

# 令和5年度廣川研究助成事業報告 (4)

## 火山噴出物による噴火駆動メカニズムの解明に向けた国際共同研究の事前打ち合わせ

岩橋 くるみ<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

私は、令和5年度廣川研究助成事業として、2023年7月4日～7日の期間にスイス連邦に滞在し、チューリッヒ工科大学を訪問した。チューリッヒ工科大学では、Olivier Bachmann 教授、Răzvan-Gabriel Popa 博士らと、火山噴出物の解析による噴火駆動メカニズムの解明に向けた国際共同研究の事前打ち合わせを実施した。本稿では、この事前打ち合わせについて報告する。また、この事前打ち合わせの後、7月下旬にチューリッヒ工科大学主催の日本人若手研究者交流プログラム2023に採択され、2024年2月より同年7月まで約半年間チューリッヒ工科大学に滞在する権利を得た。これにより、現在はチューリッヒに滞在し、Bachmann 教授、Popa 博士と共同研究を行っている。

### 2. 研究および訪問の目的

火山は、ある時は爆発的噴火をし、またある時は非爆発的噴火をする。なぜ火山の爆発性にこのような多様性があるのか。これを明らかにすることは、火山噴火の推移を事前に予測し、噴火による被害を最小限にとどめるために不可欠である。火山噴火の爆発性を支配する主な要因の一つに、噴火前のマグマだまり中のマグマや、マグマだまりに貫入したマグマの温度・化学組成がある。そのため、これまでに多くの地質学・岩石学の手法 (Contreras *et al.*, 2022) や実験 (Namiki *et al.*, 2016)、数値計算 (Hodge and Jellinek, 2020) 等のアプローチにより、マグマだまり・マグマだまりへの貫入マグマの熱力学条件と、火山噴火の爆発性の関係の推定が行われてきている。特に筆者が専門とする岩石学の手法は、火山下のマグマだまりの温度・化学組成を推定できるという強みがあり、本問題を解決するための重要な手がかりをもたらす。例えば筆者は、火山噴出物中に存在する、マグマだまりの熱力学条件を記録する包有物を対象として、そこに含まれる鉱物からマグマだまりや貫入マ

グマの熱力学条件の推定を実施してきた (Iwahashi *et al.*, 2020)。

ところで近年、火山噴火の爆発性と火山下のマグマだまりの含水量条件の関連を示唆する結果が Bachmann 教授らのグループにより指摘されてきている (Popa *et al.*, 2021)。さらに、同教授のグループは、近年、含水量測定の新たな手法を開発している (Popa *et al.*, 2023)。この手法は、およそ  $0.5 \mu\text{m}$  という高い空間分解能を持ち、かつ分析誤差が  $\pm 0.35 \text{ wt.}\%$  という長所を持つ (Popa *et al.*, 2023)。そのため、噴出物中に含まれるマグマだまり由来の包有物を構成する結晶中の微小領域における含水量を正確に測定できる。

そこで筆者は、比較的最近噴火した国内の火山を対象として、爆発性の異なる噴火同士でマグマだまり由来の包有物中の含水量を測定することで、噴火の爆発性をもたらす含水量と、それがどのようなマグマだまり内部の変化によってもたらされるのかを明らかにするという着想を得た。この研究を実現させるべく、チューリッヒ工科大学の Bachmann 教授に受け入れ教員となってもらい、渡航に必要な資金の申請書を執筆した。さらには、執筆した申請書をもとに計画の内容を詰め、近い将来における共同研究の実現可能性をより高めるべく、今回の渡航を計画した。

Bachmann 教授は、岩石学の手法によるマグマ供給系の状態推定とその時間変化推定の研究における、世界でも第一線の研究者である。そのため、筆者は、Bachmann 教授との共同研究を通して、筆者の研究を推進・発展させ、日本ひいては世界における火山噴火の爆発性とマグマだまりの関係の解明に貢献したいと考えた。さらには同教授のグループが開発している新たな分析手法の習得により、国内における分析環境の高度化をもたらすことも期待できる。

チューリッヒは、スイス東部に位置するスイス国内で最も大きな都市である。市内には、教会をはじめとする歴史ある建造物が旧市街に数多く残っている (写真1)。チューリッヒ工科大学は1855年に設立されたスイス連

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

キーワード：廣川研究助成事業、火山、噴火、分析、岩石



写真1 チューリッヒ市内の風景。



写真2 チューリッヒ工科大学の The Department of Earth Sciences (D-ERDW) が入っている建物。

邦の国立大学であり、16の理工系の学科から成る。その1つが、今回筆者が訪問した The Department of Earth Sciences (D-ERDW) である。D-ERDW は、Geological Institute, Institute of Geochemistry and Petrology, Institute of Geophysics の3つの研究グループから構成されている。D-ERDW は、チューリッヒの中心部に位置するキャンパス内にあり、チューリッヒ駅からの距離は約1 km である。

### 3. 研究打ち合わせ

研究打ち合わせは、D-ERDW (写真2) 内の Bachmann 教授の研究室にて実施した。打ち合わせには、Bachmann 教授のほか、Bachmann 教授の研究グループの構成員である、Popa 博士にも同席して頂いた。打ち合わせの際は、自

