第 142 回 火山噴火予知連絡会資料

(その1) 霧島山

平成 30 年 10 月 31 日

火山噴火予知連絡会資料(その1)

目次

気象庁(気象研含む) 3-84 東大震研 85-88 東海大 89-92 京大阿蘇 93-96 九大 97-110 防災科研 111-118 地理院 119-131

霧島山 (2018年9月30日現在)

広域の GNSS 連続観測では、3月の新燃岳の噴火以降、霧島山を挟む基線での伸びが 継続している。4月以降、新燃岳や硫黄山以外に、大幡池、獅子戸岳、韓国岳などでも 地震活動が認められた。

広範囲の地震活動の活発化と GNSS 基線の伸長は、霧島山深部のマグマだまりの蓄積 を反映していると推定されることから、活動の長期化も考えられる。火山活動の推移を 引き続き慎重に監視する必要がある。

○ 概況(2017年9月~2018年9月30日)

・霧島山周辺の噴火と地震の発生状況

国土地理院による 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ていた中で、2017 年9月23日頃から新燃岳の火口直下付近を震源とする火山性地震が増加した。10月6日から14日にかけてはえびの岳付近(硫黄山から南西約3km)で地震が増加した。10月11日05時34分頃には新燃岳火口内東側から小規模な噴火が発生し、13日16時頃まで継続した。また、新燃岳方向が隆起し、えびの岳方向が収縮する変動が継続した。

2018年1月頃から韓国岳とその周辺で地震が時々発生した。2018年2月19日から硫黄山付近で地震が増加し4月まで多い状態は続いた。2月25日には新燃岳で 地震が102回発生し2月28日にさらに増加、3月1日には新燃岳で噴火が発生した。噴火は6月まで断続的に発生した。3月6日には火口内の東側は新たな溶岩で 覆われ、3月9日から新燃岳火口の北西側への流下が確認されたが、4月中旬以降 は停滞した。

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で3月6日から7日にかけて溶岩の噴出による急激な収縮が観測されたが、その後、再び伸びに転じた。

4月19日には硫黄山の火口南側で噴火が発生し、4月26日には硫黄山の西側500 m付近で火山灰を噴出する程度のごく小規模な噴火が発生した。硫黄山付近の地震 は噴火後少なくなったが、5月下旬頃からは再び増加し9月にかけてやや多い状況 で経過した。

4月中旬以降に新燃岳の北東側2.5km付近を震源とする地震が時々発生した。5 月2日から3日にかけては新燃岳の北側2km付近を震源とする地震が増加した。8 月頃から韓国岳とその周辺で地震が増加し、韓国岳付近では8月下旬頃からさらに 増加し、浅いところを震源とする低周波地震も発生した。8月29日には大浪池の 南西約3km付近を震源とする地震が発生し、霧島市横川町で震度1を観測した。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京大学、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を利用して作成した。



図1 霧島山 広域の地震活動と GNSS 基線長変化(2009年1月~2018年9月30日)

<2009年1月~2018年9月30日の状況>

- ・2017 年7月頃からの GNSS の伸び(赤矢印)が継続している期間には、えびの岳付近や大浪 池付近など、霧島山の広域で地震の発生がみられる。
- ・2014 年の GNSS の伸び(青矢印)が認められた期間や 2011 年 2 月の新燃岳における準プリ ニー式噴火の前後の GNSS の伸び(緑矢印)が継続している期間でも、大浪池付近、韓国岳 の周辺及び北東側など、霧島山の広域で地震の増加が認められた。

(国):国土地理院、国土地理院の解析結果(F3 解及び R3 解)を使用した。

*この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。



図2 霧島山 広域の地震活動と GNSS 基線長変化(2016年1月~2018年9月30日)

<2016年1月~2018年9月30日の状況>

- ・2017 年7月頃から基線の伸びがみられ、9月23日頃から新燃岳直下で地震が増加し、その後、10月にはえびの岳付近で地震が増加するなど霧島山の広い範囲で地震活動が認められた。
- ・2018 年3月6~7日にかけて溶岩の噴出による急激な収縮が観測されたが、その後、再び伸びに転じ、4月以降、大幡山や獅子戸岳で地震が増加するなど活発な地震活動が認められた。

<u>えびの高原(硫黄山)周辺</u>

硫黄山では、4月19日に硫黄山の南側、4月26日に硫黄山の西側500m付近でごく 小規模な噴火が発生した。4月27日以降、噴火は発生していないが、引き続き活発な 噴気活動が続いている。

硫黄山付近では、ごく微小な地震を含む火山性地震が2月中旬頃から増加し、概ね 多い状態で経過していた。4月19日の噴火以降は少ない状態で経過していたが、5月 下旬以降やや多い状態が続いている。また、浅い所を震源とする低周波地震も、引き 続き発生している。

GNSS 連続観測では、硫黄山近傍の基線で、6月上旬から伸びの傾向が続いている。 硫黄山では、火山活動がやや高まった状態が継続しており、ごく小規模な噴火の可 能性がある。

えびの高原の硫黄山から概ね1kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。風下側では、火山灰だけでなく小さな噴石(火山れき) が遠方まで風に流されて降るおそれがあるため注意が必要である。

〇 概況(2018年6月~9月30日)

・噴煙など表面現象の状況(図1~3、図5、図6、図7、図9-1-①②、図9-2-①、 図9-3-①)

硫黄山では4月27日以降、噴火は観測されていない。

硫黄山の南西側の火孔では、4月7日から噴気や活発な泥水の噴出がみられていたが、4月19日に硫黄山の南側で噴火が発生した。それ以降、白色の噴煙が概ね100~300m程度で経過し、8月には最高で700mまで上がるなど、活発な噴気活動が続いている。硫黄山の西側500m付近では、4月20日に新たな噴気孔が出現し、活発な噴気・熱泥噴出活動となり4月26日の噴火に至った。それ以降は、5月下旬から8月にかけて噴気活動は弱まったが、9月以降は噴煙が時々100mまで上がるなど、やや活発化している。

硫黄山南監視カメラでは、4月の噴火以降、引き続き硫黄山の南側で湯だまりを 確認した。湯だまりの大きさは6月中旬、7月中旬及び8月下旬に一時的に縮小が みられた。その後も湯だまりの大きさは拡大、縮小を繰り返している。6月29日 14時27分頃には、硫黄山の南側の噴気地帯からわずかに土砂が噴出するのを確認 した。

硫黄山の噴火以降、繰り返し実施した現地調査では、硫黄山の南側では活発な噴 気・熱泥噴出活動を確認した。硫黄山の西側 500m付近からの噴気は、5月下旬か ら8月まではやや弱まった状態であったが、9月以降次第に高まった状態であるこ とを確認した。赤外熱映像装置による観測では、硫黄山周辺の噴気地帯でこれまで と同様に熱異常域を確認した。

8月6日に実施した現地調査では、硫黄山北西斜面及び硫黄山の西側で新たな熱 異常域と噴気を確認した。これらは、過去に噴気活動がみられていた領域で、噴気 活動が再開したと考えられる。同領域では8月28日に実施した現地調査でも、引 き続き熱異常域と噴気を確認した。

硫黄山周辺の沢では、4月の噴火以降、白濁した泥水が確認されていたが、6月 の観測では、えびの市が整備した沈殿池の上流の沢の水も白濁しておらず、透明で あった。7月10日以降は、沢の水が再び白濁していることを確認した。

6

・地震や微動の発生状況(図 3-1、図 4、図 8、図 9-1-3(4)67、図 9-2-2(3、図 9-3-2)~6)

硫黄山付近では、4月19日の噴火発生以降火山性地震は少ない状態で経過して いたが、5月下旬頃から次第に増加した。その後9月下旬には一時的に減少したが やや多い状態が続いている。浅い所を震源とする低周波地震は、引き続き発生して いる。

硫黄山近傍に設置している「霧島硫黄山2」観測点の振幅は消長を繰り返しなが らも噴火開始前よりも大きな状態で経過している。この振幅の消長は、噴気活動や 熱水の流出に伴うものと考えられる。

火山性微動は、6月19日に継続時間の短い振幅の小さな火山性微動が発生した。

えびの高原周辺のやや広い範囲(韓国岳や大浪池など)でも、一時的に地震の発 生がみられた。

・地殻変動の状況(図8、図9-1-5)、図9-2-56、図10~15)

GNSS 連続観測では、硫黄山近傍の基線で、2018 年3月頃から山体の膨張を示す 変動がみられていたが、4月 19 日の噴火に伴い、山体の収縮を示す変動がみられ た。その後、6月上旬から再び伸びの傾向がみられている。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継続しており、火山活動の長期化や さらなる活発化の可能性もある。

硫黄山南西観測点の傾斜計では、4月19日の噴火に伴う傾斜変動が観測された が、4月26日の噴火に伴う傾斜変動は観測されていない。その後は硫黄山方向が 沈降する変動が続いている。硫黄山周辺の傾斜計では、特段の変化は認められてい ない。

・火山ガスの状況 (図 9-2-④、図 9-3-⑦)

6月1日に実施した現地調査では、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1日あたり10トン未満(前回2017年12月25日、10トン未満)と少ない状態であった。



この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報(数値標高モデル)』を使用した。

第142回火山噴火予知連絡会



図 2-1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 表面現象の状況 (えびの高原監視カメラ: 4月 19 日~10 月 3 日)

- ・4月19日に硫黄山の南側で、26日には硫黄山の西側500m付近でごく小規模な噴火が発生した。
- ・その後噴火は発生していないが、硫黄山南側の噴気地帯では活発な噴気・熱泥噴出活動が 続いている。
- ・硫黄山の西側の噴気活動は、5月下旬から8月にかけて弱まったが、9月以降はやや活発 化している。



図 2-2 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 表面現象の状況

(硫黄山南監視カメラ:3月23日~9月24日)

- ・硫黄山の南側(黒破線内)では、2017年5~6月及び11月頃から熱異常域が認められていた。
- 4月19日15時39分頃に硫黄山の南側で噴火が発生した。
- ・噴火以降、硫黄山の南側の噴気地帯に湯だまり(赤破線)を確認している。
- 6月29日14時27分頃に、硫黄山の南側の噴気地帯からわずかに土砂が噴出(白破線) するのを確認した。

※4月20日以降の図は噴気の高温化に伴い熱映像装置のレンジを変更した。



・南側の噴気温度は期間を通して70℃程度で経過した。

 ・湯だまりの温度は、量の増減によると考えられる温度変化がみられるものの 60℃程度で経過した。

*で示す期間は、監視カメラの汚れ(付着物)等の影響により、実際の温度より低い値となっている。



図 3-2 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 図 3-1 に示す硫黄山南監視カメラの領域



図4 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 震源分布図(2015年1月~2018年9月30日) 震源は、主に硫黄山近傍のごく浅いところから深さ1km付近、大浪池近傍の深さ2~4km付 近、韓国岳の北東側の深さ0~2km付近に分布した。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。



- 図 5-1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 図 5-2 に示した硫黄山の放熱率算出の解 析領域と温度分布の例(2018 年 10 月 12 日 14 時 04 分)
 - ・左図の領域A及びB内を解析領域とした。
 - ・右図は領域内の温度ピクセルの頻度分布と正規分布の比較であり、概ね平均値 T₀と 頻度のモードが一致しているため非地熱域を正規分布で近似した。
 - ・T₀+3σ以上を明らかな地熱異常域とみなし、熱異常域の面積及び放熱率を算出した。



図 5-2 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 地表面温度分布より算出した硫黄山の 放熱率の推移(値を観測日ごとに平均)(2016 年 1 月~2018 年 10 月)

> 図 6-1 の観測データを用い、Sekioka and Yuhara (1978)の手法により放射による放 熱率を算出し、値を観測日ごとに平均した。図 5-1 に示した領域A、Bを解析範囲と し、領域内の温度頻度分布の平均値 T_0 と偏差 σ から、 T_0 +3 σ 以上を明らかな地熱異常 域とみなした。積雪のある観測日のデータは、以上の仮定を満たさないので除去して いる。

