

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地表変化*

Surface change in Nishinoshima revealed by ALOS-2/PALSAR-2 data

気象庁気象研究所**

Meteorological Research Institute, JMA

気象庁火山監視・警報センター***

Volcanic Observation and Warning Center,

Volcanology Division, Seismology and Volcanology Department, JMA

1. はじめに

2017年4月に再開した噴火活動前後にALOS-2/PALSAR-2で撮像された西之島周辺の複数パスのデータについて処理を行い、位相変化、相関度および強度解析をそれぞれ行ったので以下報告する。

2. 解析結果

解析に使用したデータを第1表に示す。干渉画像では、再噴火が始まった2017年4月17日以前のペアでは、海岸付近における海水による陸域の侵食の影響は少なからず認められるが、大きな陸域面積の変化や非干渉領域は認められなかった。一方で、4月17日を含むペアでは、主に中央火砕丘周辺から西および南西方向にかけて、非干渉領域が認められたほか、その近傍において衛星視線方向伸長の位相変化が得られた(第2～6図)。

また、より解像度の高いpath14の干渉解析について、相関画像と強度画像解析も併せて行った。

相関画像解析では、溶岩流出痕に相当すると考えられる相関度の低い領域が明瞭に確認できた(第7図)。また、強度画像を用いた加色混合法による比較では、4月28日の時点で西側と南西側において海岸線の拡大が検出されたが、5月12日の時点では、西側での変化は小さくなり、さらに26日の時点では、主に南西側のみで陸域の拡大が認められた(第8図)。強度画像による陸域面積とpath14における低相関度領域の推移グラフによれば、4月の噴火以降陸域の面積は最大約3.0km²に達していることがわかった(第1図)。

強度画像を基に地形判読を行ない、火山活動の伴う地形変化をまとめた(第9図)。なお、判読した溶岩流の流下域と相関画像解析の結果は、ほぼ一致した。4月28日の画像からは、火砕丘の北側から西側(A)と南西側(B)に溶岩が流れ、海まで達しているのが読み取れる。5月12日の画像からは、溶岩流の先端が指状に別れ、特にBのものが、前進しているのが読み取れる。また、火砕丘頂上の火口地形が消失しその北側に散乱が小さく(暗く)なった地域が広がる。これらは、山頂から北側にかけて火砕物が堆積したためと解釈した。5月26日の画像からは、B溶岩流のみさらに前進し、指状の地形が顕著になっている。6月9日の画像からは、A溶岩流の南(C)とB溶岩流の東(D)に新たな溶岩流が流下しているのが読み取れる。C溶岩流は海まで達している。D溶岩流は、火砕丘の南側山麓付近から流下している。また火砕丘には、NNE-SSW方向に並んだ火口状の地形が新たに認められる。これは、火砕丘がWNW-ESE方向に伸張して形成された陥没地形と考えられる。

なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などは行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

