

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

1. はじめに

2018年9月以降に撮像されたALOS-2/PALSAR-2データの複数のパスについて、西之島における位相変化、相関度および強度解析などを行ったので以下報告する。なお、一部の解析ペアは7月の噴火を含む。

2. 解析結果

解析に使用したデータを第1表に示す。また、ALOS-2で観測されたすべてのパスによる強度画像を用いた陸域面積の推移と高頻度で観測されているパス14を用いた低相関度の領域推移を第1図に示す。その結果、2018年7月の噴火活動以降、陸域の拡大や極端な相関度低下、さらに顕著な位相変化はないことがわかった。また、地球観測用赤外カメラ（以下、CIRC：分解能130～210m）による温度変化についても、今期間は熱異常の高まりは検出されなかった。

2-1. 干渉画像（第2，3，4，5図）

2018年7月の噴火を挟む長期間のペア（パス125）では、溶岩の加重沈降または熱収縮の影響と考えられる衛星視線方向伸長の位相変化が中央火砕丘や溶岩が流下痕と考えられる非干渉領域の近傍で検出された。また、噴火後のペア（パス16や17）や、スポットライトモード（パス14）の10月中旬までのペアでは、中央火砕丘の東側（噴火箇所）とそこから500～600m南側の溶岩流下域で衛星視線方向伸長の位相変化が検出された。なお、溶岩流下南端の位相変化は、10月中旬以降のペアでは認められない。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。

2-2. 相関画像（第2，3，4，6図）

2018年7月の噴火を挟む長期ペア（パス125）において、溶岩流出箇所に相当する明瞭な低相関度領域が検出されたが、それ以外のペアでは、海岸線のわずかな衰退や拡大を示す変化は得られたものの、内陸域では高い相関度を示した。

2-3. 強度画像（第2，3，4，7図）

2018年7月の噴火を挟むペア（パス125）において、溶岩流出位置の特定が可能な強度画像変化が検出されたが、それ以外のペアでは、海岸付近における地形変化を示す強度画像変化は認められたが、大きな変化は検出されなかった。

謝辞

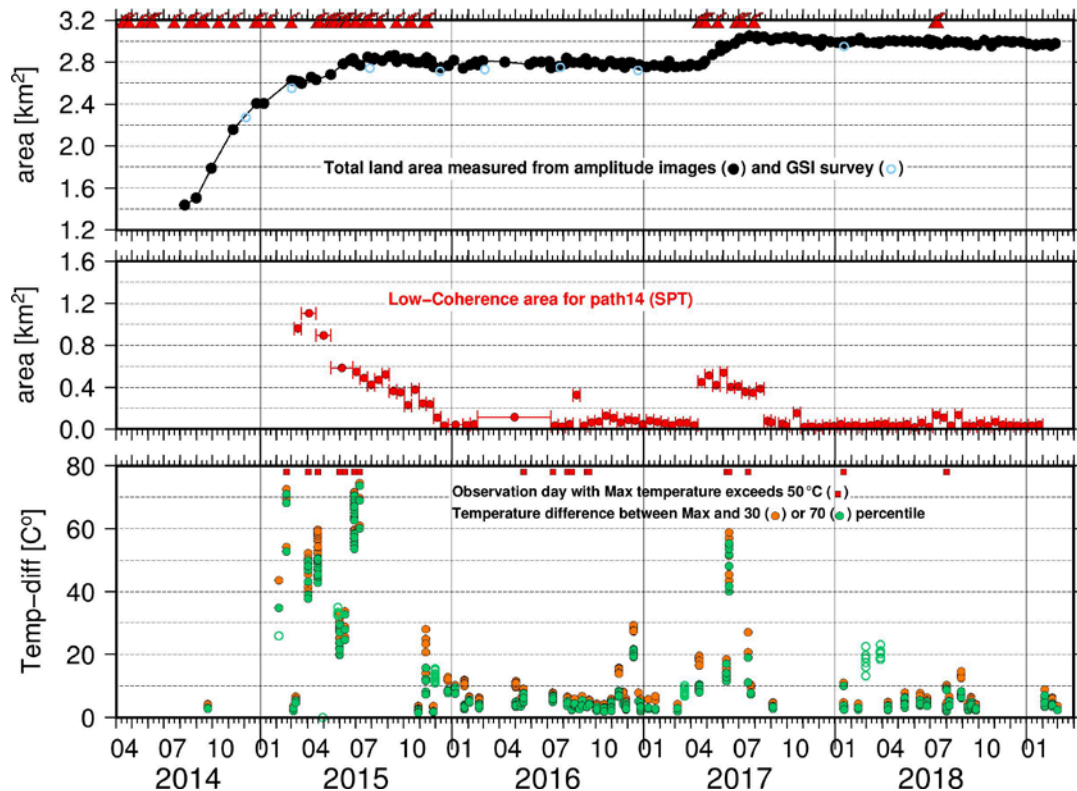
本解析で用いたPALSAR-2データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAにある。PALSAR-2の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発されたRINCを使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院技術資料C1-No.478から生成した地形データを使用した。ここに記して御礼申し上げる。

