

Microlite textural and chemical evolution during magma ascent, applications of a new crystallization model to pyroclasts of Shinmoe-dake 2011 eruption

吉瀬, 毅

<https://doi.org/10.15017/1500505>

出版情報：九州大学, 2014, 博士（理学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済



氏 名	吉瀬 毅		
論 文 名	Microlite textural and chemical evolution during magma ascent, applications of a new crystallization model to pyroclasts of Shinmoe-dake 2011 eruption (マグマ上昇途中における結晶組織及び化学組成の変化; 新燃岳 2011 年噴火の噴出物に対する新たな結晶化モデルの適応)		
論文調査委員	主 査	九州大学	教授 寅丸敦志
	副 査	九州大学	准教授 池田 剛
	副 査	東北大学	教授 中村美千彦

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

吉瀬君は、火山噴出物中の微結晶(マイクロライト)の結晶化モデルの提案と、提案した結晶化モデルを天然のサンプルに応用し、噴火メカニズムの解明を行った。

彼は、新燃岳 2011 年噴火の 1 月 26・27 日に起こったプリニー式噴火の軽石を噴出順序が特定できるように、野外調査と稠密なサンプリングを行った。サンプルは、10～数 100 μm の気泡を含む 1 cm 以下のサイズの多孔質物質であり、そのような小さいサイズの多孔質物質の見かけ密度を正確に決定するために、3D レーザー形状計測を用いた精密な体積測定を行った。その結果、見かけ密度は、0.6～2.5 g/cm^3 の範囲で変化し、かつ閉鎖系平衡発泡から期待される範囲の外にあることを突き止めた。このことは、噴火したマグマが経験した減圧発泡は単純な閉鎖系発泡ではなく、また、一様な開放系発泡でもないことを示している。

サンプル薄片の光学顕微鏡および電解放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)を行い、マイクロライトの化学組成と組織学的分析を行った。組織学的分析では、結晶サイズ分布(CSD: Crystal Size Distribution)を決定し、ほぼすべての CSD が指数分布で近似できることを示した。また、マイクロライトの中心部の化学組成が、そのサイズと相関を持つこと、結晶の中心部から周辺部に向かって化学組成が特徴的に変化することを示した。

さらに、彼は、以上のような組織や化学組成といった岩石学的特徴を理解するために理論的考察を行った。これまで、指数関数的 CSD を生み出すような結晶化のカイネティックスとして、結晶成長速度が時間に対して一定であり、核形成速度が時間と共に指数関数的に増加するモデルが考えられてきた。しかし、彼は、そのモデルとは全く異なるカイネティックモデルを考案した。彼のモデルは、核形成速度と結晶化速度(結晶量の増加速度、すなわち数密度とサイズの 3 乗の積)の両方が時間に対して一定であると仮定する。この仮定の下に、数値シミュレーションを行った結果、CSD が指数分布になることを発見した。さらに、その際の結晶成長速度が、時間に反比例することを次元解析から示した。このような時間の関数としての核形成速度と成長速度を用いて、指数関数的 CSD が導かれること、そして、その CSD の切片と傾きは、核形成速度と結晶化速度の比によって、一意に決定されることを示した。こうした結果は、従来の考えとは全く異なるが、天然では成り立っている可能性があり、今後さらに検討すべき課題であること提案した。実際に、彼は、この結晶化モデルを用いて、CSD の形だけでなく、結晶中の化学組成の累帯構造や、結晶の中心部の化学組成と結晶のサイズの相関などの観測結果を説明することに成功した。また、CSD の切片と傾きが見

かけ密度と相関があることから、密度の大きい軽石は、小さい軽石より火道中での滞留時間が長かった、と推定した。

分析とモデルによる結果を統合し、彼は、新燃岳 2011 年の爆発的プリニー式噴火では、すべてのマグマが火道内を火口方向に一律に流れる均一一次元圧縮性流れではなく、脱ガスによる密度不均一を反映して一部上下に循環していたという、新しい噴火の描像に到達した。

以上の結果は、吉瀬君が、天然物質の物質科学的分析及び天然現象のモデル化において卓越した研究能力を持つことを示している。

よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。