

ブルカノ式噴火の繰り返し条件としての火道内マグマ対流

Repetition of Vulcanian Explosions as a result of Conduit Magma Convection

篠原 宏志 [1]

Hiroshi Shinohara[1]

[1] 産総研

[1] GSJ, AIST

ブルカノ式噴火は火道上部の蓋の破壊による噴火開始で特徴付けられるが、同時に同じ火山で同様の噴火を繰り返す特徴がある。火道上部の蓋の実体は緻密な固化マグマであると考えられるが、この蓋を噴火の度に再生することが、ブルカノ式噴火の繰り返しには必要である。ブルカノ式噴火を繰り返す火山は継続的な噴煙活動を行う特徴があり、火道内マグマ対流が生じていると考えられる。火道最上部に緻密な固化マグマの蓋は、火道内マグマ対流により繰り返し形成することが可能である。本報告では、繰り返し生ずるブルカノ式噴火の特徴とその発生過程を考察し、その発生条件としての火道内マグマ対流について論ずる。

桜島、浅間山などブルカノ式噴火を繰り返す火山の多くは、噴火と噴火の間には継続的な火山ガス放出（噴煙活動）を行っており、これらの火山の噴火火道内部では通常は火道内マグマ対流が生じている。最近数十年間、桜島では様々な頻度・時間間隔でブルカノ式噴火が繰り返されているが、この間数百～3000t/dのSO₂放出（火山ガス全体としてはこの数十倍程度）が継続的に放出されている。継続的な噴煙活動に必要なマグマの火道内対流量は、噴火による放出量を遙かに大きい物であり、火山活動規模としては火道内マグマ対流が主要な過程で、ブルカノ式噴火はマグマ対流をしている火道内での変動と見なすことができる。

ブルカノ式噴火の噴出物は多様であるが、発泡度の低い結晶質な噴出物を含むことが特徴であり、この緻密な固結マグマが火道上部の蓋として機能していたと考えられている。緻密な固結マグマは、低圧下での脱ガスの結果として生ずることができる。例えば、Diller et al. (2006) は一次元火道流の解析に基づき、上昇減圧に伴いマグマは発泡・膨張により空隙率が増加するが、効率的な脱ガスが生ずる条件下では脱ガスが優勢となり、火道最上部で空隙率の低いマグマが形成され、これがブルカノ式噴火の蓋として機能すると提案している。しかし、彼らが想定しているのは、Soufriere Hills火山のような、溶岩ドーム成長中に繰り返し生ずるブルカノ式噴火の発生であり、定常的なマグマ上昇流の解析結果であることには注意が必要である。これに対し、桜島や浅間山などでは噴火の前に定常的なマグマの上昇流（マグマの流出）は存在していないため、噴火前に新たなマグマを火道上部に供給して脱ガス固化させて蓋を作る過程が必要である。

火道内マグマ対流は、火道浅部にまで上昇・脱ガスしたマグマが火道内を下降しマグマ溜まりにまで還流する形の対流が定常的に生じている過程である。火道内マグマ対流では、火道最上部で脱ガス後のマグマが地表に流出するのではなく、高密度が故に火道内の未脱ガス低密度マグマと置き換わり下降すること火道上部から取り除かれる。しかし、マグマの上昇流のみに注目すれば、噴火火道内のマグマ上昇と本質的変わることはなく、マグマからの脱ガス効率やマグマ密度（空隙率）の深度方向分布も、火道流モデルで予測される分布と類似するであろう。つまり、火道内マグマ対流においても、火道最上部に緻密な固結マグマの蓋を形成することは可能である。ただし、通常はこの緻密な固結マグマは高密度であるが故に、順次破碎されマグマ対流に運ばれ火道内を沈降除去されるため、強度を持った蓋として機能せず、定常的な火山ガス放出が生じるのであろう。

火道の蓋は何時形成されるであろうか？定常的なマグマ上昇流中では、継続的にマグマが上昇流出しているため、形成される緻密なマグマがブルカノ式噴火の蓋として機能できるのは噴火直前に形成された物に限られる。火道内マグマ対流最上部における蓋は、噴火直前に形成することも可能であるが、蓋の下でマグマ対流が生ずることにより蓋を長期間維持することも可能である。これに対し、もし蓋が前回の噴火時に上昇したマグマの固結した物である場合には、固結マグマは噴火間隙の期間、強度を持った蓋としての機能を維持しなければ次の噴火を引き起こすことができない。しかし、桜島でも浅間山でも噴火間隙の期間には、大量の酸性火山ガスが継続的に放出されており、そのような条件下に曝された固結マグマは強度の変質を受けるため、強度を維持することが困難であろう。また、噴出物に熱水変質物などが混入することは多いが、強度の高温変質酸性を受けた噴出物はまれである。そのため、蓋の形成は噴火の直前であると考えられる。つまり、ブルカノ式噴火を生ずるためには噴火直前に火道上部にマグマを供給する過程が必要であり、火道内マグマ対流がその役割を果たしていると考えられる。