

( 1 ) 実施機関名：

北海道大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

活動的火山の噴火履歴と噴出物の物質科学的解析による噴火準備過程の解明

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-2 ) 火山噴火準備過程

イ．噴火履歴とマグマの発達過程

( 4 ) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-2 ) 火山噴火準備過程

ア．マグマ上昇・蓄積過程

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

噴火予測に関する研究は活動中の火山に地球物理学・地球化学的観測網を整備して、マグマとその移動の検出に主眼がおかれてきた。これらの研究は直前噴火予測においては大きな成果をあげてきたが、近代的な観測が始められてからまだ 100 年余りしか経過しておらず、過去に起こった大規模噴火、多様な噴火様式に対する経験が絶対的に不足している。また国内の活火山の全てに観測網を整備することは現実的ではないが、個々の活火山の将来の噴火ポテンシャルを何らかの方法で評価しておくことは不可欠である。社会的要請の大きい中長期噴火予測および噴火推移予測のためには、地質学的手法による噴火履歴の解明や過去の噴火推移の理解が不可欠であり、それに加えて噴出物の物質科学的解析によるマグマ発達過程を明らかにすることも必要である。

本課題ではまず活動が特に活発で近い将来に噴火すると考えられ、また噴火シナリオ作成予定であり長期集中観測実施予定の他の研究課題でも対象とする、伊豆大島、桜島火山および有珠火山を集中的な研究対象とする。これらの火山では、まず地質学的手法により噴火履歴の高精度の解明を目指す。桜島では噴火履歴解明の精度を上げるために、特にトレンチ調査もあわせて実施する予定である。またこれらをもとに噴火履歴および噴火推移に沿った組織的な試料採取を行い、物質学的手法によって、地球物理学的観測では追跡不可能な長期にわたる、マグマ系の発達過程および個々の噴火プロセスの変化を明らかにして、マグマ系の現状を推定する。そして、これらのマグマ系の発達に関するデータを、地球物理学的観測データと融合することによって、噴火準備過程の高精度なモデルを構築し、解明することを目指す。このために他の計画との連携を重視し、特に噴火シナリオ作成に貢献することを目指す。

それ以外の活火山についても、できるだけ多くの火山での基礎的データの蓄積に努める。噴火様式や噴火間隔が様々な活火山で、低い噴出率の火山として蔵王と十勝岳、歴史時代において噴火頻度は高いが最近の噴火頻度が低下している火山として樽前山、そして表面現象はなく長い休止期にある火山

として摩周火山において、主として研究を実施する。それらの火山について噴火履歴を高精度に求め、噴出物の岩石学的解析を行うことによってマグマ発達過程も長期にわたり明らかにする。一方、日本と比べて噴火頻度の高い海外の火山、特にカムチャッカの火山についてもロシアとの共同研究でマグマ発達過程を検討し、国内の火山との比較を行う。それらを用いてそれぞれの火山の噴火ポテンシャルを評価し、中長期の噴火予測を行うことを目的とする。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

5か年の計画は以下のとおりである。

平成21年度においては、桜島ではこれまでの研究を総括するとともに、地表踏査を実施し、トレンチ地点の選定を行うことを主目的とする。有珠山においては、長期のマグマ進化を解明するための試料採取に重点を置く。伊豆大島では文献による噴火記録と地表踏査による噴火推移の対比に試みる。それ以外の火山でもこれまでの研究の総括を行い、それを踏まえた地表踏査を行うことに重点がおかれる。

平成22年度においては、桜島でトレンチ調査を実施する。さらにその結果を踏まえて、次年度のトレンチ地点の選定を行う。有珠山では試料の岩石学的検討を行う。伊豆大島では地表踏査を継続する。それ以外の火山でも地表踏査を継続する。またカムチャッカのクリチェフスコヤ火山において試料採取を行う。

平成23年度においては、桜島火山でトレンチ調査を実施するとともに試料の岩石学的検討を行う。さらに採取試料の岩石学的検討を行う。有珠山においては岩石学的検討を継続するとともに、関連するボーリング探査にも参画する。伊豆大島では岩石学的検討に重点をおく。それ以外の火山でも岩石学的検討を行う。カムチャッカのクリチェフスコヤ火山において試料採取を行うとともに、物質科学的解析をおこなう。

