

令和3年（2021年）の阿蘇山の火山活動

福岡管区气象台

地域火山監視・警報センター

阿蘇山では、10月14日、15日及び20日に噴火が発生しました。噴火の発生は2020年6月以来です。20日の噴火では、噴煙が火口縁上3,500mまで上がり、火砕流が発生しました。火砕流は主に北西方向に流下したとみられます。また、大きな噴石が南方向に約900m飛散するのを確認しました。

火山性微動の振幅は概ね小さな状態で経過していましたが、5月上旬や10月の噴火前に増大するなど、不安定な状態で経過しました。

火山ガス（二酸化硫黄）放出量は9月までは少ない状態で経過していましたが、10月の噴火以降は1日あたり1,600～5,300トンと多い状態で経過しています。

GNSS連続観測では、2021年9月頃から草千里付近の深部にあるマグマだまりの膨張を示すと考えられる基線の伸びが認められます。

○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

5月2日 22時55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9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
10月13日 17時10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
10月20日 11時48分	火口周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを2（火口周辺規制）から3（入山規制）に引上げ
11月18日 11時00分	火口周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを3（入山規制）から2（火口周辺規制）に引下げ

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

この資料は気象庁のほか、国土地理院、京都大学、九州大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所及び阿蘇火山博物館のデータも利用して作成しています。

資料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）』を使用しています。

○2021年の活動状況

- ・噴煙など表面現象の状況（表1、図1～5、図6-①⑥⑦、図7-①⑤⑥、図13）

10月までの現地調査では、中岳第一火口の火口底（191火孔付近）の最高温度は2月から3月にかけて一時的に200℃程度まで上昇し、2月9日から10日にかけて火口底の一部で硫黄の燃焼と推定される火炎を観測しました。その後は概ね100℃程度で経過しました。10月7日及び12日には、火口底の地熱域が拡大しているのを確認しました。南側火口壁の地熱域は5月頃から高温域の広がりが認められ、最高温度は概ね200℃程度で経過していましたが、6月以降200～300℃程度とやや上昇しました。

6月20日に京都大学が実施した現地調査及び21日に実施した現地調査で、中岳第一火口内に新たな陥没孔と陥没孔内に弱い噴気及び噴出音を確認しました。

中岳第一火口では、2019年5月以降、湯だまりのない状態で経過していましたが、8月下旬から10月中旬にかけて陥没孔内及び191火孔内で湯だまりの形成及び湯だまり面上昇を確認しました。

10月13日に火山性微動の振幅が次第に大きくなり、火山活動が高まっている中で、14日04時43分に噴火が発生しました。噴火の発生は2020年6月以来です。京都大学及び熊本大学が実施した現地調査によると、火口縁付近で最大70cm程度の大きな噴石が確認されました。この噴火により熊本県高森町、大分県竹田市、宮崎県高千穂町の一部で少量の降灰を確認しました。翌15日には噴煙が火口縁上200m程度まで上がるごく小規模な噴火が発生しました。

10月20日11時43分には、火砕流を伴う噴火が発生し、噴煙が最高で火口縁上3,500mまで上がりました。また、大きな噴石が南方向に900m飛散するのを確認しました。同日、気象庁機動調査班（JMA-MOT）が、九州地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、中岳第一火口周辺で噴出物による変色域と周囲より温度が高い領域が認められました。変色域は、火口の中心から北方向に最大1.6km及び西方向に最大1.0km分布しており、温度が高い領域は主に火口の北西側であり、南側の一部でも確認されました。火砕流は主に中岳第一火口の北西側へ流下したとみられます。また、熊本県阿蘇市、高森町、山都町、宮崎県高千穂町、五ヶ瀬町の一部で降灰を確認しました。

10月26日に実施した無人航空機による観測では中岳第一火口底が深くなっているのを確認したほか、火口内の一部に湯だまりを確認しました。

草千里の高感度の監視カメラでは、12月2日以降、夜間に火映を観測しました。中岳第一火口で火映を観測したのは、2020年2月20日以来です。

10月21日以降噴火は発生していません。

- ・地震や微動の発生状況（図6-②～④、図7-②③、図8～10）

火山性微動の振幅は概ね小さい状態で経過していましたが、5月2日から9日にかけて大きな状態となりました。火山性微動の振幅は5月18日以降概ね小さな状態となりましたが、6月18日には微動振幅が一時的にやや大きな状態となるとともに、中岳火口付近が震源と推定される火山性地震が一時的に増加し、やや振幅の大きい空振も観測しました。この空振は6月20日の現地調査で確認された火口底の陥没孔が生じた際に発生したと推定されます。

その後、10月13日頃から火山性微動の振幅が再び大きくなり、翌14日に噴火が発生しました。噴火後、一時的に振幅は小さな状態となりましたが、18日頃から非常に大きな状態となり、20日に火砕流を伴う噴火が発生しました。11月以降、振幅は小さくなりましたが、噴火前よりも大きく、

12月下旬にも一時的に大きな状態となるなど不安定な状態で経過しました。

火山性地震は、10月の噴火発生前からやや増加し、噴火以降は多い状態で経過しました。孤立型微動は概ね多い状態で経過しました。

震源が求まった火山性地震は、中岳第一火口付近のごく浅いところから深さ1 km付近および、中岳第一火口から西側約3 km付近の深さ2～4 km付近などに分布しました。

・火山ガスの状況（図6-⑤、図7-④）

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1日あたり200～800トンと少ない状態で経過していましたが、10月14日の噴火以降増加し、10月27日には1日あたり5,300トンを観測しました。11月以降は1日あたり1,700～4,100トンと引き続きと多い状態で経過しました。

・地殻変動の状況（図10～12）

京都大学本堂トンネル観測点の伸縮計では、10月8日頃から火口浅部の膨張を示す縮みの変化が観測されていまいしたが、13日の火山性微動振幅増大に伴い変化傾向が逆転し、火口浅部での収縮を示す伸びの変化が観測され始め、噴火の発生に伴いさらに大きな伸びの変化が観測されました。

GNSS連続観測では、2020年7月頃から2021年8月頃まで草千里周辺の基線で縮みの傾向が認められていましたが、2021年9月頃から草千里付近の深部にあるマグマだまりの膨張を示すと考えられる基線の伸びが認められます。

