

大正噴火以後の桜島の活動史

宇平幸一*

Summary of the Eruptive Activity of Sakurajima Volcano since the 1914 (Taisho) Eruption

Kohichi UHIRA

(Received August 8, 1994; Accepted September 7, 1994)

§ 1. はじめに

桜島は世界的にみても第一級の活動を続けている火山の一つである。現在は1955年に始まった南岳山頂火口での噴火活動が継続中である。有史後の山頂噴火活動は南岳に限られており、山腹や付近の海底も噴火の舞台となってきた。有史後の大噴火はすべて山腹噴火であり、いずれも大量の溶岩を流出して生命・財産に多大の損害を与えた。

このように桜島は長期にわたって多様な活動してきたため、少なくとも筆者の経験では、数年程度の鹿児島勤務では十分な知識が得られない。ここでは、桜島に関する豊富な文献を基にして、1914年(大正3)年の「大正大噴火」から今日までの桜島の活動の推移を概観した。また、桜島に関する研究成果もまとめた。この報告が少しでも桜島の火山活動についての理解を深めるのに役立つは幸である。

§ 2. 大正の大噴火

2.1 噴火前の桜島

1779年から1783年にかけての「安永の大噴火」の後、桜島は比較的静穏な時期に入った。特に1800年以降は噴火の記録が数回程度しかないほどである。1914年の噴火前には年に数回程度微弱な噴気が認められる程度であったといわれる。この頃桜島島内に約21,000人が居住していた。しかし1913年には南九州の地震・火山活動が活発化していた。これらの現象は大正大噴火の直接の前兆であるとまでは言えないが、桜島周辺の応力場が大きく変動したことを示すものと考えられ注目に値する。第1表に噴火前の地震・火山現象をまとめたものを示す。なお、この表に限らず大正噴火についての記述は鹿児島県立博物館の編集による「大正3年桜島大噴火写真集」に依る

第1表 大正噴火前のできごと

大正・年・月日	主なできごと
2. 4. 13	日向灘沖で地震が起こった。
5. 19	霧島山麓の加久藤、真幸で地震が群発、その後も続いた。
6. 29	鹿児島県西岸で地震(M6.4が2回)あり、伊集院地震と言う。山崩れ、家屋崩壊、負傷者有り。
30	
7. 14	東桜島有村の谷間で、母子2人が火山性ガスのため死亡。このころから井戸に二酸化炭素が充満するようになった。
11. 8	霧島火山の一つである御鉢が10年振りに噴火した。大音響とともに噴石や降灰があった。
12. 9	霧島の御鉢2回目の噴火。
3. 1. 8	霧島の御鉢3回目の噴火。
1. 10	桜島で夜から地震が始まった。
1. 11	3時40分、鹿児島市内でも目を覚ますほどの地震発生。地震が頻繁に起こり、避難を始めた人もいた。

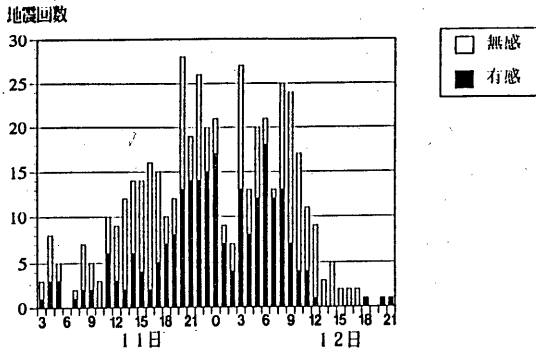
(鹿児島県教育委員会・鹿児島県立博物館編「大正三年桜島大噴火写真集」による)

ところが大きい。また当時の代表的な地震学者であった大森房吉によって噴火報告が残されている(Omori, 1916等)。

2.2 前兆現象

大正大噴火の最も著しい前兆は1914年1月11日午前3時頃に始まった有感地震を含む火山性地震の群発であった。この地震群は当時の鹿児島測候所に置かれていたGray-Milne地震計(倍率:水平動2成分5倍,上下動10倍)に記録された。大森によれば、12日午前7時までに467個の地震が観測されているが、無感地震と有感地震の比は約1:1となっている。群発地震が始まって最初の15時間は無感地震の方が多いが、次の15時間(11日午後6時から12日9時まで)は逆に有感地震の頻度の方が多くなっていて、噴火直前には再び無感地震の方が多くなっている。この様子を第1図に示す。なお、岡田

* 気象研究所



第1図 大正3年の桜島大噴火の前兆地震の推移（大森のデータに基づく）1月11日から12日にかけての地震回数

(1980)は1977年有珠山噴火の前兆地震について噴火が近づくにつれて低周波地震の頻度が増していったことに注目し、この大正大噴火の前兆地震についても同様の傾向が見られることを指摘している。

その他の直前の前兆現象として、噴火当日の早朝、脇や有村で海水温が上昇し干潮時には砂浜を歩くことが困難になるほどであったこと、海水中に熱水が湧出して約1m程噴き上げたり、あぶくを出していたことがあげられる。また、脇や有村の反対側にあたる西道でも海岸で湧水が著しく増大した。12日8時頃から桜島東側の鍋山付近と西側の標高500m付近および山頂から白煙が噴き上がった。なお、南東側の垂水では11日の2時頃に南東側の中腹から雲のような煙が見えたという記録もある。

2.3 噴火の推移

12日10時05分、西桜島赤水地区の上方約350mから、また10時10分頃には南東側にある鍋山の西壁、標高400m付近から黒煙が上がり噴火が始まった。11時30分には噴火はますます激しさを増し、噴石が山頂の高さまで上がり、火煙を引いて山麓に雨のように落下し山火事を起こした。鹿児島市内の家の戸や障子は空振で揺れ続けた。14時30分頃、島全体が黒煙に包まれ鹿児島市からは見えなくなった。噴火が弱まって桜島全体がようやく見られるようになったのは1月24日のことであった。なお、噴火に伴う噴煙柱の最大高度については鹿児島駅長の18,181m、谷山港に停泊中の軍艦が測定した8,181m、大森による6,600mなど諸説ある（参考：1991年現在鹿児島市荒田にある気象台からでは4,000m以上の噴煙は目視により正確に計測することは困難であるし、百位以下の観測値の信頼度は低いと考えられる）。

