

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

伊豆大島，桜島，有珠山の噴火シナリオの試作(活動的火山における噴火シナリオの作成)

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-2) 火山噴火予測システム

ア．噴火シナリオの作成

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-2) 火山噴火予測システム

イ．噴火シナリオに基づく噴火予測

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

噴火予知の実現のために有用な噴火シナリオのプロトタイプを活動的な火山のいくつかについて案出し，どのような噴火シナリオが社会や研究に有用であるか，シナリオ作成を通じていかに火山噴火予知研究にフィードバックするかについて検討することをこの課題の 5 年間の目的とする．

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度は，火山噴火予知連絡会で取りまとめた伊豆大島の噴火シナリオについて，火山噴火予知研究に役立てるための改善点を検討する．また，伊豆大島と類似の噴火を繰り返す三宅島の噴火シナリオについて，三宅島の噴火履歴の現地調査を行うとともに，蓄積されている地質岩石学的データ，最近の噴火に伴う地球物理学的な観測データをもちより検討する．

平成 22 年度及び平成 23 年度は，現在火山活動の活発化し，近い将来噴火活動が一層活発化すると考えられる桜島について，噴火履歴の現地調査を実施するとともに，蓄積されている地質岩石学的データ，最近の噴火に伴う地球物理学的な観測データを持ち寄り，噴火シナリオの作成を試みる．

平成 24 年度及び平成 25 年度は，昭和 18 年，昭和 52 年，平成 12 年に噴火した有珠山について，噴火履歴の現地調査を実施するとともに，蓄積されている地質岩石学的データ，最近の噴火に伴う地球物理学的な観測データを持ち寄り，噴火シナリオの作成を試みる．

(7) 平成 23 年度成果の概要：

1．はじめに

桜島火山の噴火シナリオの作成には，本研究者らがこれまでに作成してきた火山とは異なる特性がある．具体的には，通常多くの火山では噴火の準備過程が進行した後に様々な噴火が発生し，時間的にも推移が予想される．噴火シナリオは，そのイベントの分岐を示す形で作成されてきた．しかし，桜

島の噴火には、高頻度に発生する小規模噴火と稀にしか発生しない低頻度大規模噴火が混在し、そこにある種の規則性が見られる状態であった。こうした事情から、昨年度は桜島の噴火を高頻度大規模噴火のループとそこからある条件で低頻度大規模噴火に移行するシナリオを暫定的に作成した。本年度は、小規模噴火のループから大規模噴火への分岐の条件などについて、地球物理学的観測研究と噴出物の物質科学的研究の面からさらに検討した。

2. 昨年度作成の桜島の噴火シナリオの要点

桜島火山では1914年の大正噴火では $2 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、昭和噴火では $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ のマグマが噴出した。また昭和噴火以降では数 10^5 m^3 のマグマ噴出が繰り返されている(図1)。ここでは、これらの噴火を巨大噴火、大噴火、小噴火と便宜的に呼ぶ。桜島では、大正噴火以降、始良カルデラを中心とする隆起現象が継続しており、ほぼ定常的に年間 10^7 m^3 のマグマが供給されている。大正噴火以降のマグマ蓄積と大噴火の関係を見ると、マグマ蓄積からおよそ30年経過すると大噴火やそれに類する噴火が起きる傾向が見出される。すなわち、大正噴火からおよそ30年後に昭和噴火が発生し、昭和噴火からおよそ30年後の1975年からは南岳の山頂噴火時に頻発し、大噴火に匹敵するマグマを噴出している。1993年からは三たびマグマ蓄積が始まり、その約30年後に当たる2020年代には、隆起量が前大正噴火直前の状態とほぼ同じになる。

3. 分岐条件における30年の意味

桜島では昨年の検討において示したように、マグマの蓄積開始から約30年後に何らかの噴火現象の変化が起きている。一定の供給量を仮定すれば30年間で蓄積するマグマ量は $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ になる。昭和噴火や南岳の噴火では、いずれも、この蓄積量の約2/3が噴出している。この30年サイクルは時間、地殻変動、あるいは他の要因が規定しているのかは地球物理観測の観点だけでは分からない。

一方、物質科学的に見ると、桜島ではこれまでマグマ混合が起こっていること指摘されてきた。大正噴火後の噴出物の化学組成を詳細に検討した結果、これまで提案されていた安山岩マグマと珪長質マグマの混合に加えて、新たに玄武岩マグマの、合計3種類のマグマが混合していることが確認できた(図3)。ここでは、20世紀に入ってから玄武岩マグマの関与が認められ始め、そのためマグマの組成は時間とともに SiO_2 に乏しくなってきた特徴がある。また、30年毎にその関与が大きくなっているように見える。大正噴火と1975-90年にその度合いが大きく、現在はそれほどでもない。玄武岩関与の程度は、大正噴火 >> 昭和噴火=1970-90年噴火 >> 2009年以降の噴火の順となる。

