

# 第1章 桜島の火山としての特徴と噴火の推移

## 第1節 桜島火山の地形と地質

### 1 桜島火山の地質上の位置付け

南九州地域はフィリピン海プレートが沈み込みに伴う島弧系の一部をなしている。最も海溝側には、種子島・奄美大島や沖縄本島など基盤岩からなる島々が並び、その背弧側には活火山、さらに沖縄トラフが配列している（図1-1）。

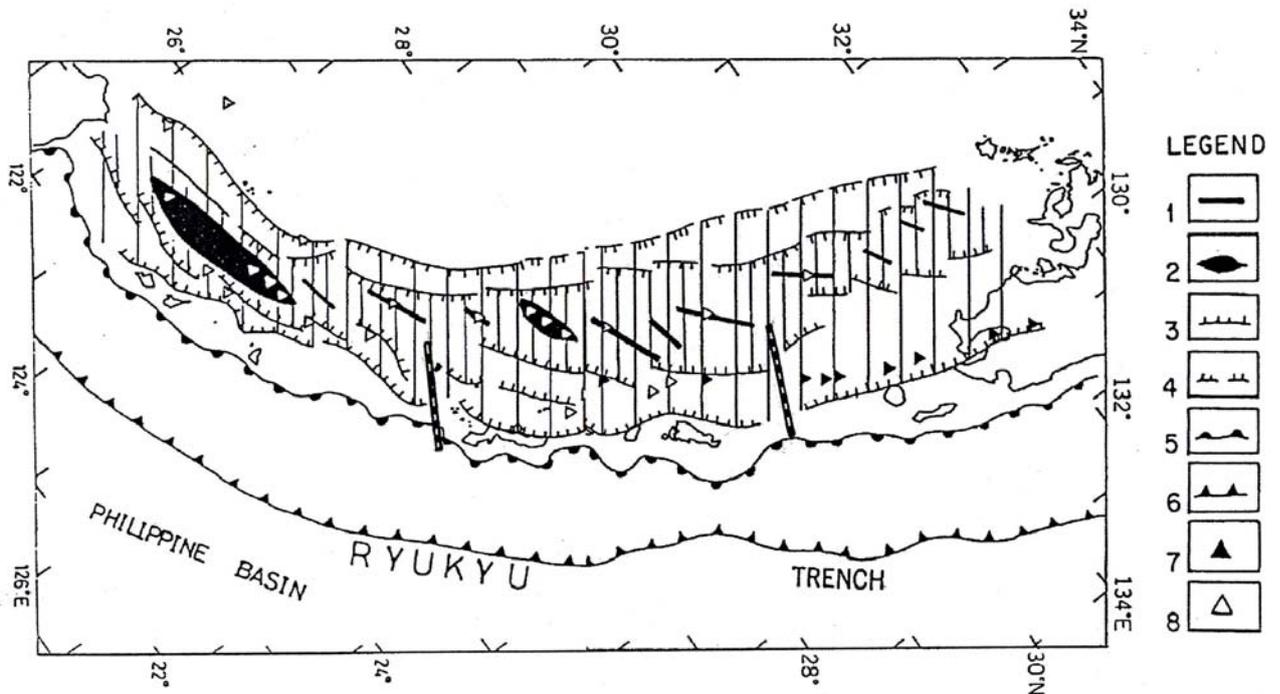


図1-1 九州～台湾間の琉球海溝、火山、沖縄トラフの位置関係図 出典：小林・矢野, 2007

- 凡例 1：地溝中軸, 2：更新世の貫入岩類からなる海盆, 3：主要な断層・断層崖,  
4：埋積された断層・断層崖, 5：琉球弧の東縁, 6：海溝, 7：活火山,  
8：海底の貫入岩体あるいは後期更新世以降の火山

南九州で特徴的な基盤構造は、北薩の屈曲と鹿児島地溝等の断裂構造である。北薩の屈曲は日本海の拡大の時期（1500 万年前）に、北薩地域を境に北側が時計回りに回転する変動により生じたものである（鳥井ほか, 1985）。古第三紀以前の堆積岩からなる基盤岩には新第三紀の花崗岩類（1400 万年前）が貫入している。その後、南九州一帯では広域的な地殻変動がおり、また同時に火山活動も活発化した。1000 万年前ころには背弧側の海域で沖縄トラフの形成が始まり（三木, 1991）、600 万年前頃には南九州全体が反時計回りに 30 度ほど回転する大きな

変動が生じた（鎌田・小玉,1993）。特に 600 万年前以降の地殻変動（回転運動を含む）では、南九州地域に多くの断裂や地溝構造を形成した。基盤岩は人吉—小林—宮崎を結ぶ線を境に、南側の地層が 30 kmほど東側にずれたような分布を示す。この断裂を境とした南側の地形・地質は、破断した巨大地塊が移動・拡散したような分布形態を示している。北薩・南薩地域に分布する火山岩や堆積岩類は、これら断裂構造の形成と密接に関連して出現したものである。

### (1) 鹿児島地溝とカルデラの分布

鹿児島地溝という名称は、鹿児島の基盤岩と温泉の分布を議論した露木（1969）により提唱された（図 1-2）。しかしこの特徴的な地形の成因はそれ以前からも注目されており、リヒトホーフエンの「東アジアの地形研究（1900-1903）」には、火山—構造性地溝を示唆する記述が認められる（山下,1993）。日本人の研究では、Koto（1916）が桜島の大正噴火の論文中で鹿児島湾の地溝構造に言及しており、また本間（1935）もこの地形がライン地溝と酷似していることを指摘し、霧桜凹没地帯と命名している。

鹿児島地溝は活動的な火山構造性地溝であり、鹿児島湾を北上し加久藤盆地にまで達している。その北に隣接する人吉盆地は鹿児島地溝に含まれていないようであるが、鹿児島地溝を形成した断裂運動の初期段階で拡大が停止した地溝の一部とみなすことができる（小林・矢野,2007）。



図 1-2 鹿児島地溝 出典：露木, 1969

鹿児島地溝の形成開始年代は、地溝内の基盤岩の直上にある照国火砕流堆積物の年代が 300 万年前（柴田ほか, 1978）であること、また地溝の東壁には約 300 万年前以降の溶岩が存在する（Kaneoka *et al*, 1984）ことから、300 万年前ころから断裂が進行した可能性が高い。しかし海水が地溝帯の奥の国分地域にまで入り込み、加治木層や国分層群（大塚・西井上, 1980）を堆積させたのは 100 万年前以降と推定されている。そのため、鹿児島地溝の形成年代を 100 ~70 万年前（大木ほか, 1990、宇都ほか, 1997）とする考えもある。海成層の分布は国分地域

までであり、加久藤盆地には存在していないようである。

鹿児島地溝の内部には、巨大なカルデラが連なっている。北から加久藤カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラであり、その南方には鹿児島地溝との関係は不明であるが鬼界カルデラが存在する。加久藤カルデラ以外は海域に存在し、大部分が水没している。加久藤カルデラもかつてはカルデラ湖であったが、始良カルデラの大噴火（2.9 万年前：奥野,2002）による入戸火砕流堆積物に埋め立てられ、その後徐々に干上がり、現在は内陸の盆地となっている。

## (2) 始良カルデラと桜島火山

図 1-3 は九州におけるカルデラ・活火山の分布図である。始良カルデラは鹿児島湾奥部を占め、直径が約 20 km の陥没地形である。南北に連なる地溝帯の内部に存在するため、明瞭なカルデラ壁は東と西側にのみ存在する。東壁は基盤の四万十層群からなるカルデラ斜面に加久藤火砕流堆積物以降の火山噴出物が存在しており、一度だけの巨大噴火で形成された地形ではないことが明瞭である。

始良カルデラの海底地形は複数の凹地形が集合したような形態である。下村（1960）はそれらを 3 個の副カルデラと認定し、桑代（1964）はそれらの名称を大崎、若尊、浮津崎プロトカルデラと改めた。地形的にカルデラ状の形態が明瞭なのは北東部のみであり、現在は簡潔に「若尊カルデラ」と呼ばれ、活火山の 1 つと認定されている。過去 10 万年間に限定しても、始良カルデラでは 4 回以上のプリニー式噴火と 2 回の火砕流噴火（岩戸火砕流および入戸火砕流）が発生している（長岡ほか,2001）。ただこれら複数回の噴火が、どの小カルデラと対応するのか等の全貌が明らかになっているわけではない。

始良カルデラの最新の巨大噴火は 2.9 万年前に発生し、大隅降下軽石の噴出に始まり、最後は入戸火砕流を噴出した。この一連の噴出物を一括して、AT テフラと呼ぶこともある。総噴出量は約 500 km<sup>3</sup> と推定されている（町田・新井,1992）。入戸火砕流堆積物は一般に「シラス」と呼ばれるため、南九州一帯に広がる火砕流台地はシラス台地とも呼ばれる。この噴火の火口は、初期の大隅降下軽石の時は現在の桜島の位置であり、入戸火砕流の噴火時には、現在の若尊カルデラに移動したと推定されている（Nagaoka, 1988）。若尊カルデラの大きさは直径が 8 km、水深は約 200 m であり、カルデラ底では噴気活動が活発である。海が穏やかな時には、海面に泡が浮き上がる現象（たぎり）が認められる。

桜島火山はカルデラの南縁付近（大隅降下軽石の噴火地点とほぼ同じ場所）で、約 2.6 万年前に誕生した。カルデラ噴火の終了から 3000 年ほど後のことである。

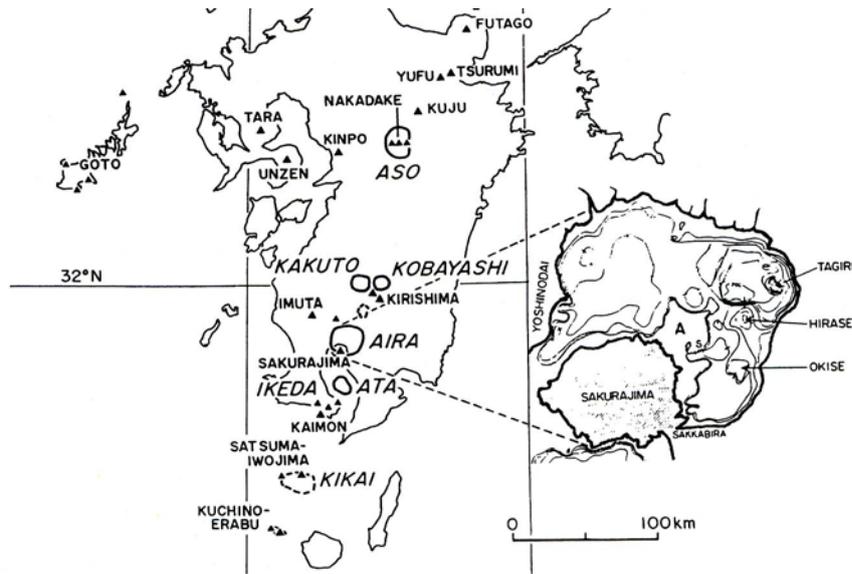


図 1-3 九州におけるカルデラおよび活火山の分布図

右の拡大図は始良カルデラの海底地形の詳細図 出典：Aramaki, 1984

## 2 桜島火山の地形・地質と噴火史

### (1) 桜島火山の地形

桜島火山は、北岳および南岳の2つの成層火山が重なった構造であり、山腹ないし山麓には多数の側火山や溶岩流が分布している（図1-4）。中岳も小さな山体をなしており、不明瞭ながら火口地形も認められる。地質的には南岳の一部であることは間違いないが、南岳のどの時代なのかは定かでない。しかし地形で判断する限り、意外と新しい火山体なのかもしれない。