分が実施したい研究内容の詳細を記した書類と予備分析の結果を持っていき、それらを示しながら、これからどういうことを一緒に実施してほしいかについてプレゼンテーションをした。それに対し、Bachmann 教授からは有益なコメントを複数頂くことができた。また、研究遂行にあたって有益な論文を複数紹介して頂くことができた。同席頂いた Popa 博士からも、研究の方向性や手法についての良い助言を頂き、また互いに議論することができた。その後、Bachmann 教授には、研究室のメンバーを紹介頂いた後、実験室や大学構内を案内して頂き、どのような設備があるのかを見せて頂いた。その際には、実験室の装置の配置やオペレーション、装置の使用頻度等を聞くことができ、大変参考になった。さらに、現在同研究室が進めている、鉱物を使った年代測定のために整備された実験室訪問時には、実験室のマネージャーの方から、同実験室での分析環境をどのように構築しているのかについて説明を受けることができた。

研究室が入っている建物の中には、Focus Terra という名前の博物館があった。博物館は、広い吹き抜けに設置されたタワー内に展示があるという形式をとっていた(写真3)。展示は地球のダイナミクス、地球の宝、地球のアーカイブの3つのトピックから成っており、それぞれ、太陽系や地球の形成と地球の内部構造およびプレートテクトニクスとそれに付随する表層現象の紹介、鉱物の結晶構造やその化学組成の紹介、堆積岩とその形成環境の紹介があった。博物館の入り口には、スイス・アルプスに産出する岩石が展示されていた(写真4)。

事前打ち合わせはお昼休憩を挟んで実施されたため、



写真3 Focus Terra という名前の博物館。写真中央のタワーの中に展示がある。

## 文献



写真4 Focus Terra のエントランス。

Bachmann 教授に紹介された日本食レストランでお昼ご飯を購入した。チューリッヒ工科大学付近には日本食を扱っているレストランがいくつかあった。

## 4. 訪問後の進展

今回の訪問後に、チューリッヒ工科大学主催の日本人若手研究者交流プログラム 2023 に採択され、2024 年 2 月から半年間、チューリッヒ工科大学 Olivier Bachmann 教授の研究室に滞在することが決まった。これにより、本渡航の目的であった、Bachmann 教授と議論・計画をしていた共同研究を進める機会を得ることができた。本渡航で事前打ち合わせ・顔合わせをしていたことにより、採択が決まった後のやり取りもスムーズに進めることができた。渡航期間は、火山噴火推移予測と実験室の高度化に貢献できる成果を出せるよう、半年間精一杯努力したい。

**謝辞：**私はこれまで外国の研究者との人脈をほとんど持っておらず、海外研究者との共同研究を始めるに当たって、一度も会ったことのない海外の研究者に打診する必要がありました。そのため、今回の訪問で Bachmann 教授と直接会って打ち合わせを実施できたことは、共同研究を実現する上で大きな追い風となりました。このような機会を与えてくださった地質調査総合センターの廣川研究助成事業および関係者の皆様に深く感謝いたします。

また、本訪問に際して、チューリッヒ工科大学の Olivier Bachmann 教授及び Răzvan-Gabriel Popa 博士には、事前打ち合わせの準備そして渡航決定後のやり取りに至るまで大変親切にご協力いただきました。

- Contreras, C., Cashman, K. V., Rust, A., and Cortés, M. (2022) The influence of magma storage and ascent conditions on Laguna del Maule rhyolite eruptions. *Journal of Petrology*, **63**, egac121.
- Hodge, K. F. and Jellinek, A. M. (2020) The influence of magma mixing on the composition of andesite magmas and silicic eruption style. *Geophysical Research Letters*, **47**, e2020GL087439.
- Iwahashi, K., Ishibashi, H., Yasuda, A. and Hokanishi, N. (2020) Evidence for a 'third' endmember of the Unzen 1991–1995 eruption from amphibole thermometry and crystal clots. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **396**, 106833.
- Keller, F., Guillong, M., Popa, R. -G. and Bachmann, O. (2022) In Situ  $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$  Geochronology of Young Volcanic Rocks on Inclusion - Bearing Ilmenite. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **46**, 465–475.
- Namiki, A., Rivalta, E., Woith, H. and Walter, T. R. (2016) Sloshing of a bubbly magma reservoir as a mechanism of triggered eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **320**, 156–171.
- Popa, R.-G., Bachmann, O. and Huber, C. (2021) Explosive or effusive style of volcanic eruption determined by magma storage conditions. *Nature Geoscience*, **14**, 781–786.
- Popa, R.-G., Tollan, P., Hermann, J. and Bachmann, O. (2023) Degassed versus pristine: Evaluating melt inclusions with a new ATR-FPA-FTIR calibration and water imaging method in rhyolitic melts. *Chemical Geology*, **615**, 121217.

IWAHASHI Kurumi (2024) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2023 fiscal year: Preliminary meeting on international collaboration to elucidate eruption-driven mechanisms by volcanic ejecta.

(受付：2024 年 1 月 22 日)