

令和3年（2021年）の草津白根山の火山活動

気象庁地震火山部
火山監視・警報センター

白根山（湯釜付近）

前年（2020年）12月下旬頃から2021年1月にかけて、湯釜浅部の膨張を示すわずかな傾斜変動が観測されましたが、その後は、明瞭な変動は認められませんでした。

湯釜付近の浅部の火山性地震は、引き続き発生しましたが、地震活動は1月下旬以降低調な状態で推移しました。

湯釜付近の火山活動は静穏時の状態に戻る傾向にありますが、地震活動は2018年4月の活発化前に比べて高い状態が続き、全磁力観測でも湯釜付近の地下の温度上昇を示唆する変化が継続したことなどから、湯釜付近浅部の熱水活動は引き続きやや高まっている状況が継続したと考えられます。

○ 噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況、2021年の発表履歴

3月23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
-------------	--

○ 2021年の活動概況

・ 噴煙など表面現象の状況（図1～5、図7-①）

4月、6月、7月、8月及び10月に実施した現地調査や、12月に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、引き続き湯釜火口内北東側、湯釜火口の北から北東側斜面に地熱域が認められました。

奥山田監視カメラ（湯釜の北約1.5km）、及び逢ノ峰山頂監視カメラ（湯釜の南約1km）では、湯釜火口北側噴気地帯の噴気孔からの噴気は、一時的に高さ200～300mに達するときもありましたが、概ね100m以下で推移しました。東京工業大学の監視カメラ（湯釜火口内）では、湯釜火口内に噴気は認められず、その他の状況にも特段の変化は認められませんでした。

・ 地震及び微動の発生状況（図6、図7-②③、図8）

湯釜付近の浅部の火山性地震は、引き続き発生しましたが、地震活動は1月下旬以降低調な状態で推移しました。震源は、主に湯釜付近の海拔約1kmに分布しました。地震活動は低調なものの、2018年4月の活発化前に比べて高い状態が継続しました。

火山性微動は、観測されませんでした。

この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_d oc/monthly_vact.php) でも閲覧できます。

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/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/kazanyougo/mokuji.html>

この資料は気象庁のほか、国土地理院、関東地方整備局、東京大学地震研究所、東京工業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。

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)』『数値地図25000(行政界・海岸線)』『電子地形図(タイル)』を使用しています。

・地殻変動の状況（図7-④、図9～11）

湯釜周辺に設置している東京工業大学の傾斜計で、前年（2020年）12月下旬頃から2021年1月にかけて、湯釜浅部の膨張を示すわずかな傾斜変動が観測されましたが、その後は、明瞭な変動は認められませんでした。

GNSS連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められません。

・全磁力変化の状況（図12～14）

2018年4月頃から見られる水釜付近の地下の温度上昇を示唆する変化が継続しました。



図1 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜付近の状況

左上図：奥山田監視カメラ（10月24日）、 右上図：逢ノ峰山頂監視カメラ（12月21日）

左下図：東京工業大学監視カメラ（11月2日）

- ・湯釜火口北側噴気地帯の噴気は、一時的に高さ 200～300mに達するときもありましたが、概ね 100m以下で推移し、特段の変化は認められませんでした。
- ・湯釜火口内の状況は、東京工業大学の監視カメラによると、噴気は認められず、その他の状況にも特段の変化は認められませんでした。

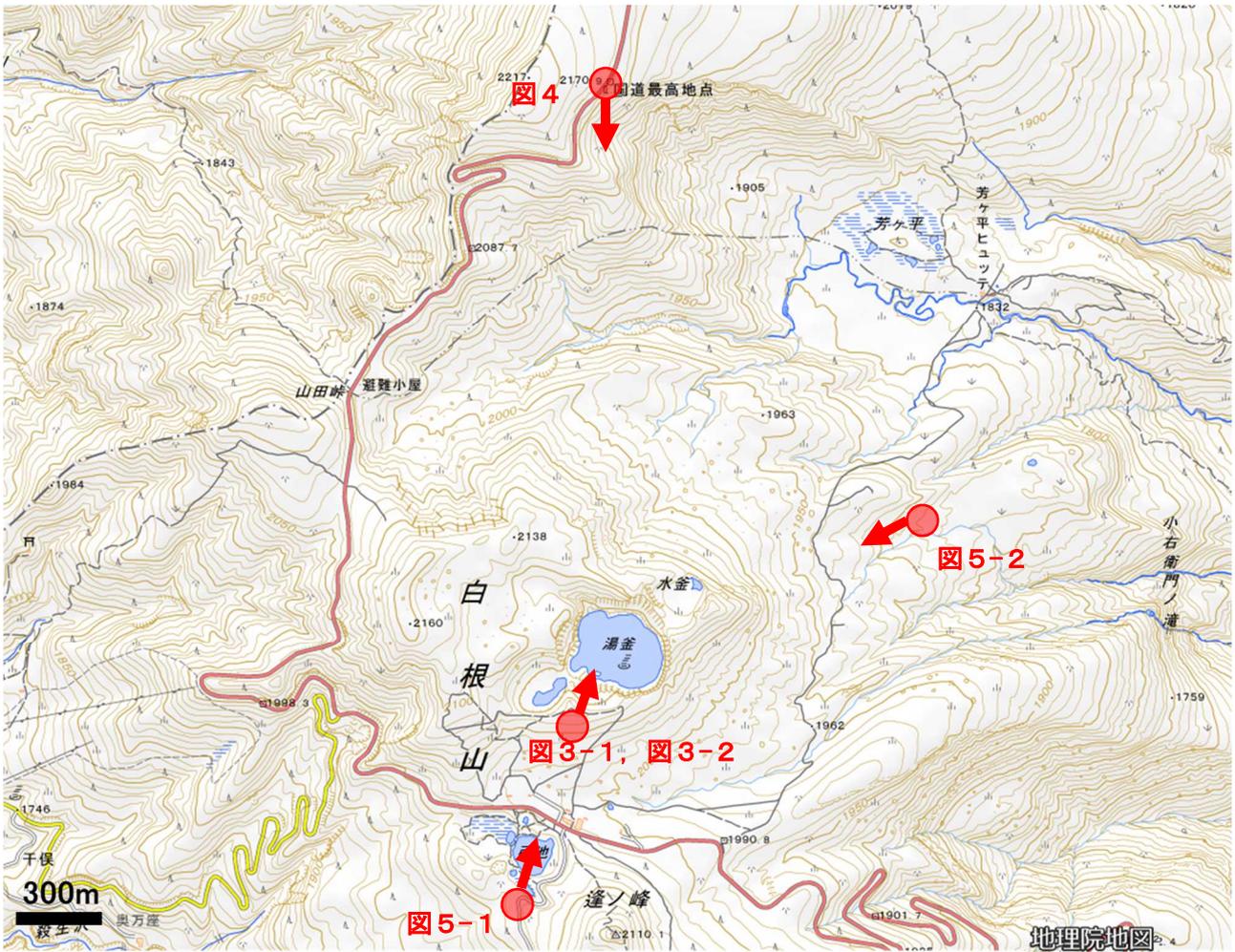


図2 草津白根山（白根山（湯釜付近））図3～図5の撮影位置と撮影方向

図3、図4： 現地調査

図5： 上空からの観測

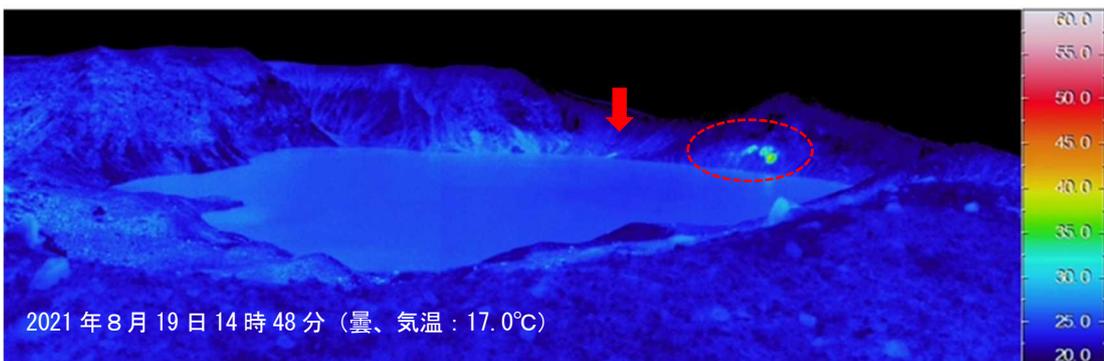
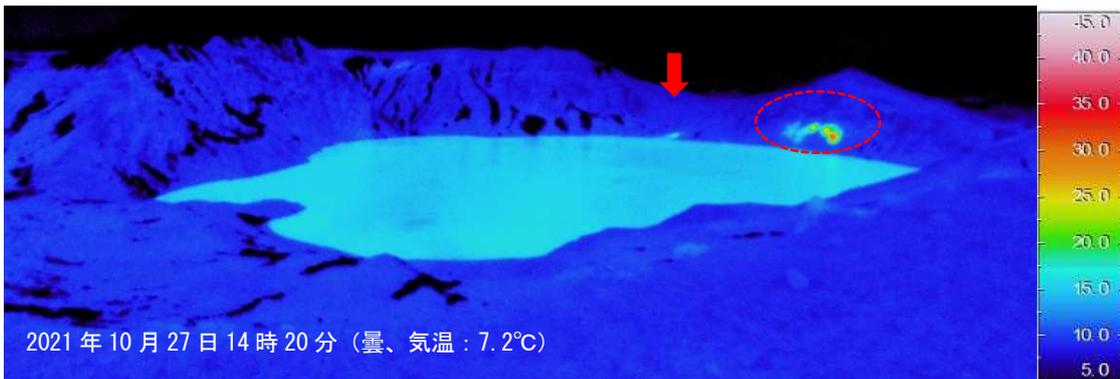


