# 第 142 回 火山噴火予知連絡会資料

# (その5) 吾妻山、雌阿寒岳、十勝岳

# 平成 30 年 10 月 31 日

# 火山噴火予知連絡会資料(その5)

# 目次

吾妻山	••••••	•••••		3
	気象庁	3-41		
	東北大	42-47		
	地理院	48-54		
雌阿寒	岳	•••••		55
	気象庁(	地磁気含む)	55-86	
	地理院	87-95		
十勝岳	<u>.</u>	••••		96
	気象庁 (	気象研含む)	96-130	
	北大有珠	<del>.</del> 131-134		
	防災科研	<del> </del> 135-141		
	地理院	142-147		

(2018年10月23日現在)

5月頃から、大穴火口付近の隆起・膨張を示す地殻変動が継続し、7月 22日の火山性微動発生以降は、地殻変動の変化率が増加していた。また、 8月中旬頃からは大穴火口付近浅部の火山性地震がやや多い状態となり、9 月15日には最大振幅が 6.7 µm/s、継続時間が約4分40秒の火山性微動が 発生した。

これらのことから、小規模な噴火が発生する可能性があると判断し、9月 15日13時00分に火口周辺警報を発表して、噴火警戒レベルを1(活火山 であることに留意)から2(火口周辺規制)に引き上げた。

明瞭な地殻変動や火山性微動の発生、大穴火口付近浅部の活発な地震活動 はその後も継続しており、火山活動が高まった状態となっている。

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。

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ようにする。 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。

# 〇概況(2018年6月~10月23日)

·地震活動(図1-235~7、図2~14)

7月22日から10月21日にかけて、火山性微動が5回発生した。火山性微動が観測されたのは2015年5月6日以来であった。このうち、9月15日09時13分頃に発生した火山性微動の最大振幅(吾妻小富士東観測点の上下成分)は6.7µm/sで継続時間は約4分40秒であった。

火山性地震は8月中旬頃から増減を繰り返しながらやや多い状態で経過し、9月24日 から10月8日にかけて多い状態となった。また、短時間での傾斜変動を伴う震動(長周 期地震や微小な火山性微動)も度々発生している。これらの震源は大穴火口付近直下の 浅いところと推定され、大穴火口付近の地下浅部で熱水活動が活発したことで、山体が 膨張や収縮するような現象が起こっていると考えられる。

・地殻変動(図8、10、11、15~22、34、35)

浄土平観測点(大穴火口から東南東約1km)に設置している傾斜計では、7月22日の 火山性微動発生以降、西北西(大穴火口方向)上がりの変動が継続している。また、7 月22日及び10月7日の火山性微動発生時には、北西及び西北西上がりの急激な傾斜変 動がみられ、同時に大穴火口から南へ約11km離れた傾斜計でも北下がりの傾斜変動がみ られた。これらのことから、浅部が膨張源とみられる大穴火口付近の隆起に加え、大穴 火口南東側深部での収縮が同時に発生したことが推定される。

GNSS連続観測では、2015年後半以降大穴火口を囲む基線でゆるやかな縮みの傾向が続いていたが、2018年5月頃から伸びの変化が認められる。

この資料は気象庁のほか、国土交通省東北地方整備局、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。

GNSS繰り返し観測では、2015年6月から2018年5月にかけて大穴火口を囲む基線でゆるやかな縮みの傾向がみられていたが、8月20日から23日にかけて実施した観測では、 大穴火口を囲む基線でわずかな伸びの変化に転じたとみられる。

2014年から2015年にかけて火山活動が活発化した時期には、浄土平観測点の傾斜変動 やGNSS観測による山体膨張の地殻変動が1年程度認められ、その間で地震活動が活発化 している。

### ・噴気など表面現象の状況(図1-①④、図23~32、34、35、37)

上野寺に設置している監視カメラ及び東北地方整備局が設置している浄土平監視カ メラによる観測では、大穴火口(一切経山南側山腹)からの噴気の高さは10月16日に 一時的に200mを観測したが、その他は100m以下で経過した。2017年6月頃から地熱域 のわずかな拡大が認められている大穴火口外の北側及びその周辺では、6月14日に新た に噴気を観測した。浄土平3監視カメラ(熱映像)による観測では、大穴火口及びその 周辺の地熱域に特段の変化は認められなかった。