平成24年度においては、桜島では試料の岩石学的検討を行うとともに地表踏査も行う。有珠山ではボーリング探査の資料も加え岩石学的検討を行う。伊豆大島およびその他の火山では岩石学的検討を行うとともに、追加の地表踏査を行う。カムチャッカのクリチェフスコヤ火山において物質科学的解析をおこない、マグマ系の検討と日本の活火山との比較を行う。

平成25年度においては、研究のとりまとめを行い、投稿論文作成を重視する。特に桜島、有珠山および伊豆大島では噴火シナリオ作成にも協力する。また複数の火山で中長期噴火予測を試みる。

(7) 平成22年度成果の概要：

(1) 桜島噴火履歴の高精度復元

大正噴火以降のテフラをトレンチ掘削により2地点で検討した。鍵層として1987年噴出物が認識できるなど、主要なテフラ層を確認し、系統的サンプリングを行った。

南岳の成長期(～3000年前頃)のテフラ層序を把握するために2地点でボーリングを実施している。これにより中小噴火で火山体が成長する過程が把握できると期待する。

(2) 桜島歴史時代噴火噴出物の物質科学

桜島が大正噴火から噴火様式が変化し、特に1955年から中～小噴火が頻発しているのは、大正噴火から玄武岩質マグマが新たにマグマ供給系に加わったためと解釈できた。

1955～2009年までの噴火の物質科学的検討を行い、大正噴火と同様に玄武岩質マグマの関与が認められること、その関与の程度が大きいと噴火規模が大きくなることが判明した。

2006年から現在までの火山灰の物質科学的検討を行い、2009年10月から新鮮なマグマ物質が放出されていること、噴火活動度が上昇するとマグマ組成(火山ガラス)が玄武岩質に近づくことがわかった(図1)。

上記の物質科学的検討から、桜島の噴火活動を予測するうえで、これまで注目されていなかった玄武岩質マグマを把握することが重要であることが指摘できた。

(3) その他の活火山の噴火履歴・物質科学

クリチェフスコイ火山：予察的な現地調査を実施した。次年度の調査と試料採取についてロシア側と具体的な打ち合わせを行った。有珠山：1663年噴火からの歴史時代活動のマグマ供給系の再検討を行い従来とは異なるモデルを提示した。これにより有珠山の長期活動予測が可能になった。羊蹄山：羊蹄山の過去5万年の噴火履歴および山体構造を初めて明らかにした。特に完新世の噴火履歴を詳細に解明し、最新の噴火が約2500年前であることを示した。大雪山：御鉢平火砕噴火期（3万年前）の層序を再検討し噴出物を岩石学的手法に基づき解析した。その結果、3段階のマグマ混合を経て噴火に至った複数のマグマ供給系を提示した。蔵王火山：過去2千年間のテフラ層の調査・試料採取を継続した。テフラ層については等層厚線図を作成し、それに基づき噴出量積算図を作成した。火口近傍試料の分析は進行中である。過去2千年～3万年前の噴出物の調査は完成に近づいている。

#### (4) 火山噴出物の物質科学的解析法の検討

伊豆大島火山の20世紀の噴出物について、詳細な試料採取を行い、全岩化学組成の測定・鉱物化学組成の測定を行った。その結果、1986年のA火口を除く噴出物は、SiO<sub>2</sub>量が53 wt.%程度のマグマと57 wt.%程度のマグマとの混合によって形成されたこと、また1986年や1951年の噴出物に含まれる斜長石斑晶は、噴出物よりもCaO量やMgO量が高いマグマから晶出したことなどが明らかになった。

#### (5) 史料・噴出物調査による噴火履歴の高分解能化

浅間山天明三年噴火の特に遠方の史料を検討し、関東のほか、新潟県、東北地方に降下した火山灰、および中部・近畿地方に達した鳴動の記録から分解能を高め、噴火の推移の高精度化をはたした(図2)。

#### (8) 平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：

1. Matsumoto, A. and Nakagawa, M. (2010) Formation and evolution of silicic magma system: Petrology of the volcanic rocks of Usu volcano, Hokkaido, Japan. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 196, 185-207.
2. Yoshimoto, M., Fujii, T., Kaneko, T., Yasuda, A., Nakada, N., Matsumoto, A., (2010) Evolution of Mount Fuji, Japan: Inference from drilling into the subaerial oldest volcano, pre-Komitake, Island Arc, 19, 470-488.
3. 伴雅雄(印刷中)活火山のマグマ供給系進化に関する岩石学的研究の進展 噴出物の高分解時間変化からの知見 . 地質学雑誌 .
4. 長谷川健・中川光弘・伊藤順一・山元孝広(印刷中)北海道東部、釧路地域に分布する第四系の年代：高分解能テフラ層序に基づく対比と編年 . 地質学雑誌 .
5. 佐藤鋭一・和田恵治(2010)大雪火山噴出物の露頭紹介1-大函の御鉢平カルデラ噴出物-. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 44, 1-5.

