

第2章 桜 島

中禮正明・田中康裕

2.1 はじめに

桜島は1955年10月以来活発な山頂噴火活動が続けている。桜島における傾斜観測は、南岳山頂の活動火口を3方から遠まきにするような形で、有村、袴腰および高免において実施した。

有村の傾斜観測は、第1章の2.3節で述べたように、鹿児島地方気象台が実施しているので、その資料を使用した。袴腰と高免については、有村と同じ双軸型傾斜計を設置し、1975年1～12月の間観測を行った。

この章では上記の3地点における傾斜観測と、その解析結果について述べる。

2.2 観測地点

図3.2.1には桜島における傾斜観測点を示してある。各観測点の位置と観測状況は次のとおりである。

有村：南岳山頂火口から南々東へ約3 kmの海岸に近い地点にある。正確な位置は北緯 $31^{\circ}33'03.7''$ ，東経 $130^{\circ}40'21.2''$ ，高さ39mである（第1編第2章による）。傾斜計は溶岩流に掘った横穴の中に設置してある。この傾斜計および観測方式等に

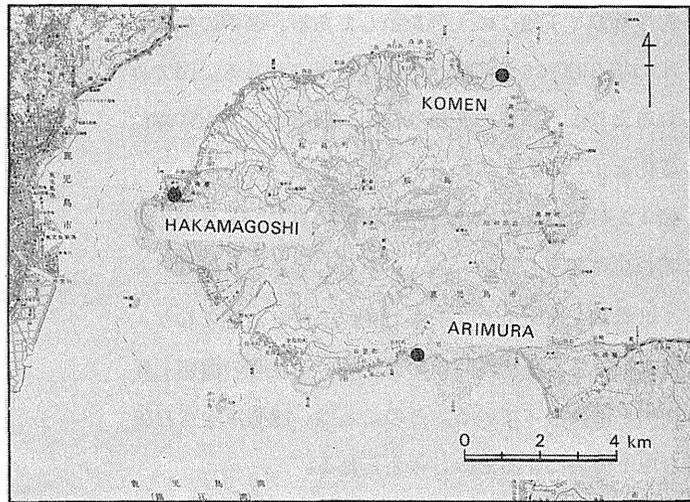


図3.2.1 桜島における傾斜観測地点

については第1章の2.3節で述べたので、ここでは省略する。

袴腰：桜島南岳山頂火口の西北西約5.4 km，袴腰台地上にある鹿児島地方気象台桜島火山観測所である。正確な位置は北緯 $31^{\circ}35'19.6''$ ，東経 $130^{\circ}36'14.7''$ ，高さ70 mである（第1編第2章による）。同所の地震計台上に傾斜計，記録器等を設置した。また，温度の観測は地震計室内および屋外（1975年6～12月）で行った。

高免：桜島南岳山頂火口から北東に約5.5 km，海岸線より約400m内陸へ入った地点にある。観測点は「桜島木工所」の敷地内にあり，傾斜計は地表に露出した大きな溶岩塊を平らに研磨し，その上に設置した。観測室は 4.5 m^2 のプレハブ小屋（永大産業製MK-50型，図3.2.2）を使用し，小屋の内部には

発泡スチロールによって断熱処理をほどこした。傾斜および室内温度の観測と記録はこの小屋の中で行った。



図 3.2.2 高免の傾斜観測小屋

2.3 観測結果

3地点における観測値は、第3編の末尾の表

3.2.1に一括して記載してある。

次に各地点における観測結果を述べる。

2.3.1 有村

桜島は海に囲まれているので、傾斜観測は海洋潮汐の影響を受けると考えられる。有村の観測点は海岸線から約200mぐらしか離れていないので、先づこの問題について検討した。

図 3.2.3 には有村における傾斜変化と鹿児島港における海洋潮汐（下段）の1例を示してある。図中の矢印は3月31日23時58分に起きた桜島の爆発である。図で見られるように、傾斜の変化は位相、振幅ともに海洋潮位の変化とよく対応している。