北岳の高い山体部は主に火砕岩類よりなるが、山腹から山麓にかけては、多数の溶岩流が分布している。その先端部は、溶岩に特徴的な急斜面（溶岩末端崖）となっている。北西山麓には広い扇状地が形成されている。一方、南岳の中腹には火砕丘の一部が露出しているが、山体の上部には多数の溶岩の集積が認められる。野尻川沿いや地獄河原では、現在でも扇状地が形成されつつある。

側火山としては、北西山麓には、春田山、湯之平、フリハタ等の溶岩ドームが連なっている。このうち、湯之平の西側の大きな崖は溶岩滑落崖であり、滑落した岩体（フリハタ）は凹凸の激しい特異な地形をなしている。この3つの溶岩ドームは、割れ目火道に沿ってほぼ同時に出現したものかもしれない。この他、引ノ平、権現山も溶岩ドームであり、前三者と似た時期の噴火で生じた可能性もある。また、南岳東麓の鍋山は水蒸気マグマ噴火に特有なタフリングの地形をなしている。なお北東沖の海域は、安永噴火時にマグマの貫入により海底が100 mほど隆起した大規模な潜在溶岩ドーム状の地形をなしている。

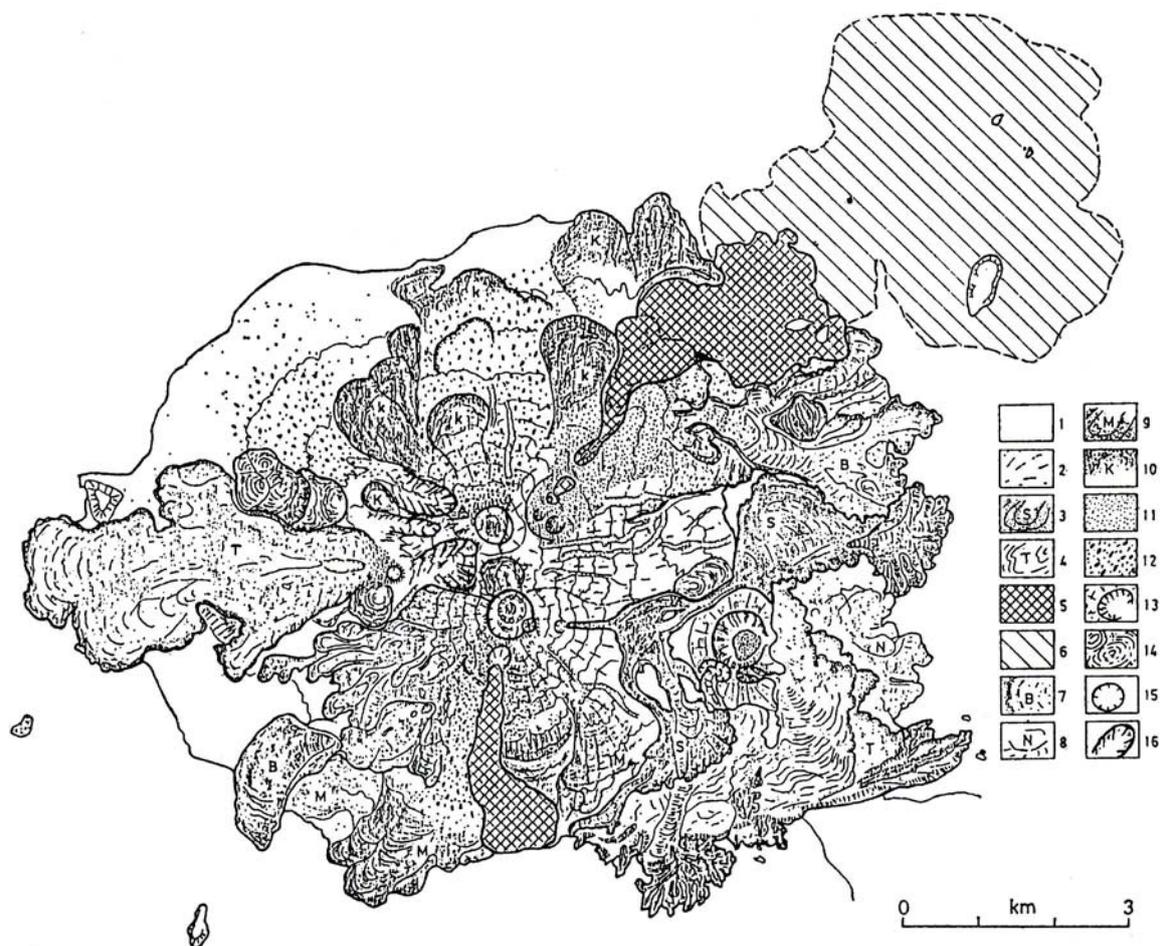


図 1-4 桜島火山の地形図 出典：荒牧・小林, 1986

1：火山麓扇状地, 2：近年の噴出物, 3：昭和溶岩 (1946), 4：大正溶岩 (1914-1915), 5：安永溶岩 (1779), 6：安永溶岩による海底潜在溶岩ドーム, 7：文明溶岩 (1471-1476), 8：長崎鼻溶岩 (764), 9：南岳溶岩, 10：北岳溶岩, 11：アグルチネート, 12：火砕流堆積物, 13：軽石丘 (タフリング), 14：溶岩ドーム, 15：火口, 16：急崖

## (2) 桜島火山の噴火史

図 1-5 は桜島火山の噴火史のまとめである。テフラの記号は小林 (1986b) と森脇 (1994) で表記方法が異なっているため、両者を併記した。ただし本文の記述では、簡略な前者の記号 (例：P1) を用いている。始良カルデラの周辺では、桜島以外から飛来したテフラが挟在している。たとえば、始良カルデラからの高野ベースサージ (A-Tkn: 19.1 ka)、米丸マール起源の火山灰層 (Ynm: 8.1 ka)、鬼界カルデラ起源のアカホヤ火山灰 (K-Ah: 7.3 ka) がその例であり、また鹿屋市以南では池田カルデラ起源のスコリア・軽石層 (Ik: 6.4 ka) が挟在する。桜島火山起源のテフラ層 (軽石層) は全部で 17 層識別されたが、このうち、上位の 4 層 (P1 ~ P4) は歴史時代のテフラである。

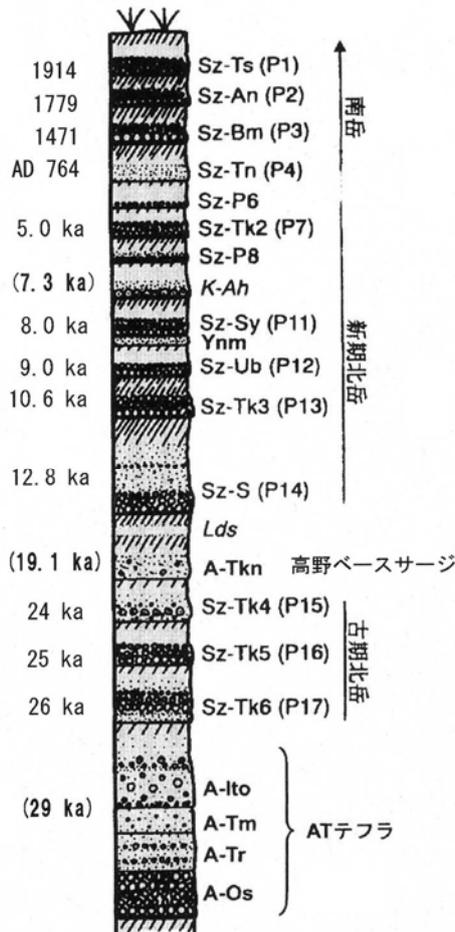


図 1-5 桜島火山の噴火史。南岳期の4軽石層は歴史時代の噴出物

他は暦年校正した<sup>14</sup>C年代で、kaは1000年前の意味  
括弧は桜島以外の火山からのテフラ 出典：奥野, 2002

テフラ層序および年代測定に基づく桜島火山の噴火史は、3つのステージ（古期北岳・新期北岳・南岳）に区分できる。

北岳起源のテフラは、風化の程度および<sup>14</sup>C年代により2つのグループに区分できる。風化が進み赤褐色に変色した軽石からなる下部の3層（P17～P15）を古期北岳起源とし、その上位にくる黄褐色の軽石層（P14～P5）を新期北岳起源と判断した。それゆえ北岳は単独の火山ではなく、古期北岳と新期北岳が重なり合った火山体と考えられる。

古期北岳の活動は2.6万年前から2.3万年前までの比較的短期間であった。新期北岳の活動期間は1.3万年前から5000年前までであり、古期北岳期との間には約1万年の休止期間が存在した。この休止期間に相当するローム層中には、灰白色の軽石と細粒な火山灰を主体とし、粒径の小さな岩片を含んだ特徴なテフラ層が存在する。これを高野ベースサージ（A-Tkn）と命名したが、桜島のテフラとは組成が異なっており、始良カルデラ起源のテフラと判断した。安永諸島の新島（燃島）を構成する軽石堆積物に対応するものと考えられ、カルデラの東縁に沿って存在する海底火山から噴出したものと推定される。この事実は、始良カルデラと桜島火



年)の3つが大噴火と呼ばれていたが、最近では1250年前の天平宝字噴火(764年)も同様なタイプの噴火として認知されるようになった。本報ではこれらを合わせて4大噴火として扱う。このような大規模噴火は、膨大な軽石の噴出(プリニー式噴火)で始まり、最終的には溶岩の流出で終わるという推移をたどっている。1946(昭和21)年の昭和噴火は山頂にちかい側火口から溶岩を流出したが、プリニー式噴火を伴っていないため、大噴火とは扱っていない。

歴史時代の噴火では、西暦764年から1471年までの700年間の噴火記録がなかったが、地質学的なデータから、その間に噴火が少なくとも2回あったことが確認された。その1つは南岳の西山麓に分布する大平溶岩である。大平溶岩はKoto(1916)により、南岳の西山麓で1746年に噴出した溶岩と示唆されたが、地形から判断して山頂火口から流下した溶岩であり、その年代は西暦950年ころであることが判明した(小林ほか,2009)。溶岩の量も小規模で軽石噴火を伴っていないことから、南岳の成長期とほぼ同様な活動様式であったと判断される。もう1つは南岳起源の火山砂層であり、西暦1200年ころの年代を示す(小林・江崎,1997)。このように地質のデータ(<sup>14</sup>C年代測定)により、天平宝字噴火(西暦764年)以降にも、西暦950年と1200年ころの2回、南岳の山頂火口でかなり激しいブルカノ式噴火が発生したことが明らかになった。

