

## 伊豆大島における伸縮観測

遠藤秀典\* 釜井俊孝\* 角井朝昭\*\*

ENDO, H., KAMAI, T. and SUMI, T. (1987) Extensometer observation in Izu-Ōshima. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.38 (11), p.659-675.

**Abstract** : Many ground cracks were formed in a broad zone in Izu-Ōshima during the fissure eruption started on Nov. 21, 1986. After the eruption, we commenced the observation of ground surface deformation mainly across the cracks by many invar-wire extensometers. The extensometer is useful for rapid setting up.

This paper introduces this extensometer observation system, discusses some problems on it and reports the result until the end of June, 1987.

## 1. はじめに

伊豆大島では1986年11月21日に始まった割れ目噴火時の火山活動に伴って、北北西-南南東に島を縦断する広い範囲の地表に、割れ目が形成された。一部の保安要員を除く全島民の島外避難という状況の中で、これらの割れ目の変動を観測することを当面の課題として、地質調査所では伸縮観測を実施することとなった。

噴火地点では、その噴火の直前までに地表付近が大きく変位するであろう。一方、今回形成された割れ目は何れも開口性の割れ目であり、島を縦断する広い範囲で地表付近が伸張する地殻変動が発生していたことが明らかになった(遠藤ほか, 1987)。また、国土地理院及び東京大学地震研究所による水準測量結果(多田ほか, 1987)では、割れ目の分布域の外側では隆起し、その地表付近は圧縮したとも考えられる(遠藤ほか, 1987)。

伊豆大島では、割れ目噴火を発生するようなマグマが板状に貫入する場合には、その貫入した岩体の直上付近は伸張し、またその両側では圧縮する変動を伴い、この伸張及び圧縮の範囲は貫入するマグマの位置及び深度の変化に伴って移動すると考えられる。

従って、噴火の前兆を捉え噴火地点を予測するためには、伸縮観測を島の広い範囲で実施し、このような伸張及び圧縮の範囲の移動を捉える方法が考えられる。一方、伊豆大島に今回形成された割れ目の走向は、過去の割れ目噴火の火口列の延びの方向(一色, 1984)とほぼ一致する。従って、マグマの再貫入を監視し、特に大きな災

害となる可能性が大きい山腹割れ目噴火や海岸付近でのマグマ水蒸気爆発等の発生の前兆を捉えるためには、これらの割れ目に直交する方向の伸縮観測を実施することが効果的であると考えられる。

ところで、従来火山活動や地震活動に伴う地殻変動の観測には、水晶管式あるいはインバール棒式伸縮計等が設置されている。これらの伸縮計は、気温変化や地表付近の局所的な変位の影響を避けるために、地下に設置されるのが普通である。多くの場合測線距離は数10m以内であり、1火山に数地点以内の観測点が設けられ、精度の高い観測が実施されている。

これらの従来の伸縮観測の方法に対し、今回は主に地すべりの移動量を観測するために開発されたインバール線式伸縮計多数を地上に設置し、連続観測を実施している。このインバール線式伸縮計は比較的容易に広範囲に経済的に設置できる。また、今回のように緊急性を要する場合に比較的迅速に設置することが出来る長所がある。一方では、観測精度については、噴火の前兆を捉える目的に十分であるかどうかを検討する必要がある。更に地上設置であるために、地表変位以外の気象変化や人為的な影響を受け易い点について考慮する必要があり、また観測結果には表層浅部の局地的な変動が含まれる場合がある。

観測開始以来1987年6月まで、山頂噴火等の火山活動は発生していない。しかし、本観測のこれまでの観測結果によると、一部の地域では傾斜計の観測結果との対応関係が明らかになるなど、伊豆大島の地殻変動を観測する上での有効性が明らかになりつつある。

本報告では、観測方法について述べると共に本観測の

\* 環境地質部  
\*\* 燃料部

問題点について検討する。次に1987年6月までの観測結果について報告する。

## 2. 観測方法

### 2.1 概要

今回伊豆大島に設置したインバール線式の伸縮計の総数は、192基に達する。これらのうち115基については、テレメトリによる常時観測を実施している。その他の77基は自記式であり、一週間記録型及び一ヶ月記録型の2種類を設置した。これらは観測方法及び設置形式が異なっており、それぞれ電気式、自記式A及び自記式Bと呼ぶ(第1表)。伸縮計の配置を第1図に示す。

テレメトリによる常時観測では、電気式伸縮計のセンサー(移動計)の電気的な出力値を一定時間毎に走査、A/D変換し、島内7ヶ所から元町に設置したモニターステーションに伝送する。ここで変位量に換算・収録すると共に筑波の地質調査所内に転送、更に気象庁まで転送している(第2図)。

なお、伸縮計の設置は1986年12月中旬から開始し、順次観測を開始してきたが、本観測システムの設置が完了したのは翌年1月24日である。

### 2.2 インバール線式伸縮計

#### 2.2.1 計測原理

今回設置したインバール線式伸縮計の測定原理を第3図に示す。温度変化の少ないインバール線(ニッケル鋼)を、一方は固定し、他方はセンサーのプーリーに巻き付け、おもりあるいはバネで水平に張る。2点間の距離が変化すると、インバール線を巻き付けたプーリーが回転するので、この移動量を検出する。

#### 2.2.2 設置形式

今回設置した伸縮計はインバール線、インバール線の固定杭、その移動量を計測するセンサー(移動計)とその固定杭、及びインバール線の保護管とその支持杭等からなる(第3、4図)。

インバール線には径0.2mm、線膨張率 $1.05 \times 10^{-6}$ のものを使用した。

インバール線及び移動計の固定には、主に長さ1.5m

の金属性のパイプ(足場用単管)の杭を使用し、深さ70cm程度打ち込んだ。下原第2及び下原第4測線の一週間記録の自記式伸縮計では杭には木製のものを使用した。

伸縮計を連続的に設置した地点では、1つの杭に、インバール線を固定すると共に他方の観測区間の移動計を取り付け、固定杭を共用する形式で設置している。

1基の観測区間距離は15mを基準とし、自記式Bでは10mとしている。一部には設置場所の制約から、より短く設置されている場合がある。

インバール線を塩化ビニール製の保護管で覆い、直射日光や、風などの気象変化等の影響を少なくしている。自記式Bの伸縮計ではこのインバール線の保護管は設置していない(第1表参照)。

#### 2.2.3 計測装置

遠隔地でのモニターが可能な、移動量を電気的に出力する移動計には、プーリーの回転量を摺動抵抗によって変換する形式のもの(ELS-7022型 坂田電機株式会社製)を使用した。これらの電気式の伸縮計の出力値は専用ケーブルによってセンサー走査装置(マスタースキャナー; CD-501型及びスキャナー; CD-5512型 同社製)に伝送している(第2図参照)。マスタースキャナーでは、移動計の出力値を走査すると共に、A/D変換し、更に、モデム・専用回線によって元町のモニターステーションに伝送している(第2図参照)。なお、計測装置の電源には電圧安定装置を取り付けている。

A/D変換された値の最小読み取り値は移動量値で0.02mmである。また、移動計とA/D変換装置とを合わせた計測装置の測定精度は0.2mm以内である。従って、観測区間距離(伸縮計1基の測線距離)を15mとした場合の測定精度は歪量で $1.3 \times 10^{-5}$ 以内である。

一ヶ月記録(SRL-5型)及び一週間記録(SRL-1型)の自記式の伸縮計(第5、6図)は、いずれも移動量を歯車によって機械的に5倍に拡大して記録紙に記録するものであり、その測定精度は0.2mm以内である。

