

神奈川県西部地域の地下水位観測（2006年2月～ 2006年4月）

神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所

1. はじめに

神奈川県温泉地学研究所では、神奈川県西部地震の予知研究の一環として、第1図・第1表に示した6箇所に地下水位観測施設を整備し地下水位の連続観測を行っている。2006年2月～2006年4月の期間に重点をおいた観測結果を報告する。

2. 観測

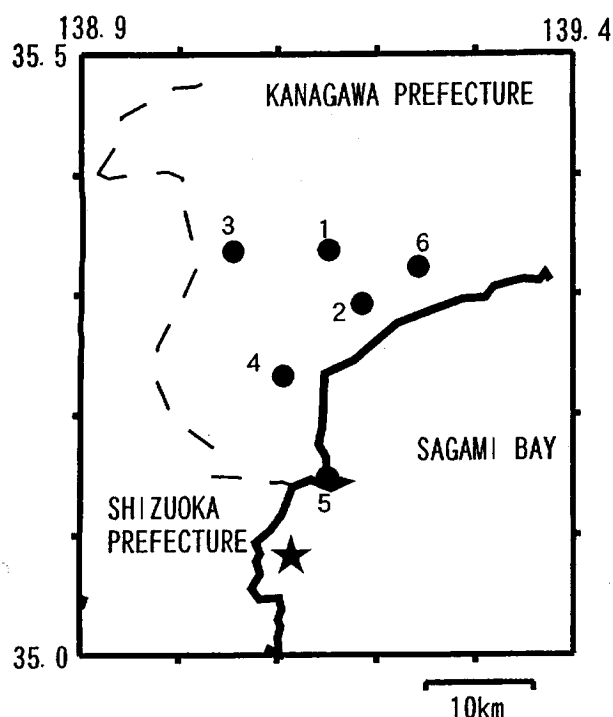
第1図の6箇所の観測点では、地下水位の他、気圧・降水量も1分サンプリングで観測を行っている。得られたデータは、1日1回テレメータにて温泉地学研究所に送信される。

3. 結果（第2～3図）

結果を第2図（原則1時間値、真鶴・二宮のみ24時間平均値）と第3図（0時の瞬時値）に示す。第1図の範囲内（北緯35～35.5度、東経138.9～139.4度）で、2006年2月～4月に深さ30 km以浅でM4以上の地震は、4月30日の13時10分頃に発生した伊豆半島東方沖の地震（M4.4、深さ約10 km、真鶴での震度3）がある。この地震の前後で、特に異常な変化はない。なお、第1図の範囲からは南側に外れるが、4月21日に発生した伊豆半島東方沖地震（M5.8、深さ約10 km、真鶴での震度4）の地震後に大井でステップ状の変化が認められた（板寺一洋・棚田俊収・小泉尚嗣）。

参考論文

横山尚秀・他、1995、神奈川県西部地震予知のための地下水位観測施設と地下水位解析、温泉地学研究所報告、26、21-36。



第1図 地下水観測点の分布（●）と4月30日のM4.4の地震の震央（★）。

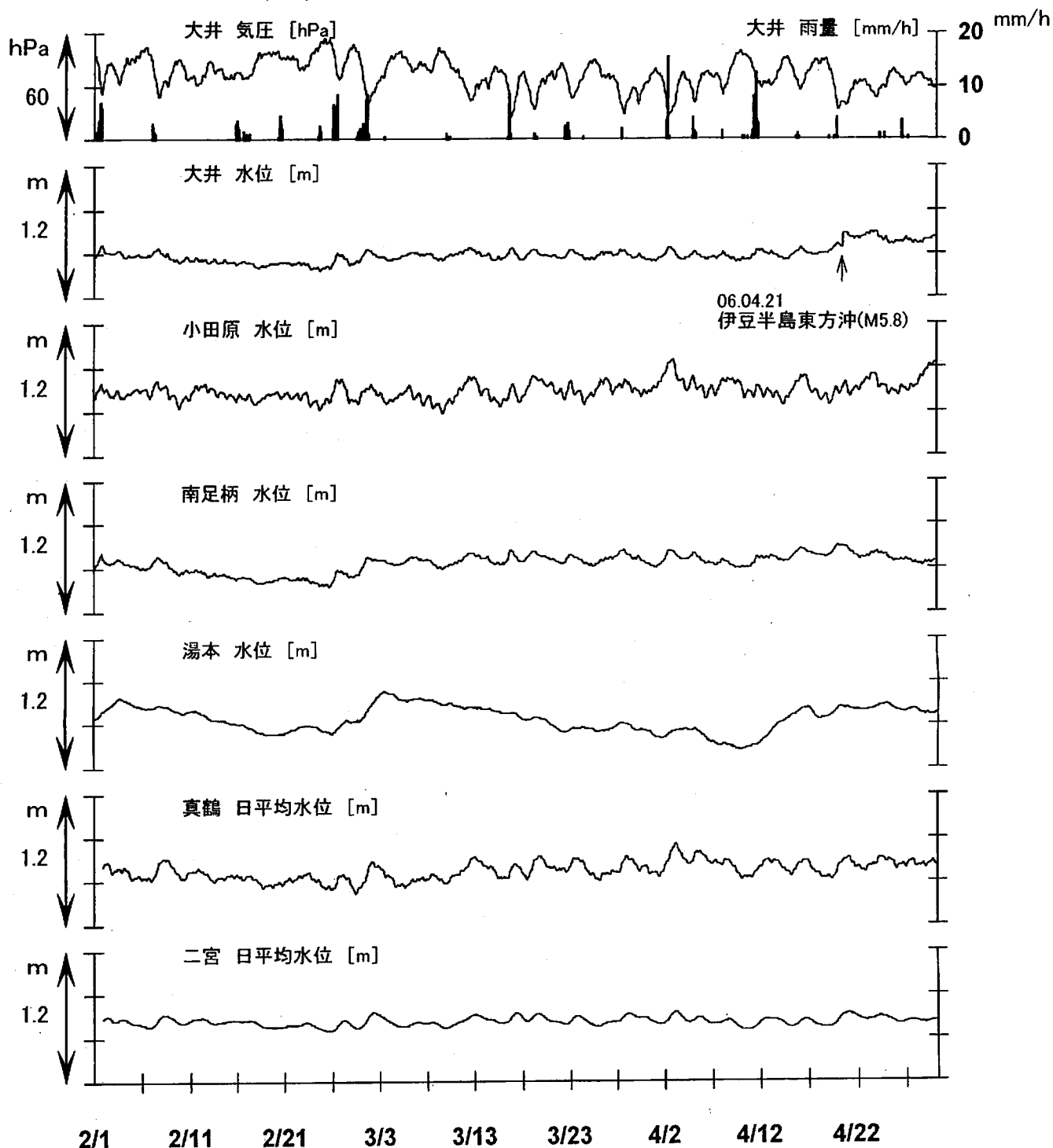
1：大井，2：小田原，3：南足柄，4：湯本，5：真鶴，6：二宮，

第1表：地下水観測点の概要（横山・他、1995）

観測点名	標高 (m)	深度 (m)	スクリーン (m)	センサー位置 (m)	帯水層の地質
大井	47	300	270～300	18	更新統(固結レキ層)
小田原	22	300	270～300	15	更新統(固結泥岩層)
南足柄	143	150	120～150	32	足柄層群(固結レキ層)
湯本	67	300	250～300	20	早川凝灰角レキ岩
真鶴	40	300	250～300	43	箱根古期外輪山溶岩
二宮	51	500	450～500	13	先第四系(固結レキ層)

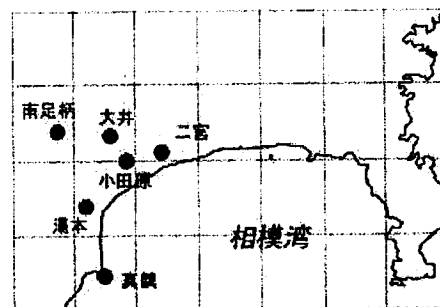
神奈川県西部地域の地下水位観測 中期(時間値)

2006/2/1 00:00—2006/4/30 23:00

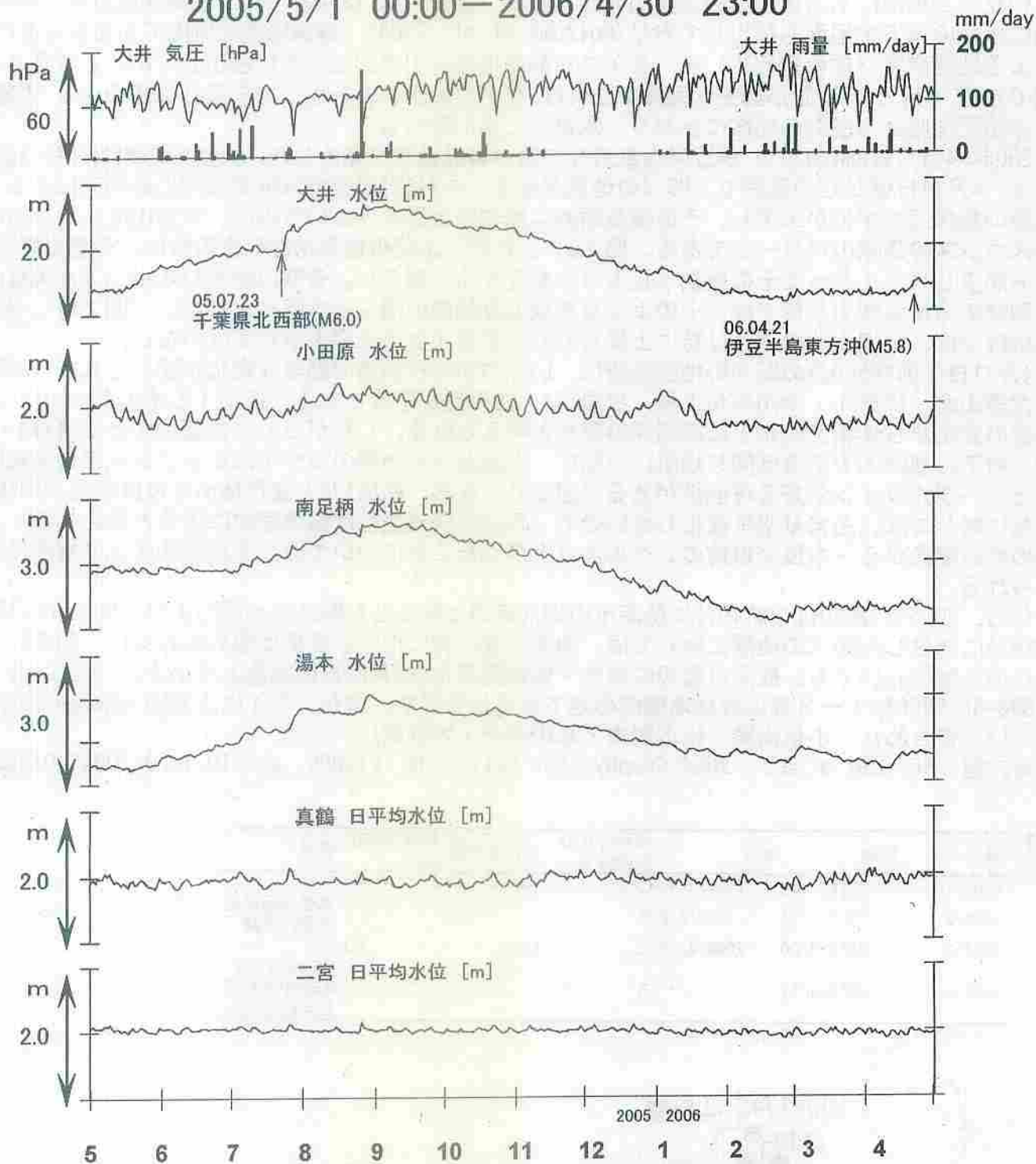


コメント：特記事項なし

第2図 真鶴・二宮は潮汐の影響が大きいため日平均値を示している。他は一時間値(生データ)。



神奈川県西部地域の地下水位観測 長期 2005/5/1 00:00—2006/4/30 23:00



コメント：特記事項なし

真鶴・二宮以外は、1日1回の瞬時値を示している。

第3図

神奈川県西部地域 長期



神奈川県温泉地学研究所

資料

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、M5.4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M5.4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M5.4の地震のコサイスマミ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M5.6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	○	10cm	0.3	
2006-2	2006/2/21	2006/3/2	△	-		水位の長期低下傾向次期
2006-3	2006/3/30	2006/4/10	○	4cm	0.1	
2006-4	2006/4/17	-	△	-		M5.4のコサイスマミック水位変化=20-25cm

