

第 137 回  
火山噴火予知連絡会資料

(その 2 の 4)

霧島山

平成 29 年 2 月 14 日

# 火山噴火予知連絡会資料（その2の4）

## 目次

|                |         |
|----------------|---------|
| 霧島山.....       | 3       |
| 気象庁（気象研、地磁気含む） | 3-68    |
| 東大震研           | 69-81   |
| 東海大            | 82-89   |
| 京大阿蘇           | 90-93   |
| 九大             | 94-97   |
| 防災科研           | 98-102  |
| 地理院            | 103-110 |
| 海保             | 111     |

# 霧 島 山

(2017 年 1 月 31 日現在)

## えびの高原（硫黄山）周辺

えびの高原（硫黄山）周辺では、2016 年 9 月から 11 月にかけて火山性地震は少ない状態で経過していたが、12 月 12 日に火山性地震が増加（日回数：70 回）し、火山性微動や山体の隆起を示す傾斜変動なども観測されたことから、同日 11 時 40 分に火口周辺警報（噴火警戒レベル 2）を発表した。12 月 16 日以降、一時的に噴気活動の活発化がみられたが、火山性地震が少ない状態が続いたことや熱異常域に大きな変化が認められなかったことから、2017 年 1 月 13 日に噴火予報（噴火警戒レベル 1）に引き下げた。

なお、2015 年 12 月以降、硫黄山及びその周辺の噴気と熱異常域は長期的には拡大が認められていることから、今後も活動の推移に注意が必要である。

硫黄山及びその周辺では火山ガスに注意すること。活火山であることから、火口内で、火山灰、噴気、火山ガス等の規模の小さな噴出現象が突発的に発生する可能性があるので、留意すること。

### ○ 概況（2016 年 9 月～2017 年 1 月 31 日）

#### ・ 噴煙など表面現象の状況（図 1～11、図 20-①、図 21-①）

硫黄山では噴気が時々観測されており、9 月から 11 月にかけて噴気の高さは概ね 30m で経過した。12 月 16 日から 12 月 31 日にかけては、噴気の量がやや多くなり一時的に噴気の高さが稜線上 200m まで上がるなど、噴気活動の活発化がみられた。2017 年 1 月 1 日以降、噴気の高さは概ね稜線上 30m で経過した。

2016 年 9 月から 2017 年 1 月にかけて実施した現地調査で、噴気と熱異常域は長期的に拡大が続いていることを確認した。2017 年 1 月 11 日に実施した、九州地方整備局の協力による上空からの観測でも、熱異常域の全体的な広がりを確認した。

2016 年 10 月 14 日、24 日及び 2017 年 1 月 31 日に水温観測を実施した。ビジターセンター足湯源泉では 2016 年 5 月に温度の低下が認められたが、7 月以降、水温の回復傾向が引き続き認められた。旧市営露天風呂では、これまでの観測の変動範囲で変化し、特段の変化は認められない。

#### ・ 火山性地震や火山性微動の状況（図 12～14、図 16、図 18、図 19、図 20-②③、図 21-②～⑥、図 22）

火山性地震は、2016 年 9 月から 11 月まで月回数 40 回未満と少ない状態で経過していたが、12 月 12 日に増加し日回数で 70 回発生した。また、地震が多発する中で、継続時間が 40 秒から 50 秒で振幅の小さな火山性微動が 2 回発生した。12 日に発生した火山性地震の最大振幅は、霧島硫黄山 2 観測点（硫黄山の南 200m）の上下動で  $318 \mu\text{m/s}$  であった。震源は主に、硫黄山付近の海拔下 0 ～ 2 km に分布した。

12 月 13 日以降、火山性地震は少ない状態で経過し、火山性微動は観測されていない。

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

・地殻変動の状況（図 12～15、図 17、図 20-④、図 21-⑦、図 22～26）

2016 年 12 月 12 日 11 時頃から 12 時頃にかけて火山性地震がに増加し、継続時間が 1 分未満の振幅の小さな火山性微動を 2 回観測した。これらとともに硫黄山方向が隆起する傾斜変動を観測した。

また、12 月 12 日 21 時頃及び 15 日 20 時頃 に火山性地震の発生に伴って一時的に山体が隆起する傾斜変動が観測されたが、その後は特段の傾斜変動は観測されていない。

GNSS 連続観測では、えびの高原（硫黄山）周辺の一部の基線で、2016 年 10 月頃からわずかに伸びの傾向がみられる。



図 1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山付近の状況  
（2016 年 12 月 24 日、えびの高原監視カメラによる）  
噴気が稜線上 200m まで上がった。



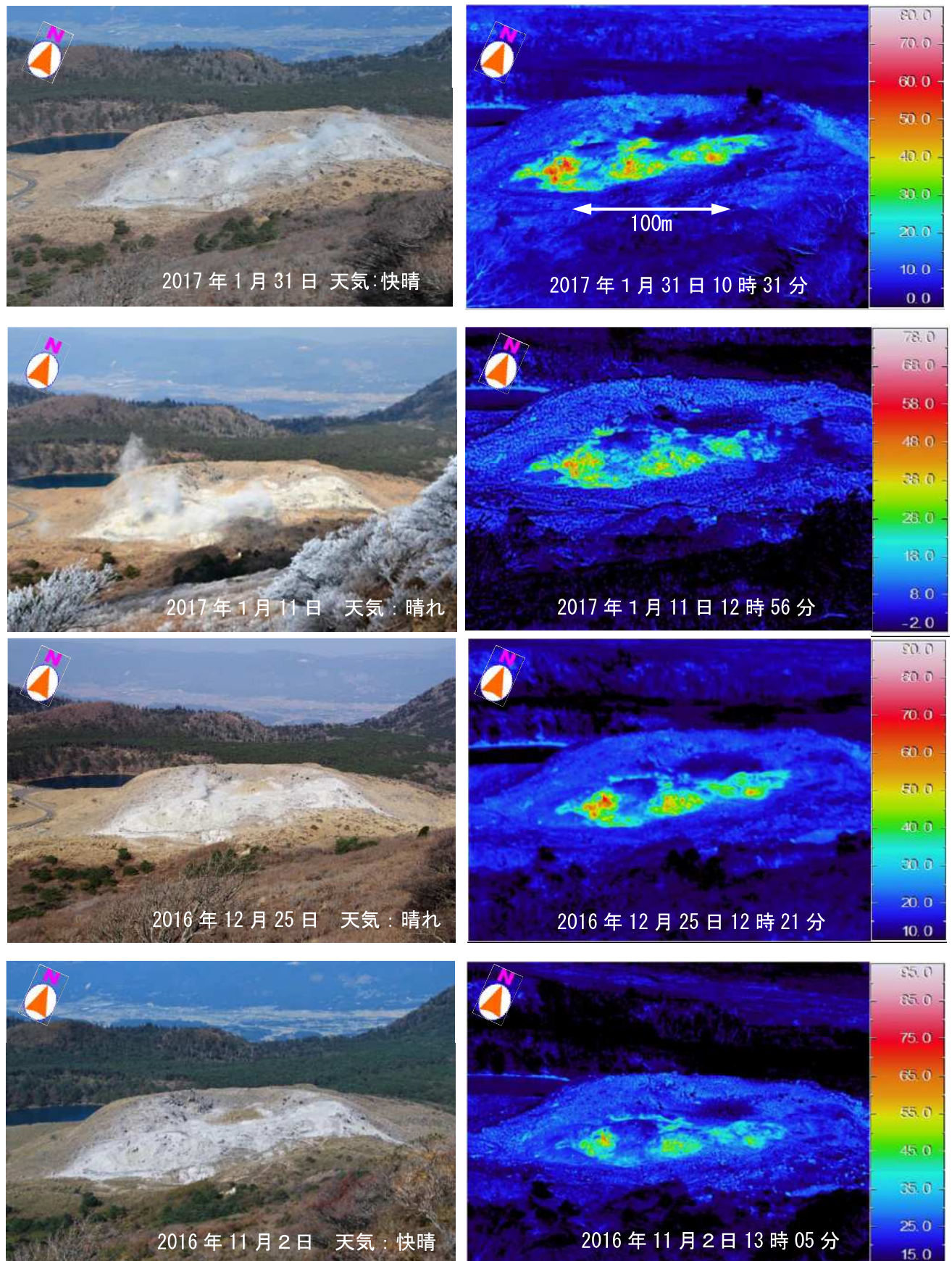


図 2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 可視画像及び地表面温度分布（韓国岳 4 合目から撮影）

- ・噴気と熱異常域は長期的に拡大が続いている。
- ・最高温度の上昇は認められない。
- ・2017 年 1 月 11 日は複数の地表面温度分布を重ね合わせたものを表示。



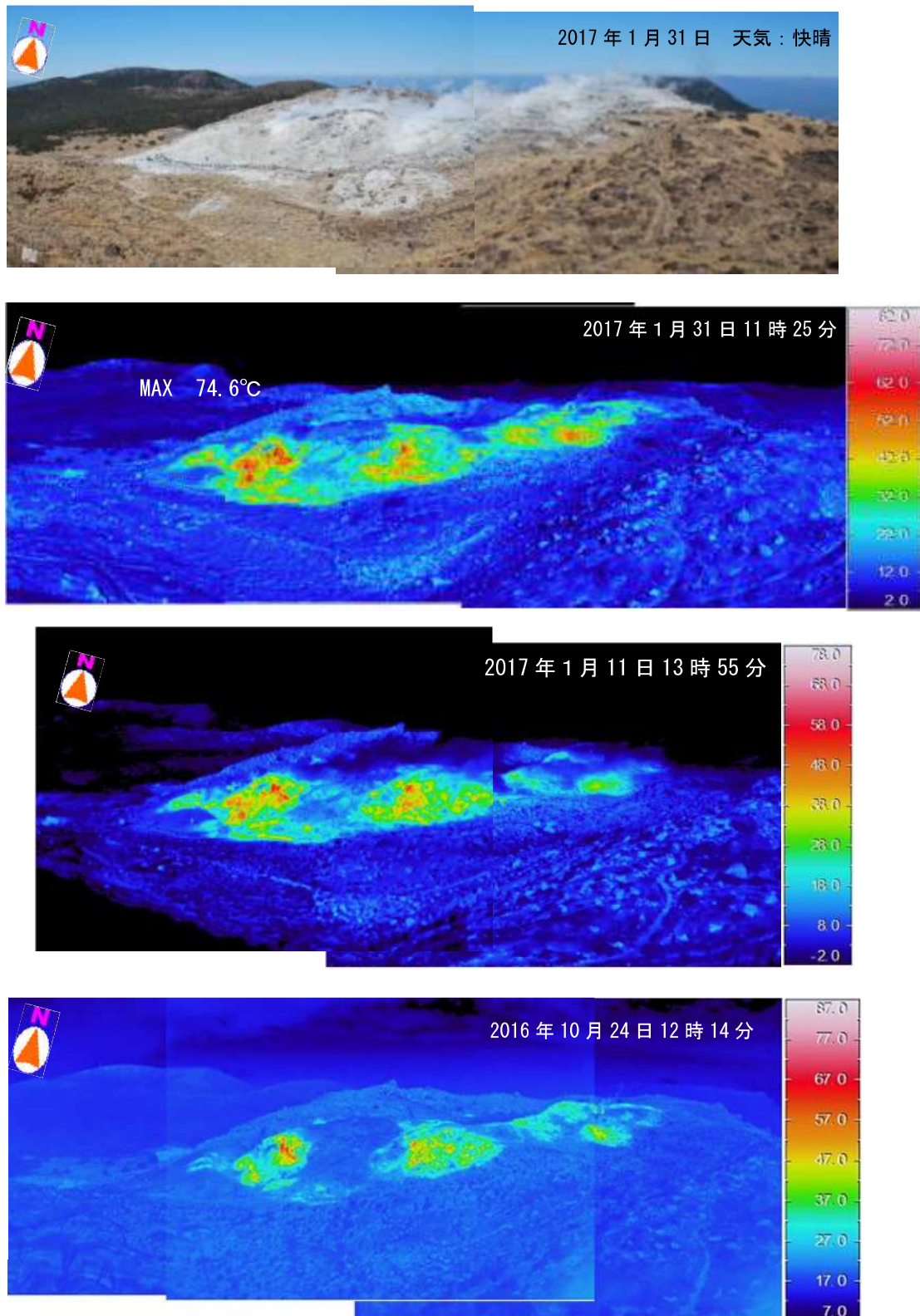


図 3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火口南西側及び南側斜面の可視画像及び地表面温度分布

- ・噴気と熱異常域は長期的に拡大が続いている。
- ・最高温度の上昇は認められない。
- ・MAX は地表面温度分布の最高温度を示す。

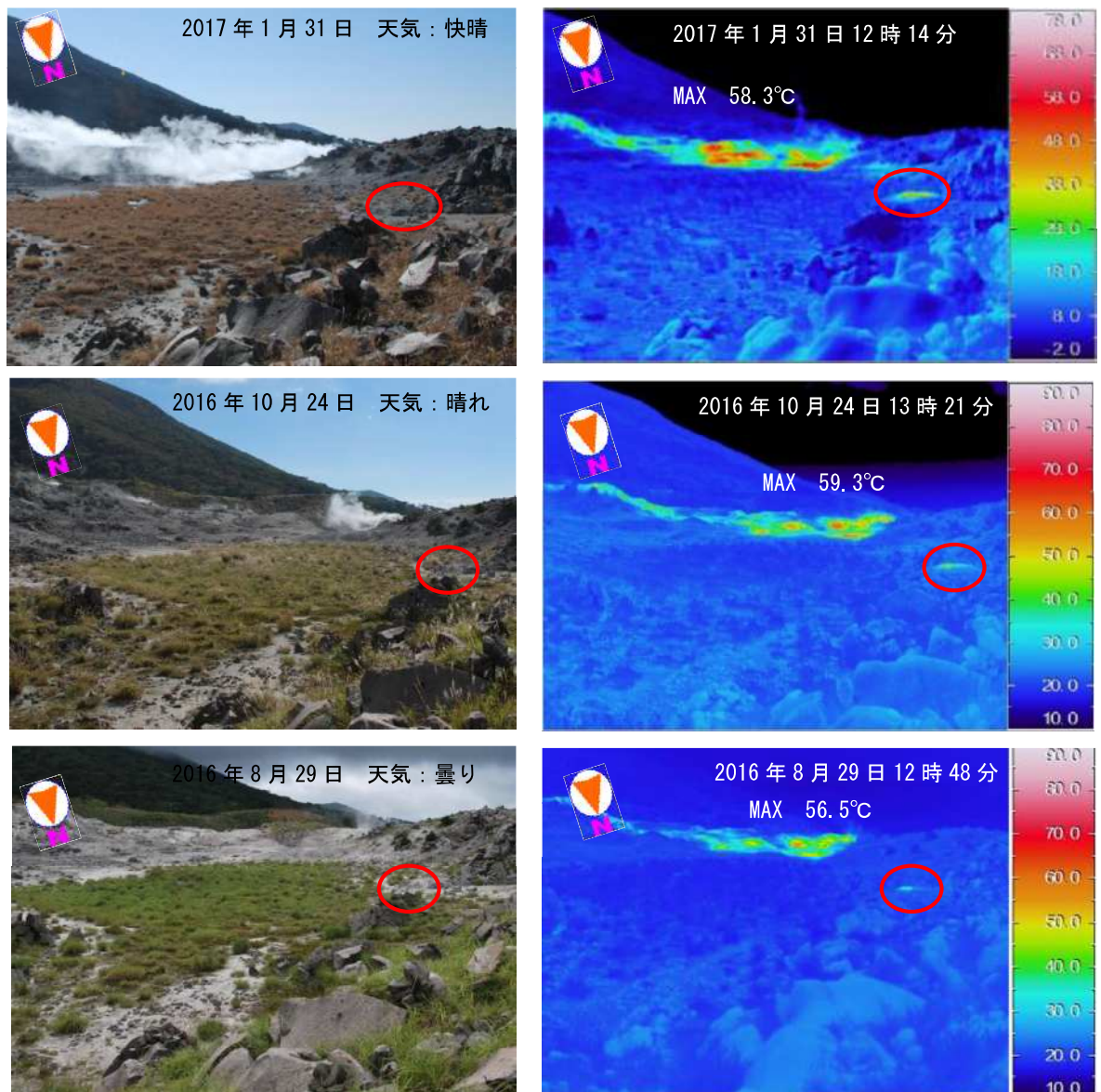


図 4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火口内の可視画像及び地表面温度分布

- ・ 火口内西側（赤線）の熱異常域が長期的にみてわずかに拡大しているのを確認した。
- ・ MAX は地表面温度分布の最高温度を示す。



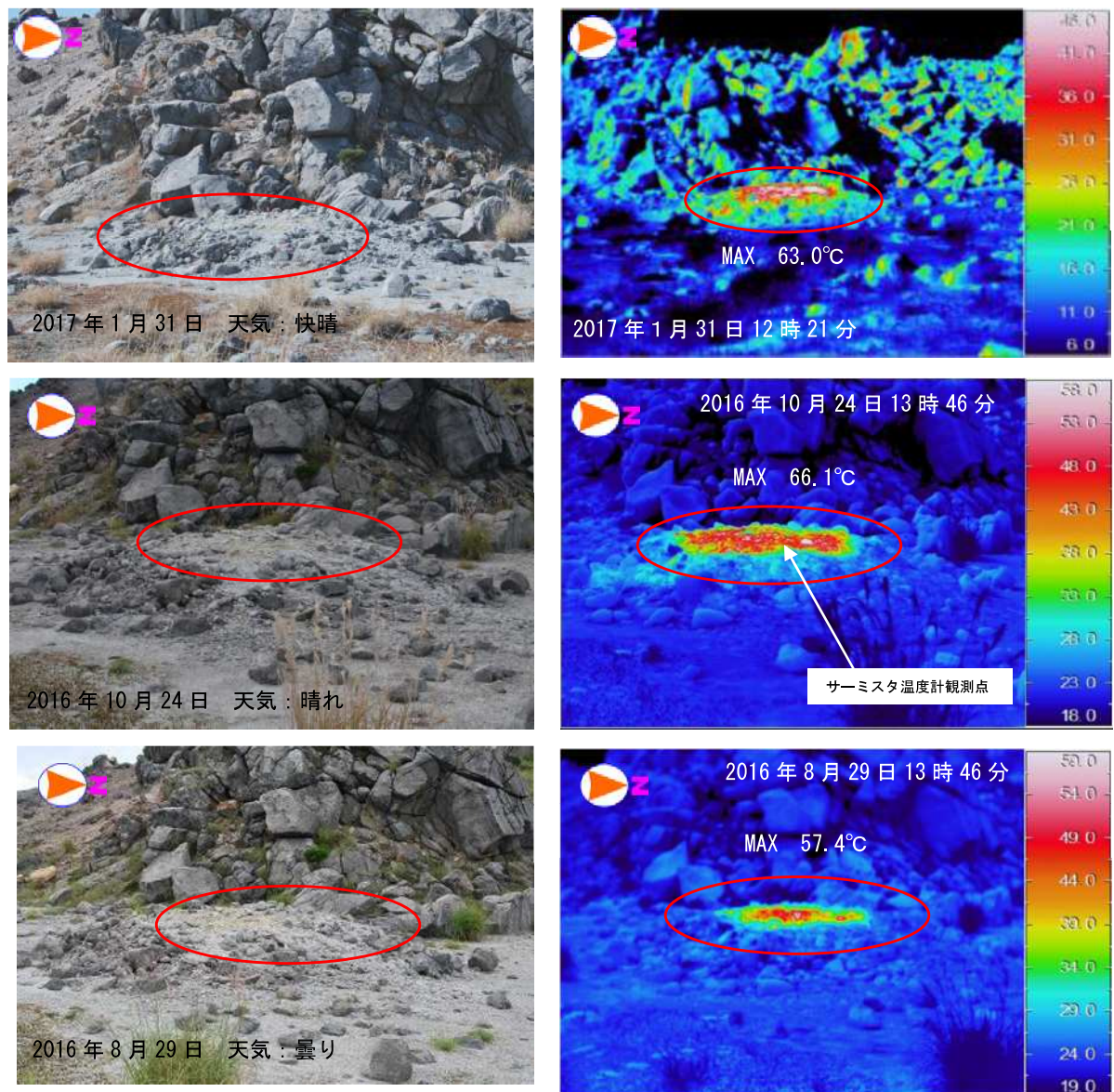
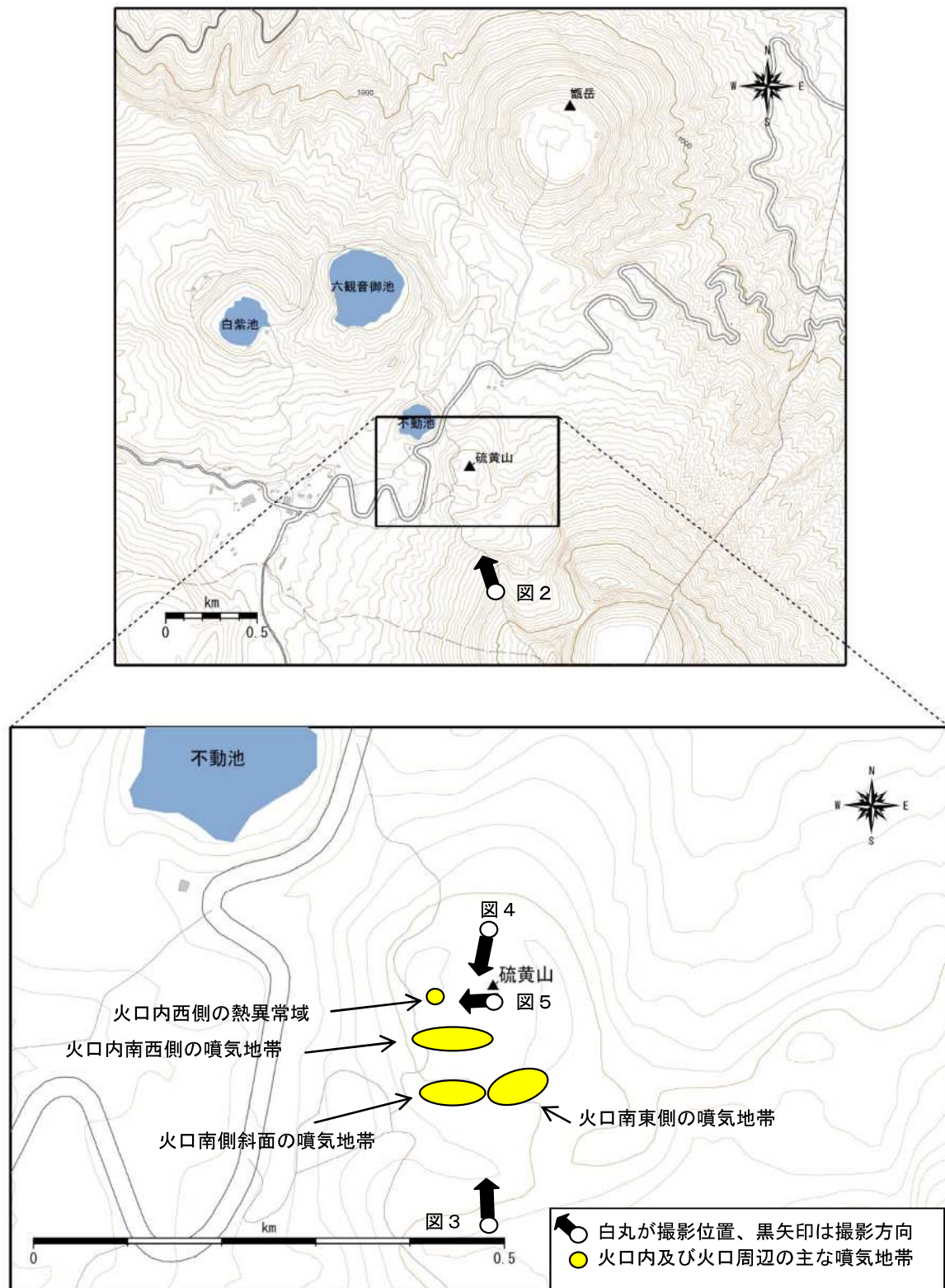


図 5 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）

図 4 の火口内西側の熱異常域の可視画像及び地表面温度分布

- ・火口内西側（赤線）の熱異常域がわずかに拡大しているのを確認した。
- ・10 月 24 日に実施した、サーミスタ温度計による地表面温度の測定は 94.7°C で、8 月 29 日の測定温度（93.2°C）と比べ大きな変化はなかった。
- ・MAX は地表面温度分布の最高温度を示す。





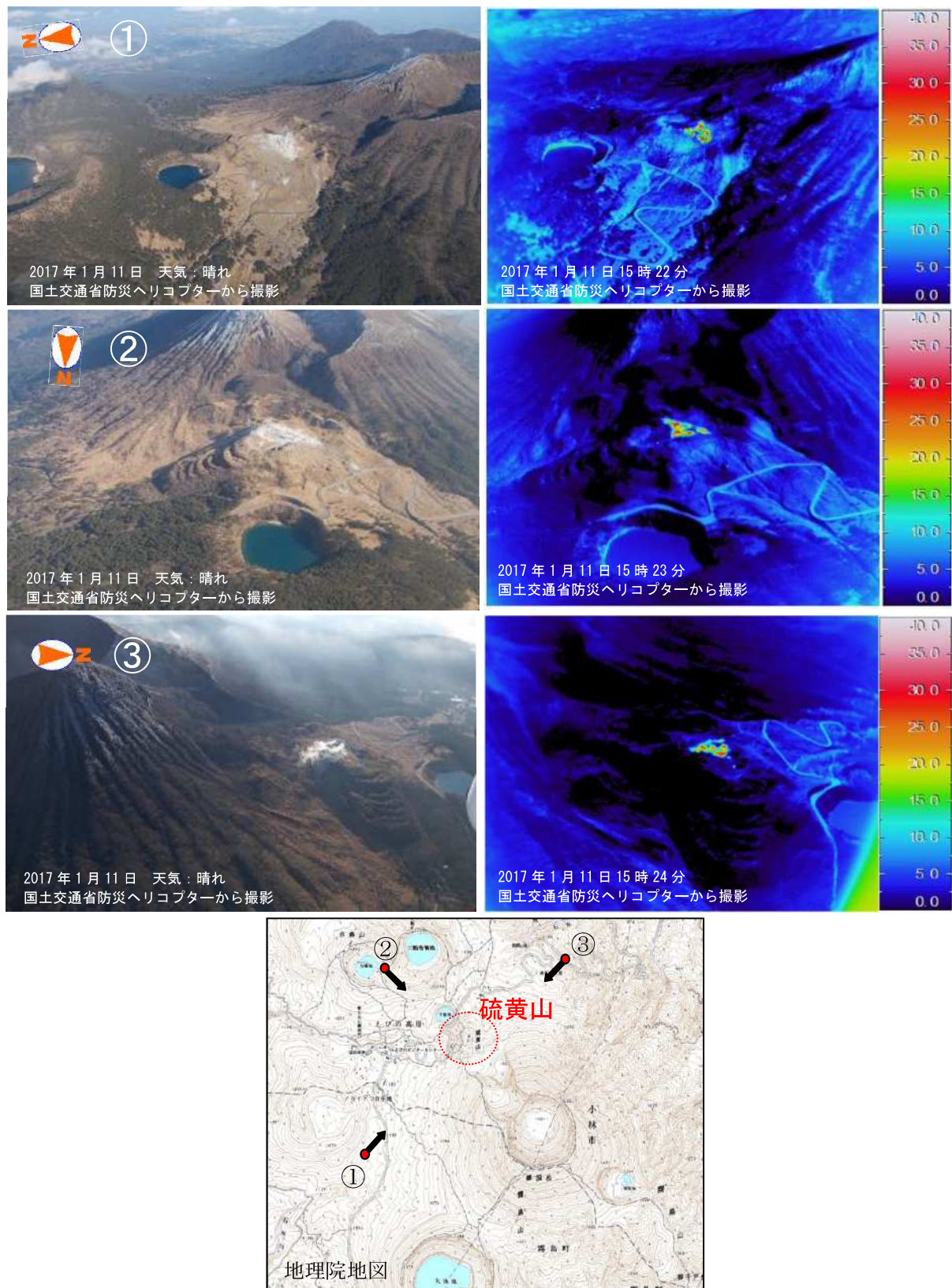


図 7 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの硫黄山付近の状況の比較  
可視画像（左図）と地表面温度分布図（右図）及び撮影位置図（下図）

これまでの現地調査で確認されていた噴気及び熱異常域を上空からも確認した。

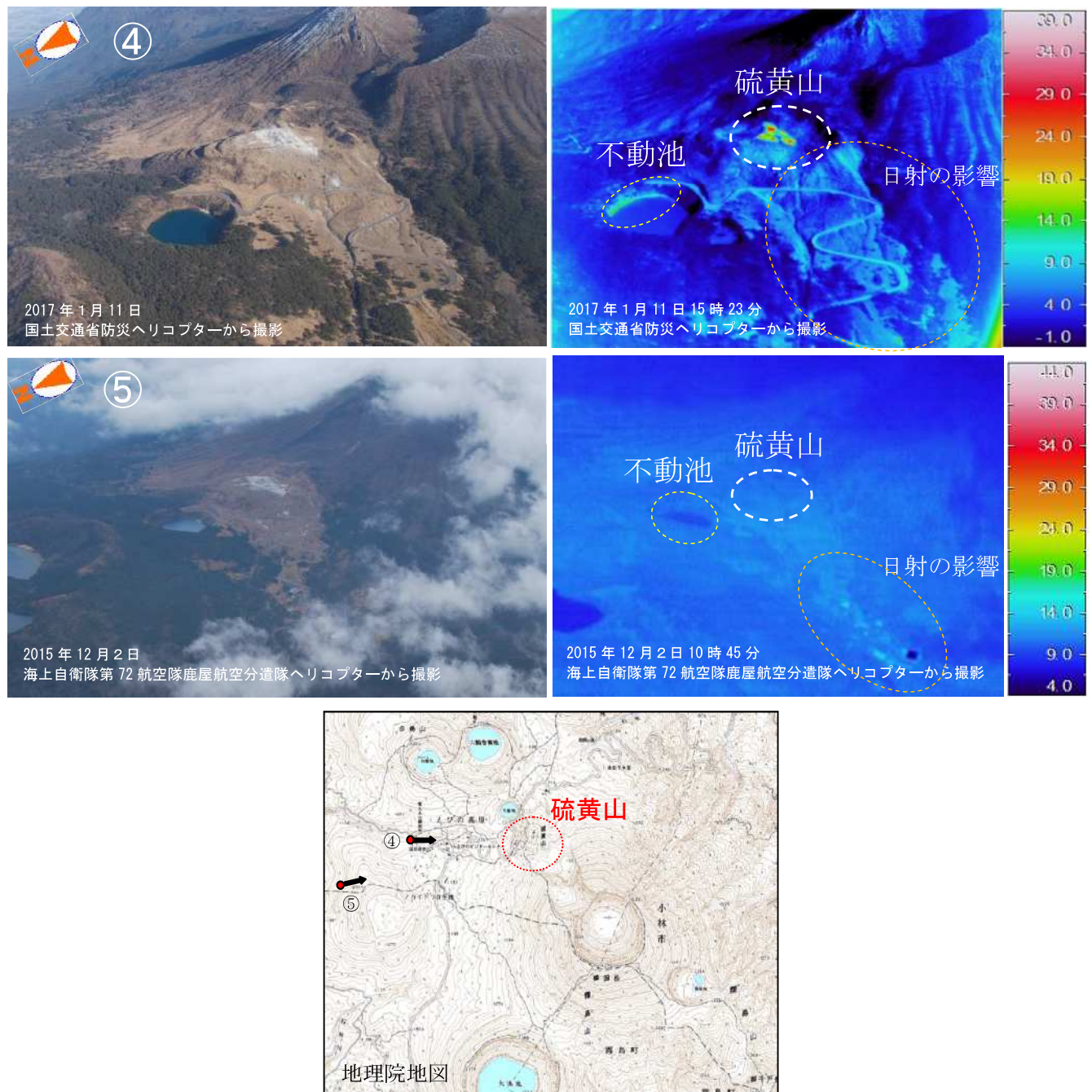


図 8 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 上空からの硫黄山付近の状況の比較  
可視画像（左図）と地表面温度分布図（右図）及び撮影位置図（下図）  
上段：今回（2017 年 1 月 11 日）、下段：前回（2015 年 12 月 2 日）

- ・これまでの現地調査で確認されていた噴気及び熱異常域を上空からも確認した。
- ・前回はまだ噴気が確認されていない状況であり、熱異常域も認められない。



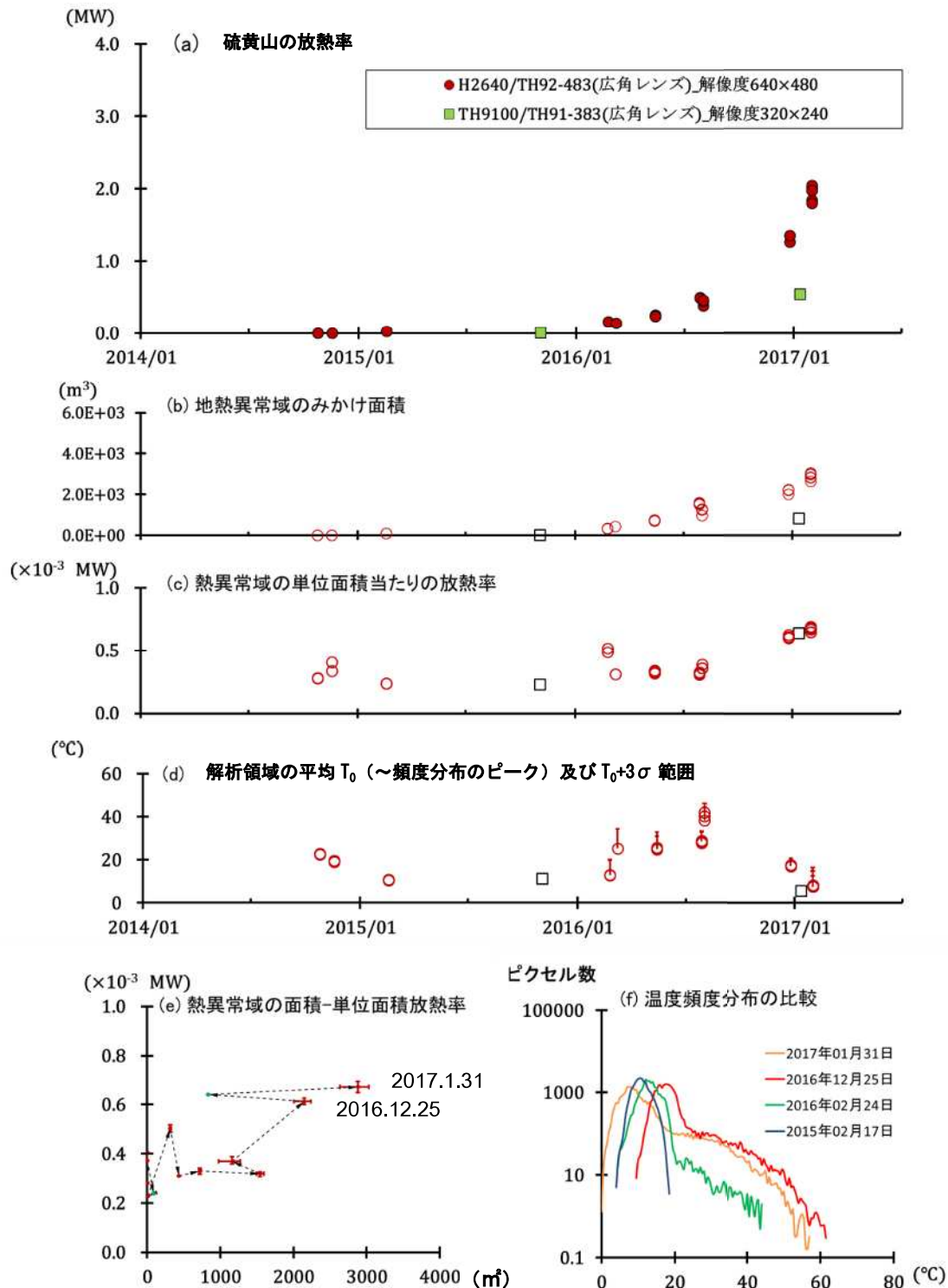


図 9 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 地表面温度分布より算出した硫黄山の放熱率の推移（2014 年 10 月～2017 年 1 月）

- ・ 2016 年始め頃から硫黄山の南側で放熱率の増加が認められる。
- ・ 少なくとも 2016 年 11 月頃までは、主に熱異常域の面積増加により放熱率が増加している。
- ・ 2016 年 12 月 25 日と比べ 2017 年 1 月 31 日の放熱率は増加している。これは気象条件の違いと算出方法に起因する差であると考えられる。(f)に示したとおり、気象条件に大きな影響を受けないと考えられる高温域の面積は、やや減少している。

\* 図 2 に示した観測データを用い、Sekioka and Yuhara (1978) の手法により、放射による放熱率を算出した。

\* 図 10 の領域 A を解析領域とし、図 10 に示した領域内の温度頻度分布の平均値  $T_0$  と偏差  $\sigma$  から、 $T_0+3\sigma$  以上を明らかな地熱異常域と見なした。



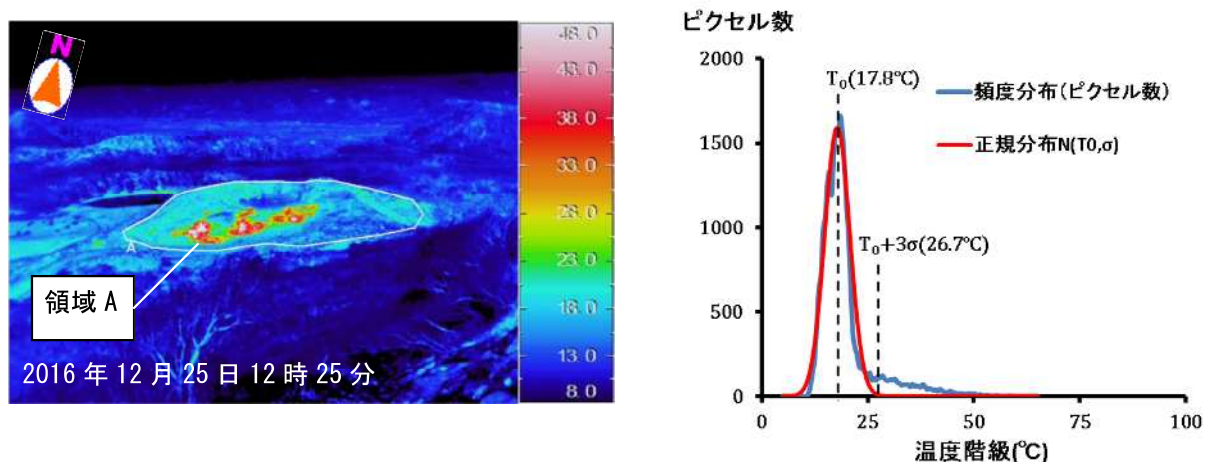
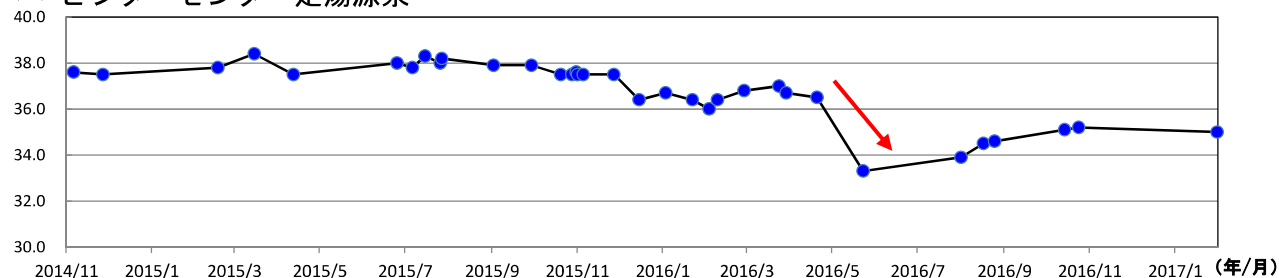


図 10 霧島山えびの高原（硫黄山）周辺 図 9 に示した硫黄山の放熱率算出の解析領域と温度分布の例（2016 年 12 月 25 日 12 時 25 分）

\* 左図の領域 A 内を解析領域とした。

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

(°C) ビジターセンター足湯源泉



(°C) 旧市営露天風呂

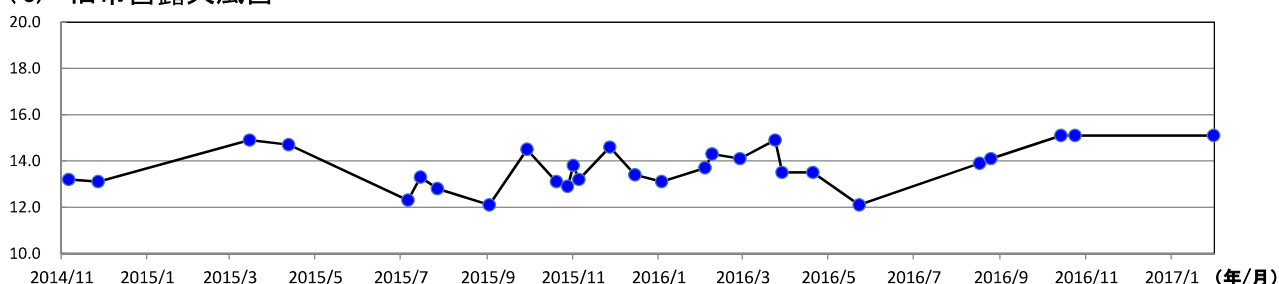


図 11 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 水温の時系列変化

- ・ 2016 年 10 月 14 日、24 日及び 2017 年 1 月 31 日に水温観測を実施した。
- ・ ビジターセンター足湯源泉の水温は、2016 年 5 月に温度の低下が認められたが、7 月以降は回復傾向が認められる。
- ・ 旧市営露天風呂の水温は、これまでの観測の変動範囲で変化し、特段の変化は認められない。

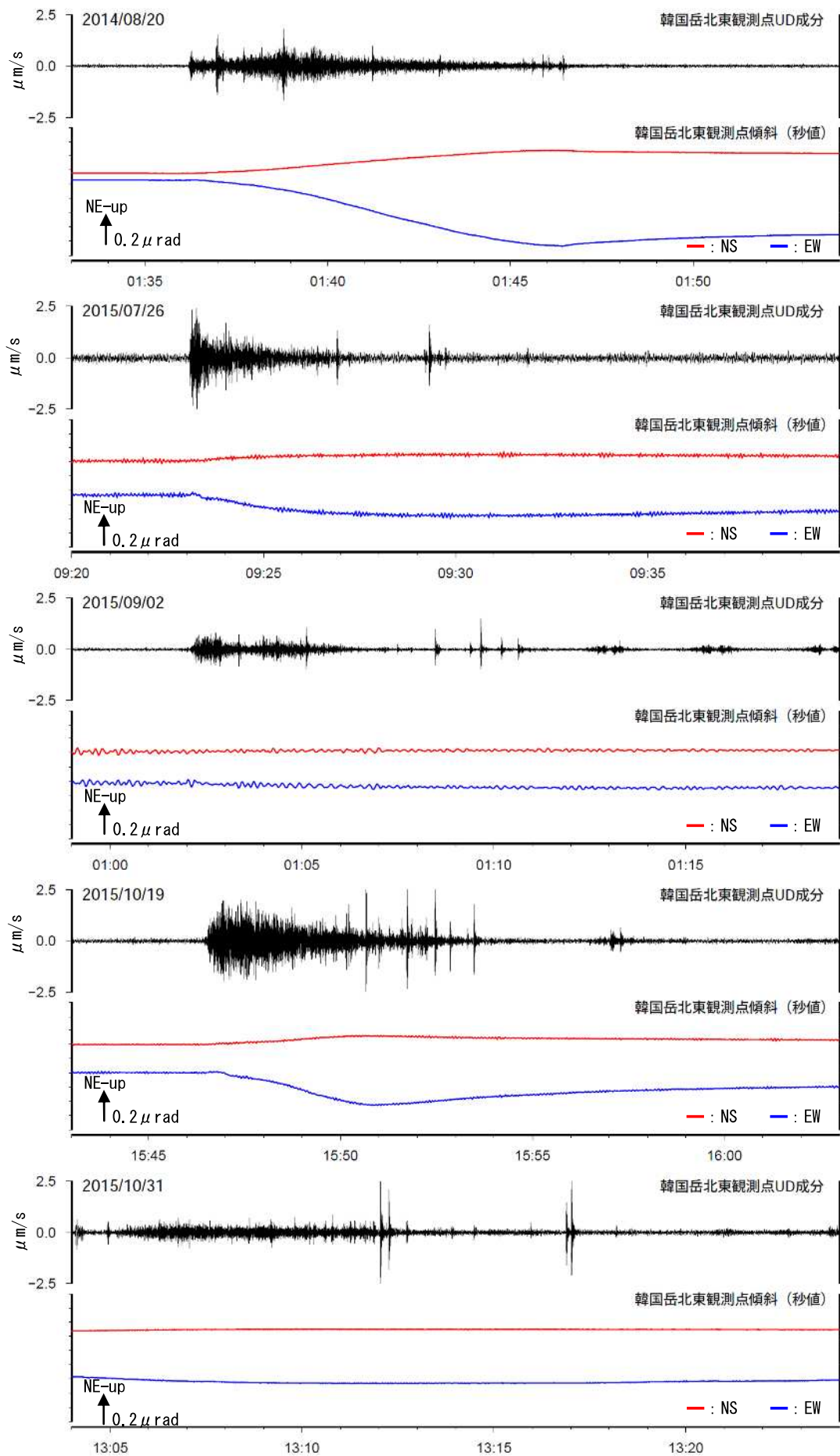


図 12-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性微動の震動記録と傾斜記録

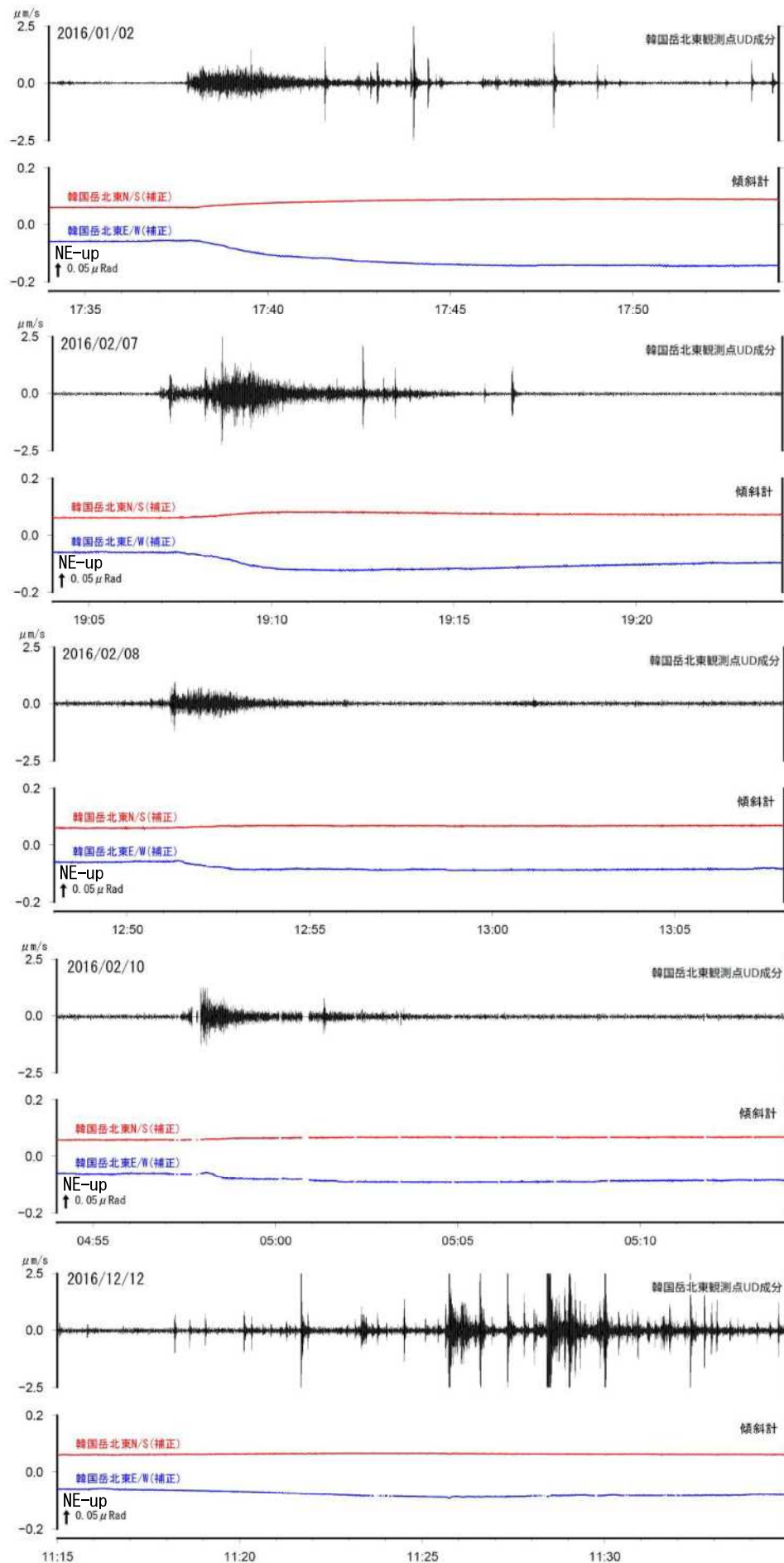


図 12-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性微動の震動記録と傾斜記録



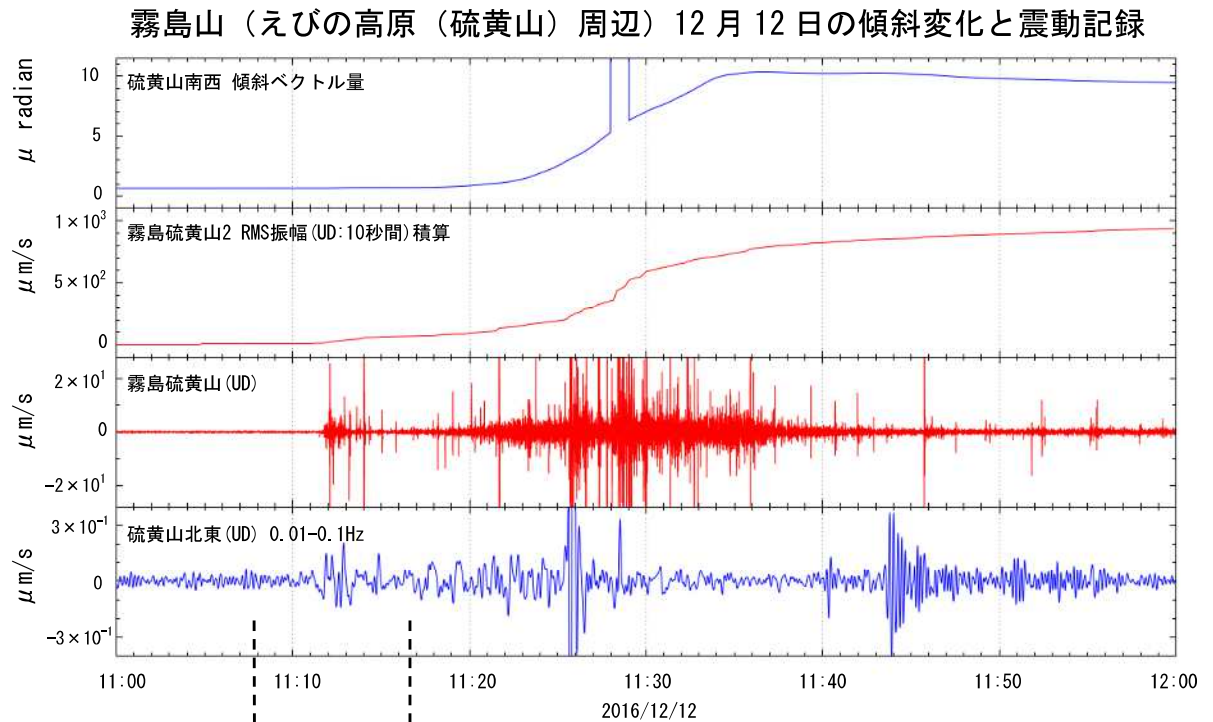


図 13 全体図 (11 時 00 分～12 時 00 分)

