

桜島火山マグマ化学組成の時間変化

宇都浩三*・味喜大介・Hoang NGUYEN*・周藤正史**・福島大輔・石原和弘

*産業技術総合研究所地質情報研究部門

**ドイツ, ポツダム大学

要 旨

桜島火山の噴出物について, 系統的な全岩化学分析および同位体分析を実施し, マグマの化学組成の時間変化について検討を行った。その結果, 最近の約2千年間の南岳噴出物は, それ以前の南岳および北岳噴出物と有意に異なる化学組成を有すること, 桜島火山初期噴出物は有史噴出物と類似の組成を有することが判明した。また, 時間と共に緩やかに化学組成が変化すること, 特に4千年前から文明噴火までは SiO_2 が増加し, その後は減少したことが明らかになった。これらは, 大局的には桜島の誕生以降, 始良マグマ溜まり内の地殻起源珪長質マグマにマン틀起源苦鉄質マグマが徐々に注入された結果と判断され, 最近の4千年間は次第にマン틀起源マグマの割合が徐々に増大していると推定される。

キーワード: 桜島火山, マグマ進化, 全岩化学組成, 同位体地球化学

1. はじめに

桜島火山は, 始良カルデラの後カルデラ火山として約25,000年前に誕生したきわめて若い成層火山である(小林, 1986)。現在, 活発な火山活動を繰り返しているのは約5,000年前に活動を開始した南岳火山で, それより古い火山体は北岳火山である(福山・小野, 1981; 小林, 1982, 1986)。桜島の地表に露出する噴出物は, 最近の約1万年程度であり, それより古い噴出物は, 爆発的噴火により島外に堆積した降下軽石堆積物がほとんどであり, 僅かに火山活動研究センターで掘削した火山観測井のボーリングコアがある。桜島火山の溶岩類の噴出年代は, 歴史溶岩および古地磁気学的検討により噴出時期が推定された一部の溶岩を除き, よく分かっていない。一方, 爆発噴火による降下軽石の噴出年代は, 直下土壌の ^{14}C 年代測定により詳細に知られている(奥野, 2002)。桜島火山噴出物の化学組成に時間変化があれば, その変化を用いて, 噴出物の噴出時期を特定し, 噴火史をより明らかに出来る可能性がある。本研究では, 地表およびボーリングコアの溶岩, さらに島外に分布する降下軽石について全岩化学分析, 同位体分析を行い,

桜島火山噴出物の時間変化を明らかにする共に, その成因について考察した。

2. 先史噴出物の時代推定

桜島火山のマグマ化学組成の時代変化を正しく理解するためには, 噴出時期を特定することが重要である。今回, 化学分析を実施した先史時代の噴出物についての噴出時期の推定について, 以下に簡単に述べる。

2.1 南岳溶岩 (M1-M4)

福山・小野(1981)は, 南岳の先史溶岩を, 下からM1-M4の4つのユニットに区分した。そのうち, 下の2ユニットである宮元溶岩(M1)および観音崎溶岩(M2)は, 古地磁気方位および強度から約4kaと約3kaと推定されている(味喜, 1999)。M3溶岩は, 古里観測井および有村の国土交通省掘削コアの古地磁気測定の結果から, 2kaもしくは3kaという推定がなされている(味喜ら, 2003b)。これらのコアの化学組成は, 観音崎溶岩と類似しており, 上位のM4溶岩とは明確に異なる化学組成を有している。ここでは, 観音崎溶岩と同じ3kaと推定して

おく。国土交通省コアの下位には、上位の溶岩および観音崎溶岩に比べ明確に K_2O の低い溶岩が分布しており、これら溶岩の伏角は、 45° 前後と観音崎溶岩（約 40° ）と宮元溶岩（約 55° ）の中間の値を示す。Hyodo *et al.* (1993)の古地磁気永年変化曲線では、3kaから4kaに向かい、 40° から 55° と増加する傾向がある。ここでは、これら低 K_2O 溶岩は、3.5kaと推定しておく。一方、最も若いM4溶岩は、溶岩表面の微地形がよく保存されており、長崎鼻溶岩が噴出した西暦764年の天平噴火とほぼ同じ頃に噴出した可能性が考えられている（小林哲夫、私信）。また、後述するように、この溶岩は、それより古い南岳溶岩（M1-M3）とは明瞭に異なり、歴史時代噴出物と同様な化学組成を有しており、他の溶岩より若いという推定は妥当と判断される。正確な年代推定は、今後の課題である。

