第 145 回 火山噴火予知連絡会資料

(その8) 追加資料

令和元年 12 月 24 日

火山噴火予知連絡会資料(その8)

目次

浅間山		
	東大震研	3
御嶽山		
	名大	6
箱根山		9
	地理院	9
西之島		
	気象研	10
	東大震研	16
	地理院	23
硫黄鳥		
	防災科研	27
露島山		
	気象庁	35
	東大震研	43
	九大	45
	地理院	51

2019年8月7,25日噴火の地震波形と噴火のタイミング

短周期で見ると25日噴火の方がかなり大きいが、低周波では7日と25日の最大振幅は同程度である。また、7日の方がより低周波が卓越している。

空振から推定した噴火のタイミングと比較すると、地震発生が1-2分程度先行している。

地震発生の先行は浅間山の過去の噴火においてもしばしば観測されており、各噴火に共通するメ カニズムがあることを示す。



RAW

LP 1Hz



LP 0.1Hz



東京大学地震研究所



浅間山地震観測網で観測された地震回数の時間変化(つづき)





^{3 2018}年12月1日以降、1年間の日別地震回数。 総数に隠れてB型の回数が見えにくいが、地震総数の大半はB型である。

長期: 1995年以降は5~7年程度の間隔で活動が活発化する傾向が見える。2015年6月の微噴火後から2017 年9月までは地震数が増えたが、その後地震数は増減を繰り返しながら2015年以前よりも多い状態で推移して いる。現在は2015~2017年の活動が継続中であると考えられる。

短期: 全体的な地震活動は引き続き低調であったが、8月7日と25日に噴火が発生し、その直後に地震数が増 えた。しかし、噴火前の地震数増加は見られず、B型やN型の活動変化も見られなかった。9月は8月よりやや地 震数が多い状態であったが、10月に入り地震数が激減しその状態が11月も続いている。火口浅部のB型地震発 生数は9月中は日に数10個だったが10月に入り日に数個程度に減った。N型は8月の2回の噴火前後で数個発 生した。9月中旬以降も日に数個ずつ同じペースで発生し続けている。A型地震も数は少ないが時々発生してい る。

名古屋大学

御嶽山の地震活動(2019 年 3 月~11 月) 名古屋大学では 2019 年 3 月~11 月の地震の震源決定を行った(図 1). 山頂域の地震活動 は月 10 回前後で推移している(図 1, 図 2).



図2.名古屋大学で決定した御嶽山山頂域(図1の範囲)の月別地震回数の推移.

御嶽山

名古屋大学

御嶽山で12月18日に発生したN型地震について

御嶽山では 12 月 18 日 21:52:58 に減衰振動を伴う地震が発生した. 多数の観測点で共通 して 8.5 Hz 付近のスペクトルピークが見られ,一部の観測点では高調波も見られる(図 3, 図 4)。これらの特徴は典型的な N 型地震のものである. この地震の震源を求めたところ, 通常の地震活動よりも北側に求まった(図 5).



図 3.12月18日21:52:58に発生した地震のスペクトル.

御嶽山

名古屋大学



図 4.12月18日21:52:58 に発生した地震のランニングスペクトル.



図 5.12月18日21:52:58に発生した地震の震源位置(☆).図1で報告した2019年3月~ 11月の震源(○)に加筆した.

御嶽山

国土地理院

箱根山の SAR 干渉解析結果について

判読)大涌谷付近で衛星から遠ざかる変動が見られます。



	(a)		
衛星名	ALOS-2		
	2019/09/19		
短调口味	2019/12/12		
能炽口时	11:43 頃		
	(84 日間)		
衛星進行方向	南行		
電波照射方向	右		
観測モード*	U-U		
入射角	42.8°		
偏波	HH		
垂直基線長	-179m		
*U: 高分解能(3m)モード			

(近づ 隆起、!	く 東向)	-			· 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕 〕	ざかる降、西	5 向)
-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12
	î	新星 一	地表視	線方向	の変	立量 [(cm]	

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景 : 地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

箱根山

気象研究所

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地形変化

2019 年 12 月の再噴火に伴う地形変化が検出された。溶岩流は,12 月 6 日の段階では 海岸まで到達していなかったが,15 日の段階では,東側 2 か所と西北西で海岸まで到 達し,西北西側では 20 日にかけて陸域を拡大させた。

1. はじめに

2019 年 12 月に再噴火前後に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島周辺の 追加解析を行ったので、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, 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概ね2週間毎の高頻度で観測されている path14 を用いた低相関 度の面積推移および CIRC により検出された温度推移を第1図に示す。台風の影響などによ り海岸線の縮小が認められていたが、今回の噴火により陸域面積は約3km²(12/20現在) まで戻ったことが分かった。また、噴火に伴い低相関度領域も拡大し、CIRC による観測で は、115℃を観測した(12/9時点)

2-1. 干涉画像(第2, 5図)

再噴火前のペアでは,特段の位相変化は認められないが,噴火後のデータを含むペアで は,溶岩噴出に伴う非干渉領域が確認でき,その近傍において衛星視線方向伸長の変化が 確認できる。

2-2. 相関画像(第3, 6図)