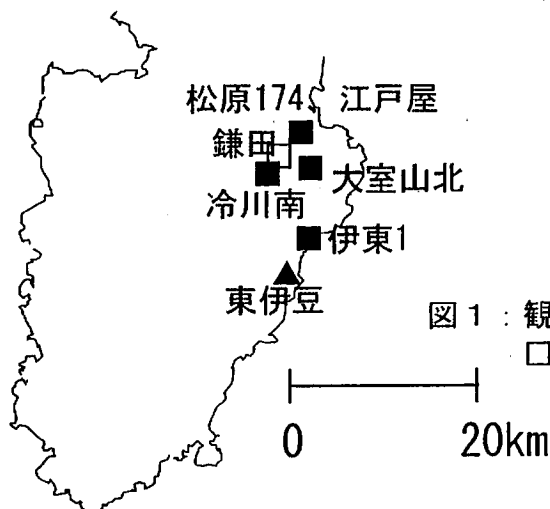


図1：観測点位置。■：地下水観測点、▲：歪観測点（気象庁）
□：地震観測点（気象庁）

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 ）

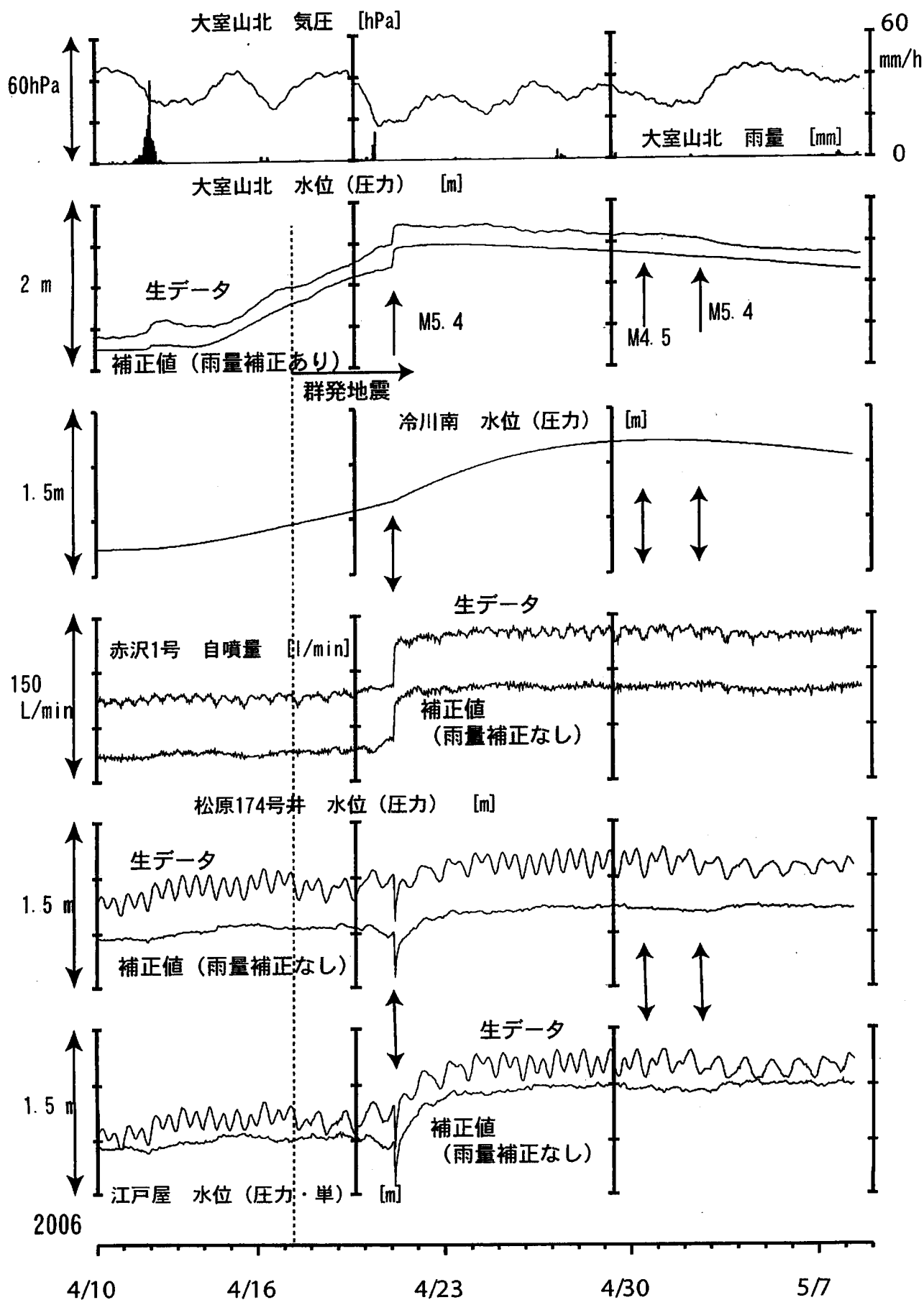


図 2 a

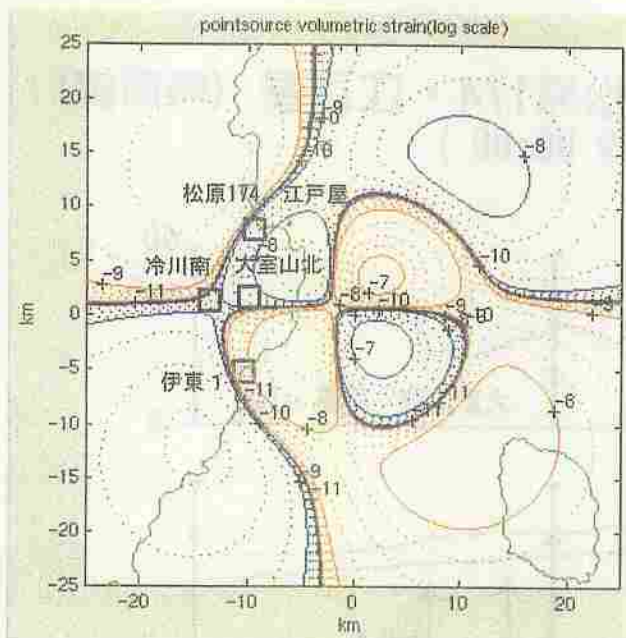


図2b 防災科学技術研究所による2006年4月21日のM5.6の地震のメカニズム解（下記点震源）に基づく地震時の地表付近の体積歪変化分布。赤が伸びで青が縮み。対数で等高線が示してある。実線が $1e-8$, $1e-9$, $1e-10$ 等の値で、点線はその間を2.5間隔で刻んだものである（たとえば、 $2.5e-9$, $5e-9$, $7.5e-9$ 等）大室山北と松原174・江戸屋はいずれも縮みの領域だがノーダルライン（歪変化なしの線）の近傍であることがわかる。なお、同地震の伊東市における震度は4である。

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

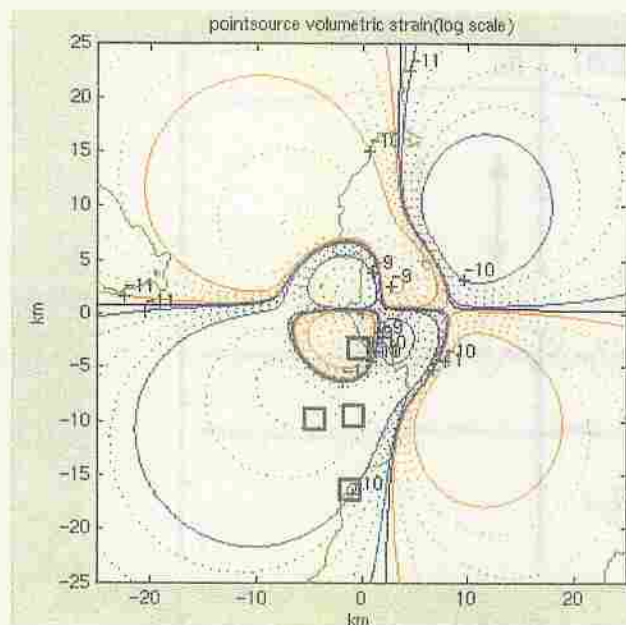


図2c 2006年4月30日13時10分のM4.5の地震の防災科学技術研究所によるメカニズム解（下記点震源）に基づく地震時の体積歪変化分布。

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

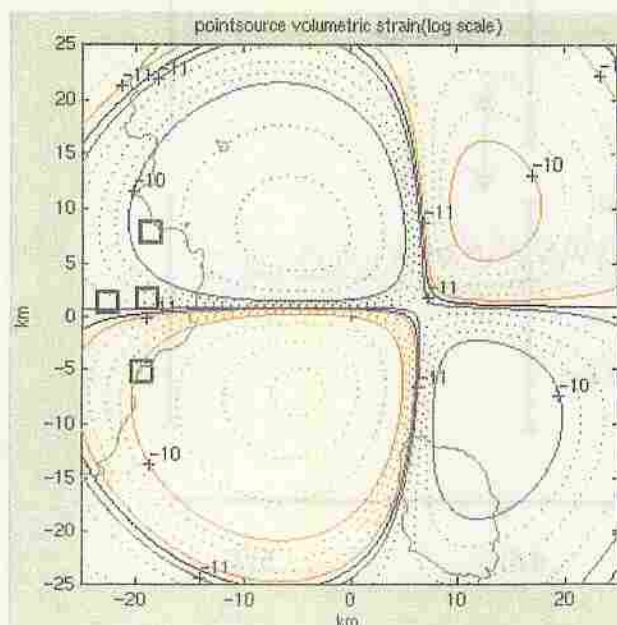


図2d 2006年5月2日18時24分のM5.6の地震の防災科学技術研究所によるメカニズム解（下記点震源）に基づく地震時の体積歪変化分布。

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)

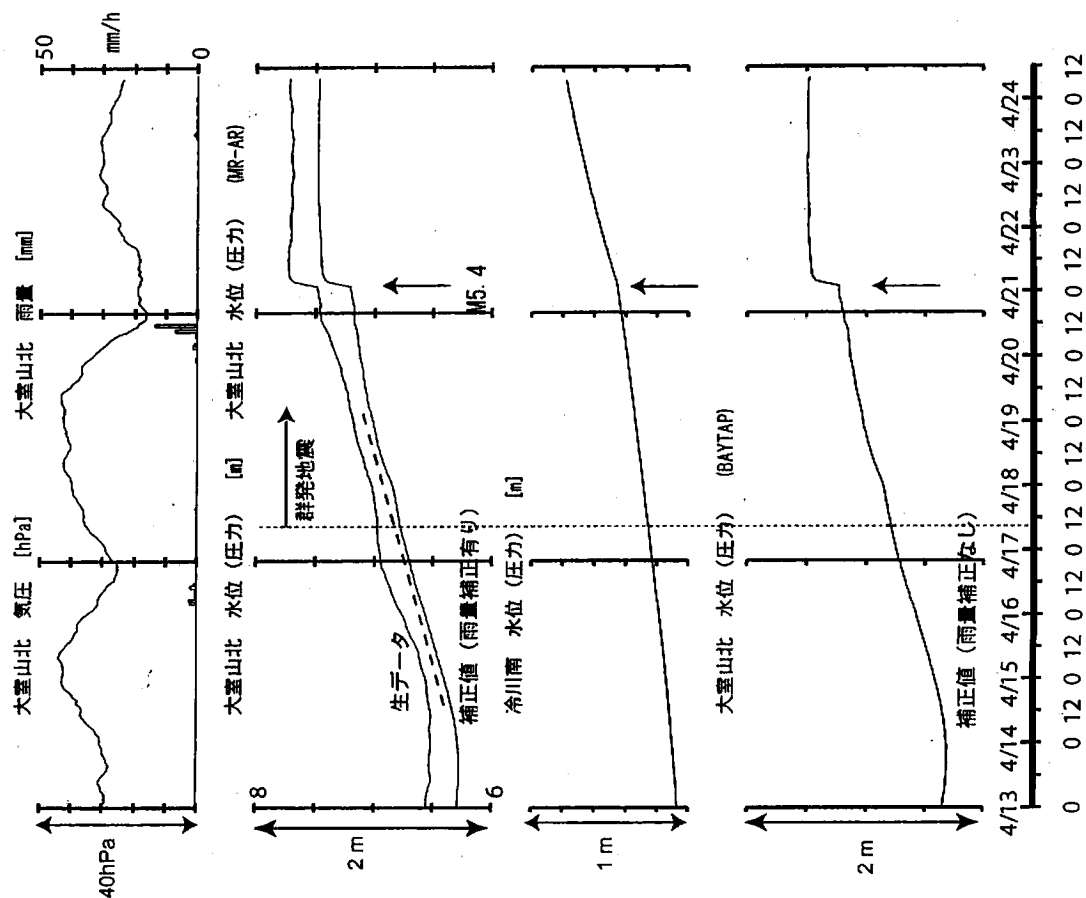


図 3

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)

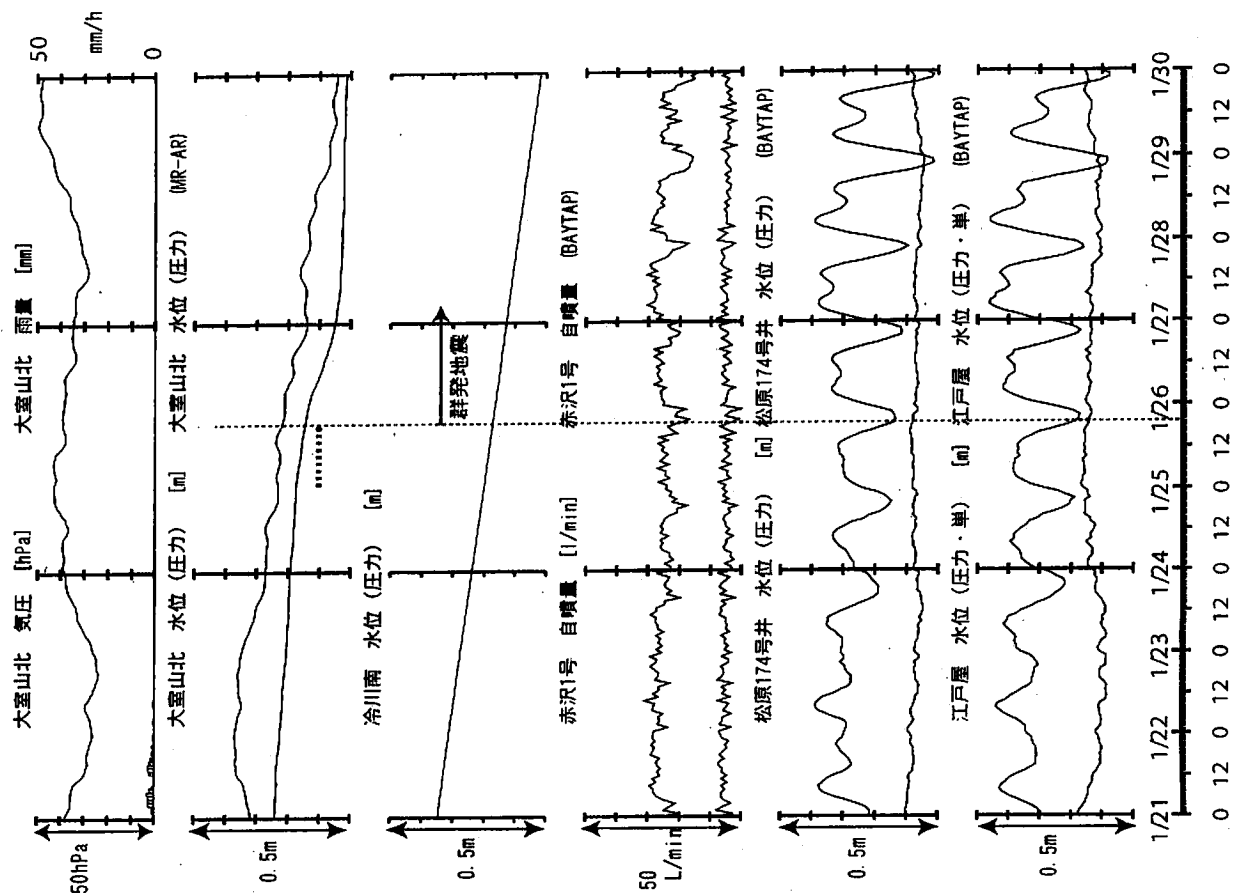


図 4

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)

