

吾妻山の火山活動解説資料（令和4年3月）

仙台管区气象台
地域火山監視・警報センター

28日に火山性微動が発生しました。浄土平観測点に設置された傾斜計では、火山性微動の発生に伴い、西北西（大穴火口方向）上がりの変動がみられましたが、その後は停滞しています。

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、図4～6）

28日06時10分頃に火山性微動が1回発生しました。火山性微動が観測されたのは、2019年5月14日以来です。火山性地震は少ない状態で経過しましたが、火山性微動の発生に伴い、一時的に増加しました。

・地殻変動の状況（図2-⑥～⑧、図3-①、図5、図7～9）

GNSS連続観測及び浄土平観測点（大穴火口から東南東約1km）に設置している傾斜計では、2020年から2021年にかけて吾妻山深部の膨張や大穴火口浅部の緩やかな膨張を示す変化が観測されましたが、現在は停滞しています。

今期間、28日の火山性微動の発生に伴い西北西（大穴火口方向）上りの傾斜変動が観測されましたが、その後は停滞しています。

・噴気など表面現象の状況（図1-①、図2-①、図10～16）

大穴火口の噴気の高さは200m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、2021年1月から3月頃にかけて、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、その後は停滞しており、地熱域全体の状況に大きな変化は認められませんでした。

8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。

・火山ガスの状況（図17）

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18～20）

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月頃から2021年11月頃にかけて、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ていましたが、2021年12月頃からは大穴火口1では全磁力値の低下、大穴火口2と3では増加の傾向がみられています。これらの全磁力値の変化は、大穴火口の北側での局所的な温度変化を示している可能性があります。

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4年4月分）は令和4年5月12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、地震や地殻変動等を伴う火山活動の活発化が繰り返し起きています。2022年1月下旬頃から火山性地震の回数がわずかに増加しており、今期間火山性微動が発生するなど状況に変化がみられることから、今後の火山活動の推移に留意が必要です。

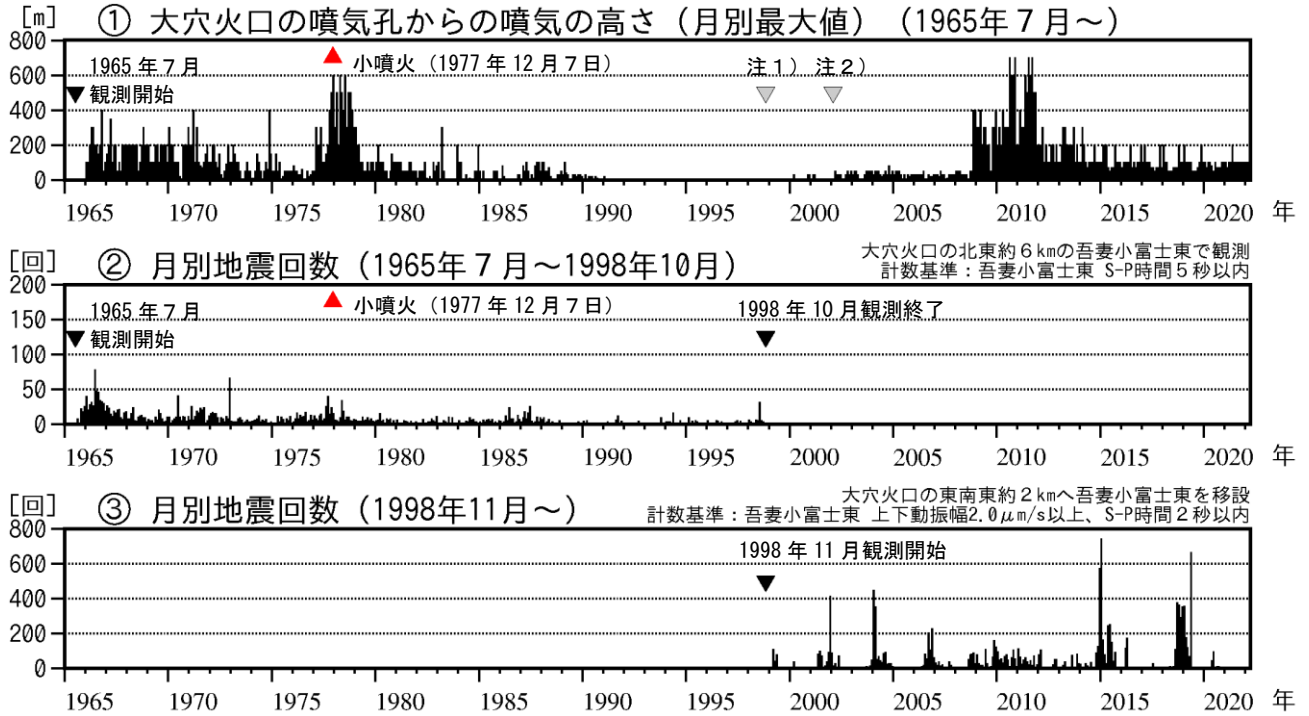


図1 吾妻山 長期的な火山活動の経過（1965年7月～2022年3月）

- ・注1) 1998年以前は福島地方气象台（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。

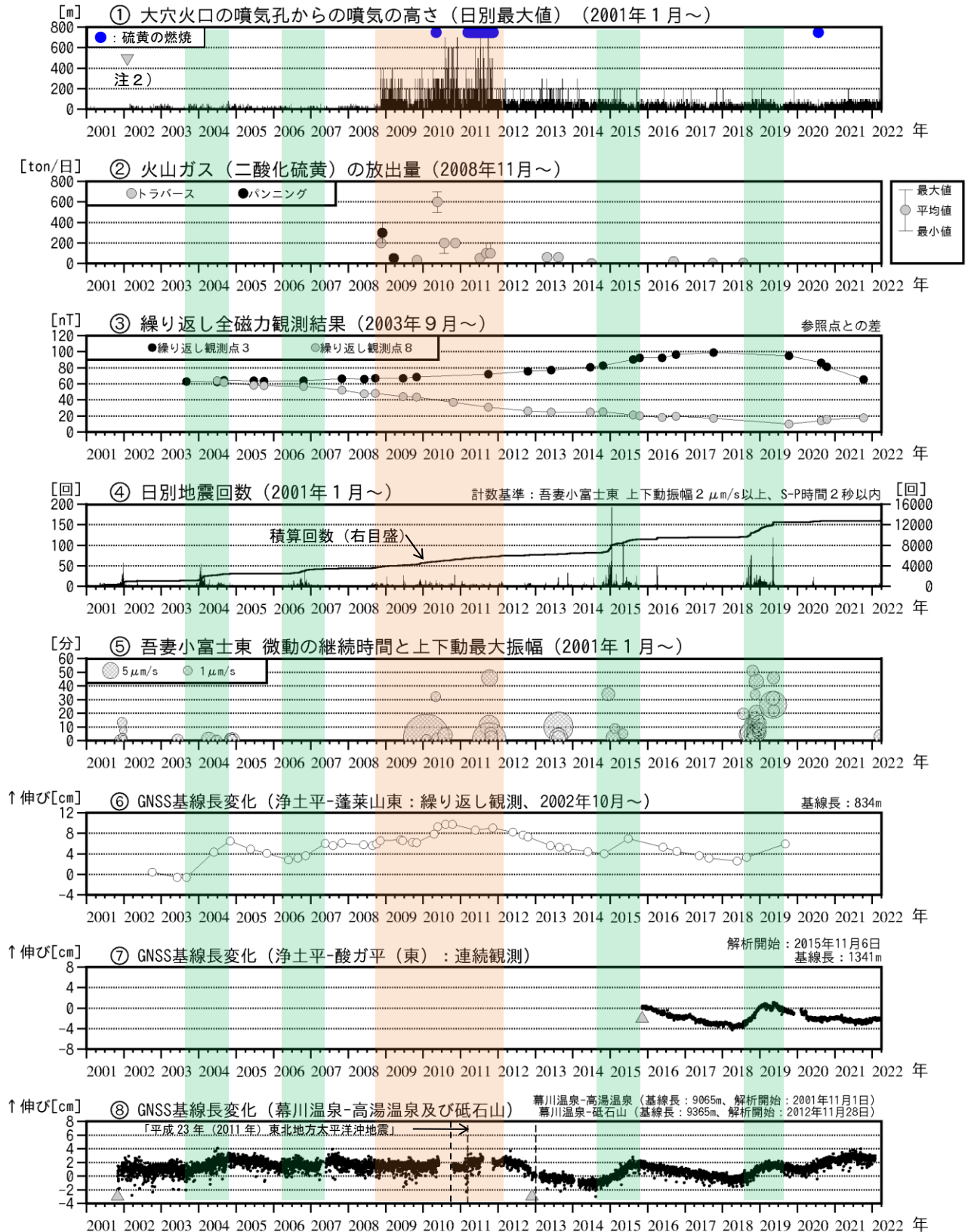


図2 吾妻山 中期的な火山活動の経過（2001年1月～2022年3月）

- ・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18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7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、2010年10月及び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）。

