

## 火山噴煙数値モデルのベンチマークテスト

## Results of the eruptive column model inter-comparison study

\*鈴木 雄治郎<sup>1</sup>、コスタ アントニオ<sup>1,2</sup>\*Yujiro Suzuki<sup>1</sup>, Antonio Costa<sup>1,2</sup>

1.東京大学地震研究所、2.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Bologna

1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Bologna

爆発的火山噴火で形成する噴煙柱の高度は、噴出率などの噴出条件を推定するための重要な観測可能量となる。また、大気中における火山灰の拡散計算において、噴煙高度は初期値として用いられる。したがって、噴煙高度と噴出条件の関係を定量的に正しく見積もることは、火山学において最も重要な課題のひとつである。これまで数十年間で、数多くの火山噴煙モデルが開発されてきた。特にこの10年で、水蒸気の相変化の影響を考慮したモデルや、圧縮性流体力学に基づいた時間発展モデルなど、洗練されたモデルが提案された。本研究では、これまでに提案されたこれらの噴煙モデルによるベンチマークテストを行った。なお、この比較研究プロジェクトは、IAVCEI Commission on Tephra Hazard Modellingによって推進された。

ベンチマークテストは、解析モデル、1次元モデル、3次元モデルの3種類を用いた。解析モデルでは、大気構造を単純化し、噴煙と大気の混合効率を経験的係数（エントレインメント係数）で表すことによって、噴煙高度と噴出率を解析的に取り扱った。1次元モデルでは、噴煙の中心軸方向に座標軸に沿った物理量プロファイルを計算する。ただし、1次元モデルでは、噴煙柱が定常的であると仮定し、噴煙・大気の混合効率を経験的に与える。3次元モデルでは、流体力学的な扱いをし、噴煙の非定常な振る舞いを計算する。3次元モデルでは、噴煙と大気の混合は渦拡散によって直接計算されるため、混合効率を仮定する必要がない。本ベンチマークテストでは、4個の解析モデル、9個の1次元モデル、4個の3次元モデルを用いた。噴火強度（噴出率）の異なる2つの噴火事例（weak plumeとstrong plumeと呼ぶ）に関し、共通する計算条件を与え、異なるモデルによる計算結果を比較した。

計算結果を比較したところ、モデルによって定式化が異なるにも関わらず、噴煙の最高高度に関していずれのモデルも非常に良い一致をみた。噴煙高度のばらつきの標準偏差は、weak plumeで20%以内、strong plumeで約10%であった。噴煙と大気の密度が釣り合う浮力中立点の高度についてもモデル間の一致は良く、標準偏差はweak plumeで9%、strong plumeで19%程度であった。噴煙の中心軸に沿った物理量分布を比較したところ、1次元モデルと3次元モデルに違いが見られ、その違いはstrong plumeで顕著であった。本比較により、1次元モデルで仮定されている噴煙・大気の混合効率は、weak plumeの場合には適切な噴煙高度を見積もることができるが、strong plumeの場合には噴煙高度を過小評価してしまうことが分かった。今後、3次元シミュレーションを用いて混合効率を求めることにより、1次元モデルの実用性が高まると考えられる。

キーワード：爆発的火山噴火、噴煙柱ダイナミクス、流体力学モデル、モデル間比較、噴火条件パラメータ

Keywords: explosive volcanism, eruptive plumes dynamics, fluid dynamic models, model inter-comparison, eruption source parameters