5. 衛星解析グループの活動 —だいち2号データの活用事例—

Activity of Satellite Analysis Group —Cases of using ALOS-2 data—

火山噴火予知連絡会衛星解析グループ 事務局
*Secretariat of Satellite Analysis Group,
Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption*

Abstract : Monitoring volcanic activities is important for safety of people. If the volcanic activity has been increased, the installation of additional sensors near the volcano is difficult. So, Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption set up “Satellite Analysis Group” for using ALOS and ALOS-2 data which are able to monitor active volcanos safely in day-and-night or any weather. This report introduces ALOS-2 data’s analysis results on Hakone, Kuchinoerabujima, and Sakurajima.

1. はじめに

火山活動を監視し噴火の予兆を捉えることは、国民の安全な生活を守るために非常に重要である。そのため、気象庁では、地震計による火山性地震・微動の観測や遠望カメラ・熱赤外線カメラによる監視、火山ガス観測、地磁気観測など様々な観測を行っている。なかでも、地殻変動観測は地下でのマグマや熱水の蓄積や移動等を地殻の動きから観測できるため、火山の活動状況を把握することに適している。地殻変動観測には、傾斜計や光波測距、GNSS等による観測があるが、それらから得られる情報は機器の設置場所の変動や観測点間の相対位置など空間的に限られたものであり、広範にわたる火山体の地殻変動を面的に把握することはできない。また、火山活動が活発化した場合には、火山周辺に立ち入ることは危険を伴い、監視強化のための観測機器の設置が難しいこともある。

陸域観測技術衛星に搭載されたSAR (Synthetic Aperture Radar, 合成開口レーダー) は、地表面にマイクロ波を照射し、その反射波を受信して観測を行うことができ、地上の観測機器を必要としない。そして、同一場所において、異なる時期に2回以上の観測を行い、得られた反射波の強度や位相情報を処理することで、その期間の地表面の面的な変動を算出することが可能である。また、光学カメラのような可視光による観測と異なり、電波による観測は、昼夜問わず、雲や噴煙の状況にも左右されずに観測ができることから、

噴火活動が活発になった火山でも、観測を継続することが可能である。

火山噴火予知連絡会では、平成18年1月に打上げられた陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)をはじめとする衛星データを利用した火山活動の評価及び把握を目的とした衛星解析グループを平成18年11月に設置した。さらに衛星解析グループ事務局の気象庁と独立行政法人(現:国立研究開発法人)宇宙航空研究開発機構(JAXA)との間で共同研究に関する協定を締結し、平成19年度から火山活動評価等における衛星データの利用方法の調査・研究を行ってきた。

ここでは、共同研究の枠組みを概観するとともに、平成27年の気象庁でのデータ活用事例を挙げながら衛星解析グループの活動について紹介する。

2. 共同研究の枠組み

衛星解析グループは、火山噴火予知連絡会委員等の属する機関により構成され、国・自治体の公的機関や大学等の研究機関が参加している。設置目的は主に以下の2つである。

- (1) 日本国内の主要活火山等を対象に、だいち等の観測データによる火山活動の監視及び地殻変動等の検出の手法、並びにこれらによる解析結果の火山活動評価への利用方法についての調査・検討。
- (2) 噴火の規模や影響の範囲の把握等についての観測データの有効性の調査・検討。

この目的の実現に向けて、防災利用実証実験へ参加し、気象庁とJAXAとの間で、「陸域観測技術衛星デー

図1 共同研究の枠組み

タによる火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」についての協定を平成19年に締結した。さらに平成26年度には陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)が打ち上げられ、そのデータの利用に対応する形で新たな協定を締結している。この協定に基づき、衛星解析グループは参加機関の研究課題に応じたデータ利用計画を作成し、これに対しJAXAからは無償で、年間に定められた量までのだいち等の観測

データが提供される(図1)。また、年間のデータ利用計画とは別に、火山活動の活発化が見られる場合などは、衛星解析グループからJAXAへ緊急観測要求を行い、これが認められた場合には緊急観測が実施される。

観測データは、(一財)リモート・センシング技術センター(RESTEC)の支援により速やかに提供される。提供されたデータを用いて解析した結果は、火山噴火予知連絡会に適宜報告され、火山活動評価に活用される。さらに本共同研究の枠組みで得られた成果を学会等で公表する際には、その内容をJAXAへ報告することとしている。

3. 活動内容

平成27年度には箱根山の活発化や口永良部島の噴火、桜島におけるマグマ貫入などの現象が発生し、口永良部島では噴火警戒レベル導入後初めての「レベル5(避難)」,引き続き桜島でも「レベル4(避難準備)」という特別警報の発表を経験した。これらの火山活動の監視・評価にあたり、だいち2号による観測結果が重要な役割を果たしてきた。以下に、これらを事例にしなが