- ・噴火後(5月)からの放熱率の減少傾向は概ね停滞している。
- 7月19日及び9月27日のデータでは、噴煙により熱異常域が遮蔽され見かけ上放熱率が低くなっている(図中青破線域内)。

※2018年2月26日以降は規制区域の変更に伴い、観測位置を変更した。



図 6-1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山の状況(韓国岳から観測) 硫黄山火口周辺、南西側(旧韓国岳登山道脇:白破線)及び西側 500m付近(橙破線)で、 引き続き噴気と熱異常域を確認したが、これまでの観測と比べ特段の変化は認められなかっ た。



図 6-2 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山の西側の状況(えびの高原から観測)

・硫黄山の西側で、新たな熱異常域及び噴気を確認した(赤破線)。

・かすかに感じる程度の火山ガスの臭気を確認した。



- 図 6-3 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山北西斜面の状況(えびの高原から 観測)
 - ・硫黄山北西斜面で新たな熱異常域及び噴気を確認した(赤破線)。
 - ・この領域は、過去に噴気活動がみられていた領域である。

知可	そう作	水温			
崔尤 /只引 凵	小小儿	えびの高原	沈殿池上流		
2018年4月9日	白濁	13. 5°C			
2018年4月30日	白濁	37. 4°C			
2018年5月9日	白濁	29. 4°C	68501-		
2018年5月15日	白濁	27. 5°C	の月り日に		
2018年5月22日	白濁	24. 2°C	元殿での、元成		
2018年5月31日	白濁	22. 5°C			
2018年6月11日	透明	20. 7°C			
2018年6月13日	透明	20. 2°C	28. 9°C		
2018年6月18日	透明	20. 7°C	24. 3°C		
2018年6月22日	透明	未測定	28. 6°C		
2018年7月10日	白濁	31. 4°C	35. 7°C		
2018年7月19日	やや白濁	未測定	29. 6°C		
2018年7月25日	白濁	31. 2°C	35. 9°C		
2018年8月6日	白濁	32. 8°C	38. 4°C		
2018年8月30日	やや白濁	27. 6°C	33. 0°C		
2018年9月26日	やや白濁	24. 3°C	31.6°C		
2018年10月11日	やや白濁	25. 5°C	33. 1°C		



えびの高原周辺の河川及び沈殿池上流の状況(2018年9月26日)



図 6-4 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺)

硫黄山周辺の沢の状況 (2018 年 4 月~10 月 11 日)

- ・硫黄山周辺の沢では、4月以降白濁した泥水が観測され、6月22日以降の観測で は透明となり、水温も次第に低下傾向であった。
- ・7月10日以降は、再び白濁した泥水が観測されている。









- 図 7-1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山及び西側 500m付近の状況 (上段:10月22日、中段:10月22日、下段左:6月22日、下段右:4月21日)
 - ・硫黄山南側の噴気地帯で引き続き白色噴煙を確認した。
 - ・10月22日の観測では前回(6月22日)観測で噴気が確認できなかった硫黄山の西側500 m付近(青破線)でも白色噴煙を確認し、この付近から泥水の流下痕(黄破線)を確認した。



図 7-2 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山の南側の状況

(上段:10月22日、下段:6月22日)

10月22日の観測では、硫黄山南側の噴気地帯の湯だまりは、噴気のため確認できなかった。



硫黄山2観測点上下動(2018年6月29日12時~16時)

図8 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 6月29日に発生した土砂の噴出時の状況

20

- ・硫黄山近傍の硫黄山南西傾斜計では、13時30分頃から土砂の噴出に先行して、わずかに 硫黄山方向が隆起する傾斜変動がみられた(赤矢印)。
- ・土砂の噴出後、硫黄山方向が沈降(青矢印)する変動が継続した。
- ・硫黄山近傍の地震計の振幅は、14 時頃から増大し、土砂の噴出以降 21 時頃まで、振幅が やや大きな状態が続いた。

気象庁



・硫黄山の南側の噴気地帯では、引き続き活発な噴気活動が続いている。硫黄山の西側 500 m付近の噴気活動は、9月に入りやや活発な状態となっている(赤破線)。

- ・硫黄山近傍に設置している地震計の振幅は、5月22日から小さくなったが、噴火開始前より大きな状態が続いている。火山性微動は6月20日以降、観測されていない。
- ・ごく微小な地震を含む火山性地震は、増減を繰り返しながら概ねやや多い状態で経過している。



^{*2016}年2月10日14時43分頃に発生した火山性微動は、韓国岳北東観測点が欠測中だったため⑥のグラフには掲載していない。

22



霧島山

23



図 10 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺)

GNSS 連続観測による基線長変化 (2017 年 10 月~2018 年 9 月 30 日)

硫黄山近傍に設置した GNSS の基線では、硫黄山で 2018 年 3 月頃から山体の膨張を示す 変動(青矢印)がみられていたが、4 月 19 日の噴火(▲)後に山体の収縮を示す変動(黒 矢印)がみられた。その後、6 月上旬から再び伸びの傾向(赤矢印)が続いている。

- ・これらの基線は図11の①~③に対応している。
- ・基線の空白部分は欠測を示している。
- ・2018年1月頃にみられる変化は、地面の凍上の影響と考えられる。



図 11 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山周辺の GNSS 観測点基線図

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』及び国土数値情報の『湖沼』を使用した。



(2015年1月~2018年9月30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)が継続している。一方、硫黄山周辺の基線(②③)では、6月頃から硫黄山付近 の膨張を示すと考えられる基線の伸び(青矢印)が続いている。

これらの基線は図 13 の①~⑥に対応している。 基線の空白部分は欠測を示している。 2016 年1月以降のデータについては、解析方法を変更している。

25



GNSS 連続観測による基線長変化 図 12-2 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺)

(2015年1月~2018年9月30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)が継続している。一方、硫黄山周辺の基線(⑪)では、6月頃から硫黄山付近 の膨張を示すと考えられる基線の伸び(青矢印)が続いている。

これらの基線は図13の⑦~⑫に対応している。 基線の空白部分は欠測を示している。 2016年1月以降のデータについては、解析方法を変更している。 (国):国土地理院



図13 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) GNSS 観測点基線図

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す。 (国):国土地理院

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』及び国土数値 情報の『湖沼』を使用した。



く地殻変動から推定した硫黄山直下の圧力源>

日付	標高(m)	体積変化量 (m ³)	減圧・ 増圧	モデル	機器	解析を行った期間
2018/9	-400	5.8 × 10⁵	増圧	山川・茂木	GNSS	2018.6~2018.9の地殻変動
2018/4/19	950	1.2×10^{4}	増圧	山川・茂木	GNSS	4月19日噴火前の地殻変動
2018/1/19	940	8. 8 × 10 ²	増圧	山川・茂木	傾斜計	微動発生に伴う傾斜変動前後
	30	2. 7 × 10 ³	減圧	岡田断層	傾斜計	
2017/9/5	550	1.7×104	増圧	山川・茂木	傾斜計	有感地震・地震増加伴う傾斜変動前後
	70	2. 9 × 10 ³	減圧	岡田断層	傾斜計	
2016/12/12	520	1.2×10^4	増圧	山川・茂木	傾斜計	地震増加・微動発生に伴う傾斜変動前後
	40	3. 3×10^3	減圧	岡田断層	傾斜計	



GPS変位・観測[m]GPS変位・推定[m] → 0.002 → 0.002 0.002 0.002

■ 基準点: 綾

山川・茂木モデル

開始2018/06/01 - 2018/06/05	終了2018/09/25 - 2018/09/29				
体積変化量[m3]	5.1e+005				
経度[度 <mark>]</mark>	130.8528				
緯度[度 <mark>]</mark>	31.9450				
標高[m]	-400.0				
半径[m]	49.4				
圧力[Pa]	4.0000e+000				
地山剛性[Pa]	3.0000e+000				

図14 霧島山 硫黄山周辺の圧力源(2018年6月~9月)

硫黄山周辺の GNSS 連続観測の基線長の変化から、噴火後の圧力源の推定を行った。 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。





図 15 霧島山 韓国岳周辺の領域毎の面積ひずみの変化

(2017年10月~2018年9月)

- ・硫黄山噴火前の3月から4月頃には、硫黄山近傍(①)で急なひずみの増加がみられた(赤 矢印)。噴火後の6月以降も面積ひずみの増大は続いているものの、噴火前の変化に比べれ ば緩やかである(①②)。
- ・硫黄山周辺(④⑥)では、噴火前の3月以降も面積ひずみの増大は続いている。
- ・2017年12月から2018年2月頃にみられる変化は、地面の凍上の影響と考えられる。

新燃岳

新燃岳では、3月1日に噴火が再開し6日には爆発的噴火が発生するなど噴火活動が 活発化したが、3月中旬以降は噴火の間隔が次第に長くなった。新燃岳火口の北西側へ の溶岩の流下も、4月中旬以降は停滞した。

6月22日09時09分に4月5日以来の爆発的噴火が発生し、噴煙は火口縁上2,600 mまで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口の中心から1,100mまで達した。 27日15時34分に発生した噴火では、噴煙は火口縁上2,200mまで上がった。これ以降、 新燃岳では噴火は発生していない。

火山性地震は、BH 型を中心に概ねやや多い状況で経過し、BL 型も時々発生した。4 月中旬から発生していた新燃岳火口の北東側2.5km 付近(深さ2~4km)の地震は6月 以降も時々発生した。

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継続しており、火山活動の長期化やさらなる活発化の可能性もある。

弾道を描いて飛散する大きな噴石が新燃岳火口から概ね2kmまで、火砕流が概ね1km まで達する噴火の可能性がある。そのため、新燃岳火口から概ね2kmの範囲では警戒が 必要である。

風下側では、火山灰だけでなく小さな噴石(火山れき)が遠方まで風に流されて降る おそれがあるため注意が必要である。

地元自治体等が行う立入規制等にも留意が必要である。また、地元自治体等が発表す る火山ガスの情報にも留意が必要である。

なお、今後の降灰状況次第では、降雨時に土石流が発生する可能性があるので留意が 必要である。

〇 概況(2018年6月~2018年9月30日)

・噴煙など表面現象の状況(図1~10、図14-1-①⑤、図14-2-①、表1)

新燃岳では6月以降、噴火が2回発生し、このうち1回は爆発的噴火であった。 6月22日09時09分に4月5日以来の爆発的噴火が発生し、多量の噴煙が火口縁 上2,600mまで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口の中心から1,100 mまで達した。同日に鹿児島県の協力により実施した上空からの観測では、引き続 き火口内は溶岩で覆われており、火口内の縁辺部の一部や中央部で白色の噴気が上 がっているのを確認した。また、火口周辺で大きな噴石が飛散した痕跡を確認した。

6月27日15時34分には、噴煙が火口縁上2,200mまで上がる噴火が発生したが、 これ以降、噴火は発生していない。

繰り返し実施した韓国岳からの現地調査では、これまでの観測で認められていた 新燃岳の西側斜面の割れ目付近の噴気及び熱異常域は、7月19日以降は認められ なかった。新湯温泉付近からの現地調査では、新燃岳の西側斜面の割れ目下方で引 き続き噴気と熱異常域を確認した。熱異常域の分布に特段の変化は認められなかっ た。 ・地震や微動の発生状況(図11~13、図14-1-2367、図14-2-3~5、図14-3、図15-56、図16)

火山性地震は、BH型地震を中心に概ねやや多い状態で経過した。BH型地震は6月17日から噴火が発生した6月22日にかけての噴火前後と8月26日に一時的に 増加した。

