

1989年7月の伊東沖の海底噴火 に先行した傾斜変動(速報)*

国立防災科学技術センター**

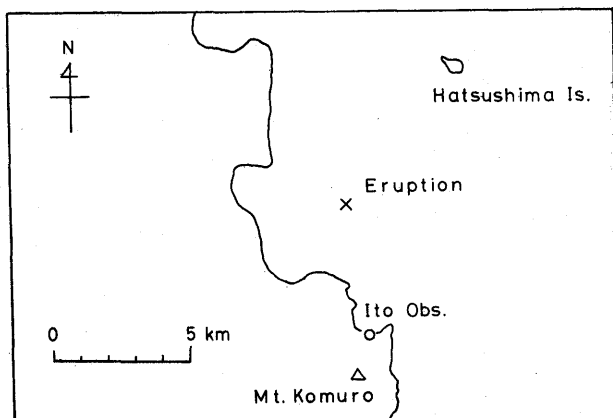
1. はじめに

伊豆半島東方沖では、1978年頃より群発地震が発生し始め、以後ほぼ毎年1~3回程度ずつ発生し続けている。1989年においても、5月に小規模な群発地震が川奈崎付近で発生した。この群発地震は1週間程度で一旦収まったが、6月30日から伊東沖で再度群発地震が発生し始めた。この群発地震は7月4日から急に活発化し、有感地震が多発するようになり、伊東市内では地震による直接の被害が出始めた。7月9日には今活動期間中最大であるM5.5の地震が発生した。そして、7月11日、12日、13日には振幅の大きい火山性の連続微動が発生し、13日にはこの連続微動と同時に伊東沖約3Kmの地点で海底噴火が発生した。

国立防災科学技術センターでは1989年3月より伊東市川奈において傾斜の連続観測を開始した。これにより、今回の噴火に先行した傾斜変動を捉えた。また5月の群発地震時にも傾斜変動を捉えたので、これらについて報告する。

2. 観 測

観測点の位置を図1に示す(観測点名、伊東)。観測点の緯度、経度はそれぞれ $34.95^{\circ}N$ 、 $139.14^{\circ}E$ であり、噴火地点は観測点の北方約5Kmにあたる。観測は深さ約92mの観測井底で行っている。観測井掘削地点の地質は安山岩溶岩で、計器は岩質が堅硬ち密な場所を選んで設置されている。南北成分に計器設置初期のドリフトと思われる変動がやや残っているが、その量は6月の時点で1ヵ月あたり $2\mu rad$ 以下である。また降雨の影響もほとんど認められず、安定した記録が得られている。観測データは当初現地で収録していたが、6月28日にパソコン通信によるデータの伝送方式を導入し、筑波でデータが得られるようにした。これにより、一連の活動の活



第1図 伊東観測点及び1989年7月13日の海底噴火地点位置図

Fig.1 Locations of Ito station(circle) and undersea eruption of July 13, 1989 (cross)

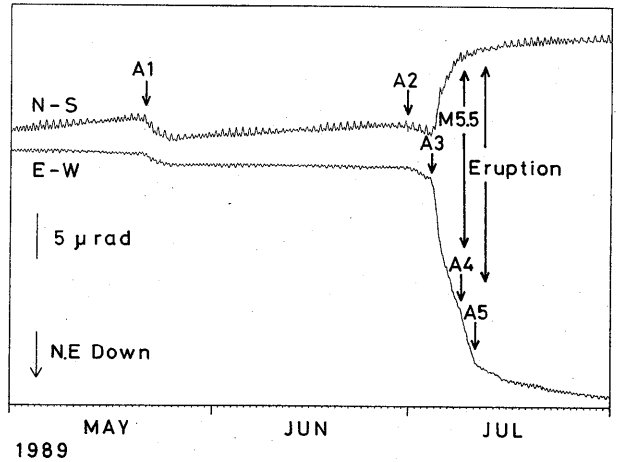
* Received Aug. 28, 1989

** 山本英二・岡田義光・大久保正

発化に伴って急ぎょ開催された火山噴火予知連絡会の拡大幹事会や伊豆半島東方沖の海底火山部会並びに地震予知連絡会等関係各機関に最新のデータを提供でき、活動の推移の予測判断等に役立てられた。7月21日にはテレメータ化を実施し、それ以後データの常時収録を行っている。