* 2019年3月6日受付
** 安藤忍

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°	2018.01.14	2019.02.10	Fig. 2-A, B, C
125-530 (SM1_U2-7)	Ascending	Right	34.3°	2018.03.25	2019.02.24	Fig. 3-A, B, C
16-3070 (SM1_U2-9)	Descending	Right	42.9°	2018.09.10	2018.12.03	Fig. 4-A, B, C
17-3070 (SM1_U2-6)	Descending	Right	31.5°	2018.08.04	2018.10.27	Fig. 5-A, B, C
				2018.10.27	2019.01.19	Fig. 5-D, E, F
				2019.01.19	2019.02.16	Fig. 5-G, H, I
14-3081 (SPT)	Descending	Right	58.7°	2018.09.28	2018.10.12	Fig. 6, 7, 8-A
				2018.10.12	2018.10.26	Fig. 6, 7, 8-B
				2018.10.26	2018.11.09	Fig. 6, 7, 8-C
				2018.11.09	2018.11.23	Fig. 6, 7, 8-D
				2018.11.23	2018.12.07	Fig. 6, 7, 8-E
				2018.12.07	2018.12.21	Fig. 6, 7, 8-F
				2018.12.21	2019.01.04	Fig. 6, 7, 8-G
				2019.01.04	2019.01.18	Fig. 6, 7, 8-H
2019.01.18	2018.02.01	Fig. 6, 7, 8-I				



第 1 図 すべてのパスの強度画像から算出した陸域面積（上）とパス 14 における低相関度領域（中）および CIRC により検出された温度推移（下）

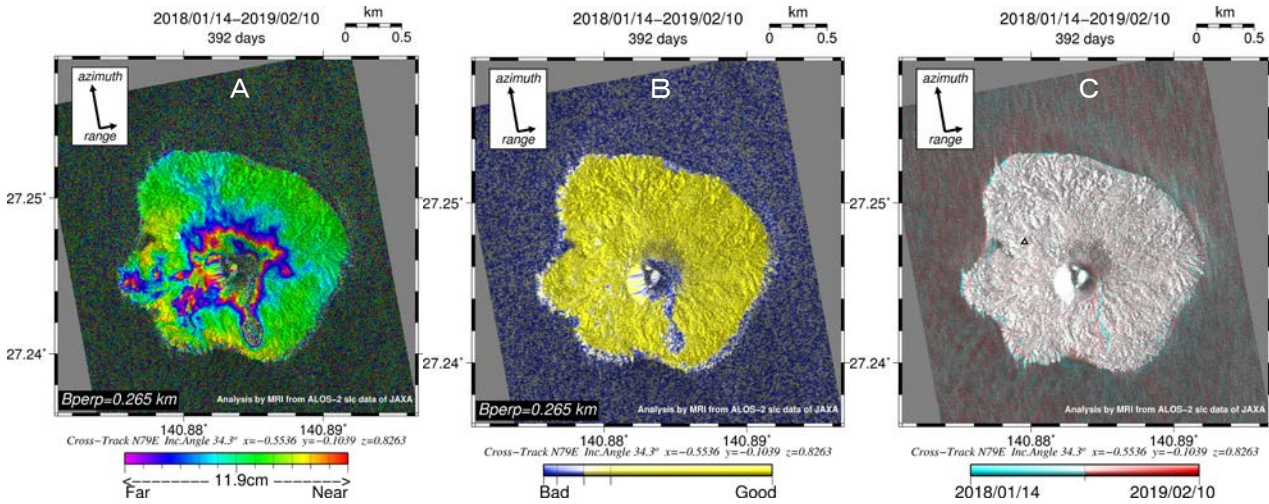
上図：2015 年 6 月頃までと 2017 年 4 月下旬から 8 月上旬までの再噴火時に呼応した陸域の拡大が認められる。噴火マークは海上保安庁により火山噴火予知連絡会に報告された資料から抜粋し、○は国土地理院で実施された空中写真等の計測結果を示す。

