

## 気相・液相間の相対運動が噴火タイプの多様性に与える効果

## Effects of relative motion between liquid and gas phases on transition of eruption styles

# 小園 誠史[1], 小屋口 剛博[2]

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

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大・新領域

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo, [2] Frontier Sciences, Univ Tokyo

気液二相流において、気相・液相間の相対運動は流れの大局的な構造に大きな影響を与える。本研究では、Yoshida and Koyaguchi (1999)の一次元定常火道モデル(以下「YK モデル」と呼ぶ)を用いて、火道内における気相・液相間の相対速度が噴火タイプの多様性に与える効果を調べた。YK モデルは、気相・液相間の鉛直方向の相対速度を考慮し、また気泡流領域と噴霧流領域の間に fractured turbulent flow zone という新しい遷移領域を定義している。この領域では気相と液相がともに連続相となっており、気相が液相によってできる浸透構造を効果的に流れる。これは気液相混流体からの鉛直方向への効果的な脱ガス過程とみなすことができる。

YK モデルに対する系統的なパラメータ解析の結果、火道内の気液二相流は上昇とともに5つのレジームに区別されることがわかった。レジーム1は気泡流であり、マグマの粘性の効果により二相間の相対速度が小さいという特徴がある。レジーム2では気相が fractured turbulent zone のネットワーク構造を浸透流として効果的に流れ、二相間の相対速度が非常に大きくなる。レジーム4は噴霧流で、相対速度は気相内の粒子の終端速度によって決定されるある一定の値に達する。レジーム2とレジーム4の間の遷移領域であるレジーム3では、高速で流れる気相からの抗力によって粒子が加速され、相対速度は急減する。またレジーム4において流れがチョーキング条件に近づくにつれて、気相の速度は気相の音速に向かって上昇するが、液相の速度の上昇は抑えられる。その結果、相対速度は再び増加する。この領域をレジーム5とする。また圧力勾配を支配するバランスも、各レジームによって異なる。レジーム1、レジーム2では、圧力勾配は主に火口壁との摩擦力、混相流体の荷重とバランスしており、またレジーム3では加速度項と、レジーム4では混相流体の荷重と、それぞれ主にバランスしている。それぞれのレジームの長さは、マグマ溜りにおける境界条件や粘性などのマグマの物性によって変化する。またレジーム5におけるチョーキング条件の圧力は、マグマの噴出率のみによって決定されることが解析的にわかった。

火道モデルにおける定常解は、火口において、亜音速流で噴出する場合は圧力が大気圧となり、音速流で噴出する場合はチョーキング条件を満たす、という境界条件を満たしている必要がある。YK モデルでは複数の異なるタイプの定常解が存在する。マグマの噴出率が小さい場合、レジーム2における相対速度が大きくなることによって気相の体積分率の増加が抑えられる。その結果レジーム1、レジーム2は長くなり、流れはレジーム2の状態ですべて音速流として火口に達する。一方、噴出率が大きい場合、レジーム1、レジーム2は短くなり、またレジーム4、レジーム5は長くなって、流れはレジーム5の状態ですべて音速流として火口に達する。これらのマグマの噴出率が異なる流れの解は、それぞれ非爆発的な噴火と爆発的な噴火に対応し、どちらの解もマグマ溜りの圧力条件が同じ場合でも生じ得る。したがって、火道内における気相・液相間の相対速度、すなわち鉛直方向への脱ガス過程が、噴火タイプの多様性に重要な役割を果たすと考えられる。