

4 - 11 伊豆大島で観測された埋込式体積歪計による歪変化 (3)

- 1986 年伊豆大島の噴火活動に関連して -

Strain Changes Observed by the Borehole Strainmeter at Izu-Oshima (3) - Relevant to the Eruption at Izu-Oshima in 1986 -

気象庁地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division
Japan Meteorological Agency

伊豆大島測候所に設置されている埋込式体積歪計（以下、歪計）による歪変化は、埋設による初期効果を除くとほぼ縮みのトレンドを持ち、これまでに下記のような特異な現象が観測されている^{1), 2), 3), 4)}。

- ① トレンドの変化のいくつかが火山活動と関連する。
- ② 微小なステップ状の歪変化が群発する。
- ③ 潮汐振幅が増大する。

トレンドの変化については、1981 年から 1986 年 7 月までの 5 回のイベントについて特徴を分類して報告した³⁾。1986 年 7 月頃から始まった伊豆大島の火山活動にもよく対応した歪変化が観測され、11 月 21 日の噴火前後には顕著な歪変化が現れた。

1. トレンド

第 1 図は観測開始以来の歪日変化図である。11 月 21 日の噴火前後に 1.1×10^{-4} ストレインの急激で大きな伸び変化が発生し、12 月 1 日以降は多少の凹凸があるもののほぼ横ばいの状態である。第 2, 4 図は BAYTAP - G⁵⁾ による気圧・潮汐補正後の歪時間値変化と潮汐解析図である。第 3 図は 11 月 21 日側噴火前後の歪変化と温度変化図である。この期間中の主なイベントは、

〔V〕(1986 年 7 月 25 日頃)：縮みトレンドが増加した。また地中温度も上昇した。

〔VI〕(1986 年 11 月 15 日 17 時 25 分)：山頂噴火の約 1 時間後、縮みトレンドが増加した。

〔VII〕(1986 年 11 月 20 日 00 時頃)：火山活動の衰えと共に、縮みトレンドが伸びに転じた。

〔VIII〕(1986 年 11 月 21 日 14 時 15 分)：割れ目噴火の約 2 時間前に、一度縮んでから伸びにする急激な大変化が発生した。17 時頃に伸び変化は更に加速した。また地中温度は $7 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}$ 低下した。20 時 30 分頃、噴火の衰えに伴って縮み変化に転じた。縮み傾向は徐々に緩くなりながら、12 月 1 日 00 時頃にトレンドはほぼゼロになった。

〔IX〕(1986 年 12 月 11 日)：縮みトレンドが増加した。また、地中温度の上昇が観測された。

〔X〕(1986 年 12 月 14 日 15 時 50 分)：一度縮んでから伸びに転ずる現象が発生した。伸び変化は翌日停った。12 月 18 日に山頂から再噴火したが、 10^{-8} ストレイン程度のゆらぎが現れただけであった。

〔XI〕(1987 年 1 月 10 日～1 月 25 日)：約 15 日間で「伸び－縮む」緩い変化をした。歪変化に対応して、地中温度の下降－上昇が観測された。

〔XII〕(1987 年 2 月 25 日～3 月 10 日)：〔XI〕に同じ。なお図示した期間の後にも

〔ⅩⅢ〕（1987年3月11日）：緩く伸び変化し、地中温度も下降した。その後現在に至るまで平坦である。これらの特徴と変化の大きさを表1に示す。（イベント番号〔Ⅵ〕～〔ⅩⅢ〕は前号に続く）。

2. 地中温度変化

大島の歪計の直上には水晶式温度計が埋設されている。観測開始以来、長期的なトレンド以外に温度変化が観測されたのは、Ⅴ、Ⅷ、Ⅸ、Ⅺ、Ⅻで、いずれも 10^{-3}℃ のオーダーであった。体積歪計の特性より Ⅴ、Ⅸ、Ⅺ、Ⅻの現象は、歪計周辺の温度変化によるみかけの歪変化として説明できる。第5図は1986年7月25日と12月12日の気圧・潮汐を除去した歪変化（上段）と温度変化（下段）である。 1℃ 当り 2×10^{-4} ストレインの温度係数をもって、温度による変化は除去できる（中段）。またⅧで観測された温度低下は、歪の大きな伸び変化として現れた岩体の断熱膨張によるものと考ええるとオーダーは一致する。これらは1986年7月以降に集中しており、火山活動と調和的である。

3. 短周期成分の歪変化

大島ではこれまでも地震を伴わないステップ状の微小な歪変化が群発していた。しかし1986年11月16日から23日までは島内に発生した地震に対応して伸びの歪変化が観測された。また、1月1日から火山性微動が頻発するようになり、微動の発生に伴ない、 10^{-8} ストレインの歪変化が現れている。

第6図に1月の歪短周期成分の記録と、それに対応した火山性微動の神達観測点における最大振幅、継続時間を白ぬきの四角のそれぞれ縦辺・横辺によって示す（神達観測点の位置は第1図参照）。1月はじめの不規則間隔の長周期微動に対しては伸び側の歪変化を示した。1月中旬、短周期成分を含むほぼ等間隔な微動が発生するようになってからは、歪変化も縮み側のものへと移行している。1月末～2月初、2月末～3月初、3月末～4月初は微動の発生が低下し、歪の微小変化も休止する。しかし、1に述べたトレンドにこのような微動の盛衰に対応した変化は見られない。

4. 潮汐応答

大島では潮汐振幅の増大傾向が特徴の一つであるが、噴火前後ではさらに振幅が不連続に増加し位相ずれ角にも遅れ方向の変化が認められた（図2）。

5. 広域的な地殻変動

1986年11月21日の噴火前後で大島の他に周辺の観測地点でも明瞭な歪変化が観測された。第7図は11月11日～12月5日までの時間値変化図で、大島は $1/100$ に圧縮してある（東伊豆は温度変化による伸びのトレンドを除去してある）。変化の大きさと方向は、

