

吾妻山の火山活動解説資料（令和3年9月）

仙台管区気象台
地域火山監視・警報センター

吾妻山深部の膨張を示す変化は7月頃に概ね停止したとみられ、その他の観測データを含めて火山活動の活発化を示す変化は認められません。

大穴火口周辺では熱活動が継続しており、噴出現象が突発的に発生する可能性があることに留意が必要です。また、入山する際には火山ガスに注意してください。

噴火予報（噴火警戒レベル1、活火山であることに留意）の予報事項に変更はありません。

○ 活動概況

・地震や微動の発生状況（図1-②③、図2-④⑤、図3-②～⑤）

火山性地震は少ない状態で経過しました。

火山性微動は観測されませんでした。

・地殻変動の状況（図2-⑥～⑧、図3-①、図4～6）

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、2021年7月頃から停滞しており、深部の膨張は概ね停止したとみられます。

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、2020年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、2020年10月下旬頃からは概ね停滞しており、今期間も状況に変化はありませんでした。

・噴気など表面現象の状況（図1-①、図2-①、図7～15）

大穴火口の噴気の高さは100m以下で経過し、大穴火口付近及びその周辺の噴気の状況に変化は認められませんでした。浄土平3監視カメラの熱映像データの解析では、1月から3月頃にかけて、大穴火口付近や大穴火口周辺の一部で地熱域のわずかな温度上昇や面積拡大がみられましたが、その後の経過も含めて、熱活動全体としては大きな変化はみられません。

9月20日に気象研究所が実施した現地調査で、大穴火口内の北側に新たな陥没孔が確認されたことから、22日に現地調査を実施しました。陥没孔は、2020年8月の現地調査以降認められていた地熱域の位置に対応し、直径約10mの円形、深さは約8mとみられ、陥没孔内底部に少量の湯だまりを確認しました。陥没孔周辺に噴出物は認められず、陥没孔から白色の噴気または湯気が認められました。また、大穴火口内のその他の地熱域、大穴火口周辺の燕沢火口列北側火口壁及び大穴火口北西の地熱域の状況に大きな変化はみられませんでした。

・火山ガスの状況（図16）

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^{*}は火山活動が静穏な時期の傾向で推移しています。

^{*}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17～19）

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、2020年7月以降、大穴火口北西地下の温度低下を示すと考えられる変化がみられ、2020年12月頃から鈍化したものの、その変化は継続しており、今期間も大きな変化はありませんでした。

この火山活動解説資料は気象庁ホームページ（https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php）で閲覧することができます。

今回の火山活動解説資料（令和3年10月分）は令和3年11月9日に発表する予定です。

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/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、東北大学及び国立研究開発法人防災科学技術研究所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。

○ 活動評価

吾妻山では2003年以降、マグマの関与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し起きています。

2020年3月頃からの吾妻山深部の膨張は2021年7月頃に概ね停止したとみられ、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しています。現在、顕著な火山活動の活発化は認められませんが、大穴火口周辺では熱活動が継続しており、8月から9月頃には大穴火口内の地熱域で新たな陥没孔が生じるなど地表面の変化もみられますので、噴出現象が突発的に発生する可能性があることに留意が必要です。