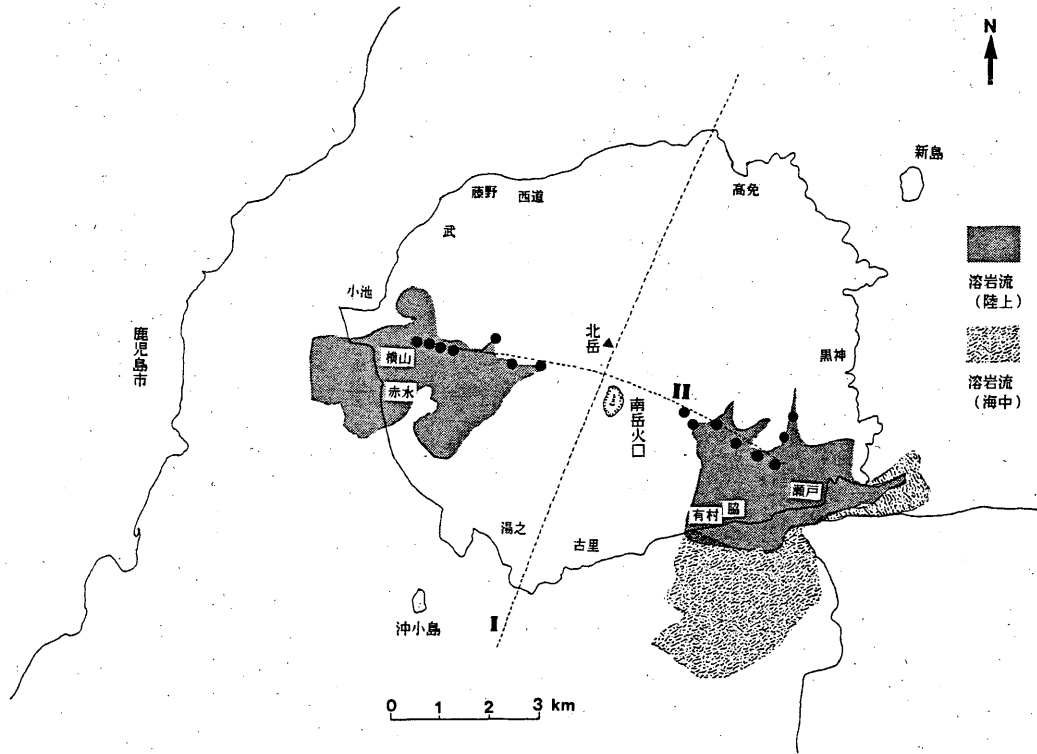
山腹噴火では噴火発生後大きな地震に見舞われること

が少なくない。桜島の大正噴火の場合も噴火開始から約8時間後の12日18時21分にM6.1の地震が発生し、鹿児島市内だけで死者13人、負傷者96人、住宅全半壊169戸、石塀石垣の崩落463カ所等の被害があった。人的被害の大部分は石塀石垣の倒壊によるものであった。また、シラス台地の崖崩れ等のため周辺地域でも人的被害があり、噴火による直接の被害を含めて死者63人に達した。なお、この地震発生約1時間後、鹿児島市沿岸に小津波が発生し、道路の浸水・船舶の転覆・家屋の浸水等の被害があった。これはM6.1の地震が直接引き起こしたのではなく、他の原因で海底に地盤変動が起こったために発生したと考えられている。

噴火活動はこの地震後の22時頃から活発化し翌13日1時頃に最高潮に達し、鹿児島市内でも爆発音が轟わたった。桜島の西岸の袴腰台地一帯が烈風（火砕流）によって焼き尽くされ、根こそぎにされたみかんの木が散乱している写真が残されているが、大森や小藤（Koto, 1916）はこの時期に火砕流が発生したとしている。一方で13日19時30分頃、大火柱が立ち一面炎の海となり雷鳴を伴った火山雷が発生したことに基づいて、この時に火砕流が発生したという考えも有力で、小林（1986）は13日を火砕流発生の日とし、15日にも小規模ながら火砕流が発生したと結論している。この直後の13日20時頃、西側斜面で溶岩の流出が目撃され、また東側でも溶岩が流出し始めたときされる。噴火口ないし溶岩源は南岳山頂火口を通る西北西-東南東方向に形成され、一般的に海拔高度の高い地点のものから活動を開始し、徐々に低地にあるものに移って行き、また低地のものほど後まで活動するという傾向を持っていた。

西側に流れた溶岩流は14日の7時頃袴腰台地に500mのところまで迫っていた。この頃袴腰沖から沖小島にかけて黒灰色の軽石が海面を覆っていた。15日夜には横山地区の山手側に7～8個の赤い噴火口が一列に並んでいるのが見えた。16日には横山・赤水地区で溶岩が海に進入、18日には赤水沖約500mにあった標高20mの鳥島を埋め尽くした。しかし、19日になって溶岩流の勢いは衰え始め爆発も間欠的になって行った。25日には山の上部の火口は活動を停止し、横山上部の小火口が規模の小さい噴火をする程度になり、2月の初めごろには西側の溶岩流は停止する。

一方東側の溶岩流は鹿児島市から遠望できないため情報量が乏しいが、14日に脇地区の上方約200mの地点に溶岩流の先端と思われる黒い丘陵が発見されている。翌15日には脇・有村地区の海岸で水蒸気がしきりに上がるのが確認されており、溶岩流が海に進入したものと考え



第2図 大正3年の噴火における溶岩・噴火口の分布図 (Omori (1916) を基に作製)

- : 火口または溶岩源
- I : 火山列の方向
- II : 大正3年の噴火の破碎線。

られる。東側の噴火活動は西側よりも長く続き徐々に桜島と大隅半島を隔てる瀬戸海峡を狭めて行き、1月29日にはついに瀬戸海峡を埋め尽くした。噴火活動はこの後も続き10月頃まで活動したらしい。また1915年3月から5月にかけて溶岩流の先端が破れて新たな流出があった。