### 2.3 テレメトリシステム

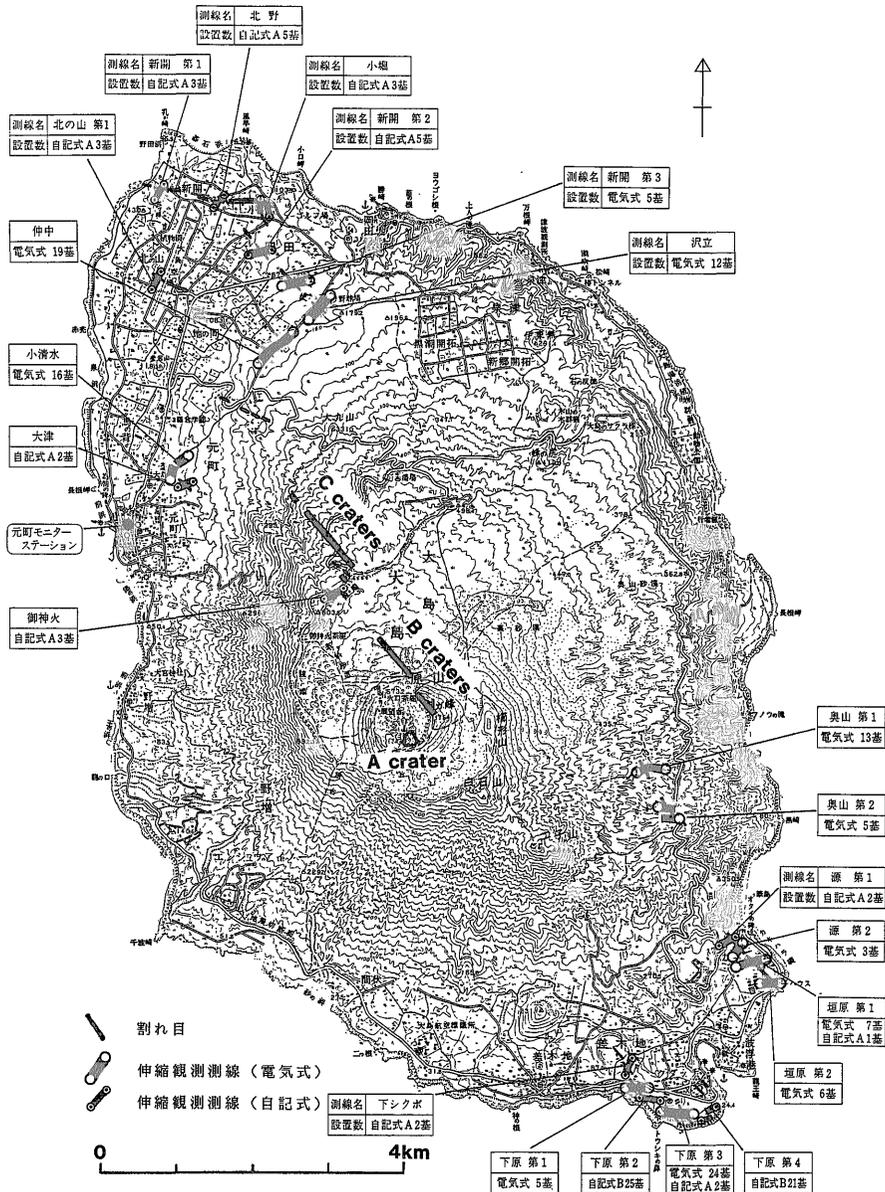
11測線115基の電気式の移動計の出力値は、島内7

第1表 伸縮計の設置形式  
Table 1 Types of invar-wire extensometers in the Izu-Ōshima Volcano.

種別	移動計機種	観測方法	測線距離	固定杭	保護管
電気式	ESL-7022型	テレメトリ	15 m	鉄パイプ	有り
自記式A	SRL-5型	一ヶ月自記記録	15 m	鉄パイプ	有り
自記式B	SRL-1型	一週間自記記録	10 m	木杭	無し

測線距離には、その基準値を示した。

伊豆大島における伸縮観測（遠藤ほか）



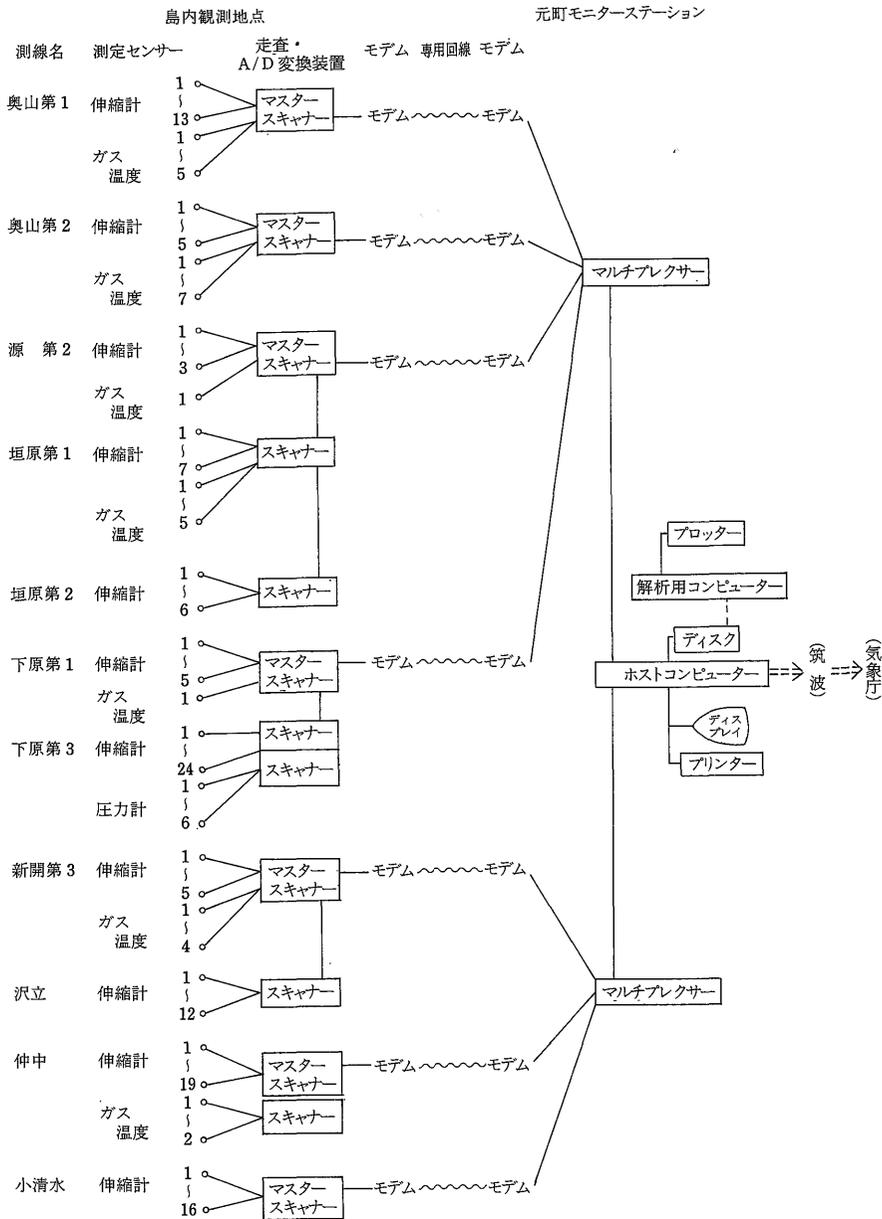
第1図 伸縮計位置図 伸縮計の種類を、第1表に示す。基図に国土地理院発行の5万分の1地形図「大島」を使用。  
Fig.1 Location of extensometer observation lines in the Izu-Ōshima Volcano.

回線を通じて元町のモニターステーションのコンピュータ (PC-9801VX 日本電気株式会社製) に伝送されている (第2図参照)。ここで観測開始時を基準とする移動量 (累積変位量) に変換し、フロッピーディスクに収録する。更に他の地下水・ガス観測結果などと共に地質調査所内の観測システムに転送している。

計測及びデータ転送は通常1時間毎に行われている。

地質調査所あるいは元町からの操作による随時測定も可能である。

大島のモニターステーションでは、累積変位量の印字出力、経時変化グラフの画面表示及びプロッター出力が可能である。地質調査所ではこれらの出力と共に、観測区間毎の変位量分布図、測線毎の歪経時変化グラフ等の出力ソフトが用意されている (村田ほか, 1987)。



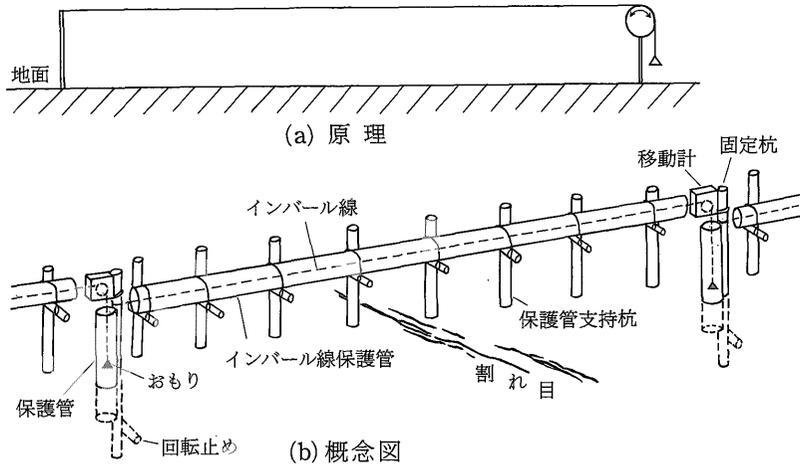
第2図 伊豆大島伸縮観測システム 電気式伸縮計の観測システムを示す。なお、本システムによってガス及び温度、圧力の各センサーの出力値も伝送している。

Fig.2 System of extensometer observation in the Izu-Oshima Volcano.