図3-1 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜火口内の状況

1段目、2段目：2021年10月27日、3段目、4段目：2021年8月19日。

・熱映像装置による観測（下段）では、湯釜火口内北東側火口壁の地熱域（赤破線丸）、湯釜火口内北東部の地熱域（赤矢印）が引き続き認められました。地熱域の分布に特段の変化は認められませんでした。

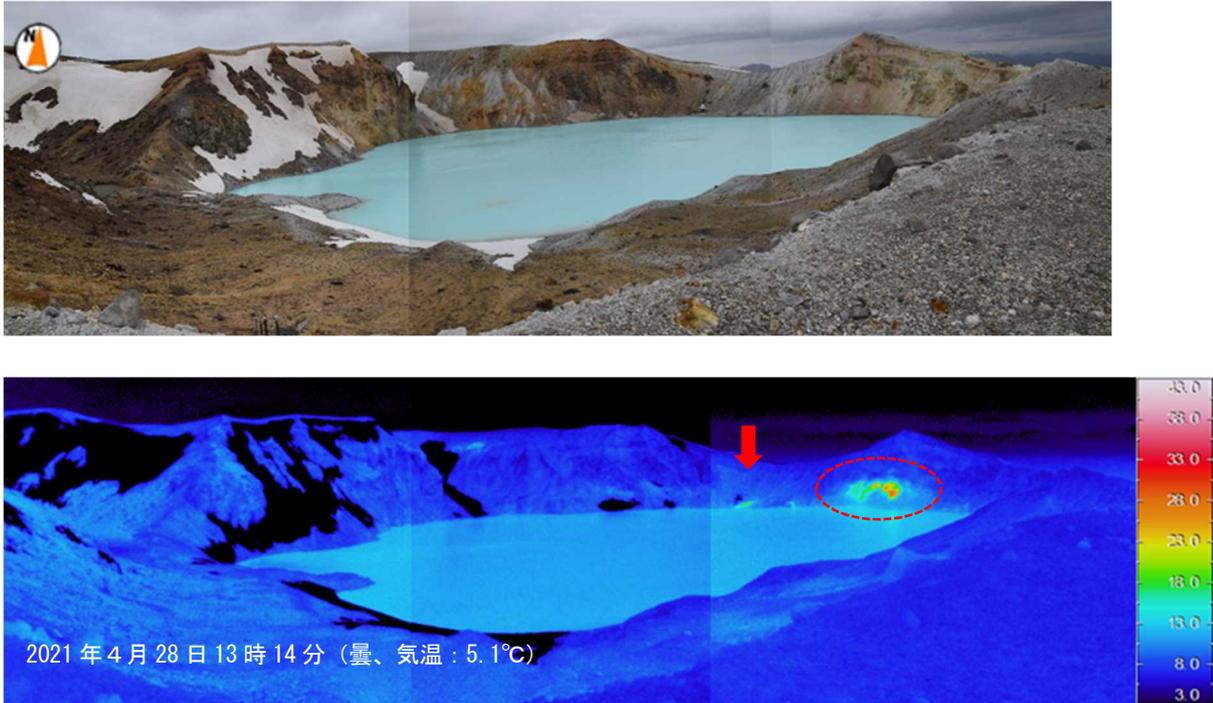


図3-2 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜火口内の状況

2021年4月28日の現地調査結果。

- ・熱映像装置による観測（下段）では、湯釜火口内北東側火口壁の地熱域（赤破線丸）、湯釜火口内北東部の地熱域（赤矢印）が引き続き認められました。

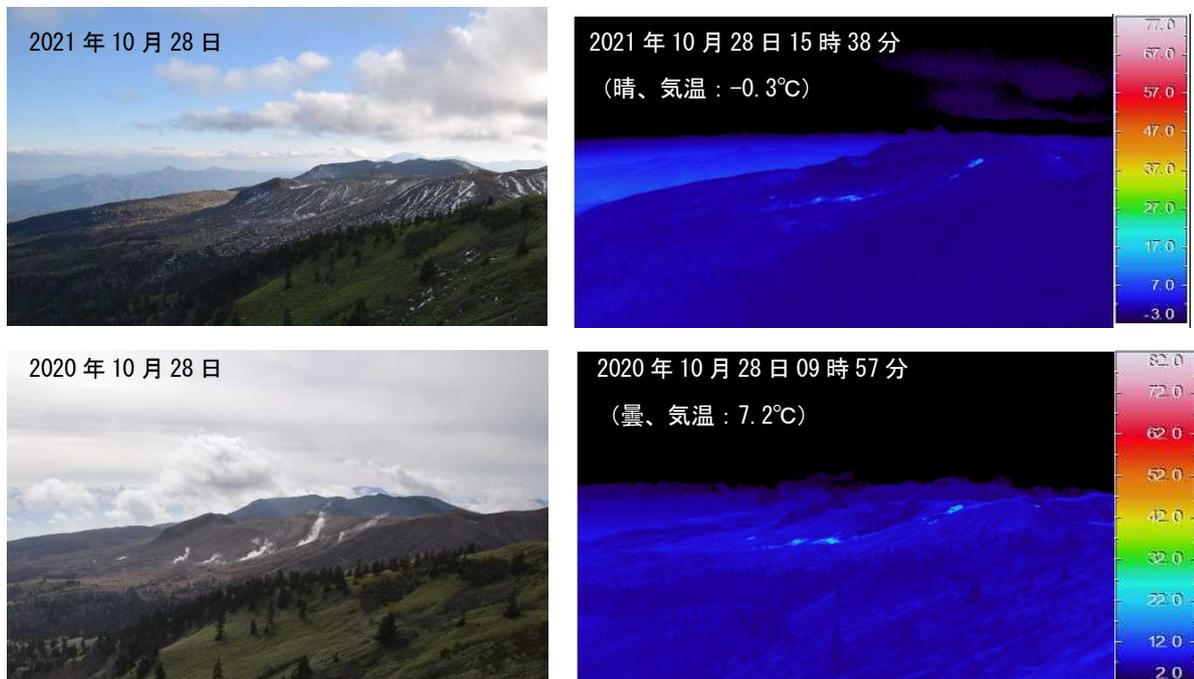
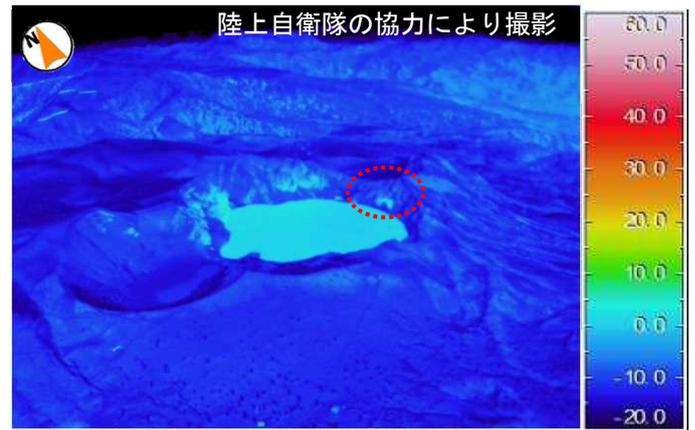
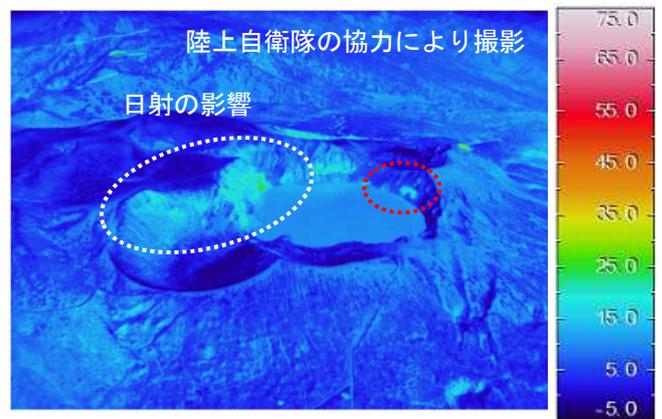


図4 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜火口北側噴気地帯の状況及び地表面温度分布

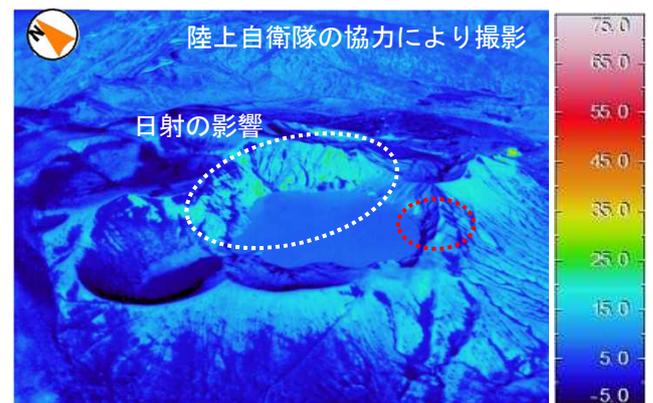
- ・10月28日に実施した現地調査では、前回（2019年10月28日）と比較して噴気の状態や地熱域の分布に特段の変化は認められませんでした。