中図：パス 14 の低相関度領域は、2015 年 12 月にはほとんど確認できなくなり、2017 年や 2018 年の再噴火時の溶岩流出時に伴い増加したが、以降は再び低調に推移した。

下図：CIRC により観測された西之島周辺（旧山頂から半径 3 km 以内）の温度推移を示す。■は最高温度 50°以上を観測した日、●は最高温度と 30 パーセントイル値の差分温度、●は最高温度と 70 パーセントイル値の差分温度を示す。差分温度が高いほど局所的、低いほど広範な熱異常とみなせ、火山活動に伴った差分温度の推移が確認できる。なお、色抜きの観測値はマイナスの最高温度が検出されたデータで参考値とした。

Fig.1 Upper: Time series of total land area measured from amplitude images of each path. Middle: Time series of extent of low coherence areas on path 14 (Spotlight mode). Lower: Time series of the temperture detected by CIRC.

Upper: Expansion of the land area equivalent to before june 2015 and to re-eruption time from late April 2017 to early August is recognized. The eruption marks indicate the data reported to the CCPVE by the Japan Coast Guard (JCG), and the blue circles indicate the mesurement results of aerial photography carried out by the Geospatial Information Authority of Japan (GSI). Middle: The low correlation region of path 14 was hardly detected in December 2015, but it was increased by 2015 or 2018 re-eruption, but then weakened again after that. Lower: The temperature transition of Nishinoshima area (within 3 km radius from the former summit) observed by CIRC is shown. The red square indicated the day on which the infrared sensor in CIRC exceeded 50 degree celsius. Orange circles indicated the difference in temperature between the maximum temperature and the 30th percentile value. Green circles indicated the difference in temperture between the maximum temperature and the 70th percentile value. The higher difference in temperature indicates topical thermal anomaly, and the lower difference in temperture indicates broad thermal anomaly. The transition of the difference in temperature accompanying the volcanic activity can be confirmed. In addition, open circles indicates that maximum temperture detected negative value.

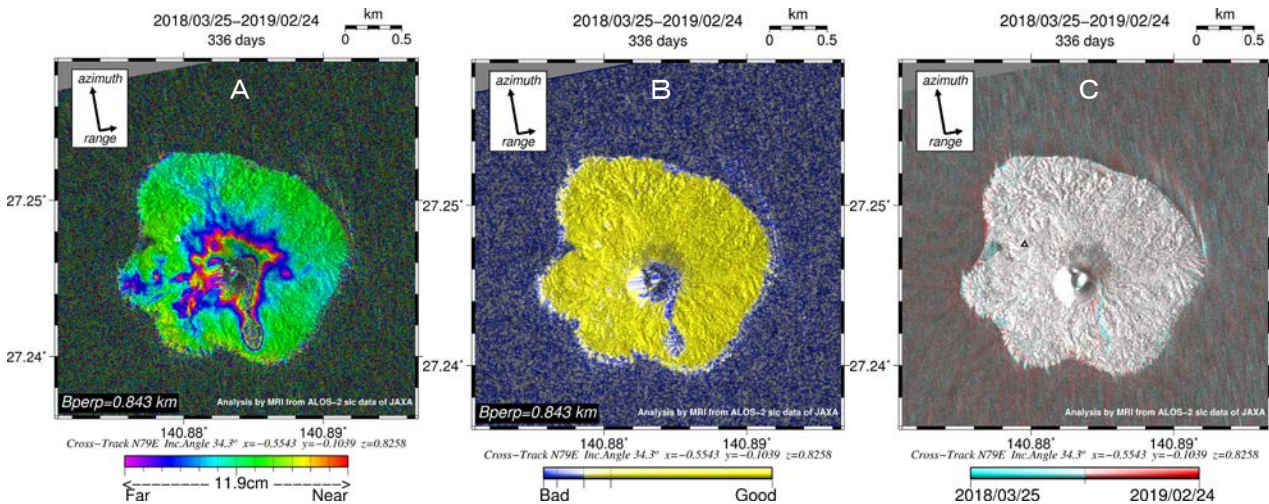


第2図 path125 (SM1_U2-6) による干渉解析 (A: 干渉画像, B: 相関画像, C: 強度画像)

図中の白および黒三角印は旧西之島の山頂位置を示す。干渉画像の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。相関画像の青色は低相関度, 黄色は高相関度を示す。強度画像のシアン色は先に観測された画像を赤色は後で観測されたデータを割り当てた。(A) 中央火砕丘と西海岸の近傍および溶岩流下域で衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 中央火砕丘の東側から南側にかけて低相関度領域が認められる。(C) 溶岩流下箇所と海岸付近の一部に変化が認められる。

Fig.2 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 125 (SM1_U2-6).

