

# 1983年三宅島噴火の熱的調査\*

東京大学地震研究所・気象庁

## 1. はじめに

1983年10月3日の三宅島噴火に対して、活動状況の把握、今後の活動の推移の検討、将来の噴火活動予測のための基礎資料を得る事等を目的として、表1に示す期間に各種の熱的調査を行った。三宅島の熱的調査は、噴火の約1ヶ月前にあたる1983年8月末から9月初めにかけて気象庁火山機動観測班が行っているのを初めとして、1976年11月に気象庁火山機動観測班<sup>1)</sup>、1980年9月<sup>2)</sup>と1982年11月に東大地震研によって行われている。これらの観測の他、気象庁三宅島測候所は、雄山の地熱地帯について、年4回の定期観測を実施している。本報告では、これらの資料をもとに、1) 雄山山頂部の地熱活動の噴火前後の挙動、2) 噴火地帯の温度の時間的推移、3) 噴火割れ目の北端部の熱的構造について検討する。なお、詳細は文部省、自然災害特別研究(1)「昭和58年10月3日 三宅島噴火およびその災害に関する調査研究」に報告してある。<sup>3)</sup>

## 2 噴火前後の雄山の挙動

三宅島の噴火では、1940年の例に見るように、山腹噴火の後、山頂噴火が発生する場合があります。その場合には噴火活動が長びく傾向がある事も指摘されている。したがって、噴火発生当初の問題の一つは、今後の活動を予測するために雄山山頂の活動状況を把握する事であった。また、雄山山頂には、1940年の噴火で埋められてしまった旧上段火口の火口縁に沿う円弧状の地熱活動があり、1962年の噴火の際には噴火から1年程経過した後に地熱活動が活発化している。この現象が山頂噴火の前兆であるか否か、地熱活動活発化の原因は何かといった問題が未解決のまま残されており、今回の噴火においても雄山の挙動に注目する事は重要と思われた。一方、三宅をはじめとする山腹噴火は、ハワイの噴火などの類推から、<sup>4)</sup>一般に山頂火口の直下のマグマ火道から放射状に伸びたダイクが山体斜面に達したものと解釈されている。三宅の噴火もこうした形態をとっているとすれば、地下のマグマは噴火前のある時期にかなり浅い部分にまで火道を上昇するはずであるから、雄山山頂の地熱活動に何らかの熱的な前兆が現れている事も期待される。こうした事を背景に、10月6日に北側の登山道から山頂部の調査を行ったのをはじめとして比較的密に観測を行った。その結果、10月15日までは活動に異常はなく、10月25日の調査で地熱活動の活発化を検知して現在に至っている。以下に噴火前の結果も含めて検討を行う。

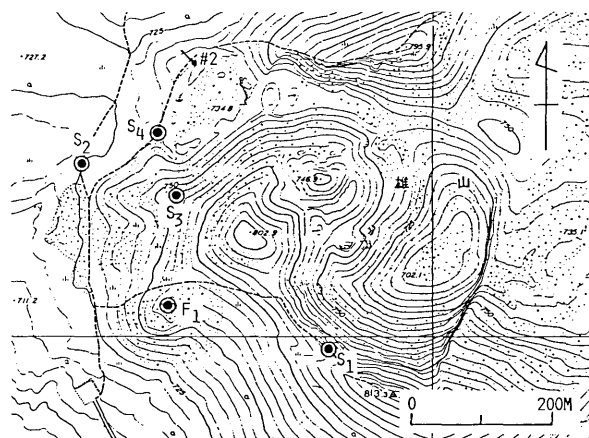
図1に示すように円弧状の地熱異常を垂直に横切る測線を設けて50cm深地中温度を測定した結果を図2a, bに示す。噴火前1年間の温度プロファイルは、1975年以降1982年までとほぼ同じ領域を占めており、特に噴火前に活動が活発化している様子はない。図3は、同じ場所の地中温度の経年変化を示したもので低下の傾向が見られる。噴火直前のデータは1983年8月29日に測定されているが、目立った異常は検出されていない。また、気象庁火山機動観測班により測定された雄山山頂の地熱地帯の地中温度分布も1976年11月と1983年9月の結果を比較すると、50℃の等温線の範囲、最高温度の値なども同

