

干渉 SAR 時系列解析により検出された弥陀ヶ原火山・地獄谷の膨張性地殻変動 Locally-distributed inflational deformation at Midagahara volcano, Japan, detected by InSAR time series analysis

小林 知勝^{1*}; Hanssen Ramon F.²
KOBAYASHI, Tomokazu^{1*}; HANSEN, Ramon F.²

¹ 国土交通省国土地理院, ² デルフト工科大学
¹GSI of Japan, ²Delft University of Technology

はじめに：弥陀ヶ原火山は、富山県の立山に位置する活火山である。山頂部に近い室堂平地域の地獄谷では、以前から活発な熱・噴気活動が存在しているが、近年、地獄谷の熱活動が活発化している。地獄谷では江戸時代に噴火活動が発生しているほか、複数の水蒸気爆発の堆積物が知られており、今後、水蒸気爆発の発生に至ることが懸念されている。一般的に、水蒸気爆発は、地下の熱水システムへの熱供給を通して起こると考えられているが、これに伴い地盤の膨張が進行することが期待される。地殻変動は、地下の圧力状況を知る有効な情報であり、活動の評価指標として重要な観測量であるが、これまで室堂平周辺で行なわれた GPS 基線長解析からは、有意な地殻変動は検出されていない。従って、仮に変動があるとしても、地獄谷およびその周辺の狭い領域で小規模で進行していると推察される。地殻変動の有無や進行状況を把握するには、高い計測精度と空間分解能を持った干渉 SAR 時系列解析が有効と考えられる。

解析手法：解析には、弥陀ヶ原火山を撮影した ALOS/PALSAR の SAR データを使用した。立山は 1 年間の多くを雪に閉ざされた場所であり、非積雪期である 7 月から 10 月の限られた期間のデータのみが利用可能である。その結果、解析に利用できた画像データは、2007 年 9 月から 2010 年 10 月までの 12 枚であった。地殻変動解析には PSI 法を適用した。ただし、解析領域は山間部のため、PS 点の密度が低いことが予想される。そこで本解析では、PS 点に加えて、Phase Linking 法により位相を最適化させた DS 点も加えて使用した。PS 点においては、分散指標を利用した PS 候補点の取得方法は、画像数が少ない場合は精度が良くないため、単一の SLC 画像から PS 候補点を抽出する SCR 法も用いた。一方、Phase Linking 法による解析では、まず初めに、2 標本 KS 検定を用いて統計的に同質のピクセルを抽出してマルチルック処理を行った後、Phase Linking 処理を実施した。最終的に利用する計測点の選択には、Spatio-temporal consistency 法による位相評価指標を用いた。本解析では 10mm を閾値とした。結果的に、解析領域の全画素 720,000 点中、PS 点は 7094 点、最適化された DS 点は 82,138 点が抽出された。

解析結果：解析の結果、地熱活動の活発な地獄谷の領域で、膨張性地殻変動が検出された。地殻変動は、鍛冶屋地獄等、現在活発な噴気・熱水活動が地表で見られる領域とほぼ一致しており、その値は最大約 4cm/yr に達する。変位の時系列データは、ほぼ直線状に推移しており、非定常な変動は有意には見られない。このことから、最低でも 2010 年までは、ほぼ一定速度で時間的に安定した変動をしていたようである。変動域は局所的でおおよそ数百 m の広がりにとどまり、その広がりから、変動をもたらす力源はごく浅部にあることが示唆される。シル状の矩形クラック 1 枚の開口を仮定して、Simulated Annealing 法によりモデリングを行ったところ、深さ 100m での開口クラックが最適解として求められた。さらに詳しいモデルを得るために、深さ 100m の位置に、100 × 100m サイズの矩形パッチで構成される開口シルを仮定し、開口分布をインバージョンにより求めるところ、主な開口は鍛冶屋地獄周辺直下の局所的な広がりにとどまり、最大約 10cm/yr の開口速度が見積もられた。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 25350494 の助成を受けたものです。

キーワード：弥陀ヶ原火山, 干渉 SAR 時系列解析, 地殻変動
Keywords: Midagahara volcano, InSAR time series analysis, Crustal deformation