霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）の火山活動
－2019 年２月～2023 年 11 月 30 日－*
Volcanic Activity around Mt. Iwo-yama, Kirishimayama Volcano
－February 1, 2019 – November 30, 2023－

鹿児島地方気象台
福岡管区気象台地域火山監視・警報センター
Kagoshima Local Meteorological Office, JMA
Regional Volcanic Observation and Warning Center,
Fukuoka Regional Headquarters, JMA

・噴煙など表面現象の状況（第１～５図、第６図-①②、第７図-①②）

硫黄山では 2018 年４月 27 日以降、噴火は観測されていない。

硫黄山の南側の噴気地帯では、活発な噴気活動が続いており、2022 年 11 月以降、ごく小規模な噴出現象や熱水の噴気孔外への流出が時折観測されている。硫黄山の西側 500m付近の噴気活動は、やや活発な状態であったが、2021 年に入り噴気活動が低下し、同年８月から 12 月頃まで噴気は認められなくなった。その後は弱い噴気活動が続いている。

繰り返し実施した現地調査では、硫黄山の南側における活発な噴気活動を確認した。硫黄山の西側 500m付近でもやや活発な噴気活動を確認していたが、2021 年８月頃から噴気活動の低下を確認した。赤外熱映像装置による観測では、硫黄山周辺の噴気地帯でこれまでと同様に地熱域を確認し、2023 年 11 月の観測時など、地熱域の拡大が時折みられた。

海上自衛隊第１航空群及び近畿地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、硫黄山の南側の噴気地帯で活発な噴気及び西側 500m付近の噴気地帯でやや活発な噴気を確認した。噴気地帯の更なる拡大は認められなかった。

・地震や微動の発生状況（第６図-③～⑤、第７図-③④、第８図）

硫黄山付近では、ごく微小な地震を含む火山性地震は概ね少ない状態で経過したが、火山性地震のわずかな増加が時折みられており、2023 年５月にはやや多い状態となった。同年６月以降は概ね少ない状態で経過している。硫黄山付近の浅い所を震源とする低周波地震は、引き続き発生しているが少ない状態である。

2023 年７月７日には 2018 年６月 20 日以来となる継続時間の短い火山性微動が発生したが、その後は観測されていない。

えびの高原周辺のやや広い範囲（韓国岳や大浪池など）では、地震活動が続いているが概ね少ない状態であった。

・地殻変動の状況（第６図-⑥、第７図-⑤、第９～13 図）

GNSS 連続観測では、硫黄山近傍の基線で、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、同年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。その後、2018 年６月上旬から 2019 年２月頃、2020 年５月頃から 2021 年２月頃、2022 年 11 月頃から 12 月頃、2023 年５月頃から 11 月頃にかけて、硫黄山近傍の基線において硫黄山付近の膨張を示すわずかな伸びが認められた。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は 2018 年３月から 2019 年２月、2021 年 12 月から 2022 年７月、2022 年 11 月から 2023 年４月の期間で観測された。

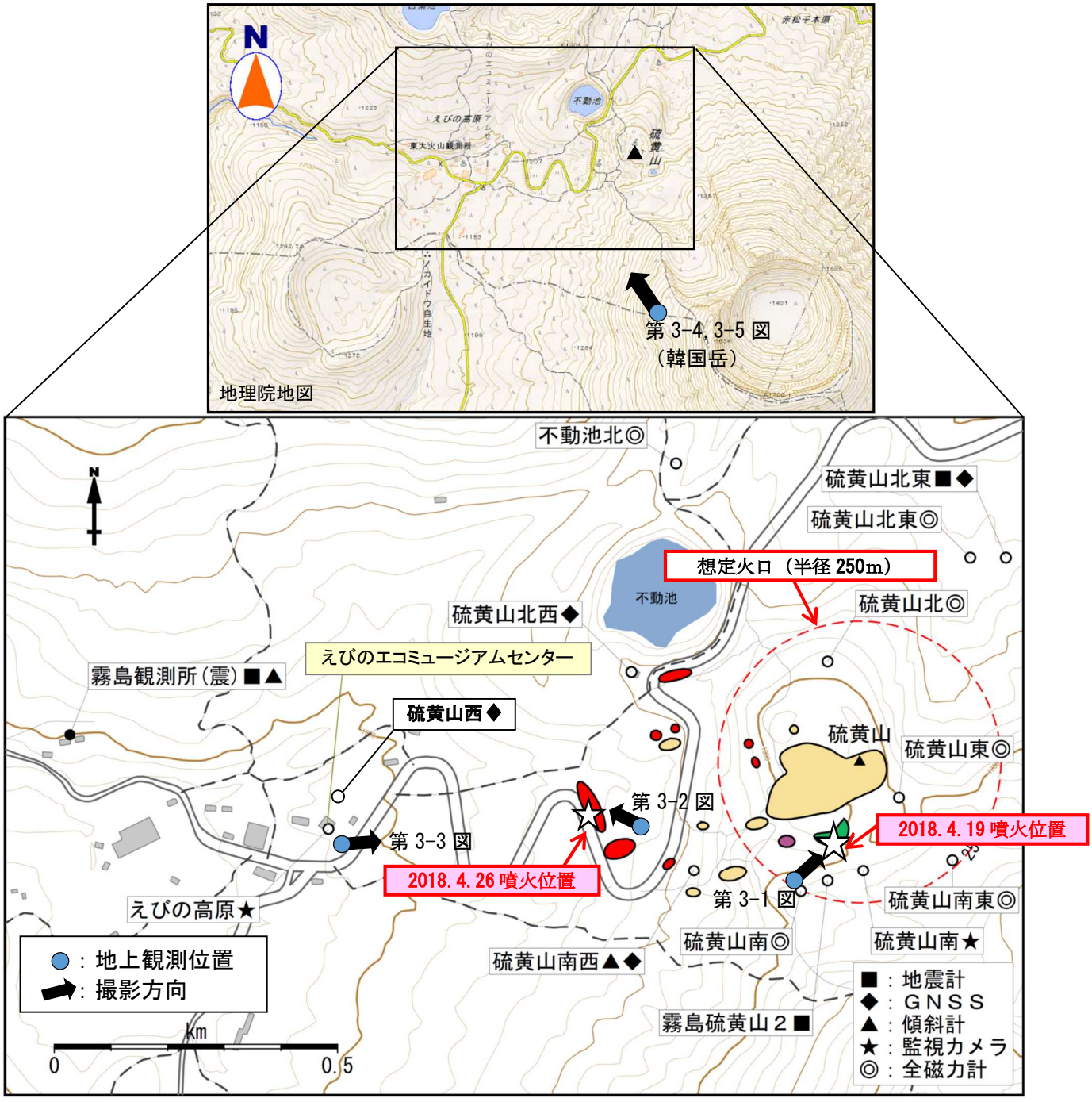
硫黄山周辺の傾斜計では、特段の変化は認められていない。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京大学、鹿児島大学、九州大学、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。

＊　2024 年 10 月 31 日受付

・全磁力変化の状況（第 14 図）

硫黄山の北側では全磁力の増加傾向、南側で減少傾向が観測されており、観測を開始した 2016 年 2 月以降、硫黄山周辺の地下で熱消磁現象の進行を示す全磁力変動が認められている。



第１図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　噴火位置、主な地熱域及び地上観測位置

・☆は噴火位置を示す。〇は気象庁、●は東京大学地震研究所の観測点を示す。
・主な地熱域及び噴気地帯を●で示す。
・2018 年４月９日に確認した噴気地帯及び地熱域を●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地帯を●及び●で示す。
・●の領域内で湯だまり及び活発な熱水の噴出がみられている。
・第３図の観測位置及び撮影方向を●で示す。

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）』及び国土数値情報の『湖沼』を使用した。

Fig. 1. Location of eruption, geothermal area and site and direction of observation.

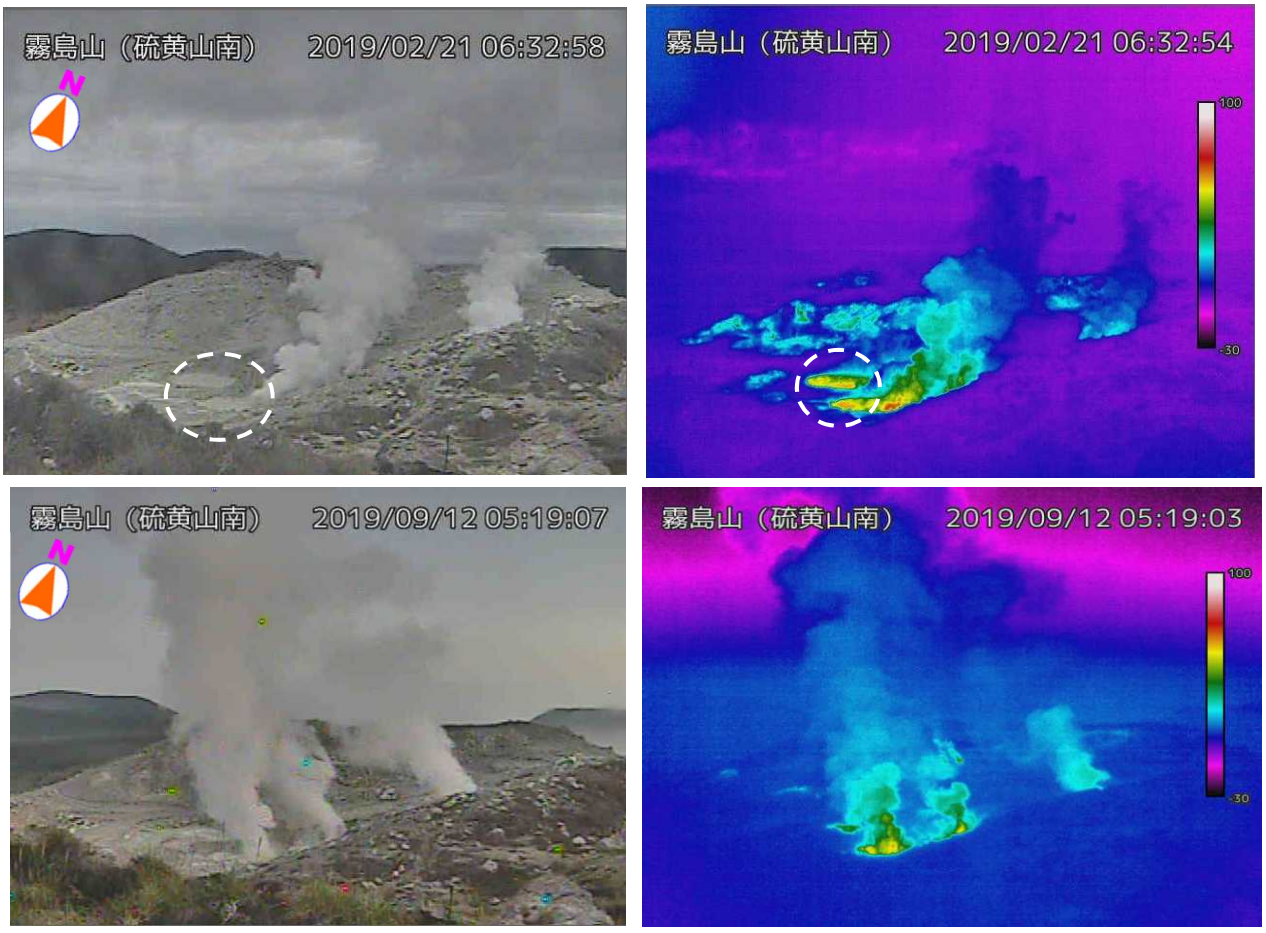
霧島山



第 2-1 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山付近の状況
（左図：2019 年５月 10 日、右図：2023 年６月 19 日、えびの高原監視カメラによる）

・硫黄山の南側の噴気地帯では、活発な噴気活動が続いている。
・硫黄山の西側 500m付近の噴気は、やや活発な状態であったが、2021 年に入り噴気活動が低下し、同年８月から 12 月頃まで噴気は認められなくなった。その後は弱い噴気活動が続いている。

Fig.2-1.Visible image of Ioyama.