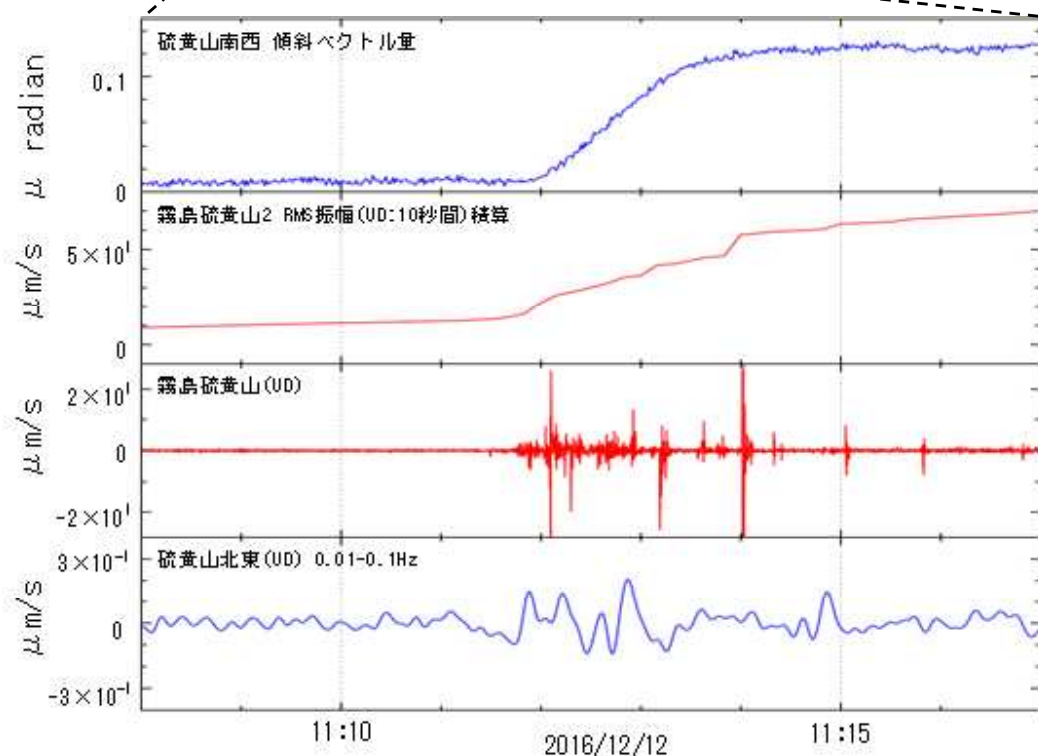
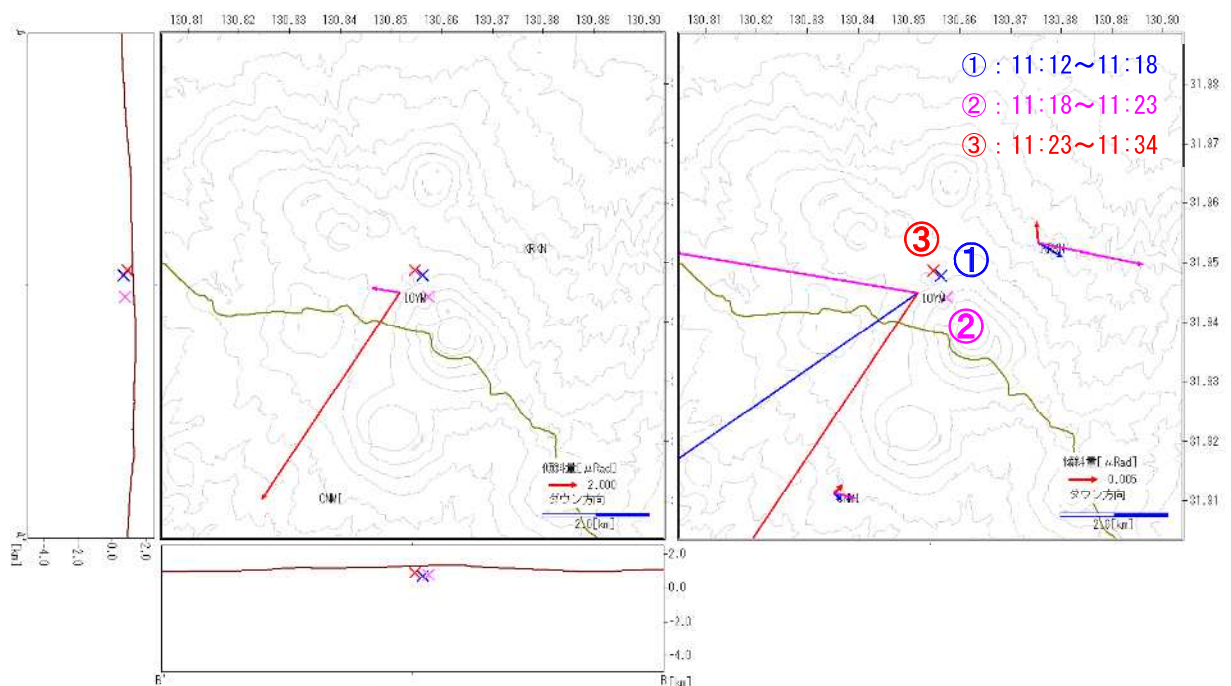
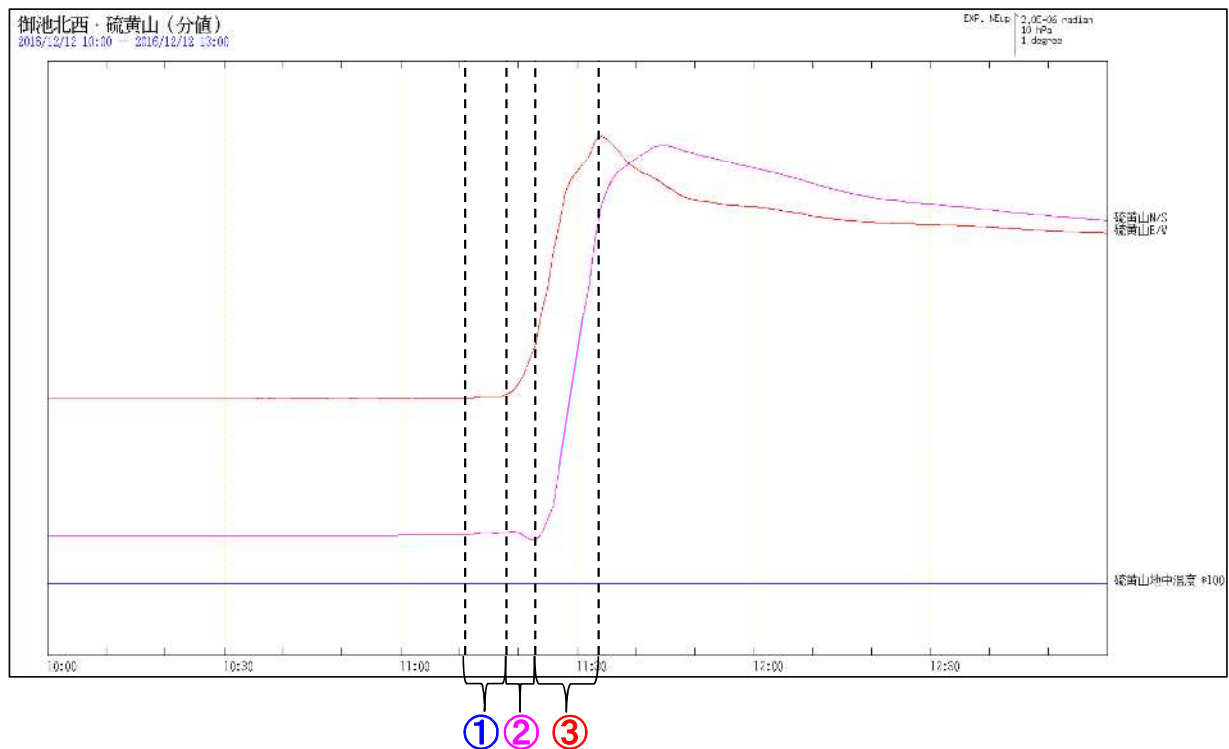


図 14 拡大図 (11 時 08 分～11 時 17 分)

地震及び長周期パルスにやや遅れて明瞭な傾斜変化が始まっているように見える。



- × : ①～③それぞれの傾斜変化について推定した茂木モデルの位置 (対応した色の矢印は観測値の傾斜ベクトル)
- ① : 標高 700m  
 $\Delta V 2.0 \times 10^2 \text{ m}^3$
  - ② : 標高 800m  
 $\Delta V 2.0 \times 10^3 \text{ m}^3$
  - ③ : 標高 900m  
 $\Delta V 1.2 \times 10^4 \text{ m}^3$

図 15 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) 12 月 12 日 11 時 10 分からの傾斜変動における圧力源の時空間変化図 (12 月 12 日 10 時～13 時)

硫黄山南西傾斜計から見て、圧力源が反時計回りに移動したように推察される。

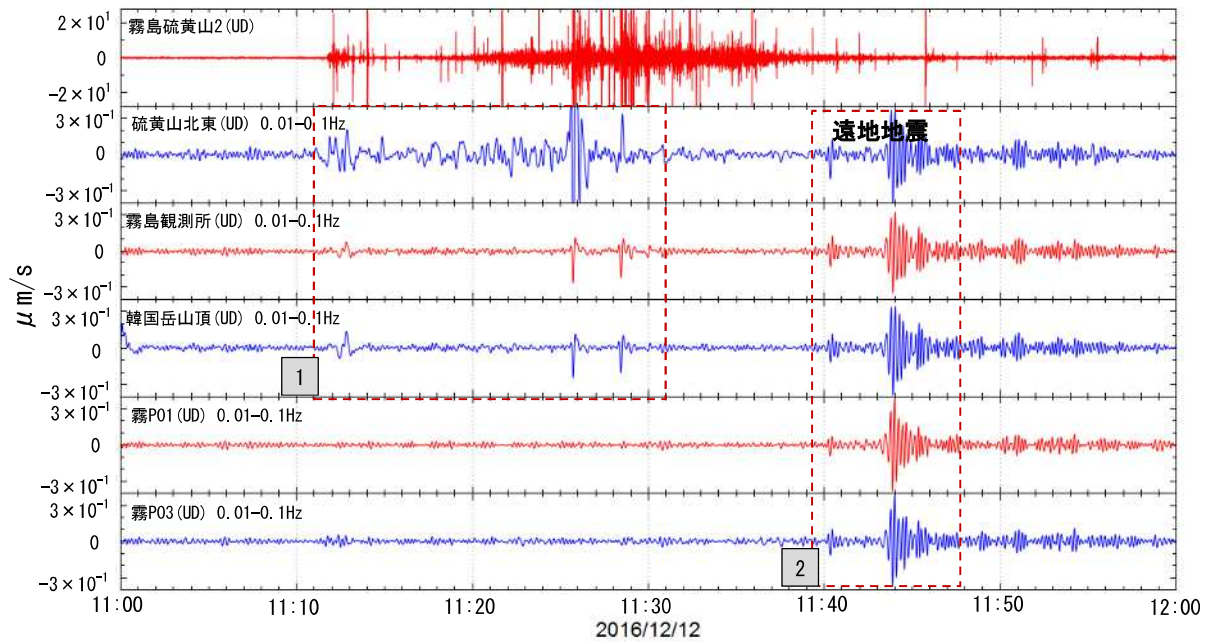


図 16 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 12 月 12 日に発生した長周期地震波形（12 月 12 日 11 時 00 分～12 時 00 分）

- ・パルス状の長周期地震波形 1 は硫黄山近傍で振幅が大きい。また、硫黄山北東の振幅が最も大きいことから、硫黄山の火口直下浅部付近で発生したと考えられる。
- ・長周期地震波形 2 は遠地震。
- ・過去の傾斜変動を伴う微動が発生した際にもパルス状の長周期地震波形と似た震動が発生したことを確認した。

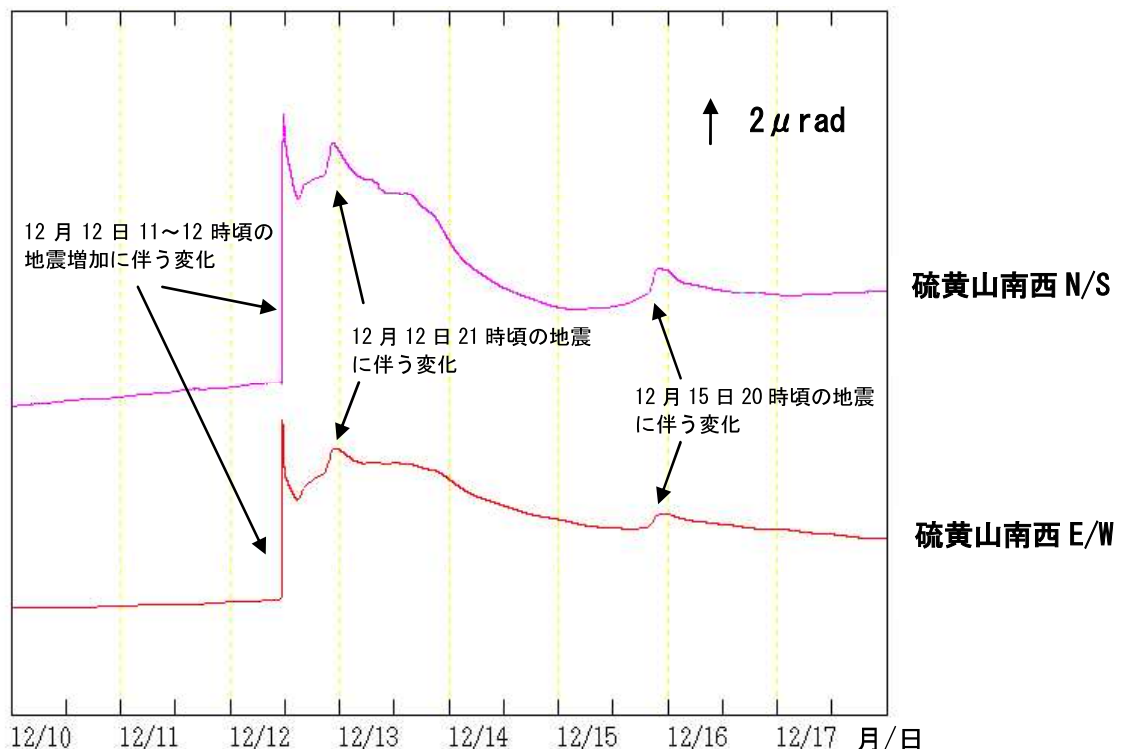


図 17 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山南西観測点で観測された傾斜変化（2016 年 12 月 10 日～12 月 17 日）

- ・12 月 12 日の火山性地震の増加に伴い、山体の隆起を示す傾斜変動が観測された。
- ・12 月 12 日 21 時頃の火山性地震（BL 型）の発生に伴い一時的に山体の隆起を示すわずかな傾斜変動が観測された。
- ・12 月 15 日 20 時頃の火山性地震（BL 型）の発生に伴い一時的に山体の隆起を示すわずかな傾斜変動が観測された。



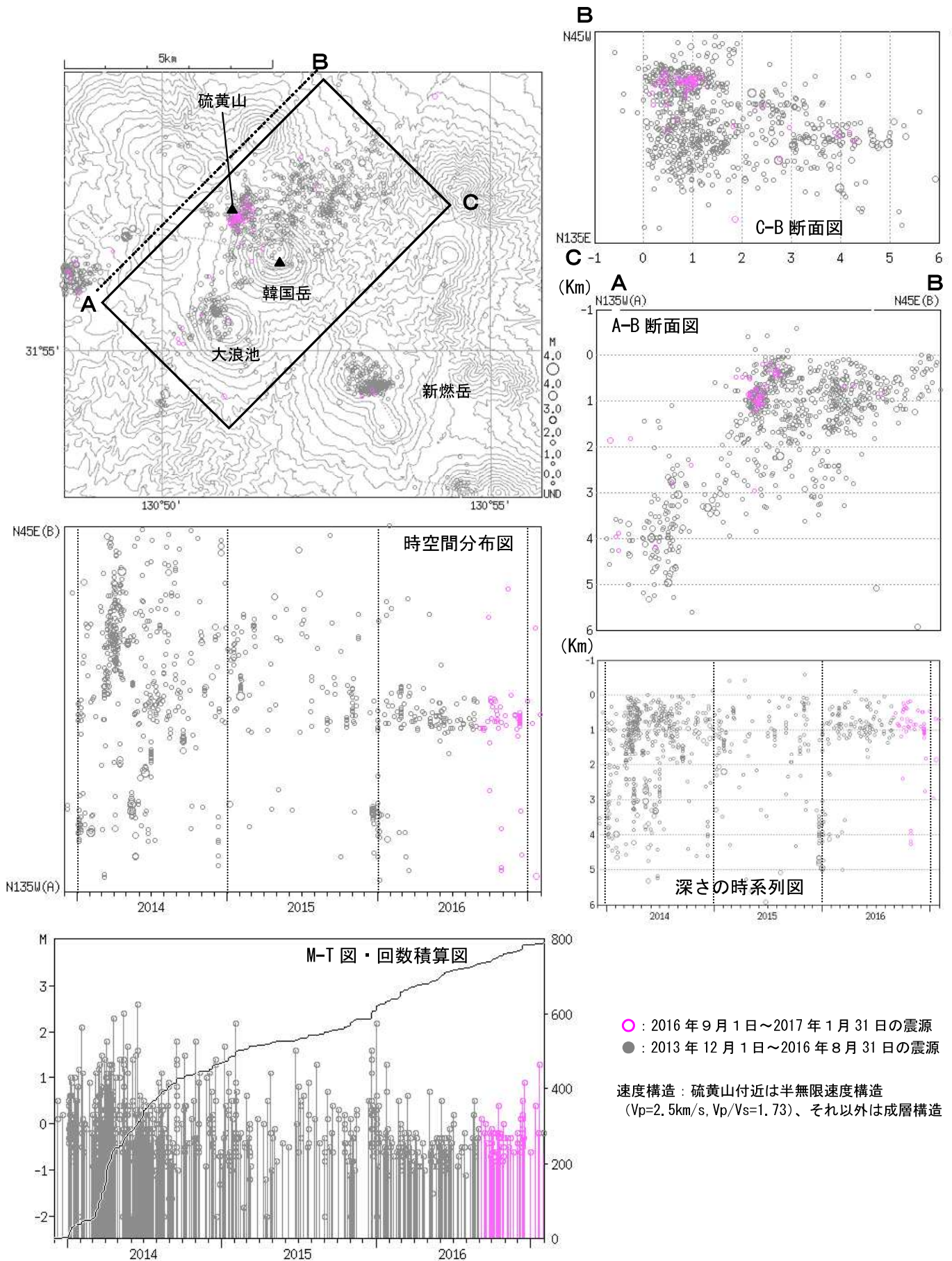


図 18 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震の震源分布  
(2013 年 12 月 ~ 2017 年 1 月 31 日)

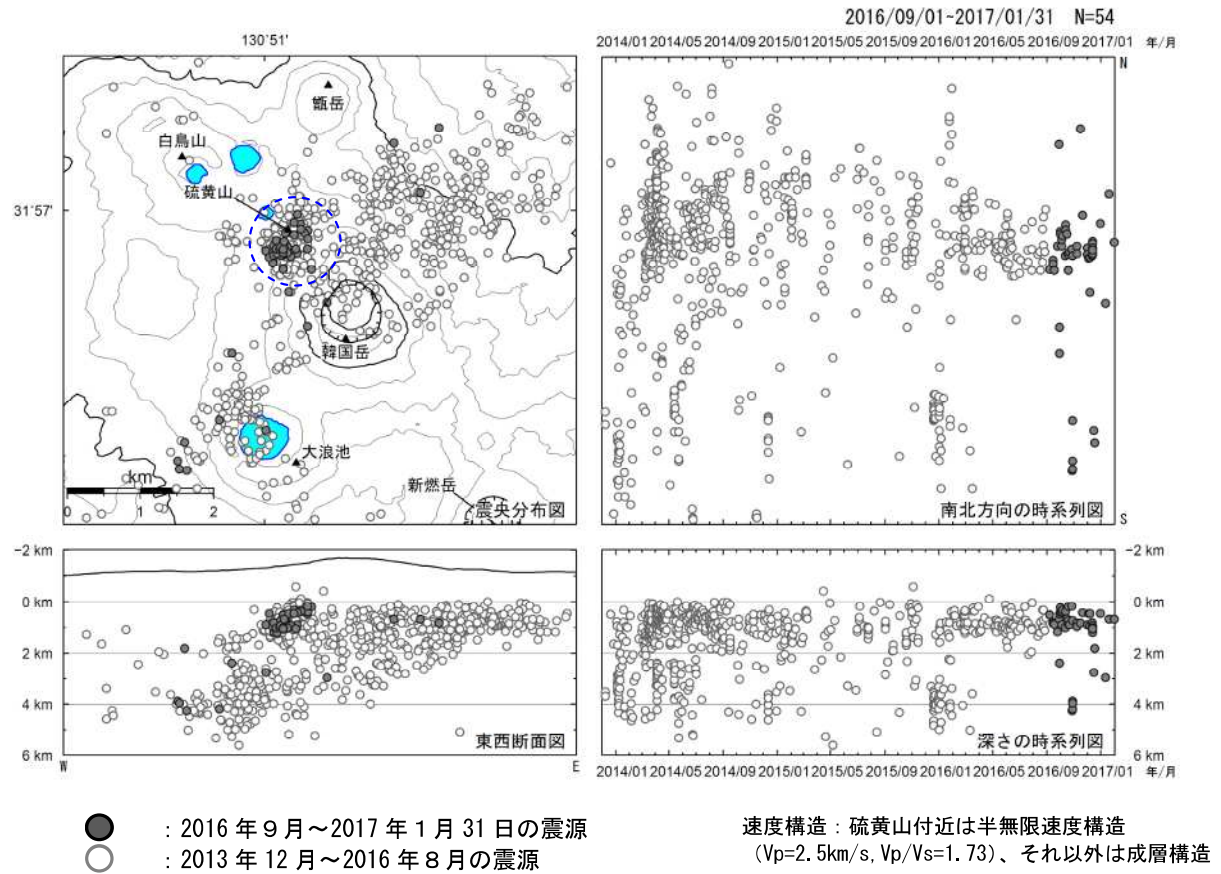


図 19 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 震源分布図  
(2013 年 12 月～2017 年 1 月 31 日)

### <2016 年 9 月～2017 年 1 月 31 日の状況>

震源は、主に硫黄山付近（図の青破線円）の海拔下 0～2 km に分布した。

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

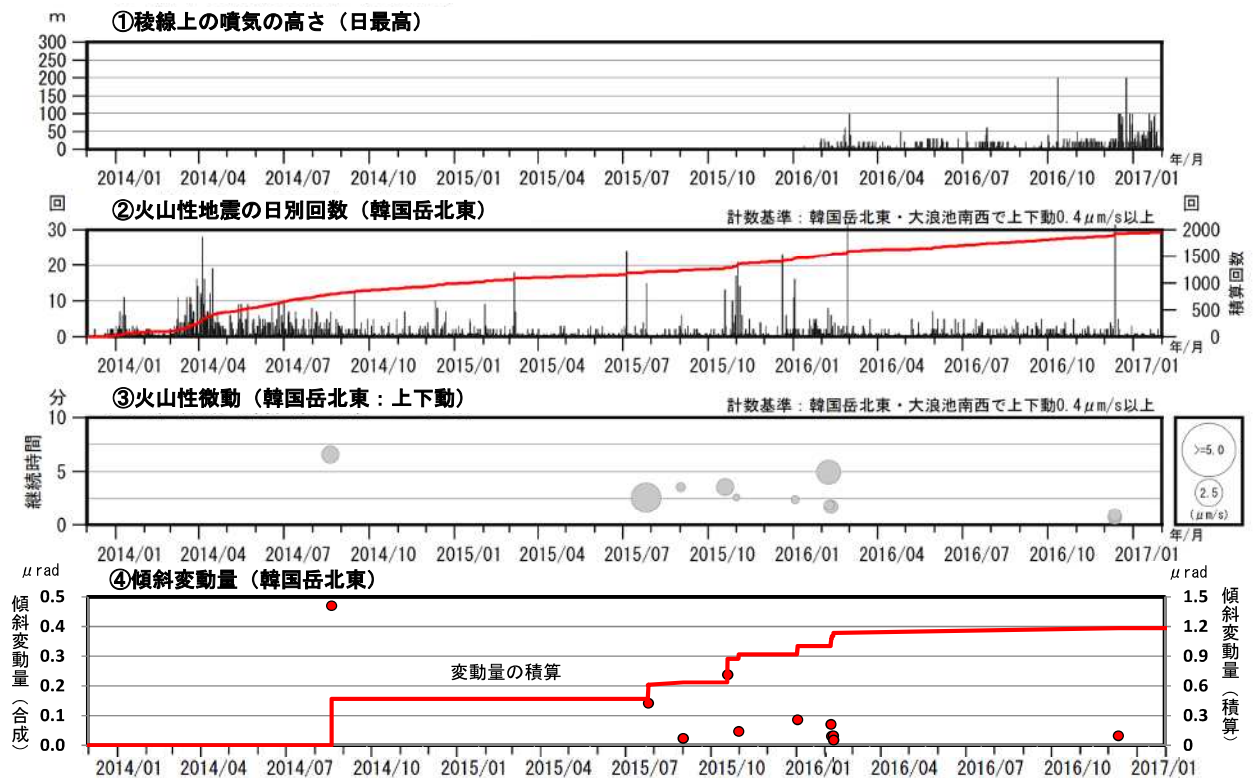


図 20 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山活動経過図  
(2013 年 12 月～2017 年 1 月 31 日)

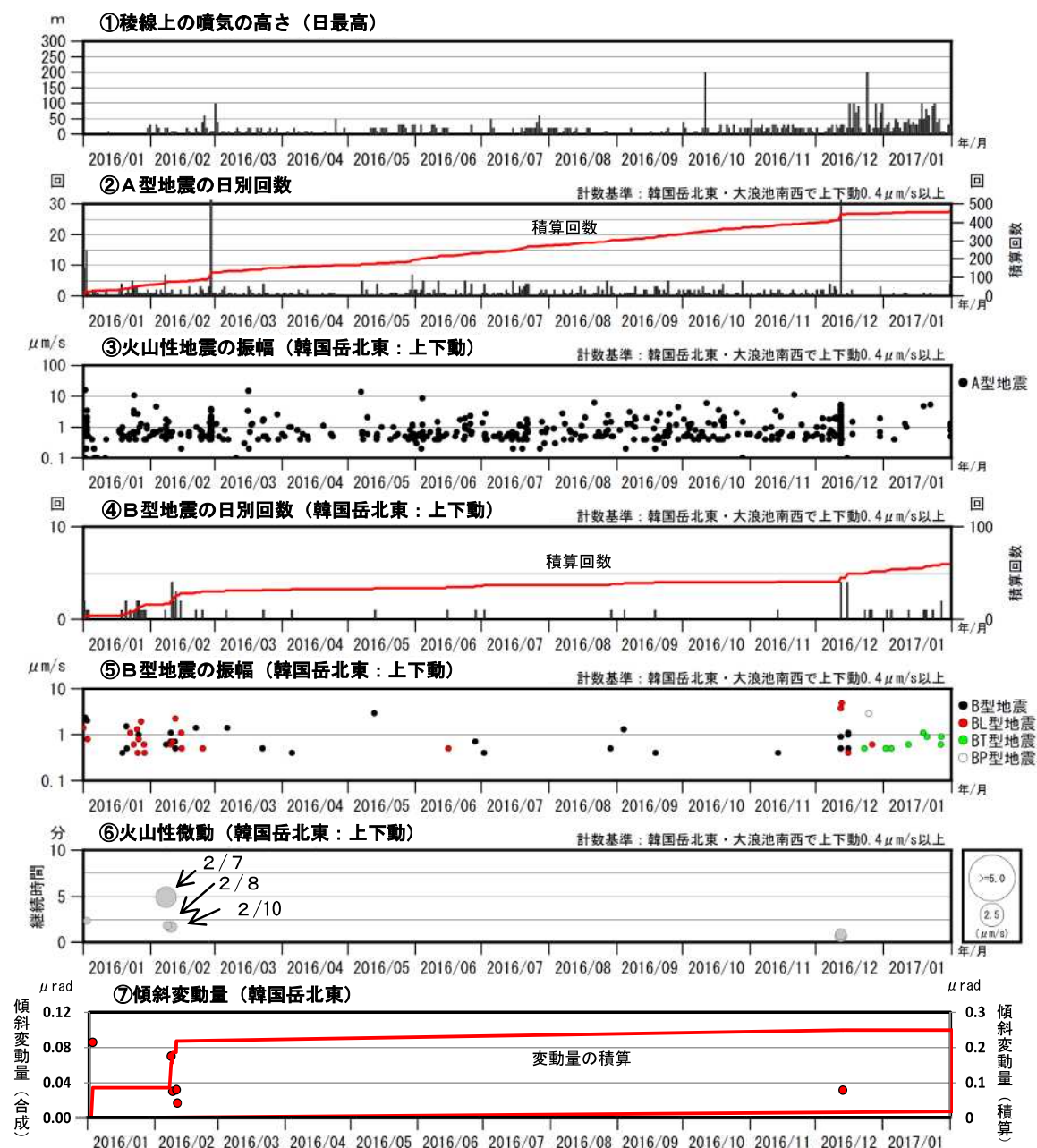


図 21 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）火山活動経過図

(2016 年 1 月～2017 年 1 月 31 日)

&lt;2016 年 9 月～2017 年 1 月 31 日の状況&gt;

- ・噴気が時々観測されており、12 月 16 日から 31 日にかけては噴気の量がやや多くなり一時的に噴気活動の活発化がみられた。2017 年 1 月 1 日以降は、噴気の高さは概ね稜線上 30m で経過した。
- ・火山性地震は、9 月から 11 月まで月回数 40 回未満と少ない状態で経過していたが、12 月 12 日に増加し日回数で 70 回発生した。12 月 13 日以降、火山性地震は少ない状態で経過した。BT 型地震が 2016 年 12 月下旬頃から発生するようになった。

\*えびの高原（硫黄山）周辺の地震は 2013 年 12 月 1 日から計数を開始した。



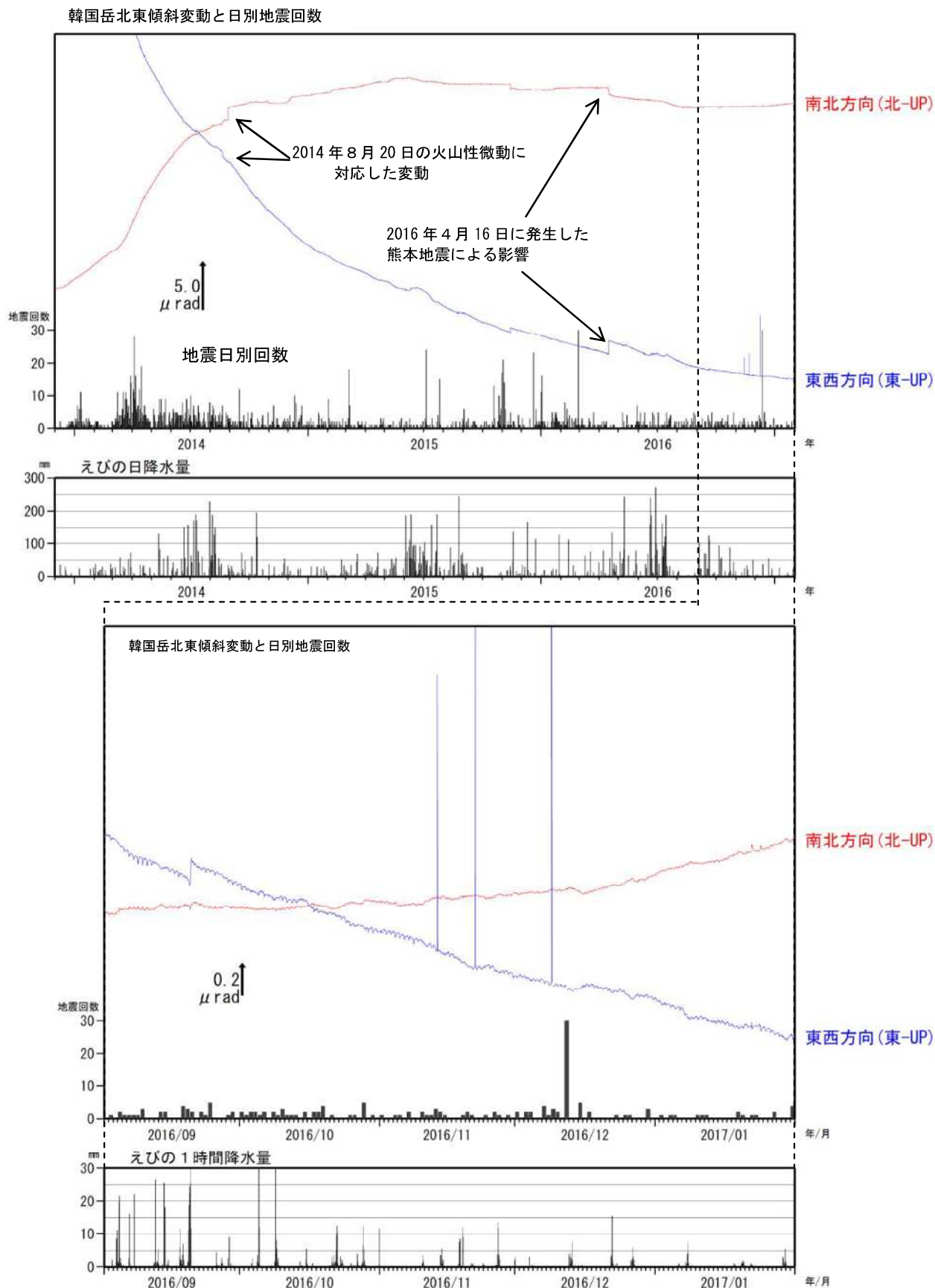


図 22-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 韓国岳北東傾斜計の変化  
(2013 年 12 月～2017 年 1 月 31 日)

<2016 年 9 月～2017 年 1 月 31 日の状況>

長期的には火山活動によると考えられる変動はみられない。

傾斜計の空白部分は障害等による欠測。

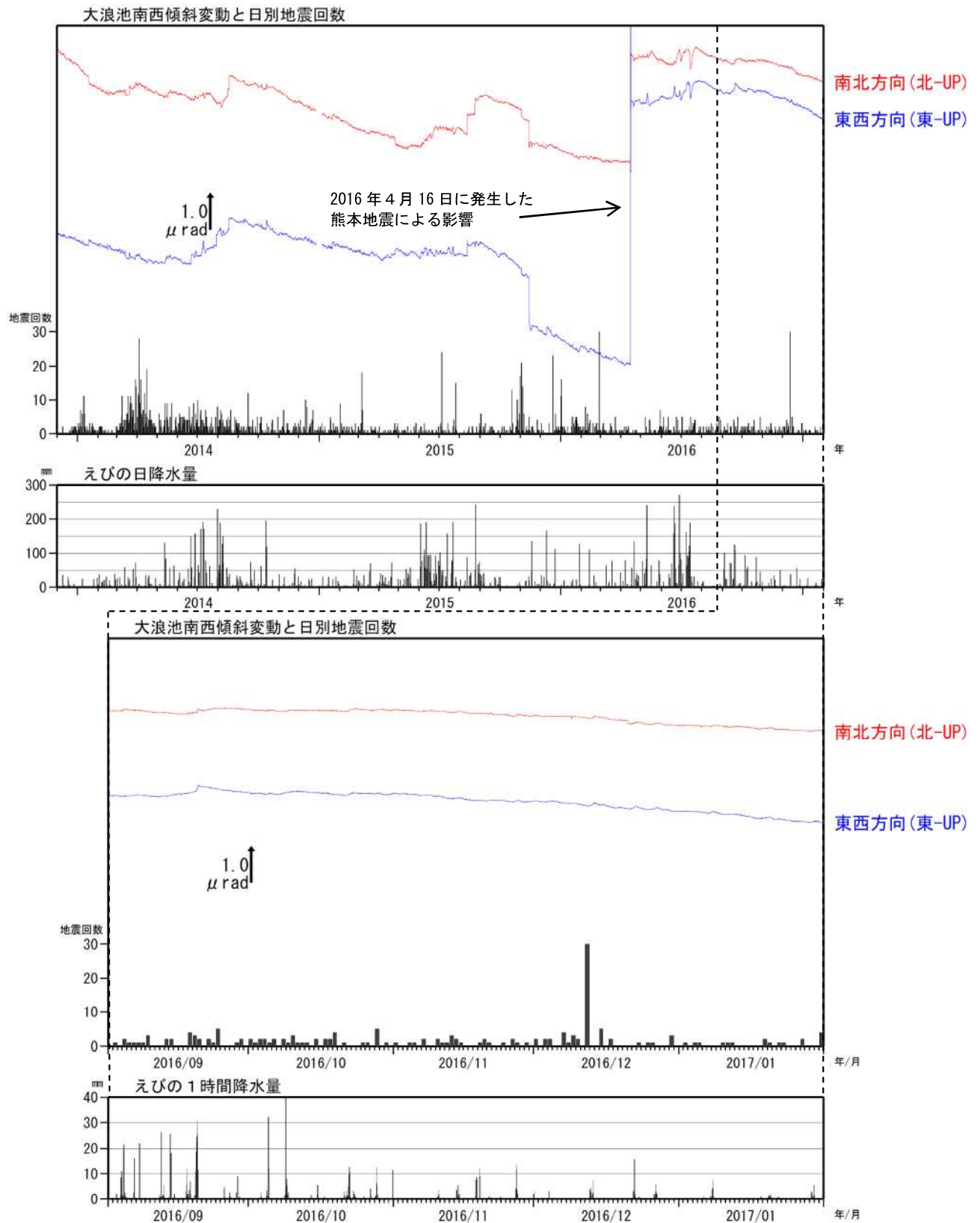


図 22-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 大浪池南西傾斜計の変化  
(2013 年 12 月～2017 年 1 月 31 日)

<2016 年 9 月～2017 年 1 月 31 日の状況>

傾斜計では、長期的には火山活動によると考えられる変動はみられない。

傾斜計の空白部分は障害等による欠測。

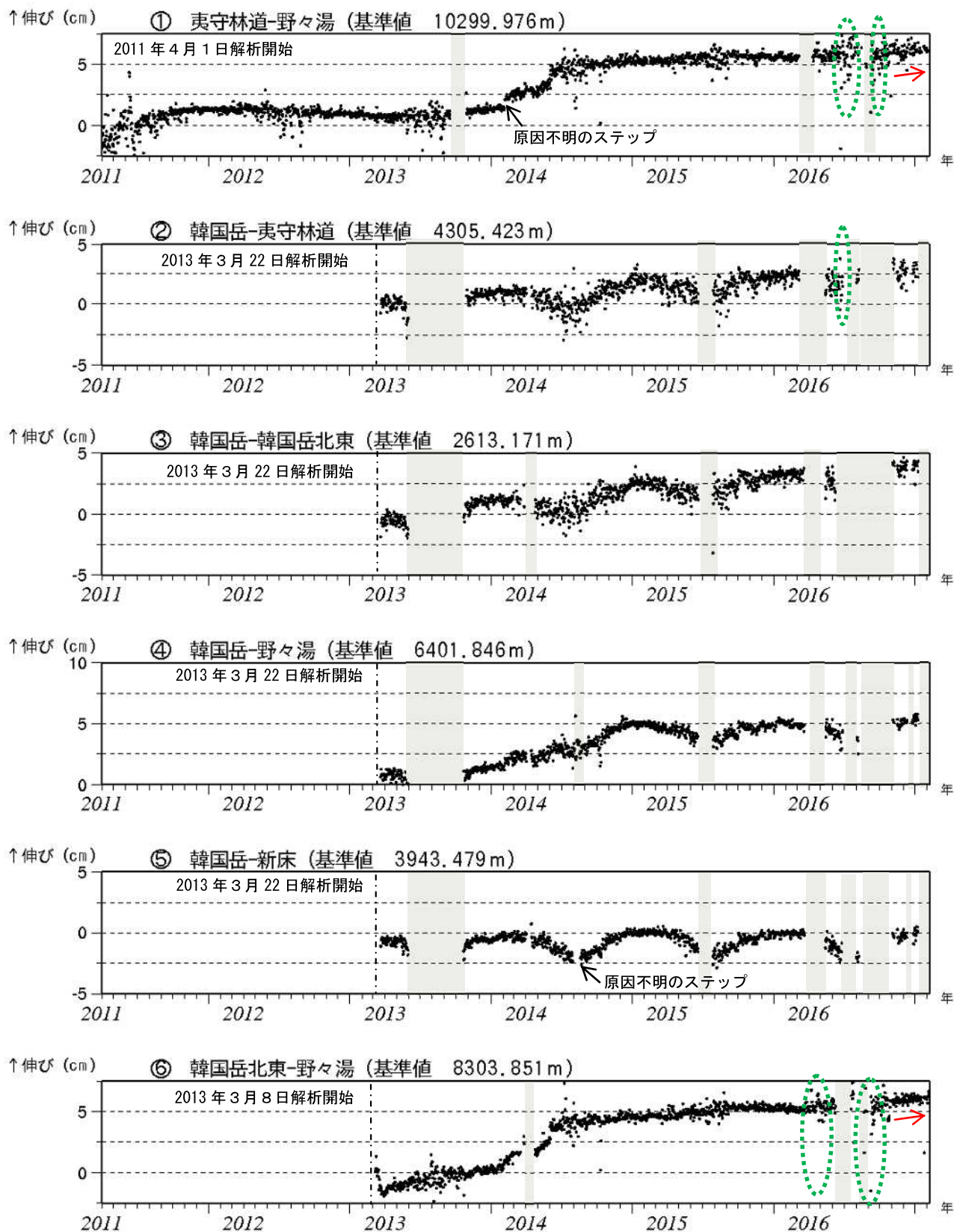


図 23-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2011 年 4 月～2017 年 2 月 7 日)