図 3.2.4 には、3月29日00時から30日00時までの1日間の海洋潮汐と傾斜ベクトルを示してある。傾斜ベクトルは満潮で南東上り、干潮で北西上りとなっており、一般に期待される満潮時の海側沈降、干潮時の海側上昇の傾向とは異なっている。このことは、観測点を含む複雑な地下構造によるものと考えられる。

ところで、3月29日の傾斜と潮位の毎時の値について、両者の関係を求めると、潮位と傾斜の南北成分、潮位と傾斜の東西成分の相関係数は、それぞれ-0.94, 0.99となり、どちらの成分も非常によい相関を示す。また、潮位1mの変化量に対応する傾斜の変化量は北西～南東の方向に約0.019秒である。

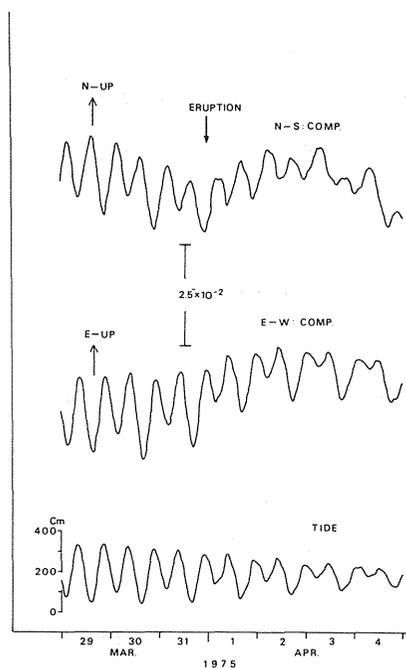


図 3.2.3 有村の傾斜変化と鹿児島港の潮位変化

次に、図 3.2.3 に示した傾斜変化において、やや長周期の変化に着目すると、3月31日から4月1日を境に長周期成分の大きな変化がみられる。特に南北成分の変化は顕著である。この前後、潮位は大潮から小潮に順調に移行しており、異常な変化は認められない。また、図には示していないが、この期間の鹿児島地方気象台における観測によると、雨量は4月1日に6mm、2日に1mmあった程度で、気

温，気圧等にも特に異常な変化はなかった。たまたま3月31日23時58分には南岳山頂火口で顕著な爆発（鹿児島地方気象台のJMA-62F型地震計に約20 μ の振幅で記録）があったことから，上述の傾斜の長周期成分の急変は火山活動と関係する変動であったのかもしれない。このように，爆発の起きた前後で傾斜の傾向が変化した例は，いくつか見られた（詳しくは別途調査の予定）。

図3.2.5には1974年9月から1975年12月までの有村における傾斜変化，鹿児島港の潮位および桜島の爆発回数を日毎に示してある。図にみられるように，南北成分には春から夏にかけて南上り，秋から冬にかけて北上りの，また，東西成分については春から夏にかけて東上り，秋から冬にかけて西上りという年変化がみられる。南北成分の年変化量は約1.5秒，東西成分は約0.5秒で，南北成分の変化量は東西成分の約3倍である。また，傾斜の年変化の傾向は潮位の年変化に対応しているようである。

図3.2.6は，潮位と傾斜の日平均値について月ごとに相関を求めたもので，縦軸に相関係数を示してある。潮位と傾斜の東西成分とは1974年9月を除くと非常によい相関がある。一方，南北成分とにおいてはやや相関のみられる時期もあるが，浜田（1977）も指摘しているように全体的に相関はよくない。

図3.2.7には半月ごとの傾斜ベクトルを示してある。図中の矢印は，鹿児島地方気象台のJMA-62F型地震計が30 μ 以上の振幅を記録した爆発である。矢印に付けた数字は爆発回数である。