2.4 配 置

伸縮計の設置位置は第1図に示した。なお、本図に示すように奥山第2測線など、1測線にまとめている地点にも、2以上の副測線からなる場合がある。測線の設置方向については原則的に割れ目に直交する方向としている。

島の周辺部に重点的に配置し、三原山周辺部では有料道路沿いの御神火に自記式の1測線を設けた。1ヶ月記録の自記式Aの伸縮計は各測線毎に2-5基を設置し、主に割れ目の変動を計測している。またテレメトリによる常時観測を実施している電気式の伸縮計では、島の北部、南部及び南東部に於て、割れ目と共にその周辺部を



第3図 インバール線式伸縮計の原理及び設置形式概念図  
 Fig.3 Schematic diagram of invar-wire extensometer in the Izu-Ōshima Volcano.



第4図 電気式伸縮計の移動計部分  
 Fig.4 Transducer of electric extensometer.

含めた範囲の変動を観測している。なお、下原に設置した自記式Bの伸縮計は、5月以降観測を停止している。

一部の測線を除いて、一連のものと推定できる割れ目帯毎に、2測線以上が横断するように配置した。観測される変化が地表変位以外の要因によるものかどうかを検討するためである。

#### 2.5 本観測の問題点

インバール線式伸縮計の観測値に誤差が生じる要因としては、インバール線の弾性変形、たるみの変化、クリープ及び温度変化等が考えられる（針生，1975）。これらの要因による変化は、2.2に述べた測定精度以内である。

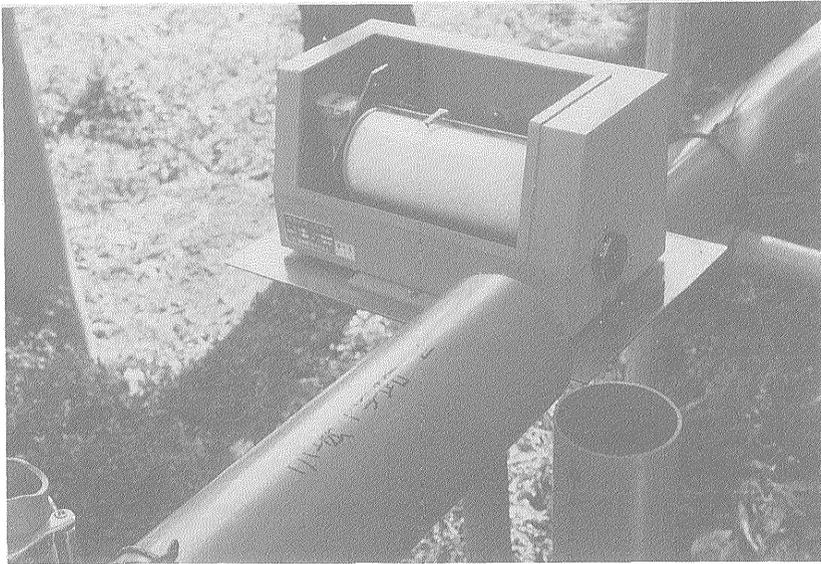
伸縮計を地上設置としているために、風などの気象変化の影響、動物や人為的な影響等を受け易く、地表変位以外の要因による見かけの変化が観測され易い。これまでに、1観測区間（共用している固定杭に影響する場合には2観測区間）に独立的に生じる一時的な変化が観測されている。これらの多くが伸縮計を地上設置としていたために生じた地表変位以外の影響による変化であると推定している。

ところで、これまでの観測結果には一部の特定の観測区間に日変化が観測される場合がある。この変化は、観測精度を大きく制約する要因になっている。

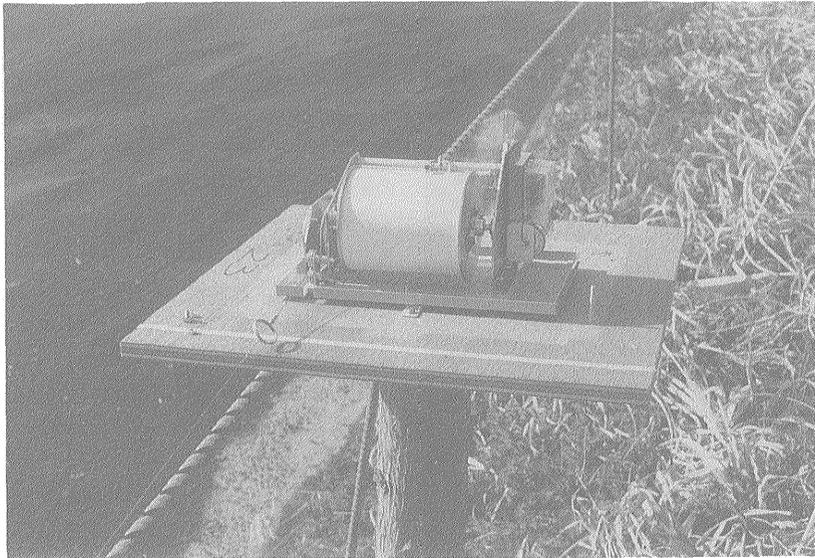
ここでは、これまでの観測結果から、この日変化と共に、火山活動が活発化した場合に頻発すると予想される地震の影響について検討する。

##### 2.5.1 気温変化による影響

一部の特定の計測区間では、第7図の例に示すような日変化が認められる。本図では、OK2-05の3月5日及び6日の日中の観測値に伸びの変化が認められる。このような変化には、日中に見かけ上、伸びあるいは縮みい



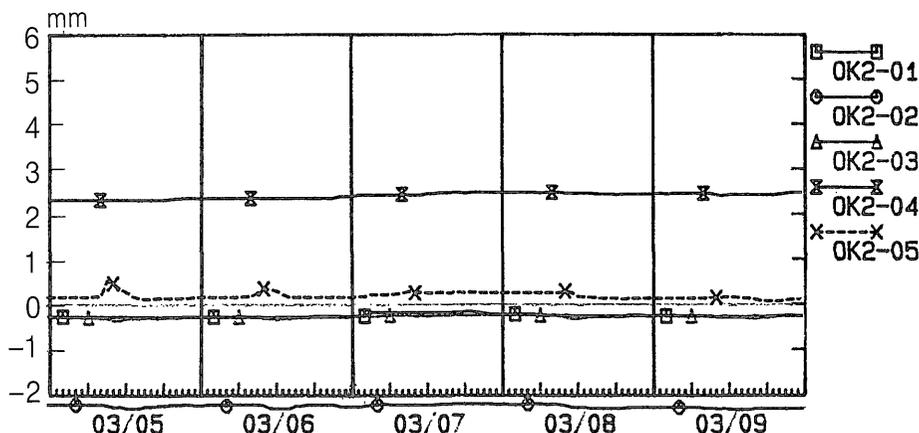
第5図 自記式A伸縮計の計測器 (SRL-5型)  
Fig.5 Self-registering extensometer A.



第6図 自記式B伸縮計の計測器 (SRL-1型)  
Fig.6 Self-registering extensometer B.

ずれの場合もある。その変化が最大で0.2mm以上に達する観測区間もある。変化の量は、晴天日の日中に大きくなる傾向があり、主に日照が影響していると考えられる。一方この様な区間では、長期間の観測結果(夜間の観測値の経時変化)にも不規則な変化が認められ、気温変化の影響を受け易い。

このような気温変化の影響が大きく生じているのは、電気式及び自記式Aの伸縮計の特定の観測区間であり、自記式Bの伸縮計には日変化は観測されていない。自記式Bの伸縮計の固定杭には木製のものを使用し、他は金属製のものを使用している。固定杭に金属製パイプを使用している場合に、その設置に傾きなどの不十分な



第7図 気温変化の例（奥山第2） OK2-05に気温変化の影響が生じている。  
Fig.7 Example of variation effected by temperature.