#### (9) 平成23年度実施計画の概要：

##### (1) 桜島噴火履歴の高精度復元

安永噴火推移の復元：安永噴火の後半の海底噴火に関して、潜水調査等により噴火口の特定・産状観察を行うとともに、噴火口毎の試料を採取し物質科学的解析を開始する。

南岳および北岳噴火履歴：野外調査による溶岩採取と新たに2地点でのボーリングを行いテフラおよび溶岩の層序の検討とサンプル採取を行う

##### (2) 桜島歴史時代噴火噴出物の物質科学

1955～現在の活動：噴石サンプルを用いて、鉱物組成および組織の特徴およびその時間変遷を明らかにして、最近50年間のマグマ供給系の構造と進化を明らかにする。トレンチ調査により採取した火山灰試料についても物質科学的検討を加え、噴石試料との対比を行う。これによって火山灰試料を用いたマグマ供給系検討の可能性を検討する。

南岳成長期のブルカニアン火山灰試料の検討：22年度のボーリング試料の物質科学的な基礎データを収集する。

8～10世紀噴出物の検討：物質科学的に検討し、15世紀からの歴史時代噴火のマグマ系の差異を明らかにし、その成因を検討する。

( 3 ) その他の活火山の噴火履歴・物質科学

クリチェフスコイ火山：現地調査を実施する。特に山麓～中腹の過去 1000 年間の噴出物の試料採取を行う。樽前山：1667 年噴火からの歴史時代活動のマグマ供給系の変遷をもとに長期活動予測を試み、それを公表する。有珠山：歴史時代最初の噴火である 1663 年噴火について物質科学的手法により再検討し、噴火前兆マグマプロセスとそのタイムスケールを検討する。マグマ組成の時間変遷を用いて、有珠山の溶岩ドームの形成年代を確定することを試みる。羊蹄山：完新世の噴火史と約 5 万年間の噴火履歴および山体構造について公表をすすめる。摩周：3 万年間の活動を通じてのマグマ系の変遷、特に珪長質マグマの変化について考察を行い、玄武岩質マグマと下部地殻の相互作用を議論する。大雪・雌阿寒：大雪山御鉢平火砕噴火噴出物と雌阿寒岳中マチネシリ火砕噴火噴出物の火口近傍及び山麓地域での地質調査による噴火推移の把握及び火山噴出物試料の微細組織解析及び全岩・鉱物の化学組成分析を行う。蔵王：これまでに明らかになった結果を踏まえ、過去 2 千年間の噴出物の分析を完了し、分析結果を解析することによってマグマ発達過程を解明する。また、過去 2 千年～3 万年前の噴出物については調査・試料採取を完了させると共に分析を進行させる。

( 4 ) 火山噴出物の物質科学的解析法の検討

伊豆大島に関して、全岩化学組成・鉱物化学組成の情報に基づいて、マグマプロセスについての考察をすすめる。また、22 年度までの研究により、18 世紀以降の噴出物中に存在する斑晶が、より古いマグマに由来する可能性が示唆されたため、18 世紀以前の噴出物についても新たに試料採取を行い、岩石学的解析を行う。

( 5 ) 古文書解読による噴火履歴・推移研究

21～22 年度にまとめた青ヶ島火山噴火史料をもとに、青ヶ島火山の噴火シナリオと史料集を印刷・公表する。北海道駒ヶ岳、有珠山、樽前山の江戸時代の噴火史料と同時期の地震史料をまとめて、噴火の推移の高分解能化をはかり、噴火シナリオ作成の基礎資料を作成する。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院 中川光弘・吉本充宏・松本亜希子・長谷川 健・宮坂瑞穂

他機関との共同研究の有無：有

山形大学理学部 伴雅雄( 代表者 )

東北大学大学院理学研究科 栗谷豪( " )

千葉大学大学院理学研究科 津久井雅志( " )

