

平成31年・令和元年（2019年）の吾妻山の火山活動

仙台管区気象台
地域火山監視・警報センター

2018年5月頃から続いていた大穴火口周辺の隆起・膨張を示す地殻変動は、2019年2月から4月にかけて概ね停滞し、地震活動も低下傾向となりました。その後、4月末頃から大穴火口付近浅部の膨張を示す地殻変動が観測され、火山性地震も多い状態で経過し、火山性微動が発生するなど、一時的な火山活動の活発化がみられましたが、5月下旬には静穏化しました。

火山ガスの放出を伴う噴気や高温域などの地熱活動は、やや低下したものの継続しています。

○ 噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況、2019年の発表履歴

4月22日 14時00分	噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを2（火口周辺規制）から1（活火山であることに留意）に引下げ
5月9日 18時40分	火口周辺警報を発表し、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）に引上げ
6月17日 11時00分	噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを2（火口周辺規制）から1（活火山であることに留意）に引下げ

○ 2019年の活動概況

・地震や微動の発生状況（図1-②③⑤～⑧、図2-②～⑦、図3、図5、図6）

火山性地震は、2019年2月以降減少傾向がみられていましたが、5月に入り増加しました（5月8日120回、5月9日110回）。その後、5月10日以降は減少し、少ない状態で経過しました。震源は大穴火口付近直下の浅いところと推定されます。

火山性微動は、5月9日から14日にかけて4回発生しました。

・地殻変動の状況（図2-①、図4、図7～9）

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年5月頃からみられていた大穴火口周辺の隆起・膨張を示す変動は12月上旬頃から次第に緩やかになり、2019年4月頃は概ね停滞していました。

4月末頃から大穴火口方向上がりの傾斜変動がみられ、5月9日17時30分頃から明瞭な傾斜変動となりました。その後、5月9日19時50分頃から大穴火口方向下がりに変化し継続していましたが、徐々に緩やかになり、次第に火山活動が静穏な時期の変化傾向に近づいています。

GNSS連続観測では、2018年5月頃から大穴火口を囲む基線で伸びの変化が観測されていましたが、2019年2月頃から鈍化が認められ、4月頃から概ね停滞していました。大穴火口を挟む一部の基線では、5月中旬以降、大穴火口付近浅部の収縮を示す変化が認められていましたが、次第に静穏な時期の変化傾向に近づいています。

この資料は、仙台管区気象台のホームページ（<https://www.jma-net.go.jp/sendai/>）や、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、国土地理院長の承認を得て、同院発行の「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（承認番号：平29情使、第798号）。

・噴気など表面現象の状況（図 1-①④、図 10～24）

1 月から 4 月にかけて陸上自衛隊東北方面隊及び福島県警察本部の協力により実施した上空からの観測及び 5 月から 11 月にかけて実施した現地調査では、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。このうち 6 月の現地調査では、浄土平の登山道近くで火山ガスが発生していることを確認しました。

監視カメラによる観測では、大穴火口の噴気の高さは 1 月及び 11 月に一時的に 200m を観測しましたが、その他の期間は 100m 以下で経過しました。東吾妻山山頂に設置している監視カメラ（6 月 26 日運用終了）による観測では、大穴火口北西で弱い噴気が認められました。浄土平 3 監視カメラの熱映像データの解析では、2018 年 10 月に温度上昇、拡大が認められていた大穴火口の地熱域に大きな変化はありませんでした。一部の地熱域（W-10）では、火山活動の活発化に合わせて、5 月中旬頃から地熱域の温度上昇や拡大が認められましたが、6 月中旬からは概ね停滞しています。11 月頃から一部の地熱域（W-15、大穴火口北西）では、地熱域の縮小や温度低下が認められています。

・火山ガスの状況（図 25）

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 9 月以降高い値で推移していた噴気に含まれる二酸化硫黄（ SO_2 ）と硫化水素（ H_2S ）の組成比（ $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ ）は、2019 年 6 月頃から低下が認められましたが、9 月からは概ね停滞しています。

・全磁力変化の状況（図 26～28）

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や温度上昇域の拡大が更に進んでいることを示唆する全磁力値の変化がみられていましたが、2019 年 2 月頃から次第にその変化に鈍化が認められ、現在は概ね 2018 年 8 月以前の傾向に戻っています。また、10 月及び 11 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。

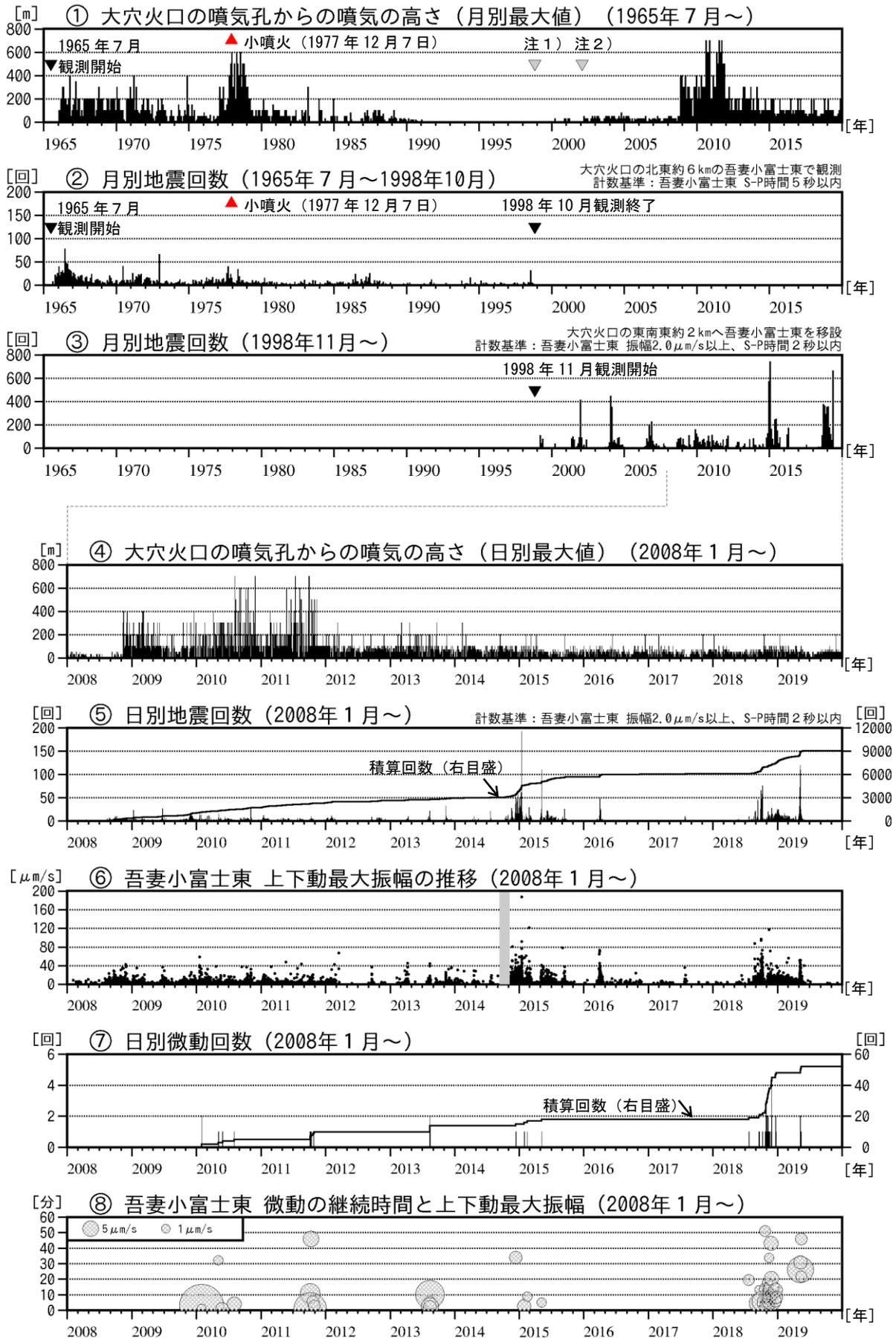


図1 吾妻山 火山活動経過図（1965年7月～2019年12月）

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。

・⑥の灰色部分は欠測を表しています。

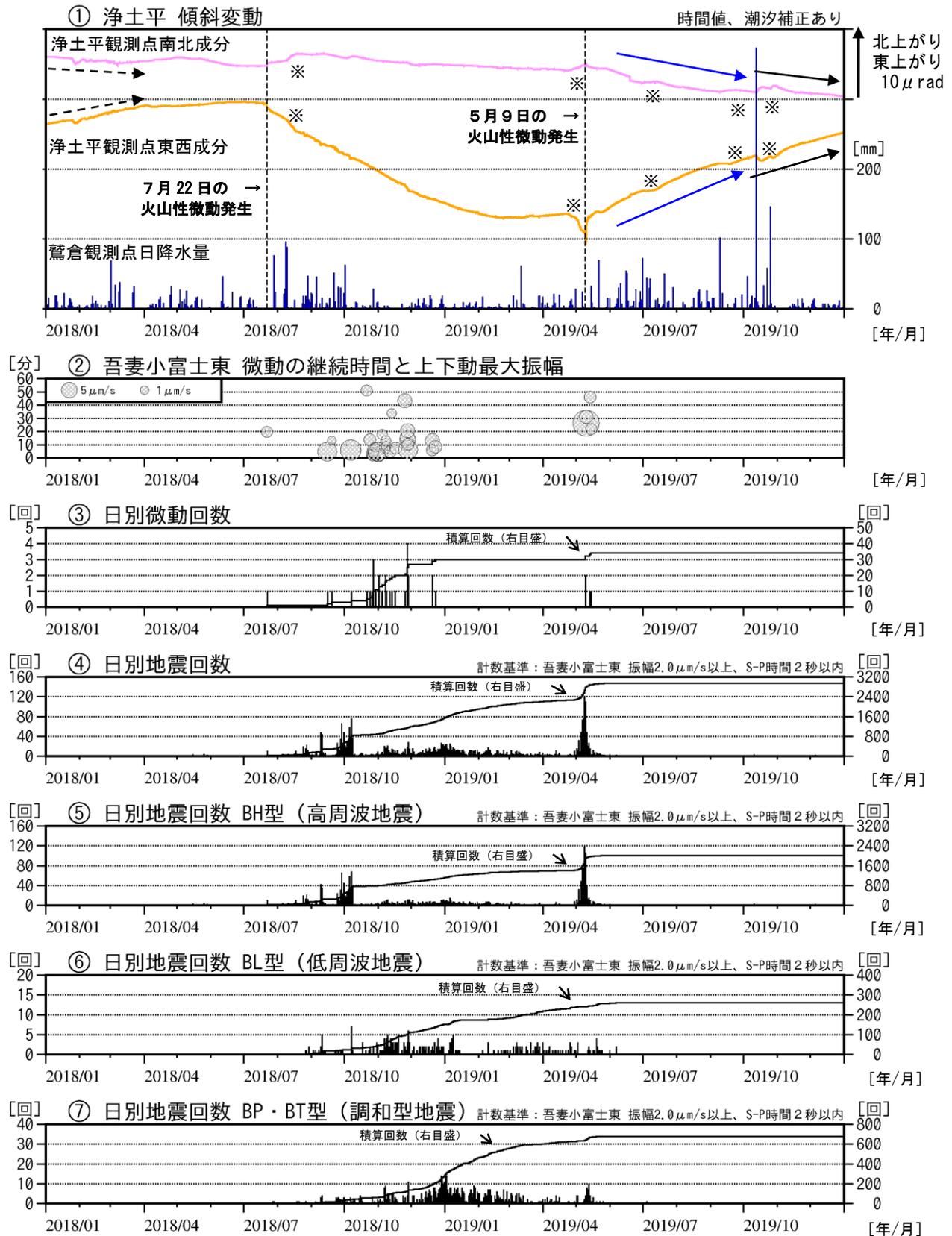


図2 吾妻山 浄土平観測点における傾斜変動、火山性微動の発生状況及び日別地震回数 (2018年1月~2019年12月)

・ 浄土平の傾斜計では、5月中旬以降、大穴火口付近浅部の収縮を示す変化が認められていましたが (青矢印)、次第に静穏な時期の変化傾向(黒破線矢印)に近づいています(黒矢印)。

