

第 146 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の3)

阿蘇山

令和2年6月 24 日～30 日

火山噴火予知連絡会資料(その2の3)

目次

阿蘇山	
気象庁	3-26
地磁気	27-28
京大阿蘇	29-34
防災科研	35-39
産総研	40
地理院	41-46

阿 蘇 山 (2020 年 5 月 31 日現在)

阿蘇山の中岳第一火口では、ほぼ期間を通して噴火が発生し、5 月 31 日現在も継続している。これらの噴火に伴う大きな噴石は観測されていない。

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2019 年 12 月から 2020 年 2 月中旬にかけて 1 日あたり 2,000 から 4,000 トン程度の多い状態で推移したが、2 月下旬以降 1,000 から 2,000 トン程度に減少し、変動を繰り返しながら、5 月現在までその状態が継続している。

火山性微動の振幅は、2019 年 12 月から 2020 年 2 月中旬にかけてはやや大きな状態で経過した。2 月下旬以降は概ね小さな状態で推移したが、5 月中旬に一時的に大きな状態となった。

火口内の熱活動は、2019 年 12 月から 2020 年 2 月中旬にかけて草千里カメラで火映が観測され、高い状態であった。2 月下旬以降はやや低下したものの、引き続き火口カメラで火炎が観測され、一定の熱活動が維持されている。

GNSS 連続観測では、深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む基線の伸びは停滞している。

以上のことから、火山活動はやや低下したものの、今後も噴火活動が継続する可能性がある。

概況（2019 年 12 月～2020 年 5 月 31 日）

・噴煙など表面現象の状況（図 1～5、図 6-①⑤⑥、図 7-①⑥⑦）

阿蘇山の中岳第一火口では、2019 年 7 月 26 日以降噴火活動が続いている。2020 年 1 月 6 日から 7 日及び 5 月 20 日から 22 日に断続的に噴火が発生したが、5 月 22 日 11 時 05 分に発生した噴火が 5 月 31 日現在も継続している。2 月 20 日には、火山性微動の振幅増大を伴って噴煙量が増加し、噴煙高度は期間中最大の火口縁上 1,700m を観測した。火口の風下側の地域では、噴火による降灰が続いている。

2019 年 12 月 23 日から 2020 年 2 月 20 日にかけて、夜間に草千里の監視カメラで火映を観測し、火口内の熱活動は高い状態であった。2 月 21 日以降、火映は観測されず熱活動はやや低下したものの、阿蘇火山博物館提供の火口カメラで 5 月 15 日まで火口底の一部で火炎を夜間に時々観測し、一定の熱活動が維持されている。

3 月 18 日及び 25 日に実施した現地調査では、火口底から灰白色の噴煙が噴出しているのを確認し、赤外熱映像装置により最高温度は約 300℃（2019 年 7 月 31 日：370℃）であった。

・火山ガスの状況（図 6-④、図 7-⑤）

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2019 年 12 月から 2020 年 2 月中旬にかけて 1 日あたり 2,000 から 4,000 トン程度の多い状態で推移した。その中で、12 月 27 日に 5,800 トン、31 日に 7,400 トンと、一時的な増加もみられた。2 月下旬以降、火山性微動の振幅が小さくなったことと比例して 1,000 から 2,000 トン程度に減少し、変動を繰り返しながら、5 月現在までその状態が継続している。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、九州大学、京都大学、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を利用して作成した。

・地震や微動の発生状況（図 6-②③、図 7-②～④、図 8～12）

火山性微動は連続的に発生し、振幅は短期の変動はあるものの 2019 年 12 月から 2020 年 2 月中旬にかけてやや大きい状態で経過した。2 月 16 日から 21 日にかけて、変動を伴いながら振幅の増大がみられたが、21 日以降は概ね小さい状態で経過した。その後、5 月 16 日に一時的に振幅が大きい状態となった。

火山性地震および孤立型微動の発生回数は、短期の増減はみられるものの、数ヵ月の活動期間ではゆるやかな減少傾向が続いている。4 月 9 日 22 時 39 分に、火口直下が震源と推定されるやや規模の大きな火山性地震が発生した。この地震の発生直前にわずかな傾斜変動が観測され、地震発生後に噴煙量の増加がみられた。

震源が求まった火山性地震は 291 回で、主に中岳第一火口のごく浅いところから深さ 1 km 付近に分布した。

・地殻変動の状況（図 13～15）

GNSS連続観測では、深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む基線の伸びは停滞している。

・南阿蘇村吉岡の噴気地帯の状況（図 16～17）

2020 年 2 月 21 日に実施した現地調査では、前回（2019 年 10 月 31 日）と同様に噴気活動が続いていることを確認した。

・火山灰の状況（図 19～20、表 1）

火山灰には 2019 年 10 月頃に特徴的にみられた、透明度の高い褐色ガラス、毛髪状ガラス、発泡痕のあるガラスは観察されないものの、本質物質と思われる黒色岩片は継続して観察された。2019 年 7 月から 2020 年 5 月までの積算降灰量はおよそ 130 万トンであった。



図 1 阿蘇山 噴火の状況

(2月20日 上：草千里監視カメラ，左下：車帰監視カメラ，右：南阿蘇村監視カメラ)

中岳第一火口では、噴火が継続しており、2月20日13時20分には灰白色の噴煙が火口縁上1,700mまで上がった。



図 2 阿蘇山 中岳第一火口の火映、火炎の状況

(左：草千里監視カメラ，右：阿蘇火山博物館の火口カメラA)

- ・中岳第一火口では、12月23日から2月20日にかけて火映が観測された。
- ・阿蘇火山博物館提供の火口カメラは、5月15日まで火口底の一部で夜間に時々火炎が観測された。

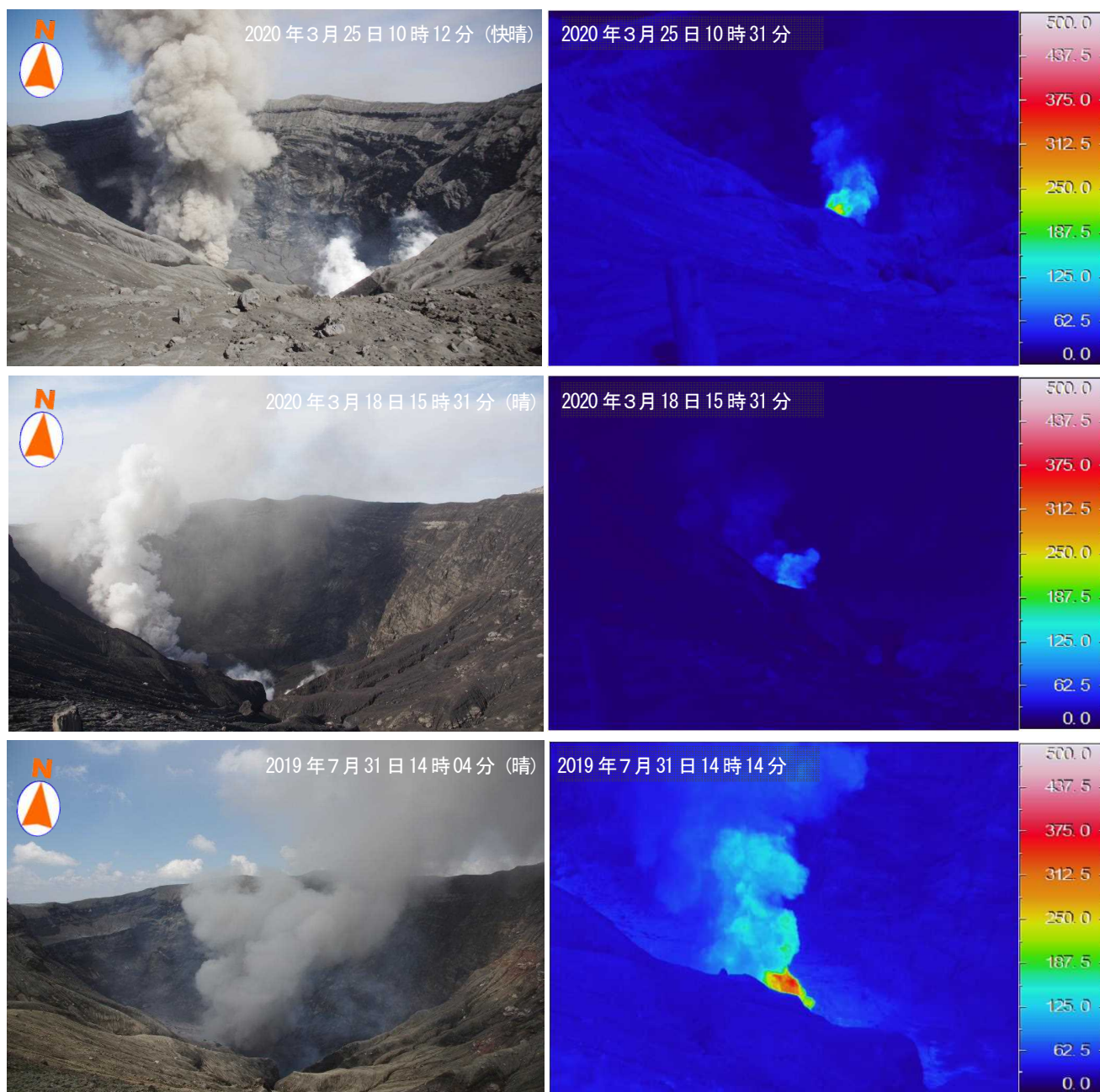


図3 阿蘇山 噴火の状況（中岳第一火口の南側から観測）

3月18日及び25日に実施した現地調査では、中岳第一火口内に湯だまりはなく、高温の灰白色の噴煙が噴出しているのを確認した。赤外熱映像装置による観測では、中岳第一火口底から噴出する噴煙の最高温度は約300℃であった（2019年7月31日：約370℃）。

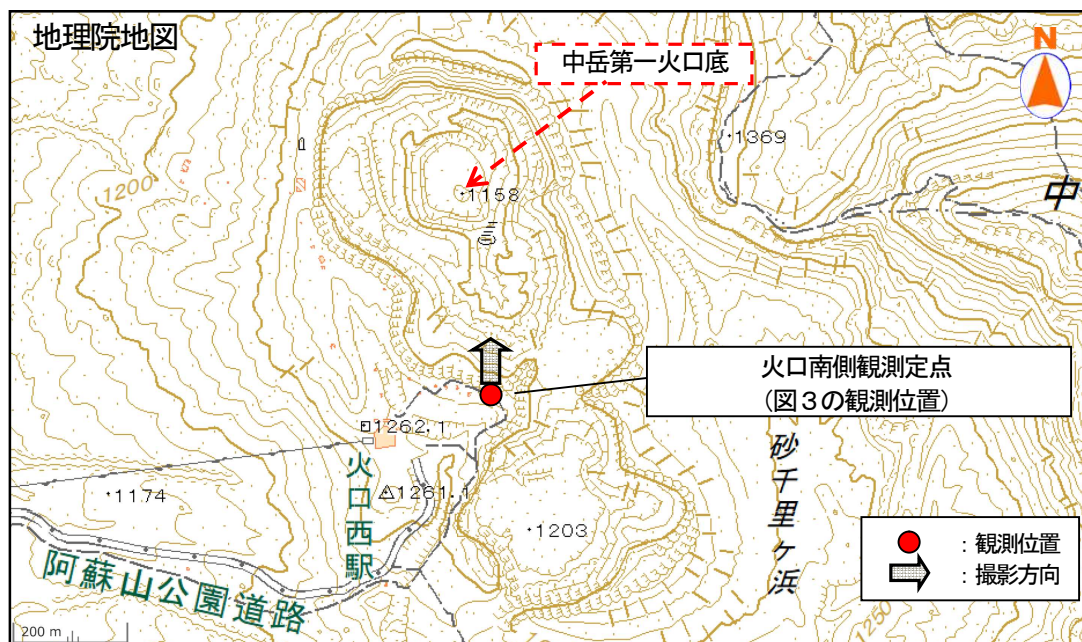


図 4 阿蘇山 中岳第一火口の現地調査観測位置図（観測位置及び撮影方向）



図 5 阿蘇山 降灰の状況（阿蘇市役所駐車場, 上：3月9日 下：2月12日）

中岳第一火口の風下側の地域では、噴火による降灰が続いている。

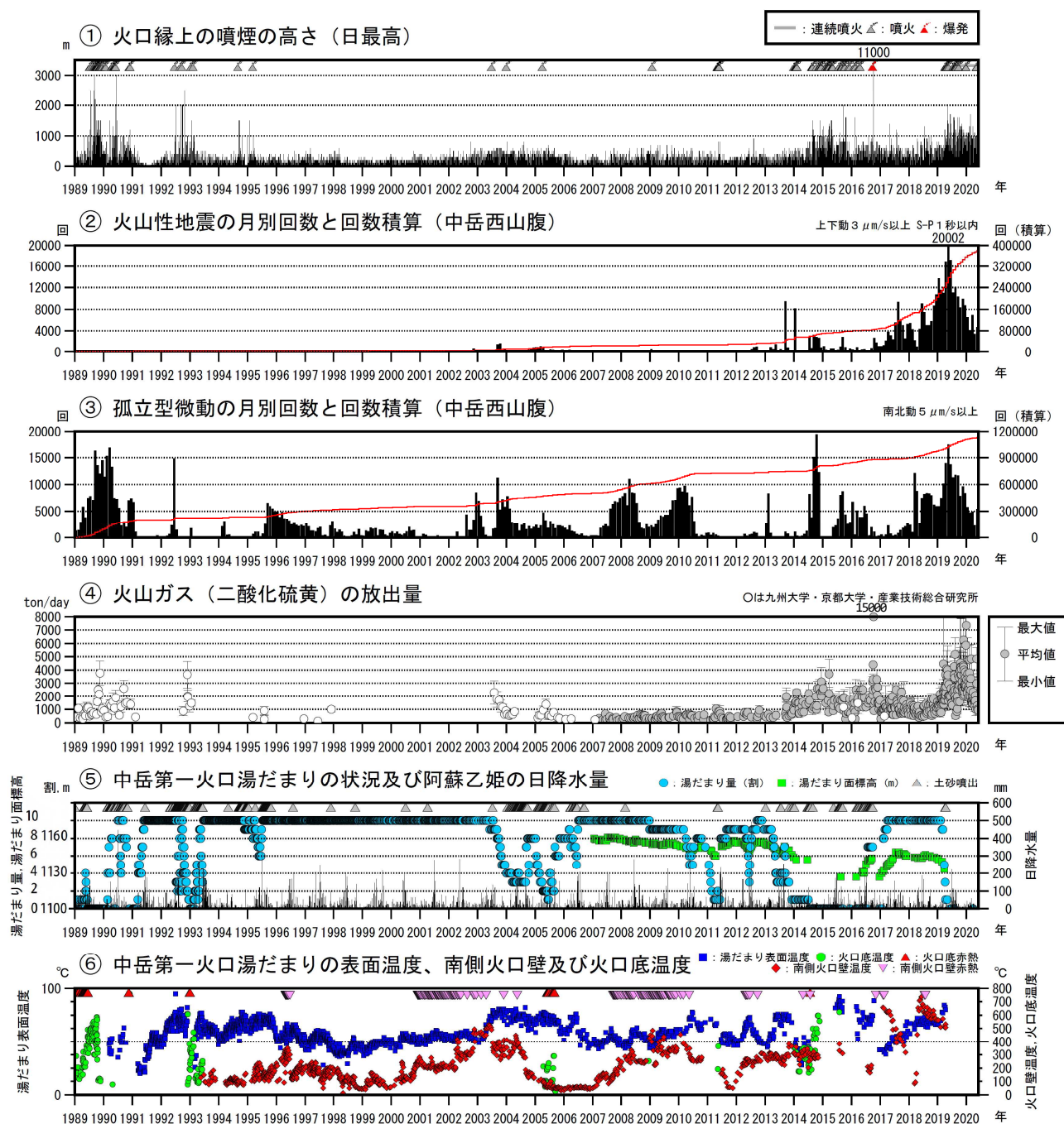


図6 阿蘇山 火山活動経過図（1989年1月～2020年5月31日）

<1989年1月～2020年5月31日の状況>

- ・火山性地震は、2017年3月以降概ね多い状態で経過している。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2013年9月以降増減を繰り返しているが、それ以前より多い状態で経過している。

2002年3月1日から検出対象を変位波形から速度波形に変更した。

②と③の赤線は回数の積算を示している。

④～⑥は現地調査の結果を示している。

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

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割としている。

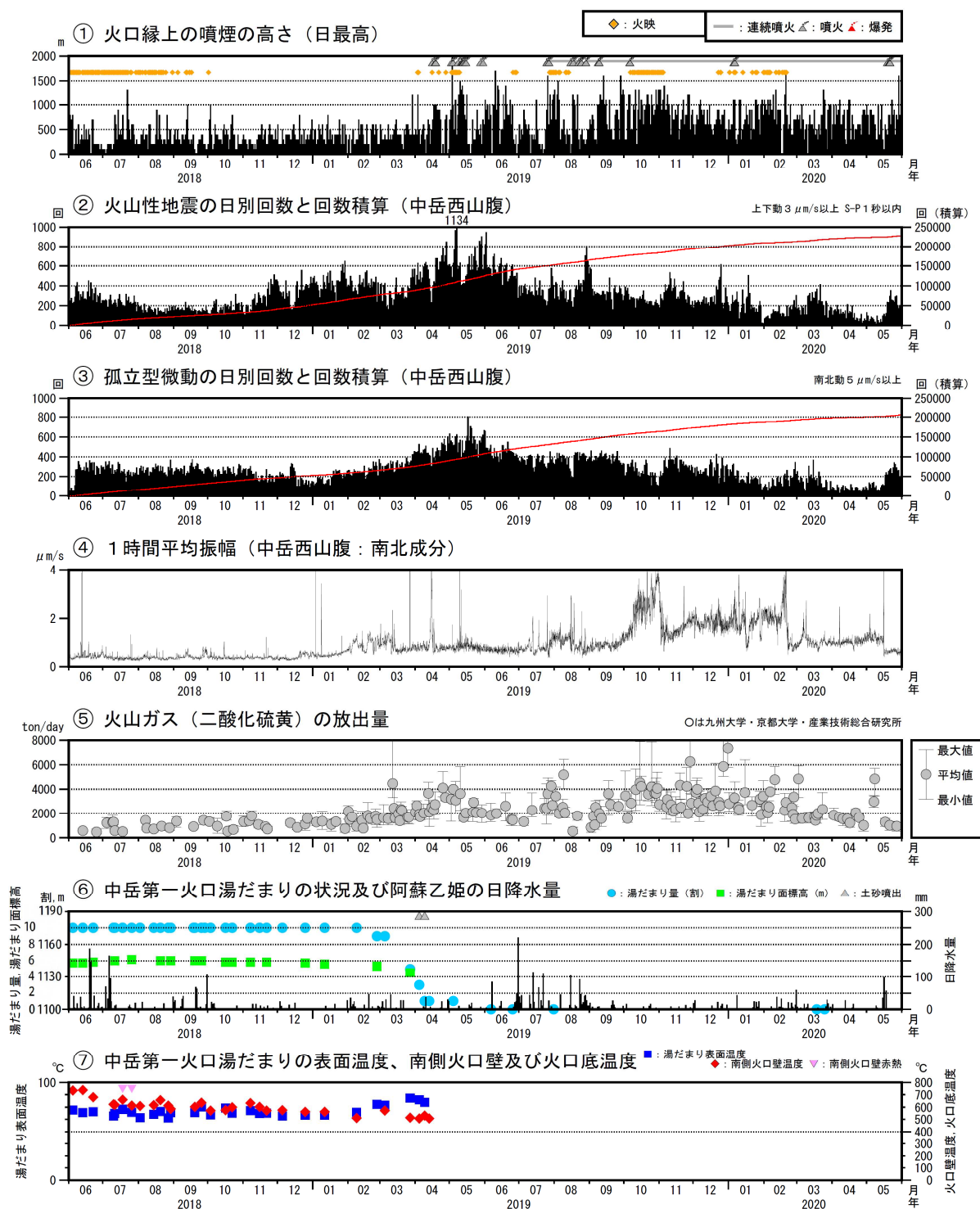


図7 阿蘇山 火山活動経過図（2018年6月～2020年5月31日）

<2019年12月～2020年5月31日の状況>

- ・火映は、2019年12月23日から2020年2月20日にかけて草千里監視カメラで観測された。
- ・火山性微動は連続的に発生し、振幅は2019年12月から2020年2月中旬まではやや大きい状態で経過したが、その後は、一時的な振幅の増大を伴いながら概ね小さい状態で経過した。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、概ね多い状態で推移しており、12月下旬に一時的な増加がみられたが、その後は変動を伴いながら1,000トンから2,000トン程度で推移している。

