第 143 回 火山噴火予知連絡会資料

(その3)

草津白根山、吾妻山、雌阿寒岳

平成 31 年 2 月 27 日

火山噴火予知連絡会資料(その3)

目次

<u>白根山(湯釜付近)</u>

2018 年4月下旬から高まった状態となっていた湯釜付近浅部の火山活動は、 9月上旬に地震活動が低調になるなど静穏な状態に戻りつつあったが、9月 下旬に地震活動が再び活発化するなど、火山活動は再び高まった状態になっ ているとみられる。引き続き、小規模な水蒸気噴火が発生する可能性がある。 湯釜火口から概ね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。また、噴火時には、風下側では火山灰だけでな く小さな噴石が風に流されて降るため注意が必要である。

〇 概況(2018年10月~2019年1月31日)

・地震活動

2018年4月下旬からの地震活動の活発化と同様に、9月28日17時頃から草津白根山の西側のやや深部の膨張を示唆する傾斜変動とともに地震活動が再活発化した。地震増加直後の震源は海抜1kmよりやや深いところに分布したが、9月30日以降、地震は減少し、震源は海抜1kmよりやや浅いものが多くなった。地震活動は増減を繰り返しながら継続しており、11月と2019年1月には、微小な傾斜変動を伴う火山性微動が発生した。

・地殻変動

2018 年 10 月以降、湯釜付近浅部の膨張を示す緩やかな傾斜変動が観測されている。 GNSS 連続観測では、湯釜付近浅部の膨張を示す顕著な変動は観測されていない。 2018 年に入ってから、草津白根山の北西もしくは西側の深部の膨張を示唆する変化 がみられていたが、10 月頃からに停滞している。

・噴煙など表面現象の状況

奥山田監視カメラ(湯釜の北約1.5km)による観測では、湯釜北側噴気地帯の噴気は 概ね100mで経過しており、特段の変化は認められない。東京工業大学の監視カメラ(湯 釜火口内)では、2018年6月下旬から7月上旬にかけて湯釜の中央部で灰~灰白色の 変色域がみられていたが、その後、このような変色域はみられていない。

この資料は気象庁のほか、関東地方整備局、国土地理院、東京工業大学、東北大学、東京大学、京都大学 及び国立研究開発法人防災科学技術研究所のデータを利用した。



図1 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 傾斜変動記録と時別地震回数(2018年3月1日~2019 年2月21日)

· 2018 年 4 月下旬及び 9 月上旬に地震が急増し、その後、湯釜直下浅部の膨張を示唆する変化(黄色 矢印)がみられており、現在も継続している。







図2 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 地震日別回数(2018年1月1日~2019年2月17日)

·湯釜付近を震源とする地震活動は、2018年9月下旬に再活発化し、増減を繰り返しながら徐々に低調となってきている。また、2018年11月と2019年1月に振幅の小さな火山性微動が発生した。
·逢ノ峰付近を震源とする火山性地震は、2018年8月以降、時々発生している。

本白根山火口付近を震源とする火山性地震は、6月から8月にかけてと10月下旬から11月下旬にかけて発生頻度の高まりがみられたものの、徐々に減少し、12月以降、ほとんど観測されていない。



図3 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 湯釜付近の火山性地震のタイプ別自乗積算、振幅、発 生割合(2018 年 4 月 10 日~2019 年 2 月 17 日)(振幅は青葉山西観測点の UD 成分を使用)

[・]地震急増時は A 及び BH 型地震が目立つが、その後は、BT 型、BP 型地震が多くみられるようになっている。



●:2014年1月1日~2018年3月31日
●:2018年4月1日~9月27日
●:2018年9月28日~2019年2月20日
図4 草津白根山(白根山(湯釜付近))
震源分布図(2014年1月1日~2019年2月20日)
図中のマグニチュードは渡辺(1971)の式を用いている。

- · 湯釜付近の地震(A領域)は、地震の急増時は海抜1km以深のものもみられるが、その後は概ね海 抜1km以浅で発生するようになっている。
- · 逢ノ峰付近(B領域)では、間歇的に地震が発生しており、その起こり方に変化はない。



図5-1 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 2018年11月12日に発生した火山性微動と傾斜変動 ・火山性微動の発生(期間①内)時に、湯釜の北西方向上がりの微小の傾斜変動(期間①)がみられ、 その後、湯釜の北西下がりの傾斜変動(期間②)がみられた。

・2018年6月以降みられた火山性微動は、ほとんどが湯釜の北西方向下がりのときにみられている。

・この火山性微動は 2018 年 6 月 ~ 7 月にかけて観測された山性微動に比べ、高周波成分が少ない特徴 がある。



図5-2 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 2019年1月16日に発生した火山性微動と傾斜変動 ・火山性微動の発生(期間②内)の前に、湯釜の北西方向上がりの微小の傾斜変動(期間①)がみら れ、その後、湯釜の北西下がりの傾斜変動(期間②)がみられた。



・火山性微動は湯釜の北西方向下がりの期間で発生している。



図5-5 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 2018年7月15日に発生した火山性微動と傾斜変動 ・火山性微動は湯釜の北西方向下がりの期間で発生している。

涌動東(工 RHS (6)2



図5-6 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 2018年7月20日に発生した火山性微動と傾斜変動 ・火山性微動は湯釜の北西方向下がりの期間で発生している。



図7 季節変動を補正した傾斜記録(2017年1月1日~2019年1月28日) 2018年4月の地震増加以前は火山活動による変化がなく、また毎年同様の季節変動があると仮定し、前1年前の値と差 分をとることにより、季節変動を補正した。 2019/01のステップは、2018年本白根山噴火の変動による影響。

・2018年9月下旬の地震急増以降、湯釜直下の膨張を示す傾斜変動が観測されている。



図 8 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 2014 年と 2018 年の地震活動の比較、及び 2018 年の地 震活動と傾斜変動の比較

・2018年の地震活動は2014年の地震活動に比べ、地震活動が急激に活発化している。



- 図9 草津白根山 GNSS 連続観測による基線長変化(2011年1月1日~2019年2月17日)
 - ・湯釜付近の GNSS 基線長には 2018 年の火山活動活発化に伴うような顕著な変動は認められない。
 - ・①②の基線で2018 年 11 月頃より伸びの変化(図中赤破線)がみられるが、渋峠観測点の局所的 な変動の可能性がある。

領域内の最高温度の差(°C)

領域内の最高温度の差(°C)

領域内の最高温度の差(°C)







図 10 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 赤外熱映像カメラによる水釜北東噴気地帯のそれぞれの領 域(A~D領域)の最高温度(2017年9月1日~2019年1月31日)

天候不良時のデータは除去し、日射の影響のない毎03時のデータを使用している。 実線は前10日間の移動平均を示す。

・2018年の地震活動と対応するような温度変化は認められない。

草津白根山(湯釜)の火山活動に対応した火山ガス組成変化

草津白根山(湯釜)にて多成分火山ガス観測装置(Multi-GAS)による連続観測を行い、地震頻 発と地殻変動に伴う CO₂/H₂S 比の増加を捉えた。これらの観測結果の解釈の一つとして、深部 から湯釜下の流体溜まりへの火山性流体の供給が考えられる。

1. 観測手法

草津白根山湯釜火口の北山麓に設置した Multi-GAS を用いて、火山ガス組成の連続観測を行った(図 11)。測定ガス種は SO₂、H₂S、H₂O、CO₂、H₂の全5種類である。観測装置の近傍には噴気孔Eが存在する ため、測定した火山ガス組成は噴気Eの火山ガス組成を反映していると考えられる。観測は毎日1回定 時の実施の他、H₂S 濃度が 10ppm以上のガスを検出した際も随時観測を行った。1回の観測時間は1時間、 1日の最大観測回数は4回である。

2. 解析手法

火山ガスの組成比は、各ガスの濃度時系列の相関を取り、回帰直線の傾きから算出した。また、デー タ選別のため決定係数が 0.6 以上かつ H₂S 濃度差が 1ppm 以上のデータを用いて CO₂/H₂S 比を計算した。 また、センサーの感度変化の影響をセンサー交換時の校正の値を用いて補正した。Multi-GAS で観測し た CO₂/H₂S 比と 2018 年 6 月 19 日、8 月 6 日、10 月 17 日に実施された噴気Eの検知管・ガスサンプリン グの結果^[1]は整合的であるため、Multi-GAS で観測した CO₂/H₂S 比の変化はセンサー感度変化等ではなく 噴気自体の火山ガス組成の変化と考えられる。

