

4 - 13 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

Groundwater Changes Associated with Earthquake Swarms off the East Coast of the Izu Peninsula in May 2002

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

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。第1図に観測点(MTB174(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。第2~3図に5つの観測点における観測結果(時間値)を示す。OMR(大室山北)については、MRAR(1種のデジタルフィルターでBAYTAP-GやTPER^{1),2)}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(1時間値)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)によって、気圧・潮汐・雨量の寄与を補正した水位データ(corrected)を生データ(original)の下に示してあり、MTB174、ITO1、ITO6(伊東1,伊東6)については、BAYTAP-Gによって、気圧・潮汐の補正を行ったデータ(corrected)を生データの下に示してある。

MTB174とOMRの水位が5月8日の午前5時位から低下している。ただ、MTB174については、過去にも同様な変化がある(第2図)。OMRの変化がどの程度の異常なのかを調べるために、MRAR補正值の時間差分を第4~5図の上から4つ目に示した。これは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2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2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2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。

OMR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(第6図)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。OMRの地下水位における体積歪感度は約 $0.15 \sim 0.3 \text{ cm} / 10^{-8}$ であるから³⁾、体積歪変化に換算すると、 $6 \sim 12 \times 10^{-7}$ の伸張変化に相当する。他方、防災科学技術研究所(2002)のダイクモデル(表1, a:傾斜変化とGPSデータにフィットするモデル, b:傾斜変化とGPSデータに加えて群発地震の震源も考慮したモデル)で計算すると、OMRは体積歪変化が $3 \sim 7 \times 10^{-7}$ の伸張となって上記結果とほぼ符号する(第7図)。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。なお、MTB174も体積歪が伸張の領域にあり、上述のようにこの変化については若干の検討が必要だが、OMRの水位と同じメカニズムで地震前に水位が低下している可能性がある。

第6図に大室山北(OMR)の地下水位における雨量の寄与の典型例を示す。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)を補正することを第2~5図では試みている。また, 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 OMR の水位変化および HGS(気象庁東伊豆観測点)における体積歪変化を第8図に示す。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。この4回の群発地震中, 地震前に OMR の水位が低下したのは2度ある(第8図のaとc)。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)

参 考 文 献

- 1) Matsumoto, N. : Regression analysis for anomalous changes of ground water level due to earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 19 (1992), 1193-1196.
- 2) Matsumoto, N. : Detection of groundwater level changes related to earthquakes, in *The practice of time series analysis*, edited by H. Akaike and G. Kitagawa, Springer-Verlag New York, Inc. (1999), 341-352.
- 3) Koizumi, N., E. Tsukuda, O. Kamigaichi, N. Matsumoto, M. Takahashi and T. Sato: Preseismic changes in groundwater level and volumetric strain associated with earthquake swarms off the east coast of the Izu Peninsula, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 26(1999), 3509-3512.