・南阿蘇村吉岡の噴気地帯の状況（図13）

12月21日の現地調査では、前回の現地調査（2020年2月21日）と比較して噴気地帯の状況に特段の変化はありませんでした。

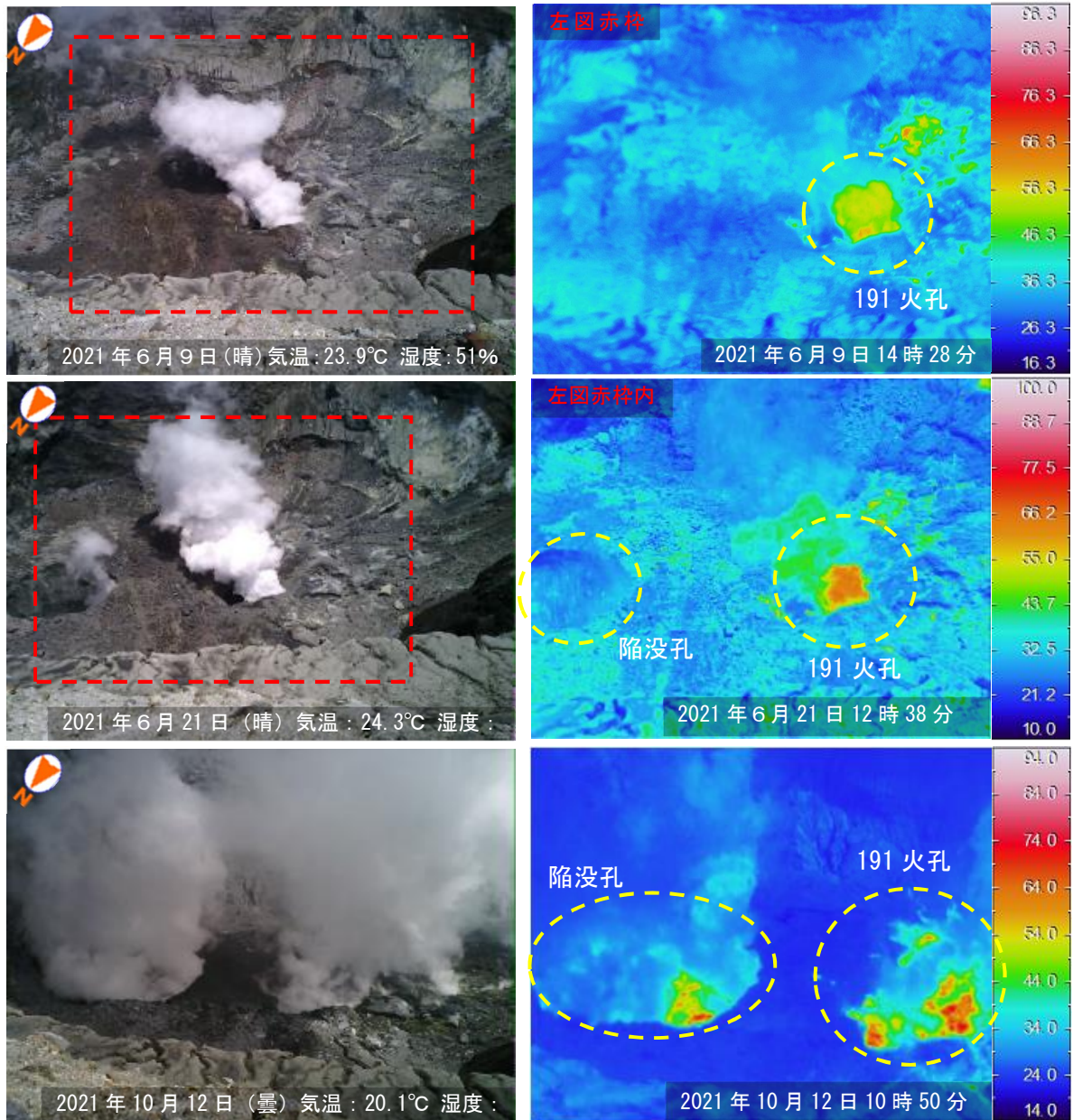


図 1-1 阿蘇山 中岳第一火口内の状況（火口北西側観測定点から観測）

2021年6月に新たに形成された陥没孔が徐々に範囲を拡大していくのを確認したほか、湯だまり面の上昇を確認しました。

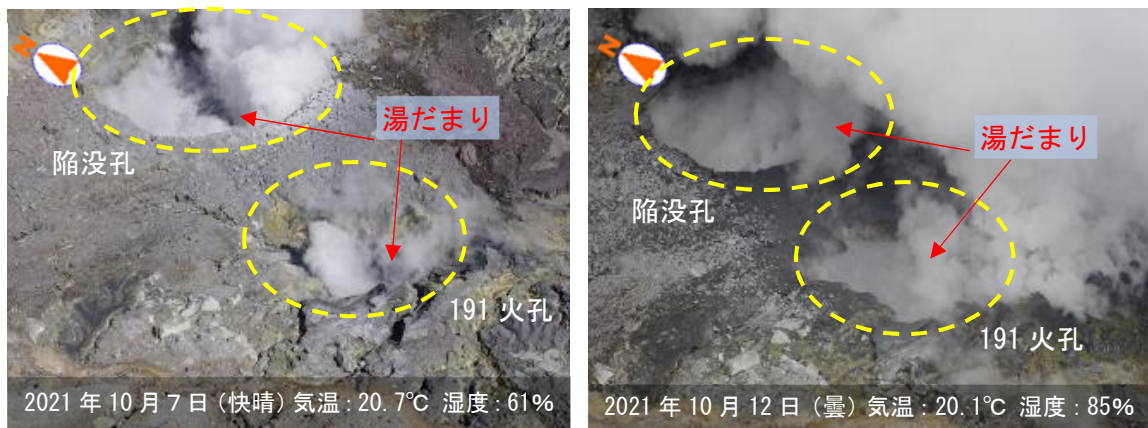


図 1-2 阿蘇山 中岳第一火口内の陥没孔及び 191 火孔の湯だまり状況（火口南西側観測定点から観測）
湯だまり面の上昇を確認しました。

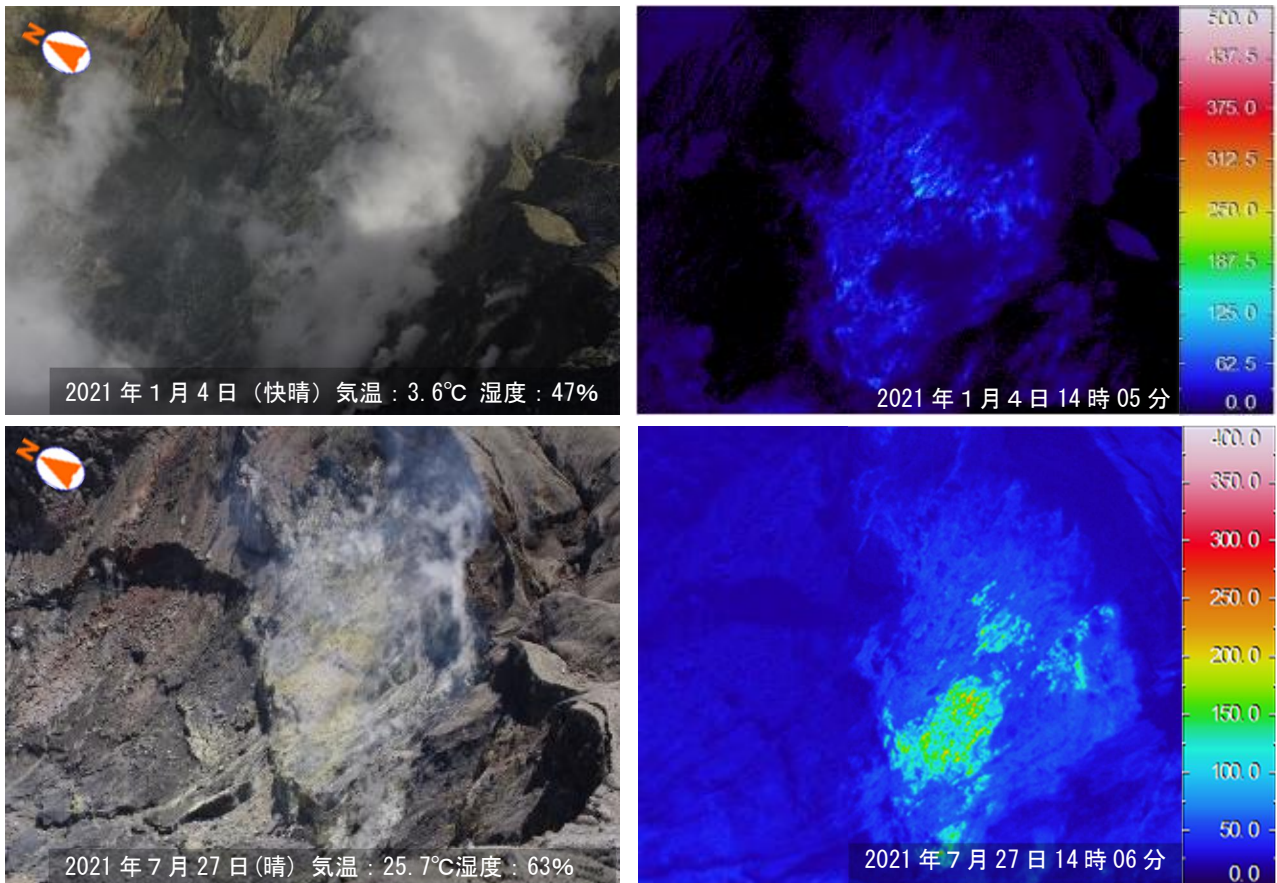


図 1-3 阿蘇山 中岳第一火口南側火口壁の状況（火口南西側観測定点から観測）
 ・南側火口壁の地熱域は、5月頃から高温域の広がりが認められました。
 ・最高温度は概ね 200°C程度で経過しましたが、6月以降 200~300°C程度とやや上昇しました。

