

防災科学技術研究所における火山防災研究への取り組み

棚田俊收*・鵜川元雄**

1. はじめに

防災科学技術研究所(防災科研)は、2001年に独立行政法人化にともない、5年ごとの中期研究計画をたて、国民の安心・安全に関わる研究を進めてきた。

火山災害に対しては、火山噴火予知の実用化と火山防災に資することを目指して、3つの課題(火山活動把握のための火山観測網の強化、火山活動把握のためのリモートセンシング、火山活動および火山災害予測のためのシミュレーション)の研究に取り組み続けている。

本報告では、第2中期研究計画期間(平成17～22年)および第3中期研究計画期間(平成23～28年)の現在までの取り組みと成果を紹介する。

なお、個々の成果については、メンバーを紹介しているwebを参照していただきたい(<http://vweb2.geo.bosai.go.jp/intra/member/index.html>)。

2. 火山活動把握のための火山観測網の強化

防災科研では火山噴火予知計画にもとづき火山活動観測網を1980年代前半に硫黄島、後半に伊豆大島、続いて1990～2000年代に三宅島や富士山、那須岳に整備してきた。

2008年には科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会において、火山の観測研究体制の検討と整備の考え方が示され、防災科研が活動度の高い火山や現時点では活動度は低いものの潜在的爆発活力が高いなど、研究的価値の高い火山に対し基盤的観測施設を整備することとなった。この方針を受け、防災科研は2009年度から2010年度にかけて阿蘇山と有珠山、岩手山、浅間山、霧島山の5火山計8カ所において、また2011年度には草津白根山1カ所の基盤的火山観測施設の整備を完了した。2013年現在、先述の5火山と合わせ計11火山で観測を継続している(図1)。



図1 防災科学技術研究所が整備した火山

図2は基盤的火山観測施設の概要図である。観測施設には、短周期地震計や傾斜計、測位用GPS、広帯域地震計、気圧計、雨量計を備えている。短周期地震計や傾斜計に関しては、伊豆大島や三宅島噴火で前兆を捉えることに成功した高感度地震計ならびに傾斜計と同等な機器が設置されている。これらの火山データは、IP-VPN通信網やNTT回線等を通して24時間連続的に防災科研に伝送されている。

集約されたデータに対しては、防災科研が開発してきた自動震源決定、地殻変動データの自動異常検出と自動モデル化処理が24時間連続でおこなわれ

* 独立行政法人 防災科学技術研究所

** 日本大学文理学部 地球システム科学科(防災科学技術研究所客員研究員)

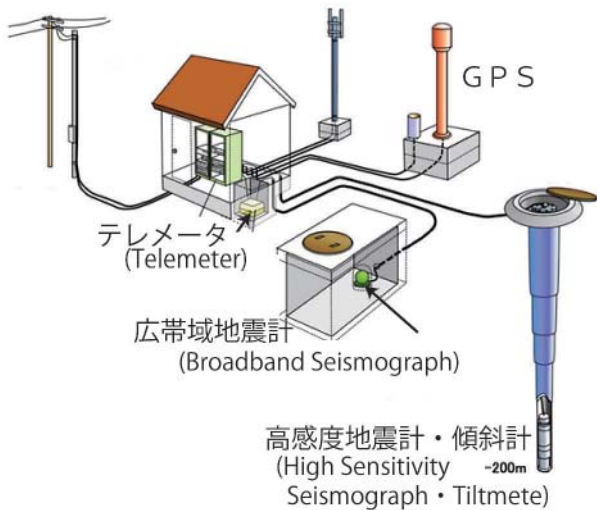


図2 基盤的火山観測施設の概要

る。この処理システムは、すでに霧島山や伊豆東部火山群の地殻変動異常の検出とモデル化に成功した実績をもっている各火山の観測データは火山噴火予知連絡会に定期的に報告され、活動評価に役立てられている。

観測データは、火山活動連続観測網(VIVA)のwebページ (http://vivaweb2.bosai.go.jp/viva/v_index.html) において、連続波形画像や短周期地震の1分間の平均振幅変化、傾斜計変化のグラフが閲覧できる。さらに、2013年1月からは、基盤的火山観測網(V-net)のwebページ (<http://www.vnet.bosai.go.jp/>) においては、地震や傾斜計のデータが利用できるようになっており、その趣旨やダウンロードの方法等の説明が記載されている。2013年8月現在、両webページの1日あたりのアクセス件数は2,000～4,000件に及んでいる。

火山活動の監視業務を担当している気象庁へは「火山観測データの交換に関する協定(2011年2月1日)」に基づき、直接火山観測データがIP-VPN通信網から送信されている。大学等への火山研究機関への配信は、東京大学地震研究所を介しておこなえるようになっている。

その他、定期的な観測としては、火山周辺の湧水や温泉水の地球化学的分析を進め、同位体酸素・水素同位体比からマグマ起源物質の混入の有無についての調査もおこなってきた。