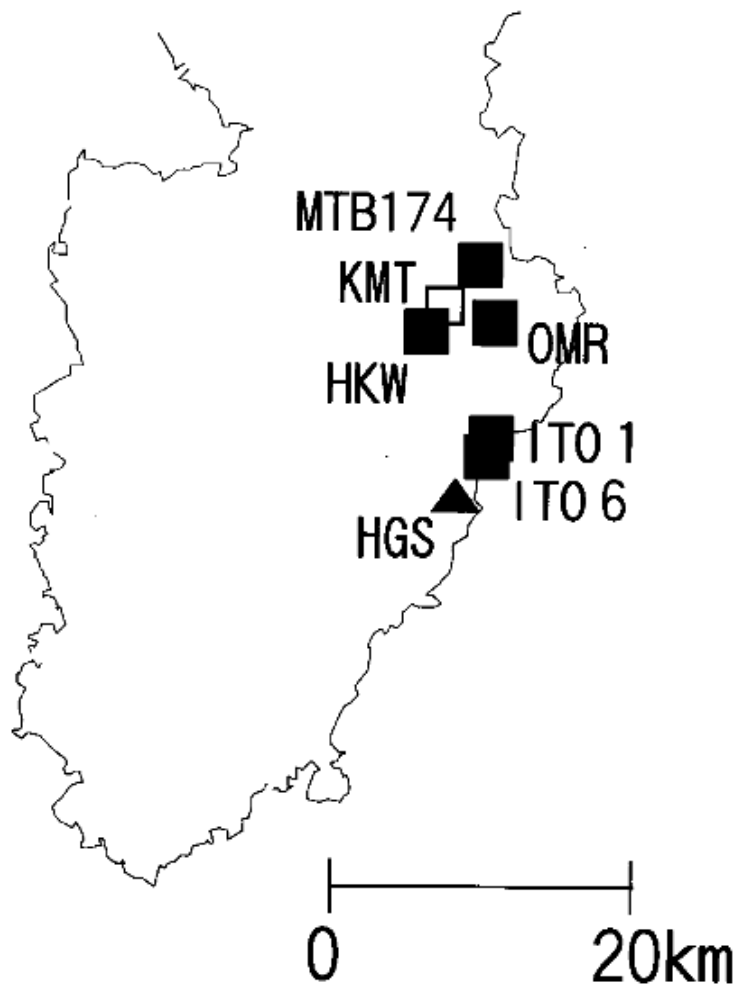
表 1 防災科学技術研究所 (2002) による群発地震のダイク貫入モデル。

* : 基準点 (長方形の上側の辺の中点) の位置。

Table 1 Parameters of the rectangular fault models for the earthquake swarms (NIED, 2002).

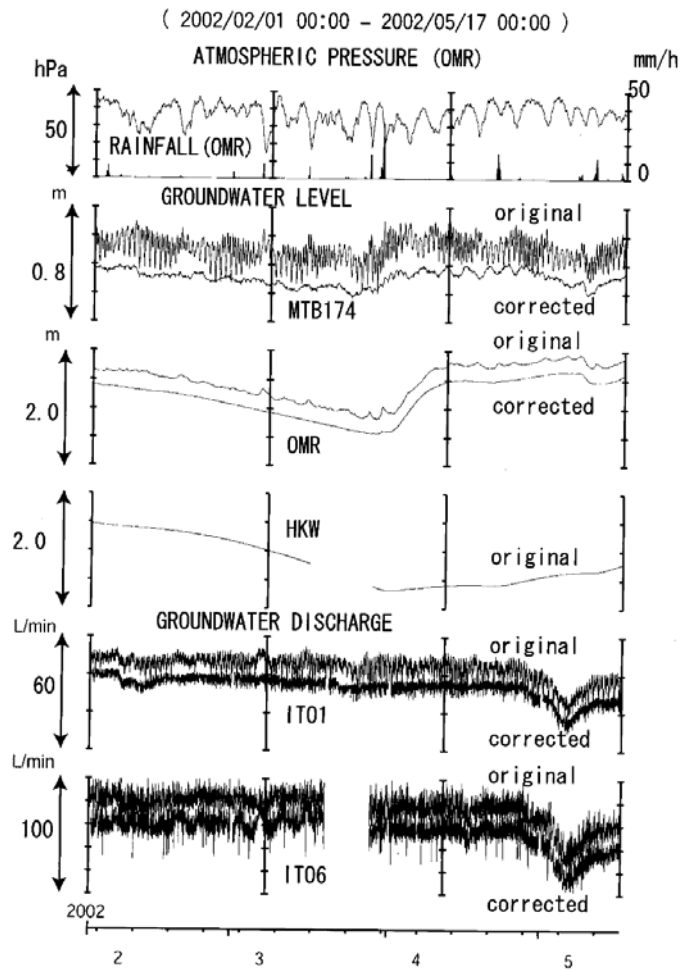
Model type	Latitude* degree	Longitude* degree	Depth* km	Length* km	Width km	Strike degree	Dip degree	Open m
(a)	34.928N	139.172E	6.0	3.0	1.0	135	70	0.8
(b)	34.962N	139.140E	8.0	3.0	3.0	110	75	0.5

*Location of a center of an upper line of the rectangular fault.

