

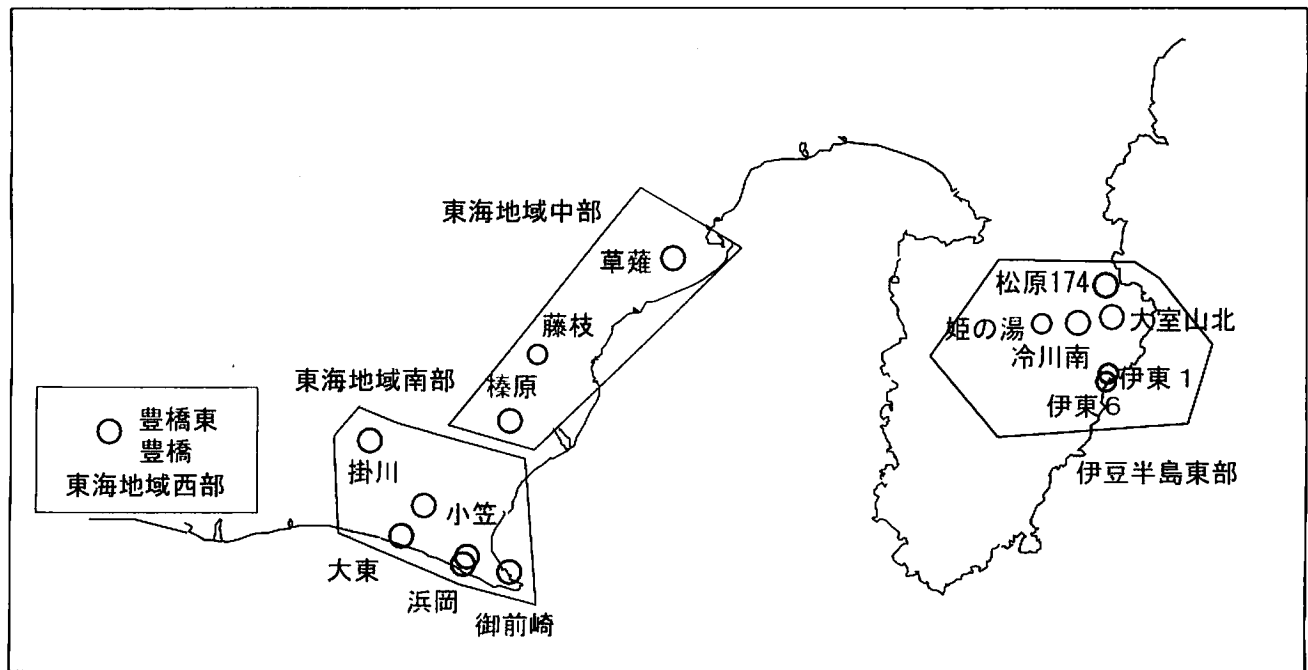
第241回

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)



平成18年5月29日

【資料目次】

表紙

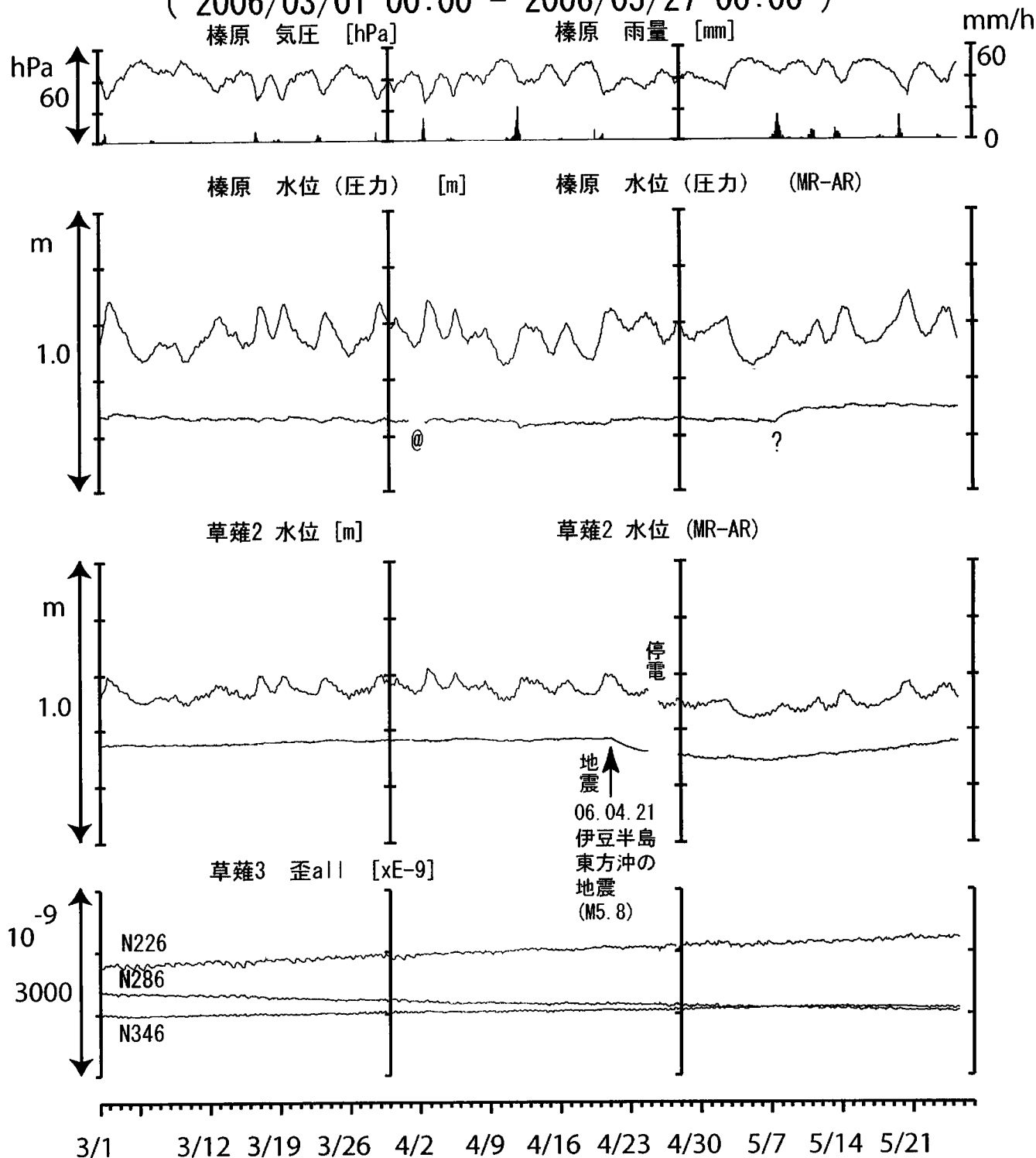
1. 東海地域中部（榛原，草薙）地下水 3成分歪；中期
- 1-b. 東海地域中部（草薙）3成分歪；中期
2. 東海地域中部（榛原，草薙）地下水 3成分歪；長期
- 2-b. 東海地域中部（草薙）主歪解析；長期
- 2-c. 東海地域中部（草薙）草薙歪計；長期
3. 東海地域南部（大東，小笠，浜岡，御前崎）地下水；中期
4. 東海地域南部（大東，小笠，浜岡，御前崎）地下水；長期
- 4-b. 東海地域南部 浜岡地下水・沈下；長期
- 4-c. 東海地域南部 掛川地下水・沈下；長期
5. 東海地域西部（豊橋）地下水 3成分歪・傾斜；中期
- 5-b. 東海地域西部（豊橋）3成分歪・傾斜；中期
- 5-c. 東海地域西部（豊橋東）水位・傾斜；中期
- 5-d. 東海地域西部（豊橋東）歪・磁力；中期
- 5-e. 東海地域西部（豊橋東）主歪解析
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）豊橋1：主歪解析
- 6-c. 東海地域西部（豊橋）豊橋1：主歪の時間変化
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. 関東地域（つくば1，川崎）地下水；中期
10. 関東地域（つくば1，川崎）地下水；長期

別紙

- ・ 2006年伊豆半島東方沖群発地震に伴う伊東市周辺の地下水変化
- ・ 浜岡・榛原の降雨グラフ

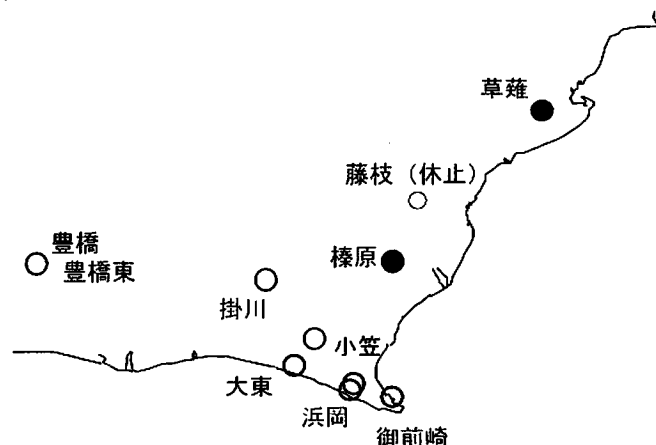
東海地域中部（榛原・草薙）中期（時間値）

（ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）

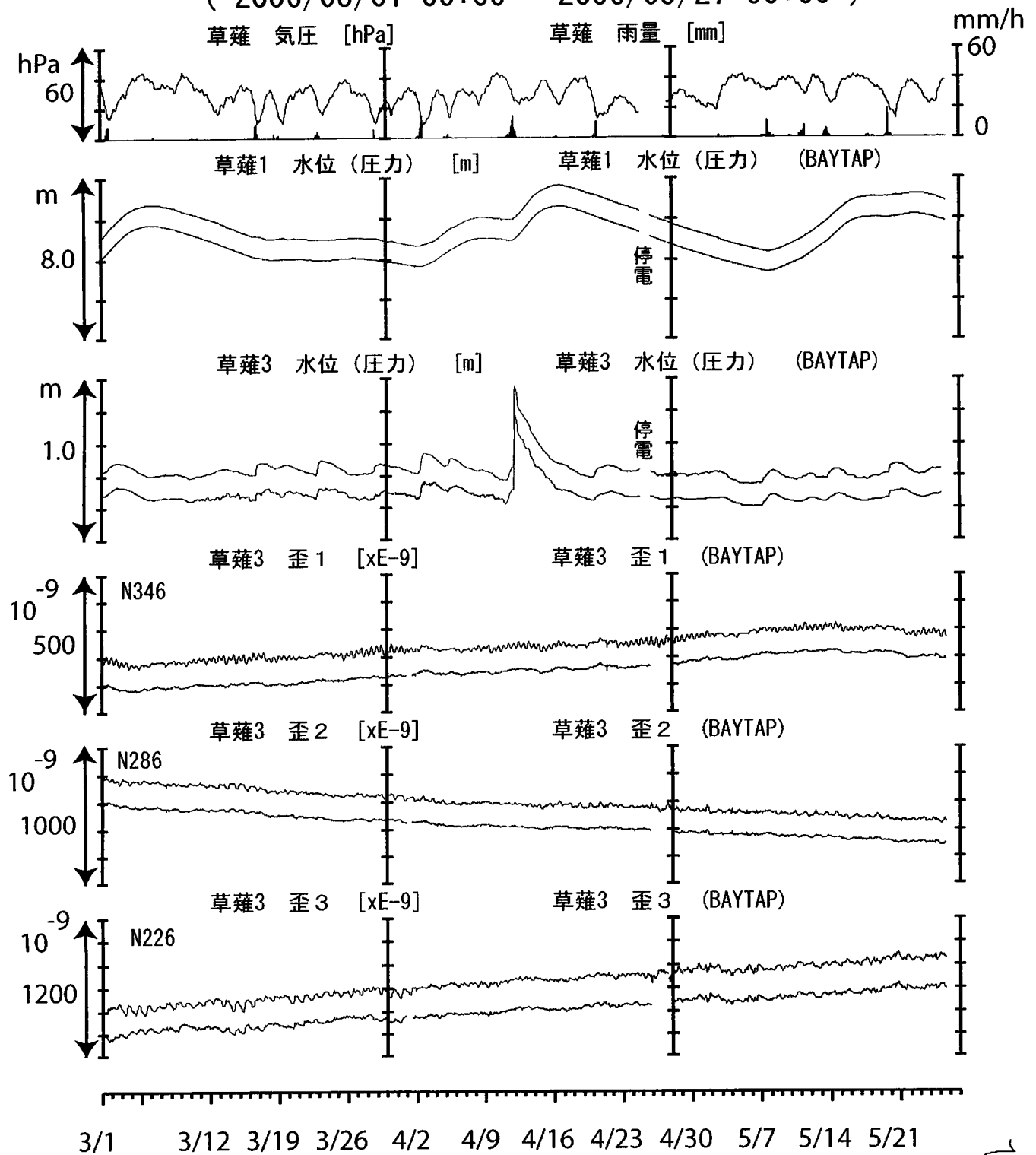


コメント：？：原因不明.

@：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。
2005年5月21日から静岡空港建設工事が
再開しているが、今回は榛原観測井から
離れている場所なので、水位には影響を
与えていないように見える。



