

( 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23年度成果の概要：

(1) 桜島噴火履歴の高精度復元

安永噴火(AD1779)の水中噴火堆積物について、島への上陸調査および潜水夫による水中試料採取も実施した。南岳の成長期(～3000年前頃)のテフラ層序を把握するために、島内1地点でボーリングを実施した。また、過去2.5万年間の大規模噴火履歴の再検討と、新鮮な試料採取のために、島外の大隅半島で2ヶ所のボーリングを実施した。これにより、始良カルデラ形成後の、桜島火山体が成長する過程が把握できると期待できる。

(2) 桜島歴史時代噴火噴出物の物質科学

1955～2000年までの噴石と、2006年から2011年11月までの火山灰の物質科学的検討を行った。これらの噴出物は、大正・昭和噴火と同様に、玄武岩質マグマが間歇的に混合した噴出物であること、また火山活動度(山体膨張および噴火頻度)が上昇すると玄武岩質マグマの混合比率が増加していることがわかった(図1)。物質科学的検討によって、20世紀になってから現在までの活動では、玄武岩質マグマの貫入が噴火の規模と頻度をコントロールしていることが指摘できた。2006年からの噴火活動では、2009年秋から2010年2月頃までが玄武岩質マグマの貫入が最大であり活動もピークを迎えた。その後は玄武岩質マグマの混合の顕著な増加は認められず、噴火活動は安定していると評価できる。新たにAD950年と天平宝治(AD764-766)の噴出物について物質科学的検討を行い、天平宝治は20世紀噴火と同様に、3端成分マグマ混合が起こっていること、AD950では混合マグマの均質化

が進行していることがわかった。マグマ供給系のより長期の変遷を明らかにするために、さらに検討を続けている。

### (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：現地調査を実施した。山頂火口からの噴出物を除いて、試料採取はほぼ終了した。23年末にサンプルの輸入が完了した。十勝岳：これまで融雪火山泥流の典型とされてきた、西暦1926年のいわゆる大正泥流について、火口近傍堆積物の再検討を行い、噴火に伴い大量の熱水が噴出したことを指摘した。この結果は冬季噴火＝融雪火山泥流の発生、という定説の再考を促す成果である。有珠山：これまでの研究で確立した噴出物の物質科学的特徴の規則的な変化をもとに、不明な点が多かった歴史時代の溶岩ドームの形成年代を決定した。その結果、最初の西暦1663年噴火を除き、全ての歴史時代噴火で、溶岩ドーム形成が行われたことが明らかとなった。羊蹄山：過去5万年の噴火履歴とマグマシステムの時間変化を明らかにした。その結果、噴出率の変化とマグマ組成変化がよく対応していることを初めて明らかにした。蔵王火山：特に過去約2千年間の噴出物について、層序の解明と試料採取・分析をほぼ完了した。過去千年間についてはマグマ発達過程の解明もほぼ完了した。伊豆大島：追加試料採取を行い、昨年度に採取した試料とともに物質科学的解析を行っている。

### (4) 史料・噴出物調査による噴火履歴の高分解能化

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をまとめ、日本火山学会秋季大会で発表した。火山学会講演 A1-08 青ヶ島火山の噴火シナリオ 津久井 雅志。23年度末をめぐりに、青ヶ島噴火史料集(A4 120ページ程度)を印刷・公表するよう作業を進めている。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の収集を進めた。現在取りまとめの作業中であるが、青森県・岩手県に残された記録を収集したこと、北海道内の文書の記録者の特定などあらたな知見が得られ、噴火の推移の高分解能化が進められるめどがたった。

### (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)：

Nakagawa, M., Hiraga, N. and Furukawa, R. (2011) Formation of a zoned magma chamber and its temporal evolution during the historic eruptive activity of Tarumai Volcano, Japan: Petrological implications for a long-term forecast of eruptive activity of an active volcano. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 205, 1-16.

Hasegawa, T., Nakagawa, M., Yoshimoto, M., Ishizuka, Y., Hirose, W., Seki, S., Ponomareva, V. and Alexander, R. (2011) Tephrostratigraphy and petrological study of Chikurachki and Fuss volcanoes, western Paramushir Island, northern Kurile Islands: Evaluation of Holocene eruptive activity and temporal change of magma system. *Quaternary International*, 246, 278-297.