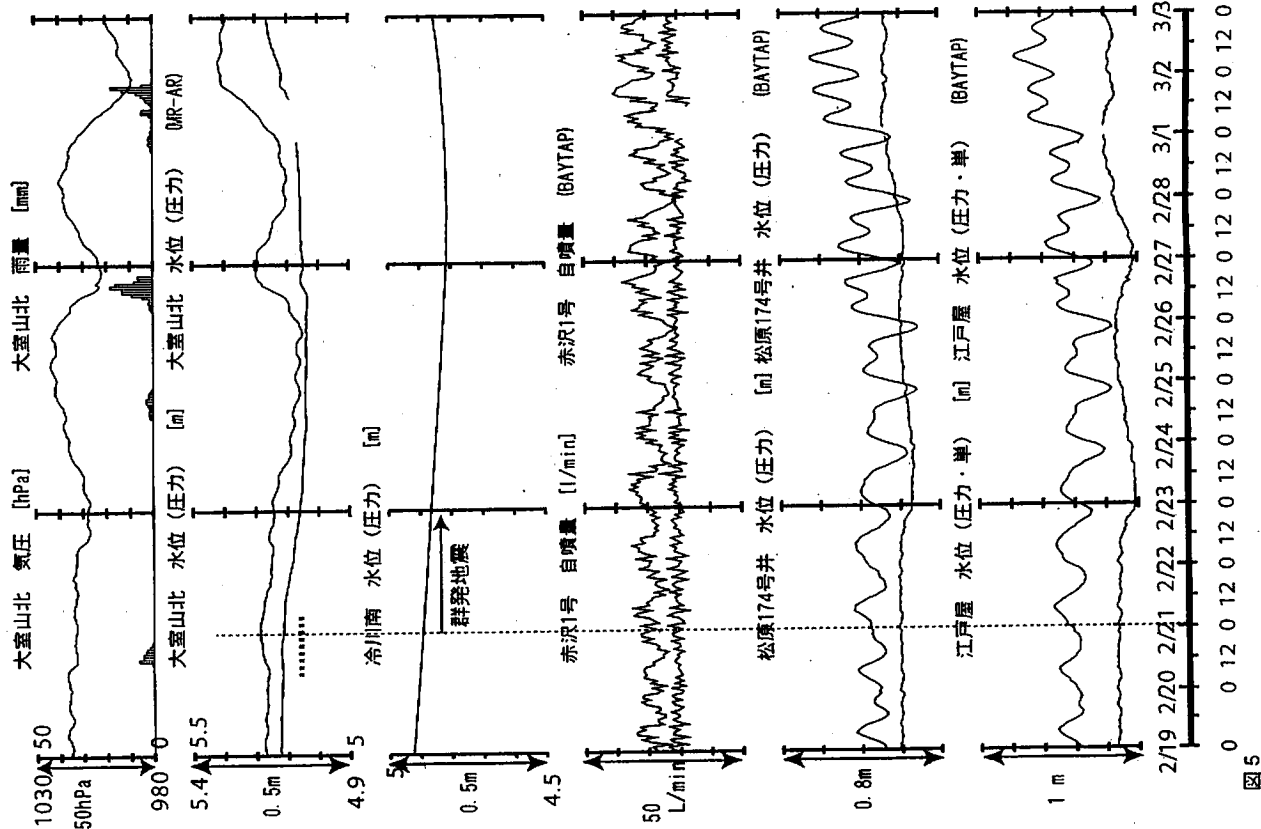


図5

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)

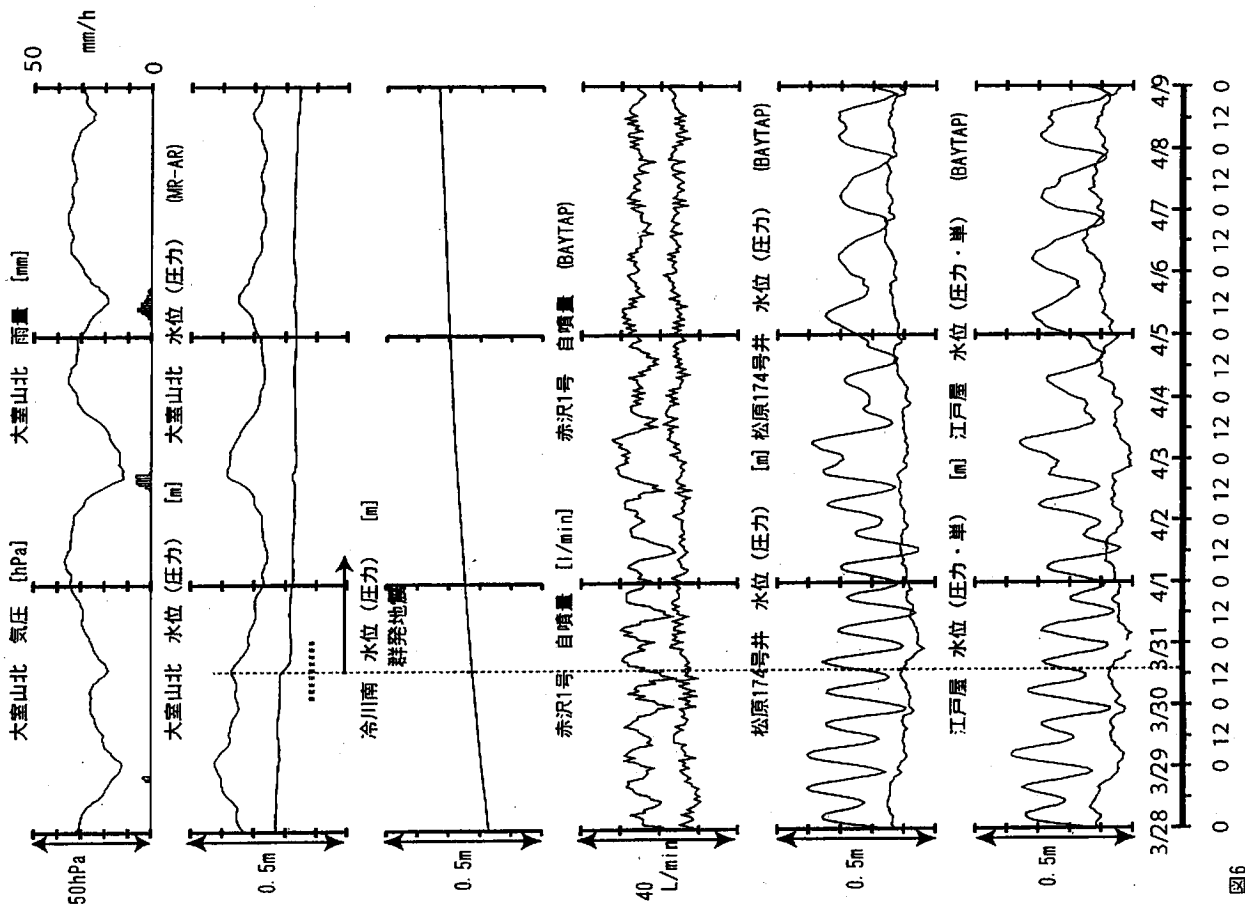


図6

岐阜県東部の活断層周辺における地殻活動観測結果 (2006 年 2 月～2006 年 4 月)

Observation of Tectonic Activities around the Active Faults in Eastern Gifu Region (February, 2006～ April, 2006)

産業技術総合研究所
Geological Survey of Japan, AIST

1. 観測概要

産業技術総合研究所は長野県西部地域(王滝地域), 跡津川断層沿いの宮川・跡津川において地殻活動総合観測設備を設置している(第 1 図). 王滝地域では 2000 年 5 月 7 日より歪, 傾斜計が故障のため観測不可能となっている.

宮川: 跡津川断層のロック部に位置する. 深度約 300m の坑井を掘削し, 坑底に 3 成分ひずみ計・高感度地震計(1 Hz, 3 成分速度計)を設置. また, 深度 256.78～267.66 m の滞水層にストレーナーを設置し, 地下水位の計測も行っている. 高周波での地震計の共振がないよう, 計器を改良した. 計器中に, 歪と独立に「体積温度計」を組み込んだ.

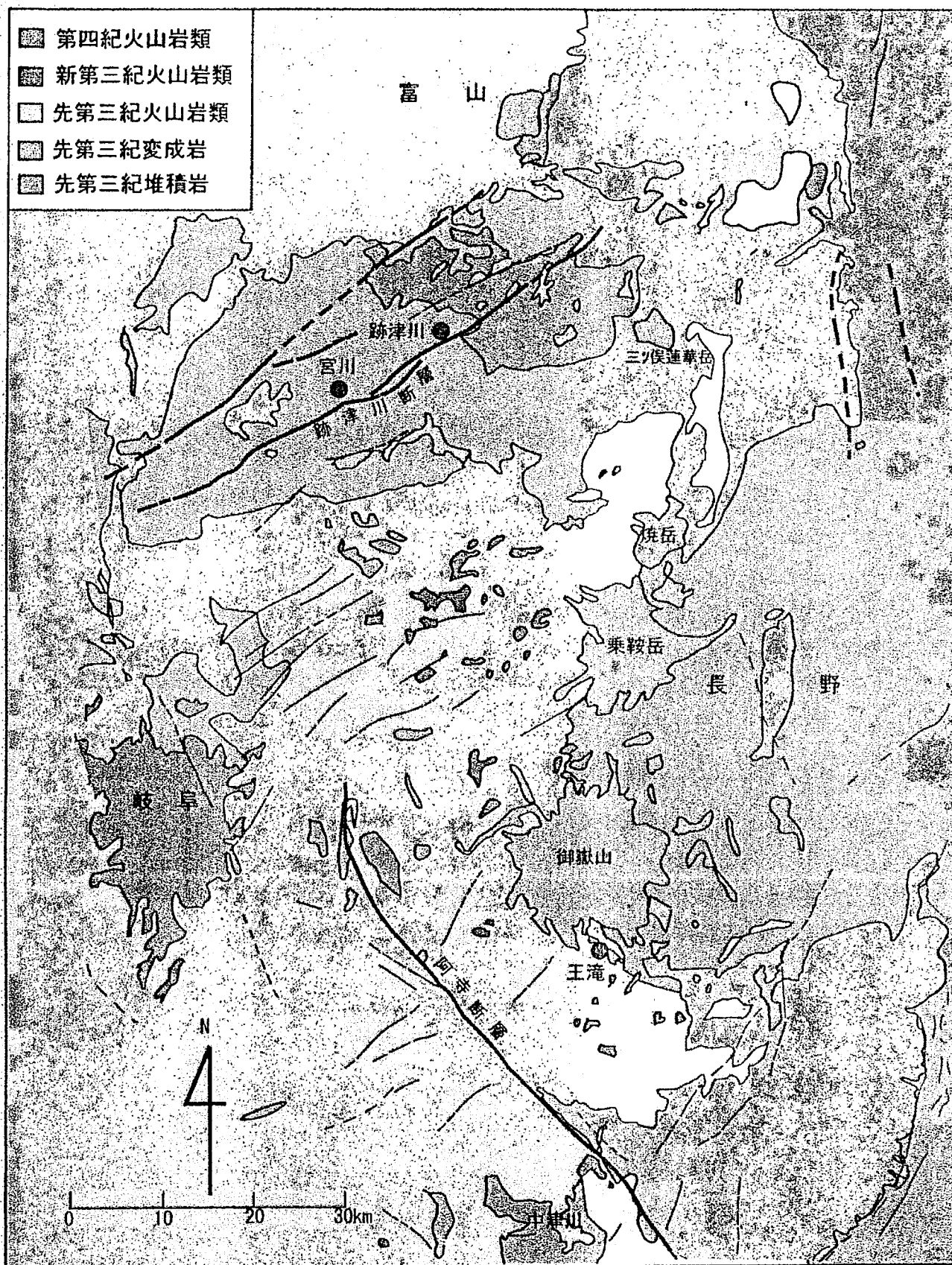
跡津川: 跡津川断層のクリープ部に位置する. 坑道内に深度約 50m の坑井を掘削し, 坑底に 3 成分ひずみ計を設置. また, 地下水位の計測も行っている. 計器中に, 歪と独立に「体積温度計」を組み込んだ.

2. 観測結果概要

宮川(第 2 図) : 水位, 歪計は潮汐変化を書く. 降雨の影響が大きい.

跡津川(第 3 図): 水位, 歪計は潮汐変化を書く. 降雨の影響が小さい. 2002 年 4 月初旬から数カ月周期の温度, 歪の不安定な変動が続いている.

跡津川(第 4 図): 7 年 4 ヶ月間の記録. 2002 年 4 月初旬から歪 3 成分で約 $1\text{E-}7$ /日の急速な伸び, 歪計内の温度が約 $0.5\text{m}^{\circ}\text{C}/\text{日}$ で降下している. これ以後数カ月周期の温度, 歪の不安定な変動が続いている.