3. 火山活動把握のためのリモートセンシング

防災科研では、火山活動把握や評価をおこなうためにリモートセンシング技術の開発や新たな解析手法の開発を進めてきた。

まず、火山の熱的活動評価に役立つ高空間分解能熱画像情報の取得を目的として、1980年代より熱画像観測用リモートセンシング装置の技術開発を始め、1990年に第1世代のマルチスペクトルスキャナーVAM90aを完成させ、2007年まで運用してきた。現在は第2世代に当たる航空機搭載型放射伝達分光装置(Airborne Radiative Transfer spectral Scanner; ARTS)を2008年より運用している。

この装置(ARTS)は、高度700～6,500mより地上の0.5～1m四方程度の領域を識別できる空間分解能を有する。その領域からの可視光線から赤外線にわたる光エネルギー(放射輝度)を、最大421波長の異なるスペクトルに分けて計測できる。これにより、地表の温度(-20～1,200℃)や火山性ガス(SO₂ガス)の濃度等を観測することができる(図3)。2010年までに、浅間山等の7火山約50シーンの計測に成功している。

例えば、2009年2月2日の浅間山での噴火では、2008年11月と2009年2月21日との比較観測結果から、浅間山火山口内の熱的活動は拡大していないことを示した。また、桜島、阿蘇山、三宅島で火山ガス(二酸化硫黄ガス)の面的濃度分布推定手法開発に成功した。

次に、マグマの複雑な挙動評価に役立つ高密度な地殻変動情報の取得を目的として、合成開口レーダ(SAR)を用いた地殻変動検出に関する研究を紹介する。この研究では、複数の軌道に関する干渉画像を統合的にInSAR時系列解析する新たな手法は、大気遅延や電離層遅延等によるノイズの影響を下げ、霧島山や三宅島火山口周辺における面的かつ精密な地殻変動時系列解析を可能とした(図3)。

さらに、レーダによる火山噴煙監視に関する研究では、防災科研の水・土砂防災研究ユニットの協力を得て、2008年の桜島爆発的噴火や2011年霧島山新燃岳噴火について、国土交通省のXバンド気象レーダのデータを解析した。その結果、在来型Xバンド気象レーダによって爆発的噴火の観測は可能であることがわかった。

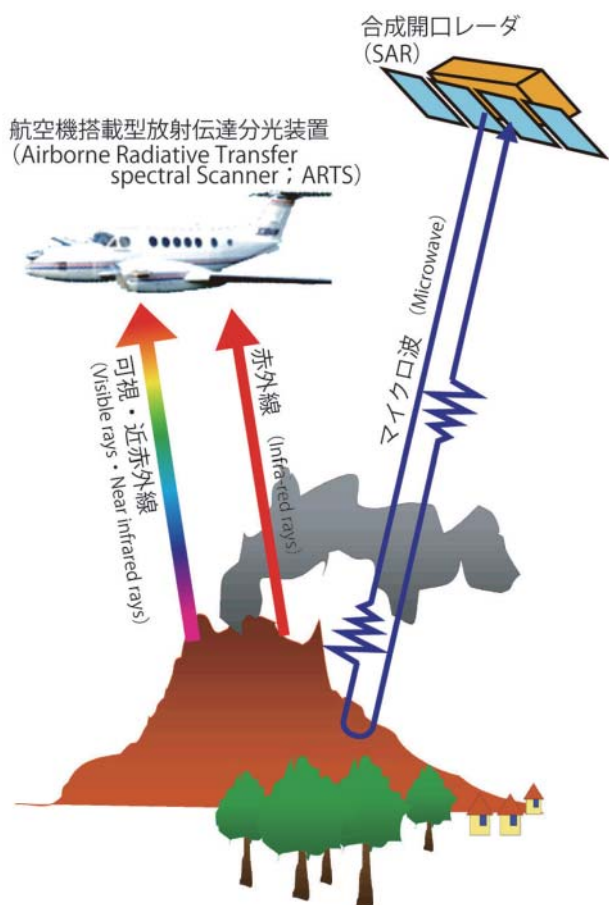


図3 リモートセンシングによる火山観測

4. 火山活動および災害予測のためのシミュレーション

防災科研では、火山活動の評価や火山災害予測のためのシミュレーションをおこなうために技術開発・活用を進めてきた。

例えば、火山活動予測のためのシミュレーション技術開発・活用では、個別要素法を用いてマグマ移動による3次元応力場における亀裂進展・マグマ貫入のモデル化のシミュレーションを実施し、弾性変形・塑性変形(破壊)やマグマ周辺の応力場変化の評価を行った。

プレート境界型地震による火山周辺での静的応力場変化を評価するシミュレーションでは、有限要素法を用いて、富士山マグマ溜まりの影響評価をおこなった。

火道内における気液二相マグマの上昇過程の数値解析研究では、マグマがマグマ溜まりから地表まで火道内を流れて地表の噴火現象に至るまでの過程を流体力学数値モデルにより解析をおこなった。これにより、非爆発的噴火から爆発的噴火への遷移過程