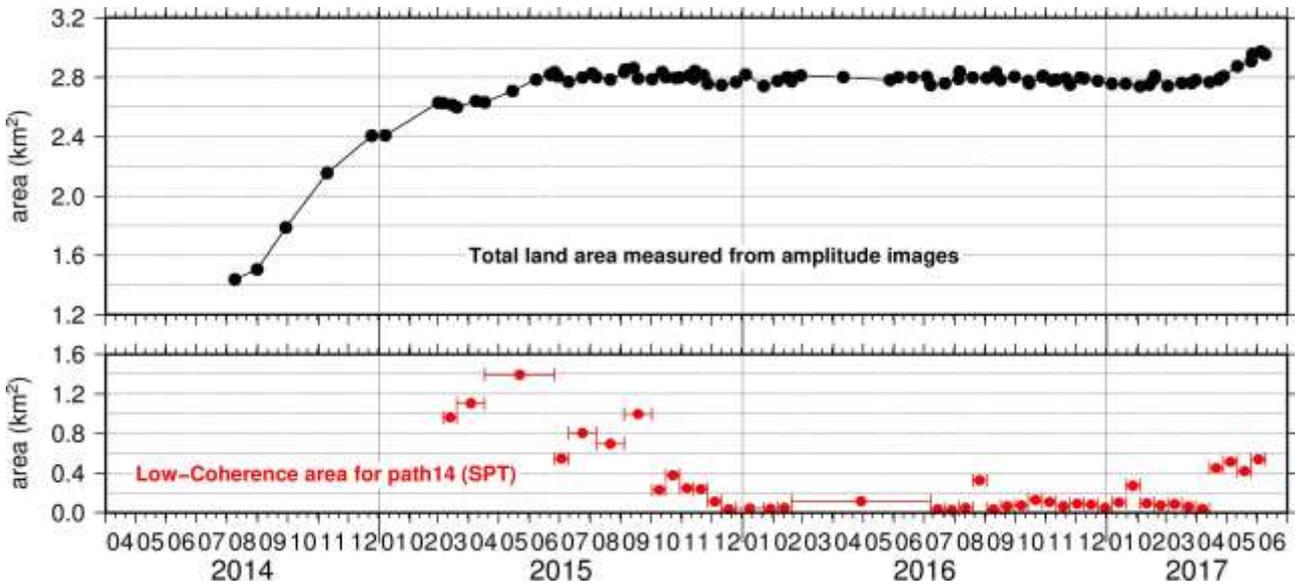
* 2017年7月28日受付

** 安藤忍

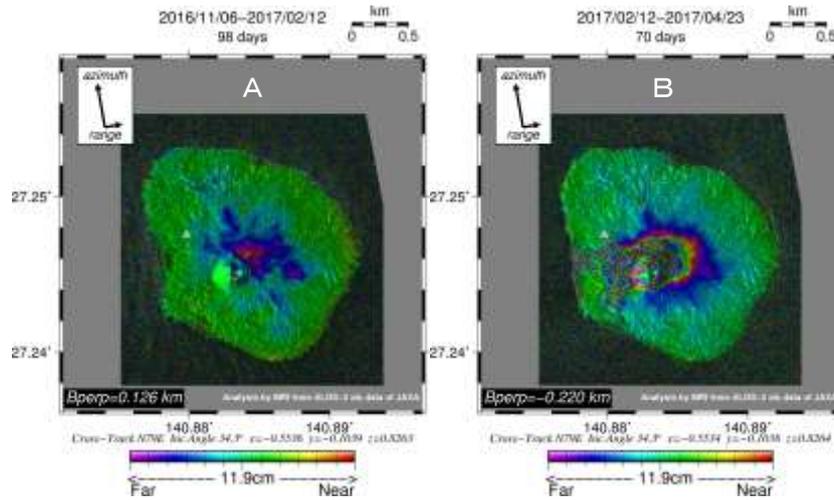
*** 及川輝樹

第1表 干渉解析に使用したデータ
Table1 ALOS-2/PALSAR-2 data used in this study

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
125-530 (SM1_U2-6)	Ascending	Right	34.3°	2016.11.06	2017.02.12	Fig. 2-A
				2017.02.12	2017.04.23	Fig. 2-B
125-530 (SM1_U2_7)	Ascending	Right	34.3°	2016.06.19	2016.11.20	Fig. 3-A
				2016.11.20	2017.06.04	Fig. 3-B
16-3070 (SM1_U2-9)	Descending	Right	42.9°	2016.12.05	2017.03.27	Fig. 4-A
				2017.03.27	2017.04.24	Fig. 4-B
17-3070 (SM1_U2-6)	Descending	Right	31.4°	2016.10.29	2017.02.18	Fig. 5-A
				2017.02.18	2017.05.27	Fig. 5-B
14-3081 (SPT)	Descending	Right	58.7°	2017.03.31	2017.04.14	Fig. 6, 7, 8-A
				2017.04.14	2017.04.28	Fig. 6, 7, 8-B
				2017.04.28	2017.05.12	Fig. 6, 7, 8-C
				2017.05.12	2017.05.26	Fig. 6, 7, 8-D
				2017.05.26	2017.06.09	Fig. 6, 7, 8-E



第1図 強度画像から算出した陸域面積（すべてのパス）と path14 における低相関度領域の推移
2017年4月下旬の再噴火イベントに呼応した相関度の変化が認められる。また、陸域面積はおよそ 3.0 km²まで拡大した。
Fig.1 Time series of total land area measured from amplitude images of each path (upper) and Time series of extent of low coherence areas on path 14 (Spotlight mode).
A change of coherence area in response to the re-eruption event in late April 2017 is recognized. In addition, the land area increased to approximately 3.0 km².

