

令和2年（2020年）の吾妻山の火山活動

仙台管区气象台
地域火山監視・警報センター

2020年3月頃から吾妻山深部の膨張を示す変化がみられていましたが、10月頃から鈍化がみられています。火山性地震は5月下旬から6月上旬にかけて一時的にやや増加しましたが、その後は少ない状態で経過しました。

噴気や高温域などの地熱活動は継続していますが、一連の活動は概ね停滞傾向となり顕著な火山活動の活発化は認められませんでした。

○ 噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況、2020年の発表履歴

2020年中変更なし	噴火予報（噴火警戒レベル1、活火山であることに留意）
------------	----------------------------

○ 2020年の活動概況

・地震や微動の発生状況（図1-②③、図2-④⑤、図3-②～⑤、図4～6）

火山性地震は、5月下旬から6月上旬にかけて一時的にやや多い状態となりました。震源は、大穴火口浅部の中でも上部と推定されます。その後、火山性地震は少ない状態となりましたが、6月頃から7月上旬にかけて長周期地震*が発生しました。7月下旬頃から9月中旬にかけては、大穴火口浅部の中でも下部を震源とする火山性地震が発生しましたが、その後少ない状態で経過しています。

火山性微動は観測されませんでした。

*※周期が10秒程度と長い地震です。浅い領域の熱水や火山ガスが関与していると考えられます。波形例を図6に示します。

・地殻変動の状況（図2-⑥～⑧、図3-①、図7～9）

2020年3月頃からGNSS連続観測の吾妻山周辺の長い基線で、吾妻山深部の膨張を示す変化がみられていましたが、10月頃からは鈍化がみられています。

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及びGNSS連続観測の大穴火口周辺の短い基線では、7月頃から大穴火口浅部の緩やかな膨張を示す変化が観測されていましたが、10月下旬頃からは概ね停滞しています。

・噴気など表面現象の状況（図1-①、図2-①、図10～20）

監視カメラによる観測では、大穴火口の噴気の高さは100m以下で経過しました。また、7月22日から24日の夜間に硫黄の燃焼により大穴火口付近が明るく見える現象を確認しました。この現象を観測したのは、2011年11月以来です。7月23日に実施した現地調査では、大穴火口内で泥状硫黄の流出痕と、硫黄の燃焼に伴う青白い煙と高温域を確認しました。

浄土平3監視カメラの熱映像データの解析では、5月頃から6月頃にかけて大穴火口周辺の地熱域のわずかな面積拡大と温度上昇がみられ、9月頃から11月中旬頃にかけても大穴火口周辺の一部の地熱域のわずかな面積拡大と温度上昇がみられましたが、その後概ね停滞しています。

8月及び9月に実施した現地調査では、大穴火口内の一部と燕沢火口列北側火口壁の一部でわずかな地熱域の広がりを確認しました。

2月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は、これまでの観測と比較して大穴火口付近及びその周辺の地熱域に大きな変化は認められず、熱活動が継続していることを確認しました。

この資料は、気象庁ホームページ（https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php）でも閲覧することができます。

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

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

この資料は気象庁のほか、国土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及び公益財団法人地震予知総合研究振興会のデータも利用して作成しています。

本資料中の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「電子地形図（タイル）」を使用しています。

・火山ガスの状況（図 21）

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、SO₂とH₂Sの濃度比^{*}は2020年6月頃に一時的な増加がみられましたが、7月以降低下が認められ、12月に入り観測頻度が低下しているものの、火山活動が静穏な時期の傾向で推移していると考えられます。

※噴気中の各種火山ガスは地下のマグマに由来するものであり、その濃度や成分毎の比率（濃度比）の変化は、火山の活動状態の指標のひとつと考えられています。

・全磁力変化の状況（図 2-③、図 22～24）

大穴火口周辺に設置している全磁力連続観測装置による観測では、2018年9月頃から、大穴火口北西地下の温度上昇を示すと考えられる全磁力値の変化がみられていましたが、2020年7月以降は同領域の温度低下を示すと考えられる変化がみられています。8月及び10月に大穴火口周辺で実施した全磁力繰り返し観測では、連続観測と概ね同様の結果が得られました。

○ 活動評価

吾妻山では2003年以降、マグマ蓄積を示すと考えられる吾妻山深部の膨張に始まり、地震活動の活発化や大穴火口浅部の膨張などへ至る火山活動の活発化が繰り返起きています。

2020年3月頃からの地殻変動や地震活動等に変化が認められた一連の活動は、概ね停滞傾向となり顕著な火山活動の活発化は認められませんが、2003年以降みられた火山活動の活発化とは異なる経過を辿る可能性も考えられ、火山活動の推移に留意が必要な状態が継続しました。

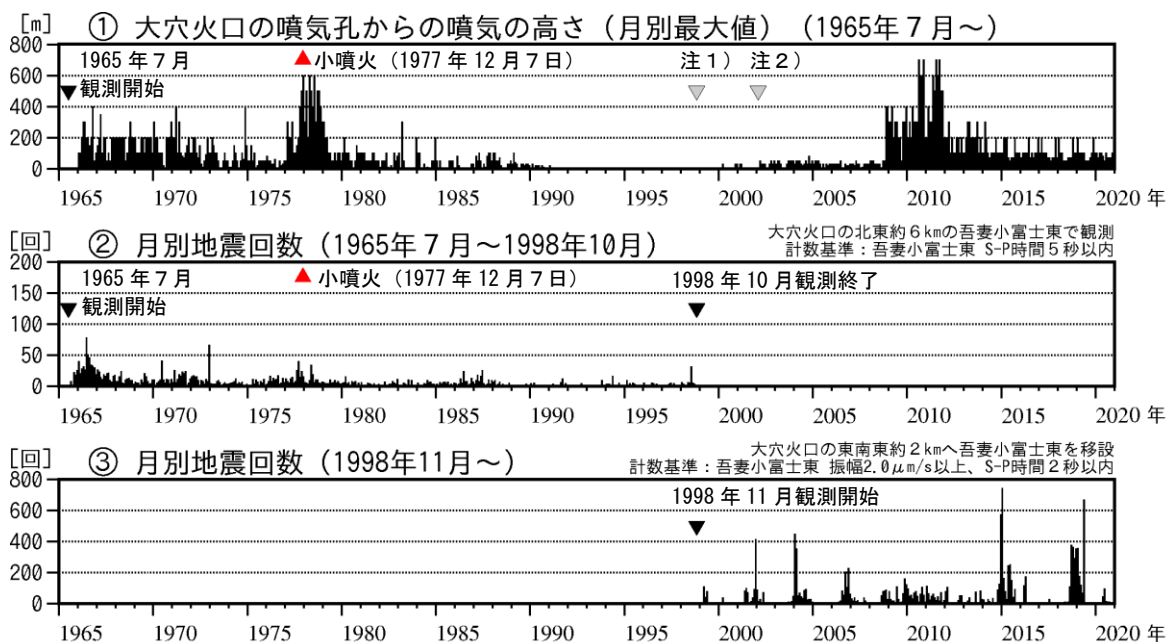


図 1 吾妻山 長期的な火山活動の経過（1965年7月～2020年12月）

注 1) 1998年以前は福島地方気象台（大穴火口の東北東約20km）からの目視観測で、1998年からは監視カメラ（大穴火口の東北東約14km）による観測です。

注 2) 2002年2月以前は定時（09時、15時）及び随時観測による高さ、2002年3月以後は24時間観測による高さです。

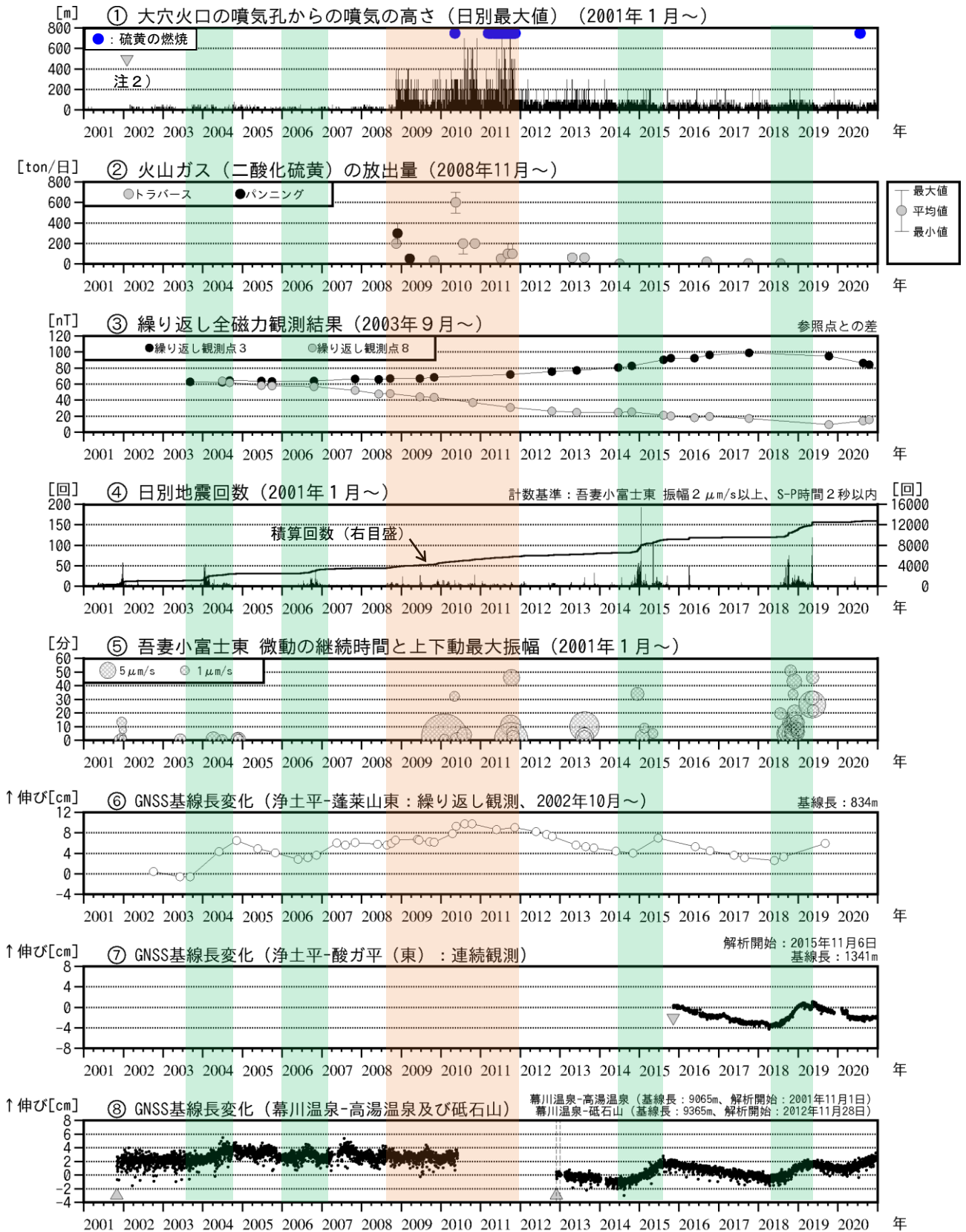


図2 吾妻山 中期的な火山活動の経過 (2001年1月～2020年12月)

- ・注2) 2002年2月以前は定時(09時、15時)及び随時観測による高さ、2002年3月以後は24時間観測による高さです。
- ・③繰り返し観測点3及び8はそれぞれ図23の全磁力繰り返し観測点③⑧に対応しています。
- ・⑧高湯温泉観測点は約300m東に位置する砥石山観測点に移設しました。
- ・⑦及び⑧はそれぞれ図7のGNSS基線①⑧に対応しています。
- ▼▲: 解析開始を示します。・GNSS基線長は、2013年1月に解析方法を変更しています。

