焼岳の火山活動（2021 年 12 月～2022 年 10 月）*

Volcanic Activity of Yakedake Volcano (December 2021 – October 2022)

気象庁地震火山部火山監視課
火山監視・警報センター
Volcanic Observation Division, Japan Meteorological Agency
Volcanic Observation and Warning Center

○概況

・地震活動

焼岳では、2017 年８月に計数を開始して以降、山頂付近を震源（焼岳山頂付近の概ね海抜０km 以浅が震源と推定される）とする微小な火山性地震が１か月あたり 10～100 回程度発生している。2022 年５月 23 日から地震回数が増加し始め、24 日には日地震回数が 48 回に達した。その後回数は減少したが、６月上旬までやや多い状態が続いた。震源は、焼岳山頂付近の概ね海抜 0km 以浅に推定された。６月中旬以降は、地震増加前の発生状況に戻り、その後も少ないながらも継続して発生した。

2020 年４月以降活発化した、山頂の東～北東側のやや深いところを震源とする地震活動は今期間も継続した。2022 年は、７月５日に焼岳周辺で最大震度１を観測する地震が発生するなど、５日から 11 日にかけて地震活動の一時的な活発化がみられた。この地震活動に伴う噴気活動や山頂付近の地震活動に変化は認められなかった。焼岳の北西側の深い所を震源とする低周波地震の発生状況に特段の変化はみられなかった。

・噴気など表面現象の状況

北陸地方整備局設置の監視カメラよる観測では、北峰付近の噴気孔及び黒谷火口からの噴気の高さは 200m以下で経過した。また、岩坪谷上部の噴気孔からの噴気の高さは 200m以下で経過した。2017 年８月上旬に噴気を観測した黒谷火口では、噴気の高さに変化はみられないものの、2019 年夏頃から噴気が観測される日が増えた。

中尾峠赤外熱映像カメラによる観測では、焼岳北側斜面の地表面温度分布に特段の変化はなかった。

2022 年８月 10 日に実施した現地観測では、焼岳北峰南斜面の噴気温度は 105℃であった。

長野県警察の協力により 2022 年５月 25 日に実施した上空からの観測では、黒谷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

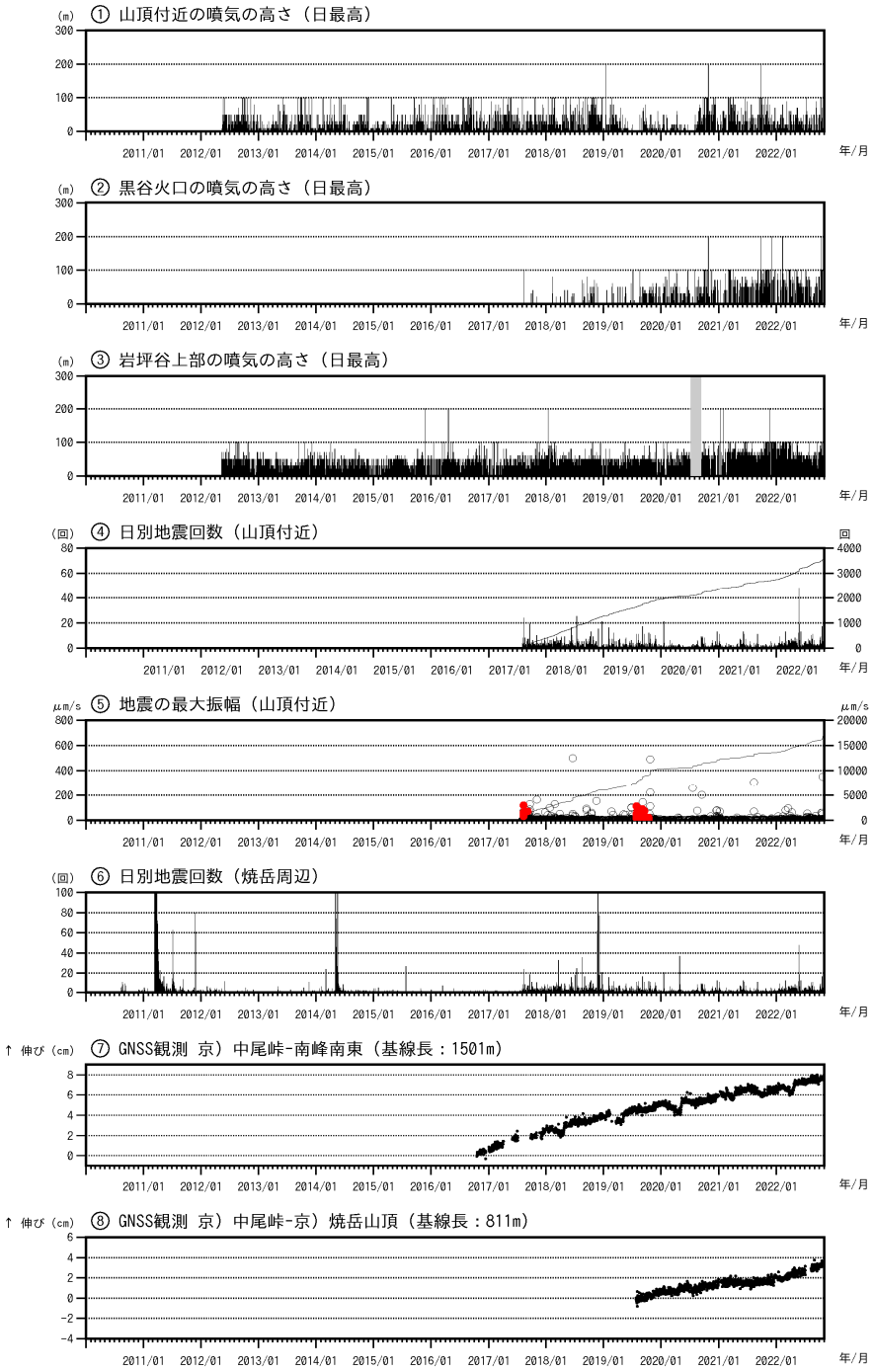
GNSS 連続観測及び繰り返し観測では、山頂付近での緩やかな膨張を示すと考えられる変化が継続しており、焼岳山頂（京）観測点を含む基線では 2022 年１月頃から伸びの変化が大きくなった。なお、2022 年５月の地震活動に伴う地殻変動は観測されなかった。