The white or black triangle indicates the former summit of Nishinoshima Island. One full repetition of the color scale in interferograms represents a displacement of 11.9 cm in the line of sight (LOS) of the satellite. Yellow and blue in coherence images indicate high and low coherence areas, respectively. Cyan and red in amplitude image indicate pre and post observation data, respectively. The phase difference of LOS extension was detected at the vicinity from the central pyroclastic cone to a coast of the west and the lava flow down area (A). Low correlation is identified from the east of the central pyroclastic cone to the south (B). Variations of amplitude image were detected from the lava flow down area and coastal area (C).

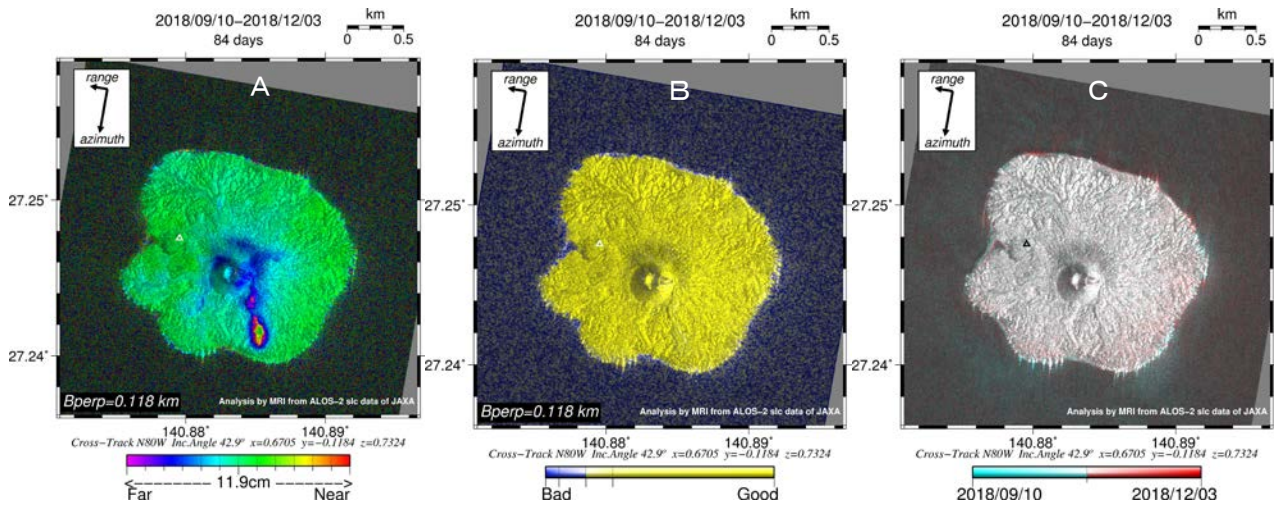


第3図 path 125 (SM1_U2-7)による干渉解析 (A: 干渉画像, B: 相関画像, C: 強度画像)

凡例は第2図と同じ。(A) 中央火砕丘と西海岸の近傍および溶岩流下域で衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 中央火砕丘の東側から南側にかけて低相関度領域が認められる。(C) 溶岩流下箇所と海岸付近の一部に変化が認められる。

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

The symbol and color scale are the same as in Fig.2. The phase difference of LOS extension was detected at the vicinity from the central pyroclastic cone to a coast of the west and the lava flow down area (A). Low correlation is identified from the east of the central pyroclastic cone to the south (B). Variations of amplitude image were detected from the lava flow down area and coastal area (C).

