

だいち 2 号 SAR データの解析による霧島山噴火に伴う地表変動の検出 Crustal deformation of the Mt. Kirishima eruptions detected by ALOS-2 SAR analysis

測地部 本田昌樹・山下達也・上芝晴香・攪上泰亮¹・林京之介・桑原將旗・
松本紗歩・仲井博之²・酒井和紀・宮原伐折羅³・宗包浩志・飛田幹男⁴
Geodetic Department Masaki HONDA, Tatsuya YAMASHITA, Haruka UESHIBA,
Yasuaki KAKIAGE, Kyonosuke HAYASHI, Masaki KUWAHARA, Saho MATSUMOTO,
Hiroyuki NAKAI, Kazuki SAKAI, Basara MIYAHARA, Hiroshi MUNEKANE
and Mikio TOBITA

地理地殻活動研究センター 矢来博司・小林知勝・森下遊・藤原智
Geography and Crustal Dynamics Research Center
Hiroshi YARAI, Tomokazu KOBAYASHI, Yu MORISHITA and Satoshi FUJIWARA

要 旨

宮崎・鹿児島県境にまたがる霧島山において、2017 年 10 月及び 2018 年 3 月に新燃岳で噴火が発生した。また、2018 年 4 月に硫黄山で噴火が発生した。国土地理院は、これらの噴火に伴う地表変動の把握のため、宇宙航空研究開発機構が運用する陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号 (ALOS-2)」で取得した観測データを解析した。解析の結果、2018 年 4 月の硫黄山の噴火では、硫黄山の地表変動の範囲の推移と変動量を把握した。また、2017 年 10 月の新燃岳の噴火では、非干渉域の広がりから、新燃岳火口東西に広がる火砕物が堆積したとみられる範囲を把握した。さらに、2018 年 3 月の新燃岳の噴火では、電波の反射強度を示した画像の比較により、新燃岳火口内に噴出し、一部火口外に流出した溶岩の範囲の推移を把握した。

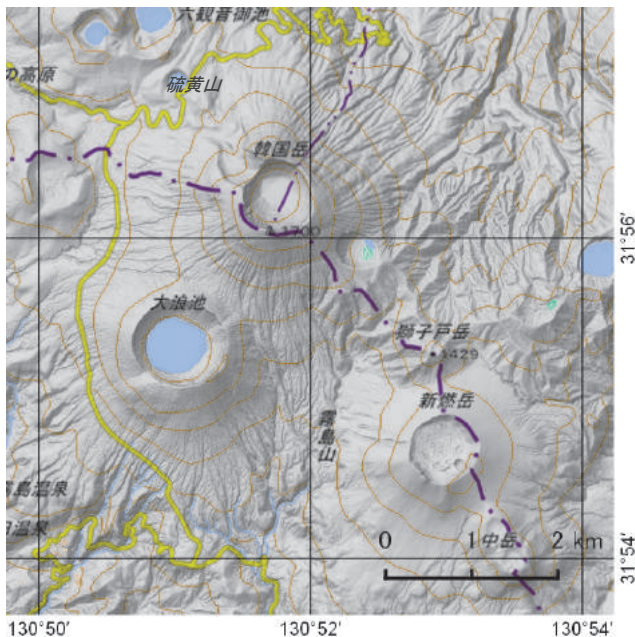


図-1 霧島山の位置図

1. はじめに

1.1 SAR の概要

「SAR」は Synthetic Aperture Radar の略で、合成開口という技術を用いて空間分解能を高めたマイクロ波レーダーである。SAR では、航空機や人工衛星に搭載したセンサから地上に向かってマイクロ波を斜め下に照射し、地表からの反射波の強度と位相を取得する。「干渉 SAR」とは、地表のある場所を、ほぼ同じ位置から SAR によって複数回観測し、取得した反射波の位相差を用いて衛星等と地表の間の距離の差を計算することによって、2 回の観測の間に生じた数 cm から数 m の地表の変動を面的に計測する技術である (図-2)。本稿では、干渉 SAR で地表の変動を求める解析を「SAR 干渉解析」という。

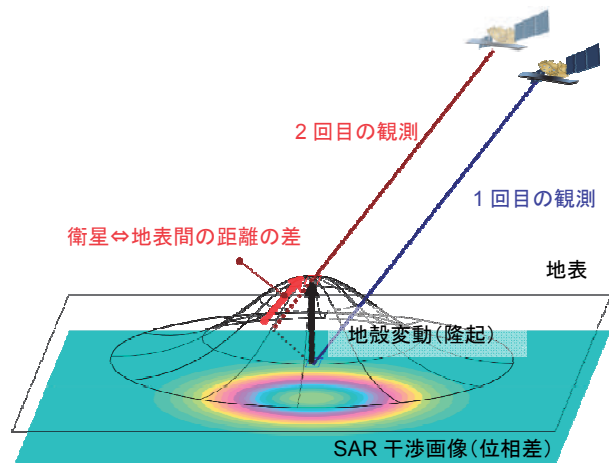


図-2 干渉 SAR の原理

1.2 SAR と地殻変動・災害対応

地下でマグマやガス・熱水が移動することにより、地表が変動する場合がある。一般的に地表の変動を把握するために、GNSS や傾斜計等の地上観測機器が用いられるが、火山周辺は、急峻な地形や積雪のため、さらには火山活動自体の危険性のため観測装置の設置が困難な場合が多い。また、これらの地上

