

火山岩中の結晶の化学組成を用いた マグマの物理化学条件の推定

SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

マグマは、火山活動、温泉や地熱エネルギーの源である。そのため、マグマの物理化学的情報(温度、圧力や化学組成など)を知ることは、防災・減災、温泉・景観などの観光資源や地熱エネルギー資源など様々な分野において重要な課題である。日本で噴出するマグマの多くは、化学組成の異なるマグマ同士の混合(マグマ混合)を経て、物理化学的条件を変化させていると考えられている(e.g., Sakuyama, 1981)。この混合したマグマが固化してできた岩石全体の化学組成から混合前のマグマの状態を知ることが、水とお湯が混じったものから元々の温度を推定することが難しいように、極めて困難である。

一方で、火山岩中の結晶には、それらの晶出から噴火までのマグマの変化が、組織的・化学的に記録されている。さらに、近年、公表された高温高压実験データを機械学習することで、火山岩を構成する結晶として普遍的な単斜輝石の化学組成から、マグマの温度、圧力、化学組成を推定することが可能となった(Petrelli et al., 2020; Higgin et al., 2021; Jorgenson et al., 2022)。もし単斜輝石が混合前のマグマから晶出していれば、単斜輝石の化学組成から混合前のマグマの温度、圧力や化学組成を推定することができるはずである。そこで、本研究は、大分県由布岳安山岩中の単斜輝石の化学組成から、由布岳のマグマの物理化学的条件を推定することを試みた。

■ 活動内容

1. 単斜輝石の反射電子像観察と化学組成

単斜輝石の反射電子像と化学組成から、結晶内部には、複雑な組織が観察され、(1)混合前に晶出・成長した、(2)マグマ混合によって形成された、(3)過冷却下で結晶成長した、とそれぞれ考えることができる三つの組織に分けられた。また、組織(2)に関しては、(2-i)結晶が部分的に溶けたことを示すものと、(2-ii)結晶が混合後のマグマと新しい平衡状態に達しようとして、混合前に晶出・成長した部分の組成を変化させたことを示すものに細分できる。これらの組織の組み合わせは、結晶中心部から外縁部に向かって、(1)→(2-i)→(3)へ、または、(2-ii)→(3)へ変化するものと、(3)だけしか認められないものの三つが観察された。結晶中心部から外縁部に向かう変化は、その結晶の成長履歴を反映し、木の年輪のように中心部が古く、外縁部が新しい。従って、上述の内部組織の組み合わせは、単斜輝石が、混合前のマグマ中で晶出・成長した後、マグ

マ混合によって組織(2-i)や(2-ii)が形成され、最終的に、過冷却下で再び成長したと考えることで説明できる。

2. 単斜輝石が晶出したマグマの温度、圧力、化学組成の推定

本研究では、混合前のマグマの温度、圧力、化学組成を推定するために、Higgins et al. (2021)の方法を、マグマ混合前に晶出したと考えることができる、組織(1)の化学組成に適用した。適用した結果、温度、圧力、化学組成は、それぞれ、931-1020°C、140-460MPa、安山岩質から流紋岩質($\text{SiO}_2 = 55.0\text{-}71.6 \text{ wt.}\%$)あった(図1)。これらのことから、由布岳下には、混合前に、単斜輝石が晶出したマグマが、深さ約5-17km、930-1020°Cの安山岩質から流紋岩質で存在していたと考えられる。

3. 今後の展開

混合前から冷却までのマグマの状態の変化を動的に解明することを目指す。本研究では、由布岳安山岩中の単斜輝石には、混合前から冷却までのマグマの動きが記録されていることが明らかになった。また、組織(1)の化学組成から、混合前のマグマの状態を推定した。今後は、組織(2)・(3)も詳細に解析し、マグマ混合中や過冷却中での物理化学的情報を手に入れることを試みる。もし手に入れることができれば、マグマのダイナミックな動きを観察することができるかもしれない。

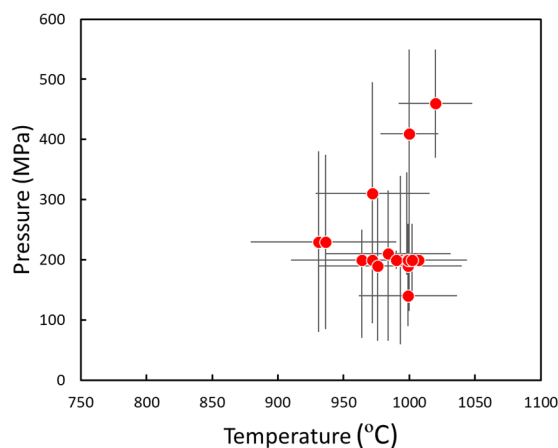


図 1 推定した単斜輝石の晶出温度・圧力条件

代表発表者 **岡田 郁生(おかだ いくお)**
 所属 **産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門**
 問合せ先 **〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央事業所7群**
okada.190@aist.go.jp

■キーワード: (1)地熱エネルギー
 (2)マグマ
 (3)温度圧力条件
 ■共同研究者: 宮城磯治(産総研)
 柴田知之(広島大学)
 芳川雅子(広島大学)