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された焼岳・アカンダナ山周辺のデータについて干渉処理を行った結果によると、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。

この資料は気象庁のほか、北陸地方整備局、国土地理院、京都大学、名古屋大学、東京大学及び国立研究開発法人防災科学技術研究所のデータを利用した。

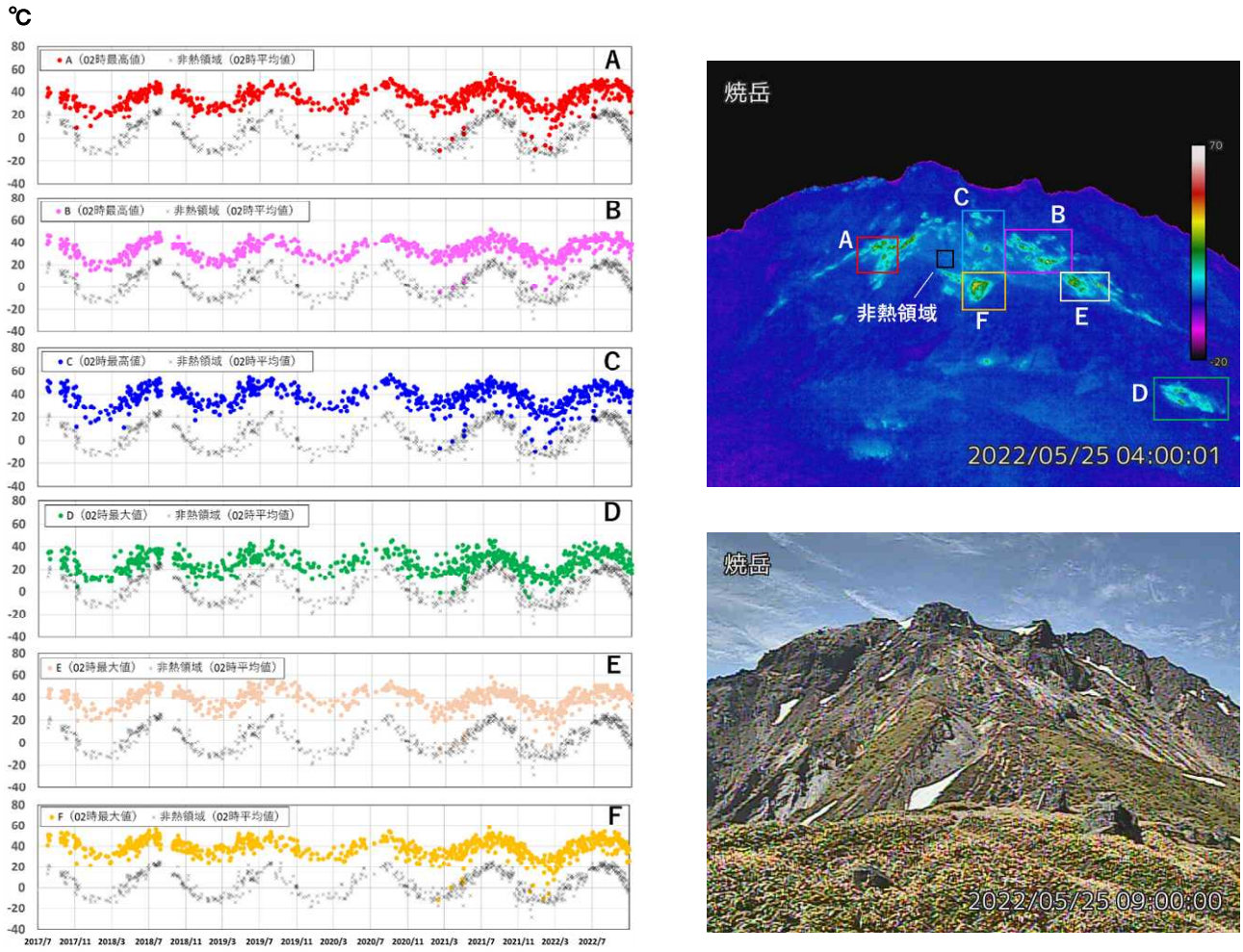
本資料中の地図の作成に当たっては、国土地理院発行の「数値地図 25000（行政界・海岸線）」及び「数値地図 50mメッシュ（標高）」を使用している。

＊　2024 年 10 月 31 日受付



第１図　焼岳　火山活動経過図（2010 年８月２日～2022 年 10 月 31 日）
Fig. 1. Volcanic activity of Yakedake from October, 2010 to October, 2022.
④山頂付近の地震とは、焼岳山頂付近の概ね海抜０km 以浅が震源と推定される地震のことを示す。
山頂付近の地震については、2017 年８月以降、計数を開始している。
●：空振を伴う火山性地震
⑦⑧の空白部分は欠測を示す。京）：京都大学。⑦⑧は図 10 の基線番号⑥⑧に対応。