観測装置は設置に多額の費用が掛かるので設置台数が限られ、火山活動の詳細を把握する上での十分な空間分解能を得にくい。一方、干渉 SAR は高い空間分解能で地表の変動を取得することが可能であり、地上観測機器の空白域を補うことができるが、干渉 SAR の時間分解能は、地上観測機器の連続観測には及ばない。よって、これらの観測手法を組み合わせで地表の変動を把握することが重要である。

SAR センサやカメラを搭載する飛行体には航空機や人工衛星がある。人工衛星の利点として、常に上空を周回し続けており定期的に繰り返し観測ができる点、天候や噴煙の状況に関わらず飛行できる点がある。

高い空間分解能で地表の様子を把握する方法には、SAR のほかに空中写真がある。SAR は、昼夜問わず観測ができる点及び雲や噴煙があっても地表の変動が把握できる点で空中写真よりも優れている。

1.3 国土地理院の干渉 SAR 事業

国土地理院では、全国の地表変動の監視を目的に平成 26 年度からだいち 2 号⁵のデータを用いて定常的に SAR 干渉解析を実施している。また、大規模な地震や火山活動等の発生時には、臨時的な SAR 干渉解析により、これらに伴う地表変動を迅速に把握している（例えば、山田ほか、2015；山田ほか、2016；Morishita et al., 2016）。顕著な変動については、成果を防災関係機関に情報提供すると共に国土地理院の web サイトに掲載している（例えば、国土地理院、2014, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d）。

1.4 本稿の構成

2017 年から 2018 年にかけて、宮崎・鹿児島県境にまたがる霧島山（新燃岳・硫黄山）において噴火が複数回発生した。本稿では、霧島山におけるだいち 2 号の観測から解析、公開に至る一連の対応と把握できた変動情報について報告する。

2 章では、解析に利用しただいち 2 号の概要及び緊急観測の流れと、霧島山（新燃岳・硫黄山）の対応で実施したいくつかの解析手法の概要について述べる。3 章では 2017 年 10 月の新燃岳の噴火、4 章では 2018 年 3 月から 5 月の新燃岳の噴火、5 章では 2018 年 4 月の硫黄山の噴火の対応について述べる。6 章では、3～5 章の対応における課題と改善策について述べる。

2. だいち 2 号による緊急観測と解析

2.1 だいち 2 号

だいち 2 号は、地図作成・地域観測・災害状況把握・資源探査の幅広い分野で利用されることを目的に、だいち⁶の後継機として JAXA⁷によって打ち上

げられた人工衛星で、2014 年 8 月から定常的な観測を開始している。

だいち 2 号の主な仕様は表-1 のとおりである。

表-1 だいち 2 号の主な仕様

観測センサ		合成開口レーダー (SAR)
周波数		L バンド (1.2GHz 帯)
観測モード	スポットライト	分解能: 1 × 3m 観測幅: 25km
	高分解能	分解能: 3m ~ 10m 観測幅: 50km, 70km
	広域観測	分解能: 100m 観測幅: 350km
軌道	種類	太陽同期準回帰軌道
	高度	628km
	降交点地方時	12:00 (正午)
	回帰日数	14 日
設計寿命		5 年 (7 年目標)
打上げ年月日		2014 年 5 月 24 日

宇宙航空研究開発機構 (2014) による

だいち 2 号は、午前 0 時頃に北行軌道で、正午頃に南行軌道で日本域上空を通過している。観測は衛星の左右両側とも可能で、地上での電波の入射角は左右とも 8° ~ 70° に設定することができる。これにより、災害が発生した場合、事前の観測計画を変更して臨時に観測方向及び観測角度を設定して、当該箇所を迅速に観測することができる。これを緊急観測という。緊急観測は、日本域（九州・沖縄の極一部を除く）であれば、発災後 74 時間以内に実施できる（本岡ほか、2016）。

2.2 だいち 2 号による緊急観測

火山の観測に関して、火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（以下「火山 WG」という。）は、JAXA に緊急観測を要求することができる。JAXA は競合観測等を検討し、可能であると判断した場合は緊急観測を実施し、観測データを火山 WG に参加する機関に提供している（気象庁火山噴火予知連絡会 衛星解析グループ、2017）。国土地理院は火山 WG に参加しており、火山活動が活発化した場合には既存の観測データの有無やその観測時期を考慮して火山 WG に緊急観測を提案し、観測された際には JAXA からデータの提供を受けている。

⁵ 陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号 (ALOS-2)」, ⁶ 陸域観測技術衛星「だいち (ALOS)」, ⁷ 宇宙航空研究開発機構

2.3 解析ソフトウェアと補正等の処理

本稿で解析に使用しただいち 2 号の SAR データは、国土地理院と JAXA 間での協定(国土地理院, 2014a) 及び火山 WG の枠組みに基づいて提供を受けた。