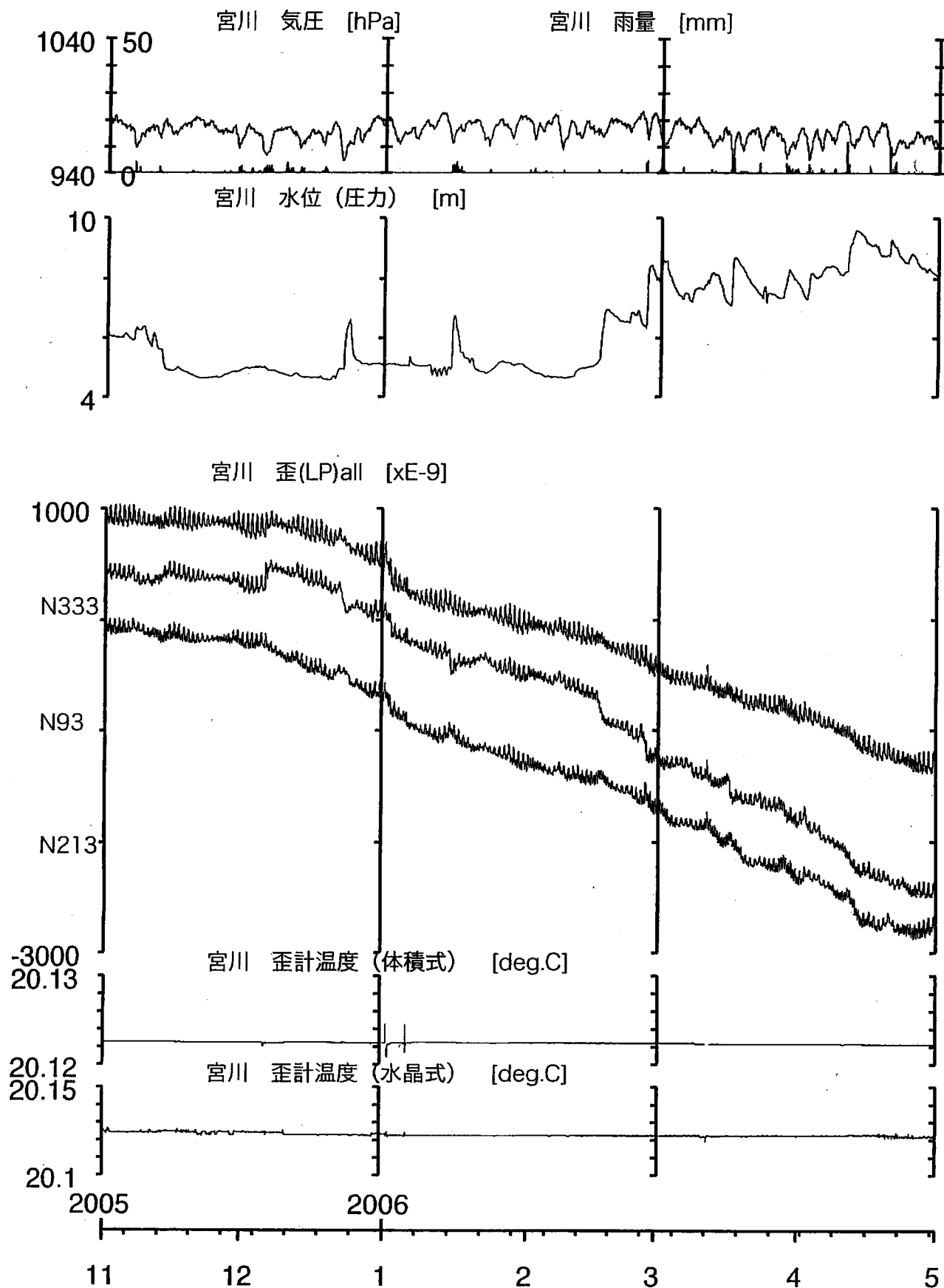


第1図 長野県西部地域・王滝地域，跡津川断層沿いの宮川・跡津川における地殻活動総合観測点位置

Fig. 1 Location map of the observation boreholes at Ohtaki in Naganoken-Seibu region, Miyagawa and Atotsugawa at the Atotsugawa fault.

宮川歪観測結果 (時間値)

(2005/11/01 00:00 - 2006/05/01 00:00)

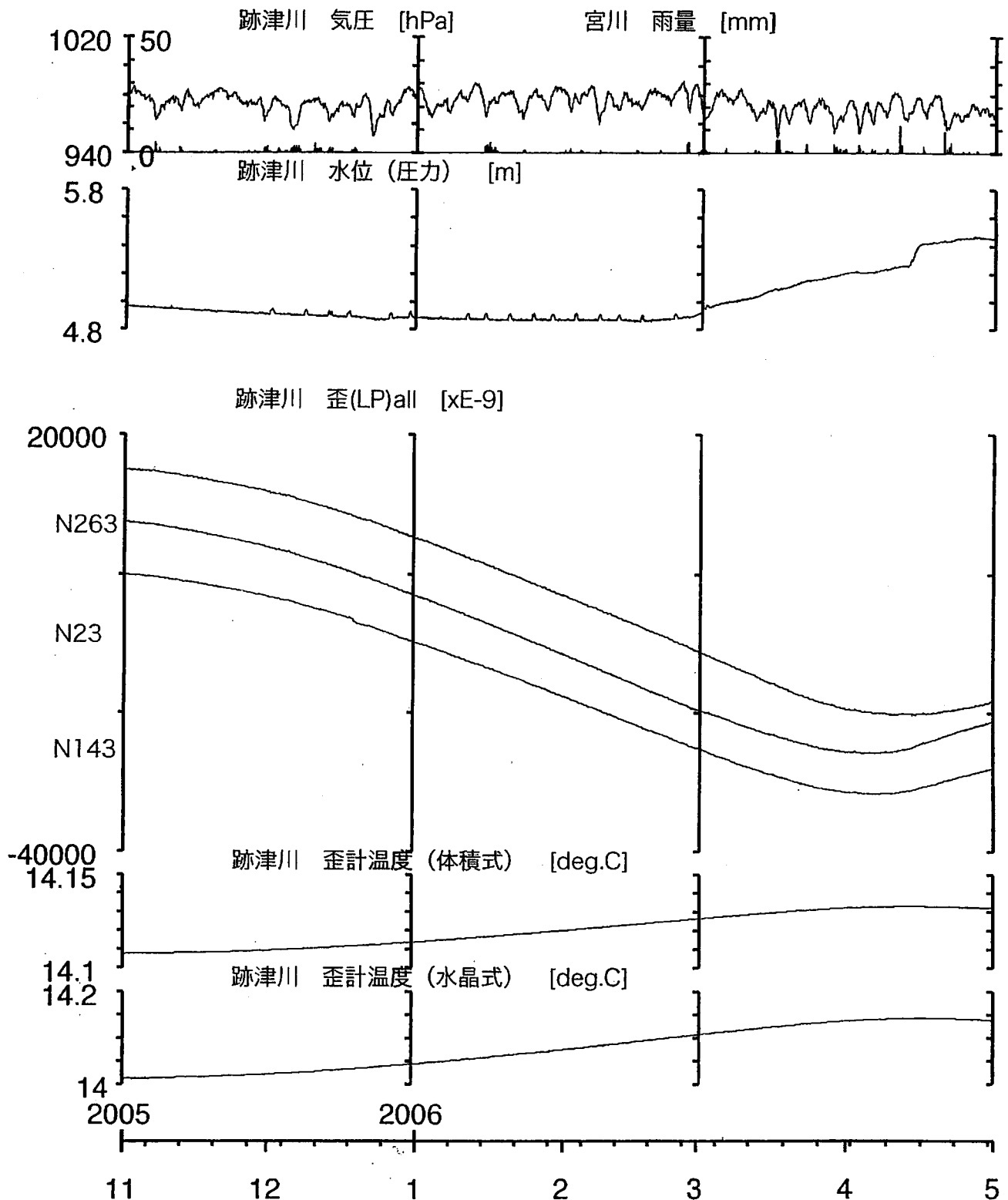


第2図 宮川における歪観測結果 (6カ月間)

Fig. 2 Results of strain meters at Miyagawa (for 6 months).

跡津川歪観測結果（時間値）

（ 2005/11/01 00:00 - 2006/05/01 00:00 ）

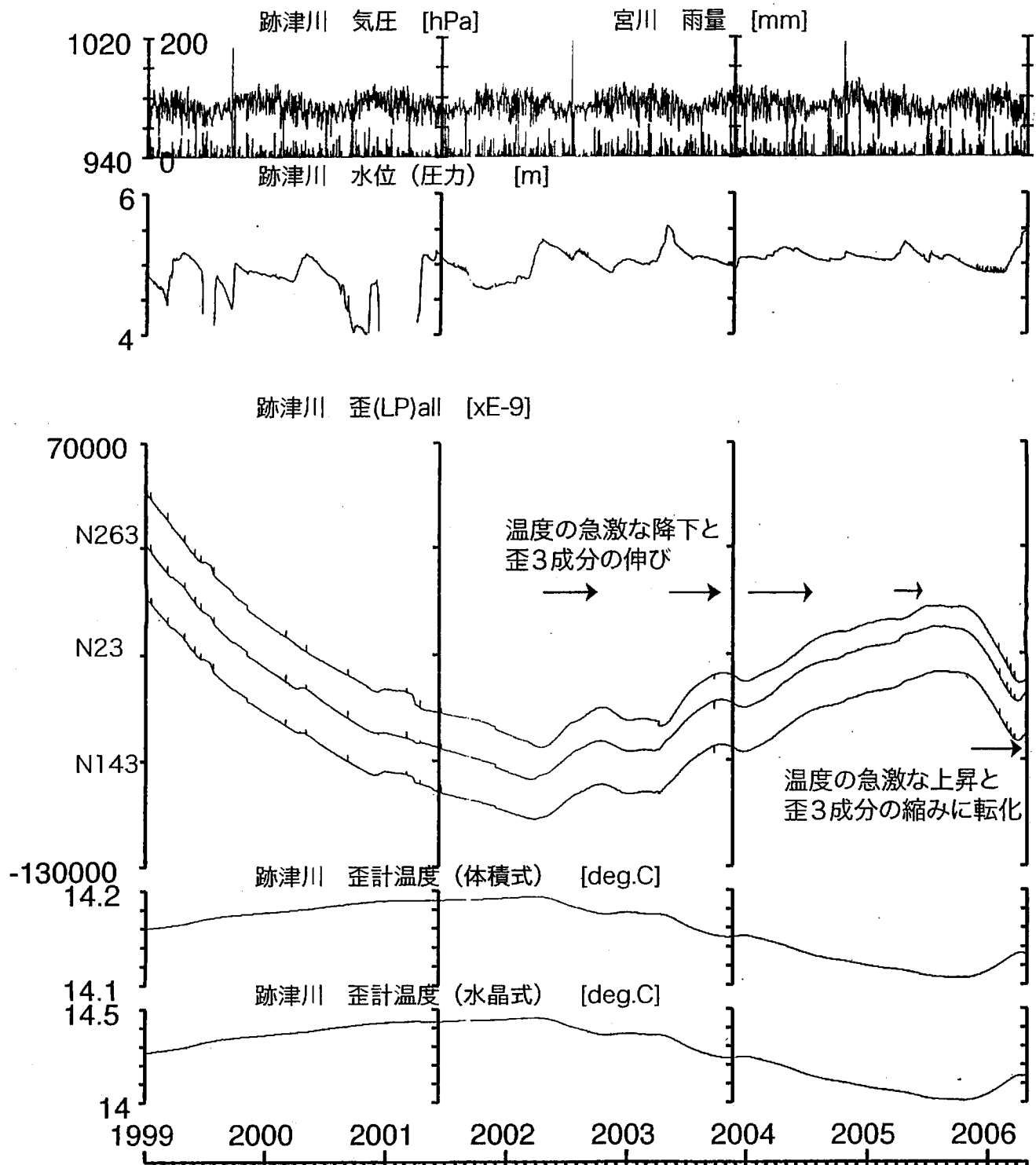


第3図 跡津川における歪観測結果（6カ月間）．2002年4月以後
歪み計温度が不安定であり，歪データも不安定となった．

Fig.3 Results of strain meters at Atotsugawa (for 6 months).

跡津川歪観測結果 (日値)

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



第4図 跡津川における歪観測結果 (7年と4ヶ月間)
Fig.4 Results of strain meters at Atotsugawa
(for 7 years and 4 months).

有馬一高槻一六甲断層帯近傍における地殻活動観測結果(2006年2月～2006年4月)

Observation of the Tectonic Activities in the Arima-Takatsuki -Rokko Fault Zone(February, 2006～ April, 2006)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

産業技術総合研究所が設置している有馬一高槻一六甲断層帯近傍における観測点(池田・宝塚・平林・育波:第1図)の歪計等の観測結果について2006年2月1日から2006年4月30日までのデータを報告する。

1. データの概要

1) 平林(第2図)

水位:(野島断層破碎帯内, 浸透性の部分) 気圧と逆相関, 降雨の影響あり。

歪:設置していない。

2) 宝塚(第3図)

水位:(有馬層群内) 密閉孔井である。気圧と逆相関, 降雨の影響あり。

歪:(有馬層群内)長期トレンド 3成分とも縮み。

3)池田(第4図)

水位:(大阪層群内) 気圧と逆相関, 降雨の影響あり。

歪:(有馬層群内)長期トレンド N273成分ほぼ平衡。2001年8月2日, 落雷のため以後N153成分欠測。N33成分は不安定である。

4) 育波(第5図)

水位:(花崗岩内) 気圧と逆相関, 降雨の影響少ない。

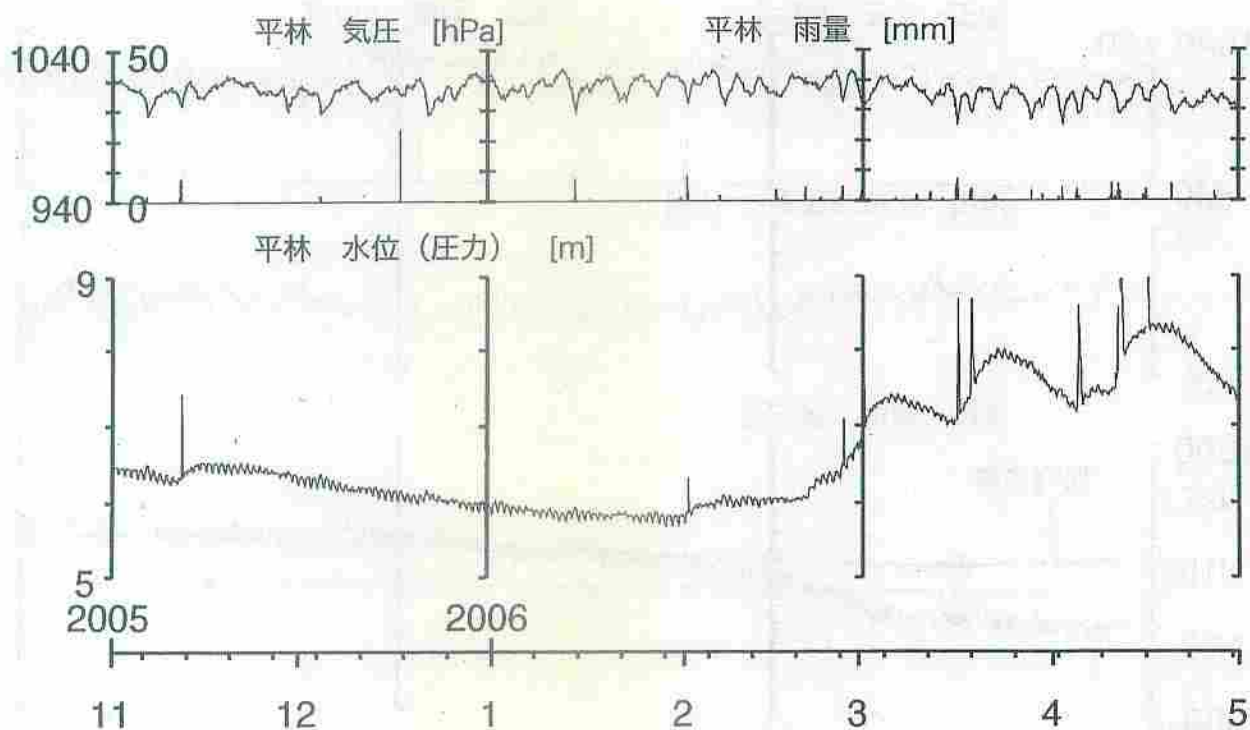
歪:(花崗岩内) 2005年8月から2006年3月まで歪3成分の緩やかな伸びが4月から縮みに変わった。