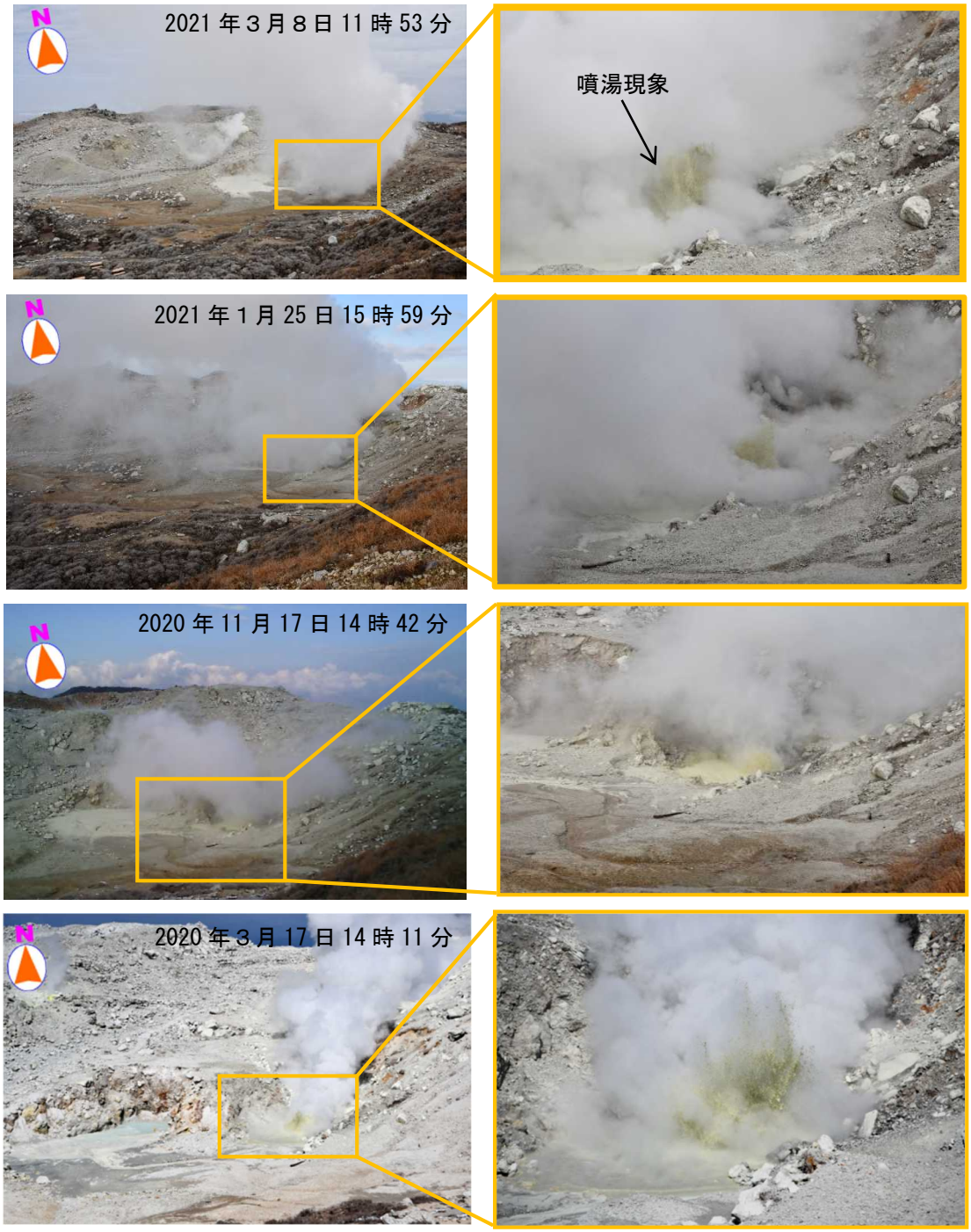


第 2-2 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山南側の状況
（2019 年２月 21 日及び９月 12 日、硫黄山南監視カメラによる）

硫黄山の南側の高温の湯だまり（白破線）は、拡大、縮小を繰り返していたが、2019 年５月頃から縮小し、まとまった降水の後を除き、監視カメラではほとんど確認できていない。

Fig.2-2. Visible and thermal images of Ioyama on February21, 2019 and on September12, 2019.

霧島山



第 3-1 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　　硫黄山南側の噴気の状況（2020 年３月～2021 年３月）

硫黄山南側の噴気孔では活発な噴気活動を確認した。2020 年 11 月の観測時と比較して、2021 年１月以降、噴気や噴湯の勢いがわずかに大きくなっている傾向が認められた。

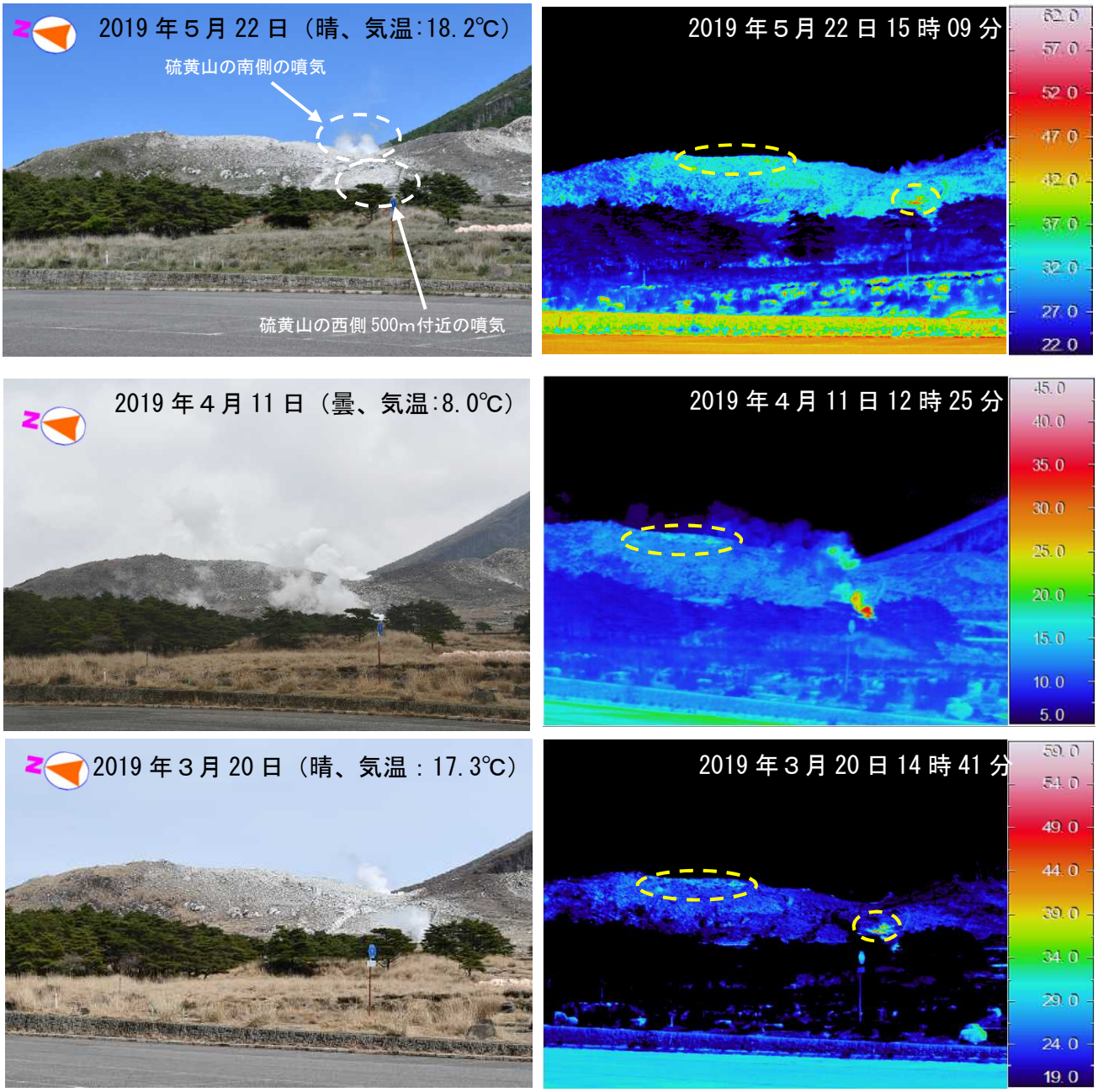
Fig. 3-1. Visible on southern of Ioyama.



第 3-2 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山西側 500ｍの噴気の状況（2020 年６月～10 月）

・硫黄山西側 500ｍ付近で引き続きやや活発な噴気活動と噴湯現象を確認した。
・噴気孔付近では、2020 年８月以降硫黄昇華物の付着を確認した（赤破線丸）。

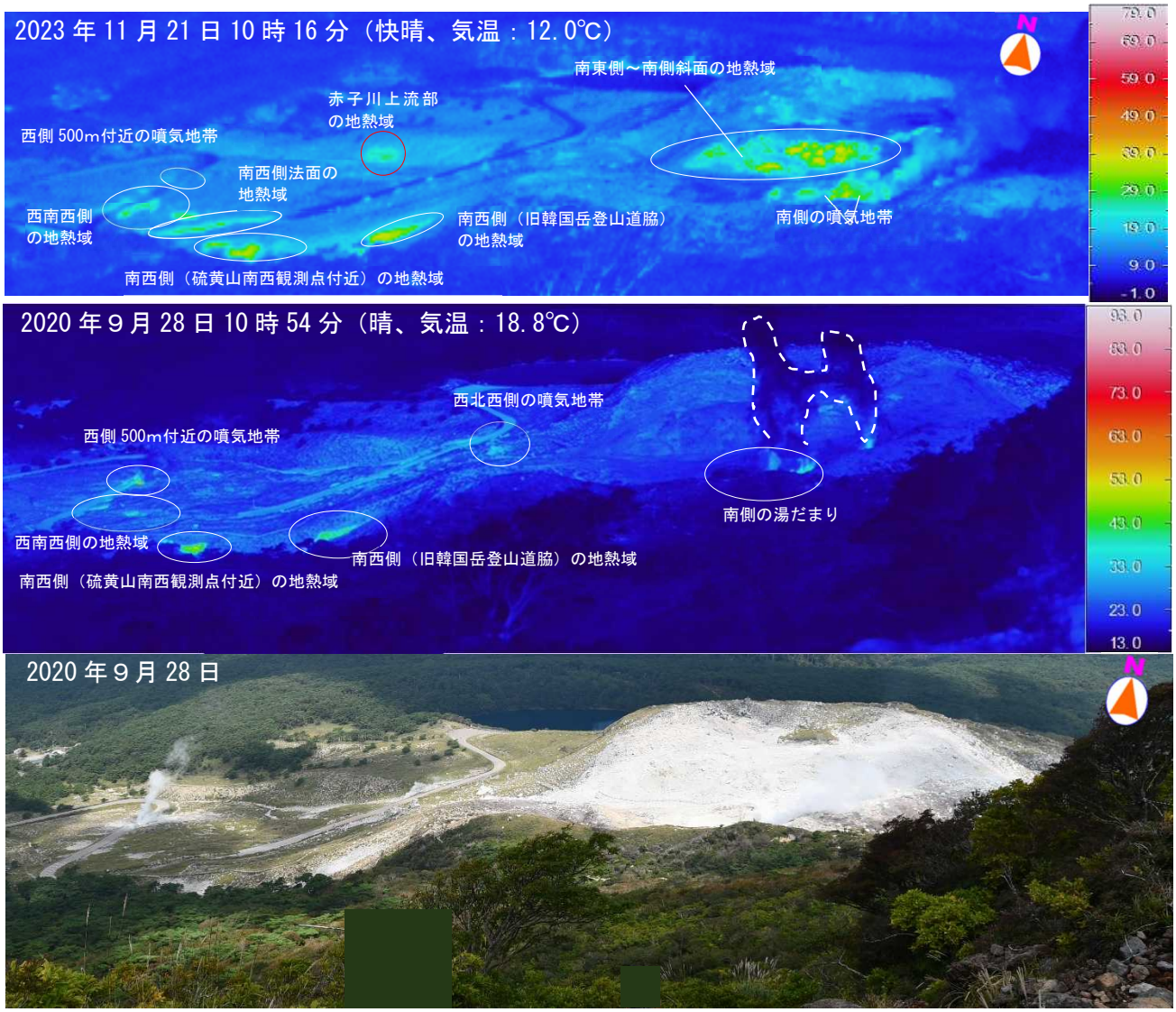
Fig. 3-2. Visible on 500m west of Ioyama.



第 3-3 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山の状況（2019 年３月～５月）

・硫黄山の南側の噴気地帯では、引き続き活発な噴気を確認した。硫黄山の西側 500m付近では引き続きやや活発な噴気活動がみられた。
・今期間の観測において、硫黄山付近での地熱域（黄破線）を引き続き確認した。

Fig. 3-3. Visible on Ioyama.

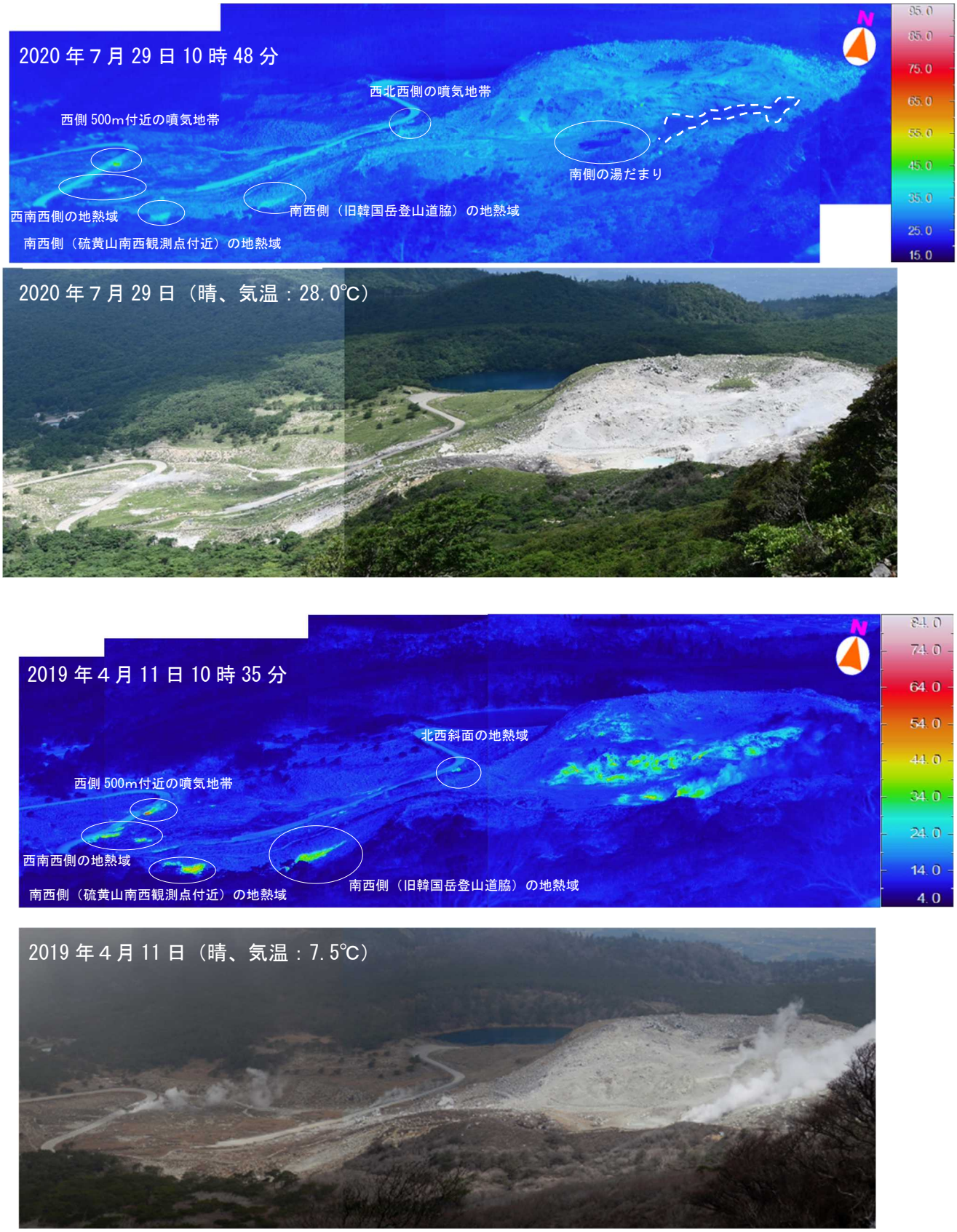


第 3-4 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山及びその周辺の状況（2020 年９月～2023 年 11 月）