歴史時代の火山活動を概観すると、大噴火はすべて山腹噴火であり、その間に山頂でブルカノ式噴火が発生していたようである。山頂噴火は西暦950年頃、1200年頃、および1955年以降現在まで続く3期が認められた。昭和火口は1939(昭和14)年に形成され、1946(昭和21)年に溶岩流出、さらには2006(平成18)年以降は小爆発を継続中である。この噴火も山頂噴火に含めると、大正噴火以降は山頂噴火が卓越する時期、すなわち天平宝字噴火以前の南岳の成長期の噴火様式と酷似しているとみなすことができる。

表1-1 桜島火山の歴史時代の噴火 出典：小林ほか, 2009

噴火年代	噴火名	特記事項
1955～(2006～)	山頂(昭和)火口噴火	爆発総数は8700回以上
1939→1946	昭和噴火	1946年, 昭和溶岩の流出
1914～1915	大正噴火	溶岩により大隈半島とつながる
1880, 1899		
1779～1782	安永噴火	安永諸島の出現(4島が現存)
1468, 1642, 1678, 1706		
1471～1476	文明噴火	文明溶岩は複数回の流出
1200*	山頂噴火	
950*	山頂噴火	大平溶岩の流出
764～766	天平宝字噴火	鍋山火砕丘と長崎鼻溶岩
708, 716, 718		

\*：暦年較正した<sup>14</sup>C年代(概数)

## 4 桜島火山の岩石

桜島火山は始良カルデラの南縁に生じた後カルデラ火山である。それゆえ始良カルデラと桜島火山は、親子のような関係にあるが、マグマの性質はまったく異なっている。カルデラ噴火の噴出物は流紋岩質であるが、桜島火山の岩石の大半は輝石安山岩～輝石デイサイトであり、一部の安山岩はカンラン石を含む。SiO<sub>2</sub>の組成もほぼ 10 wt%以内 (SiO<sub>2</sub>=67～57 wt%) と狭い範囲である。

北岳の岩石はほぼ類似した輝石デイサイト (SiO<sub>2</sub> = 65～64 wt%) であるが、溶岩ドームをなす側火山は SiO<sub>2</sub>が 67 wt%であり最も SiO<sub>2</sub>に富んでいる。先史時代の南岳の溶岩の SiO<sub>2</sub> は 64～61 wt%であるが、初期の岩石は SiO<sub>2</sub>に乏しく、後期の岩石は SiO<sub>2</sub>に富む2つのグループに分けられる。

一方、歴史時代の火山岩の SiO<sub>2</sub>組成は、文明噴火から 1939 (昭和 14) 年の噴火にかけ、徐々に減少したことが知られている (図 1-7)。具体的には文明噴火 (SiO<sub>2</sub> = 67 wt%)、安永噴火 (SiO<sub>2</sub> = 65～53 wt%)、大正噴火 (SiO<sub>2</sub> = 62～59 wt%)、1939 (昭和 14) 年噴火 (SiO<sub>2</sub> = 57 wt%) と変化した。また安永噴火と大正噴火では、噴火の初期から晩期にかけて SiO<sub>2</sub>が減少する傾向が認められた。特に大正噴火では初期の噴出物は輝石安山岩であるが、晩期の噴出物はカンラン石の微斑晶を伴っている。このような現象は層状分化したマグマ溜りから段階的にマグマが放出されたためと説明されたが、文明噴火以降の一連のトレンドを説明できるモデルとはなっていない。なお文明噴火以前の天平宝字噴火と 950 年噴火の噴出物の組成は SiO<sub>2</sub>が 62 wt%と 64 wt%であり、文明噴火以降の SiO<sub>2</sub>の変化トレンドとは異なっている。また 1939 (昭和 14) 年噴火の 7 年後に噴出した昭和溶岩の組成は SiO<sub>2</sub>=62 wt%であり、1939 (昭和 14) 年マグマの 57 wt%から一気に 5 wt%ほど急増したことになる。

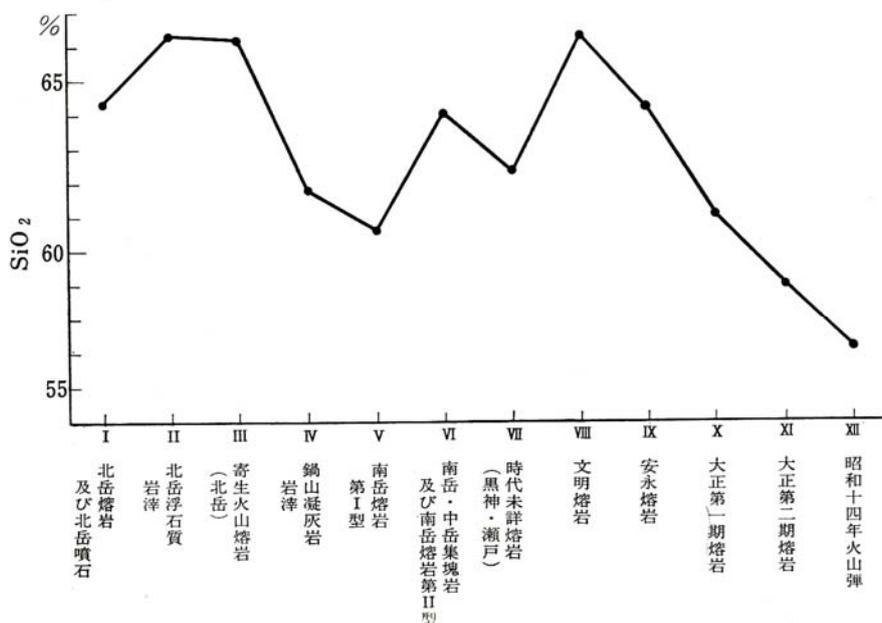


図 1-7 桜島火山のマグマの年代による組成変化 出典：山口, 1975

図1-8は1955（昭和30）年以降の山頂噴火および2006（平成19）年以降の昭和火口での年別の爆発回数の頻度グラフである。1960（昭和35）年、1985（昭和60）年前後、それに2009（昭和21）年から現在にかけての期間は、非常に活動的な時期とみなせる。図示していないが、今年（2010年5月末現在）は昨年と同じく非常に活動的であり、爆発回数がすでに500回を越している。

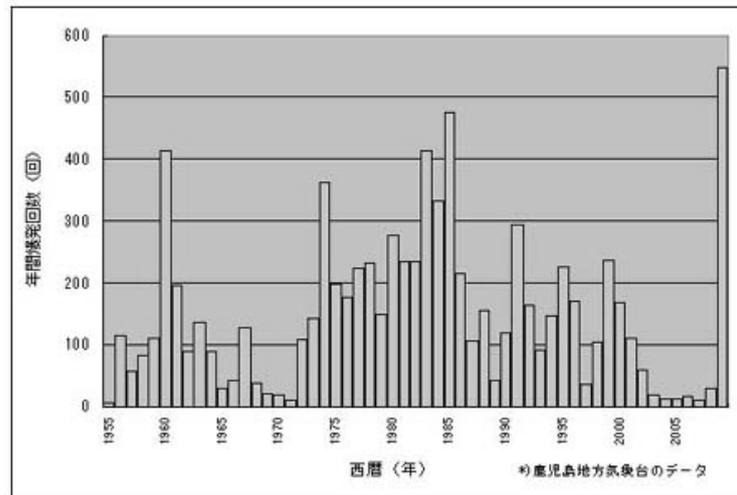


図1-8 1955年以降の山頂（昭和）火口での年別爆発回数（著者作成）

図1-9は1955（昭和30）年以降の山頂噴火で放出された岩片の組成変化を示している（小林・荒牧, 1989a, b）。最初のころのサンプルは入手できていないが、1957（昭和32）年以降の噴出物の組成は、おおむね  $\text{SiO}_2=62\sim60\text{ wt\%}$  の範囲で変動していた。しかし特に噴出量の多かった1985（昭和60）年は  $\text{SiO}_2=59.5\text{ wt\%}$  へと減少したのが注目に値する。

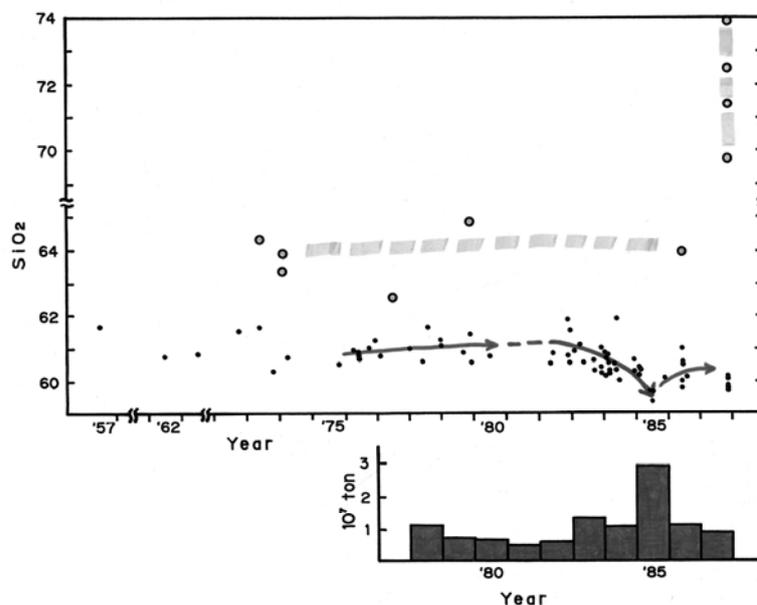


図1-9 1955年以降のマグマの組成と噴出量の変化 出典：小林・荒牧, 1989a, b  
 小黒点：マグマ物質, ○ (64%)：類質物質（既存の山体の破片）, ○ (>70%)：異質の発泡軽石

1985（昭和 60）年以降もマグマの組成は約 60 wt%ほどで推移したが、2000（平成 12）年を境にマグマの噴出はほとんどなくなった。しかし 2009（平成 21）年末から 2010（平成 22）年の 1 月にかけて、昭和火口から粒径の大きなマグマ物質（火山礫）の噴出が確認された。その組成は  $\text{SiO}_2=59\text{-}58\text{ wt}\%$  であり、“山頂噴火”のマグマとしては最も  $\text{SiO}_2$  に乏しいものである（下司私信）。

また図 1-9 に示したように、マグマ物質の他に  $\text{SiO}_2$  が約 64 wt%の類質岩片（火山体の破片）や  $\text{SiO}_2$  が 70 wt%以上の異質岩片（基盤岩の破片）も頻繁に噴出している。特に異質物質は鹿児島地溝内を埋め立てている細粒な火山灰（流紋岩質の凝灰岩）の破片であり、マグマで加熱され熔融状態で放出されたために著しく発泡し軽石状になっている。ただし通常の軽石とは異なり、斑晶はまったくなく、堇青石などの微細な熱変成鉱物が形成されている。

