

有珠山 2000 年噴火におけるマグマ移動過程の実験岩石学的研究

Experimental approach to magma ascent during the Usu 2000 eruption, Japan

鈴木 由希[1]; Gardner James E. [2]

Yuki Suzuki[1]; James E. Gardner[2]

[1] 東北大学・理・地学; [2] テキサス大オースティン校地質科学科

[1] Tohoku Univ.; [2] Geological Sci., UT at Austin

噴火に際したマグマ移動の速度と様式は、噴火機構を左右する重要な要素である。これらマグマ移動の状態は、火山噴出物の結晶・発泡組織に記録されている。そこでこれら組織を様々な条件で実験的に作成し、噴出物と比較することは、マグマ移動を理解する有効な手段となる。このような視点から、有珠山 2000 年噴火、3 月 31 日のマグマ水蒸気爆発について研究を行った。特にこの噴火は、地球物理学的に詳しく観測されているため、実験的に決定されたマグマ挙動と、観測から推定された挙動を比較し、実験的検証の有利な点や正確さを明確にすることが可能となる。これは観測データのない過去の噴火について、今後、同様の実験的検証を行っていくのに必要なステップである。

実験的研究は、鈴木・中田 (2002) の結果に従い行われた。地球物理学的観測が、マグマは山頂地下を上昇後、西山の地下に到達したことを明らかにしたのに対し、鈴木・中田 (2002) は、気泡サイズ分布の解析によって、マグマが西山地下通過後に加速したと提案した。すなわち地表に至るまでのマグマ移動は、西山地下通過前後の 2 ステージに分類できることを示した。そこで今回は、噴火前のマグマの状態 (900C で PH20=1250bar) を探った定圧実験の他、ステージ毎のマグマ移動を再現する 2 種類の減圧実験を行った。

溜り (1250 bar) から西山地下 (500bar) までの移動を検討した一つ目の減圧実験では、(後述するような観測からも良く分からなかった) マグマの移動様式を調べることを主な目的とした。そのため 2 つの様式で減圧を行った。一つは、終端圧まで短時間で減圧後、様々な時間保持する Single Step Decompression (SSD)、もう一つは 100bar ステップでの減圧を、終端圧まで同じ時間間隙で行う Multiple Step Decompression (MSD) である。また、この移動ステージに起きた結晶作用 (斑晶成長や、核形成したマイクロライト) を手がかりにし、実際のマグマ挙動を探った。これは噴火に際した (減圧に伴う) 結晶作用が、主に移動ステージ 1 (西山地下に至るまで) に起きていた (鈴木・中田, 2001) ためである。

マイクロライトの組織 (骸晶状の斜長石) や、(斑晶の成長部を含めた) 晶出結晶の組成が、SSD 産物で実験的に再現されたことから、マグマは西山地下と同様の深度まで、比較的短時間で上昇したものと解釈された。さらにマイクロライトの量・サイズ分布も考慮することで、西山地下相当の深度に 1-2 日程度停滞したものと判断された。この実験結果は、31 日の噴火前の震源移動が、噴出したマグマの移動を捕らえたものとするなら、観測結果とも調和的である。Oshima and Ui (2003) のレビューによれば、震源移動は 3 つの Phase に分類され、Phase1 では山頂の西方地下から 4km 深への上昇、Phase2 では上昇の停止、Phase3 では南西や南東への拡大が起きている。この内、震源が垂直方向に移動しない Phase3 の時間 (約 48 時間) が、実験的に推定した停滞時間と類似する。

二つ目の減圧実験では、西山地下 (500bar) から、50bar 下までのマグマ移動を検討した。後者の圧力は、鈴木・中田 (2002) が検討した噴出物 (マイクロバミス) を生成したマグマが、この圧力近傍で、帯水層との接触により固結 (= 組織変化の停止) したと考えられるため決定された。また移動ステージ 2 では、気泡の核形成や成長は、ステージ 1 に引き続き継続していた (鈴木・中田, 2002) ため、発泡組織を手がかりに、マグマ移動を探った。ところで減圧に伴い生成する気泡の数は、減圧速度の他、メルト中の結晶数によっても変化する。そこで、西山地下での結晶組織を再現した上で減圧させる実験が、マグマ移動の速度を正しく見積もるのに必要であった。したがって一つ目の減圧実験で得た SSD 産物を、出発物質とした。減圧は 0.25-100bar/s の範囲で、連続的に (ステップ状ではなく) 起こした。結果的に、噴出物と実験産物の気泡サイズ分布の比較により、50-100bar/s という (爆発的噴火に匹敵する) 高速での減圧が起きたことが判明した。

以上の実験的研究から、綿密な噴出物組織の解析を基礎とし減圧実験を行えば、マグマ移動の速度の他に、移動様式など観測でも不明な事柄に制約を与えることが可能であることが分かった。また移動ステージ 1 (西山地下までの上昇) については、実験的な時間の見積もりが、観測によるそれと一致した。これは実験的方法による時間の推定が、十分な精度を持つことを示している。