2.4 噴出物量・地殻変動

第2図に大森による大正噴火の噴火口と溶岩流分布図を示す。西側の溶岩流は赤水と横山の集落を埋め、東西方向に最大4.8km流れこのうち約1.4km海側に押し出した。袴腰と鳥島付近の水深は一般に44m以下であるので海中の溶岩の量はさほど多くはない。東側の溶岩流は瀬戸・脇・有村の3集落を埋めた。桜島の南東沖の水深は128mから165mであるため、海に押し出した溶岩流のうち海面上に姿を現したものは元の陸地から最長700mであるが、海中の量はかなり多くこれも元の陸から最長3.4kmにわたっている。噴火前後の水深を比較すると、海中の溶岩の厚さは90~110m程度と見積られ、一方西側の場合55mである。溶岩流に覆われた面積は、第2表のと

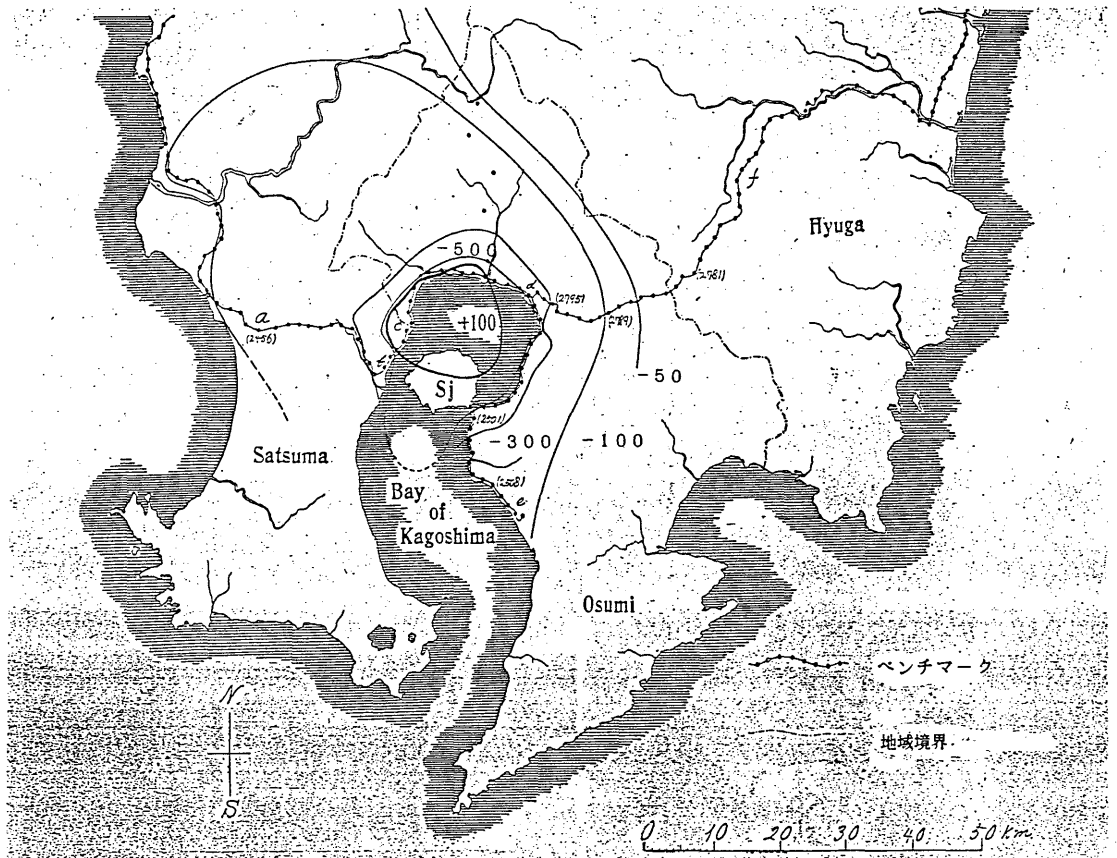
第2表 大正噴火の溶岩流に覆われた面積 (Omoriによる)

地域区分	西側 (横山側)	東側 (鍋山側)
陸地だった部分を覆った	5.91km ²	5.25km ²
海に押し出して陸地となった	2.42	2.19
陸地になるには至らなかった	—	7.97
計	8.33	15.41

おりである。

大森は西側の溶岩流全てと東側の元から陸地だった部分の溶岩の厚さを40m、東側の元は海だった部分を100mと仮定して、西側0.333km²、東側1.226km²、計1.559km²を流出溶岩の総量とした。

先に桜島西側の火砕流について言及したが、袴腰台地の北側の小池や赤生原の集落は溶岩流の外側に位置していたものの噴火口から飛来した溶岩片の洗礼を受け、完



第3図 大正3年の噴火に伴う垂直変動量分布図(Omori (1916)による) -50, -100, -300, -500の各線は1894年を規準にして大正噴火後の沈降量がそれぞれ50mm, 100mm, 300mm, 500mmであることを示す。また, +100の太い実線は1914年5月から1918年9月の間に100mm以上の回復(隆起)があった地域を示す。

全に潰れたり、焼け落ちたりあるいは埋もれたりしていた。先に述べた袴腰付近の惨状とあわせて考えると、噴火に伴う烈風(火砕流)は西側の火口列においてすさまじかったと言える。東側では火山灰や軽石の量が極めて多く、黒神では1.8m以上降り積もった。降灰は九州・四国・北陸から東北にかけての日本海沿岸を除く本州にまで広がった。桜島周辺では鹿児島市で3mmであったに対し大隅半島の中・北部では10cmから90cm以上に達した。降下軽石や火山灰の総量は0.62km³と見積られた。溶岩流と降下火砕流の輪は2.2km³となり、桜島山体の約12分の1を占める。