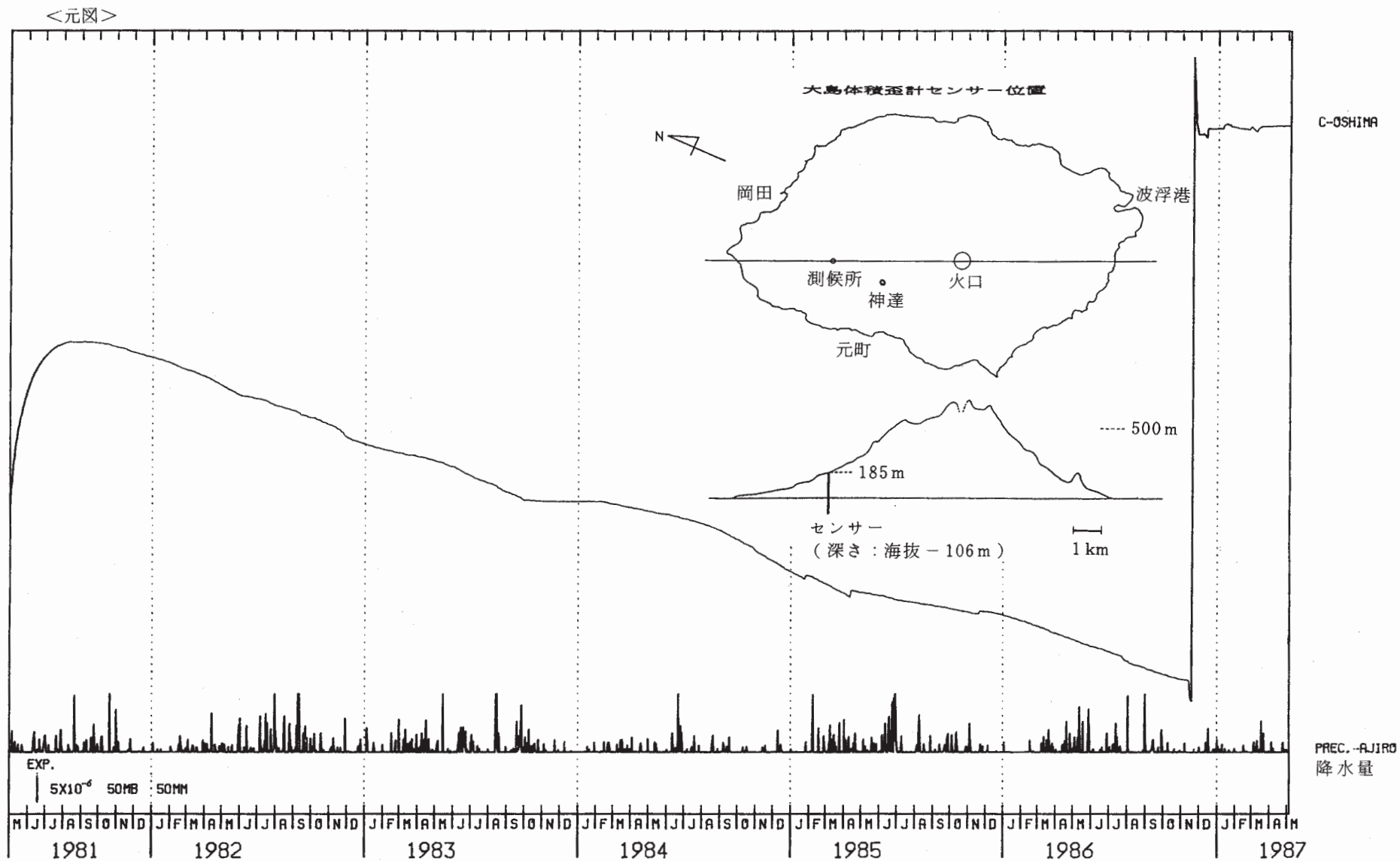
東伊豆	1.0×10^{-6} ストレイン	伸び
湯洞原	3.2×10^{-7} ♪	伸び
三 浦	1.4×10^{-7} ♪	縮み
土 肥	0.7×10^{-7} ♪	伸び

図中22日のギャップは地震(M6.0)による。なお富士、清水にもわずかに伸びの変化が見える。これら変化の始まりは、11月21日14時25分（大島のイベント〔Ⅷ〕）にほぼ同時と考え