※融雪や降水による変動を含んでいると推定されます。

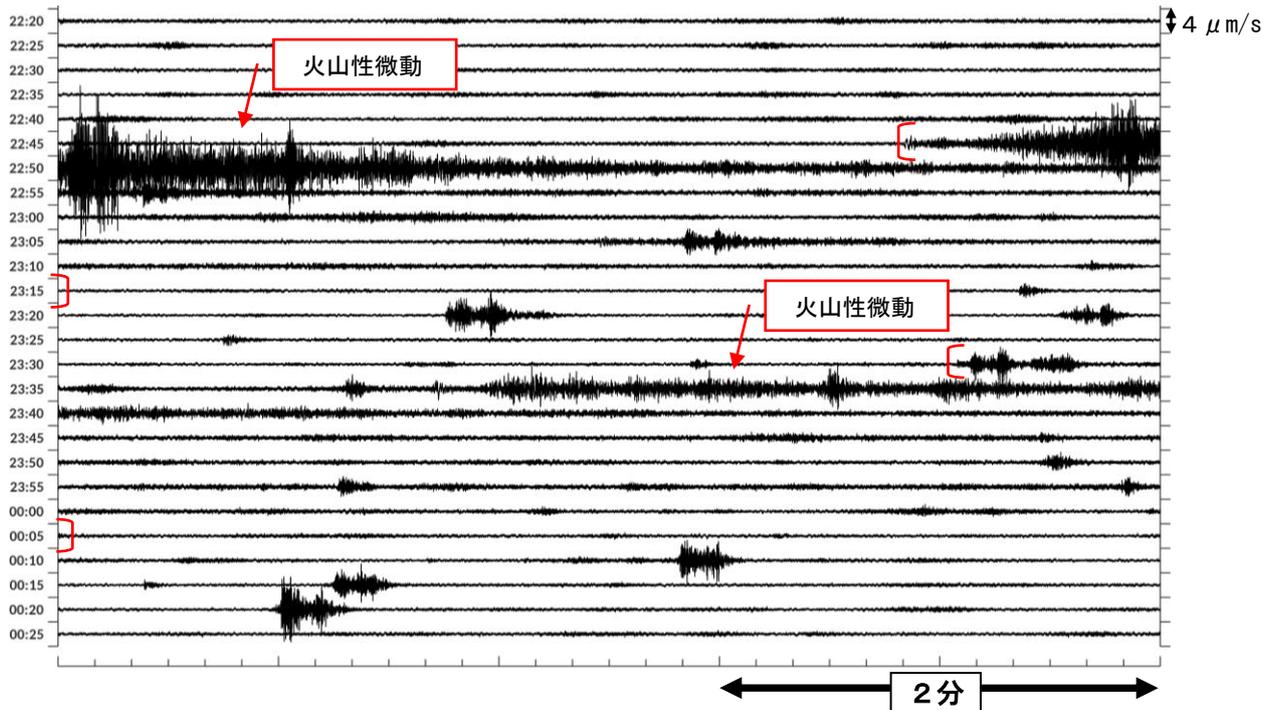


図 3 吾妻山 吾妻小富士東観測点（上下成分）での火山性微動と火山性地震の発生状況
（2019年5月9日22時20分～10日00時30分）

・ [] は火山性微動の発生時を示します。

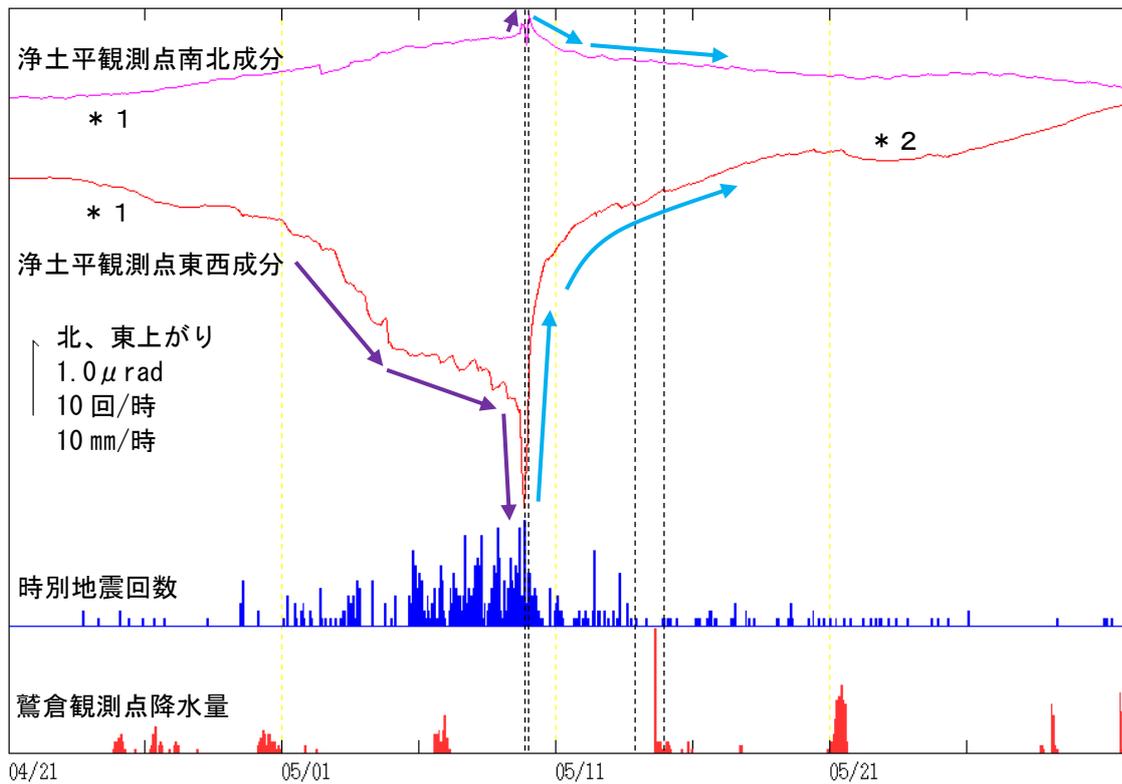


図 4 吾妻山 浄土平観測点における傾斜変動

（2019年4月21日～5月31日、分値、潮汐補正済み）

- ・ 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、5月1日頃から大穴火口方向上がりの傾斜変動がみられ、9日17時30分頃から明瞭な傾斜変動となりました（紫矢印）。その後、19時50分頃から大穴火口方向下がりに変化し緩やかになりつつ継続しました（水色矢印）。
- ・ 黒破線は、火山性微動が発生した時間を示します。
- * 1 4月下旬頃から融雪の影響によると考えられる北西上がりの変動がみられていました。
- * 2 降水の影響によると考えられる変動がみられています。

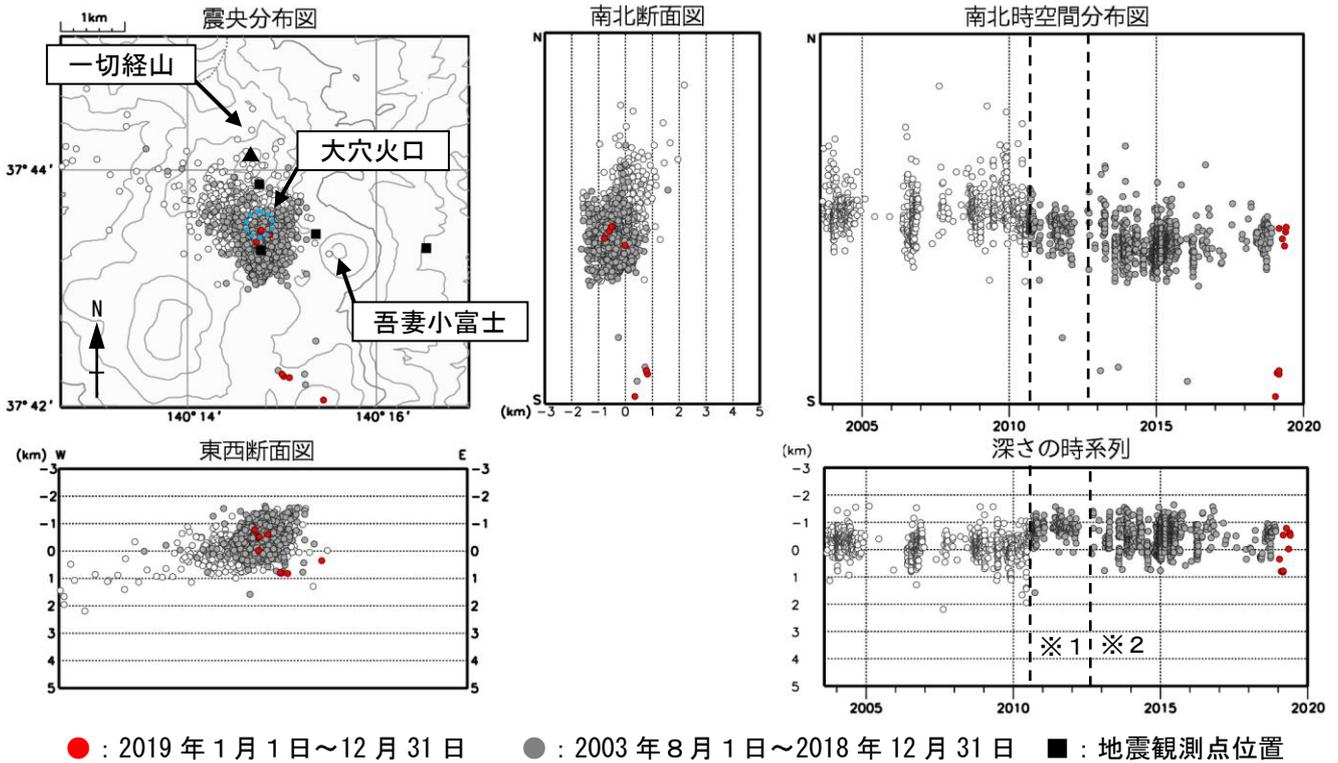


図5 吾妻山 地震活動 (2003 年 8 月～2019 年 12 月)