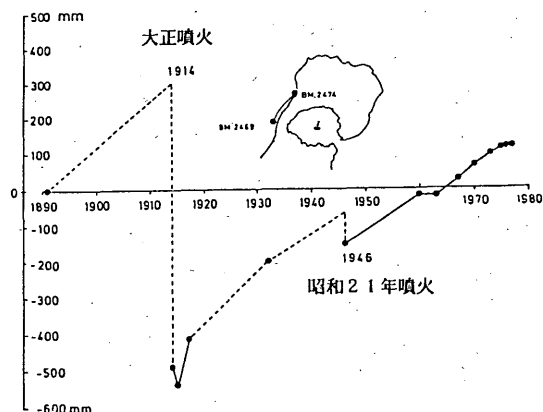
さて、1914(大正3)年の噴火の前後においては鹿児島湾で著しい平均海面の上昇が認められた。鹿児島湾では平均海面の上昇量は噴火直後の3ヶ月は約40cmであったものが次第に増加し、1914年末に最大になった後は緩やかに減少した。1915年2月には70cmの上昇がみられた。このため暴風雨や大潮時に塩田や堤防の被害があり、ま

た桜島北岸等の沈降が著しい場所では道路や家屋の移動を余儀なくされるなどの事態となった。大森はこの様な現象は安永の大噴火後にも認められており、桜島の大噴火の盛衰に合わせて桜島及び鹿児島湾北部の地盤が隆起・陥没を交互に繰り返していると述べている。大正噴火前後に実施された水準測量では第3図に示すように鹿児島湾北部沿岸に沿って50cmの沈降が観測されている。茂木はこの変動を桜島北方カルデラ(鹿児島湾北部)の地下深部にある圧力源で圧力が減少した場合の弾性変形として説明できることを山川(1955)の計算に基づいて示し、その後火山学において不朽の名を残すことになる「茂木・山川モデル」を確立したものは1957年のことであった。

§ 3. 昭和の大噴火

3.1 噴火前の状況

大正噴火の後、約20年間は極めて静穏で南岳山頂火口



第4図 始良カルデラの地盤の隆起・沈降（江頭・石原（1977）による）
ベンチマーク2469（鹿児島県庁）を基準とした
ベンチマーク2474（大崎の鼻）の高さの変化

と山腹の数カ所で水蒸気を噴出する程度の活動度であった。大正噴火の際に著しく沈下した桜島及び周辺地域は次第に上昇し、大正噴火前の水準に戻りつつあった（江頭・石原（1977）、第4図参照）。ところが、1935年9月になって数回の火山性地震に続いて南岳山頂火口に噴火が起こり、約1ヶ月間間欠的に爆発的小噴火が続いた。それから4年後の1939年10月26日には南岳の東側中腹、鍋山の上方海拔約800mに新噴火口を形成した。この噴火活動では小規模の火砕流が発生したらしい。その後毎年この火口は活動していたが、1946（昭和21）年には溶岩を流出する噴火に発展した。なお、この火口は大正噴火の火口列を結んだ線上（南岳山頂火口を通るE108°S）に位置している。

3.2 噴火の推移

1946（昭和21）年は1月半ばころから噴煙活動を開始し、1月末から2月半ばに赤熱噴石や火柱を伴って爆発を繰り返した。爆発音や空振は島内だけでなく鹿児島市まで達するようになった。3月に入って活動はますます活発になり、3月9日には爆発音、空振は連続的に激しくなった。22時頃が最盛期となりこの頃から溶岩の流出を開始したようである。溶岩流は鍋山付近まで東側斜面を流下した後、北東に向かうものと南下するものに分流した。北東流は鍋山と権現山の間を抜けて3月21日には黒神河原に出て溶岩原を形成し、3月25日から29日かけて黒神地区を埋め尽くし4月5日には海岸に到達した。一方、南側溶岩流は大正溶岩に沿って流下し、5月21日に海岸に達した。石原・他（1981）は溶岩流出量を0.18 km²と見積っている。溶岩流が最初に確認されたのは黒

神側10日、有村側16日とされている。この様に地元の住民でさえ溶岩流出が始まるまで異常には気付いておらず、大正噴火のような顕著な前兆現象を伴わなかったことがわかる。溶岩流出活動は5月19日頃まで続いたが、その後は次第に衰弱しながら11月頃まで火山灰を噴出し、溶岩が完全に停止したのは10月頃であった。

3.3 地震活動

先に述べたように大正噴火の時と違って顕著な前兆地震活動は認められなかった。しかし、鹿児島測候所のウイヘルト地震計（倍率：水平動100倍、上下動80倍）には1月下旬頃から火山性微動が現れ始め、2月中は全振幅10 μ m程度のものが4回記録された。3月に入っても断続的に記録されていたが、3月8日22時頃から連続微動となった。3月11日の夕方噴煙と溶岩流が連続的に噴出されている間は10~30 μ mの微動となった。この微動は溶岩流出中は連続して出現していたが、5月に入って溶岩流出が休止した後は次第に衰えた。一方、火山性地震は2月31回、3月14回の後溶岩流出とともに現れなくなり、5月の溶岩流出休止とともに40回を数えたがこれも徐々に衰えて年末には鎮静化したとされる。

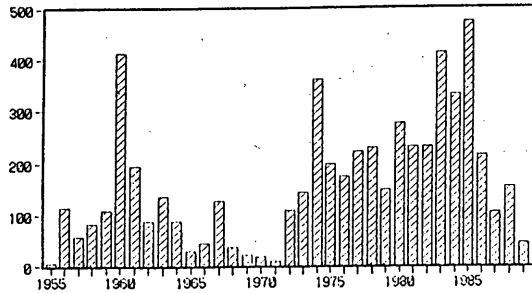
3.4 地殻変動

大正噴火の時のような顕著な地殻変動は見られなかったが、繰り返し行われた水準測量の成果、例えば江頭・石原（1977）によると大正噴火の沈降が回復する割合が昭和の溶岩流出によって鈍化したことが示された（第4図）。