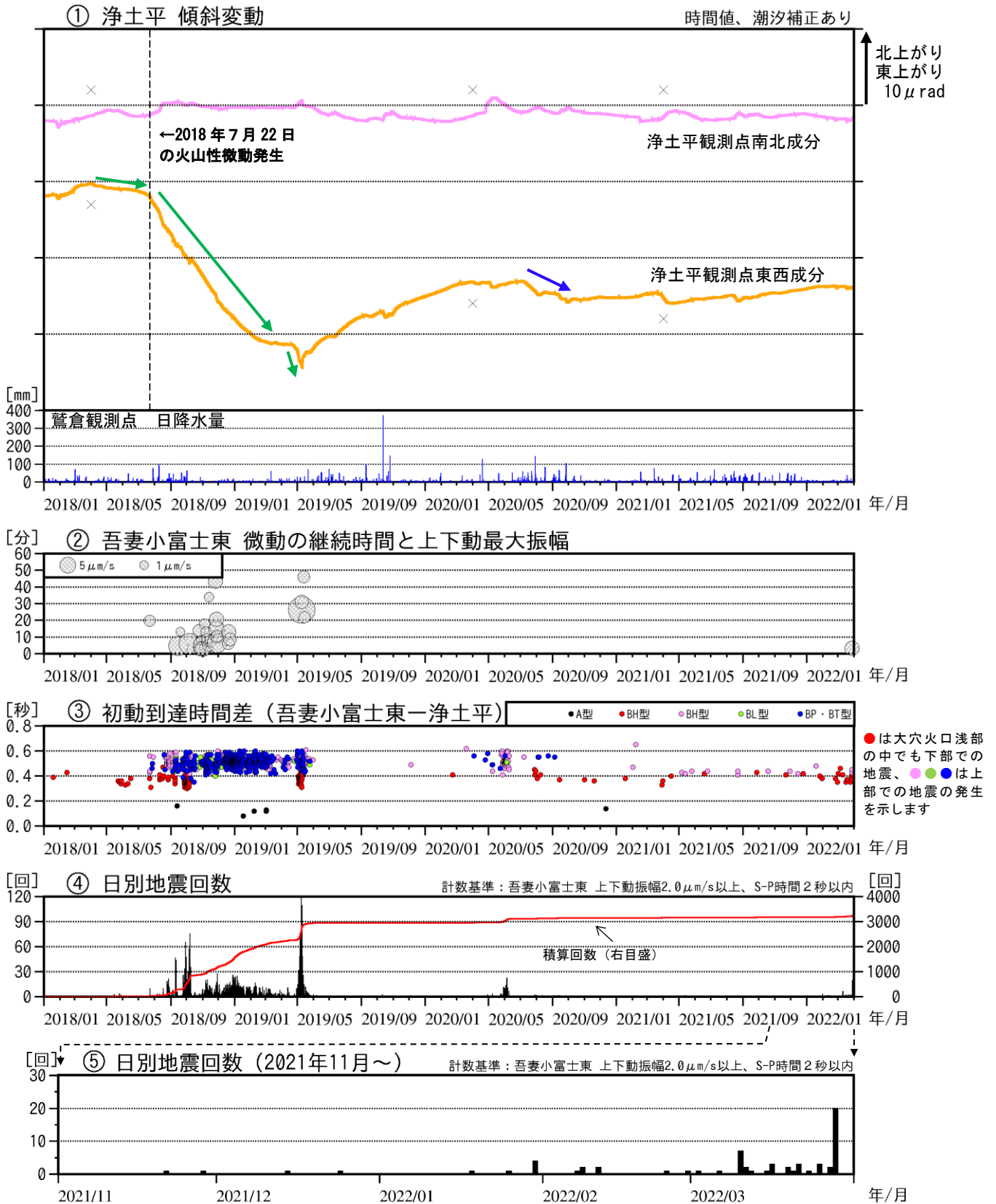


図3 吾妻山 火山活動経過図（2018年1月～2022年3月）

・ 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。

28日に火山性微動が1回発生し、これに伴って浄土平観測点（大穴火口から東南東約1km）に設置している傾斜計では、西北西（大穴火口方向）上がりの短時間の変動がみられましたが、その後は停滞しています。火山性地震は、2022年1月末頃からわずかに増加し、28日に20回発生しました。

2018年から2019年（緑矢印）にかけてと、2020年7月頃（青矢印）に、火山活動に伴う大穴火口浅部の膨張を示す傾斜変動が観測されています。

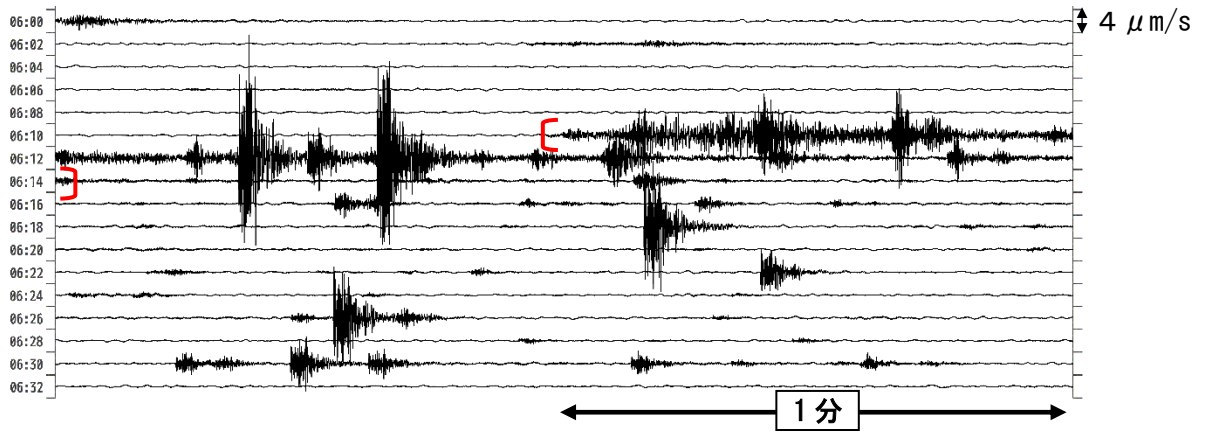


図4 吾妻山 吾妻小富士東観測点（上下成分）での火山性微動及び火山性地震の発生状況（2022年3月28日06時00分～06時34分）

・ [] は火山性微動の発生時を示します。

28日に火山性微動が1回発生しました。継続時間は3分5秒、吾妻小富士東観測点（大穴火口の東約3km）の最大振幅は $4.1\mu\text{m/s}$ であり、これまで観測した火山性微動に比べると、継続時間は短く、最大振幅は大きいものではありませんでした。

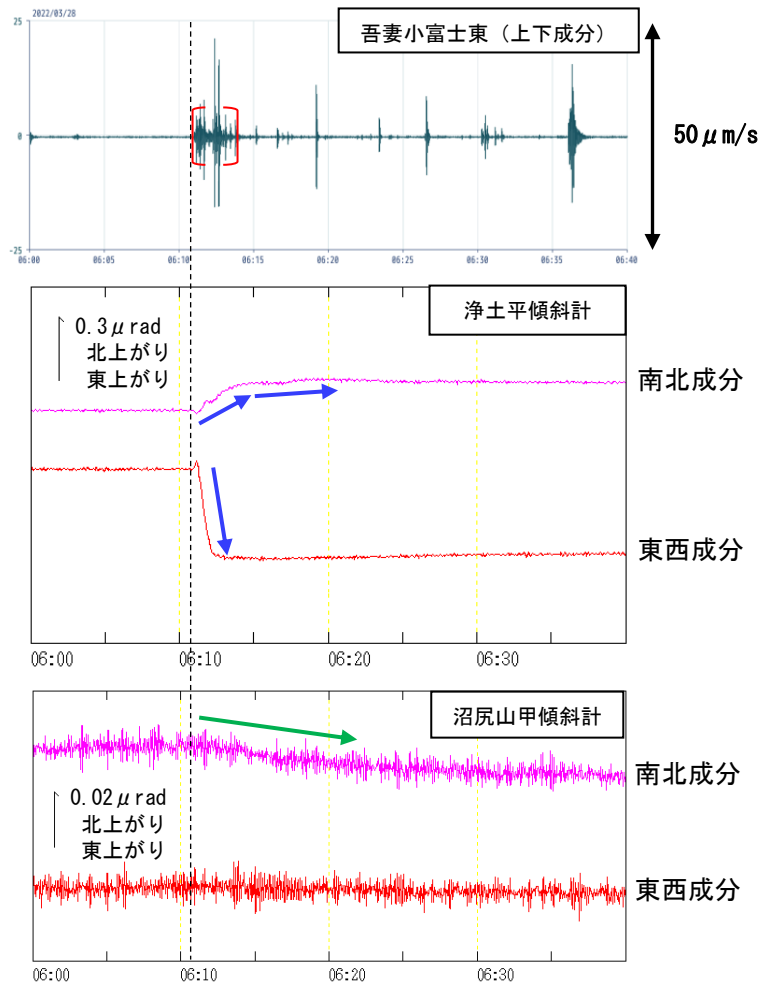


図5 吾妻山 震動波形及び傾斜変動（2022年3月28日06時00分～06時40分）

- ・ [] は火山性微動の発生時を示します。
- ・ 黒破線は、今回の火山性微動が発生した時間を示します。
- ・ $1\mu\text{rad}$ （マイクロラジアン）は、1km先が1mm上下するような変化量です。
- ・ 火山性微動の発生中には、火山性地震も含まれています。