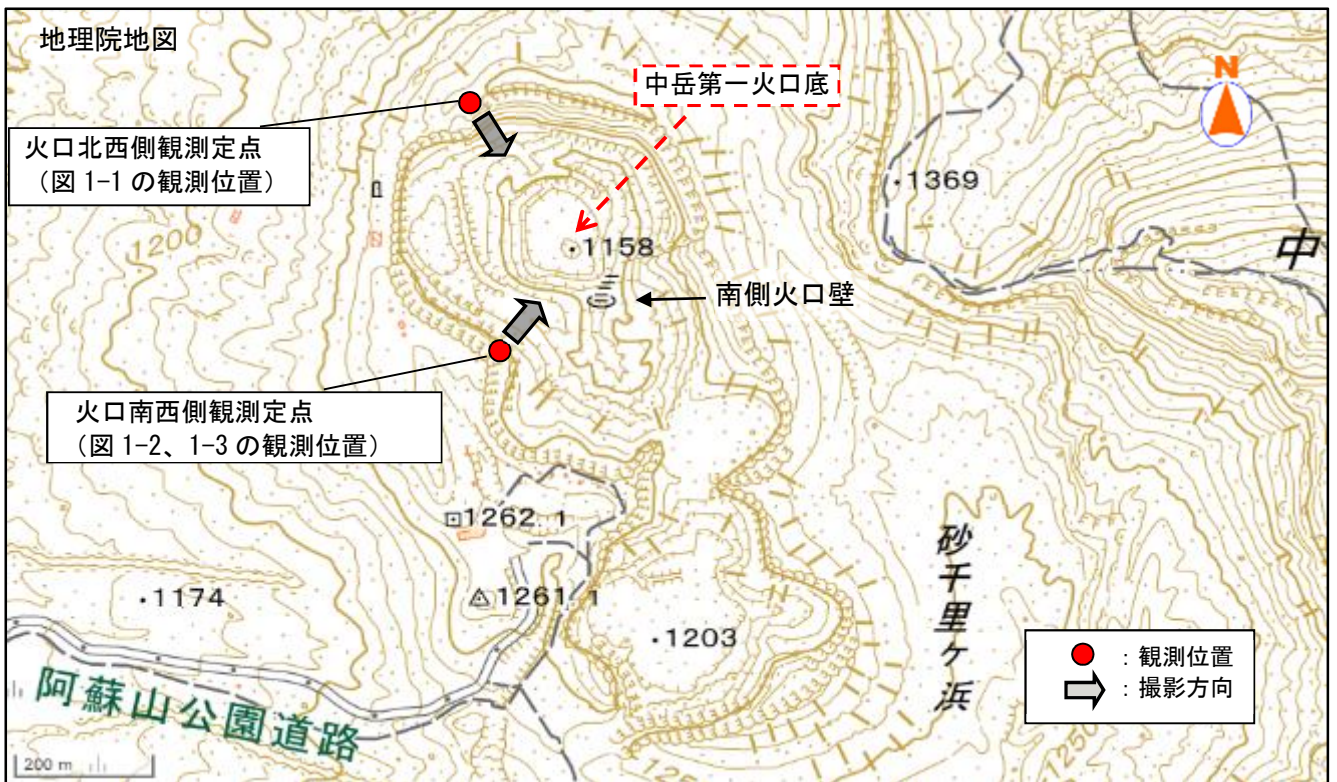


図 1-4 阿蘇山 中岳第一火口の現地調査観測位置図（観測位置及び撮影方向）



図2 阿蘇山 10月20日11時43分の噴火の状況(10月20日11時43分～45分)

監視カメラでは、10月20日11時43分の噴火に伴い、火口周辺に火砕流が流下したのを確認したほか、大きな噴石が南方向に約900m飛散するのを確認しました。

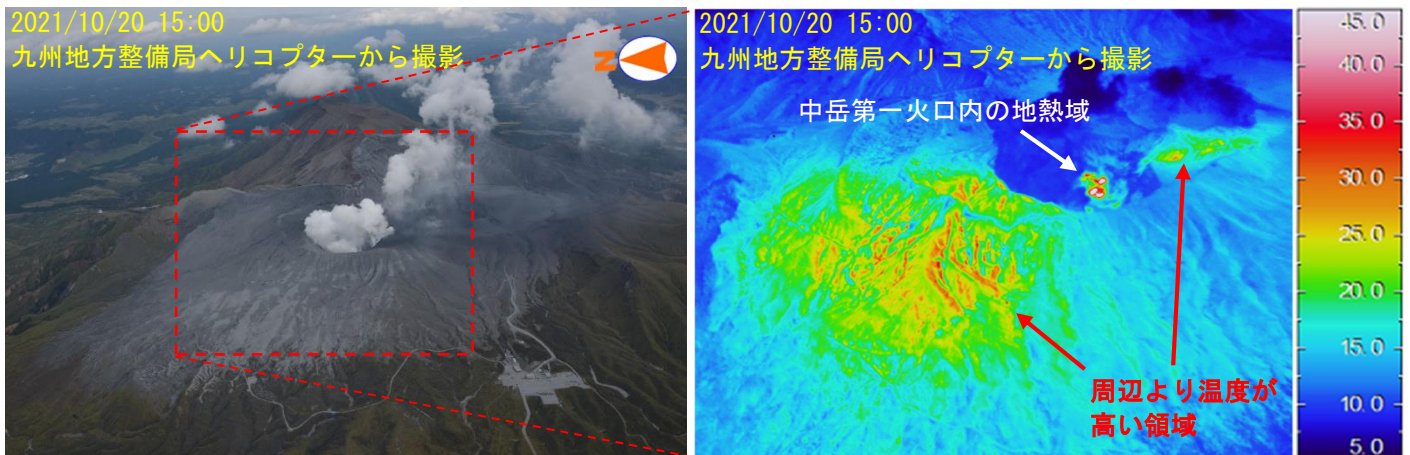


図3-1 阿蘇山 火口周辺の変色域と周囲より温度の高い領域

- ・10月20日に気象庁機動調査班(JMA-MOT)が、九州地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、中岳第一火口周辺で噴出物による変色域と周囲より温度が高い領域が認められました。変色域は火口の中心から北方向に最大1.6km及び西方向に最大1.0km分布しており、温度が高い領域は火口の北西側であり、南側の一部でも確認されました。
- ・中岳第一火口から白色の噴煙が上がっているのを観測しました。火口内に引き続き地熱域を観測しました。



図 3-2 阿蘇山 図 3-1 の観測位置及び観測方向

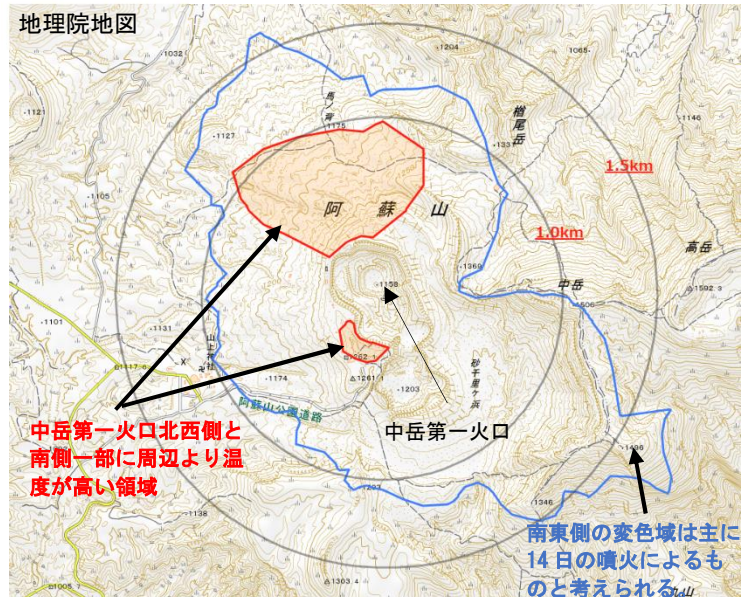


図 3-3 阿蘇山 火口周辺の変色域と周囲より温度が高い領域

10月20日に気象庁機動調査班（JMA-MOT）が、九州地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、中岳第一火口周辺で噴出による変色域（図中青線）と周囲より温度が高い領域（図中赤領域）が認められました。変色域は火口の中心から北方向に最大 1.6km及び西方向に最大 1.0km分布しており、温度が高い領域（図中赤領域）は主に火口の北西側であり、南側の一部でも確認されました。火砕流は主に北西側へ流下したとみられます。



