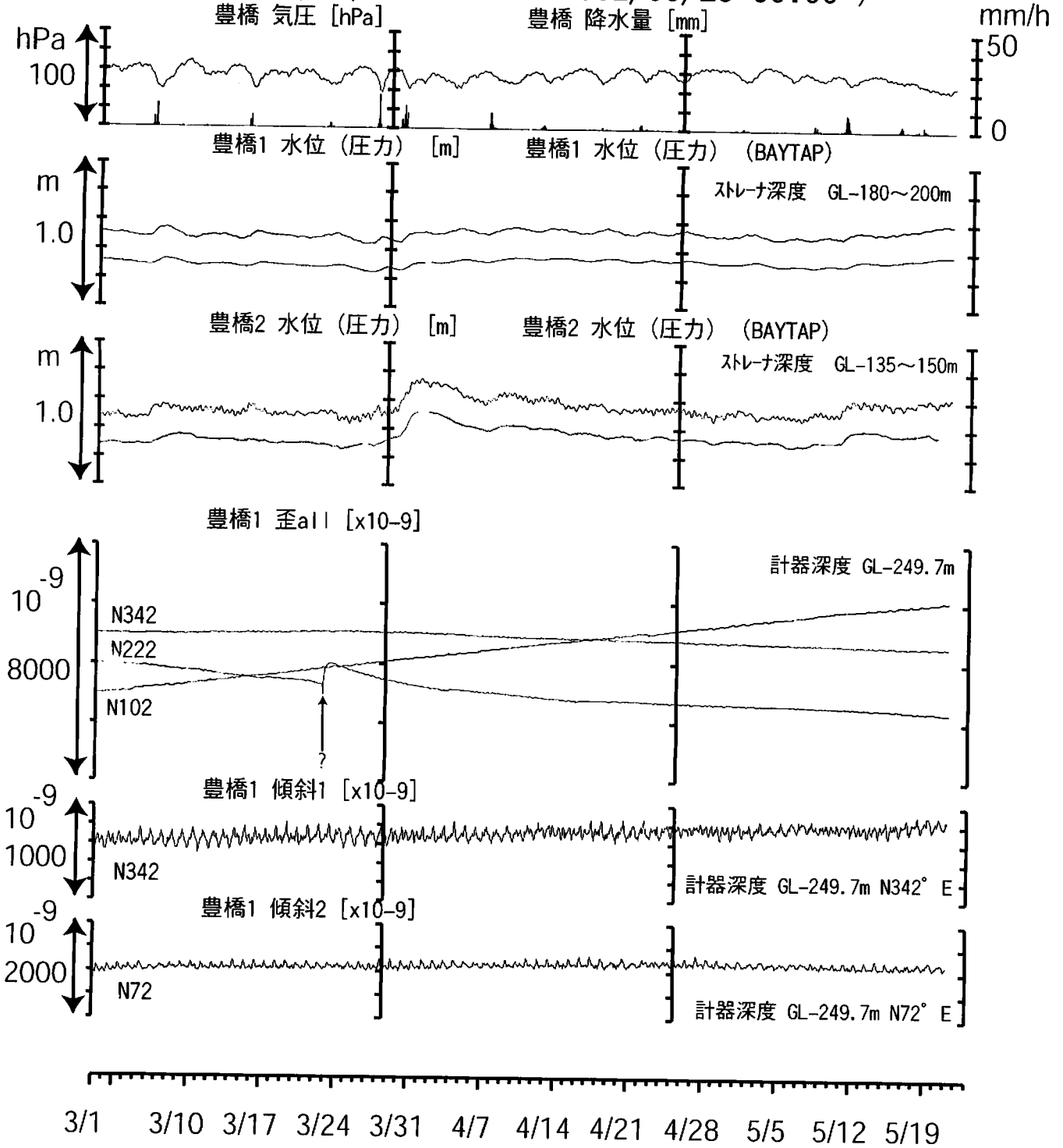
コメント:

- *雨量補正不十分.
- @解析プログラムの見かけ上のものである.
- 5月初めからの御前崎の水位低下は、配管からの水漏れ及び水抜きによる.
- 5月16日に修理したので、水位は回復に向かっている.



東海地域西部（豊橋）中期（時間値）

(2002/03/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)

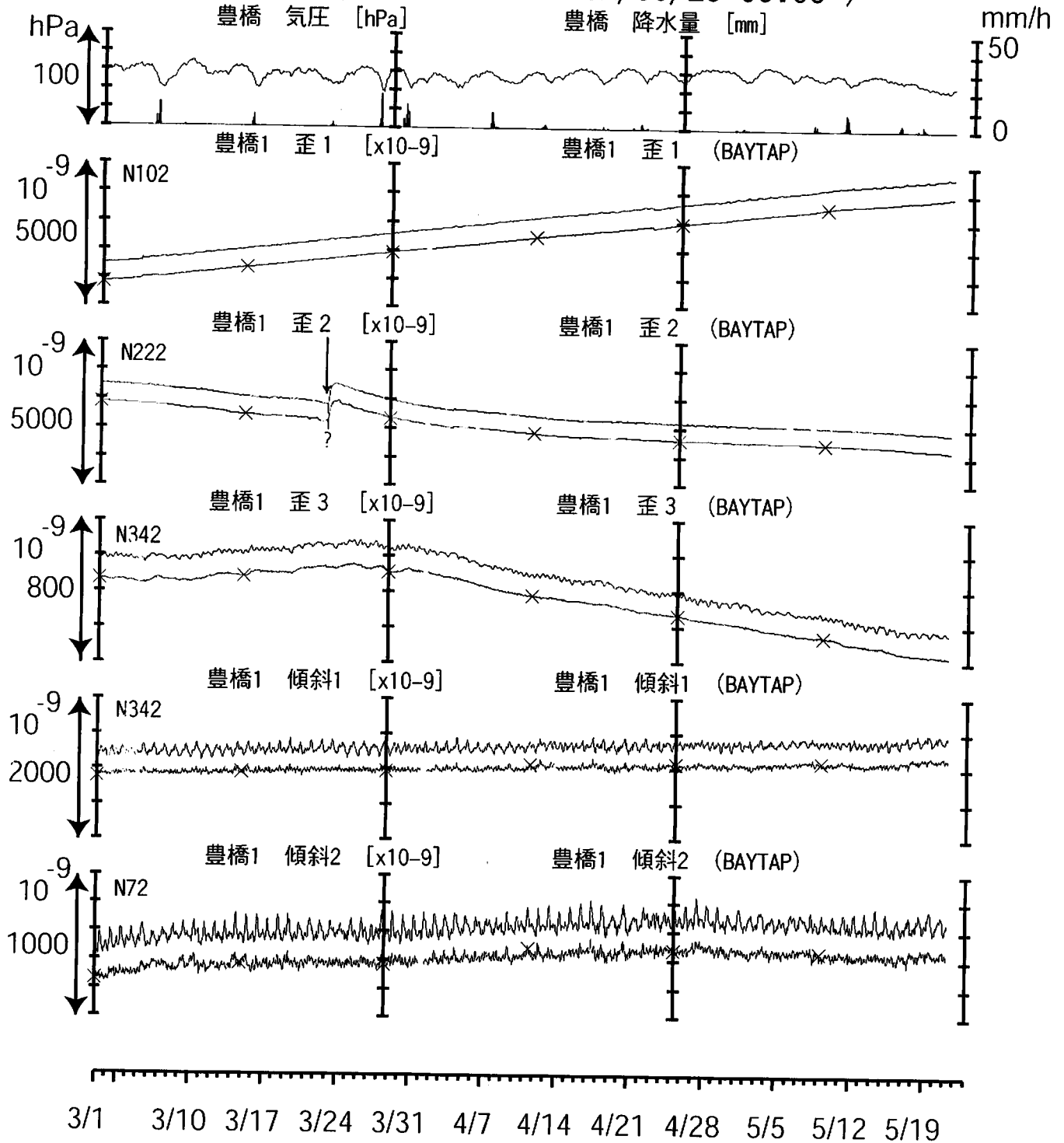


コメント：?原因不明.