2021年12月2日 11時14分 湯釜火口の南西 撮影高度:約2,400m 天気:快晴



2020年11月24日 11時23分 湯釜火口の南西 撮影高度:約2,400m 天気:快晴



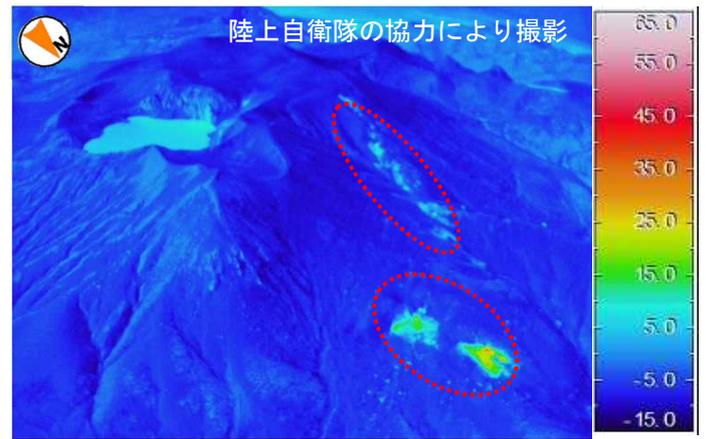
2019年12月16日 11時19分 湯釜火口の南西 撮影高度:約2,500m 天気:晴れ

図5-1 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 湯釜周辺の状況及び地表面温度分布

・12月2日に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、湯釜火口内の北東側壁面に引き続き地熱域(赤破線)が確認され、前回の観測(2020年11月24日)と比較して、地熱域の分布に大きな変化は認められませんでした。



陸上自衛隊の協力により撮影

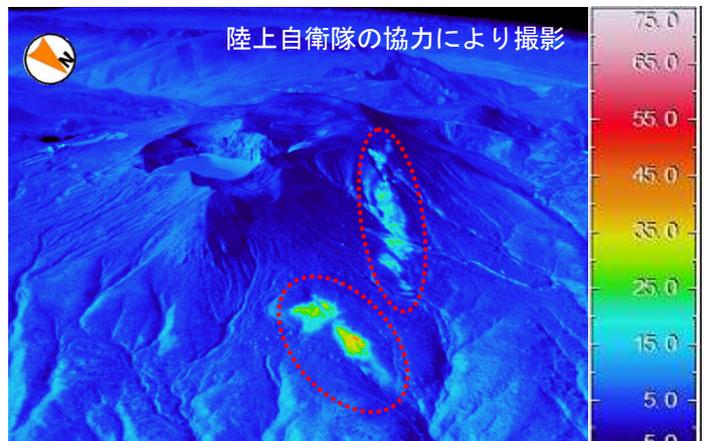


陸上自衛隊の協力により撮影

2021年12月2日 11時21分 湯釜火口の北東 撮影高度:約2,400m 天気:快晴



陸上自衛隊の協力により撮影

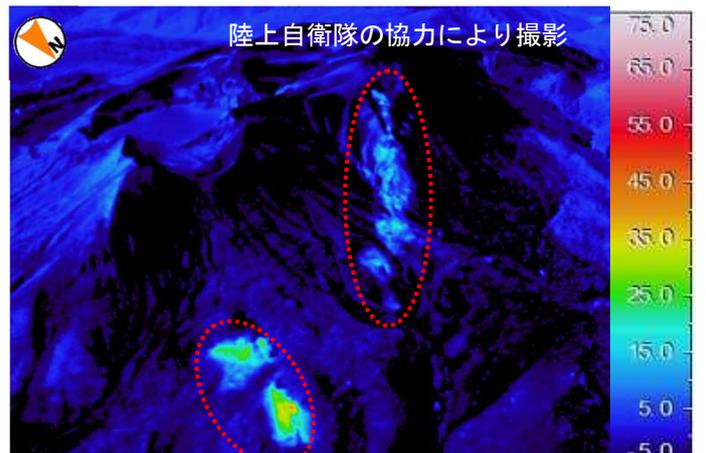


陸上自衛隊の協力により撮影

2020年11月24日 11時27分 湯釜火口の北東 撮影高度:約2,500m 天気:快晴



陸上自衛隊の協力により撮影



陸上自衛隊の協力により撮影

2019年12月16日 11時22分 湯釜火口の北東 撮影高度:約2,500m 天気:晴れ

図5-2 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜火口北側及び北東側斜面の状況及び地表面温度分布
 ・12月2日に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、前回の観測（2020年11月24日）と比較して湯釜火口北側及び北東側斜面の地熱域の分布（赤破線）に特段の変化は認められませんでした。

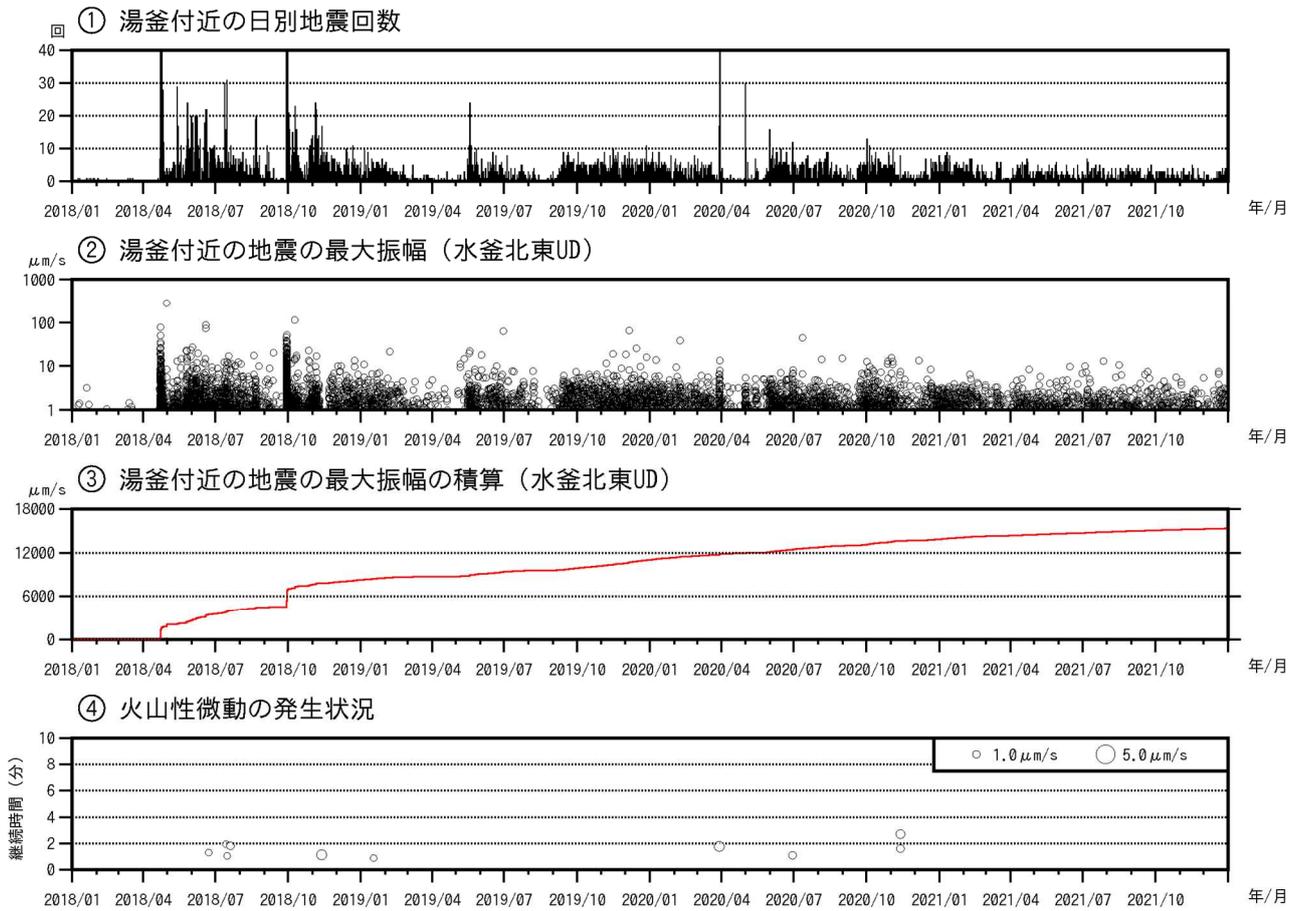


図6 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜付近の地震活動（2018年1月1日～2021年12月31日）

- ・湯釜付近を震源とする火山性地震は、概ねやや少ない状態で経過しました。
- ・地震活動は低調なもの、2018年4月の活発化前に比べて高い状態が継続しました。
- ・火山性微動は、観測されませんでした。