3. 結果

図 12 に観測された CO₂/H₂S 比の時系列を示す。観測期間中、SO₂、H₂は検出されなかった。H₂O は大気中の湿度変化等による変動が大きく、相関による組成の計算が困難であった。2018 年 4 月 22 日に A 型・BH型地震の頻発が観測され、その後、傾斜計応答による火山浅部の膨張と CO₂/H₂S 比の増加が観測された(図 12)。CO₂/H₂S 比は地震頻発前後で 4 程度から 6 程度へと増加した。CO₂/H₂S 比はその後 2018 年 9 月頃まで一定で推移した。類似した火山ガス組成・地震活動・傾斜計応答の変化は 2018 年 9 月から 10 月にかけても観測され、CO₂/H₂S 比は 6 程度から 9 程度まで増加した。観測期間中、SO₂ および H₂ は検出されなかった。 CO₂/H₂S 比の変化要因は様々な可能性が考えられるため一義的な解釈は難しいが、地震活動と地殻変動と明示的な連動がある事から深部からの流体供給を反映している可能性がある。

4. 引用文献

[1] 東海大・気象研・東京大学大学院・東工大、草津白根山噴気の化学組成・安定同位体比(2014年7 月~2018年10月)、第142回火山噴火予知連絡会資料



図 11 観測点と噴気の位置。黒丸は火山ガス観測点、緑丸は水釜北東観測点(地震回数(湯釜付 近、逢ノ峰付近)計数基準点)、 黄色丸は湯釜東観測点(東エ大、傾斜計)。地図の描画に 国土地理院の電子地形図を複製した。



図 12 上段: CO₂/H₂S 比の変化。 中段: A型・BH型地震の発生回数。 下段:湯釜東観測点 (東工大)の傾斜計応答。赤線が南北成分(主軸)、青線が東西成分(副軸)を示す。

1月23日の噴火以降、噴火は発生していない。

本白根山火口付近ごく浅部の地震活動は、2018 年 12 月以降ほとんど観測さ れていない。しかし、逢ノ峰付近の地震が時々発生しており、火山活動が 再び活発化する可能性は否定できない。当面は火山活動の推移に注意する 必要がある。

〇概況(2018年9月~2019年2月17日)

· 地震活動

噴火直後に多発した本白根山火口付近ごく浅部を震源とする微小な火山性地震(BH型地震)は、2018年6月から8月にかけてと10月下旬から11月下旬にかけて発生頻度に高まりがみられたが、12月以降ほとんど観測されていない。

逢ノ峰付近を震源とする地震は、3月後半から5月前半にかけて観測されていなかったが、5月下旬と8月以降に時々発生している。

・噴気等の表面現象の状況

噴火後、鏡池北火口北側の火口列付近で、ごく弱い噴気がときどき観測されたが、 2月22日を最後に観測されていない。

· 地殻変動

GNSS 連続観測では、2018 年に入ってから、草津白根山の北西もしくは西側深部の膨 張の可能性を示唆する変化がみられているが、本白根山をはさむ基線に特段の変化は 認められない。



図 13 草津白根山(本白根山) 火山性地震の活動経過(2018 年 1 月 1 日~2019 年 2 月 17 日) ・逢ノ峰付近を震源とする火山性地震は、2018 年 8 月以降時々発生している。

・本白根山火口付近を震源とする火山性地震は、2018年10月下旬から11月下旬にかけて発生頻度に高まりがみられた。12月以降は地震の発生はほとんど観測されていない。



[・]ごく微小な火山性地震も2018年12月以降ほとんど観測されていない。



- 図 15 草津白根山(本白根山) GNSS 連続観測による基線長変化(2011 年 1 月 1 日~2019 年 2 月 17 日)
- ・逢ノ峰南東-二軒屋(防)の基線では、2018 年末頃より縮みの変化(赤破線)がみられている。これは二軒屋(防)観測点の挙動(図 18-2 参照)によるもので、火山活動による変動ではないと考えられる。
- ・青葉山西-干俣(防)の基線では、2014年と2018年に深部の膨張によると考えられる変動(青矢印) がみられる。

草津白根山



図 16 草津白根山 日別地震回数(1978年1月1日~2019年2月17日) ・地震活動は、2002年頃から徐々に高まっており、2011年以降は増減を繰り返している。



図 17 草津白根山 一元化震源による深部低周波地震活動(2000年1月1日~2019年1月31日)

・深部低周波地震は、草津白根山の東山麓に分布している。

・最近では、2010年、2014年、2016年、2018年にまとまって発生している。

第143回火山噴火予知連絡会



図 18-1 草津白根山 GNSS 各観測点の変動(2013 年 1 月 1 日 ~ 2019 年 1 月 29 日)(長野(国)固定) (国)国土地理院 (防)防災科学技術研究所 黒線は 10 日間の移動平均 地震やアンテナ交換等によるステップ,季節変動,長野栄(国)のトレンドを除去した. 嬬恋(国)は、浅間山の膨張性地殻変動の影響を受けている。

・2014 年から 2015 年にかけて、草津白根山の北西~西側の深部の膨張を示唆する変化が観測された(図 中の青矢印)。それと類似した変化が 2018 年に入ってから、幾つかの観測点で確認できる。



図 18-2 草津白根山 GNSS 観測による各観測点の変動(2017 年 1 月 1 日~2019 年 2 月 17 日) (図 18-1 の時間軸を拡大したもの)

^{・2014} 年から 2015 年にかけてみられた変化と類似した変化(図中の青矢印)が 2018 年に入ってか ら幾つかの観測点でみられていたが、10 月頃から停滞している。



図 19 草津白根山 GNSS 観測点



図 20 草津白根山 一元化震源による周辺の地震活動(2000年1月1日~2019年1月31日) a-a' は図 21の断面方向を示す

- ・2011 年3月11日の東北地方太平洋沖地震後、草津白根山の北西から北にかけての地震活動が活発 化している。
- ・2018年6月頃からC領域、10月頃からB領域の地震活動が高まった。B領域は12月以降、静穏に 経過しているが、C領域は減少しつつも継続している。



・2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震後、草津白根山の北西から北にかけての地震活動が活発化した。

・2014年、2017年、2018年に北西側の地震活動の活発化がみられている。

・2014年、2018年に草津白根山の北西~西側の深部の膨張を示唆する地殻変動が観測された。



- 図 22 草津白根山 草津白根山の北西及び西側の震源分布(2018年10月27日~12月7日) 右図は震源計算に用いた観測点を合わせて表示している。なお、震源計算に当たっては、東エ大の観測点及び防災科 学技術研究所の観測点のデータも使用させていただいた。
- ・2018 年以降みられている草津白根山の北西側の地震活動の詳細な震源を調査するために、七味温泉付 近に現地収録の地震観測点を設置した。
- ・一元化震源では、北西側及び西側いずれのクラスタも北西-南東の直線状に分布しているが、臨時観 測結果では、比較的狭い領域に震源が集中している。



図 23 草津白根山 臨時観測による震央分布(図 22 の右の震央を地理院地図にプロットしたもの)

第143回火山噴火予知連絡会







草津白根山

28

国土地理院 数値地図 50mメッシュ(標高)使用

小さな白丸(O)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、(工):東京工業大学、(関地):関東地方整備局 気象庁

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 草津白根山における SAR 干渉解析結果

長期ペアでは湯釜付近と湯釜北西で衛星視線方向短縮、鏡池付近で衛星視線方向伸長 の位相変化が認められる。短期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。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された草津白根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。

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
19-2880(SM1_U2_7)	南行	右	36.1°	2014.10.28	2018.11.06	第1図-A
				2017.11.07	2018.11.06	第1図-B
				2018.08.14	2018.11.06	第2図

表1 干渉解析に使用したデータ

2. 解析結果

長期ペア(2014年10月28日-2018年11月6日)では、湯釜の北西で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

長期ペア(2017年11月7日-2018年11月6日)では、湯釜付近で衛星視線方向短縮、 鏡池付近で衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

短期ペア(2018 年 8 月 14 日-2018 年 11 月 6 日)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、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。





第1図 草津白根山周辺の長期ペアによる干渉解析結果

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。図 A では湯 釜北西で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。図 B では湯釜付近で衛星視線方向短縮、鏡池 付近で衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。



第2図 草津白根山周辺の短期ペアによる干渉解析結果

凡例は第1図と同じ。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

草津白根山(湯釜付近)における地磁気全磁力変化

湯釜周辺では、2018 年 4 月頃から温度上昇を示唆する全磁力変化を示していたが、その変化 は 2018 年 7 月末頃から停滞している。

草津白根山(湯釜付近)における2019年1月までの地磁気全磁力変化について報告する。 2014年5月から6月の湯釜近傍地下の温度上昇を示唆する変化は2014年7月以降停滞し、2016年 夏頃から温度下降を示す変化が継続していた。

2018年に入り、4月下旬頃から温度上昇を示唆する消磁傾向の変化を示していたが、その変化は2018年7月末頃から停滞している。

第1図に草津白根山における全磁力連続観測点の配置図を、第2図~第4図に八ヶ岳地球電磁気観 測所(東京大学地震研究所、草津白根山から南方約 62 km)で観測された全磁力値を基準とした、全磁力連続観測点の全磁力変化を示す。



第1図 草津白根山の全磁力観測点配置図 ■:連続観測点(新P,Q,R) □:連続観測点(P: 2012 年 5 月観測終了)

資料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)」(承認番号平 29 情使、第 798 号)および同院の地理院地図、また道路(破線)の記載には「国土数値情報(道路データ)国土交通省」を使用



第2図 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び日別地震回数(1990年~2019年2月4日)





第2~4図とも、連続観測点P、Q、Rおよび新Pにおける八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学地震研究 所)(Y)との全磁力の夜間(00:00~02:59(JST))日平均値差。図の最下段に草津白根山で観測された日別 地震回数を示す。

草津白根火山の地殻変動と熱活動

2014年3月から継続していた湯釜直下の単調な膨張を示す傾斜変動は、2015年10月以降は収縮と解釈 できる変動に転じた.その後、2018年4月と9月の群発地震に対応して、再び湯釜付近の膨張に対応する と思われる傾斜変動が観測されている.ただし、2018年以降に認められる傾斜変動は、2014年に認められ た等方的変動とは異なり、非等方的に見える.