解析には、国土地理院が開発したソフトウェア「新 GSISAR」を使用した。

主要な誤差要因とその低減方法について述べる。

地形による影響で発生する見かけ上の干渉縞（以下「地形縞」という。）を除去するためには楕円体高データ（DEHM）が必要である。DEHM は「GSI10m DEHMJapan」（飛田, 2016）があるが、4 章の新燃岳周辺の解析ではこれをベースに 2018 年 3 月 27 日に航空機 SAR⁸ で取得した表層データ（DSM）を用いて高精度化した DEHM を用いた。地形縞を精度良く除去するには現況に即した DEHM を用いることが不可欠である（飛田, 2016）。DEHM の更新の重要性については、6.3 節で論じる。

大気中の水蒸気による遅延誤差を低減するため、数値気象モデルを用いた対流圏誤差低減処理を適用した（小林ほか, 2014）。

衛星の軌道誤差や電波の電離層遅延に起因する長波長の誤差を低減するため、GNSS データを使用した補正を適用した（飛田ほか, 2005；森下, 2016）。

SAR は、原理的に電波を斜め下方に照射するため、レーダー座標系の画像では地形が倒れ込んで写り込むこと（フォアショートニング）等による歪みが生じる。そこで、レーダー座標系の画像で得られた解析結果を地理座標系へ投影する処理を施した。

2.4 SAR 干渉解析での非干渉域

SAR 干渉解析では、干渉性を得ることができない箇所が砂目状の模様になること（以下「非干渉」という。）がある。非干渉の原因は、水部のような滑らかな地表で電波が鏡面反射してセンサに反射波が帰ってこないこと並びに耕作、積雪及び植生の変化又は火砕物の堆積等により地表が著しく変化することが挙げられる。

火砕物の堆積が非干渉の原因とみられた例として、山田ほか（2015）では、2014 年 9 月の御嶽山噴火に伴い、山頂とその周囲に降灰起因と考えられる非干渉域を確認した。また、三浦ほか（2016）では、2015 年 5 月 29 日の口永良部島噴火で火砕流の流れた範囲と非干渉域が概ね一致したことを確認した。

2017 年 10 月の新燃岳の噴火でも、火砕物の堆積とみられる非干渉域を確認した。これらについては、3.2 節で述べる。

2.5 SAR 強度画像の比較

SAR では、地表からの反射波の強度と位相を取得する。位相の情報は、SAR 干渉解析で地表変動の情

報として活用される。SAR 強度画像は、地表からの反射波の強度を示した画像で、反射波が強い箇所は白く、弱い箇所は黒くなる。SAR 強度画像は、SAR 干渉解析の工程では観測ごとに得られ、2 回の観測データの位置合わせに用いられる。つまり、SAR 強度画像は、変動を把握する材料には通常用いられていない。しかしながら、SAR 強度画像を比較することで地形変化を読み取ることはできる（例えば、Tobita et al., 2006；Kobayashi, 2014）。

2018 年 3 月の新燃岳の噴火でも、だいち 2 号の SAR 強度画像を比較することで噴出した溶岩による地形変化の把握を行った。地形変化の把握は通常空中写真を用いるが、噴煙等で航空機が山体に近づけない場合は SAR 強度画像が代替手段となり得ることを確認した。これについては、4.2 節で述べる。

2.6 2.5 次元解析

1 枚の SAR 干渉画像では、2 回の観測の間に生じた衛星－地表間の距離つまり一次元の変化情報を面的に得ることができる。さらに、同一の範囲を東西双方から観測した 2 枚の SAR 干渉画像を用いて、変動の準上下成分と準東西成分を導出することができる。この手法を 2.5 次元解析（Fujiwara et al., 2000）という。厳密には、地表の各点において、準上下及び準東西の 2 次元方向の変位が得られる技術である。2.5 次元解析では、まず、東西双方からの観測による 2 つの衛星－地表方向の変動ベクトルを合成し、この合成したベクトルを上下成分を含まないベクトル（準東西成分）と東西成分を含まないベクトル（準上下成分）に分解する（図-3）。ここで、準上下（東

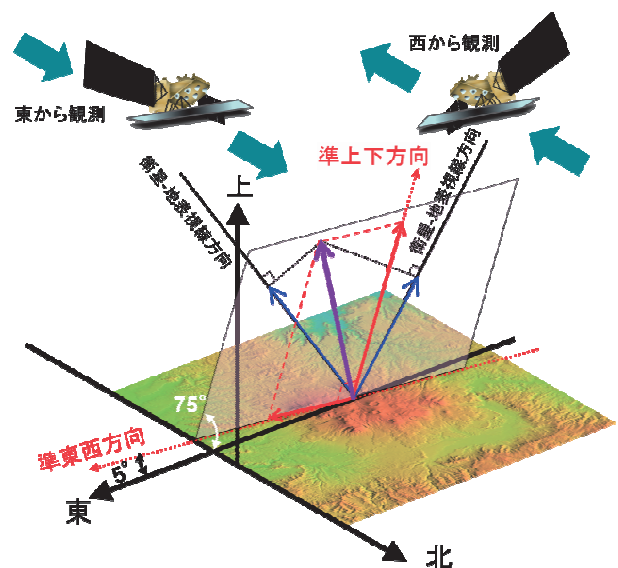


図-3 2.5 次元解析の概念図

東西側からの観測結果（青矢印）から 2 次元（ピンクの平面）の変動量（紫矢印）を推定し、準上下成分、準東西成分（赤矢印）に分離する。図中の角度は図-12 における値。

