

第4章 伊豆大島

澤田可洋・田中康裕・古田美佐夫・中禮正明

4.1 はじめに

伊豆大島は、我が国では数少ない玄武岩質岩石で構成される活火山島である。最近の噴火はカルデラ内の三原山山頂火口で生じている。1950～1951年には溶岩流出を伴う大規模な噴火があって、以降噴火が断続したが、1974年の小噴火を最後に噴火は起こっていない。

火口周辺ではAC電源を得る上で制約があったため、カルデラ縁が火口に最も近い観測点となった(図3.4.1のA点)。ここにはTM-1 B型に加工したBU-76型傾斜計を設置し、また、カルデラ縁の南西～北側山ろくの3地点にTM-1 A型傾斜計を設置して、計4点で1977年2月から1978年3月までの約1年間観測を行った。

4.2 観測点

傾斜計を設置した4地点P, Q, R, Aを図3.4.1に示す。また、それらの位置等は表3.4.1に示してある。

P点は、大島測候所構内で、三原山の北々西約4.8 kmの距離にある。庁舎から約7 m離れた斜面に図3.4.2に示したような構造で3 m×1 m、高さ1.5 mの横穴を掘り、最奥部は土を露出させて基台となる石を固定し、そこへ傾斜計を据え付けた。天井、壁は鉄筋コンクリートで、入口には木製ドアを付

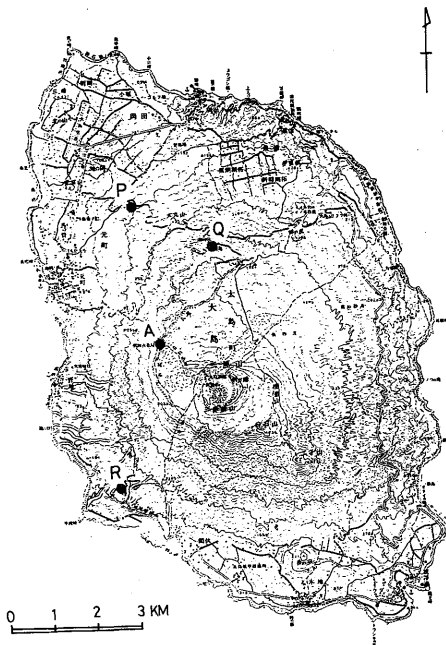


図3.4.1 伊豆大島の傾斜観測地点
(P, Q, R, A)

表 3.4.1 伊豆大島の傾斜観測地点の位置と観測期間

地点名	北緯	東経	高度	火口からの距離・方位	観測期間
P (測候所)	$34^{\circ}45'46.657''$	$139^{\circ}22'38.777''$	188.44	4.8 km, N22 W	1977年2月19日 ～ 6月30日
Q (湯場)	$34^{\circ}45'16.153''$	$139^{\circ}23'50.250''$	437.92	3.9 km, N01 E	1977年2月19日 ～1978年3月6日
R (ピラ大島)	$34^{\circ}42'16.0''$	$139^{\circ}22'19.2''$	122.1	3.1 km, S48 W	1977年2月18日 ～1978年1月31日
A (御神火茶屋)	$34^{\circ}44.8'$	$139^{\circ}23.7'$	597	1.7 km, N46 W	1977年5月19日 ～1978年1月13日

(R点の北緯, 東経, 高度は, 国土地理院1/5万地形図による)