図 4 阿蘇山 降灰の状況 熊本県高森町（10月14日（左）、10月20日（右））

気象庁機動調査班（JMA-MOT）による現地調査では、熊本県高森町で降灰を確認しました。



図 5 阿蘇山 中岳第一火口の状況（12月26日 草千里監視カメラ）
中岳第一火口では、高感度の草千里監視カメラで12月2日以降夜間に火映を観測しました。

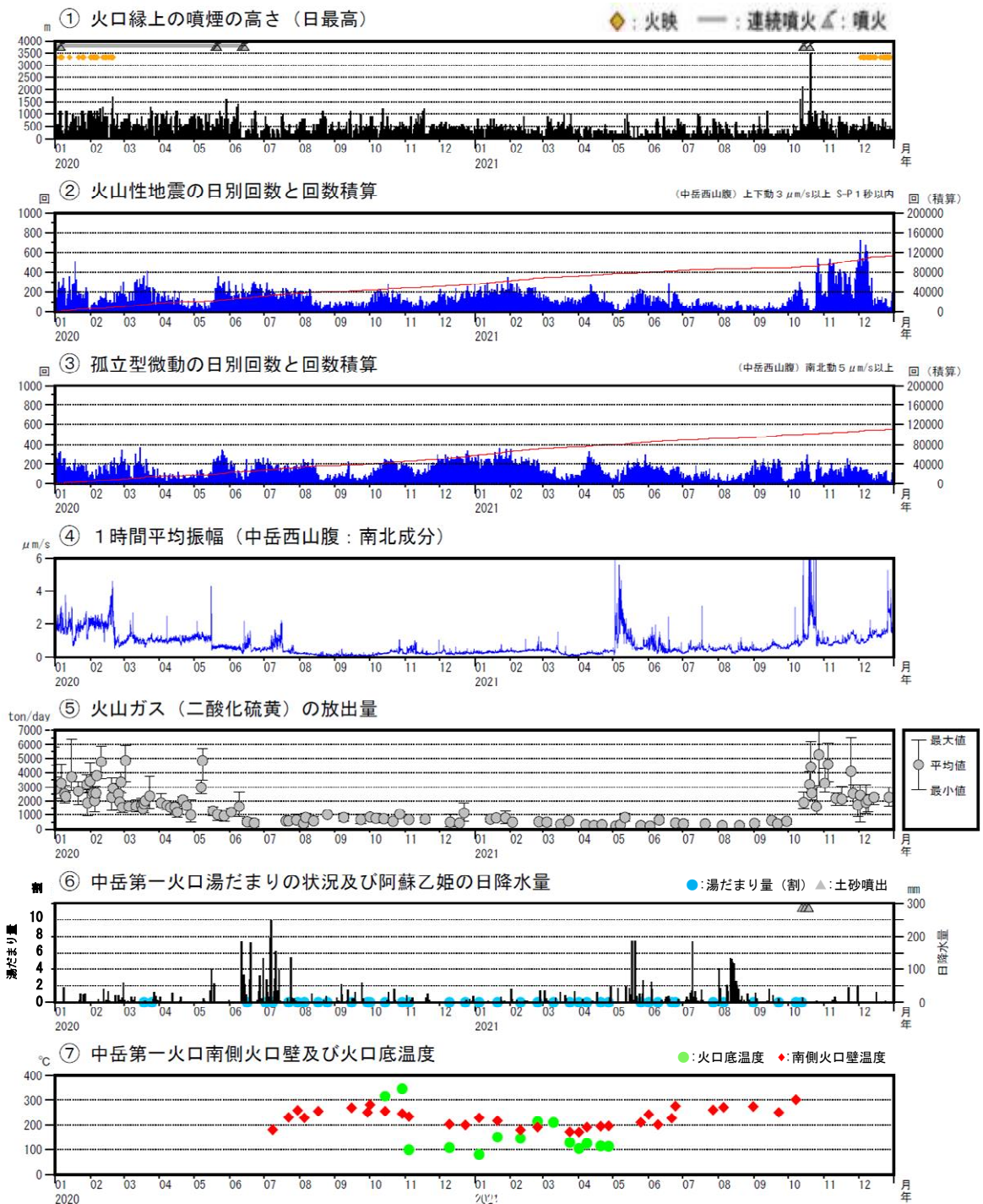


図6 阿蘇山 火山活動経過図（2020年1月～2021年12月）

<2021年の状況>

- ・10月の噴火に伴い、噴煙が最高で火口縁上3,500mまで上がりました。
- ・火山性地震は、10月の噴火発生前からやや増加し、噴火以降は多い状態で経過しました。孤立型微動は概ね多い状態で経過しました。
- ・火山性微動の振幅は、5月2日から9日にかけて大きな状態となりました。その後は概ね小さな状態となりましたが、10月に非常に大きな状態となり、噴火が発生しました（詳細は図9）。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1日あたり200～800トンと少ない状態で経過していましたが、10月14日の噴火以降増加し、10月27日には1日あたり5,300トンを観測しました。11月以降は1日あたり1,700～4,100トン引き続きと多い状態で経過しました。
- ・南側火口壁からは、白色の噴気を確認し、赤外熱映像装置による観測では、火口壁の最高温度は176～302℃で経過しました。中岳第一火口底の最高温度は151～230℃でした。

