

マッシュ状珪長質マグマ溜まりへの高温マグマの供給に伴う熱的進化

Thermal evolution of mushy silicic magma chambers after basalt replenishments

小屋口 剛博[1], 金子 克哉[2]

Takehiro Koyaguchi[1], Katsuya Kaneko[2]

[1] 東大・新領域, [2] 京都大学総合人間学部

[1] Frontier Sciences, Univ Tokyo, [2] School of Earth Sciences, IHS, Kyoto Univ.

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/tak/>

1. はじめに

マントルから大陸地殻に高温の玄武岩質マグマが繰り返し供給されると、供給されたマグマの結晶化と地殻の溶融によって部分溶融状態となった地域が形成される。火山地下で地球物理学的に観測される「マグマ溜まり」の実体は、完全に液体状態であるというよりは、このような部分的に溶融した岩体を漠然と指している可能性がある。一方、一部の花崗岩体はマグマ溜まりが固結した「化石」とであると解釈されるが、ある瞬間に岩体全体が液体状態に溶融していたことを示す証拠は必ずしもない。我々は、地球物理学的観測によって捉えられるマグマ溜まりや深成岩体から得られるマグマ溜まりの描像と火山噴火の直接の源となるマグマ溜まりの描像を統一的に理解するために、大陸地殻にマグマが繰り返し供給された場合の熱物質移動の物理過程を系統的に調べている。今回は、特に、マッシュ状のマグマ溜まりへ高温マグマが供給されたときの熱物質移動に関する解析解を用いて、噴火によって地表にもたらされるマグマ（結晶とメルトの混合物）の岩石学的性質とマグマ供給系の熱的性質との関係について一つの見通しを得ることができたので報告する。

2. 結果・考察

部分溶融した地殻物質やマグマなどの多成分固液 2 相系物質は、温度の増加とともにメルトの量が増加し、メルトの体積分率がある臨界値以上になると混合物全体が力学的に液体として振舞うようになる。臨界メルト量の時の温度を実効融点とよぶ。最近のマグマ溜まりの熱的モデル(Koyaguchi and Kaneko, 1999)によると、地殻物質に熱源となる高温マグマが注入されたときの熱的擾乱の時間スケールは、実効融点を境に大きく変わり、実効融点以下では数十万年のオーダーであるのに対し、実効融点以上では数百年から千年程度である。従って、地殻中へのマグマの注入は、基本的にその熱量に応じた規模の実効融点に達したマッシュ状領域を作り、一度形成されたマッシュ状領域は長時間存在し続けることになる。マッシュ状の領域（ここでは「マグマ溜まり」と呼ぶ）にさらに高温マグマが供給されると、マグマ溜まり中のマグマの温度が瞬時に上昇し、その後、短い時間スケールで実効融点まで冷却する。以上のことから、間欠的に高温マグマが供給される地殻中には、長い時間スケールではある規模をもつマッシュ状マグマ溜まりが形成され、間欠的なマグマの供給に対応する短い時間スケールで、マグマ溜まり内部に液体として振る舞う高温領域が生成消滅するという描像を得ることができる。マッシュ状マグマ溜まりの規模は、マグマの供給・噴出と熱の散逸による冷却の長期的なバランスによって決定され、島弧火山地下では数 km 径程度であることが火山の長期的噴出率のデータから推定される。

火山噴火で噴出するマグマは、時間的・空間的に結晶量が変動する「マグマ溜まり」の中でメルトの割合が高く混合物全体が力学的に液体として振る舞う部分を源としていられると考えられる。そこで今回は、マッシュ状マグマ溜まりに新たな高温マグマが供給された後の熱的進化について解析解を求め、力学的に液体として振る舞う部分の岩石学的性質を決定する要因を整理した。主な結果は以下の3点である。(1) 共融点組成に近い化学組成をもつマグマは、マグマの温度が実効融点に達した後も長時間にわたって力学的に液体状態で存在することができるのに対して、それ以外の化学組成では、マグマが液体状態でいられるのは新たなマグマが供給された直後の短い期間だけである。(2) 新たなマグマが供給された直後に溶融によって生ずるマグマの最高到達温度は、高温マグマからの熱流量にのみ依存する。(3) 新たなマグマが供給された直後に溶融によって生ずるマグマ中には、溶融以前から存在していた結晶の溶け残りや新たに晶出した結晶の両方が含まれ、マグマの最高到達温度が高いほど新たに晶出した結晶の比率が高くなる。

上記(2)(3)の結果から、噴出したマグマ中に含まれる斑晶の累帯構造の頻度分布は、一回の高温マグマの供給における熱流量に関する情報を与える可能性が示唆される。応用例として、阿蘇カルデラの一連の噴出物について、火砕流を伴うような大規模噴火とその間の小規模噴火との間で、斜長石斑晶の組織と組成頻度分布を比較した。その結果、小規模噴火の本質岩片の方が、系統的に高い割合で溶融組織を中心部にもつ斑晶を含むことが示された。このことは、阿蘇カルデラにおける大規模噴火と小規模噴火の違いが噴火に先だって供給された高温マグマからの熱流量の違いを反映していることを暗示している。