

第 144 回 火山噴火予知連絡会資料

(その 2)

阿蘇山、霧島山

令和元年 7 月 2 日

火山噴火予知連絡会資料（その2）

目次

阿蘇山	3
気象庁	3-33
地磁気	34-35
京大阿蘇	36-42
防災科研	43-49
産総研	50-52
地理院	53-58
熊本大	59-60
霧島山	61
気象庁	61-121
気象研	122-127
東大震研	128-129
東大院理	130-132
九大	133-149
防災科研	150-156
産総研	157-158
地理院	159-168
上智大	169-170
東海大	171-175
鹿児島大	176-179

阿 蘇 山 (2019 年 6 月 10 日現在)

阿蘇山では、4 月 16 日に中岳第一火口で噴火が発生した。噴火の発生は 2016 年 10 月 8 日以来であった。その後時々噴火が発生している。5 月 3 日 15 時 40 分から 5 日 06 時 20 分まで継続した噴火では、灰白色の噴煙が最高で 2,000m まで上がった。5 月 4 日に実施した降灰調査では、火口周辺及び熊本県高森町、南阿蘇村、山都町の一部で降灰を確認した。

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、時々非常に多い状態になっていたが、概ね多い状態で経過している。

また、火山性微動の振幅は、時々大きくなっていたが、5 月以降概ね小さい状態が続いている。火山性地震及び孤立型微動は多い状態で経過している。

中岳第一火口内の湯だまりは減少しており、火映や赤熱現象が見られる等、火口内の熱活動が高まった状態が続いている。

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で、わずかな伸びの傾向が認められる。傾斜計では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。

以上のことから、火山活動は高まった状態で経過しており、今後も噴火活動を繰り返す可能性がある。

概況 (2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日)

・噴煙など表面現象の状況 (図 1～9、図 11-①⑤⑥、図 12-①⑥⑦、図 20)

阿蘇山では、4 月 16 日に 2016 年 10 月 8 日以来の噴火が発生し、その後噴火が時々発生している。5 月 3 日 15 時 40 分から 5 日 06 時 20 分まで継続した噴火では、灰白色の噴煙が最高で 2,000m まで上がった。4 日の現地調査では、中岳第一火口底の中央付近から、灰白色の噴煙が勢いよく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、火口底から噴出する噴煙の温度は約 500℃であった。

中岳第一火口では、4 月 3 日以降、夜間に草千里の高感度監視カメラで火映を時々観測した。中岳第一火口で火映が観測されたのは 2018 年 10 月 2 日以来である。また、阿蘇火山博物館提供の高感度の火口カメラで、4 月 16 日以降、夜間に赤熱を時々観測した。火口底で赤熱が観測されたのは、2014 年 7 月 28 日以来である。同カメラでは、5 月 3 日の噴火以降、夜間に火口内で火炎を時々観測した。

期間中に実施した現地調査及び阿蘇火山博物館提供の火口カメラの映像では、湯だまり量は、2 月には中岳第一火口底の 9 割であったが、3 月下旬には 3 割、4 月上旬には 1 割となり、5 月下旬以降ほとんど消失していることを確認した。湯だまり内では噴湯を時々確認した。赤外熱映像装置による観測では、湯だまりの表面温度は、2 月は 78℃、3 月は 84℃、4 月は 82℃、5 月は湯だまり全体を観測できなかったため不明である。4 月には土砂噴出は時々認められ、4 月 9 日に最高で高さ 15m 程度の土砂噴出を観測した。

また、中岳第一火口の南側及び南西側の火口壁では、白色の噴煙が噴出しているのを確認した。南側火口壁及び南西側火口壁の一部では地熱域を確認し、南側火口壁の最高温度は、2 月は約 510℃、3 月は約 510～570℃、4 月は約 530℃、5 月は観測できなかった (2019 年 1 月：最高温度約 560℃) が、引き続き高い状態が続いている。南西側火口壁の最高温度は、2 月は約 400℃、4 月は約 310℃、3 月と 5 月は観測できなかった (2018 年 12 月：最高温度約 320℃)。

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。

・降灰の状況（図 10）

5月4日に福岡管区气象台及び熊本地方气象台が実施した降灰調査では、熊本県高森町で火山灰が車のフロントガラスにうっすら積もる程度の少量の降灰を確認するなど、火口周辺および熊本県高森町、南阿蘇村、及び山都町の一部で降灰を確認した。

・地震や微動の発生状況（図 11-②③、図 12-②～④、図 13～15、図 20）

火山性地震は、引き続き多い状態で経過し、6月上旬には1日あたり 600 回前後発生している。また、孤立型微動も、引き続き多い状態で経過し、6月上旬には1日あたり 500 回前後発生している。

火山性微動の振幅は、2月上旬頃からやや大きくなり、3月11日から12日にかけて一時的に大きくなるなど変動を繰り返していたが、15日以降は小さい状態で経過した。4月14日から15日にかけても大きくなり、18日以降は概ね小さい状態で経過した。5月3日の噴火開始後も一時的に大きくなり、その後は概ね小さい状態で経過している。

震源が求まった火山性地震は 550 回で、主に中岳第一火口のごく浅いところから深さ 1km 付近に分布した。

・火山ガスの状況（図 11-④、図 12-⑤、図 20）

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2月以降やや多い状態が続いているなか、3月12日に1日あたり 4,500 トンと一時的に非常に多くなり、その後は 1,300～2,400 トンと概ね多い状態で推移した。4月下旬から5月上旬頃には 3,100～4,100 トンと再び非常に多くなったが、その後は 1,800～2,900 トンと概ね多い状態で推移している。

・地殻変動の状況（図 16～20）

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で、わずかな伸びの傾向が認められる。傾斜計では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。

・南阿蘇村吉岡の噴気地帯の状況（図 21～22）

現地調査では、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。

噴気地帯Cでは、2013年頃から北東側でやや活発な噴気活動があり、その活動領域は年々南側に移動している。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、南側に高温の水が溜まっている。

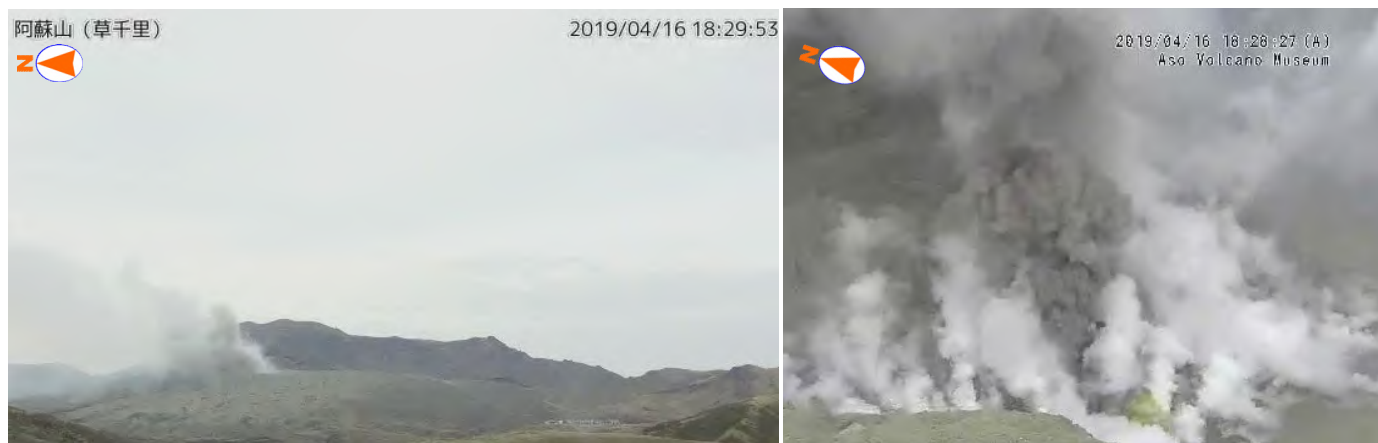


図 1-1 阿蘇山 噴火の状況
(4月16日 左：草千里監視カメラ，右：阿蘇火山博物館提供の火口カメラA)

中岳第一火口では、4月16日18時28分に噴火が発生し、灰白色の噴煙が火口縁上200mまで上がった。
噴火の発生は、2016年10月8日以来であった。

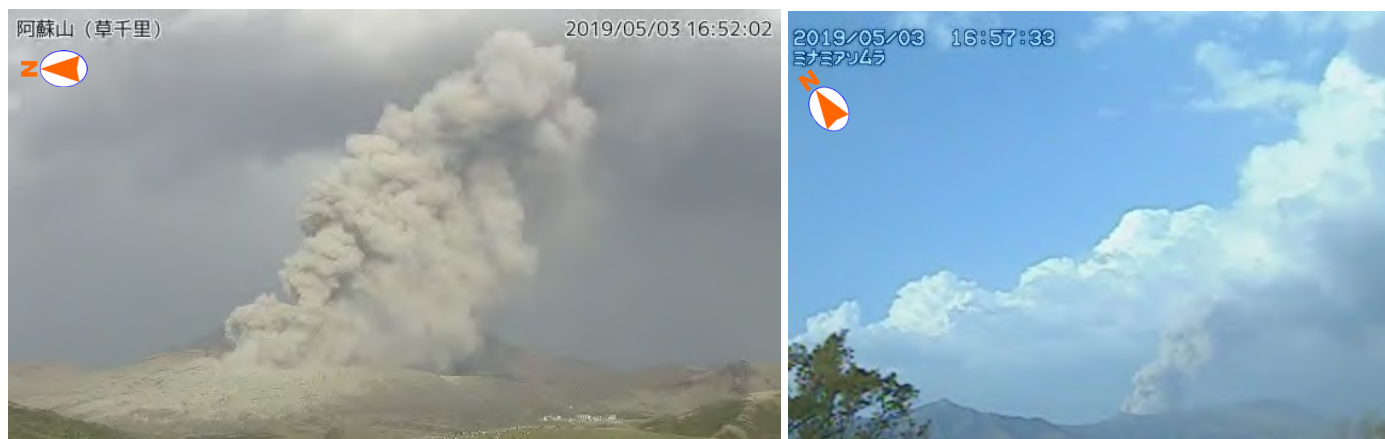


図 1-2 阿蘇山 噴火の状況
(5月3日 左：草千里監視カメラ，右：南阿蘇村監視カメラ)

中岳第一火口では、5月3日15時40分から5日06時20分まで継続する噴火が発生し、噴煙は最高で火口縁上2,000mまで上がった。この噴火に伴う噴石や火砕流、空振は観測されていない。

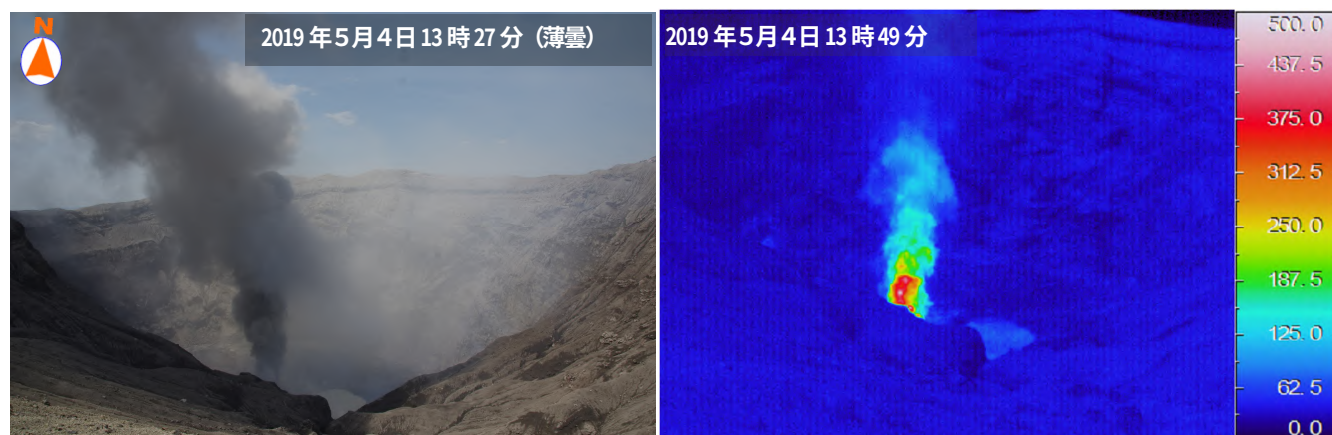


図 1-3 阿蘇山 噴火の状況（中岳第一火口の南側から観測）

5月4日の現地調査では、中岳第一火口底の中央付近から、灰白色の噴煙が勢いよく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、火口底から噴出する噴煙の温度は約500°Cであった。



図2 阿蘇山 中岳第一火口内の火映、火炎、赤熱の状況

(上：5月3日の火映、草千里監視カメラ)

(中：5月3日の火炎、下：5月5日の赤熱、阿蘇火山博物館提供の火口カメラA)

中岳第一火口では、4月3日以降、夜間に草千里の高感度監視カメラで火映（赤破線）を時々観測した。中岳第一火口で火映が観測されたのは2018年10月2日以来である。また、阿蘇火山博物館提供の高感度の火口カメラで、4月16日以降、夜間に赤熱を時々観測した。火口底で赤熱が観測されたのは、2014年7月28日以来である。同カメラでは、5月3日の噴火以降、夜間に火口内で火炎を時々観測した。



図 3-1 阿蘇山 中岳第一火口内の湯だまりの状況
(中岳第一火口南側からの現地観測、黄破線)

期間中に実施した現地調査では、3月27日に中岳第一火口底では3割であったが、5月4日には1割となり、6月6日の観測ではほとんど消失していた。

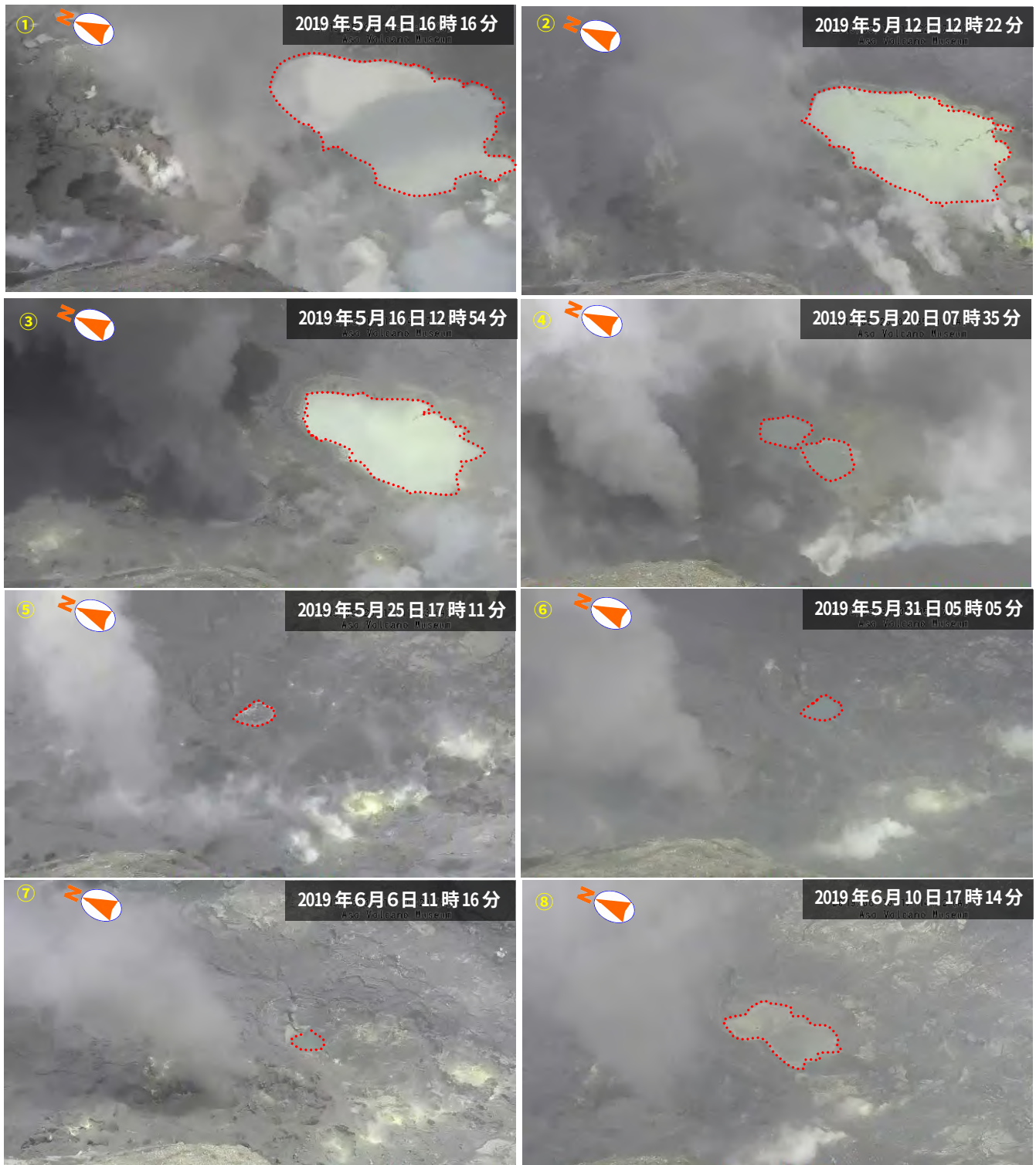


図 3-2 阿蘇山 中岳第一火口内の湯だまりの状況

(阿蘇火山博物館提供の火口カメラA、赤点線)

阿蘇火山博物館提供の火口カメラの映像では、湯だまり量は5月4日には中岳第一火口底の1割であったが、徐々に減少し、5月下旬以降ほとんど消失していることを確認した。

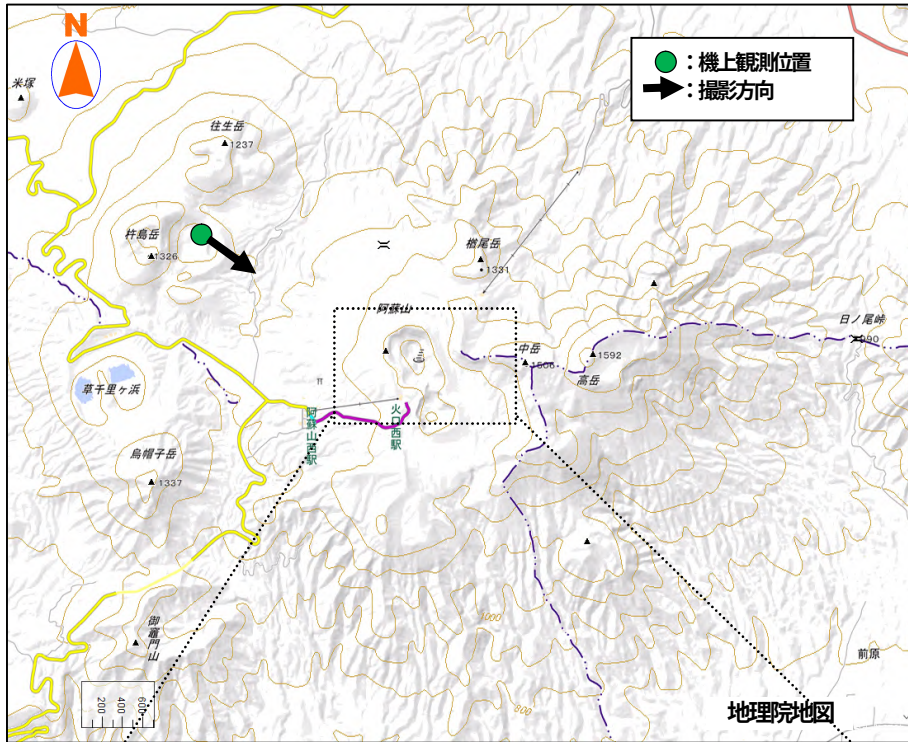


図 4-1 阿蘇山 機上観測位置及び撮影方向

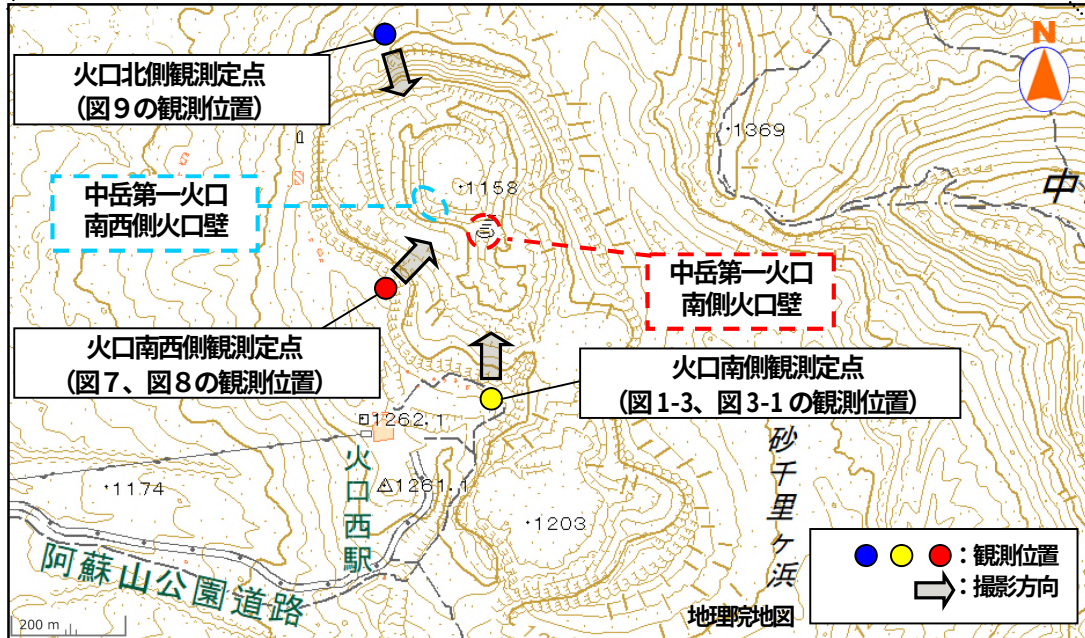


図 4-2 阿蘇山 中岳第一火口の現地調査観測位置図 (観測位置及び撮影方向)



図 5 阿蘇山 中岳火口及び周辺の状況 (2019 年 4 月 19 日)

- ・中岳第一火口から白色の噴煙が上がっているのを確認したが、噴火は観測されなかった。
- ・中岳第一火口内の一部に湯だまりを確認した (上：赤破線)。
- ・赤外熱映像装置による観測では、中岳第一火口内に高温の地熱域 (下：黄破線) が認められた。
- ・観測中は、火山ガスによる弱い臭気が認められた。

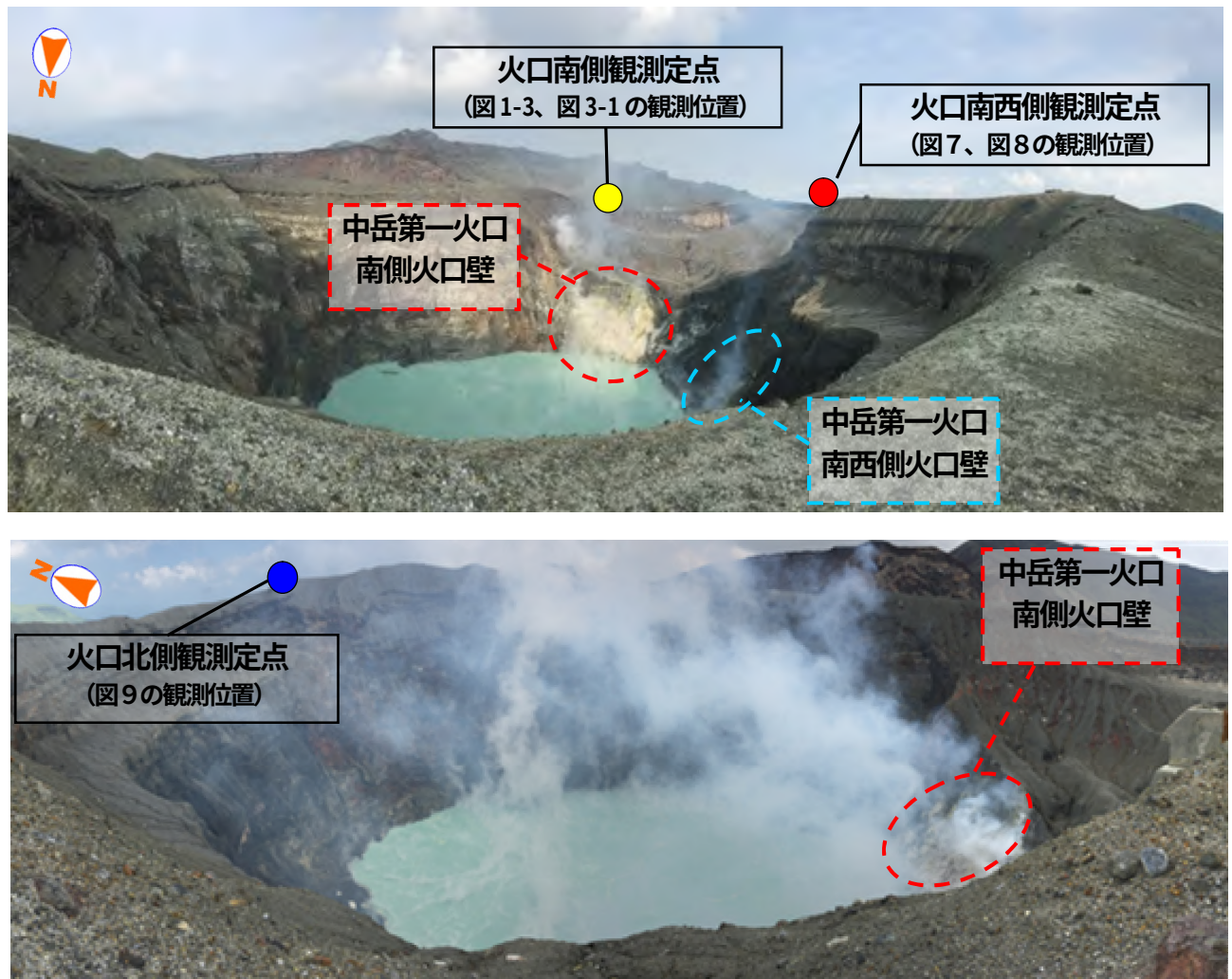


図 6 阿蘇山 中岳第一火口の現地調査観測位置図

(上段：北側観測定点からの火口全景)
(下段：南西側観測定点からの火口全景)