2003年以降、吾妻山深部及び大穴火口浅部の膨張を示す地殻変動や地震活動の活発化(緑色部分)を繰り返しています。

2008年から2011年にかけて、噴気・地熱活動が活発な状況でした(橙色部分)。

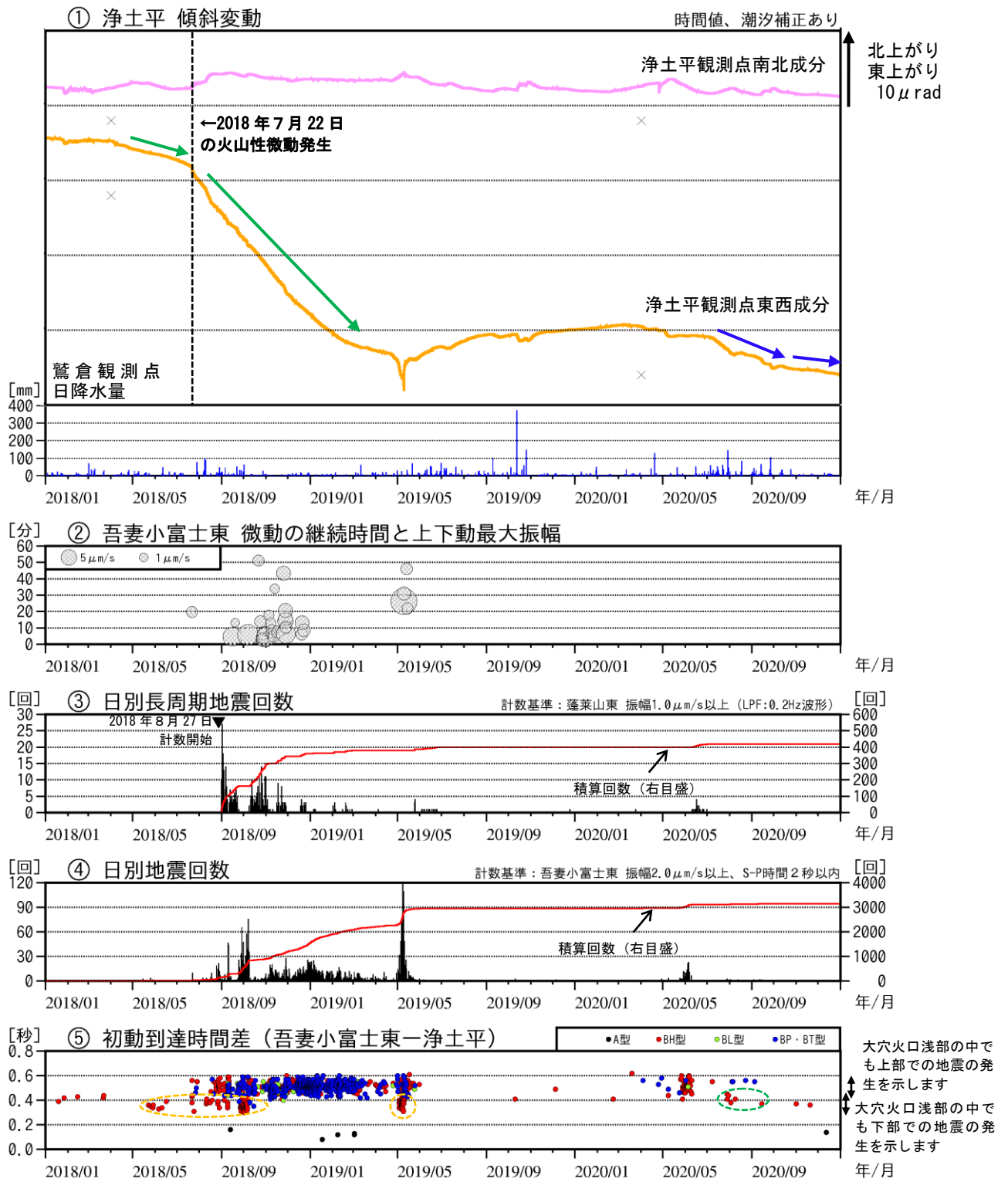


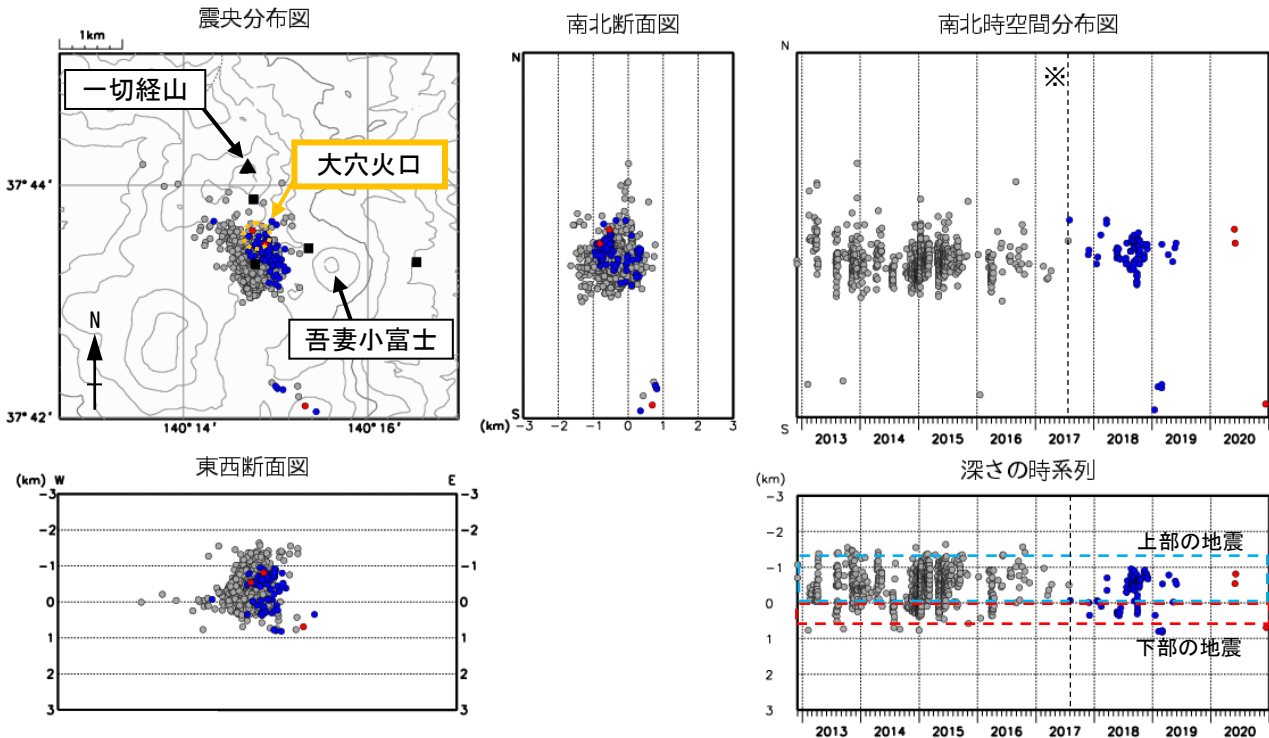
図3 吾妻山 火山活動経過図 (2018年1月～2020年12月)

- ・④日別地震回数に③長周期地震の回数は含まれていません。
- ・浄土平傾斜計のデータは、長期トレンドを除去しています。
- ×：融雪期には北北上がりの変動がみられます。

火山性地震は、5月下旬から6月上旬にかけてやや多い状態となりました。その後、火山性地震は少ない状態となりましたが、6月頃から7月上旬にかけて長周期地震が時々発生しました。

7月下旬頃から9月中旬にかけては、大穴火口浅部の中でも下部を震源とする火山性地震が発生していました(⑤の緑破線)。同様の地震は、2018年9月や2019年5月など火山活動が活発化した際の初期に多発していました(⑤の橙破線内)。

浄土平観測点の傾斜計では、7月頃から大穴火口浅部の緩やかな膨張を示す変化が観測されていましたが、10月下旬頃からは概ね停滞しています(青矢印)。

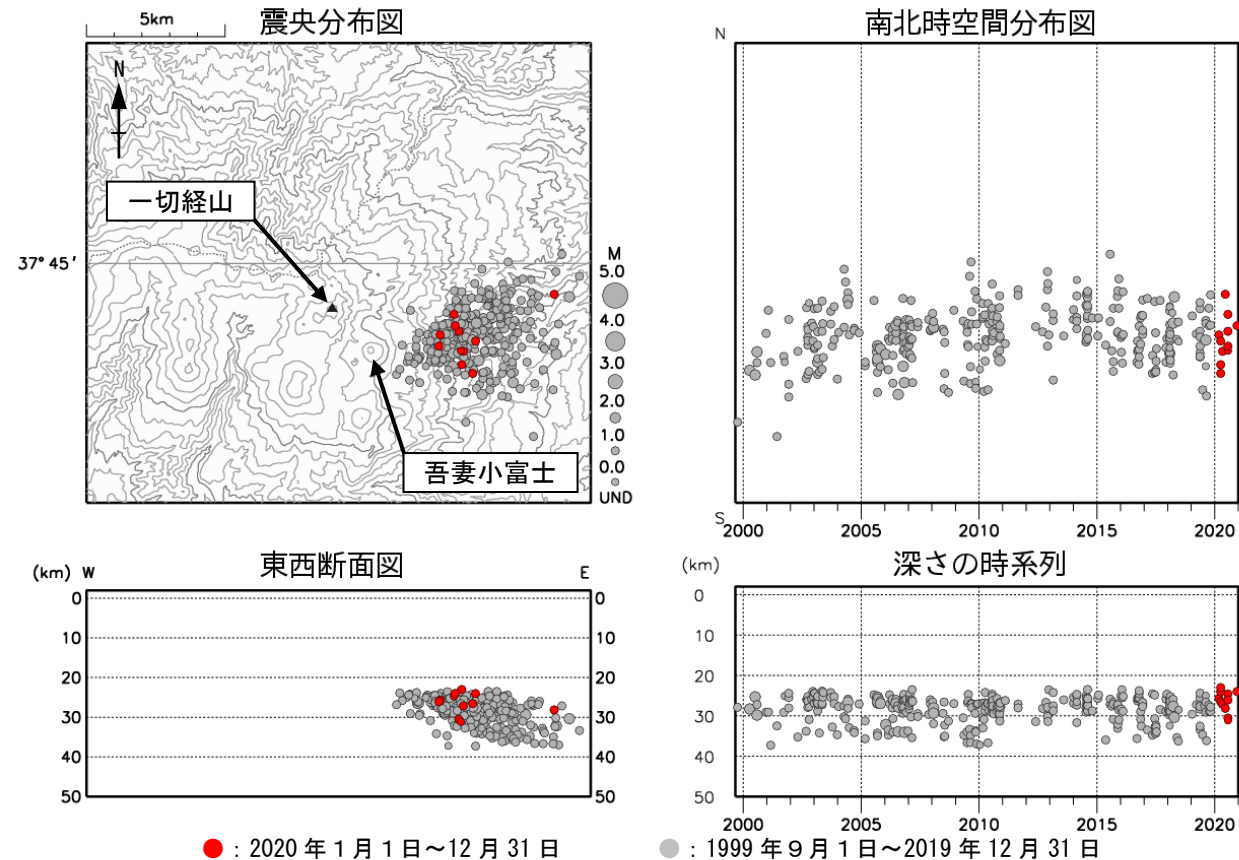


● : 2020年1月1日~2020年12月31日 ● : 2017年8月1日~2019年12月31日
 ● : 2012年12月1日~2017年7月31日 ■ : 地震観測点位置

図4 吾妻山 地震活動 (2012年12月~2020年12月)