桜島全体の岩石は、 $\text{SiO}_2$  を横軸にとった変化図（図 1-10）で  $\text{TiO}_2$  と  $\text{P}_2\text{O}_5$  に富むグループ（high TiP グループ）と乏しいグループ（low TiP グループ）に明瞭に区分される（高橋ほか,1999；宇都ほか,2005）。前者は後者に比べ、Nb, Zr, Y などの微量元素にも富んでいる。噴火史の区分で見ると、北岳の岩石はすべて low TiP であり、南岳も先史時代の岩石は low TiP である。しかし天平宝字噴火（764 年）以降の岩石はすべて high TiP へと変化しており、8 世紀になってマグマの供給システムに大きな変化が生じたのかもしれない。なお low TiP で  $\text{SiO}_2$  が 70 wt%以上のサンプルは、始良カルデラ起源の高野ベースサージとシラスを構成する軽石である。

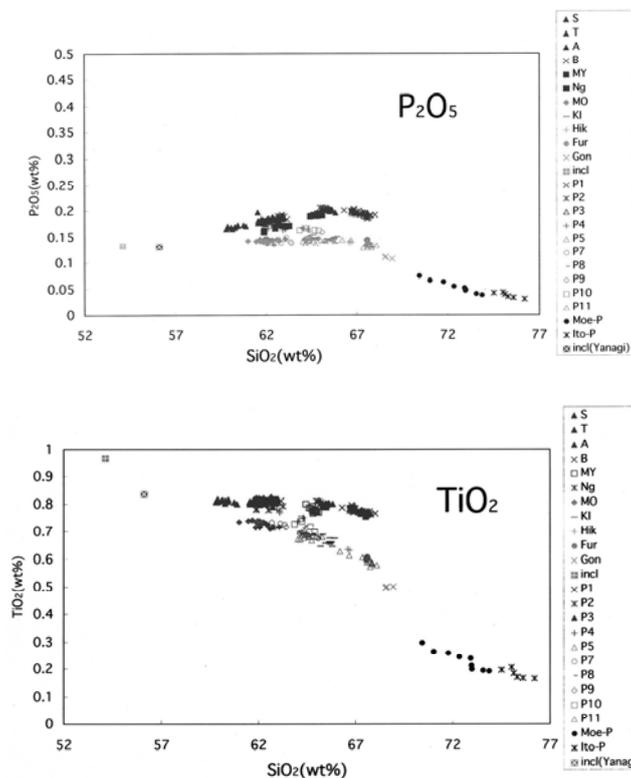


図 1-10  $\text{TiO}_2$  と  $\text{P}_2\text{O}_5$  の変化図 出典：高橋ほか, 1999

## 第2節 歴史時代の大規模噴火

図1-11は歴史時代の噴火によるテフラ（降下軽石）および溶岩流・火砕丘の分布を示している。これらの噴火は山頂火口ではなく、すべて山腹～山麓に生じた割れ目火口で発生した。そのうち、大正・安永・文明噴火では、南岳山頂火口をはさんだ対の割れ目火口で発生したが、天平宝字噴火と昭和噴火では対の火口ではなく、一方の側の山腹あるいは山麓の火口（群）から噴出した。なお、以下の記述はおもに加茂・石原（1980）、小林（1982）、Kobayashi *et al.*（1988）、井村（1998）、小林・奥野（2003）、小林（2009）をもとにまとめたものである。

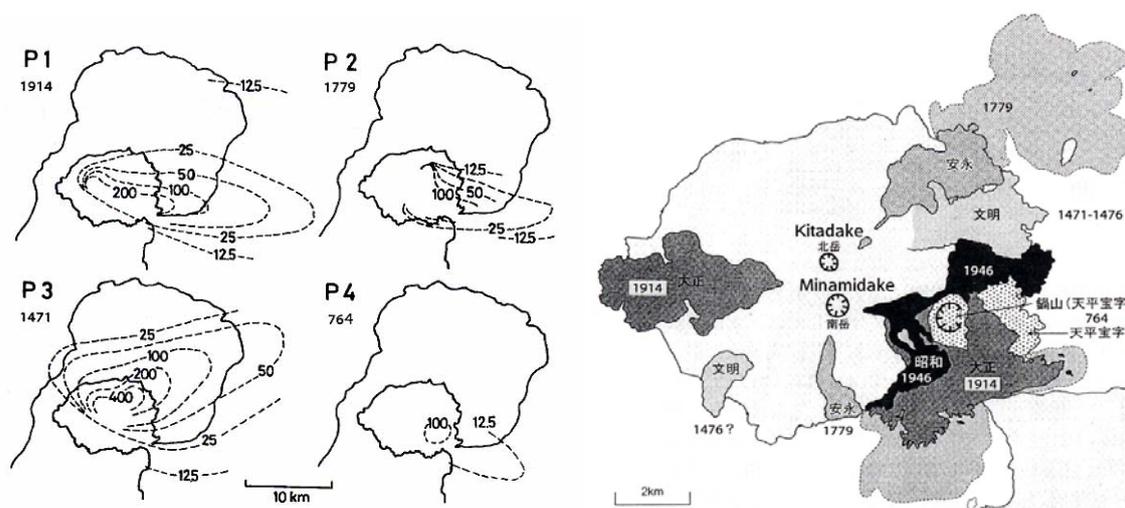


図1-11 歴史時代の大規模噴火による降下軽石（左）と溶岩流・火砕丘の分布（右）

出典：小林・溜池, 2002

### 1 天平宝字噴火（764～766年）

天平宝字噴火は海底噴火であり、続日本紀の記事にある隼人沖の三島がその時に誕生した島とみなされていた（大森,1918）。しかし現地を詳細に調査した山口鎌次は、この説を明確に否定している（山口,1915）。確かに、原典である『続日本紀』の記述内容を詳細に検討すると、海底噴火との記述は見られない。以下にその記録を引用する。

「西方有声、似雷非雷、時当大隅薩摩両国之界、煙雲晦冥、奔電去来、七日之後乃天晴、於庵鳥信爾村之海、沙石自繁化成三島、災氣露見、有如冶鑄之為、形勢相連、望似四阿之屋、為島被埋者、民家六十二区、口八十余。天平神護二年六月己丑、大隅国神造新島震動不息、以故民多流亡、仍加賑恤」（続日本紀）

この記述では、7日間噴煙がたちこめたこと、民家62個が埋没したことが明記されており、噴火は「軽石噴火→溶岩の流出」であったことが読み取れる。1年半後に地震が頻発したのは、

他の大噴火の場合と同様、活動期間が長かったと考えればよい。また新島で地震が群発したため多くの住民が避難したとの記述は、新島が住民のいた旧島の近くに出現したことを示唆している。

当時大隅国の国府のあった霧島市（国分）方面より桜島を遠望すると、左側山麓にある鍋山は四阿屋の形をしている。また地質的には、長崎鼻溶岩上には文明軽石が存在することから、文明噴火以前の大噴火の産物であることを意味している。それゆえこの噴火は桜島の東山麓でのみ発生したものであり、まず鍋山が出現し、その前面に長崎鼻溶岩が流出したことが推定された（小林,1982）。その後、Okuno *et al.* (1997,1998) や味喜（1999）による  $^{14}\text{C}$  年代測定や岩石磁気による年代学的な研究により、噴火の発生年代は西暦 764 年と認定されるようになった。

図 1-12 は、大正溶岩に埋積される前の鍋山周辺の地形図である。鍋山は水蒸気マグマ噴火に特有なタフリング（～タフコーン）の形態をしている。鍋山は当時の海岸付近に出現したため、形成中～形成直後の波浪侵食により山体の東半分は欠如した。しかしその部分には後に噴出した溶岩流（長崎鼻溶岩）が広がっている。噴出量は  $0.3 \text{ km}^3$  であり、それ以降の大噴火にくらべると少ない。



図 1-12 大正噴火（1914 年）以前の桜島南部の地形図  
(明治 35 年測図；大日本帝国陸地測量部)

## 2 文明噴火（1471～1476 年）

図 1-13 は文明噴火のテフラと溶岩の分布とともに、推定火口位置を示している。文明噴火は活動が 5 年間にわたり、溶岩の流出も 1471 年、1475 年、1476 年の 3 回あったように記されている。たとえば 1471 年の噴火では黒神村の大燃崎（北東部）が、また 1475 年と 1476 年の噴火では野尻村（南西部）で燃崎が出現した。福山（1978）、福山・小野（1981）は空中写真の観察から、北東部の溶岩は 1471 年と 1475～1476 年の 2 回の異なる時期の噴出物であり、南西部の溶岩は 1475～1476 年の噴出物と判断した。

文明噴火は歴史時代では最も大規模なプリニー式噴火であり、火砕流も伴っている。しかしプリニー式噴火は北東側の火口でのみ発生し、対の火口列（南西斜面）での軽石噴火は認められない。それゆえ 1475・1476 年に野尻方面（南西山腹）で発生した噴火では、主に溶岩を流出したことになる。しかし噴火記録では 1476 年噴火が最も詳細であり、プリニー式噴火と溶岩の流出を思わせる記述となっている。さらに奇異なことに、溶岩については「当島の南西地湧出して本島に連る、其周廻二里許なるべし」とある。南西部の文明溶岩は山麓から海に入り込んだ形態であり、湧出した島が本島に連結した地形とはなっていない。

このように文明噴火では、具体的な噴火年代と噴出物の対応ができていない。おそらく現存する噴火記録の信憑性に問題があるためであろう。早急な解明が望まれる。

いずれにせよ文明噴火は歴史時代の軽石噴火としては最大規模であり、膨大な軽石のため北岳の地形が一変したほどであった。噴出量は  $0.8 \text{ km}^3$  と推定されている。噴火災害も甚大であったと記録されているが、具体的な数字はわかっていない。

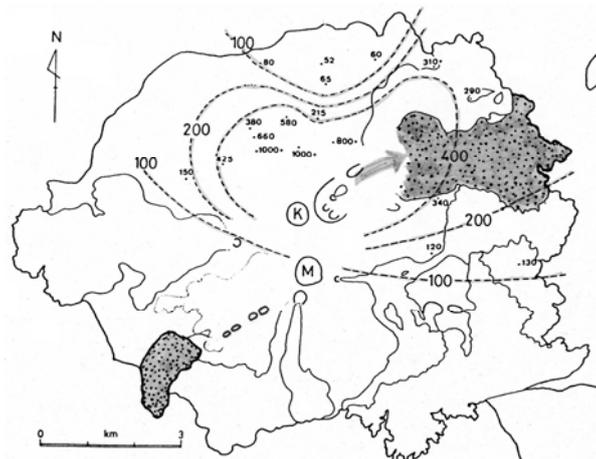


図 1-13 文明軽石 (cm) と文明溶岩の分布図 出典：岩松・小林, 1984  
 降下軽石の分布は北西方向と北東方向の 2 軸があるが、北東方向の方が大規模である。

