

## むすび

平成 26 年 9 月に発生した御嶽山噴火では、それほど活動的でなくて観光地となっている火山においては、たとえ小規模な噴火であっても多数の犠牲者が出ることを強く認識させられ、社会に大きな衝撃を与えた。このような災禍を繰り返さないようにしたいという国民の強い期待に後押しされ、火山研究の推進と火山研究人材の育成を目指した本事業が平成 28 年 11 月より始まった。事業開始から現在までに霧島山新燃岳と硫黄山、草津白根本白根山で噴火が発生した。特に、本白根山では、現有の観測網では明瞭な前兆現象が見られなかったことから、噴火警戒レベルの引き上げが遅れ、火口近くのスキー場で犠牲者が出たことは大変痛ましいことである。

本課題では、火山噴火の切迫性を評価するための技術開発を進めており、本白根火山で起こったような噴火、つまり現状では噴火の切迫性の評価が十分ではない小規模な水蒸気噴火についても、新たな観測技術や解析手法により、切迫性評価の可能性をさぐる事が目標である。本課題では 4 つのサブテーマでその可能性を追求している。

サブテーマ 1 「新たな技術を活用した火山観測技術の高度化」では、火口直下構造を知る新たな手法である宇宙線ミュオンを用いた火山透視技術から、噴火切迫性を評価するのが目標である。これまで、事業開始時点の計画と比べて格段に空間分解能と時間分解能が優れた観測装置の開発が完了し、活発な活動を続ける桜島火山に設置している。桜島火山では、これまでに噴火に先行して山体内部の密度変化が検出されているが、今回は噴火の終息時に火口底下で密度が上昇する現象が確認された。また、山体に堆積するテフラ量の増減を検出することにも成功し、砂防分野への応用が期待される。さらに、解像度が上がったミュオグラフィ画像に機械学習 (CNN) を適用することで噴火判定を導出する技術の開発及びその高精度化も進んだ。火山研究者との情報交換を積極的に行うことで、この技術の火山監視への利用が次第に近づいている。

サブテーマ 2 「可搬型レーダー干渉計と衛星 SAR (合成開口レーダー) による精密地殻変動観測技術の開発」では、噴火時に火口に近づけない場合でも噴火による地盤変動を計測できる可搬型レーダー干渉計の開発を目指している。前年度は干渉性のノイズを低減させることを目的とする DDS 方式の信号発生器の作成を行ったが、今年度は送受信部本体にその信号発生器を組み込み、可搬型レーダー干渉計運用機として完成させた。現在は更なる軽量化を進め、人力でも運搬可能な機器の開発に着手している。また、実際の火山噴火時に観測を迅速に開始することを目的として、十勝岳周辺で観測場所の事前調査を進めた。衛星 SAR 解析の解析手法の標準化とデータベースの構築を継続し、5 火山 (十勝岳、蔵王山、吾妻山、雲仙岳、口永良部島) については自動解析システムを作り上げ、本事業課題 A で構築する JVDN システムを利用して解析結果を随時公開することを開始した。また、前年度に解析を行った三宅島と吾妻山について、地殻変動ソースの解析を行った。

「火山表面現象遠隔観測技術の開発」では、遠隔から火山ガス・噴煙・溶岩流を色々な波長で観測し、噴火の状況を把握するための小型の温度ガス可視化カメラの開発を進めてお

り、今年度は装置が完成し野外での試験観測を開始した。今後は、試験観測の継続による性能の更なる向上とデータ解析が課題となる。

サブテーマ3「地球化学的観測技術の開発」では、地下の状態変化をいち早く示すとされる、火山ガスや温泉水溶存ガスに含まれる元素の同位比から、マグマの関与の度合いを評価するための装置の開発を進めている。マグマ起源ヘリウム・炭素検出のための可搬型質量分析計と同位体比赤外分光計、水蒸気の高感度同位体比分析システム、ドローンや航空機等に搭載して高濃度の噴煙を採取する自動噴煙試料採取装置（SeIPS）の開発を継続している。SeIPSで採取したサンプルには、一定の条件下で水蒸気同位体比に異常値が現れることが判明したが、原因の解明と有効な改善策が見つかった。また、2021年10月に噴火の発生した阿蘇山において、噴火から1ヶ月以内の高濃度噴煙を採取し、水蒸気の90%が地下水由来であることを明らかにした。箱根山、草津白根山、霧島山硫黄山などで定期的な噴気の採取と、化学組成と多成分同位体比の測定を継続し、それらから火山切迫性評価につながる情報の抽出・蓄積が進んでいる。

サブテーマ4「火山内部構造・状態把握技術の開発」では、噴火が近いと思われる火山で機動的な観測を行い、噴火切迫性を評価する際の比較となる現在の活動状況や地下構造の情報の獲得に努めている。草津白根山においては昨年度までに3次元地下比抵抗構造が詳細に推定されているが、今年度は、観測で得られた比抵抗構造と熱水シミュレーションから推定される比抵抗分布を比較することで、熱水系の詳細な構造や発達史の解明が進んでいる。霧島火山では活動が続く硫黄山周辺での多項目観測を継続し、水蒸気噴火に伴い発生する空振の波形解析から、火口付近の泥混じりの熱水の物性が推定された。箱根山ではレーザー関数解析による深部構造の解明が進んでいる。有珠山、三宅島、蔵王山においてもこれまでの観測データを用いて解析を進め、噴火切迫性評価に資する情報の獲得に努めている。これらの機動観測の解析を高度化するため、様々な解析ツールの開発も同時に進められており、特に機械学習を用いた地震の自動分類手法の活用に期待がかかる。

上記のように、今年度も火山活動の切迫性評価に資する知見が着実に積み上げられている。また、火山防災情報発表を担う行政機関と事業の成果に関する情報を共有するなど、成果の普及にも努めている。本事業の成果が火山噴火予測の高度化に具体的に貢献することを目指しつつ、今後も本事業を一層推進し、火山防災分野における国民の期待に応えるよう努力したい。