8月21日、23日及び9月12日に実施した現地調査では、5月11日と比較して大穴火 ロ北西の地熱域でわずかな拡大が認められた。また、9月19日及び10月22日に陸上自 衛隊東北方面隊の協力により実施した上空からの観測でも、3月13日の上空からの観測 と比較して大穴火口北西の地熱域で拡大がみられ、新たな噴気を観測した。その他の大 穴火口周辺及び大穴火口の地熱域や噴気に大きな変化は認められなかった。

#### ・火山ガスの状況(図1-8)、図33、34)

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、7月下旬頃から噴 気に含まれる二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)の濃度に上昇傾向がみられ、二酸化硫黄/硫化水素組成 比(SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比)が上昇している。大穴火口付近の浅部で熱水や火山ガスが高温化してい る可能性がある。

7月20日の現地調査で実施した火山ガス観測では、二酸化硫黄の放出量<sup>1)</sup>は1日あた り10トン未満(前回2017年9月26日、10トン未満)と少ない状態であった。

<sup>1)</sup> 二酸化硫黄の放出量の観測は、二酸化硫黄が紫外線を吸収する性質を利用し、噴煙を透過した紫外線の吸収量 を測定することにより二酸化硫黄の放出量を求めている。





気象庁

 <sup>・</sup>火山性地震は8月中旬頃から増減を繰り返しながらやや多い状態で経過した。9月24日から10月8日にかけては多い状態となった。



<sup>・〔 〕</sup>は火山性微動の発生時を示す。最大振幅は 6.7 µm/s、継続時間は約4分 40 秒であった。

6



図 5 吾妻山 吾妻小富士東観測点(上下成分)での火山性微動の発生状況 (2018 年 9 月 19 日 06 時 50 分~07 時 20 分)

・〔 〕は火山性微動の発生時を示す。最大振幅は 1.3 µ m/s、継続時間は約 13 分 10 秒であった。



図 6 吾妻山 吾妻小富士東観測点(上下成分)での火山性微動の発生状況 (2018 年 10 月 7 日 00 時 30 分~01 時 10 分)

・〔〕は火山性微動の発生時を示す。最大振幅は7.5µm/s、継続時間は約5分50秒であった。

・火山性微動発生直後、一時的に火山性地震の増加がみられた。



図7 吾妻山 浄土平観測点の火山性微動のランニングスペクトル及び周波数特性 (上下成分、速度波形、固有周期1秒)

- ・左上段は微動波形。左下段はランニングスペクトルで、5.12秒間隔で解析。
- ・卓越周波数については、①④の2~3Hz、②③の10Hz と異なる特徴がみられるものの、これまで 観測された火山性微動と比較して特段の変化は認められない。
- ・〔〕は火山性微動の発生時を示す。



図8-1 吾妻山 火山性微動波形および傾斜変動(30秒移動平均、潮汐補正済み)

- ・() は火山性微動の発生時を示す。
- ・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。
- ・この2つの事例では、浄土平傾斜計で北西あるいは西北西上がりに変動したほか、距離の離れた安達 太良山沼尻山甲や勢至平(ともに大穴火口から約11km)の傾斜計でも変動を観測した。
- ・沼尻山甲及び勢至平の傾斜計の変化は、吾妻山付近に対しては沈降を示す向きとなっている。



(06時50分~07時20分)

- 図8-2 吾妻山 火山性微動波形および傾斜変動(30秒移動平均、潮汐補正済み)
  - ・〔〕は火山性微動の発生時を示す。
  - ・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。
  - ・この火山性微動では、安達太良山の傾斜計で変動は認められなかった。





図 10 吾妻山 火山性地震タイプ別地震活動経過図(2018年7月~10月24日)

- 7月22日の火山性微動発生以降、浄土平観測点の傾斜計で概ね西北西(大穴火口方向)上がりの傾斜変動が継続しており、そのトレンドから外れるような数日程度の変動(緑矢印)の際には火山性地震が一時的に増加し、数時間程度の急激な変動の際には長周期地震や火山性微動が発生している。
- ・10月7日の火山性微動の後、これまでみられなかったような火山性地震の顕著な増加がみられ、その後振幅比(浄土平/吾妻小富士東)の大きな地震がみられるようになった。振幅比の変化は、震源が浅くなったことを示唆する。





