

珪長質マグマの上昇と火道の形成機構

Magma ascent and vent formation of felsic magma

高田 亮[1]

Akira Takada[1]

[1] 産総研

[1] AIST

雲仙科学掘削プロジェクト前期のサブテーマ「火道の形状と形成過程」の成果のうち数値計算以外のテーマを報告する。火道掘削の前に、珪長質マグマの上昇機構を考察し、珪長質火道の分布・規模に関する貫入岩の情報を収集し、形成過程を議論しておくことを目的としたものである。珪長質マグマの物性には、粘性が高く、密度が小さく、揮発性成分を多く含むことができるなどの特徴があるので、玄武岩質マグマと異なるマグマ移動様式をもたらすことがある。

(1) 上昇機構：岩脈中のマグマの上昇力は、「マグマの浮力」、「地殻の応力勾配」、「マグマの圧力差」からなる。その中で、密度が小さい珪長質マグマの上昇力には「マグマの浮力」の効果が大きく働くはずである。しかし、雲仙の平成噴火では、マグマが西から東へ斜め上に上昇したモデルが、地震や地殻変動の観測値から、支持されている（例えば、清水ほか、1996；多田、1996；石原、1996；馬越ほか、1996）。例えば、45度斜め上に上昇させる“ベクトルの向き”を得るためには、地殻内に、浮力と同規模で、西側より雲仙側がより引張な応力勾配が必要となる。浮力を小さくするためには、母岩との密度差の小さいより玄武岩質なマグマか、斑晶の多いマグマが関与した場合が指摘できる。斜め上昇の可能性を示すアナログ実験を紹介する。

(2) 火道の分布：玄武岩質マグマの岩脈同士の相互作用（Takada, 1994）は、珪長質マグマでも有効である。珪長質マグマの場合は、浅所でも浮力の効果が大きいので、玄武岩質火山に見られるような浅所での規模の大きい横への岩脈貫入は少ない。そのため、発生源が同じなら山体中心部に貫入する確率が高く、過去の貫入岩体と強く相互作用し、山体に大変形をもたらす、山体斜面の重力不安定を引き起こしやすい。St. Helens 1979年噴火や有珠火山 2000年噴火でも、同様の傾向が観察された。雲仙での火道掘削では、掘る方向によっては、上記の相互作用をした複数の火道をつらぬく可能性がある。

(3) 火道の規模・形状：クラックの形状は、弾性論と破壊力学だけで決まるはずであるが、液体で満たされた動的なクラックは、必ずしも単純ではない。高田（2000）にレビューを行った。粘性の異なるマグマでは、岩脈の厚さに違いがあることが指摘されている（Wada, 1994）。本研究で、黒富士火山やその周辺の火山に分布する珪長質岩脈と安山岩岩脈の二次元の形状（厚さと長さ）を計測した結果、珪長質マグマの方がアスペクト比（厚さ/長さ）が大きいことが明らかとなった。これらは、マグマの粘性の効果が効いていることを示す。ただし、母岩が未固結の堆積岩や、破碎されている既存の火道など場合は除く。より丸くなる高粘性マグマ先端と鋭角な岩脈先端との間に生ずる空間を補うために、低粘性物質が入る必要がでてくる。花崗岩の岩脈先端部を観察すると、より低粘性の流体が先に貫入した複合岩脈を形成している場合がよくある。また、岩脈先端では、弾性変形では補えない大変形を起こす。大変形の証拠として、母岩に塑性変形が起きている場合と、小断層群により階段状に変位を緩和している場合がある。

(4) 火道の形成過程：単成火道のうち、爆発的噴火をともなった火道は、ダイアトリーム状で、破碎された母岩とそれをうめるフォールバックした噴出物、それを切る岩脈からなる。爆発的噴火を伴わない単成の火道は、岩脈である。複成火道は、上記の単成火道の複合体で、マグマの上昇噴火だけでなく、溶岩のドレーンバックや火口陥没、火山ガス放出、熱水変質などの複合した履歴をもつ。