られる。

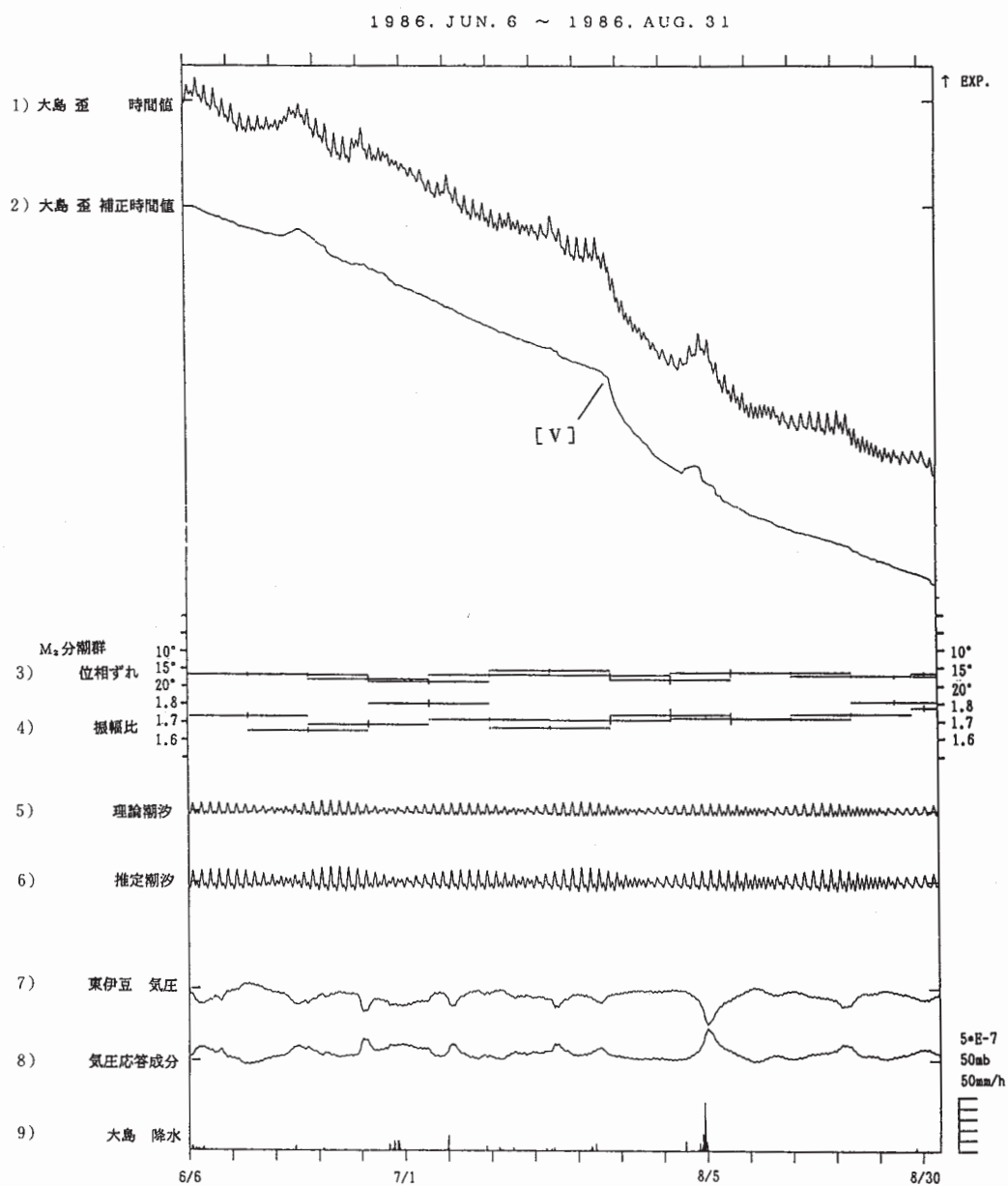
参 考 文 献

- 1) 気象庁地震予知情報課：伊豆大島で観測された埋込式体積歪計による歪変化，連絡会報，**34** (1985)，192 - 199.
- 2) 気象庁地震予知情報課：東海・南関東地域における歪観測結果（観測開始から 1985 年 12 月までの概要），連絡会報，**36** (1986)，271 - 275.
- 3) 気象庁地震予知情報課：伊豆大島で観測された埋込式体積歪計による歪変化(2)，連絡会報，**37** (1987)，252 - 258.
- 4) 沢田可洋，・福井敬一・佐藤馨・二瓶信一・福留篤男：1983 年三宅島噴火前後に伊豆大島の体積歪計で観測された特異な現象，火山 (1985 特集号)，141 - 152.
- 5) 石黒真木夫・佐藤忠弘・田村良明・大江昌嗣：地球潮汐データの解析，統計数理研究所イ報，**32** (1984)



第1図 大島の体積歪変化

Fig. 1 Variation of crustal-strain by volumetric strainmeter at Izu-Oshima.