・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。

吾妻山



図 15 吾妻山 浄土平観測点における傾斜変動

(上図:2016年10月~2018年10月23日、下図:2018年5月~10月23日、時間値、潮汐補正済み) ・黒破線は、火山性微動が発生した時間を示す。

- ・7月22日の火山性微動の発生以降、西北西(大穴火口方向)上がりの傾斜変動が継続している(青矢印)。
- ・2016 年 10 月~2018 年 7 月のデータを用いて、東西成分のトレンド(2.7E-02 µ rad/day)を除去している。
- ・日降水量は鷲倉地域気象観測所における観測である。
- ・センサー埋設深度:98m(振り子式)
- ・グラフの水色部分は欠測を示す。

※は降水または融雪による変動である。



・2010年10月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。

- ・2016 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。
- ・2011 年 3 月 11 日から 2014 年頃にかけての変動は、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」による 影響であり、火山活動によるものではないと考えられる。
- ・2011年3月11日の「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」に伴うステップを補正している。
- ・①~②は図16のGNSS基線①~②に対応している。
- ・グラフの空白部分は欠測を表す。
- \*1:幕川温泉観測点の機器更新。 \*2:板谷観測点と一切経山南山腹観測点の機器更新。



時間→24時間)等の変更を行っている。

・①~⑩は図 16 の GNSS 基線①~⑩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 19 吾妻山 吾妻山周辺の GNSS 変位及びひずみの状況(2018 年 5 月~9 月) ・大穴火口付近に放射状の変位が認められ、周辺では 10<sup>5</sup>のオーダーの主ひずみ及び面積ひずみがみられ る。

![](_page_17_Figure_3.jpeg)

図 20 吾妻山 吾妻山周辺の GNSS 変動源推定(2018 年 5 月~9 月) ・GNSS の水平変位から球状圧力源を推定すると、大穴火口付近の海面下 250mに、体積変化量 3.7×10<sup>5</sup> m の膨張源が推定された。この位置は、表面現象や地震活動などの他の観測結果とも整合している。 ・理論値との差分をみると、深い膨張源も存在する可能性がある。

気象庁

![](_page_18_Figure_1.jpeg)

日別地震回数(2002年1月~2018年10月9日)

・2015年6月から2018年5月にかけて大穴火口を囲む基線でゆるやかな縮みの傾向がみられていたが、 2018年8月の観測ではわずかな伸びの変化に転じたとみられる(青矢印)。

・上図の基線番号①~⑥は図21のGNSS基線①~⑥に対応している。

・一切経山南山腹観測点は、2012年11月に機器更新と移設を行っており基準値を変更している。

・2013年5月に、繰り返し観測点の観測機器及び解析ソフトウェアを変更している。

・大穴火口を囲む基線(①~⑤)では、地震増加時に伸びの傾向がみられる。

気象庁

![](_page_19_Picture_1.jpeg)

図 23 吾妻山 大穴火口からの噴気の状況(9月23日)

- ・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による。
- ・赤丸で囲んだ部分が大穴火口からの噴気で、この時観測された噴気の高さは70m。

![](_page_19_Picture_5.jpeg)

- 図 24 吾妻山 監視カメラによる大穴火口及びその周辺の状況と地表面温度分布
  - ・左列が浄土平3監視カメラ(熱映像)で、右列が浄土平監視カメラ(東北地方整備局)の映像。
  - ・大穴火口外の北側及びその周辺(白丸)で、6月14日に新たな噴気を観測し、その後も時々観測されている。
  - ・大穴火口外の北側(茶丸)では、2017年6月頃から地熱域のわずかな拡大が認められていたが、今期 間は特段の変化は認められなかった。

![](_page_20_Figure_2.jpeg)

図 25 吾妻山 大穴火口付近の地熱域の分布及び写真と地表面温度分布撮影位置及び撮影方向 ・図中黒線領域は図 26 の範囲を示す。

![](_page_20_Figure_4.jpeg)

図 26 吾妻山 8月、9月にわずかな拡大が確認された地熱域の分布及び写真と地表面温度分 布撮影位置及び撮影方向

![](_page_21_Figure_2.jpeg)