§ 4. 1955（昭和30）年に始まった山頂噴火

4.1 噴火前の状況

1946年に噴火した火口は次第に崩れて浅くなり、1948年7月27日には小爆発して黒神方面に降灰があったものの、その後は時々白い噴煙を上げる程度で今日に至っている。南岳山頂火口では1947年から時に小噴煙が認められたが平穏な期間が続いた後、1950年6月から9月にかけて度々火山灰を含む噴煙を放出した。その後はまた静穏な状態に戻り、わずかに1954年11月から12月にかけて白色噴煙が目だった程度であった。しかし当時袴腰（南岳火口から5.5km）に設置されていた石本式高倍率地震計（倍率：300倍）に記録される地震数が1954年末から増加し始め、1955（昭和30）年7月110、8月180、9月200と増加していた。また、10月13日の爆発前に桜島でC型と呼ばれている震動が発生したことが注目される（C型地震は比較的単純な波形で、そのスペクトルは等間隔のピークを持つ。火山観測指針（参考篇）169ページに波形例あり）。



第5図 桜島の年間爆発回数の推移

4.2 1955（昭和30）年10月13日の爆発

10月13日14時52分に南岳は強烈な爆発音と空振を伴って噴火した。悪天候のため噴煙高度や噴出物の飛散状況は十分に観測できていないが、噴煙は火口上5000mに達したと推定される。北岳山頂でこの爆発に遭遇した登山者が噴石の直撃を受け1名死亡、7名が負傷した。この爆発地震のマグニチュードは坪井の公式を適用すると3.6（鹿兒島の最大振幅による）、ないしは3.7（宮崎の最大振幅による）となり、今日までの山頂爆発のうち最

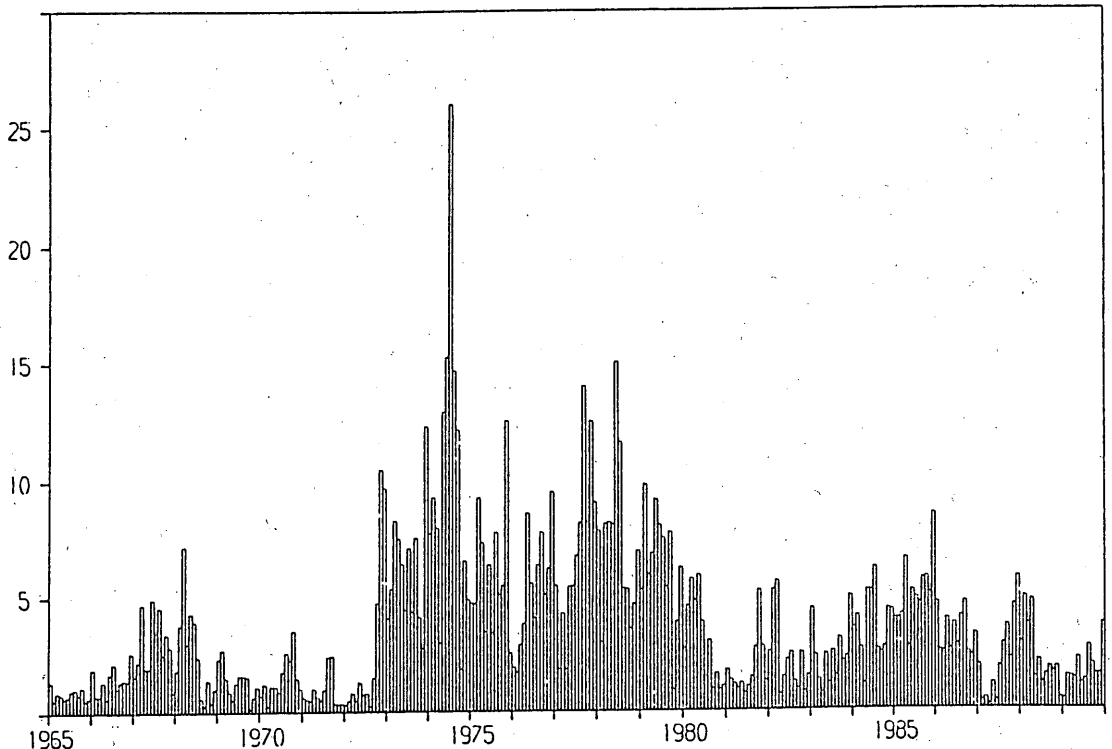
大規模のものであろう。

4.3 活動の推移の概要

第5図に示すように1955年以来毎年爆発が発生している。桜島の活動を区分するとすれば1960年をピークとする10年間、1967年をピークとした7年間および1974年と1983～1985年をピークとする1972年以後の活発な噴火活動の時期に分けられよう。

1956年から1959年にかけては地震、爆発ともに小規模であったが、1957年頃からA型地震が目立つようになり1959年にピークに達した後、1962年まで発生頻度が多い状態が続いた。一方、噴火活動は1960年にピークを迎え爆発の規模が増大するなどした。この様に山頂噴火活動が始まった最初の10年間は噴火活動の活発化に先だってA型地震の頻度の増加が見られた時期にあたり、A型地震のS-P時間が短くなった時期に山頂噴火活動が活発化した例が少なくないようである。B型地震についてはその発生回数の推移が爆発の発生回数の推移と良く一致していること、爆発に先立って発生頻度が増加すること、また周期に注目して分類すると爆発の多い時期に長周期のものが多く、静穏期はその逆である（現在のBH、B