東海地域西部（豊橋・歪）中期（時間値）

(2002/03/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)



コメント：?原因不明.



東海地域西部（豊橋）長期（時間値）

（2000/06/01 00:00 - 2002/05/23 00:00）

豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 降水量 [mm]

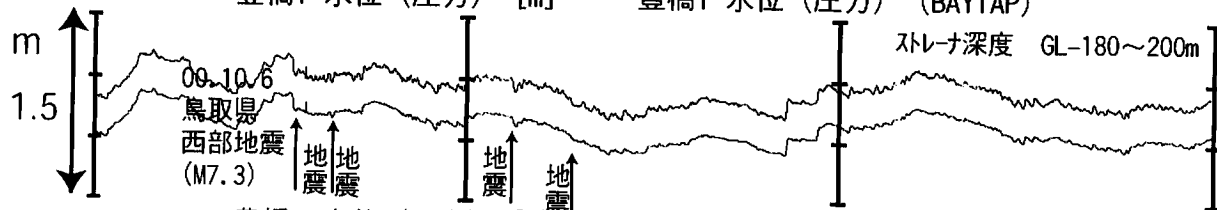
mm/h



豊橋1 水位（圧力） [m]

豊橋1 水位（圧力） (BAYTAP)

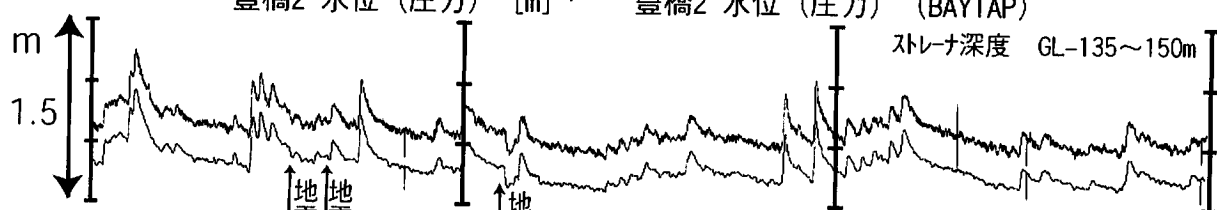
ストレナ深度 GL-180~200m



豊橋2 水位（圧力） [m]

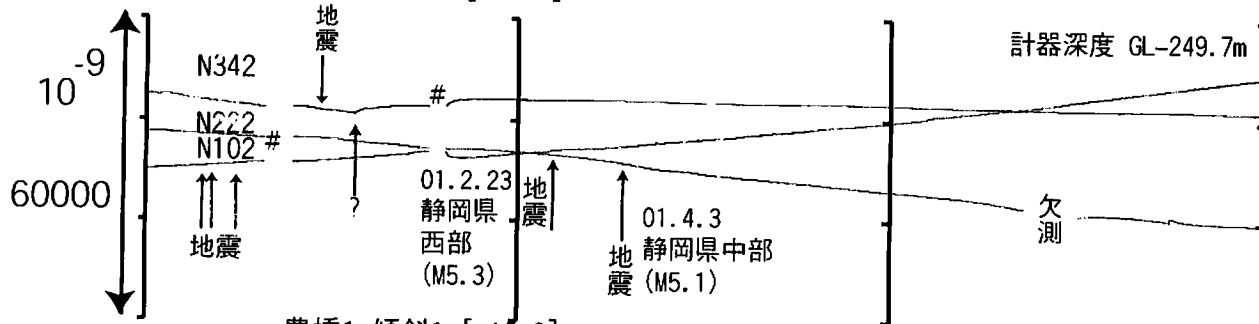
豊橋2 水位（圧力） (BAYTAP)

ストレナ深度 GL-135~150m



豊橋1 歪all [x10⁻⁹]

計器深度 GL-249.7m



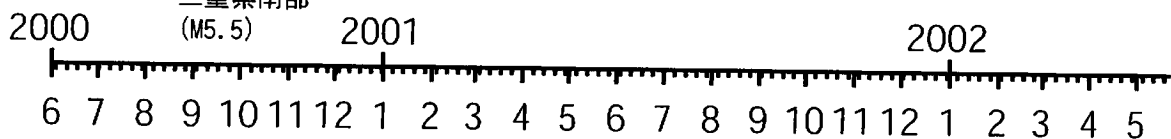
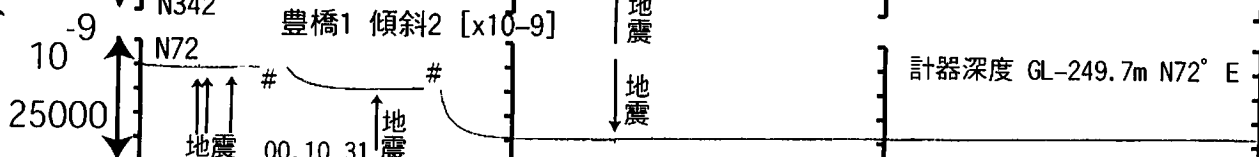
豊橋1 傾斜1 [x10⁻⁹]

計器深度 GL-249.7m N342° E



豊橋1 傾斜2 [x10⁻⁹]