図 27 吾妻山 大穴火口北西の状況と地表面温度分布

- ・9月12日の現地調査で、地熱域のわずかな拡大(赤丸)が認められた。
- ·今期間の現地調査では、5月と比較して火山ガスの臭気の強まりが認められた。
- ・2015 年 10 月に確認された噴気や、その周辺の弱い噴気も引き続き確認された。

![](_page_22_Picture_2.jpeg)

- 図 28 吾妻山 大穴火口北西の地熱域付近の状況と地表面温度分布
  - ・8月23日及び9月12日の現地調査で、地熱域のわずかな拡大(それぞれ桃破線丸及び赤実線丸)が認められた。なお、薄桃破線の手前側の地熱域は従来からの大穴火口北西の地熱域である。
  - ・矢印↓は温度計により地中温度を測定した場所を示す。計測深度は 20cm。 ※前回は日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。

![](_page_23_Picture_1.jpeg)

- 図 29 吾妻山 大穴火口の状況と地表面温度分布 ・7月20日の現地調査では、2017年6月頃からわずかに地熱域が拡大している大穴火口外 の北側の地熱域(橙丸)で弱い噴気を確認した。
  - ・大穴火口周辺の地熱域に特段の変化はみられなかった。

![](_page_24_Figure_2.jpeg)

図 30 吾妻山 大穴火口及び八幡焼の状況と地表面温度分布 ・大穴火口周辺の地熱域には特段の変化はみられなかった。

![](_page_25_Figure_1.jpeg)

- 図 31 吾妻山 上空から撮影した大穴火口及びその周辺の状況と地表面温度分布 ・3月13日と比較して、大穴火口北西の地熱域(桃破線)に拡大が認められた。
  - ・大穴火口とその他の地熱域(赤破線)に特段の変化は認められなかった。

![](_page_26_Figure_2.jpeg)

図 32 吾妻山 上空南側から撮影した大穴火口北西の状況と地表面温度分布 ・10月22日の観測で、大穴火口北西の地熱域に拡大(赤丸)が認められた。

・10月22日の観測で、大穴火口北西の地熱域で新たな噴気を観測した。

![](_page_27_Figure_1.jpeg)

- 図 33 吾妻山 火山ガス及び火山性微動・地震の状況(2015 年 11 月~2018 年 9 月)
  - ・火山ガス観測装置による観測では、7月下旬頃から噴気に含まれる二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)濃度の増加が認められ、二酸化硫黄/硫化水素組成比(SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比)も上昇している(青矢印)。また、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>) 濃度も8月から9月にかけて増加している(緑矢印)。大穴火口付近の浅部で熱水や火山ガスが高温 化している可能性がある。
  - ・火山ガスの状況の変化は、7月22日以降の火山性微動の発生や地震回数の増加と対応しているよう にみえる。
  - ・上図の水色線はキャリブレーションの実施、灰色部分は欠測を表す。

28

![](_page_28_Figure_1.jpeg)

![](_page_28_Figure_2.jpeg)

図 34 吾妻山 まとめの火山活動経過図(2011年1月~2018年10月23日)

・青矢印は火山活動による変化を示す。観測されている現象がどれも火山活動の活発化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。

![](_page_29_Figure_1.jpeg)

- 図 35 吾妻山 2014 年から 2015 年にかけての火山活動との比較
  - ・図 34 で示した観測項目から抜粋して示している。
    - ・いずれも、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。
    - ・また、ともに傾斜変動が西上がり→東上がりに変化(紫・緑矢印)する際に火山性地震の増加がみられている。一方で、2014年から2015年にかけての活動では変化の様子が曲線状で緩やかであった(紫矢印)のに対し、今回の活動では直線的なトレンドから鋭角にずれるように変化しており(緑矢印)、異なる状況もみられている。
  - ・浄土平観測点の傾斜計では、2017 年7月~2018 年7月のデータを用いて、東西成分のトレンド(2.2E-02 µrad/day) を除去している。

気象庁

30

![](_page_30_Figure_1.jpeg)

図 36 吾妻山 観測点配置図

小さな白丸(〇)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

![](_page_31_Picture_2.jpeg)

![](_page_31_Picture_3.jpeg)

![](_page_31_Picture_4.jpeg)