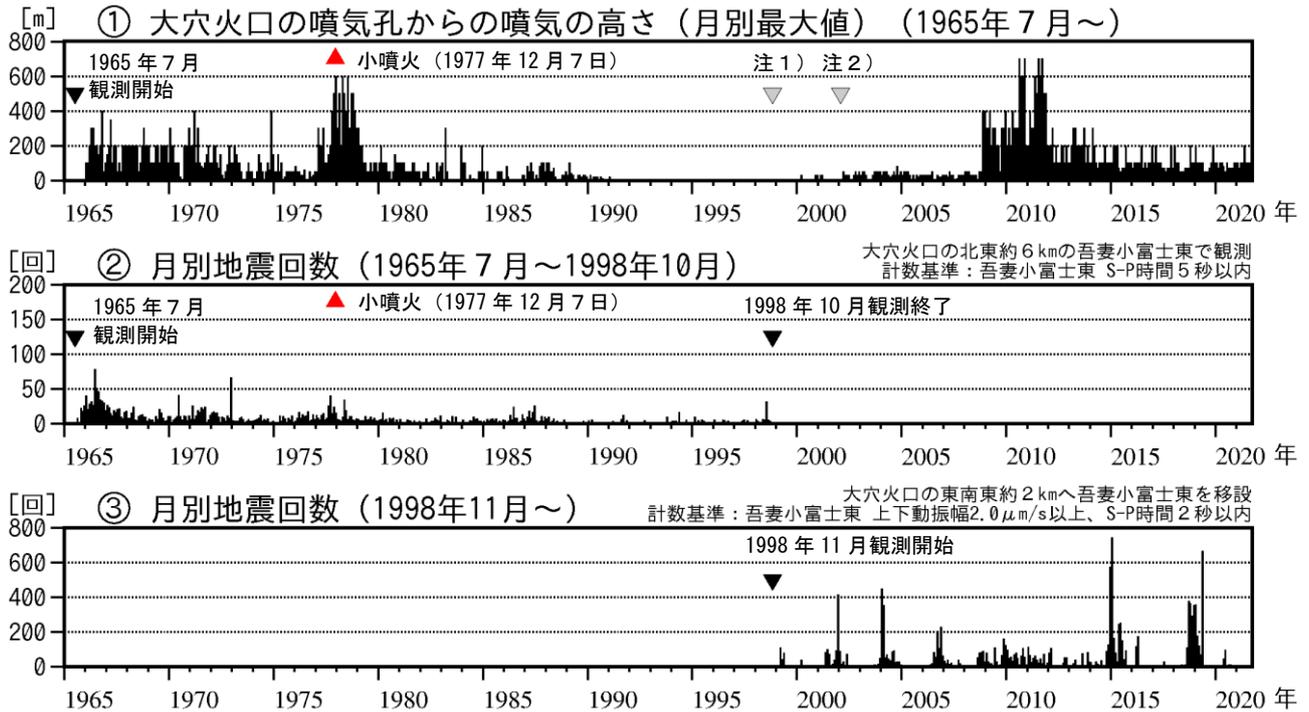


図1 吾妻山 長期的な火山活動の経過（1965年7月～2021年9月）

- ・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。

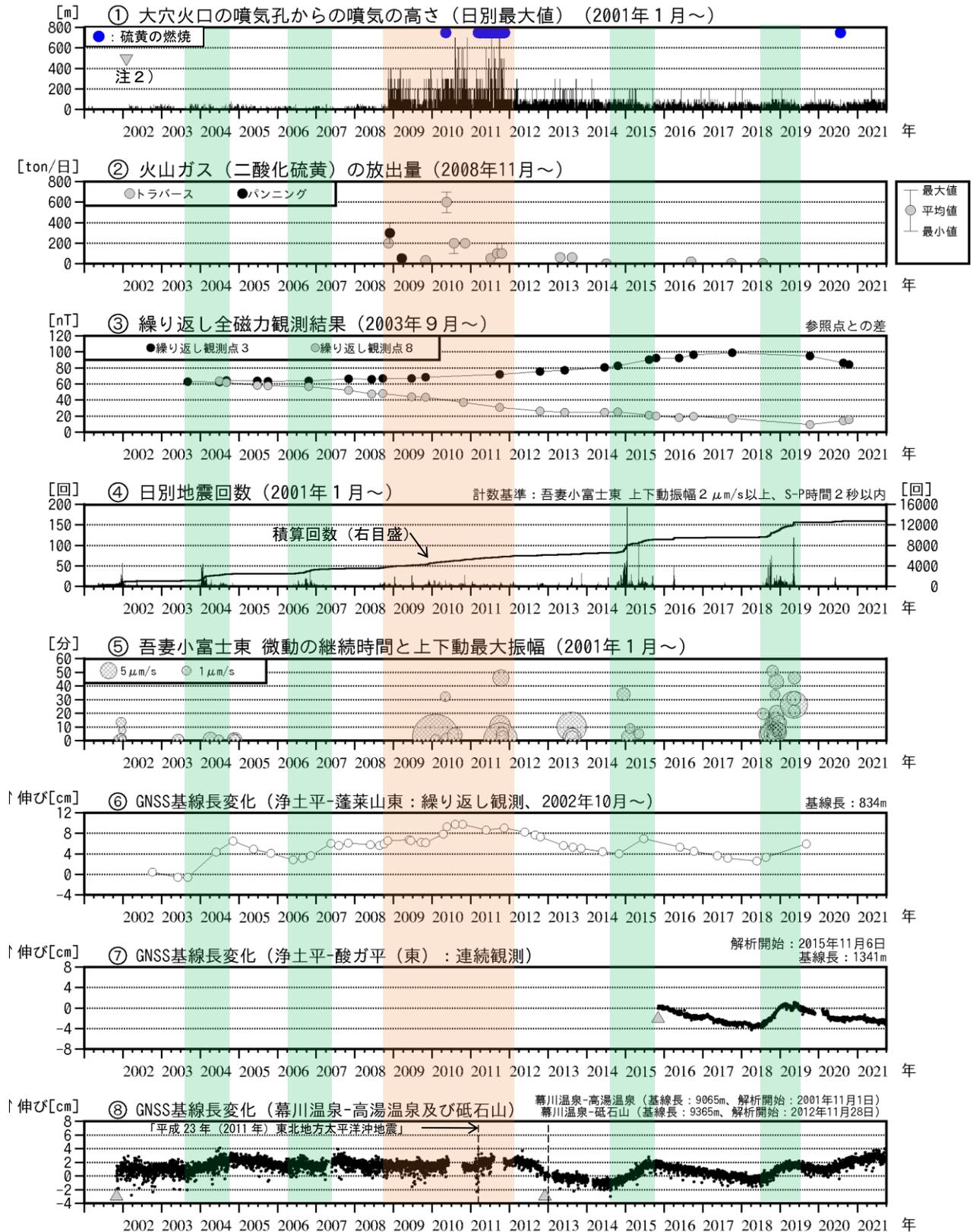


図2 吾妻山 中期的な火山活動の経過（2001年1月～2021年9月）

- ・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17の全磁力繰り返し観測点③⑧に対応しています。
- ・⑦及び⑧はそれぞれ図4のGNSS基線①⑧に対応しています。
- ・⑧「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。
- ▲：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）。

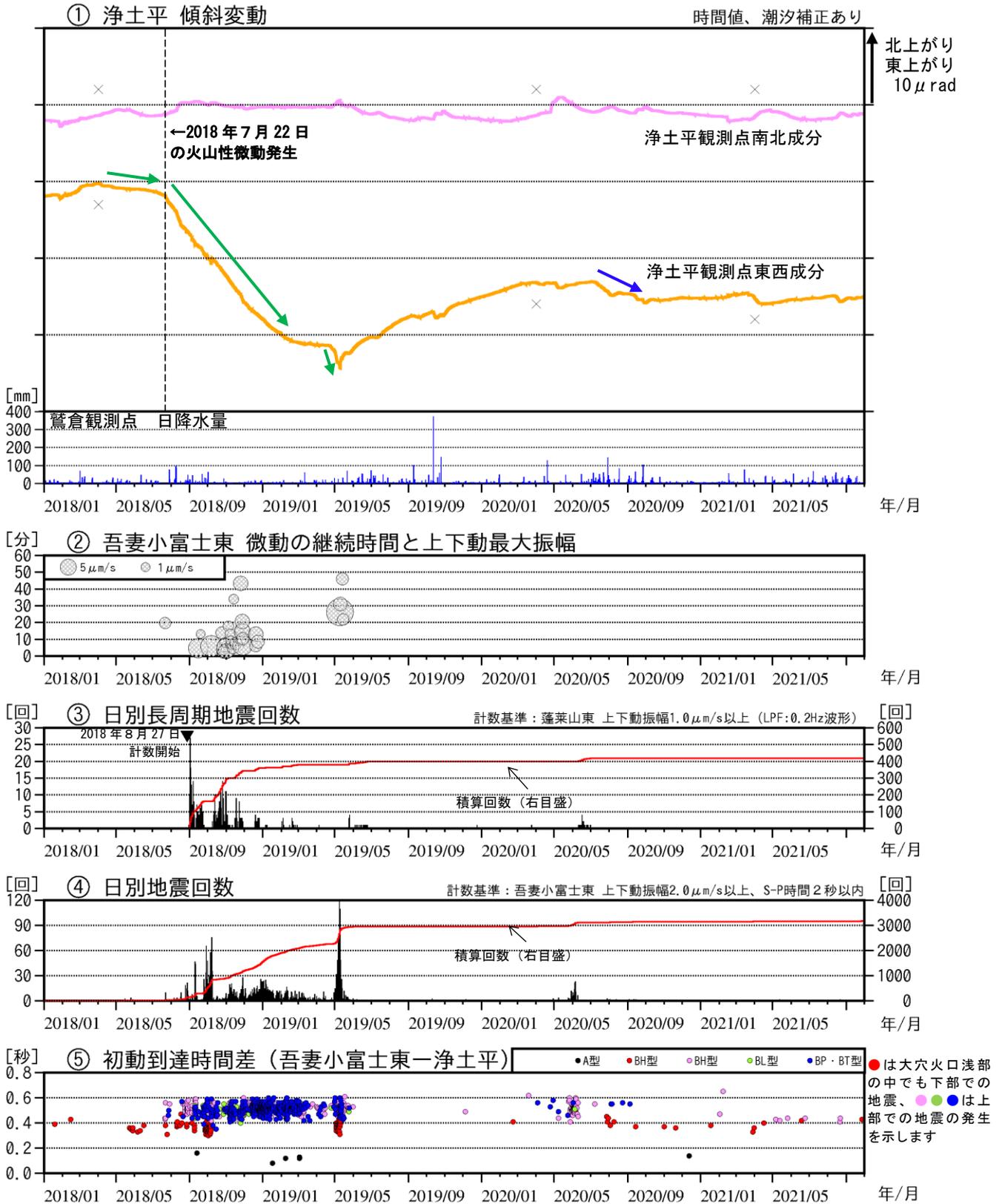


図3 吾妻山 火山活動経過図 (2018年1月～2021年9月)

- ・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。
- ×：融雪期には北西上がりの変動がみられます。

火山性地震は少ない状態で経過しました。

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、2018～2019年に火山活動活発化に伴う傾斜変動（緑矢印）が観測されています。2020年7月頃から大穴火口浅部の緩やかな膨張を示す変化（青矢印）が観測されていましたが、2020年10月下旬頃からは概ね停滞しており、今期間も変化はありません。