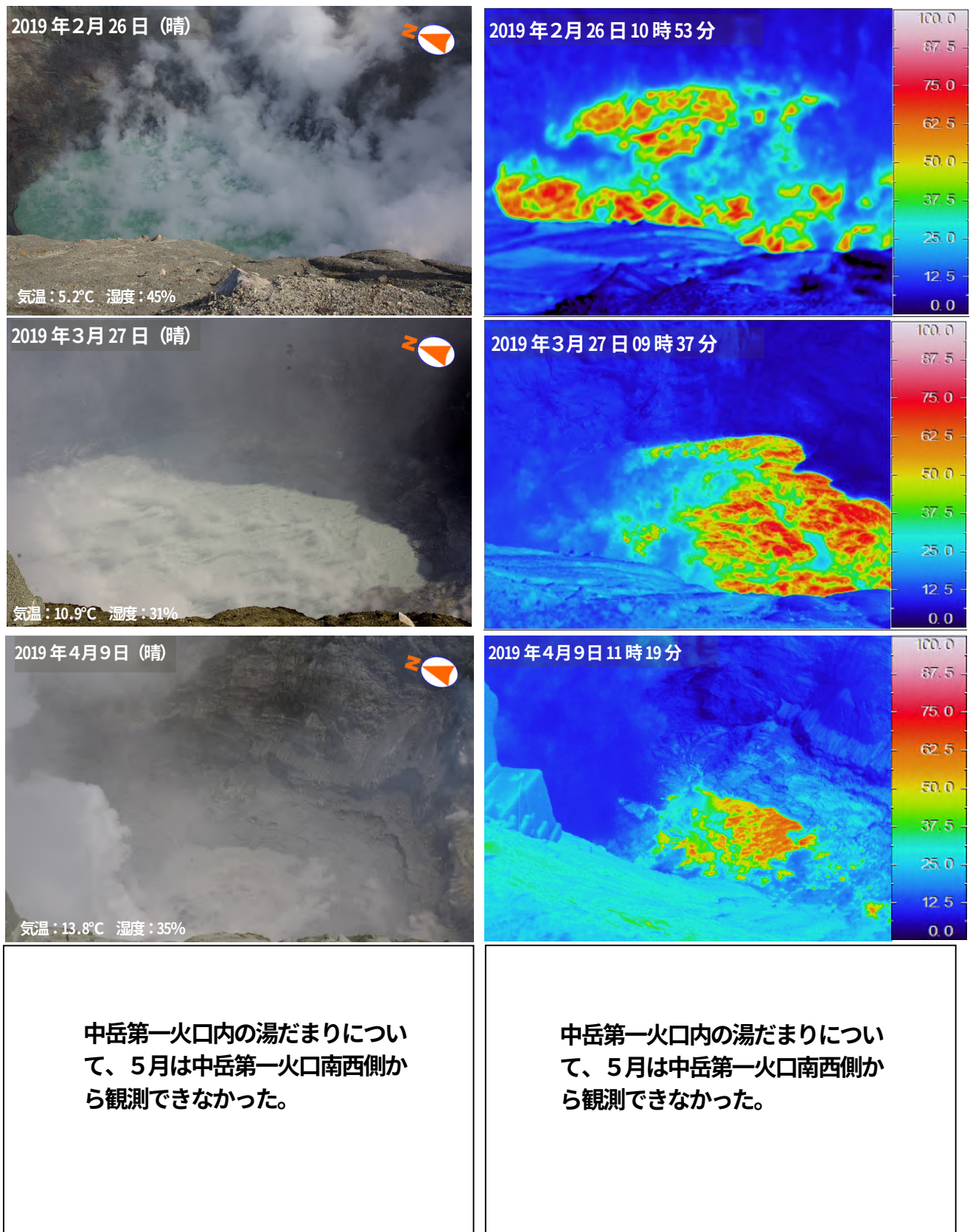


図 7 阿蘇山 中岳第一火口内の湯だまりの状況と赤外熱映像装置による表面温度分布
(中岳第一火口南西側から観測)

- ・湯だまり量は、2月には中岳第一火口底の9割であったが、次第に減少し、5月には1割となった。
- ・湯だまりの表面温度は、2月は78°C、3月は84°C、4月は82°C、5月は湯だまり全体を観測できなかったため不明である。
- ・4月には土砂噴出は時々認められ、4月9日に最高で高さ15m程度の土砂噴出を観測した。

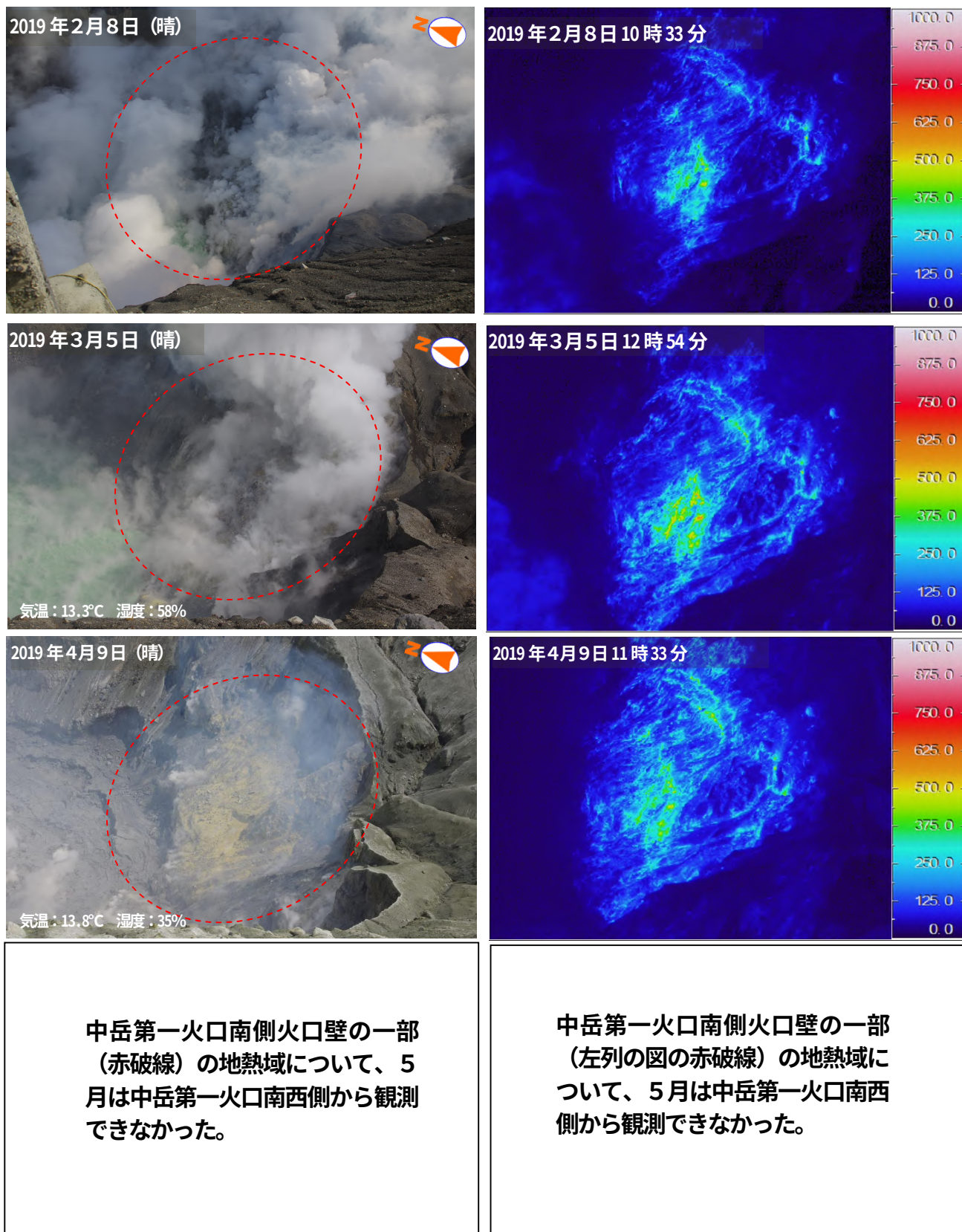


図 8 阿蘇山 中岳第一火口南側の火口壁の状況と赤外熱映像装置による表面温度分布
(中岳第一火口南西側から観測)

中岳第一火口南側火口壁では、白色の噴気が噴出しているのを確認した(図中の赤破線)。南側火口壁では引き続き地熱域を確認し、南側火口壁の最高温度は、2月は約 510℃、3月は約 510～570℃、4月は約 530℃、5月は観測できなかった(2019 年 1 月：最高温度約 560℃) が、引き続き高い状態が続いている。

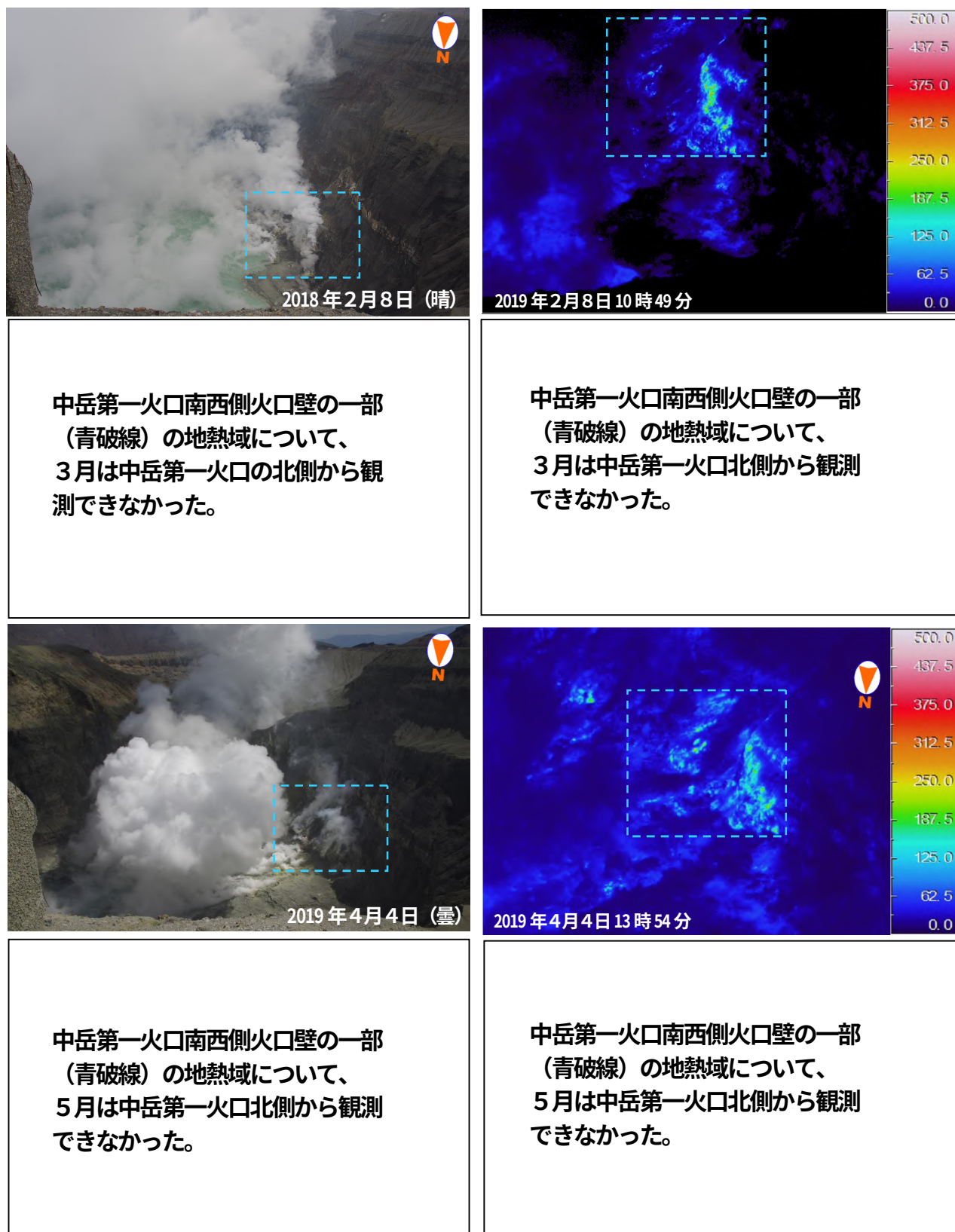


図9 阿蘇山 中岳第一火口南西側の火口壁の状況と赤外熱映像装置による表面温度分布
(中岳第一火口北側から観測)

中岳第一火口南西側火口壁では、白色の噴気が噴出しているのを確認した(図中の青破線)。南西側火口壁の一部で地熱域を確認し、南西側火口壁の最高温度は、2月は約400℃、4月は約310℃、3月と5月は観測できなかった(2018年12月:約320℃)。

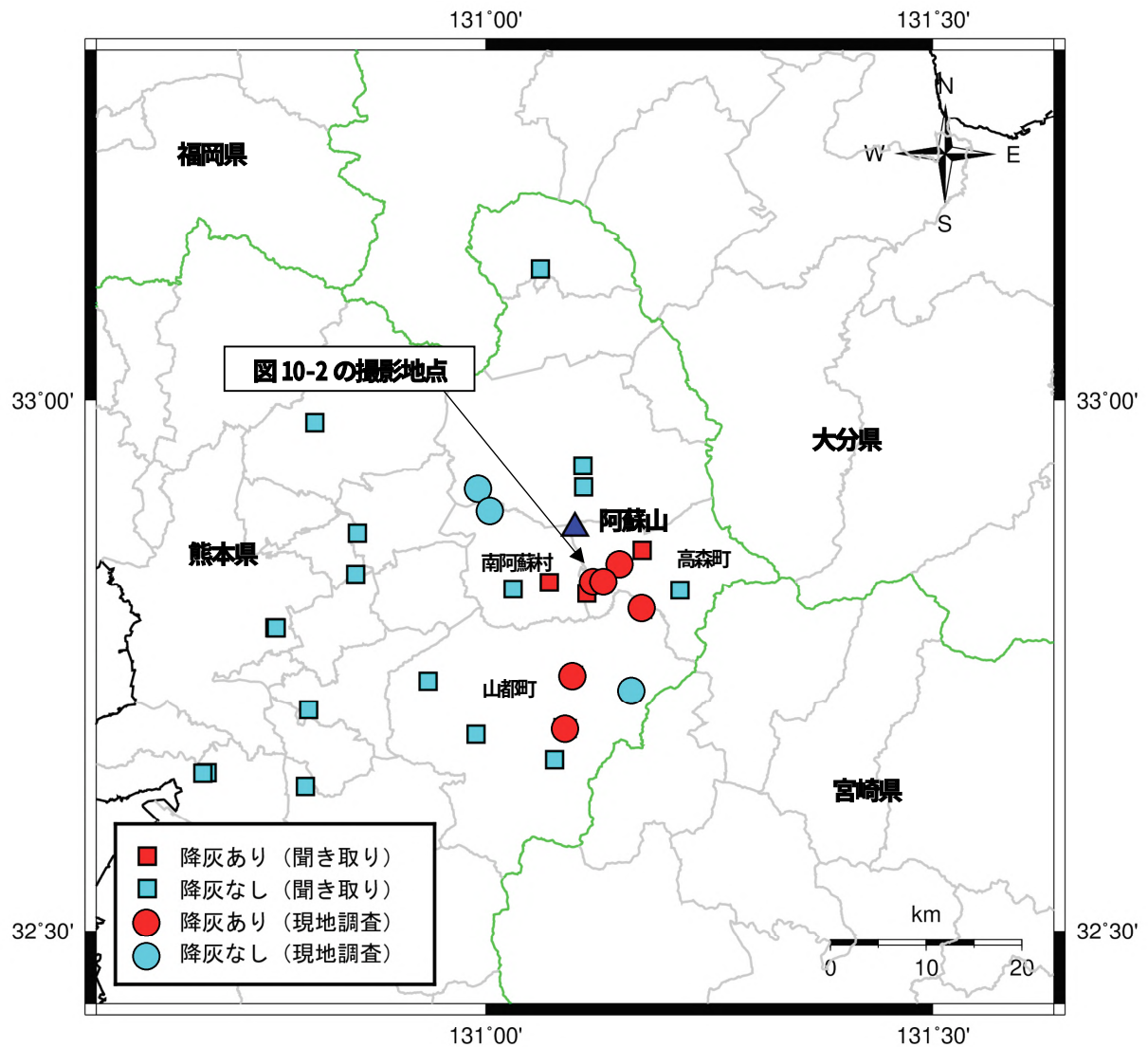


図 10-1 阿蘇山 降灰分布図 (2019 年 5 月 4 日)



図 10-2 阿蘇山 降灰の状況 (2019 年 5 月 4 日：熊本県高森町)

5月4日に福岡管区气象台及び熊本地方气象台が実施した現地調査及び聞き取り調査では、熊本県高森町で火山灰が車のフロントガラスにうっすら積もる程度の少量の降灰を確認するなど、火口周辺および熊本県高森町、南阿蘇村、及び山都町の一部で降灰を確認した。

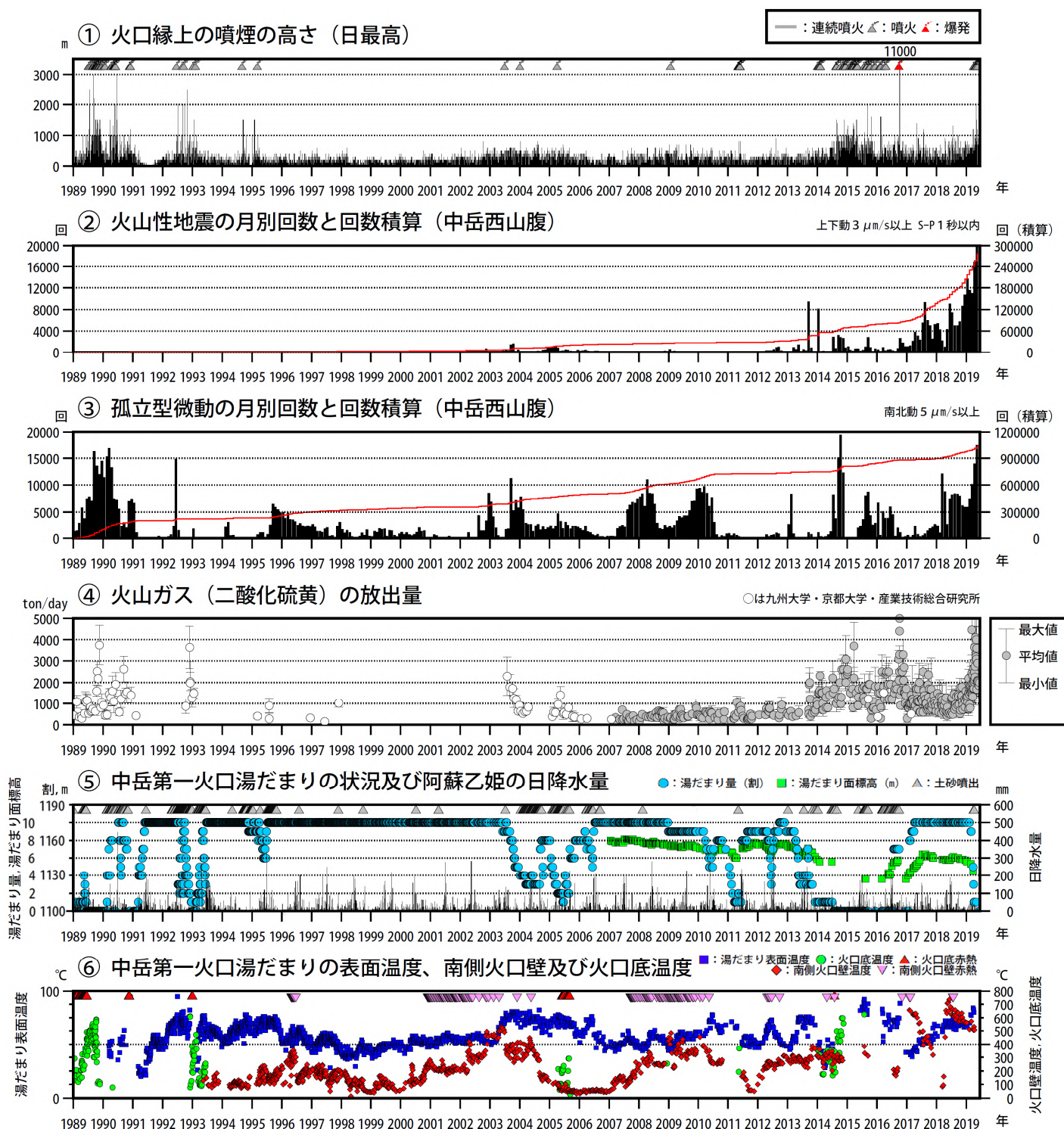


図11 阿蘇山 火山活動経過図（1989年1月～2019年6月10日）

＜1989年1月～2019年6月10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。

2002年3月1日から検測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。

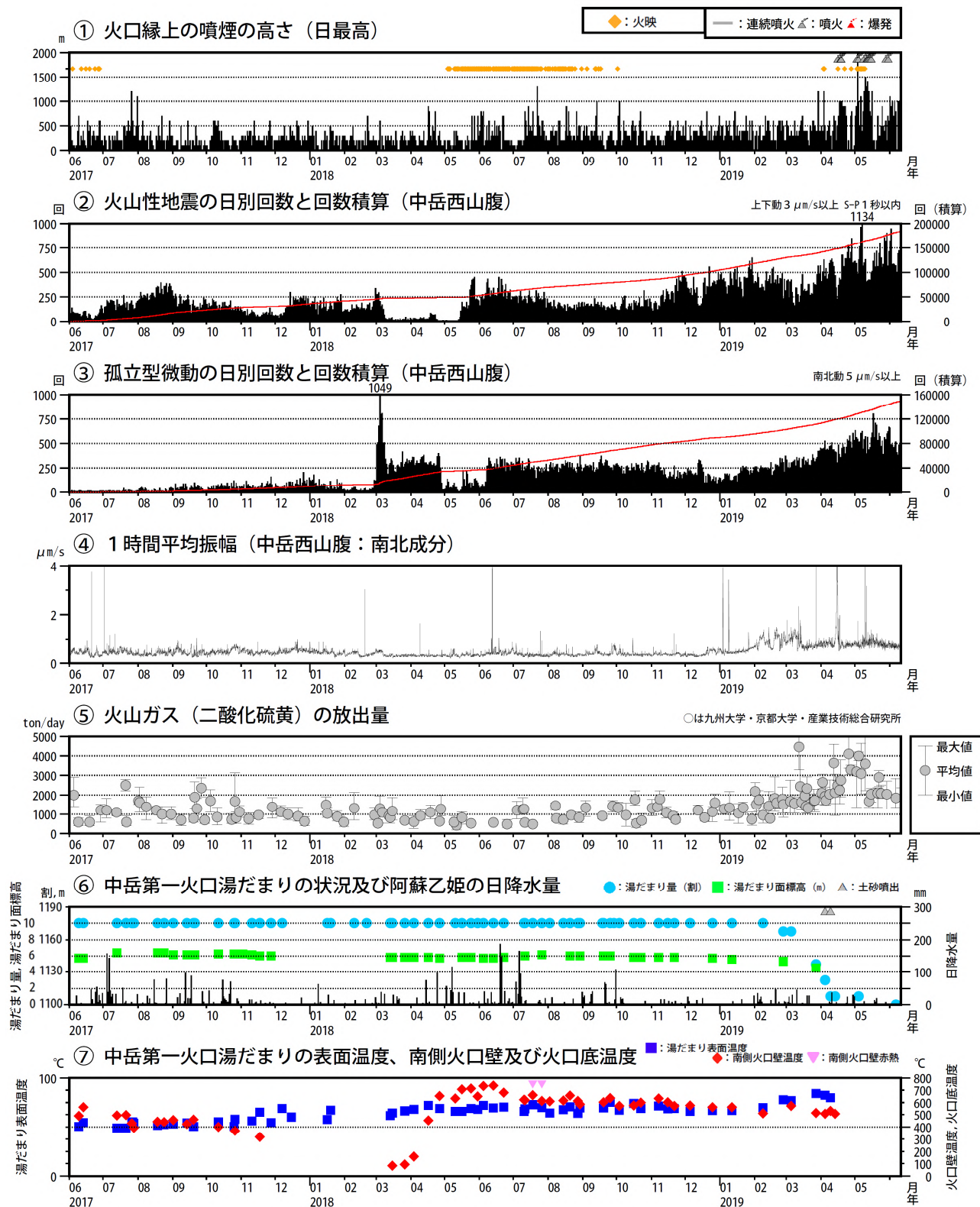


図 12 阿蘇山 火山活動経過図（2017 年 6 月～2019 年 6 月 10 日）

<2019 年 2 月～6 月 10 日の状況>

- 火山性地震は、引き続き多い状態で経過し、6 月上旬には 1 日あたり 600 回前後発生している。
- 孤立型微動も、引き続き多い状態で経過し、6 月上旬以降は 500 回前後発生している。
- 火山性微動の振幅は、2 月上旬頃からやや大きくなり、3 月 11 日から 12 日にかけて一時的に大きくなるなど変動を繰り返していたが、15 日以降は小さい状態で経過した。4 月 14 日から 15 日にかけても大きくなり、18 日以降は概ね小さい状態で経過した。5 月 3 日の噴火開始後も一時的に大きくなり、その後は概ね小さい状態で経過している。
- 火山ガス（二酸化硫黄）の 1 日あたりの放出量は、2 月から4月中旬にかけては、2,000 トン前後と増減を繰り返しながら概ね多い状態で経過していたが、3 月 12 日には 4,500 トンと一時的に非常に多い状態となり、4 月中旬から 5 月上旬にかけては 3,000 トン以上の非常に多い状態で経過した。

5月中旬以降は2,000トン前後と概ね多い状態で推移している。

- ・湯だまりの表面温度は、2月は78℃、3月は84℃、4月は82℃、5月は湯だまり全体を観測できなかったため不明である。
 - ・湯だまり量は、2月には中岳第一火口底の9割であったが、3月中旬以降次第に減少し、4月上旬には1割となり、6月6日の観測ではほとんど消失していた。
 - ・南側火口壁では引き続き地熱域を確認し、南側火口壁の最高温度は、2月は約510℃、3月は約510～570℃、4月は約530℃、5月は観測できなかった（1月：最高温度約560℃）が、引き続き高い状態が続いている。
 - ・4月には土砂噴出は時々認められ、4月9日に最高で高さ15m程度の土砂噴出を観測した。
- 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。