・硫黄山南側及び硫黄山西側 500m付近にかけて、活発な噴気活動を確認した。
・赤外熱映像装置による観測では、硫黄山周辺の噴気地帯でこれまでと同様に地熱域を確認し、2023 年 11 月の観測時など、地熱域の拡大が時折みられた（赤円内）。

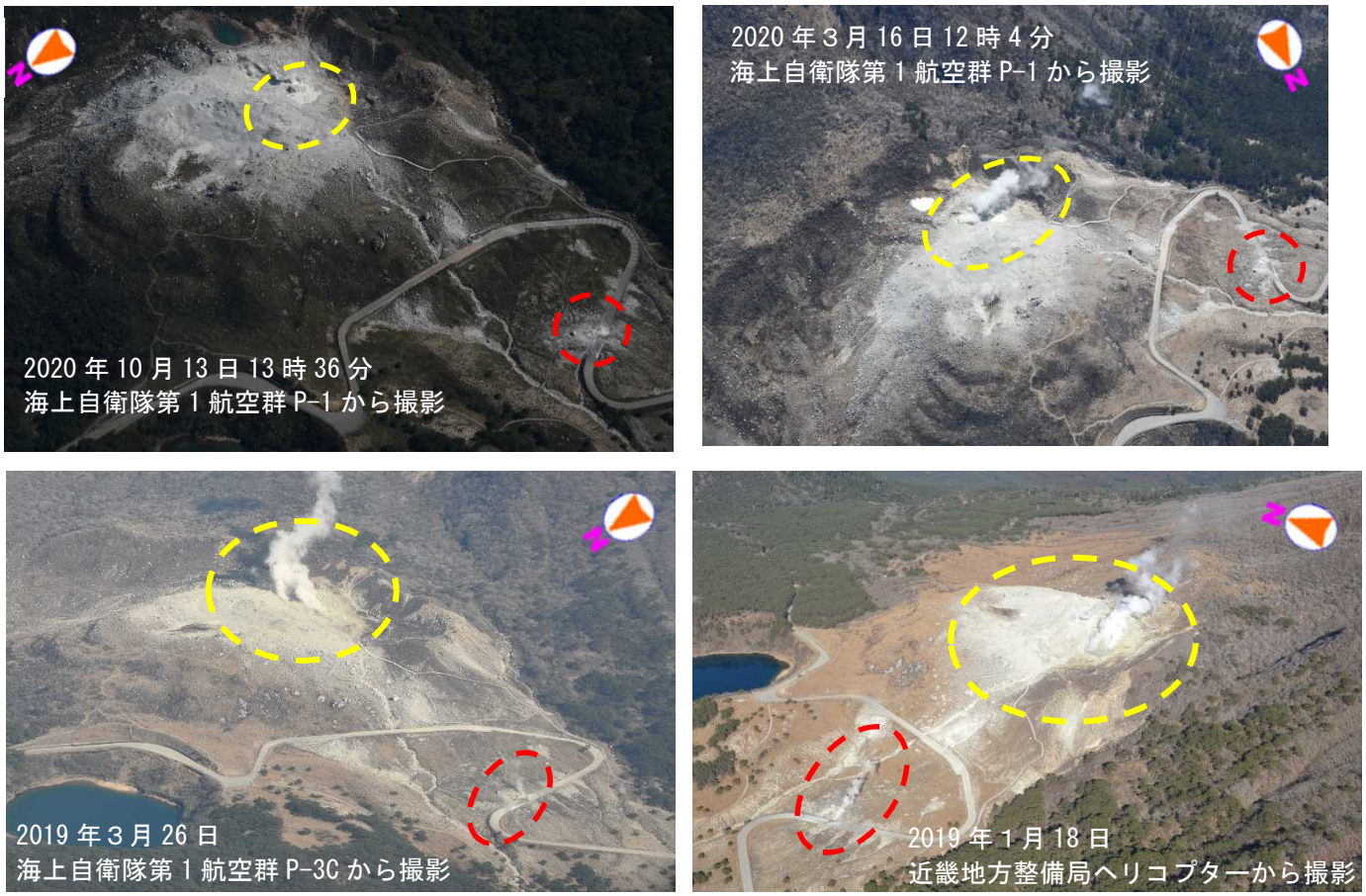
※噴気の影響により、地熱域等の温度が低めに測定されることがある。

Fig. 3-4. Visible on Ioyama and surroundings.



第 3-5 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山及びその周辺の状況（2019 年 4 月～2020 年 7 月）
※噴気の影響により、地熱域等の温度が低めに測定されることがある。

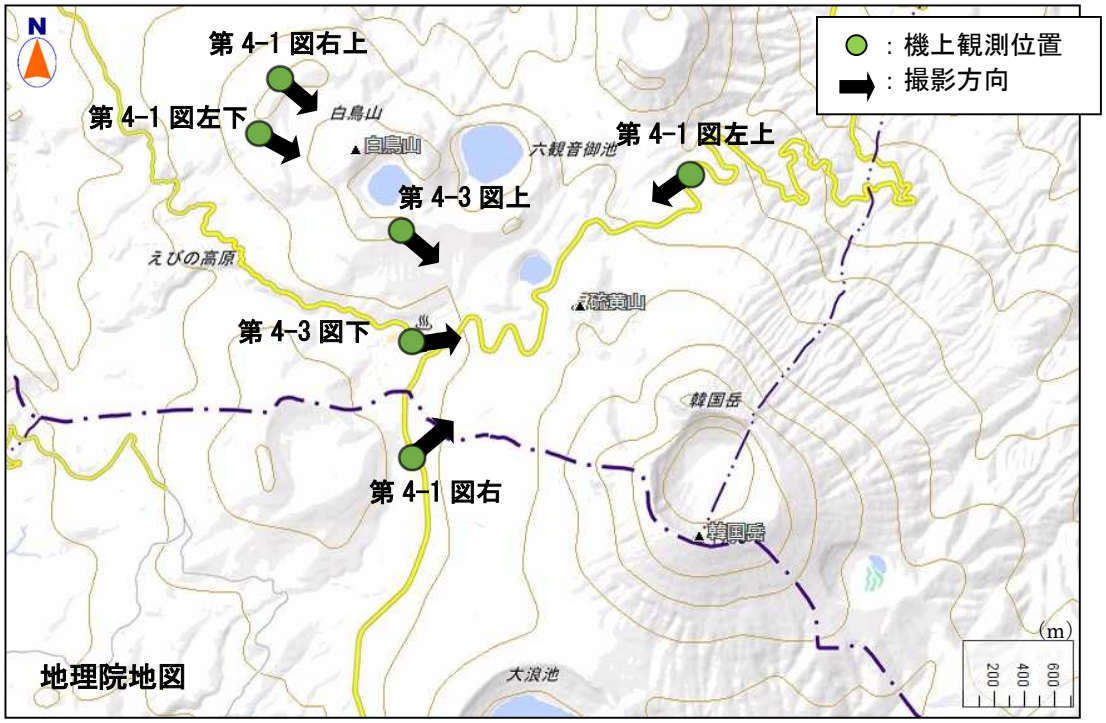
Fig. 3-5. Visible on Ioyama and surroundings.



第 4-1 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山及び西側 500m付近の状況
（2019 年 1 月～2020 年 10 月）

硫黄山の南側（黄破線）の噴気地帯で活発な噴気を、また西側 500m付近（赤破線）の噴気地帯でやや活発な噴気を引き続き確認した。

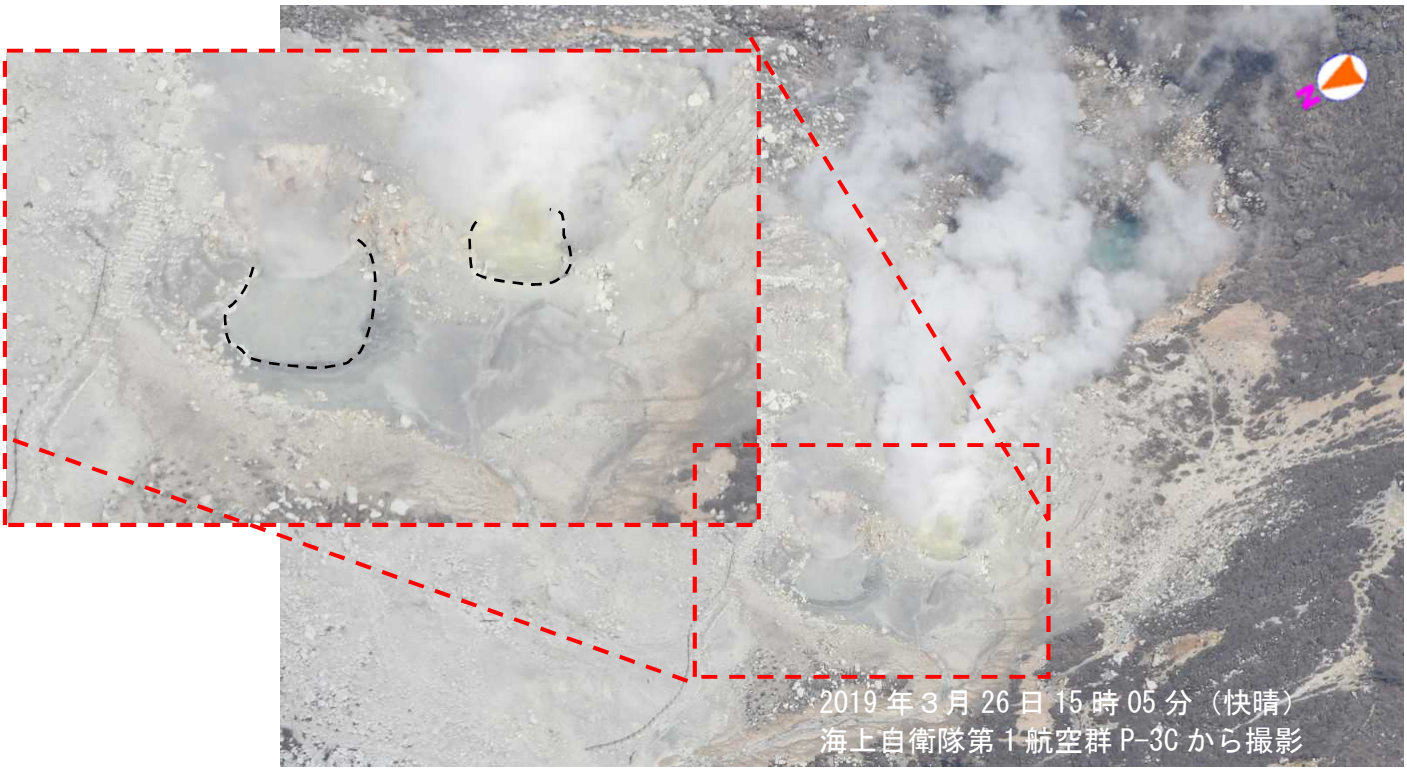
Fig. 4-1. Visible on Ioyama and 500m west of Ioyama.