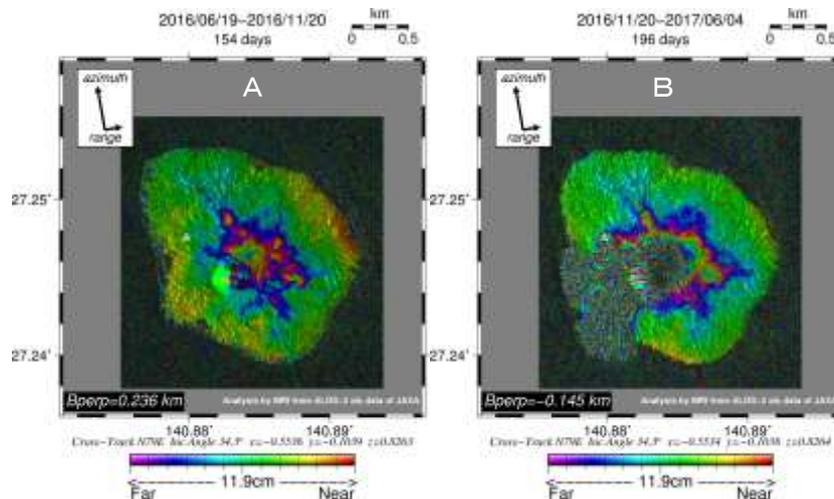


第2図 path125(SM1_U2-6)による干渉解析

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。フルカラースケールは視線方向 (LOS) において 11.9 cm を示す。(A) 2017年4月噴火前のペアでは、中央火砕丘の北東側において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 噴火を挟むペアでは、中央火砕丘から西側にかけて非干渉領域が認められ、その近傍は衛星視線方向伸長の位相差が認められる。

Fig.2 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 125 (SM1_U2_6).

The white triangle indicates the former summit of Nishinoshima Island. One full repetition of the color scale represents a displacement of 11.9 cm in the line of sight (LOS) of the satellite. A phase difference of LOS extension can be identified on the northeast part of the central pyroclastic cone before the re-eruption (A). The non-interference area can be identified from the central pyroclastic cone to the west before and after the re-eruption, and the phase difference of LOS extension was detected around it (B).

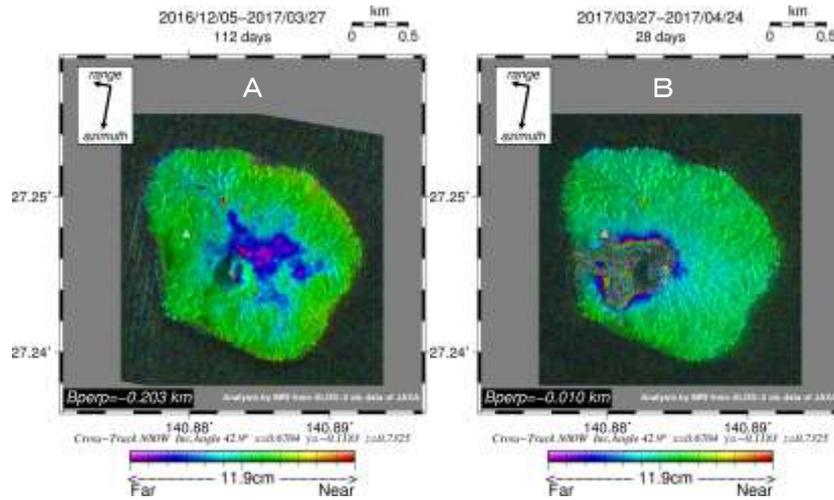


第3図 path125(SM1_U2-7)による干渉解析

凡例は第2図と同じ。(A) 2017年4月噴火前のペアでは、中央火砕丘の北東側において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 噴火を挟むペアでは、中央火砕丘から西側にかけて非干渉領域が認められ、その近傍は衛星視線方向伸長の位相差が認められる。

Fig.3 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 125 (SM1_U2_7).

The color scale is the same as in Fig.2. A phase difference of LOS extension can be identified on the northeast part of the central pyroclastic cone before the re-eruption (A). The non-interference area can be identified from the central pyroclastic cone to the west before and after the re-eruption, and the phase difference of LOS extension was detected around it (B).

