

# **第 143 回**

## **火山噴火予知連絡会資料**

**(その2)**

**口永良部島、諏訪之瀬島、阿蘇山**

**平成 31 年 2 月 27 日**

# 火山噴火予知連絡会資料（その2）

## 目次

|            |       |
|------------|-------|
| 口永良部島..... | 3     |
| 気象庁（気象研含む） | 3-23  |
| 京大桜島       | 24-30 |
| 防災科研       | 31-38 |
| 産総研        | 39-45 |
| 地理院        | 46-53 |
| 海保         | 54-59 |
| 諏訪之瀬島..... | 60    |
| 気象庁        | 60-64 |
| 京大桜島       | 65-66 |
| 地理院        | 67-69 |
| 阿蘇山.....   | 70    |
| 気象庁（地磁気含む） | 70-83 |
| 京大阿蘇       | 84-86 |
| 防災科研       | 87-92 |
| 地理院        | 93-97 |



## 口 永 良 部 島 (2019 年 2 月 18 日現在)

口永良部島では、新岳火口付近の火山性地震の回数が増減を繰り返し、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量がやや多い状態で経過している中で、2018 年 8 月に入り、火山性地震の回数及び火山ガス（二酸化硫黄）の放出量が増加し、8 月 15 日には、新たなマグマの貫入の可能性を示唆する新岳西側山麓深部を震源とする火山性地震が発生するなど、火山活動の活発化が認められている状況で、10 月 21 日に新岳火口でごく小規模な噴火が発生した。同程度の火山灰の噴出は、断続的に 12 月 13 日まで続いた。

小休止を経て、12 月 18 日に火砕流及び大きな噴石を伴う噴火が発生し、その後も火砕流や大きな噴石を伴う噴火が時々発生した。2019 年 1 月 17 日に発生した噴火は、2018 年 10 月以降の噴火活動で最も規模の大きなものとなった。

口永良部島では、やや規模の大きな噴火を繰り返しており、今後も 1 月 17 日のような火砕流を伴い新岳火口から概ね 2 km に影響を及ぼす噴火の可能性はある。

新岳火口から概ね 2 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及び火砕流に警戒が必要である。また、向江浜地区から新岳の南西にかけての火口から海岸までの範囲では、火砕流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。

| 項目   | 現象       | 14.08                                                           | 14.09 | 14.10                     | 14.11 | 14.12                                                                | 15.01                                                                   | 15.02                         | 15.03                         | 15.04       | 15.05              | 15.06         |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------|-------|---------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------|---------------|
|      |          | 18.03                                                           | 18.04 | 18.05                     | 18.06 | 18.07                                                                | 18.08                                                                   | 18.09                         | 18.10                         | 18.11       | 18.12              | 19.01         |
| 表面現象 | 噴煙の状況    | 2014年8月の噴火以降、噴煙量やや増加（平均噴煙高は数十m程度から数百m程度へシフト）                    |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               |                               |             | 5/29 爆発（火砕流）       | 6/18 爆発       |
|      |          |                                                                 |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               | 10/21～12/13<br>断続的灰噴火         |             | 12/18他 爆発（火砕流）     | 1/17他 爆発（火砕流） |
|      | 火映       |                                                                 |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               | 3/24～本村カメラ<br>新岳西側割れ目付近の火映を観測 |             |                    |               |
|      |          |                                                                 |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               | 11/7～17本村カメラ<br>新岳火口内の火映      |             |                    |               |
| 熱異常域 | 熱異常域     |                                                                 |       | 南西斜面で新たな噴気&熱異常域           |       |                                                                      |                                                                         | 2015年2月頃より新岳西側割れ目付近の熱異常域の温度上昇 |                               |             |                    |               |
|      |          | 2017年頃から新岳西側割れ目付近の温度低下傾向                                        |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               |                               |             |                    |               |
| 火山ガス | SO2量の増加  |                                                                 |       | 10月からSO2増加 10～11月500～700ト |       | 12月からSO2が更に増加 最大値は2014年12月1900ト、2015年1月3100ト、2月2700ト、3月3700ト、4月2600ト |                                                                         |                               |                               | 下旬300～700ト減 |                    |               |
|      |          |                                                                 |       |                           |       |                                                                      | 2018年8月以降SO2増加 数百ト～最大1700ト                                              |                               |                               |             | 100～1000トと増減大きく不安定 |               |
| 震動   | 火口直下地震増加 |                                                                 |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               | 3月よりBL型がやや増加※2                |             |                    |               |
|      |          | 2017年10月頃より高周波のA・BH型が増加<br>2018年に入り周期の長いB・BL型も時々発生              |       |                           |       |                                                                      | 8/8,10に一時的にB型増加(35回)その後減少                                               |                               | 10/21～12/13<br>噴火に伴う地震・微動発生   |             | 噴火前にBH型増加する傾向      |               |
|      | 新岳西側山麓地震 |                                                                 |       |                           |       |                                                                      | 1/24<br>D=5km<br>M2.2                                                   |                               |                               |             | 5/23,D=0km,M2.3    |               |
|      |          |                                                                 |       |                           |       |                                                                      | 8/15<br>D=5km<br>M1.9                                                   |                               |                               |             |                    |               |
| 地殻変動 | 傾斜変化     |                                                                 |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               |                               |             | 噴火に伴う傾斜            |               |
|      |          |                                                                 |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               |                               |             | 噴火に伴う傾斜            |               |
|      | GNS      |                                                                 |       |                           |       |                                                                      | 12月～2月にかけて新岳火口を挟む基線でわずかな伸びの傾向                                           |                               |                               |             |                    |               |
|      |          |                                                                 |       |                           |       |                                                                      | 【SVO】 新岳を挟む短い基線で伸び（8/15前後）<br>【JMA】 島内の長い基線：7月縮み停滞→10月緩やか伸び→11月鈍化もしくは停滞 |                               |                               |             |                    |               |
| 水準測量 | 水準測量     | 2014年08月～2015年03月で2.5mmの隆起（茂木:D=7.5km,dV=3.7*10 <sup>6</sup> m） |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               |                               |             |                    |               |
|      |          | 2017年09月～2018年08月で2.4mmの隆起（2015年と同等）                            |       |                           |       |                                                                      |                                                                         |                               |                               |             |                    |               |

表 1 火山活動経過の比較 (① 2015年6月噴火まで ② 2019年1月まで)

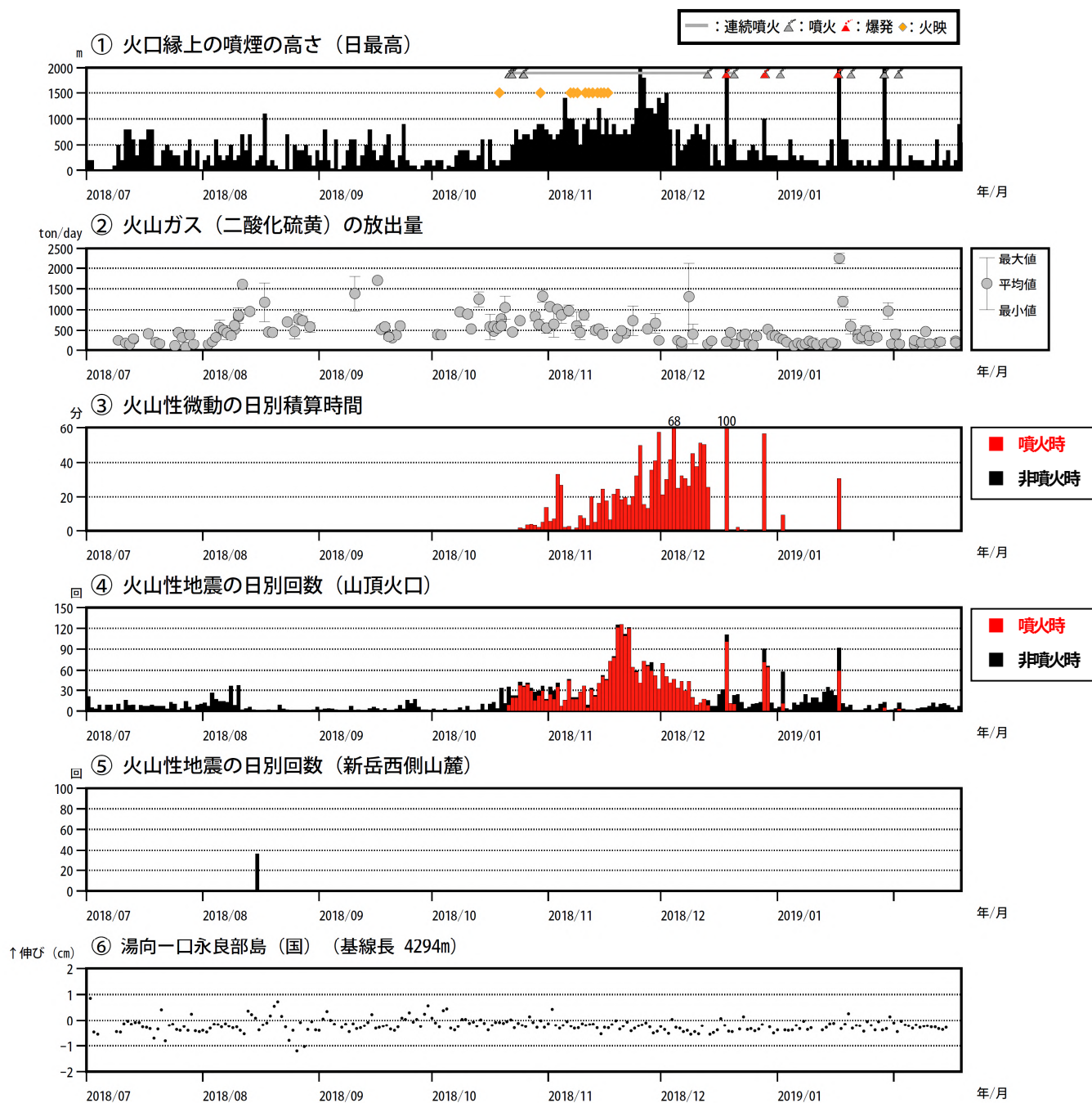


図1 口永良部島 短期の火山活動経過図（2018年7月～2019年2月18日）

## &lt;2018年10月から2019年2月18までの火山活動の状況&gt;

- 2018年10月21日から12月13日にかけて、新岳火口で断続的に火山灰を噴出する活動が継続。
- 2018年12月中旬以降は、火砕流や大きな噴石を伴う噴火が時々発生。
- 2018年10月から11月の夜間に時々観測された火映は、12月以降はみられない
- 火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1日あたり100～2,200トンと増減が大きく不安定な状態で経過。
- 2018年10月から12月にかけての噴火時、火山性地震及び微動は主に噴火に伴って発生、12月中旬以降は噴火前後に地震回数が増加。
- 新岳の西側山麓のやや深い場所を震源とする火山性地震は、2018年8月15日に発生して以降観測されていない。
- GNSS連続観測では、島内の長い基線において、2016年1月頃から緩やかな縮みの傾向が続いていたが、2018年7月頃から停滞しているとみられる。

表2 口永良部島 主な噴火リスト (2018 年 10 月～2019 年 2 月 18 日)

| 噴火発現時刻<br>(年月日時分) | 表面現象                   |                      |                        |                               | 震動                          |                       | 地殻変動                           |
|-------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
|                   | 噴煙高<br>(火口縁上最高)<br>[m] | 火砕流<br>(最長距離)<br>[m] | 大きな噴石<br>(最長距離)<br>[m] | 噴火継続時間<br>(噴煙量 2 以上)<br>[時間分] | 地震振幅<br>(古岳南山麓UD)<br>[μm/s] | 空振振幅<br>(本村東)<br>[Pa] | 山下りの傾斜変化<br>(新岳北東山麓)<br>[μrad] |
| 2018/12/18 16:37  | 4,500                  | 1,000                | 700                    | 2時間02分                        | 183                         | 29                    | 0.028                          |
| 2018/12/28 22:09  | 1,000                  | —                    | 500                    | 0時間30分                        | 57                          | 16                    | 0.025                          |
| 2019/01/02 01:53  | 200                    | —                    | 200                    | —                             | 8                           | —                     | —                              |
| 2019/01/17 09:19  | 6,000                  | 1,900                | 1,800                  | 1時間41分                        | 553                         | 201                   | 0.069                          |
| 2019/01/20 20:51  | 200                    | —                    | —                      | —                             | 128                         | —                     | 0.011                          |
| 2019/01/29 17:13  | 4,000                  | 600                  | —                      | 2時間02分                        | 208                         | 4                     | 0.028                          |
| 2019/02/02 11:41  | 400                    | —                    | —                      | 1時間19分                        | 3                           | —                     | —                              |

※ 噴火発現時から噴煙量 2 以上 (新岳火口縁上噴煙高概ね 400m 程度以上) が継続する時間を噴火継続時間とした。

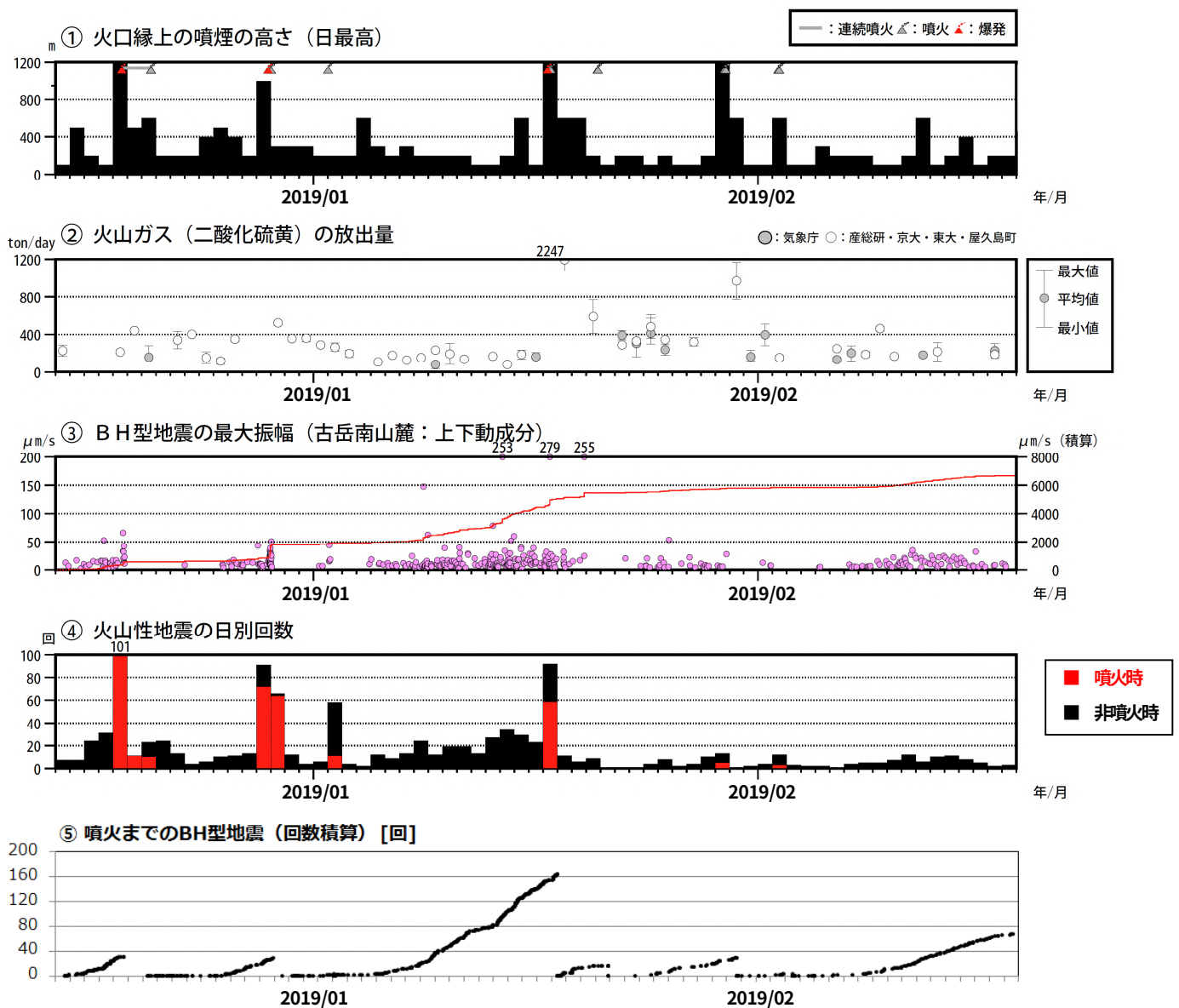


図2 口永良部島 ごく短期の火山活動経過図 (2018 年 12 月 14 日～2019 年 2 月 18 日)

<2018 年 12 月 14 日から 2019 年 2 月 18 日までの火山活動の状況>

- 2018 年 12 月中旬以降、火砕流や大きな噴石を伴う噴火が時々発生。
- 火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、噴火前には 100～500 トン程度で推移し、噴火後に増加。
- 噴火前に火山性地震 (BH 型地震) の回数が増加する傾向。

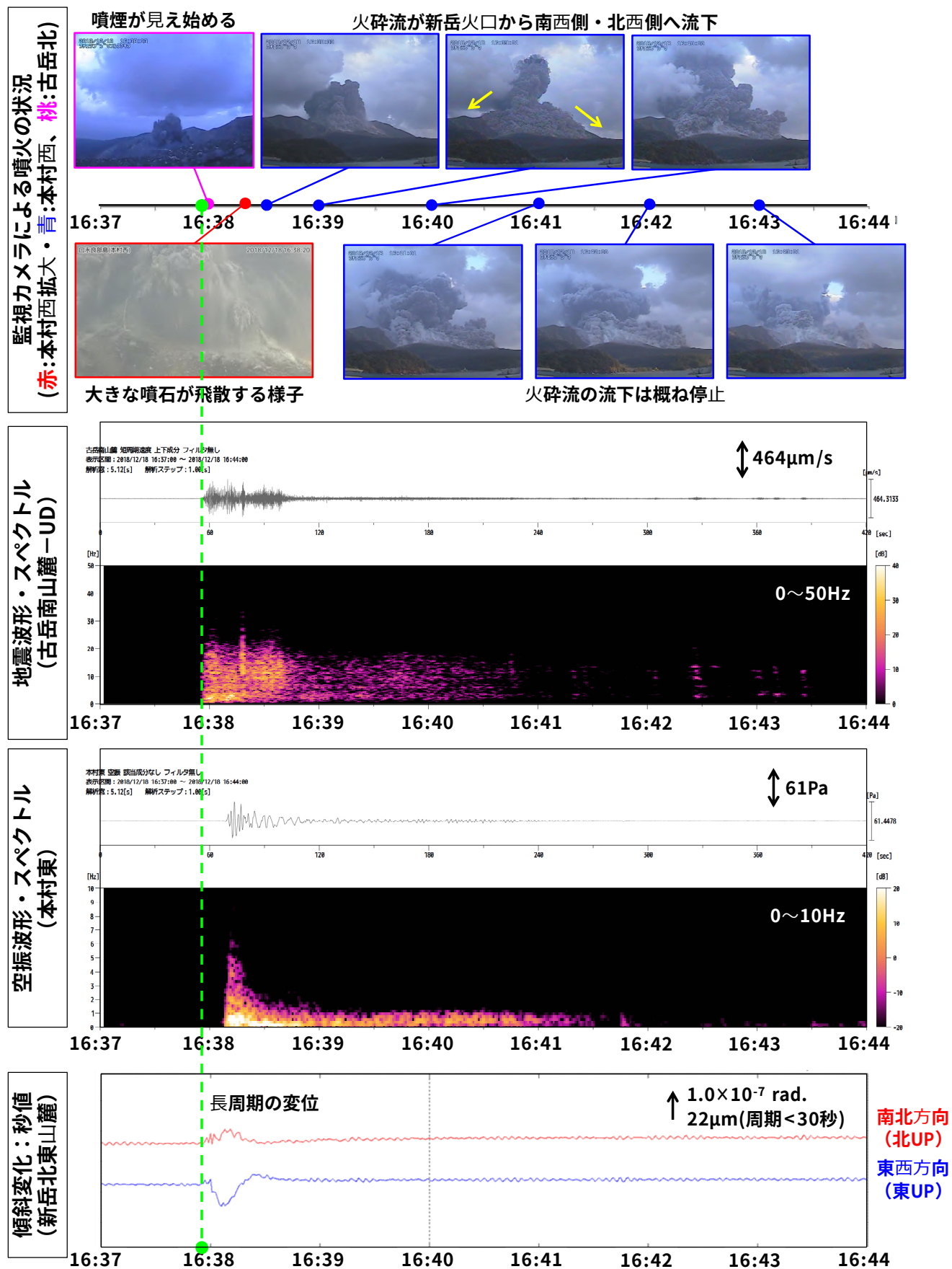


図 3-1 口永良部島 噴火発生時の状況 (2018 年 12 月 18 日 16 時 38 分)



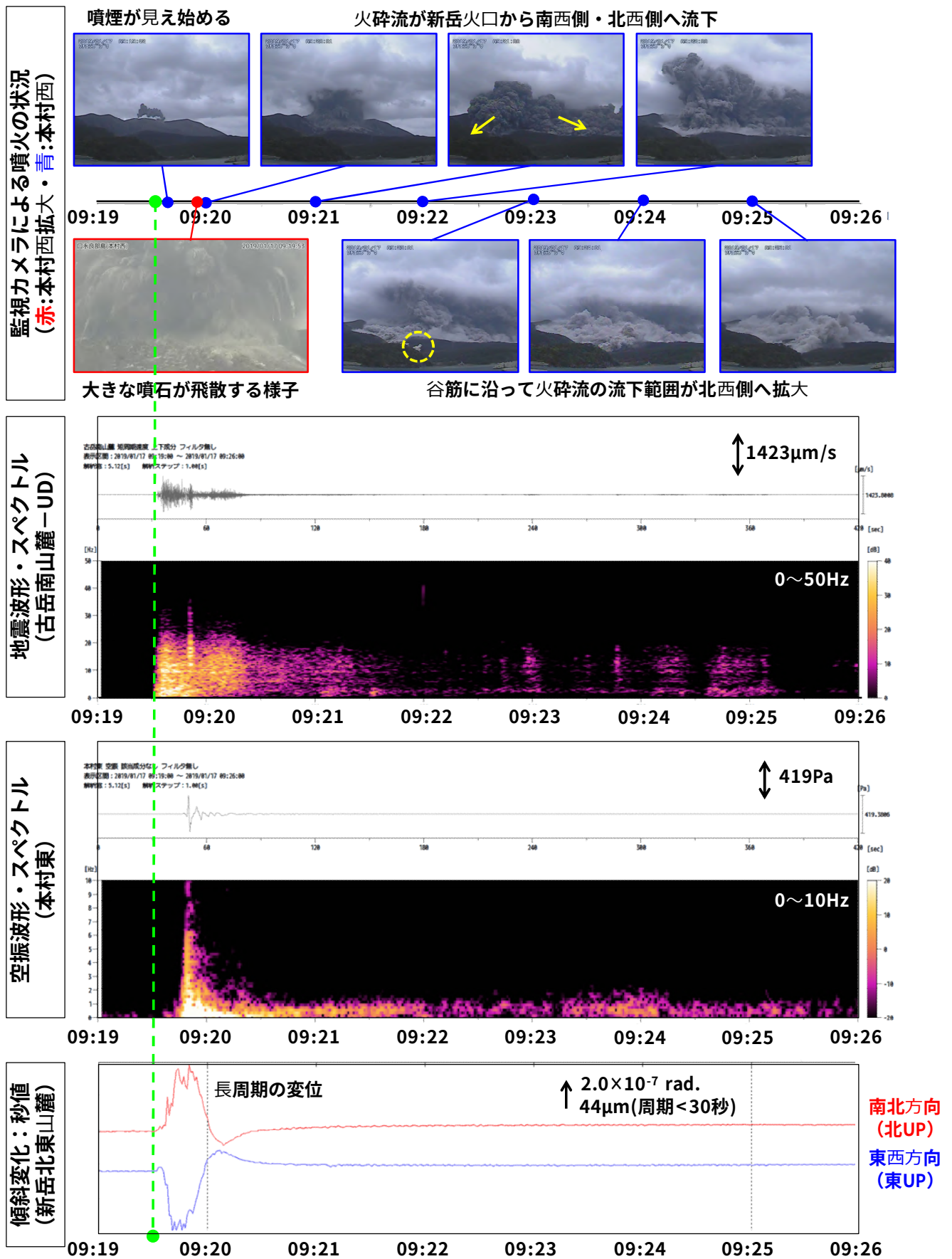


図3-2 口永良部島 噴火発生時の状況 (2019年1月17日09時19分)

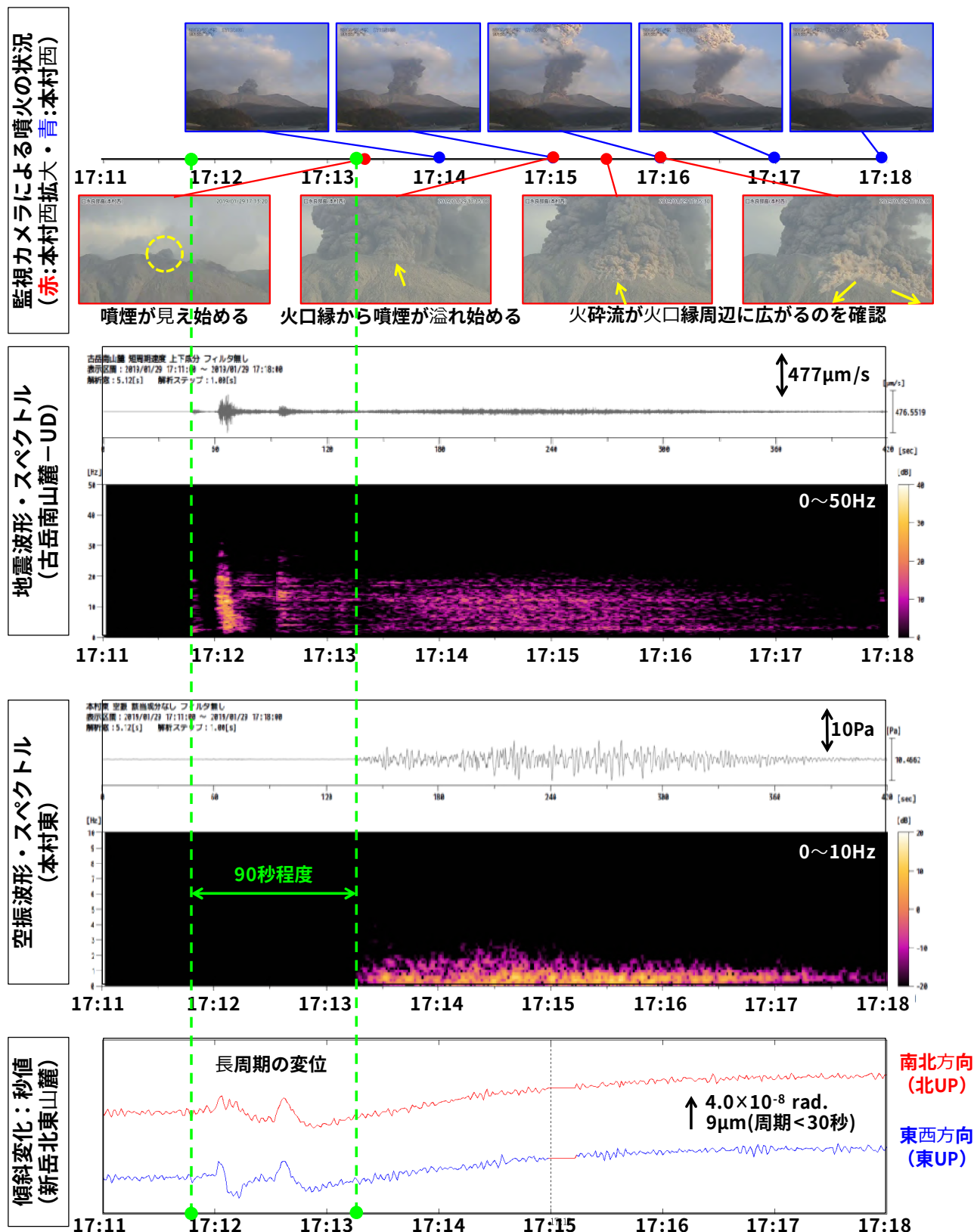
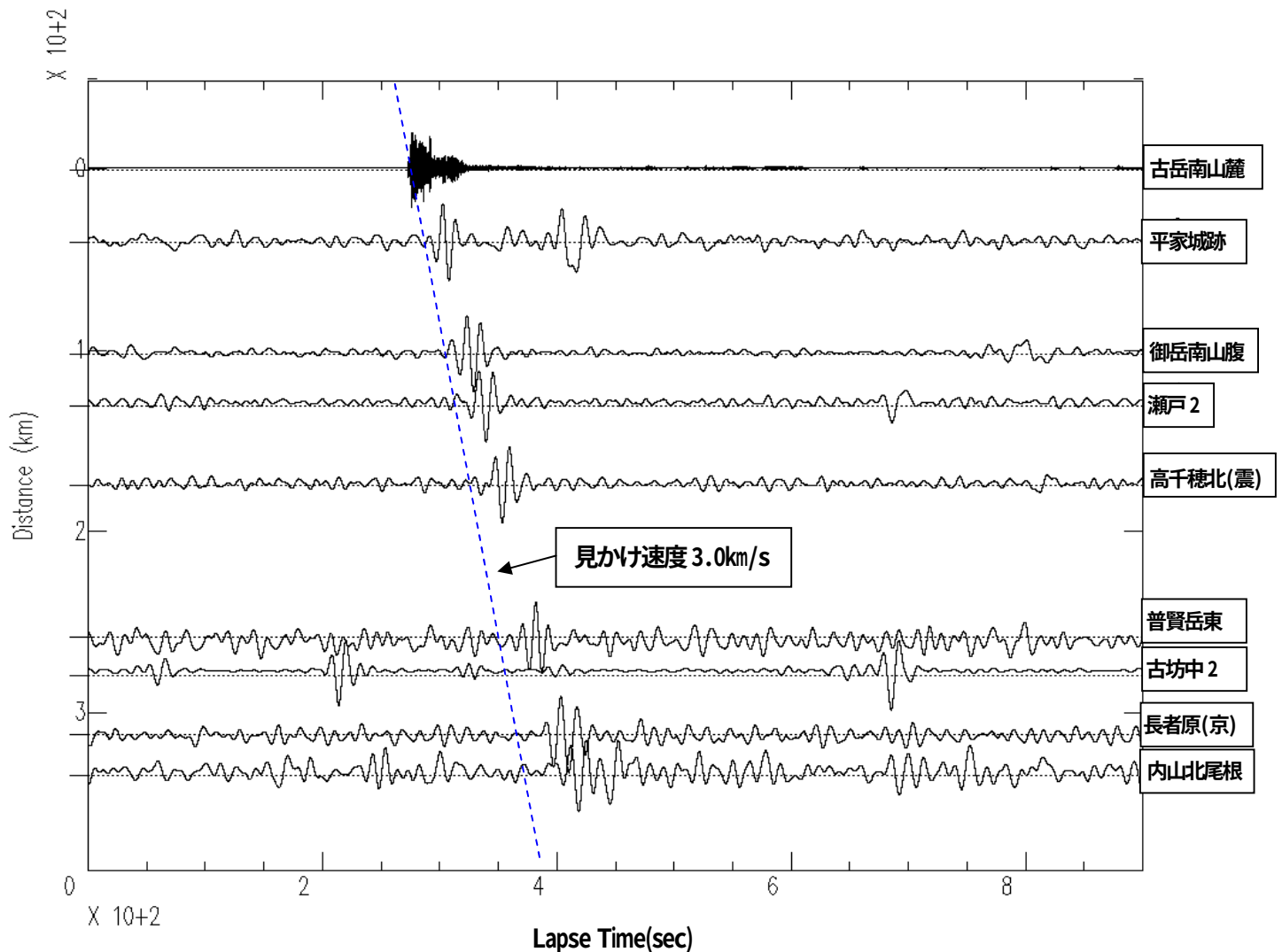


図 3-3 口永良部島 噴火発生時の状況 (2019 年 1 月 29 日 17 時 13 分)

＜2018 年 12 月以降の火砕流を伴う噴火の発生時の状況＞

- いずれの噴火も、はじめに数 Hz 程度の低周波成分を含む火山性地震が発生し、続いて噴煙放出に伴うと思われる 10Hz 程度の高周波成分が卓越する震動が数分間継続。また、噴火時に発生した火山性地震による長周期の変位と、噴火に伴う山下がりの傾斜変化を観測。
- 12 月 18 日及び 1 月 17 日の噴火は地震発生後まもなく噴煙が見え始めるが、1 月 29 日の噴火は最初の地震波が到達から噴煙が見え始めるまで 90 秒程度かかっている。また空振についても、前者の噴火では立ち上がりか明瞭な空振を伴うのに対し、後者の噴火では立ち上がりか不明瞭な噴煙放出に伴うと思われる空振しかみられない。この違いは前者の噴火が後者に比べてより爆発的であることを示唆している。



**図4 口永良部島 2019年1月17日09時19分に発生した噴火で観測された震動波形のペーストアップ**  
 (縦軸：新岳火口からの距離 横軸：1月17日09時15分00秒からの経過時間)  
 波形1段目：島内短周期地震計上下動  
 波形2段目以降：島外広帯域地震計上下動のBPF 0.01-0.1Hz)

- 2019年1月17日09時19分に発生した噴火に伴い、口永良部島の周辺300km程度に設置している広帯域地震計で、周期約10秒の震動を観測した。
- 他に比べて何倍も震動の大きな噴火であったことから、九州全域で観測されるような長周期地震動を励起したと推定される。



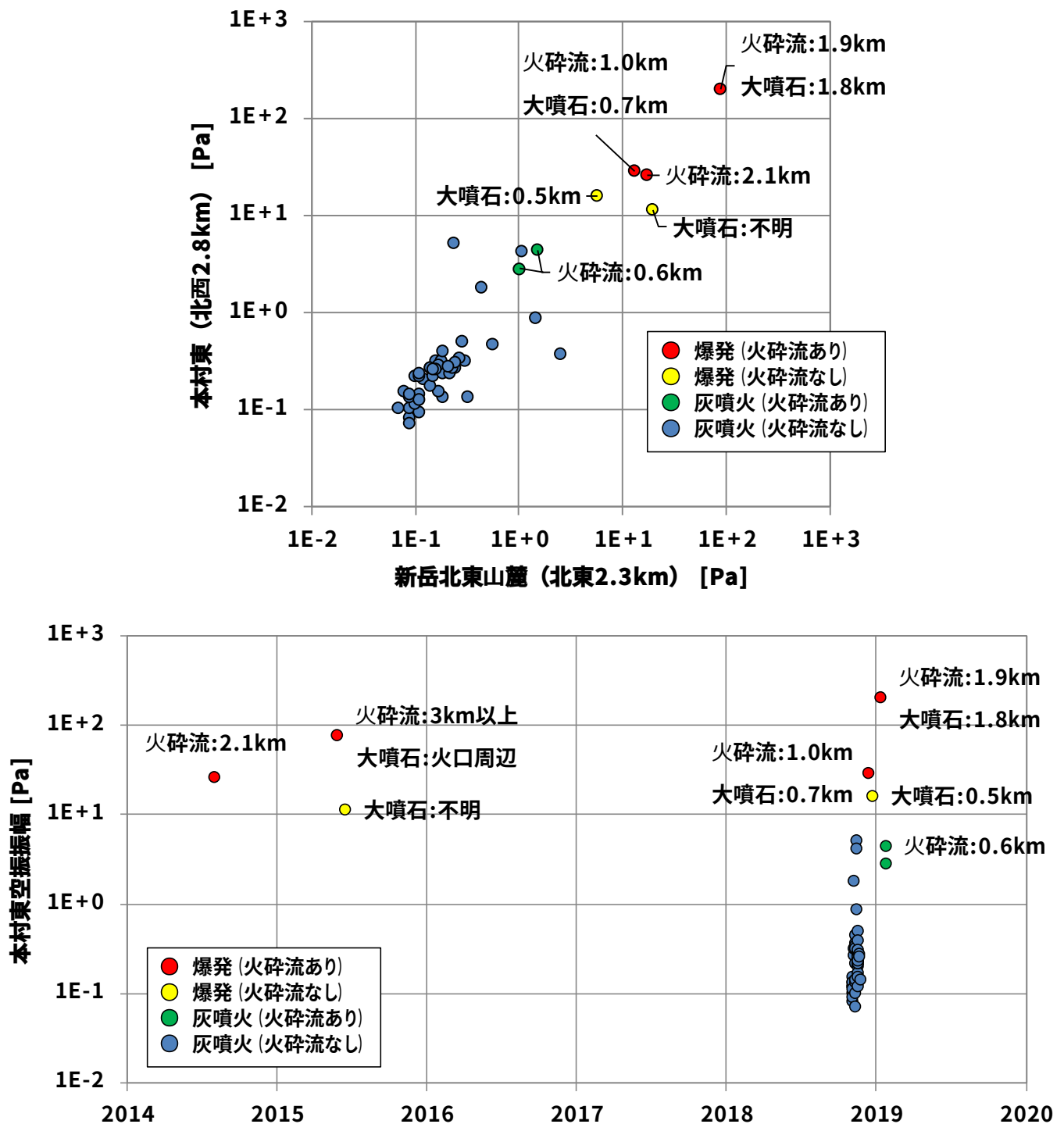
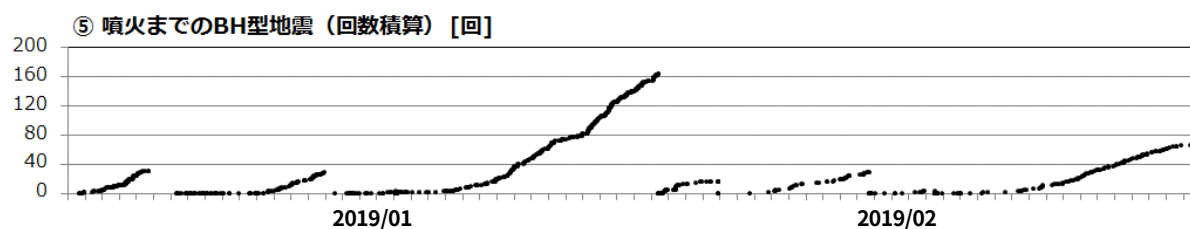


図5 口永良部島 噴火発生時の空振振幅の状況 (2014年～2019年1月)

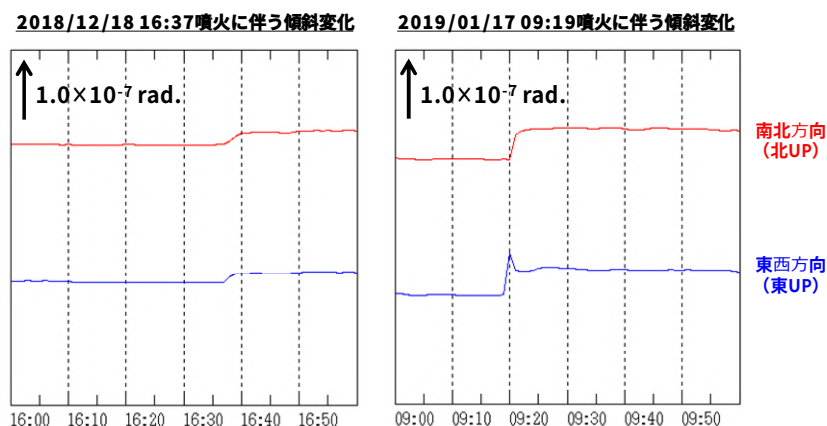
(上図: 新岳北東山麓と本村東の空振振幅比、下図: 本村東で観測された空振振幅の推移)

- ・島内2箇所で観測された空振振幅比が概ね一定であることから、2014年～2019年までの一連の噴火活動における空振の発生場所は変化していないと考えられる。
- ・本村東観測点で10Paを超えると、火砕流や大きな噴石を伴う噴火(爆発)が発生する傾向がみられる。また、2018年の灰噴火時における空振振幅は概ね1Pa以下である。
- ・2019/1/29の噴火は爆発的ではないが噴煙が火口縁から溢れることで火砕流が発生。



噴火までの火山性地震（BH 型地震）の回数積算（2018 年 12 月 14 日～2019 年 2 月 18 日）

2018 年 12 月中旬以降、噴火前に火山性地震（BH 型地震）の回数が増加する傾向がみられる。



噴火に伴う新岳北東山麓観測点の傾斜変化例（分値）

（左：2018 年 12 月 18 日 16 時、右：2019 年 1 月 17 日 09 時）

一部の噴火では、噴火に伴い新岳方向がわずかに沈降する傾斜変化が観測された。

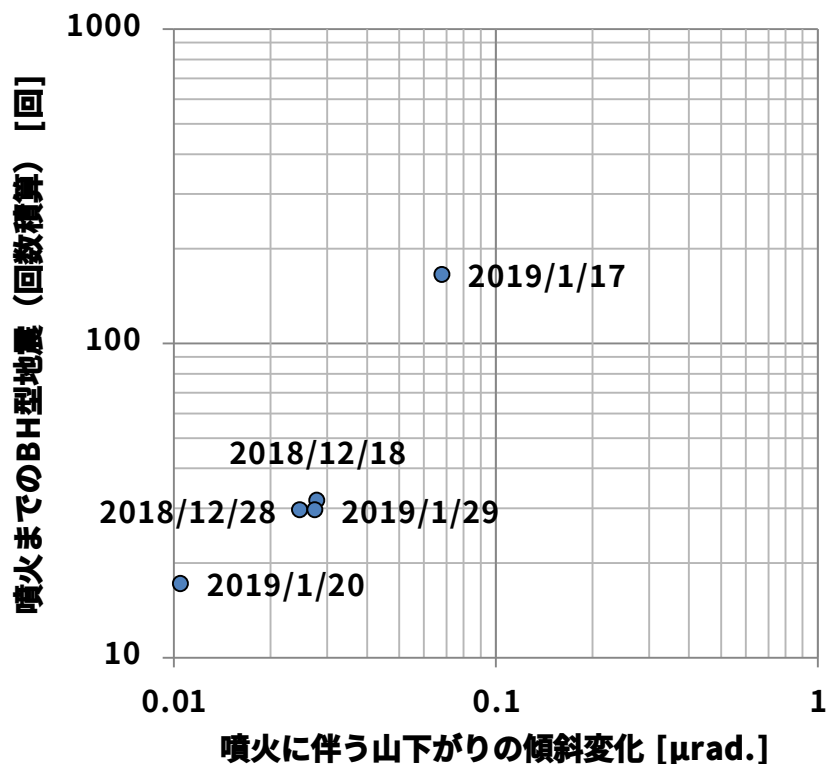


図 6 口永良部島 噴火に伴う傾斜変化と BH 型地震回数の関係（2018 年 12 月～2019 年 1 月）

・口永良部島の 2018 年 12 月から発生する噴火について、噴火が停止してから次の噴火までに発生する BH 型地震の回数と、噴火に伴う傾斜変化量（新岳北東観測点）には正相関がみられる。

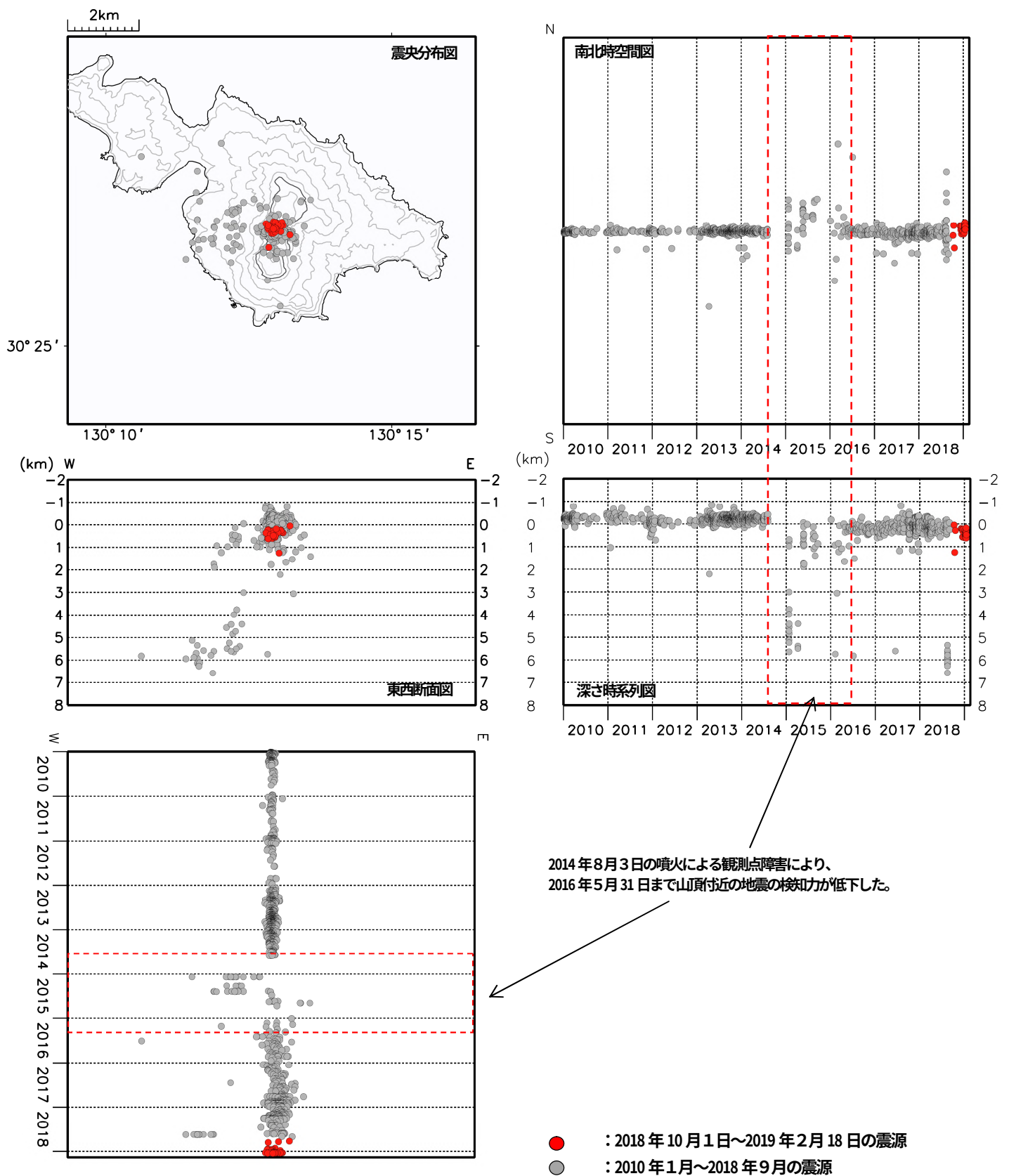


図7 口永良部島 震源分布図 (2010年1月～2019年2月18日)

