

# 第 141 回 火山噴火予知連絡会資料

(その 1)

霧島山

平成 30 年 6 月 20 日

# 火山噴火予知連絡会資料（その１）

## 目次

|                |         |
|----------------|---------|
| 霧島山.....       | 3       |
| 気象庁（気象研、地磁気含む） | 3-94    |
| 東北大            | 95      |
| 東大震研           | 96-138  |
| 東海大            | 139-147 |
| 九大             | 148-153 |
| 防災科研           | 154-164 |
| 産総研            | 165-166 |
| 地理院            | 167-188 |
| アジア航測          | 189-194 |
| 新燃岳降灰調査グループ    | 195-196 |



# 霧 島 山

(2018 年 5 月 31 日現在)

## 新燃岳

新燃岳では、2017 年 10 月 17 日の噴火以降、火山性地震は概ねやや多い状況で経過していたが、2018 年 2 月 25 日に BH 型地震が 102 回発生するなど地震が増加している状況で 3 月 1 日に噴火が再開した。噴火孔は 2017 年 10 月 11 日に噴火した火孔と同じである。3 月 6 日には爆発的噴火が発生し、新燃岳火口内の東側は新たな溶岩で覆われていることが確認された。また、翌 7 日かけて大きな噴石を 400～700m 飛散させる爆発的噴火が 34 回発生するなど、噴火活動が活発化した。火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、7 日には 1 日あたり 34,000 トンと急増した。

3 月 10 日の噴火では、噴石が火口から 1,800m と今回の活動で最も遠くへ飛散した。3 月 25 日の噴火は火口内西側から発生し、ごく小規模な火砕流が西側へ流下した。4 月 5 日の噴火では、噴煙が火口縁上約 8,000m と最も高く上がった。

韓国岳監視カメラでは、新燃岳火口への溶岩の蓄積が進行する中で、3 月 9 日から新燃岳火口の北西側への溶岩の流下が観測されたが、3 月下旬頃にかけて流下速度は次第に遅くなり、4 月中旬以降は停滞した。4 月 30 日までの溶岩の流下距離は火口縁から約 150m に達すると推定される。

火山性地震は噴火前から BH 型が増加し、噴火後は BL 型も増加した。散発的な噴火となった後も BH 型は多い状態で経過し BL 型も時々発生している。4 月中旬以降は新燃岳火口の北東側 2.5km 付近（深さ 2～4 km）で地震が時々発生し、以降も継続している。5 月 2 日から 3 日にかけて新燃岳火口の北側 2 km 付近（深さ 2～3 km）で地震が一時的に急増した。

GNSS 連続観測では、2017 年 7 月頃から霧島山を挟む基線での伸びが継続していたが、3 月 6 日から 7 日にかけて急激な収縮が観測された。3 月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが、5 月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している。

弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口から概ね 3 km まで、火砕流が概ね 2 km まで達する可能性がある。そのため、火口から概ね 3 km の範囲では警戒が必要である。

風下側では、火山灰だけでなく小さな噴石（火山れき）が遠方まで風に流されて降るおそれがあるため注意が必要である。

2011 年と同様に爆発的噴火に伴う大きな空振によって窓ガラスが割れるなどのおそれがあるため注意が必要である。

地元自治体等が行う立入規制等にも留意が必要である。また、地元自治体等が発表する火山ガスの情報にも留意が必要である。

なお、今後の降灰状況次第では、降雨時に土石流が発生する可能性があるため留意が必要である。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、宮崎県及び鹿児島県のデータを利用して作成した。

## ○ 概況（2018 年 2 月～2018 年 5 月 31 日）

### ・ 噴煙など表面現象の状況（図 1～9、図 13-1-①⑤、図 13-2-①、図 22、表 1）

新燃岳では、2017 年 10 月 18 日から 2018 年 2 月にかけて噴火は発生しなかった。2018 年 1 月から 2 月にかけては、白色の噴煙が最高で火口縁上 500m まで上がった。

3 月 1 日 11 時頃、宮崎県高原町付近において降灰があるとの連絡があり、同日実施した降灰調査の結果、新燃岳周辺から東側の宮崎県高原町（新燃岳火口から東約 18 km）までの範囲で降灰を確認した。

3 月 2 日、鹿児島県の協力により実施した上空からの観測では、2017 年 10 月 11 日に噴火が発生した火口内東側の火孔から、灰白色の噴煙が最高で火口縁上 200m まで上がっていた。

噴火はその後も継続し、3 月 6 日には 2011 年 3 月 1 日以来の爆発的噴火が発生した。新燃岳火口内の東側は新たな溶岩で覆われ、火口内に蓄積しつつあることが確認された。爆発的噴火は 3 月 6 日から 7 日にかけて 34 回発生するなど頻発し、5 月までに 48 回発生した。3 月 1 日 11 時頃から継続した火山灰を噴出する噴火は 3 月 9 日 01 時 45 分に停止した。

3 月 6 日に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、新燃岳火口内の東側が新たな溶岩で覆われ、噴煙が火口の中心及び北側付近から上がっているのを確認した。3 月 9 日、産業技術総合研究所により火口の北西側へ流出する溶岩が確認された。同日、霧島市牧園町から実施した現地調査では、火口の北西側から溶岩がわずかに流出しているのを確認した。

3 月 9 日から 10 日にかけては、大きな噴石を飛散させる噴火が断続的に発生した。

3 月 9 日 15 時 58 分に爆発的噴火では、灰白色の噴煙が火口縁上 3,200m まで上がり、大きな噴石が火口の中心から 800m まで飛散した。また、空振により鹿児島県及び宮崎県の一部では窓ガラスが揺れた。

3 月 10 日 01 時 54 分及び 04 時 27 分の爆発的噴火では、大きな噴石が火口から 1,800m まで飛散し、01 時 54 分の噴火では、噴煙が火口縁上 4,500m まで上がった。

3 月 22 日以降に実施した現地調査や監視カメラによる観測では、新燃岳西側斜面の割れ目付近の噴気がやや多い状態であることを確認した。

3 月 25 日 07 時 35 分に発生した爆発的噴火では、噴煙が火口縁上 3,200m まで上がり、大きな噴石が火口の中心から 800m まで飛散した。また、08 時 45 分には、火口内西側から噴火が発生し、噴煙が火口縁上 2,100m まで上がった。この噴火に伴い、ごく小規模な火砕流が火口縁から西側へ約 400m（新燃岳火口の中心から約 800m）流下した。噴火は 13 時 00 分まで継続した。

3 月 26 日に宮崎県の協力により実施した上空からの観測では、新燃岳火口内の西側に新たな火孔を確認するとともに、火口縁の西側に 25 日の噴火に伴う火砕流によると思われる堆積物を確認した。

4 月 5 日 03 時 31 分に爆発的噴火が発生し、多量の噴煙が火口縁上 5,000m まで上がり、ごく小規模な火砕流が火口縁から南東側へ約 400m（新燃岳火口の中心から約 800m）流下した。また、弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口の中心から 1,100m まで達した。その後も噴火は継続し、03 時 45 分からの数分間は噴煙量が増加し、大きな噴石が火口周辺に飛散した。この噴煙は気象衛星データの解析により、火口縁上約 8,000m まで上がったと推定される。同日実施した現地調査及び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、宮崎県小林市と高原町の一部

で多量の降灰を確認した。聞き取りによる降灰調査の結果では、新燃岳の北側（熊本県人吉市）、北東側（宮崎県門川町）、東側（宮崎県宮崎市）にかけての広範囲で降灰を確認した。

4 月 20 日に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、火口内を覆う溶岩の中心部及び縁辺部の一部で温度の高い領域が認められたが、火口内及び火口北西側に流出した溶岩の温度は、3 月 11 日と比べて明らかに低下していた。

5 月 14 日 14 時 44 分に 4 月 6 日以来の噴火が発生し、多量の噴煙が火口縁上 4,500 m まで上がった。噴石及び火砕流は観測されなかった。同日実施した現地調査及び聞き取りによる降灰調査では、宮崎県及び鹿児島県の一部で降灰を確認した。

新燃岳火口の北西側への溶岩の流下は 3 月 9 日から観測されているが、韓国岳監視カメラの画像解析では、3 月下旬頃にかけて流下速度は次第に遅くなり 4 月中旬以降停滞している。3 月 9 日から 4 月 30 日までの溶岩の流下距離は、火口縁から約 150m に達すると推定される。

繰り返し実施した新湯温泉付近及び韓国岳からの現地調査では、新燃岳の西側斜面の割れ目付近及び割れ目下方で引き続き噴気と熱異常域を確認した。熱異常域の分布に特段の変化は認められなかった。

・地震や微動の発生状況（図 10～12、図 13-1-②③⑥⑦、図 13-2-③～⑤、図 13-3、図 14-⑤⑥、図 22）

火山性地震は概ねやや多い状況で経過したが、2 月 25 日に BH 型地震が 102 回発生し、2 月 28 日以降さらに増加、3 月 1 日 08 時頃からは BL 型を主体とする地震が増加した。同日、噴火が確認され、火口内に溶岩が確認された 3 月 6 日から 7 日にかけては BL 型地震はさらに増加した。6 日から 10 日にかけては空振を伴う振幅の大きな地震もみられたが、3 月中旬以降は次第に少ない状態で経過した。

火山性地震はその後も概ね多い状態が続き、4 月 3 日から 5 日にかけては BH 型地震を主体とする地震が 1 日あたり 200 回以上と増加し（3 日：491 回、4 日：334 回、5 日：268 回）、4 月 5 日には 3 月 25 日以来の噴火が発生した。4 月 9 日以降は減少したものの、その後も概ね多い状態で経過している。

4 月中旬以降は新燃岳の北東側 2.5 km 付近を震源とする地震も時々発生した。

5 月 2 日 03 時頃から主に新燃岳火口の北側 2 km 付近を震源とする火山性地震が増加し、同日夜遅くにさらに増加した。その後は次第に減少したが、3 日 18 時頃までは多い状態で経過し、2 日は 827 回、3 日は 288 回発生した。この間、火口直下を震源とする地震は 2 日は 23 回、3 日は 19 回で発生状況に特段の変化は認められなかった。

地震回数は 2 月 429 回、3 月 5,009 回、4 月 1,915 回、5 月 3,011 回で、震源は、主に新燃岳のごく浅いところから深さ 1 km 付近及び新燃岳周辺の深さ 1～4 km 付近に分布した。5 月 2 日から 3 日に増加した地震は、新燃岳火口の北側 2 km 付近の深さ 2～3 km 付近に分布した。

火山性微動は 3 月 1 日 07 頃から連続的に発生し 8 日 15 時頃まで継続した。この間、5 日 21 時から 8 日 00 時頃にかけては微動の振幅が一時的に増大した。4 月は 5 日から 14 日にかけて時々発生し、継続時間は最大で 20 分程度であった。5 月は 14 日の噴火に伴い発生するなど時々発生した。

・火山ガスの状況（図 13-1-④⑧、図 13-2-②、図 22）

噴火が発生した 3 月 1 日に実施した現地調査では、火山ガス（二酸化硫黄）の放

出量が1日あたり5,500トン（前回2月2日、90トン）と急増した。その後も噴火活動に伴い、やや多い状態が続いていたが、3月7日には1日あたり34,000トンと、さらに急増した。その後、3月9日から12日にかけては1日あたり1,000トン程度（800～1,300トン）とやや減少した。3月中旬以降は数百トン程度で経過しているが、噴火前の2月以前より多い状態が続いている。

・地殻変動の状況（図11、図13-2-⑥、図14-①～③、図15～22、表2、表3）

高千穂河原観測点の傾斜計及び周辺の傾斜計で、3月6日09時頃からえびの岳（新燃岳の北西6km）付近の収縮と考えられる明瞭な変化が認められていたが、8日12時頃から停滞した。この付近は、2011年の新燃岳の噴火に関与したマグマだまりがあると推定される領域である。

3月9日から3月25日の噴火の前後では、高千穂河原観測点の傾斜計で、新燃岳方向がわずかに隆起沈降する変動が観測されている。

高千穂河原観測点の傾斜計及び周辺の傾斜計では、4月2日18時頃から新燃岳方向がわずかに隆起する傾斜変動がみられていたが、5日の噴火に伴い山体が沈降する変動が観測された。

5月2日から3日にかけて、主に新燃岳火口の北側2km付近を震源（深さ2～3km付近）とする火山性地震が増加した。この地震が増加していた5月2日20時45分頃には、高千穂河原観測点の傾斜計及び周辺の傾斜計で傾斜変動が観測されたが、同日23時頃からは停滞した。

GNSS 連続観測では、2017年7月頃から霧島山を挟む基線での伸びが継続していたが、3月6日から7日にかけて霧島山を挟む基線で急激な収縮が観測された。3月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが、5月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している。

表1 霧島山（新燃岳） 主な噴火（2018年3月～5月）

| 現象 | 噴火発生時刻<br>(年月時分) | 噴 煙 |        |                |    | 振動<br>新燃岳<br>南西<br>[μ m/s] | 空振(Pa) |       | 噴石<br>[m] | 火<br>砕<br>流<br>[m] |
|----|------------------|-----|--------|----------------|----|----------------------------|--------|-------|-----------|--------------------|
|    |                  | 色   | 量      | 火口縁上<br>の高さ(m) | 流向 |                            | 湯之野    | 高千穂河原 |           |                    |
| 爆発 | 2018/3/9 15:58   | 灰白  | 多量     | 3200           | 南  | 656.9                      | 206.6  | 161.2 | 800       | -                  |
| 噴火 | 2018/3/9 20:21   | 灰白  | 中量     | 1600           | 南東 | 68.7                       | 2.7    | 2.5   | 1300      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/10 1:54   | 灰白  | 多量     | 4500           | 南東 | 753.2                      | 272.4  | 110.1 | 1800      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/10 4:27   | 灰白  | やや多量   | 2800           | 南東 | 3905.7                     | 169.9  | 80.9  | 1800      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/10 10:15  | 灰白  | やや多量   | 2300           | 南  | 459.2                      | 140.4  | 72.1  | 1500      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/10 13:32  | 灰白  | やや多量   | 3200           | 南  | 758.2                      | 20.0   | 7.1   | 1300      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/10 18:11  | 灰   | やや多量   | 2700           | 南東 | 3916.7                     | 207.0  | 94.5  | 1600      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/11 4:05   | 灰白  | やや多量   | 2600           | 東  | 3433.8                     | 91.3   | 24.9  | 1300      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/11 7:46   | 灰白  | やや多量   | 2800           | 東  | 2505.1                     | 99.3   | 40.0  | 1400      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/12 12:45  | 灰白  | やや多量   | 2000           | 直上 | 456.2                      | 85.4   | 48.2  | 1200      | -                  |
| 噴火 | 2018/3/12 12:55  | 灰白  | やや多量   | 3200           | 北東 | 103.8                      | 2.7    | 2.2   | 600       | -                  |
| 爆発 | 2018/3/15 14:13  | 灰白  | やや多量以上 | >2100          | 直上 | 1620.8                     | 29.5   | 12.1  | 1000      | -                  |
| 爆発 | 2018/3/25 7:35   | 灰白  | 多量     | 3200           | 南東 | 540.6                      | 29.4   | 13.9  | 800       | -                  |
| 爆発 | 2018/3/25 8:45   | 灰白  | やや多量   | 2100           | 南東 | 270.1                      | 1.9    | 0.9   | -         | 800                |
| 爆発 | 2018/4/5 3:31    | 灰白  | 多量     | 5000           | 東  | 1056.3                     | 22.5   | 7.9   | 1100      | 800                |
| 噴火 | 2018/4/5 3:45    | 灰白  | 多量     | 8000           | 直上 | 283.6                      | 11.2   | 5.7   | 800       | -                  |
| 噴火 | 2018/5/14 14:44  | 灰白  | やや多量   | 3300           | 南東 | 214.9                      | 3.3    | 3.6   | -         | -                  |

火口縁上の噴煙の高さ3,000m以上、噴石1,000m以上飛散、火砕流のいずれかを観測

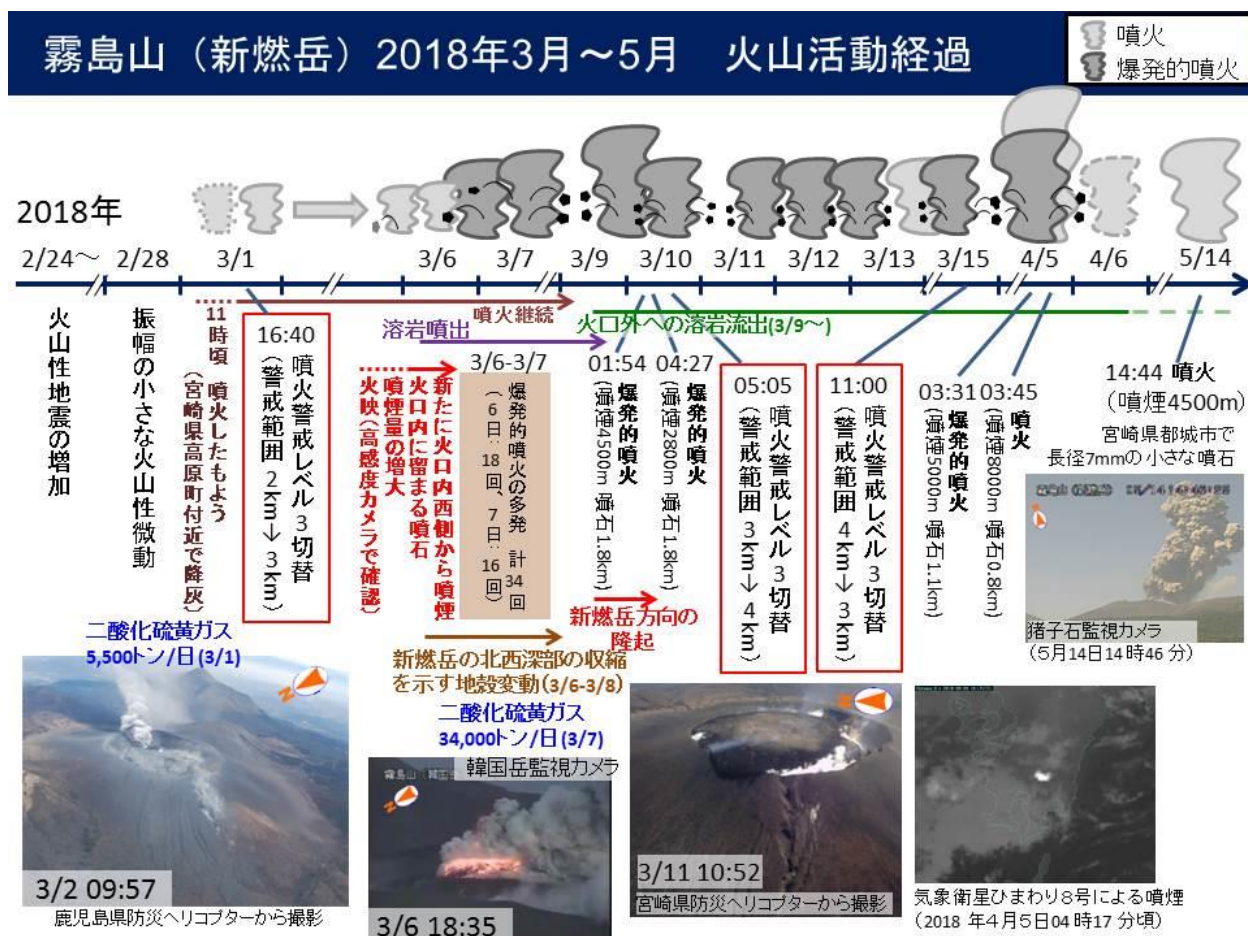


図1 霧島山（新燃岳） 火山活動経過図（2018年2月～5月）

3月1日以降、噴火活動が活発化したが、3月中旬以降は噴火の間隔は次第に長くなった。



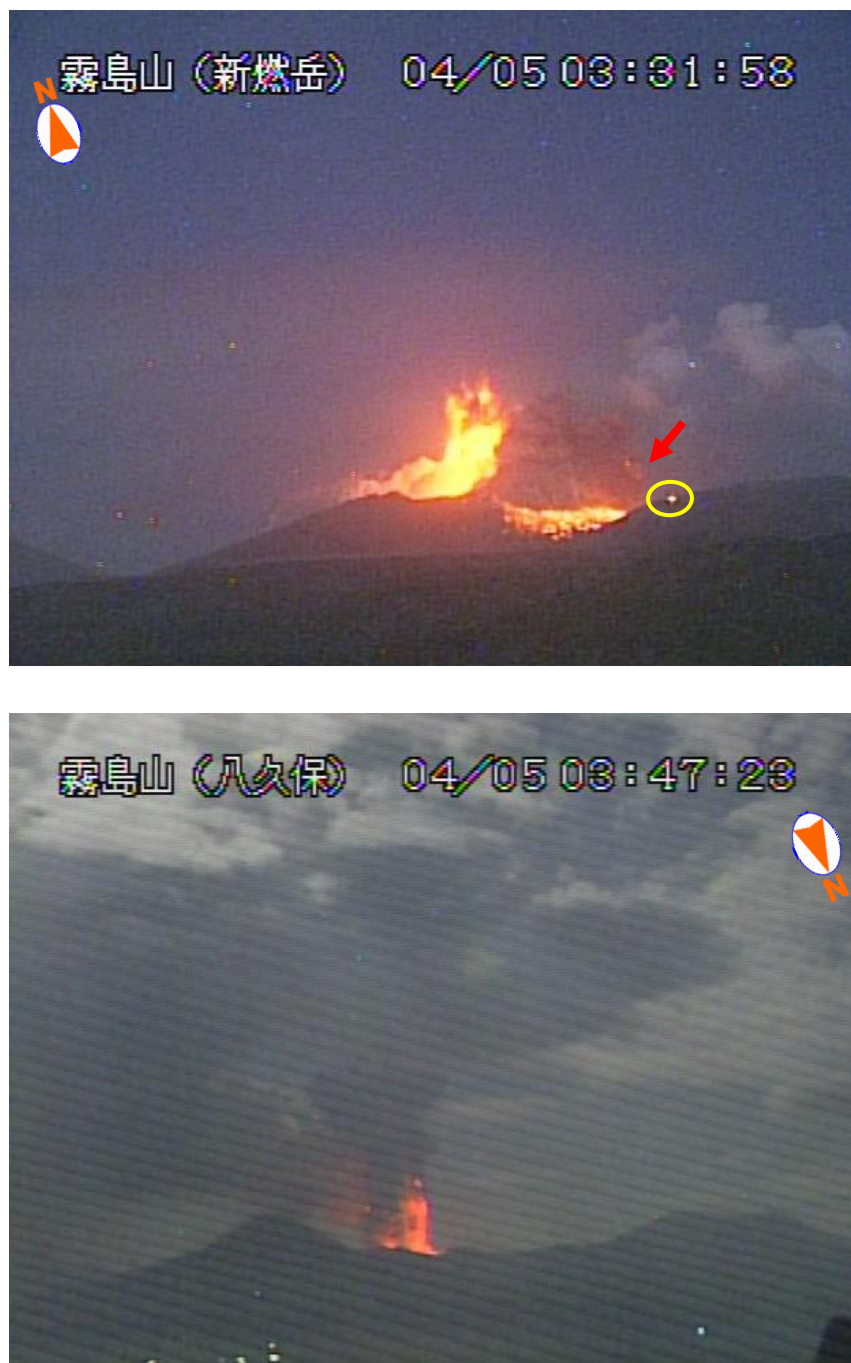


図 2 霧島山（新燃岳） 噴火の状況

上図（猪子石監視カメラ）： 4 月 5 日 03 時 31 分の爆発的噴火

下図（八久保監視カメラ）： 4 月 5 日 03 時 45 分からの噴煙量の増加

4 月 5 日 03 時 31 分の爆発的噴火では、多量の噴煙が火口縁上 5,000m まで上がり、ごく小規模な火砕流（赤矢印）が火口縁から南東側へ約 400m（新燃岳火口の中心から約 800m）流下した。また、弾道を描いて飛散する大きな噴石（黄丸）が火口の中心から 1,100m まで達した。その後 03 時 45 分から噴煙量が増加し、噴煙が火口縁上 8,000m まで上がった。

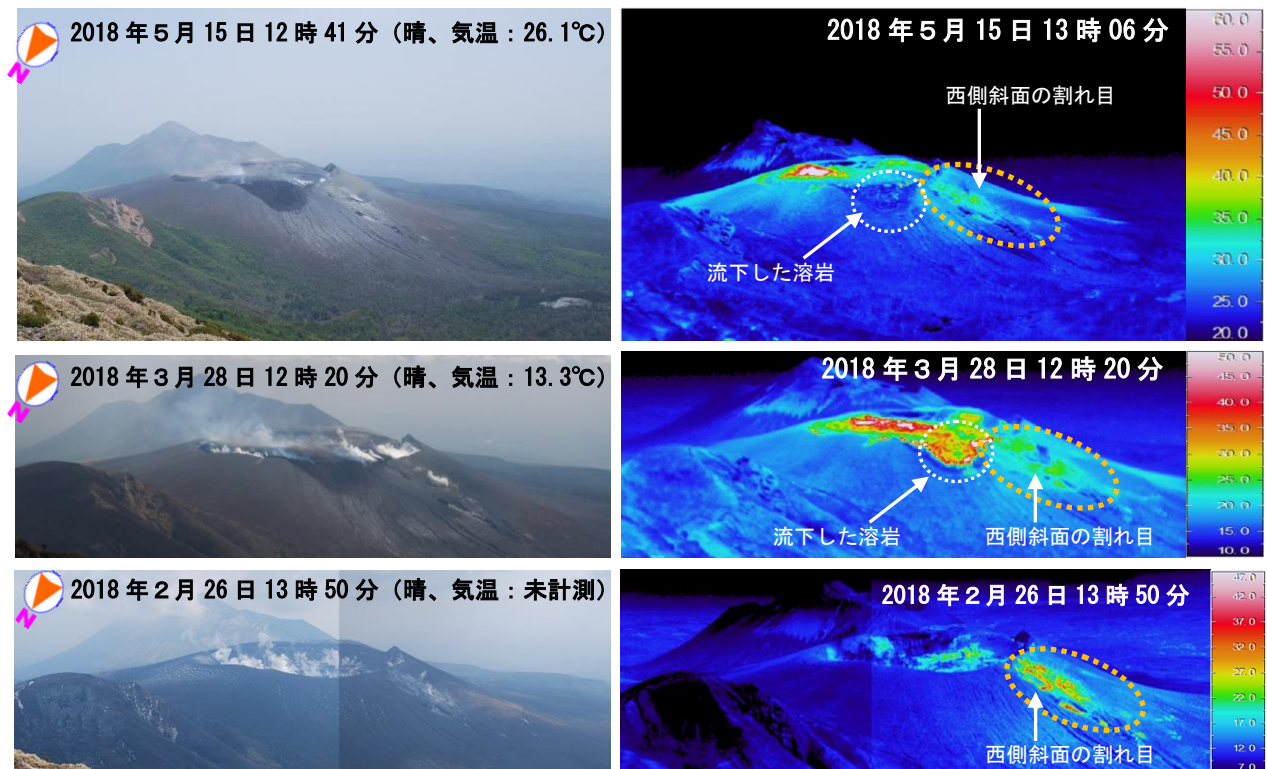


図3 霧島山（新燃岳） 火口内及び西側斜面の状況  
(2018年2月26日～2018年5月15日：韓国岳から観測)

- ・ 3月9日以降に確認された火口の北西側へ流下した溶岩（白破線内）は、3月28日には高温部が明瞭に認められたが、5月15日には温度の低下がみられた。
- ・ 火口内及び西側斜面の割れ目（橙破線内）で、やや温度の高い部分が観測されたが、熱異常域の分布に特段の変化は認められない。
- ・ 5月15日には、火口内のやや東側で明瞭な高温部がみられた。これは、5月14日に発生した噴火による影響と考えられる。

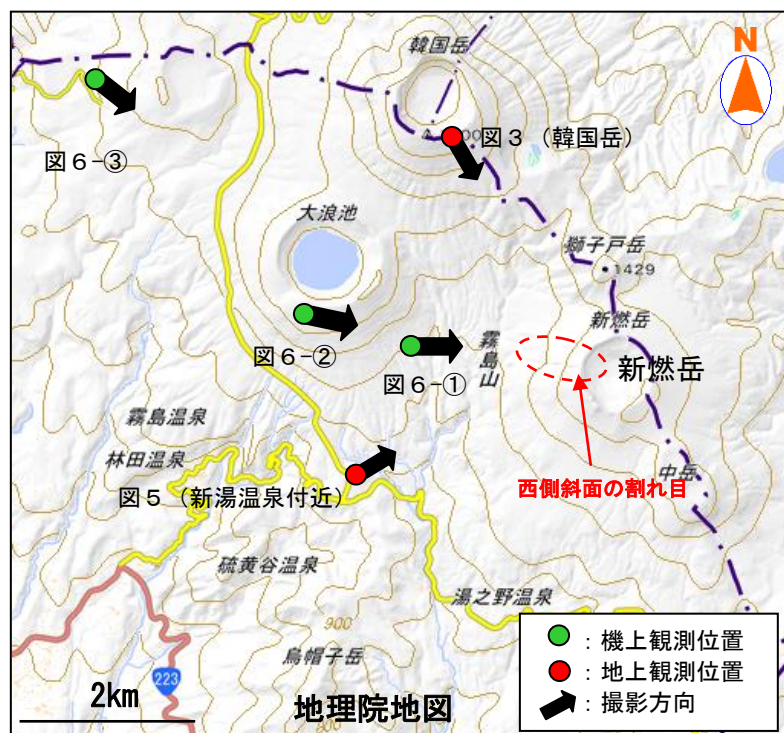


図4 霧島山（新燃岳） 図3、図5、図6の観測位置

\* 黒破線内は西側斜面の割れ目付近とその下方で噴気を確認されている場所を示している。



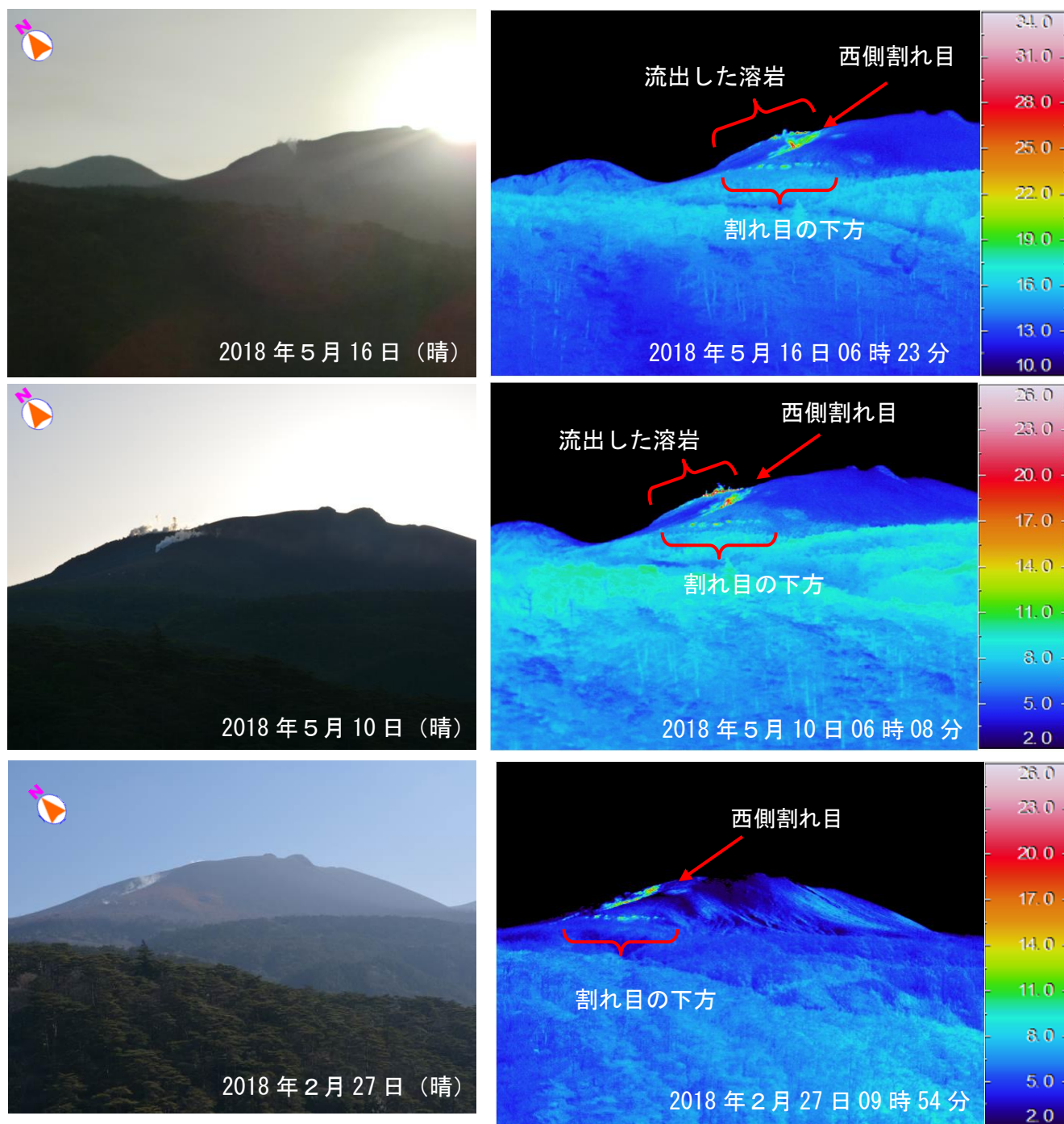


図 5 霧島山（新燃岳） 新燃岳南西側の状況（新湯温泉付近から観測）

- ・ 5 月 10 日及び 16 日の観測では、火口外に流出した溶岩の先端部には顕著な熱異常域及び噴気は認められなかったが、上部には引き続き噴気及び熱異常域を確認した。
- ・ 西側斜面の割れ目付近及び割れ目の下方で引き続き熱異常域及び噴気を確認したが、これまでの観測と比べ、特段の変化は認められない。

\* 2015 年 11 月以降、西側斜面の割れ目の下方で弱い熱異常域を観測している。



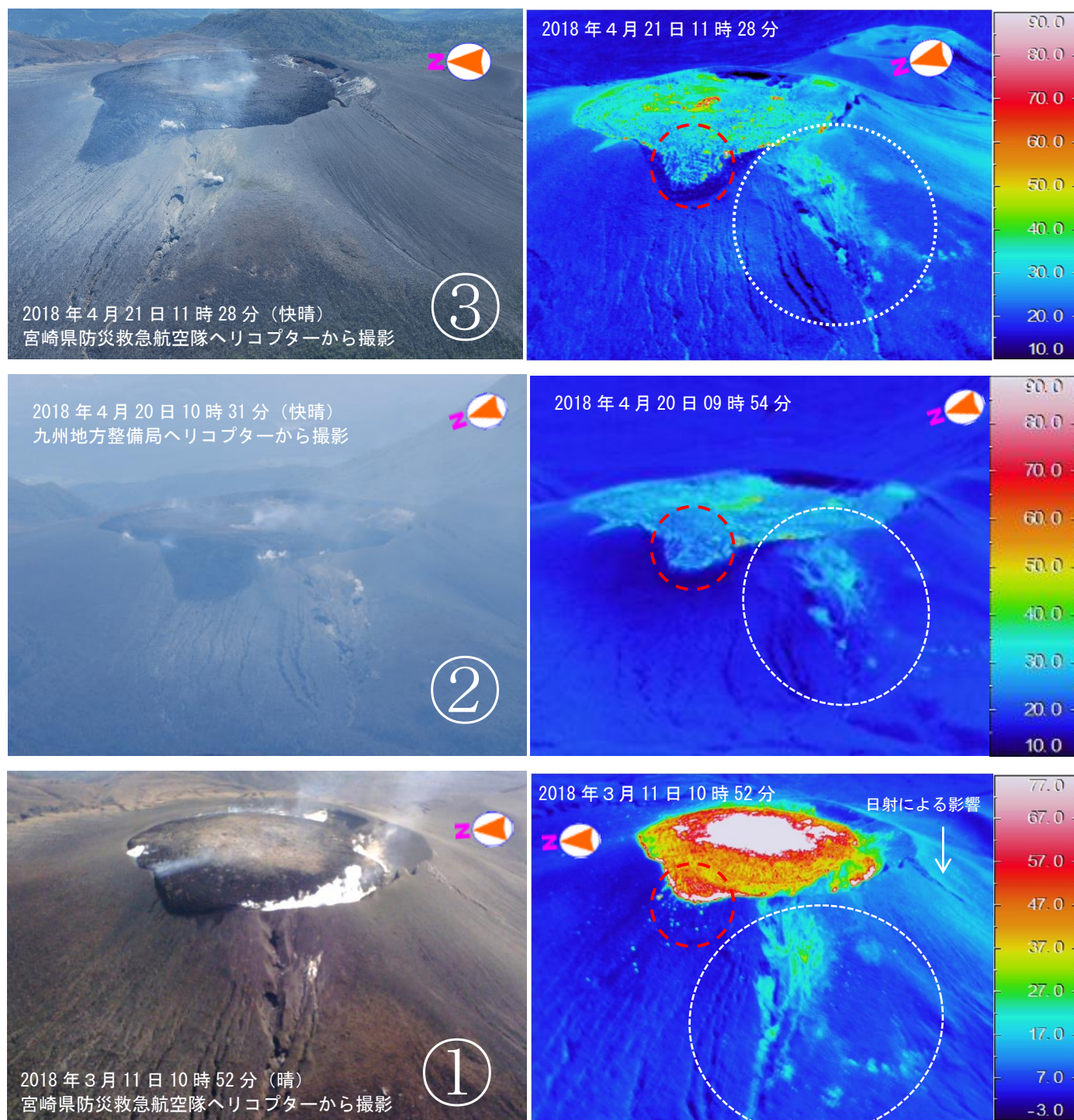


図 6 霧島山（新燃岳） 新燃岳火口内および火口西側斜面の状況

(上段：4 月 21 日、中段：4 月 20 日、下段：3 月 11 日)

- ・ 4 月 20 日及び 21 日の観測では、火口内及び火口北西側に流出した溶岩の温度は、3 月 11 日の観測と比べて明らかに低下していた（赤破線）。
- ・ 火口西側斜面の割れ目付近（白破線）では、引き続き噴気と熱異常域を確認したが、その分布に特段の変化は認められなかった。

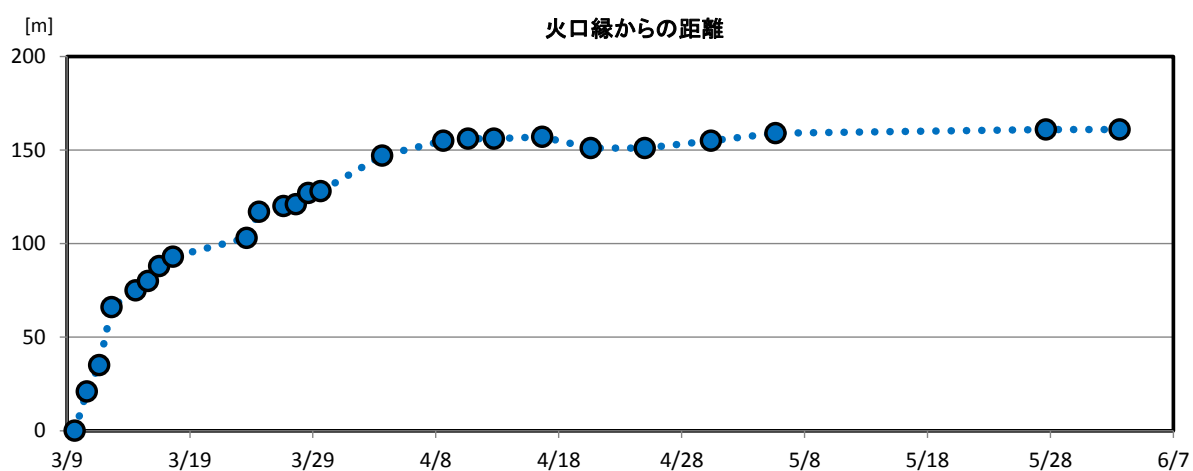
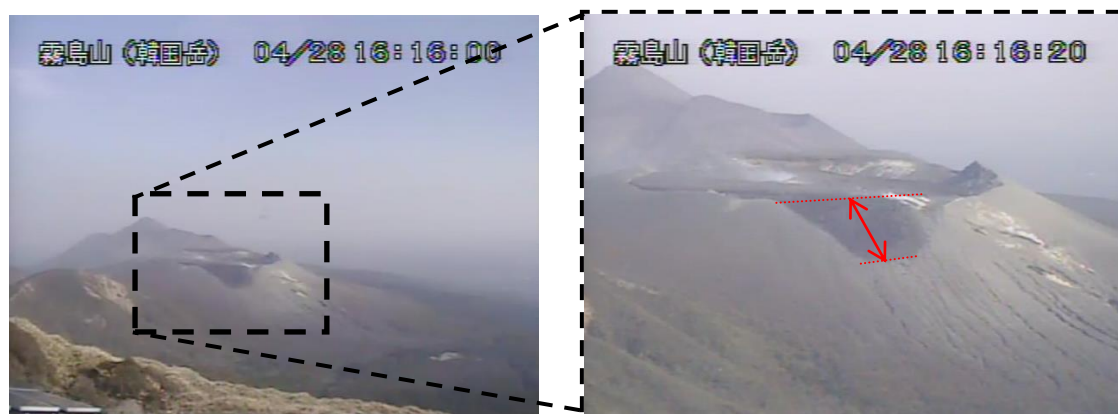


図 7 霧島山（新燃岳） 火口縁からの溶岩の流下距離の推定

（2018 年 3 月 9 日～6 月 2 日）

韓国岳監視カメラの画像解析によると、新燃岳火口の北西側への溶岩の流下は 3 月 9 日から観測されていたが、3 月下旬頃にかけて流下速度は次第に遅くなり、4 月中旬以降停滞している。3 月 9 日から 4 月 30 日までの溶岩の流下距離（赤矢印）は火口縁から約 150m に達すると推定される。

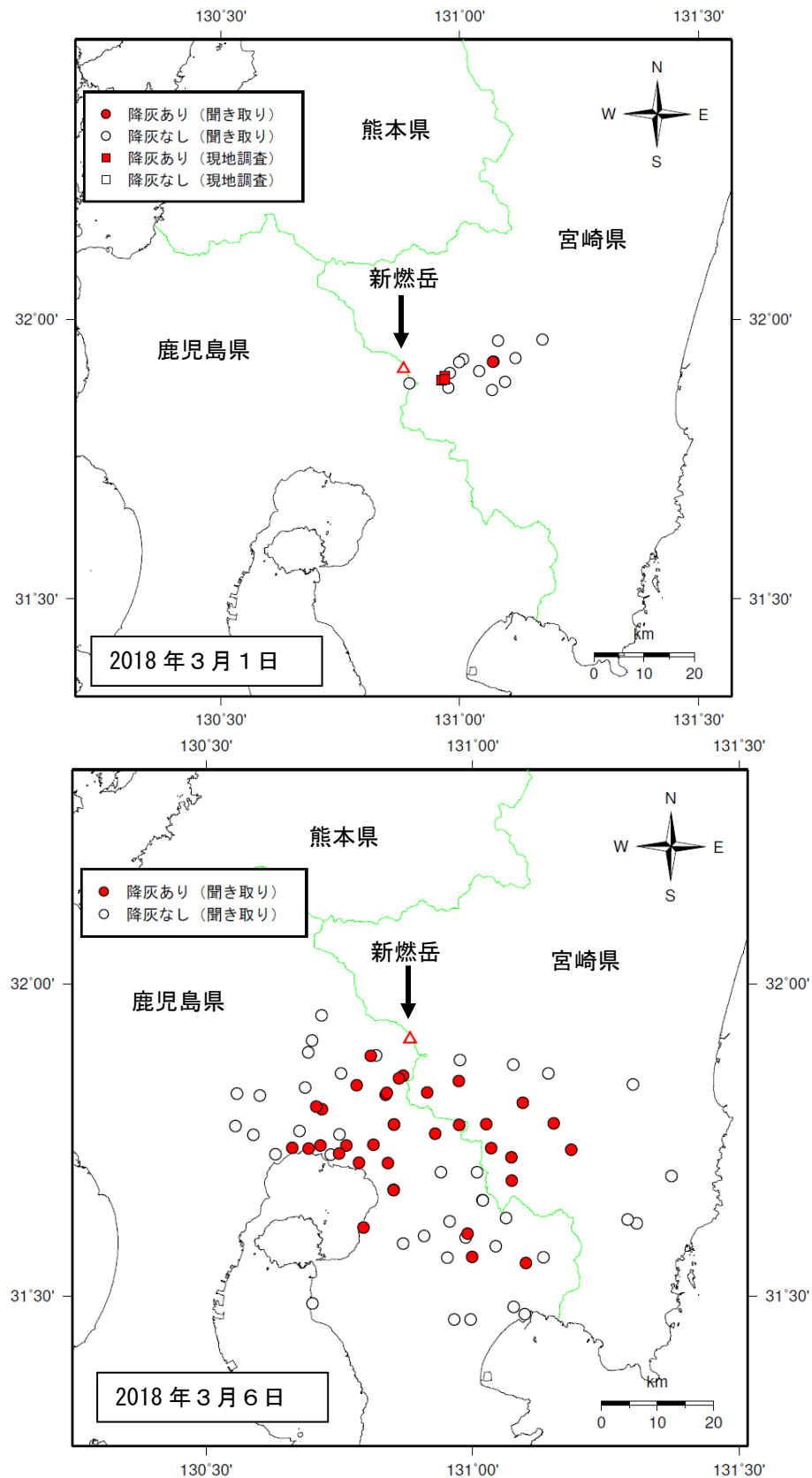


図 8 霧島山（新燃岳） 降灰分布図（上図：3月1日、下図：3月6日）

- ・ 3月1日に実施した降灰調査の結果、新燃岳周辺から東側の宮崎県高原町（新燃岳火口から東約18km）までの範囲で降灰を確認した。
- ・ 3月6日に実施した聞き取りによる降灰調査の結果では、新燃岳の南西から南東側の宮崎県都城市、三股町及び鹿児島県霧島市、曾於市、志布志市、垂水市、姶良市の広い範囲で降灰を確認した。

