ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた諏訪之瀬島の地殻変動*

Ground deformation on Suwanosejima revealed by ALOS-2/PALSAR-2 data

気象庁気象研究所**
Meteorological Research Institute, JMA

1. はじめに

活発な噴火活動を繰り返している諏訪之瀬島周辺について，ALOS-2/PALSAR-2 を使った差分干渉 SAR 解析と干渉 SAR 時系列解析をおこない，火山活動に伴う地殻変動の検出を試みたので報告する。

2. 解析結果

解析に使用した ALOS-2/PALSAR-2 データを第１表および第３図に示す。

差分干渉 SAR 解析では，Path131 と 23 について，各々2022 年 11 月および８月を起点とし，１～３回帰前のデータについて解析結果を比較した（第１，２図）。山頂火口付近は活発な火山活動に伴う地形変化のため非干渉となっているが，火口の南西側山腹において，北行軌道では衛星に近づく方向，南行軌道では，衛星から遠ざかる方向の位相変化が検出されているように見えるがノイズの可能性も否定できない。また，各々の回帰ペアによる違いはほとんど認められない。

干渉 SAR 時系列解析では，path131 については 2015 年２月 17 日から 2022 年 11 月１日までの 20 シーン 54 ペア，path23 については 2015 年３月９日から 2022 年８月 29 日までの 24 シーン 61 ペアを使い，各々SBAS（Small Baseline subset）法による解析をおこなった。各軌道における年変化速度は，山頂火口から海岸線に向かって衛星から遠ざかる方向→衛星に近づく方向→衛星から遠ざかる方向の順に変化が検出された（第４図）。各々の軌道における変化速度を一定と仮定し，2.5 次元解析をおこなった結果，準東西方向では，火口の東側，南側，西側の山腹で東向き方向，南西と北西側の山腹で西向きの変化が，準上下方向では，火口周辺で沈降，その周りと西側の海岸にかけて隆起，さらにその外周において沈降の変化が検出された（第５図）。

謝辞

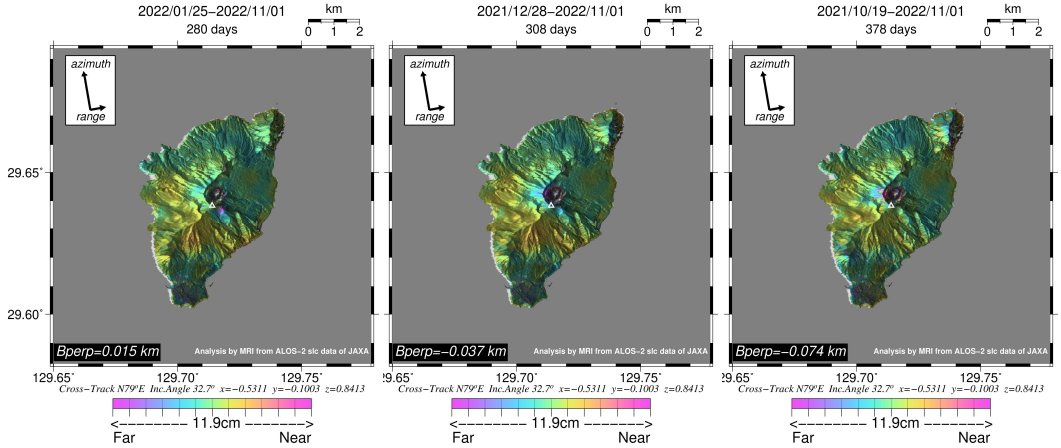
本解析で用いた PALSAR-2 データは，火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて，宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また，一部は PIXEL（PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）において共有しているものであり，宇宙航空研究開発機構（JAXA）と PIXEL との共同研究契約に基づき JAXA から提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは，防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。時系列解析は，*LiCSBAS*（Morishita et al. 2020）を使用した。また，処理の過程や結果の描画においては，国土地理院発行の数値地図 10m メッシュ（標高）と全球ジオイドモデル EGM96（Lemoine et al. 1997）を元にした楕円体標高モデル（DEHM）を使用し，得られた結果については，地理院タイルに干渉処理結果を追記して GMT（Wessel, P. and W.H.F. Smith, 1998）により描画した。関係各位におかれては，ここに記して御礼申し上げます。