3月1日以降から急増した BL 型地震は6月以降も時々発生した。特に6月から 7月中旬、8月下旬から9月上旬にかけて発生した。

4月中旬から発生していた新燃岳火口の北東側 2.5km 付近(深さ2~4km)の地 震は6月以降も時々発生した。

5月2日から3日にかけて急増した新燃岳火口の北側2km 付近を震源とする火山性地震は、6月12日以降発生していない。

地震回数は6月1,128回、7月666回、8月656回、9月594回で、震源は主に 新燃岳のごく浅いところから深さ1km付近及び新燃岳火口の北東側2.5km付近の深 さ1~4km付近に分布した。

火山性微動は時々発生し、6月22日及び6月27日には噴火に伴う微動が発生した。9月4日12時51分頃に発生した火山性微動は約16分間継続し、高千穂河原 傾斜計で山体が沈降する変動が観測された。

・火山ガスの状況(図14-1-④8、図14-2-2))

6月から8月にかけて実施した現地調査では、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量 は、1日あたり80トン~100トン(前回4月11日、600トン)と少ない状態であ った。9月5日に実施した現地調査では、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1 日あたり400トンと増加したが、9月26日及び10月13日の現地調査ではそれぞ れ60トン、50トンと減少した。

・地殻変動の状況(図11、図12、図14-2-6)、図15-①~3、図16~19)

高千穂河原観測点の傾斜計では、噴火に伴い新燃岳方向が沈降するわずかな変動 が観測されるものの、山体膨張を示す顕著な変化は観測されていない。

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継続しており、火山活動の長期化やさらなる活発化の可能性がある。

表 1

		噴 煙				振動	空振(Pa)		++++	火
現象	噴火発生時刻 (年月日時分)	色	ᇑᅖ	火口縁上の 高さ(m)	流向	新燃岳 南西 [μm/s]	湯之野	高千穂 河原	入さな 噴石 [m]	砕 流 [m]
爆発	2018/3/9 15:58	灰白	多量	3200	南	656.9	206.6	161.2	800	-
噴火	2018/3/9 20:21	灰白	中量	1600	南東	68.7	2.7	2.5	1300	-
爆発	2018/3/10 1:54	灰白	多量	4500	南東	753.2	272.4	110.1	1800	-
爆発	2018/3/10 4:27	灰白	やや多量	2800	南東	3905.7	169.9	80.9	1800	-
爆発	2018/3/10 10:15	灰白	やや多量	2300	南	459.2	140.4	72.1	1500	-
爆発	2018/3/10 13:32	灰白	やや多量	3200	南	758.2	20.0	7.1	1300	-
爆発	2018/3/10 18:11	灰	やや多量	2700	南東	3916.7	207.0	94.5	1600	-
爆発	2018/3/11 4:05	灰白	やや多量	2600	東	3433.8	91.3	24.9	1300	-
爆発	2018/3/11 7:46	灰白	やや多量	2800	東	2505.1	99.3	40.0	1400	-
爆発	2018/3/12 12:45	灰白	やや多量	2000	直上	456.2	85.4	48.2	1200	-
噴火	2018/3/12 12:55	灰白	やや多量	3200	北東	103.8	2.7	2.2	600	-
爆発	2018/3/15 14:13	灰白	やや多量以上	2100以上	直上	1620.8	29.5	12.1	1000	-
爆発	2018/3/25 7:35	灰白	多量	3200	南東	540.6	29.4	13.9	800	-
噴火	2018/3/25 8:45	灰白	やや多量	2100	南東	270.1	1.9	0.9	-	800
爆発	2018/4/5 3:31	灰白	多量	5000	東	1056.3	22.5	7.9	1100	800
噴火	2018/4/5 3:45	灰白	多量	8000	直上	283.6	11.2	5.7	800	-
噴火	2018/4/6 10:38	不明	不明	不明	不明	284.6	不明	不明	不明	不明
噴火	2018/5/14 14:44	灰白	やや多量	3300	南東	214.9	3.3	3.6	-	-
爆発	2018/6/22 9:09	灰白	やや多量	2600	東	390.9	122.5	117.7	1100	-
噴火	2018/6/27 15:34	灰白	中量	2200	北東	286.0	4.9	3.1	不明	-

火口縁上の噴煙の高さ3,000m以上、噴石1,000m以上飛散、火砕流のいずれかを観測



図1 霧島山(新燃岳) 火山活動経過図(2018年3月~9月)

3月1日以降、噴火活動が活発化したが、3月中旬以降は噴火の間隔は次第に長くなった。



図 2 霧島山(新燃岳) 6月22日09時09分に発生した爆発的噴火の状況 (左:韓国岳監視カメラ、右:八久保監視カメラ)

・噴煙は火口縁上2,600mまで上がり、東方向に流れた。

・弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口の中心から 1,100mまで達した(赤破線)。



図3 霧島山(新燃岳) 6月27日15時34分に発生した噴火の状況

(左:高原西麓監視カメラ、右:八久保監視カメラ)

・噴煙は火口縁上 2,200mまで上がり、北東方向に流れた。

・弾道を描いて飛散する大きな噴石は、火口付近が雲に覆われていたため確認できなかった。



- 図4 霧島山(新燃岳) 火口内及び西側斜面の状況 (2018 年 2 月 26 日~2018 年 10 月 12 日:韓国岳から観測)
- ・2018 年3月9日以降に確認された火口の北西側へ流下した溶岩(白破線内)は、3月28日には 高温部が明瞭に認められたが、5月15日には温度の低下がみられた。
- ・7月19日及び10月12日に実施した現地調査では、5月15日の観測に引き続き、火口内を覆う 溶岩の中心部及び縁辺部の一部で白色の噴煙が上がっているのを確認した。一方、5月15日以前の観測で認められていた西側斜面の割れ目付近(橙破線内)の噴気及び熱異常域は、7月19日以降は認められなかった。



図5 霧島山(新燃岳) 図4、図6の観測位置及び撮影方向

*赤破線内は西側斜面の割れ目付近とその下方で噴気が確認されている場所を示している。



図6 霧島山(新燃岳) 新燃岳南西側の状況(新湯温泉付近から観測)

10 月 11 日に実施した現地調査では、溶岩上部、火口西側斜面の割れ目下方で引き続き熱 異常域を確認した。火口西側斜面の割れ目付近では、熱異常域は認められなかった。

*2015年11月以降、西側斜面の割れ目の下方で弱い熱異常域を観測している。


- 図 7 霧島山(新燃岳) 6月22日09時09分の爆発的噴火に伴う火山灰の分布図
 - 6月22日に実施した福岡管区気象台及び鹿児島地方気象台による降灰調査では、宮崎県 高原町、都城市、鹿児島県霧島市の新燃岳山麓の一部で微量の火山灰を確認した。

※図中の緑線は県境を表している。



図8 霧島山(新燃岳) 降灰の状況(6月22日09時47分:鹿児島県霧島市牧園町) 鹿児島県霧島市の一部で、わずかな降灰(車のフロントガラスでようやく確認できる 程度)を確認した。



図9 霧島山(新燃岳) 6月27日15時34分の噴火に伴う火山灰の分布図 6月27日に実施した降灰調査では、宮崎県小林市、高原町、都城市、綾町、宮崎市の 新燃岳の東北東方向で微量の火山灰を確認し、遠くは新燃岳から東へ約50km離れた宮 崎地方気象台(宮崎市)でも確認した。

※図中の緑線は県境を表している。



図 10 霧島山(新燃岳) 新燃岳火口周辺および西側斜面の状況 (上段:10月22日、下段左:6月22日、下段右:4月21日)

・火口内は引き続き溶岩で覆われていたが、火口の北西側から流下した溶岩は雲のため確認でき なかった。

- ・火口縁に沿うように白色噴煙がリング状に上がっていた。
- ・火口西側斜面では噴気はみられなかった。



図 11 霧島山(新燃岳) 9月4日 12時 51 分頃の火山性微動の震動記録と それに伴う傾斜変化



図 12 霧島山(新燃岳) 噴火後の傾斜変動量と低周波地震及び火山性微動に伴う傾斜変動量 (傾斜変動量:高千穂河原観測点南北成分、期間:2018年3月1日~9月30日)

[※]傾斜変動を伴う低周波地震及び火山性微動は6月27日の噴火以降に発生したもので、噴火発生に伴うものではない



図 13 霧島山(新燃岳) 震源分布図(2015年1月~2018年9月30日)

<2018年6月~2018年9月30日の状況>

震源は、主に新燃岳のごく浅いところから深さ1km 付近及び新燃岳火口の北東側 2.5km 付近の深さ1~4km 付近に分布した。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。



図 14-1 霧島山(新燃岳) 火山活動経過図(2003 年 1 月~2018 年 9 月 30 日)

42



図 14-2 霧島山(新燃岳) 火山活動経過図(2018 年 2 月~9 月 30 日)

- 6月22日09時09分に4月5日以来の爆発的噴火が発生し、噴煙は火口縁上2,600mまで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口の中心から1,100mまで達した。27日15時34分に発生した噴火では、噴煙は火口縁上2,200mまで上がった。
- ・BL型地震は引き続き発生したが、9月中旬以降は減少した。
- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、9月5日は1日あたり400トンと増加したが、その後 は概ね1日あたり50トン~100トン(前回4月11日、600トン)と少ない状態で経過した。

②の×印は、二酸化硫黄が検出されなかったことを示す。
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ていない。
⑤の赤線は、地震の回数の積算を示す。





図 15 霧島山(新燃岳) 傾斜変動と火山性地震の日別回数(2018年2月~9月30日) 新燃岳近傍の傾斜計では、山体膨張を示す顕著な変化は観測されていない。 ⑤⑥の赤線は、地震の回数の積算を示す。



図 16 霧島山 大浪池南西観測点で噴火時及び微動発生時にみられたマグマの動きを 示唆する低周波の振幅変化と GNSS 基線長変化(2017 年 7 月~2018 年 10 月)

大浪池南西をはじめ霧島山の広い観測点では、新燃岳の噴火時に低周波(2Hz付近)成分の 微動振幅が大きくなる様子がみられた。また、振幅が大きくなる際にはEW成分が大きくなる 特徴がみられた。この特徴を元に、噴火外の期間をみてみると、9月の微動の際には同様の 変化がみられている。

この帯域の微動は噴火時に起こっていることから、マグマの動きに関連していると推定できる。このことから、9月の微動の際にもマグマが関与した可能性が高いと考えられる。



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継続している(赤矢印)。

これらの基線は図 19 の①~⑥に対応している。 基線の空白部分は欠測を示している。 2010 年 10 月及び 2016 年 1 月に、解析方法を変更している。



(2010年1月~2018年9月30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は継続している(赤矢印)。

これらの基線は図 19 の⑦~⑪に対応している。 緑色の破線内の変化は、地面の凍上の影響と考えられる。 基線の空白部分は欠測を示している。 2016 年1月以降のデータについては、解析方法を変更している。 (国):国土地理院

霧島山



図 18-1 霧島山 噴出物データ及び地殻変動推移によるマグマ収支の時間変化の推定 (2009 年1月~2018 年9月)

膨張量収支については、GNSS 地殻変動観測からえびの岳地下付近をソースとする球状モデル(山 川・茂木モデル)の膨張量を期間ごとに計算(図 18-2)し、積算したものから時間変化を推定している。 マグマ噴出積算量については、2011 年、2018 年の噴火における噴出物データから見積もられたマグ マ噴出量を積算したものから時間変化を推定しており、ソース位置は 2017 年7月から 2018 年3月 初頭までの GNSS 地殻変動観測から推定し、2009 年からソース位置は変わらないと仮定している(第 141 回火山噴火予知連絡会、気象庁資料)。また、その座標を図中に示す。

期間(1)~(7)について、期間の日時及び GNSS 地殻変動観測から見積もったソース膨張量を図中に示す。2009 年 11 月 1 日からの膨張量収支としては、3.3×10⁷m³の膨張と推定される。