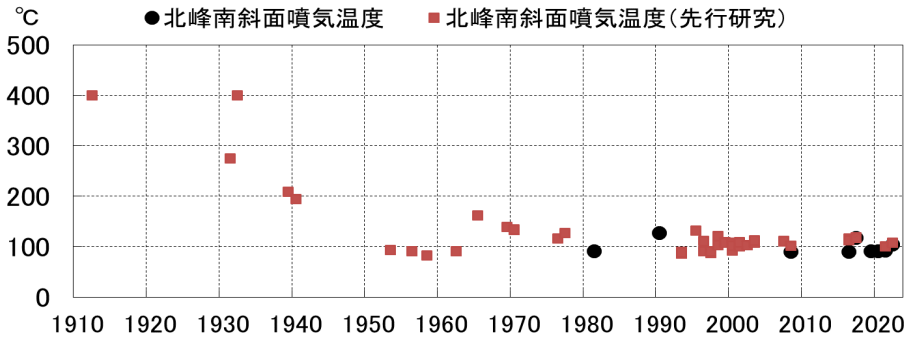
・黒谷火口の噴気の高さは 2017 年８月以降観測される頻度が増えており、2021 年 10 月頃から日最大 100ｍを観測する頻度が次第に増加した。
・2017 年８月に計数を開始して以降、山頂付近を震源とする火山性地震が１日あたり数回程度発生している。
・2017 年、2019 年には空振を伴う火山性地震が発生した。
・焼岳周辺では数年おきにまとまった地震活動がみられ、2022 年７月５日から 11 日にかけては地震活動の一時的な活発化がみられた。
・GNSS 連続観測において、山頂付近の緩やかな膨張を示すと考えられる変動が継続した。



第２図　焼岳　中尾峠赤外熱映像カメラによる焼岳北側斜面の地熱域の最高温度の推移
（2017 年７月１日～2022 年 10 月 31 日）とカメラ画像とその解析範囲

Fig. 2. Time series of maximum temperature of north slope of Yakedake observed by infrared camera from July, 2017 to May, 2022.

・焼岳北側斜面の地熱域では、地熱域の広がりやその温度上昇は認められなかった。

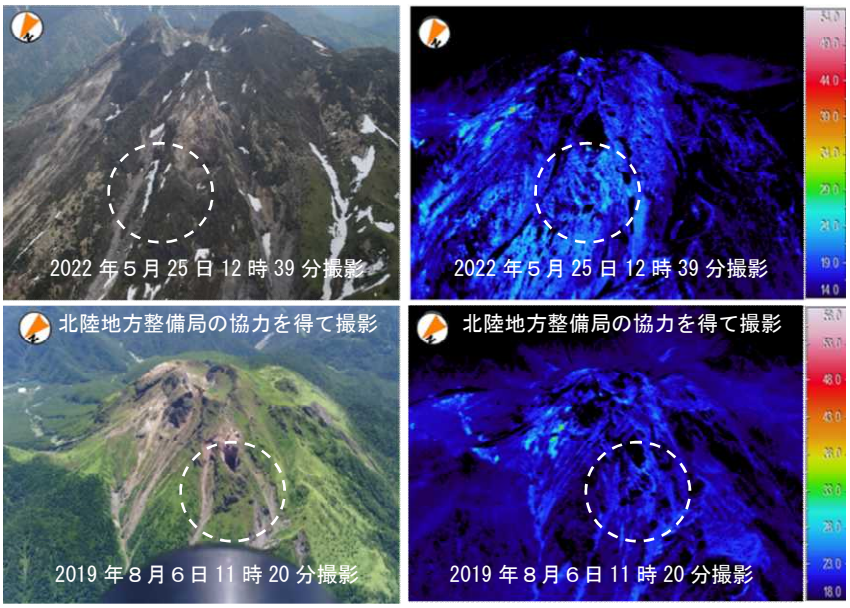


第３図　焼岳　現地観測による焼岳北峰南斜面の噴気温度の推移（1910 年７月１日～）

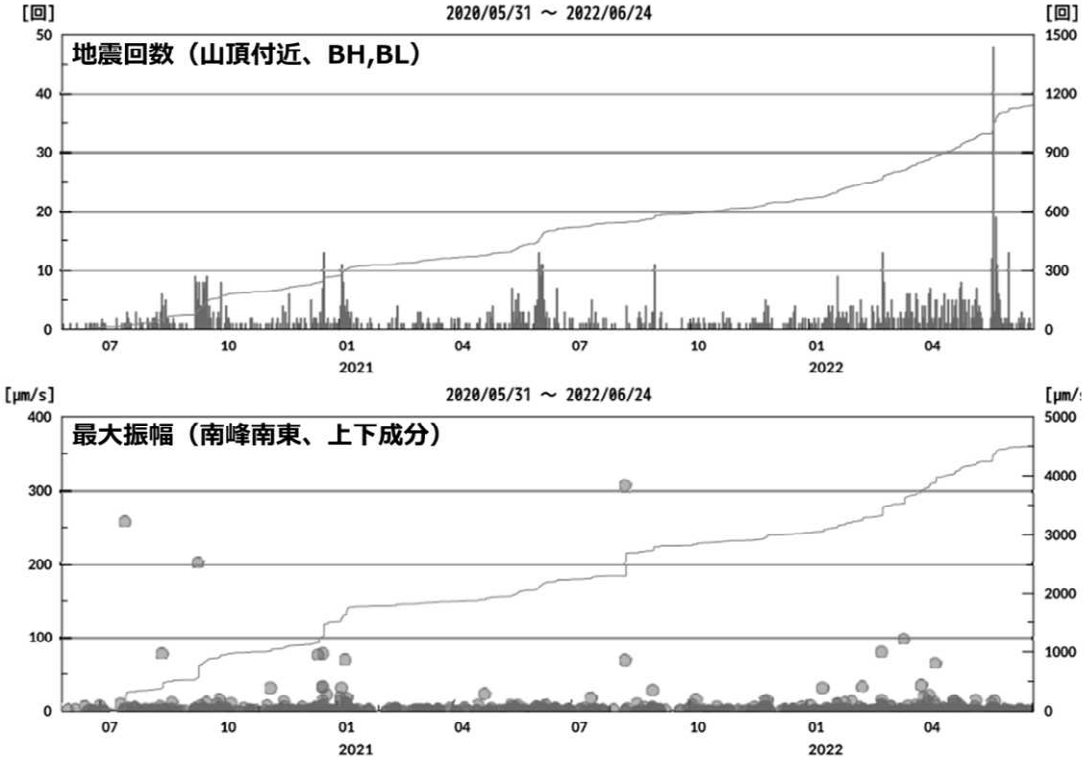
Fig. 3. Change in fumarole temperature of southern slope of Hoppou summit on field observations from July, 1910.