\* Received Apr. 10, 1984

表1 噴火後の熱的調査の日程および項目

	雄山山頂部	割れ目北端部	七島展望台付近	新瀨・新鼻	熔岩流
10月5日*					★◎
6日	★○	◎			
7日		★			
8日				○	
15日**	★☆				
22日*				★◎	
23日		★☆◎			
24日			★		★◎
25日	★◎	◎			
28日**	★☆				
11月4日	★☆				
25日*			★		◎
26日				★◎	
27日	★◎	★◎			
28日		☆	◎		
29日	☆				
30日				★	
12月5日**	★☆				

★：噴気温度 ☆：地中温度 ◎：赤外映像 ○：赤外放射温度計  
 \*：地震研究所 \*\*：気象庁



S1~S4：赤外映像撮像地点（雄山）  
 F1：赤外映像撮像地点（噴火地帯）  
 #2：地中温度測定点および測線  
 S1~S4：Observation points of infrared imageries of the summit area.  
 F1：Observation point of infrared imageries of the eruption fissure.  
 #2：Measuring point of ground temperature. Solid line indicates the measuring line for the temperature profile.

図1 雄山山頂部の熱的測定点

Fig.1 Observation points for the present survey.

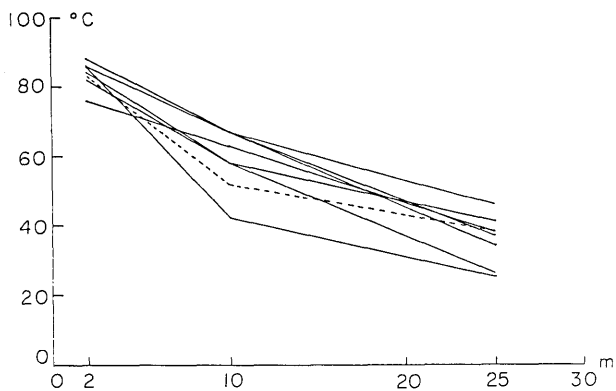


図2 a #2の測線上で測定した地中温度プロフィール。破線は噴火前の1983年8月29日、実線は1975年から1982年までの9月の測定結果（気象庁三宅島測候所の資料による）。

Fig. 2a Temperature profiles measured at #2 in Fig. 1; broken line: Aug. 29, 1983, solid lines: 1975~1982.

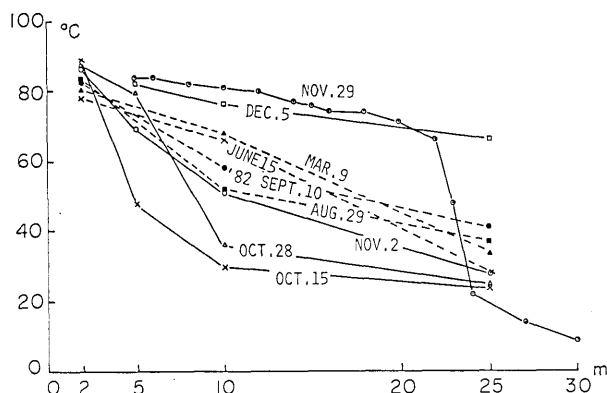


図2 b 地中温度プロフィール。破線は噴火前1年間の結果、実線は噴火後の結果。

Fig. 2b Temperature profiles; broken lines: before the eruption, solid lines: after the eruption.