※2017年8月1日から蓬萊山東観測点を震源計算に使用しているため、震源のばらつきがそれ以前より小さくなっています。

5月下旬から6月上旬にかけて発生した地震は、大穴火口浅部の中でも上部で発生しました。



● : 2020年1月1日~2020年12月31日 ● : 1999年9月1日~2019年12月31日

図5 吾妻山 広域地震観測網による深部低周波地震活動 (1999年9月~2020年12月)

- ・2001年10月以降、検知能力が向上しています。
- ・2020年9月以降の震源は、地震観測点の標高を考慮する等した新手法で求められています。
- ・2020年12月31日現在、2020年4月18日から10月23日までの地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、その前後の期間と比較して微小な地震での震源決定数の変化(増減)が見られます。

深部低周波地震は少ない状態で経過しました。

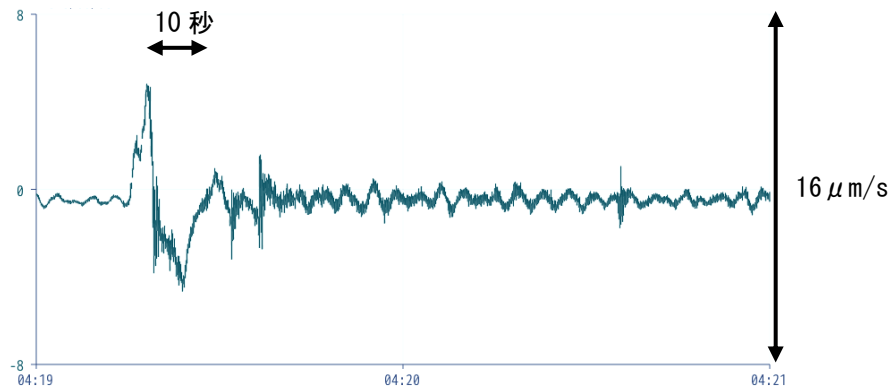


図6 長周期地震の波形例（2020年6月30日04時19分～04時21分）

- ・蓬萊山東観測点に設置した広帯域地震計の上下成分の速度波形です。
- ・6月頃から7月上旬にかけて、周期10秒程度の長周期地震が時々発生しました。

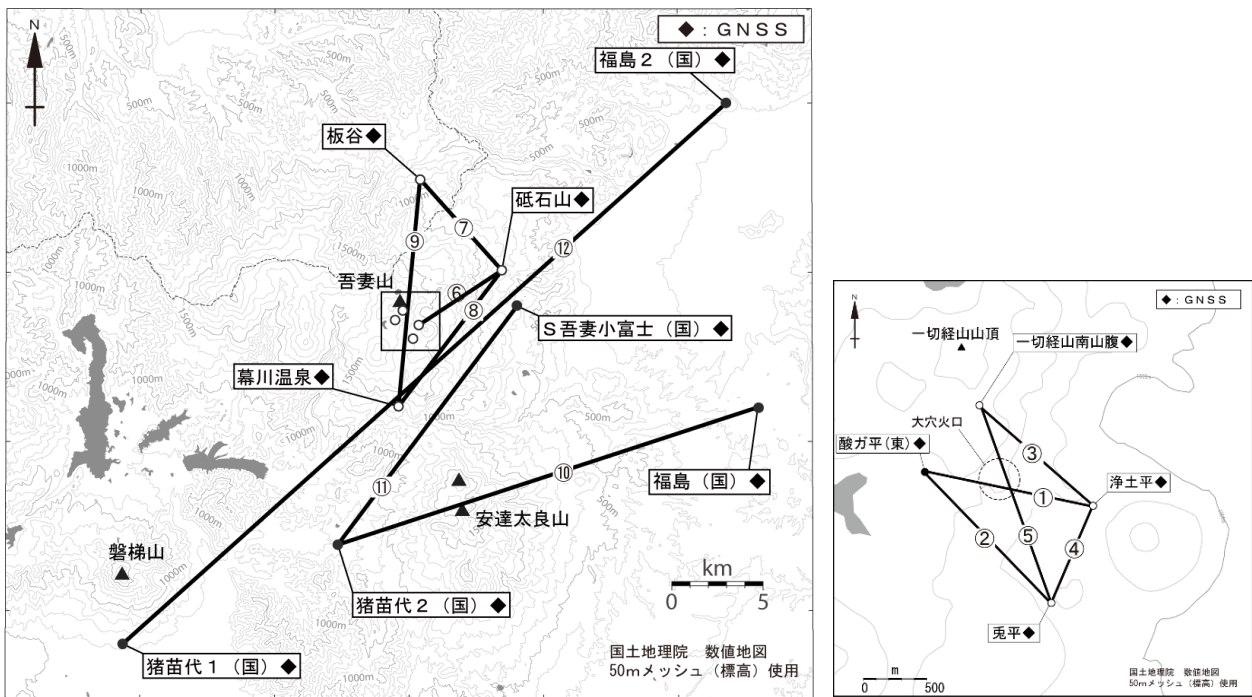


図7 吾妻山 GNSS 観測基線図

白丸 (○) は気象庁、黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

左図の四角囲みは右図の表示範囲を示しています。

(国) : 国土地理院 (東) : 東北大学

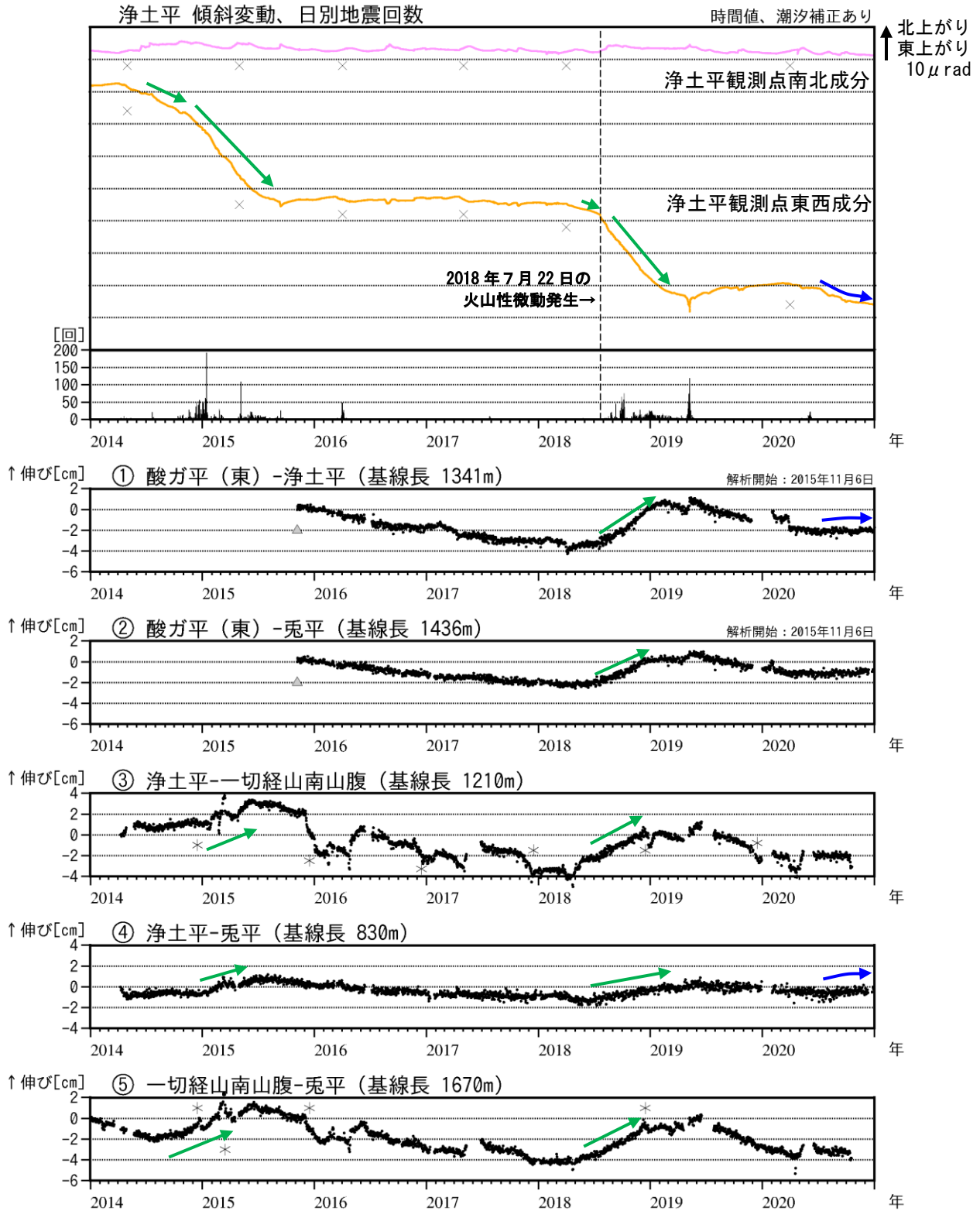


図8 吾妻山 大穴火口浅部の地殻変動 (2014年1月～2020年12月)

- ・傾斜計の浄土平観測点は、大穴火口のほぼ東に位置するため、大穴火口浅部の膨張による傾斜変化は東西成分に大きく現れます。
- ・①～⑤は図7のGNSS基線①～⑤に対応しています。
- ・空白部分は欠測を示します。 ・(東)は東北大学の観測点を示します。
- ・浄土平傾斜計のデータは、長期トレンドを除去しています。
- ▲：解析開始を示します。 ×：融雪期には北北上がりの変動がみられます。
- *：冬期には、凍上やアンテナへの着雪等によると考えられる変化がみられます。

2014～2015年及び2018～2019年には、火山活動活発化に伴う変化(緑矢印)が観測されています。

浄土平の傾斜計及びGNSS連続観測の大穴火口周辺の短い基線の一部では、7月頃から大穴火口浅部の緩やかな膨張を示す変化が観測されていましたが、10月下旬頃からは概ね停滞しています(青矢印)。