溶岩流出痕によると考えられる低相関度領域が確認できる。12月6日の段階(第3図A) では海岸線に到達していなかった溶岩流は、15日の段階(第6図B)で東側2か所と西北 西側で海岸まで到達し、西北西側では20日(第3図B)にかけてさらに陸域を拡大した。 Path14における非干渉領域の面積で見積もると、約0.2km²(12/6)→約0.7km²(12/20) と拡大した。

2-3. 強度画像(第4, 7図)

12月6日の段階(第4図A)では、陸域の拡大はないが、15日の段階(第7図B)で西 北西と東側2か所で海岸まで溶岩流が達し、約0.05km²拡大した。その後、特に西北西側 で陸域の拡大が進み、20日の段階(第4図B)で約0.06km²まで面積が拡大した。

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。

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、国土地理技術資料 C1-No. 478 から生成した地 形データを使用した。本解析で用いた CIRC のデータは、JAXA の火山活動・林野火災速報 システムから提供された。ここに記して御礼申し上げます。

気象研究所

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
14-3081	南行	行右	58.7°	2019.11.22	2019.12.06	第2,3,4図-A
(SPT)	用仃			2019.12.06	2019.12.20	第2,3,4図-B
125-530	-11/ 2구	+	24.2°	2019.10.20	2019.11.17	第5,6,7図-A
(SM1_U2-7)	701 J		34.3	2019.11.17	2019.12.15	第 5 , 6 , 7 図-B

第1表 干渉解析に使用したデータ

※赤字は 2019 年 12 月の噴火以降に撮像されたデータ。



と下: CIRC により検出された温度推移

上図:活発な噴火活動が生じていた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 火イベントに呼応して陸域の拡大が認められる。2019年10月の変動は台風による影響と考えられ 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読みとった。〇は国 土地理院で実施された空中写真等の計測結果による面積を示す。

中図: 概ね2週間毎に撮像されている Path14 を用いて低相関度領域は,2015年12月にはほとんど 確認できなくなった。2017年や2018年再噴火時の溶岩流出に伴い一時的に増加した時期もあるが,

西之島

気象研究所

それ以外は概ね低調で推移している。2019年10月の変動は台風による影響と考えられ、12月の変動は再噴火による溶岩流出に伴い低相関度領域が増加した。

下図: CIRCにより観測された西之島周辺(旧山頂から半径 3km)の温度推移を示す。■は最高温 度 50℃以上の観測日,●は最高温度と 30 パーセンタイル値の差分温度,●は最高温度と 70 パーセ ンタ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を示していると みなせる。2019年12月の噴火後の最高温度は 115℃(12/9 観測)であったが,パーセンタイル値 との差分温度から,非常に局所的な現象であると解釈できる。なお色抜きは,得られた最高温度が マイナスであったデータを示す(参照値とした)。※CIRCの最新データは 12/9。



第2図 path14(SPT)による干渉画像(A:噴火前後のペア, B:噴火後のペア)

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 再噴火に伴い中央火砕丘から東側において非干渉 領域が確認でき,中央火砕丘北東部で最大 6cm 程度の伸長の位相変化が認められる。(B)中央火砕 丘から西北西と東側にかけて非干渉領域が確認でき,特に東側の沿岸部付近では12cm(1サイクル) 程度の伸長の位相変化が認められる。



第3図 path14(SPT)による相関画像(A:噴火前後のペア,B:噴火後のペア)

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A)中央火砕丘から東側に溶岩の流下に伴う低相関度 領域が認められる(約 0.25km²)。(B)中央火砕丘から西北西と東側に溶岩の流下に伴う低相関度領 域が認められる(約 0.73km²)。



第4図 path14(SPT)による強度画像(A:噴火前後のペア, B:噴火後のペア)

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A)中央火砕丘とその東側の溶岩流痕による複雑な変化が認められる。(B)中央火砕丘付近とそこから西北西側と東側2か所にかけて溶岩流痕が確認でき,その先端はどちらも海岸線まで到達し,陸域の増加が確認できる(約0.06km²の拡大)。



第5図 path125 (SM1_U2-7) による干渉画像(A:噴火前, B:噴火前後)

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A)顕著な位相変化は認められない。(B) 中央火砕丘 付近と西北西および東側に非干渉領域が認められ,非干渉領域近傍で伸長の位相変化が確認できる。 特に中央火砕丘の北東側では,最大約36cm(3サイクル)の位相変化が認められる。



第6図 path125 (SM1_U2-7) による相関画像 (A:噴火前, B:噴火前後) 図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 全島的に高相関度を示している。(B) 中央火砕丘 から西北西と東側に溶岩の流下に伴う低相関度領域が認められる。



図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A)沿岸部で若干の変化が認められる。(B)中央火砕 丘付近とそこから西北西側と東側2か所にかけて溶岩流痕が確認でき,先端はどちらも海岸線まで 到達し,陸域の増加が確認できる(約0.05km²の拡大)。

地震論

設置位置

地理院撮影

2019年12月噴火に伴う地動・空振活動

地震研は2019年9月3-4日の旧島上陸調査時に地震計と空振計を設置し、観測 を続けている。2019年12月4-5日に再開した火山活動に伴い、特徴的な地震・空 振波形が得られた。