Takebe, Y. and Ban, M. (2011) Temporal change of geologic features in the pyroclastic surge dominated deposits of the Komakusadaira pyroclastics in Zao volcano, NE Japan. *International Journal of Geology*, 5, 1-13.

Ban, M., Hirotsu, S., Ishizuka, O. and Iwata N. (2012) Petrologic study of explosive pyroclastic eruption stage in Shirataka volcano, NE Japan: Synchronized eruption of multiple magma chambers. In: Al-Juboury A.I.(ed.) *Petrology - New Perspectives and Applications: InTech - Open Access Publisher*, 57-72.

上澤真平・中川光弘・江草匡倫(2011)南西北海道、羊蹄火山の完新世噴火史の再検討。火山, 56, 51-63.

長谷川健・中川光弘・伊藤順一・山元孝広(2011)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, 117, 686-699.

津久井 雅志(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 雅志(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

伴雅雄(2011)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, 117, 310-328.

伴雅雄 (2011) 日本の活火山 (15) 蔵王山. 砂防と治水, 44(4), 81-82.

長谷川健・中川光弘・岸本博志 (2011) 北海道東部カルデラ火山群の大規模火砕噴火史, 月刊地球, 33, No.22, 726-734 .

中川光弘・松本亜希子・宮坂瑞穂・富樫泰子・井口正人 (2011) 桜島火山の噴火活動様式とマグマ供給系の 20 世紀からの変化とその意義 . 課題番号 1809, 桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究 (平成 22 年度報告書), 京都大学防災研究所, 85-94 .

( 9 ) 平成 24 年度実施計画の概要 :

( 1 ) 桜島噴火履歴の高精度復元

マグマ供給系に大きな変化があった大正噴火 ( AD1914 ) と安永噴火 ( AD1779 ) について、地表踏査を行い噴火推移・火口に注目した試料の系統的採取を行う。 22~23 年度に実施したボーリング試料の解析を進め、これまでの地質調査結果とあわせて、始良カルデラ形成後の、桜島の噴火史と噴火様式の変遷を総括する。

( 2 ) 桜島歴史時代噴火噴出物の物質科学

1955~2000 年までの噴石と、2006 年からの火山灰の物質科学的検討をさらに行う。特に、玄武岩質マグマの貫入と噴火までの時間スケールの検討に重点をおく。 水中噴火を含めた安永噴火と大正噴火について、噴火のトリガーとなったプロセスの解明に焦点をしばり、噴火推移とマグマ系の関連を検討する。 AD950 年と天平宝治 ( AD764-766 ) の物質科学的検討を引き続き行うとともに、南岳の年代不詳の溶岩流についても新たに検討を開始する。 15 世紀からの活動期のマグマ供給系との類似点と相違点を明確にすることを目標とする。 15 世紀からの活動期についての物質科学的成果を複数の論文にまとめ公表する。

( 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 : 特に山頂火口からの噴出物に焦点をしばり、試料採取をおこなう。 十勝岳 : 空中レーダー測量による ALSDEM データにより、火山地形の解析を行い、地表の地質調査と合わせて、過去 3000 年間の噴火活動を総括する。 有珠山 : 7000 年間の休止期の中にマグマタイプが大きく変わった、外輪山期と歴史時代活動期の物質科学的検討を行う。 北海道駒ヶ岳・羊蹄山・十勝岳 : それぞれ、成果を論文にまとめ国際誌に投稿する。 蔵王火山 : 特に過去約 2 千年間の噴出物について、マグマ発達過程の解析を行う。 過去千年間については成果公表を行う。 伊豆大島 : 物質科学的解析を引き続き行う。