火山性微動の発生に伴い浄土平傾斜計で西北西（大穴火口方向）上がりの変動（青矢印）がみられたほか、距離の離れた安達太良山沼尻山甲（大穴火口から約11km）の傾斜計で吾妻山方向の沈降を示す変動（緑矢印）がみられました。2018～2019年の火山活動活発化の際にも、火山性微動の発生に伴う同様の傾斜変動が安達太良山の傾斜計で観測されています。

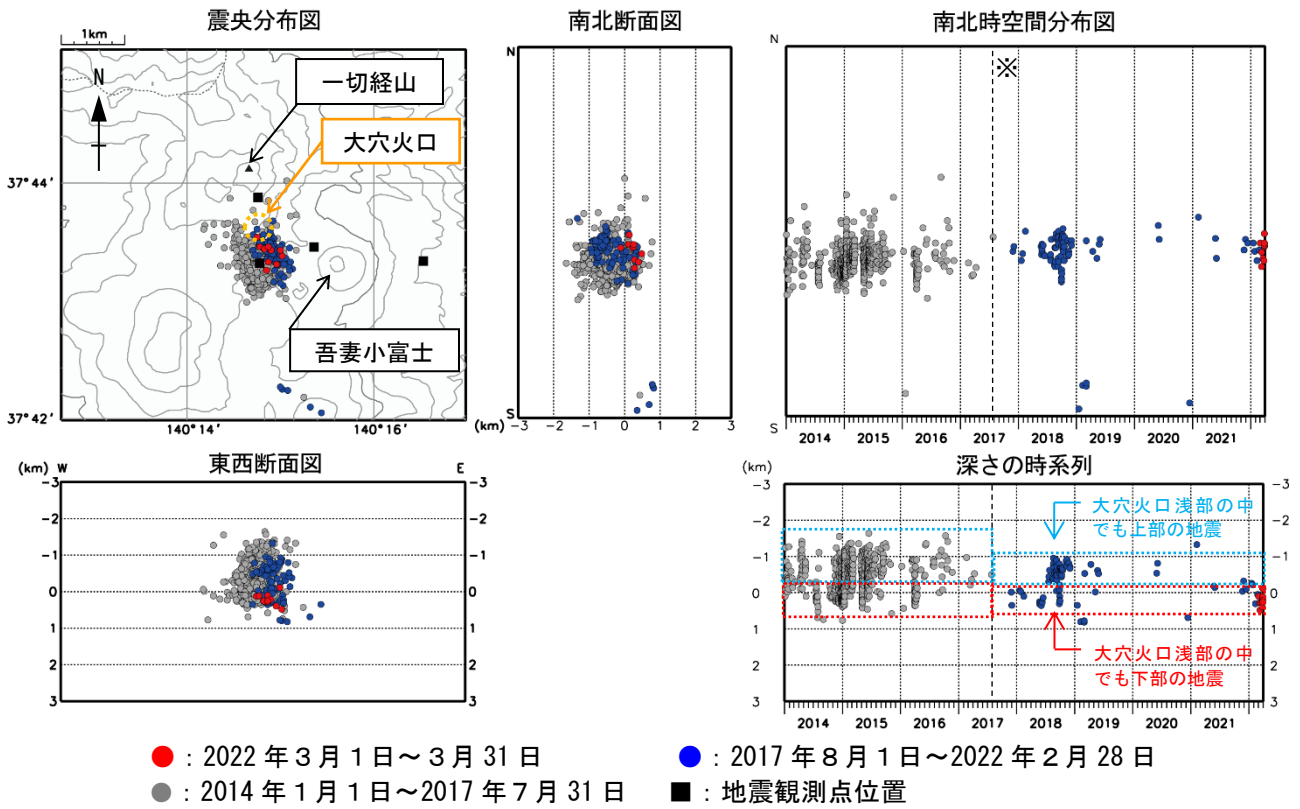


図6 吾妻山 地震活動（2014年1月～2022年3月）

※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。

今期間に震源が求まった火山性地震は、大穴火口浅部の中でも下部の地震でした。

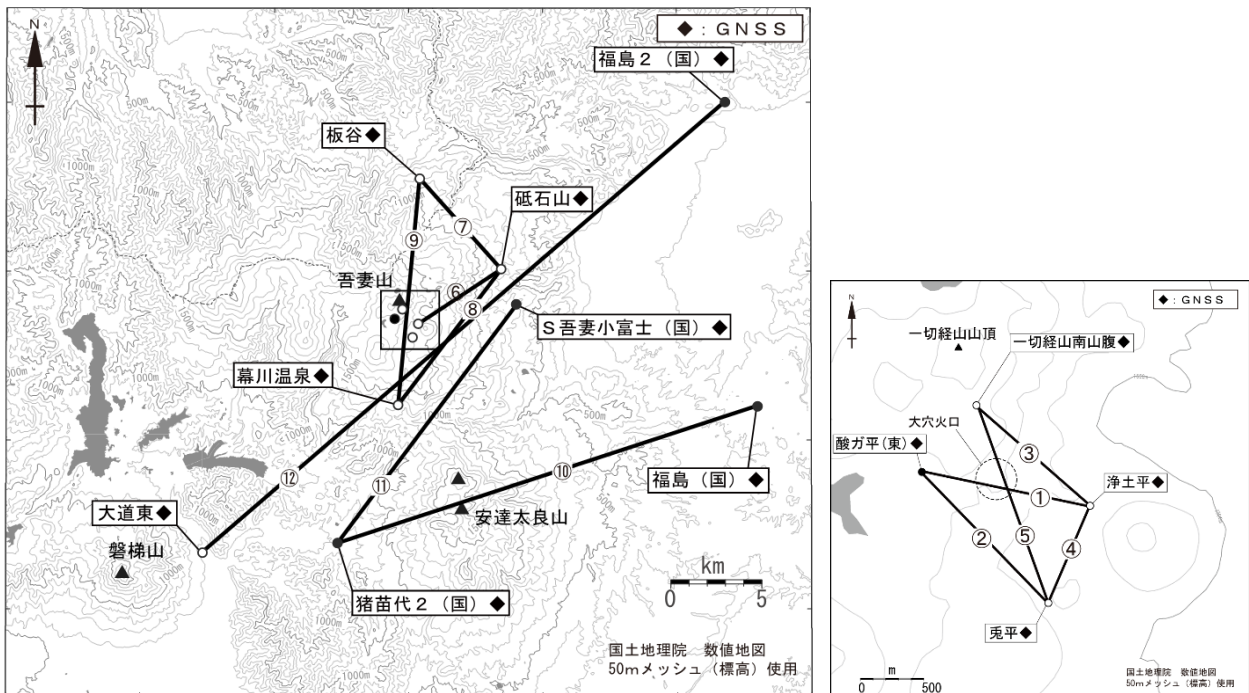


図7 吾妻山 GNSS 観測基線図

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

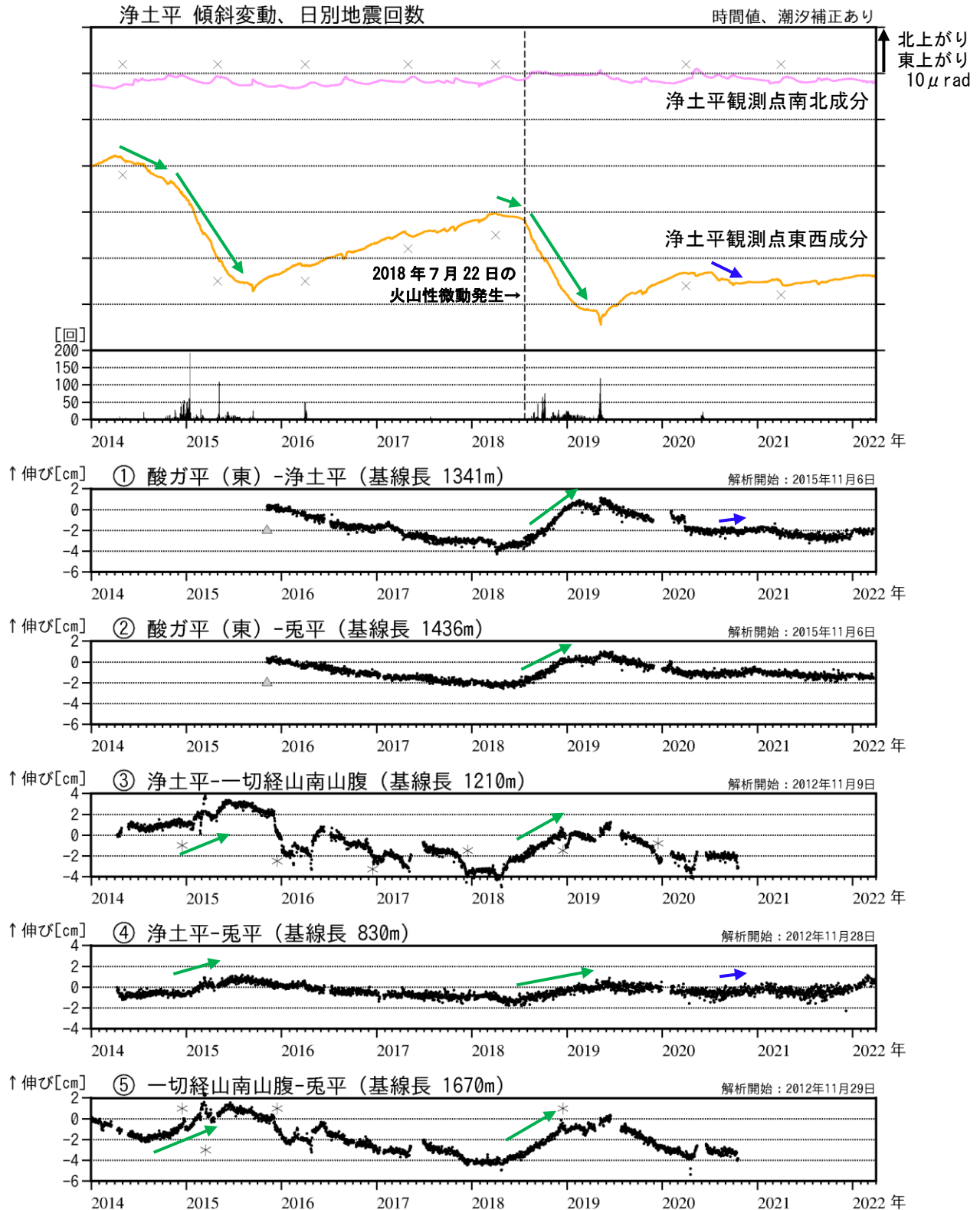


図8 吾妻山 大穴火口浅部の地殻変動（2014年1月～2022年3月）

- ・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年の火山活動活発化に伴う変化（緑矢印）や、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月下旬頃からはそれらの変化は概ね停滞しています。

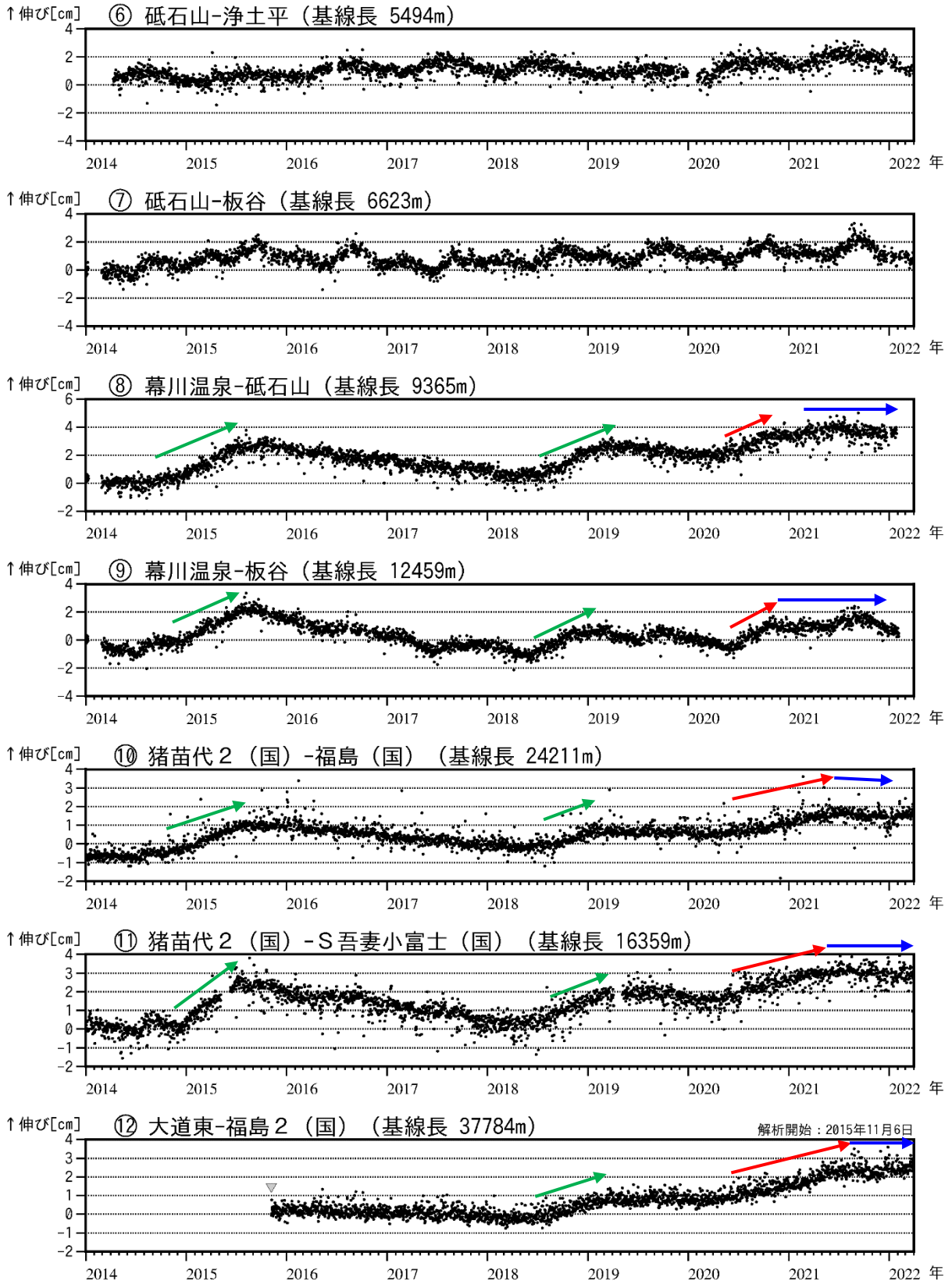


図9 吾妻山 吾妻山深部の地殻変動（2014年1月～2022年3月）

- ・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（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）。