点があることによってこのような変化が生じていると考えられる。

### 2.5.2 地震による影響

5月6日から下旬にかけて、伊豆東方沖で群発地震があり、10日から16日ころ活発で、大島では多くの有感地震が観測されている。これらのうち大島測候所で震度Ⅲの地震の影響が北部地区の自記式伸縮計に記録されている。第8図の例に示すように震度Ⅲの地震の全てのゆれが、記録されている。これらの場合も地震後はほぼその直前の観測状態に復帰していることから、震度Ⅲ程度であれば観測計器に影響は少ないといえよう。しかし、テレメトリによって移動量を走査しているちょうどその時刻に地震が発生している場合には一時的な異常値とし

て観測される可能性がある。

## 3. 観測結果

### 3.1 概要

観測開始以来6月までの観測結果について、月変位量の平均値が0.2mm以上に達する観測区間を含む測線を中心に、地域毎に報告する。これらの測線の累積変位量の経時変化を、第9図に示す。

また、これらの比較的大きな変位の経時変化には、指数関数的な変位量の推移が認められる場合がある。この経時変化と単純な力学的モデルから予測される変化とを比較する。

### 3.2 各地区の観測結果

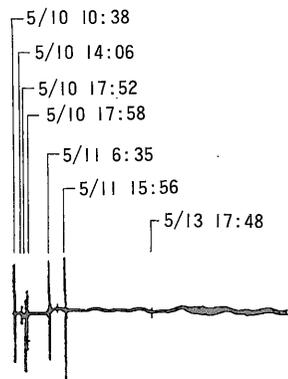
#### 3.2.1 奥山での継続的変位及び地震の発生に伴う縮みの変位

南東部の奥山では今回の火山活動に伴って、最も変位量が大いなる割れ目が形成された。この割れ目を横断し、大島ボルタック局に至る道沿いに13基の伸縮計を設置した（奥山第1）。また、一周道路沿いの奥山第2には、沢沿いに、3基と2基とからなる2測線を設置した（第1図参照）。

これらの測線では、後述する5月23日の縮みの変位の発生までの期間に、斜面の山側に位置する観測区間では伸びが、また谷側に位置する観測区間では縮みが継続していた（第9図-(a)、(b)参照）。

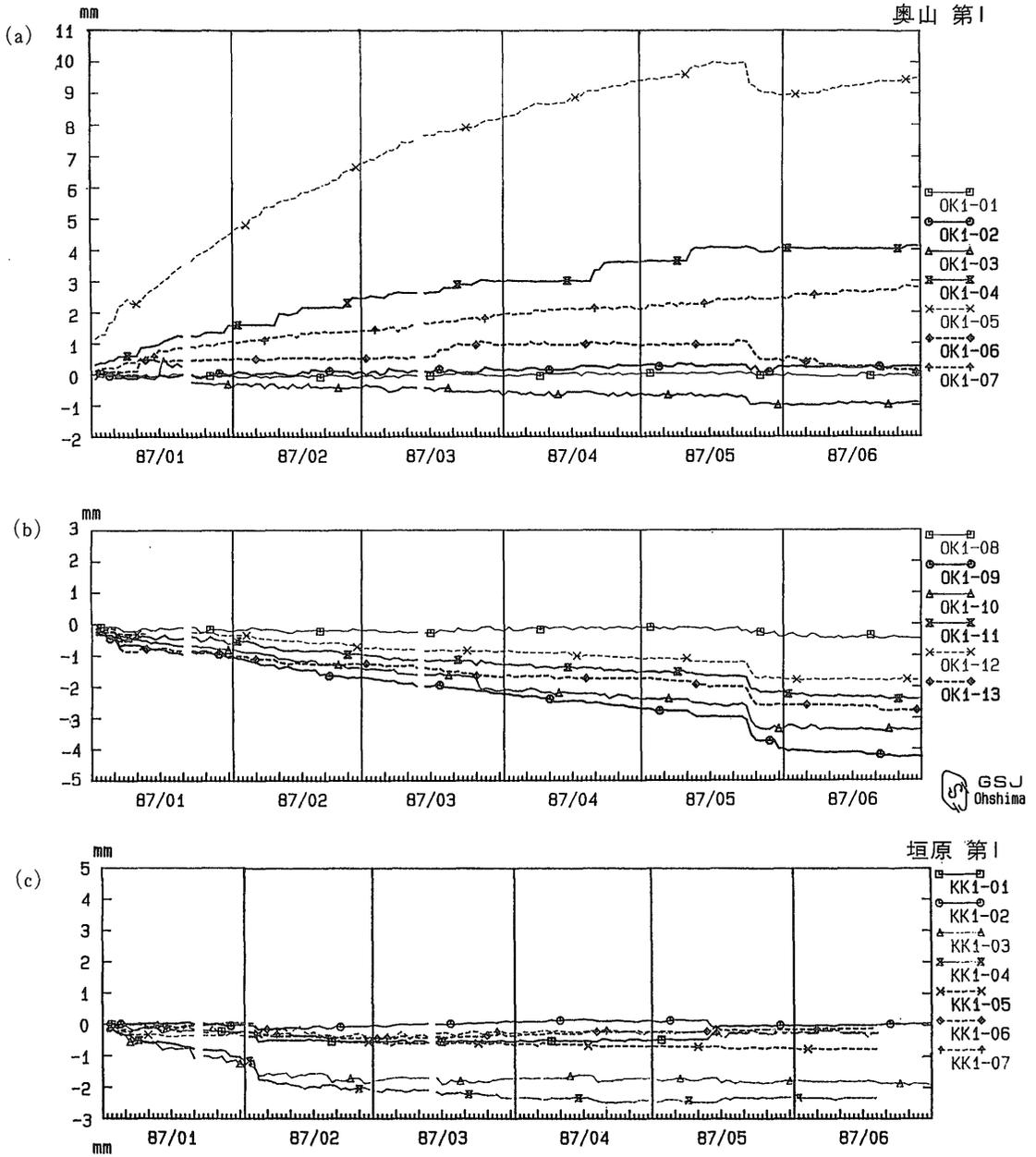
奥山は、大島火山の山麓部に位置し、斜面上に形成された割れ目には、二次的に生じた斜面移動による変位を伴っている場合が多い。