じ程度である。これらの結果は、噴火前に雄山の地熱活動が特に活発化していたとは考えられない事を示している。一方、噴火後の10月15日には、図2 bに示した噴火前のプロフィールに比べて熱異常域が著しく縮小し、その後10月末から11月にかけて活動が活発化している事がわかる。10月15日の測定前の10月11、12日頃には100 mm程度の降雨があり、その影響も考えられるが、それぞれの測定日の前5日間の降雨量を検討した結果では、降雨量と温度低下とは必ずしも対応していない。また、雄山の噴気ガスの化学分析では、10月15日に特に異常なガスではなかったのに対して12月にはH<sub>2</sub>などの成分が含まれるようになっている<sup>5)</sup>。こうした結果を考えると、雄山の地熱活動は噴火前まで異常はなく、噴火直後に一旦活動が低下した後に10月半ばから10月末にかけて急速に活発化したとおもわれる。このような変動は、これまで地熱活動を支えてきた雄山直下の熱水系が噴火の際に一旦破壊された後に、マグマあるいはマグマによって高温になった周囲の山体の熱が再生された地下水系との熱交換によって多量の水蒸気を生成したために起こったものかもしれない。VLFによる比抵抗測定の結果では、噴火前の1980年10月と噴火後の1983年11月とを比較して噴火前に雄山の地熱地帯の浅部に限られていた低抵抗の領域が噴火後には深部にまで続くようになり熱水系の拡大を示唆する結果が得られている<sup>6)</sup>。

一方、旧火口の東部については、図3のS1点から表面温度測定を行ったが、熱異常は検出されず、地熱活動の拡大は旧上段火口周辺に限られている。

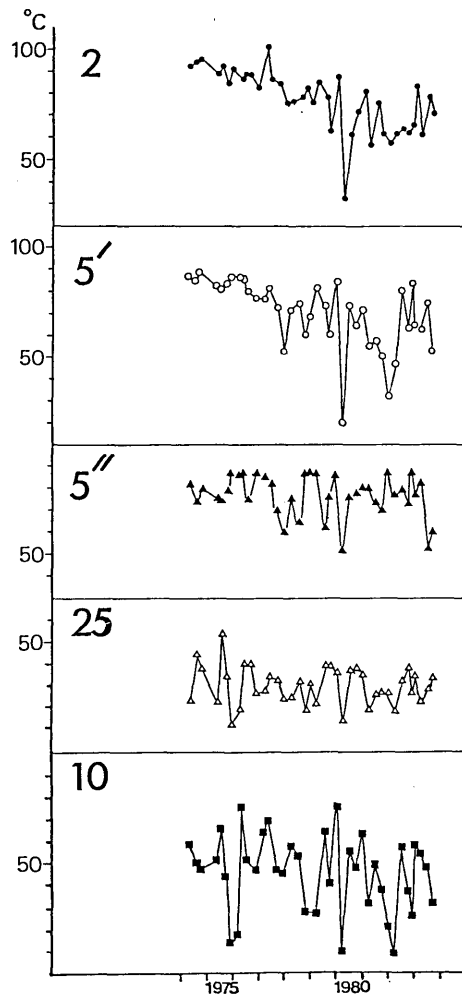


図3 地熱地帯の地中温度の時間的推移(20 cm深, 三宅島測候所資料)

Fig. 3 Temporal variation of ground temperature at 20 cm depth.

### 3. 噴火地帯の冷却

噴火地点は、噴火時には1000℃以上の高温となり噴火後に冷却していくが、冷却の速度は、地下に存在する熱源の規模と冷却過程の形態に大きく依存する。今回の噴火地点は、雄山中腹から海岸まで伸びており、割れ目から線状に物質を噴出した地域、比較的孤立した火口から点的に噴出した地域、地下水や海水と接触してマグマ水蒸気爆発を起こした地域と様々な形態をなしている。こうした違いが、噴火後の冷却過程にどのような影響を及ぼすかは、地下に残存する熱源について考える場合に重要な情報となる。図4は、図5 a, bに示す地点で測定した噴気温度である。割れ目の北端の冷却は比較的早いものに対して、割れ目中央部(七島展望台付近)は噴火後2ヶ月でも800℃以上を維持している。こうした違いは、噴火時の割れ目の活動度の違い(噴出物量の違い)を反映しているようにも見える。また、VLFによる比抵抗の測定結果でも、割れ目北端部で比較的早く抵抗が高くなっているのに対して、割れ目中央部の抵抗は低い状態が継続しており調和的な傾向を示している。<sup>6)</sup> 一方、水蒸気爆発を行った新滞・新鼻地区の冷却