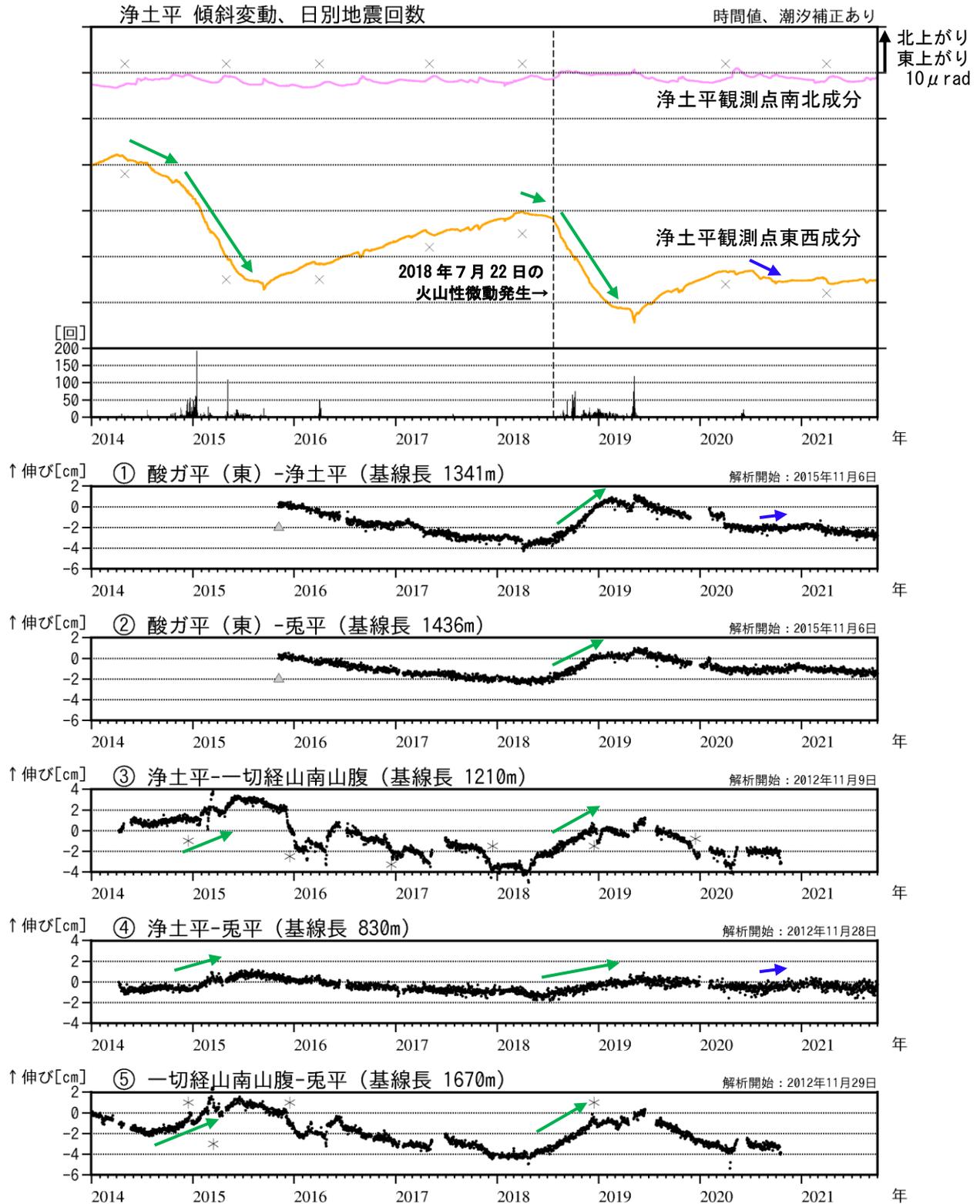


図5 吾妻山 大穴火口浅部の地殻変動（2014年1月～2021年9月）

- ・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4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、2020年7月頃から大穴火口浅部の緩やかな膨張を示す変化（青矢印）が観測されていましたが、2020年10月下旬頃からは概ね停滞しており、今期間も変化はありません。

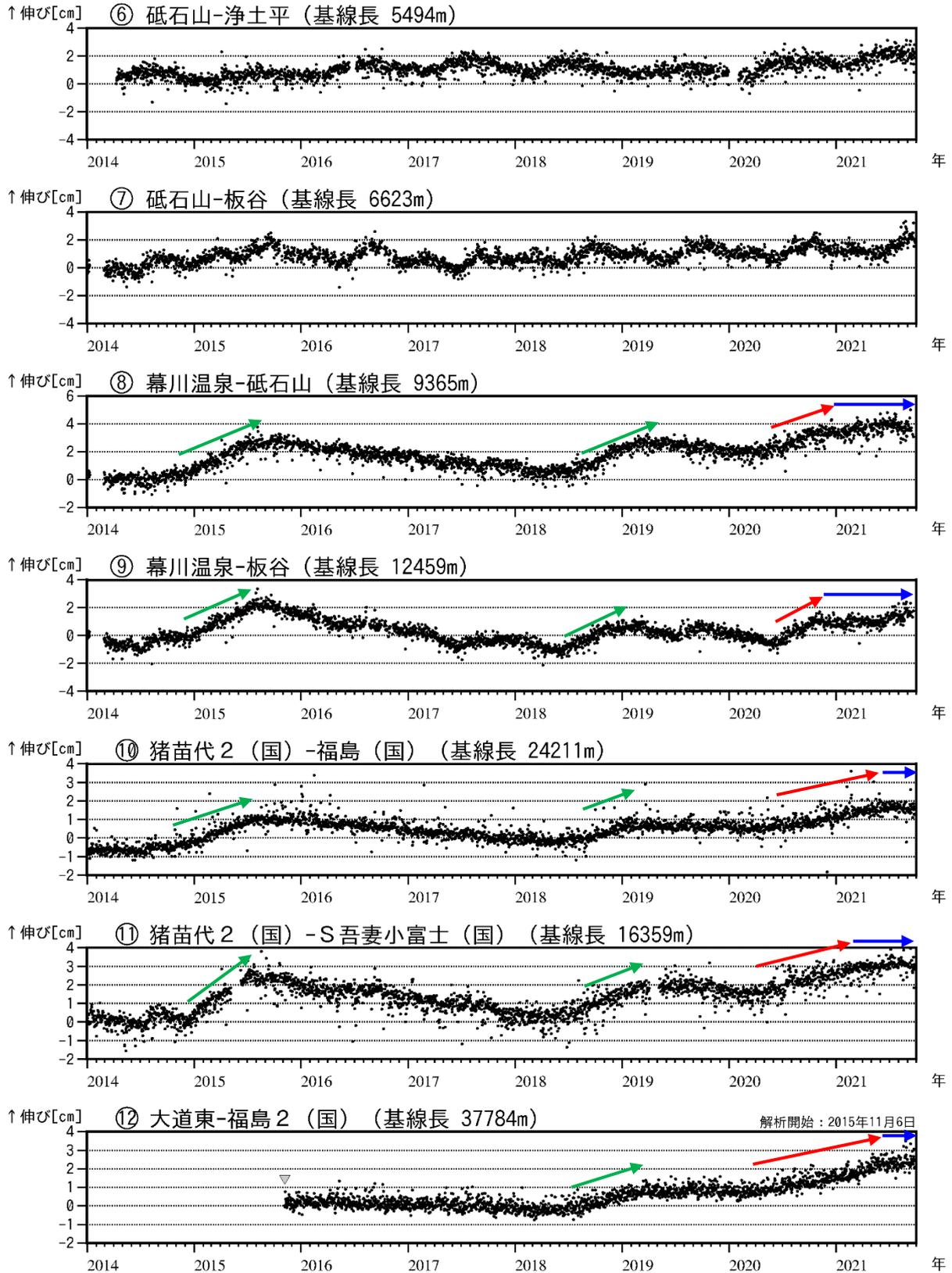


図6 吾妻山 吾妻山深部の地殻変動（2014年1月～2021年9月）

- ・⑥～⑫は図4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（緑矢印）が観測されています。2020年3月頃からみられた吾妻山深部の膨張を示す変化（赤矢印）は、2021年7月頃から停滞しており、深部の膨張は概ね停止したとみられます（青矢印）。