- ・ 主な震源は大穴火口付近直下の浅いところと推定されます。
- ・ 震央分布図の青破線円は大穴火口を示しています。

※1 2010 年 9 月 1 日から浄土平観測点を震源計算に使用しているため、震源がそれ以前より浅く求まっています。

※2 2012 年 12 月 1 日以降、観測点の移設更新の影響により、震源がやや南側に分布する傾向がみられます。

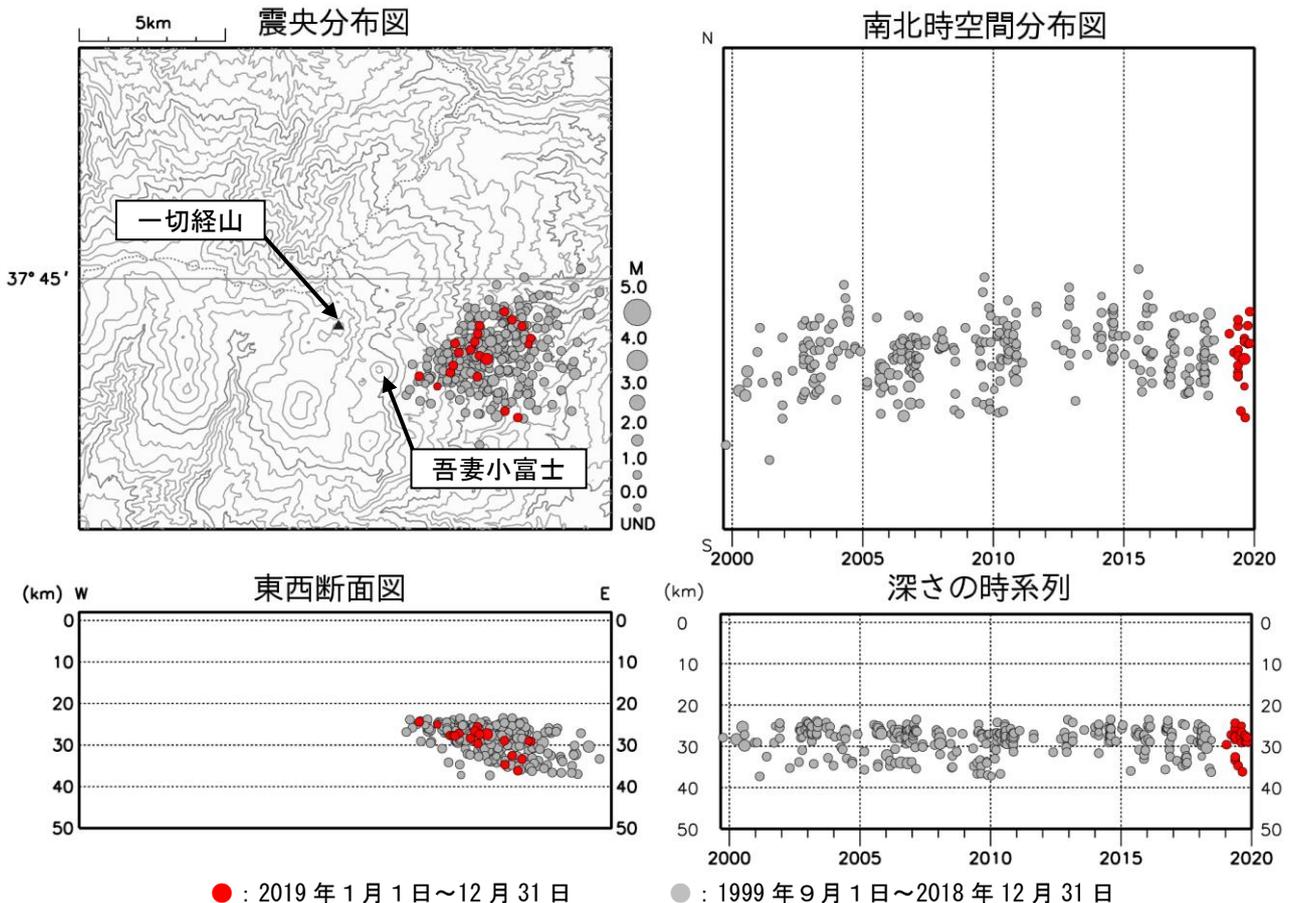


図6 吾妻山 広域地震観測網による深部低周波地震活動 (1999 年 9 月～2019 年 12 月)

注) 2001 年 10 月以降、検知能力が向上しています。

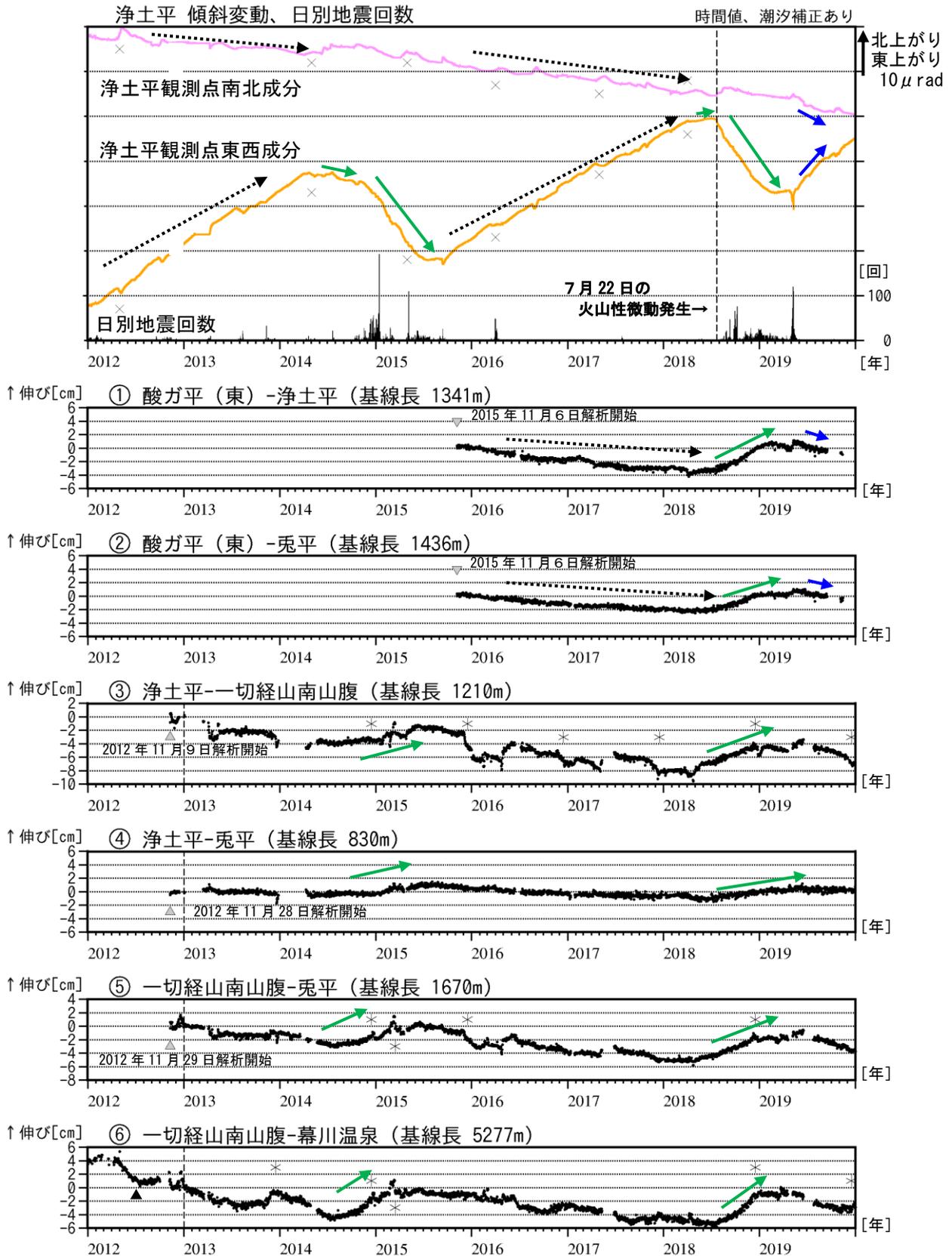


図7 吾妻山 傾斜変動及びGNSS基線長変化図(2012年1月~2019年12月)

- ・ 浄土平の傾斜計及びGNSS連続観測の大穴火口を挟む一部の基線では、5月中旬以降、大穴火口付近浅部の収縮を示す変化が認められていましたが(青矢印)、次第に静穏な時期の変化傾向(黒破線矢印)に近づいています。
- ・ 2014~2015年、2018~2019年にかけての火山活動活発化の際に、大穴火口周辺の隆起・膨張を示す変化が観測されています(緑矢印)。
- ・ GNSS基線長は、2013年1月に解析方法を変更しています。
- ・ グラフの空白部分は欠測を表しています。 ・ ①~⑥は図9のGNSS基線①~⑥に対応しています。
- ▲：一切経山南山腹観測点の機器を更新しました。×：融雪期には北西上がりの変動がみられます。
- *：冬期には、原因不明の変化がみられることがあります。凍上やアンテナへの着雪等の可能性があります。

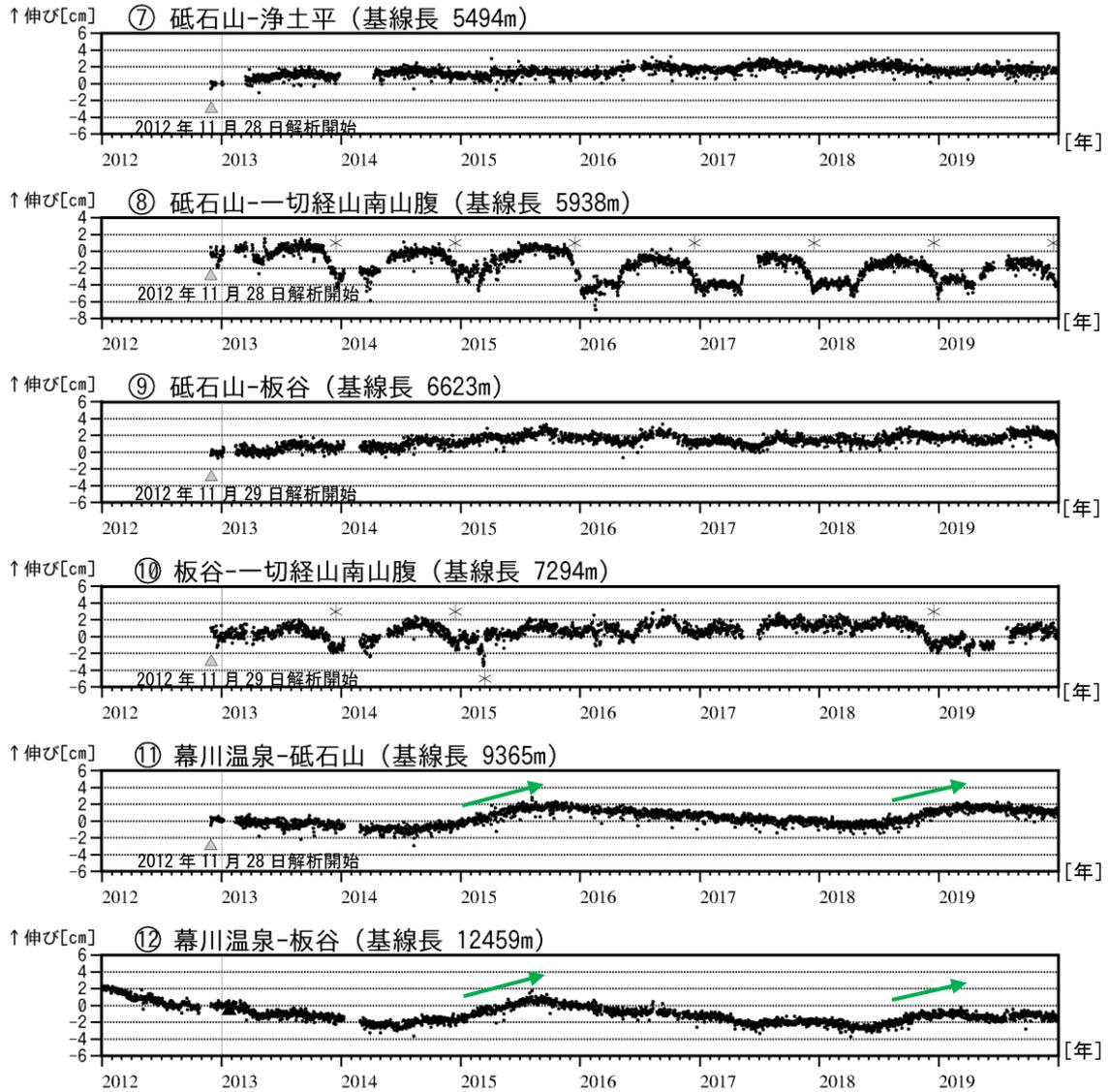


図 8 吾妻山 GNSS 基線長変化図 (2012 年 1 月～2019 年 12 月)

- ・ 2014～2015 年、2018～2019 年にかけての火山活動活発化の際に、大穴火口周辺の隆起・膨張を示す変化が観測されています (緑矢印)。
- ・ 2013 年 1 月に、解析方法を変更しています。
- ・ ⑦～⑫は図 9 の GNSS 基線⑦～⑫に対応しています。
- ▲：板谷観測点の機器を更新しました。
- *：冬期には、原因不明の変化がみられることがあります。凍上やアンテナへの着雪等の可能性があります。
- ・ グラフの空白部分は欠測を表しています。