計器深度 GL-249.7m N72° E

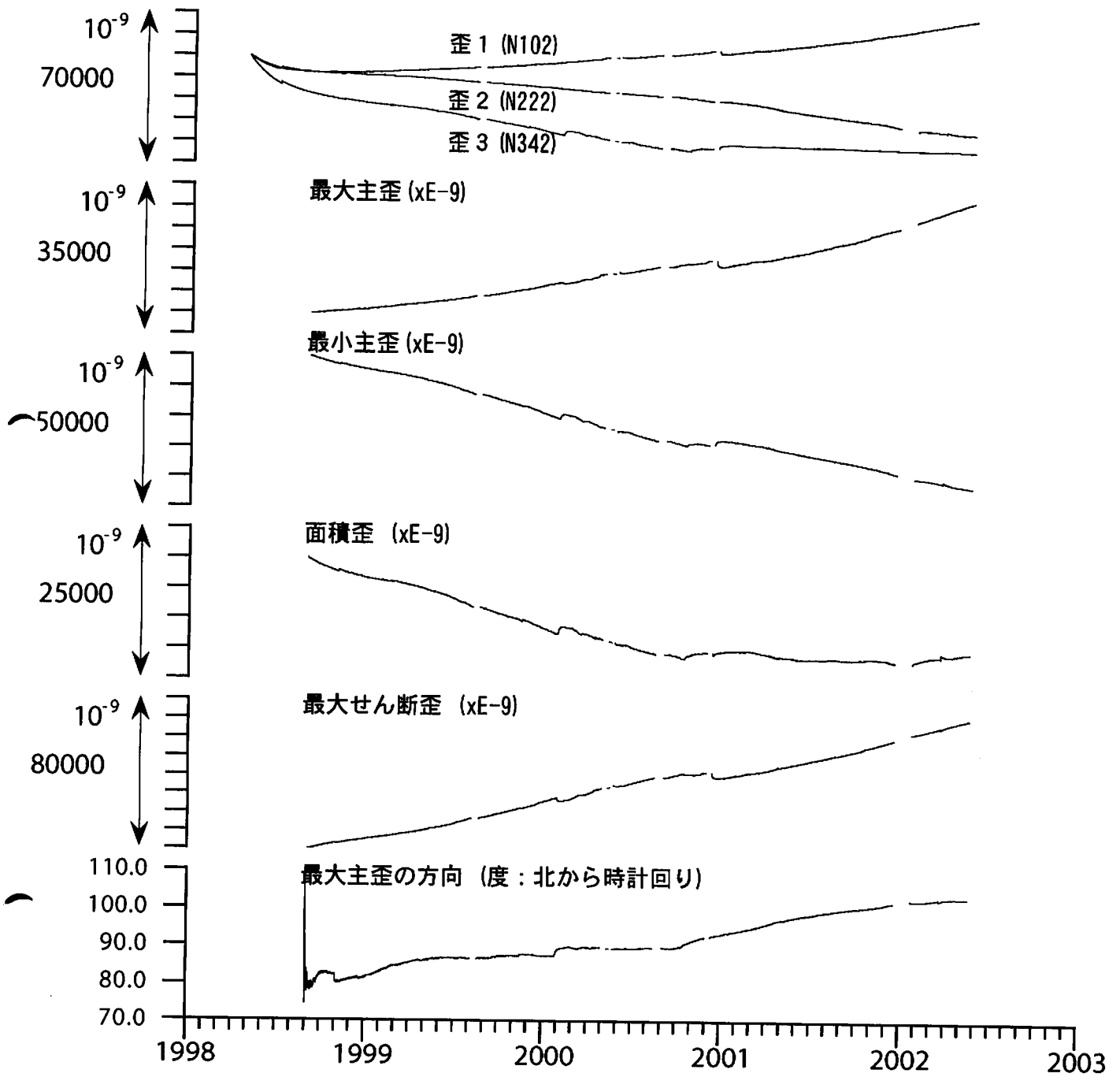


コメント：# バッテリー消耗。
? 原因不明。

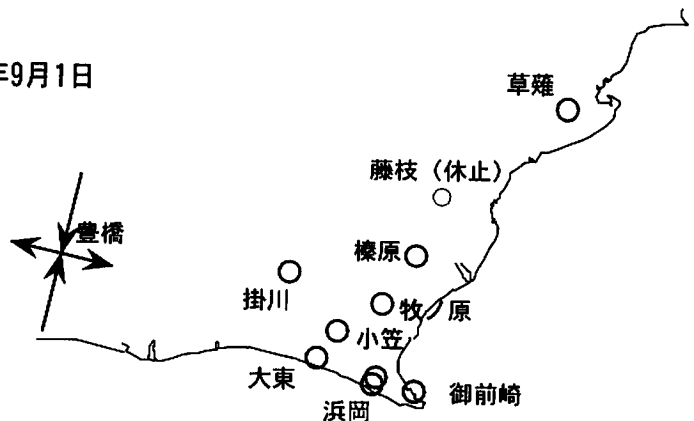


豊橋1:主歪解析

(1998/09/01 00:00 - 2002/05/22 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

0.5E-6 / 1ヶ月
 伸び 縮み




1998/11/15



1999/03/15



1999/07/15



1999/11/15



2000/03/15



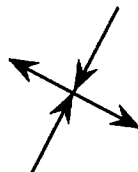
2000/07/15



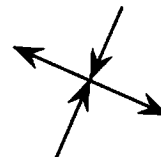
2000/11/15



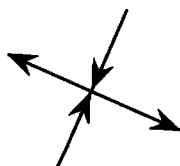
2001/03/15



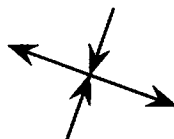
2001/07/15



2001/11/15



2002/03/15

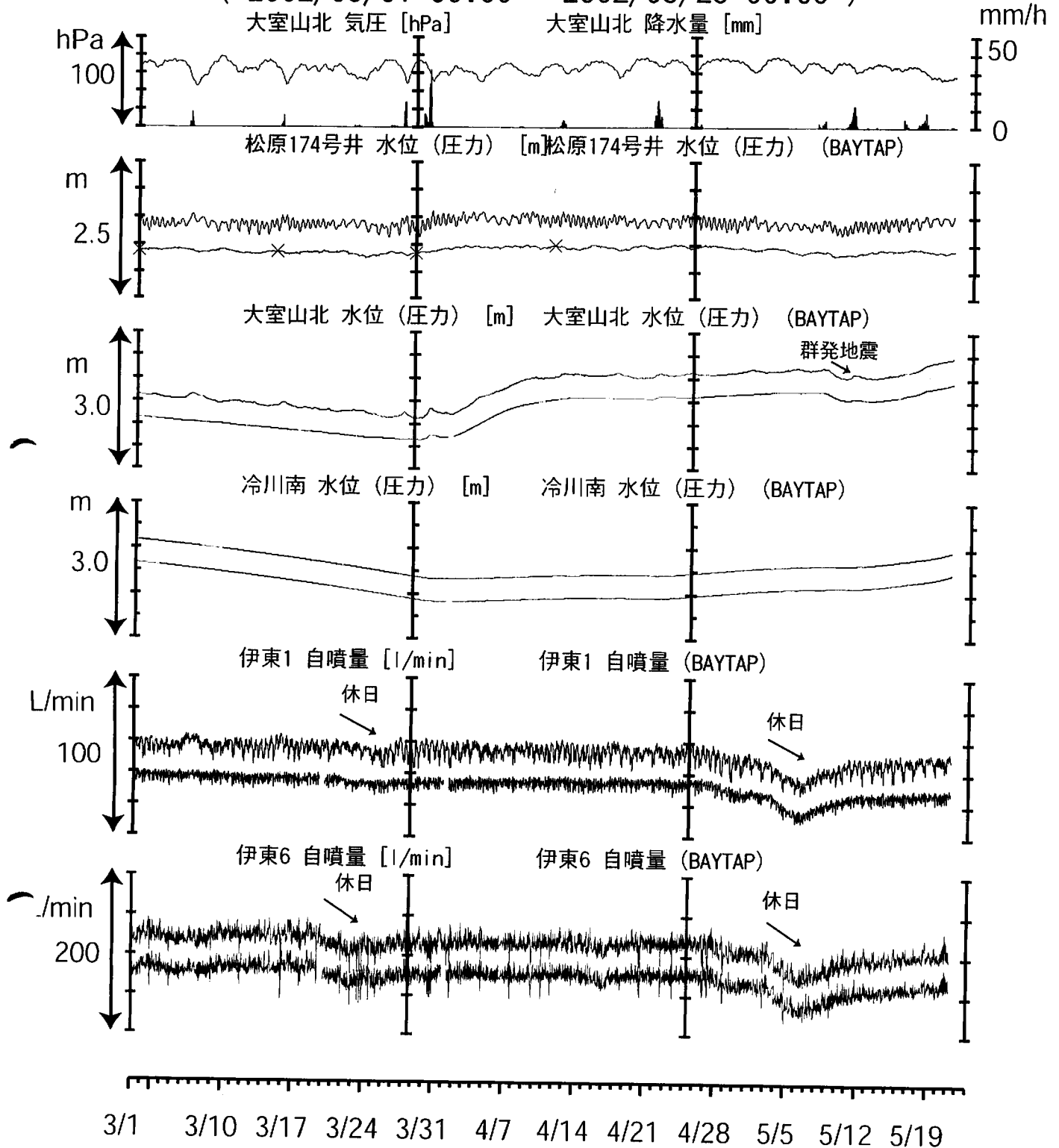


2002/02/22-2002/05/22

コメント：各々4ヶ月前を起点として主歪解析を行った
 但し、最新の結果は過去3ヶ月分による

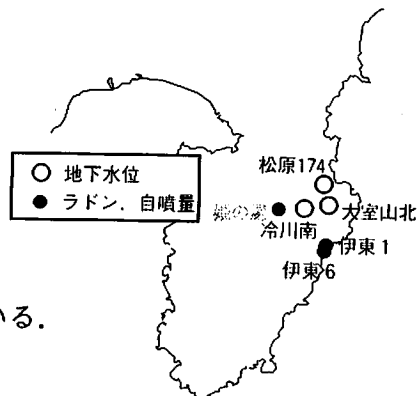
伊豆半島東部:地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2002/03/01 00:00 - 2002/05/23 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。
 5月8日からの伊豆半島東方沖群発地震の発生約12時間前から大室山北の水位が低下している。