東海地域中部（草薙・歪）中期（時間値） （ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



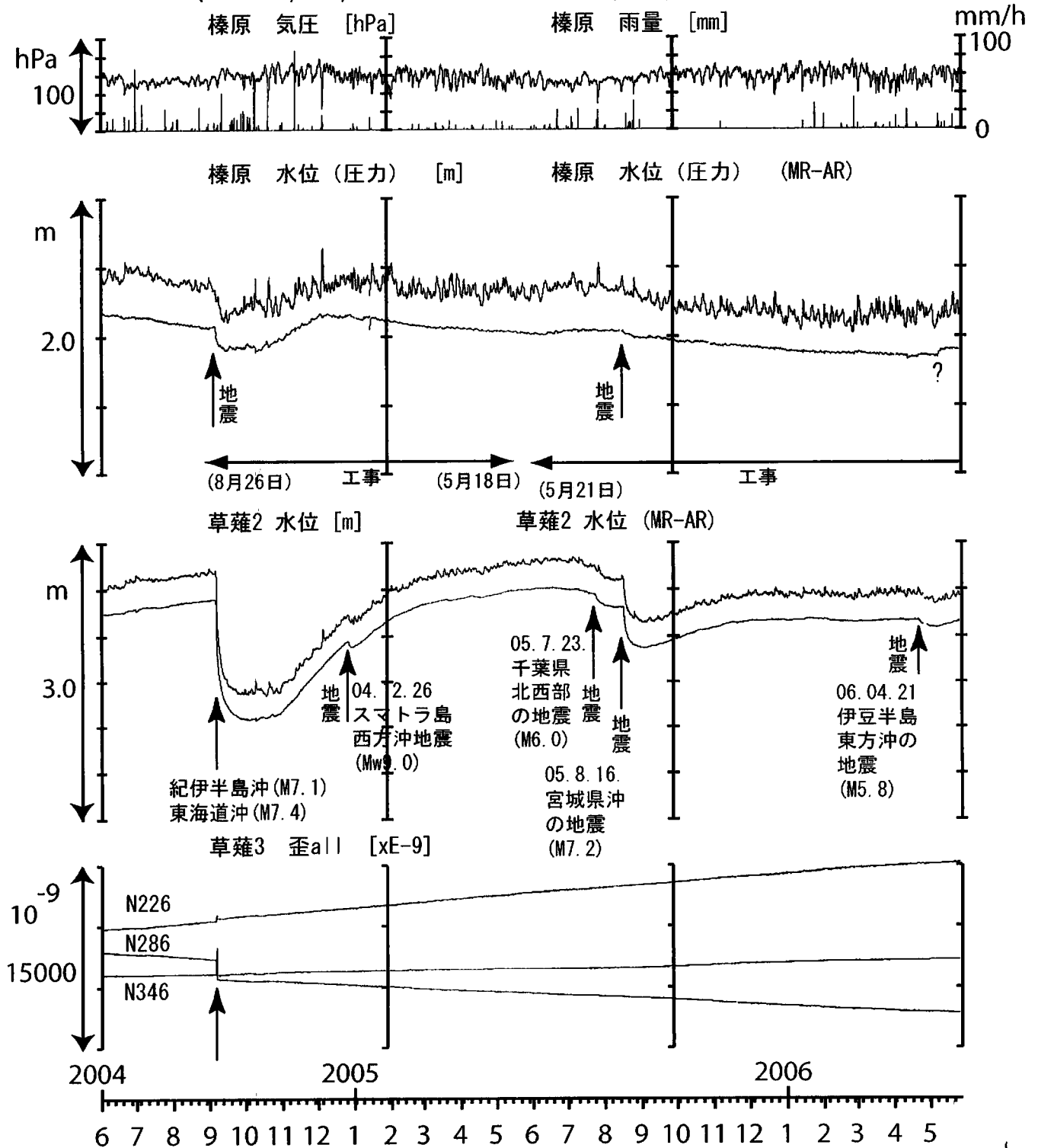
コメント：

草薙3の降雨に伴う水位変化は、
孔口からの水の流入による可能性がある。



東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）

（2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00）



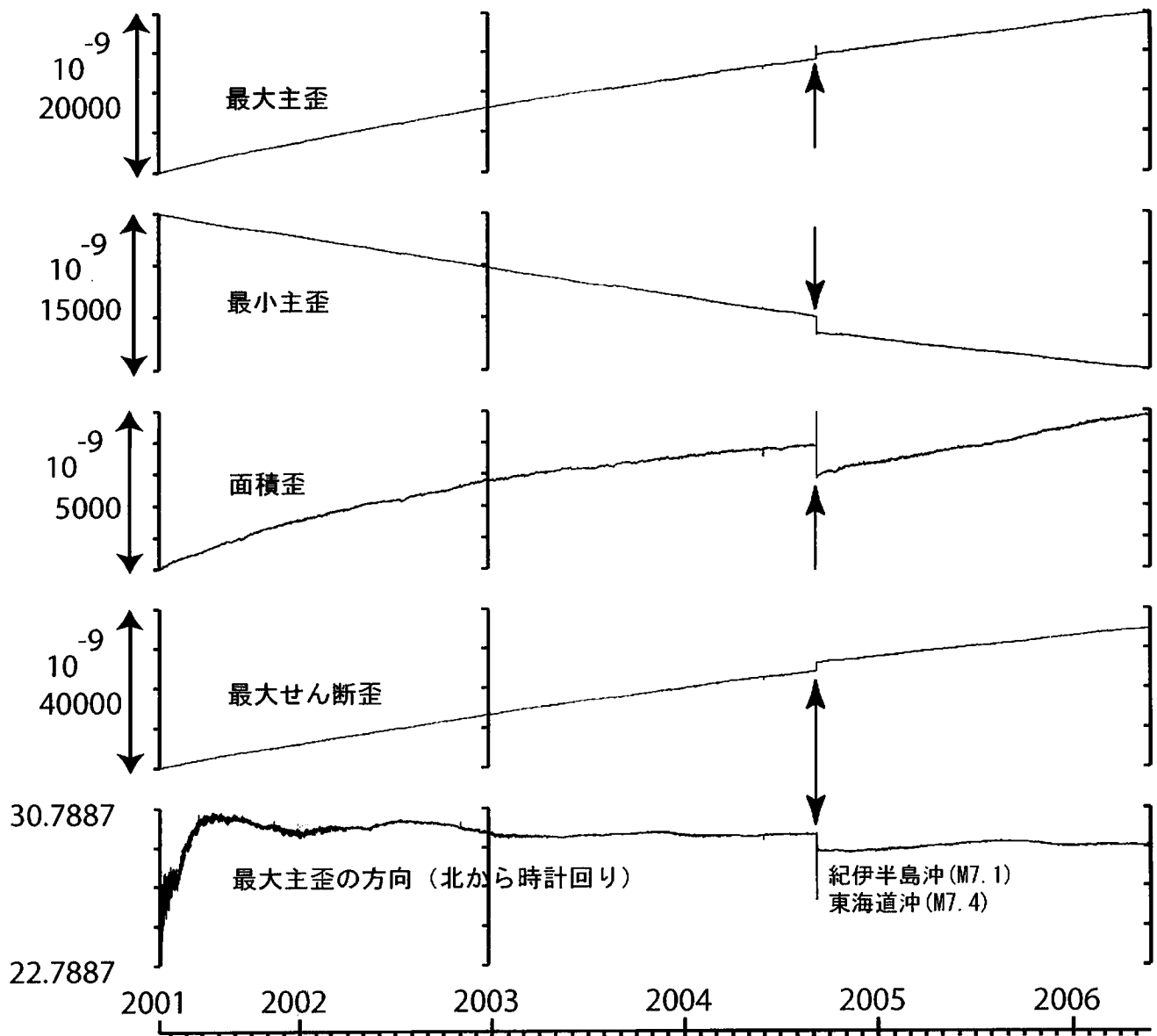
コメント：?;原因不明。

静岡空港建設工事(2002年7月～2003年2月, 2003年5月～2004年3月, 2004年8月末～2005年5月18日, 2005年5月21日～)が榛原で行われているが、工事の場所が徐々に榛原観測点から離れているので、水位への影響は小さくなっている。榛原の雨量は2005年9月初旬～10月27日まで雨量計内部の詰りのため正確な測定ではない。同期間中の榛原の水位補正值(MR-AR)も雨量補正が正確ではない。



草薙長期：主歪解析

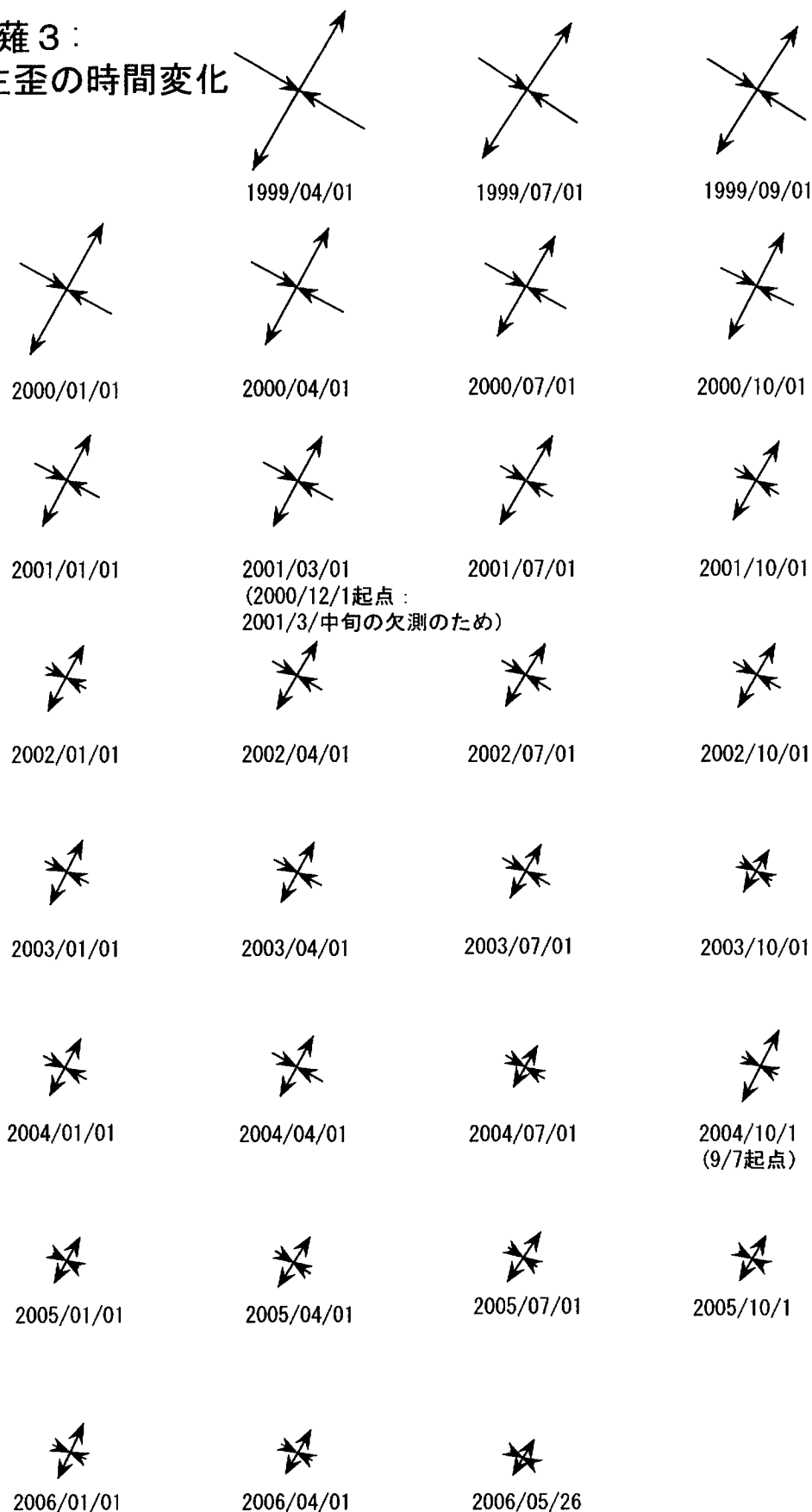
(2001/04/10 00:00 - 2006/05/27 00:00)



コメント：主歪解析の起点は2001年4月5日



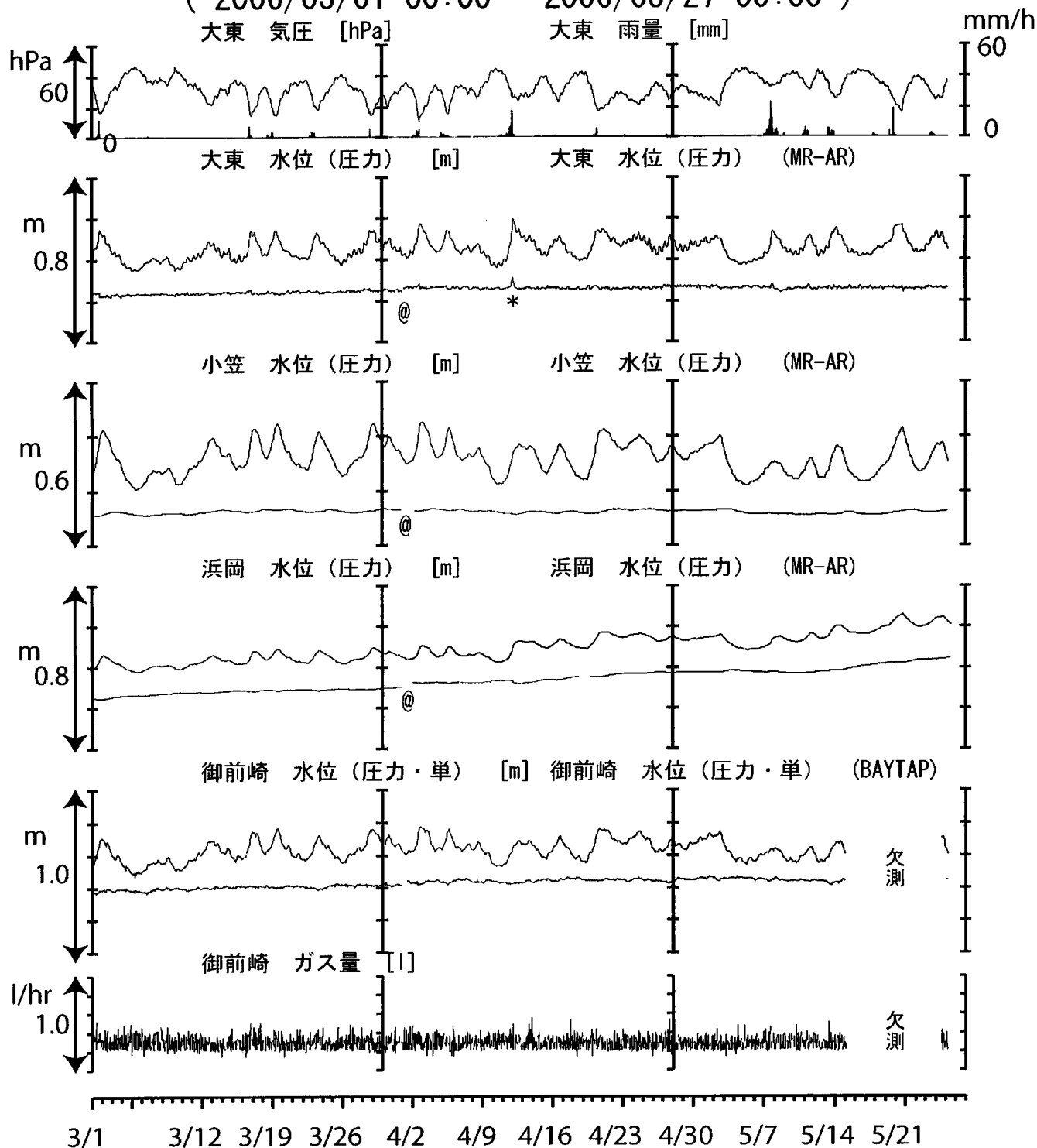
草薙3：
主歪の時間変化



コメント：最新の分を除いて、各々3ヶ月前を起点として主歪解析を行った。
2001/4/3静岡県中部の地震M5.1、2004/9/5-6紀伊半島沖の地震による
ステップは取り除いている

東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00)

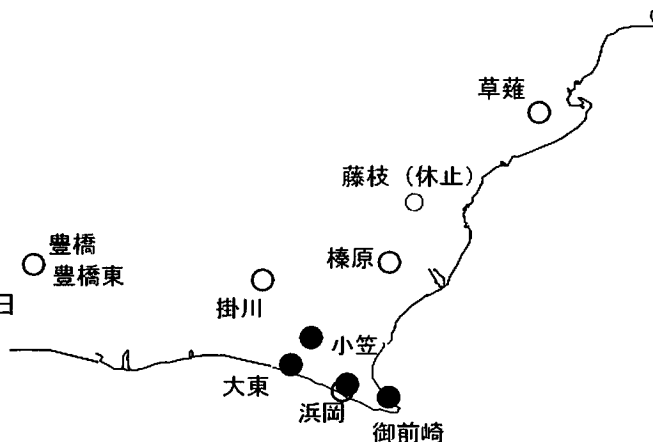


コメント:

*: 雨量補正不十分.

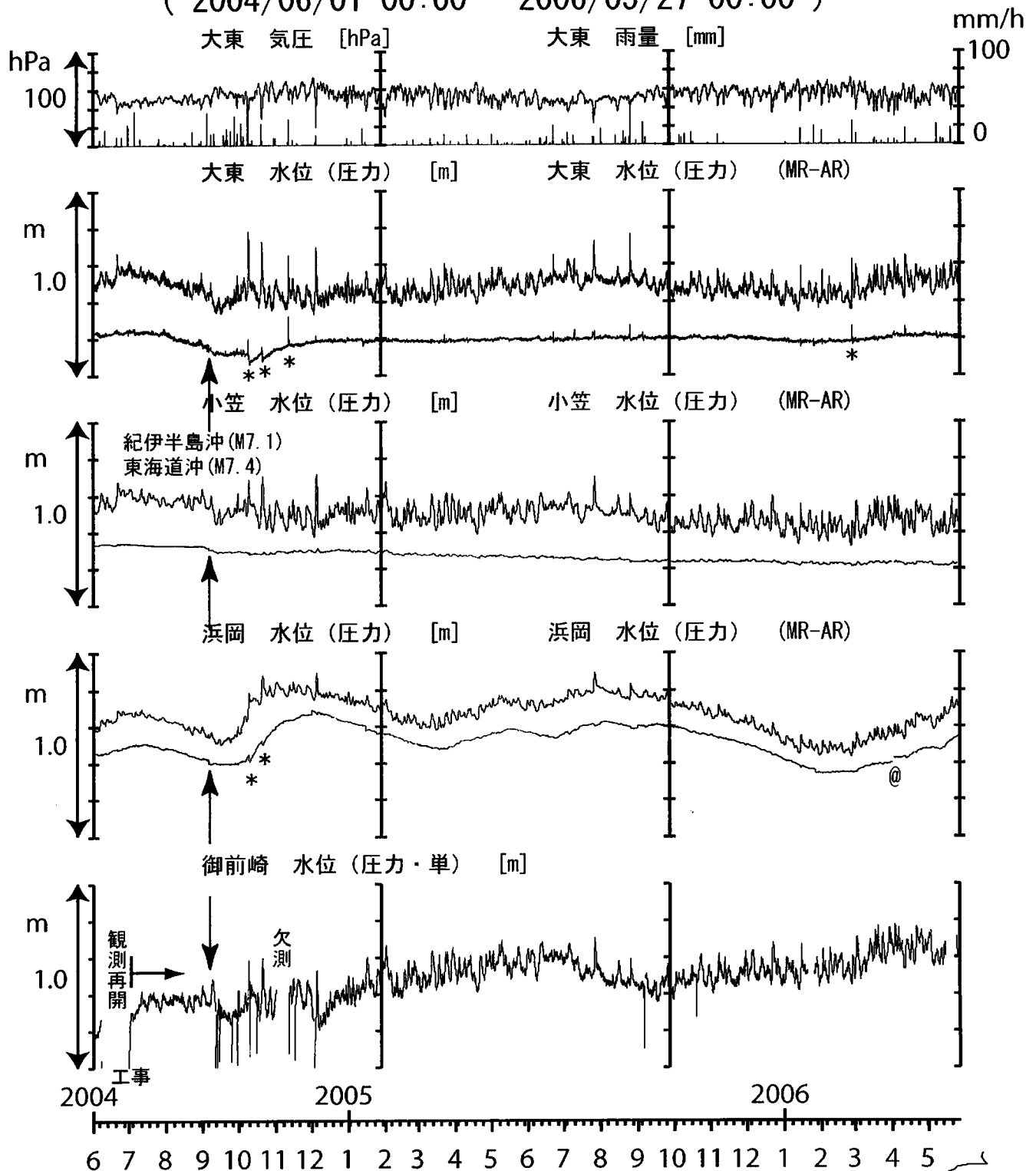
@: 月初めの補正値のギャップは、
解析プログラムの見かけ上のものである.