回数 X1000



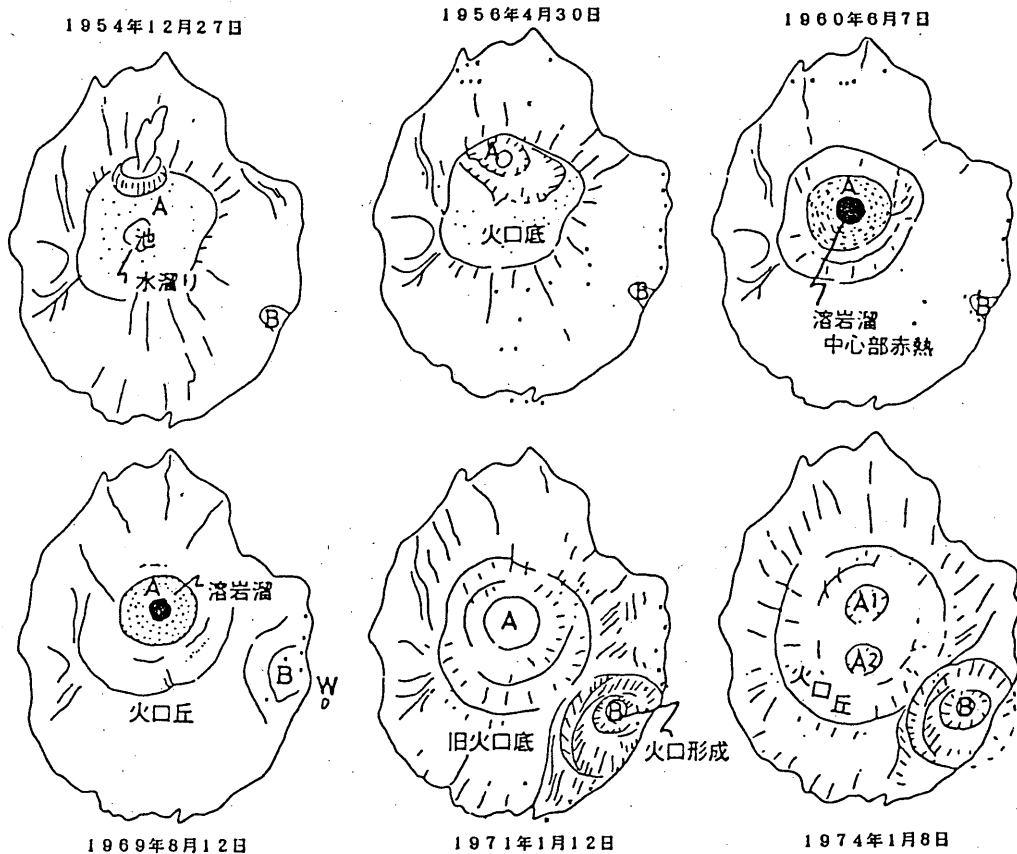
第6図 桜島の地震回数の推移

しに相当するかも知れない)など現在にも通用する見解が既にこの時期に得られていたのである。しかしA型地震は1963年以降著しく減少した。

次の1967年をピークとする活動は規模的にはそう大きなものではなかった。しかし1967年8月22日には15分間に4回の爆発が発生し、特に最後の爆発に伴って小型の熱雲が発生した。また翌1968年にかけて南九州の地震活動が活発化するなかで(1967年8月指宿で群発地震・諏訪之瀬島噴火、9月桜島A型多発、1968年1月鹿児島市内が震源とみられる地震多発、2月えびの地震(M6.1)、3月指宿に地震、4月日向灘地震(M7.5)、5月奄美大島近海に地震、6月宝島近海の群発地震、10月悪石島近海の地震など)、1968年5月29日に桜島島内で有感地震を含む群発地震が発生した。このような事態は大正噴火の前兆地震以来のことで島民に大きな不安を与えたが、6月に入って鎮静化した。震源域として北岳東南東斜面が推定されている。爆発の頻度はその後更に下がったが、その中で1970年には南岳火口の南東外壁に新火口(W)

が出現し約1カ月間活動するという出来事もあった。

第3の活動期は1972年9月13日の爆発を契機として始まったとされる。第6図に示すように、この活動期を境として地震発生回数が激増し1974年7月にはB点で観測史上最多の26,069回を記録した。1974年に362回の爆発を記録した後も活動のレベルは目だった落ち込みを見せず、1983~1985年にかけては最近では最大の山頂噴火活動のピークとなった。1972年から1988年まで17年連続年間爆発回数は100回を超え、1989年55回にとどまったものの1990年には119回と100回台に戻った。なお1983~1985年の山頂噴火活動の最近のピークにおいては地震回数が1972~1980年にかけての水準より少ないのは、1980年4月以降は計数装置の導入、即ち機械検測による地震回数を採用したためと考えられる。A型地震の震源が徐々に浅くなって山頂噴火活動の活発化に結びついた例もあったが、A型地震の頻度そのものが少ないのに対し、B型地震は度重なる噴火活動に対応して発生することが多かった。西(1984)は、B型群発地震のエネルギーと



第7図 南岳山頂火口の変遷

その後の爆発地震の放出エネルギーの間に比例関係があることを示した。この期間全体を通して毎年のように爆発に伴う噴石、空振による車のフロントガラスや窓ガラスの破損、土石流災害が報告されているし、また特に1981年以降は連続噴煙活動により桜島周辺に多量の火山灰を降らせて農作物に被害をあたえ、また市民生活に多大の影響を与えている。この活動期に発生したその他の注目される現象として1975年3月及び6月のC型地震による桜島島内有感があり、また小型の火砕流は1967年8月22日、1974年7月7日、1976年10月21日、1979年11月20日、1984年7月21日および1985年4月9日である。これらの火砕流は火口縁の低い部分から流下しているのが特徴である(加茂・石原, 1986b)。なお1987年11月17日夜の顕著な爆発・連続噴煙活動においても火砕流が発生したという向きもある。なお、南岳山頂火口の変貌について第7図にまとめた。

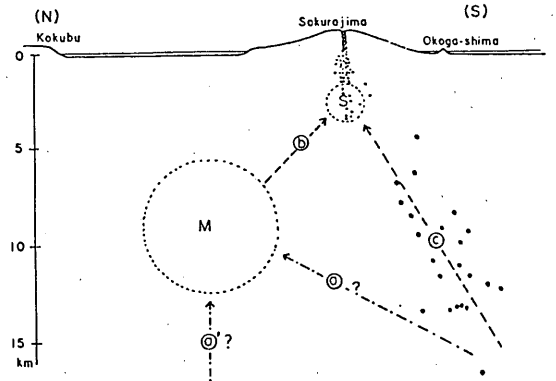
4.4 桜島研究の進展

桜島においては京都大学防災研究所附属桜島火山観測所を中心に様々な手法を用いた研究が進められてきた結果、桜島火山の活動の全体像が次第に明らかになりつつなる。なかでも桜島および周辺地域で進められている各種の地殻変動観測と地震観測はマグマ溜りの位置や大きさ、火道の構造などの推定に大きく貢献した。ここでは石原(1988)に沿ってこれまでの成果をまとめることにする。