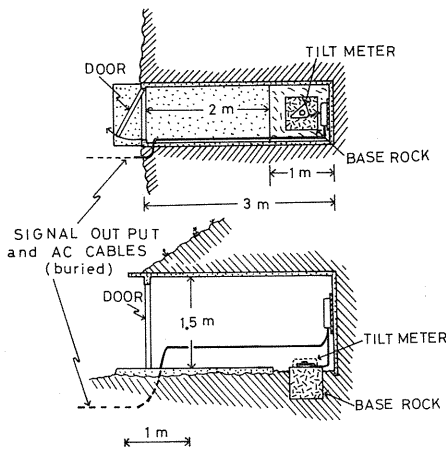


図 3.4.2 P点観測坑の構造

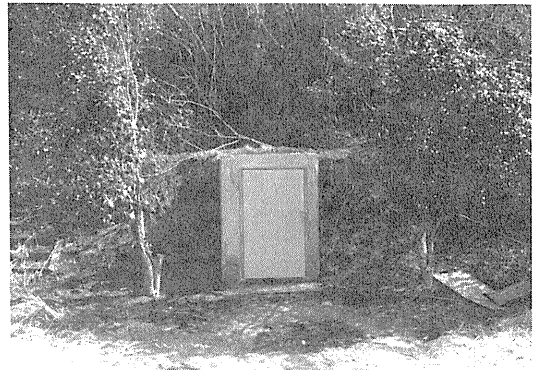


図 3.4.3 P点観測坑の外観

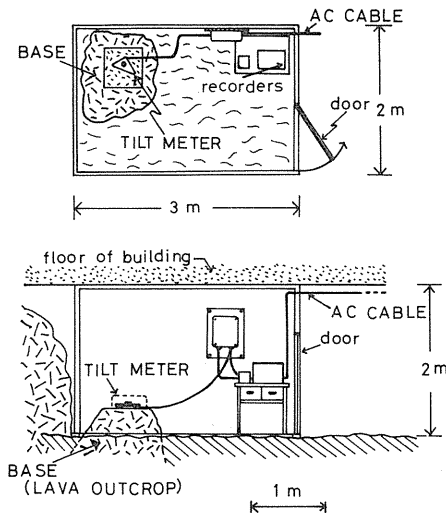


図 3.4.4 Q点観測室の構造

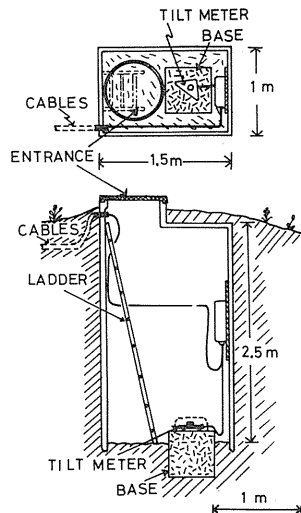


図 3.4.5 R点観測坑の構造

けた(図3.4.3)。

測候所との間にはAC電源と信号用ケーブルを地中埋設し、記録は測候所の建物内で得られるようにした。

Q点は、三原山の北約3.9 kmにある大島湯場福祉センターの建物床下に図3.4.4に示すように、2 m × 3 m、高さ2 mの小屋をつくり、床下にある溶岩露頭の上を平坦にして傾斜計の基台とした。室内にはAC電源を引き込み、記録は室内で得るようにした。



図3.4.6 R点観測坑の外観

R点は、三原山の南西約3.1 kmにあるジャパンビラ大島の構内で、海岸線から約800mの地点にある。観測坑は図3.4.5に示したような構造であり、1 m × 1.5 m、深さ2.5 mの縦穴を掘り、土を露出させた底には基台となる石をしっかりと固定して、傾斜計を据え付けた。壁および天井は鉄筋コンクリートで、天井には直径約60 cmの鉄製の円形出入口をつくった(図3.4.6)。

AC電源および信号用ケーブルは、地中埋設して約5 m離れた建物と結び、記録はその室内で得るようにした。なお、ここでの観測はE-W成分だけである。

A点は、三原山の北西約1.7 kmのカルデラ縁上の御神火茶屋付近にある大島測候所の火山性震動観測用中継点の小屋内に図3.4.7のようにBU-76型傾斜計を設置した。すなわち、中継点小屋(2 m × 2.3 m、高さ2 m)