第１表　解析に使用した PALSAR-2 データ
Table 1. ALOS-2/PALSAR-2 data used in this study

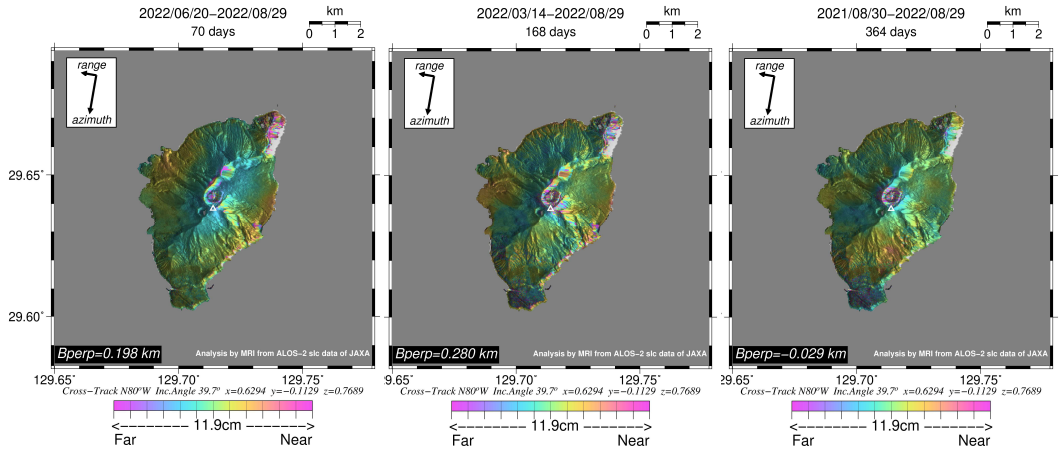
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
131-580 SM1_U2-6	Asc.	Left	32.7°	2022.01.25	2022.11.01	Fig. 1. Left
				2021.12.28		Fig. 1. Center
				2021.10.19		Fig. 1. Right
23-3020 SM1_U2-8	Des.	Left	39.7°	2022.06.20	2022.08.29	Fig. 2. Left
				2022.03.14		Fig. 2. Center
				2021.08.30		Fig. 2. Right

＊　2024 年 10 月 31 日受付

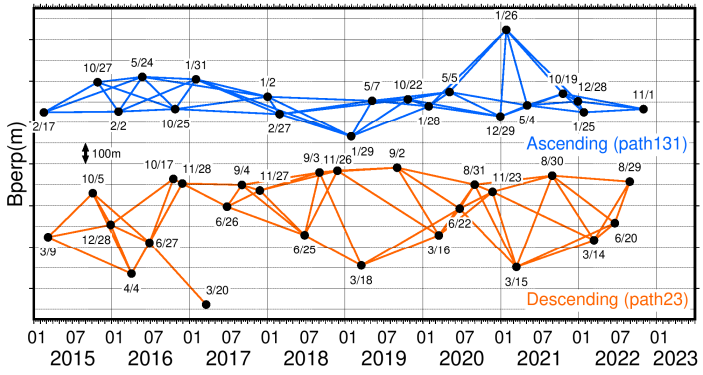
＊＊　安藤　忍



第 1 図　path131 における干渉解析結果
図中の白三角形は山頂位置を示す。フルカラースケールは視線方向（LOS）において 11.9cm を示す。いずれのペアも山頂火口南西部の山腹において衛星に近づく方向の位相変化が認められる。
Fig. 1. Ground displacement interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 131
White triangles indicate the summit. One full repetition of the color scale represents a displacement of 11.9 cm in the line of sight (LOS) of the satellite. In each pair, the ground displacement in the direction approaching the satellite was detected on the flank of the mountain to the southwestern of the summit crater.



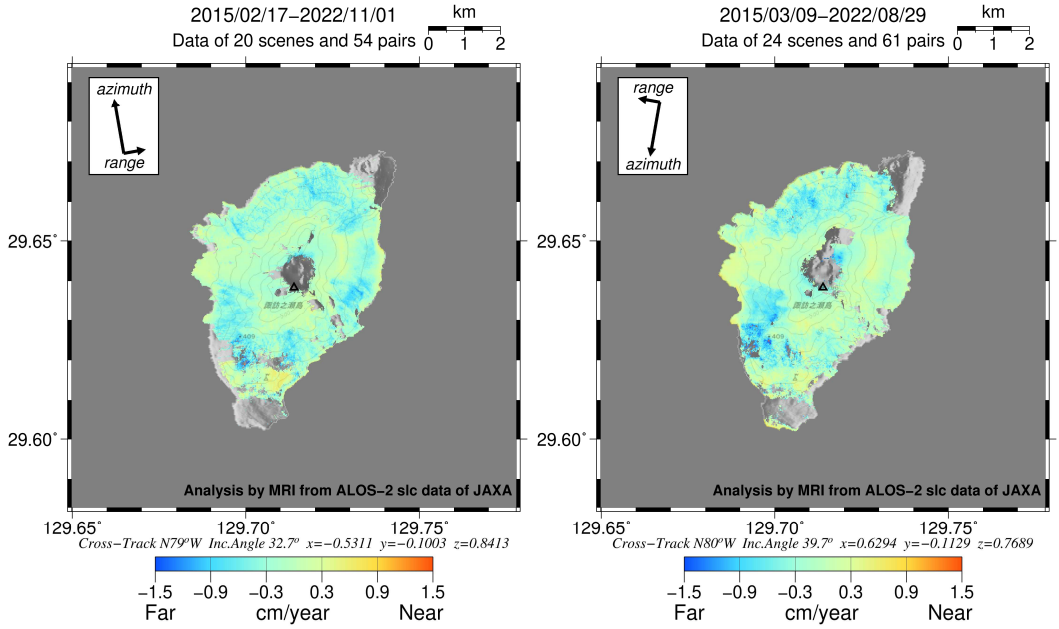
第 2 図　pat23 における干渉解析結果
凡例は第 1 図と同じ。いずれのペアも山頂火口南西部の山腹において衛星から遠ざかる方向の位相変化が認められる。
Fig. 2. Ground displacement interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 117
The legend in the figure is the same Fig. 1. In each pair, the ground displacement in the direction moving away from the satellite was detected on the flank of the mountain to the southwestern of the summit crater.