2.2 北岳溶岩

今回、検討した北岳起源の溶岩は、ハルタ山観測井コア、北側の海岸に分布する割石崎溶岩および白浜観測井の最下部のコアである。北岳時期の爆発的軽石噴

火は、13kaの薩摩軽石の噴火以降に活発となり、その前は桜島初期の24kaまで大きな間隙が存在する（奥野ら、2002）。また、南岳の活動に変わったのは、約5千年前である。従って、桜島島内の地表に分布する溶岩の年代は、およそ1万年前から5千年前の間に噴出したことになる。

ハルタ山の溶岩については、K-Ar年代測定の結果、最下位の溶岩について 5 ± 5 kaという年代が得られており、1万年よりは新しいと推定される（周藤ら、2001）。一方、古地磁気測定から、伏角が下位から上位に向かい 160° から 50° と変化することが示された（味喜ら、2000）。過去1万2千年間の地磁気永年変化曲線（Hyodo *et al.*, 1993）と比較すると、約7kaか約9kaのいずれかが考えられる。K-Ar年代も考慮に入れて、ここでは約7kaと推定する。一方、割石崎溶岩および白浜観測井の最下部溶岩は、共に伏角が 60° であり化学組成がよく一致することから同じ溶岩と推定されている（味喜ら、2003a）。割石崎溶岩の偏角は -13 度であり、この古地磁気方位と一致する時期は過去1万2千年間では、約9.5kaか約10.5kaとなる。本論文では、中間をとって約10kaとしておく。

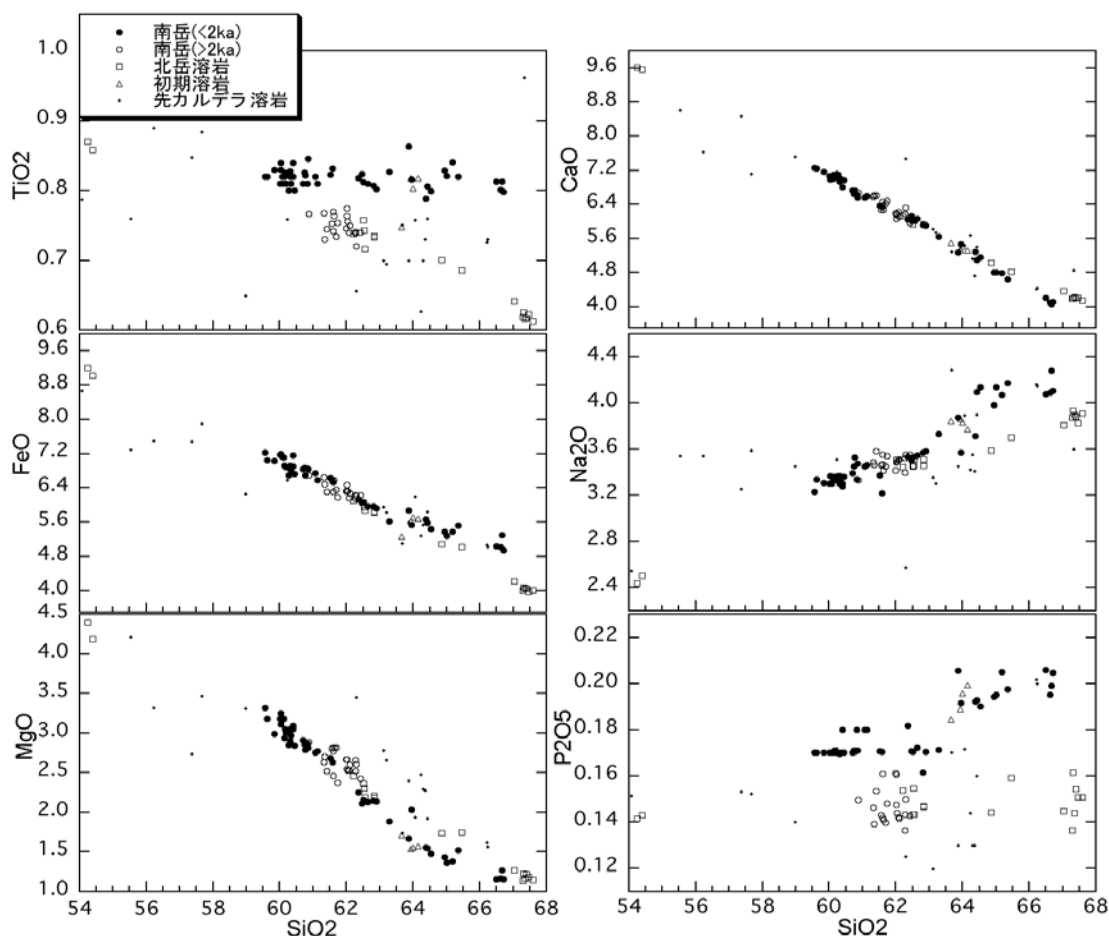


Fig. 1 Major element chemical variation in Sakurajima volcanic rocks. Ejecta between 1976-92 (Aramai and Kobayashi, 1986; Fujii and Kobayahi, 1995) are also plotted.

