

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月23日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]

国立研究開発法人産業技術総合研究所・活断層・
火山研究部門

[職・氏名]

首席研究員・石塚 治

[課題番号]

JPJSBP 120211003

1. 事業名 相手国: ニュージーランド (振興会対応機関: RSNZ) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) マグマ供給系の減圧に対する火山の応答 - 氷河の消長及び山体欠損の影響 -

(英文) Volcanic response to the depressurization of magma systems: the roles of deglaciation and
collapse3. 共同研究実施期間 2021年4月1日 ~ 2024年3月31日 (3年0ヶ月)【延長前】 2021年4月1日 ~ 2023年3月31日 (2年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Victoria University of Wellington・Senior Research Fellow・Simon

James Barker

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		4,712,000 円
内訳	1年度目執行経費	2,375,000 円
	2年度目執行経費	2,337,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	4名
相手国側参加者等	7名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、
全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目			()
2年度目	4	0	1(0)

3 年度目	4	0	5(0)
-------	---	---	------

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1) 研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本研究では、氷河の消失や大規模な噴火による山体の欠損に起因するマグマ供給系の減圧が火山活動にどのような影響を及ぼすのか、を高時間分解能で解明し、そのメカニズムと変化速度を初めて明確に理解することを目指した。この研究を実施する調査対象の火山として、ニュージーランド北島のルアペフ火山および北海道 摩周火山を選定した。ルアペフ火山は、氷河の消長史及び山体崩壊時期が類をみない高時間分解能で解明されている。このため本研究テーマに極めて適した調査研究対象であると考えた。過去約 1 万 5 千年間の詳細な火山噴出物層序を確立し、これまでにないレベルで詳細かつ精密にマグマ供給系の進化過程や噴火活動史を解明すると同時に、地質調査により氷河の消長と、個々の噴火活動の間の時間的関係を決定することを目標とした。調査は日本側、ニュージーランド側双方の研究者が共同で、2022 年度及び 2023 年度の 2 回実施した。いずれも Turangi 市で共同生活を送りながら、調査を実施した。主にルアペフ火山麓から中腹に見られる火山噴出物の露頭調査を行い、約 15000 年前から 4000 年前までの間のルアペフ火山の噴出物を複数の露頭で系統的に採取した。同時に噴出物の噴出年代を正確に見積もるために、炭素 14 年代測定用試料の採取を実施した。これにより、この期間の氷河の成長、後退とマグマの化学組成や噴火様式の時間変化との関係を解明できる試料セットの採取に成功した。採取試料については、日本への持ち込みが可能になるようにニュージーランド側のラボでクリーニングや前処理を実施したのち、日本側へ送付しており、現時点で 2022 年度採取試料が日本に到着、分析を開始している。

フィールド調査に加えて、日本側研究者のニュージーランド訪問時(2022 年度)には、ニュージーランド側研究者の所属機関である Victoria University of Wellington と GNS Science において日本側研究者の研究発表と研究計画の打ち合わせを実施、本事業参加者以外の研究者、学生との交流も行った。

一方北海道 摩周火山については、約 7600 年前に大規模なカルデラ噴火を起こしたことが明らかになっており、大規模噴火による山体欠損のマグマ供給系へ及ぼす影響を評価する上で適した火山であり、調査対象とした。ニュージーランドから 2022 年度 1 名、2023 年度 5 名が来日、日本側研究者と共同で調査を実施した。2022 年度は摩周火山近傍で主に 7600 年前以降の摩周火山噴出物を、2023 年度は道東の広域に調査範囲を広げ、約 3 万年前までの摩周火山噴出物及び炭素 14 年代決定用試料の採取を実施した。採取可能なほぼすべての噴出物を採取すると同時に新たに 5 個の炭素 14 年代を得ることで、高時間分解能で火山噴出物記録の採取に成功した。採取試料は日本側でクリーニング等の処理をした上でニュージーランド側へ送付、分析を実施している。分析は項目によって、両国で分担して行っているが、これまでにカルデラ噴火前後で、マグマの化学組成の時間変化のトレンドが明確に変化したことが明らかになってきている。