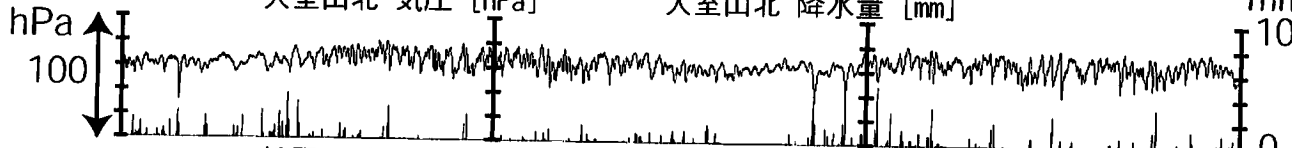
伊豆半島東部:地下水位・自噴量 長期 (時間値)

(2000/06/01 00:00 - 2002/05/23 00:00)

大室山北 気圧 [hPa]

大室山北 降水量 [mm]

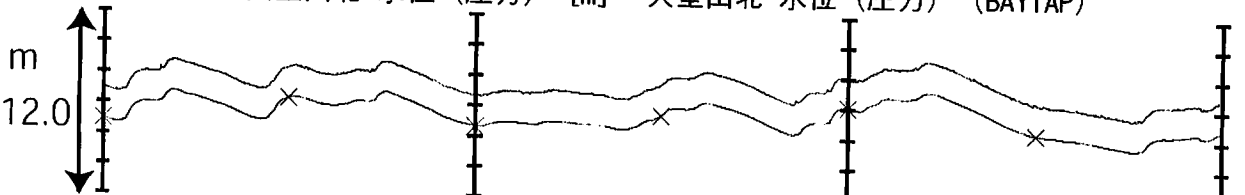
mm/h
100
0



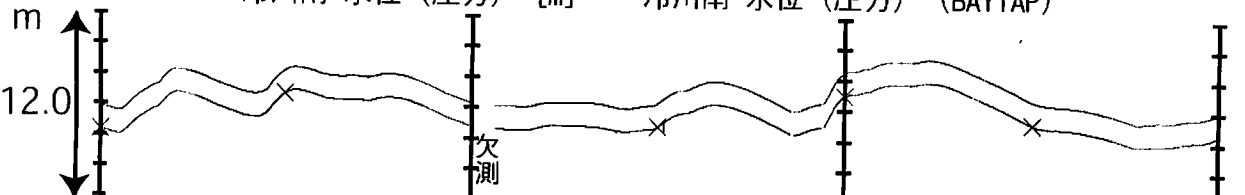
松原174号井 水位 (圧力) [m] 松原174号井 水位 (圧力) (BAYTAP)



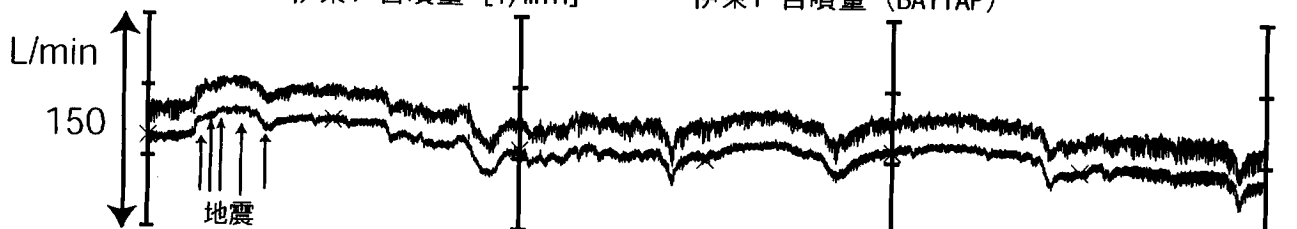
大室山北 水位 (圧力) [m] 大室山北 水位 (圧力) (BAYTAP)



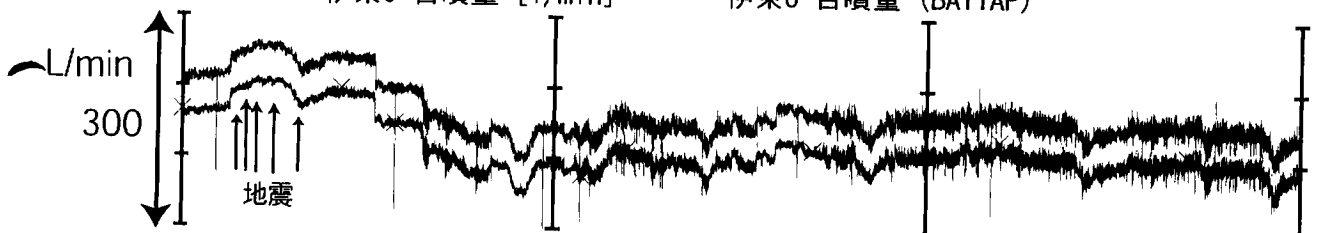
冷川南 水位 (圧力) [m] 冷川南 水位 (圧力) (BAYTAP)



伊東1 自噴量 [l/min] 伊東1 自噴量 (BAYTAP)



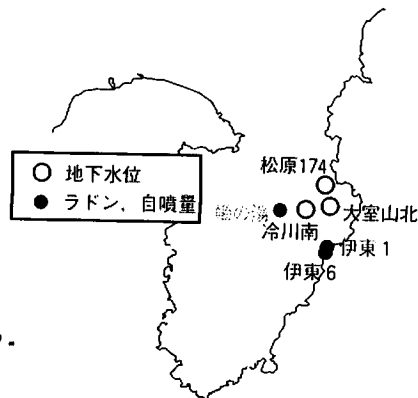
伊東6 自噴量 [l/min] 伊東6 自噴量 (BAYTAP)



2000 2001 2002
6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5

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日からの伊豆半島東方沖群発地震の発生約12時間前から大室山北の水位が低下している。



2002年5月の伊豆半島東方沖地震活動に関連する地下水変動

産業技術総合研究所

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補正值の時間差分を図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いないことを示す。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)