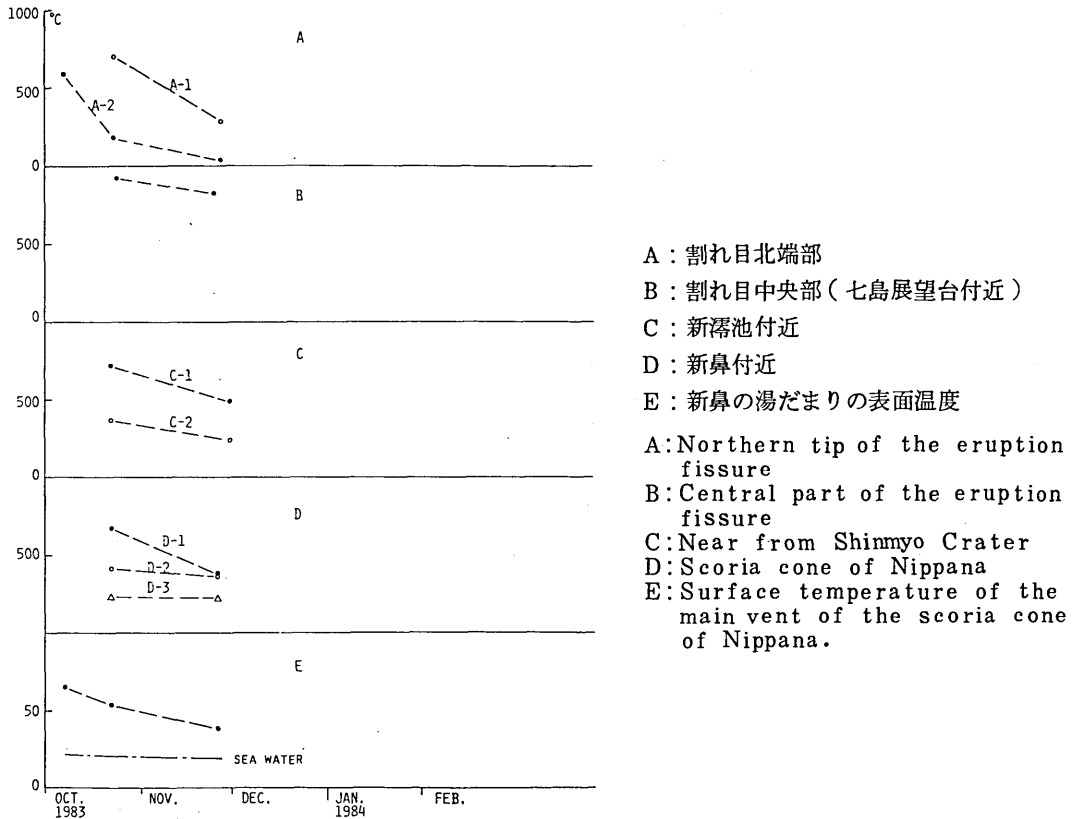


図4 噴気温度の時間的推移

Fig. 4 Temporal variation of fumarolic temperature

は、前二者の中間的な値となっている。また、新霽と新鼻とを比較した場合、新鼻の方がより海水の影響を受けると思われるが、その差は11月末の時点では明確ではない。熔岩流は、噴出地点から流下して地下の熱源からは切り離された形で冷却しているが、図5 aのL点において10月5日に890°Cであった所が2週間後には温度異常はなくなっており、冷却が最も早く進行している。