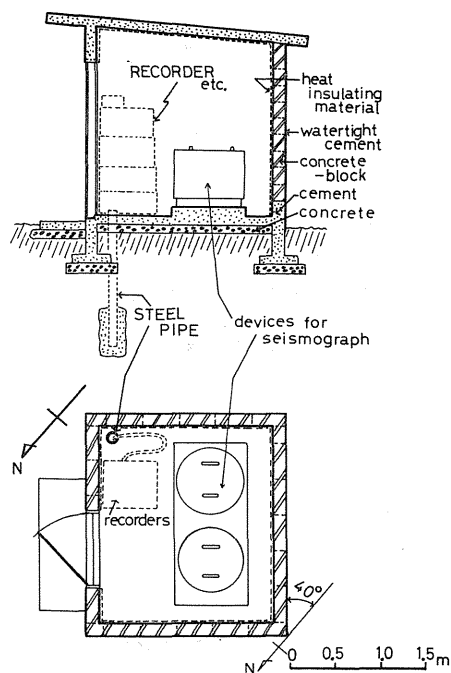


図3.4.7 A点の傾斜計設置状況

の床に内径93.2 mm、長さ1.5 mの炭素鋼管を垂直に埋めて固定し、この管内に傾斜計を入れて、28メッシュの川砂で突き固めて据え付けた。記録は中継点の室内で得るようにした。

4.3 観測結果

各観測点において観測した傾斜変化および観測坑(または観測室)内における気温変化の状態を図3.4.8~図3.4.11に示した。なお、各点の観測値は本編末尾の表3.4.2にまとめてある。

傾斜計周辺の気温(以下P, R点については坑内温度, Q, A点については室内温度と呼ぶ)の変化は、夏に高く冬期に低いという年変化がみられ、Q点, R点では年間の温度変化の幅はそれぞれ24.2℃, 16.2℃である。この違いは、観測坑(室)の構造および深さが主な原因であろう。