5) 育波の異常変動の特徴(第6図)

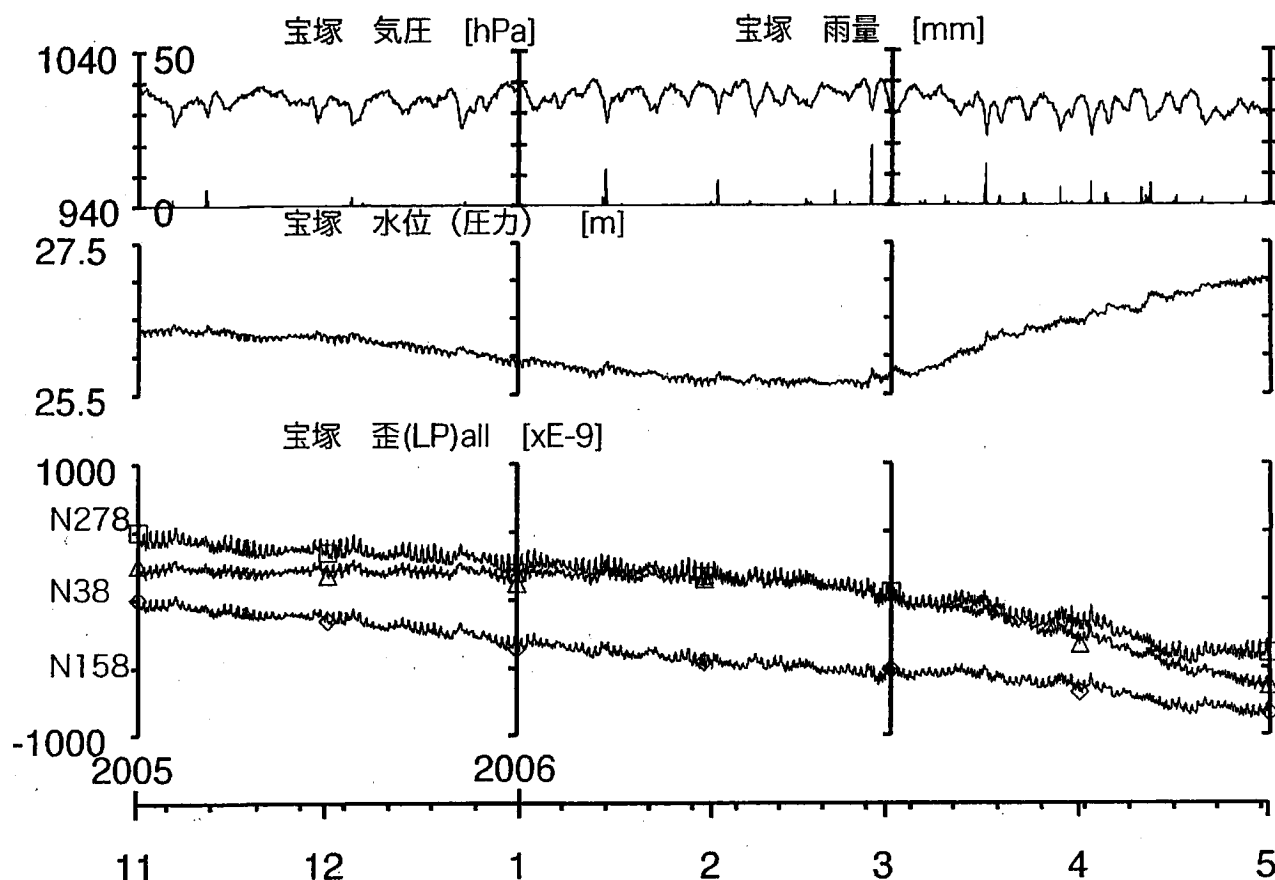
水位の上昇と同期して歪が縮むという特異な変動は, 1999年5月以後から2002年5月までに約300日周期で4回繰り返されている。2002年9月変動開始の時間間隔は279日であり, 周期が変化してきた。2002年12月から2005年1月の4回の変動周期はそれまでと大きく異なった。特徴的変動パターンは, 変動の初期に数日かけて水位が数10cm上昇, 歪が約1 μ strain 縮む。その継続周期は数十日～百数十日である。



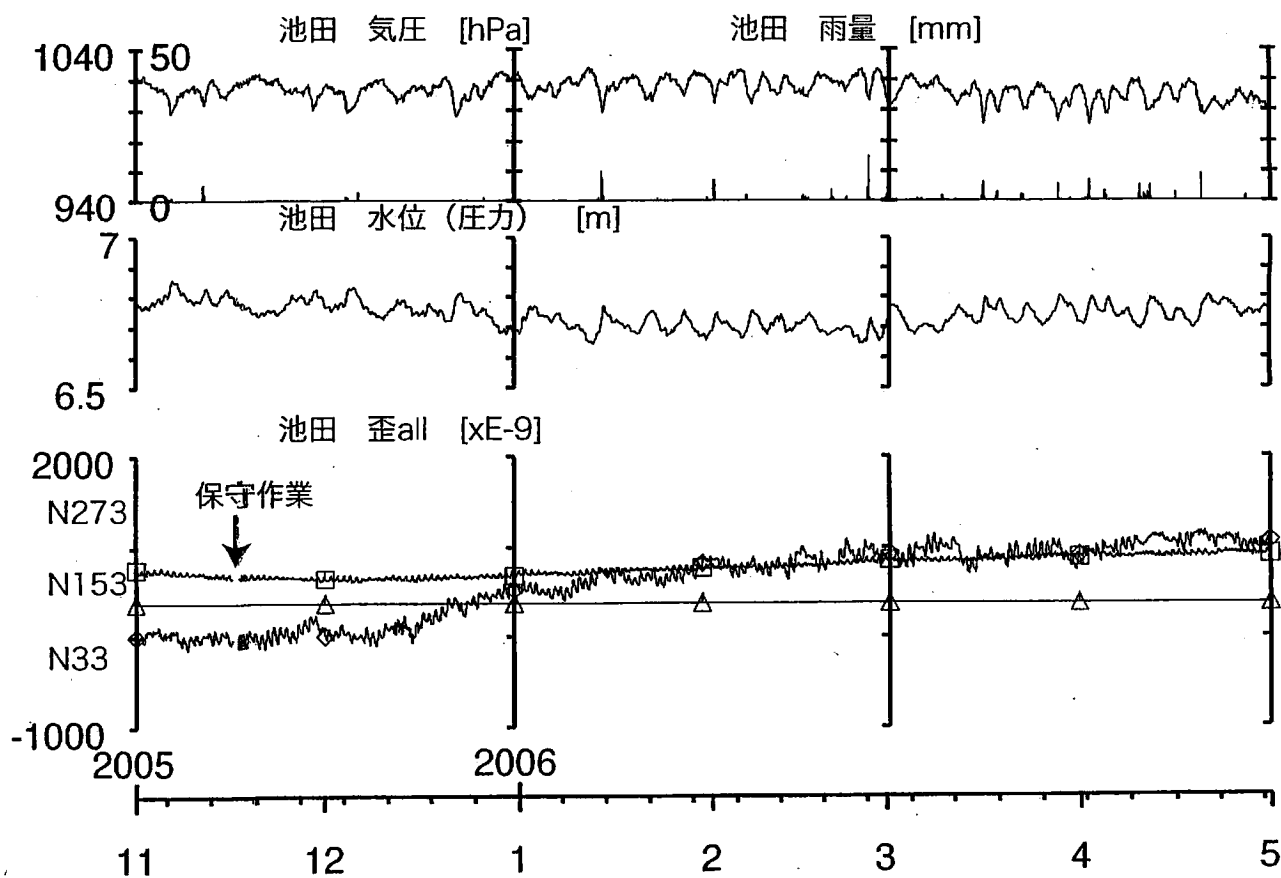
第1図 有馬・高槻・六甲断層帯近傍における観測点位置
Fig. 1 Location of the observation boreholes.



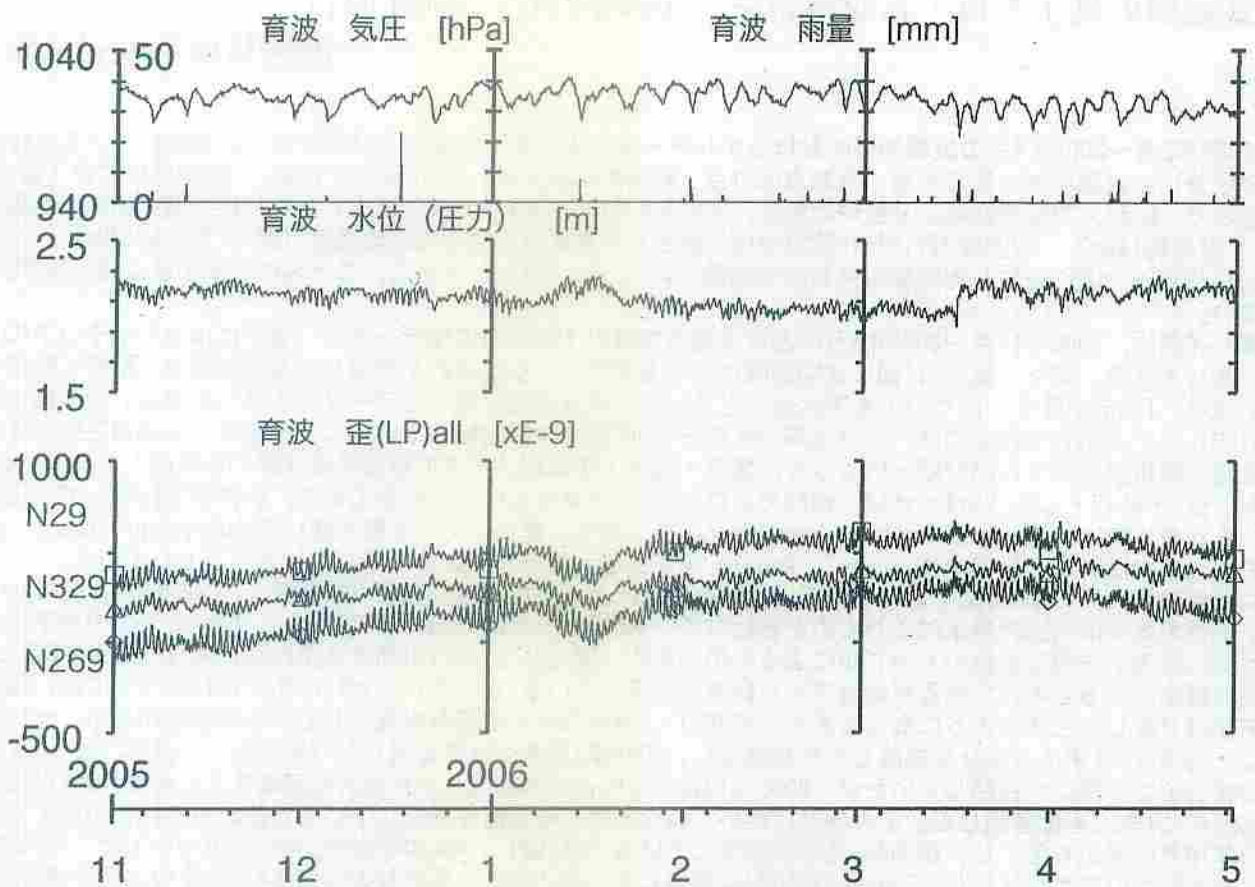
第2図 平林観測点の記録
Fig.2 Results at Hirabayashi.



第3図 宝塚観測点の記録
Fig. 3 Result atTakaraduka.

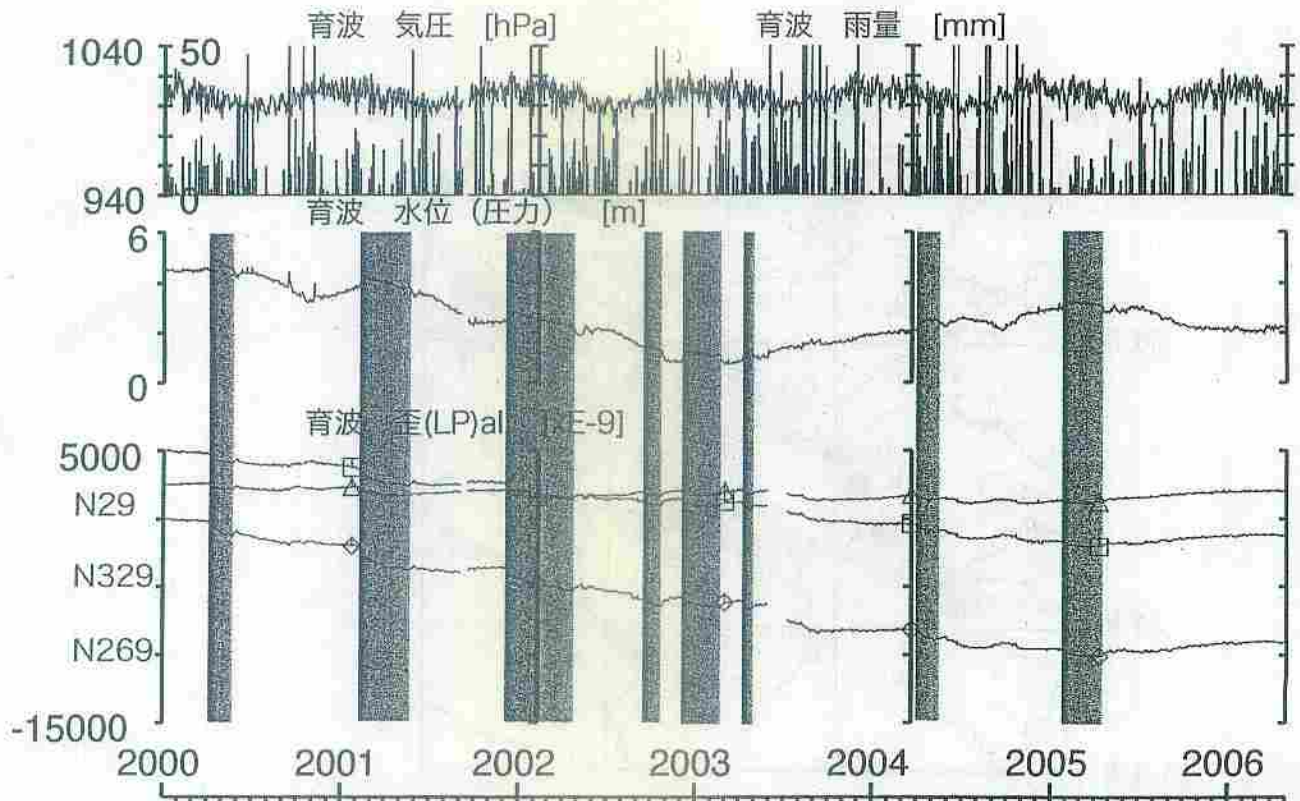


第4図 池田観測点の記録
Fig. 4 Result at Ikeda.