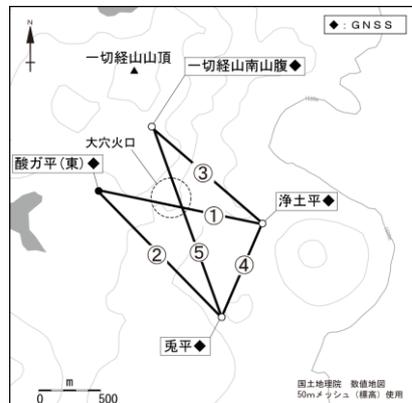
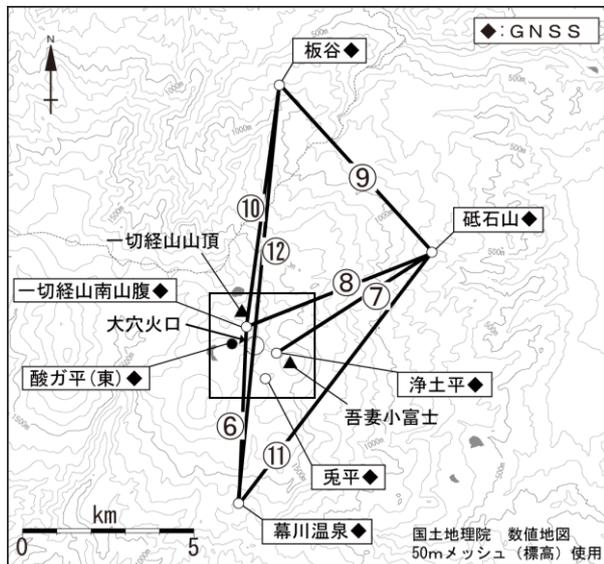


図 9 吾妻山 GNSS 観測基線図

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。
 (東)：東北大学

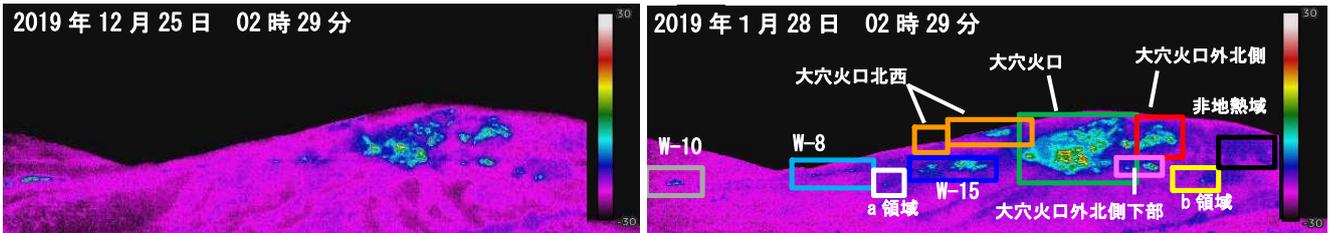


図 10 吾妻山 浄土平3監視カメラ（熱映像）による大穴火口周辺の地熱域の状況

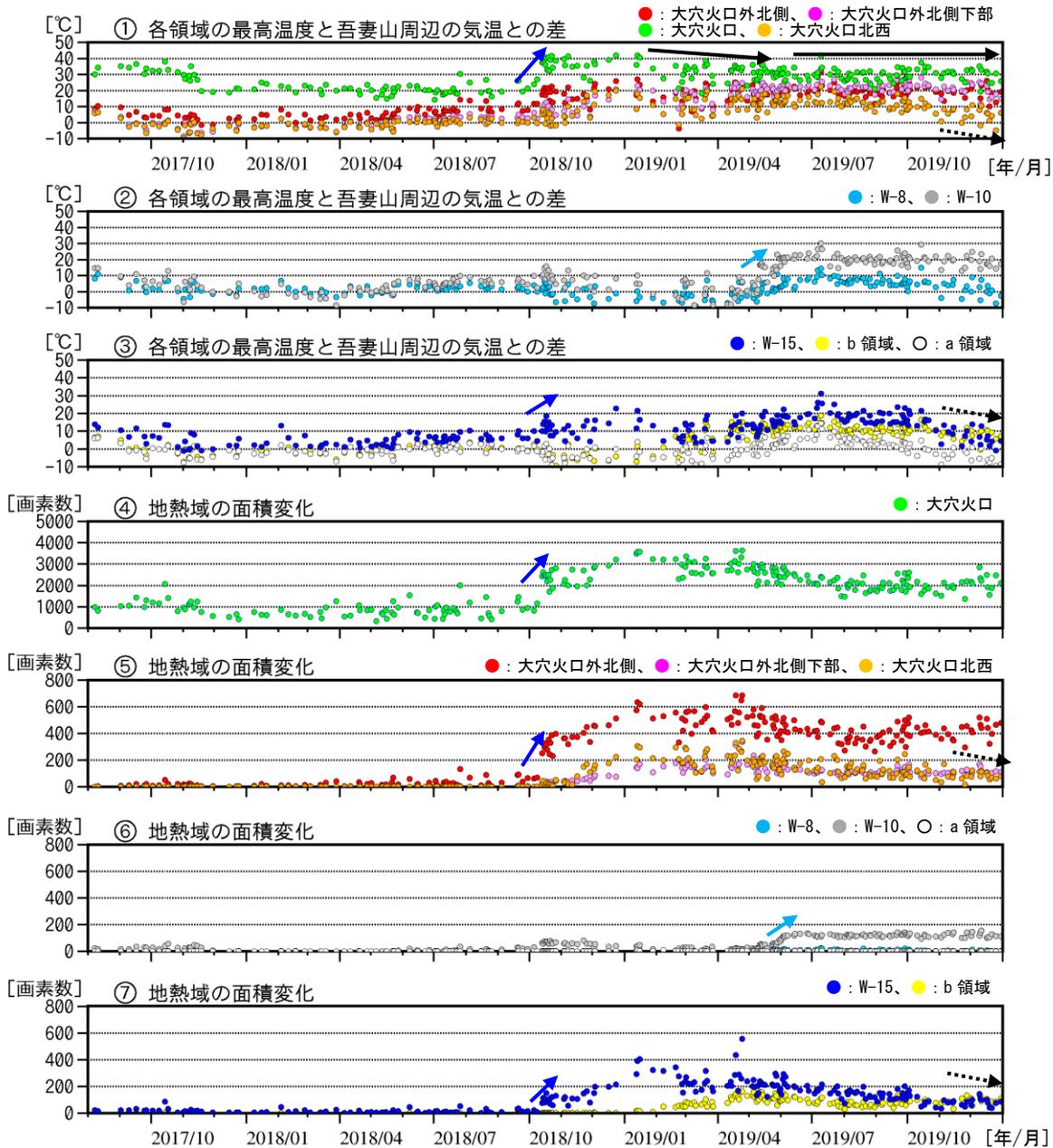


図 11 吾妻山 監視カメラによる大穴火口周辺の地熱域の経過（2017年8月～2019年12月）

- ・①～③では、各領域（図 10 の枠線）の最高温度と吾妻山周辺（鷲倉観測点）の気温との差を示しています。
- ・④～⑦では、領域（図 10 の枠線）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。
- ・低下が認められていた大穴火口（緑丸）地熱域の最高温度は、現在は停滞しています（黒矢印）。
- ・大穴火口周辺（赤丸、桃丸、黄丸）及び W-10（灰色丸）での地熱域の温度上昇及び拡大（青、水色矢印）は、現在は停滞しています。
- ・W-15（青丸）及び大穴火口北西（橙丸）では 2019 年 11 月頃から地熱域の縮小、温度低下が認められています（黒破線矢印）。
- ・グラフ中の点の色は図 10 の枠線の色に対応しています。



図 12 吾妻山 大穴火口周辺の噴気の状態（上：11月26日、下：3月1日）

- ・左上図：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。
- ・右上図：上野寺監視カメラ（大穴火口から東北東約 14km）の映像です。
- ・左下図：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（6月26日運用終了）の映像です。
- ・大穴火口の噴気の高さは1月及び11月に一時的に 200m を観測しましたが、その他の期間は 100m 以下で経過し、大穴火口付近及びその周辺の噴気の状態に特段の変化は認められませんでした。
- ・桃破線で囲んだ部分が大穴火口北西の弱い噴気です。