&lt;2018年10月～2019年2月18日の状況&gt;

- ・震源が求まった火山性地震は31回で新岳火口付近の深さ0～1km付近に分布した。
- ・新岳の西側山麓のやや深い場所を震源とする火山性地震は観測されていない。

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

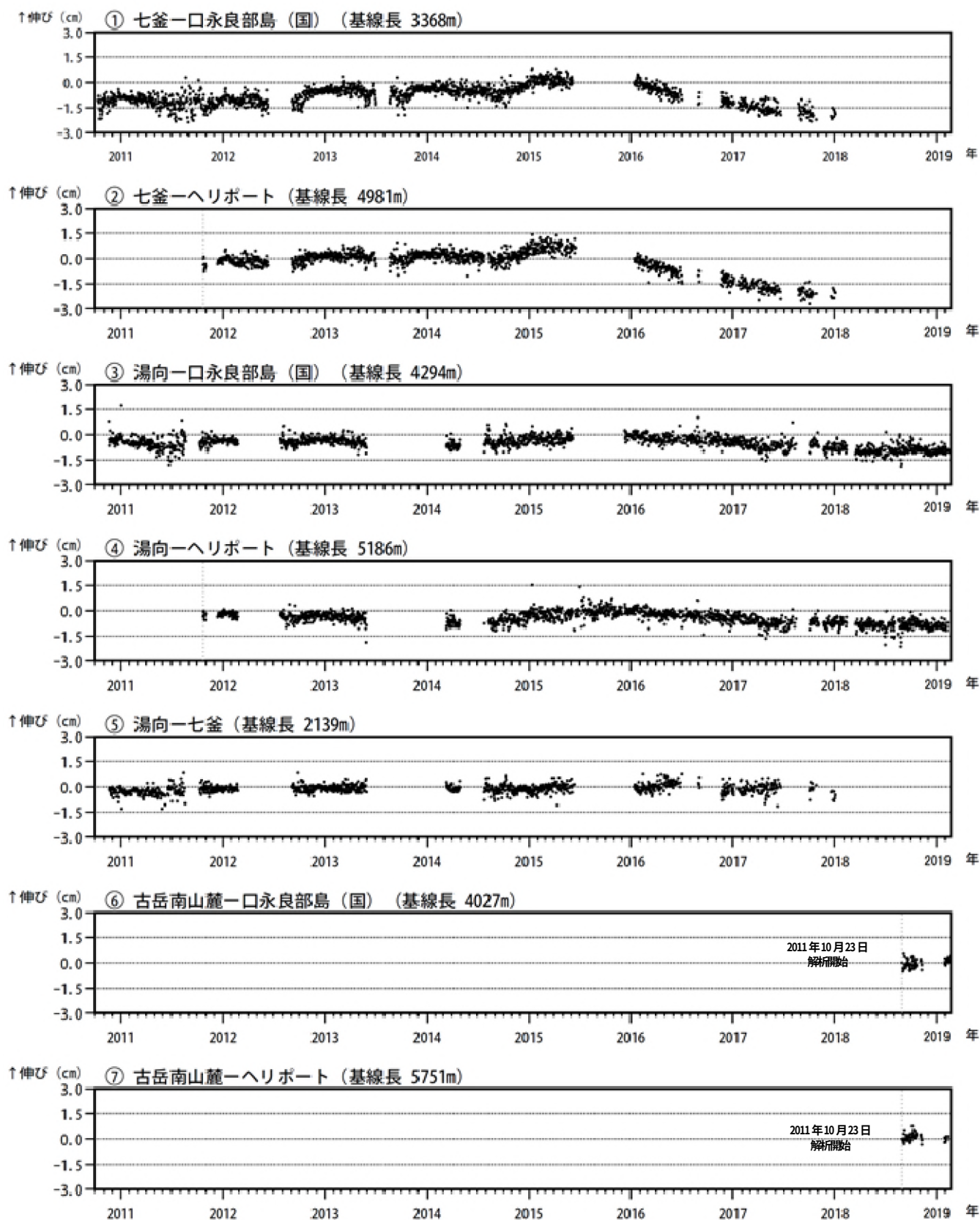


図8 口永良部島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2019 年 2 月 18 日)

GNSS 連続観測では、島内の長い基線において、2016 年 1 月頃から緩やかな縮みの傾向が続いていたが、2018 年 7 月頃から停滞しているとみられる。

これらの基線は図9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 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



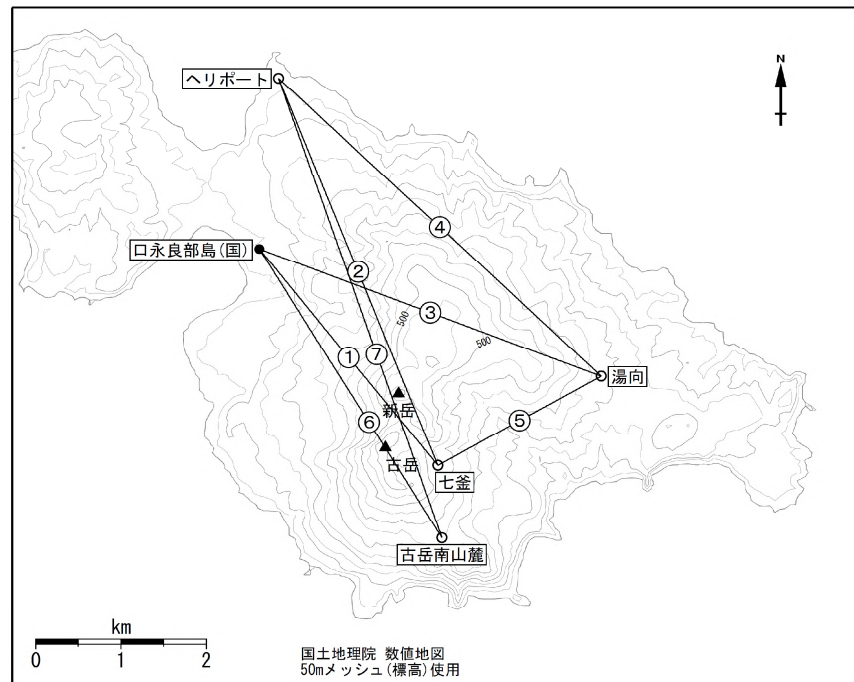


図9 口永良部島 GNSS 連続観測基線図

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)』を使用した。

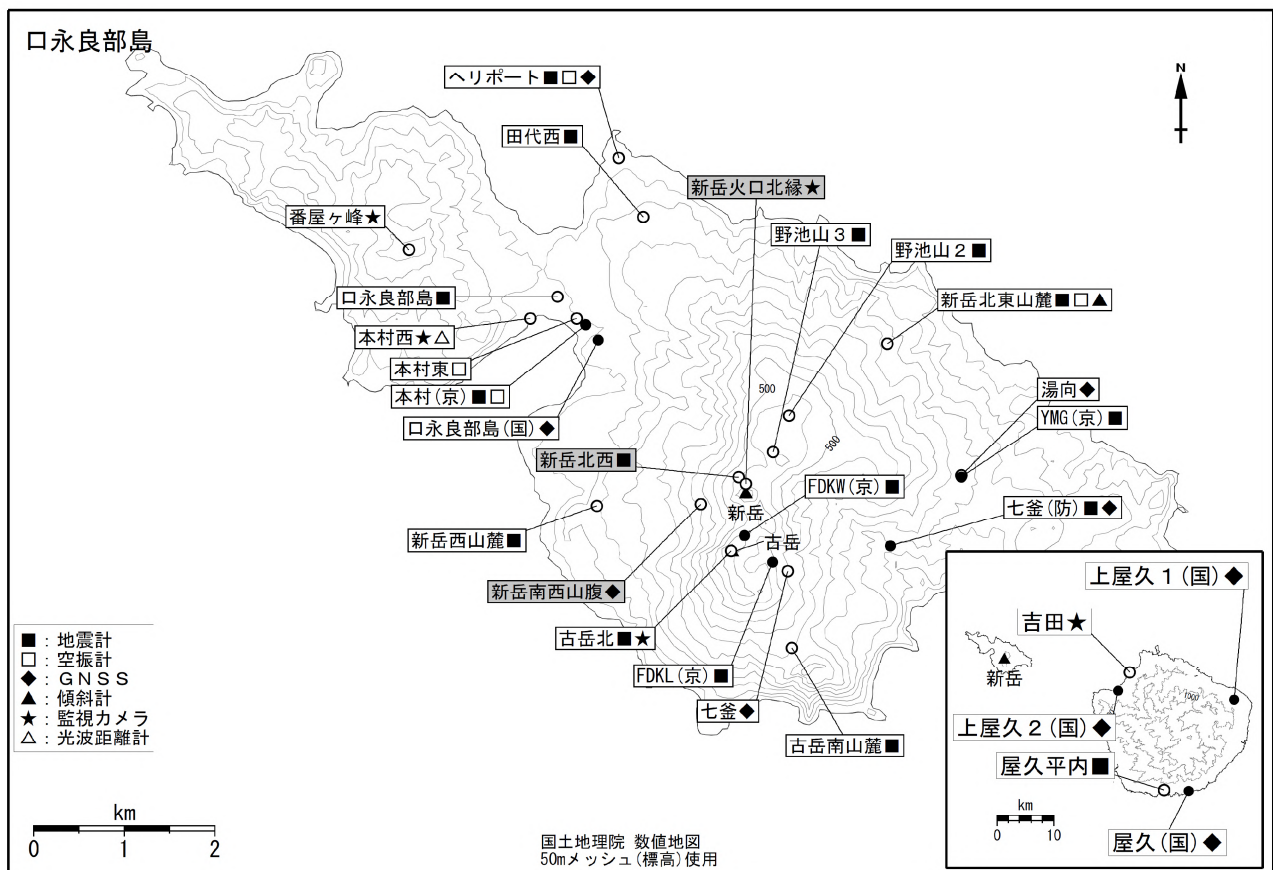


図10 口永良部島 観測点配置図

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。

(国)：国土地理院、(京)：京都大学、(防)：防災科学技術研究所

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

図中の灰色の観測点名は、噴火や停電等により障害となった観測点を示す。

## ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 口永良部島における SAR 干渉解析結果

山頂付近で噴火に伴う非干渉領域が認められる。

### 1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された口永良部島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. |
|--------------------|-------|---------|------------|----------------|--------------|------------|
| 23-3000(SM1_U2-7)  | 南行    | 右       | 36.1°      | 2018.01.22     | 2019.01.21   | 第 1 図-A    |
|                    |       |         |            | 2018.12.24     | 2019.01.21   | 第 2 図-A    |
| 28-2970(SM1_U2_7)  |       | 左       | 34.1°      | 2018.10.26     | 2019.01.18   | 第 2 図-B    |
| 126-630(SM1_U2_7)  | 北行    | 左       | 34.5°      | 2019.01.18     | 2019.02.01   | 第 2 図-C    |
| 132-590(SM1_U3-11) |       | 右       | 48.3°      | 2018.05.27     | 2019.02.03   | 第 1 図-B    |
|                    |       |         |            | 2019.01.20     | 2019.02.03   | 第 2 図-D    |

### 3. 解析結果

北行軌道及び南行軌道の長期・短期ペアについて解析を行った。長期ペア（第 1 図）では、山頂付近で噴火に伴う地表面の状態変化による非干渉領域が認められる。

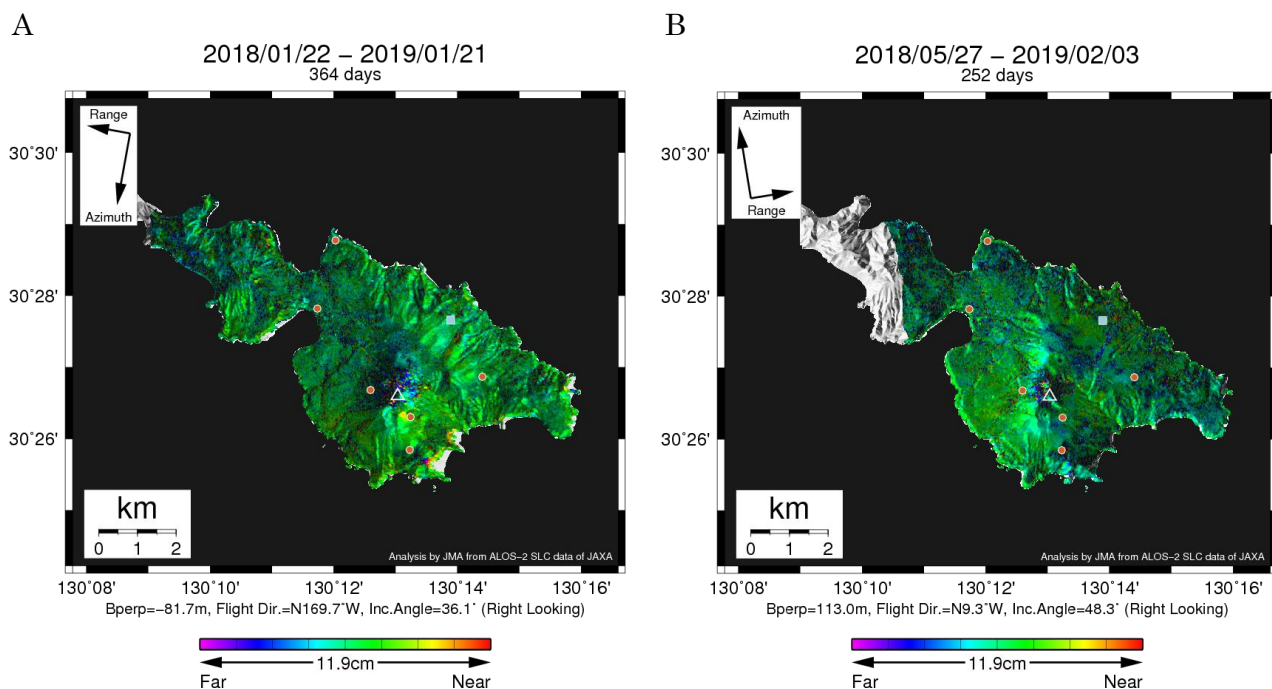
短期ペア（第 2 図）では、第 2 図-A 及び B において、山頂付近で噴火に伴う地表面の状態変化による非干渉及び低相関が認められる。第 2 図-C ではノイズレベルを超えるような位相変化は認められず、全島的に高相関である。第 2 図-D では山頂付近では衛星視線方向短縮の位相変化及び低相関、島の東部及び南端では伸長の位相変化が認められる。

なお、第 1 図に示した各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などは行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

### 謝辞

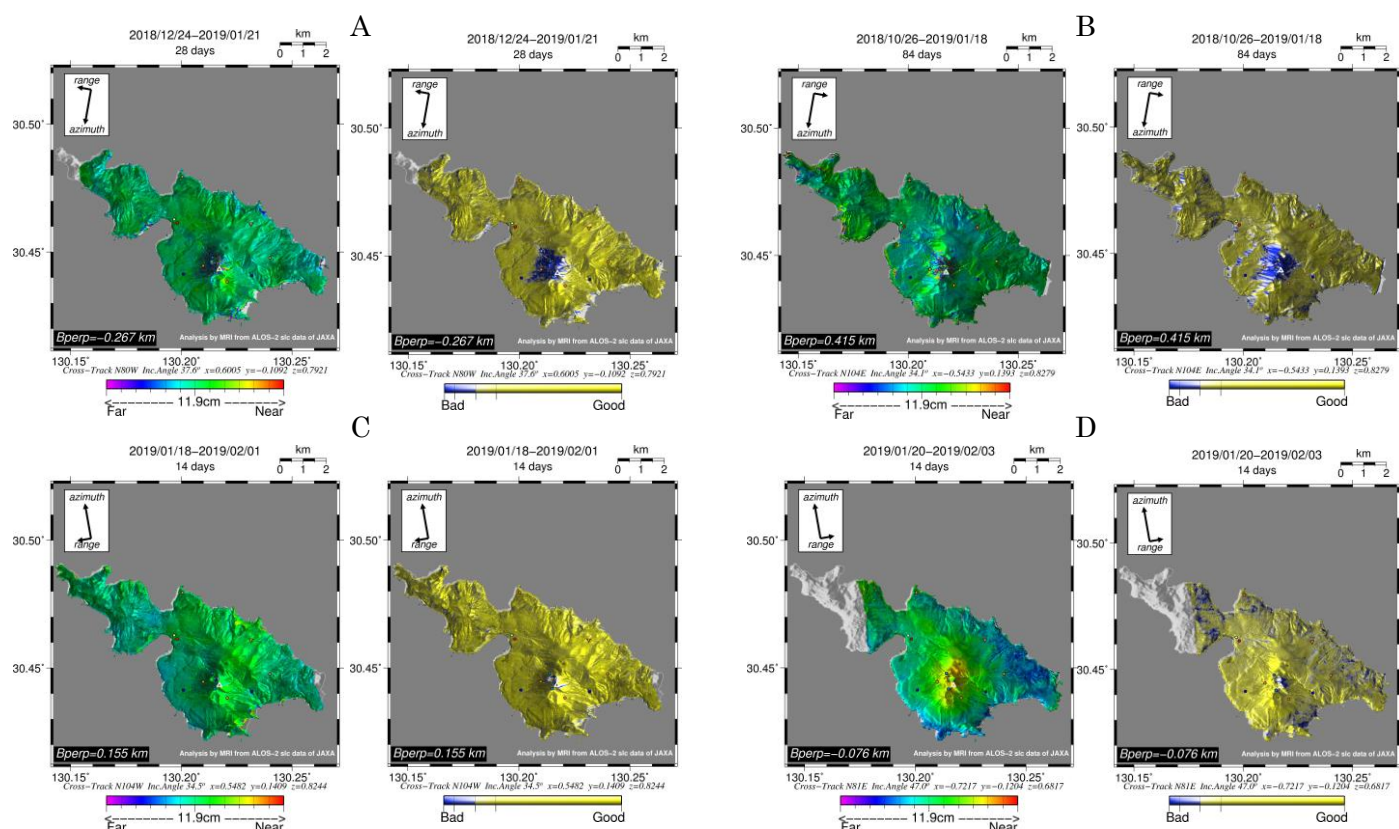
本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また、一部のデータは緊急観測されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を、地形の描画には数値地図 25000（行政界・海岸線）のデータを使用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





第 1 図 ロ永良部島周辺の長期ペアによる干渉解析結果

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。山頂付近で、噴火に伴う地表面の状態変化による非干渉領域が認められる。



第 2 図 ロ永良部島周辺の短期ペアによる干渉解析結果（干渉画像：左、相関画像：右）

A 及び B では山頂付近で非干渉及び低相関が認められる。C ではノイズレベルを超えるような位相変化は認められず、全島的に高相関である。D では山頂付近では衛星視線方向短縮の位相変化及び低相関、島の東部及び南端では伸長の位相変化が認められる。

## 気象レーダーで観測した 2019 年 1 月 17 日口永良部島噴火 に伴う噴煙・火山灰雲エコーについて

- ・気象庁一般気象レーダー（種子島・名瀬）によって、2018 年 10 月～2019 年 1 月の口永良部島の噴火に伴う噴煙・火山灰雲エコーの一部が捉えられた。
- ・一連の噴火活動において最大規模であった 2019 年 1 月 17 日 9 時 19 分の爆発的噴火事例では、種子島レーダー（口永良部島の N73° E、76km）では最高で仰角 4.5°（ビーム中心・海拔約 6.7km に相当）、名瀬レーダー（S16° W、236km）では最高で仰角 0.7°（海拔約 6.5km に相当）でエコーを捉えた。
- ・エコーは、対流圏下層（概ね海拔 2km 以下）では南東及び東に流れ、対流圏中層（概ね海拔 3～6km）まで上がったエコーは、落下しながら屋久島を超えて東に流れた。この結果は、他の観測データ（ひまわり 8 号や京都大学防災研究所小型 XMP レーダー）とも整合的である。このような高度による流向の違いは、風の鉛直シア（鉛直方向の変化）が原因と考えられる。
- ・その他の噴火事例では、気象庁一般気象レーダーのスキャンシーケンスや感度の問題で、噴煙高度を精度良く推定するための十分なデータが得られなかった。

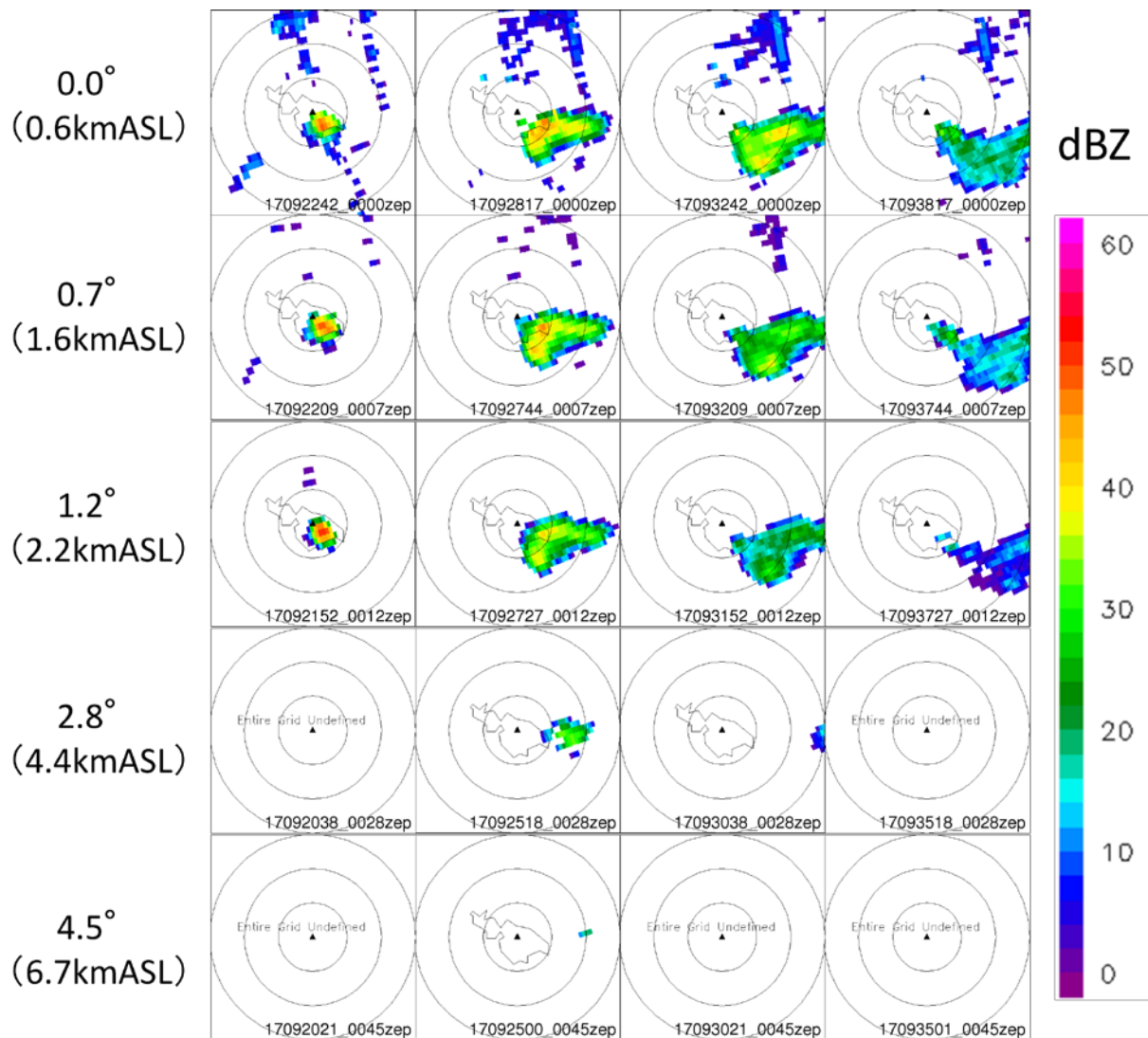


図 1 : 2019 年 1 月 17 日 9 時 20 分～40 分 (JST) の種子島レーダーによる反射強度。  
同心円は火口から約 5km、10km、15km を示す。

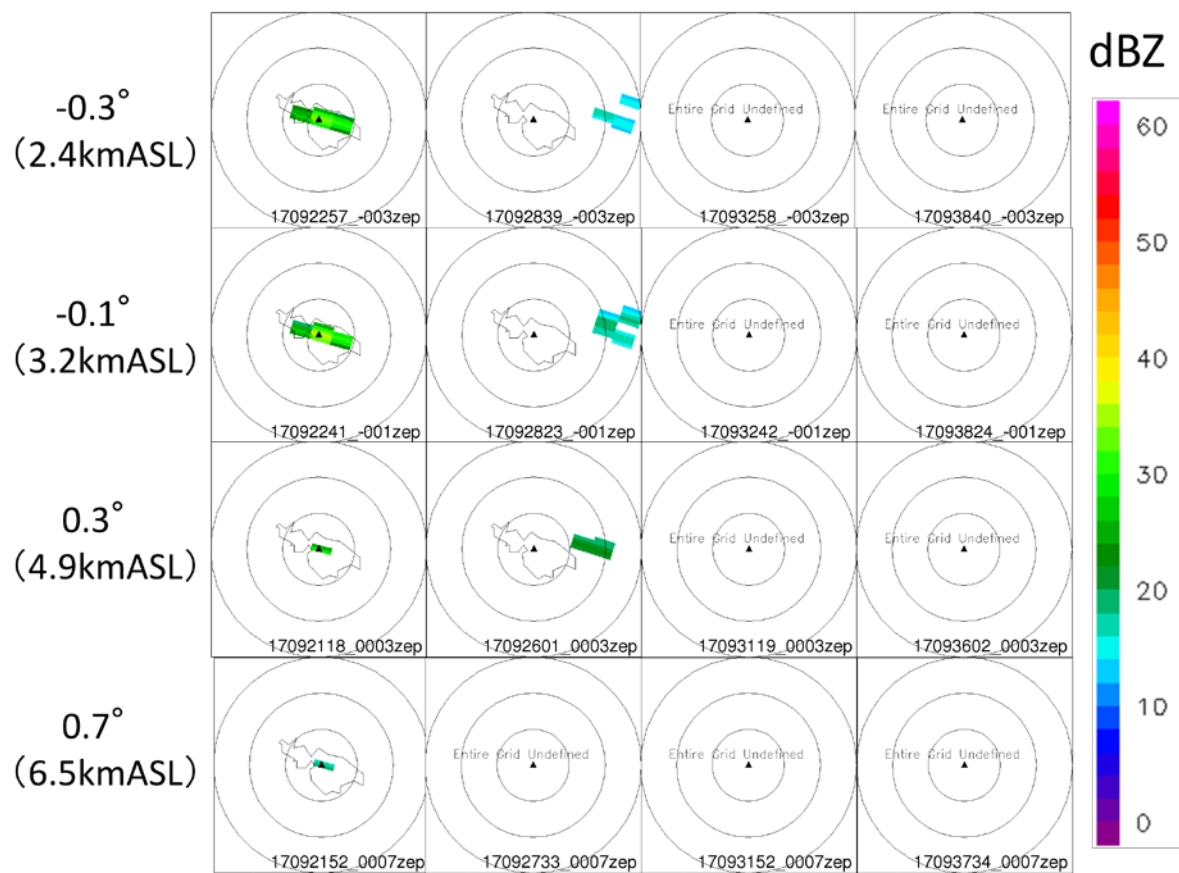


図 2 : 2019 年 1 月 17 日 9 時 20 分～40 分 (JST) の名瀬レーダーによる反射強度。  
同心円は火口から約 5km、10km、15km を示す。

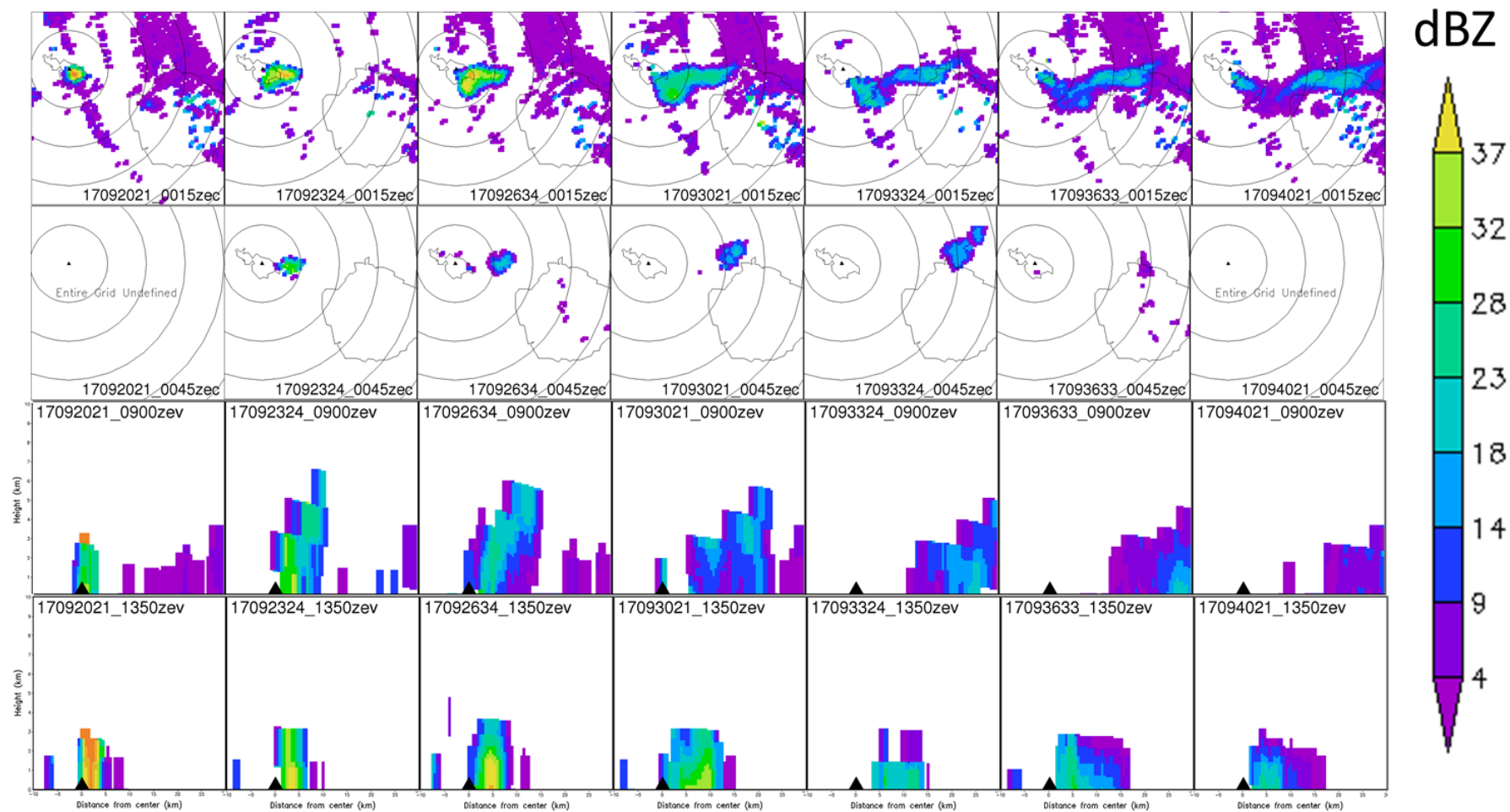


図 3 : 2019 年 1 月 17 日 9 時 20 分～40 分 (JST) の種子島レーダーによる反射強度

海拔 1.5km 高度平面図 (1 段目)、4.5km 平面図 (2 段目)、火口から方位 90° 方向鉛直断面図 (3 段目)。方位 135° 断面図 (4 段目)

平面図の同心円は、火口 (▲) から 10km、20km、30km、40km を示す。表示している時刻から約 3 分間のデータが合成に用いられている。断面図における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。

口永良部島



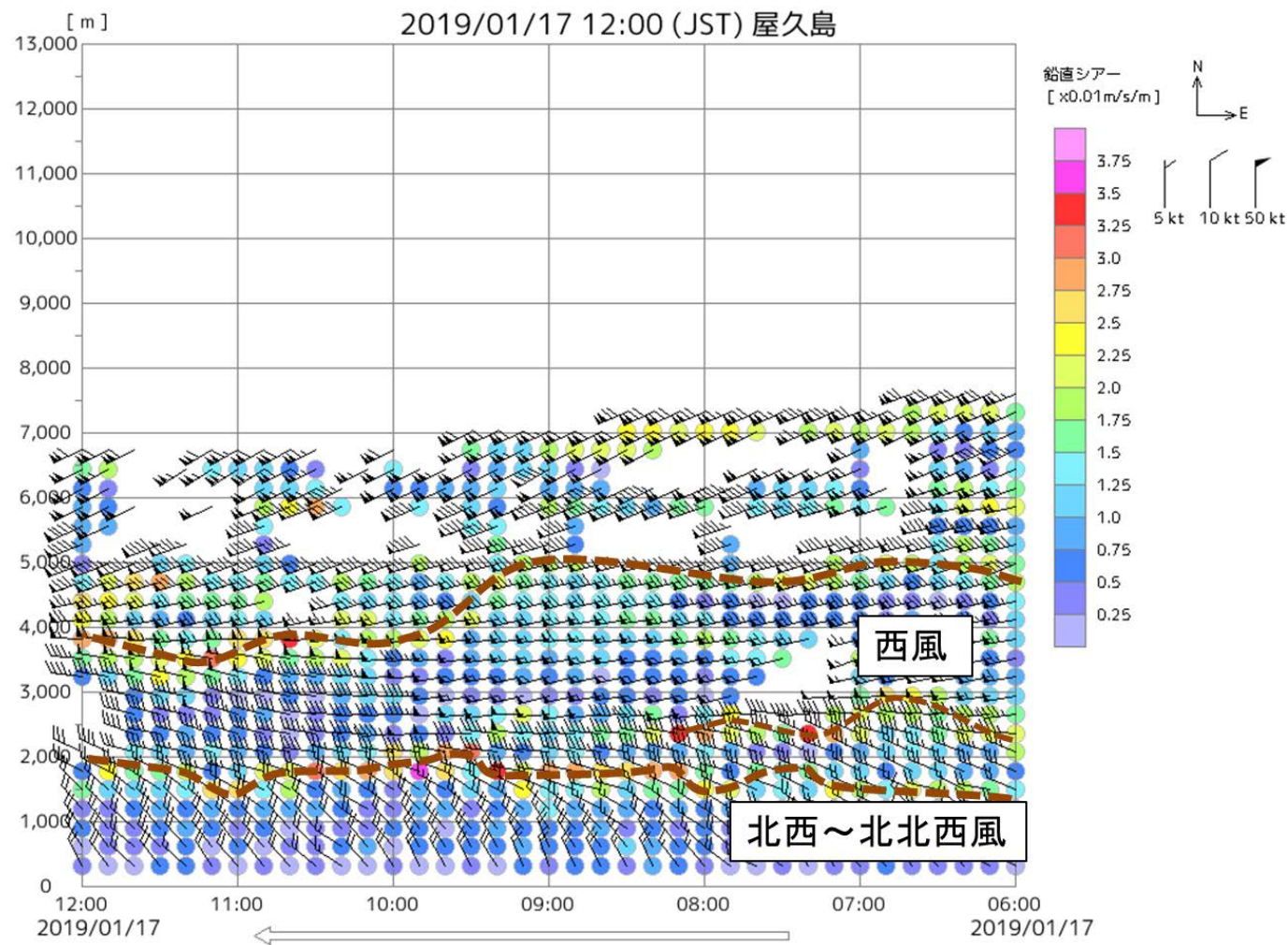


図4 2019年1月17日6～12時(JST)における気象庁ウインドプロファイラ(屋久島)による水平風の観測(時間-鉛直断面)

矢羽は水平方向の風速と風向を、丸印(内のカラー)は風の鉛直シアを表す。茶色の破線は鉛直シアの強い境界を示している。時刻(JST)は右から左に進むように描画していることに注意。

## 注意事項：

エコー高度の精査や気象（降水）エコーとの区別など、更なる解析が必要。ビーム高度は、等価地球半径を地球半径の  $4/3$  倍と近似して計算した。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。現状では、噴煙エコーと局所的な気象（降水）エコーとの明瞭な区別は出来ない。

## 参考文献

福岡管区気象台地域火山監視・警報センター・鹿児島地方気象台（2019）：口永良部島の火山活動解説資料（平成 31 年 1 月），<[https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly\\_v-act/doc/fukuoka/19m01/509\\_19m01.pdf](https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act/doc/fukuoka/19m01/509_19m01.pdf)>.（2019 年 2 月 18 日アクセス）

京都大学防災研究所（2019）：口永良部島 2019 年 1 月 17 日噴火のレーダー観測，<<http://www.svo.dpri.kyoto-u.ac.jp/new/wp-content/uploads/2019/01/RadarKuchinoerabu20190117.pdf>>.（2019 年 2 月 18 日アクセス）

## 口永良部島噴火の噴煙のレーダー観測

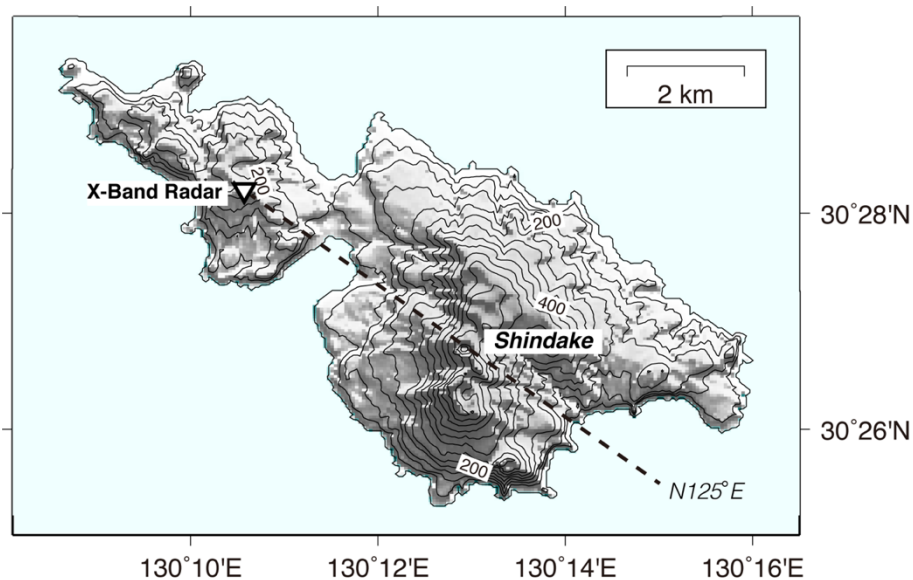


図 口永良部島の地形図。レーダー(▽)は番屋ヶ峰避難所の屋上に設置されている。今回の噴火が発生した新岳火口はレーダーからみると N125° E の方向に位置しており、水平距離 4.7 km である。

