

平成 26 年度廣川研究助成事業報告 (1)

チリの火山・地熱地帯における国際的な 火山ガス合同観測及び動向調査

風早竜之介¹⁾

1. 序文

平成 26 年度廣川研究助成事業として、2014 年 11 月 15 日から 11 月 28 日にかけてチリに滞在し、International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior – Commission on the Chemistry of Volcanic gases (IAVCEI-CCVG) 火山ガスフィールドワークショップに参加した。本滞在の主目的は火山噴煙観測研究の動向調査とチリのラスカー火山およびラスタリア火山における海外研究グループとの火山ガス合同観測である。火山ガス観測は世界的に行われているが、その観測技術・解析手法の細部は各国毎に異なる。本派遣では、ワークショップ参加を通じて火山ガス観測研究の最新動向を収集すると共に、観測・解析技術の開発・改良、それに付随する問題点、将来の展望等について議論を行った。また、ラスカー火山およびラスタリア火山において合同で火山ガス観測を行い、現場体験を通じて各国の観測手法の類似点・非類似点を比較した。

筆者はワークショップにおいて、火山ガス放出量と地殻変動データを用いた火山の物質収支モデルについての発表を行った。また、ラスカー火山およびラスタリア火山において紫外線カメラ観測装置 (Mori and Burton, 2006; Bluth *et al.*, 2007) を用いた火山ガス放出量観測を行った。この観測装置は火山噴煙中の二酸化硫黄 (SO_2) を紫外線分光を利用して可視化・定量するもので、従来の火山ガス放出量観測よりも時間分解能・空間分解能に優れている。また、透明な有毒ガスを可視化する観測技術であり、防災・環境汚染等の研究分野においても利用されている。

2. 会議内容

ワークショップでは、火山ガスサンプリング手法、リモートセンシングによる火山ガス定量手法、火山ガスと地球物理的観測量を相補的に評価するためのフレームワー



第 1 図 会議開催初日の CCVG メンバーの合同写真。写真提供：Camportalto。

ク・モデル等の発表がなされた (第 1 図)。下記に印象的だった発表を抜粋する。Robin Campion 氏 (Universidad Nacional Autonoma de Mexico) はリモートセンシングを用いた火山性 SO_2 ガス定量時に過小評価の原因となる紫外線散乱効果の補正について、紫外線映像解析を用いた新たな手法を提案した。Gregor Lucic 氏 (McGill University) はアメリカのロングバレーにおける土壌ガス中の炭素同位体の変化について報告した。Martin Zimmer 氏 (Helmholz Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum) はチリのラスカー火山、ラスタリア火山、エルタイト地熱地帯における火山ガスモニタリングシステム開発および火山ガス放出活動の変化について発表をした。Simon Carn 氏 (Michigan Technological University) はチリのラスタリア火山について、衛星リモートセンシングによって得られる火山性 SO_2 放出量 (OMI) と地殻変動量 (InSAR) を比較した。

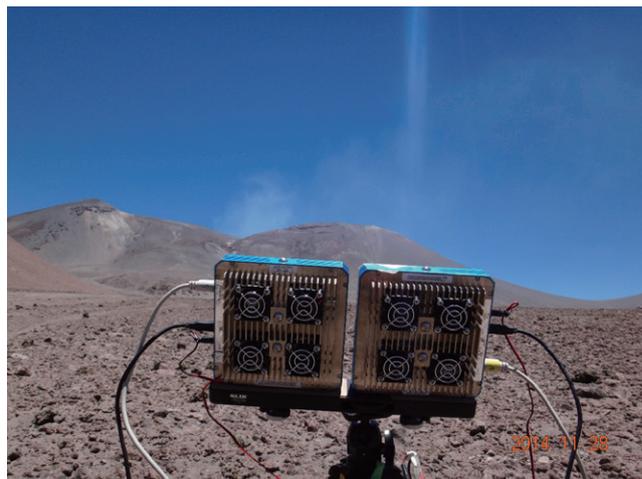
筆者は火山ガス・地殻変動データの解析に基づく浅間山におけるマグマ物質収支について発表を行い、浅間山における火山ガス放出による山体の体積収縮量が地殻変動で観測される膨張・収縮量と同程度であることを示した。本

1) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

キーワード：廣川研究助成金、火山ガス、リモートセンシング



第2図 ラスタリア火山周辺の噴気地帯の様子。



第3図 ラスカー火山における紫外線カメラ観測装置 (GSJ) を用いた火山噴煙観測の様子。



第4図 Aiuppa 氏のラスタリア火山における観測の様子。



第5図 ラスカー火山における野外観測の様子。

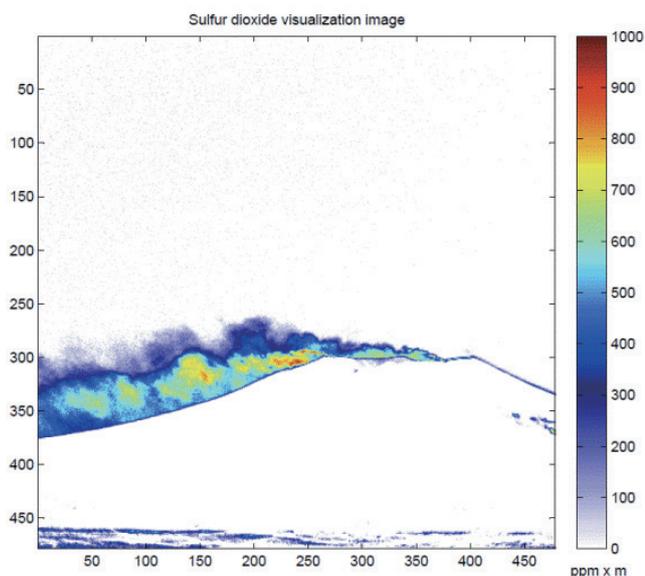
結果は火山ガス放出によって大規模な火山体の地殻変動が引き起こされる可能性を示唆している。本発表について、火山ガス研究者だけでなく、地球物理学研究者 (Denis Legrand 氏, Universidad Nacional Autonoma de Mexico) から質問があり、火山ガス研究以外のバックグラウンドを持った研究者と火山ガスについて議論を交わすという機会に恵まれた。火山ガスフィールドワークショップに火山ガス研究者以外が参加するというのは異例であり、火山学の他分野からみた火山ガス研究への関心の高さが窺われる。

3. 火山ガス合同調査

ワークショップの一環として、チリのラスカー火山およびラスタリア火山において火山ガス調査を行った (第2図, 第3図)。同火山はチリ北部の砂漠地帯に位置し、標高はラスカー火山が 5592 m, ラスタリア火山が 5697 m である。筆者は紫外線カメラ観測装置を用いて火山性 SO₂

放出量の定量を試みた。同種の観測装置をワークショップに持ってきていたのは Alessandro Aiuppa 氏 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo), Champion 氏, Peter Lübcke 氏 (Insitute of Environmental Physics, Heidelberg) の3名である。このうち Aiuppa 氏と Lübcke 氏の装置はパッケージ化されており、オールインワンタイプであった (第4図)。これに対し, Champion 氏と筆者の装置は現地組み立てタイプであった。オールインワンタイプの装置は観測準備が容易で現場での細かい調整が不要という利点がある。だが, 現地組み立てタイプよりも嵩張り, トラブルが発生した場合に装置を分解せねばならず対応が難しいという欠点がある。これに対して現地組み立てタイプはコンパクトで持ち運びが容易かつ, 現場でのトラブルシューティングが比較的容易であるという利点があるものの, 観測毎に装置のセットアップが必要で手間と時間が掛かるという欠点がある。