( 4 ) 史料・噴出物調査による噴火履歴の高分解能化

青ヶ島, 北海道駒ヶ岳, 有珠山, 樽前山の江噴火史料と同時期の地震史料の解析をおこない、成果のとりまとめを行う。得られた成果は順次、論文にまとめ公表する。

( 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>

( 12 ) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中川光弘

所属：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

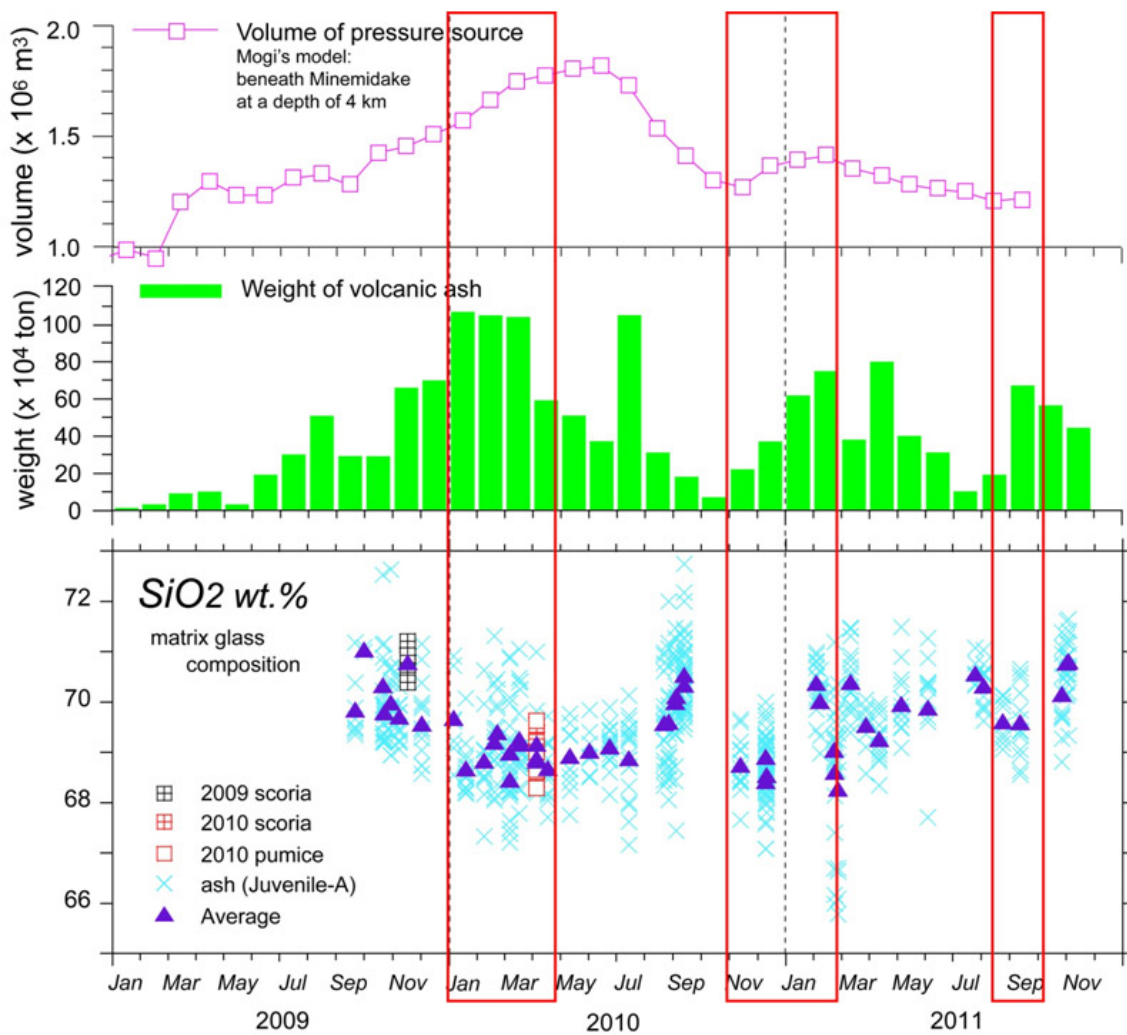


図1. 桜島火山 2009 年～2011 年の地球物理学的観測データとマグマ組成の時間変化の関係。

(上) 膨張圧力源の体積変化：南岳地下 4km の茂木ソースを想定，(中) 月別火山灰放出量，(下) 本質物の石基ガラス組成 SiO<sub>2</sub> 量．赤枠の時期が活動度が上昇した時期で，その時期にはガラスは SiO<sub>2</sub> が乏しくなり、玄武岩質マグマの混合比が増加していると考えられる。