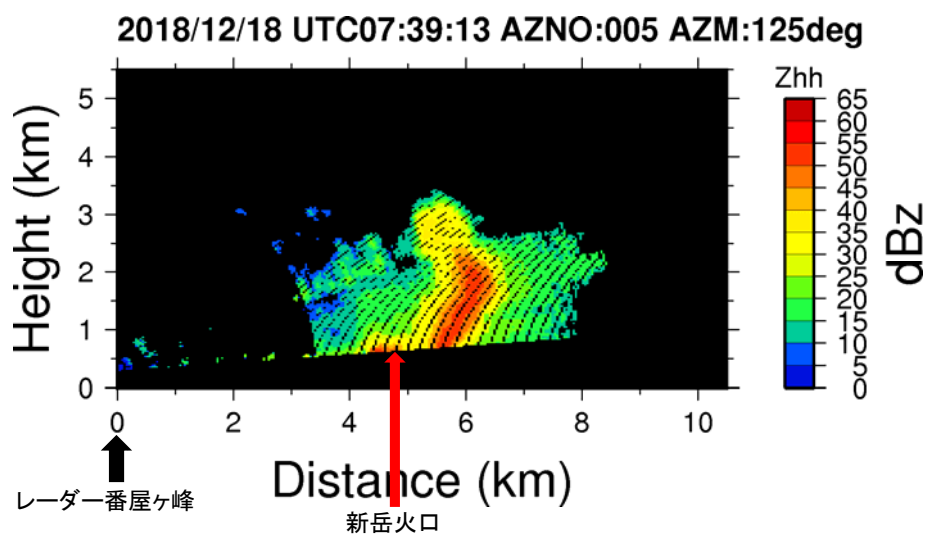


図 2018/12/18 16:39:13(噴火開始1分後)のレーダー反射強度断面図。水平距離0にレーダーがあり、水平距離4.7kmが火口。

口永良部島

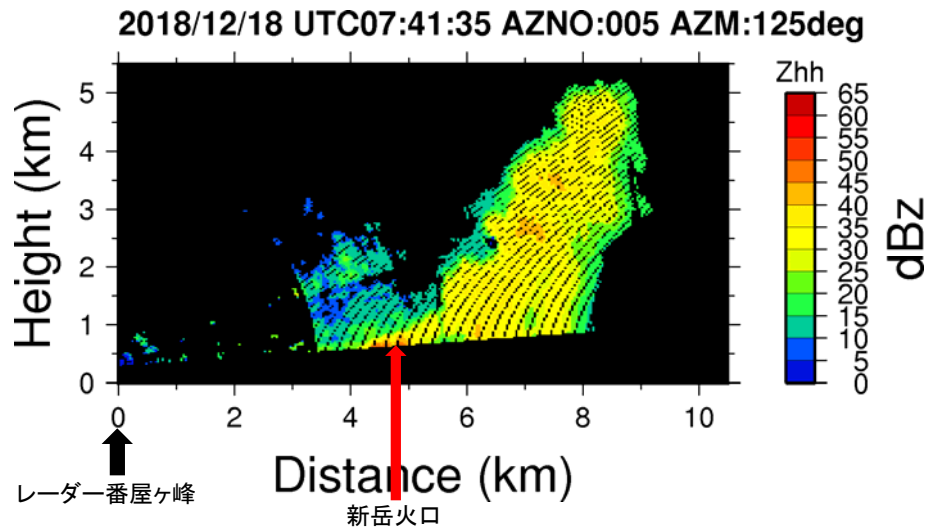


図 2018/12/18 16:41:35(噴火開始 3 分後)のレーダー反射強度断面図。水平距離 0 にレーダーがあり、水平距離 4.7km が火口。

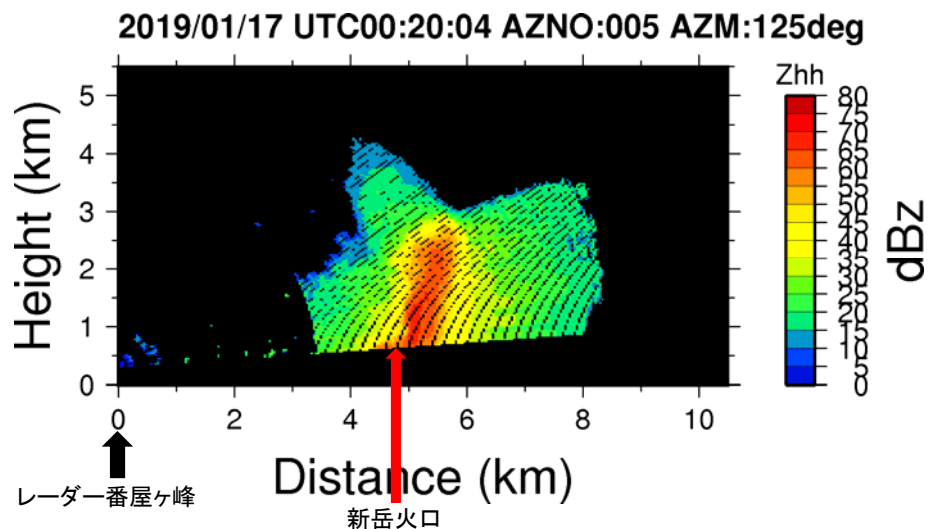


図 2019/1/17 9:21:04(噴火開始 1 分後)のレーダー反射強度断面図。水平距離 0 にレーダーがあり、水平距離 4.7km が火口。

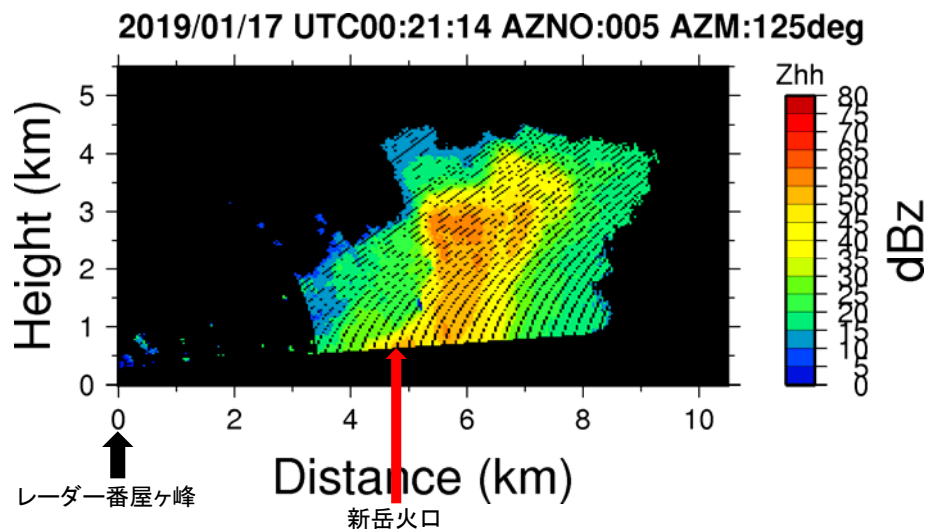


図 2019/1/17 9:21:14(噴火開始 2 分後)のレーダー反射強度断面図。水平距離 0 にレーダーがあり、水平距離 4.7km が火口。

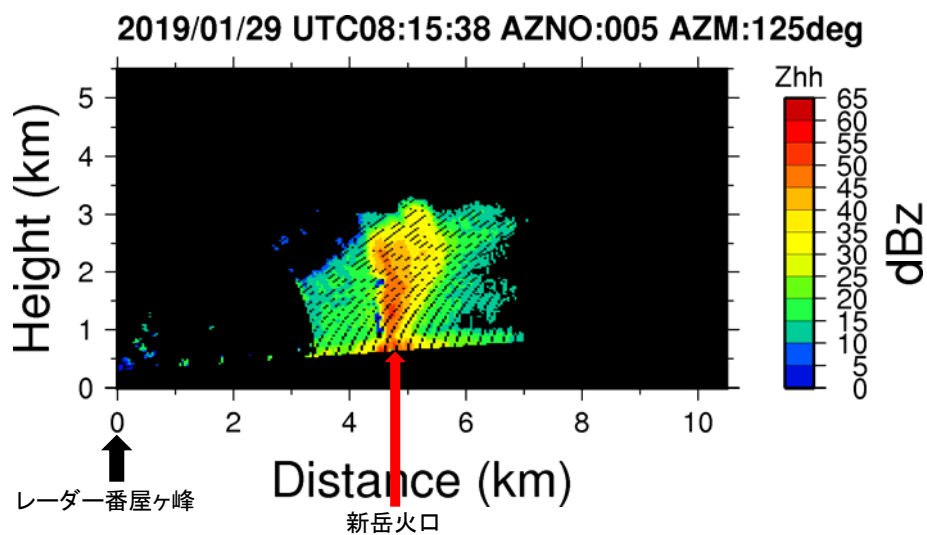


図 2019/1/29 17:15:38(噴火開始 2 分後)のレーダー反射強度断面図。水平距離 0 にレーダーがあり、水平距離 4.7km が火口。

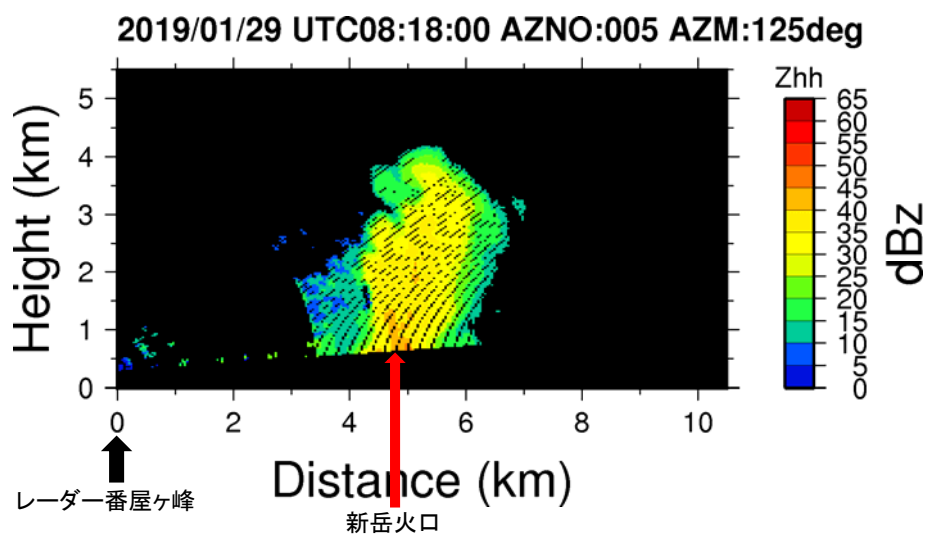


図 2019/1/29 17:18:00(噴火開始 5 分後)のレーダー反射強度断面図。水平距離 0 にレーダーがあり、水平距離 4.7km が火口。



口永良部島噴火の空振記録の比較

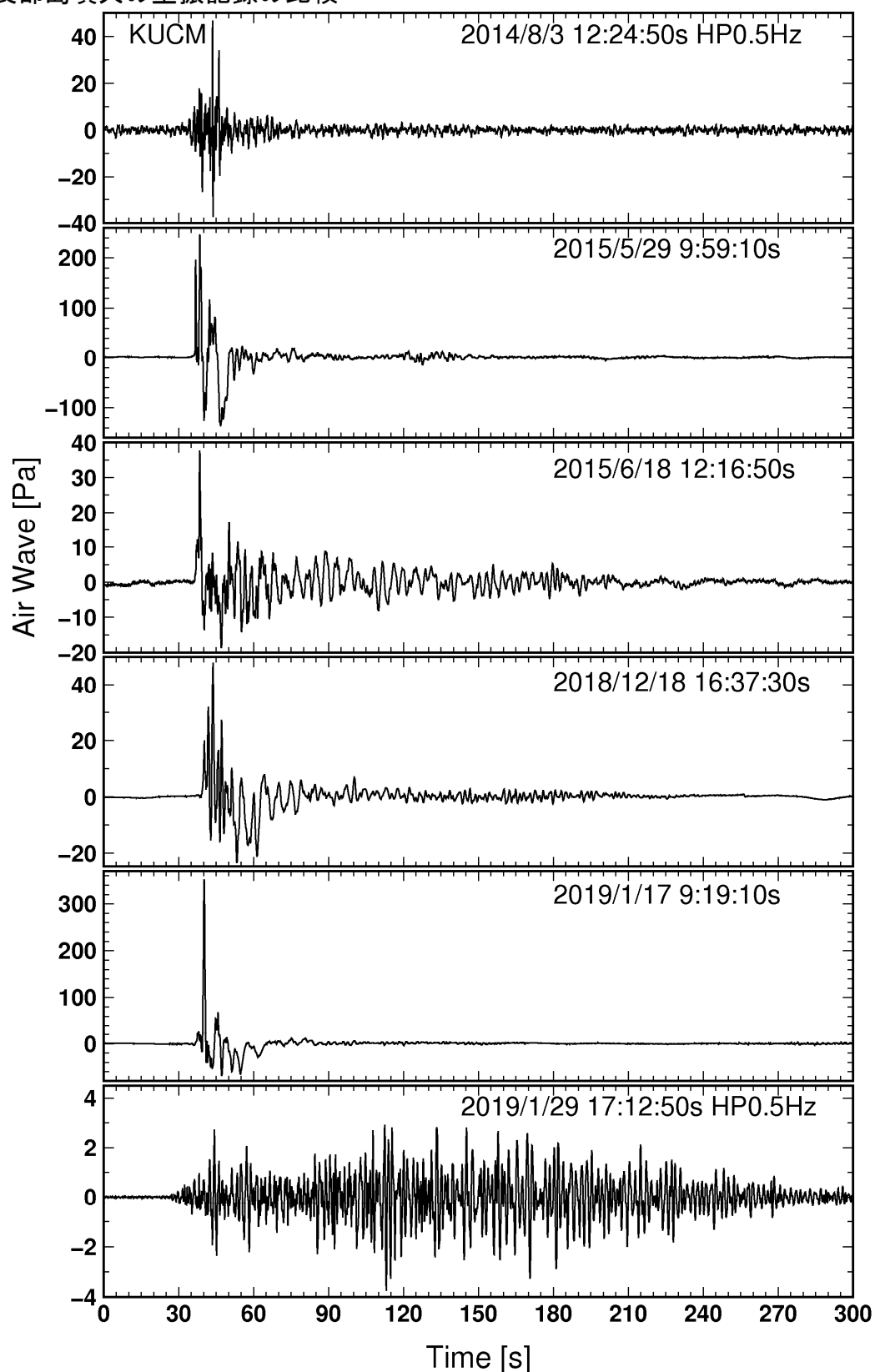
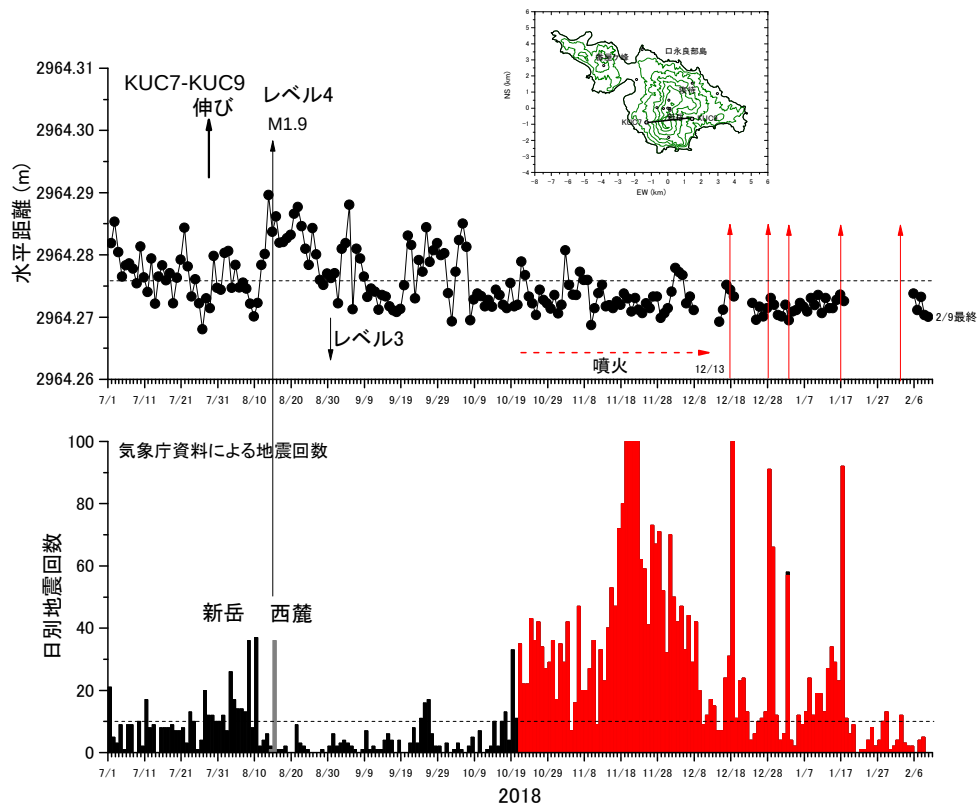


図. 2014 年 8 月 3 日、2015 年 5 月 29 日、2015 年 6 月 18 日、2018 年 12 月 18 日、2019 年 1 月 17 日、2019 年 1 月 29 日噴火の空振記録。

口永良部島

KUC7-KUC9 水平距離変位および地震回数との相関



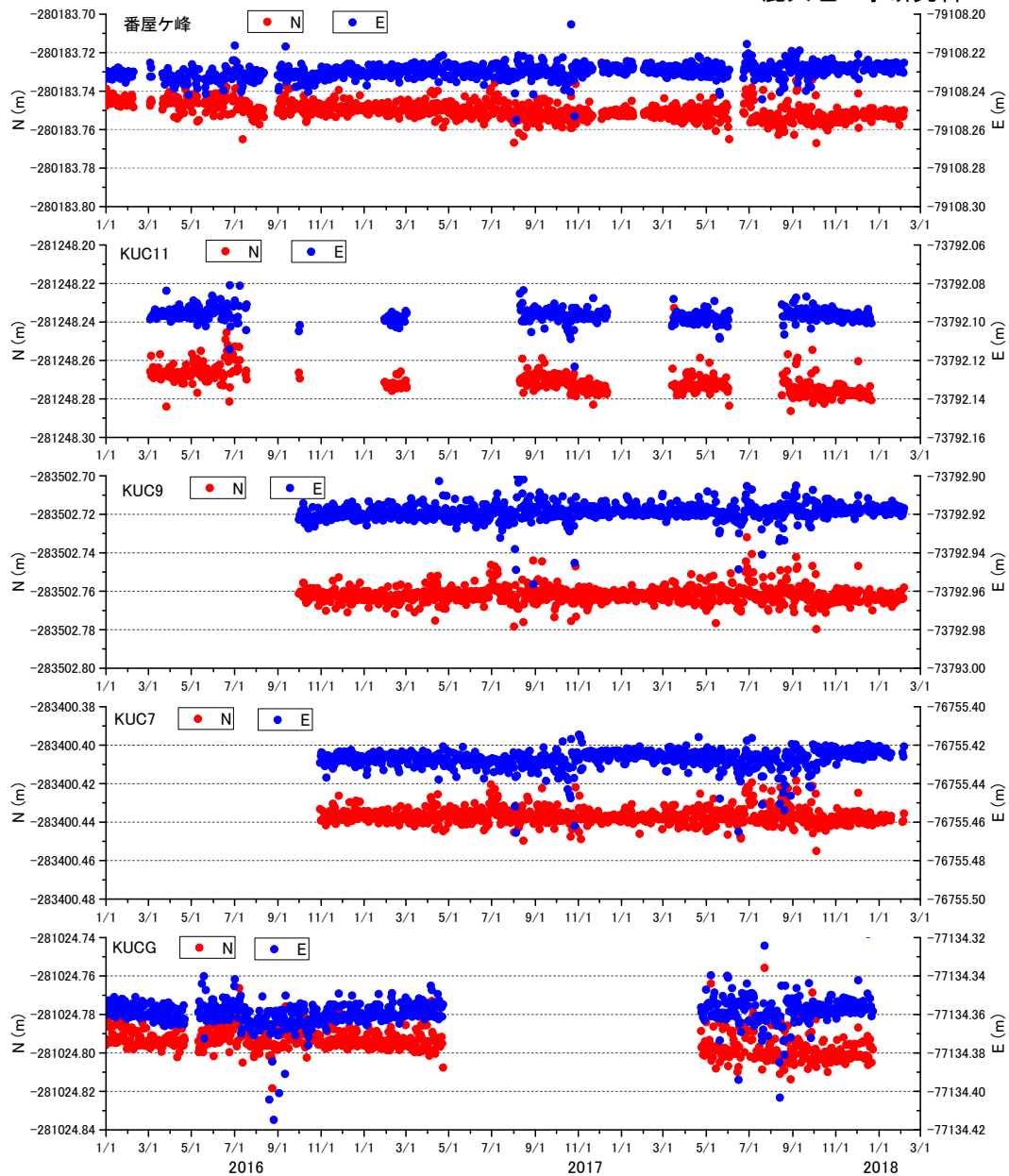
新岳を挟む東西側線の基線長変化  
赤矢印は噴火  
(2018 年 7 月 1 日～2019 年 2 月 9 日まで)

口永良部島

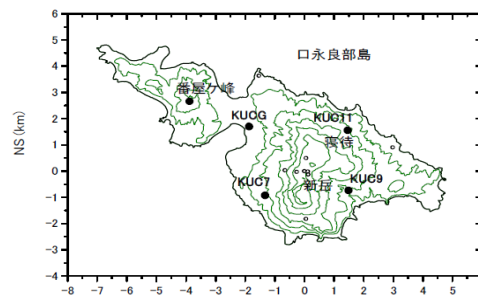
# 第143 回火山噴火予知連絡会

## 口永良部島における水平変位

京都大学防災研究所  
鹿大理工学研究科



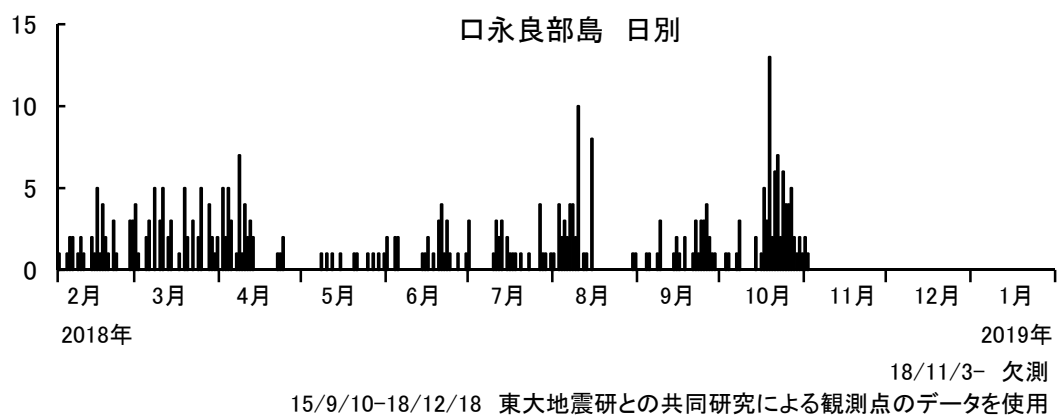
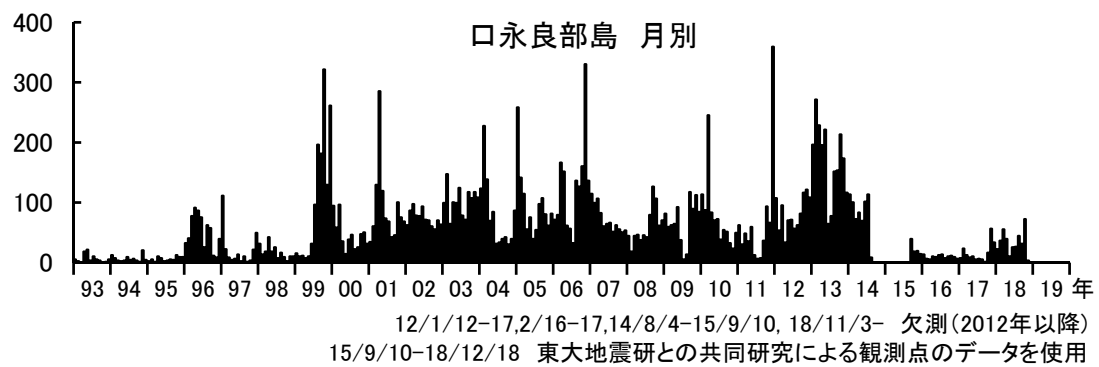
国土地理院電子基準点上屋久2を固定  
2019/2/6まで



GPS 連続観測 (2019 年 2 月 6 日まで)

口永良部島

口永良部島における地震活動の推移



口永良部島における火山性地震の発生回数  
(2019年1月31日まで)

口永良部島

## 口永良部島に関する PALSAR-2/InSAR 解析結果

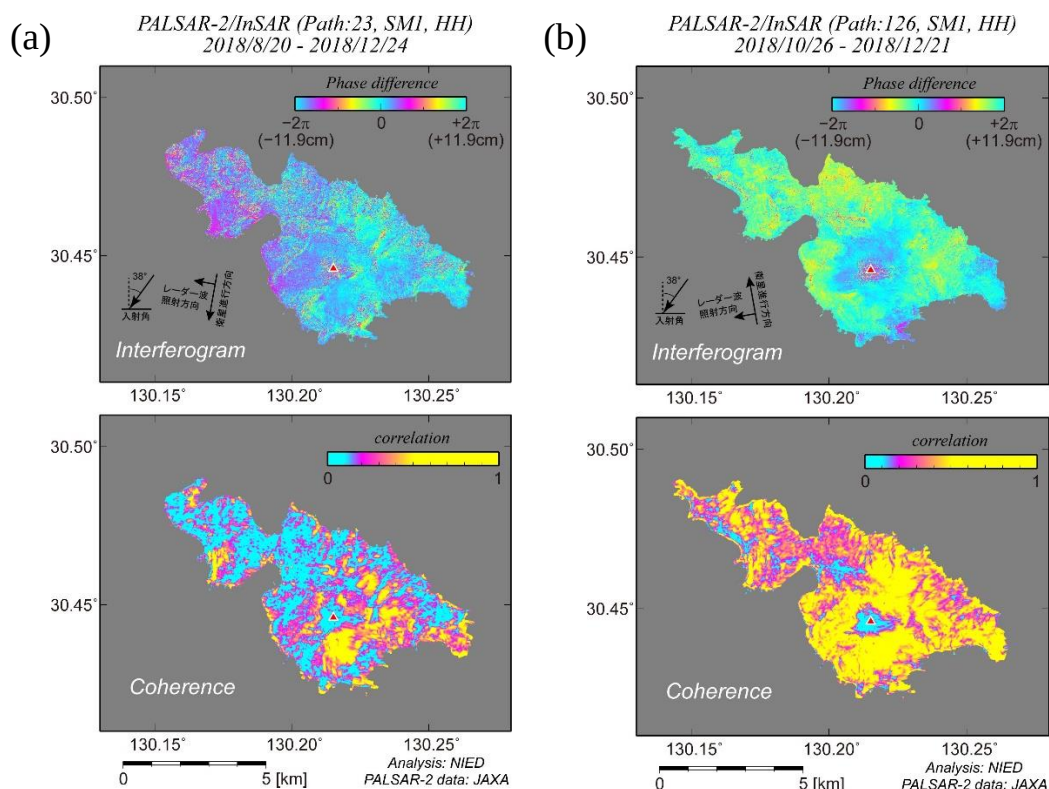
2018 年 12 月 18 日、2019 年 1 月 17 日、2019 年 1 月 29 日に口永良部島で噴火が発生した。この噴火に関する調査のため、だいち 2 号の PALSAR-2 による緊急観測が実施された。本報告においては、それらのデータに SAR 干渉法を適用した結果を述べる。

2018 年 12 月 18 日の噴火発生時を挟む干渉ペアを解析した結果を第 1 図、2019 年 1 月 17 日の噴火発生時を挟む干渉ペアを解析した結果を第 2 図、2019 年 1 月 29 日の噴火発生時を挟む干渉ペアを解析した結果を第 3 図に示す。これらの解析結果において、**地殻変動を示す顕著な位相変化は見られない。**

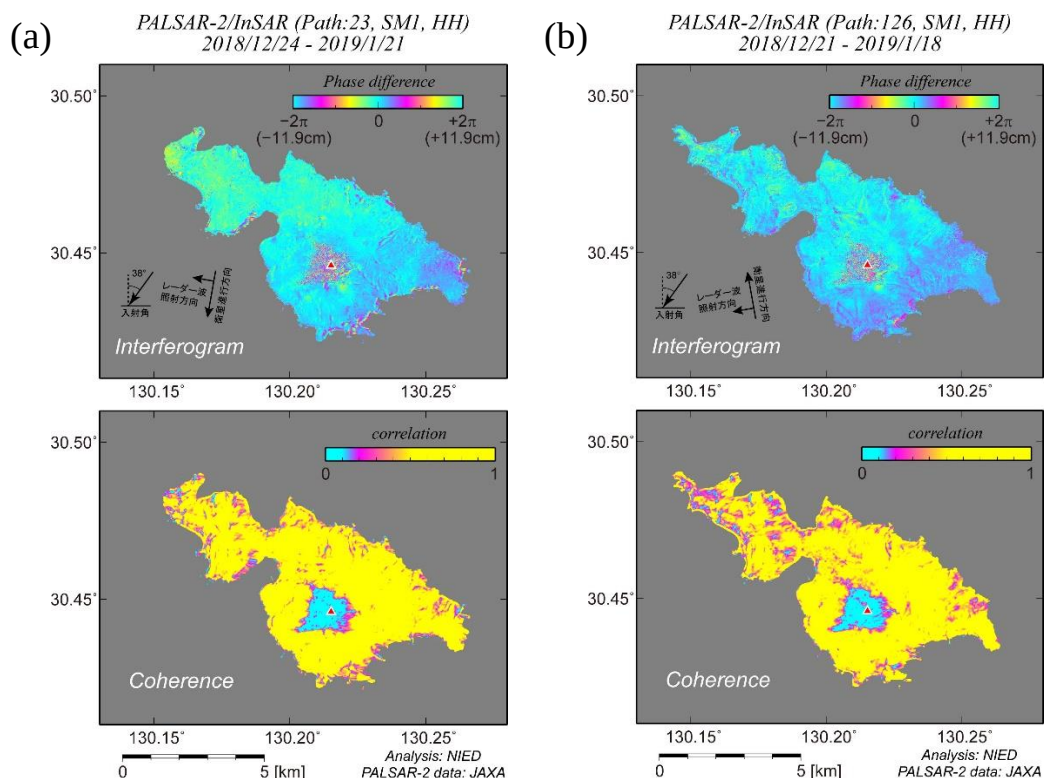
コヒーレンス画像においては、**新岳火口周辺に、降灰に起因すると考えられる明らかな干渉性劣化が見られた。**第 4 図に干渉性劣化域の比較を示す。2018 年 12 月 18 日においては、新岳火口付近の半径 500m 程度の範囲で、降灰に起因すると考えられる干渉性劣化が見られた。2019 年 1 月 17 日においては、新岳火口から西側の約 1km の範囲で、降灰に起因すると考えられる干渉性劣化が見られた。さらに、南西と北西の谷に沿っては、干渉性劣化域が約 1.5km の範囲まで延びている。2019 年 1 月 29 日の噴火に関しては、新岳火口周辺のごく狭い範囲において、降灰に起因すると考えられる明らかな干渉性劣化が見られた。これらを比較すると、**干渉性劣化域の範囲は 2019 年 1 月 17 日がもっとも大きい。ただし、この範囲は、2015 年 5 月 29 日の噴火における干渉性劣化域よりも小さい。2019 年 1 月 29 日の噴火における干渉性劣化域は、2018 年 12 月 18 日の噴火における干渉性劣化域よりも小さく、火口のごく近傍に限られている。**

**謝辞.** 本解析で使用した PALSAR-2 データの一部は、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構との共同研究に基づいて提供され、PIXEL で共有しているものである。また、一部は、防災利用実証実験火山 WG を通じて提供されたものである。PALSAR-2 データの所有権は JAXA が有する。解析および図の作成においては、国土地理院の地理院地図および基盤地図情報 10m メッシュ DEM を使用した。

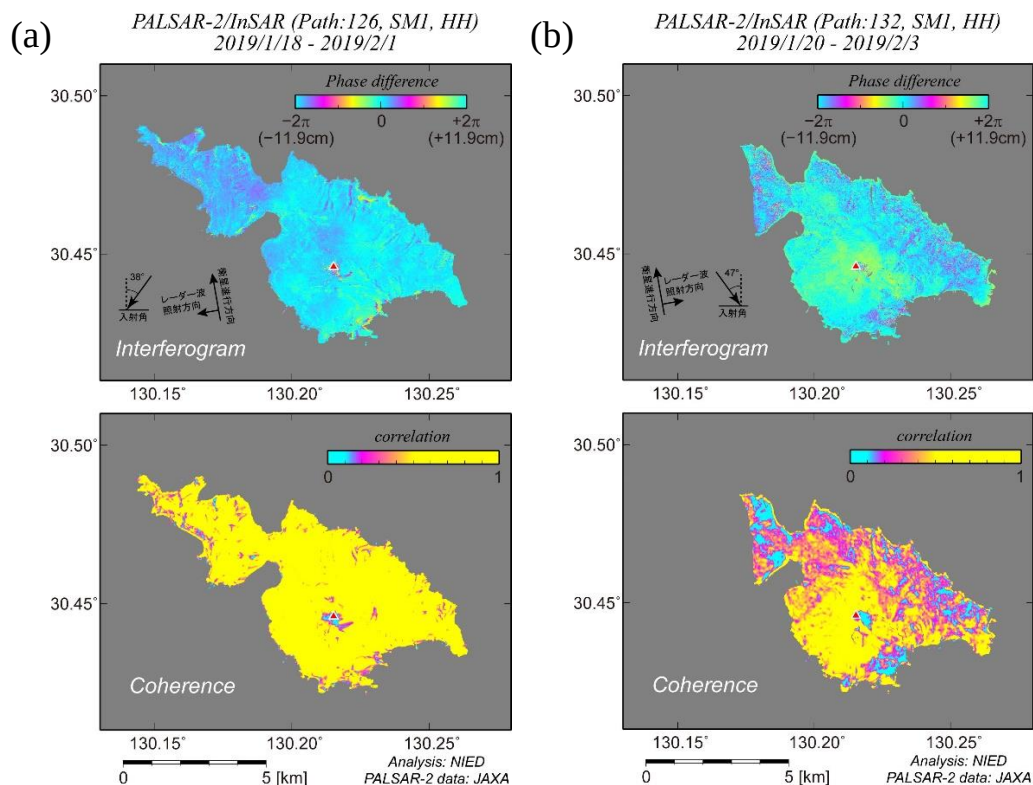




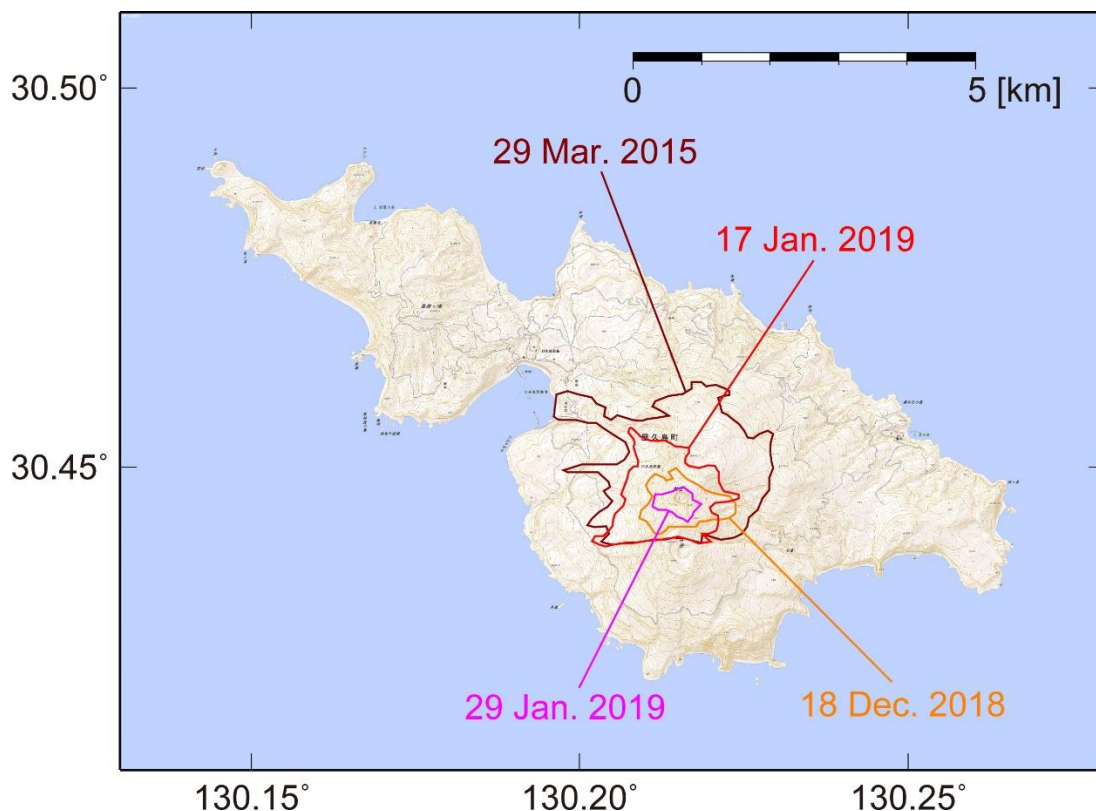
第 1 図. 2018/12/18 の噴火を挟む PALSAR-2 データの SAR 干渉解析結果。上段は干渉画像、下段はコヒーレンスを示す。赤三角印は新岳火口を示す。(a)パス 23(南行、右)の 2018/8/20 と 2018/12/24 の干渉ペア解析結果。(b)パス 126(北行、左)の 2018/10/26 と 2018/12/21 の干渉ペア解析結果。



第 2 図. 2019/1/17 の噴火を挟む PALSAR-2 データ(西方向視)の SAR 干渉解析結果。上段は干渉画像、下段はコヒーレンスを示す。赤三角印は新岳火口を示す。(a)パス 23(南行、右)の 2018/12/24 と 2019/1/21 の干渉ペア解析結果。(b)パス 126(北行、左)の 2018/10/21 と 2019/1/18 の干渉ペア解析結果。



第 3 図. 2019/1/29 の噴火を挟む PALSAR-2 データの SAR 干渉解析結果。上段は干渉画像、下段はコヒーレンスを示す。赤三角印は新岳火口を示す。(a)パス 126(北行、左)の 2019/1/18 と 2019/2/1 の干渉ペア解析結果。(b)パス 132(北行、右)の 2019/1/20 と 2019/2/3 の干渉ペア解析結果。



第 4 図. 2018/12/18、2019/1/17、2019/1/29 および 2015/3/29 の噴火発生時を挟む干渉ペアを解析して得られたコヒーレンス画像において見られた、降灰によると推測される干渉性劣化域。

## 口永良部島火山 2018 年 12 月 18 日・2019 年 1 月 17 日・29 日噴火の 降下火砕堆積物の分布

口永良部島噴火の降下火砕物について分布調査を行い噴出量の推定を試みた。屋久島等の遠方地域の堆積量分布から求められた噴出量は、2018 年 12 月 18 日噴火では約 2.9 万 t、2019 年 1 月 17 日噴火では約 6.2 万 t、1 月 29 日噴火では約 1.4 万 t 程度であった。

### ○はじめに

口永良部島火山の 2018 年 10 月以降の活動において東側に隣接する屋久島や種子島で降灰が認められるような比較的大きな噴火は 2018 年 12 月 18 日、12 月 28 日、2019 年 1 月 17 日、1 月 29 日に発生した。このうち降灰軸が南東方向にあり陸上に降灰が少なかった 12 月 28 日噴火を除く 3 つの噴火について、噴火直後に降灰に関する資試料を収集し、試料の観察・分析を行った。さらに口永良部島島内で 2 月上旬に調査を行い山体近傍での堆積状況を観察した。

### ○堆積物の特徴

堆積物は肉眼的には明灰色ないし淡く赤みを帯びた明灰色の砂質～シルト質火山灰層で、1 月 29 日噴火の試料についてはやや赤みが強い傾向がある。鏡下観察ではいずれも石質岩片や熱水変質岩片、結晶片（斜長石、単斜輝石、斜方輝石、鉄チタン酸化物等）を主体としており新鮮なガラス質岩片は少ない。X 線回折実験では変質鉱物として黄鉄鉱・ミョウバン石・石膏・硬石膏・クリストバライト、トリディマイト、少量の 7 Å の底面間隔をもつ粘土鉱物（おそらくカオリン鉱物）が検出されている。今回扱った試料においては噴火イベントごとによる構成物の違いはほとんど確認できなかった。

### ○12 月 18 日噴火の堆積物の分布

屋久島地学同好会中川正二郎氏から 12 月 19 日午後の屋久島北西部での調査結果の提供を受けた。その結果によると、降灰軸は永田岬から安房にかけて屋久島の中央部を横切っており、永田岬（火口から約 17km）付近では 300 g/m<sup>2</sup> 以上（図 1 a）、永田～川原付近で 100 g/m<sup>2</sup> 程度で堆積したと推定される（図 2 a）。粗粒砂サイズの粒子も多く含んでおり、永田岬の試料では最大長径 3mm の粒子が確認された。

### ○1 月 17 日噴火の堆積物の分布

調査は屋久島において 1 月 18 日～19 日、種子島において 19 日～20 日にかけて行った。なお、17 日噴火直後の宮之浦市街地での堆積量データについては中川正二郎氏から提供を受けた。屋久島では粗粒砂粒子を多く含む堆積物（図 1 b～図 1 d）で、しばしば凝集粒子や泥雨として降下したことを示す直径数～5mm 程度の斑点状の火山灰塊が含まれていた。種子島の分布域では砂粒子を少量含む細粒火山灰が直径ないし幅が数 mm 程度の斑点状ないし筋状に付着していることから（図 1 e）、全域で泥雨となって降下したとみられる。降灰軸はやや蛇行しながら屋久島の北部を横切り種子島南端付近を通過している（図 2 b）。永田いなか浜（火口から約 22km）付近では 420 g/m<sup>2</sup> 以上、宮之浦川中流付近で 200 g/m<sup>2</sup> 程度、小瀬田（火口から約 40km）で 100 g/m<sup>2</sup> 程度、種子島門倉岬付近（火口から約 65km）で 20 g/m<sup>2</sup> 程度堆積した。降灰北限は屋久島一湊付近から種子島野間の南方付近と推定される。屋久島南西部栗生付近では数 g/m<sup>2</sup> 程度の堆積物が存在しており、降灰南限は屋久島南東部の尾之間と安房を結ぶような位置と推定されるが明確ではない。堆積物に含まれる岩片粒子の最大粒径の分布は降灰軸よりもやや北にずれており（図 2 c）、吉田北方の展望台（火口から約 24km）で長径 4mm（図 1 c）、宮之浦（火口から約 34km）で 1mm の粒子が確認された。降灰軸と粒径分布の軸のずれは高度によって風向や風速が異なることで説明されうる。

### ○1 月 29 日噴火の堆積物の分布

気象庁口永良部島火山防災連絡事務所と中川正二郎氏に 1 月 29 日夜～30 日の調査結果や聞き取り情報の提供を受け、それらをもとに屋久島における堆積量分布図を作成した（図 2 d）。降灰軸は永田付近から楠川付近にかけて屋久島の北部をやや湾曲しつつ東西に横切っており、永田付近（火口から約 21km）では 70 g/m<sup>2</sup> 以上（図 1 f）、楠川付近（火口から約 37km）では 5～10 g/m<sup>2</sup> 程度の火山灰が堆積したと推定される。粒



径は全体に小さく永田の試料で最大  $300\mu\text{m}$  程度であった。

#### ○口永良部島島内の堆積物

2019 年 2 月 6 日～7 日に口永良部島南東部で調査を行った。遠望観察によると古岳上部（新岳火口南東約 500m）には厚い噴出物（厚さ 10 cm 以上？）が残存していた。山麓の七釜火山観測施設では  $420\text{g}/\text{m}^2$  程度、火口南東側の林道では最大  $11.8\text{ kg}/\text{m}^2$  程度の堆積物が残存しており（図 3a、図 4）、長径 4～5cm 程度の火山礫も含まれていることが確認できた（図 3b、図 4）。堆積量が多いところでは堆積物下部は細粒火山灰層（図 3c）、上部は火山砂礫層となっており、下部は 2018 年 12 月 18 日及び 12 月 28 日噴火に、上部は大部分が 2019 年 1 月 17 日噴火の堆積物に対応する可能性が高い。

#### ○噴出量の算出

降下火砕物の噴出量は堆積密度を  $1000\text{ kg}/\text{m}^3$  として Fierstein and Nathenson (1992) の方法により求めた。屋久島などの遠方の堆積量分布データ（図 2）からは 2018 年 12 月 18 日噴火では約 2.9 万 t、2019 年 1 月 17 日噴火では 6.2 万 t、1 月 29 日噴火では 1.4 万 t、合計で 10.5 万 t 程度と見積もられる。いずれも同様な方法で見積もった 2015 年 5 月 29 日噴火の降下火砕物の噴出量（約 12 万 t）より小さい。なお、これらの遠方データに、12 月 28 日噴火等の量的寄与は小さいとみなして口永良部島内の堆積量（図 4）を加えて 2018 年 12 月～2019 年 1 月の降下火砕物量全体に相当する噴出量を計算した場合、約 13 万 t となる。

#### 謝 辞

気象庁口永良部島火山防災連絡事務所と屋久島地学同好会の中川正二郎氏には調査資料を提供して頂いた。口永良部島、屋久島、種子島の在島の方々には各地の降灰状況について情報を頂いた。記して御礼申し上げる。



(a) 永田岬灯台のクズイモの葉（12 月 18 日噴火）



(b) 永田いなか浜展望所(1 月 17 日噴火)



(c) 吉田北方の東シナ海展望所(1 月 17 日噴火)



(d) 屋久島空港東(1 月 17 日噴火)

図 1 屋久島・種子島における火山灰堆積状況



(e) 種子島・門倉岬北西の前之原(1月17日噴火) (f) 永田・叶地区のベンチ(1月29日噴火)

### 図1 屋久島・種子島における火山灰堆積状況(続き)

(a) 2018年12月18日噴火で屋久島・永田岬灯台(火口東南東約17km)近くのクワズイモの葉の上に堆積した火山灰(12月19日中川正二郎氏撮影)。降灰量  $362\text{g/m}^2$ 。(b) 2019年1月17日噴火で屋久島・永田いなか浜展望所(火口東南東約22km)のテーブル上に堆積した火山灰(1月18日撮影)。堆積物の隙間(白く見える)は17日夜間の降雨による雨滴痕と思われる。降灰量  $428\text{g/m}^2$ 。(c) 2019年1月17日噴火で屋久島・吉田北方の東シナ海展望所(火口東約24km)のベンチ上に堆積した火山灰(1月18日撮影)。長径  $4\text{mm}\sim 1\text{mm}$  の岩片粒子と泥雨(凝集)火山灰粒子がまばらに堆積している。降灰量  $3.6\text{g/m}^2$ 。(d) 2019年1月17日噴火で屋久島・屋久島空港南東の駐車場(火口東約44km)の車両上に堆積した火山灰(1月18日撮影)。隙間は17日夜間の降雨による雨滴痕と思われる。降灰量  $87\text{g/m}^2$ 。(e) 2019年1月17日噴火で種子島・前之原(火口東約64km)の電柱のステーワイヤーカバーに付着した泥雨火山灰(1月19日撮影)。写真の右手前側(北西~北側)から吹き付けたように見える。(f) 2019年1月29日噴火で屋久島・永田叶地区(火口東南東約21km)のベンチに堆積した火山灰(1月30日中川正二郎氏撮影)。降灰量  $72\text{g/m}^2$ 。

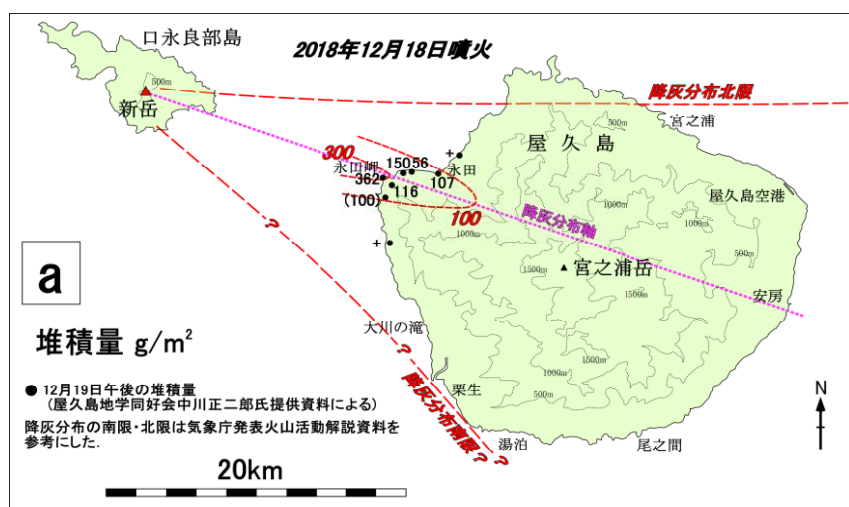


図2 2018年12月18日・2019年1月17日・1月29日噴火の堆積量と最大粒径値の分布



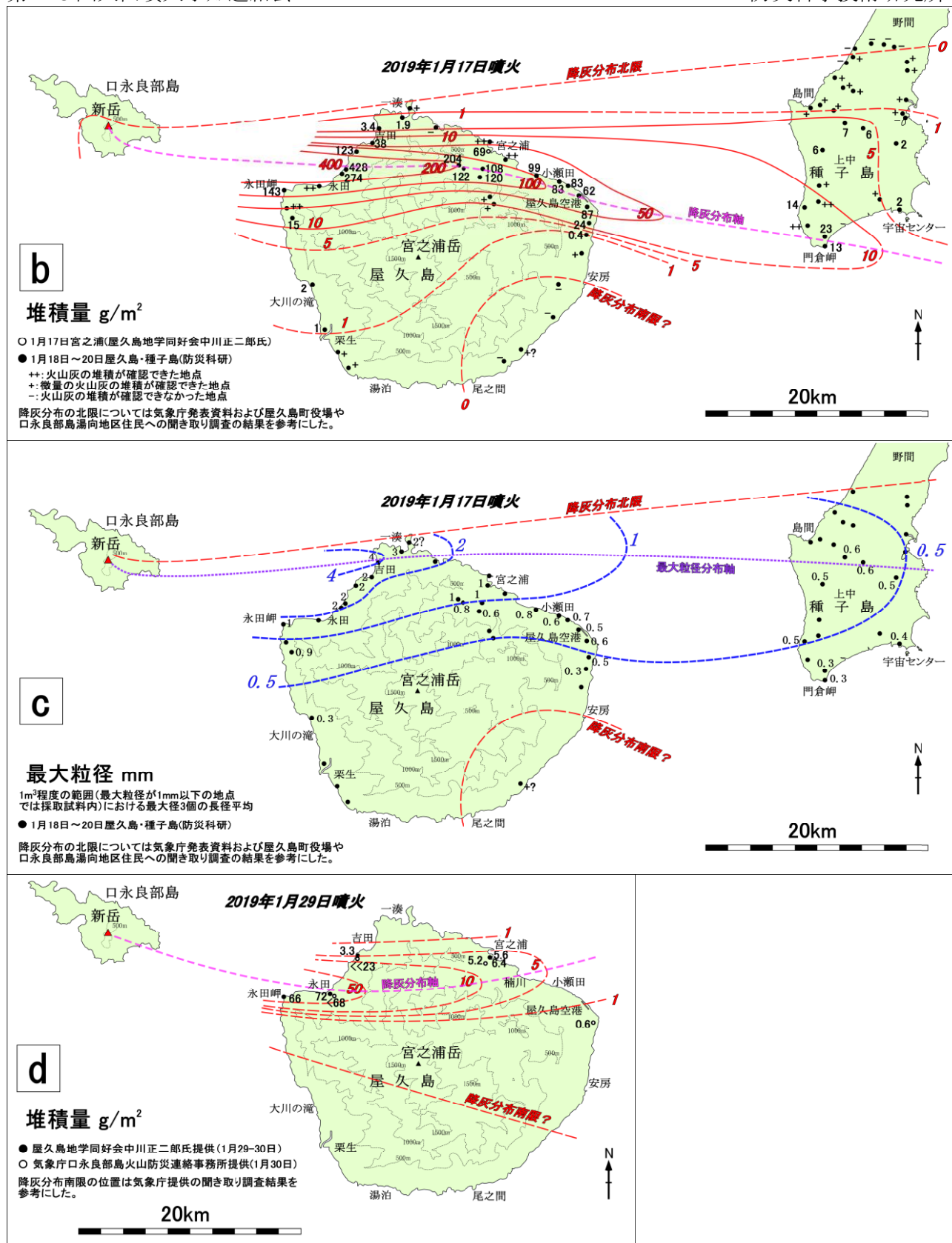


図2 2018年12月18日・2019年1月17日・1月29日噴火の堆積量と最大粒径値の分布(続き)