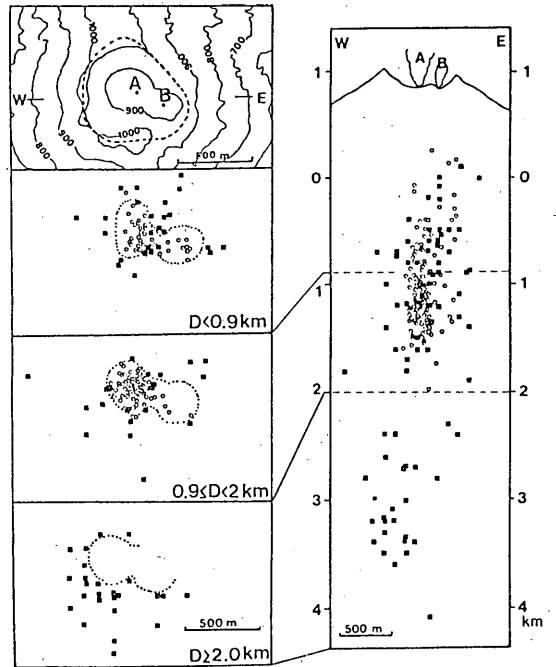
先に述べたように1914年の大正噴火後、始良カルデラを中心に顕著な地殻変動が認められ、茂木(1957)、Yokoyama(1971)は始良カルデラ中心部地下約7~10kmにマグマ溜りが存在する可能性を示した。Yoshikawa(1961)は桜島島内のデータを基に桜島中心部直下約3kmに二次的なマグマ溜りが存在する可能性を示した。その後繰り返し実施された水準測量でも始良カルデラ地下約10kmと桜島の直下数kmにマグマ溜りが存在する可能性が強く示唆されている。

地震波が異常に減衰する領域を見いだしてマグマ溜りを明らかにしようとする試みは、吉留(1974)、加茂・他(1977, 1980)によってなされた。特に後者は桜島の中央部地下の3km以深(少なくとも6kmまで)に半径約1kmの拡がりを持つ異常減衰域を見いだした。またOno et al.(1978)は人工地震探査により始良カルデラおよび桜島の地下に地震波の異常減衰領域があることを見いだしている。

地震観測網が整備されるにつれ詳細な震源分布が明らかになってきた。まず西(1971)は南岳直下の海面下0.5~2.5kmに震源域の拡大が見られること、更に深くなる



第8図 桜島火山のモデル(南北断面)(加茂・石原(1980)による)
 マグマ溜りおよび想定されるマグマ供給経路
 M:始良カルデラ中心部地下のマグマ溜り, S:桜島火山直下のマグマ溜り
 a,b,c:想定されるマグマ上昇経路



第9図 桜島南岳火口直下の爆発地震、A型地震の深さ別震央分布(左側)と東西断面に投影した震源分布(右側)(石原(1988), Ishihara(1990)による)
 南岳山頂火口内の活動的なA,B火口の位置、および火口壁(太い破線)を左側最上図に示す。

と震源域は急に狭くなることを示した。さらに西(1978)はA型地震の震源に限られたいくつかの範囲に分布し、その発震機構が山頂噴火活動の段階によって変化していることを明らかにした。データ数が増えるにしたがってA型地震の震源分布の全貌がわかるようになり、南岳山頂火口直下の海面付近から深さ4 kmまではほぼ垂直に分布していること、桜島の南南西の海岸付近から南南西方向の地域に発生するものは火口から離れるにしたがって深くなっていることが判明した。加茂(1978)はA型地震の震源が次第に火口近くに移動した後、山頂付近のごく浅いところで地震が群発し活発な山頂噴火活動に至るとい興味深い事例を報告している。しかし、地震観測からは始良カルデラとは反対側、つまり桜島南方からのマグマ上昇経路も想定されることになった。加茂・石原(1980)は桜島の主たるマグマ溜りは始良カルデラ中心部地下にあり、桜島南南西の地震活動は一時的なマグマの上昇経路である可能性もあるという観点から第8図に示すようなモデルを提出した。これに関してはYokoyama(1986)の反論がある。以上述べてきたようにマグマ溜りの存在の可能性に関してはかなりの知識が蓄積されてきたが、桜島へのマグマの供給経路に関しては深部の情報が少なく不確定な要素が残っているのが現状である。

一方、桜島直下の構造に関してはデータが揃っていない具体的なイメージを描くことができる。石原(1988)は、次の様な観測事実に基づいて、桜島の中央部の海面下3~4 km以深にマグマ溜りが存在し、また南岳山頂のA、Bふたつの火口に対応した火道が火口からほぼ垂直に地下にのび、約3~4 kmでマグマ溜りにつらなっている可能性が高いことを指摘している(第9図参照)。

1) 南岳直下の海面下4 km以深には火山性地震が発生しないこと

2) 桜島の北岳、中岳、南岳の海面下3~6 kmの領域を通過する地震波、特にS波は異常に減衰すること

3) 桜島島内の山頂噴火活動期の水準測量データは南岳の地下2~5 kmに位置する圧力源の状態の変化で説明できる

4) 爆発地震は海面付近から深さ2 kmの間で発生し、震央はA火口・B火口の位置関係に対応して直径200~300mの隣接した2つの円形状の領域内(つまりA・B両火口につながる火道内)に分布する。A型地震は海面から深さ2 kmの範囲では爆発地震の震源域を取り囲むように分布し、2 km以深についても爆発地震の分布域を延長した領域(爆発地震は存在しない)の外側に沿って分布する。

これらの推定を裏付ける観測事実が火口から2.8 kmにある観測坑道内に設置された水管傾斜計および傾斜計によって捕捉されており、個々の爆発的噴火に対して山頂部の地盤の隆起膨脹、爆発地震の発生、山頂火口での爆発、山頂部の地盤の沈降といった一連の現象が統一的に理解されるようになったことは、桜島の構造の推定をより確実なものにすることにとどまらず、噴火予知の新時代の到来を告げるものとなった。