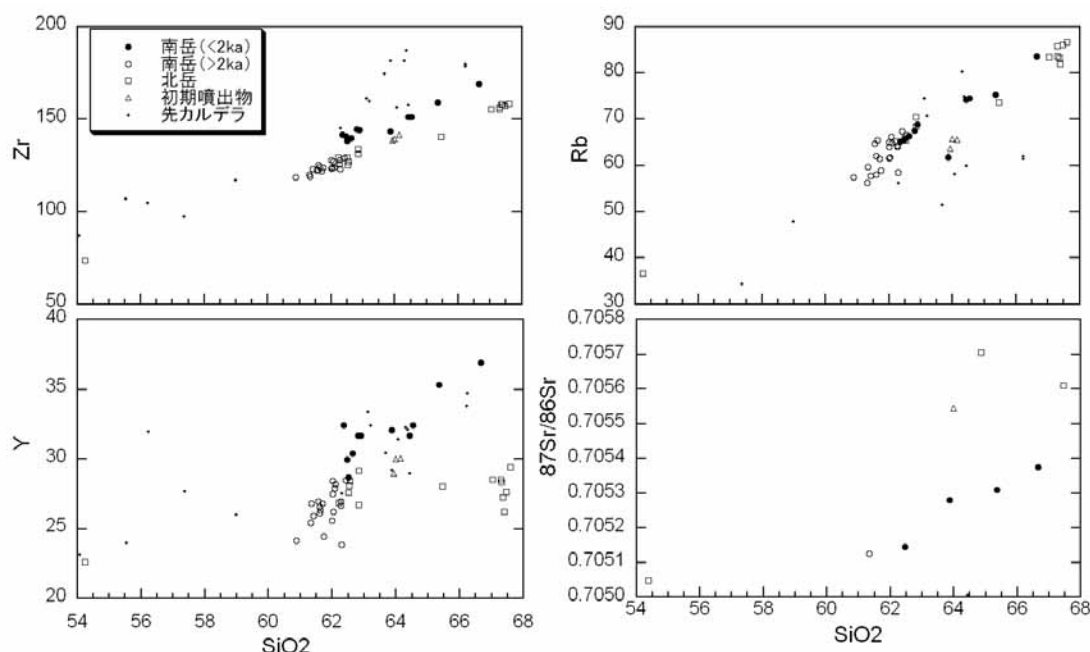


Fig. 2. Trace element and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ variation in Sakurajima volcanic rocks .

2.3 初期噴出物

宇都ら(1999), 味喜ら(2000)が既に指摘しているように, 黒神観測井および古里観測井からは, 桜島火山形成初期に噴出したと考えられる噴出物が得られている。黒神観測井の-250mから坑底の-381mまでは, 緻密な火山岩塊を含む凝灰角礫岩で数層の降下軽石層を挟む。その中の岩塊のK-Ar年代は $30 \pm 5\text{ka}$ の年代を示す(宇都ら, 1999)。また, 古里観測井の-80mから坑底の-102mまでの溶岩流は, 伏角が約 30° と低く, 1万年より古いと考えられる(味喜ら, 2000)。また, $38 \pm 12\text{ka}$ のK-Ar年代が得られている(宇都ら, 1999)。桜島起源の軽石層が, 13kaと24kaの間に認められない(奥野, 2002)ことから, これらの噴出物は, 桜島誕生直後の20-25kaごろに噴出したと推定される。

3. 全岩化学分析および同位体比分析

味喜ら(2003a)は, 桜島の歴史溶岩および火山観測井のコアについてXRFによる全岩主成分分析を行い, 桜島火山のマグマ組成の時間変化に関する予察的研究を行った。本研究では, さらに地表の溶岩類について全岩主成分分析の追加を行うと共に, XRF, ICP-MSを用いた全岩微量成分分析, 固体質量分析計を用いたSr同位体比分析を実施した。さらに, 噴火時期が土壌の ^{14}C 年代測定でよく分かっている降下軽石を採取して, ICP-MSを用いた全岩微量成分分析を実施し, 溶岩類との対比を試みた。化学分析はすべて, 産業技術総合研究所の装置を用いて実施した。分析法の詳細は, Uto *et al.* (2004)に詳しい。