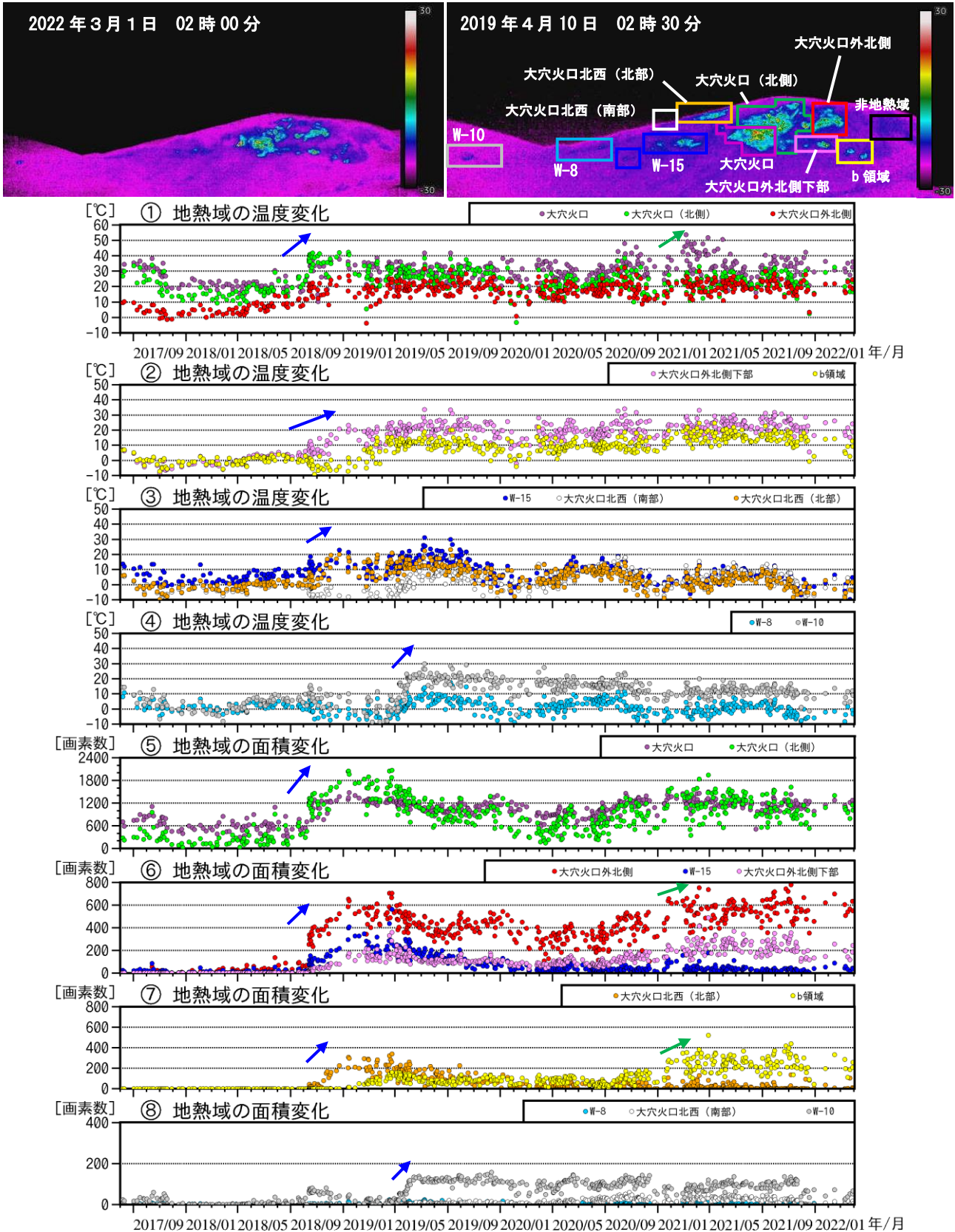


図 10 吾妻山 監視カメラによる大穴火口周辺の地熱域の経過（2017年8月～2022年3月）

- ・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）。

2021年1月から3月頃にかけて、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（緑矢印）、その後は停滞しており、地熱域全体の状況に大きな変化はみられません。

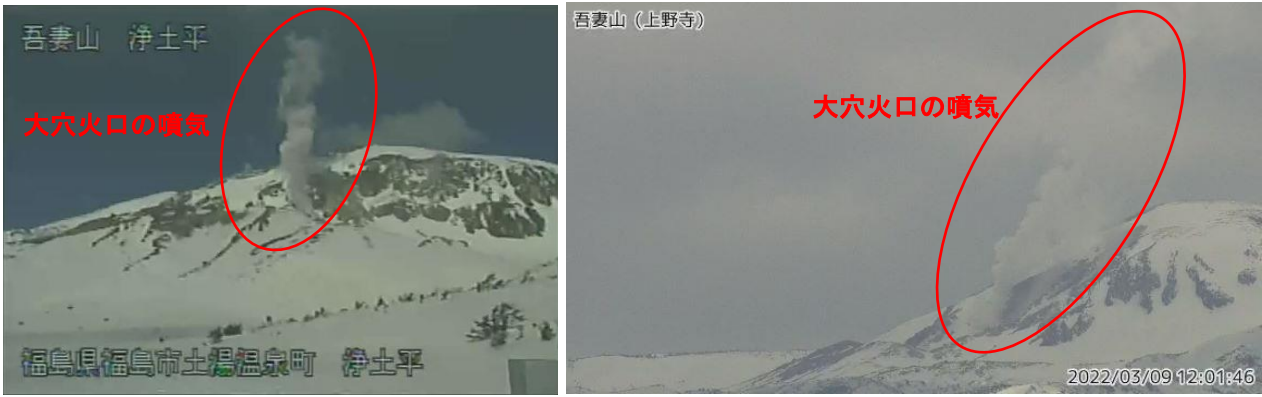


図 11 吾妻山 大穴火口周辺の噴気の状態（3月9日）

- ・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 200m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。