ニュージーランド側研究者の来日時に、セミナー(Dr. Barker: 2022 年度)及びワークショップを産業技術総合研究所及びオンラインで開催した。本事業参加者に加え、日本国内の大学、研究機関から講演者、参加者を得て活発な議論が行われた。ワークショップの特徴として、1)研究発表だけでなく、日本、ニュージーランドに共通した火山災害に対する関係機関の取り組み(監視体制、ハザードマップ整備、周辺住民への周知方法等)等の紹介、議論があったこと、2)ルアペフ火山周辺のマオリ族による自然保護管理、文化継承に関する取り組みについてマオリ族出身の方による講演があった、ことが挙げられる。研究内容に加えて周辺分野についての交流、理解の促進も深めることができ、非常に意義深かったと考えている。

(2) 学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

本研究では、以下の 3 点について重点的に解析を行うこととした。

1)火山のマグマ供給系に対する荷重変化(氷河の消長や山体の欠損等)に伴う減圧により引き起こされた可能性のある火山活動上の変化(噴火様式、マグマの化学組成の変化等)を特定する。

2)火山噴出物の観察と分析により、噴火時のマグマ供給系の物理化学的条件を明らかにして、減圧による火山活動上の変化の原因を解明する。

3) マグマ供給系の減圧による火山活動上の変化の継続時間と経過を解明し、減圧により影響を受けたマグマ供給系のパラメータを特定する。

今回ルアペフ火山において、氷河がその最盛期から後退していく時期の多くのルアペフ火山の噴出物を、層序にしたがって系統的に採取することができた。これらの噴出物に対して複数の方法(炭素 14 年代と、やや古い試料について Ar/Ar 年代)で信頼できる年代軸を入れた上で化学分析を実施中である。これにより、氷河が後退し、氷河の火山体への荷重が減少していく過程でどのようにルアペフ火山のマグマとその供給系に変化が起きたのかを解明できる。予察的結果は、マグマの化学的特徴の時間変化を明らかにし始めている。

一方摩周火山については、カルデラ形成を伴う大規模噴火の前後の火山噴出物を詳細な年代軸を入れて分析することが可能となった。カルデラ形成の場合、山体荷重除去は一般に一瞬のイベントであり、氷河の消長による荷重変化と大きくタイムスケールが異なる(数十 - 数千年 vs. 一瞬)。

以上 2 つの火山の研究により、タイムスケールの大きく異なる山体荷重変化に対して、どのように火山のマグマ供給系が反応するのかを初めて明確に理解する材料を得た。我々のチームは、上記の Ar/Ar 年代測定 of the technology を持つと同時に、マグマから晶出した結晶内での元素の拡散プロファイルから供給系内でのマグマの滞留および上昇に要した時間を見積もる手法を適用し、従来の放射年代測定では得られない数十日程度の高時間分解能で、マグマ供給系内のプロセスを明らかにする。これにより初めて定量的(特にタイムスケール)に、氷河の消長や山体欠損によるマグマ供給系への影響を解明していく。これはこれまで“経験的”に知られていた山体荷重変化のマグマへの影響を、正確に理解することにつながる。現在世界各地で進行している氷河、氷床の後退により火山活動への影響がどの程度あるのか、検討することも可能となる。

本研究成果は、科学的に重要な成果であると同時に、火山噴火推移予測の高度化に貢献することで防災上のメリットも大きい成果である。

(3) 相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

今回の共同研究では、1)それぞれの国の研究者が複数回、相手国を訪問、研究発表、議論を行い、プロジェクト内外の研究者と議論、研究打ち合わせを行うことができた。2)2 度にわたり、ニュージーランド側、日本側の研究者の双方が相手国を訪問して火山地質調査および試料採取を行った、3)双方の国のラボで、分担して分析作業を実施した。

本事業では、多様な機会において学術的な交流を行うことができ、共同研究を円滑に行うと同時に、日本側、ニュージーランド側のみで検討していたときよりも研究テーマの幅を広げることができたと考えている。またそれぞれが行っている関連研究の内容についてもよく知ることができ、新たな研究展開のアイデアを得ることができた。

今回の調査対象のルアペフ火山については、日本側研究者にはあまり土地勘等がなかった。一方ニュージーランド側研究者は、当火山の地質図を出版するなど熟知しており、本研究で採取が必要な火山噴出物の分布や露出状況も把握していた。また調査に必要な許認可についても事前に取得していただいた。このため、短期間の 2 回の調査で効率よく試料採取を行うことができた。これはニュージーランド側研究者を受け入れて実施した摩周火山調査でも逆の立場で準備を実施、短期間で目標の試料採取を完了した。同時に各調査地点に露出する地質、火山噴出物の解釈について多くの議論を交わすことができた。2 国間共同研究において共同で調査できたことは、極めて有意義であった。