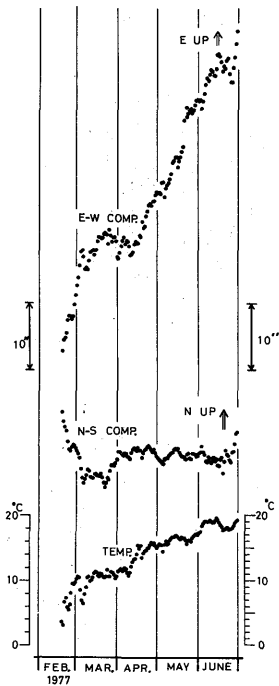


図 3.4.8 P点における傾斜(N-S COMPとE-W COMP)および坑内温度(TEMP)の日別変化。矢印は上側が北側上昇または東側上昇を示す。

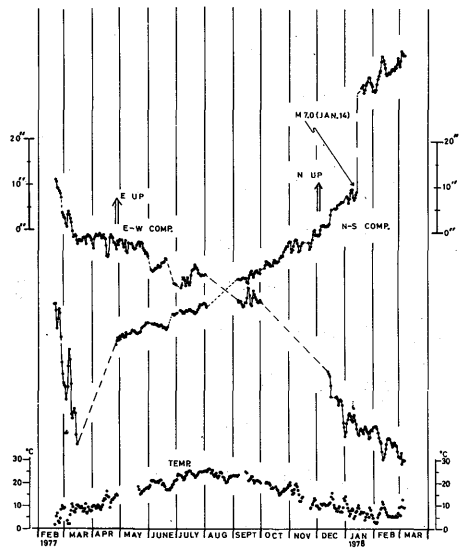


図 3.4.9 Q点における傾斜および室内温度の日別変化。矢印等は図3.4.8に同じ。図中、M7.0は「1978年伊豆大島近海地震」発生を示す。

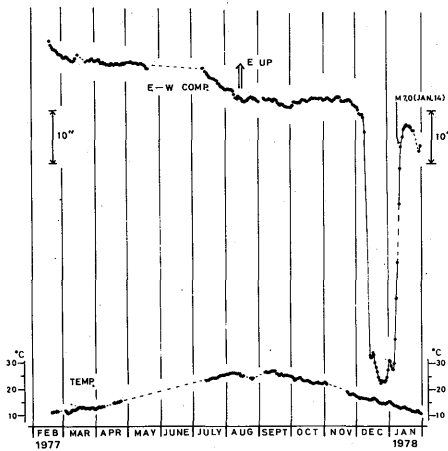


図 3.4.10 R点における傾斜および坑内温度の日別変化。矢印等は図3.4.9に同じ。

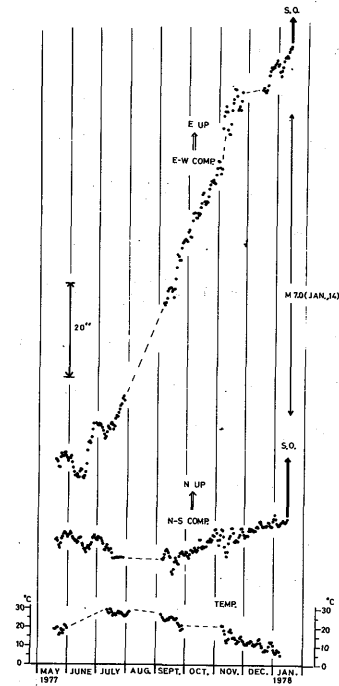


図 3.4.11 A点における傾斜および室内温度の日別変化。矢印等は図3.4.9に同じ。

一方、各点の傾斜変化には坑(室)内温度の場合のような年変化はみられず、Q点、R点のように、観測を開始した時期と、ほぼ1年を経過した観測終了時とではその値が大きく変っている。このことは、期間が短いA点、P点の場合についても同様と思われる。

各点における観測期間中の傾斜の変化量は、

- P点 N-S成分： 909mV (約 9.1秒角)
- E-W成分： 4,713mV (約 47.1秒角)
- Q点 N-S成分： 8,699mV (約 87.0秒角)
- E-W成分： 6,257mV (約 62.6秒角)
- R点 E-W成分： 6,401mV (約 64.0秒角)
- A点 N-S成分： 1,329mV (約 13.3秒角)
- E-W成分： 8,946mV (約 89.5秒角)

(ただし、1978年1月14日の地震の際スケールオーバーした。)

であった。

各点における傾斜変化量は大きく、季節変化が傾斜に及ぼす影響をはるかに越えていると思われる。しかし、火口からの距離と特に関係はないので、少なくとも、火口周辺に原因をもつ傾斜変化によるものではないと考えられる。

なお、1978年1月14日、当火山の西北西約10kmの海底で「1978年伊豆大島近海地震」(M7.0)が発生したが、この地震に伴ない、図3.4.9および図3.4.11にみられるように、Q点では約23秒角に及ぶ北側上昇の傾斜のステップが生じ、A点では北側上昇および東側上昇のセンスでスケールオーバーした。

また、R点では地震発生約1ヶ月前の1978年12月はじめから急激な西側上昇という動きが始まり、地震発生に先立ち再び元の傾斜値のレベルに向かって戻ってゆくという現象が生じている。この変