3. 変動の推移

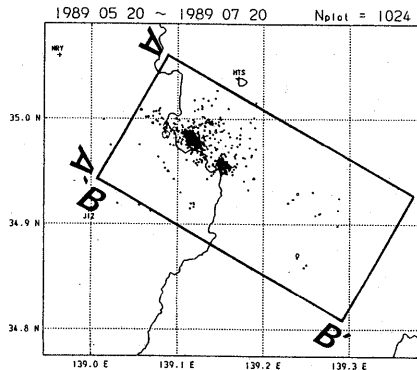
図2に伊東観測点における1989年5月1日から7月31日までの傾斜記録を示す。図中A1から変動が始まっており、その変動は一旦収まった後、A2から再度始まり、更にA3より急に変動量が大きくなっている。A3以降も変動が変わる時期があるが、これらは群発地震の発生もしくは活発化と関係しているようである。これらの傾斜変動について、主な時期に区切って以下に示す。尚、地震時の傾斜ステップは記録から取り除いてある。



第2図 伊東観測点における傾斜記録(1989年5月1日~7月31日)

図中A1, A2より変動が始まっており、A2からの変動はA3, A4, A5等から変化している。

Fig.2 Hourly tilt data observed at Ito station from May 1 to July 31, 1989. Tilt change started from the points A1 and A2, and tilt change from A2 varied its tendency at the points A3, A4 and A5.



第3図 1989年の伊東沖の群発地震活動。震央分布とAA', BB'方向の断面図。(7月4日14時から7月17日15時までのデータは未処理のためプロットされていない)

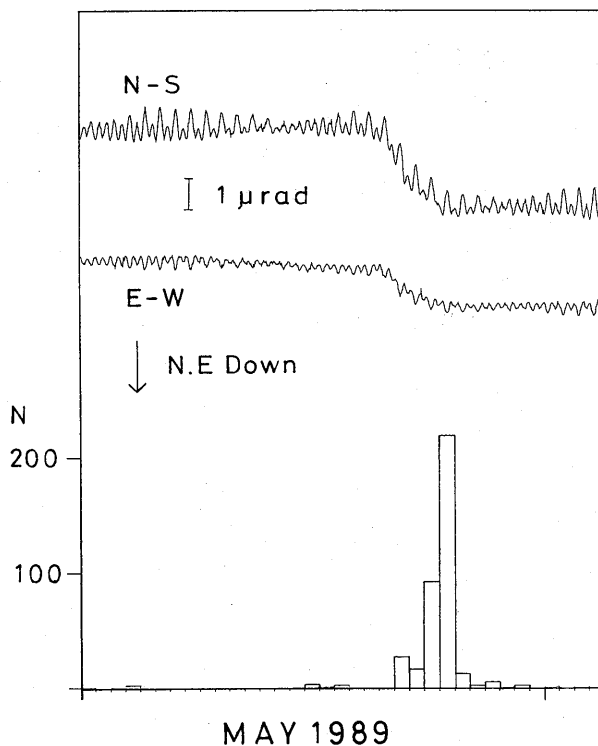
Fig.3 Seismic activity off Ito from May 20 to July 20, 1989. Epicentral distribution and vertical cross sections along the AA' and BB' direction. (Data between 14h July 4 and 15h July 17 are lucked)

3.1 1989年5月の変動

1989年5月21日より小規模な群発地震が伊豆半島沖で発生した。図3に防災センターの定常処理により決められた伊豆半島東方沖の群発地震の震源分布を示す。このうち川奈崎付近に集中している地震が5月の群発地震の震源である。図4に伊東観測点における5月1日から6月4日までの傾斜記録を5月の群発地震の日別発生回数とともに示す。傾斜の変動時期は群発地震の活動時期に対応している。傾斜の変動方向は北北東下がりで、群発地震の発生方向を向いている。変動量は約 $3\mu\text{rad}$ である。