活動再開後の地震活動は5日13-15時台が特に活発で、16:13には最大振幅が 280Paに達する空振を伴うイベントが起きた。空振は遅くとも12月5日5時台には 発生しており、爆発的噴火が始まっていた。



図 上 : 空振と地震(上下)の12月5日24時間分の記録。青点線は振幅の大きな地震や空振。振幅の大きな 空振は13時台以降に目立つが、小さな空振は早朝5時台から発生している。地震・空振ともに、最大振幅は 16:13である。14-15時台の微動振幅が大きく、この時間帯が活動の最盛期と見られる。

下: 波形の拡大図。地動と空振の時間差は2秒程度であり、山頂付近で同時に発生していると考えられる。

通信回線が細いため1日当たりで回収できる元波形データは1時間分程度である。 データ回収ができた時間帯のみで判断すると。空振活動は13日頃がピークだった。 ここ数日は、空振発生頻度は変わらないが振幅は低下傾向にある。

12/5 12時台 振幅 20Pa程度、頻度 4-5回/時 程度 12/6 5時台 振幅 20Pa程度、頻度 7-10回/時 程度 12/13 5時台 振幅 200Pa前後、頻度 1000回/時 程度 12/17 23時台 振幅 100Pa前後、時々200Paに達する 頻度 500回/時程度 12/18 9時台 振幅 50Pa以下、時々100Paに達する 頻度 500回/時程度 12/19 9時台 振幅 20Pa前後、時々50Paに達する 頻度 500回/時程度



図 12/5-12/19の空振活動の例。上:1時間。青掛が空振。13-19日はほぼ連続的に発生。 下:各1時間記録から最初の2分間を抜き出したもの 2019年12月5日噴火時の空振・地動・熱異常の変化

ひまわり8号データによる熱異常、島内の地震・空振波形、地震波形のランニングスペクトルの比較によると、 今回の活動は4日昼頃に始まり、5日午後には大規模な溶岩流出が始まったと推定される。

・ランニングスペクトルでは4日昼頃から高周波成分の振幅が徐々に増しており、マグマ上昇に対応すると考え られる。4日21時頃から5日4時頃の前駆的熱異常はマグマが浅部に到達したことを示すが、対応する空振・地 震は見えないことから、激しいマグマ流出は始まっていないと推定される。

・5日5時台以降は空振が散発的に発生し始めたことから、山頂での小噴火が開始したと推定される。

・5日12時以降は空振・地震とも急激に激しくなった。5日16:13に大振幅の空振・地動が発生し、同時期に温度が急増した。このことから、大振幅の空振・地動は溶岩流出口を拡大する爆発的噴火だと推定される。



図2 12月4日-6日の熱異常、空振、地動、ランニングスペクトルの比較。

2019年12月噴火に伴う地震動の振幅変化

西之島旧島に設置した地震計による上下動地震波形のランニングスペクトルを示す。

・12/4 12時頃から高周波成分の振幅が徐々に増加した。今回の活動の開始に対応すると考えられる。

・12/5 5時台には弱い空振が観測され、12時以降は地震・空振とも振幅が急増した。14-16時頃の振幅急増は、 熱異常の増加と対応しており、溶岩流出の開始と考えられる。それ以降、振幅が徐々に増加している。

(12/6 6:00 ~ 12/9 11:55 欠測)

・12/9-12/10 計測再開後は12/6時点の振幅より一桁大きい状態が続く。衛星画像や航空機からの観測による と、噴火当初は旧島から遠ざかる東方向へ溶岩が流れていた。振幅急増は、溶岩流が中央火口丘北から北 西方向に向かい始め、観測点のある旧島付近を流下していることを反映していると考えられる。北西方向への 流下開始時刻は欠測中につき不明。

(12/10 21:40 ~ 12/12 10:13 欠測)

・12/12 大振幅が継続。16時以降、更に振幅が増加。

・12/13 大振幅が継続。4時~10時頃の振幅が特に大きい。10時以降やや振幅が低下した。

(12/14 2:33 ~ 12/16 8:42 欠測)

12/14

・12/16~18 13日後半-14日未明の振幅と同程度の振幅が継続中。

12/15

なお、活動開始後は欠測が頻発しているが、これは噴煙や降灰による電力不足が原因と考えられる。





図 12月4日~18日までの地動ランニングスペクトル。黒塗は欠測期間

12/16

12/18

12/17

父島における西之島火山空振観測

地震研究所は、2014年10月5日より、気象 庁父島気象観測所に、精密微気圧センサーを 用いた空振観測点(JMAW)を設置し、オンラ インで観測を行っている.2019年10月28 日より欠測が続いていたが、西之島火山の活 発化を受けて、12月16日に復旧した.本観 測点の空振データと、気象庁の父島地震観測 点(CHIJI3)の東西成分を用いて、1日1回自 動解析を行っている.西之島からの空振が続 いていることが分かる(図2).