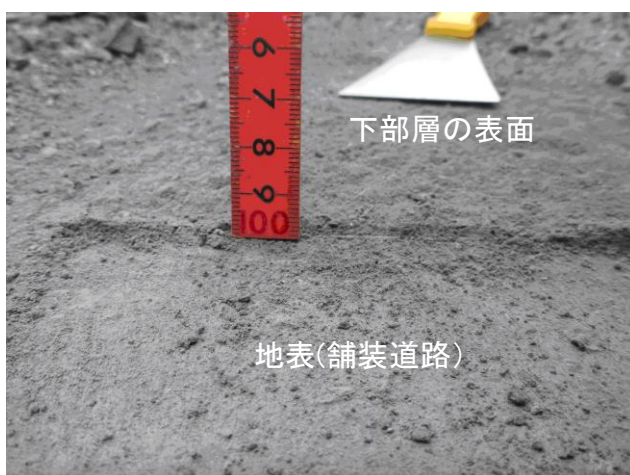




(a) 火口南南東側の林道上の堆積物



(b) 写真(b)地点における最大火山礫



(c) 林道上の堆積物下部の火山灰層

図3 口永良部島における調査時の火山灰堆積状況 (2019年2月7日撮影)

(a) 古岳南東方の林道上の堆積物 (火口南南東約 1.6km)。降灰量  $11757\text{g/m}^2$ 。(b) 写真(a)撮影地点で集めた最大火山礫。(c) 堆積物上部の火山砂礫層をはがした状態。下部の細粒火山灰主体の層 (厚さ約 2-3mm) からなる。古岳南東方の林道上の堆積物 (火口南東約 1.5km)。堆積物全体の降灰量  $5202\text{g/m}^2$ 。

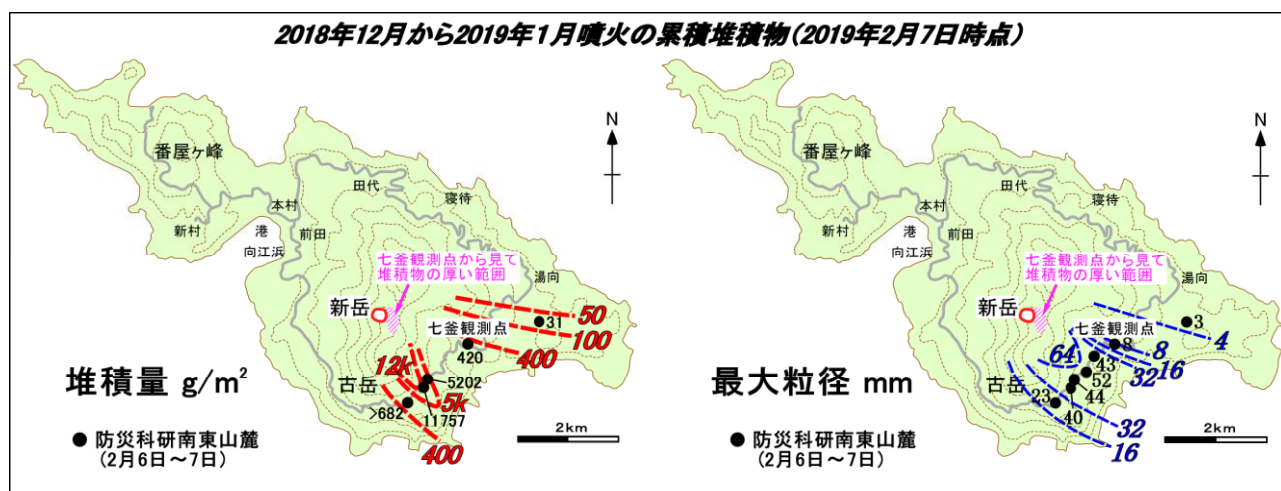


図4 口永良部島南東部における堆積量と最大粒径値の分布

**2018 年 10 月 21 日～2019 年 1 月 29 日の口永良部島噴出物構成粒子の特徴**

2018 年 10 月～2019 年 1 月の口永良部島噴出物は、連続的な噴煙活動が見られた 10 月から 12 月上旬の噴出物が比較的高い割合で本質物質を含むのに対し、12 月 18 日以降の爆発噴火の噴出物には多量の変質岩片が含まれる。連続噴煙活動中には固結しつつあるマグマの連続的な破碎と排出が続いたのに対し、12 月以降の爆発では破碎されたマグマのほか、火口壁や火口底を構成する変質岩片が大量に破碎・放出されたと考えられる。

2018 年 10 月～11 月の一連の噴火噴出物には、新鮮でガラス光沢をもつ本質物粒子が含まれる。本質物粒子の含有量は噴火ごとに異なる。

2018 年 12 月 18 日 16 時 37 分、1 月 17 日 9 時 19 分、1 月 29 日 17 時 13 分に発生した火砕流を伴う爆発噴火の噴出物は様々な程度に変質した岩片を多量に含む。少量の本質物が含まれることから、爆発は火道上部のマグマも巻き込んで発生したと考えられる。

試料採取・送付は、気象庁口永良部連絡事務所および屋久島町の協力を得て実施した。



図 1 連続噴火による火山灰。10 月 23 日の口永良部島噴出物の構成粒子。本質物と考えられるガラス光沢をもつ新鮮な粒子（G）が散在する。10 月 23 日口永良部島北部の寝待地区で採取。

口永良部島



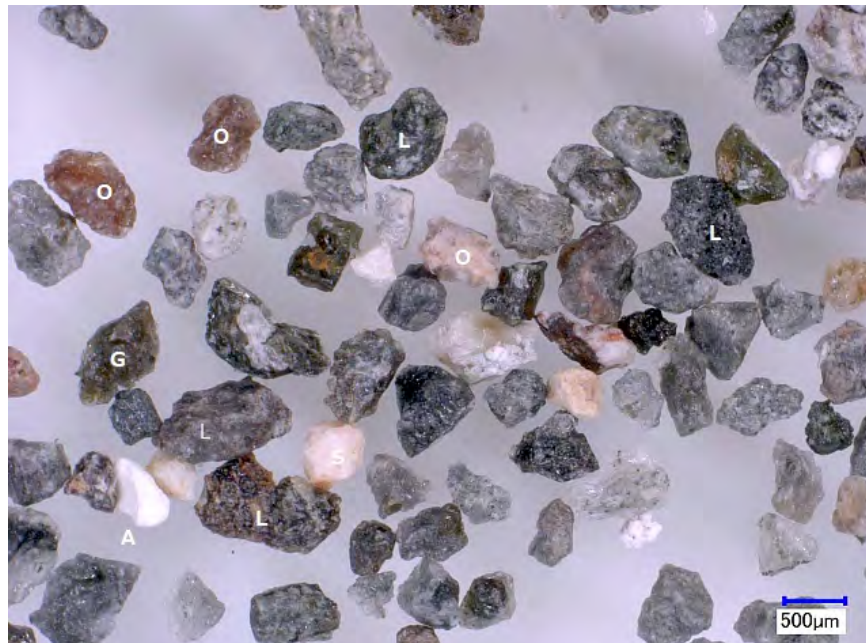


図 2. 爆発噴火に伴う火山灰. 2019 年 1 月 29 日噴火の口永良部島噴出物構成粒子(500~700  $\mu\text{m}$ ). 熱水変質粒子 (A), 高温酸化粒子 (O), 非変質岩片 (L), ガラス光沢粒子 (G). 噴火翌日の 30 日午後到新岳南東約 2 km の地点で採取.

口永良部島

**2018 年 10 月 21 日～2019 年 1 月 29 日の口永良部島噴出物鉱物組成の経時変化**

2018 年 10 月～2019 年 1 月の口永良部島噴出物は、鉱物組み合わせから硫酸塩鉱物(石膏, 硬石膏, ミョウバン石)を含むグループ(A)と、主として斜長石のみを含むグループ(B)に分けられる。グループ区分は、活動時期にも対応し、2018 年 10 月 21 日～11 月 12 日までの小規模な噴火が連続した時期は、B グループの降灰が認められる。一方、2018 年 12 月 6 日～2019 年 1 月 29 日までの噴火では A グループの降灰が認められ、この期間の噴出物には熱水の関与が相対的に増加していた可能性が示唆される。

2018 年 10 月～2019 年 1 月の口永良部島噴出物について、構成鉱物種を XRD 分析により確認した。試料採取・送付は、気象庁口永良部連絡事務所および屋久島町の協力を得て実施した(表 1)。分析にはふるい分けを行っていない試料(全試料)を用いた。

2018 年 10 月～2019 年 1 月の口永良部島噴出物は、構成鉱物組み合わせから 2 つのグループに分類できる(図 1, 2)。

グループ A : 硫酸塩鉱物(石膏, 硬石膏, ミョウバン石)を顕著に含む

グループ B : 硫酸塩鉱物(石膏, 硬石膏, ミョウバン石)をほとんど含まない

2018 年 10 月 21 日から 11 月 12 日までの連続噴火では硫酸塩鉱物(石膏, 硬石膏, ミョウバン石)をほとんど含まず、主として斜長石のみを含む噴出物(グループ B)が放出された。噴出物中の斜長石は新鮮な火山岩粒子に由来すると考えられ、構成粒子中に本質物粒子が多く含まれることと調和的である。

2018 年 12 月 6 日から 2019 年 1 月 29 日までの噴火では硫酸塩鉱物(石膏, 硬石膏, ミョウバン石)を顕著に含む噴出物が放出された(グループ A)。同様の鉱物組み合わせは 2014 年 8 月 3 日および 2015 年 5 月 28 日噴火の噴出物でも確認できる。これらの硫酸塩鉱物は噴火の際に放出された熱水に由来すると考えられ、噴出物に対する熱水の関与が大きかった可能性が示唆される。また口永良部火山における噴出物には、御嶽山や草津白根山などの水蒸気噴火噴出物に特徴的なカオリナイト、スメクタイトなどの粘土鉱物の含有はほぼ認められない特徴がある。

以上から、2018 年 10 月 21 日～11 月 12 日までの連続噴火ではマグマが噴火に関与した可能性が高く、2018 年 12 月 6 日～2019 年 1 月 29 日までの噴火では熱水の関与が相対的に増加した可能性が示唆される。

表 1 試料リスト

| 試料名           | 提供者 | 回収日                 | 採取場所    | 備考                      |
|---------------|-----|---------------------|---------|-------------------------|
| SVO20140806-1 | GSJ | 2014 年 8 月 6 日      | 前田地区    | 2014 年 8 月 3 日噴火噴出物     |
| NKG3          | 中川氏 | 2015 年 5 月 29 日     | 屋久島西部林道 | 2015 年 5 月 28 日噴火噴出物    |
| 18Keb02-4     | JMA | 2018 年 10 月 23 日    | 寝待地区    |                         |
| 18Keb03-1     | JMA | 2018 年 10 月 26 日    | 田代地区    | 2018 年 10 月 26 日噴火噴出物   |
| 18Keb07-2     | JMA | 2018 年 11 月 5 日     | 前田地区    | 2018 年 11 月 5 日噴火噴出物    |
| 18Keb09       | JMA | 2018 年 11 月 12 日    | 田代地区    | 2018 年 11 月 12 日噴火噴出物   |
| 18Keb15       | JMA | 2018 年 12 月 6 日     | 湯向地区    | 2018 年 12 月 6 日噴火噴出物    |
| 18Keb17       | JMA | 2018 年 12 月 18-20 日 | 田代地区    | 2018 年 12 月 18 日噴火噴出物   |
| 18Keb19       | JMA | 2018 年 12 月 28 日    | 屋久島南西部  | 2018 年 12 月 28 日噴火噴出物   |
| 19Keb03       | JMA | 2019 年 1 月 18 日     | 古岳南山麓   | 2019 年 1 月 17 日噴火噴出物を含む |
| 19Keb05       | JMA | 2019 年 1 月 18-22 日  | 古岳南山麓   | 2019 年 1 月 20 日噴火噴出物を含む |
| 19Keb08-1     | JMA | 2019 年 1 月 25-30 日  | 屋久島宮之浦  | 2019 年 1 月 29 日噴火噴出物を含む |



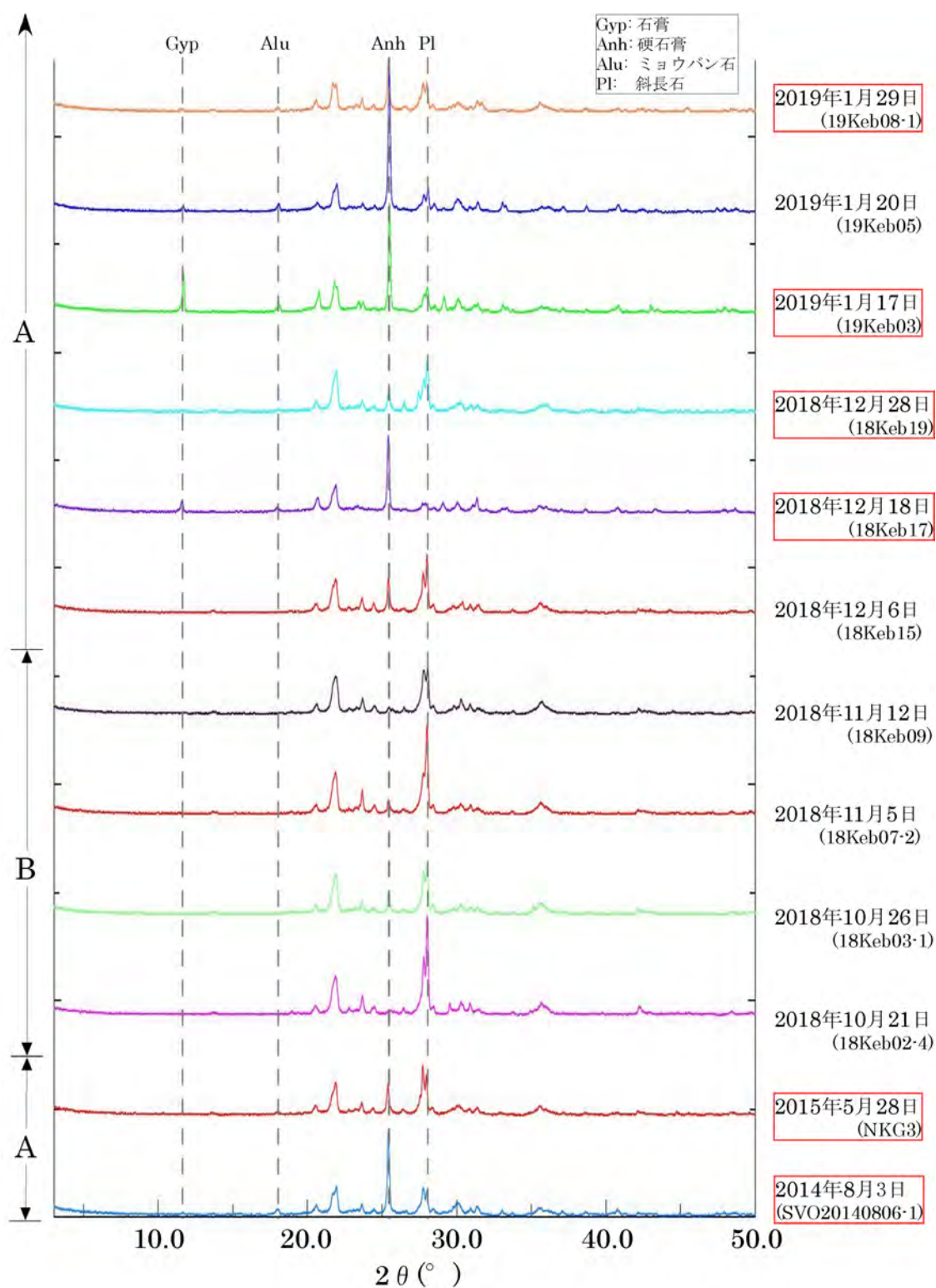


図 1. 口永良部島噴出物の構成粒子(全試料)の XRD チャート.

赤枠で示した試料は爆発ないし高い噴煙を伴った噴火による噴出物. 右欄日付は, サンプル採取状況から推測される噴火イベントの発生日を示す.

口永良部島

## 2018 年 12 月から 2019 年 1 月の口永良部島火山噴火による火砕流

2018 年 12 月～2019 年 1 月に口永良部島で発生した火砕流は新岳火口から約 2km の範囲に分布しており、高温であった証拠を持つものがある。火砕流の分布域は 2014～2015 年の火砕流に比べて同程度か小規模である。火砕流の流動速度は 20～30m/s 程度であるが、流下速度の速いものほど遠方に到達する傾向を示す。

口永良部島火山で最近発生した火砕流について、気象庁などが撮影した航空写真を判読して分布を推定した（図 1）。図示した範囲は、火砕サージを含む火砕流の最大到達範囲で、火山灰の堆積状況及び植生等の影響状況から判断した。2019 年 1 月 17 日の火砕流では森林火災と思われる白煙が観察され、高温の物質を含む火砕流であったことを示唆する。2019 年 1 月 29 日の火砕流については新岳火口から西側山麓斜面に最大約 600m 程度の分布であるが、東側については観察記録がない。2014～2015 年に発生した火砕流の分布と比較すると、同程度か小規模であり、新岳火口の西側に多くの火砕物が流下する傾向は変わっていない（図 2）。

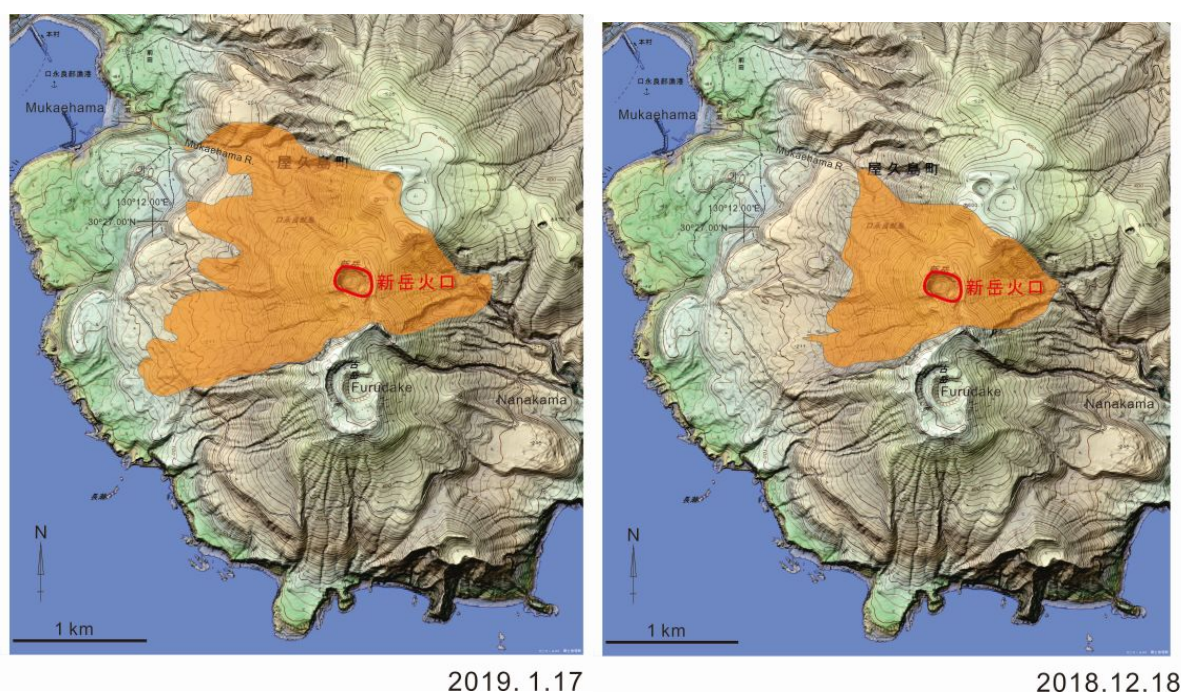


図 1 左：2019 年 1 月 17 日の火砕流分布。右：2018 年 12 月 18 日の火砕流分布。基図に国土地理院電子国土地図を使用



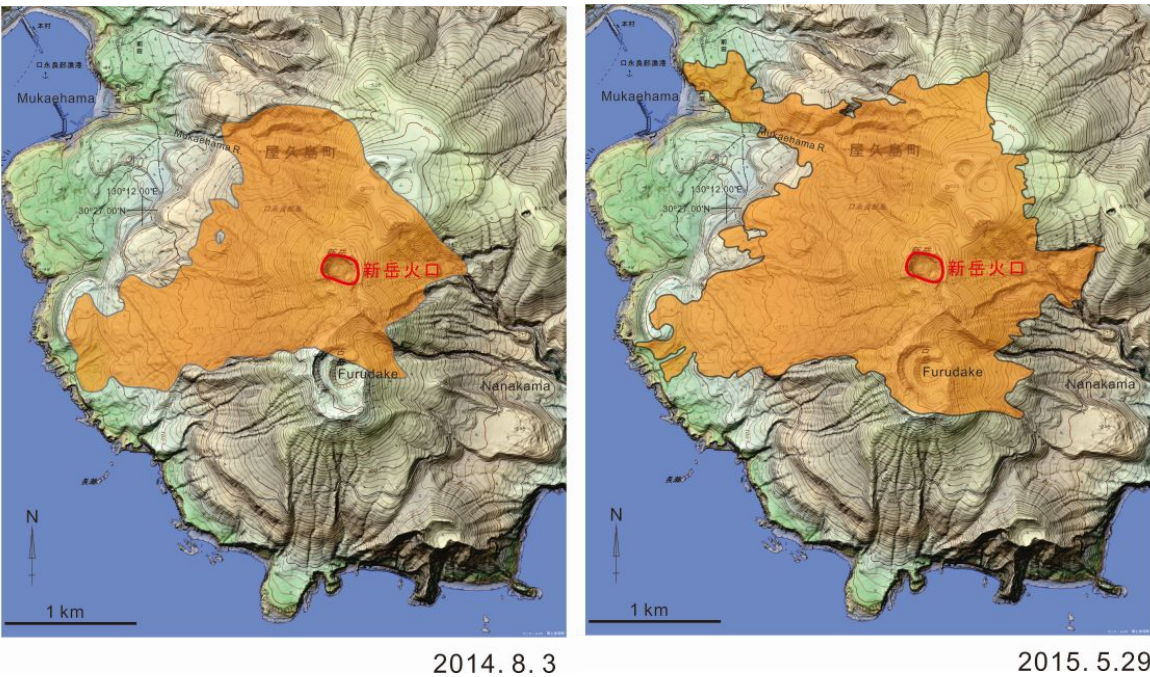


図 2 左：2014 年 8 月 3 日の火砕流分布，右：2015 年 5 月 29 日の火砕流分布

気象庁の監視カメラ映像を基に、2015 年から 2019 年の間に発生した火砕流の流下速度を求めた（表 1）。火砕流の平均流下速度は 5-47m/s の範囲で、約 20-30m/s の値を示すものが多い。最も遠方まで流れた 2015 年 5 月 29 日の火砕流が最も速く、最も短距離であった 2019 年 1 月 29 日が最も遅い。総じて速度の高い火砕流ほど流下距離が長い傾向が認められる。なお、2015 年 5 月 29 日、2018 年 12 月 18 日、2019 年 1 月 17 日に発生した火砕流は、いずれも噴火直後に噴煙柱の一部が崩れて発生したものである。2019 年 1 月 29 日に発生した火砕流は火口からあふれ出るように発生したものであり、発生様式が異なる。

謝辞：気象庁福岡管区火山活動監視センターおよび鹿児島地方気象台には噴火の映像を提供していただいた。ここに記して感謝いたします。

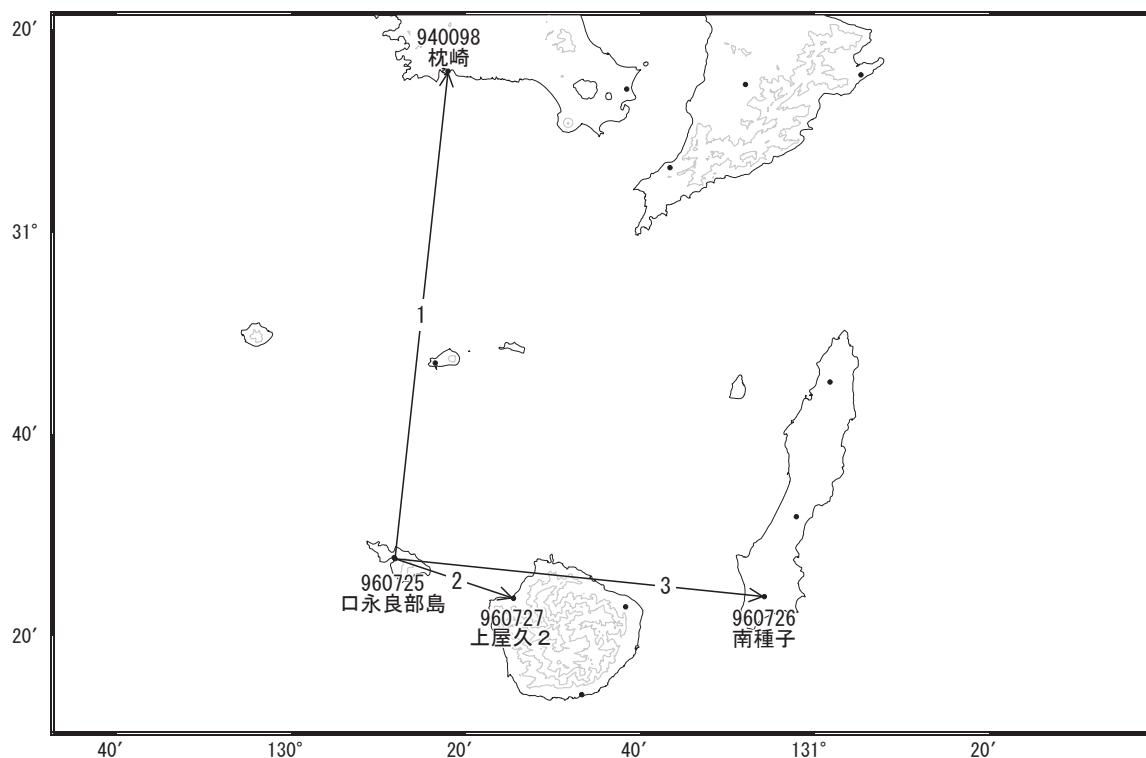
表 1 口永良部火山で発生した火砕流の流下速度

| 発生年月日            | 流下方向 | 平均流速(斜距離で算出), m/s |
|------------------|------|-------------------|
| 2015 年 5 月 29 日  | 北西   | 31                |
|                  | 南西   | 47                |
| 2018 年 12 月 18 日 | 北西   | 22                |
|                  | 南西   | 18                |
| 2019 年 1 月 17 日  | 北西   | 26                |
|                  | 南西   | 36                |
| 2019 年 1 月 29 日  | 北西   | 7                 |
|                  | 南西   | 5                 |

## 口永良部島

顕著な地殻変動は観測されていません。

口永良部島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)

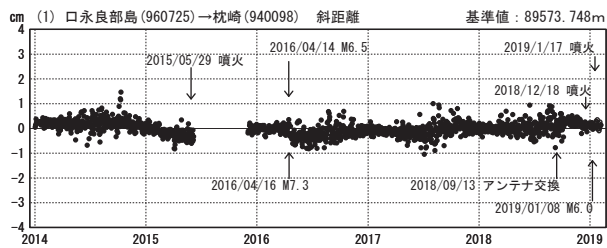


口永良部島周辺の各観測局情報

| 点番号    | 点名    | 日付       | 保守内容       |
|--------|-------|----------|------------|
| 940098 | 枕崎    | 20140114 | アンテナ交換     |
|        |       | 20180913 | アンテナ・受信機交換 |
| 960725 | 口永良部島 | 20180205 | 受信機交換      |
| 960726 | 南種子   | 20160712 | 受信機交換      |
|        |       | 20180206 | 受信機交換      |
| 960727 | 上屋久2  | 20161206 | 受信機交換      |

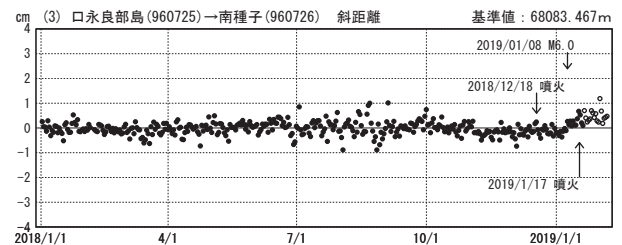
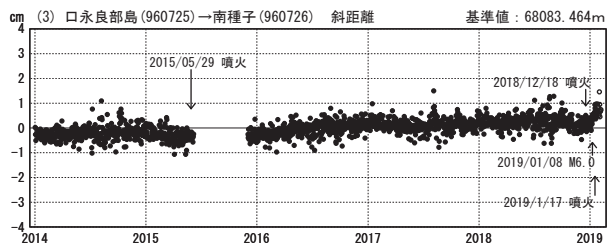
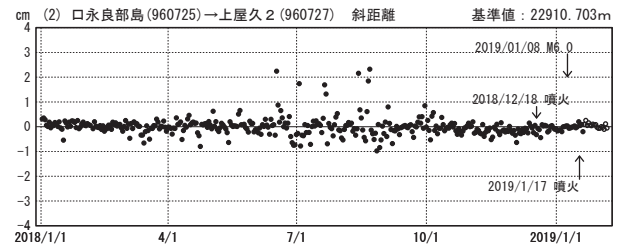
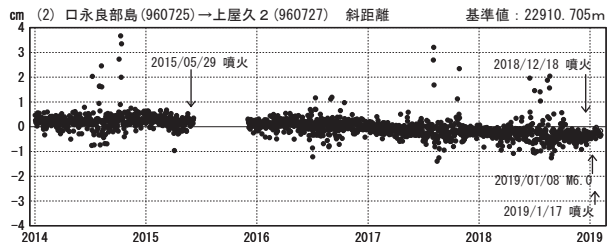
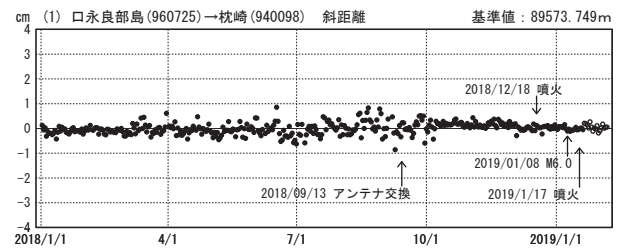
基線変化グラフ（長期）

期間：2014/01/01～2019/02/05 JST



基線変化グラフ（短期）

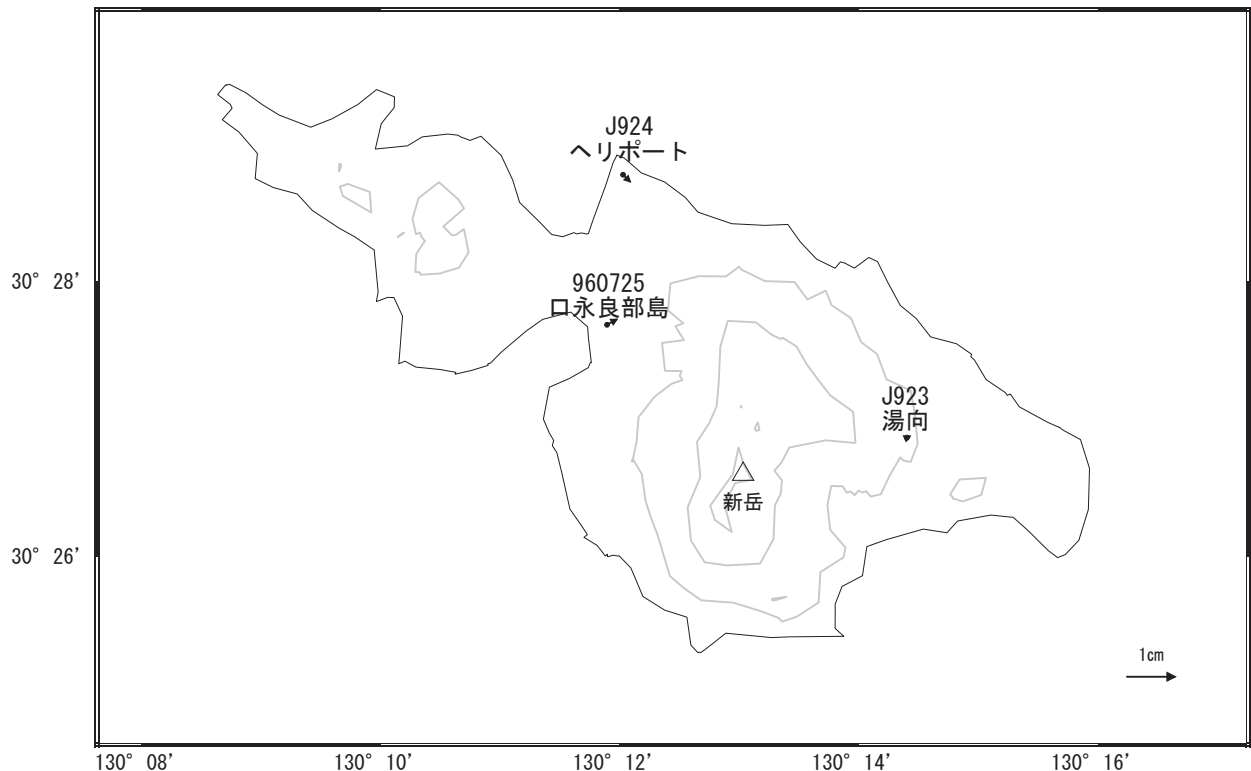
期間：2018/01/01～2019/02/05 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院

## 口永良部島周辺の地殻変動（水平：3か月）

基準期間：2018/10/27～2018/11/05 [F3:最終解]  
比較期間：2019/01/27～2019/02/05 [R3:速報解]

☆ 固定局：枕崎 (940098)

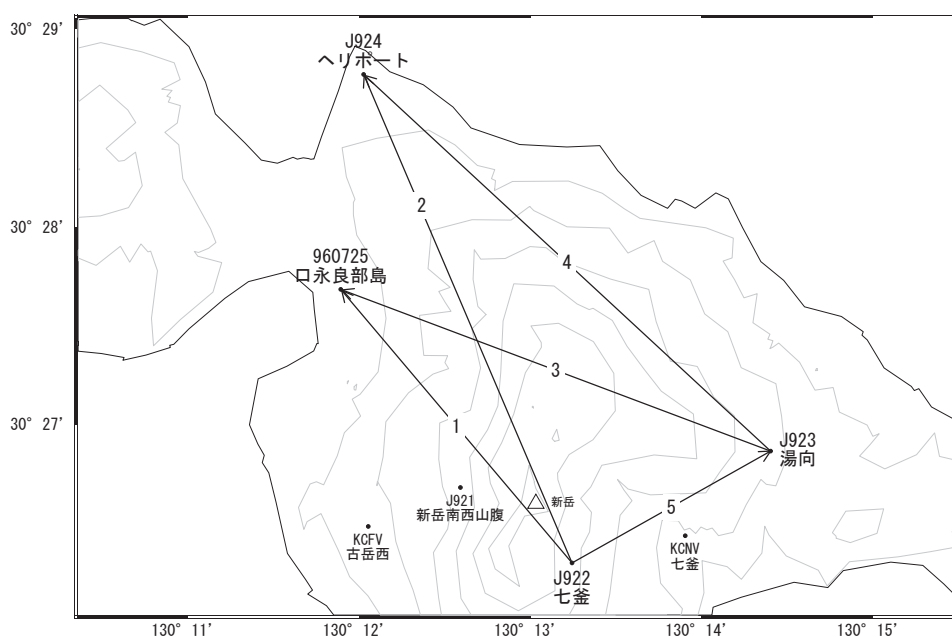
国土地理院・気象庁

※ [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

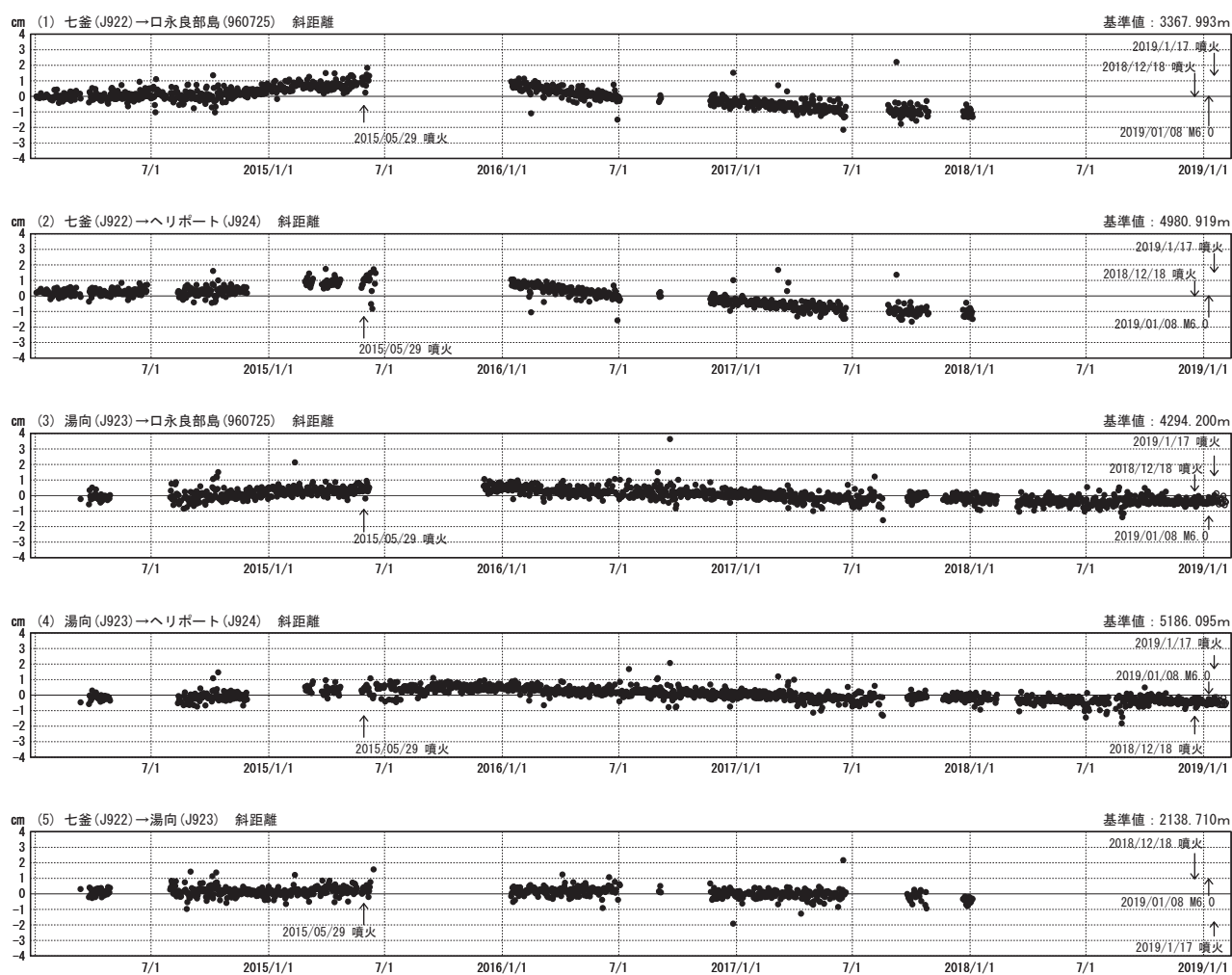
口永良部島



## 口永良部島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



期間: 2014/01/01~2019/02/05 JST



国土地理院・気象庁

(注) 口永良部島 (960725) は停電のため、2015/6/7~12/2が欠測しました。

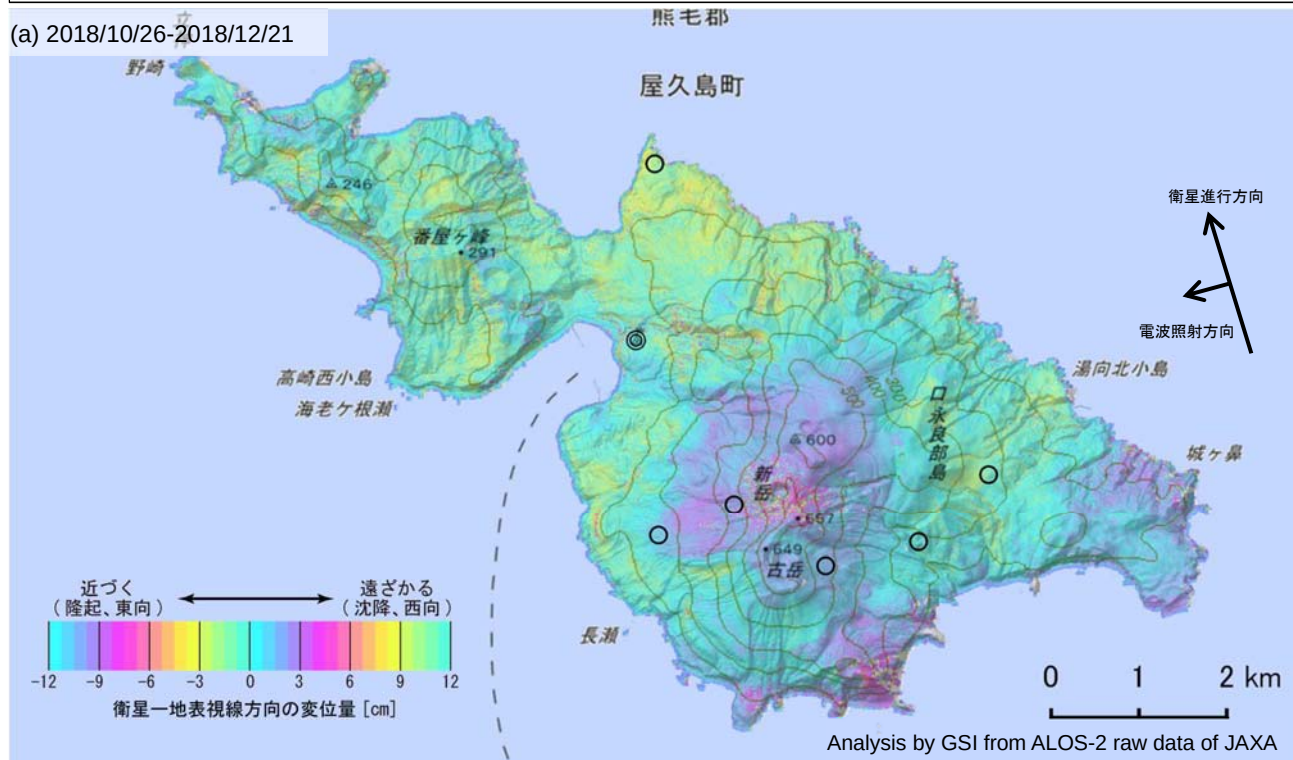
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