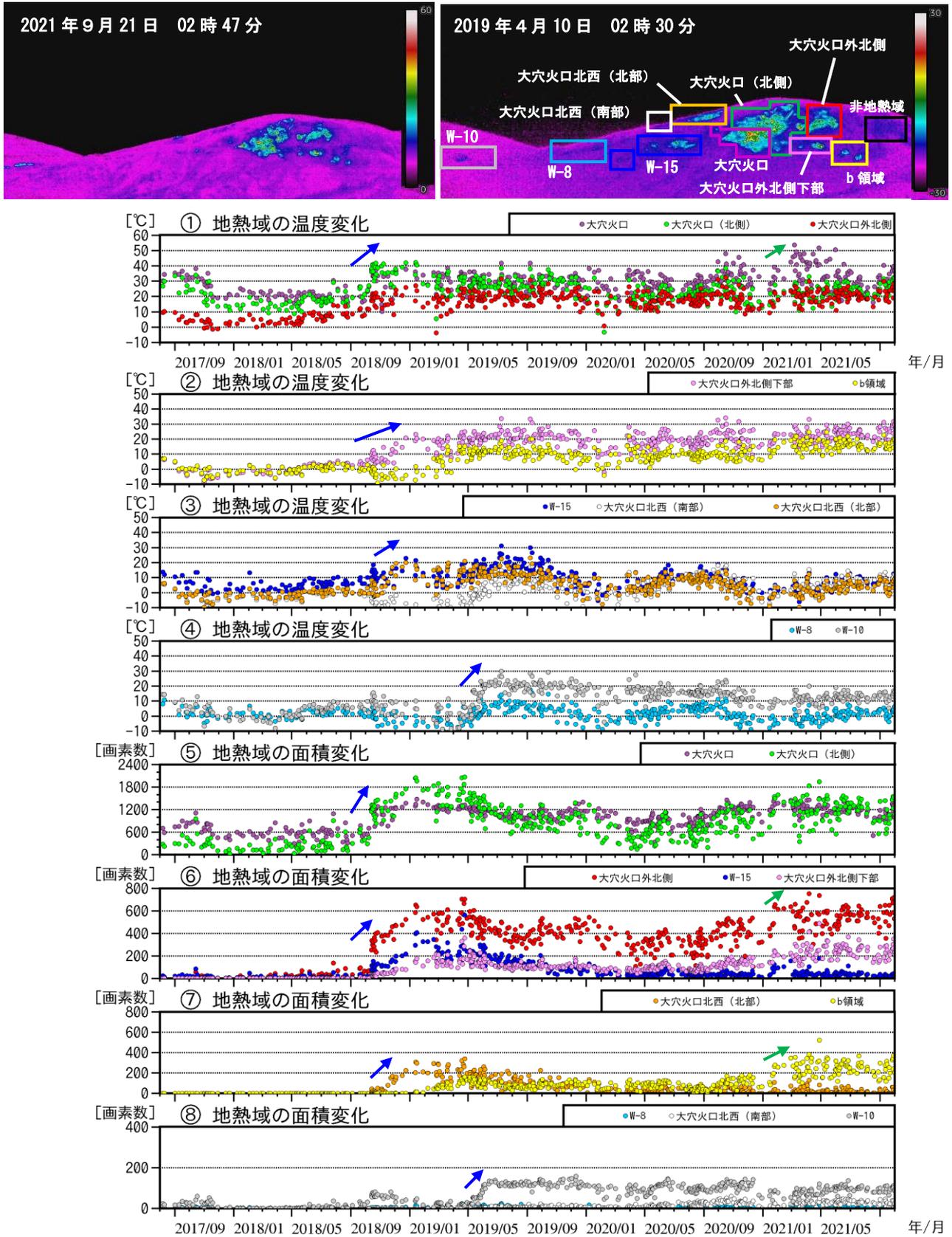


図7 吾妻山 監視カメラによる大穴火口周辺の地熱域の経過（2017年8月～2021年9月）

- ・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、地熱域の面積拡大と温度上昇がみられました（青矢印）。

1月から3月頃にかけて、大穴火口付近で地熱域のわずかな温度上昇、大穴火口周辺の一部で地熱域のわずかな面積拡大がみられましたが（緑矢印）、その後の経過も含め、熱活動全体としては大きな変化はみられません。