西之島の空振活動が活発であることと、東 方向に空振の伝播しやすい大気構造にあるた め、波形からも十分に識別できる強度の空振 が観測されている(図3).空振観測点の復旧 前の噴火開始期についても、父島の地震観測 データから、活動の推移が推測できる可能性 がある(図4).これまでの実績より、5月頃ま では、西之島からの空振が届きやすい大気構 造にあり、父島において空振モニタリングが 可能であると考えている(図5).



図 1:空振観測点(JMAW),気象庁地震計 (CHIJI3), F-net 地震観測点(OSWF)



図 2:精密微気圧計(JMAW)と,地震計(CHIJI3)東西成分の相互相関自動解析結果. 観測点復旧 以降,ほぼ連続的に,西之島方向からの空振シグナルが捕らえられている.



図 3. 12 月 15 日 14:44:35 より 5 分間の波形(2-8 Hz). 伝播時間差を考慮して,時間をずらせて並べている. 父島の精密気圧計(JMAW)と,地震計(CHIJI3)は,ほぼ同じシグナルを記録している. 母島でのシグナル検出は,難しい.



図 4. 西之島の空振計と、父島地震計データの比較. 精密気圧計観測点の復旧前に期間に対して も、気象庁地震計データから、空振活動の推移ついて推測できる可能性がある.



図 5. 大気構造を考慮した,西之島から父島への空振到来の期待値(下)と,2014-2015 年活動 時の,父島において検出された空振パワー(上). 大気構造の季節変化により,11 月~5 月は到 来しやすいが,6月~10 月は,モニタリングが難しい.

国土地理院

西之島の SAR 干渉解析結果について

判読)火砕丘の東側および北西側に火山噴出物の影響とみられる非干渉領域が見られま す。また、北東側および南東側で収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られ ます。





※2018年1月時点の海岸線を越えた領域の位相情報は表示されていません。

背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

西之島

	(a)		
衛星名	ALOS-2		
観測日時	2019/11/17 2019/12/15 23:36 頃 (28 日間)		
衛星進行方向	北行		
電波照射方向	右		
観測モード*	U-U		
入射角	34.3°		
偏波	HH		
垂直基線長	+ 41 m		
*11. 古八韶北(2m)エビ			

U: 高分解能(3m)モード

23

国土地理院

西之島の SAR 強度画像について

判読)噴火後の(a)では、西之島の東側及び北西側で火山噴出物と見られる地形変化が見 られ、海岸線まで到達しています。



(a)	(a)
ALOS-2	ALOS-2
2019/12/15	2019/11/17
23:36 頃	23:36 頃
北行	北行
右	右
U-U	U-U
34.3°	34.3°
HH	HH
	ALOS-2 2019/12/15 23:36頃 北行 石 U-U 34.3° HH

*U:高分解能(3m)モード

画像比較のアニメーションを以下 URL で公開 しています。

西之島

https://www.gsi.go.jp/common/000220701.gif

本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

国土地理院

西之島の SAR 干渉解析結果について

判読) 12 月 6 日以降に堆積した溶岩等の範囲(砂目の場所)が明瞭にわかります。12 月 15 日以降に新たに地表を覆った溶岩等は火砕丘の北東側数 100mの場所です。



Analysis by GSI from ALOS-2 raw data of JAXA



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2019/12/06 2019/12/20 11:17 頃 (14 日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右
観測モード*	S-S
入射角	58.7°
偏波	HH
垂直基線長	+ 11 m

※2018年1月時点の海岸線を越えた領域の位相情報は表示されていません。

* S: スポットライト(3x1m)モード

背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。 西之島

国土地理院

西之島の SAR 強度画像について

判読) 12 月 20 日の SAR 強度画像では、12 月 15 日時点で西之島の北西側海岸線まで 到達していた地形の変化が、更に広がっていることが見られます。



	(a)	(h)			
	(4)	(0)			
衛星名	ALOS-2	ALOS-2			
ᇷᆱᇅᇠ	2019/12/20	2019/12/06			
	11:17 頃	11:17 頃			
衛星進行方向	南行	南行			
電波照射方向	右	右			
観測モード*	S-S	S-S			
入射角	58.8°	58.8°			
偏波	НН	HH			
* 6・フ ポット トライト (2v1m)エード					

*S: スポットライト(3x1m)モード



本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

西之島

小笠原硫黄島・離岩南火口(仮称)の形成

<u>概要</u>

2019 年7月下旬に、硫黄島東海岸の離岩(馬ノ背岩)南方に最近形成された新しい噴出孔群を確認した。 2019 年12月中旬の観察では最も大きい噴出孔は直径約40mまで拡大しており、湯だまりを形成していた。 これらの噴出孔では水蒸気噴火がごく最近までの間に複数回発生し、周囲に噴石や熱水混じりの噴出物を 飛散・堆積させた可能性が高い。

<u>噴出孔</u>

離岩南火口(仮称)は硫黄島東海岸の岩礁の散在する砂浜地帯に存在する(図 1)。以前の調査時(2019年2月26日)では噴気を伴う地熱地帯であったが、2019年7月27日~28日の調査でまず噴出孔A~Cが発見された(図2,図3)。その後2019年9月12日、12月11日に調査を追加した結果、変化が明らかになった(図3、図4)。噴出孔Aは当初直径15m程であったが、9月には直径20m程度、12月には直径約40mになっていた(図2,図3)。深さは4~5m程で白色噴気が出ており(図5,6)、9月以降は火口底の大部分が湯だまりとなっていた(図7)。湯だまり中央に熱水の主な湧き出し口があり、断続的に水面が最高1m程度盛り上がっていた(図8)。簡易赤外カメラによる計測では水温は76.4℃であった。