図 1. ボアホール型傾斜計 3 点の変動(季節変動・気圧応答・長野県北部地震時ステップ・潮汐を補正したもの). 2014 年 1 月 1 日~2019 年 2 月 19 日の日値.



図2. 2018年11月1日を基準として2019年2月19日時点の相対傾斜を地図表現したもの。用いたデータは図1に示したものである。ここで季節変動補正には、火山活動が活発化する前の季節変動を平均した波形を用いている。2018年11月以降、KSSに北下がりの変動が認められるが、例年、冬季のKSSには北下がりの変動が進行する。本年については、その補正が妥当でないのかも知れない。

草津白根山



図 3. 防災科研干俣基準の上下変動(協力・京都大学大倉敬宏). 湯釜周辺の GNSS 観測によれば, 2014 年に認められた湯釜周辺の隆起は, 2015 年は停滞もしくは沈降に転じた. その後も目立った変動は認められない.



図 4. 湯釜火口湖の水温.赤線:実際に観測された水温,灰色線:2009~13年に測定された毎年同一日の水温を平均し,各日付について表示したもの.青色:湯釜局舎で測定された気温.2014年5月以降,湯釜水温は平年よりも数C高い状態であったが,2016年8月以降は平年値付近で推移してきた.その後,顕著な群発地震が発生した2018年4月前後,および10月前後の水温はやや高く見えるが,2014年頃のように顕著ではない.

草津白根山

草津白根火山西方で発生した地鳴りを伴う地震活動

草津白根火山西方に臨時地震観測点を設置するとともに、地元住民に依頼し、地鳴りが聴こえた時刻を記録して頂いた.この期間(2018年11~12月)、多くの場合、地鳴り報告のあった±1分以内に近隣で地震が発生していることが確認できた.

地鳴りを伴う地震のうち,規模が比較的大きな23個について震源決定した.いずれの震源も3つの狭い 領域に求められた.最も草津白根山に近いクラスタでも,湯釜から11km以上離れている.このほか,志 賀高原の鉢山(最後のマグマ噴火は10ka)直下にも,地鳴りを伴う地震活動が見いだされた.

今回の活動は、周辺地質に加えて、地震規模や震源深度との位置関係が特徴的であったのだろう. すなわち、地表面では揺れを感じないのに、地鳴りだけが聴こえるイベントが多発した. そのため、地鳴りに関する報告が多く寄せられたと考えられる.



図. 草津白根火山西方における地震活動. 2018年11月4日~12月3日において,地元住民が地鳴りを聴いたと報告 した時間の±1分以内に発生した地震の震源を示す. 黄色は11月前半,赤色は同後半に発生した地震,黒四角は地震観 測点である. 震源決定にあたり,走時残差がより小さくなる水平成層構造を仮定した. 三沢山(高山村)周辺の地震活動 は11月上旬以降衰退したが,それ以後も紫子萩山の南西方面(須坂市)では散発的に活動が継続している. 本解析には 防災科学技術研究所の地震波形データも使用させて頂きました. 観測機材準備や現地作業にあたり,東北大学のはじめ として,防災科学技術研究所,気象研究所,北海道大学,および秋田大学からご支援を頂きました. ここに記して厚く御 礼申し上げます. 作図には国土地理院数値地形図を使用しました. 臨時観測点の一部は文部科学省次世代火山研究推進 事業により整備されました.

草津白根山


草津白根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。

KSHV=地震計	(短周期・広帯域)、	傾斜計、	気圧計、	温度計、	雨量計、	GNSS
KSNV=地震計	(短周期・広帯域)、	傾斜計、	気圧計、	温度計、	雨量計、	GNSS
KSYV=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

○ 地殼変動

図1は傾斜計設置以降の変動記録、図2の GNSS 基線長解析結果である。以前報告していた 2018 年4月下旬頃からの KSHV と KSNV 間の基線長の伸びは、7月頃より縮み方向に変化した。 このような変化は、毎年融雪時に出現する季節的な変化と考えられる。

一方、干俣観測点(KSHV)の傾斜計の記録(特に、EW成分)は、2013年設置当時から約1年 かけて東下がりを示していた。その後、2017年5月頃までは大きな変化は無かった。しかし、 2017年6月頃から2019年1月末までの1年半の期間で、顕著な西下がりの傾向が継続してい る。従来考えていた降雨の影響だけとは考えにくく、今後注意深く見ていきたい。





防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、 2018 年 09 月 19 日 - 2019 年 01 月 31 日の地殻変動【長野栄(0982)固定】

図2 草津白根山周辺 V-net 及び国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果







図3 防災科研3観測点と、KSHV-GEONET 草津観測点(0591)、KSHV-GEONET 嬬恋観測点(0221) の基線長変化(2014/04/01~2019/01/31)

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
	草津白根山干俣		2012/3/26	2周波観測開始
	(KSHV)		2016/1/20~2/13	機器異常による欠測
	古浄ウ相小ー和島		2014/11/25	2周波観測開始
			2015/1/15~	~ 净层回始 不 理
			2015/4/17	通信凹脉个詞
	古法白田山公识店		2015/1/19	2周波観測開始
			2017/12/29~	機器用台にとる方測
			2018/1/12	成 希共 市 しよ の 入 次

草津白根山





草津白根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

点番号	点名	日付	保守内容
960591	草津	20150617	受信機交換
020982	長野栄	20150201	アンテナ交換

国土地理院・気象庁



※[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・気象庁



※[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・気象庁



国土地理院・気象庁



草津白根山周辺の地殻変動(水平:3か月)



基準期間:2018/10/27~2018/11/05[F3:最終解] 比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]

☆ 固定局:中之条(020954)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山

草津白根山周辺の地殻変動(水平:1年)

○ 回足向: 千之未 (020334)



47

国土地理院



判読)ノイズレベルを超える変動は見られません。





	(a)			
衛星名	ALOS-2			
	2018/08/14			
	2018/11/06			
観測日時	11:50 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	37.5°			
偏波	HH			
垂直基線長	- 268m			
*U: 高分解能(3m)モード				



○ 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 草津白根山 国土地理院では、平成30年1月23日 に噴火した草津白根山の火山活動へ の対応として、高精度火山標高デー タを用いて噴火前後の詳細な火山地 形を平成31年1月21日に地理院地図 から公開した。

データ緒元	噴火前	噴火後
計測年月日	平成27年7月11日	平成30年8月18日
作業計画機関	利根川水系砂防事務所	国土地理院
DEMの分解能	1m	1m



噴火前の赤色立体地図(公開済み)



噴火後の赤色立体地図(公開済み)



噴火前後の地形変化量(公開予定)



噴火前の本白根山周辺赤色立体地図

- <噴火前後の比較から分かること>
- ・火山活動に伴う火口地形変化を確認できる。 (黄色丸:明瞭な地形変化箇所)
- ・噴火後に沈下した火口を確認できる。
 (地点A~C)
- ・地点Aでは、沈下した火口部周辺に火山 活動に伴う堆積物と思われる地形変化が 確認できる。

赤色立体地図は、アジア航測株式会社の特許(第367 0274号等)を使用して国土地理院が作成したものです。

吾妻山

(2019年2月10日現在)

2018 年5月頃から大穴火口周辺の隆起・膨張を示す地殻変動が継続して いる。7月22日の火山性微動発生以降、地殻変動の変化率が増加するとと もに、火山性微動が繰り返し発生し、大穴火口付近浅部の地震活動が活発化 している。火山ガスの組成比(二酸化硫黄/硫化水素)上昇や地熱域の拡大 も観測されている。火山活動の高まった状態が継続しており、今後、小規模 な噴火が発生する可能性がある。

大穴火口から概ね 1.5km 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。

また、大穴火口の風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石、火山 ガスに注意が必要である。

平成 30 年 9 月 15 日に火口周辺警報(噴火警戒レベル2、火口周辺規制) を発表した。その後、警報事項に変更はない。

〇概況(2018年10月24日~2019月2月10日)