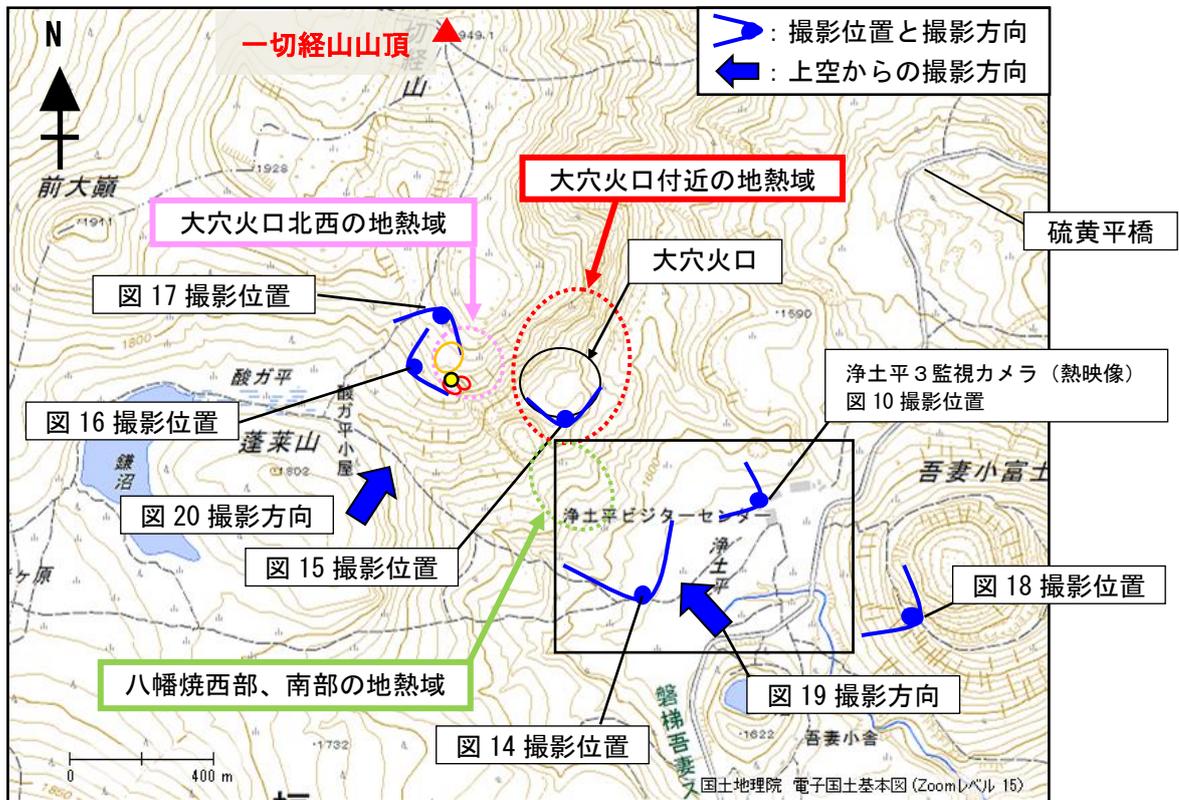


図 13 吾妻山 大穴火口周辺の噴気と地熱域の分布及び写真と地表面温度分布撮影位置、撮影方向

- ・黄丸は図 22 の陥没孔の位置を示します。
- ・赤丸と橙丸は図 16、図 17、図 19、図 20 の地熱域に対応します。

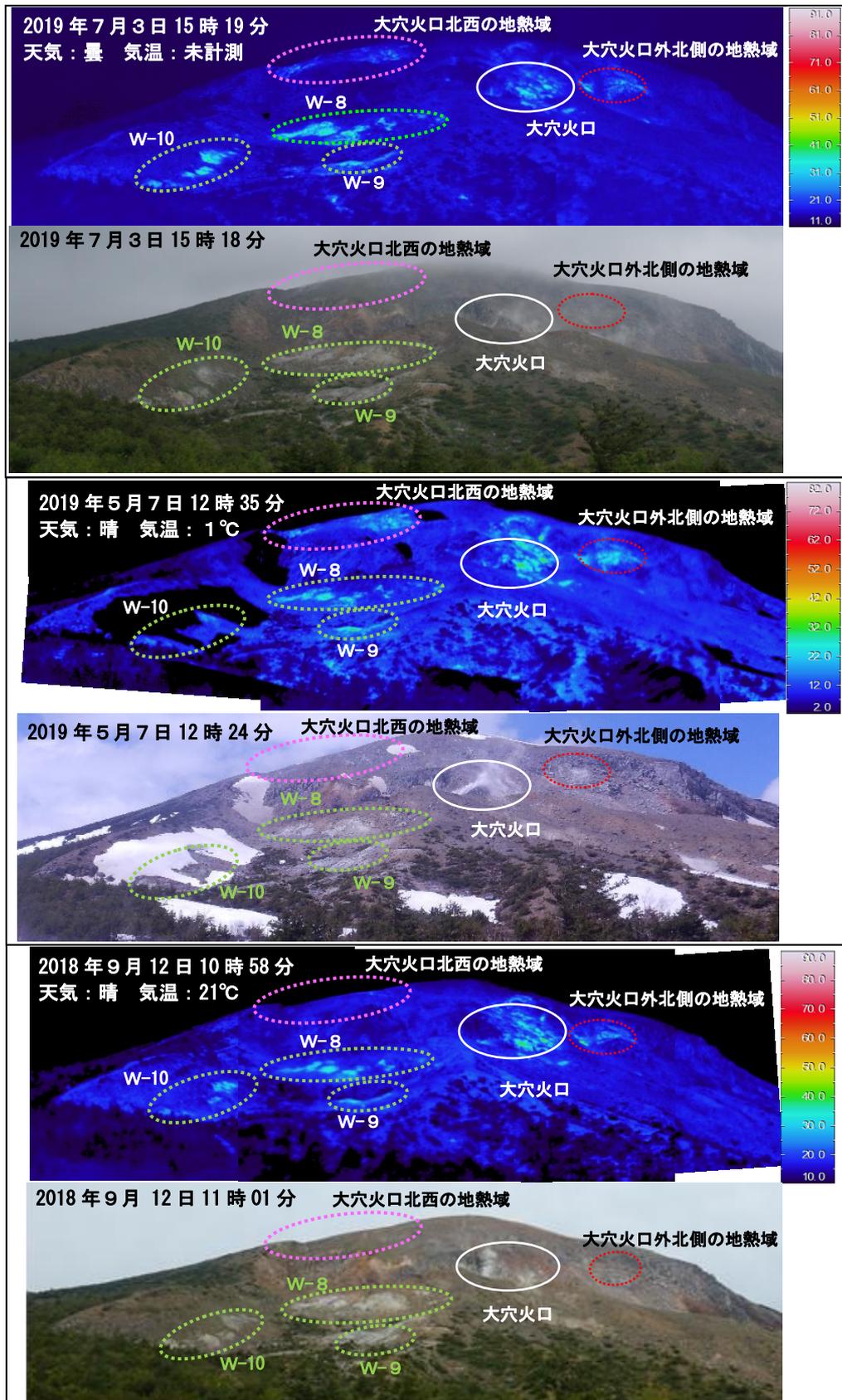


図 14 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の状況（下）と地表面温度分布（上）

- ・大穴火口付近及びその周辺（白丸、桃破線、赤破線）では 2018 年 10 月中旬頃から拡大が認められていた地熱域が引き続き確認されました。
 - ・2019 年 7 月の観測では、2019 年 5 月の観測と比較して W-10 で地熱域のわずかな拡大が認められました。
 - ・図中の破線の色は図 13 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。

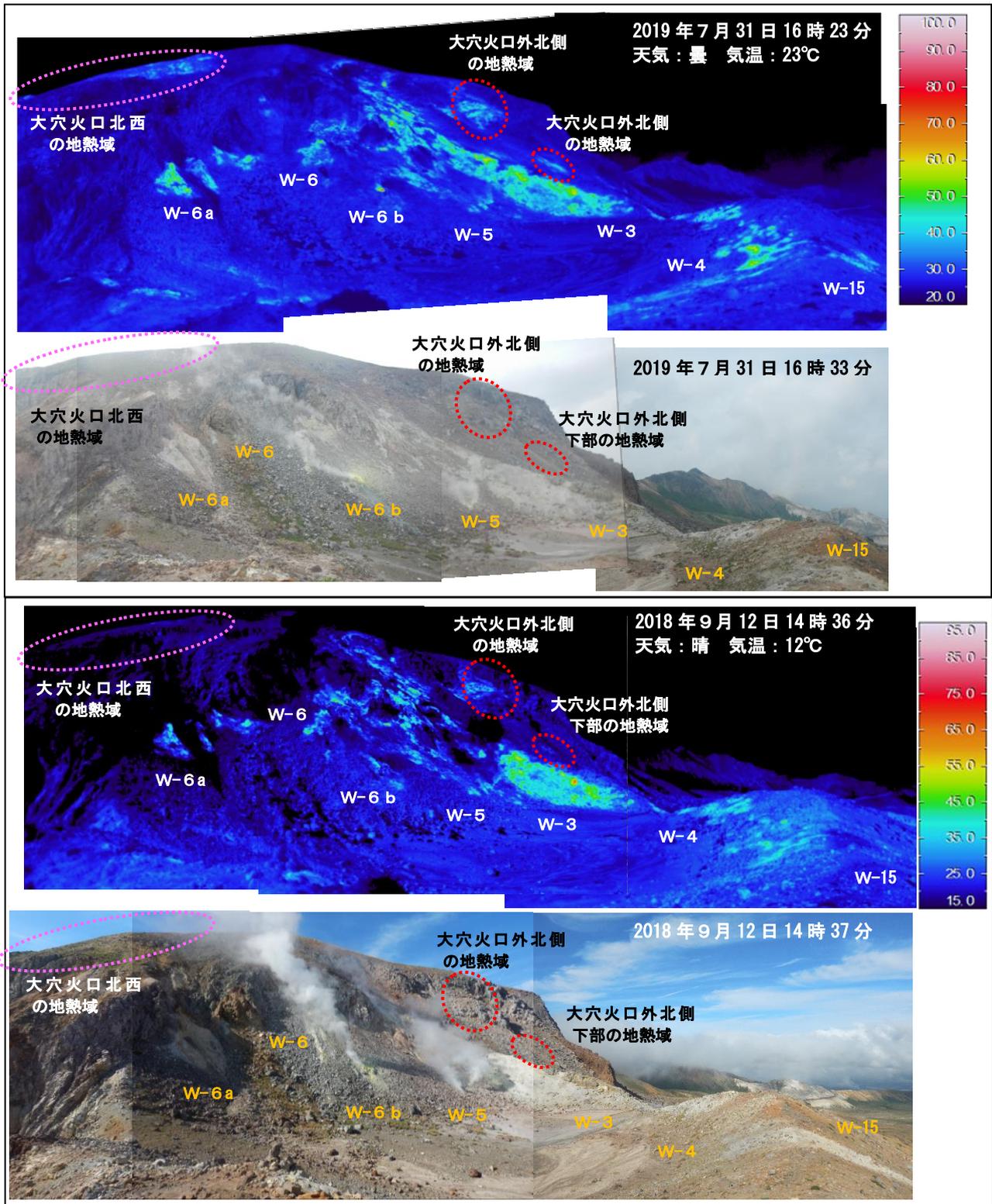


図 15 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の状況（下）と地表面温度分布（上）

- ・ 監視カメラの熱映像データの解析から認められていた地熱域の拡大が、現地調査でも認められ、大穴火口付近及びその周辺で熱活動が継続していることを確認しました。
- ・ 図中の破線の色は図 13 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。

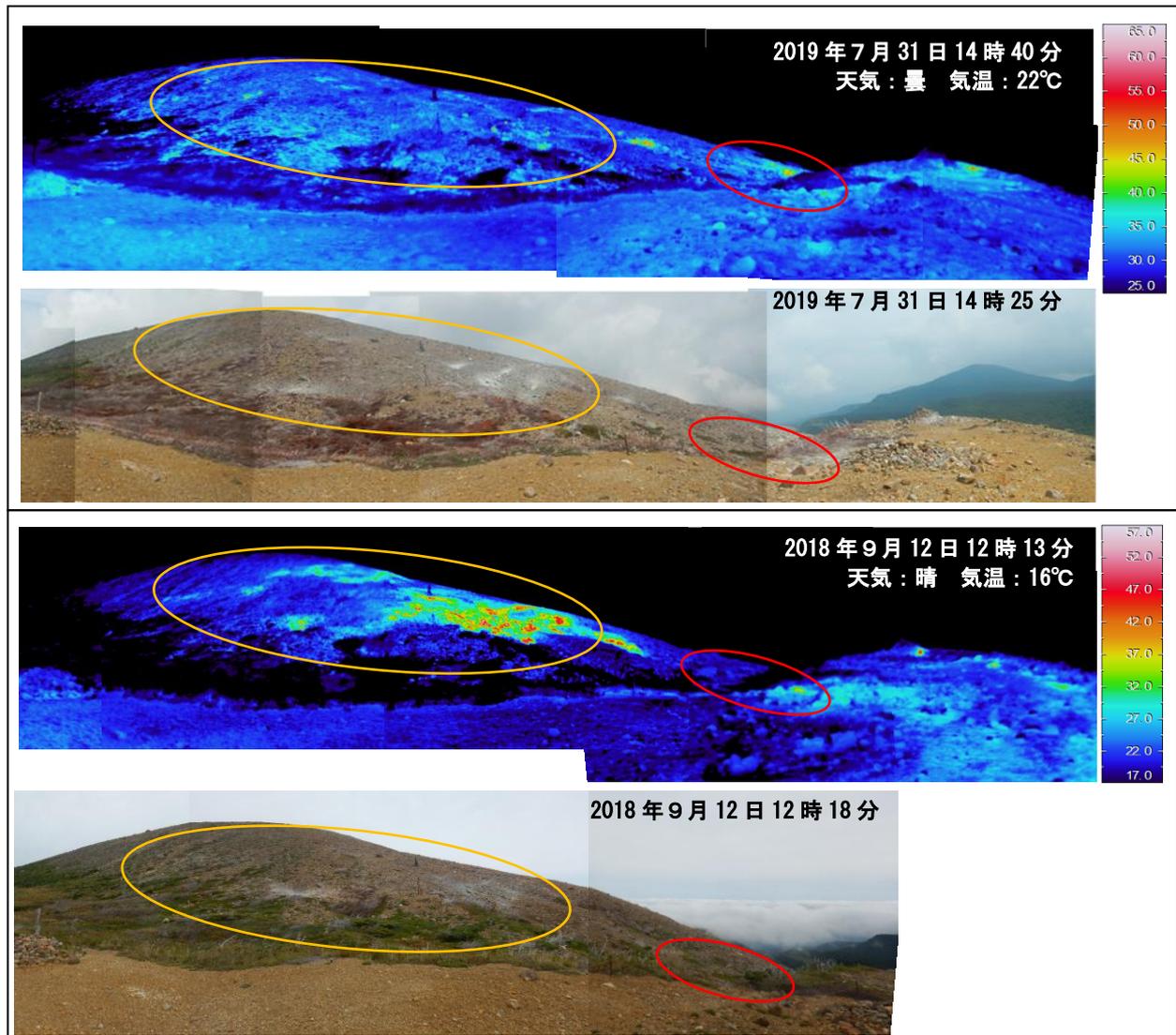


図 16 吾妻山 大穴火口北西の状況（下）と地表面温度分布（上）

- ・大穴火口北西では、地熱域の南側で拡大（赤丸）、北側では縮小が確認されました（橙丸）。
 - ・赤丸と橙丸は図 13 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。