噴出孔 B は噴出孔 A の南側に隣接して存在する。7 月の調査時には直径約 6m の円形の浅い火ロで、噴気 は無く緑色の常温の水をたたえていた(図9)。9 月には噴出孔 A の噴出物で埋まり、12 月には拡大した噴 出孔 A に半分飲み込まれてその火口壁に漏斗状の断面構造が露出していた(図10)。

噴出孔 C は噴出物の分布(図2,図11)から噴出孔 A の東南東の約 160m 離れた海中にあると推定された火口である。12月には推定位置は表面がややくぼんだ砂浜になっており、高波がかぶった際に火山ガスが噴出しているのが確認できた(図12)。

噴出孔 D は噴出孔 A の南東の約 190m 離れた砂浜にある。はじめは地熱地帯の一部であったが、12 月の 調査時までに開口した(図2)。波浪による破壊を免れた直径 7m 程度の半円形の火口壁が残存しており、内 部から白色噴気が放出されていた(図13)。

噴出物の産状

噴出孔 A, B 付近の噴出物は粘土分が混じる火山砂礫層で、成層していて下部がより泥質、上部が砂礫質の傾向がある(図 14)。7 月の時点では火口縁での最大厚さ 60 cm程度で、北側に分布軸があった(図 2)。下 部層と同時異相の関係で流出したと思われる泥流状の堆積物が噴出孔 B のまわりや周囲の窪地に厚く堆積 していた(図 3)。サグ構造を作る直径 10 cm 以上の噴石も多数認められ(図 15)、最遠で 150m ほど離れた場 所で発見された(図 16)。

12月の時点では、さらに砂礫を主体とした堆積物が累重し、噴出孔 A 火口縁で 1m 前後の厚さとなって いた(図10)、特に南東側火口縁で厚く(1.3m 程度)、その外側には大型の噴石(長径 1m 以下の岩塊)に富む 厚い領域が南東方向に伸びていた(図2,4)。噴出孔 A の海側では堆積物内部に形成された浸食面を伴い 厚さが急激に減少しており(図17)、7月以降も波浪・降雨等による浸食間隙を挟んで複数回の噴出活動が あった可能性が高い。7月以降に放出された噴石の最大到達距離は明確にできなかったが、少なくとも 70m 離れた場所にサグ構造を作って存在していた。また噴出孔 A の中心から 40~60m 程度の範囲の噴出物表面 では、放射状に外側に向かって細かく突き出た指状ないし舌状の比較的新鮮な微地形がみられる(図18)。 水分に富んだ液状の噴出物が噴出孔 A からジェット状に放出されて着地後も流動した痕跡とみられる。

噴出孔 C の噴出物は、7 月の時点では海岸部の岩場や砂浜を覆う砂礫層で厚さは 30cm 程度(図4,11)、 サグ構造を作る噴石は火口から 70m 程度離れた場所まで存在した。12 月の調査時には新たに粘土分の多い 砂礫質噴出物(図 19)やサグ構造を作る噴石(図 20)が堆積していた。噴出物の表面は新鮮で厚さは最大 5cm 程度、急斜面では舌状の流動地形がみられる(図 21)。

噴出孔Dについては、これまでの調査では噴出物を明確に確認することはできなかった。

小笠原硫黄島

噴出量

噴出物の堆積密度 1000kg/m³とし、降下火砕物として等値線が描ける場合は層厚分布(図2)を元に Fierstein and Nathenson (1992)の方法によって、それ以外では分布面積と平均的な層厚を仮定して噴出 量を求めた。その結果、噴出孔 A 及び B の噴出物合計は 7 月 28 日まででは約 700 トン、12 月 11 日までで は約 5000 トンであった。噴出孔 C の噴出量は陸上の分布が限られているため推定が困難であるが、噴出孔 A 及び B と同等の数 1000 トン程度と考えられる。

噴出物の岩石記載的性質

大型の噴石は変質した粗面安山岩溶岩や凝灰質砂岩・シルト岩が多い。砂〜細礫程度大きさの粒子では 軽石状・黒曜石状の褐色〜黒色の火山ガラス片が多く(図 22)、石質岩片や熱水変質岩片を少量含む。結晶 片では斜長石,単斜輝石、カンラン石等を含む。火山ガラス粒子はしばしば変質しており、円磨されてい るものも多い。これらは硫黄島東海岸に露出する岩石や表層の海浜堆積物によく類似している。XRD 測定 結果(図 23)では粘土鉱物としてスメクタイト・カオリン鉱物、その他の熱水変質鉱物として黄鉄鉱・ミョ ウバン石・硬石膏が検出された。また、火山ガラス粒子に起因すると考えられる 2 θ = 25° 付近を中心と するブロードピークが確認された。