観測結果によると、奥山第1測線の例（第10図）では、



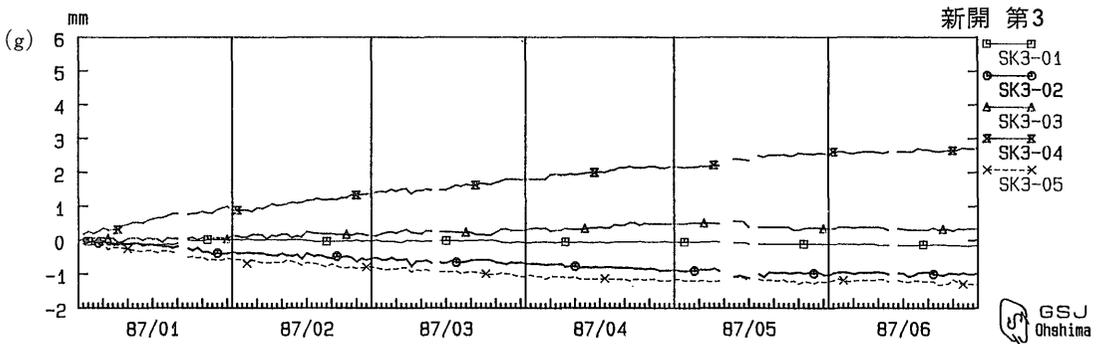
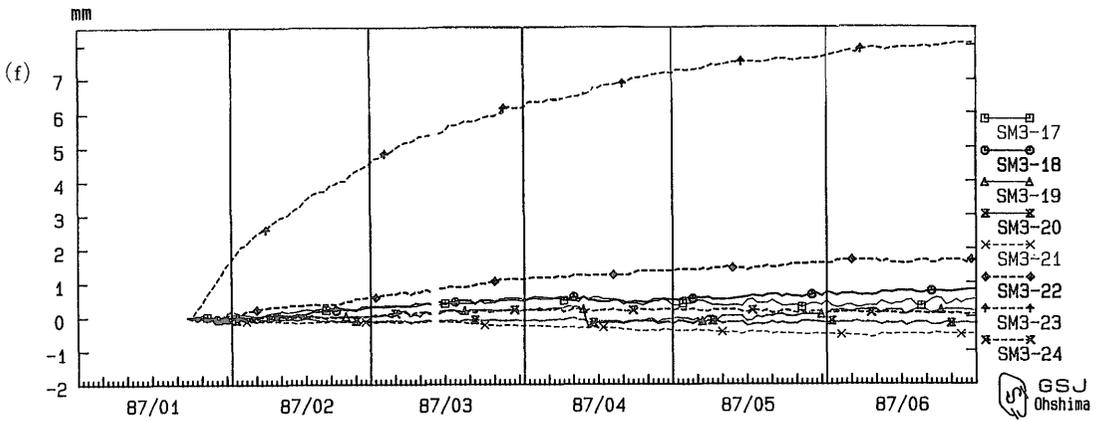
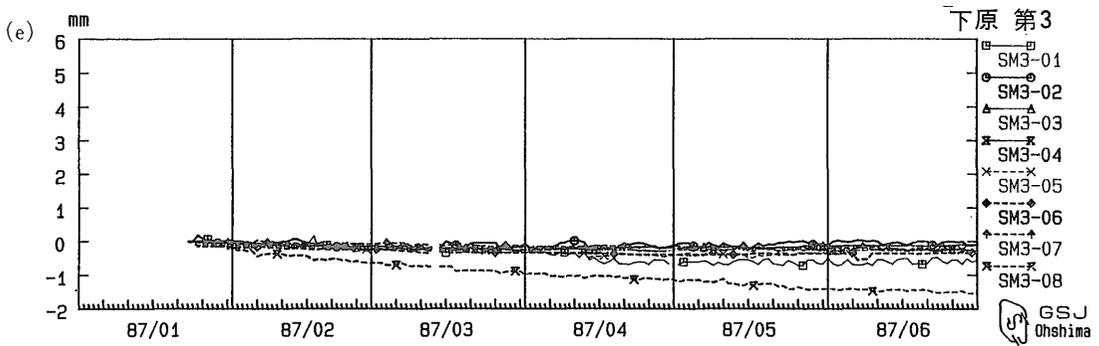
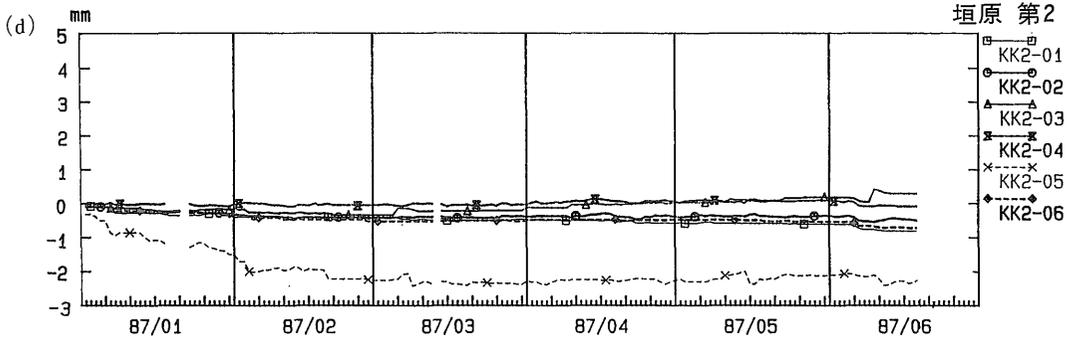
第8図 自記式伸縮計に記録された地震動（新開第1；SK1-02）  
自記記録結果及びこの観測期間に発生した震度Ⅲの地震発生時刻  
（気象庁資料による）を示す。

Fig.8 Example of variation effected by earthquake.

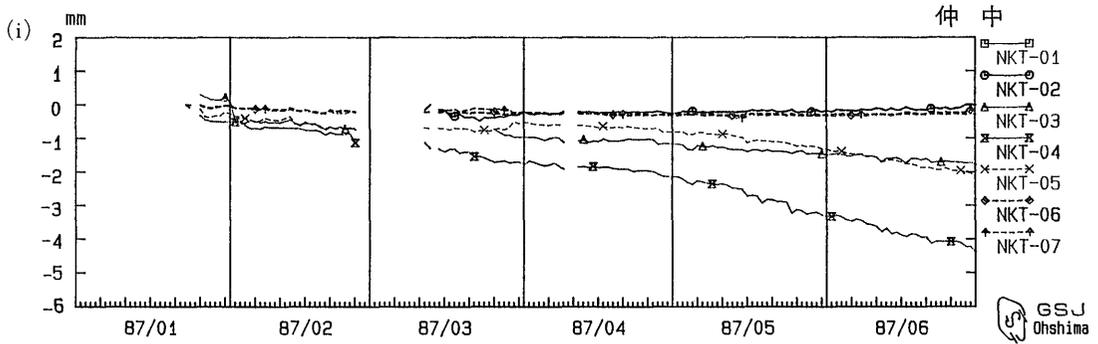
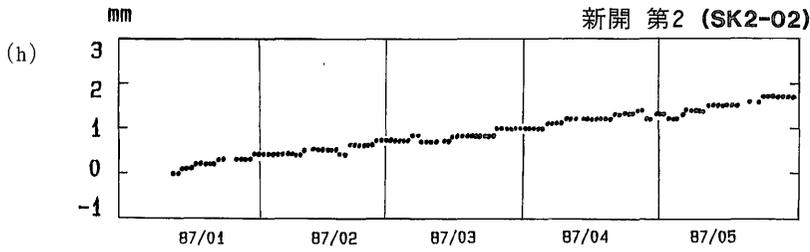


第9図 累積変位量経時変化図 主な観測区間の累積変位量(各日の0時の観測時の値)の変化を示す。なお、本図のうち(b)は自記式Aの観測結果, その他は電気式の伸縮計の観測結果を示す。

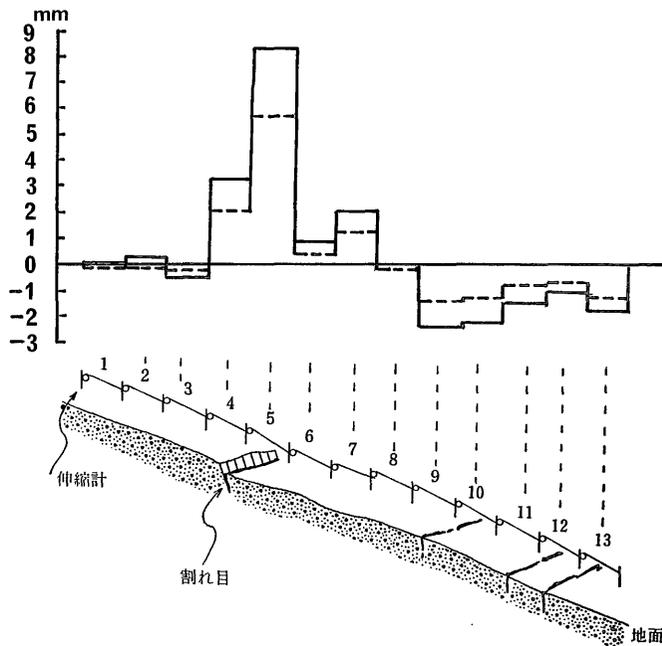
Fig.9 Variations of line length at the extensometer observation lines.