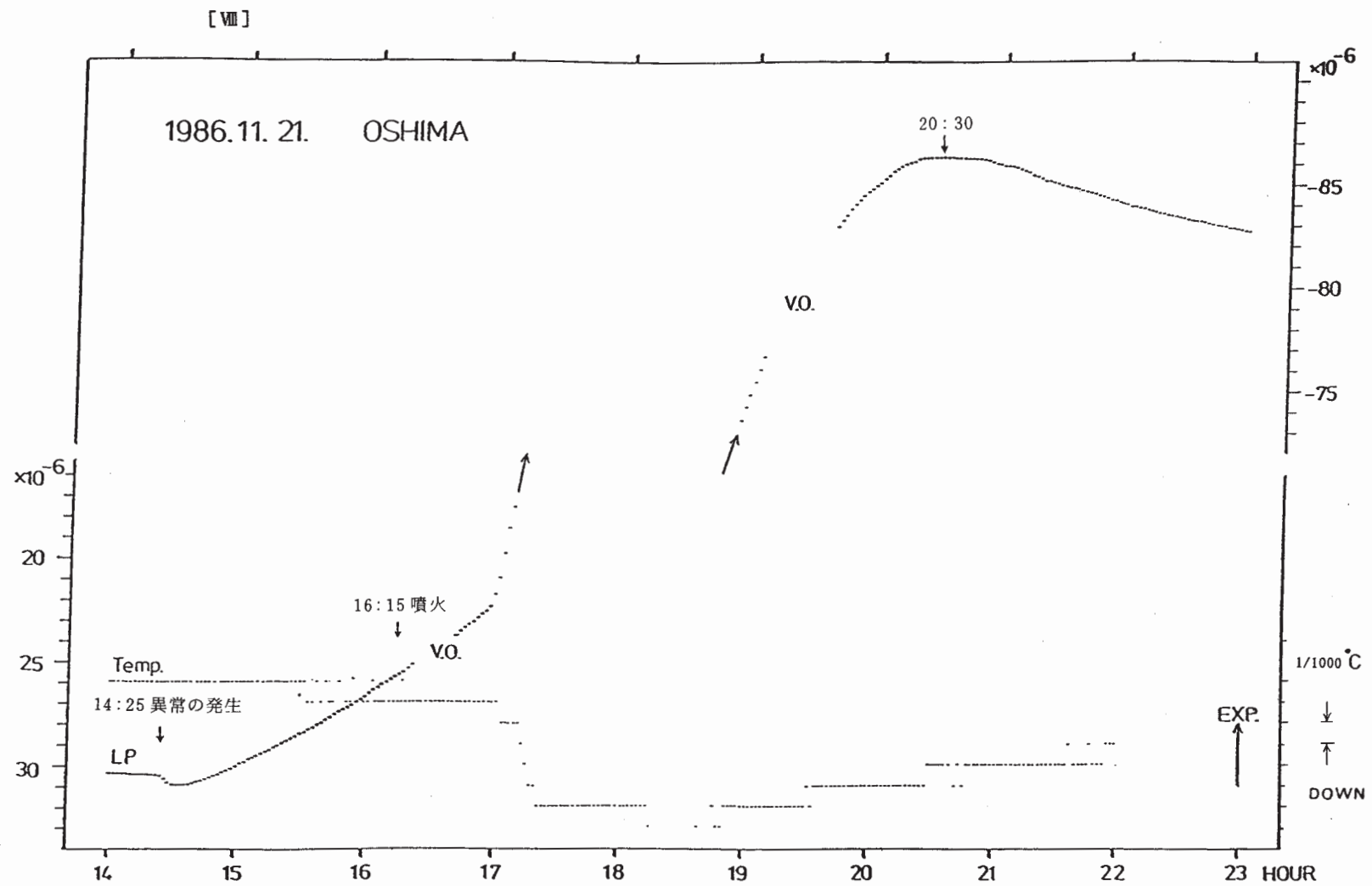


第2図 大島の気圧・潮汐成分を除去した歪変化と潮汐応答の変化（1986年6月6日～8月31日）

- 1) 補正前歪データ, 2) 補正後歪データ, 3) 潮汐応答の位相ずれ,
- 4) 潮汐振幅比（予測値／理論値）, 5) 理論潮汐, 6) 予測潮汐, 7) 気圧変動（東伊豆）, 8) 気圧応答成分, 9) 時間降水量（大島）

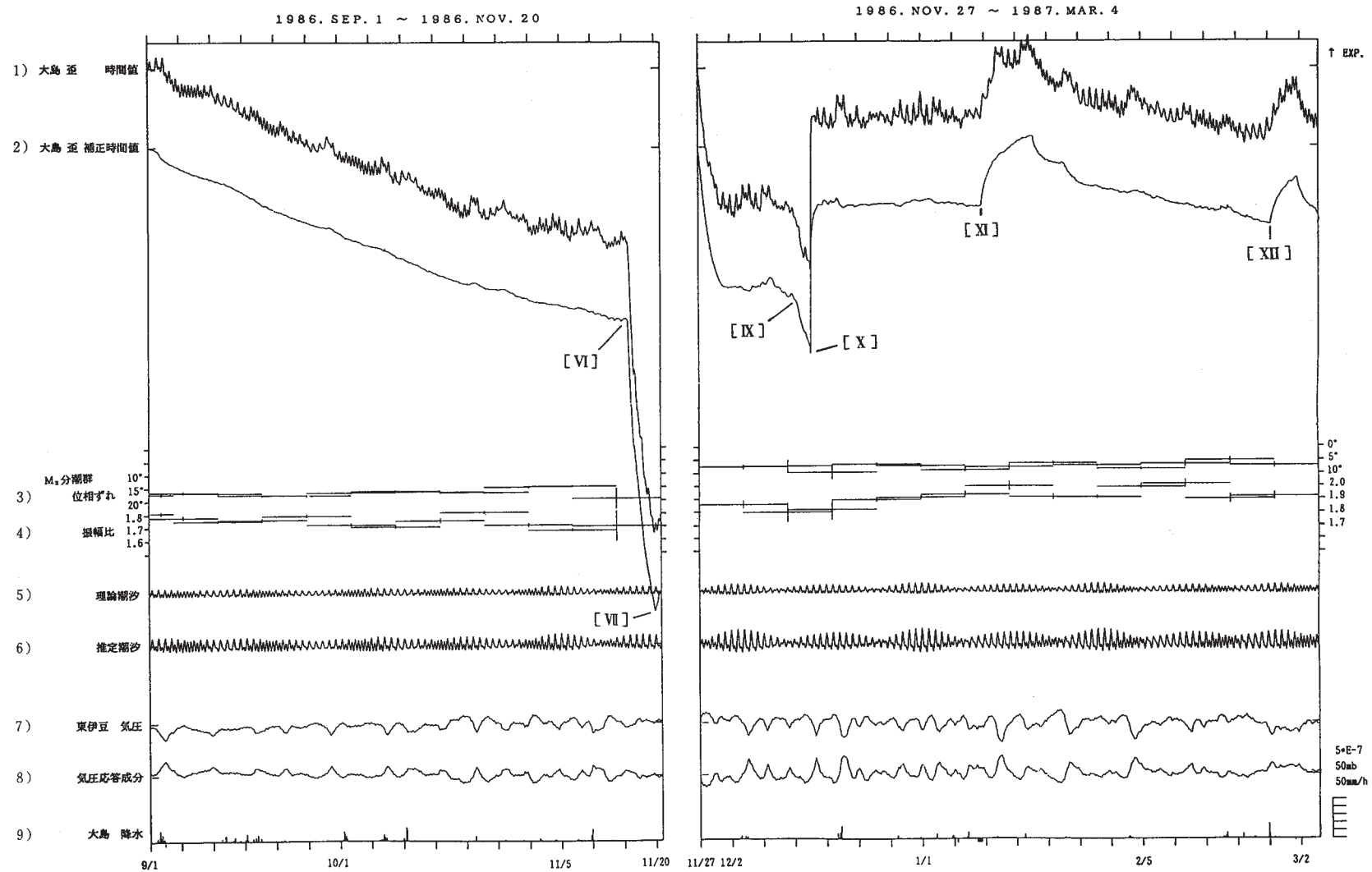
Fig.2 Volumetric strain after elimination of tidal component and response to atmospheric pressure, and variation of response to tidal component at Izu-Oshima (from June 6 to August 31, 1986). From upper row,

- 1) Raw strain data.
- 2) Corrected data.
- 3) Phase shift of tidal response.
- 4) Amplitude ratio (estimated tidal component to theoretical one).
- 5) Theoretical tidal component.
- 6) Estimated tidal component.
- 7) Atmospheric pressure at Higashi-Izu.
- 8) Response to atmospheric pressure.
- 9) Precipitation at Izu-Oshima.