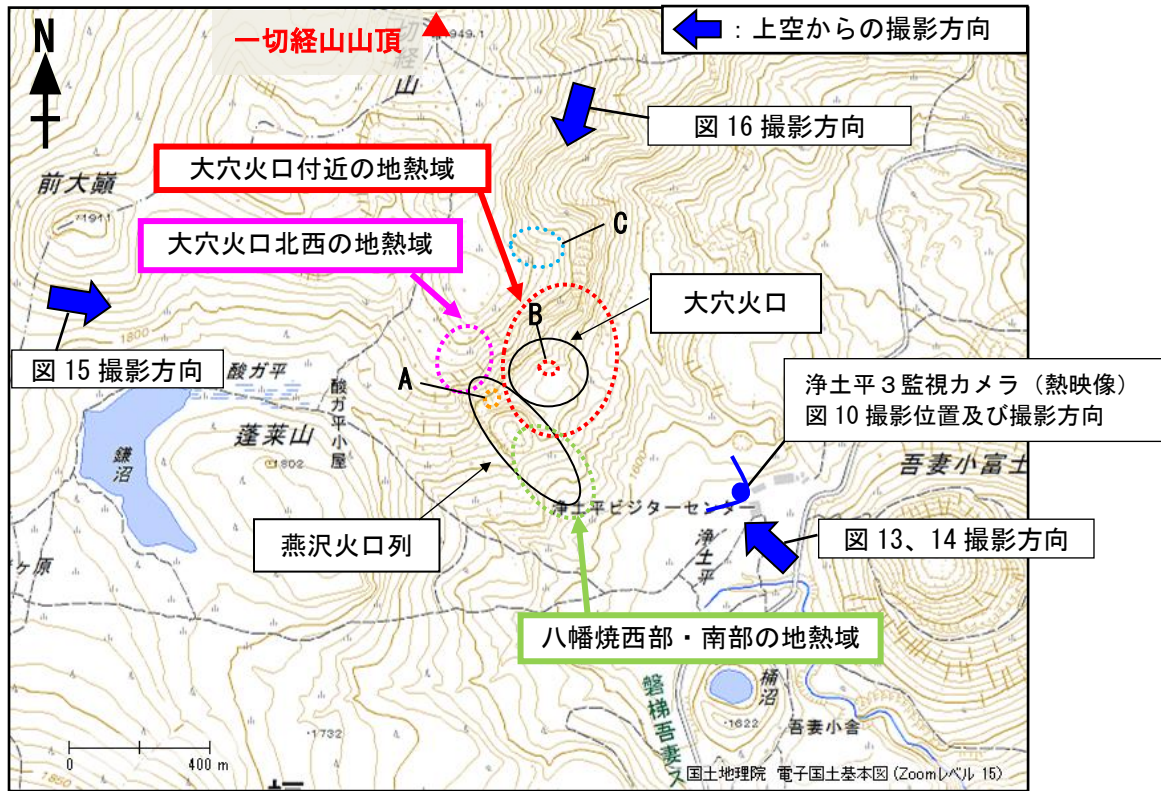


図 12 吾妻山 大穴火口周辺の噴気と地熱域の分布及び写真と地表面温度分布撮影位置、撮影方向

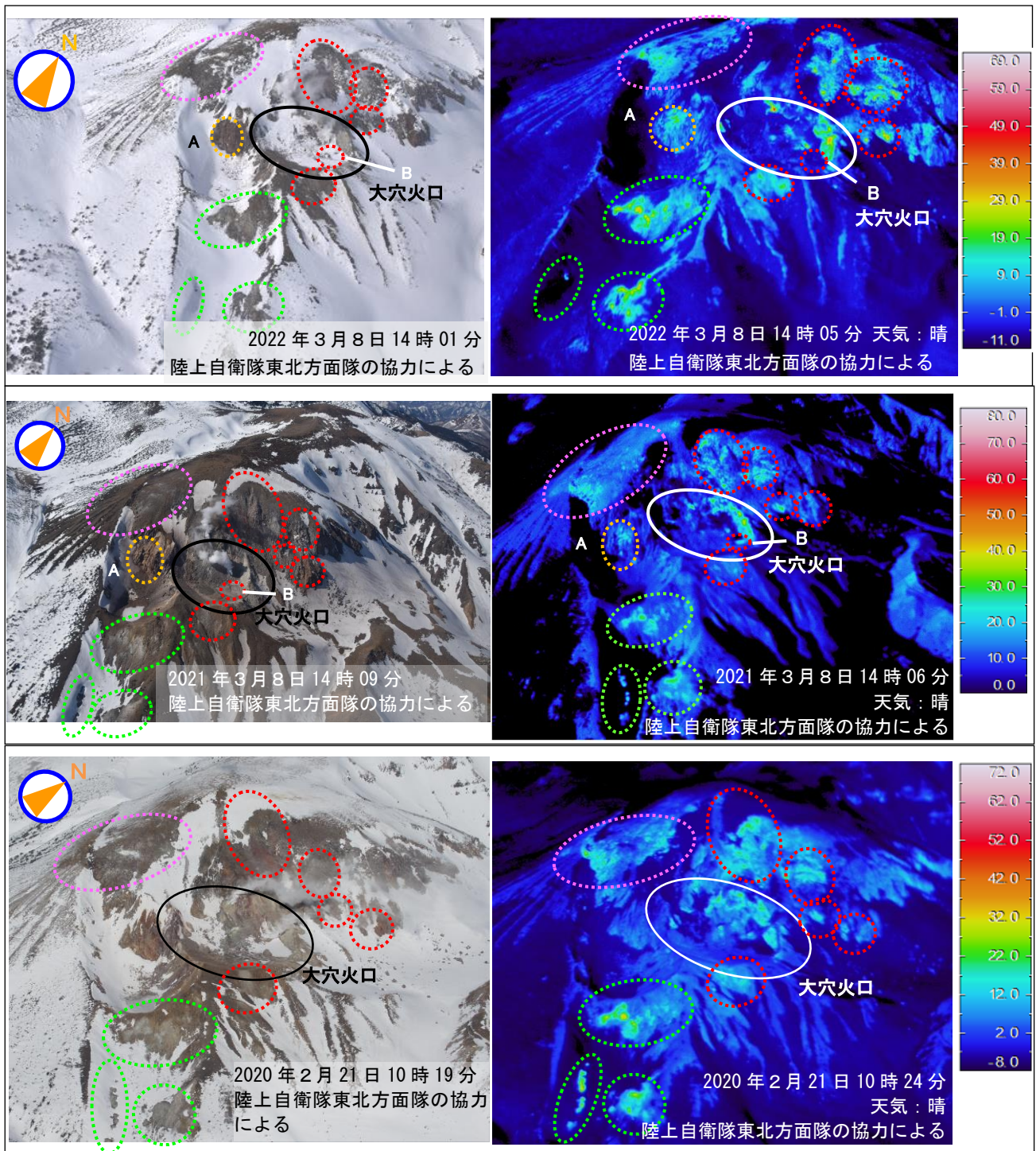


図 13 吾妻山 上空から撮影した大穴火口及びその周辺の状況と地表面温度分布

・図中の破線の色は、図 12 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。2020 年 8 月の現地調査で新たに確認した燕沢火口列北側火口壁 (A) の地熱域を引き続き確認しました。2020 年 8 月以降、地熱が明瞭になった大穴火口内の一部 (B) の領域は、2021 年 8 月～9 月に陥没し、今回の観測では画角に写るような明瞭な地熱は認められませんでした。なお、2021 年の現地調査では、陥没孔内に湯だまりや高温域が認められています。

