

無人飛行機の火山噴煙観測への利用 Volcanic plume measurement with UAV

篠原 宏志^{1*}, 金子 隆之², 大湊 隆雄²

Hiroshi Shinohara^{1*}, Takayuki Kaneko², Takao Ohminato²

¹ 産業技術総合研究所, ² 東京大学地震研究所

¹Geological Survey of Japan, AIST, ²Earthquake Research Institute, Tokyo Univ.,

マグマ中のガス成分の発泡は火山爆発の原動力であり、火山活動監視や火山噴火機構の解明のためには火山ガス組成の定量は重要である。大規模な噴煙活動により放出された火山ガスの組成の定量化は、最近になりガスセンサーを組み合わせた携帯型の観測装置 (Multi-GAS) の開発により可能となった。日本でも三宅島、浅間山、阿蘇など活発な噴煙活動を行っている火山の火山ガス組成が定量化され、火山ガスの供給過程や噴火活動との関連が検討され始めている。本装置は、周囲の外気中を吸引し大気中 (噴煙中) の火山ガス成分の変動に基づき、火山ガス組成の定量を行うため、観測のためには本装置を噴煙中に設置する必要がある。通常は観測者が装置を山頂火口周辺に持参し観測を実施するため、噴火などの危険性がある場合も急峻な地形などの理由で山頂に登山できない条件下では観測を実施することができない。しかし、噴火の可能性が高い火山こそ、火山ガス組成の定量化が必要である。これらの困難を克服するために、有人・無人の飛行機などを用いた火山噴煙の観測が実施されている。有人飛行機を用いた火山噴煙観測は、米国やニュージーランド等で繰り返し実施されており、主に CO₂, SO₂, H₂S などの放出量およびそれらの濃度比の観測が行われてきた。我が国でも、三宅島において気象庁や自衛隊の協力の下で、ヘリコプターに比較的大型の機器を搭載して、火山噴煙中の CO₂/SO₂ 比の繰り返し観測が実施された (Shinohara et al., 2003)。しかし、有人機などでは噴火の危険性がある条件下での観測は不可能であり、また特に我が国では外気採取用のパイプなどを外部に設置するなどの航空機の改造には多額の経費が必要となるなど、有人機の火山噴煙観測には様々な困難がある。そのため、これらの困難な条件下での火山噴煙観測を実現するために無人飛行機 (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) の利用を進めている。

現在、産総研で火山噴煙観測に使用している Multi-GAS は、赤外吸収による CO₂-H₂O ガス分析計、SO₂-H₂S 化学センサー、H₂ 半導体センサーを組み合わせた、重量が電源込みで 3-6kg の装置である。この Multi-GAS を UAV に搭載し火山噴煙中を飛行観測することにより、火山ガス組成の定量が出来る。本観測に必要な UAV の性能要件は、3kg 以上の搭載重量、火山噴煙高度での飛行、外気吸入口に排気ガスの影響がないこと等があげられる。特に排気ガスには高濃度の H₂, CO₂, SO₂ が含まれているためその影響は深刻である。現在までに下記の 3 種類の UAV を用いて火山噴煙観測が試みられてきた: 気象庁の運用による三宅島でのカイトプレーン (スカイリモート)、霧島新燃岳での無人飛行機 (エアフォートサービス)、東大地震研の運用による桜島での無人ヘリコプター (ヤマハ)。いずれの場合も、排気ガスの混入の軽減や飛行経路の選択などの改善が望ましいことは示されたものの、噴煙組成の定量が可能である事が明らかとなった。地上での噴煙観測では、大気中の H₂O や CO₂ 濃度の変動が大きいいため、火山ガス起源の H₂O や CO₂ を定量するためには高濃度の噴煙中での観測が必要であるが、UAV を用いた上空の観測では、大気中のバックグラウンド濃度の変動が小さいため、比較的低濃度でも火山ガス組成の定量が可能であるなどの利点も明らかとなった。例えば、新燃岳では、ブルカノ式噴火が繰り返されていた 2011 年の 3 月と 5 月に、火口直上を含む領域での飛行観測を実施し、火山ガスの主成分組成を明らかにすることができた (H₂O=97, CO₂=1.5, SO₂=0.2, H₂S=0.24, H₂=0.006 mol%, 2011 年 5 月 18 日)。本組成から、新燃岳の火山ガスは CO₂ 濃度が比較的高いために、比較的深部でマグマから分離されたガスである可能性が高いが、見かけの平衡温度が 400 と低く、地表まで上昇中の冷却に伴い化学反応が進行している事などが推定された。今後、UAV を用いた火山噴煙により、火山ガス観測による火山活動監視や噴火過程解明の研究の進展が期待される。しかし、今までに使用している UAV でも、火山灰を含む噴煙中の飛行はできないため、噴火時に放出される火山ガス組成の定量は困難である。特に、大規模な爆発的噴火の火山ガス組成の定量は、噴火発生過程の解明に必要なであるが、高濃度の火山灰を含む乱流の噴煙中に観測機器を持ち込む手段は現在のところ無く、新たな手法の開発も必要である。

キーワード: 火山噴煙, 火山ガス, UAV, Multi-GAS, 火山観測

Keywords: Volcanic plume, Volcanic gas, UAV, Multi-GAS, Volcano monitoring