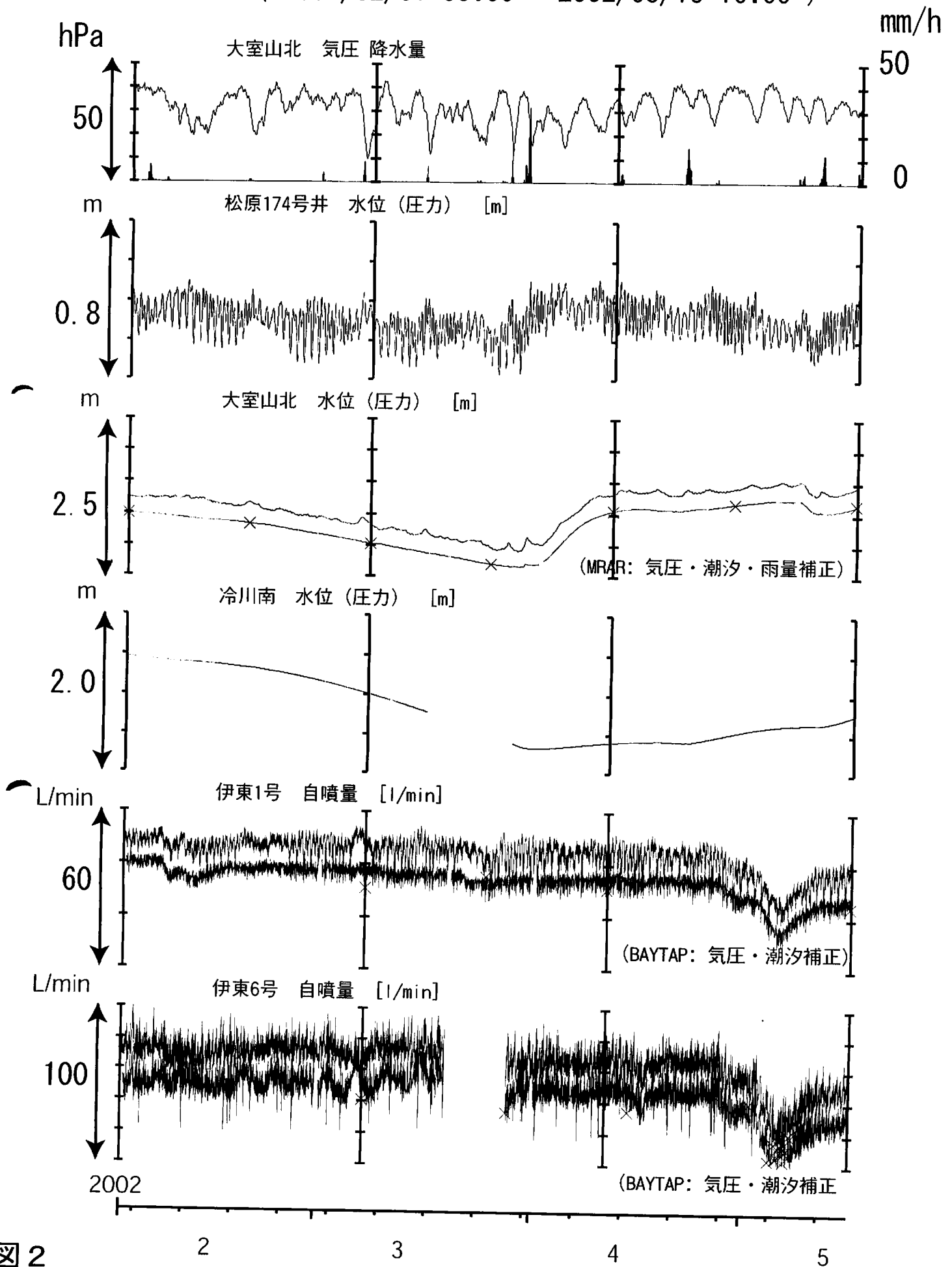


図 2

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)