御前崎のガス量の測定システムを2006年2月17日
に変更して測定分解能を向上させた.



東海地域南部 地下水観測結果 長期（時間値）

（ 2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



コメント：

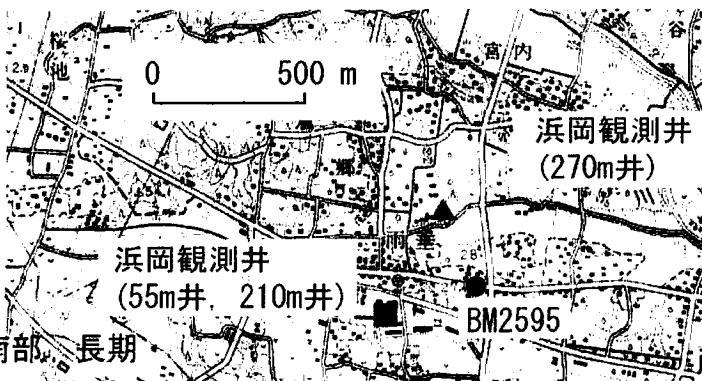
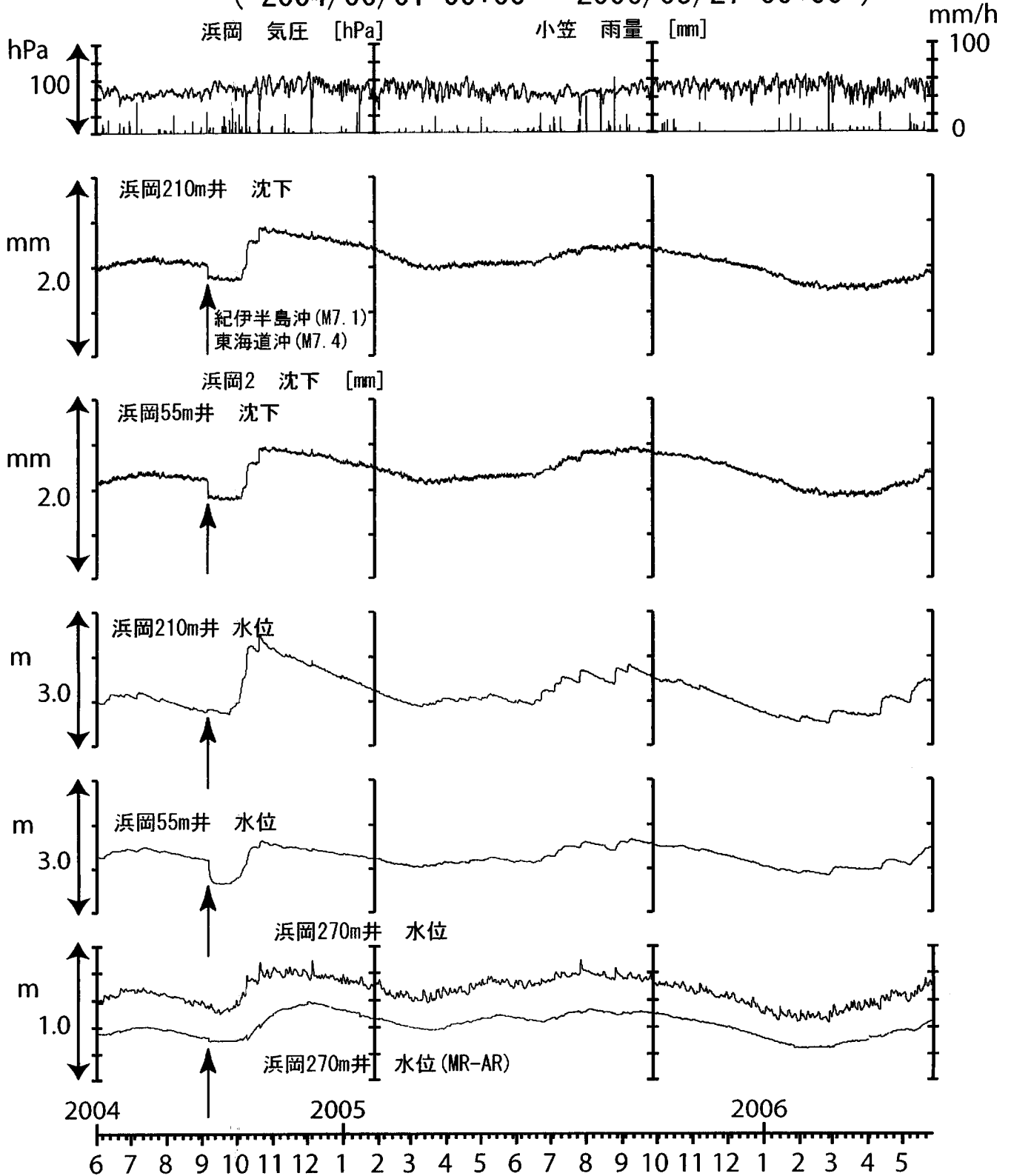
*: 雨量補正不十分.

@: 月初めの補正値のギャップは、解析プログラムの見かけ上のものである。
2004年6月初めまでの御前崎の水位異常は、配管からの圧力漏れによるものである。
2004年9月中旬以降、観測システムに不具合がありデータが乱れていたが、2004年12月初めに修理が完了した。



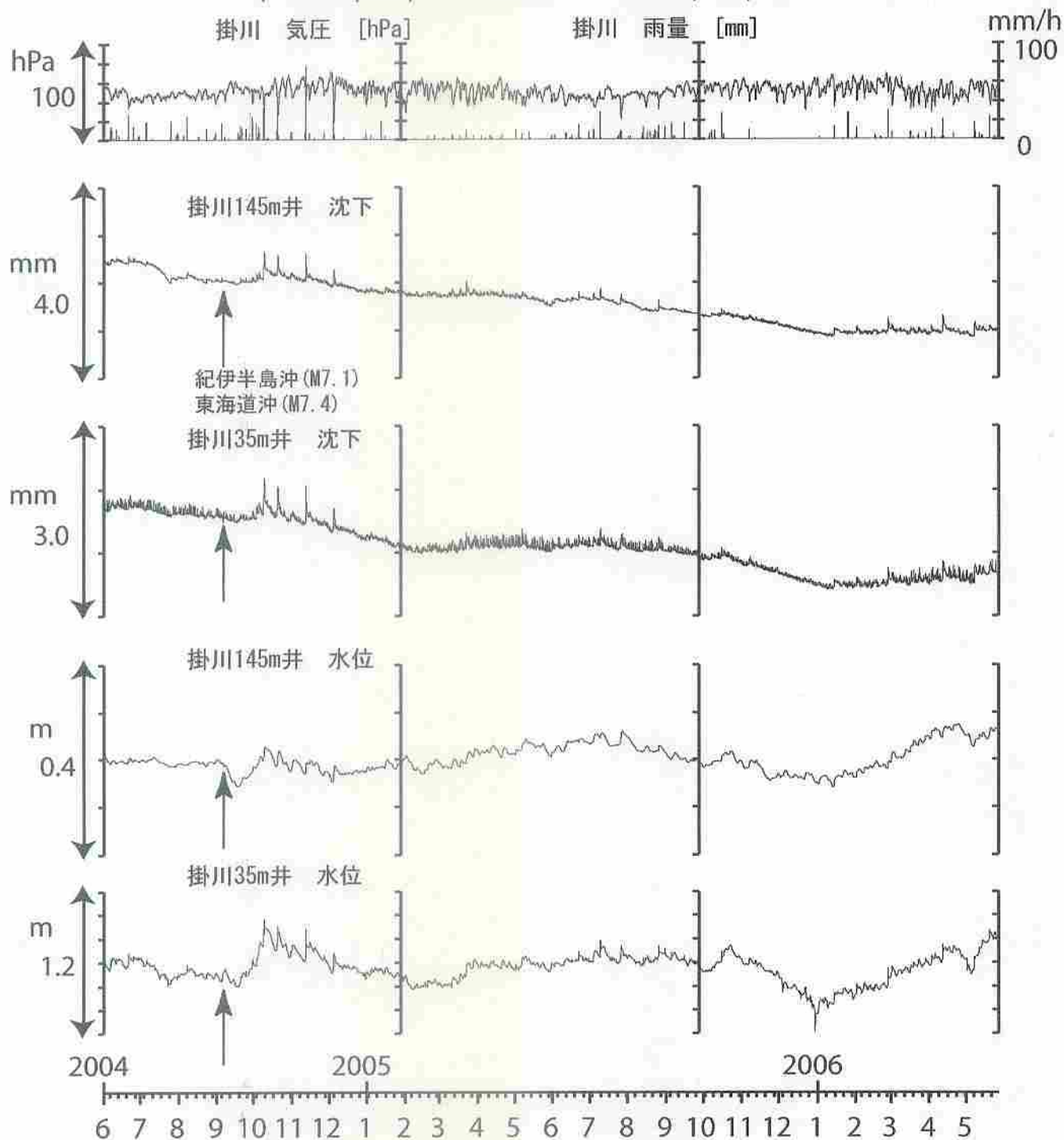
浜岡沈下・水位（時間値）

（ 2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



掛川沈下・水位（時間値）

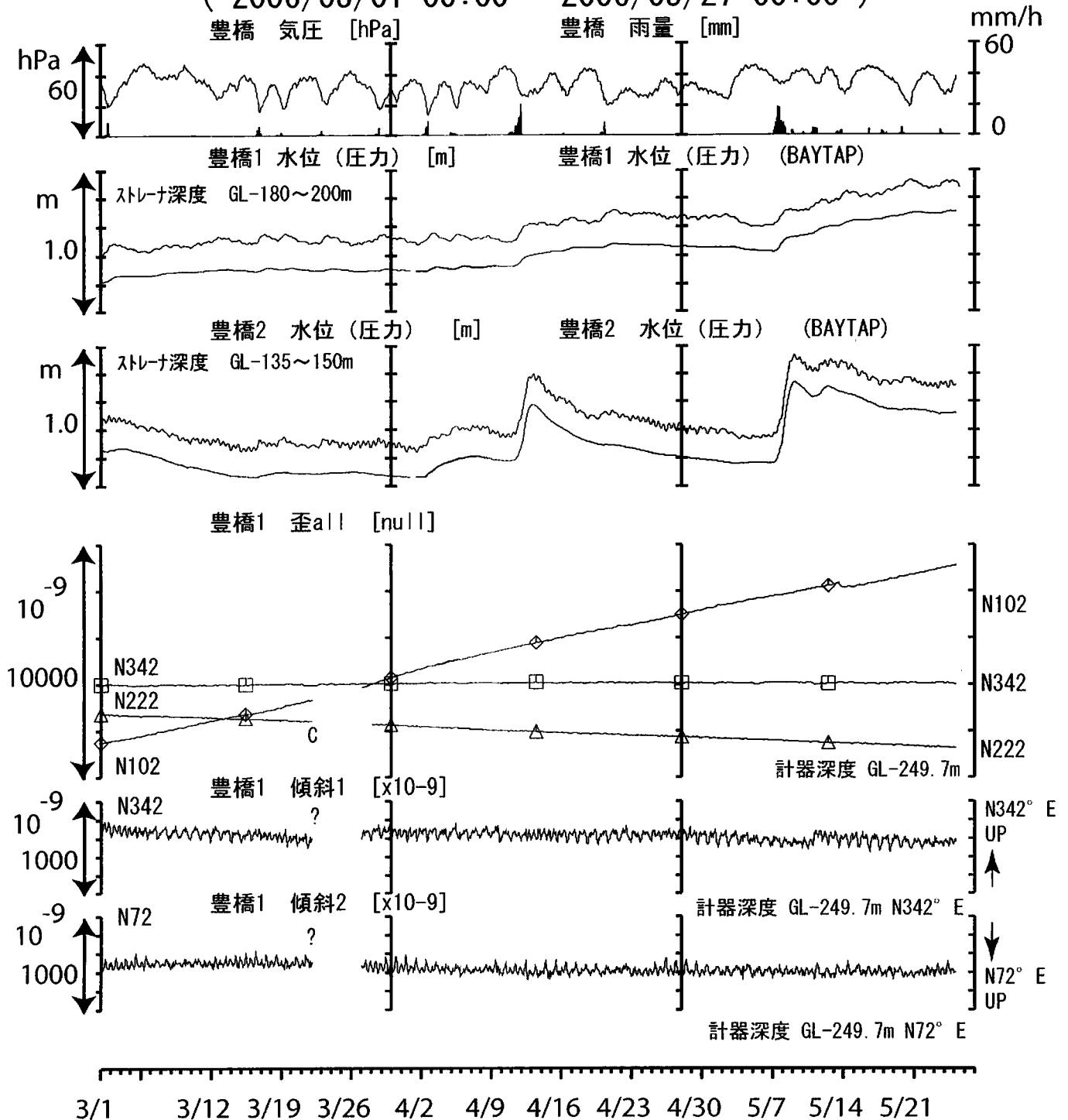
（ 2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



0 500 m



東海地域西部（豊橋）中期（時間値） （ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）

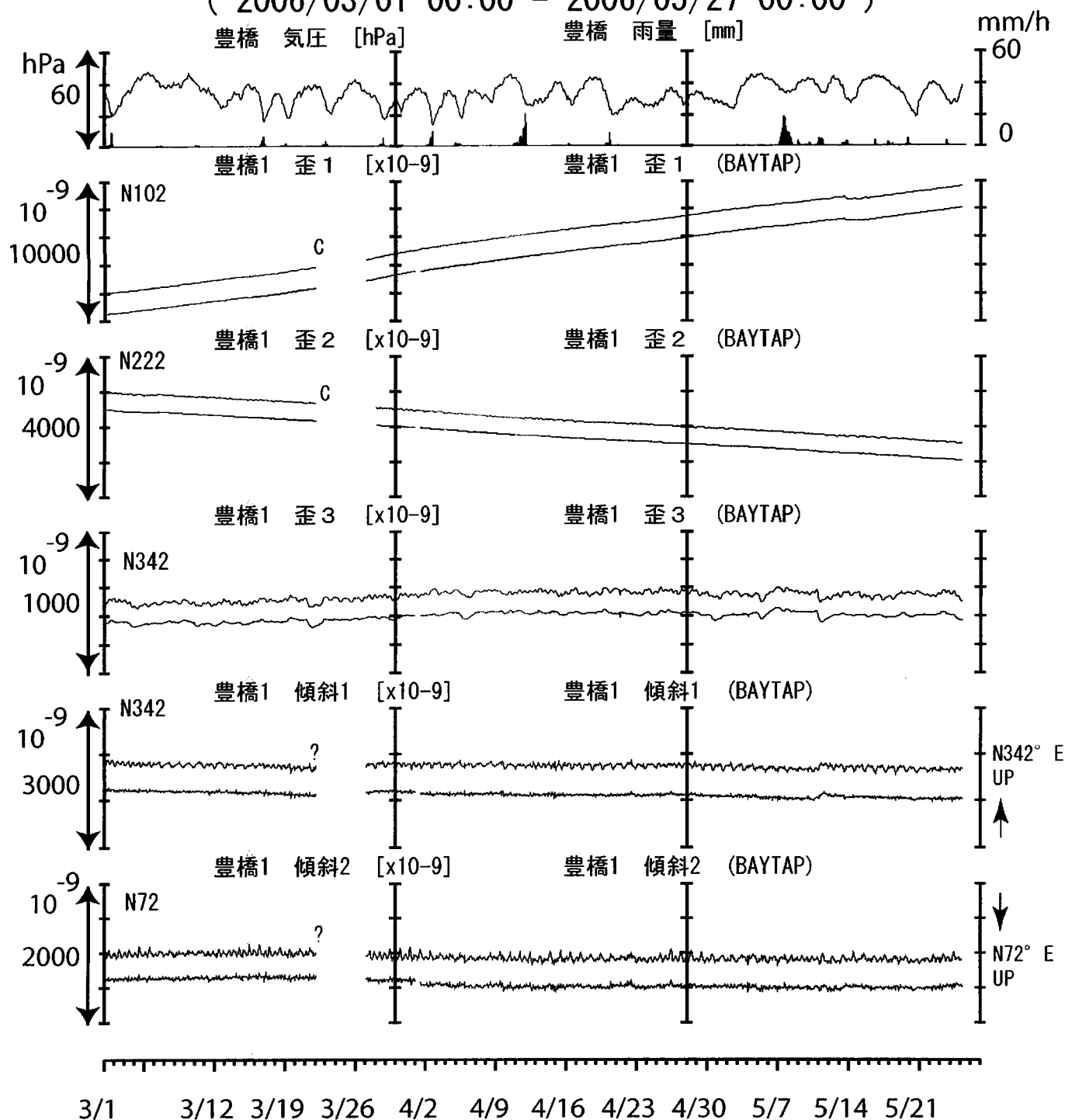


コメント：？；原因不明。

C: トンネル工事が原因と考えられるN102方向の急激な伸びで歪計近傍で微小破壊が生じることによる変化と推定できるもの（主歪解析結果と逆センスのステップ状変化にみえるもの。グラフ上ではステップを取り除いている。）。