(国):国土地理院 えびの(国)一牧園(国)の基線長については、国土地理院の解析結果(F3 解及び R3 解)を使用した。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。



図 18-2 霧島山(新燃岳) 霧島山周辺の GNSS 変動源推定

図 18-1 で示した変動源位置を固定し、GNSS の水平変位量から球状モデルの膨張量を図 18-1 中の期間(1)~(7)で推定した。

使用観測点は、①牧園(国)、②えびの(国)、③都城2(国)、④野尻(国)、綾(国)の5点である。基 準点は、綾(国)である。(国):国土地理院 国土地理院の解析結果(F3 解及び R3 解)を使用した。 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。図中では、 各観測点での GNSS 変動の観測結果を→、求めた球状モデルでの GNSS 変動の理論値を → で示 している。また、推定された膨張源を×、収縮源を×で示している。



図 19 霧島山(新燃岳) GNSS 観測点基線図

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す。 (国):国土地理院

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』及び国土数値情報の 『湖沼』を使用した。

御鉢

火山性地震は少ない状態で経過した。火山性微動は観測されなかった。 地殻変動観測では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。 噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動に留意すること。

○ 概況(2018年6月~2018年9月30日)

- ・噴煙など表面現象の状況(図1、図2-①) 火口縁を越える噴煙は観測されなかった。
- ・火山性地震、微動の状況(図2-②~⑤、図3) 火山性地震は、少ない状態で経過した。 火山性微動は観測されていない。
- ・地殻変動の状況(図4~6) GNSS 連続観測や傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。



図1 霧島山(御鉢) 御鉢の状況 (2018年9月18日、猪子石監視カメラ) 火口縁を越える噴煙は観測されなかった。



<2018年2月~2018年9月30日の状況>

- ・火口縁を越える噴煙は観測されなかった。
- ・火山性地震は少ない状態で経過した。

・2018年2月9日に火山性微動を観測して以降、火山性微動は観測されていない。

53

気象庁



図3 霧島山(御鉢) 震源分布図(2010年1月~2018年9月30日)

<2018 年 6 月~2018 年 9 月 30 日の活動状況> 火山性地震は観測されていない。

*御鉢周辺の震源のみ図示している。

高千穂河原観測点の傾斜変動



傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。



図5 霧島山(御鉢) GNSS 観測点基線図

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』及び国 土数値情報の『湖沼』を使用した。



火山活動によると考えられる変化は認められない。

この基線は図5の①~⑥に対応している。 基線の空白部分は欠測を示している。 2010年10月及び2016年1月に、解析方法を変更している。 気象庁

霧島山(広域)

〇 概況(2017年9月~2018年10月22日)

韓国岳付近及び北東側

韓国岳付近及び北東側で 2018 年8月下旬頃から9月にかけて地震が急増した。 この領域は、2014 年から 2015 年にかけても地震が増加して発生している。震源は 韓国岳の北東側の領域で深さ1 km 付近、韓国岳付近では深さ2 km 付近である。韓 国岳付近では浅いところを震源とする低周波地震もみられるようになり、9月 18 日には 20 回発生した。

9月 27 日に韓国岳山頂から実施した現地調査では、韓国岳火口内に噴気や熱異 常域等は確認されなかった。繰り返し実施したえびの高原からの観測でも、韓国岳 の西側斜面には、特段の変化は観測されなかった。

大浪池付近

普段から地震活動がみられる領域で2017年11月に地震がやや増加した。以降も 時々発生している。

7月19日及び9月27日に韓国岳から実施した現地調査では、大浪池周辺に噴気 や熱異常域等は確認されず、これまでの観測と比べ特段の変化はなかった。

大浪池南西側

8月29日03時頃から大浪池の南西約3km付近の深さ1km付近を震源とする地 震が発生し、同日16時頃から19時頃にかけて一時的に増加した。18時16分頃の 地震では、霧島市横川町中ノで震度1を観測したほか、聞き取りによる調査では、 霧島市牧園町付近で体に感じる揺れを確認した。この付近を震源とする地震は、29 日に48回発生したが、その後、30日は2回と減少し、31日以降は観測されていな い。8月30日に硫黄谷周辺の噴気地帯で実施した現地調査では、これまでの調査 と比較して噴気等の状況に特段の変化は認められなかった。

新燃岳、御鉢、えびの高原(硫黄山)周辺では、この地震に伴う火山活動の変化 は認められなかった。

大浪池の南西側の深さ1km 付近を震源とする地震は、2015 年 11 月 2 日に 20 回 発生し、この時の地震でも霧島市横川町中ノで震度1を観測したしたほか、霧島市 牧園町付近で体に感じる揺れを確認した。

新燃岳の北側2km付近(獅子戸岳付近)

5月2日03時頃から主に新燃岳火口の北側2km付近を震源とする火山性地震が 増加し、3日18時頃まで多い状態で経過した。地震の日回数は、2日は827回、 3日は288回であった。この間、火口直下を震源とする地震は2日は23回、3日 は19回で発生状況に特段の変化は認められなかった。

2日から3日に発生した新燃岳火口の北側2km付近の地震のうち、震源が求まったものは232回で、深さは2~3km付近に分布した。

また、高千穂河原観測点及び周辺の傾斜計では、2日に増加した新燃岳火口の北 側2km付近を震源とする火山性地震に伴う傾斜変動が観測されたが、同日23時頃 には停滞した。

57

気象庁

新燃岳の北東側 2.5km 付近(大幡山付近)

大幡山付近では 2017 年 10 月頃から地震が時々発生し、 2018 年 4 月から 8 月にかけて増加した。 9 月以降は減少した。

・えびの岳付近

えびの岳付近(硫黄山から南西約3km)では地震が2017年10月6日に33回、 9日に105回、13日に140回と増加し、12月まで時々発生した。その後、地震は しばらく発生しなかったが2018年9月に1回発生した。

大霧付近

地震活動の活発な領域で時々まとまった地震活動がある。2018年8月頃からやや 活動が活発になった。2018年9月18日に発生した地震では震度1を2回観測した。 また、10月2日に発生した地震ではえびの高原で揺れを感じている。



図1 霧島山 霧島山の震源分布図(2010年1月~2018年10月22日)



図 2-1 霧島山 霧島山の月毎の震源分布図 (左上:2018 年 1 月、右上:2018 年 2 月、左下:2018 年 3 月、右下:2018 年 4 月)



図 2-2 霧島山 霧島山の月毎の震源分布図 (左上:2018 年 5 月、右上:2018 年 6 月、左下:2018 年 7 月、右下:2018 年 8 月)



図 2-3 霧島山 霧島山の月毎の震源分布図 (左:2018 年 9 月、右:2018 年 10 月 1 日~22 日)



図 3-1 霧島山 新燃岳及びその周辺の火山活動経過図(2010年1月~2018年10月22日)



霧島山



図4 霧島山 新燃岳、硫黄山、韓国岳及び韓国岳北東付近を震源とする火山性地震の活動経過図 (2017 年 1 月~2018 年 10 月 22 日)



図5 霧島山 新燃岳、硫黄山、韓国岳付近を震源とする低周波地震の波形例とスペクトル解析



○ :低周波地震の震源

ご低周波地震以外の震源

低周波地震が2018年8月以降増加した。震源は深さは2km付近に分布しており、 海抜0mより浅い地震は観測されていない。

図 6 霧島山 韓国岳付近を震源とする低周波地震の震源分布図 (2018 年 1 月~10 月 22 日)



○: 2000 年 1 月 1 日 ~ 2018 年 1 月 31 日の震源

○: 2000 年 1 月 1 日~2018 年 10 月 22 日の震源(深部低周波地震)

図7 霧島山 一元化震源による広域の地震活動(2000年1月~2018年10月22日)

*表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものが表示されることがある。 *この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。



図8 霧島山 霧島山周辺の GNSS の期間毎の水平変位・主ひずみ・面積ひずみ

(2017年4月1日~2018年9月22日)

期間を通して硫黄山付近のごく浅部の膨張によると考えられる変化がみられ、2018 年3 月以降 顕著である。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』を使用した。







図9 霧島山 韓国岳火口の状況(韓国岳から観測) 火口内に熱異常域等は認められなかった。



図 10 霧島山 韓国岳北西側の状況(えびの高原から観測) 韓国岳の北西側に熱異常域等は認められなかった。



図 11 霧島山 大浪池の状況(韓国岳から観測) 大浪池周辺に熱異常域等は認められなかった。



図 12 霧島山 硫黄谷周辺の噴気地帯の状況(2018 年 8 月 30 日) 8 月 30 日に硫黄谷付近の噴気地帯で実施した現地調査では、2015 年 11 月 2 日の調査と比較し て、噴気等の状況に特段の変化は認められなかった。



図13 霧島山 8月30日に実施した現地調査の地点(図中の緑丸)


図 14 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る。 (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 (鹿大):鹿児島大学、(宮):宮崎県、(鹿):鹿児島県

地図の作成に当たっては、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ(標高)』及び国土数値 情報の『湖沼』を使用した。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 霧島山における SAR 干渉解析結果

ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された霧島山周辺のデータについて干渉処理を行ったので報告する。

2. 解析データ

解析に使用したデータを第1表に示す。

第1表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
23-2970(SM1_U2-7)	南行	右	36.1°	2018.06.11	2018.10.15	第1図-A, B, C
30_2930(SM1_U3_13)	南	左	52.8°	2018.06.18	2018.09.24	第2図-A, B, C

3. 解析結果

南行軌道の左右それぞれの観測について、2018 年 6 月と 9 月及び 10 月のペアで解析を 行った。霧島山周辺の干渉画像を第 1 図と第 2 図に、えびの高原(硫黄山)周辺の地表変 位の時間変化を第 3 図と第 4 図に示した。

新燃岳火口付近では、非干渉領域が認められるが、それ以外の地域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。

なお、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。



びの高原付近の拡大図(C)

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点、四角印は傾斜観測点を示す。A の白破線 は新燃岳付近、赤破線はえびの高原付近の拡大図を示す。新燃岳火口付近では、非干渉領域が認め られるが、それ以外の地域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。



えびの高原付近の拡大図(C)

凡例は第1図と同じ。新燃岳火口付近では、非干渉領域が認められるが、それ以外の地域ではノイ ズレベルを超えるような位相変化は認められない。



第3図 パス23を用いたえびの高原(硫黄山)付近の地表変位の時間変化 左は東西断面、右は時系列を示す。視線距離短縮を正とする。東西断面の位置は第1図-C中のP-P'。 A、Bともに2018年4月30日以降ノイズレベルを超えるような変化は認められない。



第4図 パス30を用いたえびの高原(硫黄山)付近の地表変位の時間変化 凡例は第3図と同じ。A、Bともに2018年5月21日以降ノイズレベルを超えるような変化は認め られない。

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, 一部のデータは, PIXEL で共有しているものであり, JAXA と東京大学地震研究所の共同研究契約により 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。また, 処理の過程や結果の描画 においては,国土地理院の数値地図 10m メッシュ(標高)を元にした DEHM を、地形の描画 には数値地図 25000(行政界・海岸線)のデータを使用した。ここに記して御礼申し上げま す。

霧島山(硫黄山)における地磁気全磁力変化

地磁気全磁力観測の結果、2016年以降硫黄山の地下で熱消磁現象が進行していると考えられる。

・地磁気全磁力観測

図1に硫黄山周辺における全磁力連続観測6点の分布、図2に参照点(硫黄山南東約10km)で観 測された全磁力値を基準とした各全磁力連続観測点の全磁力変化を示す。観測開始以降、硫黄山山 頂部の噴気帯北側の観測点では全磁力の増加が、南側の観測点では全磁力の減少が継続しており、 硫黄山の地下で熱消磁現象が現在も進行していると考えられる。