3.2 6月30日からの変動

6月30日より再度群発地震が発生した。この時の震源は5月の時よりも西北西方向に移動し、震源の深さも浅くなっている。この時にも再び傾斜変動が観測された。この群発地震の初期の頃の活動は5月の時とほぼ同程度であったが、7月4日からM3以上の地震が多く含まれるようになった。図5に7月1日から7月15日までの傾斜変動と、この期間に発生したM3以上の地震の6時間毎の発生回数を示す。地震活動が活発化した7月4日から傾斜変動も大きく変化している(図2, 図5中A3), 6月30日の変動開始から7月4日の地震活動が活発化するまでの変動量は約 $2\mu\text{rad}$, 変動方向は北東下がりで、5月の時とは少し方向が異なる。7月4日からの活発な地震活動は徐々に収まる傾向にあったが、7月8日からは再度活発化し、この頃より傾斜変動も加速して大きくなっている(図2, 図5中A4)。7月4日から7月8日までの変動量は約 $17\mu\text{rad}$, 変動方向は西北西上がりで、地震の発生方向を向いている。8日からはほぼ西上がりとなっている。8日からの活動は11日頃より鎮静化してきているが、傾斜も同じく緩やかな変動に変わっている(図2, 図5中



第4図 1989年5月1日から6月4日までの傾斜記録と群発地震の日別発生回数

Fig.4 Hourly tilt data compared with the daily earthquake numbers from May 1 to June 4, 1989.

A 5)。

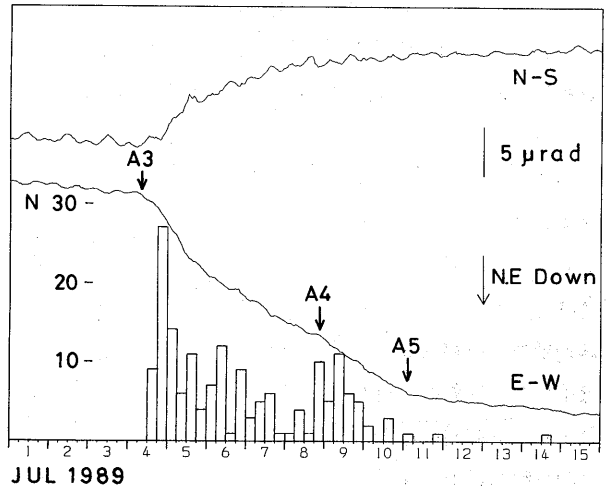
3.3 噴火直前、直後の変動

7月11日、12日、13日に振幅の大きい連続微動が観測され、13日の時には微動と同時に伊東市沖約3 Kmの地点で海底噴火が発生した。海上保安庁水路部の調査により噴火地点の海底下に海丘(手石海丘)が新たに生じていることが明らかとなっている。図6に噴火及び連続微動の発生前後の傾斜記録を示す。先にも述べたように、11日からの緩やかな変動以外に目立った変動は認められない。

4. 考 察

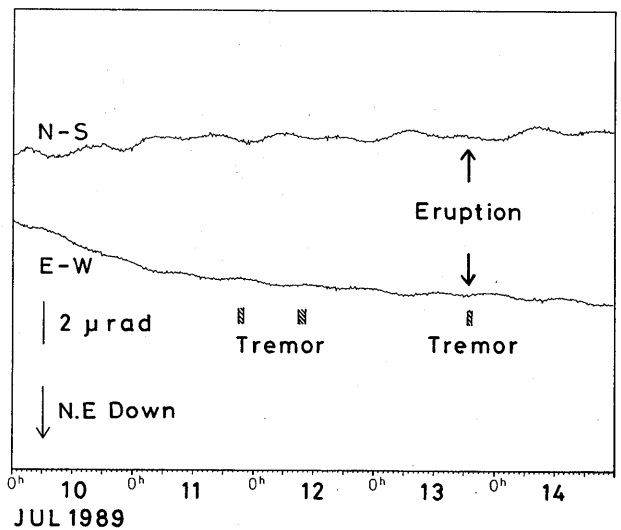
1989年5月の群発地震の発生時に傾斜変動が観測されたが、この群発地震の最大マグニチュードは2.6ときわめて小さかった。この程度の地震は防災センターが関東・東海地域に展開している観測網内でしばしば発生しているが、このような規模の地震に対応した傾斜変動は未だ観測されたことはない。地震の規模の割には変動量が大きく、この変動は地震活動によるものではなく、地震活動を含め火山性の活動を示すものと推察された。

6月30日から発生した群発地震の初期の頃の活動は5月の時と同様小規模であったが、この時にも傾斜変動が観測された。この群発地震は7月4日、8日、11日を境にその活動度が変化しているが、傾斜変動もこれらの時期を境に変化している。地震活動と傾斜変動が密接に関係し、地震の活動度と傾斜の変動量との間の相関が高いことから、両者は同じソースにより生じたと推察される。群発



第5図 1989年7月1日から7月15日までの傾斜記録と群発地震 ($M \geq 3$) の6時間毎の発生回数

Fig.5 Hourly tilt data and earthquake ($M \geq 3$) numbers of every 6 hours from July 1 to 15, 1989.