②と③の赤線は回数の積算を示している。⑤～⑦は現地調査の結果を示している。

火山性微動の振幅が大きい状態では、火山性地震、孤立型微動の回数は計数できなくなっている。

⑦の湯だまり温度等は赤外放射温度計で計測していたが、2015年6月から赤外熱映像装置により計測している。

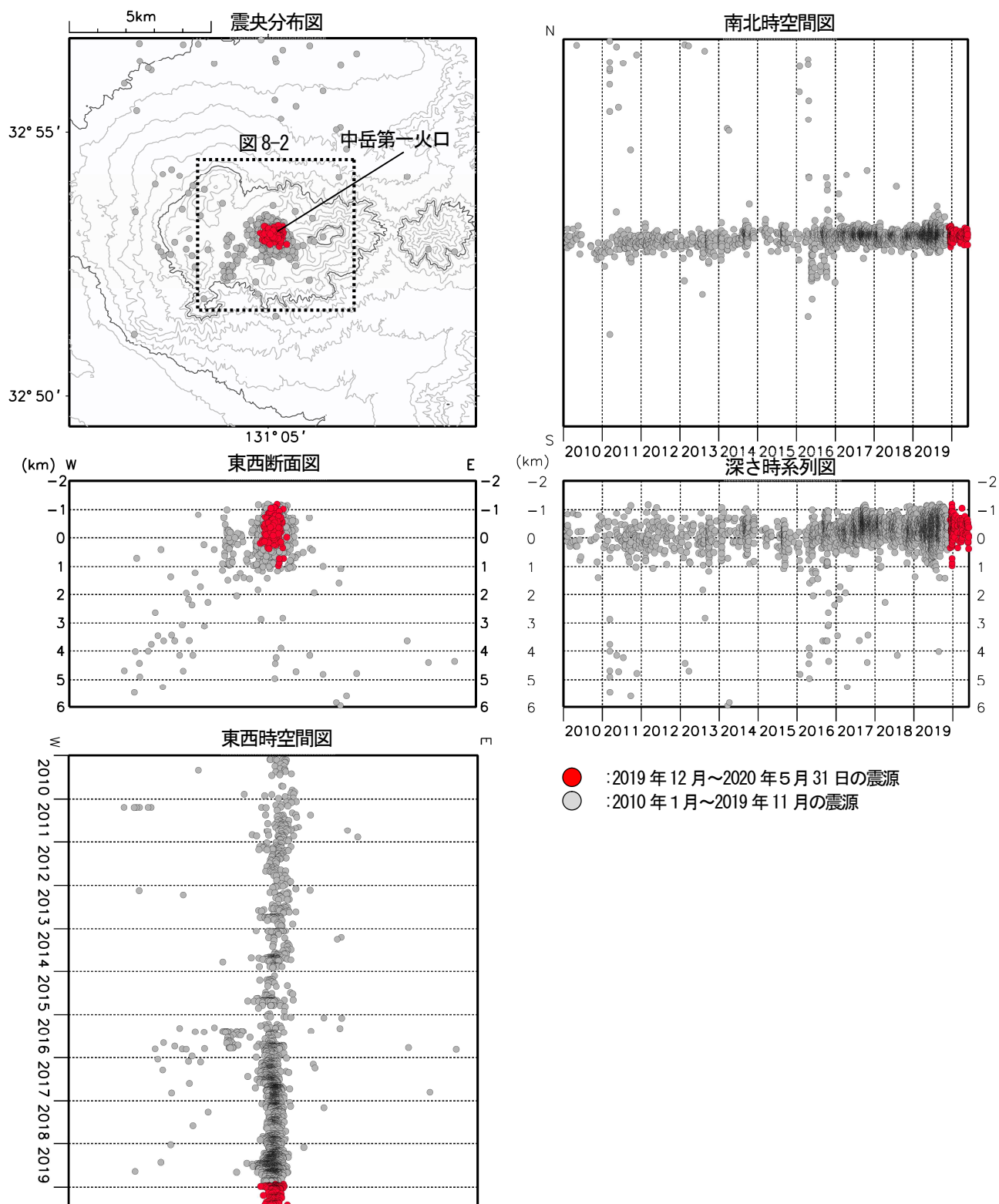


図 8-1 阿蘇山 震源分布図（広域）（2010 年 1 月～2020 年 5 月 31 日）

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがある。
この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

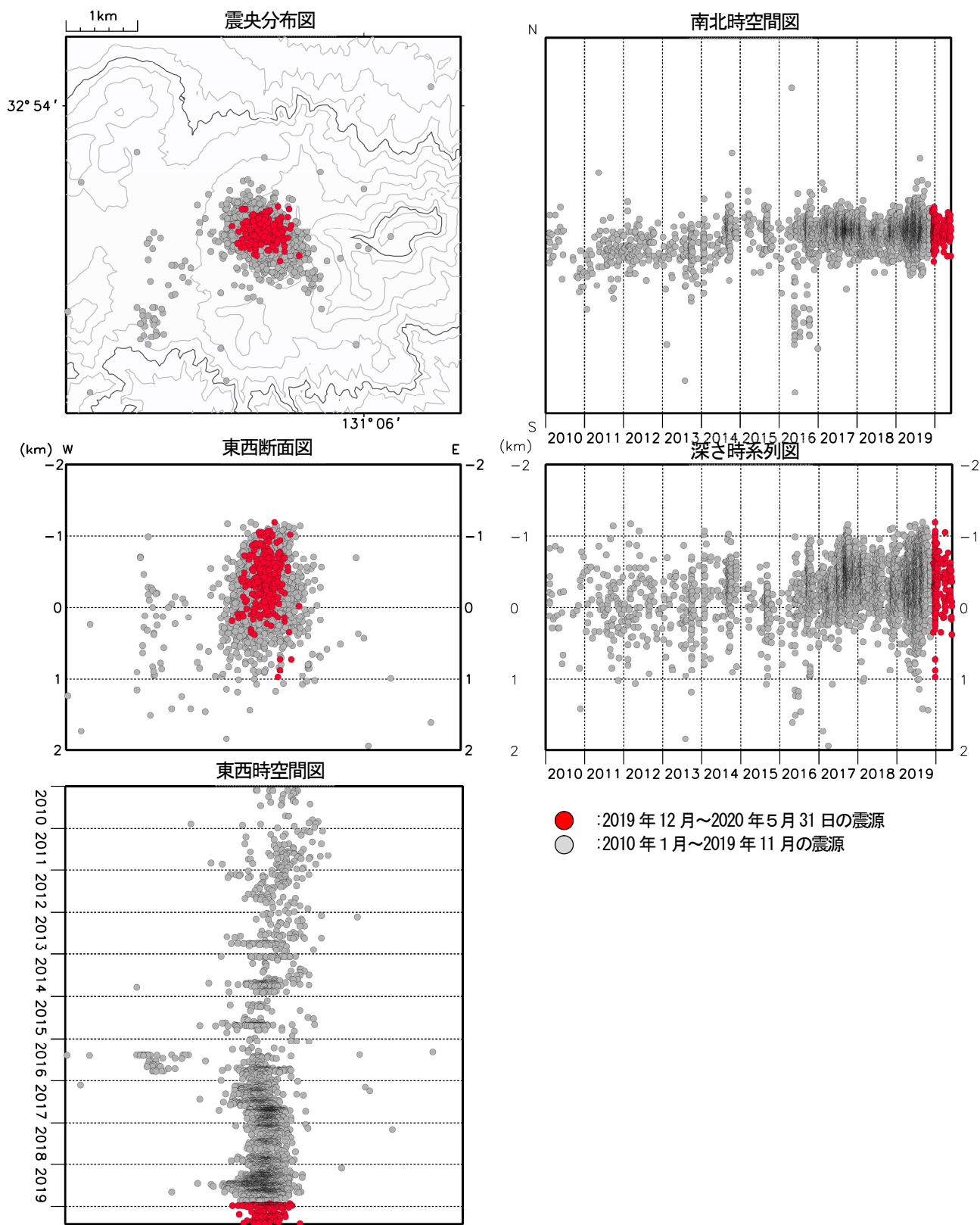


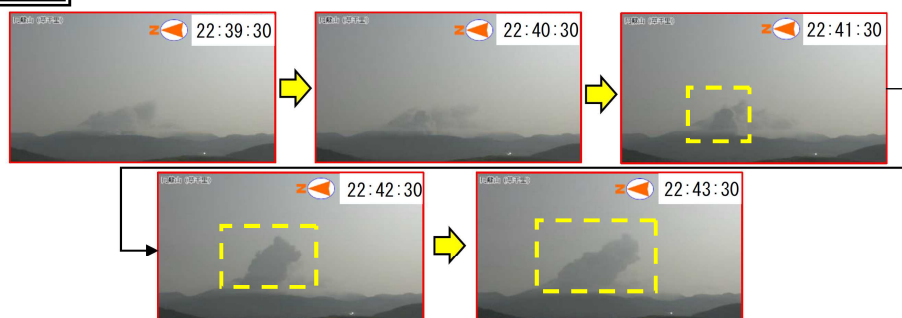
図 8-2 阿蘇山 震源分布図 (2010 年 1 月～2020 年 5 月 31 日)

＜2019 年 12 月～2020 年 5 月 31 日の状況＞

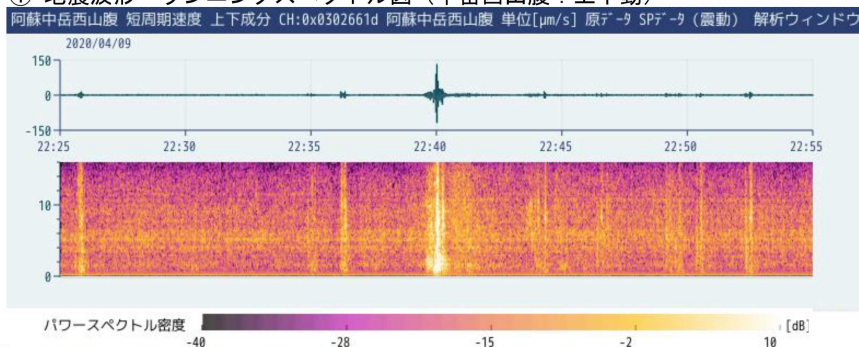
震源が求まった火山性地震は 291 回で、震源は主に中岳第一火口付近のごく浅い所から深さ 1 km 付近に分布した。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

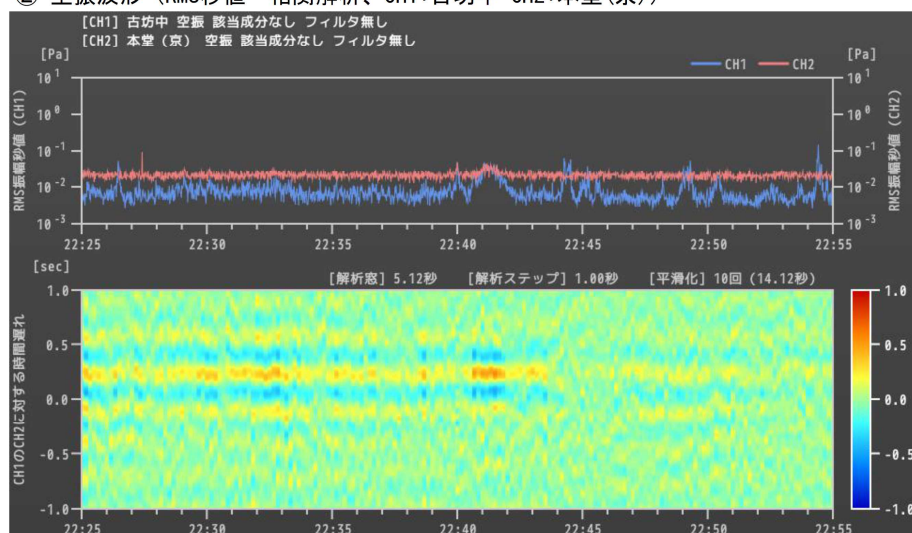
草千里監視カメラ



① 地震波形・ランニングスペクトル図（中岳西山腹：上下動）



② 空振波形（RMS秒値・相関解析、CH1:古坊中 CH2:本堂(京)）



③ 阿蘇古坊中傾斜計（分値、潮汐補正済み、表示倍率10倍）

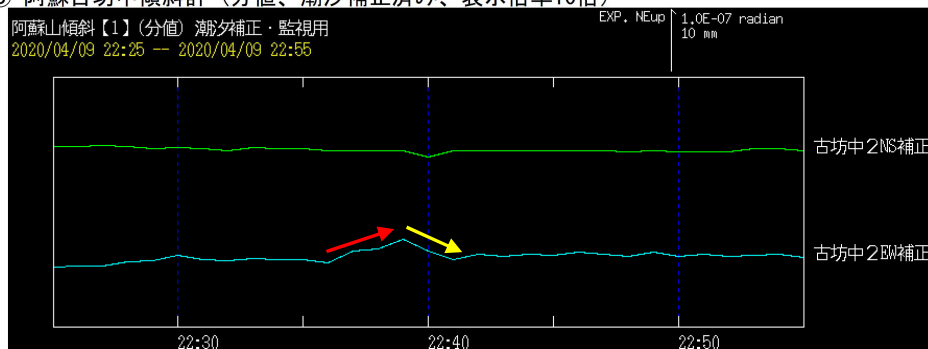


図9 阿蘇山 4月9日22時39分に発生した火山性地震について

- ・ 相関解析に用いた空振波形には3-12HzのBPFをかけている。
- ・ 4月9日22時39分に、火口直下が震源と推定されるやや規模の大きな火山性地震が発生した。
- ・ この地震の発生直前に、古坊中観測点の傾斜計において、火口方向の隆起を示すわずかな傾斜変動が観測された（赤矢印）。
- ・ 地震発生後には、空振を伴った噴煙量の増加がみられ（黄破線）、傾斜計では火口方向の沈降を示す傾斜変動が観測された（黄矢印）。

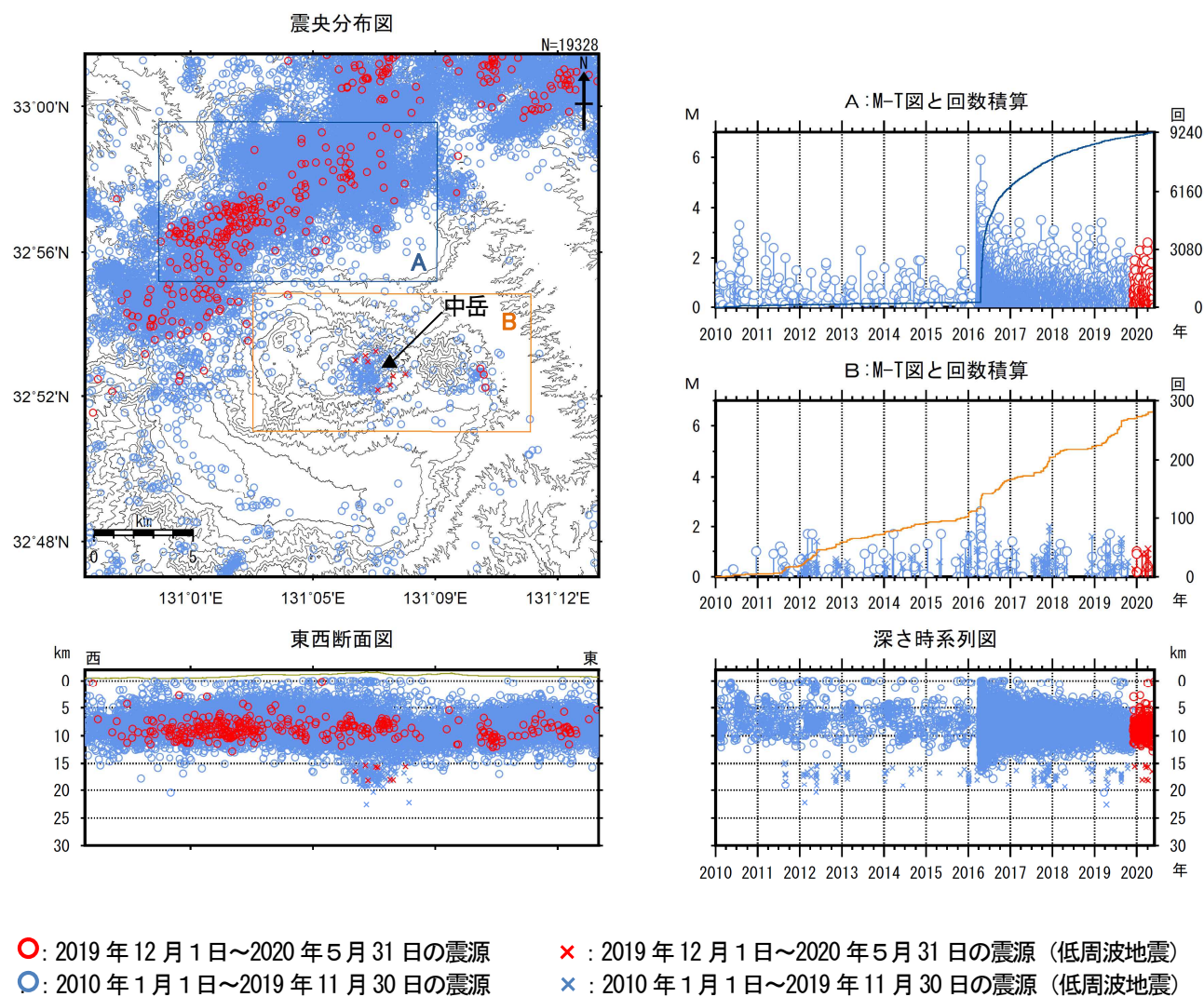


図 10 阿蘇山 一元化震源による震源分布図 (2010 年 1 月～2020 年 5 月 31 日)

中岳周辺領域では、「平成 28 年 (2016 年) 熊本地震」の一連の地震が継続した。

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがあることがある。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50m メッシュ (標高)』を使用した。

2020 年 4 月 18 日以降の地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、それ以前と比較して微小な地震での震源決定数の変化 (増減) が見られる。

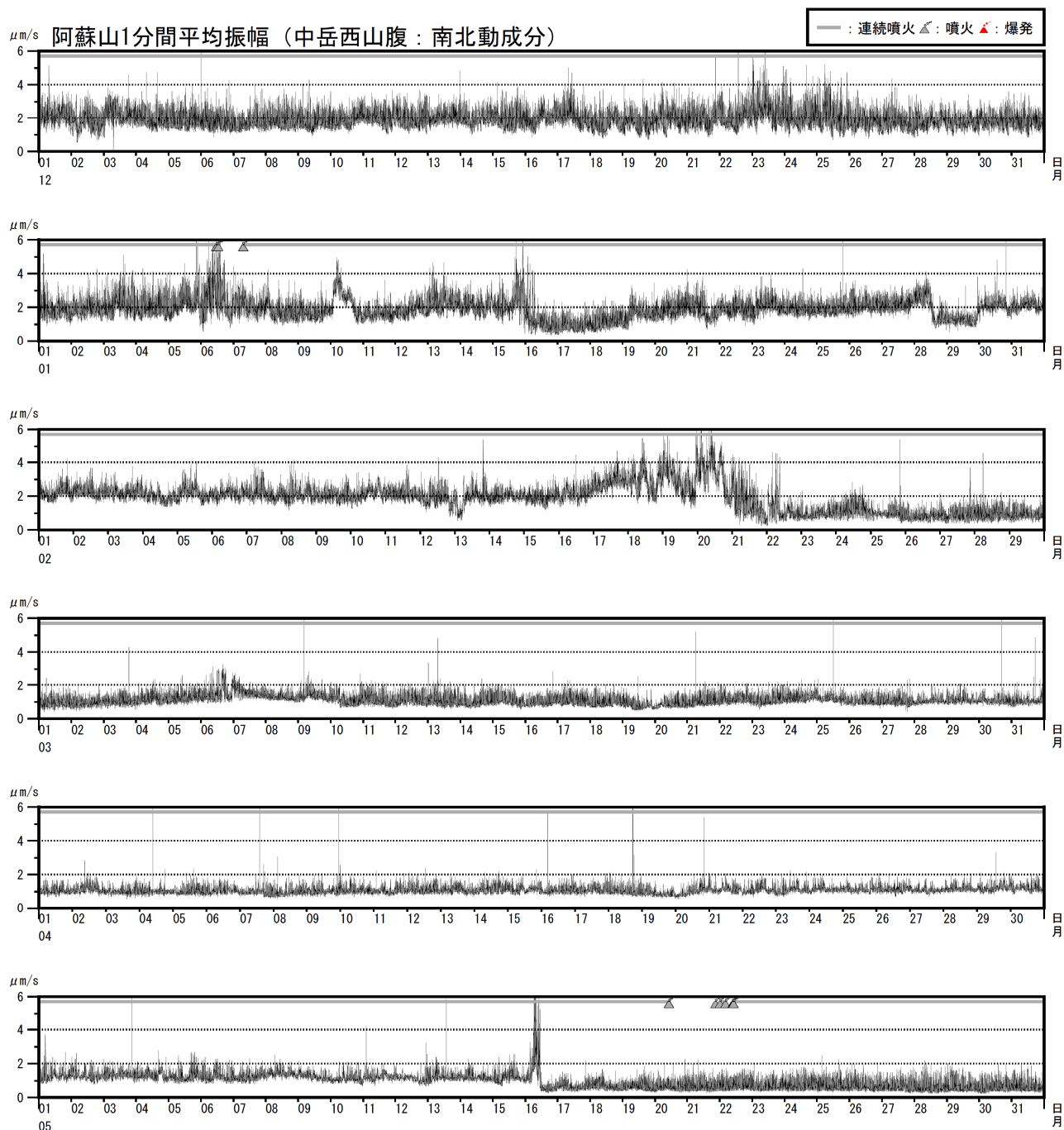


図 11 阿蘇山 1 分間平均振幅の時間変化

(中岳西山腹観測点南北動成分、2019 年 12 月～2020 年 5 月 31 日)

<2019 年 12 月～2020 年 5 月 31 日の状況>

火山性微動は連続的に発生し、振幅は 2019 年 12 月から 2020 年 2 月中旬にかけてやや大きい状態で経過した。2 月 16 日より変動を伴いながら時々大きい状態となったが、21 日以降は概ね小さい状態で経過した。その後、5 月 16 日に一時的に振幅が大きい状態となった。