- 図 37 吾妻山 1977 年 12 月の噴火前後(上中段)と 2018 年 9 月(下段)の大穴火口の噴気の状況 ・1977 年は 2 月頃から大穴火口の噴気活動が活発化し始め、10 月 26 日からW-6 噴気孔を主として激し
  - くなり、W-6からの噴火に至った。
  - ・各画像の撮影位置は異なるが、概ね大穴火口の南東側から撮影。

表1 1	977年噴火ま	での活動経過
------	---------	--------

1977年2月頃	・大穴火口の噴気活動が次第に活発化
4月	・浄土平中央で温水の湧出、その後湯だまりの出現や熱湯の湧出
8~9月	・地震回数が増加、震源は一切経山付近、その後も多めで推移
	・9月8日浄土平、新野地で震度I程度の地震発生
10月26日	・噴気(現在のW-6噴気孔)が激しくなり、噴気孔を壊して土砂を噴出
	・噴煙は400mに達し、こぶし大位の噴石が混じり、酸性の泥水噴出
11月下旬	・噴気黄色みを帯びる
12月7日	・噴火発生

# 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

2018 年 6 月下旬以降を含む期間のペアで、大穴火口付近で衛星視線方向短縮の位相変 化が認められる。

#### 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.
124-750(SM1_U2_6)	北行	右	32.4 °	2017.10.17	2018.09.18	第1図
10 0000(CM1 110 0)	南行	右	39.6 °	2017.06.29	2018.06.28	第2図-A
18-2800(SM1_U2_8)				2017.06.29	2018.10.18	第2図-B

表1 干渉解析に使用したデータ

#### 3. 解析結果

北行軌道及び南行軌道について複数のペアの干渉画像を第 1~2 図に示した。2018 年 6 月下旬以降を含む期間で、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。

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 を使用した。ここに 記して御礼申し上げます。

![](_page_33_Figure_1.jpeg)

2017/10/17 – 2018/09/18 336 days

140°14′ 140°16′ Bperp=–197.5m, Flight Dir.=N10.5°W, Inc.Angle=32.4° (Right Looking)

11.9cm

Near

Far 第1図 パス 124 による吾妻山周辺の干渉解析結果

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点を示す。大穴火口の北西側で衛星視線方向 短縮の位相変化が認められる。

-

![](_page_33_Figure_6.jpeg)

第2図 パス18による吾妻山周辺の干渉解析結果

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点を示す。A 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。B では大穴火口で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

# 吾妻山における地磁気全磁力変化

## 地磁気全磁力観測の結果、2015年頃から吾妻山大穴火口の北西地下で温度上昇に伴う岩石 の熱消磁が開始し、2018年現在も熱消磁現象が継続している可能性がある。

#### ・地磁気全磁力観測

図1に吾妻山大穴火口周辺における全磁力繰り返し観測点(~))および全磁力連続観測点(大 穴火口1~6)を示す。図2に各全磁力観測点における全磁力変化を示す。2015年10月に大穴火口北 西で新たな噴気が認められ、その後に地熱域(図1)が確認されたが、2014年以降に実施した全磁力 繰り返し観測の結果、その地熱域内の観測点(観測点番号、図1)で急激な全磁力の減少が見られ る(図2a)。全磁力連続観測結果では、地熱域内部とその近傍の観測点(大穴火口1、2および4) および大穴火口3で観測を開始した2015年末以降、おおむね全磁力値が単調増加もしくは減少して いる(図2b)。

2014 年 10 月から 2017 年 10 月にかけて全磁力繰り返し観測点で観測された全磁力変動について、 等価磁気双極子モデルを用いて熱源を推定した結果、熱消磁源は火口北西の地熱域近傍の地下約 200mの位置に推定された(図3および表1)。また上記の3年間に観測された全磁力変動および観測 値と推定された熱源モデルから各観測点で計算される全磁力変動値との差の空間分布を図4に示す。

推定された熱源モデルから全磁力連続観測点で期待される全磁力変動を計算した場合、大穴火口1 および大穴火口3では全磁力の増加、大穴火口4では減少となり、これらの観測点での全磁力の変化 傾向と一致する。したがって2018年現在も火口北西の地熱域近傍の地下では、熱消磁現象が継続し ている可能性がある。

この資料に掲載する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(承認 番号 平 29 情使、第 798 号)。

![](_page_35_Picture_2.jpeg)