大穴火口付近浅部を震源とする火山性地震は、2018 年 8 月中旬頃から増減を繰り返し ながら多い状態で経過している。11 月から 12 月頃にかけて低周波地震が増加し、12 月 中旬頃からは調和型地震の割合が増えている。10 月中旬以降、観測点間の振幅比(浄土 平 /吾妻小富士東)や初動到達時間差から震源がより浅くなったことが示唆される。

2018年10月から11月頃にかけて火山性微動の増加がみられた。

浄土平観測点での傾斜観測と山体ならびに周辺のGNSS連続観測では、大穴火口付近を 中心とする山体膨張を示す変化が2018年5月頃から継続している。浄土平観測点でみら れる大穴火口方向隆起の傾斜変動は、12月上旬頃からわずかな鈍化が認められるが、現 在も隆起傾向を維持したまま推移している。そのなかで、8月以降、数分から数日間ま で様々な継続時間をもった傾斜イベントが継続して発生し、大穴火口付近の地下浅部で 発生する長周期地震(周期10秒程度)や火山性微動・低周波地震と同期した短期的な傾 斜変動も断続的に発生しており、熱水活動の活発な状態が続いていると考えられる。

2018年7月下旬頃から火山ガスの組成比(二酸化硫黄/硫化水素)が上昇し、9月以降は高い値で推移している。深部からの高温火山ガス供給が続いていることが示唆される。

大穴火口周辺に設置している全磁力観測装置による観測では、観測を開始した2015年 11月以降、大穴火口北西の地下の温度上昇による熱消磁域の拡大に伴う全磁力変化が継 続していたが、2018年9月以降、更に進んでいることが示唆される。

監視カメラによる観測では、大穴火口(一切経山南側山腹)の噴気の高さは概ね 100 m以下で経過した。また、東吾妻山山頂に設置した監視カメラ(2018 年 10 月 26 日運用 開始)による観測では、大穴火口北西で弱い噴気が認められた。

浄土平3監視カメラの熱映像データの解析では、2018年10月中旬頃から大穴火口及び その周辺で地熱域の拡大が認められる。

この資料は気象庁のほか、国土交通省東北地方整備局、国土地理院、東北大学、国立研究開発法人防災科 学技術研究所、公益財団法人地震予知総合研究振興会のデータを利用して作成した。

50



- 図1 吾妻山 傾斜変動と火山性地震タイプ別地震活動経過図(2018年5月~2019年2月10日) ・2018年12月上旬頃から大穴火口方向隆起の傾斜変動の変動率が7月以降の定常的な変動率より もわずかに鈍化している(青矢印)。
 - ・10月中旬以降、振幅比(浄土平/吾妻小富士東)の大きな地震がみられるようになり、初動到達時間差の傾向にも変化がみられ、これらから震源が浅くなったことが示唆される。





- 図2 吾妻山 火山性地震タイプ別初動到達時間差比較(2018年5月~2019年1月31日)
 - ・領域Aではすべてのタイプの地震が発生している。
 - ・領域Bで発生している地震の多くはBH型で、2018年10月上旬以降、活動は低調である。
 - ・地図の地震発生領域A、Bは、初動到達差や近傍の観測点のみを使用した震源計算から推定される およその地震発生領域を示す。

52





図3 吾妻山 浄土平及び沼尻山甲観測点における傾斜変動 (2012 年 1 月~2019 年 2 月 10 日、時間値)

 ・2014年から2015年にかけての活動や今回(2018年から2019年)の活動時に浄土平観測点では西上がりの変動がみられる(黒矢印)。また、距離の離れた安達太良山沼尻山甲観測点においても、 吾妻山の活動に伴う北上がりの変動がみえている可能性がある(黒点線矢印)。

- ・センサー埋設深度:98m(振り子式)
- ・グラフの灰色部分は欠測を示す。

謝辞

本図で使用した降雨及び融雪の影響の除去に関する研究は新潟大学 災害・復興科学研究所共同研究費(2017-18)の助成によって行われた。 ここに記して御礼申し上げます。

53





- ・〔〕は火山性微動を示す。
- ・青矢印は、火山性微動の発生前後に観測された傾斜変動を示す。
- ・2018 年5月以降の活動と比較して、火山性微動の発生前後に観測される傾斜変動に大きな変化は みられない。



・2018 年5月頃から、大穴火口を囲む基線で伸びの変化が認められる(青矢印)。

・2014年から2015年の活動活発化の際にも傾斜変動及びGNSS基線長で同様の変化がみられている(緑矢印)。

・2013 年 1 月以降のデータの解析方法については、使用暦(IGU 暦→IGS 暦もしくは IGR 暦)、セッション長(3時 間→24 時間)等の変更を行っている。

・①~⑥は図5の GNSS 基線①~⑥に対応している。 ・グラフの空白部分は欠測を示す。

※冬期には、原因不明の局地的な変動がみられることがあり、凍上やアンテナへの着雪等の可能性が考えられる。



図7 吾妻山 GNSS 及び傾斜計による変動源推定(2018年7月22日~2019年2月3日)
 ・GNSS の水平変位及び傾斜変動から2つの球状圧力源を仮定すると次のように推定された。
 浅部:海抜高度1200m、体積変化量1.6×10⁵ m、体積変化率8.2×10² m/日
 やや深部:海抜高度-1500m、体積変化量1.2×10⁶ m、体積変化率5.6×10³ m/日
 ・一切経山南山腹観測点の2019年1月以降のデータは凍上の影響を補正している。



- 図8 吾妻山 GNSS 及び傾斜計による期間別変動源推定(2018年7月22日~2019年2月3日)
 - ・図7の期間を3つに区切って推定した結果、直近期間(③)のやや深部の変動源の体積増加率に鈍化傾向がみられた。
 - ・左図のエラーバーは、計算値と観測値との残差2乗和が最適値の2倍以内に収まる範囲を示し、右上下 図のエラーバーは、左図のエラーに対応する体積変化量の範囲を示す。エラーバーがマーカーの下に隠 れている場合がある。
 - ・球状圧力源の場合、一般に変動源が浅く推定されると体積変化量が小さく推定されるが、変動源の海抜 高度について②期間のやや深部のエラーバーの上限と③期間の同エラーバーの下限が共に-900mでほぼ 同じであるのに対し、それに対応する体積増加率が②→③で 1/2 程度減少していることから、推定した モデルを前提とすると体積増加率の減少は確からしいと考えられる。
 - ・GNSS では、示した日付の±7日の計 15 日間の平均を使用している。
 - ・一切経山南山腹観測点の2019年1月以降のデータは凍上の影響を補正して推定した。



図9 吾妻山 火山ガス及び火山性微動・地震の状況(2015年11月~2019年1月31日)

・大穴火口の北西に設置している火山ガス観測装置による観測では、2018 年7月下旬頃から噴気に含まれる二酸化硫黄(SO₂)と硫化水素(H₂S)の組成比(SO₂/H₂S)が上昇し、9月頃以降高い値を維持している。深部からの高温火山ガス供給が続いていることが示唆される。

・2018 年6月5日にセンサー交換を実施(水色線)。それ以前のデータは校正結果を用いてセンサー感度の補正をしている。センサー交換以降のデータは補正をしていないため、今後補正の結果値が変わる場合がある。

・灰色部分は欠測を表す。

大穴火口4+

国土地理院 数值地図

50m メッシュ(標高)使用



- 図 10 吾妻山 全磁力連続観測点で観測された全磁力変動(2015 年 11 月~2019 年 1 月 31 日) ・大穴火口の北東約6kmにある参照点で観測された全磁力値を基準とした場合の00:00から02:59(JST) での日平均値を示す。
 - ・2018年9月以降、観測点大穴火口1では全磁力の増加の速度が大きくなっている一方、観測開始以降 ほとんど変動が見られなかった観測点大穴火口5で全磁力の減少傾向が目立ってきた。

2016-01

2016-07

2017-01

2017-07

2018-01

2018-07

2019-01

- ・2018年10月以降、観測点大穴火口4では全磁力の急激な減少が観測されている。
- ・緑破線で示す観測点大穴火口4における全磁力変動は、磁力計検出器を再設置したことによる人為的 な変動を示す。

59

・左図は観測点配置図で、赤破線で示す領域は大穴火口、橙色の領域は地熱域を示す。



7

1600

200 m

- 図 11 吾妻山 2018 年8月~2019 年1月の期間に観測 された全磁力変化を説明するために推定された 等価磁気双極子モデル
 - 熱消磁を表す強度 1.5×10⁷ Am²のモーメントを持つ磁 気双極子が、大穴火口北西の地熱域付近の地下約 450m の位置に推定された。



図 12 吾妻山 浄土平3監視カメラ(熱映像)による大穴火口周辺の地熱域の状況 ・大穴火口周辺(緑枠、赤枠、桃枠及び青枠)及び大穴火口北西(橙枠)で2018年10月中旬頃 から地熱域の拡大が認められた。