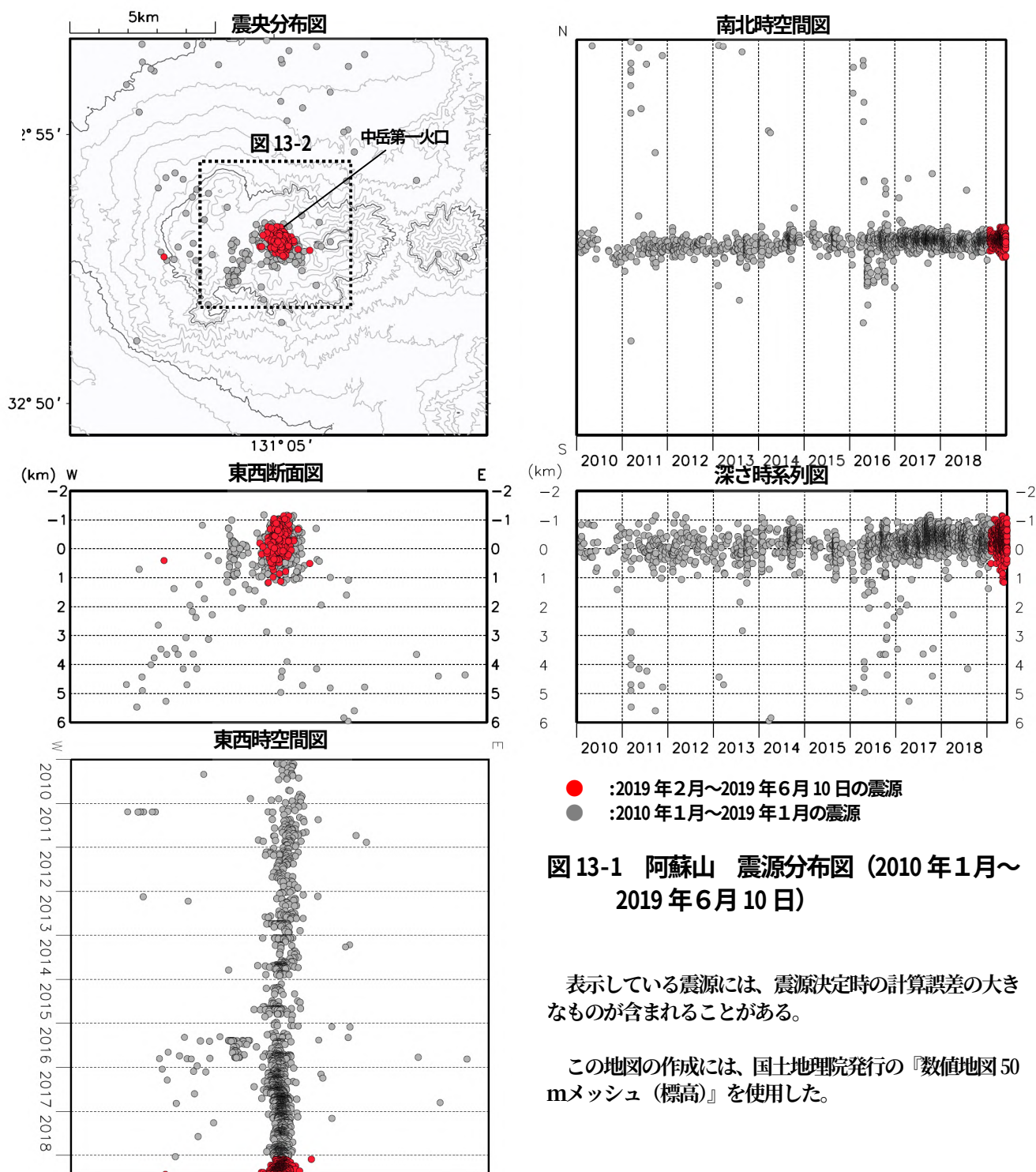


図 13-1 阿蘇山 震源分布図（2010年1月～2019年6月10日）

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。

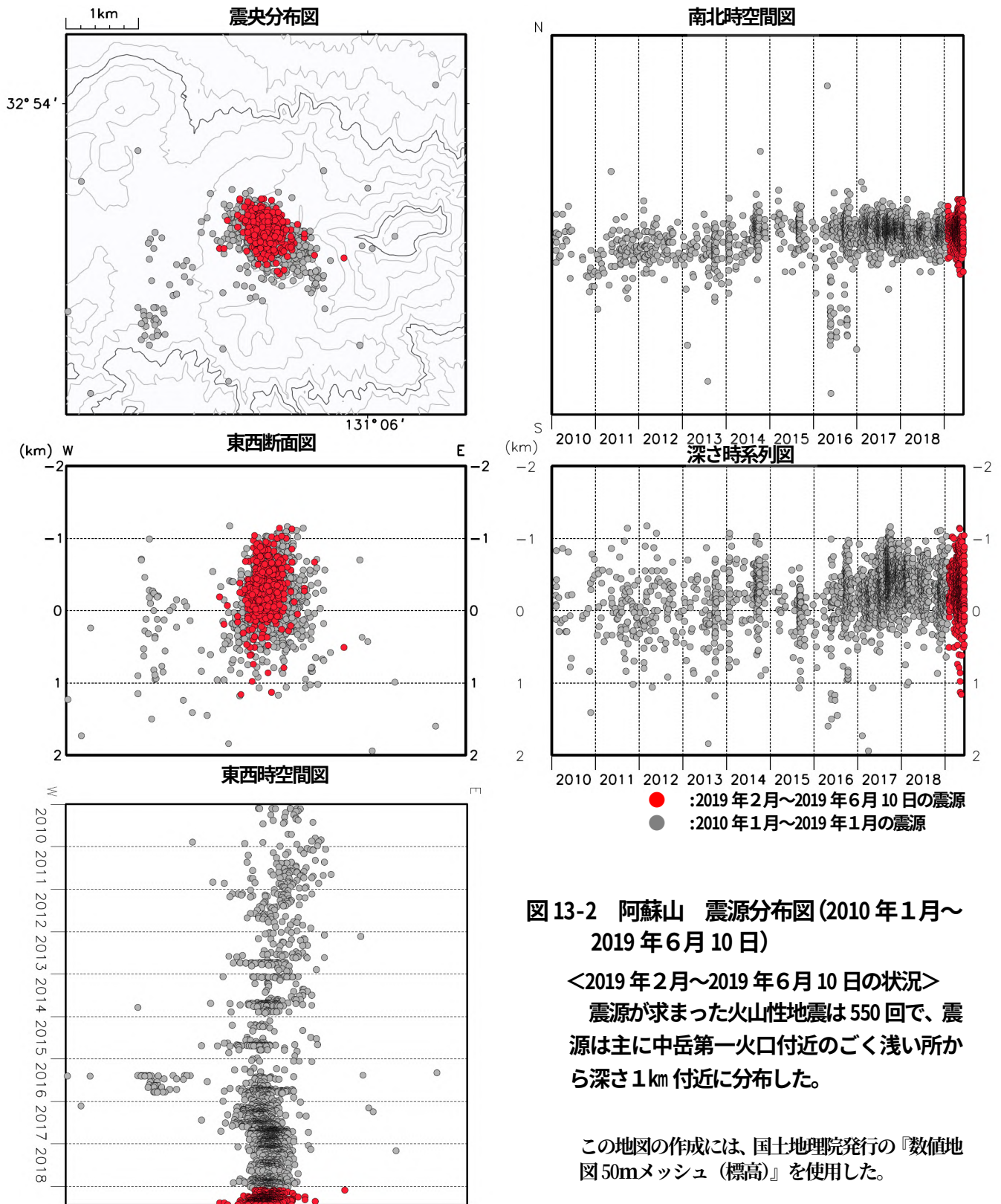


図 13-2 阿蘇山 震源分布図 (2010 年 1 月～2019 年 6 月 10 日)

＜2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日の状況＞

震源が求まった火山性地震は 550 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。

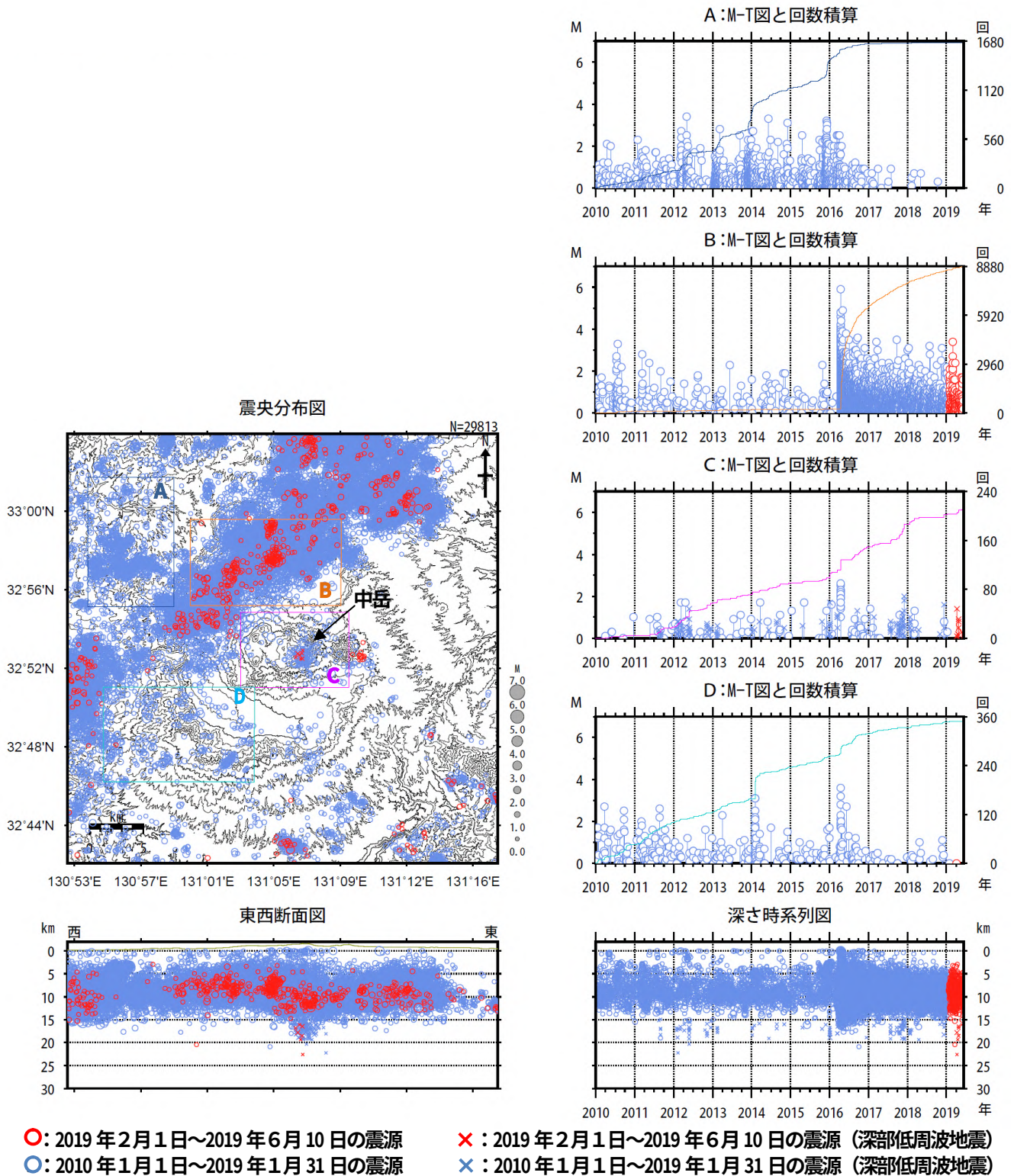


図 14 阿蘇山 一元化震源による震源分布図 (2010 年 1 月～2019 年 6 月 10 日)

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。

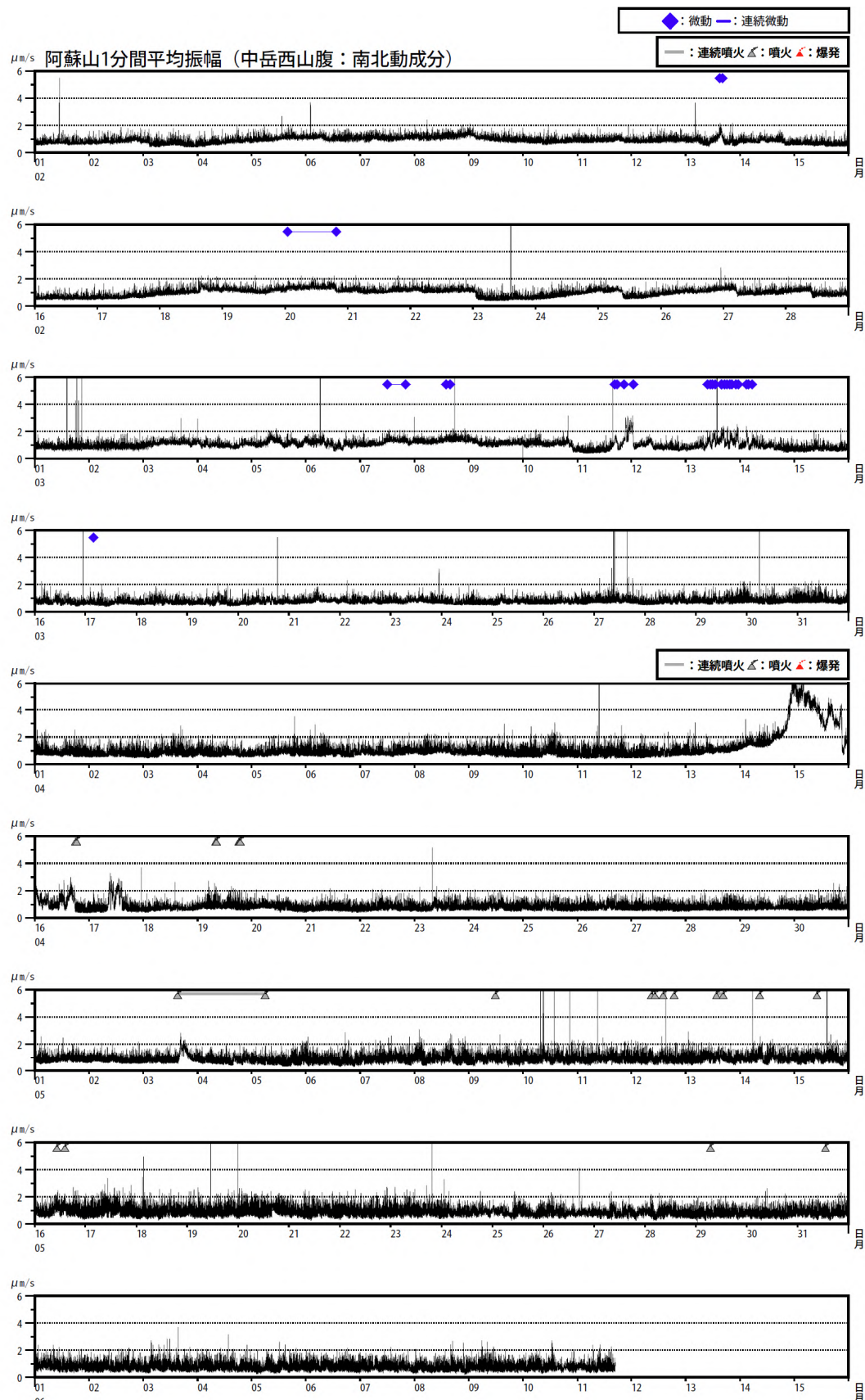


図 15 阿蘇山 1 分間平均振幅の時間変化
(中岳西山腹観測点南北動成分、2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日)

<2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日の状況>

火山性微動の振幅は、2月上旬頃からやや大きくなり、3月11日から12日にかけて一時的に大きくなるなど変動を繰り返していたが、15日以降は小さい状態で経過した。4月14日から15日にかけても大きくなり、18日以降は概ね小さい状態で経過した。5月3日の噴火開始後も一時的に大きくなり、その後は概ね小さい状態で経過している。

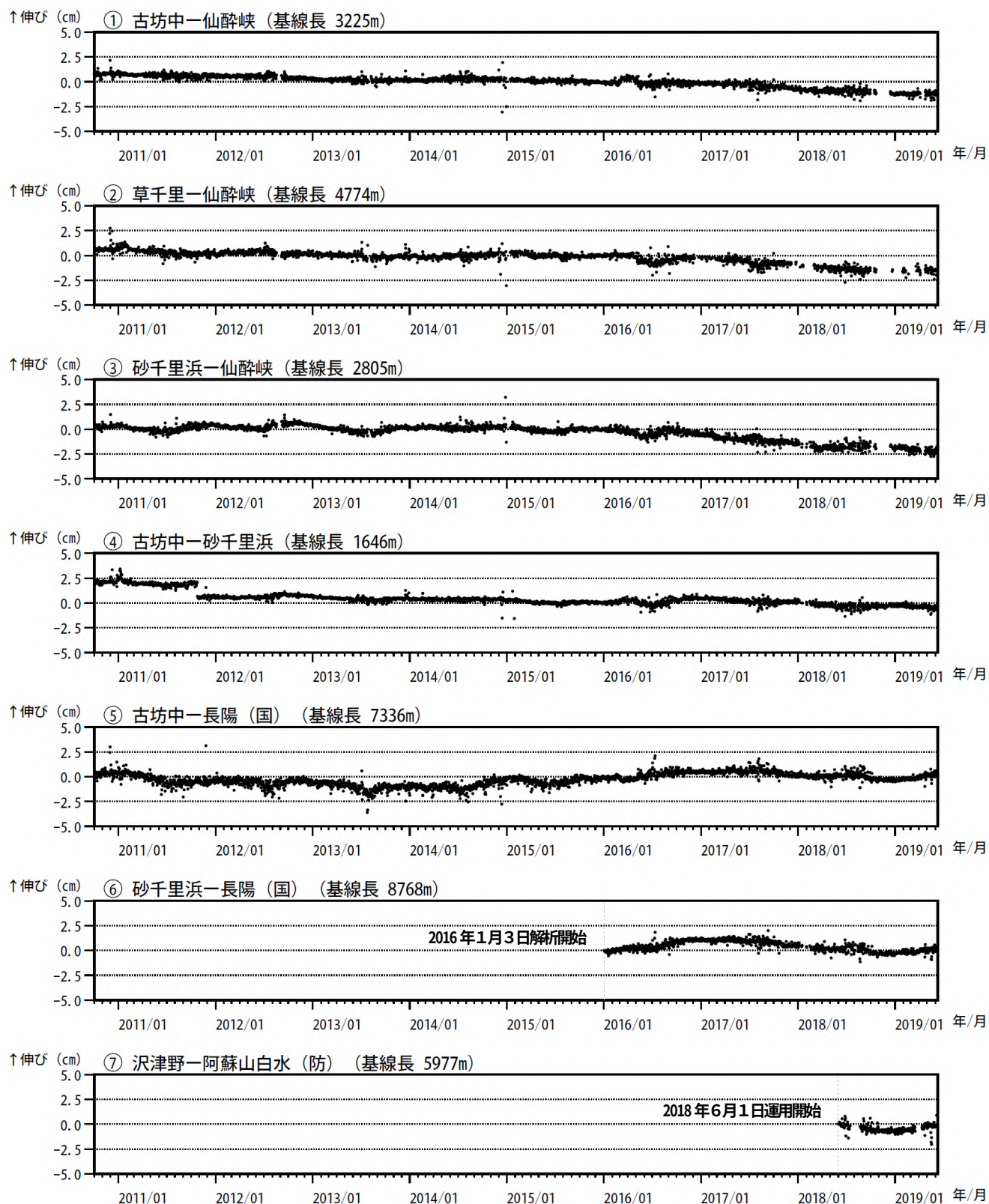


図 16-1 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2019 年 6 月 10 日)

これらの基線は図 17 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

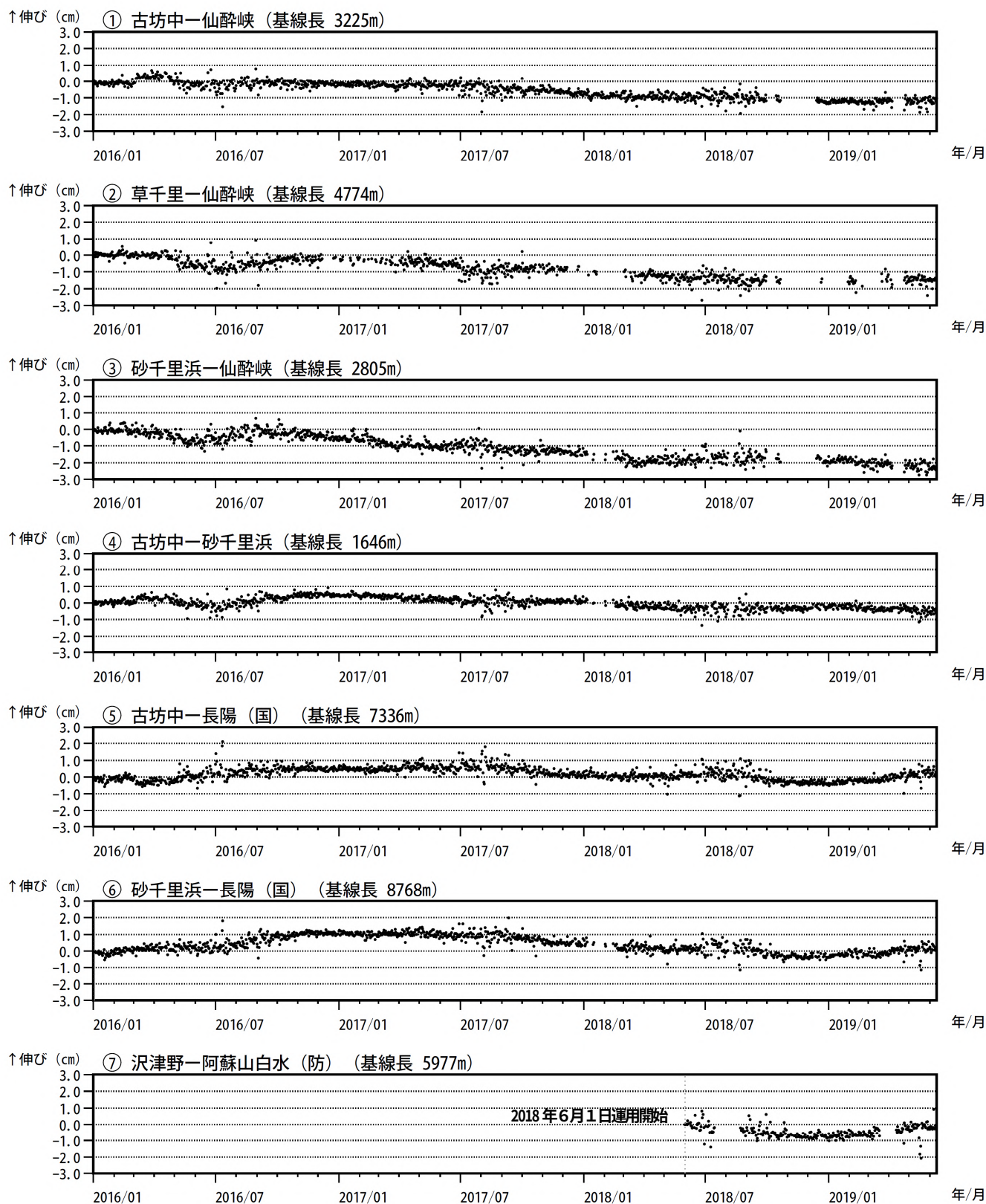


図 16-2 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2016 年 1 月～2019 年 6 月 10 日)

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 (⑤～⑦) で、わずかな伸びの傾向が認められる。

これらの基線は図 17 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

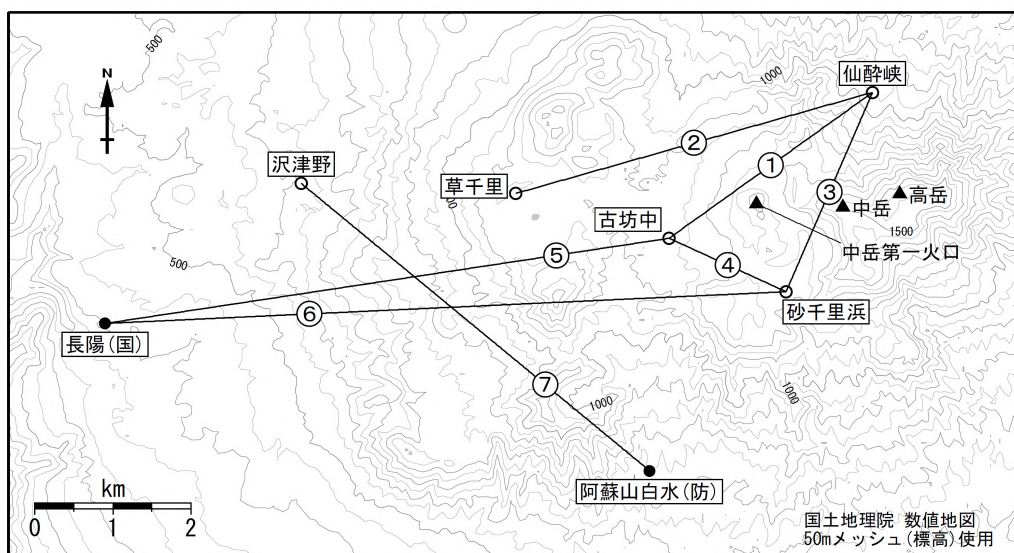


図 17 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

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

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。

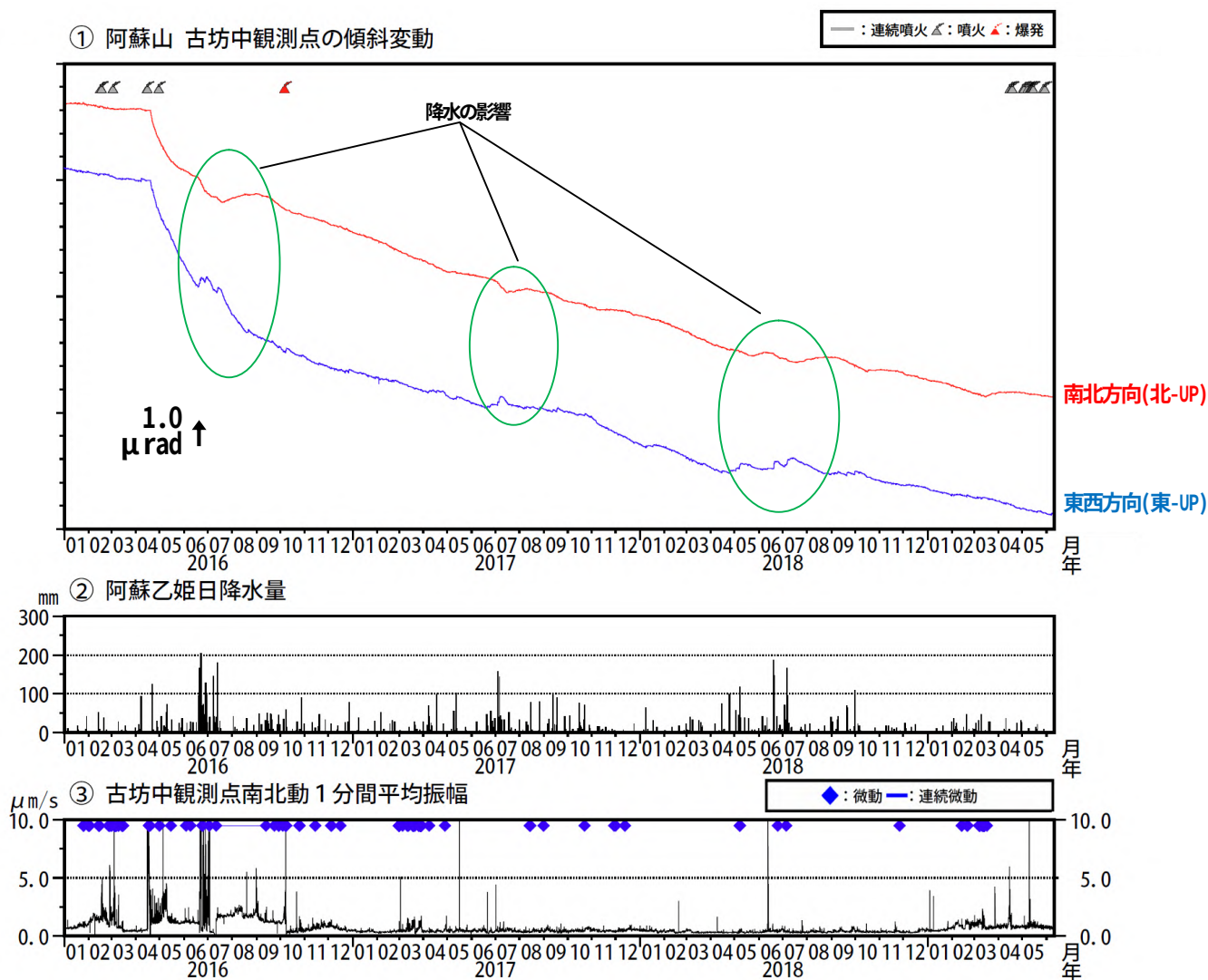


図 18-1 阿蘇山 傾斜変動 (2016 年 1 月～2019 年 6 月 10 日、時間値、潮汐補正済み)