※図中の緑線は県境を表している。

※この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000（行政界・海岸線）』を使用した。



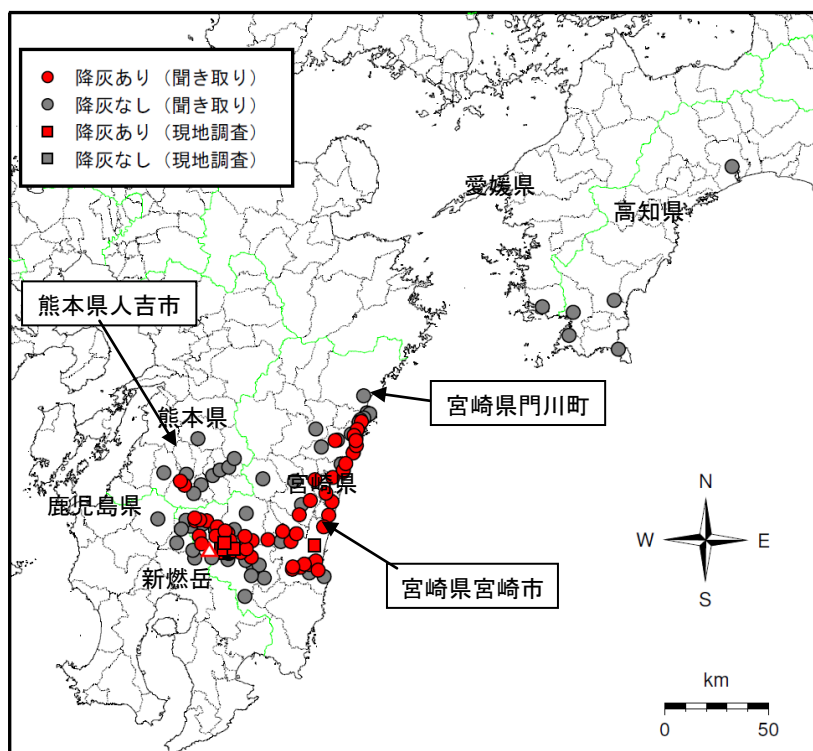


図 9-1 霧島山（新燃岳） 降灰分布図（4月5日）

4月5日に実施した現地調査及び聞き取りによる降灰調査の結果では、熊本県人吉市、宮崎県高原町、えびの市、都城市、小林市、綾町、国富町、宮崎市、西都市、新富町、木城町、高鍋町、川南町、都農町、日向市、門川町の、新燃岳の北側、北東側、東側にかけての広範囲で降灰を確認した。

※図中の緑線は県境を表している。

※この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000（行政界・海岸線）』を使用した。

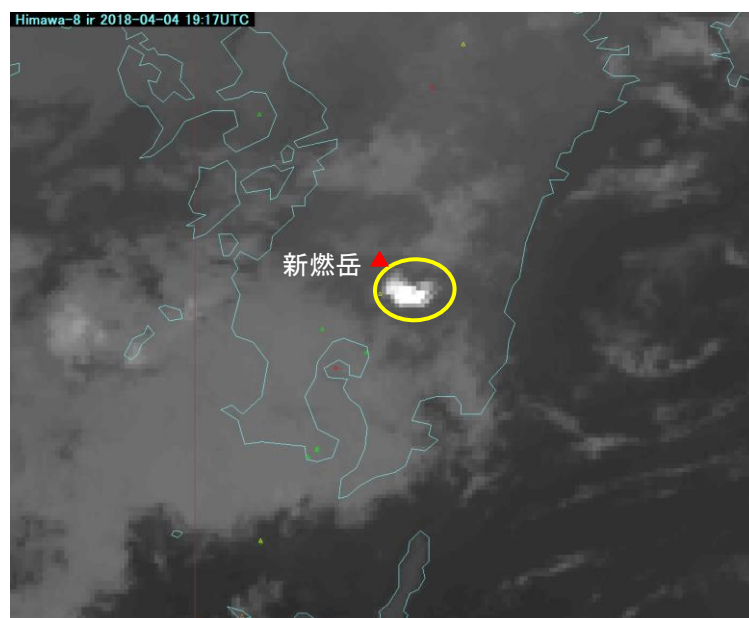


図 9-2 霧島山（新燃岳） 気象衛星ひまわり 8 号による噴煙の様子  
(4月5日 04 時 17 分頃)

4月5日に発生した噴火の噴煙（黄丸）が東に流れるのが確認された。気象衛星データの解析により、噴煙は火口縁上約 8,000mまで上がったと推定される。

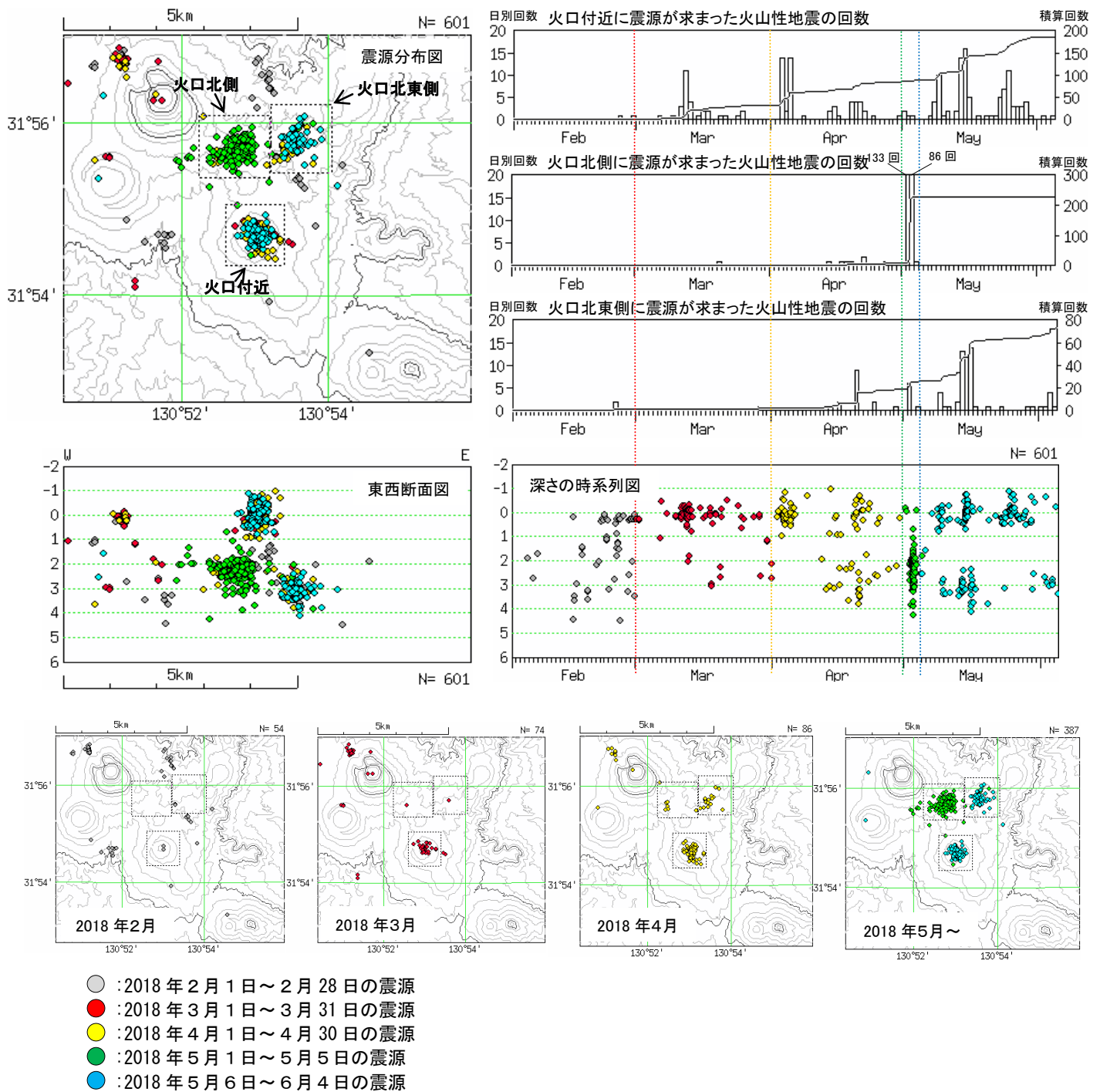


図 10 霧島山（新燃岳） 新燃岳周辺の火山性地震の震源分布図

(2012 年 1 月～2018 年 6 月 4 日)

## &lt;2018 年 2 月～2018 年 6 月 4 日の活動状況&gt;

震源は、主に新燃岳付近のごく浅いところから深さ 1 km 付近と新燃岳北側 2 km 付近の深さ 2～3 km 及び新燃岳の北東側 2.5 km 付近の 2～4 km に分布した。新燃岳北側付近の地震は 4 月に時々発生し、5 月 2 日から 3 日にかけて急増した。新燃岳北東側の地震は 4 月中旬以降発生し、以降も時々発生している。

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。



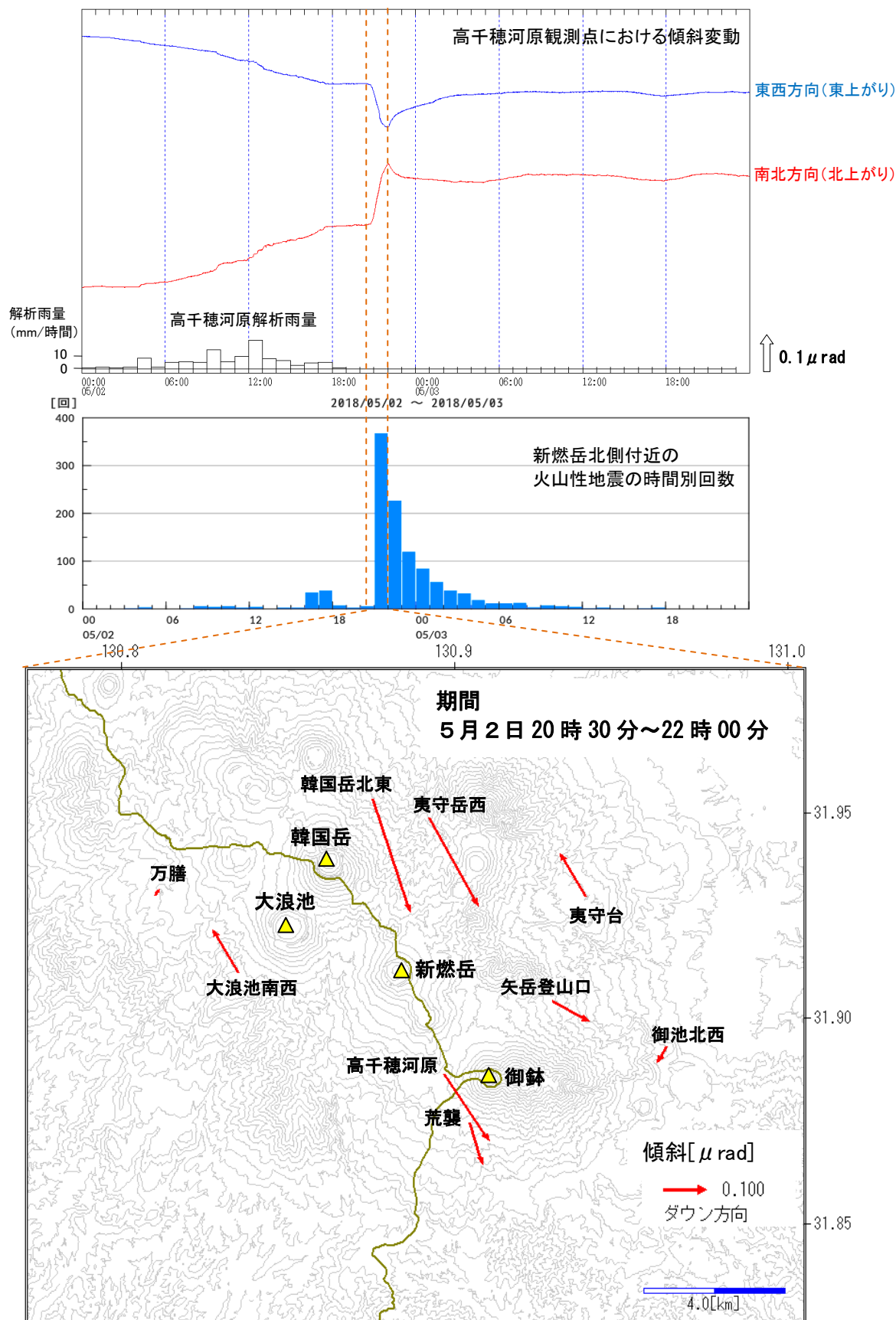


図 11 霧島山（新燃岳） 新燃岳北側の地震に伴う傾斜変動  
（5月2日 20時30分~22時00分）

新燃岳北側の地震（深さ2～3km）の増加に伴い、霧島山周辺の観測点で傾斜変動を観測した。

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。

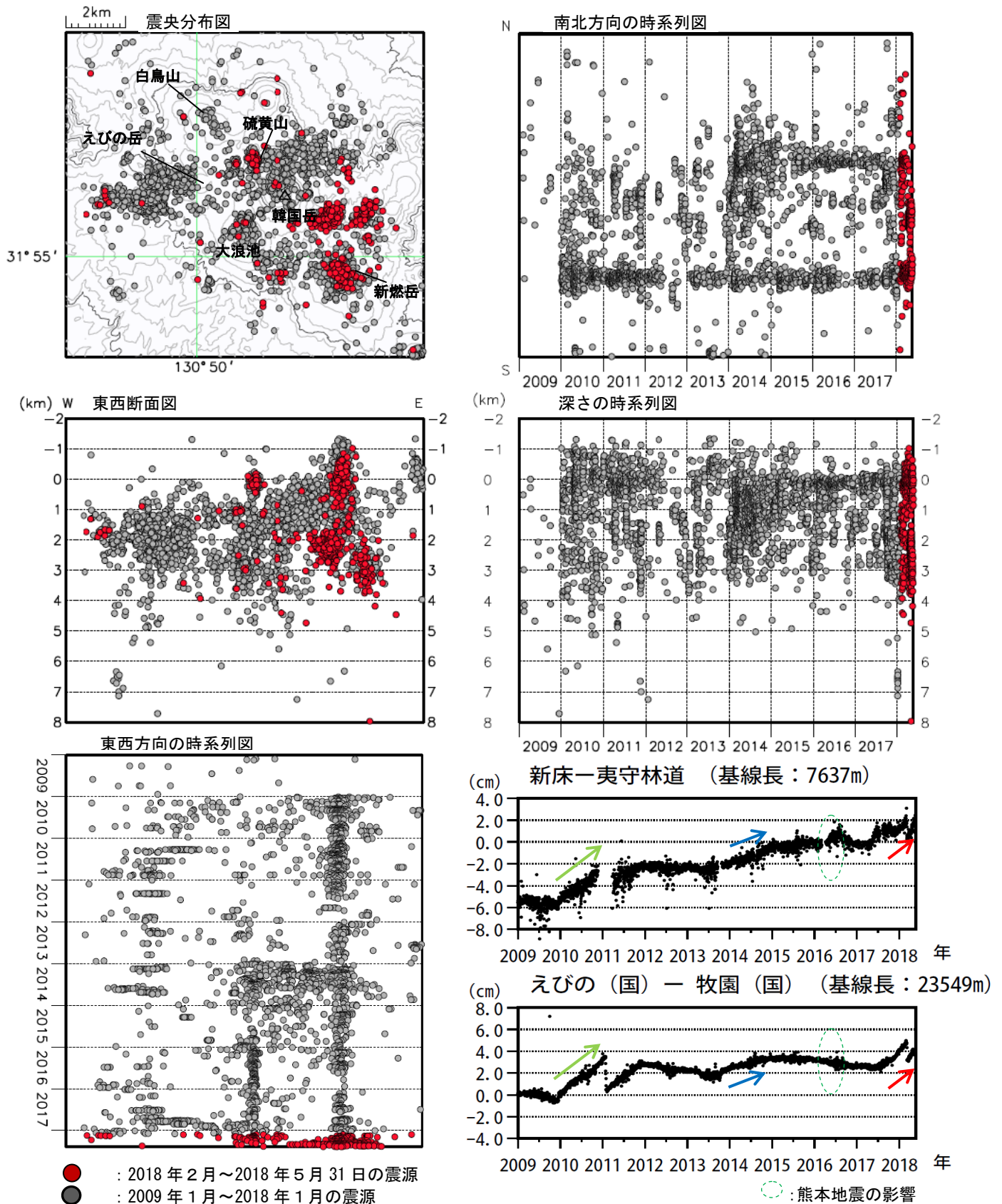


図 12 霧島山 広域の霧島山の火山性地震の震源分布図 (2009 年 1 月～2018 年 5 月 31 日)

震源は、主に新燃岳のごく浅いところから深さ 1 km 付近、新燃岳周辺の深さ 1 ～ 4 km 付近に分布した。

2017 年 7 月頃からの GNSS の伸び (赤矢印) が継続している期間には、えびの岳付近や大浪池付近など、霧島山の広域で地震の発生がみられる。同様に、2014 年の GNSS の伸び (青矢印) が認められた期間にも、大浪池付近、韓国岳の周辺及び北東側で地震の増加が認められた。

(国) : 国土地理院、国土地理院の解析結果 (F3 解及び R3 解) を使用した。

※この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』を使用した。

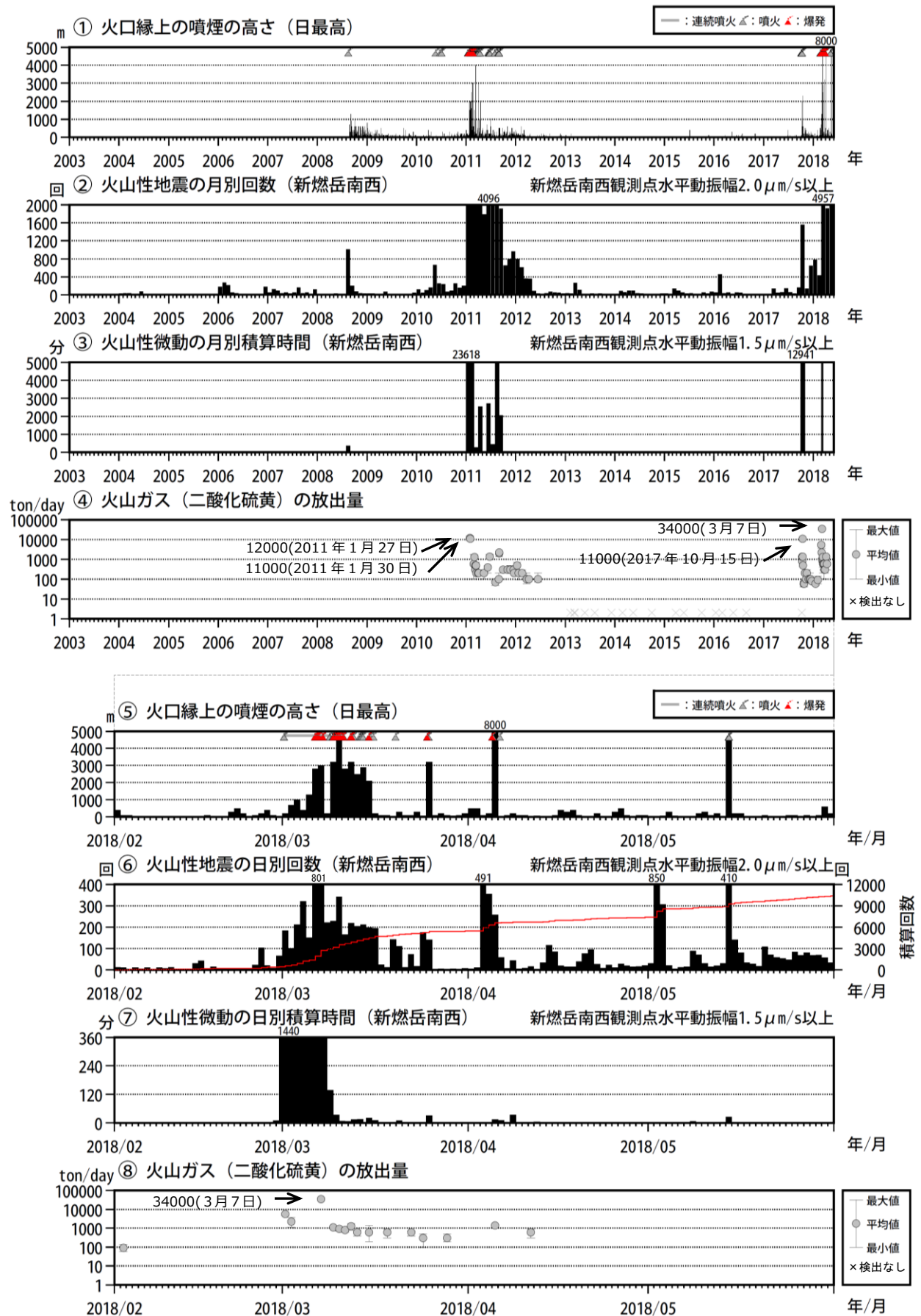


図 13-1 霧島山（新燃岳） 火山活動経過図（2003 年 1 月～2018 年 5 月 31 日）



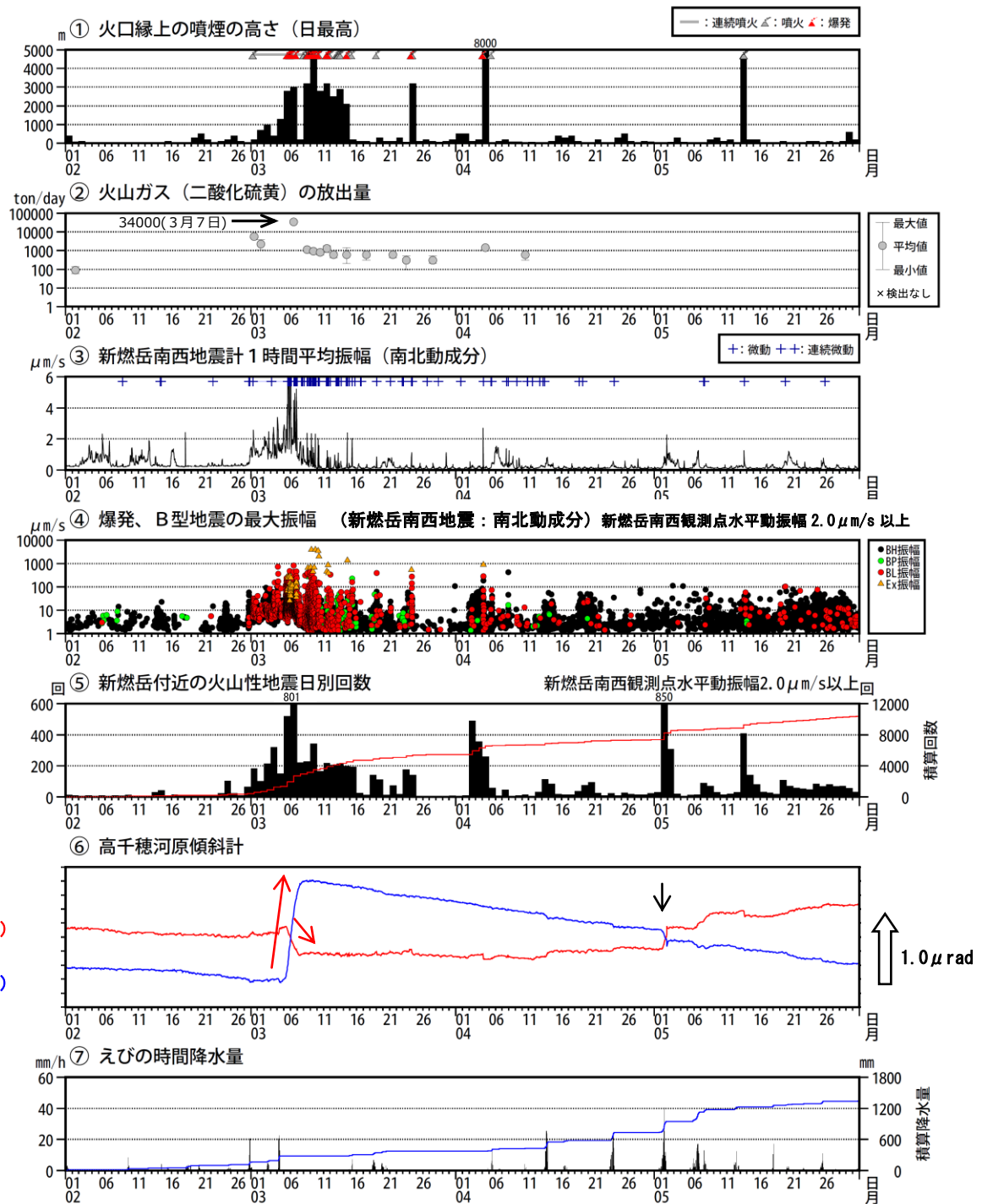


図 13-2 霧島山（新燃岳） 火山活動経過図（2018 年 2 月～2018 年 5 月）

- ・ 3 月 1 日 11 時頃から発生した火山灰を噴出する噴火は、9 日 01 時 45 分まで継続した。また、爆発的噴火が 3 月 6 日から 7 日にかけて 34 回発生した。
- ・ 3 月 1 日 08 時頃から BL 型地震が増加し、6 日から 10 日にかけては空振を伴う振幅の大きな地震も発生した。
- ・ 火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、3 月 7 日には 34,000 トンを観測した。3 月 9 日以降は数百～1,000 トン程度で経過している。
- ・ 地殻変動観測では、3 月 6 日 09 時頃から 8 日 12 時頃までえびの岳付近の深いところでの収縮を示すと考えられる明瞭な変化が認められた（赤矢印）。また、新燃岳火口の北側 2 km 付近を震源とする地震が増加した 5 月 2 日から 3 日にかけてこれに伴う地殻変動が観測された（黒矢印）。

② の × 印は、二酸化硫黄が検出されなかったことを示す。

④ 火山性微動の振幅が大きい状態では、振幅の小さな火山性地震の回数は計数できていない。

⑤ の赤線は、地震の回数の積算を示す。



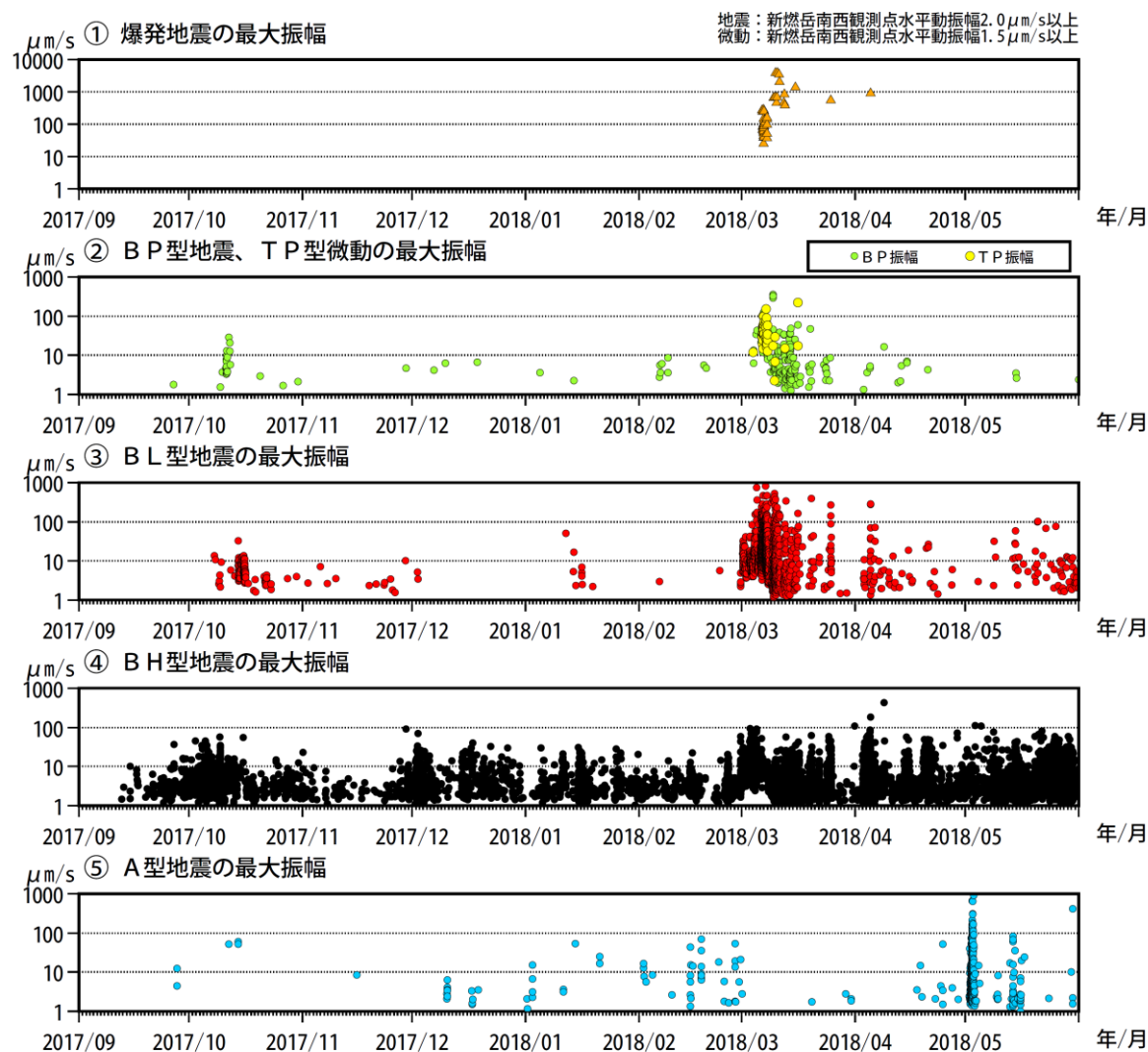


図 13-3 霧島山（新燃岳） 火山活動経過図（2017 年 9 月～2018 年 5 月）

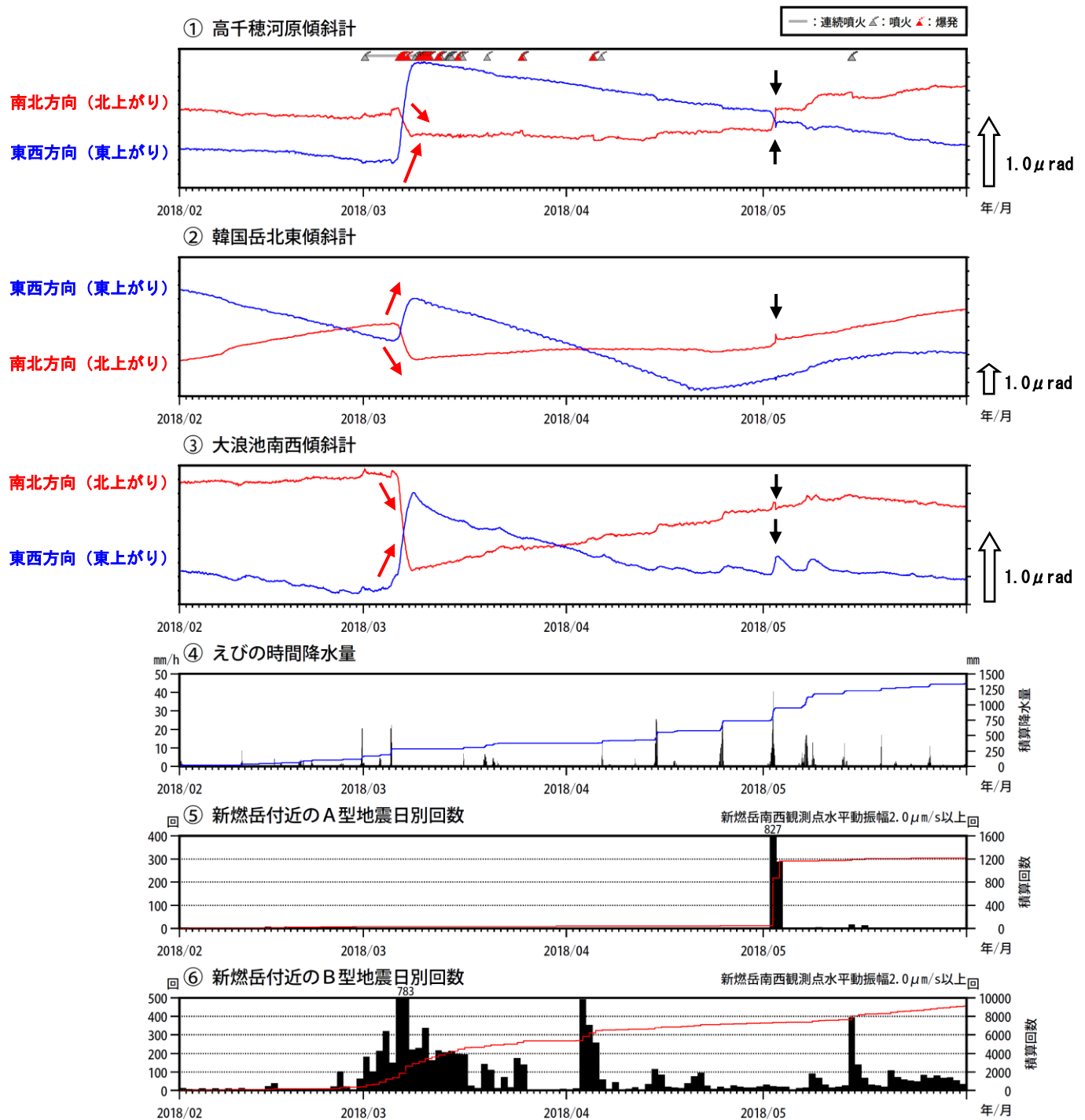


図 14 霧島山（新燃岳） 傾斜変動と火山性地震の日別回数（2018 年 2 月～2018 年 5 月）

- ・ 高千穂河原観測点の傾斜計で、3 月 6 日 09 時頃からえびの岳（新燃岳の北西 6 km）付近の収縮と考えられる明瞭な変化（赤矢印）が認められたが、3 月 8 日 12 時頃に停滞した。
- ・ 5 月 2 日 03 時頃から主に新燃岳火口の北側 2 km 付近を震源（深さ 2～3 km 付近）とする火山性地震が増加し、同日夜遅くにさらに増加した。その後は次第に減少したが、3 日 18 時頃までは多い状態で経過した。この地震が増加していた 5 月 2 日 20 時 45 分頃には、高千穂河原観測点の傾斜計及び周辺の傾斜計で傾斜変動が観測された（黒矢印）が、同日 23 時頃からは停滞した。

⑤⑥の赤線は、地震の回数の積算を示す。

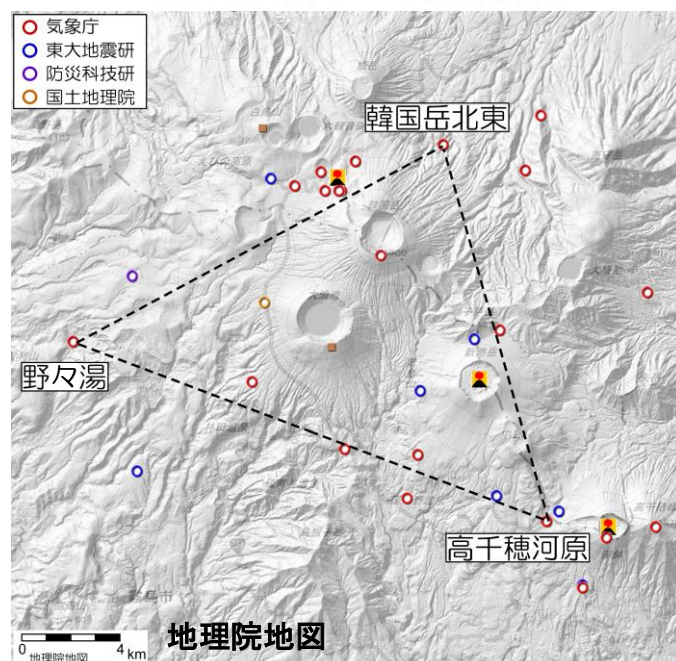
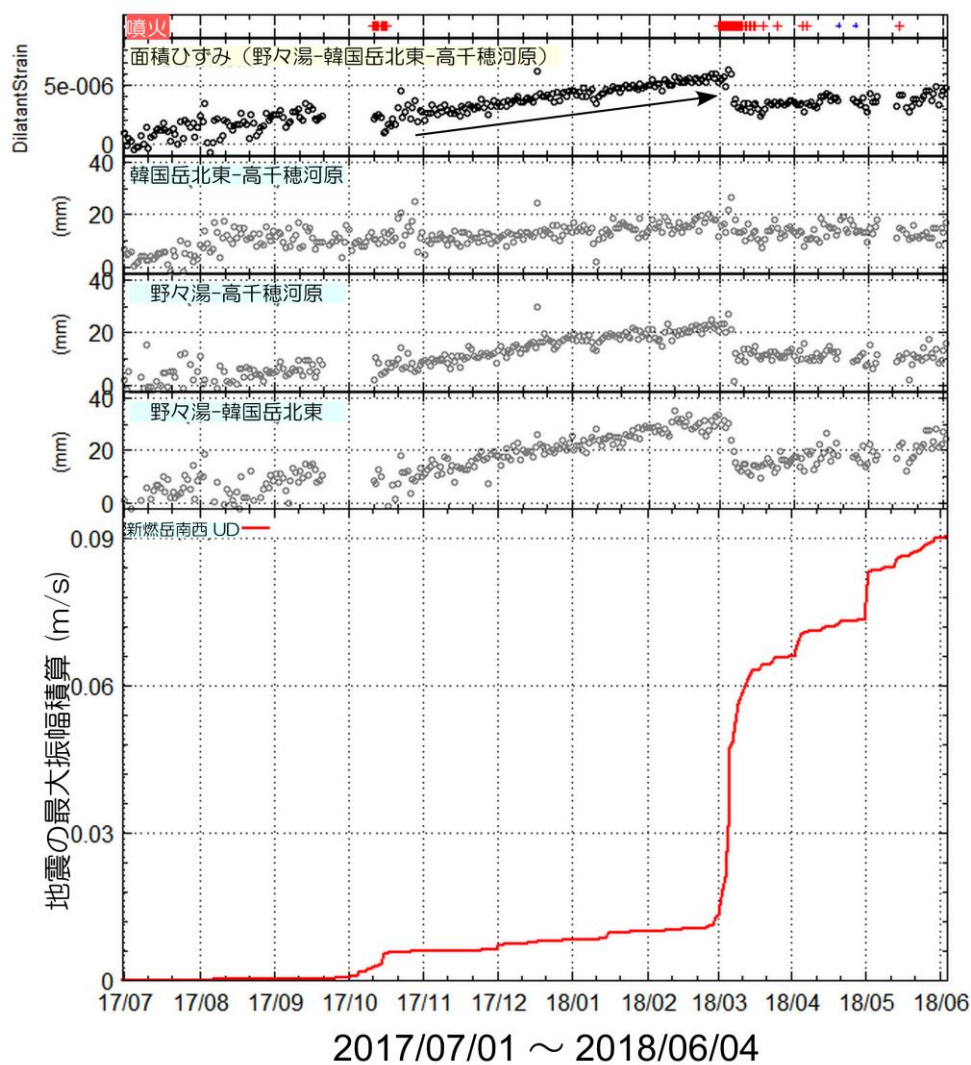


図 15 霧島山 GNSS 基線長と地震の最大振幅積算の変化  
(2017 年 7 月～2018 年 6 月 4 日)

面積ひずみが 2 月末にかけて増加している状況で 3 月 1 日に噴火が発生した。  
以降は鈍化している。



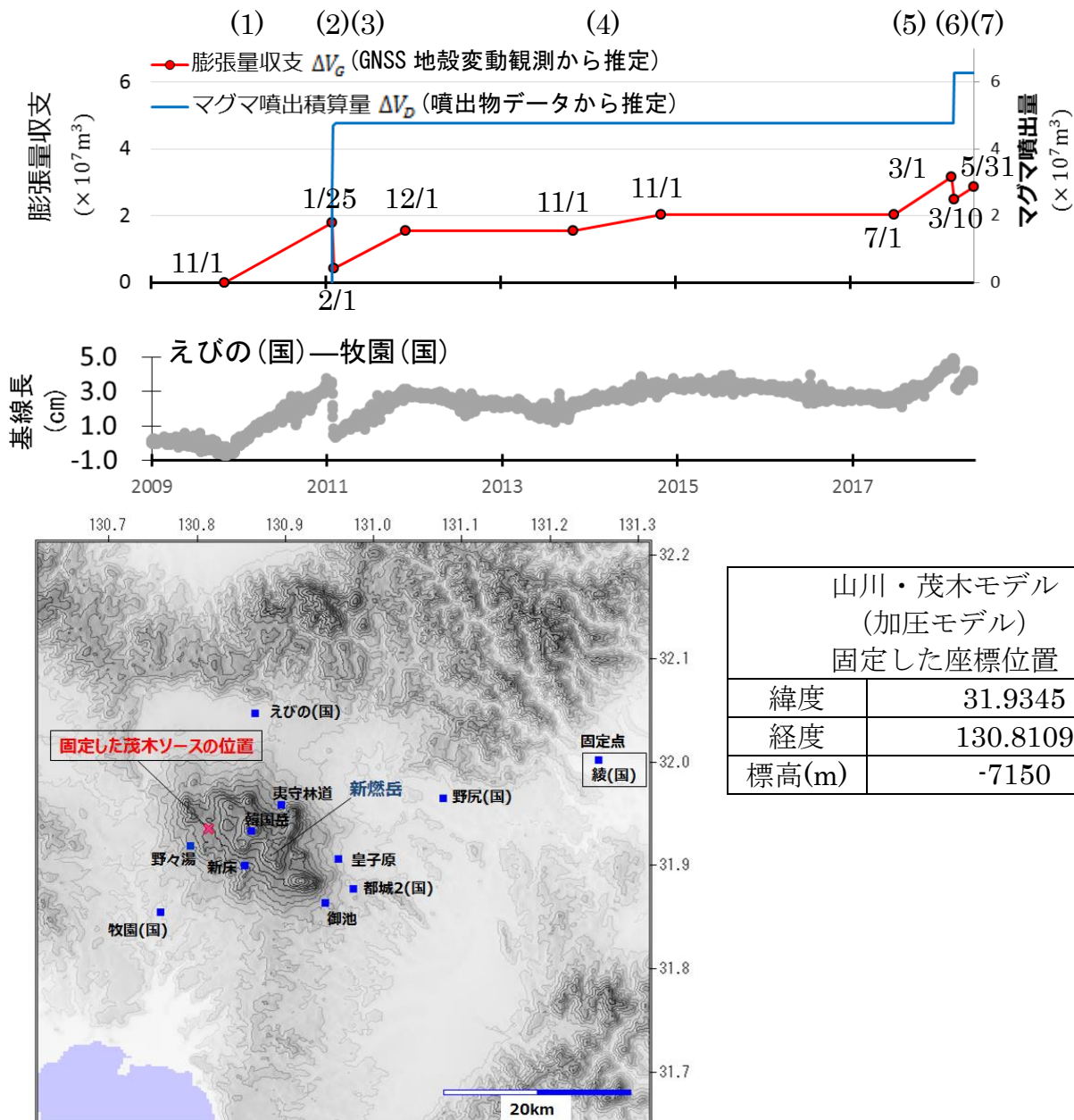


図 16 霧島山 噴出物データ及び地殻変動推移によるマグマ収支の時間変化の推定  
(2009 年 1 月～2018 年 5 月)