東海地域西部（豊橋・歪）中期（時間値） （ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



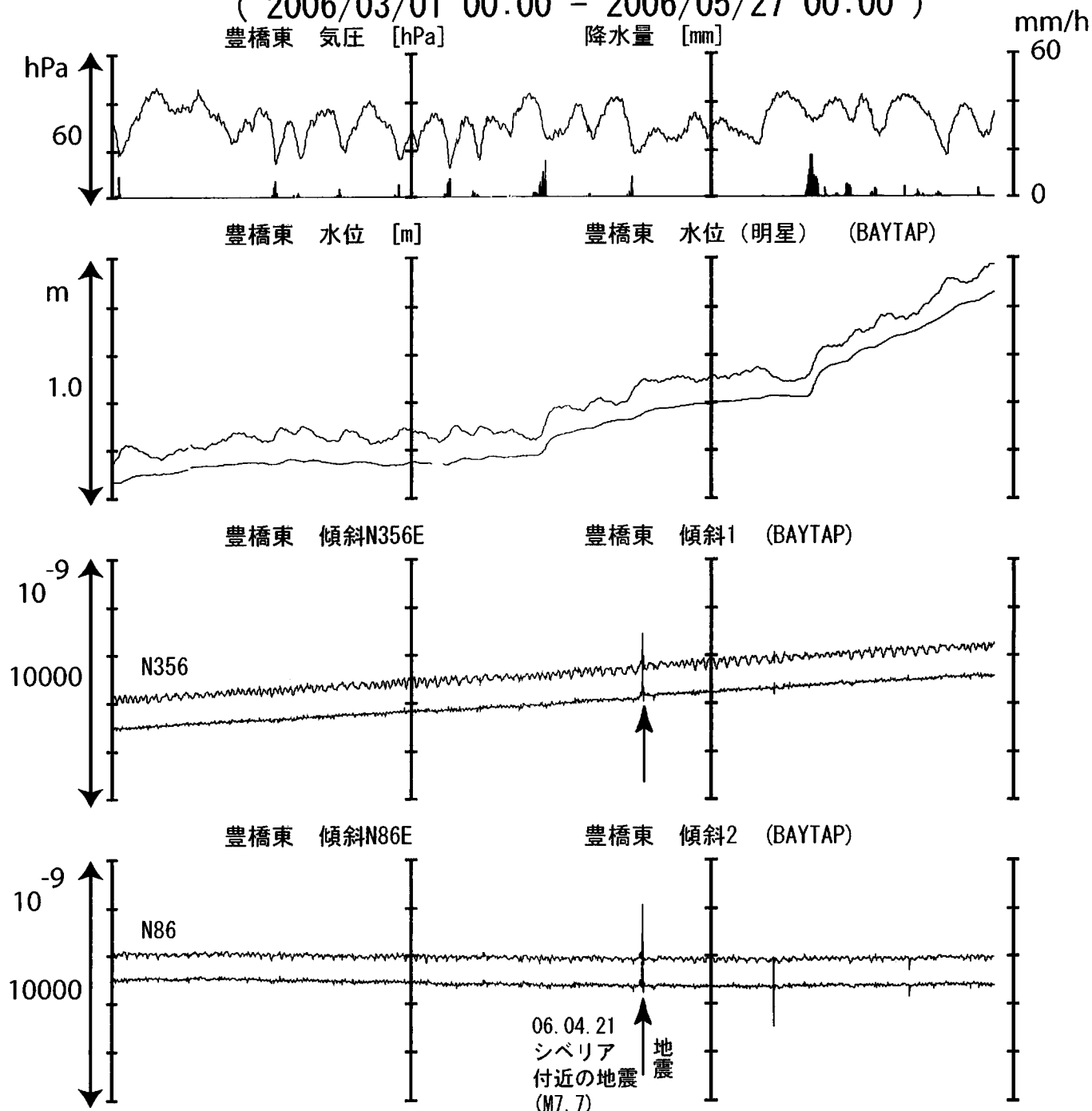
コメント：？;原因不明.

C: トンネル工事が原因と考えられるN102方向の急激な伸びで
歪計近傍で微小破壊が生じることによる変化と推定できるもの
(主歪解析結果と逆センスのステップ状変化にみえるもの.
グラフ上ではステップを取り除いている.)



東海地域西部（豊橋東）中期（時間値）

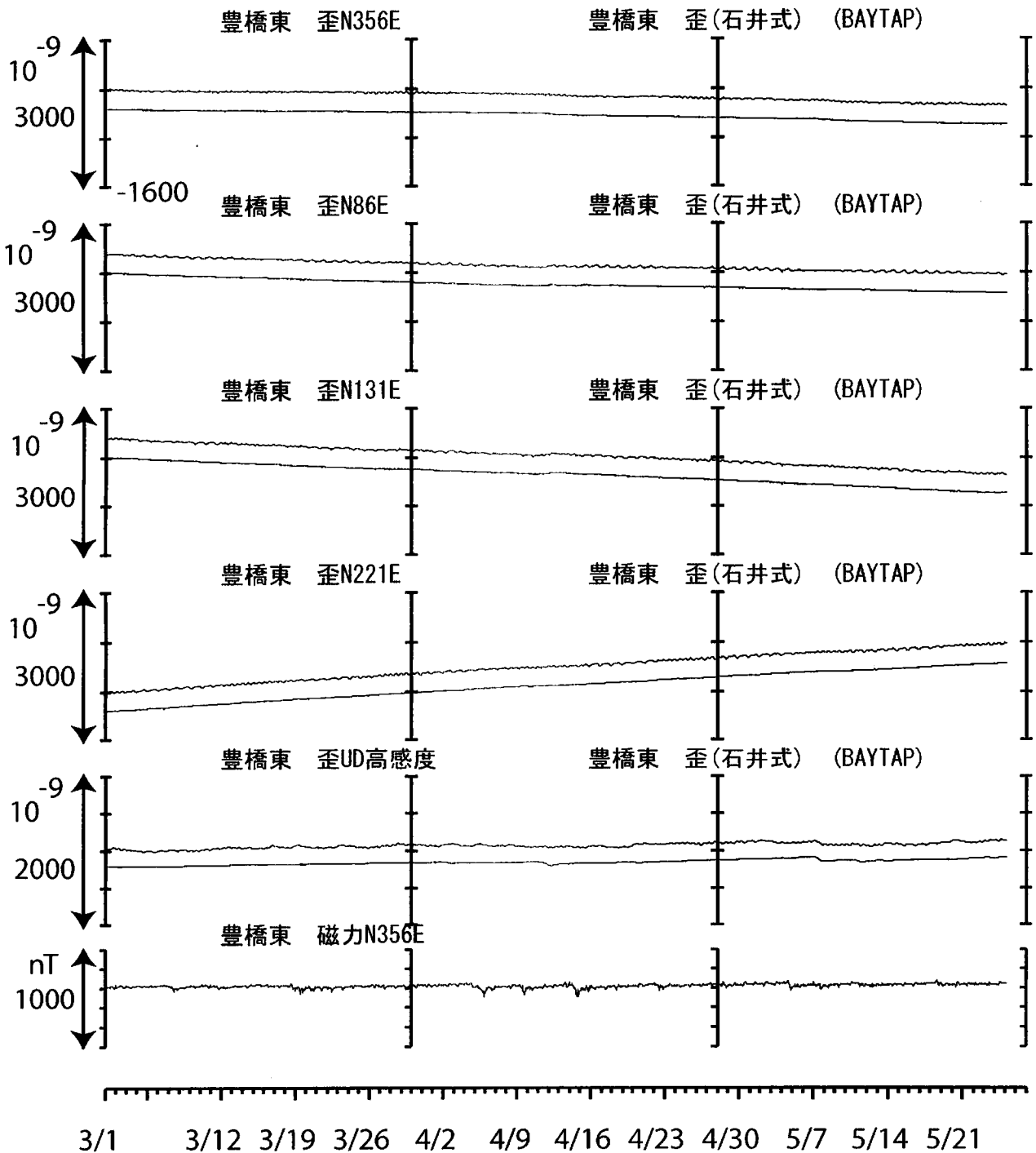
（ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



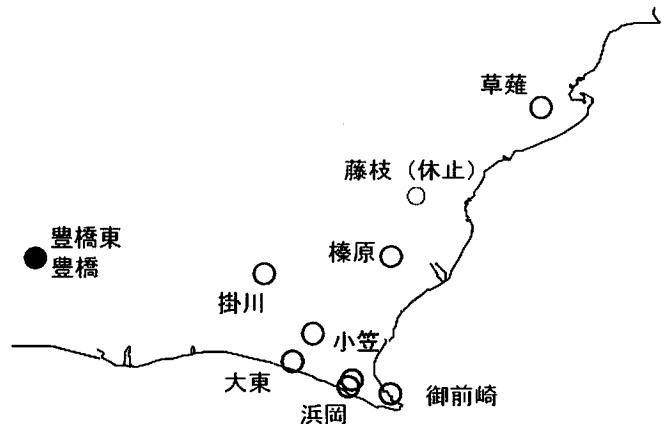
コメント：特記事項なし。



東海地域西部（豊橋東）中期（時間値） （ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）

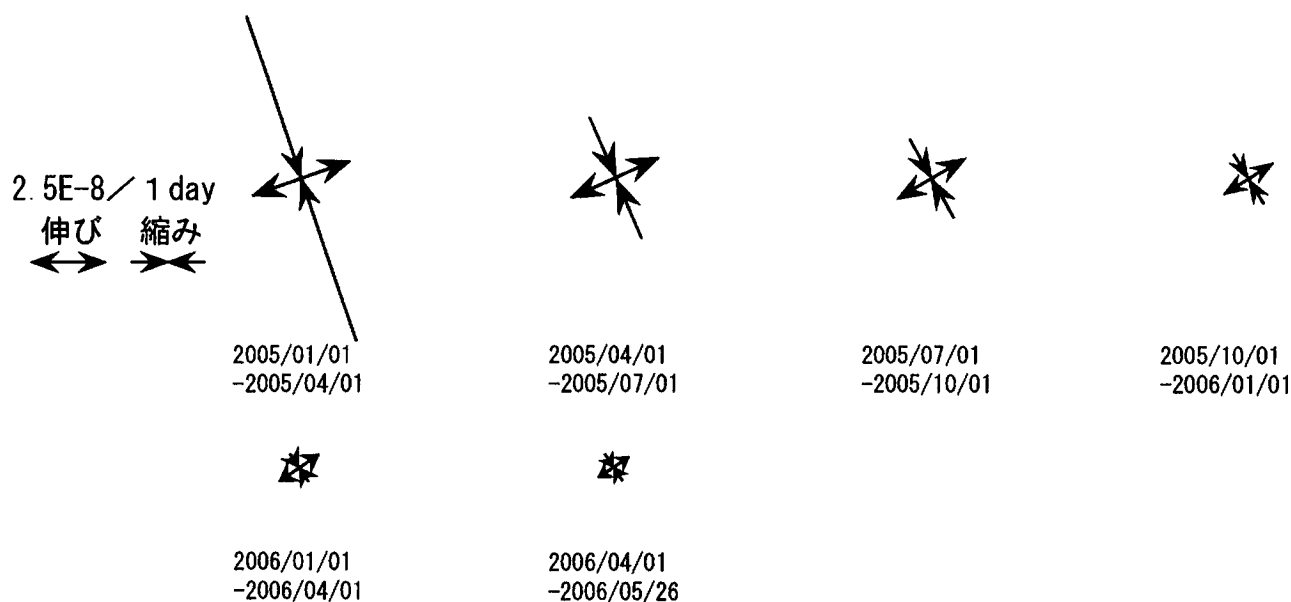
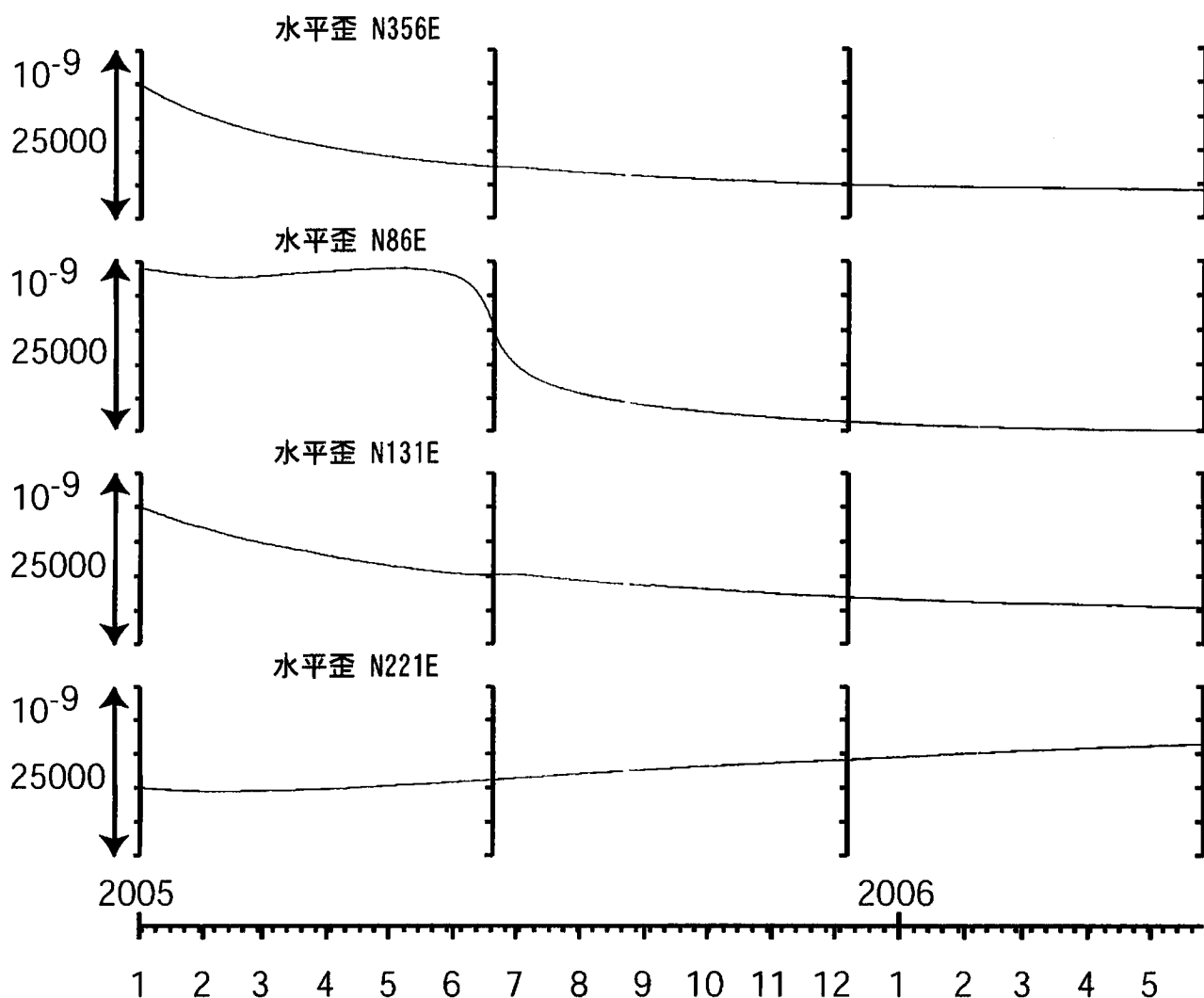


コメント：特記事項なし.