<2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日の状況>

傾斜計では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。

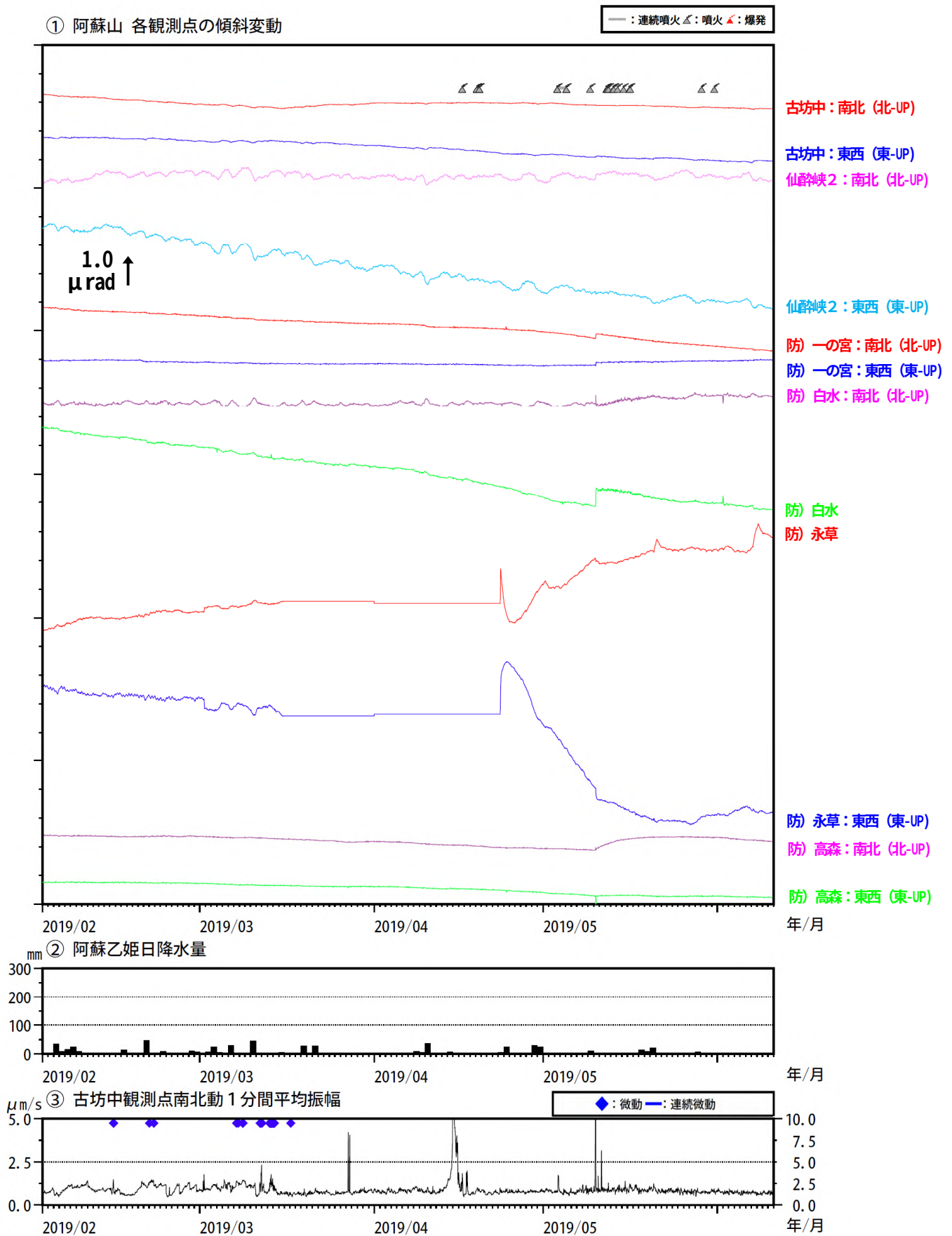
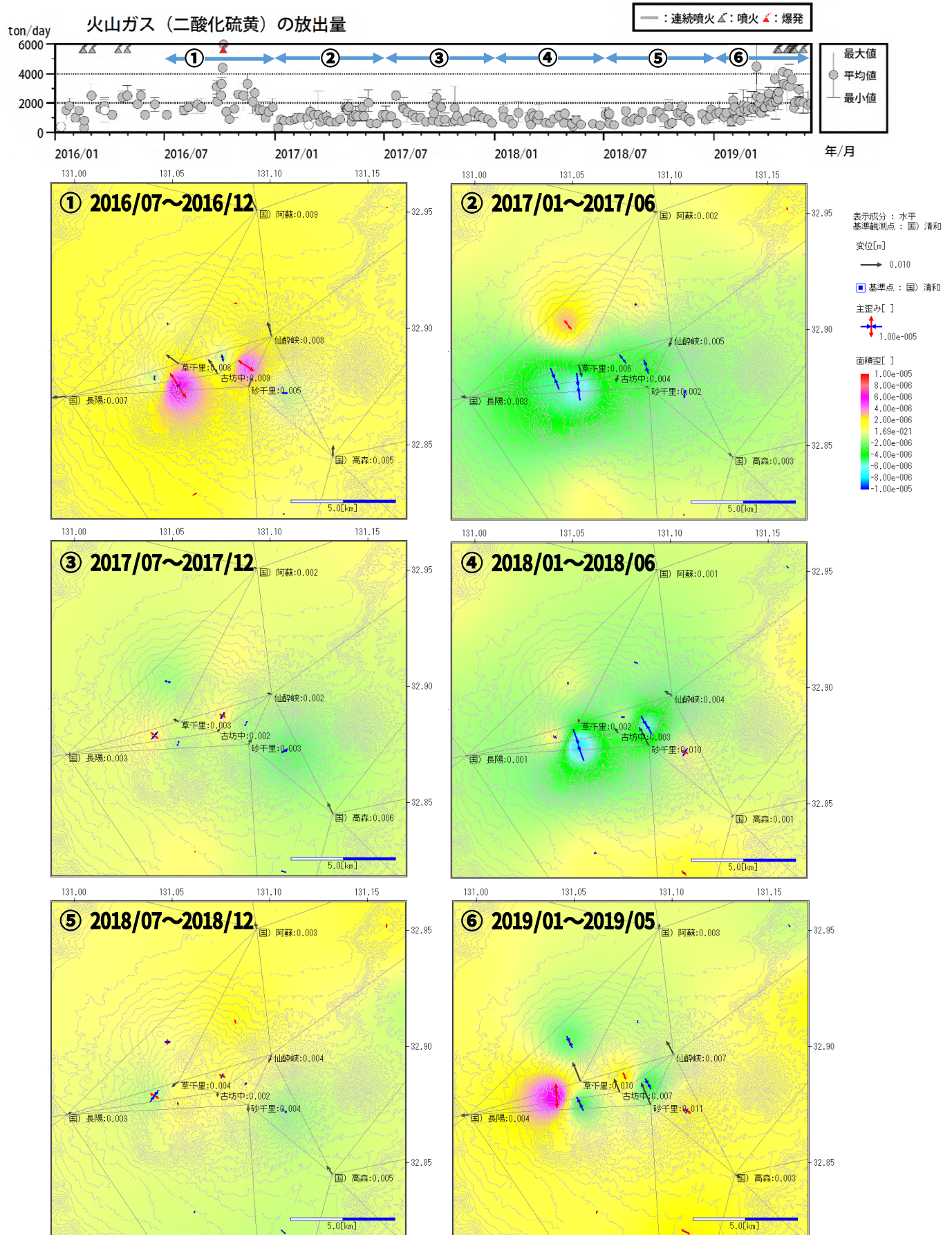


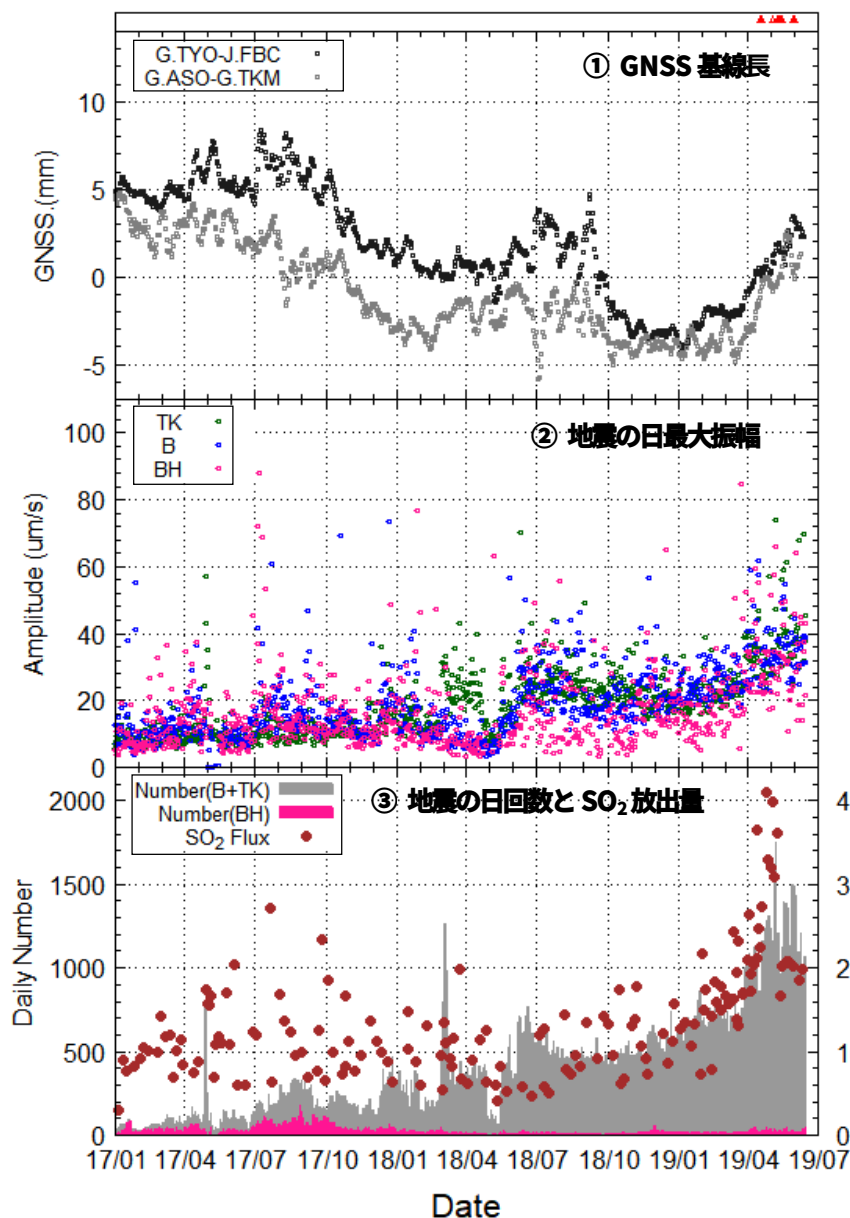
図 18-2 阿蘇山 傾斜変動 (2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日、時間値、潮汐補正済み)
 <2019 年 2 月～2019 年 6 月 10 日の状況>

傾斜計では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。

図 19 阿蘇山 阿蘇山周辺のGNSS面積ひずみと火山ガス(SO₂)放出量の関係 (2016 年 7 月～2019 年 5 月 18 日)

- ・期間①では、火山ガス放出量が増減（2,000～15,000 トン程度/日）し、中岳火口及び草千里を囲む面積ひずみで膨張がみられる。2016 年 10 月噴火に伴う変化を捉えていると考えられる。
- ・期間②～⑤では、1,000 トン程度/日の火山ガス放出に伴い、中岳火口及び草千里を囲む面積ひずみで収縮がみられる。
- ・期間⑥では、火山ガス放出量が増減（2,000～4,000 トン程度/日）し、草千里を囲む面積ひずみで膨張がみられる。2019 年 5 月の噴火活動に伴う変動を捉えていると思われる。

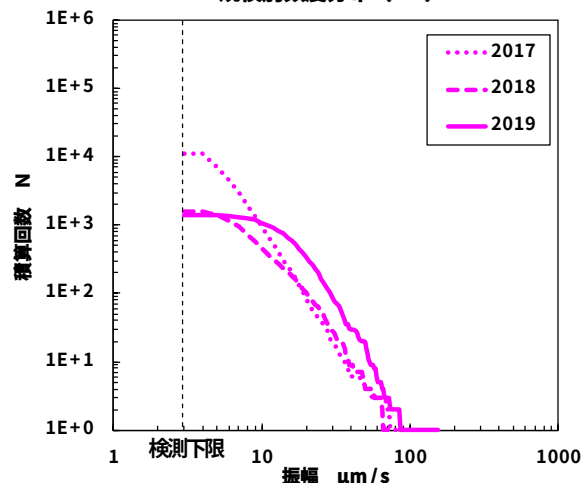
火山活動経過



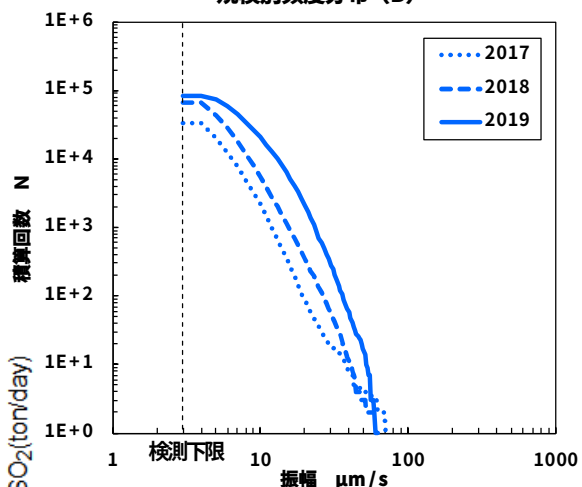
規模別頻度分布より算出した b 値*

期間	b_{BH}	b_B	b_{TK}
2017.01-12	2.18	2.63	3.50
2018.01-12	2.05	3.59	4.79
2019.01-06	1.93	3.81	4.51

規模別頻度分布 (BH)



規模別頻度分布 (B)



規模別頻度分布 (TK)

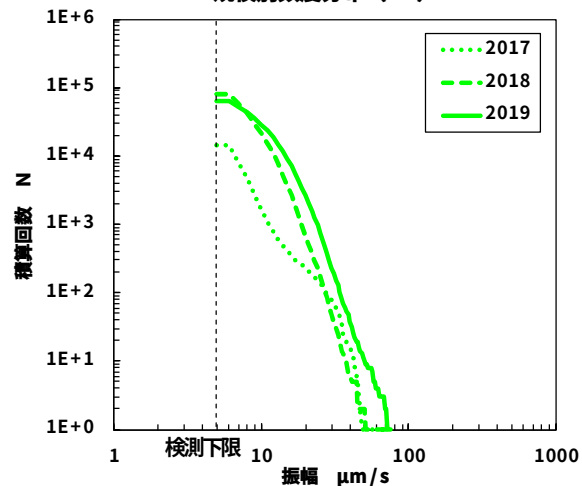


図 20 阿蘇山 火山活動経過及び火山性地震の規模別頻度分布 (2017 年 1 月～2019 年 6 月 15 日)

- ・2019 年は、GNSS 基線長の伸びが認められる中、B や TK の回数が増加しており、SO₂ 放出量も増えている。
- ・2019 年は、BH、B、TK とも、振幅の大きなものが増えている。
- ・BH の b 値は、B や TK に比べて小さく、期間を通してほぼ一定である (2.0 程度)。
- ・B や TK の b 値は、2017 年に比べて、2018 年や 2019 年が大きくなっている。

※ 検測基準付近の地震の取りこぼしが多少あることを考慮して、各タイプとも検測基準の 2 倍以上のイベントに対して近似式を求めて b 値を算出した。(【検測基準】BH (BH 型地震)・B (B 型地震)：中岳西山腹 UD で 3 μm/s 以上、TK (孤立型微動)：中岳西山腹 NS で 5 μm/s 以上)



図 21-1 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。

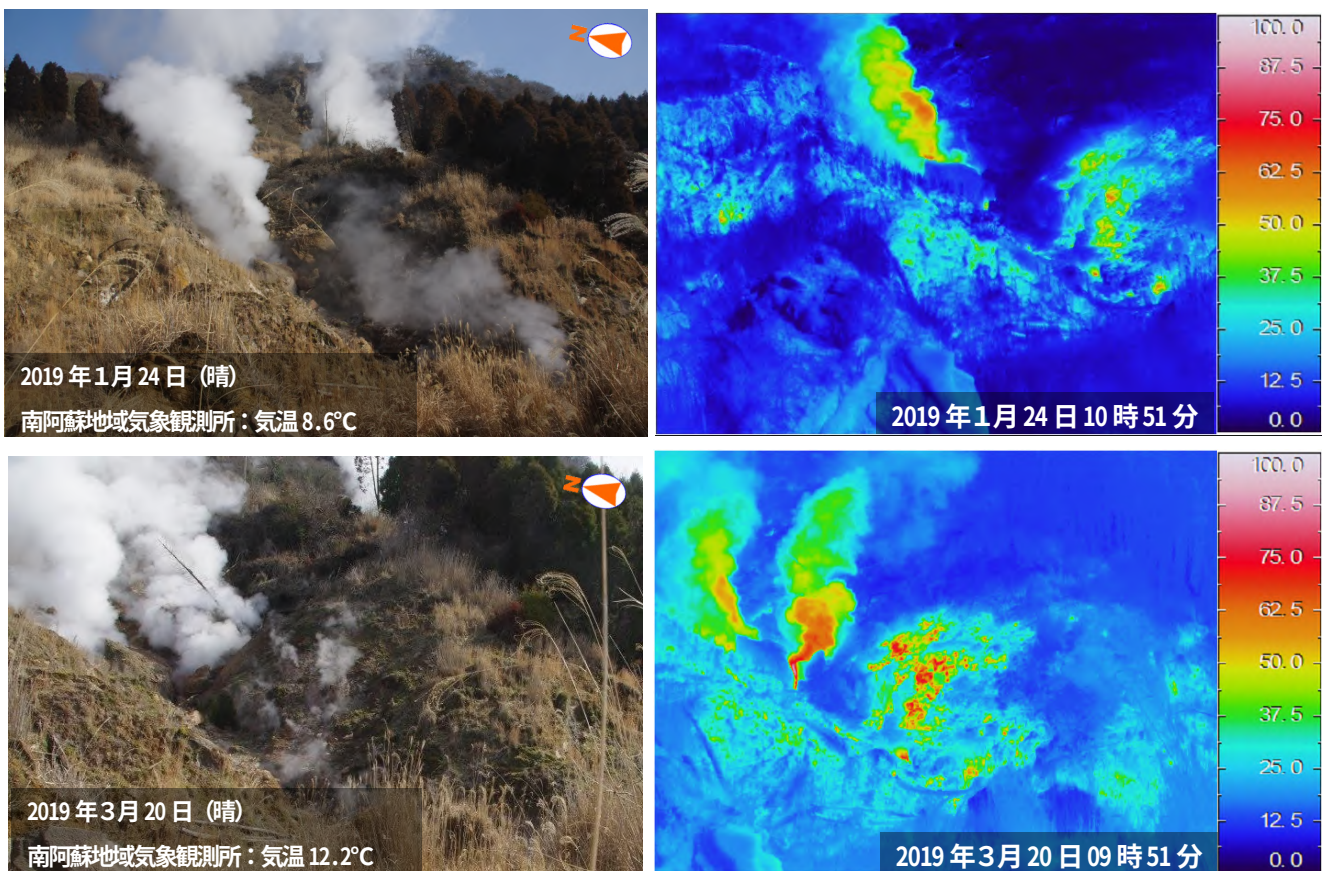


図 21-2 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況（噴気地帯 B を西側から撮影）
噴気地帯 B では、やや活発な噴気活動や地熱活動が続いていることを確認した。

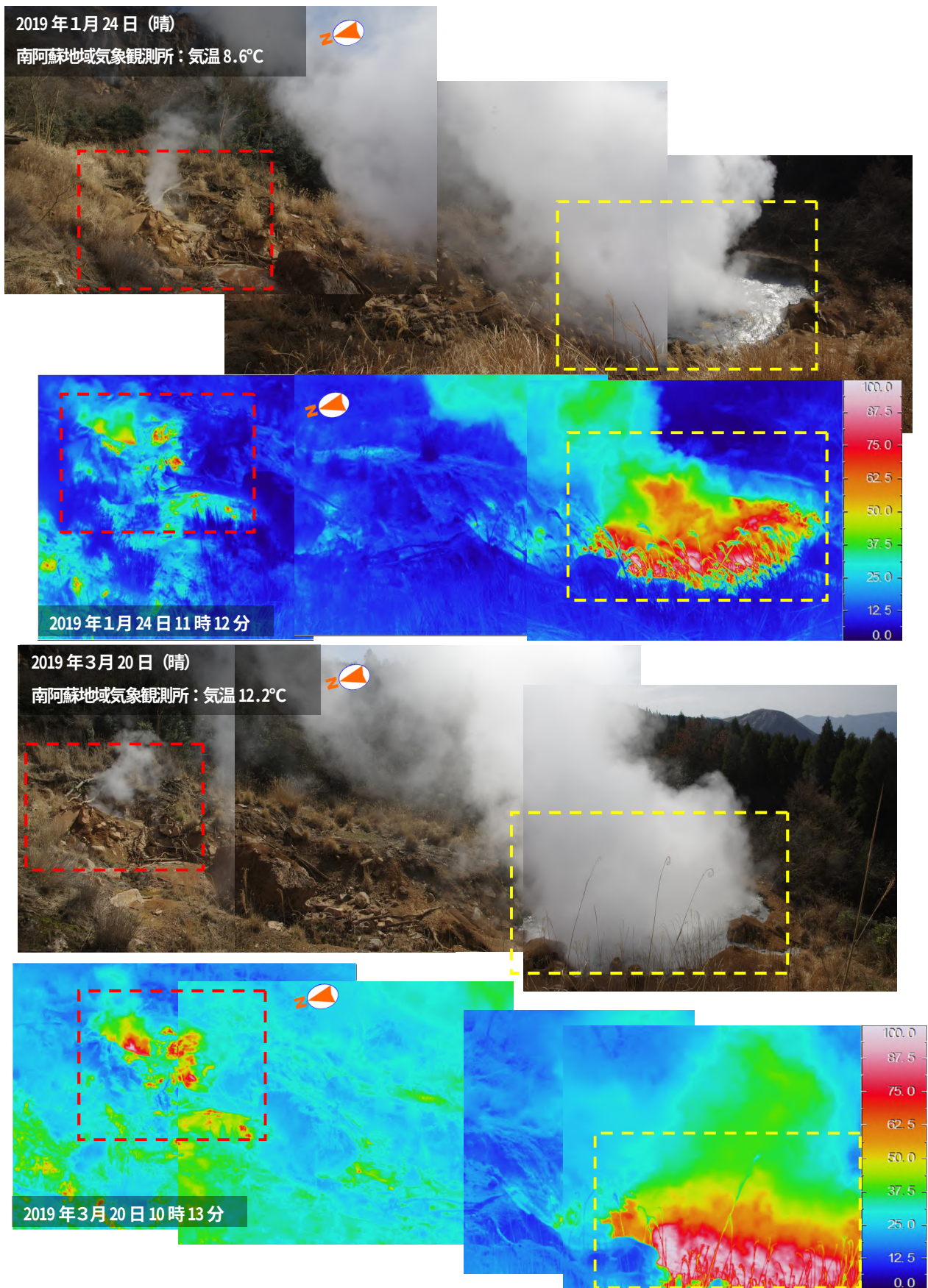
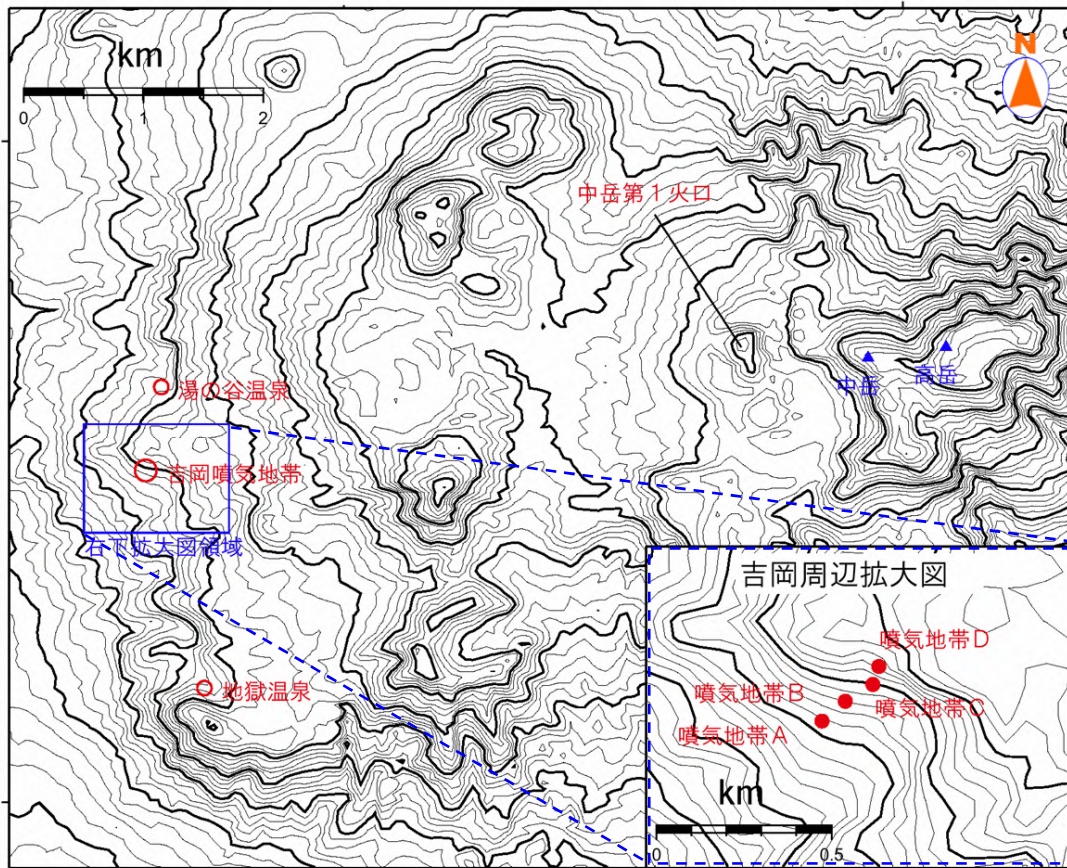