マグマ噴出積算量については、2011 年、2018 年の噴火における噴出物データから見積もられたマグマ噴出量(表 3)を積算したものから時間変化を推定している。膨張量収支については、GNSS 地殻変動観測からえびの岳地下付近をソースとする球状モデル(山川・茂木モデル)の膨張量を期間ごとに計算(表 2、図 19)し、積算したものから時間変化を推定している。ソース位置は 2017 年からの GNSS 地殻変動観測から推定し(図 18)、2009 年からソース位置は変わらない(図 17)と仮定している。その座標を図中に示す。

2011 年及び 2018 年における噴出物データから見積もられたマグマ噴出体積はそれぞれ、 $4.8 \times 10^7 \text{m}^3$ 、 $1.5 \times 10^7 \text{m}^3$ であると推定される。これに対応する 2011 年及び 2018 年の GNSS 地殻変動観測から見積もったソースの収縮量はそれぞれ $1.4 \times 10^7 \text{m}^3$ 、 $0.66 \times 10^7 \text{m}^3$ (表 2)である。両年において、推定されたソースの収縮量は見積もられたマグマの噴出量の概ね 3～4 割程度であり、傾向は変わらない。よって、両年では規模は異なるものの、噴火に伴う GNSS 地殻変動観測データにより見積もられた収縮量とマグマ噴出量の関係性には変化が無く、類似したマグマ供給システムによる現象と考えられる。

2009 年 11 月 1 日からの膨張量収支としては、 $2.9 \times 10^7 \text{m}^3$ の膨張と推定される(表 2)。

(国)：国土地理院 えびの(国)―牧園(国)の基線長については、国土地理院の解析結果(F3 解及び R3 解)を使用した。

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。



|     | 開始日       | 終了日       | ソース膨張量<br>$\Delta V_G$ 、 $\times 10^7 m^3$ | DRE 換算体積<br>$\Delta V_D$ 、 $\times 10^7 m^3$ | $\Delta V_D/\Delta V_G$ |
|-----|-----------|-----------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
| (1) | 2009/11/1 | 2011/1/25 | 1.8                                        | —                                            | —                       |
| (2) | 2011/1/25 | 2011/2/1  | -1.4                                       | —                                            | 2.85※                   |
| (3) | 2011/2/1  | 2011/12/1 | 1.1                                        | —                                            | —                       |
| (4) | 2013/11/1 | 2014/11/1 | 0.48                                       | —                                            | —                       |
| (5) | 2017/7/1  | 2018/3/1  | 1.1                                        | —                                            | —                       |
| (6) | 2018/3/1  | 2018/3/10 | -0.66                                      | 1.5                                          | 2.3                     |
| (7) | 2018/3/10 | 2018/5/31 | 0.36                                       | —                                            | —                       |
| 積算値 |           |           | 2.9                                        | —                                            | —                       |

表 2 霧島山 図 16 中の各期間(1)～(7)における各パラメータ

期間(1)～(7)について、期間の日時及び GNSS 地殻変動観測から見積もったソース膨張量を示す。また、期間(6)については、2018 年に火口内に蓄積した溶岩の体積から DRE 換算体積を見積もり(表 3)、そこから  $\Delta V_D/\Delta V_G$  を算出した。期間(2)(2011 年の噴火によるソースの収縮期)の部分には Kozono *et al.* (2013) より引用した  $\Delta V_D/\Delta V_G$  を載せている。

期間(6)における降灰量は火口内に蓄積した溶岩量にくらべて圧倒的に少ないため(表 3)、期間(6)におけるソースの収縮は火口への溶岩の蓄積によるものとする。

$\Delta V_D/\Delta V_G$  は 2011、2018 年で大きな変化はない。

※文献中では、溶岩の噴出率がほぼ一定の期間(2011/1/29 6:00～1/31 6:00)での蓄積溶岩量及び地殻変動観測結果を用いて DRE 換算体積とソース膨張量の比を算出している。この期間の前後の爆発的噴火では比が変化している可能性がある。

|                                            | 2011 年        |            |            | 2018 年     |
|--------------------------------------------|---------------|------------|------------|------------|
|                                            | 1 月 26 日-27 日 | 火口内に蓄積した溶岩 | 1 月 28 日以降 | 火口内に蓄積した溶岩 |
| 降灰量(万トン)                                   | 7,200         | —          | 200        | —          |
| DRE 換算体積<br>$\Delta V_D (\times 10^7 m^3)$ | 2.9           | 1.8        | 0.08       | 1.5        |
| DRE 換算体積合計<br>( $\times 10^7 m^3$ )        | 4.8           |            |            | 1.5        |
| ソース収縮量<br>$\Delta V_G, \times 10^7 m^3$    | 1.4           |            |            | 0.66       |

表 3 霧島山 2011 年、2018 年において推定されたマグマ噴出量及びソース収縮量

1 月 26 日から 1 月 27 日における準プリニー式噴火による降灰量は 7,200 万トン（2011 年噴火予知連絡会拡大幹事会、産業技術総合研究所資料より）、1 月 28 日以降の噴火による降灰量は 200 万トン（第 118 回噴火予知連絡会、産業技術総合研究所資料より、また数十万トン程度の噴出量については考慮していない）であった。降灰量は密度を  $2500 \text{ kg/m}^3$ （DR 密度（間隙の無い岩石の密度））とした際の DRE 換算体積を計算した。2011 年及び 2018 年に火口内に蓄積した溶岩量は  $1.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、 $1.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ （アジア航測株式会社ほか（2018）より、また密度は DR 密度と同等と仮定）と推定され、それを DRE 換算体積とした。2018 年の降灰量は合計で 70 万トン程度と見積もられ（産業技術総合研究所資料より）、火口内に蓄積した溶岩量に比べ圧倒的に少ないと見られるため、マグマ噴出量として考慮していない。

GNSS 地殻変動観測から見積もった 2011 年、2018 年におけるソース収縮量（表 2、期間（2）、（6））を示す。

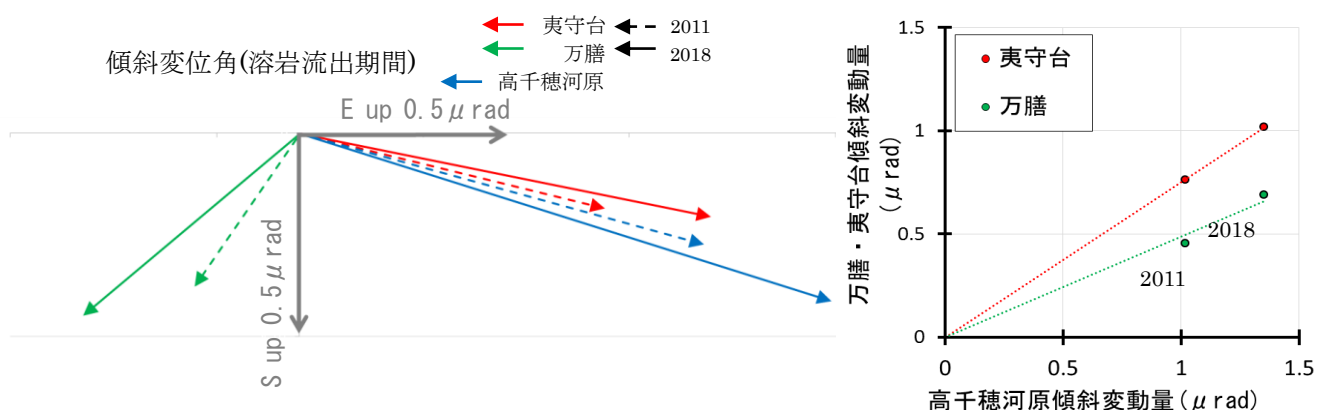
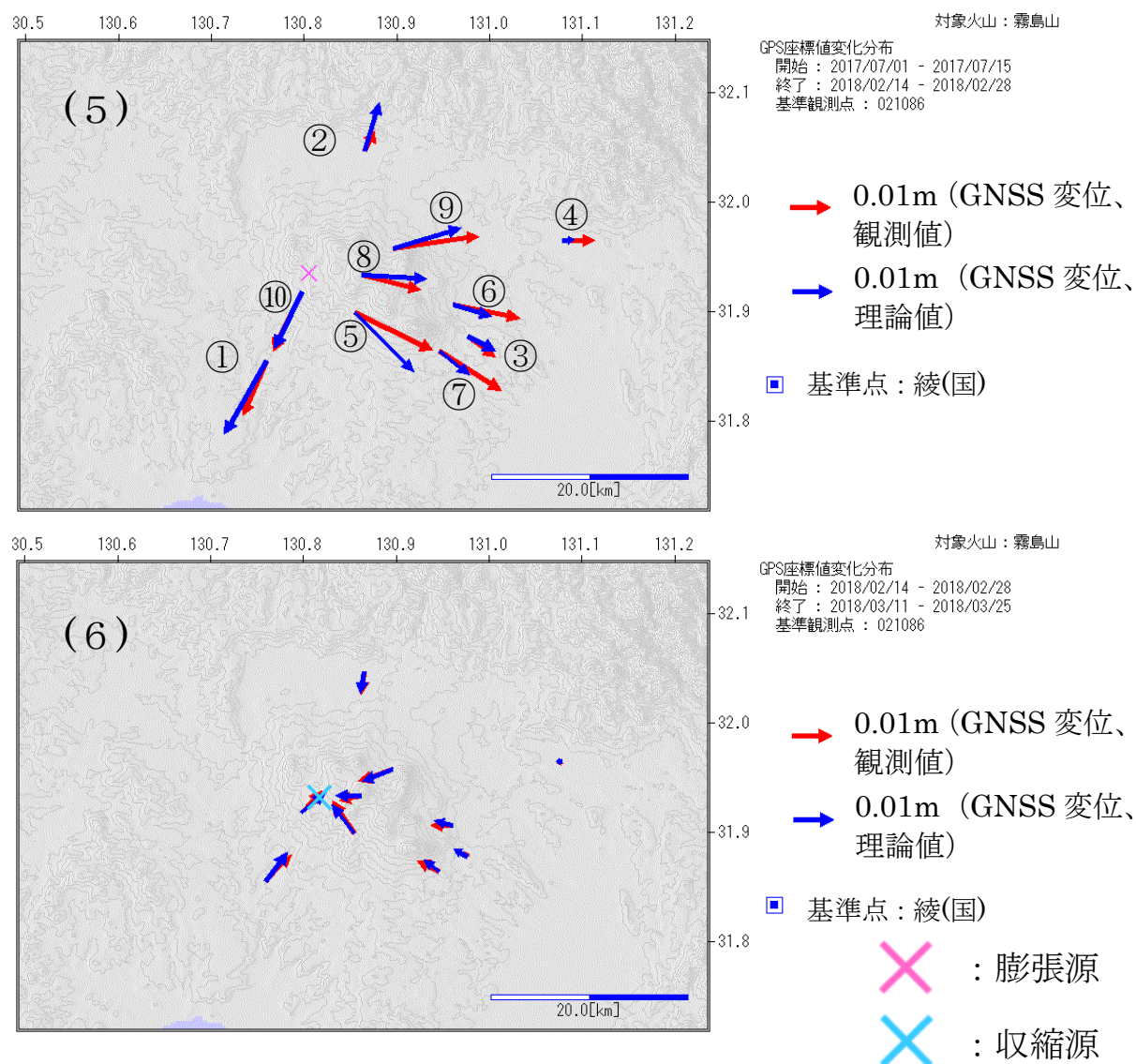


図 17 霧島山 2011、2018 年におけるソース位置

2011 年と 2018 年の溶岩流出時期（2011/1/29 6:00～1/31 6:00、2018/3/6 8:00～3/8 9:00）における傾斜変位角及び傾斜変動量比はほぼ変わらず、両期間ではソースの位置が変わらないと考えられる。そのため、2009 年から見られた新燃岳の活動に関係すると見られる GNSS 地殻変動観測での変化は同一ソースによるものと仮定する。

2018 年の溶岩流出時期については、降水による傾斜変動への影響が少ない期間を選んだ。



| 山川・茂木モデル (加圧モデル)         |                                         |                                    |          |
|--------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|----------|
| 期間                       | (2017/07/01-15) -<br>(2018/02/14-02/28) | (2018/02/14-28)<br>- (03/11-03/25) | 平均       |
| 緯度                       | 31.9358                                 | 31.9331                            | 31.9345  |
| 経度                       | 130.8051                                | 130.8167                           | 130.8109 |
| 標高(m)                    | -7100                                   | -7200                              | -7150    |
| 膨張量<br>$\times 10^7 m^3$ | 1.60                                    | 0.71                               | —        |

図 18 霧島山（新燃岳） 霧島山周辺の GNSS 変動源推定

期間(5)、(6)の GNSS の水平変位量から求めた球状モデルは、えびの岳付近（海面下約 7 km）に推定された。

使用観測点は、①牧園(国)、②えびの(国)、③都城 2 (国)、④野尻(国)、綾(国)、⑤新床、⑥皇子原、⑦御池、⑧韓国岳、⑨夷守林道、⑩野々湯の 11 点である。(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。

図中では、各観測点での GNSS 変動の観測結果を→、求めた球状モデルでの GNSS 変動の理論値を→で示している。また、推定された膨張源を×、収縮源を×で示している。



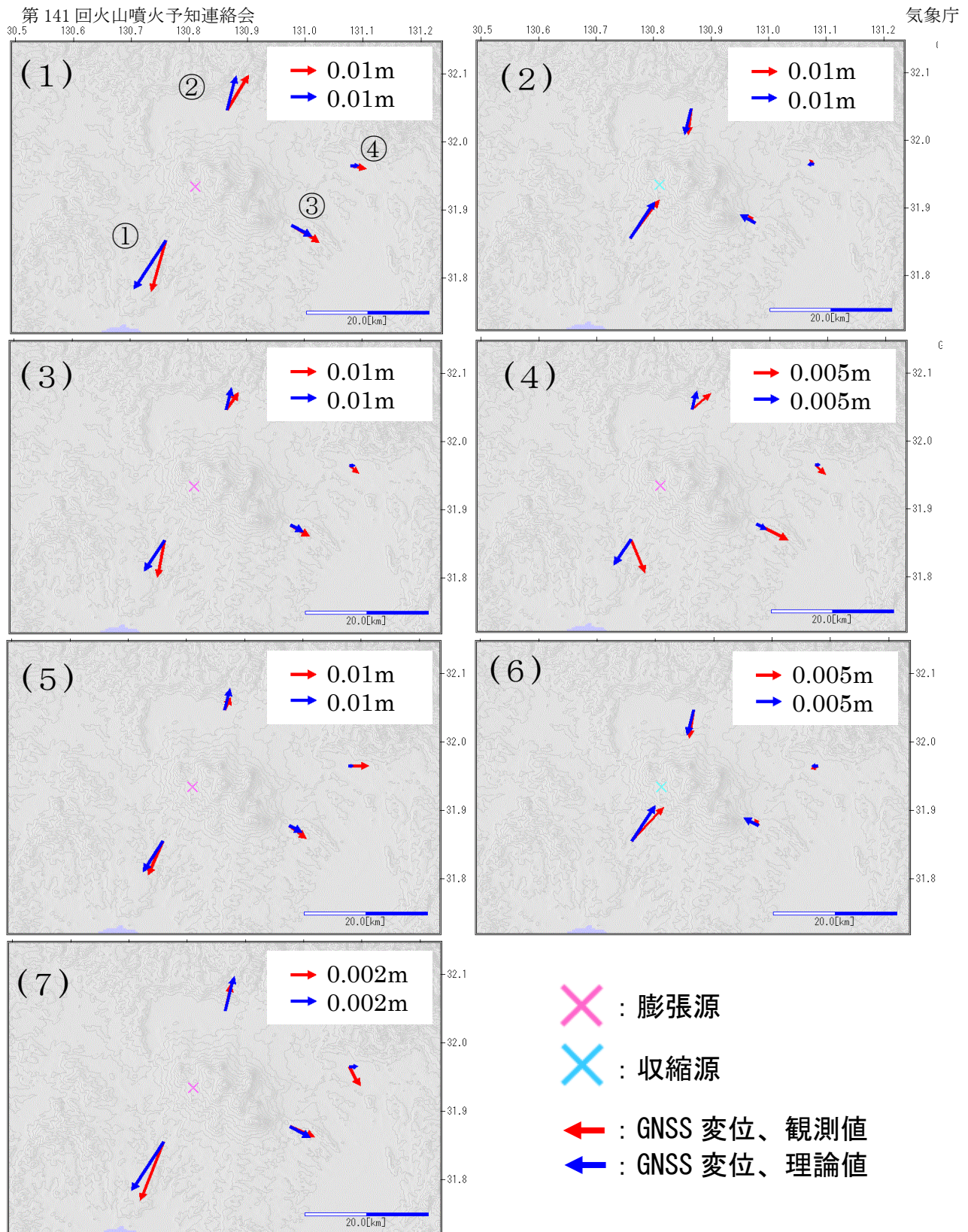


図 19 霧島山（新燃岳） 霧島山周辺の GNSS 変動源推定

図 18 で推定された変動源位置を固定し、GNSS の水平変位量から球状モデルの膨張量を期間(1)～(7)で推定した。

使用観測点は、①牧園(国)、②えびの(国)、③都城 2 (国)、④野尻(国)、綾(国)の 5 点である。基準点は、綾(国)である。(国)：国土地理院 国土地理院の解析結果 (F3 解及び R3 解) を使用した。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。図中では、各観測点での GNSS 変動の観測結果を→、求めた球状モデルでの GNSS 変動の理論値を→で示している。また、推定された膨張源を×、収縮源を×で示している。



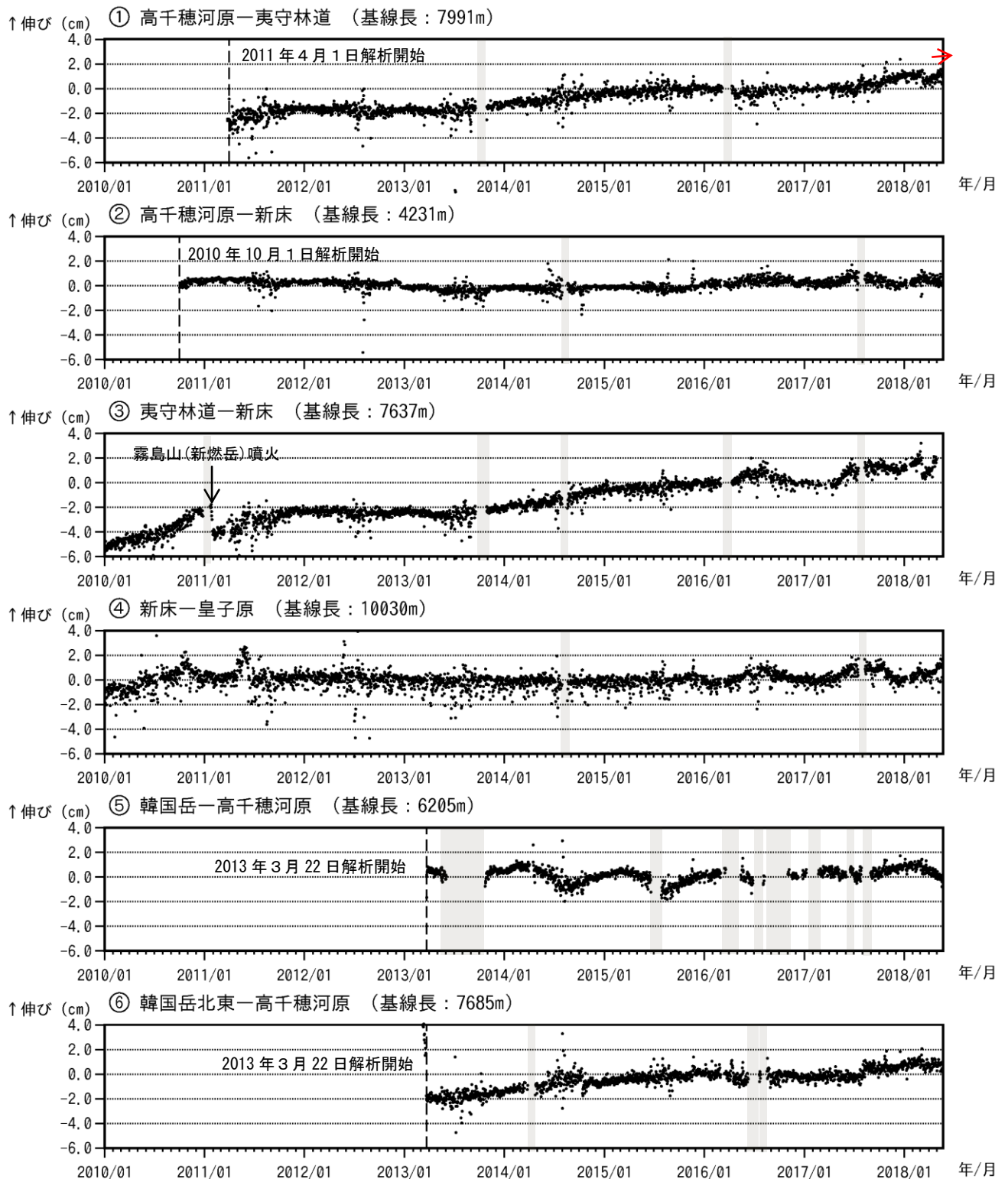


図 20-1 霧島山（新燃岳） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2010 年 1 月～2018 年 5 月 31 日)

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で、3 月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが、5 月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している（赤矢印）。

これらの基線は図 21 の①～⑥に対応している。

灰色の部分は機器障害による欠測を示している。

2010 年 10 月及び 2016 年 1 月に、解析方法を変更している。

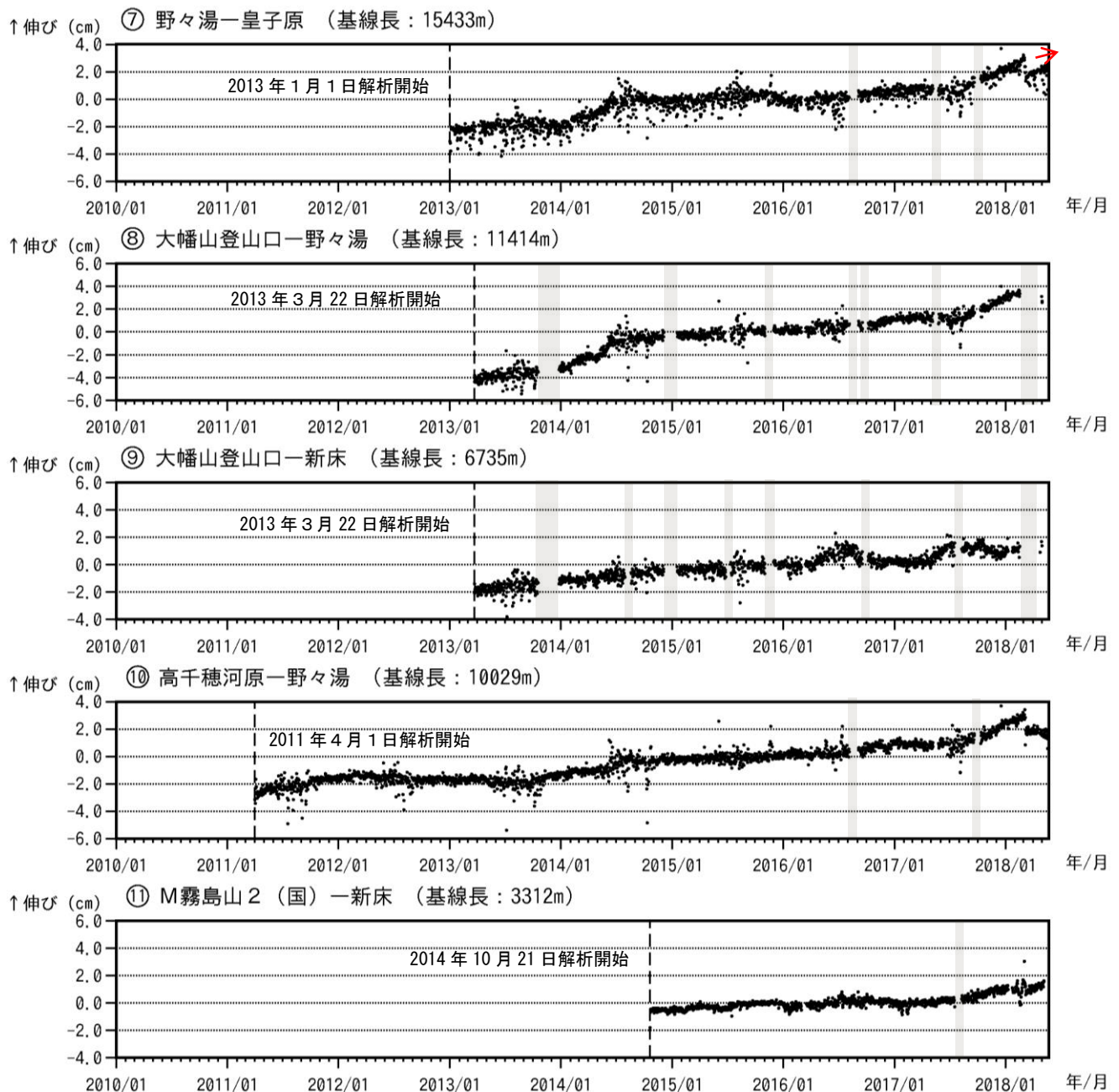


図 20-2 霧島山 (新燃岳) GNSS 連続観測による基線長変化

(2010 年 1 月～2018 年 5 月 31 日)

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で、3 月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが、5 月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している (赤矢印)。

これらの基線は図 21 の⑦～⑪に対応している。

灰色の部分は機器障害による欠測を示している。

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

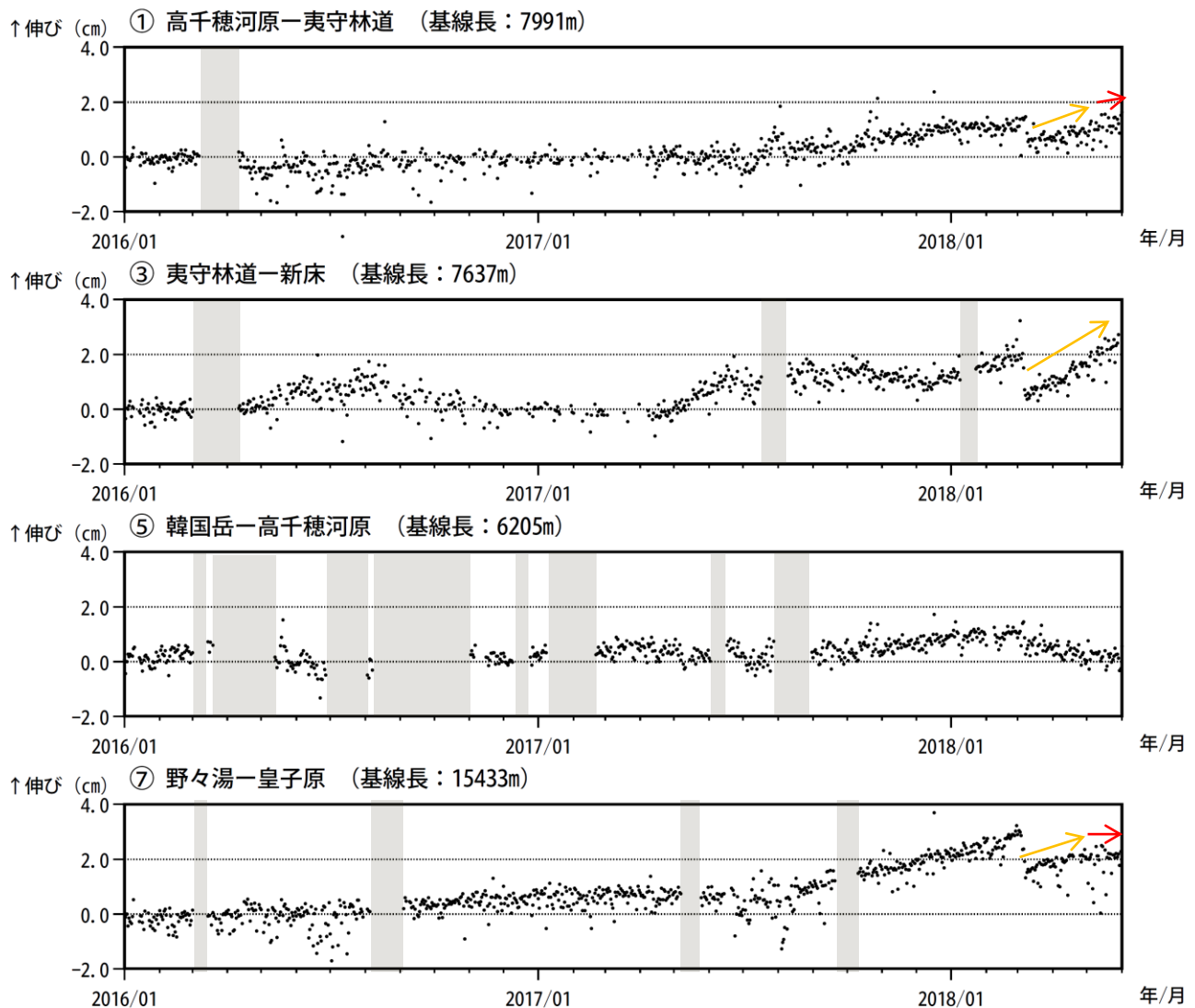


図 20-3 霧島山（新燃岳） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2016 年 1 月～2018 年 5 月 31 日)

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で、3 月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが（橙矢印）、5 月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している（赤矢印）。

これらの基線は図 21 の①、③、⑤、⑦に対応している。

灰色の部分は機器障害による欠測を示している。

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。



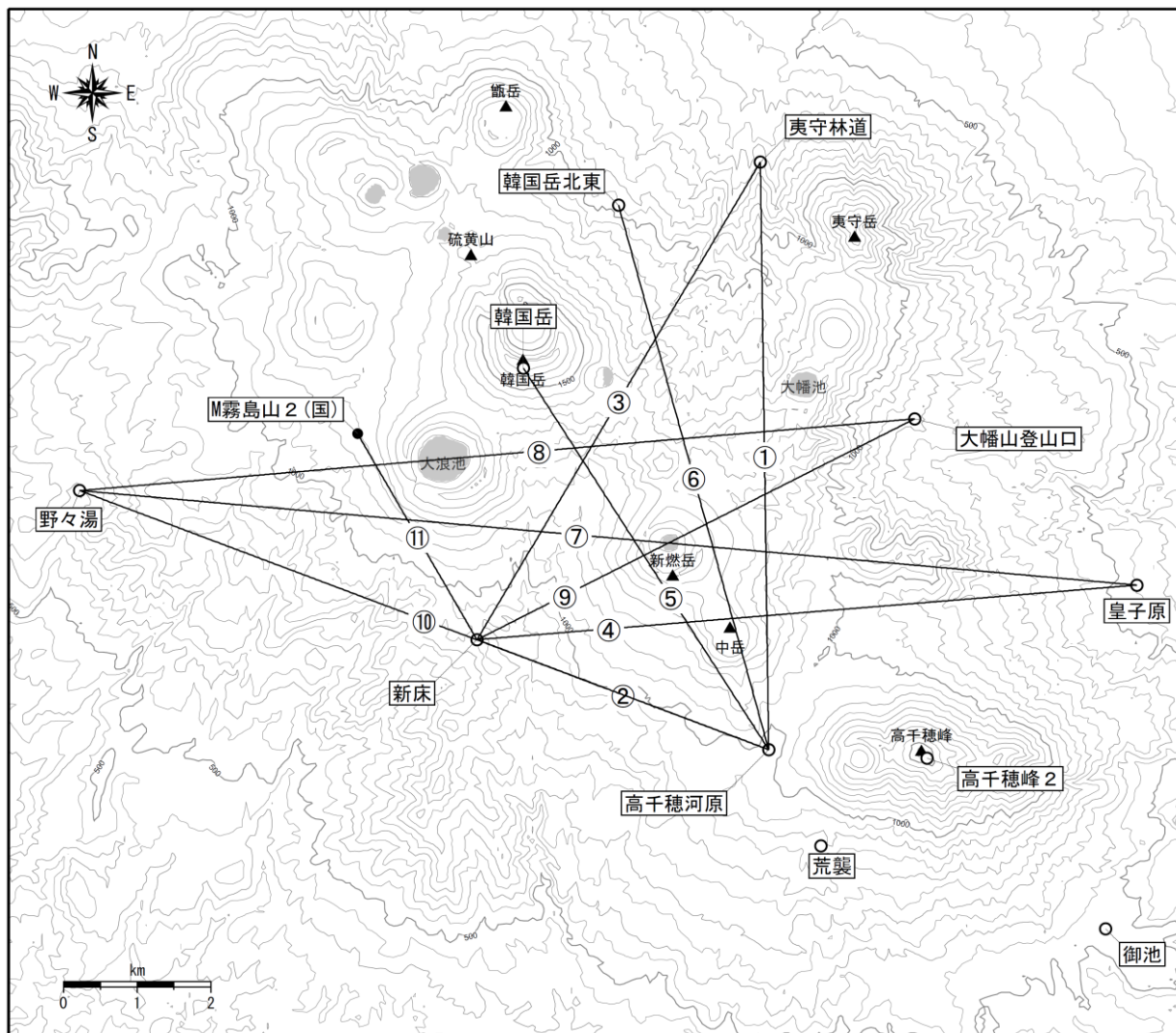


図 21 霧島山（新燃岳） GNSS 観測点基線図

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。  
 （国）：国土地理院

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報（数値標高モデル）』及び国土交通省の数値地図情報『湖沼』を使用した。

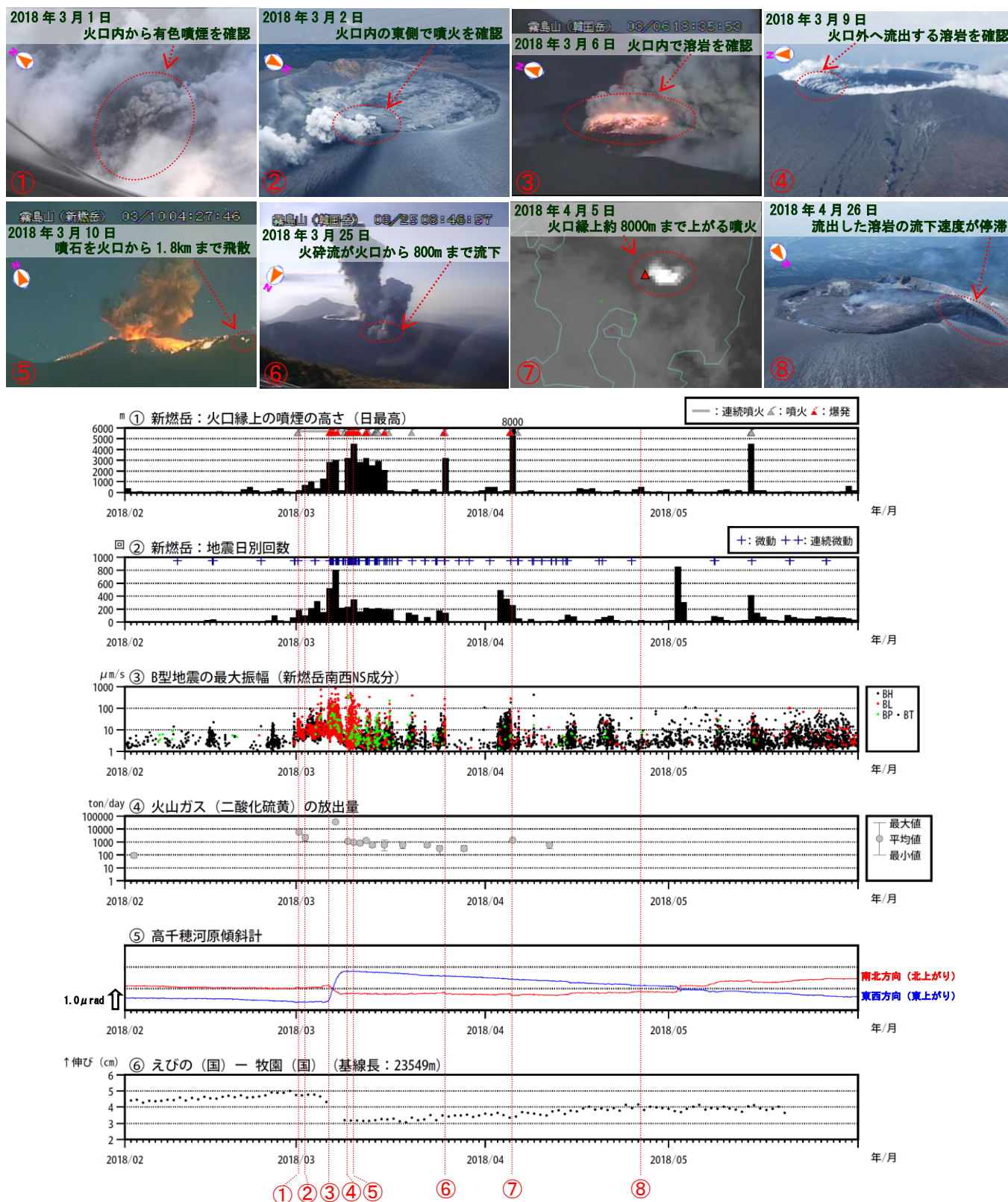


図 22-1 霧島山（新燃岳） 火山活動の状況（2018 年 2 月～5 月 31 日）

（国）：国土地理院、国土地理院の解析結果（F3 解及び R3 解）を使用した。

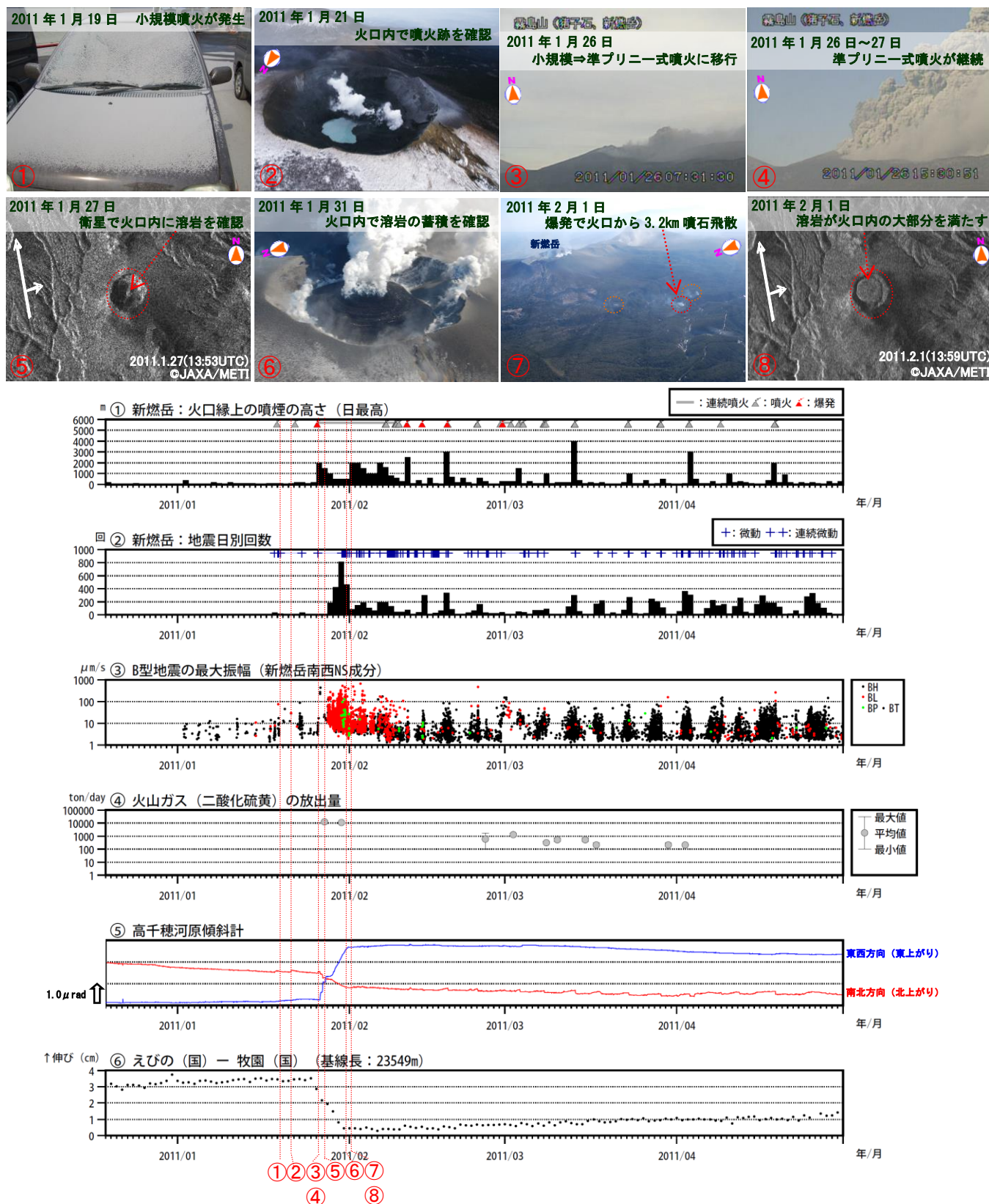


図 22-2 霧島山（新燃岳） 火山活動の状況（2010 年 12 月 19 日～2011 年 4 月 30 日）

（国）：国土地理院、国土地理院の解析結果（F3 解及び R3 解）を使用した。



## えびの高原（硫黄山）周辺

えびの高原（硫黄山）周辺では、硫黄山の火口周辺における噴気や熱異常域は 2015 年 12 月から次第に拡大し、2017 年 2 月から硫黄山の南西から西側でもみられるようになった。現地調査では、火口南側の顕著な噴気孔や硫黄山火口内の噴気孔で、大きな噴気音を伴う噴気活動が続き、噴気や地熱温度は消長を繰り返しながら、3 月中旬以降は高い状態が続いていた。

硫黄山では、4 月 19 日に硫黄山の南側、4 月 26 日に硫黄山の西側 500m 付近でごく小規模な噴火が発生した。4 月 27 日以降、噴火は発生していないが、活発な噴気活動が続いている。

硫黄山付近では、ごく微小な地震を含む火山性地震が 2 月中旬頃から増加し、概ね多い状態で経過していた。4 月 19 日の噴火以降は少ない状態となった。一方、浅い所を震源とする低周波地震は少ないながらも、引き続き発生している。

硫黄山近傍に設置した GNSS の基線では、硫黄山で 2018 年 3 月頃から山体の膨張を示す変動がみられていたが、4 月 19 日の噴火に伴い、山体の収縮を示す変動がみられた。5 月上旬からその変動は停滞している。霧島山を挟む基線では、3 月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが、5 月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している。

えびの高原の硫黄山から概ね 1 km の範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。風下側では、火山灰だけでなく小さな噴石（火山れき）が遠方まで風に流されて降るおそれがあるため注意が必要である。

### ○ 概況（2018 年 2 月～5 月 31 日）

- ・噴煙など表面現象の状況（図 1～5、図 7～11、図 13-1-①、図 13-2-①、図 13-3-①、図 19）

硫黄山の火口周辺における噴気や熱異常域は 2015 年 12 月から次第に拡大し、2017 年 2 月から硫黄山の南西から西側でもみられるようになった。繰り返し実施した現地調査では、火口南側の顕著な噴気孔や硫黄山火口内の噴気孔で、大きな噴気音を伴う噴気活動が続き、噴気や地熱温度は消長を繰り返しながら、3 月中旬以降は高い状態が続いていた。

このような活動の中、えびの高原の硫黄山では、4 月 19 日に硫黄山の南側（図 1 の 2 噴気域）、4 月 26 日に硫黄山の西側 500m 付近（図 1 の 3 の噴気域）でごく小規模な噴火が発生した。4 月 27 日以降、噴火は発生していない。硫黄山では活発な噴気活動が続いているものの、5 月下旬頃からは硫黄山の西側の噴気活動は次第に弱まっている。