九州大学大学院理学研究院 寅丸敦志( " )

鹿児島大学理学部 小林哲夫( " )

北海道教育大旭川校地学 和田恵治( " )

研究協力機関

産業技術総合研究所 古川竜太( " )

( 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：北海道大学大学院理学研究院地球惑星システム科学分野

電話：011-716-2111(代表)

e-mail：

URL：<http://www.sci.hokudai.ac.jp/faculty/section/nature/index.html>

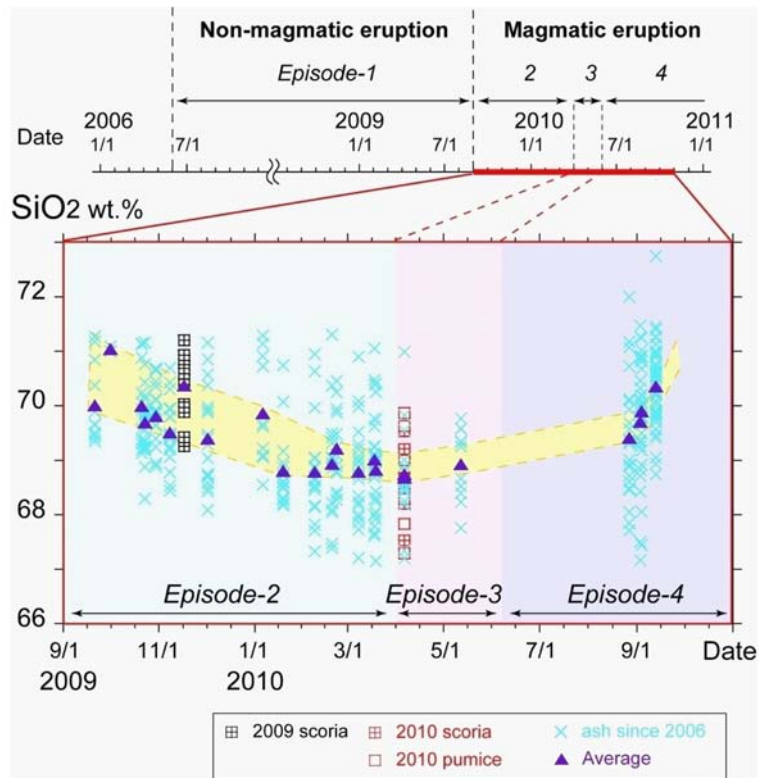


図 1 . 桜島火山 2006 年からの噴出物のガラス組成

2009 年 9 月末からマグマ物質は確認された。活動度が上昇した 2009 年後半から 2010 年春にかけて噴出物がマフィックになっている。活動度とマグマ組成の相関が認められた。

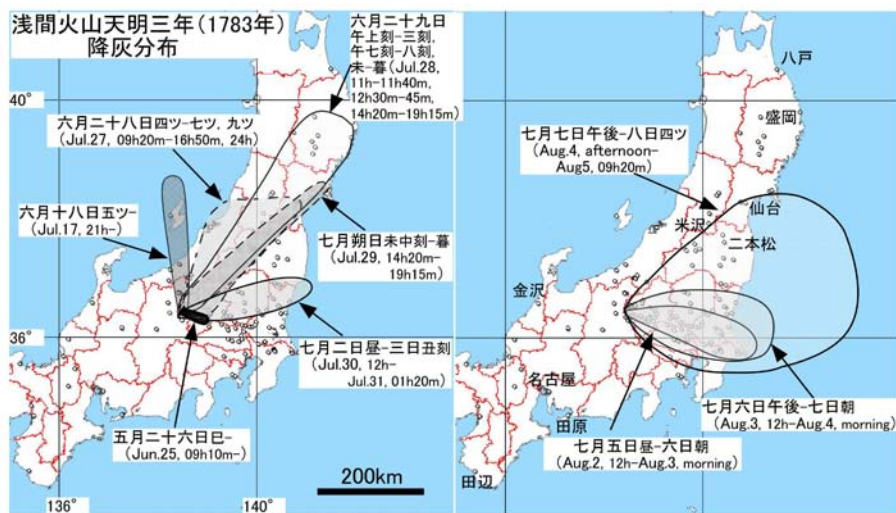


図 2 . 浅間火山天明三年 ( 1783 年 ) 噴火の降灰分布

史料に復元した降灰分布の時間変化 .