第3図 1986年11月21日の大島の歪変化と地中温度変化

Fig. 3 Volumetric strain and temperature change in borehole at Izu-Oshima, November 21, 1986.

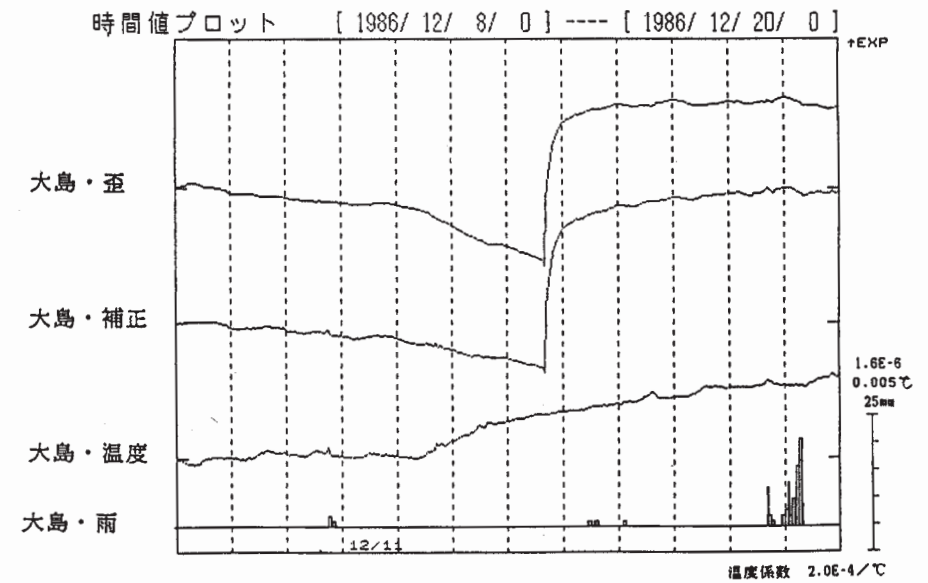
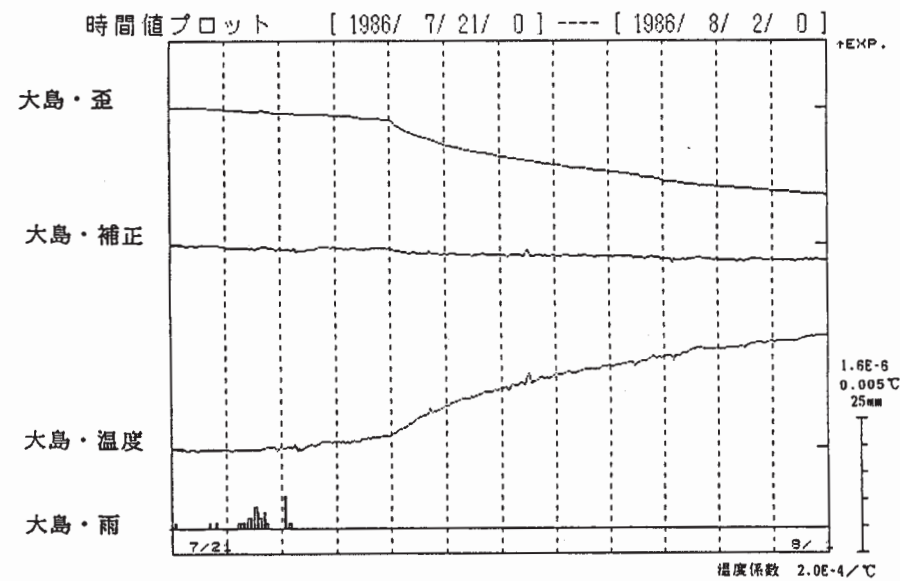


第4図 大島の気圧・潮汐成分を除去した歪変化と潮汐応答の変化（1986年9月1日～1987年3月4日）

1) ～ 9) は第2図に同じ

Fig. 4 Volmetric strain after elimination of tidal component and response to atmospheric pressure, and variation of response to tidal component at Izu-Oshima (from September 1, 1986 to March 4, 1987).

1) - 9) : Same with Fig. 2.