赤四角印は加藤（1912）、小平（1932、1940、1942）、小坂（1961、1966）、小坂・小沢（1966）、杉浦・水谷（1978）、三宅・小坂（1998）、Sumino et al.(2010)、齋藤他（2019）及び齋藤（私信）によって得られたデータを示す。

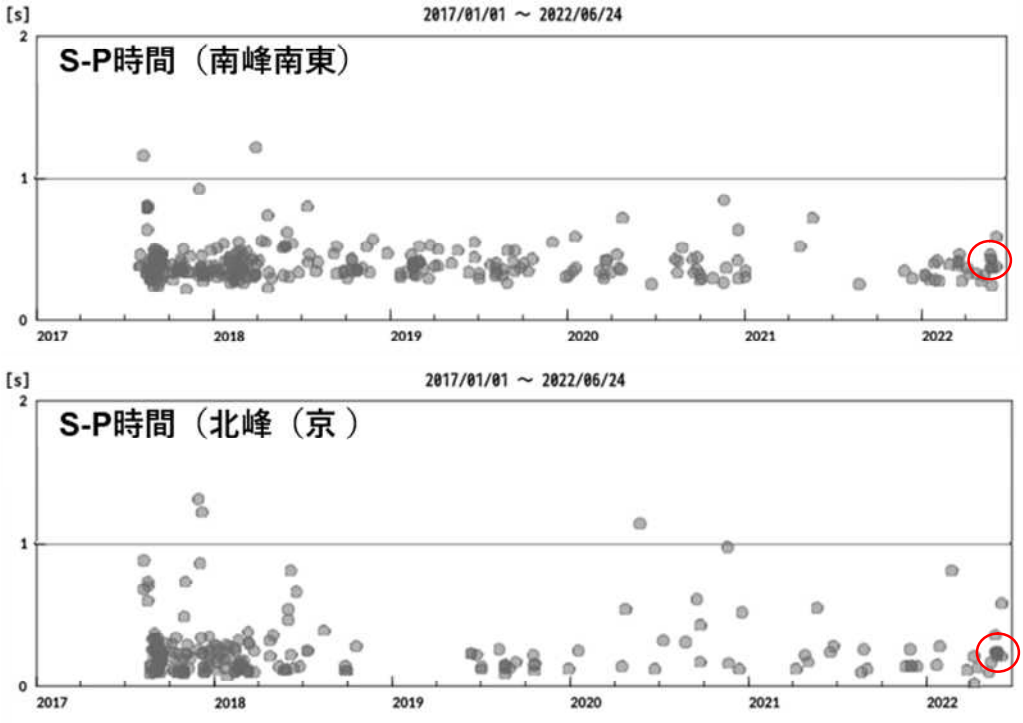
・2022 年８月 10 日に実施した現地観測では、焼岳北峰南斜面の噴気温度は 105℃であった。



第４図　焼岳　上空からの観測による焼岳山頂周辺の状況
Fig. 4. Visible and thermal images of the summit area of Yakedake.
５月 25 日に長野県警察の協力により実施した上空からの観測では、黒谷火口周辺の状況（白破線）に特段の変化は認められなかった。



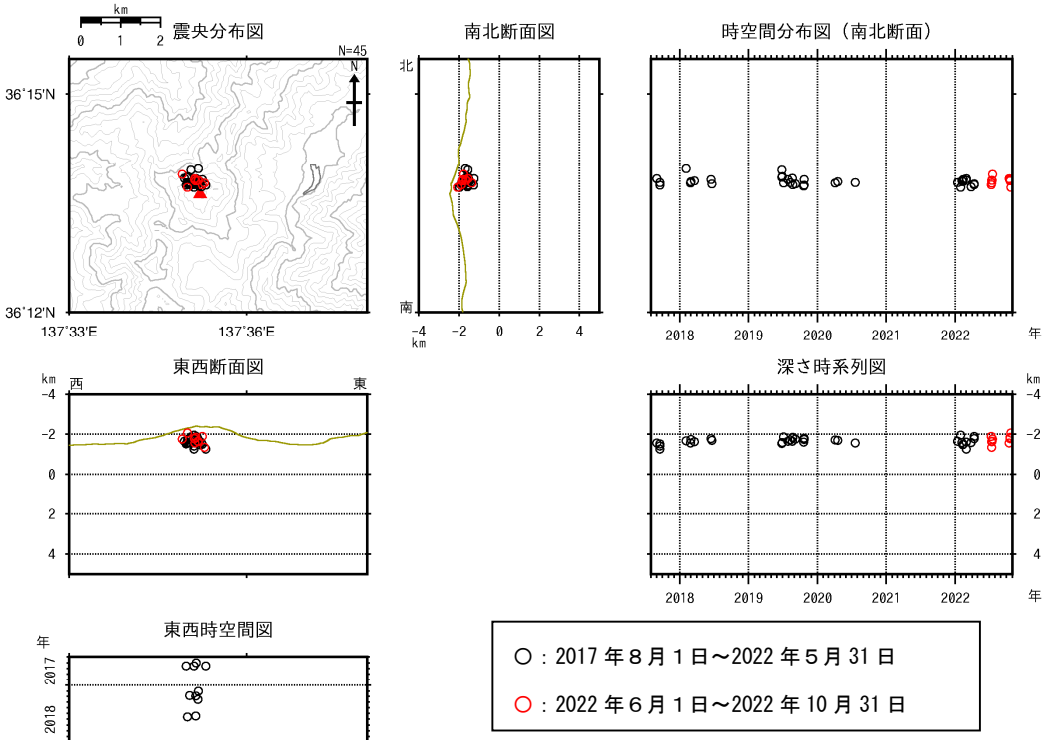
第５図　焼岳　日別地震回数と最大振幅（2020 年５月 31 日～2022 年６月 24 日）
Fig. 5. Daily number and maximum amplitudes of earthquakes beneath the summit of Yakedake from May, 2020 to June, 2022.
・2022 年１月頃から地震回数に増加傾向がみられた。
・2022 年５月 16 日から 21 日かけて地震の発生はなかったが、５月 23 日から地震回数が増加し始め、24 日には日回数が 48 回に達した。その後の回数は減少したが、６月上旬までやや多い状態が続いた。
・５月 23 日から地震増加時の最大振幅はこれまでと変わらない小さなものであった。



第６図　焼岳　S-P 時間（2017 年１月１日～2022 年６月 24 日）

Fig. 6. S-P time of earthquakes around the summit of Yakedake from January, 2017 to June, 2022.