第9図 つづき  
Fig.9 continued

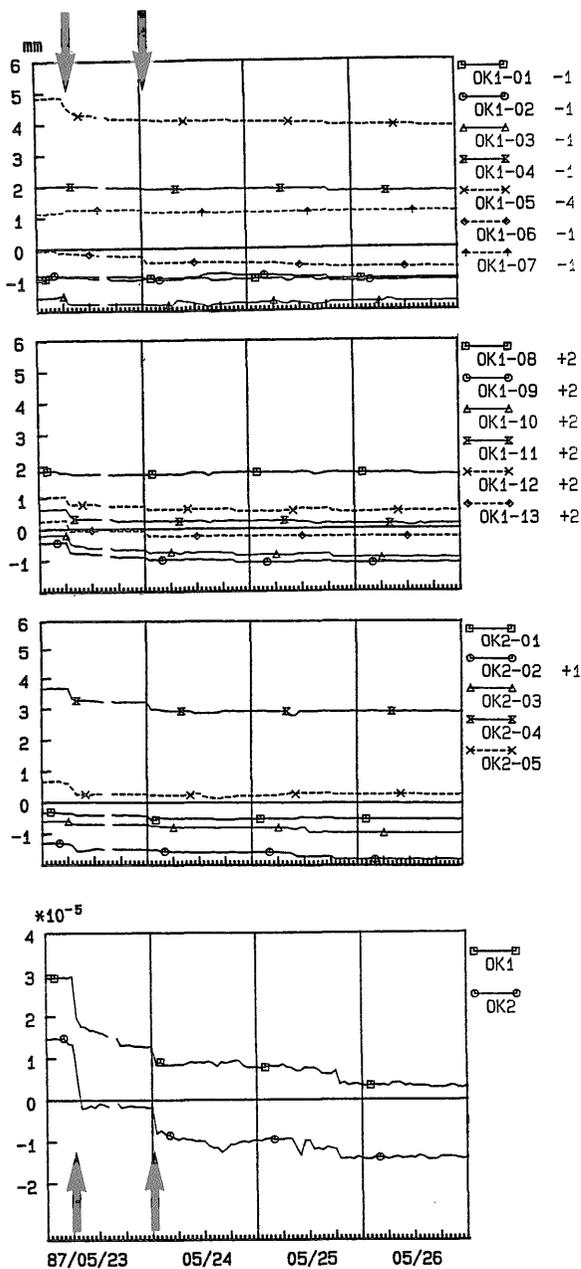


第9図 つづき  
Fig.9 continued



第10図 変位量分布図(奥山第1) 1/1-5/1の期間の変位量の分布を実線で、1/1-3/1の期間の変位量の分布を破線で示す。下部に本測線の概念図を示す。

Fig.10 Distribution of deformation at OK1.



第 11 図 奥山第 1 及び第 2 の観測結果 OK1-01~13 及び OK2-01~05 の累積変位量の変化及び各測線全体の歪の経時変化を示す。矢印の観測時刻に縮みが観測されている。

Fig.11 Variation of line length and strain at OK1 and OK2.

変位量が最も大きな割れ目が形成された OK1-05 の観測区間付近に伸張の変位が観測され、その斜面下方に位置する OK1-09 付近を中心に圧縮の変位が生じている。割

れ目が形成され、斜面に不連続部分が生じたために、割れ目付近の表層部が自重によって、斜面下方に移動し、このような変位の分布が生じていると考えられる。奥山第 1 及び第 2 の各測線と共に、源第 1 測線にもこのような斜面営力によると考えられる変位が継続的に観測されている。

一方、奥山地区の奥山第 1 及び第 2 では、5 月 23 日 6:00-7:00 の観測時刻間に、大部分の観測区間に顕著な縮みの変位が生じた。更に 24 日 00:00-1:00 の間にも、変位量は小さいものの同様の傾向の変位が観測された (第 11 図)。

この圧縮の変位が発生した奥山地区では、5 月 22 日から 26 日にかけて地震が多発した。最大の地震が 23 日 6:25 に発生し、奥山付近を震源とし、元町の測候所で震度 I (M3.2) であった。最初の圧縮の変位の発生はこの最大の地震の発生時刻に対応する。

地震動によって、表層部に新たな二次の変位が生じ、観測区間のより山側からの圧縮が生じたとも考えられる。しかし、圧縮の変位が 3 測線 (奥山第 2 は 2 副測線からなる) で同様に観測され、大部分の観測区間で一樣に縮みの変位が観測されている。従って、むしろこの地震発生時に、奥山の割れ目付近に地表付近が圧縮する地殻変動が生じた可能性が大きいと言えよう。

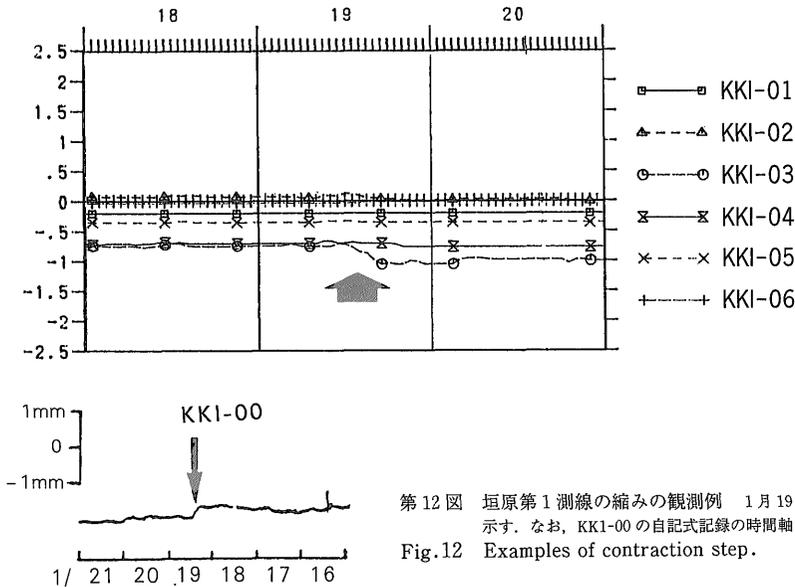
なお、OK1-05 などでは、この縮みの変化が発生した 7 日後ころから、元の伸張の傾向の変位が観測されている。

### 3.2.2 源・垣原

本地区では 4 測線で伸縮観測を実施している (第 1 図参照)。これらのうち源第 1 測線は、斜面上の二次的な変位を伴う割れ目を横断して設置している。先に述べた奥山の斜面上に観察されている変化と同様な継続的変位が観測されている。

ここでは、源第 2 (MN2)、垣原第 1 (KK1) 及び垣原第 2 (KK2) の平坦地上に設置した測線の観測結果を検討する。これらの測線では、観測開始以来、割れ目を横断する MN2-02, 03, KK1-03, 04, KK2-05 の観測区間に、いずれも縮みの継続的変位が観測されている (第 9 図-(c), (d)参照)。なお、12 月 11 日には、KK1-03 に平行に設置した自記式伸縮計 (KK1-00) の観測を開始している。

これらのうち垣原第 1 測線の主要な割れ目を横断する観測区間 KK1-03 では、ステップ状の縮みの変化を伴う。この変化は KK1-00 によっても同様に観測されている (第 12 図)。縮みが観測された観測時刻、及びその変位量を第 2 表に示す。なお、本表に示した変位量はステッ



第12図 垣原第1測線の縮みの観測例 1月19日に発生した縮みの変化を示す。なお、KKI-00の自記式記録の時間軸は逆になっている。  
Fig.12 Examples of contraction step.

第2表 垣原(KKI-03)の縮みの観測時刻及び変位量  
Table 2 Contraction steps at KKI-03 line.

月日	発生時刻	変位量
1.12	19:00-22:00	-0.15 mm
1.19	10:00-17:00	-0.31
1.26	14:00-18:00	-0.19
2. 2	4:00- 8:00	-0.27
2. 9	8:00-12:00	-0.16
2.18	12:00-16:00	-0.24
2.25	22:00-24:00	-0.16
3.14	6:00-13:00	-0.19
4.17	7:00-15:00	-0.20

変位量には、縮みが発生した日の0時から24時間の変位量を示した。

の発生した日の0時から24時間の変位量を示した。第2表に示すように縮みの変位は数時間以上の観測時刻間に生じている。一方、縮みのステップと次のステップの発生間の期間には、伸びの傾向の変化が認められる(第13図参照)。

縮みのステップの発生時には、波浮で国立防災科学技術センターが観測を実施しているボアホール型傾斜計(山本ほか, 1987)に、いずれも傾斜のステップが発生していることが明らかになった(第13図)。従って、KKI-03の縮みの変位はこの地区の地殻変動に伴って生じていると推定できる。

