

火山性地殻変動の検出に向けた高精度 SAR 干渉解析

Precise InSAR analysis for detection of volcanic deformation

小澤 拓 (防災科学技術研究所)

Taku OZAWA (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)

We are researching on the precise InSAR analysis aiming to utilize it for monitoring of volcanic deformation, and introduce an attempt to detect precise time-series of crustal deformation in Miyake-jima volcano in this presentation. SAR data used in this analysis were observed by ALOS/PALSAR from five orbit paths. Atmospheric delay was simulated from meso-scale weather model (MSM) by Japan meteorological agency (JMA). Remaining orbital component was corrected by adjusting interferogram to GPS crustal deformation. Line-of-sight directions for five orbit paths are included in a co-plane, and their differences are less than 1-degree. Then slant-range changes for each orbit path can be expressed by horizontal and vertical components in the co-plane. Since most of estimated periods were covered by more than three orbit paths, we estimated time-series of these components by the least square analysis. In this least square analysis, smoothness constraint was used to reduce noise.

火山活動に伴う複雑な地殻変動を把握するためには、時空間的に詳細な観測が必要である。防災科学技術研究所では火山周辺域に GPS や傾斜計などを設置し、定常的なモニタリングを実施している。これらの観測によっては時間的に詳細な地殻変動の変化を捉えられるが、空間的な観測点密度は必ずしも十分ではないという問題がある。このような問題を補うため、我々は地殻変動モニタリング手法の一つとして、合成開口レーダ (SAR) 干渉法を利用したい。地下 5km の深さにおける数 100 万立方メートルの膨張を捉えるためには数 cm の地殻変動を検出しなければならないが、従来の SAR 干渉解析においては、大気伝播遅延等による誤差が数 cm を越える場合が多い。よって、SAR 干渉解析を地殻変動モニタリングに用いるためには、このような誤差を精度良く軽減する必要がある。本発表では、三宅島の SAR 干渉解析において試みている誤差軽減手法について紹介する。

本解析においては、ALOS/PALSAR データから得られた干渉画像を解析し、三宅島における地殻変動の時間変化を精度良く求めたい。解析に用いた SAR データは、アセンディング、ディセンディング両軌道からオフナディア角 41.5 度および 34.3 度 (ディセンディング軌道に関しては 2 パス) のモードで観測されたものである。まず、各観測パスで得られた SAR データのすべての組み合わせで干渉解析を行い、得られた干渉画像の中で干渉性が高い画像を、その後の解析に用いた。大気遅延誤差を軽減するためには、地形に相関する大気遅延誤差成分を標高の一次式で近似する方法 (藤原他, 1999) が良く用いられるが、火山活動が活発な状態にある三宅島においては一次式の係数を求めることは困難であり、この方法の適用は適切ではない。そこで、本解析においては、気象庁メソスケールモデル (MSM) を用いて、大気遅延成分のシミュレーションを行い、除去する方法を用いた。富士山を含む PALSAR データを用いてこの手法の評価を行ったところ、藤原他 (1999) の方法とほぼ同じ精度が得られることが確かめられている。次に、残軌道縞成分を除去するために、その成分をシーン内で一様に傾く面と仮定し、三宅島の島内に設置されている 8 点の GPS 観測点で得られた地殻変動と整合するように、平面のパラメータを推定した。この解析により得られる地殻変動は、GPS による地殻変動の基準点 (御蔵島) に対するスラントレンジ変化成分である。SAR 干渉解析により得られる地殻変動成分は地殻変動の変位ベクトルとレーダ波の入射方向ベクトルとの内積値に等しい。異なる観測パスに関する入射方向はそれぞれ異なるので、異なる観測パスに関する地殻変動成分はそれぞれ異なる。しかし、これらの入射方向ベクトルは一つの共通面内にほぼ含まれ、共通面からのずれは 1 度以下である。よって、本解析で用いた 5 つの観測パスのスラントレンジ変化成分は、共通面内の水平方向 (準東西) 成分とそれに直行する方向 (準上下) 成分によって表せる。解析期間のほとんどにおいて、3 つ以上の観測パスに関する干渉画像が得られているので、準上下・東西成分の 2 成分を最小二乗法によって求めることができる。この解析においては、ノイズ軽減と観測データが無い期間の補間のために、平滑拘束条件を用いた。この解析により、解釈しやすい結果が得られるだけでなく、同時期により多くの干渉画像が得られていれば、原理的にランダムな誤差が軽減されるはずである。さらに、観測日の差も考慮に入れて解析できるので、より高精度に地殻変動の時系列データを求めることが可能である。将来、ALOS と ALOS-2 などのタンデムミッションが実現されれば、同時期に多方向からの干渉画像が得られると期待され、本手法により、それらを効率的に用いて高精度に地殻変動を検出できると期待される。