今年3月6日から3月16日にかけて参照点の全磁力データの異常変動が発生した(図2)。原因 は不明であるがこの異常変化の影響を避けるため、地磁気観測所祓川観測点(硫黄山南約60km)で 観測された全磁力値を基準とした場合の各全磁力連続観測点の全磁力変化についても調査した。結 果、今年2月下旬から水蒸気噴火が発生した4月下旬にかけて、霧島山硫黄山北および硫黄山東観 測点でそれぞれ全磁力の増加および減少の速度が一時的に大きくなっていることがわかった(図3)。 したがってこの期間では、一時的に熱消磁の進行が加速した可能性がある。



図1 霧島山の硫黄山周辺の全磁力観測点配置図

この地図の作成には国土地理院の地理院地図(電子国土 Web)を使用した(承認番号 平 29 情使、 第 798 号)。



図 2 参照点で観測された全磁力値を基準とした場合の各全磁力連続観測点における 00:00 から 02:59(JST)での全磁力日平均値(2016年2月~2018年10月10日)

・灰色で示す部分は、参照点で異常な全磁力変動が観測された期間を示す。

・図上部の三角は噴火の発生を示す。



図 3 地磁気観測所祓川観測点で観測された全磁力値を基準とした場合の各全磁力連続観測点における 00:00 から 02:59 (JST) での全磁力日平均値(2016 年 2 月 ~ 2018 年 10 月 10 日)

・図上部の三角は噴火の発生を示す。

気象研究所・東海大学・福岡管区気象台・鹿児島地方気象台

霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水の化学組成

(2018年10月19日現在)

霧島山硫黄山周辺の湯溜りおよび湧水等の化学組成を分析した.本年 10 月 19 日現在, 硫黄山南火口周辺(V1)および硫黄山西火口(V2)の湯溜りでは,本年 5 月および 7 月よりも 高い Cl/SO₄モル比を観測した.

硫黄山西麓の湧水の CI/SO₄ モル比は,本年 4 月噴火の前後(2 月から 5 月)顕著な上昇 が認められた.その後,同比は本年 7 月下旬から 8 月上旬にかけて一旦低下したが,8 月下 旬以降再び上昇している.

【試料・分析】

2016 年 8 月以降,霧島山硫黄山周辺の湧水や湯溜りの化学組成を分析している.本報告では,主に本年 4 月の硫黄山噴火以降に採取した湧水および火口周辺に形成された湯溜り(図 1)の分析結果を報告する.採取した試料水は現地で水温を測定してから実験室に送致し, 孔径 0.45µm メンブレンフィルターでろ過処理してから分析に供した.

【現地踏査・分析結果】

2018年10月19日の観察では,硫黄山南火口群周辺(V1, P)および硫黄山西の噴火口(V2) で湯溜りが持続し,熱水が吹き上がるのが認められた(図2-5).P地点の湯溜りは本年5月29 日時点よりも水量が減少していた(図4).いずれの湯溜りにおいても熱水の顕著・継続的な 流出は認められなかった.硫黄山西麓のB地点の湯溜りは,10月19日で枯渇していた(図 6).

V1, V2地点の湯溜り,および硫黄山西麓A地点の湧水の化学分析の結果を表1に示す.10 月 19 日に採取した湯溜りおよび湧水に含まれる塩化物イオンと硫酸イオンの物質量比 (Cl/SO₄ モル比)は, V1 が 2.26 (5 月 29 日時点で 1.26), V2 が 1.86 (7 月 25 日時点で 1.27)であ り, それぞれ本年 5 月, 7 月時点よりも高い値を示している.

A 地点湧水の Cl/SO₄ モル比には,本年4月噴火の前後で顕著な上昇が認められ,本年3 月28日時点で0.92,5月29日に1.57に達した(図7). その後,当該地点の Cl/SO₄ モル比は7 月下旬から8月上旬にかけて1.2程度まで低下した後に再び上昇し,10月19日時点で1.63 となっている(図7).

霧島山(硫黄山)



図1. 試料採取および観測地点(背景地図に地理院地図を使用した)

挥水 地占	採取日	WΤ	рH	E.C.	CF	S0 ₄	C /S0 4
14/1/2 m		°C		S/m	m g/L	m g/L	m o lar ratio
A ∶硫黄山西麓湧水*	2018/3/28	57.5	1.56	1.53	1190	3510	0.92
A ∶硫黄山西麓湧水*	2018/5/29	68.2	1.47	2.35	3110	5370	1.57
A︰硫黄山西麓湧水	2018/7/25	71.3	1.31	3.01	3390	7560	1.21
A︰硫黄山西麓湧水	2018/8/6	72.5	1.39	2.74	3000	6730	1.21
A︰硫黄山西麓湧水	2018/8/28	72.0	1.38	2.69	3220	6370	1.37
A︰硫黄山西麓湧水	2018/10/19	68.8	1.35	2.94	3390	5640	1.63
Ⅴ1 :湯だまり(硫黄山南側0419火口群-上段)	* 2018/5/29	86.7	0.52	> 10	12300	26600	1.26
Ⅴ1 :湯だまり(硫黄山南側0419火口群-上段)	2018/10/19	92.5	1.03	5.73	6720	8060	2.26
Ⅴ2:湯だまり(硫黄山西麓-0426頃火口)	2018/7/25	N D	0.97	6.33	7210	15400	1.27
Ⅴ2:湯だまり(硫黄山西麓-0426頃火口)	2018/10/19	95.2	0.87	7.60	8490	12300	1.86

表1.霧島山硫黄山周辺の湯溜り, 湧水の化学組成

pHおよびECの測定にはガラス電極 (HOR BA, 9615S)および白金-白金黒電極 (HOR BA, 3552-10D)を接続したポータブルpH/EC計 (HOR BA, D-74)を使用した.Cl, SO₄の分析にはイオンクロマトグラフ法 (Them o, Integrion)使用した.

*気象研・東海大・東大院・福岡管区:第141回火山噴火予知連絡会資料,その1,82-88.

気象研究所・東海大学・福岡管区気象台・鹿児島地方気象台



図2, V1, P湯溜り.湯溜り外への熱水の湧出は認められない.



図 3. V1 地点の湯溜りの様子.



図 4. P 地点湯溜り. 10 月 19 日は 5 月 29 日に比較して明らかに湯量が減少していた.

霧島山(硫黄山)

気象研究所・東海大学・福岡管区気象台・鹿児島地方気象台



図 5. V2 地点湯溜り. 熱水を周囲に飛散させているが,湯溜り外への熱水の流出は殆どない.



図 6. B 地点の湯溜りの様子. 10 月 19 日現在, B 地点湯溜りは枯渇していた.



図 7. 硫黄山西麓域 A 地点湧水の Cl/SO4 モル比, 電気伝導度, pH, および水温の変化

鹿児島大学理工学研究科 東京大学地震研究所・他①

霧島火山

鹿児島大学理工学研究科と東京大学地震研究所は、2011年1月のマグマ噴火前より霧島山(新燃岳)周辺にGNSS観測点を4点設置し、噴火後には東北大学、北海道大学、九州大学と共同で更に6点を増設するとともに、京都大学防災研究所、防災科学技術研究所、国土地理院、気象庁のデータと併せて地殻変動データの解析を行っている.ここで解析した観測点配置を図1に示す.なお、図には950486観測点のアンテナ交換や2016年熊本地震によるスッテプも含まれている.図4、図5の2018年9月30日~10月18日は速報暦を用いて計算した結果である.

長期的な変動(図2,図3)としては、2011年1月末の噴火後にも継続していたマグマ 蓄積は2011年11月頃一旦停止したが、2013年10月頃より再開し、2014年9月頃に一 旦停止した.最近になり、2017年4月ごろから一部の基線長の伸びが見られはじめ、7月 にはすべての基線で伸びが認められ、2017年10月の噴火に至った.

2017年10月の噴火直後にわずかに基線長が収縮したが(図4,5),直ちに膨張を再開し,膨張が噴火以前に比べ加速した.2018年3月上旬の噴火に伴い一時的に基線長が縮んだが,2018年4月下旬まで伸張し,再度1ヶ月程度停滞した.その後,5月下旬頃から基線長が伸張していたが,9月上旬から現在までは停滞している.このように,昨年初夏から断続的に基線長の伸びが続いていたが,何度が停滞し,現在は停止している.

なお、この基線長変化(毎日自動更新)は以下の HP の「GPS 即時解析」で公開している. http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/MS/

解析には,国土地理院,防災科学技術研究所,気象庁の観測データも利用した.また, 次世代火山研究人材育成総合プロジェクトの課題 B-4「火山内部構造・状態把握技術の開 発」の支援を受けている.ここに謝意を表す.



図1. 霧島山(新燃岳)周辺のGPS観 測網.



01/2010 01/2011 01/2012 01/2013 01/2014 01/2015 01/2016 01/2017 01/2018 01/2019 01/2020 図 2.霧島山(新燃岳)をはさむ基線の基線長の時間変化(2011 年 1 月~2018 年 9 月). 基準点は KKCD 観測点



熊本地震

01/2010 01/2011 01/2012 01/2013 01/2014 01/2015 01/2016 01/2017 01/2018 01/2019 01/2020 図3.霧島山(新燃岳)をはさむ基線の基線長の時間変化(2011 年 1 月~2018 年 9 月). 基準点は 950486(GEONET)観測点

霧島火山



図4.2011年新燃岳噴火時のマグマソースをはさむ基線の基線長変化(2017年1月~ 2018年10月). 2018年9月30日~10月18日は速報暦による解析結果を示す. 基準点 は KKCD 観測点.



図5.2011年新燃岳噴火時のマグマソースをはさむ基線の基線長変化(2017年1月~ 2018年10月). 2018年9月30日~10月18日は速報暦による解析結果を示す. 基準点 は950486 (GEONET) 観測点.

霧島硫黄山噴気の化学組成(2018 年 10 月 19 日)および環境大気 H₂S 濃度変化

Chemical composition of the fumarolic gases at Iwoyama volcano, Kirishima, Japan (19th October 2018) with H_2S variation in environmental air

1. 概要

2018 年 10 月 19 日に霧島硫黄山で噴気を採取・分析した. 噴気の He/(He+CH₄)比は, 2018 年 5 月の値か らわずかに低下した. マグマ起源ガスの熱水系に対する流量は減少した状態が継続していると推定され る. 環境大気中の H₂S 濃度は 2018 年 4 月の噴火以来, 低い値を維持している.

2-1. 噴気の採取・分析

硫黄山では、図1に示す噴気孔a,b,cで噴気を採取した.噴気を採取するために、金属チタン管を 噴気孔に差し込み、管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ.次にチタン管にゴム管を接続し、ゴム管 の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した.真空ガラス瓶にはあらかじめ高濃度のアルカリ性水溶液 (KOH) 20ml を封入した.真空ガラス瓶のコックを慎重に開けることにより火山ガスをアルカリ性水溶 液に吸収させた.安定同位体比の測定のために噴気を水冷したガラス二重管に通し、凝縮水を採取した.

2-2. 環境大気中の H2S 濃度観測

M8 および M24 地点(図 2)で地上から 1m の高さにおける大気中 H₂S 濃度を5分間隔で測定・記録した. 測定には硫化水素ガス無線モニタリングシステム(オダログ:http://www.jmsystem.co.jp/ kazan/odalog.html)を用いた.5分おきの濃度を平均化し,各日の代表濃度とした.

3. 結果

2018 年 10 月 19 日に採取した凝縮水は3つの噴気全てで薄く白濁した. このことから噴気にはわずか に SO₂が含まれていると推定される. 今回の噴気 a および c の He/(He+CH₄)比は,前回の採取時の値と 比較して若干低下した(図 3). 2018 年 4 月噴火に先立つ 2018 年 1 月にはこれらの値は3つの噴気で 0.6 を超えており,その頃の値と比較すると 2018 年 10 月 19 日の値は大きく低下している. M8 および M24 地点における大気中 H₂S 濃度の変化を図 4 に示す. 2018 年 4 月の噴火前後では,高い H₂S 濃度が観測さ れたが,その後は,低い濃度が継続している.