口永良部島

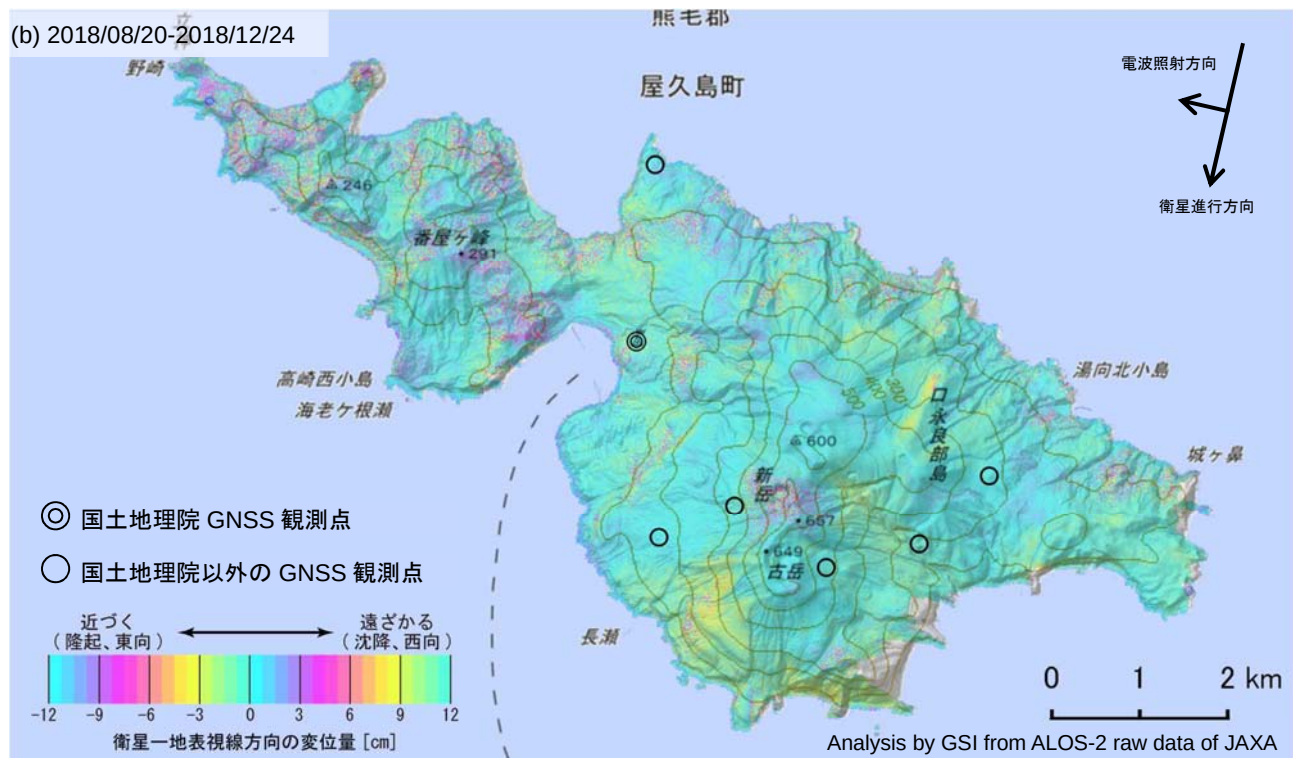
## 口永良部島の SAR 干渉解析結果について

判読) (c)(d)では、新岳周辺で1月17日の噴火に伴う火砕物の堆積とみられる非干渉領域が見られます。

(a) 2018/10/26-2018/12/21



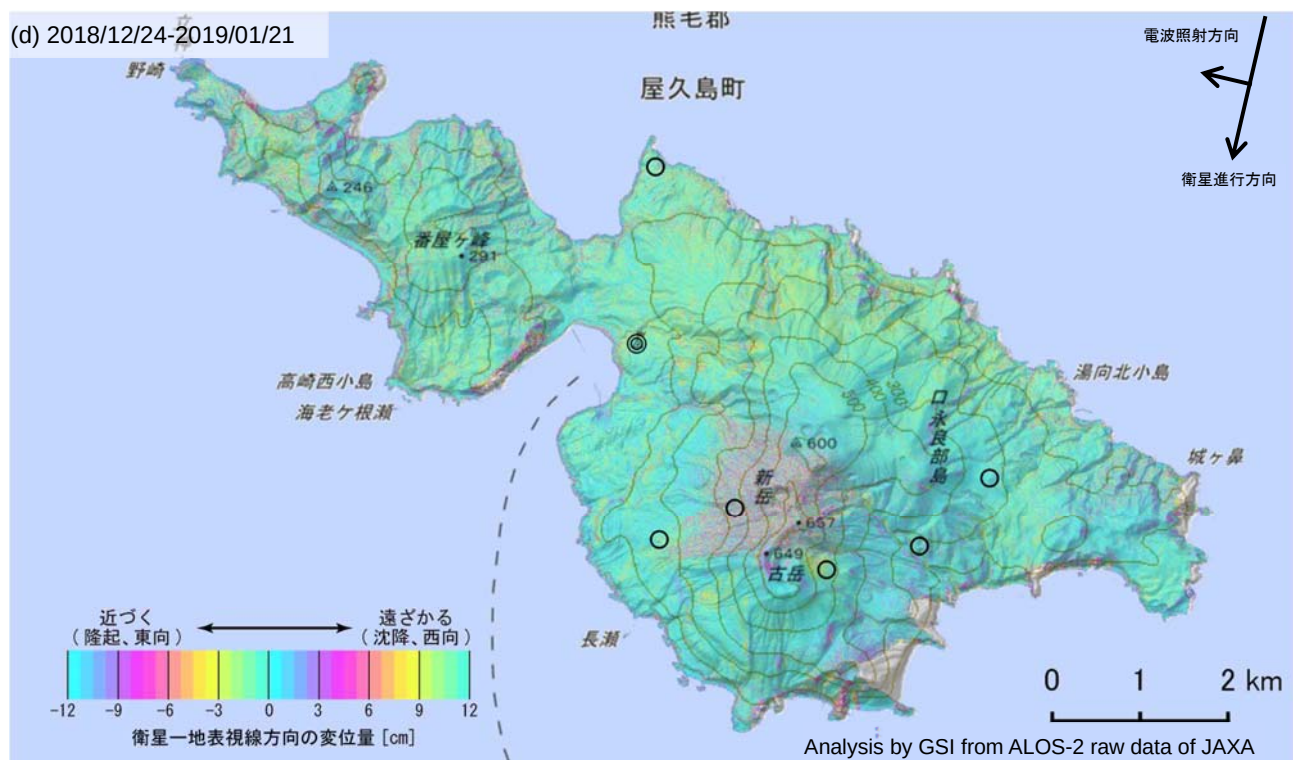
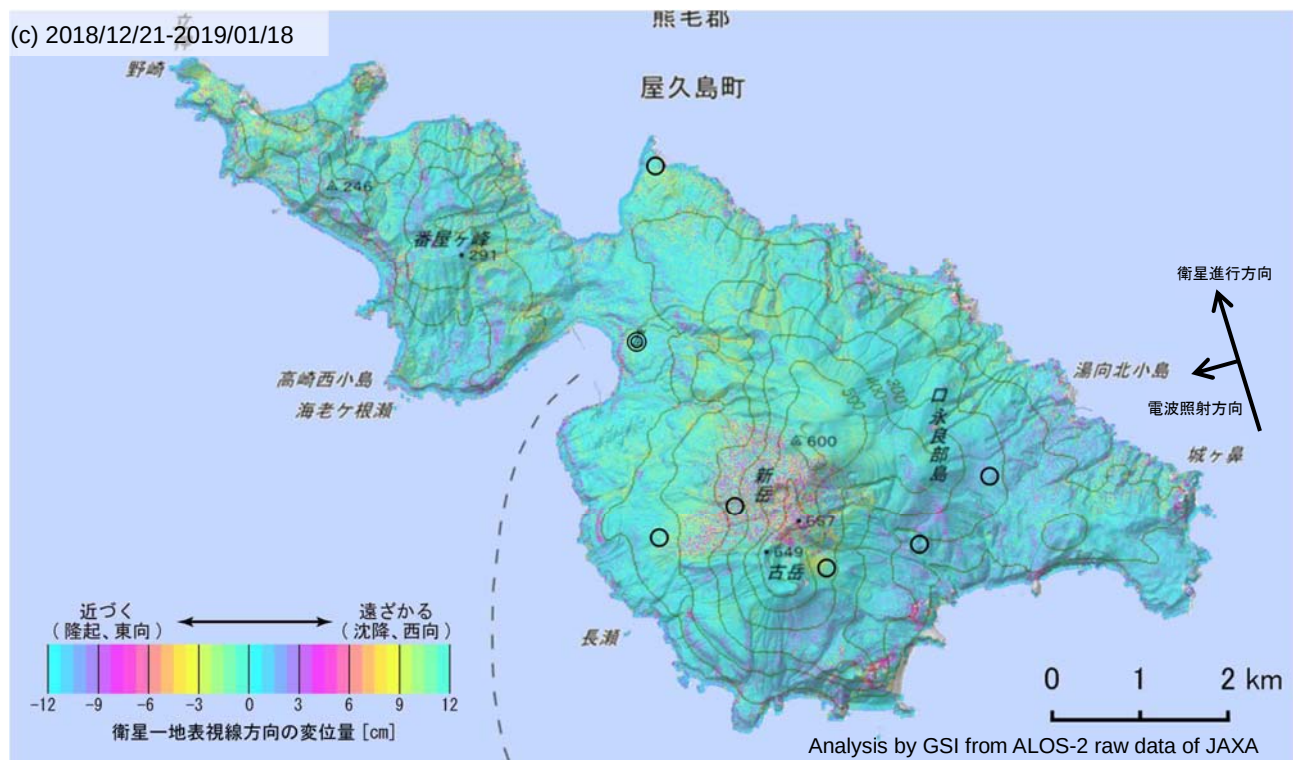
(b) 2018/08/20-2018/12/24



背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用したデータは、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。

口永良部島



◎ 国土地理院 GNSS 観測点

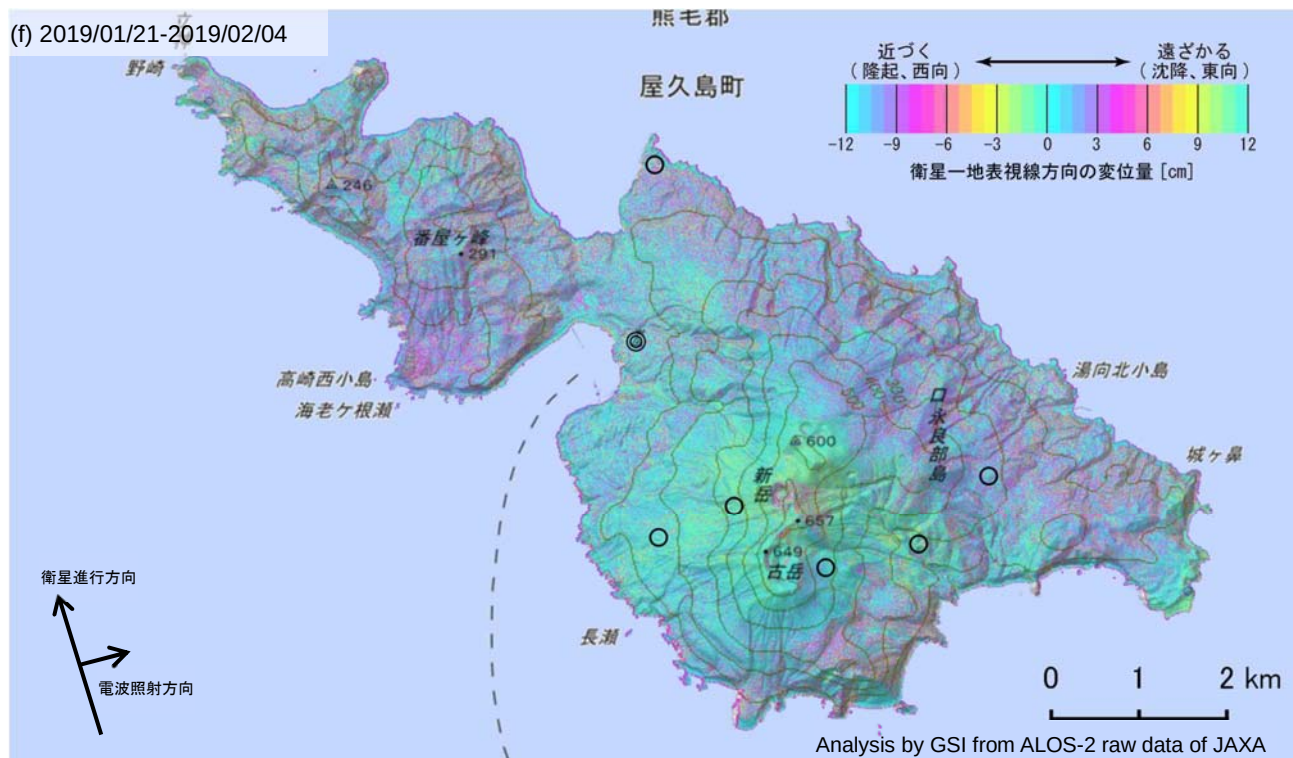
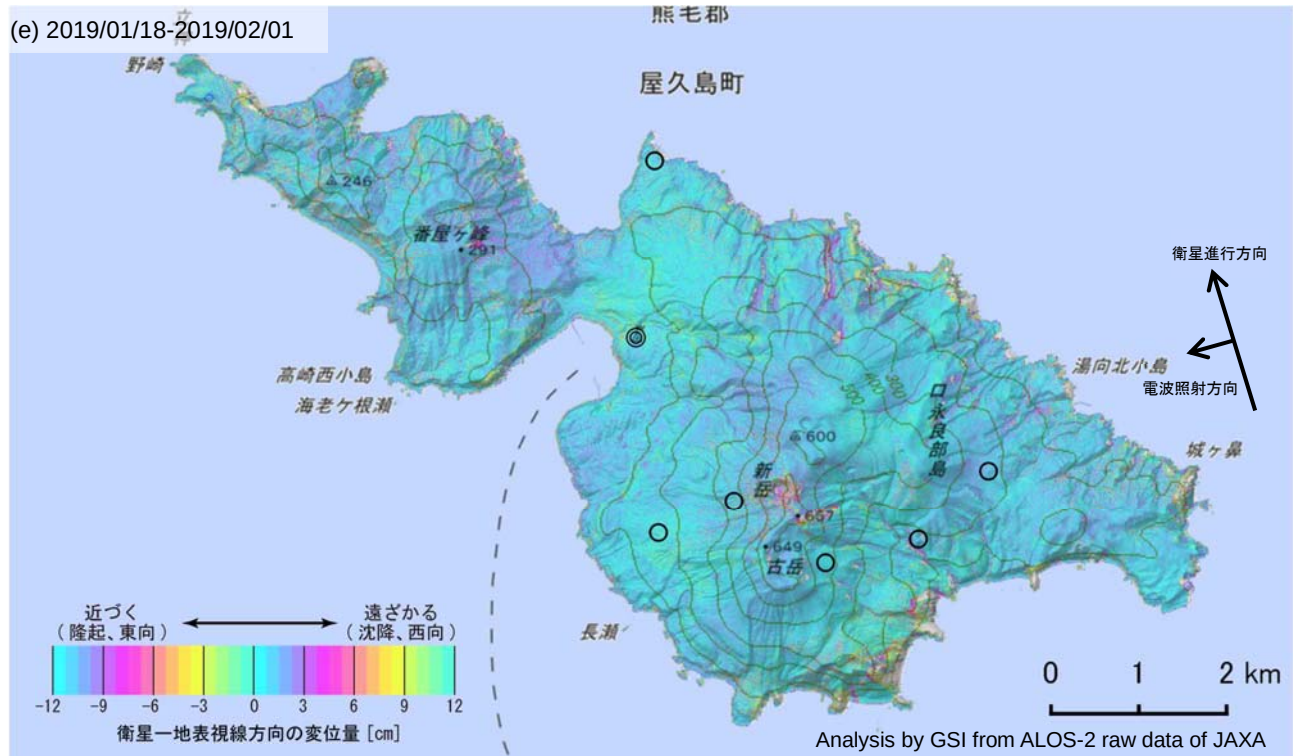
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

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。

口永良部島





◎ 国土地理院 GNSS 観測点

背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

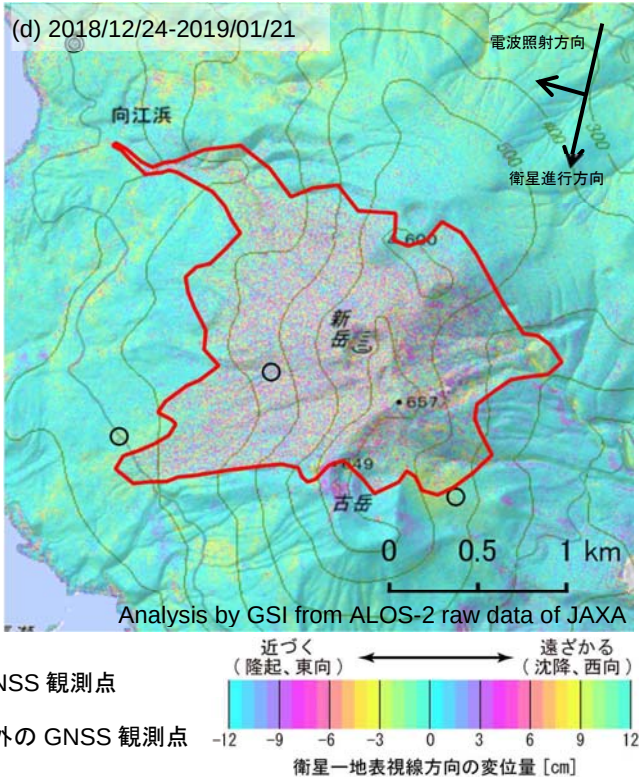
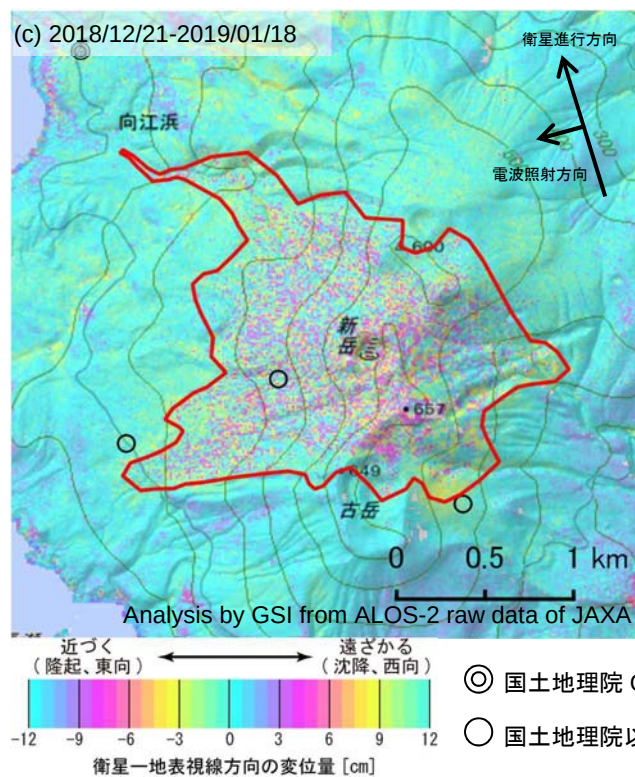
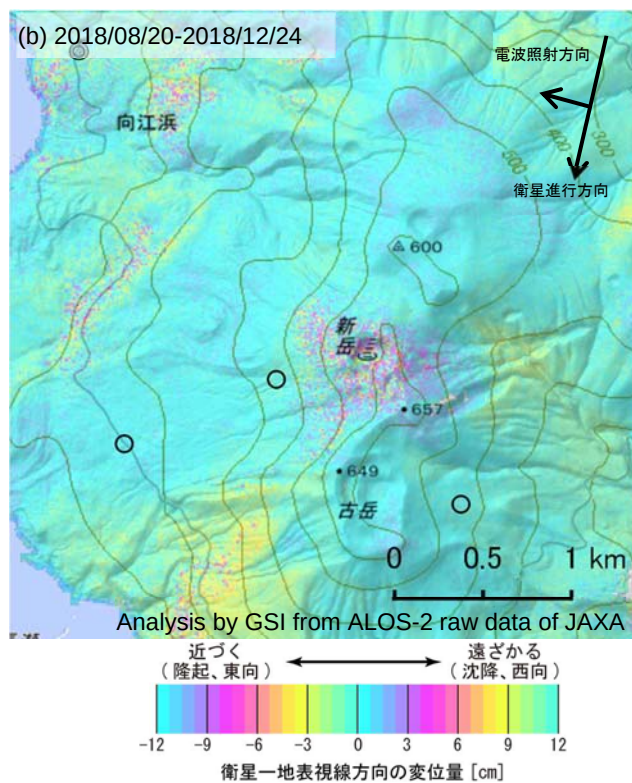
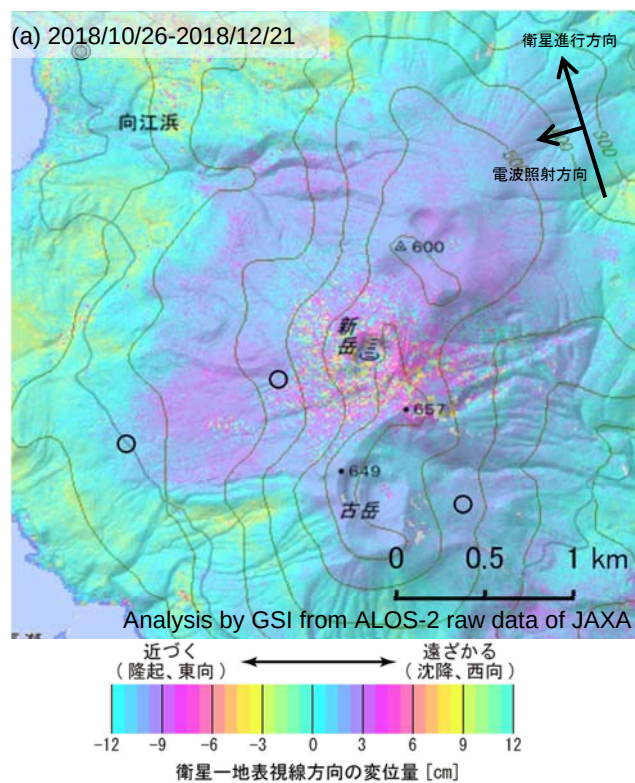
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

本解析で使用了データは、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。

口永良部島



## 【新岳の拡大図】



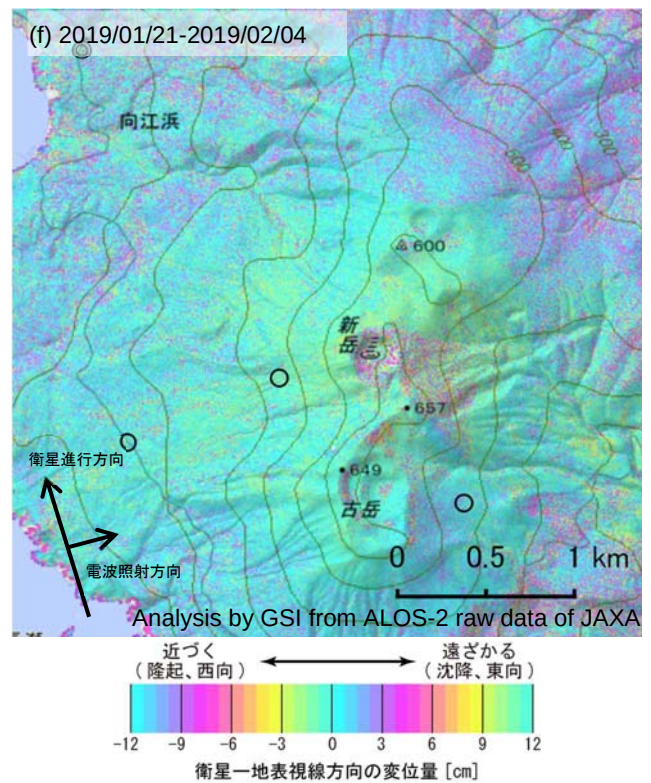
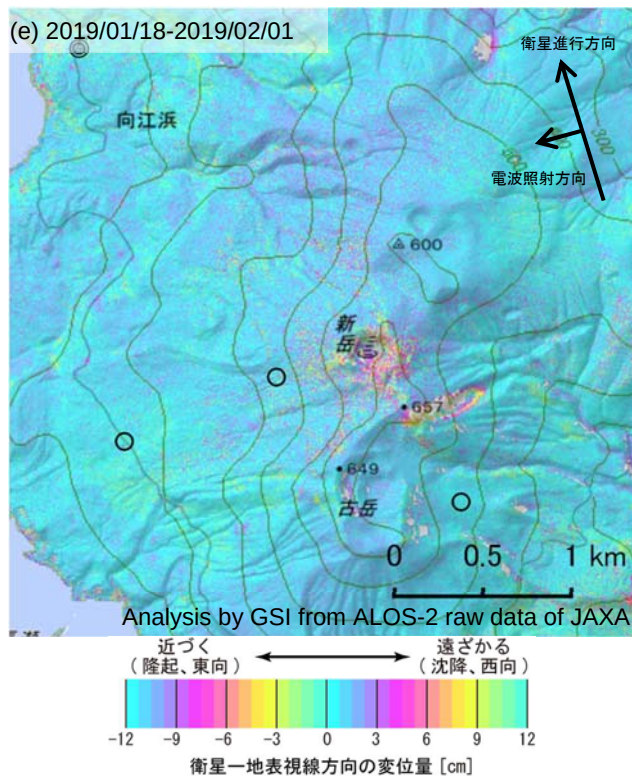
(c)(d)中の赤線は SAR 干渉画像から読み取った非干渉領域の外縁を表す。

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用したデータは、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。

口永良部島





背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

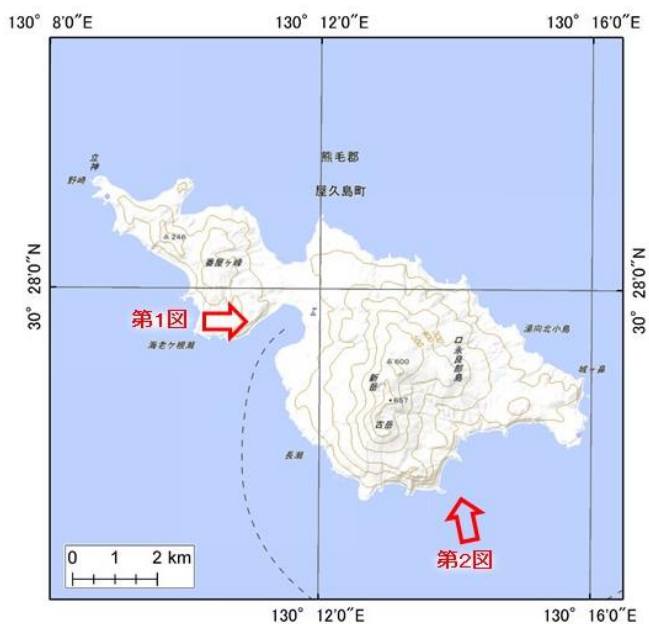
|        | (a)                                            | (b)                                             | (c)                                            | (d)                                            | (e)                                            | (f)                                            |
|--------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 衛星名    | ALOS-2                                         | ALOS-2                                          | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         |
| 観測日時   | 2018/10/26<br>2018/12/21<br>23:44 頃<br>(56 日間) | 2018/08/20<br>2018/12/24<br>12:19 頃<br>(126 日間) | 2018/12/21<br>2019/01/18<br>23:44 頃<br>(28 日間) | 2018/12/24<br>2019/01/21<br>12:19 頃<br>(28 日間) | 2019/01/18<br>2019/02/01<br>23:44 頃<br>(14 日間) | 2019/01/21<br>2019/02/04<br>00:25 頃<br>(14 日間) |
| 衛星進行方向 | 北行                                             | 南行                                              | 北行                                             | 南行                                             | 北行                                             | 北行                                             |
| 電波照射方向 | 左                                              | 右                                               | 左                                              | 右                                              | 左                                              | 右                                              |
| 観測モード* | U-U                                            | U-U                                             | U-U                                            | U-U                                            | U-U                                            | U-U                                            |
| 入射角    | 34.5°                                          | 37.6°                                           | 34.5°                                          | 37.6°                                          | 34.5°                                          | 47.1°                                          |
| 偏波     | HH                                             | HH                                              | HH                                             | HH                                             | HH                                             | HH                                             |
| 垂直基線長  | + 57 m                                         | - 60 m                                          | + 97 m                                         | + 267 m                                        | - 155 m                                        | + 76 m                                         |

\*U: 高分解能(3m)モード

本解析で使用了たデータは、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。

口永良部島

## 口永良部島



地形図は国土地理院 HP の地理院地図を使用した

## ○ 最近の活動について

| 年月日        | 調査機関等             | 活 動 状 況                                                                                              |
|------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018/12/18 | 第 十 管 区<br>海上保安本部 | 口永良部島漁港全域及びその南西約 300m に黄緑色の変色水域が分布していた（第 1 図）。<br>古岳南東にごく薄い青緑色の変色水域が幅約 150m、長さ約 400m で分布していた（第 2 図）。 |



第 1 図 口永良部島  
口永良部漁港の変色水域  
2018 年 12 月 18 日 11:45 撮影



第 2 図 口永良部島  
古岳南東の変色水域  
2018 年 12 月 18 日 11:41 撮影

## 口永良部島

### ○口永良部島の変色水分析結果

#### 1. はじめに

東京工業大学と海上保安庁は平成 30(2018)年 8 月 17 日と平成 31(2019)年 1 月 19 日に口永良部島の口永良部漁港及び沿岸海域において、変色水を採取して分析を実施した。

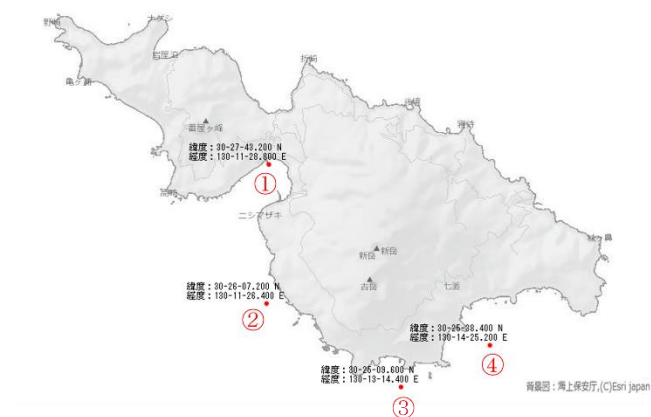
#### 2. 分析結果

○平成 30(2018)年 8 月 17 日に採取した試料の分析結果

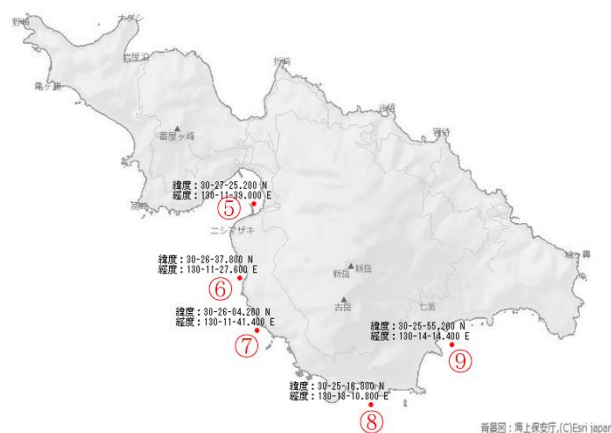
| 番号 | 緯度(° ' )  | 経度(° ' )   | 水温(℃) | p H  | F(mg/L) | Cl(mg/L) | SO <sub>4</sub> (mg/L) |
|----|-----------|------------|-------|------|---------|----------|------------------------|
| ①  | N30-27.72 | E130-11.48 | 29.9  | 8.10 | 1.20    | 18,600   | 2,530                  |
| ②  | N30-26.12 | E130-11.44 | 29.4  | 8.16 | 1.21    | 18,900   | 2,360                  |
| ③  | N30-25.16 | E130-13.24 | 29.7  | 8.16 | 1.21    | 18,800   | 2,540                  |
| ④  | N30-25.64 | E130-14.42 | 29.9  | 8.14 | 1.20    | 18,900   | 2,480                  |

○平成 31(2019)年 1 月 19 日に採取した試料の分析結果

| 番号 | 緯度(° ' )  | 経度(° ' )   | 水温(℃) | p H  | F(mg/L) | Cl(mg/L) | SO <sub>4</sub> (mg/L) |
|----|-----------|------------|-------|------|---------|----------|------------------------|
| ⑤  | N30-27.42 | E130-11.65 | 22.5  | 7.90 | 1.23    | 19,170   | 2,630                  |
| ⑥  | N30-26.63 | E130-11.46 | 22.7  | 8.00 | 1.22    | 18,030   | 2,630                  |
| ⑦  | N30-26.07 | E130-11.69 | 22.5  | 7.98 | 1.33    | 18,810   | 2,630                  |
| ⑧  | N30-25.28 | E130-13.18 | 22.7  | 8.12 | 1.29    | 19,270   | 2,680                  |
| ⑨  | N30-25.92 | E130-14.24 | 23.0  | 8.06 | 1.30    | 19,650   | 2,780                  |



平成 30(2018)年 8 月 17 日の採取地点図



平成 31(2019)年 1 月 19 日の採取地点図

## 3. 口永良部島沿岸における変色海水及び海水中の陰イオン成分比と pH との関係

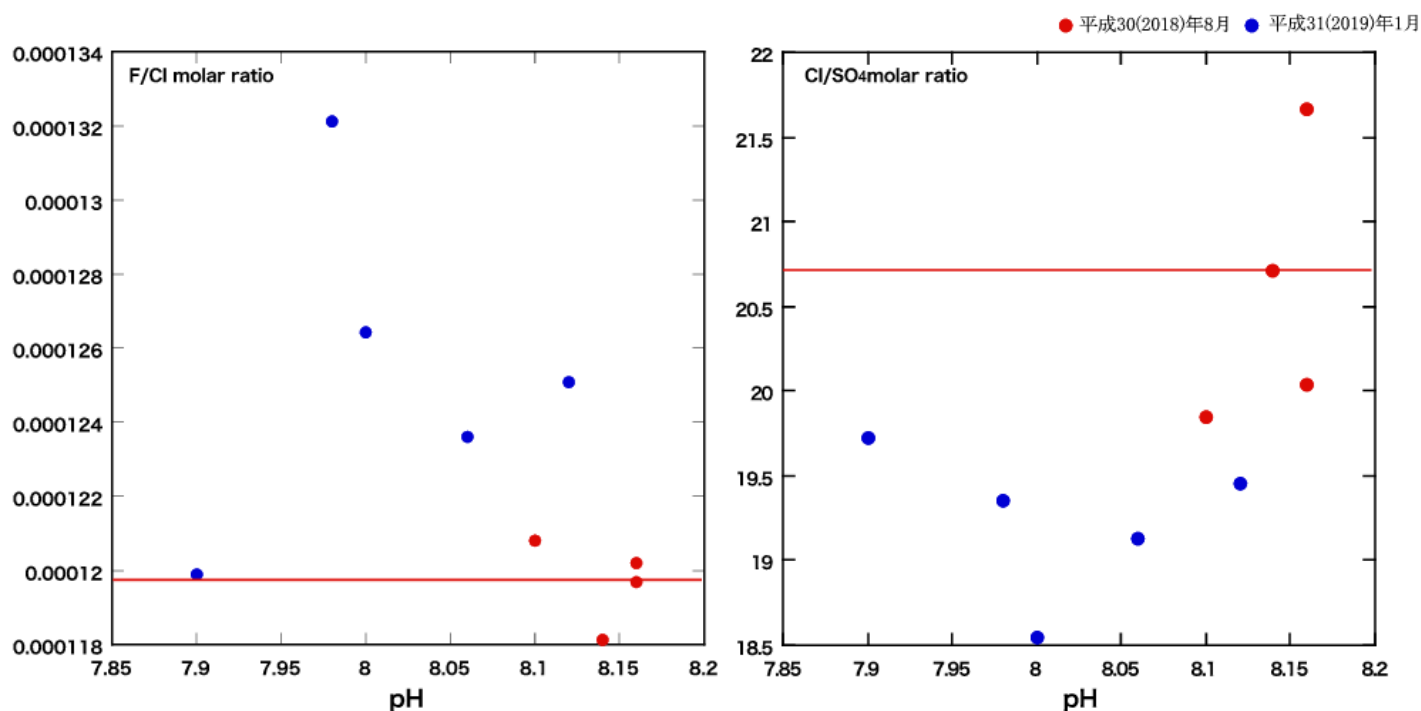


図1 口永良部島沿岸における変色海水及び海水中の陰イオン成分比とpHとの関係

## 4. 分析方法

- ・試料水を 5A 濾紙で濾過し、濾液を以下の方法で分析した。
- ・pH：pH 電極によって測定
- ・F：トリメチルシリル化蒸留法によって単離した後、フッ素イオン電極によって測定
- ・Cl, SO<sub>4</sub>：蒸留水で希釈し、イオンクロマトグラフによって測定

## 5. 平成 30(2018)年 8 月 17 日の採取時の状況

- ・採取後の試料①、②、③、④のいずれの試料にも変色等を認めず。
- ※沿岸部の変色水が存在している海域で採水ができていない可能性がある。

## 6. 平成 30(2018)年 8 月 17 日の採取試料の分析結果

- ・試料水には沈澱は殆ど認められなかった。
- ・口永良部漁港内で採取した試料①は若干 pH が低いものの、水温, pH, 陰イオン成分の濃度に関しては採取地点間での格段の差異は認められず、外洋の海水の成分と比較しても殆ど差異は認められなかった。



## 7. 平成 31(2019)年 1 月 19 日の採取時の状況

- ・ 試料⑤、⑥、⑦の 3 地点において変色水を確認した。
- ・ 試料⑥の変色水は帯状に試料⑦まで続いており、色は乳白色で、試料⑥が最も濃く、海面に泡状のものも確認でき、試料⑦に近づくにつれて薄くなった。
- ・ 試料⑤の変色水も乳白色で、試料⑥と試料⑦の中間程度の濃度であり、泡状のものは確認できなかった。

## 8. 平成 31(2019)年 1 月 19 日の採取試料の分析結果

- ・ 試料水の沈殿については現在、分析準備中。
- ・ 口永良部漁港内で採取した試料⑤、口永良部島の南西岸で採取した試料⑦は平成 30(2018)年に比べて pH が低く、口永良部島の海岸部から湧出している熱水の影響を反映しており、火山活動の影響が増大している。
- ・ 陰イオンの分析については、海岸から湧出している熱水は、平成 30(2018)年に比べてフッ化物イオンと硫酸イオンが増えていることを示唆しており、より高温のマグマの影響を受けているものと考えられる (図 1)。
- ・ 平成 26(2014)年の噴火以降、口永良部漁港内及び沿岸海域において、比較的濃い褐色系の変色域の発生が顕著になっている。熱水活動は現在も活発な状態にあり、新岳の火山活動と関連している可能性がある。

### ○平成 30(2018)年 8 月 16 日の口永良部島の変色水の状況と平常時の状況 (参考)



第 1 図 口永良部漁港の変色水域  
2018 年 8 月 16 日 12:00 頃撮影  
※試料①、⑤付近の変色水の状況



平常時の口永良部漁港の状況  
2009 年 2 月 5 日撮影



第 2 図 御島埼周辺の変色水域

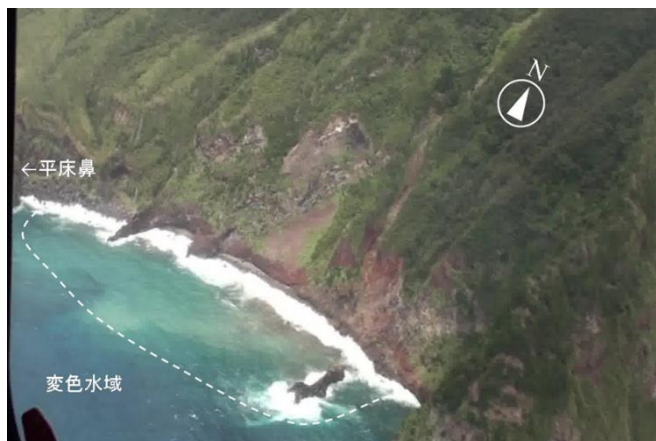
2018 年 8 月 16 日 12:00 頃撮影

※試料②、⑥、⑦付近の変色水の状況



平常時の御島埼周辺の状況

2010年9月22日 11:29 頃撮影



第 3 図 平床鼻東部の変色水域

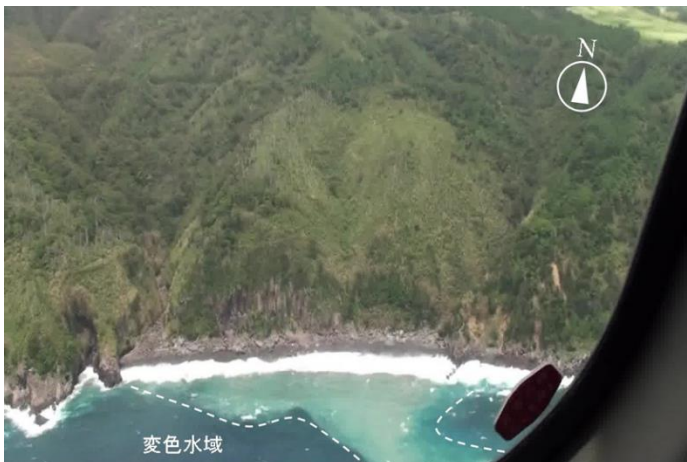
2018 年 8 月 16 日 12:00 頃撮影

※試料③、⑧付近の変色水の状況



平常時の平床鼻東部の状況

2010年9月22日 11:30 頃撮影



第 4 図 古岳東の変色水域

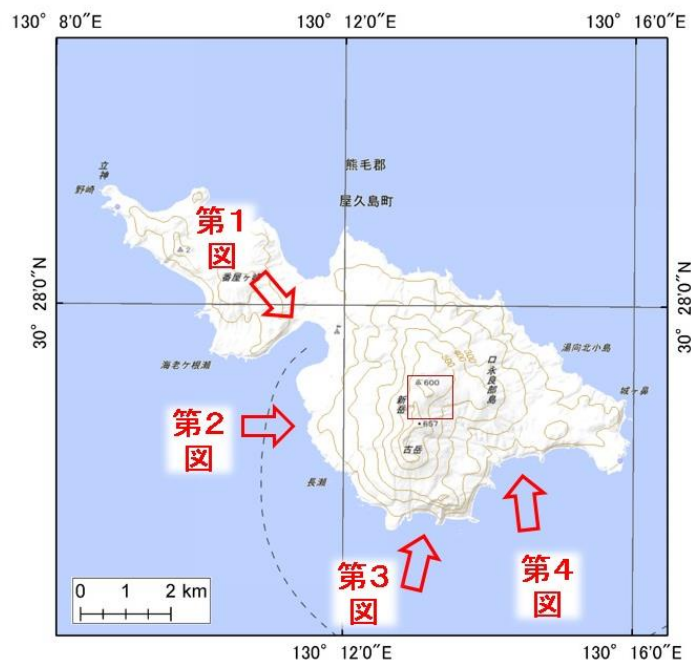
2018 年 8 月 16 日 12:00 頃撮影

※試料④、⑨付近の変色水の状況



平常時の古岳東の状況

2010年9月22日 11:31 頃撮影



第 5 図 撮影位置図

## 諏訪之瀬島 (2019年1月31日現在)

御岳火口では、爆発的噴火が繰り返し発生した。

諏訪之瀬島では長期的に噴火を繰り返しており、今後も火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火が発生すると予想されるので、火口から概ね1km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が遠方まで風に流されて降るため注意が必要である。



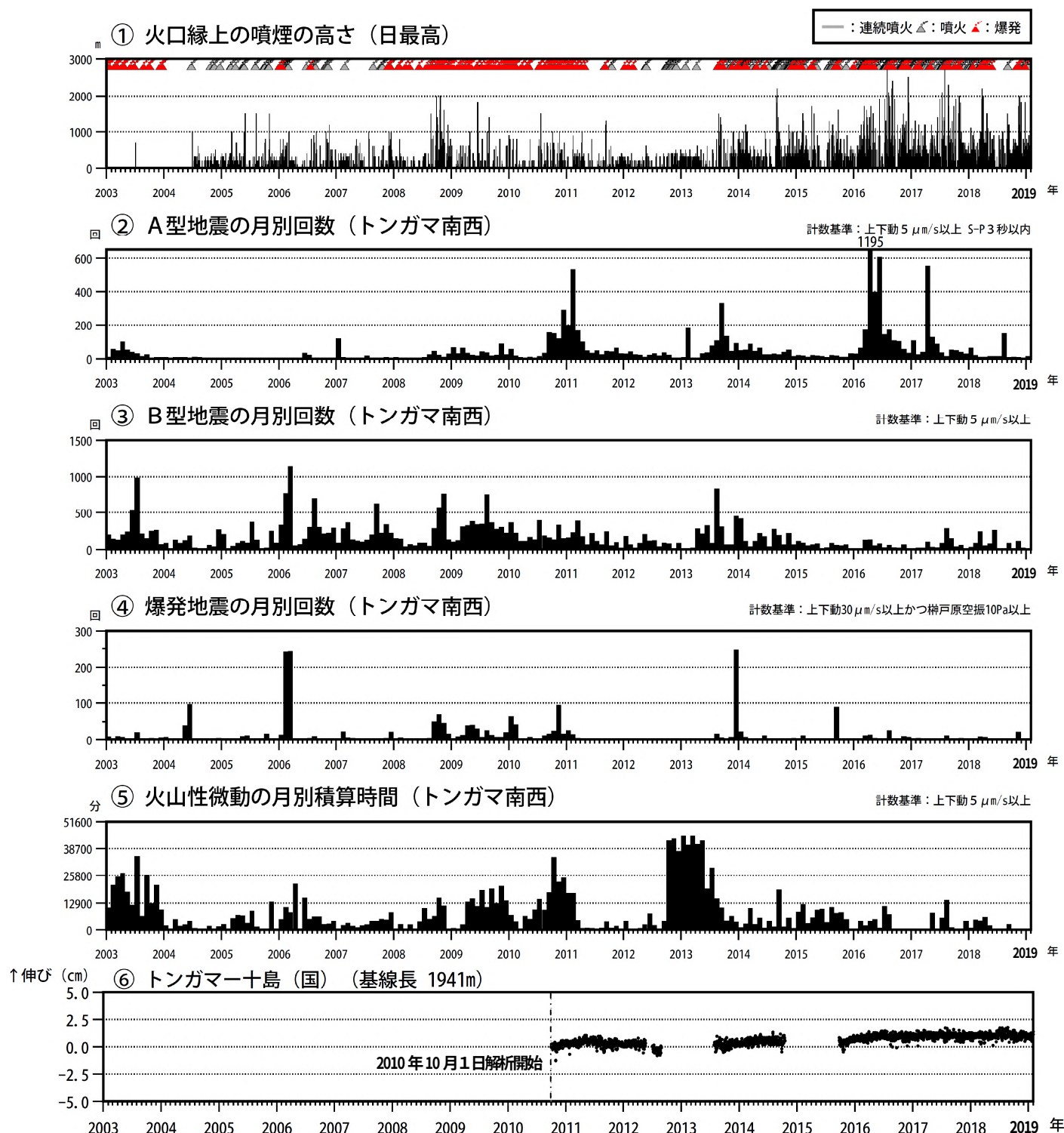


図1 諏訪之瀬島 長期の火山活動経過図（2003年1月～2019年1月）

- ・長期にわたり噴火を繰り返している。
- ・諏訪之瀬島周辺を震源とするA型地震は月回数で5～13回、B型地震は月回数で4～106回と、ともに少ない状態であった。
- ・GNSS連続観測では、火山活動によって考えられる変化は認められなかった。

トンガマ南西観測点の地震計の機器障害により、ナベタオ観測点（計数基準：上下動  $0.5 \mu\text{m/s}$ 、爆発地震計数基準：上下動  $3 \mu\text{m/s}$ ）で計数している期間がある。