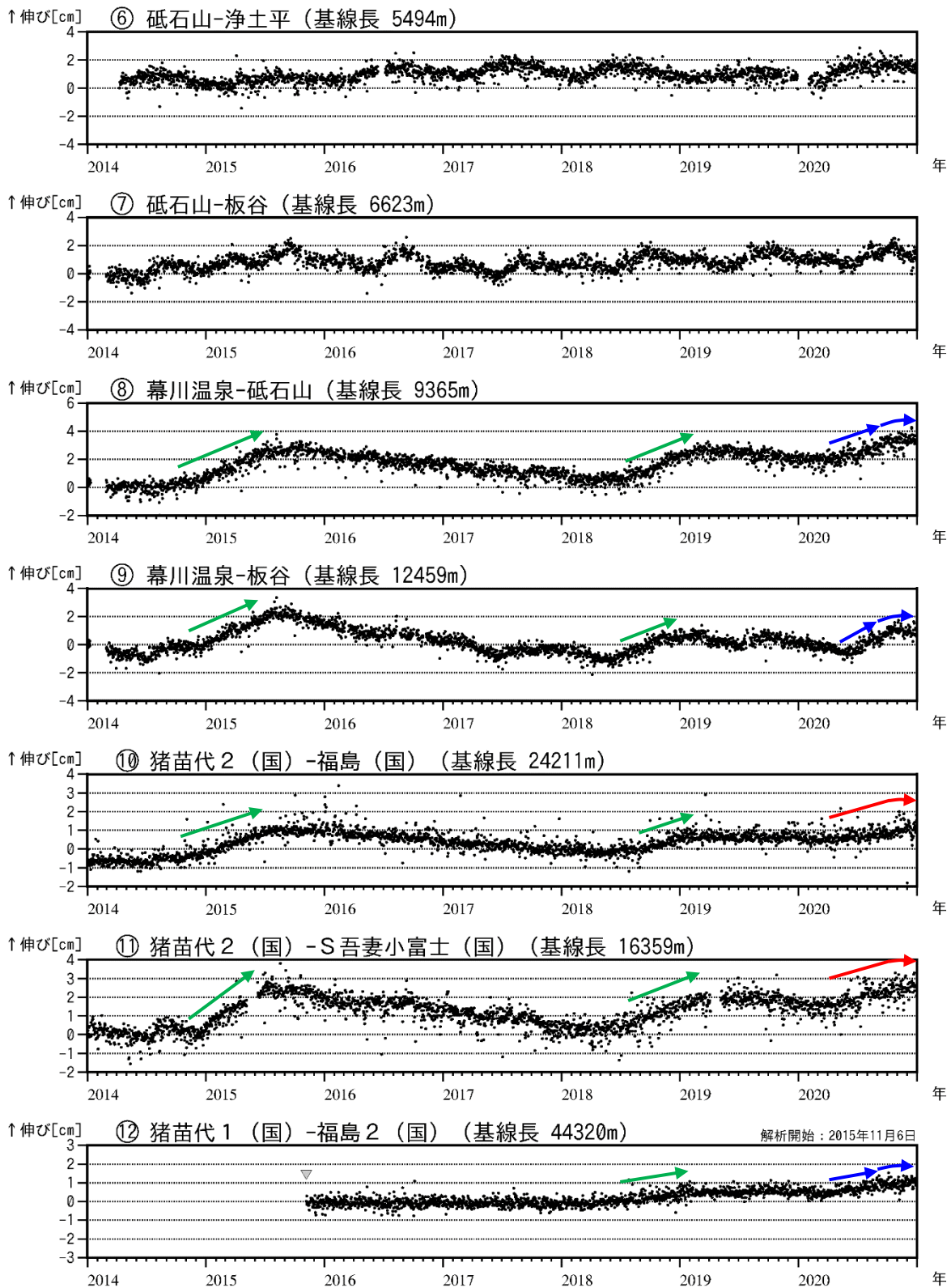


図9 吾妻山 吾妻山深部の地殻変動 (2014年1月~2020年12月)

- ・⑥~⑫は図7のGNSS基線⑥~⑫に対応しています。
- ・空白部分は欠測を示します。
- ・(国)は国土地理院の観測点を示します。
- ▼: 解析開始を示します。

GNSS 連続観測の吾妻山周辺の長い基線では、2014~2015年、2018~2019年にかけての火山活動活発化の際に、吾妻山深部の膨張を示す変化が観測されています(緑矢印)。

2020年3月頃からみられた吾妻山深部の膨張を示す変化は、10月頃から一部の基線で鈍化がみられ始め(⑧、⑨、⑫青矢印)、その他の基線でも12月頃から鈍化しています(⑩、⑪赤矢印)。



図10 吾妻山 大穴火口周辺の噴気の状況（12月5日）

- ・左図：東北地方整備局が設置している浄土平監視カメラ（大穴火口の東南東約500m）の映像です。
- ・右図：上野寺監視カメラ（大穴火口から東北東約14km）の映像です。

大穴火口の噴気の高さは100m以下で経過し、大穴火口及びその周辺の噴気の状態に変化は認められません。

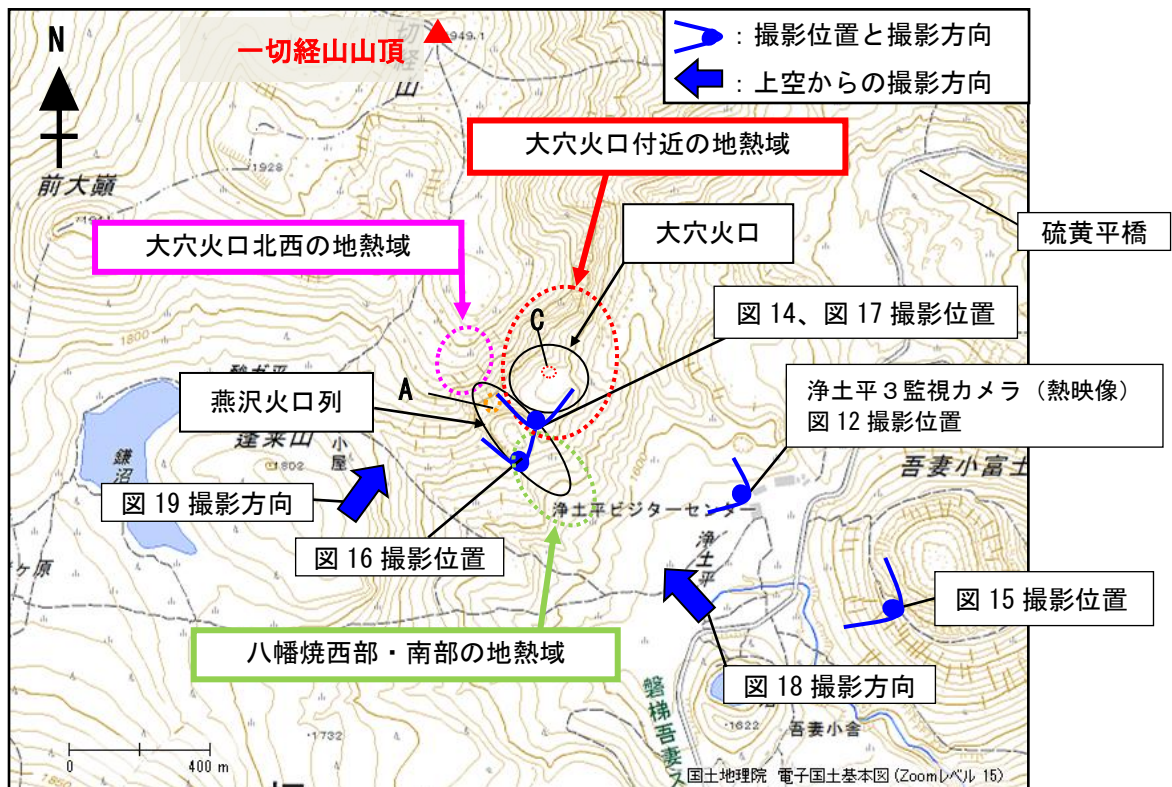


図11 吾妻山 大穴火口周辺の噴気と地熱域の分布及び写真と地表面温度分布撮影位置、撮影方向

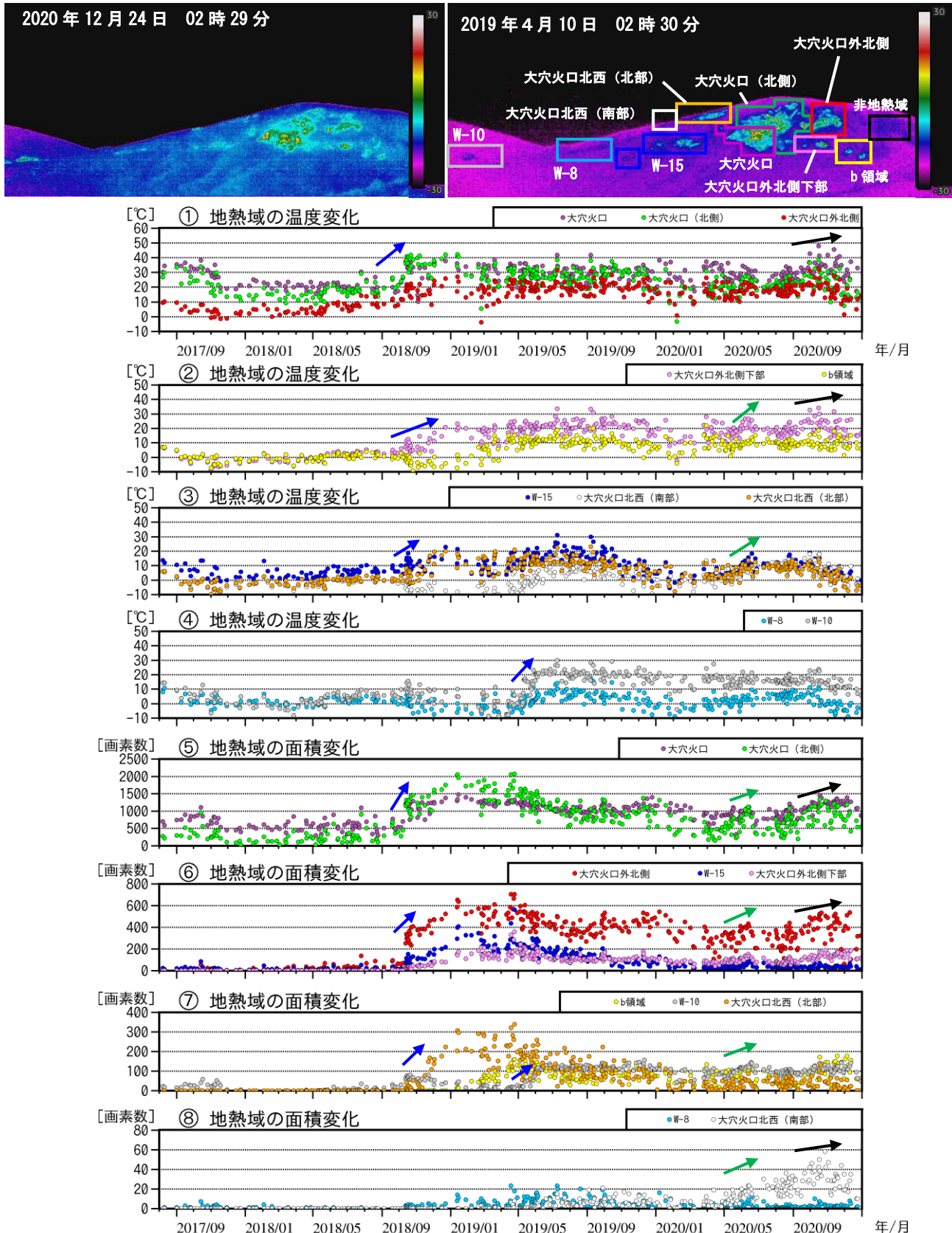


図12 吾妻山 監視カメラによる大穴火口周辺の地熱域の経過 (2017年8月～2020年12月)

- ・①～④は各領域の最高温度と吾妻山の南約6kmのアメダス 鷲倉の気温との差を示しています。
- ・⑤～⑧は領域毎に非地熱域(黒枠)の平均温度より5℃以上高い領域の画素数を示しています。数値が大きくなるほど、地熱域の面積が拡大していることを示します。・グラフ中の点の色は上図の枠線の色に対応しています。
- ・空白部分は天候不良等による欠測を表しています。
- ・2018年10月と2019年5月の火山活動活発化の際には、地熱域の拡大と温度上昇がみられました(青矢印)。

2020年5月頃から6月にかけて一部の領域では地熱域のわずかな拡大と温度上昇がみられました(緑矢印)。9月頃から11月中旬頃にかけても一部の領域で地熱域のわずかな拡大と温度上昇がみられました(黒矢印)が、その後、拡大と温度上昇の傾向はみられていません。



図 13 吾妻山 大穴火口付近が明るく見える現象
(2020年7月22日23時00分及び2011年9月8日01時42分)
・上野寺監視カメラ(大穴火口から東北東約14km)の映像です。