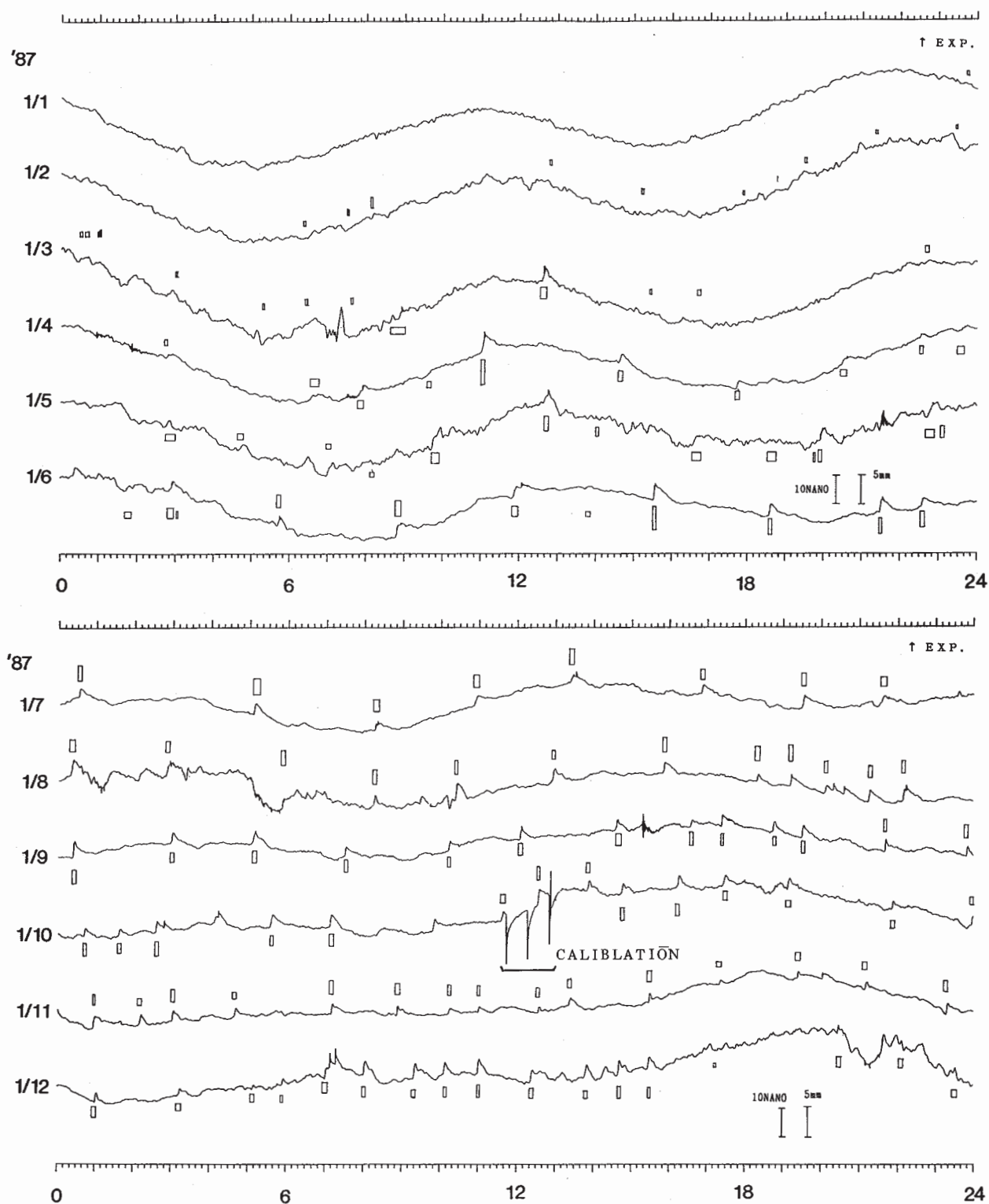


第5図 大島の温度変化による歪変化

1) 気圧・潮汐応答を除去した歪変化, 2) 温度変化の影響を除去した歪変化, 3) 地中温度変化

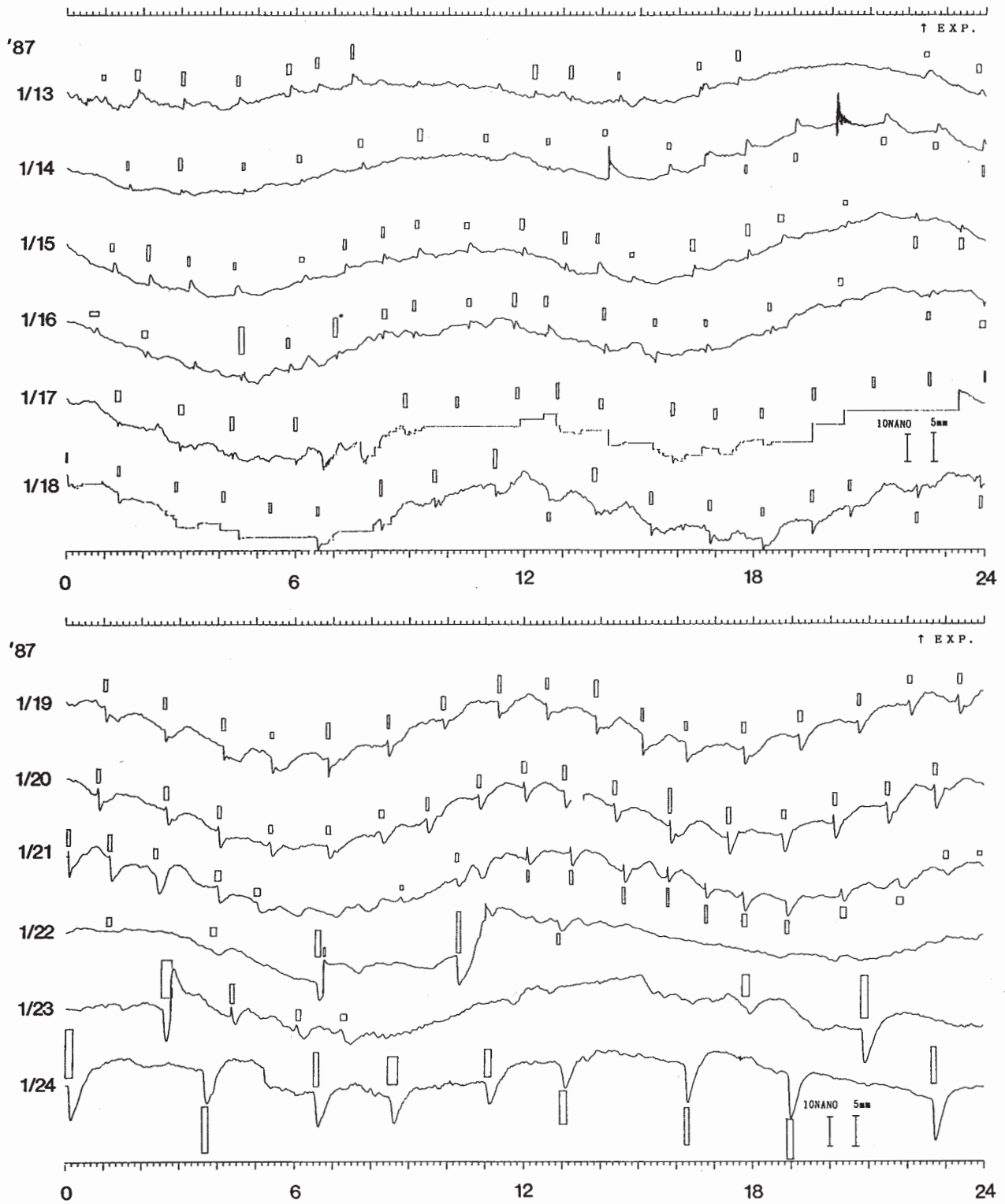
Fig. 5 Elimination of temperature effect from volumetric strain at Izu-Oshima.