4. 考察

He はマグマ成分、CH₄ は熱水系成分とされており、熱水系に対するマグマ成分の流量が増大すると He/(He+CH₄)比は1に近づくと考えられる.よって、He/(He+CH₄)比は水蒸気噴火のポテンシャルと関係 している可能性がある.2018年1月にHe/(He+CH₄)比が極大に達したのは、水蒸気噴火の前触れだった

霧島硫黄山

かも知れない. この考え方に従うと,現在は He/(He+CH₄)比が比較的低く,熱水系に対するマグマ成分 の流量は低下していると推定される.よって水蒸気噴火のポテンシャルは低下していると考えられる. 環境大気中の H₂S 濃度は 2018 年 4 月の噴火前後では高い値を示したがその後は低い値が継続している. 噴気に含まれる H₂S は主に,マグマ成分の SO₂ が熱水系で還元されて生成する.マグマ成分の流量が低 下すれば,地表に放出される H₂S も減少するであろう.最近,環境大気中の H₂S 濃度が低い値を示して いることは,熱水系に対するマグマ成分の流量が低下しているとする前述の推定と整合的である.

5. 謝辞

福岡管区気象台は安全確保のために調査実施中に硫黄山の地震活動をモニタリングして下さいました.本研究実施のために,科研費「火山ガス観測により活火山ポテンシャル診断」(15K12485)を使用しました.大気中の H₂S 濃度に関するデータは宮崎県から提供していただきました.ここに記して心より感謝いたします.



図1. 硫黄山噴気 a, b, c の位置(背景の地図として,国土地理院 1/25000 地形図を使用した)



図 2. 大気中 H₂S 濃度の観測点(M8 と M24)



霧島硫黄山



図 4. 大気中 H₂S 濃度の時間変化

霧島硫黄山

霧島火山群えびの高原の地中温度および温泉・湧水の調査結果

(2018年6月および7月)

えびの高原において図1に示す EBI8、EBI9の2点で地中温度(約1m)の連続測定を、 硫黄山北東、硫黄山西および足湯において温泉・湧水の電気伝導度と化学分析を繰り返し 行っている。2018年6月および7月に調査を行ったので、その結果を報告する。







地中温度の測定結果を図2に示す。図は、過去の地中温度測定結果から標準的な年周変 化を計算し、観測される地温と同旬の標準地温との差を示している。2015年10月頃から 温度が上昇し、2016年2月頃にいったん上昇が停滞した後、2016年8月頃から2017年3 月頃まで再び上昇している(前々回報告)。2017年3月以降は2017年12月のEBI09を除 いては標準的な温度変化の範囲内に収まっている。温度上昇がみられる時期は、微動の発 生や、硫黄山山頂での噴気の出現、高濃度の硫化水素放出の時期と整合的であるが、2018 年4月の噴火、噴気の噴出の影響は、この測定点周辺には及んでいないと考えられる。 温泉・湧水の電気伝導度および化学成分分析の結果

硫黄山西麓の湧水は、2014年8月の微動発生以降、塩素イオンの濃度が雨による希釈 の影響を上回る増加を示していた。2017年11月の測定では減少に転じていたが、2018年 入り、さらに急増した(図3)。2018年7月の結果は、6月よりも減少しているが、なお高 い値を維持している。



図4に、塩素イオンと硫酸イオンの濃度比および化学平衡温度を示す。2014年8月の微 動発生以降、塩素/硫酸イオン比の増大が続き、2017年末にやや低下していたが、2018 年4月の噴火後の測定では、急増している。2018年7月の結果は、6月よりもやや低下し ている。化学平衡温度は、2015年12月の噴気出現以降上昇したが、その後落ち着いてい る



霧島山

硫黄山北東麓は、2016年頃まで明瞭な変化は認められなかったが、2017年以降塩素イオン濃度が急激に増大し、11月の測定では減少に転じていたが、2018年の測定ではさらに急増している。値そのものは、西麓よりも小さいので、地熱活動が北東へも拡大していることを示すと思われる。2018年7月の測定では、6月の値よりも低下している。



塩素イオン/硫酸イオン比、化学平衡温度も同じように上昇している。



えびの高原足湯は硫黄山と逆の傾向を示している。図7に塩素および硫酸イオンの濃度

を示す。塩素イオンの減少と硫酸イオンの増大が進んでいる。また、図8に化学平衡温度 と塩素/硫酸イオンを示す。平衡温度はあまり変化していないがわずかに上昇している。 また、イオン比は低下している。





精密水準測量で検出された霧島・硫黄山の地盤上下変動 (2015年6月~2018年10月)

硫黄山周辺では 2017 年 10 月より隆起傾向が顕著となっている. 2018 年 4 月の 小噴火後の 5 月には一端沈降傾向になったものの,その後は隆起が続き,10 月には 硫黄山に最も近い BM3050 で 1 年間に 51.3mm の隆起となった. 圧力源の中心も 2017 年 10 月以降,南西に約 200m の硫黄山南火口群の直下移動し,深さも地表 から約 600m と 100m 程度浅くなったと推定される.

九大を中心とした大学合同水準測量班は、2015年6月にえびの高原周辺に水準路線 を増設した(図1).その後、硫黄山では火山性地震の群発や傾斜変動をともなう火山 性微動がたびたび発生し、2015年12月中旬には地表に新たな噴気帯が生じ、2017 年5月には火山泥の噴出が確認されている.その後噴気活動は一時沈降傾向になったが、 2018年2月には火山性地震が増加し、噴気現象も再度活発になってきた.4月上旬か ら硫黄山の南側に沿って東西に新たな噴気孔列が生じ、一部で小噴火を発生させている.

2017年10月以降の主な水準測量結果を図2に示す.また主な水準点における隆起量の時間変化を図3に示す.いずれも2015年6月および,測線の西端のBM1120を基準としている.再隆起が始まった2017年10月以降の隆起量を図1に示す.硫黄山山頂に近いBM3050で2018年10月までに51.3mmの隆起が見られる.隆起中心も2017年5月以前よりは、南西側に移動しており、地表の噴気領域の移動と調和的である.

圧力源の膨張現象は、地表での火山活動と相関しているが、3~6ヶ月先行して発生している。2017 年春~秋は硫黄山周辺を中心に沈降現象が見られていたが、10 月~2018 年 3 月に隆起し、地表においても 2018 年 4 月以降に噴気活動が活発となった。2018 年 10 月時点では、地下の圧力源は膨張を続けていると考えられることから、現在小康状態にみえる地表現象も、今後再度活発化する可能性が高いと考えられる。



図1 えびの高原~硫黄山区間の水準路線と2017年10月から2018年10月までの隆起量 を示す.2018年4月から活発化した噴気領域や、これまでの水準測量から推定された圧力 源の水平位置も同時に示す.国土地理院電子地形図(タイル)を使用した

霧島山



図2 2017 年 10 月以降の主な水準測量結果。隆起・沈降の中心は硫黄山付近の浅部と考えられる。



図3 主な水準点の標高の時間変化.2017年2月以降に沈降傾向がみられていたが,10月以降は隆起傾向がみあられ,地下の圧力源の急膨張が推定されている.BM3040 は硫黄山西側噴気孔近傍の県道沿いに位置し,4月20日からの西側噴気活発化に伴い,局所的に約10cmの隆起がみられたため,その後の解析では使用していない.



図 4 水準測量から推定された硫黄山下の圧力源の体積変化量.2017 年 10 月以降は地下の 圧力源の膨張慶応が続いている.2018 年 4 月の噴火現象に伴う一時的な圧力低下も見られて いるが,現在の圧力源は 2016 年当時の 2 倍以上の体積になっていると推定される.

表1 推定された圧力源の位置. 圧力源の位置は, 2017年10月以前は硫黄山噴気群の東側約100mであったが, 2017年10月以降は硫黄山南噴気孔のほぼ真下に存在していると考えられる. またその深さも, この地点の標高を1300mと考えると, 地表からそれぞれ, 700m, 620mとなり, 圧力源の位置も徐々に上昇していると考えられる.

	2017 年 10 月以前	2017 年 10 月以降
北緯	31.946777	31.94517
東経	130.85460	130.853975
海抜高度	600m	680m

地下の圧力源の推定には、気象研究所の火山用地殻変動解析ソフトウェアのMaGCAP-Vを使用した。本研究の一部は、文部科学省による「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」および東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助を受けた。ここに記して感謝する。

*2018 年 6 月 測量作業 松島 健・内田和也・古賀勇輝・磯田謙心 2018 年 8 月 測量作業 松島 健・古賀勇輝・岩佐優一 2018 年 10 月測量作業 内田和也・磯田謙心・古賀勇輝・岩佐優一・村松 弾・松島 健

硫黄山周辺 2018 年 4 月噴火の地形変化・噴出物及びその後の地熱活動

【概要】硫黄山周辺では,2018年4月19日の噴火以降,硫黄山南火口群において活発な噴 気,熱水噴出が続いている.硫黄山西火口群においても噴気,熱水活動が継続している.7月 28~30日,8月6~8日,10月12日に噴気・熱水の調査を行った.硫黄山南火口群では,熱 水温度が6月調査時に比べ上昇しており,湧水(川湯3)の温度上昇など活発な活動が継続し ている.また,硫黄山北西にある不動池の南側の県道脇では新たな噴気が確認され,地熱域 が拡大した.その他,4月噴火の硫黄山南火口群からの投出岩塊・礫の分布調査を行った.

1. 硫黄山南火口群

硫黄山南火口群に形成された Y2, Y3 湯だまりは 7~8 月調査では,6月調査と比べ大きな 変化はなかったが,10月調査では湯だまりの水位が低下し面積が縮小した.

- ・7~8月調査では Y2a 付近で,高さ数 m 以上のジェット状に噴出する熱水が認められた. Y2b,Y3 からも熱水噴出が認められ,活発な活動が継続している(図 2).
- •Y3の水温は91.2℃(7/29),90.6℃(10/12),Y2bの水温は88.8℃(7/29),75.5℃(10/12)
 であった(図1,図9).6月調査時のY3の水温は79.1℃(6/4),Y2bの水温は67.9℃(6/4)
 (6/4)であった.測定条件が一致しないため単純に比較できないが、7月末に熱水温度が上昇し、10月にやや低下したと考えられる.
- •8月6日14時過ぎから Y2b 湯だまりから噴気と一緒に3,4cmの小石が噴出し,湯だま り内や岸に降り注いでいるのを確認した.
- ・7月末~8月6日は湯だまり Y2, Y3の水位が高く,特に Y2から湧出した熱水が泥水として下流に流出していたが,10月12日には下流への流出は見られなかった(図3).硫黄山南火口群の湯だまりには,水位変動に伴う拡大・縮小が認められる.

2. 硫黄山西火口群

硫黄山西火口群では、W4 孔で活発な熱水湧出、W3 孔でも弱い噴気と泥水溜まりが認められた.

- ・W4 孔での水温は 95.9℃(7/28), 93.7℃(10/11) であり, pH は 1.5(7/29), 1.3 (10/12) であった(図 1, 図 9).
- ・W4 孔の熱水は,ほぼ孔内で循環しているが,8月6日に調査した際にはW4 孔から僅かに溢 れ出ており,10月12日には溢れ出た熱水が側溝から流出する様子が確認できた(図4). W4 孔の熱水水位にも,上昇・下降が認められる.
- ・W4 孔南側の県道では県土木事務所により路上の噴出物が除去され、路面に変状が認められるようになった.微変動地形は、さしわたし数十 cm の小凹地の環状の連なりで特徴付けられ、全体の大きさは長径約5 m、短径約3 m であり、環状地形中心が周囲より高くなっていた.4月20~26 日頃の活発な活動に伴って形成された地形の可能性が考えられる(図 6).