KKI-03の縮みの発生時にはKKI-04, KKI-05では、

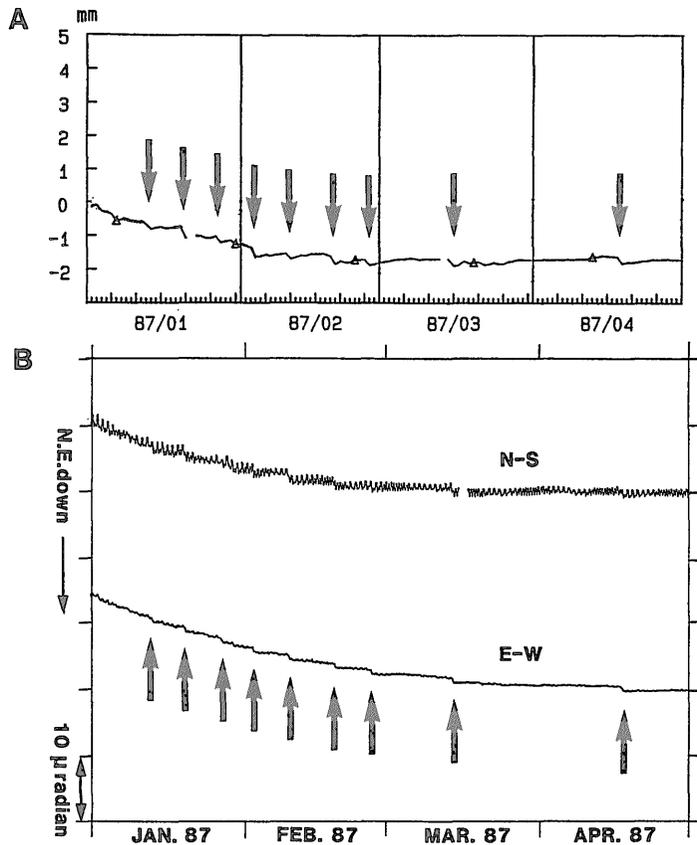
その24時間以内に縮みの変化が観測される場合が多いが、その変化は、KKI-03程明瞭ではない。しかし、これらの観測区間の縮みの継続的な変位も、KKI-03と同様な要因によるこの地区の割れ目の変動を反映したものとしよう。

一方、国土地理院の水準測量結果(多田ほか, 1987)によると、垣原地区では、1986年12月と1987年2月の期間に割れ目を挟む地域全体が、波浮の傾斜計に観測された北東方向に傾斜している(第14図)。従って、割れ目を横断していない他の観測区間には明瞭な変位は観測されていないが、この地域全体に同様な応力が作用していると推定することができる。その圧縮応力が割れ目が形成された表層部の不連続部分に大きな歪を生じていると考えることができる。

### 3.2.3 下原

南部の下原には、下原第1, 第3測線に電気式の伸縮計(下原第3測線の一部に平行に自記式A 2基を設置)、下原第2, 第4測線に自記式Bの伸縮計を設置した。更にクダッチの下シクボには、自記式Aの伸縮計を設置した(第1図参照)。これらのうち下原第2, 第4の測線には明瞭な変位は観測されていない。

下原第3測線の西側の割れ目を横断するSM3-08では縮みの変位が観測されている。また一方東側の割れ目を横断するSM3-23では伸張の変位が継続的に観測されている。これらの伸びの量も指数関数的に減少している(第9図-(e), (f)及び第15図参照)。



第13図 垣原 (KK1-03) の伸縮観測結果と波浮の傾斜観測の傾斜ステップ 波浮の傾斜計に観測された傾斜ステップの発生 (山本ほか, 1987) を矢印でしめす。

Fig.13 Variation of line length of KK1-03 line and tilt steps at Habu.

また、下原第1測線の割れ目を横断するSM1-01の観測区間では、継続的な縮みが観測されている。この地点はSM3-08の割れ目の延長と推定できる。従って、下原では西側の割れ目帯が継続的に圧縮し、東側の割れ目帯は継続的に伸張しているといえる。

### 3.2.4 新開第2, 新開第3及び沢立測線

北部地域の東側に形成された北西-南東に延びる割れ目上の測線のうち、新開第3測線では、地表で観察された主要割れ目上のSK3-04で継続的な伸びが観測されている。一方その両側のSK3-02及び-05では縮んでいる(第9図-(g))。

新開第2ではSK3-03の観測区間に伸びの傾向の変化が観測されている(第9図-(h))。従ってこれらの変化が、この割れ目帯に進行している変位を観測している可能性があるといえる。しかし、これらの割れ目の延長上と推定できる沢立の測線では明瞭な伸張の傾向の変位は観測

されていない。

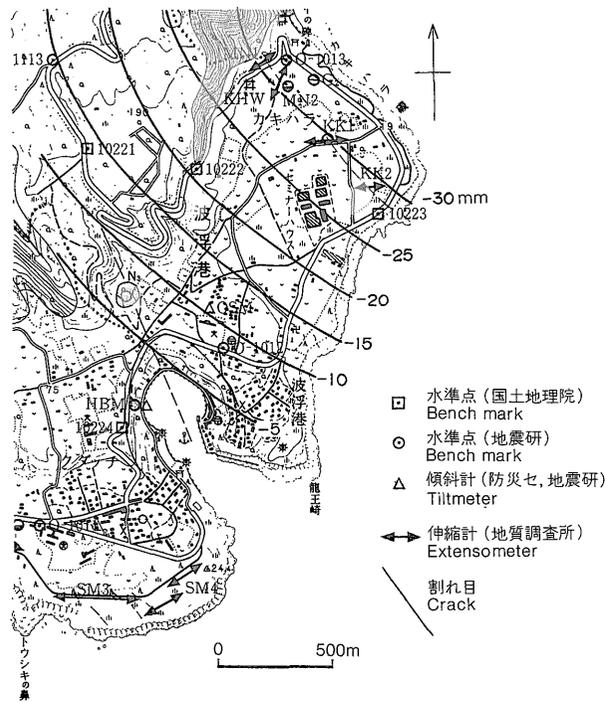
### 3.2.5 伸縮中

本測線は明瞭な割れ目を横断していない。しかし、多くの観測区間に縮む傾向の変化が認められ、特にNKT-04等で大きく縮む変化が観測されている(第9図-(i)参照)。NKT-04がNKT-02~NKT-03の観測区間の緩斜面下に位置し、これらの地点の斜面移動等の斜面営力に伴う圧縮が生じているとも考えられる。

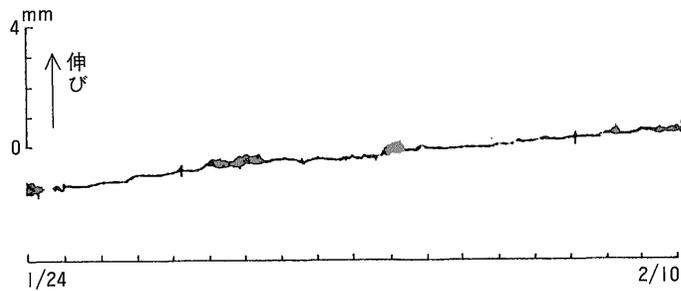
なお、これらの縮みの変化量は、他の測線で観測されている変位がいずれも変化量が徐々に小さくなる傾向があるのに対し、観測開始以来一定であり、また、更に4月下旬以降変化量が增大している。

### 3.3 継続的变化の変化パターン

一部の観測結果には、変位量の経時変化に指数関数的な変化が認められる。ここで検討するOK1-05及びSM3-23の観測区間では、いずれも歪の増加量が指数関



第14図 垂直変動量分布図 1986年12月-1987年2月の期間の垂直変動量の分布を示す。なお、変位量は多田ほか(1987)に基づく。  
 Fig.14 Vertical crustal deformation (December 1986 - February 1987).



第15図 下原第3の自記式記録結果 SM3-23に平行に設置した自記式伸縮計の記録を示す。  
 Fig.15 Variation of line length at SM3-23 line.