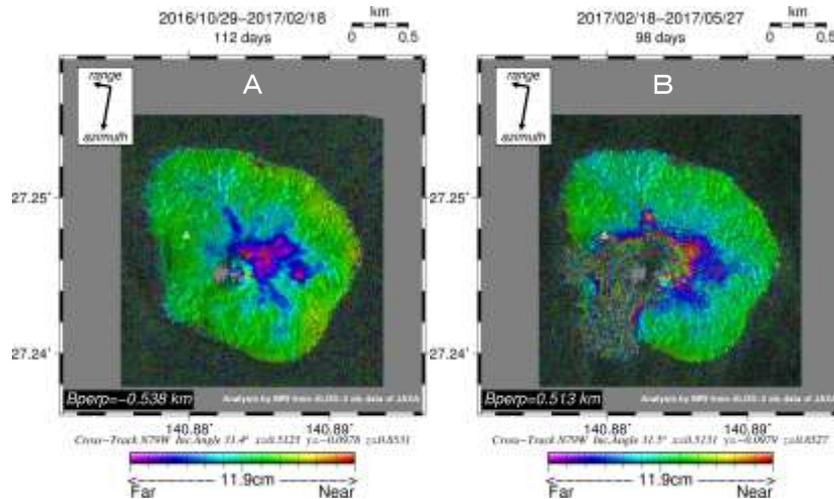


第4図 path16(SM1_U2-9)による干渉解析

凡例は第2図と同じ。(A)2017年4月噴火前のペアでは、中央火砕丘の東側において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B)噴火を挟むペアでは、中央火砕丘から西側にかけて非干渉領域が認められ、その近傍は衛星視線方向伸長の位相差が認められる。

Fig.4 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 16 (SM1_U2_9).

The color scale is the same as in Fig.2. A phase difference of LOS extension can be identified on the northeast part of the central pyroclastic cone before the re-eruption (A). The non-interference area can be identified from the central pyroclastic cone to the west before and after the re-eruption, and the phase difference of LOS extension was detected around it (B).