赤丸内の明るい部分が、高感度の監視カメラで大穴火口付近が明るく見える現象です。

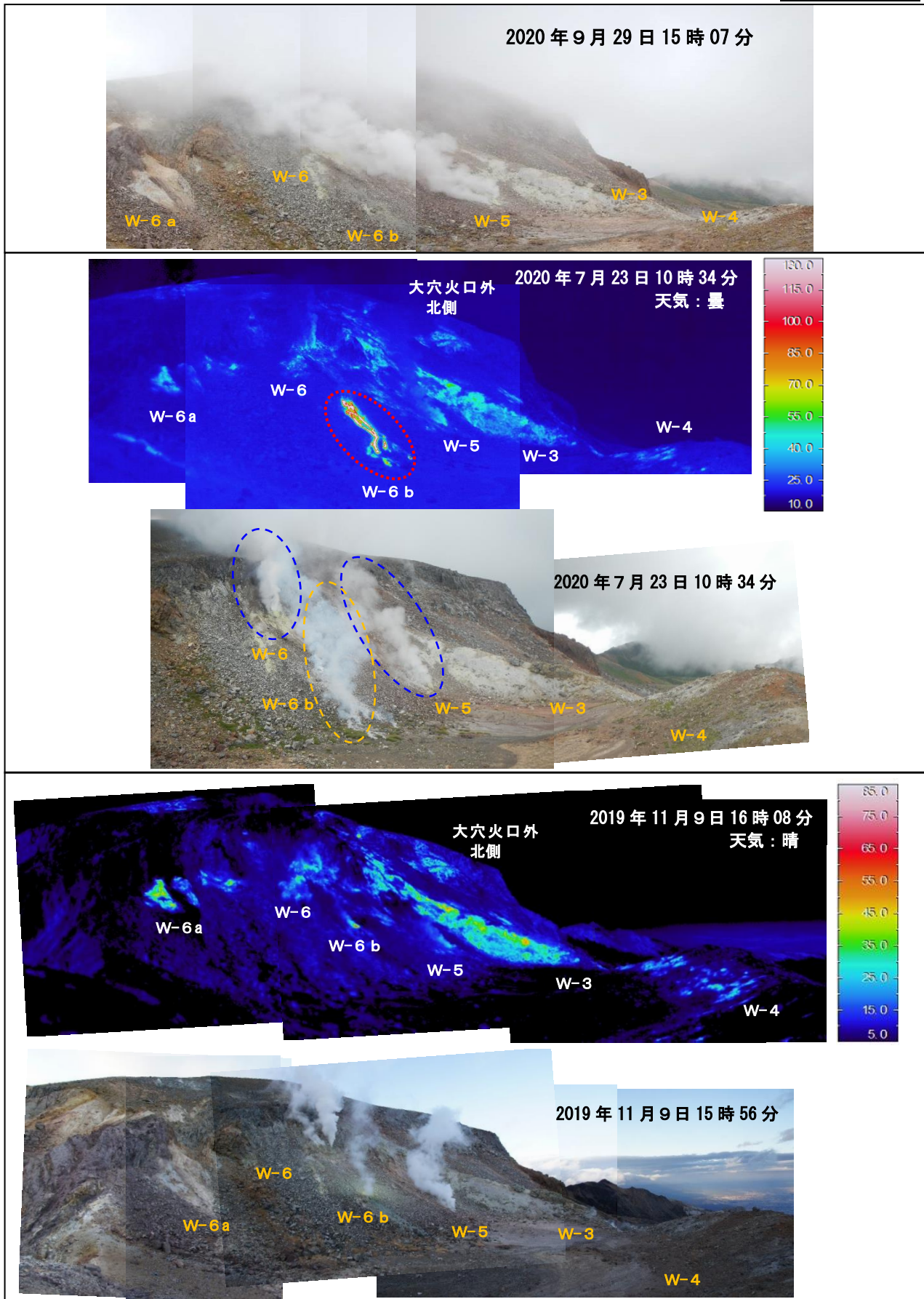


図 14 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の様相（下）と地表面温度分布（上）

7月23日に実施した現地調査では、W-6bで硫黄の燃焼による高温域（赤破線）が認められました。また、硫黄の燃焼に伴う青白い煙（橙破線）を確認しました。その他の領域の地熱域に大きな変化はみられず、W-5及びW-6の噴気（青破線）に特段の変化は認められませんでした。なお、硫黄の燃焼による高温域（赤破線）及び青白い煙（橙破線）は、8月の現地調査以降認められず、硫黄が燃焼する以前と比較しW-6bの噴気は弱い状態となっています。

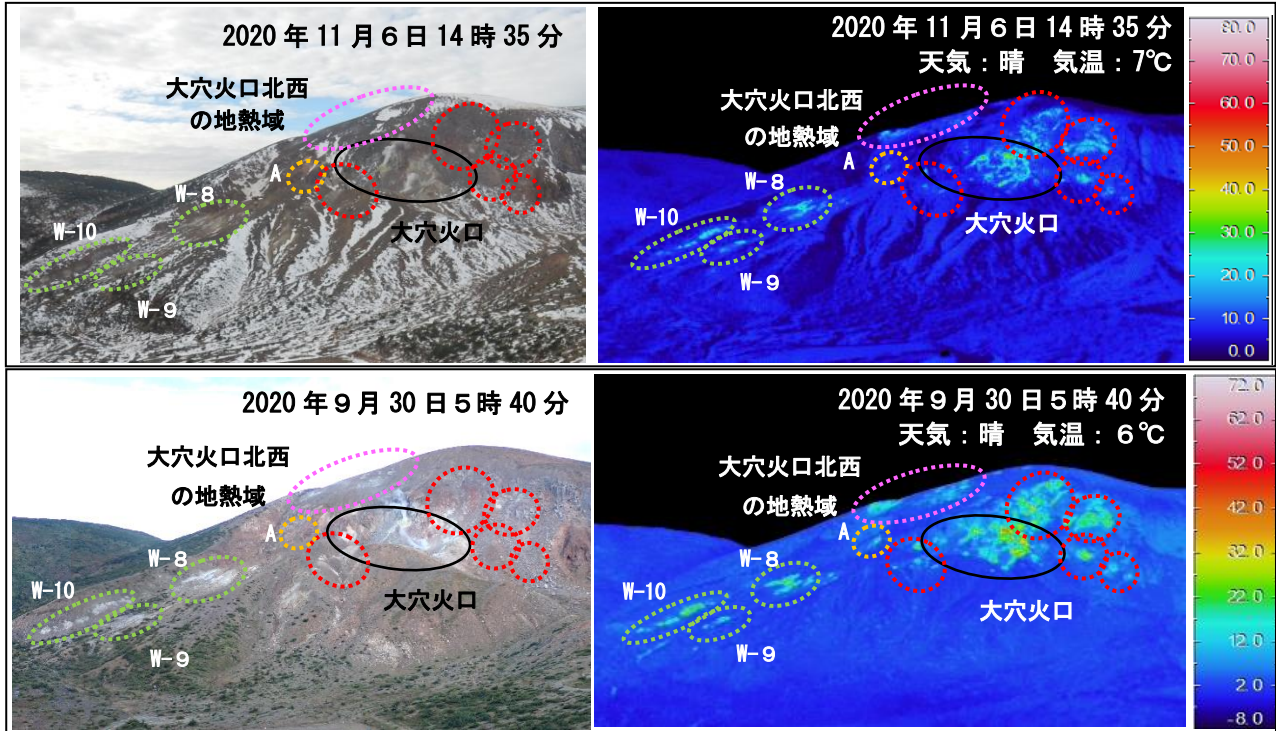


図 15 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の状況（左）と地表面温度分布（右）

・ 図中の破線の色は図 11 の破線の色に対応します。
 ※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ます。

8月の現地調査で燕沢火口列北側火口壁の地熱域（A）を確認し、9月及び11月の現地調査でも引き続き確認しました。その他の地熱域に特段の変化はみられず、大穴火口付近とその周辺で熱活動が継続していることを確認しました。

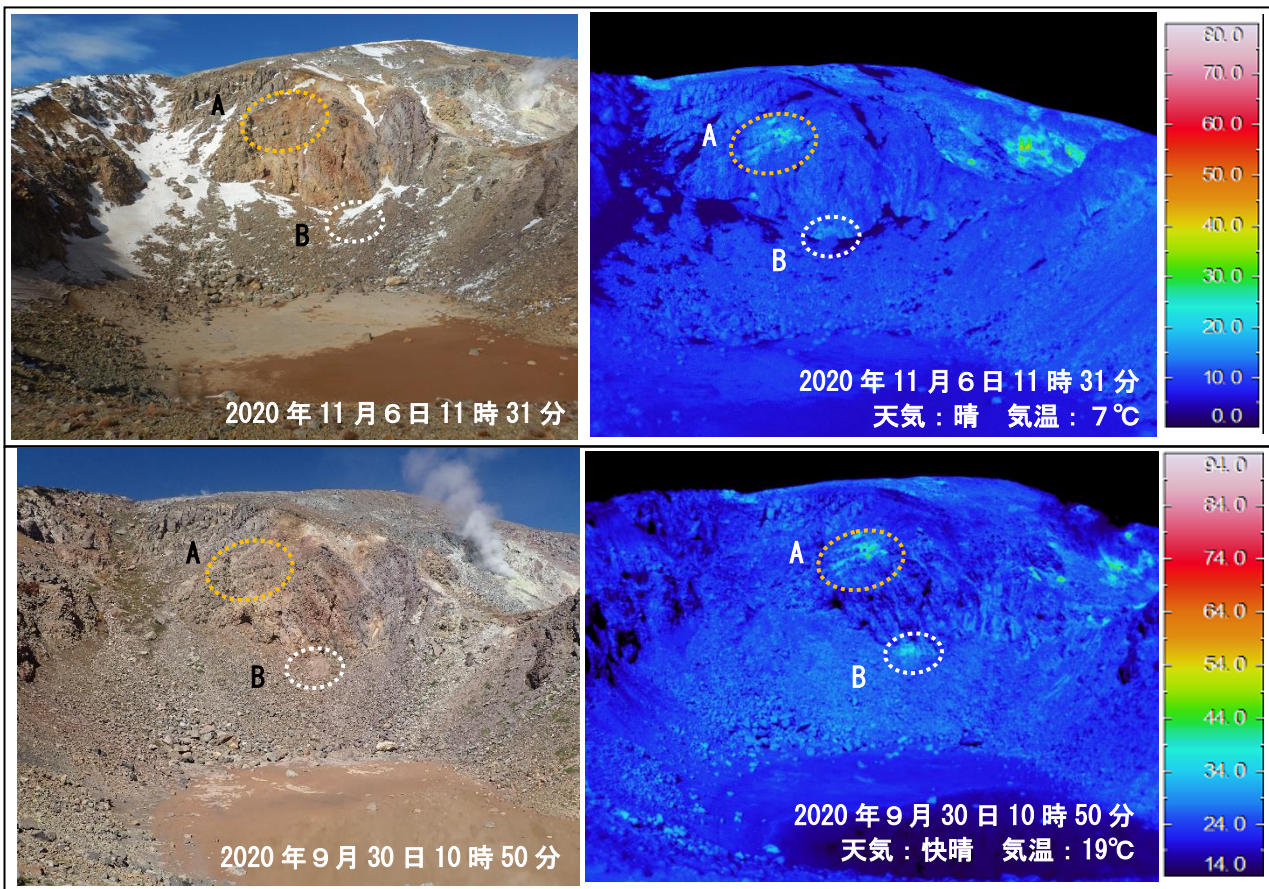


図 16 吾妻山 燕沢火口列北側火口壁の状況（左）と地表面温度分布（右）

※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ます。

9月の現地調査で燕沢火口列北側火口壁の新たな弱い地熱域（B）を確認し、11月の現地調査でも引き続き確認しました。地熱域（A）及び地熱域（B）から噴気は認められませんでした。