#### 4. 割れ目北端部の熱的挙動

三宅の噴火が前述したように山頂火口下の火道から放射状に走るダイクによるものであるとすれば、割れ目北端と雄山山頂とを結ぶ地帯には、地表に現れていない割れ目と高温のマグマが存在するはずである。また、たとえ既にマグマが地下深部に逆流してしまったとしても、一時的に高温となった領域が存在するであろう。マグマによって供給された熱エネルギーは、これらの割れ目に拘束されながら地表に放出されていくはずである。このような冷却過程に関わる熱異常を検知できれば、三宅の噴火の形態と予知の問題を考えていく上で重要な証拠となるであろう。こうした目的にもとづいて図6に示すように設定した測線において70 cm深地中温度を測定した。図7に示すように、10月末の測定では割れ目北端の孔から20 mおよび30 m山頂側の測線aおよびbにおいて熱異常が出ているが、41 m山頂側の測線cにはほとんど異常はなく、さらに山頂側の測線dには全く異常は見られなかった。一方、11月末の測定では、測線

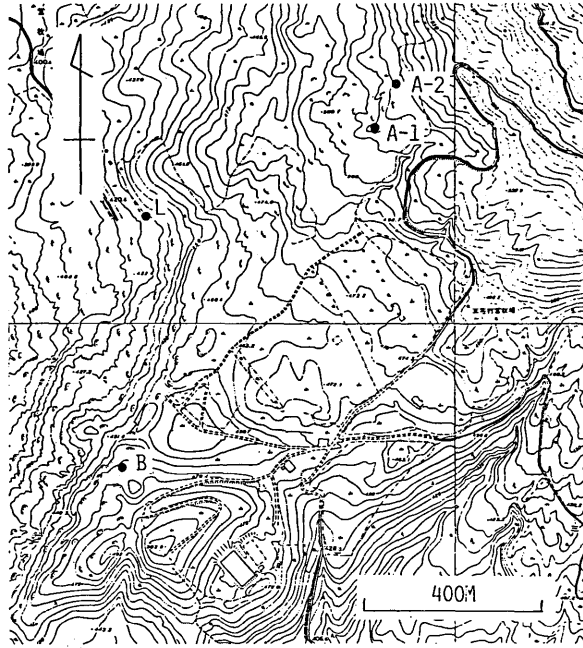


図5 a 噴気温度測定点の位置

Fig. 5a Measuring points of the fumarolic temperature in Fig. 4

cにおいても熱異常が明瞭になっており、噴火の割れ目を山頂側に延長する方向に異常が拡大している事もわかる。この事は、割れ目の北端から山頂側に少なくとも40mは割れ目が存在し、この割れ目によって水蒸気が上昇してきている事を示すと思われる。測線dについては、時間の関係で再測を行う事ができなかったが、今後、この測定を繰り返し、順次測線を山頂側に設定していく予定である。なお、図6のX点には、アスファルト道路に亀裂が見られた。この亀裂が噴火時に生成されたものかどうかは定かではないが、亀裂の位置、走行方向は、噴火の割れ目を雁行を伴いながら延長させていくと調和的であり、マグマを噴出するには至らなかったが、割れ目は、この地点まで地表に達していた可能性がある。

## 5. まとめ

1983年三宅島噴火前後の熱的調査の結果、以下のような事が明らかになった。

1) 雄山の地熱活動は、1970年代に入り冷却していく傾向があり、この傾向は噴火の1ヶ月前にあたる1983年9月初めまで続いている。また、噴火直後の10月6日の調査でも地熱活動は活発化していない。したがって、熱的前兆はほとんど期待できなかったと思われる。

2) 噴火後の雄山の地熱活動は、一旦縮小した後10月15日から10月25日の間に再び活発化して、11月には噴火前の勢いを上まわっている。こうした変化は、雄山の地熱活動を形成している熱水系が噴火によって破壊された後、上昇したマグマの熱によって再び水蒸気が多量に生成されて新たな地熱活動が開始した事を示すものかもしれない。