4. 大規模噴火への移行の前兆現象

大正噴火の1年から数ヶ月前にかけて広域的な地震活動が起こり、その後島内で有感地震が起こった。また、1年前に有村の谷合でガスによる事故が発生した。さらに、井戸の水位異常が認められた。すなわち、一旦、湧水になり、その後水位が上昇し、温泉湧水も認められた。昭和噴火の前には、先行的な噴火活動が1935年からあったが、火山性地震や地殻変動等についての情報は不明である。1972年から1992年の噴火観測に基づくと、山頂爆発は、始良カルデラの隆起、桜島の隆起、A型地震、B型地震、山頂隆起が順番に起こった。ここでは2つのマグマ溜まりがあると解釈される。

現在は始良カルデラの隆起、2003年からの火山性地震と噴気量の増加が認められる。

上記前兆現象の物理的解釈

大正噴火の前兆現象と、最近の有村観測井の観測結果からすると、地下に CO_2 貯留槽の存在が考えられる。半年前から始まる地殻変動より先行。始良カルデラの隆起の後、噴火に先行して島内の隆起が起っていた。さらに最近の地殻変動を考慮すると、始良の地下12kmに加えて北岳の下約6kmにも膨張源が必要である。すなわち、マグマは一旦北岳に貫入した後、さらに南岳に移動すると解釈される。大正噴火の時のように高免地区が0.5m隆起するためには $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ のマグマの貫入が必要である。これは有村坑道で128マイクロrad、春田山で132マイクロstrainの変動に相当する。大正噴火では、8時間前にさらに湯之地区で約0.8mの隆起が認められた。これを説明するには南岳の下で $1.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ のマグマ貫入が必要である。これは有村坑道で243マイクロrad、春田山で161マイクロstrainの変動となる。

一旦枯れた井戸からは噴火の3-4時間前に水がわき出した。これはマグマから放出された CO_2 が水

の増加による流体圧増加と解釈される。

地震活動は噴火の 8 時間ほど前には一旦低下し，噴火の 3-4 時間前には再活発化した（図 2）。後者は地表へのマグマ移動と考えられる。

5. 桜島の今後の活動とシナリオ作成の意義

桜島は，1993 年から三たび隆起を続けて現在に至っている。1993 年から約 30 年後に当たる 2020 年代には，隆起量が 大正噴火直前の状態とほぼ同じになる。現在継続中の噴火は 2006 年に開始し，2009 年から活発化してきている。今後の大噴火の可能性を予測する上でも，過去の噴火，特に大正噴火の前兆現象を現在の物理観測の観点から理解することと，物質科学的に地下で起こっている仕組みを理解することが重要である。

- (8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
津久井雅史（2011）浅間火山天明噴火：遠隔地の史料から明らかになった降灰分布と活動推移。火山，56, 65-87.
津久井雅史（2011）史料にもとづく桜島火山 1779 年安永噴火の降灰分布。火山，56, 89-94.
- (9) 平成 24 年度実施計画の概要：
当初の計画通り有珠山の噴火シナリオの検討を始めるとともに，桜島火山の噴火シナリオの高度化を検討する。
- (10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：
中田節也・森田裕一・渡辺秀文・藤井敏嗣（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
鍵山恒臣（京都大学理学研究科），清水洋（九州大学理学院），中川光弘（北海道大学理学研究院），
津久井雅志（千葉大学理学部），小林哲夫（鹿児島大学理学部），川邊禎久（産業技術総合研究所地質情報研究部門），鷗川元雄（防災科学技術研究所火山防災研究部），西村卓也（国土地理院）
- (11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先
部署等名：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター
電話：03-5841-5695
e-mail：nakada@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/vrc/
- (12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者
氏名：中田節也
所属：東京大学地震研究所