参考文献

- 石原和弘(1988):地球物理的観測による桜島火山のマグマ溜りおよび火道の推定, 京都大学防災研究所年報, 31B-1, 59-73.
- 石原和弘・江頭庸夫(1978):桜島火山近傍の垂直地盤変動と山頂噴火活動の関係について, 京都大学防災研究所年報, 21B-1, 153-162.
- 石原和弘・高山鉄朗・田中義一・平林順一(1981):桜島火山の溶岩流(I)——有史時代の溶岩流の容積——, 京都大学防災研究所年報, 24B-1, 1-10.
- 江頭庸夫・石原和弘(1977):桜島火山周辺の地盤変動と山頂噴火活動, 自然災害特別研究, 第2回桜島火山の集中総合観測(昭和51年11月~12月), 21-27.
- 江頭庸夫・中村貞美(1986):桜島火山周辺における地盤変動——1974年~1982年——, 第5回桜島火山の集中総合観測, 11-27.
- 岡田 弘(1982):桜島1914年の噴火前兆地震群再考, 日本火山学会1982年度秋季大会講演要旨, 火山第2集, 27, 340-341.
- 鹿児島県・鹿児島地方気象台(1967):鹿児島県災異誌, 201-215
- 鹿児島県教育委員会・鹿児島県立博物館編(1988):大正3年桜島大噴火写真集.
- 鹿児島測候所(1951):1946年3月~5月桜島噴火報告, 験震時報, 15, 42-57.
- 鹿児島地方気象台(1957):昭和30年・31年桜島噴火報告, 福岡管区気象台要報第13号, 1-219.
- 鹿児島地方気象台(1967):近年の阿蘇・桜島火山の活動概況, 福岡管区気象台要報第22号, 27-78.
- 鹿児島地方気象台(1976):九州地方の火山活動状況報告 第2章桜島, 福岡管区気象台要報第31号, 45-123.
- 鹿児島地方気象台(1983):鹿児島の気象百年誌.
- 加茂幸介・石原和弘(1980):地盤変動からみた桜島の火山活動, 桜島地域学術調査協議会研究報告(鹿児島県), 19-28.
- 加茂幸介・石原和弘(1986a):地盤変動連続観測で捕

- 捉された山頂噴火の前駆現象, 京都大学防災研究所年報, 29B-1, 1-12.
- 加茂幸介・石原和弘(1986b): 最近桜島で発生した小型火砕流, 文部省科学研究費自然災害特別研究, 計画研究「火山噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害」(代表者荒牧重雄)報告書, 129-135.
- 加茂幸介・西 潔・高山鉄朗・植木貞人(1980): 桜島南方の地震活動と地震波の異常伝播域, 第3回桜島火山の集中総合観測, 11-15.
- 加茂幸介・西 潔・古沢 保・赤松純平・菊池茂智・小野博尉・須藤靖明・高木章雄・海野徳仁・堀修一郎・佐藤泰夫・角田寿喜(1977): 始良カルデラ周辺の地震活動と地震波の異常伝播の検出について, 第2回桜島火山の集中総合観測, 13-20.
- 気象庁(1992): 火山観測指針(参考編).
- 小林哲夫(1986): 桜島火山の形成史と火砕流. 文部省科学研究費自然災害特別研究, 計画研究「火災噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害」(代表者荒牧重雄)報告書, 137-163.
- 西 潔(1971): 桜島火山の火山性極微小地震と爆発の研究(2)——火山性地震の震源分布——, 京都大学防災研究所年報, 14A, 113-121.
- 西 潔(1978): 桜島火山に発生するやや深い地震の発震機構, 京都大学防災研究所年報, 21B-1, 69-73.
- 西 潔(1984): 爆発に先行する火山性B型地震の群発, 京都大学防災研究所年報, 27B-1, 1-6.
- 萩原尊禮・表俊一郎・村内必典・明石和彦・山田重平(1946): 昭和21年3月の桜島噴火, 震研彙報, 24, 143-159.
- 福岡管区気象台(1990): 九州地方の火山, 福岡管区気象台要報第45号, 47-86.
- 茂木清夫(1957): 桜島の噴火と周辺の地殻変動との関係, 火山, 第2集, 1, 9-18.
- 柳川喜郎(1984): 桜島噴火記, 日本放送出版協会.
- 山川宣男(1955): 内部力源による半無限弾性体の変形について, 地震, 8, 132-133.
- 吉留道哉(1974): 桜島周辺における地震記録の異常とマグマ溜りの関連について, 駿震時報, 39, 49-62.
- ISHIHARA, K. (1990): Pressure sources and induced ground deformation associated with explosive eruptions at an andesitic volcano: Sakurajima volcano, Japan. In *Magma Transport and Storage*, edited by M.P. Ryan, 336-356, John Wiley & Sons Ltd.
- KOTO, B. (1916): The great eruption of Sakurajima in 1914, J. College of Science, Imp. Univ. Tokyo, 38, Art.3, 56-115.
- OMORI, F. (1914, 1916a, 1916b, 1920a, 1920b, 1922): The Sakurajima eruptions and earthquakes. I-VI, Bull. Imp. Earthq. Inv. Comm., 8, No.1-6.
- ONO, K., K. ITO, I. HASEGAWA, K. ICHIKAWA, S. IIZUKA, T. KAKUTA and H. SUZUKI. (1978): Explosive seismic studies in south Kyushu especially around Sakurajima Volcano, J. Phys. Earth, 26, S309-S319.
- YOKOYAMA, I. (1971): A model for the crustal deformation around volcanoes, J. Phys. Earth, 19, 199-207.
- YOKOYAMA, I. and S. OHKAWA. (1986): The subsurface structure of the Aira Caldera and its vicinity in southern Kyushu, Japan, J. Volcanol. Geotherm. Res., 30, 253-282.
- YOKOYAMA, I. (1986): Crustal deformation caused by the 1914 eruption of Sakurajima Volcano, Japan and its secular changes, J. Volcanol. Geotherm. Res., 30, 283-302.
- YOSHIKAWA, K. (1961): On the crustal movement accompanying with the recent activity of the volcano Sakurajima (part 1), 京都大学防災研究所年報, 48, 1-15.
- YOSHIKAWA, K. (1962): On the crustal movement accompanying with the recent activity of the volcano Sakurajima (part 2), 京都大学防災研究所年報, 50, 1-26.