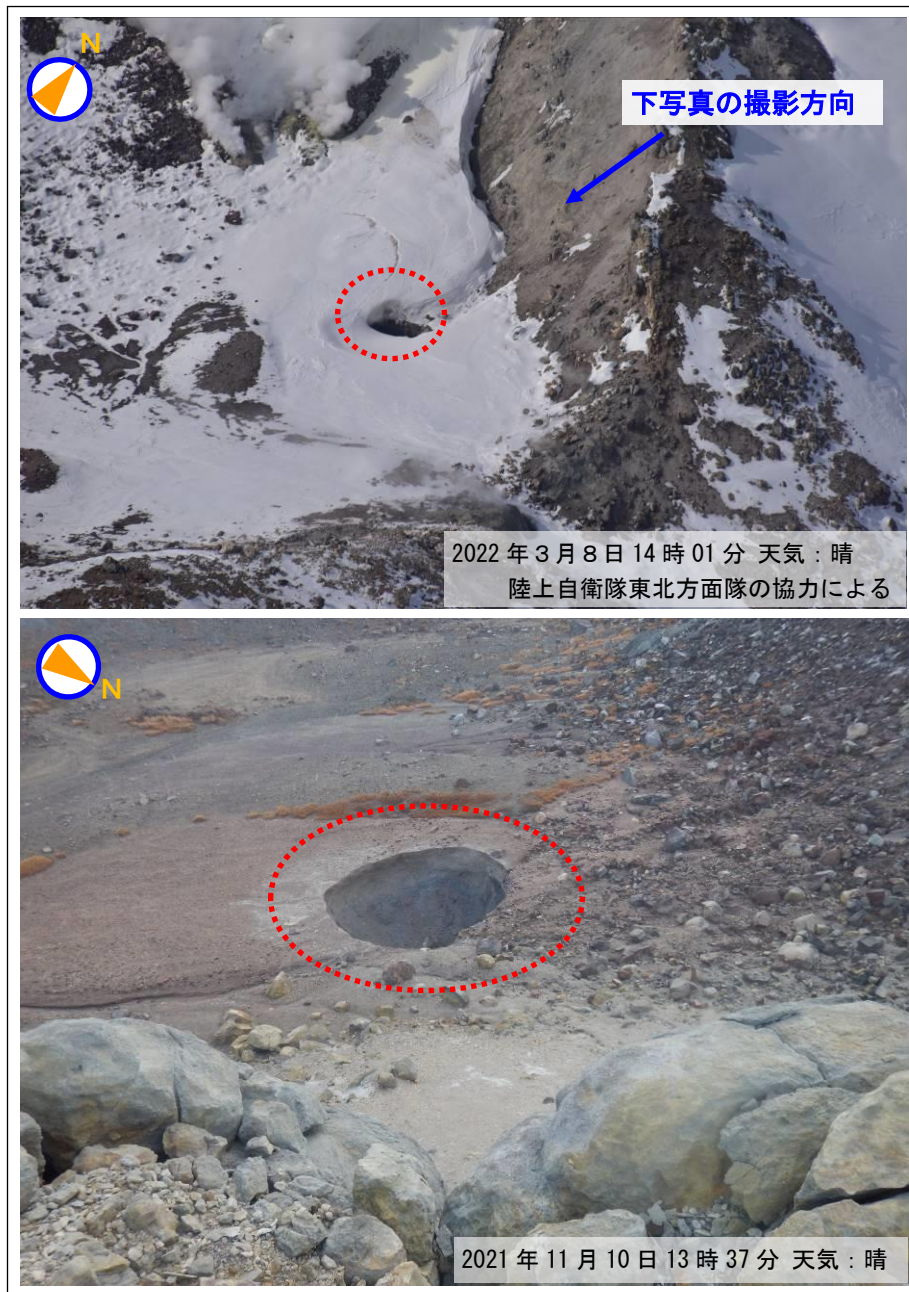


図 14 吾妻山 上空から撮影した大穴火口内の陥没孔周辺の状況（上）と現地調査における状況（下）

・ 図中の破線の色は、図 12 の破線の色に対応します。

大穴火口内北部の陥没孔（赤色破線内）は、陥没形状を維持していました。周辺の雪面に噴出物は認められませんでした。

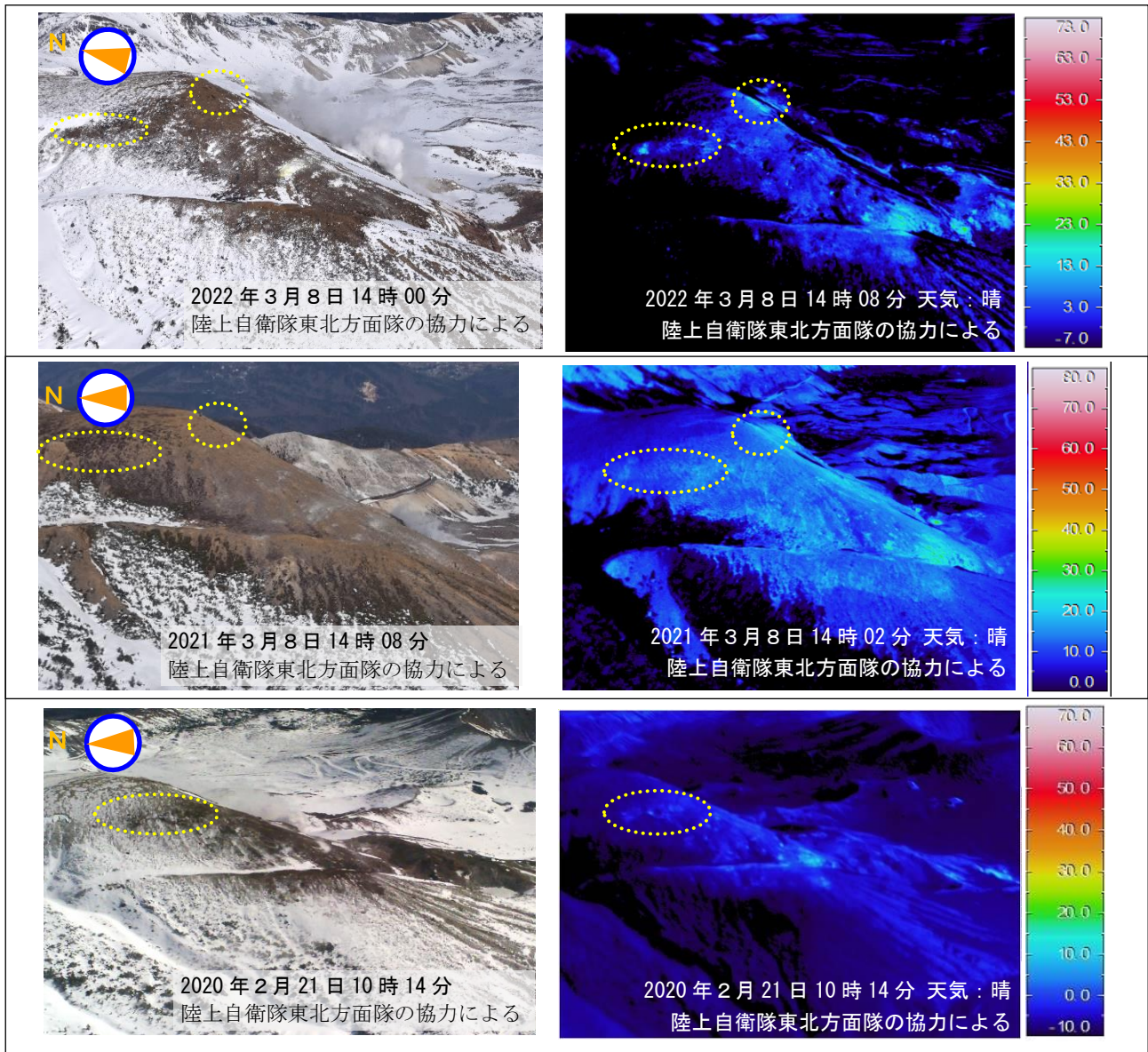


図15 吾妻山 上空から撮影した大穴火口北西の状況と地表面温度分布

※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。

大穴火口北西では、一部の領域（黄色破線内）でわずかに地熱が明瞭化した可能性があるものの、その他の噴気・地熱域の状況に大きな変化は認められませんでした。

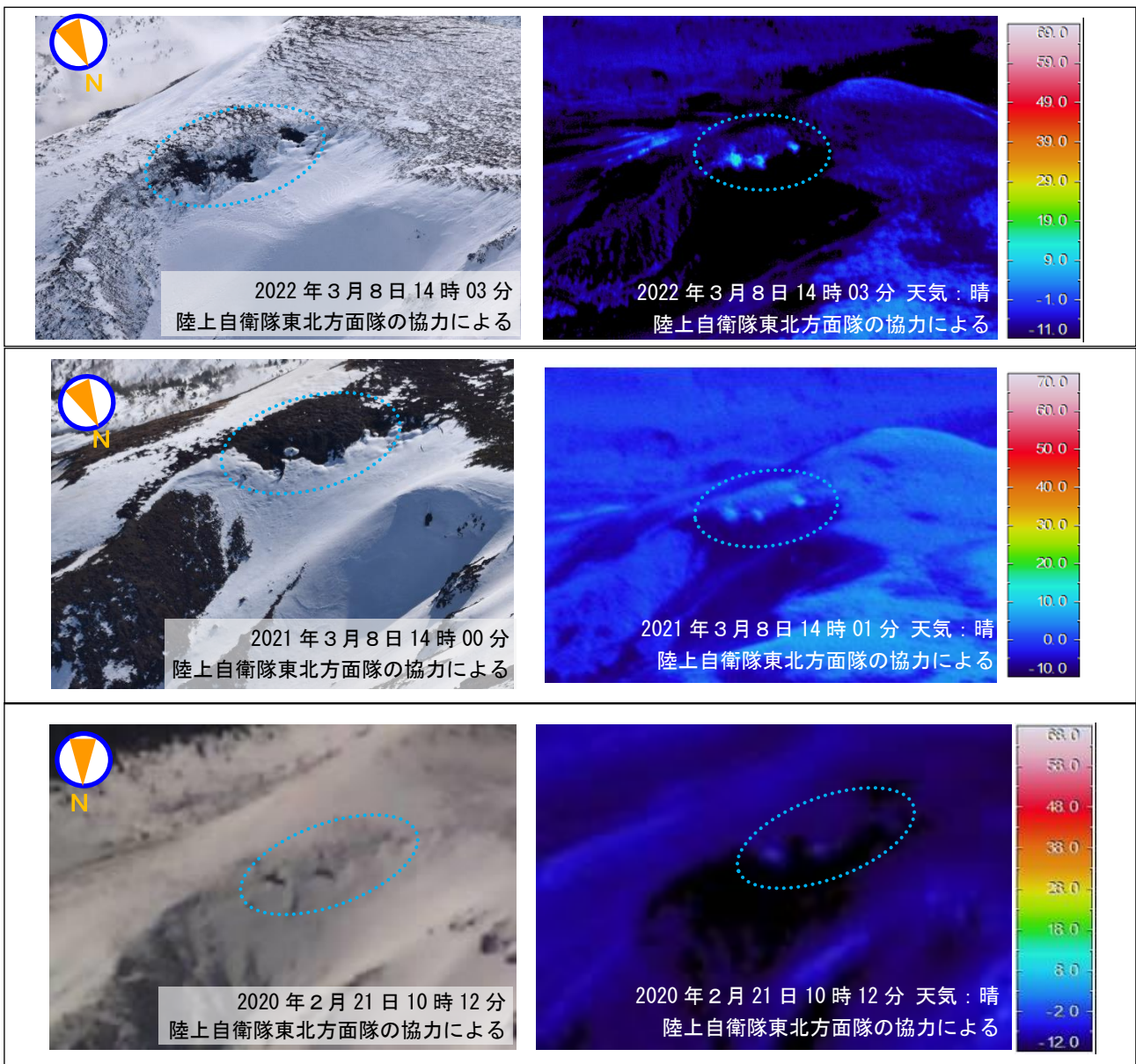


図16 上空から撮影した大穴火口の北側（C）の状況と地表面温度分布

