

富士山頂に於ける通年観測の実用化と登山者への火山噴火警告のためのシステム構築に関する研究

1. 調査研究の背景

ここ数年、台風、豪雨、地震などの結果、「何十年に一回」とか「百年に一回」、あるいは「想定外」といわれるような規模の自然災害が、従来では考えられないような頻度で起こるようになってきています。このため、従来の災害対策の見直しや早期避難に対する意識が強まってきており、そのベースとなる自然現象の観測やデータ活用がより重要視されてきています。

自然災害としては、火山噴火による災害についても例外ではなく、一度大噴火が起きるとその被害は甚大であるものの、過去の履歴だけからは新たな噴火の予知が難しい自然現象です。とくに、日本一の規模を誇る富士山については、一旦噴火が起こるとその被害の大きさは計り知れない規模のものとなる可能性があるばかりでなく、毎年多くの登山者が訪れることから、火山活動の状況監視や噴火の予兆の把握が必要と考えられます。

日本の最高峰に設置された富士山測候所*では、長年、気象の通年観測が行われてきましたが、気象衛星の発達、各地での気象レーダーの設置、観測装置の高度化等により、2004年に自動観測装置が設置され無人施設となりました。その後、高所での観測や研究を行う研究者の組織が中心となって設立した認定NPO法人富士山測候所を活用する会が、気象庁から測候所の一部を夏季の一定期間借用し、様々な研究活動を行っています。

上記のような状況を踏まえ、発生確率は低いものの甚大な被害をもたらす可能性のある自然現象についての地道な調査研究の必要性の観点から、富士山における火山噴火に焦点を当てて、平成28年度と平成30年度の2度にわたり、同法人に標記に係る調査研究を委託しました。

2. 富士山測候所を活用する会での調査研究

富士山の火山噴火に関する調査研究には1年を通して測候所を有効に利用することが必要となりますが、現在の気象庁からの借用条件では夏季2ヶ月のみ滞在が許されています。この期間は商用電源が利用できませんが、1年を通しての通年観測のためには、9月から

翌年の6月までの無人で商用電源が利用できない期間にも測定を可能とする電源の確保が必要です。

この電源確保課題を含めた具体的な調査研究項目として、以下の項目に焦点を当てて調査を進めました。

- (1) 独立電源の構築、(2) 省エネルギーで火山性のSO₂ガスを検出できるシステムの構築、(3) 観測データのリアルタイム通信システムの構築、(4) 通年観測、(5) SO₂濃度異常値の定義と警告の方法等

3. 調査結果

(1) 独立電源の構築について

富士山での雷は激しく、無人での商用電源の利用は不可能です。山頂における独立電源としては太陽光発電が最適ですが、電源確保に関して最も困難な課題は、「落雷による被害防止対策」です。その対策として避雷針による被雷防止対策と雷サージ(落雷時に発生する瞬間的な高電圧により生ずる異常な高電流)の侵入防止を検討した結果、測候所全体を導体の鳥かごのようなシールド(ファラデーケージ)で遮蔽することと、施設内側の窓際にソーラーパネルを設置することで可能となる見通しを得ました。

(2) 省エネルギーで火山性のSO₂ガスを検出できるシステムの構築について

SO₂ガスを精密に測定するには紫外線蛍光法によるSO₂計を使用していますが、このSO₂計は消費電力



写真 携帯型測器を背負って富士山登山道を移動観測中

*本誌表紙の写真は、山頂近くから富士山測候所を見上げて撮影したものです。

が大きく、商用電源が利用できない越冬用には低消費電力でも火山性のSO₂ガスを検出できるシステムの構築が必要です。そのため、電気化学ガスセンサーを導入し、低消費電力で携帯型のSO₂ガスセンサーが試作されました。このSO₂ガスセンサーは写真のように背中に背負って観測しながら歩けるような観測装置で、箱根・大涌谷において火山性ガスを有効に検出できることを確認しました。しかし、低濃度領域でのSO₂の変動の測定には改善の余地があることもわかりました。

(3) 観測データのリアルタイム通信システムの構築について

防災の用途には、SO₂の観測値をリアルタイムで把握する必要があります。そのため、携帯電話の電波を利用した通信機能を備えたデータロガー（記録装置）を使用してテストした結果、SO₂データをインターネット上で確認することができ、データのリアルタイム送信に成功しました。