を再現する時間発展モデルを開発し、火道内圧力変動プロセスなどの数値シミュレーションに成功した(図4)。

火山災害予測のためのシミュレーション技術開発・活用では、地形データメッシュサイズ依存性の定量評価、大規模溶岩流の評価、桜島昭和火口からの想定溶岩流シミュレーションを実施した。

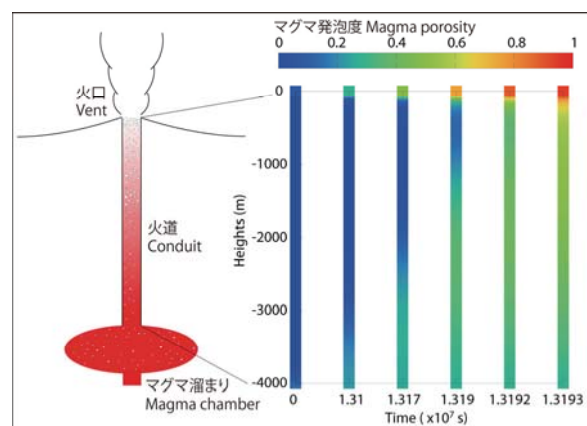


図4 火道内におけるマグマ上昇流のシミュレーション

5. 研究成果と社会への還元

霧島山新燃岳では、2011年1月26日にマグマ噴火が発生し、2012年10月現在も活動が継続している。

第1章で述べた2008年科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会の方針に従って2010年に整備された霧島山の基盤的火山観測施設は、マグマの蓄積から噴火に至る過程を捕らえるとともに、自動震源決定や地殻変動異常検知システムにより地震の発生状況と、マグマ蓄積による膨張と噴火とともに収縮したマグマ溜まりの位置や大きさ等についての分析結果を火山噴火予知連絡会に資料提供し、火山活動評価に役立てた。

富士山麓直下では、2011年3月15日に静岡県東部地震(M_{JMA}6.4)が発生した。その際には、傾斜計やGPSで観測されたコサイスミックな地殻変動や震源分布から断層モデルを推定した。また、先述のシミュレーションを用いて富士山マグマ溜まりへの影響評価をおこなった。

6. 国内外における共同研究の推進

基盤的火山観測施設整備では、観測孔掘削時に、

全深度の地質コア試料を採取している。この試料は露頭調査だけでは得られない過去の噴火履歴を調査する上で貴重な試料であるため、地元大学や研究所等と共に火山地質学的・岩石学的分析を進めている。

国際的な共同研究としては、防災科研が取得した観測データをWOVO(国際火山観測所機構)のもとに管理されている国際データベースWOVOdatに登録し、火山噴火予知に資する知見を共有化することを進めている。

また、インドネシア、フィリピン、エクアドルの関係機関と協力して地震・火山観測ネットワークの構築をおこない、地震・火山噴火の事例研究を多く蓄積し、地震・火山災害軽減を目指した共同研究を進めてきた。

7. アウトリーチ活動

日本の火山ハザードマップ集(2006)は、自然災害情報室と協力し、日本火山学会火山防災委員会との共同事業として開始し、ハザードマップ集DVD版を国内や海外での学会やワークショップ等で多数、配布し、火山防災の普及に役立ててきた。

防災科研では、毎年「科学技術週間一般公開」を開催している。火山研究のグループでは、火山について広く一般の方々に理解と関心を深めていただくために、噴火の様子を示すビデオ放映や噴石などの室内展示や噴火を想定する野外実験をおこなっている。また、小中校生向きの防災教育活動のイベントである「つくばちびっ子博士」や「サマー・サイエンスキャンプ」等のプログラムにも協力してきた。

一方、防災科研は山梨県環境科学研究所と協力し

て、火山災害の軽減のための方策に関する国際ワークショップを2003年から2年おきに開催している。2007年のテーマは「噴火未遂事象に学ぶ」、2009年「大規模噴火(レベル4・5)時のクライシス・マネジメント」、2011年「リアルタイム火山災害評価と行政対応」など、内外の研究者のみならず、地方自治体職員を講師として招聘し、火山防災の現状や問題点を議論している。

また、「火山災害のことをもっと知りたい!」というテーマ(<http://www.bosai.go.jp/realtime/volcano/detail01.html>)のもと、初心者向け、本で読む、教本、専門webサイトコーナー毎に、テキストを紹介している。特に、教本コーナーでは、国際火山学地球内部科学協会等と連携し、小冊子「火山灰の健康影響」や「降灰への備え」を紹介している。この小冊子は地方自治体やマスコミを通して、2011年霧島山新燃岳噴火では有効に利用された。

8. まとめ

本報告では、防災科研の火山防災研究への取り組みとして、ここ最近10年の研究成果を紹介した。

火山観測網の整備とデータ流通、リモートセンシングの技術開発と解析手法開発、シミュレーション技術の導入と噴火理論の検証をおこないながら、火山現象予測のための観測研究の推進、火山現象解明のための観測研究の推進と新たな観測技術開発を推進してきた。防災科研は今後も火山災害の軽減を目指し、観測データの蓄積、火山活動調査の技術開発、噴火の理論構築とシミュレーション技術開発を進めていく所存である。