8 測量用航空機くにかぜⅢに搭載した SAR

西)成分の「準」とは、得られる変動成分が完全な上下又は東西方向ではなく、これらから数度ずれた方向であることを示している。

2.5次元解析により、変動の範囲だけでなく変動方向と変動量の正確な把握が可能となる。なお、衛星―地表方向に含まれる南北成分はごくわずかしかないため、2.5次元解析等の解析を行っても南北方向の変動に対する感度がほとんどないことに注意が必要である。

2018年4月の硫黄山の噴火では、局所的な変動が見られ、2.5次元解析によってこの変動方向と変動量の詳細を把握した。これについては、5.2節で述べる。

3. 2017年10月の新燃岳の噴火

3.1 火山活動の概要

気象庁(2017)による新燃岳の火山活動の概要を以下に述べる。

新燃岳では、2017年9月23日頃から火口直下付近を震源とする火山性地震が増加し、10月4日からさらに増加した。

10月11日05時34分頃に新燃岳火口内東側から小規模な噴火が発生し、10月13日16時頃まで継続した(写真-1)。10月14日に噴火が再開し、10月17日00時30分頃まで続いた。



写真-1 霧島山（新燃岳）火口内の状況（気象庁，2017）
赤破線は2017年10月に形成された噴火箇所。
黄色破線は2011年噴火箇所の一つ。

新燃岳の噴火警戒レベルは、10月5日23時35分に1（活火山であることに留意）から2（火口周辺規制）に引き上げられ、10月11日11時05分に2（火口周辺規制）から3（入山規制）に引き上げられた。GNSS連続観測では、2017年7月頃から霧島山を挟む基線で伸びの傾向がみられ、霧島山の深い場所でマグマが蓄積されていたと考えられる。

3.2 解析結果

2017年10月5日に霧島山（新燃岳）の噴火警戒レベルが2になったことを踏まえ、火山WGは、2017年10月11日の緊急観測を要求した。それ以降も随時緊急観測を要求し、JAXAは、10月から12月に11回の緊急観測を実施した。

2017年10月から12月に実施した緊急観測と解析画像ペアを表-2に示す。

図-4は、2017年10月11日までの観測データを用いた解析のSAR干渉画像である。(1-1)は10月11日00時の観測に基づく解析結果で新燃岳火口内の東側に衛星に近づく変動が見られる。この図から同日05時34分の最初の噴火前にはすでに地表変動があったことが考えられる。これは数cmの変動を捉えられる干渉SARの高い検知能力によるもので、噴火のような顕著な活動を事前に察知する方法として干渉SARが非常に有力であることを示した。

また、(1-2)では同日12時の観測に基づく解析結果でも同じ場所に衛星に近づく変動が見られる。

(1-1)と(1-2)は電波照射方向がほぼ逆であり、いずれも衛星に近づく変動であることからこの変動が隆起を示していると考えられる。国土地理院(2017)によれば、翌日の航空機SARによる観測でこの箇所に凹地があることが示されており、この箇所で隆起し、噴火することで噴気孔が広がったと考えられる。

また、(1-2)では、非干渉域が見えないことから、この時点では干渉性を妨げるほどの火砕物の堆積はなかったと考えられる。なお、(1-1)、(1-2)ともに新燃岳火口内中央に衛星から遠ざかる変動が見られる。この変動は2011年1月の噴火で火口内に溜まった溶岩がその後ゆっくりと収縮しているものと考えられる。

図-5は、2017年10月11日と10月25日の観測データを用いたSAR干渉画像である。この時期は新燃岳の火山活動が活発で、火口周辺に火砕物が堆積した。いずれの図も新燃岳火口を中心に東西方向に火砕物の影響とみられる非干渉域が見られる。(1-2)と(1-5)で新燃岳火口縁から北東に延びる箇所で衛星に近づく変動が見られる。この変動は10月11日の00時から12時までに堆積した火砕物の影響によるものと考えられる。前述のとおり火砕物が堆積した場合、地表が著しく変化し、非干渉域になることが一般的だが、例えば、噴火口から少し離れた場所で極めて一様に堆積するなど、干渉性を妨げない程度の堆積の場合は、変動として見えることがある。この干渉性を妨げない堆積の限界の基準は不明だが、(1-5)では衛星―地上視線方向で約6cmの変化が捉えられた。

図-6は、2017年10月25日以降の火山活動が沈静

化した時期の観測データを用いた SAR 干渉画像である。(1-9)では(1-5)で非干渉域だった部分及び火口の北東に衛星から遠ざかる変動が見られた。この変動は、火山ガスが火砕物から抜けること、堆積した火砕物が自らの重みで潰れること、又は火砕物の温度が低下して収縮することによると考えられる。11 月以降の観測データを用いた(1-11)ではノイズレベルを超える変動は見られず、火山活動が沈静化

していることを示している。

3.3 火山活動評価への活用

10 月 11 日に(1-1)、(1-2)を関係機関に提供した。これらの図は、週間火山概況の検討等に活用された。また、平成 30 年 2 月の第 140 回火山噴火予知連絡会定例会に解析結果を提供した。提供した解析結果は、火山活動評価の検討に活用された。