- 1) Volumetric strain after elimination of tidal component and response to atmospheric pressure.
- 2) Volumetric strain after elimination of temperature effect from 1).
- 3) Temperature change in borehole.



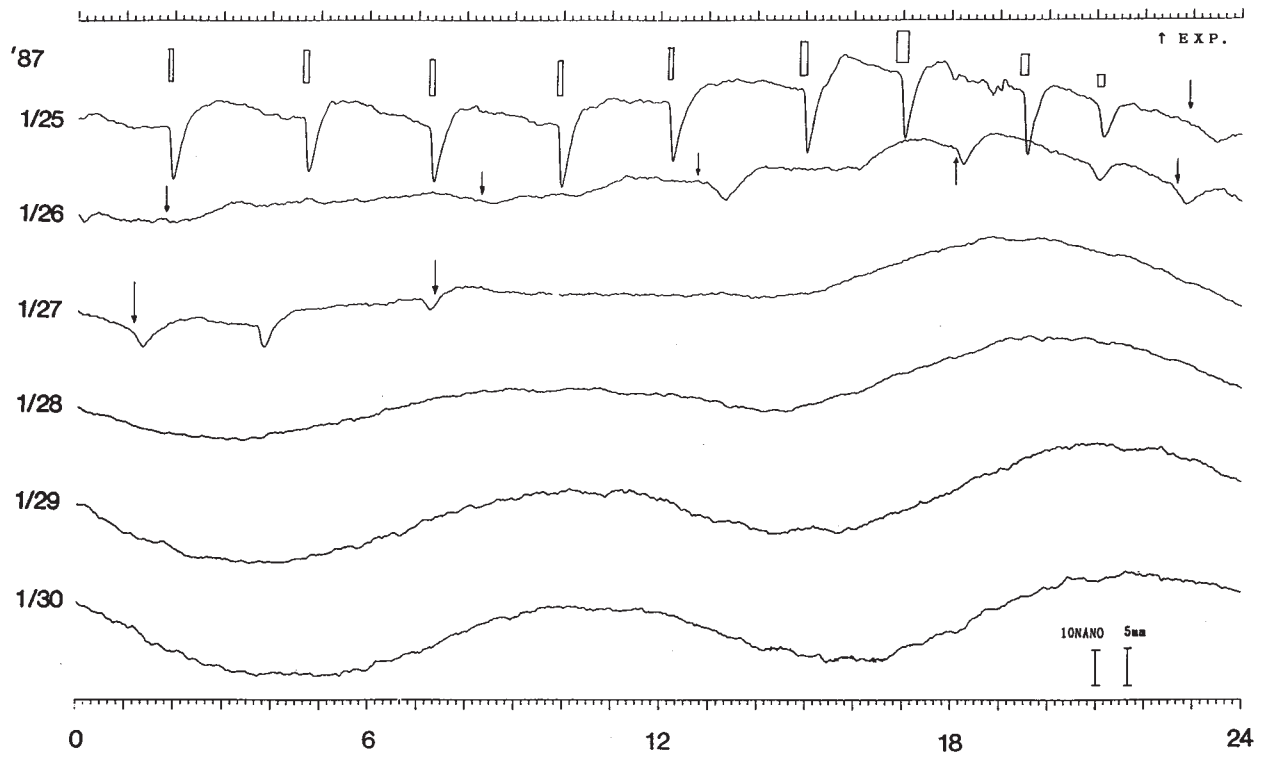
第6図 1987年1月の大島の歪短周期成分の記録および微動の発生状況（白ヌキ枠の横幅が継続時間，縦幅が振幅を表わす。17，18日は伝送障害発生。）

Fig. 6 Step like changes in January, 1987 by short period component records at Izu-Oshima. Horizontal and vertical side-length of open rectangles correspond to duration and amplitude of volcanic tremor, respectively. Telemeter trouble was occurred frequently, on 17th and 18th.