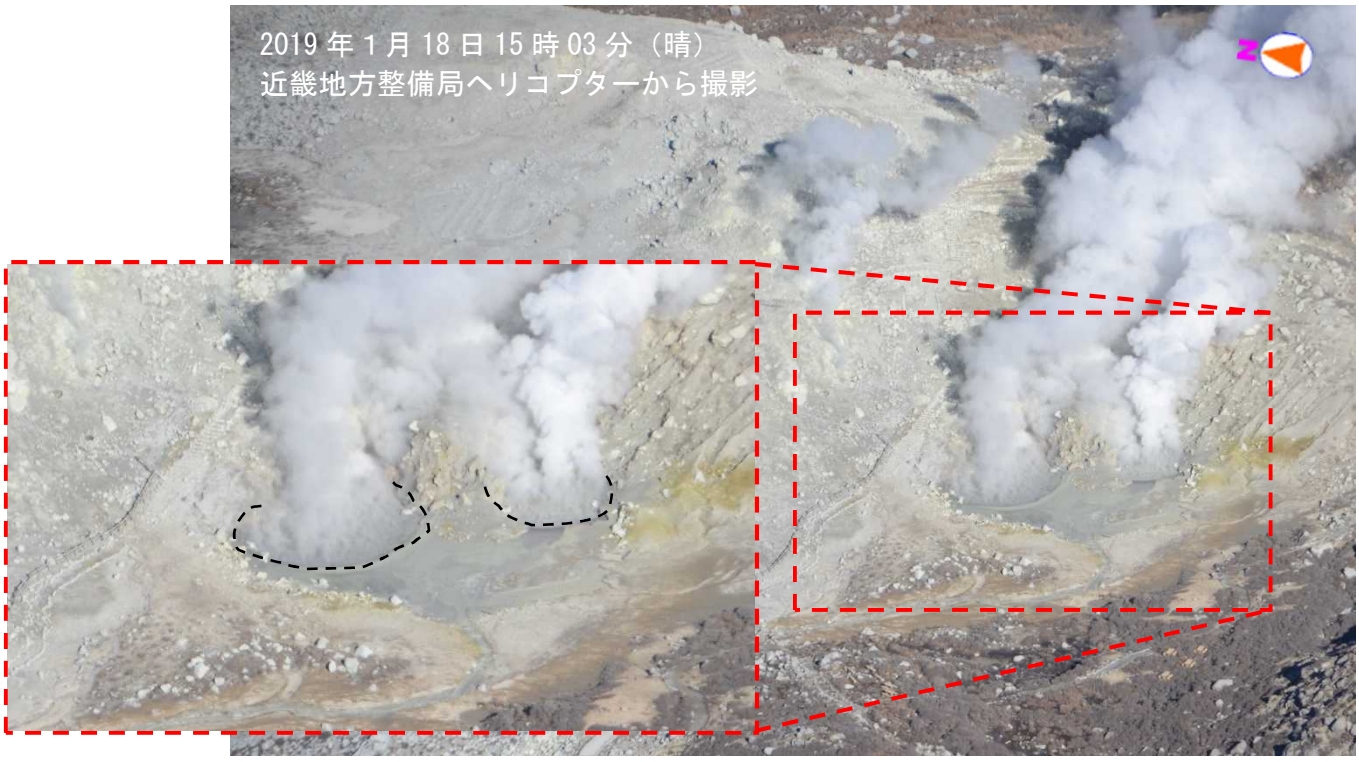


第 4-2 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　観測位置及び撮影方向

Fig. 4-2. observation position and shooting direction.

霧島山

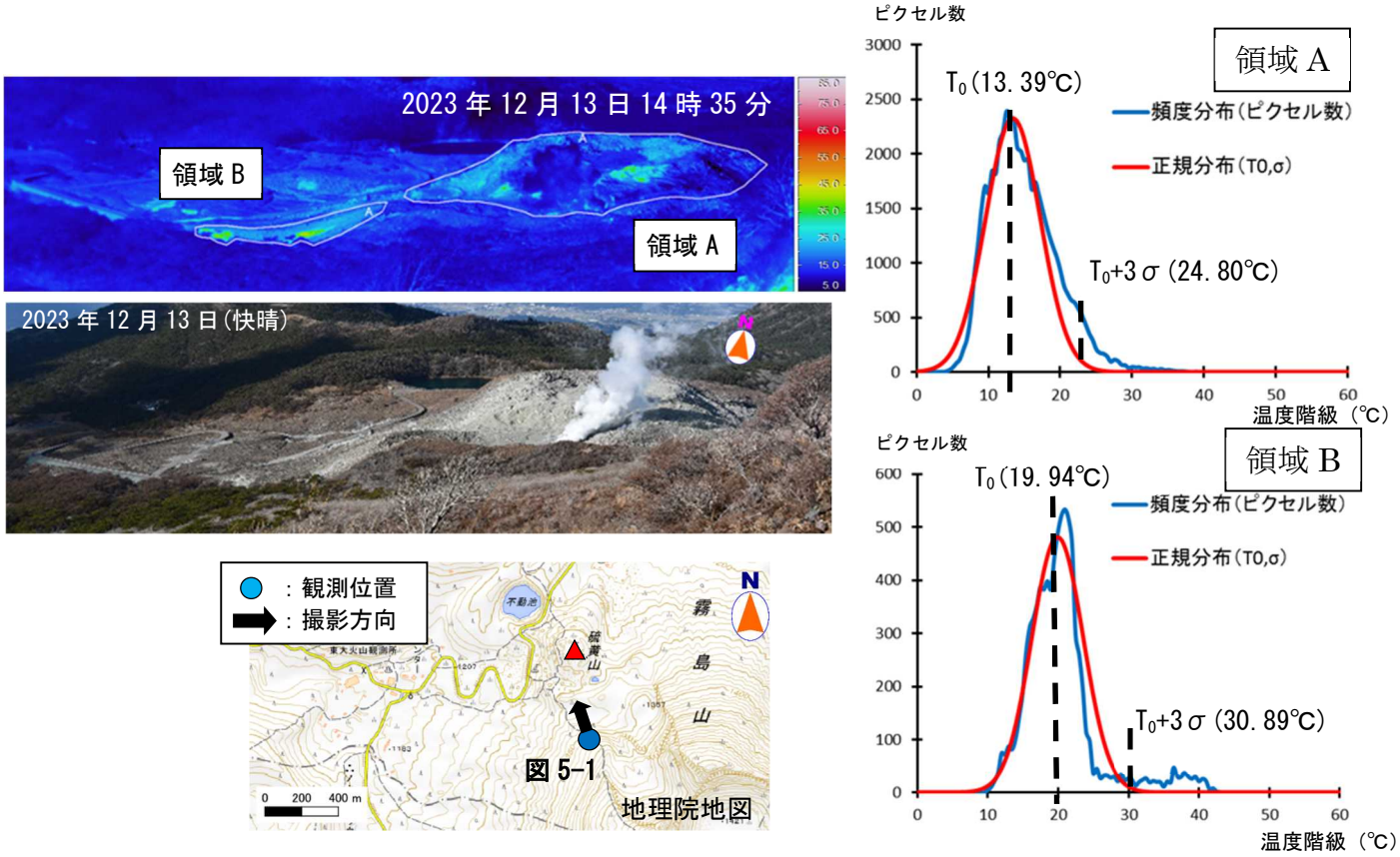




第 4-3 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　硫黄山の南側の状況
（上段：2019 年 3 月 26 日、下段：2019 年 1 月 18 日）

硫黄山の南側の噴気地帯の湯だまり（黒破線）を確認した。

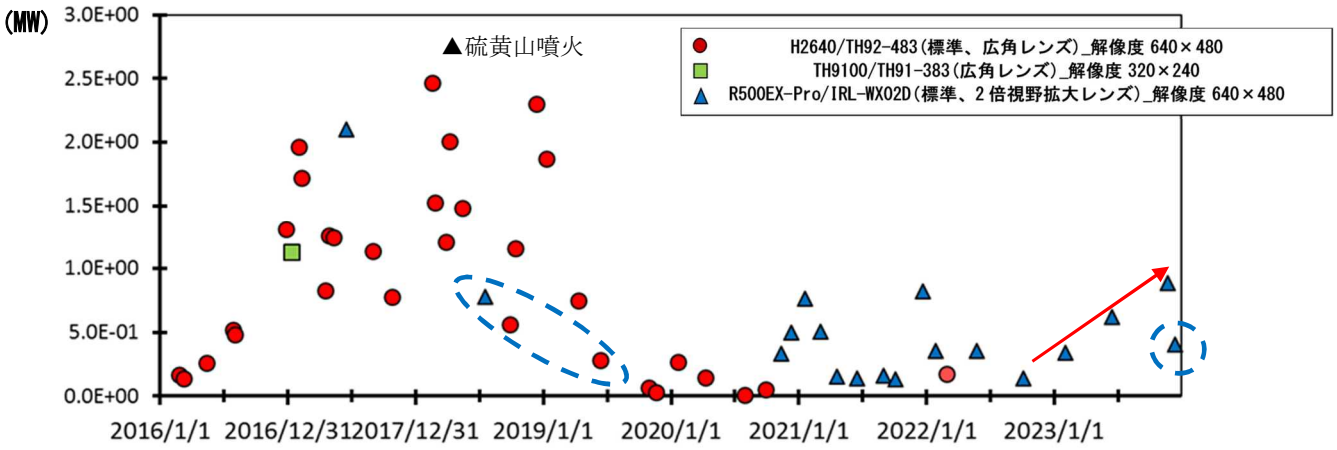
Fig. 4-3. Visible on southern of Ioyama.



第 5-1 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）
第 5-2 図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（2023 年 12 月 13 日 14 時 35 分）

・韓国岳４合目において撮影した赤外熱映像装置による観測データを使用した。
・右図は領域 A 及び B 内の温度ピクセルの頻度分布と、それを正規分布に当てはめた結果との比較であり、概ね正規分布の平均値 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 と σ については、まず全温度範囲の頻度分布について最小二乗法で近似した正規分布から T_0 と σ を得る。その後、鍵山 et al.（1979）と同様に $T_0-3\sigma \leqq T \leqq T+\sigma$ の温度範囲の頻度分布について最小二乗法で近似した正規分布から再び T_0 と σ を得て採用した。
・$T_0+3\sigma$ 以上を明らかな地熱域とみなし、地熱域の面積及び放熱率を算出した（第 5-2 図）。

Fig. 5-1. Sample of analysis domains (A and B) and temperature distribution around Ioyama (December 13, 2023 at 14:35).

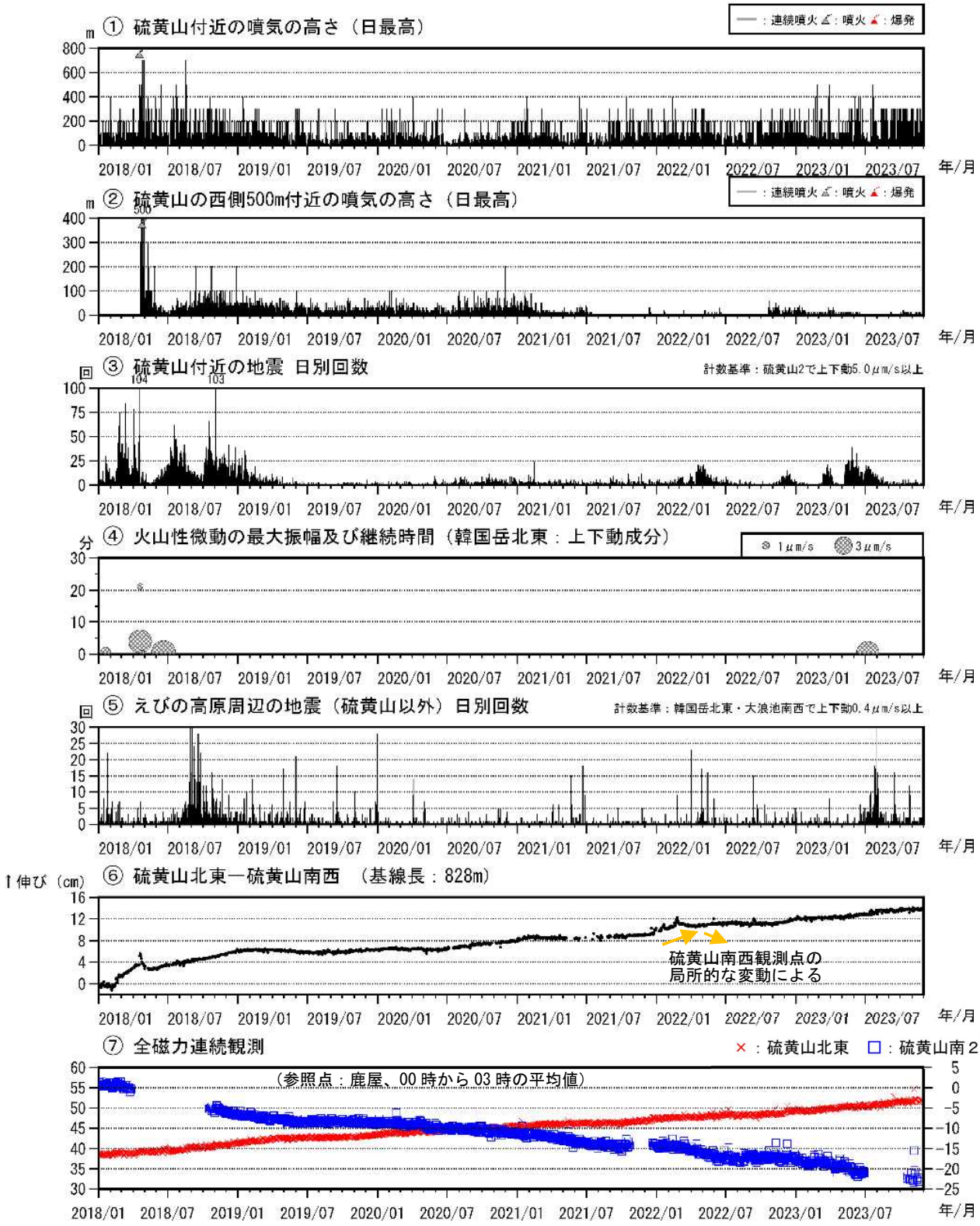


第 5-2 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　地表面温度分布より算出した硫黄山の放熱率の推移（値を観測日ごとに平均）（2016 年 1 月～2023 年 12 月 13 日）

2023 年以降、放熱率のわずかな増加傾向（赤矢印）が認められている。

※Sekioka(1983)の手法により放熱率を算出し、値を観測日毎に平均した。
※噴気活動による放熱は考慮されていない。
※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。
※青破線内のデータは噴気による遮蔽のため、放熱率が過小に算出されている可能性がある。

Fig. 5-2. Temporal changes of heat discharge rate around Ioyama (January, 2016 – December13, 2023).