溶岩類の主成分全岩化学組成をFig. 1に, 微量成分

全岩化学組成およびSr同位体比をFig. 2にそれぞれ示す。これらの図において, 南岳 (< 2Ka)としたものは, 西暦764年の天平噴火以降の時代の噴出物が主であり, 唯一先歴史時代の噴出物として前述の理由により南岳のM4溶岩(福山・小野, 1981)を含めた。初期噴出物としたものは, 古里および黒神観測井から得られたコアである。

桜島の噴出物は, SiO_2 が59-68wt%の組成範囲を示す中性安山岩ないしデイサイトである。唯一の例外は, 北岳の割石崎溶岩に含まれる苦鉄質包有物で, SiO_2 が54wt%と玄武岩質安山岩である。Fig. 1, 2から明らかなように, 噴火時期の違いで化学組成に有意な差が認められる。まず, 最近2千年間の南岳噴出物は, それ以前の南岳, 北岳噴出物に比べ, 同じ SiO_2 と比較して, 系統的に TiO_2 , FeO , Na_2O , P_2O_5 , Zr, Yに富み, 逆に MgO , CaO に乏しい。 K_2O , Rb, Baなどの液相濃集元素には系統的な差は認められない。特に顕著に差異があるのは, TiO_2 , P_2O_5 , Zr, Yである。例えば, 最近2千年間の噴出物では, SiO_2 量の違いにかかわらず, TiO_2 量は, 0.80-0.85wt%とほぼ一定である。一方, 先史時代の噴出物は, 南岳, 北岳を問わず, 一部を除き SiO_2 量の増加に伴い TiO_2 量が明瞭に減少する。先史南岳と北岳の間に化学組成の系統的な違いは認められない。ところが, 桜島活動初期と推定した黒神, 古里の下部コアは, 有史時代噴出物と同じ化学組成を有しており, 先史南岳や北岳噴出物とは異なる。この古里コアは, TiO_2 や P_2O_5 に乏しい先史南岳溶岩の下から得られており, 先史南岳や北岳のマグマ活動の前に, 現在と同じような化学的特徴を持ったマグマの活動があったことは間違いない。

一方, Sr同位体比は, 元素濃度でのグループ分けと

は異なる組成変化を示す。時代の新旧にかかわらず、 SiO_2 の増加と共に $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ が増加する傾向が認められる。また同じ SiO_2 量では、桜島初期、北岳で高く、南岳で低い傾向がある。測定試料の数が少なく、これが全体的傾向であるかどうかは不明であるが、桜島マグマの化学組成変化はそれほど単純ではないことを示している。

上記の化学組成の時間変化を確認するため、噴出年代が判明している降下軽石との比較を行ってみる。軽石は、最近の噴出物を除き風化変質作用を被っており、加水作用を受けているだけでなく、多くの元素が移動している。そこで風化作用により比較的動きにくいと考えられている元素の比を用いて比較することとした (Fig. 3)。この図では、 Zr/Th と Nb/Th 比をとって比較した。溶岩は有史時代と先史時代で異なる領域に分かれるが、それと同様に軽石についても歴史時代と先史時代で明瞭に異なる領域に入ることが示される。一方、桜島形成初期の24-26kaに噴出した軽石は、明らかに歴史時代の軽石と同じ領域に入る。このことから、溶岩で推定したマグマ組成の時間変化が妥当であることが示される。

4. 桜島火山噴出物の化学組成の時間変化

桜島のマグマの時間変化をより明らかにするために、横軸に推定した噴火時期を入れて化学組成の変化を検討した。

まず、過去4千年間の SiO_2 の時間変化をFig. 4に示す。これまでの研究から、安永時代から現在に向かい、次第に噴出物の SiO_2 が減少し、より苦鉄質になる傾向があることが知られていた (荒牧・小林, 1986)。噴火時期については、4kaの宮元溶岩 (M1)、3kaの観音崎溶岩 (M2)、西暦764年天平噴火の長崎鼻溶岩がコントロールポイントであり、それ以外のM3、M4溶岩およびボーリングコア試料については、年代既知試料との相対的位置関係でおおよそ時代を与えた。しかしながら、4000年前から