②と③の赤線は回数の積算を示しています。

⑦の温度は赤外熱映像装置により計測しています。

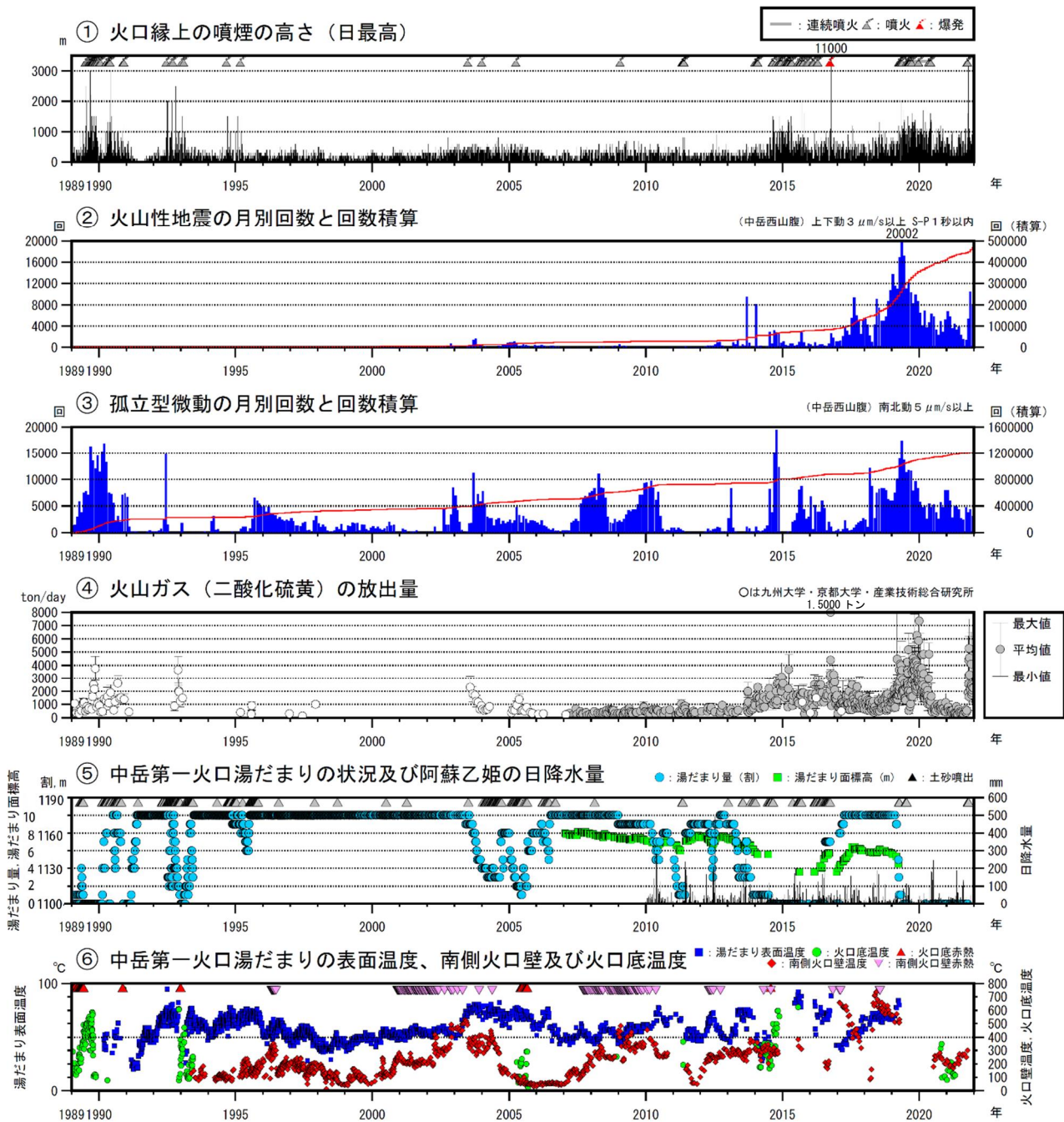


図7 阿蘇山 火山活動経過図 (1989年1月～2021年12月)