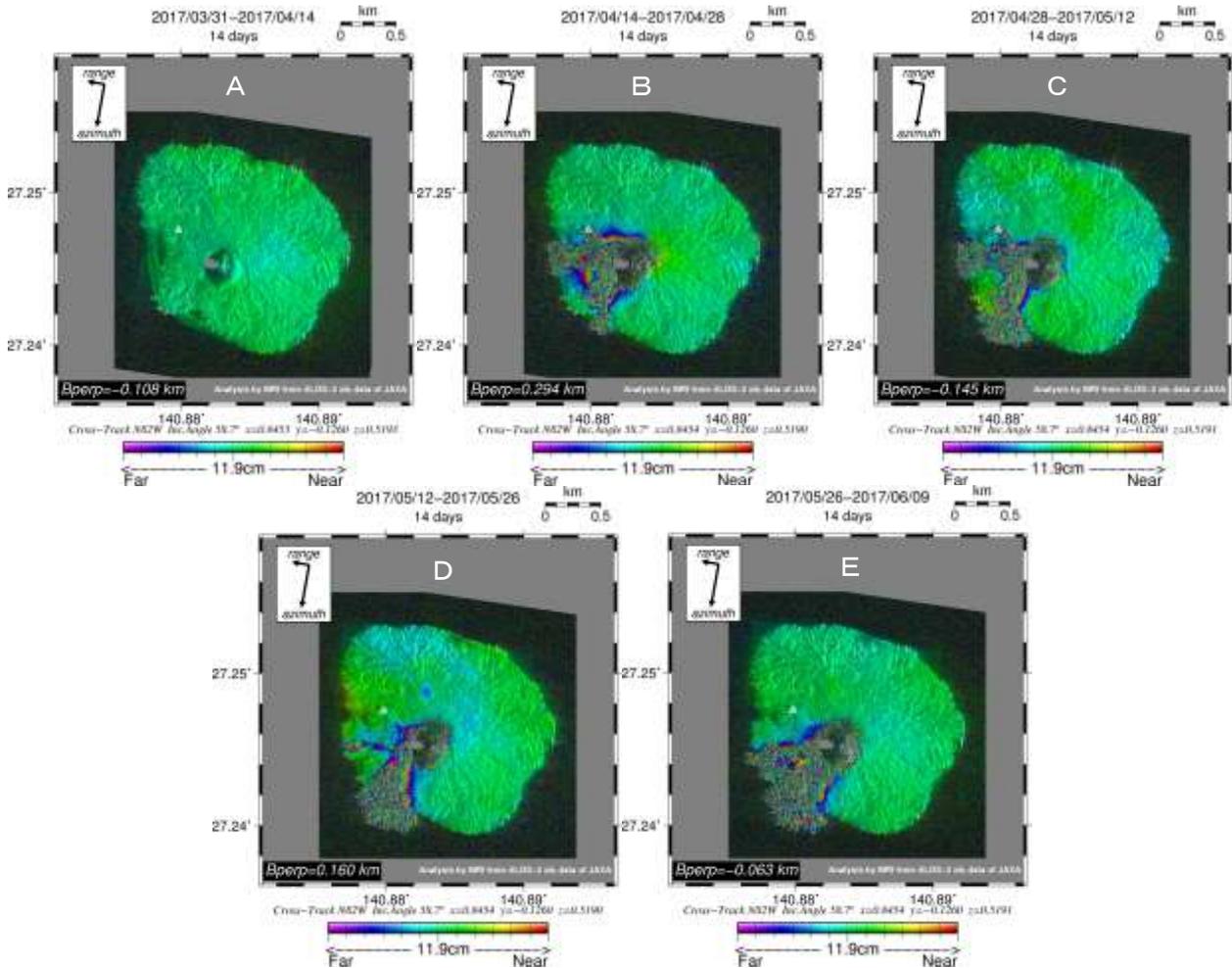


第5図 path17(SM1_U2-6)による干渉解析

凡例は第2図と同じ。(A)2017年4月噴火前のペアでは、中央火砕丘の北東側において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B)噴火時を挟むペアでは、中央火砕丘周辺とその西および南西方向において、非干渉領域が広がっており、その範囲を囲むように衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

Fig.5 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 17 (SM1_U2_6).

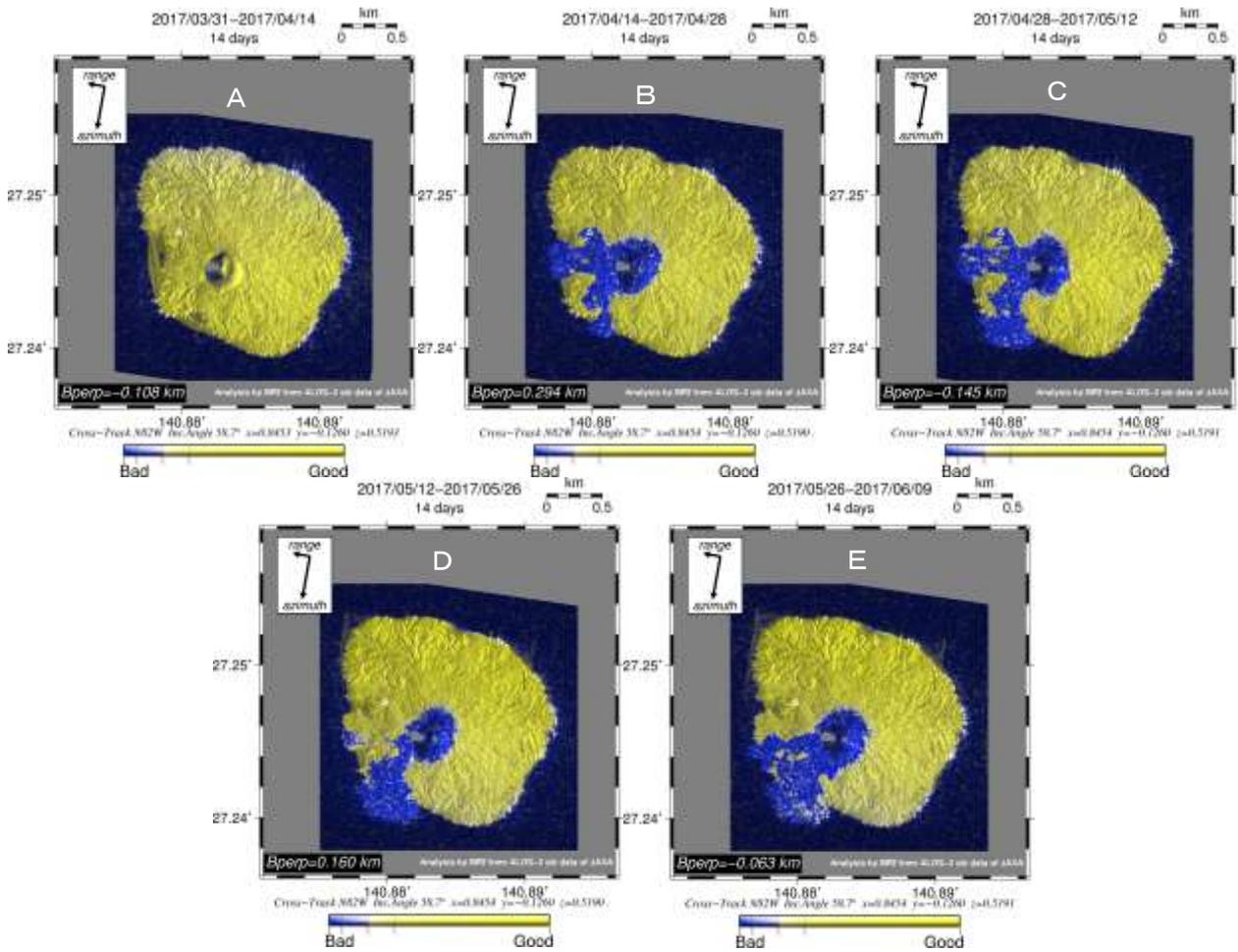
The color scale is the same as in Fig.2. A phase difference of LOS extension can be identified on the northeast part of the central pyroclastic cone before the re-eruption (A). The non-interference area can be identified the west and southwest of the central pyroclastic cone before and after the re-eruption, and the phase difference of LOS extension was detected around it (B).