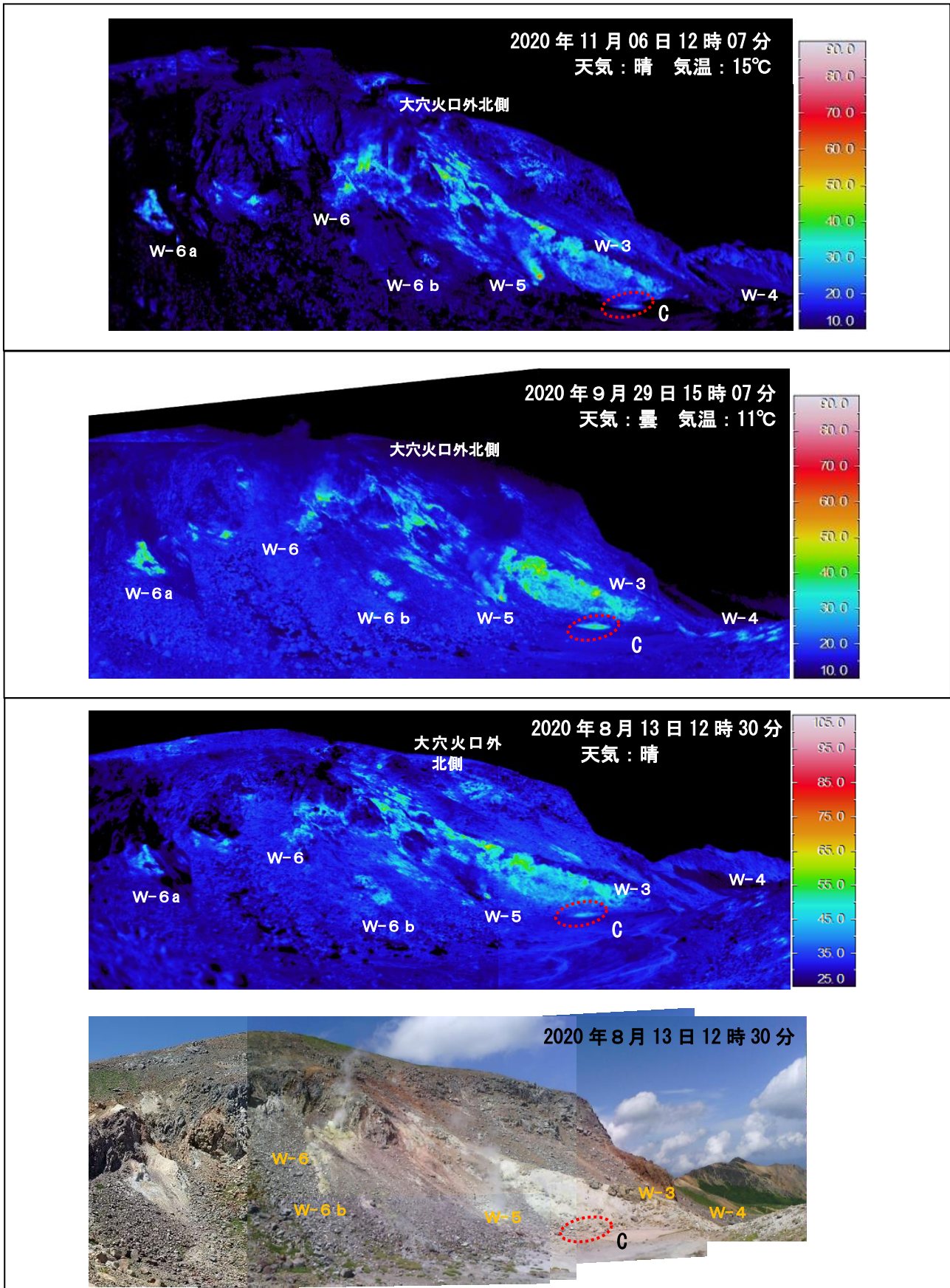


図 17 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の状況（下）と地表面温度分布（上）

・噴気や雲のため、一部の地熱域が隠れています。

8月に実施した現地調査では、W-3 下部においてわずかな地熱域の広がり (C) が認められ、9月及び 11月の現地調査でも引き続き認められました。この地熱域の地中温度は高いところで 96°C（8月20日：94°C、9月29日：96°C、11月6日：94°C）であり、8月から大きな変化はみられませんでした。噴気や噴出物は認められませんでした。