第5図 育波観測点の記録(6ヶ月)

Fig. 5 Result at Ikuha for 6 months.



第6図 育波観測点の記録(2000年1月1日~2006年4月30日).

2002年5月まで原因不明の歪・水位変動が約300日周期で4回

あったが, 2002年9月の変動以来その周期が不規則になった.

Fig. 6 Result at Ikuha for 6 years and 4 months.

2006年2月～2006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）。同期間中に第1図で示す範囲内で、M4以上で深さ30kmより浅い地震は、2006年2月16日23時10分頃に発生した岐阜県美濃中西部の地震（M4.4、深さ約14km）、2006年2月18日16時21分頃に発生した岐阜県美濃中西部の地震（M4.1、深さ約13km）、2006年3月20日23時28分頃に発生した和歌山県北部の地震（M4.1、深さ約4km）である。これらの地震前後に特に異常な変化はない。

第2～6図に、2005年11月～2006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。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およびbnd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ではケーシングを二重にして、外管で浅い方の地下水位（hks-o、kwn-o）を、内管で深い方の地下水位（hks-i、kwn-i）をそれぞれ測定し、別々の観測井にカウントしている。

2005年12月以降のknmの地下水位の低下は周囲の揚水によるものと思われる（第4図）。2006年4月以降のkwn-iの地下水位の低下は周囲の揚水によるものと思われる（第5図）。2006年4月中旬のhks-i、hks-o、nnnの地下水位の欠測は雷に起因する電源システムのトラブルによるものである（第5図）。obk2の地下水位については、2005年5月以降の周囲の揚水によると考えられる水位低下から徐々に回復している（第6図）。yst1の地下水位については、短期的な低下が繰り返し発生するようになってきた（第7図）。井戸口から水漏れが発生している可能性がある。yst2については、2005年9月末に水位計が故障したため回収し、2006年2月末に再度設置した（第7図）。yst2は地上より上に水位が来るので井戸口を密閉していたが、2005年10月24日にyst2の故障した水位計を回収するために井戸口を開放し、2006年2月末に再度密閉した。その作業に伴い、yst2と同じ帯水層を観測していると思われるyst3の地下水位は2005年10月後半から低下し、2006年3月以降回復している（第7図）。hnoの歪N222、歪N342については、2006年3月下旬に電源部品の故障が発生し、2006年4月中旬に交換した（第10図）。歪N222の2006年4月後半の上昇は電源部品交換の影響と思われる。

これらのデータ（グラフ等）は、<http://www.aist.go.jp/RIODB/gxwell/GSJ/index.shtml>で公開されている。

（北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・佐藤努・松本則夫・大谷竜・板場智史・桑原保人・長秋雄・佐藤隆司）

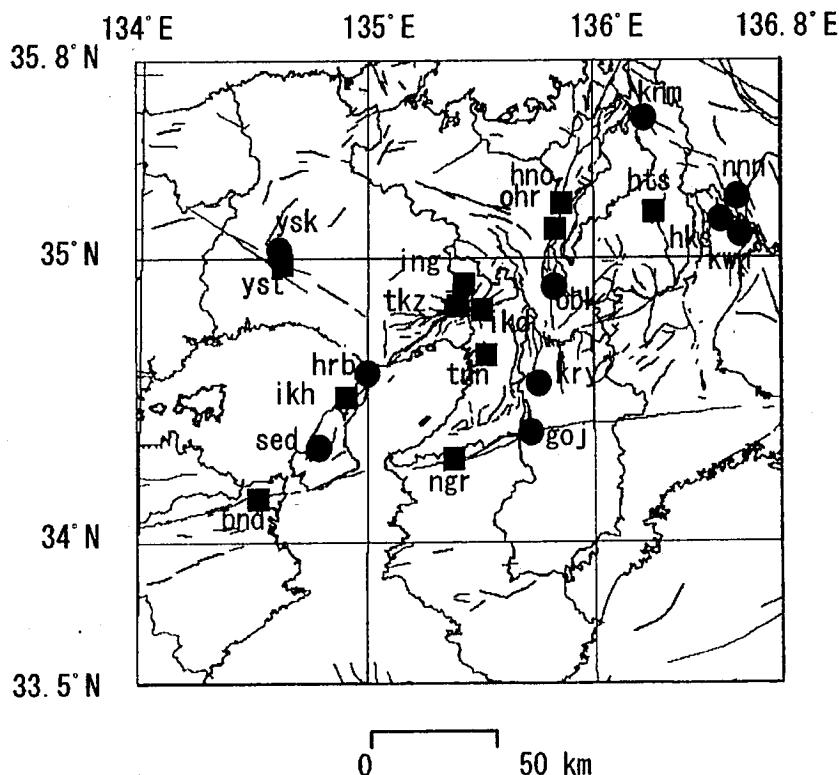


Fig. 1 観測点（●・■）と活断層分布。●は地下水のみの観測点で、■はボアホール型歪計を併設している観測点。

ATMOSPHERIC PRESSURE(ikh) RAINFALL(ikh)

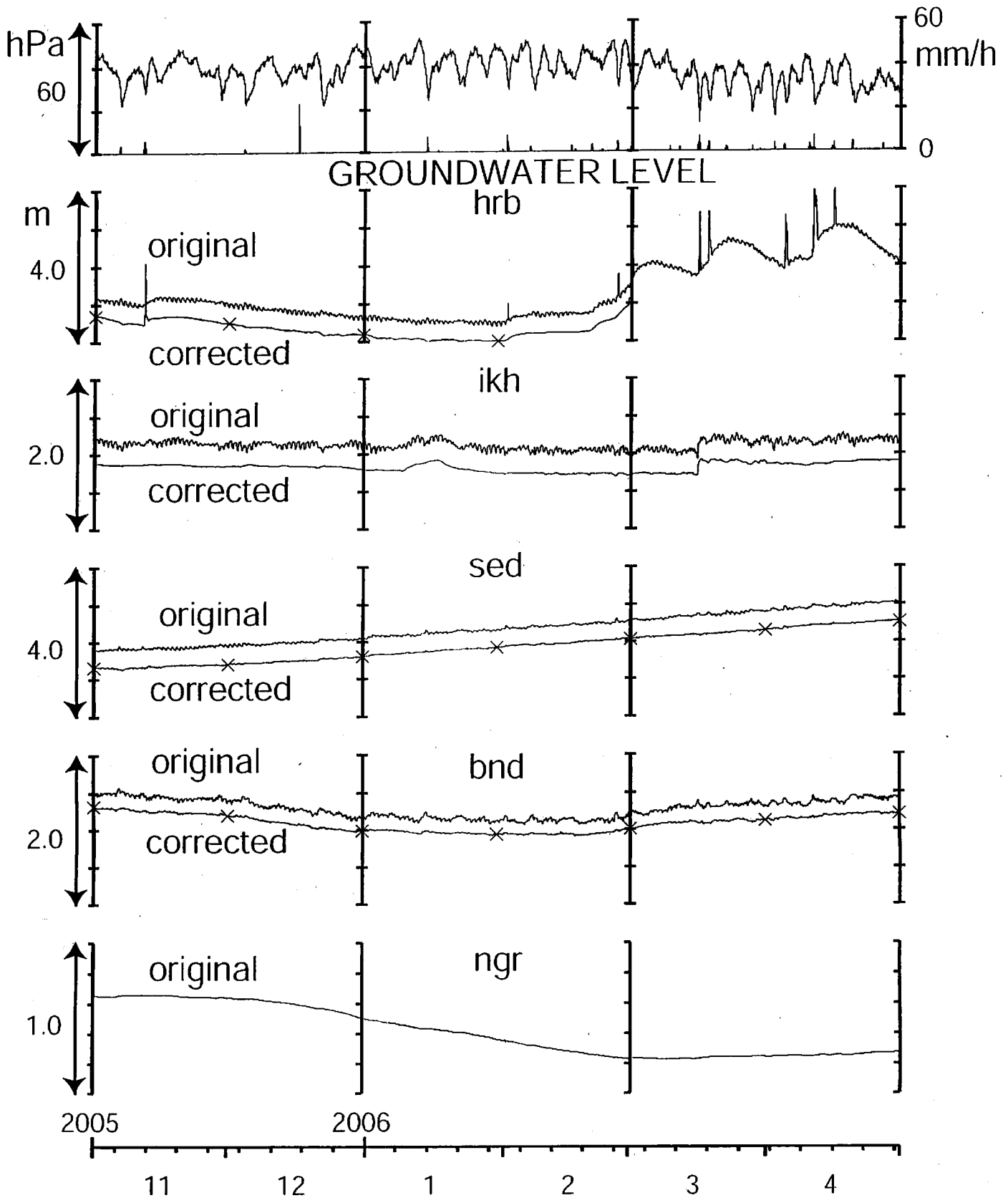


Fig.2

ATMOSPHERIC PRESSURE(ing)
RAINFALL(ing)