3. 硫黄山噴気帯及び湧水

- ・硫黄山噴気帯の定点観測では,硫黄山山頂域では全地点で僅かながら噴気温度が低下して いた(図1,図8). H 噴気孔から,肌に刺激のある高温酸性水が噴出していた.
- ・川湯 3 (K3) では、水温が 67.6℃(6/4)から 70.9℃(7/28)、71.0℃(10/11)と上昇していた.
- ・硫黄山の西斜面 M8 噴気は,沸点温度を超える 101.2℃(7/29)を観測したが,10 月には 95.1℃ (10/12)に低下していた.
- ・不動池の南側県道の法面及び M8 噴気の北西側に,新たな噴気(7/28)が認められた(図 5).
- ・川湯3(K3)の北西にあるR地点は、7~8月調査時には活発に噴気及び泥水を噴出していたが、10月にはその活動は停止していた.

4. その他

- ・旧市営露天風呂での湧水温度観測の結果,水温 26.3℃,pH 1.8 (7/29),水温 21.5℃,pH 2.2 (10/11-12)であった. 5月9日は 20.6℃,pH2.0,6月12日は水温 26.7度 pH2.2 であり,水温,pH ともに火山性流体の関与が強くなったが 10月には 5月レベルに戻った(図1).
- ・硫黄山周辺から長江川へ流入する熱水は、7~8月調査時は硫黄山南火口群の熱水と、川湯 3(K3)付近からの湧水であったが、10月には硫黄山西火口群(W4)の熱水と川湯3(K3) 付近からの湧水となっていた.両火口群とも熱水溜まり(湯だまり)の水頭によって、溢 れ出るか出ないかが変わる.

5. 硫黄山南火口群の投出岩塊・礫の分布調査

硫黄山南火口群周辺には、4 月噴火によって投出された岩塊・礫(以下,投出岩塊)が点在 していた.これら投出岩塊のサイズ分布と到達距離は防災上の重要な指標となり、7 月 28~ 29 日と 10 月 12 日に分布位置とサイズの調査を行った(図 7).噴火から時間が経ていたため 多くの礫は新たに堆積したものか判別が困難であったが、ミヤマキリシマ等の植物の上に乗 るもの、岩塊・礫の下に 4 月 19 日噴火の火山灰堆積が認められるものを抽出した.植生に覆 われる南側の調査から、投出岩塊のサイズは初期に開口した S5、S4、S1 から放射状に拡がる ように分布していた.また、こぶし大となる 8 cm サイズ礫の到達距離は、火口から約 150 m と推定される.なお、今後補足調査を行う予定である.



図1 硫黄山周辺の噴気及び熱水の観測結果

基図は6月4日のドローン撮影図化により、色調の異なる外側はGoogle Earth (Google Earth © 2018 ZENRIN 2018)による. 緑破線:旧火口地形. 黄線:噴気域. 赤線:2018-火口地形. 赤塗:噴気・熱水孔. 黄四角:噴気観測定点,青四角:水温観測定点. 硫黄山南火口群及び西火口群の位置や名称は,第141 回火山噴火予知連資料に基づく.



図2 硫黄山南火口群の熱水活動 上: Y2aから噴出する高さ数m以上に達するジェット状の熱水.下: Y2aでは泥水噴出が続 き,Y2b, Y3からも泥水が湧出するが,下流への流出は見られない.



図3 県道付近における硫黄山南火口群からの泥水流出状況 左: 泥水の流出が認められる. 右: 泥水の流出は見られない.



図4 硫黄山西火口群(W4孔)での熱水活動 左:高さ1~2mの熱水噴出.右:道路及び側溝を通して流れ出る熱水.



図5 不動池南側の県道法面及びM8北側の噴気 左:噴気箇所の法面の石積みブロックの間に隙間が形成される.右:M8の北側の噴気(矢印)



図6 西火口群南側の県道上に形成された環状の変動地形 県道上に長直径約 5m,短直径約 3mの環状の微変動地形が形成されていた(7月 29 日撮影).



図7 硫黄山南火口群からの投出岩塊・礫のサイズ分布(暫定版) 数字は岩塊・礫の直径(cm), x なし. 白線は岩塊・礫の等サイズ線. 基図は図1と同じ.

参考資料

東京大学地震研究所(2018) 2018 年 4 月噴火と硫黄山火口周辺の噴気・熱水活動について. 第 141 回火山噴火予 知連資料(その1)霧島山, 129-132.

東京大学地震研究所・防災科学研究所・日本工営(2018) 霧島硫黄山周辺4月噴火による地形変化・噴出物および噴火後の噴気活動.第141回火山噴火予知連資料(その1)霧島山, 133-138.



図8 硫黄山噴気帯の噴気温度測定結果(位置は図1参照)



図9 硫黄山周辺の湧水の測定結果(位置は図1参照)
硫黄山周辺の熱水・湧水の化学組成について

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日と10月12日の2回にわたり採取した。この2ヶ月余りをはさんだ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。7月末と10月の2回に わたり試料を採取したのは、南火口群に形成されたY2,Y3の2つの湯だまり、南火口群のH噴出 孔の麓を流れる噴気凝縮水、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(硫黄芝と思われる白色の沈殿 物を伴う池Swと緑色の藻が繁茂する池Sg)である。

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)

試料の分析は、九州大と大阪市立大で別個に進めている。今回報告するのは、主に九州大におけ る分析結果である。陽イオン(Na, K, Mg, Ca)とSiについてはICP発光分析法により、陰イオン (C1, SO₄)についてはイオンクロマトグラフィーにより分析した。なお、水温, pH, EC(電気伝導 度)については採水時の測定値である。

2. 化学分析の結果

熱水、温泉水、湧水の化学分析の結果を表1と表2に示す

表1. 2018年7月28-29日採水試料分析值

採取地点	水温	pН	EC	Na	К	Mg	Ca	CI	SO ₄	Si	CI/SO ₄
	(°C)		(S/cm)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	モル比
南火口湯だまりY2	80.5	1.18	86.6	2740	508	476	462	8720	16800	470	1.40
南火口湯だまりY3	91.3	1.10	93.7	2830	500	484	490	9070	17300	439	1.42
H噴気孔麓凝縮水	26.3	0.79	116.5	3290	585	616	594	10500	19500	525	1.46
西火口湯だまりW4	94.5	1.47	51.5	1990	335	786	602	6750	13600	397	1.34
旧市営露天風呂 Ro	26.3	1.83	9.5	165	50	73	144	564	2550	63	0.60
湿地帯(白色池)Sw	22.0	3.68	1.8	73	21	43	70	302	363	58	2.25
湿地帯(緑色池)Sg	16.5	3.65	1.0	23	n.d.	15	37	85	261	45	0.88

(n.d. 要再分析)

表2. 2018年10月12日採水試料分析值

採取地点	水温	pН	EC	Na	К	Mg	Са	CI	SO ₄	Si	CI/SO ₄
	(°C)		(S/cm)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	モル比
南火口湯だまりY2	69.4	2.10	9.4	219	n.d.	79	87	918	2080	125	1.20
南火口湯だまりY3	96.0	1.55	40.9	1980	285	301	351	5730	6770	337	2.29
H噴気孔麓凝縮水	18.2	1.40	35.4	1570	180	317	378	5240	6420	325	2.21
西火口湯だまりW4	97.0	1.33	59.5	2790	450	526	534	8270	11300	465	1.97
旧市営露天風呂 Ro	21.4	2.19	5.3	110	25	45	90	420	1250	58	0.91
湿地帯(白色池)Sw	17.9	3.57	0.9	29	10	16	36	44	224	50	0.53
湿地帯(緑色池)Sg	18.8	3.38	9.7	30	8	17	37	57	240	48	0.65

(n.d. 要再分析)

3. 結果の解釈

全体的な傾向として、10月に採取した熱水・温泉水は7月に採取したものに比べて、全溶存イオ ン濃度が低くなっていた。その要因の一つとして、10月の試料採取日の一週間ほど前に台風が通過 したため水量が増えた影響が考えられる。しかし、南火口湯だまり Y2 では、溶存イオン濃度が一 桁程度低くなっており、この湯だまりの水位の低下と合わせて熱水噴出活動の変化を反映している と考えられる。一方、西火口湯だまり W4 では、全イオン濃度はほとんど変わっておらず、熱水反 応の温度を反映する Si 濃度の低下も見られなかった。

もう一つの顕著な特徴は、湯だまりの C1/S04比の経時変化である。産業技術総合研究所ほか(2018 年6月5日予知連報告)、気象研ほか(2018年6月7日予知連報告)によれば、2018年4月の噴火ま もない時期に湯だまりの C1/S04比は1.2-1.4であった。7月末の時点では、湯だまりの C1/S04比は いずれもこれに近い値であったが、10月には、湯だまり Y3,H噴気孔凝縮水、湯だまり W4の熱水 で C1/S04比が1.5倍程度高い値を示した。湯だまりの形成に寄与する火山性流体の化学組成の変動 を反映している可能性がある。

霧島山



霧島山の火山活動について

この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の 数値地図 50mメッシュ(標高)を使用した。 KRMV=地震計(短周期・広帯域)、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS KRHV=地震計(短周期・広帯域)、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地震活動

2018年4月~6月にかけて霧島山新燃岳及び硫黄山で噴火が発生した。それらの噴火に伴い、 火口近辺では、やや低周波地震と低周波地震が多数発生した。一方、高周波地震が、万膳観測 点(KRMV)直下(図1A)で発生していた。

○ 地殻変動

傾斜計記録(図2)には、4月から6月の爆発的な噴火に伴う変動が記録されている。また、 GNSS 解析結果(図3)においては、3月の噴火に伴う基線長の縮みが認められ、その後再び 伸張傾向を示した。



展線決定には、 X家川の観劇点(位直は図中)も使用した。 地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 10mメッシュ(標高)を使用した。

図1 霧島山の地震活動(2018/05/01 - 2018/08/24)



113

潮島山



図3 霧島山の傾斜変動(2018年9月)

2018/9





表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
			2010/4/10	2周波観測開始
	霧島山夷守台 (KRHV)	K−1	2013/2/14	アンテナ台改善作業
			2016/7/3~7/19	
		K-2	2016/8/1~8/10	通信断による欠測
			2016/9/18~9/29	
			2010/4/9	2周波観測開始
	霧島山万膳		2010/11/13	受信機故障
	(KRMV)		2010/12/17	受信機再設置
		K-1	2013/2/15	アンテナ台改善作業

PALSAR-2/InSAR による新燃岳火口内の地表変形

新燃岳火口周辺を調査するため、PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析を実施した。2018 年 5 月から7月の期間においては、噴火の大きな溶岩流動によって、干渉が得られなかったが、干渉性は徐々に回復し、8月以降においては連続性を持つ干渉縞が得られた(第1図)。火口内においては衛星一地表間距離の短縮が、西方向視(Path23)、東方向視(Path30)の両方の干渉解析結果で見られる。これは、火口内で隆起が生じていることを示す。第1図の赤枠で示す干渉解析結果から、8月13日から9月24日の期間に生じた地表変動の準東西成分と準上下成分を求めたところ(第2図)、火口中心付近の火孔周辺において最大で6cm程度の沈降が求まり、それ以外の領域では10cmを超える隆起が求まった。準東西成分を見ると、隆起域のほとんどで西進が見られる。特に火口東縁部で西向きの変位が大きく、最大で10cmを超えている。



第1図. PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析結果(新燃岳火口周辺)。赤枠は、2次元変動の推定に用いた画像を示す。



第2図. 第1図の赤枠に示す干渉解析結果から求めた8月13日から9月24日の期間に生じた地表変動の 準東西成分(N105°E方向が正)と準上下成分(垂直から北方向に3°傾く成分)。

謝辞.本解析で使用した PALSAR-2 データは、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構(JAXA)の共同研究に基づいて提供され、PIXEL で共有しているものである。PALSAR-2 データの所有権は JAXA が有する。解析および図においては、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ DEM を使用した。

SAR 干渉解析による硫黄山(霧島山)周辺の地表変動

硫黄山(霧島山)周辺の地表変動を、Sentinel-1 および PALSAR-2 データを用いた SAR 干 渉法により調査した(第1図、第2図)。硫黄山南西部および硫黄山南部において、衛星-地表 間距離短縮変化が見られ、2018年5月から2018年9月までの変化量は2~4cm程度である(レ ーダー波入射方向によって異なる)。Sentinel-1の解析結果からは、この地殻変動は短期的に 生じたものではなく、ゆっくりと継続的に進行しているように見える。



第1図. Sentinel-1 データを解析して得られた、硫黄山周辺の衛星-地表間距離分布(2018/5/4からの変化量).