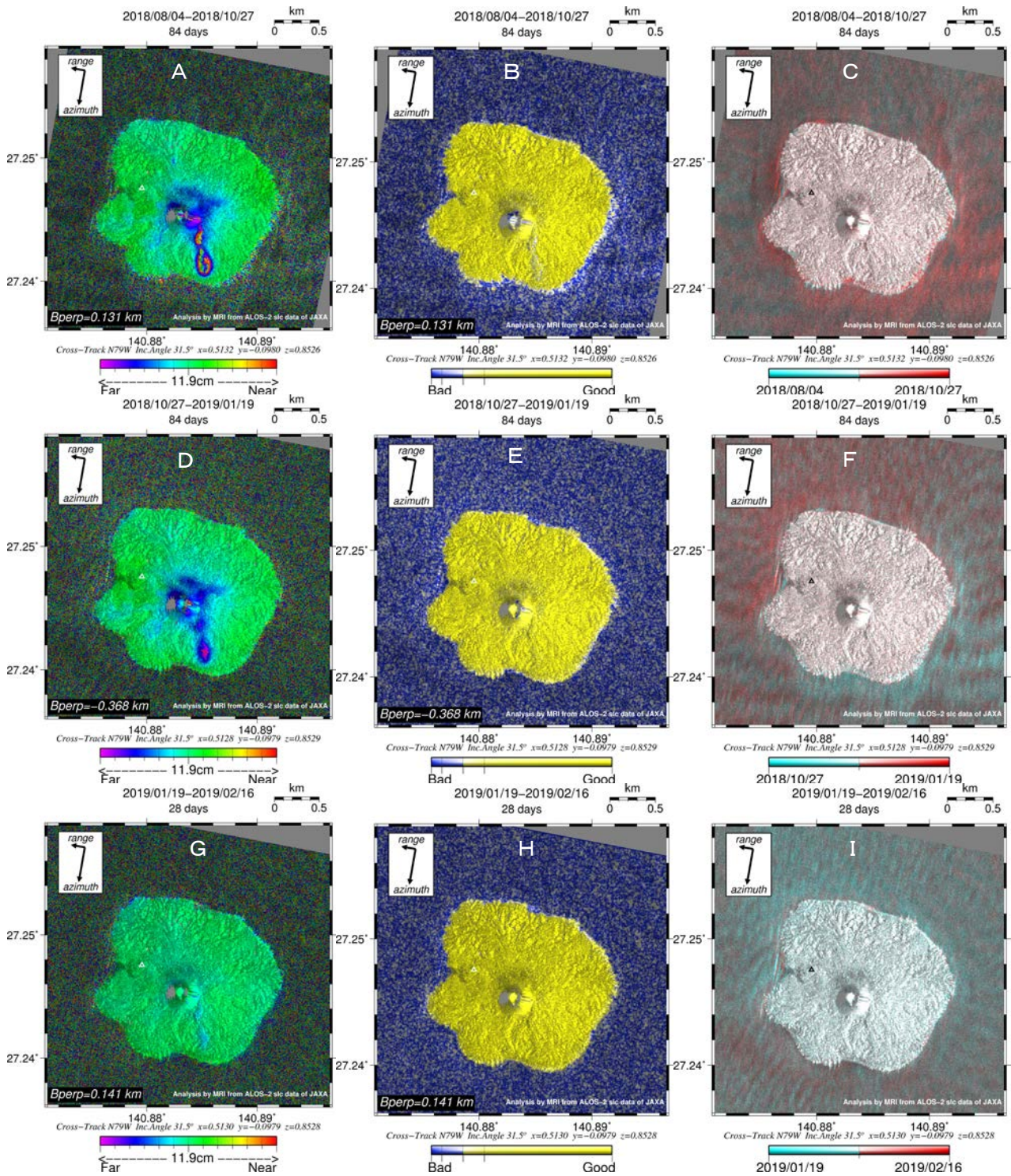


第 4 図 path16 (SM1_U2-9) による干渉解析 (A: 干渉画像, B: 相関画像, C: 強度画像)

凡例は第 2 図と同じ。(A) 2018 年 7 月噴火時に発生した溶岩流下域において、最大約 12cm の衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 沿岸部を除き、全島的に高相関度を示している。(C) 沿岸部において若干の強度変化が検出された。