⑥の基線は図2の①に対応している。⑥の基線の空白部分は欠測を示している。

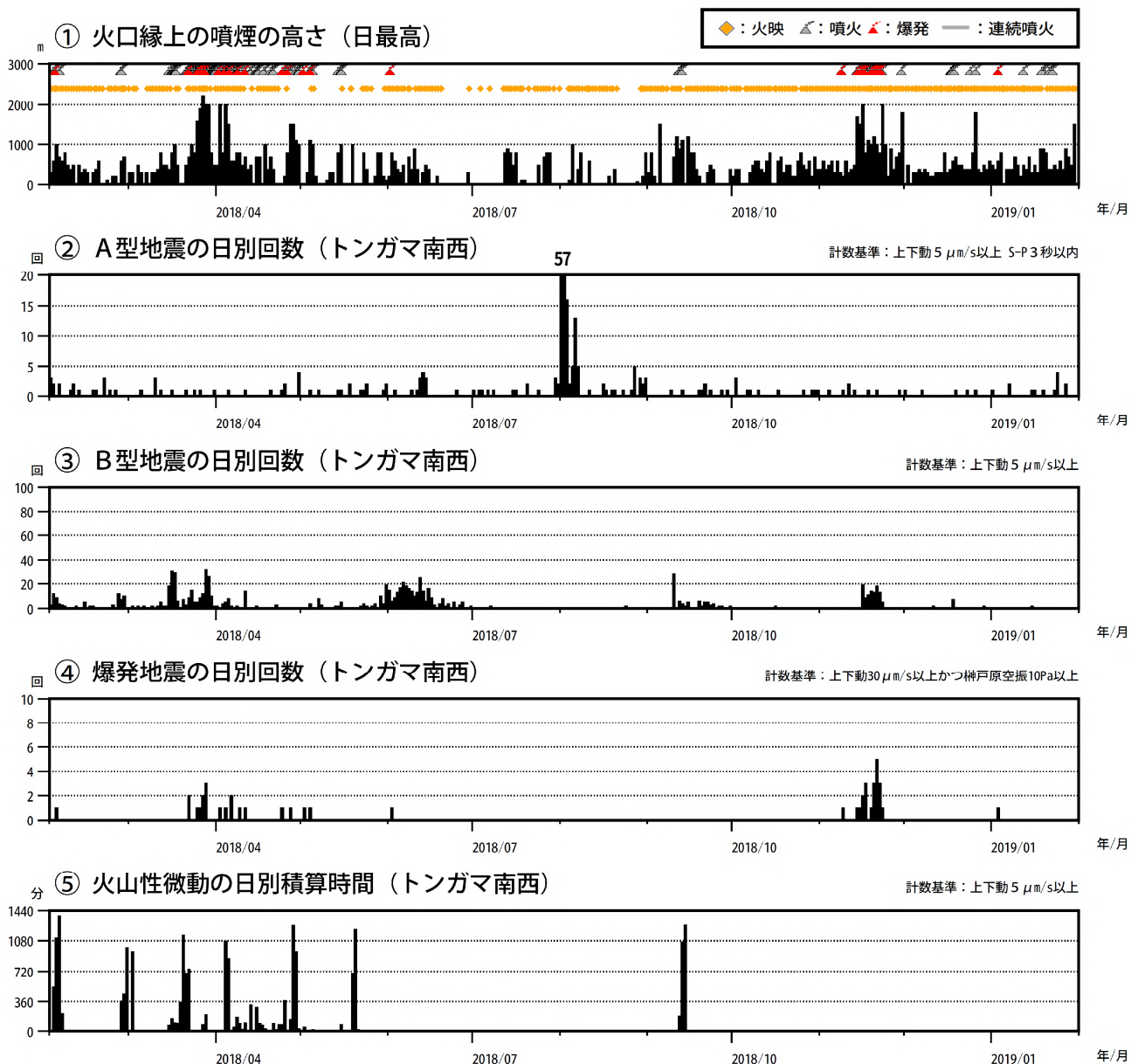


図2 諏訪之瀬島 短期の火山活動経過図（2018年2月～2019年1月）

## &lt;2018年10月～2019年1月の状況&gt;

- 爆発的噴火が2018年11月に21回、2019年1月に1回発生した。
- 噴火による噴煙の高さの最高は、2018年11月16日06時20分及び2018年11月23日13時51分の噴火に伴う火口縁上2,000mであった。
- 諏訪之瀬島周辺を震源とするA型地震の発生が最も多かったのは、2019年1月24日の4回であった。
- B型地震の発生が最も多かったのは、2018年11月16日の19回であった。
- 2018年10月、12月及び2019年1月は火山性微動の発生がなく、2018年11月は火山性微動の継続時間の月合計が18分と少ない状態であった。

トンガマ南西観測点の地震計の機器障害により、ナベタオ観測点（計数基準：上下動 0.5  $\mu\text{m/s}$ 、爆発地震計数基準：上下動 3  $\mu\text{m/s}$ ）で計数している期間がある。

## ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 諏訪之瀬島における SAR 干渉解析結果

御岳山頂の北北東付近で衛星視線方向短縮の位相変化が認められたが、ノイズの可能性がある。

### 1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された諏訪之瀬島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. |
|-------------------|-------|---------|------------|----------------|--------------|------------|
| 23-3020(SM1_U2-8) | 南行    | 右       | 39.6°      | 2015.12.28     | 2018.11.26   | 第 1 図      |
|                   |       |         |            | 2017.11.27     |              | 第 2 図-A    |
| 131-580(SM1_U2-6) | 北行    | 右       | 32.4°      | 2018.02.27     | 2019.01.29   | 第 2 図-B    |

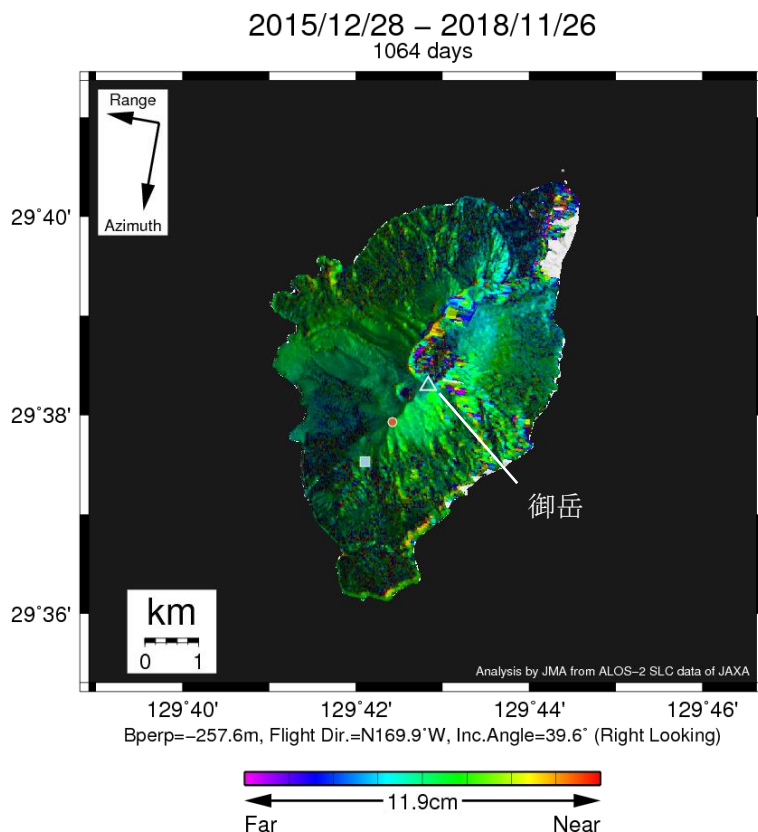
### 3. 解析結果

北行軌道及び南行軌道のペアについて、パス 23 では約 3 年と約 1 年、パス 131 では約 1 年のペアで解析を行った。南行軌道のパス 23 では御岳山頂の北北東約 1km 付近で衛星視線方向短縮の位相変化がどちらのペアでも認められたが、DEHM エラーもしくはノイズの可能性はある。パス 131 ではノイズレベルを超えるような位相変化は検出されなかった。

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。

### 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。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。

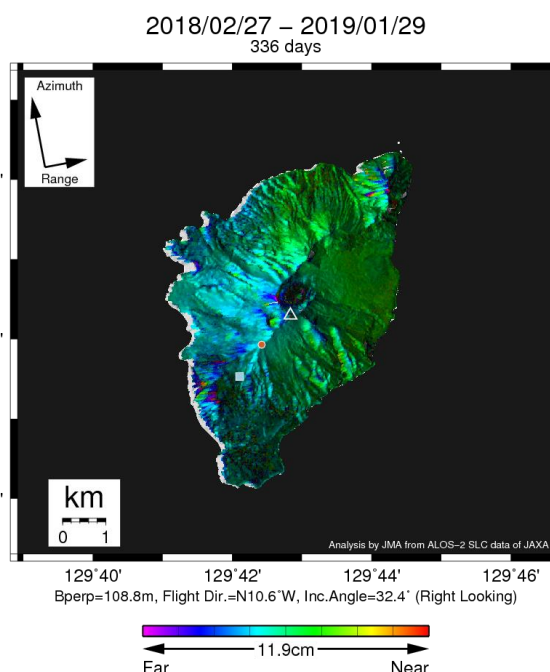
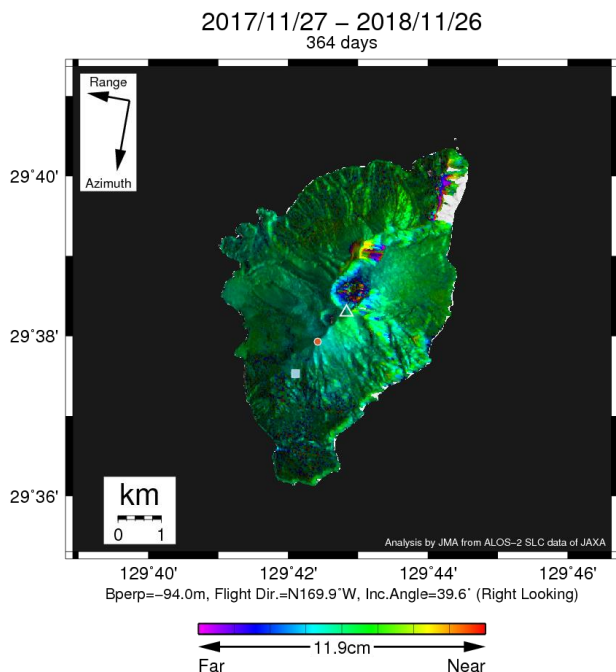


第 1 図 パス 23 (SM1\_U2-8) による諏訪之瀬島周辺の干渉解析結果 (期間 : 約 3 年)

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。御岳山頂の北北東約 1km 付近で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

A

B

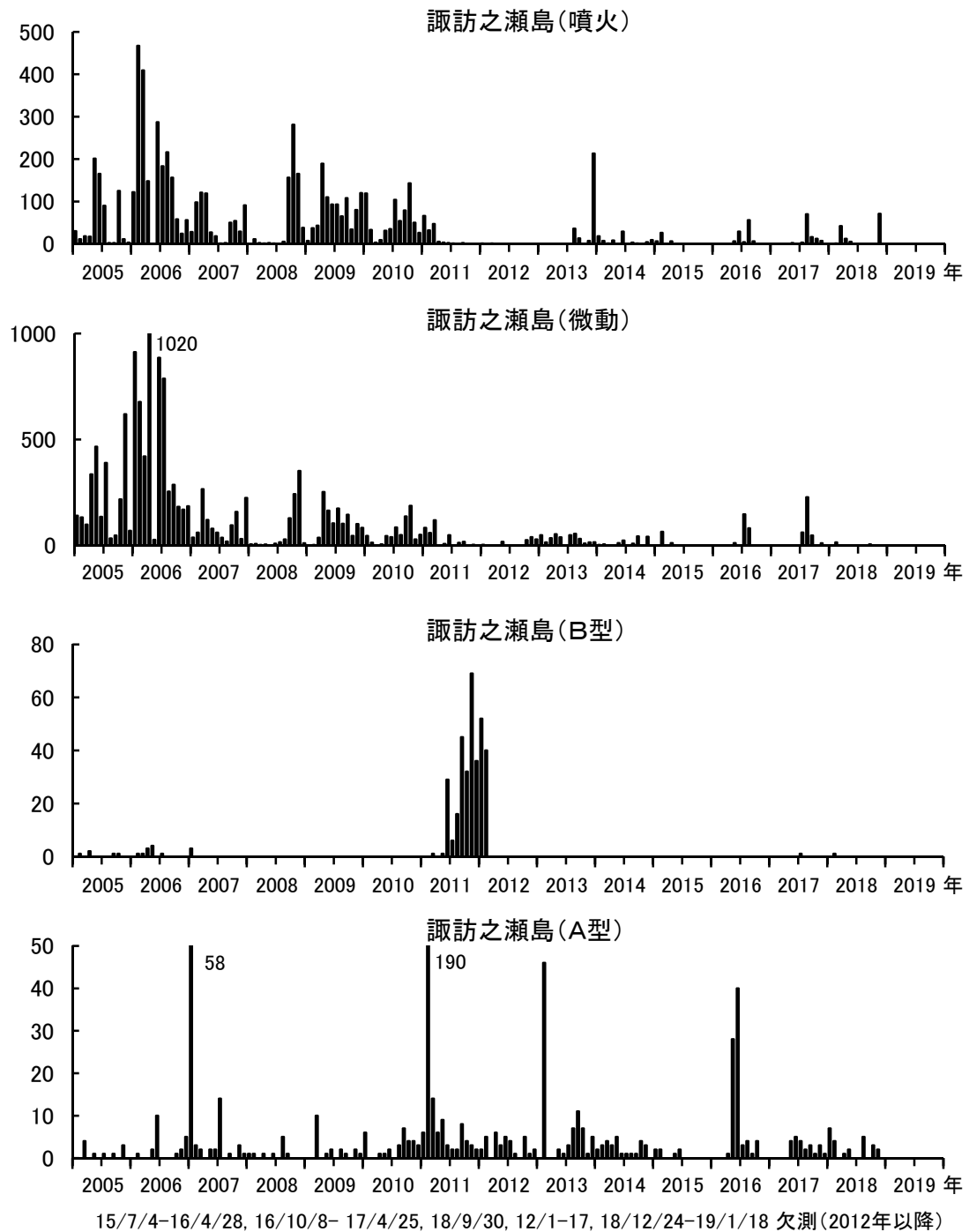


第 2 図 パス 23 (SM1\_U2\_8) 及びパス 131 (SM1\_U2\_6) による諏訪之瀬島周辺の干渉解析結果 (期間 : 約 1 年)

凡例は第 1 図と同じ。パス 23 では御岳山頂の北北東約 1km 付近で衛星視線方向短縮の位相変化が認められるが、パス 131 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。



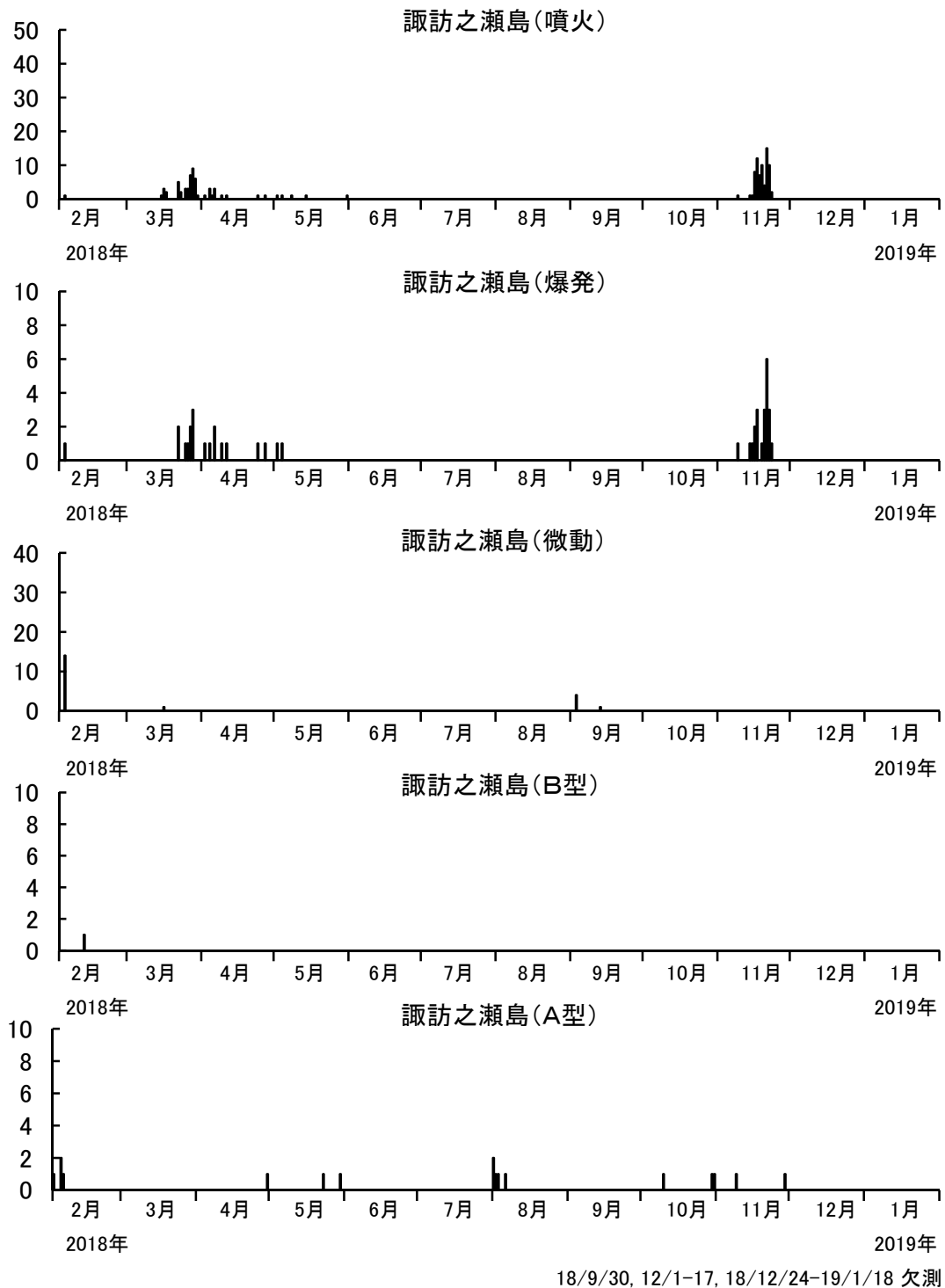
諏訪之瀬島における長期的噴火活動・地震活動の推移



諏訪之瀬島における火山性地震の月別発生回数  
(2019年1月31日まで)

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島における短期的噴火活動・地震活動の推移



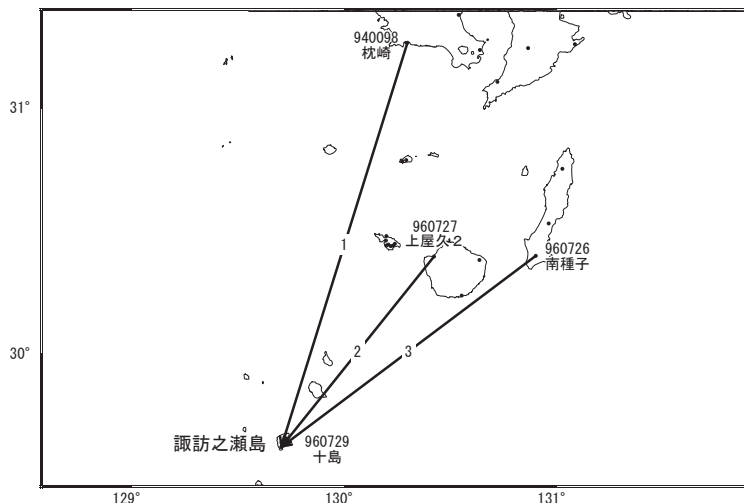
諏訪之瀬島における火山性地震の日別発生回数  
(2019年1月31日まで)

諏訪之瀬島

## 諏訪之瀬島

顕著な地殻変動は観測されていません。

諏訪之瀬島GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



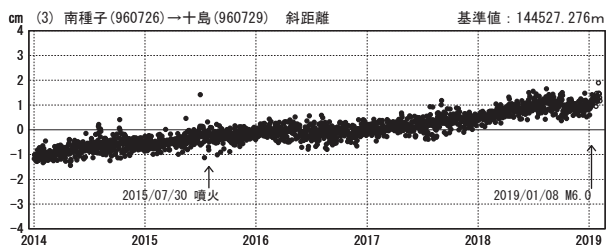
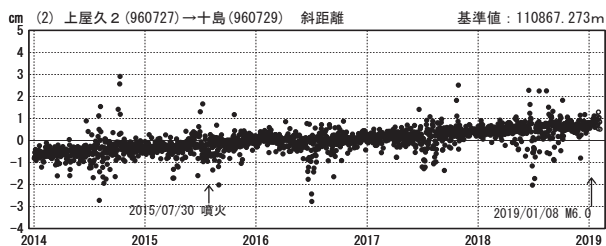
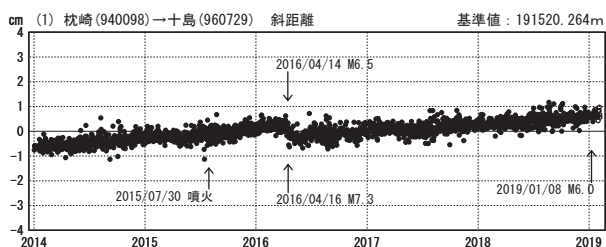
諏訪之瀬島周辺の各観測局情報

| 点番号    | 点名 | 日付       | 保守内容       |
|--------|----|----------|------------|
| 940098 | 枕崎 | 20140114 | アンテナ交換     |
|        |    | 20180913 | アンテナ・受信機交換 |

| 点番号    | 点名   | 日付       | 保守内容  |
|--------|------|----------|-------|
| 960726 | 南種子  | 20160712 | 受信機交換 |
|        |      | 20180206 | 受信機交換 |
| 960727 | 上屋久2 | 20161206 | 受信機交換 |

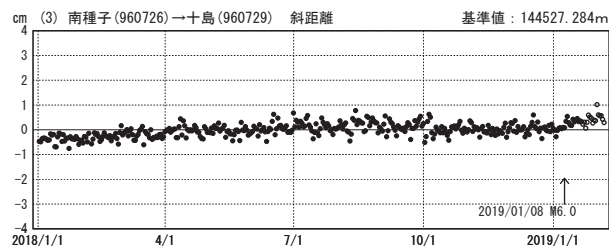
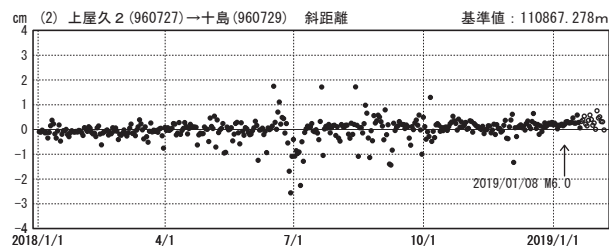
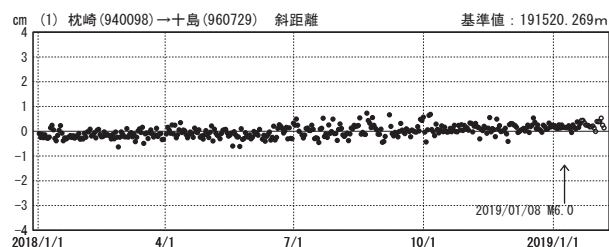
基線変化グラフ(長期)

期間: 2014/01/01~2019/02/05 JST



基線変化グラフ(短期)

期間: 2018/01/01~2019/02/05 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

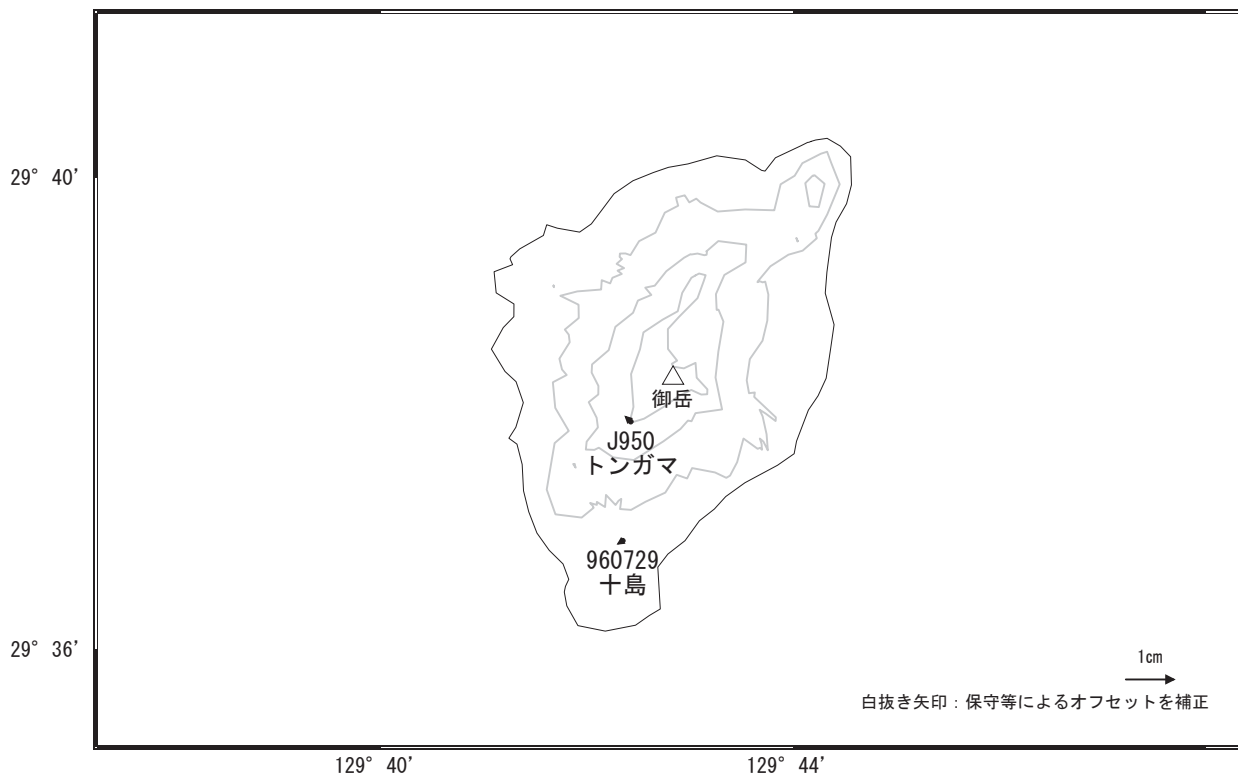
国土地理院

※[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

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2018/10/27~2018/11/05[F3:最終解]  
比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]



☆ 固定局: 枕崎 (940098)

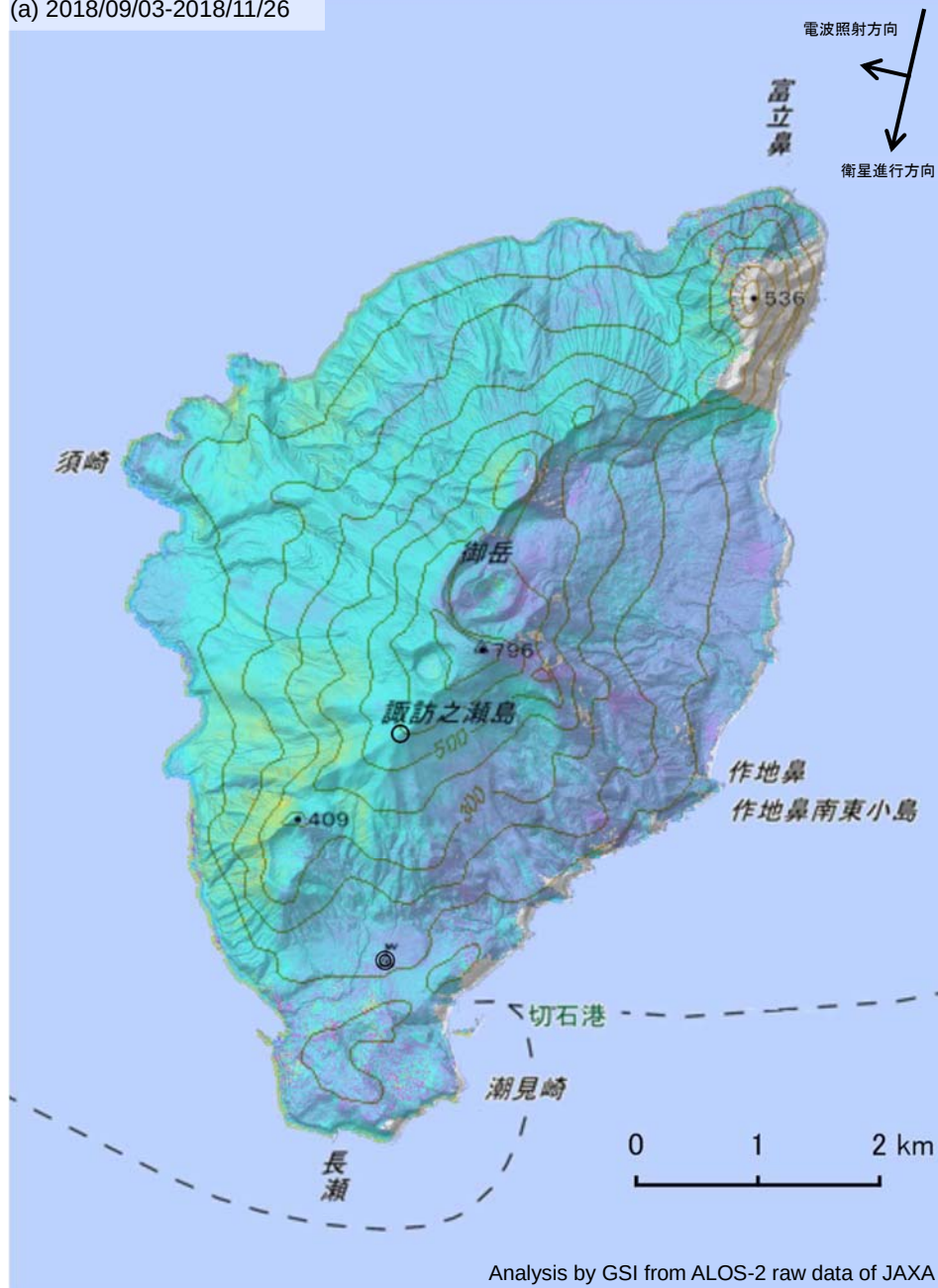
国土地理院・気象庁



## 諏訪之瀬島の 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) 2018/09/03-2018/11/26

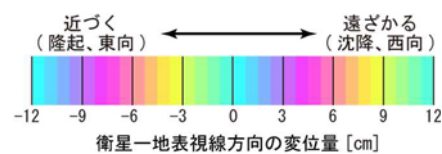


| (a)    |                                                |
|--------|------------------------------------------------|
| 衛星名    | ALOS-2                                         |
| 観測日時   | 2018/09/03<br>2018/11/26<br>12:20 頃<br>(84 日間) |
| 衛星進行方向 | 南行                                             |
| 電波照射方向 | 右                                              |
| 観測モード* | U-U                                            |
| 入射角    | 39.7°                                          |
| 偏波     | HH                                             |
| 垂直基線長  | - 8 m                                          |

\*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

諏訪之瀬島

## 阿 蘇 山 (2019 年 2 月 18 日現在)

阿蘇山では、噴火は発生していない。

2月に入り、火山活動がやや高まった状態で経過している。

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、500 トン～1,800 トンと増減を繰り返しながら概ねやや多い状態で経過していたが、2月1日には2,200 トンと増加し、その後も1,500～1,700 トンとやや多い状態で推移している。また、火山性微動の振幅は、概ね小さい状態で経過していたが、2月4日にやや増大し、5日以降は停滞した状態が続いている。

GNSS 連続観測では、マグマ溜りを挟む基線に特段の変化は認められていないが、火山性地震は多く、孤立型微動は増減があるが概ね多い状態で経過している。

中岳第一火口内では、引き続き緑色の湯だまりが火口底の 10 割溜まっていた。湯だまりの表面温度は 65～74℃で、噴湯を確認した。南側火口壁及び南西側火口壁の一部では、熱異常域（最高温度：南側火口壁約 630℃、南西側火口壁約 390℃）を確認した。

傾斜計では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。

火口内では土砂や火山灰が噴出する可能性がある。また、火口付近では火山ガスに注意が必要である。

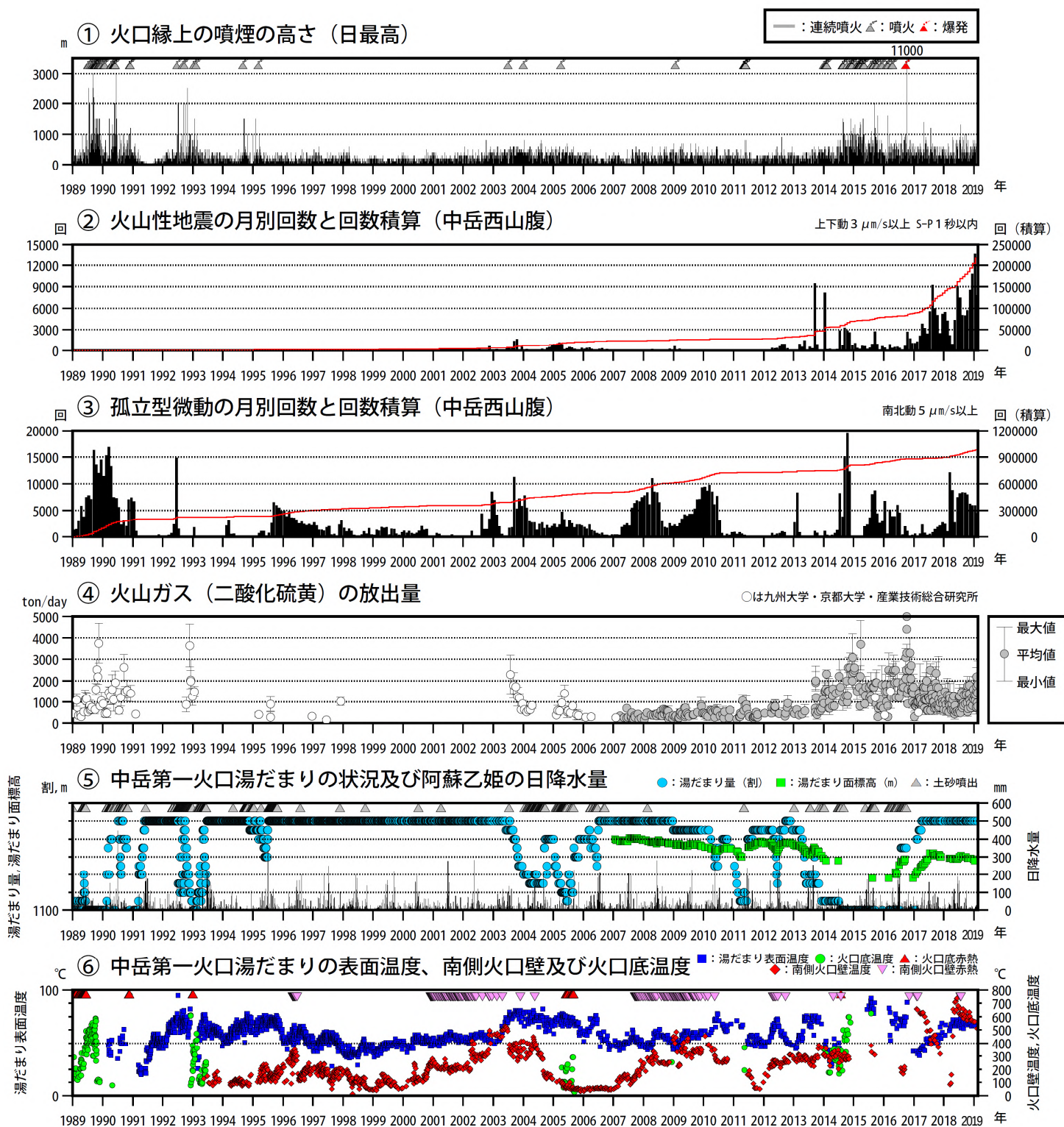


図1 阿蘇山 火山活動経過図（1989年1月～2019年2月18日）

<1989年1月～2019年2月18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。

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。



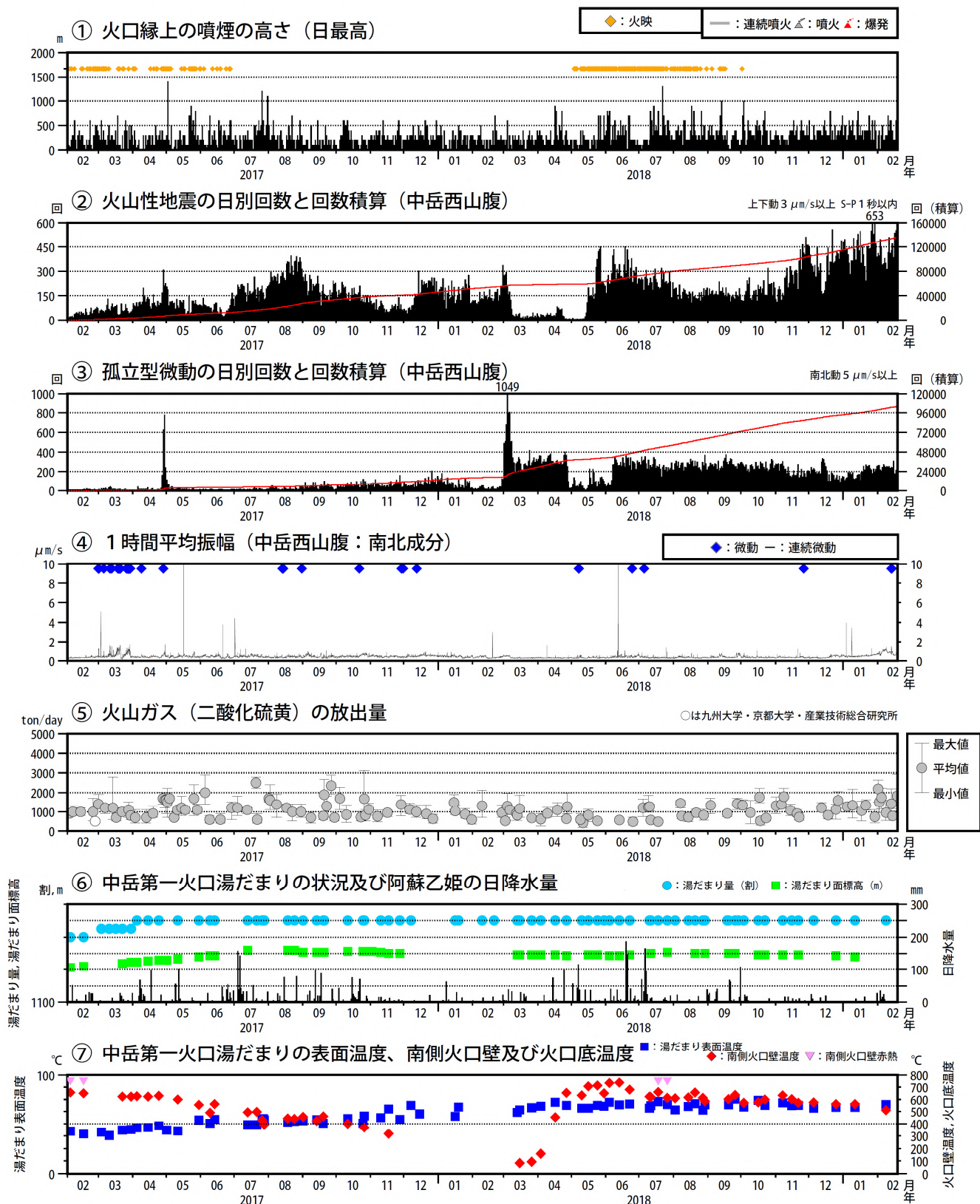


図2 阿蘇山 火山活動経過図（2017年2月～2019年2月18日）

&lt;2018年10月～2月18日の状況&gt;

- ・火山性地震は、増減があるが引き続き多い状態で経過し、1月下旬には1日あたり600回を越えた。
- ・孤立型微動も、増減があるが引き続き1日あたり200回前後発生し、概ね多い状態で経過している。
- ・火山性微動の振幅は、概ね小さい状態で経過していたが、2月4日に緩やかながやや増大し、5日以降は停滞した状態が続いている。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の1日あたりの放出量は、500～1,800トンと、増減を繰り返しながら概ねやや多い状態で経過していたが、2月1日には2,200トンと増加し、その後も1,500～1,700トンとやや多い状態で推移している。



- ・湯だまりの表面温度は、10 月は 67～74℃、11 月は 65～71℃、12 月は 66～67℃、1 月は 67℃であった。
- ・南側火口壁の最高温度は、10 月は約 600℃、11 月は約 630℃、12 月は約 580℃、1 月は約 560℃（2018 年 6 月：最高温度約 738℃）で、7 月以降やや低くなったが、引き続き高い状態が続いている。

②と③の赤線は回数の積算を示している。

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。

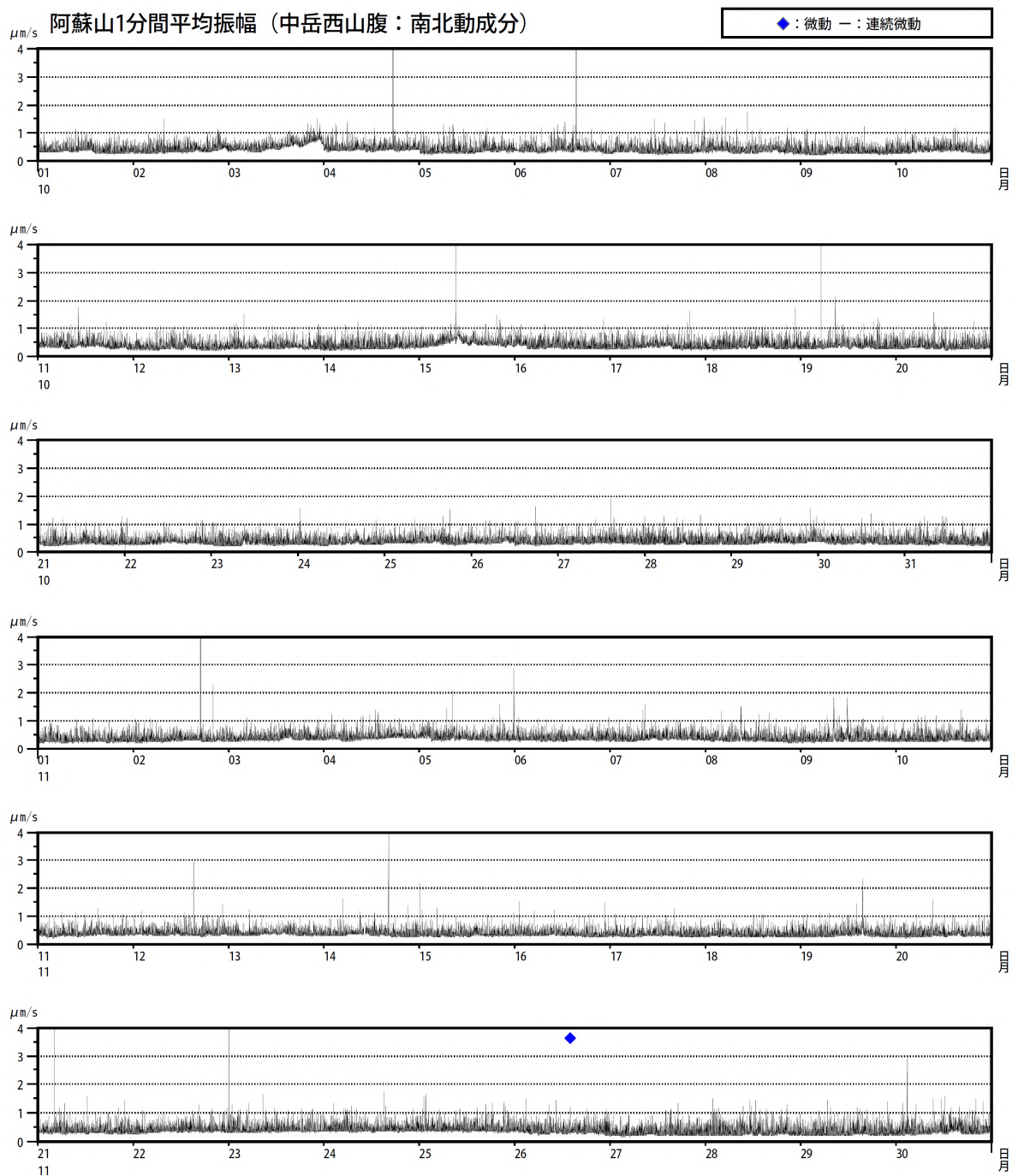


図 3-1 阿蘇山 1 分間平均振幅の時間変化  
(中岳西山腹観測点南北動成分、2018 年 10 月～2018 年 11 月)