3) 今回の噴火前後の雄山山頂部の挙動は、山頂の地熱活動を支える熱源が比較的浅部にあり、地下の

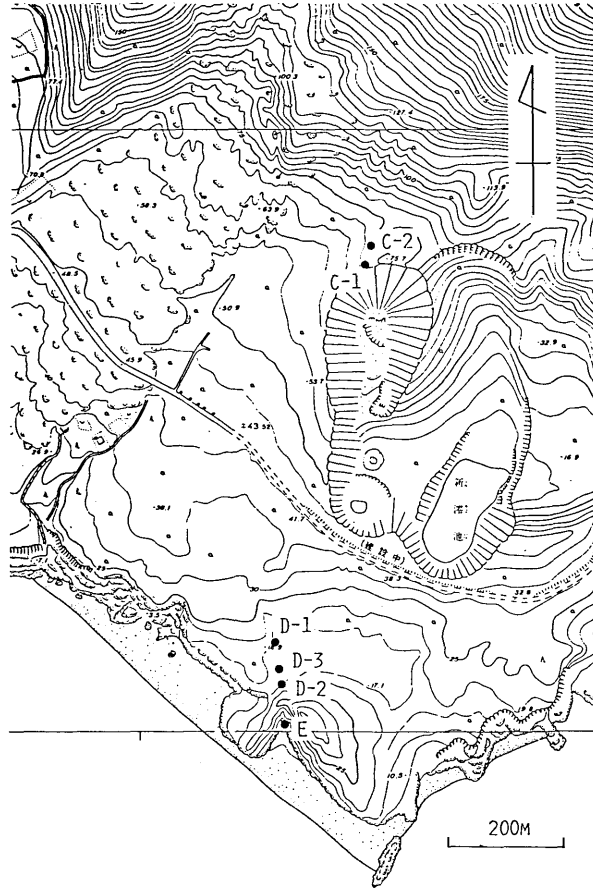


図5 b 噴気温度測定点の位置(ただしE点は赤外放射温度計による表面温度測定)

Fig. 5b Measuring points of the fumarolic temperature in Fig. 4. The values of point E was measured by infrared thermometer.

マグマは、浅部の熱水系に影響を及ぼす事なく噴火へと至った事を示唆している。一方、噴火の前兆として地熱異常が報告された火山も、十勝1962年、秋田駒ヶ岳1971年、新潟焼山1974年などこれまでに例が多く、また他方、最近の霧島火山新燃岳のように地熱異常が噴火へ結びついていない例も多い。したがって、今後、熱的な異常と噴火との関係を地熱活動を支える熱水系の構造にまで立ち入って検討していく事が重要な課題となるであろう。

4) 噴火地帯の冷却は、割れ目の北端で最も早く、割れ目の中央部で遅くなっており、噴火時の割れ目の活動度を反映しているように見える。本報告では、噴気温度のデータを中心に検討したが、同地域の赤外映像について現在解析中であり、今後、冷却の詳細が明らかになると期待される。

5) 噴火の割れ目の北端と山頂とを結ぶ地帯について垂直に横切る測線を設けて70 cm深地中温度を測定した。その結果、割れ目北端から数10 m 割れ目を山頂側に延長する地域で温度上昇が観測された。この事は、割れ目がマグマ噴出の北端から更に数10 m 山頂側へ続いている事を示している。この割れ目は地下では更に山頂まで続いていると考えられるが、その事を実証するには更に深い孔による温度測定を行う事が望まれるとともに、比抵抗測定等の手法を適用することが有効となるであろう。これらの測定によ

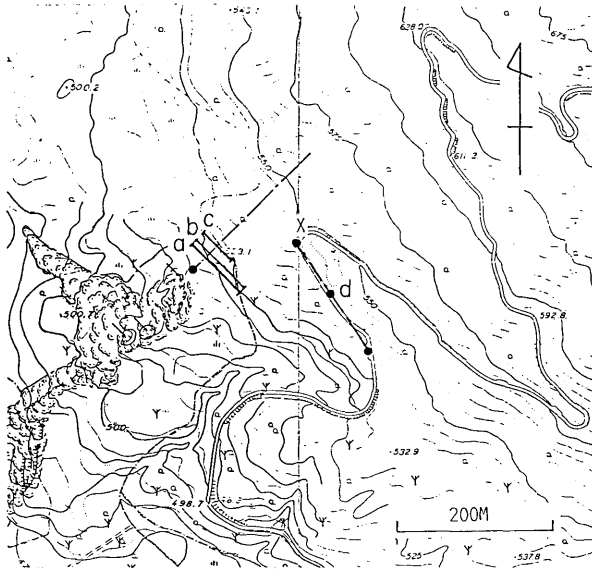


図6 割れ目北端部の70 cm深地中温度の測線, a, b, cの測線は, 割れ目北端の孔から20m, 30m, 41mの距離。X点はアスファルト道路の亀裂の位置。