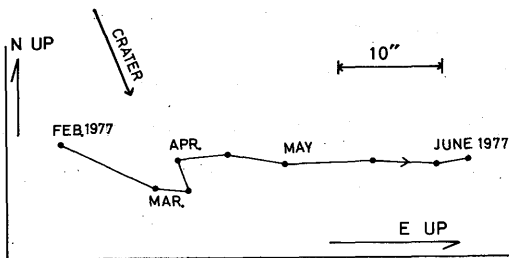


図3.4.12 P点における半月ごとの傾斜ベクトル変化。縦軸、横軸の矢印は北側上昇、東または西側上昇を示す。図中の矢印は三原山火口方向を示す。

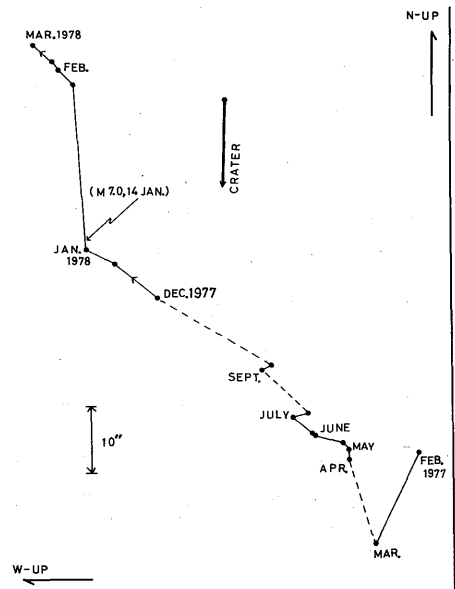


図3.4.13 Q点における半月ごとの傾斜ベクトル変化。矢印等は図3.4.12に同じ。図中のM 7.0は図3.4.9に同じ。

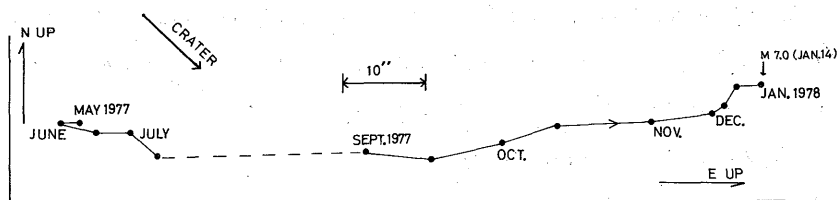


図 3.4.14 A点における半月ごとの傾斜ベクトル変化。矢印等は図 3.4.12 に同じ。

動は 52 秒にも及ぶ大きなものであるが、他の地点では検出されていない。

各観測点について、両成分の値を組み合わせて求めた傾斜ベクトルの変化を図 3.4.12～図 3.4.14 に示す。

P 点では、3 月にやゝ変化があるものの、ほゞ東側上昇の動きが継続した。

Q 点では、初め南西側上昇の動きがあったが、3 月以降はほぼ北西側上昇の動きが続いており、1978 年 1 月の地震に伴って傾斜にステップが生じた後もその傾向に変わりは見られない。

R 点は、E-W 成分の動きをみるかぎり大勢としては西側上昇の動きが続いた。

また、A 点では、P 点と同様に東側上昇という動きがずっと続いた。

このように、各地点の傾斜ベクトルがまとまった方向を向くことはなく、また、R 点以外には 1978 年 1 月の地震発生前後で傾斜変化の方向が著しく変ることはなかった。

4.4 傾斜変化と気温変化

地表の気温変化の影響を小さくするために、傾斜計を観測坑 (P 点, R 点), 建物の床下 (Q 点), 地中埋設 (A 点) などに設置する方法がとられた。

しかし、各点では、測候所の露場で観測された気温 (以下気温と呼ぶ) に最高、最低が現われた時刻あるいはその後 1 日の傾斜変化にも極値が現われることが多かった。P 点, R 点では坑内温度の 1 日の変化は、地表における気温の 1 日の変化に比べて著しく小さくなった。しかし、Q 点, A 点では 1 日の気温変化に対応する室内温度の変化が現われており、1 日の傾斜変化にもその影響が現われることが多かった。

したがって、R 点のような観測方式で、傾斜計周辺の気温変化を小さくすることは極めて効果的であったが、気温変化が傾斜に及ぼす影響を除去できるまでには至らなかった。

図 3.4.15 は、1977 年 5 月 17～18 日 (天気は晴れ、および晴れのち曇) における P 点の傾斜 2 成分、坑内温度、気温の変化を対応させたものである。気温の最低、最高が現われた 3～5 時間後に傾斜や坑内温度に極大、極小が生じており、時間的なズレがあるものの、それぞれの変化の量や、変化の様子が対応づけられる例である。