- 図1 吾妻山の全磁力観測点配置図
  - ・黒丸および黒四角はそれぞれ全磁力繰り返し観測点および全磁力連続観測点を示す。
  - ・赤破線は大穴火口およびその北西の地熱域の位置を示す。

![](_page_36_Figure_2.jpeg)

図 2 参照点における全磁力値を基準とした場合の全磁力繰り返し観測点(a)および全磁力連続観測点(b) で観測された全磁力変動

- ・赤矢印は大穴火口北西の地熱域内にある繰り返し観測点()で観測された全磁力の顕著な減少を 示す。
- ・破線で示す大穴火口4連続観測点における全磁力変動は磁力計センサを再設置したためによる人為 的な変動を示す。

![](_page_37_Figure_2.jpeg)

図 3 2014年10月から2017年10月にかけて全磁力繰り返し観測点で観測された全磁力変動から推定した 熱消磁を表す等価磁気双極子の位置(赤丸)。

表1 図3で示す熱消磁を表す等価磁気双極子の位置、双極子能率MおよびRMSエラー

・X および Y は原点(大穴火口中心)からの距離を示し、それぞれ北方向および東方向を正と定義している。

X (m)	Y (m)	Elevation (m)	M (×10 <sup>7</sup> Am <sup>2</sup> )	RMS misfit (nT)
203	-171	1604	1.13	2.5

![](_page_38_Figure_2.jpeg)

図 4 2014 年 10 月から 2017 年 10 月にかけて全磁力繰り返し観測点で観測された全磁力変動(a) および 各観測点における観測値と熱源モデル(表1)から計算される推定値との差(b)の空間分布

#### 吾妻山 火山ガス観測装置による観測結果(2015.11~2018.9.30)

火山ガス観測装置による観測データでは、2018 年 7 月 22 日の微動が観測された日以降 SO2 ガス濃度、H<sub>2</sub>S ガス濃度、SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 組成比が上昇し始め、9 月には停滞傾向に変化した。観測 期間中、H<sub>2</sub> ガスは検出されなかった。

#### 観測結果

吾妻山に設置した火山ガス観測装置による SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 組成比の測定データは、観測開始以来ゆっくりと低 下傾向を示していたが、2018 年 7 月 22 日の微動発生以降で上昇傾向が明瞭となり、9 月には停滞傾向 となった。また、SO<sub>2</sub>ガス濃度は 9 月 26 日にこれまでに観測された中で最も高い値を示した。 観測期間中、H<sub>2</sub>ガスは検出されなかった。

![](_page_39_Figure_6.jpeg)

図 1. 火山ガス観測装置設置位置図

#### 測定の仕様

・ 毎日 13 時から 1 時間の観測を行う(1 秒サンプリング)。また SO₂ が濃度 3.2ppm 以上を検出した場合にも随時の観測を行う。1 日の観測回数は合わせて最大 4 回。

#### データ処理

- 1 秒サンプリングの生データに対し、電圧変動の影響の除去とセンサーのゼロ点ドリフトの補正が必要なため、利用 可能なデータを選別して最大値と最小値の差をとり、1回の観測における濃度としている。これにより CO2の大気バ ックグラウンドも除去されている。
- SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S は 1 回の観測ごとに、1 秒サンプリングの SO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>S の相関係数が 0.6 以上かつ SO<sub>2</sub> 濃度差が 0.5ppm 以上 のデータについて、回帰直線の傾きから算出している。

\*データ処理方法、品質管理方法について検討中のため、値は暫定値である。今後、その検討結果により値が変更される 可能性がある。

![](_page_40_Figure_2.jpeg)

図 1. H<sub>2</sub>S 濃度(1 観測における最大濃度と最小濃度の差分) センサーのゼロ点ドリフトが除去されている。

![](_page_40_Figure_4.jpeg)

図 2. SO<sub>2</sub>濃度(1 観測における最大濃度と最小濃度の差分) センサーのゼロ点ドリフトと、大気のバックグラウンドが除去されている。

![](_page_40_Figure_6.jpeg)

# 吾妻山の地震活動

#### 【概要】

- ・ 吾妻山では,7月下旬以降,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地表下 2km 以浅である.
- ・8月中旬以降,大穴火口直下浅部において長周期震動(卓越周期約10秒)が断続的に発生した.この 長周期震動の発生に前後して,大穴火口方向が下がる過渡的な傾斜変動及び高周波成分の卓越した 連続震動・微動の発生が多くみられた.これらの変動源は標高1200~1500m 程度と推定される.