表-2 実施された緊急観測と解析ペア一覧

番号	2 回目 観測年月日*1 [mm/dd hh:mm]	1 回目 観測年月日*1 [yyyy/mm/dd]	取得 間隔 [日間]	パス:	観測 モード *2	入射角 [°]	衛星 進行 方向	電波 照射 方向	垂直 基線長 [m]	緊急 観測 要求*3
1-1	10/11 00:19	2017/05/10	154	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	+187	○
1-2	10/11 12:12	2017/04/26	168	22	U3-10	45.7	南行	右(西)	-75	○
1-3	10/12 00:39	2016/04/28	532	134	U4-19	63.6	北行	右(東)	+214	○
1-4	10/20 00:12	2017/09/08	42	130	U2-6	32.1	北行	右(東)	+47	○
1-5	10/25 00:19	2017/10/11	14	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	+59	○
1-6	10/25 12:12	2017/10/11	14	22	U3-10	45.7	南行	右(西)	-113	○
1-7	10/26 00:39	2017/10/12	14	134	U4-19	63.6	北行	右(東)	+73	○
1-8	11/13 12:19	2017/09/18	56	23	U2-7	35.5	南行	右(西)	+89	○
1-9	11/22 00:19	2017/10/25	28	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	+54	○
1-10	12/11 12:19	2017/11/13	28	23	U2-7	35.5	南行	右(西)	+3	○
1-11	12/20 00:19	2017/11/22	28	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	+34	○

*1 観測年月日は日本標準時。2 回目観測は全て 2017 年。1 回目の観測時刻は 2 回目と同じ。

*2 「U」は高分解能(3m)モードを示す。

*3 「○」は火山 WG から JAXA に緊急観測要求をして実施された観測を示す。

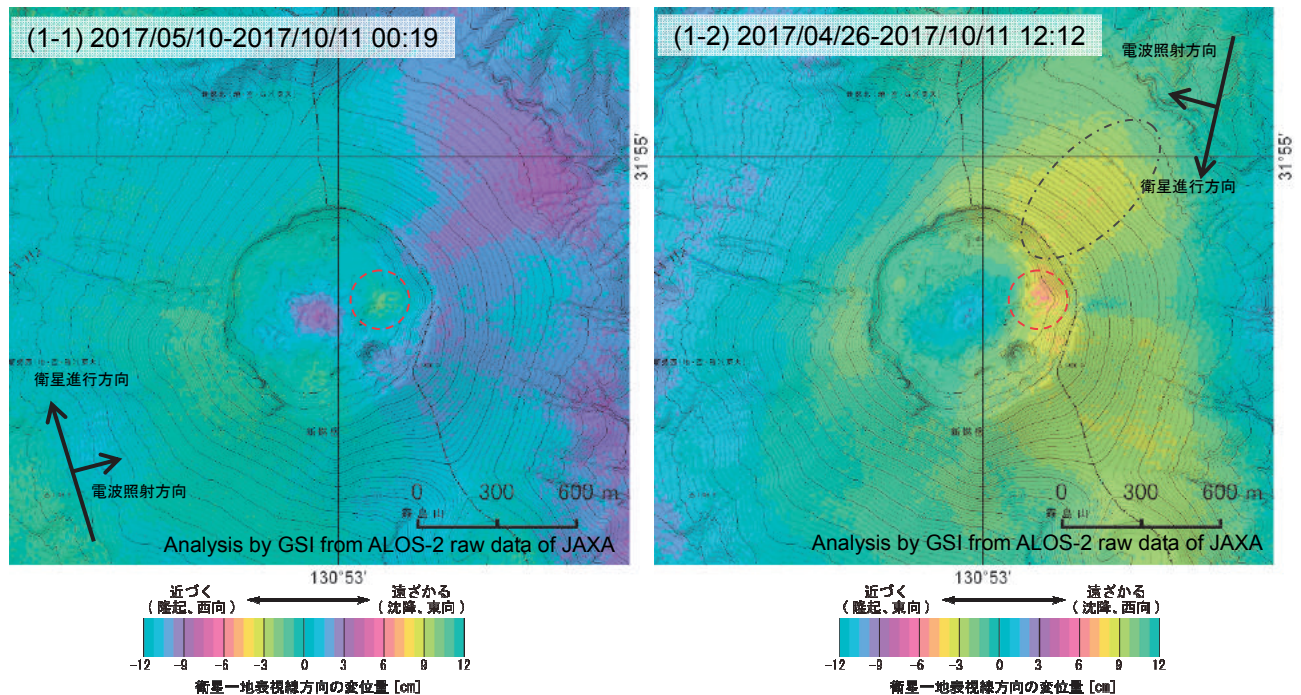


図-4 2017 年 10 月 11 日までの観測データを用いた解析の SAR 干渉画像。新燃岳火口の東側の赤破線内で衛星に近づく変動が見られる。(1-2)で新燃岳火口縁から北東に延びる箇所(黒一点破線)で衛星に近づく変動が見られる。

