

(1) 実施機関名：

東北大学理学研究科

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）爆発的火山噴火の推移を支配する要因の解明：物質科学的アプローチによる研究

（英文）Petrological study on factors controlling the transitions of explosive volcanic eruptions

(3) 関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の5か年の到達目標：

一旦開始した爆発的火山噴火は、マグマ噴出に伴ってマグマだまりの収縮を引き起こし、最終的には終息へと向かう。原理的にはマグマだまりの圧力低下に伴い噴出率が低下し、噴火は比較的穏やかな様式へと推移すると予想されるが、マグマ噴出率や噴火様式の推移の仕方は多様である。例えば、噴火とともに指数関数的に噴出率が減衰する場合（Grímsvötn火山2011年噴火）もあれば、噴出率一定の爆発的噴火が続いた後、噴出率が急減する場合（霧島山新燃岳2011年噴火）などが報告されている。このような噴出率や噴火様式の多様性の発生原因は不明であり爆発的噴火がどのような推移を辿るのか現在のところ予測することはできない。本研究では複数の爆発的噴火を例として、物質科学的アプローチにより噴火中のマグマだまり状態、マグマ上昇過程の変化を明らかにし、噴火推移を支配する要因が何であるのか調べることを目的とする。最終的には、爆発的火山噴火の推移の多様性を支配する要因を調べることで、火山噴火推移を記述する物理モデルの高度化へ貢献することを目的とする。

本研究計画では、一旦開始した爆発的噴火が収束するまでの過程において、マグマだまり状態、マグマ上昇過程（減圧率と破碎圧力など）がどう変化したのかを明らかにする。その方法として、一連の噴火の火山噴出物を採取し岩石学的解析を行う。具体的な解析としては、噴火中のマグマだまり含水量の時間変化を明らかにするためにメルト包有物中の揮発性成分の分析を行い、さらにマグマ上昇中の減圧率・破碎圧力などを推定するために石基組織（マイクロライトの数密度や結晶量など）の記載を行う。また、噴出物の岩石組織の再現実験（外熱式水熱装置を用いた減圧実験）を行うことで、組織を再現できるマグマ減圧率や最終圧力を定量的に推定する。以上の方法により、地表で観察される爆発的噴火の強度や様式の変化が、マグマだまりの状態の変化に起因するのか、それともマグマ上昇過程の変化に起因するのか明らかにする。さらに、本研究で得られるマグマだまり含水量などと物理モデルを組み合わせ、噴火推移が物理モデルで再現可能か検証する。本5か年では、噴火推移が良くわかっている霧島新燃岳2011年および2018年噴火、有珠火山1977年噴火を対象として研究を進める。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

以下に5か年の実施計画の概要を記す。まず令和6年度は新燃岳2011年、2018年噴火および有珠火山1977年噴火の火山噴出物の解析を進める。必要な追加試料について地質調査・試料採取を進める。これらの火山噴出物試料中の斑晶に含まれるメルト包有物を赤外分光法で分析し、含水量を決定する。メルト包有物の含水量は、噴火開始前のマグマの定置圧力（多くの場合はマグマだまり圧力）を反映する。同時に、研磨試料を電子顕微鏡で観察し、石基組織中のマイクロライト・ナノライトの数密度・サイズ・形状を測定する。マイクロライトと石基ガラスの化学組成も測定を開始する。マイクロライ

ト・ナノライトの数密度やサイズなどはマグマ減圧率や破碎圧力を反映する。すべての分析は東北大学・理に設置してある分析装置を用いて行う。また、減圧実験の準備や予備実験およびマグマ上昇の物理モデルの整備も開始する。令和7年度は前年度から引き続き火山噴出物の解析を進める。解析を進めた結果必要となった試料について追加採取を行う。マグマ上昇を再現した実験を開始する。メルト包有物の含水量および石基組織、化学組成などに基づき、地表で観察される爆発的噴火の強度や様式の変化がマグマだまりの状態の変化に起因するのか、それともマグマ上昇過程の変化に起因するのか議論する。噴出物や実験から推定されたマグマ減圧率や破碎圧力が、メルト包有物の解析から得られたマグマだまり条件を境界条件としたマグマ上昇の物理モデルで再現可能か検討を開始する。令和8年度においても火山噴出物の解析、減圧実験を継続する。有珠・新燃岳の噴火について実験結果と噴出物の解析結果（マイクロライト数密度や結晶量、化学組成）を比較することで、マグマ減圧率や破碎圧力の推定を試みる。噴出物や実験から推定されたマグマ減圧率や破碎圧力が、メルト包有物の解析から得られたマグマだまり条件を境界条件としたマグマ上昇の物理モデルで、再現可能か検討する。令和9年度までには火山噴出物の解析、減圧実験を終了する。また、噴出物の解析等から得られたマグマ減圧率などを物理モデルで再現可能か検討する。もし再現できない場合、どのような原因があるのか検討する。令和10年度においては、新燃岳・有珠火山について、考えられる現在のマグマだまり条件を過去の研究を参考に推定し、本研究計画で構築された物理モデルにより、将来発生しうる爆発的噴火の推移について考察する。噴出物の解析・減圧実験の結果、物理モデルの構築に関して得られた研究成果をまとめる。

(7) 令和7年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、前年度に採取した新燃岳2011年噴火の噴出物中のメルト包有物および石基組織の解析を進めた。3回のサブプリニー式噴火で噴出した軽石中のメルト包有物の解析を進めたところ、揮発性成分量から推定される噴火前のマグマ停滞深度はマグマだまりから火道内まで幅広い分布を示すことが分かった。また3回のサブプリニー式噴火の軽石の石基組織に明瞭な変化は見られなかった。これらの結果から、3回のサブプリニー式噴火とも噴火直前にマグマが火道に貫入していた可能性が見いだされた。今後、1回目のサブプリニー式噴火前に発生していたマグマ水蒸気爆発の試料にも注目する。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「1 地震・火山現象の解明のための研究」の項目「(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」に関して、繰り返し発生する爆発的噴火（新燃岳2011年噴火を例として）について噴火直前のマグマ滞留深度の推移について知見が得られた。さらに1回目のサブプリニー式噴火前にすでにマグマが火道浅部まで上昇、定置していたことから、その前のマグマ水蒸気噴火に注目することで爆発的噴火の推移メカニズムについた新しい知見が得られる可能性がある。

(8) 令和7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Shuhei Hotta, Satoshi Okumura, Kazuhisa Matsumoto, Tsuyoshi Miyamoto, Akihiko Tomiya, Kiyoaki Niida, 2025, Petrological constraints on magma ascent processes during the 1977 eruption of Usu volcano, Japan, Journal of Geophysical Research, 130(7), e2024JB030966, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Shuhei Hotta, Satoshi Okumura, Kazuhisa Matsumoto, Tsuyoshi Miyamoto, Akihiko Tomiya, Kiyoaki Niida, 2025, Petrological constraints on magma ascent processes during the 1977 eruption of Usu volcano, Japan, IAVCEI25, S3.2, 3.2.25

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和8年度実施計画の概要：

令和8年度は、引き続き新燃岳2011年噴火の噴出物の解析を進める。特にメルト包有物の含水量や二酸化炭素量の変化に注目し、噴火推移と上昇したマグマの滞留深度の関係について検討する。さらに1回目のサブプリニー式噴火前に発生したマグマ水蒸気噴火についての解析を進める。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

奥村聡（東北大学大学院理学研究科地学専攻）

他機関との共同研究の有無：有

小園誠史（防災科学技術研究所）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科地学専攻

電話：

e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：奥村聡

所属：東北大学大学院理学研究科地学専攻