・５月 23 日からの地震増加時に震源が決まった地震は発生していないが、S-P 時間はこれまでの範囲内である（赤丸）。

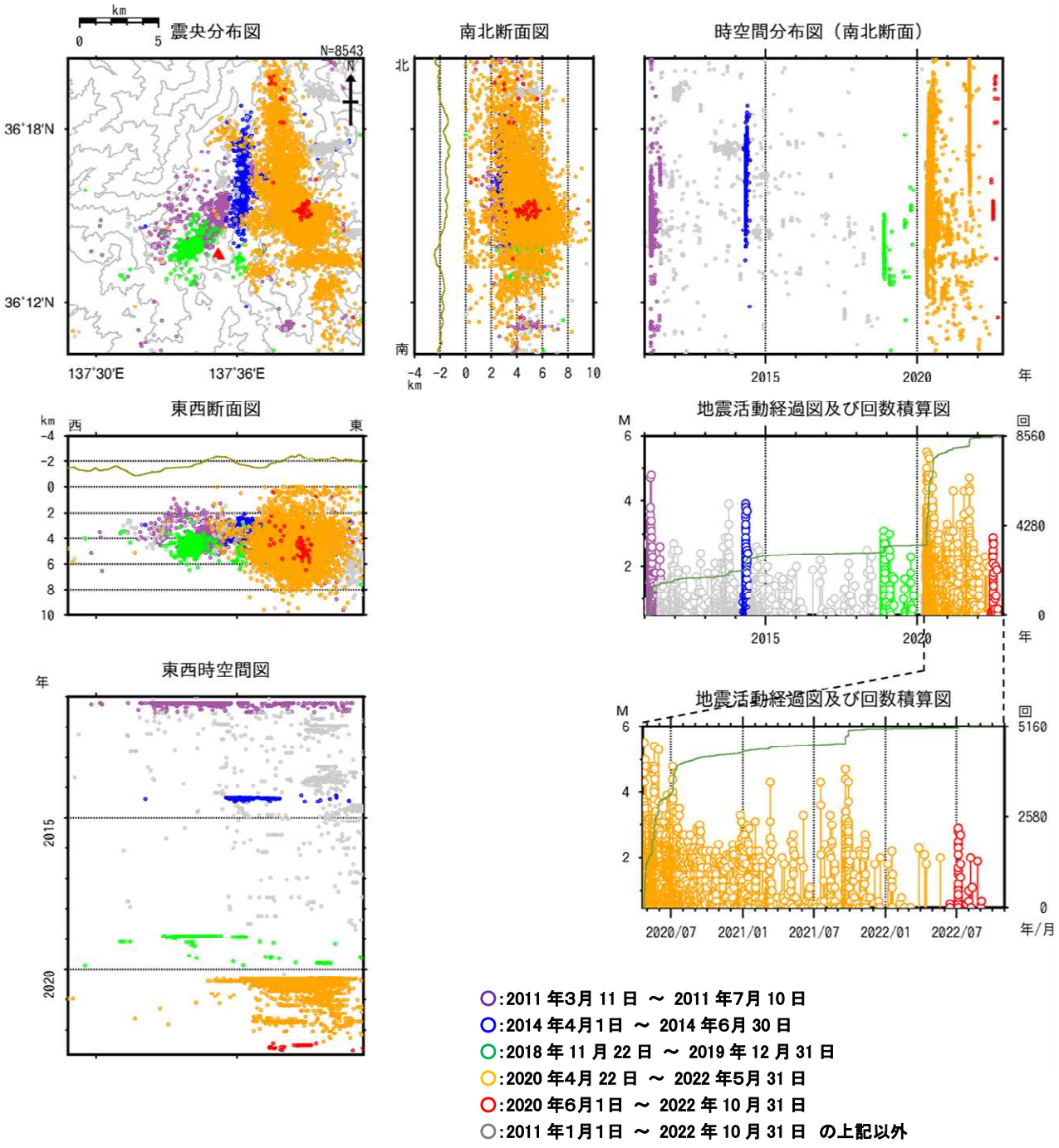


第７図　焼岳　山頂付近の震源分布図
（2017 年８月１日～2022 年 10 月 31 日）

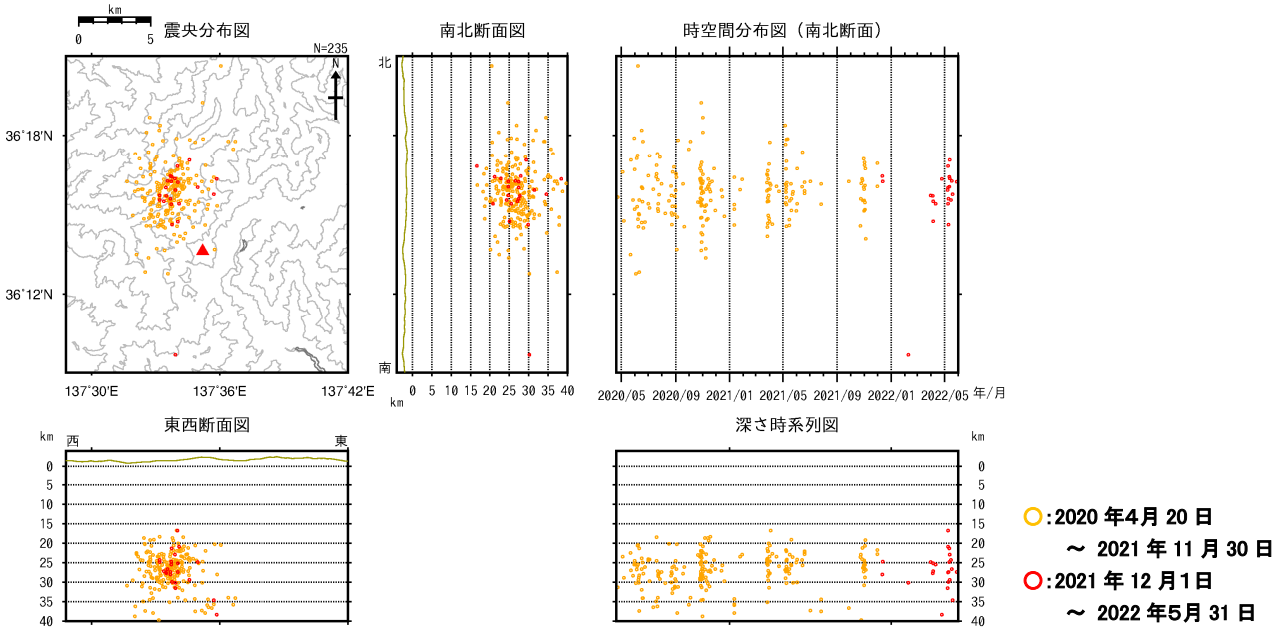
Fig. 7. Distribution of hypocenters around the summit of Yakedake from August, 2017 to October, 2022.

山頂付近の地震とは、南峰南東観測点の上下動振幅 1.0μm/s 以上、S-P 時間 1.0 秒以内で、焼岳山頂付近の概ね海抜０km 以浅が震源と推定される地震のことを示す。