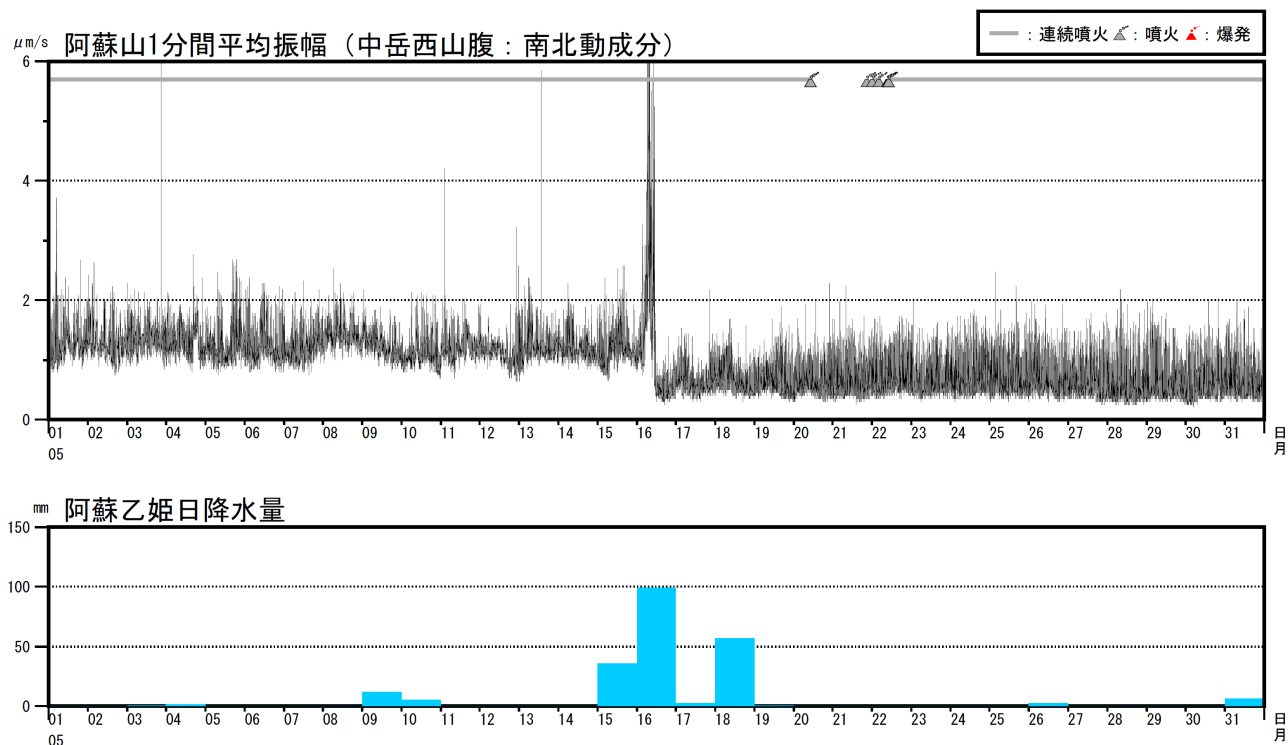


図 12 阿蘇山 2020 年 5 月の 1 分間平均振幅の時間変化と降水量
(中岳西山腹観測点南北動成分、阿蘇乙姫日降水量)

2020 年 5 月は 16 日にかけてまとまった降水があった。その中で、火山性微動の平均振幅は概ね小さい状態（最大 $2.0\mu\text{m/s}$ 程度）で経過していたが、16 日に一時的に大きく（ $6.0\mu\text{m/s}$ 程度）なった。振幅の増大がみられた後に、噴煙等の状況に特段の変化はみられず、平均振幅は増大以前よりやや小さい近い状態に戻った。

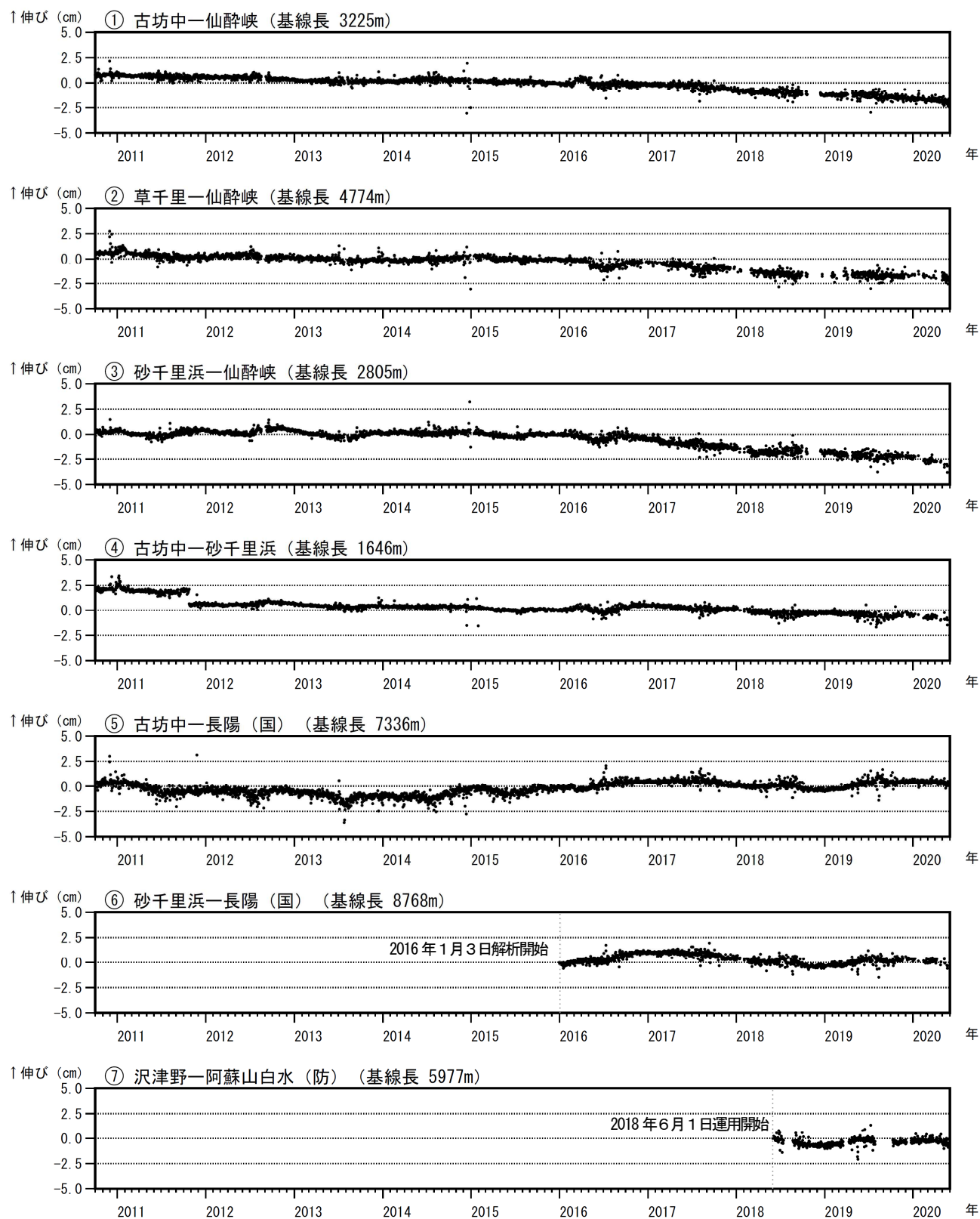


図 13-1 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2020 年 5 月 31 日)

これらの基線は図 14 の①～⑦に対応している。基線の空白部分は欠測を示している。

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る。

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る。

(国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所

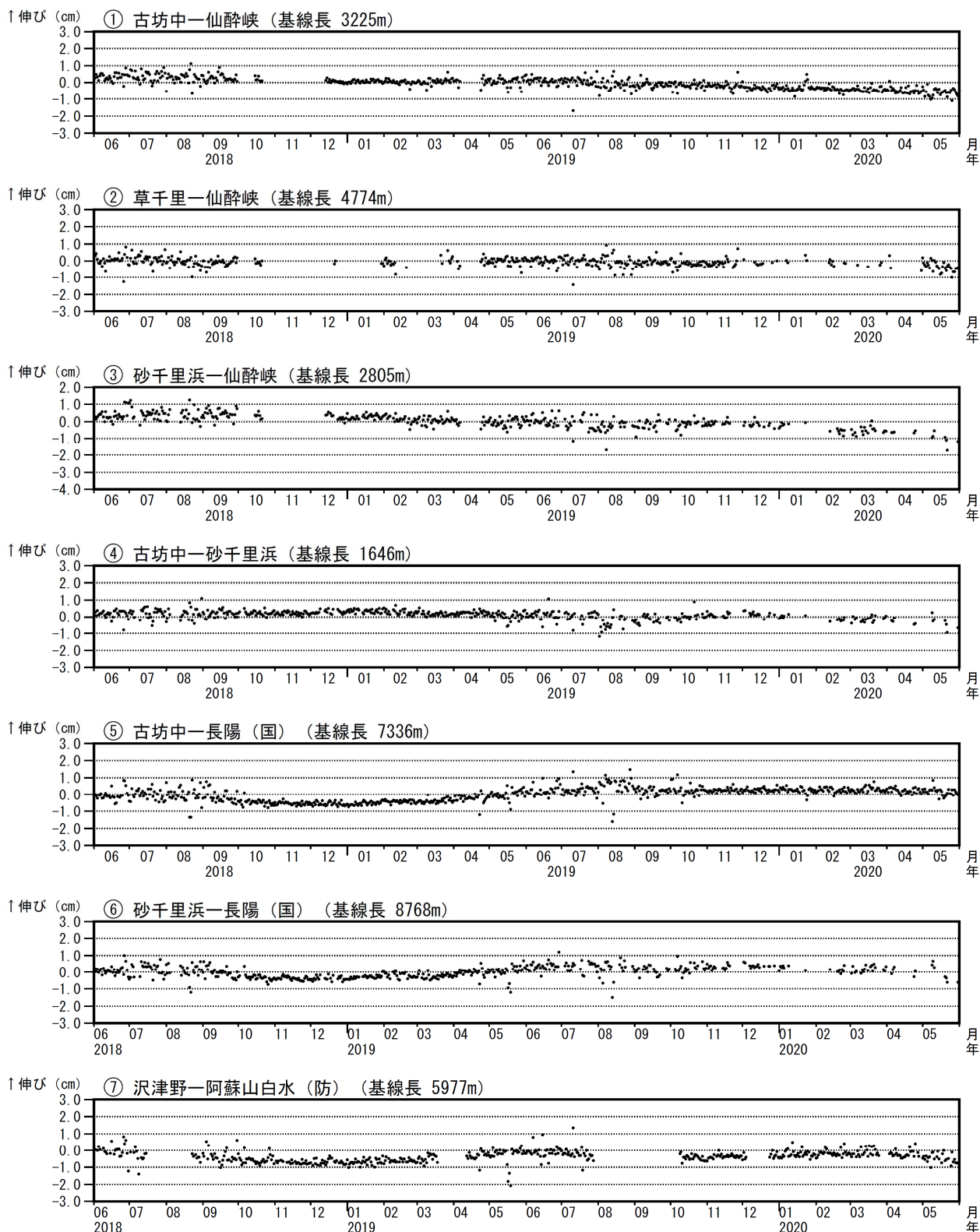


図 13-2 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2018 年 6 月～2020 年 5 月 31 日)

GNSS 連続観測では、深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む基線 (⑤) の伸びは停滞している。

これらの基線は図 14 の①～⑦に対応している。図の空白部分は欠測を示す。

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る。

(国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所

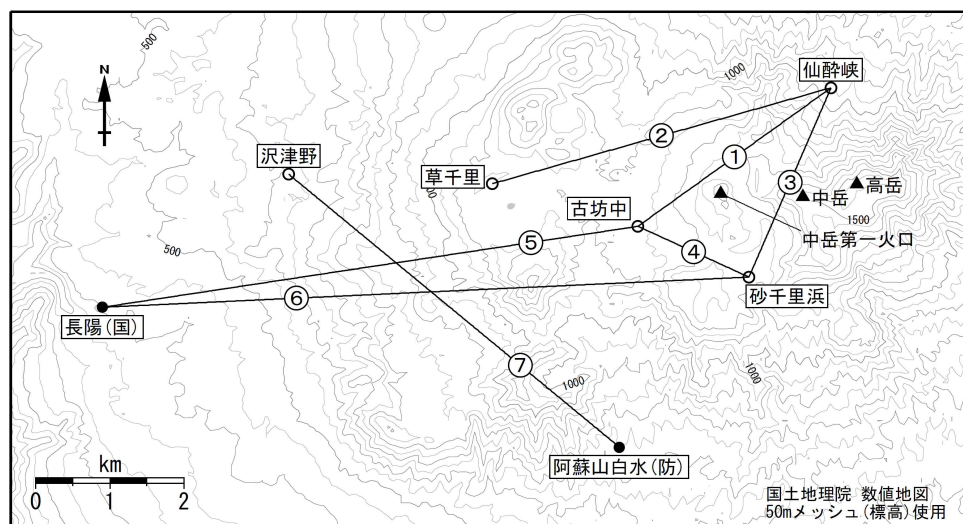


図 14 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

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す。

(国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

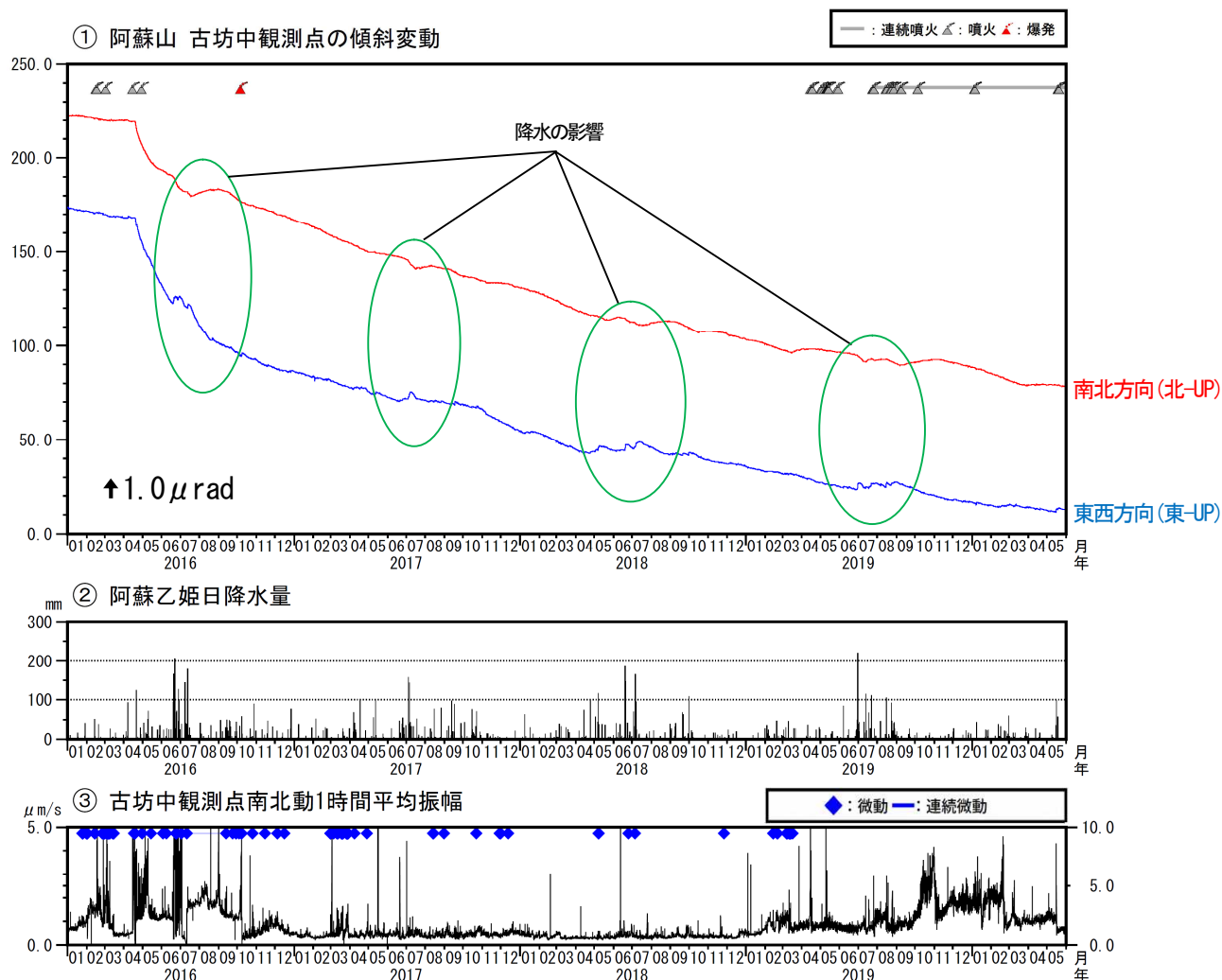


図 15 阿蘇山 傾斜変動 (2016 年 1 月～2020 年 5 月 31 日、時間値、潮汐補正済み)