![](_page_41_Figure_6.jpeg)

図1. 吾妻山における火山性地震の日別発生数及び傾斜変動の推移.

(上段) A 型, B 型, N 型地震の日別発生数の合計(中段)長周期震動及びそれに同期した傾斜変動・高周波震動・微動の日別発生数.高周波震動の継続時間が 60 秒を超えるものを計数(下段) 気象庁吾妻浄土平 V.AZJD 観測点における傾斜変化及び鷲倉地域気象観測所における日別降 水量.

上段に示した火山性地震の震源分布を図 2 に,中段に示した長周期地震及び傾斜変動・高周波 震動の波形例を図 3 に示す.

火山性地震(上段)の発生数の増加に伴い,傾斜変動(下段)の変化率に変化がみられる.また, 火山性地震(上段)と長周期地震(中段)の活動度に相補的な関係がみられる.

![](_page_42_Figure_2.jpeg)

#### 図2. 吾妻山における火山性地震の震源分布.

赤丸及び黒丸は、それぞれ今期間(2018年6月~)と2015年12月~2018年5月の期間における震源位置を示す.黒三角は一切経山山頂を、黒+及び黒×は、それぞれ東北大学、気象庁の 観測点位置を示す.地図の作製にあたっては、国土地理院発行の電子地形図を使用した. 今期間に発生した火山性地震の震源とこれまでの震源分布に明瞭な変化は認められない.

![](_page_42_Figure_5.jpeg)

図3. 長周期震動とそれに伴う傾斜変動・高周波震動・微動の例:2018年9月7日13時16分. (a) 気象庁吾妻浄土平観測点 V.AZJD における傾斜変動と東北大学浄土平観測点 TU.JDD における広帯域地震計上下動速度波形 (b) イベント開始部分の拡大 (TU.JDD における上下動速度及び上下動変位).

![](_page_43_Figure_2.jpeg)

図 4. 長周期震動及び高周波震動・微動に伴う傾斜変動の例:気象庁吾妻浄土平観測点 V.AZJD における傾斜東西成分.

8月中旬以降,長周期震動とそれに伴う傾斜変動・高周波震動・微動(図3,4)が断続的に観測された(図1の中段).この過渡的な傾斜変動は,中長期的な傾斜変化とは異なり,大穴火ロ方向が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. イベント開始時に見られる長周期震動の卓越周期はイベント間でほぼ一定であるのに対し,傾斜変動の時定数はイベント間で差異が認められる.

長周期震動の点震源モーメントテンソル解析の結果は,傾斜成分の影響が大きく解の安定が悪い ものの,大穴火口直下標高 1200~1500 m における東北東-西南西走向の傾斜開口亀裂(南東下 がり)の開閉を示唆する.同様の長周期震動は,2017年2月,9月,10月等にも散発的に観測され ている(第 139 回噴火予知連絡会・東北大学資料).

![](_page_43_Figure_6.jpeg)

図 5. 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.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.

## 吾妻山周辺広域で観測された傾斜変動(2018年7月22日)

#### 【概要】

- ・ 吾妻山では,7月22日に傾斜変動を伴う微動が発生した. 傾斜変動・微動の開始時には長周期震動も 認められる. 同様の現象は10月7日にも観測された.
- ・これらのイベントに伴う傾斜変化は、大穴火口から5 km 以遠でも捉えられており、大穴火口直下浅部における膨張現象とともに、深部(約8 km)における収縮変動が連動した可能性が示唆される.

![](_page_44_Figure_6.jpeg)

図1. 2018年7月22日03時42分に発生した傾斜変動及び微動の記録例.

(a) 東北大学浄土平 TU.JDD 観測点における広帯域地震計の速度波形 (b) 気象庁吾妻浄土平 V.AZJD 観測点の傾斜計及び TU.JDD 観測点の広帯域地震計で記録された傾斜変動. イベント開始部分における並進成分とそれに続く傾斜成分 (大穴火口方向が上り)がみられる.