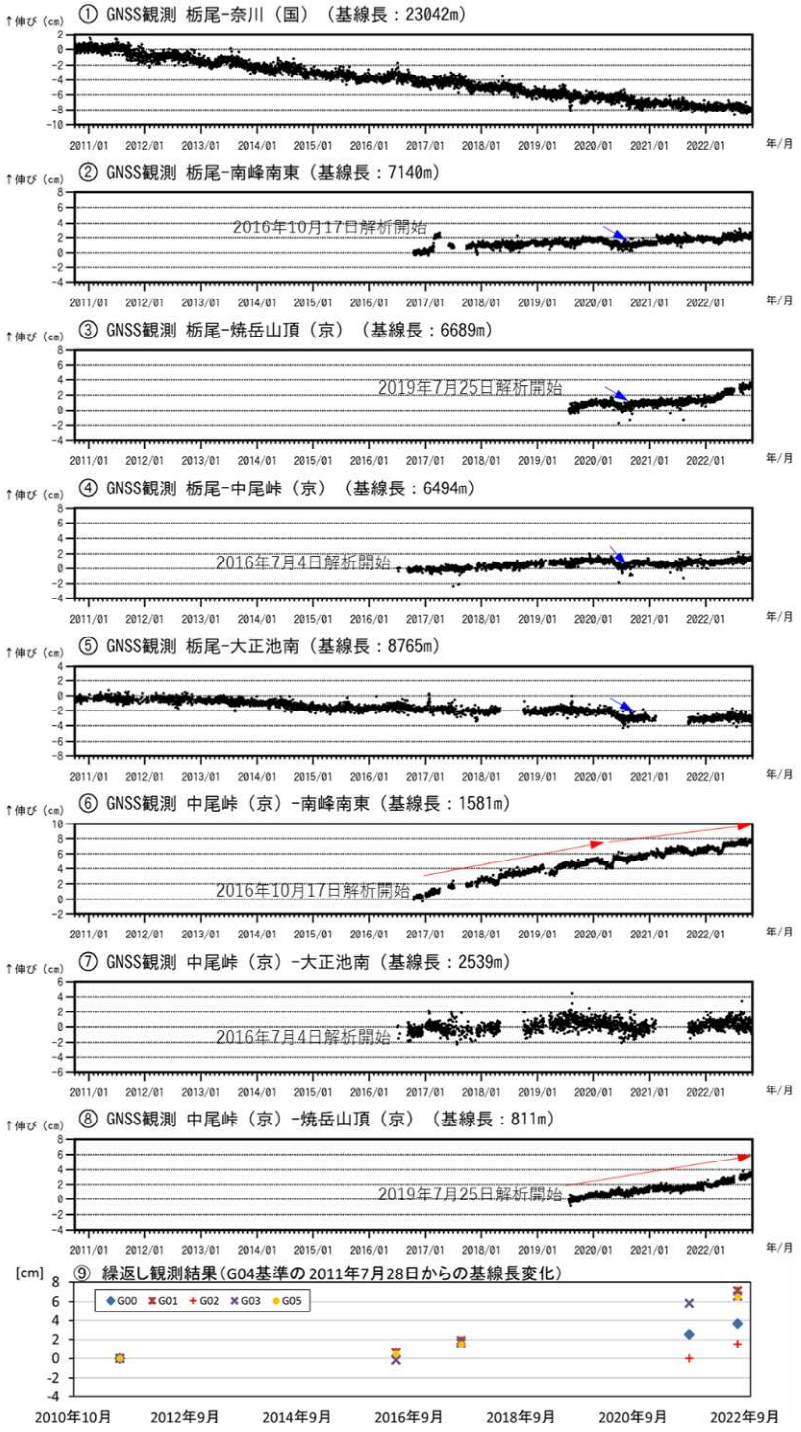
・震源は、山頂付近の深さ０km 以浅に分布している。

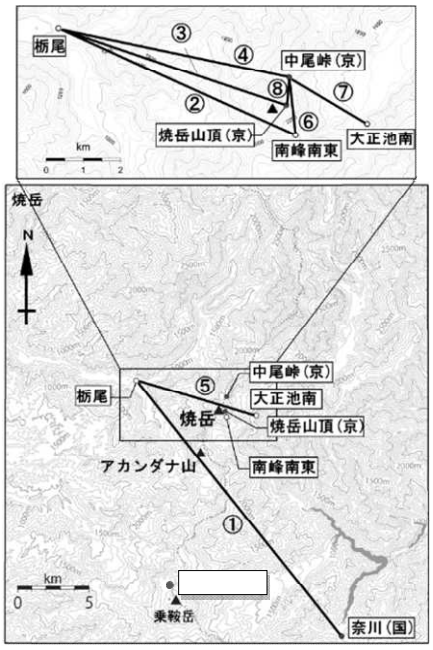


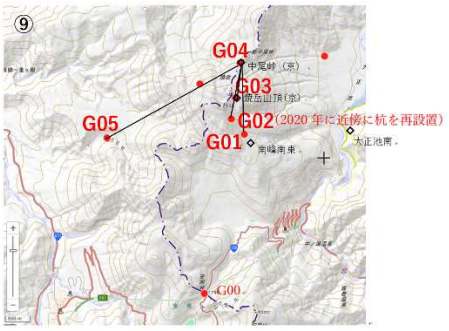
第８図　焼岳　一元化震源による山体及び周辺の地震活動（2011年１月１日～2022年10月31日）
Fig. 8. Seismic activity around Yakedake from January 2011 to October 2022 according to the JMA catalogue.
この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する手法で得られた震源を用いている。
・焼岳周辺では、2020 年４月 22 日以降活発化した山頂の東～北東側のやや深いところを震源とする地震活動が継続した。
・焼岳周辺では、2011 年（紫丸）、2014 年（青丸）、2018 年から 2019 年にかけて（緑色）、地震活動の活発化が認められた。



第９図　焼岳　一元化震源による深部低周波地震の発生状況（2020 年４月 20 日～2022 年５月 31 日）