図には1974年9月から1976年6月までの期間について示してあるが，この期間に約1秒程度の北ないし北北西上りとなっている。1974年秋から冬にかけては約0.6秒の北西上り，また，1975年の同じ時期には約1秒の北北西上りを示した。

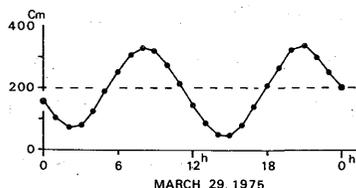
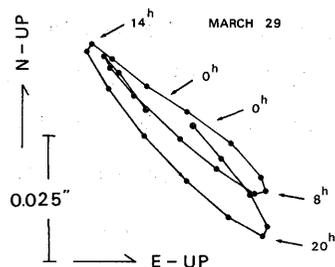


図3.2.4 有村における傾斜ベクトルの日変化と鹿児島港の潮位変化

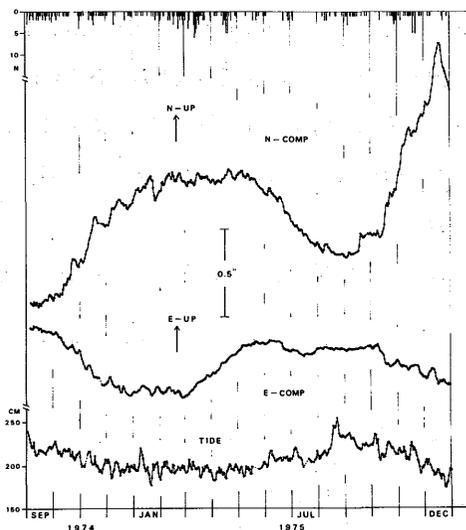


図3.2.5 有村における日別の傾斜変化，鹿児島港の日平均潮位（TIDE）および桜島の日別爆発回数（N）

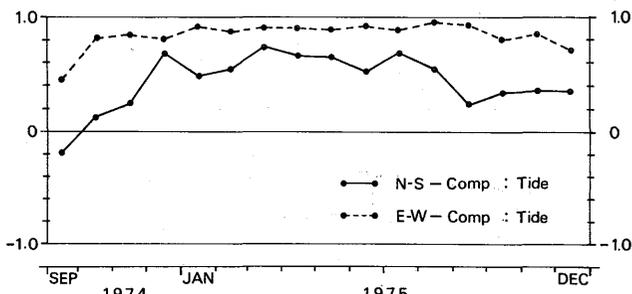


図3.2.6 有村における傾斜の日平均値と鹿児島港の日平均潮位との月別の相関

冬から春にかけては南北方向にほとんど変化なく、東西方向に0.3秒ほどの東上りの傾斜変化がある。春から夏にかけては南北成分が約0.5秒南上りを示している。

このような変化傾向は、鹿児島地方気象台のその後の観測にもみられ、年変化のパターンとなっている。

2.3.2 袴腰

袴腰における屋内温度の日変化量(最高値-最低値)は高々1℃程度であったが、傾斜の日変化量(最大値-最小値)はかなり大きく、南北成分において4~5秒、東西成分においてはその5分の1程度の変化があった。

図3.2.8には1975年1~12月の袴腰における傾斜変化、観測室内と屋外の温度および桜島の爆発回数を示してある。破線で示した部分は欠測あるいは1日の観測時間が12時間未満の期間である。

観測室内の日平均温度の最低は2月23日の5.8℃、最高は9月3日の32.4℃であった。

傾斜変化は南北成分においては春から夏にかけて南上り、秋から冬にかけて北上りがみられる。また、東西成分については、5月から6月にかけて約8秒の東上り、10月以降には1~2秒程度の西上りがみられる。

図3.2.9は半月ごとの傾斜ベクトル図である。傾斜ベクトルは北北西~南南東の方向に約18秒の傾斜変動を示している。変動の大きかったのは春から夏にかけての時期で、約10秒の南東上りであった。また、秋から冬にかけても北ないし北北西にやや大きな変化を示しているようにみ