GNSS 連続観測では、えびの高原（硫黄山）周辺の一部の基線で、2016 年 10 月頃からわずかに伸びの傾向がみられる。

緑色の破線は気象の影響による乱れとみられる。

この基線は図 24 の①～⑥に対応している。



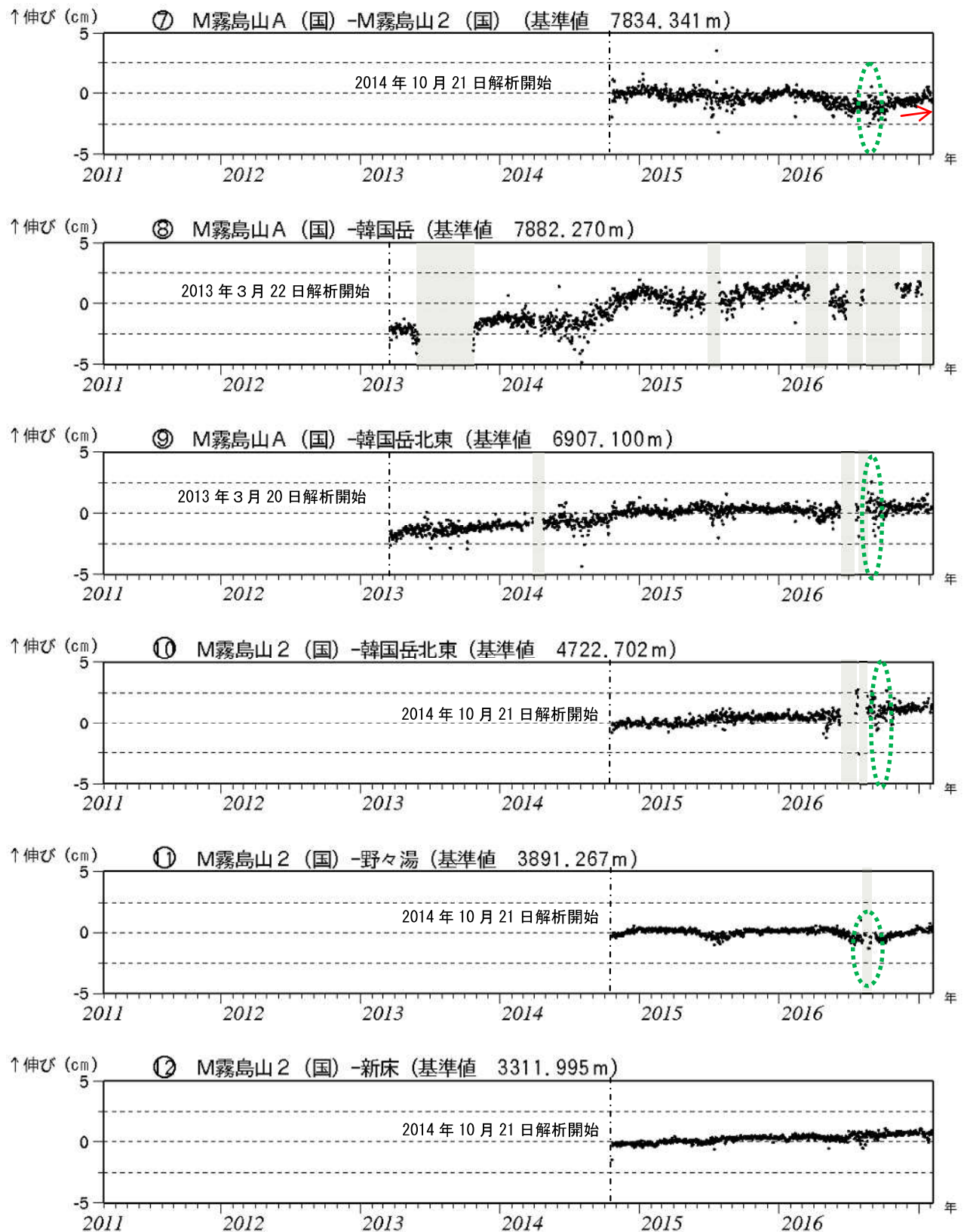


図 23-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 連続観測による基線長変化  
(2011 年 4 月～2017 年 2 月 7 日)

GNSS 連続観測では、えびの高原（硫黄山）周辺の一部の基線で、2016 年 10 月頃からわずかに伸びの傾向がみられる。

緑色の破線は気象の影響による乱れとみられる。  
この基線は図 24 の⑦～⑫に対応している。

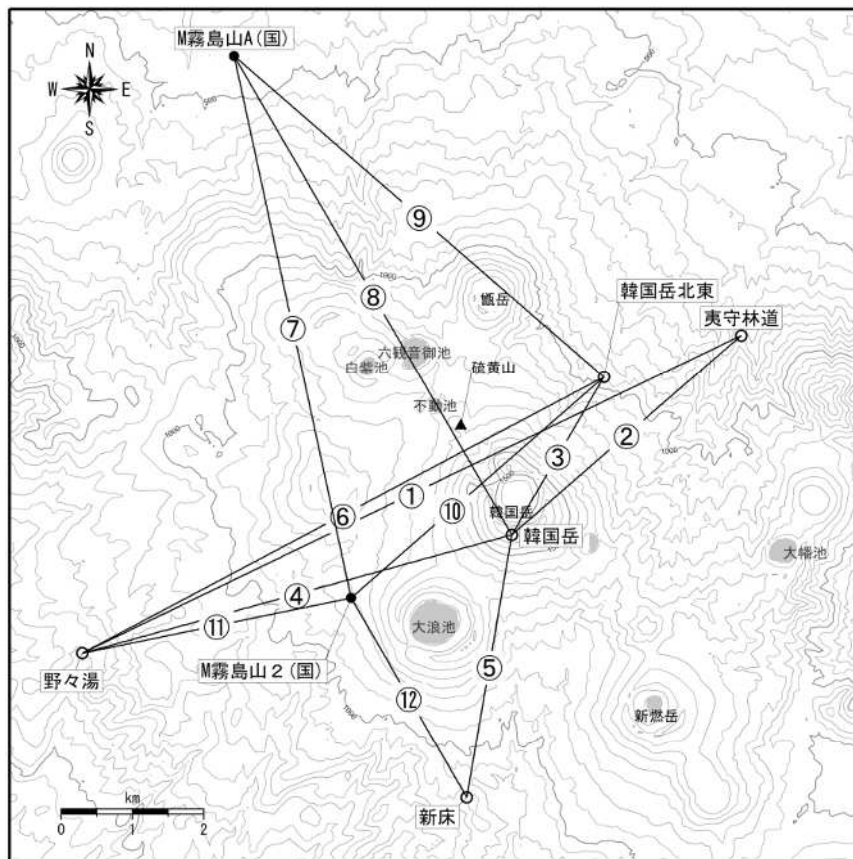


図 24 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 観測点基線図

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

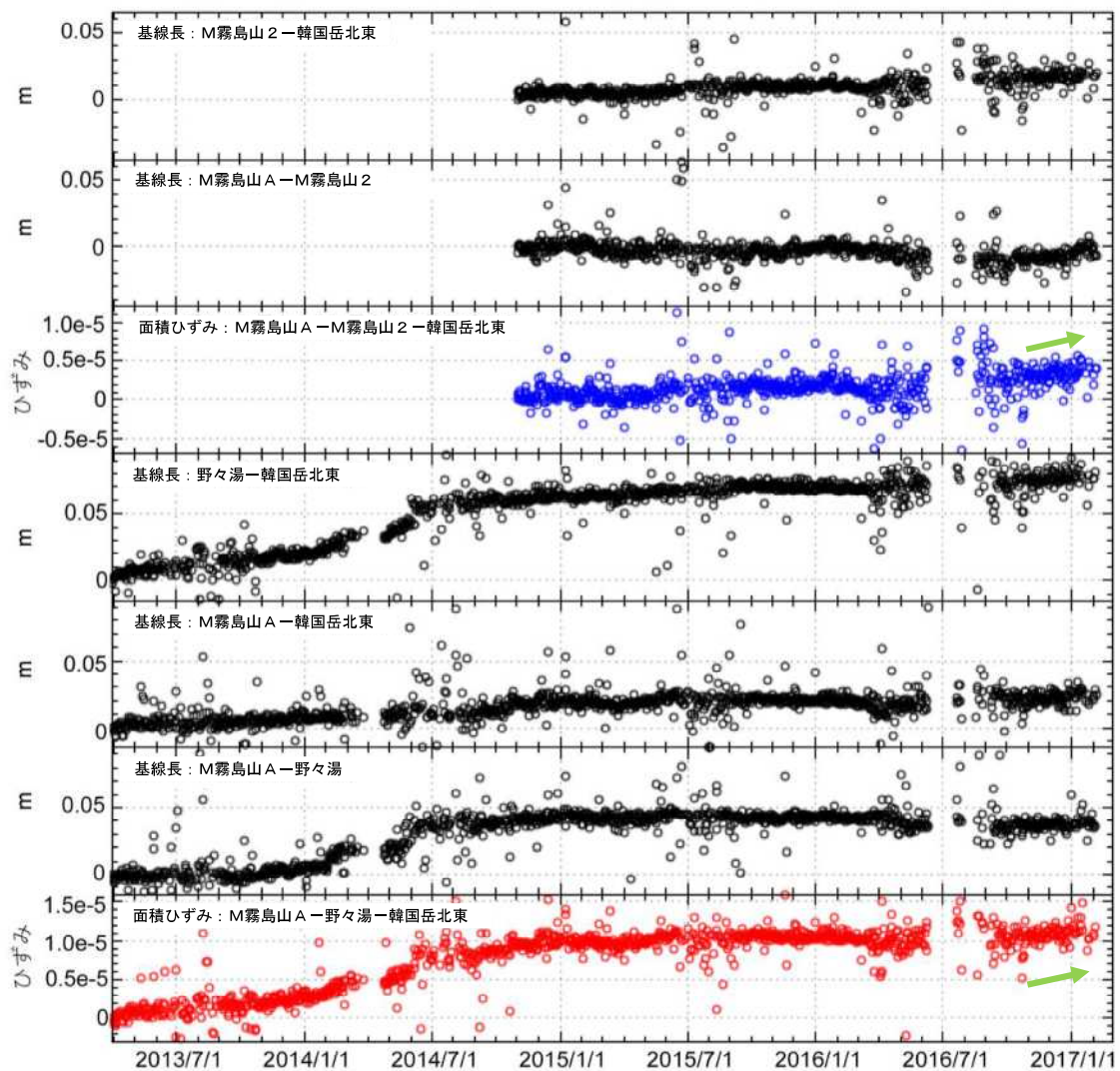


図 25 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）

えびの高原（硫黄山）周辺の基線を用いた面積ひずみ変動経過図

(2013 年 4 月～2017 年 2 月 6 日)

- ・ 青線は硫黄山を取り囲む狭い領域の面積ひずみの変動経過を示す。浅い変動を捉える可能性がある。
- ・ 赤線は硫黄山を取り囲む広い領域の面積ひずみの変動経過を示す。青線よりも深い変動を捉える可能性がある。
- ・ 直近の評価として、青線の面積に僅かながらの膨張がみられる。赤線では 2014 年の膨張レートよりも低い、ごく僅かな膨張のトレンドがみられる。
- ・ 青線と赤線の領域には重なる部分もあるため、赤線の膨張トレンドは浅部（青線に現れる）の膨張の影響が考えられる。

(ある日の面積／開始日の面積) - 1 で計算



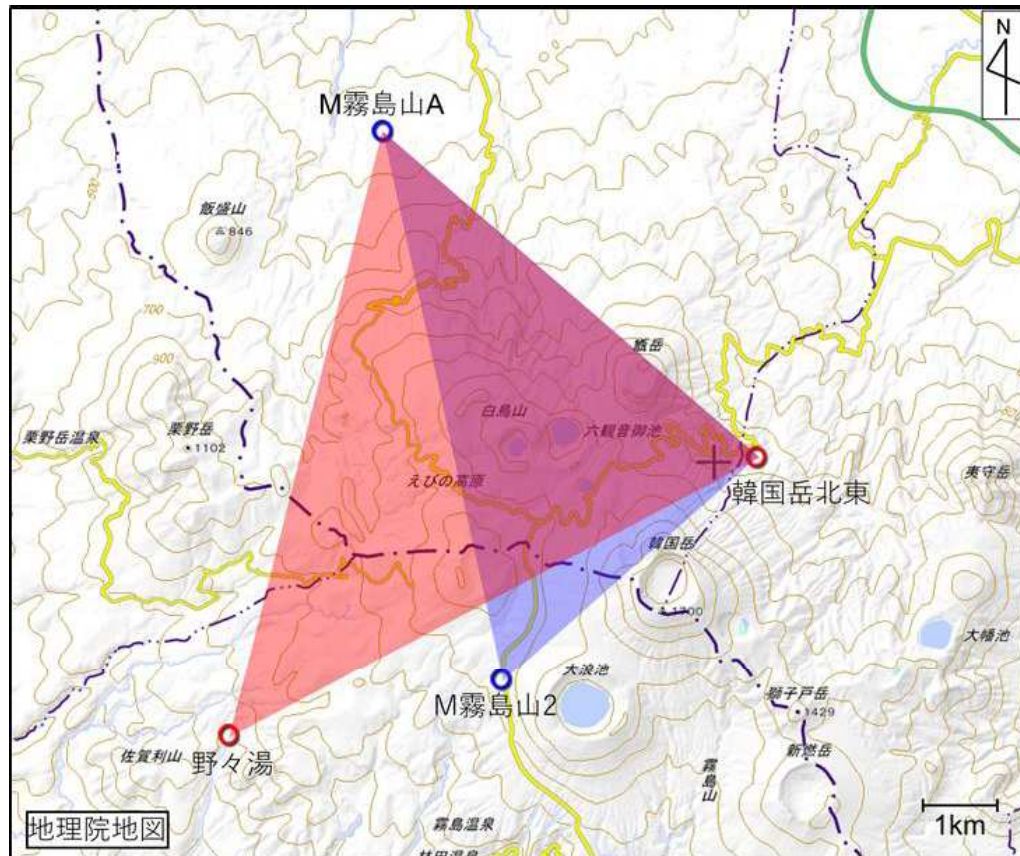


図 26 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 面積ひずみの算出に用いている GNSS 観測点図

## 新燃岳

新燃岳では、火口直下を震源とする火山性地震が時々発生した。

白色の噴煙を時々観測し、噴煙は最高で火口縁上 200m まで上がった。また、西側斜面の割れ目付近及び割れ目の下方からも弱い噴気が上がっており、これらの噴気の周辺で弱い熱異常域を確認した。

GNSS 連続観測によると、新燃岳の北西数kmの地下深くにあると考えられるマグマだまりの膨張を示す地殻変動は、2015 年 1 月頃から停滞している。一方、新燃岳周辺の一部の基線では、2015 年 5 月頃からわずかに伸びの傾向がみられていたが、2015 年 10 月頃から停滞した。

新燃岳ではこれまでも火山性地震が時々発生しており、火口内及び西側斜面では弱い噴気や熱異常域が確認されていることから、今後の火山活動の推移に注意が必要である。

新燃岳火口から概ね 1 km の範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。噴火時には、風下側では火山灰だけでなく小さな噴石（火山れき）が風に流されて降るおそれがあるため注意が必要である。

平成 25 年 10 月 22 日に火口周辺警報（噴火警戒レベル 2、火口周辺規制）を発表した。その後、警報事項に変更はない。

## ○ 概況（2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日）

### ・ 噴煙など表面現象の状況（図 27～37、図 39-①、図 40-①、図 41-①）

新燃岳では、今期間噴火の発生はない。白色の噴煙を時々観測し、噴煙は最高で火口縁上 200m（10 月 30 日）まで上がった。

10 月 18 日に、2011 年の新燃岳の噴火以降初めて、新燃岳火口縁からの現地調査を実施した。火口内は所々から白色の噴煙が上がっており、赤外熱映像装置による観測で、噴気の上がっている周辺が弱い熱異常域となっていることを確認した。

新湯温泉付近からの現地調査では、西側斜面の割れ目付近及び割れ目の下方で引き続き弱い噴気が認められた。また、赤外熱映像装置による観測では、噴気が上がっていた周辺が弱い熱異常域となっていることを確認した。

韓国岳山頂付近からの現地調査でも、火口内及び西側斜面の割れ目で、引き続き弱い噴気が認められた。赤外熱映像装置による観測では、火口内及び西側斜面の割れ目付近の熱異常域を引き続き確認したが、熱異常域の分布に特段の変化は認められなかった。

### ・ 地震や微動の発生状況（図 38、図 39-②③、図 40-③～⑦、図 41-③～⑦）

火山性地震は時々発生し、月回数は 5 回以下と少ない状態で経過した。震源は、新燃岳付近のごく浅い所から海拔下 3 km 付近に分布した。

9 月 17 日に、継続時間が 30 秒程度の振幅の小さな火山性微動が発生した。火山性微動が観測されたのは 2015 年 3 月 1 日以来である。

・地殻変動の状況（図 40-⑧、図 41-⑧、図 42、図 43）

傾斜計では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

GNSS 連続観測によると、新燃岳の北西数kmの地下深くにあると考えられるマグマだまりの膨張を示す地殻変動は、2015 年 1 月頃から停滞している。また、新燃岳周辺の一部の基線では、2015 年 5 月頃からわずかに伸びの傾向がみられていたが、2015 年 10 月頃から停滞している。



図 27 霧島山（新燃岳）噴煙の状況（10 月 30 日、韓国岳監視カメラによる）

10 月 30 日に白色の噴煙が最高で火口縁上 200m まで上がった。

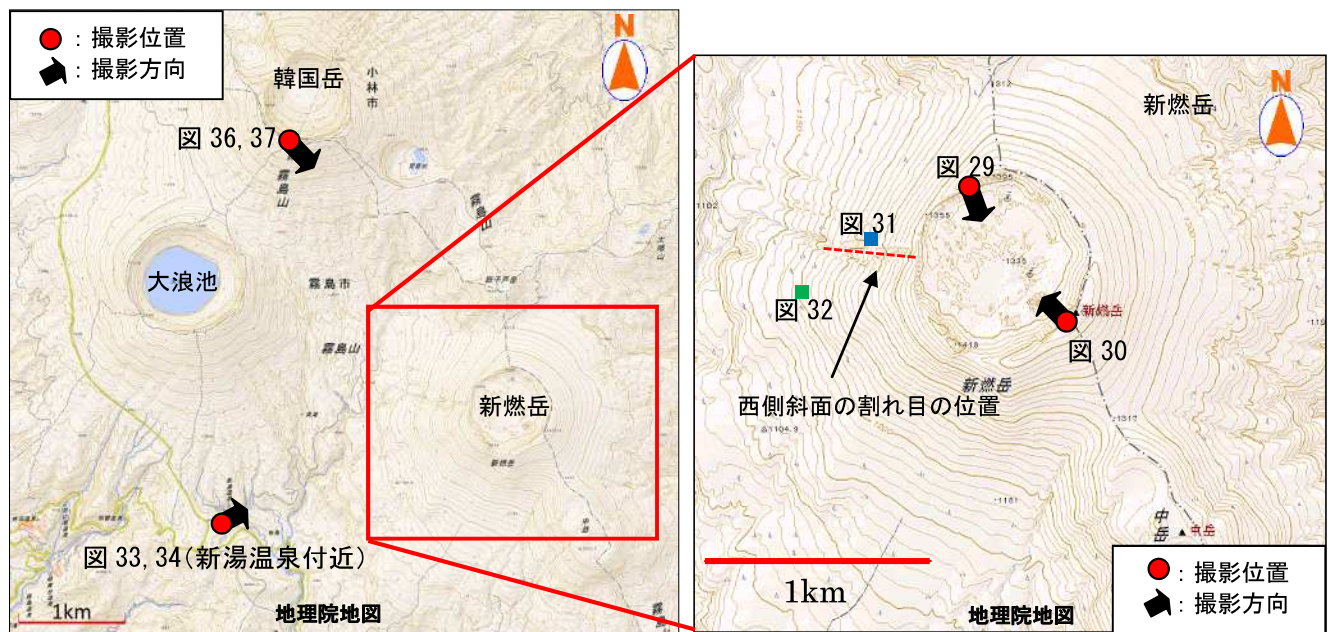


図 28 霧島山（新燃岳） 図 29～図 37 の撮影位置

（●は撮影位置）を、■は西側斜面割れ目の下方の噴気を、■は西側斜面割れ目付近での撮影位置を、矢印は撮影方向を、赤破線は西側斜面の割れ目をそれぞれ示す。）



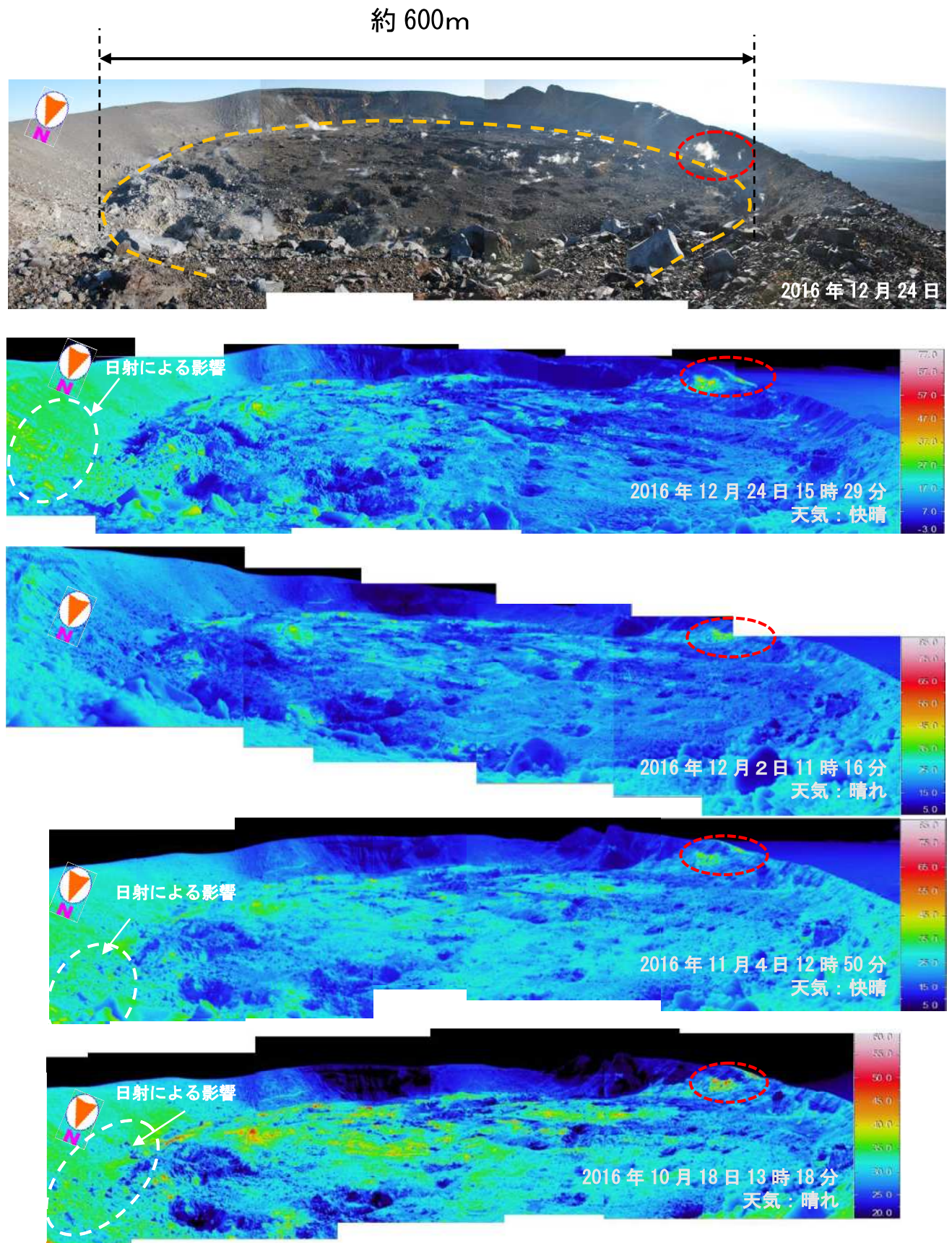


図 29 霧島山（新燃岳） 火口内の可視画像及び地表面温度分布（火口縁北北西側から撮影）

- ・火口内で消散する程度の噴煙が上がっていることを確認した。
- ・火口内に蓄積された溶岩及び火口壁に熱異常域が認められた。
- ・南西側火口壁にある熱異常域（赤破線内）の最高温度は、約 46℃だった。  
火口内に蓄積された溶岩の範囲を橙破線内に示している。



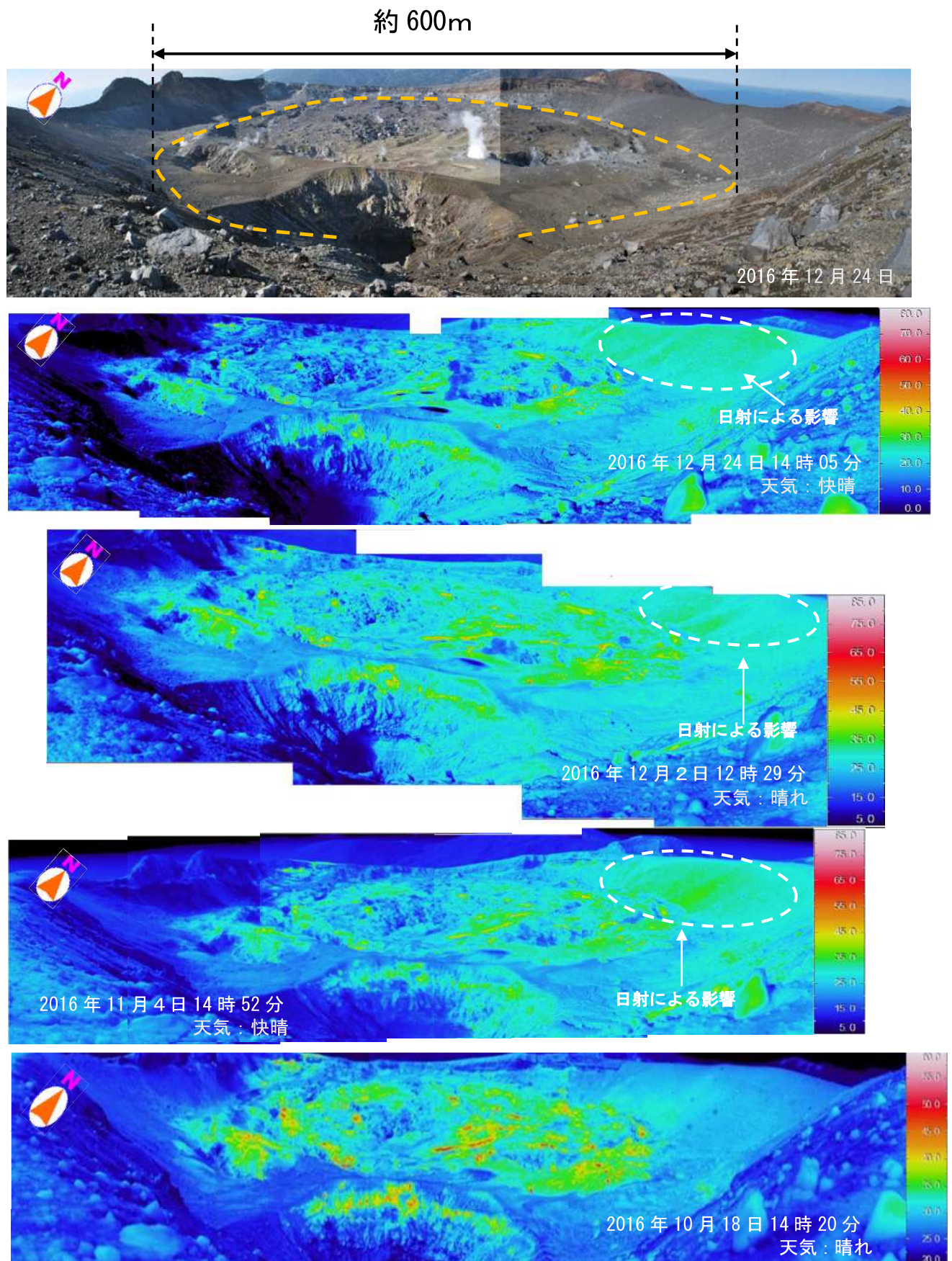


図 30 霧島山（新燃岳） 火口内の可視画像及び地表面温度分布（火口縁南東側から撮影）

- ・ 火口内で消散する程度の噴煙が上がっていることを確認した。
- ・ 火口内に蓄積された溶岩及び火口壁に熱異常域が認められた。  
火口内に蓄積された溶岩の範囲を橙破線内に示している。





図 31 西側斜面割れ目付近における噴気孔の可視画像  
 (図中の橙破線内は火山ガス成分測定を行った噴気孔の位置を示す)

- 西側斜面割れ目付近では引き続き弱い噴気を複数個所で確認した。
- 噴気孔付近の地表面は黄色に変色していた。
- 噴気孔内の地中約 10cm の温度は 94.9℃であった。
- 噴気孔の中にガス検知器を置いたところ、二酸化硫黄は上限値を振り切れた (100ppm 上限)。
- 臭気は硫化水素臭よりも二酸化硫黄臭の方が勝っていた。





図 32 西側斜面割れ目の下方における噴気孔の可視画像  
(図中の橙色破線内は噴気孔の位置を示す)

- 噴気孔の周りでは生温かく感じた。
- 周辺にはいくつかの噴気孔があり噴気が出ていた。
- 噴気の勢いは弱く噴気音は確認できなかった。
- 噴気孔内の地中約 10cm の温度は 92.4℃であった。
- 噴気孔の中にガス検知器を置いたところ、硫化水素、二酸化硫黄ともに検出されなかった。
- 噴気孔からの臭いは土壌成分の臭いがした。

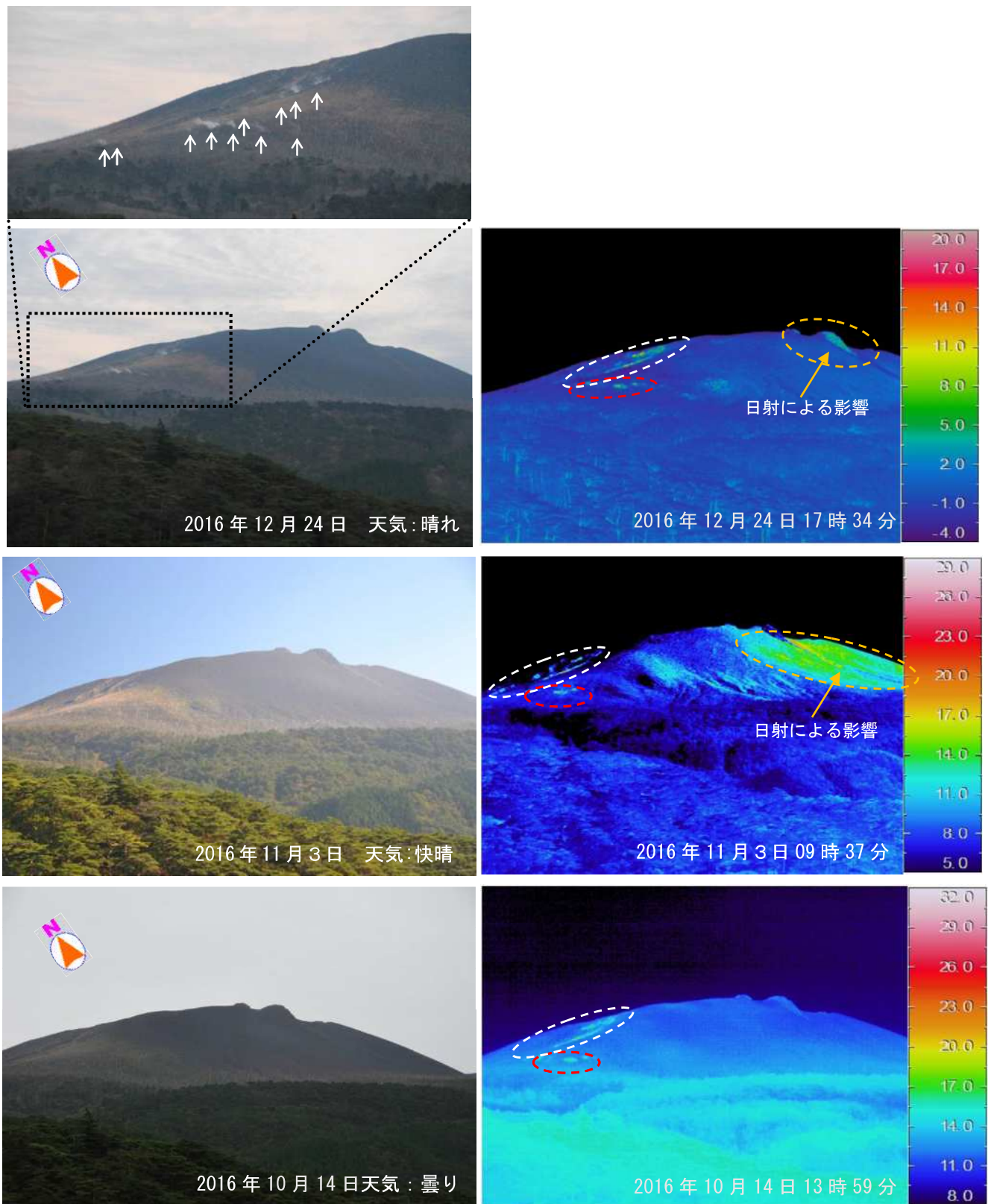


図 33 霧島山（新燃岳） 可視画像および地表面温度分布（新湯温泉付近から撮影）

- ・西側斜面の割れ目付近（白破線内）では、引き続き弱い噴気が認められた。
- ・割れ目の下方（赤破線内）からも、引き続き弱い噴気が上がっていることを確認した。
- ・赤外熱映像装置による観測では、噴気が上がっていた周辺で、弱い熱異常域となっていることを確認した。

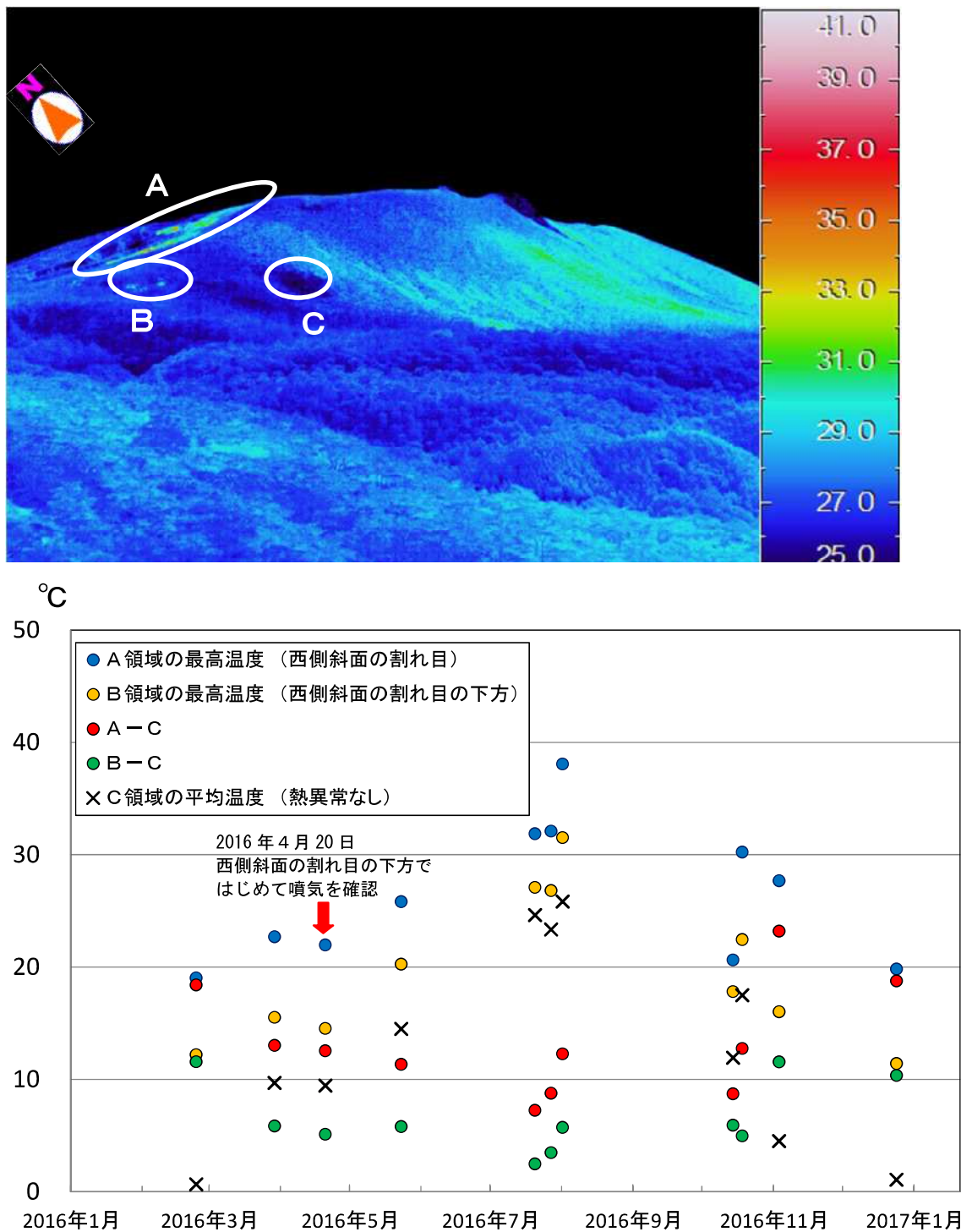


図 34 霧島山（新燃岳） 新燃岳西側斜面の割れ目の熱異常域の温度時系列  
(2016 年 2 月 24 日～2016 年 12 月 24 日：新湯温泉付近から撮影)

- ・新燃岳の西側斜面の割れ目及び割れ目の下方の熱異常域の最高温度の推移は、熱異常のない領域の温度と同様な推移をしていることから、季節変化によるものと考えられる。
- ・西側斜面の割れ目及び割れ目の下方の熱異常域の温度の推移に大きな変化は認められない。

\* なお、2015 年 11 月以降西側斜面の割れ目の下方で弱い熱異常域を観測しているが、広角レンズを使用した観測データは温度時系列から除いた。



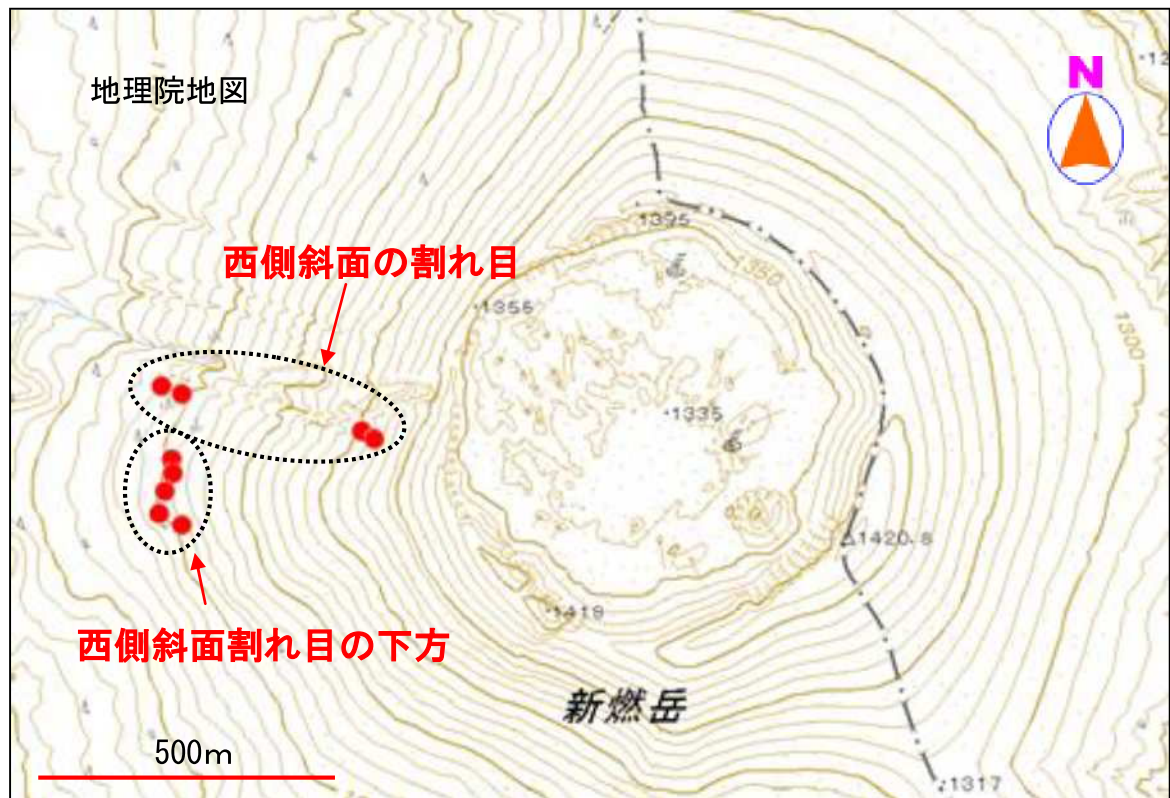


図 35 霧島山（新燃岳） 西側斜面割れ目の下方の噴気位置

2016 年 12 月 24 日の現地調査で確認された、西側斜面割れ目の下方の噴気位置（赤丸）。

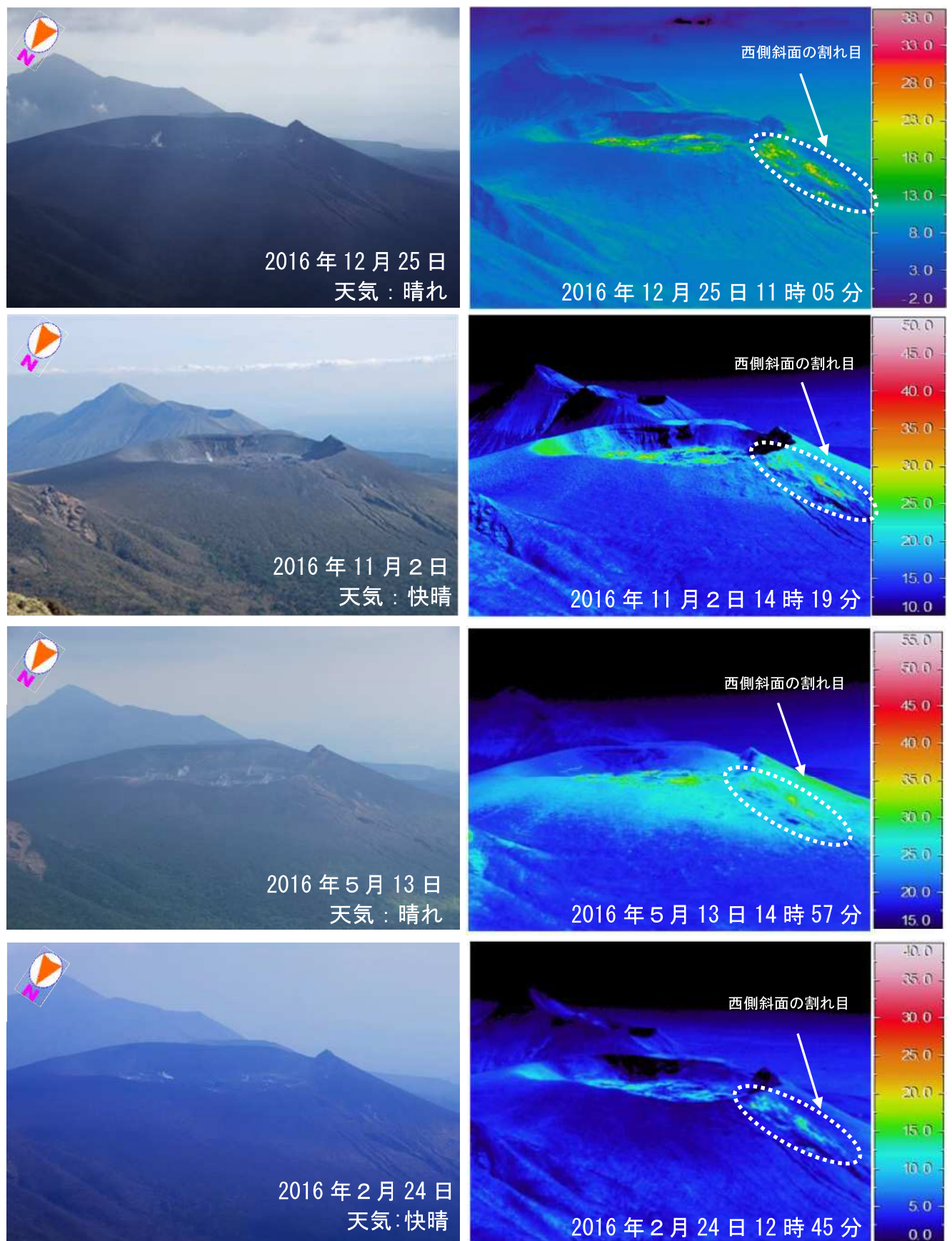


図 36 霧島山（新燃岳） 可視画像及び地表面温度分布（韓国岳山頂から撮影）

- ・韓国岳山頂からの観測では、火口内及び西側斜面の割れ目で、引き続き弱い噴気が認められた。
- ・赤外熱映像装置による観測では、火口内及び西側斜面の割れ目で、やや温度の高い部分が観測されたが、熱異常域の分布に特段の変化は認められなかった。

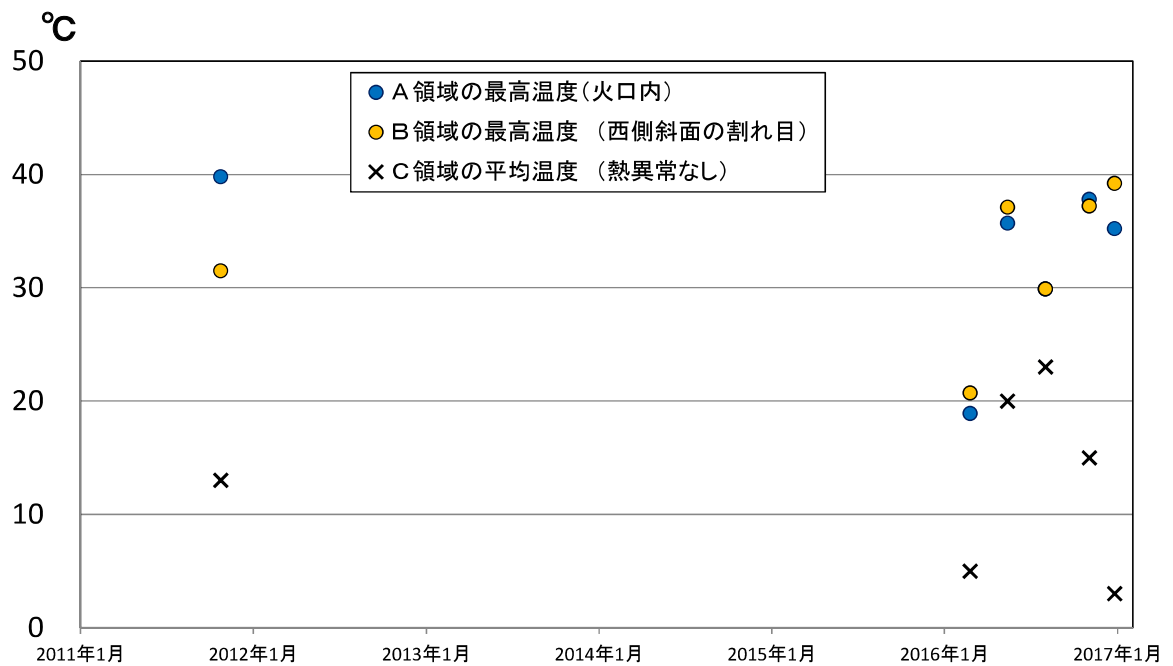
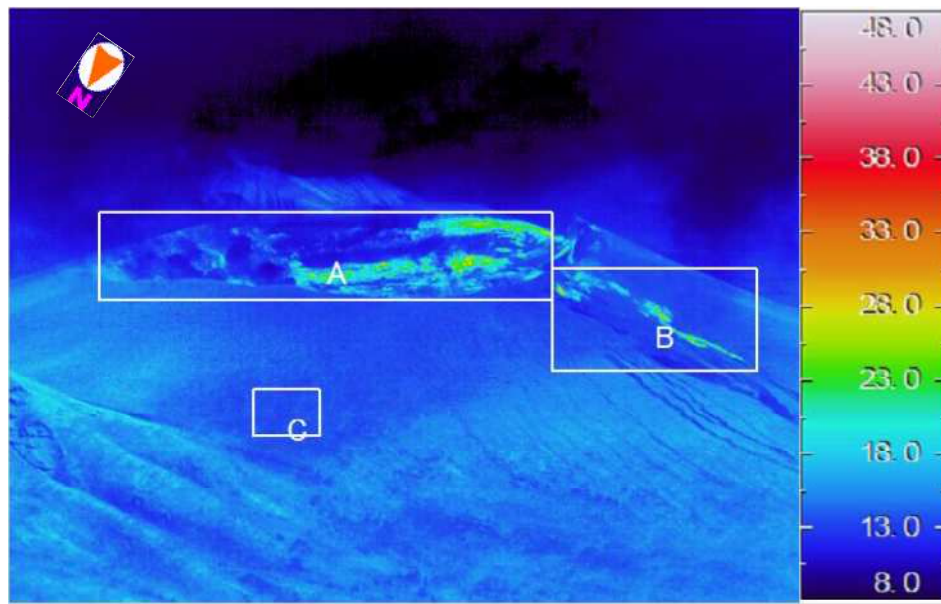


図 37 霧島山（新燃岳） 新燃岳火口内及び西側斜面の割れ目の熱異常域の温度時系列  
(2011 年 10 月 24 日～2016 年 12 月 25 日：韓国岳山頂付近から撮影)