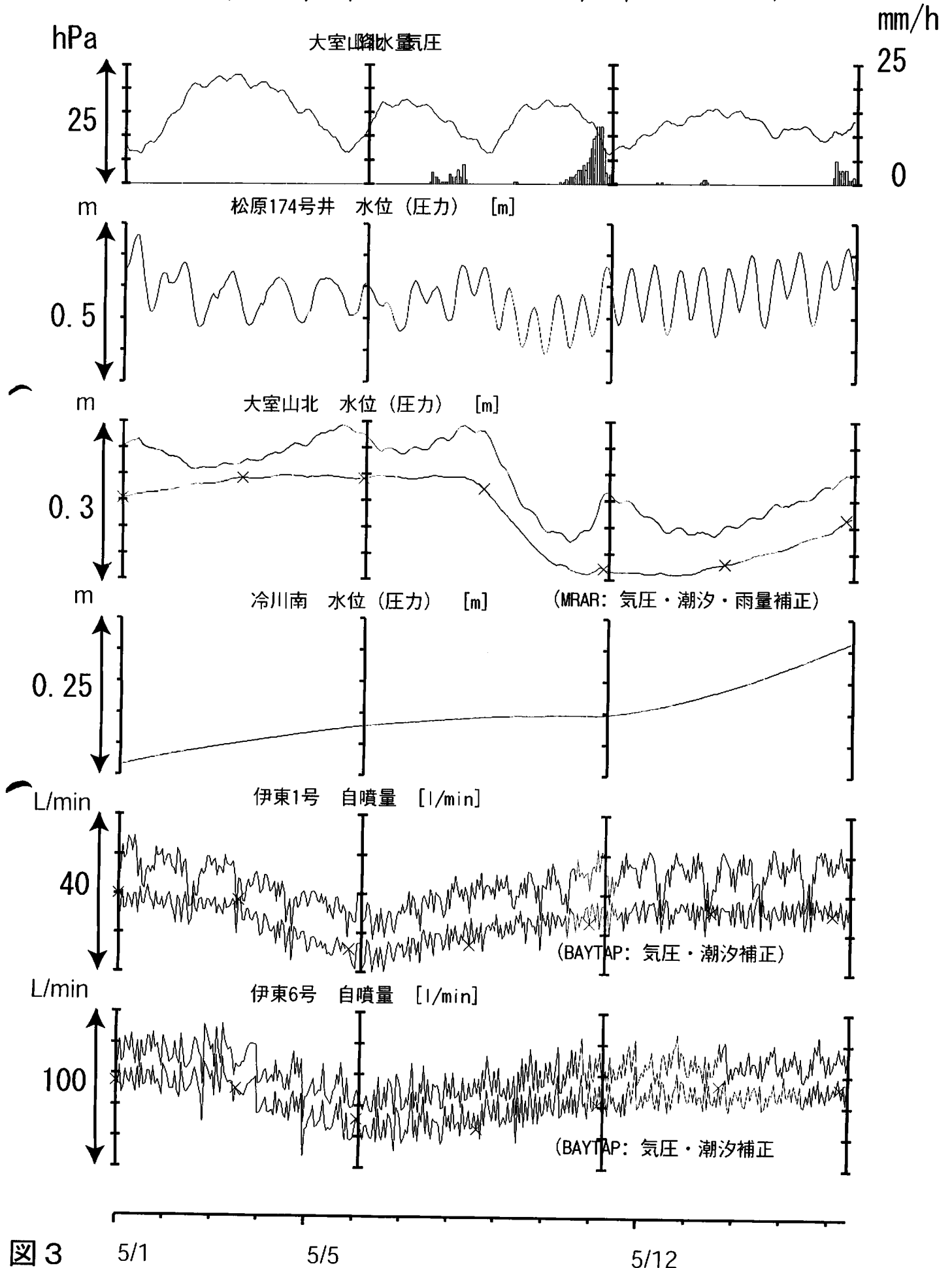


図 3

大室山北

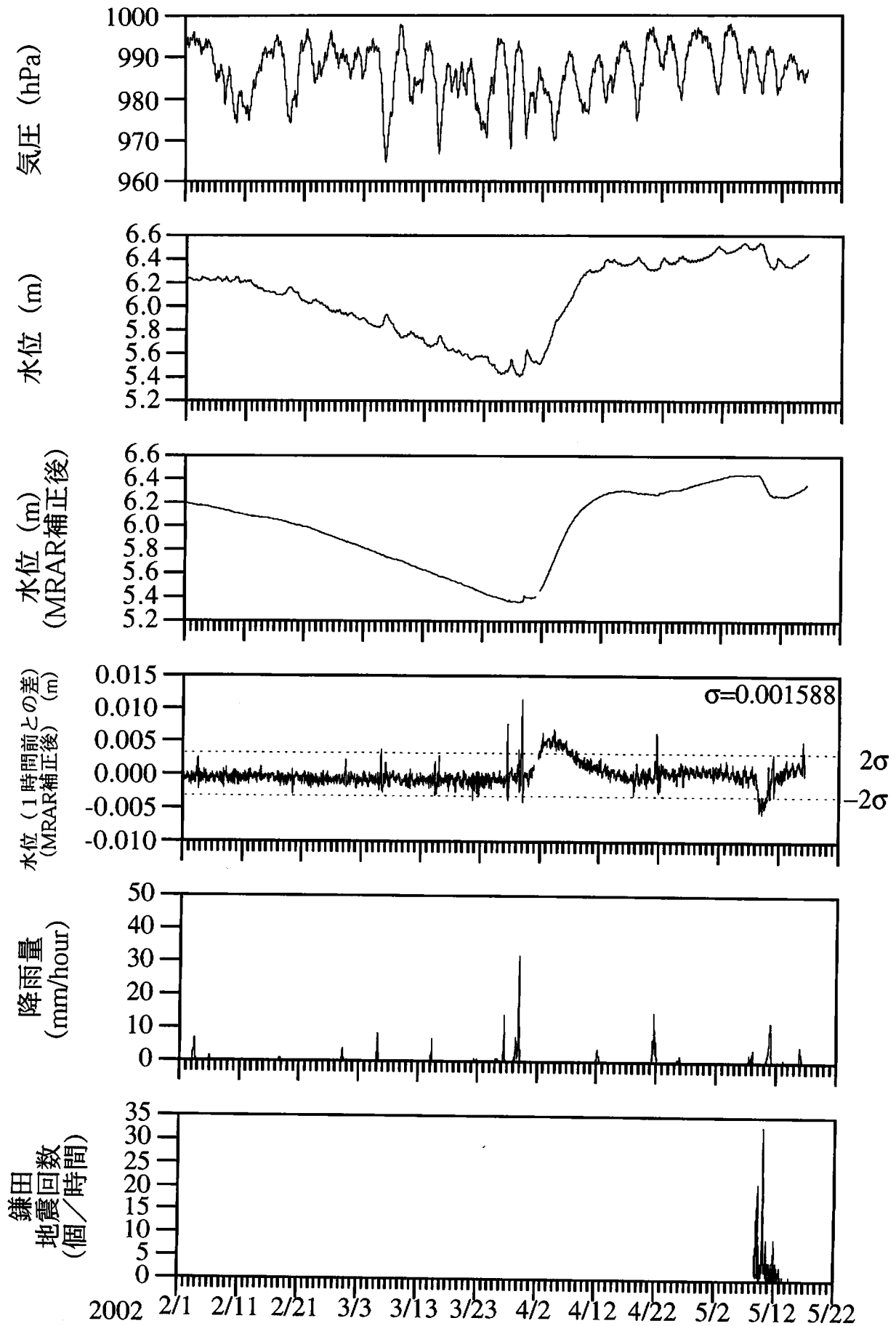


図 4

大室山北

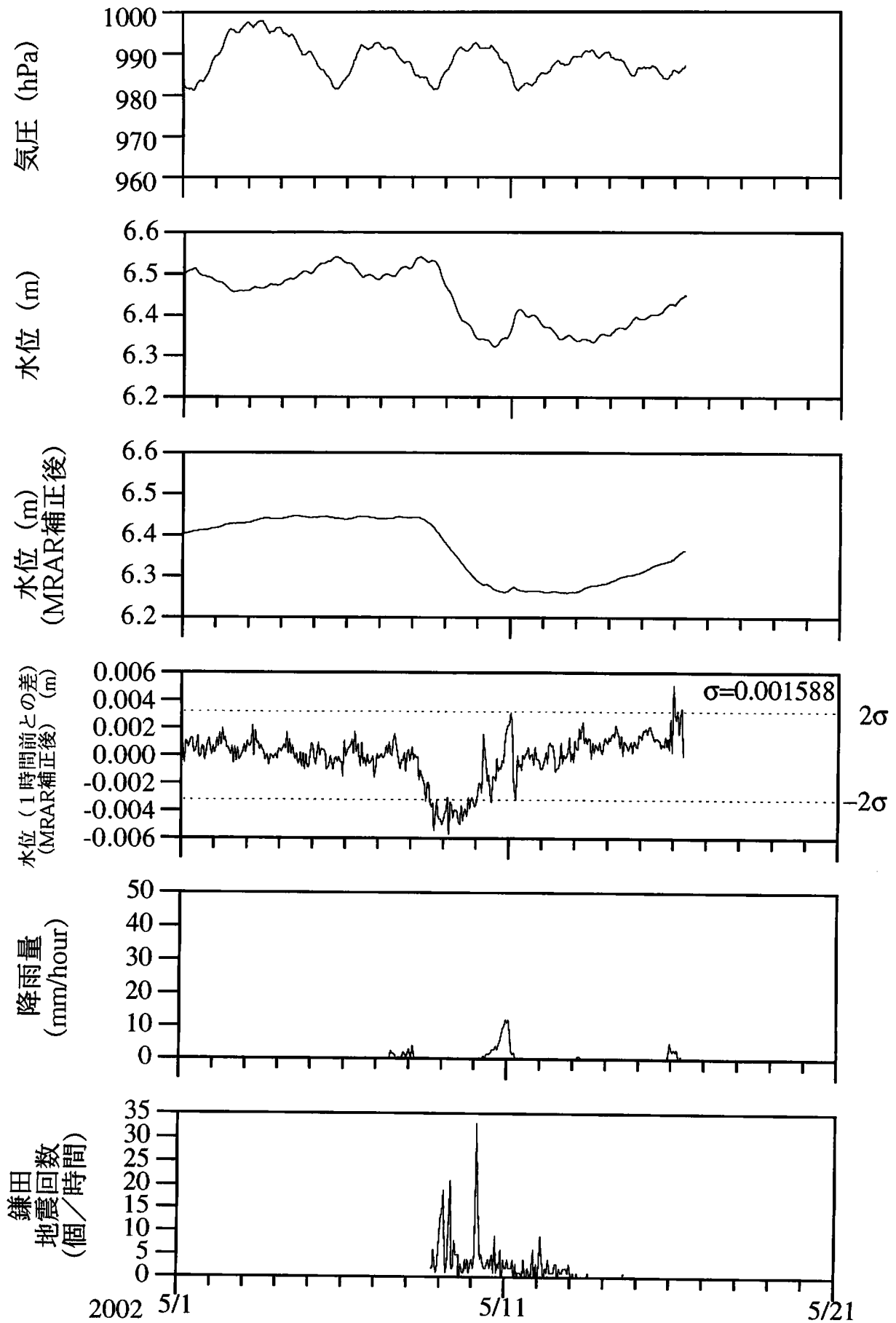
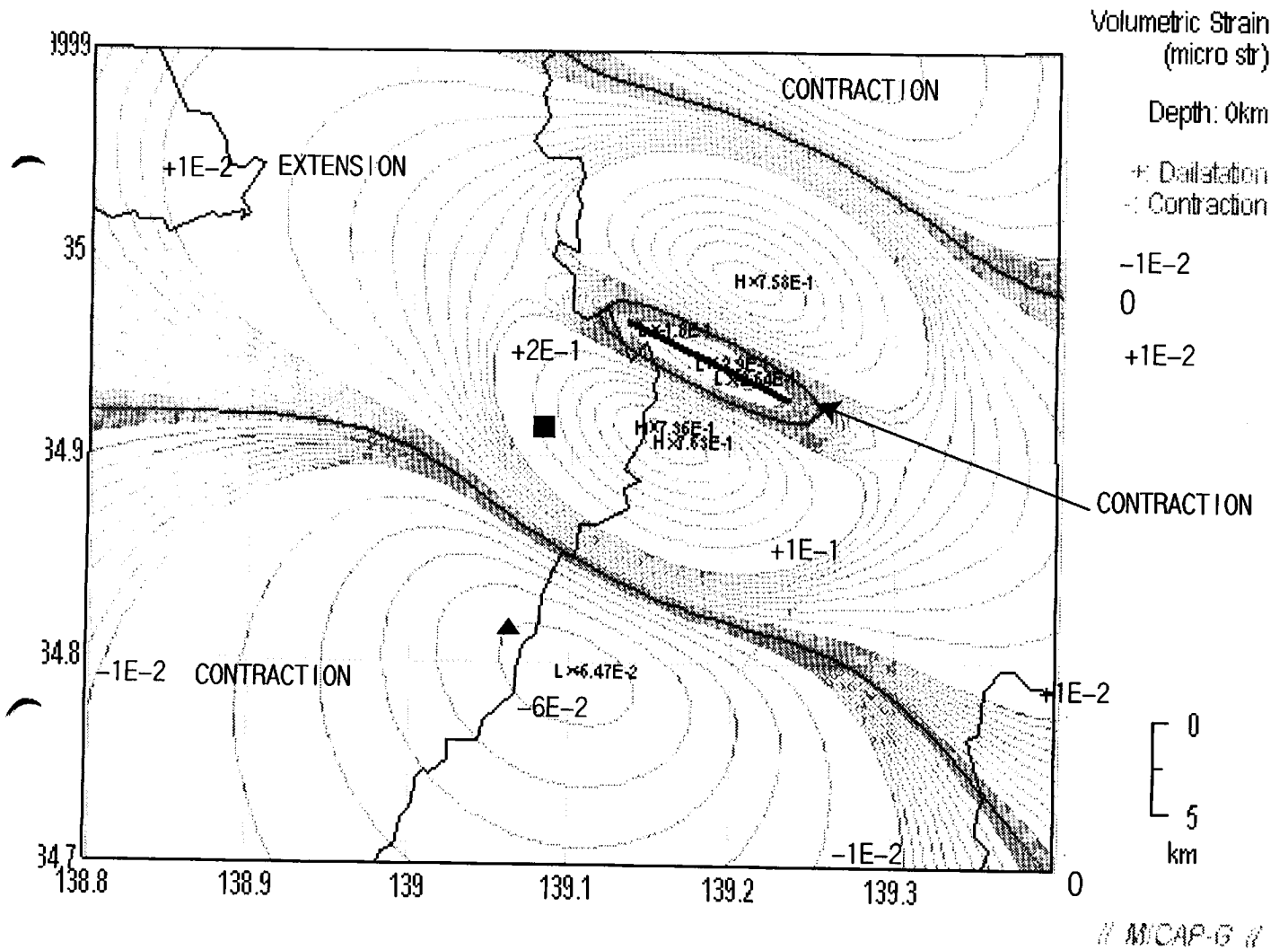