硫黄山南観測点の赤外熱映像装置及び監視カメラでは、4 月 7 日 02 時頃から硫黄山の南西側（図 1 の 1 の噴気域）で、わずかな熱異常域の広がりや噴気が噴出しているのを確認した。9 日に韓国岳から実施した現地調査では、硫黄山の南西側で直径数 m 程度の小さな湯だまりと、この湯だまりから灰色の熱水が流出し、噴気が高さ 10m 程度上がっているのを確認した。赤外熱映像装置による観測では、小さな湯だまり及びその周辺で熱異常域を確認した。

4 月 2 日から 16 日にかけてえびの高原で実施した現地調査では、硫黄山周辺の噴気域でこれまでと同様に熱異常域を確認したが、噴気や熱異常域の状況に特段の

変化は認められなかった。

4月19日の15時34分頃より火山性微動が発生し、15時39分頃に硫黄山の南側で噴火が発生した。噴煙は最高で500mまで上がった。この噴火に伴い、火孔から200～300m程度まで大きな噴石が飛散した。監視カメラによる観測では、19日21時頃まで火孔周辺で噴気域の拡大が認められた。火山灰の噴出は、20日06時30分頃まで続いた。

4月19日に鹿児島県、20日に九州地方整備局の協力により上空からの観測を実施した。19日の観測では、硫黄山の南側に新たな火孔が形成されており、火孔の周辺に火山灰が堆積しているのを確認した。20日の観測では、硫黄山の南側の複数の火孔から白色の噴煙が上がり、その周辺では黒灰色の泥水が断続的に噴出し、時折この飛沫が火口内に飛散していることを確認した。同日に実施した聞き取り調査では、硫黄山周辺の市町村での降灰は確認されなかった。

4月20日夕方には、硫黄山の西側500m付近から新たな噴気が勢い良く上がっているのを確認した。

4月21日に宮崎県の協力により実施した上空からの観測では、20日に確認した硫黄山の西側500m付近からの噴気が勢い良く上がっているのを確認し、この周辺で噴出物が飛散した痕跡を確認した。さらに、この噴気の近傍で泥水の流出した痕跡を確認した。

4月26日18時15分頃に硫黄山の西側500m付近で一時的に火山灰が含まれる噴煙が上がる程度の噴火が発生した。噴煙は乳白色で200m以上に上がった。噴火した場所は20日に確認された噴気域であった。この噴火に伴う大きな噴石の飛散は観測されなかった。この噴火は同日18時26分頃まで続いた。

硫黄山の噴火以降、繰り返し実施した現地調査では、硫黄山の南側及び西側500m付近で活発な噴気と噴気音を確認した。赤外熱映像装置による観測では、硫黄山周辺の噴気域でこれまでと同様に熱異常域を確認した。また、硫黄山周辺の沢で白濁した泥水が流れているのを確認した。この泥水の色は、次第に薄くなった。

噴気の高さは4月19日の噴火発生前まで稜線上概ね100m以下で経過し、時々300mまで上がった。4月19日の噴火以降、活発な噴気活動が続いており、硫黄山の南側の火孔からは白色の噴煙が最高で700mまで上がり、硫黄山の西側500m付近からは白色の噴煙が最高で500mまで上がった。また、硫黄山周辺では噴気域（図1の4～6の噴気域）の拡大が、4月末頃までみられた。

監視カメラでは、上空からの観測と同様に、硫黄山の南側の火孔付近で黒灰色の泥水が断続的に噴出し、時折この飛沫が火口内に飛散していることを観測した。5月下旬には、これまで上空からの観測や現地調査において泥水の噴出が観測されていた硫黄山の南側の場所に、20～30m程度の湯だまりを確認した。

硫黄山では活発な噴気活動が続いているものの、5月下旬頃からは硫黄山の西側の噴気活動は次第に弱まっている。

硫黄山南赤外監視カメラによる解析では、微小な地震を含む火山性地震が2月中旬に増加して以降、硫黄山南側の活発な噴気孔Hやその周辺の熱異常域で活発化を示す温度の高まりが認められた。3月末以降は次第に温度は低下した。一方、4月19日の噴火域である硫黄山の南側の熱異常域は、2017年11月頃から温度の高まり

がみられ、3月末以降も継続していた。噴火以降、硫黄山の南側の火孔からの噴煙のため、熱異常域の温度の変化については観測する事ができていない。

えびの高原足湯源泉の水温は、35～38℃程度で経過し、これまでの観測と同程度の温度であった。

・地震や微動の発生状況（図4、図6、図13-1-②③⑤⑥、図13-2-②③、図13-3-②～⑥、図19）

硫黄山付近では、ごく微小な地震を含む火山性地震が2月19日から増加し、2月23日に61回、2月25日に74回、3月12日に84回発生するなど、概ね多い状態で経過していた。4月19日の噴火以降は少ない状態となった。一方、浅い所を震源とする低周波地震は少ないながらも、引き続き発生している。

4月7日00時30分頃から10時頃にかけて、硫黄山近傍に設置している「霧島硫黄山2」観測点の地震計で震動の振幅が増大した。この振幅の増大は、噴気活動や熱水の流出に伴うものと考えられる。また、4月19日の噴火以降、活発な噴気活動により振幅の大きい状態が続いていたが、5月21日02時頃から減少した。同日から24日にかけて、天候不良のため噴気の詳細な状況は不明であったが、5月下旬以降、硫黄山の西側に加え、南側の噴気活動もわずかに弱まっていることを確認している。

火山性微動は2018年1月20日以降観測されていなかったが、4月19日、20日及び24日に発生した。その後、観測されていない。

えびの高原周辺のやや広い範囲でも一時的に地震の発生がみられたが、少ない状態で経過した。

硫黄山の南西約3kmのえびの岳付近では、2017年10月から12月にかけて、一時的に地震の増加がみられたが、2017年12月13日以降観測されていない。

・地殻変動の状況（図4～5、図12、図13-1-④、図13-2-⑤⑥、図14～19）

硫黄山近傍に設置したGNSSの基線では、硫黄山で2018年3月頃から山体の膨張を示す変動がみられていたが、4月19日の噴火に伴い更に変動量が大きくなり、その後、山体の収縮を示す変動がみられた。5月上旬からその変動は鈍化・停滞している。霧島山を挟む基線で、3月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていたが、5月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している。

硫黄山南西観測点の傾斜計では、3月中旬頃から硫黄山方向がわずかに隆起する傾斜変動がみられていたが、4月7日以降にみられた噴気活動や熱水の流出に伴う地震計の振幅増大に対応する傾斜変動は観測されなかった。硫黄山周辺の傾斜計では、4月19日の噴火に伴う傾斜変動が観測されたが、4月26日の噴火に伴う傾斜変動は観測されていない。



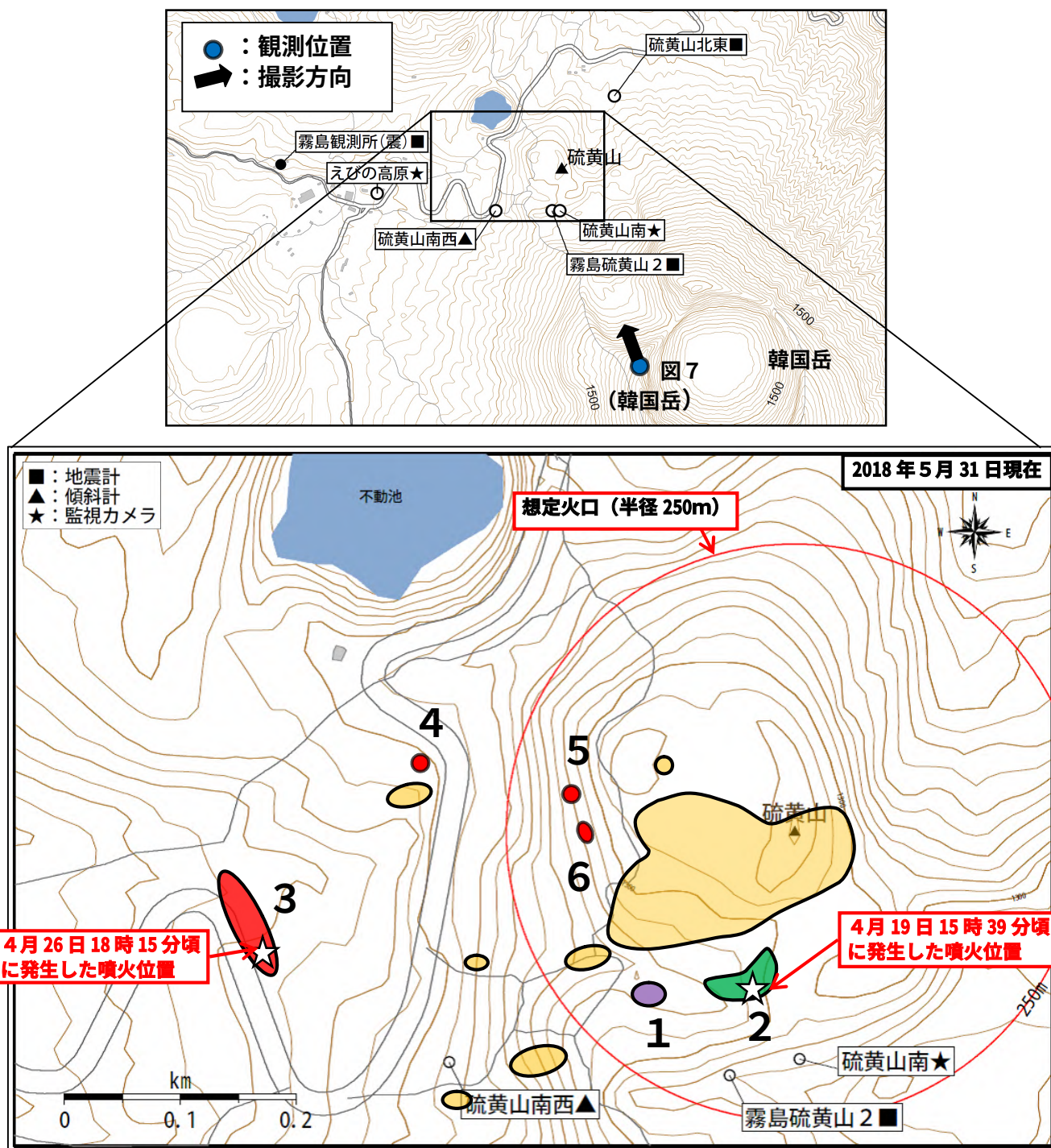


図1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 噴火位置、主な熱異常域及び観測位置

- ・ 橙色は主な熱異常域及び噴気域を示す。
- ・ 4月9日に確認した噴気域及び熱異常域を●で示す（一時期、活発な泥水の噴出がみられた）。
- ・ 噴火以降に拡大した噴気域を●及び●で示す。
- ・ ●の領域内で湯だまり及び活発な泥水の噴出がみられている。
- ・ 図7の観測位置を●で示す。

2018年4月以降に出現した噴気域を、番号で示す。以下は噴気域を観測し始めた日付である。

1. 火口内の南西側 2018年4月9日～
2. 火口内の南側 2018年4月19日～
3. 硫黄山の西側約500m 2018年4月20日～
4. 硫黄山の西北西側約350m 2018年4月22日～
5. 火口内の西北西側 2018年4月22日～
6. 火口内の西側 2018年4月26日～

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報（数値標高モデル）』を使用した。

4 月 19 日 硫黄山南側で噴火



4 月 20 日 硫黄山西側で噴気確認



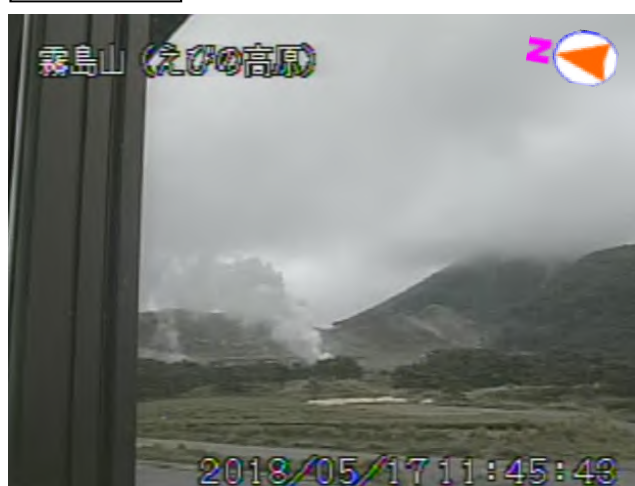
4 月 26 日 硫黄山西側で噴火



4 月 30 日



5 月 17 日



5 月 24 日



図 2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 表面現象の状況

（えびの高原監視カメラ：4 月 19 日～5 月 24 日）

- ・ 4 月 19 日に硫黄山の南側でごく小規模な噴火が発生し、火孔から 200～300m 程度まで大きな噴石が飛散した。
- ・ 4 月 20 日には硫黄山の西側 500m 付近（赤破線：図 1 の 3 の噴気域）で新たに噴気が上がり、26 日には同位置で一時的に火山灰が含まれる噴煙が上がる程度の噴火が発生した（赤矢印）。
- ・ その後、噴火は発生していない。硫黄山では活発な噴気活動が続いているものの、5 月下旬頃からは硫黄山の西側の噴気活動は次第に弱まっている。



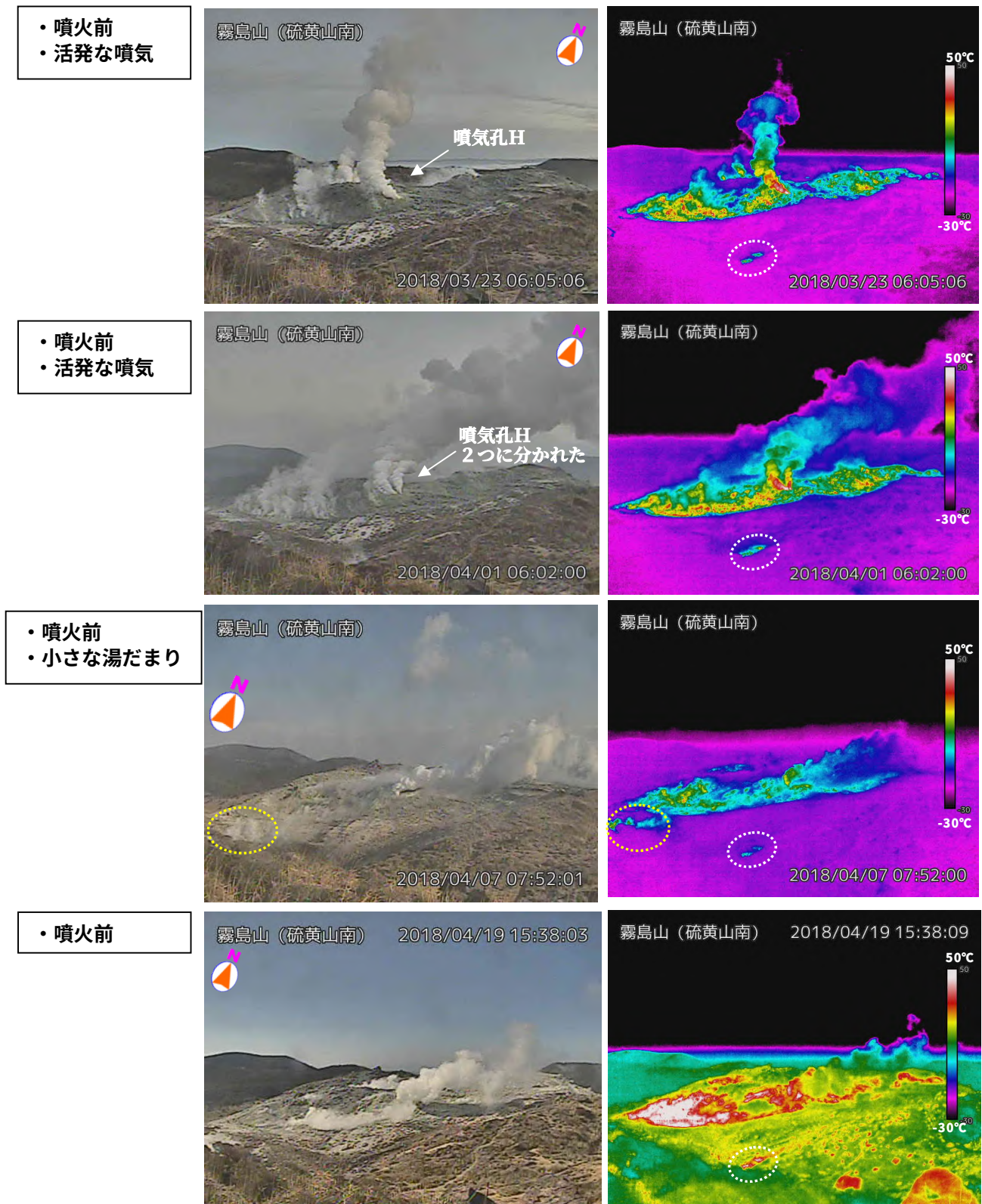
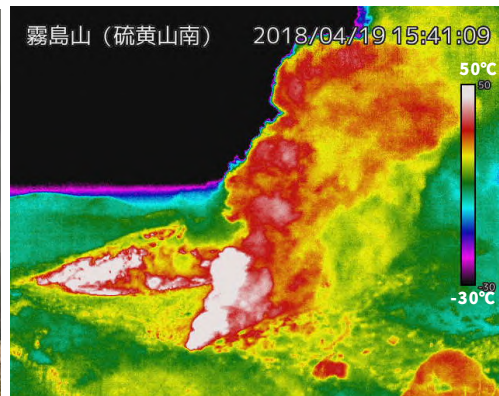


図 3-1 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) 表面現象の状況  
(硫黄山南監視カメラ：3月23日～4月19日)

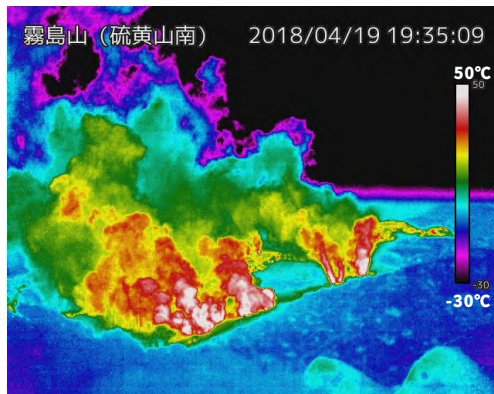
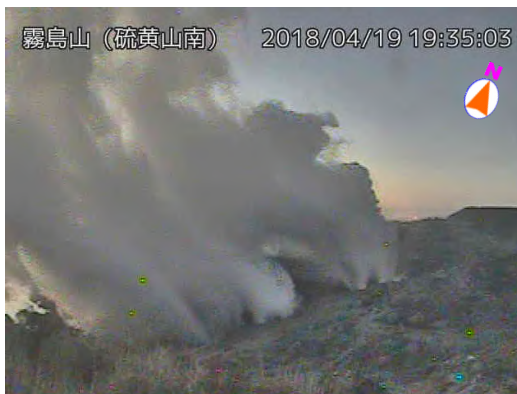
- ・硫黄山の南側 (白破線内) では、2017 年 5～6 月及び 11 月頃から熱異常域が認められていた。
- ・4月1日に噴気孔Hが2つに分かれていることを確認した。
- ・4月7日 02 時頃から火口の南西側で、わずかな熱異常域の広がりと言気が出しているのを確認した (黄破線)。



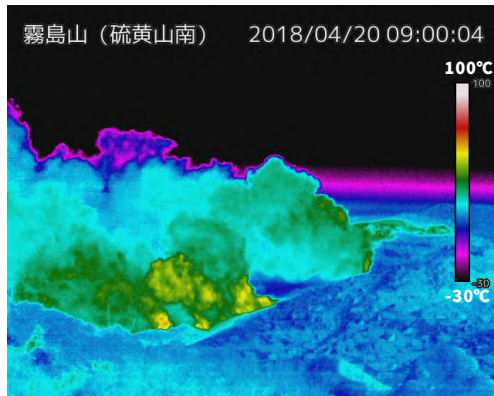
- ・噴火開始
- ・火山灰噴出



- ・噴火継続
- ・火孔周辺で噴気域の拡大



- ・活発な噴気活動が継続



- ・硫黄山の南側に湯だまりが継続

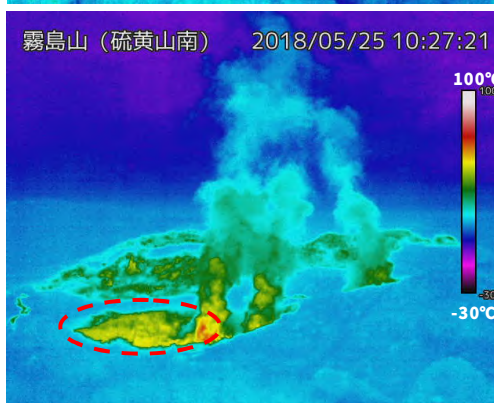
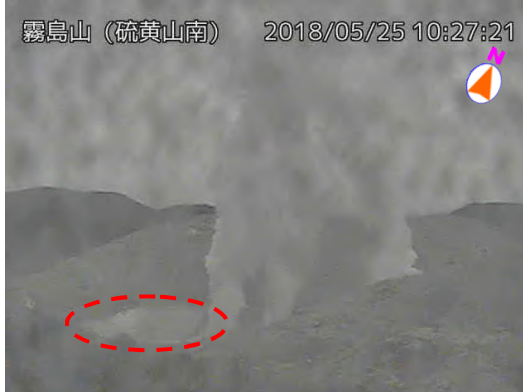


図 3-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 表面現象の状況  
（硫黄山南監視カメラ：4月19日～5月25日）

- ・4月19日15時39分頃に硫黄山の南側で噴火が発生し、その後、19日21時頃まで火孔周辺で噴気域の拡大が認められた。火山灰の噴出は、4月20日06時30分頃まで続いた。
- ・4月21日以降、監視カメラに噴出物の付着が認められた。
- ・5月下旬には、これまで上空からの観測や現地調査において泥水の噴出が観測されていた硫黄山の南側の場所に、20～30m程度の湯だまり（赤破線部）を確認した。

※4月20日以降の図は噴気の高温化に伴い熱映像装置のレンジを変更した。



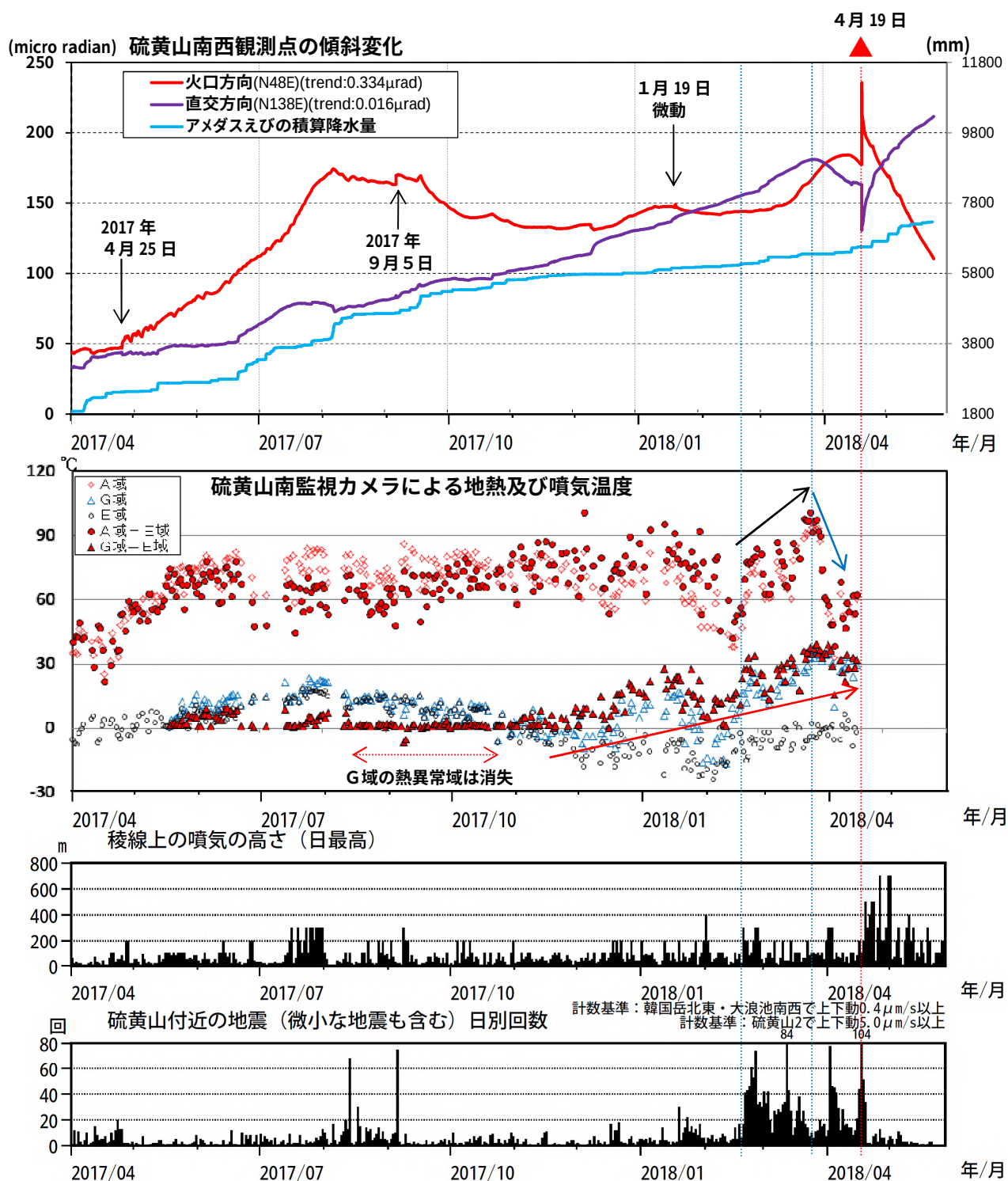


図 4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山活動経過図

(2017 年 4 月～2018 年 5 月 31 日)

- ・硫黄山南赤外監視カメラによる解析では、2月中旬以降の微小な地震を含む火山性地震が増加して以降、硫黄山南側の活発な噴気孔Hやその周辺の熱異常域で活発化を示す温度の高まりが認められた（黒矢印）。3月末以降は次第に温度は低下した（青矢印）。
- ・4月19日の噴火域である硫黄山の南側（G域）の領域は、2017年11月頃から温度の高まりがみられ、3月末以降も継続していた（赤矢印）。
- ・噴火以降、硫黄山の南側の噴煙のため、熱異常域の温度の変化については観測する事ができていない。

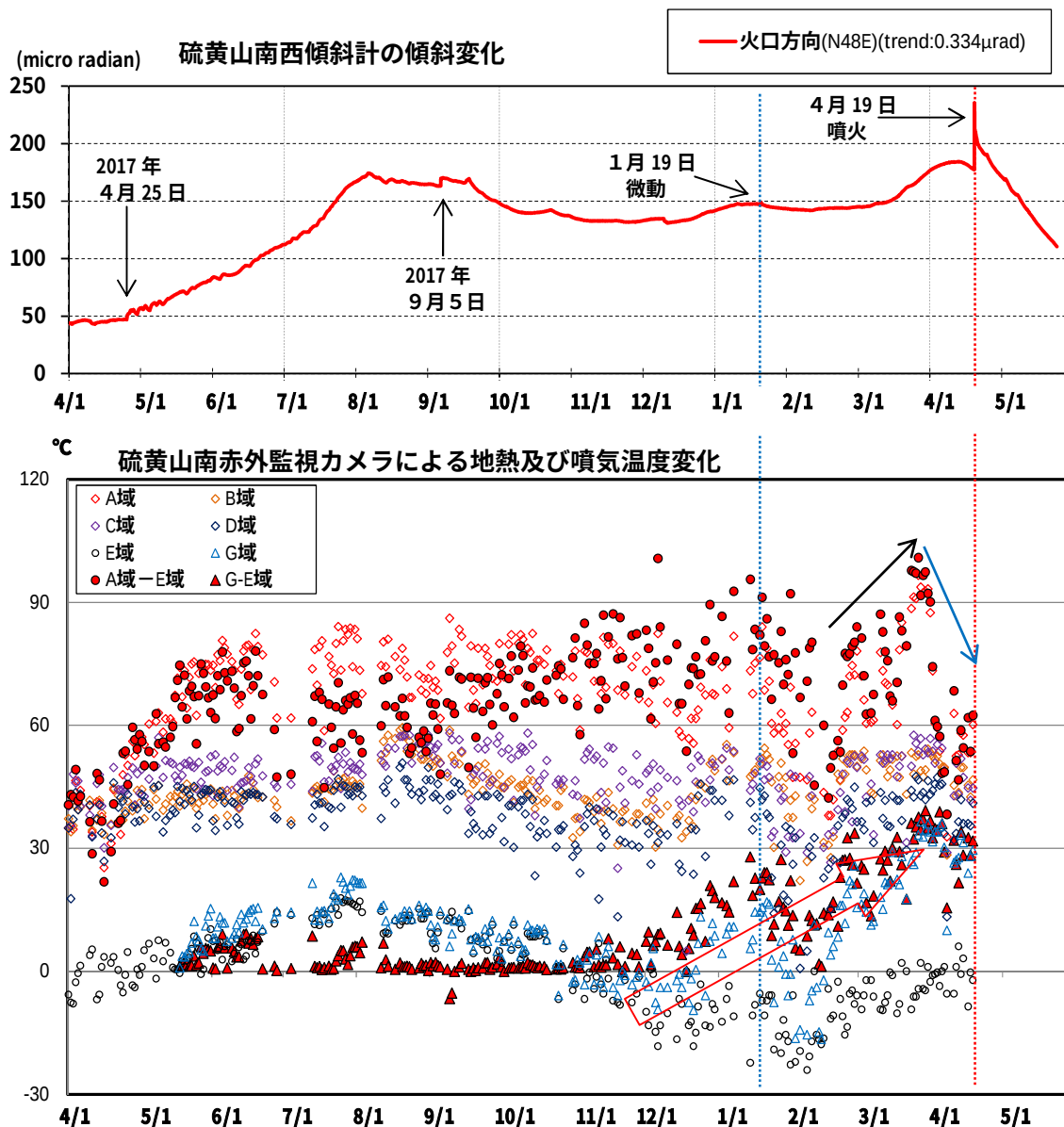
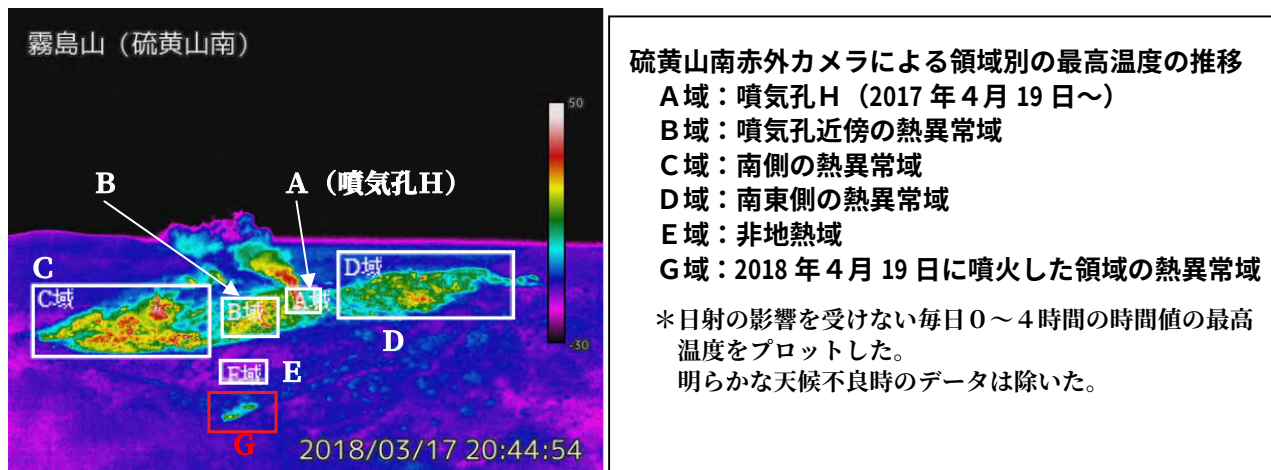


図 5 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山火口南西側及び南側斜面の地熱変化と傾斜変化（2017 年 4 月 1 日～2018 年 5 月 31 日）

- ・硫黄山南赤外監視カメラによる解析では、2 月中旬以降の微小な地震を含む火山性地震が増加して以降、硫黄山南側の活発な噴気孔 H やその周辺の熱異常域で活発化を示す温度の高まりが認められた（黒矢印）。3 月末以降は次第に温度は低下した（青矢印）。
- ・4 月 19 日の噴火域である硫黄山の南側（G 域）の領域は、2017 年 11 月頃から温度の高まりがみられ、3 月末以降も継続していた（赤矢印）。

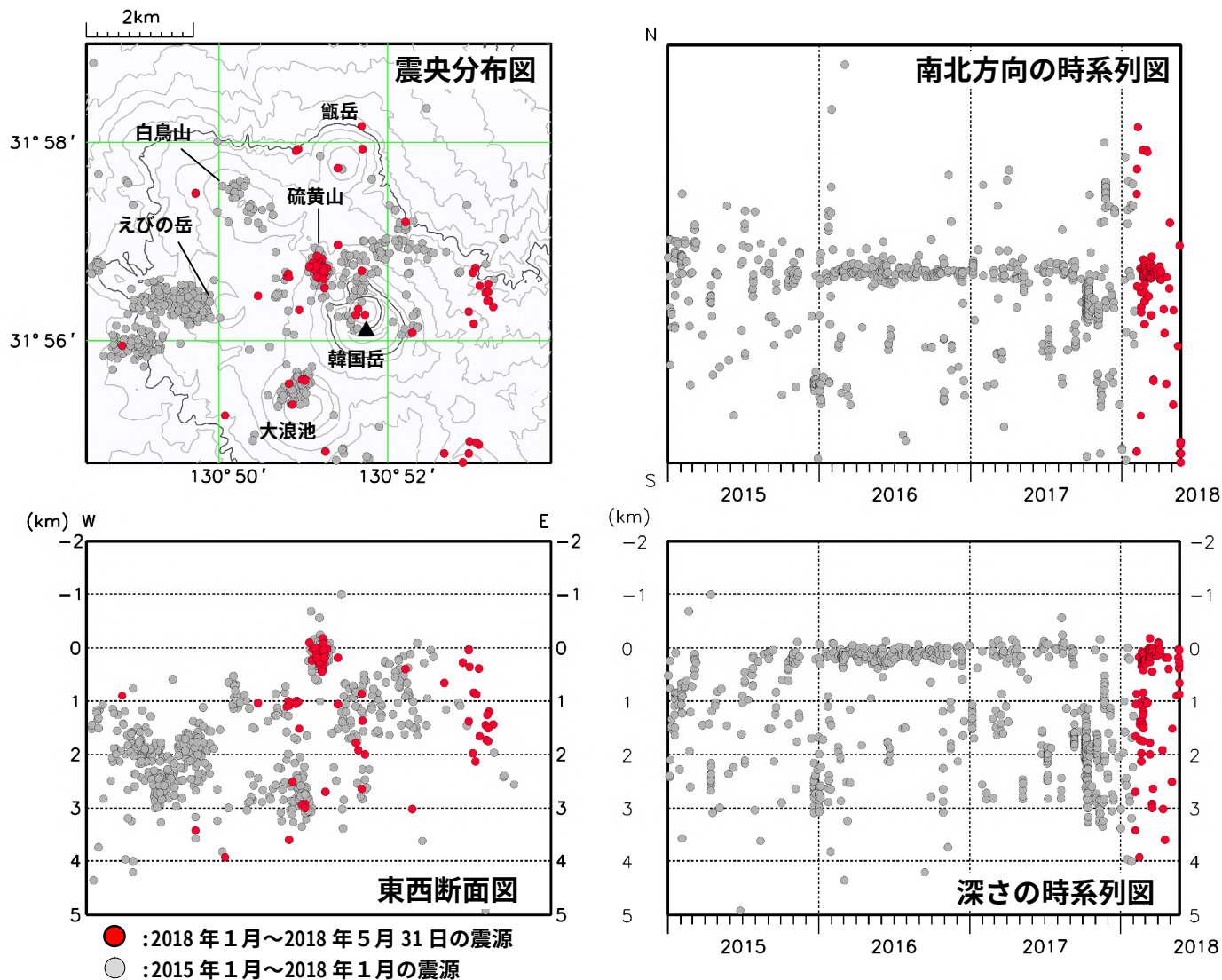


図 6 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 震源分布図（2015 年 1 月～2018 年 5 月）

震源は、主に硫黄山近傍のごく浅いところから深さ 1 km 付近、大浪池近傍の深さ 2～4 km 付近、韓国岳の北東側の深さ 0～2 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。

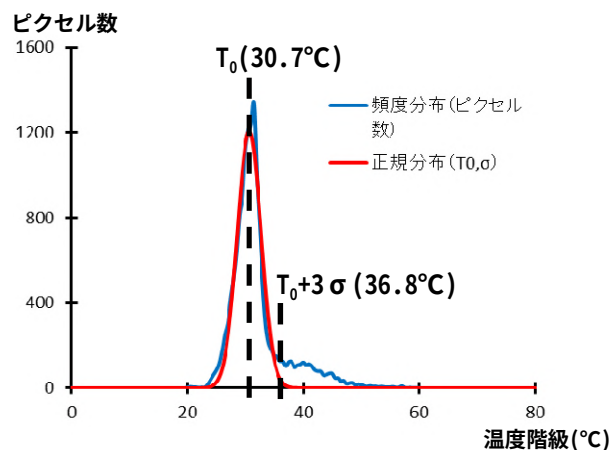
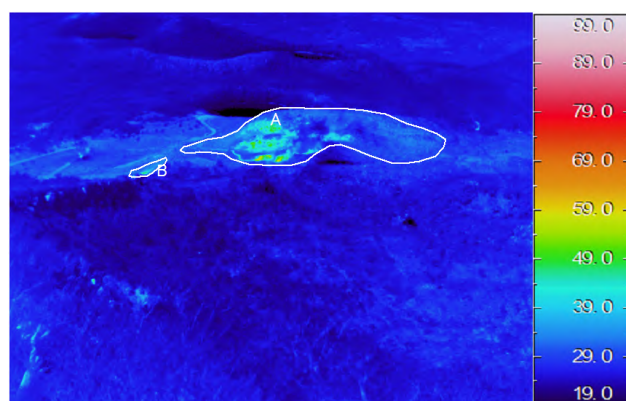


図 7-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 図 7-2 に示した硫黄山の放熱率算出の解析領域と温度分布の例（2018 年 5 月 15 日 14 時 22 分）

- ・左図の領域 A 及び B 内を解析領域とした。
- ・右図は領域内の温度ピクセルの頻度分布と正規分布の比較であり、概ね平均値  $T_0$  と頻度のモードが一致しているため非地熱域を正規分布で近似した。
- ・ $T_0 + 3\sigma$  以上を明らかな地熱異常域とみなし、熱異常域の面積及び放熱率を算出した。



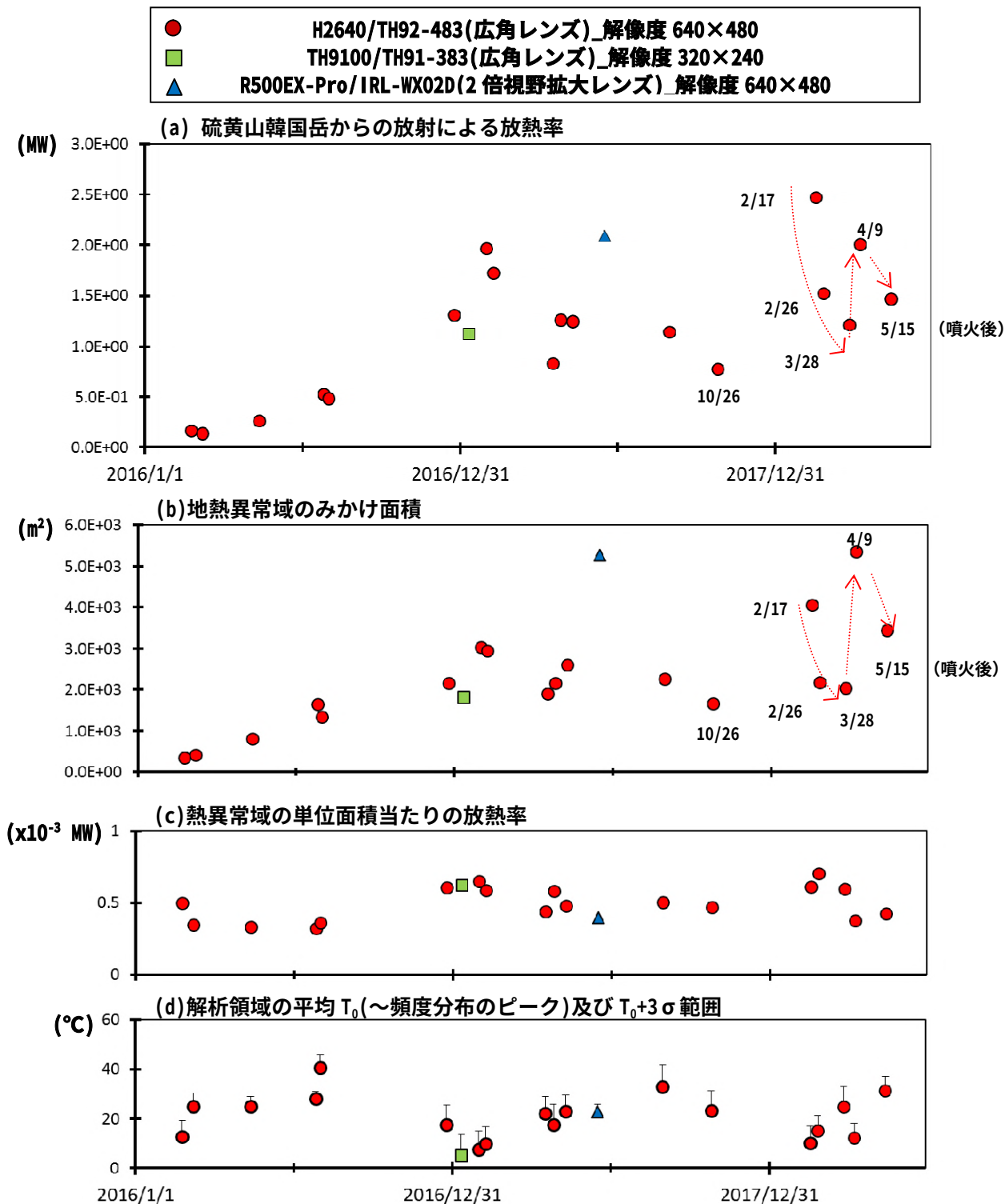


図 7-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 地表面温度分布より算出した硫黄山の放熱率の推移（値を観測日ごとに平均）（2016 年 1 月～2018 年 5 月）

図 8 の観測データを用い、Sekioka and Yuhara(1978)の手法により放射による放熱率を算出し、値を観測日ごとに平均した。図 7-1 に示した領域 A、B を解析範囲とし、領域内の温度頻度分布の平均値  $T_0$  と偏差  $\sigma$  から、 $T_0+3\sigma$  以上を明らかな地熱異常域とみなした。積雪のある観測日のデータは、以上の仮定を満たさないので除去している。

- ・ 2 月 17 日の観測では前回（2017 年 10 月 26 日）と比べ、硫黄山の火口内及び周辺で熱異常域の放熱率の上昇が認められた。その後次第に減少し、4 月の噴火前には再度上昇したが、噴火後（5 月）は減少に転じている。
- ・ (a)(b)(c)における推移の様子から、2016 年初め頃からの放熱率の増加傾向は、主に熱異常域の面積増加によるものである。