第 3 図　干渉 SAR 時系列解析に使用した PALSAR-2 データの観測ペアと垂直基線長（Bperp）

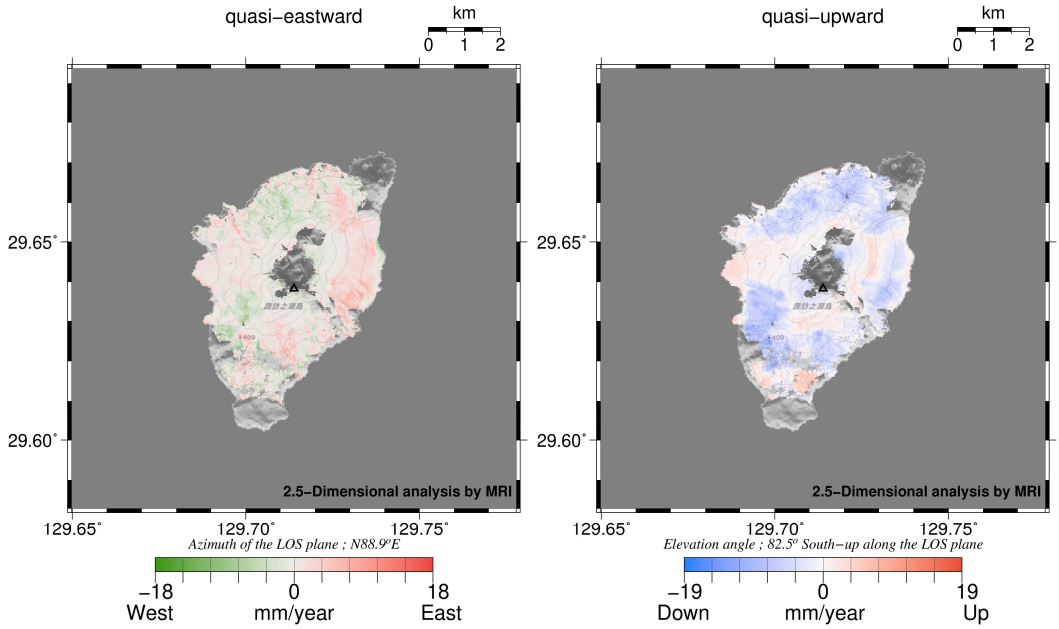
諏訪之瀬島

Fig. 3. Pairs and the perpendicular baseline of ALOS-2/PALSAR-2 data used on the InSAR time series analysis.



第４図　path131（左）および path23（右）における干渉 SAR 時系列解析
黒三角形は諏訪之瀬島の山頂位置を示す。山頂火口から海岸線に向かって衛星から遠ざかる方向→衛星に近づく方向→衛星から遠ざかる方向の順に変化が検出された。

Fig. 4. InSAR time series analysis generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path131 (left) or 23 (right).
The black triangle indicates the sumit of Suwanosejima. The following changes were detected from the summit crater to the coastline: Direction away from the satellite → Direction towards the satellite → Direction away from the satellite.



第５図　第４図で得られた変化速度を一定と仮定した場合の 2.5 次元解析結果
黒三角形は諏訪之瀬島の山頂位置を示す。準東西方向（左）では，火口の東側，南側，西側の山腹で東向き方向，南西と北西側の山腹で西向きの変化が，準上下方向（右）では，火口周辺で沈降，その周りと西側の海岸にかけて隆起，さらにその外周において沈降の変化が検出された。

Fig. 5. 2.5-dimensional analysis assuming the rate of change obtained in Fig. 4 is constant
The black triangle indicates the sumit of Suwanosejima. In the quasi-east-west direction (left), eastward changes were detected on the eastern, southern, and western flanks of the crater, and westward changes on the southwestern and northwestern flanks. In the quasi-vertical direction (right), subsidence was detected around the crater, uplift around that and toward the western coast, and then subsidence changes were detected outside of that.