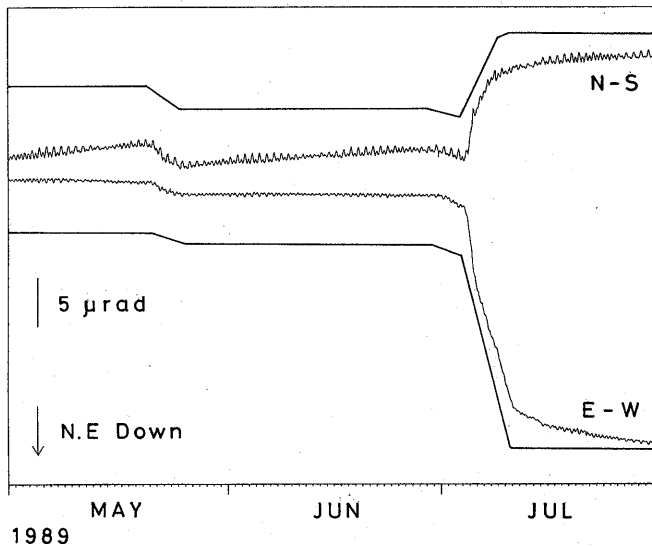


第6図 噴火及び連続微動発生前後の傾斜記録

Fig.6 Tilt data of every 10 minutes before and after the undersea eruption on July 13, 1989 and continuous volcanic tremors on July 11, 12 and 13, 1989.