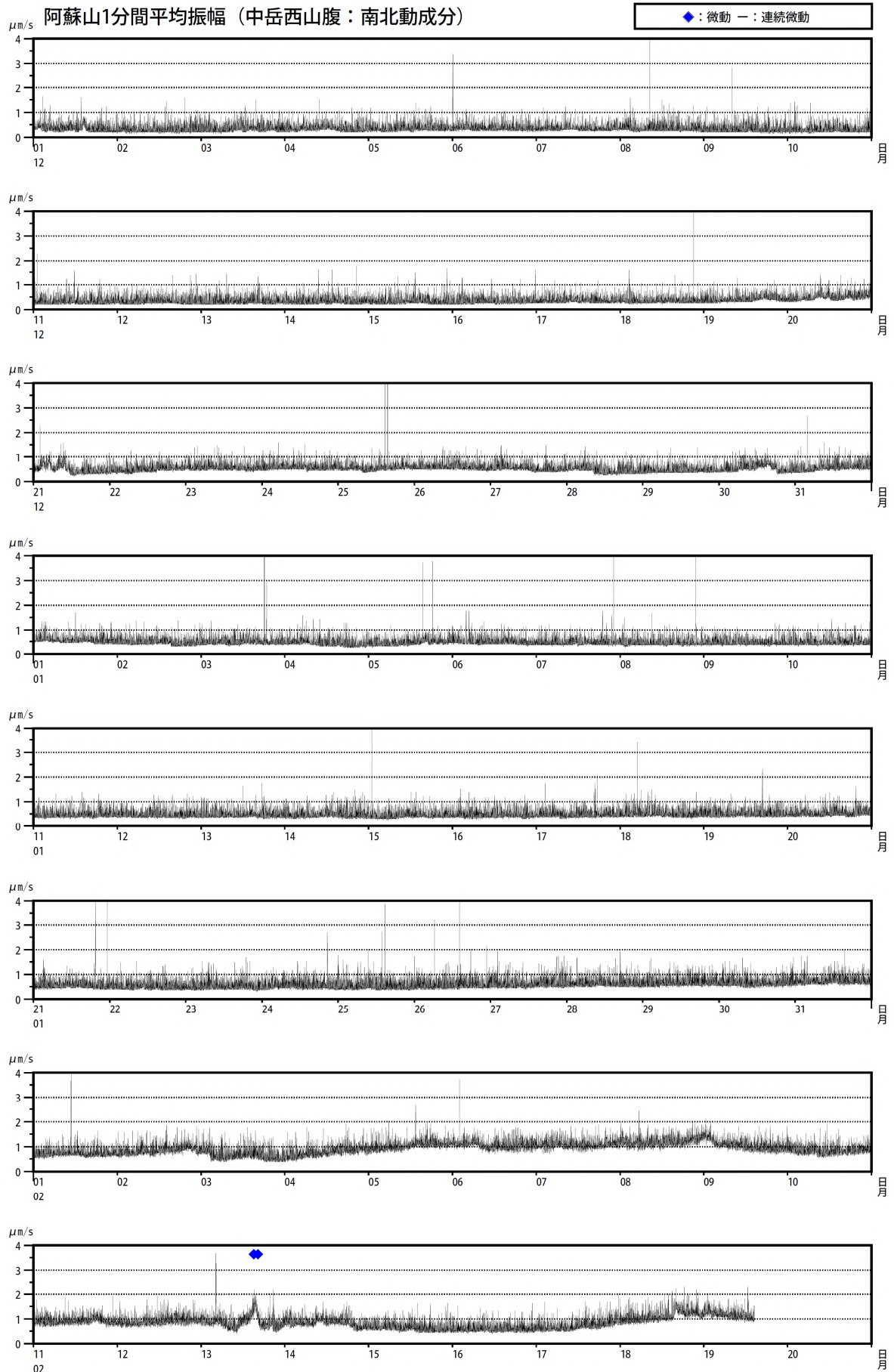
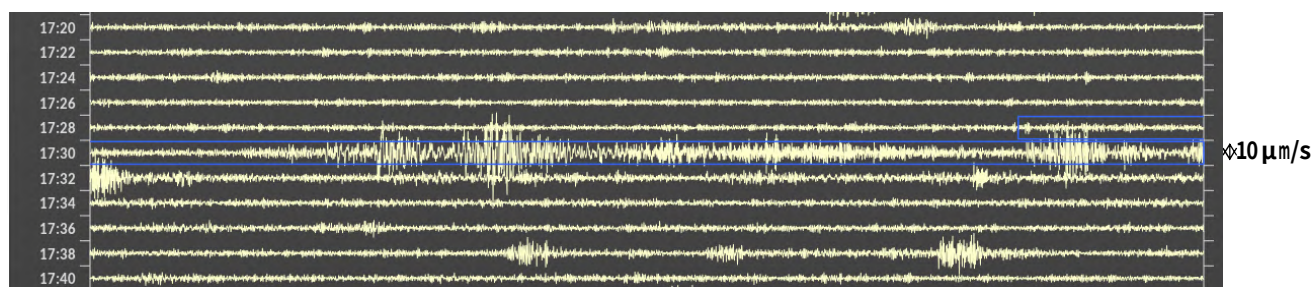


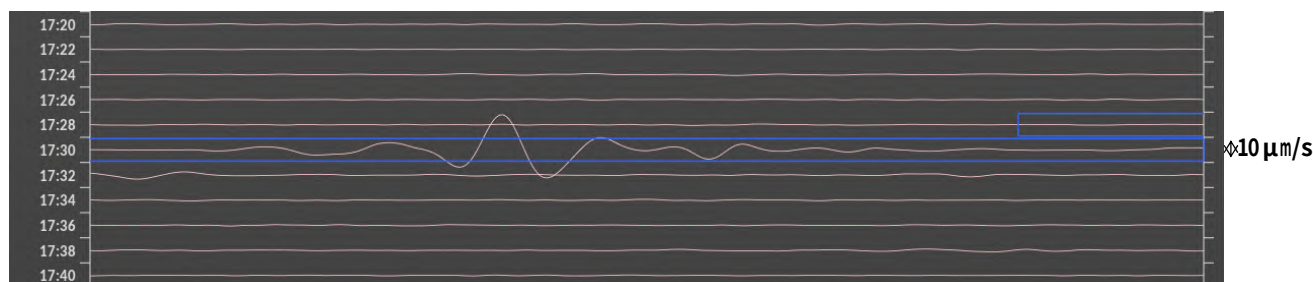
図 3-2 阿蘇山 1分間平均振幅の時間変化  
(中岳西山腹観測点南北動成分、2018 年 12 月～2019 年 2 月 18 日)

<2018 年 10 月～2019 年 2 月 18 日の状況>

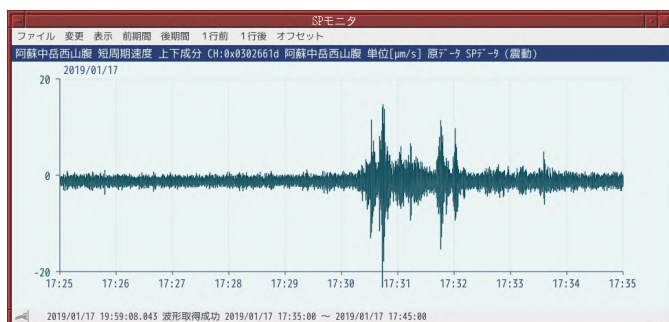
火山性微動の振幅は概ね小さい状態で経過していたが、2月4日から5日にかけて増大し、その後も概ね  $1.0 \mu\text{m/s}$  で経過している。



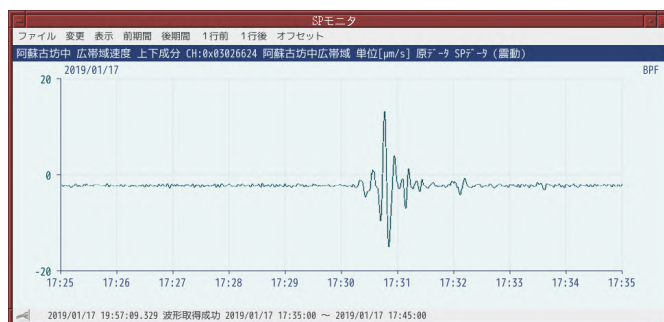
中岳西山腹観測点（短周期地震計 上下成分）2019 年 1 月 17 日



古坊中観測点（広帯域地震計 上下成分 BPF (10s-100s)）2019 年 1 月 17 日

中岳西山腹観測点  
（短周期地震計 上下成分）

2019 年 1 月 17 日 17 時 25 分～17 時 35 分

古坊中観測点  
（広帯域地震計 上下成分 BPF (10s-100s)）

2019 年 1 月 17 日 17 時 25 分～35 分

図 4 阿蘇山 1 月 17 日 17 時 30 分頃の長周期地震の波形  
（中岳西山腹観測点上下動成分、古坊中観測点上下成分（BPF））

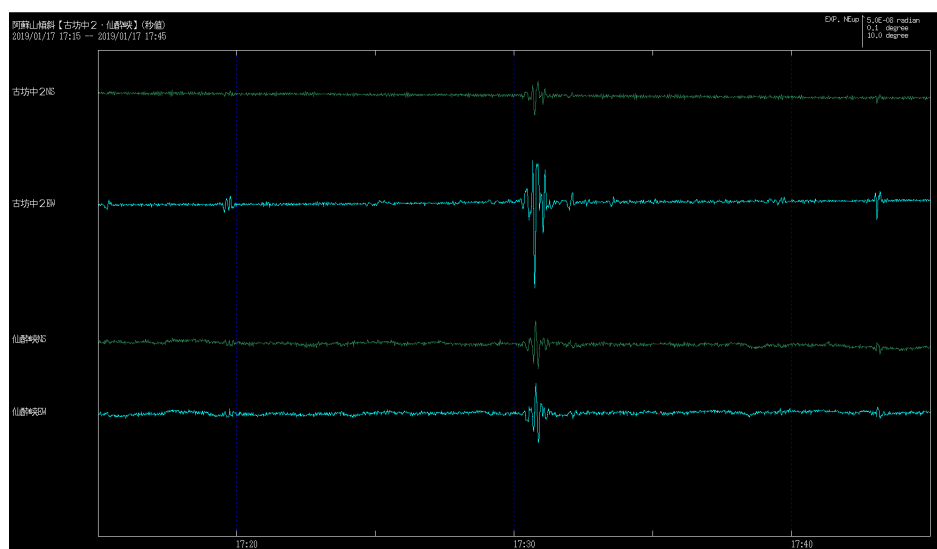


図 5 阿蘇山 1 月 17 日 17 時 30 分頃の傾斜計の秒値記録（古坊中観測点、仙酔峡観測点）

- ・傾斜計でも長周期地震に伴う変位波形が記録された。振幅は図中のスケールが約 11  $\mu\text{m}$ 、極性は記録の上が北・東方向。
- ・ステップ状の傾斜変動は見られなかった。



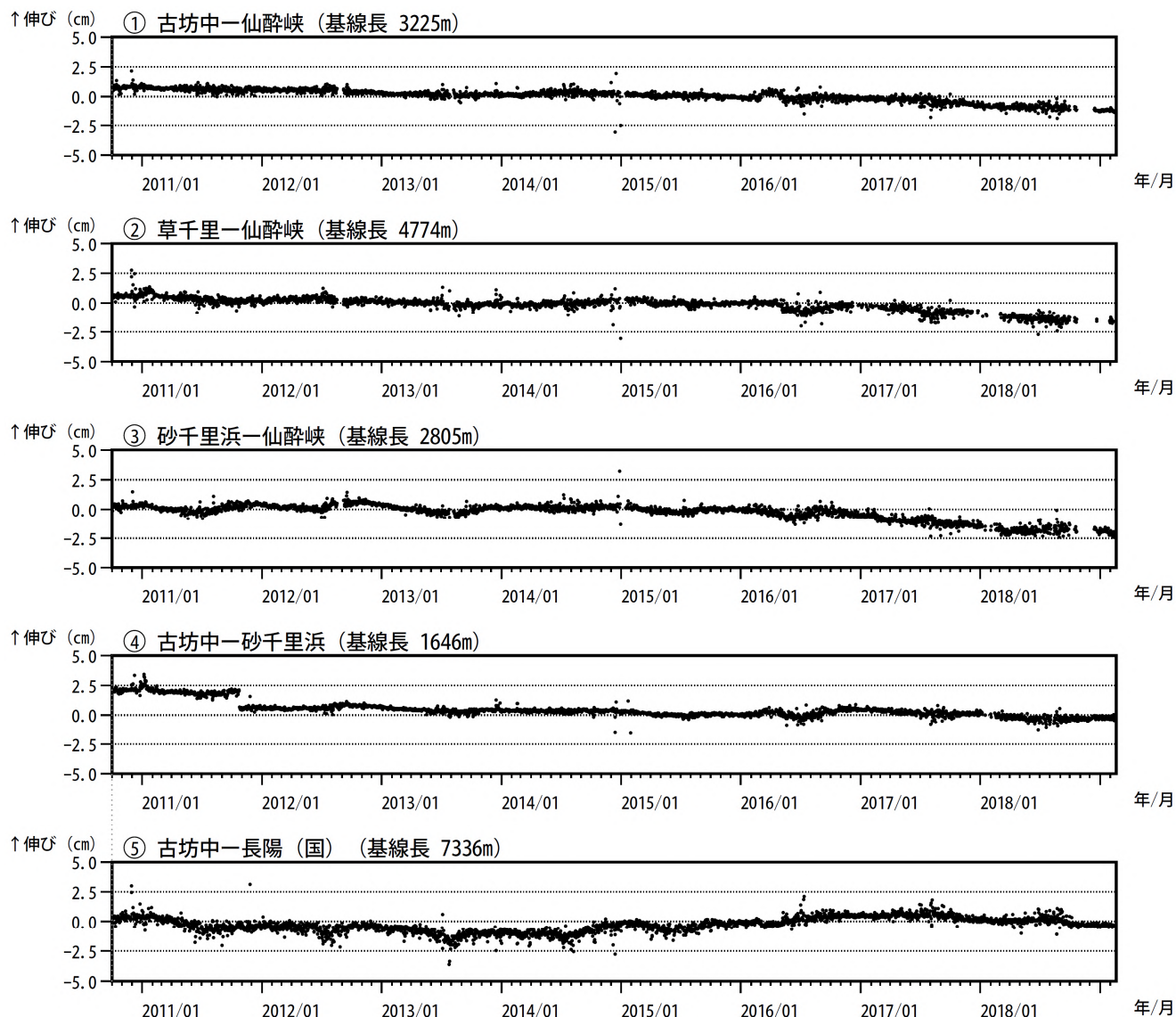


図 6-1 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2019 年 2 月 18 日)

これらの基線は図 7 の①～⑤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

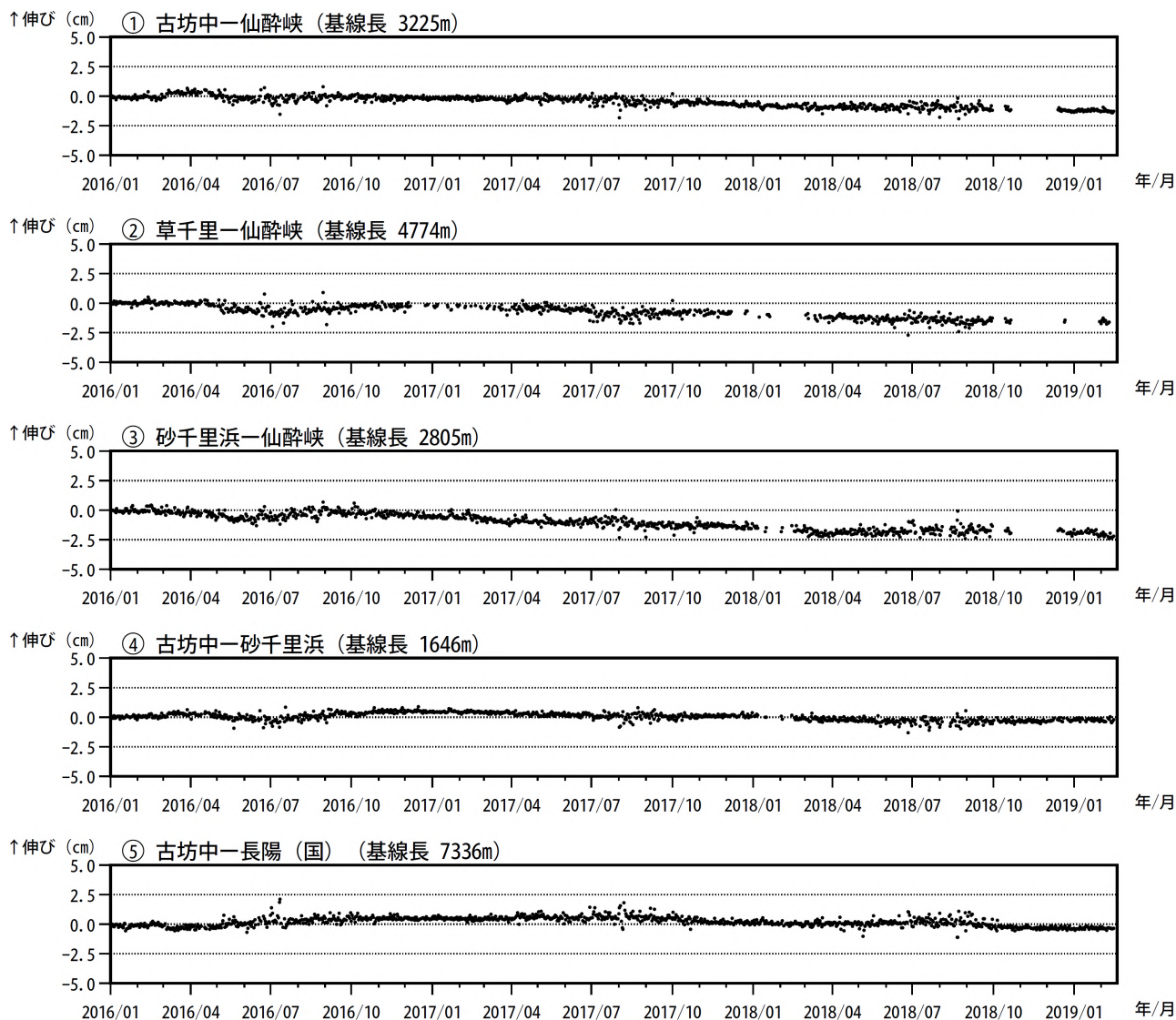


図 6-2 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2016 年 1 月～2019 年 2 月 18 日)

GNSS 連続観測では、火口を挟む基線に緩やかな縮みの傾向がみられている。マグマ溜りを挟む基線に特段の変化は認められない。

これらの基線は図 7 の①～⑤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

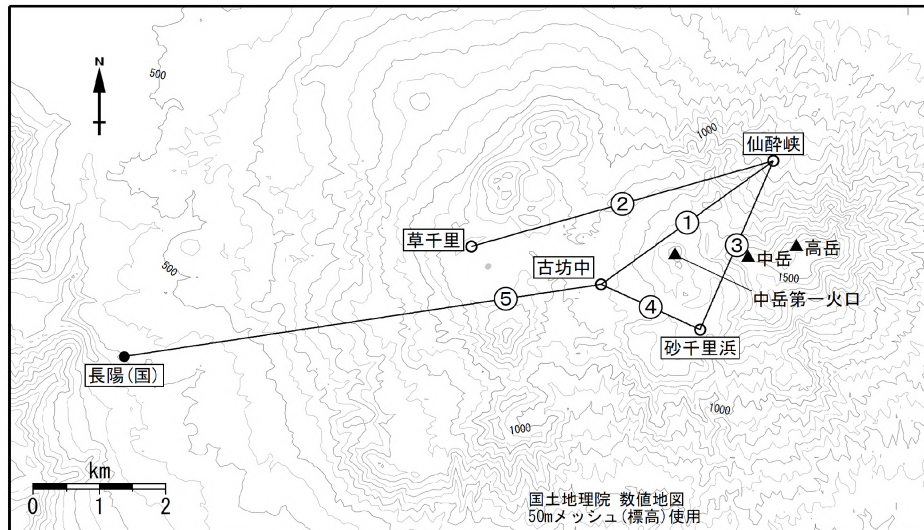


図 7 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

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。

## 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. |
|-------------------|-------|---------|------------|----------------|--------------|------------|
| 23-2950(SM1_U2_7) | 南行    | 右       | 36.1°      | 2017.11.13     | 2018.12.10   | 第 1 図      |
|                   |       |         |            | 2018.09.17     |              | 第 2 図      |

### 3. 解析結果

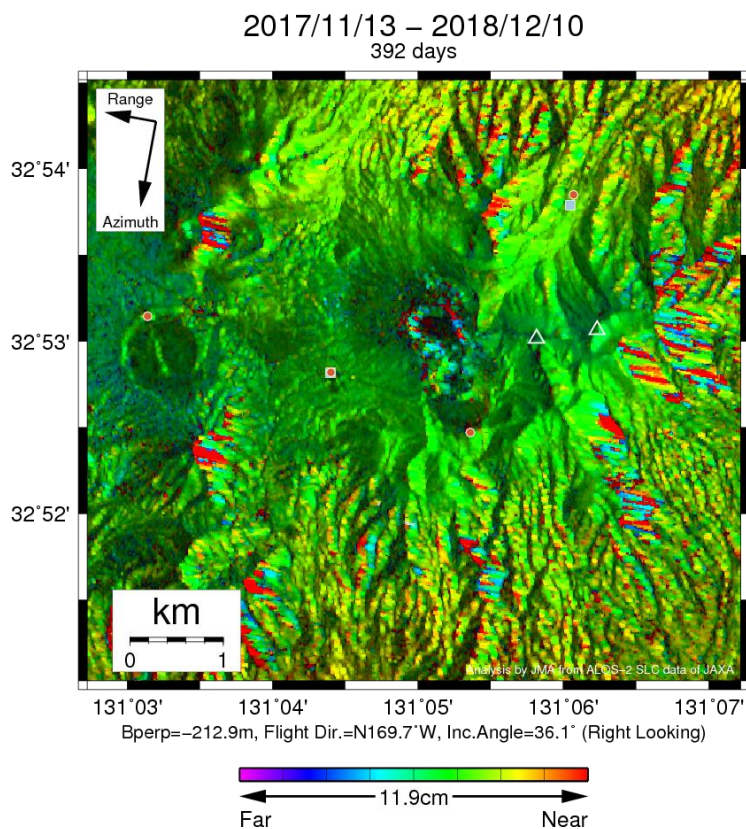
南行軌道の長期及び短期ペアについて解析を行った。長期ペアでは中岳火口付近で非干渉領域が認められるが、短期ペアではノイズレベルを超えるような位相変化は認められなかった。

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

### 謝辞

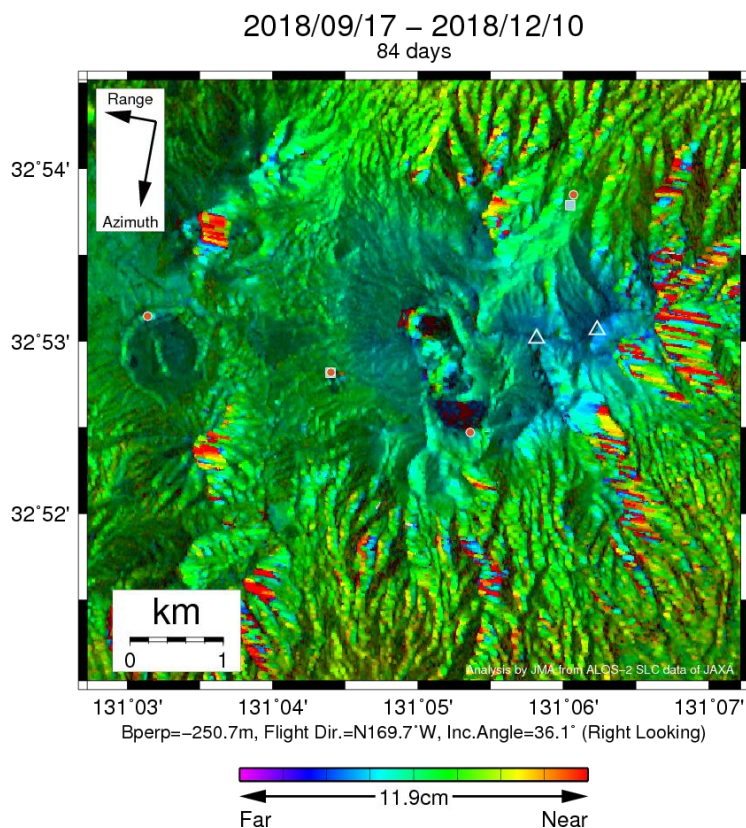
本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を、地形の描画には数値地図 25000（行政界・海岸線）のデータを使用した。ここに記して御礼申し上げます。





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。中岳火口付近において非干渉領域が認められる。



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。

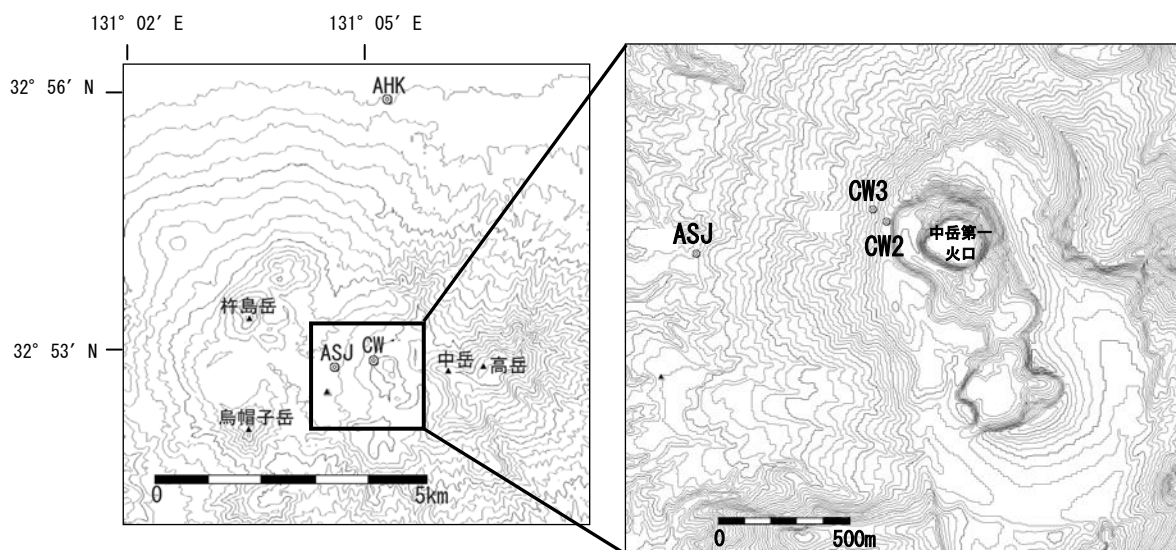
## 阿蘇山における地磁気全磁力変化

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とみられる有意な変化は認められない。

## ○観測の結果

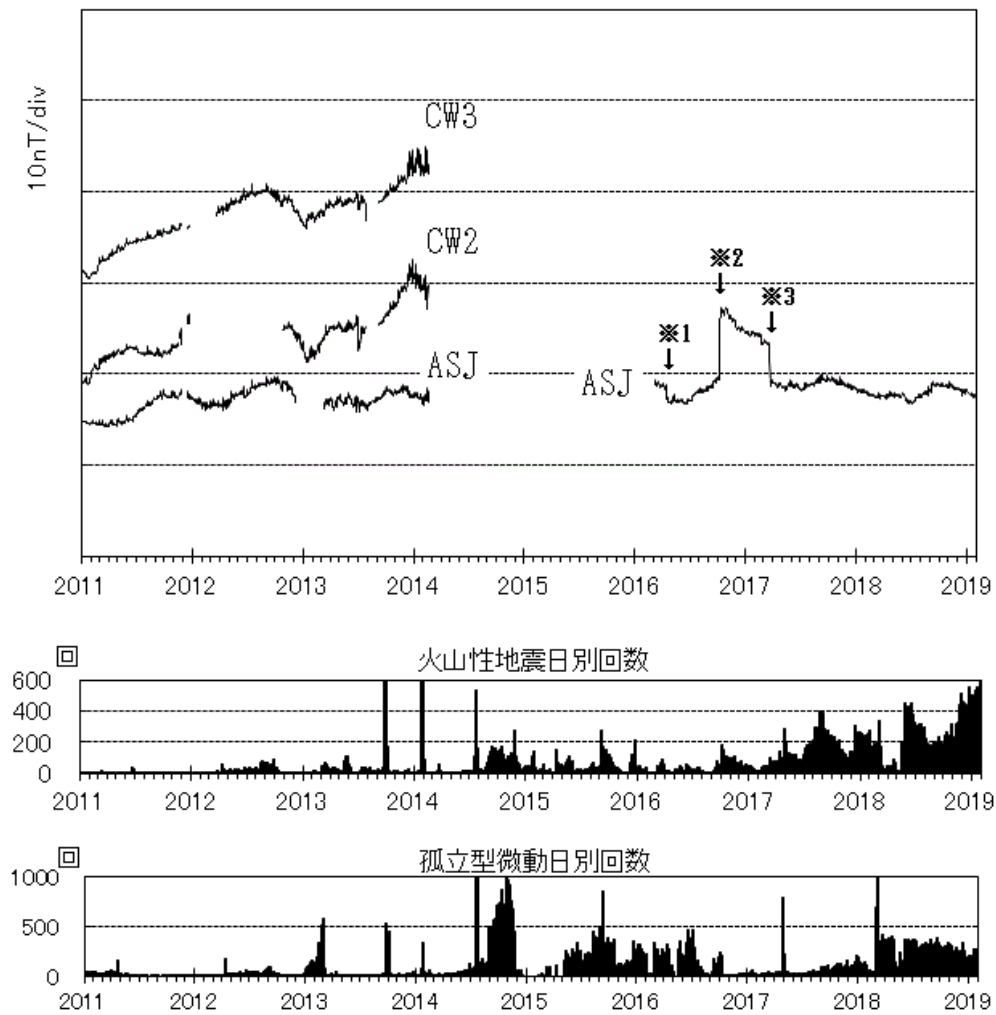
第 1 図に阿蘇山における全磁力観測点の位置を示す。第 2 図に参照点 AHK を基準とした 2011 年 1 月から 2019 年 1 月までの連続観測点 CW2、CW3、ASJ の全磁力日平均値を示す。

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 阿蘇山の全磁力観測点配置図(◎：連続観測点)

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)」と「数値地図 10m メッシュ(火山標高)」を使用した(承認番号 平 29 情使、第 798 号)。



第 2 図 AHK を基準とした連続観測点 CW2、CW3、ASJ における全磁力日平均値、火山性地震発生回数、孤立型微動発生回数（2011 年 1 月～2019 年 1 月）

CW2、CW3 は 2014 年 2 月に観測を終了した。

※1：2016 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

※2：2016 年 10 月 7 日 爆発的噴火に伴う降灰による ASJ の変動

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

## 阿蘇山・中岳の活動概況

マグマたまりをまたぐ測線の基線長変化（図1最上段、および図2最上段）は2018年12月半ば以降に短縮から停滞あるいは伸びに転じている。

長周期地震の振幅は、2016年10月の噴火以降小さい状態であったが、2018年5月以降に微増し、その傾向は2018年10月まで継続し、2018年12月にかけて振幅の小さい状態になった。しかし、2019年1月以降は振幅および発生回数ともに微増傾向にあり、特に1月17日の大振幅の長周期地震発生以降にさらに振幅が大きくなったが2月12日前後にピークを迎えた。短周期の微動振幅も2019年1月以降に大きくなったが、2月8日頃から徐々に小さくなっている。

第一火口南壁の放熱率は2018年4月以降に上昇して2014年噴火前のレベルに達した。ただし、火山ガスの多い状態が継続しており、2018年12月以降、測定できていない。

一方、第一火口南西における磁場変化（図1、最下段）は2017年10月以降僅かに上昇（年あたり1nT程度）する傾向に変化が見られていた。しかし、2018年10月頃から僅かな全磁力値減少のセンスの変化が始まり、それが2月現在まで続いている。このトレンドは地下岩石の消磁を表しており、地下で緩やかな温度上昇が進行していることを示唆している。

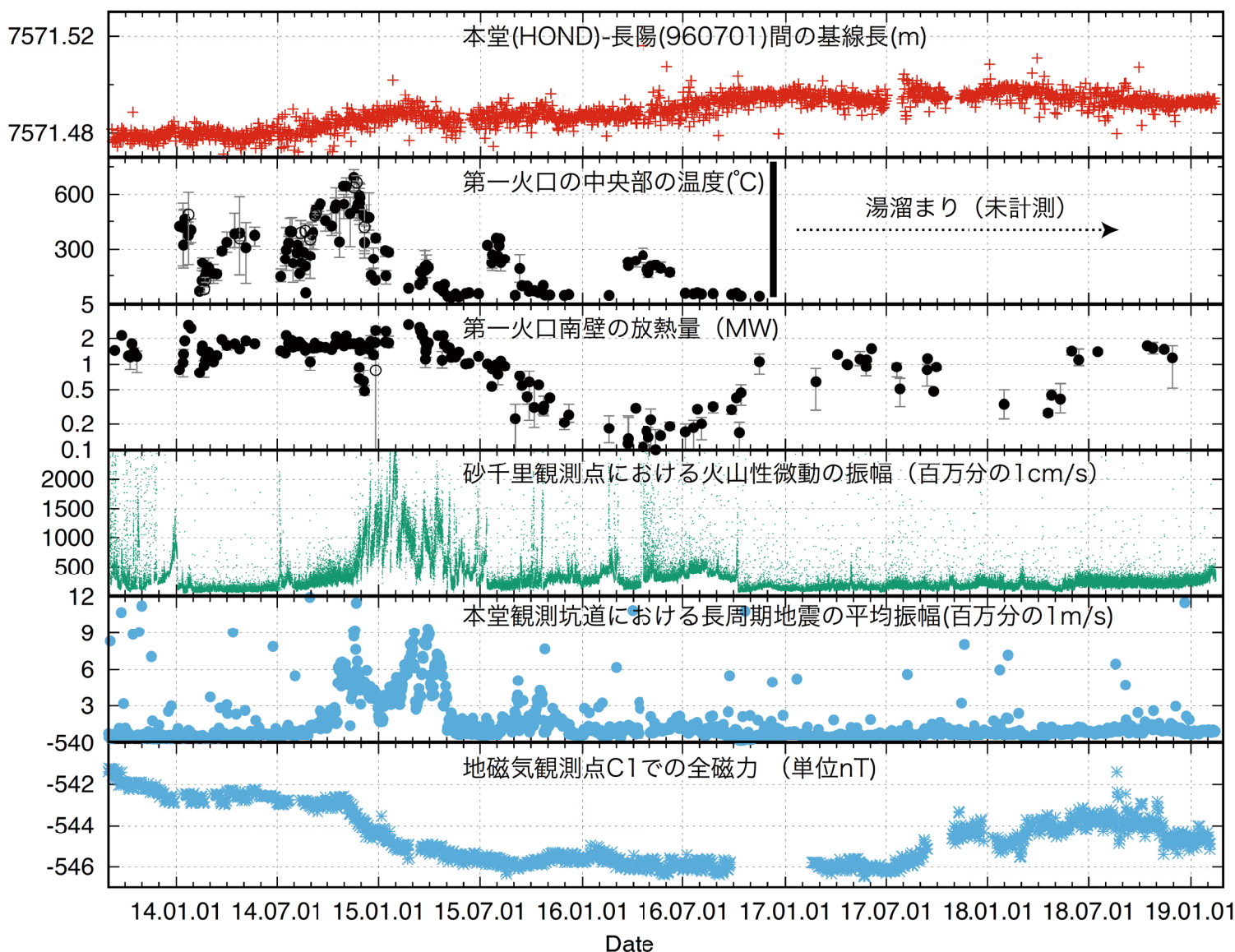


図1. 阿蘇火山・中岳の活動に関する各種データ

期間は2013年9月1日から2019年2月14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。



## 阿蘇山・中岳における微動の発生状況、基線長変化(2004~2019.2.16)

マグマたまりをまたぐ測線の基線長変化（図2 最上段）は2018年12月半ば以降に短縮から停滞あるいは伸びに転じている。

長周期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月以降は振幅および発生回数ともに微増傾向にあり、1月17日の大振幅の長周期地震発生以降にさらに振幅が大きくなった。発生回数は2月12日前後にピークを迎えた。

短周期の微動振幅も短周期の微動振幅も2019年1月以降に大きくなったが、2月8日頃から徐々に小さくなっている。

最近の短周期微動の発生様式（青枠）を火口の火口底開孔イベント時（2011年5月、2014年1月、赤枠のものと比較すると、2Hz帯や10Hz帯の振幅が小さいことがわかる。

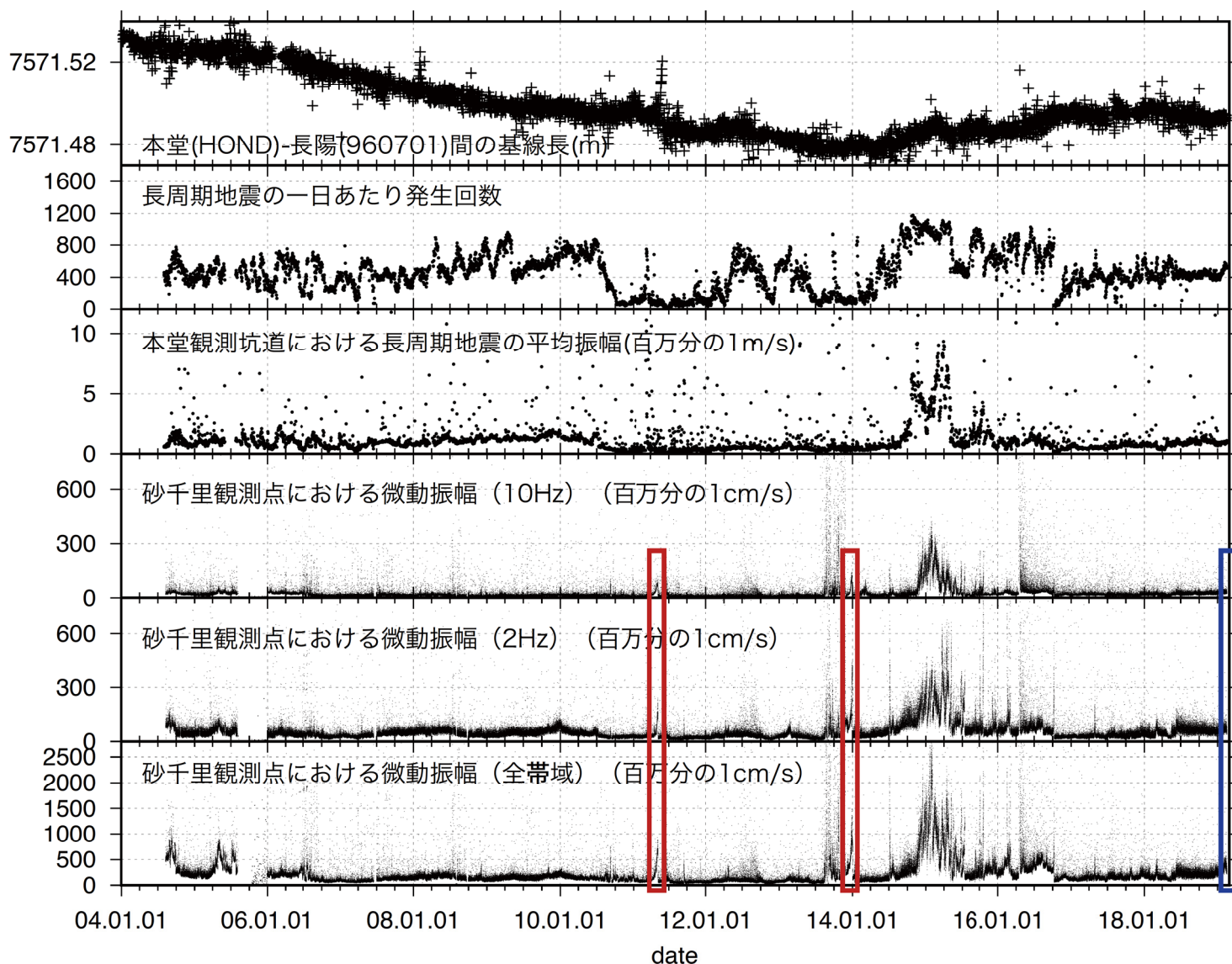


図2. 阿蘇火山・中岳における基線長変化と微動振幅、長周期地震の発生様式

期間は2004年1月1日から2019年2月16日（一部データ欠落）。  
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。

阿蘇カルデラにおける水準測量

2018年9月30日から10月6日の期間において2012年以来となる水準測量を実施した。測量参加機関は、京大理、京大防災研、九大理、名大環境、日大文理、東濃地震科学研究所、東大地震研である。

2012年9月との比高差を、同時期の GEONET960701 の楕円体高差を基準にして算出したものが図3である。

これまでの水準測量では、阿蘇山麓北側の AVL1 基準とした場合に草千里を中心とするゆるやかな沈降(0.5cm/year 以下)が検出されていた。しかし、今回の測量結果は、2016年熊本地震による地殻変動を反映するもの(2012年9月と比較すると草千里周辺で約30cmの沈降)となった(図4)。

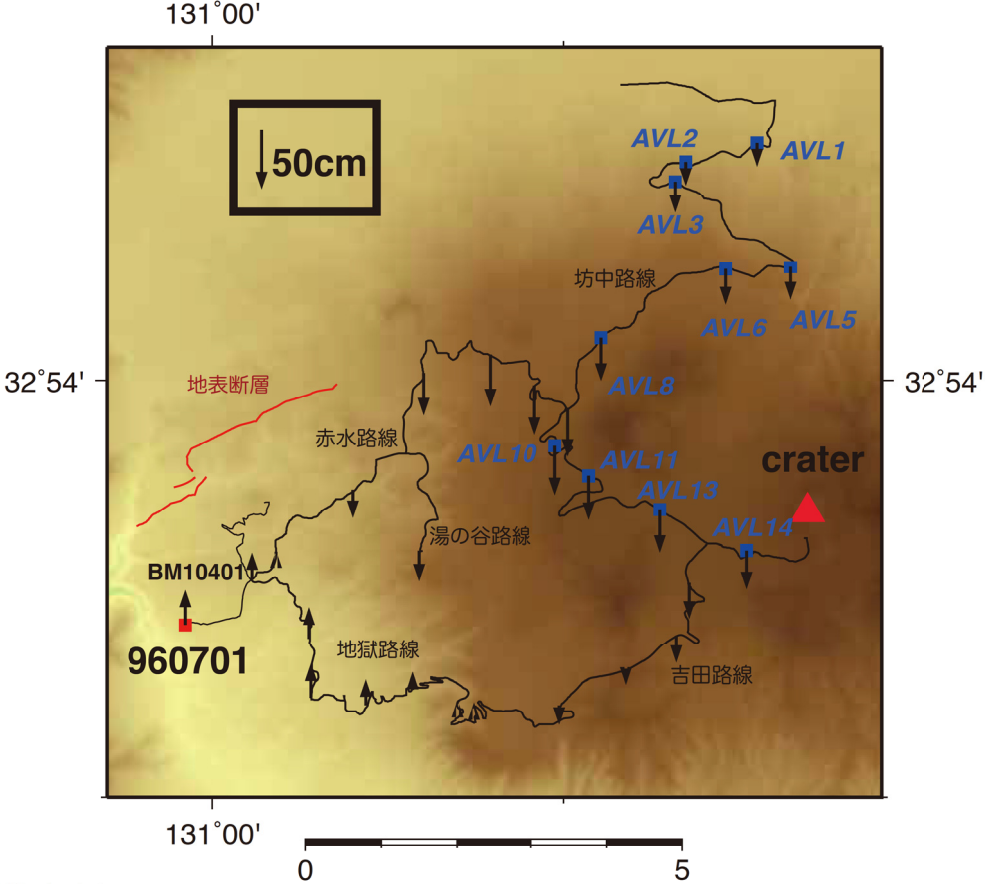


図3. 阿蘇火山における水準測量の結果

2012年9月と2018年9月の比高変化。960701のF3解の楕円体高度を1ヶ月平均したものから同期間の高度差を算出し、この値を基準として、水準点の比高差としている。なお、2016年熊本地震の地表断層トレースは、熊原康博・他(2016):2016年熊本地震に伴う地表地震断層の分布とその特徴. JpGU2016, MIS34-05による。

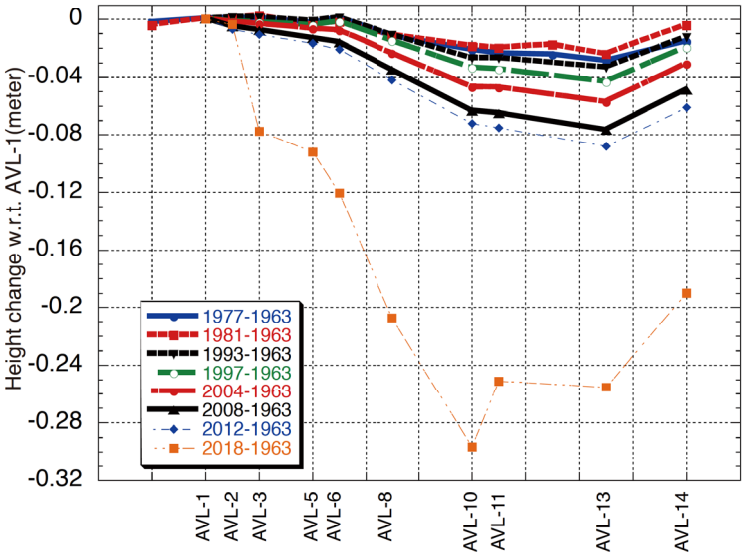
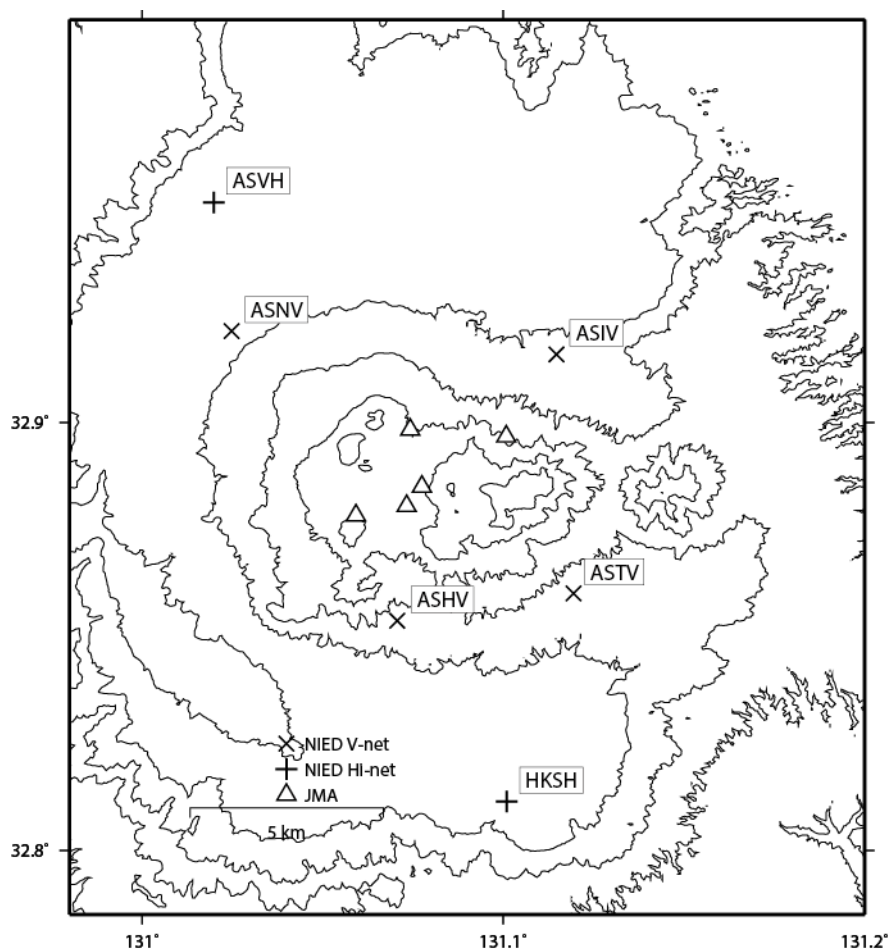