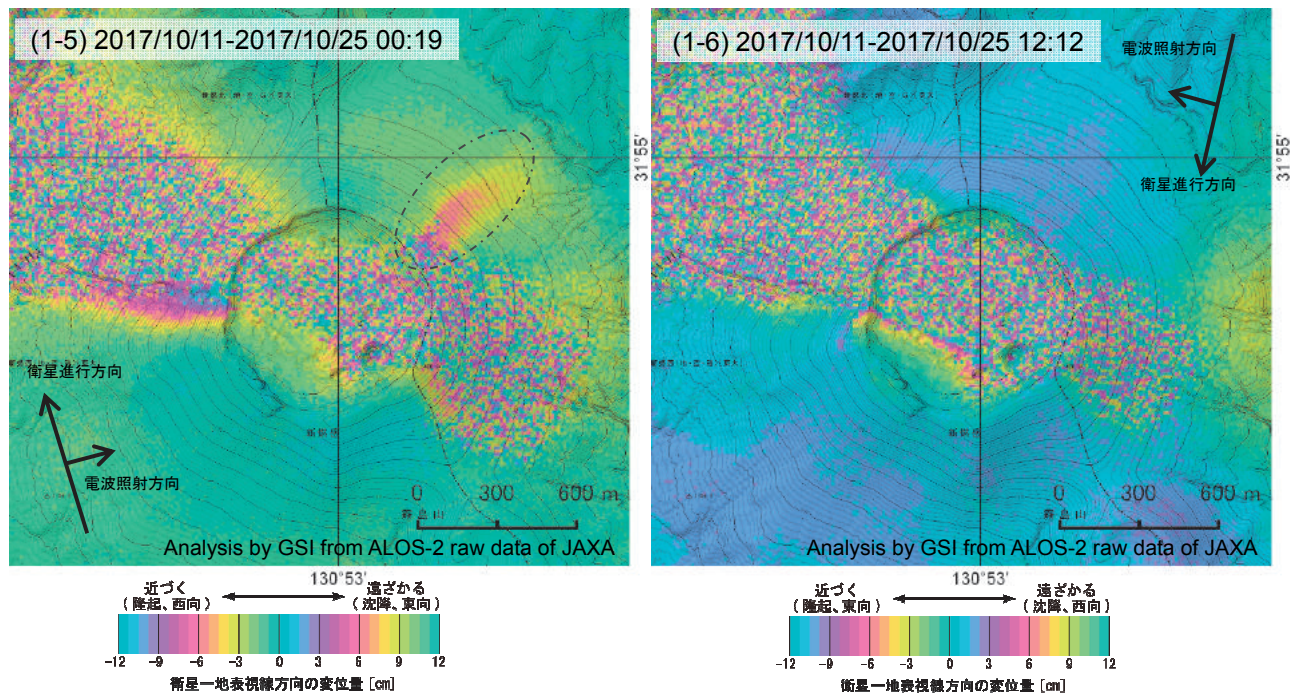


図-5 2017年10月11日と10月25日の観測データを用いた解析のSAR干渉画像。(1-5)で新燃岳火口縁から北東に延びる箇所(白一点破線)で衛星に近づく変動が見られる。