※2018 年 2 月 26 日以降は規制区域の変更に伴い、観測位置を変更した。

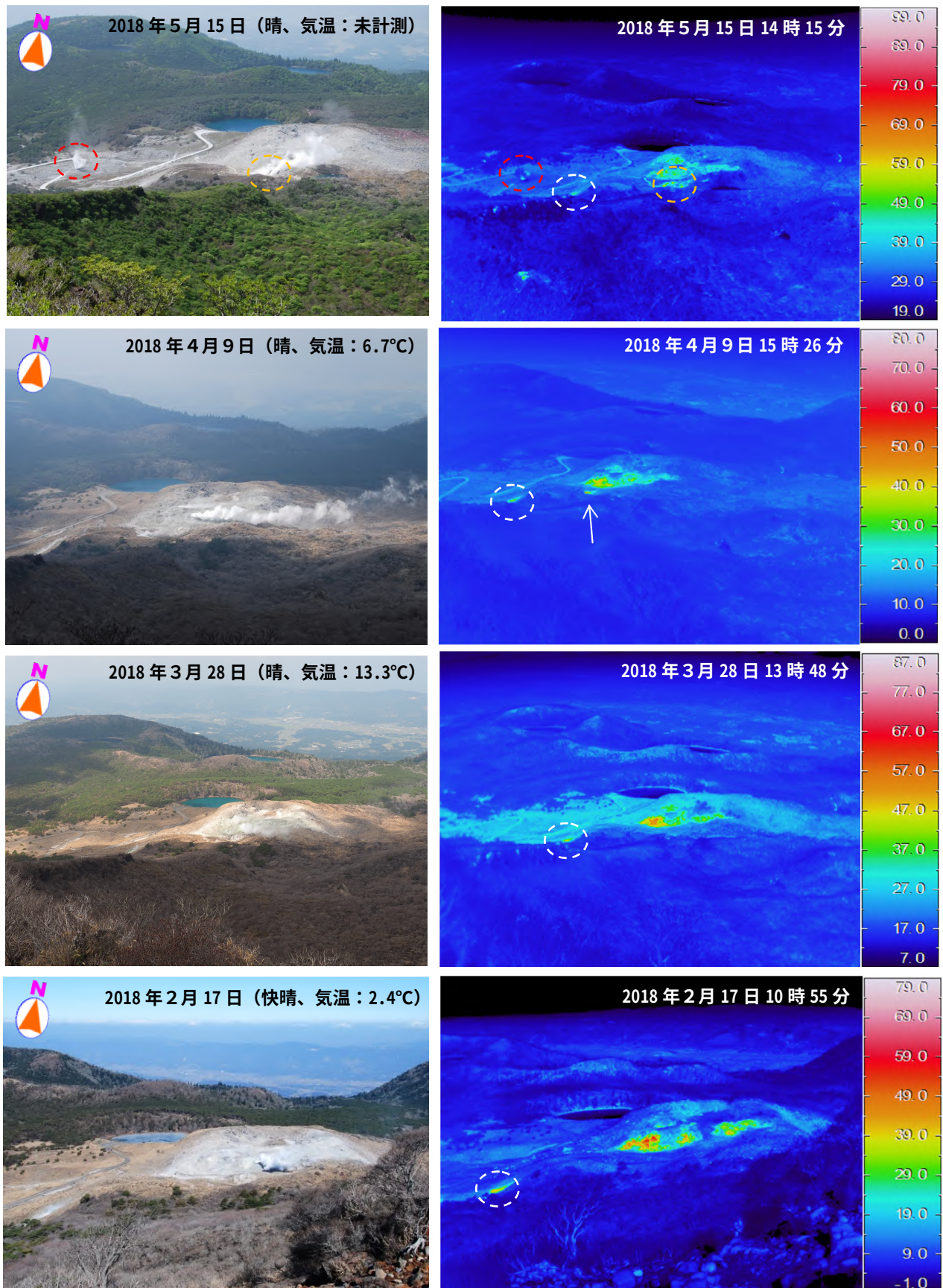


図 8 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山の状況（韓国岳から観測）

- ・ 4 月 9 日には、硫黄山の南西側の小さな湯だまり及びその周辺（白矢印）で、熱異常域を確認した。
- ・ 5 月 15 日には、硫黄山の南側（橙破線）及び西側 500m 付近（赤破線）からの活発な噴気とその周辺で熱異常域を確認した。
- ・ 2017 年 2 月 13 日以降確認されている硫黄山の南西側（旧韓国岳登山道脇）の熱異常域を白破線で示す。





図 9-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの状況（左：4 月 19 日、右：3 月 11 日）

- ・ 4 月 19 日の観測では、新たな火孔が硫黄山の南側に形成されていることを確認した（橙丸内）。
- ・ また、火孔の周辺に火山灰の堆積（白破線）を確認した。



図 9-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの状況（4 月 20 日）

4 月 20 日の観測では、硫黄山の南側の複数の火孔から白色の噴煙が上がり、その周辺では黒灰色の泥水が断続的に噴出して流下している（赤破線）ことを確認した。また、火孔の周辺に火山灰の堆積を確認した。



図 9-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの状況（4 月 20 日）

火孔周辺では断続的に黒灰色の泥水が噴出し、時折この飛沫が火口内に飛散していることを観測した（緑破線：図 1 の 2 の噴気域）。





図 9-4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの状況  
(左：4月21日、右：4月20日)

- ・ 4月21日の観測では、硫黄山の西側 500m付近から、監視カメラで4月20日に確認した噴気が勢い良く上がっているのを確認した（赤破線：図1の3の噴気域）。
- ・ 噴気域周辺で噴出物が飛散した痕跡（橙破線）を確認した。



図 9-5 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）  
硫黄山の西側 500m付近からの新たな噴気域周辺の状況（4月21日）  
硫黄山の西側 500m付近の噴気の近傍で泥水の流出した痕跡を確認した。



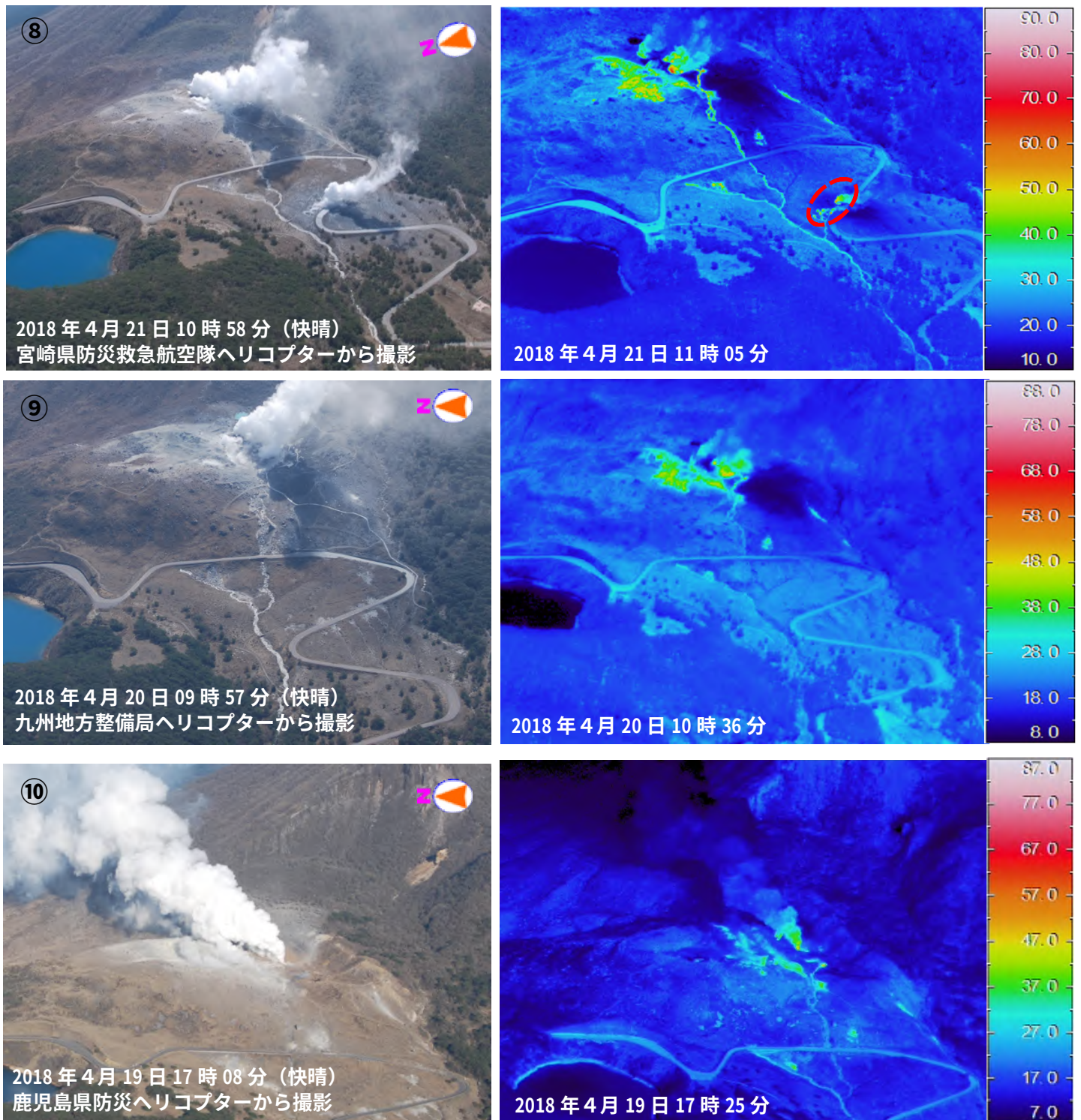


図 9-6 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの状況（4 月 19 日～21 日）

- ・ 4 月 19 日及び 20 日に実施した赤外熱映像装置による観測では、火孔及びその周辺で熱異常域の拡大を確認した。
- ・ 21 日に実施した赤外熱映像装置による観測では、引き続き火孔及びその周辺で熱異常域を確認した。
- ・ 硫黄山の西側 500m 付近からの新たな噴気域（赤破線：図 1 の 3 の噴気域）でも噴気に伴う熱の高まりを確認した。



図 10 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 観測位置と撮影方向

図 9 の①～⑩の観測位置と撮影方向を青丸と矢印で示す。

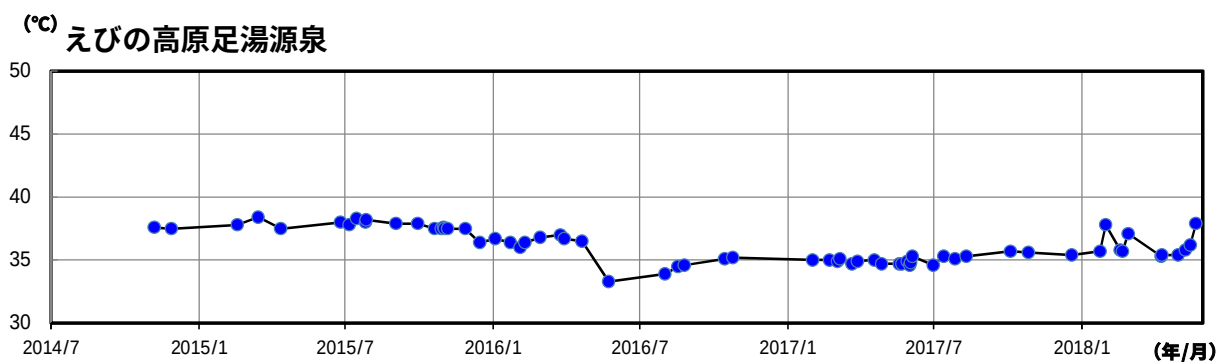


図 11 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 水温の時系列変化

(2014 年 11 月～2018 年 5 月)

えびの高原足湯源泉の水温は、35～38℃程度で経過し、これまでの観測と同程度の温度であった。



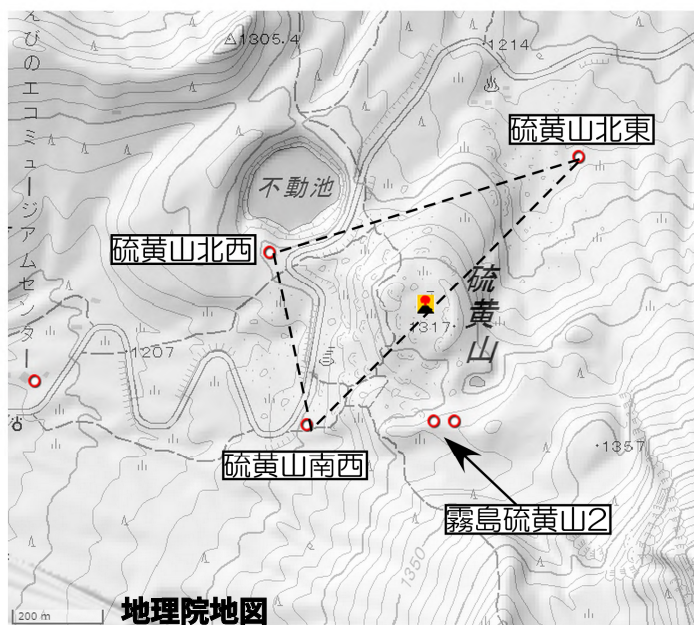
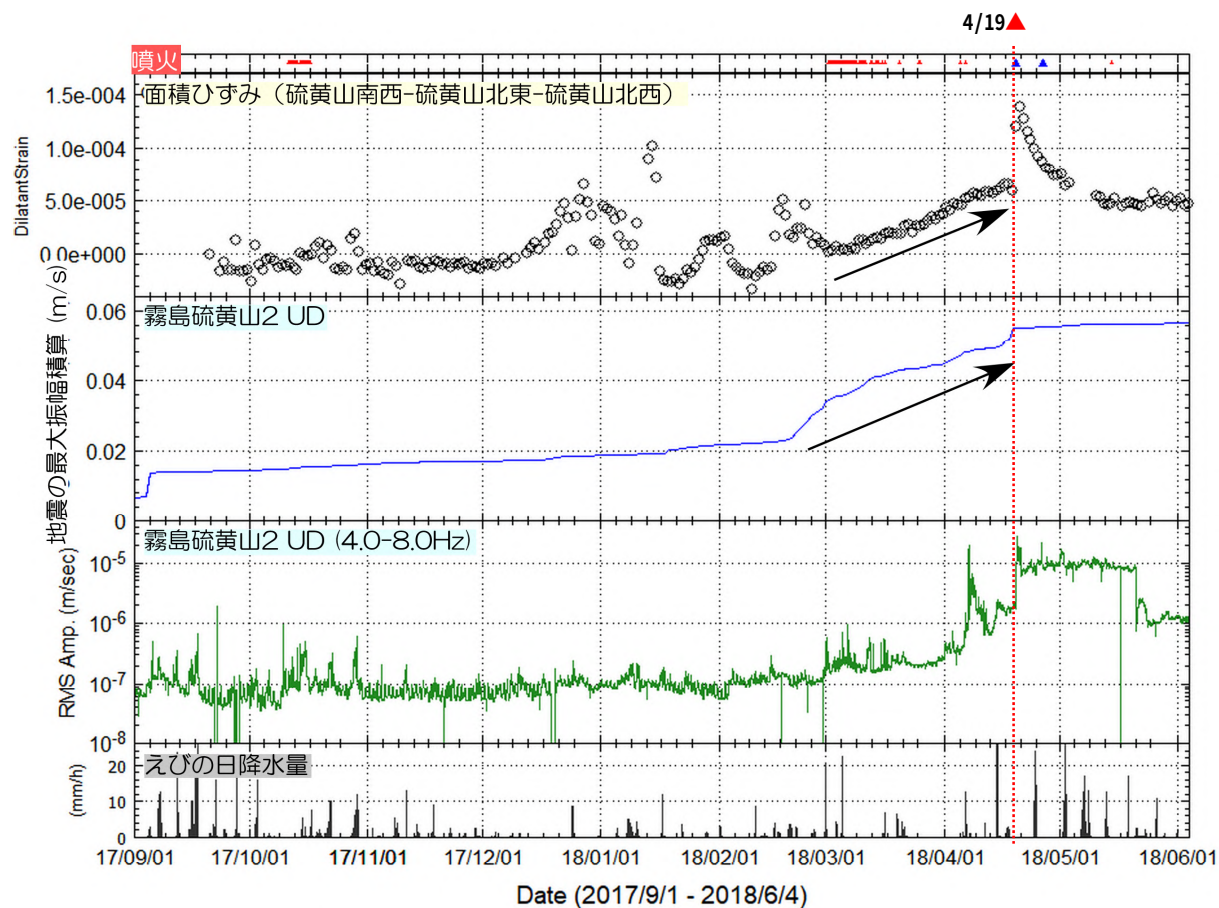


図 12 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山周辺の面積ひずみの変化  
(2017 年 9 月～2018 年 5 月)

火山性地震の最大振幅積算は、2018 年 2 月頃から増大し、4 月 19 日の噴火以降、停滞した。硫黄山周辺の面積ひずみは、2018 年 3 月頃から拡大し、4 月 19 日の噴火後減少に転じ、5 月以降停滞している。



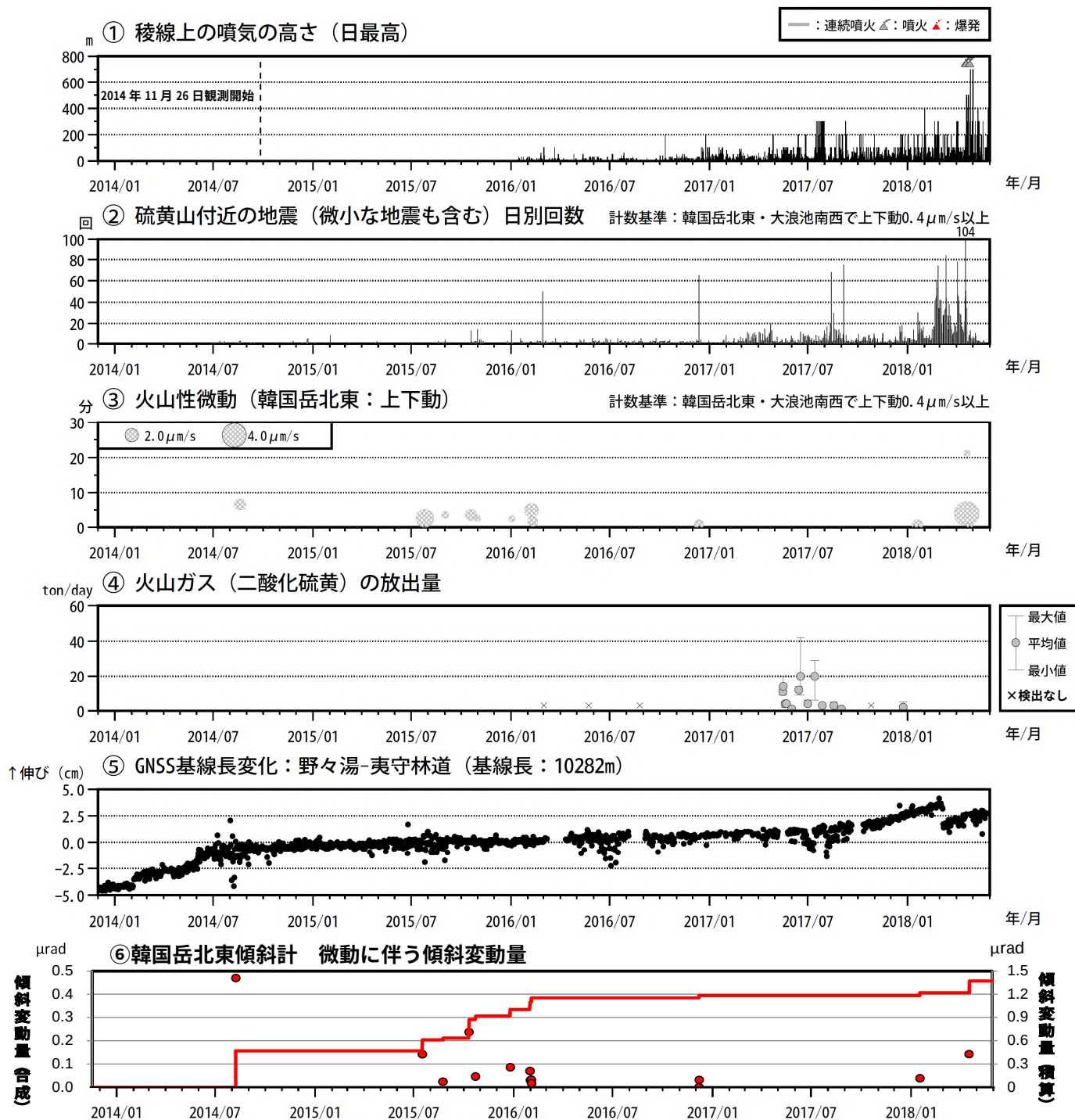


図 13-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山活動経過図  
 （2013 年 12 月～2018 年 5 月 31 日）

\*2016 年 2 月 10 日 14 時 43 分頃に発生した火山性微動は、韓国岳北東観測点が欠測中だったため⑤のグラフには掲載していない。



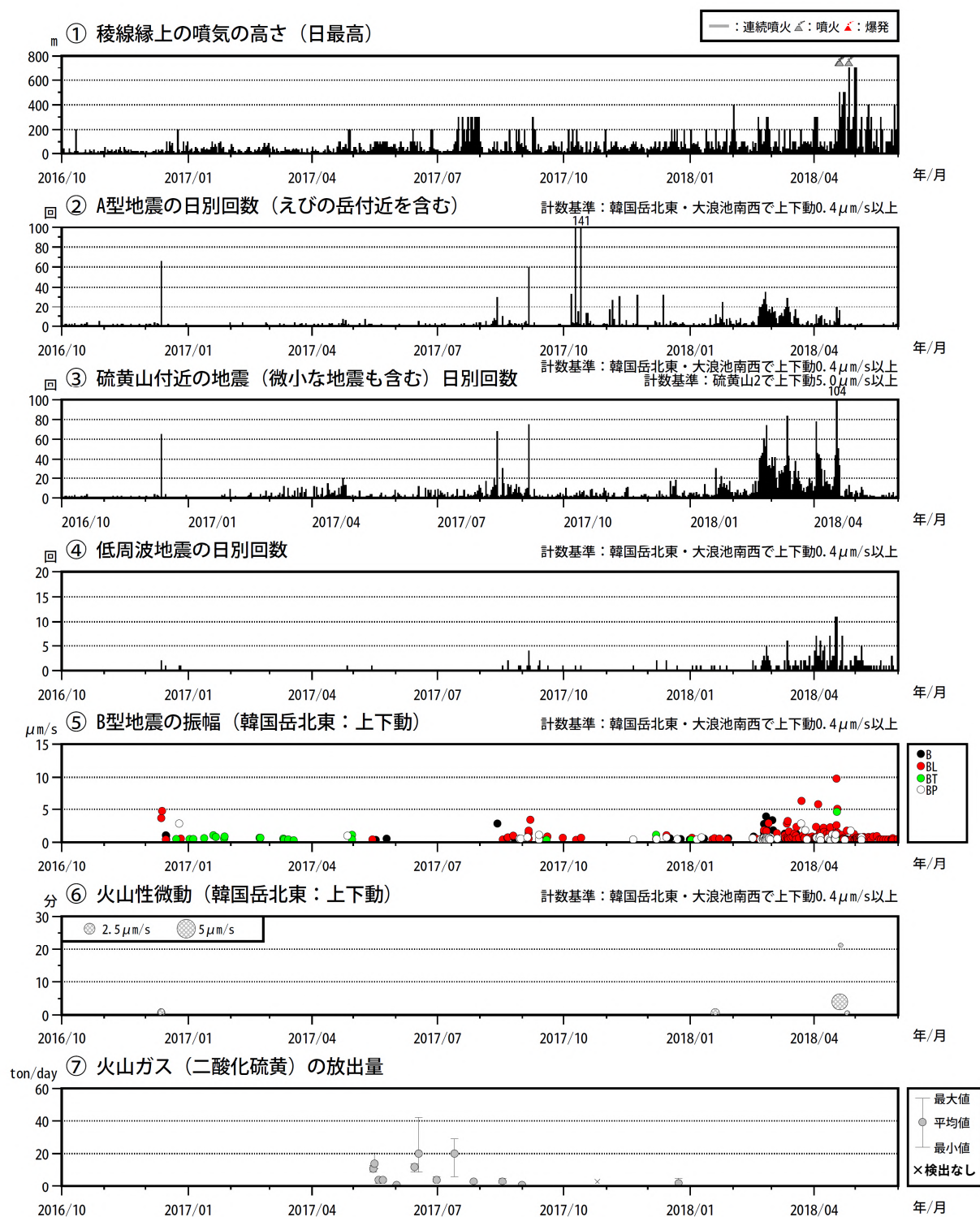
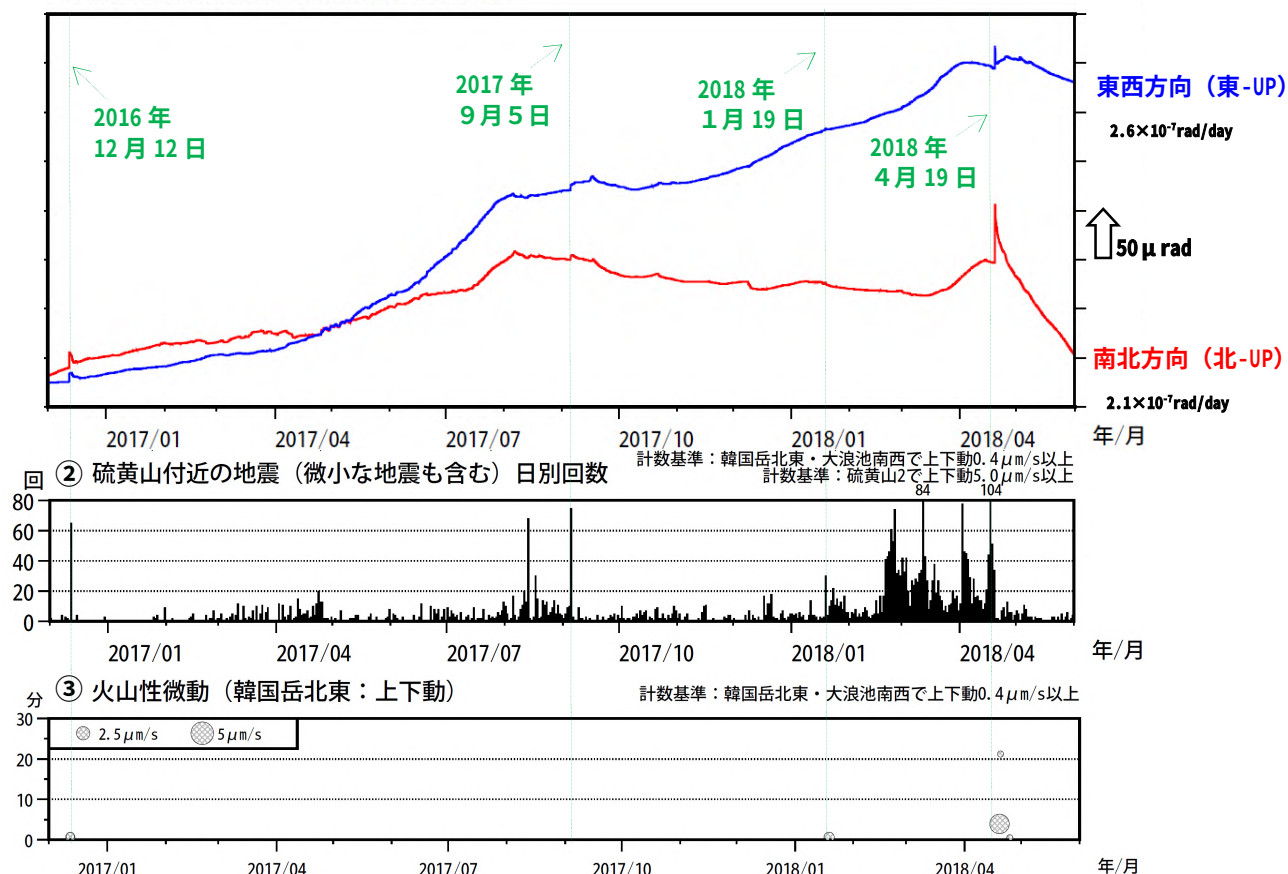


図 13-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）火山活動経過図  
 （2016 年 10 月～2018 年 5 月 31 日）

## ① 硫黄山南西観測点の傾斜変動（時間値）



## &lt;地殻変動から推定した硫黄山直下の圧力源&gt;

| 日付         | 標高 (m) | 体積変化量 (m <sup>3</sup> ) | 減圧・増圧 | モデル   | 機器   | 解析を行った期間           |
|------------|--------|-------------------------|-------|-------|------|--------------------|
| 2018/4/19  | 950    | $1.2 \times 10^4$       | 増圧    | 山川・茂木 | GNSS | 4月19日噴火前の地殻変動      |
| 2018/1/19  | 940    | $8.8 \times 10^2$       | 増圧    | 山川・茂木 | 傾斜計  | 微動発生に伴う傾斜変動前後      |
|            | 30     | $2.7 \times 10^3$       | 減圧    | 岡田断層  | 傾斜計  |                    |
| 2017/9/5   | 550    | $1.7 \times 10^4$       | 増圧    | 山川・茂木 | 傾斜計  | 有感地震・地震増加に伴う傾斜変動前後 |
|            | 70     | $2.9 \times 10^3$       | 減圧    | 岡田断層  | 傾斜計  |                    |
| 2016/12/12 | 520    | $1.2 \times 10^4$       | 増圧    | 山川・茂木 | 傾斜計  | 地震増加・微動発生に伴う傾斜変動前後 |
|            | 40     | $3.3 \times 10^3$       | 減圧    | 岡田断層  | 傾斜計  |                    |

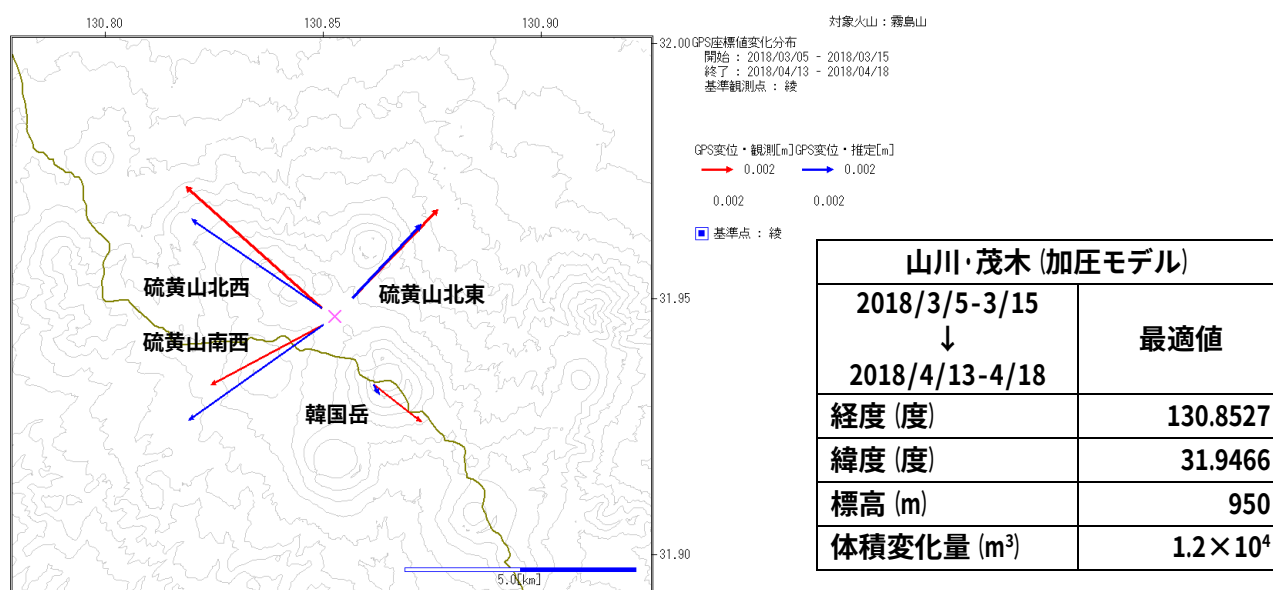


図 14 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 噴火前の圧力源（2018 年 3 月 5 日～4 月 18 日）

硫黄山周辺の GNSS 連続観測の基線長の変化から、噴火前の圧力源の推定を行った。

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。

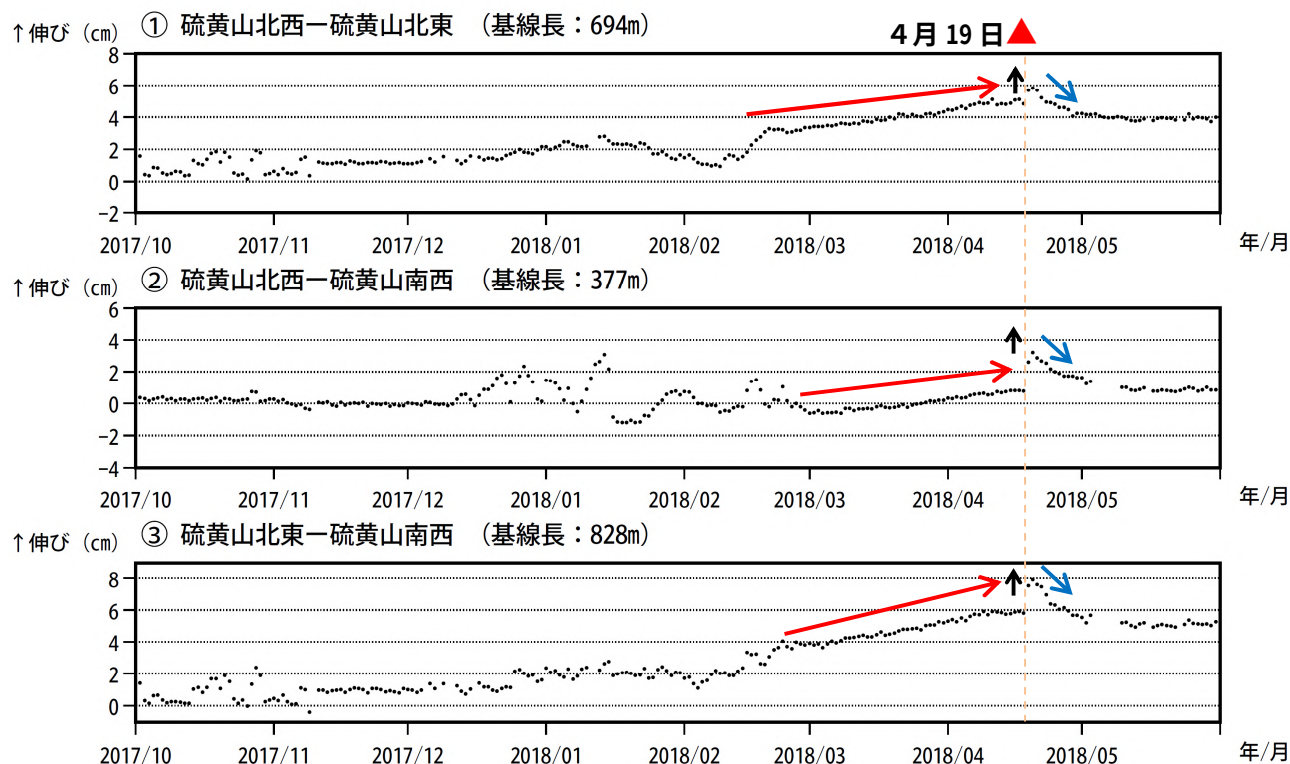


図 15 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2017 年 10 月～2018 年 5 月)

硫黄山近傍に設置した GNSS の基線で、硫黄山で 2018 年 3 月頃から山体の膨張を示す変動（赤矢印）がみられていたが、4 月 19 日の噴火（▲）に伴い更に変動量が大きく（黒矢印）なり、その後、山体の収縮を示す変動（青矢印）がみられた。5 月上旬からその変動は停滞している。

- ・これらの基線は図 16 の①～③に対応している。
- ・2018 年 1 月頃にみられる変化は、地面の凍上の影響と考えられる。

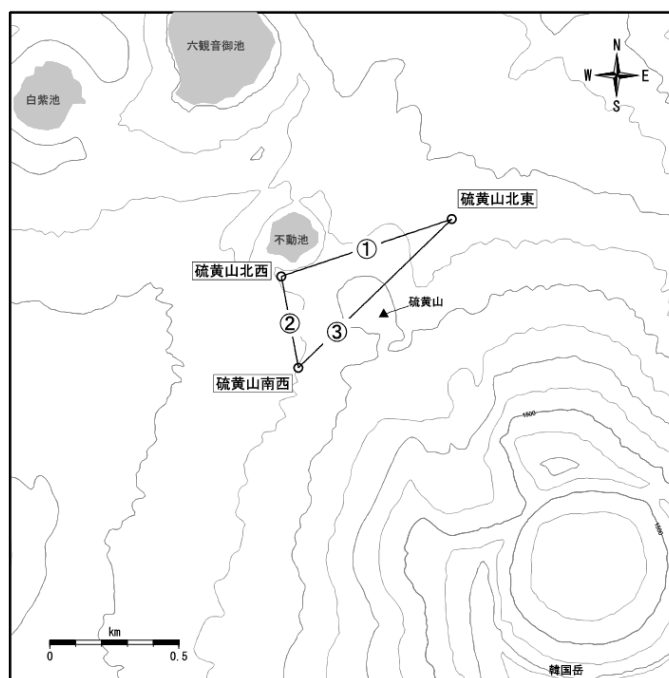


図 16 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山周辺の GNSS 観測点基線図

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）』及び国土数値情報の『湖沼』を使用した。



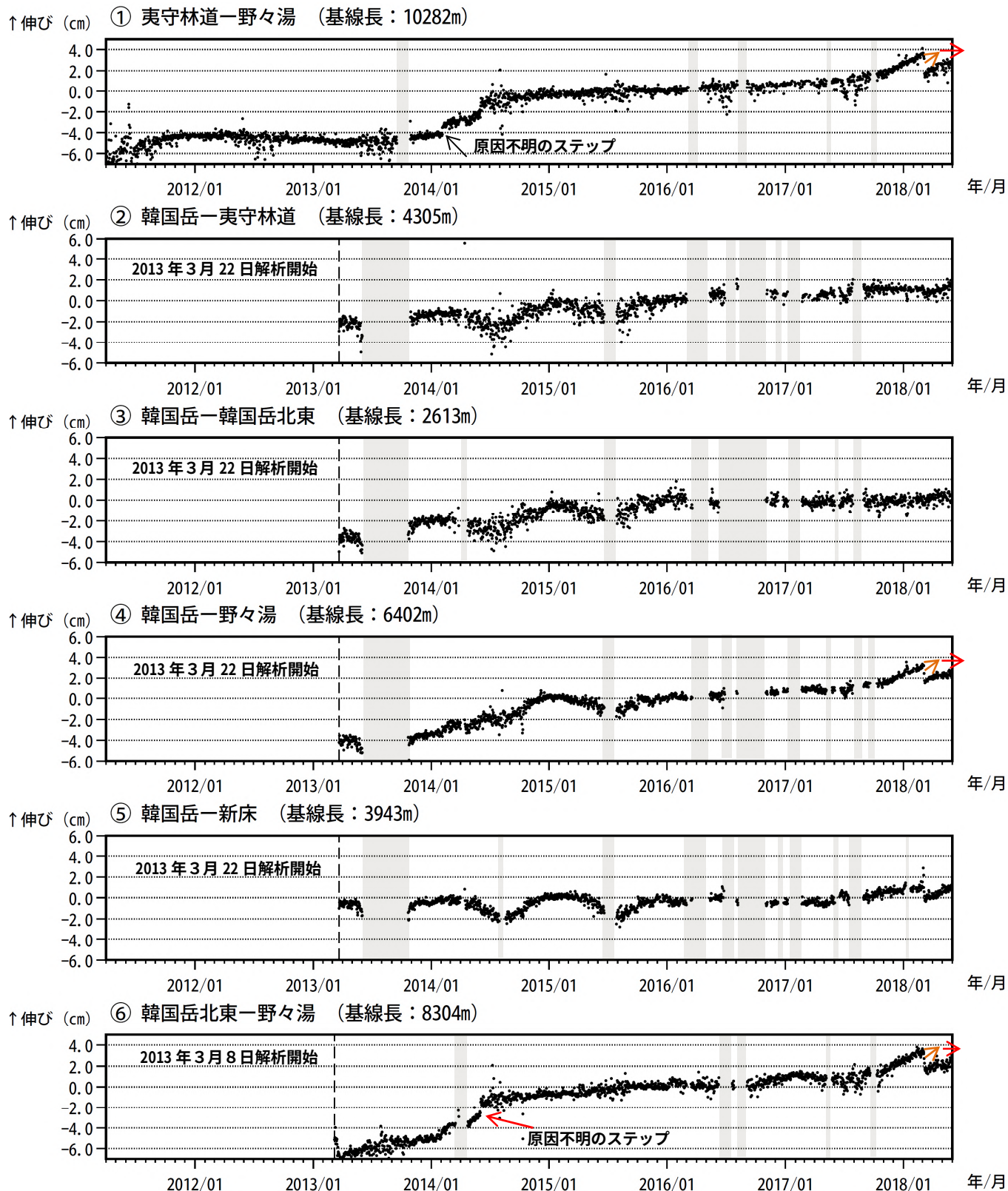


図 17-1 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) GNSS 連続観測による基線長変化  
(2011 年 4 月～2018 年 5 月)

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で、3月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていた (橙矢印) が、5月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している (赤矢印)。

これらの基線は図 18 の①～⑥に対応している。  
灰色の部分は機器障害による欠測を示している。  
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。

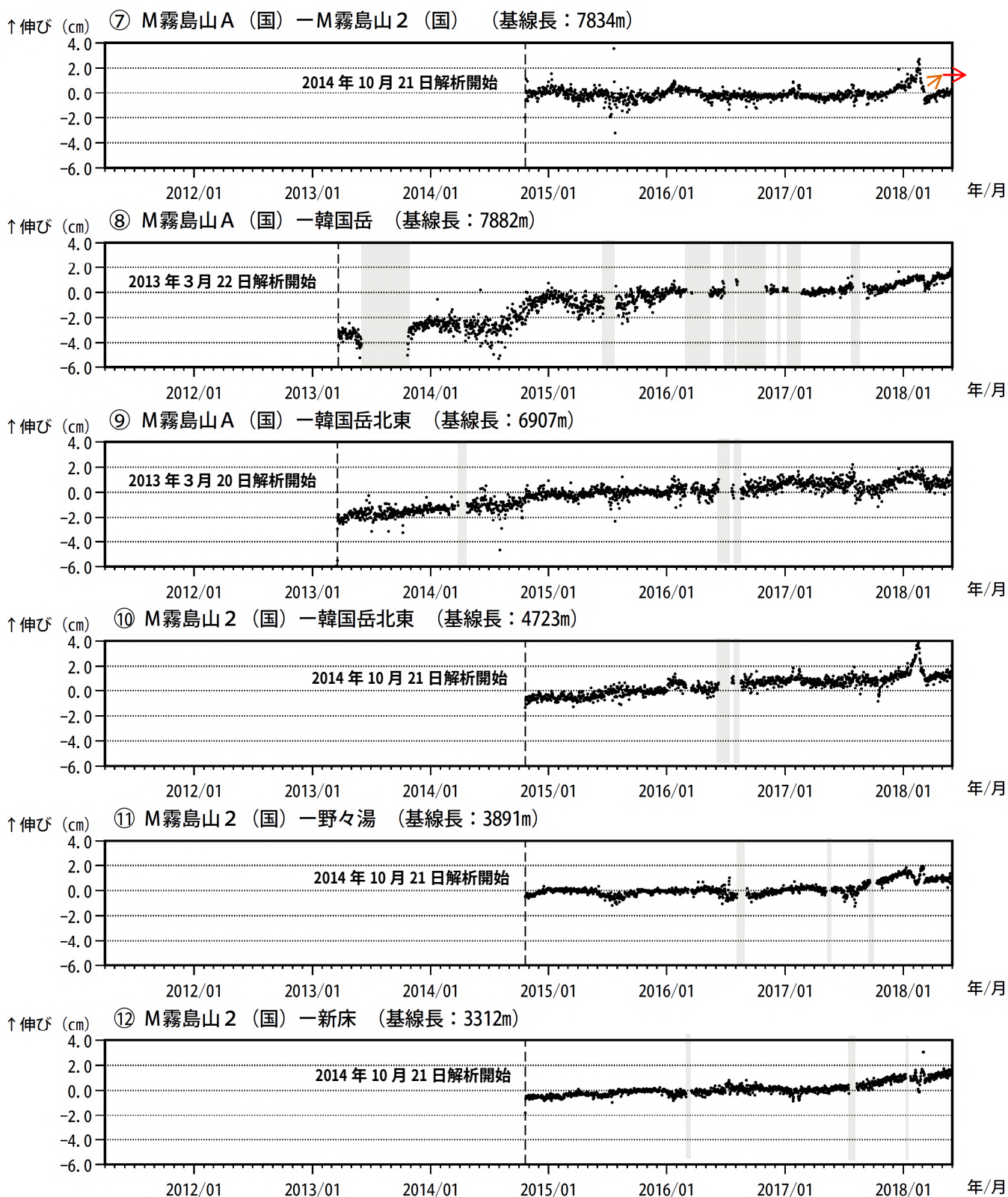


図 17-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2011 年 4 月～2018 年 5 月)