ニュージーランド側研究代表者(Barker)らは、ニュージーランドの大型カルデラ火山(タウポ火山)について、大規模噴火にいたるマグマ供給系内のプロセスとマグマの起源について詳細な研究を実施中で、カルデラ火山での山体欠損による減圧の影響を検討する上でも最適なカウンターパートと言える。一方日本側研究代表者(石塚)らは、国内外の大規模山体崩壊に伴うマグマ供給系の変化を研究してきた。これらの研究テーマと本研究課題の間には、基礎的なプロセスに多くの共通点がある。このため今回この両チームを掛け合わせ、異なる分析、解析ツールを持ち寄り共同で調査研究を行うことで、新規性のある研究テーマに取り組むことができた意義は大きく、協力して成果発表までつなげていく。

(4) 社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

本研究で火山活動とその推移への氷河の消長や山体欠損によるマグマ供給系の減圧の影響が正確に理解され

れば、近い将来の噴火活動が予想される火山のマグマシステムにおける基礎的な現象の理解を通じて、社会的要請の強い火山噴火予知及び防災計画の策定に関して大きな貢献が可能と考えている。

同時に、地球規模で氷河の後退と消滅が起きていることから、本研究での氷河の消長と火山活動の変化との成因的関連の解明により、活発化する火山活動の将来予測や、気候変動と火山活動の関連の議論に一石を投じる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

両国研究者共同でのフィールド調査には、30代半ばまでの若手研究者（日本側2名、ニュージーランド側3名）が加わって実施した。2022年度にニュージーランド訪問時には、GNS Science 及び Victoria University of Wellington にて日本側参加者が講演（石塚、片岡、Conway）を行い、各機関の若手研究者と意見交換、議論を行うことができた。これが翌年ニュージーランド側若手研究者の日本での調査参加につながった。またこれが、2023年度9月に実施したワークショップでの講演と日本側若手研究者（本事業内外の研究者）の交流に発展した。このような取り組みを続けていけば、若手研究者が国際共同研究に参加する間口も広がると同時に、若手研究者の国際共同研究提案のモチベーションにもつながると考えている。実際参加者のうち日本側若手研究者の Conway は、海外研究機関との協力を含む科研費採択に至っている。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

a)本事業を実施したことで、ニュージーランド側の研究者及び研究機関(Victoria University of Wellington, GNS Science)との協力関係を確立することができたと考えている。これらの機関で講演を行った際には、本事業の研究テーマ以外の内容についても議論や研究協力の相談を行うことができた。今後幅広い分野において研究協力を行っていく素地が得られたと考えている。すでに研究機関内外の複数の研究公募等に申請を提出している。今後科研費やさらに大型の国際共同研究提案作成を行うことを両国機関で検討している。

b)今回の研究では、氷河の消長の地質記録と火山噴出物の記録を照合しつつ、氷河の変遷と噴出するマグマの時間変化を解明するという新しい調査研究の手法、体系を確立したと言える。この手法は氷河を有している、あるいは有していた可能性のある国内外の火山に広く適用可能である。氷河、氷床の消長とよりグローバルな火山活動の変化、ひいてはその地球環境への影響という大きなテーマへ発展できる可能性があると考えている。

今後の国内外の活動的火山の調査にこの手法を積極的に適用し、噴火推移予測に必要な基礎データを提供することを通じて、社会的要請の強い火山噴火予知及び防災計画の策定に関して大きな貢献が可能と考える。

c)本研究成果は、これまでにない系統的かつ高時間分解能で取得された火山噴出物のデータセットをもとに、氷河の消長や大規模噴火によるマグマ供給系の減圧イベントと火山現象の間の成因的関連を初めて明確に解明し、世界の他の火山地域での研究にも広く応用可能な実例を示すことになる。同時に、山体崩壊等今回扱う要因以外の減圧イベントに対する火山の応答についても、本研究の成果をもとに考察、より普遍的なモデルを提案し、別途論文公表を目指す。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など