第6図 path14 (SPT) による干渉解析結果

凡例は第2図と同じ。(A)2017年4月噴火前のペアでは、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。(B)噴火を挟むペアでは、中央火砕丘から西および南西側に非干渉領域が認められ、その近傍は衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(C)噴火後のペアでは、非干渉領域の拡大が認められ、(D)その後のペアでは、南西方向のみに縮小しているが、(E)再び西南西方向へ拡大している。なお、非干渉領域近傍における位相変化は、衛星視線方向伸長の傾向が続いている。

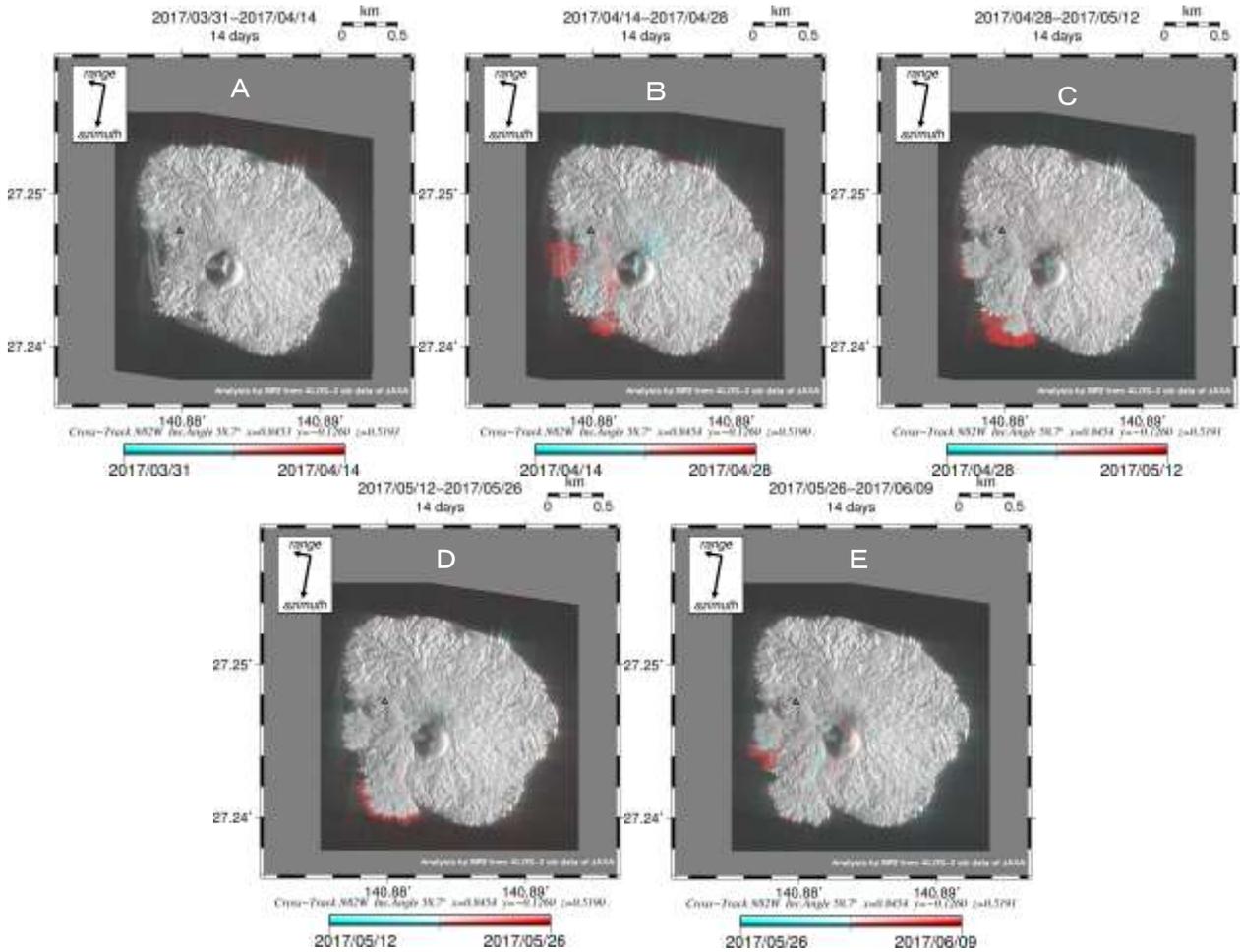
Fig.5 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 14 (spotlight mode). The color scale is the same as in Fig.2. Phase change above the noise level cannot be identified in the pair before the re-eruption (A). The non-interference region can be identified from the central pyroclastic cone to the west and southwest sides before and after re-eruption, and the phase difference of LOS extension was detected around it (B). In the pair after the eruption, the expansion of the non-interference area can be identified (C). After that, the non-interference area decreased only in the southwest direction (D). But, it is expanding again in the west-southwest direction (E). Note that, the phase change in the vicinity of the non-interference area is consistently to tend to extend in the LOS direction.