ラスカー火山およびラスタリア火山は砂漠地帯に位置す



第 6 図 ラスタリア火山における火山噴煙内二酸化硫黄可視化映像。

るということもあり、紫外線は強く、空にも雲等の観測ノイズ元がほとんどなく、絶好の観測環境であった。また、土地も開けているため、紫外線画像解析に必要な青空のイメージの取得も容易であった。ラスタリア火山においては Aiuppa 氏、Campion 氏、Lübcke 氏、筆者の 4 名、ラスカー火山においては Campion 氏、Lübcke 氏、筆者の 3 名にて火口から数キロ離れた場所から火山噴煙合同観測を行った (第 5 図)。

観測調査は困難を極めた。理由は砂漠という過酷な環境での観測、また高い標高による高山病である。ラスタリア火山は居住地から遠く離れた場所に位置しているため、山体近くのオアシスにて野営キャンプを行った。砂漠と高い標高が相まって、日中は気温が 25 度程度まで上がるが、朝方はマイナス 15 度程度まで下がった。また、強風による砂塵が観測の障害となった。高い標高によって、筆者を含めた多数の参加者が滞在中に高山病の症状に悩まされた。また、気圧が低いいためか、筆者は機材の電源供給のためのバッテリーが安定動作しないという問題に見舞われた。各国のグループも例外なく観測環境に起因するトラブルにさいなまれていたが、最終的には全てのグループが無事に観測を行うことが出来た。

今回の観測調査は筆者が今まで経験した中で最も厳しい条件での実施となり、過酷な条件下における必要な観測システム要件について考察する絶好の機会となった。筆者の持参した現地組み立てタイプの装置は、砂漠のような環境において現地で組み立てるには不向きであった反面、パッケージ化していなかったため電源周りの諸トラブルに柔軟

に対応が出来た。一方、Lübcke 氏のオールインワンタイプの装置は概ね快適に動作をしていたものの、観測中に一時的に装置が動かなくなり、砂塵の舞う中で装置の分解・トラブルシューティングを行う羽目になり、数時間観測が止まってしまうという事態に見舞われていた。上記の経験を踏まえ、今後電源とコントロール部分を分離した上での観測装置のパッケージ化を計画している。また、電源部分へのリチウムポリマー電池の採用を検討している。

第 6 図にラスタリア火山における紫外線カメラ観測装置を用いた火山噴煙中の SO_2 の可視化映像を示す。噴煙内の SO_2 最大カラム量は $1000 \text{ ppm} \times \text{m}$ 程度であった。この値は合同観測を行った他の研究グループが現地で算出した速報値と整合的である。後日各グループの結果をとりまとめ比較し、観測装置の定量性について議論を行う予定である。個々の火山における火山ガス観測結果を比較し、噴火現象の普遍性および特徴を理解するためには観測技術の標準化が必要不可欠である。本ワークショップは、火山ガス観測手法の高度化および国際的な観測技術の標準化を進める絶好の機会となった。

4. 謝辞

今回の IAVCEI-CCVG 火山ガスフィールドワークショップ参加および海外研究グループとの、チリのラスカー火山およびラスタリア火山における火山ガス合同観測の実施に際し、廣川研究助成金を使用させていただきました。ここに故 廣川 治氏およびご遺族の方々に感謝の意を表させていただきます。

文 献

- Bluth, G., Shannon, J. M., Watson, I. M., Prata, A. J. and Realmuto, V. J. (2007) Development of an ultra-violet digital camera for volcanic SO_2 imaging. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **161**, 47–56.
- Mori, T. and Burton, M. (2006) The SO_2 camera : A simple, fast and cheap method for ground-based imaging of SO_2 in volcanic plumes. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L24804, doi:10.1029/2006GL027916.

KAZAHAYA Ryunosuke (2015) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2014 fiscal year(1) : international joint observation of volcanic gas at volcanoes in Chile and report of the 2014 IAVCEI-CCVG meeting.

(受付：2015 年 4 月 6 日)