### 3 安永噴火 (1779~1782 年)

安永噴火は、安永八年十月朔日 (1779 年 11 月 8 日) に発生した大噴火であり、新島 (安永諸島) の誕生など、特異な現象が観察された噴火でもあった。

前兆地震は噴火前日 (11 月 7 日) の午後 6 時ころ、すなわち噴火の約 20 時間前から感じられ、噴火の 3 時間前には井戸水の沸騰や湧水の増加、さらには海水の変色など顕著な前兆現象が認められた。さらに 2 時間前には山頂から白煙があがった。本格的な軽石噴火 (プリニー式噴火) は、午後 2 時ころ、まず南側山腹で発生し、その後 (おそらく数 10 分後) 北東山腹でも噴火がはじまり、この対の噴火口は割れ目火口の形状を示し、南側火口では午後 5 時ころに

火砕流が発生した。軽石噴火のピークは火砕流発生のころから翌朝（11月9日）にかけてであり、噴煙の高度は12 kmに達した。この軽石噴火がピークを過ぎたころから、溶岩の流出が始まったものと推定される。溶岩が海岸に到達したのは、南側では正確な日を特定できないが11月11日から14日までの間、北東側では11月11日であった。南側火口の活動はまもなく沈静化したが、北東側の沖合ではその後1年以上にわたり海底噴火が発生し、安永諸島と呼ばれる新島が出現した（図1-14）。

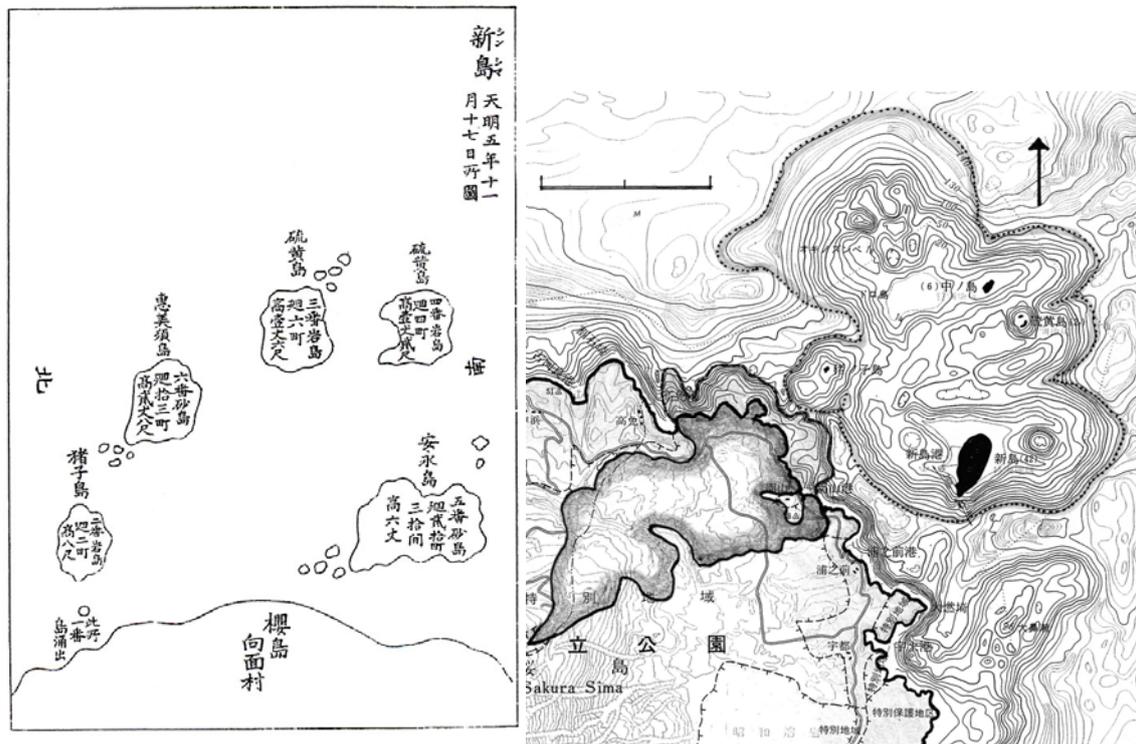


図1-14 三国名勝図会に描かれた新島（左）と現在の安永諸島の海底地形（右）

出典：小林, 2009

海底噴火は陸上噴火発生の翌日（11月9日）の夜には確認されている。すなわち溶岩が海岸に到達する前に、海底噴火が始まっている。その後、海底の隆起が顕著になり、一部ではマグマの噴出を伴いながら、1年半の間に次々と島が誕生した。これら新島は誕生の順に一～六番島と命名された。一番島は出現後間もなく水没したが、二番島は猪子島、三番島は中ノ島、四番島は硫黄島、五番島は新島（燃島）と呼ばれる。六番島（ドロ島、恵美須島）は大正噴火後に水没するまで存在していた。溶岩島である猪子島と硫黄島の誕生時には、まず泥を降らすような水蒸気マグマ爆発があり、その後巨大軽石が湧出し、しばらくの間は浮遊した軽石からなる帯状の軽石島を形成した。海底に沈積した巨大軽石は、隆起した部分（中ノ島・新島）では再び水面上に現れた。これら新島は総称して安永諸島と呼ばれるが、現在は猪子島、中ノ島、硫黄島、および新島の4島が残っているだけである。

新島がほぼ出そろったころから、海底での爆発が顕著になり、津波も発生し被害が生じている。津波の発生は安永九年八月十一日(1780年9月9日)から翌年の天明元年三月十八日(1781年4月11日)までの間に6回記録されている。そのうちの3例は、明らかに爆発をともなっていた。たとえば、天明元年三月十八日の例では、突然の大爆発で漁船が吹き飛ばされ、波高十数メートルの大きな津波が発生した(死者・行方不明者は約20人)。津波の記録はこれが最後であるが、4月8日にも同じ場所で小規模な爆発があった。さらに同年十二月五日(1782年1月18日)には、高免の沖合で小爆発が記録されている。

このように海域での噴火には、次の3つのタイプが識別された。第1は溶岩島の出現する前の軽石湧出型の噴火、第2は溶岩島の山頂付近で発生した水蒸気マグマ爆発、第3は海底の隆起がほぼ終わりかけた頃から活発化し、ほぼ1年半の間、突発的に発生した海底での爆発である。現在の海底に認められる噴火口地形は、第3の時期の噴火口に相当するのであろう。

爆発や津波の発生機構を考える上で最も重要な点は、海底噴火は安永諸島がほぼ完成した頃から顕著になったという事実である。マグマが噴出した猪子島と硫黄島の時には、溶岩ドームが海面近くに達したときに水蒸気マグマ爆発が発生したが、爆発深度が浅すぎたためか、顕著な津波は発生していない。一方、海底での爆発の跡(火口)は水深30mあたりにあり、この程度の深さでの爆発が津波を誘発させたのではなかろうか。この仮定に基づけば、マグマの貫入がほぼ終わり、マグマ表面の冷却に伴う固化や節理の発達などで破碎構造が顕著となり、マグマ水蒸気爆発が発生しやすい条件がととのったためと考えるべきであろう。このように津波の発生は海中での爆発に起因するのであろうが、爆発の記録が残されていない津波もあった。爆発が小規模であったか、あるいは隆起した海底での地すべりが誘発した可能性も十分に考えられる。海中での爆発や津波の発生機構については、さらなる検討が必要である。

安永噴火のあと、鹿児島湾の奥部海岸では異常な高潮にみまわれ、少なくとも4~5年は回復しなかった。鹿児島市付近でも1m以上沈降したものと推定されている。この広域的な地盤の沈降は、大量のマグマが噴出したために生じたものである。安永噴火の噴出量は2.0 km<sup>3</sup>と推定されるが、海底への貫入部分を含めると、さらに大きくなるであろう。

安永噴火の終息時期を特定するのは難しい。マグマが積極的に噴出したのは、おそらく1780年の半ば頃までであり、「1779~1780年」の約1年間とするのが最もわかりやすいであろう。しかし1782年の1月の海中爆発を無視することもできないため、噴火の継続期間は「1779年11月~1782年1月」の2年3ヶ月とするのが現実的ではないかと思われる。

この噴火による死者153名は島の南一南東海岸の集落に集中しており、降下軽石や火砕流の分布域とほぼ一致している。また、海底噴火による爆発や津波により船が転覆し、死者や行方不明者がでている。

## 4 大正噴火（1914～1915年）

桜島の大正噴火（1914-15年）の前後には、以下に示すように南九州一帯で様々な変動が認められた。

日向灘地震：1909（明治42）年11月10日（M7.9）

喜界島近海地震：1911（明治44）年6月15日（M8.0）

真幸地震：1913（大正2）年5月19日～1914（大正3）年1月中旬

第1期：5/19～6/8, 第2期：6/25～9/1, 第3期：10/17～11/16 & 1/4～1/14, 1914

日置地震：1913（大正2）年6月29日（M6.4, 翌日も同じ規模の地震）

霧島御鉢の噴火：1913（大正2）年11/8, 12/9, 1914（大正3）年1/8

桜島火山：1914（大正3）年1月11日～前兆地震

桜島火山：1914（大正3）年1月12日, 10AM 大噴火発生～1年間継続  
：同日夕方6:29, 鹿児島市周辺で烈震（M7.1）

口永良部火山：1月, 鳴動, 火口底陥没, 硫黄流出

中之島火山：1月, 小噴火, 山頂火口底から泥土噴出

薩摩硫黄島：2月13日, 2AM～3PM にかけて群発地震

諏訪之瀬島火山：3月21日, 鳴動, 噴煙

桜島の溶岩の流出は1915（大正4）年5月ごろまで続く。

栗野地震：1915（大正4）年7～8月

このように大正噴火は桜島火山だけの現象にとらえるのではなく、南九州一帯が非常に活動的な時期に発生した1つの現象にとらえるべきであろう。1914（大正3）年にはいっても霧島地域での地震・火山活動が活発であったが、1月11日の早朝から桜島において有感地震が顕著となり、翌12日の午前10時5分頃、西側の山腹に生じた割れ目火口で噴火が始まり、約10分後には東側山腹でも噴火が始まった。膨大な軽石を放出するプリニー式噴火の噴煙は10,000m以上の上空に達し、1日以上激しい軽石噴火が続いた。噴火当日の日没後（18:29）、鹿児島市側でM7.1の地震が発生し、29名もの死者がでた。噴煙活動の最も激しかったのは13日の深夜0時過ぎころで、それ以降は噴火の勢いは徐々に低下した。しかしその夜半（20:14）、西側火口で全山が真赤に燃えるような激しい火砕流噴火がおこり、火砕流は西斜面を流下し、赤生原など海岸部に連なる家屋を焼失させた。溶岩はこの爆発以降に流れ出した。その後小爆発を繰り返しながら溶岩が流出したが、約2週間後の1月25、26日頃にはほぼ鎮静化した。