②と③の計数に用いる震動波形を2002年3月1日に変位波形から速度波形に変更しています。

②と③の赤線は回数の積算を示しています。

⑥の湯だまり温度等は赤外放射温度計で計測していましたが、2015年6月から赤外熱映像装置により計測しています。

湯だまり量は、量を確認できた場合のみ表示し、1割に満たない場合は0割としています。

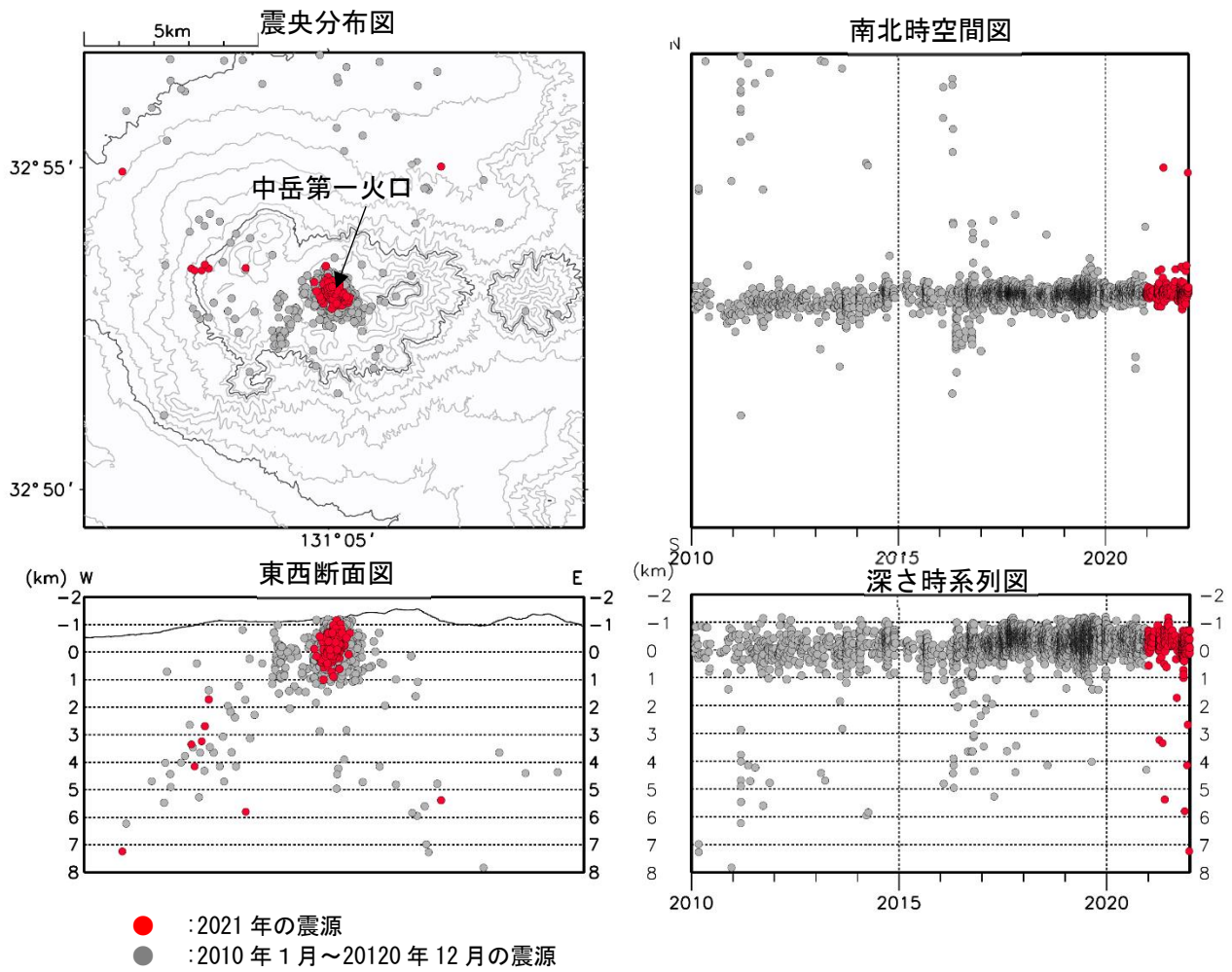


図8 阿蘇山 火山性地震の震源分布図（2010年1月～2021年12月）

<2021年の状況>

震源が求まった火山性地震は、中岳第一火口付近のごく浅いところから深さ1km付近および、中岳第一火口から西側約3km付近の深さ2～4km付近などに分布しました。

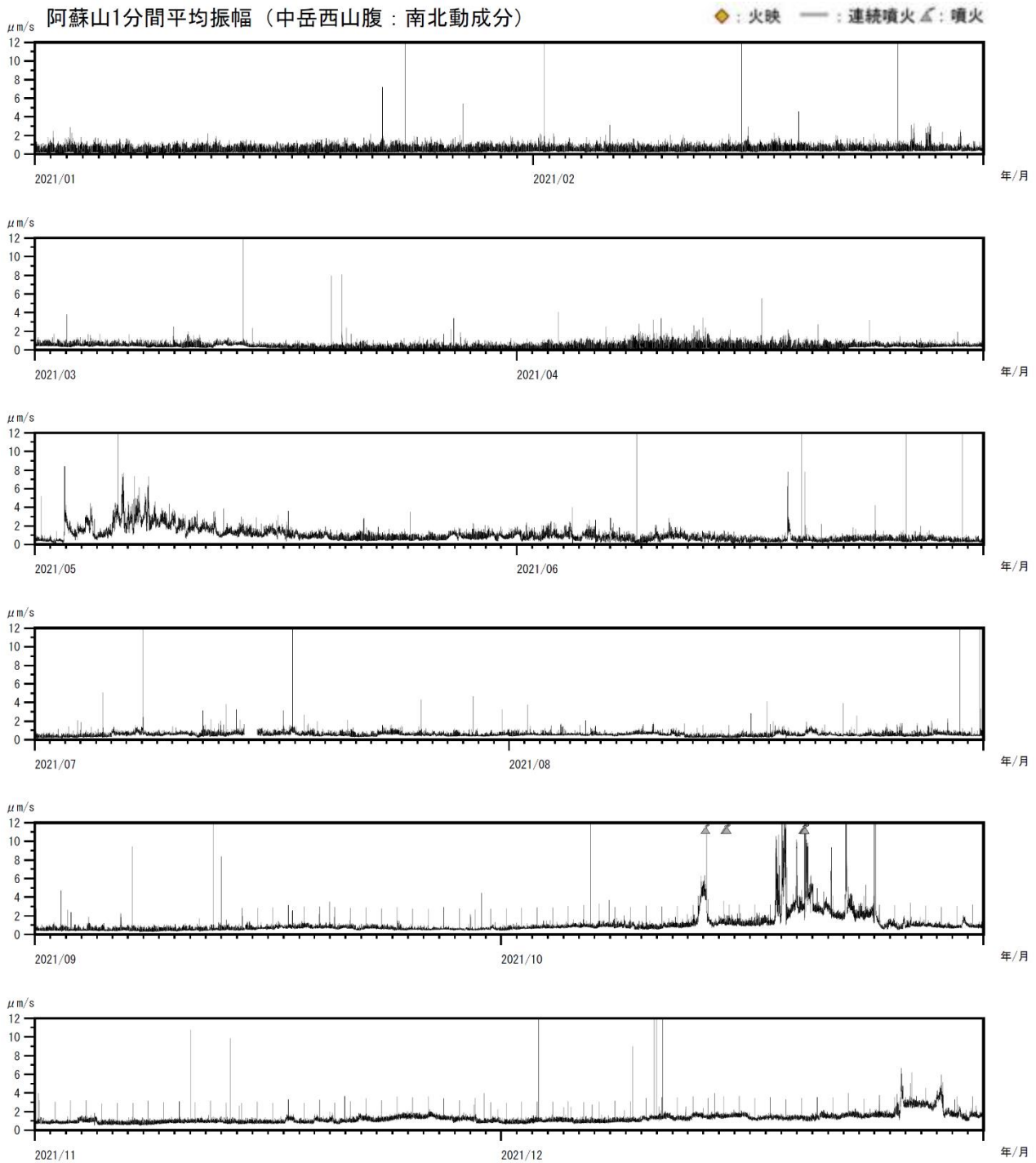


図9 阿蘇山 火山性微動の振幅の時間変化
 (中岳西山腹観測点南北動成分の1分間平均振幅、2021年1月～2021年12月)

火山性微動の振幅は概ね小さい状態で経過していましたが、5月2日から9日にかけて大きな状態となりました。5月18日以降は概ね小さな状態となりましたが、6月18日に一時的にやや大きな状態となりました。その後、10月13日頃から火山性微動の振幅が再び大きくなり、14日に噴火が発生しました。噴火後、一時的に振幅は小さな状態となりましたが、18日頃から非常に大きな状態となり、20日に火砕流を伴う噴火が発生しました。11月以降、振幅は小さくなりましたが、噴火前よりも大きく、12月下旬にも一時的に大きな状態となるなど不安定な状態で経過しました。

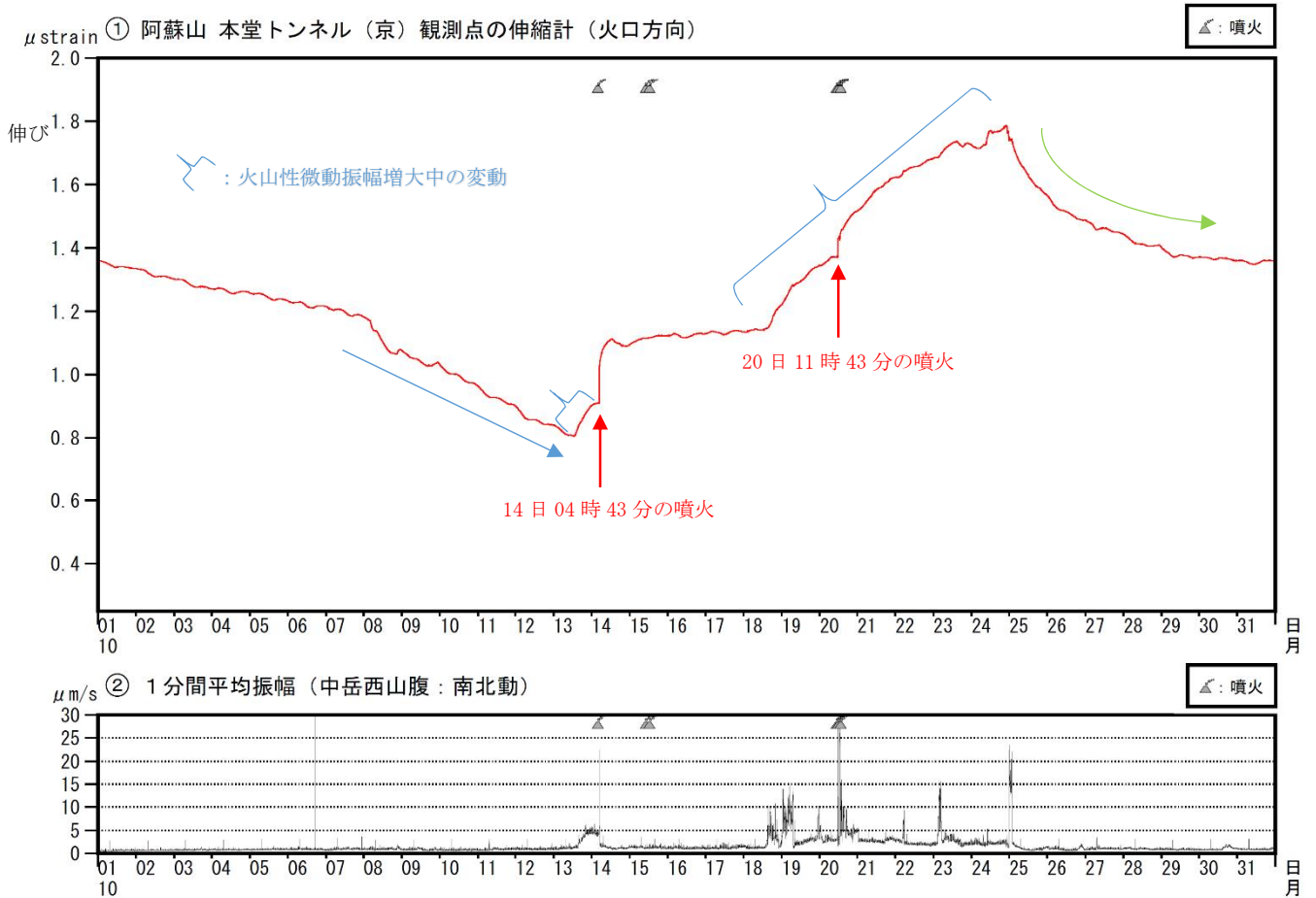


図 10 阿蘇山 本堂トンネル（京都大学）観測点伸縮計と火山性微動の1分間平均振幅

10月8日頃から火口浅部の膨張を示す縮みの変化（青矢印）が観測されていましたが、13日の火山性微動の振幅増大に伴い火口浅部での収縮を示す伸びの変化が観測されはじめ、噴火に伴いさらに大きな変化が観測されました。