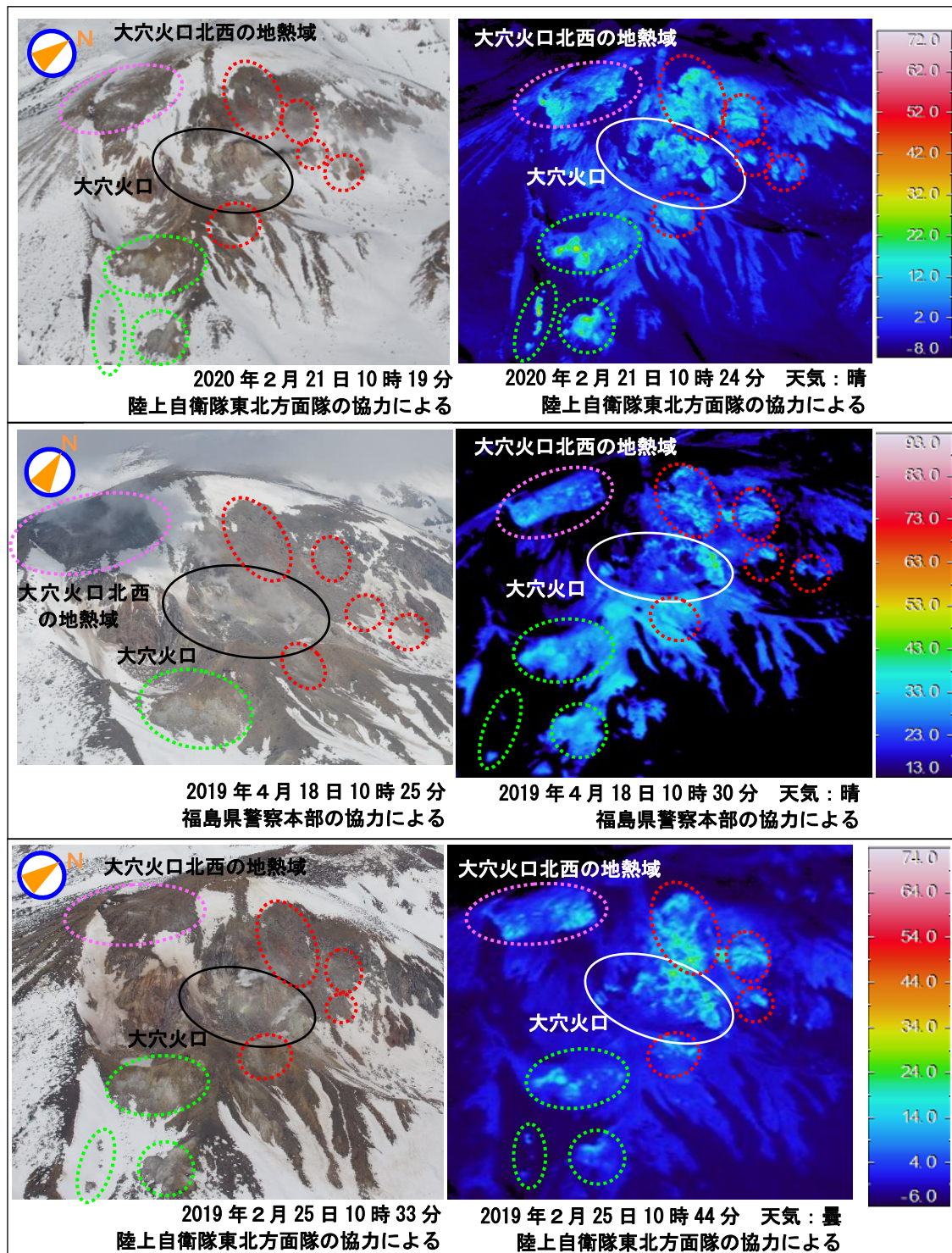


図 18 吾妻山 上空から撮影した大穴火口及びその周辺の状況と地表面温度分布

・ 図中の破線の色は図 11 の破線の色に対応します。

※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ます。

大穴火口付近とその周辺に大きな変化は認められず、熱活動が継続していることを確認しました。

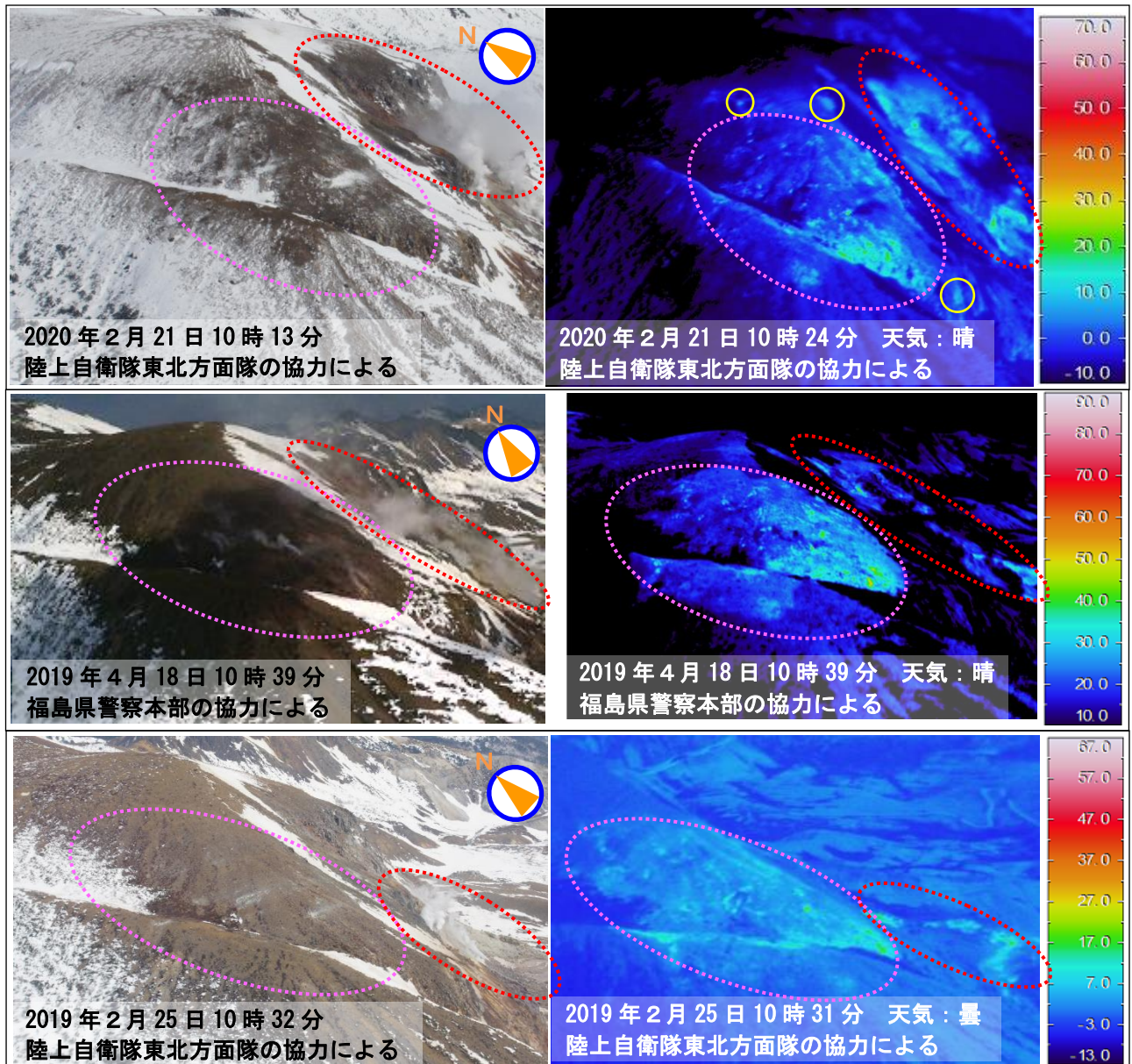


図 19 吾妻山 上空から撮影した大穴火口北西の状況と地表面温度分布

・図中の破線の色は図 11 の破線の色に対応します。

※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ます。

これまでの観測と比較して、一部の領域（黄丸）でわずかな地熱の変化がみられるものの、大穴火口北西の地熱域とその周辺に大きな変化は認められませんでした。

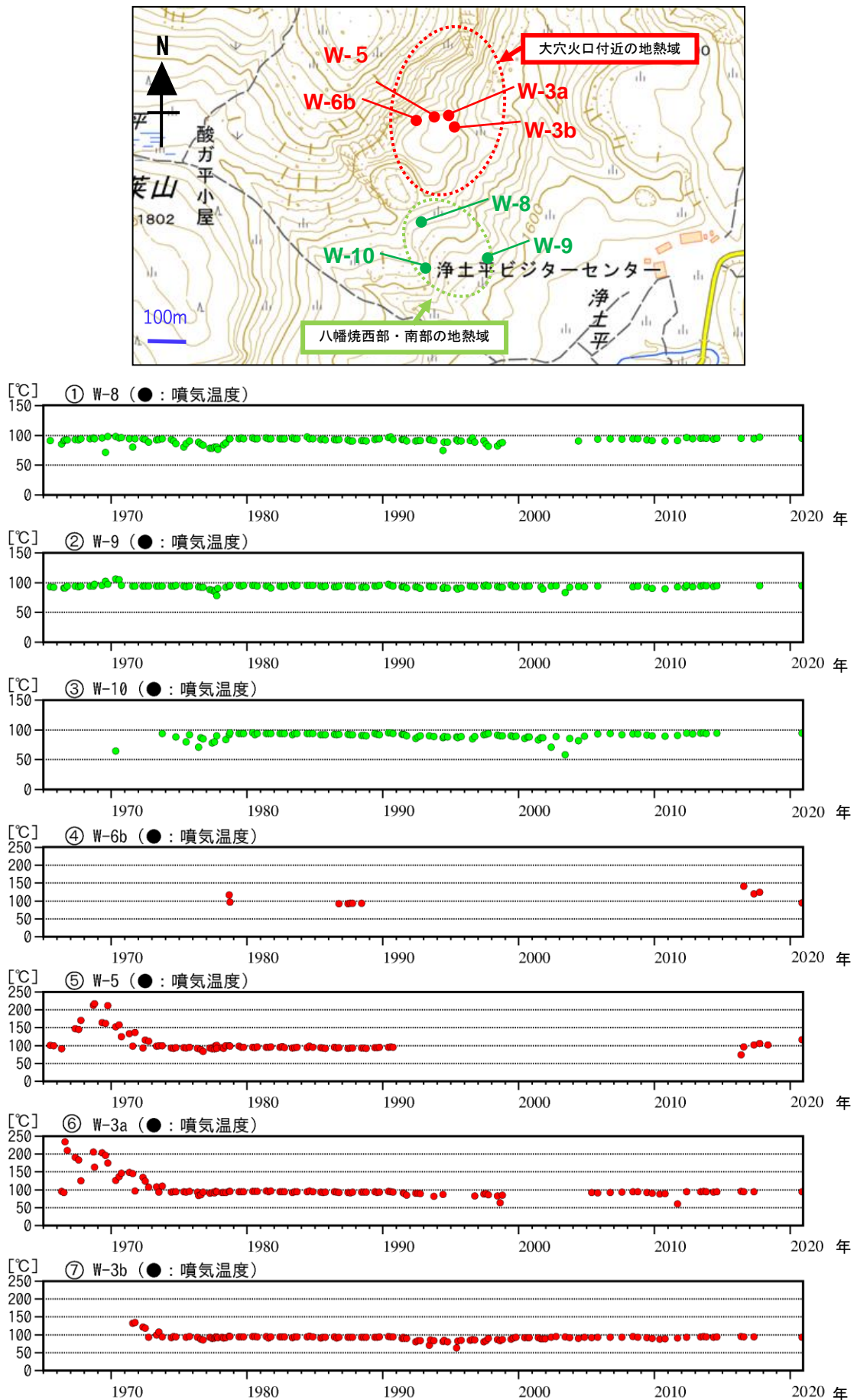


図20 吾妻山 大穴火口付近及び八幡焼付近の噴気温度の経過（1965年7月～2020年11月）

11月に実施した現地調査では、大穴火口付近の地熱域及び八幡焼西部・南部の地熱域で引き続き沸点に近い噴気温度が認められました。

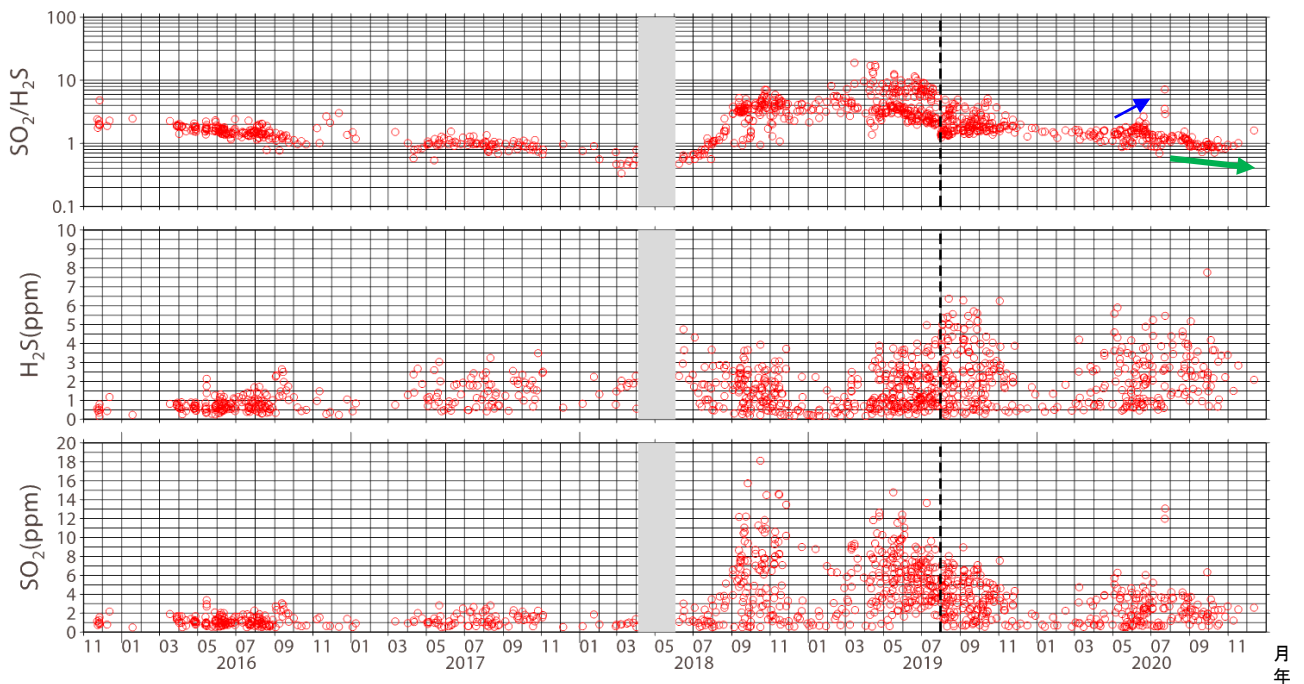


図21 吾妻山 火山ガス観測装置による観測（2015年11月～2020年12月）

- ・火山ガス観測装置では、噴気孔から流れてくる火山ガスと周辺大気との混合気体を測定しているため、測定される濃度自体（グラフ中段、下段）は、風向きや大気との混合の影響を受けて増減する場合があります。一方、複数の火山ガスの濃度比（上段）はこうした影響を受けにくいいため、火山活動評価の指標として有効です。
- ・火山ガス観測装置は校正作業が必要となるため、この校正結果によっては値が補正され、変更される可能性があります。このグラフで示されている値は変更前の速報値を含みます。
- ・グラフの灰色部分は欠測を表しています。
- ・2019年7月にセンサー交換を行っています（黒破線）。

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、 SO_2 と H_2S の濃度比※（上段）は2020年6月頃に一時的な増加がみられました（青矢印）。

その後は、風向きと観測点の位置関係のため12月に入り観測頻度が低下しているものの、火山活動が静穏な時期の傾向で推移していると考えられます（緑矢印）。

なお、7月22日から23日にかけてみられた濃度比の一時的な増加及び二酸化硫黄濃度の増加は硫黄の燃焼によるものと考えられます。

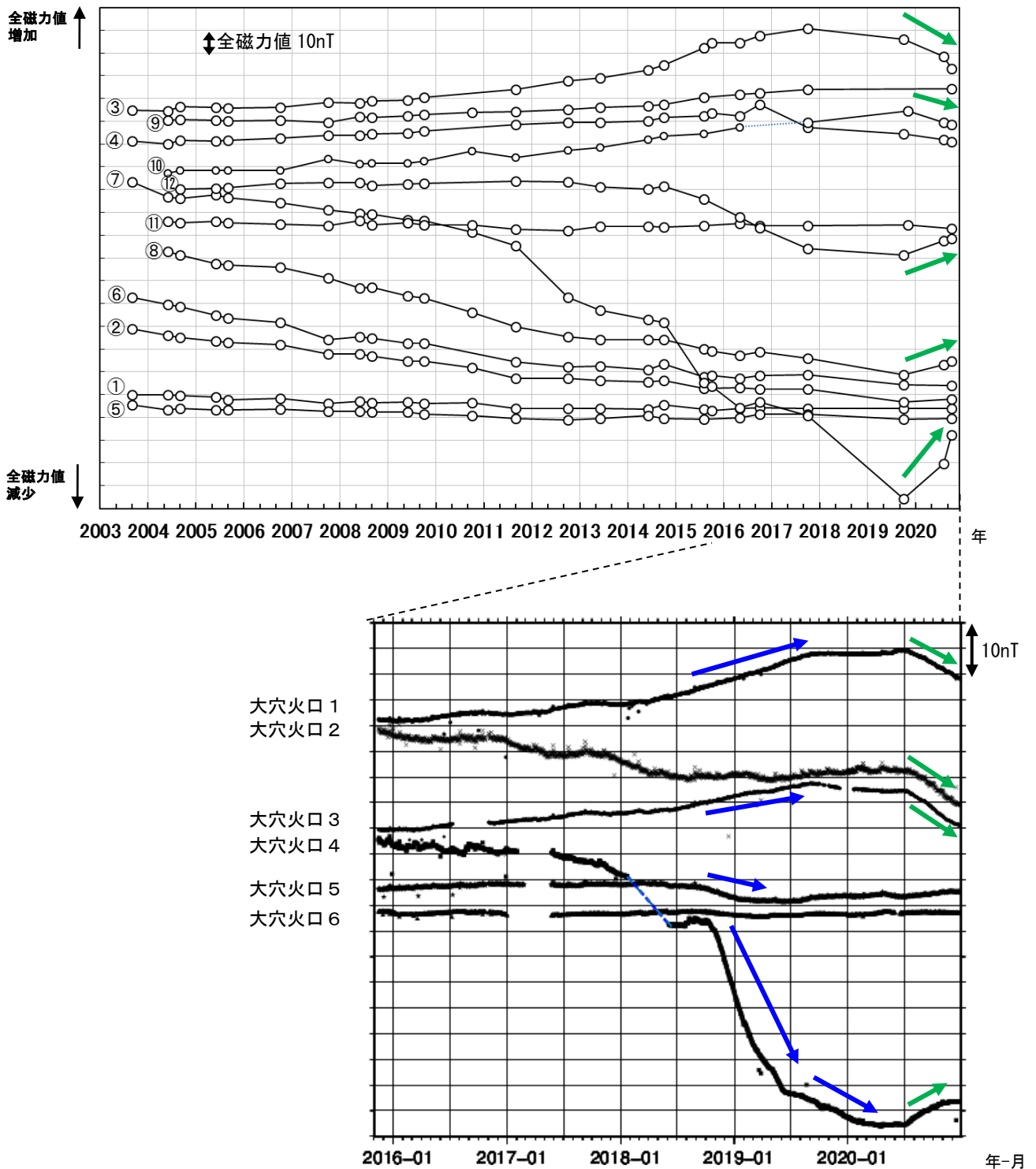


図 22 吾妻山 全磁力繰り返し観測 (上) 及び連続観測 (下) の全磁力値変化 (2003年9月～2020年12月)