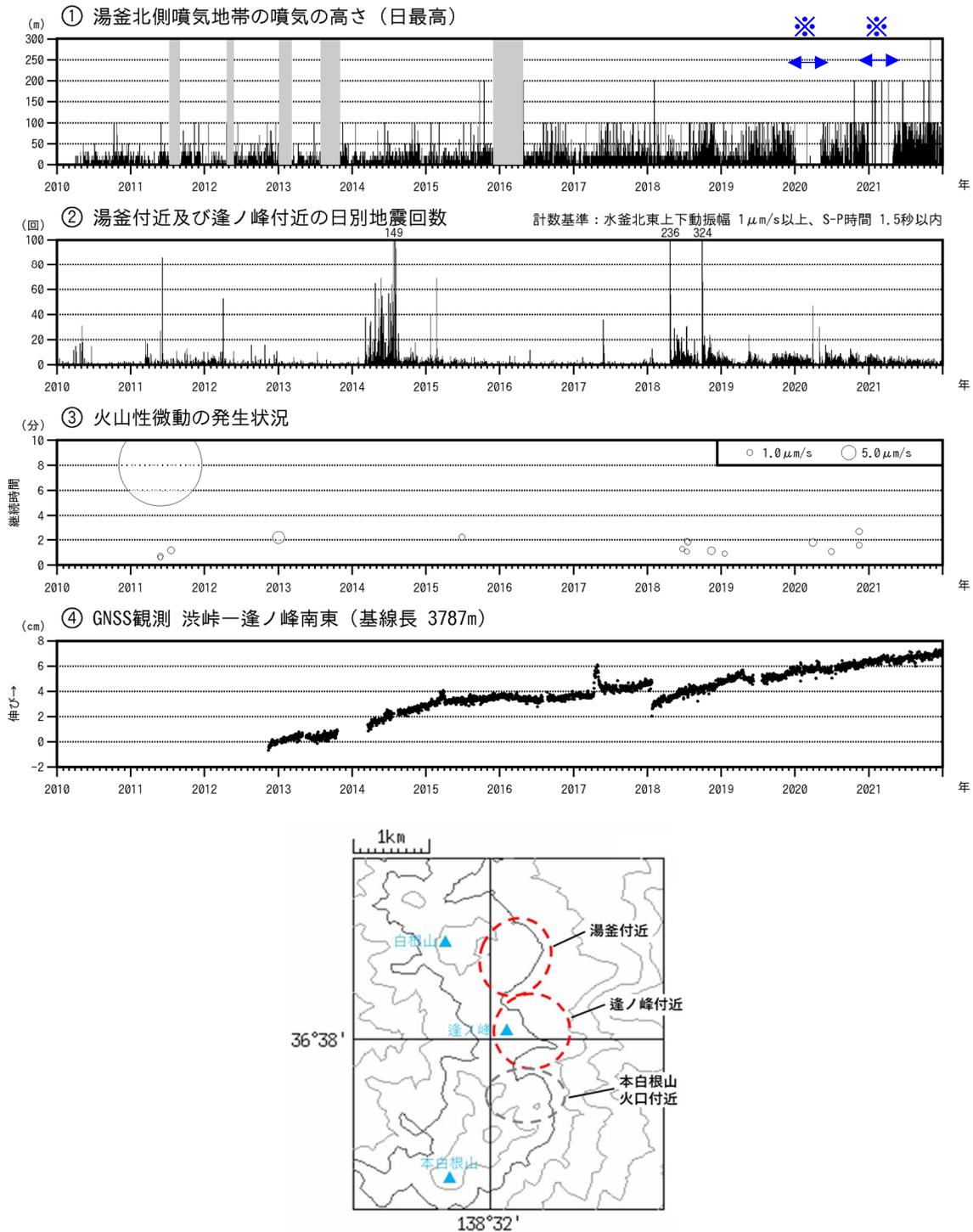


図7 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 火山活動経過図（2010年1月1日～2021年12月31日）

①の灰色部分及び④の空白部分は欠測を示します。また、※の青矢印期間（2020年1月から4月にかけて、及び2021年1月から4月にかけて）は、一部の観測機器で障害が発生しているため、100m未満の噴気については観測できていない期間があります。

④は図11の④の基線に対応しています。2013年1月に解析方法を変更しています。

最下段の図は、図6①②③と図7②の地震の震源の概ねの位置を示しています。

- ・草津白根山では、2014年や2018年に湯釜付近浅部への火山性流体の著しい供給の増加によって考えられる火山性地震の活発化と浅部の膨張などが観測されました。火山活動は、短期的には活動の消長があるものの、中長期的には活発な状態が継続していると考えられます。
- ・GNSS連続観測では、2018年1月の本白根山噴火に伴う変化が認められた後、2020年1月にかけて、噴火後の本白根山の収縮によるものと考えられる変動が見られました。
- ・GNSS連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められませんでした。

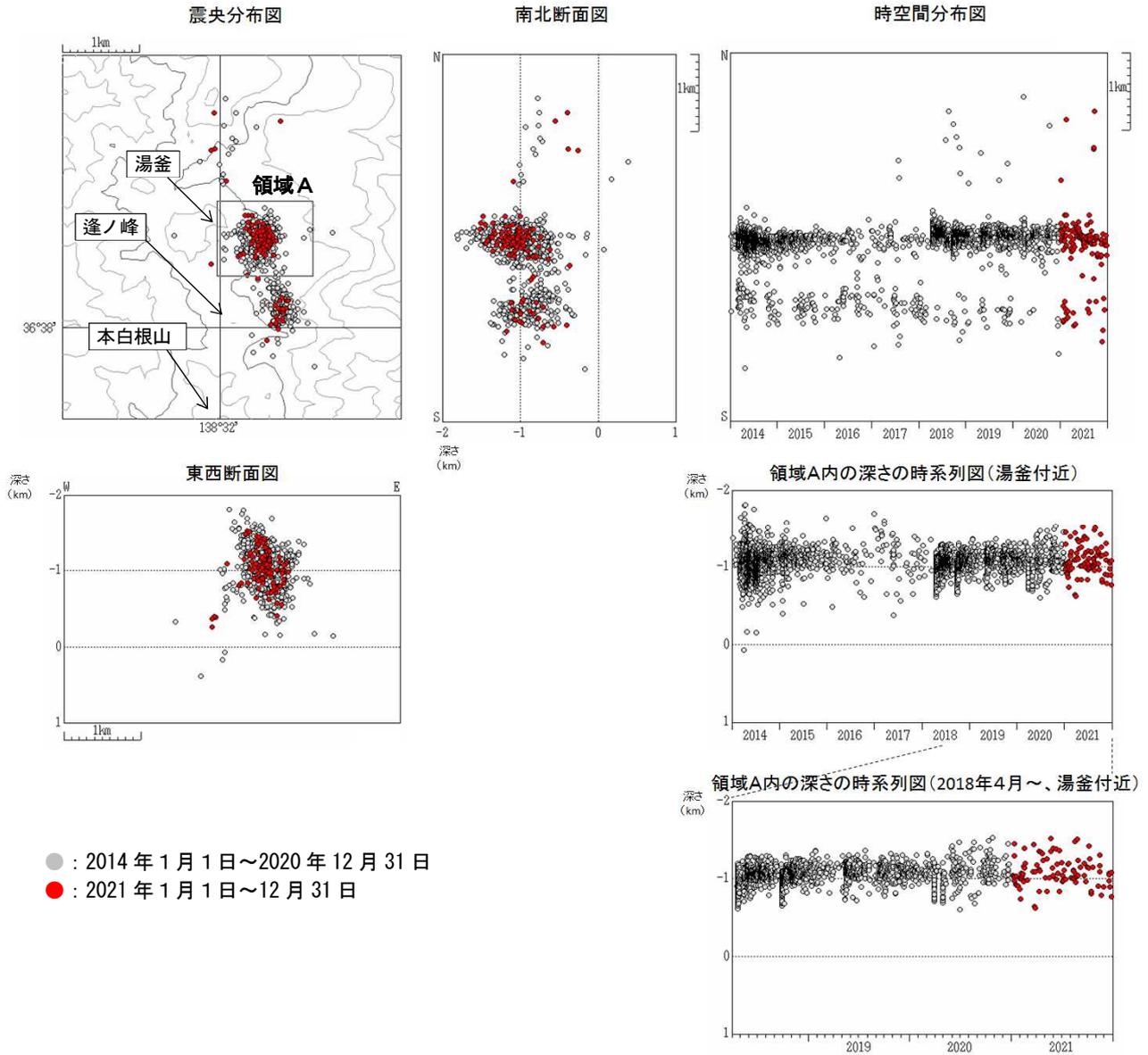


図8 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 震源分布図(2014年1月1日～2021年12月31日)
火山性地震の震源は、主に湯釜付近の海拔約1kmに分布しました。