※伸縮計の火口方向の縮みは火口直下浅部の膨張、伸びは収縮を示していると考えられます

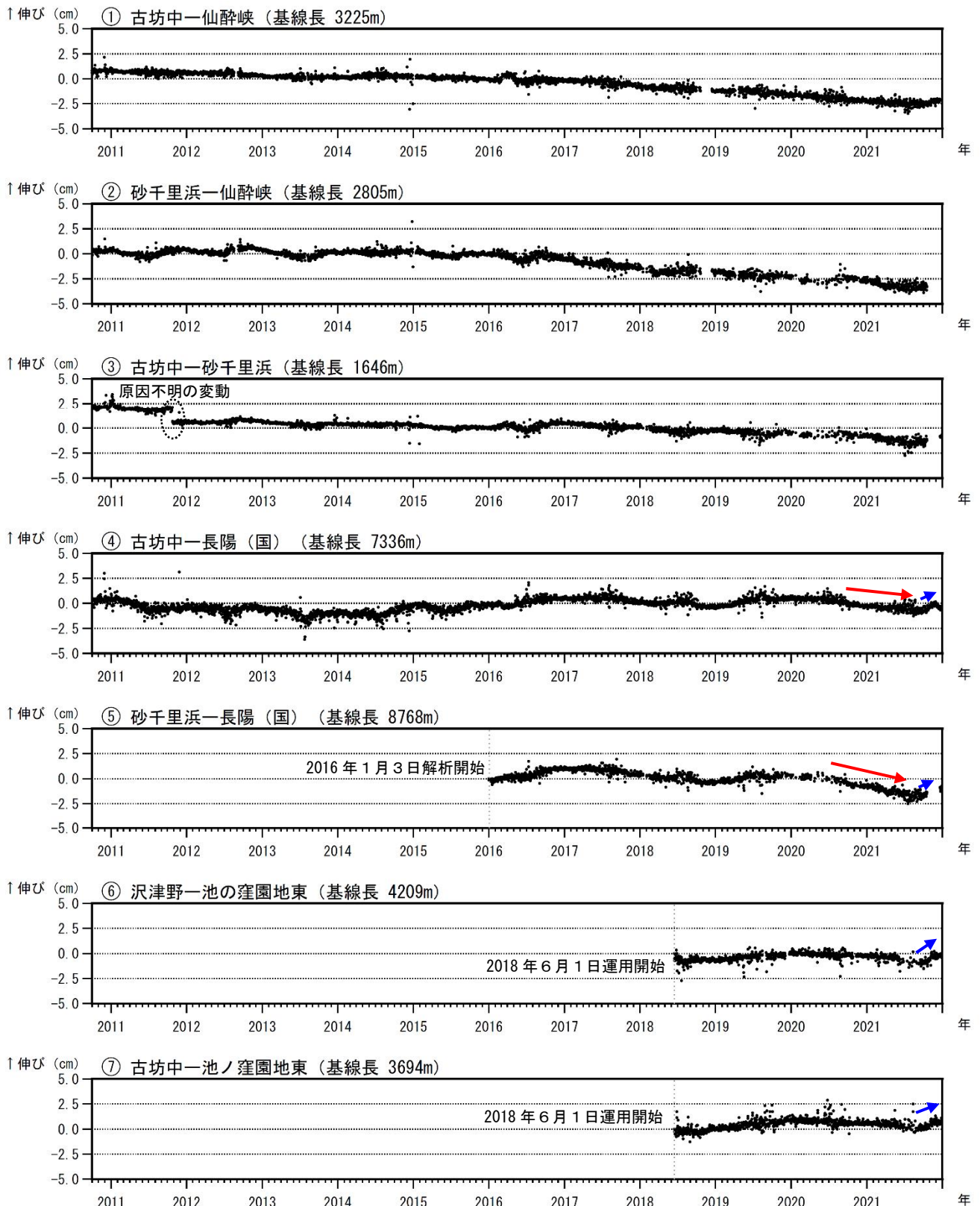


図 11 阿蘇山 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010年10月～2021年12月)

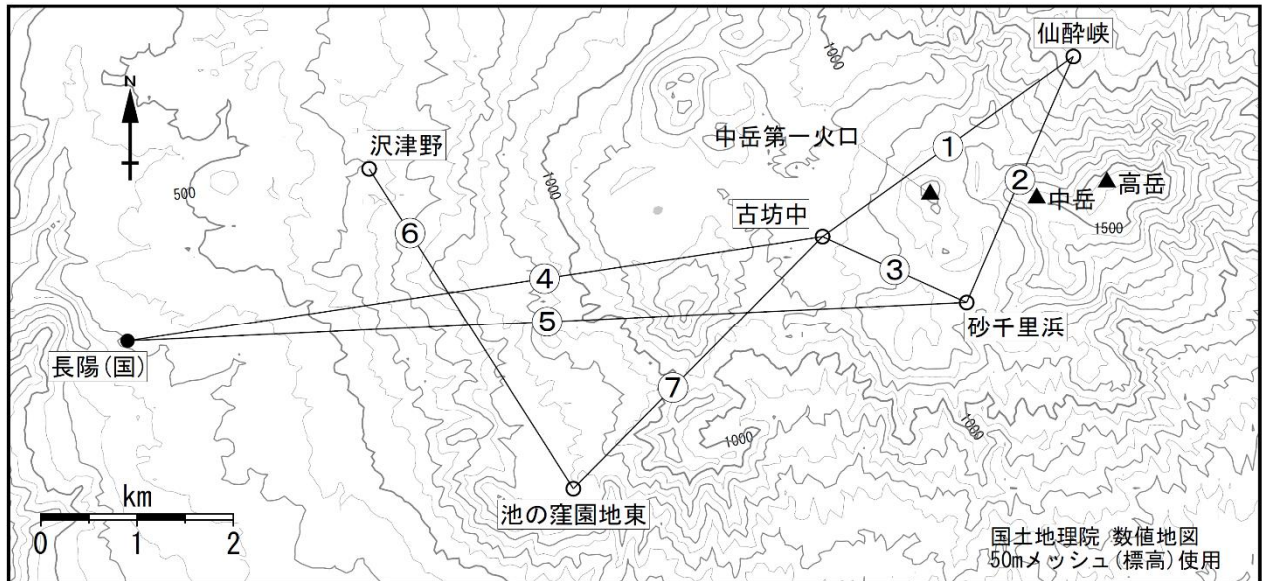
GNSS 連続観測では、2020年7月頃から2021年8月頃まで草千里周辺の基線で縮みの傾向が認められていましたが(④、⑤、赤矢印)、2021年9月頃から草千里付近の深部にあるマグマだまりの膨張を示すと考えられる基線の伸びが認められます(④～⑦、青矢印)。