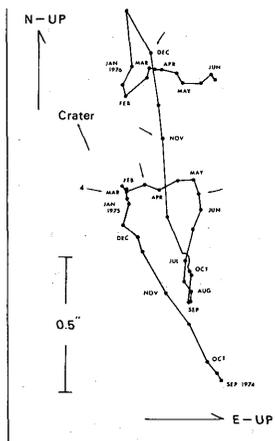


図3.2.7 有村における半月ごとの傾斜ベクトル。矢印は桜島の爆発、矢印に付けた数字は爆発回数

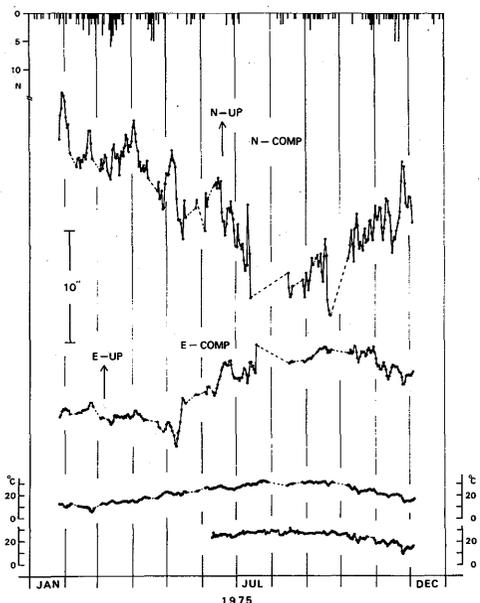


図3.2.8 袴腰における日別の傾斜変化、観測室内の温度(℃)、屋外の温度(℃、6~12月)および桜島の爆発回数(N)

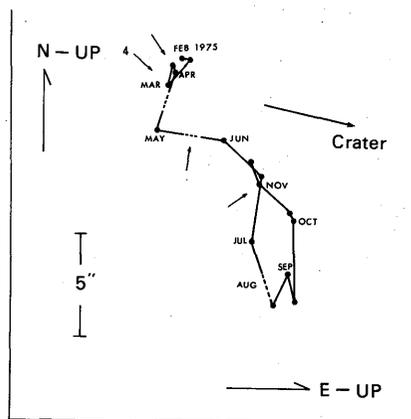


図3.2.9 袴腰における半月ごとの傾斜ベクトル。矢印は桜島の爆発、矢印に付けた数字は爆発回数

える。図中の矢印は鹿児島地方気象台のJMA-62F型地震計が 30μ 以上の振幅を記録した爆発である。

2.3.3 高免

高免での観測は地上に建てたプレハブ小屋であったために、室内温度は外気温にほぼ対応して変化し、温度の日変化は非常に大きかった。傾斜の日変化も袴腰と同程度に大きかった。傾斜の日変化は南北成分に大きく現われて4~5秒を記録した。東西成分の日変化は南北成分の3分の1程度であった。

図3.2.10は、温度の日変化の量とそれに対応する傾斜の日変化の量について月毎に相関を求めたものである。1月と3月はデータが少ないのでこれらを除くと、その他の月の相関係数は、南北成分では0.8前後、東西成分では0.7前後となり、気温の変化量とかなり相関がみられる。

図3.2.11には1975年1~9月の高免における傾斜変化、室内温度および桜島の爆発回数を示してある。破線の部分は欠測あるいは1日の観測時間が12時間未満の期間である。

観測室内の日平均温度の最低は2月21日の 2.0°C 、最高は9月13日の 31.8°C であった。

傾斜変化は、南北成分については冬から春にかけて約10秒の北上り、春から夏にかけて12秒程度の南上りを示した。また、東西成分については冬から春にかけて約8秒の西上り、春から秋にかけて約23秒もの東上りであった。観測期間中の傾斜変動は東西成分が大きく、南北成分の約2倍であった。