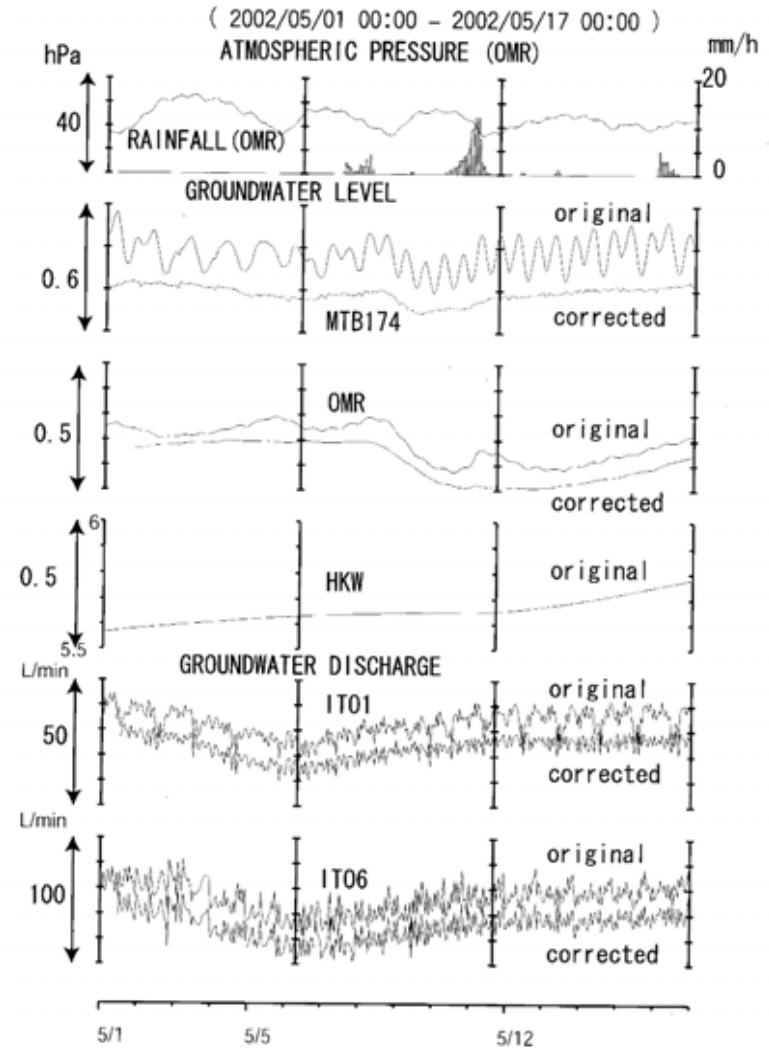


第 1 図 観測点の位置。 : 観測井戸, : 気象庁鎌田地震観測点 (KMT), : 気象庁東伊豆体積歪観測点 (HGS)。

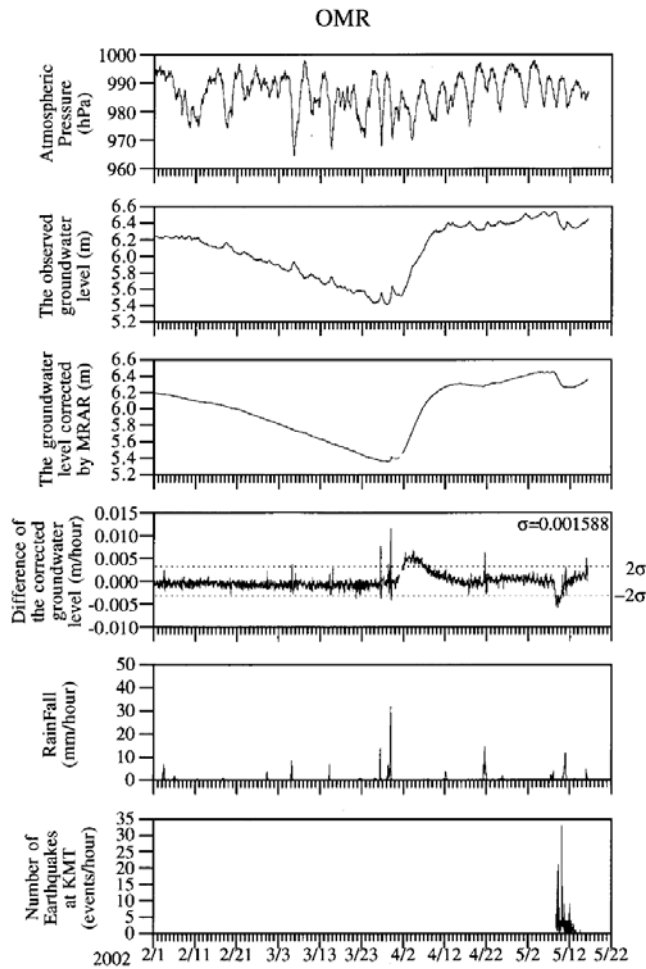
Fig.1 Location of observation stations. : Observation wells, : Kamata seismic station (JMA), : Higashi-Izu strain station (JMA).