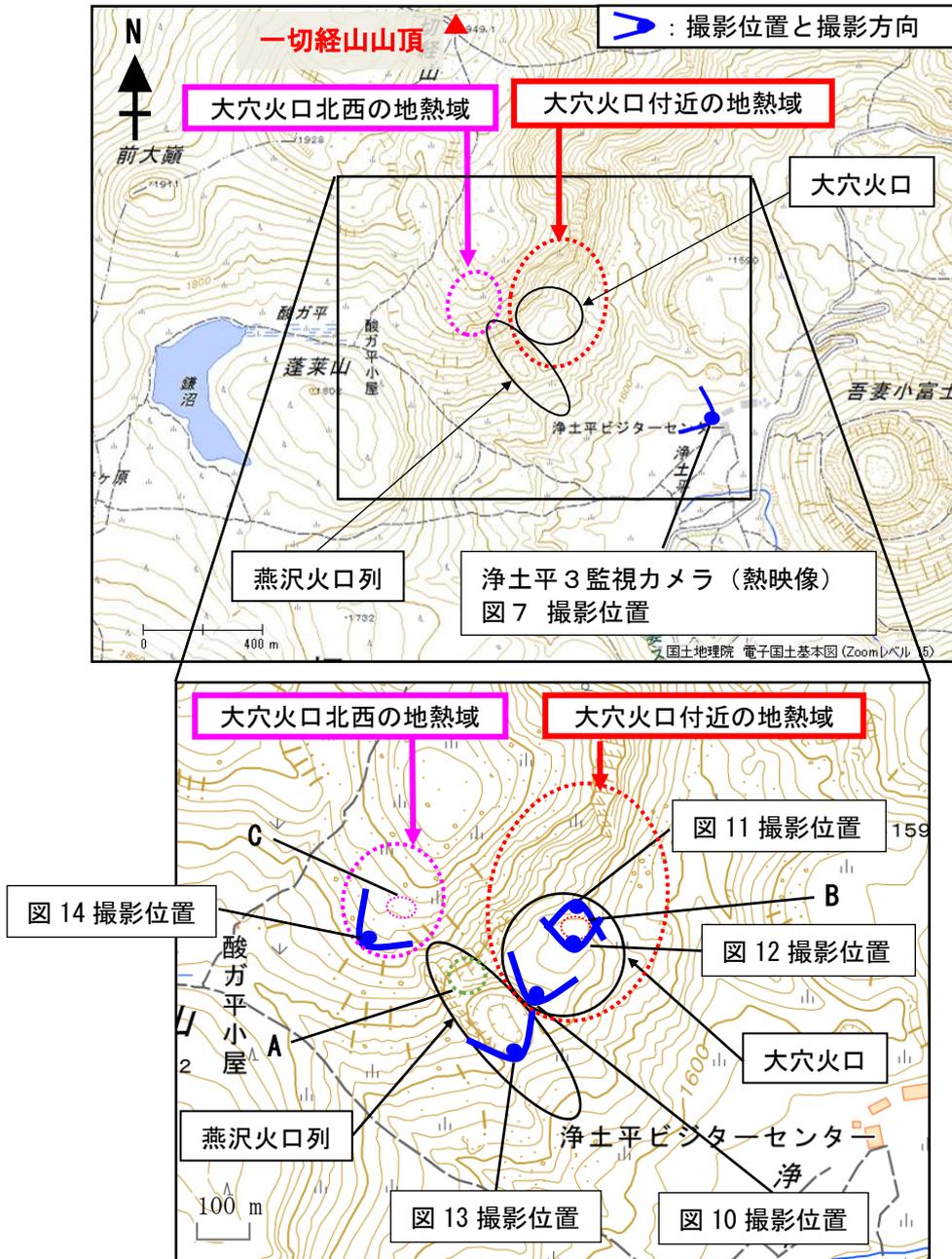


図8 吾妻山 大穴火口周辺の地熱域の分布及び熱映像撮影方向



図9 吾妻山 大穴火口周辺の噴気の状態（9月7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。

監視カメラによる観測では、今期間、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。

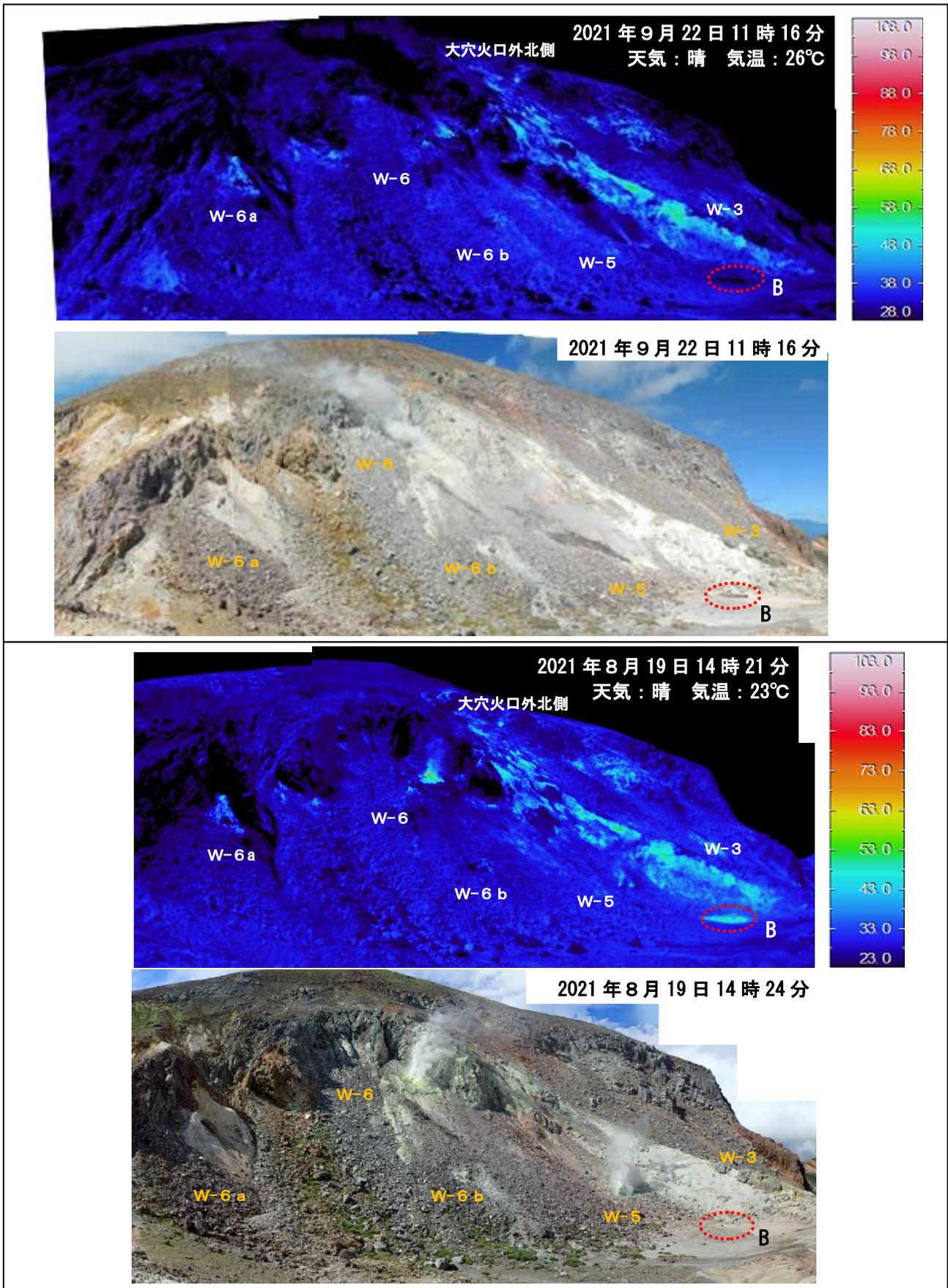


図10 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の状況（下）と地表面温度分布（上）

・噴気や雲のため、一部の地熱域が隠れています。

2020年8月の現地調査で新たに確認したW-3下部の地熱域（B）において、20日に気象研究所が実施した現地調査で新たな陥没孔が認められました。陥没孔の周辺に地熱域は認められず、その他の地熱域にも大きな変化は認められませんでした。

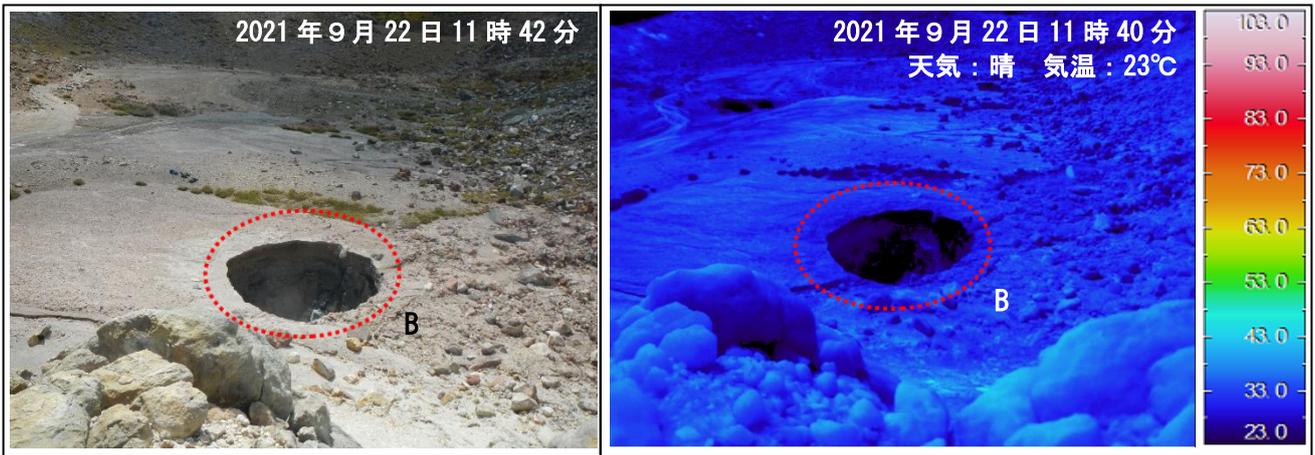


図 11 吾妻山 大穴火口内の陥没孔周辺の状況（左）と地表面温度分布（右）

22日の現地調査で確認した大穴火口内の新たな陥没孔は、直径約10mの円形、深さは約8mで、陥没孔の周辺に地熱域や噴出物は認められませんでした。陥没孔から白色の噴気または湯気が認められました。なお、8月19日に実施した現地調査では陥没孔は認められておらず、それ以降に形成されたとみられます。