南北、東西両成分に約10日前後の周期の変動がみられるが、これは温度の変化と対応している所とそうでない所とがある。温度変化と傾斜変化との相関は1~2月頃と6月頃に相関係数が0.6~0.7となった時期があったが、その他の時期の相関は悪かった。

図3.2.12は高免の半月ごとの傾斜ベクトルである。図中の矢印は鹿児島地方気象台のJMA-62F型地震計に 30μ 以上の振幅を記録した爆発である。

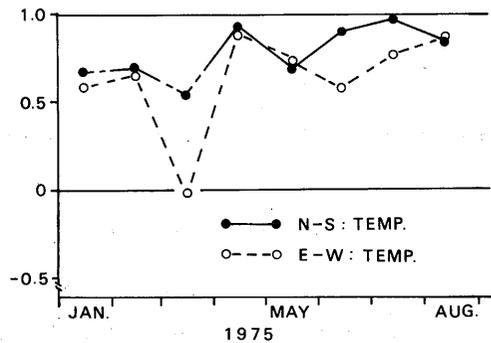


図3.2.10 高免における傾斜と温度の日変化量の相関(月毎)

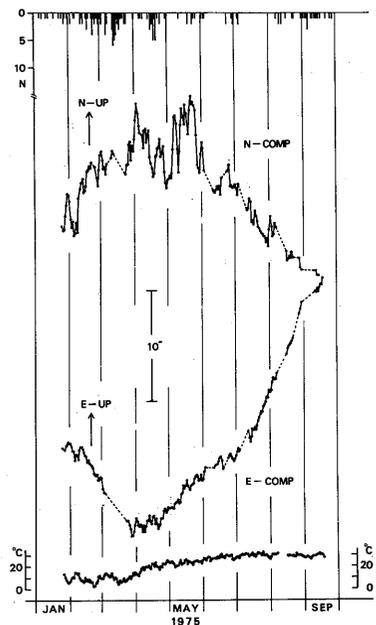


図3.2.11 高免における日別の傾斜変化、観測室内の温度($^{\circ}\text{C}$)、および桜島の爆発回数(N)

観測を実施した期間では、ほぼ北西～南東上りの大きな傾斜変動がある。火口は高免の南西方向にあるが、この方向への傾斜変化はほとんどみられない。北西～南東方向の傾斜変動量は約20秒で、これは春から夏にかけての南東上りによってもたらされたものである。冬から春にかけて約10秒の北西上りとなっている。

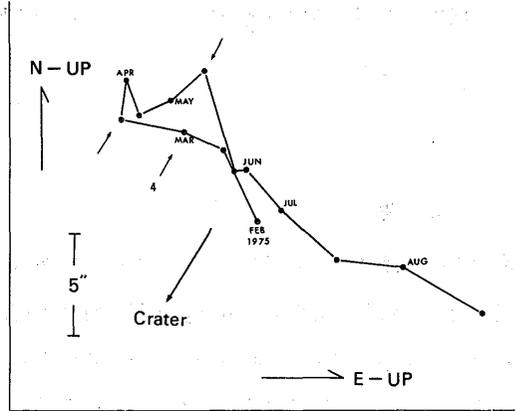


図3.2.12 高免における半月ごとの傾斜ベクトル。矢印は桜島の爆発、矢印に付けた数字は爆発回数

2.4 3地点における傾斜の比較

2.4.1 短期間の変化について

観測を実施した期間のうち、3観測点において順調に観測が行なわれた期間について傾斜を比較検討した。

図3.2.13は1975年3月23日から4月4日までの、有村、袴腰および高免における傾斜ベクトル（日平均値について示したもの）である。図中の矢印の所で爆発があった。矢印に付けた数字は爆発回数である。

この期間に最も大きい変化をしたのは高免で、南北に最大約6秒、東西に約2秒の傾斜があった。袴腰は北北東～南南西の方向に最大約3秒の変化があり、有村においては約0.05秒の南東上りであった。有村の変化量は袴腰、高免のそれと比べて約2桁小さい。