新燃岳の火口内（A 領域）及び西側斜面の割れ目（B 領域）の熱異常域の最高温度に特段の変化は認められない。



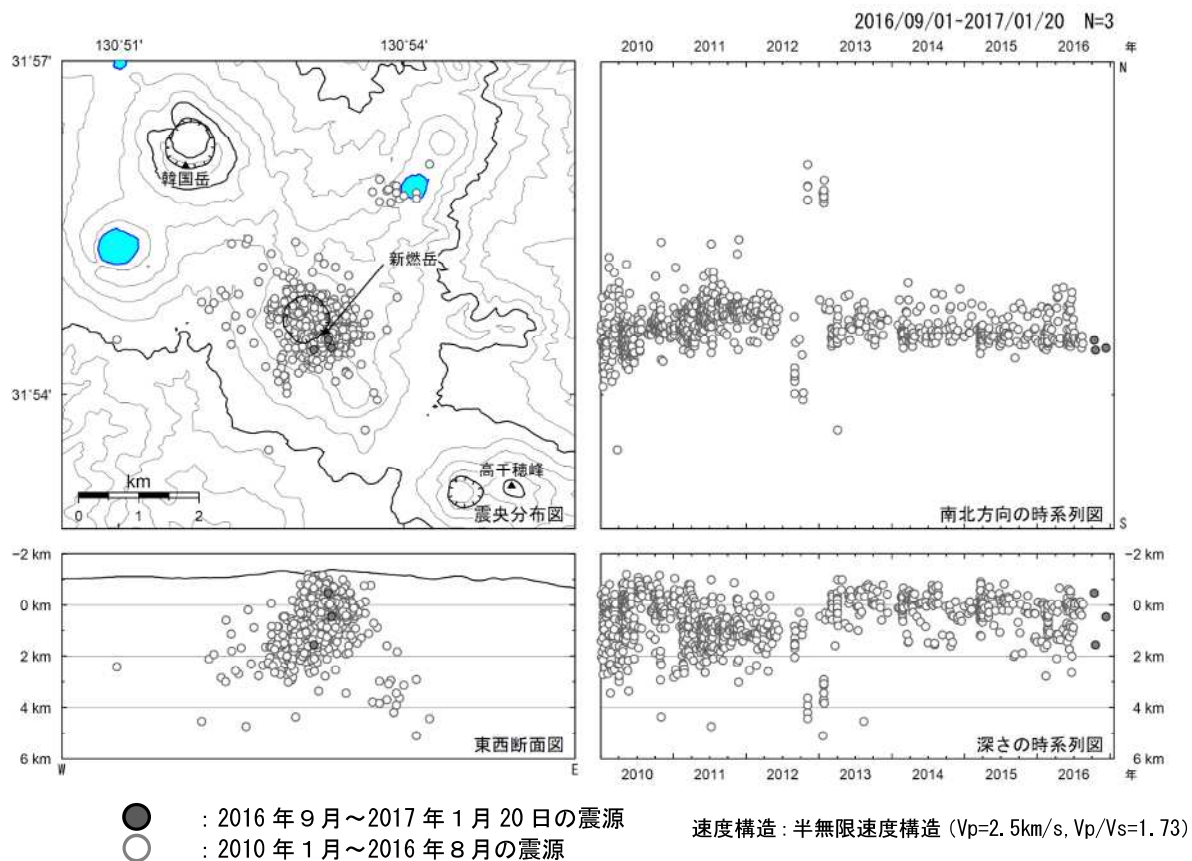


図 38 霧島山（新燃岳） 火山性地震の震源分布図

(2010 年 1 月～2017 年 1 月 20 日)

&lt;2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日の活動状況&gt;

震源は、主に新燃岳付近のごく浅い所～海拔下 2 km 付近に分布した。

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

※新燃岳付近の震源のみを表示している。

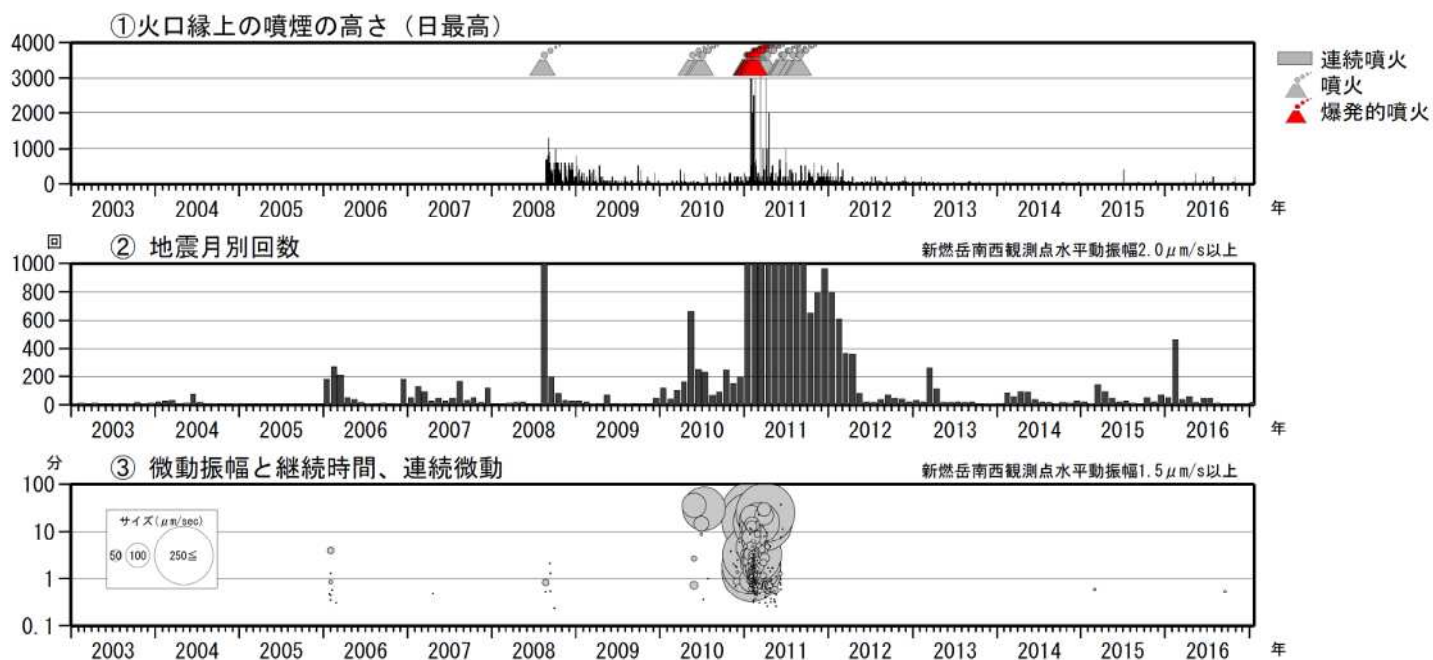


図 39 霧島山（新燃岳） 長期の活動経過 (2003 年 1 月～2017 年 1 月 20 日)

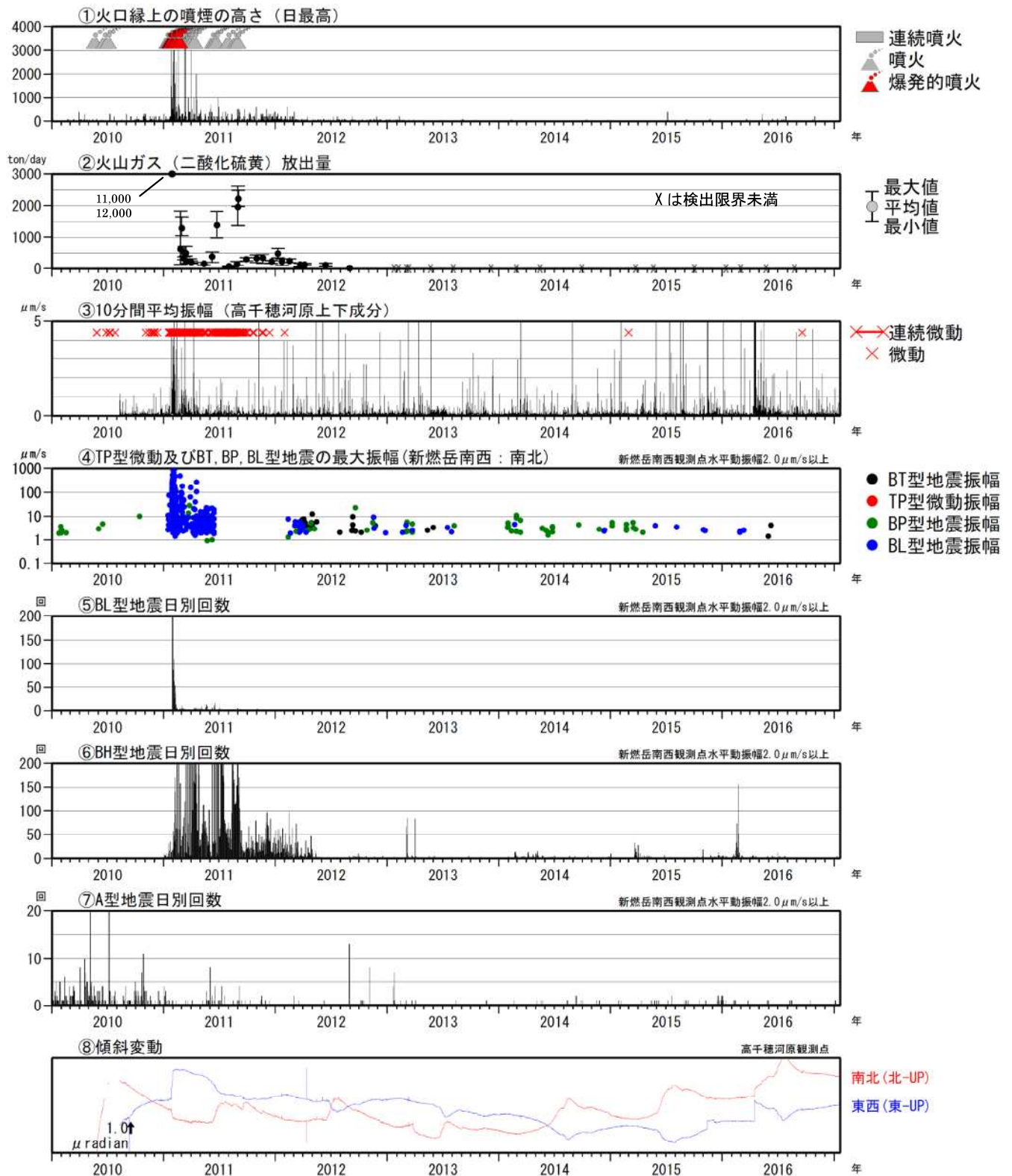


図 40 霧島山（新燃岳） 火山活動経過図（2010 年 1 月～2017 年 1 月 20 日）

二酸化硫黄放出量グラフ中の×印は、二酸化硫黄が検出限界未満であった場合を示す。  
傾斜計の毎年 6～9 月頃の変動は、降水等の気象条件の影響も含まれる。

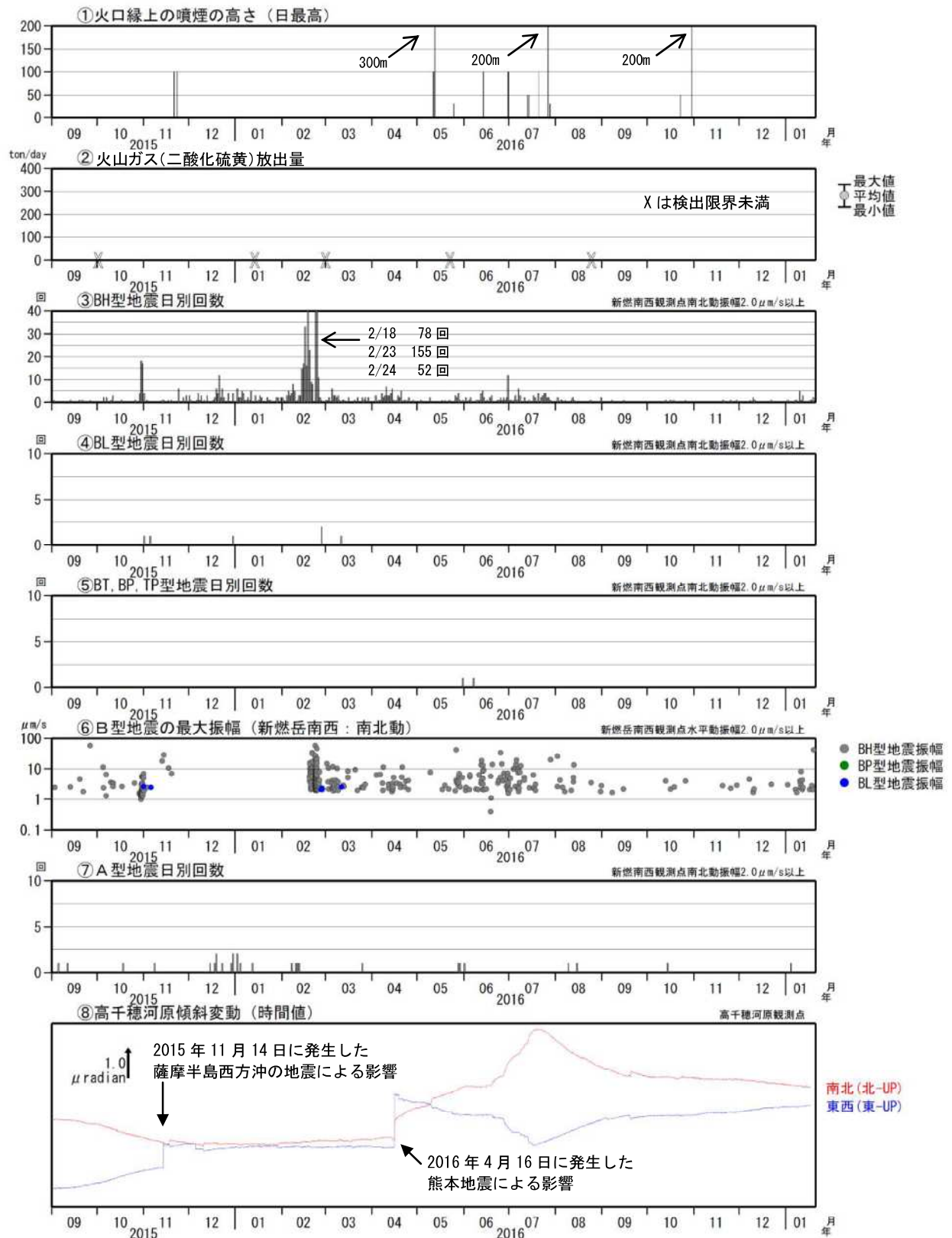


図 41 霧島山（新燃岳） 最近の活動経過（2015 年 9 月～2017 年 1 月 20 日）

＜2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日の状況＞

- ・ 白色の噴煙を時々観測し、最高で 200m（2016 年 10 月 30 日）まで上がった。
- ・ 火山性地震は時々発生し、月回数は 5 回以下だった。
- ・ 傾斜計では、火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

二酸化硫黄放出量グラフ中の×印は、二酸化硫黄が検出限界未満だった場合を示す。  
 傾斜計の毎年 6～9 月頃の変動は、降水等の気象条件の影響も含まれる。



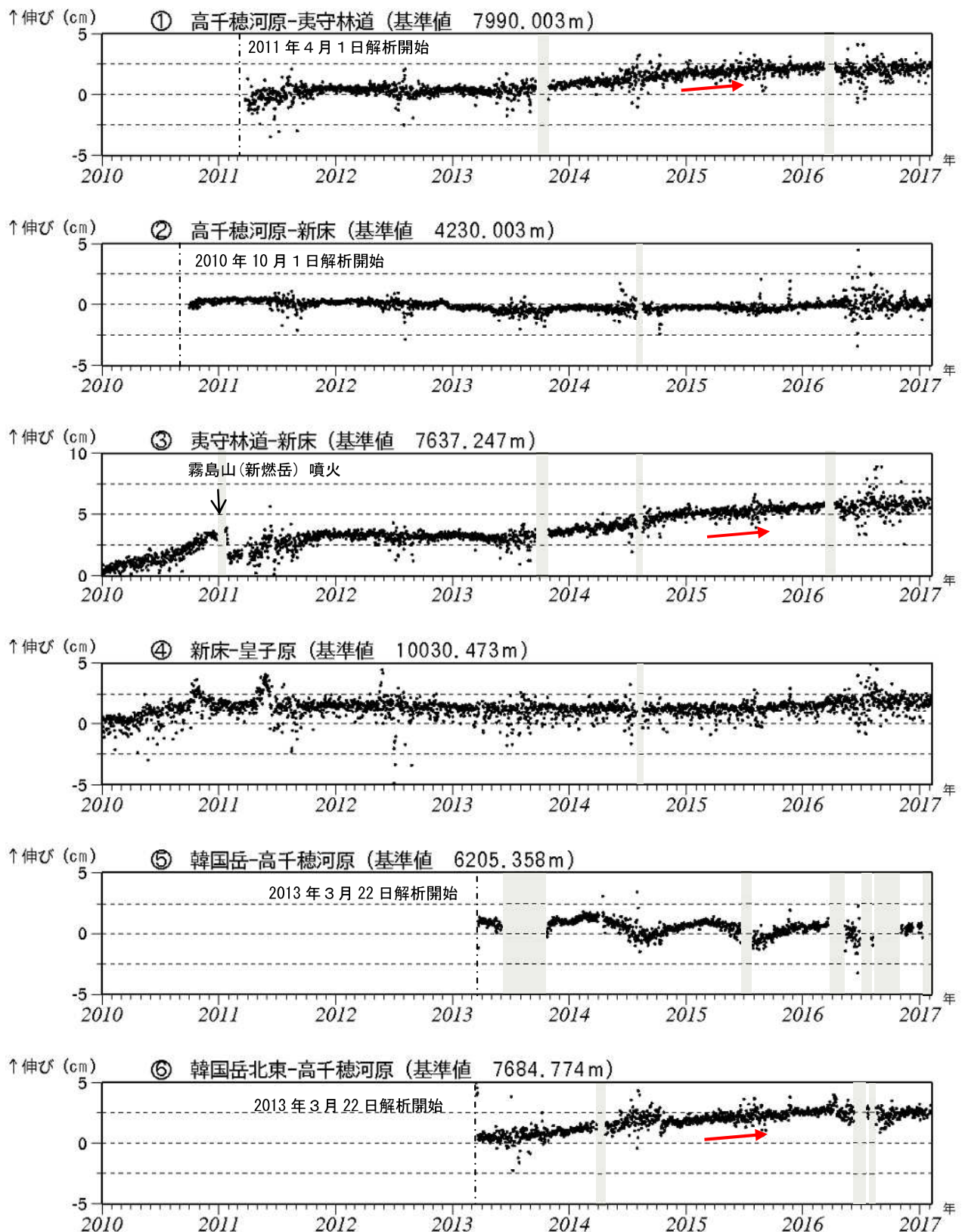


図 42-1 霧島山（新燃岳） GNSS 連続観測による基線長変化

(2010 年 1 月～2017 年 1 月 20 日)

新燃岳周辺の一部の基線（図の①、③、⑥）では、2015 年 5 月頃からわずかに伸びの傾向がみられていたが、2015 年 10 月頃から停滞している。

これらの基線は図 43 の①～⑥に対応している。

データについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良している。

灰色の部分は機器障害のため欠測を示している。

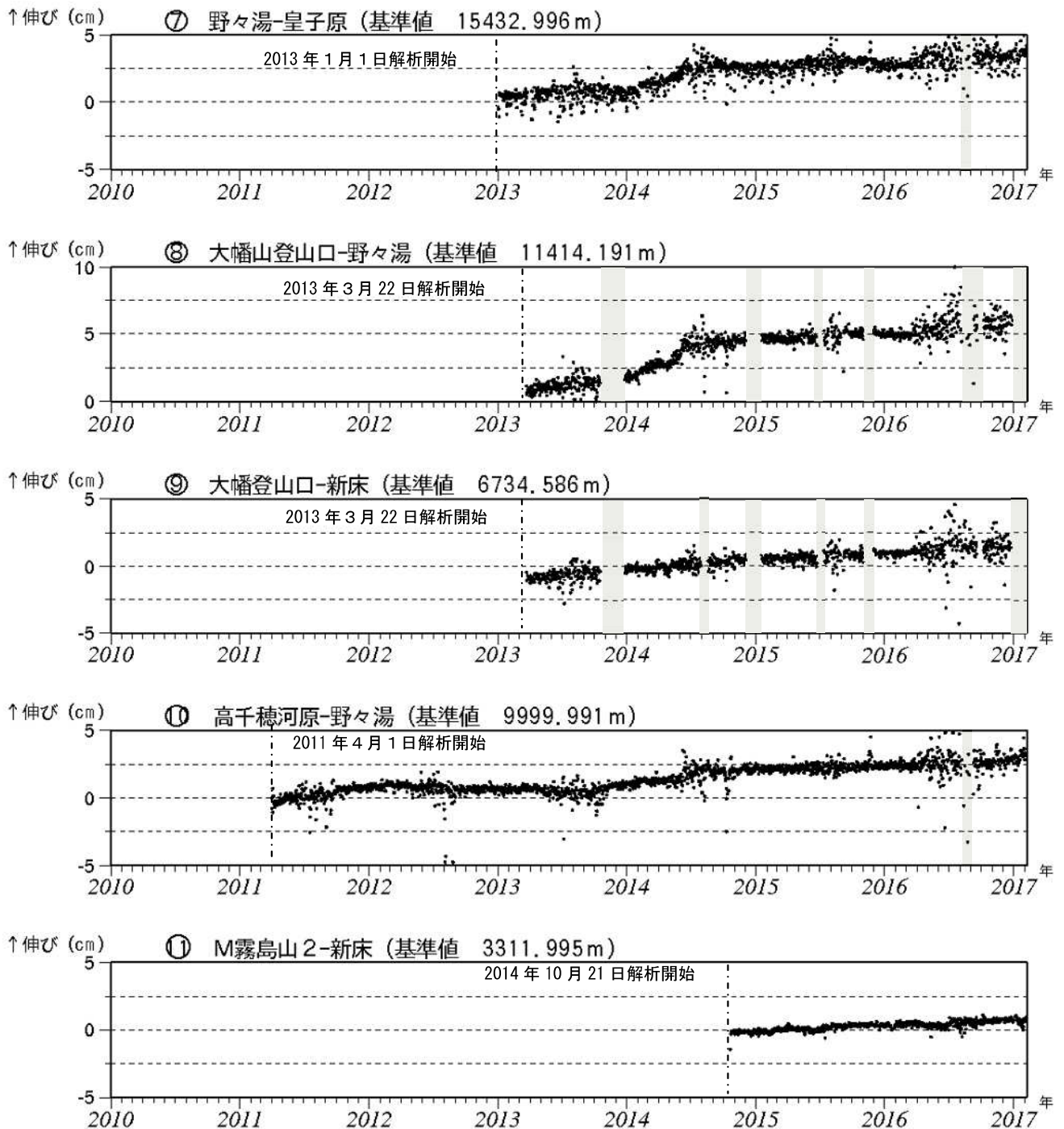


図 42-2 霧島山 (新燃岳) GNSS 連続観測による基線長変化  
(2010 年 1 月～2017 年 1 月 20 日)

これらの基線は図 43 の⑦～⑪に対応している。  
データについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良している。  
灰色の部分は機器障害のため欠測を示している。

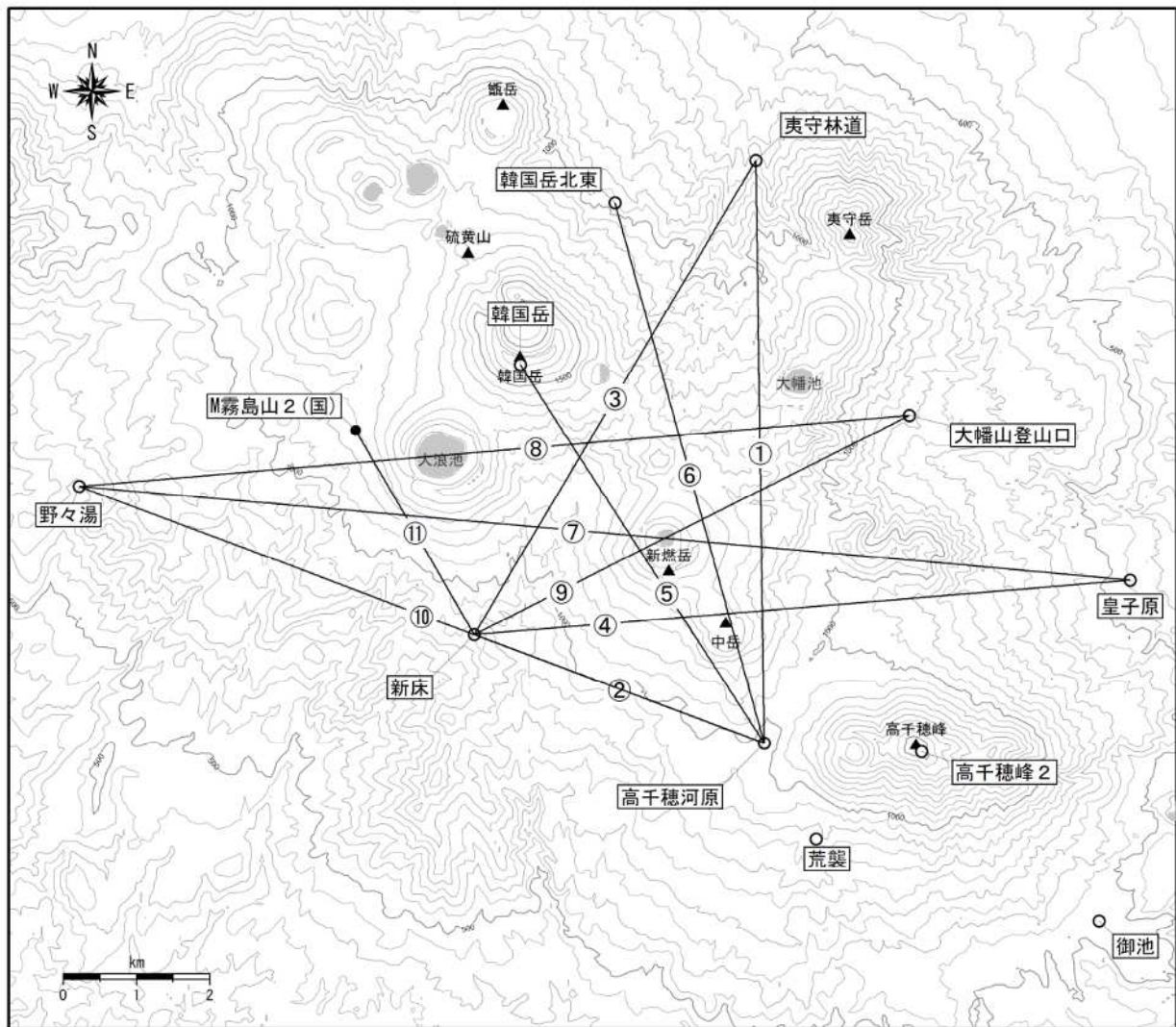


図 43 霧島山（新燃岳） GNSS 観測点基線図

小さな白丸（○）は気象庁、小さな黒丸（●）は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。  
（国）：国土地理院

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



## 御鉢

火山性地震は少ない状態で経過した。2016 年 12 月 5 日に火山性微動が発生したが、発生前後で火山の状況に特段の変化は認められなかった。  
噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動の推移に留意すること。  
噴火予報（噴火警戒レベル 1、活火山であることに留意）の予報事項に変更はない。

### ○ 概況（2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日）

#### ・ 噴気など表面現象の状況（図 44～46、図 47-①）

火口縁を越える噴気は観測されなかった。

#### ・ 火山性地震、微動の状況（図 47-②～⑦、図 48）

2015 年 7 月頃から火山性地震が増加し活動がやや活発となっていたが、2016 年 3 月以降は月回数が 10 回未満と次第に減少し、5 月以降は 5 回未満と少ない状態で経過した。

2016 年 12 月 5 日に継続時間が約 30 秒の振幅のやや大きな火山性微動を観測した。御鉢で火山性微動を観測したのは 2016 年 5 月 25 日以来である。12 月 6 日以降、火山性微動は観測されていない。

#### ・ 地殻変動の状況（図 48～50）

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

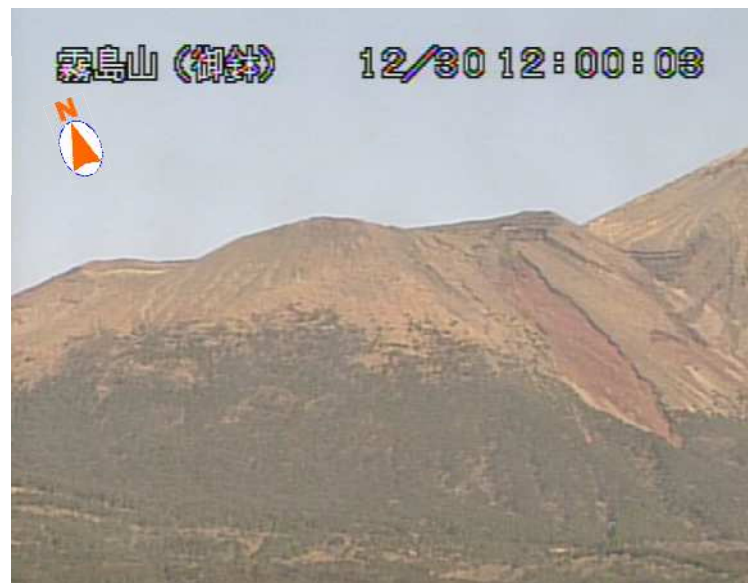


図 44 霧島山（御鉢） 御鉢の状況（2016 年 12 月 30 日、猪子石監視カメラによる）

火口縁を越える噴気は観測されなかった。



図 45 霧島山（御鉢） 図 46 の撮影方向と撮影位置



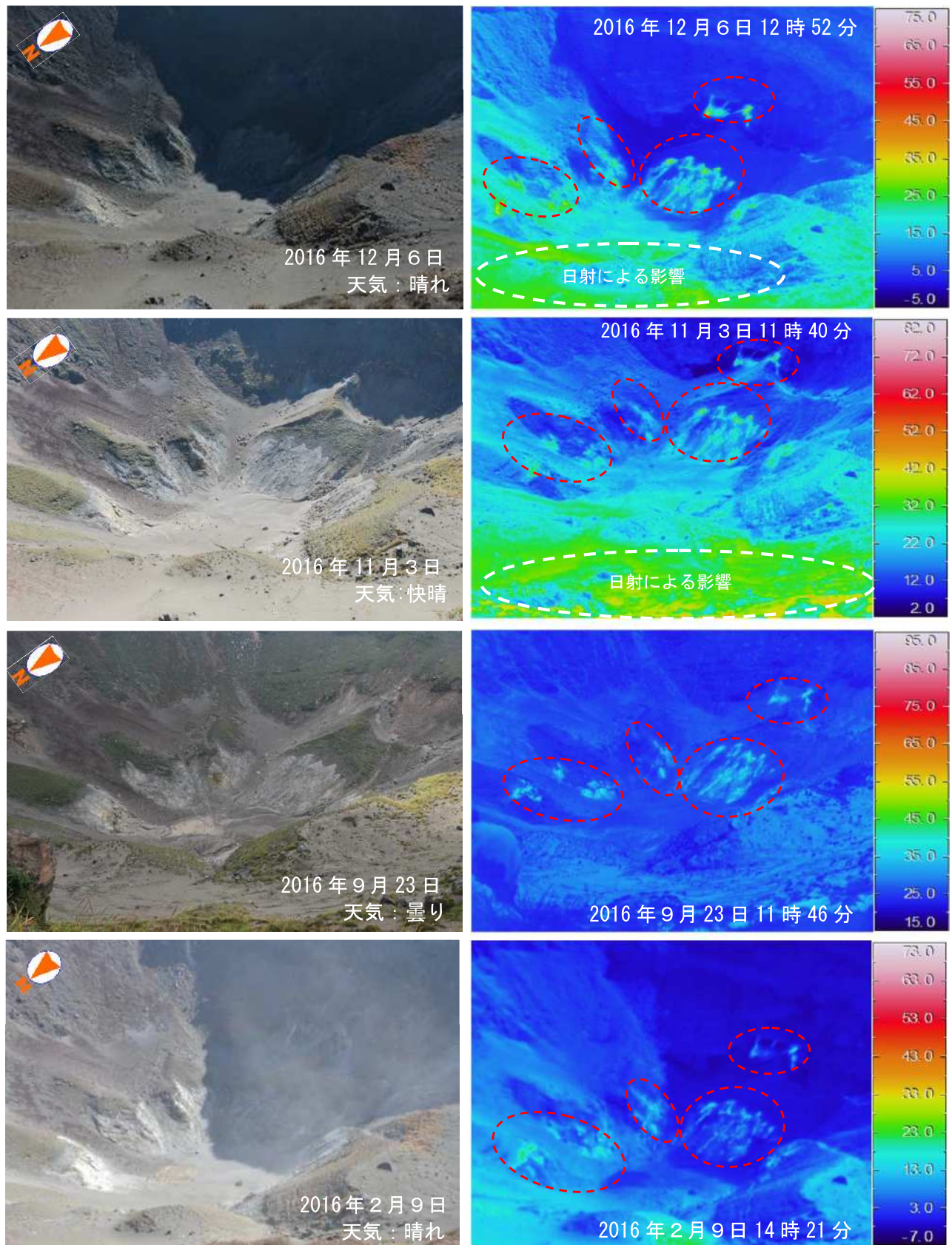
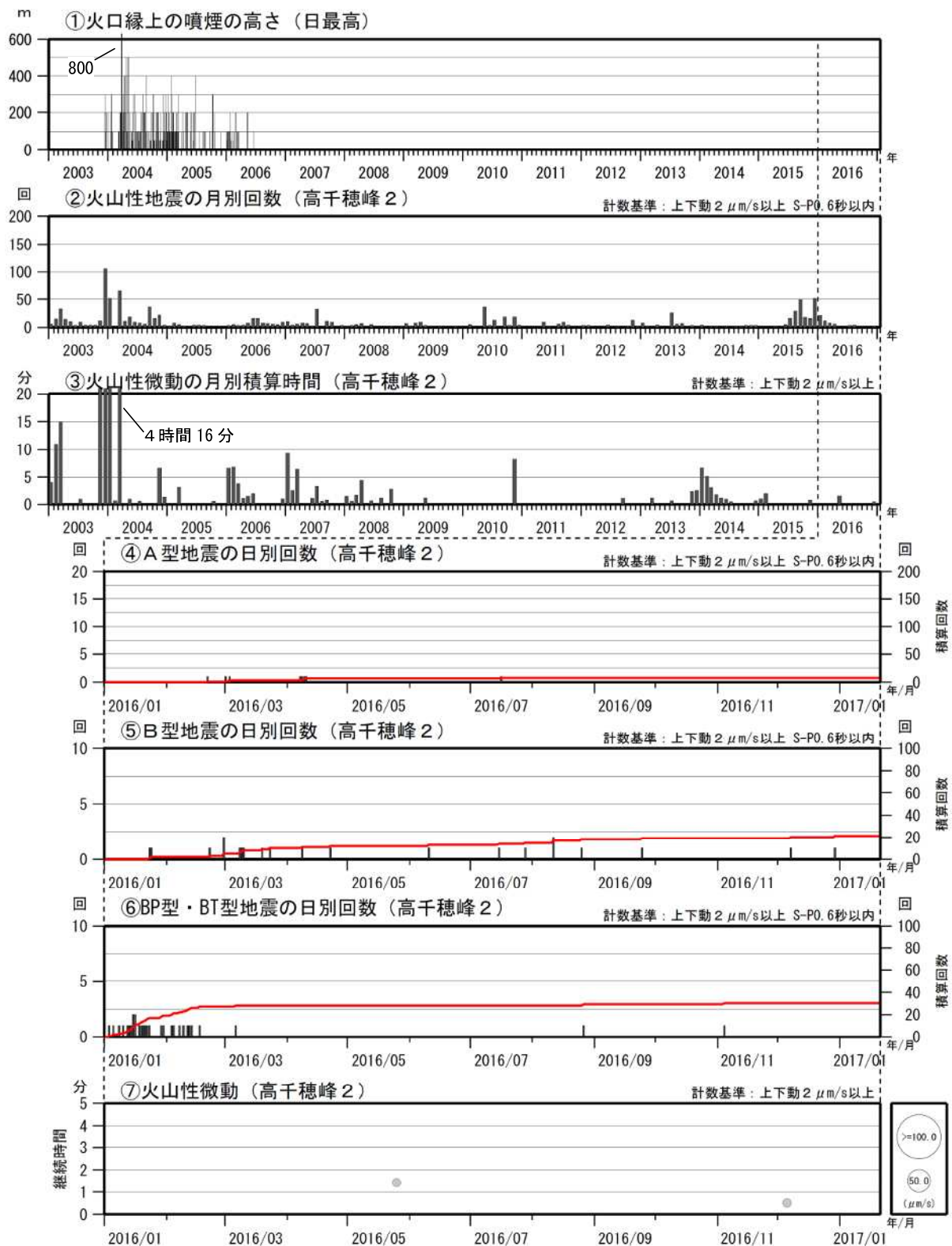


図 46 霧島山（御鉢） 火口底の可視画像及び地表面温度分布（火口縁北西側から撮影）

- ・火口内で引き続き弱い噴気を確認した。火口内では、これまでも時々弱い噴気を確認している。
- ・火口底付近の熱異常域（赤破線内）はこれまでの観測と比較して特段の変化は認められない。





<2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日の状況>

- ・火口縁を越える噴気は観測されなかった。
- ・火山性地震は少ない状態で推移した。
- ・2016 年 12 月 5 日に継続時間が約 30 秒の振幅のやや大きな火山性微動を観測した。  
12 月 6 日以降、火山性微動は観測されていない。

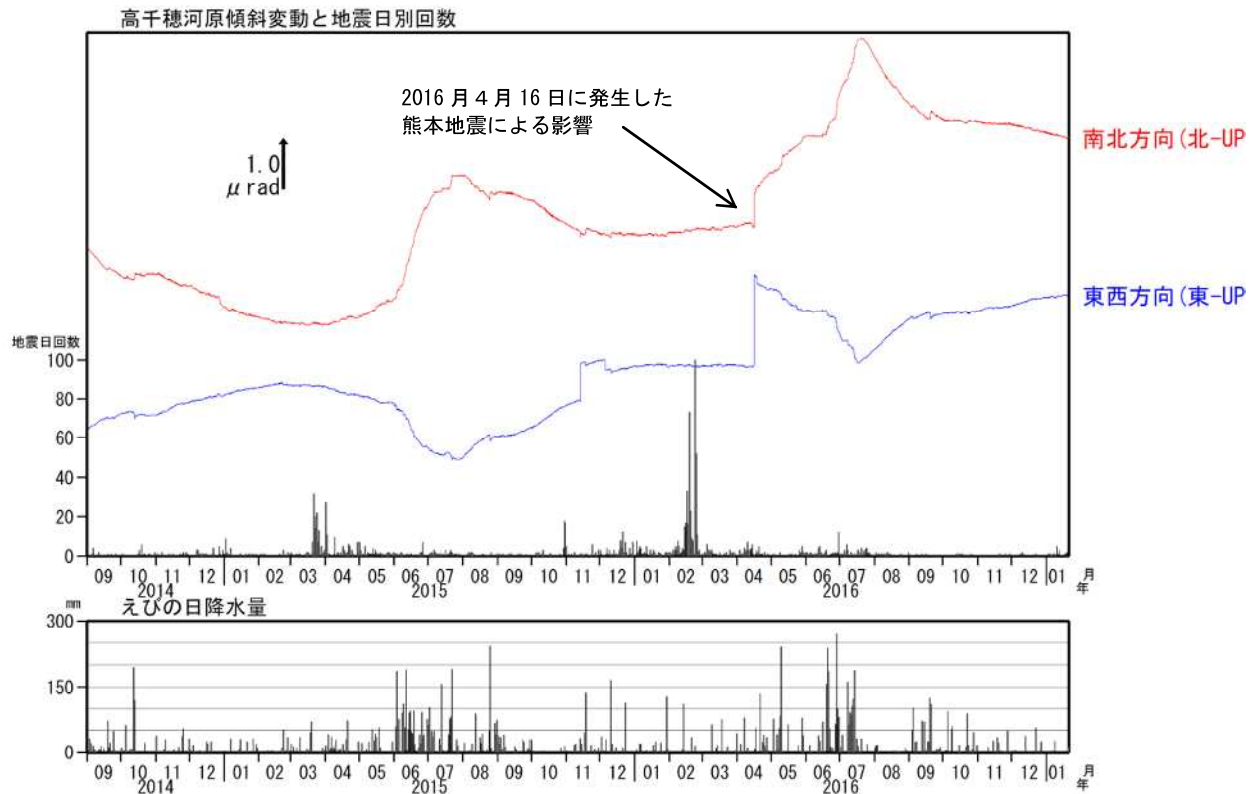


図 48 霧島山（御鉢） 高千穂河原傾斜計の変化、火山性地震の時間別回数  
(2014 年 9 月～2017 年 1 月 20 日)

<2016 年 9 月～2017 年 1 月 20 日の状況>

傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。

毎年 6～10 月頃の傾斜変化は、降水等の気象条件の影響も含まれる。

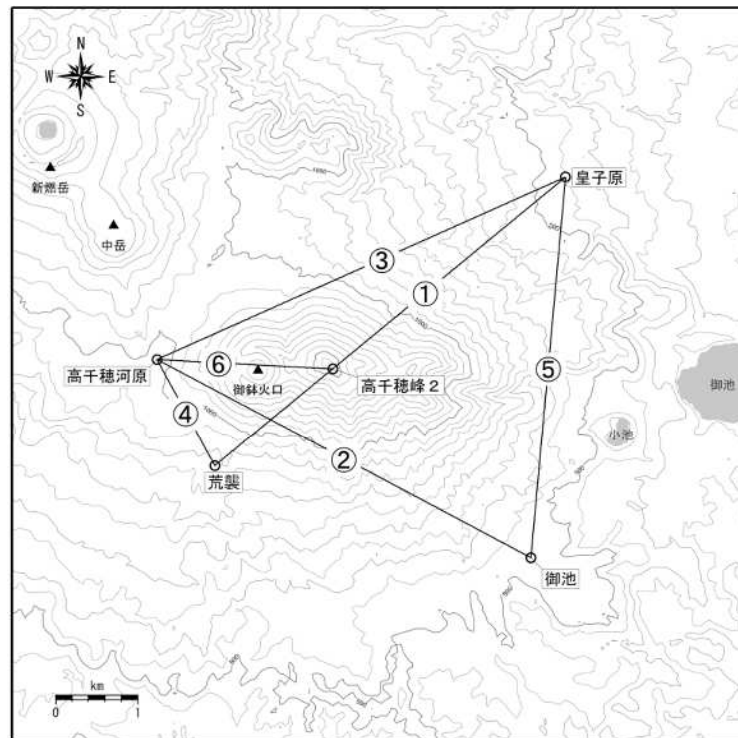


図 49 霧島山（御鉢） GNSS 観測点基線図

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

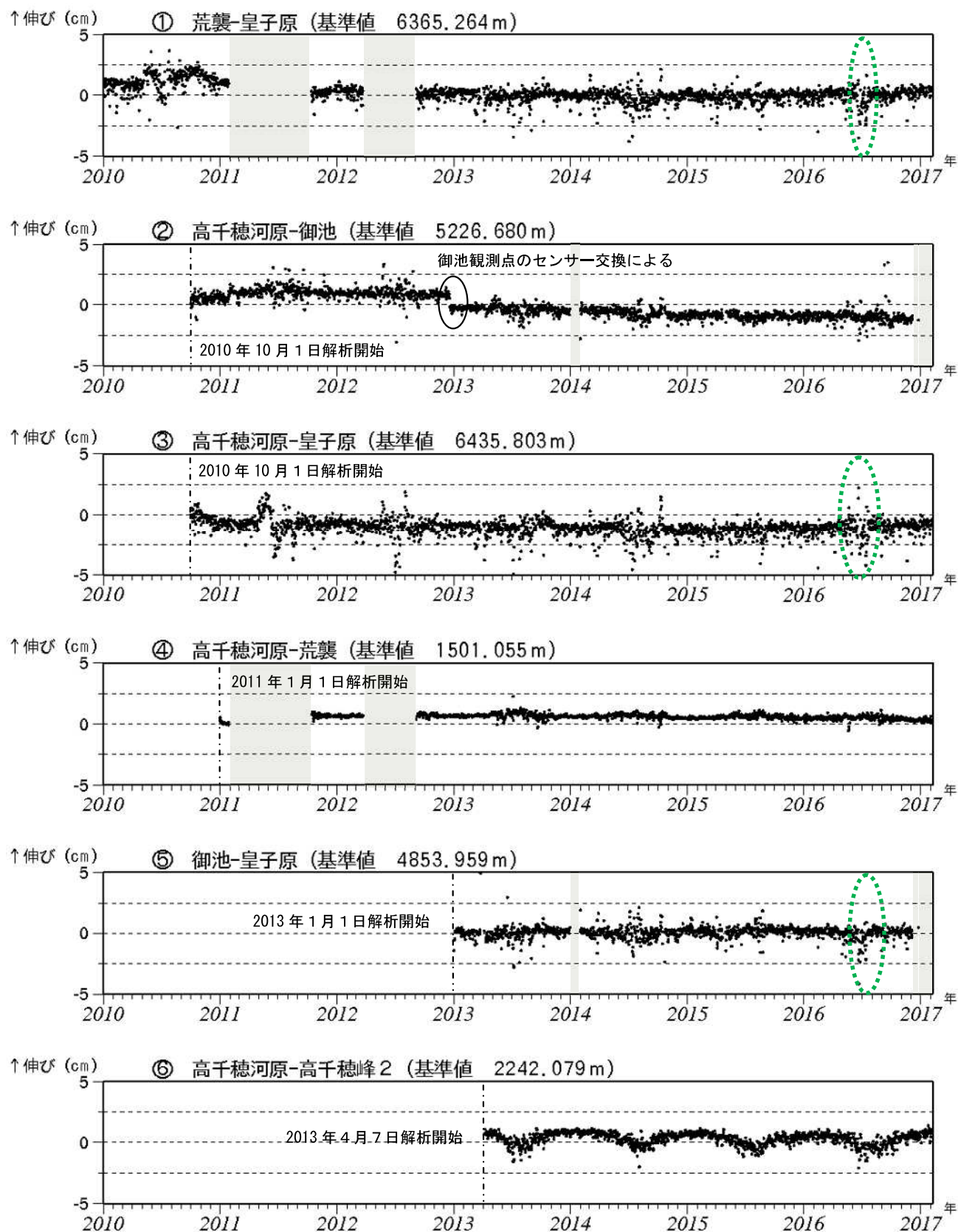


図 50 霧島山（御鉢） GNSS 連続観測による基線長変化

(2010 年 1 月～2017 年 2 月 7 日)