しかし、1 日の気温変化が大きくてもその影響が傾斜変化に現われない場合もあるので、気温による傾斜への影響を補正する際には検討を要する。

観測期間における傾斜および坑 (室) 内温度の 1 日あたりの変化量 (最大値と最小値との差。以下、日

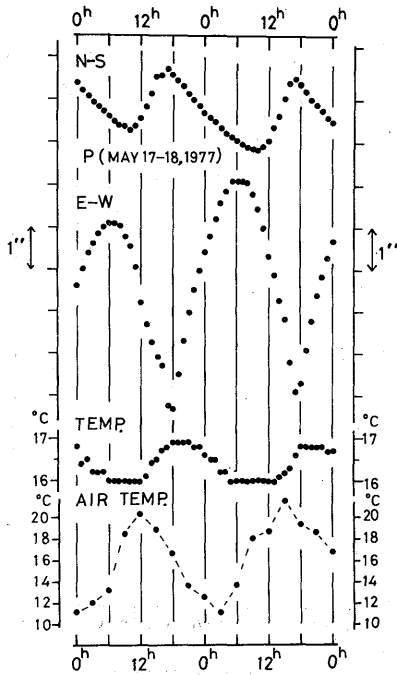


図 3.4.15 P点における1日の傾斜(N-S, E-W), 坑内温度(TEMP)の変化状況と気温(AIR TEMP)の変化状況(1977年5月17-18日)

変化量と呼ぶ)の平均は,

P点: 1.0 秒角(N-S成分), 2.0 秒角
(E-W成分), 1.0 °C

Q点: 1.2 秒角(両成分), 1.6 °C

R点: 0.7 秒角(E-W成分), 0.4 °C

A点: 1.2 秒角(N-S成分), 1.5 秒角
(E-W成分), 3.0 °C

であって, 縦坑であるR点で傾斜および坑内温度の日変化量が最も小さい。

図 3.4.16 は, 傾斜および坑(室)内温度の日変化量の月平均を示したものである。Q点で6月前後に小さくなる傾向があるものの, 各地点である時期には共通して変化するという日変化量の季節変化ともいえるものはみられない。

図 3.4.17 は, 気温と, 各点の坑(室)内温度との相関を月毎に求めたものである。Q点では大勢として両者の間に良い関係が認められ, A点でも7月, 9月を除けばある程度相関が良い。しかし, P点, R

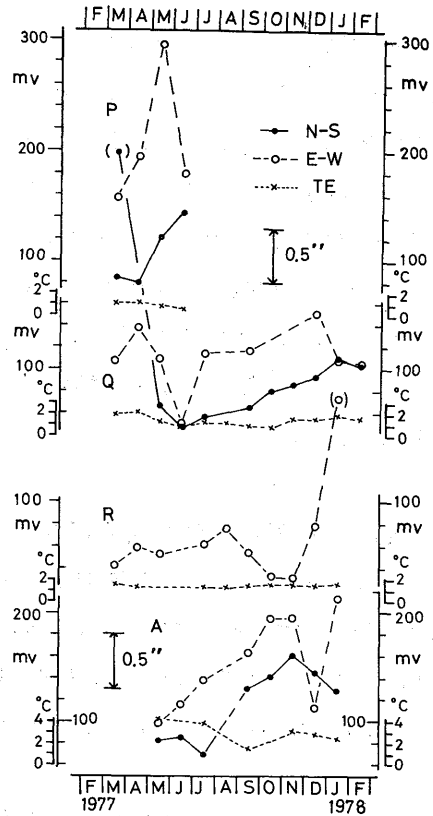


図 3.4.16 各点(上からP, Q, R, A点)における傾斜の日変化量(黒丸はN-S, 白丸はE-W)および坑(室)内温度の日変化量(×印)の月別変化。

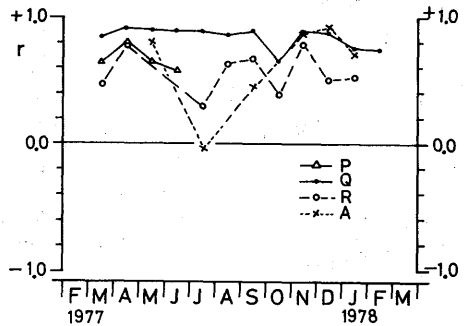


図 3.4.17 測候所における気温と, 各点における坑(室)内温度との相関係数の月別変化。

点では一時期は別として良い相関はみられない。

図3.4.18は、傾斜と坑(室)内温度の両者の日変化量の相関を月毎に求めたものである。両成分とも主に正の相関の領域に求められた。Q点のE-W成分のほかは、7~11月に相関が悪くなる傾向があるので、これは季節変化を示す現象かも知れない。ただし、1978年2月のQ点以外は、両者の間に良い相関は認められないので、傾斜変化が気温変化だけに左右されたのではないと言える。