3地点の傾斜でよく似ている点は、傾斜ベクトルの顕著な変化は、ほとんど時を同じくして起こっていることである。

例えば、3月26～27日頃および4月2日頃には、明らかにベクトルの向きが大きく変わっている。又、袴腰と高免においては3月28日頃にもベクトルの向きが大きく変化しており、有村においても少し遅れてはいるが、そのような傾向がみられる。3月31日頃を見ると、有村と高免のベクトルの向きには明らかに大きな変化があり、一方、袴腰においては、向きにはほとんど変化はないが、ベクトルの大きさに顕著な変化が見られる。

このように、3地点の傾斜ベクトルの顕著な変化は、ほとんど時を同じくして起っている。

図3.2.13は1例にすぎないが、同様の傾向はかなりみられた。これらのことは、3地点の傾斜に影

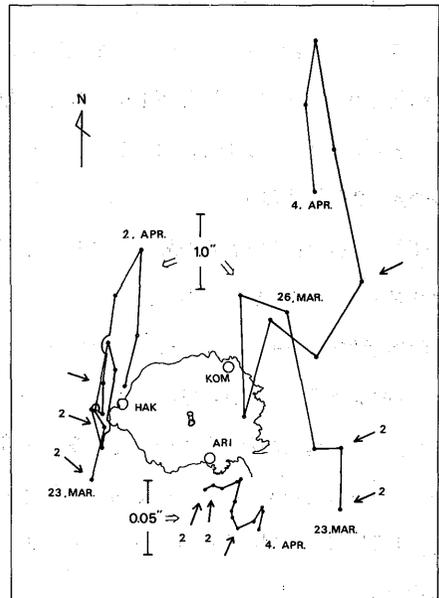


図3.2.13 有村、袴腰および高免の日別傾斜ベクトル

響をもたらすような何らかの要因があることを示唆している。

2.4.2 年変化について

次に、3地点における傾斜ベクトルの年変化(図3.2.7, 図3.2.9, 図3.2.11参照)について検討する。まず、傾斜の南北成分についてみると、いずれの地点も春から夏にかけて南上り, 秋から冬にかけて北上りを示した。東西成分については、有村の2月から5月にかけての東上りが顕著である。高免では、これと対応する傾斜変化がみられるが、袴腰の傾斜変化は小さいものである。しかし、大局的にみると、3地点における傾斜ベクトルは、変化の大きい時期、小さい時期がそれぞれよく対応している。傾斜ベクトルの向きは必ずしも同一ではないが、春から夏にかけてと、秋から冬にかけての傾斜変化が大きいことは年変化における大きな特徴といえる。

2.5 傾斜変化と火山活動との関連

図3.2.7, 図3.2.9および図3.2.12には、各観測点の傾斜ベクトルと鹿児島地方気象台の地震計で30 μ 以上の振幅を記録した大きな爆発を示してある。

傾斜ベクトルの長期的変動をみると、袴腰と高免は観測期間が短いのでよくわからないが、有村においては北～北北西上りの傾向がみられ、ほぼ火口方向上りを示している。

大きな爆発の起こった時期と傾斜ベクトルには、特に特徴的なものはみられないようである。

第2章4.1節で述べたように、3観測点の傾斜ベクトルの大きな変化はほとんど時を同じくして起こった。このうち、図3.2.13の3月31日頃の例では有村と高免の傾斜ベクトルは、3月28～29日頃から火口方向下りの傾向にあったが、3月31日の爆発を境としたように、ベクトルの向きが明らかに変化した。袴腰は、この間、あまりはっきりした傾向はみられず、やや北上りであったが、爆発を境としたように大きな北上りを示した。

このように、爆発を境としたような顕著な傾斜ベクトルの変化は他にもいくつかみられた。

参 考 文 献

浜田信夫(1977): 桜島有村の傾斜観測(2). 火山2集, 22, 105.