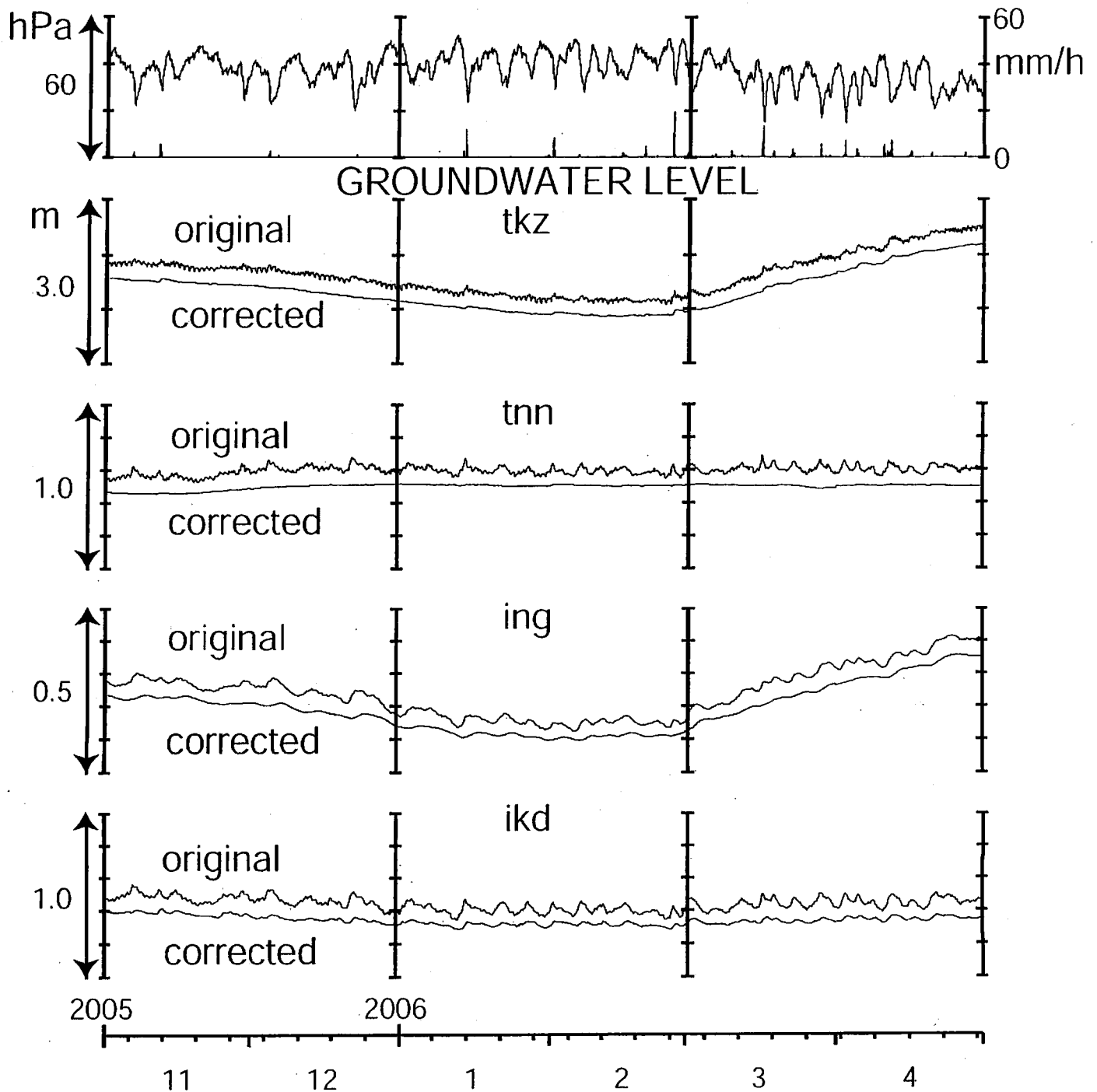


Fig.3

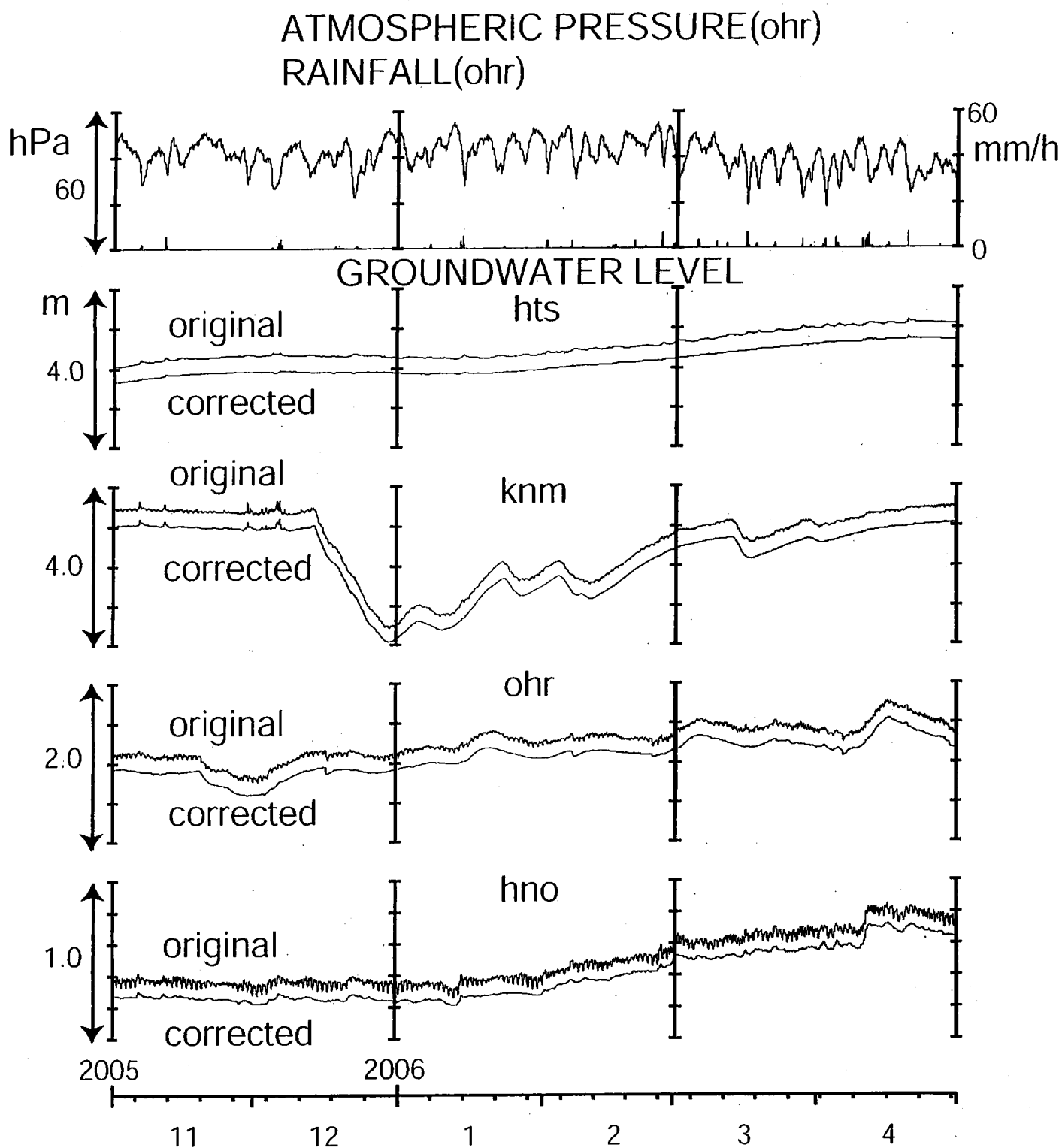


Fig.4

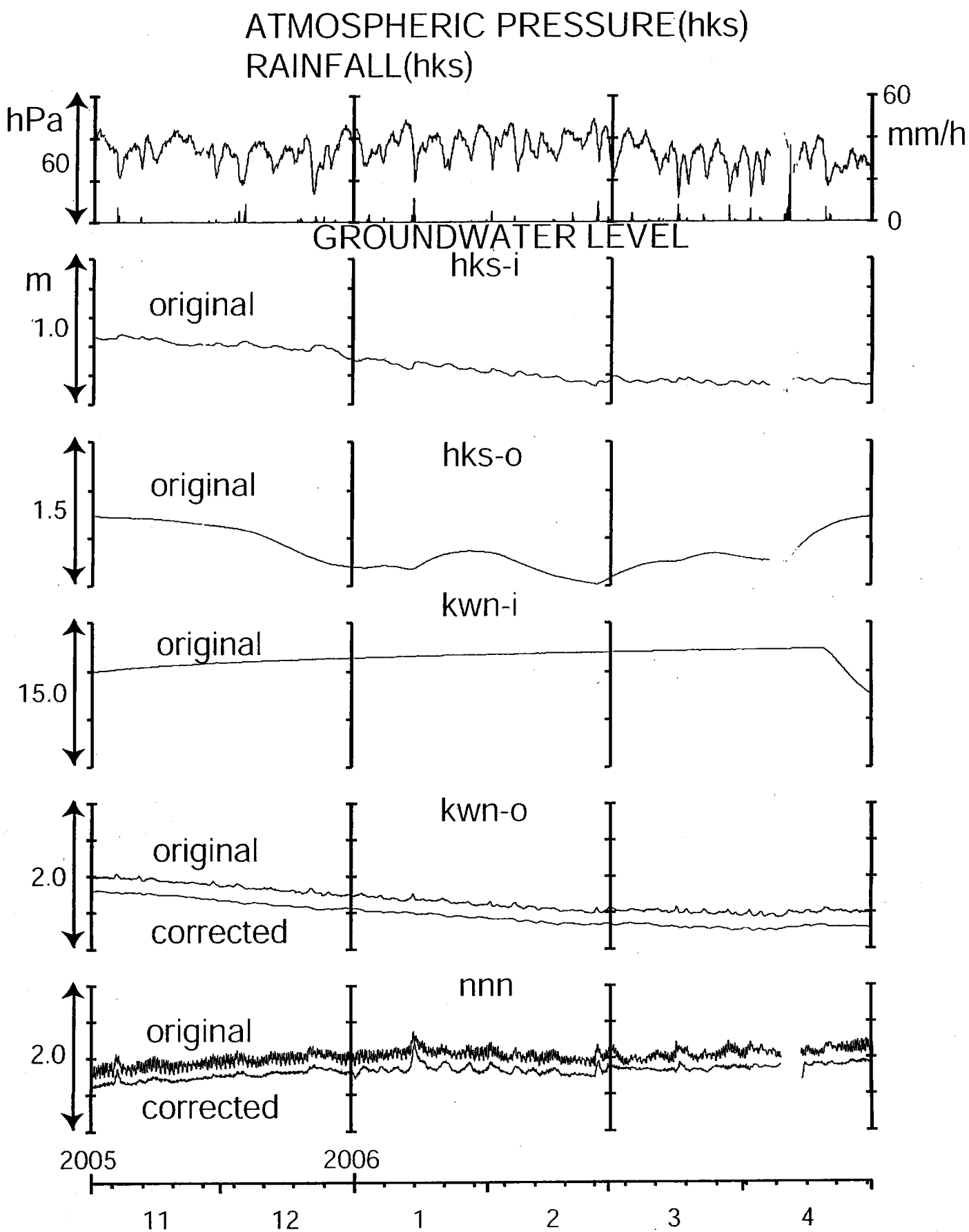


Fig.5

ATMOSPHERIC PRESSURE(obk) RAINFALL(obk)