<2019 年 12 月～2020 年 5 月 31 日の状況>

傾斜計では、4 月 9 日に噴煙量の増大を伴ったわずかな傾斜変動が観測されたが、それ以外に、火山活動に伴う特段の変化は認められない。



図 16-1 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況（噴気地帯 A を南西側から撮影）

噴気地帯 A では、噴気活動（図中の赤破線）が続いていることを確認した。

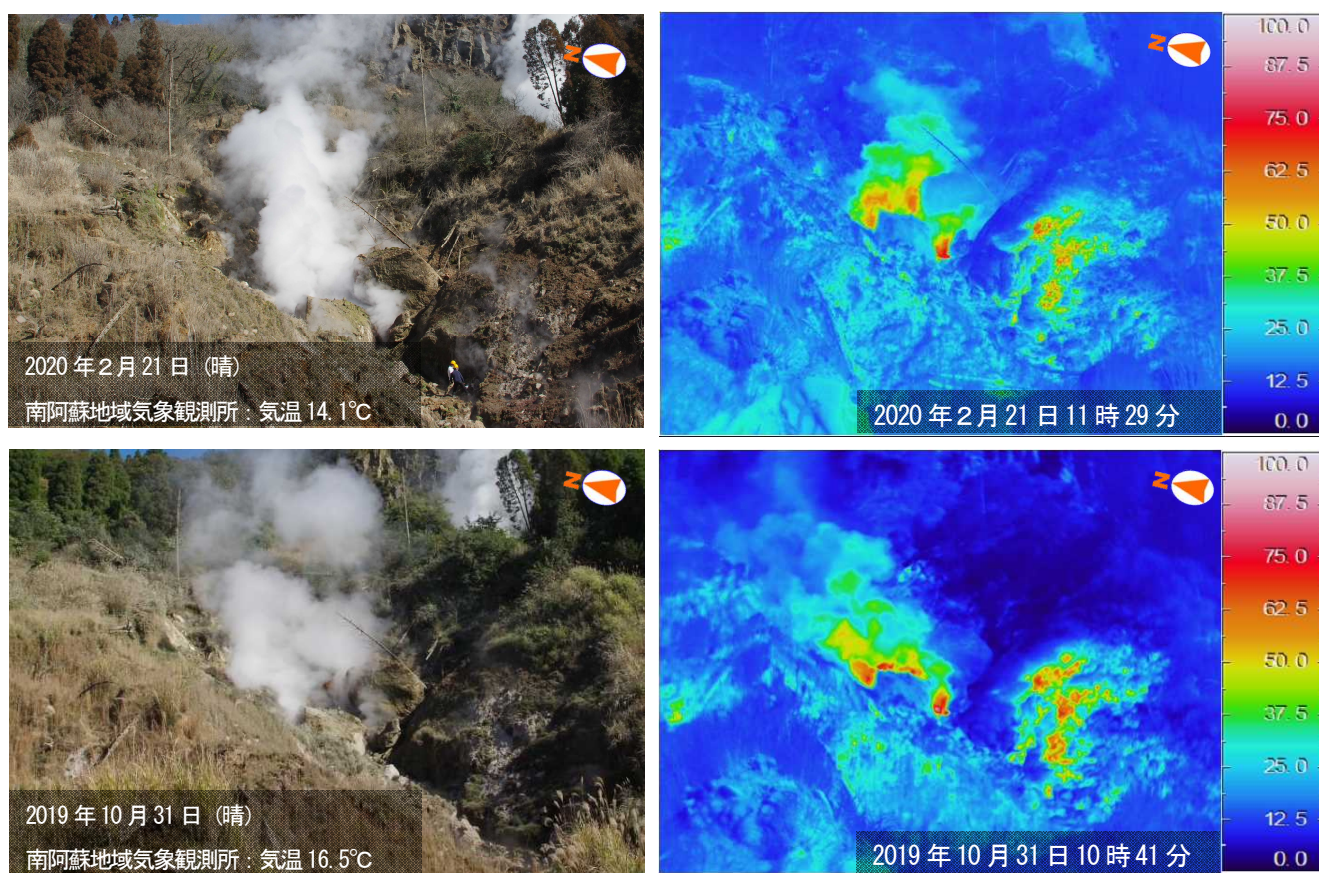


図 16-2 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況（噴気地帯 B を西側から撮影）

噴気地帯 B では、やや活発な噴気活動や地熱活動が続いていることを確認した。

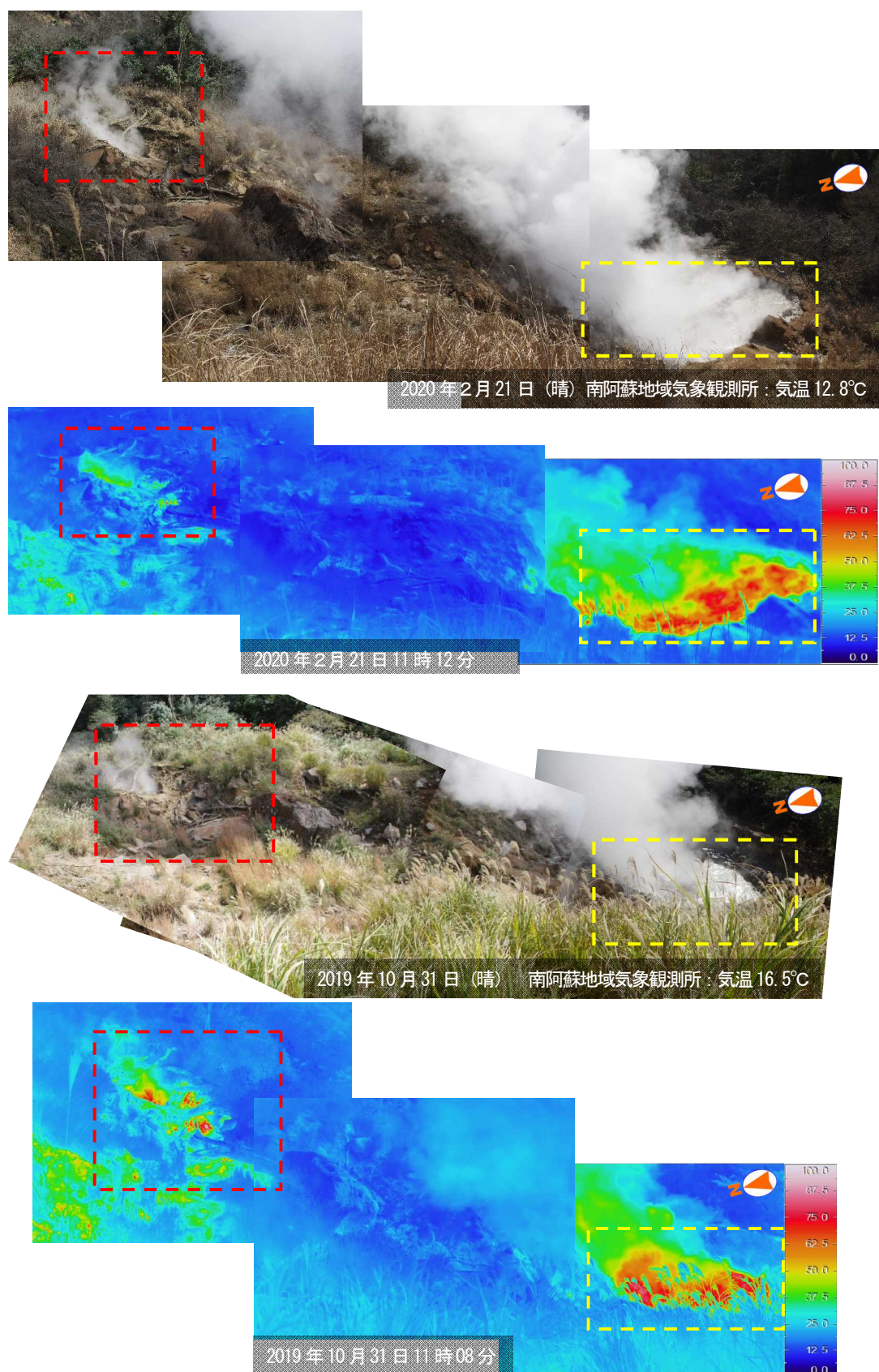
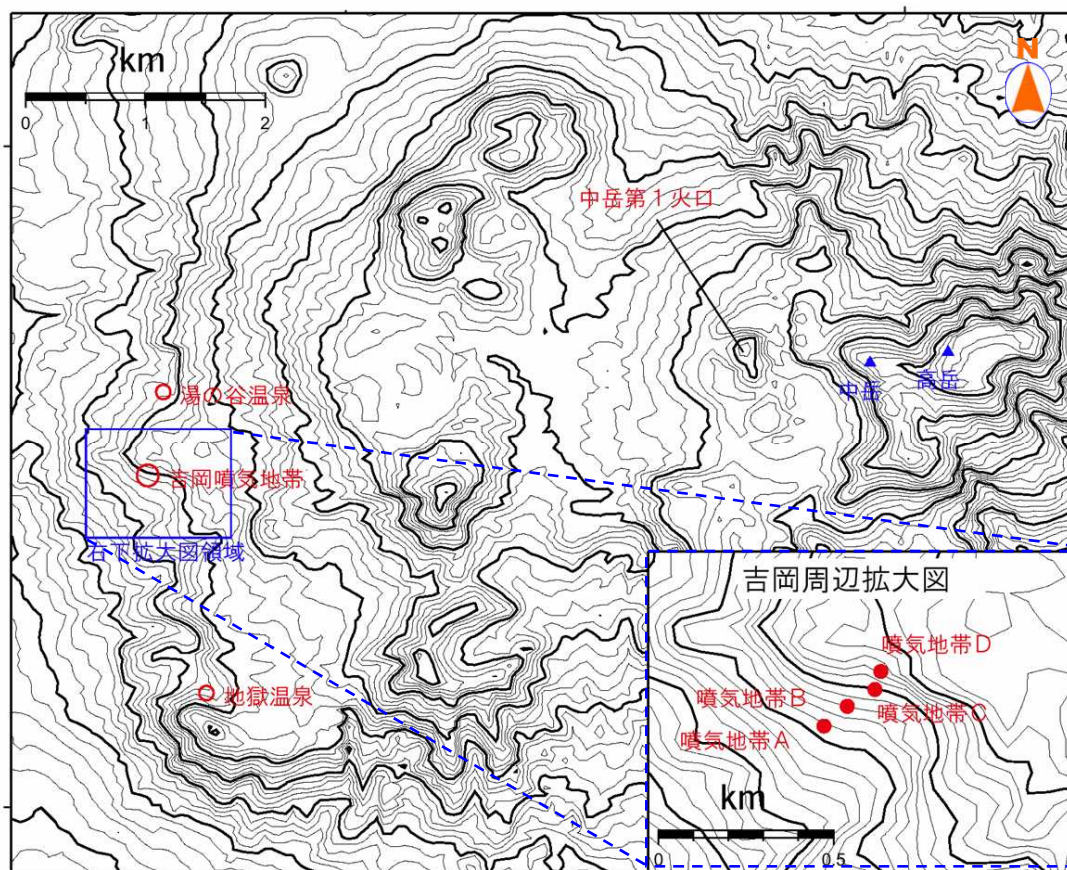


図 16-3 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況(噴気地帯Cを西側から撮影)

噴気地帯Cでは、やや活発な噴気活動や地熱活動が続いていることを確認した。2013年頃から北東側の噴気活動(赤破線)がやや活発となった。2017年9月以降は、平成28年(2016年)熊本地震の後に土砂崩れが発生した影響で、高温の湯(黄破線)が溜まっている。



この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図50mメッシュ（標高）』を使用した。



図17 阿蘇山 南阿蘇村吉岡の噴気地帯位置および図16-1～3の観測位置

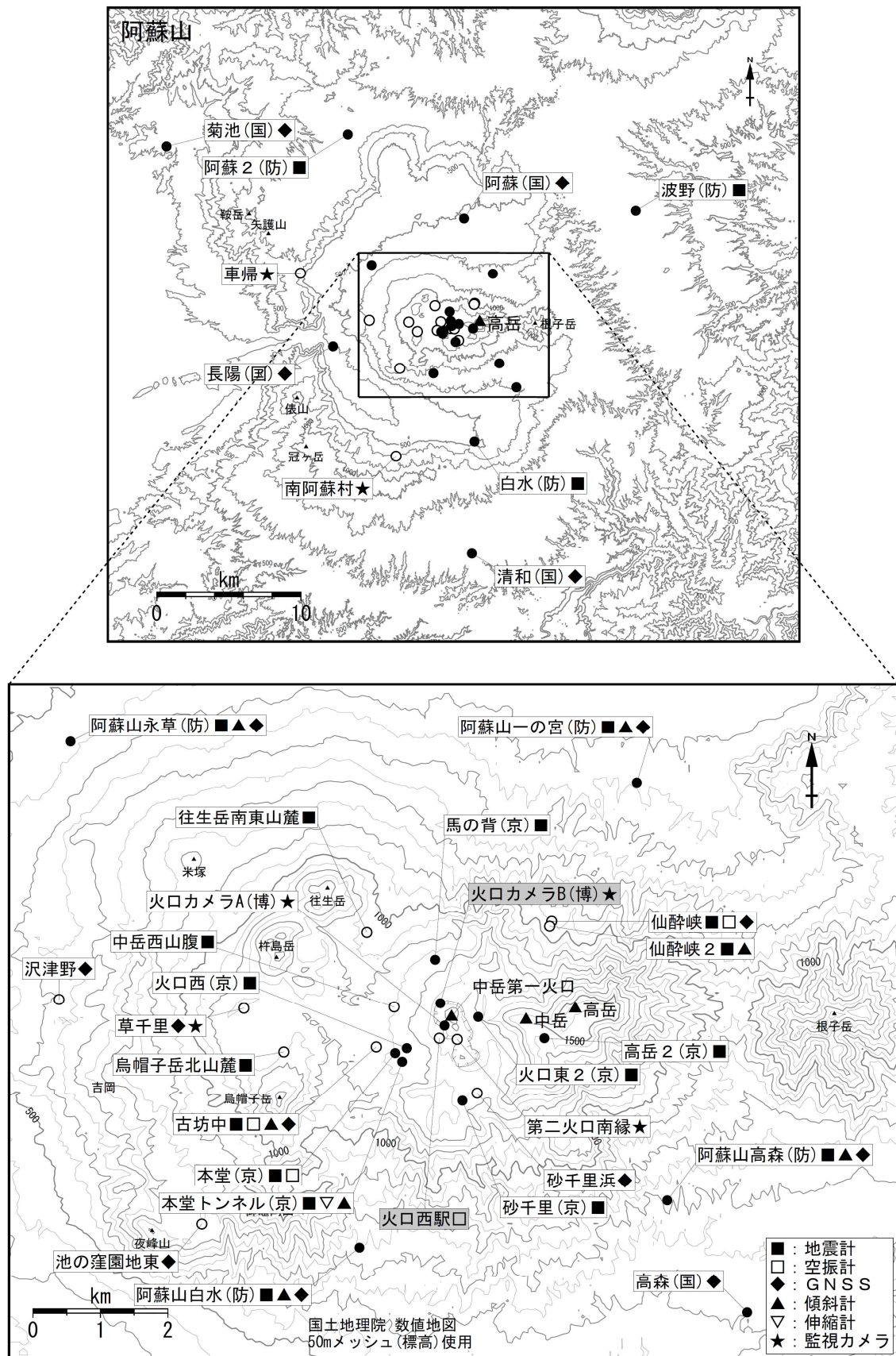
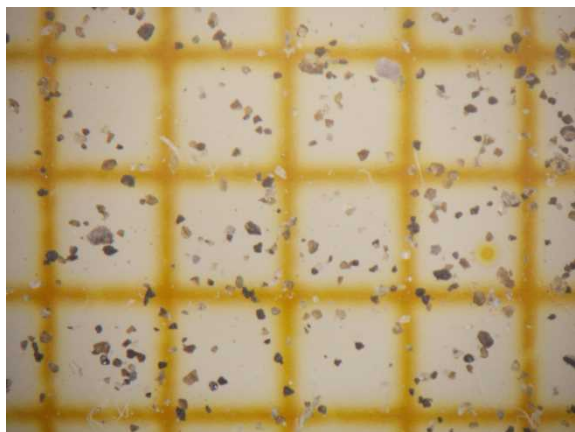


図 18 阿蘇山 観測点配置図

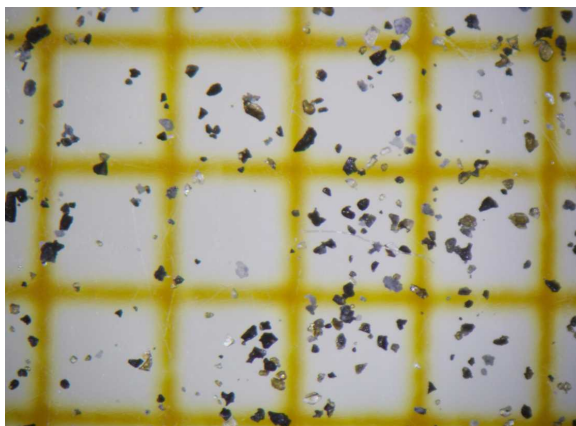
小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(京) : 京都大学、(博) : 阿蘇火山博物館、(防) : 防災科学技術研究所、(国) : 国土地理院
図中の灰色の観測点名は、噴火により障害となった観測点を示している。

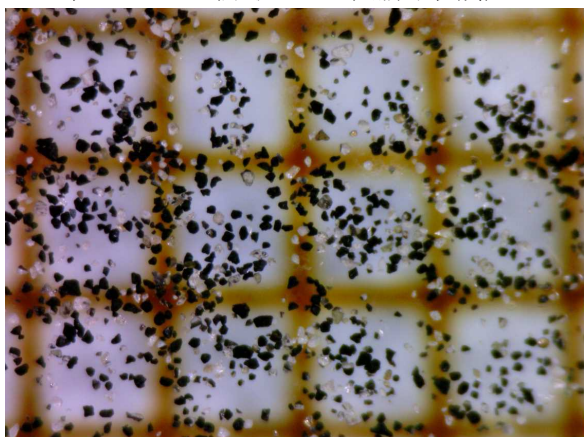
2019年12月17日（採取地点：阿蘇市役所）



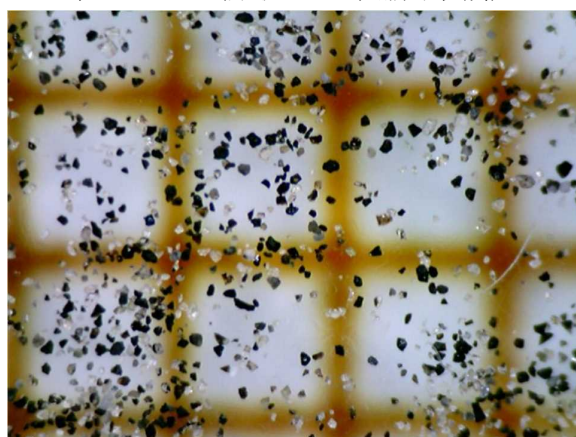
2020年1月7日（採取地点：阿蘇市役所）



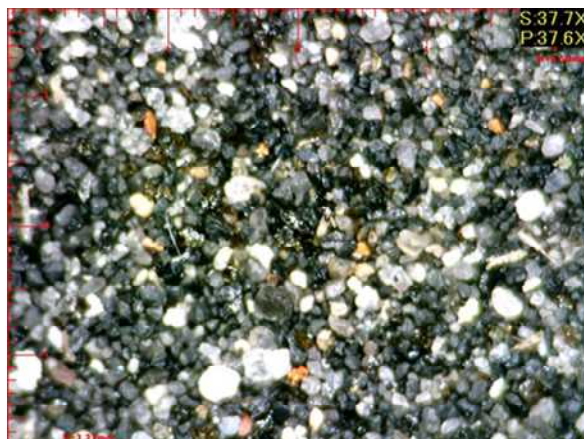
2020年2月7日（採取地点：阿蘇市役所）



2020年3月9日（採取地点：阿蘇市役所）



2020年4月3日（採取地点：草千里）



2020年4月24日（採取地点：草千里）

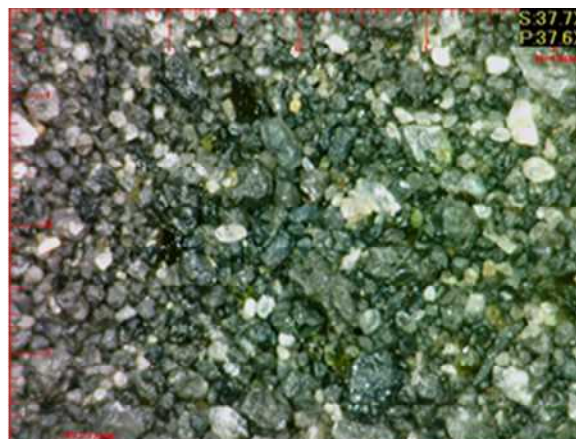


図 19 阿蘇山 阿蘇山降灰資料の観察

採取した降灰試料を洗浄後に観察。方眼は1mm。粒径は火口近傍（砂千里）でも $250\mu\text{m}$ 以下である。2019年12月以降2019年3月まで、阿蘇市役所で採取した降灰試料（火山灰）の粒径や構成物に特段の変化は認められない。構成物は黒色岩片（2019年以降の本質岩片と推定）、遊離結晶、風化岩片で、火口近傍では光沢のある黒色岩片を含む（4月採取）。2019年10月頃に特徴的にみられた、透明度の高い褐色ガラス、毛髪状ガラス、発泡痕のあるガラスは観察されない。

阿蘇市提供による

表 1 地点別積算降灰量 (2020 年 5 月末日時点)

機関	採取地点名	緯度	経度	距離[km]	採取開始日	地点別積算降灰量[kg/m ³]
気象庁	砂千里	32.88	131.09	1.4	2020/1/31	0.44
	仙酔峡	32.90	131.10	1.8	2019/9/2	11.38
	山上道路	32.88	131.08	1.9	2019/5/29	87.89
	古坊中	32.88	131.07	2.7	2019/7/16	9.11
	阿蘇市役所	32.95	131.12	8.1	2019/7/26	0.08
阿蘇市	阿蘇地域医療センター	32.93	131.08	5.8	2020/3/1	0.10
	阿蘇市役所	32.95	131.12	8.1	2020/3/1	0.06
	阿蘇西小学校	32.93	131.00	11.7	2020/3/1	0.07
	波野保健福祉センター	32.93	131.23	15.9	2020/3/1	0.03

阿蘇市提供による

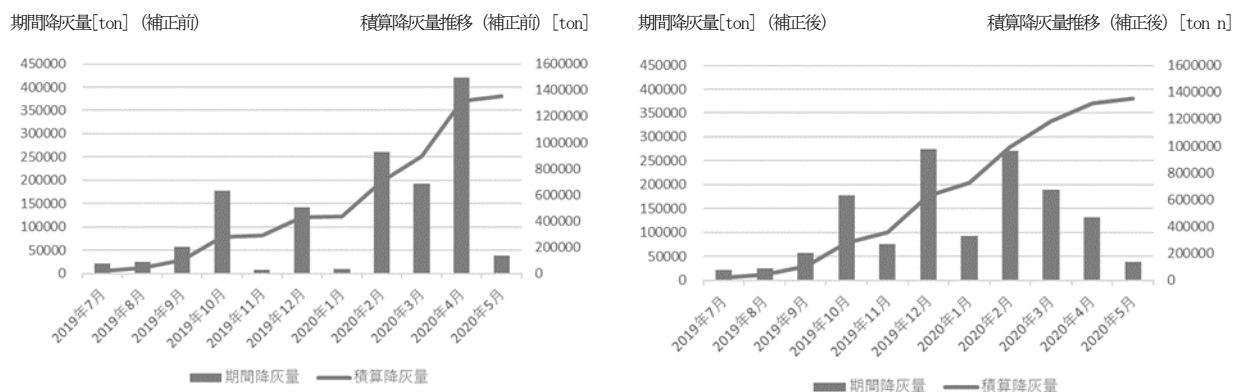


図 20 阿蘇山 月別降灰量と積算降灰量

2019 年 7 月から 2020 年 5 月までの積算降灰量はおよそ 130 万トンである。

阿蘇市提供による

気象庁および阿蘇市役所による地点別降灰量（積算降灰量）をもとに、火口から同心円分布と仮定し、月別の降灰を算出した（補正前）。複数月にわたる降灰を採取した場合は各月に当分配し月別降灰量を算出した（補正後）。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 阿蘇山における SAR 干渉解析結果

ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された阿蘇山周辺のデータについて干渉処理を行ったので報告する。