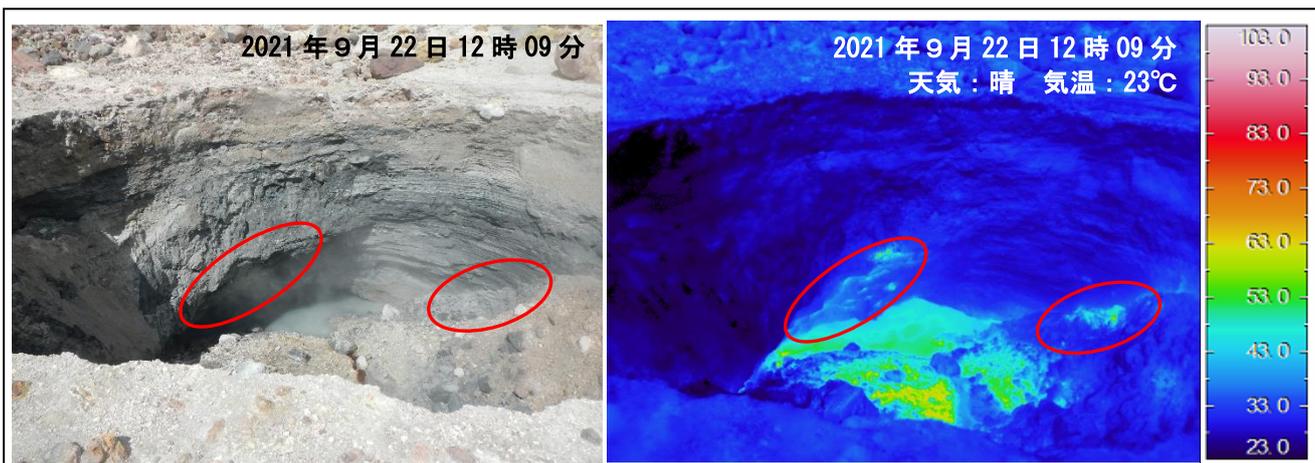


図 12 吾妻山 陥没孔内の状況（左）と表面温度分布（右）

22日の現地調査で確認した大穴火口内の新たな陥没孔内底部には少量の湯だまりがみられ、壁面の一部で高温域（赤丸）が認められました。

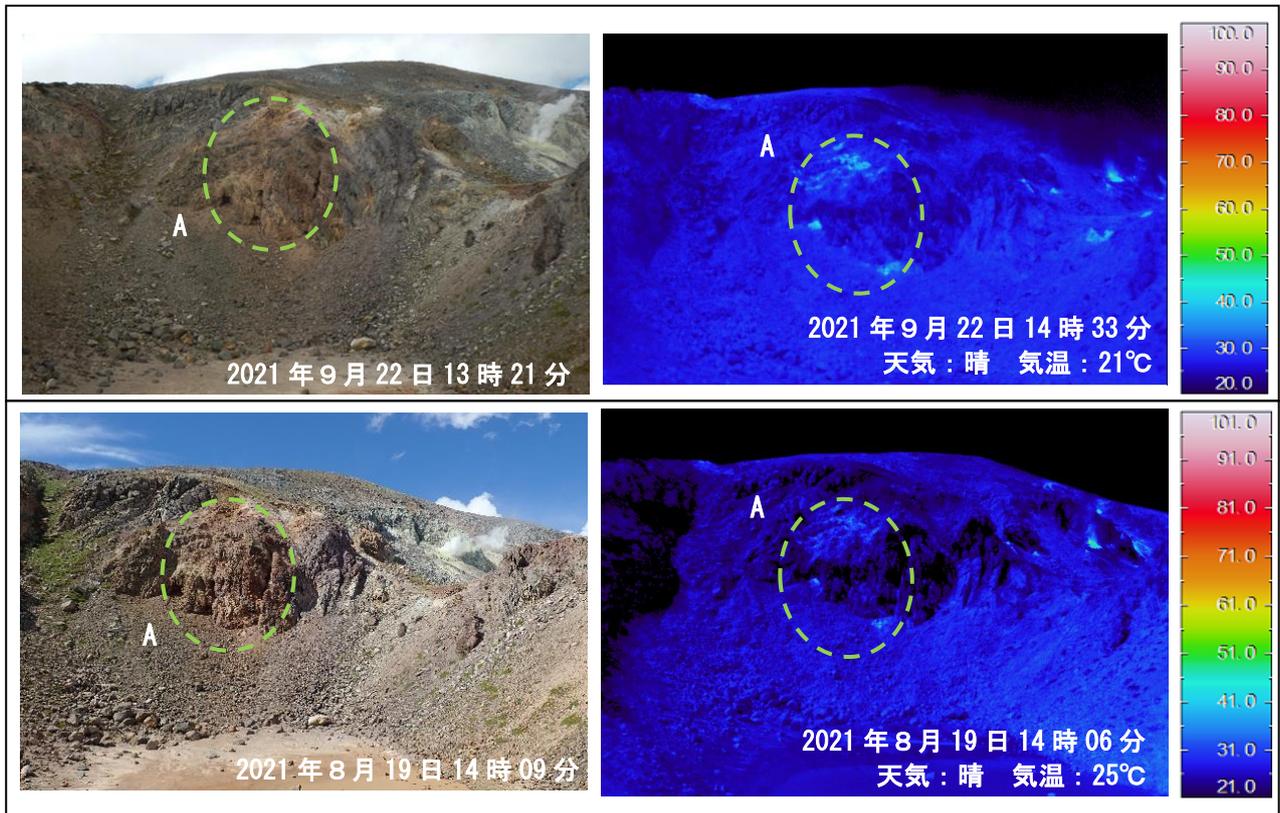


図13 吾妻山 燕沢火口列北側火口壁の状況（左）と地表面温度分布（右）

・噴気や雲のため、一部の地熱域が隠れています。

22日に実施した現地調査では、燕沢火口列北側火口壁の弱い地熱域（A）が引き続き認められました。

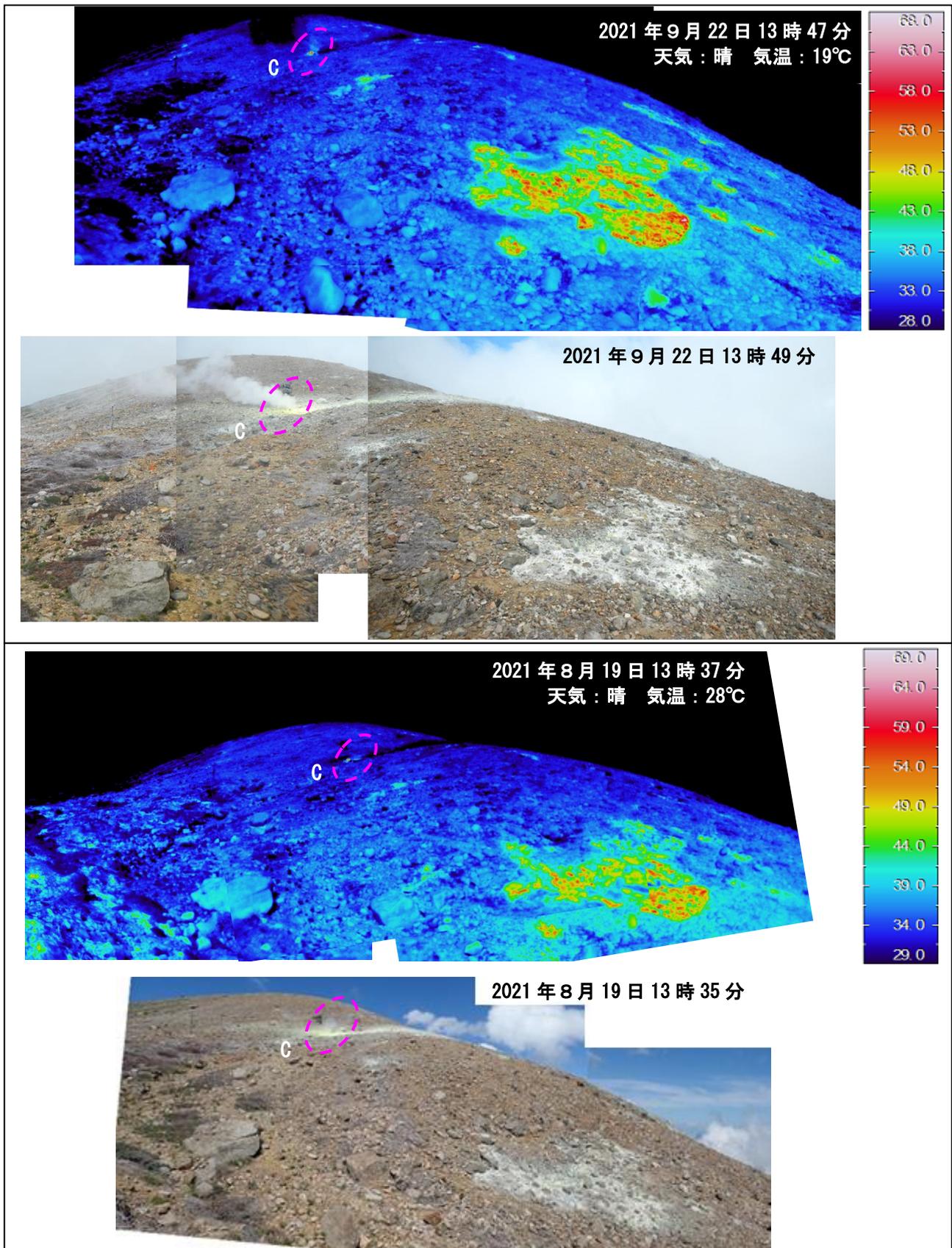


図 14 吾妻山 大穴火口北西の状況（下）と地表面温度分布（上）

・噴気や雲のため、一部の地熱域が隠れています。

6月の現地調査で新たに認められた噴気孔（C）では、22日に実施した現地調査でも引き続き噴気を確認し、噴気温度は136°Cでした（前回は137°C）。これまでみられていた地熱域では大きな変化は認められませんでした。