一方、東側の割れ目火口では、14日の朝には溶岩の流出が確認されている。流下した溶岩は瀬戸海峡を埋め立て、1月30日ころには桜島は対岸の大隅半島と陸続きとなった。溶岩を流出する活動は1年半ほど継続し、翌1915（大正4）年3～4月には溶岩末端崖から二次溶岩が漏れ出し、溶岩三角州を形成した。

このように大正噴火は火山体の東西の山腹に生じた火口列で発生したが、火砕流が確認できたのは西側火口のみである。その理由としては、鹿児島市が風上側にあり噴火の推移を観察できたためであろう。東側火口でも火砕流が発生したかもしれないが、風下側にあたり観察が不可能であったこと、また1年以上にわたる溶岩の流出ですべてが埋没したために、その存在を確認することができないのかもしれない。

大正噴火で噴出したマグマの総量は約  $1.5 \text{ km}^3$  であり、噴火後には始良カルデラを中心に同心円状の沈降が観測された。鹿児島市付近でも  $30\sim 50 \text{ cm}$  ほど沈降した。

## 5 桜島火山の大噴火の特徴とマグマ溜り

大正噴火では、流出した溶岩が南東側の海峡を埋め立て、桜島は大隅半島と陸つづきになった。このような大規模噴火は、山頂火口ではなく山腹に生じた火口（対の火口）から軽石の噴出（プリニー式噴火）が始まり、次いで火砕流を発生、最終的には溶岩の流出で終わるという推移をたどっている。

大規模噴火の共通性を整理すると、1) 前兆現象（群発地震・井戸の沸騰）、2) プリニー式噴火、3) 火砕流（火砕サージ）の発生、4) 溶岩の流出、5) 火山を取り巻く地盤の沈降が認められる。この他、地震が噴火の最中（大正噴火）あるいは噴火後（天平宝字噴火）に発生しているのも注目される。

桜島のマグマ溜りは1つではなく、主要なマグマ溜りは始良カルデラ中心付近の海面下  $5 \text{ km}$  以深に存在しており、そこからマグマが桜島直下の浅いマグマ溜り（火口下数  $\text{km}$ ）に移動し、ついに噴火すると推定されている（図1-15）。

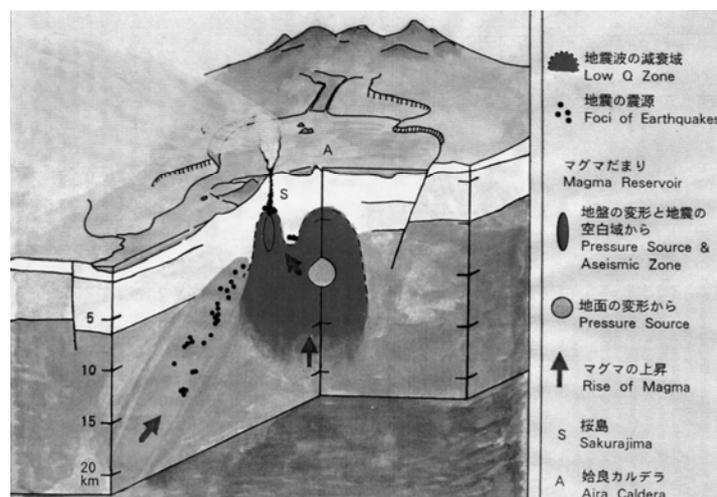


図1-15 桜島火山の内部構造の推定図 出典：Kamo, 1989



## 第3節 大正噴火以降の噴火活動と災害

### 1 1946年昭和噴火

大正大噴火が終息した1915（大正4）年以降、桜島は約20年間沈黙を保っていたが、1935（昭和10）年頃から南岳山頂で小規模な噴火が間欠的に発生し、11年後の1946（昭和21）年に溶岩の流出に至った（昭和噴火）。

1935（昭和10）年9月16日頃から1日数回の地震があり、20日に噴火開始、野尻、持木に大量の降灰があった。9月24日午後から夜にかけて顕著な噴火があったが次第に鎮静化に向かった。1939（昭和14）年10月には南岳東斜面（昭和火口）から噴火が始まり、10月29日には小規模な火砕流（熱雲）が発生した。火砕流の流下距離は2km未満である。

表1-2 大正噴火以降の活動概要（その1）-1935~1946年-

1935（昭和10）年	9月~10月：降灰多量、農作物被害
1938（昭和13）年	3月：降灰
1939（昭和14）年	10月26日に南岳東斜面から噴火（昭和火口生成）、29日に小規模熱雲（火砕流）発生、11月12日頃に活動収まる
1940（昭和15）年~	1940年、1941年、1942年にも間欠的に噴火・小爆発
1945（昭和20）年	1943~1945年噴煙
1946（昭和21）年	「昭和噴火」：3月9日夜昭和火口から溶岩流出、約3ヶ月継続。4月5日黒神海岸に5月21日に有村海岸に達す。溶岩流約1億8千万 $m^3$ 、降灰量約2千万 $m^3$ 。黒神と有村の集落埋没。山林・農作物に大被害。

1946（昭和21）年3月初めから爆音を伴い噴煙が上がり、3月9~10日頃から溶岩流出が始まったと推定されている。大正噴火と異なり昭和噴火に先立つ有感地震の多発はなく、断続的な噴火から溶岩流出へ移行した正確な日時は確認されていない。昭和火口では小爆発を伴いながら溶岩を噴出し、東方へ斜面にそって流下した溶岩流は鍋山の上方海拔400m付近で東方と南方へ分流し、東方へ流下した溶岩流は鍋山と権現山の間を抜けて、4月4日には黒神海岸に達し、500m沖合にあった浜島を埋没した。他方、南方へ分流した溶岩流は、南岳裾野と大正溶岩原の間の谷合を流下し、5月21日に有村海岸に達した。

3月10日頃始まった溶岩流出を伴う活発な噴火活動は5月末まで続き約3ヶ月間に約0.18 $km^3$ の溶岩を流出した。黒神では総戸数160戸の大部分が、有村では総戸数55戸の半数が溶岩に埋没された。溶岩流の流下速度が遅かったので家財、家屋を運搬する余裕があった。ほとんどの集落が埋没した黒神では、溶岩流の北（宇土）と南（塩屋ヶ元）の高台にわかれて新たな集落を設けた。噴火が春先に始まったため広い範囲に降灰があり、桜島と薩摩半島側の農業被害が大きかった。1946（昭和21）年4月現在の鹿児島県下の被害は麦20%、蔬菜30%、菜種15%、果樹25%以上の減収と推定された。また、西桜島村の被害は、麦70%、蔬菜85%、果

樹 40%であった（萩原ら,1946）。降灰量は約 2000 万 m<sup>3</sup>と推定され、1980 年代の山頂噴火最盛期の 1 年間の降灰量に匹敵する。なお、土石流により西桜島村で 1 名が死亡している。

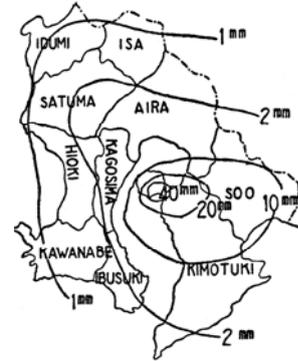
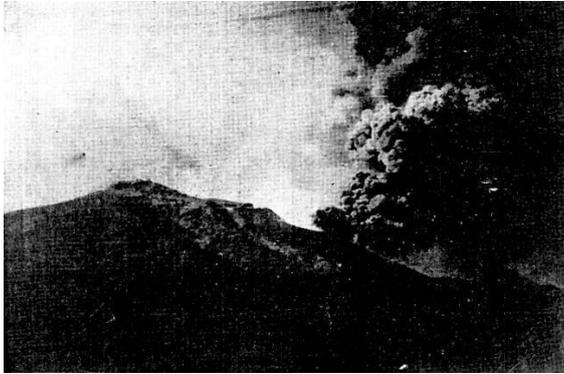


写真 1-1 有村から見た噴火の状況（1946 年 4 月 2 日）と降灰分布 出典：萩原ら, 1946

## 2 1955 年 10 月からの南岳の山頂噴火活動

昭和噴火がほぼ収まった 9 年後の 1955（昭和 30）年 10 月 13 日に南岳山頂で突如爆発が発生した。この噴火を契機として桜島は今日に至るまで、55 年以上にわたり盛衰を繰り返しながら息の長い噴火活動を継続している。

1956（昭和 31）年から 1990 年代半ばまでの南岳の山頂爆発の活動期には、航空機による調査により頻繁に火口底に溶岩が貯溜していることが確認された（マグマ噴火）。代表的な活動のサイクルは、桜島直下のやや深い地震（A 型地震）発生→火口直下の浅い地震（B 型地震）が多発・群発と溶岩上昇（溶岩ドーム形成）→爆発・噴火が頻発、というものである。火口底にたまった溶岩は爆発により火山弾・噴石として放出される。爆発により溶岩ドームが破壊、あるいは消失しても、火山活動が活発な時期には再び溶岩が上昇してくる。頻発最盛期にはこのようなサイクルが、数日～数週間間隔で繰り返された。

桜島南岳の噴火は、空気振動を伴う爆発的噴火、さしたる音響や地震を伴わず数 100m～数 km の高さの噴煙をあげ数 10 分～数日間続く噴火（連続噴煙）、溶岩が上昇する場合に数 100m の高さまで噴石を連続的に放出するいわゆるストロンボリ式噴火、最も代表的な噴火はブルカノ式と呼ばれる爆発的噴火である。爆発的噴火では、火口直下 1～3 km での爆発地震が発生し、その約 1～2 秒後に火口底が破裂、高温高压の火山ガスが一気に解放され衝撃波が発生し、砕かれた熔岩の岩塊が火山弾として周辺に飛散する。引き続き、火道に溜まっていたマグマが噴煙（火山灰・レキ・火山ガス）として大気中に放出される。噴煙の放出時間は、短い場合には数分程度、長い場合は数時間から数日続くこともある。噴煙柱の到達高度は海拔 2～4 km、時として 5 km 以上に達した。噴煙放出の勢いの強い時には噴煙中で火山雷が発生する。また、多量の噴石・火山灰等があまり勢いがなく放出された場合には、噴石・軽石・火山灰が火口から

溢れ、斜面を流下するいわゆる火砕流（熱雲）の発生を伴う場合もあった。幸い、これまでの火砕流の流下距離は登山規制範囲 2km を超えることはなく、直接的な被害は出ていない。

