

論文審査の結果の要旨

氏名 寺田 暁彦

論文提出者・寺田暁彦は、先ず、安価で機動性に富む自動噴煙撮影システムを開発した。次に、それを用いて、三宅島火山噴煙の画像を2年間にわたり自動収録した。更に、その画像から、2000年8月に起きた山頂噴火の特性について重要な情報を得、9月以降の噴煙を解析して、噴出される火山ガスの化学組成や温度を見積もった。これらの研究それぞれが、火山学における進歩に重要な貢献をするものと評価される。

自動噴煙撮影システムは従来から存在し、いくつかの噴火で現実に運用されてきた。しかし、従来のシステムは大掛かりで高価であるため、高い機能を有してはいても、突発的な火山活動の変化に柔軟に対応することが難しかった。それに対して、論文提出者の開発したシステムは、市販のパソコン、デジタルスチルカメラ、携帯電話等を組み合わせたもので、安価に構築できる。また、小型軽量であるために、機動性に富む運用ができる。現実に、三宅島噴火が最も活発な時期に、連続的に画像データを取り続けたのは、論文提出者の噴煙撮影システムだけであった。個々の機能に新しい技術を加えたわけではないが、安価な機器とソフトウェアを組み合わせたことで、このシステムは構築が極めて容易であり、自然現象の映像観測に広く活用されることが期待される。既に、他の研究者からも利用したいとの要望がでている。

三宅島火山噴煙の画像を2年間にわたり収録したことは、それ自体が火山活動の観測研究や防災に資するものである。収録された画像データはホームページを通して一般に公開され、三宅島島民を含めて、社会や防災関係者が火山の状態を認識するために広く活用された。この画像データの解析は、この博士論文でも重要な部分を構成するが、その研究だけで尽きるものではない。三宅島の火山活動や噴煙の性質に関する基礎データとして、論文提出者も含めて、多くの研究者が将来にわたって活用できるものである。

本論文中で、噴煙の画像から火山学的な情報を取り出す研究は、二つの部分に分けられる。激しい山頂噴火が繰り返し起きた2000年8月のデータからは、噴出口の位置や噴煙の流れについて新しい知見が得られた。この部分の研究は既に重要な意味をもっているが、まだ定性的であり、今後の定量的な解析が待たれる。博士論文の中核をなすのはもう一つの部分であり、そこでは火山ガスが連続的に放出され続けた9月以降の噴煙が詳しく解析されている。

噴煙データの処理においては、従来、大規模な噴火から卓越した熱エネルギーを供給されるものと、小規模で風にたなびくものについて、定量的な解析方法が知られていた。三宅島で2000年9月以降に見られた噴煙は中規模で、そのどちらでも扱えず、論文提出者はそれに適応できる新しい解析方法を開発した。画像データを詳しく調べてみると、噴煙は噴出直後には複雑に流れるが、上空ではまとまって球状の塊をつくり、サーマルとして間欠的に上昇する。この性質を基礎にして、質量やエネルギーの保存則などから、定量的な解析に用いる方程式系が導かれた。

この方程式系を用い、噴煙が火口に噴出する温度と噴出量を仮定すると、サーマルとして浮上する浮力や温度、さらには最終的な到達高度が計算できる。その関係を見易く表現するダイアグラム上に、実際の到達高度や上昇速度等の観測量を当てはめることにより、噴煙の噴出量や初期温度を見積もることができる。実際に、三宅島の白色噴煙に適用して、水蒸気の日放出量と、それが時期とともに減少する割合が求められたが、それらの値は従来の見積もりより科学的な基礎がしっかりしており、信頼性の高いものである。

この解析によって、中規模噴煙に一般的に当てはまる重要な知見もいくつか得られた。先ず、まわりの空気を取り込みに関するエントレインメント仮説が、中規模噴煙にもよく成り立っており、サーマルの大きさの変化から、エントレインメントの定数が求められた。次に、このような中規模噴煙の到達高度は、噴煙のもつ熱エネルギーばかりでなく、周辺大気の密度構造や水蒸気量に強く依存することが分かった。特に、周辺大気に温度の逆転層がある場合は、噴煙がそれに捉えられる可能性が大きいことが分かった。

以上のように、本論文では自動噴煙撮影システムの開発、三宅島噴煙画像の2年間に及ぶ収録、噴煙画像の解析が成し遂げられ、それらはいずれも火山活動の観測研究における大きな貢献となっている。従って、本論文は、理学博士の学位に十分に値するものと評価される。

なお、本論文第2章の一部(2.2)は、大湊隆雄・井田喜明・千木良康志・渡辺義宗との共同研究、第3章は井田喜明との共同研究であるが、いずれにおいても論文提出者が主体となって開発、観測、解析および検討を行なったもので、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。