なお、商用電源が利用できる夏季には、併行して測候所内に設置して連続測定している高精度の測器によるSO₂の観測結果をリアルタイムでホームページに公開しています。その結果、2017年7月の浅間山噴火の影響と考えられる高濃度の値を示し、火山噴火予知関係者の注目を浴びました。

(4) 通年観測について

商用電源の利用できない夏季以外に山頂での火山性ガス測定結果を知るためには、バッテリー駆動の通信機器が必要になります。無線データ転送機器の山頂における実証実験を行いました。ソーラーパネルおよび鉛蓄電池で駆動した無線データ転送機器2台を2017年8月末に設置したところ、一台は2カ月半、もう

一台は4カ月半稼働し、通年には至らなかったのですが、評価できる結果といえます。

また、2018年8月末からの越冬期間には、SO₂センサーの測定結果は通信機能を持たないデータロガーでも記録しました。一冬を過ごした2019年7月に回収したデータロガーを調べたところ、無事越冬計測しており、通年のデータが記録されていることがわかりました。その結果は下図のとおりですが、年間を通して低い値であったことがわかりました。

(5) SO₂濃度異常値の定義と警告の方法等について

火山噴火警告をめざしたシステム構築に関する調査研究については、SO₂濃度異常値警報を発するための暫定値について検討しましたが、研究者間での合意に至っておりません。地域防災関係者を交えて更なる検討が必要と考えます。

4. 結び

日本最高峰の富士山は、極めてユニークな場所であり、自然現象のみならず医学等に係る研究のための貴重な場であり、とくに山頂の測候所は他の箇所では得られない大気科学観測のために有益性が高いと考えられます。

落雷等自然条件の厳しさや制約を新技術の活用等で克服して富士山測候所を活用することにより、火山噴火の予知や登山者への噴火警報の発信に繋げていくための調査研究の継続が必要と考えます。この分野での関係機関の協力を期待します。

なお、本稿の作成にあたっては、認定NPO法人富士山測候所を活用する会の理事の土器屋由紀子江戸川大学名誉教授のご協力をいただきました。

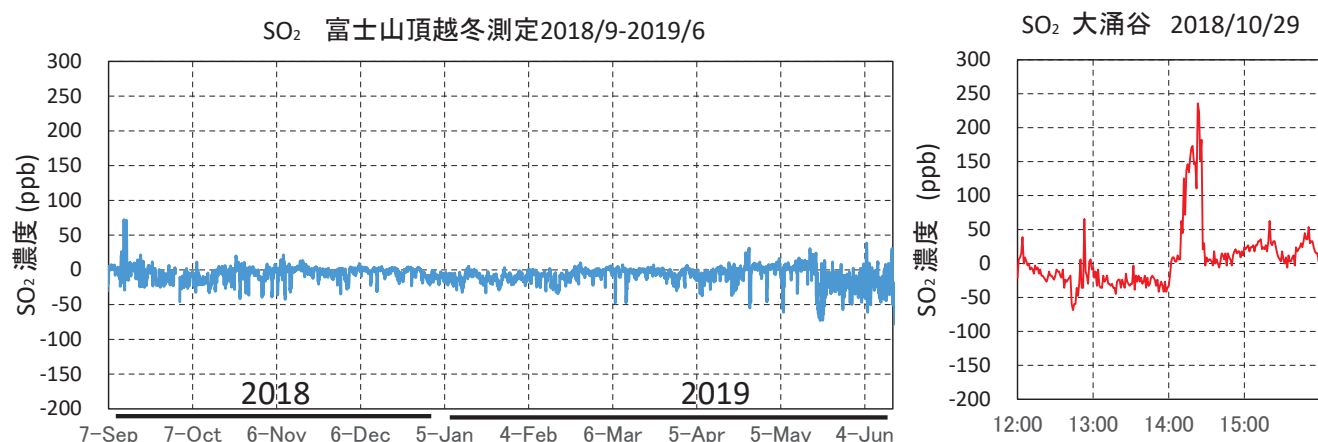


図 2018年9月から2019年6月の低消費電力SO₂ガスセンサーによる越冬観測結果および大涌谷での火山性ガス測定例(2018年10月29日)