

## 溶岩ドーム噴火における火道中のマグマの空隙率変化

## Porosity change of an ascending magma in volcanic conduits during dome-forming eruptions

# 小園 誠史 [1]; 小屋口 剛博 [2]

# Tomofumi Kozono[1]; Takehiro Koyaguchi[2]

[1] 東大・地震研; [2] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] ERI, Univ Tokyo

揮発成分に富む珪長質マグマが地表に向かって火道内を上昇して減圧すると、揮発成分が析出してガスの体積分率（空隙率）が増加していく。溶岩ドーム噴火においては、マグマからの効果的なガスの分離過程によって空隙率の増加が抑制され、その結果、低空隙率の溶岩ドームが生じることがこれまで認識されてきた。しかし、溶岩ドーム噴火におけるマグマ上昇中の空隙率変化のメカニズムや、低空隙率の溶岩ドームが形成されるメカニズムは必ずしも十分に理解されていない。本研究では一次元定常火道流モデルに基づいて、溶岩ドーム噴火におけるマグマ上昇中の空隙率変化を調べた。本研究のモデルでは、気相・液相間の鉛直方向の相対運動を考慮している。さらに、気相と液相がともに連続相となっている流れの領域（浸透流領域）を仮定しており、それによって、浸透構造中を鉛直方向にガスが分離する過程（脱ガス過程）が効果的に生じ得る。

本研究では、マグマ上昇中の空隙率変化を支配する力学的バランスを求め、それを基にして、マグマ空隙率の増加を抑える二つの支配的な効果があることを明らかにした。一つ目は、火道壁からの摩擦抵抗の効果が大きくなることで液相の上昇が抑えられる結果、脱ガスが促進される効果であり、二つ目は、気液間の相互作用力の効果が小さくなることで、高密度の液相を残してガスのみが効率的に抜けていく効果である。これらの効果はそれぞれ、無次元パラメータ $A$ 、 $B$ によって表される。パラメータ $A$ は火道壁からの摩擦抵抗と気液間の相互作用力の効果の比、またパラメータ $B$ はマグマの荷重と気液間の相互作用力の効果の比として定義される。 $A$ あるいは $B$ が大きいほど、脱ガスが促進されて空隙率の増加が抑えられる。

溶岩ドーム噴火の典型的なマグマ物性や地質条件を用いた解析の結果、マグマ空隙率の増加を抑える効果として、マグマ上昇中に粘性が増加することによって火道壁からの摩擦抵抗が増加し、 $A$ が大きくなる効果が特に支配的であることがわかった。マグマの粘性率は、揮発成分の析出と結晶化の効果によって火道浅部で急激に増加する。一般に溶岩ドーム噴火においては、マグマ空隙率はマグマ溜りから火道浅部に至るまでは増加を続けるが、火道浅部において、マグマの粘性率が急増して $A$ が大きくなることによって、マグマ空隙率が急激に減少することがわかった。本研究ではさらに、急減した後に地表（大気圧）に達したときのマグマ空隙率が、マグマの性質（粘性率や浸透率など）や地質条件（火道半径など）、マグマの噴出率にどのように依存して変化するのかを明らかにした。それによると、溶岩ドーム噴火において観測される地表における低い空隙率（およそ0-0.4）は、粘性率/(火道半径)<sup>2</sup>がおよそ $10^8 \text{ Pa s m}^{-2}$ より大きい場合、あるいはマグマのガス浸透率がおよそ $10^{-10} \text{ m}^2$ よりも高い場合において生じ得ることがわかった。本研究の解析結果は、様々な地球物理観測によって推定される火道浅部の構造や、溶岩ドーム試料から見積もられる地表におけるマグマ空隙率に対して制約を与えることができる。