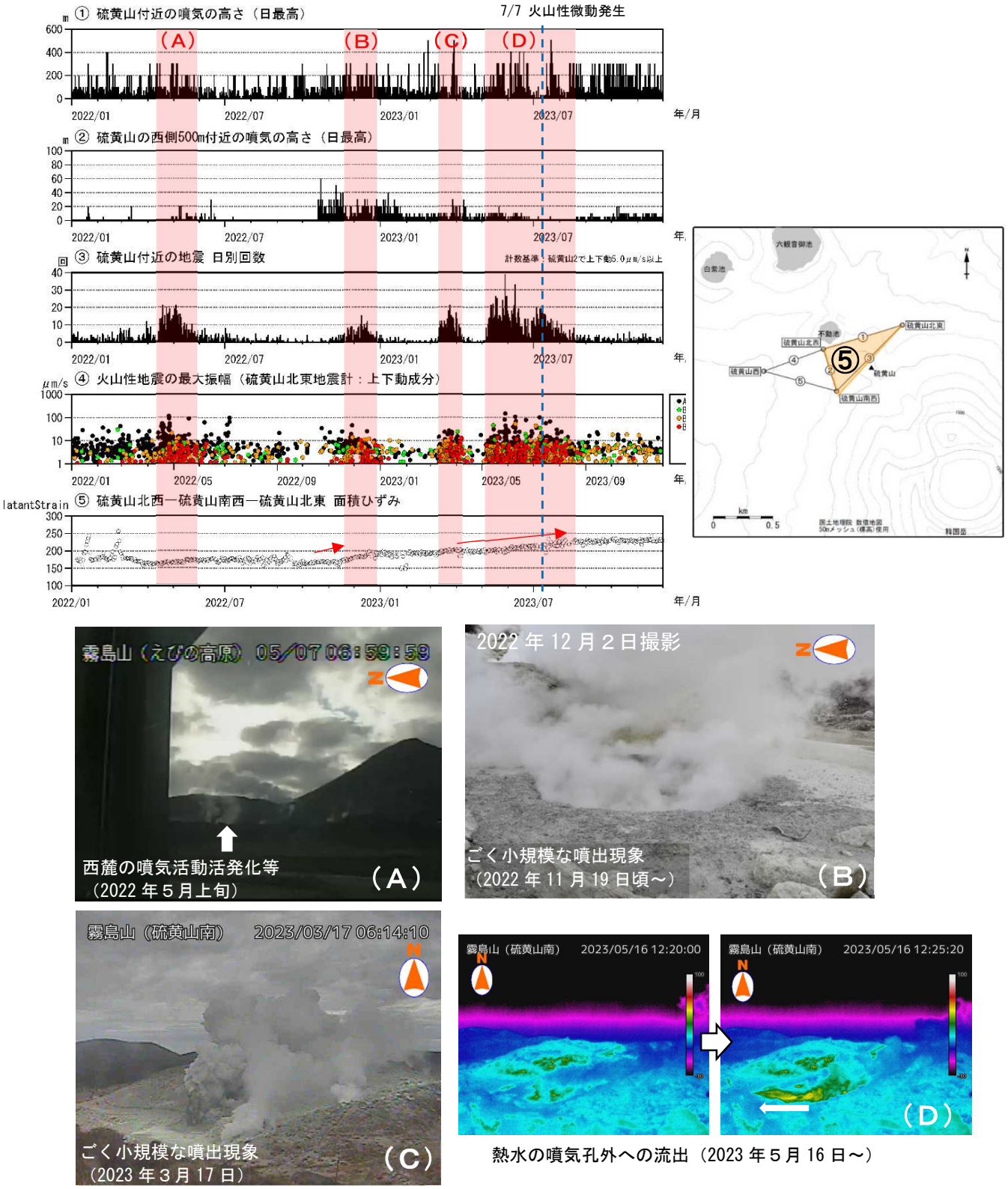


第６図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　火山活動経過図（2018 年１月～2023 年 11 月）

・硫黄山の南側の噴気地帯では、活発な噴気活動が続いている。硫黄山の西側 500m付近では噴気活動はやや活発な状態であったが、2021 年に入り噴気活動が低下した。
・硫黄山付近では、ごく微小な地震を含む火山性地震は概ね少ない状態で経過したが、火山性地震のわずかな増加が時折みられており、2023 年５月にはやや多い状態となったが、同年６月以降は概ね少ない状態で経過している。浅い所を震源とする低周波地震は、引き続き発生しているが少ない状態である。
・GNSS 連続観測では、硫黄山近傍の基線で、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、同年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。その後、2018 年６月上旬から 2019 年２月頃、2020 年５月頃から 2021 年２月頃、2022 年 11 月頃から 12 月頃、2023 年５月頃から 11 月頃にかけて、硫黄山近傍の基線において硫黄山付近の膨張を示すわずかな伸びが認められた。
・全磁力観測では、硫黄山周辺の地下における消磁の進行を示す変動が継続している。

霧島山

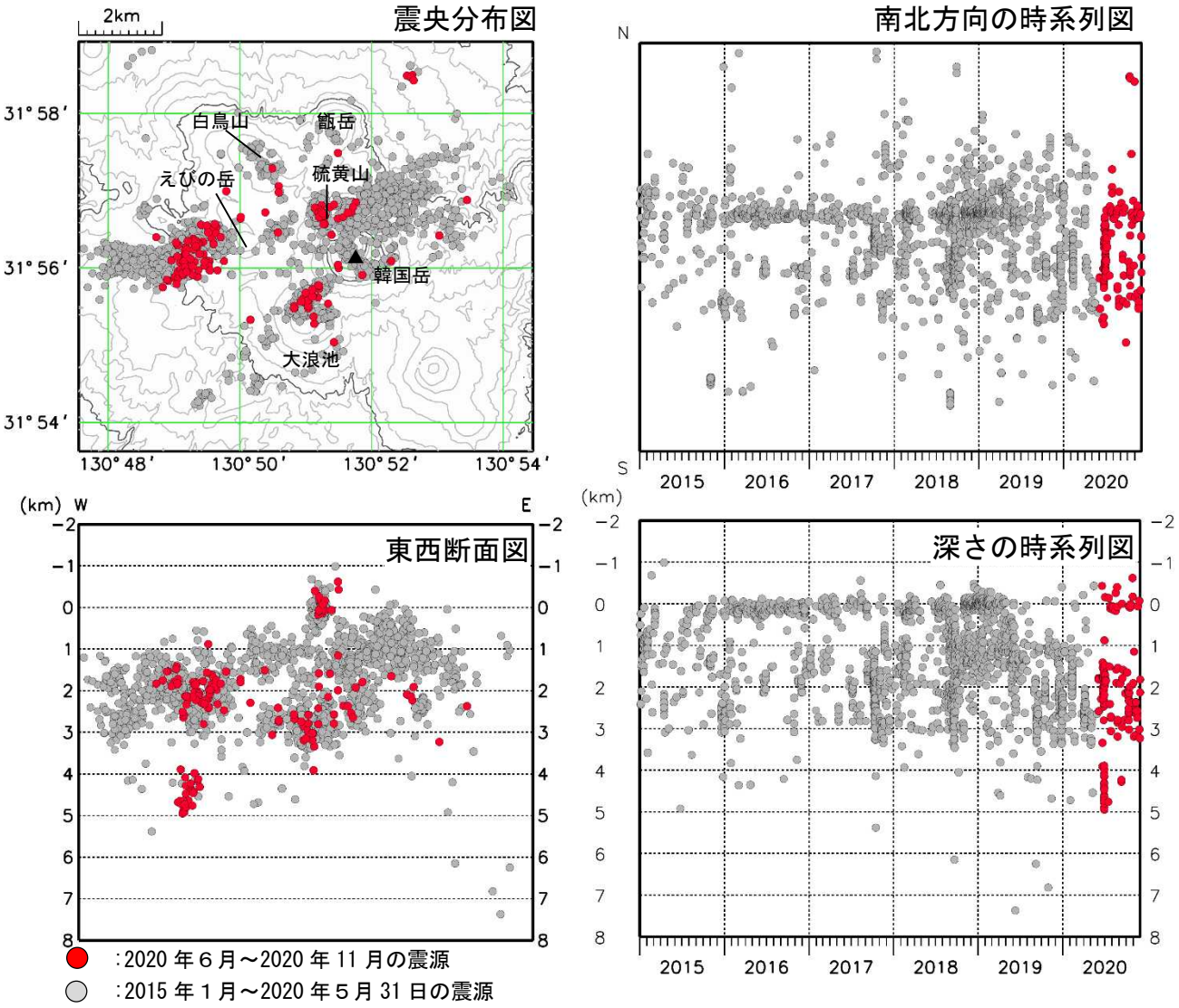
Fig. 6. Volcanic activity in and around Ioyama (January 1, 2018 – November 30, 2023).



第７図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　火山活動経過図
（2022 年１月～2023 年 11 月）及び確認された表面現象

・硫黄山付近の地震活動にわずかな高まりが認められた期間を赤塗（A）～（D）で示す。
・硫黄山では、2022 年４月以降地震のわずかな増加が時折みられ、それぞれの活動(A)～(D)に対応して噴気活動の活発化やごく小規模な噴出現象、熱水の噴気孔外への流出等の表面現象が観測された。
・GNSS 連続観測では、2022 年 11 月頃から 12 月頃と、2023 年５月頃から 10 月頃にかけて硫黄山近傍の基線において硫黄山付近の膨張を示すわずかな伸びが認められた。

Fig. 7. Volcanic activity and Confirmed Phenomena in and around Ioyama (January 1, 2022 – November 30, 2023).

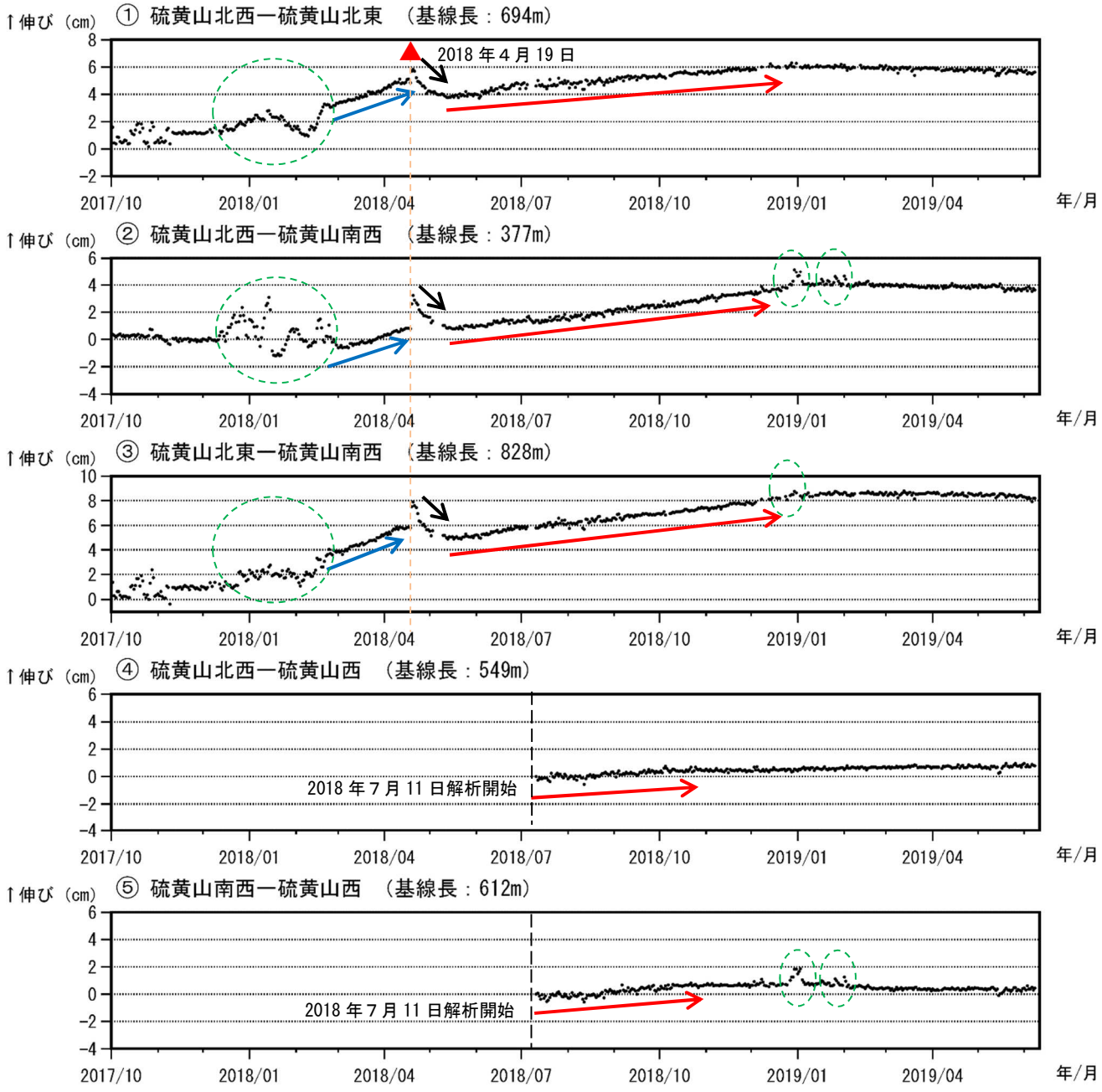


第８図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　震源分布図（2015 年１月～2020 年 11 月）

2020 年６月下旬から７月上旬にかけて、えびの岳付近（硫黄山から南西約３km）の深さ１～３km 及び５km 付近において、地震が一時的に増加した。

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。

Fig. 8. Hypocenter distribution in and around Ioyama (January 1, 2015 – November 30, 2020).