図5

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



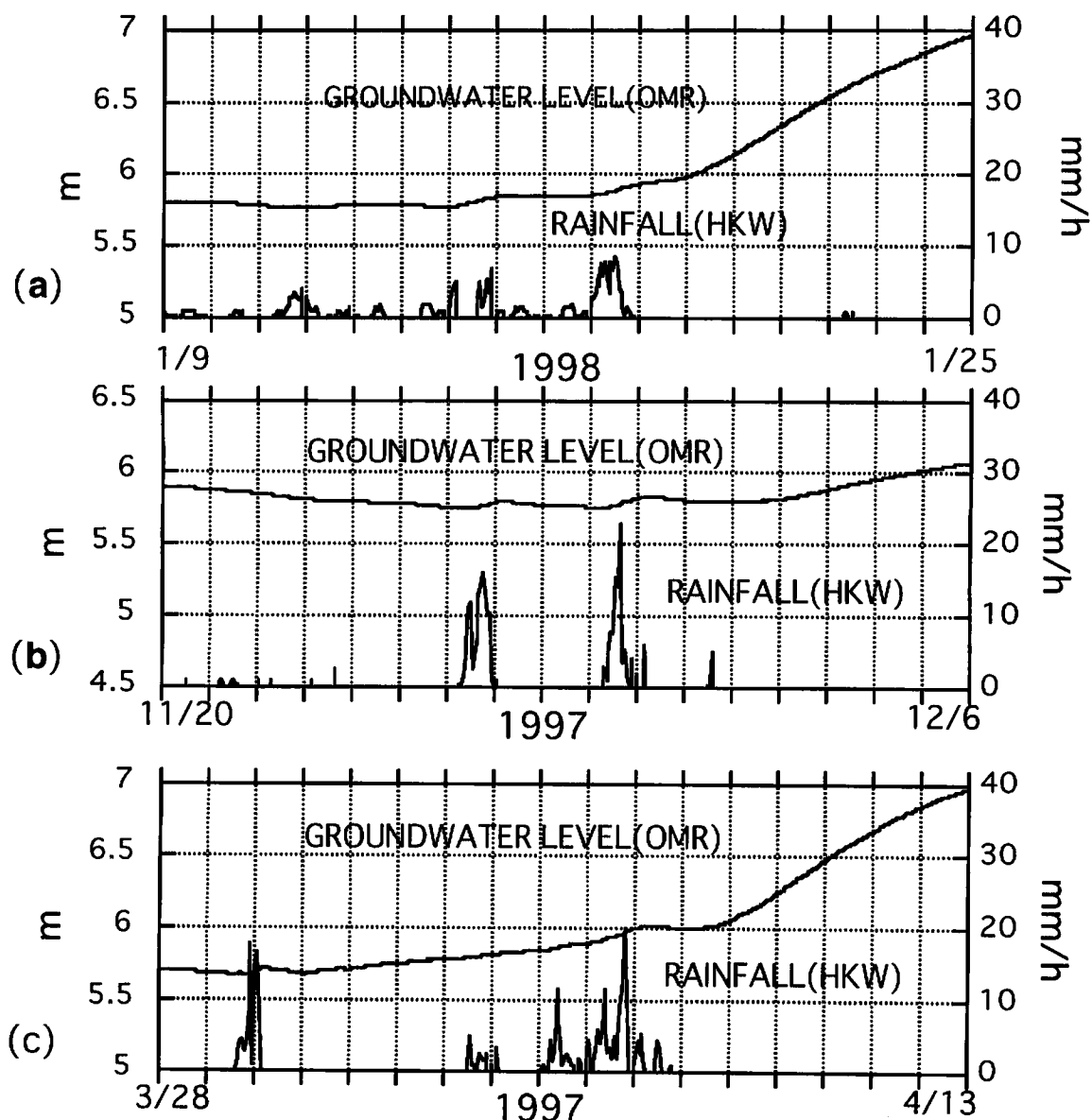


図7 大室山北(OMR)の地下水位における雨量の寄与の典型例を3例示す。大室山北では、ある程度まとまった雨(数十mm/日以上)があると、1) 2~3日位の期間で終了する水位の上下と、2) それに引き続いて(時定数が5日程度以上の)だらだらした水位増加という、2段階の降雨寄与がある。2)の補正は難しいので、とりあえずMRARを用いて1)を補正することを図2~5では試みている。なお、季節変化(=より長期の降雨の影響?)については、大室山北は冷川南観測井戸の水位変化に酷似している(別紙産総研資料参照)。