図 21-3 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況（噴気地帯Cを西側から撮影）

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。

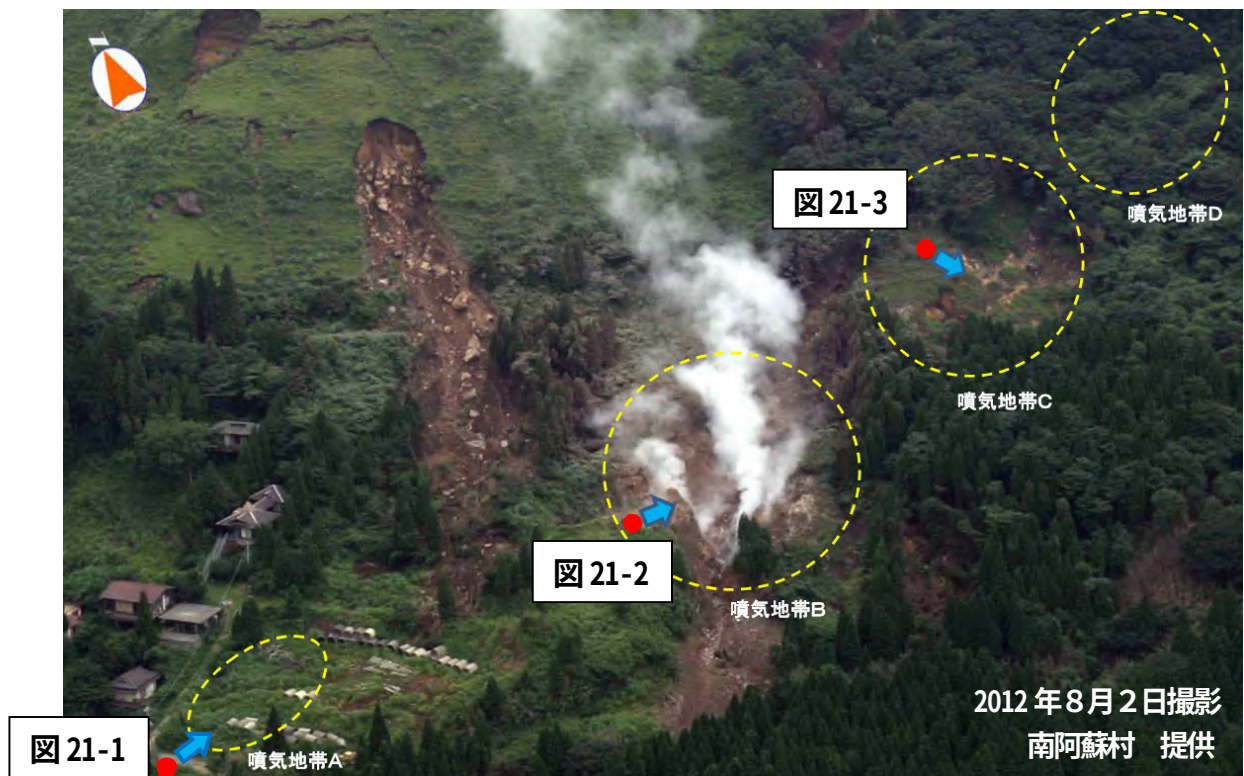


図22 阿蘇山 南阿蘇村吉岡の噴気地帯位置および図20-1～3の観測位置

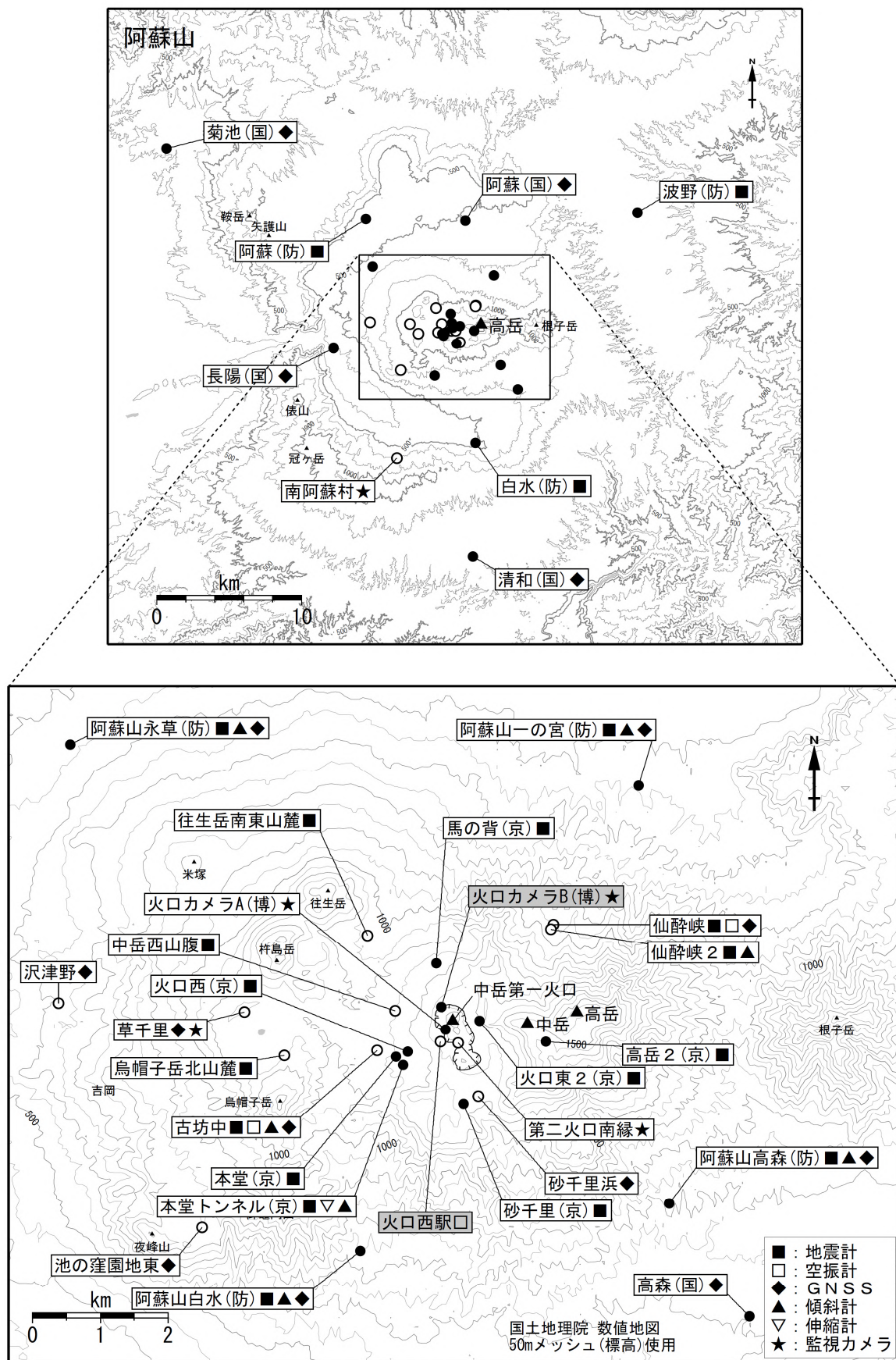


図 23 阿蘇山 観測点配置図

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

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。

表 1 干渉解析に使用したデータ

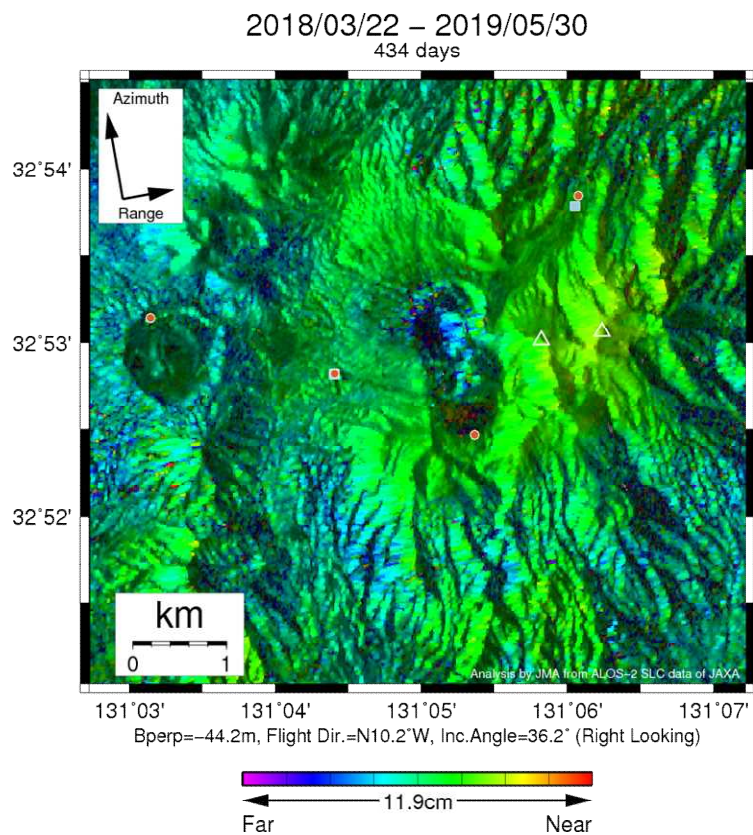
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
130-650(SM1_U2_7)	北行	右	36.2°	2018.03.22	2019.05.30	第 1 図
				2019.02.21		第 2 図

3. 解析結果

北行軌道の長期ペア（2018 年 3 月 22 日-2019 年 5 月 30 日）及び短期ペア（2019 年 2 月 21 日-5 月 30 日）について解析を行った。長期ペア、短期ペアともに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。

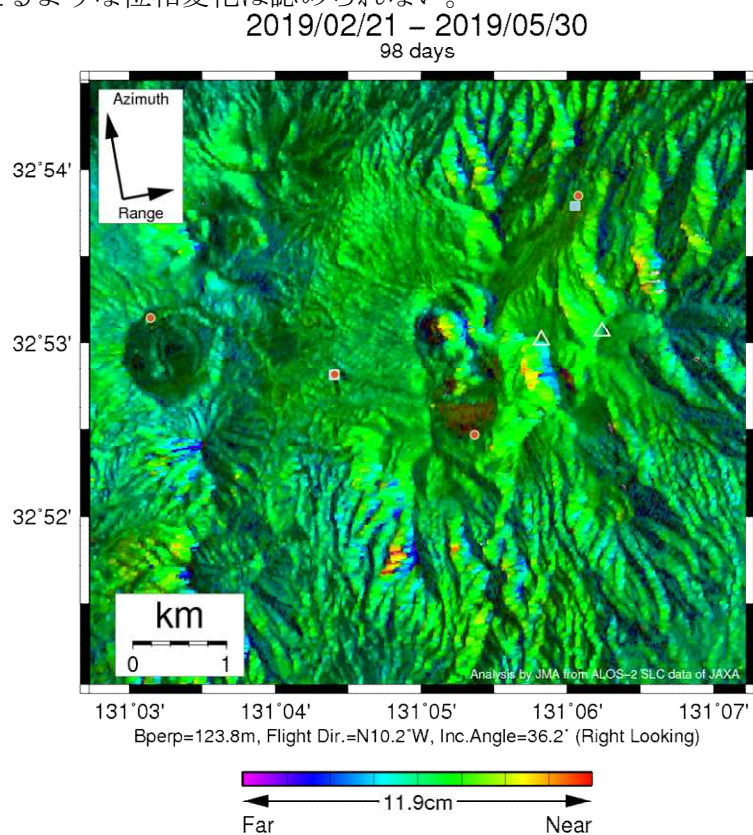
謝辞

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) の長期ペアによる阿蘇山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。
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 23 (SM1_U2_7) の短期ペアによる阿蘇山周辺の干渉解析結果

凡例は第 1 図と同じ。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

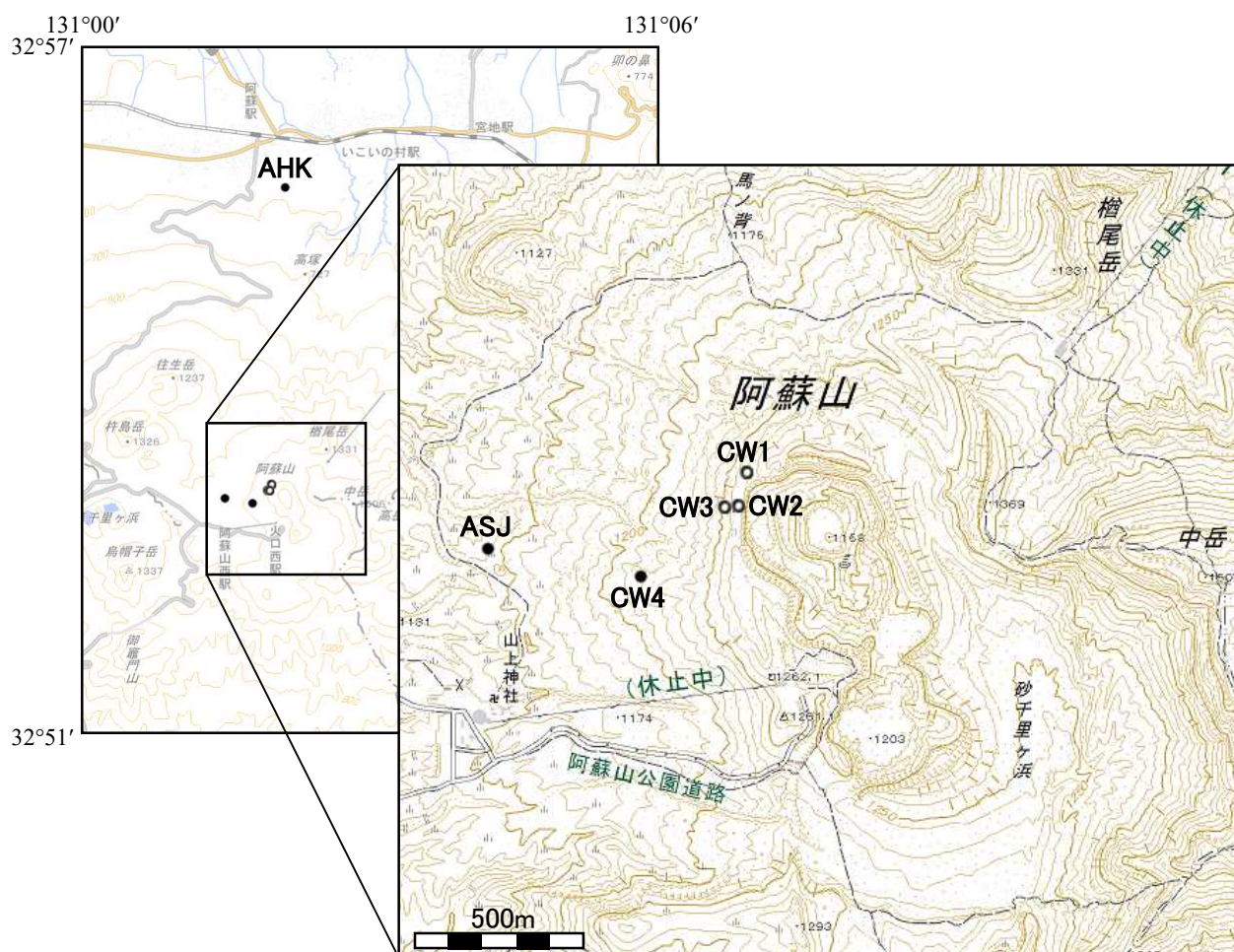
中岳第一火口の西約 1 km における全磁力観測点では火山活動による有意な変化は見られない。

○観測の結果

第 1 図に阿蘇山における全磁力観測点の位置を示す。

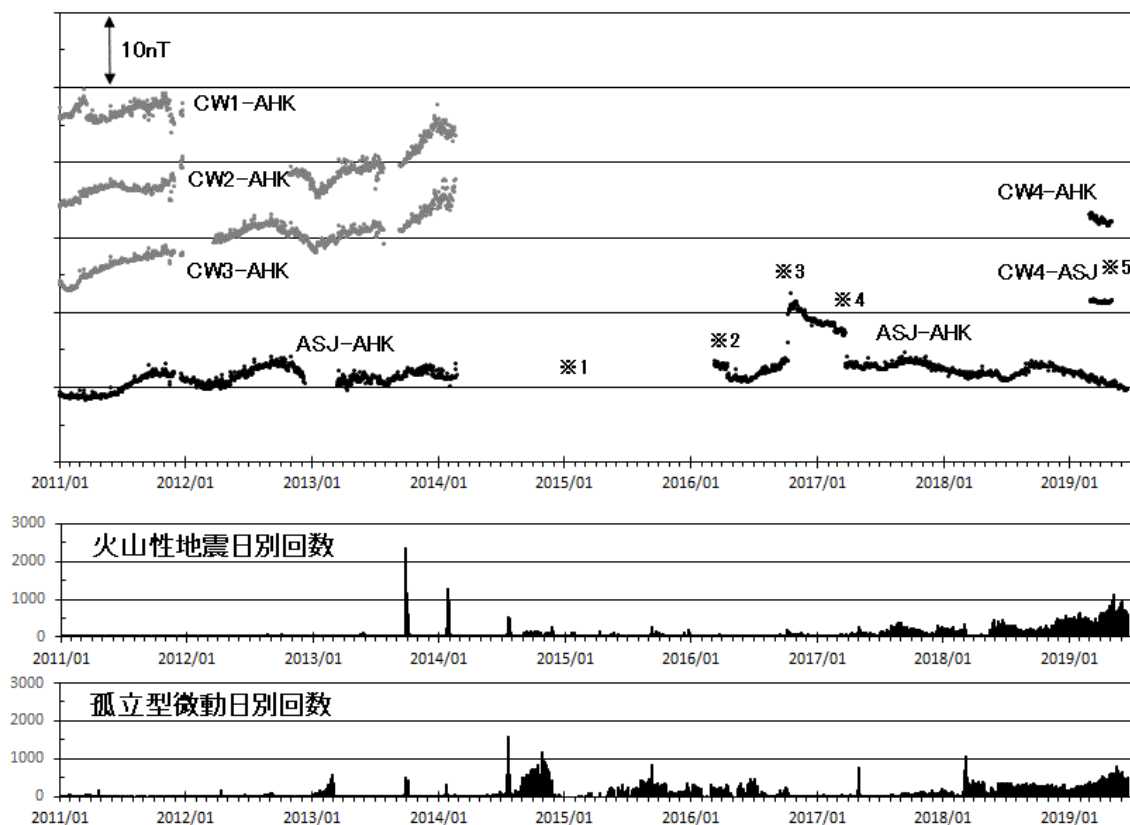
第 2 図に 2011 年 1 月から 2019 年 6 月 17 日までの連続観測点における全磁力変化を示す。

火口西側の ASJ では 3 nT 程度の年周変化で推移しており、火山活動によるとみられる有意な変化は認められない。



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（2011 年 1 月～2019 年 6 月 17 日）

全磁力変化は基準点との夜間日平均値差（00:00～02:59JST）。

火山性地震発生回数、孤立型微動発生回数も併記する。

CW1 は 2011 年 11 月に、CW2、CW3 は 2014 年 2 月に観測を終了した。

CW4 は 2019 年 2 月 28 日に観測を開始した。

※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 ASJ の変動

※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 CW4 欠測

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, 図 10）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。直近 1 ヶ月は変動が停滞している。

2018 年 11 月ころから湯だまりの面積が徐々に小さくなり（図 2）、2019 年 5 月末に湯だまりがほぼ消失した。火口底中央部には噴出火孔が形成され（図 3）、5 月上旬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℃であったが、その後は 300～400℃程度での推移が続いている（図 1, 図 5）。噴出火孔部以外に顕著な熱異常は認められず、南側火口内壁の熱活動に大きな変化はない（図 6）。

地磁気全磁力連続観測結果では、2018 年 10 月頃から磁場値がわずかに減少する変化が見られているが、火口直下の温度状態の変化は規模が小さい（図 7-9）。

長周期微動（地震）の発生頻度や振幅は大きい状態が続いている（図 10）。特に、2019 年 5 月 3 日の噴火以降、地盤変動をとまなう長周期微動の活発化が観測されており（図 11）、これはクラック状火口の開口を示している可能性がある。

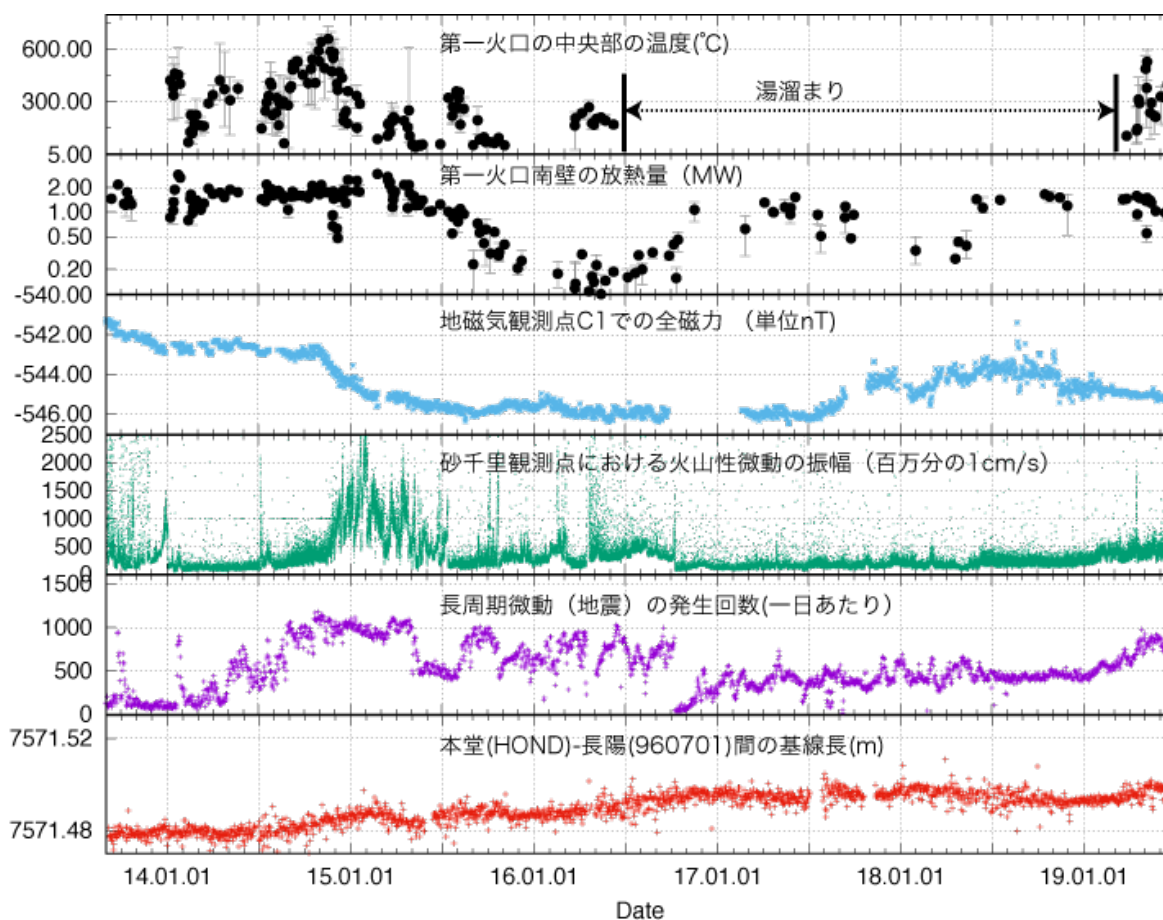


図 1. 阿蘇火山・中岳の活動に関する各種データ

期間は 2013 年 9 月 1 日から 2019 年 6 月 11 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。

阿蘇中岳第一火口湯だまりの変遷(2018 年 3 月～2019 年 6 月)

2018 年 11 月ころから湯だまりの面積が徐々に小さくなり、2019 年 5 月末に湯だまりがほぼ消失した。

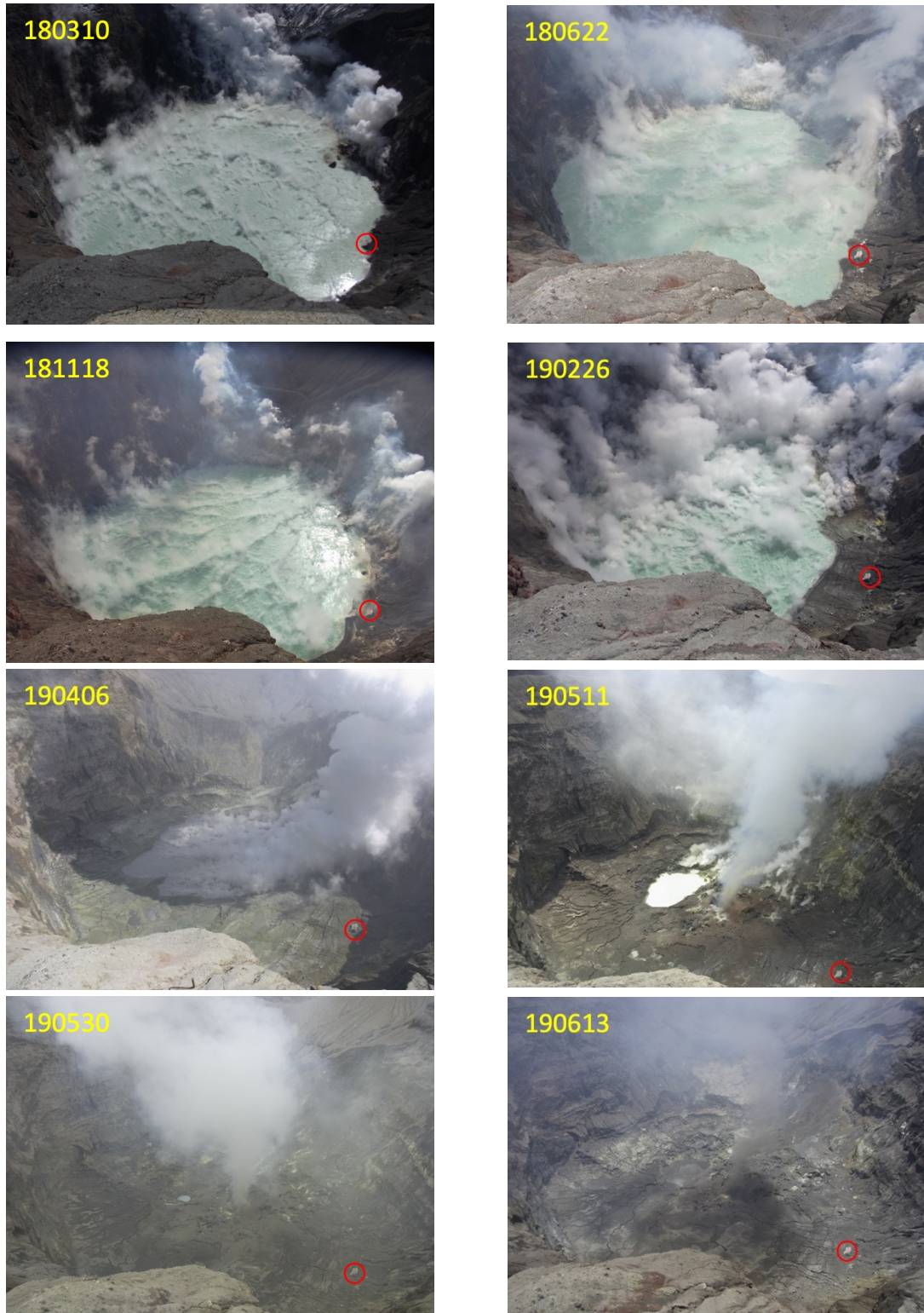


図 2：中岳第一火口北側の B カメラから撮影した湯だまりの様子。赤丸は目印の巨石。

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。

阿蘇山

阿蘇中岳第一火口底中央部の噴出火孔



図 3：中岳第一火口リムから撮影した噴出火孔の様子

左列は火口南南西縁（火山博物館火口 A カメラ上）、右列は火口北縁（同火口 B カメラ上）から撮影した。2019 年 5 月上旬は、日中でも火孔部分が赤熱している様子が確認された。

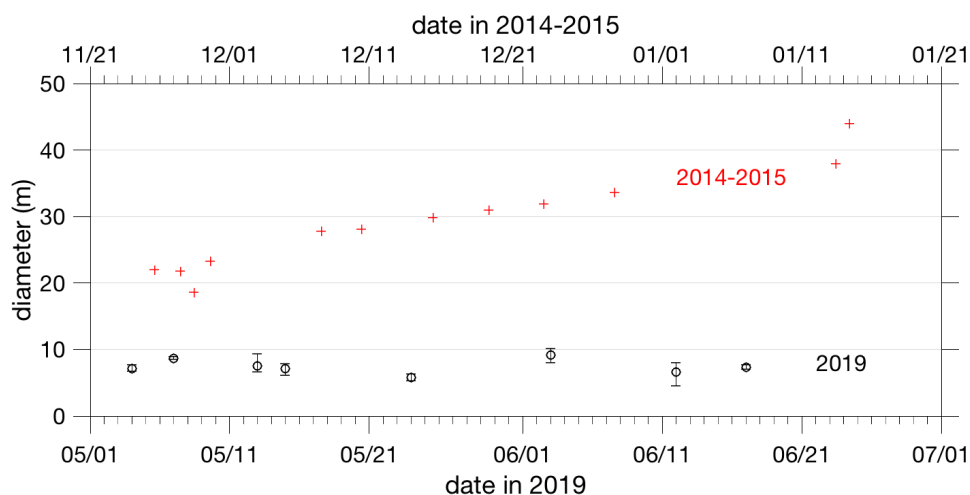


図 4：噴出火孔サイズの時間変化

2019 年 5 月 3 日以降、火山灰まじりのガス噴出は継続しているものの、火孔サイズ（直径 7-9 m ほど；2014 年噴火開始直後の半分以下の大きさ）はほとんど変化していない。

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。

阿蘇山

阿蘇中岳第一火口の熱赤外線映像観測

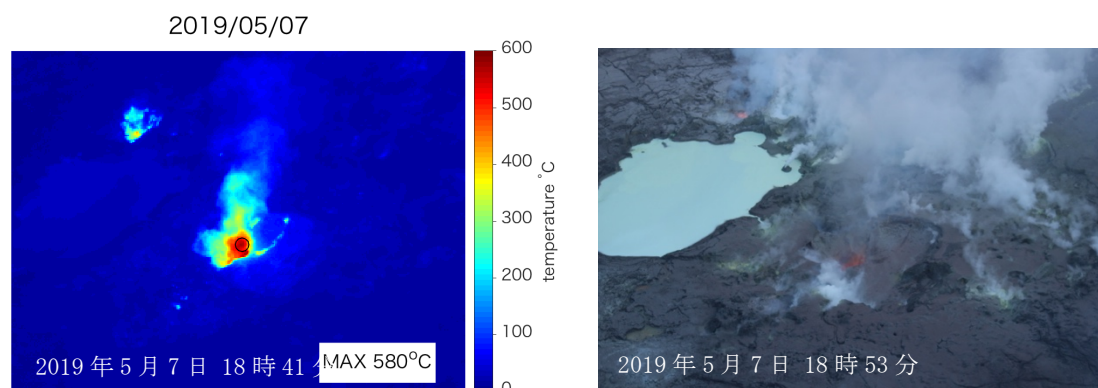


図 5：中岳第一火口リム（北西縁）から撮影した噴出火口近傍の様子

噴出火口部の見かけ温度は 2019 年 5 月上旬に最大値（600℃ほど）を記録し、その後は 300～400℃程度での推移が続いている。画面左上の領域は、5 月中旬まで 300℃ほどの見かけ温度であったが、現在は不明瞭である。