4.5 降雨, 日照および気圧の影響

1日の雨量と、傾斜の日変化量との相関を月別に求めたものが図3.4.19である。1977年3, 6, 8, 9月には月の雨量が300mmをこえているが、相関係数は正, 負の領域に分散しており、両者の間に良い関係はみられない。

図3.4.20には、1日の全天日射量と傾斜の日変化量との月別の相関を示した。両者の関係はほぼ正の相関の領域に求められたが、1977年5月におけるP点の例を除けば、両者の間にはっきりした傾向はみられない。

なお、図3.4.21は1日の気圧と、傾斜の日変化量との月毎の相関である。両者の関係は、正, 負の領

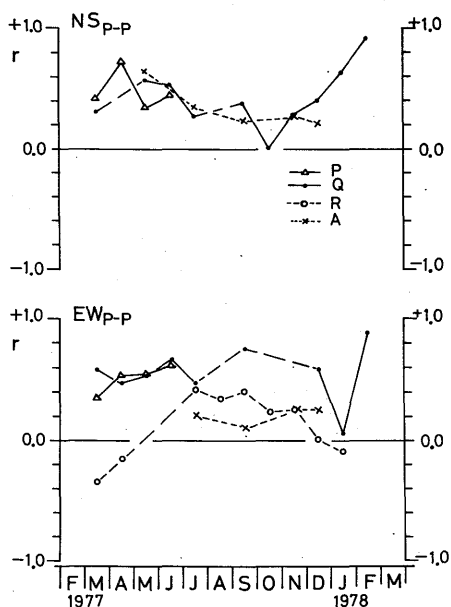


図3.4.18 各点の傾斜日変化量と坑(室)内温度日変化量との相関係数の月別変化。

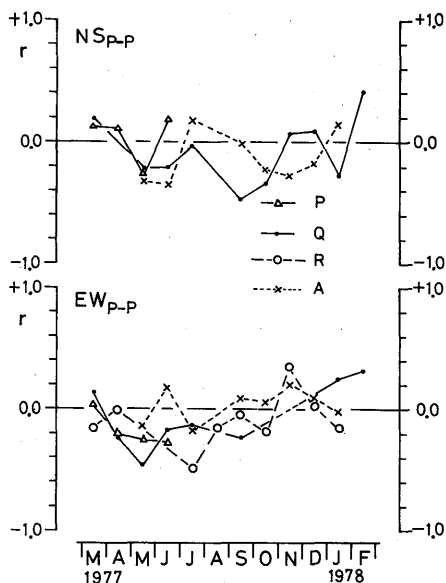


図3.4.19 各点の傾斜日変化量と、測候所における1日の降雨量との相関係数の月別変化。

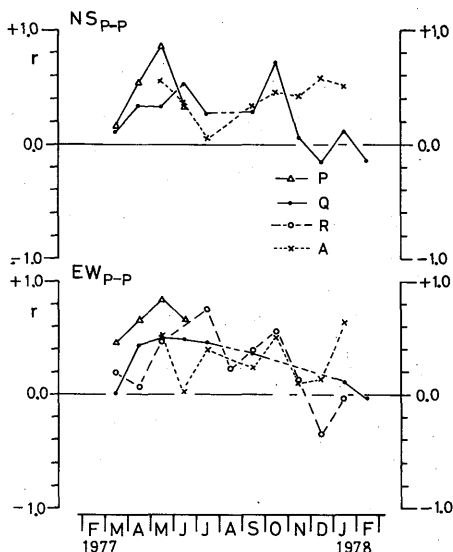


図3.4.20 各点における傾斜日変化量と、測候所における1日の全天日射量との相関係数の月別変化。

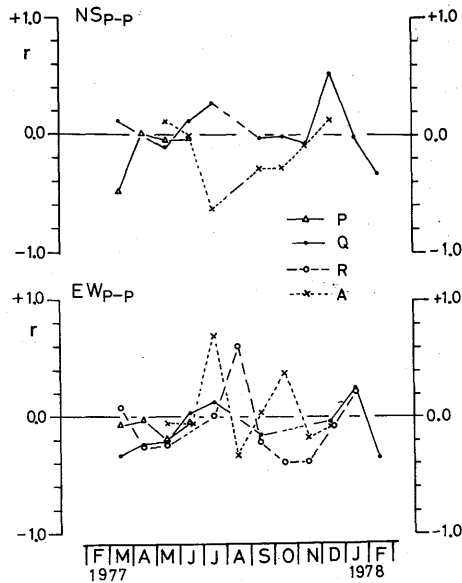


図 3.4.21 各点における傾斜日変化量と、測候所における1日の平均気圧との相関係数の月別変化。

域にかなり分散しており、良い相関は認められない。

これらのことから、降雨、日照量、気圧の変化が1日の傾斜変化に著しく大きな影響を与えることはなかったといえる。

4.6 火山活動および地震活動との関係

観測期間中、三原山火山口では全く噴火活動がなく、異常な表面現象もなかった。