第2図 MTB174・OMR・HKW・ITO1・ITO6の2002年2月1日～2002年5月16日の地下水観測結果。DISCHARGEは自噴量。
 Fig.2 Observational results of groundwater at MTB174, OMR, HKW, ITO1 and ITO6 from February 1, 2002 to May 16, 2002.

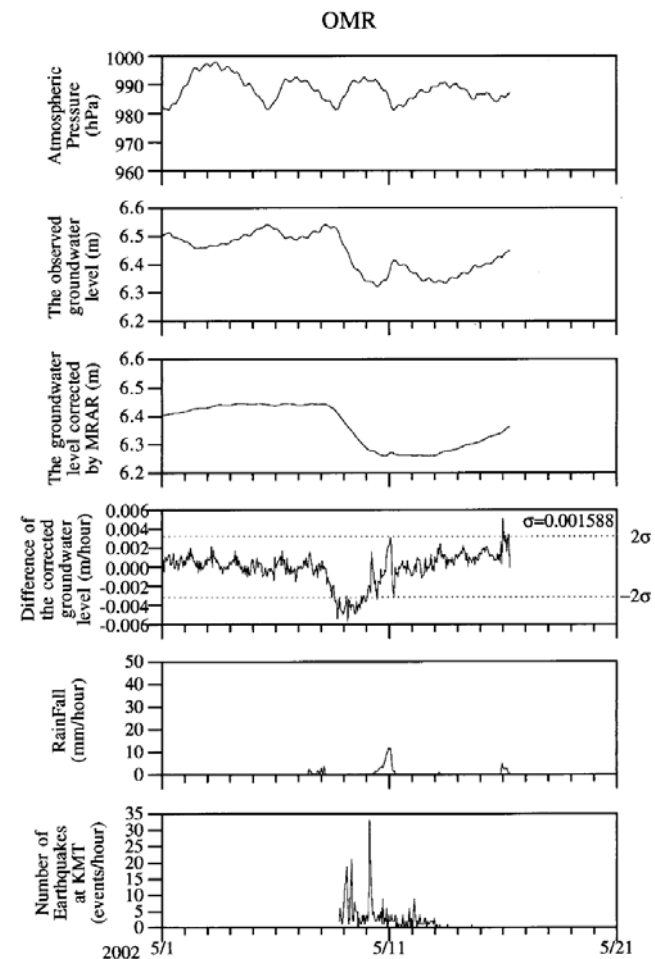


第3図 MTB174・OMR・HKW・ITO1・ITO6の2002年5月1日～2002年5月16日の地下水観測結果。DISCHARGEは自噴量。
 Fig.3 Observational results of groundwater at MTB174, OMR, HKW, ITO1 and ITO6 from May 1, 2002 to May 16, 2002.



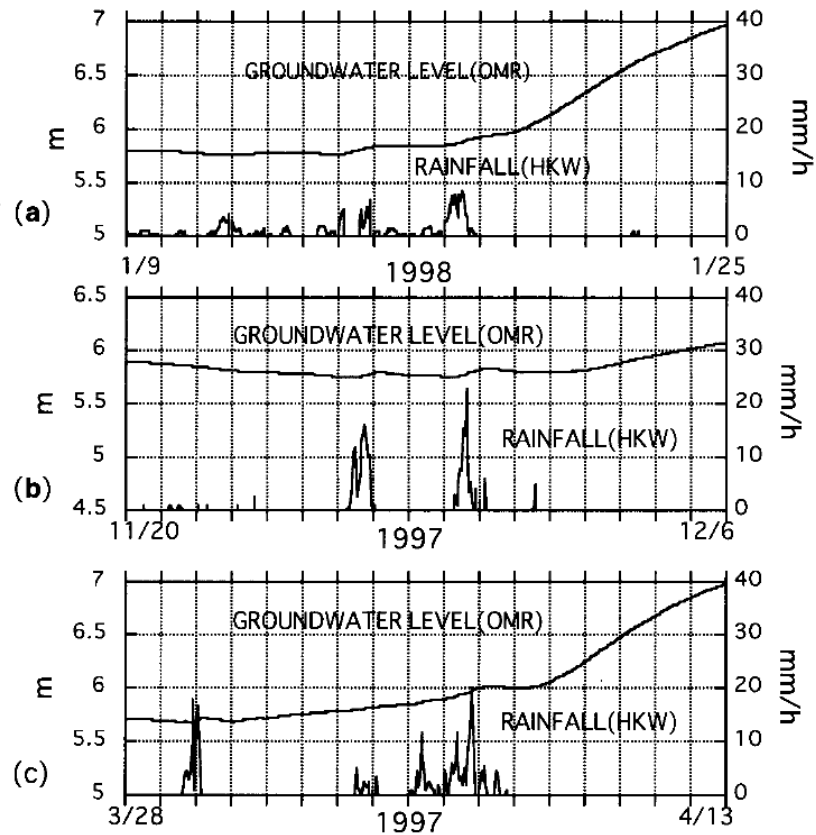
第 4 図 2002 年 2 月 1 日～2002 年 5 月 16 日における OMR の補正值の時間差分と雨量および地震活動との比較。 は同期間中の標準偏差。