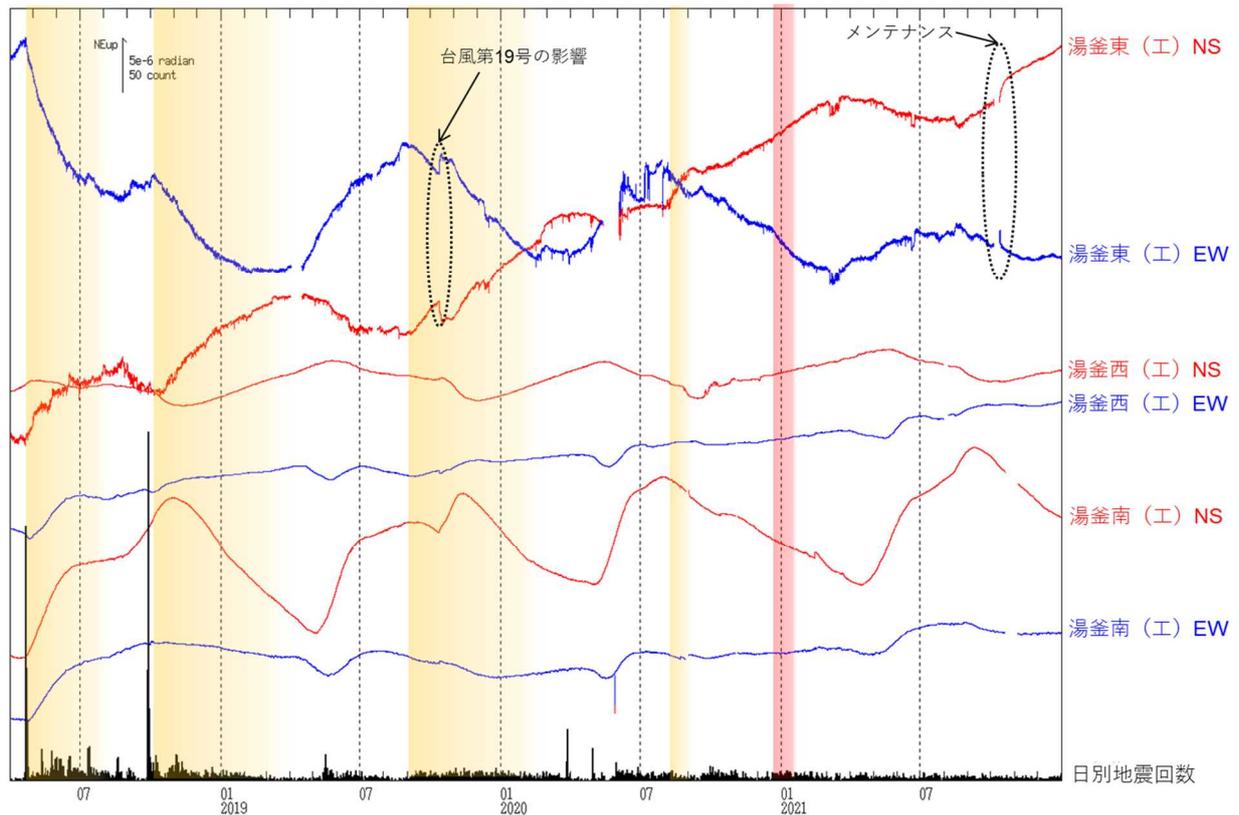


図9 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 傾斜変動（2018年4月1日～2021年12月31日）

（工）：東京工業大学

※データは時間平均値を使用しています。空白部分は欠測を示します。

※湯釜東傾斜計は、10月にメンテナンスが実施されました。10月頃の大きな変動は火山性の変動ではありません。

- ・湯釜周辺に設置している東京工業大学の傾斜計で、前年（2020年）12月下旬頃から2021年1月にかけて、湯釜浅部の膨張を示すわずかな傾斜変動が観測されましたが（赤色網掛け部分）、その後は、明瞭な変動は認められませんでした。
- ・過去には、湯釜東（工）及び湯釜西（工）観測点で、2018年4月下旬以降、2018年10月上旬以降、2019年9月上旬以降など、湯釜浅部の膨張を示す変化がみられました（黄色網掛け部分）。

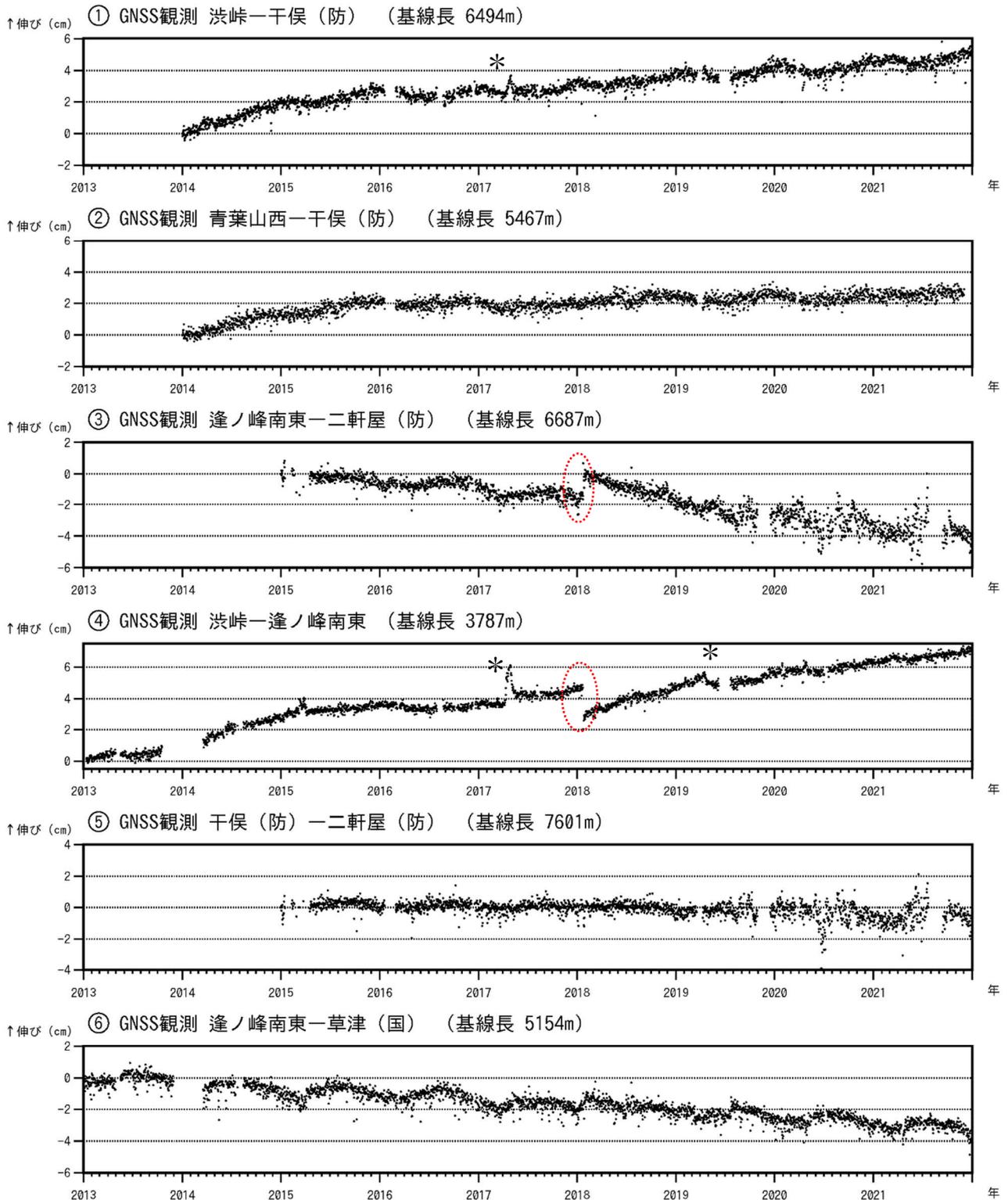
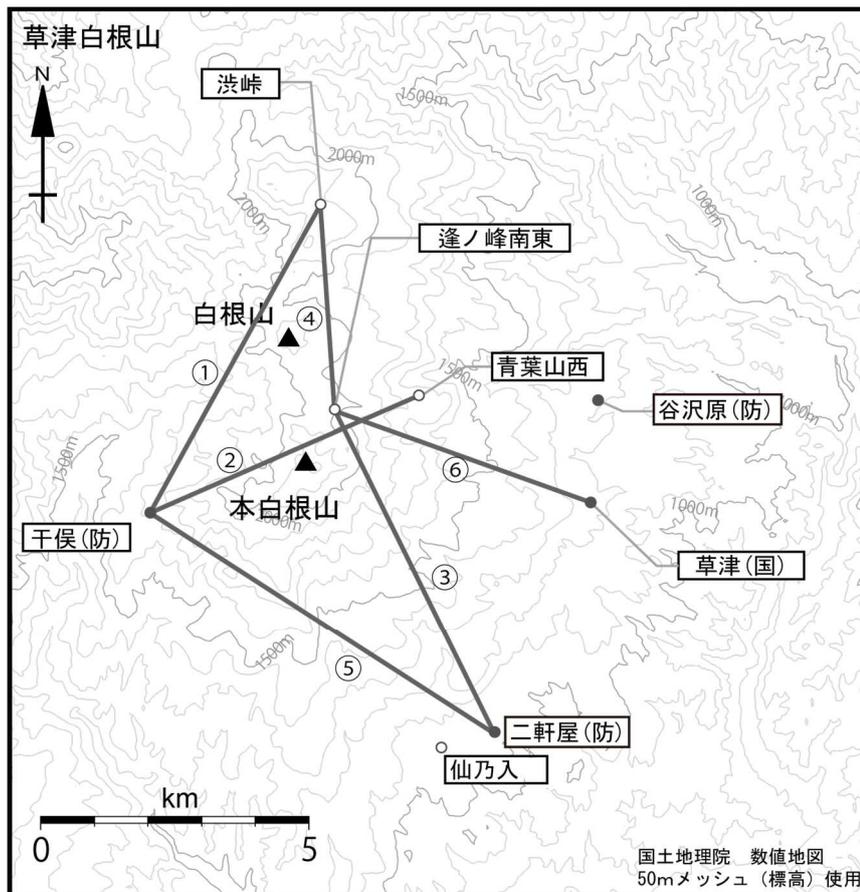


図10 草津白根山 (白根山 (湯釜付近)) GNSS連続観測の結果 (2013年1月1日~2021年12月31日)

2016年1月以降のデータについては、解析方法を改良しています。

図中の①~⑥は図11の①~⑥と対応しています。グラフの空白部分は欠測を示します。

- ・GNSS連続観測によると、火山活動によるとみられる変動は認められませんでした。
- ・③④の基線で、2018年1月の本白根山噴火に伴う変化 (赤色破線) が認められた後、2020年1月にかけて、噴火後の本白根山の収縮によるものと考えられる変動が見られました。
- ・*の変動は、火山活動によるものではないと考えられます。



小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所、(工) : 東京工業大学、(関地) : 関東地方整備局、(町) 草津町