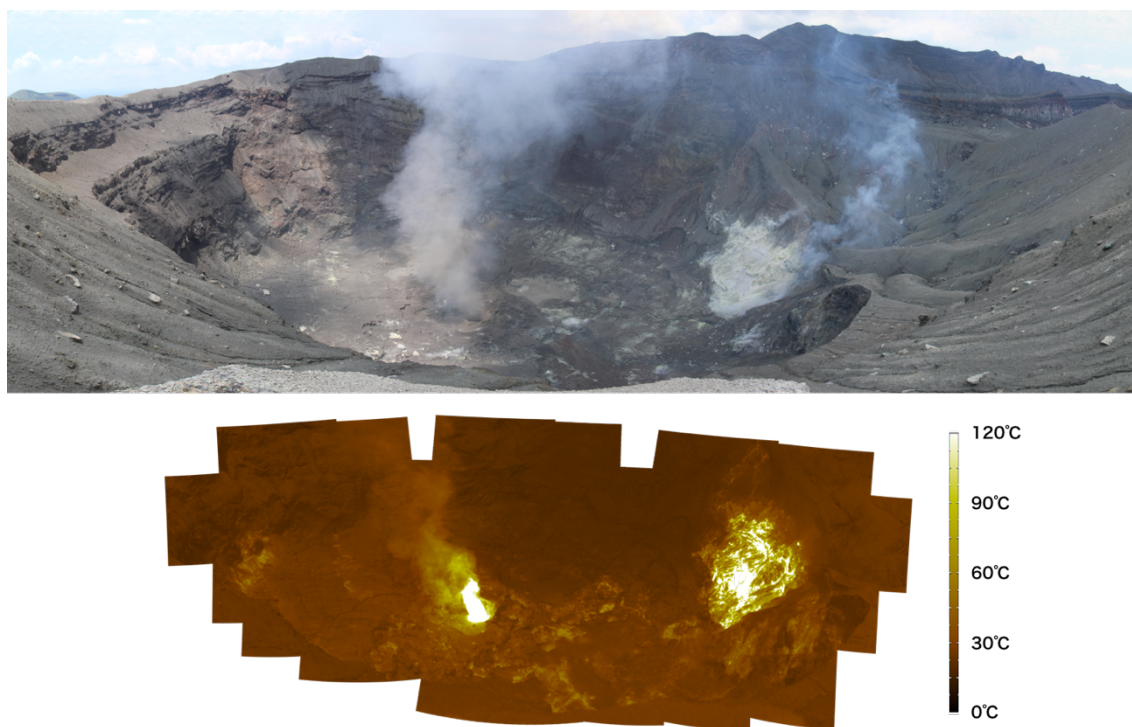


図 6：中岳第一火口リム（南南西縁）から撮影した可視・熱赤外線パノラマ画像

現在の第一火口底面には、見かけ温度 50～70℃程度の噴気孔が散在しているが、噴出火口部以外に顕著な熱異常は認められない。南側火口内壁の熱活動に大きな変化はない。可視画像・熱赤外線画像のどちらも 2019 年 6 月 17 日 13 時 10～20 分に撮影した

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。

阿蘇山

阿蘇火山における地磁気全磁力連続観測結果 (2017/07~2019/06)

阿蘇火山では、2019 年 4 月 16 日及び 5 月 3 日に小規模噴火が発生した。このうち 5 月 3 日の噴火では、噴煙が火口縁上約 600m まで上がった。図 2 に、上記噴火発生期間を含む、2017 年 7 月~2019 年 6 月の 2 年間に於ける C1 及び W1 観測点での地磁気全磁力連続観測結果を示す。この活動に先立ち、2018 年 10 月頃から磁場値がわずかに減少する変化が見られた。この変化は地下で消磁が進行する事を表すもので、地下で温度が上昇したことを示す。このことから、噴火の約半年前から熱源が地下から浅部に移動してきたことが示唆される。2018 年 10 月 1 日~2019 年 6 月 15 日までの約 9 か月のデー



図 7 阿蘇火山周辺の地磁気全磁力連続観測点

タについて線形回帰により磁場の総変化量を求めたところ、C1 で 1.45nT、W1 で 0.81nT であった。阿蘇火山では、2011 年 5 月にも小規模噴火が生じているが、この際の磁場変化を図 3 に示した(W1、2009 年 7 月~2011 年 7 月)。この時の噴火の際にも噴火の約 9 か月前の 2010 年 10 月頃から磁場減少(=消磁)のセンスの変化が観測されており、2009 年 10 月以降 9 か月間の磁場総変化量を求めたところ 2.31nT であった。こうしたことから、今回は火山灰の放出を伴う噴火が生じたが、2011 年の小規模噴火と比べても、地磁気変化で示唆される火口直下の温度状態の変化は規模が小さい(或いは、2011 年の小規模噴火に対し特に規模の大きいものではない)ことが示唆される。

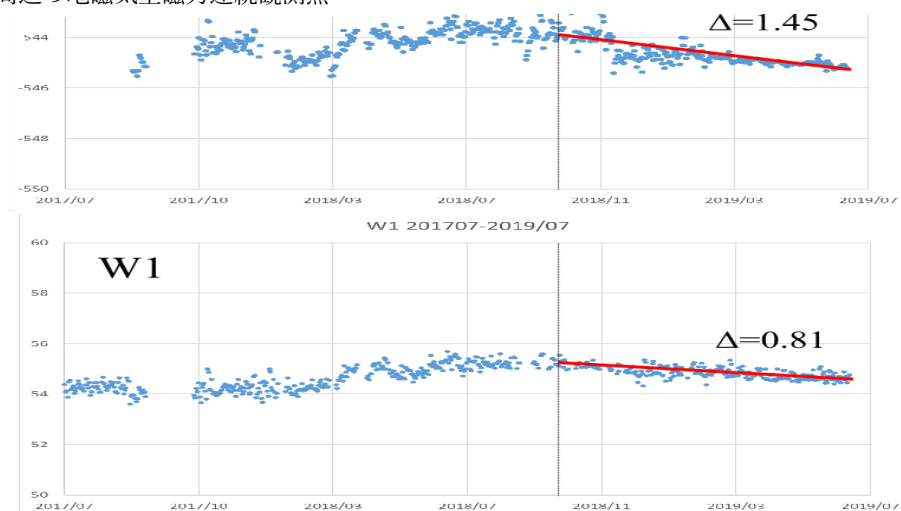


図 8 2017/07~2019/06 の期間の C1 及び W1 における地磁気全磁力連続観測結果



図 9 2009/07~2011/07 の期間の W1 における地磁気全磁力連続観測結果

阿蘇山・中岳における基線長変化と微動の発生状況(2004~2019.6.20)

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、その後ゆるやかな伸張が継続した。直近 1 ヶ月は変動が停滞している。

長周期微動（地震）の振幅は上述の基線長変化に対応するように、2019 年 1 月以降にその振幅および発生回数がともに増大した。

基線変化や微動増大の変化は、2014 年 11 月のマグマ噴火の前とくらべると規模が小さく、2014 年のマグマ噴火前にみられた卓越周波数約 0.5Hz の微動の振幅も増大していない。

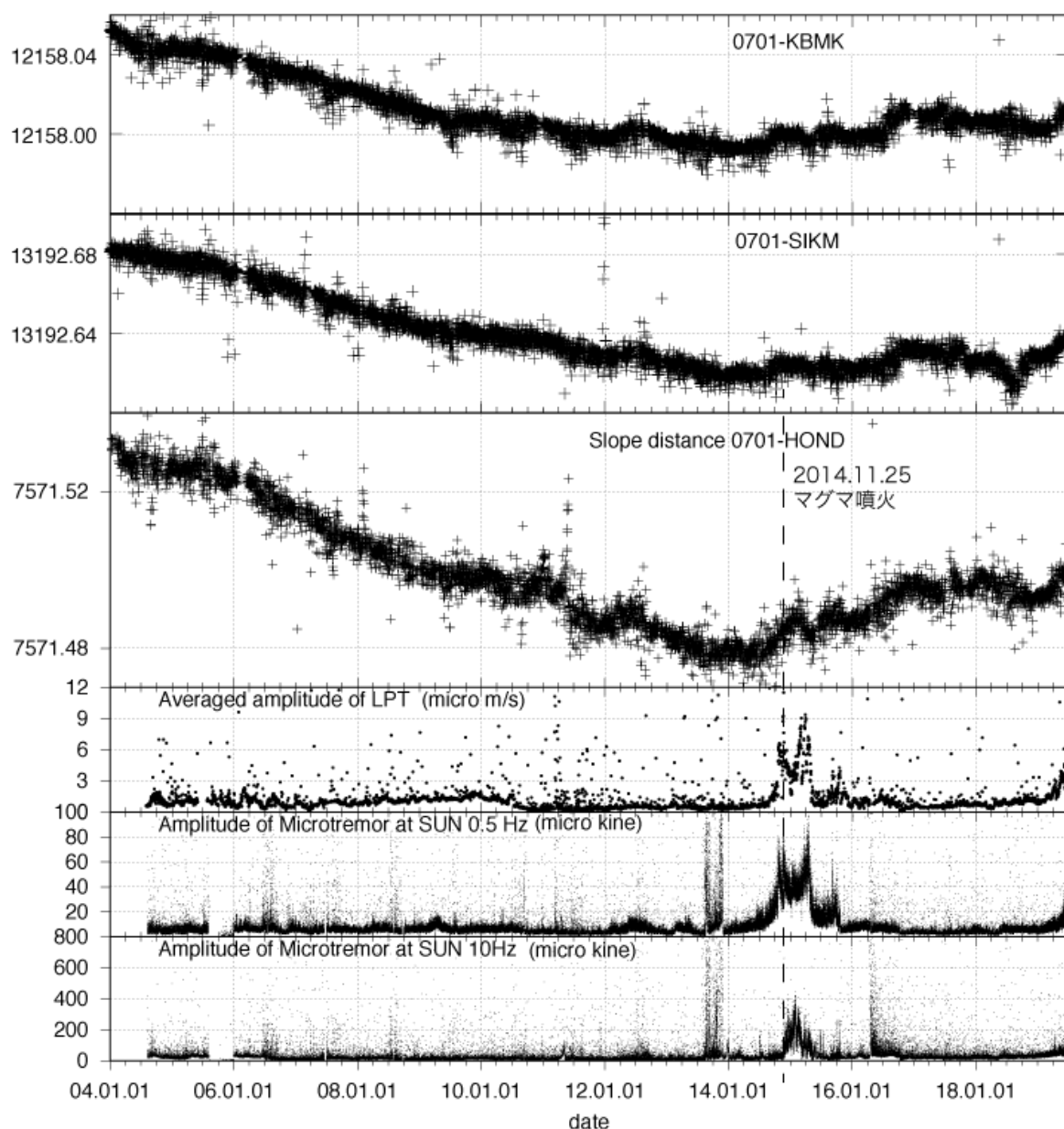


図 10.阿蘇火山・中岳における基線長変化と微動振幅、長周期地震の発生様式

期間は 2004 年 1 月 1 日から 2019 年 6 月 20 日（一部データ欠落）。

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。

阿蘇山

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

2019 年 5 月 3 日の噴火発表前の 14:00 ころより地盤変動をとまなう長周期微動の活発化が観測されている。これは 2013 年 9 月や 2016 年 10 月と同じく、クラック状火口の開口を示している可能性がある。

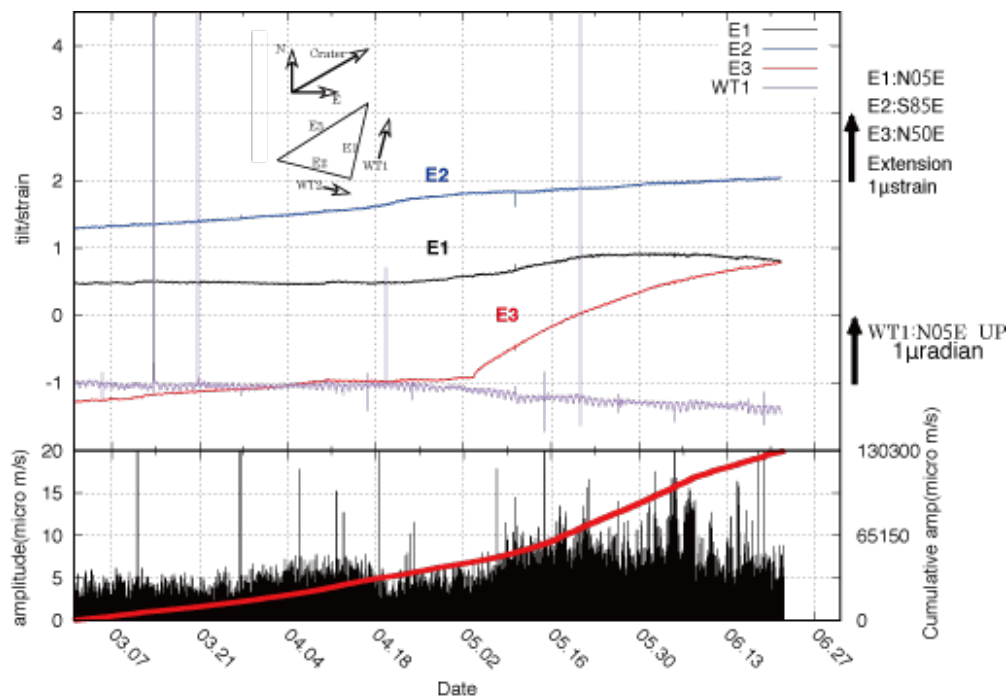


図 11.本堂観測坑道(第一火口から南西 800m)における地殻変動（上段）と長周期微動の A-T 図と積算振幅の変化時系列

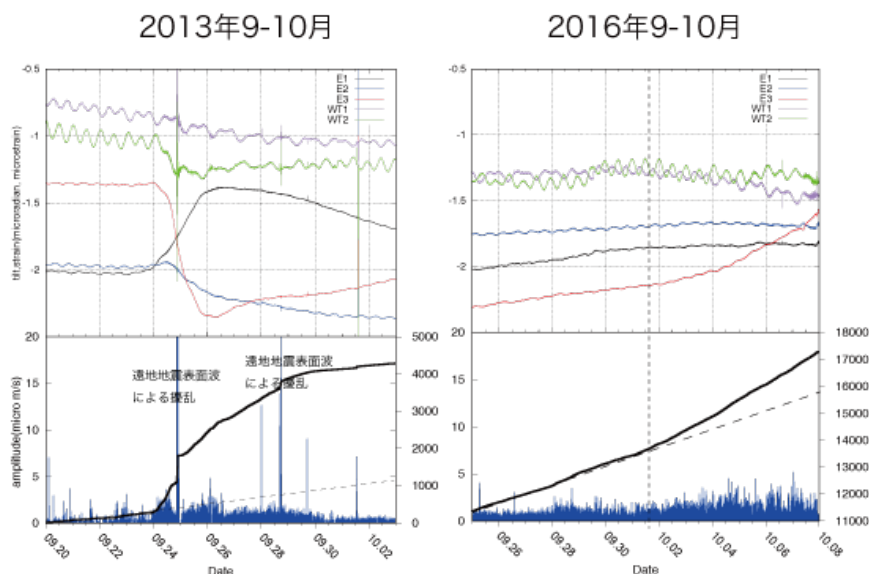
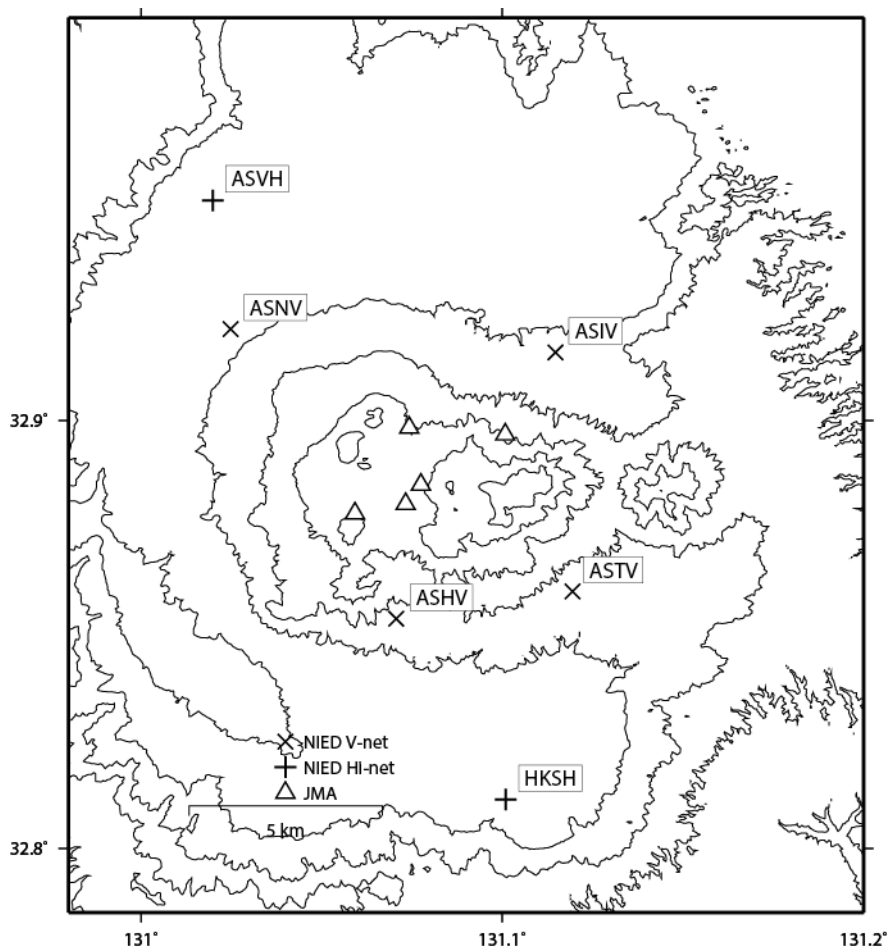


図 12 .過去に観測されたクラック開口イベントと長周期微動活発化の同期(第 138 回にて既報

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。

2

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る（図 1）。GNSS 観測点の変位ベクトル図では、中岳を中心とした膨張・隆起がみられる（図 3）。基線長の伸びに同期して、短周期地震計の 10 分間平均振幅の増大がみられる（図 4）。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。

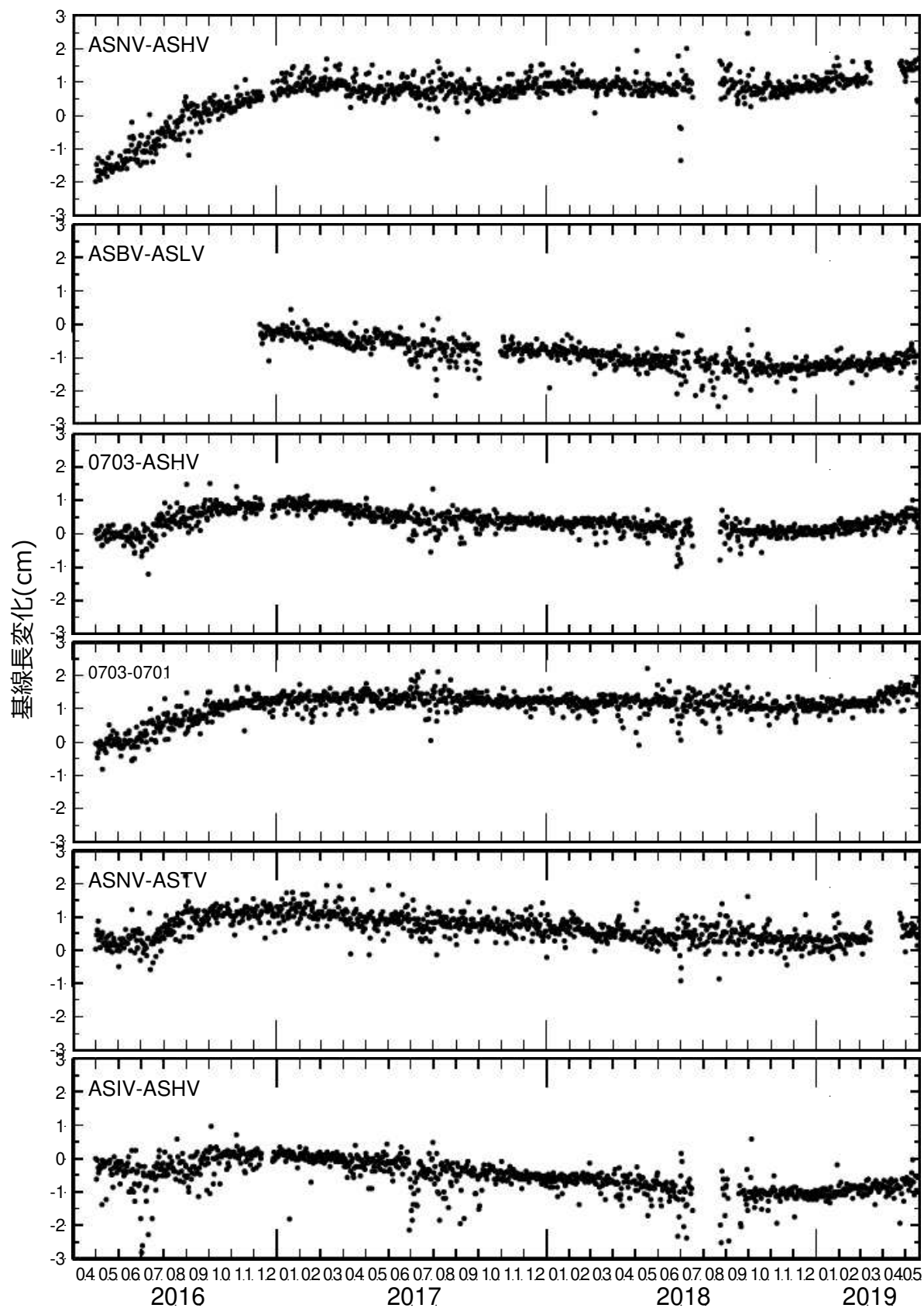


図 1 熊本地震発生後（2016 年 5 月 1 日以降）の基線長変化

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、
2018 年 1 月 1 日-2018 年 12 月 31 日の地殻変動【清和（0466）固定】

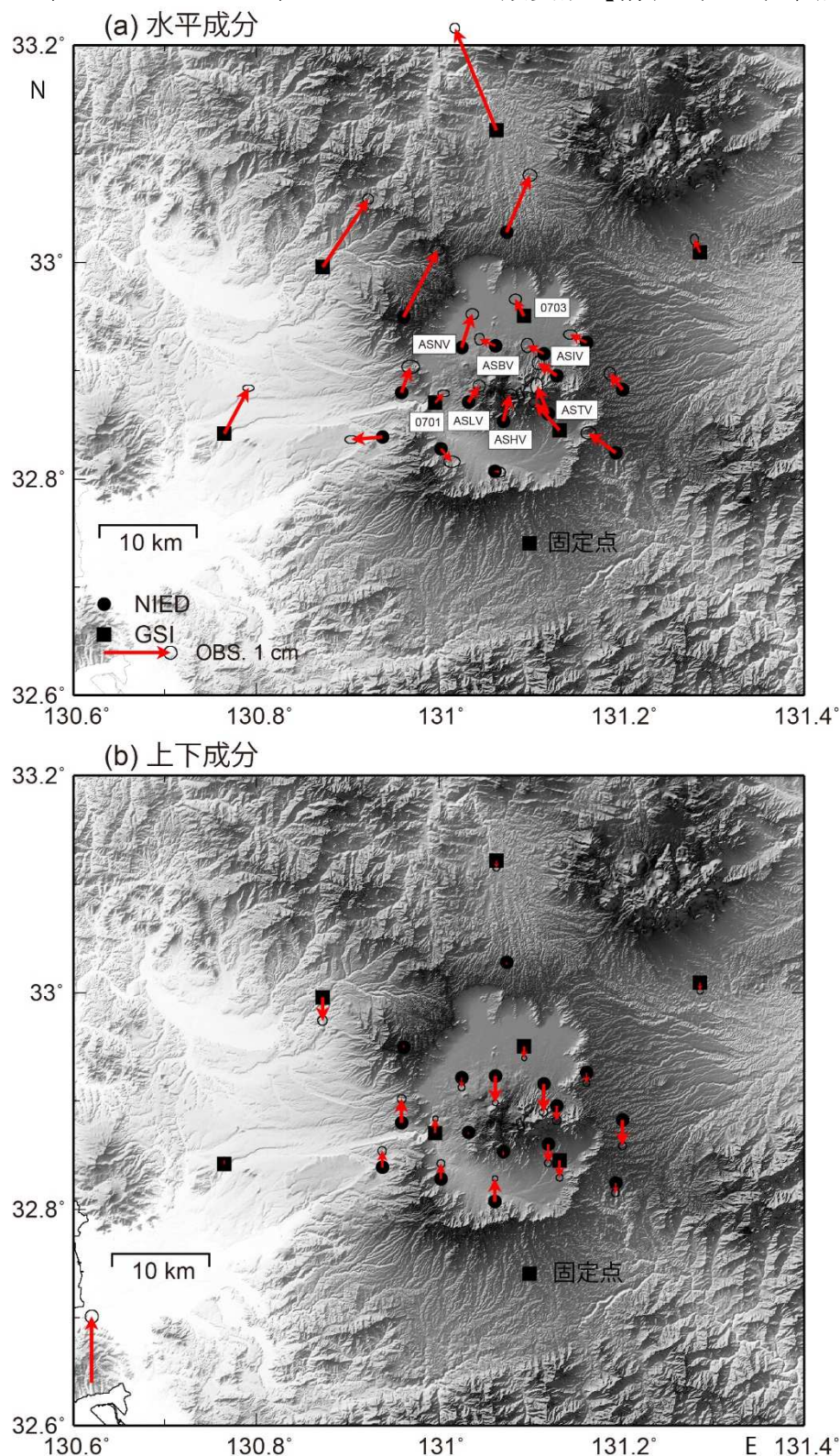


図 2 阿蘇山周辺 V-net 観測点及び国土地理院 GEONET 観測点の GNSS 解析結果。

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。

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 1 月 1 日-2019 年 5 月 15 日の地殻変動【清和（0466）固定】