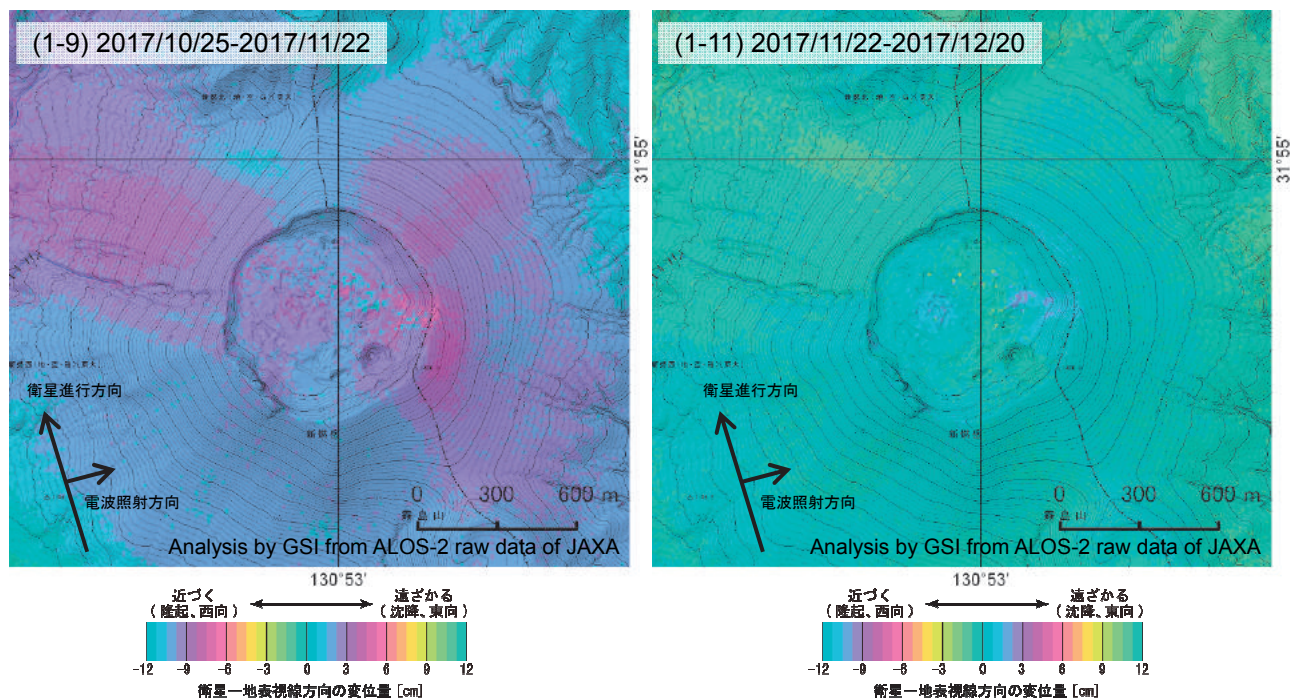


図-6 2017年10月25日以降の観測データを用いた解析のSAR干渉画像

4. 2018 年 3 月から 5 月の新燃岳の噴火

4.1 火山活動の概要

気象庁 (2018a, 2018b, 2018c) による新燃岳の火山活動の概要を以下に述べる。

新燃岳では、2018 年 3 月 1 日から 8 日にかけて噴火が連続的に発生し、3 月 6 日以降は爆発的噴火が 47 回発生するなど、活発な噴火活動が継続した。3 月中旬以降は噴火の間隔が次第に長くなった。

3 月 6 日に新燃岳火口内の東側が新たな溶岩で覆われていることが確認された。3 月 9 日に新燃岳火口の北西側から溶岩がわずかに流出しているのが確認された。その後も、溶岩の流出は継続した。

3 月 10 日 01 時 54 分及び 04 時 27 分に爆発的噴火発生した (写真-2)。3 月 25 日 08 時 45 分には火口内西側から噴火が発生し、ごく小規模な火砕流が火口縁から西側へ約 400m 流下した。4 月 5 日 03 時 31 分に爆発的噴火が、5 月 14 日 14 時 44 分に噴火が発生した。

新燃岳の噴火警戒レベルは、3 月 1 日 16 時 40 分に 3 (入山規制) が発表され、その後継続した。



写真-2 新燃岳の状況 (気象庁, 2018a)

猪子石監視カメラ 3 月 10 日 04 時 27 分の爆発的噴火。赤実線は火口の中心から 1,800m 飛散した噴石。

4.2 SAR 強度画像の比較

霧島山の緊急観測は 3 月 1 日に新燃岳の噴火警戒レベルが 3 になったことを踏まえ、火山 WG は、3 月 5, 6 日の緊急観測を要求した。それ以降も随時緊急観測を要求し、JAXA は、3 月から 5 月までに 29 回の観測 (緊急観測 26 回) を実施した。特に 3 月 5 日から 3 月 11 日までの 1 週間は、8 回という非常に高い頻度で観測を実施した。29 回の中には、より解像度が高いスポットライトモードの観測が 4 回含まれる。

SAR 干渉解析を実施したが、新燃岳火口に噴出し

た溶岩で著しく地表が変化したため、新燃岳火口内は非干渉になり地表変化を把握できなかった。また、噴火時に国土地理院の測量用航空機くにかぜⅢはメンテナンス期間で直ちに撮影ができなかったため、SAR 強度画像を比較することで地形変化を把握することとした。SAR 強度画像の比較は、各画像で判読した新燃岳火口に噴出した溶岩の範囲を地理院地図で重ね合わせることで実施した。

2018 年 3 月から 5 月までの観測のうち SAR 強度画像を作成したものについて表-3 に示す。

図-7 と図-8 は、2018 年 3 月から 5 月までの観測の主な SAR 強度画像で、図-9 は、SAR 強度画像から判読した新燃岳火口に噴出した溶岩の範囲の推移である。

(2-2) ~ (2-5) により 3 月 6 日から 3 月 9 日までに新燃岳火口内が新たな溶岩で覆われ、3 月 9 日に新燃岳火口の北西側から溶岩が流出したのが確認された。(2-16) で、その後の溶岩の流出がゆっくりと継続したことがみられた。

(2-17) で新燃岳火口内の中央で直径約 100m の地形変化が見られた。これは 4 月 5 日の噴火で発生した噴気孔の凹地と考えられる。

(2-19) で新燃岳火口内の東側で長さ 200m の地形変化が見られた。これは 5 月 14 日 14 時 44 分の噴火で発生した噴気孔の割れ目状の凹地と考えられる。

4.3 結果の公表とアクセス数

新燃岳の SAR 強度画像を観測後速やかに作成し、順次国土地理院の web サイトに掲載した。web 掲載回数は 3 月 6 日から 4 月 11 日までで計 11 回で、掲載した画像は 16 枚であった (国土地理院, 2018a)。この 16 枚について、観測から公開まで最短 4 時間、平均約 24 時間を要し、観測から 12 時間以内に公開したのは 7/16 枚、24 時間以内も含めると 11/16 枚であった。地理院地図のアクセス数は 3 月のみで (2-3) には約 6 万件、(2-2) には約 2 万件であった。

新燃岳の SAR 強度画像と新燃岳火口内の地形変化 (溶岩範囲の推移) について、3 月 7 日から 3 月 11 日までに新聞、テレビ等の各媒体で計 22 回 (国土地理院調べ) 報道された。

噴火時に国土地理院の測量用航空機くにかぜⅢによる撮影はできなかったが、だいち 2 号による繰り返し観測によって得られた SAR 強度画像により日々変化する溶岩の範囲の推移を把握することができた。