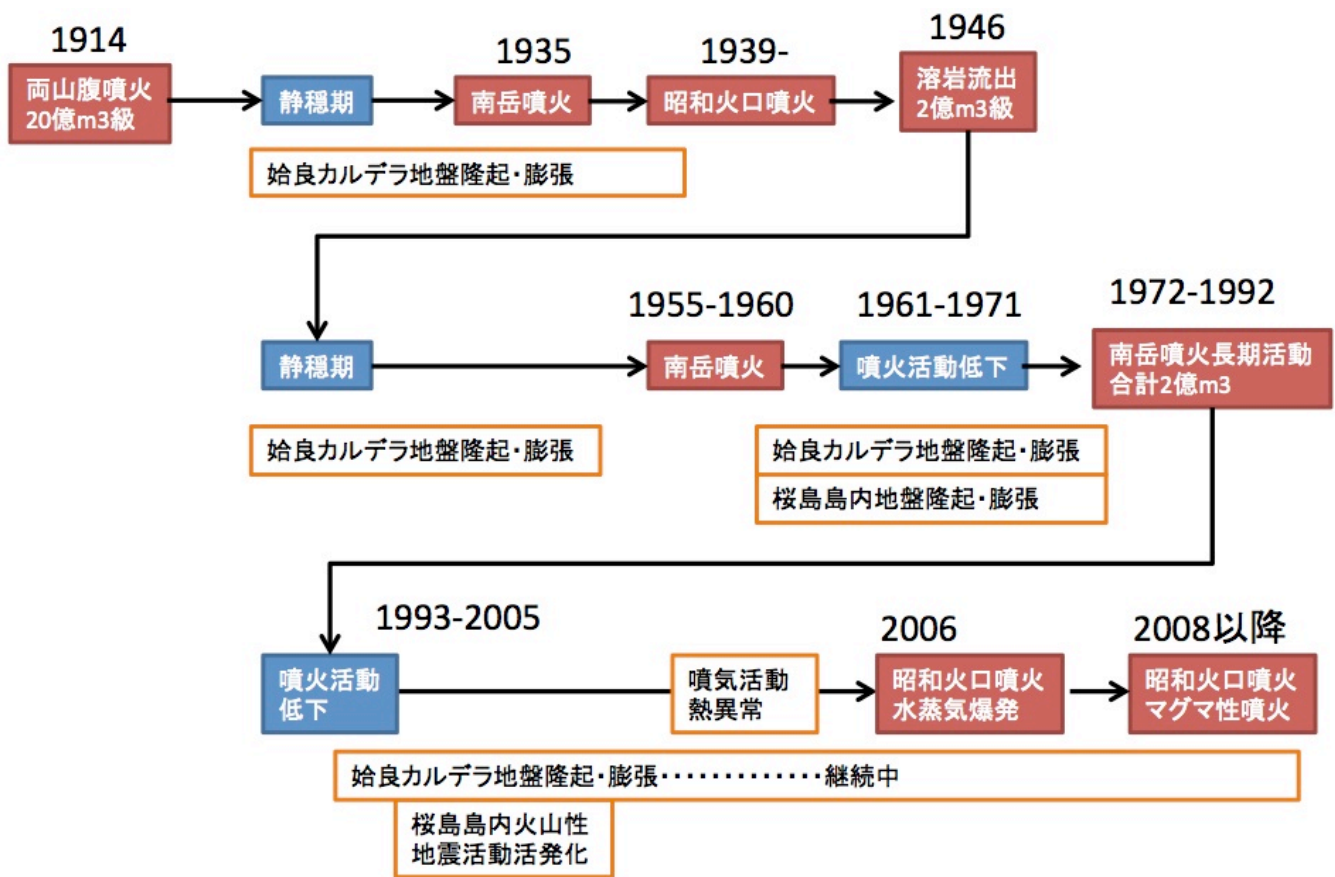


図1 大正噴火以降の活動の推移
大正噴火以降 30年周期で大きな噴火イベントが起こっており、それぞれの噴出量は $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ である。