第6図 つづき

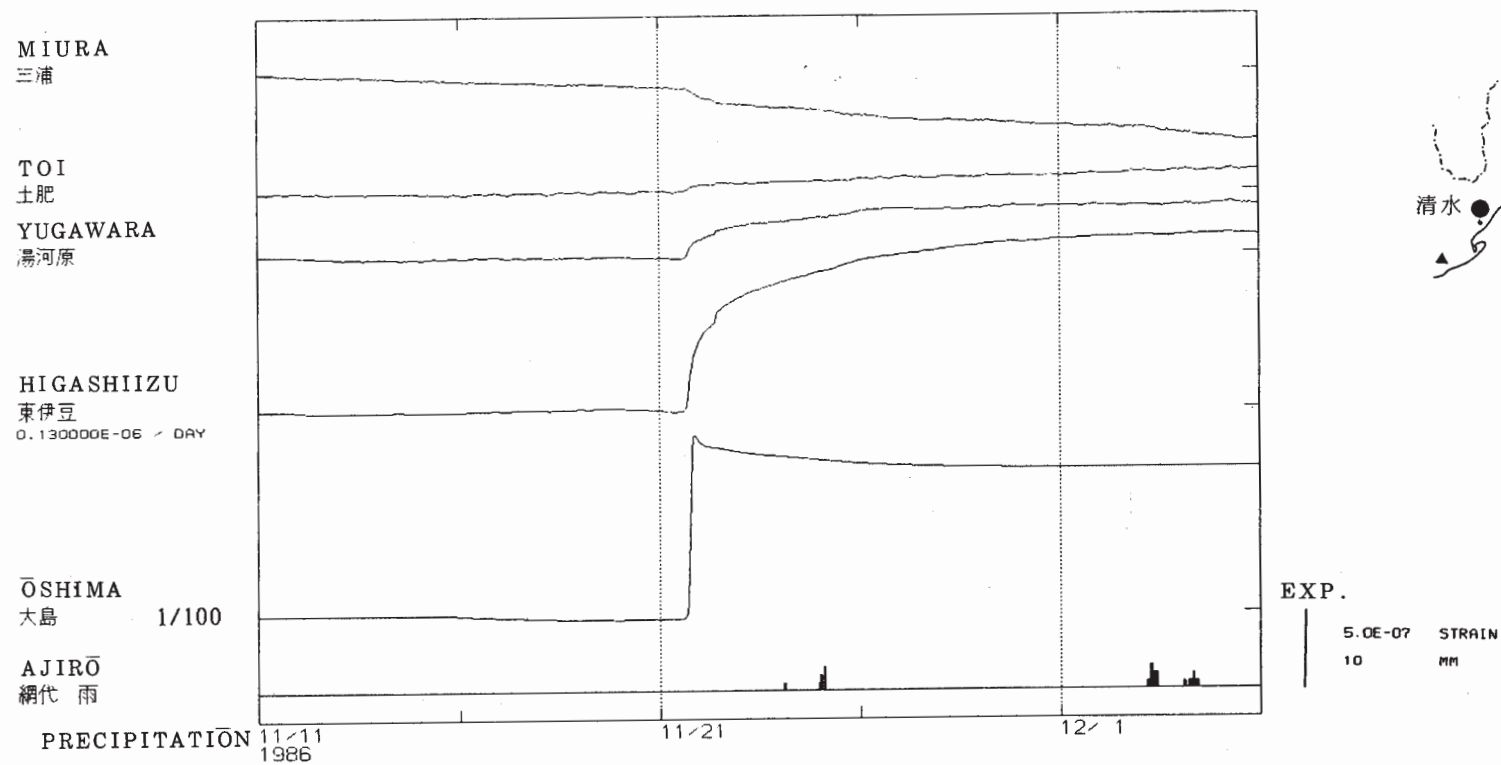
Fig. 6 (Continued)



第6図 つづき

Fig. 6 (Continued)

< 1986/11/11 0:0 -- 1986/12/6 0:0 >



第7図 1986年11月21日の噴火前後の大島、東伊豆、湯河原、三浦、土肥の歪変化

Fig. 7 Volumetric strain changes before and after the eruption on November 21, 1986, at Izu-Oshima, Higashi-Izu, Yugawara, Miura and Toi.

第1表 大島における体積歪データによる特異変化と諸現象

Table 1 List of the notable strain changes at Izu-Oshima.

イベント 現象 発生時刻	V 1986. 7. 25	VI 1986. 11. 15 18 ^h 21 ^m	VII 1986. 11. 20 00 ^h 頃	VIII 1986. 11. 21 14 ^h 25 ^m	IX 1986. 12. 11	X 1986. 12. 14 15 ^h 50 ^m	XI 1987. 1. 10	XII 1987. 2. 25	XIII 1987. 3. 11
長周期現象	縮みトレンド増加	縮みトレンド次第に増加 (1日前の縮みトレンドはやや鈍る)	やや伸びのトレンド	縮み→大きな伸び →縮みトレンド	縮みトレンドやや増加	縮み→伸び	伸び→縮みトレンド	伸び→縮みトレンド	伸びトレンド
大きさ (10^{-6} strain)	0.9 (縮み)	3.4 (縮み)	0.3 (伸び)	14 ^h 25 ^m ～ 0.5 (縮み) / 7分 14 ^h 32 ^m ～ 110 (伸び) / 6時間 20 ^h 30 ^m ～ 20 (縮み) / 10日	0.7 (縮み)	1.8 (伸び)	1月10日～ 0.9 (伸び) / 8日 1月18日～ 0.5 (縮み) / 7日	2月25日～ 0.6 (伸び) / 4日 3月1日～ 0.8 (縮み) / 10日	1.0 (伸び)
継続期間 (終了時)	約9日	約4.6日 (11月20日00 ^h 頃)	約1.5日 (11月21日14 ^h 25 ^m)	約9.4日 (12月1日00 ^h 頃)	約2.6日 (12月14日15 ^h 15 ^m)	約15日	約15日	約14日	約15日
短周期現象		ゆっくり縮み		大きな縮み→のち 22日04 ^h , まで観測不能		縮み→伸び			
微小ステップ状現象	4月より1ヶ月当たり 1～2回発生。 7・8月は数回	11月16～18日 大島付近の地震に対応して伸び変化		22日～23日 大島付近の地震に対応して伸び変化	4日～12日 時々発生	17～22日 微動発生に対応して伸び変化	1月から微動発生に対応して伸び→縮み変化の遷移性	微動発生に対応して縮み変化	同左
地中温度変化	4×10^{-3} °C上昇			17 ^h 頃 7×10^{-3} °C低下 23日までに徐々に戻る。	3×10^{-3} °C上昇		歪のトレンドに対応して 5×10^{-3} °Cの下降→上昇	歪のトレンドに対応して 3×10^{-3} °Cの下降→上昇	5×10^{-3} °C下降
地震火山活動	間欠的に微動発生	17 ^h 25 ^m 三原山山頂噴火 16～18日 大島付近地震多発	大島付近の地震・微動が停止	16 ^h 25 ^m ～ 割れ目噴火と山頂噴火～17 ^h 16 ^m 地震活発 (M5.1他) 20 ^h 20 ^m 頃 地震・噴火衰え 22日 09 ^h 41 ^m 地震 (M 6.0)		18日 17 ^h 23 ^m 山頂小噴火・地震 17～22日 間欠的に微動発生	1月～ 長周期微動発生, 次第に短周期・等間隔に移る	同左	同左
降水 潮汐応答				噴火前後で振幅増大さらに増加 位相ずれ角遅れ					
その他	温度変化が主			縮み→伸び変化 1985. 4. 14 } に共通 1986. 12. 14 }	温度変化が主	18日噴火直前の歪変化は 10^{-8} ストレインのゆらぎ	温度変化が主	温度変化が主	温度変化が主