- 図 13 吾妻山 監視カメラによる大穴火口周辺の地熱域の経過(2017年8月~2019年2月7日)
 - ・①及び②では、各領域(図12の枠線)の最高温度と非地熱域(黒枠)の平均温度との差を算出。
 - ・③、④及び⑤では、各領域(図12の枠線)毎に非地熱域の平均温度より5度以上高い領域の面積を 算出。数値が大きいほど、熱異常域の面積が拡大していることを示す。
 - ・大穴火口周辺(緑丸、赤丸、桃丸及び青丸)及び大穴火口北西(橙丸)で2018年10月中旬頃から
 地熱域の温度上昇及び拡大が認められる。
 - ・グラフ中の点の色は図12の枠線の色に対応。
 - 60



図 14 吾妻山 まとめの火山活動経過図(2011年1月~2019年2月10日)

- ・青矢印は火山活動による変化を示す。大穴火口付近の隆起・膨張を示す地殻変動が継続しているなか、
 火山性微動が繰り返し発生し、大穴火口付近浅部の地震活動が活発化している。
- ・観測されている現象がどれも火山活動の活発化を示すようにみられることから、火山活動が高まった 状態はしばらく継続すると考えられる。



図 15 吾妻山 各観測から得られたソースの重ね合わせ図



- 図 16 吾妻山 大穴火口周辺の噴気の状況及び地表面温度分布 ・左上図:大穴火口の東南東約 500mに設置されている浄土平監視カメラ(東北地方整備局)の映像 (1月13日10時50分頃)。
 - ・右上図:大穴火口の東南東約500mに設置されている浄土平3監視カメラの熱映像(1月13日)。
 - ・左下図:福島市上野寺(大穴火口から東北東約14km)に設置している監視カメラの映像(1月13日)。
 - ・右下図:大穴火口の南西約2.5kmに設置されている東吾妻山山頂監視カメラの映像(12月22日)。
 - ・赤丸で囲んだ部分が大穴火口北西側火口壁の噴気で、この時観測された噴気の高さは 200m。
 - ・桃破線で囲んだ部分が大穴火口北西の弱い噴気である。



図 17 吾妻山 観測点配置図 小さな白丸(O)は気象庁観測点位置、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。 左図の四角囲みは右図の表示範囲を示す。 (東地):東北地方整備局 (国)国土地理院 (東):東北大学 ※東吾妻山山頂:2018 年 10 月 26 日運用開始。

気象庁

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

大穴火口付近で衛星視線方向短縮の位相変化が認められた。その変動は 2018 年 10 月 以降加速し、範囲の拡大が認められた。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された吾妻山周辺のデータについて干渉処理を行い、圧力源推定を試みたので報告する。

2. 解析データ

解析に使用したデータを第1表に示す。

表1 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
				2017.06.29	2018.06.28	第1図-A
18-2860(SM1_U2_8)	南行 右	右	39.6°	2017.09.07	2018.10.18	第1図-B
			2017.11.30	2018.11.29	第1図-C、第2図	
126-740(SM1_U3_12)	北行	右	50.6°	2018.06.08	2018.12.07	第1図-D、第2図

3. 解析結果

北行軌道(パス18)では、2017年6月29日-2018年6月28日のペア(第1図-A)でノ イズレベルを超えるような位相変化は認められなかったが、2017年9月7日-2018年10月 18日(第1図-B)及び2017年11月30日-2018年11月29日(第1図-C)のペアでは大穴 火口付近で衛星視線方向短縮の位相変化が認められた。その最大変動量は約4cmから約9cm に増加しており、位相変化の範囲も拡大していることから、少なくとも2018年10月-11 月にかけて火山活動に伴う地殻変動が急速に進行したと推定される。また、南行軌道(パ ス126)においても同様に大穴火口付近で衛星視線方向短縮の変動(最大約5cm)が認めら れた。

第2図及び表2に、MaGCAP-Vを用いて、球状圧力源(茂木モデル)を仮定した推定結果 (パス18(2017.11.30-2018.11.29)及びパス126(2018.6.8-2018.12.7))を示す。どち らのペアも大穴火口の北西、標高1500m(地下約300m)付近に10⁴m³オーダーの体積増加を 仮定することで位相変化を説明できることがわかった。

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。また、一部のデータは緊急観測されたものである。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。



白三角印は山頂位置、丸印は GNSS 観測点、四角印は傾斜観測点を示す。A の白破線丸は大穴火口の位置を示している。A ではノイズレベルを超えるような変動は認められないが、B では最大約 4cm、C では最大約 9cm、D では最大約 5cm の衛星視線方向短縮の位相変化が大穴火口付近で認められる。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。



上段はパス 18、下段はパス 126 の結果。左(A と D)は 37.733N,140.25E を中心とした基本長 50m, 倍率 1.05,角度 10 度で放射状に最近隣内挿法でリサンプリングした位相変化分布、中央(B と E) は推定された圧力源に伴う位相変化分布、右(C と F)は観測値とモデルの残差。

3、6、3、11,11,11,11,11,12,11,12,11,12,11,12,11,12,11,11	笠木モデル)を仮定した体積変化量の推定結果(位置と体積変化量)
---	--

使用したデータ	緯度(deg)	経度(deg)	標高(m)	体積変化量(m ³)
2017.11.30-2018.11.29	37.727	140.246	1504.6	4.59×10^{4}
2017.06.08-2018.12.07	37.726	140.246	1556.5	2.57×10^{4}

吾妻山の土壌ガスと地殻変動観測

吾妻山の土壌ガス連続観測によると、2018年8月頃から放出率が増大している可能性がある. また、光波測距観測でも、2018年8月頃から大穴火口が膨張する傾向が見られていた.

吾妻山の八幡焼(大穴火口南方0.3km)に, 土壌ガス観測の連続装置を設置し, 二酸化炭素 (CO₂)の放出率観測を開始し, 2018年11月までデータを取得した. 降水等の影響を評価できてい ないが, 2018年8月頃から放出率が増大している可能性がある.

また,2016年10月から開始した繰り返し光波測距観測によると,2018年8月頃から大穴火口が 膨張する斜距離変化が観測された.



図1 吾妻山観測点配置図

星印(GAS)は土壌ガス連続観測点.四角(JOD)は光波測距機械点,丸印(M2~4)は反射点.



図2 土壌ガス観測点 左:土壌ガス装置正面から、後ろに一切経山大穴火口、右:土壌ガス装置背面から内部、

土壌ガス連続観測

2017年10月に大穴火口南方約0.3kmの場所にチャンバー式の土壌ガス連続観測装置を設置し (図1,2),二酸化炭素(CO₂)および硫化水素(H₂S)の放出率の他,土壌温度(30cm深)や各種気 象要素の毎時測定を開始した(図3).

土壌ガス放出率はチャンバーの動作不良のため、2018年5月頃まで欠測が多い. それ以外の 要素の欠測は少ない. H₂Sはほぼ放出率がゼロであったが, CO₂は2018年8月頃から増大し, 放 出率が高い状態が続いた(2018年11月13日以後のデータは未回収). ただし, 降水等の影響や, 火山起源以外の季節的な変動の影響は不明であり, 今後評価を行う予定である.



B:鷲倉アメダス(土壌ガス観測点の南約6km)の降水量.

C:30cm深の土壌温度.2018年3月の高温値の原因は不明.

光波測距観測

2016年10月から,浄土平から大穴火口周辺に設置した反射点までの斜距離の繰り返し観測を 開始した.その結果,2018年8月頃から大穴火口が膨張する斜距離変化が観測された(図4,表 1).



図4 吾妻山大穴火口周辺の斜距離変化(2016 年10 月~2018 年11月) 機械点JOD(浄土平)から大穴火口周辺反射点(M2,3,4)までの斜距離の繰返し観測結果. 2018年8月頃から大穴火口が膨張する斜距離変化が観測された.斜距離の気象補正には, 気象庁メソ数値予報モデルの客観解析値(MANAL)を用いた(高木・他, 2010). 2018年5月頃までの斜距離の短縮は,吾妻山周辺の短縮の場を反映しており,気象庁の GNSS観測結果と整合している.

表1 吾妻山大穴火口周辺の斜距離変化(2016 年10 月~2018 年11月)

JOD -	M2 (m)	M3 (m)	M4 (m)
2016/10/25	567.487		
2017/5/9	567.483	913.039	750.106
2018/5/16	567.469	913.023	750.091
2018/8/22	567.467	913.030	750.088
2018/11/12	567.457	913.037	750.069

吾妻山の地震活動

【概要】

- ・ 吾妻山では, 今期間, 火山性地震の活動が比較的活発であった. 発生した火山性地震の震源は概ね 大穴火口付近直下の標高 0~1300 m 程度である.
- ・ 2018 年 8 月中旬以降,大穴火口直下浅部において長周期地震(卓越周期約 10 秒)が断続的に発生した.この長周期地震の発生に前後して,大穴火口方向が傾き下がる過渡的な傾斜変動及び高周波成分の卓越した連続振動が観測された.これらの変動源の深さは標高 1200~1500 m 程度と推定される.
- ・2018 年 12 月以降, 複数のスペクトルピークを呈する低周波地震とB型地震の連続発生及びそれに伴う 傾斜変動が断続的にみられた.