2. 解析データ

解析に使用したデータを第 1 表に示す。

第 1 表 干渉解析に使用したデータ

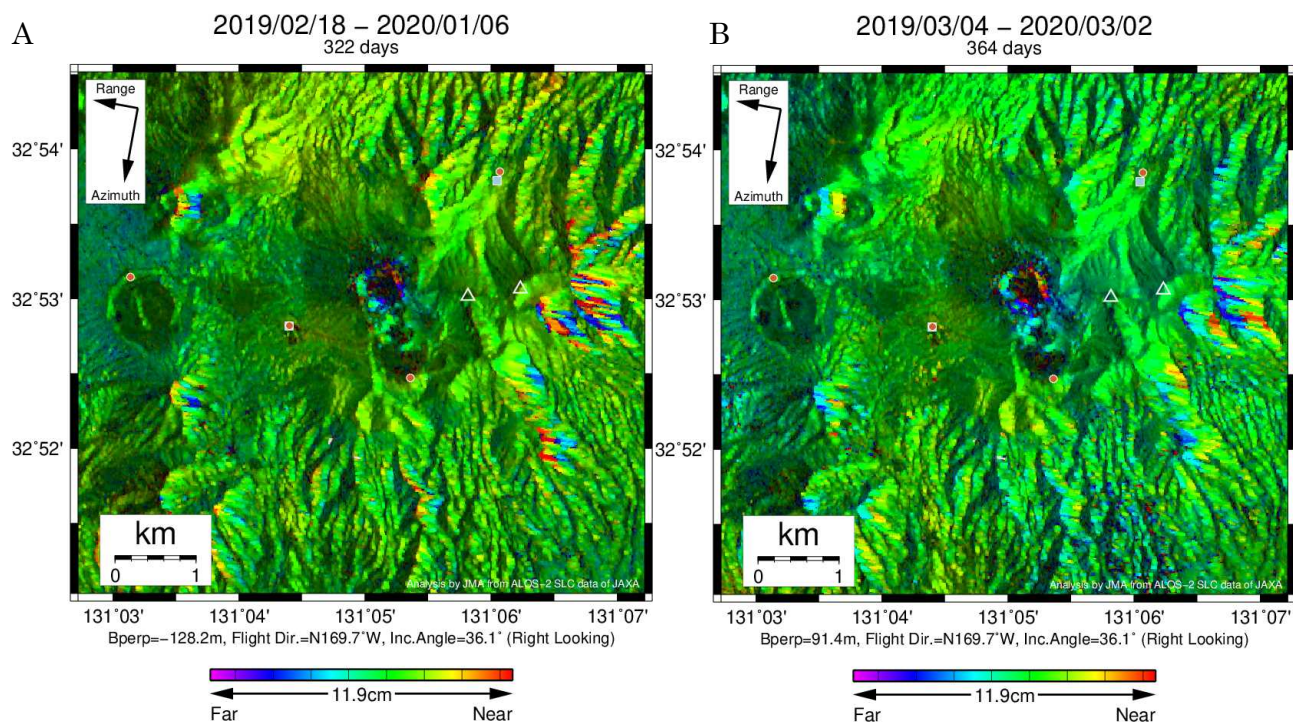
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
23-2950 (SM1_U2-7)	南行	右	36.1°	2019.02.18	2020.01.06	第 1 図 - A
				2019.03.04	2020.03.02	第 1 図 - B
130-650 (SM1_U2-7)	北行	右	36.2°	2019.02.21	2019.02.20	第 2 図 - C
				2019.05.30	2020.05.28	第 2 図 - D

3. 解析結果

北行軌道、南行軌道の長期ペアについて解析を行った。いずれにおいても、中岳火口付近で非干渉領域が認められるものの、その他の領域ではノイズレベルを超えるような位相変化は認められなかった。

謝辞

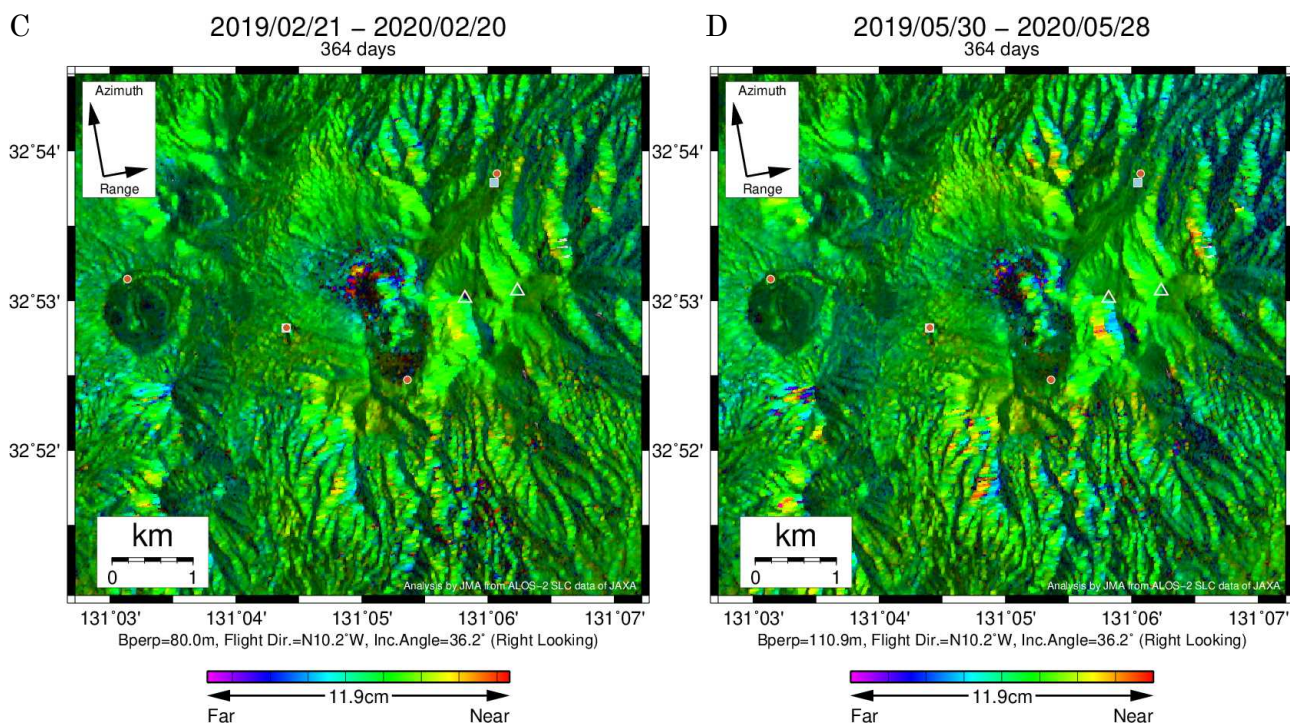
本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また、一部のデータは、PIXEL で共有しているものであり、JAXA と東京大学地震研究所の共同研究契約により JAXA から提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された RINC を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を、地形の描画には数値地図 25000（行政界・海岸線）のデータを使用した。ここに記して御礼申し上げます。



第 1 図 パス 23 (SM1_U2-7) による阿蘇山及び周辺の干渉解析結果

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点、四角印は傾斜観測点を示す。

中岳火口付近において非干渉領域が認められるが、その他、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。



第 2 図 パス 130 (SM1_U2-7) による阿蘇山及び周辺の干渉解析結果

凡例は第 1 図と同じ。

中岳火口付近において非干渉領域が認められるが、その他、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

阿蘇山における地磁気全磁力変化

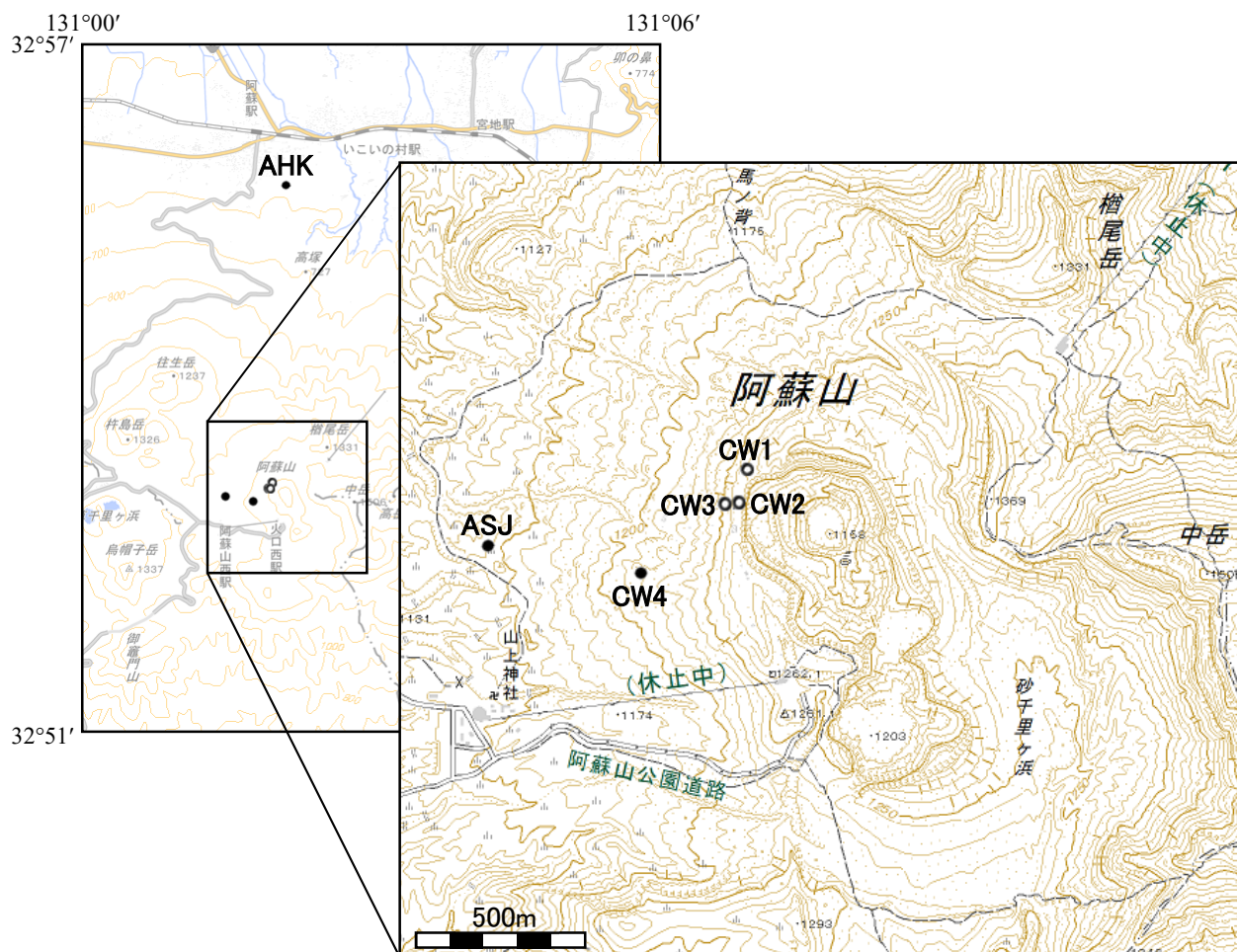
中岳第一火口の西側約 1 km で実施している全磁力連続観測によると、火山活動による有意な変化は見られない。

○観測の結果

第 1 図に阿蘇山における全磁力連続観測点の位置を示す。

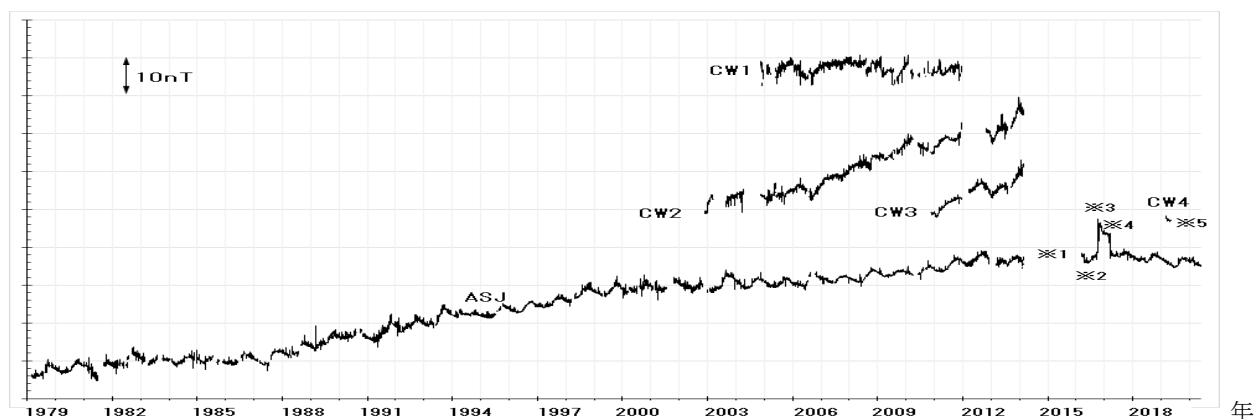
第 2 図に 1979 年 2 月から 2020 年 5 月 31 日、第 3 図に 2018 年 1 月から 2020 年 5 月 31 日までの全磁力連続観測点における全磁力変化を示す。

第一火口西側約 1km の ASJ では、2018 年秋頃から全磁力が減少するトレンドに転じた。ただし、この変化が火山性のものかは現時点では判断できない。



第 1 図 阿蘇山の全磁力連続観測点配置図

黒丸は観測中の観測点、白丸は消失した観測点を示す。こ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（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報）」を使用した（承認番号 平 29 情使、第 798 号）。



第 2 図 各連続観測点における全磁力変化（1979 年 2 月～2020 年 5 月 31 日）

全磁力変化は第一火口の北側約 5Km の基準点 (AHK) との夜間日平均値差（00:00～02:59JST）。

CW1 は 2011 年 11 月に、CW2、CW3 は 2014 年 2 月にそれぞれ観測を終了した。

CW4 は 2019 年 2 月 28 日から観測を開始した。

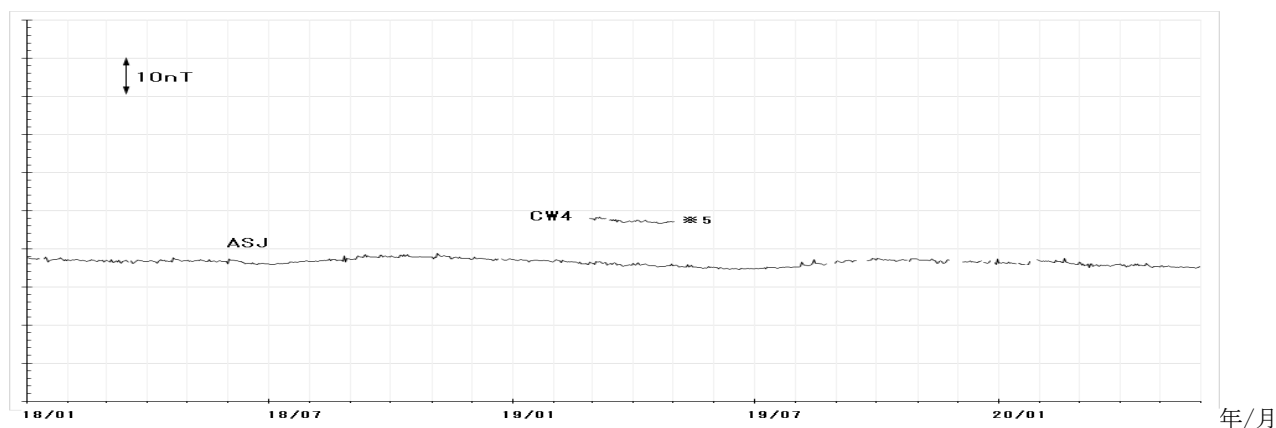
※1：2014 年 4 月 14 日～2016 年 3 月 8 日 機器障害のため欠測

※2：2016 年 4 月 15 日 熊本地震に伴う AHK の観測環境変化による変動

※3：2016 年 10 月 7 日 爆発的噴火に伴う降灰による変動

※4：2017 年 3 月 22 日 ASJ の検出器庫内火山灰除去に伴う変動

※5：2019 年 5 月 3 日～ 観測機器障害のため欠測



第 3 図 各連続観測点における全磁力変化（2018 年 1 月～2020 年 5 月 31 日）

阿蘇山・中岳の活動概況

草千里のマグマだまりをはさむ測線の基線長変化（図 1）は 2018 年 12 月半ば以降に短縮から伸びに転じ、その後ゆるやかな伸張が継続した。この変動は 2019 年 8 月以降停滞や伸張を繰り返していたが、直近は短縮に転じている。

2019 年 4 月 16 日に開始した噴火は、2020 年 6 月上旬まで断続的な灰放出として継続した（図 2）。火口底中央部には噴出火孔が形成され、2019 年 10 月中旬から 11 月初旬や 2020 年 2 月には日中でも火孔部分が赤熱している様子が確認された。その見かけ温度は約 600℃であった。その後は 300～400℃程度での推移が続いていたが、6 月 16 日には約 60℃に低下した（図 1、図 3）。

地磁気全磁力連続観測の結果では、2018 年 10 月頃から第一火口の地下での消磁に対応する磁場変化が観測されていたが、2020 年 1 月以降の変化はほぼ横ばいとなり、5 月中旬以降は地中岩石の帯磁に対応する磁場変化となった（図 1、図 5）。

長周期微動（地震）の発生頻度や振幅は、基線長変化に対応するように小さくなりつつある（図 6）。また、本堂観測坑道で捉えられていた歪変化も小さくなってきている（図 7）。

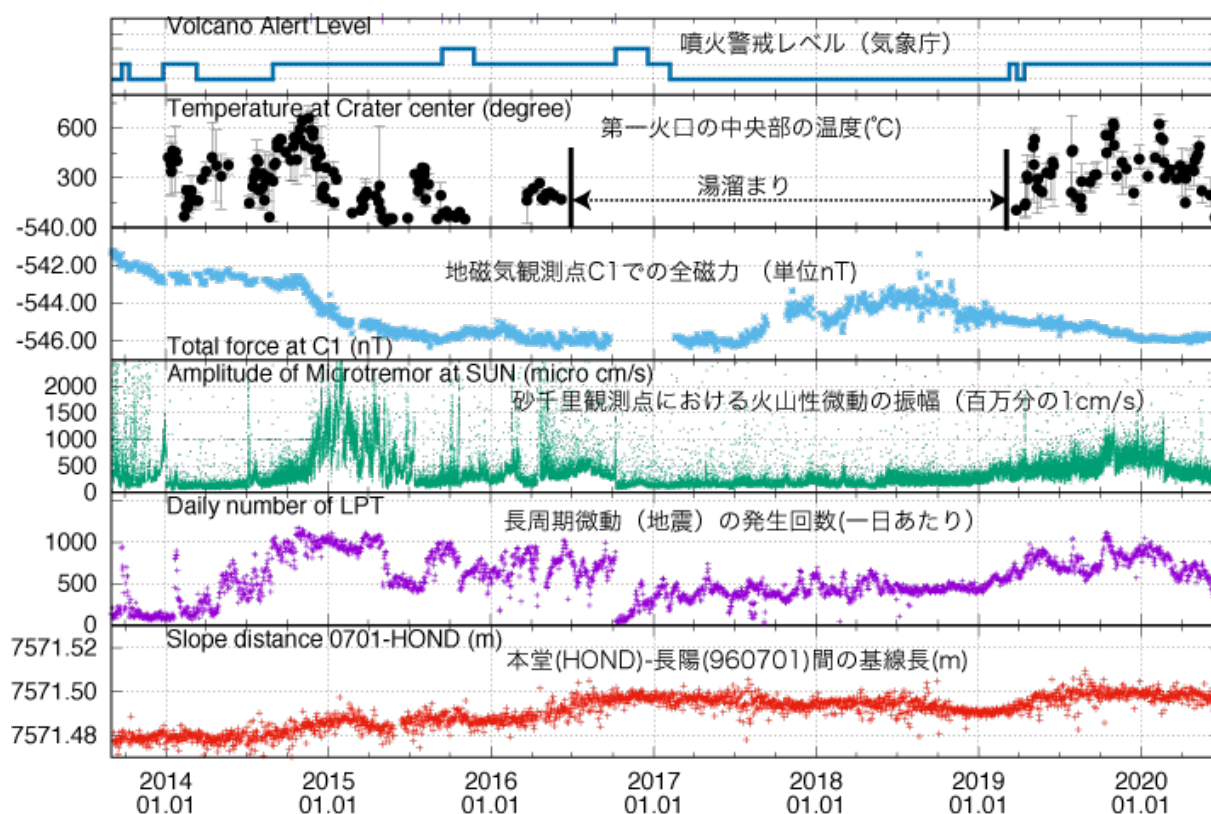


図 1. 阿蘇火山・中岳の活動に関する各種データ

期間は 2013 年 9 月 1 日から 2020 年 6 月 16 日。なお、基線長変化図には国土地理院の GPS データも使用している。

阿蘇中岳第一火口の変遷(2020 年 1 月～2020 年 6 月)

