

SVC047-02

会場:301B

時間:5月24日 08:45-09:00

3次元数値シミュレーションによる噴煙柱崩壊条件の解析 3-D numerical simulations of eruption clouds: the critical condition for column collapse

鈴木 雄治郎^{1*}, 小屋口 剛博¹
Yujiro Suzuki^{1*}, Takehiro Koyaguchi¹

¹ 東京大学 地震研

¹ ERI University of Tokyo

爆発的火山噴火では、噴煙柱と火砕流という二つの特徴的な噴火スタイルが見られる。火山ガスと火砕物からなる噴出物は、固体である火砕物を含むために火口では大気よりも重い状態にある。しかし、噴煙と大気境界で乱流によって周囲大気を取り込むと、火砕物の熱によって取り込んだ大気を急激に膨張させ、噴煙密度は低下する。噴煙が火口での初期運動量を失う高さ到達する前に噴煙密度が大気密度よりも小さくなれば、浮力を獲得して噴煙柱となる。一方、噴煙密度が大気密度より大きいまま初期運動量を失ってしまうと、浮力は得られずに火砕流となる。これら二つのレジームの境界が噴煙柱崩壊条件であり、これまでは定常1元噴煙モデル(例えば、Woods, 1988)に基づいた予測がされてきた。しかし、その予測は野外観察や室内実験から見積もられる噴煙柱崩壊条件とのズレが指摘されてきた。火砕流発生条件を正確に予測することは火山学上のみならず防災上も非常に重要である。本研究では、3次元噴煙モデル(Suzuki et al., 2005)によるシミュレーションを行い、噴煙柱崩壊条件を求めた。

数値計算の結果、Jet-type collapse と Fountain-type collapse という2つの噴煙柱崩壊のタイプが存在することが分かった。火口から出た噴煙は、大気との境界で生じるせん断流れによって大気と混合する。その混合層は火口から離れるにしたがって中心軸に向かって成長するため、中心軸付近に存在するポテンシャルコアと呼ばれる周囲大気と混合していない領域は縮小していく。したがって、火口半径が大きいほどポテンシャルコアの長さは増大する。火口半径が大きいと、初期運動量を失う高さでせん断流れが中心軸付近まで達せず、ポテンシャルコアが残る。この時、ポテンシャルコアの重い噴煙は水平方向に広がって Fountain 構造を形成しつつ火砕流を発生させる(Fountain-type collapse)。一方、火口半径が小さいと、初期運動量を失う前にせん断流れが中心軸付近まで達し、ポテンシャルコアは消滅する。この時、噴煙が重い状態にあれば、ジェットのような構造をもった噴煙柱崩壊となる(Jet-type collapse)。

噴出速度が与えられた時、噴出率もしくは火口半径が増大すると噴煙柱から噴煙柱崩壊へのレジーム遷移が起こる。この遷移条件、すなわち噴煙柱崩壊条件は、臨界噴出率 MDR_{CC} として与えられる。また、Jet-type と Fountain-type を分ける臨界噴出率 MDR_{JF} がそれとは別に与えられる。パラメータスタディに基づくレジームマップを作成すると、噴煙柱崩壊条件の時に Jet-type か Fountain-type のいずれの噴煙柱崩壊となるかは、 MDR_{CC} と MDR_{JF} の大小関係に依存することが分かった。マグマ温度の低い噴火では MDR_{CC} が MDR_{JF} よりも小さく、噴煙柱崩壊条件で Jet-type collapse が発生する。この場合、火砕流発生条件はリチャードソン数のみに依存するという定常1次元モデルでの予測と同様の結果を得た。一方、温度の高いマグマ噴火では MDR_{CC} が MDR_{JF} よりも大きく、噴煙柱崩壊条件で Fountain-type collapse が発生する。この場合、噴煙柱崩壊条件はリチャードソン数に加え、マッハ数にも依存することが新たに分かった。噴出速度が音速を超えていると火口付近に衝撃波構造(バレルショック, マッハディスク)が形成される。噴出率が MDR_{FJ} よりも大きい場合には、Fountain 内部の衝撃波構造は混合層に擾乱されずに安定して存在し、マッハ数が増加するとそれらは連なる。これらの衝撃波構造は周囲大気の混合を妨げるため、噴煙柱はより崩壊しやすい方向にシフトすると解釈される。

キーワード: 火山, 火砕流, 数値シミュレーション, 噴煙

Keywords: volcano, eruption cloud, numerical simulation, pyroclastic flow