・図中の破線の色は、図12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。

大穴火口の北側（C）では、地熱域と考えられる領域（水色破線内）が、引き続き認められました。

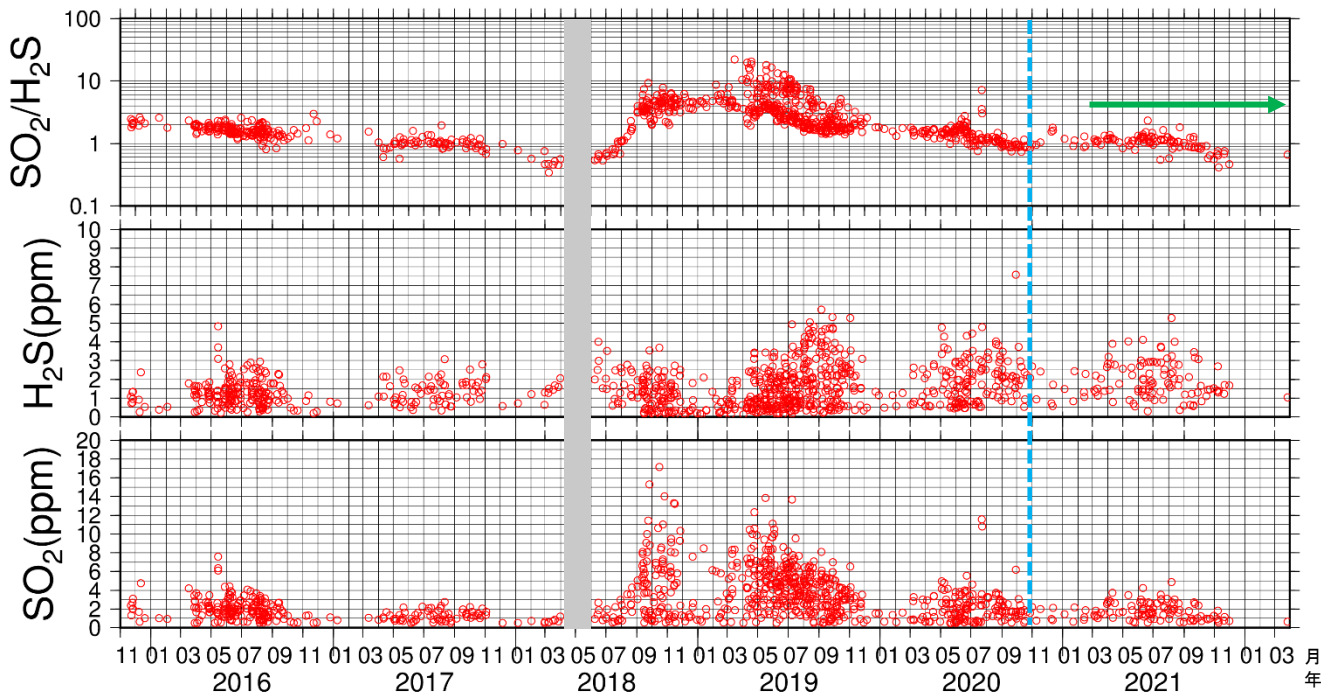


図 17 吾妻山 火山ガス観測装置による観測（2015年11月～2022年3月）

- ・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。
- ・季節風が強まる冬期には観測点が大穴火口の北西側にある位置関係のため観測値を得にくい状況となります。
- ・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、SO₂とH₂S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した（緑矢印）。今期間、評価可能な観測データは限定的でしたが、静穏な時期の傾向と大きな違いはありませんでした。