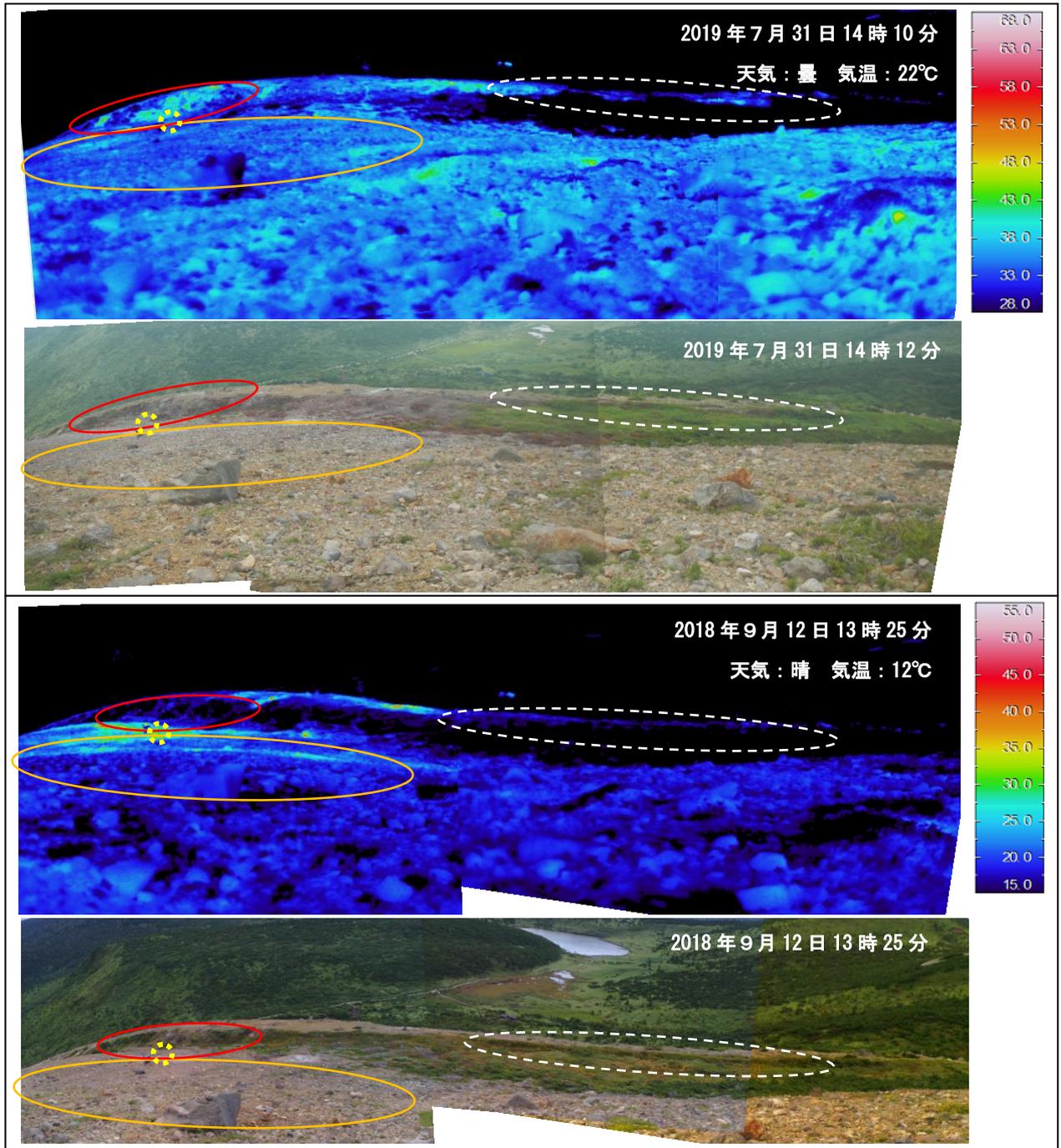


図 17 吾妻山 大穴火口北西の状況（下）と地表面温度分布（上）

- ・大穴火口北西では、地熱域の南側で拡大（赤丸）、北側では縮小が確認されました（橙丸）。
- ・2018年9月の現地調査では認められなかった地熱域（白破線）を確認しました。
- ・赤丸と橙丸は図 13 に対応します。
- ・図中の黄破線は図 22 の陥没孔に対応します。

※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。

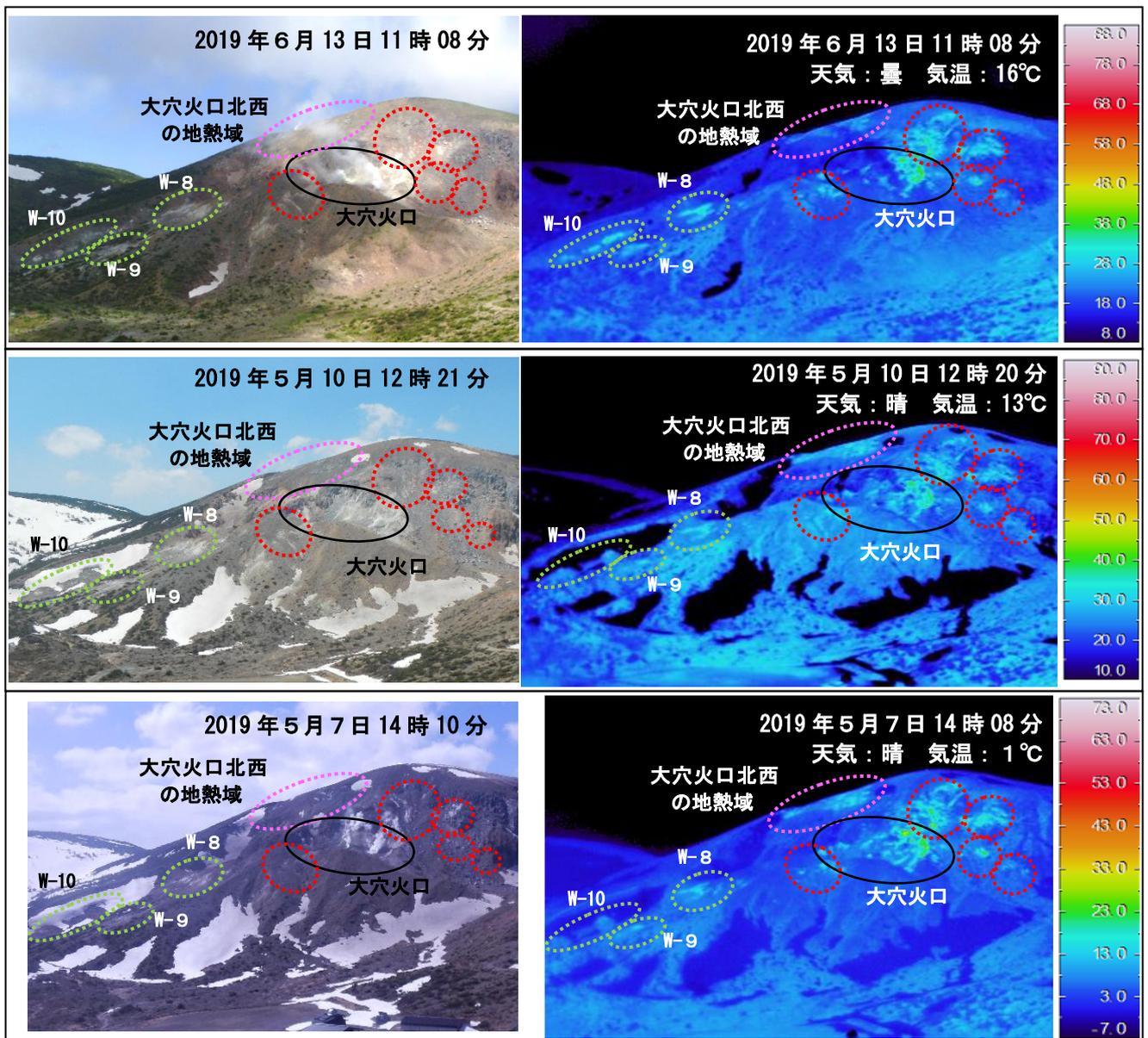


図 18 吾妻山 大穴火口付近及びその周辺の状況（左）と地表面温度分布（右）

- ・ 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。
 - ・ 図中の破線の色は図 13 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。

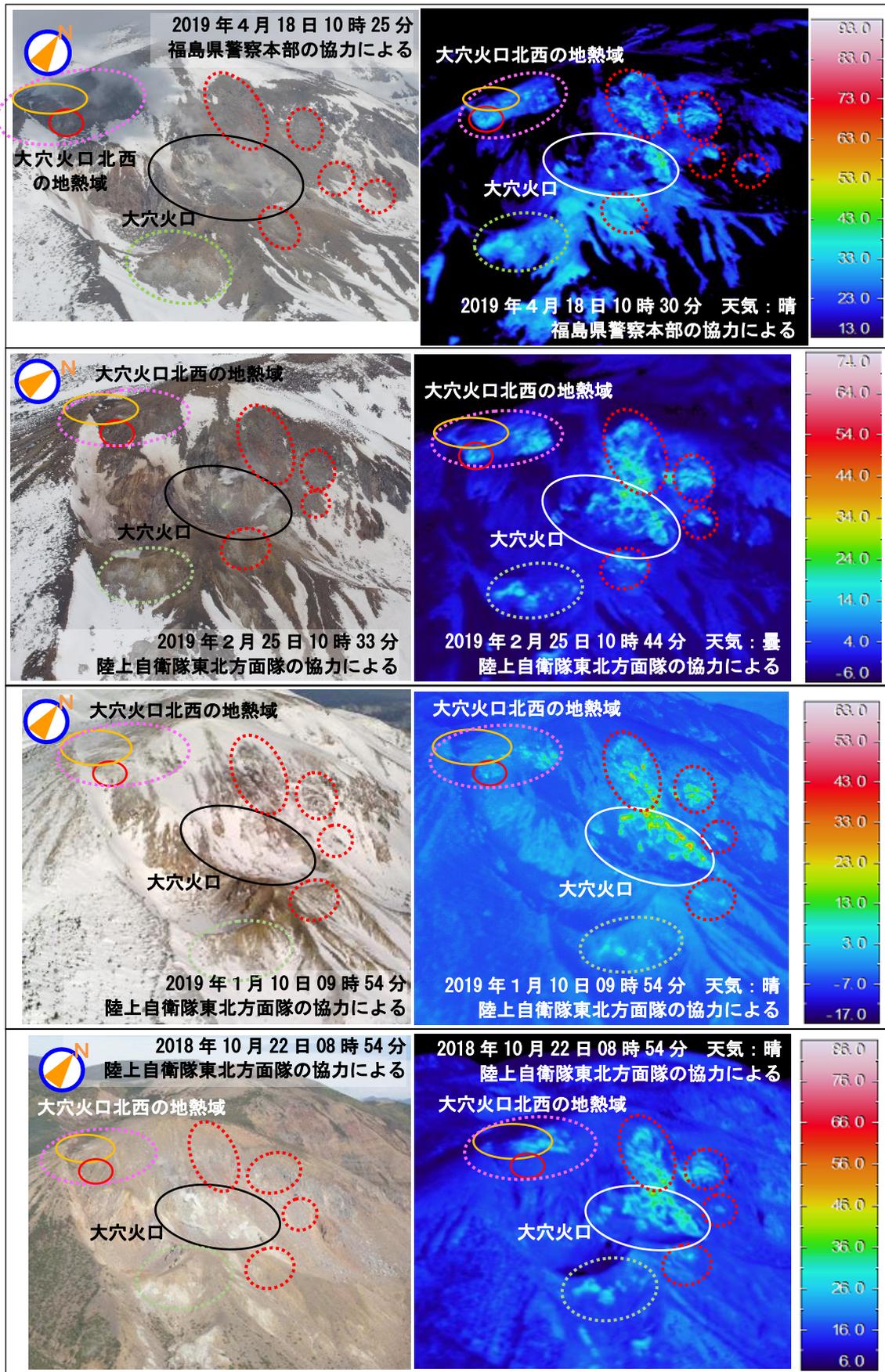


図 19 吾妻山 上空から撮影した大穴火口及びその周辺の状況と地表面温度分布

- ・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。
- ・大穴火口北西の地熱域では、南側で拡大（赤丸）、北側では縮小が確認されました（橙丸）。