図1. 長周期地震とそれに伴う傾斜変動・高周波振動の例: 2018年11月27日17時20分.

(a) 気象庁浄土平観測点 V.AZJD における傾斜記録(東西成分).(b) 気象庁蓬莱山東平観測
 点 V.AZHH における広帯域地震計上下動速度波形.(c) 地震計特性を補正して得られた
 V.AZHH における上下動変位.(d) (c)をもとに計算した並進動が仮想傾斜計出力に及ぼす影響.

大穴火口近傍浅部において約 10 秒間の膨張とその後数百秒かけて進行する収縮が発生したと考 えられる.大穴火口方向が隆起するセンスを示す中長期的な傾斜変化とは異なり,この短時間の傾 斜変動は同方向が傾き下がるセンスであり,浅部における圧力増加の部分的な解消プロセスを反 映していると考えられる.このようなイベントは,2018 年 8 月中旬以降,断続的に観測された.

11月以降に観測された傾斜変動は、2018年9月頃のもの(第142回噴火予知連絡会・東北大学資料及び本資料の図 2)と形状が異なるが、その原因は膨張相の周波数成分の差による傾斜計の応答の違いで解釈できる.

なお,(d) は並進動の水平成分に対する応答を評価すべきであるが,準静的な変動であること,(a) と (b)-(d) が同一地点における観測ではないことから,振幅のオーダーと波形形状に着目するため 上下動変位を使用した(幾何的には,(d) に振幅を 0.5~0.6 倍した振幅が(a) に相当する).



図 2. 図1と同じ. ただし、2018年9月12日20時50分に発生したイベントの例.

図1に例示した11月以降のイベントに比ベイベント開始部の膨張相が短周期成分をより多く含むため、(d) に示すように傾斜計出力に並進動が与える影響が異なる.このため、(a) の傾斜変動の形状は図1(a) と一見異なってみえるが、図1、2ともに、大穴火口付近浅部(標高1200~1500 m)で発生する約10秒間の膨張とその後数百秒かけて進行する収縮を示している.



図3. 低周波地震とB型地震の連続発生及びそれに伴う傾斜の例:2019年1月4日13時11分. (a) 気象庁 V.AZJD 及び東北大学浄土平北アレイ観測点 TU.JA1 における上下動速度波形 (b) 気 象庁 V.AZJD の傾斜計及び気象庁 V.AZHH の広帯域地震計で記録された傾斜記録. 2018年12月上旬以降,複数のスペクトルピークを呈するハーモニックな低周波地震(卓越周波数 約2Hz)と B型地震が10秒以下程度の間隔で連動して発生する現象が断続的にみられた.これ らの現象も、大穴火口方向上がりの微小な傾斜変動を伴うことが多い.



図 4. 連続して発生する低周波地震とB型地震の発生時刻差の頻度分布.

図3に例示したような連続して発生する低周波地震とB型地震の発生時刻差は、概ね10秒以下である.2019年に発生したイベントの時間差は、2018年のものに比べやや大きい傾向がある.





東北大学吾妻観測点 (TU.AZM) と 気象庁V.AZJD, V.AZMA 観測点の上下動成分を用いた結果. 最下段は, 鷲倉地域気象観測所における日別降水量.年周変動が卓越するが, 2018 年は例年と やや異なる変化がみられるものの, 今後精査が必要である.

72



図 6. 吾妻山大穴火口周辺の地震観測点配 置図.

青及び黒の四角・三角は,それぞれ東北大学, 気象庁の定常観測点を示す.

赤の四角・三角は,2015 年度設置の東北大学 機動観測点(TU.JDD, TU.USG, TU.UBG は現 地収録型).

四角,三角はそれぞれ短周期地震計,広帯 域地震計の観測点を示す.

吾妻山
【概要】

2018年4月1日から2019年1月31日までのGNSS稠密観測により得られた地殻変動において、一切経山付近を中心とする放射状の水平変動及び隆起傾向が見られる. 点圧力源を仮定すると大穴火口の西側約0.3km, 深さは約1.4 kmの位置に推定された. 体積変化量は7.5×10⁵㎡である.



図1. 吾妻山周辺のGNSS連続観測点における2018年4月1日~2019年1月31日までの変位分布. 2015年7月1日 から2018年3月31日までの期間の各観測点の座標時系列を,対数,1次及び年周・半年周の各関数の和で 表される関数で近似して残差を求め,それらに遮断周期90日の低域透過フィルターをかけて計算された 2018年4月1日から2019年1月31日までの変位を黒矢印(水平成分)と黒棒(上下成分)で表示した. (a) は水 平成分, (b) は上下成分を示す. 一切経山付近を中心とする放射状の水平変動及び隆起傾向が見られる. 点圧力源を仮定すると,大穴火口の西側約0.3km(赤丸),深さ約1.4kmの位置に推定された. 体積変化量は 7.5×10⁵m³である. モデルから計算された変位を白矢印と白棒で示す. [解析には気象庁及び国土地理院 のGNSS観測データを使用した. 地形図の作成には国土地理院発行の数値地図を使用した.]

東北大

73



図2. 吾妻山周辺のGNSS連続観測点における座標値の時系列(2016年2月1日~2019年1月31日). GIPSY/OASYS-IIの精密単独測位法による日毎の解析結果を対数,1次及び年周・半年周の各関数の和で 表される関数で近似して得られた残差を示す.右から東方向,北方向,上方向の成分を示す.近似関数の 各係数の推定には2015年7月1日から2018年3月31日までの期間を使用した.これに遮断周期90日のローバ スフィルタをかけて灰色の期間(2018年4月1日~2019年1月31日)の変位を求め,図1に示した.[解析には 気象庁及び国土地理院のGNSS観測データを使用した.地形図の作成にはSRTMデータを使用した.]

74

吾妻山

吾妻山周辺では、2018年5月頃から山体の膨張を示す地殻変動が見られています。



吾妻山周辺の各観測局情報

-			
点番号	点名	日付	保守内容
940040	山都	20150214	アンテナ交換
950198	米沢	20151008	伐採
960559	猪苗代2	20150813	受信機交換
		20161214	受信機交換
020936	福島2	20161213	受信機交換
07S067	S吾妻小富士	20141031	伐採
		20150609	受信機交換
		20151016	受信機交換
950200	福島	20171030	受信機交換

国土地理院・気象庁





J345

裏磐梯高原

J347

西磐梯2

公 950200

福島

計算期間:2015/12/01~2016/12/01

基準期間:2018/10/27~2018/11/05[F3:最終解] 比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]

50'

40'

兎玊

J331

髰

20′

960⁵560 二本松

J326

幕川温泉

J333

母成2

960559

猪苗代2



吾妻山周辺の地殻変動(水平:1年) ー次トレンド除去

10'

基準期間:2018/01/27~2018/02/05[F3:最終解] 比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]

140°

計算期間:2015/12/01~2016/12/01

1 cm

国土地理院・気象庁

30′



☆ 固定局:福島(950200)



吾妻山周辺の地殻変動(水平:3か月) ー次トレンド除去

J324 板谷 词327 _{国美山} 净土平 J328 子下富士 J328



吾妻山周辺GEONET (電子基準点等)による連続観測基線図

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(短期)

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(長期) 期間: 2014/01/01~2019/02/11 JST



吾妻山

期間: 2014/01/01~2019/02/11 JST

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(長期)

基準値: 41439.115m (9) 七ヶ宿(950180)→二本松(960560) 斜距離 (9) 七ヶ宿(950180)→二本松(960560) 斜距離 基準値:41439.106m cm لأورك and the second second والالجان المطوع معوامي -2 2018/1/1 2014 2015 2016 2017 2018 2019 3/1 5/1 7/1 9/1 11/12019/1/1 (10) 七ヶ宿(950180)→福島2(020936) 斜距離 基準値:17369.642m (10) 七ヶ宿(950180)→福島2(020936) 斜距離 基準値:17369.635m cm 4 cm 4 -2 2018/1/1 2015 2016 2017 2018 2019 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1 2014 cm (11) 七ヶ宿(950180)→S吾妻小富士(078067) 斜距離 基準值: 30501.699m cm (11) 七ヶ宿(950180)→S吾妻小富士(078067) 斜距離 基準値: 30501.697m an hair was a she have been a LU. 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2018/1/1 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1 (12) 七ヶ宿(950180)→幕川温泉(J326) 斜距離 基準値:38213.099m (12) 七ヶ宿(950180)→幕川温泉(J326) 斜距離 基準値:38213.095m cm 4 CM 1 A A Marine Marine ALC: NO. -1 -3 2014 2018/1/1 2015 2016 2017 2018 2019 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1 (13) 七ヶ宿(950180)→浄土平(J327) 斜距離 (13) 七ヶ宿(950180)→浄土平(J327) 斜距離 基準値:33775.583m 基準値:33775.582m cm 4 cm 4 5.55.5 . . . P -2 -4 ----2014 2018/1/1 2015 2019 3/1 2019/1/1 2016 2017 2018 5/1 7/1 9/1 11/1 (14) 七ヶ宿(950180)→一切経山南山腹(J322) 斜距離 (14) 七ヶ宿(950180)→一切経山南山腹(J322) 斜距離 基準値: 33544.794m 基準値:33544.794m cm cm -4 -----2014 2015 2016 2017 2018 2019 2018/1/1 3/1 5/1 9/1 11/1 2019/1/1 7/1 (15) 七ヶ宿(950180)→猪苗代1(950202) 斜距離 基準值:57154.024m (15) 七ヶ宿(950180)→猪苗代1(950202) 斜距離 基準値:57154.023m cm cm 5 -2 2018/1/1 2014 2015 2016 2017 2018 2019 3/1 5/1 7/1 9/1 11/12019/1/1 (16) 猪苗代1(950202)→福島2(020936) 斜距離 基準値:44320.396m (16) 猪苗代1(950202)→福島2(020936) 斜距離 基準値:44320.399m cm 4 ст -1 -2 -3 -2 -3 2018/1/1 2015 2016 2017 2018 2019 3/1 9/1 2019/1/1 2014 5/1 7/1 11/1●----[F3:最終解] O----[R3:速報解] 国土地理院・気象庁