火山活動によると考えられる変化は認められない。

この基線は図 49 の①～⑥に対応している。

緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。



# 霧島山

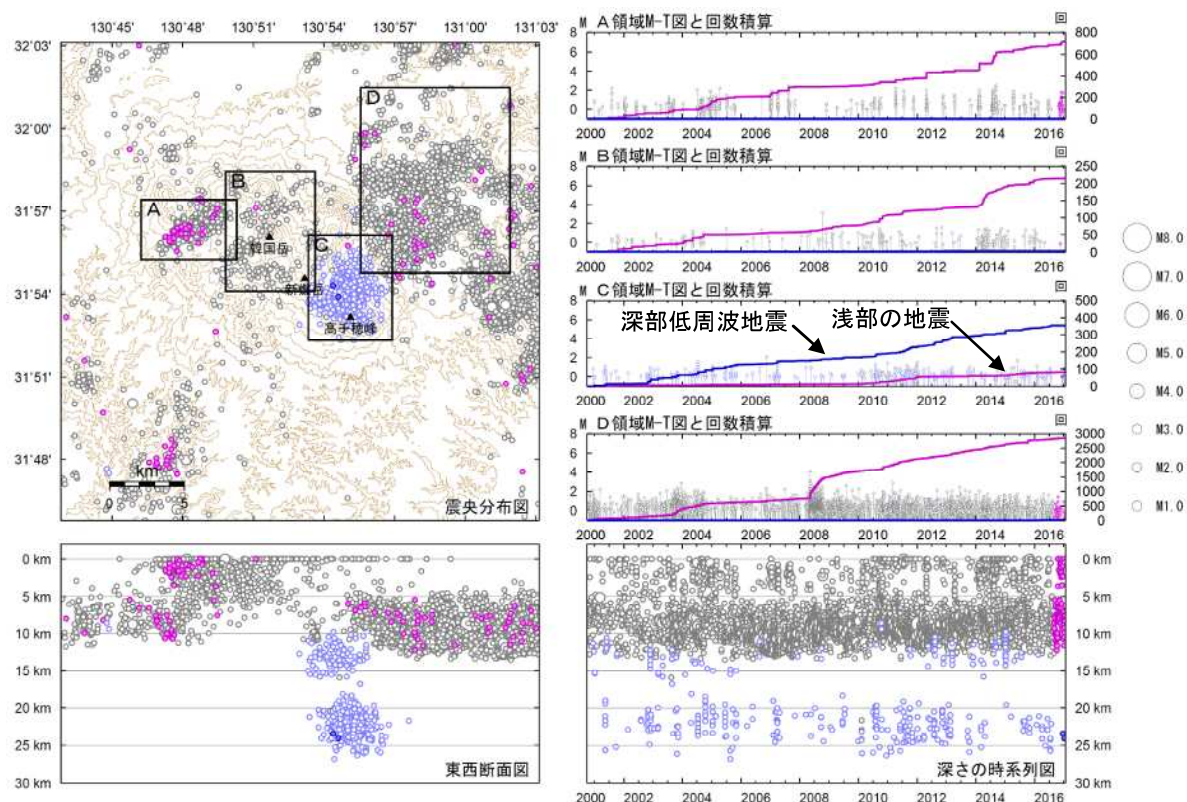


図 51 霧島山 一元化震源による広域の震源分布図

(2000年10月1日～2017年1月20日)

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものが表示されることがある。  
この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

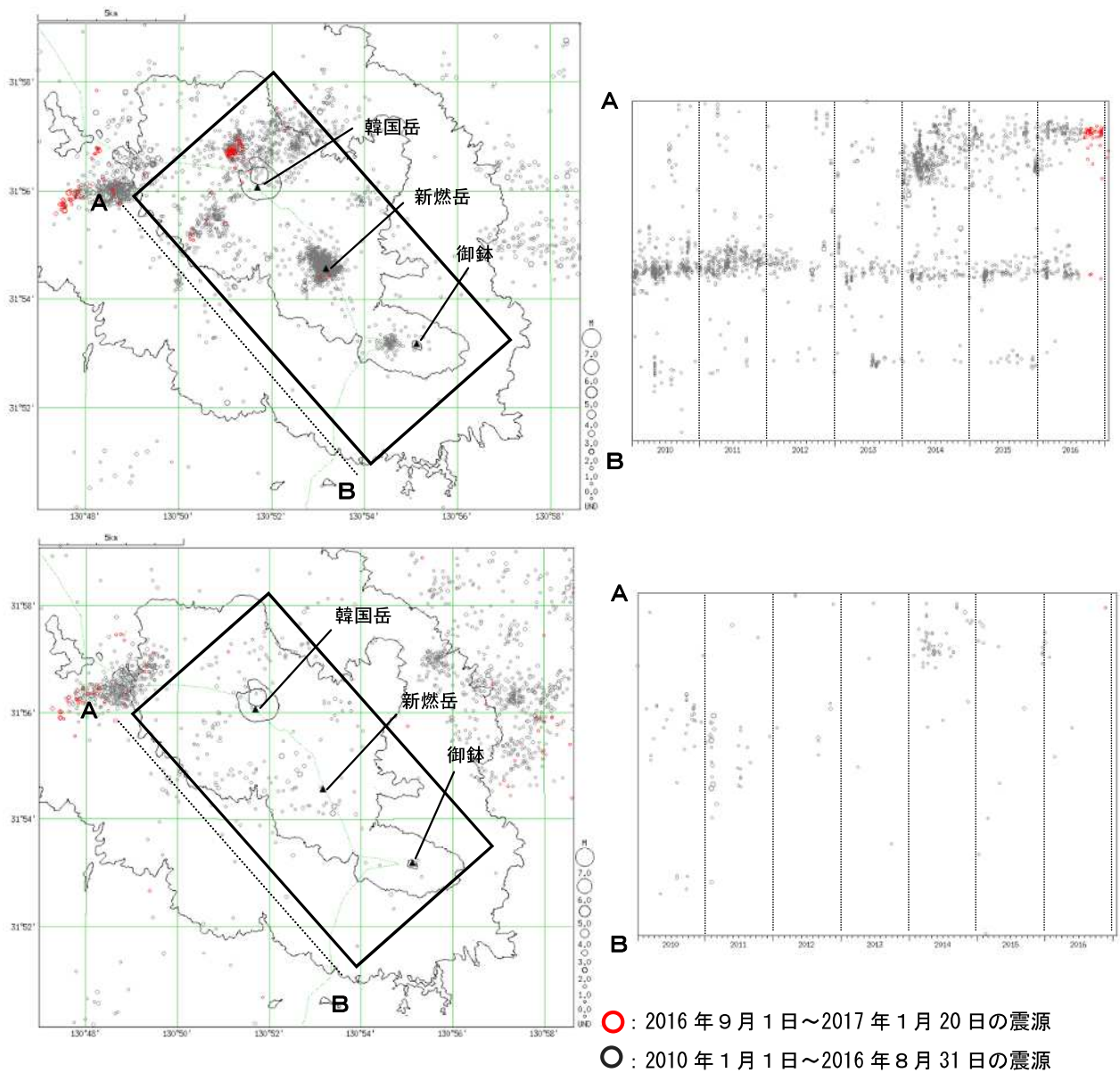


図 52 霧島山 VOIS 震源（上段）及び一元化（下段）による広域の震源分布図  
 （2010 年 1 月 ~ 2017 年 1 月 20 日）

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものが表示されることがある。  
 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000（行政界・海岸線）』『数値地図 50m メッシュ（標高）』を使用した。

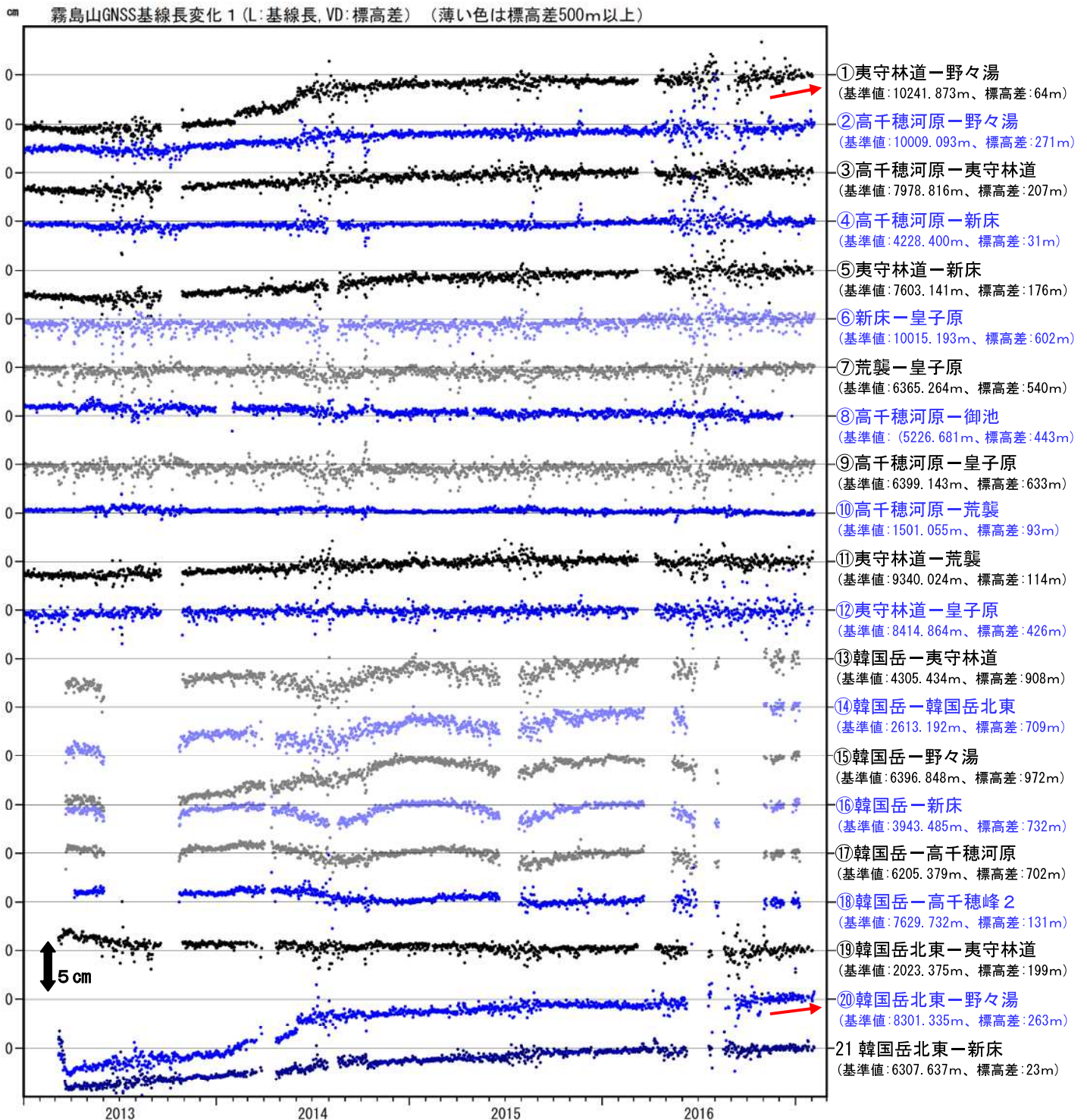


図 53-1 霧島山 GNSS 連続観測による地殻変動 (2013 年 1 月～2017 年 2 月 7 日)

2016 年 10 月頃から硫黄山周辺の一部の基線でわずかに伸びの傾向が認められている。

この基線は図 54 の①～21 に対応している。  
空白部分は、データの欠測を表す。



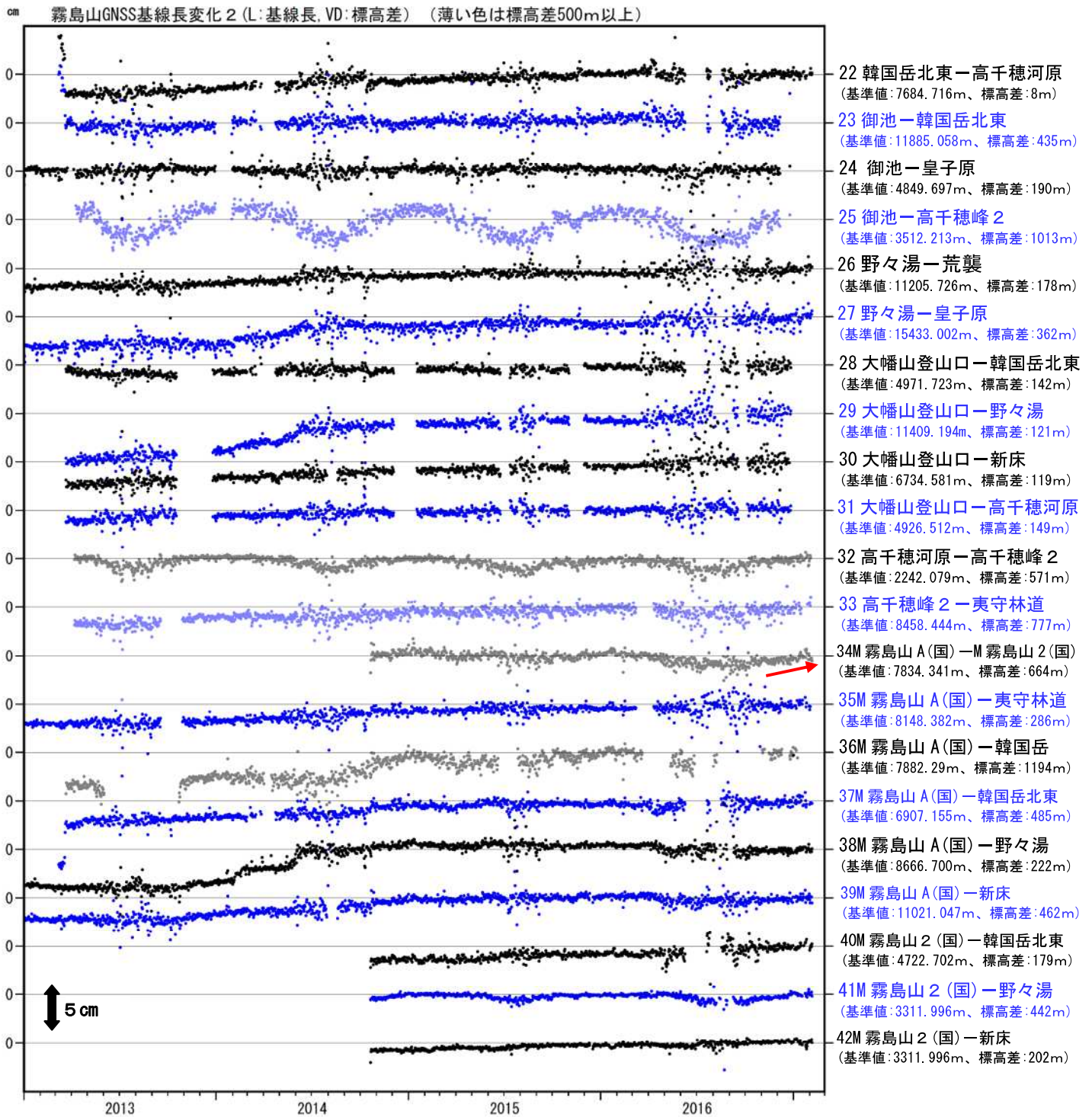


図 53-2 霧島山 GNSS 連続観測による地殻変動 (2013 年 1 月～2017 年 2 月 7 日)

2016 年 10 月頃から硫黄山周辺の一部の基線でわずかに伸びの傾向が認められている。

この基線は図 54 の 22～42 に対応している。

空白部分は、データの欠測を表す。

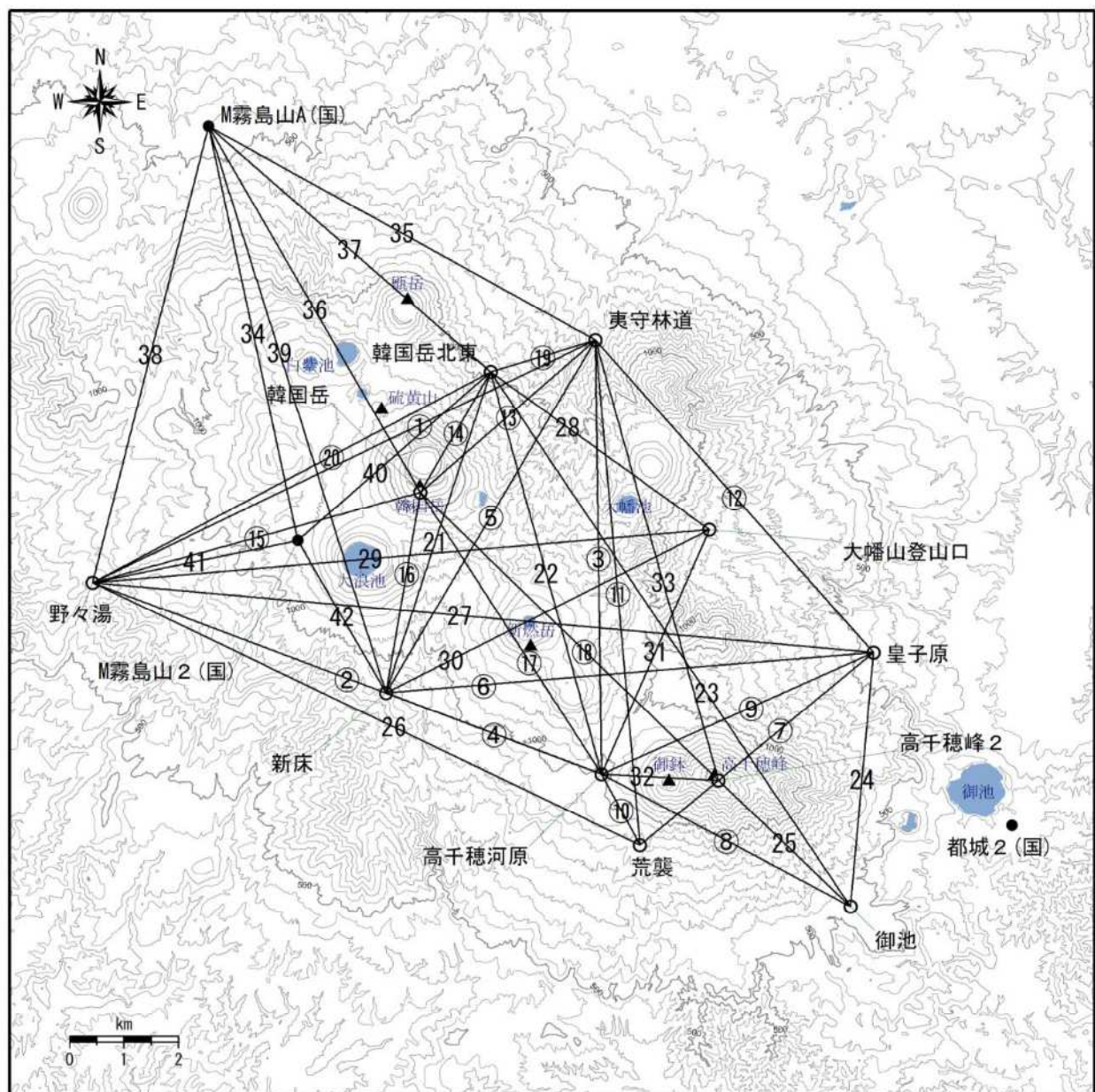


図 54 霧島山 GNSS 観測点基線図

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

（国）：国土地理院

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



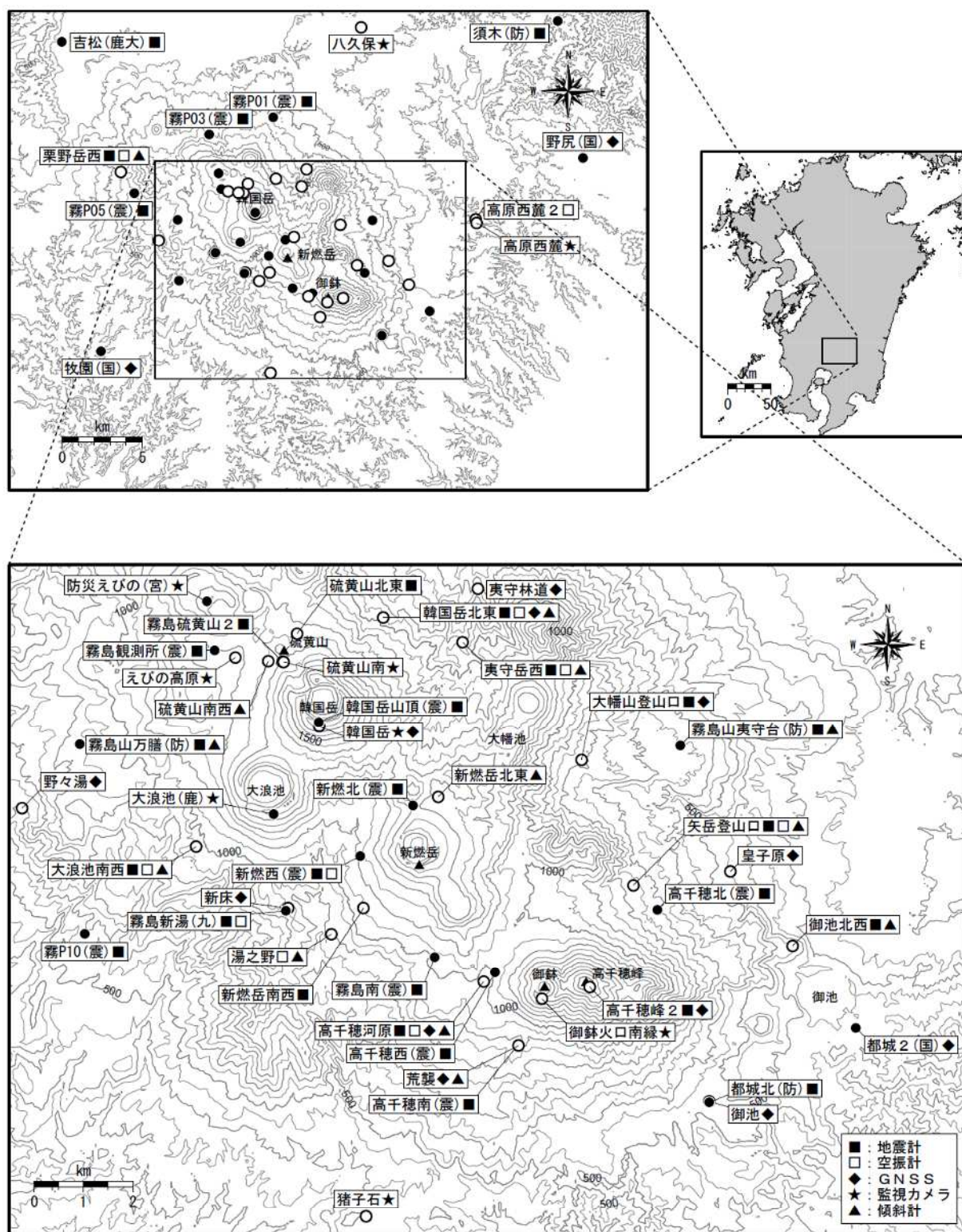


図 55 霧島山 観測点配置図

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ます。

(国)：国土地理院、(防)：防災科学技術研究所、(震)：東京大学地震研究所

(九)：九州大学、(鹿大)：鹿児島大学、(宮)：宮崎県、(鹿)：鹿児島県



追加 霧島山（えびの高原（硫黄山）、新燃岳火口付近、御鉢火口付近）の状況



図 56 えびの高原（硫黄山）周辺の可視画像

2017 年 2 月 3 日（左図）と 2017 年 1 月 11 日（右図）

- ・ 2017年2月3日、海上自衛隊鹿屋第1航空群の協力により、霧島山の機上観測を行った。
- ・ 硫黄山付近では、噴気が稜線上10m程度上がっていた。
- ・ 目視では前回（1月11日）と比較して変化は見られなかった。

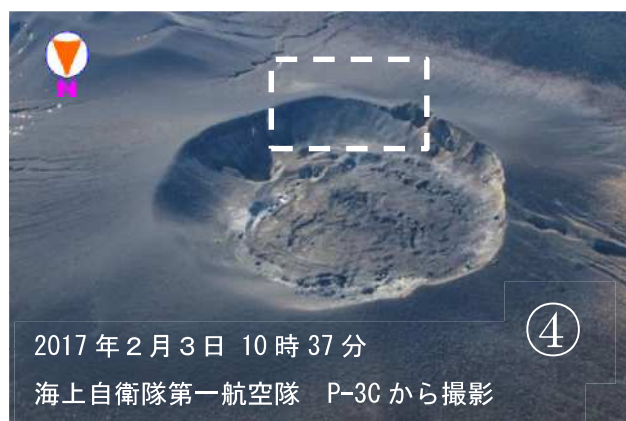
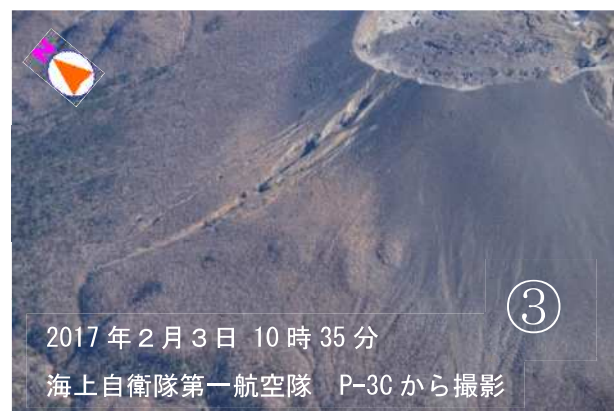


図 57 新燃岳の可視画像

2017 年 2 月 3 日（左図）と 2017 年 1 月 11 日（右図）

新燃岳付近では、火口内で消散する程度の噴気が認められ、西側斜面の割れ目付近でも引き続き弱い噴気が認められた。



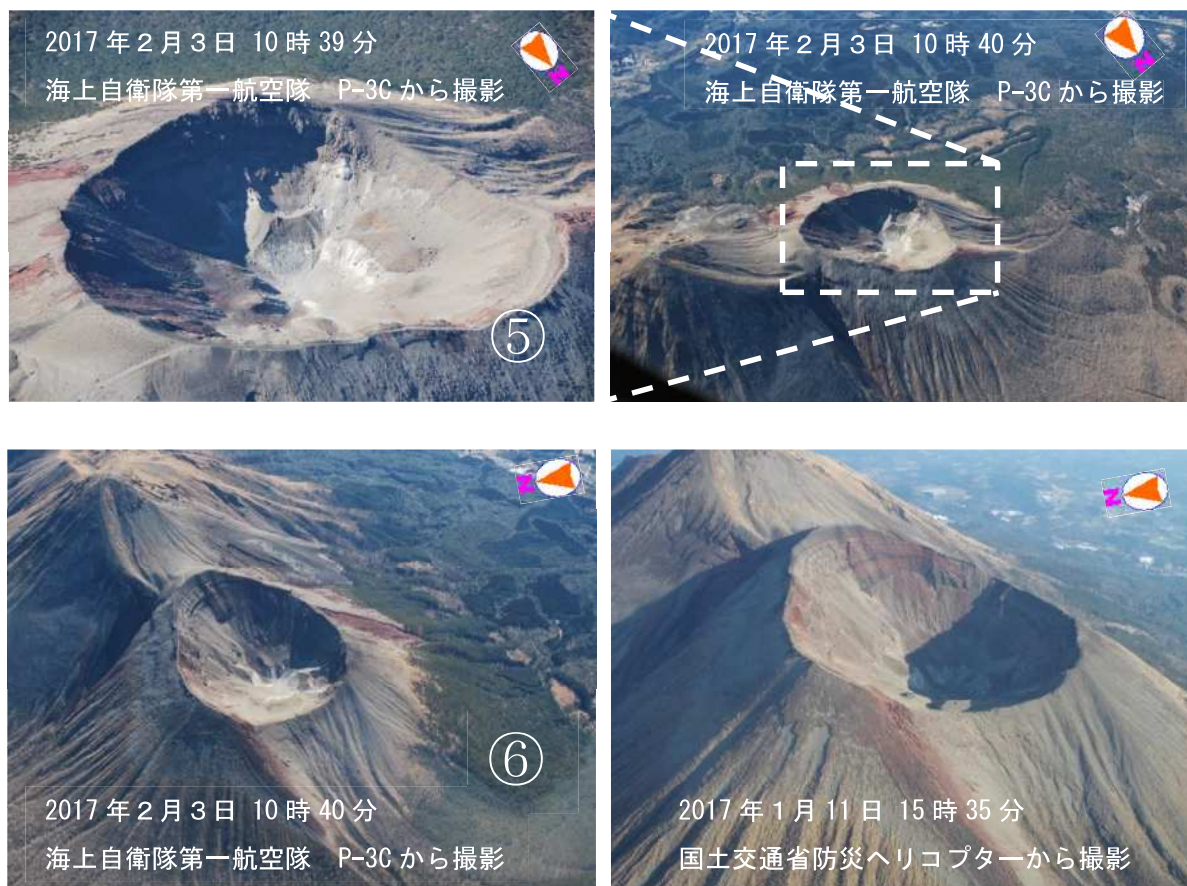


図 58 御鉢の可視画像

2017 年 2 月 3 日（左図）と 2017 年 1 月 11 日（右図）

御鉢では、火口壁の南～西あたりで、引き続き弱い噴気が認められた。特に変化はみられなかった。



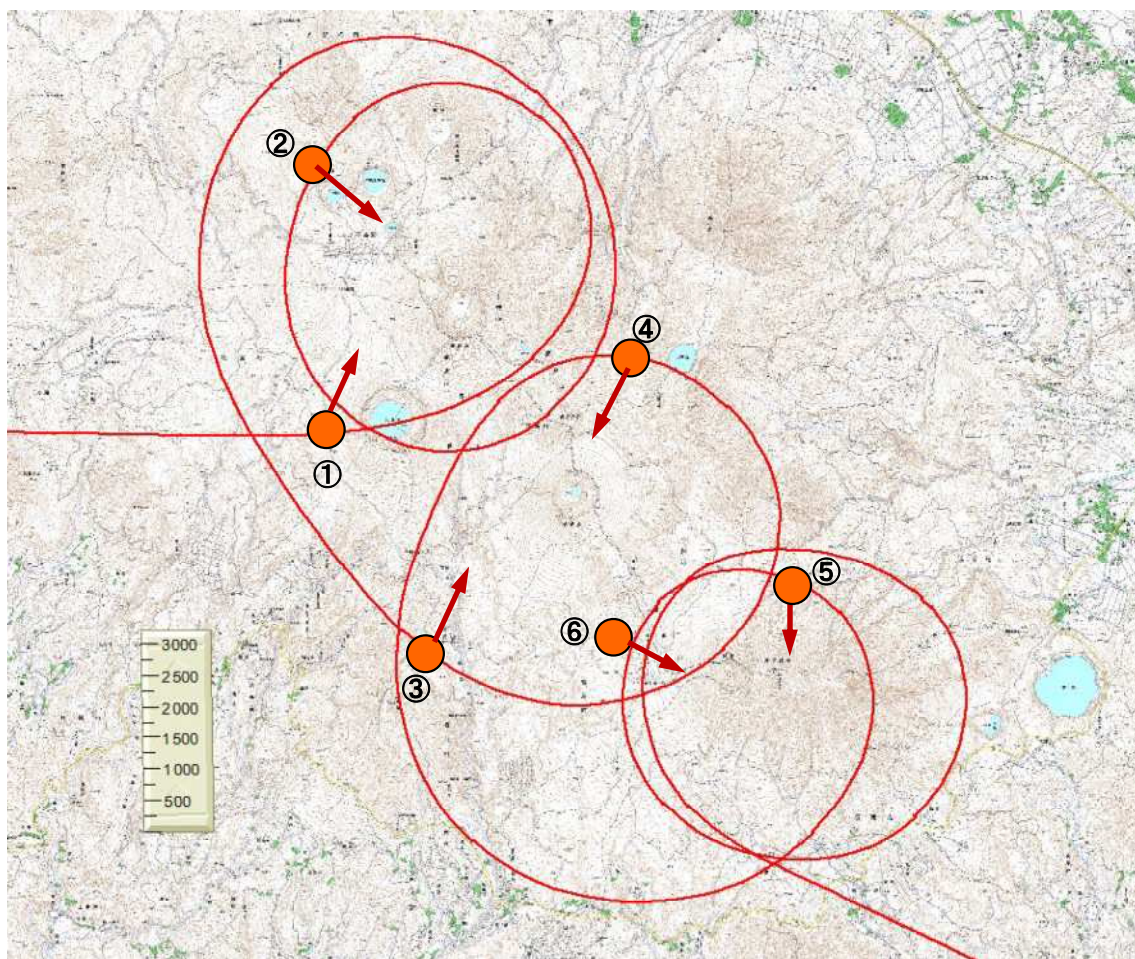


図 59 霧島山 飛行ルート及び撮影位置図

(橙丸は撮影位置を、矢印は撮影方向を示す)

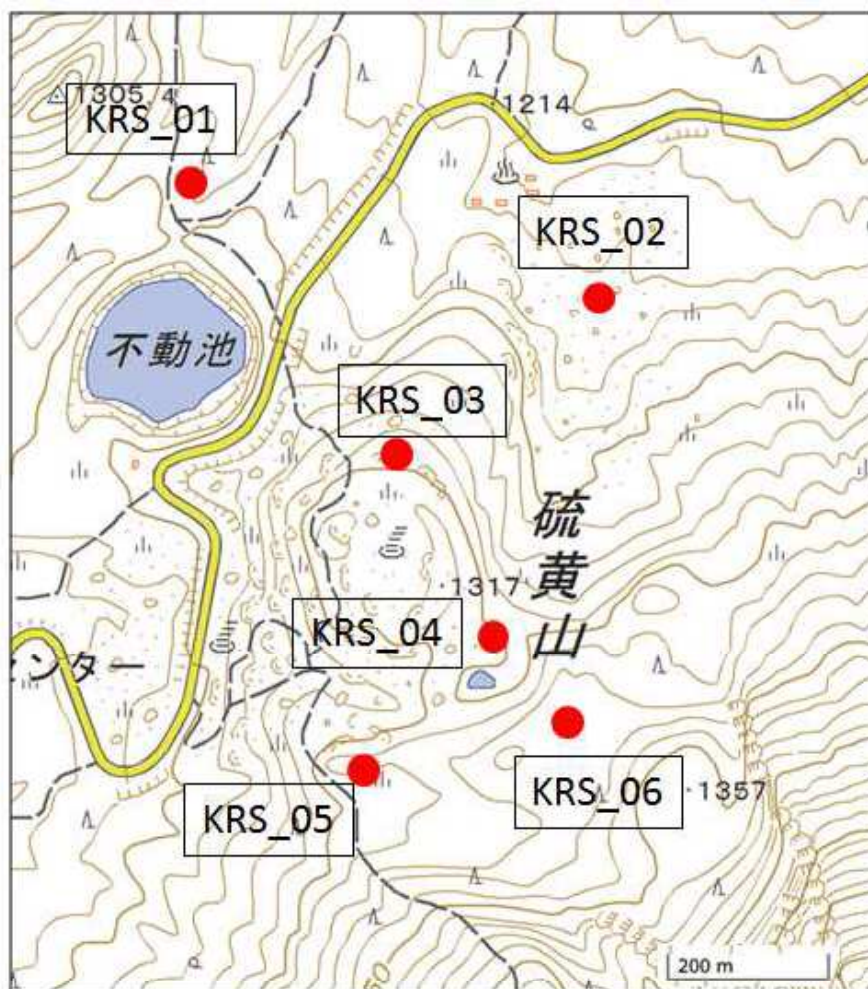
この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図画像』を使用した。

## 霧島山における地磁気全磁力変化

地磁気全磁力観測の結果、2016 年以降霧島山の硫黄山周辺では熱消磁を示す小さな全磁力変化が観測されている。

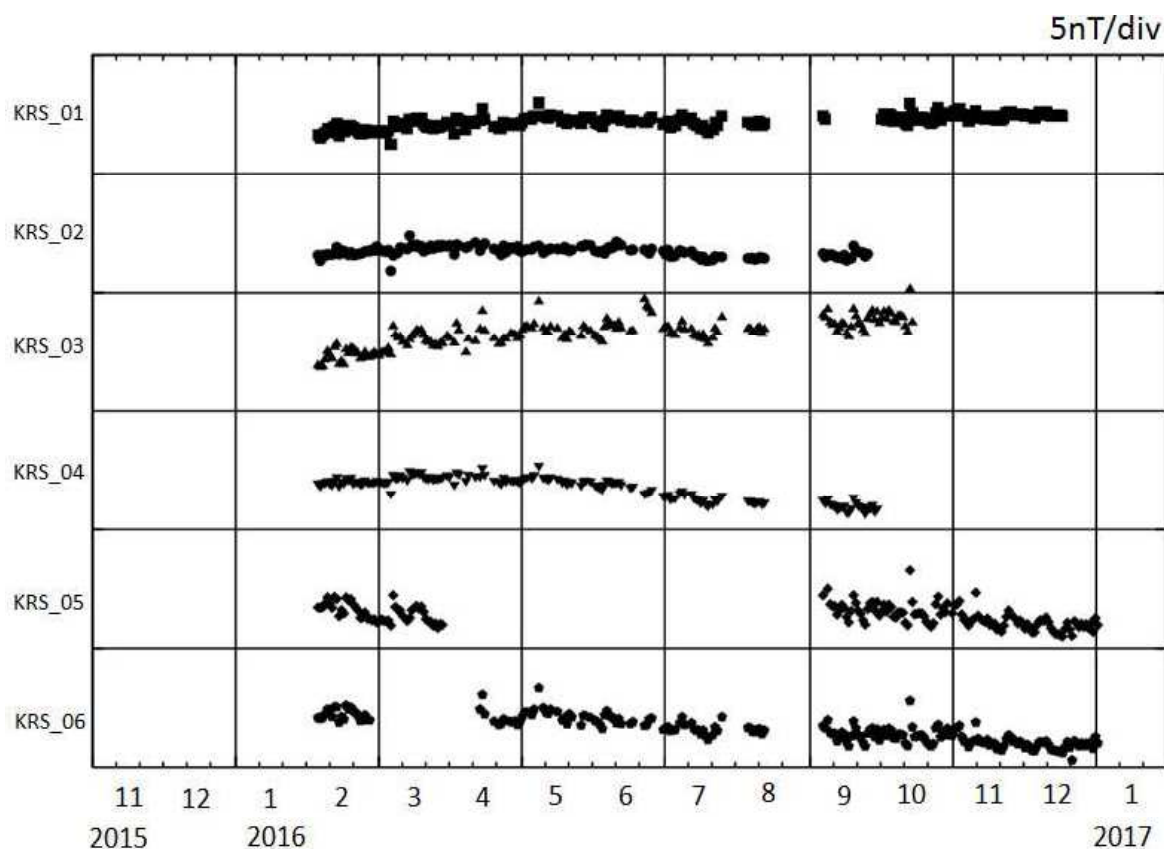
### ・地磁気全磁力観測

気象庁地震火山部では 2016 年 2 月に霧島山の硫黄山周辺に全磁力連続観測点を 6 点、硫黄山から南東約 9km に全磁力参照点を設置し、観測を開始した。第 1 図に硫黄山周辺における全磁力連続観測点（KRS\_01～06）を示す。第 2 図に、参照点で観測された全磁力値を基準とした全磁力連続観測点の全磁力変化を示す。硫黄山山頂部の噴気帯北側の観測点（KRS\_03）では全磁力がやや増加し、南側の観測点（KRS\_04,KRS\_05,KRS\_06）では全磁力がやや減少する変化が観測されており、硫黄山では熱消磁が進行しているものと考えられる。



第 1 図 霧島山の硫黄山周辺の全磁力観測点配置図

この地図の作成には国土地理院の電子地図（電子国土 Web サービス）を使用した（承認番号 平 26 情使、第 578 号）。



第 2 図 全磁力連続観測点 KRS\_01～06 における参照点との全磁力の夜間日平均値差（2016 年 2 月～2017 年 1 月 2 日）。



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

新燃岳火口内では視線距離短縮と、それを囲うように視線距離伸長の位相変化が認められ、視線距離短縮は 2016 年 5 月頃から鈍化した。えびの高原（硫黄山）周辺では視線距離短縮の位相変化が認められる。御鉢周辺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。

### 1. 使用データ

表 1 干渉解析に使用したデータ

| Path Frame | 軌道方向 | 照射方向 | データ 1        | データ 2        | 図番号                 |
|------------|------|------|--------------|--------------|---------------------|
| 23-2970    | 南行   | 右    | 2015. 02. 09 | 2016. 11. 14 | 図 1-A, 図 2-A, 図 3-A |
|            |      |      | 2016. 03. 07 | 2016. 11. 14 | 図 1-B, 図 2-B, 図 3-B |
| 130-630    | 北行   | 右    | 2014. 10. 23 | 2016. 12. 15 | 図 1-C, 図 2-C, 図 3-C |
|            |      |      | 2016. 11. 03 | 2016. 12. 15 | 図 2-D               |

### 2. 解析結果

北行軌道・南行軌道の長期ペア・短期ペア、及び 2016 年 12 月 12 日にえびの高原（硫黄山）で発生した傾斜変動を含むペアについて解析を行った。新燃岳火口内では視線距離短縮と、それを囲うように視線距離伸長の位相変化が認められ、視線距離短縮は 2016 年 5 月頃から鈍化した。えびの高原（硫黄山）周辺では視線距離短縮の位相変化が認められる。御鉢周辺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。

### 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 を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

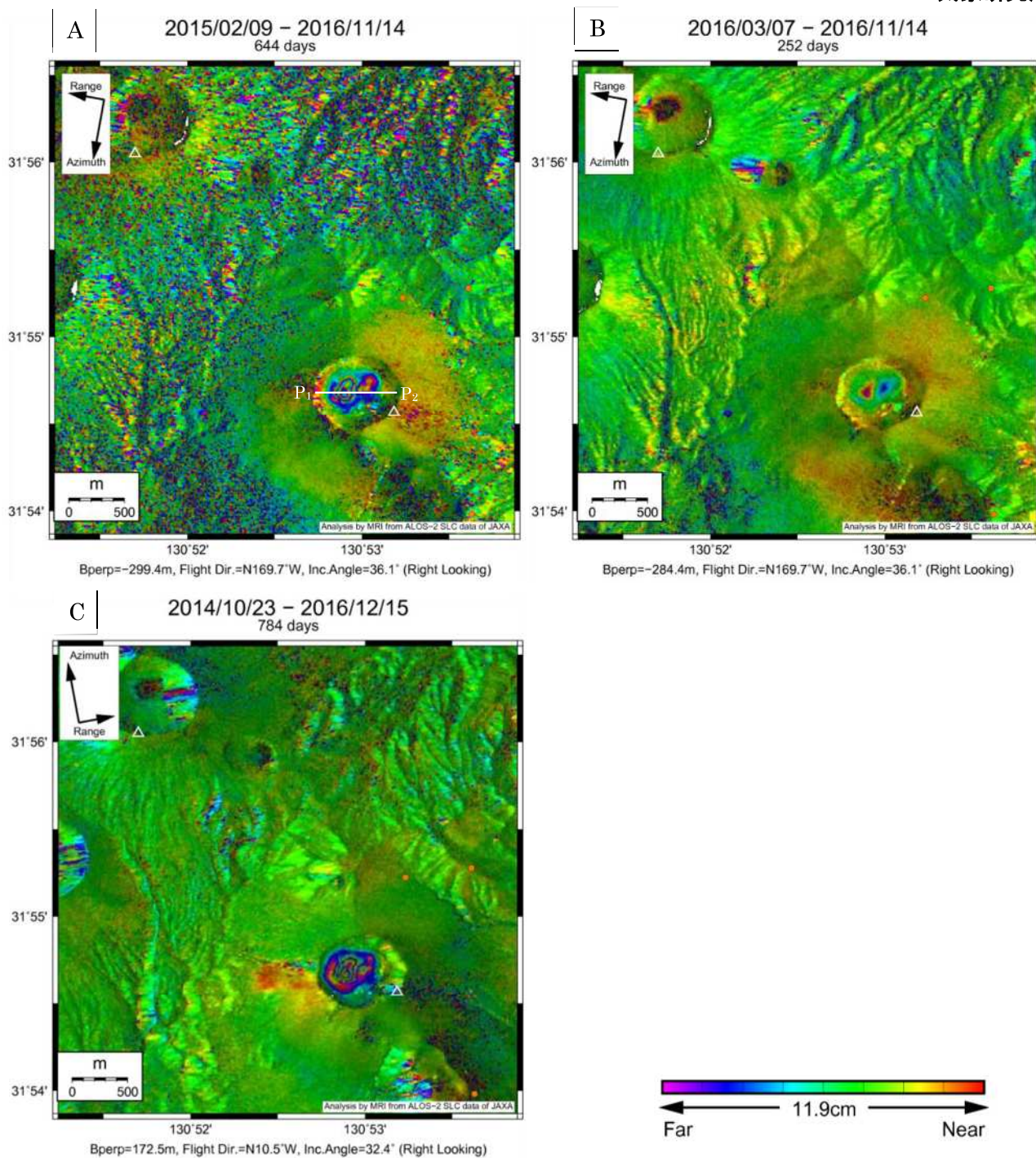


図 1 新燃岳周辺の干渉解析結果 (A, B : パス 23-2970, C : パス 130-630)

図中の丸印は GNSS 連続観測点 (橙 : 気象庁) を示す。カルデラ内に視線距離短縮と伸長両方の位相変化が認められる。変位量の範囲はそれぞれ, A: -20~+13cm, B: -2.7~+7.6cm, C: -28~+14cm。



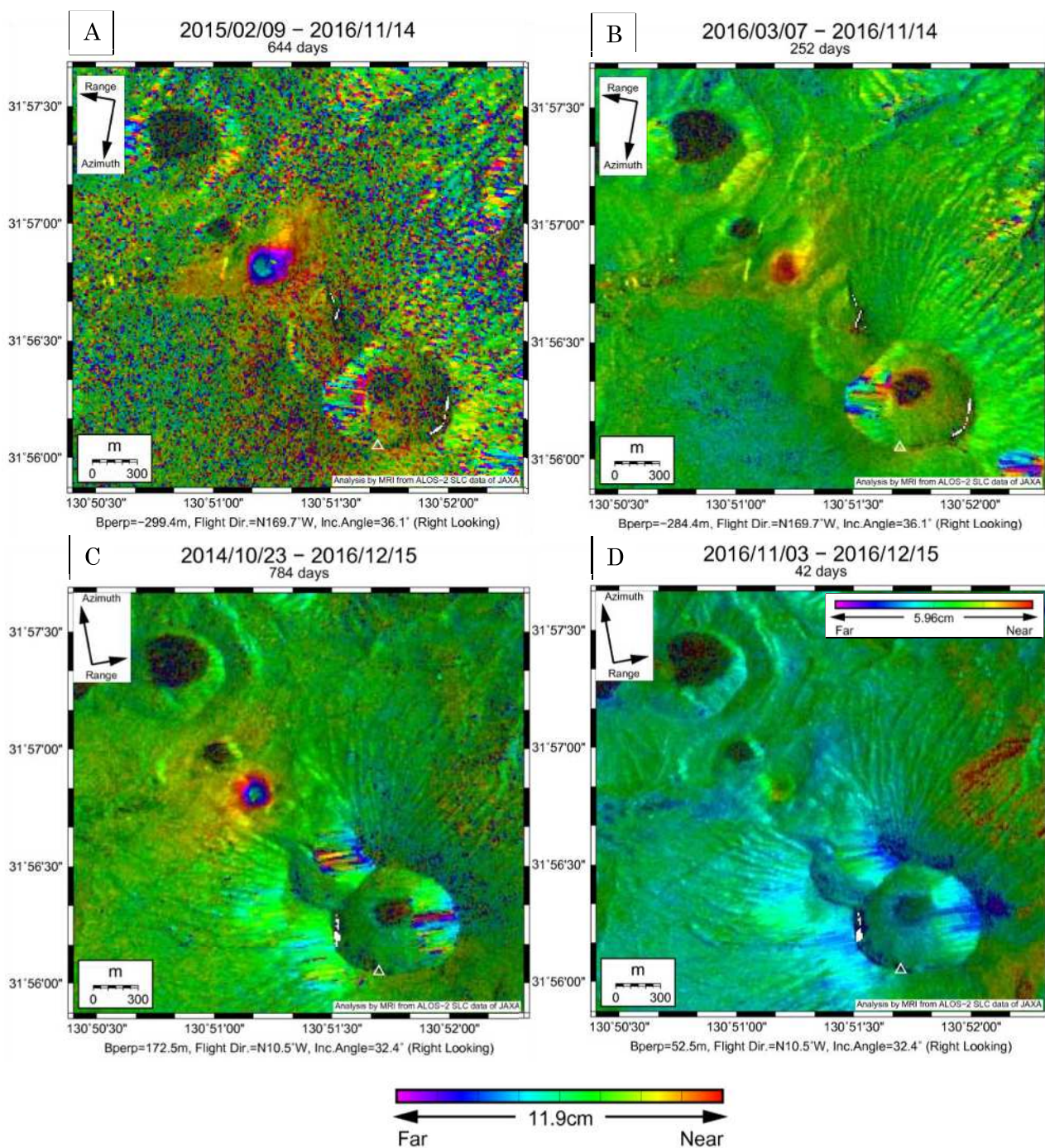


図2 えびの高原（硫黄山）周辺の干渉解析結果（A, B : パス 23-2970, C, D : パス 130-630）

凡例は図1に同じ。Dのみ1サイクル5.96cmのカラーであることに注意。えびの高原（硫黄山）付近で視線距離短縮（A:最大7.9cm, B:最大3.3cm, C:最大11cm, D:最大1.9cm）の位相変化が見られる。