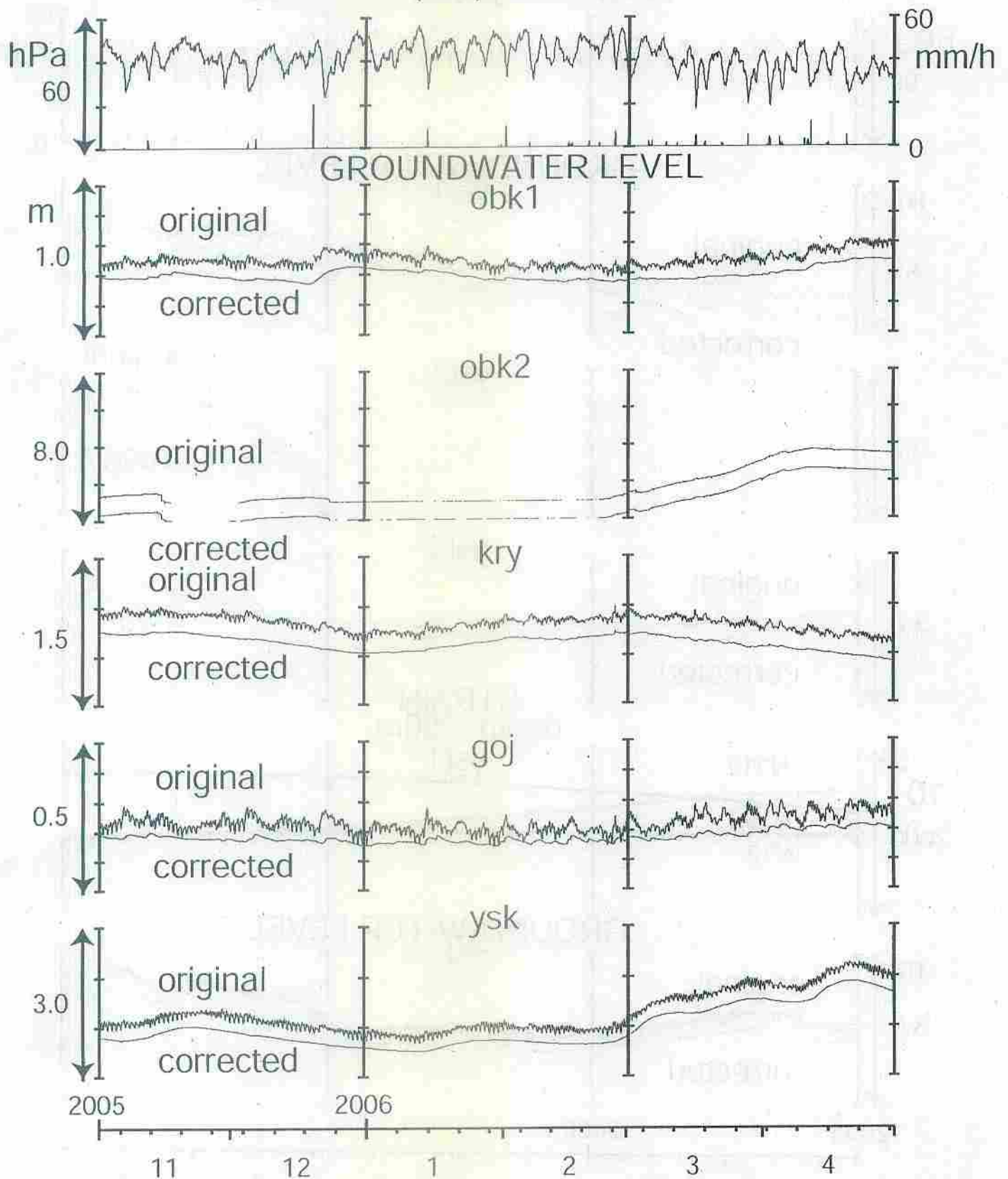


Fig.6

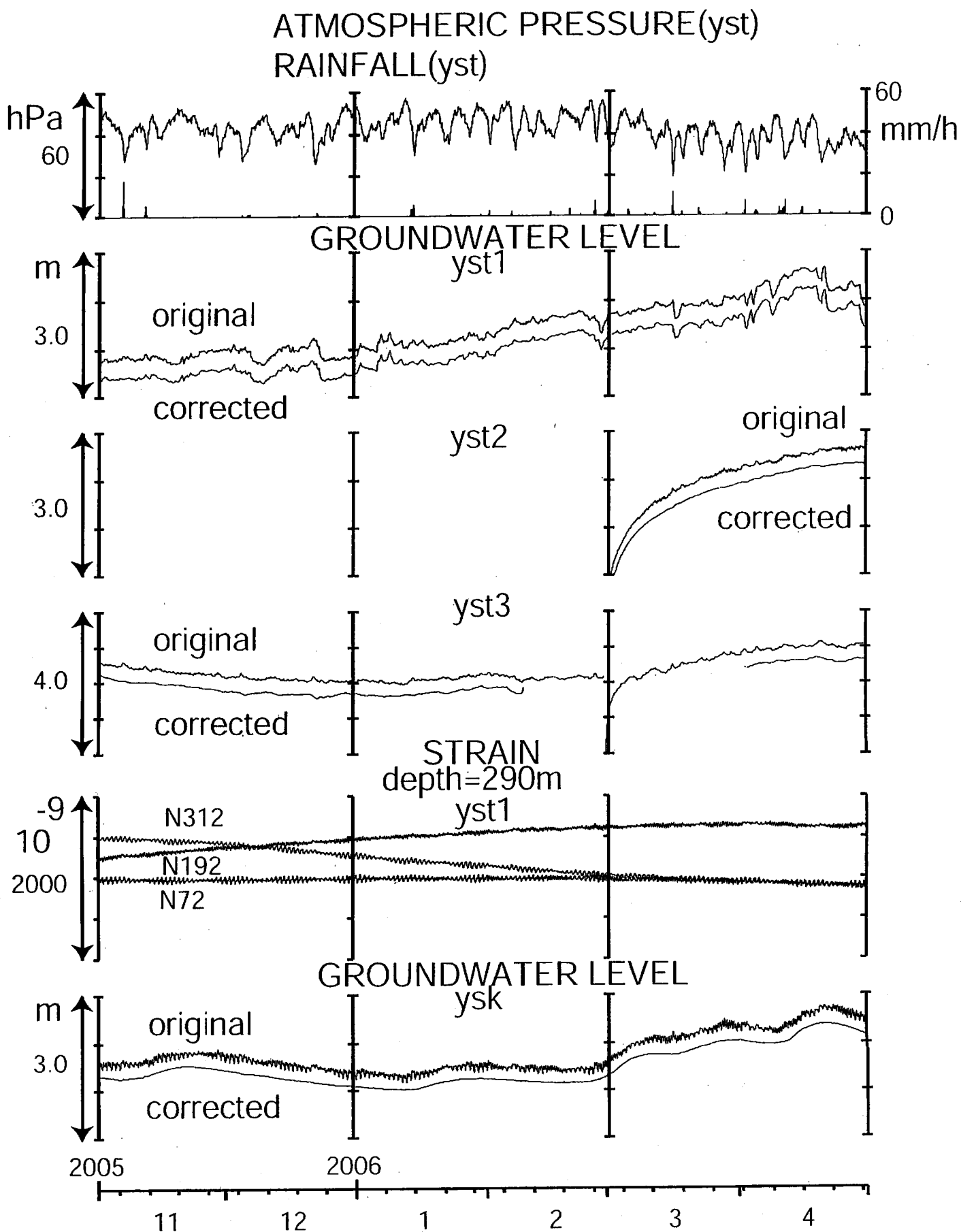


Fig.7

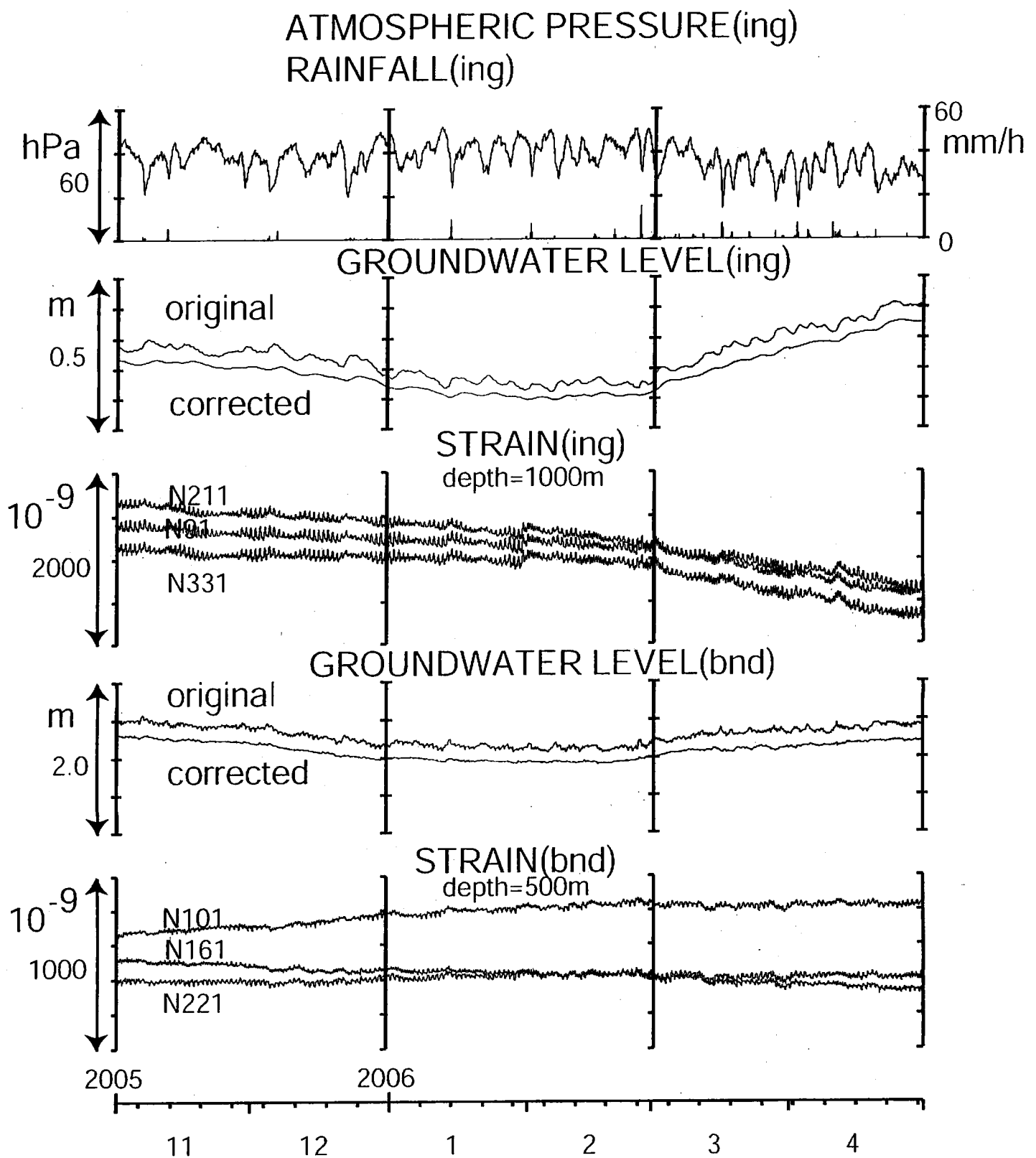


Fig.8

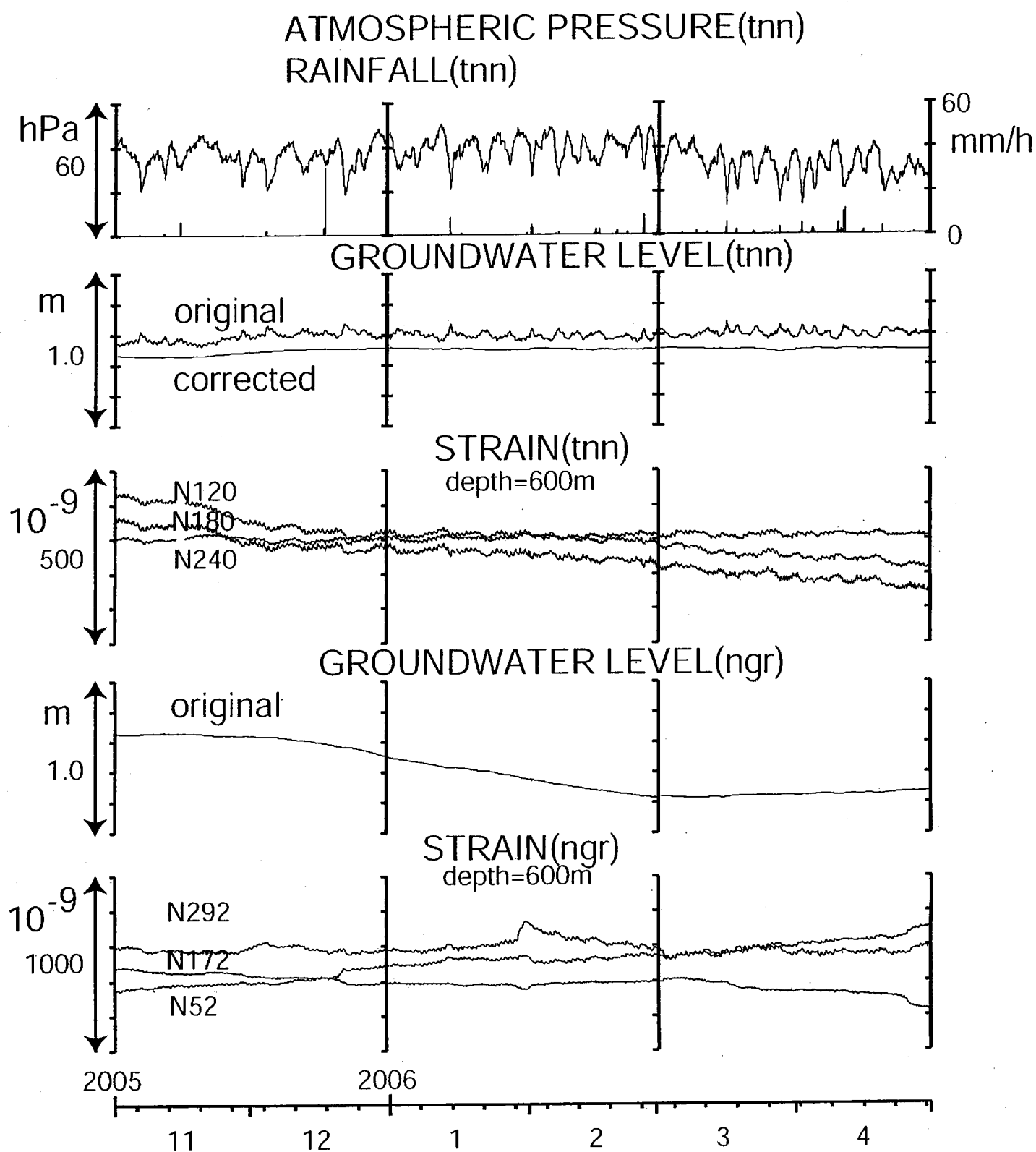


Fig.9

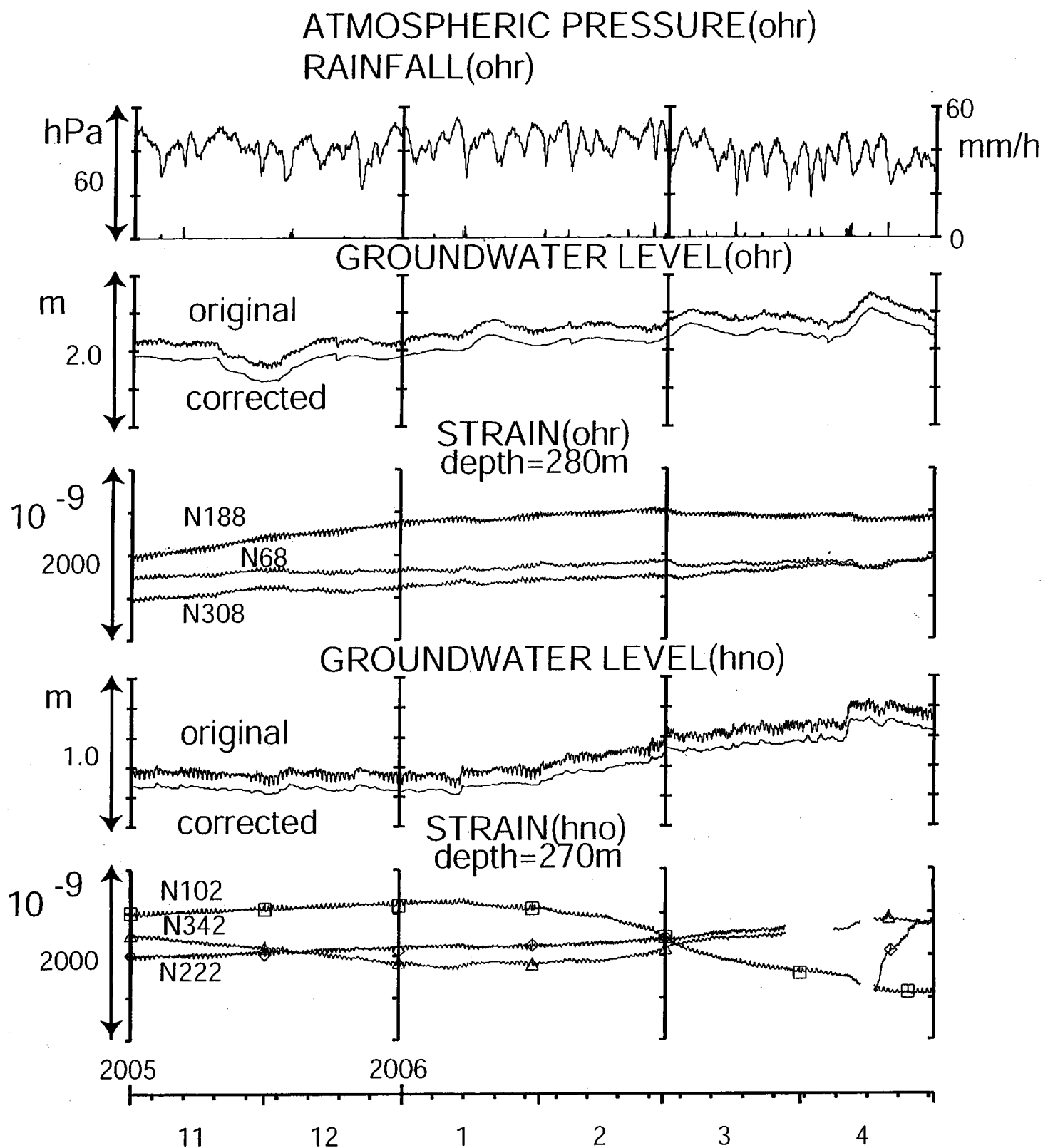


Fig.10

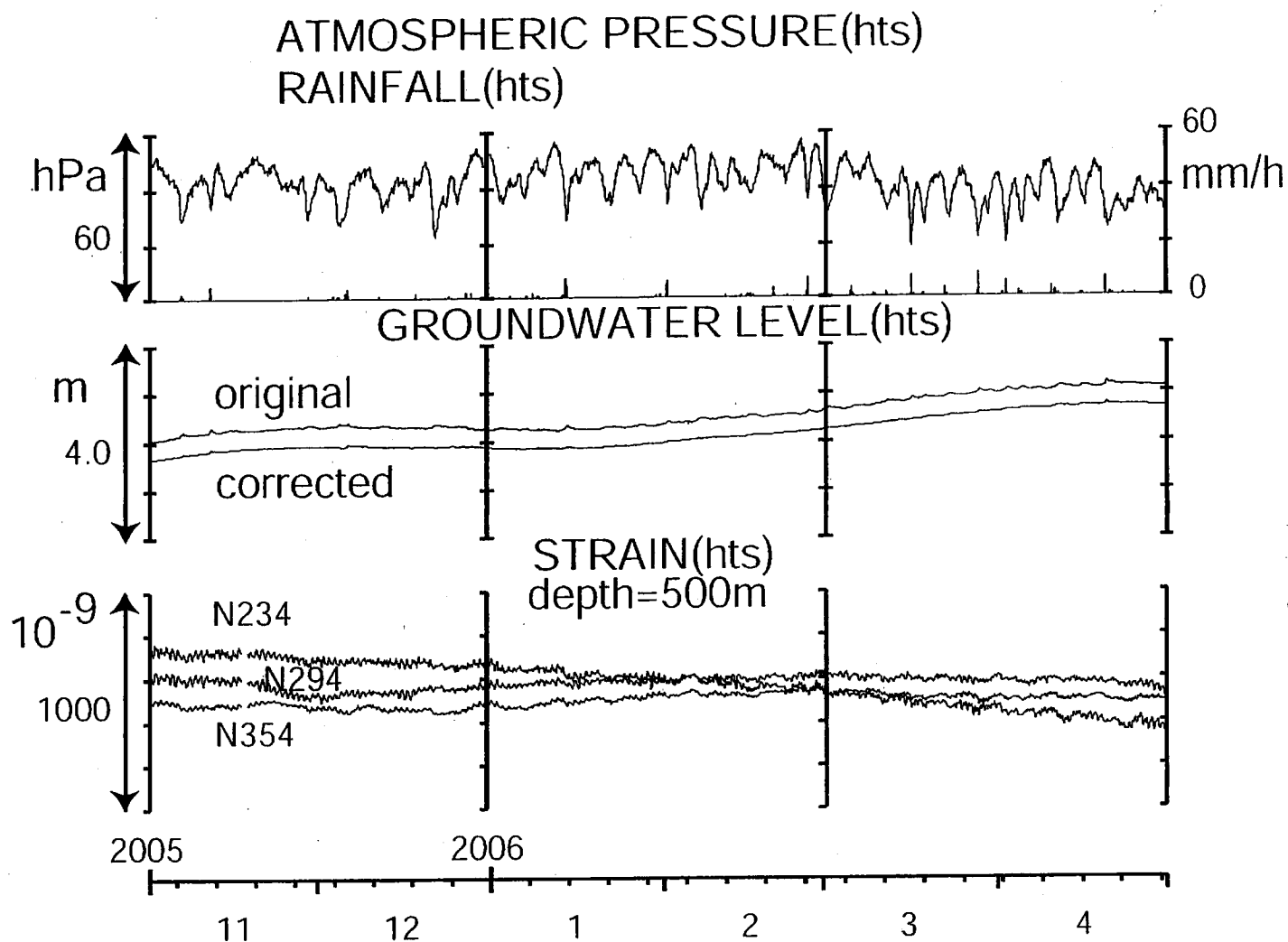


Fig.11