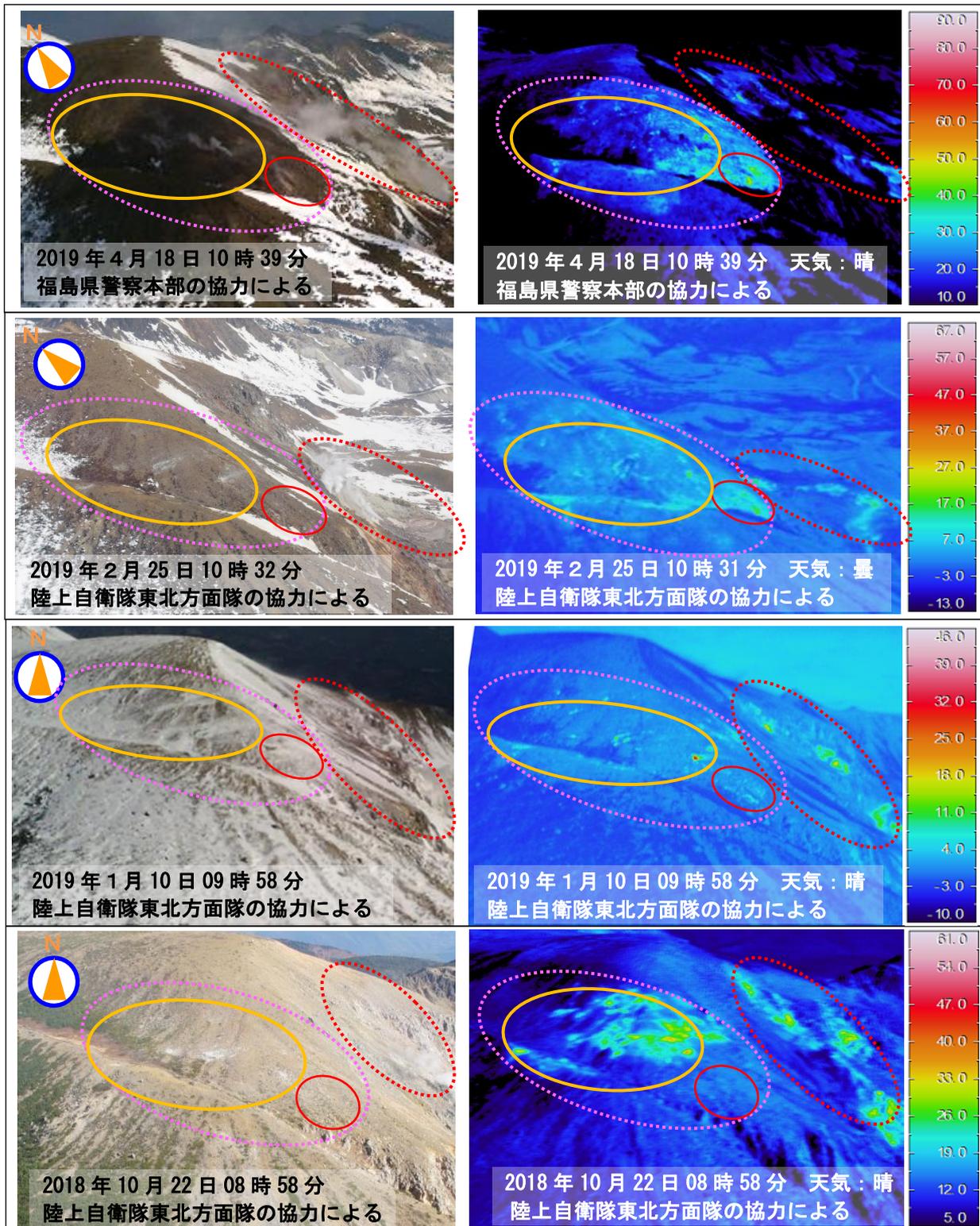


図 20 吾妻山 上空から撮影した大穴火口北西の状況と地表面温度分布
 ・大穴火口北西の地熱域では、南側で拡大（赤丸）、北側では縮小が確認されました（橙丸）。
 ・図中の破線の色は図 13 の破線の色に対応します。
 ※日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されています。

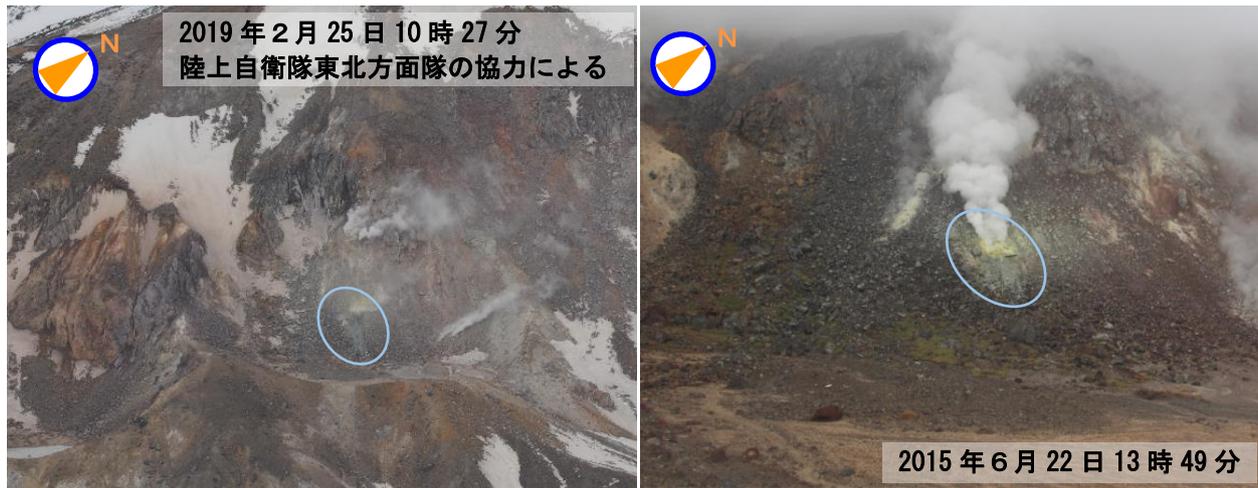


図 21 吾妻山 大穴火口内の状況

- ・大穴火口内の噴気孔から泥のようなものが流れた痕跡を確認しました。2015 年にも同様の現象を確認しており、火山活動の活発化の際に確認されることがあります。

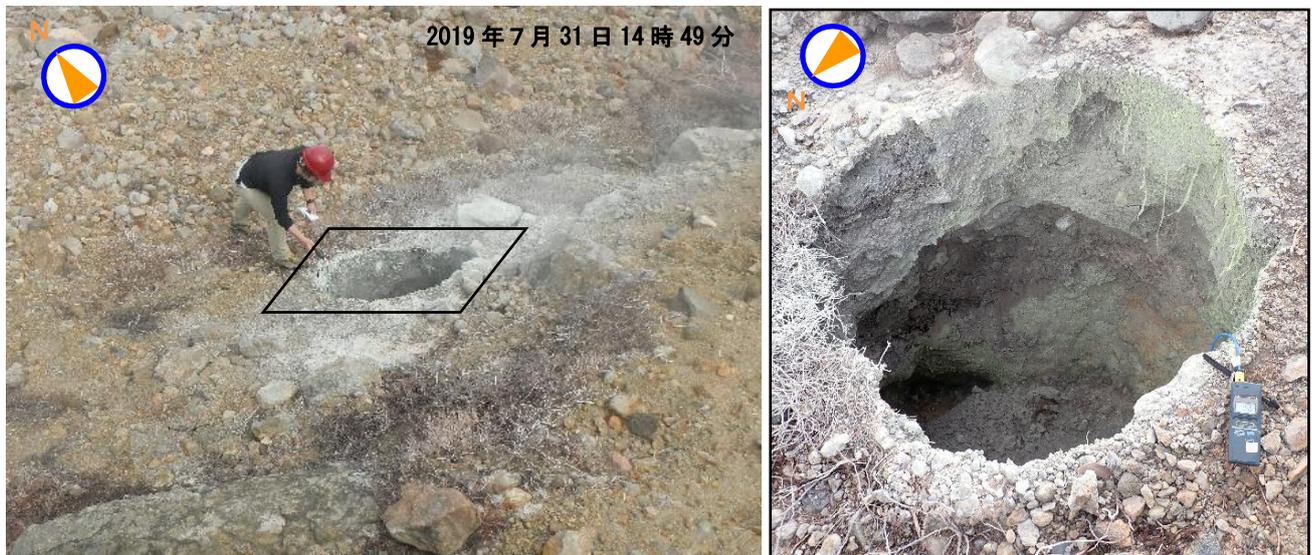


図 22 吾妻山 大穴火口北西の状況

- ・大穴火口北西で、直径 1 m 程度、深さ 1.5 m 程度の陥没孔を確認しました。
- ・陥没孔から弱い噴気が認められ、陥没孔底での噴気温度は 94.6°C でした。
- ・陥没孔は図 13 の黄丸、図 17 の黄破線に対応します。
- ・陥没孔の周辺には硫黄の昇華物が認められました。

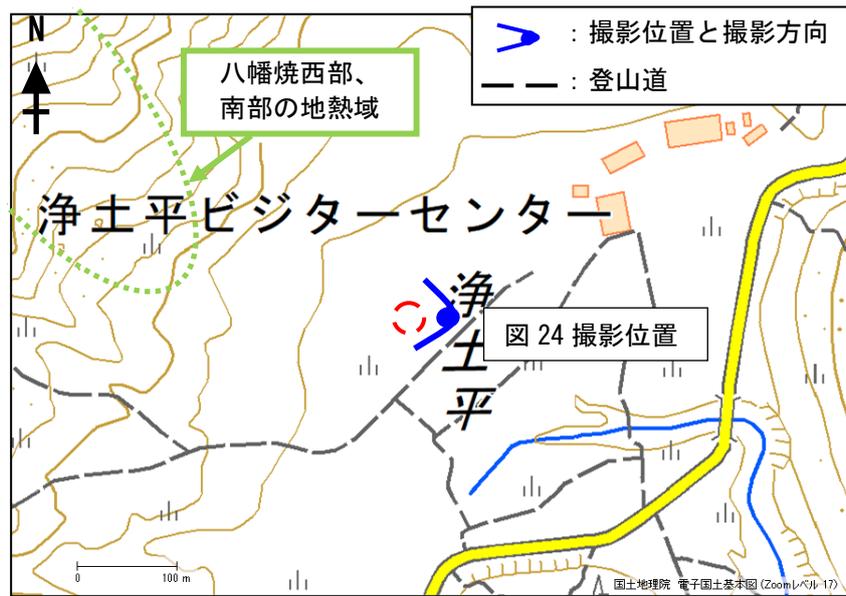


図 23 吾妻山 浄土平周辺の状況



図 24 吾妻山 登山道近くの火山ガス噴出箇所

- ・ 6月13日の現地調査で、浄土平の登山道近くで火山ガスを含む気泡が発生していることを確認しました。

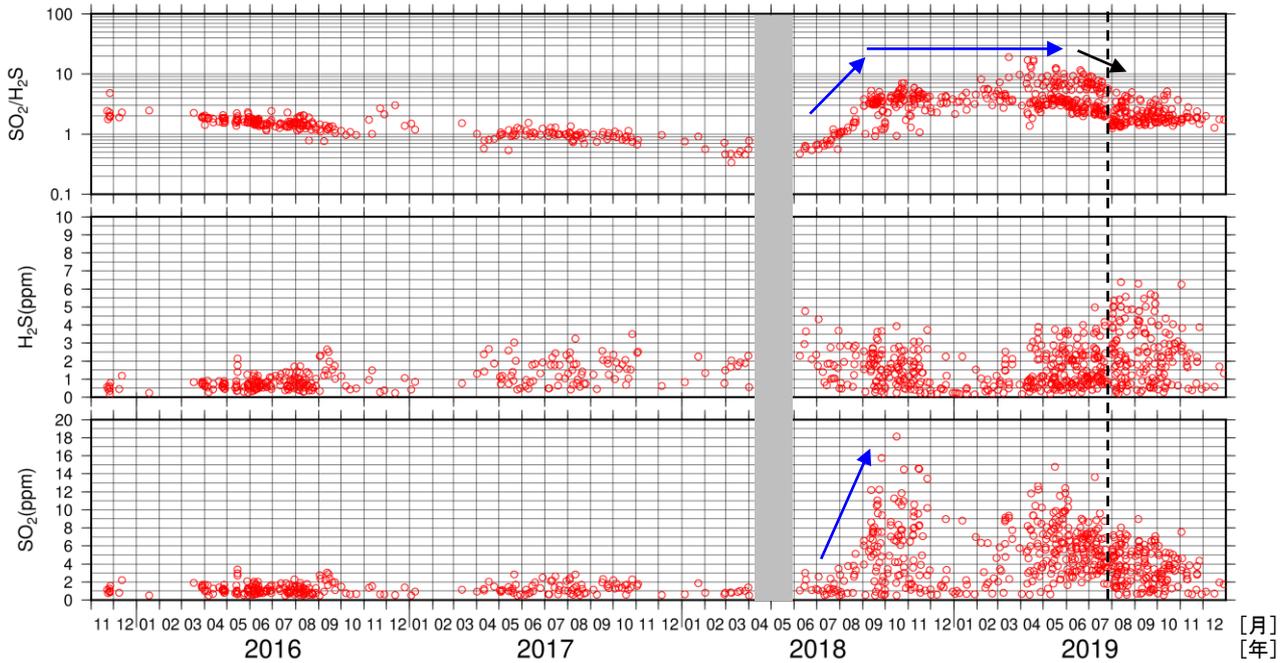


図 25 吾妻山 火山ガス観測装置による観測（2015 年 11 月～2019 年 12 月）

- ・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（ SO_2 ）と硫化水素（ H_2S ）の組成比（ $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ ）が高くなりはじめ、9 月頃から高い状態が継続していましたが（青矢印）。その後 2019 年 6 月頃から組成比の低下が認められましたが（黒矢印）、9 月頃からは概ね停滞しています。
- ・火山ガス観測装置は風によって装置まで流れてきた火山ガスと大気の混合気体中の、火山ガス成分の濃度変化を測定しています。このため観測データのグラフの濃度は、噴気中の火山ガス成分濃度を直接示すものではなく、風向き等火山活動以外の影響を受けて増減する場合があります。
- ・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）。