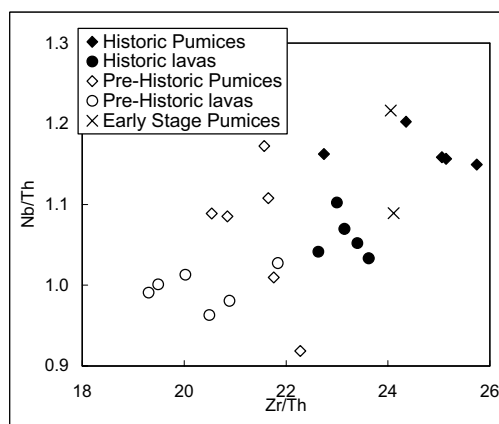


Fig. 3. Comparison of Nb/Th vs Zr/Th ratios among Sakurajima volcanics.

文明噴火まで、全体的に SiO_2 が増加する傾向が認められる。降下軽石の層序では、天平噴火の軽石 (P4)の下には5.6kaのP5軽石まで爆発的軽石噴火は知られておらず、その間には1.6-4.5kaの南岳の火山砂層が挟まれている (奥野, 2002)。このことは、南岳形成後、天平噴火まで珪長質なマグマの噴火より、やや苦鉄質な噴火が卓越していたことを示しており、Fig. 4の傾向を支持するものと判断される。この問題をより詳細に明らかにするには、南岳斜面に堆積する噴出物の系統的検討が必要である。

次に、前章で明らかにした活動期毎のマグマ組成の変化について時間軸をとって明らかにする。ここでは、結晶分化の程度の違いを相殺し、かつ軽石の風化の影響を取り除くため、溶岩および軽石の Zr/Th 比の時間変化を検討する (Fig. 5)。A)は桜島全体の変化を、B)は北岳最後期から現在までの5000年間の変化を示す。全体的に、桜島初期から3000年前まで緩やかに Zr/Th 比が減少し、その後同比が急激に上昇している傾向が認められる。唯一の例外は、割石崎溶岩中の苦鉄質包有物で、最も高い比を示す。 Zr は Th に比べ全岩分配係数が大きいので、結晶分化の過程では、同比は小さくなることが期待される。先に述べたように、過去4千年間においては、文明噴火まで緩やかに SiO_2 が増加し、その後減少する。しかし、 Zr/Th 比はこの変化とは関係なく、時代と共に増加する傾向が認められ、結晶分化のために生じたのではなく、桜島火山マグマの起源物質の比が時代ともに変化したことを示している。

最後に、起源物質の時代変化をより明らかにするために、 Sr 同位体比の時間変化を検討する (Fig. 6)。この図には、倉沢ら(1984)が報告した歴史溶岩の分析値および入戸火砕流の軽石の値もあわせてプロットした。また、先カルデラ溶岩の同位体比は軸の左端に噴出時代を無視してプロットしてある、前章で述べたように、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、 SiO_2 量と正の相関が認められるため、単純に時間変

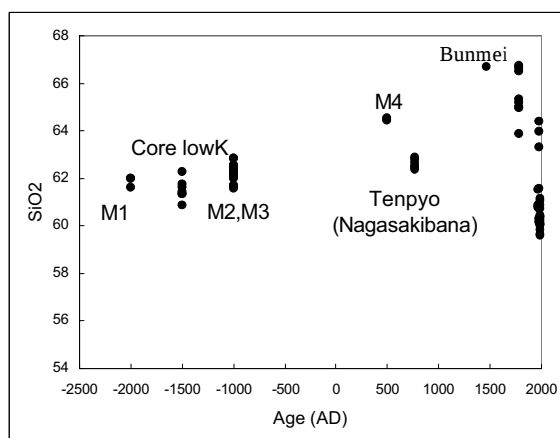


Fig. 4. Temporal variation of SiO_2 content in Sakurajima volcanic rocks.