第2図. PALSAR-2 データを解析して得られた、硫黄山周辺の衛星-地表間距離分布.

謝辞.本解析で使用した PALSAR-2 データは、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構(JAXA)の共同研究に基づいて提供され、PIXEL で共有しているものである。PALSAR-2 データの所有権は JAXA が有する。 Sentinel-1 データは Copernicus Open Access Hubを通じて提供されたものである。Sentinel-1 データの所有権は欧州宇宙機関が有する。解析および描画においては、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ DEM および地理院地図を使用した。

霧島山





霧島山周辺の各観測局情報

				-			
点番号	点名	日付	保守内容	点番号	点名	日付	保守内容
950486	牧園	20131013	伐採	129082	M霧島山A	20140514	受信機交換
		20150622	受信機交換			20141021	受信機交換
		20171205	伐採			20150909	受信機交換
960714	えびの	20140814	伐採	149083	M霧島山2	20141021	新設
021087	都城2	20130913	受信機交換			20150909	受信機交換
		20140616	受信機交換				
1		20140717	受信機交換				

基線変化グラフ(短期) 基線変化グラフ(長期) 期間: 2013/09/01~2018/09/06 JST 期間: 2017/09/01~2018/09/26 JST (1) えびの (960714)→牧園 (950486) (1) えびの(960714)→牧園(950486) 斜距離 基準値:23549.307m 斜距離 基準値:23549.304m cm cm 018/03/01 噴; 2016/04/14 M6 2017/12/05 伐採 2 2017/12/05 伐採 -0 0 _ -1 2018/03/06 噴火 2018/03/01 噴火 -2 2018/03/06 噴火 2018/04/19 噴火 -2 -3 2018/06/22 噴火 2016/04/16 M7. 2018/06/22 噴; 2018/04/19 噴火 -4 -3 2018/1/1 2014 2015 2016 2017 2018 10/1 4/1 7/1 ст (2) 牧園 (950486)→都城 2 (021087) 斜距離 cm (2) 牧園 (950486)→都城 2 (021087) 斜距離 基準值: 20710.432m 基準値: 20710.420m 2016/04/14 M6 2017/12/05 伐摆 2017/12/05 伐採 2 18 0 03/01 -1 18/03/01 噴火 2018/03/06. 噴火 2018/03/06 噴火 2018/04/19 噴火 -2 2018/04/19 噴火 2016/04/16 M7. 2018/06/22 噴火 2018/06/22 噴火 -4 -3 2014 2015 2016 2017 2018 10/1 2018/1/1 4/1 7/1

●----[F3:最終解] O----[R3:速報解]

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

^{国土地理院} 霧島山



国土地理院



霧島山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)

霧島山

期間: 2013/09/01~2018/09/26 JST cm (5) 野尻(950481)→野々湯(J850) 斜距離

基線変化グラフ (長期)

基準值:27056.090m

2018/06/22 噴り 2016/04/14 M6 ...2018/03/01... 噴火 and see 2018/03/01. 噴火 _ -2 2018/03/06 唷火 201 -3 -4 018/03/06 噴火 2018/04/19 噴 -3 l : 2018/06/22 噴火 2018/04/19 哺 2016/04/16 M7 2014 2015 2016 2017 2018 10/1 2018/1/1 4/1 7/1 (6) 野尻(950481)→夷守台(KRHV) 斜距離 基準値:13740.154m (6) 野尻(950481)→夷守台(KRHV) 斜距離 基準値:13740.133m cm 4 2016/04/14 M6 2018/06/22 噴火 2018/03/06.噴火 3 ...2018/03/01..噴火 2018/04/19 噴火 2018/03/06 噴火 2018/03/01 噴火 -2018/04/19 噴火 | 2018/06/22 噴火 -3 2016/04/16 M 2014 2015 201 2018 10/1 2018/1/1 4/1 7/1 2016 cm (7) 野尻(950481)→新床(J852) 斜距離 cm (7) 野尻(950481)→新床(J852) 斜距離 基準值:22400.672m 基準值: 22400.671m 2016/04/14 2018/04/19 噴火 : 2018/03/01 噴火 2018/03/01 靖火 and the second HUZER V 2018/03/06 噴火 2018/03/06 噴火 2018/06/22 噴火 2018/06/22 2018/04/19 2016/04/16 M7 2015 2017 2018 2018/1/1 4/1 2014 2016 10/1 7/1 (8) 野尻(950481)→高千穂河原(J856) 斜距離 基準値:19276.975m (8) 野尻(950481)→高千穂河原(J856) 斜距離 基準値:19276.967m ۲ 4 cm 2016/04/14 M6.5 2018/04/19 噴火 --2018/03/01--- 南火 2018,03/01 噴火 • • Chinese the second ↑ 2018/03/06 噴火 2018/06/22 -3 I .: 2018/06/22 噴火 2016/04/16 M 2014 2015 2016 2017 2018 10/1 2018/1/1 4/1 7/1 (9) 野尻(950481)→皇子原(J851) 斜距離 基準値:12940.441m (9) 野尻(950481)→皇子原(J851) 斜距離 基準値:12940.430m cm 4 cm 4 2016/04/14 M6.5 2018/04/19 噴火 2018/06/22 噴り 3 2018/03/06 噴火 برن --2018/03/01…噴火 -1 2018 18703/01 噴火 2018/04/19 噴火 -3 -----2018/03/06--噴火 2016/04/16 M7 2014 2017 10/1 2018/1/1 4/1 7/1 2015 2018 2016 基準値:17473.496m (10) 野尻(950481)→高千穂峰2(J85G) 斜距離 基準値:17473.490m (10) 野尻(950481)→高千穂峰2(J85G) 斜距離 CM cm -2018/06/22 噴火 2016/04/14 M6.5 2018/03/06 晴火 San Angeler 个 2018/03/01··噴火 2018/03/06 2018/03/01…噴火 Ⅰ …嘻从 2018/06/22 噴火 2016/04/16 M7 2014 2015 2017 2018 10/1 2018/1/1 7/1 2016 4/1 (11) 野尻(950481)→荒襲(J854) 斜距離 基準値:19286.878m (11) 野尻(950481)→荒襲(J854) 斜距離 基準値:19286.871m cm 4 2016/04/14 M6.2018/06/22...南.从 ·2018/03/01··噴火 2018/04/19 噴火 . i 100 17 Mar 2018/03/06 噴火 _ 2018/06/22 噴火 2016/04/16 M7 2018/04/19 噴; 2014 2015 2016 2017 2018 10/12018/1/1 4/1 7/1 (12) 野尻(950481)→御池(J850) 斜距離 基準値:16814.866m (12) 野尻(950481)→御池(J850) 斜距離 基準値:16814.864m cm 4 cm 2016/04/14 M6. .2018/04/.19..噴火 2018/04/19 噴火 2018/03/01 噴火… the setter set the second in the second 2018/03/06 噴火 2018/03/01 噴火 .2018/03/06. 噴火 -: -3 2018/06/22 噴火 2016/04/16 M7. 2018/06/22 哺 2017 10/1 2018/1/1 4/1 2014 2015 2018 7/1 2016 ●----[F3:最終解] O----[R3:速報解] 国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

基線変化グラフ(短期) 期間: 2017/09/01~2018/09/26 JST

基準值:27056.096m

(5) 野尻(950481)→野々湯(J85C) 斜距離



霧島山周辺GEONET (電子基準点等)による連続観測基線図(3)

基線変化グラフ



霧島山周辺の地殻変動(水平:3か月)

1 960714 えびの 129082 ▲ M霧島山A 32°00' J85F 韓国岳北東 <u>J85</u>E ☆ 950481 野尻 **東守林**道 硫黄山 🛆 KRMV 万膳 韓国岳 🛆 J85E 韓国岳 KRHV J850 J85 野々湯 149083 M霧島山2 新燃岳△ 御鉢 J856 富 <u>な</u>っ 021087 \$都城 2 高千穂河原 J850 J852 新床 御池 J854 荒襲 950486 1 牧園 1 cn 31° 50' 130° 50' 131°00

基準期間:2018/06/17~2018/06/26[F3:最終解] 比較期間:2018/09/17~2018/09/26[R3:速報解]

☆ 固定局:野尻(950481)

霧島山周辺の地殻変動(水平:1年)

】 960714 えびの 129082 M霧島山A J85F ☆ 950481 野尻 J85B 夷守林道 韓国岳北東 硫黄山 🛆 KRHV KRMV 夷守台 万膳 韓国岳 🛆 185 国岳 J85C J85D 大^が C 149083 M霧島山2 野々湯 「幡山登山口 新燃岳 J85G 高千穂峰2 J851 皇子原 御鉢 J852 新床 021087 」850 御池 950486 都城 2 牧園 J854 荒襲 1cm 31° 50' 130° 50 131° 00'

基準期間:2017/09/17~2017/09/26[F3:最終解] 比較期間:2018/09/17~2018/09/26[R3:速報解]

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

☆ 固定局:野尻(950481)

32° 00'

国土地理院

霧島山の SAR 干渉解析結果について

判読)新燃岳において、(a)、(c)、(d)では、火口内の西側で複雑な変動が、東側で火砕物等の影響とみられる非干渉領域が見られます。
(b)、(e)では、火口内で複雑な変動が見られます。
(f)~(h)では、火口内で膨張とみられる衛星に近づく変動が見られます。
硫黄山において、ノイズレベルを超える変動は見られません。



背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

国土地理院



国土地理院



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。

霧島山

国土地理院

【新燃岳の拡大図】



背景:地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用したデータ部は、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。

霧島山

国土地理院

【新燃岳の拡大図】



背景:地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

	(a)	(b)	(C)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
衛星名	ALOS-2							
	2018/05/14	2018/05/21	2018/06/11	2018/06/18	2018/07/09	2018/07/16	2018/08/06	2018/08/13
	2018/06/11	2018/06/18	2018/07/09	2018/07/16	2018/08/06	2018/08/13	2018/09/17	2018/09/24
観測日時	12:19 頃	13:07 頃						
	(28 日間)	(28日間)	(28 日間)	(28 日間)	(28 日間)	(28 日間)	(42 日間)	(42 日間)
衛星進行方向	南行							
電波照射方向	右	左	右	左	右	左	右	左
観測モード*	U-U							
入射角	35.5°	53.2°	35.5°	53.2°	35.5°	53.2°	35.5°	53.2°
偏波	HH							
垂直基線長	+ 168 m	+ 29 m	+ 58 m	+ 56 m	- 277 m	+ 48 m	+ 119 m	+ 114 m

*U: 高分解能(3m)モード

本解析で使用したデータ部は、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。

霧島地域の茂木ソースの位置と体積変化

時間依存のインバージョン解析



茂木ソース:緯度 31.947°経度 130.83°深さ7.3km *電子基準点の保守等による変動は補正済 霧島地域観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)



*電子基準点の保守等による変動は補正済み *熊本地震の変動は補正済み