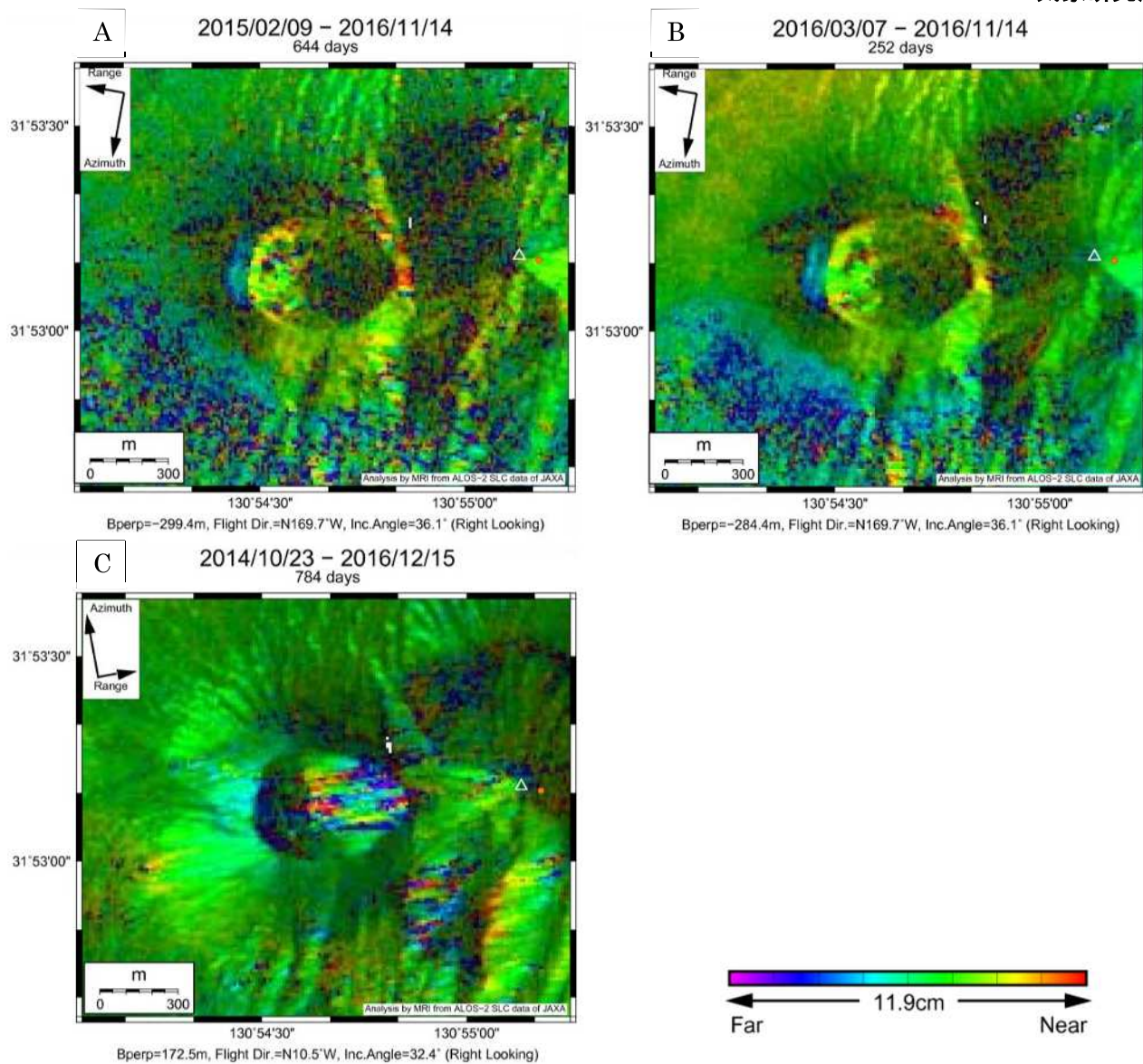


図 3 御鉢周辺の干渉解析結果 (A, B : パス 23-2970, C : パス 130-630)  
凡例は図 1 に同じ。ノイズレベルを超える位相変化は認められない。

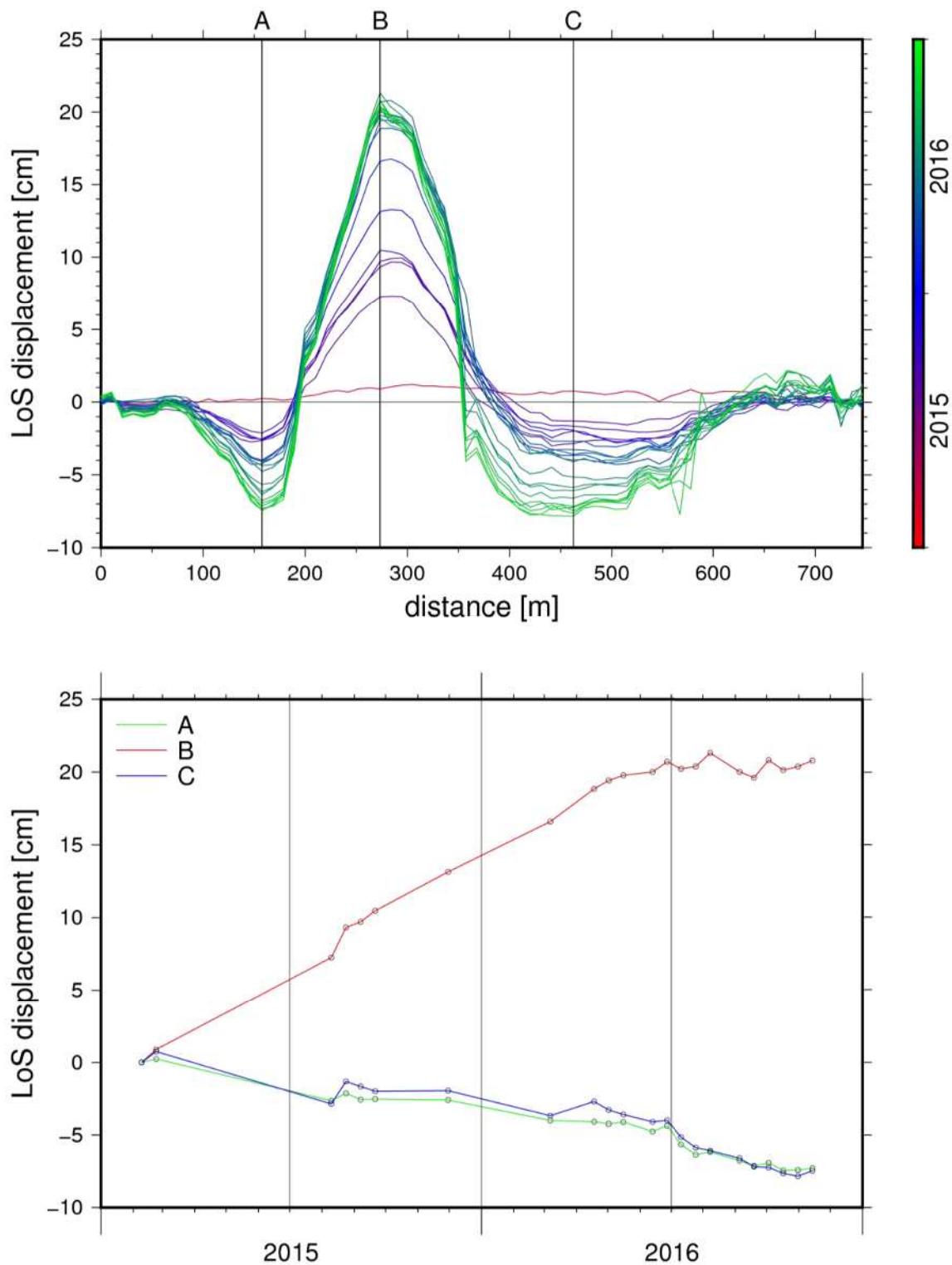


図4 パス 23-2970 を用いた新燃岳火口内の地表変位の時間変化（上：東西断面，下：時系列）  
視線距離短縮を正とする。また東西断面の位置は図 1-A 中の  $P_1$ - $P_2$ 。視線距離伸長は約 5cm/yr の等速で進行しているのに対し，視線距離短縮は約 10cm/yr の進行が 2016 年 5 月頃から鈍化した。

## 霧島火山

鹿児島大学理工学研究科と東京大学地震研究所は、2011 年 1 月 26 日から始まったマグマ噴火前より霧島山（新燃岳）周辺に GPS 観測点を 4 点設置し、噴火後には東北大学理学研究科、北海道大学理学研究院、九州大学理学研究院と共同で更に 6 点を増設するとともに、京都大学防災研究所、防災科学技術研究所、国土地理院のデータと併せて地殻変動データの解析を行っている。観測点配置図を図 1 に示す。なお、図 2 から図 4 で 2012 年 12 月 5 日に見られるステップは 950486 観測点のアンテナ交換によるものである。KRYK は受信機故障により観測を休止している。

2013 年 10 月頃より再開したマグマ蓄積は、2014 年 9 月頃に停止し、その後、マグマの蓄積を示すと思われる基線長の伸張は見られなかった。GPS 観測からは、マグマや熱水の蓄積によるとと思われる基線長変化は、昨年 5 月以降は見られていない。2016 年熊本地震の影響で基線長が縮んでいるほかは、目だった変動は見られない。

鹿児島大学理工学研究科は硫黄山の活動把握を目的に GPS 連続観測点を 2 点増設した。図 6 に観測点の位置を、図 7 に 2 つの観測点を基点とした基線長変化を示す。2016 年熊本地震の影響が見られる基線長もあるが、目だった変動はみられていない。EBN1 はデータ収録装置の不具合により、2016 年 9 月 18 日より欠測である。

解析には、国土地理院、防災科学技術研究所の観測データも利用した。謝意を表す。

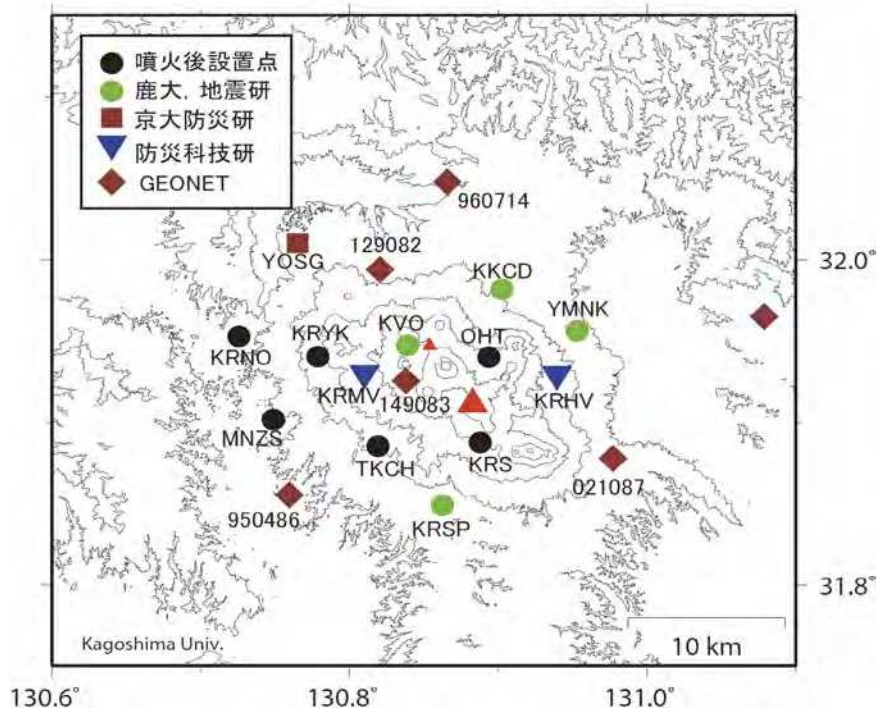


図 1. 霧島山（新燃岳）周辺の GPS 観測網。



## 霧島火山

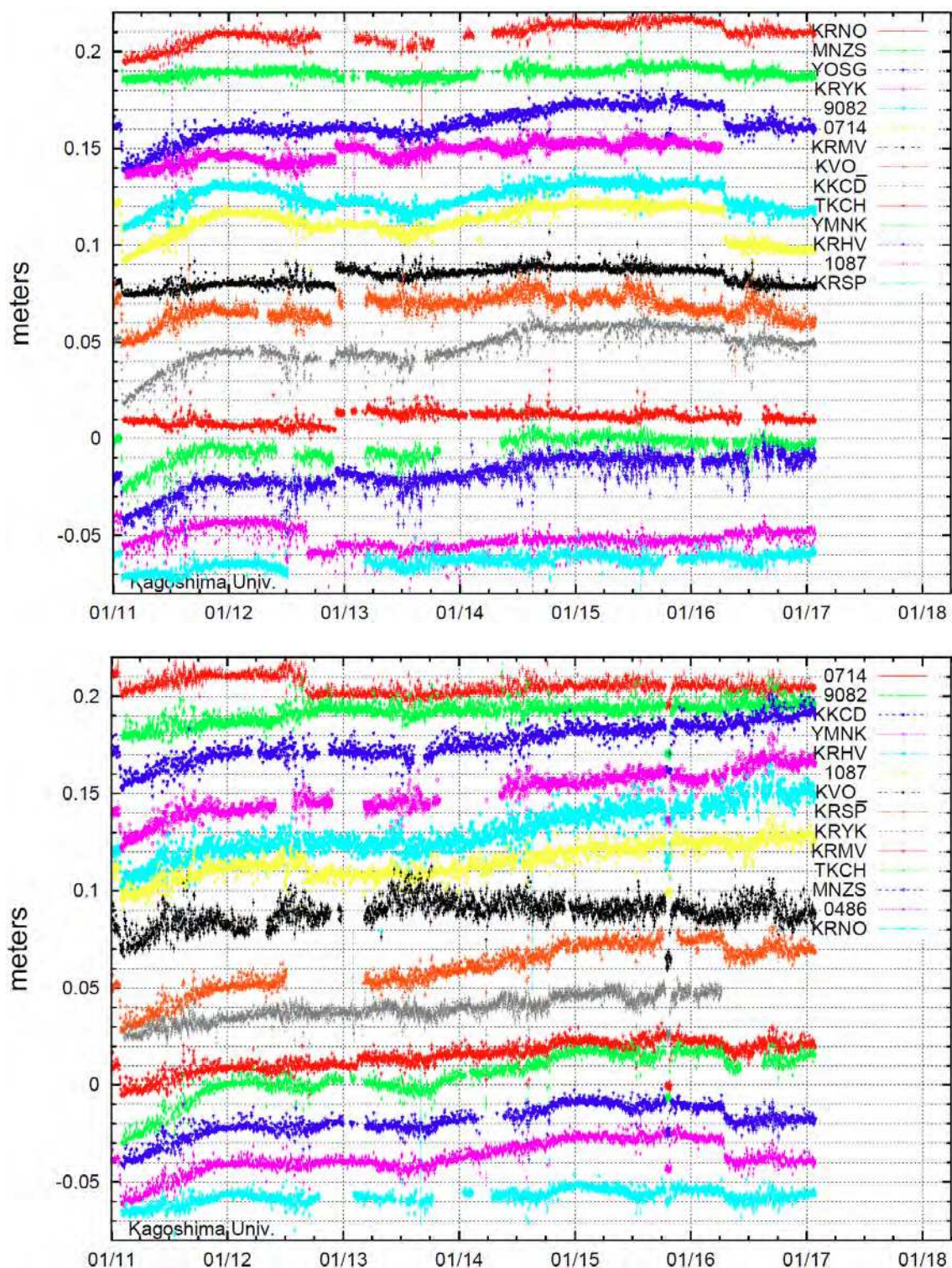


図 2. 霧島山（新燃岳）西側の観測点を基点として，東側観測点までの基線長の時間変化（2011 年 1 月～2016 年 12 月）。

上：基準点 9 5 0 4 8 6 観測点（GEONET），下：基準点 YOSG 観測点。



## 霧島火山

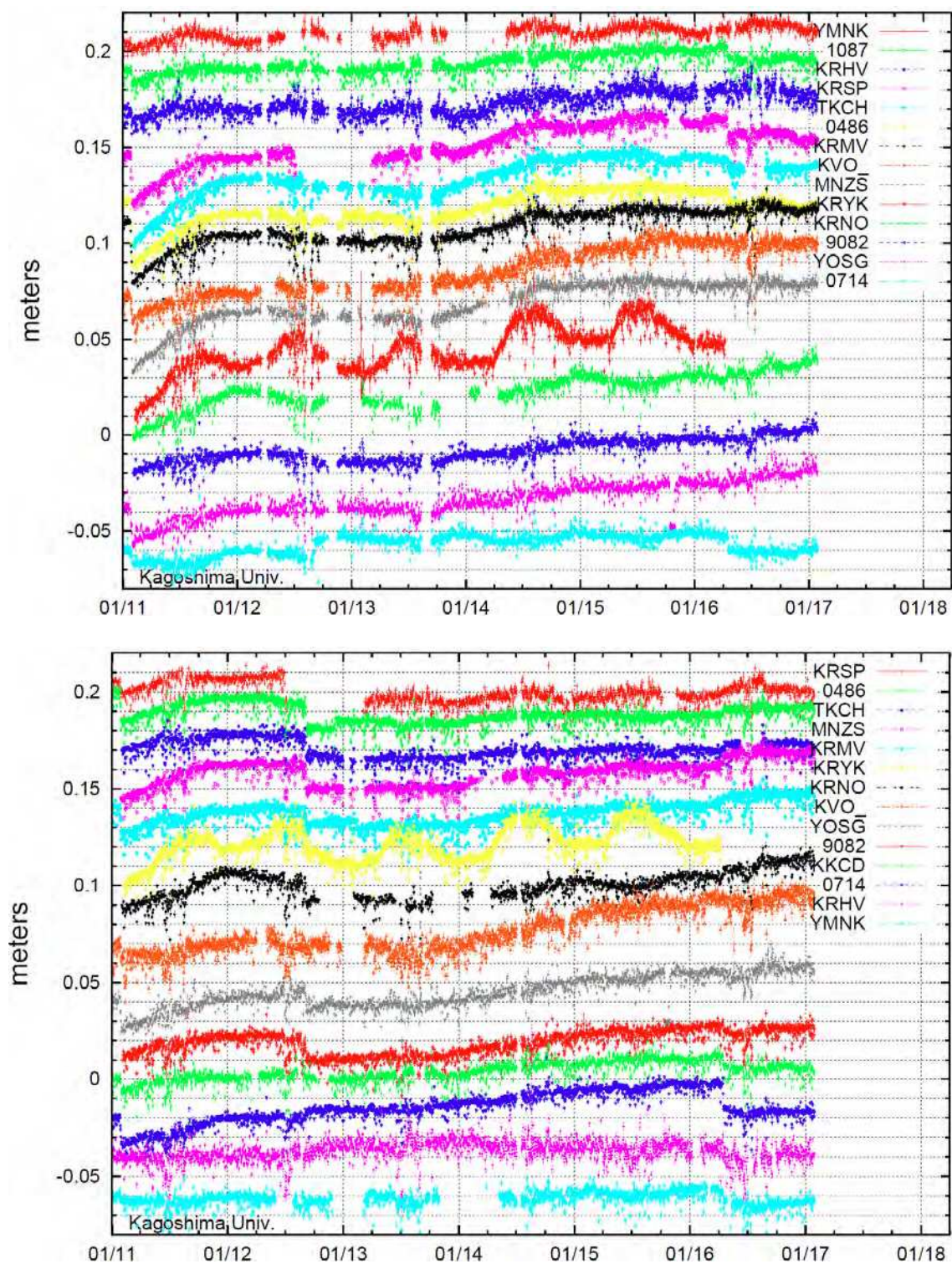


図 3. 霧島山（新燃岳）東側の観測点を基点として，西側観測点までの基線長の時間変化（2011 年 1 月～2016 年 12 月）．上：基準点 KKCD 観測点，下：基準点 021087（GEONET）観測点．



## 霧島火山

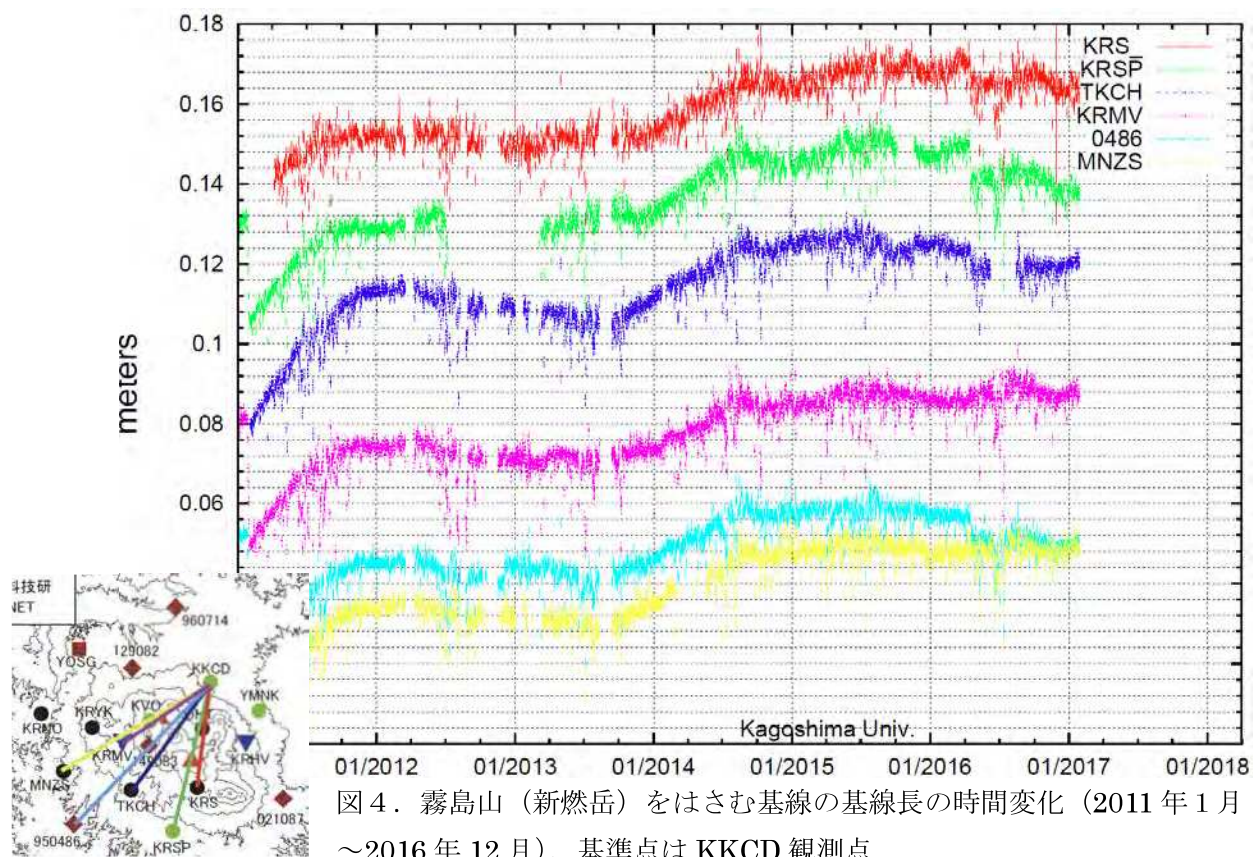


図 4. 霧島山（新燃岳）をはさむ基線の基線長の時間変化（2011 年 1 月～2016 年 12 月）。基準点は KKCD 観測点

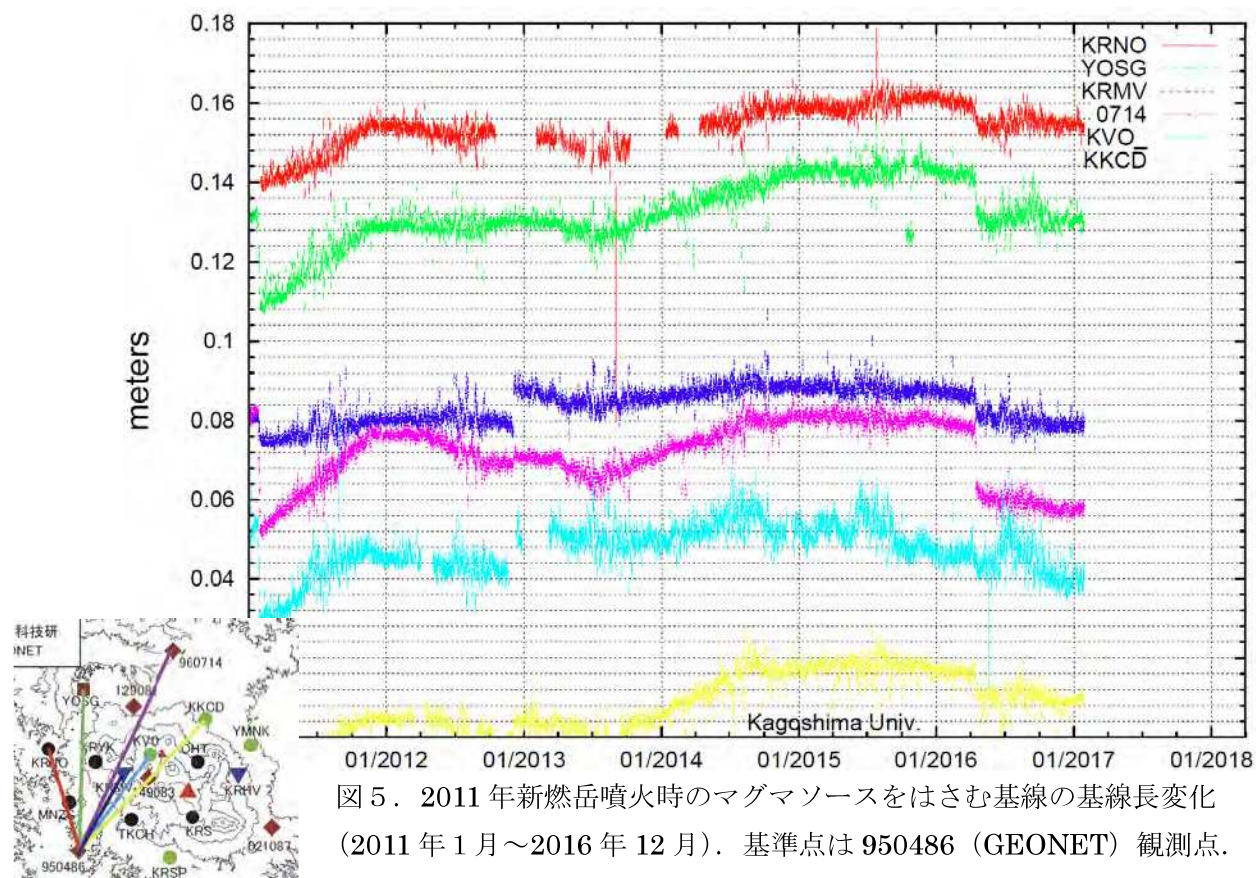


図 5. 2011 年新燃岳噴火時のマグマソースをはさむ基線の基線長変化（2011 年 1 月～2016 年 12 月）。基準点は 950486（GEONET）観測点。



## 霧島火山

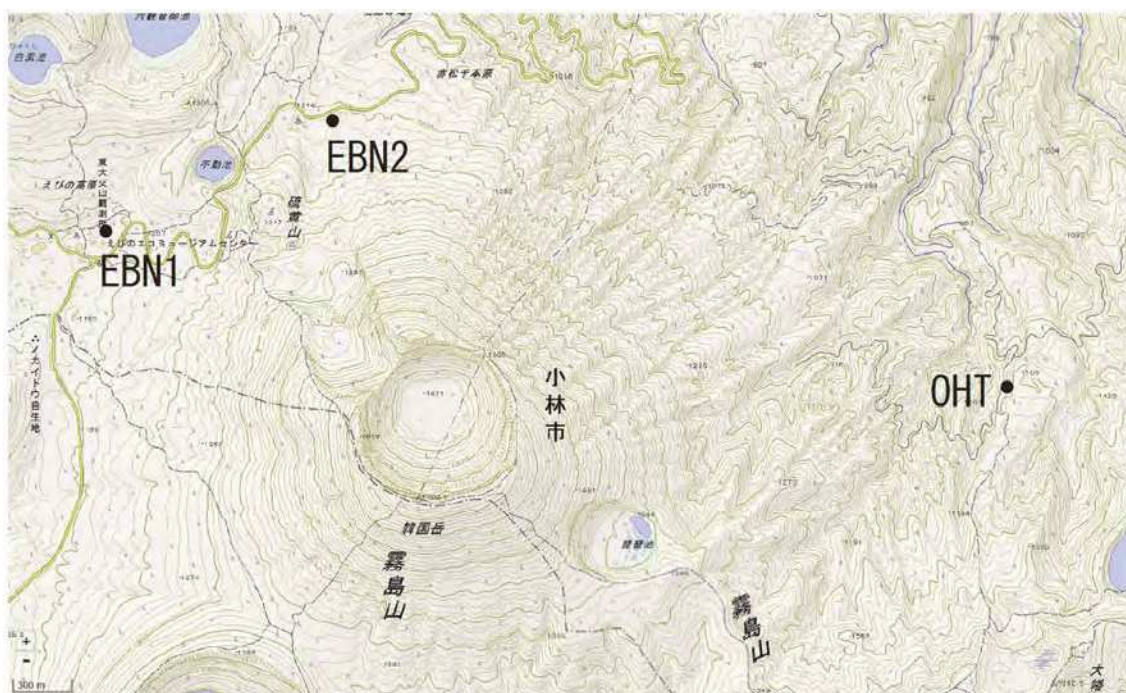


図 6．えびの高原に新設した GNSS 観測点（EBN1 と EBN2）の位置図．



# 霧島火山

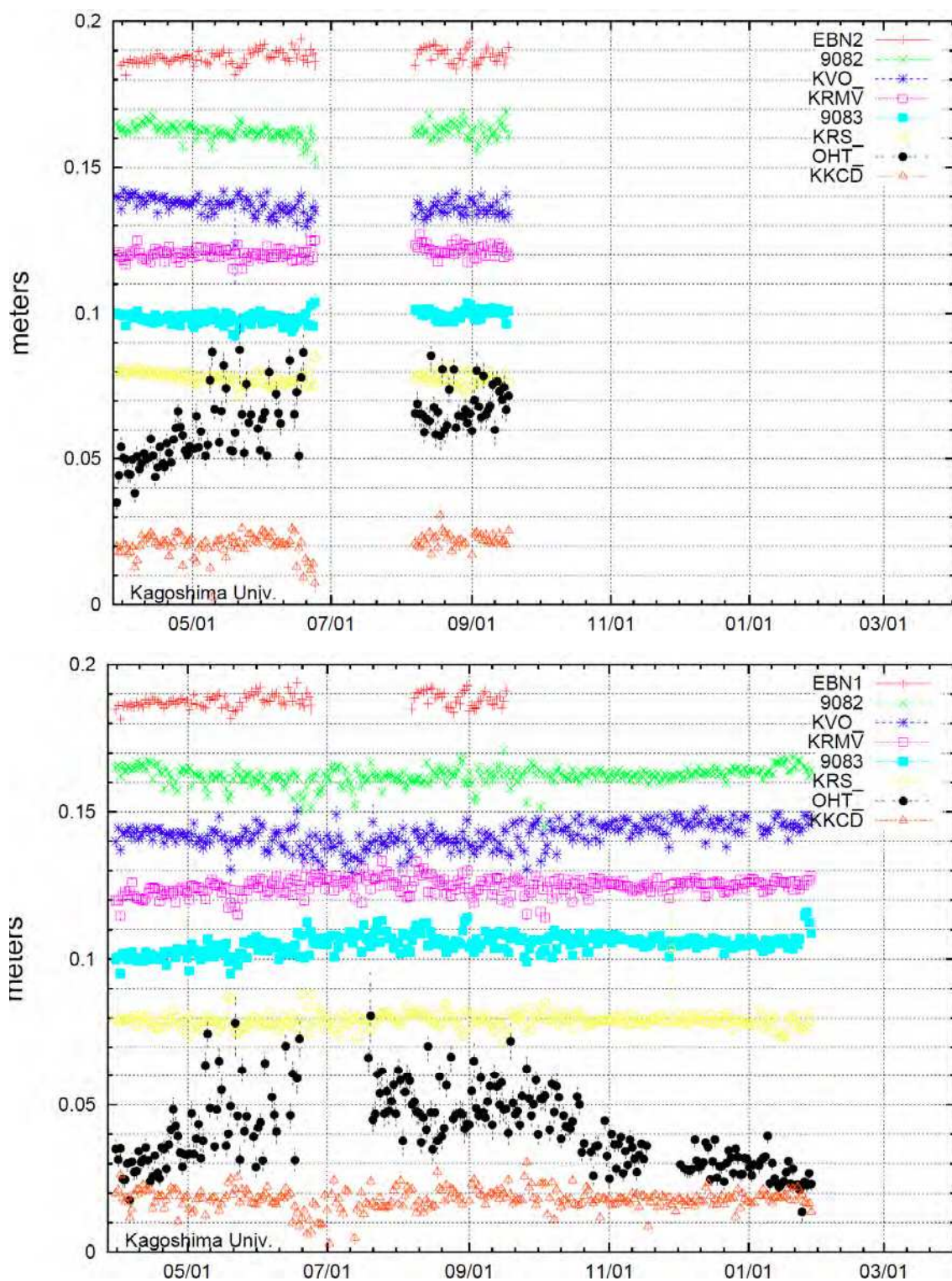
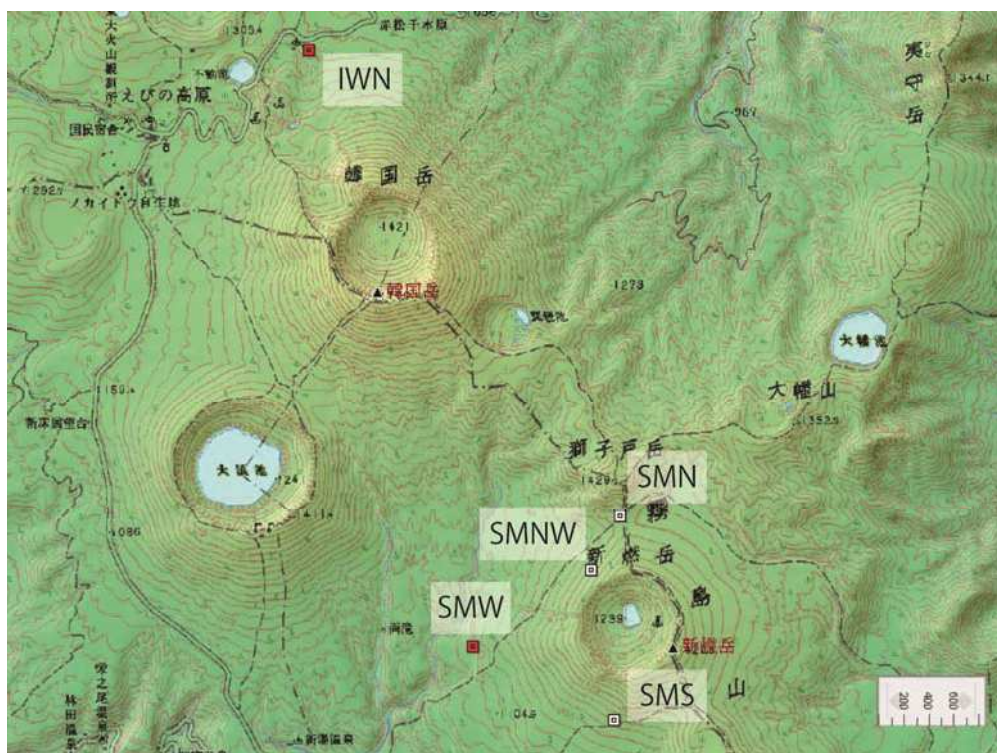


図 7. えびの高原に新設した観測点を基点とした基線長変化. 上: EBN1 基点, 下: EBN2 基点. 期間は 2016 年 1 月から 2016 年 12 月まで.

## 霧島全磁力

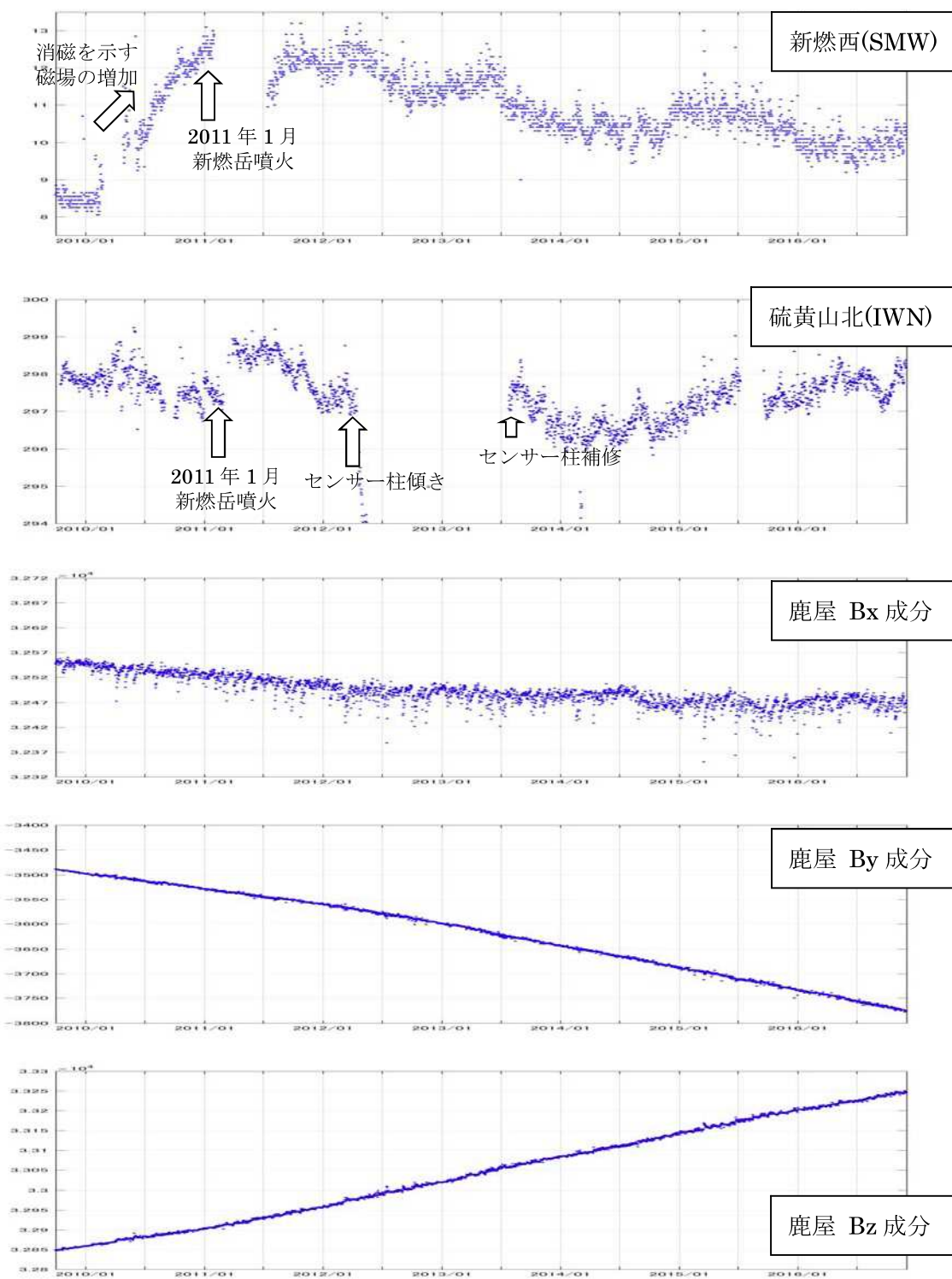
新燃岳周辺域ならびに硫黄山北で全磁力連続観測をおこなっている。新燃岳山頂噴火による噴石や降灰のため、2011 年 1 月末には新燃岳直近の 4 観測点での観測が途絶えたが、新燃岳西(SMW)観測点については、2011 年 7 月 15 日より観測を再開した。

2011 年 7 月 15 日の観測復帰時には、新燃岳西 (SMW) の全磁力は 2011 年 1 月の噴火直前に比べ 2010 年 9 月のレベルに減少していたが、その後増加を示した。この増加の原因が 2010 年と同じ消磁源によるとして、2011 年 9 月～10 月までは新燃岳西側斜面の地下浅部ないしは新燃岳北西縁ごく浅部で引き続き温度上昇による消磁が進行していたと解釈していた。その後、SMW の全磁力は、2011 年 1 月噴火直前のレベルに達しないうちに全体として減少傾向となり、現在 (2016 年 11 月末) に至っている。一方、硫黄山北 (IWN) の全磁力については、微弱な変化ながら、2014 年夏頃を境としてそれまでの減少から増加に転じる長期的変動が 2016 年夏頃まで認められ、観測点南側での消磁の可能性を指摘していた。その後、2016 年 8 月から 10 月にかけて、一旦減少してまた増加する短期的変動が認められるが、全体としては現在 (2016 年 11 月末) に至るまで、全磁力の増加傾向は停滞しているようである。



全磁力観測点配置。2011 年 1 月末に測定が途絶えた新燃岳直近の 4 観測点のうち、SMW 観測点については 2011 年 7 月 15 日より観測を再開した。





気象庁鹿屋地磁気観測所基準の新燃岳西（SMW：一段目）、硫黄山北（IWN：二段目）観測点での 2009 年 10 月 1 日から 2016 年 11 月 30 日までの全磁力差毎日値。IWN については、年周変動の除去補正を行っている。同期間における地磁気永年変化を示すため、あわせて気象庁鹿屋地磁気観測所での磁場南北成分（三段目）、磁場東西成分（四段目）、磁場鉛直成分（五段目）の時系列を示す。縦軸の目盛間隔は、1nT（SMW, IWN）ならびに 50nT（鹿屋磁場成分値）。

## 第 137 回火山噴火予知連絡会

## 硫黄山火口周辺の噴気・湧水活動について

## 1. ドローン等による高温域調査

硫黄山火口周辺の高温域（硫黄山噴気帯）の面積を把握するため、12 月 10 日～11 日に霧島ネイチャーガイドクラブの協力を得てドローン（Phantom 3）による空撮を実施した。空撮に先立ち、11 月 20、22、25、27 日に地温測定によって約 50℃地点を把握し、12 月 9 日に高温域修正及びトマーカーの設置を行った。また、空撮映像からオルソ画像を作成し、その地図上に約 50℃の地点をプロットした（図 2）。2017 年 2 月 4 日は、12 月 10 日の範囲を基にして拡大域を調査した。その結果を以下に示す。

- ・12 月 10 日は、それ以前に比べ A と G の高温域がつながり、G 域が東方へ拡大した。2 月 4 日は、G～H～D 域が繋がり、A 域を含め高温域がほぼひと続きとなった（図 2）。
- ・12 月 10 日と 2 月 4 日の比較から D～H 域の拡大が著しく G 域の東方拡大も進行した。
- ・高温域面積は 8 月 20 日の約 2200m<sup>2</sup>から 12 月 10 日に約 3500m<sup>2</sup>、2 月 4 日に約 6200m<sup>2</sup>拡大した（図 1）。

硫黄山周辺では、県道 1 号線沿いに 10 月中頃から極めて高濃度の硫化水素（H<sub>2</sub>S）ガスが観測されている（宮崎県危機管理課ホームページ）。また、10 月 29 日にはネイチャーガイドクラブによって硫黄山から流れ出る川に白濁が確認された。この頃、噴気域の拡大が進行し初めた可能性が考えられる。

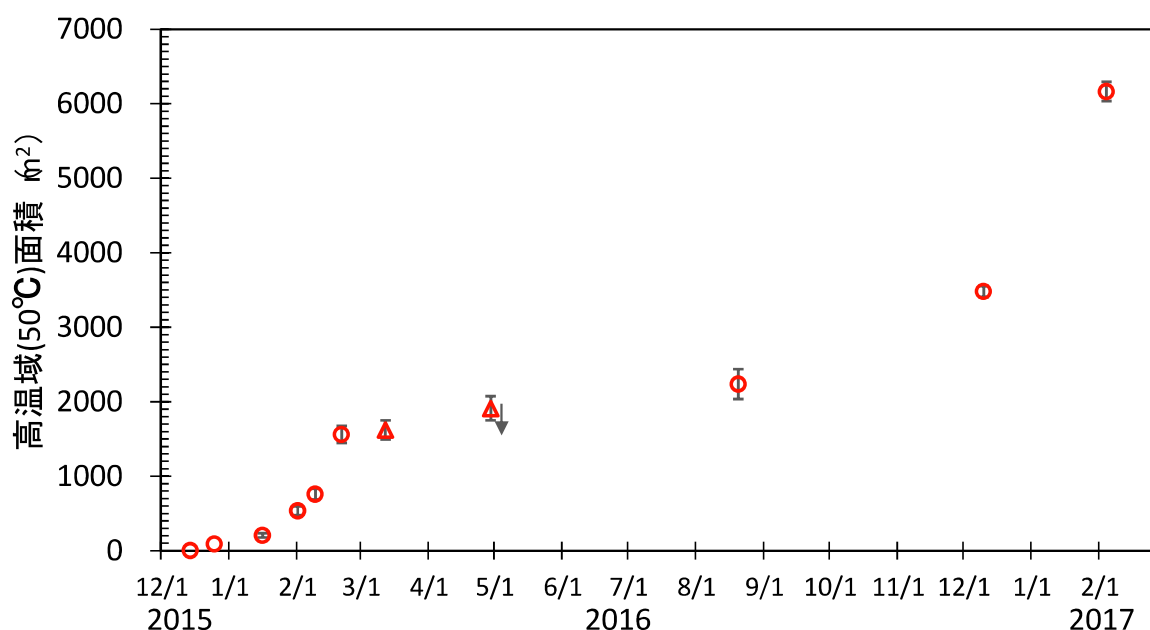


図 1 硫黄山噴気帯の高温域（50℃以上）の面積変遷

2016 年 1 月 16 日～8 月 20 日の簡易計測による面積測定誤差は±1 m を見込んだ。△は 2016 年 2 月 21 日の面積に、新たに生じた高温域の面積を追加した。



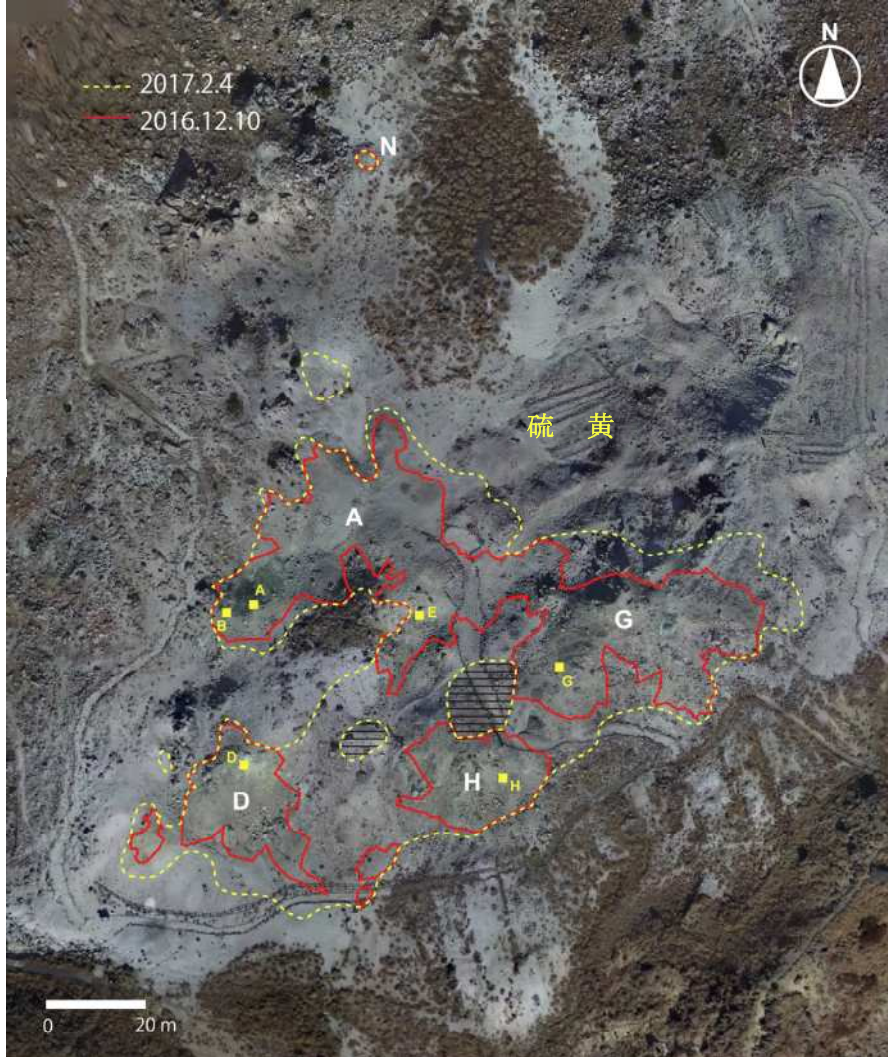


図2 ドローン撮影等による硫黄山噴気帯の高温域（50℃以上）  
赤線，黄破線は約 50℃の地温線，横線域は 2 月 4 日の高温域中の 50℃以下，黄点は噴気温の観測点．