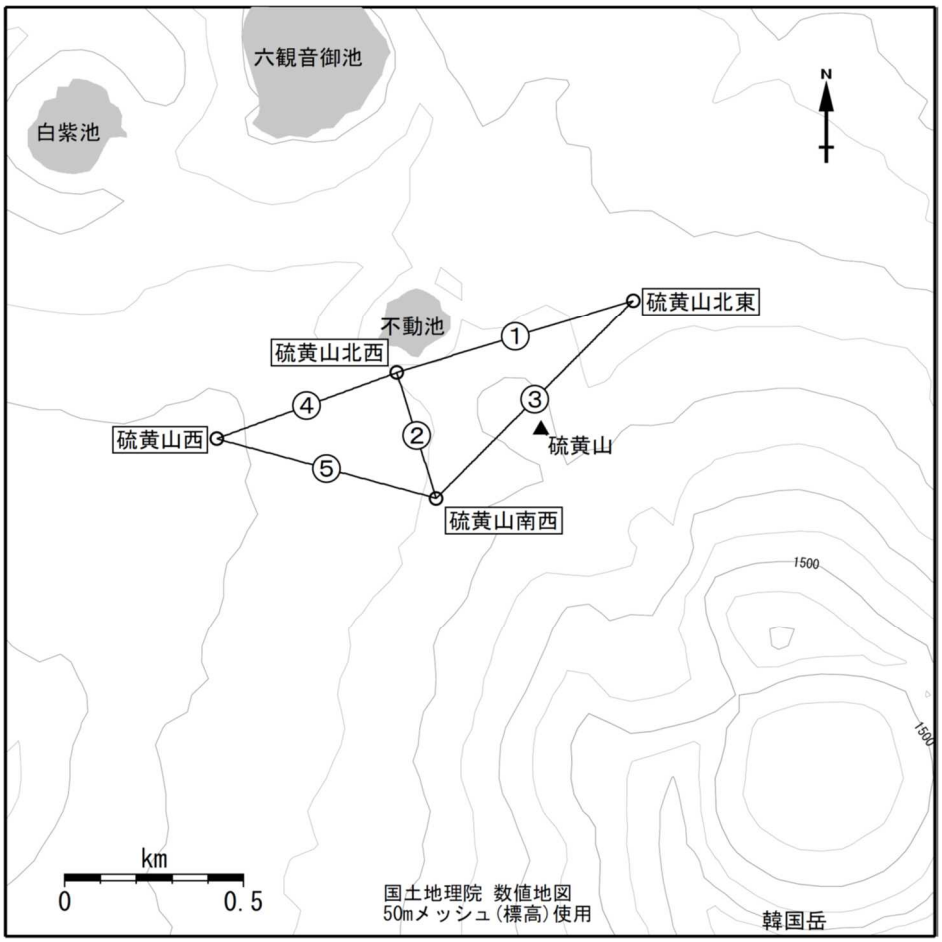


第９図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　GNSS 連続観測による基線長変化
（2017 年 10 月～2019 年６月 10 日）

GNSS 連続観測では、硫黄山近傍の基線で、2018 年３月頃から山体の膨張を示す変動（青矢印）がみられていたが、2018 年４月 19 日の噴火（▲）後に山体の収縮を示す変動（黒矢印）がみられた。その後、2018 年６月上旬から再び伸びの傾向（赤矢印）が続いていたが、2019 年２月頃から停滞している。

これらの基線は第 10 図の①～⑤に対応している。
緑色の破線内の変化は、地面の凍上の影響と考えられる。
基線の空白部分は欠測を示している。

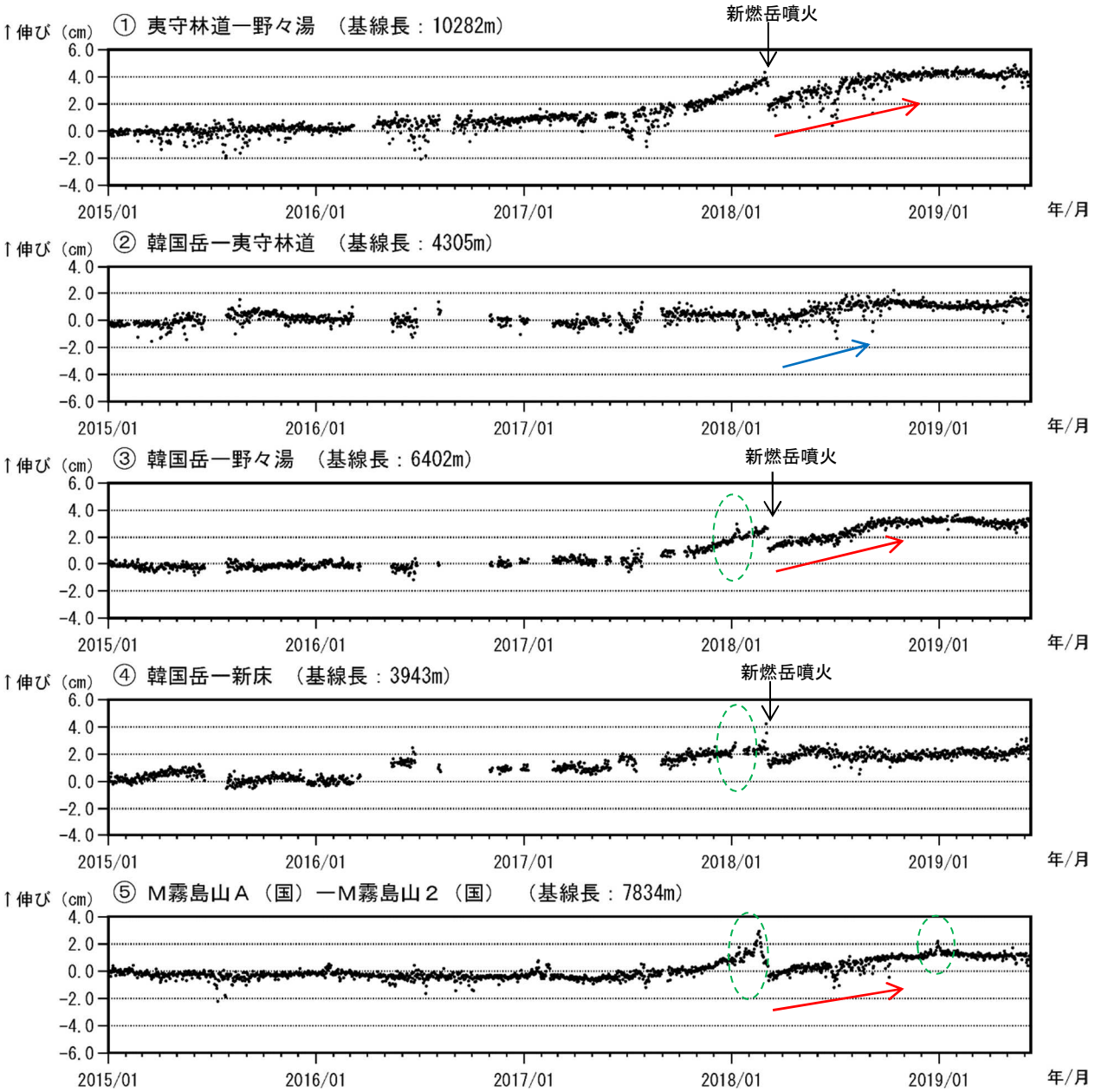
Fig. 9. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 1, 2017 – June 10, 2019).



第 10 図　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。

Fig. 10. Continuous GNSS observation sites and baseline number.

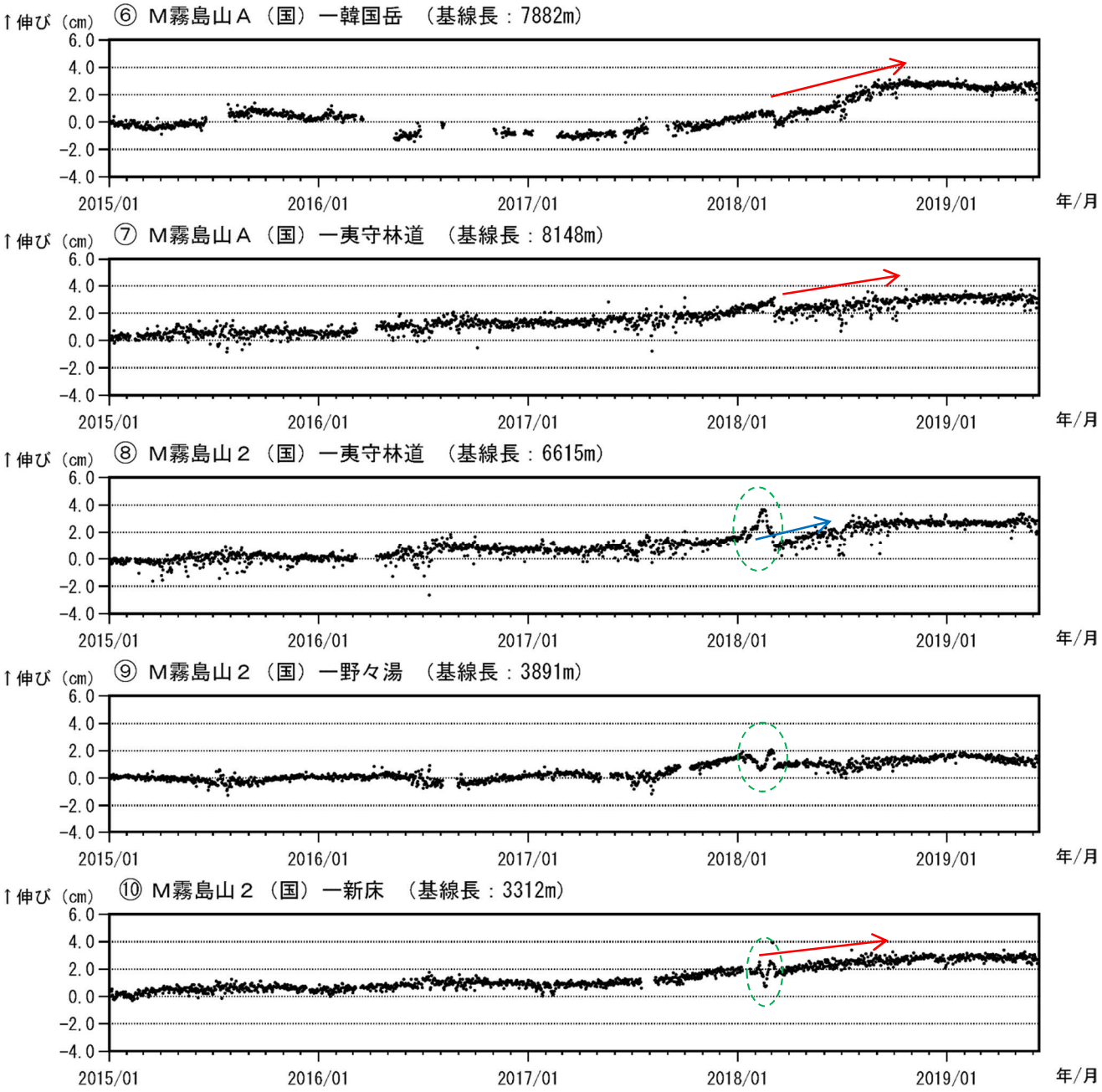


第 11-1 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　GNSS 連続観測による基線長変化
（2015 年１月～2019 年６月 10 日）

GNSS 連続観測では、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（赤矢印）は 2019 年２月以降停滞している。えびの高原周辺の基線（②）での硫黄山付近の膨張を示すと考えられる基線の伸び（青矢印）は概ね停滞している。

これらの基線は第 12 図の①～⑤に対応している。
緑色の破線内の変化は、地面の凍上の影響と考えられる。
基線の空白部分は欠測を示している。

Fig. 11-1. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (January 1, 2015 – June 10, 2019).