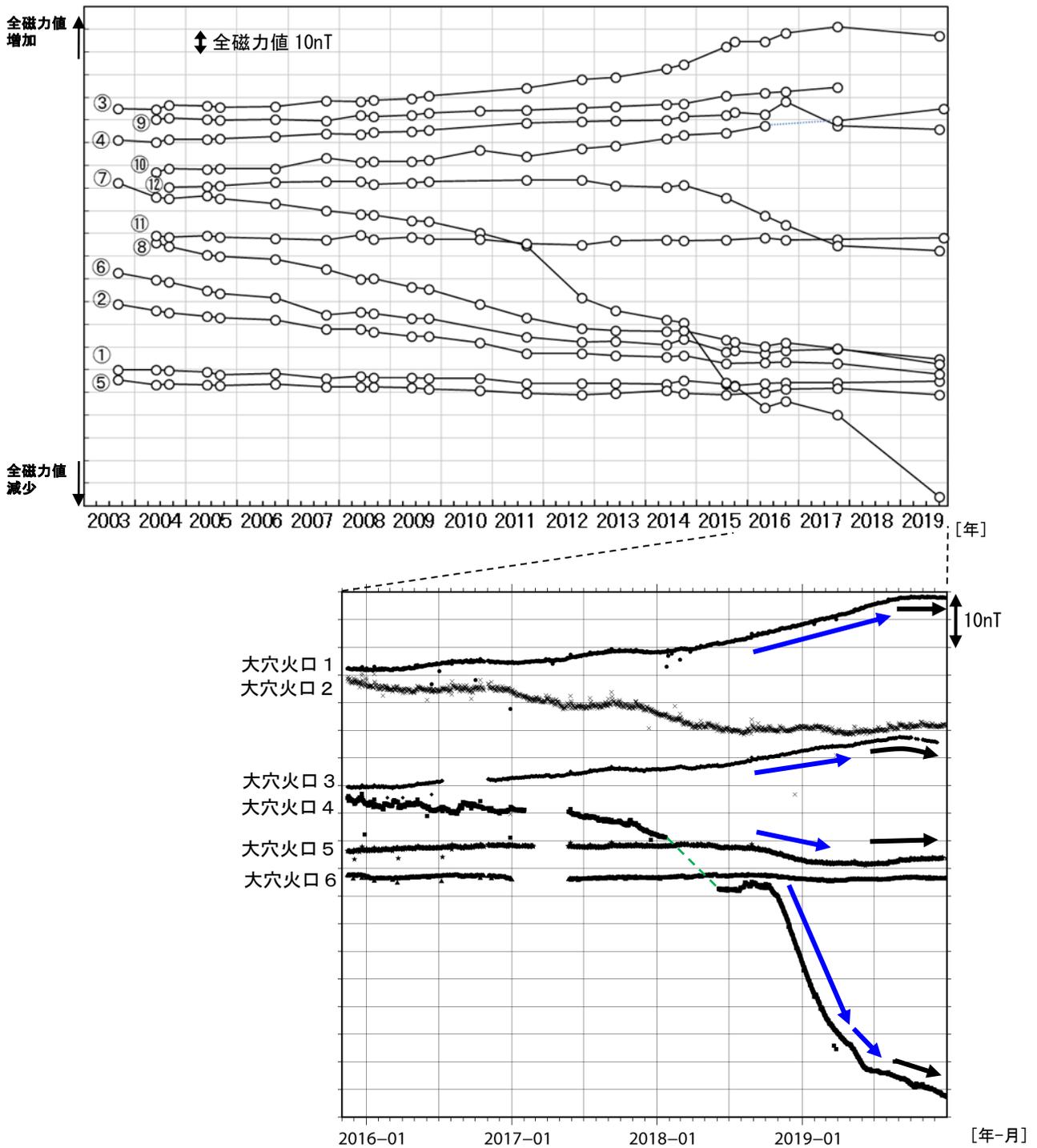


図 26 吾妻山 全磁力繰り返し観測（上）及び連続観測（下）の全磁力値変化
(2003年9月～2019年12月)

- ・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。
- ・全磁力連続観測では、2018年9月頃から大穴火口北西地下の温度上昇や温度上昇域の拡大が更に進んでいることを示唆する全磁力値の変化（青矢印）がみられていました。その後、次第にその変化に鈍化が認められ、現在は概ね2018年8月以前の傾向に戻っています（黒矢印）。
- ・10月10日及び11月9日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。
- ・緑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。
- ・水色破線で示す繰り返し観測点⑩における全磁力変動は、観測点の流出により再設置したことによる変動を示しています。
- ・グラフの空白部分は欠測を表しています。

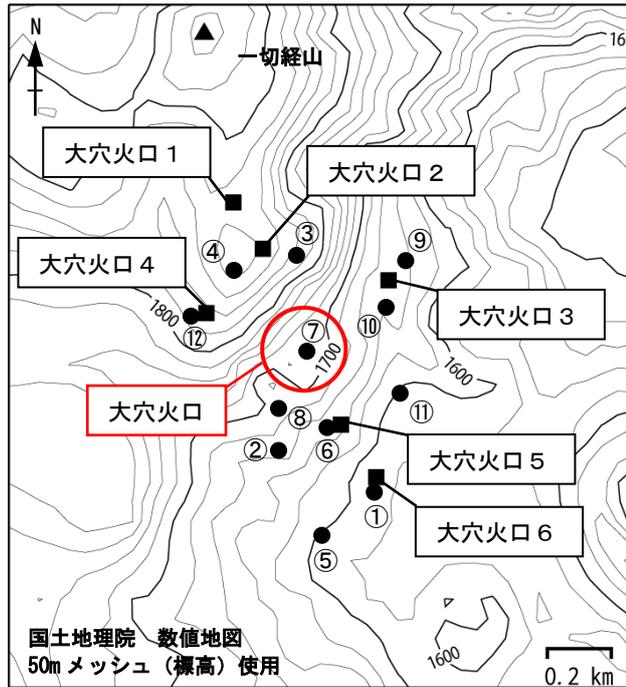


図 27 吾妻山 全磁力観測点配置図

■ : 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。

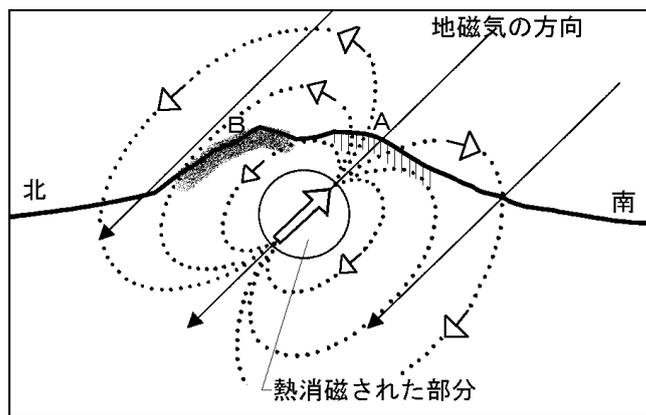
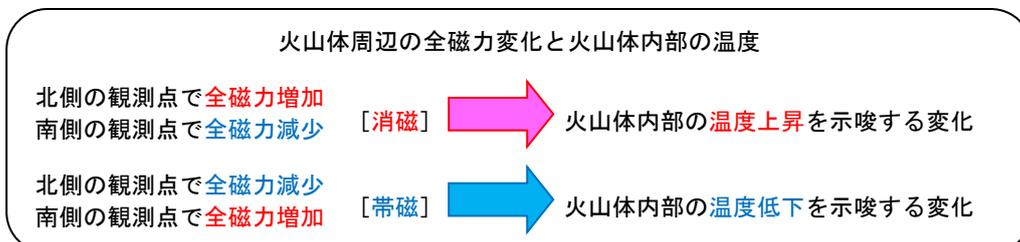


図 28 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル



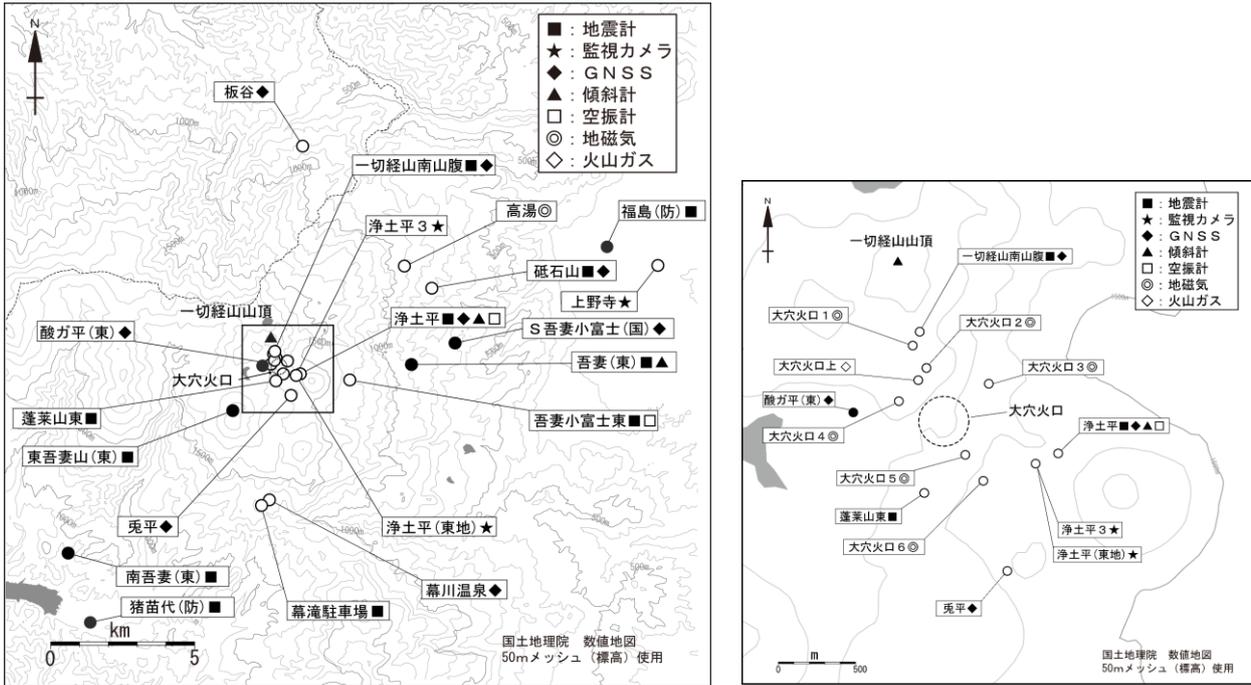


図 29 吾妻山 観測点配置図

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

※東吾妻山山頂 (臨時観測点) : 6月26日運用終了

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
		緯度	経度	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	