しかし、伊豆大島周辺における地震活動はかなり活発であって、1977年3月には地震発生の頻度がやゝ多く、10～11月にかけては群発地震活動が発生した。そして1978年1月14日にはM7.0の地震が発生し、その前震および余震活動が活発であった。

P点およびQ点では、図3.4.12と図3.4.13とからわかるように、1977年3～4月にかけて傾斜ベクトルが変化しており、R点では3月以降E-W成分の変化がやゝ小さくなった(図3.4.10)。この現象を、3月の地震活動に対応させることは、これよりはるかに活発な10～11月の群発地震活動の際著しい変化が生じていないので無理であろう。むしろ、この現象は坑内あるいは周辺の状況が安定するまでの変動であるかも知れない。

図3.4.22は、各点の傾斜ベクトルを同一スケールで示したものである。この図において、1977年5月以降をみると、Q点の傾斜ベクトルは北西側上昇を示し、他方、A点の傾斜ベクトルは東側上昇を続けている。そして、「1978年伊豆大島近海地震」の際、Q点では北側上昇のステップが生じ、A点では北東側象限上昇でステップ(スケールオーバー)し、R点ではわずかながら東側上昇のステップがあった。

この地震の発震機構(気象庁(1978))から、P波節線の一つとして、P点とA点の間をほぼ東西方向に通るものが得られている。そしてP点側では地震の初動が押し、A点側は引きの領域となっている。こ

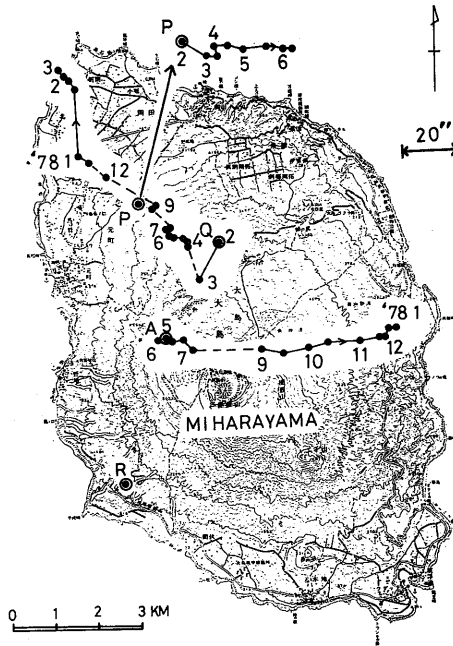


図 3.4.22 傾斜ベクトルの
変化。図中の数字は年、月をあらわす。

れは、Q点とR点、A点とでステップの様子が異なることと調和する現象かも知れないが、さらに検討を要する。

参 考 文 献

気象庁地震課地震予知情報室(1978): 1978年伊豆大島近海地震について. 地震予知連絡会会報, 20, 45-50.