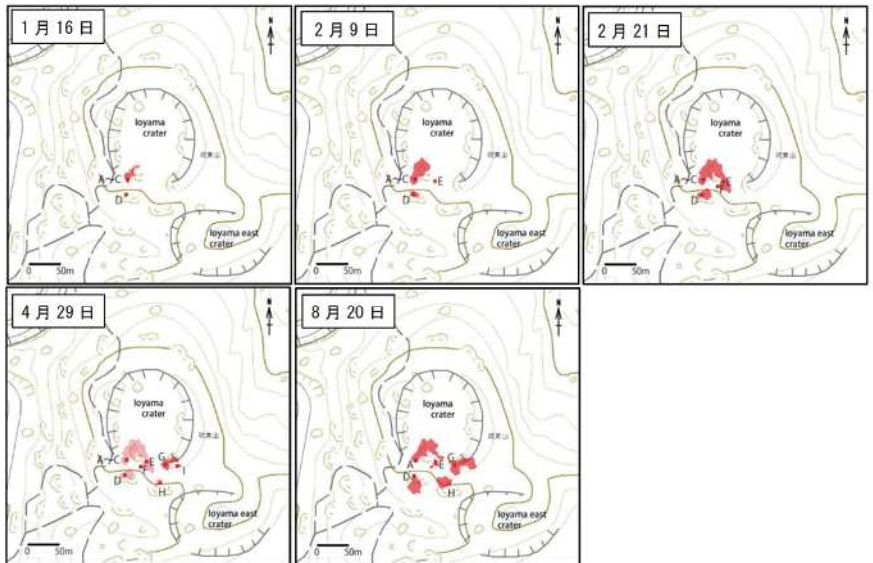


図3 硫黄山噴気帯の高温域（50℃以上）の変遷  
地理院地図(電子国土 Web)を使用．第 136 回火山噴火予知連絡会より

## 2. 噴気温・湧水温測定

硫黄山南西の噴気（硫黄山噴気帯）について、地震研究所が協力し、霧島ネイチャーガイドクラブが噴気温度及び周辺の湧水・地中の温度を測定した（図 4）。

- ・ A 点は 2016 年 9 月以降、ほぼ 95.5℃と安定した噴気温を維持している。2017 年 2 月 4 日は 95.9℃と、9 月 24 日（95.3℃）からわずかに上昇した（図 5）。また、A 点傍の B 点では、2 月 4 日に 96.2℃を観測した。
- ・ D～G 地点は、11 月 20 日以後 95～96℃とほぼ一定の噴気温を維持しているが、D 地点では 2 月 4 日に 96.4℃となった（図 5）。
- ・ 川湯 1 では、11 月 20 日に pH 1.9 を記録し、その後は pH 2.1 とほぼ一定である（図 6）。
- ・ 川湯 3 では、11 月 20 日に pH 1.4 を記録し、その後 pH 1.9～1.3 となっている。電気伝導度が、11 月 20 日以後上昇傾向にある（図 6）。

高温域の面積と噴気温・湧水温から、硫黄山火口周辺では変化が進行する時期と安定する時期がある。ドローンによる空撮調査から 2016 年 12 月 12 日の地震増加に先立ち高温域が拡大していたと考えられる結果が得られた。また、2 月 4 日時点でも拡大が続いており、高温域や噴気温・湧水温について注意深く観測する必要がある。



図 4 硫黄山噴気帯及びえびの高原周辺の湧水温・噴気温測定地点

地理院地図（電子国土 Web）を使用

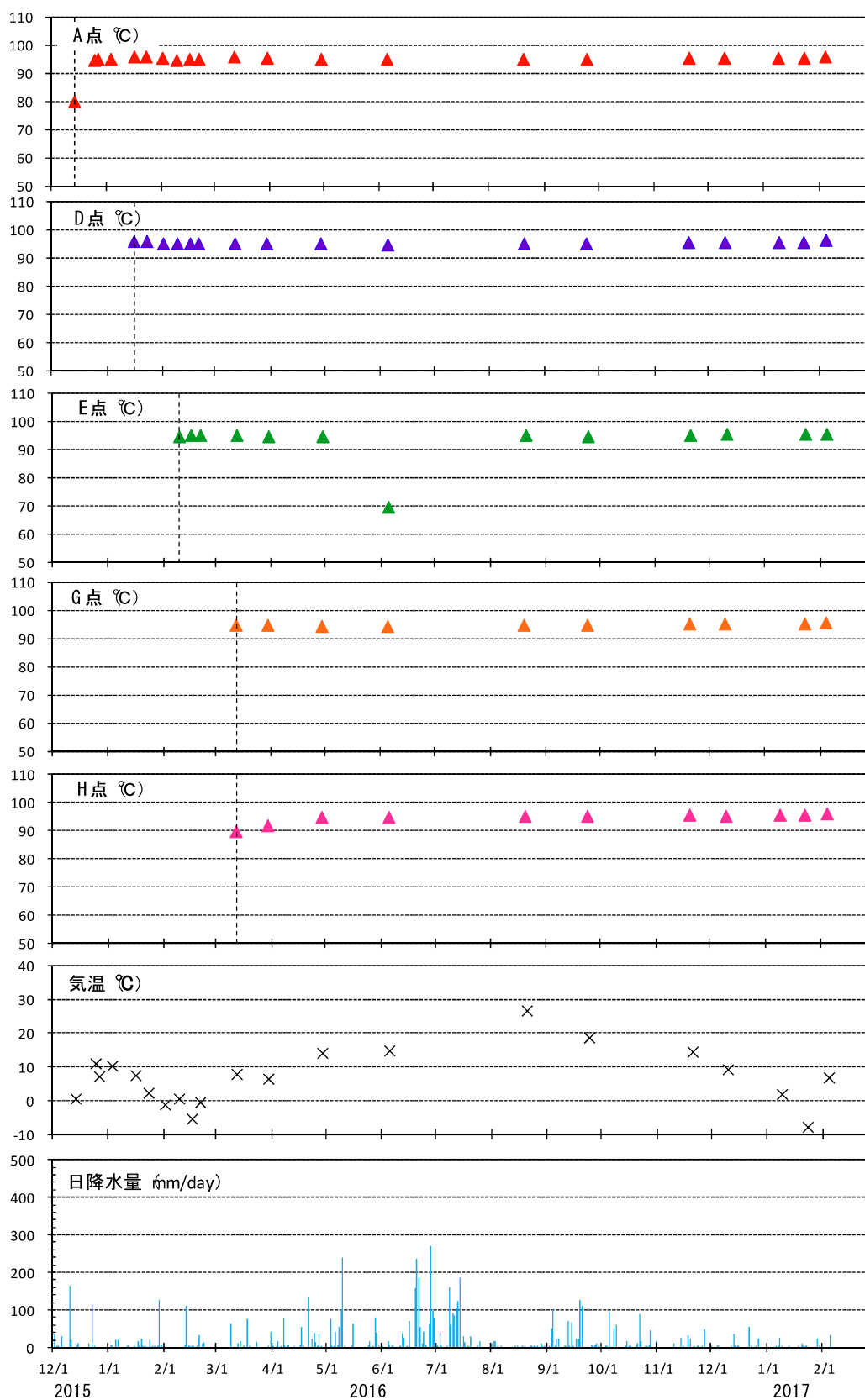
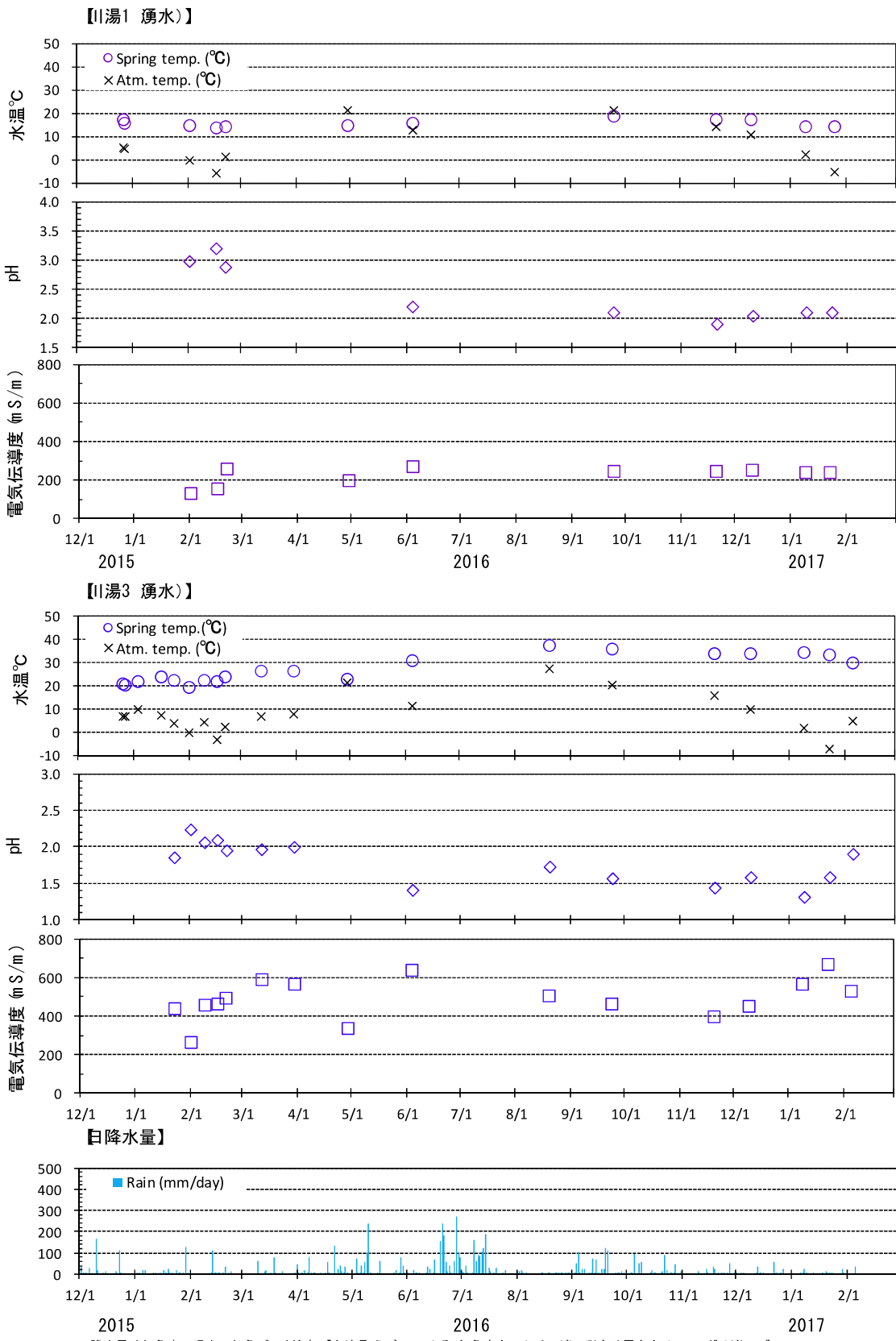


図5 硫黄山噴気帯の噴気温度測定結果





日降水量は気象庁の過去の気象データ検索、「宮崎県 えびの」による 気象庁ホームページ。測定は霧島ネイチャーガイドクラブ。  
湧水温は2015年12月26日、pH・電気伝導度は2016年1月23日測定開始。2016年3月12日、30日の電気伝導度は産業技術総合研究所測定。

図 6 えびの高原周辺の湧水の測定結果

# 霧島硫黄山および新燃岳で採取した噴気の化学組成・安定同位体比

## Chemical composition and stable isotope ratio of the fumarolic gases sampled at Iwoyama volcano and Shinmoedake volcano, Kirishima, Japan

### 1. 概要

2015 年 12 月から 2017 年 1 月にかけて、霧島硫黄山において繰り返し、噴気を採取・分析した。また 2017 年 1 月に新燃岳西側斜面割れ目付近で噴気を採取・分析した。硫黄山では、噴気に含まれるマグマ起源成分としての  $\text{CO}_2$  濃度は 2016 年 5 月頃まで上昇したが、7 月以降低下し、マグマ脱ガス活動が低下しつつあることを示している。反応、 $\text{SO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  の見かけ平衡温度（AET）は緩やかな上昇傾向にある。 $\text{H}_2\text{O}$  の安定同位体比は、地下におけるマグマ起源  $\text{H}_2\text{O}$  の比率が緩やかな上昇傾向にあることを示している。 $\text{H}_2\text{S}$  濃度は 2016 年 12 月まで上昇傾向にあったが、2017 年 1 月に低下に転じた。新燃岳では、 $\text{H}_2\text{S}$  や  $\text{SO}_2$  濃度は低いものの、高濃度の  $\text{CO}_2$  が観測され、2011 年の噴火後もマグマ脱ガス活動が続いていることを示している。 $\text{H}_2\text{O}$  の安定同位体比は低く、地下水の影響を強く受けている。

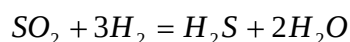
### 2. 噴気の採取・分析

硫黄山では、図 1 に示す噴気孔 a と b で噴気を採取した。新燃岳では、図 2 に示す地点（噴気孔 a：北緯 31 度 54 分 41.0 秒，東経 130 度 52 分 37.1 秒）で採取を行った。この地点は山頂火口のリムから約 200m 西方向に位置する。噴気孔 b（北緯 31 度 54 分 41.1 秒，東経 130 度 52 分 36.4 秒）は a に近接している。噴気孔 a からは勢いよく火山ガスが放出されていたが、大きな音は伴わなかった（図 3a）。噴気孔 b は小さく（図 3b）、出口に自然硫黄の析出が観察された。噴気孔の様子は、<https://youtu.be/MHpqeGhBGeA> で視聴することができる。

これらの噴気を採取するために、金属チタン管を噴気孔に差し込み、管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ。次にチタン管にゴム管を接続し、ゴム管の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した。真空ガラス瓶にはあらかじめ高濃度のアルカリ性水溶液（KOH あるいは NaOH）20ml を封入しておいた。コックを慎重に開けることにより火山ガスをアルカリ性水溶液に吸収させた。安定同位体比の測定のために噴気を水冷したガラス二重管に通し、凝縮水を採取した。凝縮水を採取した後の気体は一旦プラスチックバックに集め、検知管により、 $\text{CO}_2$  と  $\text{H}_2\text{S}$  の濃度を現場で測定し、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$  比を求めた。噴気の化学分析は主に、小沢の方法[1]に従った。

### 3. 結果

表 1 に硫黄山と新燃岳で採取した噴気の化学組成、 $\text{H}_2\text{O}$  の安定同位体比、見かけ平衡温度（AET）を示す。噴気の温度は水の沸点に近い。図 4, 5, 6, 7, 8 に、それぞれ、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  比、AET、 $\text{H}_2\text{O}$  の  $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$  比、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$  比の時間変化を示す。AET は火山ガスの成分間で以下の化学反応、



式 1

が平衡に到達する温度である。AET はガスの圧力に依存するので、本報告では、圧力として AET における飽和水蒸気圧を用いた。

#### 4. 考察

##### 硫黄山

図 4 に示されるように、噴気の  $CO_2/H_2O$  比は 2016 年 5 月頃まで増加傾向にあったが、7 月以降減少に転じた。 $CO_2$  はマグマ起源成分を代表する化学種で、マグマ脱ガス活動が 2016 年 7 月以降低下しつつあることを示している。図 5 に示される AET の変化から、地下の温度は 2015 年 12 月の噴気出現後、急激に  $300^\circ C$  程度まで上昇し、噴気 a については緩やかに上昇している。一方で、噴気 b の AET は 2017 年 1 月に低下した。噴気に含まれる  $H_2O$  の酸素同位体比は、マグマ起源の  $H_2O$  と地下水起源の  $H_2O$  の寄与の比率を判断する有用な指標である。一般にマグマ起源  $H_2O$  の同位体比は高く、地下水起源  $H_2O$  の同位体比は低い。図 6 に示されるように、2015 年 12 月の噴気出現後、同位体比は低かったが、急激に上昇し、その後、緩やかな上昇が継続している。AET や同位体比の変化は、冷たく地下水に満たされた地下の領域に、深部からマグマ性ガスが侵入し、温度上昇と、地下水がマグマ起源  $H_2O$  により置き換えられる過程が進行していることを示している。

図 7 に示されるように、 $H_2S/H_2O$  比は、噴気の出現後、2016 年 12 月まで上昇傾向を示したが、2017 年 1 月になり低下した。 $CO_2/H_2O$  比が 2016 年 8 月になり低下しているので、 $H_2S/H_2O$  比の上昇を、マグマから脱ガスする硫黄成分の増加で説明することは適切でない。 $H_2S/H_2O$  比の変化は、マグマ起源流体の本来の硫黄成分濃度は高く、地下を移動する間に何らかの原因で、硫黄成分の除去が起きており、その効果が弱くなりつつあるために、地表での  $H_2S/H_2O$  比が上昇したと解釈される。

図 8 に示されるように、 $CO_2/H_2S$  比は 2016 年 2 月から 3 月にかけてピークを示し、その後低下した。 $CO_2/H_2S$  比は精密な化学分析とは別に、検知管を用いることにより現場で簡易に測定できる。図 8 に示すように、両者の値の間に、わずかに系統的な差があるものの、時間変化の傾向は一致している。

##### 新燃岳

表 1 に示される噴気の化学組成で注目されるのは 5~7% という  $CO_2$  の濃度の高さである。1991、1994 年の観測では、 $CO_2$  濃度は 1.4~1.9% に過ぎない[2]。一方で、 $H_2S$  の濃度は 0.01~0.04% と 1991、1994 年の 0.2~0.6% に比較して低い。噴気 a の  $SO_2$  濃度は、 $H_2S$  よりも高く 0.02% を示した。噴気 a について HCl 濃度を測定したが、検出限界 (0.0005%) 以下であった。図 9 に示すように、 $H_2O$  の安定同位体比は 1994 年の噴気に比べて顕著に低く、地下水の付加に加え、気液分離の影響が推測される。

新燃岳西側斜面割れ目噴気に見られる高濃度の  $CO_2$  は、2011 年の噴火後も新燃岳のマグマは高濃度の  $CO_2$  を含み、脱ガス活動が継続していることを示している。今後、定期的に噴気を採取し、化学組成や安定同位体比の変化と火山活動との対応を調べる必要がある。



## 6. 文献

- [1] 小沢竹二郎 (1968) 地球化学におけるガス分析法 (I). 分析化学, 17, 395-405.
- [2] Ohba, T., et. al. (1997) Hydrothermal system of the Kirishima volcanic area inferred from the chemical and isotopic composition of spring waters and fumarolic gases. Bull. Volcanol. Soc. Japan, 42, 1-15.

## 7. 謝辞

気象庁地震火山部小久保一哉氏および福岡管区気象台は安全確保のために調査実施中に硫黄山の地震活動をモニタリングして下さいました。ここに記して感謝します。本研究実施のために、科研費「火山ガス観測により活火山ポテンシャル診断」(15K12485) を使用しました。

表 1. 硫黄山および新燃岳噴気の化学組成, 安定同位体比, 見かけ平衡温度 (AET)

| Location | Date       | Temp<br>°C | H <sub>2</sub> O<br>% | CO <sub>2</sub><br>% | H <sub>2</sub> S<br>% | SO <sub>2</sub><br>% | H <sub>2</sub><br>% | δ D<br>‰ | δ 18O<br>‰ | AET<br>°C | 分析        |
|----------|------------|------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------|------------|-----------|-----------|
| 硫黄山-a    | 2015/12/22 | 97.2       | 98.4                  | 1.42                 | 0.12                  | 0.003                | 0.00017             | -91      | -14.1      | 232       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-a    | 2016/2/24  | 97.2       | 98.2                  | 1.65                 | 0.10                  | 0.008                | 0.00074             | -52      | -6.3       | 313       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-a    | 2016/5/6   | 95.3       | 97.8                  | 2.02                 | 0.15                  | 0.006                | 0.00043             | -57      | -6.6       | 277       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-a    | 2016/8/30  | 96.9       | 98.3                  | 1.42                 | 0.30                  | 0.005                | 0.00088             | -41      | -5.3       | 296       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-a    | 2017/1/17  | 96.4       | 99.2                  | 0.65                 | 0.18                  | 0.007                | 0.00154             | -43      | -3.6       | 338       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-b    | 2016/2/24  | 96.2       | 98.3                  | 1.58                 | 0.10                  | 0.004                | 0.00070             | -78      | -11.9      | 301       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-b    | 2016/5/6   | 95.2       | 97.3                  | 2.49                 | 0.17                  | 0.005                | 0.00055             | -67      | -9.2       | 283       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-b    | 2016/8/30  | 95.2       | 97.5                  | 2.08                 | 0.43                  | 0.006                | 0.00138             | -56      | -7.5       | 314       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-b    | 2017/1/17  | 97         | 99.3                  | 0.55                 | 0.16                  | 0.002                | 0.00042             | -46      | -4.6       | 258       | 東海大・気象研   |
| 硫黄山-a    | 2016/2/10  | 95.7       | 98.7                  | 1.10                 | 0.13                  | 0.015                | 0.00030             | -57      | -7.0       | 276       | 産総研(AIST) |
| 硫黄山-a    | 2016/3/21  | 96.4       | 98.2                  | 1.62                 | 0.11                  | 0.014                | 0.00041             | -54      | -6.5       | 292       | 産総研(AIST) |
| 硫黄山-a    | 2016/7/26  | 95.8       | 98.5                  | 1.21                 | 0.20                  | 0.034                | 0.00105             | -48      | -6.2       | 345       | 産総研(AIST) |
| 硫黄山-a    | 2016/12/10 | 95.8       | 98.6                  | 0.98                 | 0.41                  | 0.003                | 0.00373             |          |            | 357       | 産総研(AIST) |
| 新燃岳-a    | 2017/1/17  | 94.6       | 92.5                  | 7.39                 | 0.01                  | 0.020                | 0.00034             | -71      | -9.0       | 328       | 東海大・気象研   |
| 新燃岳-b    | 2017/1/18  | 95.4       | 94.5                  | 5.45                 | 0.04                  | 0.016                | 0.00028             | -96      | -13.2      | 294       | 東海大・気象研   |

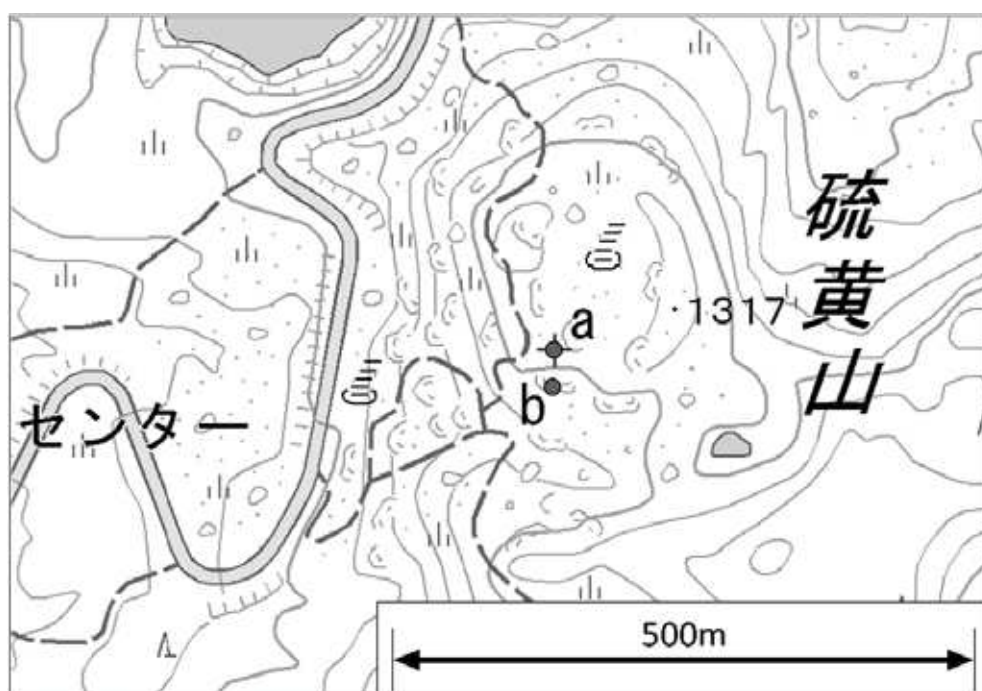


図 1. 硫黄山噴気 a, b の位置 (背景の地図として, 国土地理院 1/25000 地形図を使用した)

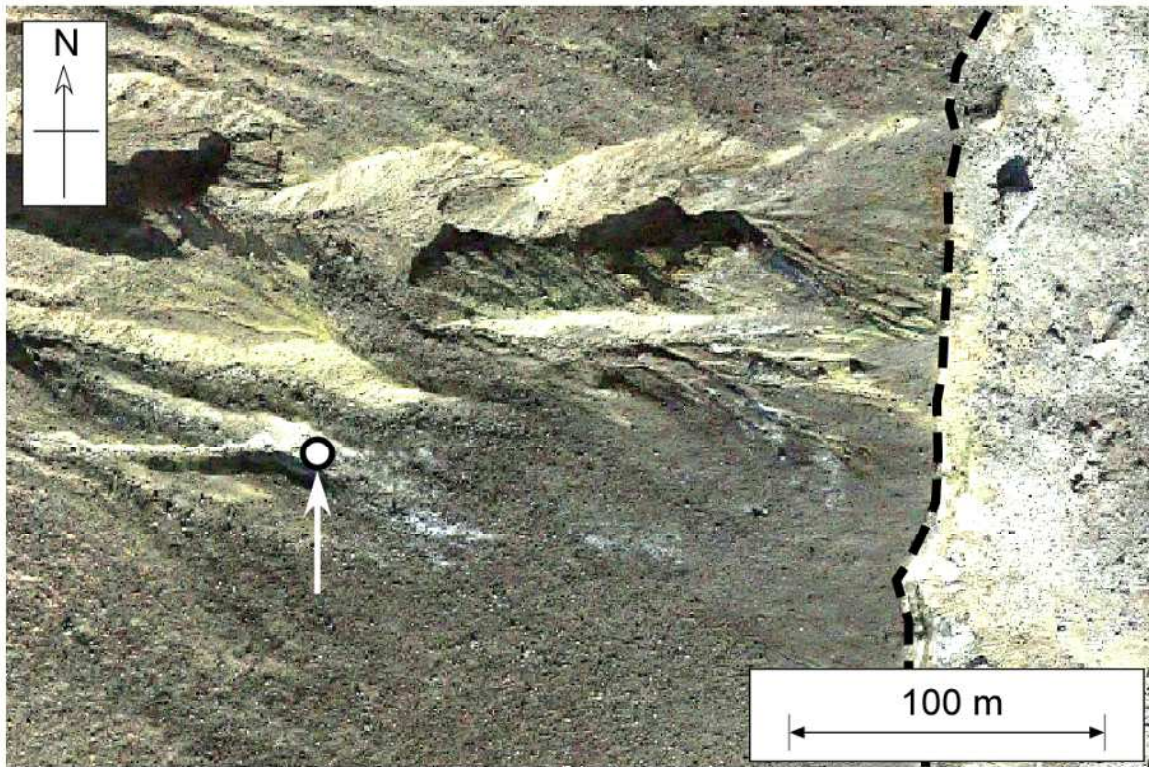


図 2. 新燃岳西側斜面割れ目噴気の位置（矢印の先の丸印が採取地点．破線は山頂火口のリム．背景として GoogleMap の画像を使用）



図 3a. 新燃岳西側斜面割れ目噴気 a



図 3b. 新燃岳西側斜面割れ目噴気 b



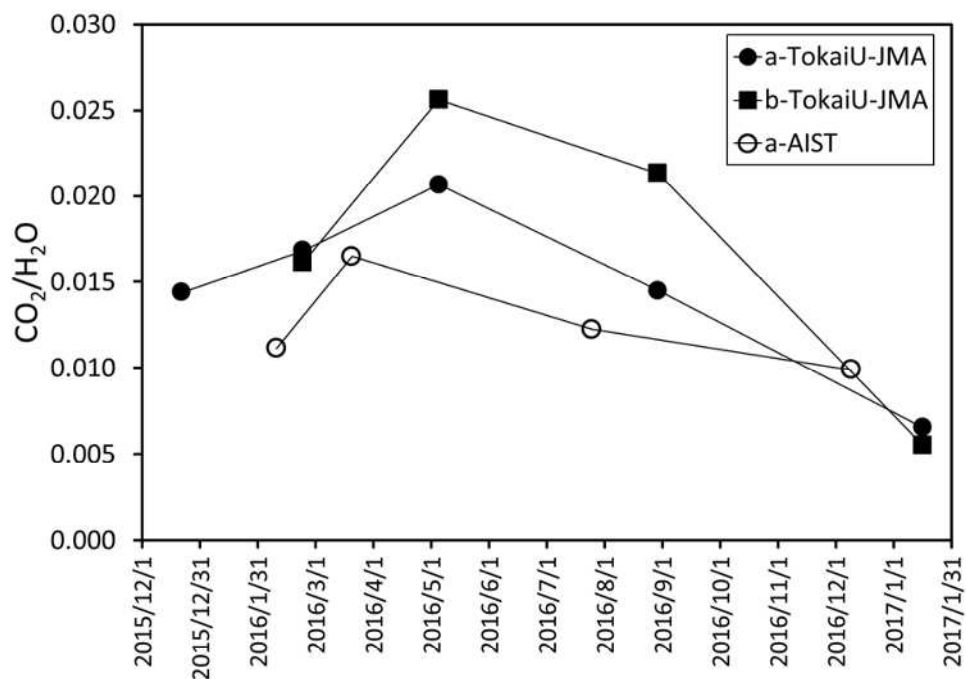


図 4. CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O 比の時間変化

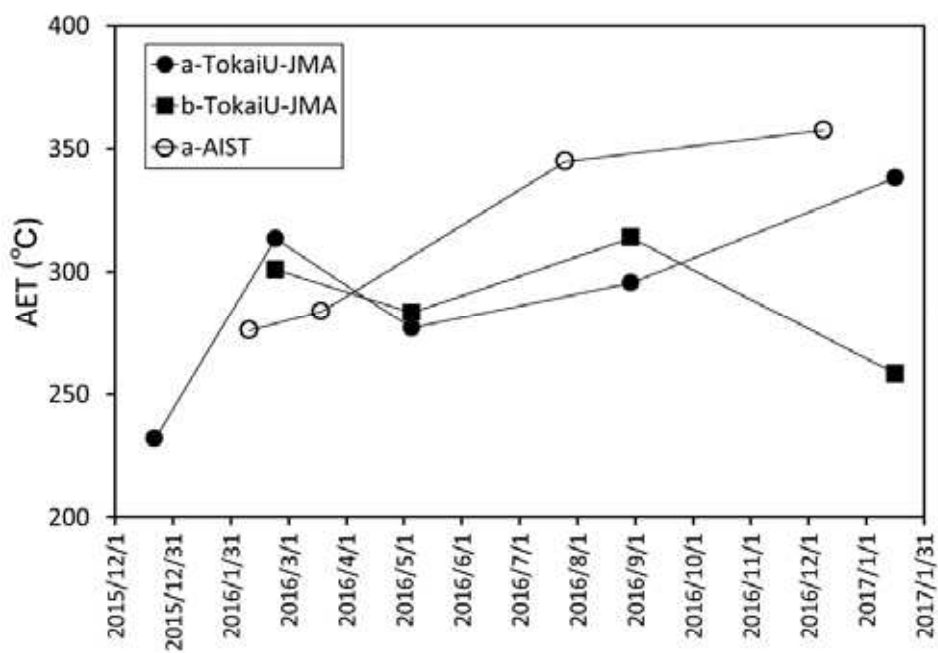


図 5. 見かけ平衡温度 (AET) の変化

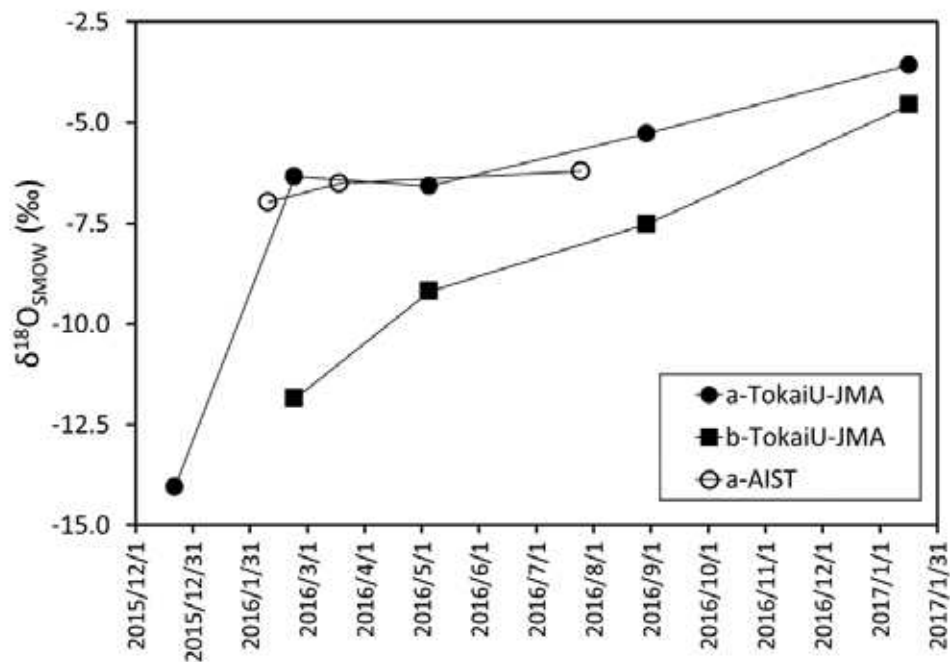


図 6.  $\text{H}_2\text{O}$  酸素同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) の変化

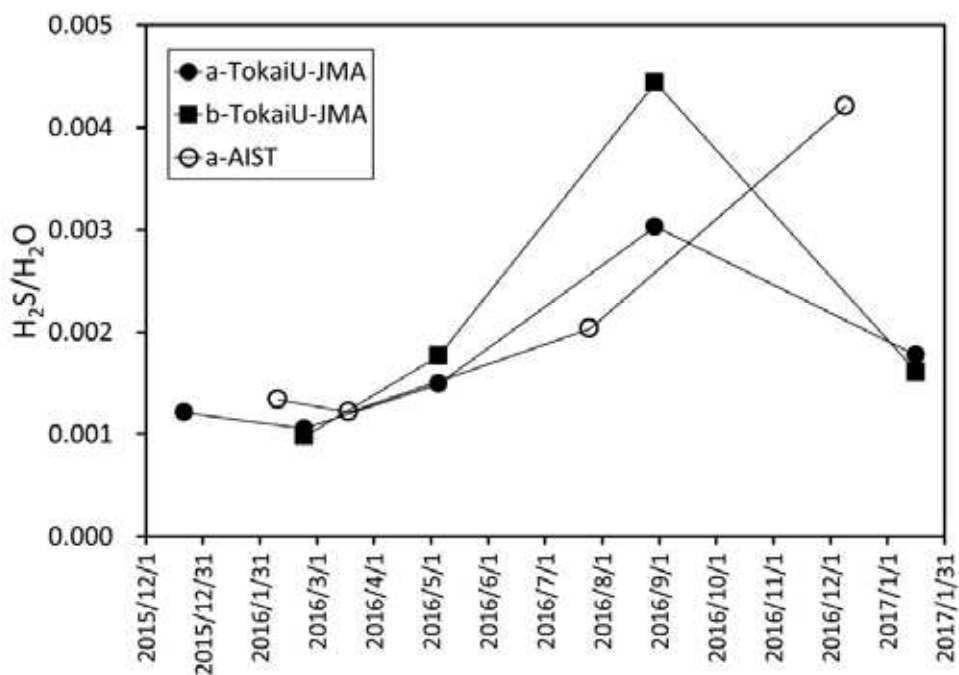


図 7.  $\text{H}_2\text{S}/\text{H}_2\text{O}$  比の時間変化

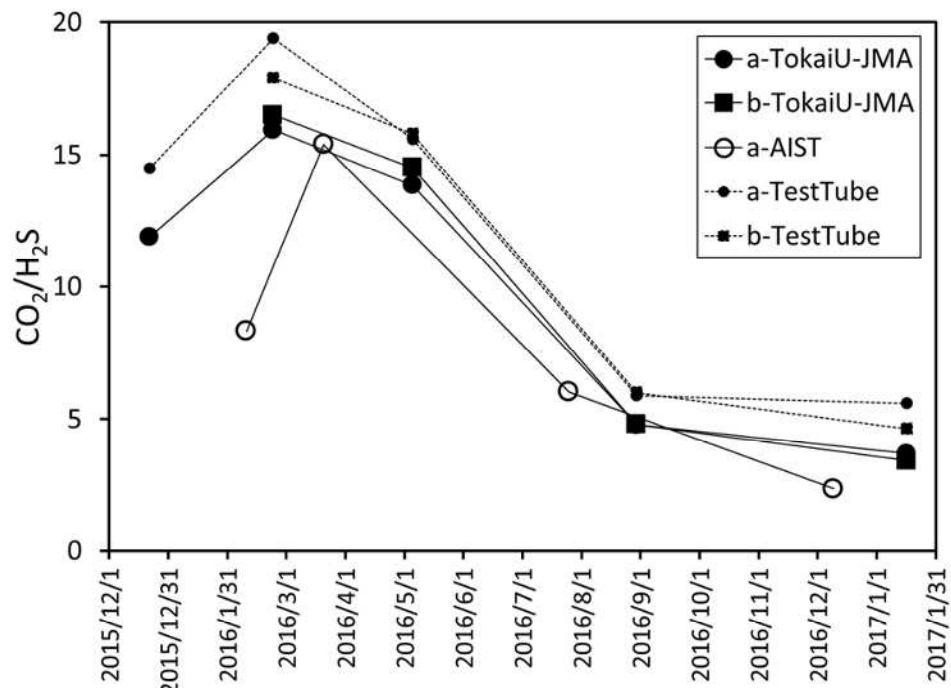


図 8. CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 比の時間変化 (TestTube は検知管を用いた現場測定値を示す)

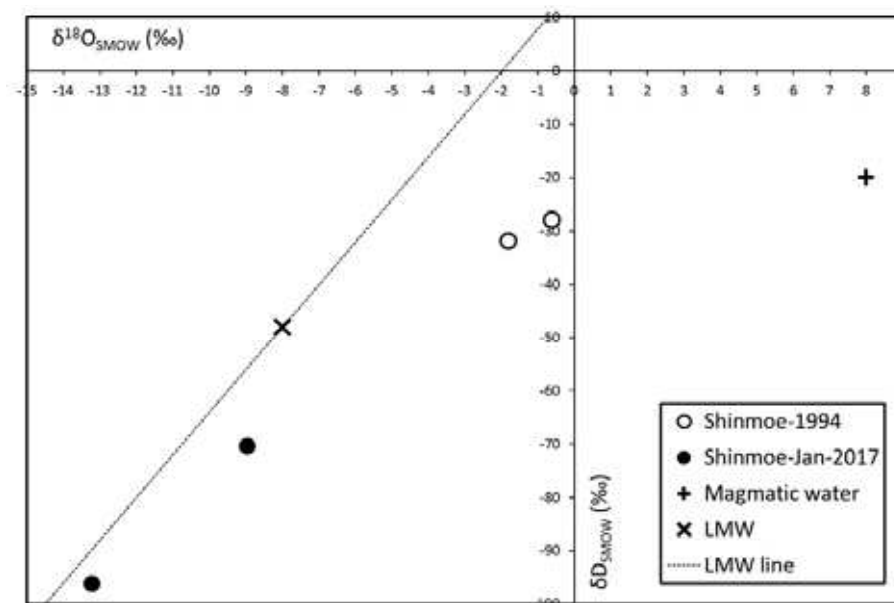


図 9. 新燃岳噴気の H<sub>2</sub>O 安定同位体比 (LMW: 局地天水, LMW line: 局地天水線)



### 霧島火山群えびの高原の地中温度および温泉・湧水の調査結果

えびの高原において図 1 に示す EBI8、EBI9 の 2 点で地中温度（約 1m）の連続測定を、硫黄山北東、硫黄山西および足湯において温泉・湧水の電気伝導度と化学分析を繰り返している。硫黄山の地熱活動は拡大しているが、地殻変動を伴う微動の余効と思われる。これまでより極端に大きな膨張を伴う微動が起きた場合には、火孔の開孔が起きる可能性を考慮しておく必要がある。



図 1 測定点位置

地中温度の測定結果を図 2 に示す。過去には温度異常が見られた場所であるので、山頂部で確認されている温度異常が拡大してくるかどうかには注意する必要がある場所である。年最高地温がわずかに高くなっているように見えるが、年周変化を大きく上回る異常はこの図からは見いだせない。

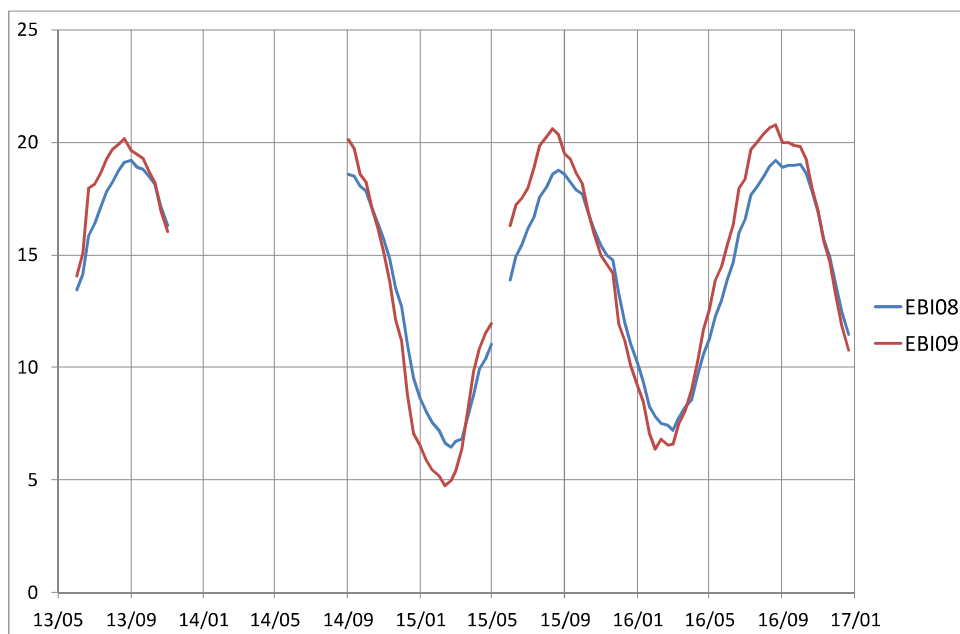


図 2

図 3 は、過去 1 年間の平均地中温度を示している。途中に欠測期間があるために、十分に長い期間の変化を見ることができないが、2015 年 10 月頃から温度が上昇し、2016 年 2 月頃にいったん上昇が停滞した後、2016 年 8 月頃より再び上昇している。

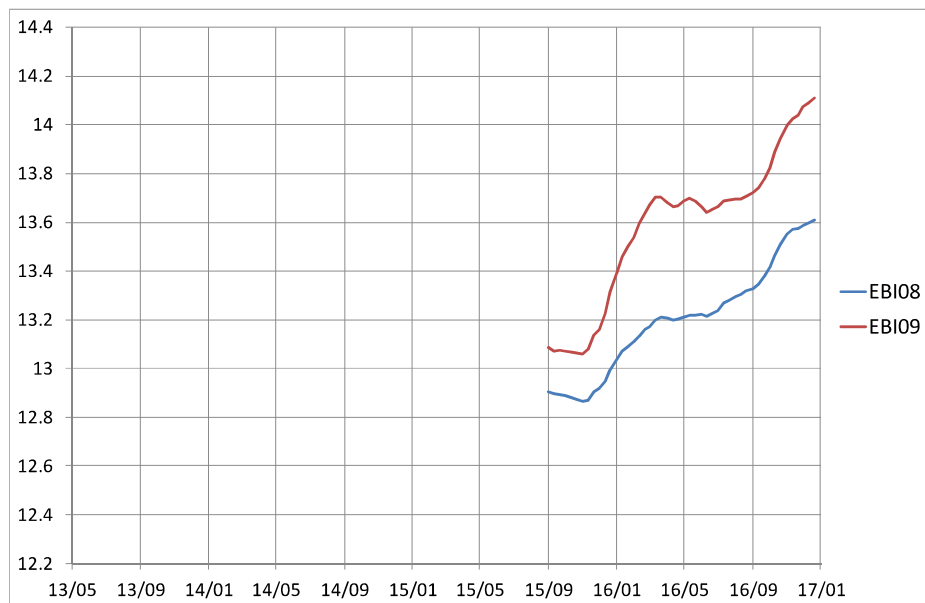


図 3

図 3 では、異常が発生する以前のデータが出てこないで、図 4 に、1 年前との温度差を計算した結果を示す。この結果を見ると、2015 年 10 月頃から前年よりも温度の高い状態が出現しており、2014 年 9 月頃や 2015 年 9 月頃には異常が出ていないことがわかる。特に温度上昇がみられる時期は、微動の発生や、硫黄山山頂での噴気の出現、高濃度の硫化水素放出の時期と整合的である。今後も、地熱活動の拡大が続くと考えられる。