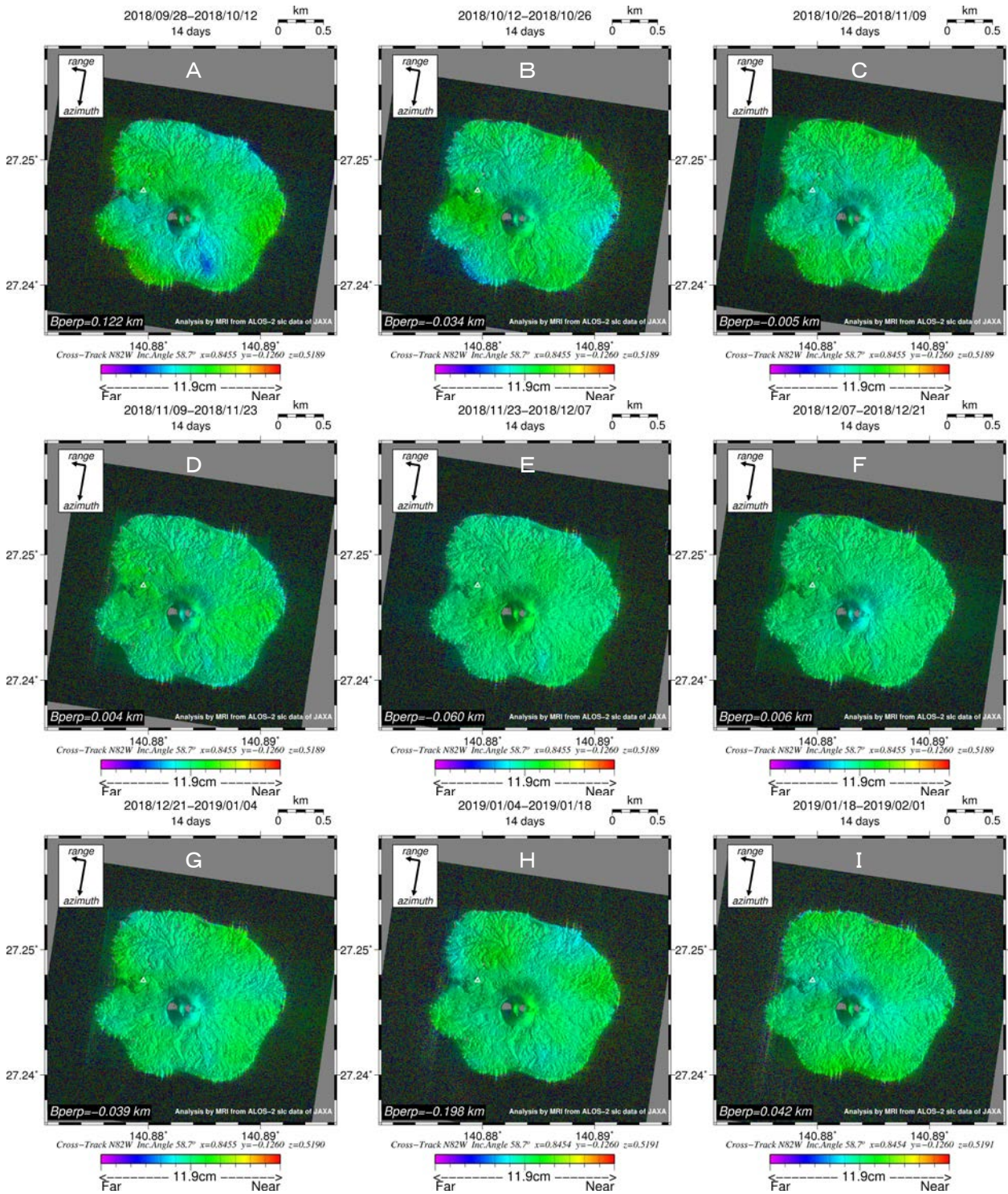
Fig.4 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 16 (SM1_U2_9).

The symbol and color scale are the same as in Fig.2. The phase difference of about 12 cm LOS extension was detected from the central pyroclastic cone to lava flowed area (A). High correlation is identified as the whole island except for the coastal area (B). Variation of amplitude image were detected along the coastal area (C).



第 5 図 path17 (SM1_U2-6) による干渉解析 (A・D・G: 干渉画像, B・E・H: 相関画像, C・F・I: 強度画像) 凡例は第 2 図と同じ。(A・D・G) 溶岩が流下した場所において明瞭な衛星視線方向伸長の位相変化が認められるが、その変化量は次第に小さくなっている (ただし、G については A や D に比べて期間が 3 分の 1 であることに注意)。(B・E・H) 沿岸部を除き、全島的に高相関度を示している。(C・F・I) 沿岸部において若干の強度変化が検出された。