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で、3月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていた（橙矢印）が、5月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している（赤矢印）。

これらの基線は図 18 の⑦～⑫に対応している。

灰色の部分は機器障害による欠測を示している。

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

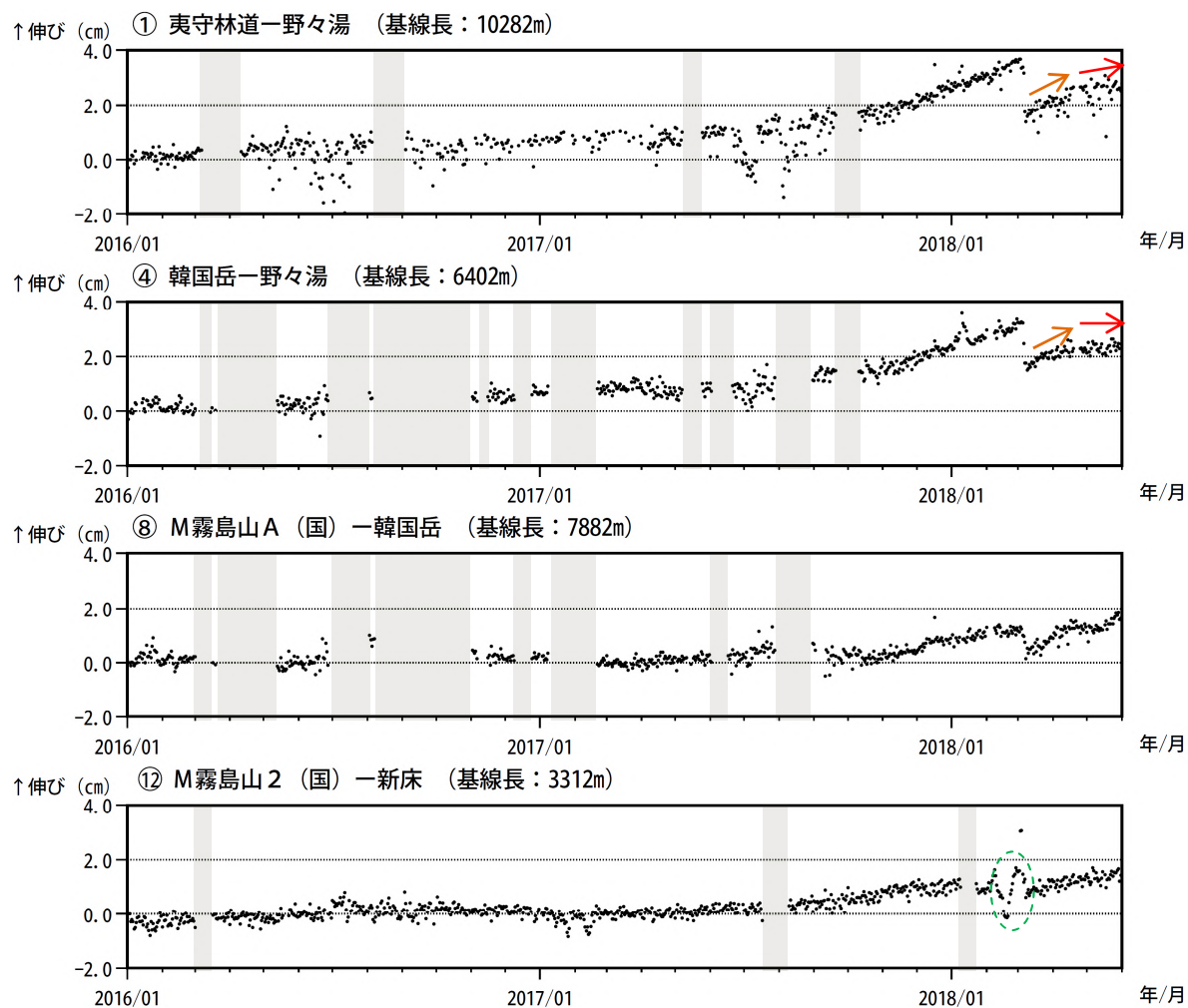


図 17-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2016 年 1 月～2018 年 5 月)

GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線で、3 月中旬以降、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びがみられていた（橙矢印）が、5 月上旬から一部の基線でその伸びは鈍化している（赤矢印）。

これらの基線は図 18 の①、④、⑧、⑫に対応している。

灰色の部分は機器障害による欠測を示している。

緑色の破線内の変化は、地面の凍上の影響と考えられます。

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る。

（国）：国土地理院



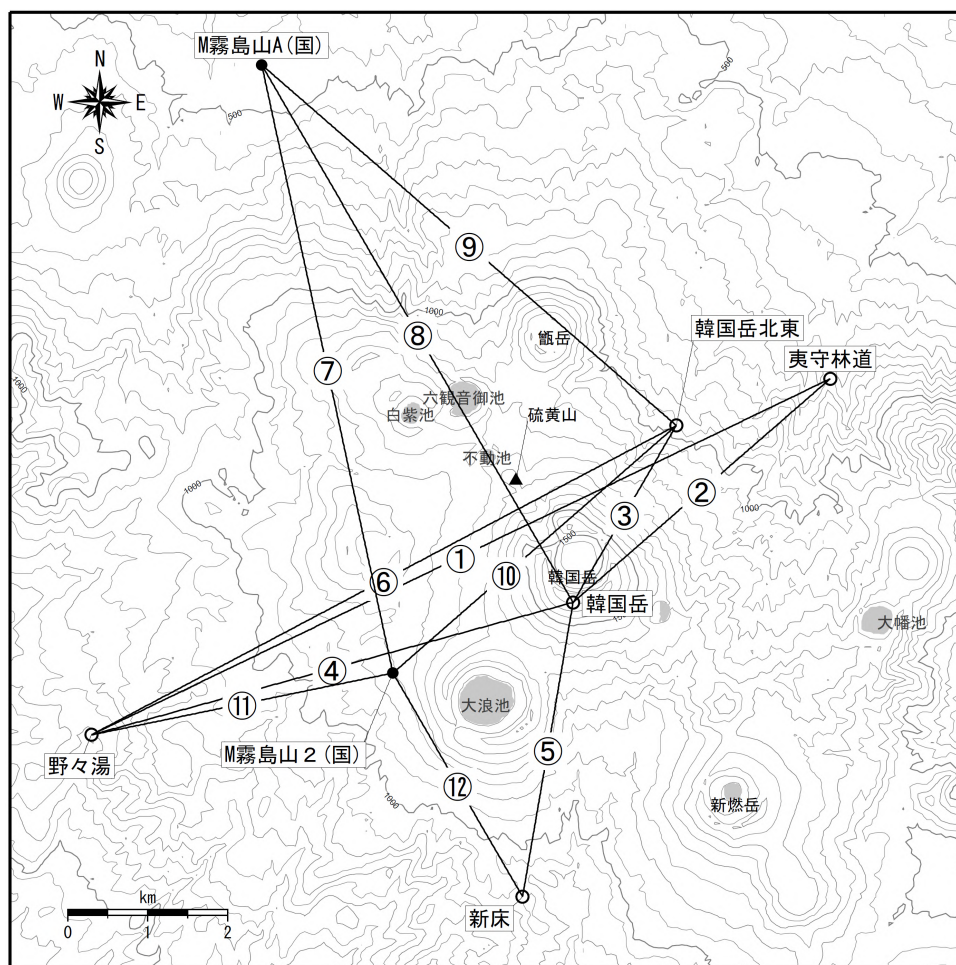


図 18 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 観測点基線図

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）』及び国土数値情報の『湖沼』を使用した。

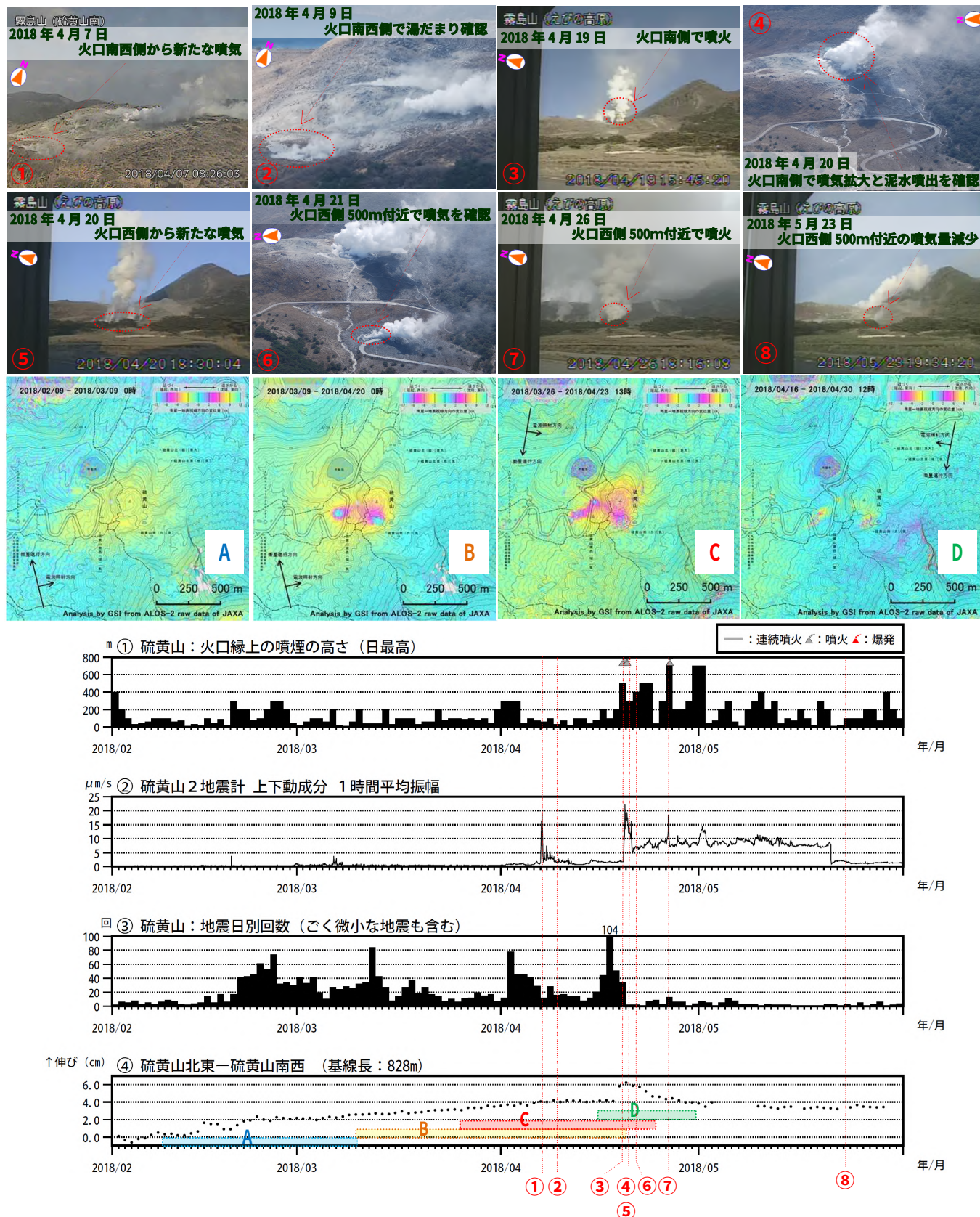


図 19 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 活動経過図

干渉 SAR の解析画像は、国土地理院の解析結果を掲載している。

## 御鉢

御鉢の南西側が振動源と推定される火山性地震が2月9日から16日にかけて増加した。また、継続時間の短い火山性微動が2月9日に発生した。2月17日以降、火山性地震は1日あたり数回以下と少ない状態で経過し、火山性微動は2月10日以降、観測されていない。

2月9日に実施した現地調査では、特段の変化は認められず、これまでと同様に火口底、火口壁南側及び火口壁西側で熱異常域を観測した。3月及び4月に実施した上空からの観測でも、火口内及び火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。

地殻変動観測では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。

噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動に留意すること。

### ○ 概況（2018年2月～2018年5月31日）

#### ・地震や微動の発生状況（図7-②～⑤、図8、図9）

御鉢の南西側が振動源と推定される火山性地震が、2月9日82回、14日に84回発生するなど、9日から16日にかけて一時的に増加した。2月17日以降、火山性地震は1日あたり数回以下と少ない状態で経過した。

2月9日14時44分及び14時54分に振幅が小さく継続時間の短い火山性微動が発生した。火山性微動を観測したのは、2016年12月5日以来である。2月10日以降、火山性微動は観測されていない。

#### ・噴気など表面現象の状況（図1～6、図7-①）

火口縁を越える噴気は観測されなかった。

2月9日に実施した現地調査では、特段の変化は認められず、これまでと同様に火口底、火口壁南側及び火口壁西側で熱異常域を観測した。

3月2日に鹿児島県、11日に宮崎県、14日及び4月20日に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、火口内及び火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。

#### ・地殻変動の状況（図10～12）

GNSS 連続観測や傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。





図1 霧島山（御鉢） 御鉢の状況  
 （2018年5月24日、猪子石監視カメラ）  
 火口縁を越える噴気は観測されなかった。

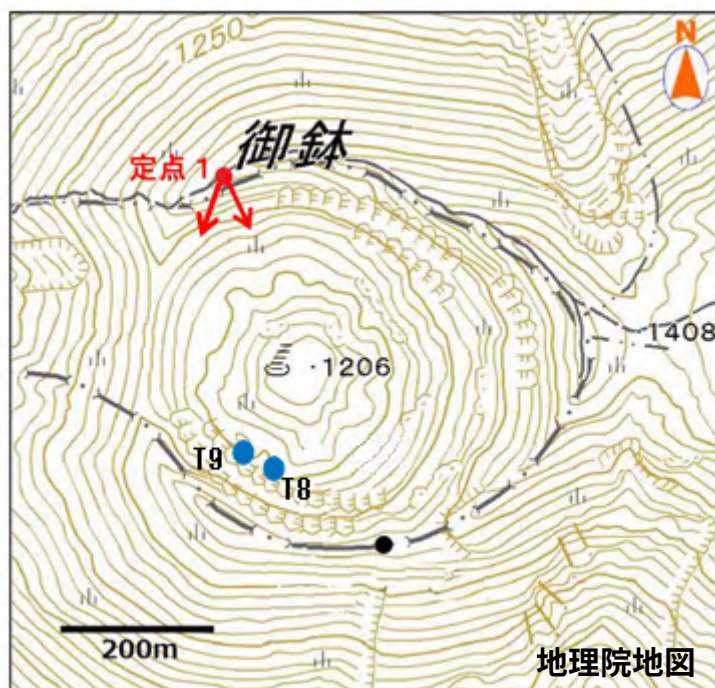


図2 霧島山（御鉢） 目視・熱観測位置図  
 定点1の観測方向を赤矢印、T8、T9 噴気孔の位置を青丸で示す。

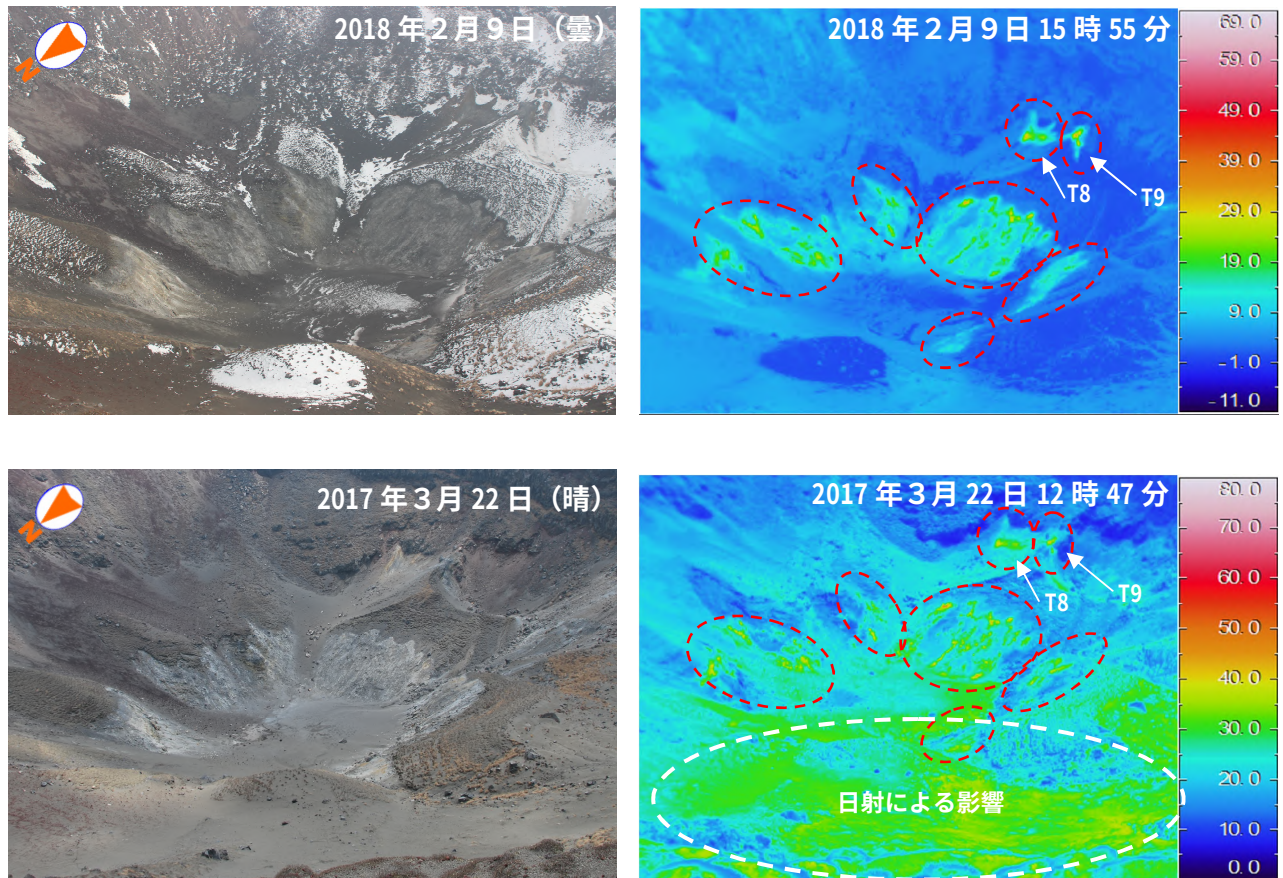


図 3 霧島山（御鉢） 火口内の状況（定点 1（火口縁北西側）から観測）

御鉢火口底付近と火口壁南側（T8、T9）で、これまでと同様に熱異常域（赤破線）が認められた。

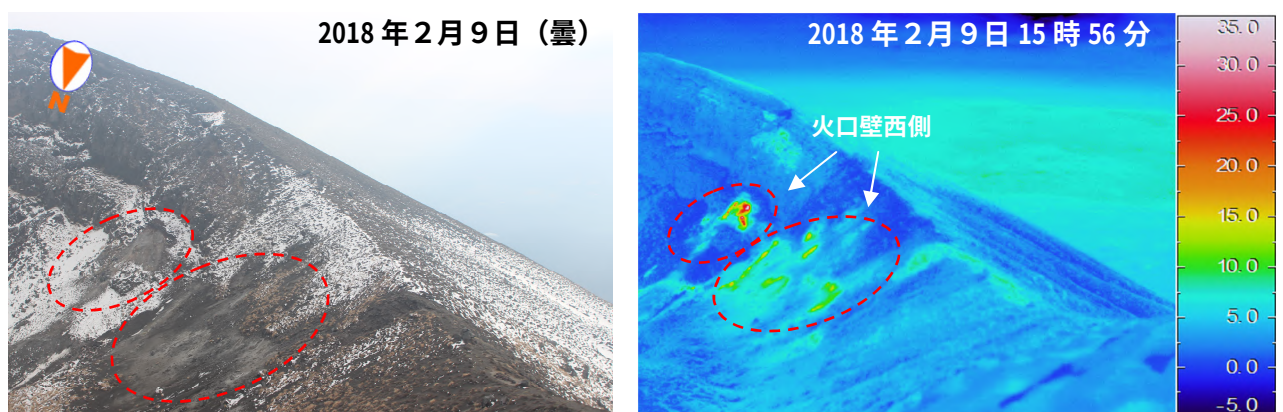


図 4 霧島山（御鉢） 火口壁西側の状況（定点 1（火口縁北西側）から観測）

これまでと同様に熱異常域（赤破線）が認められた。



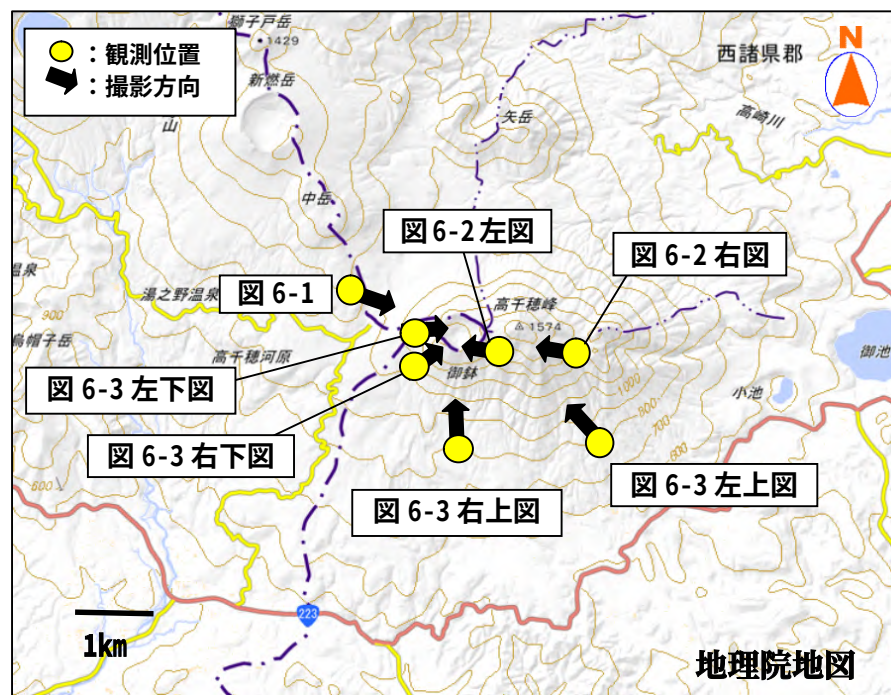


図 5 霧島山（御鉢） 図 6 の観測位置と撮影方向

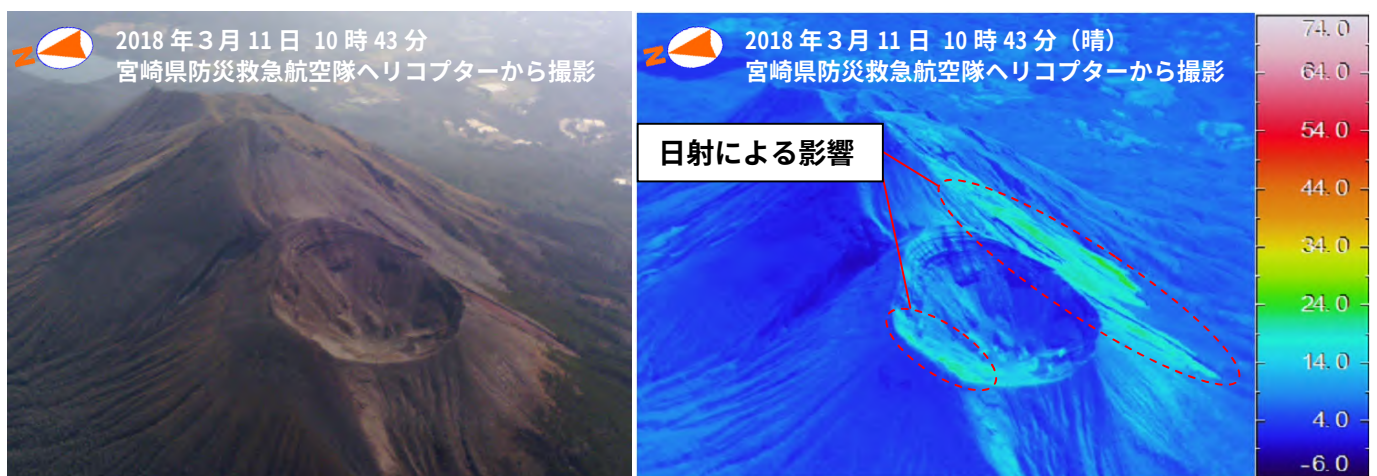


図6-1 霧島山（御鉢） 御鉢の火口内及び火口周辺の状況

（左：可視画像、右：赤外熱画像）

3月11日に実施した赤外熱映像装置による観測では、火口内及び火口周辺で新たな熱異常域は認められなかった。





図6-2 霧島山（御鉢） 御鉢の火口内及び火口周辺の状況  
（左：3月14日撮影、右：3月2日撮影）  
火口内及び火口周辺で地形や噴気の状況に特段の変化は認めなかった。

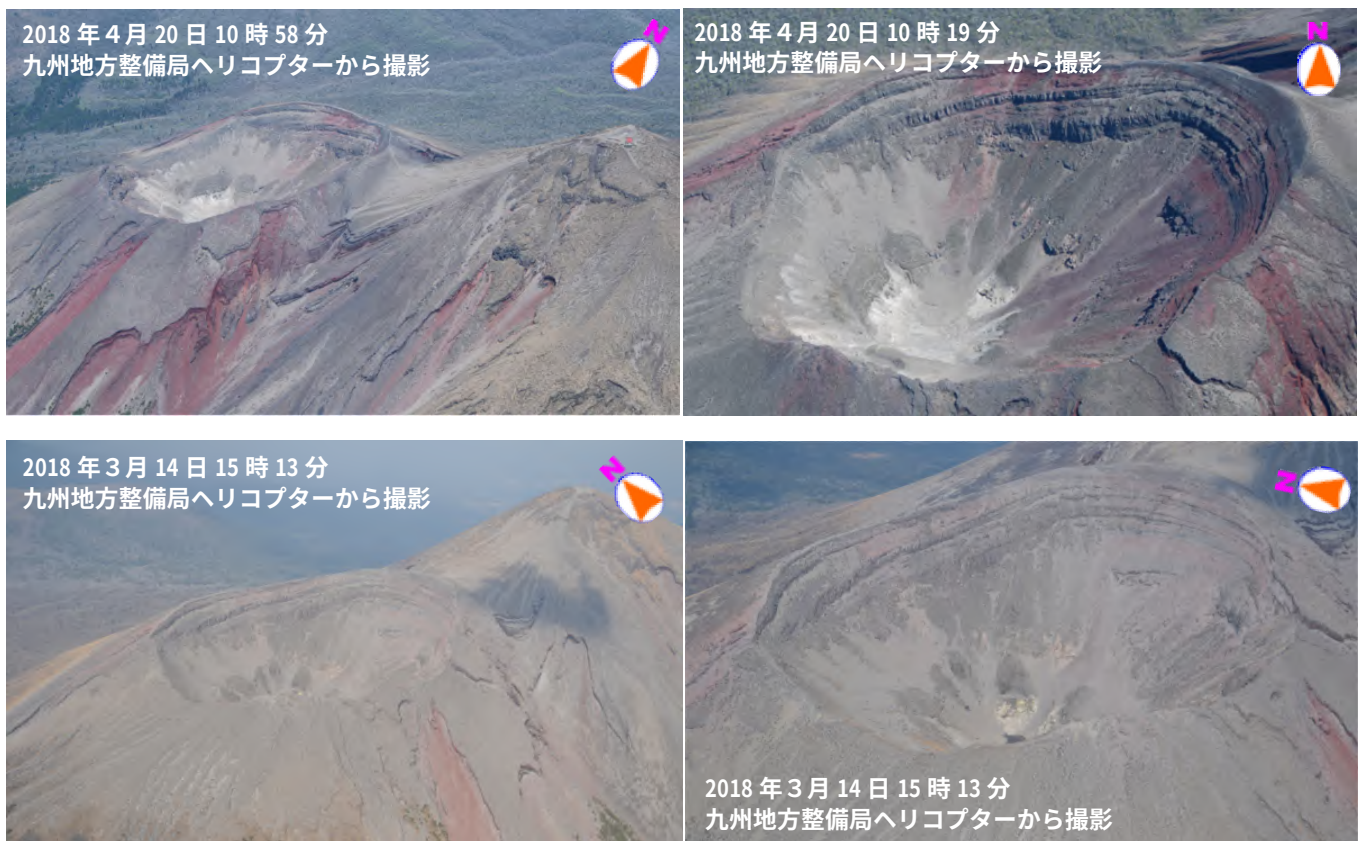


図6-3 霧島山（御鉢） 御鉢の火口内及び火口周辺の状況  
（上：4月20日撮影、下：3月14日撮影）  
火口内及びその周辺の状況に特段の変化は認められなかった。

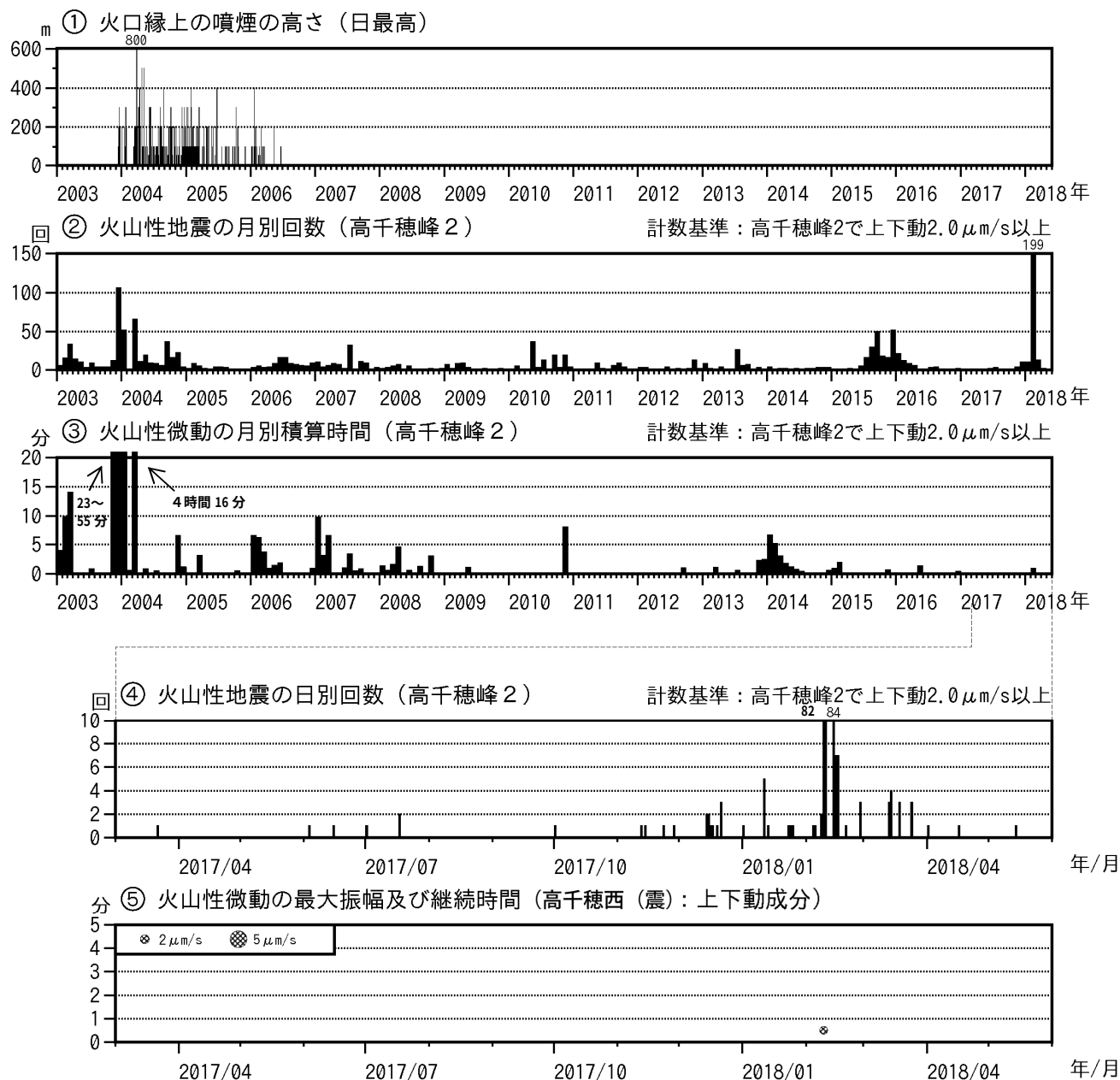


図7 霧島山（御鉢） 火山活動経過図（2003年1月～2018年5月）

<2018年2月～2018年5月31日の状況>

- ・火口縁を越える噴気は観測されなかった。
- ・御鉢の南西側が振動源と推定される火山性地震が、2月9日82回、14日に84回発生するなど、9日から16日にかけて一時的に増加した。2月17日以降、火山性地震は1日あたり数回以下と少ない状態で経過した。
- ・2月9日14時44分及び14時54分に振幅が小さく継続時間の短い火山性微動が発生した。火山性微動を観測したのは、2016年12月5日以来である。2月10日以降、火山性微動は観測されていない。



2018/02/27 17:07:42

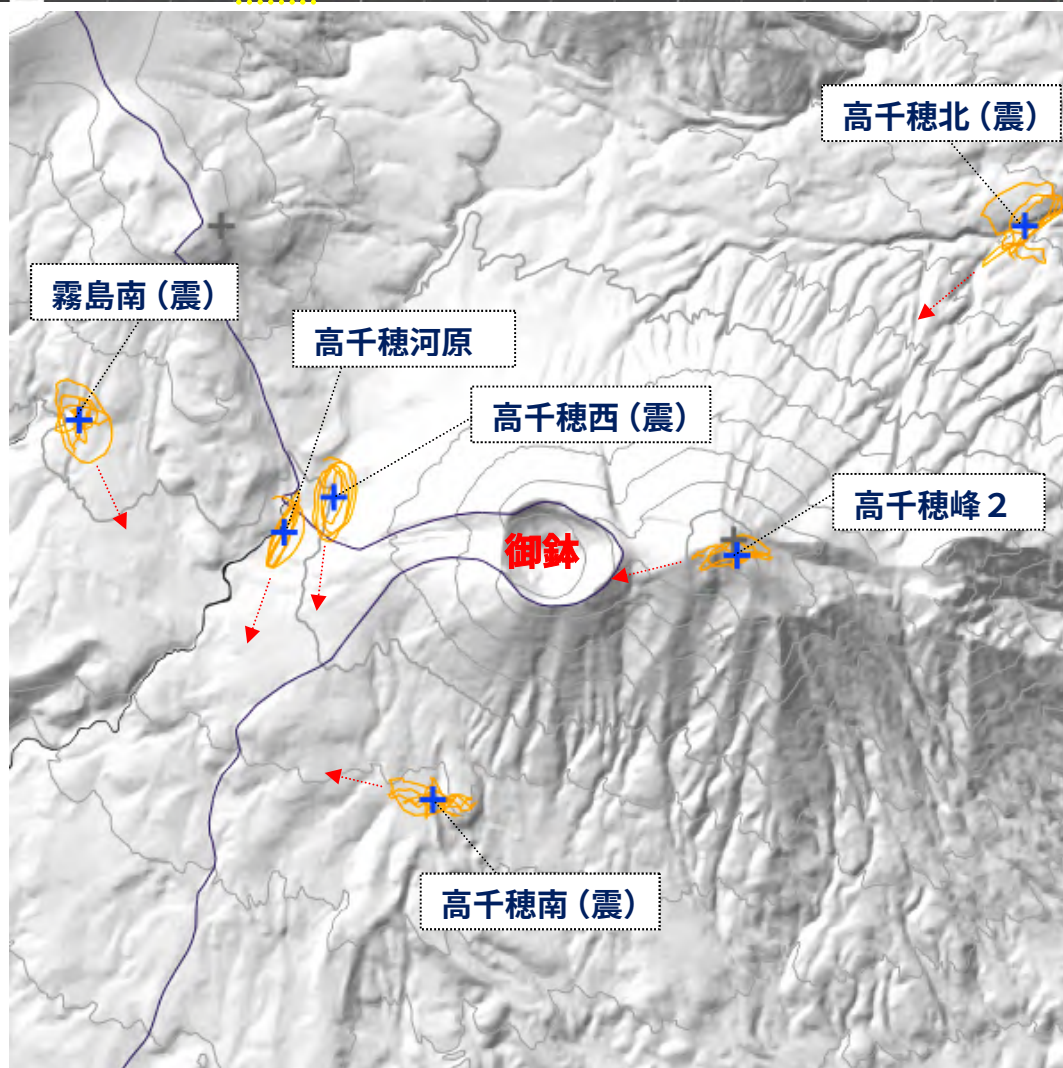
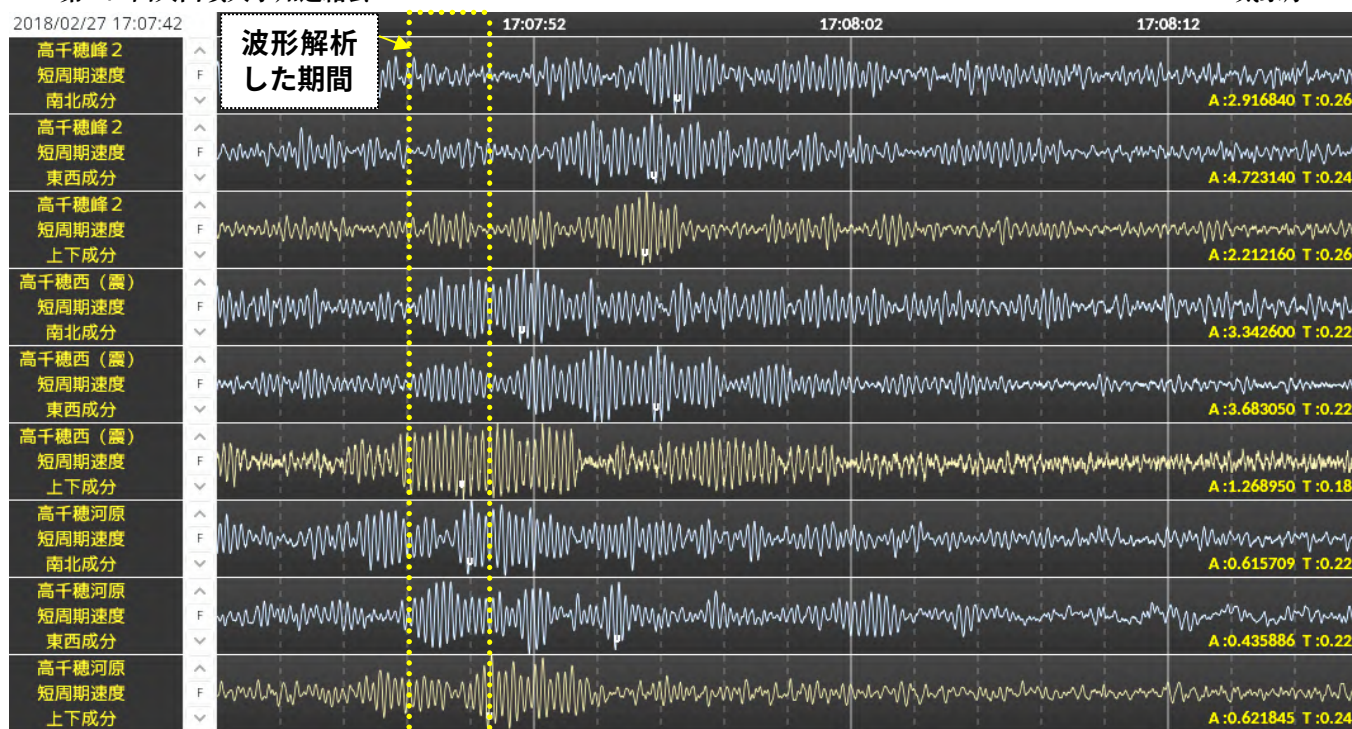


図 8 霧島山（御鉢） 2018 年 2 月 27 日 17 時 07 分に発生した BP 型地震の波形軌跡  
 各観測点の震動軌跡は、御鉢火口の南西側を指している（赤矢印）。  
 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。



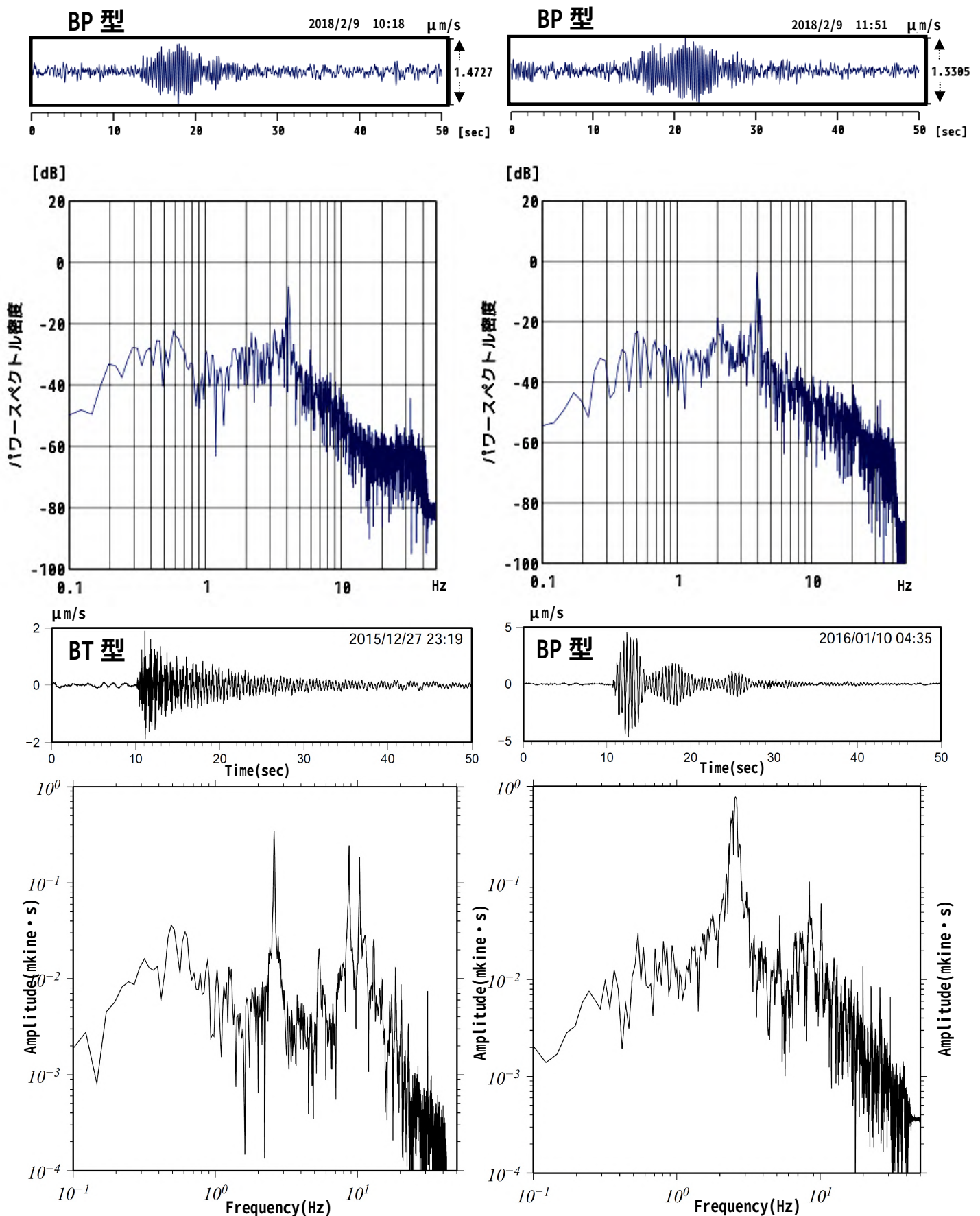


図9 霧島山（御鉢） 2018年2月及び2015年12月～2016年1月に発生した地震波形の比較（高千穂河原観測点）

- ・2018年2月9日は、4 Hz にピークをもつ地震が増加した。
- ・2015年12月下旬から2016年2月頃にかけては、単一あるいは複数のピークを持つ地震が時々発生した。