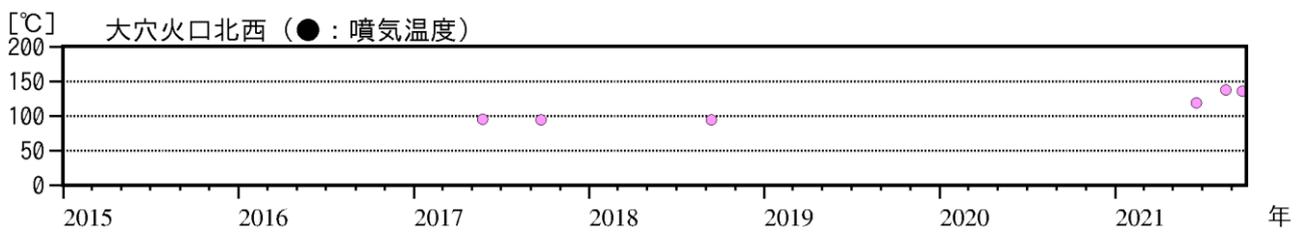


図15 吾妻山 大穴火口北西の噴気温度の経過（2015年1月～2021年9月）

・噴気温度は領域内で複数箇所測定した内の最高温度を示します。

22日に実施した現地調査では、大穴火口北西における噴気温度が136℃（図14噴気孔Cでの値）で、前回（137℃）と比べて大きな変化はみられませんでした。

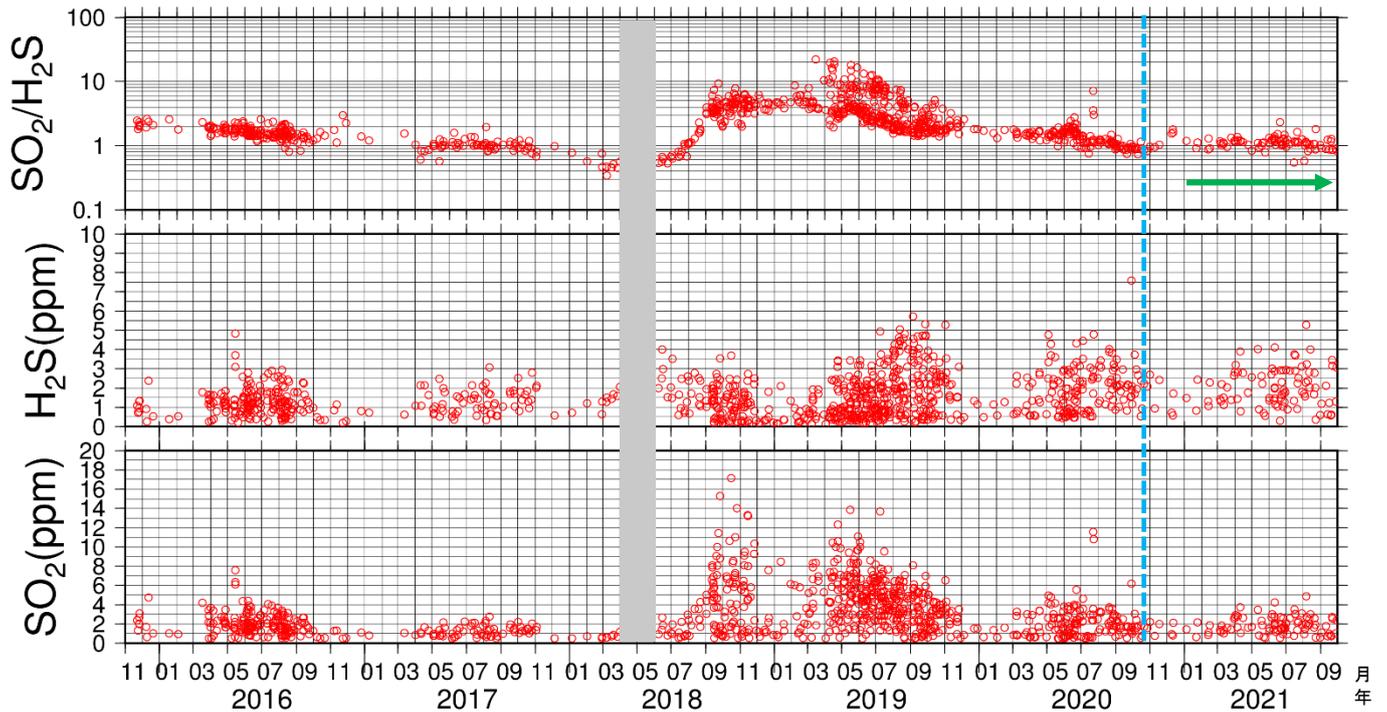


図 16 吾妻山 火山ガス観測装置による観測（2015年11月～2021年9月）

- ・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。
- ・青破線は火山ガス観測装置のセンサー交換を示し、それ以降のデータは感度補正を行っていません。青破線以前のデータは感度補正済みです。
- ・グラフの灰色部分は欠測を表しています。
- ・2020年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。