Fig. 9. Hypocenters of deep low frequency earthquakes around Yakedake from April 2020 to May 2022 according to the JMA catalogue.
この図では、関係機関の地震波形を一元的に処理し、地震観測点の標高を考慮する等した手法で得られた震源を用いている。
・焼岳山頂の北西約５㎞、深さ 20～30 ㎞付近に深部低周波地震のクラスターがある。今期間は、2022 年５月に入り、深部低周波地震の発生回数がわずかに増加した。







第 10 図　焼岳　GNSS 連続観測による基線長変化（2010 年 10 月 1 日～2022 年 10 月 31 日）及び GNSS 観測点配置

Fig. 10. Baseline length changes by GNSS continuous analysis and GNSS location map of Yakedake from October, 2010 to October, 2022.

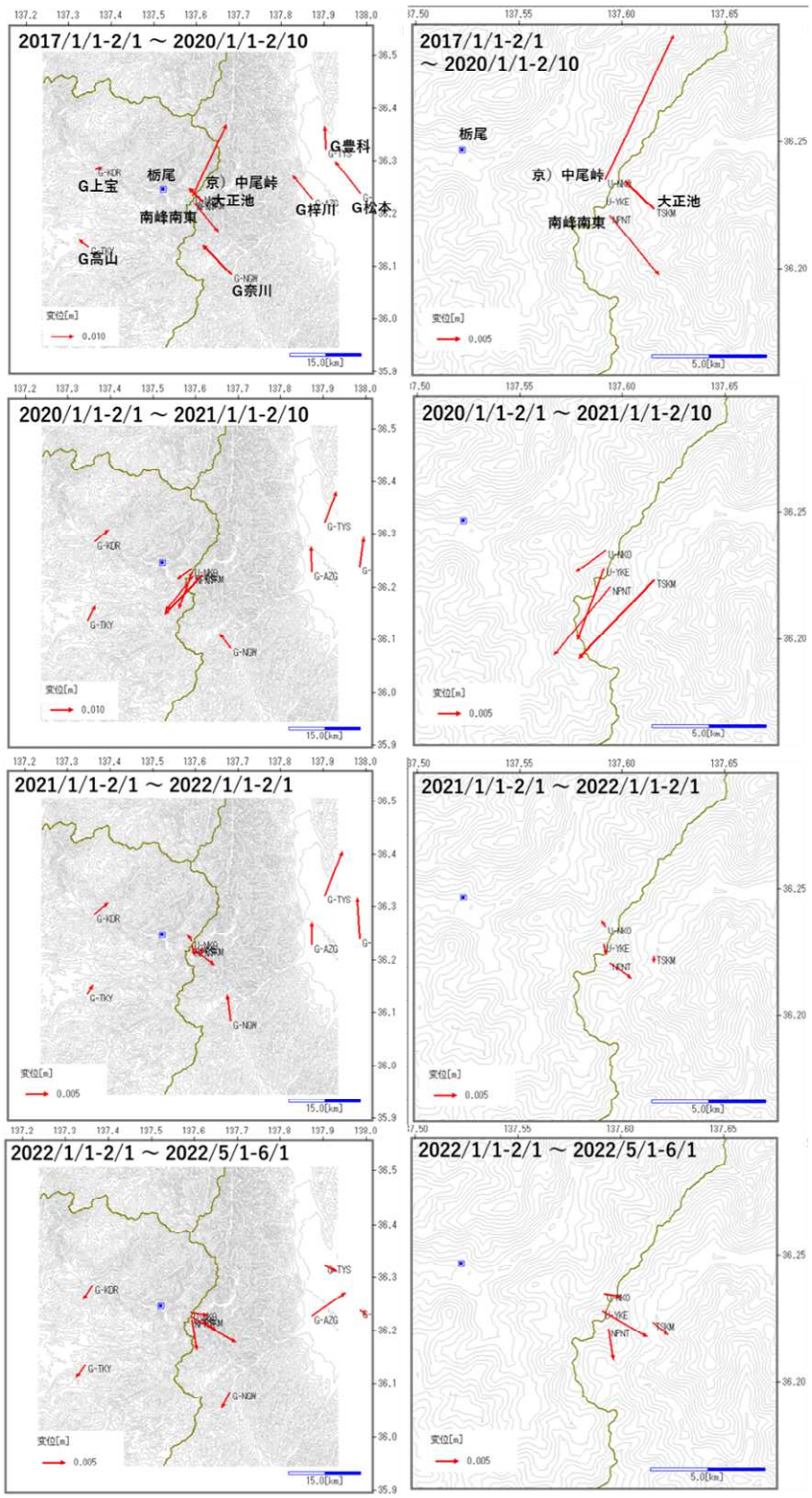
左：GNSS 観測結果　GNSS 連続観測の基線は右図 GNSS 基線①～⑧に対応。グラフの空白部分は欠測を示す。（国）：国土地理院、（京）：京都大学。