図 11 草津白根山 GNSS 観測点配置図

図中の GNSS 基線番号①～⑥は図 7、図 10、図 16 の番号に対応しています。

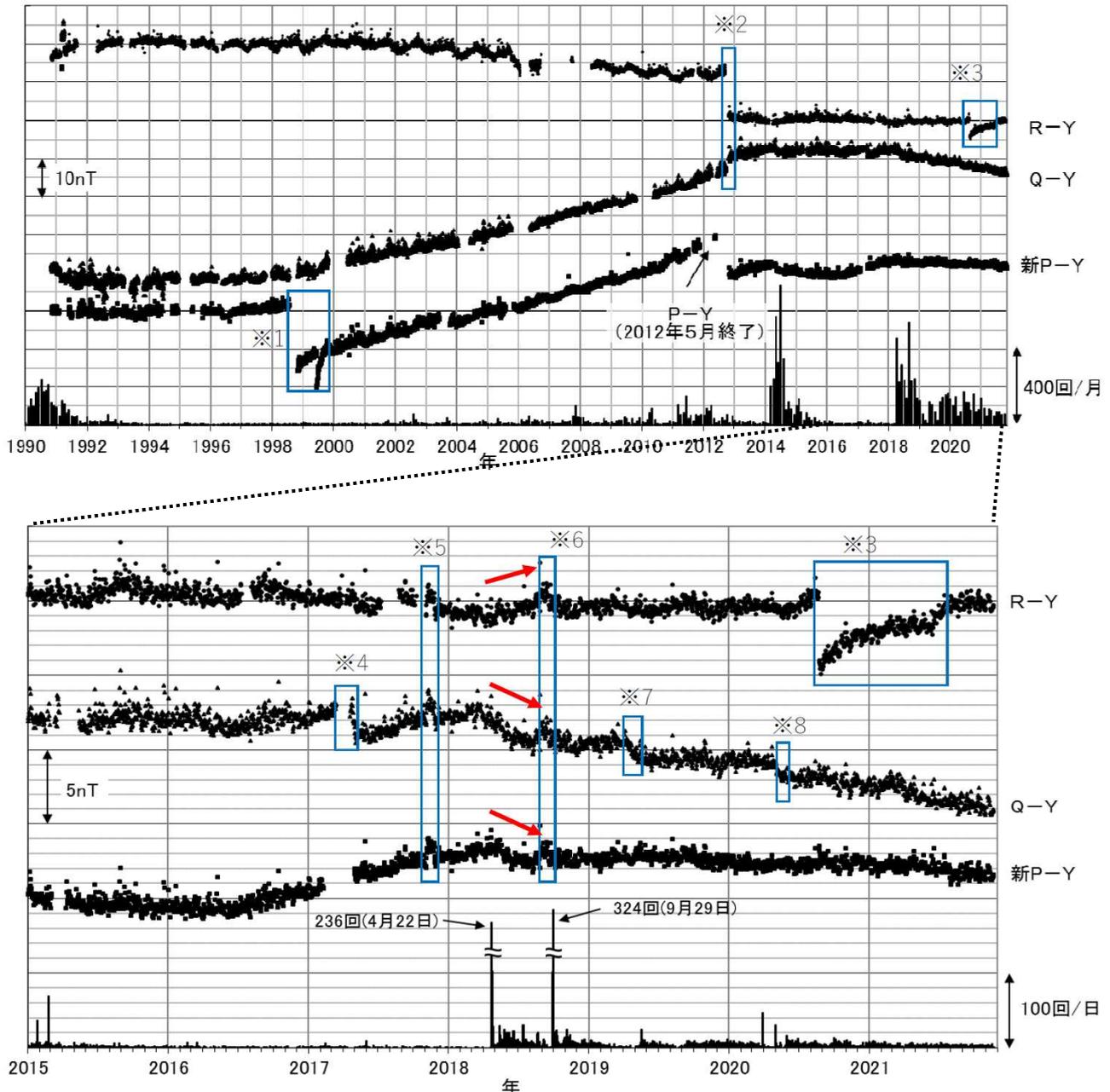


図 12 草津白根山（白根山（湯釜付近））全磁力連続観測による全磁力値の変化及び地震回数

上段：1990年～2021年11月20日、下段：2015年1月～2021年11月20日

連続観測点P、Q、R及び新P点における八ヶ岳地球電磁気観測所（東京大学地震研究所）（Y）との全磁力の夜間日平均値差。最下段に地震回数（上図：草津白根山で観測された月別地震回数、下図：湯釜付近の日別地震回数）を示しています。

P、Q、R及び新P点の位置は図13に示されています。

グラフの空白部分は欠測を示します。

- (※1) 落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む、(※2) 更新工事に伴う変化、
- (※3) 落雷によるステップ状の変化とその後の余効変動を含む、(※4) 原因不明の急変、
- (※5) 八ヶ岳観測点の人工擾乱、(※6) 2018年8月～9月に発生した磁気嵐によると考えられる変化、
- (※7) 2019年4月中旬～5月上旬のQ点での原因不明の変化、(※8) 2020年5月3日のQ点での原因不明の変化
- ・2018年4月頃から7月頃にかけて、新P点及びQ点で全磁力の減少、R点では増加の全磁力変化が観測されました（図中赤矢印）。
- ・2018年8月以降も、湯釜南東の観測点（Q点）では全磁力の減少が認められます。
- ・これらの変動は、水釜付近の地下の温度上昇を示唆する変化と考えられます。

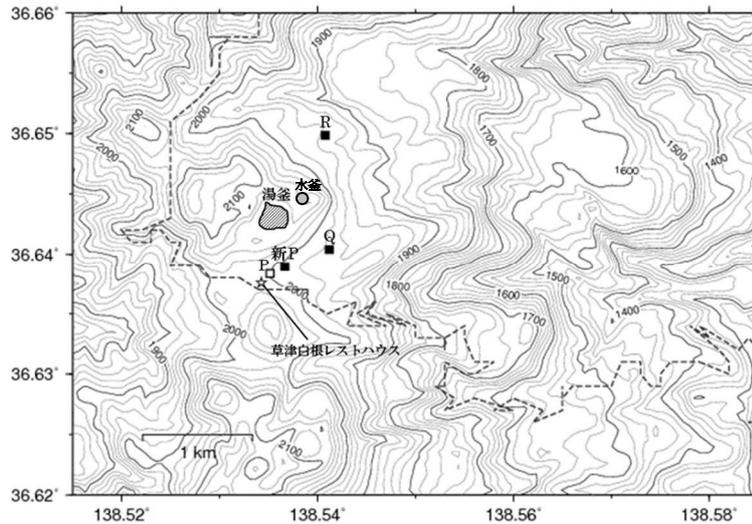


図13 草津白根山 全磁力観測点配置図

- ：連続観測点（新P、Q、R：観測中）
- ：連続観測点（P：2012年5月観測終了）
- ※図12のY（東京大学八ヶ岳地球電磁気観測所）は地図の範囲外（草津白根山の南約62km）

【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られることで説明できます。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。

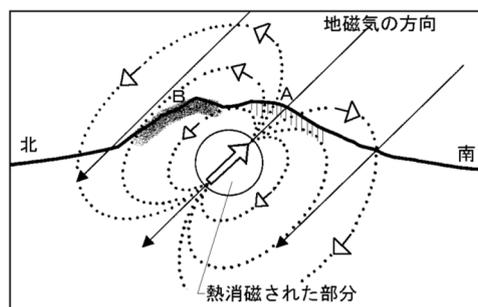


図14 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

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唆する変化
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唆する変化

本白根山

火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められません。
ただし、2018年1月のように突発的に噴火が発生したことを踏まえ、今後も火口付近では、突発的な噴出に注意する必要があります。

○ 噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況、2021年の発表履歴

2021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）
------------	----------------------------

○ 2021年の活動概況

・ 噴煙など表面現象の状況（図15、図17）

2018年1月23日の噴火後、鏡池北火口北側の火口列付近でごく弱い噴気が時々観測されましたが、2018年2月22日を最後に観測されていません。

12月2日に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、鏡池北火口北側及び西側の火口周辺には地熱域は認められず、噴気は確認されませんでした。

・ 地震及び微動の発生状況（図16-①②、図18）

本白根山火口付近及び逢ノ峰付近を震源とする地震は、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11、図16-③）