4.4 火山活動評価、災害対応への活用

新燃岳の SAR 強度画像を国土地理院の web サイト掲載の際に関係機関に提供した。提供した情報は、気象庁の火山活動解説資料に「国土地理院による人

工衛星（ALOS-2）データの解析では、9日には溶岩の噴出が概ね停止したとみられ、噴火活動にさらなる活発化は認められていません。」と評価され、資料に引用された。3月15日の警戒が必要な範囲の縮小

の判断に活用された（気象庁，2018a）。

また、火山噴火予知連絡会にも適宜情報提供し、第141回火山噴火予知連絡会定例会では、火山活動評価の検討に活用された。

表-3 SAR 強度画像の一覧

番号	観測年月日 (JST) 2018 年 [mm/dd hh:mm]	パス	観測 モード *1	入射角 [°]	衛星 進行 方向	電波 照射 方向	緊急 観測 要求*2	web 掲載*3
2-1	3/05 12:19	23	U2-7	35.5	南行	右(西)	—	3/09
2-2	3/06 23:30	124	U3-11	47.8	北行	左(西)	○	3/07
2-3	3/07 13:00	29	SPT	45.4	南行	左(東)	○	3/07
2-4	3/09 00:12	130	U2-6	32.1	北行	右(東)	○	3/09
2-5	3/09 12:05	21	U3-13	53.6	南行	右(西)	○	3/09
2-6	3/10 12:26	24	SPT	22.8	南行	右(西)	○	3/10
2-7	3/10 23:17	122	SPT	60.9	北行	左(西)	○	3/11
2-8	3/11 23:37	125	U2-8	38.5	北行	左(西)	○	3/12
2-9	3/12 13:07	30	U3-13	53.2	南行	左(東)	○	3/12
2-10	3/14 00:19	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	○	3/14
2-11	3/14 12:12	22	U3-10	45.7	南行	右(西)	○	3/14
2-12	3/15 23:23	123	U3-14	55.1	北行	左(西)	○	3/16
2-13	3/18 00:05	129	U1-3	18.7	北行	右(東)	○	—
2-14	3/21 13:00	29	SPT	45.4	南行	左(東)	○	3/23
2-15	3/26 13:07	30	U3-13	53.2	南行	左(東)	○	3/29
2-16	3/28 00:19	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	○	3/29
2-17	4/11 00:19	131	U2-9	42.9	北行	右(東)	—	4/11
2-18	5/14 12:19	23	U2-7	35.5	南行	右(西)	○	—
2-19	5/21 13:07	30	U3-13	53.2	南行	左(東)	○	—

*1「U」は高分解能（3m）モードを、「SPT」はスポットライト（1-3m）モードを示す。

*2「○」は火山 WG から JAXA に緊急観測要求をして実施された観測を示す。

*3 月日は国土地理院の web サイトに掲載された時期を示す。

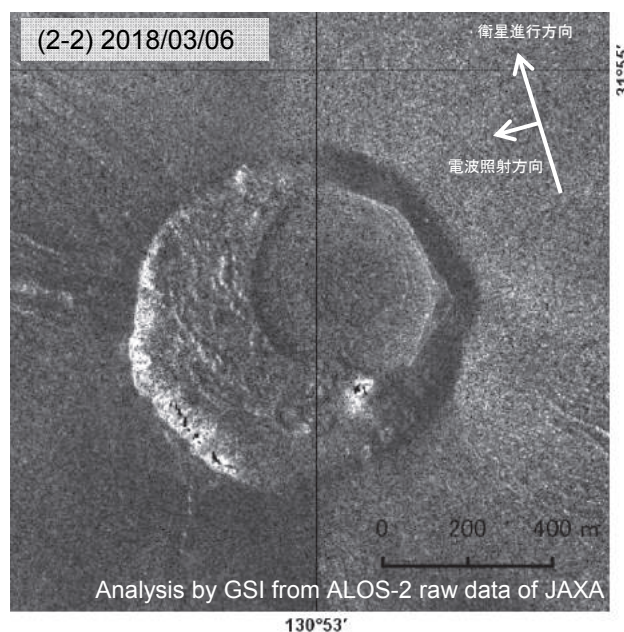
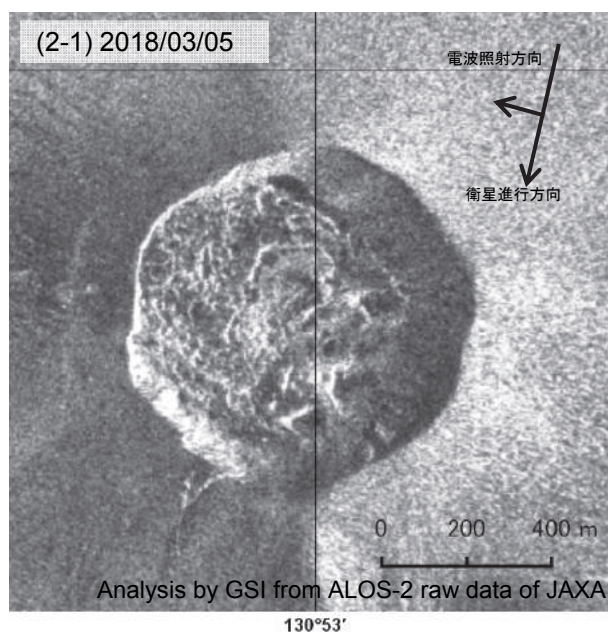


図-7 2018年3月から5月までの観測のSAR強度画像