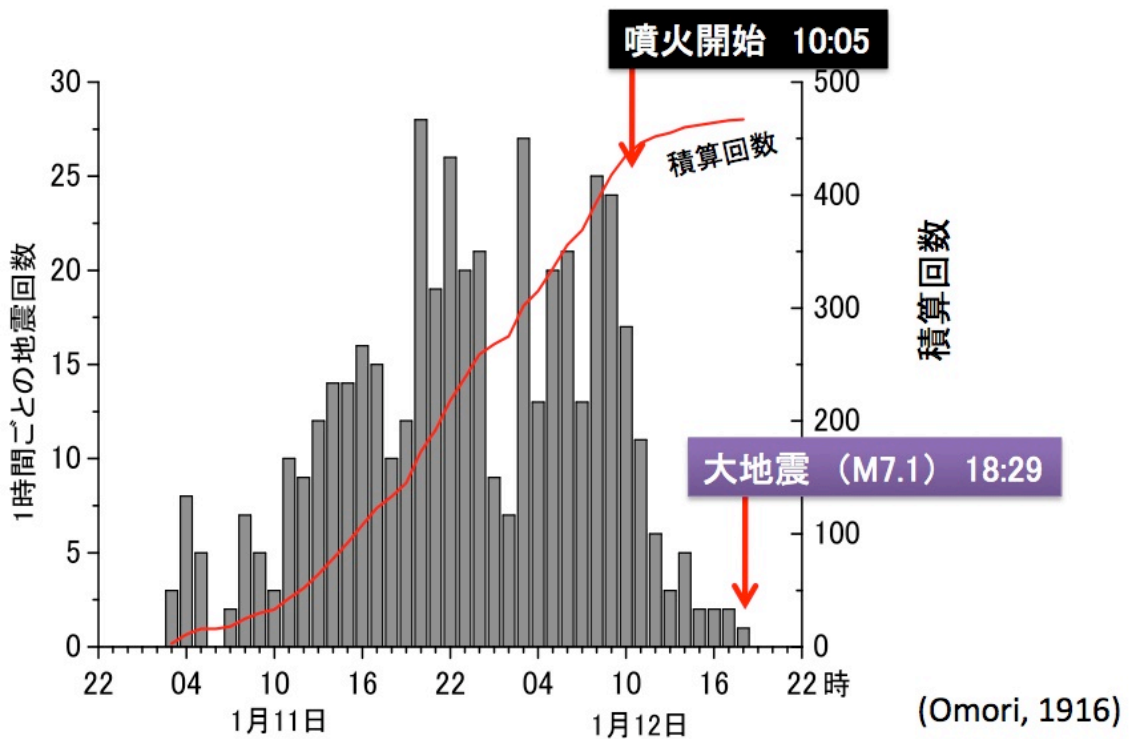


図2 大正噴火の前兆地震活動(大森, 1916による)

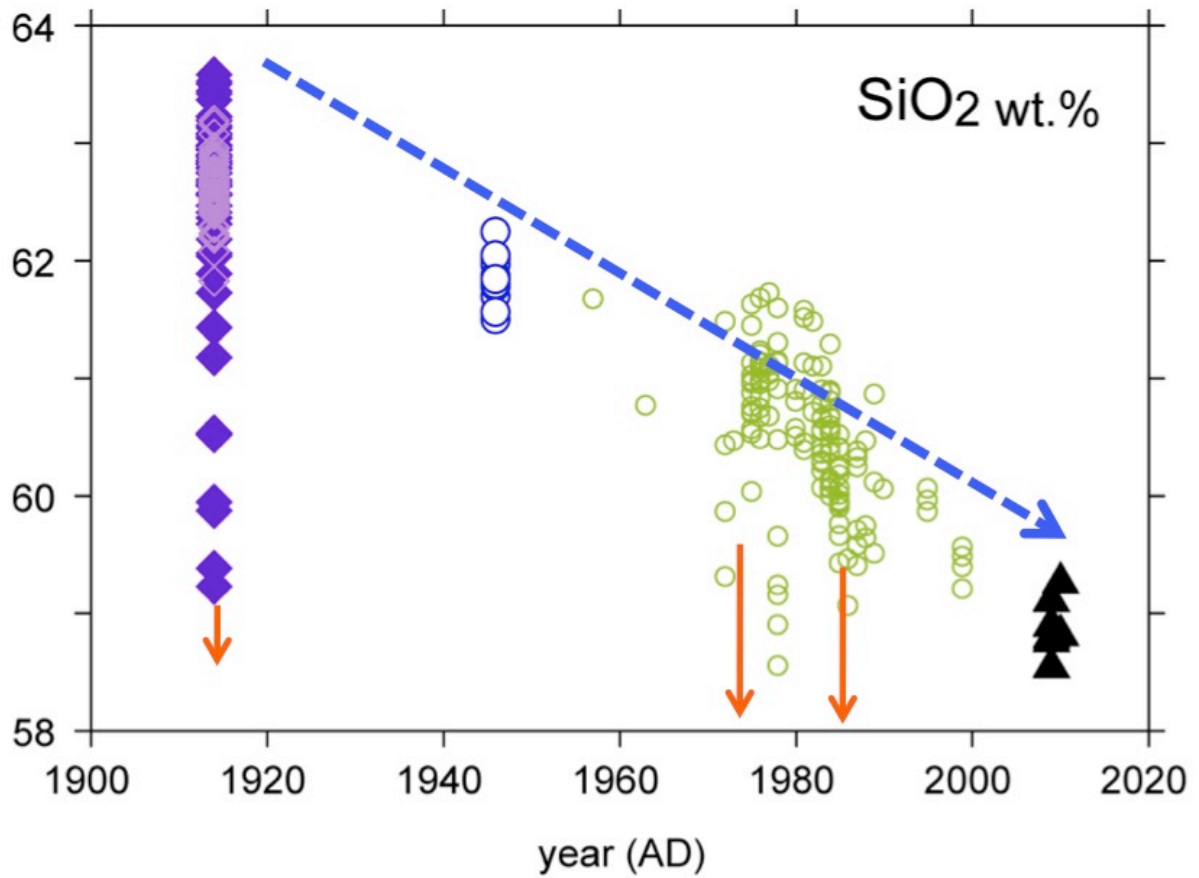


図3 桜島火山における火山噴出物中マグマ物質の SiO₂ 量 (wt %) の時間変化。
 大正噴火後、マグマの組成は玄武岩質マグマの関与によって次第に苦鉄質になっている。それぞれの噴火において玄武岩質マグマの関与が本質的であると理解される。