- ・全磁力連続観測のデータは大穴火口の北東約6kmにある参照点(高湯観測点)で観測された全磁力値を基準とした場合の各日の00時00分から02時59分の平均値を示しています。
- ・青破線で示す観測点大穴火口4における全磁力変動は、観測機器を再設置したことによる人為的な変動です。
- ・グラフの空白部分は欠測を表しています。
- ・全磁力繰り返し観測のデータは、2016年10月より大穴火口の北東約6kmにある高湯観測点を参照点として使用しています。

全磁力連続観測では、2018年から2019年にかけて大穴火口北西地下の温度上昇を示すと考えられる全磁力値の変化(青矢印)がみられていましたが、2020年7月頃からは同領域の温度低下を示すと考えられる変化がみられています(緑矢印)。8月と10月に実施した全磁力繰り返し観測でも、連続観測と同様の変化が観測されました。

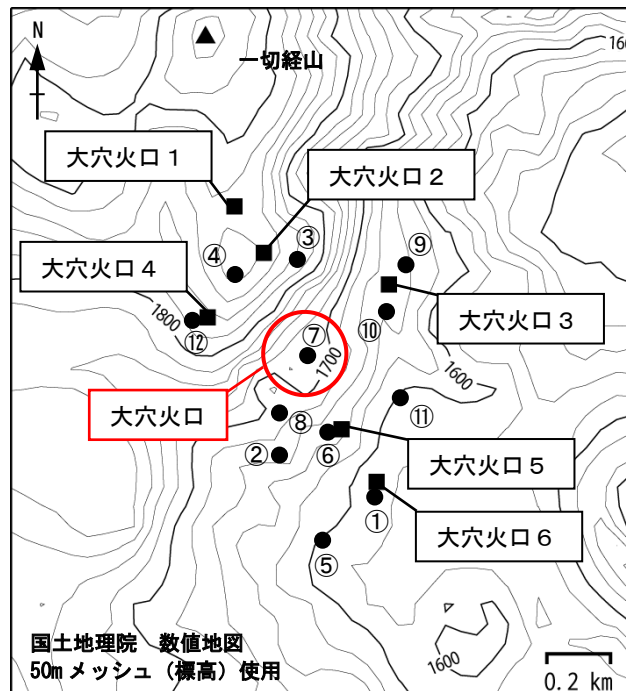


図 23 吾妻山 全磁力観測点配置図

■ : 全磁力連続観測点 (1~6) ● : 全磁力繰り返し観測点 (①~⑫)

【参考】全磁力観測について

火山活動が静穏なときの火山体は地球の磁場（地磁気）の方向と同じ向きに磁化されています。これは、火山を構成する岩石には磁化しやすい鉱物が含まれており、マグマや火山ガス等に熱せられていた山体が冷えていく過程で、地磁気の方に帯磁するためです。しかし、火山活動の活発化に伴い、マグマが地表へ近づくなどの原因で火山体内の温度が上昇するにつれて、周辺の岩石が磁力を失うようになります。これを「熱消磁」と言います。そして地下で熱消磁が発生すると、地表で観測される磁場の強さ（全磁力）が変化します。これらのことから、全磁力観測により火山体内部の温度の様子を知る手がかりを得ることができます。

例えば、山頂直下で熱消磁が起きたとすると、火口の南側では全磁力の減少、火口北側では逆に全磁力の増大が観測されます。この変化は、熱消磁された部分に地磁気と逆向きの磁化が生じたと考えることで説明できます。図28に示すように、山頂部で観測した全磁力の値は、南側Aでは地磁気と逆向きの磁力線に弱められて小さく、北側Bでは強められて大きくなるのがわかります。

ただし全磁力の変化は、熱消磁によるものだけでなく、地下の圧力変化などによっても生じることがあります。

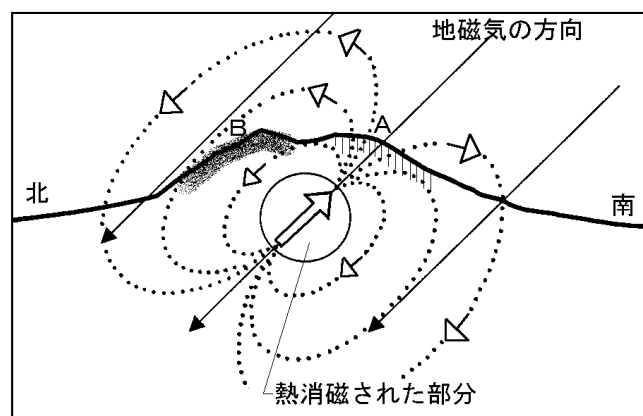
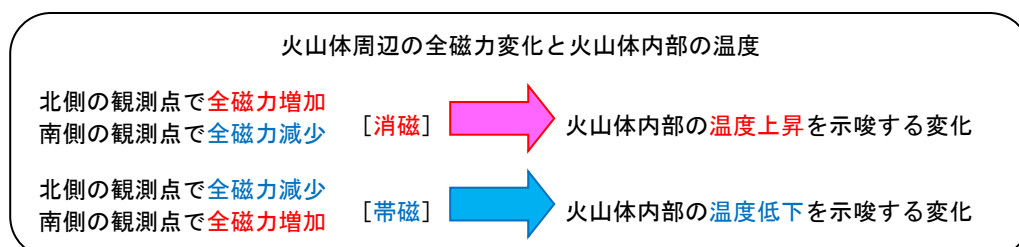


図 24 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル



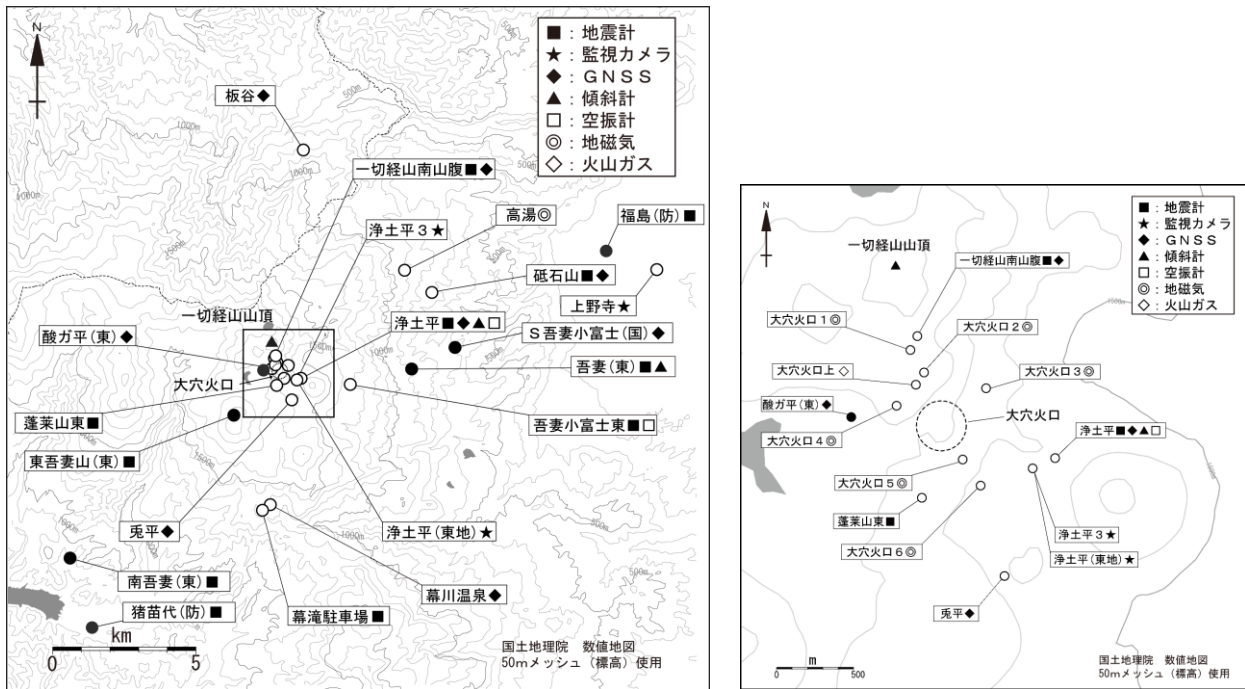


図 25 吾妻山 観測点配置図

白丸 (○) は気象庁、黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

左図の四角囲みは右図の表示範囲を示しています。

(東地) : 東北地方整備局 (国) : 国土地理院 (東) : 東北大学 (防) 防災科学技術研究所

表 1 吾妻山 気象庁観測点一覧

観測種類	観測点名	位置			設置高 (m)	観測開始日	備考
		北緯	東経	標高 (m)			
地震計	吾妻小富士東	37° 43.34'	140° 16.53'	1295	-1	1965.07.01	
	浄土平	37° 43.46'	140° 15.36'	1584	-98	2010.09.01	
	一切経山南山腹	37° 43.87'	140° 14.76'	1875	0	2001.08.09	
	砥石山	37° 45.09'	140° 18.43'	745	-1	2012.12.01	
	幕滝駐車場	37° 41.03'	140° 14.53'	1295	-1	2012.12.01	
	蓬萊山東	37° 43.32'	140° 14.79'	1650	-1	2016.12.01	広帯域地震計
空振計	吾妻小富士東	37° 43.34'	140° 16.53'	1295		1998.11.01	
	浄土平	37° 43.46'	140° 15.36'	1584	4	2010.09.01	
傾斜計	浄土平	37° 43.46'	140° 15.36'	1584	-98	2011.04.01	
GNSS	板谷	37° 47.75'	140° 15.42'	809	8	2001.11.01	
	幕川温泉	37° 41.05'	140° 14.61'	1291	9	2001.11.01	
	一切経山南山腹	37° 43.87'	140° 14.76'	1875	1	2001.08.09	
	浄土平	37° 43.46'	140° 15.36'	1584	3	2012.11.09	
	砥石山	37° 45.09'	140° 18.43'	745	5	2012.11.28	
	兔平	37° 43.04'	140° 15.14'	1590	5	2012.11.09	
監視カメラ	上野寺	37° 45.52'	140° 23.77'	112	9	1998.11.27	
	浄土平3	37° 43.42'	140° 15.26'	1576	5	2016.12.01	熱映像
火山ガス	大穴火口上	37° 43.71'	140° 14.75'	1885	2	2015.11.22	
地磁気	大穴火口1	37° 43.83'	140° 14.73'	1875	2	2015.11.21	
	大穴火口2	37° 43.75'	140° 14.79'	1878	2	2015.11.21	
	大穴火口3	37° 43.70'	140° 15.06'	1651	2	2015.11.21	
	大穴火口4	37° 43.64'	140° 14.67'	1834	2	2015.11.21	
	大穴火口5	37° 43.45'	140° 14.96'	1647	2	2015.11.21	
	大穴火口6	37° 43.36'	140° 15.04'	1584	2	2015.11.21	
	高湯	37° 45.49'	140° 17.81'	925	2	2015.11.21	