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(短期)

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(短期)



1次トレンド・年周成分除去後グラフ(長期) 期間: 2014/01/01~2019/02/11 JST

●---[F3:最終解] O---[R3:速報解]

国土地理院・気象庁

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(長期) ^{期間: 2014/01/01~2019/02/11 JST}



1次トレンド・年周成分除去後グラフ(短期)

期間: 2018/01/01~2019/02/11 JST 計算期間: 2016/01/01~2017/12/31



1次トレンド・年周成分除去後グラフ(長期)

期間: 2014/01/01~2019/02/11 JST

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(短期)

期間: 2018/01/01~2019/02/11 JST 計算期間: 2016/01/01~2017/12/31 cm (17) 猪苗代1(950202)→福島(950200) 比高 基準値:-459.006m cm (17) 猪苗代1(950202)→福島(950200) 比高 基準値:-458.983m :... 14.7 die s • -6 -8 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2018/1/1 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1 cm (18) 七ヶ宿(950180)→猪苗代2(960559) 比高 cm (18) 七ヶ宿(950180)→猪苗代2(960559) 比高 基準値:383.027m 基準值:383.019m 8 0.434 the second state -6 -8 -8 2015 2016 2017 2018 2019 2018/1/1 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1 2014 (19) 猪苗代2(960559)→福島2(020936) 比高 基準値:-614.127m ст cm (19) 猪苗代 2 (960559)→福島 2 (020936) 比高 基準值:-614.114m 2 12 12 an Massian Mit in the second õ × **~~**** 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2018/1/1 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1 (20) 猪苗代2(960559)→福島(950200) 比高 基準値:-558.147m (20) 猪苗代2(960559)→福島(950200) 比高 基準値:-558.125m cm ст ÷., ۶., And the second second 済ん •• • -2+ 2015 2017 2014 2016 2018 2019 2018/1/1 3/1 5/1 7/1 9/1 11/1 2019/1/1

1次トレンド・年周成分除去後グラフ(長期) 期間: 2014/01/01~2019/02/11 JST

●---[F3:最終解] O---[R3:速報解]

国土地理院・気象庁

国土地理院

吾妻山の SAR 干渉解析結果について

判読) 2.5 次元解析によると、大穴火口付近で上方向に最大約 4cm、東西方向に開く最 大約 4cm の変動が見られ、地下浅部の膨張が考えられます。



本解析で使用したデータの一部は、火山噴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。

吾妻山

国土地理院

【(a) 2018/06/28-2018/11/29と(b) 2018/06/08-2018/12/07の2.5次元解析結果】



^{※2018/11/29} と 12/07 の間に地殻変動がある場合は上の図の変動量は実際と異なります。

(a)	(b)	
ALOS-2	ALOS-2	
2018/06/28	2018/06/08	
2018/11/29	2018/12/07	
11:43 頃	23:45	
(154 日間)	(182 日間)	
南行	北行	
右	右	
U-U	U-U	
39.0°	51.5°	
HH	HH	
- 214m	+ 56m	
	(a) ALOS-2 2018/06/28 2018/11/29 11:43頃 (154日間) 南行 石 U-U 39.0° HH - 214m	

背景 : 地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

準上下成分、準東西成分ともコンター間隔 1cm

*U: 高分解能(3m)モード

雌阿寒岳

(2019年1月31日現在)

○2018 年 11 月の顕著な地震増加について

雌阿寒岳では過去に複数回の噴火(例えば2006年3月21日、2008年11月18日など)を経験し ているが、その一方で、今回のように地震活動は高まるが、噴火には至らなかった事例が数多くある。 今後の監視・評価業務に活かすために、活動の推移を整理すると共に過去事例との比較を行った。

・11月の顕著な地震増加に至る推移

11月の顕著な地震増加に至る推移を以下に整理した。

- 1) 7月17~18日にポンマチネシリ火口のやや深い場所で地震が一時的に増加。
- 2) 地震のやや多い状態が9月下旬から10月中旬にかけて続く。震源はポンマチネシリ火口の浅い場所。南東部と北西の赤沼火口付近に二分化されている。また、10月15日にごくわずかな傾斜変動を伴う火山性微動が発生した。ポンマチネシリ火口の浅い場所で発生したと推定される。ポンマチネシリ火口付近に圧力源(WNW-ESE 方向のダイク: Aoyama & Oshima, 2015, EPS)を仮定した場合、膨張時に推定される変動方向と調和的(量的には2008年噴火前より小さい)である。
- 3) 11月20日から地震が増加しはじめる。地震急増時に火山性微動は発生しなかった。

ー連の地震活動に伴う噴煙量の増加や地熱域の拡大等、表面的な熱活動の変化は現在まで認められていない。その一方で、ポンマチ南東の全磁力値は8月頃から帯磁傾向が鈍化し、その後は停滞した状態が続いている。この変化は、96-1火口南側の地下で温度の低下傾向が停滞した可能性を示唆している。

10 月上旬に実施した GNSS 繰り返し観測結果は、ポンマチネシリ火ロ浅部の収縮が停滞した可能性 を示唆している。GNSS 連続観測では、ポンマチ南2観測点が 2018 年夏以降に南向きの変化を示して いる。GNSS 繰り返し観測の結果とも整合的であり、一連の地震活動に伴う地殻変動を捉えていた可能 性がある。

・過去事例との比較

2000年代後半以降の雌阿寒岳では、ポンマチネシリ火口付近で発生する地震の増加が度々みられて いる。特に噴火前に発生する地震の増加は顕著であり、2006年や2008年の噴火前は日回数が600回 を上回った。11月の地震増加は、回数の多さが顕著であり(23日の地震日回数は725回)、地震回数 に関しては噴火前の事例に匹敵するものであった。

地震回数以外についても、以下の6項目について過去の噴火前の事例(2006年、2008年)との比較 を行った(表1も参照)。

1) 地震増減の傾向

2006年や2008年は地震の急激な増減を繰り返していた。今回は、11月下旬に2006年や2008年と 同様の急激な増減がみられたが、1回のみで繰り返さなかった。また、9月下旬から10月中旬にかけ て、地震のやや多い状態が長期間継続するような地震活動がみられていた。これは2006年や2008年 にはみられなかった特徴である(2015年7月中旬から8月中旬にかけて、同様の地震活動がみられて

87

いる)。

2) 振幅が大きい地震の発生

今回は、2006 年や 2008 年と同様に、振幅の大きな地震が増加している。しかし、振幅二乗積算値 で比較すると、今回は 2006 年や 2008 年より小さい。

3)低周波地震(BL型、BP型、BT型地震)の発生

低周波地震は今回も発生しているが、2006年や2008年と比べて振幅二乗積算値が非常に小さい。 4)火山性微動の発生

今回は10月15日に1回発生しただけで、2006年(6回)や2008年(7回)と比較して、微動の 発生回数が少なかった。また、地震急増時に微動が発生していない点も異なる。

5) 震源の移動

2006 年や 2008 年は、噴火前の地震増加の中で震源が浅くなる傾向がみられた。今回は一連の活動 期間を通して、深さの変化がみられなかった。

6) 熱活動の高まり

今回は熱活動の高まりが認められていない。2006年の噴火前にも熱活動の高まりは認められなかったが、2008年の噴火前は、地熱域の拡大など熱活動の高まりが認められている。

以上から、今回の事例は地震回数こそ多かったが、振幅二乗積算値は 2006 年や 2008 年の噴火前の 事例ほど大きくはなく特に低周波地震の振幅二乗積算値が非常に小さかった。また、地震増減の繰り 返しや火山性微動の発生、震源が浅くなる傾向など 2006 年や 2008 年の噴火前にみられた特徴の多く がみられないことがわかった。加えて、2008 年の噴火前のように表面的な熱活動の変化も認められな かった。これらのことから、今回の事例の活動度は、2006 年や 2008 年の噴火前の事例と比べて低か ったと考えられる。