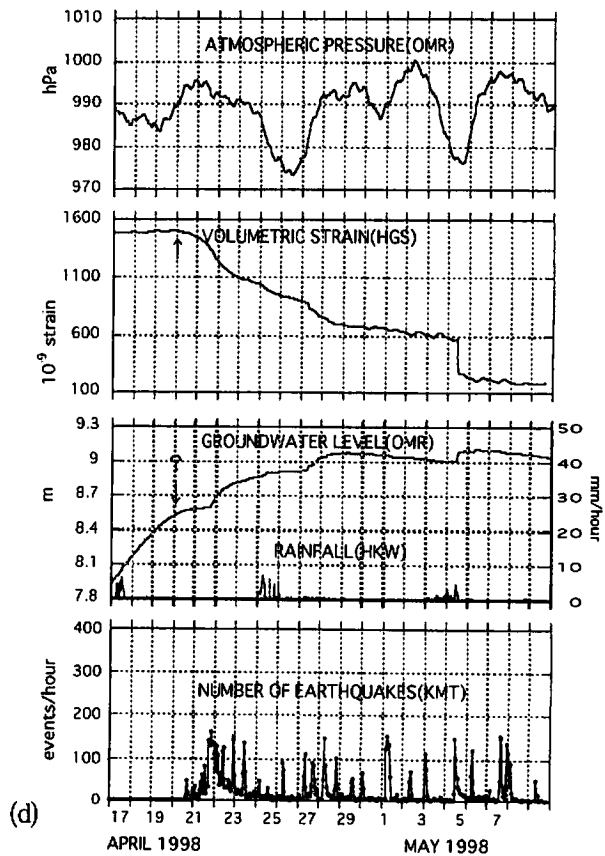
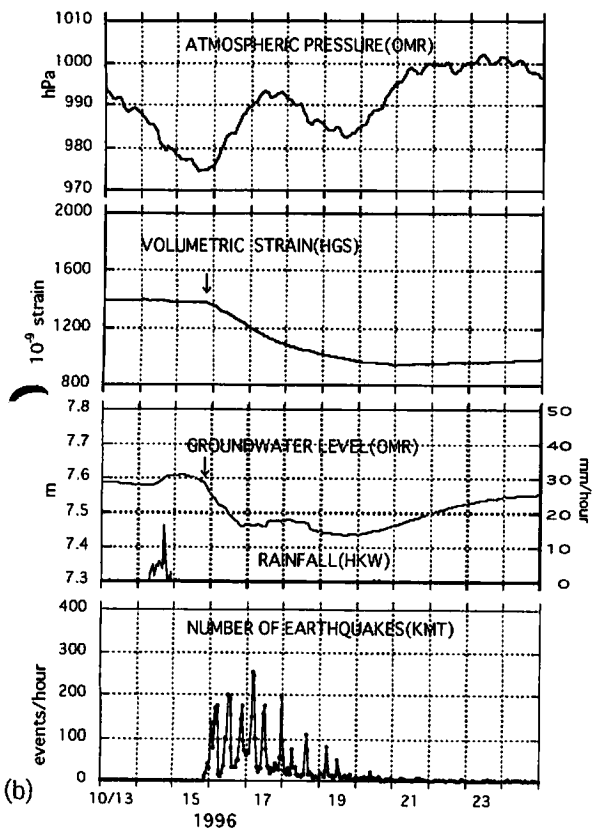
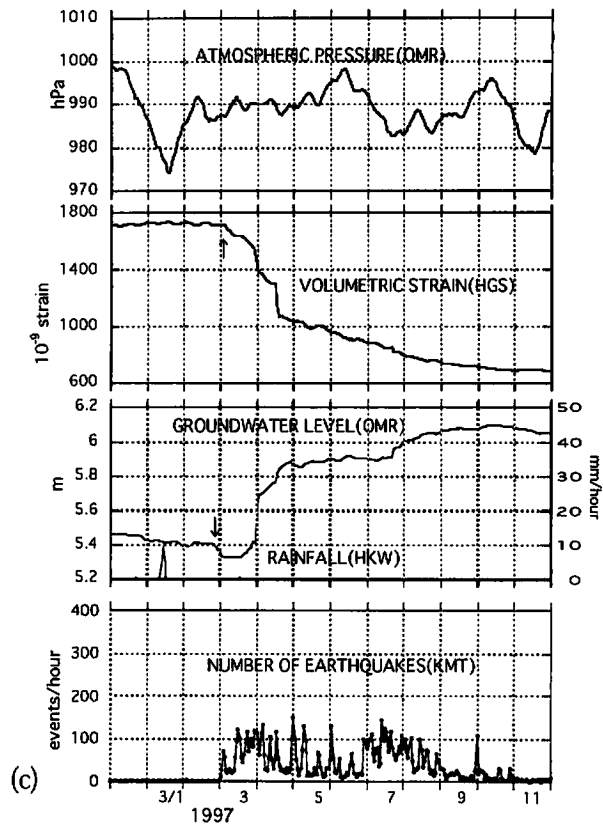
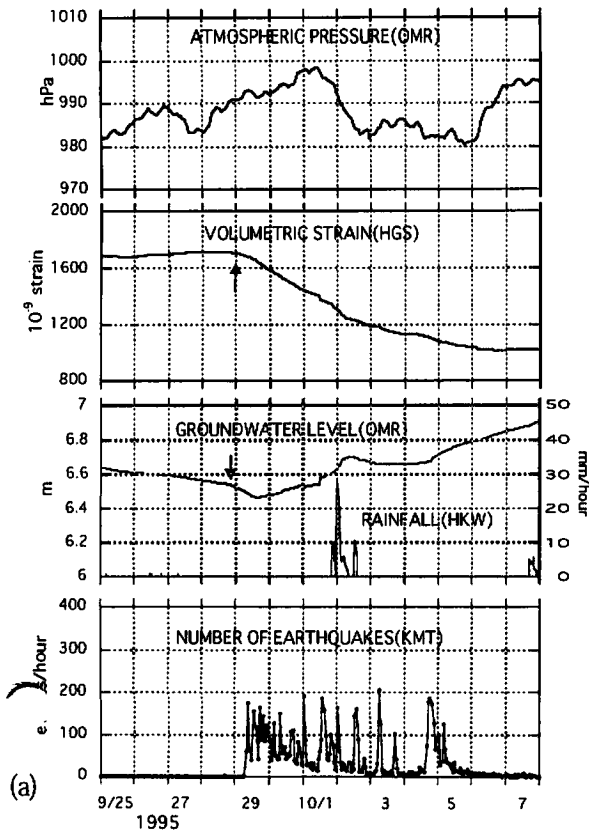


図 8 1995年～1998年の4つの大きめの伊豆半島東方沖群発地震前後の大室山北観測点 (OMR) の水位変化および気象庁東伊豆観測点 (HGS) における体積歪変化。どちらもBAYTAP-G によって気圧・潮汐補正のみを行っており雨量補正はしていない。KMT: 鎌田気象庁地震観測点, HKW: 冷川南観測点。