高千穂河原観測点の傾斜変動

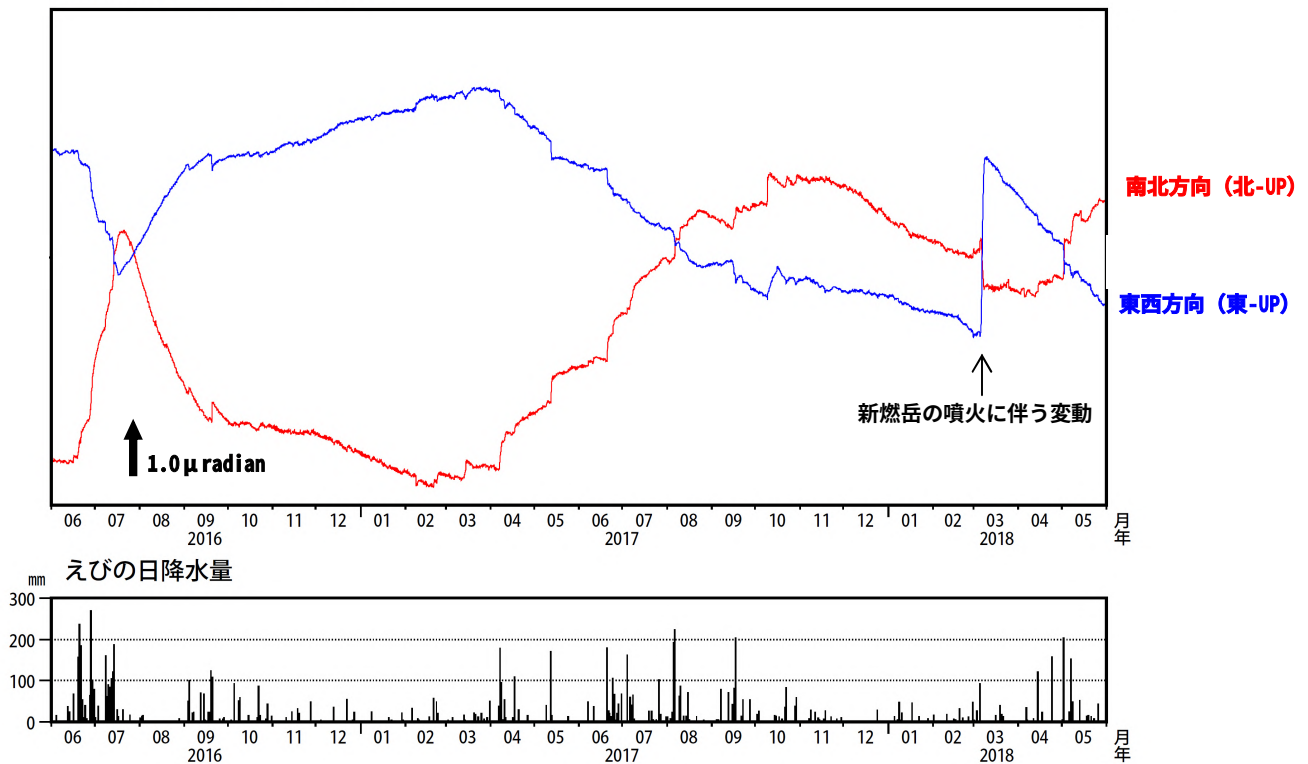


図 10 霧島山（御鉢） 高千穂河原傾斜計の変化（2016 年 6 月～2018 年 5 月 31 日）

&lt;2018 年 2 月～2018 年 5 月 31 日の状況&gt;

傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。

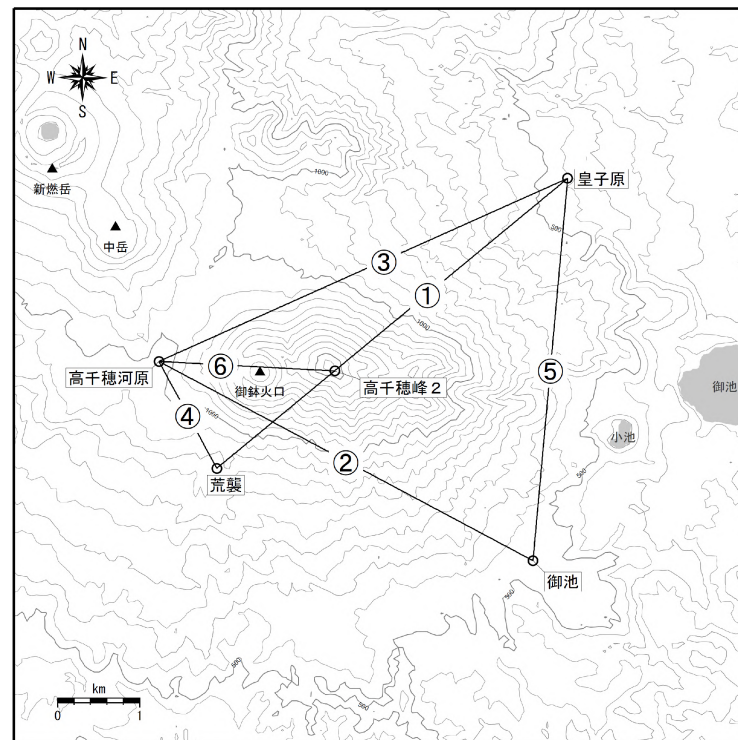


図 11 霧島山（御鉢） GNSS 観測点基線図

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。

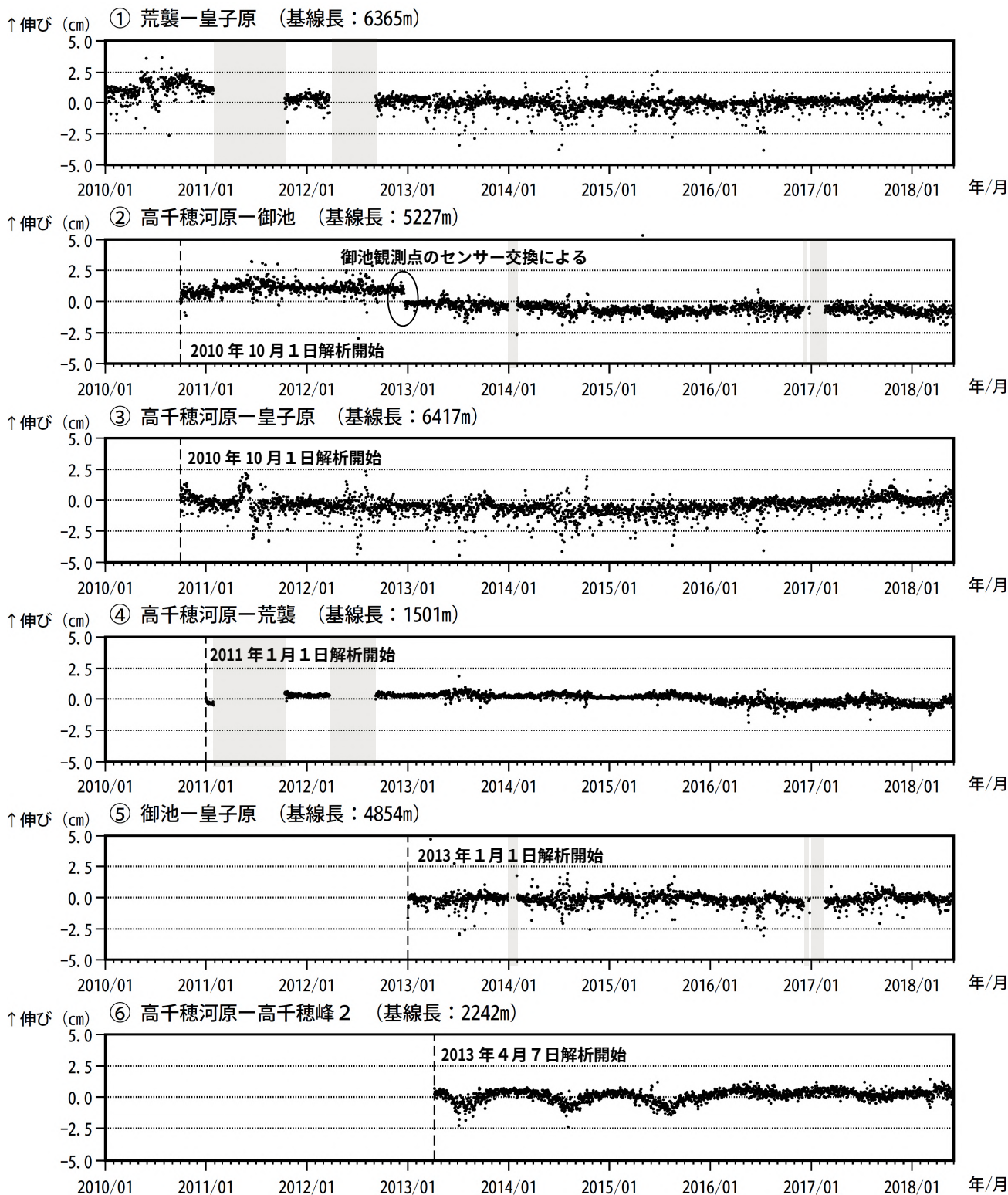


図 12 霧島山（御鉢） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2010 年 1 月～2018 年 5 月 31 日)

火山活動によると考えられる変化は認められない。

この基線は図 11 の①～⑥に対応している。

2010 年 10 月及び 2016 年 1 月に、解析方法を変更している。

灰色の部分は機器障害のため欠測を示している。



# 霧島山

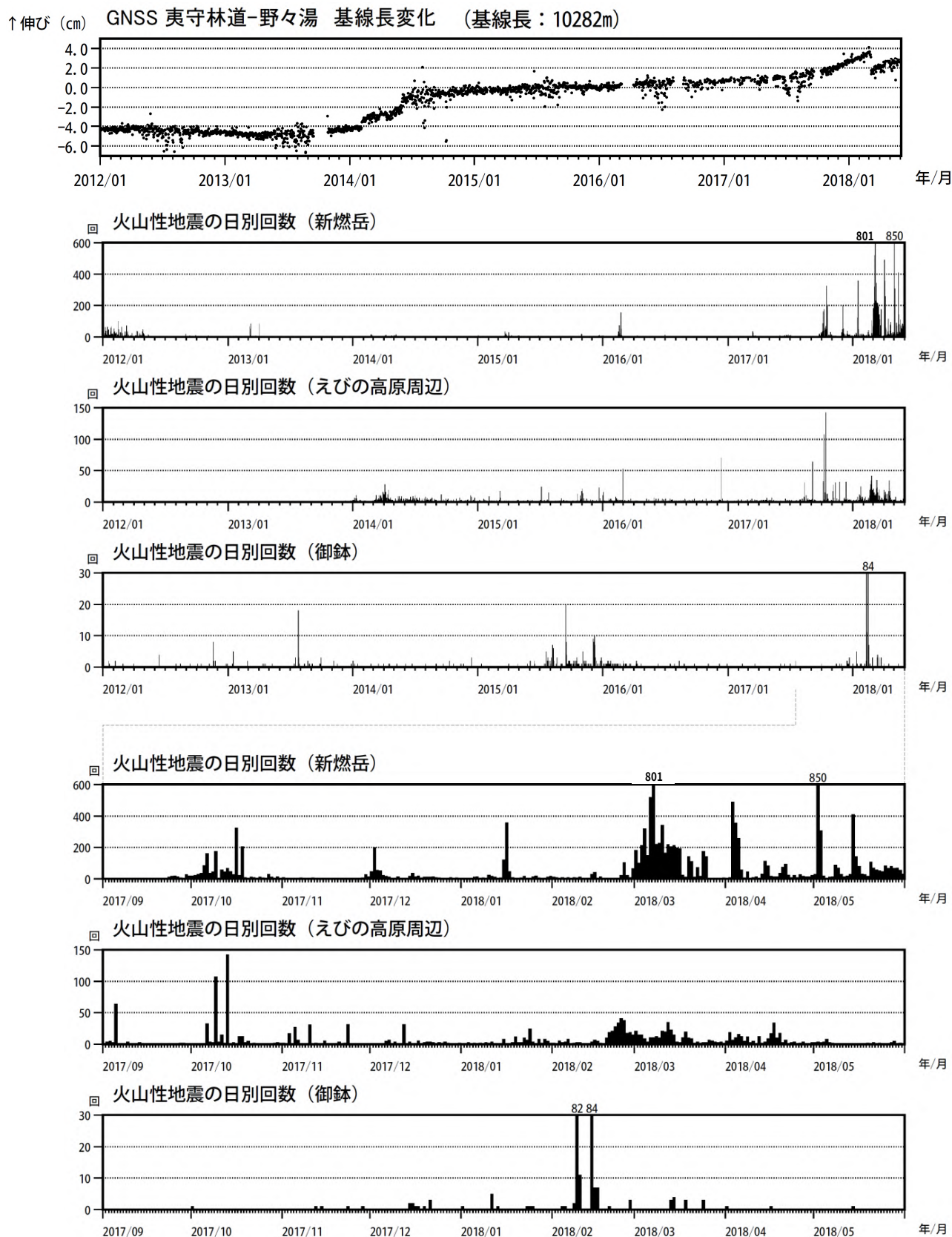


図 1 霧島山 活動経過図 (2012 年 1 月～2018 年 5 月)

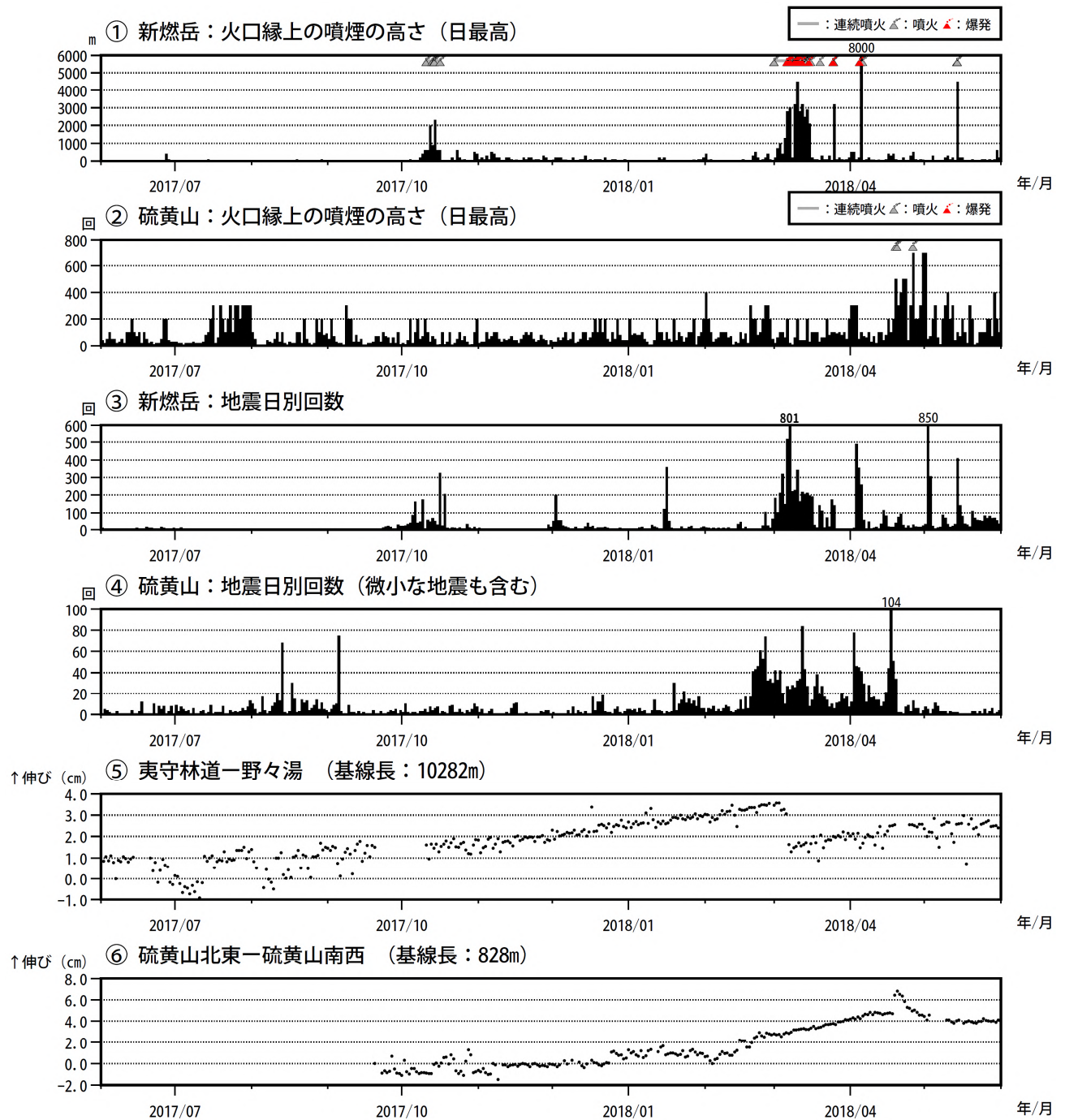


図2 霧島山 新燃岳及び硫黄山の活動経過図（2017年6月～2018年5月）



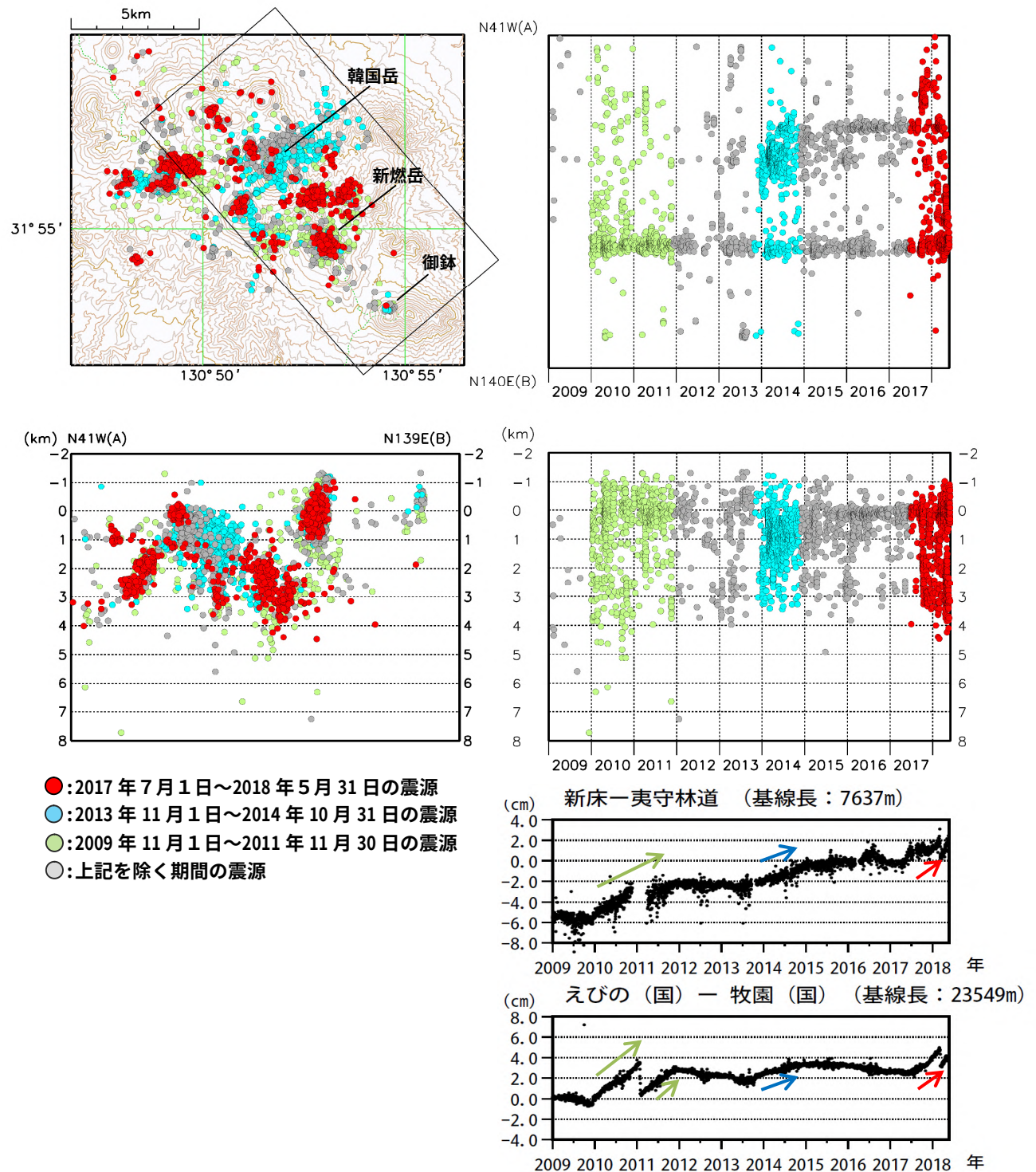


図3 霧島山 広域の地震活動と GNSS 基線長変化 (2009 年 1 月～2018 年 5 月 31 日)

<2018 年 2 月～2018 年 5 月 31 日の状況>

- 震源は主に硫黄山周辺と新燃岳火口直下の他、新燃岳の北側 2 km 付近や大幡山付近に分布した。
- 2017 年 7 月頃からの GNSS の伸び (赤矢印) が継続している期間には、えびの岳付近や大浪池付近など、霧島山の広域で地震の発生がみられる。
- 2014 年の GNSS の伸び (青矢印) が認められた期間や 2011 年 2 月の新燃岳における準ブリーニ式噴火の前後の GNSS の伸び (緑矢印) が継続している期間でも、大浪池付近、韓国岳の周辺及び北東側など、霧島山の広域で地震の増加が認められた。

(国): 国土地理院、国土地理院の解析結果 (F3 解及び R3 解) を使用した。

\*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。



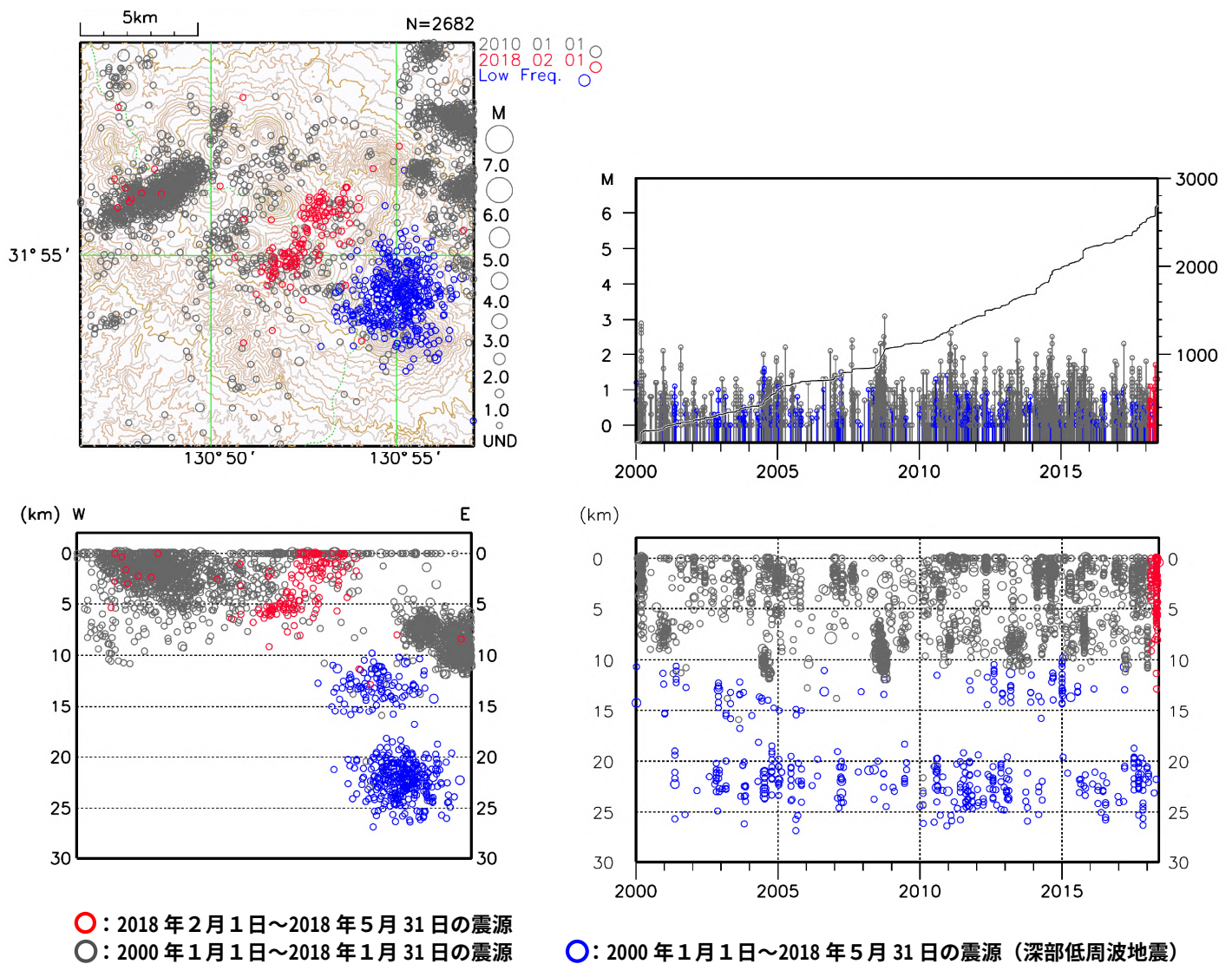


図 4 霧島山 一元化震源による広域の地震活動（2000 年 1 月～2018 年 5 月 31 日）

＊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表示されることがある。

＊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。



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

新燃岳火口付近では、噴火による地表面変化のため非干渉領域が認められる。  
えびの高原（硫黄山）付近において、2018 年 4 月 19 日の噴火の前後に顕著な位相変化が認められる。

### 1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された霧島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.    |
|--------------------|-------|---------|------------|----------------|--------------|---------------|
| 23-2970(SM1_U2-7)  | 南行    | 右       | 36.1°      | 2018.03.05     | 2018.04.16   | 第 1 図-A, D, G |
|                    |       |         |            | 2018.04.16     | 2018.05.14   | 第 1 図-B, E, H |
|                    |       |         |            | 2018.05.14     | 2018.06.11   | 第 1 図-C, F, I |
| 30-2930(SM1_U3-13) | 南行    | 左       | 52.9°      | 2018.03.12     | 2018.03.26   | 第 2 図-A, D, G |
|                    |       |         |            | 2018.03.26     | 2018.04.23   | 第 2 図-B, E, H |
|                    |       |         |            | 2018.04.23     | 2018.05.21   | 第 2 図-C, F, I |
| 131-620(SM1_U2_9)  | 北行    | 右       | 42.9°      | 2018.03.13     | 2018.03.27   | 第 3 図-A, D, G |
|                    |       |         |            | 2018.03.27     | 2018.04.10   | 第 3 図-B, E, H |
|                    |       |         |            | 2018.04.10     | 2018.06.05   | 第 3 図-C, F, I |

### 3. 解析結果

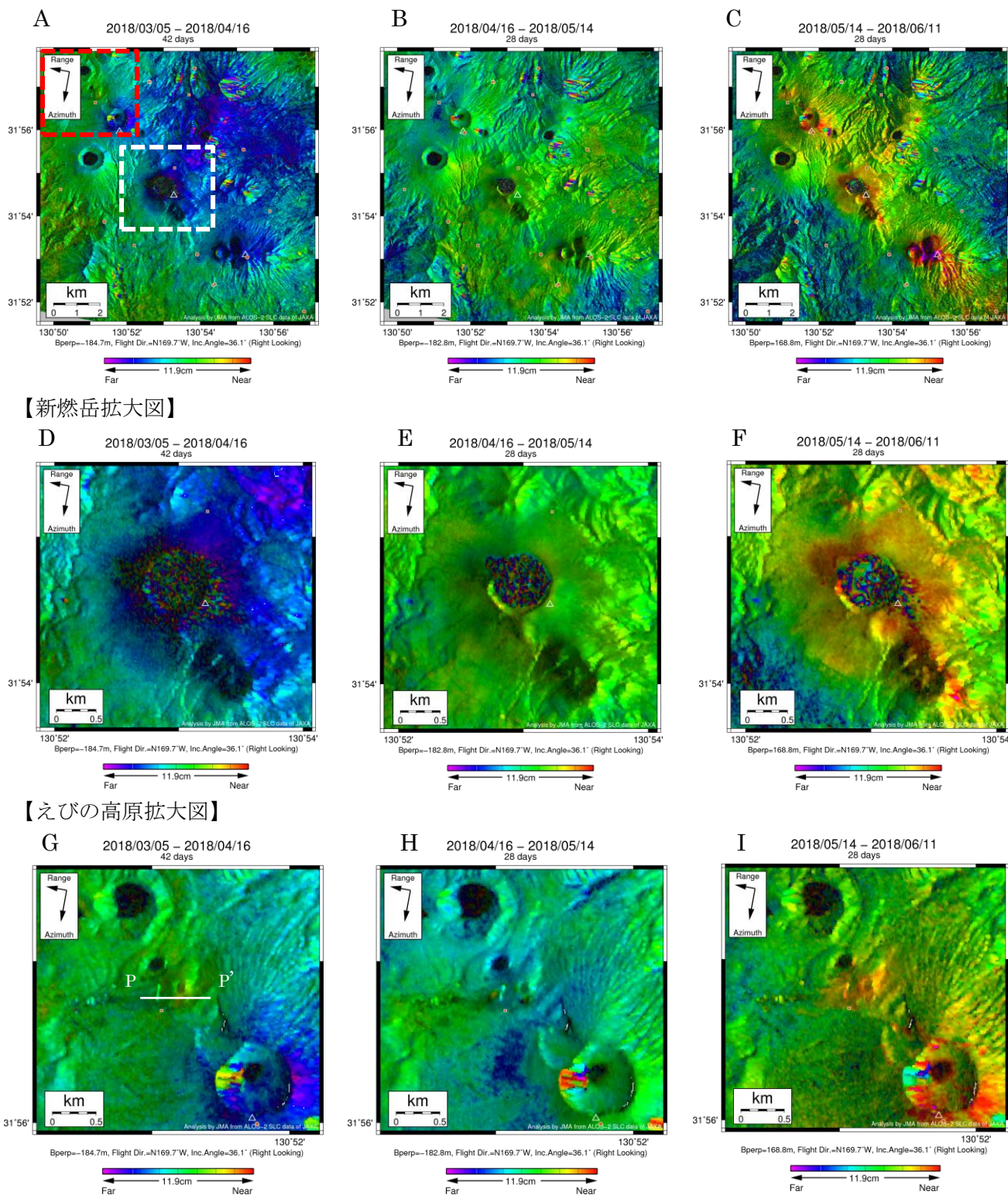
北行軌道及び南行軌道について 2018 年 3 月以降の短期のペアについて解析を行った。霧島山周辺及びえびの高原（硫黄山）周辺の干渉画像を第 1～3 図に、えびの高原（硫黄山）周辺の地表変位の時間変化を第 4～6 図に示した。

新燃岳火口付近では、2018 年 3 月の噴火による地表面変化のため非干渉領域が認められる。なお、パス 23 の直近のペア（5/14-6/11）では新燃岳火口内の北西部付近においてわずかに干渉領域が認められる。

えびの高原（硫黄山）付近では、2017 年 12 月以降、継続して衛星視線方向短縮が認められる。パス 30 において、2018 年 4 月 19 日の噴火を挟むペア（3/26-4/23）で顕著な衛星視線方向短縮の位相変化が認められるが、噴火後のペア（4/23-5/21）では衛星視線方向伸長に反転した。一方、パス 23 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い。パス 131 では、噴火を挟むペア（4/10-6/10）で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。以上のことから、えびの高原（硫黄山）付近で見られた顕著な変動は、2018 年 4 月 16 日以降に始まり、5 月 14 日までには終息したと考えられる。

なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などを行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

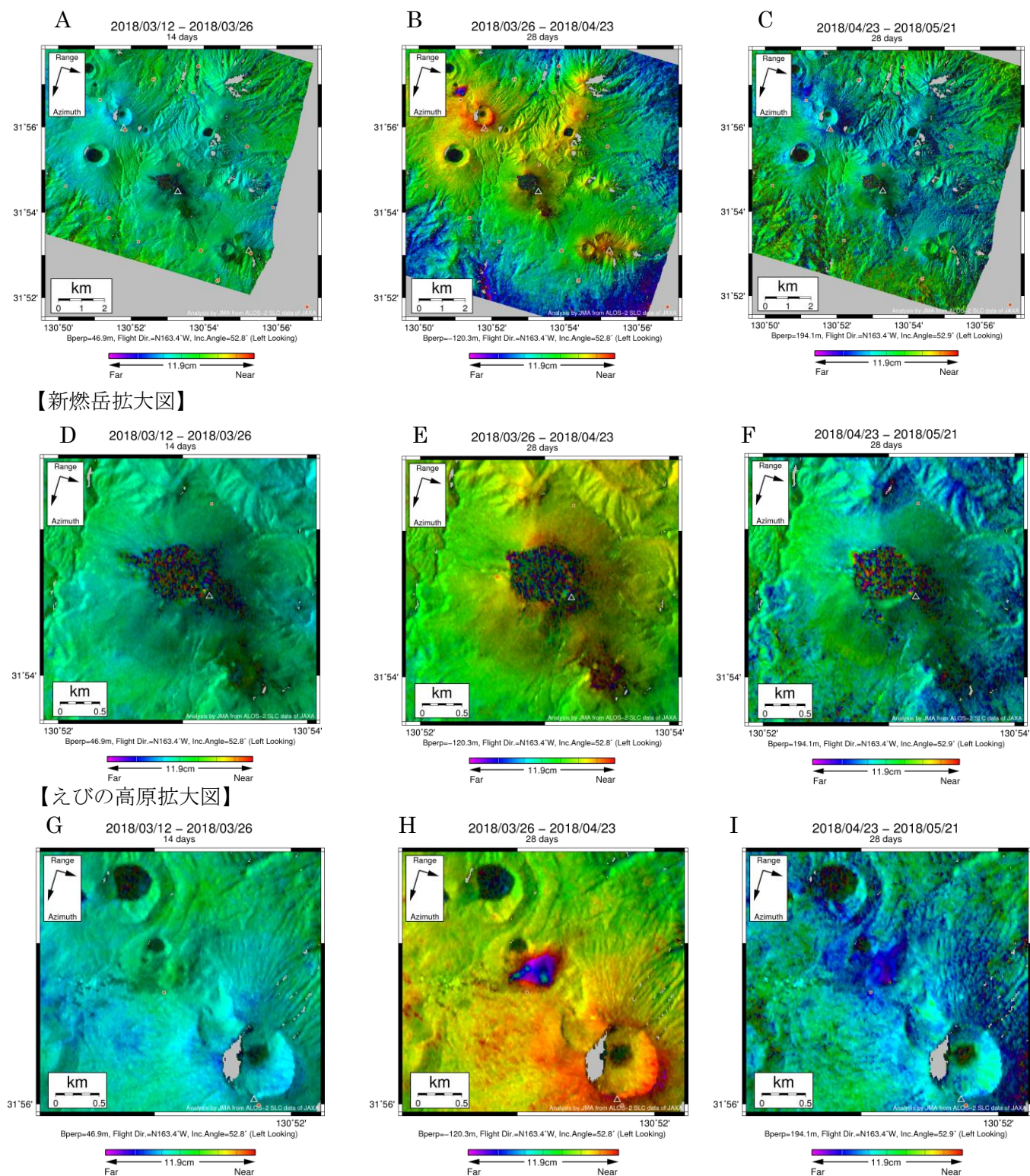




第 1 図 パス 23(SM1\_U2-7)による霧島山周辺の干渉解析結果(上段)、新燃岳付近の拡大図(中段)、えびの高原付近の拡大図(下段)

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。A の白破線は新燃岳付近、赤破線はえびの高原付近の拡大図を示す。新燃岳火口付近では、2018 年 3 月の噴火による地表面変化のため非干渉領域が認められるが、直近のペア (F) では火口内の北西部付近でわずかに干渉領域が認めれる。えびの高原 (硫黄山) 付近では、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

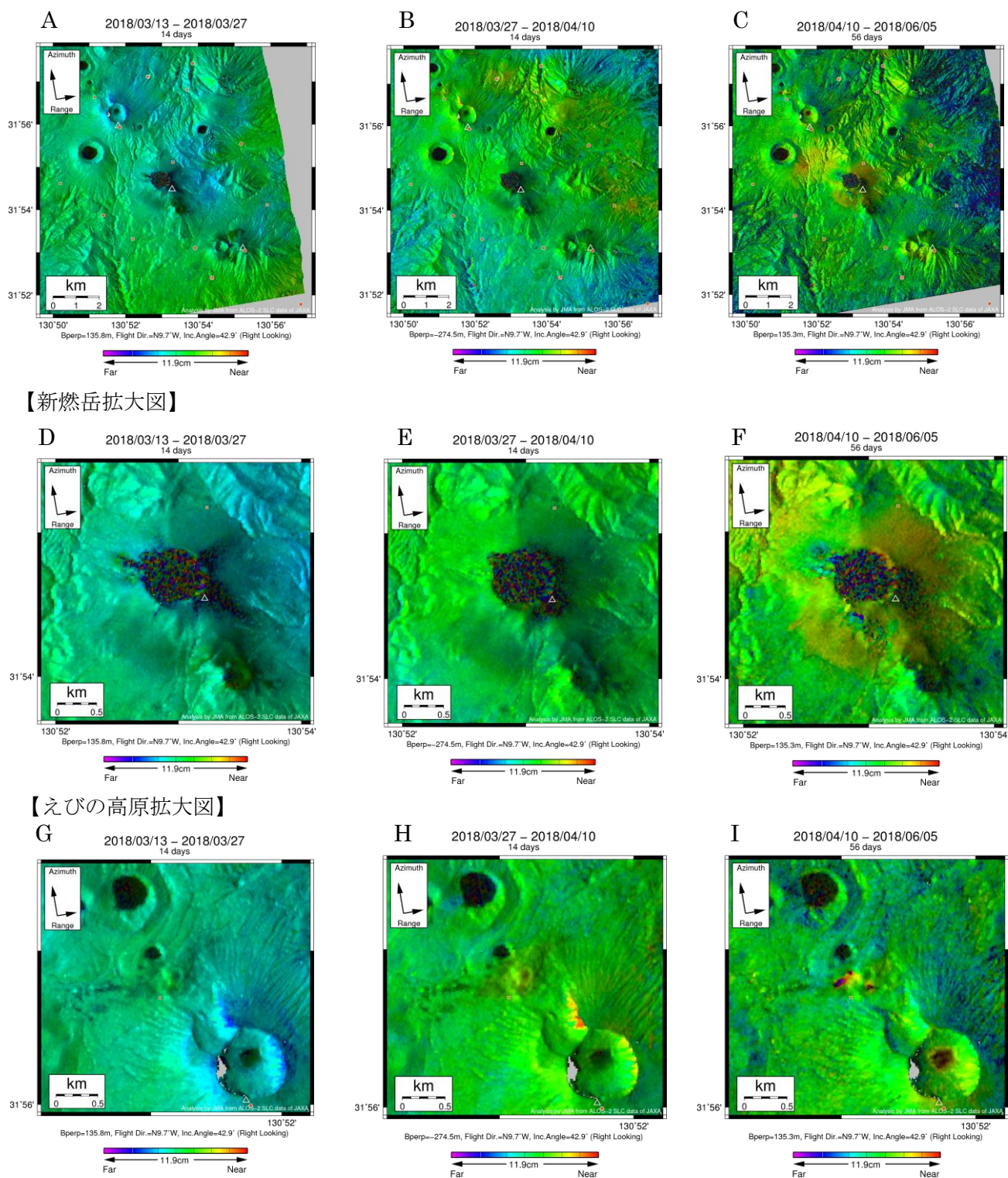




第 2 図 パス 30 (SM1\_U3-13) による霧島山周辺の干渉解析結果(上段)、新燃岳付近の拡大図(中段)、えびの高原付近の拡大図(下段)

凡例は第 1 図と同じ。新燃岳火口付近では、2018 年 3 月の噴火による地表面変化のため非干渉領域が認められる。えびの高原(硫黄山)付近では、2018 年 4 月 19 日の噴火前のペア(A 及び G)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い。一方、噴火を挟むペア(B 及び H)では、硫黄山及びその西側約 500m の新たに噴火が生じた地点付近において顕著な衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。噴火後のペア(C 及び I)では、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

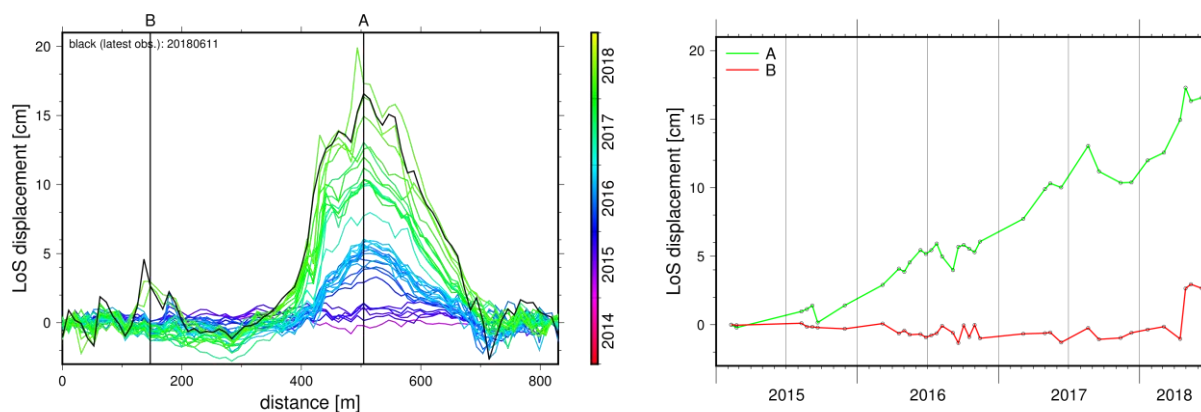




第 3 図 パス 131 (SM1\_U2-9) による霧島山周辺の干渉解析結果(上段)、新燃岳付近の拡大図(中段)、えびの高原付近の拡大図(下段)

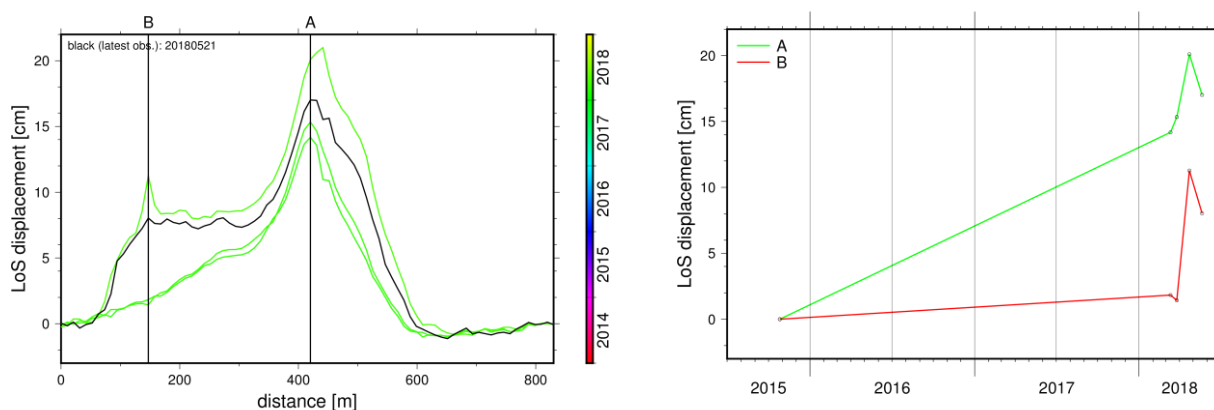
凡例は第 1 図と同じ。新燃岳火口付近では、2018 年 3 月の噴火による地表面変化のため非干渉領域が認められる。えびの高原(硫黄山)付近において、噴火前のペア(AとG及びBとH)ではノイズレベルを超えるような位相変化は認められないが、噴火を挟むペア(CとI)では、硫黄山及び新たに噴気が生じた地点付近において衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。





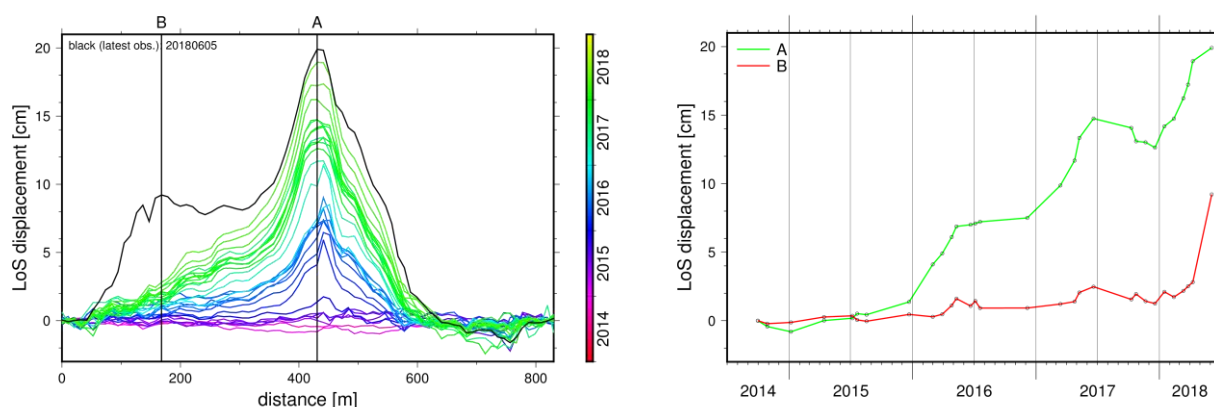
第 4 図 パス 23 を用いたえびの高原（硫黄山）付近の地表変位の時間変化

左は東西断面、右は時系列を示す。視線距離短縮を正とする。東西断面の位置は第 1 図-G 中の P-P'。A では 2017 年 12 月 11 日の観測以降、衛星視線方向短縮が継続している。B では 2018 年 4 月 19 日の噴火を挟む期間（4 月 16 日から 5 月 14 日）において衛星視線方向短縮の変動が認められる。



第 5 図 パス 30 を用いたえびの高原（硫黄山）付近の地表変位の時間変化

凡例は第 4 図と同じ。A では噴火を挟む期間（3 月 26 日-4 月 23 日）において顕著な衛星視線方向短縮の位相変化が見られたが、その後反転し、4 月 21 日から 5 月 21 日にかけて衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。B では噴火を挟む期間（3 月 26 日から 4 月 23 日）において衛星視線方向短縮の顕著な位相変化が認められたが、その後、衛星視線方向伸長に反転した。



第 6 図 パス 131 を用いたえびの高原（硫黄山）付近の地表変位の時間変化

凡例は第 4 図と同じ。A では 2017 年 12 月 19 日の観測以降、衛星視線方向短縮が継続している。B では噴火を挟む期間（4 月 10 日-6 月 5 日）において衛星視線方向短縮の顕著な位相変化が認められる。

## 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。

## 霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水等の化学・安定同位体組成

(2018 年 5 月 29 日現在)

霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水・河川水の化学組成と水素・酸素安定同位体比の分析した。2018 年 5 月 29 日、同年 4 月 19 日の噴火口周辺に 2 カ所(V1, P 地点)に湯溜りが認められた。これらの湯溜りを満たす熱水は強酸性で、一般に高温の火山ガスに多く含まれる Cl を高濃度含み、水素・酸素安定同位体比はマグマ水に近い。湯溜りから流下した熱水、硫黄山西麓の湧水が流れ込む硫黄山の西約 1km 地点では、同年 4 月 30 日に河川水の Cl/SO<sub>4</sub> モル比が 2.3 に達し、その後は漸減し、同比は 5 月 31 日観測時点で 1.3 まで低下した。

## 【試料・分析】

2016 年 8 月以降、霧島山硫黄山周辺の湧水、河川水、湯溜りを採取し、化学組成および水素・酸素安定同位体比を分析している。本報告では、主に 2018 年 3 月 28 日以降に採取した湧水、河川水、湯溜り(図 1)の分析結果を報告する。採取した試料水は、現地で水温を測定し、孔径 0.45  $\mu$  m メンブレンフィルターでろ過処理した後分析に供した。

## 【結果】

2018 年 5 月 29 日の現地調査では、2018 年 5 月 29 日の現地調査では、同年 4 月 19 日の噴火口周辺に 2 カ所(V1, P 地点)の湯溜りが認められ(図 2, 3, 4), P 地点湯溜りから溢れた熱水が硫黄山の西側斜面を流下しているのが認められた(図 4)。このほか、硫黄山の西麓 B 地点の 1 カ所にも湯溜りが認められた(図 4, 5)。この湯溜りは V1 および P 地点の湯溜りに比較して規模が小さく、周囲の土砂と混合した茶色の熱水が跳ね上げて湯溜りの周囲に飛散させていたが、調査時点では顕著な熱水の流出は認められなかった(図 6)。

図 8 に試料水の水素・酸素安定同位体比( $\delta D$ ・ $\delta^{18}O$ )の関係を示す。V1, P 地点湯溜りを満たす熱水の  $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$  値はマグマ水(日下部・松葉谷, 1986)に近く、その他の湧水、河川水は大よそ V1, P 地点湯溜りと天水線を結ぶような系列にある。このことは、これらの水が大局的には硫黄山を起源とする熱水と天水との混合によって形成されていることを示唆する。図 9 には水・岩石相互作用を仮定して熱水の貯留状態を推定に有効とされる Na-K-Mg 組成図(Giggenbach, 1988)を示した。一般的に、岩石との反応が十分に平衡に達していない(未成熟な)水は、Mg 端付近にプロットされる。強い酸性を示す硫黄山周辺の試料水は、Na-K-Mg 組成図上で“未成熟な水”の領域にあり、溶存濃度の高い V1, P 湯溜りを一端とする Mg 端との直線上にある。これらのことは、安定同位体比の特徴と同じく、本報告で分析した試料水が、大局的には硫黄山を起源とする熱水と天水との混合であることを示唆する。

定期的に観測を実施している硫黄山西麓 A 地点の湧水(図 7)は Cl/SO<sub>4</sub> モル比が 1.6 であり、当該湧水は硫黄山の西側斜面を流下していた。硫黄山の西約 1km の C 地点では、4 月 8 日には河川水の白濁～灰濁が確認され、翌 4 月 9 日時点で 0.9 だった Cl/SO<sub>4</sub> モル比は 4 月



30 日に 2.3 に達し、その後は漸減して 5 月 31 日観測時点で 1.3 まで低下している。当該観測地点は V1, P 地点湯溜りおよび A 地点湧水の下流に位置しており、C 地点での  $Cl/SO_4$  比の変化は硫黄山の湯溜り・湧水の  $Cl/SO_4$  比を反映しているとみられる。表 1 には、硫黄山から北西約 7km の D 地点の河川水(長江川)の分析結果も併記した。同地点では 4 月 30 日時点で 2.6 だった  $Cl/SO_4$  比は 5 月 9 日には 1.7 に低下した(表 1)。

参考文献

日下部実, 松葉谷治 (1986) マグマ性揮発物質・火山ガス・地熱水. 火山, 30, S267-283.  
Giggenbach, W. F. (1988) Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators. Geochimica et Cosmochimica Acta, 52, 2749-2765.