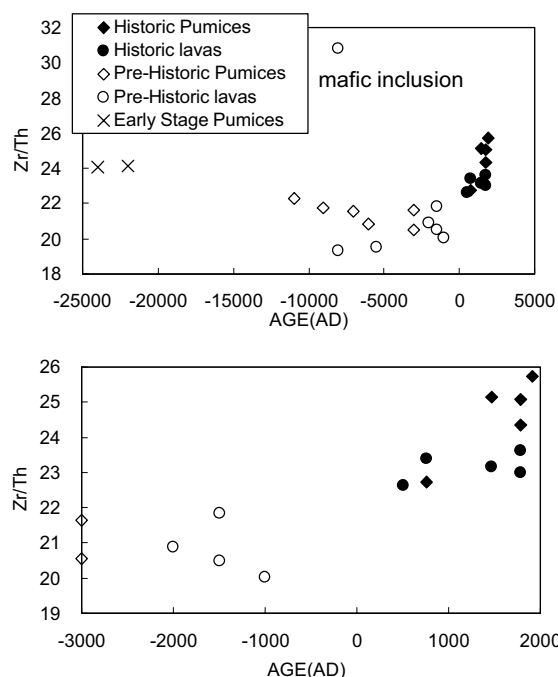


Fig. 5. Temporal variation of Zr/Th ratios in Sakurajima eruptives. A) Whole Sakurajima history, B) Past 5,000 years.

化を議論することは出来ないが、全体的傾向として、時代と共に同位比が減少する傾向がある。これは、Fig. 2においてほぼ同じSiO₂量での比較でも傾向が示されている。ここで例外は割石崎溶岩中の苦鉄質包有物で最も低い値を示す。また、桜島初期の古里コア溶岩が、有史噴出物と全岩化学組成が類似しているにもかかわらず、Sr同位体比が高く、その直前に噴出した入戸火砕流に近い値を示すことも特筆すべき事実である。一方、過去4000年間の変化では、宮元溶岩を除けば、文明噴火まで⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比が増加し、その後減少する傾向が認められる。これは、SiO₂の増加および減少という時間変化と調和的である。

5. マントル起源苦鉄質マグマと地殻起源珪長質マグマの混合過程

桜島火山のマグマ進化を考える上で重要なのは、始良カルデラのマグマ溜まりの存在である。桜島火山の形成直前には、入戸火砕流を含む一連の巨大珪長質噴火が起こり、現在の始良カルデラの形状が形成された。大正噴火の際には、1km³余のマグマの噴出に伴い桜島北方の始良カルデラを中心とした沈降が生じ、それ以降はマグマ蓄積に対応した隆起が観測されている。また、山頂噴火活動期には桜島中央部を中心とした地盤の隆起沈降が生じている。このような地盤変動の特徴から、始良カルデラ地下10kmに、地下深部から定期的にマグマ

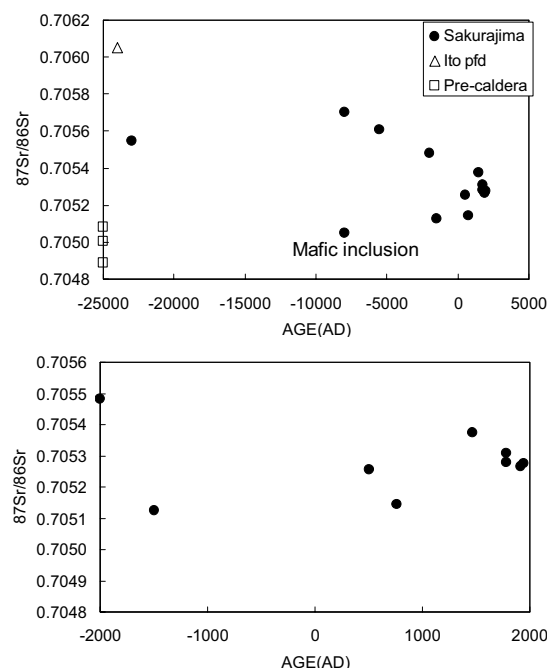


Fig. 6. Temporal variation of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios in Sakurajima eruptives. A) Whole Sakurajima history, B) Past 4,000 years.

供給を受ける主たるマグマ溜まりが存在し、桜島火山直下に副次的マグマ溜まりが存在すると考えられている(加茂・石原, 1980)。一方、地震学的な観測および最近の地殻変動から、桜島の南側深部からも一時的にマグマが供給されている可能性も指摘されている(加茂・石原, 1980)。これらの地球物理学的マグマ輸送系が、桜島火山におけるマグマの化学組成の時間変化を知る上で重要な鍵を握ることは言うまでもない。