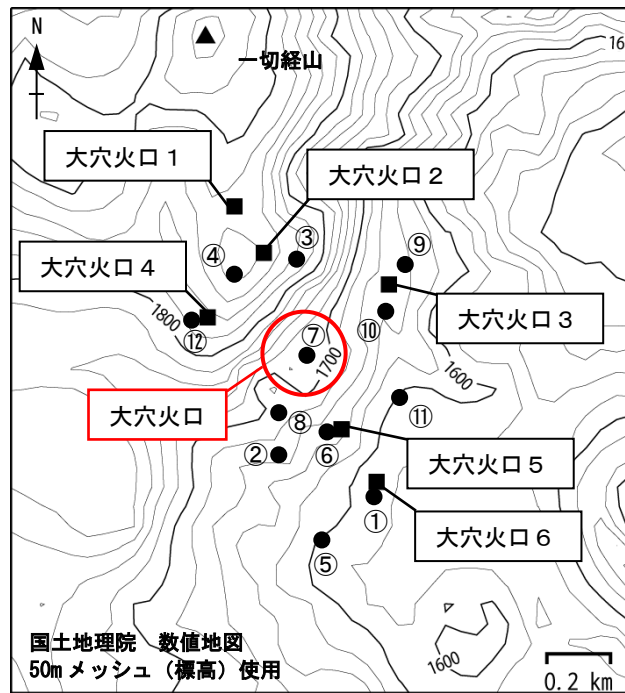


図 18 吾妻山 全磁力観測点配置図

■ : 全磁力観測点 (1~6) ● : 全磁力繰り返し観測点 (①~⑫)

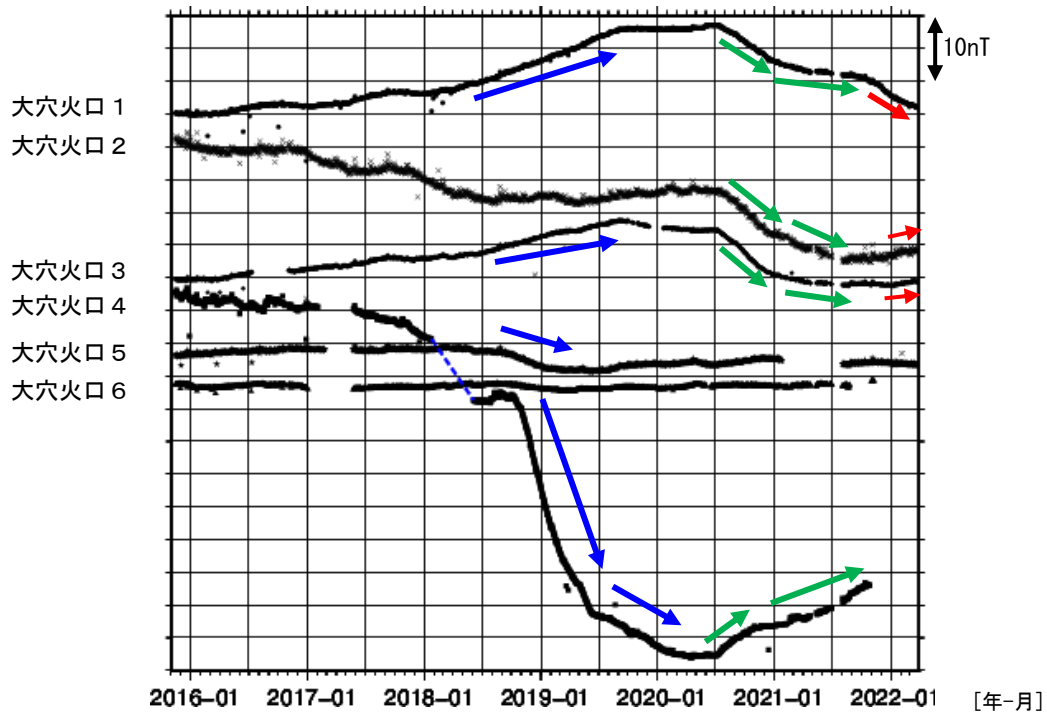


図 19 吾妻山 全磁力連続観測点の全磁力値変化 (2015年11月~2022年3月)

- ・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）の後、2020年7月頃から2021年11月頃にかけて同領域の温度低下を示すと考えられる変化（緑矢印）がみられていましたが、2021年12月頃からは大穴火口1では全磁力値の低下、大穴火口2と3では増加の傾向（赤矢印）がみられています。これらの全磁力値の変化は、大穴火口の北側での局所的な温度変化を示している可能性があります。

【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。

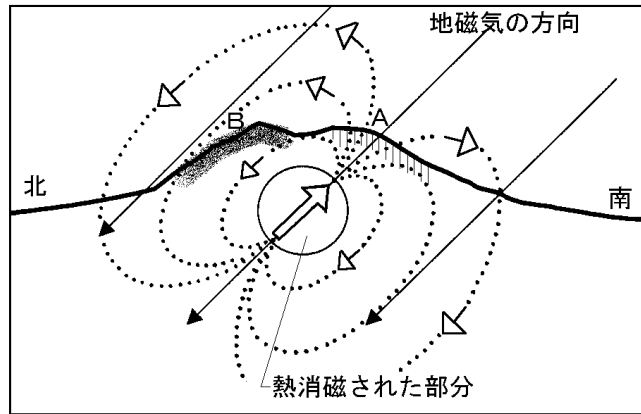


図 20 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

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

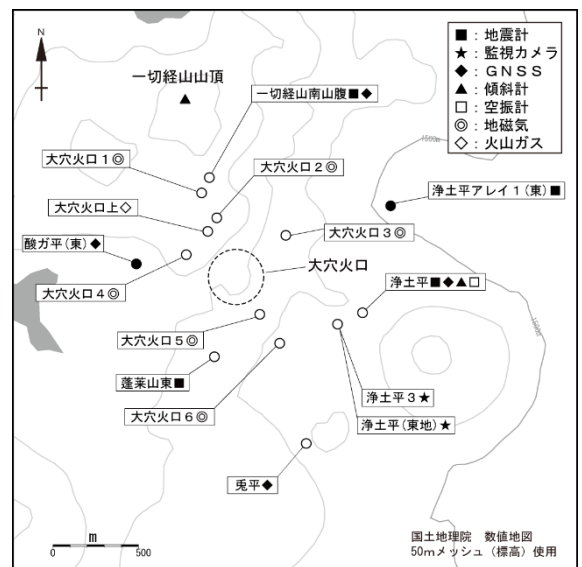
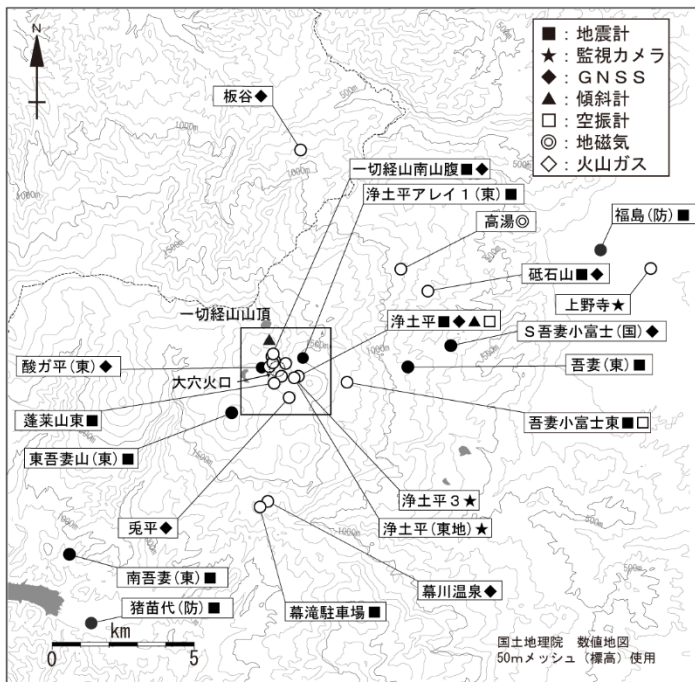


図 21 吾妻山 観測点配置図

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。