6 月 11 日からの雨（5 日間で 400mm@阿蘇乙姫）の後、火孔温度が低下し、灰放出は観測されなくなった。ただし、現時点で、湯だまりは観察されていない。



図 2：中岳第一火口北側の B カメラから撮影した火口底の様子。赤丸は目印の巨石。

なお、観測、撮影は阿蘇火山防災会議協議会の協力のもと実施されている。

阿蘇中岳第一火口の熱状態

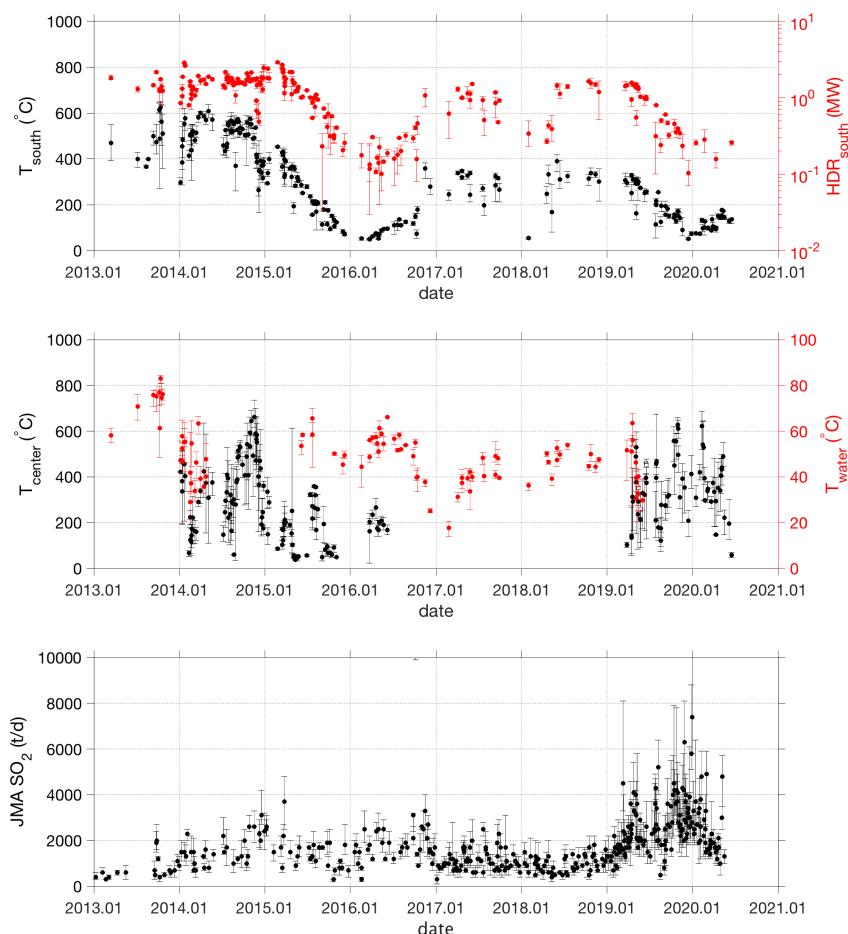


図 3：上段：南壁の温度（黒）と放熱量（赤）、中段：火口底の火孔の温度（黒）と湯だまりの温度（赤）、下段：気象庁による二酸化硫黄放出量

第一火口の中央部に形成された火孔は、2019 年 10 月～11 月および 2020 年 2 月には 500 度以上の状態にあり、この時期には火映や火炎が観測されていた。2020 年 5 月にも火孔温度が 400°C を越え、火炎も観測されていた。しかし、5 月 15～16 日の降雨（130mm@阿蘇乙姫）の後に火孔温度が約 300°C に低下し、それ以降に火炎は観測されていない。さらに 6 月 11 日からの雨（5 日間で 400mm@阿蘇乙姫）の後は、大幅に温度が低下している（約 60°C ）。しかし、湯だまりを形成するには至っていない。

一方、南壁の温度は 2019 年 4 月 16 日の噴火以降、約 350°C から約 60°C まで低下の一途をたどっていたが、2020 年 1 月に上昇に転じた。現在の表面温度は約 150°C である。

阿蘇火山における地磁気全磁力連続観測結果 (2018/07~2020/06)



図 4 中岳火口周辺の地磁気連続観測点
国土地理院の地図データを利用

阿蘇中岳火口周辺のプロトン磁力計を用いた地磁気連続観測点(図4)で得られた、2018年7月から2020年6月までの地磁気全磁力時間変化の観測結果を図5に示す。2019年2月頃からC1,W1で全磁力減少が見られ、また2019年5月から再開された北側観測点C3では逆に増加している事が確認された。これは第一火口の地下で消磁が進行していることを示唆する。2019年8月からこの傾きは一旦急になるが、2020年1月以降はこの観測点でも変化はほぼ横ばいとなった。続

く2020年5月中旬頃からはC3で全磁力減少、C1、W1で増加に変化の傾向が変わったように見える。これは地中岩石の帯磁を示唆するセンスである。こうした事から、2019年2月頃から中岳火口地下で地中温度上昇が続いたが、2020年1月から定常状態となった。また火山活動の鎮静化に伴い、2020年5月から冷却が始まった可能性が考えられる。

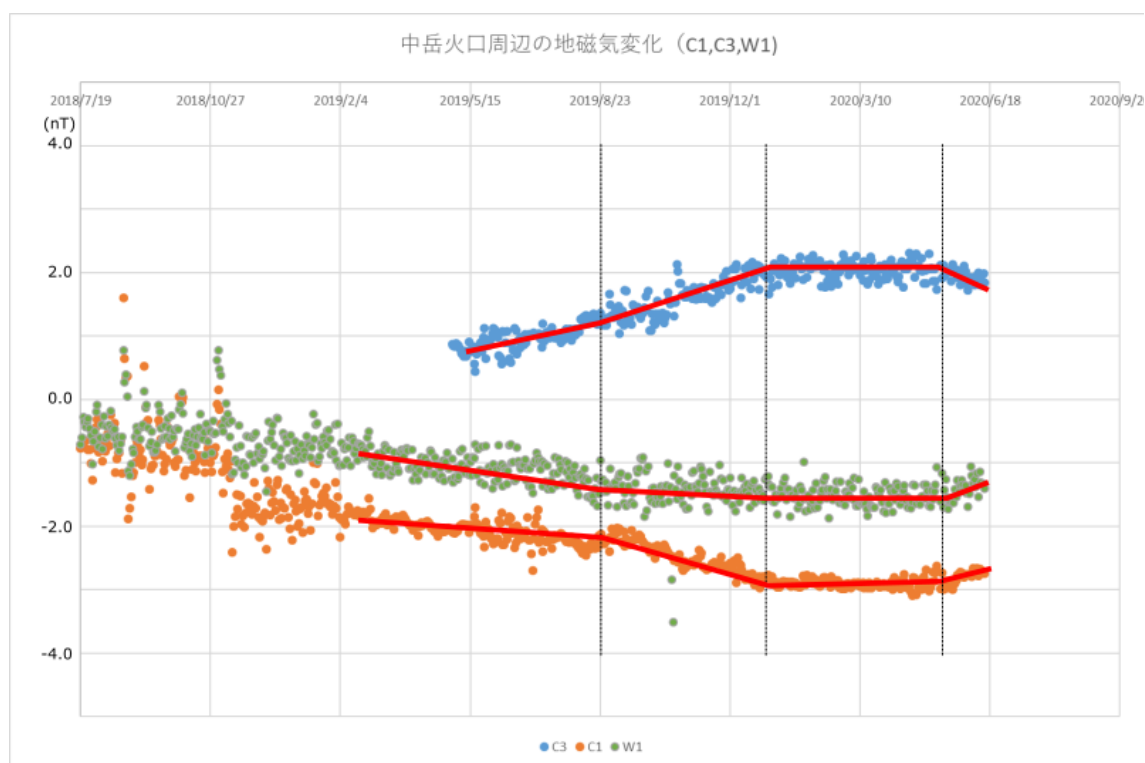


図5 2018年7月~2020年6月の期間における地磁気全磁力時間変化

阿蘇山・中岳における基線長変化と微動の発生状況(2004~2020.6)

草千里のマグマだまりをはさむ測線の基線長変化は 2018 年 12 月半ば以降に短縮から伸びに転じ、その後に停滞とゆるやかな伸張を繰り返していたが、直近 1 ヶ月は 0701-HOND でも明瞭な短縮が観測されている。この基線長変化に対応するように、2020 年 1 月以降に、短周期微動(10Hz)および長周期微動(LPT)の振幅がともに小さくなっている。

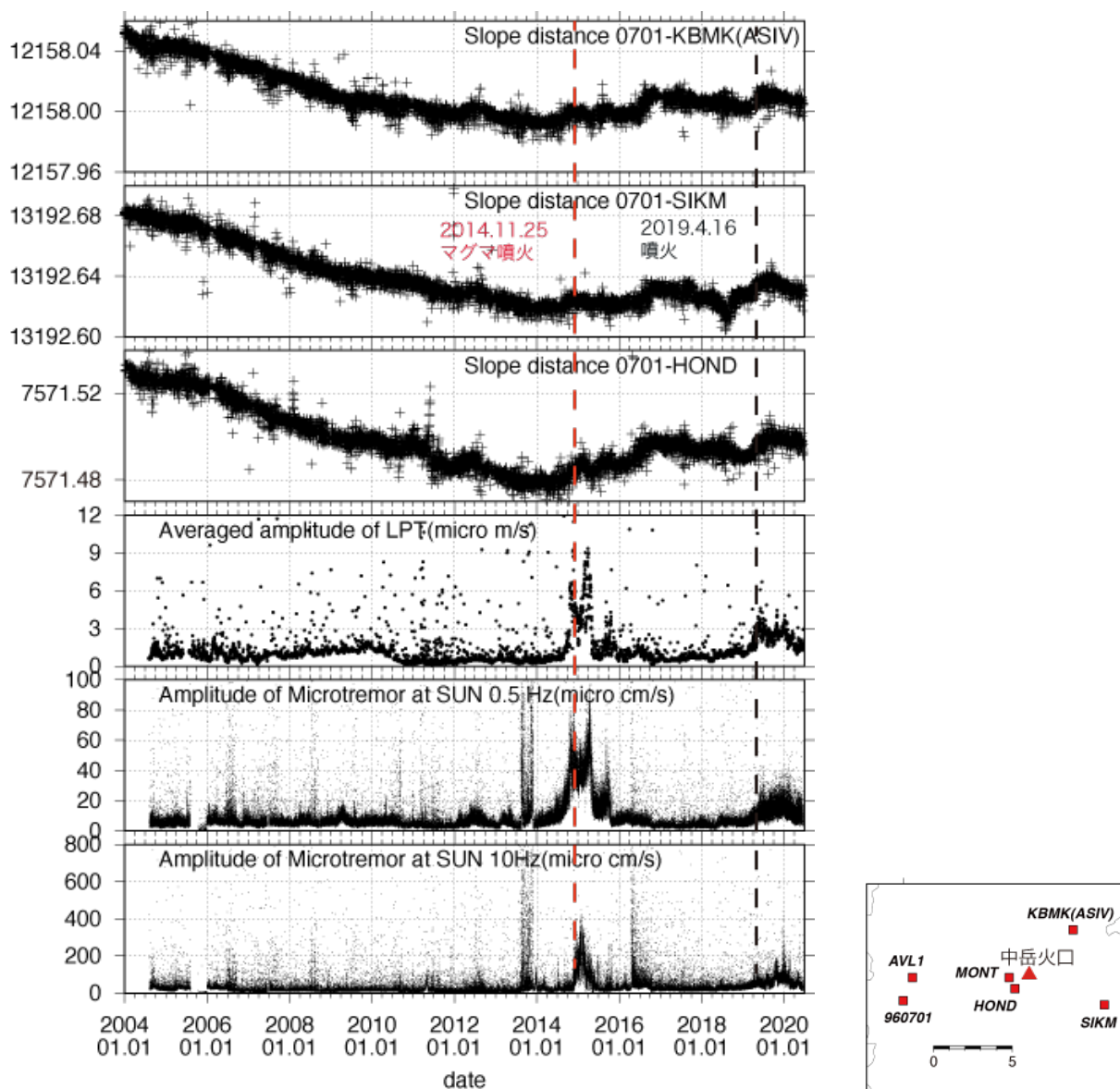


図 6. 阿蘇火山・中岳における基線長変化と微動と長周期地震の振幅

期間は 2004 年 1 月 1 日から 2020 年 6 月 15 日（一部データ欠落）。熊本地震によるステップを補正。なお、基線長変化図には国土地理院および防災科技研の GPS データも使用している。

本堂観測坑道で観測された地殻変動と長周期微動（地震）の積算振幅

阿蘇中岳第一火口では、2019 年 7 月 28 日に始まった灰放出が、2020 年 5 月 20 日までほぼ連続的に発生した。本堂観測坑道では、この灰放出直前から、伸縮計の火口方向成分（E3）の伸びの変動が捉えられている（図 7）。この伸びは、火口方向沈降の傾斜変動とともに 2020 年 2 月まで観測された。このことは、灰放出の期間中に、火口直下のクラックの下部にマグマが供給され続けていたことを示している。2020 年 3 月以降は、火口方向成分の伸び、火口方向沈降の傾斜変動ともに観測されていない。

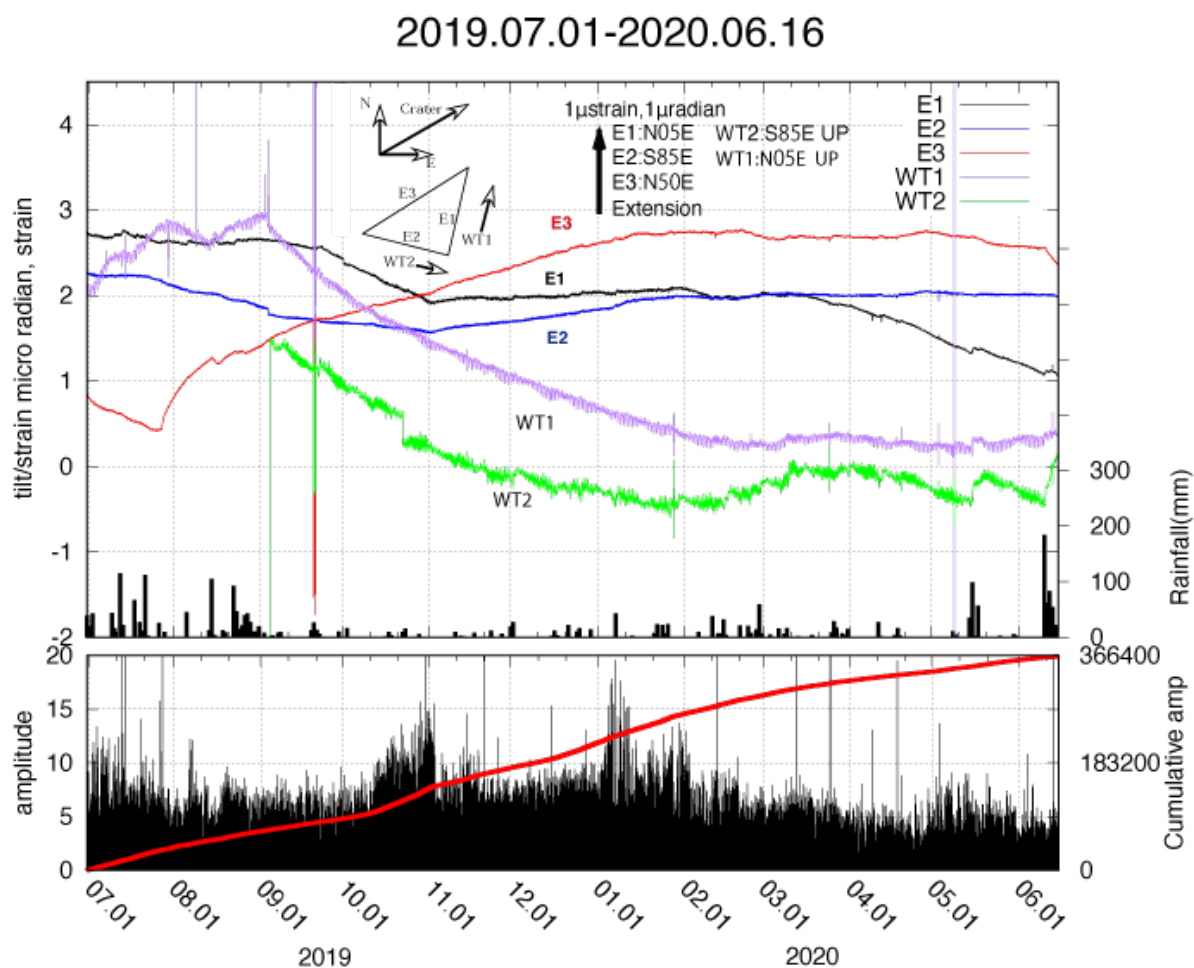
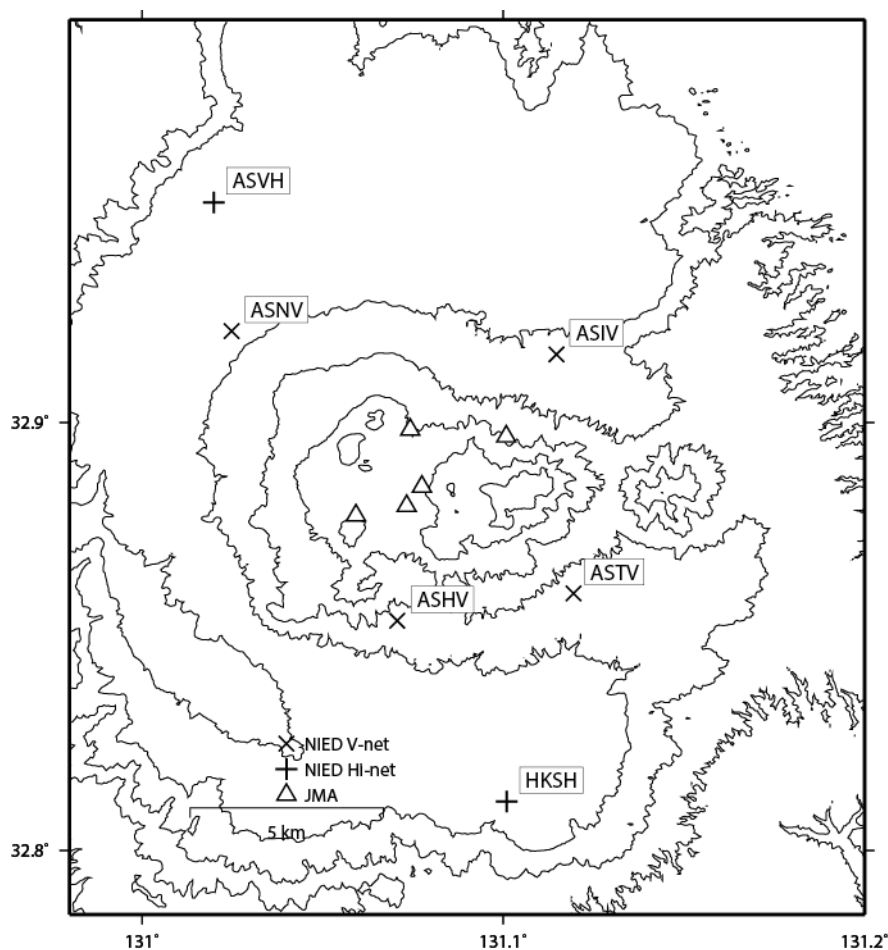


図 7. 中岳の第一火口から南西 800m に位置する本堂観測坑道に設置された、伸縮計、水管傾斜計、広帯域地震計の記録。地殻変動とアメダス阿蘇乙姫における降水量（上段）。長周期微動の A-T 図と積算振幅の時系列（下段）。

阿蘇山の火山活動について



この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。

ASIV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
ASHV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
ASNV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
ASTV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地震活動と地殻変動

2019 年 1 月頃から 12 月頃にかけて阿蘇山中岳を挟む GNSS 観測点間において、基線長の伸びがみられた（図 1）。基線長の伸びに同期して地震計平均振幅の増大がみられた（図 3）。傾斜計記録（図 5）において、火山活動によると考えられる明瞭な変動は認められない。

阿蘇山中岳を挟む GNSS 観測点間の基線長変化

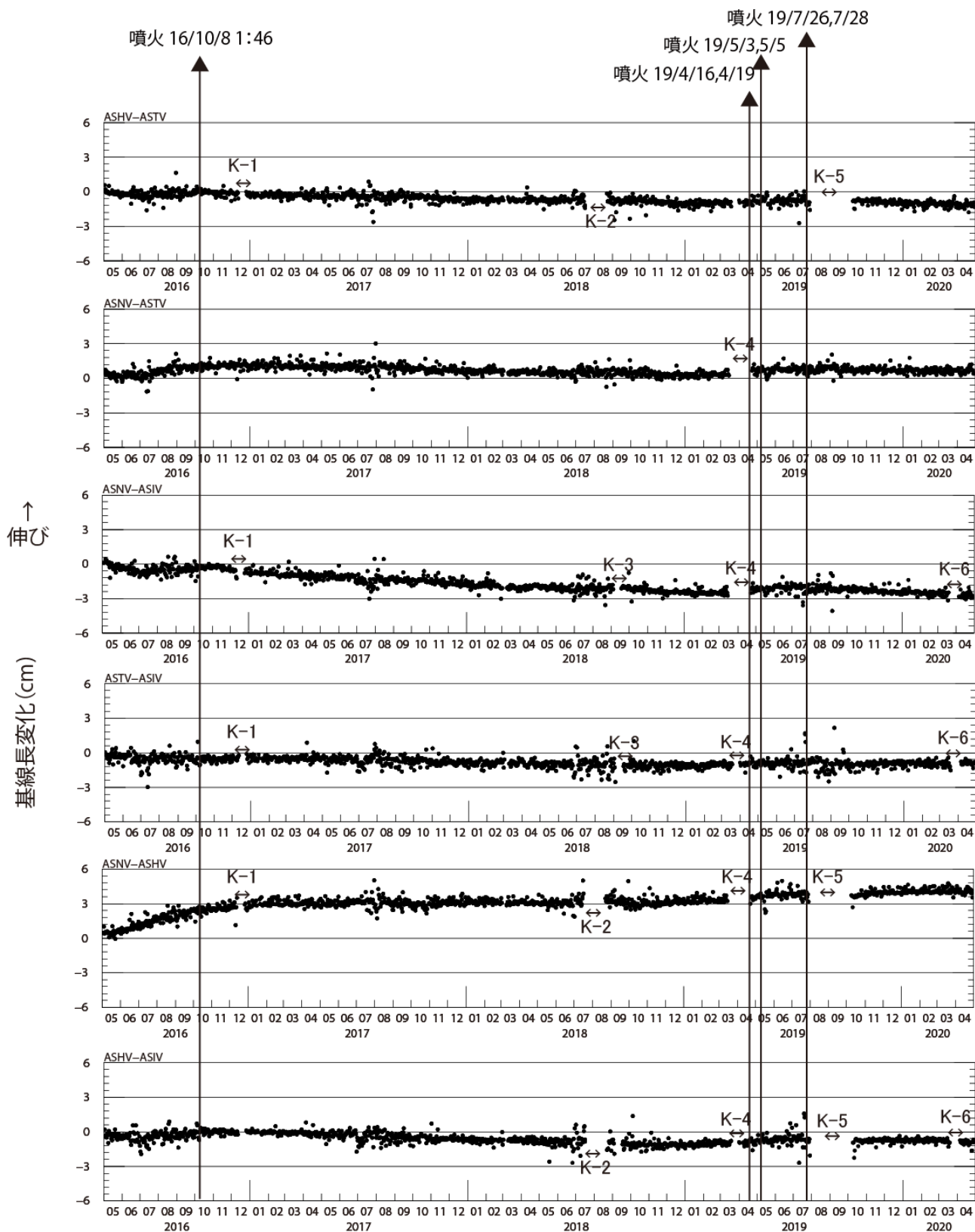


図 1 GNSS 観測点間の基線長変化。

0701、0703 は国土地理院 GEONET 観測点。本解析には国土地理院のデータを使用した。

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2019 年 5 月 1 日-2020 年 4 月 30 日の地殻変動【清和（0466）固定】