表1 雌阿寒岳 地震増加時の活動比較

	2018年(11〜12月) ※今回の事例	2006年(2~3月)	2008年(9~11月)	2015年(7~8月)
噴火の有無	なし	あり(3/21)	あり(11/18,28,29)	なし
地震回数の最大値	725回	638回	788回	199回
地震増減の繰り返し	なし	あり	あり	あり
地震の振幅二乗積算	約5万 µm²/s²	約9万 µm²/s²	約15万 µm²/s²	約8万 µm²/s²
BL,BP,BT型地震の 振幅二乗積算	約30 µm²/s²	約1000 µm²/s²	約150 µm²/s²	約200 µm²/s²
微動の発生状況	1回 地震急増時に微動なし	噴火までに6回 地震急増時に微動あり	噴火までに7回 地震急増時に微動あり	1回 地震急増時に微動なし
震源が浅くなる傾向	なし	あり	あり	なし
熱活動の高まり	なし	なし	あり	あり

Х1

振幅二乗積算値は、オンネトー南東速度波形の UD 成分から算出した。





- 図1 雌阿寒岳 火山活動経過図(2003年1月~2019年1月31日)
 - 赤色のハッチは 2006 年、2008 年、2015 年、2018 年の地震増加があった時期に対応している。 ・2003 年以降、熱活動の高まりは何度かみられている。96-1 火口の噴煙の長さとポンマチ南 東の全磁力の変化は対応がよい(b~d)。
 - ・2017~2018年の噴煙の長さは、補正の基準とした 2011~2012年よりも噴煙が短いため、過剰に補正されて、季節変化が見えるようになった可能性がある。
 - ・雌阿寒岳では、地震の急増が度々みられている。2006 年及び 2008 年の噴火前には地震回数 が特に多く、火山性微動も多発した(e, f)。
 - ・96-1 火口周辺浅部の膨張を示唆する地殻変動が 2015~2016 年に認められたが、2006 年及 び 2008 年の噴火前には明瞭な変動は観測されなかった(g)。2018 年でも 96-1 火口周辺浅 部の地殻変動を捉えている可能性がある(g, h)。



下段:BL型、BP型、BT型地震の速度振幅(UD)の二乗積算図 橙線:2006年2月18日~3月21日 赤線:2008年9月26日~11月18日 緑線:2015年7月13日~8月31日 青線:2018年11月20日~12月31日



図3 雌阿寒岳 今回の活動と2006年、2008年、2015年との比較 ①2006年1月~2006年6月 ②2008年9月~2009年2月 ③2015年3月~2015年8月 ④2018年7月~2018年12月

92

気象庁

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 雌阿寒岳・雄阿寒岳における 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 で撮像された雌阿寒岳・雄阿寒岳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。

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
16-2740(SM1_U2_9)	南行	右	42.9°	2017.12.04	2018.12.03	第1図
115-900(SM1_U2_8)	北行	左	39.8°	2018.09.29	2018.11.10	第2図-A
115-900(SM1_U2_7)	北行	左	36.3°	2018.06.09	2018.10.27	第2図-B

表1 干渉解析に使用したデータ

3. 解析結果

北行軌道の短期ペア及び南行軌道の長期ペアについて解析を行った。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、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、国土地理院の数値地図 10m メッシュ(標高) を元にした DEHM を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

気象庁



第1図 雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の長期ペアによる干渉解析結果 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。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。



凡例は第1図と同じ。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

雌阿寒岳·雄阿寒岳

雌阿寒岳における地磁気全磁力変化

96-1 火口南側で実施している全磁力連続観測によると、全磁力は 2016 年 10 月頃から やや増加傾向がみられたが、2018 年 8 月頃から概ね横ばいで推移している。この結果か ら、96-1 火口南側の地下では、2016 年 10 月頃から継続していた温度の低下傾向は 2018 年 8 月頃から停滞していると考えられる。

〇観測の結果

雌阿寒岳における 2019 年1月までの地磁気全磁力変化について報告する。

第1図に雌阿寒岳における全磁力連続観測点ポンマチ南東(以下、MEA)とポンマチ南東2(以下、ME2)、ポンマチ南東3(以下、ME3)の位置を示す。

第2図に MEA における火山活動に伴う全磁力変化を示す。全磁力値は、MEA で得られた全磁力日平均 値と女満別観測施設(以下、MMB: 雌阿寒岳の北北東約 60km) での全磁力日平均値との差に年周変化量 と太陽活動等によるノイズ量を補正して求めている。第3図に第2図のうち最近の 24 カ月分を示す。 第4図に ME2 観測開始以降の MEA、ME2 及び ME3 の全磁力変化を示す(ただし、年周変化量と太陽活動 等によるノイズ量を用いた補正はしていない)。参考までに、第5図に第2図の各種補正前の全磁力変 化を、第6図に年周変化量を、第7図に太陽活動等によるノイズ量を示す。

96-1 火口南側で実施している全磁力連続観測によると、全磁力は2016年10月頃からやや増加傾向が みられたが、2018年8月頃から概ね横ばいで推移している。この結果から、96-1火口南側の地下では、 2016年10月頃から継続していた温度の低下傾向は2018年8月頃から停滞していると考えられる。



第1図 全磁力観測点配置図

◎ は全磁力連続観測点を示す。等高線は 10m 間隔。ポンマチ南東(MEA)は 2003 年 10 月 16 日に、 ポンマチ南東 2 (ME2)は 2013 年 9 月 28 日に、ポンマチ南東 3 (ME3)は 2014 年 9 月 3 日に観測を 開始した。こ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 10m メッシュ (火山標高)』を使用したものである。(承認番号 平 29 情使、第 798 号)

96





第3図 ポンマチ南東と女満別観測施設の全磁力日平均値差(2017年2月1日~2019年1月31日) 年周変化補正と太陽活動等によるノイズ補正を行っている。2018年11月1日~12月1日は伝送障害 のため未処理。



点間の全磁力日平均値差(2013 年 10 月 1 日~2019 年 1 月 31 日)

年周変化補正と太陽活動等によるノイズ補正を行っていない。2018年11月1日~12月1日(MEA)、2018年11月1日~12月3日(ME2、ME3)は伝送障害のため未処理。図中の矢印は火山性微動の発生日を示す。2017年5月下旬、9月上旬、下旬、11月上旬、2018年8月下旬のデータの乱れは太陽活動等のノイズによる(2016年以前については省略)。



年周変化補正と太陽活動等によるノイズ補正を行っていない。



2005~2007, 2011年の1~12月のデータから求めた 30日移動平均値。



第7図 女満別観測施設の地磁気水平成分(H_{MMB})から求めた太陽活動等によるノイズ量(2003 年 10 月16日~2019年1月31日)

雌阿寒岳・雄阿寒岳

「阿寒2」、「M雌阿寒」や雌阿寒岳山頂付近の統合解析点で観測されている雌阿寒岳と 雄阿寒岳の間での伸びは、2017年5月頃から鈍化していますが伸びの傾向は継続しています。



雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺GEONET (電子基準点等)による連続観測基線図

点番号	点名 二十二 二十二 二十二 二十二 二十二 二十二 二十二 二十二 二十二 二十	日付	保守内容
940005	弟子屈	20161021	アンテナ交換
		20180220	アンテナ交換
950121	足寄	20160810	伐採
		20180220	アンテナ交換
950124	阿寒1	20171116	受信機交換
		20180301	伐採
960513	阿寒2	20180228	伐採
020873	陸別	20161220	アンテナ交換
179091	M雌阿寒	20170607	新設

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の各観測局情報

国土地理院・気象庁



※[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

雌阿寒岳・雄阿寒岳

国土地理院・気象庁



・雌阿寒温泉南2(J057)に関連する基線の「基線変化グラフ」((11)のグラフ)で2017年4月中旬の値にステップ状の変化が生じていますが、低気圧の影響と考えられます。



雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺GEONET (電子基準点等)による連続観測基線図(2)

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
020868	津別	20150730	アンテナ交換
		20150908	受信機交換
		20170531	伐採

1次トレンド除去後グラフ

期間: 2014/01/01~2019/02/05 JST





●---[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・気象庁} 雌阿寒岳・雄阿寒岳

国土地理院・気象庁



※[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

雌阿寒岳・雄阿寒岳

国土地理院・気象庁



^{※[}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

雌阿寒岳・雄阿寒岳

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の地殻変動(水平:3か月) 一次トレンド除去

基準期間:2018/10/27~2018/11/05[F3:最終解] 比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]



☆ 固定局:陸別(020873)

国土地理院・気象庁

雌阿寒岳・雄阿寒岳周辺の地殻変動(水平:1年) ー次トレンド除去

基準期間:2018/01/27~2018/02/05[F3:最終解] 比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]

計算期間:2013/04/01~2015/04/01



国土地理院・気象庁

国土地理院



判読)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

雌阿寒岳・雄阿寒岳