表 1-3 大正噴火以降の活動概要（その 2）-1948 年以降-

1948（昭和 23）年 1950（昭和 25）年 1954（昭和 29）年	7月下旬：噴火 6～9月：時々小爆発 噴煙
1955（昭和 30）年～  1972（昭和 47）年～	○10月13日14時52分南岳山頂で爆発発生、死者1名、負傷者9名。15日15時8分の爆発で負傷者2名。これを契機に、噴火活動が現在（2010年）まで継続。1960年をピーク（年間爆発回数400回）として、以後、緩やかに活動が低下。 ○1964年2月3日には中岳で登山者8名が重軽傷。 ○1968年5月29日未明から桜島東部を震源とする有感地震が群発。 ○1972年9月13日多量の火山灰放出を伴う噴火発生、10月2日には大きな爆発発生、噴石が3合目まで達し、山火事発生。これを契機に噴火活動が激化した。1974年、1983年及び1985年には爆発回数が年間400回を超えた。 ○1974年から1992年まで毎年500万～2,000万トンの火山灰を噴出、降灰による農林業被害、交通障害、電力・通信被害が桜島外に及ぶ。また、土石流が頻発し、道路や集落に被害が発生した。レキによる農業被害、車両破損等、また爆発空気振動による窓ガラスの破損等の被害が桜島外まで及んだ。火山灰噴煙に伴う航空機の被災も頻発した。 ○1980年代には大きな噴石が火口から3km付近まで到達、桜島南部の集落・国道に幾度か落下した。また、1日当たり数千トンの二酸化硫黄を継続的に放出し、農業被害や車両等の腐食被害が出ている。 ○1993年以降も爆発は頻繁に発生したものの、降灰は1993年以降年間100万～400万トンに、2001年以降は年間50万トン以下に、2003年以降の爆発回数は年間20回未満まで減少した。
2006（平成 18）年～	○2006年6月4日正午ごろ、59年ぶりに昭和火口から噴火が始まる。2009年2月頃から活動が活発化、同年の降灰量は200万トンを超えた。

桜島では、ある振幅以上の爆発地震と空気振動、あるいは火口外への大きな噴石の飛散が確認された噴火を「爆発」と定義して、爆発回数を噴火活動評価の指標として使用してきた。1955（昭和 30）年～2009（平成 21）年まで 55 年間の年間爆発回数の推移を図に示した。この間の爆発回数は、山頂火口の爆発が約 7,900 回（1955～2009 年）、昭和火口の爆発が約 600 回（2008～2009 年）である。

爆発回数の盛衰から見ると、3つの活動期に大別される。

I 期：1955（昭和 30）年から 1971（昭和 46）年（17 年間）

II 期：1972（昭和 47）年から 2005（平成 17）年（34 年間）

III 期：2006（平成 18）年以降

I 期は 1955（昭和 30）年 10 月の爆発から、1960（昭和 35）年に活動のピークを迎え、次

第に活動が減衰していった時期である。Ⅱ期は、いったん減衰していた爆発的噴火活動が1972（昭和47）年3月頃から次第に活発化し、同年10月2日の大きな爆発を契機に噴火活動が激化し、毎年、多量の火山灰が放出されて広範囲に種々の災害を引き起こされた活動期である。この活動を契機に、議員立法により、1973（昭和48）年に「活動火山対策特別措置法」が制定され、国が避難対策、降灰対策等に取り組むこととなった。Ⅲ期は、2006（平成18）年6月4日に昭和火口の噴火が59年ぶりに再開してから現在に至る期間である。噴火活動の主体は昭和火口であるが、南岳山頂火口でも年数回の割合で昭和火口の爆発より強い爆発が発生している。

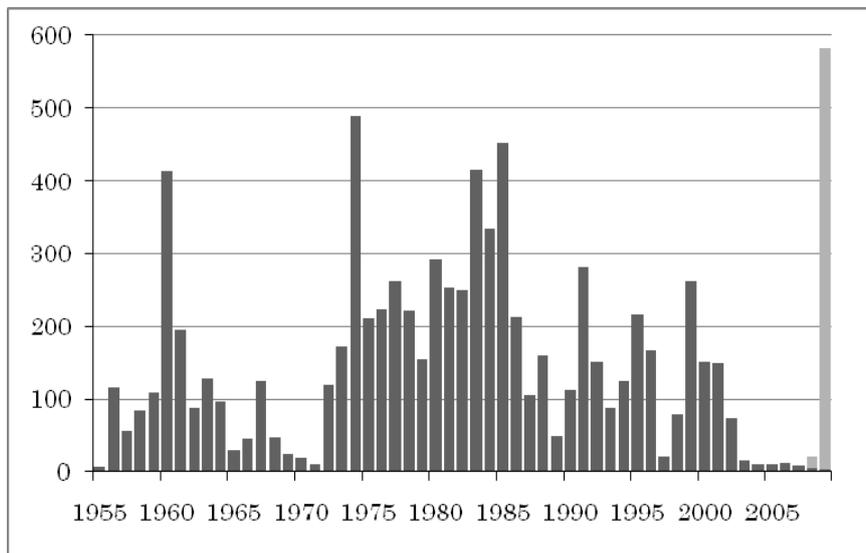


図1-17 1955年以降の桜島の年間爆発回数 出典：京都大学防災研究所  
(2008～2009年の薄い棒線は昭和火口の爆発回数)

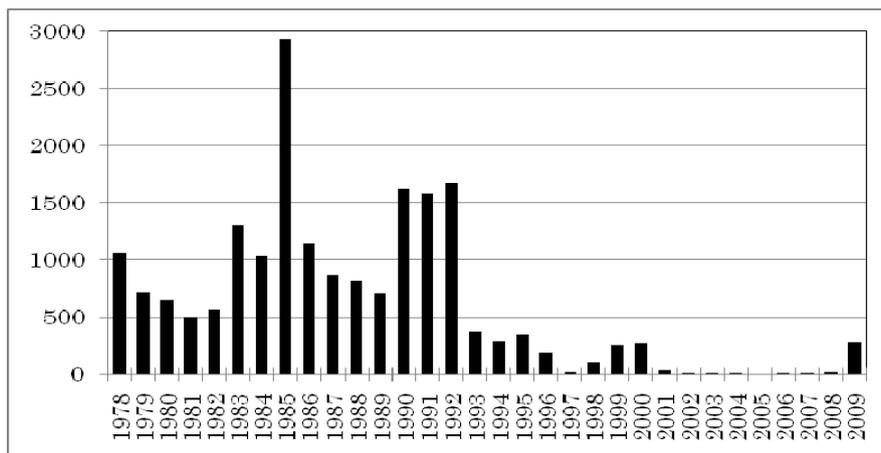


図1-18 1978年以降の火山灰の推定噴出量 (単位：万トン) 出典：京都大学防災研究所



写真 1-2 南岳山頂火口に貯溜した溶岩（左）と山頂爆発の夜景（右）



写真 1-3 降灰状況（左）とレキによる乗用車の窓ガラスの破損（右）



写真 1-4 レキによる乗用車の被災（左）と有村付近に落下した噴石（右）

（提供：京都大学防災研究所）

1955（昭和 30）年からの活動期の中でも、1972（昭和 47）年以降の 20 数年間には多量の火山灰、レキ等が噴出し、桜島及び周辺地域では甚大な被害が発生した。農業被害、土石流による被害等が顕著になったことを受けて、議員立法により、1973（昭和 48）年に「活動火山対策特別措置法」が制定され、これに基づいて避難施設の整備、土石流対策、降灰除去対策等が組織的かつ計画的に実施されることになった。桜島では、各河川で年間に数 10 回の土石流

が発生し、頻繁に流域の住宅や道路が被災した。建設省、農林省、鹿児島県等が、導流堤・砂防ダム等の流路の整備、橋梁の付け替え、警報装置等の整備を計画的に行った結果、1980年代後半からは直接的被害は減少した。

レキ、降灰による被害は、桜島内は無論のこと、垂水市等大隅半島側および鹿児島市等薩摩半島側にも及んだ。桜島町（西桜島村）は、1973年度まではかんきつ類等により一戸当たりの農業収入が鹿児島県内でトップを占めていたが、降灰が急増し、火山ガスの流下が顕著になった1974年度には90%以上の減収となり、最下位に転落した。各農家は国等からの補助を受け降灰除去作業に取り組んだが、慢性的な降灰により耕作地は次第に荒廃した。ネギ等降灰に強い作物への転換、降灰対策用のビニールハウスなどの工夫を施し農業生産の向上に努めている。

降灰の影響は周辺地域の住民の生活を直撃し、電力、通信、交通にも障害を引き起こす事態が生じた。住民は降灰があると、洗濯物を屋内に干し、頻繁に洗髪する、また、屋内に入り込んだ細粒の火山灰のふき取り、自宅や自家用車の降灰除去などの日常的不便、あるいはレキによる車の窓ガラスの損傷、酸性火山ガスによる車両や金物の腐食、降灰による屋根や樋の破損など被害を受けた。夏季に降灰があると事態はより深刻である。鹿児島に勤務する社員にクーラーの設置補助をする大手企業もあった。降灰除去のための水道水も含め、各家庭の負担は相当額に上る。更に、鹿児島市の電車の脱線、電力線の碍子の絶縁低下による停電、火山雷によるテレビなどの家庭電気製品の破損も生じた。降雨中に降灰があると、車のスリップや坂道の通行が不能となる事態が発生し、事故や交通渋滞が発生した。加えて、桜島の河川沿いの住民は降雨のたびに土石流の発生におびえ、昼夜を問わず避難勧告がでると親戚や公民館等へ避難した。

国や自治体は、降灰があると、ロードスイーパーを出動させ速やかに道路上の降灰除去を行うとともに、住宅地の降灰を除去するために、各戸に「克灰袋」を配付し、ごみ処理と同じように降灰の回収処理を行った。桜島島内では、小中学生の登下校時の安全対策としてヘルメットを配付した。降灰による被害は軽微と思われがちであるが、1970年代から20年余にわたる桜島の持続的な降灰による被害と個人や自治体の経済的、精神的負担は実に多大であった。



図 1-19 降灰、噴石等による被害 出典：南日本新聞（1978. 8. 1、1978. 8. 2、1980. 5. 9）

桜島の噴火による災害は陸上だけではなく、周辺を飛行する航空機にまで及んだ。桜島の噴煙を通過した民間航空機の操縦席のガラスにひびが入る事故が多発した。国内の他の火山噴火、1977（昭和 52）年有珠山、1986（昭和 61）年伊豆大島の噴火の際にも生じている。海外でも1982（昭和 57）年インドネシア上空を飛行していた英国航空のジャンボ機が噴煙に突入、すべてのエンジンが停止急降下する事故も発生していた。1980 年代後半から火山噴火による被災を回避するための方策が、世界の民間航空会社を中心となって、政府機関、火山研究者が参集したシンポジウム等で討議された。そのような活動を経て、1993（平成 5）年に国際民間航空機関は世界気象機関の協力の下、世界 9 か所に設置された航空路火山灰情報センター（VAAC）から火山噴火の監視と火山灰雲の実況・予測情報を提供する国際的な航空路火山灰の監視体制を確立した。桜島については、噴煙の状況に応じて飛行航路や鹿児島空港への進入経路を変更する、あるいは宮崎空港等へ緊急着陸するなどの対策が取られている。2010（平成 22）年 4 月にアイスランド火山噴火の際に、噴煙による被災を防止するため約 1 週間にわたり欧州全域の飛行が停止され、その影響は全世界に及び、火山噴火の影響範囲の深刻さ、広大さが認識されるにいたった。今後、1914（大正 3）年の桜島大正噴火や 1707 年の富士山宝永噴火に匹敵する噴火が発生すると、わが国や東アジア地域への影響ははるかに深刻である。