豊橋東：主歪解析（時間値）

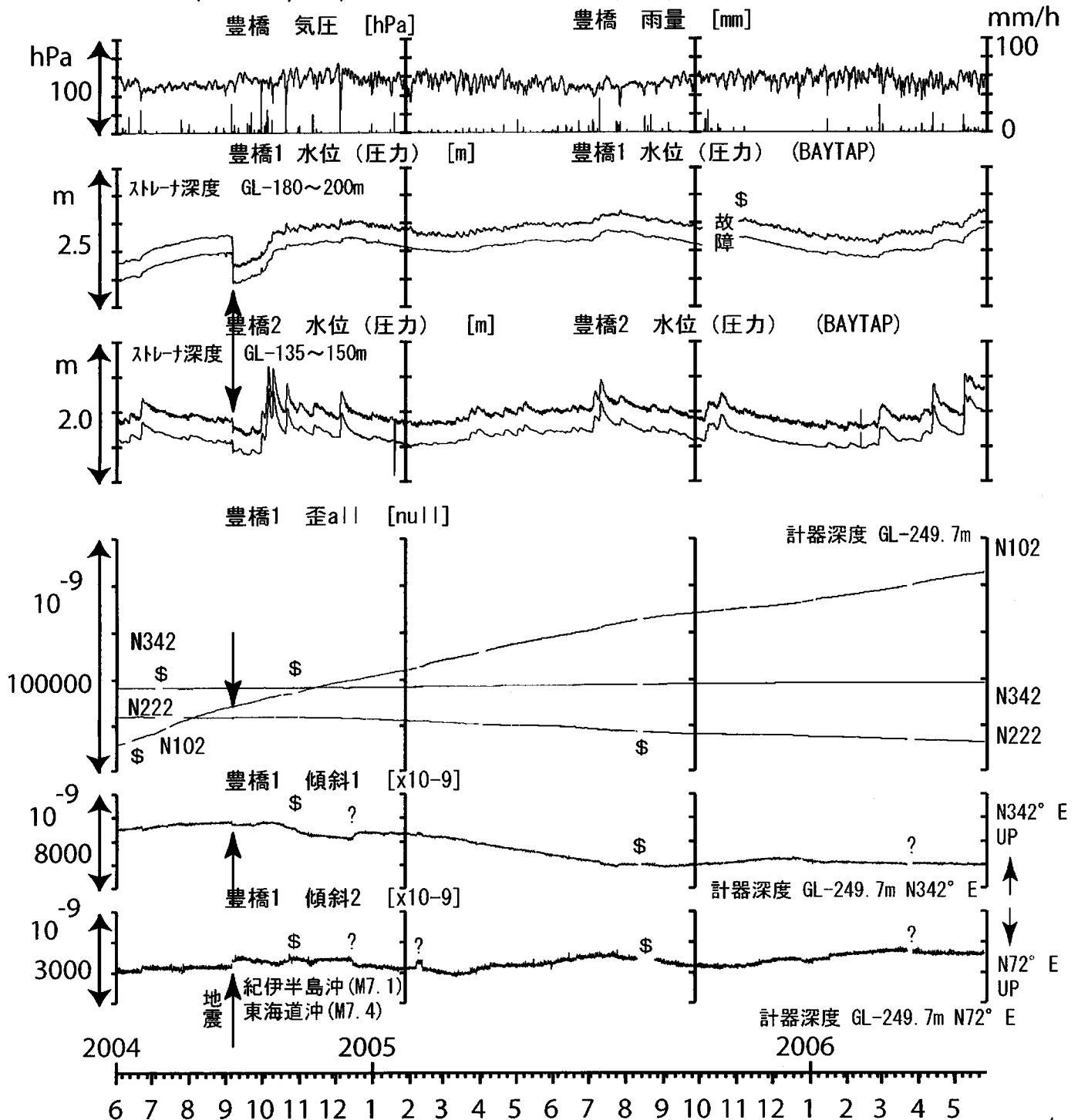
（ 2005/01/01 00:00 - 2006/05/26 00:00 ）



コメント：

N356, N131, N221の3成分による主歪解析結果を示す

東海地域西部（豊橋）長期（時間値） （2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00）



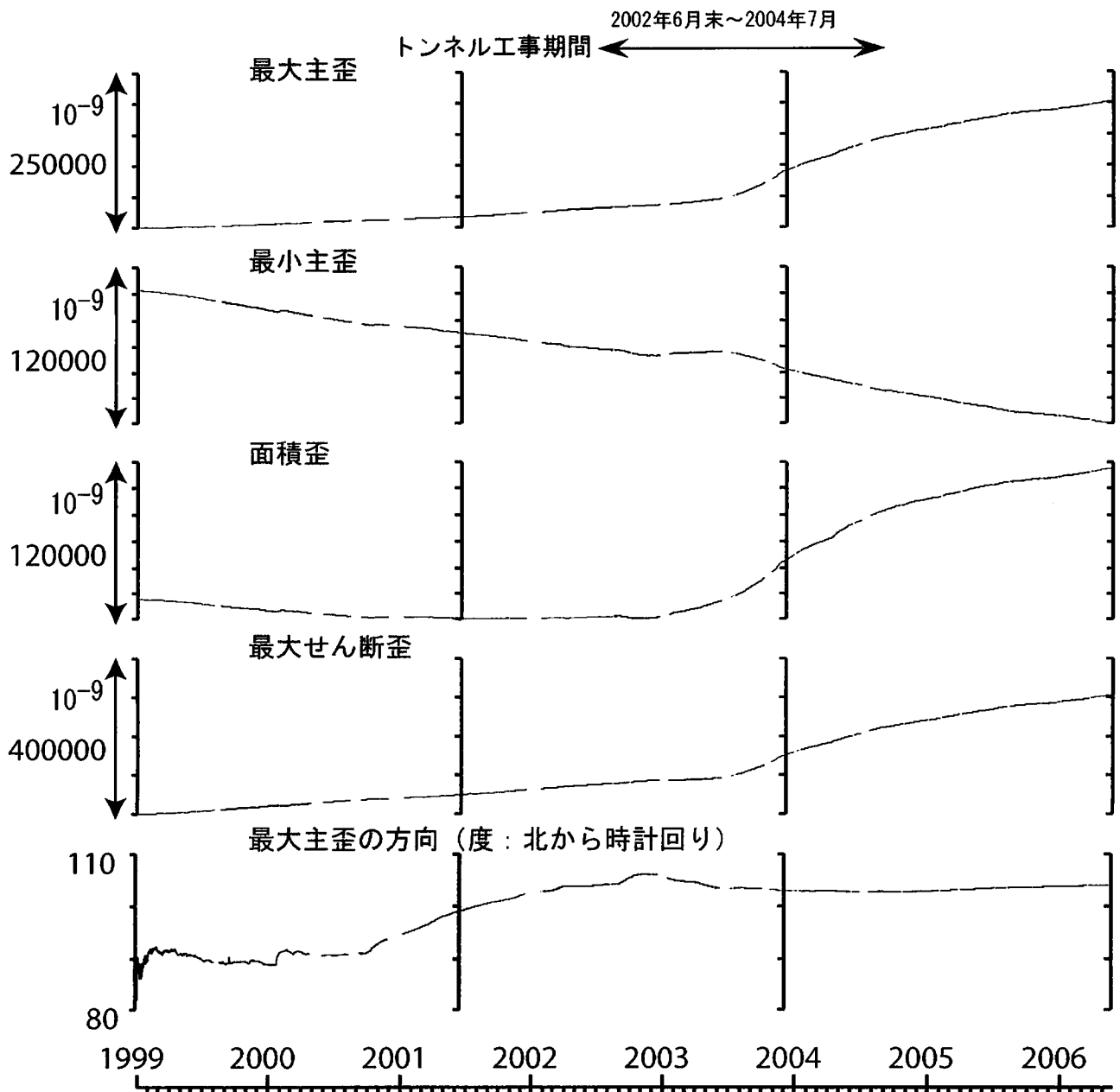
コメント：\$：保守。？：原因不明。

トンネル工事(2003年6月末～2004年7月)が原因と考えられるN102方向の急激な伸びで、歪計近傍で微小破壊が生じることによる変化と推定できるステップは除去済みである。
歪1 (N102) の上昇が、2003年4月頃から加速し、2004年9月頃から減速した。
紀伊半島南東沖の地震(2004年9月5日)の後豊橋1の水位に潮汐変化が再び認められるようになった。



豊橋1:主歪解析

(1999/01/01 00:00 - 2006/05/27 00:00)



コメント:

ステップ状の変化を除去した上で、解析を行った。

主歪解析の起点は1999年1月1日

2002年6月末～2004年7月の期間、

観測点の西方200mでトンネル工事があった。

主に、2002年9月初めからの歪2 (N222) の変化と

2003年4月頃からの歪1 (N102) の上昇加速と

2004年9月頃からの減速により、

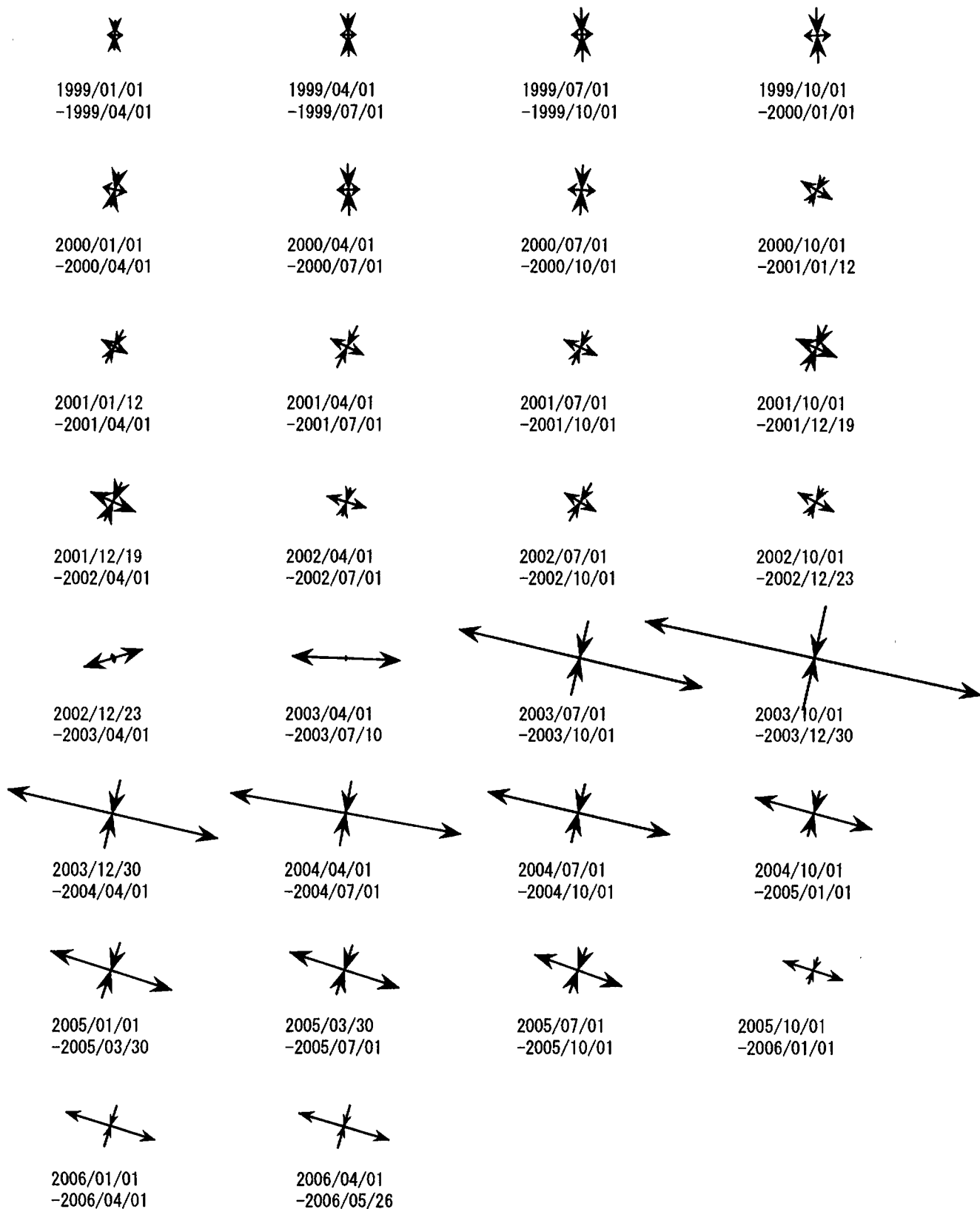
解析結果に影響が出ている。



豊橋1：主歪の時間変化

5. 0E-8/1day

伸び 縮み
↔ ↔



コメント：

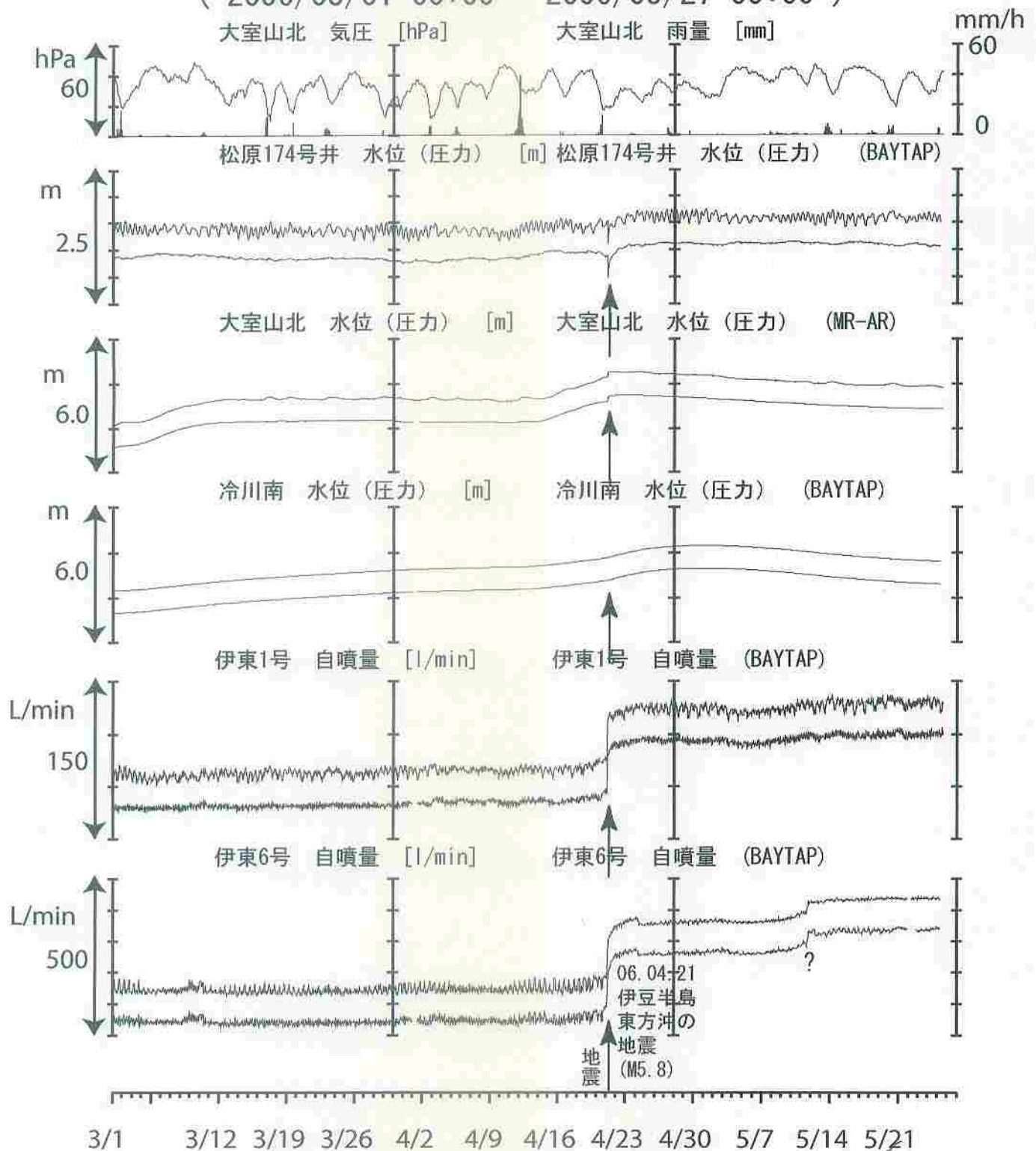
ステップ状の変化を除去した上で、解析を行った。

2002年6月末～2004年7月の期間、観測点の西方200mでトンネル工事があった。

主に、2002年9月初めからの歪2 (N222) の変化と2003年4月頃からの歪1 (N102) の上昇加速と2004年9月頃からの減速により、解析結果に影響が出ている。

伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00)



コメント：?;原因不明.