![](_page_44_Figure_9.jpeg)

図 2. 2018 年 7 月 22 日 03 時 42 分に発生した傾斜変動の記録例(広域の傾斜記録). 気象庁吾妻浄土平 V.AZJD 観測点,東北大学吾妻 TU.AZM 観測点(大穴火口の東方約 5 km), 気象庁安達太良山沼尻山甲 V.ADNM観測点(大穴火口の東南東約11 km)における傾斜記録. TU.AZM やV.ADNM等の広域の観測点における傾斜変化は,大穴火口方向が下がるセンスであり, 大穴火口近傍に等方収縮源を仮定した場合,その深さは海抜下約 8 km と推定される.

## 吾妻山周辺の地殻変動

#### 【概要】

2018年4月1日から10月22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0.5km, 深さは約1.2 kmの位置に推定された. 体積変化量は 4.0×10<sup>5</sup>m<sup>3</sup>である.

![](_page_45_Figure_5.jpeg)

図1. 吾妻山周辺のGNSS連続観測点における2018年4月1日~10月22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2018年4月1日から 10月22日までの変位を求め黒矢印(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0.5km(赤丸),深さ約1.2kmの位置に推定された. 体積変化量は4.0×10<sup>5</sup>m<sup>3</sup>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.]

![](_page_46_Figure_2.jpeg)

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(2015年7月1日~2018年10月22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~2018年10月22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.]

吾妻山

### 第142回火山噴火予知連絡会

# 吾妻山

2018年5月頃から一部の基線で山体の膨張を示すわずかな地殻変動が見られています。

![](_page_47_Figure_4.jpeg)

#### 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

48

### 国土地理院・気象庁

基線変化グラフ(長期)

![](_page_48_Figure_3.jpeg)

#### 吾妻山

吾妻山周辺の地殻変動(水平:3か月) ー次トレンド除去

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]

50'

40'

020936 福島 2 322 第五平 328 東平 328 東平 328 東平 328 東平 326 幕川温泉

 J345
 960559

 書磐梯高原
 J333

 J347
 J333

 西磐梯2
 J333

 140°
 10′

☆ 固定局:福島(950200)

国土地理院・気象庁

30

1 cm

福島

吾妻山周辺の地殻変動(水平:1年) ー次トレンド除去

![](_page_49_Figure_9.jpeg)

☆ 固定局:福島(950200)

国土地理院・気象庁

![](_page_50_Figure_2.jpeg)

吾妻山の SAR 干渉解析結果について

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。 
西妻山

背景:地理院地図 標準地図·陰影起伏図·傾斜量図

# 【大穴火口付近拡大図】

![](_page_51_Figure_3.jpeg)

0	国土地理院以外の	GNSS	観測点
---	----------	------	-----

背景:地理院地図 火山基本図·陰影起伏図·傾斜量図

	(a)	(b)	(C)		
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2		
観測日時	2017/09/07 2018/06/28 11:43 頃 (294 日間)	2017/10/17 2018/09/18 23:31 (336 日間)	2018/09/04 2018/09/18 23:31 (14 日間)		
衛星進行方向	南行	北行	北行		
電波照射方向	右	右	右		
観測モード*	U-U	U-U	H-U		
入射角(中心)	39.0°	33.7°	33.7°		
偏波	HH	HH	HH		
垂直基線長	+279m	-195m	-54m		
*U: 高分解能(3m)モード					

H: 高分解能(6m)モード

吾妻山の SAR 干渉解析結果について

2014 年 9 月から 2018 年 9 月までに撮像された ALOS-2 衛星データを用いて干渉 SAR 時系列解 析を実施し、大穴火口及びその周辺で進行する地殻変動の時間推移を調べた.

- 1. 大穴火口及びその周辺では、2015年及び2018年に膨張性の変動が進行した.
- 2. 大穴火口では、2015年後半以降、収縮性の変動が進行した.
- 3. 2018年の活動で変動が検出された大穴火口西側では、2015年後半以降、変動は停滞したままであった. 地盤が膨張したまま 2018年の膨張性変動が再開したと考えられる.

![](_page_52_Figure_7.jpeg)

図1 2014 年 9 月 9 日を基準とした大穴火口付近の変動の時間発展. 解析には Path124(北向軌道・右観測)を使用した. 電波の入射角は約 32°.

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

![](_page_53_Figure_2.jpeg)

![](_page_53_Figure_3.jpeg)