図 1-20 航空機の被災を伝える新聞記事 出典：南日本新聞（1979.11.19）

1993（平成 5）年頃から降灰量が減少し、2003（平成 15）年頃から爆発回数も減少する一方、始良カルデラの地下ではマグマの蓄積が進行し、桜島の地下、桜島の周辺海域の地下での地震活動が高まってきた。2006（平成 18）年 3 月以降、南岳東斜面の昭和火口の噴気活動がやや高まってきた。2006（平成 18）年 6 月 4 日正午ごろ昭和火口から小規模な火山灰と噴石

の放出が始まった。数日後には噴煙を上げながら斜面を噴出物が流下する熱雲（火砕流）が発生し始めた。これを契機に、噴火活動の中心は南岳山頂火口から昭和火口へ移動し始めた。2009（平成 21）年秋からは連日のように噴火を繰り返していて、2009（平成 21）年の爆発回数は 500 回を超え、火山灰放出量も 9 年ぶりに百万トンを超えた。



写真 1－5 昭和火口噴火（2009 年 8 月）と有村からみた火砕流の先端（2010 年 2 月）

（提供：京都大学防災研究所）

### 3 その他の異変

噴火活動には直接的に結び付くことにはならなかったが、種々の異変の報告があった。例えば、山頂の大きな岩塊が落下し山頂縁の一部が欠けた（1960 年代）、海岸で硫黄臭がする（1984（昭和 59）年）、道路が陥没した、中腹や溶岩原から噴気が上がっている（冬季）等である。中には人為的なものも含まれるが、火山活動と全く関係がないとは言えない事象もあり、何らかの異変に気付いた時には市役所、消防、警察等へ通報することが重要である。

#### (1) 1968 年 5 月の桜島東部を震源とする群発地震

1955（昭和 30）年以降で最も顕著な異変は、1968（昭和 43）年 5 月 29 日未明に桜島東部で発生した有感地震の群発である。桜島東部の京都大学の黒神観測室では、午前 2 時過ぎから 7 時半までに 47 回の有感地震を観測した。そのうち、2 回は桜島外でも有感であった。東桜島の住民の一部は避難の準備に取り掛かかった。京都大学は桜島東部が震源との見解を示したが、住民は「震源は薩摩半島の野間岬沖」という気象台発表の情報に安心したものの、実は桜島東部が震源であった。気象庁の現在の観測体制であれば、震源を誤って発表することは考えられない。しかし、地震計では大きい地震が発生したことは認識できても、それが有感地震であるかどうか気象台が確認するには時間を要する。繰り返し地震を感じた時には、住民が速やかに消防、警察等に通報することが肝要である。



図 1-21 1968 (昭和 43) 年 5 月 29 日の有感地震に関する新聞報道 出典：南日本新聞

## (2) 山頂火口の形状変化

1955 (昭和 30) 年に桜島南岳の山頂の噴火口は単一 (A 火口) であった。その当時、火口縁の南端にあった小さな噴気孔が次第に大きくなり噴火口に成長した (B 火口)。1970 年代半ばからは A 火口と同様に B 火口でも爆発的な噴火が発生するまでに至った。A 火口と B 火口が交互に、あるいは、同時に噴火することも観察されている。1994 (平成 6) 年頃までは、A 火口の火口底は溶岩の上昇と爆発による溶岩の放出を繰り返し、100~200m の深さを維持していたが、その後、爆発は繰り返すものの溶岩上昇に伴い発生する B 型地震の発生頻度が減少し、1995 (平成 7) 年には A 火口が顕著に (約 300m) 深くなった。

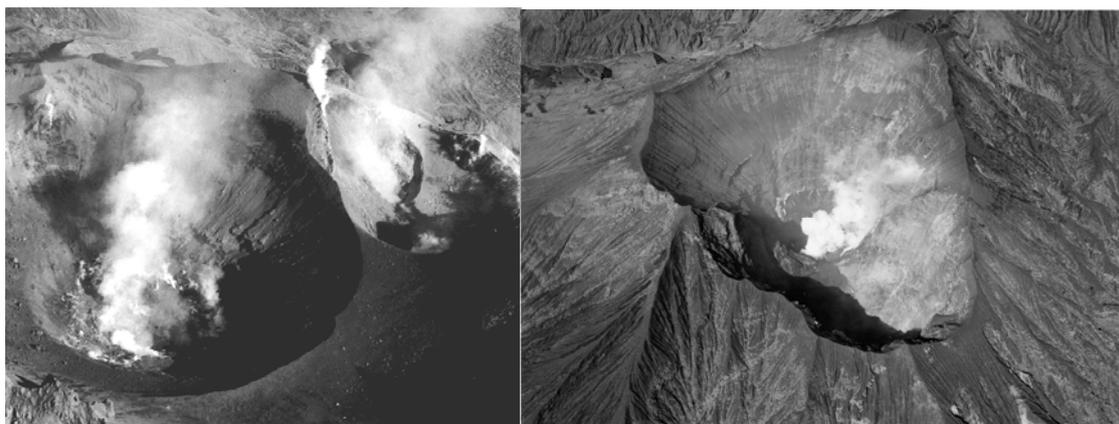


写真 1-6 桜島南岳の山頂火口 提供：京都大学防災研究所

【左】1971 (昭和 46) 年 1 月の桜島南岳の山頂火口。左側 (北) が A 火口、右側 (南) が B 火口である。  
 【右】1995 (平成 7) 年 3 月の桜島南岳の山頂火口。手前が B 火口、奥の白煙を放出しているのが A 火口

2006 (平成 18) 年 6 月に噴火活動を再開した南岳東斜面の昭和火口は次第に大きくなりつ

つある。1960年代から成長拡大したB火口のように、昭和火口がA火口、B火口と連結した山頂火口群のひとつに成長する可能性もある。



写真1-7 2008(平成20)年3月の南岳山頂の状況 提供: 京都大学防災研究所  
右からA火口、B火口。左下の窪みが2006年6月に噴火活動を再開した昭和火口

過去100年間の桜島の活動と災害を振り返ってみると、大正大噴火以降の約20年間は平穏であったが、その後の75年間は何らかの火山活動が発生している。その中で最も大きな活動は1946(昭和21)年の昭和噴火があったが、噴火災害と生活という観点からみると、1970(昭和45)年代半ばからの約20年間は最も深刻な事態であった。同時期に発生した1977(昭和52)年有珠山噴火、1983(昭和58)年伊豆大島噴火、1986(昭和61)年伊豆大島噴火、1988(昭和63)年十勝岳噴火、1990(平成2)年からの雲仙普賢岳噴火に比べても、住民の精神的及び経済的負担ははるかに大きい。しかし、桜島と周辺の住民と自治体は、火山活動の状況に応じて、忍耐をもって生活する様々な工夫を行ってきた。その経験と知恵を将来に生かすことが肝要であろう。

## 4 土砂災害

### (1) 昭和噴火に伴う土砂災害

1946(昭和21)年桜島は1月から11月にかけて断続的に噴火した。3月9日には南岳東斜面から溶岩の流下が始まり、同11日から多量の火山灰の放出を伴う噴火を継続した。火山灰の降下・堆積で地表の浸透能が急激に低下、流出が増加したと考えられ、5月10日第一古里川で土石流が発生、河川敷で巻き込まれて1人が亡くなった。1949(昭和24)年8月12日には有村川で土石流が発生、河口部海岸で船の引き揚げ中1人が亡くなった(建設省大隅工事事

務所,1995)。

## (2) 1955 (昭和 30) 年以降の噴火に伴う土石災害

桜島は 1955 (昭和 30) 年以降火山灰放出を伴う中小規模の噴火を頻繁に繰り返している。とくに 1972 (昭和 47) 年以降の噴火活動は活発である。この活動で山腹には火山灰が厚く積もり植生が衰退して侵食が進み、土石流が頻繁に発生している。桜島には大小合わせて 18 の急流河川 (河川というより溪流) が火口から放射状に発達している。土石流は少ない河川でも年間数回、多い河川では野尻川のように年間 20 回前後も発生している。野尻川では 4 時間の間に 3 回の土石流が生じた例がある (板垣・神野,1988)。この土石流によって火山麓では土石災害が度々発生している。主な土石災害をあげると次のとおりである (建設省大隅工事事務所,1995)。

1964 (昭和 39) 年 7 月 19 日野尻川で土石流が発生、河川敷で薪拾いをしていた 1 人が亡くなった。1974 (昭和 49) 年 6 月 17 日第二古里川で土石流が発生、工事現場で作業員 3 人が死亡した。また同年 8 月 9 日野尻川で土石流が発生、引ノ平下部の河道で工事中の作業員 5 人が亡くなった。1976 (昭和 51) 年島内の河川で土石流が発生、1 人が死亡した。1984 (昭和 59) 年 8 月 25 日野尻川で観測史上最大規模の土石流 (総流出土砂量 30 万  $\text{m}^3$ ) が発生し、野尻橋付近で 5 万  $\text{m}^3$  の土砂が氾濫、橋を破壊した。1985 (昭和 60) 年 7 月 2～3 日野尻川で一連の降雨により 6 回の土石流が発生した。1955 (昭和 30) 年以降の土石流災害による死者数は合わせて 10 人である。

頻発する土石流の発生・流動の仕組みや性質を解明し防災対策に生かそうと、桜島では 1975 (昭和 60) 年から野尻川をはじめとした数河川に土石流観測所が設けられ、センサー、ビデオカメラ、光ファイバー等による観測が行われている。これらの観測による土石流の特徴は以下の通りである。桜島の土石流はより少ない雨量で発生する。その発生条件は、有効雨量 (1 時間以上降雨が中断した後の土石流発生時点までの連続雨量) で 10～80mm、最大 10 分間雨量で 5 mm である。ときには最大 10 分間雨量が 5 mm 以下の雨でも土石流が発生する (建設省大隅工事事務所,1988)。地表を覆って堆積した火山灰が、浸透能を穏やかな火山活動下での 100mm/hr 超から 30～50mm/hr まで低下させたからである。

土石流の型は多量の火山灰を含んだ泥流型が大部分であるが、砂礫型のものも時々発生する。土石流の速度は秒速数 m から 10m、希に秒速 20m を超える場合もある。このため破壊力が大きい。土石流の衝撃圧は  $200\text{tf}/\text{m}^2$  を超えるものもある (建設省大隅工事事務所,1988)。総流出量で表した土石流の規模は、大きいものでは 30 万  $\text{m}^3$  を超える (建設省大隅工事事務所,1995)。