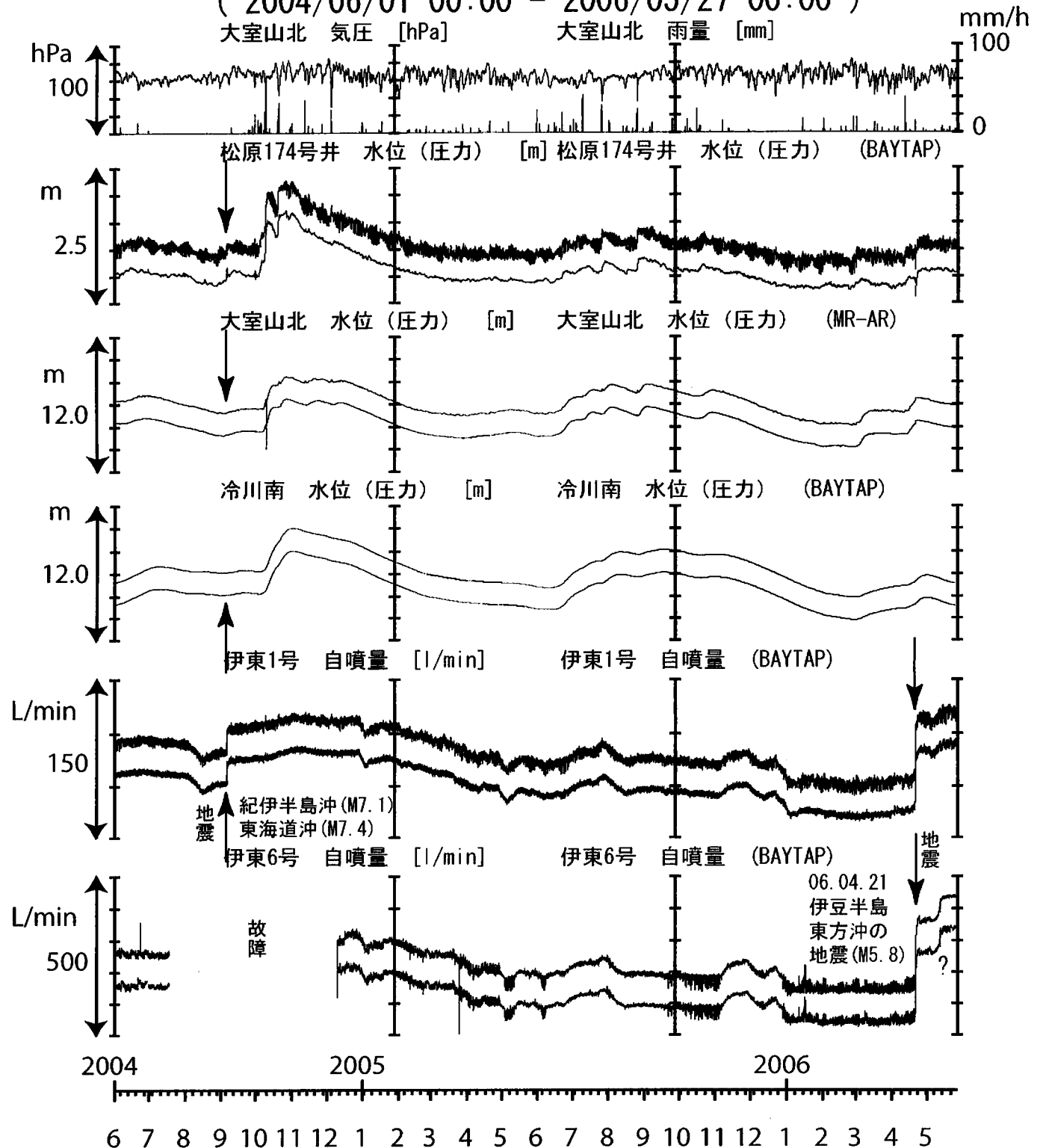
松原174号井は静岡県による観測.

伊東6は、自噴量の値が一定以下になると、配管の問題で自噴量が不安定になる.



伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期（時間値）

（ 2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



コメント：?：原因不明。

松原174号井は静岡県による観測。

伊東1・6は、休日・年末年始に周囲の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。

伊東1・6の自噴量が2005年8月頃から低下していた。

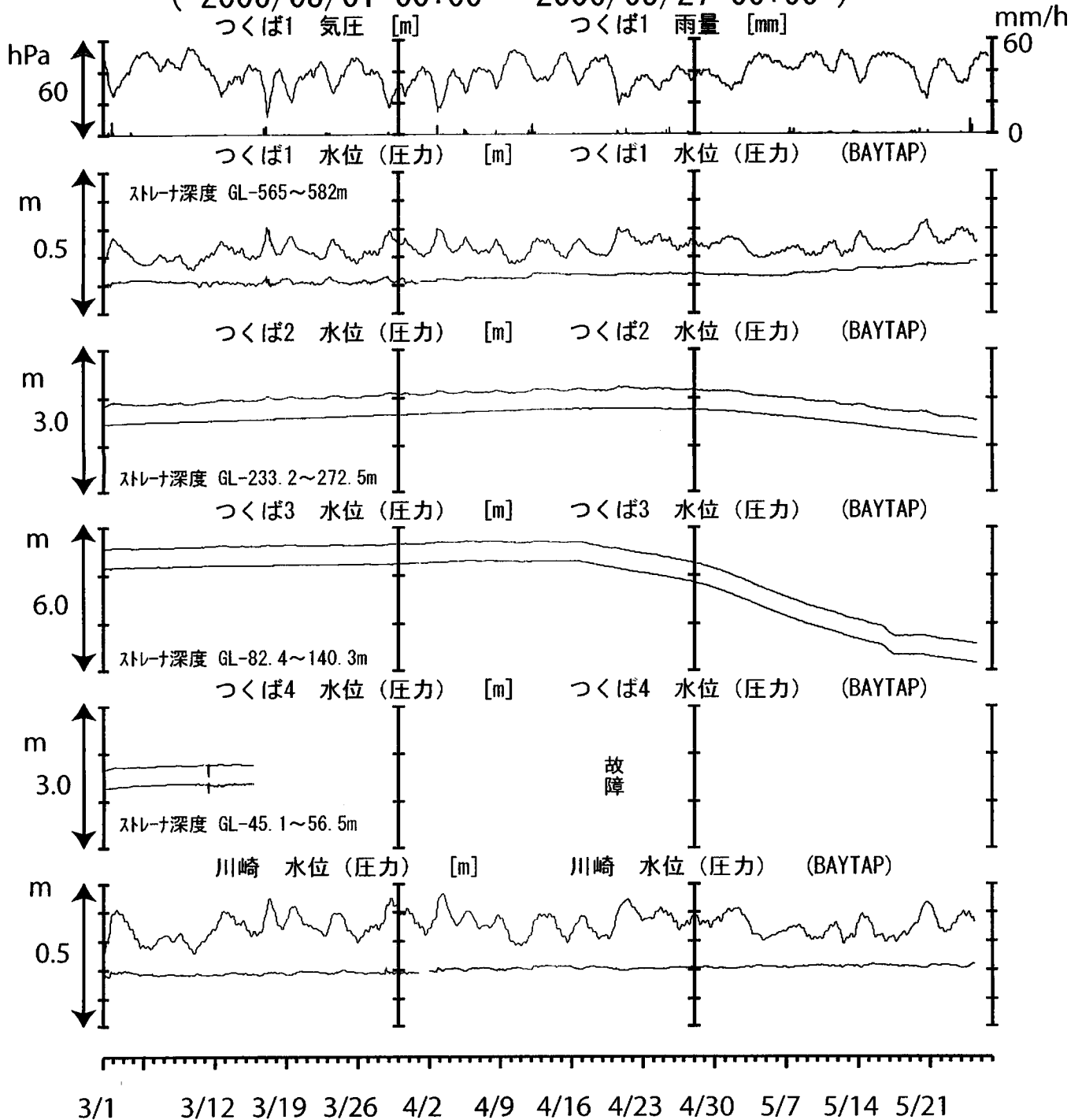
11月～12月にも変化している。原因はよく分からないが、周囲の揚湯量が増えた可能性がある。

2006年4月21日のM5.8の地震で自噴量が大きく増加した。



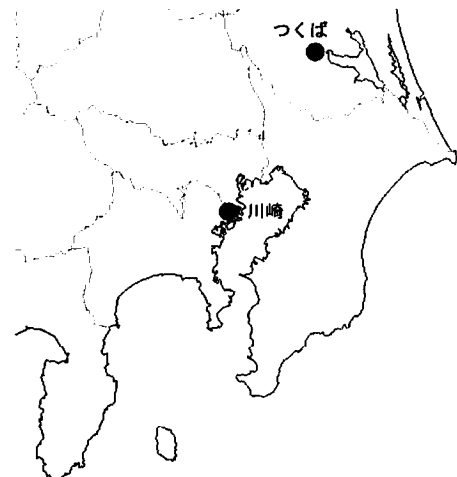
関東地域 地下水観測結果 中期（時間値）

（ 2006/03/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



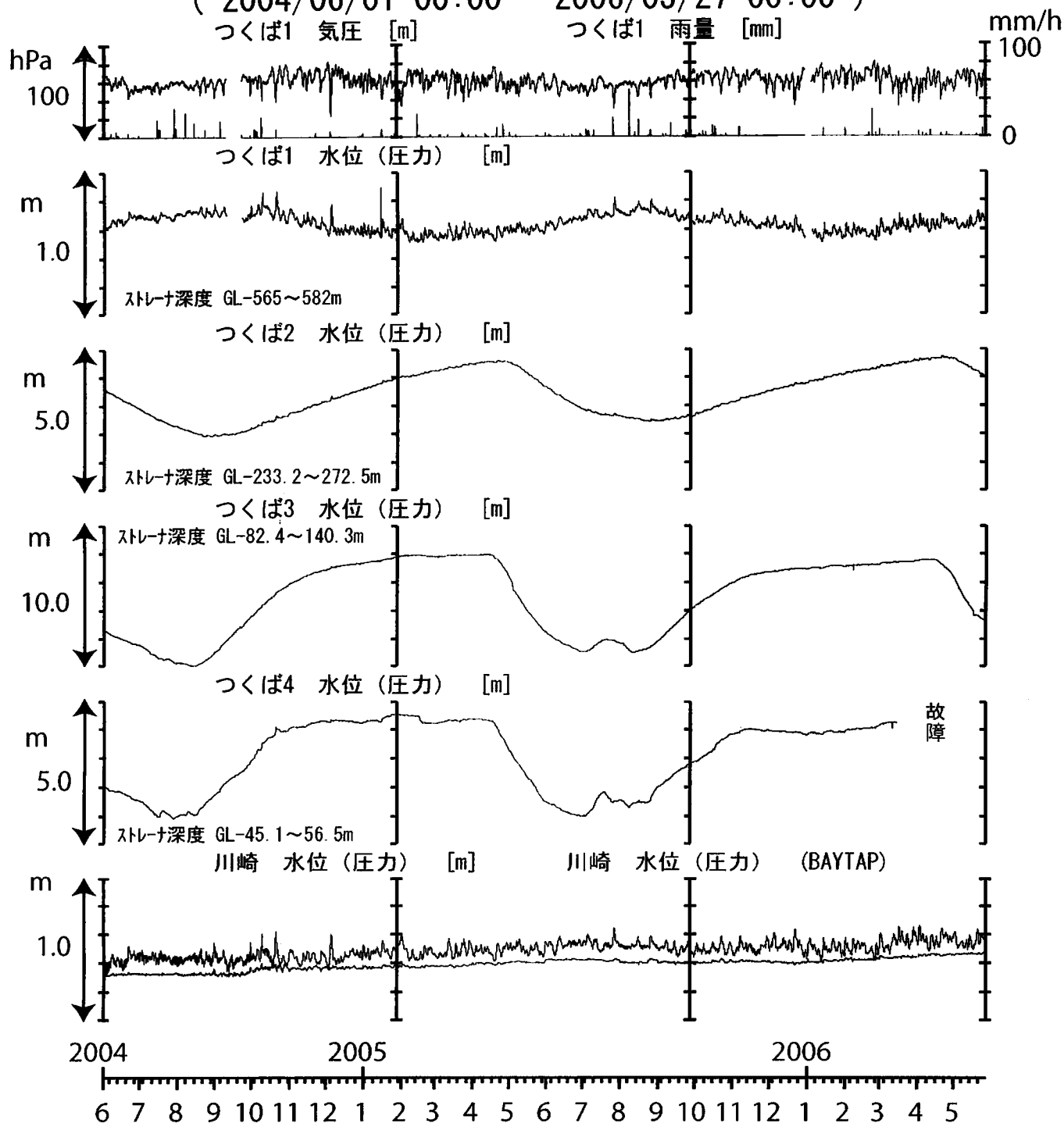
コメント:

データロガー故障のため、つくば1の
気圧・雨量・水位が2005年12月末～
2006年1月初めまで欠測となった。
気圧が欠測なのでつくば2～4のBAYTAP補正值も
同期間計算できていない。
2006年4月16日頃からつくば3の水位が低下し始め
ている。このような低下は例年認められるもので、
周囲の揚水が原因と考えられる。



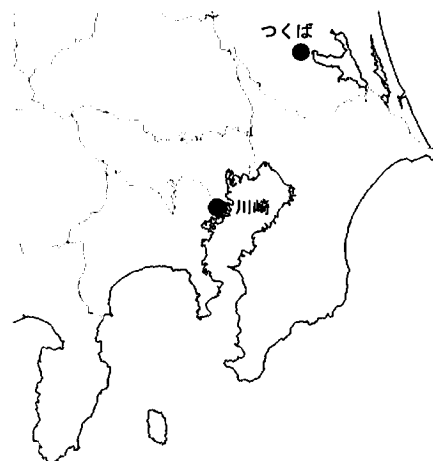
関東地域 地下水観測結果 中期（時間値）

（ 2004/06/01 00:00 - 2006/05/27 00:00 ）



コメント:

つくば2~4の水位が、例年春~夏に低下するのは、周囲の揚水によると考えられる。



2006年伊豆半島東方沖群発地震に伴う伊東市周辺の地下水変化

産業技術総合研究所

伊豆半島東部にある産総研の大室山北観測井戸（図1）は、1994年10月の観測開始以来、群発地震前に水位の低下を何度も検出しており（Koizumi et al., 2004）、群発地震の原因であるダイクの貫入による地殻変動（体積歪変化）を、ダイクが群発地震を引き起こす前に検出していると考えたと説明できる。ダイクの位置が過去と同様であれば、ダイクの上昇とともに地震活動は活発化し、大室山北は体積歪伸張から圧縮の領域にかわり、水位の上昇に転じる。

2006年4月17日8時頃から、伊豆半島東方沖で再び群発地震が発生した。大室山北観測井戸（図1）では、4月11日頃からの降雨で、M5.8の地震が発生した4月21日まで水位が長期上昇傾向にある（降雨後の数日間で水位が上下し、その後長期的に水位が上昇するというのは、大室山北における降雨レスポンスの通常のパターンである。図2a）。ただ、上記の群発地震発生前後に、長期上昇のトレンドが少し小さくなってその後戻ったようにも見える（図3）。長期の降雨レスポンスが大室山北と同様の冷川南観測井戸では、そのような長期上昇傾向の揺らぎは認められない（図2a）。4月21日以降では、大室山北の水位は特に上昇しておらずダイクの上昇を示してはいない。

・4月21日午前2時50分のM5.8の地震直後に、いくつかの観測点で顕著な変化が認められた（図2a）。大室山北・伊東1・冷川南が上昇、松原174・江戸屋が下降である。伊東1と冷川南については、過去の変化から体積歪変化とは無関係の変化と考えられる。したがって、大室山北と松原174・江戸屋（右下の地図上ではほぼ同じ場所）の間に、上記M5.8の地震のコサイスマックな体積歪変化に関するノーダルラインが来る可能性がある（図2b）。なお、松原174と江戸屋の水位は長周期の体積歪変化に対しては、あまり水位変化しないので（水位の潮汐変化は海洋潮汐によると思われる）、地震の数時間後から、水位が以前のレベルより上がったことについては、体積歪変化とは無関係と考えられる。

なお、2006年4月30日13時10分に熱海市の網代近辺で発生したM4.5の地震および、2006年5月2日18時24分に発生したM5.1の地震に対しては、地震前後に特に地下水変化は認められない（図2a）。どちらの地震においても、観測点周辺の震度・体積歪変化は4月21日の地震より小さい（図2c-d）。

・図4-6に2006年1～3月の群発地震時の地下水変化を示す。また、表1に大室山北観測井戸の変化についてまとめた（小泉尚嗣・松本則夫・北川有一・大谷竜）。

参考文献：Koizumi et al., 2004, Geophys. Res. Lett., 31, L10606, doi:10.1029/2004GL019557.