右上：GNSS 連続観測の基線図　右下：GNSS 繰返し観測の基線図

・②～⑤の基線では、2020 年 5 月下旬頃から 7 月頃にかけて、2020 年 4 月 22 日以降活発化した山頂の東～北東側の地震活動に関連すると考えられる変化がみられた（青矢印）。

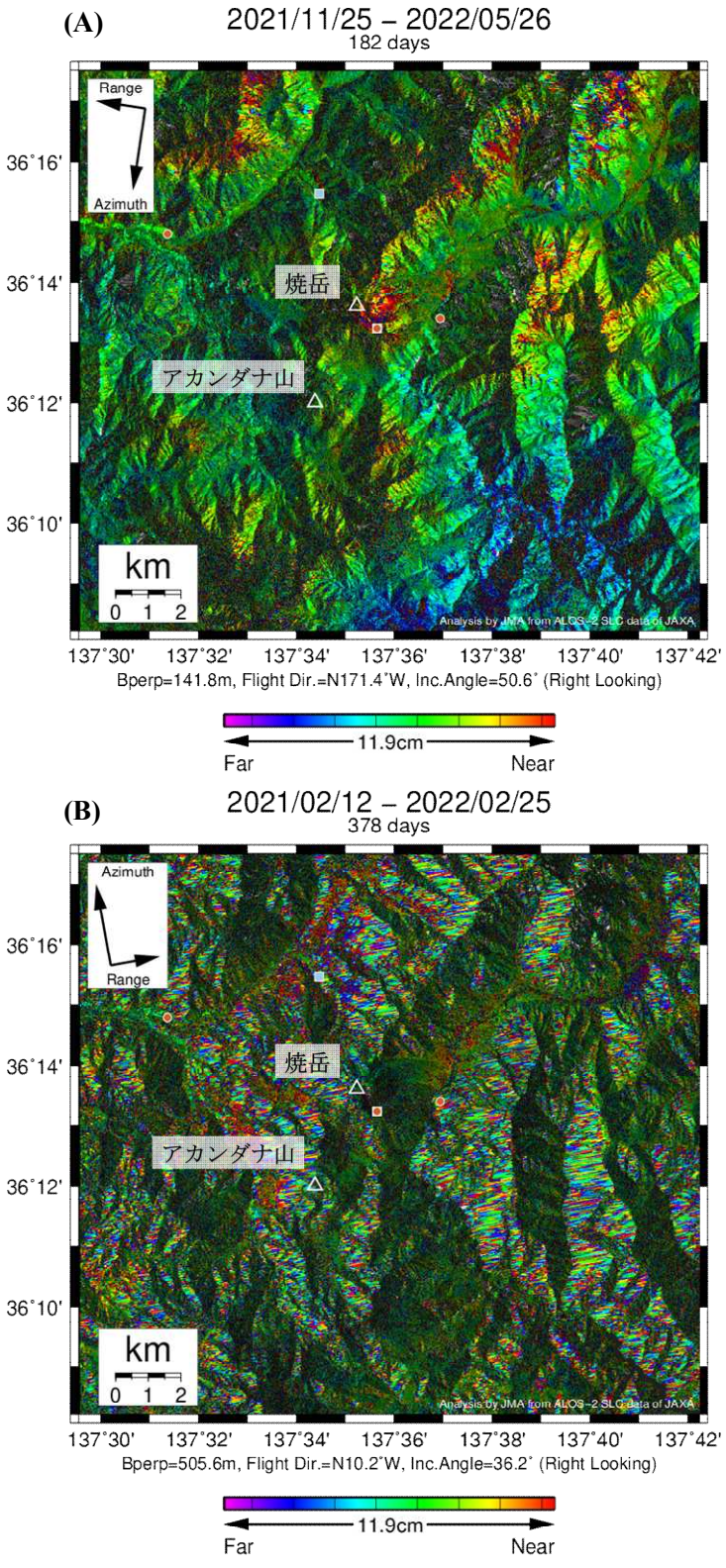
・⑥と⑧の基線では、山頂付近の緩やかな膨張を示すと考えられる変化が継続した（赤矢印）。

・⑨の繰返し観測結果でも山頂付近の膨張傾向を示すと考えられる変化がみられた。



第 11 図　焼岳　GNSS 連続観測による水平変動の状況
Fig. 11. Horizontal displacement by GNSS continuous analysis of Yakedake.

・2017 年から 2020 年にかけて、京）中尾峠と南峰南東で山体膨張を示唆するような変化がみられた。
・焼岳周辺では複雑な広域変動場の影響を受けていると考えられる。
・2020 年から 2021 年にかけては、2020 年 4 月 22 日以降に活発化した長野・岐阜県境の群発地震に伴う変化がみられた。
・2022 年頃に入り山頂周辺の観測点が東進するような変化がみられた。



第 12 図　ALOS-2/PALSAR-2 による焼岳の干渉解析結果
Fig. 12. SAR interferograms generated from ALOS-2/PALSAR-2 data around Yakedake.
図中の白三角印は山頂位置（焼岳、アカンダナ山）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 1 表　干渉解析に使用したデータ
Table.1. ALOS-2/PALSAR-2 data used in this study.

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
18-2890(SM1_U2-12)	南行	右	50.6°	2021.11.25	2022.05.26	第 12 図 (A)
126-710(SM1_U2-7)	北行	右	36.2°	2021.02.12	2022.02.25	第 12 図 (B)

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。