

三宅島火山噴煙の CO₂/SO₂ 比観測Airborne measurement of CO₂/SO₂ ratio in volcanic plume from Miyakejima volcano

篠原 宏志[1], 風早 康平[1], 斎藤 元治[1], Jeffrey A. Sutton,[2], 松枝 秀和[3], 福井 敬一[4], 中堀 康弘[5], 森 博一[6], 尾台 正信[7]

Hiroshi Shinohara[1], Kohei Kazahaya[2], Genji Saito[3], Jeffrey A. Sutton[4], Hidekazu Matsueda[5], Keiichi Fukui[6], Yasuhiro Nakahori[7], Hirokazu Mori[8], Masanobu Odai[9]

[1] 地調, [2] 米国地質調査所ハワイ火山観測所, [3] 気象研・地球化学, [4] 気象研, [5] 気象庁・三宅島測, [6] 気象庁・地震火山, [7] 気象庁

[1] Geological Survey of Japan, [2] Geol. Surv. Japan, [3] GSJ, [4] USGS, HVO, [5] GRD/MRI, [6] MRI, [7] JMA-Miyakejima, [8] Seis.and Volc. Dept., JMA, [9] JMA

2000年8月末から大規模な噴煙活動を開始した三宅島火山においてヘリコプターを用いた噴煙の CO₂/SO₂ 濃度比の観測を実施し、観測方法および意義の検討を行った。観測は噴煙の端の濃度の薄い部分を飛行し外気を吸引測定することにより行った。測定された CO₂、SO₂ 濃度は数 ppm オーダーであり、暫定値として CO₂/SO₂ 重量比 0.5 を求めた。しかし、定量的な議論のためには今後、大気中 CO₂ のバックグラウンドの安定性の評価、噴煙中の CO₂/SO₂ 比の空間的均質性、時間変動などの評価が必要である。

2000年7~8月にマグマ水蒸気爆発を繰り返した三宅島火山は、8月末には活発な噴煙活動を開始し現在に至っている。三宅島火山の噴煙の放出量は COSPEC を用いて定期的に観測されているがその量は9月末には日量 4~5 万 ton に達し、現在(2001年2月)まで、ほぼ一定の放出量が観測されている。日量数万 ton の SO₂ の放出の数ヶ月にわたる継続は、世界でも観測例がないほどの大規模な火山の脱ガス・噴煙活動である。この噴煙活動の特徴を理解し火山活動評価を行うために、ヘリコプターによる噴煙の CO₂/SO₂ 濃度比の観測を自衛隊・海上保安庁との協力により実施している。本発表では、その概要について紹介する。

火山噴煙の CO₂ 放出量の測定例の数は限られるが、通常は固定翼機に CO₂ 測定器を搭載し、噴煙を簾上に横切りながら外気を採取測定することにより、噴煙中の CO₂ 濃度プロファイルを求めて放出量が計算されている (Gerlach et al., 1997)。しかし、本研究では、噴煙が大規模高濃度のため噴煙中の飛行が困難であることから、ヘリコプターに CO₂ 測定器および SO₂ 測定器を搭載し、噴煙の端の濃度の比較的薄い部分で飛行・外気採取測定を行い、噴煙の CO₂/SO₂ 濃度比を求め、その値から CO₂ 放出量を求める方法を用いた。CO₂ 濃度測定には赤外吸収による LICOR6252 を、SO₂ 濃度測定には化学センサーを用いた Interscan 4240 もしくは光明理化学 SO₂ 計を、また、湿度測定には VaisalaHMP45D を用いた。外気はバッテリー駆動型のポンプで 0.5 (CO₂) および 5 (SO₂) l/min の速度で吸引しその濃度を測定する。湿度計および外気採取用パイプは、ヘリコプターの排気口より前方で外部に取り付けることにより、前進時(旋回時を含む)には排気ガスの影響は全く観測されなかった。観測は 10月27日に開始され、以降ほぼ毎月 1~2 回行われているが、以下に述べるような観測の必要条件や問題点のために、噴煙中の CO₂ および SO₂ 濃度定量的な評価には今後の問題点が残っている。

大気中には 360-380ppm の CO₂ が含まれており、観測ではこの CO₂ バックグラウンドの上に重なる ppm オーダーの噴煙起源の CO₂ ピークを判別定量する。大気中の CO₂ 濃度のバックグラウンドは、地表付近で植生などにより大きく変動し得る。実際の観測では、バックグラウンドが数分間の変動幅が 0.2ppm 程度で安定している場合から、数秒間に 10ppm に至る大きな変動が観測される場合まで多種多様であった。CO₂ バックグラウンドに大きな変動が観測される場合には、湿度も数%~数十%の間で大きく変動しており、CO₂ ときれいに正の相関を持って連動している。この変動は高 CO₂、高湿度の低空の気塊と低 CO₂、低湿度の高層の気塊の混合によって生じていると推定され、観測時の風向・風速など気象条件や飛行高度・島からの距離などにより、観測ルートの CO₂ の変動が様々に現れる。湿度のデータから、噴煙起源 CO₂ のピークと重なる CO₂ バックグラウンドの変動を検知することは可能である。しかし湿度データから CO₂ バックグラウンドを補正できるほど相関が完璧ではないため、ピーク変動に対してバックグラウンド変動が大きい場合には、定量的なピーク評価は難しい。そのために、CO₂ バックグラウンドの変動が小さい条件下での観測が必要条件となる。

噴煙中の SO₂ 濃度は化学センサーにより測定されているが、化学センサーは H₂S, HCl など他の成分の感応および刺激への反応・緩和時間が長いため、その補正が必要である。また、主噴煙は高濃度のためにその中心を飛行できないため、実際には主噴煙から分離して漂っている、ヘリコプターが飛行可能な程度に低濃度で測定に十分な程度に高濃度の噴煙の測定を行っている。このように噴煙の様々な場所で測定されるが、CO₂/SO₂ 比の空間的な均質・不均質性の評価、および CO₂/SO₂ 比の短時間での変動幅の評価は今後の課題である。

以上のような問題点があるため、結果の定量的評価は暫定的なものに止まるが、観測された CO₂/SO₂ 重量比はおよそ 0.2~2 の範囲であり、平均 0.5 程度である。この CO₂/SO₂ 重量比 (0.5) は、通常の火山ガスの組成範囲に一致するが、島弧の火山ガスとしても CO₂ に乏しい傾向にある。SO₂ 放出量は日量約 5 万 ton であるため、CO₂ 放出量は 2-3 万 ton と推定される。ガラス包有物中の SO₂ 濃度は 2000ppm 程度であるため、同様のマグマ中には CO₂ が 1000ppm 相当含まれていたことになるが、ガラス包有物分析では CO₂ 濃度は <100ppm であり、大部分の CO₂ は気泡中に存在していたことが推定できる。