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）は火山活動が静穏な時期の傾向で推移しています（緑矢印）。



図 17 吾妻山 全磁力観測点配置図

■ : 全磁力観測点 (1~6) ● : 全磁力繰り返し観測点 (①~⑫)

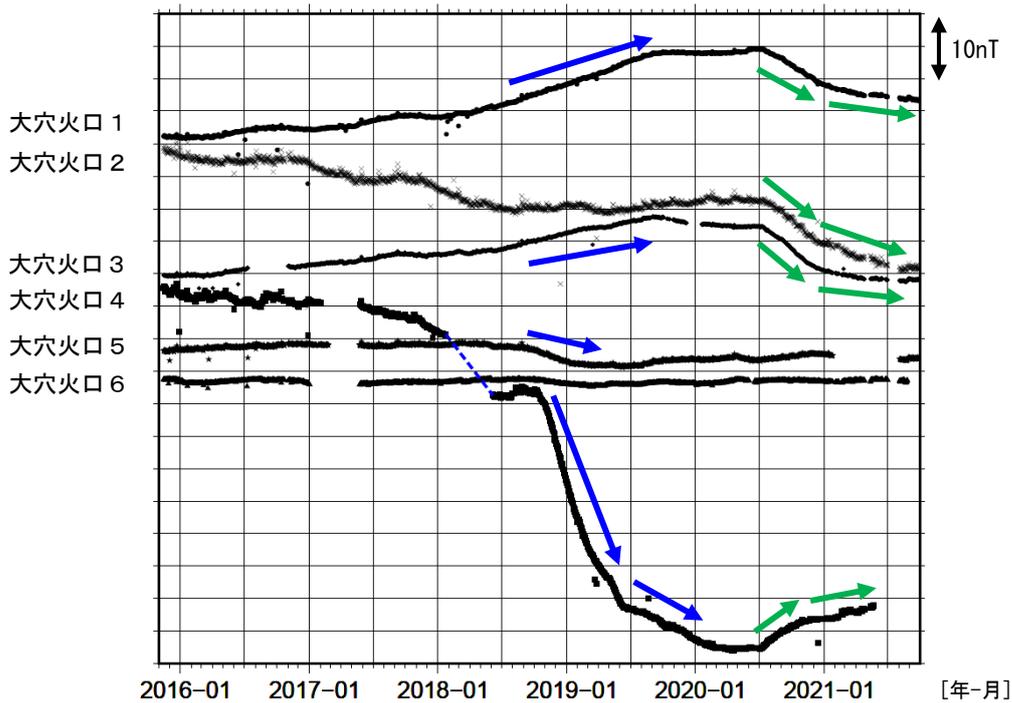


図 18 吾妻山 全磁力連続観測点の全磁力値変化（2015年11月～2021年9月）

- ・全磁力連続観測のデータは参照点（大穴火口の北東約6kmにある高湯観測点及び大穴火口の南東約16kmにある上葉木坂西観測点）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）が観測されました。その後、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、2020年12月頃からは鈍化したものの、その変化は継続しており（緑矢印）、今期間も大きな変化はありません。

【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。下図に示すように、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。

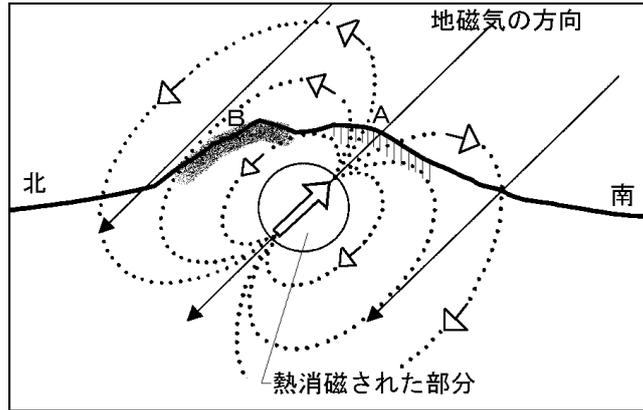


図 19 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

火山体周辺の全磁力変化と火山体内部の温度

北側の観測点で 全磁力増加		[消磁]	➡	火山体内部の 温度上昇 を示すと考えられる変化
南側の観測点で 全磁力減少				
北側の観測点で 全磁力減少		[帯磁]	➡	火山体内部の 温度低下 を示すと考えられる変化
南側の観測点で 全磁力増加				

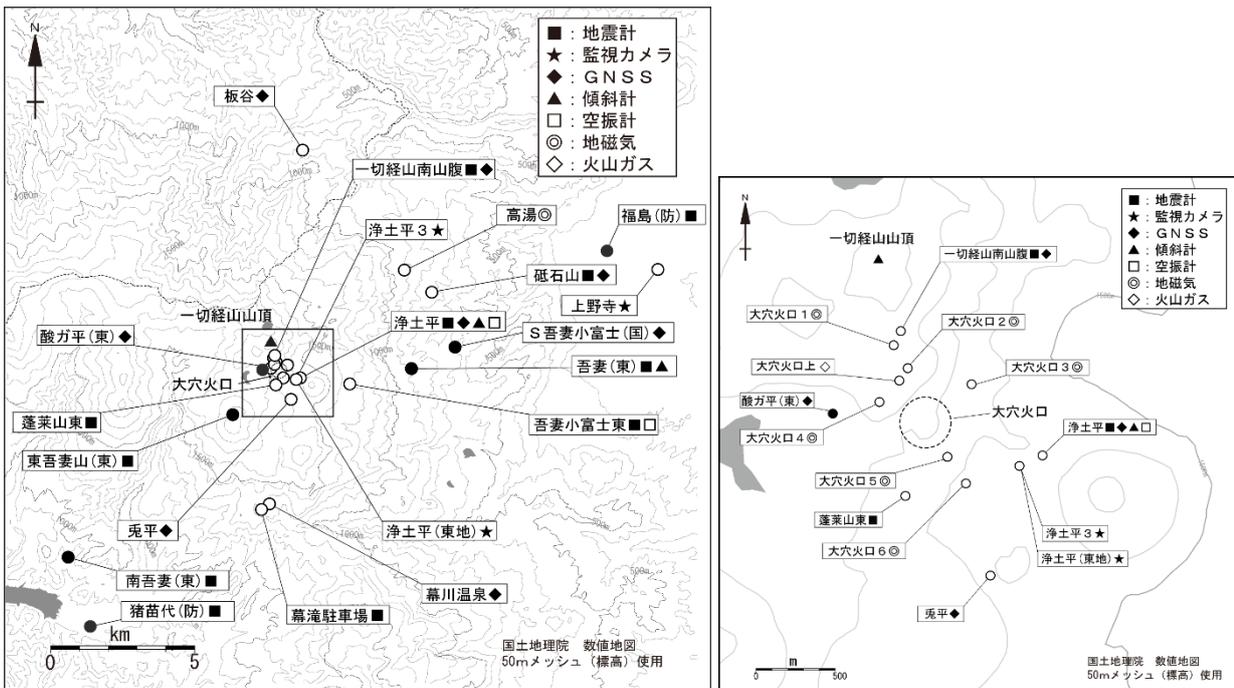


図 20 吾妻山 観測点配置図

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。

（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
左図の四角囲みは右図の表示範囲を示しています。