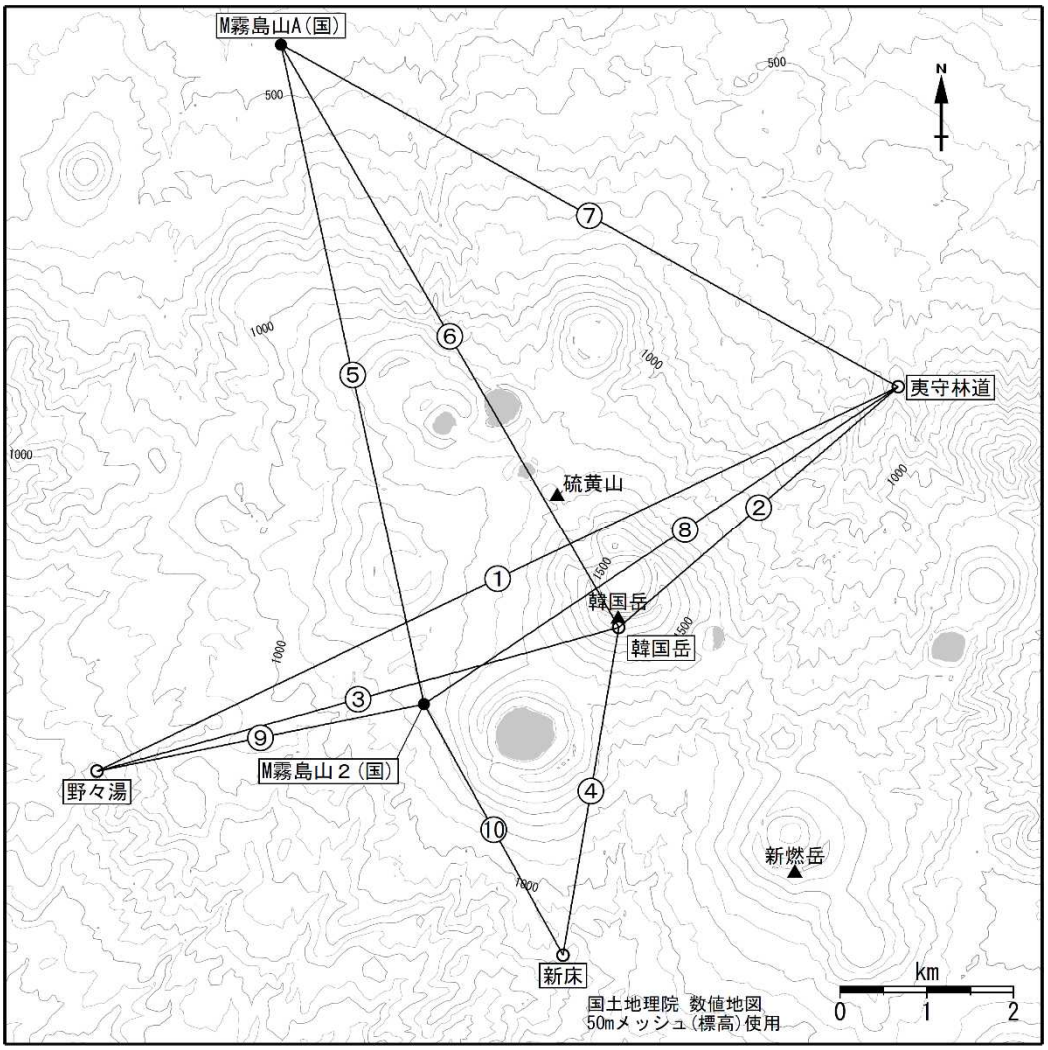


第 11-2 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　GNSS 連続観測による基線長変化
（2015 年１月～2019 年６月 10 日）

GNSS 連続観測では、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（赤矢印）及び、えびの高原周辺の基線（⑧）での硫黄山付近の膨張を示すと考えられる基線の伸び（青矢印）はそれぞれ 2019 年２月頃から停滞している。

これらの基線は第 12 図の⑥～⑩に対応している。
緑色の破線内の変化は、地面の凍上の影響と考えられる。
基線の空白部分は欠測を示している。
（国）：国土地理院

Fig. 11-2. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (January 1, 2015 – June 10, 2019).

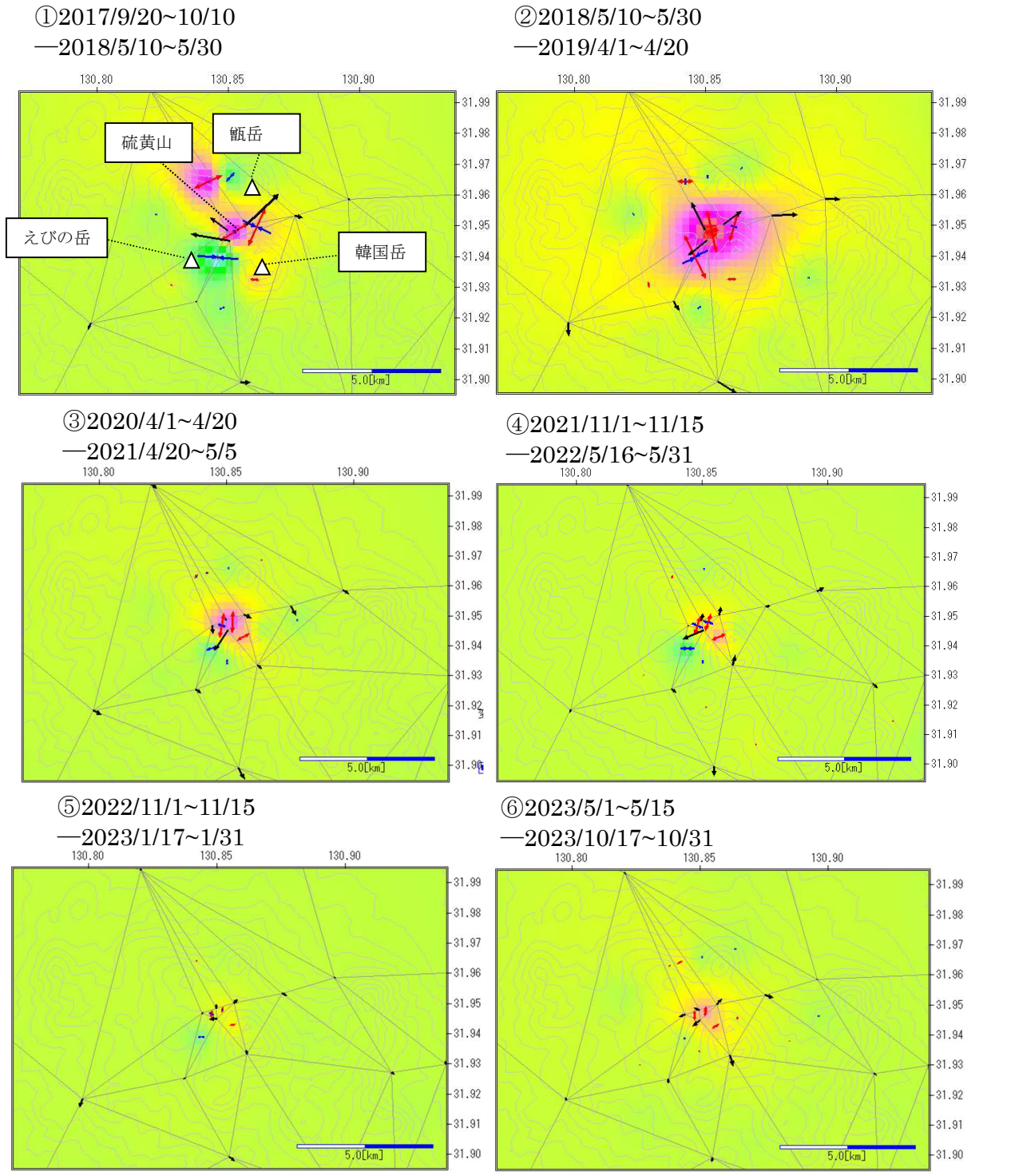


第 12 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　GNSS 観測点基線図

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『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。

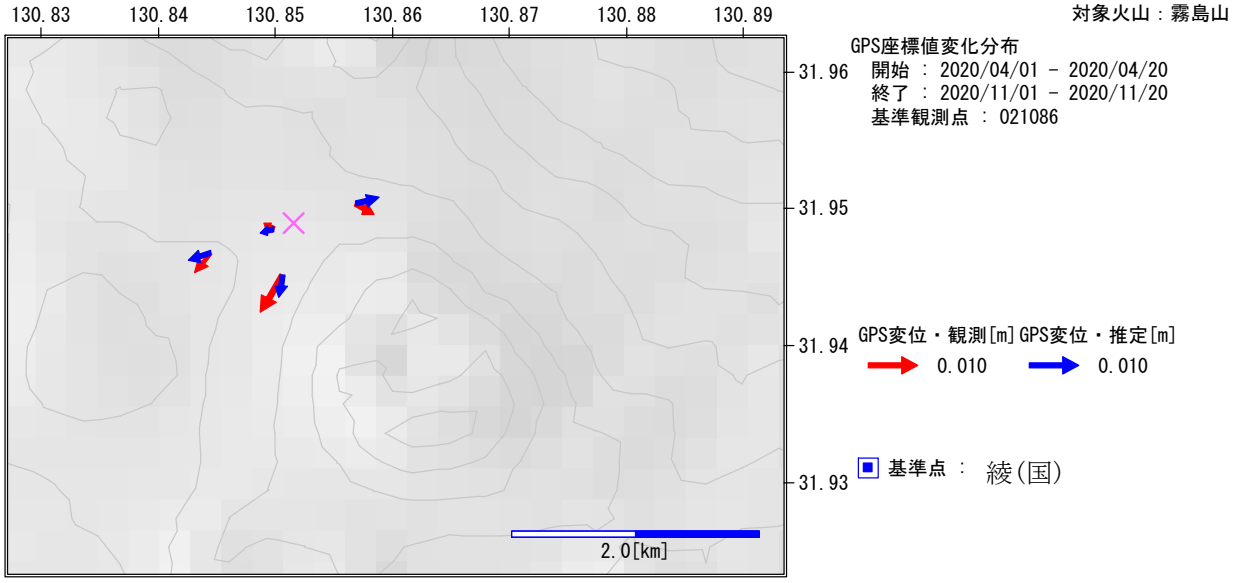
Fig. 12. Continuous GNSS observation sites and baseline number.



第 13-1 図　霧島山　えびの高原周辺の GNSS の期間毎の水平変位・主ひずみ・面積ひずみ（2017 年 9 月 20 日～2023 年 10 月 31 日）

2023 年 5 月頃から 10 月頃にかけて、硫黄山付近において山体のわずかな膨張に対応すると考えられる変化が認められた。
※④の期間には、硫黄山南西観測点の局所的な変化に伴うひずみ変化がみられる。
※この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 250ｍメッシュ（標高）』を使用した。

Fig. 13-1. Horizontal displacement, principal strain, and area strain by period for GNSS.



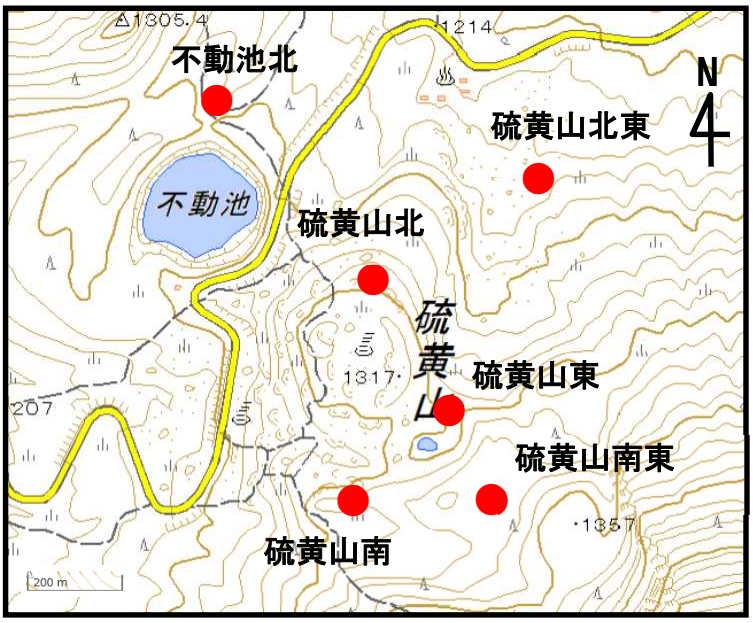
山川・茂木(加圧モデル)	推定値
経度	130.8515（度）
緯度	31.9490（度）
標高	680 (m、固定)
体積	1.9000e+004 (m^3)

第 13-2 図　霧島山　えびの高原周辺の GNSS から推定した膨張量
（2020 年 4 月 1 日～2020 年 11 月）

・2020 年 5 月以降からみられるの硫黄山近傍の地殻変動に対応した膨張量を計算した。
・茂木モデルの深さを固定し、水平位置及び膨張量を変動させた。
・ソースの深さは第 146 回予知連絡会九州大学資料を参考にしている。

※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。

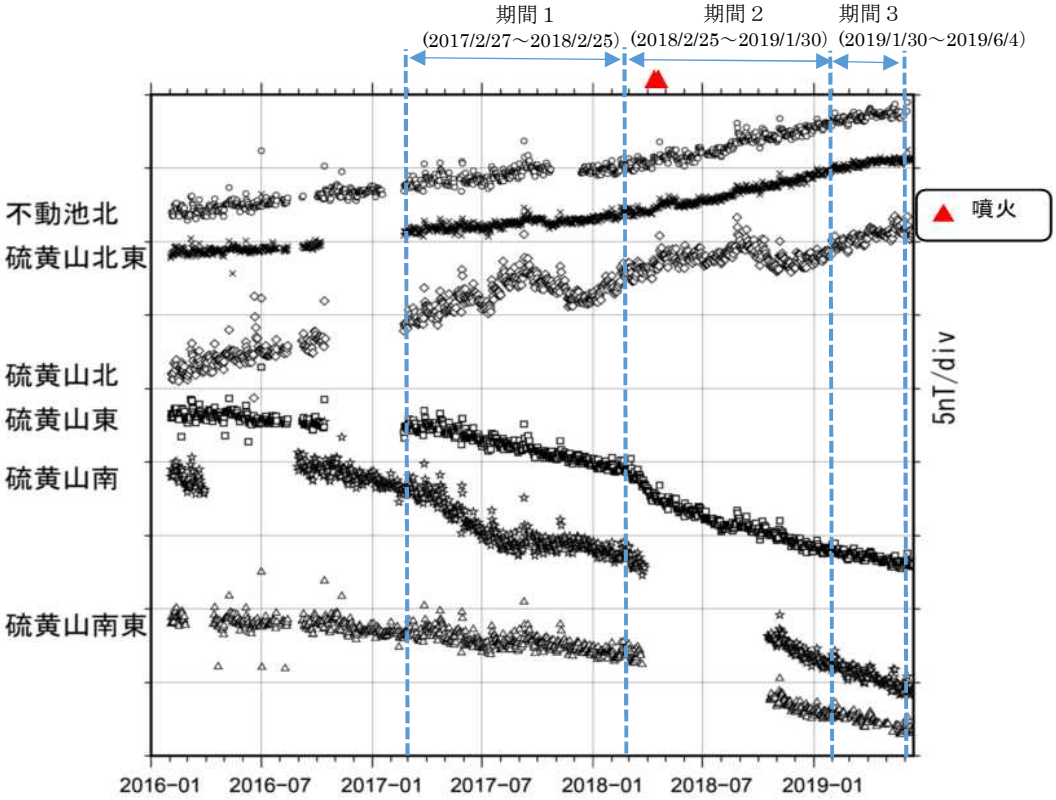
Fig. 13-2. Expansion estimated from GNSS.



