

鈴木 雄治郎 (東京大学大学院)

1 はじめに

地球や木星衛星イオでは時に激しい爆発的な火山噴火が観察されている。金星や火星でも古い火山体が存在し、火山活動が惑星形成に大きな影響を与えることが予想される。この爆発的な火山噴火で問題となるのは、その噴煙の形状や噴出物の堆積過程である。しかし、噴煙は高温の固体粒子を多く含み、周囲の大気と混合すると熱で膨張する。そして周囲の大気よりも密度が小さくなり上昇を続ける。このように噴煙のダイナミクスは複雑であり、数値計算による解析が有効となる。本研究では実際の噴煙形状や堆積構造がよく観察されている地球上の火山を対象とし、火口からの噴出条件によって噴煙の挙動がどのように変化するかを観察した。

2 計算手法

数値モデルは、平坦な地表にある円形の火口から噴煙が高速噴出するとした。支配方程式は Euler 方程式とし、気体の状態方程式を用いた。ここで、比熱比を噴煙：大気の混合比によって変化させて、火山灰を含む噴煙と大気の混合流体を単一の流体として表現した。差分化した方程式は TVD・Roe 法を利用し、軸対称 2 次元の計算を行った。VPP5000 での計算は、一計算当たり約 40CPU 時間利用した。1 計算は噴出開始から約 600 秒後までである。今回は、噴出物質の物性、密度、温度、圧力、噴出速度は固定し、地球上の爆発的な火山で観察されている範囲で噴出率 (火口半径) を変化させて噴煙の流れを調べた。

3 結果

計算の結果、噴煙形状がいくつかのパターンに分類できた。噴出率が小さい場合 ($10^{8.4} \text{ kg/s}$) には火口からの噴煙は全て上昇し (噴煙柱)、成層圏で水平に広がる (傘型領域)。一方、噴出率が大きい場合 ($10^{8.8} \text{ kg/s}$) には、火口での初期運動量を失うと地表を這う流れとなる (火砕流)。その後、火砕流の一部はその上面で大気と混合し、噴煙柱と同様に上昇する (co-ignimbrite ash cloud)。いずれの場合も、火

口での初期運動量を失う高度 2000 m 付近において、どれだけ効率的に周囲の大気を取り込むことができるかが噴煙のダイナミクスを決定することが新たに分かった。また、噴煙柱、火砕流になる場合は連続的に変化し、その中間状態として、噴煙柱の部分崩壊も再現することができた。

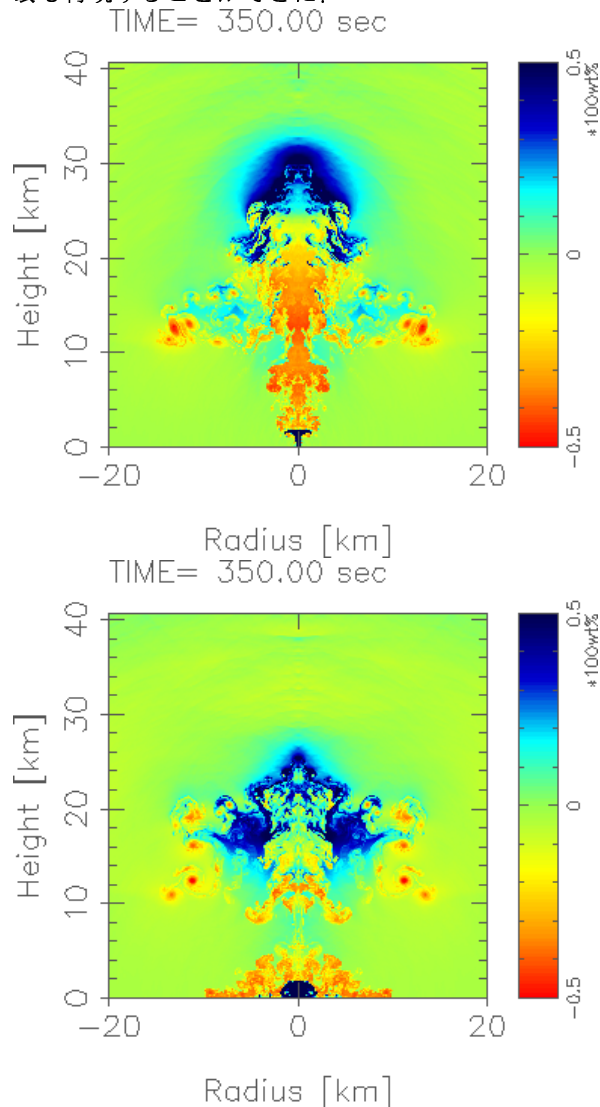


Fig.1. 噴出開始後 350 秒における、成層大気との密度差を表す。上図は噴出率が $10^{8.4} \text{ kg/s}$ の場合で、下図は噴出率が $10^{8.8} \text{ kg/s}$ の場合である。