これらの基線は図 12 の①～⑦に対応しています。基線の空白部分は欠測を示しています。

2016年4月16日以降の基線長は、平成28年(2016年)熊本地震の影響による変動が大きかったため、この地震に伴うステップを補正しています。

2016年1月以降のデータについては、解析方法を変更しています。

(国)：国土地理院



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

図12 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

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

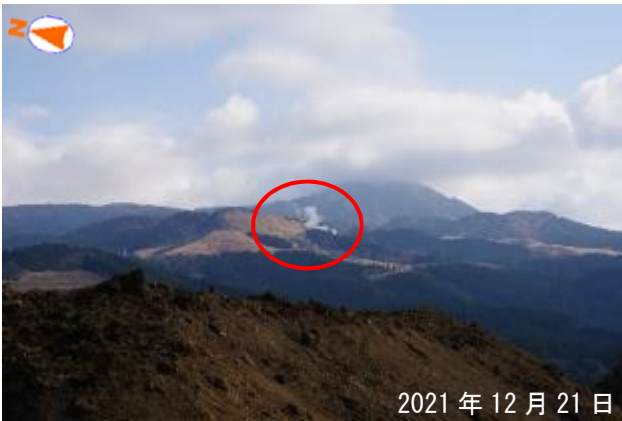


図 13-1 阿蘇山 南阿蘇村吉岡の噴気（南阿蘇村長陽から撮影）

前回の観測（2020年2月21日）と同様に白色の噴気（赤丸内）を確認しました。



図 13-2 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況（噴気地帯を南西側から撮影）

前回の観測（2020年2月21日）と比較して噴気（赤丸内）の状況に特段の変化は認められませんでした。

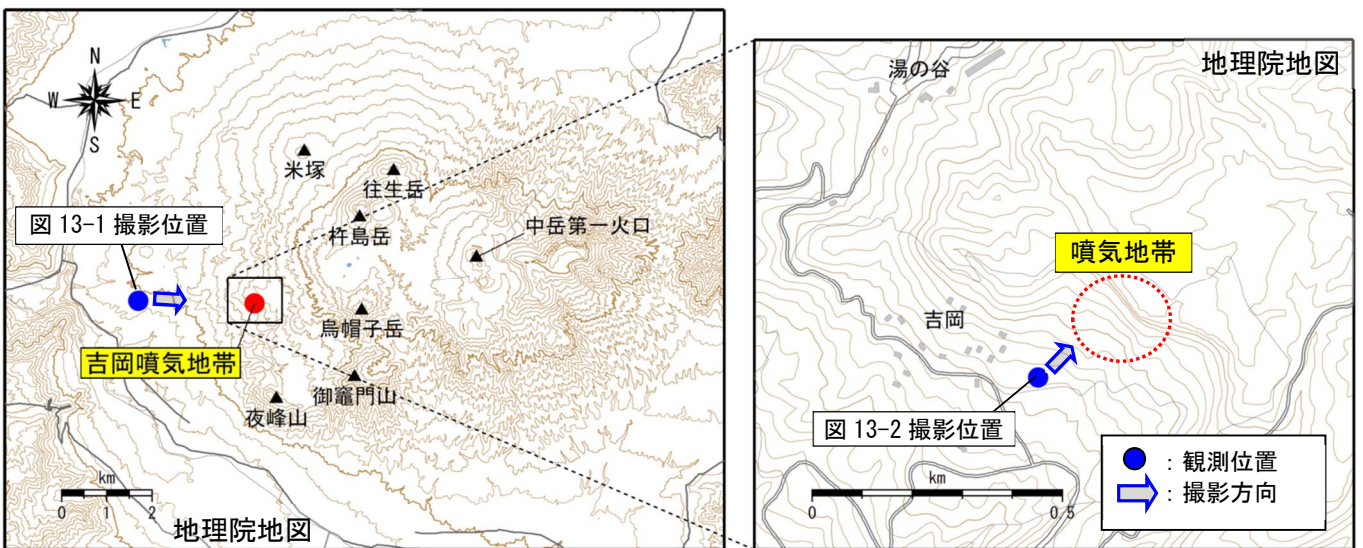


図13-3 阿蘇山 南阿蘇村吉岡の噴気地帯位置図

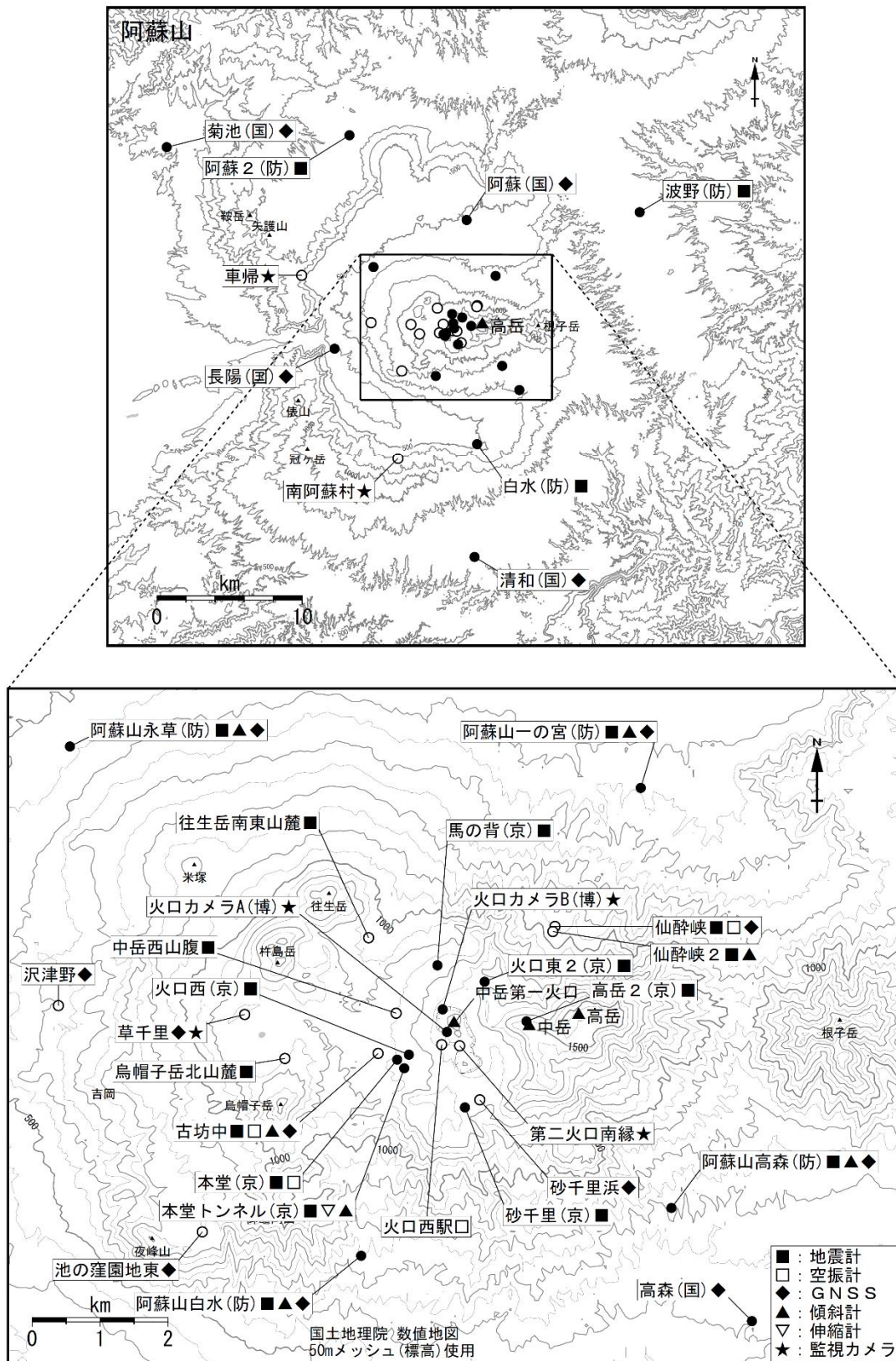


図14 阿蘇山 観測点配置図

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。
 (京) : 京都大学、(防) : 防災科学技術研究所、(博) : 阿蘇火山博物館、(国) : 国土地理院

表1 阿蘇山 気象庁(火山)観測点一覧(緯度・経度は世界測地系)

測器種類	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	古坊中	32° 52.83'	131° 04.40'	1,143	-90	1992.4	
	古坊中	32° 52.82'	131° 04.41'	1,143	0	2014.4.1	広帯域地震計
	中岳西山腹	32° 53.15'	131° 04.57'	1,163	-1	1965.1.1	
	烏帽子岳北山麓	32° 52.79'	131° 03.52'	1,157	-3	1965.1.1	
	往生岳南東山麓	32° 53.75'	131° 04.31'	1,020	-2	1965.1.1	
	仙酔峡	32° 53.85'	131° 06.07'	956	-3	1982.1.1	
	仙酔峡2	32° 53.79'	131° 06.05'	977	-3	2016.4.19	
空振計	古坊中	32° 52.82'	131° 04.41'	1,143	2	1996.3.1	
	仙酔峡	32° 53.85'	131° 06.07'	956	2	2001.3.1	
	火口西駅	32° 52.90'	131° 05.00'	1,262	12	2001.3.1	
GNSS	草千里	32° 53.14'	131° 03.14'	1,140	12	2001.3.15	
	古坊中	32° 52.82'	131° 04.40'	1,143	3	2010.10.1	
	砂千里浜	32° 52.47'	131° 05.36'	1,250	2	2001.3.15	
	仙酔峡	32° 53.85'	131° 06.07'	956	2	2001.3.15	
	沢津野	32° 53.38'	131° 01.39'	648	1.5	2018.6.1	臨時観測点
	池の窪園地東	32° 51.42'	131° 02.74'	848	1.5	2018.6.16	臨時観測点
傾斜計	古坊中	32° 52.82'	131° 04.40'	1,143	-90	2001.3	
	仙酔峡2	32° 53.79'	131° 06.05'	977	-10	2016.12.1	
監視カメラ	草千里	32° 53.13'	131° 03.14'	1,140	12	2001.3.1	
	南阿蘇村	32° 48.12'	131° 02.57'	597	2	2017.2.3	臨時観測点
	第二火口南縁	32° 52.90'	131° 05.20'	1,261	2	2016.12.1	可視及び熱映像カメラ
	車帰	32° 54.97'	130° 58.32'	551	7	2019.11.1	