図4. 阿蘇山北麓～火口における水準測量の結果(1963~2018)

## 阿蘇山の火山活動について



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

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

### 資料概要

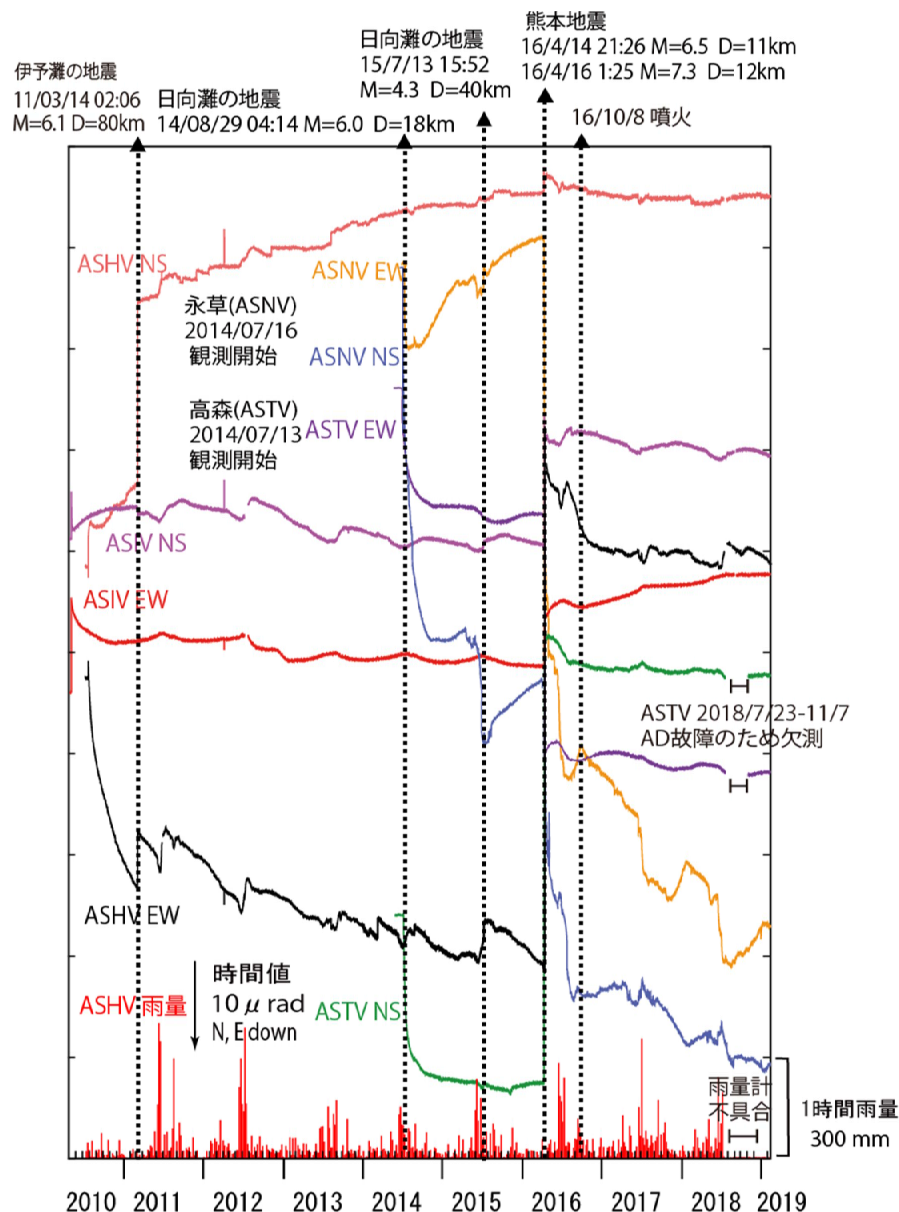
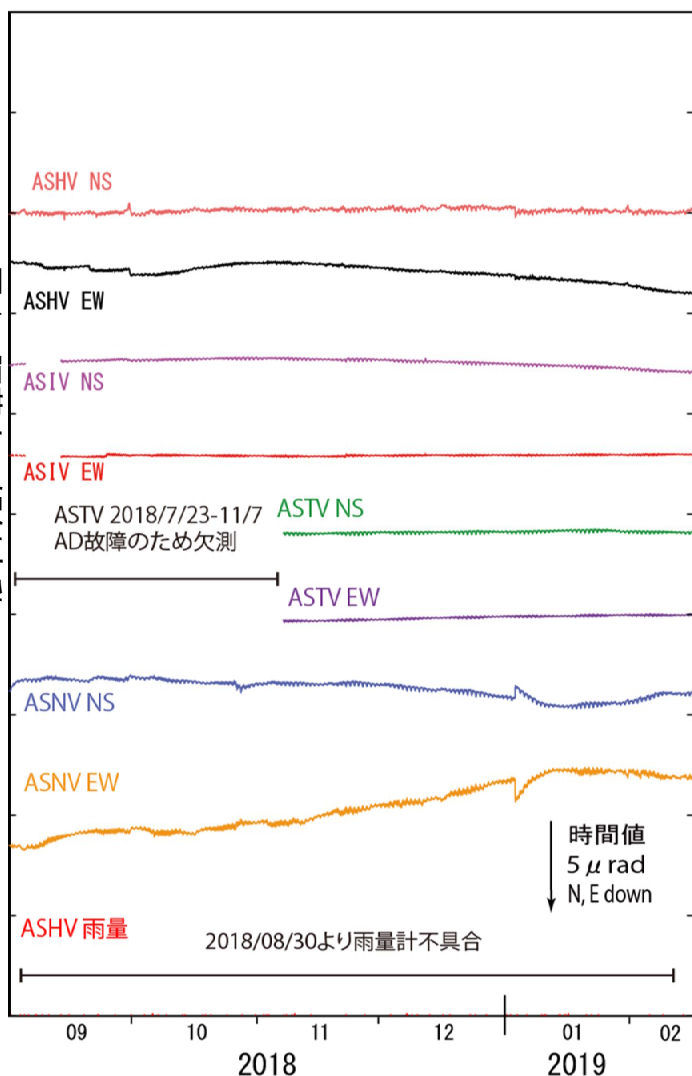
#### ○ 地震活動と地殻変動

2018 年 9～12 月期間中、傾斜計記録（図 1）において、降雨の影響と考えられる変化以外の火山活動に伴う明瞭な変動は認められない。GNSS 観測（図 3 と 4）において、2017 年 9 月頃から 2019 年 2 月 16 日までの期間、ASNV-ASHV（図 3 と 4 の下から 2 段目）以外で、基線長の縮みが認められる。

# 阿蘇山の傾斜変動 (2018/09/1~2019/02/16)

# 阿蘇山の傾斜変動 (2010/05/01~2019/02/16)

図1 阿蘇山の傾斜変動





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 09 月 19 日-2019 年 02 月 14 日の地殻変動【熊本(950465)固定】

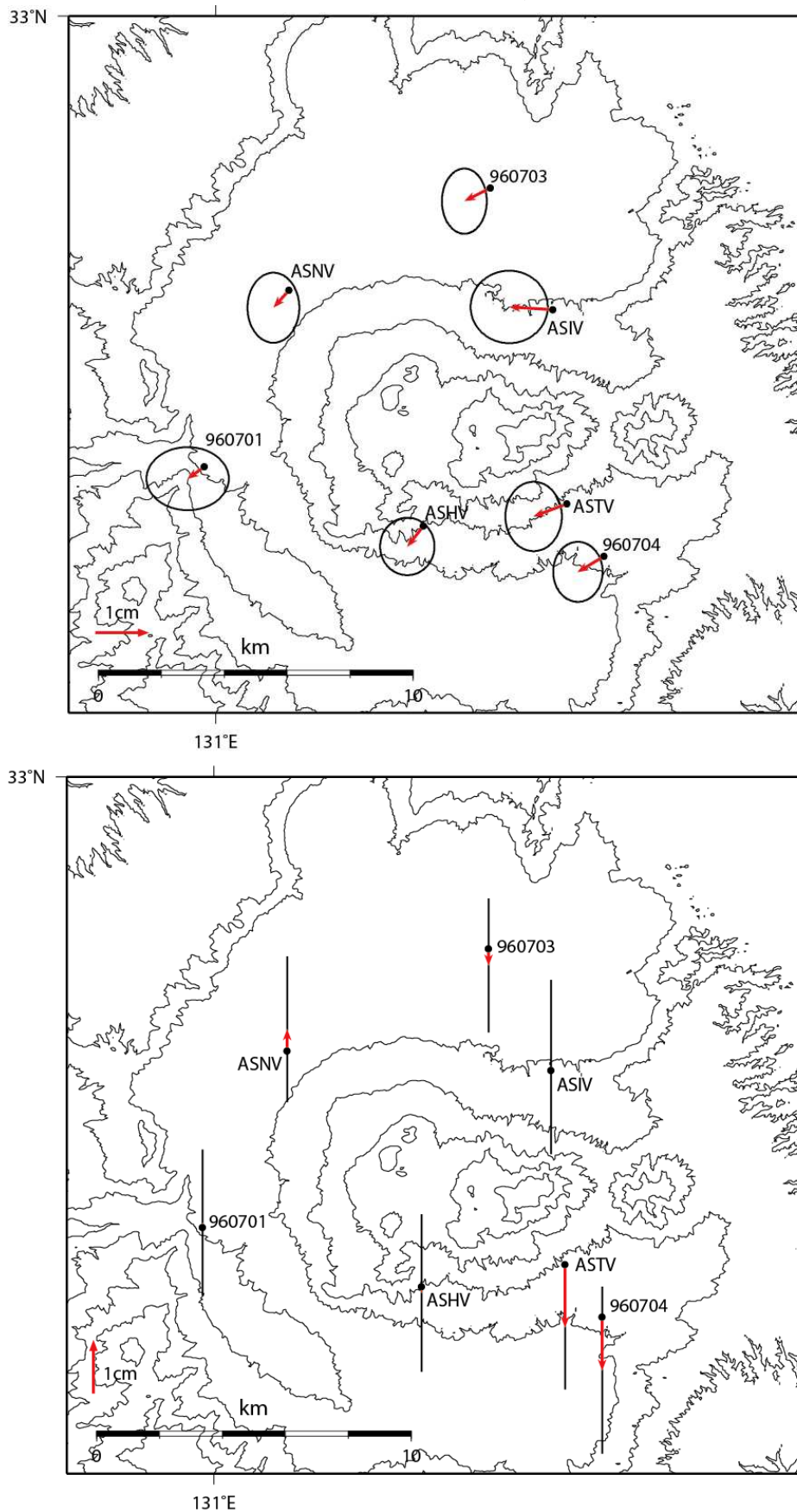


図 2 阿蘇山の GNSS 解析結果

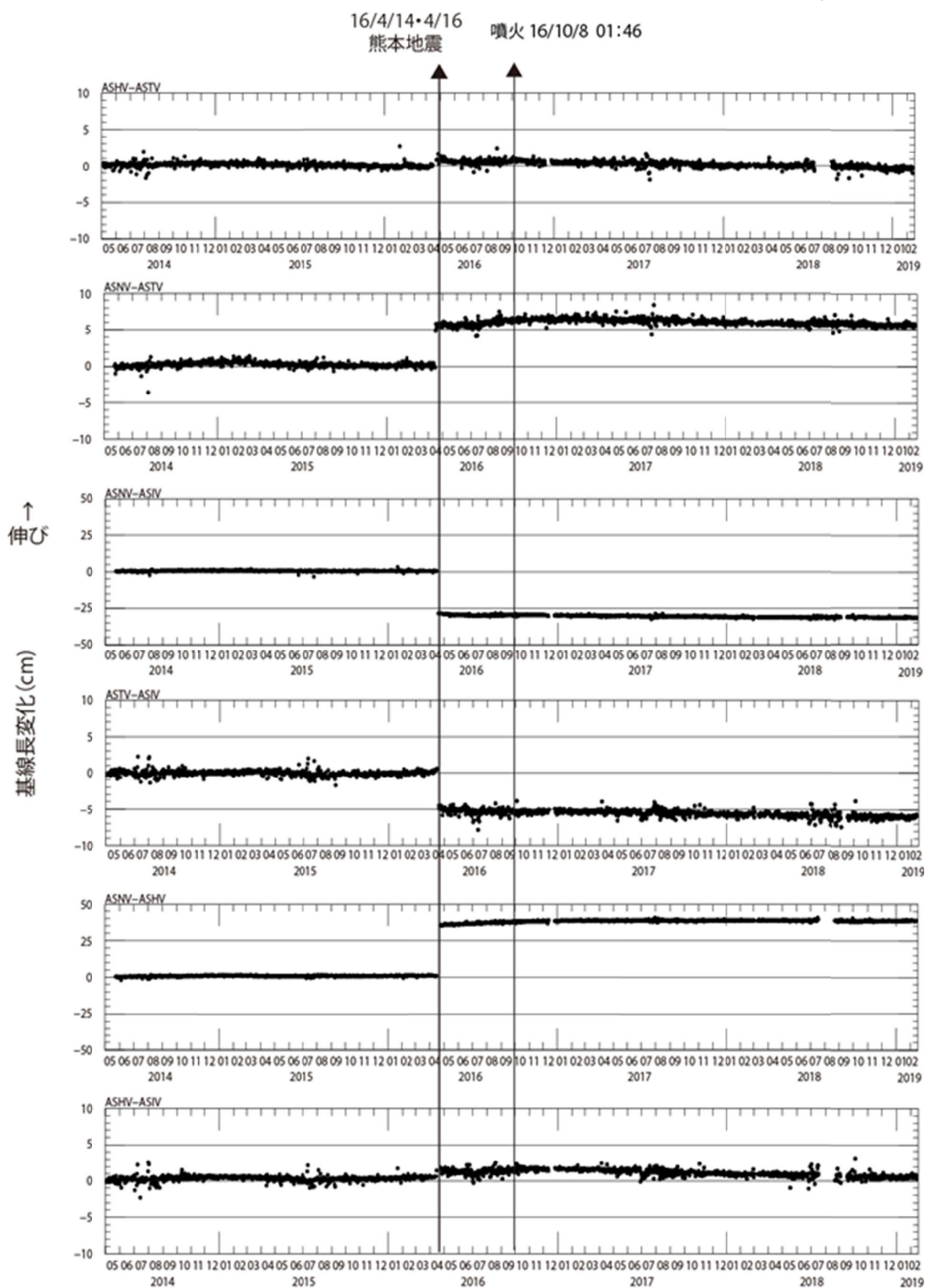


図 3 防災科研観測点 4 点（白水、一の宮、永草、高森）間の基線長変化

2016 年 4 月 14 日と 16 日に発生した熊本地震の影響で一部基線長に大きなステップが見られる。

噴火 16/10/8 1:46

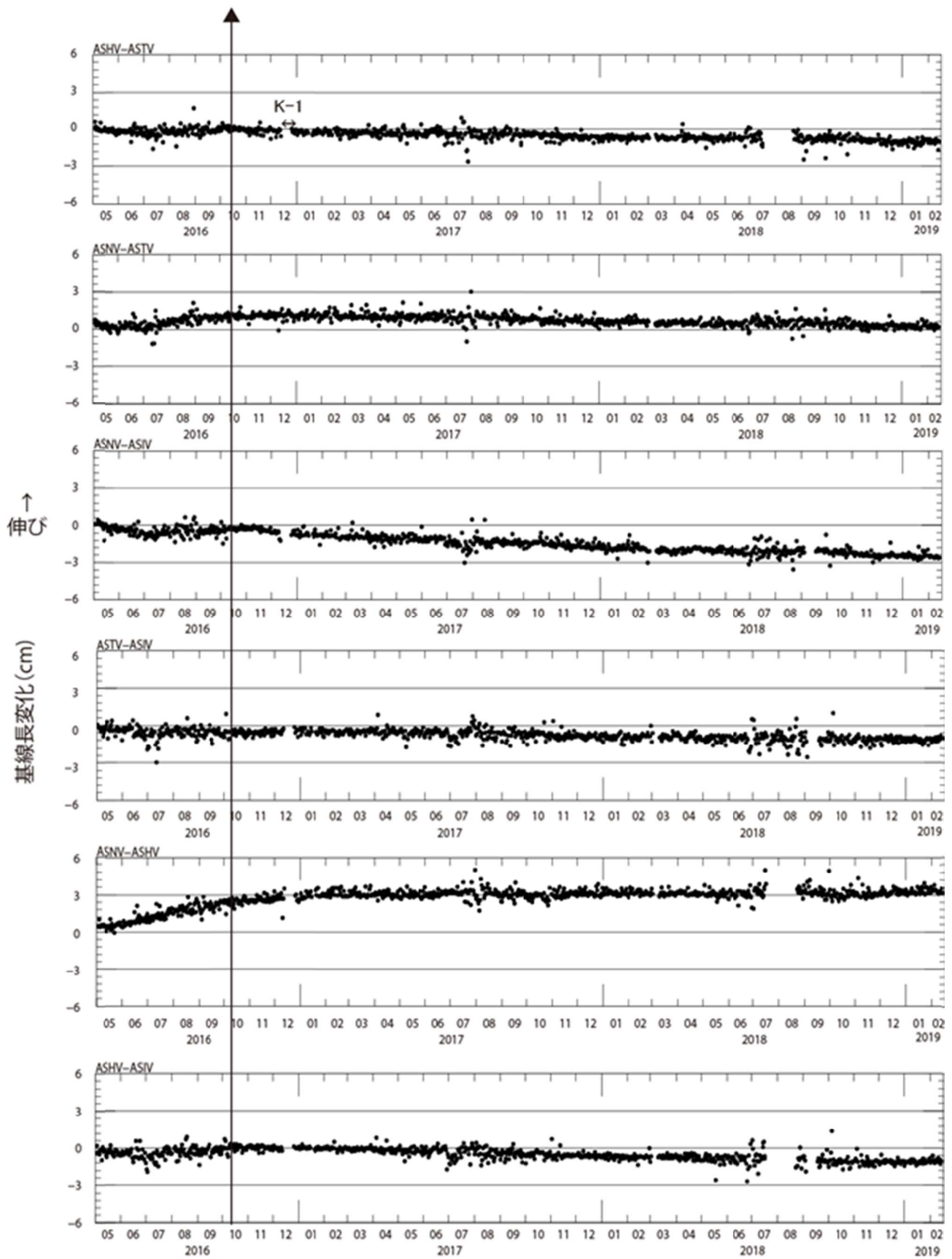


図 4 熊本地震発生後（2016 年 5 月 1 日以降）の基線長変化

表1 GNSS観測履歴

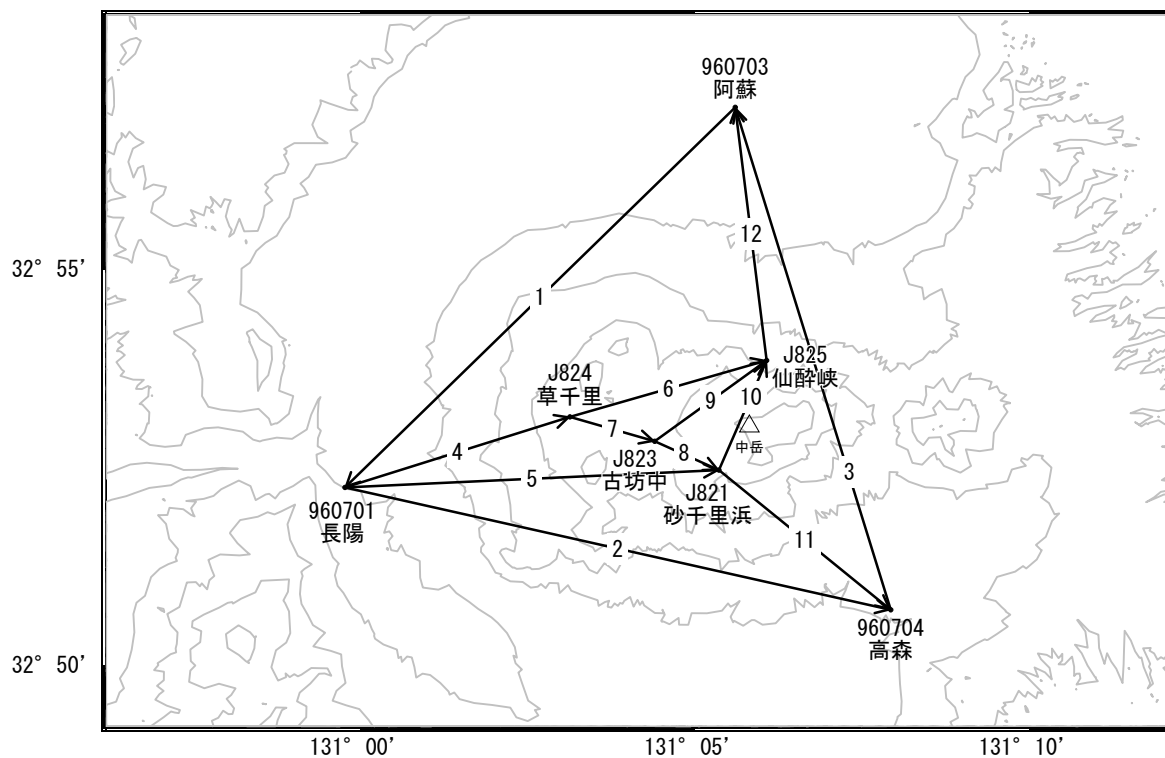
| 観測点番号 | 観測点名             | 図中記号 | 日付               | 保守内容                        |
|-------|------------------|------|------------------|-----------------------------|
|       | 阿蘇山白水<br>(ASHV)  |      | 2010/4/7         | 2周波観測開始                     |
|       |                  |      | 2012/7/16        | 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<br>(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<br>(ASNV)  |      | 2014/5/23        | 2周波観測開始                     |
|       | 阿蘇山高森<br>(ASTV)  |      | 2014/4/25        | 2周波観測開始                     |



## 阿蘇山

顕著な地殻変動は観測されていません。

阿蘇山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)

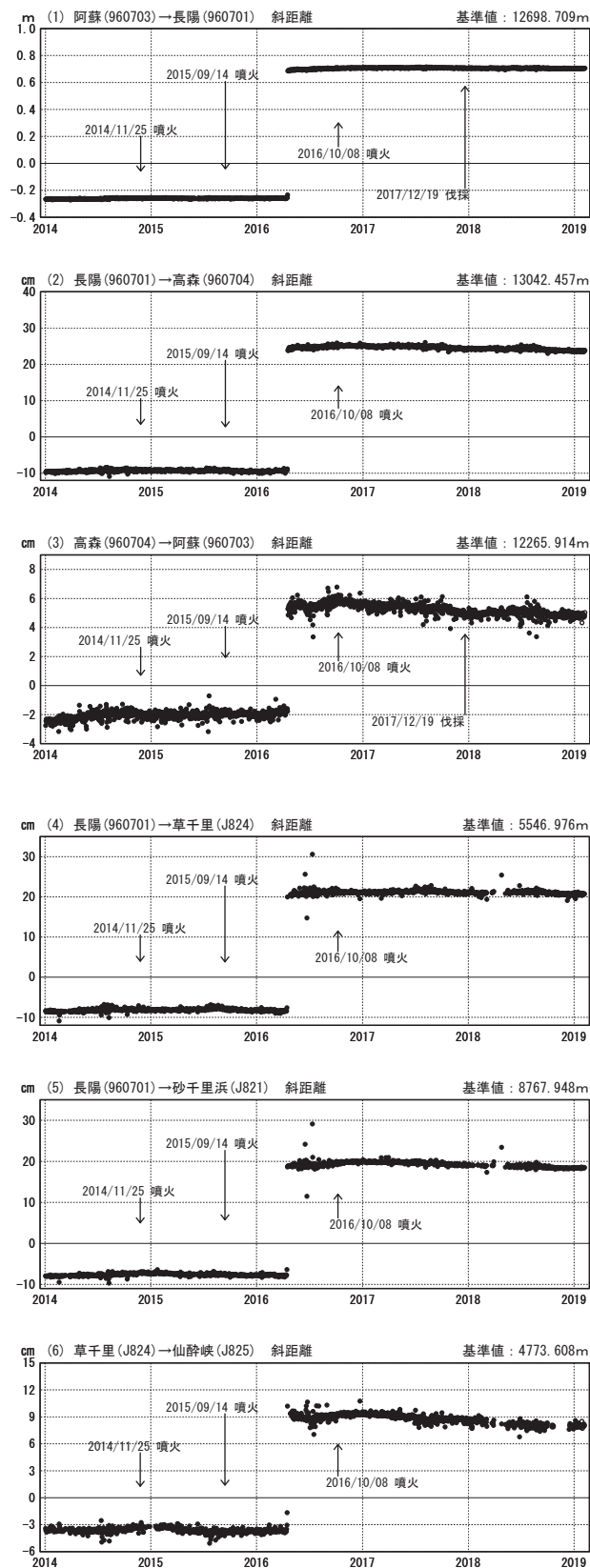


阿蘇山周辺の各観測局情報

| 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  |

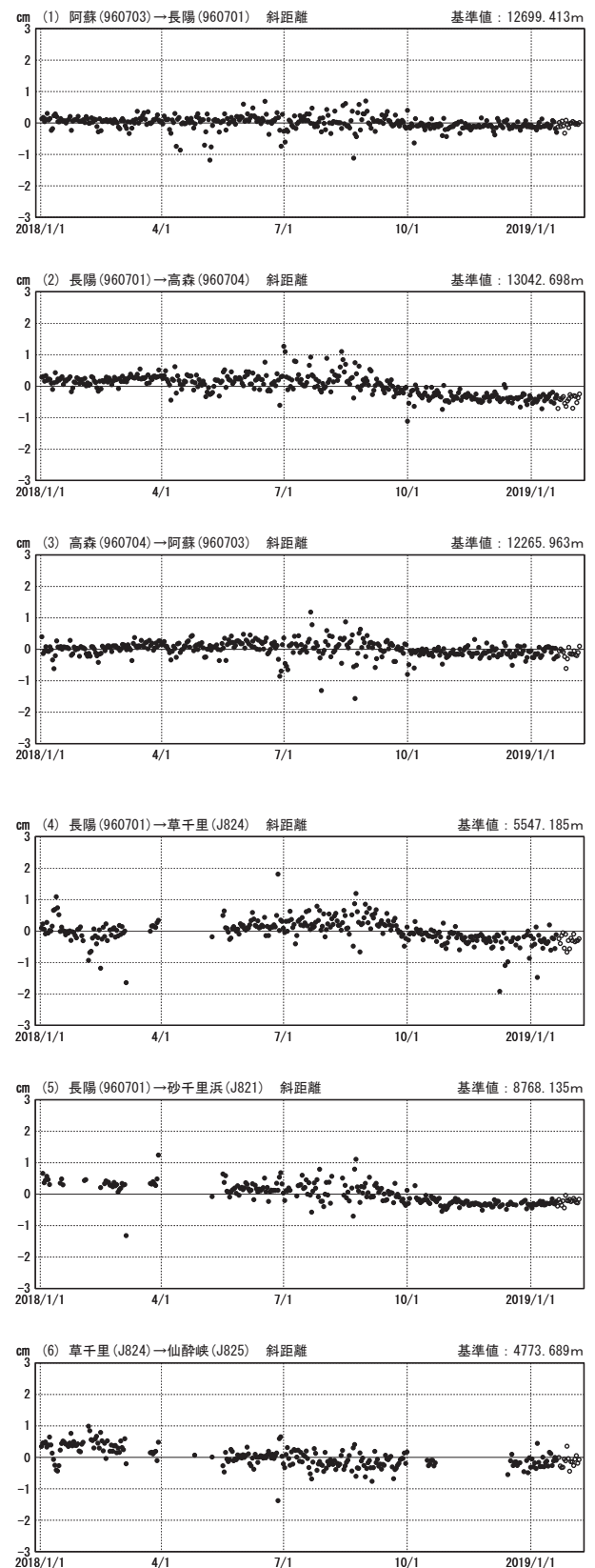
基線変化グラフ（長期）

期間：2014/01/01～2019/02/05 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2018/01/01～2019/02/05 JST



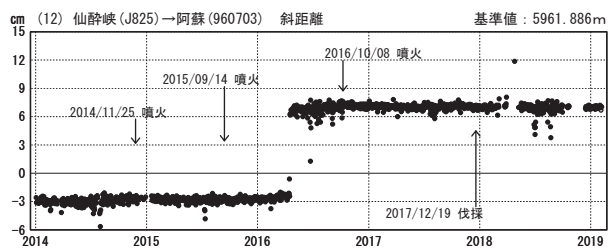
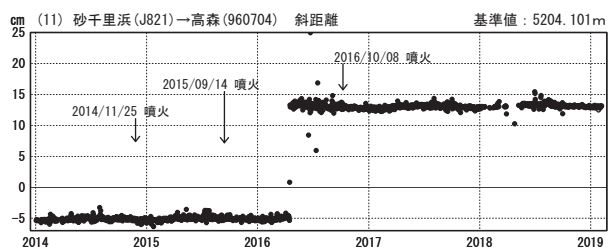
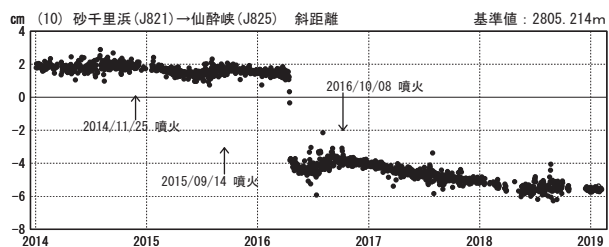
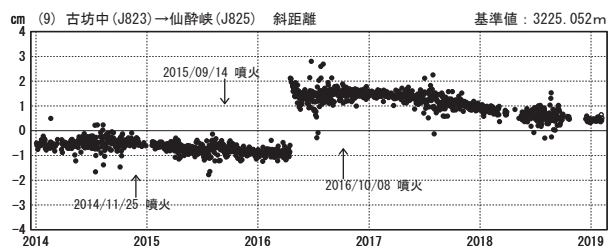
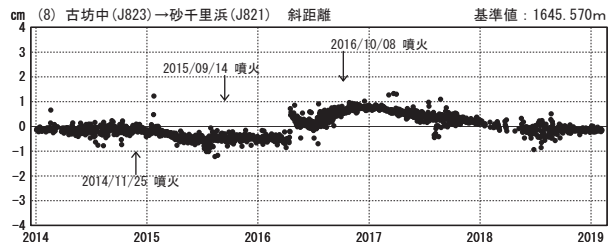
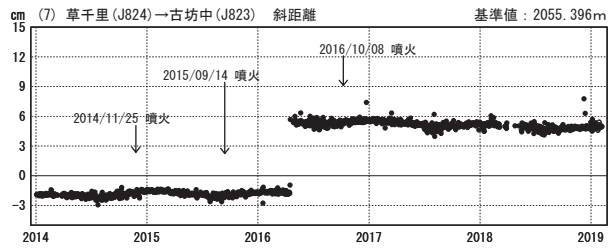
国土地理院・気象庁

(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。  
 ※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

阿蘇山

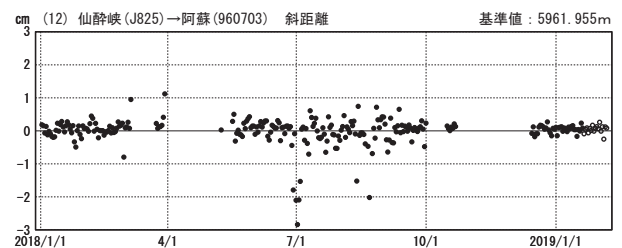
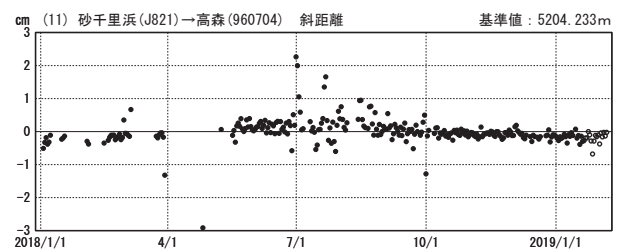
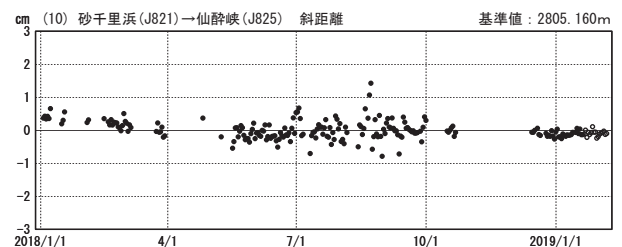
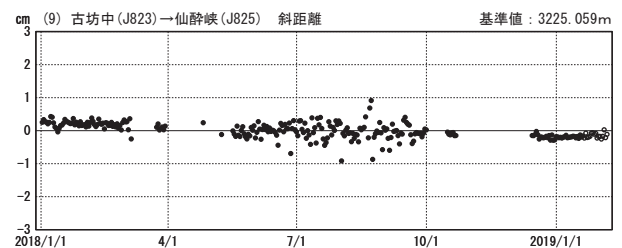
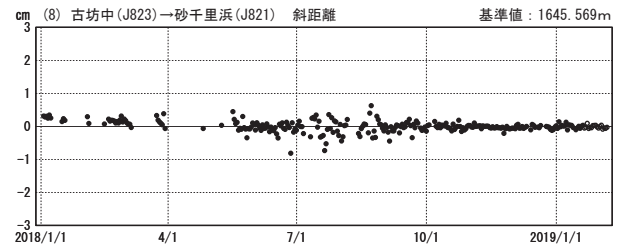
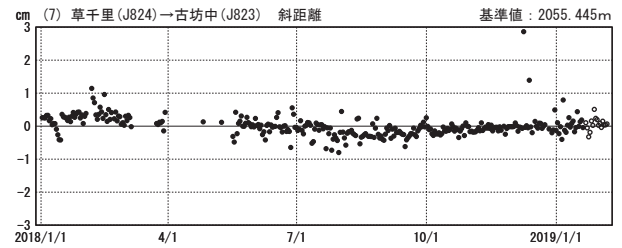
基線変化グラフ（長期）

期間：2014/01/01～2019/02/05 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2018/01/01～2019/02/05 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院・気象庁

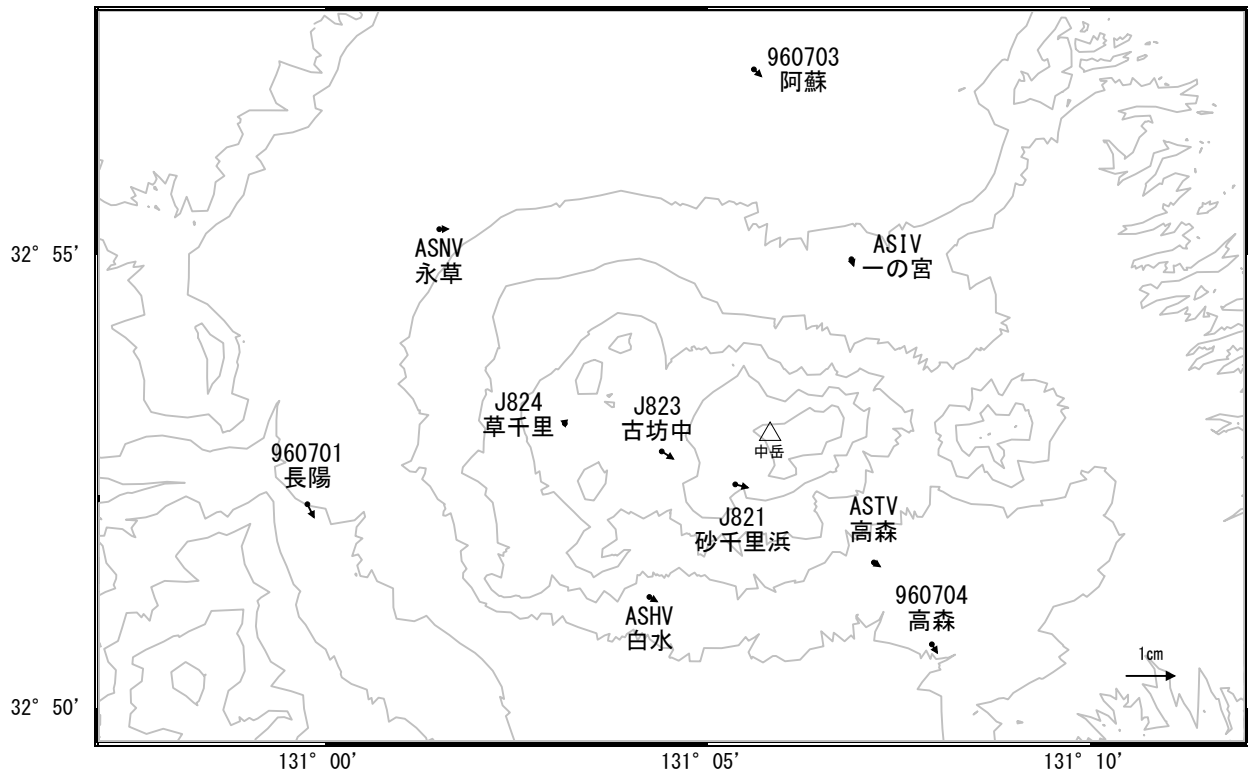
(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

阿蘇山

## 阿蘇山周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2018/10/27~2018/11/05[F3:最終解]  
比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]

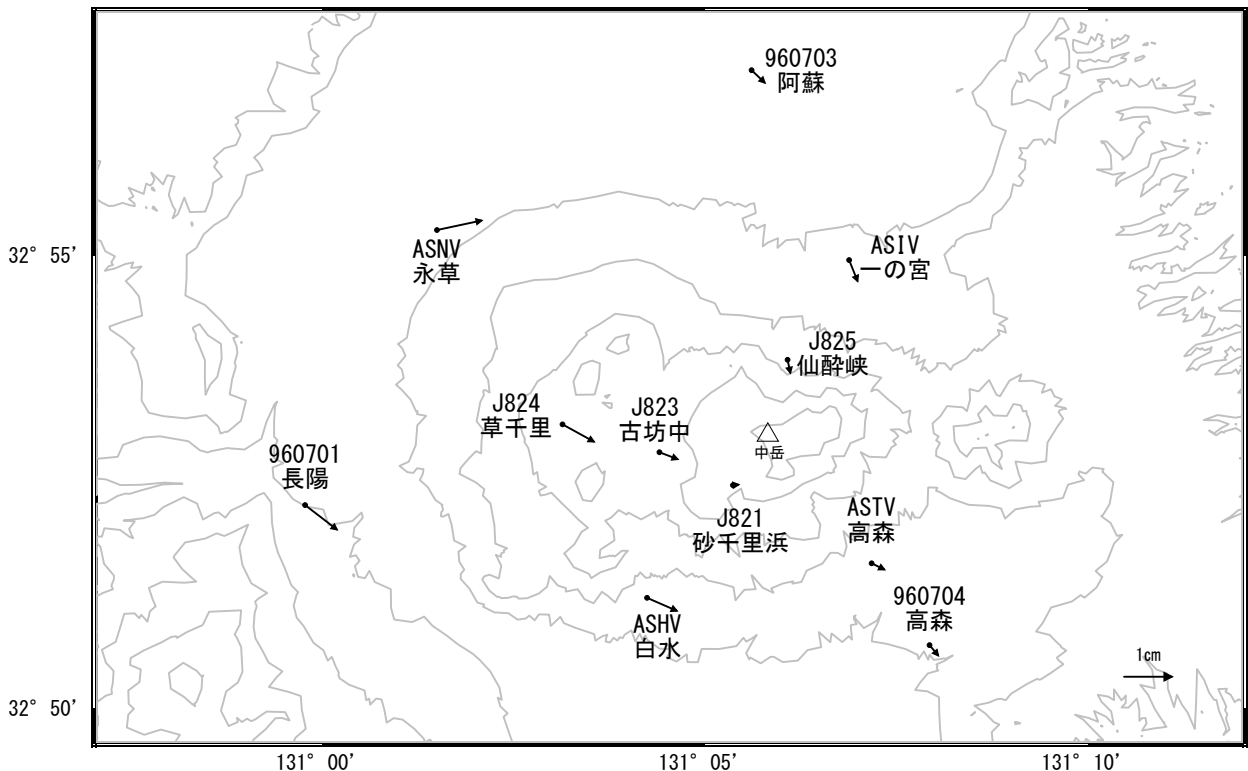


☆ 固定局:北方(960711)

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:2018/01/27~2018/02/05[F3:最終解]  
比較期間:2019/01/27~2019/02/05[R3:速報解]



☆ 固定局:北方(960711)

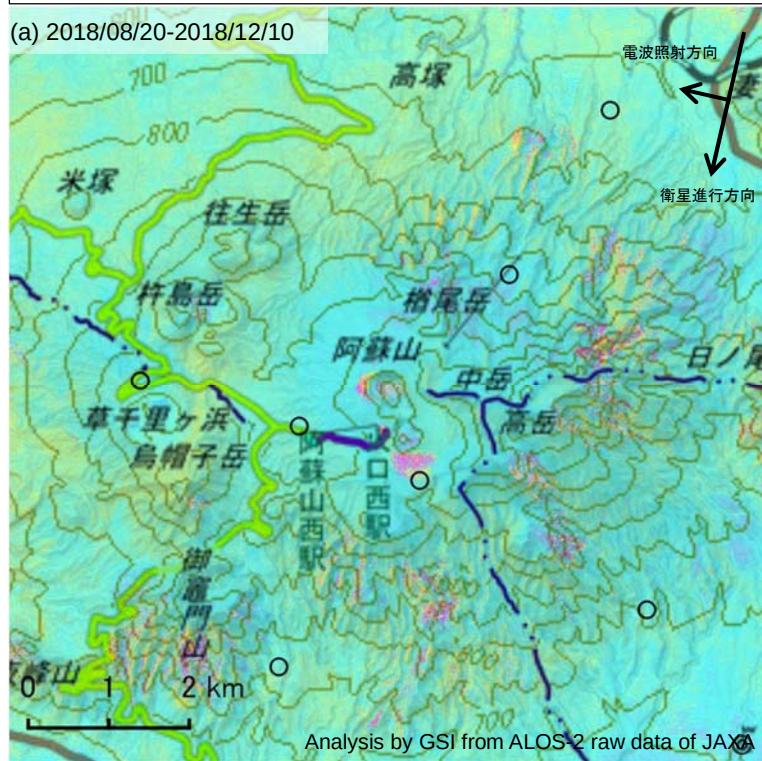
国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

阿蘇山



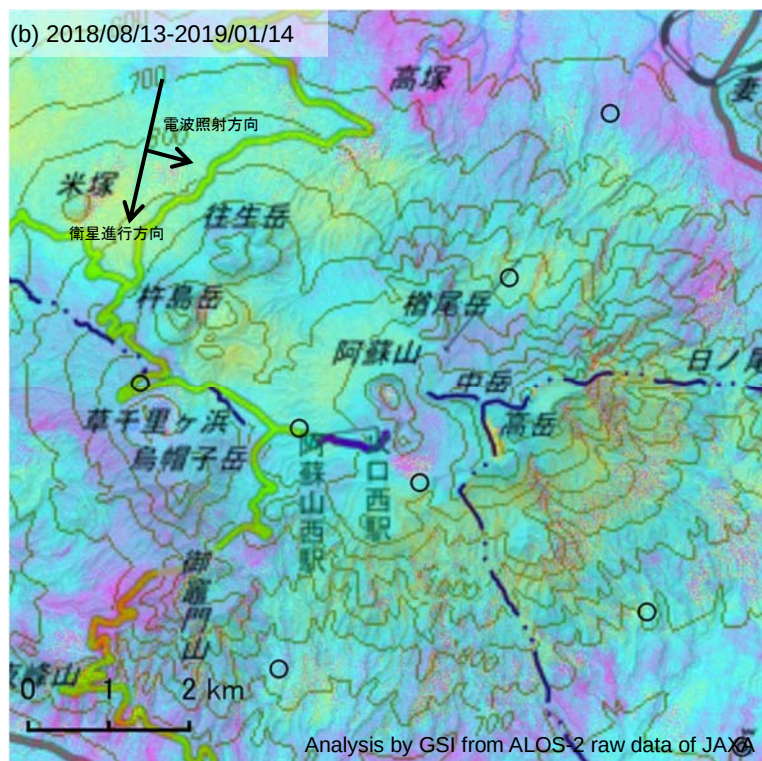
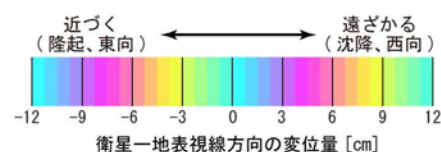
## 阿蘇山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られません。



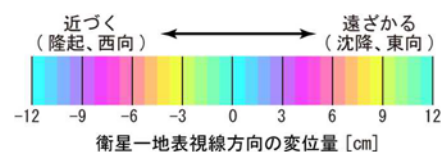
|        | (a)                                             | (b)                                             |
|--------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 衛星名    | ALOS-2                                          | ALOS-2                                          |
| 観測日時   | 2018/08/20<br>2018/12/10<br>12:19 頃<br>(112 日間) | 2018/08/13<br>2019/01/14<br>13:07 頃<br>(154 日間) |
| 衛星進行方向 | 南行                                              | 南行                                              |
| 電波照射方向 | 右                                               | 左                                               |
| 観測モード* | U-U                                             | U-U                                             |
| 入射角    | 35.3°                                           | 52.8°                                           |
| 偏波     | HH                                              | HH                                              |
| 垂直基線長  | -159 m                                          | -42 m                                           |

\*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

本解析で使用したデータの一部は、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