現在のところ、マグマ供給系の全体像を理解する統一モデルは得られていないが、地球化学的観点から見て重要な鍵を握っているのは、始良噴火時に噴出したようなSr同位体比に富みZr/Th比に乏しい地殻起源の珪長質マグマと、割石崎溶岩中の苦鉄質包有物で代表されるSr同位体比に乏しくZr/Th比に富むマントル起源の苦鉄質マグマの存在である。始良カルデラでは、約16kaに高野ベースサージ、約11kaに新島軽石が噴出しており、珪長質マグマが始良カルデラ下の主マグマ溜まりに存在していたことは間違いない。割石崎溶岩中の苦鉄質包有物は、Zr/Th比に乏しく⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比の高いマグマが主体であった北岳活動期においても、Zr/Th比が高く⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比が低いマグマが一時的であれ、マントルから供給されていたことを端的に示唆している。そうであるならば、Fig. 5に示したZr/Th比の漸増は、時代と共に桜島直下のマグマ溜まり内のマグマが、よりマントル起源に近いマグマにより置換されつつあることを示唆しているかもしれない。このような地殻起源珪長質マグマとマントル起

源苦鉄質マグマの混合が始良カルデラ下の主マグマ溜まりで起こったのか、それとも苦鉄質マグマは主に桜島の南側から上昇し、始良カルデラ内から上昇した珪長質マグマと桜島直下の副次的マグマ溜まりで混合したのかは定かではない。しかし、文明噴火以降、次第にマグマの供給率及び始良マグマ溜まりのマグマの蓄積量が増大している可能性が指摘されていて（加茂・石原, 1980）、文明以降時代と共に SiO_2 が減少していることと考え合わせると、マントル起源の苦鉄質マグマの供給率が増大して、始良マグマ溜まり内に蓄積していることを示唆している。

Fig.4とFig.5に示した過去4,000年間のマグマ組成の時間変化を比較して注目すべき点は、 SiO_2 は約550年前の文明噴火で極大に達したが、 Zr/Th 比は、3,000年前以降漸次増加していることである。このことは、文明噴火で噴出した SiO_2 に富む安山岩・デイサイトは、地殻起源の珪長質マグマに加えて、漸増したマントル起源苦鉄質マグマから結晶分化作用により珪長質に変化したマグマの寄与も大きい無視できないことを示している。北岳の安山岩・デイサイトに比べ、南岳の安山岩・デイサイトの FeO/MgO 、 $\text{Na}_2\text{O/CaO}$ 比が高いこともこの可能性を示唆している。

Sr 同位体比は、マグマの起源物質の割合を知る上で重要な指標だが、数少ないデータを見る限り、上記のモデルと調和的とは言いがたい。今後、データを増やして、詳細な検討を行うことが重要である。また、桜島火山は、約5000年前に北岳から現在の南岳へと活動中心の位置が変化した、マグマの化学組成が大きく変化したのは、むしろその後のことで少なくとも3,000年前以降である。このことは、マグマの噴出位置の移動と、深部マグマ溜まりで起こっている現象は、必ずしも対応しないことを示している。

6. まとめ

桜島火山の噴出物の各種化学分析を行い、推定噴出年代を元に桜島火山のマグマ進化を明らかにし、その要因について検討を行った。

1. 桜島火山噴出物は、有史時代噴出物と北岳および先史南岳噴出物の間で、系統的な化学組成の差が認められ、前者がより Ti 、 P 、 Zr 、 Y などの元素に富む。また、形成初期噴出物は、有史時代噴出物に類似する。
2. 南岳マグマの SiO_2 量は、4千年前から徐々に増加し、文明噴火で最大となり、その後現在まで徐々に減少している。一方、 Zr/Th 比は、4千年間で徐々に増大している。
3. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、 SiO_2 と正の相関が認められ

るが、同じ SiO_2 で比較した場合、時代が新しくなるにつれ低くなる傾向がある。

4. 約1万年前に噴出した北岳割石崎溶岩中の苦鉄質包有物は、桜島に供給されるマントル起源苦鉄質マグマに近いと考えられる。一方、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比からは、始良噴火の噴出物である入戸火砕流が地殻起源珪長質マグマを代表していると考えられる。
5. 桜島マグマの時間変化は、始良カルデラ直下のマグマ溜まり内の地殻起源珪長質マグマにより深部からマントル起源苦鉄質マグマが供給されることで説明され、時代と共にその寄与が増大していることで説明可能である。

謝辞

本研究は、著者の一人である宇都が、平成10-13年度の防災研究所非常勤講師を務めて以来の火山活動研究センターとの共同研究であり、平成16年度一般共同研究16G-10を利用してとりまとめを行った。この間、火山活動研究センターのスタッフおよび防災研究所事務には様々な面で世話になった。なかでも、故園田忠惟氏には、センター滞在中に大変お世話になった。ここに、謹んで哀悼の意を表す。また、本研究で分析した試料の前処理およびXRF分析においては、小栗和清氏にお世話になった。ここに記して、感謝申し上げる。