GNSS連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められません。



図15 草津白根山（本白根山） 本白根山付近の状況（12月23日草津監視カメラ）

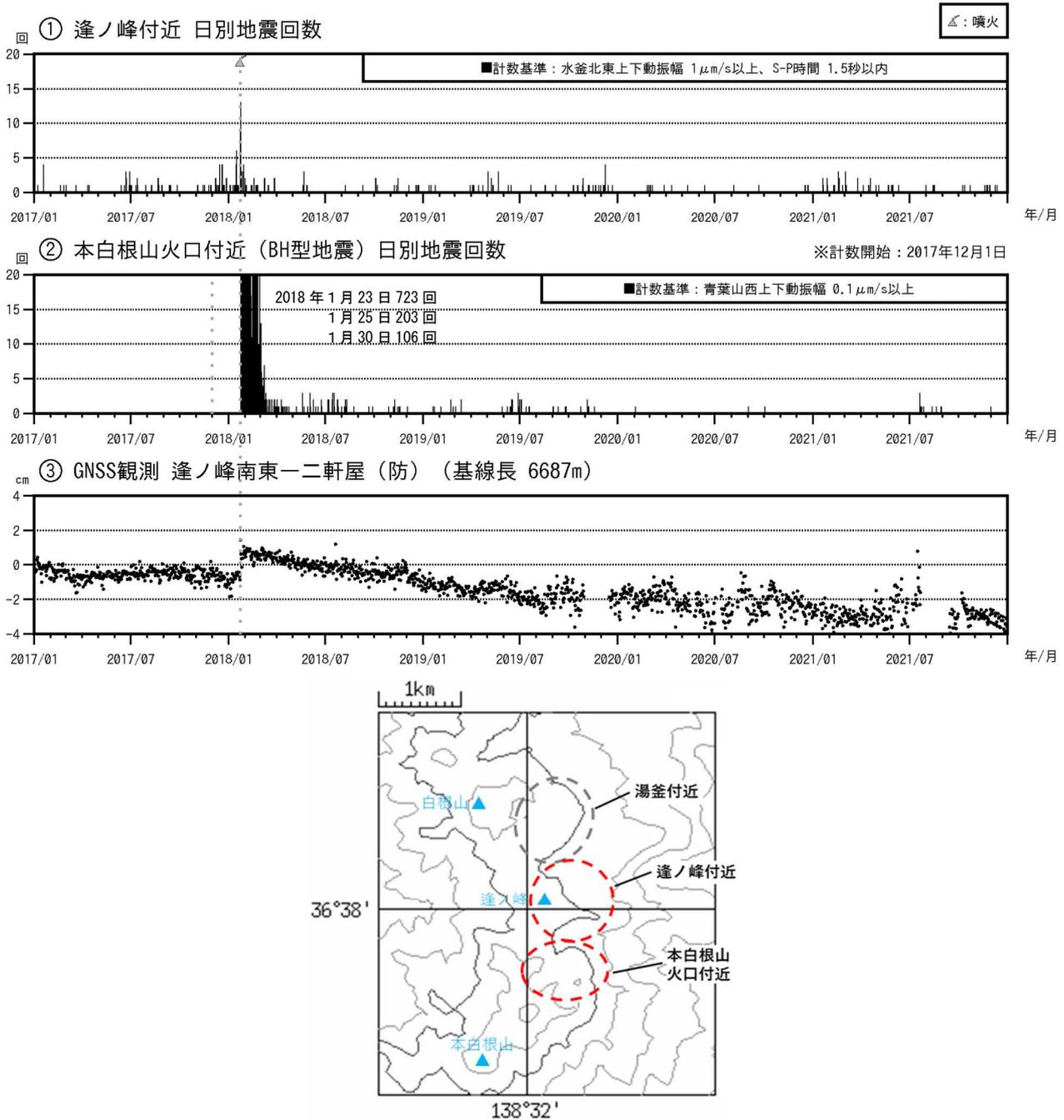


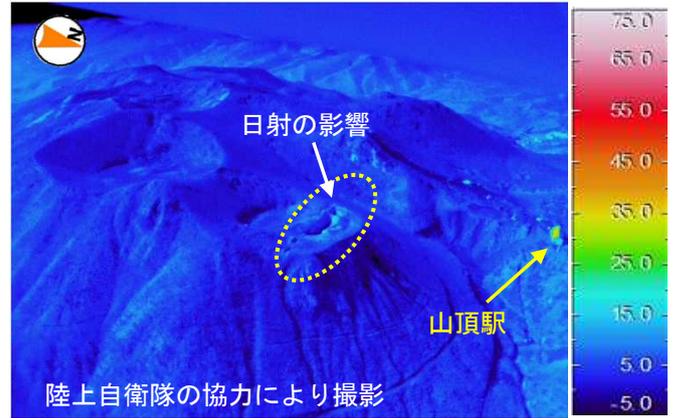
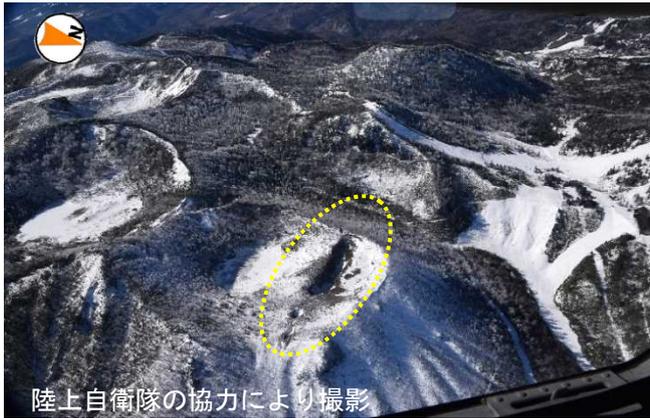
図 16 草津白根山 (本白根山) 火山活動経過図 (2017年1月1日~2021年12月31日)

草津白根山では、火山性地震はその発生領域から、「湯釜付近」、「逢ノ峰付近」、「本白根山火口付近」に分けています。本白根山の火山活動については、逢ノ峰付近と本白根山火口付近の地震活動に注目して監視しています。火山性地震の種類については図 18 を参照してください。

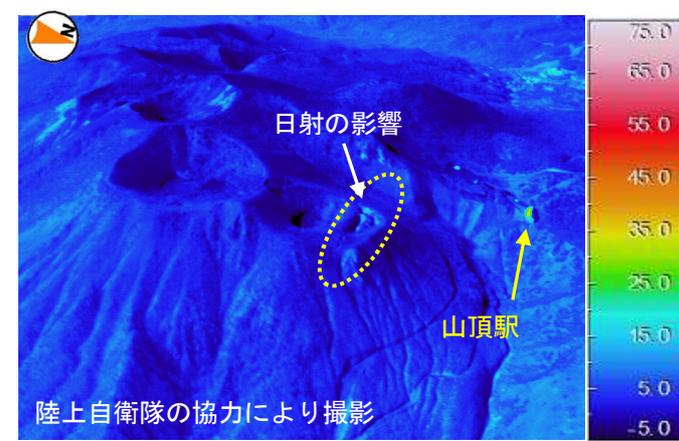
③は図 11 の③の基線に対応しています。

最下段の図は、①②の地震の震源の概ねの位置を示しています。グラフの空白部分は欠測を示します。

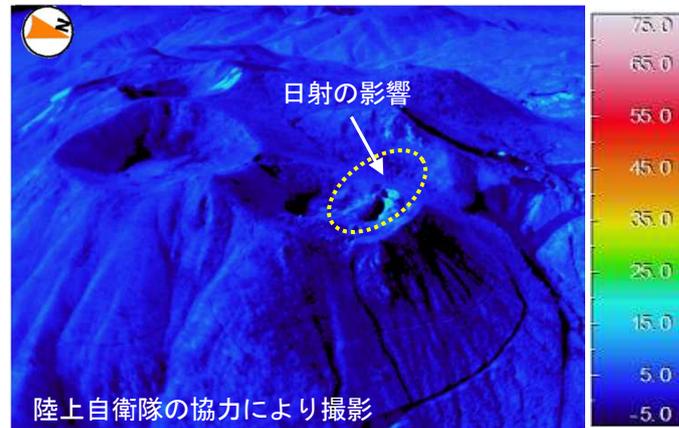
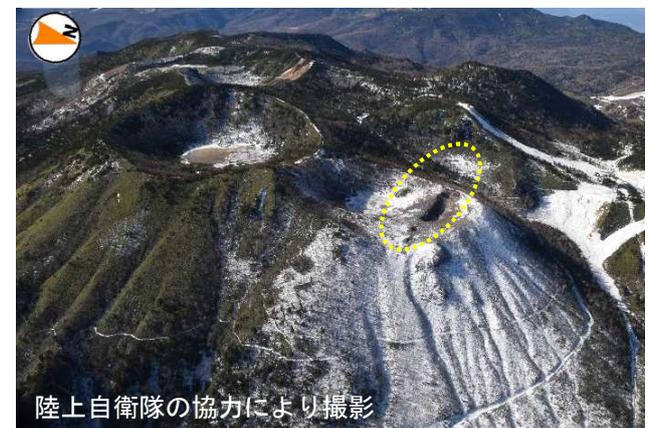
- ・逢ノ峰付近の火山性地震は、少ない状態で経過しました。なお、1月下旬から3月上旬にかけて、発生頻度にやや高まりが見られましたが、このような若干の高まりは、これまでも数カ月おきに見られています。
- ・噴火発生後、本白根山火口付近でBH型の火山性地震が多発しましたが、2018年12月以降は、少ない状態で経過しています。なお、BH型地震は、初動が不明瞭なため、震源は求まっていません。
- ・③の基線では、2018年1月の噴火に伴う変化が認められた後、2020年1月にかけて、噴火後の収縮によるものと考えられる変動が見られました。その後、GNSS連続観測では、火山活動によるとみられる変動は認められません。



① 2021年12月2日11時34分 鏡池北火口北側 撮影高度：約2,400m 天気：快晴



② 2020年11月24日11時07分 鏡池北火口北側 撮影高度：約2,700m 天気：快晴



③ 2019年12月16日11時05分 鏡池北火口北側 撮影高度：約2,500m 天気：晴れ

図17-1 草津白根山（本白根山） 本白根山周辺の状況及び地表面温度分布

- ・12月2日に陸上自衛隊の協力により実施した上空からの観測では、鏡池北火口北側及び西側の火口周辺（黄破線）には地熱域は認められず、噴気は確認されませんでした。