第 14-1 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　全磁力連続観測点配置図

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。

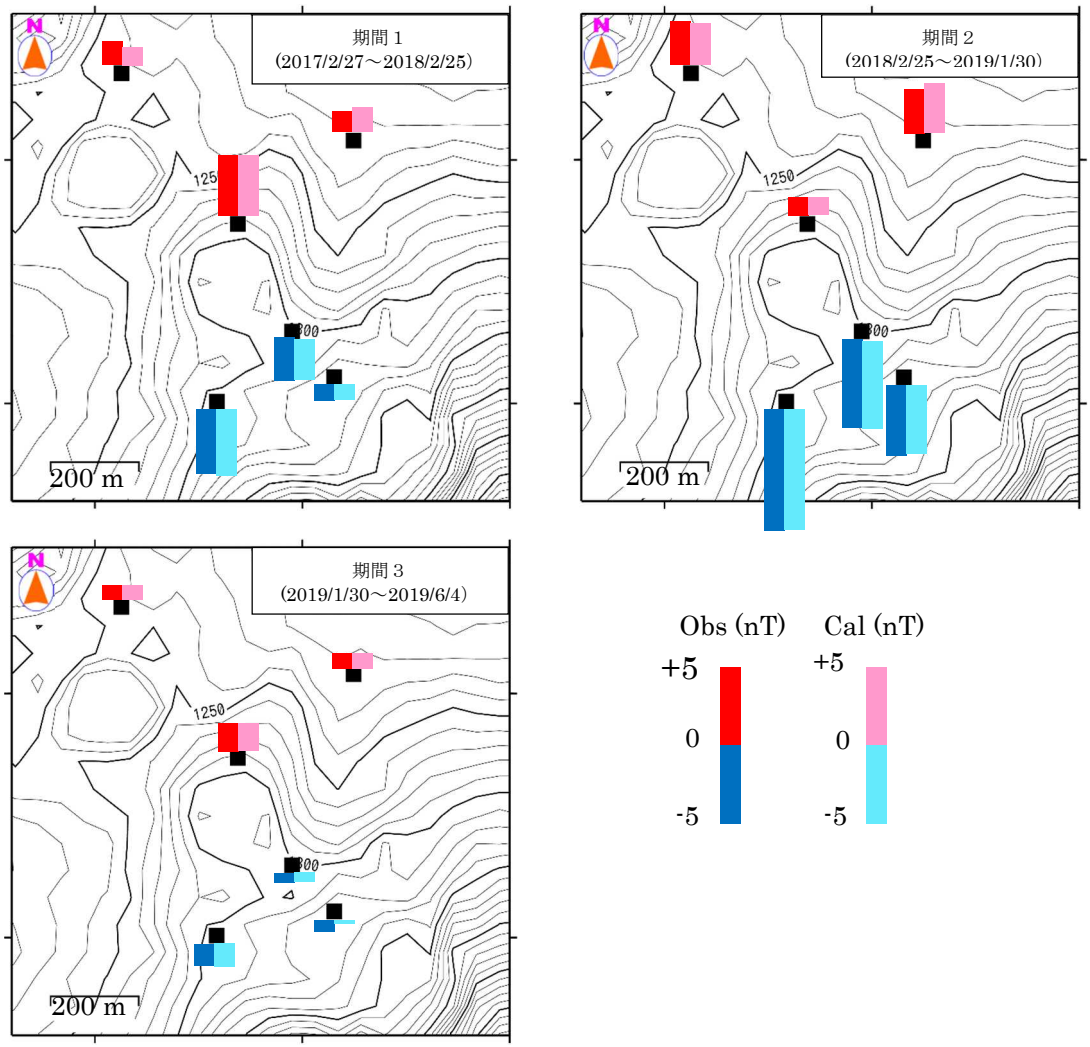
Fig. 14-1. Location of continuous geomagnetic measurement sites at Kirishima volcano (red circles).



第 14-2 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　全磁力連続観測点で観測された全磁力変動（2016 年２月～2019 年６月 15 日）

・硫黄山の南約 60km にある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 00:00 から 02:59（JST）での日平均値を示す。
・図上部の赤三角は 2018 年４月 19 日および４月 26 日の噴火の発生を示す。
・図上部の青矢印で示した３つの期間（期間１～３）に観測された全磁力変動を説明するための等価磁気双極子モデルを推定した（第 14-3 図、第 14-4 図）。
・硫黄山の北側では全磁力の増加傾向、南側で減少傾向が観測されており、観測を開始した 2016 年２月以降、硫黄山周辺の地下で熱消磁現象の進行を示す全磁力変動が認められている。その変動は 2019 年４月頃から鈍化していたが、硫黄山南側の観測点で 2020 年５月頃からやや大きくなっている。

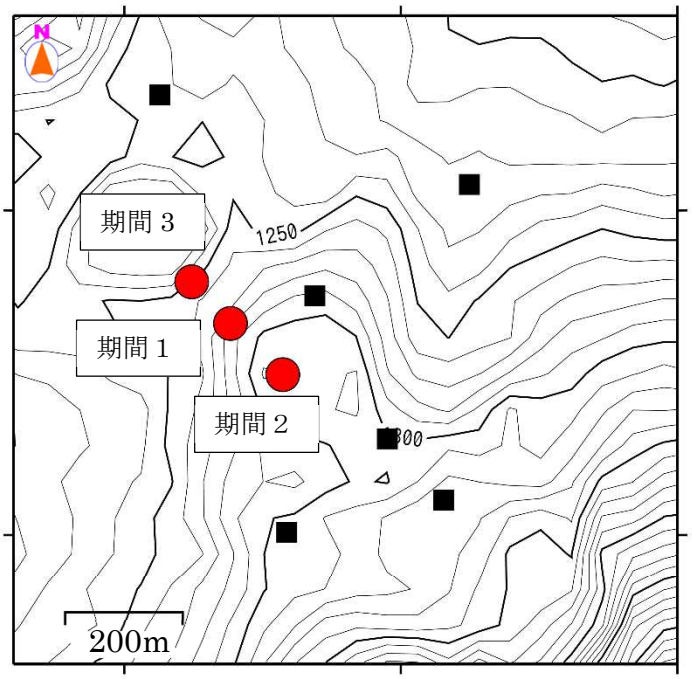
Fig. 14-2. Night-time (00:00–02:59 JST) means of the difference between the total magnetic intensity recorded at six measurement sites from February 1 2016 to June 15 2019 and that recorded at the reference site.

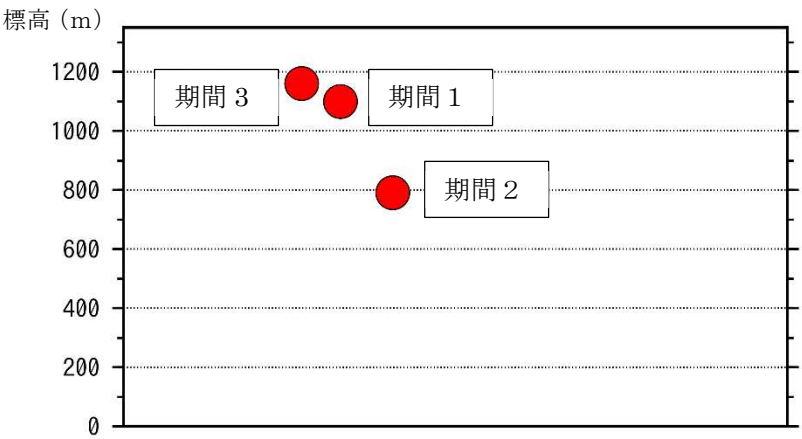


第 14-3 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　３つの期間(2017 年２月 27 日～2018 年２月 25 日、2018 年２月 25 日～2019 年１月 30 日、2019 年１月 30 日～2019 年６月４日)に観測された各観測点における全磁力変動（Obs）及び推定された等価磁気双極子モデル（第 14-3 図）から計算される全磁力変動（Cal）

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。

Fig. 14-3. Magnetic variation caluculated equivalent magnetic dipole models (February 27, 2017 – February 25, 2018 ,February 25, 2018 – January 30, 2019, January 30, 2019 – June 4, 2019).





	モーメント強度（$10^6 Am^2$）
期間 1 2017/02/27～2018/02/25	1.9
期間 2 2018/02/25～2019/01/30	8.8
期間 3 2019/01/30～2019/06/04	1.3

第 14-4 図　霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）　図 14-3 の３つの期間に観測された各観測点における全磁力変動を説明するために推定された等価磁気双極子モデル

・期間１及び３については火口北西のごく浅部に、期間２については火口の地下約 500ｍの位置に熱消磁を表す等価磁気双極子がそれぞれ推定された。
・期間３については、観測された熱消磁効果による全磁力変動の振幅が全ての観測で小さいため、推定されたモデルパラメータの信頼性が低い可能性がある。
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。

Fig. 14-4. Estimated equivalent magnetic dipole models (3 period in fig. 14-3).

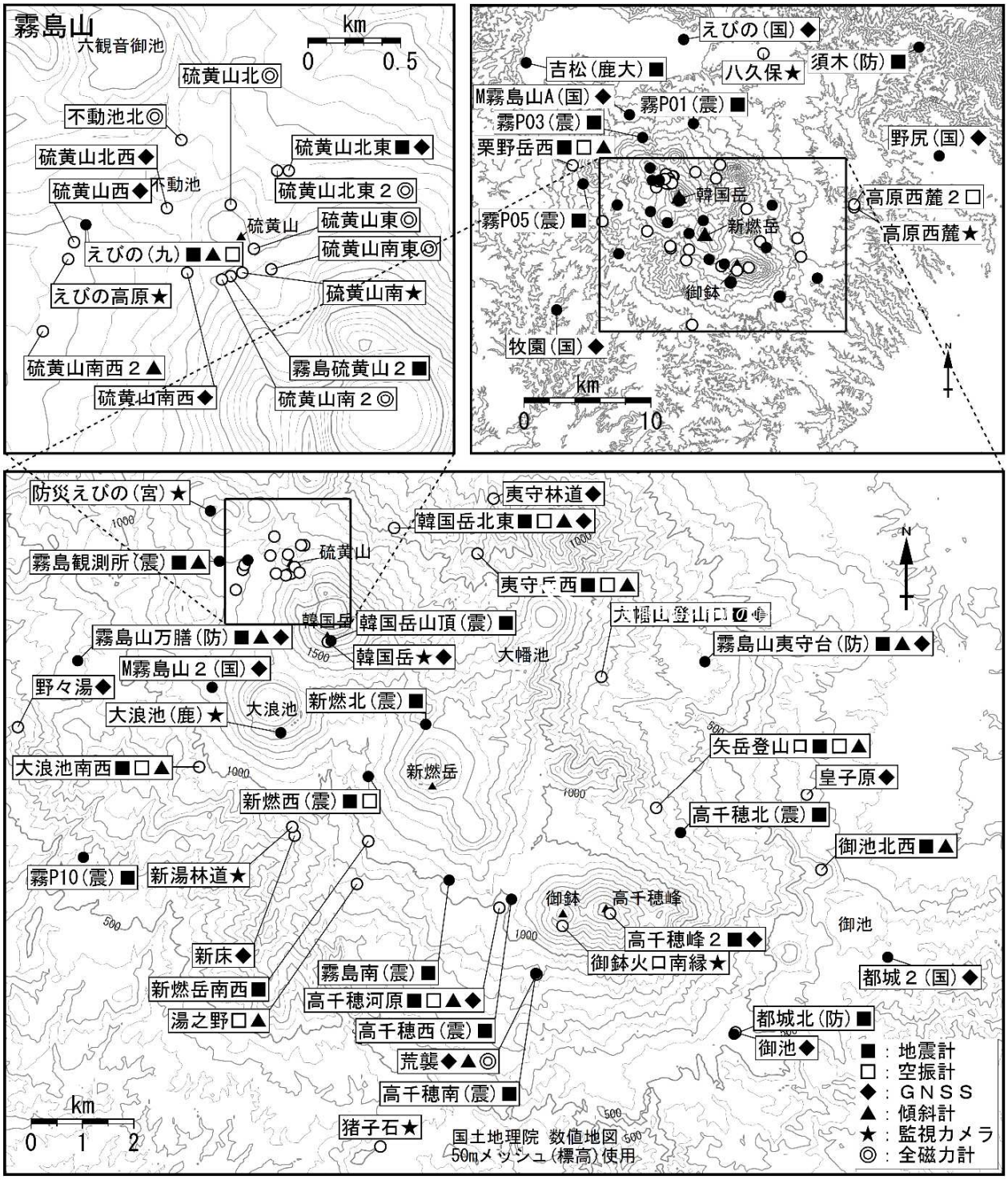


図 15 図　霧島山　観測点配置図

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

（国）：国土地理院、（震）：東京大学地震研究所、（九）：九州大学、（鹿大）：鹿児島大学、（防）：防災科学技術研究所、（宮）：宮崎県、（鹿）：鹿児島県

地図の作成に当たっては、国土地理院発行の『数値地図 50ｍメッシュ（標高）』及び国土数値情報の『湖沼』を使用した。

Fig. 15. Location map of permanent observation sites in and around Kirishimayama