第7図 path14 (SPT) における相関画像解析結果

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A)噴火前のペアでは、島内において相関度の低い領域(青色)がほとんど認められないが、(B・C)噴火後のペアでは、中央火砕丘付近とその西および南西側において相関度の低い領域が認められる。また、(D)その後のペアでは、西側の相関度の低い領域はほとんど認められなかったが、(E)相関度の低い領域は拡大しており、溶岩の流出が継続していると考えられる。

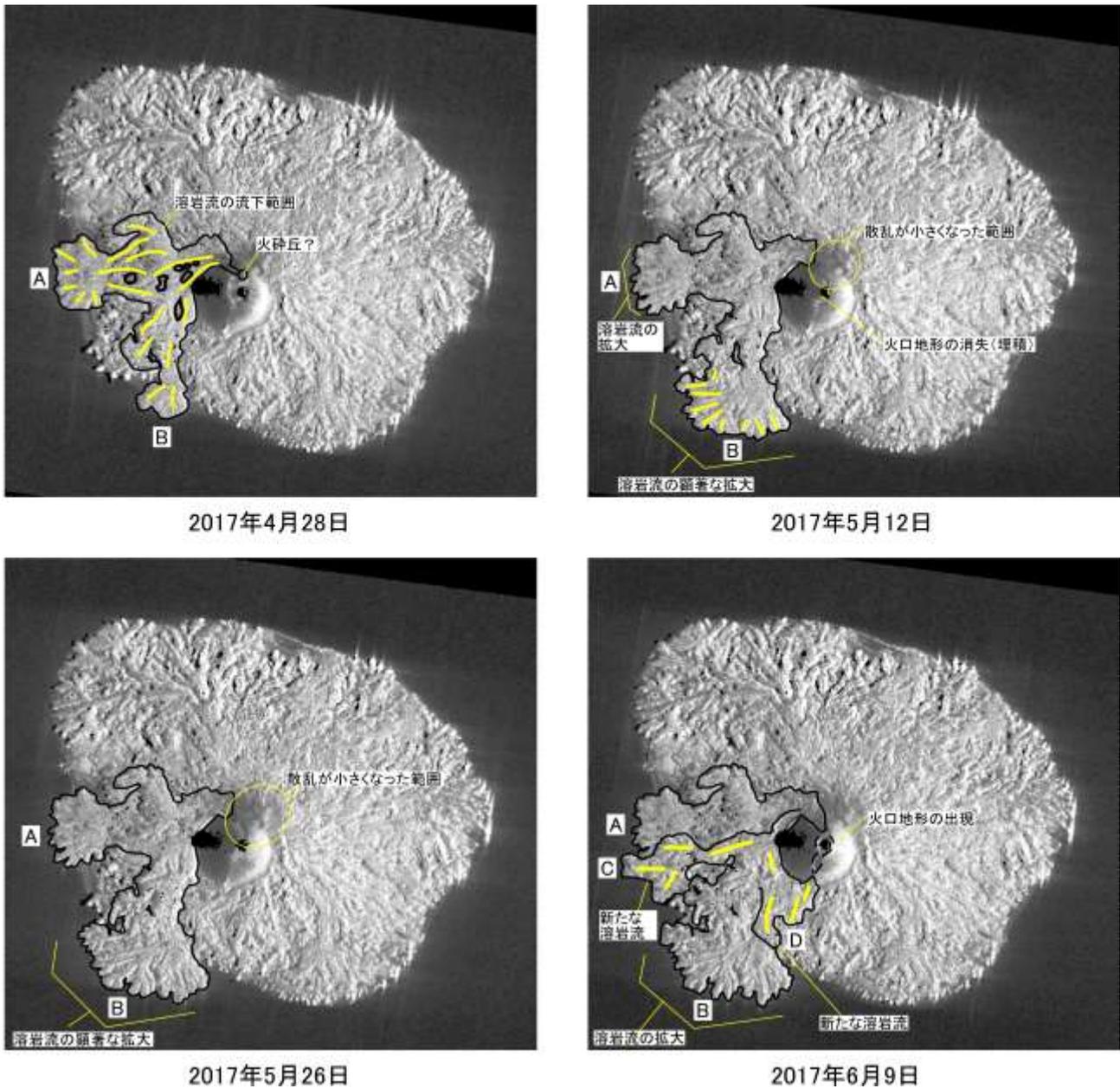
Fig.7 Coherence images generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 14 (spotlight mode). The white triangle indicates the former summit of Nishinoshima Island. Yellow and blue indicate high and low coherence areas, respectively. In the pair before the re-eruption, high correlation is maintained in the whole island (A). The low correlation area can be identified from the central pyroclastic cone to the west and southwest sides after re-eruption (B, C). After that, low correlation area was limited only to the southwest direction (D), but the area expanded in the next period (E).



第8図 path14 (SPT) における強度画像解析結果

図中の黒三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A)噴火前の強度画像では、ほとんど変化が認められないが、(B・C)噴火以降、断続的に陸域の拡大が認められる。(D)2017年5月12日～26日にかけては南西側の海岸で、(E)5月26日～6月9日にかけては西南西側の海岸で、各々陸域の拡大が認められる。

Fig.8 Ground surface changes extracted by an additive color process using amplitude images on Path 14. The black triangle indicates the former summit of Nishinoshima Island. We first assigned the amplitude image of the pre-observation data to variations in cyan; (R, G, B) = (0%, 100%, 100%). We then assigned the amplitude image of the post-observation data to variations in red; (R, G, B) = (100%, 0%, 0%). When the two images are combined, areas where backscatter increased, decreased, and remained unchanged during the observational period are shown in red, cyan, and gray, respectively. Almost no change of the ground surface is observed in the pair before the re-eruption (A). After re-eruption, continuous expansion of the land is confirmed (B, C). After that, land area expansion was confirmed on the southwestern coast (D) and the west-southwest coast (E).



第9図 4月28日、5月12日、5月26日、6月9日の強度画像による地形判読結果
 黒太線で囲った部分は、2017年4月以降に流れ出した溶岩流の範囲。黄色矢印は溶岩流の流下方向。
 Fig.9 Topographic interpretation result of intensity image.
 The area surrounded by black thick lines is the range of lava flow that flowed out after April 2017. The yellow arrow indicates the flow direction of the lava flow.

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、宇宙航空開発機構(JAXA)にて観測・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。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院技術資料 C1-No. 463 から生成した地形データを使用した。ここに記して御礼申し上げます。