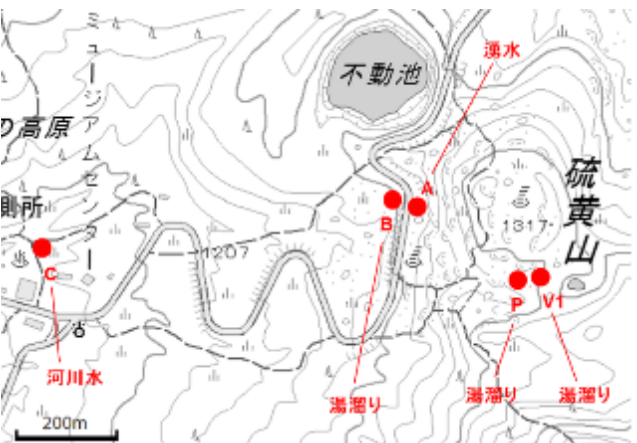


図 1a. 試料採取地点(V1, P, A, B, C) 図 1b. 試料採取地点(D: 長江川)  
(背景地図に地理院地図: 電子国土 web を使用した)

表 1. 霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水の化学組成 (2018 年 3 月 28 日以降)

| 採水地点              | 採取日       | WT<br>°C | pH   | E.C.<br>S/m | Cl<br>mg/L | SO <sub>4</sub><br>mg/L | Al<br>mg/L | Ca<br>mg/L | Fe<br>mg/L | K<br>mg/L | Mg<br>mg/L | Mn<br>mg/L | Na<br>mg/L | SD <sub>2</sub><br>mg/L | δD<br>‰ | δ <sup>18</sup> O<br>‰ | Cl/SO <sub>4</sub><br>molar ratio |
|-------------------|-----------|----------|------|-------------|------------|-------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-------------------------|---------|------------------------|-----------------------------------|
| A: 硫黄山西麓湧水        | 2018/3/28 | 57.5     | 1.56 | 1.53        | 1190       | 3510                    | 183        | 277        | 155        | 64.2      | 165        | 9.2        | 342        | 337                     | -39.5   | -3.9                   | 0.92                              |
| A: 硫黄山西麓湧水        | 2018/5/29 | 68.2     | 1.47 | 2.35        | 3110       | 5370                    | 319        | 410        | 983        | 118       | 381        | 23.5       | 717        | 387                     | -36.4   | -2.6                   | 1.57                              |
| V1: 湯溜り①-硫黄山南側    | 2018/5/29 | 86.7     | 0.52 | > 10        | 12300      | 26600                   | 1210       | 988        | 959        | 506       | 1260       | 85.7       | 1940       | 1010                    | -18.4   | 4.6                    | 1.26                              |
| P: 湯溜り②-硫黄山南側     | 2018/5/29 | 86.4     | 0.61 | > 10        | 11700      | 24200                   | 1350       | 903        | 1210       | 479       | 1240       | 84.1       | 1850       | 843                     | -13.7   | 5.3                    | 1.31                              |
| B: 湯溜り③-硫黄山西麓     | 2018/5/29 | 96.3     | 2.45 | 0.43        | 303        | 1640                    | 33.6       | 109        | 592        | 43.2      | 56.5       | 3.3        | 117        | 291                     | -19.8   | 1.1                    | 0.50                              |
| C: 河川水-コミュニティ7A裏側 | 2018/4/9  | 13.5     | 1.98 | 0.72        | 638        | 1890                    | 122        | 136        | 192        | 37.6      | 71.5       | 3.9        | 191        | 209                     | -44.2   | -5.9                   | 0.92                              |
| C: 河川水-コミュニティ7A裏側 | 2018/4/30 | 37.4     | 0.93 | 6.19        | 7920       | 9400                    | 292        | 530        | 511        | 397       | 974        | 69.7       | 1850       | 871                     | -27.0   | 0.52                   | 2.28                              |
| C: 河川水-コミュニティ7A裏側 | 2018/5/9  | 29.4     | 1.25 | 3.08        | 3440       | 5210                    | 275        | 280        | 327        | 172       | 399        | 28.3       | 779        | 408                     | -36.9   | -3.7                   | 1.79                              |
| C: 河川水-コミュニティ7A裏側 | 2018/5/15 | 27.5     | 1.38 | 2.45        | 2740       | 4840                    | 305        | 285        | 395        | 127       | 320        | 21.6       | 533        | 338                     | -37.6   | -3.8                   | 1.53                              |
| C: 河川水-コミュニティ7A裏側 | 2018/5/22 | 24.2     | 1.61 | 1.55        | 1650       | 3280                    | 235        | 213        | 349        | 70.0      | 209        | 13.0       | 306        | 261                     | -40.6   | -4.8                   | 1.37                              |
| C: 河川水-コミュニティ7A裏側 | 2018/5/31 | ND       | 1.17 | 3.59        | 3330       | 7110                    | 418        | 325        | 473        | 147       | 370        | 23.2       | 563        | 308                     | -       | -                      | 1.27                              |
| D: 河川水-長江川        | 2018/4/21 | ND       | 1.84 | 1.67        | 3330       | 3140                    | 131        | 563        | 678        | 173       | 520        | 39.3       | 840        | 562                     | -35.0   | -3.4                   | 2.87                              |
| D: 河川水-長江川        | 2018/4/27 | ND       | 1.46 | 2.11        | 2750       | 2990                    | 84.3       | 225        | 321        | 130       | 374        | 31.1       | 623        | 419                     | -38.9   | -4.7                   | 2.49                              |
| D: 河川水-長江川        | 2018/4/30 | ND       | 1.34 | 2.60        | 3300       | 3480                    | 140        | 240        | 221        | 157       | 405        | 33.5       | 750        | 465                     | -38.1   | -4.3                   | 2.57                              |
| D: 河川水-長江川        | 2018/5/9  | 14.7     | 2.39 | 0.25        | 222        | 362                     | 21.3       | 29.5       | 12.1       | 10.7      | 28.7       | 2.6        | 51.9       | 62.4                    | -44.9   | -7.2                   | 1.66                              |

pH, EC の測定にはガラス電極 (HORIBA, 9615S)、白金-白金黒電極 (HORIBA, 3552-100) を接続したポータブル pH/EC 計 (HORIBA, D-74) を使用した。  
Cl/SO<sub>4</sub> はイオンクロマトグラフ法 (Thermo, Integron), その他の成分はマイクロ波プラズマ原子発光分析装置 (Agilent 4210 MP-AES) を使用した。  
δD, δ<sup>18</sup>O の分析にはキャピタリリングダウン分光法 (PDAARR, L-2120-i) を使用した。



図 2. V1 地点の湯溜りの様子.



図 3. V1—P 地点間の様子.

V1 地点の湯溜りから溢れた一部の熱水は P 地点湯溜り方面に流下していた.



図 4. P 地点の湯溜りの様子.

P 地点の湯溜りから流出した熱水は、硫黄山の西麓方向に流下していた.



図 5. P 地点の湯溜りから流出した熱水が硫黄山の西麓を流下する様子.

霧島山（硫黄山）





図 6. B 地点の湯溜りの様子.  
周囲の土砂と混合した茶色の熱水が跳ね上がり，湯溜りの周囲に飛散していた.



図 7. 硫黄山西麓 A 地点の湧水の様子.

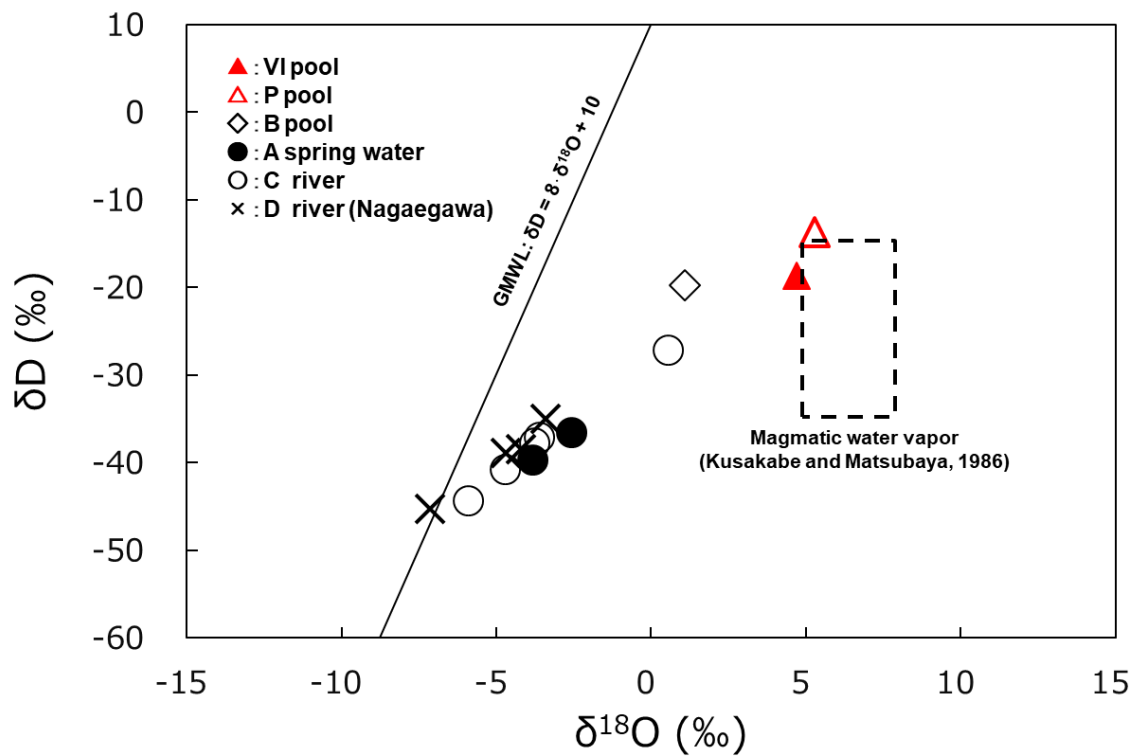


図 8. 試料水の水素・酸素安定同位体比( $\delta D \cdot \delta^{18}O$ )

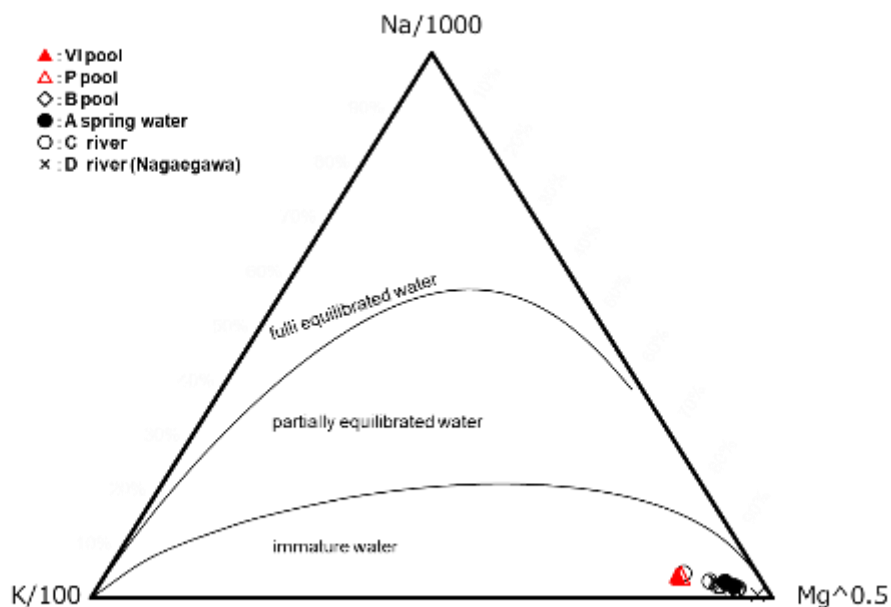


図 9. Na-K-Mg 組成図

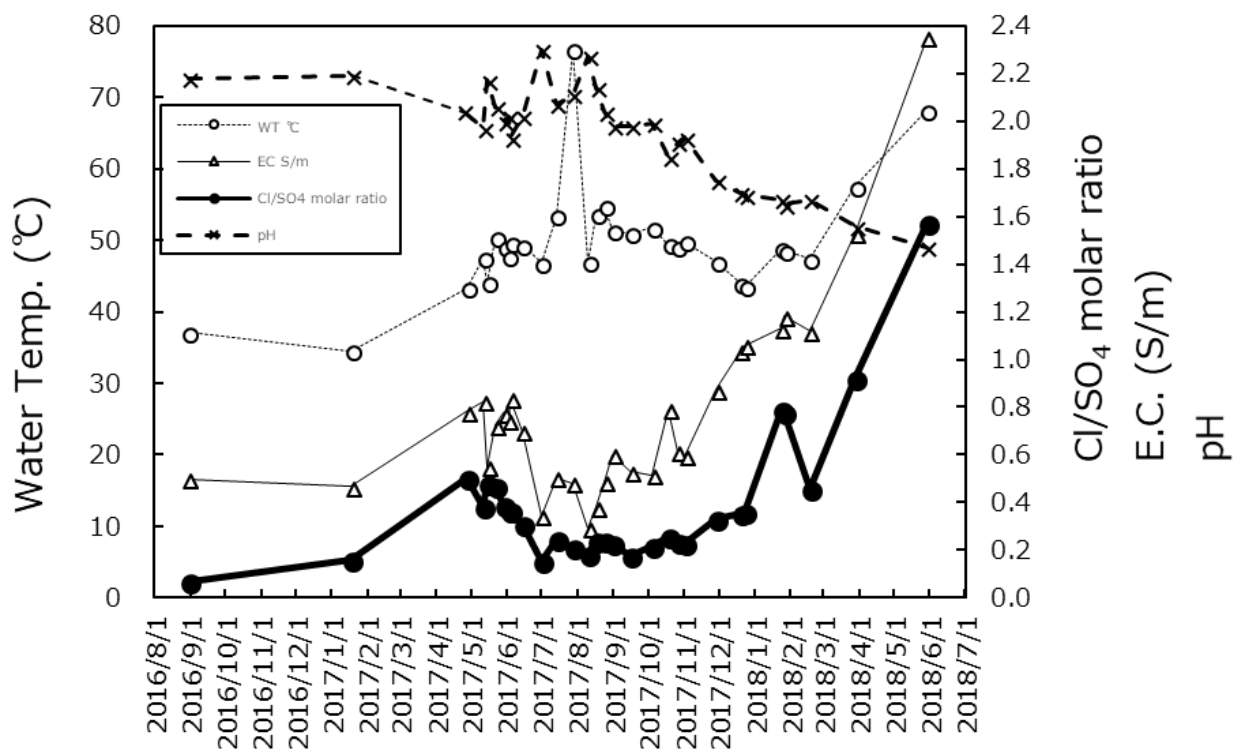


図 10. 硫黄山西麓域 A 地点湧水の Cl/SO<sub>4</sub> モル比, 電気伝導度, pH, および水温の変化\*

\*2018 年 3 月 28 日以前の分析値は, 第 140 回火山噴火予知連絡会資料による。



## 気象レーダーで観測した 2018 年霧島山（新燃岳）噴火に伴う噴煙エコーについて

気象レーダーによる観測結果から、以下のことが分かった。

- ・気象庁一般気象レーダー（種子島・福岡）によって、霧島山（新燃岳）の噴火に伴う噴煙エコーの消長が捉えられていた。
- ・2018 年 4 月 5 日 3 時 31 分からの連続噴火では、3 時 50 分～4 時 00 分にかけて、4 台の気象レーダー（種子島・福岡・広島・室戸岬）で噴煙エコーを観測した。
- ・気象レーダーによる確率的推定結果を用いて、2018 年 4 月 5 日 4 時頃の噴煙の海拔高度は  $8,780 \pm 892\text{m}$  ( $1\sigma$ ) と推定される（佐藤・他 (2016) の方法に基づく※）。

※：局所的な気象（降水）エコーとの区別など、更なる解析が必要。

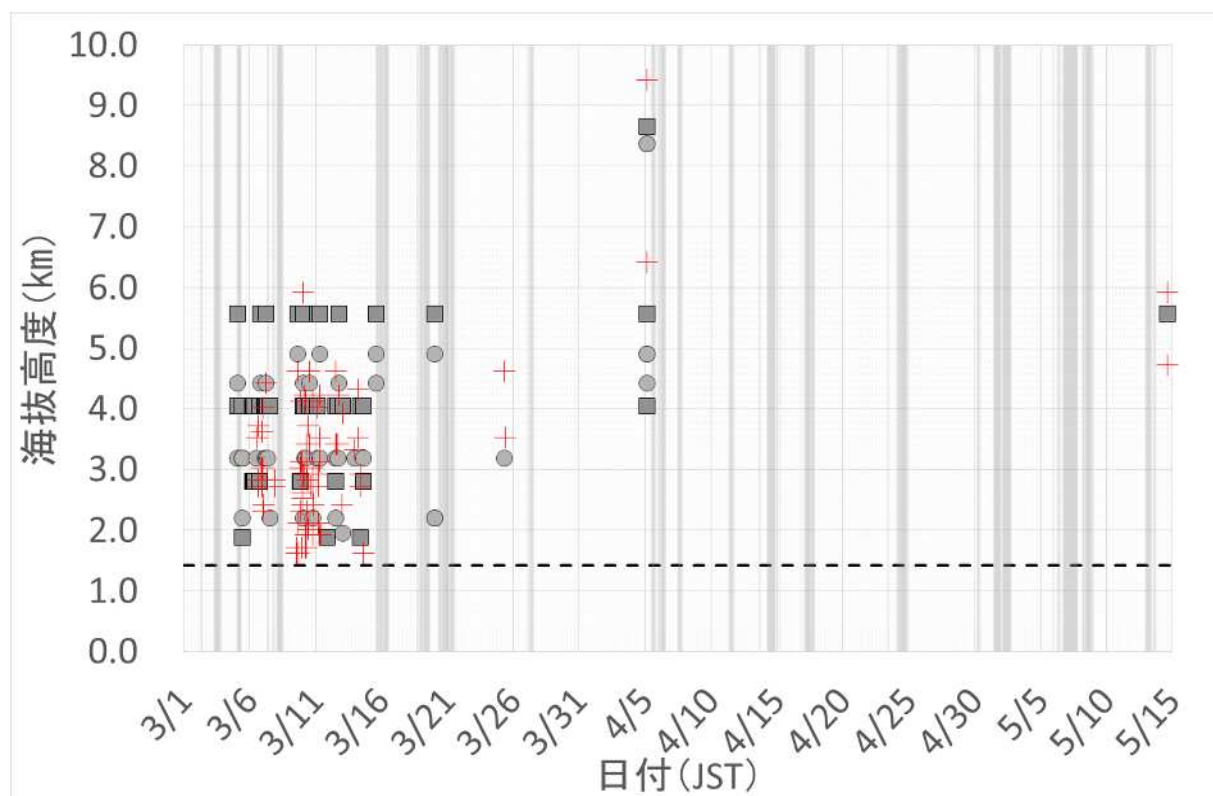


図 1：2018 年 3 月 1 日～5 月 14 日種子島・福岡レーダーによる噴煙エコー高度。

●が種子島レーダー、■が福岡レーダーによる観測。+は噴火観測表のデータ。

気象エコーにより噴煙の認識が難しい時間帯は、背景を灰色にしている。

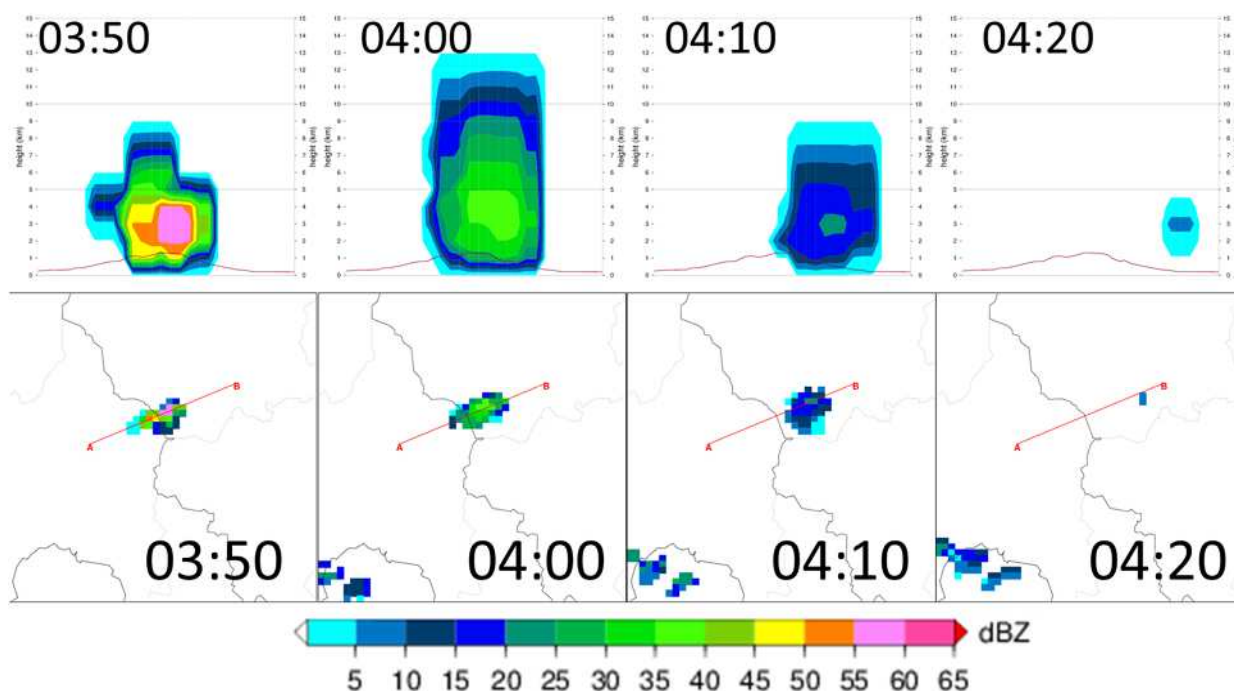


図 2：2018 年 4 月 5 日 3 時 50 分～4 時 20 分のレーダー合成断面図（上）と海拔 3km 高度平面図（下）表示している時間までの 10 分間のデータが合成に用いられている。上図における噴煙エコー高度は未補正のため過大である可能性があることに注意。

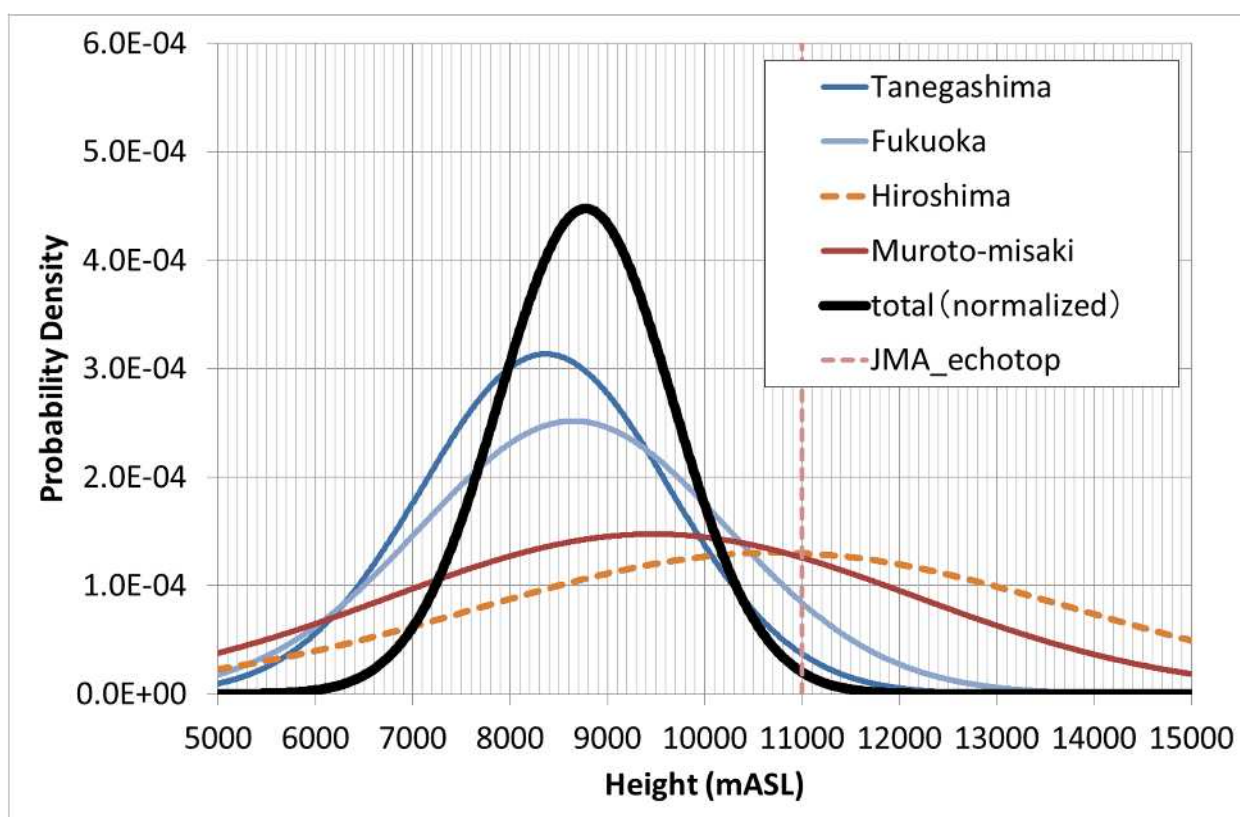


図 3：気象レーダーによる確率的推定結果。

2018 年 4 月 5 日 3 時 50 分～4 時 00 分のレーダーデータを用いた。

## 注意事項：

ビーム高度は、等価地球半径を地球半径の  $4/3$  倍と近似して計算。大気の屈折率とビーム幅による誤差、低仰角では観測値が地形除去処理の影響を受けることに注意。また、現状では、噴煙エコーと、山岳地形の影響で発生した局所的な気象（降水）エコーとの明瞭な区別は出来ない。

## 用語の説明：

$\sigma$ ：標準偏差。正規分布を仮定した場合、 $\pm 1\sigma$  が 68.3%、 $\pm 2\sigma$  が 95.4%、 $\pm 3\sigma$  が 99.7% の確率に相当する。

## 参考文献：

佐藤英一，福井敬一，新堀敏基，石井憲介，高木朗充，菅井明，黒木英州，真木雅之（2016）気象レーダー網を用いた噴煙高度の確率的推定手法について．日本気象学会大会講演予稿集，109，259.



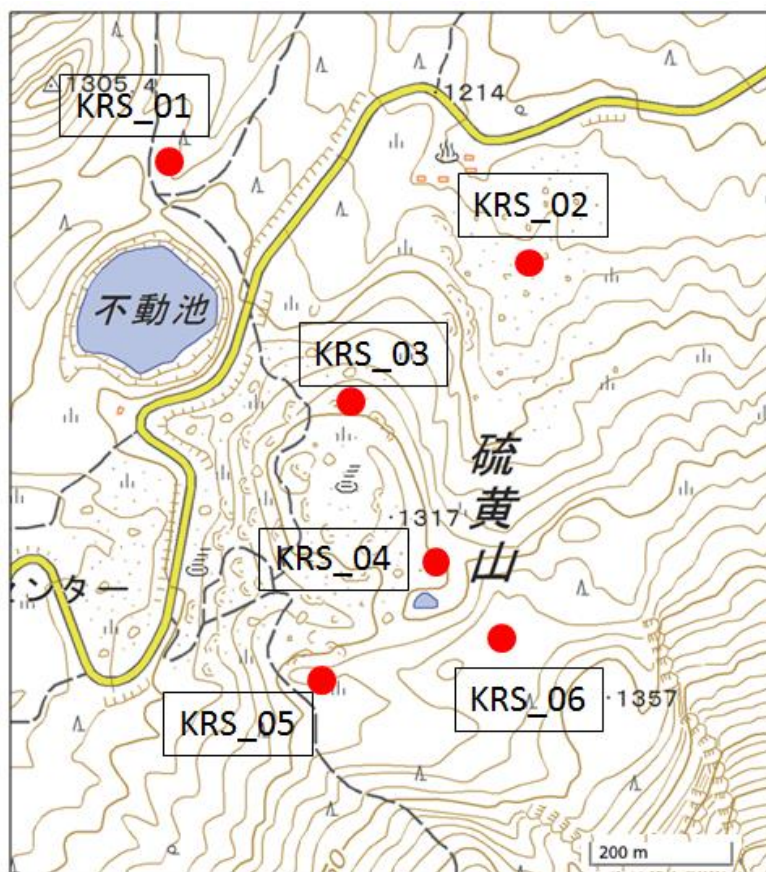
## 霧島山（硫黄山）における地磁気全磁力変化

地磁気全磁力観測の結果、霧島山の硫黄山における熱消磁現象の進行は、2018 年 2 月下旬頃から加速している可能性がある。

### ・地磁気全磁力観測

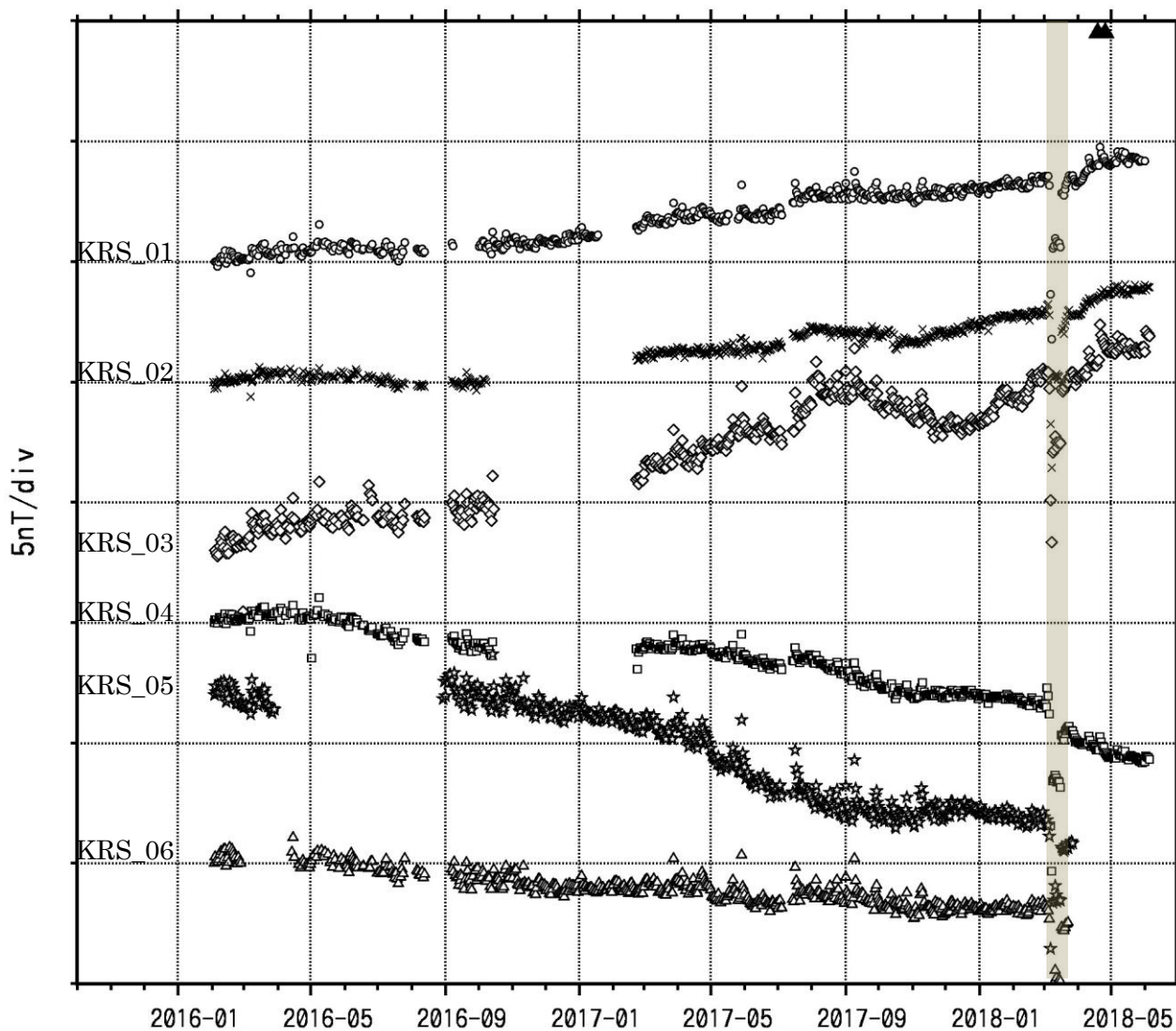
第 1 図に硫黄山周辺における全磁力連続観測点（KRS\_01～06）の分布、第 2 図に参照点（硫黄山南東約 10km）で観測された全磁力値を基準とした各全磁力連続観測点の全磁力変化を示す。観測開始以降、おおむね硫黄山山頂部の噴気帯北側の観測点では全磁力の増加、南側の観測点では全磁力の減少が観測され、硫黄山で熱消磁が進行していたことを示唆する。

今年 3 月 6 日から 3 月 16 日にかけて参照点の全磁力データの異常変動が発生した（第 2 図）。原因は不明であるがこの異常変化の影響を避けるため、地磁気観測所祓川観測点（硫黄山南約 60km）で観測された全磁力値を基準とした場合の各全磁力連続観測点の全磁力変化についても調査した（第 3 図）。結果、今年 2 月下旬以降、KRS\_03 および KRS\_04 でそれぞれ全磁力の増加および減少の速度が大きくなっていることがわかった。したがって今年 2 月下旬以降、熱消磁の進行が加速した可能性がある。

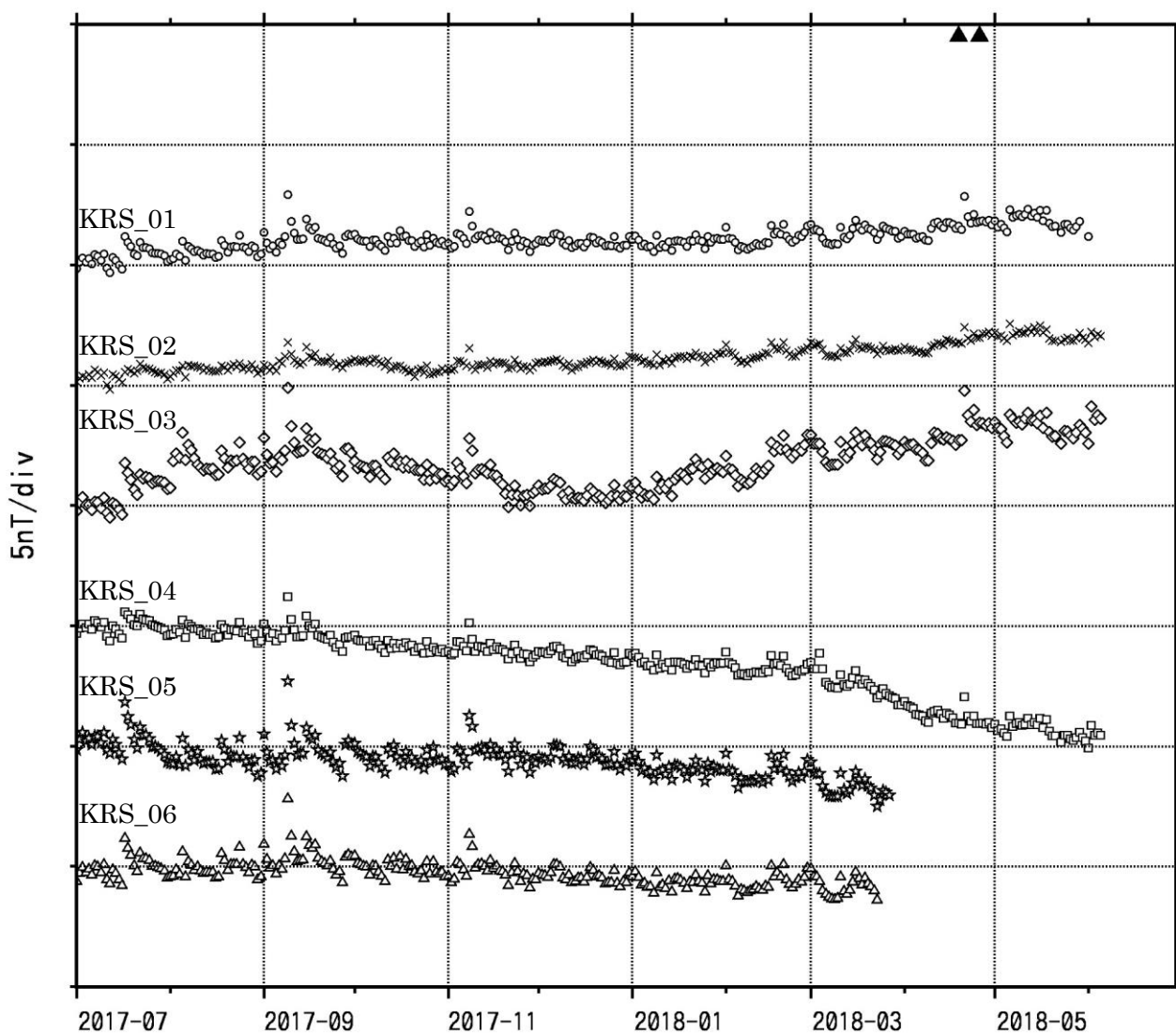


第 1 図 霧島山の硫黄山周辺の全磁力観測点配置図

この地図の作成には国土地理院の地理院地図（電子国土 Web）を使用した（承認番号 平 29 情使、第 798 号）。



第 2 図 参照点で観測された全磁力値を基準とした場合の各全磁力連続観測点における 00:00 から 02:59 (JST) での全磁力日平均値 (2016 年 2 月～2018 年 6 月 5 日)。灰色で示す部分は、参照点で異常な全磁力変動が観測された期間を示す。図上部の三角は噴火の発生を示す。



第3図 地磁気観測所祓川観測点で観測された全磁力値を基準とした場合の各全磁力連続観測点における 00:00 から 02:59 (JST) での全磁力日平均値 (2017 年 7 月～2018 年 6 月 5 日)。図上部の三角は噴火の発生を示す。