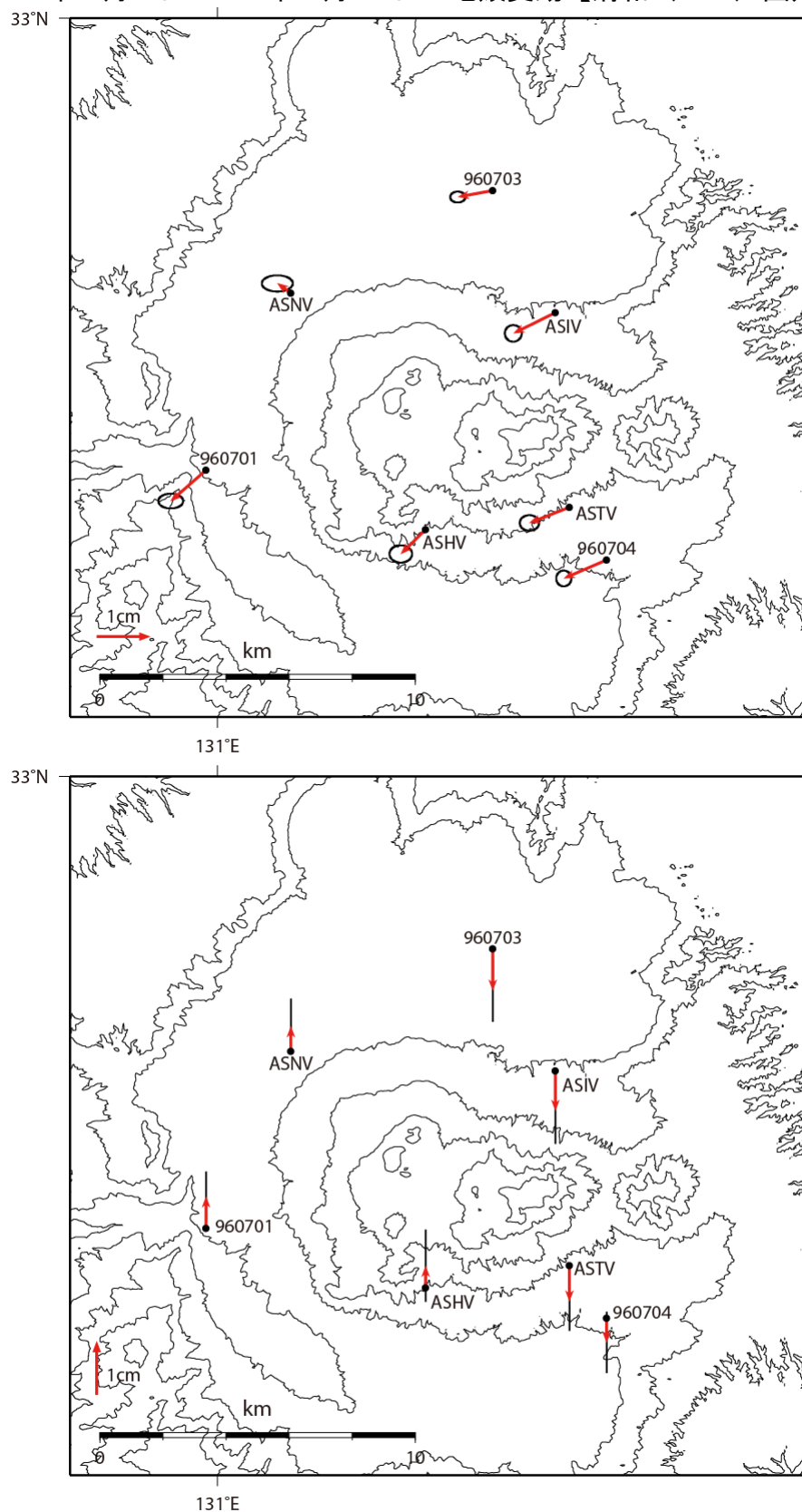


図 2 阿蘇山周辺 V-net 観測点及び国土地理院 GEONET 観測点の GNSS 解析結果。
本解析には国土地理院のデータを使用した。この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。
（上段：水平成分、下段：上下成分）

阿蘇山

阿蘇山の地震計平均振幅と GNSS データの比較

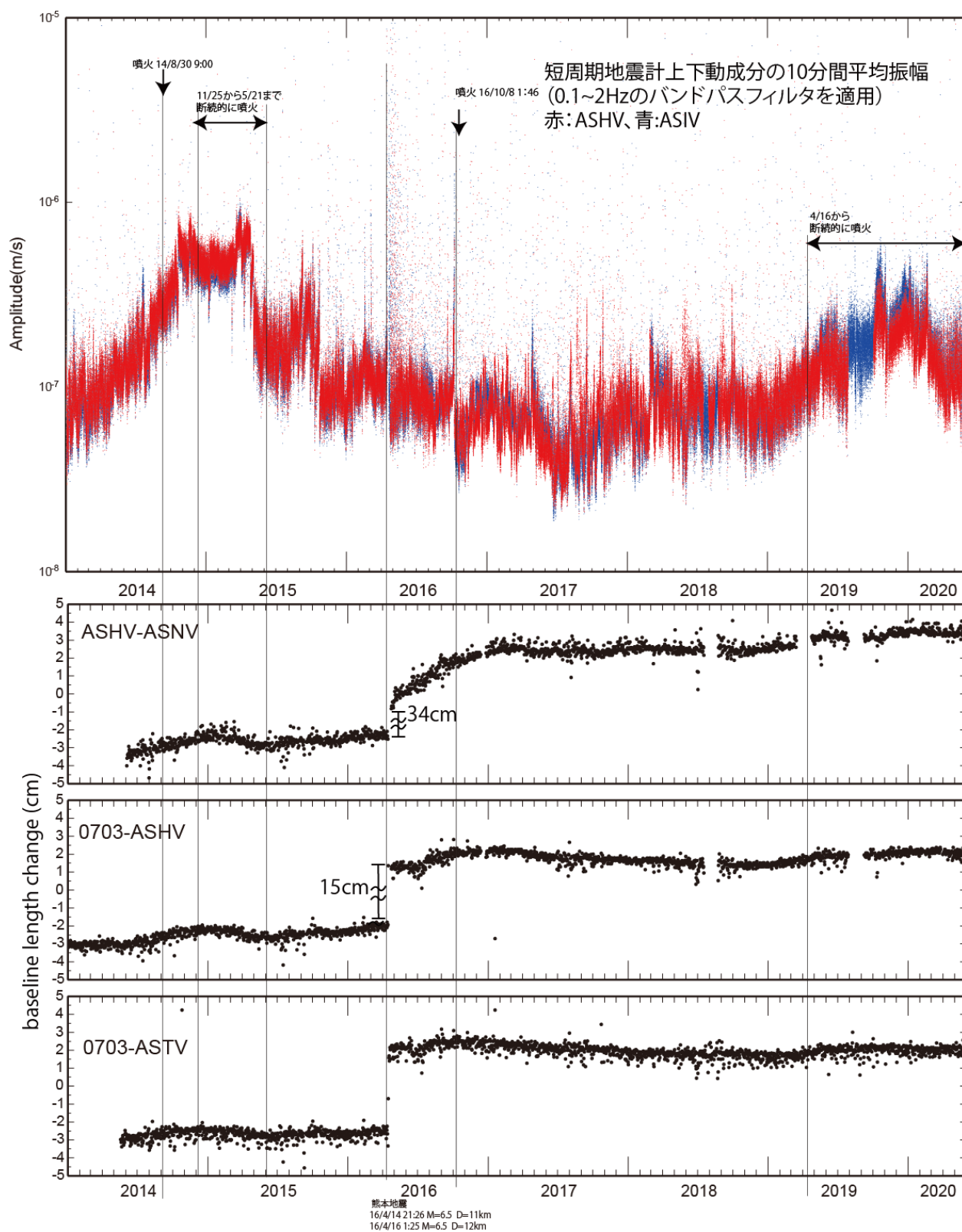


図 3 (上) 阿蘇山一の宮観測点 (ASIV) と白水観測点 (ASHV) の短周期地震計上下動成分の 10 分間平均振幅。

(下) GNSS 観測点間の基線長変化。熊本地震に伴う変化は補正している。0703 は国土地理院 GEONET 観測点。本解析には国土地理院のデータを使用した。

阿蘇山の傾斜変動 (2019/10/1~2020/04/30)



阿蘇山における火山ガス組成観測結果（2020 年 4 月まで）

2019 年 8 月より、中岳第一火口西縁において、Multi-GAS を用いた火山ガス組成の連続観測を開始した。その結果を、2019 年以降の現地観測の結果と合わせて報告する（図 1）。2020 年 2～4 月の間、 CO_2/SO_2 比は約 1～3、 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は約 5～50 の範囲であり、2015 年の噴火期に観測された値の範囲と概ね一致する。両比ともに、2019 年のデータは、1 日の中での変動幅が大きく、2020 年のデータは、その変動幅は小さくなった。そのうえで、両比ともに 2019 年 8～11 月に低下傾向、2020 年 2～4 月に $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比のみ増加傾向を示した。 CO_2/SO_2 比の低下や $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の増加は、脱ガス圧力の低下を示すと解釈できるが、 CO_2/SO_2 比の低下は熱水系由来の高 CO_2/SO_2 比を示すガスの寄与の低下とも考えられ、表面現象や熱活動との対応関係と合わせて検討する必要がある。

2019 年 4 月末より連続観測は停止しており、今夏中の復旧を予定している。なお、観測に際して阿蘇火山防災会議協議会にご協力いただいた。記して感謝申し上げる。

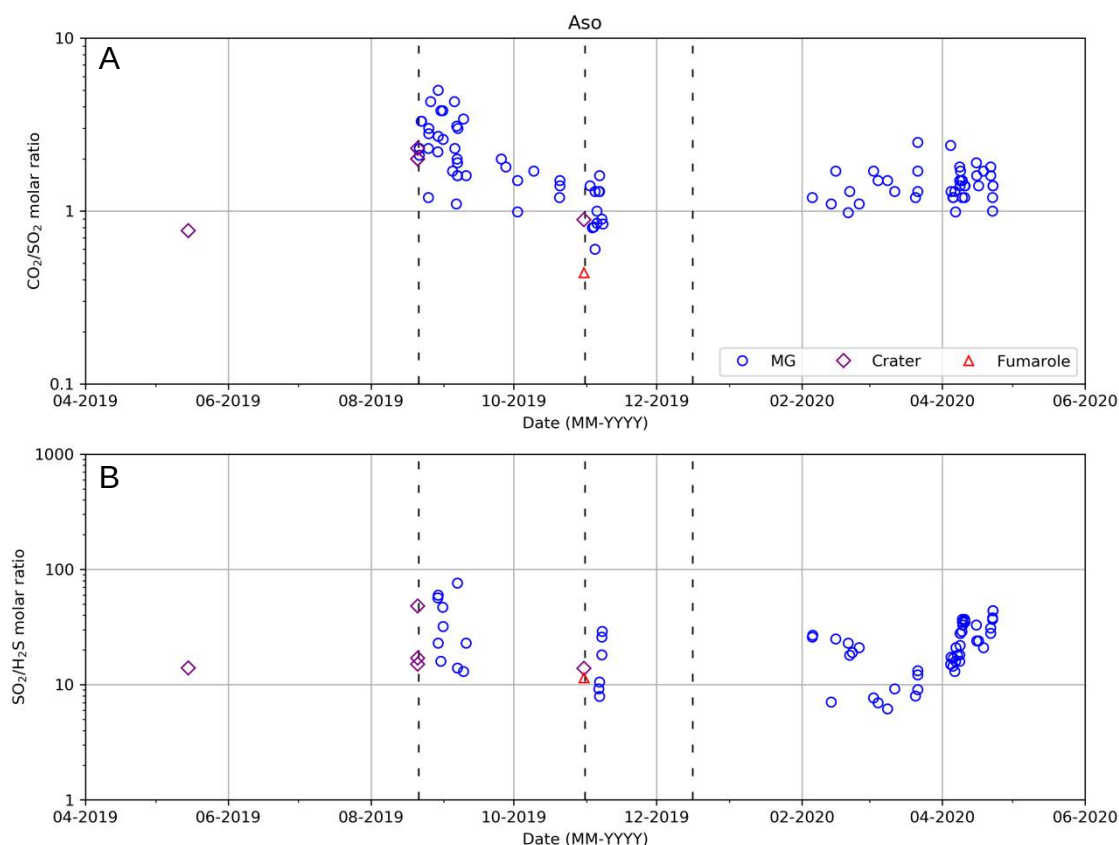


図 1 阿蘇中岳火山ガス組成観測結果（A, CO_2/SO_2 比; B, $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比）。凡例は丸が連続観測、菱形と三角がそれぞれ第一火口中央の火孔と南側火口壁の噴気の現地観測に対応。破線は観測装置の感度校正作業を示す。2019 年 12 月以降のデータは感度校正による補正が行われていないため、示した結果は暫定値である。

阿蘇山

阿蘇山周辺の地殻変動 Crustal Deformations around Aso Volcano

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

第 1 図から第 4 図は、阿蘇山周辺における GNSS 連続観測結果である。

第 1 図の上段に基線の配置を、下段に各観測局の保守履歴を示す。

第 2 図及び第 3 図は、第 1 図に示した基線の基線長変化グラフであり、左列は最近約 3 年半の間（2016 年 11 月～2020 年 5 月）の時系列、右列は「平成 28 年（2016 年）熊本地震」後の最近約 1 年間（2019 年 5 月～2020 年 5 月）の時系列である。2019 年 4 月 16 日の小規模の噴火後に膨張性の変動が複数の基線に見られたが、2019 年 8 月頃からは顕著な地殻変動は観測されていない。

第 4 図は、阿蘇山周辺の電子基準点及び気象庁、防災科学技術研究所の GNSS 観測点の統合解析から得られた変動ベクトル図であり、「北方」を固定局としている。第 3 図上段に最近約 3 か月間（2020 年 2 月～2020 年 5 月）、下段に最近約 1 年間（2019 年 5 月～2020 年 5 月）の水平変動を示す。顕著な地殻変動は観測されていない。

第 5 図は、「だいち 2 号」の SAR 干渉解析結果である。ノイズレベルを超える変動は見られない。

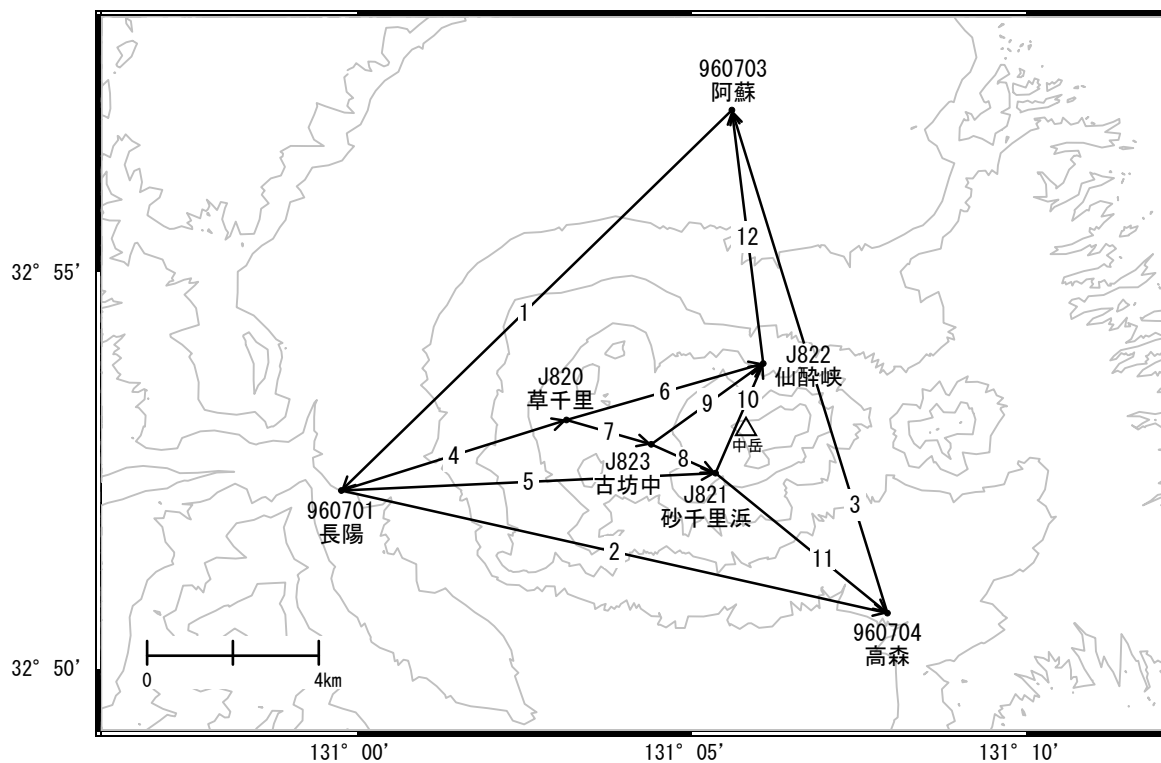
謝辞

ここで使用した「だいち 2 号」の原初データの所有権は、JAXA にあります。これらのデータは、「だいち 2 号」に関する国土地理院と JAXA の間の協定に基づき提供されました。

阿蘇山

阿蘇山を取り囲む基線では、顕著な地殻変動は観測されていません。

阿蘇山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



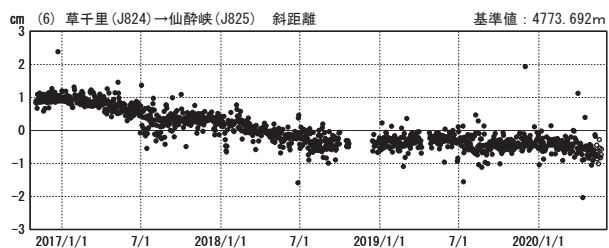
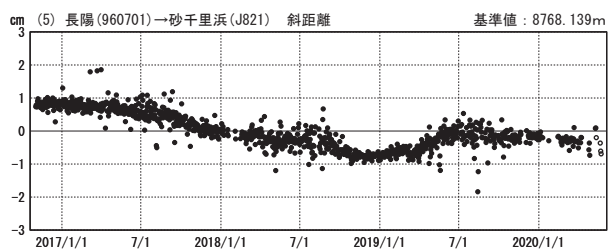
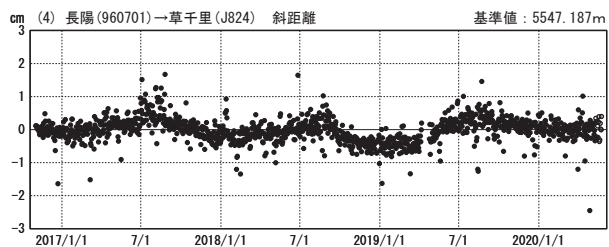
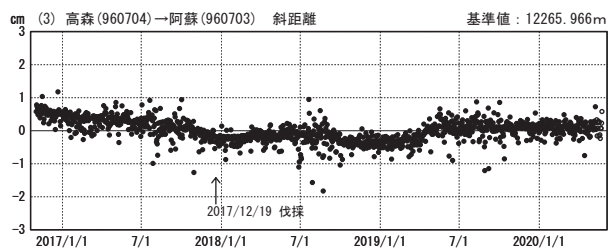
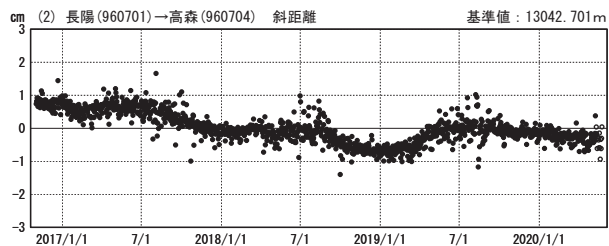
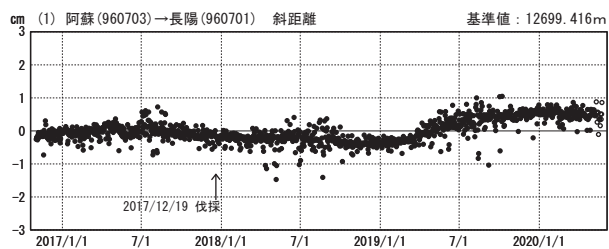
阿蘇山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960701	長陽	20171219	伐採
960703	阿蘇	20171219	伐採
		20191128	受信機交換
960704	高森	20170115	受信機交換