参考文献

- 荒牧重雄・小林哲夫（1986）：始良カルデラ・桜島火山の噴出物の全岩組成と安永噴火、第5回桜島火山の集中総合観測，pp. 115-129.
- 宇都浩三・味喜大介・内海茂・石原和弘（1999）：桜島火山ボーリングコアのK-Ar年代と古地磁気測定—火山活動史解明への複合的取り組み—，京都大学防災研究所年報，第42号 B-1，pp. 27-34.
- 奥野 充（2002）：南九州に分布する最近約3万年間のテフラの年代学的研究，第四紀研究，vol.41，pp. 225-236.
- 加茂幸介・石原和弘（1980）：地盤変動から見た桜島の火山活動，桜島地域学術調査協議会調査研究報告，pp. 19-28.
- 倉沢 一・新井房夫・町田 洋（1984）： Sr 同位体比による始良Tn火山灰（AT）の同定，火山，vol. 29，pp. 115-118.
- 小林哲夫（1982）：桜島火山の地質：これまでの研究成果と今後の課題，火山，vol. 27，pp. 277-292.
- 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「火山噴火

- に伴う乾燥粉体流 (火砕流等) の特質と災害」研究成果報告書 , pp.137-163 .
- 周藤正史・宇都浩三・味喜大介・石原和弘 (2001) : 始良カルデラ周辺部に分布する火山岩のK-Ar年代測定 (続報) —カルデラ西縁, 北西縁部, 及び桜島火山の活動史—, 京都大学防災研究所年報, 第44号 B-1, pp. 305-316.
- 福山博之・小野晃司 (1981) : 桜島火山地質図, 火山地質図 1, 地質調査所 .
- 藤井敏嗣・小林哲夫 (1995) : 桜島南岳の最近の噴出物の全岩組成, 第8回桜島火山の集中総合観測, pp. 81-88.
- 味喜大介 (1999) : 古地磁気方位・強度測定による桜島の溶岩流の年代推定, 火山, 第44 巻, pp. 111-122.
- 味喜大介・宇都浩三・内海茂・石原和弘 (2000) : 桜島火山ボーリングコアのK-Ar 年代と古地磁気測定 (続報), 京都大学防災研究所年報, 第43号 B-1, pp. 1-6.
- 味喜大介・宇都浩三・周藤正史・石原和弘 (2003a) : 古地磁気と全岩化学組成からみた桜島火山観測井ボーリングコア中の溶岩の対比, 京都大学防災研究所年報, 第46号 B, pp. 835-840.
- 味喜大介・宇都浩三・周藤正史・酒谷幸彦・石原和弘 (2003b) : 古地磁気と全岩化学組成からみた桜島火山観測井ボーリングコア中の溶岩の対比, 第114回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会予稿集
- Hyodo, M., Itoda, C. and Yasukawa, K. (1993): Geomagnetic secular variation from magnetizations of wide-diameter cores of Holocene sediments in Japan, J.Geomag.Geoelectr., vol. 45, pp. 699-718.
- Uto, K., Hoang, N. and Matsui, K. (2004): Cenozoic lithospheric extension induced magmatism in Southwest Japan, Tectonophysics, vol. 393, pp. 281-299 .

Temporal Evolution of Magma Composition in Sakurajima Volcano, Southwest Japan

Kozo UTO*, Daisuke MIKI, Hoang NGUYEN, Masafumi SUDO**

Daisuke FUKUSHIMA and Kazuhiro ISHIHARA

* Geological Survey of Japan, AIST, Japan

** University of Potsdam, Germany

Synopsis

Temporal variation of major and trace element chemical compositions along with Sr isotopes were examined for eruptive products from Sakurajima volcano. Products of recent 2,000 years have higher Ti, P, Zr and Y contents than older ones except for earliest stage eruptives. There are temporal variations in magmatic composition: SiO₂ content increased from 4 ka to Bunmei eruption then decreased to the recent, but Zr/Th ratio increased gradually in the past 4, 000 years. Mantle-derived mafic magma has been supplied to the magma chamber beneath the Aira Caldera, and mixed with the crust-derived felsic magma. It is suggested that the supply of mafic magma increased with time in the past 4,000 years.

Keywords: Sakurajima volcano, , Magma evolution, Whole rock chemistry, Isotope geochemistry