3.1 箱根山

箱根山では大涌谷付近で2015年4月26日からの火山性地震増加、気象庁による現地調査で大涌谷の温泉施設での蒸気が勢いよく噴出しているのが確認されるなど、活動が活発化していた。また、GNSS観測による

図2 大涌谷周辺(白破線)の変動源推移

強羅付近(白丸)を無変動と仮定した場合の大涌谷周辺の位相変化。異なる期間においても局所的な地殻変動が検出されていることが分かる。

と大涌谷を挟む基線でわずかに伸びの傾向がみられたことなどから、衛星解析グループは、JAXA に対してだいち 2 号による観測を積極的に要求し、5 月以降、2 週間に 1～2 回という極めて高頻度に複数の軌道から観測が実施された。その結果、大涌谷における非常に局所的な地殻変動が観測され、その後の変動量の推移を捉えることに成功した(図 2)。これらの成果は火山噴火予知連絡会に報告され、火山活動の評価や気象庁の噴火警戒レベルの判断材料の一つとして活用された。

3.2 口永良部島

口永良部島では、2015 年 5 月 29 日に爆発的噴火が発生し、火砕流が海岸にまで達した。気象庁は噴火警戒レベルを導入後初めて 5 に引上げ。厳重な警戒を呼びかけた。同島では、複数の機関により地震、傾斜、GNSS 等の観測が行われていたが、噴火に伴う機器の損傷、電源喪失等により、火山活動監視が一部で困難となった。

この活動に際して、衛星解析グループは、JAXA に対して即座に緊急観測要望を提出し、噴火発生当日の

夜には観測されるなど、迅速な対応がとられた。

取得されたデータを解析した結果、噴火による干渉度の低い地域の判別や強度画像の判読により被害状況の把握や新岳火口の形状変化が検出された(図 3)。

3.3 桜 島

桜島では、2015 年 8 月 15 日早朝から島内を震源とする地震が多発し、傾斜計や伸縮計により山体膨張を示す急激な地殻変動が観測された。このため、気象庁は、噴火警戒レベルを 3 から 4 へと引上げた。

これを受けて、衛星解析グループは、JAXA に対して直ちに緊急観測を要求し、その結果、8 月 16、17、18 日に異なる軌道からだいち 2 号による緊急観測が行われた。これらの解析結果は、各参加機関から 8 月 21 日の火山噴火予知連絡会拡大幹事会に報告された(口絵)。3 日連続で複数の方向から観測されたことにより、単独の SAR 衛星から得られる衛星視線方向変動量を準東西方向と準鉛直方向へ分解することが可能となり、昭和火口付近における詳細な地殻変動の把握に貢献した。

また、その後も緊急観測要求を行い、観測を継続し、地殻変動は地震が急増した期間のみで検出され、17 日以降は変動が収まっていることが確認された。この結果は、気象庁による 9 月 1 日のレベル引下げの判断材料の一つとして活用された。

4. ま と め

衛星による SAR 観測は、地上への観測機器設置を必要とせず、宇宙という遠方から昼夜・天候問わずに観測を継続できることが最大の利点である。今回紹介した事例のように、衛星解析グループによる成果は、着実に火山活動評価や防災情報の発信で重要な役割を担いつつある。

今後も引き続き、火山活動の監視及び適切な評価の技術向上のため、衛星解析グループとしての活動を継続させていきたい。

謝 辞

衛星解析グループの活動を運営、実施するにあたり、JAXA 及び RESTEC の皆様には日頃からの支援や緊急時の迅速な観測実施とデータ提供等、様々なご協力を頂きました。また、衛星解析グループ参加各機関からは火山噴火予知連絡会へ解析結果を迅速にご報告頂

図3 噴火前後の相関画像
噴火前後の干渉解析時の相関度。沿岸地域に対し、山頂付近とそこから向江浜方面に向かって干渉度が低い(白色)ことが分かる。

き,これらの結果は火山活動評価に役立てられました。衛星解析グループの活動に関わられたこれらの皆様に感謝いたします。

なお,本稿で使用しただいち2号データの所有権は,JAXAにあり,「陸域観測技術衛星「だいち」及び陸域観測技術衛星2号「だいち2号」の観測データ等による火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」に基づき,JAXAから提供されたものです。解析ソフトウェアは,防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発されたRINCを使用しました。また,処理の過程や結果の描画においては,国土地理院の数値地図10mメッシュ(標高)を基にしたDEHMを使用しました。ここに記して,謝意を表します。

参考文献

火山噴火予知連絡会 衛星解析グループ(2016),火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究

平成27年度成果報告書,p1-2

気象庁(2016),火山噴火予知連絡会資料,第133回火山噴火予知連絡会 その4(箱根山),http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/shiryo/133/133_04.pdf

気象庁(2016),火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料(平成27年5月30日開催)気象研究所,http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/shiryo/kakudai150530/3_mri150530.pdf

気象庁(2016),火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料(平成27年8月21日開催)【桜島】気象研究所,http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/shiryo/kakudai150821/3_mri_sakurajima.pdf