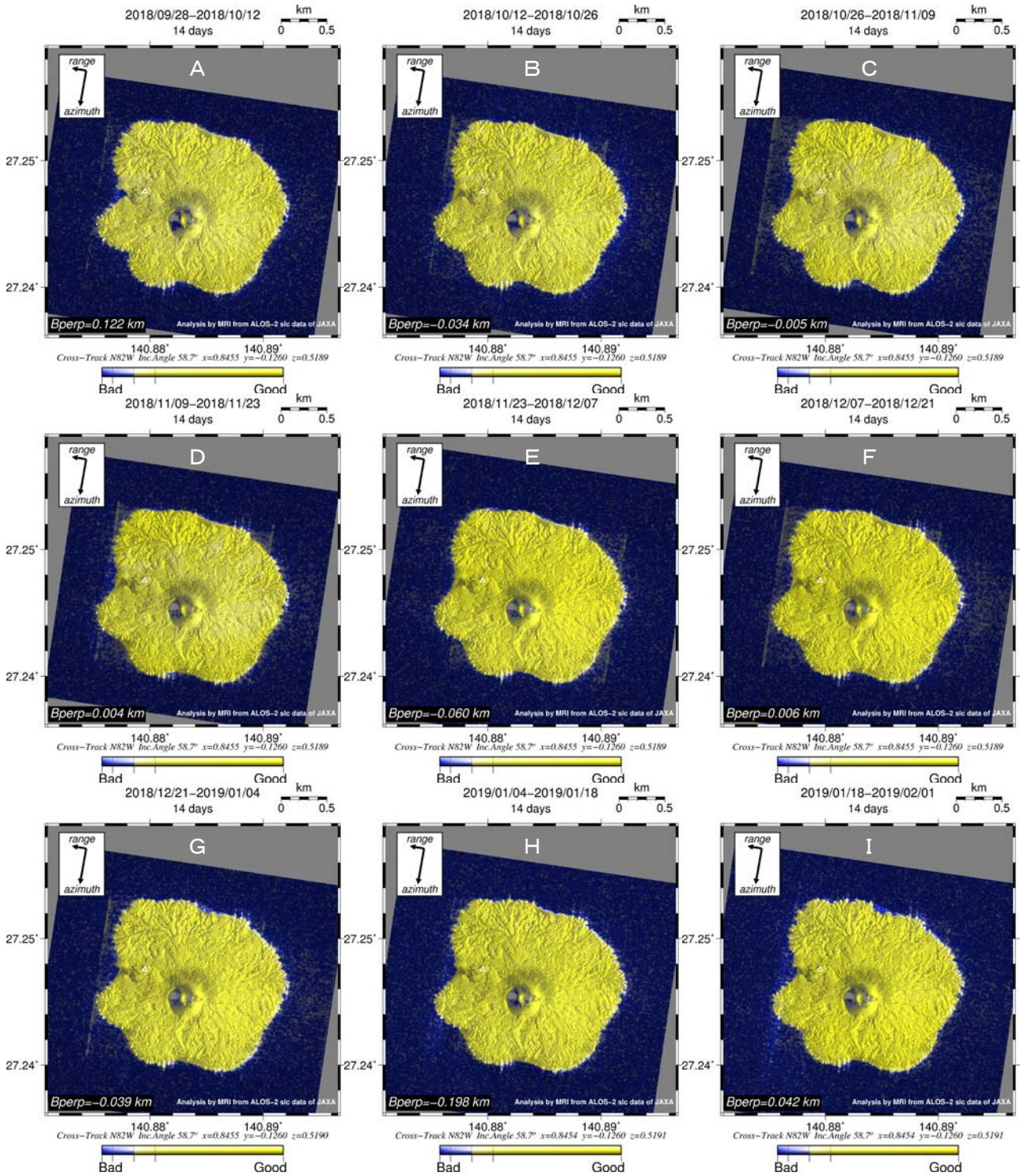
Fig.5 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 17 (SM1_U2_6). The symbol and color scale are the same as in Fig.2. The phase difference of LOS extension was detected from the central pyroclastic cone to lava flowed area. However, the amount of phase difference is gradually decreasing (Note: Figure G shows a one third period compared to Figure A or D) (A, D and G). High correlation is identified as the whole island except for the coastal area (B, E and H). Variation of amplitude image were detected along the coastal area (C, F and I).



第 6 図 path14 (SPT) による干渉解析結果

凡例は第 2 図と同じ。(A) では、中央火砕丘の南 500~600m 程度の場所で、数 cm の伸長位相変化が認められる。(B) では、南西及び東側の沿岸部でわずかに衛星視線方向伸長の位相変化が認められるが、(C~I) それ以外では、顕著な位相変化は認められない。