表1

番号	開始	終了	大室山北の 水位低下	水位低下量	換算体積歪 ppm	備考
2006-1	2006/1/25	2006/1/31	○	10 cm	0.3	水位の長期低下傾向次期
2006-2	2006/2/21	2006/3/2	△	-	-	
2006-3	2006/3/30	2006/4/10	○	4 cm	0.1	M5.4のコサイスマック水位変化=20-25 cm
2006-4	2006/4/17	-	△	-	-	

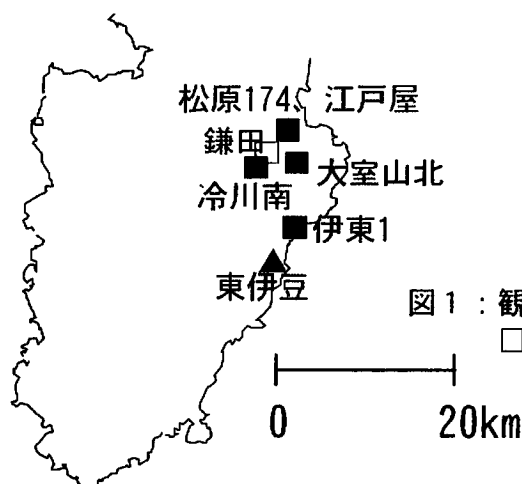
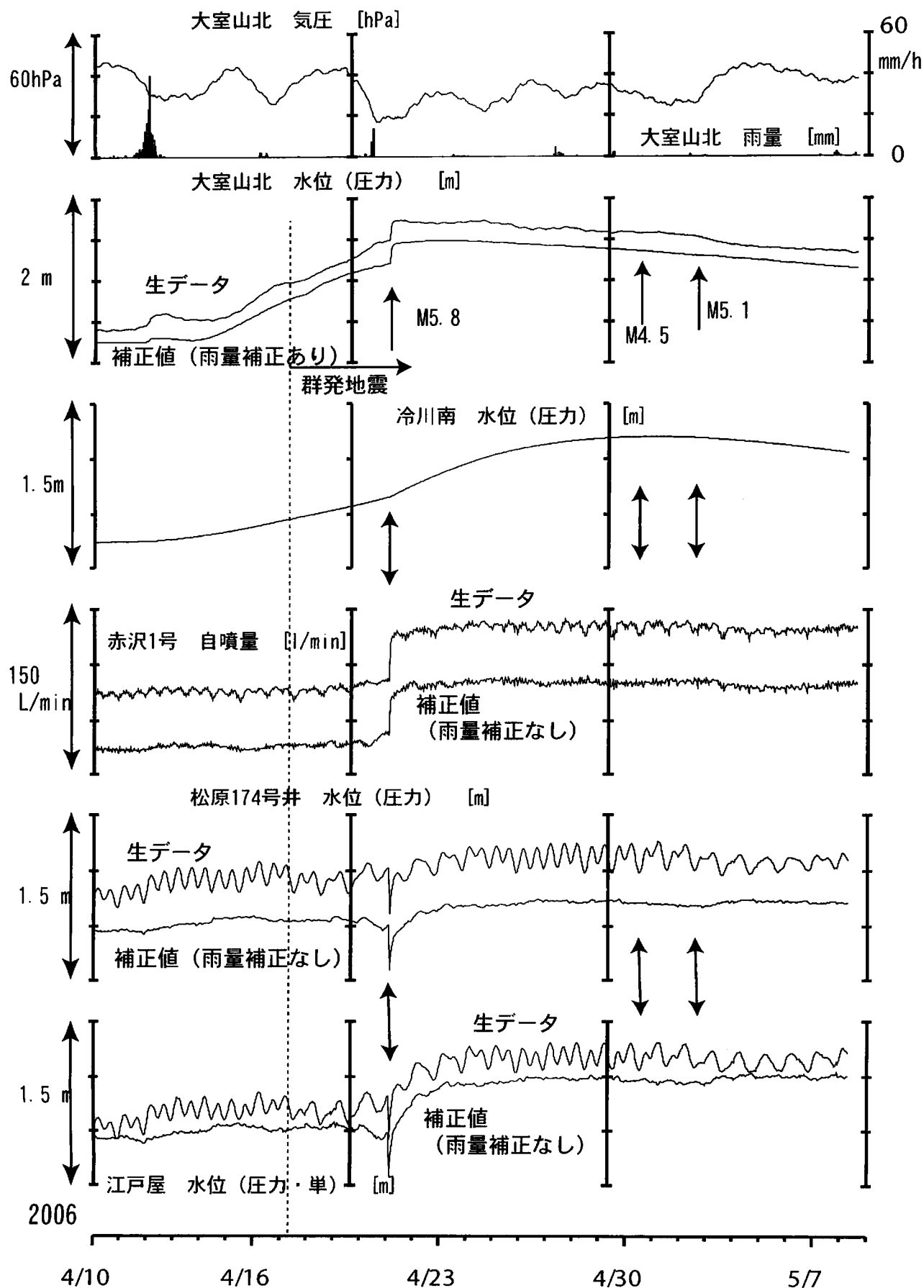


図1：観測点位置。■：地下水観測点、▲：歪観測点（気象庁）
□：地震観測点（気象庁）

大室山北・冷川南・赤沢1・松原174・江戸屋（時間値） （ 2006/04/10 00:00 - 2006/05/09 00:00 ）



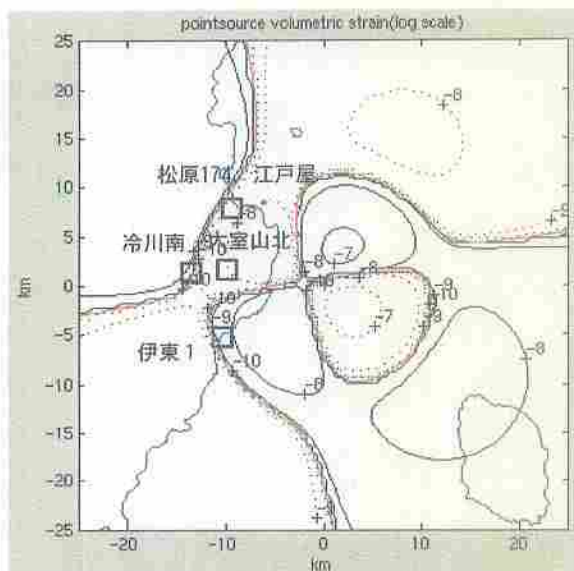


図2 b 防災科学技術研究所による2006年4月21日のM5.8の地震のメカニズム解（下記点震源）に基づく地震時の地表付近の体積歪変化分布。赤が伸びで青が縮み。対数で等高線が示してある。実線がプラス（伸び）で点線がマイナス（縮み）である。「-8」や「-9」はそれぞれ「 $1e-8$ 」, 「 $1e-9$ 」の意味である。大室山北と松原174・江戸屋はいずれも縮みの領域だがノードライン（歪変化なしの線：赤線）の近傍であることがわかる。なお、同地震の伊東市における震度は4である。

メカニズム解

<http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/event/tdmt/20060420174900/update2/index-j.html>

走向	傾斜	すべり角
81 ; 349	84 ; 74	-164 ; -6
モーメント	深さ	マグニチュード
$2.76e+17$ Nm	8 km	Mw 5.6

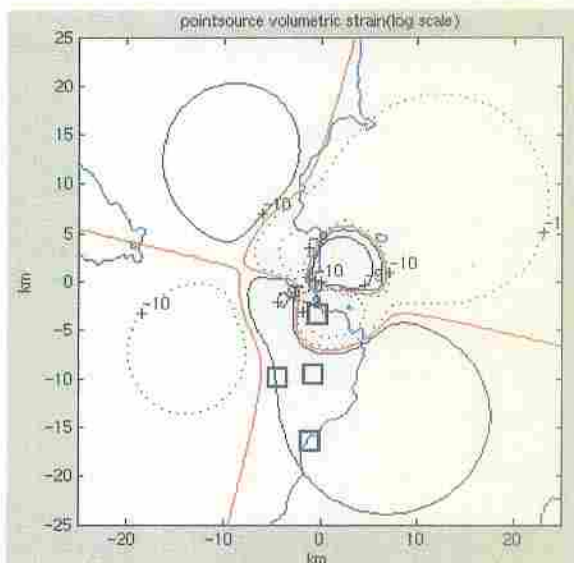


図2 c 2006年4月30日13時10分のM4.5の地震の防災科学技術研究所によるメカニズム解（下記点震源）に基づく地震時の体積歪変化分布。

観測点付近の最大歪変化量は4月21日の地震の場合は $1e-8$ 程度の値が見えるが、この地震では $1e-9$ で1/10程度かそれ以下である。

なお、同地震の伊東市における震度は2である。

メカニズム解

<http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/event/tdmt/20060430040900/update2/index-j.html>

走向	傾斜	すべり角
283 ; 15	85 ; 67	157 ; 6
モーメント	深さ	マグニチュード
$2.52e+15$ Nm	5 km	Mw 4.2

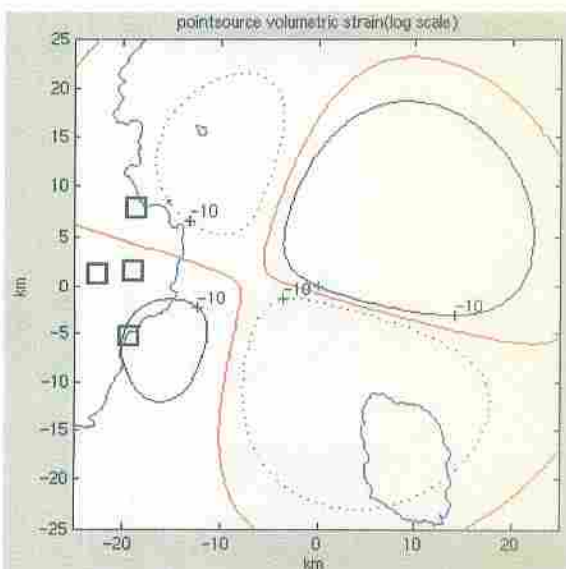


図2 d 2006年5月2日18時24分のM5.1の地震の防災科学技術研究所によるメカニズム解（下記点震源）に基づく地震時の体積歪変化分布。

観測点付近の最大歪変化量は $1e-10$ 程度で4月30日の地震よりもさらに小さい。

なお、同地震の伊東市における震度は3である。

メカニズム解

<http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/event/tdmt/20060502092300/update1/index-j.html>