数的に減少し、一定値に近づいている。このような時間-歪の関係は一般的に次の様に書ける。

$$\epsilon = \epsilon_{\infty} \{1 - \exp(-t/\tau_k)\}$$

$\epsilon$  ; 歪  $\epsilon_{\infty}$  ; 最終歪  $t$  ; 時間(日)  $\tau_k$  ; 遅延時間  
 上記の式の係数をシンプレックス法を用いて決定した結果を下記に示す。なお、計算には、OK1-05では12月31日-4月20日、SM3-23では1月24日-6月末の期間の観測結果を用いた。

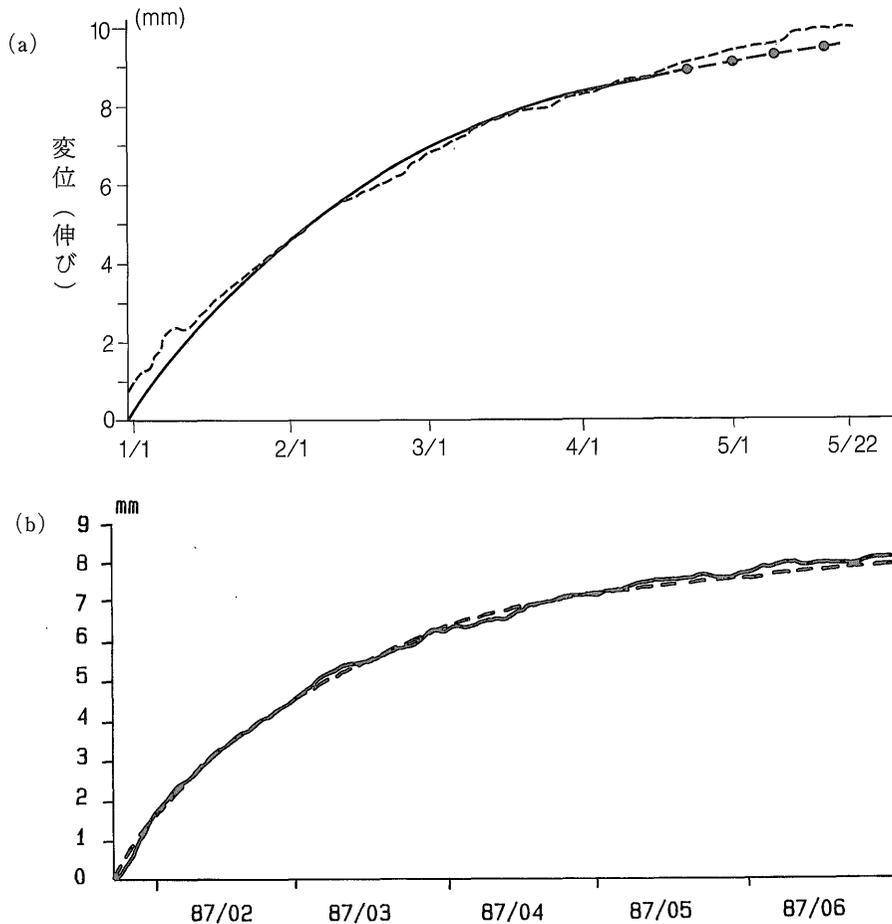
$$\text{OK1-05 ; } \epsilon = 6.783 \times 10^{-4} \cdot \{1 - \exp(-t/53.91)\}$$

$$\text{SM3-23 ; } \epsilon = 5.319 \times 10^{-4} \cdot \{1 - \exp(-t/44.48)\}$$

これらの近似結果と実測値とを第16図に示す。いずれも近似結果と実測値とはよく一致している。このような比較的単純な力学モデルから予想される変化が生じ、またその変化が比較的長期間に継続していることは興味深い。

### 3.4 観測結果のまとめ

1987年6月までの観測結果は、次のようにまとめられる。



第16図 伸縮観測結果とその回帰曲線 (a) OK1-05 (b) SM3-23  
 Fig.16 Variation of line length and the best fit exponential curve.

- 1) 奥山第1, 第2及び源第1の斜面上の測線では山側の割れ目部分が伸張し, 谷側で圧縮する変位が継続的に観測された。
- 2) これらの変位は, その変位の分布から, 割れ目の形成によって二次的に発生した斜面管力に伴う変化であると推定できる。
- 3) 一方, 奥山第1及び第2の測線では, 5月23日に, 大部分の観測区間で縮む変位が発生した。
- 4) この変位は, この観測時間に発生した地震に伴う地殻変動を反映している可能性が大きい。
- 5) 源・垣原地区の平坦地上の割れ目には, 継続的に縮む変化が観測され, その変化量は徐々に小さくなった。
- 6) この縮みの変位は, 垣原第1測線の第3観測区間(KK1-03)の縮みのステップの発生と波浮に設置

されている国立防災科学技術センターの傾斜計による傾斜ステップの発生とが対応することから, この地域に進行していた地殻変動を反映しているといえる。

- 7) この地殻変動は, 垣原地域全体が, 北東方向に傾動しつつ地表付近が圧縮する変動である。この圧縮が表層部の不連続部分となっている割れ目部分に大きな歪を生じていると考えることができる。
- 8) 下原では西側の割れ目帯が縮み, 東側で大きく伸張する変位が観測されている。これらの変化量は, 指数関数的に減少している。
- 9) 新開第3測線では, 割れ目の直上を横断するSK3-04の観測区間に比較的大きな継続的な伸びが観測され, またSK3-02, 05で縮む変化が観測されている。これらの変化量も指数関数的に減少してい



第17図 伸縮分布図 凡例は本文中に示した。

Fig.17 Distribution of ground surface deformation types observed by extensometers in the Izu-Ōshima Volcano.

る。

10) 新開第2測線では、SK2-02の観測区間に伸びる継続的な変化が観測されている。

11) 仲中測線では縮みの傾向の変化が観測され、その量は4月中旬以降やや大きくなっている。

これらの比較的大きな変位には次の様な特徴が認められる。

1) 奥山の5月下旬の変位を除くと、それらの変位の傾向(伸張あるいは圧縮)は観測開始以来、観測区間毎に一定していて継続的である。

2) 仲中測線の例を除くといずれも割れ目の直上を横断する観測区間に比較的大きな変位が観測されている。

3) また継続的な変化の変化量は時間と共に指数関数的に減少している場合が多い。

従って、これまでに観測された地表変位は、奥山の5月下旬の変動及び仲中測線の4月中旬以降に変位量が増加した変化を除くと、いずれも観測開始以来継続的な変位であって、割れ目の形成直後から継続的に進行した変位であると推定できる。

観測開始以来6月までに観測されている比較的大きな

変位を下記の3類型に区分し、その分布を第17図に示す。

A) 山側に伸張が、また谷側に圧縮の継続的変位が観測されている斜面上の測線。

B) 一ヶ月平均変位量が0.2mm以上に達する伸張変位が生じている観測区間。

C) 一ヶ月平均変位量が0.2mm以上に達する圧縮変位が生じている観測区間。

今後これらの変位が表層付近の局地的な変位であるのか、より広域的な地殻変動を反映しているのか、更に他の観測結果等と比較検討して明らかにする必要がある。

一方、これまでの継続的な変化に基づいて、各観測区間毎に今後の予測値を得ることは比較的容易である。その予測値を基底変動とし、今後の観測結果と比較することによって、伊豆大島に新たに進行する地殻変動を、検出することができよう。

**謝辞** 伸縮観測の実施に際し、多くの住民の方々に協力していただくと共に、大島町、大島警察署、大島支庁等の関係機関に協力していただいた。特に伸縮計等の観測機材を設置した土地の所有者の方々には、その使用に当たり多大な便宜をはかっていただいている。また、長瀬御夫妻には、モニターステーションを設置させていただくなど協力していただいている。

本伸縮観測システムの設計、設置には、住鉱コンサルタント(株)宮島 弘、近藤六夫、坂田電機(株)小北文博、日本サーベイ(株)川島 紘の各氏らに協力していただいた。

地質調査所の曾屋龍典、中野 俊、宇都浩三、山元孝広、阪口圭一、土谷信之の各氏からは、多くの協力を得

た。中塚 正、村田泰章及び牧野雅彦氏には、伸縮計による測定データの大島と地質調査所間のテレメトリに関するデータ処理及び本文中にも示した伸縮データの各種の図形出力等に関するデータ処理をしていただいた。

以上の方々をはじめ、この調査及び作業を進めるに際して協力していただいた多くの皆様に心から感謝いたします。

## 文 献

遠藤秀典・釜井俊孝・角井朝昭(1987) 伊豆大島火山1986年の活動に伴って島内の広い範囲に形成された地殻割れ目。地調月報, vol.38, p.649-658.

針生幸治(1975) 地すべり記録器(伸縮計その2)。地すべり技術, vol.2, no.1, p.28-31.

一色直記(1984) 大島地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 133P.

村田泰章・牧野雅彦・中塚 正(1987) 伊豆大島テレメータ受信システムの構築。地調月報, vol. 38, p.731-739.

多田 堯・橋本 学(1987) 1986年伊豆大島火山噴火の地殻変動。月刊地球, vol.9, p.396-403.

山本英二・島田誠一(1987) 1986年伊豆大島噴火に伴う波浮付近の地殻変動。日本火山学会講演予稿集, 1987年度秋期大会, p.16.

(受付:1987年8月24日;受理:1987年10月5日)