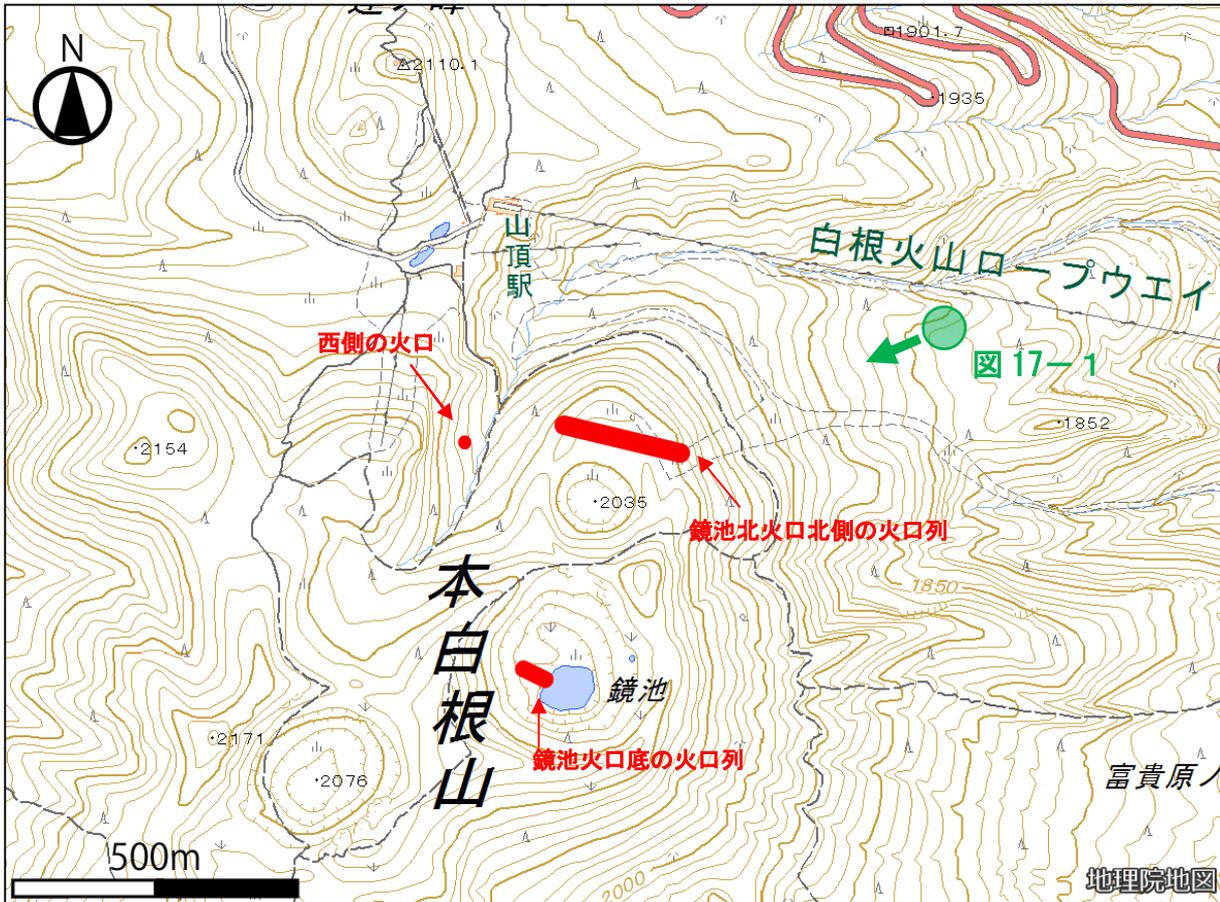


図17-2 草津白根山(本白根山) 本白根山周辺図

赤丸及び赤線は火口を、緑丸および緑矢印は、図17-1の撮影位置と撮影方向を示します。

A型地震：P，S相が明瞭で卓越周波数は10Hz前後と高周波の地震

BH型地震：S相が不明瞭で卓越周波数が約6Hzの地震

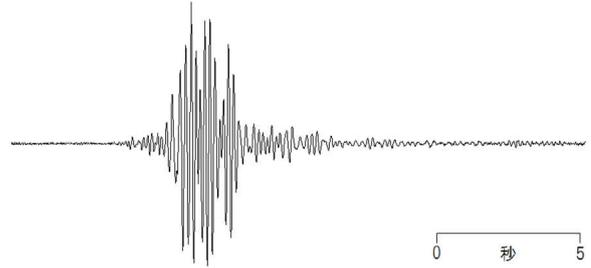
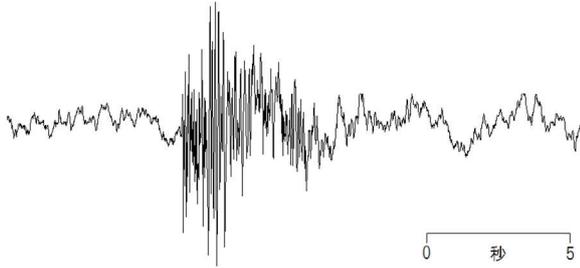


図18 草津白根山（本白根山） 主な火山性地震の特徴と波形例

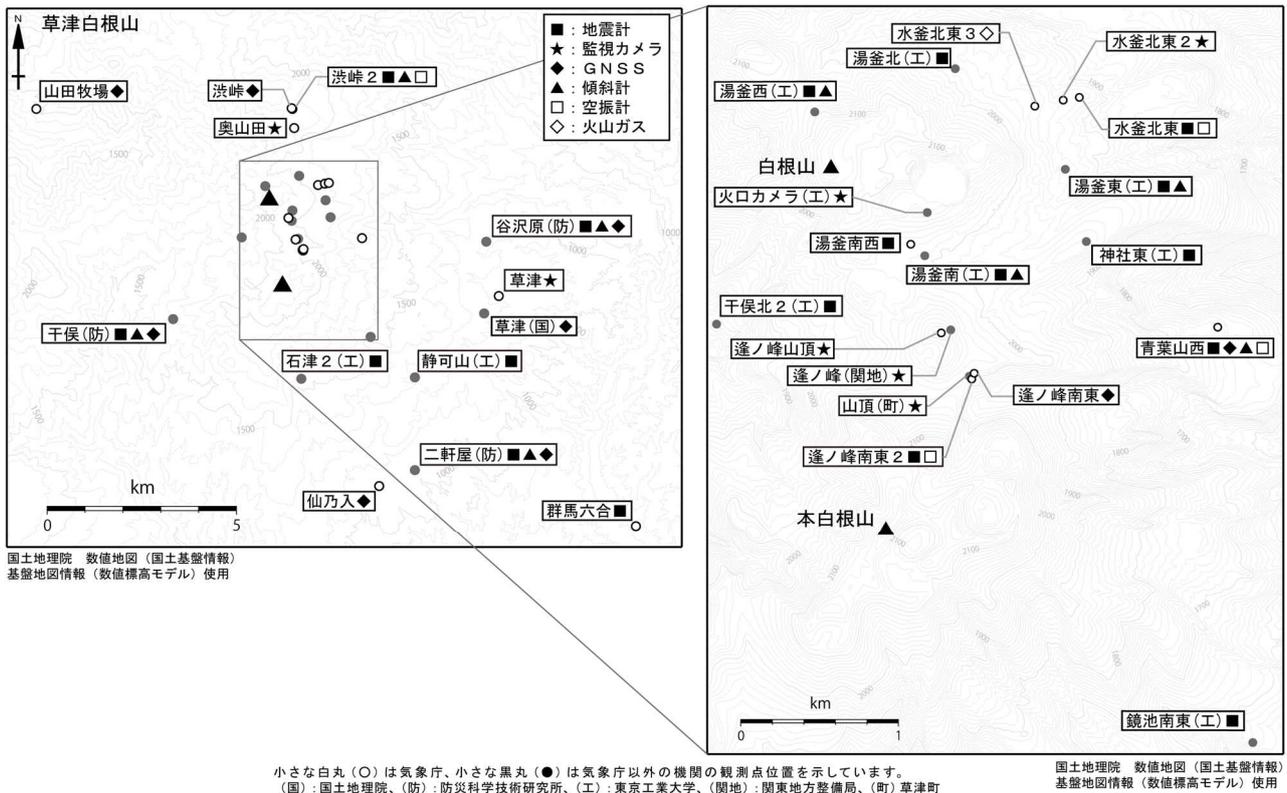


図19 草津白根山 観測点配置図

表1 草津白根山 気象庁観測点一覧

測器種類	地点名	位置			設置高 (m)	観測開始日	備考
		緯度	経度	標高(m)			
地震計	水釜北東	36° 38.88′	138° 32.73′	1933	0	1978.1.1	
	群馬六合	36° 33.91′	138° 38.19′	645	-	1996.9.25	
	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1776	-95	2010.11.12	
	湯釜南西	36° 38.37′	138° 32.01′	2020	-2	2016.12.1	広帯域地震計
	逢ノ峰南東2	36° 37.90′	138° 32.27′	2017	-2	2019.11.9	広帯域地震計
	渋峠2	36° 39.95′	138° 32.08′	2157	-93	2020.12.1	
傾斜計	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1776	-95	2011.4.1	
	渋峠2	36° 39.95′	138° 32.08′	2157	-93	2020.12.1	
空振計	水釜北東	36° 38.88′	138° 32.73′	1933	2	2001.9.18	
	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1776	7	2010.11.12	
	逢ノ峰南東2	36° 37.90′	138° 32.27′	2017	2	2019.11.9	臨時観測点
	渋峠2	36° 39.95′	138° 32.08′	2157	0	2020.12.1	
GNSS	仙乃入	36° 34.49′	138° 33.62′	1070	4	2001.10.11	
	逢ノ峰南東	36° 37.92′	138° 32.28′	2027	5	2001.10.11	
	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1774	11	2010.11.12	
	渋峠	36° 39.96′	138° 32.07′	2154	6	2012.11.12	
	山田牧場	36° 39.95′	138° 27.53′	1474	3	2020.12.24	
監視カメラ	逢ノ峰山頂	36° 38.06′	138° 32.14′	2099		1986.4.1	
	奥山田	36° 39.67′	138° 32.11′	2168	10	2010.4.1	
	水釜北東2	36° 38.87′	138° 32.66′	1940	3	2016.12.1	熱映像
	草津	36° 37.23′	138° 35.75′	1180	25	2019.11.1	
火山ガス	水釜北東3	36° 38.85′	138° 32.54′	1962	0	-	