走向	傾斜	すべり角
286 ; 17	87 ; 68	158 ; 3
モーメント	深さ	マグニチュード
$1.68e+16$ Nm	20 km	Mw 4.8

大室山北・冷川南（時間値）

（ 2006/04/13 00:00 - 2006/04/24 12:00 ）

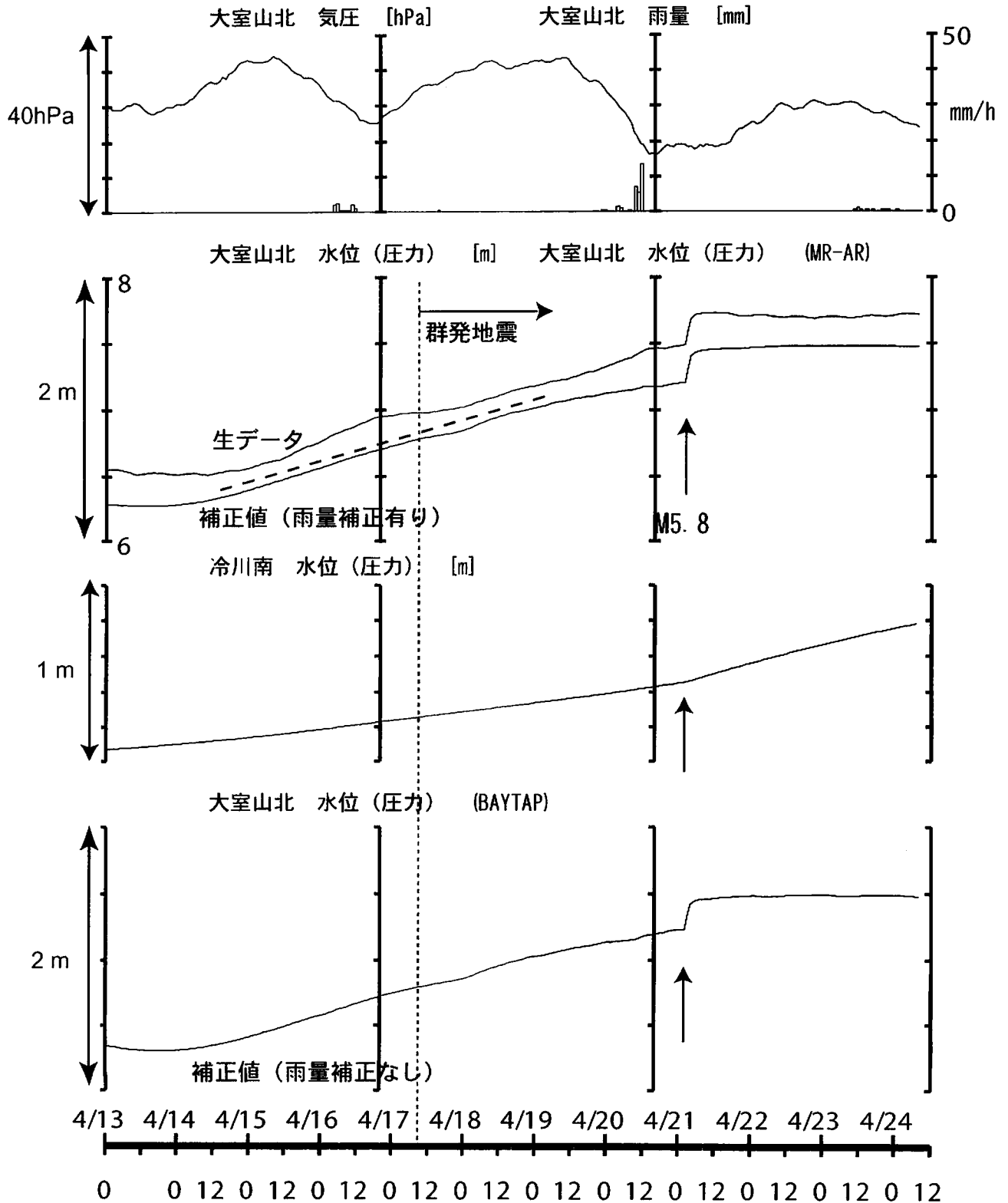


図 3

大室山北・冷川南・赤沢1・松原174・江戸屋（時
（2006/01/21 00:00 - 2006/01/30 00:00）

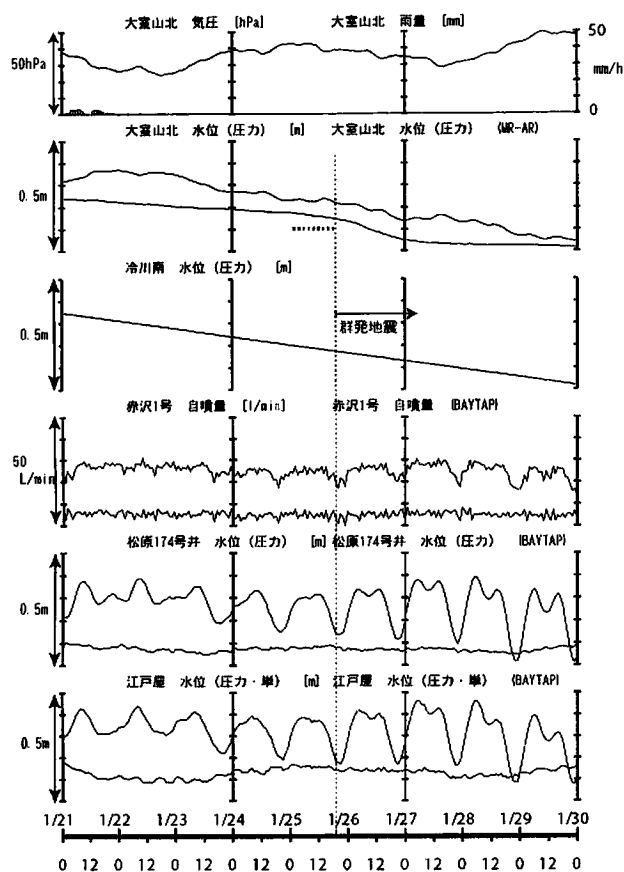


図 4

大室山北・冷川南・赤沢1・松原174・江戸屋（時
（2006/02/19 00:00 - 2006/03/03 00:00）

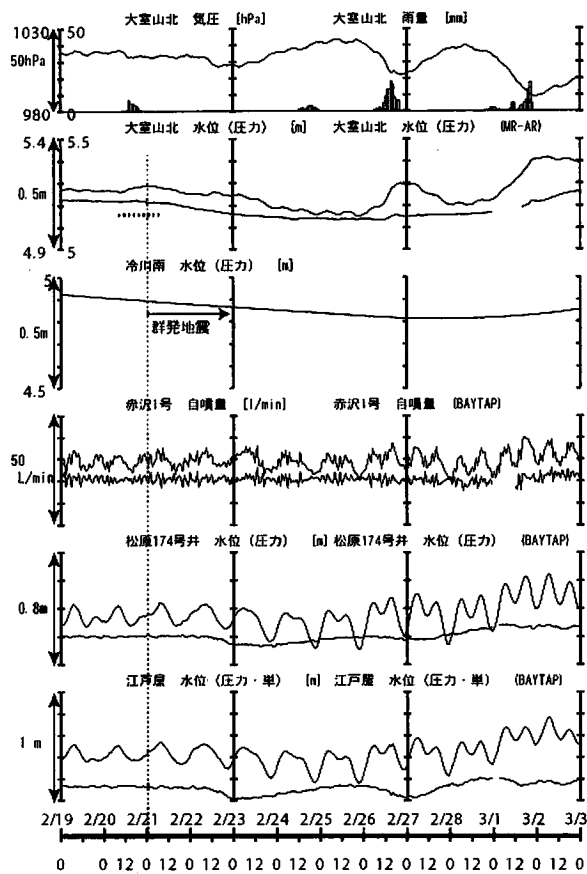


図 5

大室山北・冷川南・赤沢1・松原174・江戸屋（時
（2006/03/28 00:00 - 2006/04/09 00:00）

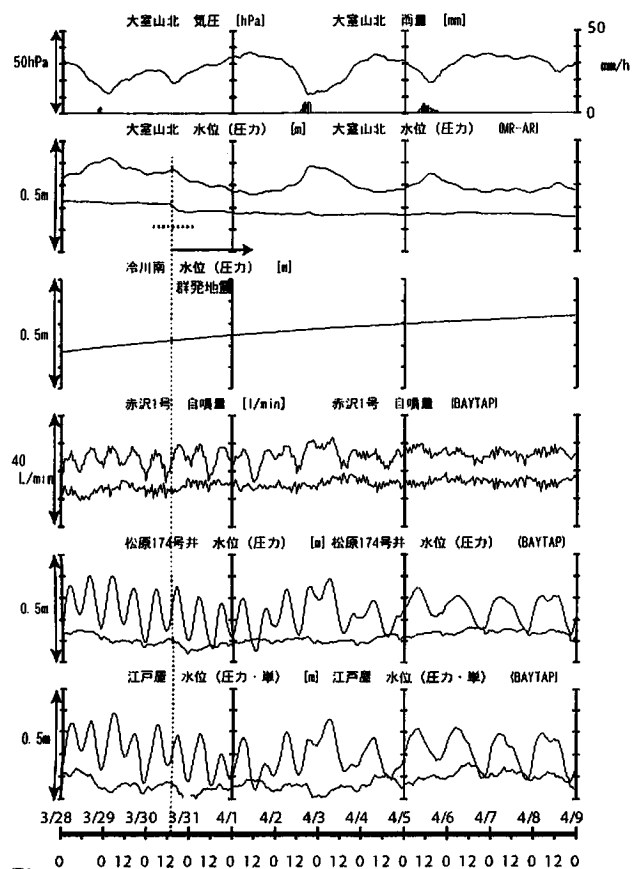
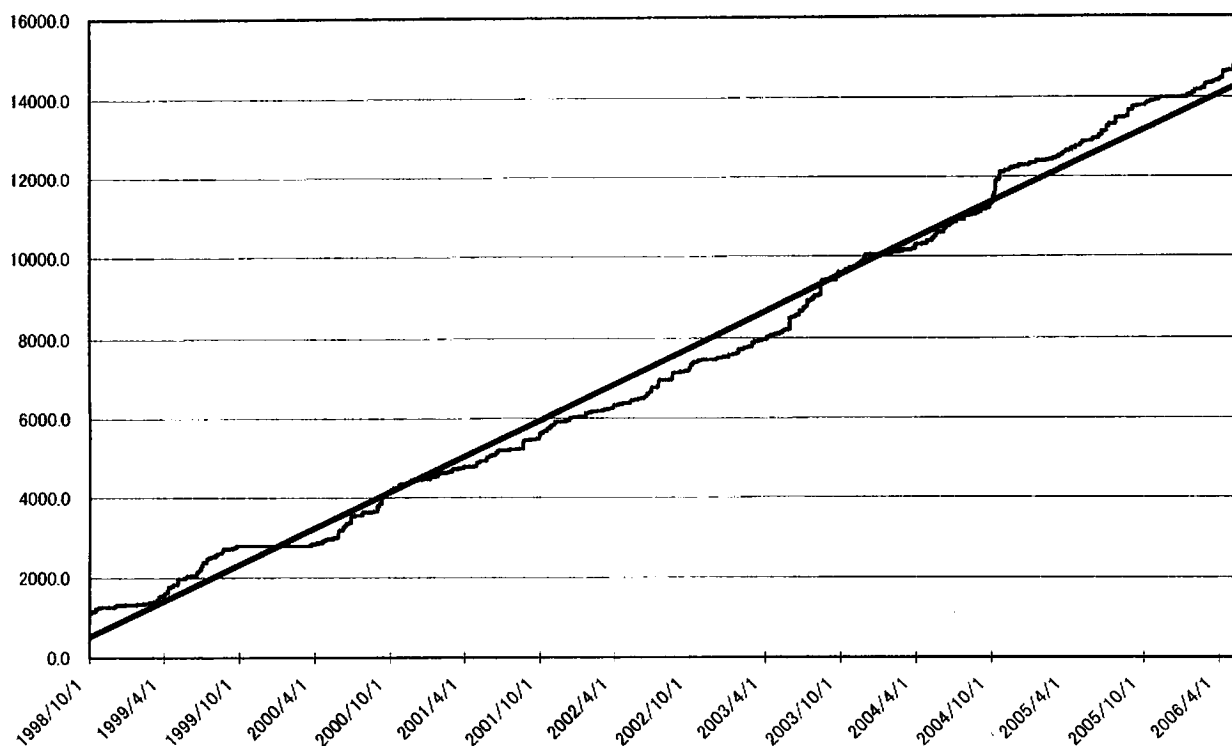
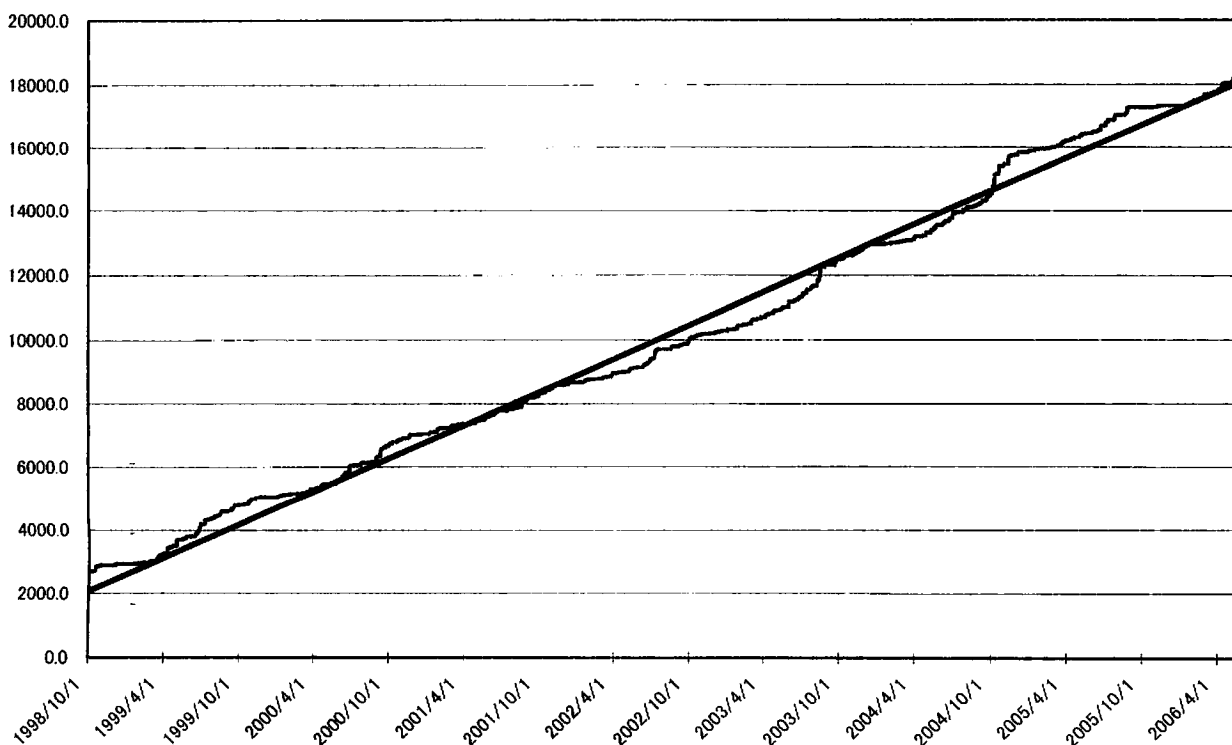


図 6

浜岡の降雨量の積算グラフ (1998. 10. 1-2006. 5. 24) (mm)

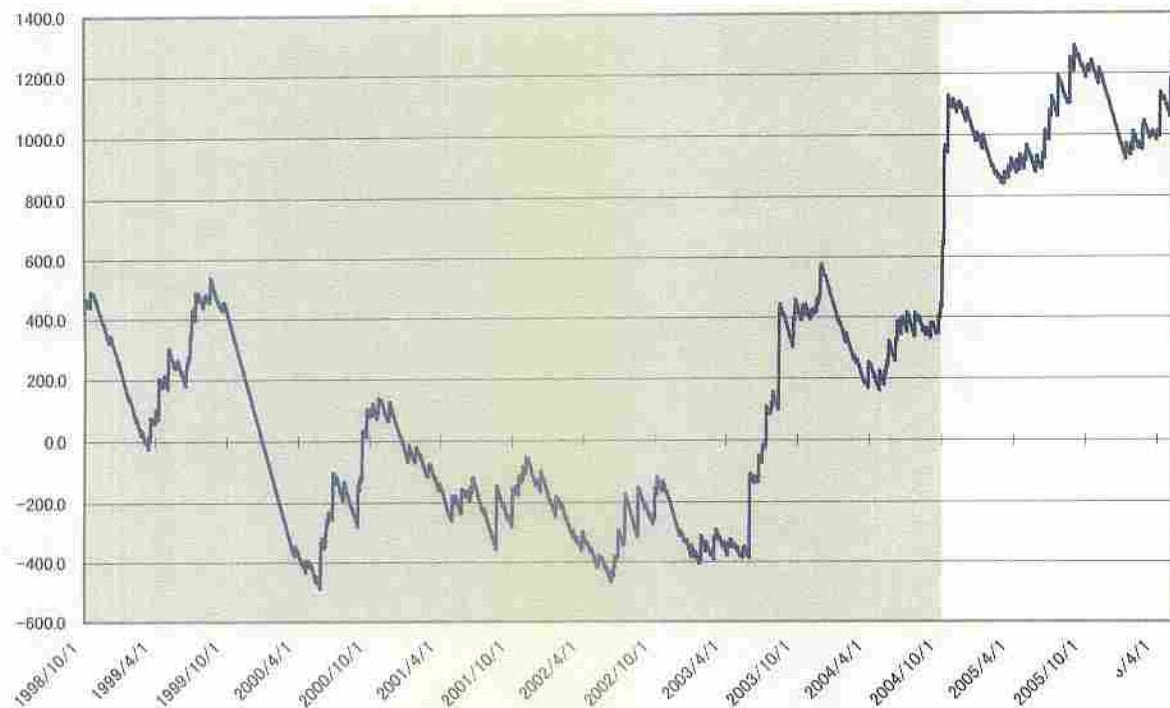


榛原の降雨量の積算グラフ (1998. 10. 1-2006. 5. 24) (mm)



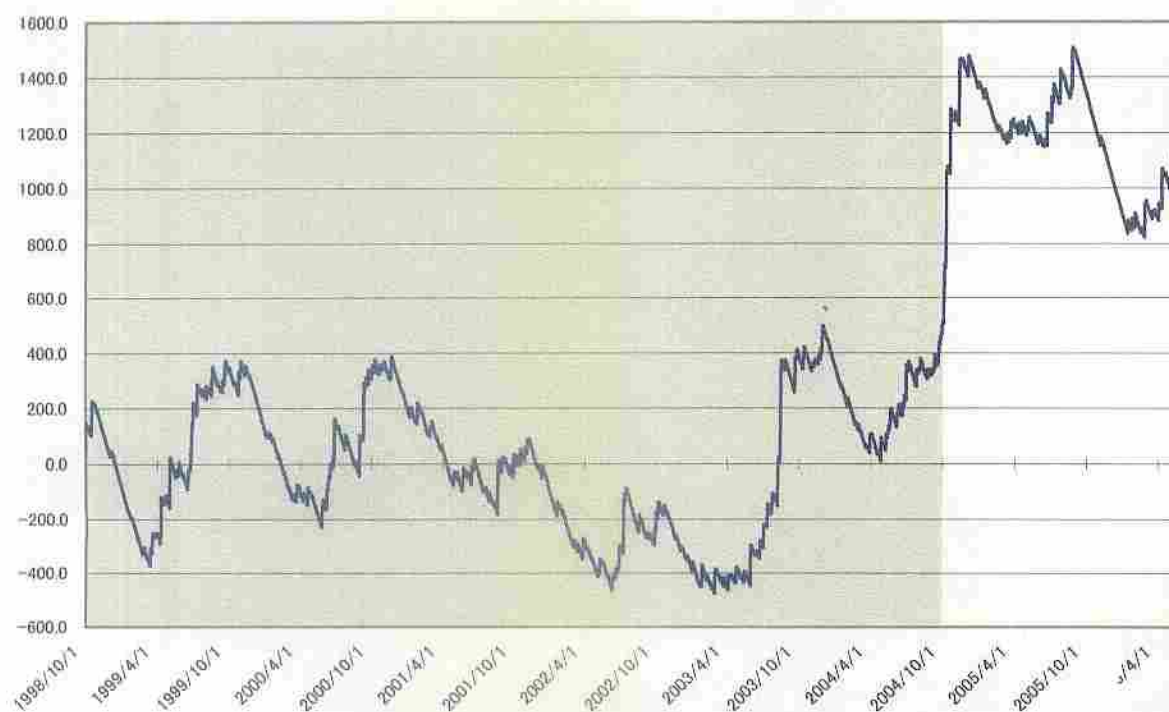
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(1998. 10. 1~2006. 5. 24)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間(影部分)のデータを用いて定めた



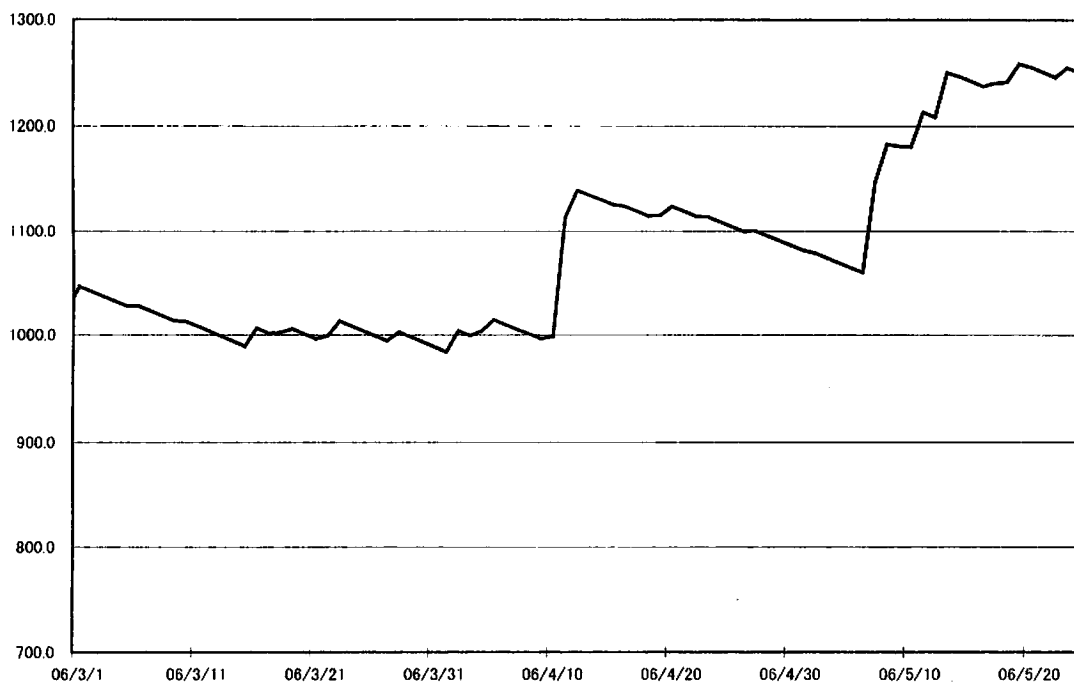
榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(1998. 10. 1~2006. 5. 24)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間(影部分)のデータを用いて定めた



浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2006. 3. 1-2006. 5. 24)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータを用いて定めた



榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2006. 3. 1-2006. 5. 24)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータを用いて定めた