第1図 阿蘇山周辺のGNSS連続観測基線図（上段）と観測局の保守履歴（下段）

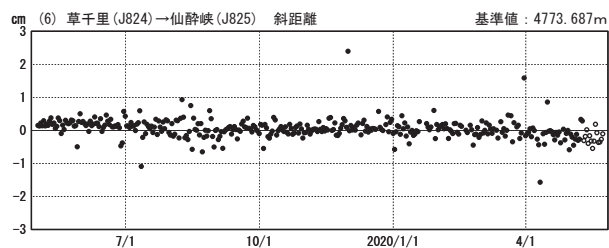
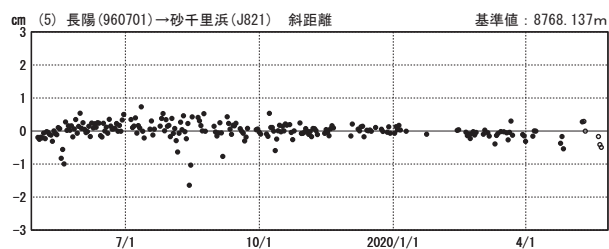
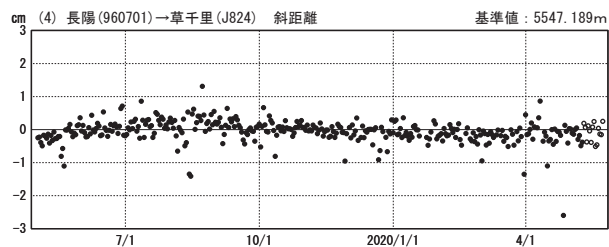
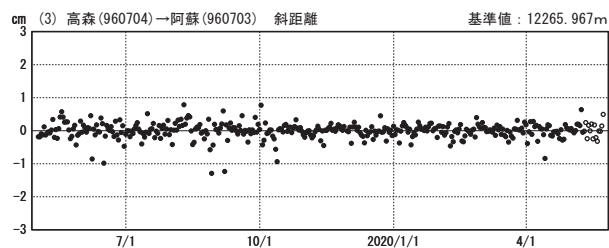
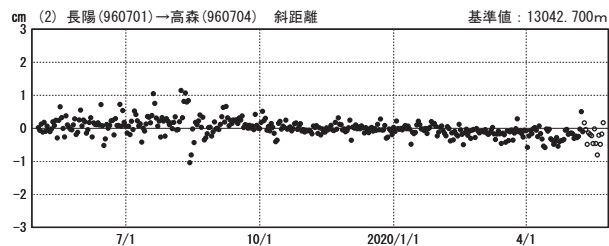
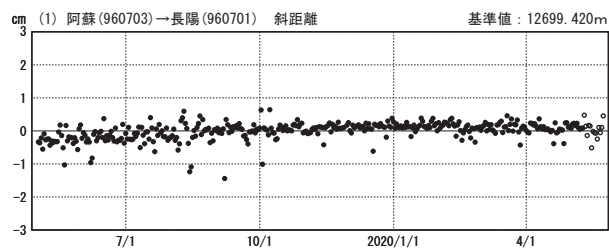
基線変化グラフ（長期）

期間：2016/11/01～2020/05/23 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2019/05/01～2020/05/23 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院・気象庁

（注）平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

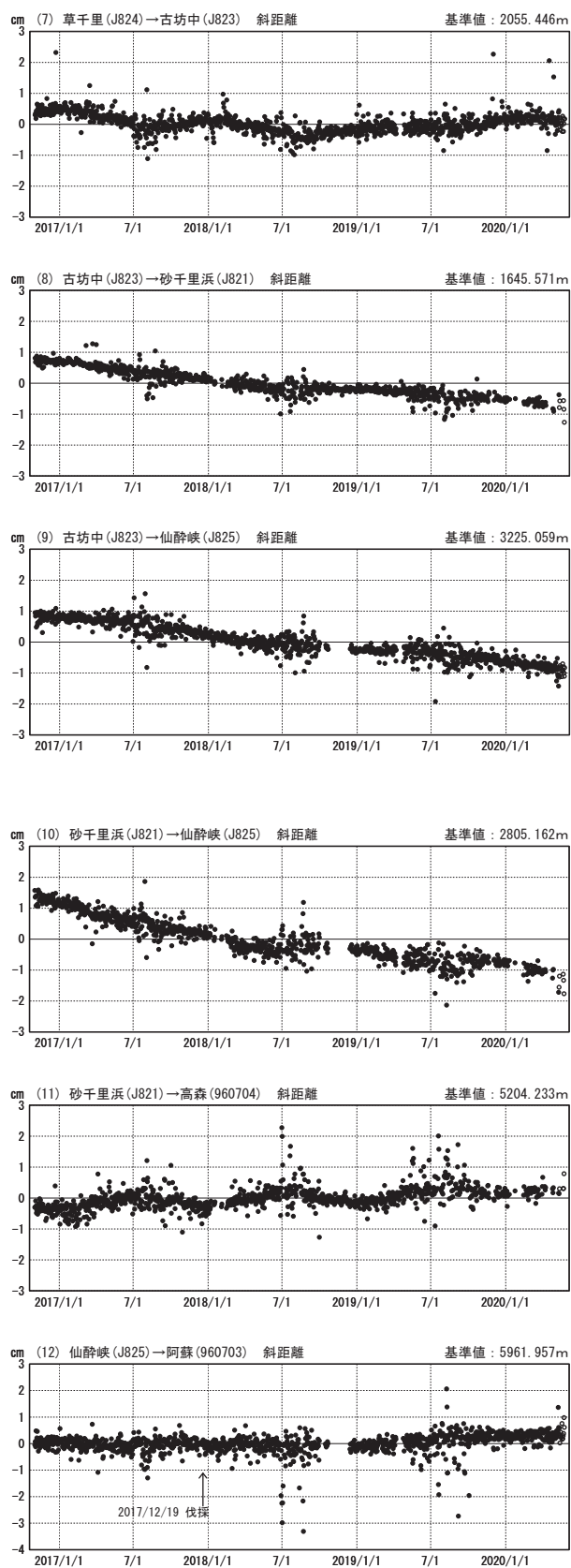
第2図 阿蘇山周辺のGNSS連続観測による基線変化グラフ

阿蘇山

（左列：2016年11月～2020年5月、右列：2019年5月～2020年5月）

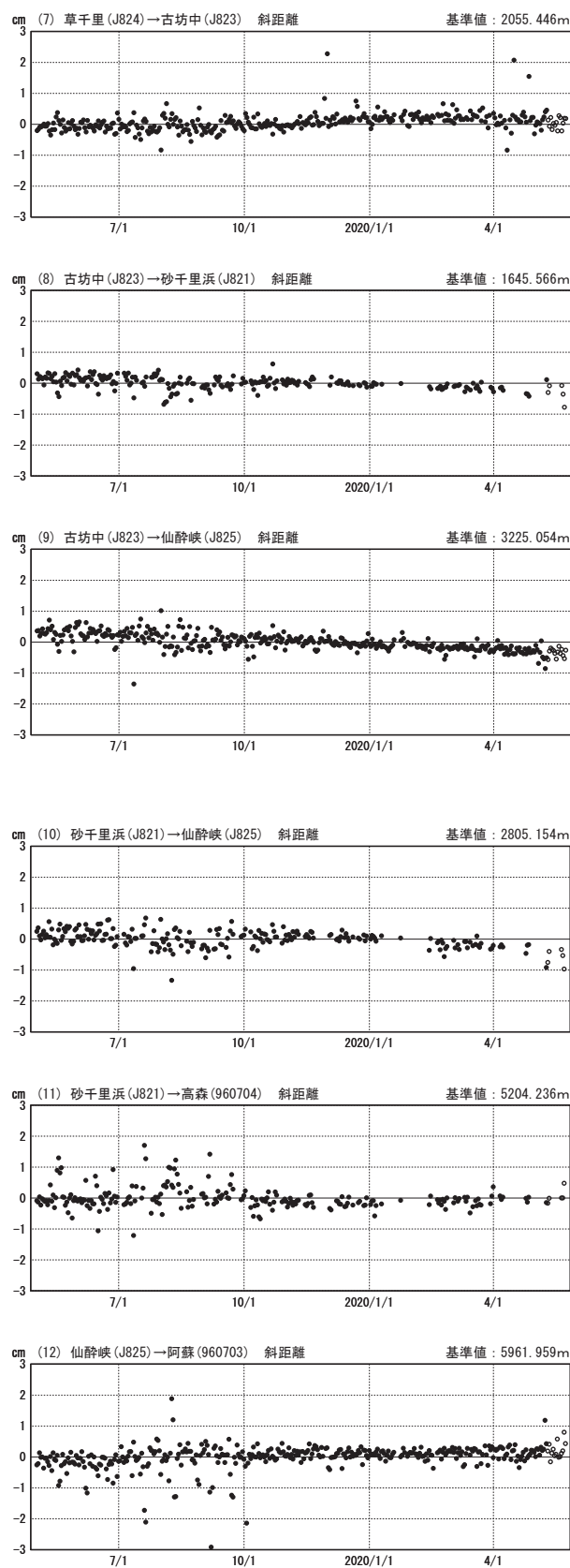
基線変化グラフ（長期）

期間：2016/11/01～2020/05/23 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2019/05/01～2020/05/23 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院・気象庁

(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

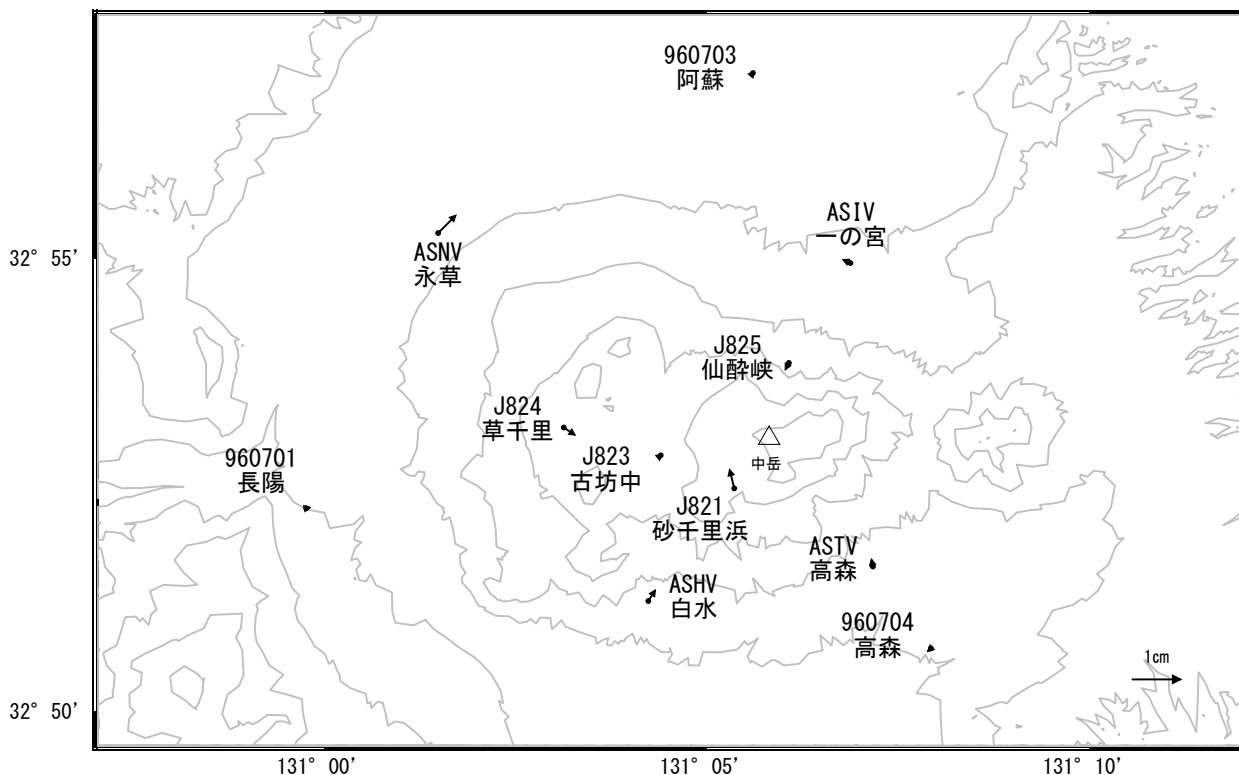
第3図 阿蘇山周辺のGNSS連続観測による基線変化グラフ

(左列：2016年11月～2020年5月、右列：2019年5月～2020年5月)

阿蘇山

阿蘇山周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2020/02/14~2020/02/23[F3:最終解]
比較期間:2020/05/14~2020/05/23[R3:速報解]

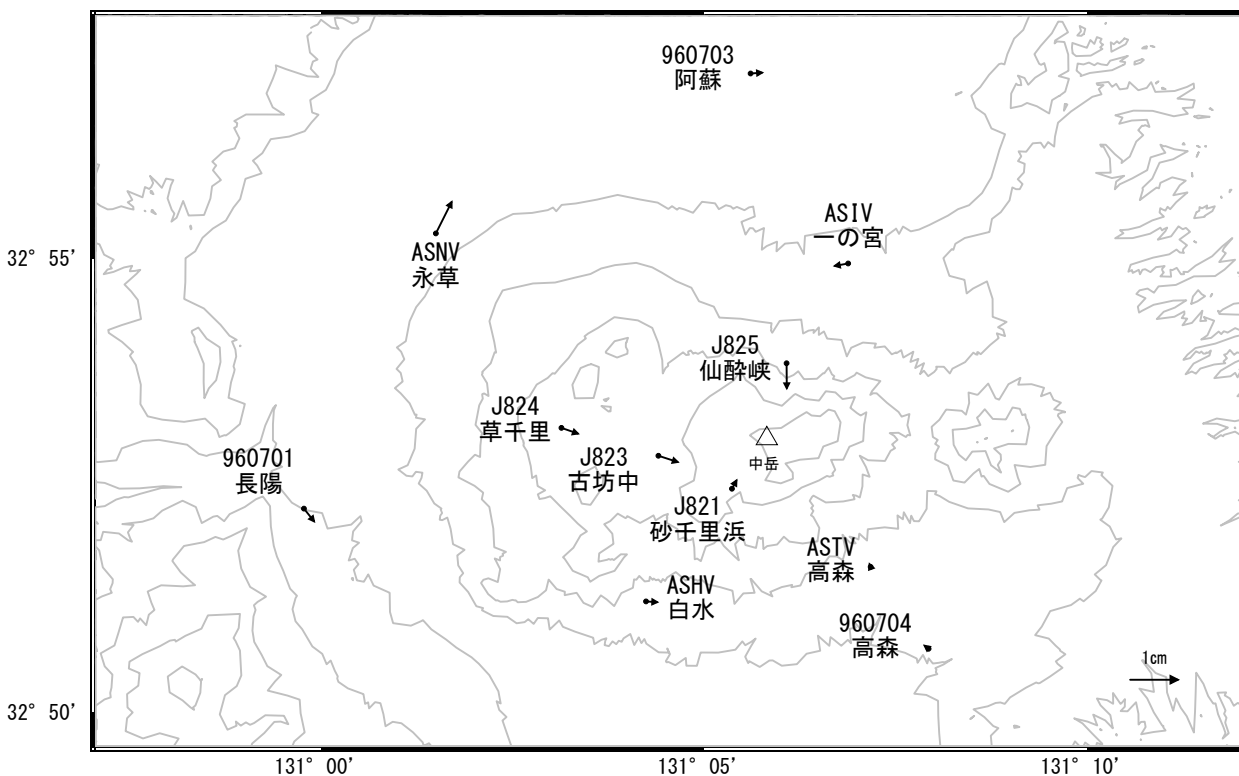


☆ 固定局:北方(960711)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

阿蘇山周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2019/05/14~2019/05/23[F3:最終解]
比較期間:2020/05/14~2020/05/23[R3:速報解]



☆ 固定局:北方(960711)

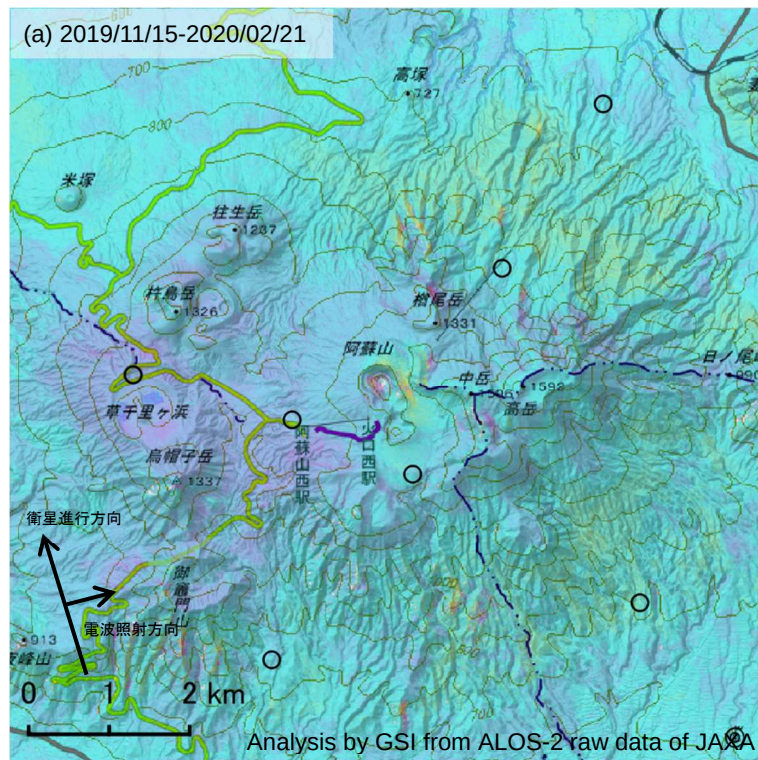
国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

第4図 阿蘇山周辺の電子基準点・気象庁・防災科学技術研究所GNSS観測点の統合解析による水平変動ベクトル図(上段:2020年2~2020年5月、下段:2019年5月~2020年5月)

阿蘇山

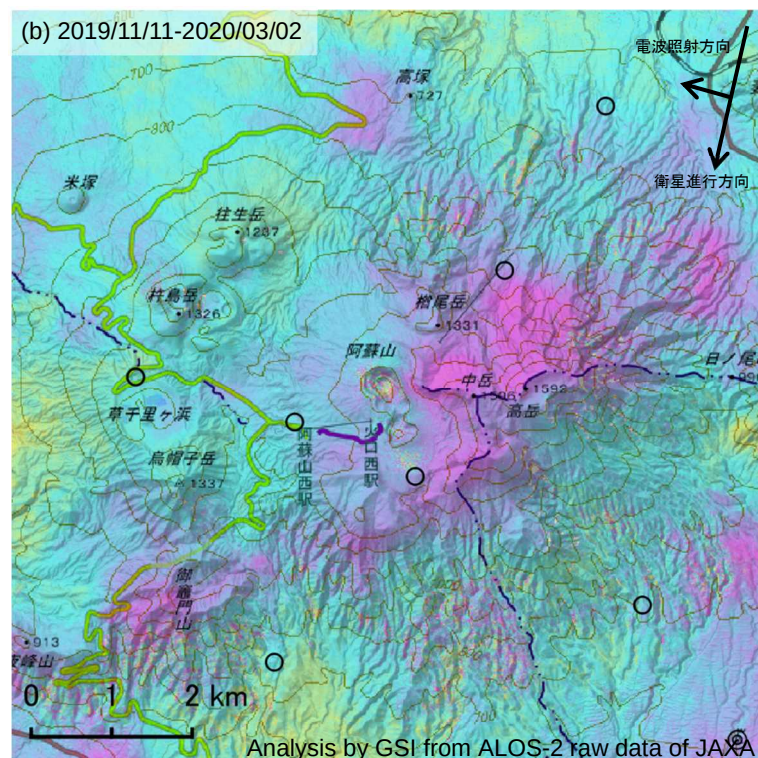
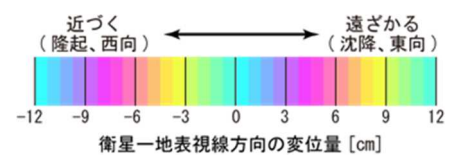
阿蘇山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られません。

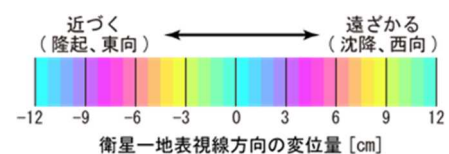


	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/11/15 2020/02/21 00:12 頃 (98 日間)	2019/11/11 2020/03/02 12:19 頃 (112 日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角	35.1	35.3°
偏波	HH	HH
垂直基線長	-171m	+624m

*U: 高分解能(3m)モード



- ◎ 国土地理院 GNSS 観測点
- 国土地理院以外の GNSS 観測点



背景: 地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

第5図 「だいち2号」PALSAR-2による阿蘇山周辺地域の解析結果

阿蘇山