

論文審査の結果の要旨

氏名 落合 清勝

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションであり、火山の爆発的な噴火時に大気中に高速で噴出した高温ガスと火砕物の混合体の挙動が解説されており、本論文のテーマである噴煙柱の成長と傘領域の形成過程にかかわる従来のモデルとその問題点が述べられている。従来のモデルは1次元モデルで降下火砕物の分布やそのサイズ分布といった地質学的な観測量との定量的な比較が困難な状況にあった。第2章は数値シミュレーションの手法が解説されている。本研究ではガスと固体の火砕物粒子の混合体の流体力学的な挙動をCIP法を使ってモデル化している。混合体が複雑な状態方程式に従うために、従来のCIP法では状態の変化を精度よく再現することができないことが本研究で明らかになった。そのために独自に温度補正法を導入し、シミュレーションに十分な精度で状態方程式を満たすことが記されている。第3章は噴煙柱の時間発展過程の3次元シミュレーションの結果を述べた章である。噴火口から高速で飛び出した高温ガスと火砕物が周囲の大気を取り込みながら上昇し、その後密度がつりあい横方向へ拡大する噴煙柱の笠の形成過程を追跡したものである。3次元計算として初めて噴煙柱の笠領域の形成をシミュレートすることに成功した。また1次元モデルと整合的な傘領域の水平方向への拡大速度を得た。これらの成果は衛星観測による噴煙柱の成長・傘領域の成長といった観測と定量的な比較に道を開いた画期的なものである。第4章では乱流場での粒子沈降実験を解説している。これは噴煙柱から重い火砕物粒子が沈降し、抜けていく過程を取り扱ったものである。噴煙柱内ではガスは乱流状態にあるために、乱流場での固体粒子の沈降現象に対応する。理論的な定式化の困難な部分を乱流場の流体実験を行い、フィールドでの応用が可能な実用的な記述法を提案している。この定式化に従うと従来見過ごされていたサイズ効果が堆積物中に見つかる可能性を提案している。第5章は議論の項で、本研究で取り扱った3次元モデルと従来の1次元モデルとの対比が主に議論されている。第6章は結論として本論文を締めくくっている。

本論文は爆発的な噴火で生じる噴煙柱の成長の基礎物理プロセスを扱ったものであるが、焦点を当てた2つのいずれのテーマにおいても、現代の火山学が必要としている「観測データと対比出来る定量的な物理モデル」の導出に成功しており、火山学に大きな貢献をほたしていると判断される。

なお本論文は小屋口剛博氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。