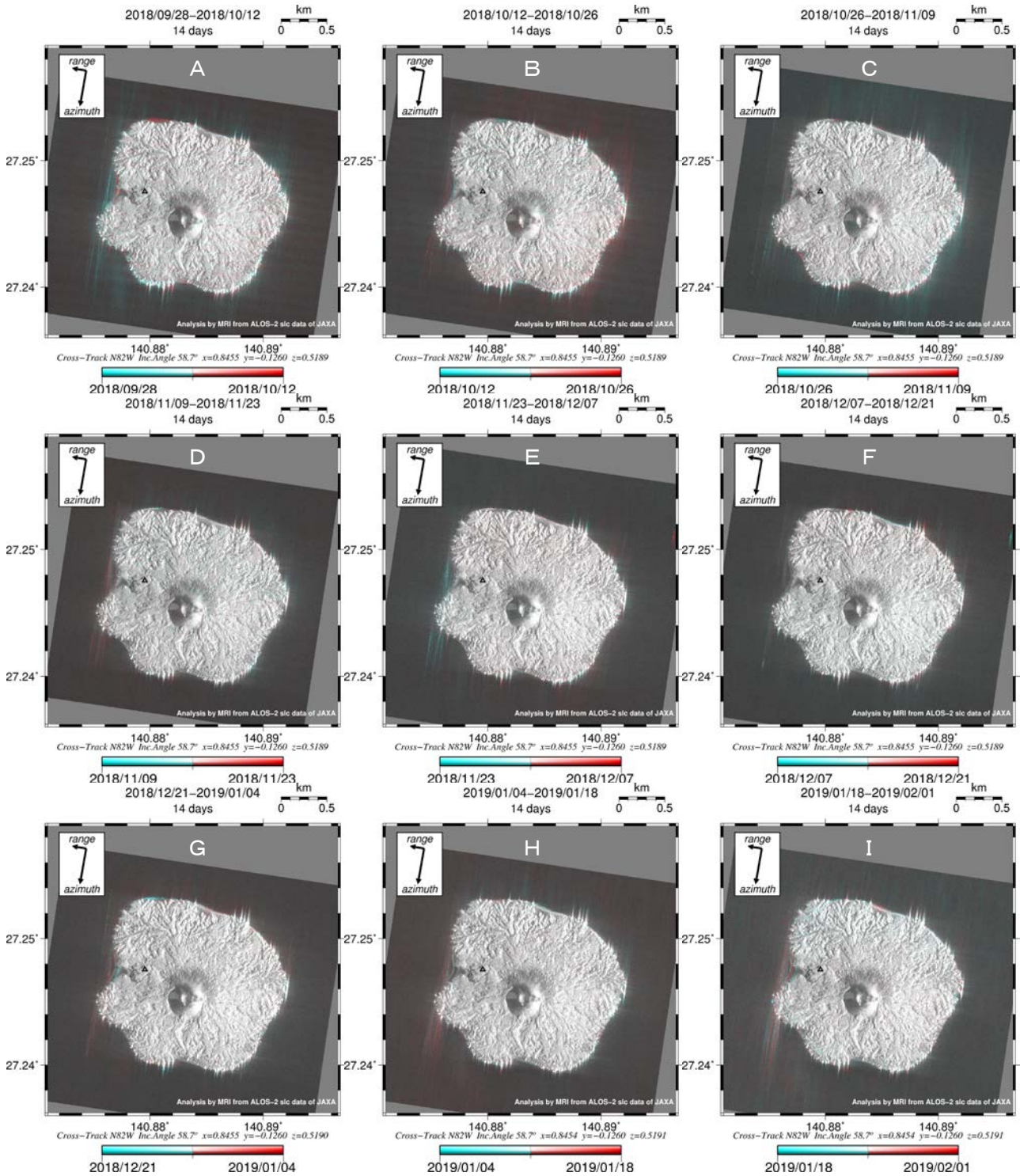
Fig.6 Ground displacement Interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 14 (spotlight mode). The symbol and color scale are the same as in Fig.2. The elongation phase different of several cm is recognized in the place of 500~600 m to the south (A). The phase difference of LOS extension was slightly detected to the coastal area of southwest and east (B). Critical phase difference is not recognized in the other pair (C to I).



第7図 path14 (SPT) における相関画像解析結果

凡例は第2図と同じ。(A~I) 沿岸部を除き、全島の的に高相関度を示している。

Fig.7 Coherence images generated from ALOS-2/PALSAR-2 data for path 14 (spotlight mode). The symbol and color scale are the same as in Fig.2. High correlation is identified as the whole island except for the coastal area (A to I).



第8図 path14 (SPT) における強度画像解析結果

凡例は第2図と同じ。(A~I) 沿岸部において若干の強度変化が検出された。

Fig.8 Gound surface changes extracted by an additive color process using amplitude images on Path 14. The symbol and color scale are the same as in Fig.2. Variation of amplitude image were detected along the coastal area (A to I).