Fig. 6 Measuring lines for temperature profiles at the northern tip of the eruption fissure. Lines a, b, c are located at 20m, 30m and 41m from the northern pit. A small fissure was found at point X.

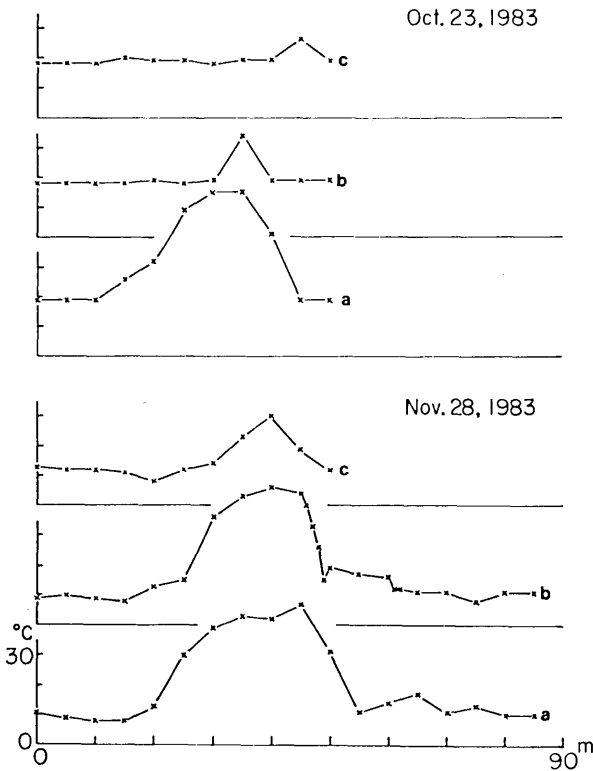


図7 図9の測線上で測定した70 cm深地中温度。測線の距離は北西から南東にとっている。

Fig. 7 Temperature profiles at 70 cm depth. Distances are measured from northwest to southeast.



って、三宅の山腹噴火の形態がより明らかにされると期待される。

## 謝 辞

本調査を実施するにあたり、東京都三宅支庁、三宅村役場の関係者の方々には、施設・車等の利用その他について強力な御支援をいただいた。

## 追 補

1984年3月の調査により、図6のX点において周囲より3℃高温の異常が検出された。

## 文 献

- 1) 気象庁観測部(1977): 火山機動観測実施報告13号, 27-53。
- 2) 鍵山恒臣・竹田豊太郎・長田昇(1982): 三宅島火山の熱的調査。三宅島集中総合観測報告(昭和55年), 55-73。
- 3) 鍵山恒臣・渡部暉彦・辻 浩・小山悦郎・竹田豊太郎・宇平幸一・山本博二(1984): 1983年三宅島噴火の熱的調査, 自然災害特別研究(1)「昭和58年10月3日三宅島噴火およびその災害に関する調査研究」報告書(印刷中)。
- 4) Nakamura, K.(1977): Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation — Principle and proposal, Joul. Volcanol. Geotherm. Res., 2, 1-16.
- 5) 小坂丈予・平林順一・小沢竹次郎(1984): 三宅島1983年噴火後の火山ガス組成, 自然災害特別研究(1)「昭和58年10月3日三宅島噴火およびその災害に関する調査研究」報告書(印刷中)。
- 6) 歌田久司・笹井洋一・中川一郎・小山茂・石川良宣(1984): 三宅島火山噴火後の電気比抵抗測定, 自然災害特別研究(1)「昭和58年10月3日三宅島噴火およびその災害に関する調査研究」報告書(印刷中)。