

衛星搭載型合成開口レーダー (SAR)

火山活動に伴う地殻変動を詳細に測る

火山防災研究部 主任研究員 小澤 拓



はじめに

火山噴火を予測する方法の一つは、地下におけるマグマの動きを正確に把握することです。マグマの動きは地殻変動や地震分布等から推測できるので、防災科研では火山周辺に観測点を設置し、地震計や傾斜計、GPS 等を用いた観測を行っています。これらの観測は火山活動の把握に重要な役割を果たしていますが、複雑なマグマの動きをより正確に把握するためには、より高密度な観測を必要とします。しかし、観測点を設置できる場所が限定される等の問題があり、さらなる観測点の増設は簡単ではありません。そこで、私たちは、観測点を設置することなく高密度な地殻変動情報が得られる合成開口レーダー (SAR) を利用し、火山観測の強化を試みています。

合成開口レーダー (SAR)

SAR は地表に向けてマイクロ波を照射し、地表からの後方散乱波を受信します。観測で得られた受信信号を解析することにより、数 m から数 10m の空間分解能を持つ地表画像が得られます。マイクロ波は雲や噴煙を透過する性質があるので、これらに遮られることなく、観測毎に地表を観測できるという利点を有しています。さらに、2回の観測で得られたマイクロ波の位相の差から、地殻変動によって生じた衛星と地表の間の距離 (スラントレンジ) の変化を

求めることができます。これは SAR 干渉法と呼ばれる解析手法で、地表における観測を必要とせずに、数 cm の地殻変動を画像のように捉えられるという特徴を有しています (図1)。最近では、SAR (センサ名: PALSAR) を搭載した日本の陸域観測技術衛星 (だいち) の活躍により、つぎつぎと新たな地殻変動が明らかにされています。

小笠原硫黄島における解析例

PALSAR が明らかにした地殻変動の例として、2006年中頃から火山活動の活発化を開始した小笠原硫黄島 (東京都小笠原村) に関する解析例を紹介します。島の北部に設置してい

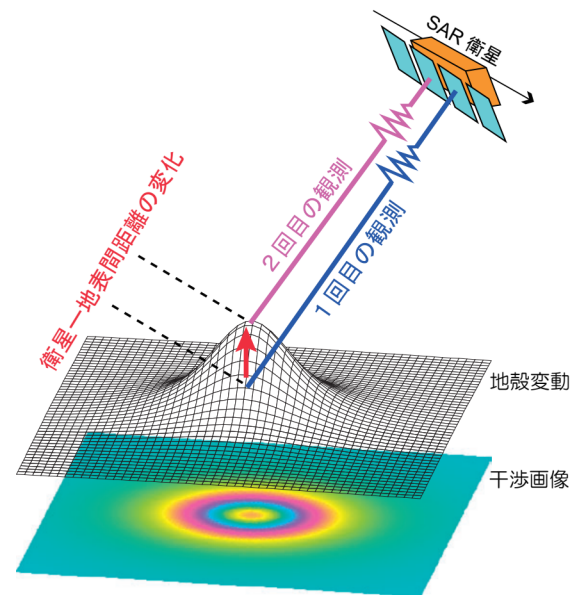


図1 SAR 干渉法に関する観測幾何。干渉解析で得られた0 ~ 2πラジアン位の位相差を青-黄-紫-青で色を付けて表すと、地殻変動を示す干渉縞が得られる。

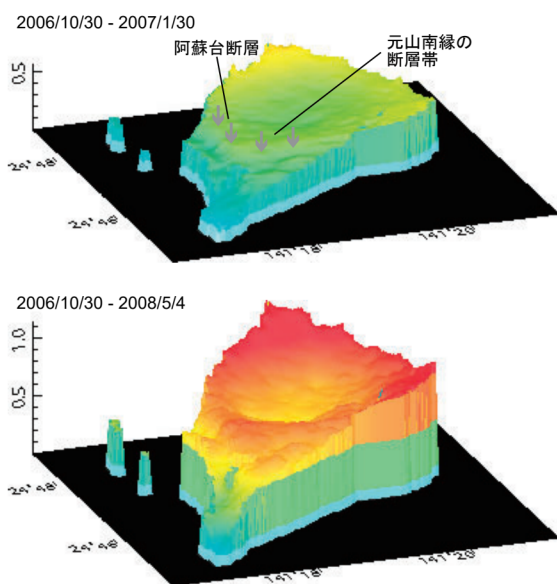


図2 PALSAR データを用いた干渉解析により求められた小笠原硫黄島の隆起 (単位 m)

る GPS の観測によると、継続的に進行していた沈降が2006年8月頃に急激に隆起に転じました。また、地震活動の活発化も観測されたことから、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と火山噴火予知連絡会との共同により、PALSAR による緊急観測およびその後の高頻度の観測が実施されています。私たちは、これらのデータを解析して、小笠原硫黄島の火山活動活発化に関する地殻変動を調査しました。基本的に、SAR 干渉法から得られる地殻変動はスラントレンジ変化成分のみですが、多方向から高頻度に観測された SAR データを厳密に解析することにより、地殻変動のおおよそ上下成分 (垂直から南に10度傾く成分) と東西成分の時間変化を求めることができました (図2)。その結果、島の北部を中心とするような隆起が求まり、もっとも火山活動が活発であった時期における島北端付近の隆起量は、46日間で30cm を超えていたことがわかりました。また、隆起に伴う変形が、西海岸付近で南北に延びる阿蘇台断層および島中

心部で東西に延びる断層帯に沿って集中していることが明らかとなりました。これは島の北部 (元山) がブロック状に隆起したことを示しています。さらに、その後の時間変化に着目すると、元山の北海岸および南東海岸では継続的に隆起が進行しているのに対して、中央部における隆起速度は明らかに遅く、2007年の9月から12月にかけては隆起が停滞していたことがわかりました。このような隆起の全容は、地表観測のみからでは把握できなかったことであり、SAR 干渉法と地表観測の結果を組み合わせることによって、初めて明らかになったものです。現時点においても隆起は継続しており、今後の推移についても詳細にモニタリングを続けるとともに、そのメカニズムの解明に向けて研究を進めています。

おわりに

だいちの PALSAR データを用いた干渉解析により、三宅島や伊豆大島においても火山活動に伴う地殻変動が検出されました。また、顕著な地殻変動が検出されなかった解析結果も、火山活動状況を把握する情報として用いられています。このように、SAR は火山活動に伴う地殻変動を調査するための一般的なツールになりつつあります。また、他の様々な分野においても継続的な SAR ミッションの必要性が高まっていることから、だいちの後継機となる SAR 専用衛星の開発プロジェクトが開始されました。私たちは、これらのデータを効率的に用いた継続的な火山観測を目指して、研究開発を進めています。

最後に、小笠原硫黄島に関する研究は、JAXA が推進している防災利用実証実験および PIXEL グループの協力によって進められていることを付記し謝意を表します。