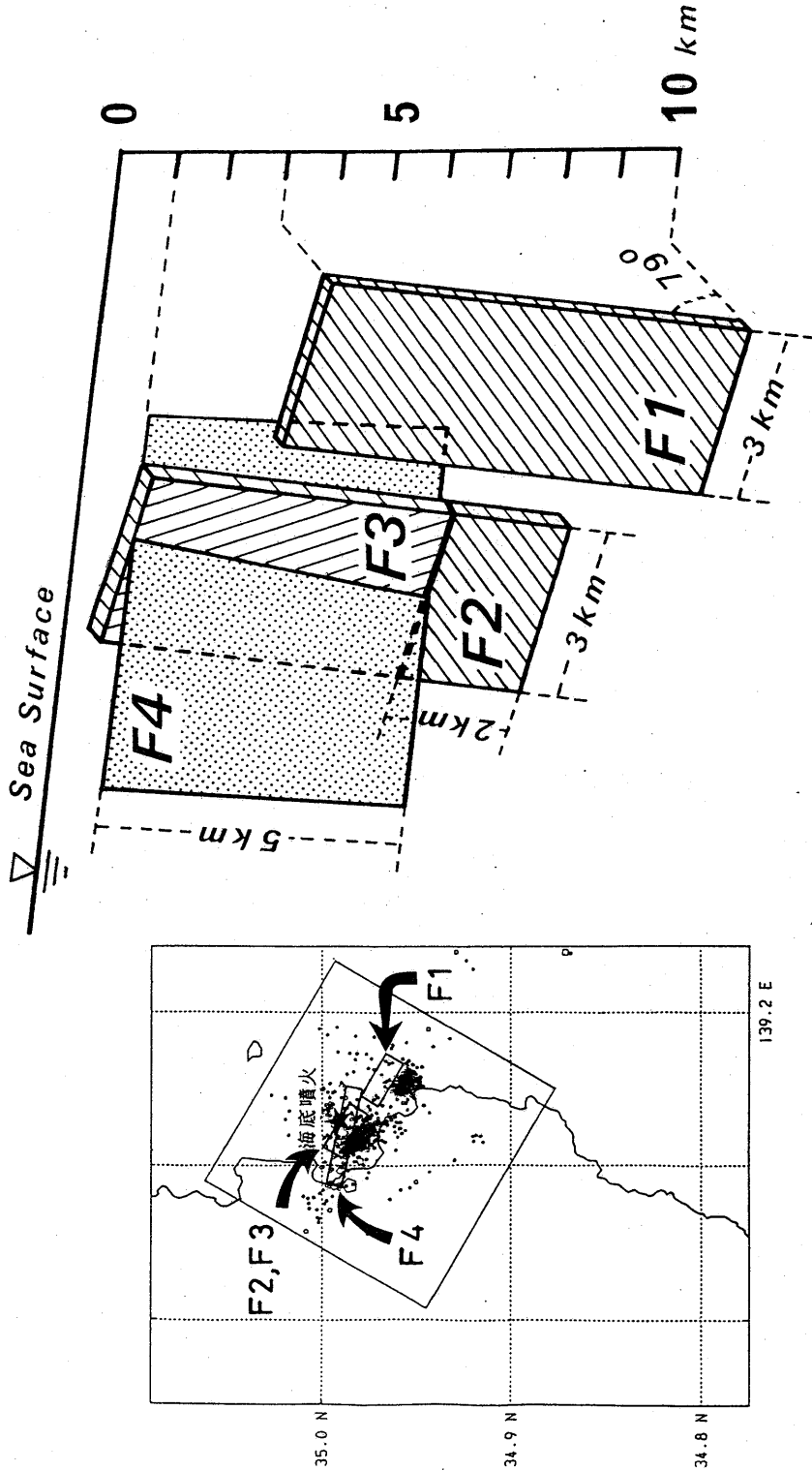
地震の震源が東南東から西北西にかけてほぼ垂直な面状に分布しており、噴火もこの地震の活動域の際で発生していることから、この方向に沿ってマグマの貫入が生じたことが示唆される。そして、噴火発生直前直後に傾斜変動が認められなかったことから、それ以前にマグマはかなり浅い所まで達していたと推察される。マグマの貫入の大部分は傾斜の変動が大きく、地震活動も活発な7月4日から始まり、10日までにはほぼ完了したと判断される。

以上述べたような地震及び傾斜観測から明らかとなった諸性質及び傾斜の変動量をもとに、岡田、山本(1989)は一連の群発地震と火山活動の一解釈として図7に示すモデルを構築した。図中F1, F2, F3は開口断層を、F4は7月9日に発生したM5.5の地震断層を示す。開口断層の走向及び傾斜角はそれぞれN120°E, 79°であるが、これらは震源分布より決めている。地震断層の走向及び傾斜角は発震機構解より決め、それぞれN102°E, 79°である。F4による伊東観測点の傾斜変動量は小さく、変動の大部分はマグマの貫入により生じたと考えられる。5月の変動時にはF1が、6月30日からの変動時にはF2及びF3が開口し、各時期の傾斜変動や群発地震を発生させた。各時期における開口断層の開口量を表1にまとめて示す。図8に観測結果とモデルからの計算結果を並べて示すが、両者は良く合っている。また、F3の直上、中央付近で噴火が発生していることからモデルの妥当性が示される。



第8図 伊東における傾斜記録とモデルによる計算結果との比較

Fig.8 Comparison of observed tilt data with theoretical change calculated from the model in Fig. 7.



第7図 1989年伊東沖の群発地震及び火山活動に対するモデル

Fig.7 A model for seismic swarm and volcanic activities of off Ito in 1989. F1, F2 and F3 are tensile faults corresponding to magma intrusion, while F4 is a strike-slip fault corresponding to the magnitude 5.5 earthquake of July 9, 1989.

Period	Fault opening (Unit : cm)		
	F 1	F 2	F 3
May 21 - May 26	50	-	-
June 30 - 8 h July 4	-	50	-
8 h July 4 - 11 h July 9	-	50	110
11 h July 9 - July 10	-	50	20

第1表 各時期における開口断層の開口量
Table 1 Amounts of fault deformation (opening) in each period.

参 考 文 献

- 1) 岡田義光・山本英二(1989) : 1989年伊東沖の群発地震・火山活動の一解釈。地震学会講演予稿集, 平成元年度秋季大会, 118。