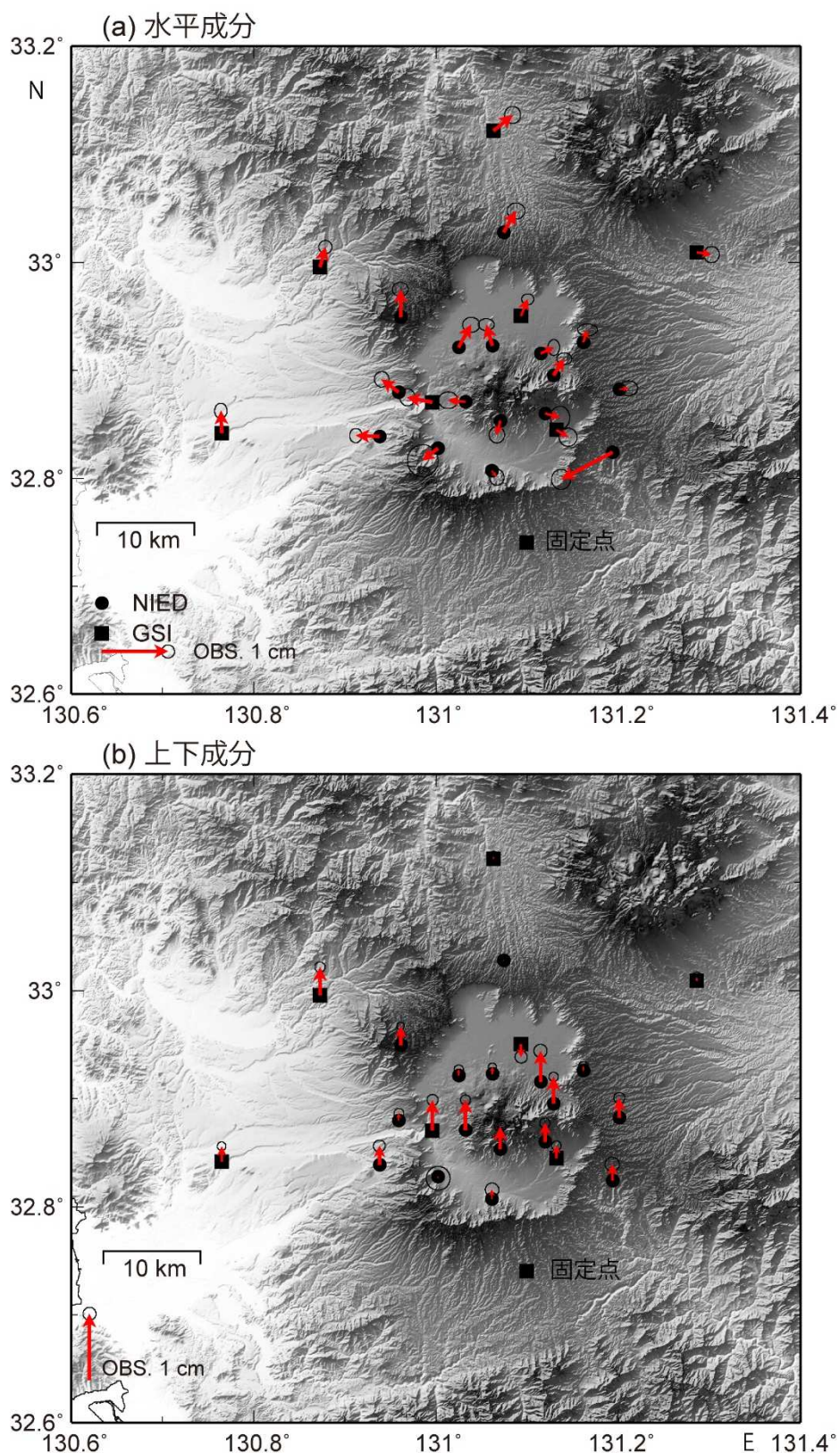


図 3 阿蘇山周辺 V-net 観測点及び国土地理院 GEONET 観測点の GNSS 解析結果。
本解析には国土地理院のデータを使用した。この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。

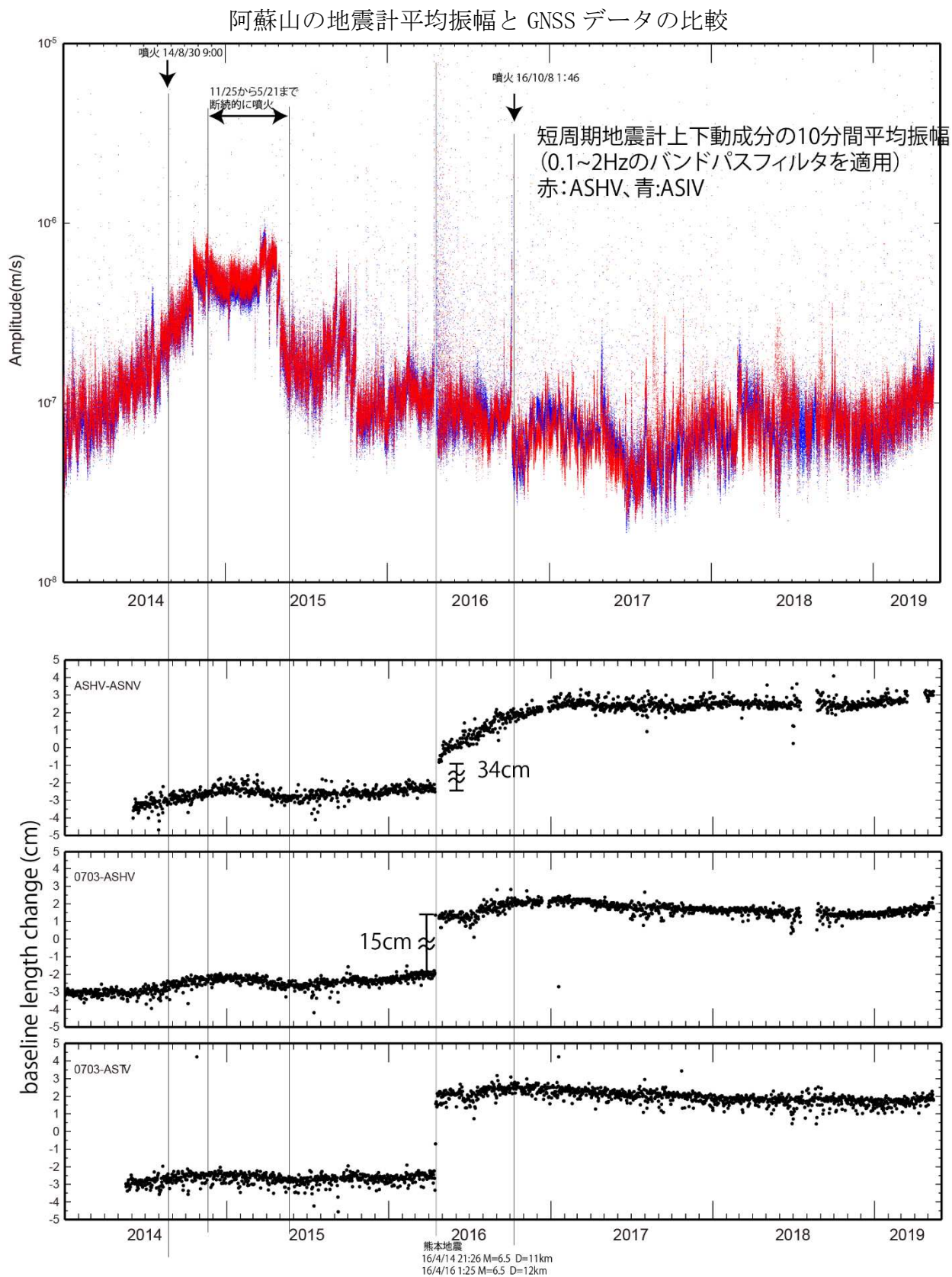


図 4 (上) 阿蘇山一の宮観測点 (ASIV) と白水観測点 (ASHV) の短周期地震計上下動成分の 10 分間平均振幅。

(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

阿蘇山の傾斜変動 (2019/1/1 ~ 2019/4/30) 阿蘇山の傾斜変動 (2010/5/1 ~ 2019/4/30)

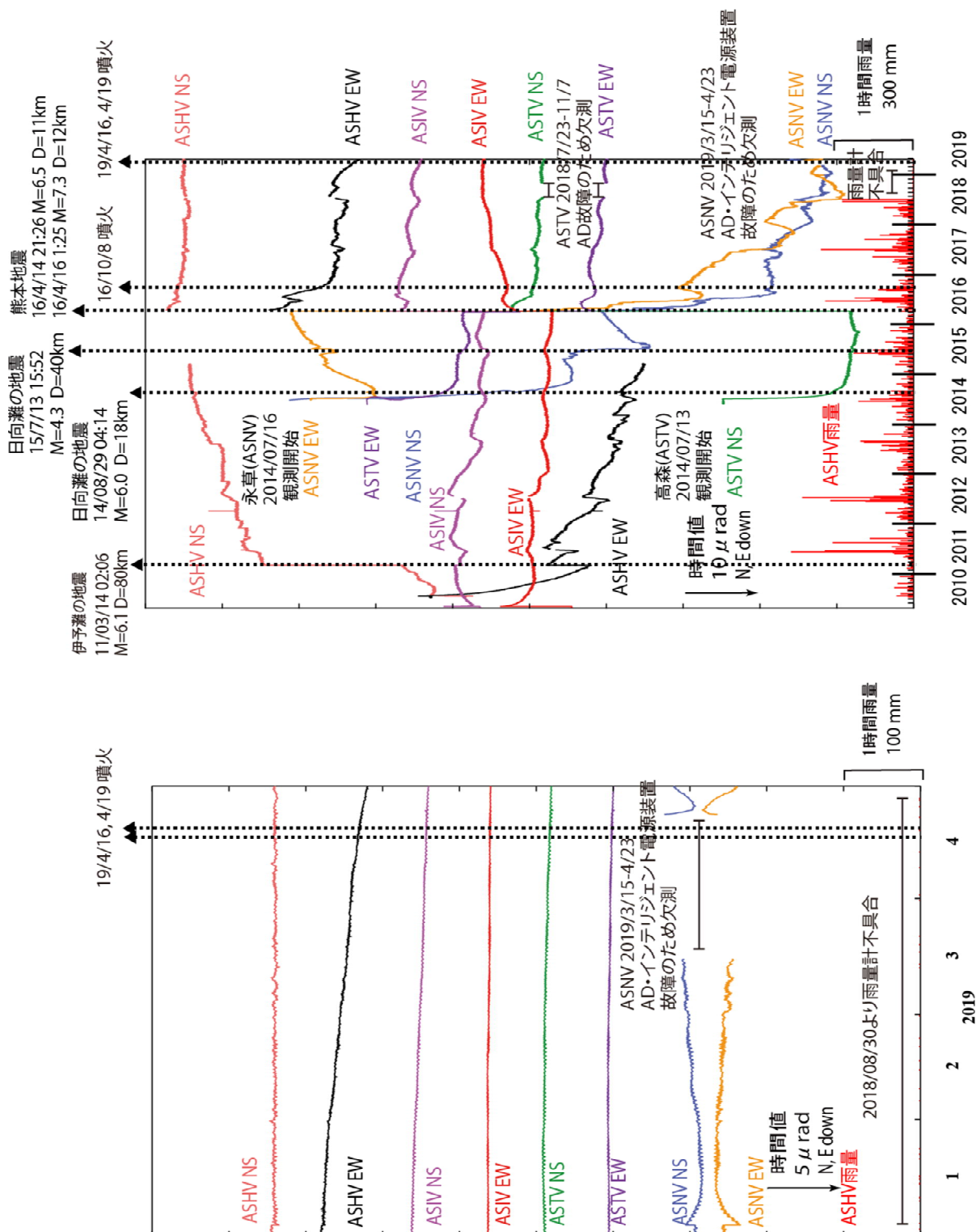


図 5 阿蘇山の傾斜変動

表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	阿蘇山白水 (ASHV)		2010/4/7	2周波観測開始
			2012/7/16	アンテナ故障
			2012/10/18	新アンテナ設置 (GrAnt-G3T)
			2013/2/13	修理済みアンテナに交換、アンテナ台交換作業
			2013/8/1	アンテナ故障
			2013/8/28	新アンテナ設置 (RingAnt-DM→GrAnt-G3)
			2013/8/28	アンテナ交換
		K-1	2016/12/13～12/25	通信断
	阿蘇山一の宮 (ASIV)		2010/4/6	2周波観測開始
			2013/2/13	アンテナ台交換作業
		K-1	2016/12/12～12/24	通信断
	阿蘇山永草 (ASNV)		2014/5/23	2周波観測開始
	阿蘇山高森 (ASTV)		2014/4/25	2周波観測開始

産業技術総合研究所

2019 年 4 月～6 月採取阿蘇中岳噴出物構成粒子の特徴

2019 年 4 月～6 月の阿蘇中岳噴出物は、主に強変質した細粒火山岩片からなる。これは火口底の堆積物が巻き上げられたものと考えられる。すべての噴出物に少量の新鮮な黒色ガラス質粒子が含まれることから、結晶化したマグマの破片も混在して噴出していると考えられる。自然硫黄粒子は 4 月噴出物には多量に含まれていたが、5 月噴出物では減少した。

2019 年 4 月 16 日～6 月 6 日に阿蘇中岳火口から放出・採取された火山灰粒子を観察した。試料は京都大学火山研究センター及び気象庁阿蘇火山防災連絡事務所によって中岳第一火口縁付近で採取されたものである。

全期間の試料に、黒色・ガラス光沢を有する新鮮な岩片がごく少量含まれる。これらは少量の固結しつつあるマグマが破碎した粒子も混入しているものと考えられる。

試料の大部分は、白色～灰白色に熱水変質を受けた火山岩片からなる。これらは主に中岳火口の火口底の変質火山岩片からなる堆積物が熱水とともに火山ガスによって吹き上げられたものと推測される。

4 月～5 月 4 日までの噴出物に多量に含まれていた自然硫黄の粒子は、5 月中旬以降に採取された試料ではほとんど見られなくなった。このこと火口周辺の温度上昇により自然硫黄が失われたことを示す可能性がある。

阿蘇山

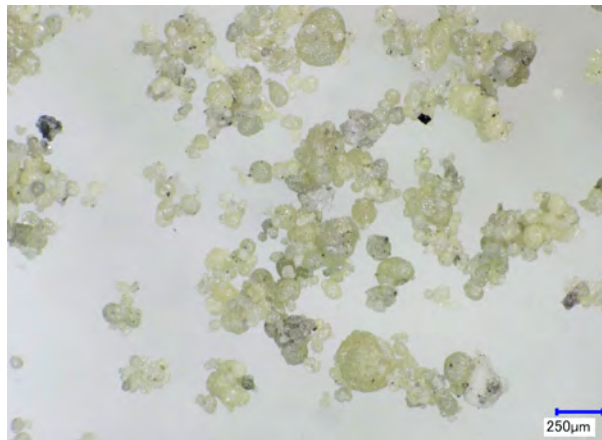


図1 4月16日噴出物に多量に含まれる球形の自然硫黄粒子.

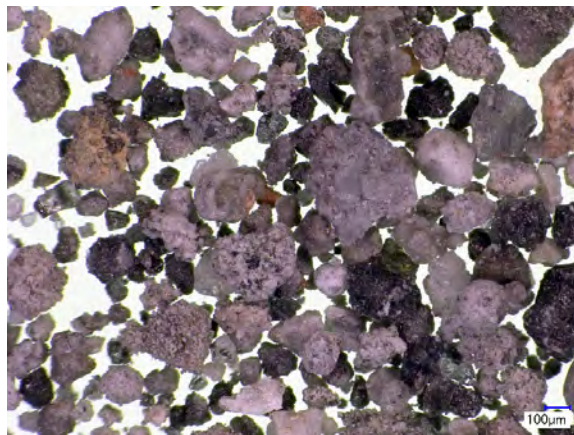


図2 5月4日に降下した火山灰の構成粒子。非水洗状態。多くの粒子が凝集粒子を作っている。

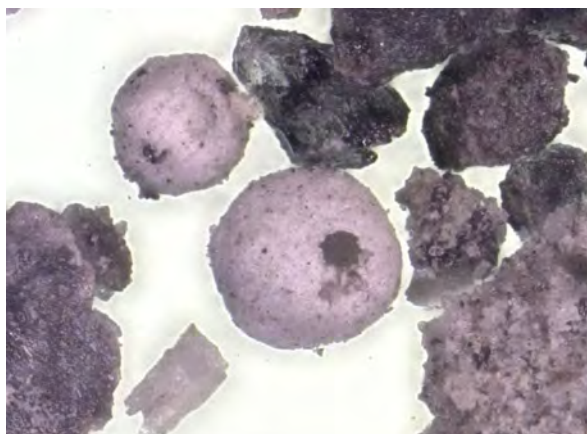


図3 5月4日に降下した火山灰の非水洗試料に多数見られる、球状の細粒火山灰凝集粒子。しばしば中空である。これらは水洗すると失われることから水溶性の塩と考えられる。

阿蘇山

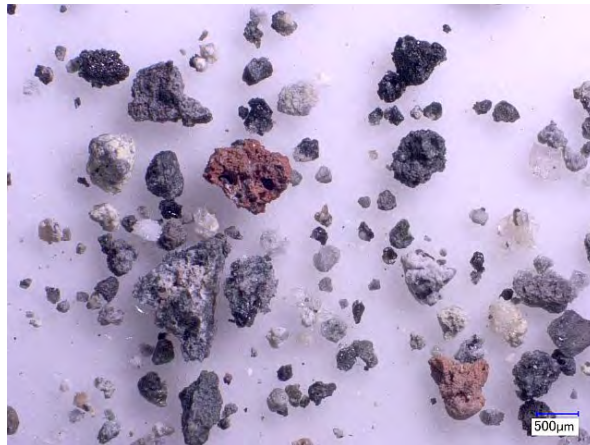


図4 5月15日噴出火山灰粒子の実体顕微鏡写真。白色不透明の変質火山岩粒子が大半を占める。5月4日試料（図3）にみられるような球形の凝集粒子はみられない。

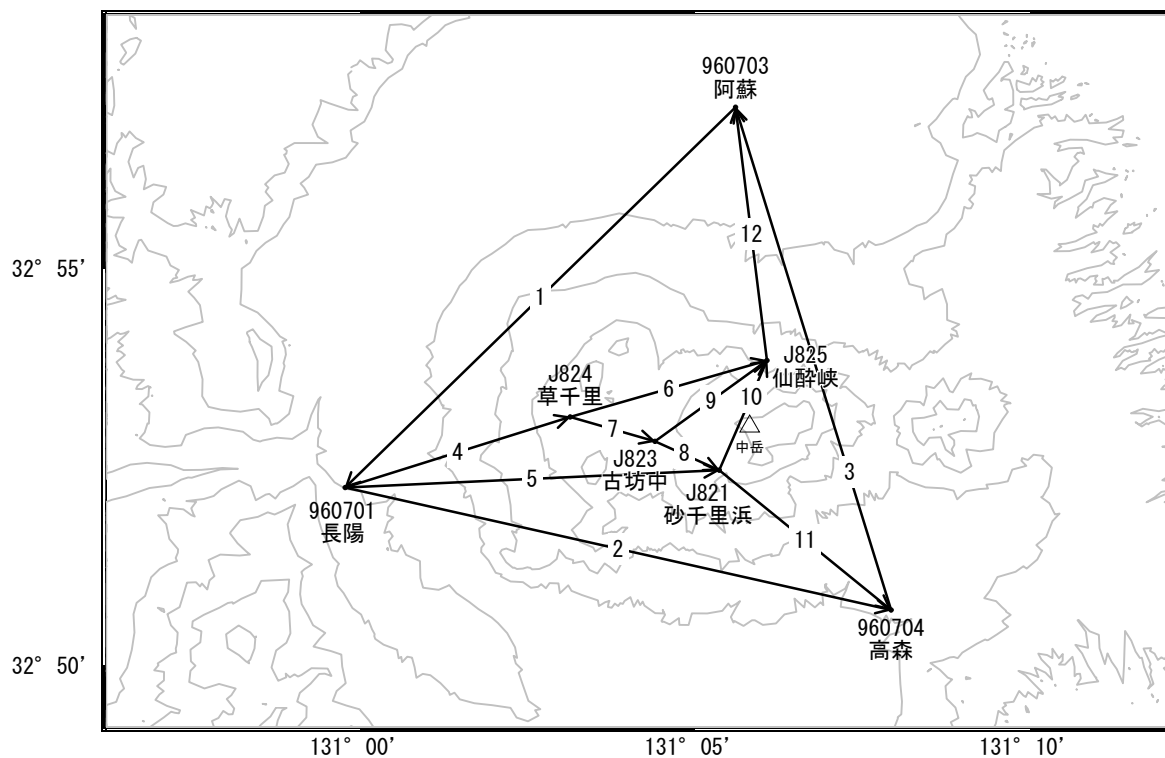


図5 5月15日の噴出物に含まれる、火山ガラス光沢を示す新鮮な黒色スコリア粒子。細かく発泡している。ガラス光沢をもち不透明なことから結晶度が高いと推測される。

阿蘇山

2019年4月上旬頃から見られている、阿蘇山を取り囲む基線のわずかな伸びは4月下旬にやや鈍化しましたが、継続しています。

阿蘇山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

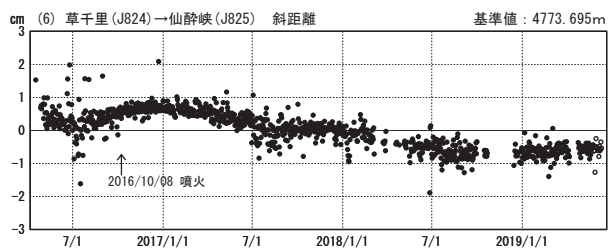
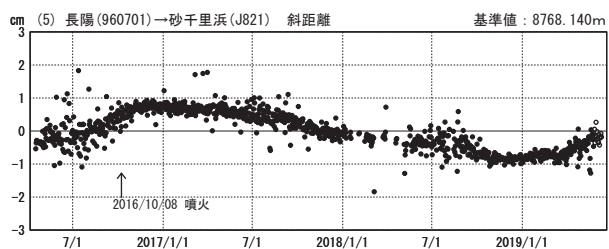
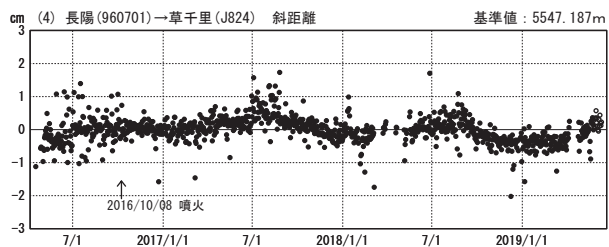
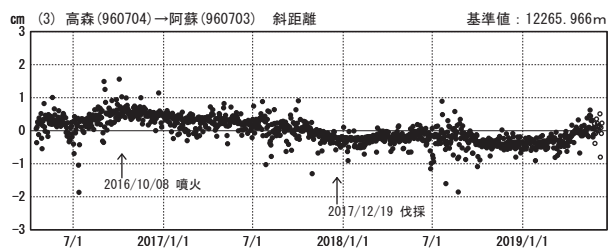
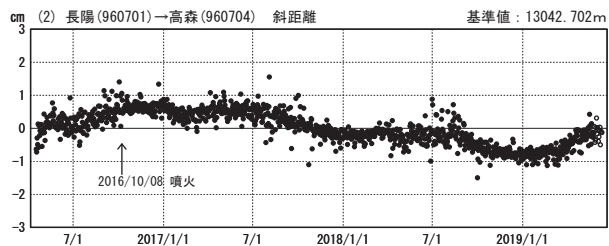
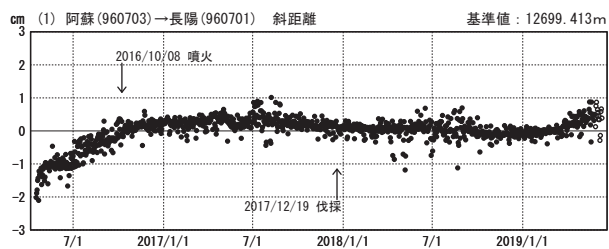


阿蘇山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960701	長陽	20150609	アンテナ交換
		20171219	伐採
960703	阿蘇	20140626	伐採
		20171219	伐採
960704	高森	20170115	受信機交換

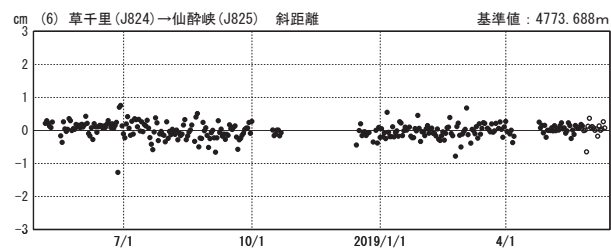
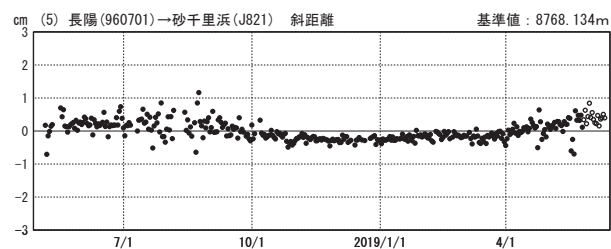
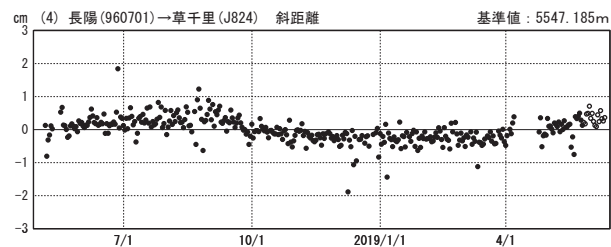
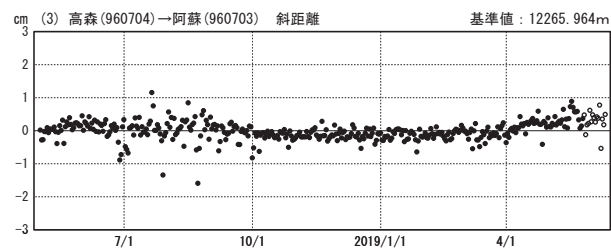
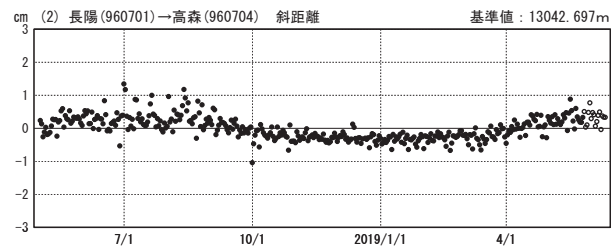
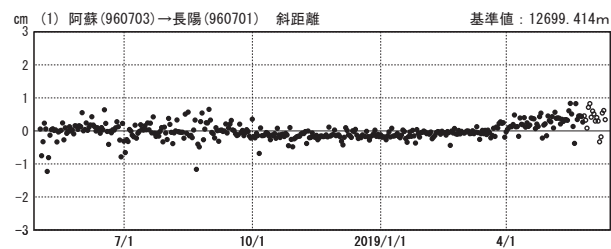
基線変化グラフ（長期）

期間：2016/04/16～2019/06/10 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2018/05/01～2019/06/10 JST

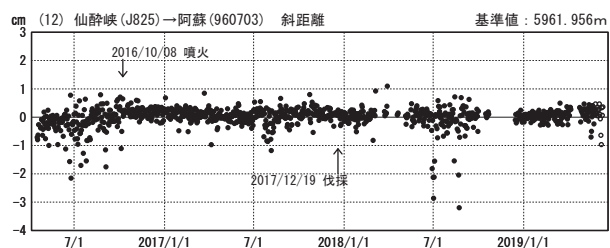
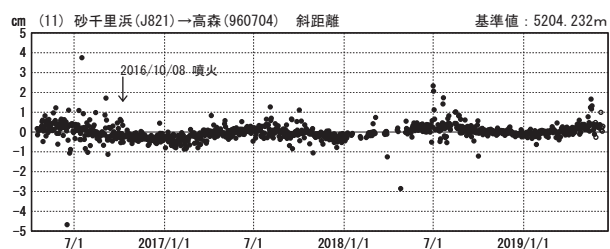
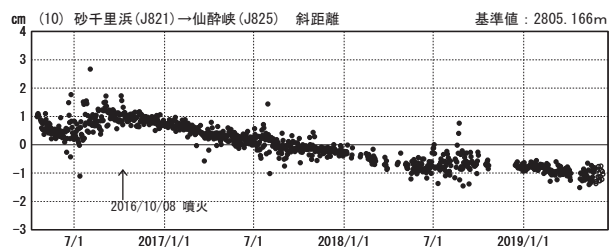
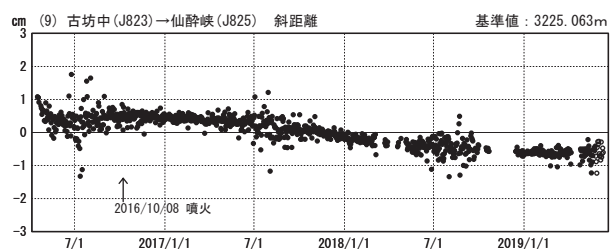
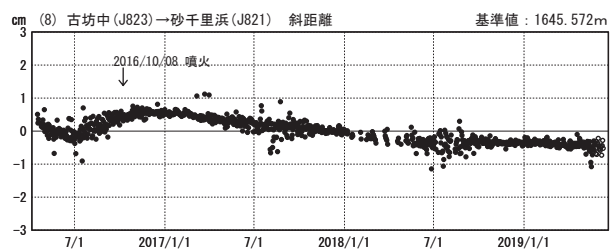
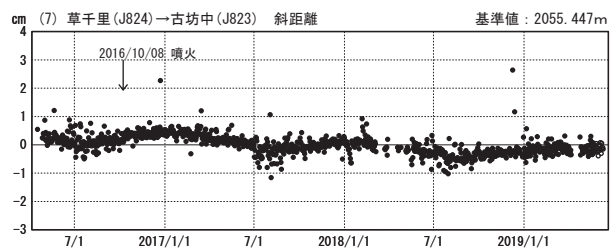


