

火道・噴煙統合モデルの構築に向けて（その2）火砕流の発生条件に対する火口形状の影響

A combined model of conduit flow and eruption cloud dynamics (Part 2) The effect of crater shape on the column collapse condition

小屋口 剛博 [1]; 小園 誠史 [2]; 鈴木 雄治郎 [3]

Takehiro Koyaguchi[1]; Tomofumi Kozono[2]; Yujiro Suzuki[3]

[1] 東大・地震研; [2] 東大・地震研; [3] JAMSTEC,IFREE

[1] ERI, Univ Tokyo; [2] ERI, Univ. Tokyo; [3] JAMSTEC,IFREE

爆発的噴火において、火砕流の発生などの噴火タイプの推移を、地殻変動などの火山周辺の地球物理学的観測から予測することは可能であろうか。本研究では、この問題を解決するために「火道・噴煙統合モデル」の構築を進めている。具体的には、ある開き角で上方に広がる火口をもつ火道を想定し、マグマ溜りの深さと圧力を境界条件として与えたときの、火口における噴出速度および噴出後の噴煙のダイナミクスを系統的に調べた。

一般に、爆発的噴火における火砕流の発生（噴煙柱崩壊）条件は、大気圧に達した時点での噴煙の半径と上昇速度によって決まる（Bursik and Woods, 1991）。Woods and Bower (1995) は、この大気圧に達した時点での噴煙の半径と上昇速度が、マグマ溜りから火口底部に向けての火道流のダイナミクスと火口内部の流れに依存すると指摘した。しかしながら、その依存性の内容について定量的な理解が得られていない。前回の報告（その1）では、1次元定常火道流モデル（Koyaguchi, 2005）に基づき、火口底部におけるマグマの流量をマグマ溜りの深さ及び圧力の関数として得た。その結果、細い火道を上昇する高粘性マグマにおいては火口底部におけるマグマの流量がマグマ溜りの深さに強く依存するのに対し、太い火道を上昇する低粘性マグマにおいてはマグマの流量がマグマ溜りの圧力に強く依存することが示された。今回の報告では、火口底部におけるマグマの流量と大気圧に達した時点での噴煙の半径および上昇速度の関係を幅広いパラメータ範囲で明らかにし、それに基づいて、噴煙柱崩壊条件に対する火口形状の影響を定量的に論ずる。

爆発的噴火においては、噴出量、噴火の継続時間、噴煙高度などから噴出率を推定することができ、地質学的観測から火口形状について情報を得ることができる。従って、ここでは噴煙柱崩壊条件を噴出率と火口径（例えば、火口底部の径）のパラメータスペースで明らかにすることを旨とする。圧縮性をもつ気液混相マグマのダイナミクスモデルによると、火口内部の流れは、上記のパラメータスペース上で (1) 火口上端において音速に達する流れ、(2) 火口上端において大気圧で噴出する亜音速流、(3) 火口底部で音速に達した後、火口上端で大気圧以下になる過膨張超音速流、(4) 火口底部で音速に達した後、火口上端で大気圧以上になる不足膨張超音速流、の4領域に分かれる。(3)、(4)の境界においては、火口上端で大気圧になる適合膨張超音速流としてマグマが噴出する。

上記のそれぞれの流れについて、火口直上の運動量バランスを評価することにより、大気圧に達した時点での噴煙の半径と上昇速度を求めることができる（Woods and Bower, 1995）。その上昇速度を1次元定常噴煙モデルによる噴煙柱崩壊条件（Bursik and Woods, 1991）と比較することによって、噴出率と火口径のパラメータスペースで噴煙柱崩壊条件を特定することができる。さらに、この結果を前回報告した、マグマ溜りの圧力と火口底部の流量の関係と組み合わせることによって、噴煙柱崩壊条件とマグマ溜りの条件の関係を系統的に論ずることができる。

今回得られた結果によると、これまで知られていた火口径の拡大と噴出率の増大に伴う火砕流発生シナリオに加え、爆発的噴火の減衰期におけるマグマ溜りの圧力減少が噴煙柱崩壊の重要な要因になることが示唆される。また噴火減衰期の噴煙柱崩壊条件（例えば、マグマ噴出率）はマグマの性質や火口の深さ、開き角に強く依存することが分かった。