噴火活動まとめ

離岩南火口(噴出孔群)の噴出物は、主に山体を構成する既存の岩石と熱水変質物から構成されていると 判断できるので、直接のマグマ混入がない水蒸気噴火であった可能性が高い。堆積構造から噴出物はしば しば液体の水(熱水)を多く含む状態で放出されたと考えられる。噴火活動は2019年2月下旬から7月下旬 の間に始まり、噴出孔群の北西部でははじめに熱水変質帯由来の粘土に富む噴出物が主に噴出孔Bから放 出され、その後噴出孔Aから地表付近の物質を多く含む砂礫質の噴出物が多量に放出された。7月以降も 噴出孔Aから熱水と砂礫の噴出が繰り返され、12月中旬までに噴出孔は直径40m程まで拡大し、総噴出量 は5000トンに達した。噴出孔群の南東部では海中に開口した噴出孔Cが主要な火口で、噴出孔Aと同様の 噴火活動を12月中旬までの間に複数回おこなっており、噴出量が数1000トンに達した可能性がある。

謝辞 海上自衛隊硫黄島航空基地隊気象班には現地調査にご協力していただいた。以上の方々に御礼申し上げる。



小笠原硫黄島





小笠原硫黄島





図3 西からみた噴出孔群北西部(噴出孔 A, B)



図4 南東側からみた噴出孔群北西部(噴出孔 A, B) 噴出孔や噴出物だけでなく海岸線の位置も大きく変化している。



図5 噴出孔Aの火口壁(7月27日)



図6 噴出孔Aの火口底(7月27日)



図7 噴出孔Aの湯だまり(12月11日)



図8 噴出孔A湯だまり中央の熱水湧出(12月11日)



図9 噴出孔B(7月27日)



図 10 噴出孔 A 火口壁に露出した噴出孔 B の断面 (12月11日)

防災科学技術研究所

第145回火山噴火予知連絡会



図 11 海岸の岩場を覆う砂礫質の噴出孔 C 噴出物 (7月 27日)



図12 噴出孔Cの推定位置付近の噴気(12月11日)



図13 噴出孔D(12月11日)



図14 噴出孔 A, B 火口縁の噴出物断面(7月27日)



図 15 噴出孔 A の東側海岸、波浪による指状の堆 積地形より新しい噴石着地(サグ)構造(7月 28日)



図 16 噴出孔 A より北北西に約 150m 離れた場所に 定置した噴石(7月 28日, サグより掘り出した状態)

防災科学技術研究所



図 17 噴出孔 A 噴出物内の不整合構造 (噴出孔 A 火口縁の北約 10m, 12 月 11 日)



図 18 噴出孔 A 東側の噴出物表面にある指状の 流動地形(12月11日)



図 19 噴出孔 C 噴出物に覆われた岩場と砂浜 (12月11日)



図 21 噴出孔 C 西側の岩場を覆う噴出物の表面の 新鮮な舌状流動地形(12月11日)



図 20 噴出孔 C の西側約 50m の地点に定置した噴石 (12月 11日)



図 22 水洗した噴出物粒子の顕微鏡写真 (7月 27日に採取した噴出孔A噴出物上部層)



霧島山 (新燃岳)

福岡管区気象台

地域火山監視・警報センター 鹿児島地方気象台

<噴火警戒レベルを2(火口周辺規制)から1(活火山であることに留意)に引下げ> 新燃岳火口直下を震源とする火山性地震が、2019年11月17日から18日にかけて増加しましたが、 その後は少ない状態が続いています。噴煙の状況及び傾斜計のデータに火山活動の活発化を示す変 化は認められていません。また、12月12日に実施した現地調査による観測結果にも特段の変化は認 められませんでした。

これらのことから、新燃岳火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性は低くなったと判断し、本日(20日)11時00分に噴火警報を解除しました。

【防災上の警戒事項等】

活火山であることから、新燃岳火口内及び西側斜面の割れ目付近では、火山灰の噴出や火山ガス 等に注意してください。

地元自治体等の指示に従って危険な地域には立ち入らないでください。

O 活動概況

・地震や微動の発生状況(図1、図4-3(45))

新燃岳火口直下を震源とする火山性地震が、2019 年 11 月 17 日から 18 日にかけて一時的に増加(17 日から 18 日:30 回)しましたが、その後は少ない状態で経過しています。

火山性微動は、2018年10月24日以降観測されていません。

・噴煙など表面現象の状況(図2、図3、図4-①)

噴火は 2018 年 6 月 28 日以降、観測されていません。

監視カメラによる観測では、白色の噴煙が火口縁上概ね100m以下で経過しています。

12月12日に新湯温泉付近から実施した現地調査では、火口内を覆う溶岩の縁辺部及び火口西 側斜面の割れ目の下方で引き続き地熱域を確認しましたが、これまでの観測と比較して特段の変 化は認められませんでした。

この火山活動解説資料は福岡管区気象台ホームページ(https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/) や気象庁ホームページ(https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php) でも閲覧することができます。

本資料で用いる用語の解説については、「気象庁が噴火警報等で用いる用語集」を御覧ください。

⁽https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/kazanyougo/mokuji.html)