Fig.4 Seismic activity , rainfall and hourly differences of the corrected groundwater level data at OMR during the period from February 1, 2002 to May 16,2002. means the standard deviation of the hourly differences during the same period.

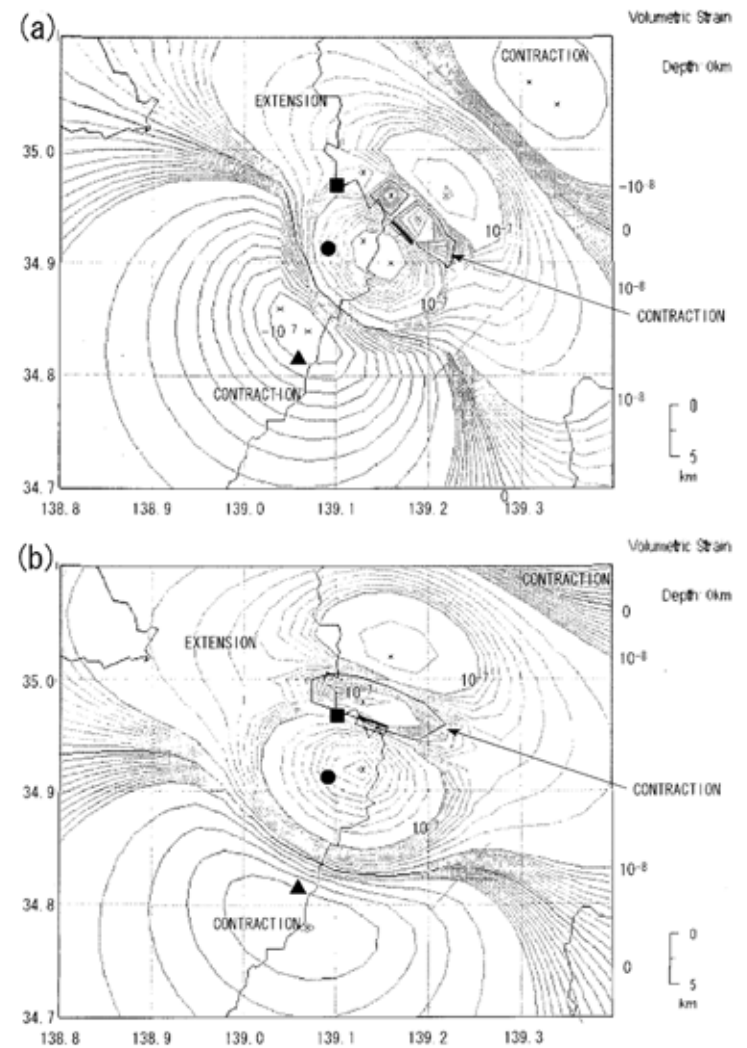


第 5 図 2002 年 5 月 1 日～2002 年 5 月 16 日における OMR の補正值の時間差分と雨量および地震活動との比較。

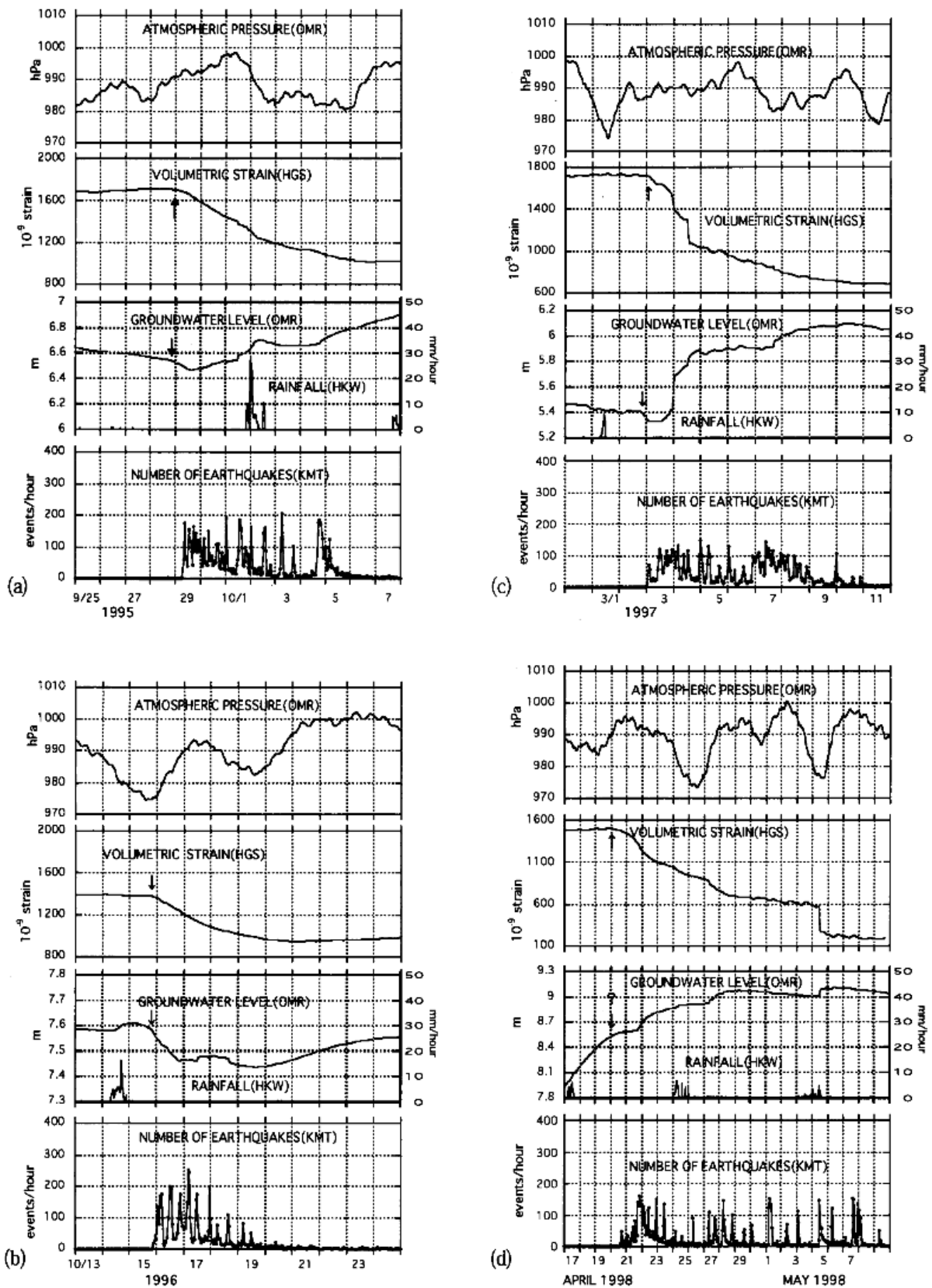
Fig.5 Seismic activity , rainfall and hourly differences of the corrected groundwater level data at OMR during the period from May 1, 2002 to May 16,2002.



第 6 図 OMR の地下水位における雨量の寄与の典型例 3 つ。
 Fig.6 Three typical examples of rainfall's effect on the water level at OMR.



第 7 図 表 1 のモデルに基づく地表部 (標高 0m) での体積歪変化。a,b がそれぞれ表 1 のモデル a,b に対応する。○: OMR, □: MTB174, △: HGS。
 Fig.7 Volumetric strain changes at the surface calculated from the models in Table 1. ○: OMR, □: MTB174, △: HGS.



第 8 図 1994 年 10 月以来，伊豆半島東方沖で発生した 4 つの規模の大きい群発地震に関連した大室山北における地下水位変化。

Fig.8 Groundwater level changes at OMR associated with the 4 relatively large earthquake swarms off the east coast of the Izu Peninsula since October 1994.