(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

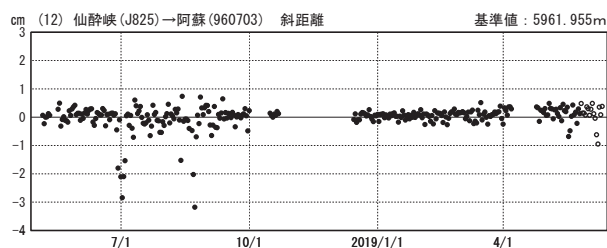
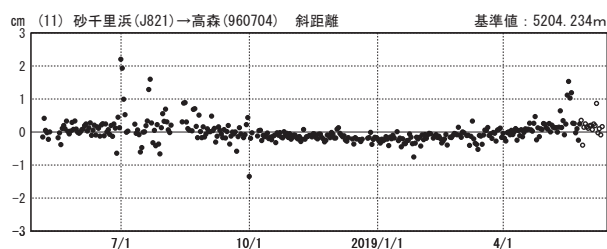
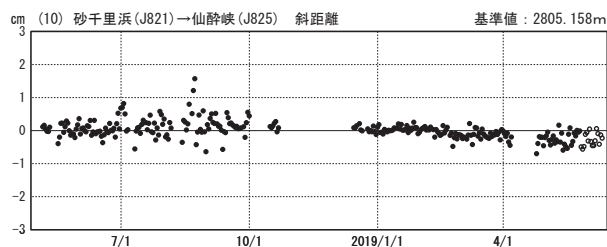
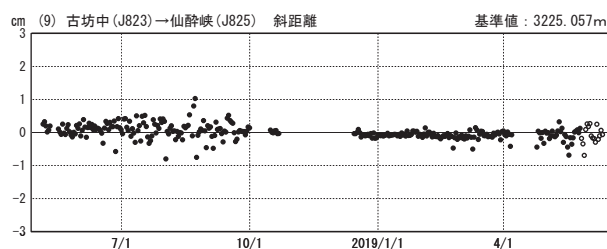
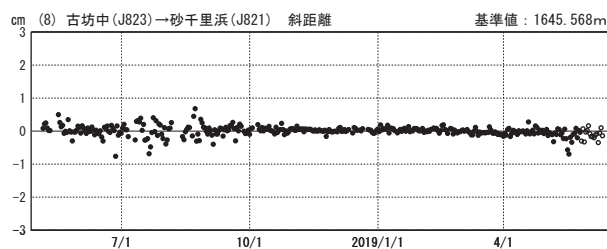
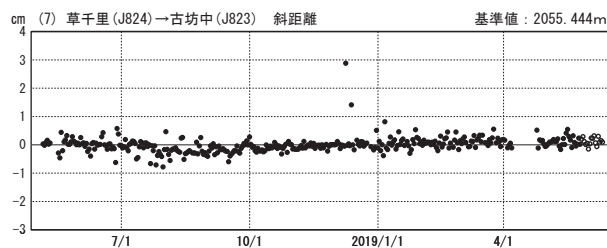
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

阿蘇山

期間：2016/04/16～2019/06/10 JST



期間：2018/05/01～2019/06/10 JST



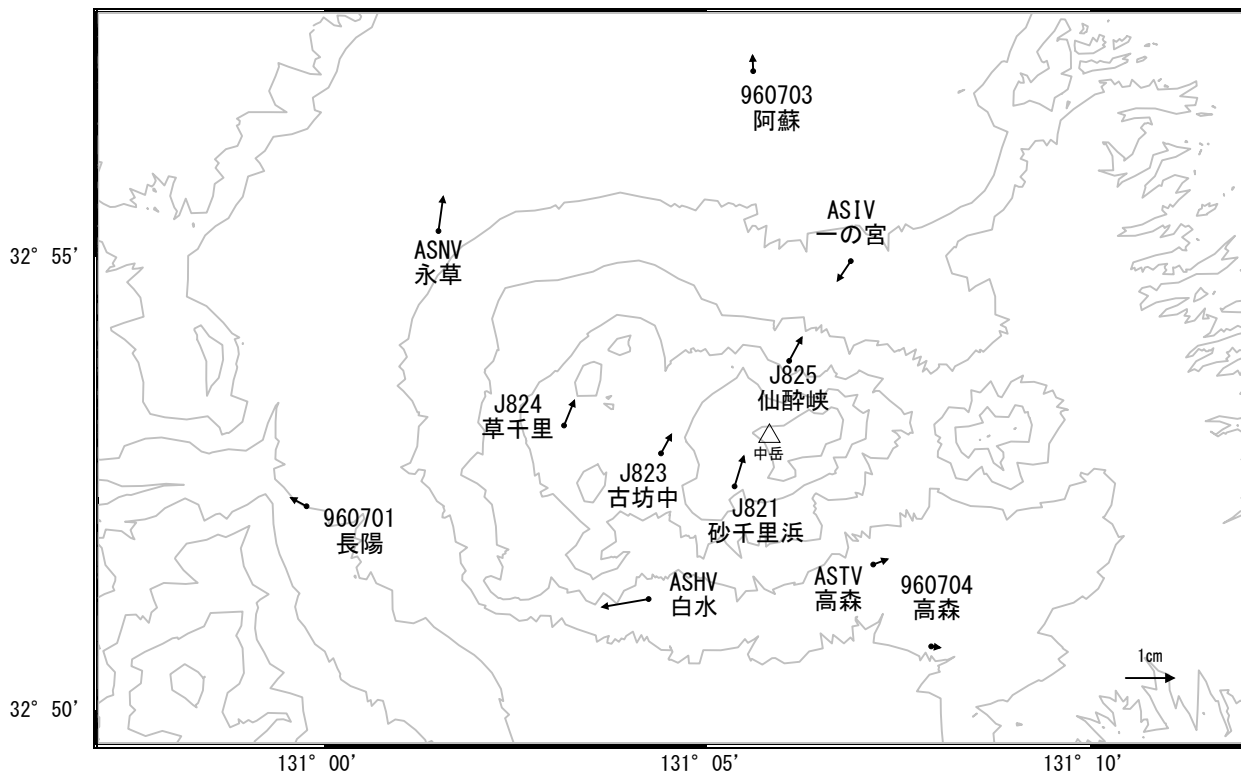
(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[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

阿蘇山

阿蘇山周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2019/03/01~2019/03/10[F3:最終解]
比較期間:2019/06/01~2019/06/10[R3:速報解]

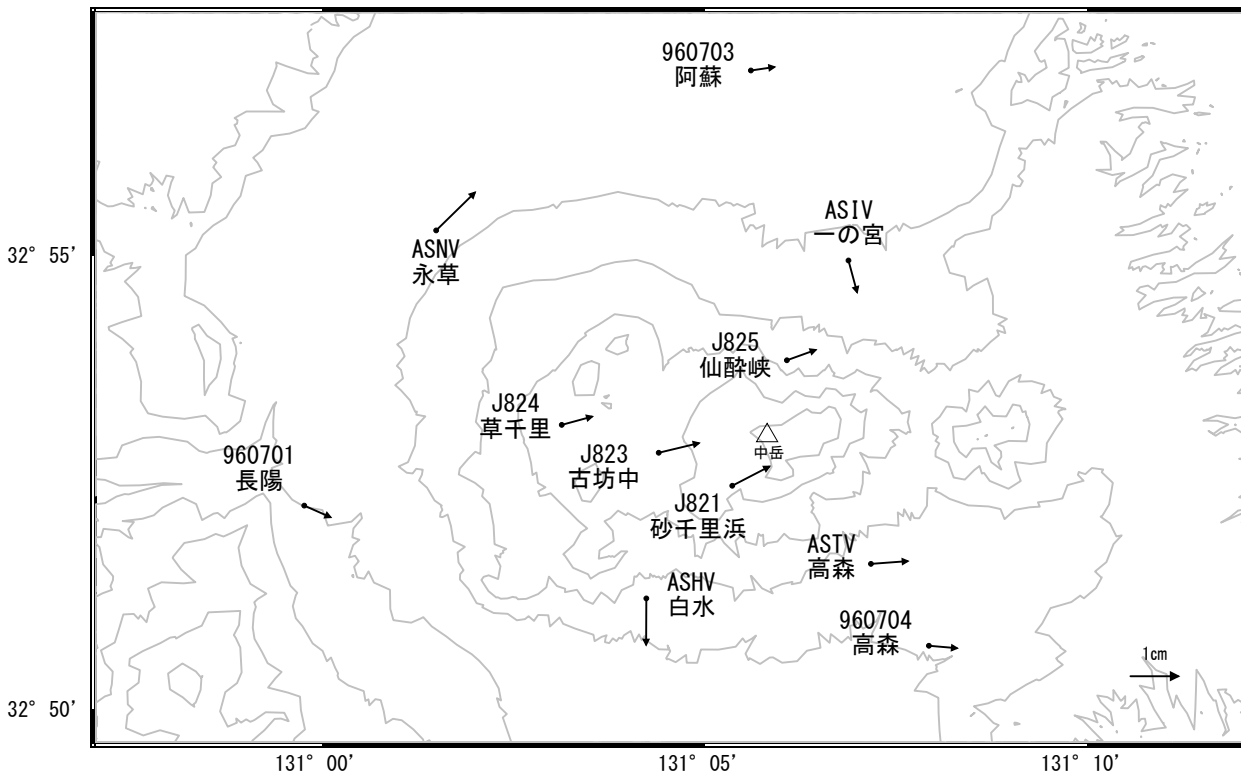


☆ 固定局:北方(960711)

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:2018/06/01~2018/06/10[F3:最終解]
比較期間:2019/06/01~2019/06/10[R3:速報解]



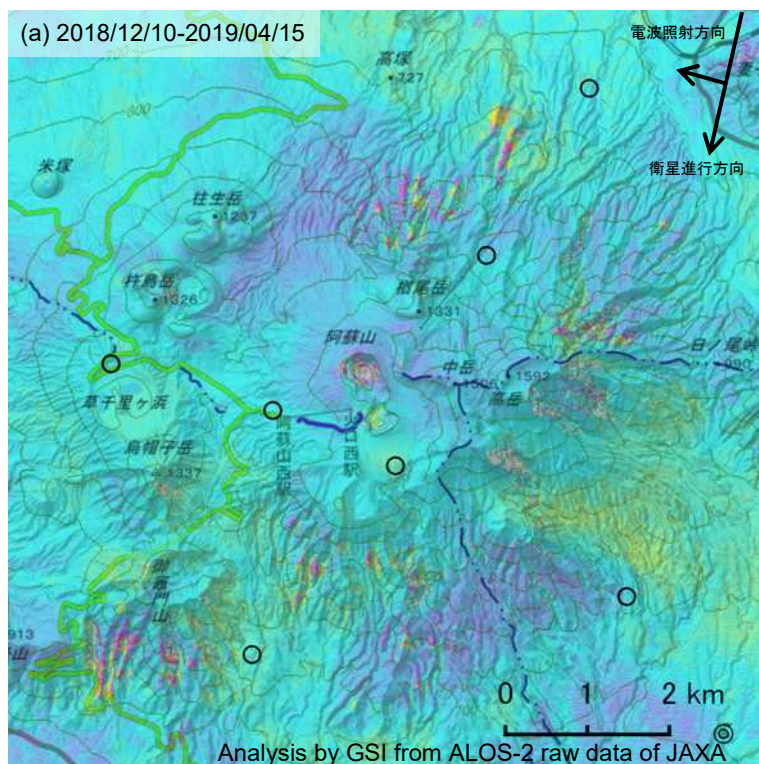
☆ 固定局:北方(960711)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

阿蘇山

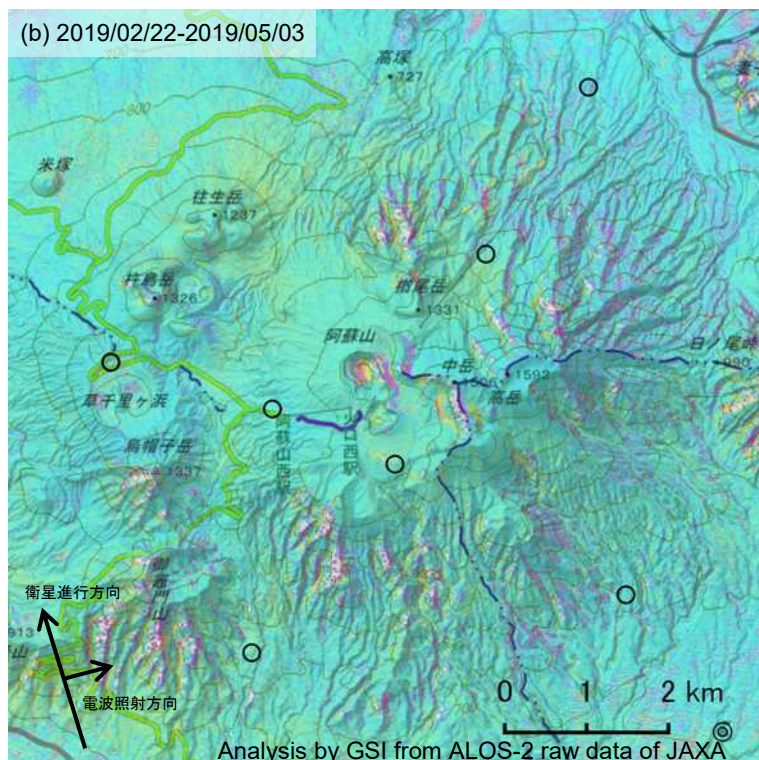
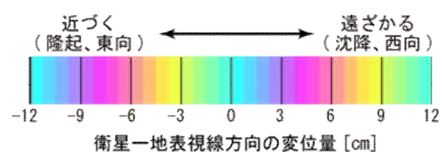
阿蘇山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られません。

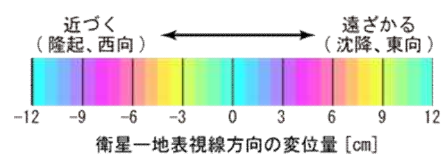


	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/12/10 2019/04/15 12:19 頃 (126 日間)	2019/02/22 2019/05/03 00:12 頃 (70 日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角	35.3°	35.1°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 364m	+ 164m

*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

本解析で使用了データの一部分は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

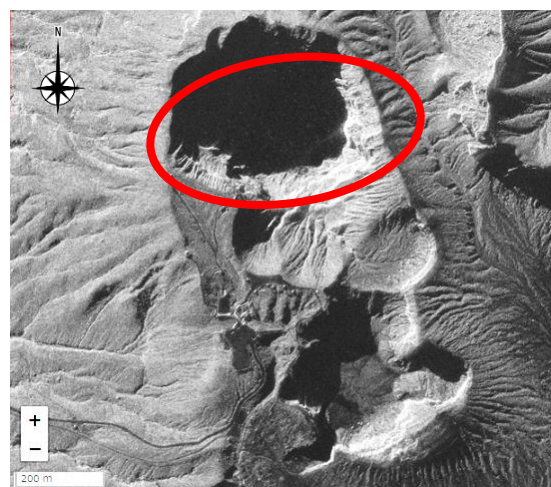
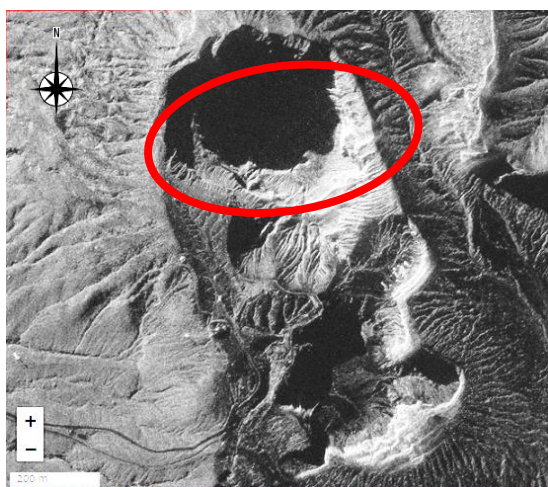
阿蘇山

阿蘇山（中岳）周辺の航空機 SAR 観測について

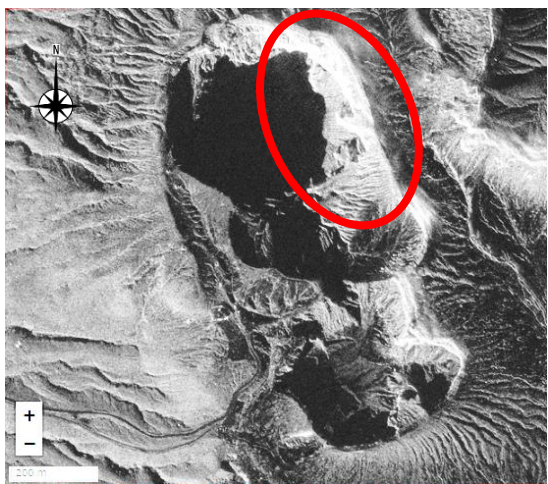
平成 31 年 4 月 18 日、測量用航空機くにかぜⅢに搭載した SAR を用いて、高度約 3,200m、入射角 65 度で、8 方向（東・西・南・北・北東・北西・南東・南西方向）から阿蘇山（中岳）周辺を観測。



【航空機 SAR 観測画像】



北西側からの画像（左：2015/12/18 観測 右：2019/4/18 観測）



南西側からの画像（左：2015/12/18 観測 右：2019/4/18 観測）

2015（H27）年 12 月 18 日に観測した SAR 観測画像（熊本地震前）と比較すると、図に示す範囲でレーダーシャドウの形状に変化が見られる。

レーダーシャドウ：地形等の影響により電波が到達しない場所に現れるデータ欠損

阿蘇山

2019 年 5 月 3 日～5 日火山灰の分布と構成物質

阿蘇火山中岳第 1 火口において 2019 年 5 月 3 日 15 時 40 分に噴火が発生し、5 月 5 日 6 時 20 分まで継続した。5 月 4 日 10 時～5 日 19 時頃に、中岳第 1 火口縁から阿蘇カルデラ南半分の南郷谷（高森町および南阿蘇村）にかけての地域で噴出物の分布状況を調査した。この活動による噴出物は、灰色を呈する細粒火山灰であり、中岳第 1 火口から南南東方向と南西方向に 2 つの主軸をもって分布している。火山灰の分布状況と気象データから、前者は噴火活動のごく初期にあたる 5 月 3 日 15～18 時頃に噴出した火山灰であり、後者は 5 月 3 日 20 時以降に降下した火山灰と考えられる。火山灰の等質量領域の面積と質量との関係から、噴出物量は約 700 トンであった。また、火山灰試料の偏光顕微鏡および走査型電子顕微鏡による観察の結果、本質物質と考えられる新鮮なガラス片が 2～4%含まれることがわかった。

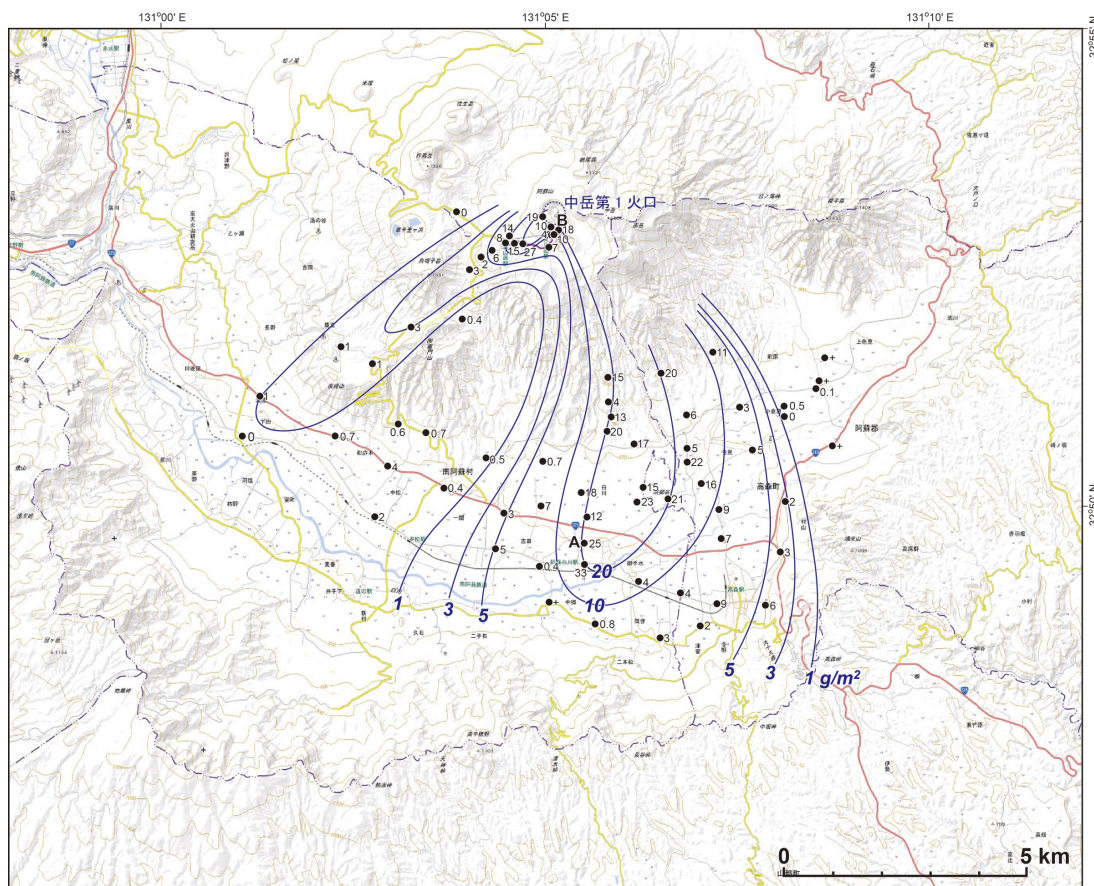


図 1 2019 年 5 月 3 日～5 日噴出物の分布（単位 g/m^2 ）。地理院地図レベル 14 を使用。
地図上の地点 A および B は顕微鏡観察に用いた資料の採集地点である。

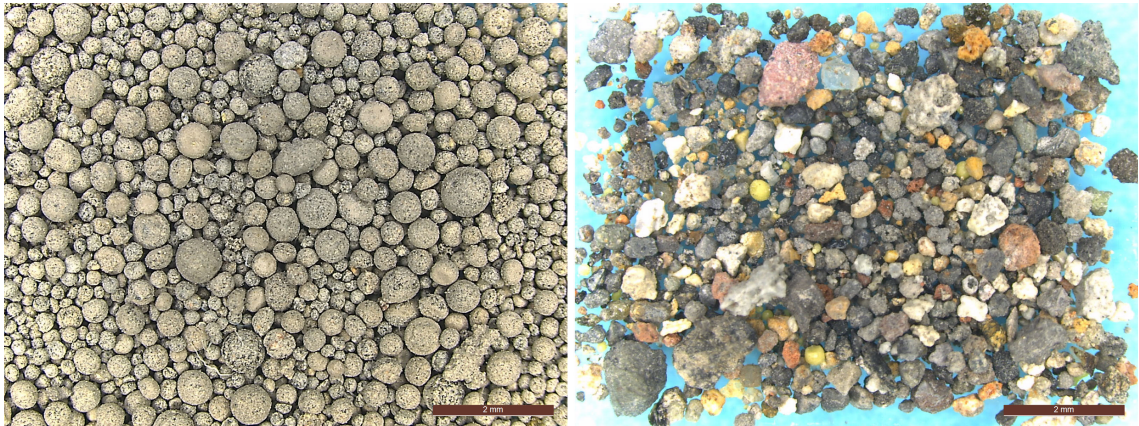


図2 2019年5月3日～5日火山灰（未洗浄）の実体顕微鏡写真。左は南阿蘇村白川付近（地点A：中岳第1火口南南東6.4 km）で採取した火山灰（5月3日15～18時頃に噴出），右は中岳第2火口南縁（地点B：中岳第1火口中心から約350 m）で採取した火山灰（5月3日20時以降に堆積）。左側の火山灰は全体的に灰色を呈し，0.25 mm以下の粒子を主体とする細粒火山灰で，径0.8 mm以下の大きさに凝集した粒子（火山豆石）が顕著に認められる。一方，右側は0.5 mm以下の粒子を主体としているが，シルトサイズ以下の細粒物質を欠く，さまざまな色調の粒子からなる火山灰である。

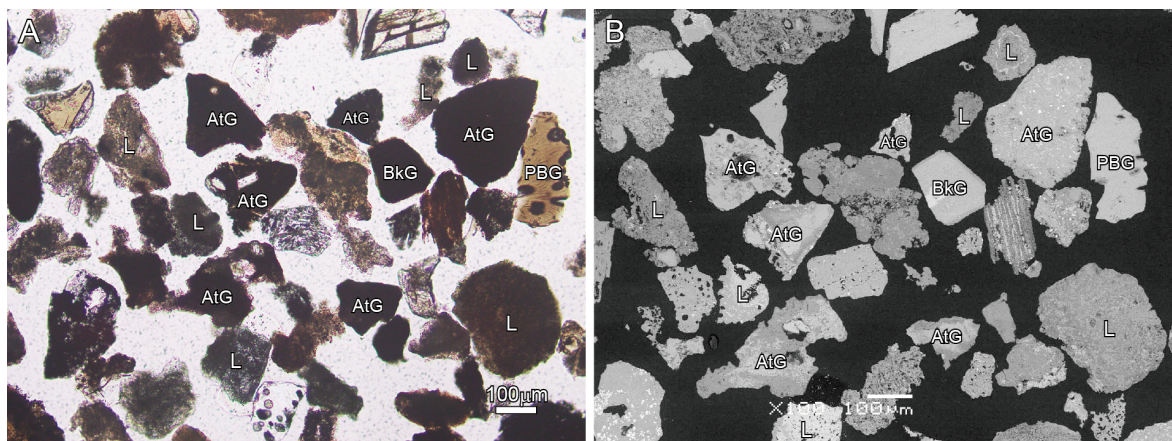


図3 5月3日15～18時頃に噴出した火山灰（0.125～0.25 mm粒子）の偏光顕微鏡写真（左側）と走査型電子顕微鏡による反射電子画像（右側）。両火山灰試料ともに，8～9割程度はさまざまな程度に変質したガラス片（AtG）や岩片（L）からなる。しかし，黒色～褐色ガラス（BkG）と淡褐色ガラス（PBG）など，新鮮なガラス片も2%程度認められた。また，5月3日18時以降の火山灰では，新鮮なガラス片が4%程度認められている。

中岳火口周辺域での調査を実施するにあたり，阿蘇火山防災会議協議会にはご理解とご配慮をいただいた。記して感謝します。