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、宮崎県及び鹿児島県のデータも利用して作成しています。

資料中の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』 を使用しています(承認番号:平 29 情使、第 798 号)。

12月12日に山麓で実施した現地調査では、火山ガス(二酸化硫黄)の1日あたりの放出量は 検出限界未満(前回:11月19日 検出限界未満、前々回:4月26日 検出限界未満)と引き続き 少ない状態でした。

・地殻変動の状況(図4-6)、図5、図6)

 (傾斜計では、山体膨張を示す顕著な変動は観測されていません。
 GNSS 連続観測では、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びは 2019
 年2月以降停滞しています。



図1 霧島山(新燃岳) 新燃岳火口直下を震源とする火山性地震の日別回数(10月1日~12月18日) 新燃岳火口直下を震源とする火山性地震が、2019年11月17日から18日にかけて一時的に増加しましたが、 その後は少ない状態で経過しています。

気象庁



図2 霧島山(新燃岳) 新燃岳南西側斜面の状況(新湯温泉付近から観測)

火口内を覆う溶岩の縁辺部及び火口西側斜面の割れ目の下方で引き続き地熱域を確認しましたが、 特段の変化は認められませんでした。

※12月12日は、新燃岳の南西側斜面及び西側割れ目付近で日射による影響が見られています。



図3 霧島山(新燃岳) 図2の観測位置及び撮影方向



<2019年11月17日から12月18日までの火山活動>

- ・白色の噴煙が火口縁上概ね100m以下で経過しています。
- ・12月12日に山麓で実施した現地調査では、火山ガス(二酸化硫黄)の1日あたりの放出量は検出限界 未満(前回:11月19日、検出限界未満)と引き続き少ない状態でした。
- ・新燃岳火口直下を震源とする火山性地震が、2019年11月17日から18日にかけて一時的に増加しましたが、その後は少ない状態で経過しています。
- ・高千穂河原観測点の傾斜計では、山体膨張を示す顕著な変化は観測されていません。

④火山性微動の振幅が大きい状態では、振幅の小さな火山性地震の回数は計数できなくなっています。⑤の赤線は、地震の回数の積算を示しています。

⑥6月下旬から7月下旬にかけてまとまった降水があったため、高千穂河原観測点の傾斜計では、同期間にその影響と考えられる変動がみられています。



図 5-1 霧島山(新燃岳) GNSS 連続観測による基線長変化(2015年1月~2019年12月18日)

> GNSS 連続観測では、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸び (赤矢印)が2019年2月以降停滞しています(青矢印)。

これらの基線は図6の①~⑥に対応しています。 基線の空白部分は欠測を示しています。 橙色の破線内の変化は、新床観測点周囲の環境の変化に伴う影響と考えられます。 紫色の破線内の変化は、韓国岳観測点固有の局所的な変動による影響と考えられます。

39

気象庁



図 5-2 霧島山(新燃岳) GNSS 連続観測による基線長変化(2015 年 1 月~2019 年 12 月 18 日)

GNSS 連続観測では、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸び (赤矢印)は 2019 年 2 月以降停滞しています(青矢印)。

これらの基線は図6の⑦~⑪に対応しています。 緑色の破線内の変化は、地面の凍上の影響と考えられます。 橙色の破線内の変化は、観測点周囲の環境の変化に伴う影響と考えられます。 基線の空白部分は欠測を示しています。 (国):国土地理院

霧島山

気象庁



図6 霧島山(新燃岳) GNSS 連続観測点と基線番号

小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。 (国):国土地理院



図7 霧島山 観測点配置図

小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。 (国):国土地理院、(防):防災科学技術研究所、(震):東京大学地震研究所 (九):九州大学、(鹿大):鹿児島大学、(宮):宮崎県、(鹿):鹿児島県 霧島硫黄山空中磁気測量

霧島硫黄山にて 2019 年 5 月に引き続き(既報)、2019 年 12 月 4 日にドローンによる空中 磁気測量を実施した。

両者の磁化構造変化の検出を試みたが、差はなかった。この約半年間では深部の熱活動は大 きく変化していないと言える。













硫黄山周辺の熱水・湧水の化学組成の経時変動について

2018年4月の噴火以後に形成された湯だまりを中心に、硫黄山周辺の温泉水、湧水を、2018年7月28-29日,10月12日,12月26-27日,2019年3月2日,5月17-18日に引き続き8月3日および11月7-8日,12月12-13日に採取した。この1年余りの期間の化学組成の経時変化について報告する。

1. 試料の採取と分析

試料採取は、硫黄山南火口群とその北東に広がる湿地帯を中心に行った。継続して採取分析を続けているのは、南火口群に形成された Y2, Y3 の2つの湯だまり、西火口群の中で最も活発な W4 の湯だまり、硫黄山の北側に位置する旧市営露天風呂の源泉、硫黄山の北東に広がる湿地帯にある 湧水池 Sg である。ただし南火口群の湯だまりについては、水位低下のために 2019 年になってから採取できないことが多い。また Y2 の湯だまりについては、なるべく両方の湯だまりから採取す るようにしている。図1にこれらの採取地点の位置を示す。



図1 試料採取地点(国土地理院の地図「電子国土 web」に追記)

化学組成については、陽イオン(Na, K, Mg, Ca)とSiをICP発光分析法により、陰イオン(Cl, SO4)をイオンクロマトグラフィーにより、九州大学で分析を行った。また水温, pH, EC(電気伝 導度)は採水時にそれぞれに計測機器を用いて現場測定を行なった。

*石橋純一郎・益田晴恵

2. 分析結果

熱水、温泉水、湧水の化学分析の結果から、pH および Cl/SO4 比の経時変動を図2に示す。冬季の水位低下の影響を受けずに試料採取ができた南火口群 Y2 湯だまり,西火口群 W4 湯だまり,硫 黄山北側の旧市営露天風呂の源泉の3 地点のデータを示した。



●南火口湯だまり Y2 (2019 年 8 月以降は Y2a と Y2b の両者から採取分析した),
 ◆西火口湯だまり W4、▼旧市営露天風呂

2. 結果の解釈

2019 年夏以降に Cl/SO₄ 比の顕著な減少が、南火口湯だまり Y2 と旧市営露天風呂の温泉水に見 られた。Cl 濃度、SO₄ 濃度ともに減少しており、特に Cl 濃度は 2018 年の値に比べて 1/10 から 1/100 に減少している。この結果から、硫黄山山頂周辺の湯だまりへの火山性揮発物質の寄与が少 なくなっていると考えられる。しかし、温泉水の pH にはそれほど大きな変動がないことから、影 響が全くなくなったわけではない。これに対して西火口湯だまり W4 では、溶存化学成分の顕著な 経時変動は 11 月まで見られていない(12 月の変動は水位の低下と関係している可能性がある)。 泉温も沸点に近い温度を保ったままであることからも、引き続き観測を続けたい。

大幡池のガス噴出について

大幡池は新燃岳の北東方向に伸びる大幡山主山体に属し、その山頂火口湖にガス湧出があ ることが知られている.また、大幡山からは、鬼界-アカホヤテフラより新しい溶岩(新期) が噴出したことも知られている(井村・小林、2001).霧島火山群山体部における表層電気伝 導度分布の観測において、大幡山から大幡池にかけて高電気伝導度域が見られ、同様の高電 気伝導度域が火口内に観測された新燃岳・御鉢や新燃岳との類推から、火山ガスと考えられ ている(鍵山・他、1996;鍵山・吉川、2018).

2019 年 12 月に、湖水の水位が低くなりガス噴出点へのアクセスが容易になった機会を利用して、湖水の採取を行なったので報告する.

火山ガス噴出点直近の現場計測結果

大幡池におけるガス噴出は主に東側の湖岸周辺で認められる(図1,図2).2007年10月に もほぼ同じ場所でのガス噴出を確認しており(図3),鍵山・吉川(2018)においても指摘さ れているように継続的な火山ガス噴出が推定される.

水深 10-20cm の湖底からガス噴出が認められる地点で(図 2B),湖水の採取を行った.比較 のため大幡池登山道を流れる沢水を合わせて採取した.これらの 試料採取時に行った現場計 測の結果を表 1 にまとめて示す.ガス噴出点直近の湖水についてメチレンブルー法による定 性分析を行ったところ,硫化水素に由来する発色を認めた.ただし火山ガスに起因する硫化 水素臭は微かなものであった.これらの予察的な観察結果から,噴出点の湖水のpH が沢水よ り低い要因として,火山ガスの主成分が二酸化炭素であることが推測できる.今後,湖水試 料の化学分析を進める予定である.





図1 試料採取地点(赤:ガス噴出点,黒:沢水) (国土地理院の地図「電子国土 web」に追記)

*石橋純一郎・益田晴恵・田島靖久・松島 健

表1. 2019年12月12日採水時の現場計測値

拉田本市	水温	~H	EC	ORP
休奴地品	(°C)	рп	(mS/m)	(mV)
ガス噴出点	10.5	4.48	5.82	-79.6
沢水	8.2	6.58	6.02	307

【文献】

井村隆介・小林哲夫(2001) 霧島火山地質図(1:50,000). 地質調査所,火山地質図 11.

鍵山恒臣・他 14 名 (1996) 霧島火山群中南東部の比抵抗構造,火山,41,215-225.

鍵山恒臣・吉川慎(2018)霧島火山群周辺の表層電気伝導度分布と火山活動,京都大学防災研究所年報, 61B,351-355.



図 2 大幡池の火山ガス噴出(2019 年 12 月 12 日撮影) A: 東側湖岸でガス噴出が認められた範囲(主に黄色線内). B:火山ガスの噴出状況(矢印).



図3 大幡池の火山ガス噴出(2007年10月26日 田島靖久撮影) A: 東側の湖岸近くに認められる火山ガスの噴出箇所(矢印). B:噴出箇所の拡大(矢印). C:火山ガスの噴出状況(矢印).

国土地理院

第145回火山噴火予知連絡会

霧島山の SAR 干渉解析結果について

判読)新燃岳火口内で複雑な変動が見られます。 新燃岳北西斜面で衛星から遠ざかる変動が見られます。