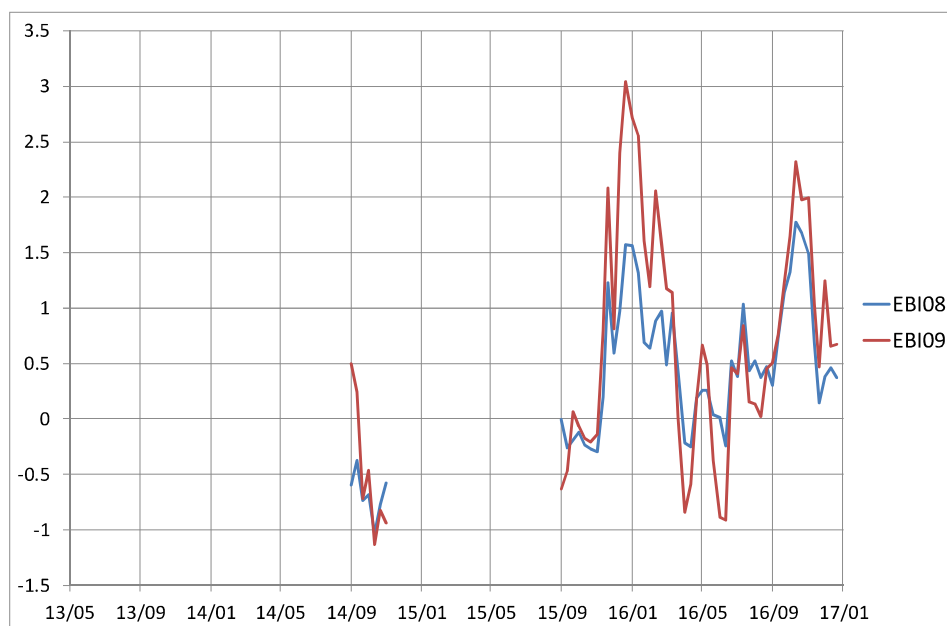


図 4

## 温泉・湧水の電気伝導度および化学成分分析の結果

硫黄山西および北東麓の湧水、雨による希釈の影響を受けるが、2014 年 8 月の微動発生以降、塩素イオンの濃度は、その変動を上回る増加を示している（図 5）。

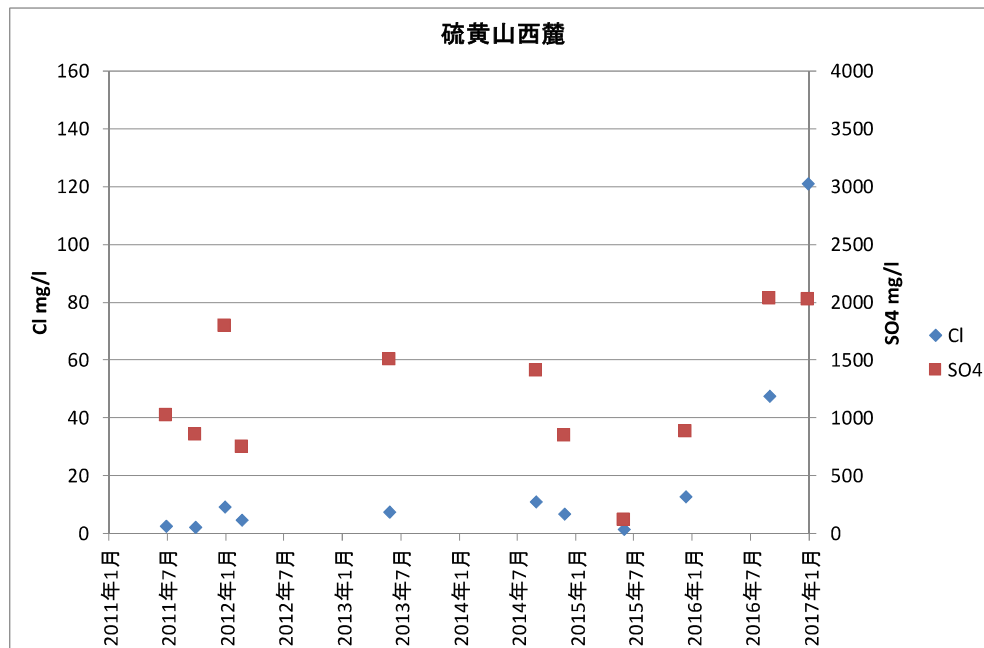


図 5

図 6 に、塩素イオンと硫酸イオンの濃度比および化学平衡温度を示す。2014 年 8 月の微動発生以降、塩素／硫酸イオン比が増大し、2015 年 12 月の噴気出現以降は化学平衡温度も上昇している。

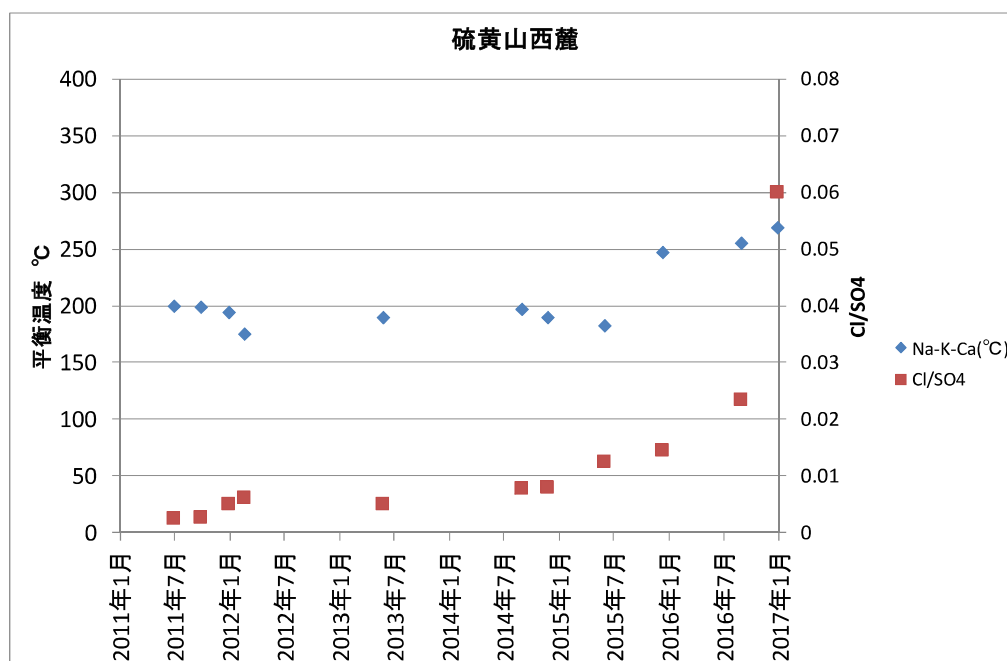


図 6



えびの高原足湯は雨の影響をあまり受けていないので、図 7 に塩素および硫酸イオンの濃度を示す。塩素イオンの減少と硫酸イオンの増大が進んでいる。また、図 8 に化学平衡温度と塩素／硫酸イオンを示す。平衡温度はあまり変化していないがわずかに上昇している。また、イオン比は低下している。

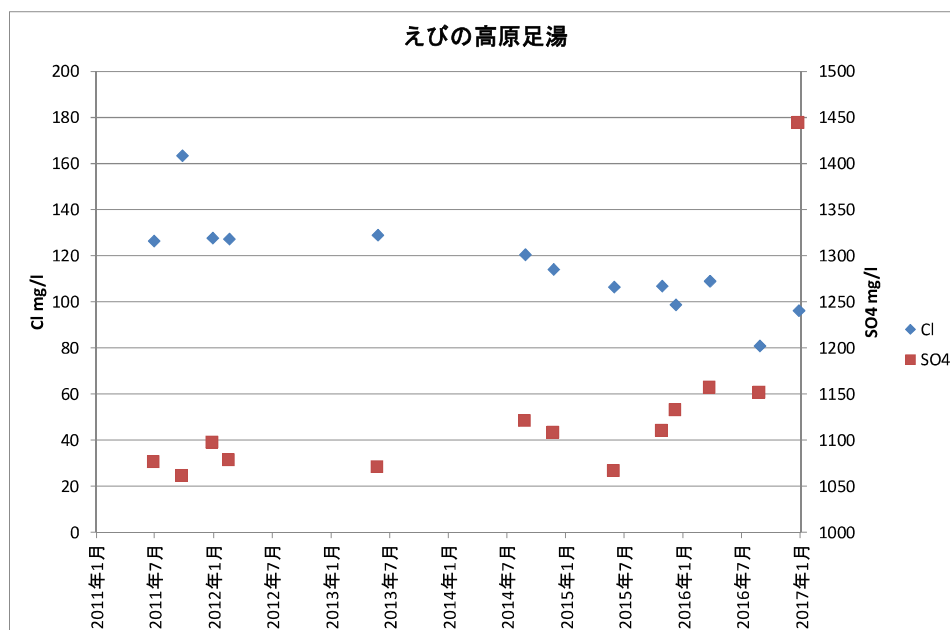


図 7

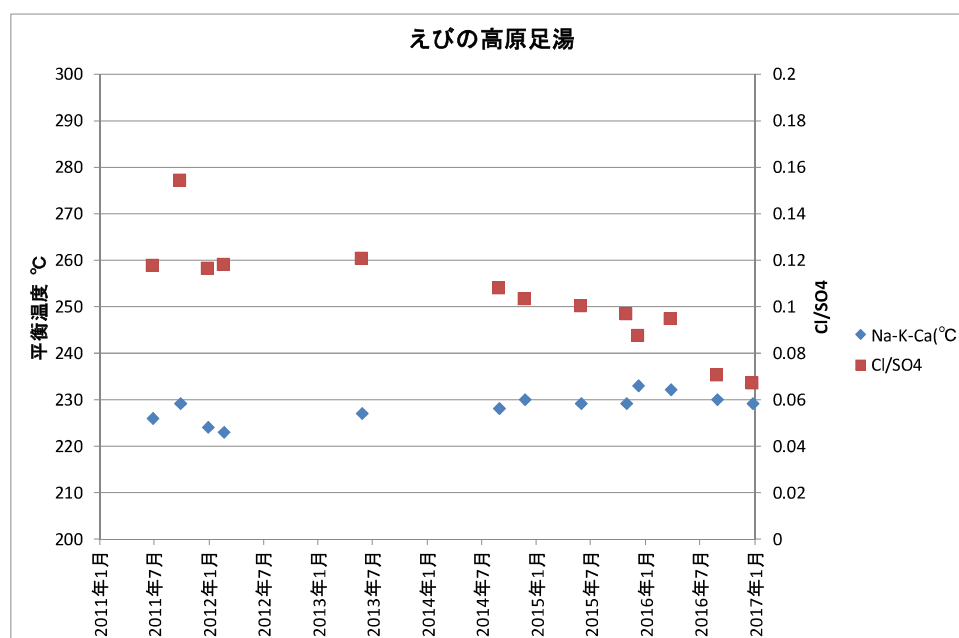
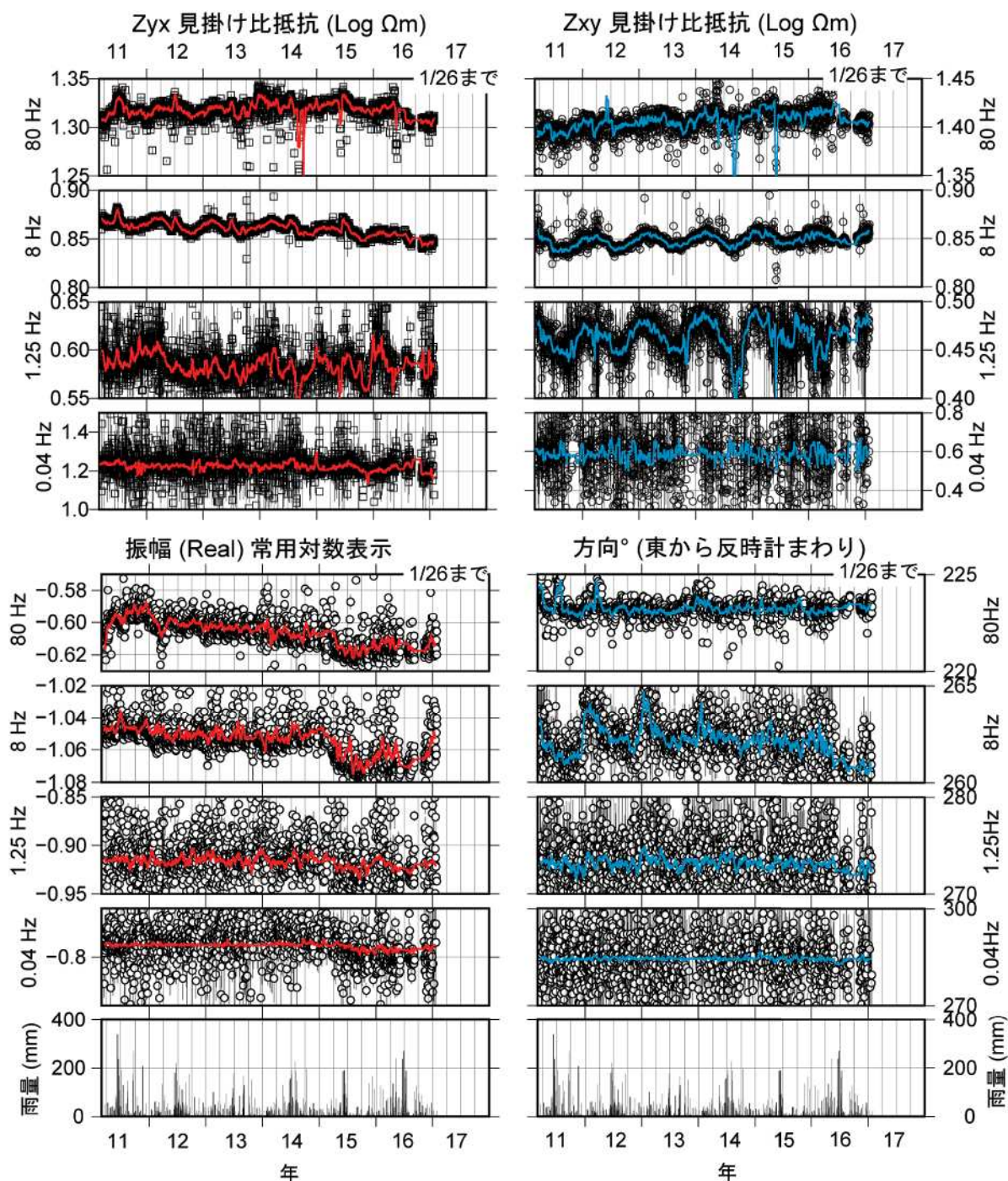
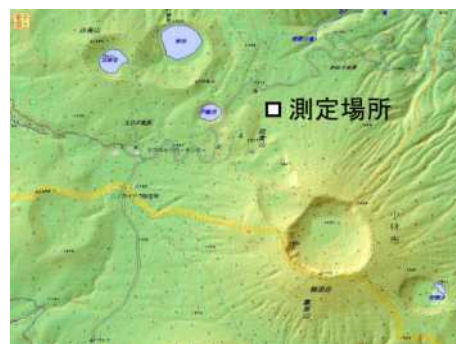


図 8

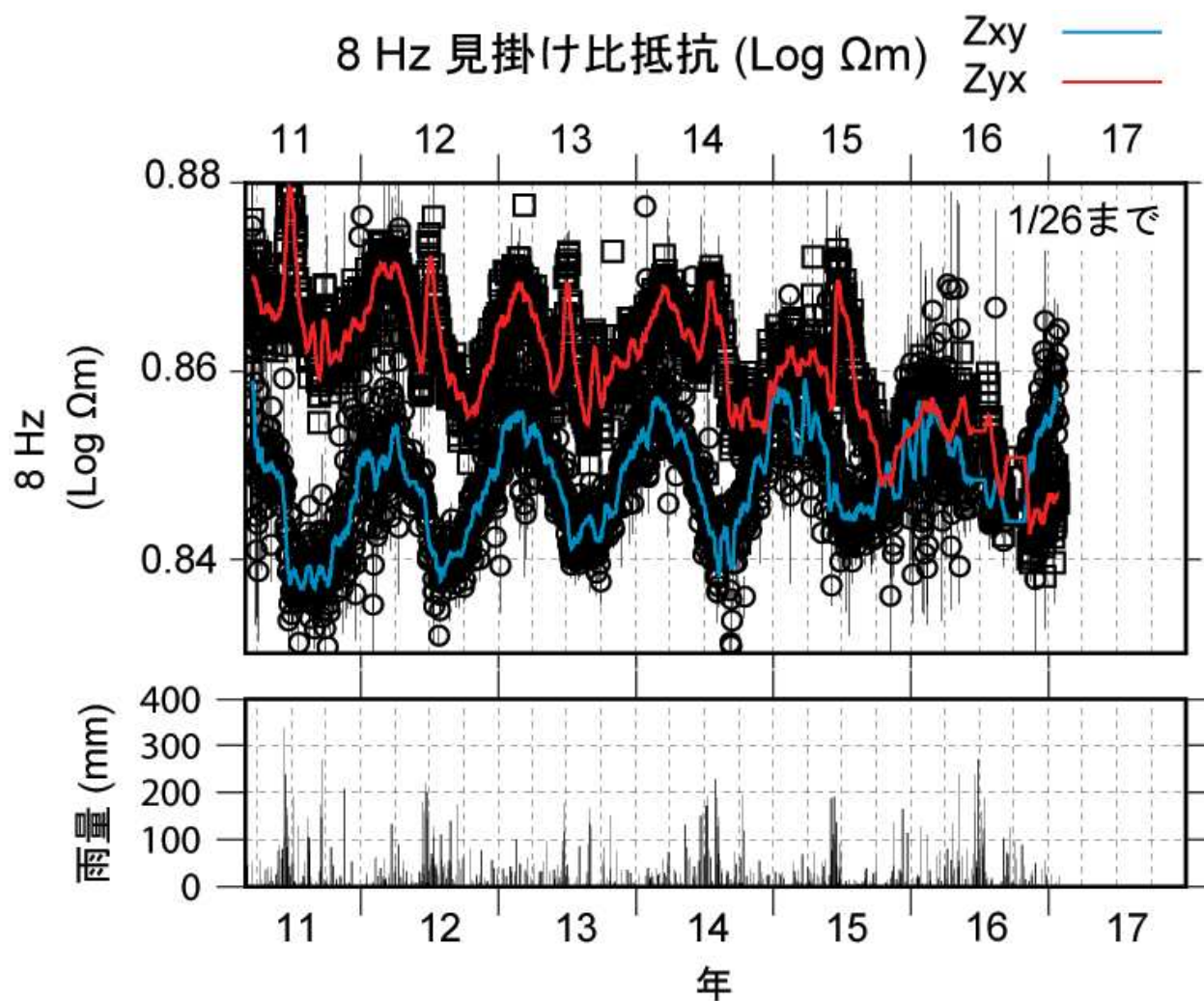
## 霧島・硫黄山における MT 連続観測

2011 年 3 月より硫黄山の北東麓約 400m において電場 2 成分、磁場 3 成分の広帯域 MT 連続観測を実施している。観測された時系列データから、電場-磁場 応答関数を 1 日ごとに決定した(図 1)。色つき実線は 2 週間の移動平均値を示す。1 次元構造を仮定すると、80Hz は数 10m, 8Hz は 300m, 1.25Hz は 500m, 0.04Hz は 3000m の深さにおおよそ対応する。最下段に気象庁えびの観測点雨量を示す。



観測点直下の変化に感度が高い見掛け比抵抗(図 1 上段)には顕著な変化は見られないが、シューマン共振の周期帯(自然の電磁場シグナルが強い)にあたる 8Hz の見掛け比抵抗(図 2)では長期的に Zyx(東西)成分の減少, Zxy(南北)成分の増加で、両者の値が一定値に収束しつつあり、地下構造の 1 次元化異方性の低下(均一化)が推測される。

観測点の側方方向に感度が高いインダクションベクトル振幅(図 1 下段)では、2015 年 3 月～8 月頃に 8Hz 付近の周期帯で振幅が減少する変化が見られていたが、2016 年 12 月頃からこの減少が増加に転じる傾向が見られている。この変化の原因が観測点の南西側にある硫黄山直下にあると仮定すると、2015 年 3 月～8 月頃に硫黄山直下で液相物質が減少して高比抵抗化したのが、2016 年 12 月頃からは逆に液相物質が増加して低比抵抗に戻りつつあると定性的には解釈できる



地図の作成には国土地理院数値地図 50000 (地図画像)および 50m メッシュ (標高), カシミール 3D を使用した。



## 精密水準測量で検出された霧島・硫黄山の地盤上下変動 (2015 年 6 月～2016 年 11 月)

2015 年 6 月～2016 年 3 月に硫黄山を中心に 15mm を超える隆起が観測されたが、それ以降の隆起速度は鈍化している。2016 年 11 月測定では、若干の隆起が観測された



図1 えびの高原～硫黄山区間の水準路線と2015年6月～2016年11月に記録された上下変動分布。推定された圧力源の水平位置も同時に示す。国土地理院電子地形図(タイル)を使用した。

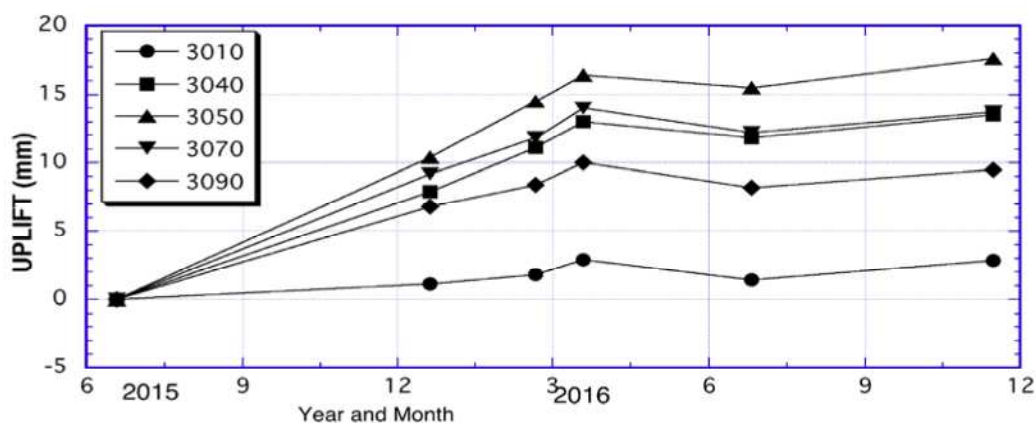


図2 主な基準点の積算隆起量の時間変化

九大および北大、日大、京大の水準測量班は、2015 年 6 月にえびの高原周辺に水準路線を増設した。その後、硫黄山では火山性地震の群発や傾斜変動をとまなう火山性微動がたびたび発生し、2015 年 12 月中旬には地表に新たな噴気帯が生じた。

我々は 5 回にわたり同路線を再測定している。2016 年 11 月までに観測された隆起量と、それから推定された圧力源(茂木モデル)の位置を図 1 に示す。圧力源は硫黄山噴気領域の東 150m、標高 600m (地表から 700m 深) の地点に推定された。圧力源の深さは、Aizawa *et al.* (2013)が MT 観測から推定している低比抵抗層(難透水層)の下面に一致しており、この難透水層の下面が圧力源となって、硫黄山の周辺が隆起し

ていると考えられる。

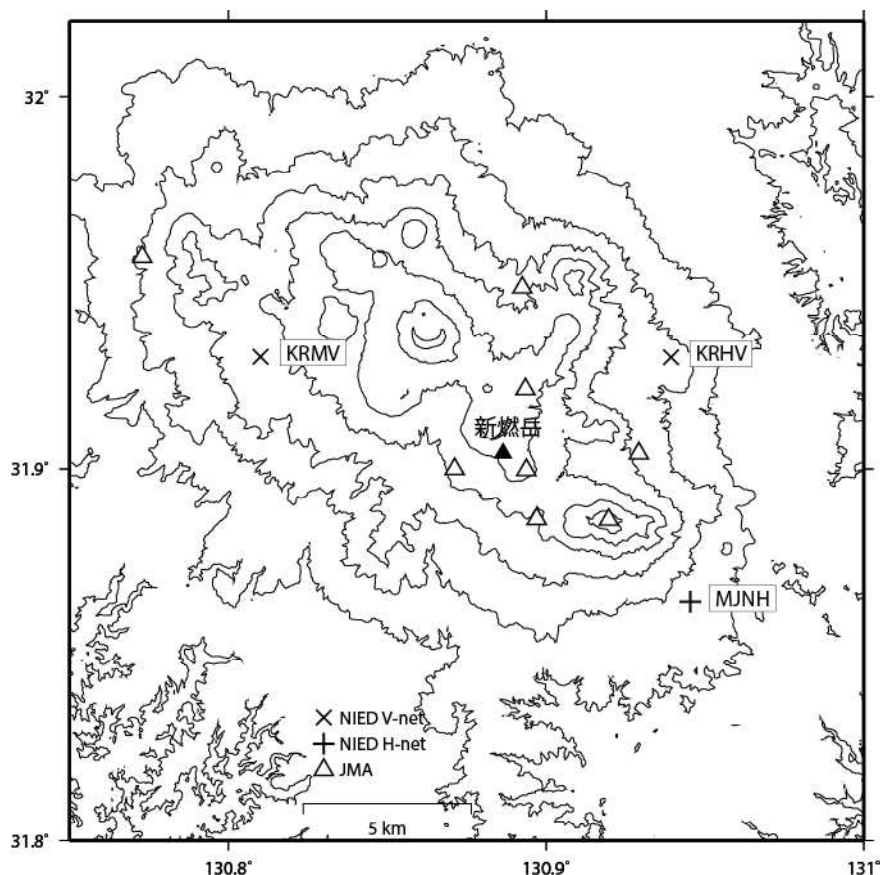
また主な水準点における隆起量の時間変化を図 2 に示す。2016 年 3 月以降の隆起速度は鈍化しているが、11 月の測定では若干の隆起が観測されている。

圧力源の位置が変化しないと仮定して、各期間において推定された体積変化量と変化速度を表に示す。難透水層の下面にある圧力源は 2016 年 3 月までは膨張をつづけていたが、それ以降の変化量は少なくなっており、難透水層を通り抜けて地表に放出される気体の量と、地下深部から供給される物質の量の釣り合いがほぼ取れている状態であると推測される。

| Period         | Volume<br>$\text{m}^3$ | Rate<br>$\text{m}^3/\text{yr}$ |
|----------------|------------------------|--------------------------------|
| 6/2015 - 12    | $+ 3.0 \times 10^4$    | $> + 6.0 \times 10^4$          |
| 12/2015-2/2016 | $+ 1.1 \times 10^4$    | $+ 6.6 \times 10^4$            |
| 2/2016 - 3     | $+ 0.6 \times 10^4$    | $+ 7.2 \times 10^4$            |
| 3/2016 - 6     | $- 0.5 \times 10^4$    | $- 2.0 \times 10^4$            |
| 6/2016 - 11    | $+0.8 \times 10^4$     | $+1.9 \times 10^4$             |

表 各期間における、圧力源の体積変化量とそのレート

## 霧島山の火山活動について



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

KRHV=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

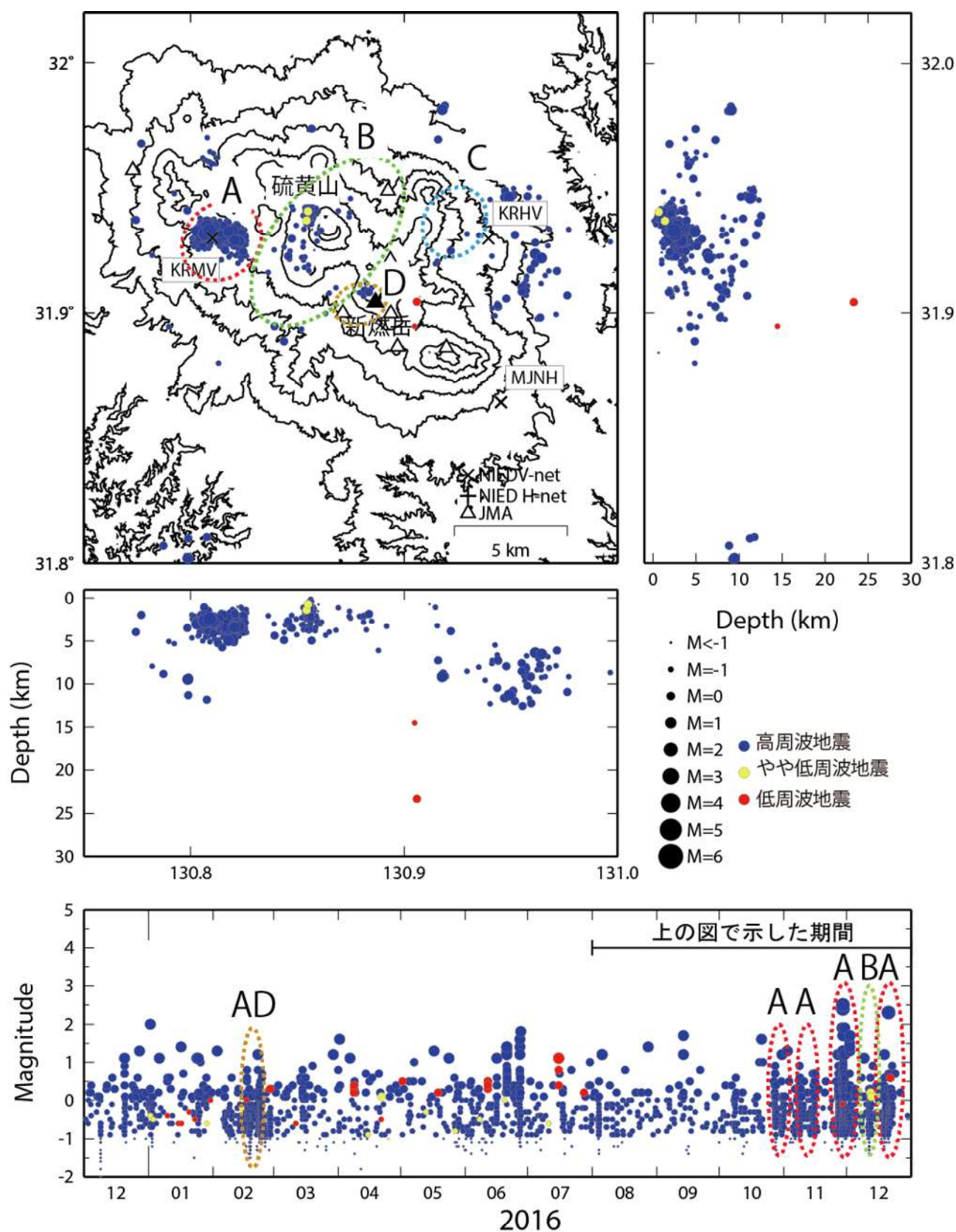
2016 年 2 月万膳観測点直下（図 1 A）に地震活動が集中した。硫黄山を含む韓国岳周辺（図 1 B）では地震活動は低かった。

#### ○ 地殻変動

傾斜計記録（図 2）には、火山活動に関連するような傾斜変動は認められなかった。GNSS 解析結果（図 3）においては、2016 年 1～7 月までは基線長に伸びの変化が認められたが、それ以降は鈍化している。



## 霧島山の地震活動(2016/08/01- 2016/12/31)

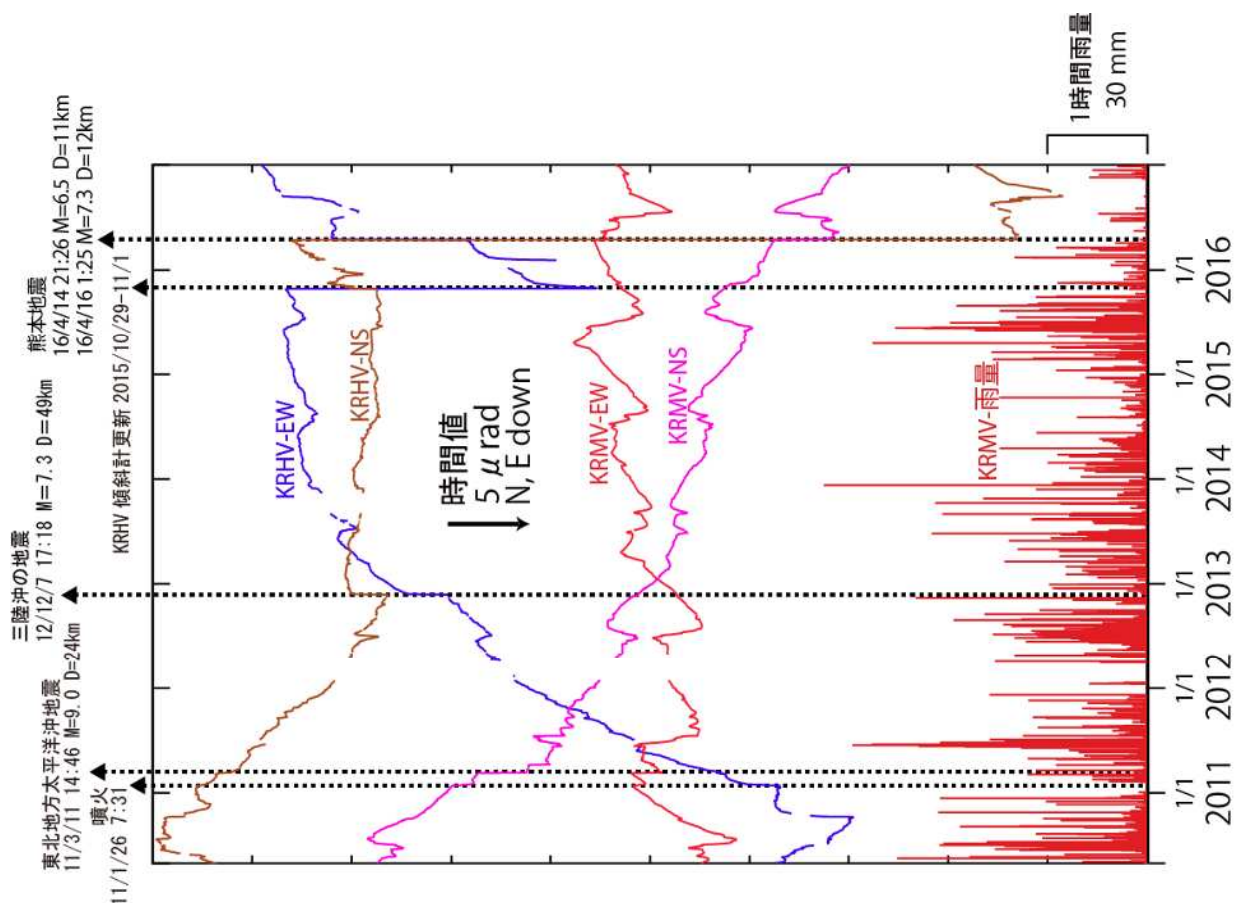


震源決定には、気象庁の観測点（位置は図中）も使用した。

地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 10mメッシュ（標高）を使用した。

図 1 霧島山の地震活動(2016/08/01 - 2016/12/31)

霧島山の傾斜変動 (2010/5/1~2016/12/31)



霧島山の傾斜変動 (2016/05/01~2017/01/04)

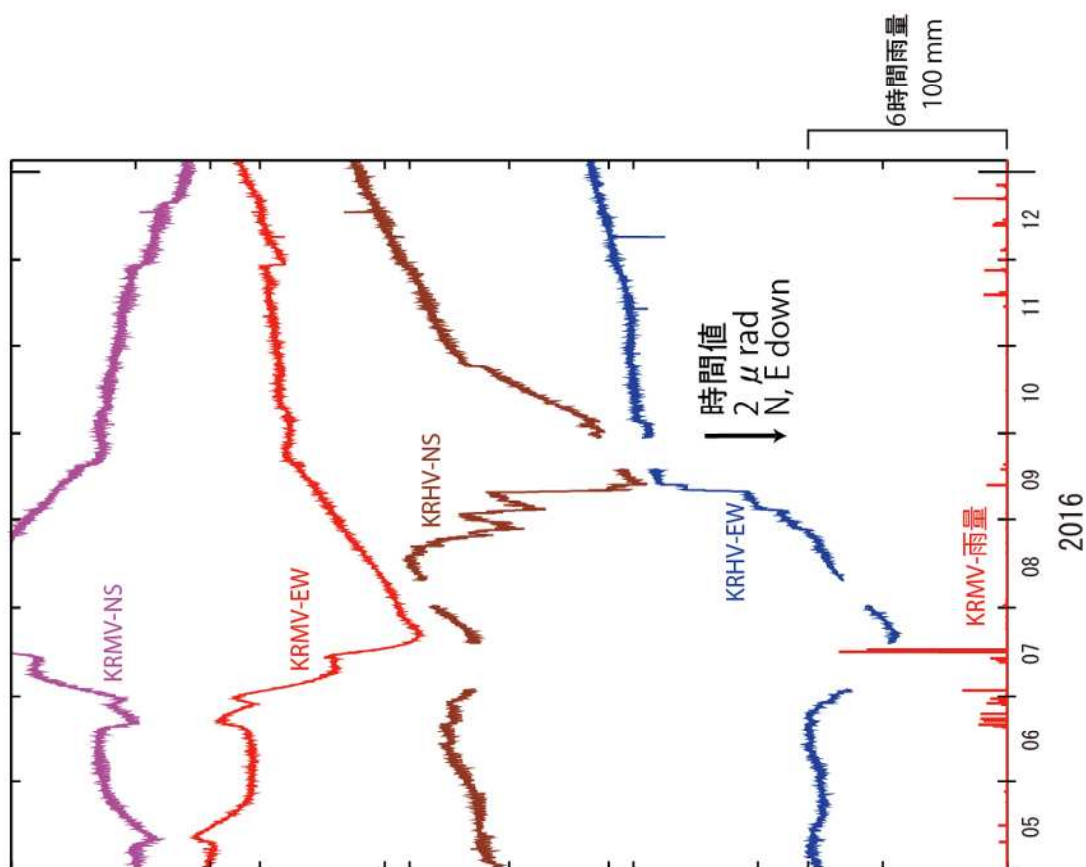
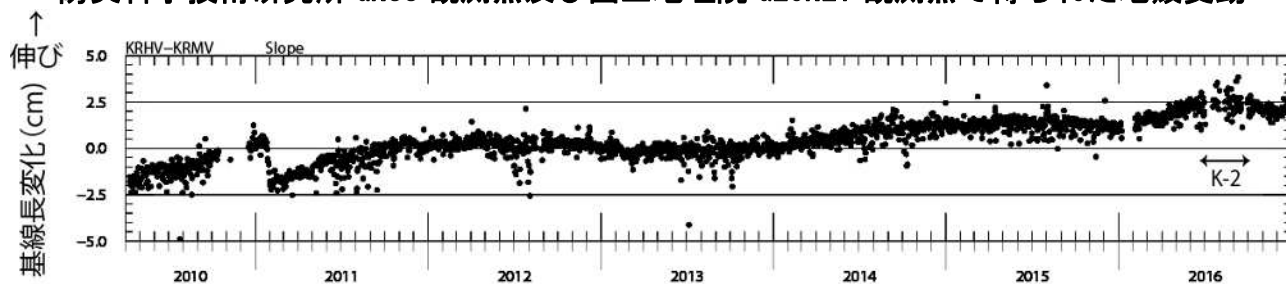


図 2 霧島山の傾斜変動



## 防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET 観測点で得られた地殻変動



2016/7/28-2016/12/31 の地殻変動【大口 (950485) 固定】※速報暦使用

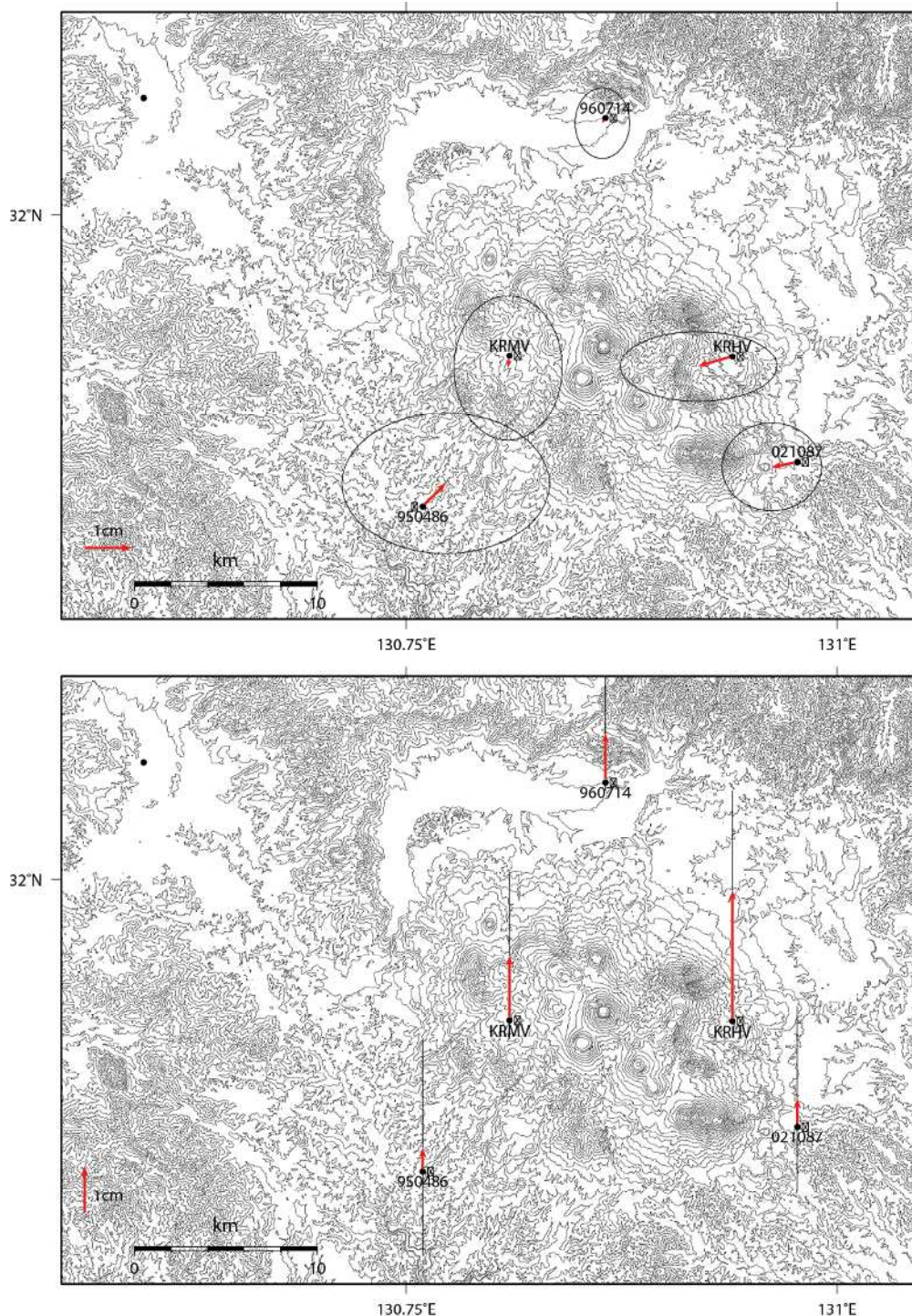


図 3 霧島山 GNSS 解析結果. ※ベクトル図は速報暦使用



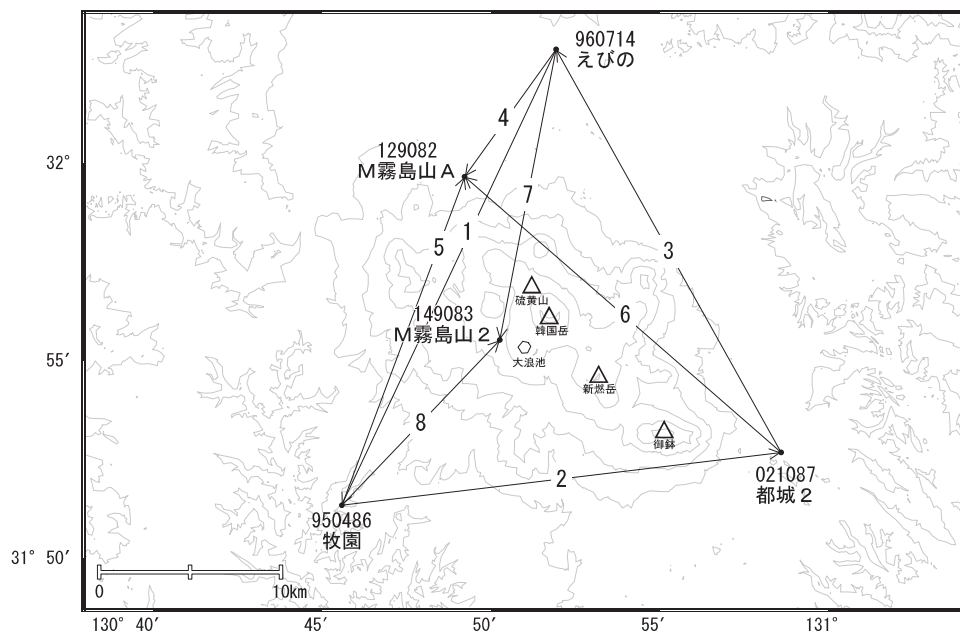
表1 GNSS観測履歴

| 観測点番号 | 観測点名             | 図中記号 | 日付                              | 保守内容      |
|-------|------------------|------|---------------------------------|-----------|
|       | 霧島山夷守台<br>(KRHV) | K-1  | 2010/4/10                       | 2周波観測開始   |
|       |                  |      | 2013/2/14                       | アンテナ台改善作業 |
|       |                  | K-2  | 2016/7/3～7/19                   | 通信断による欠測  |
|       |                  |      | 2016/8/1～8/10<br>2016/9/18～9/29 |           |
|       | 霧島山万膳<br>(KRMV)  |      | 2010/4/9                        | 2周波観測開始   |
|       |                  |      | 2010/11/13                      | 受信機故障     |
|       |                  |      | 2010/12/17                      | 受信機再設置    |
|       |                  | K-1  | 2013/2/15                       | アンテナ台改善作業 |

## 霧島山

「平成28年熊本地震」の影響を受け、全体的に南北方向の短縮が見られましたが、その後目立った変動はありません。

霧島山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)



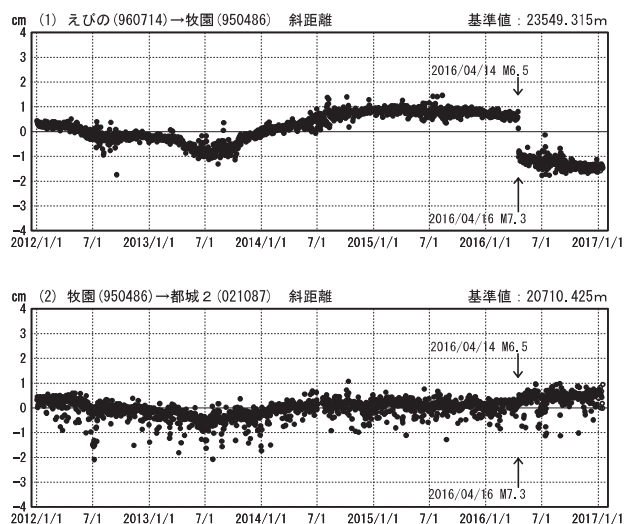
霧島山周辺の各観測局情報

| 点番号    | 点名  | 日付       | 保守内容       |
|--------|-----|----------|------------|
| 950486 | 牧園  | 20121212 | アンテナ交換     |
|        |     | 20131013 | 伐採         |
|        |     | 20150622 | 受信機交換      |
| 960714 | えびの | 20120912 | アンテナ・受信機交換 |
|        |     | 20140814 | 伐採         |
|        |     | 20120912 | アンテナ・受信機交換 |
| 021087 | 都城2 | 20130913 | 受信機交換      |
|        |     | 20140616 | 受信機交換      |
|        |     | 20140717 | 受信機交換      |
|        |     |          |            |

| 点番号    | 点名    | 日付       | 保守内容           |
|--------|-------|----------|----------------|
| 129082 | M霧島山A | 20120829 | 移転(M霧島山→M霧島山A) |
|        |       | 20140514 | 受信機交換          |
|        |       | 20141021 | 受信機交換          |
|        |       | 20150909 | 受信機交換          |
| 149083 | M霧島山2 | 20141021 | 新設             |
|        |       | 20150909 | 受信機交換          |

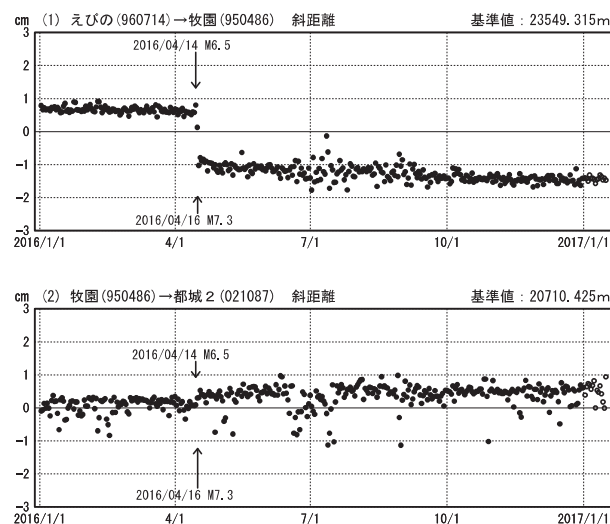
基線変化グラフ

期間：2012/01/01～2017/01/15 JST



基線変化グラフ

期間：2016/01/01～2017/01/15 JST



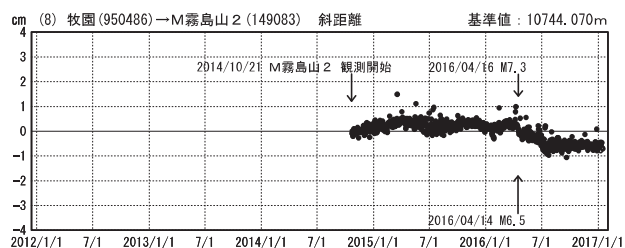
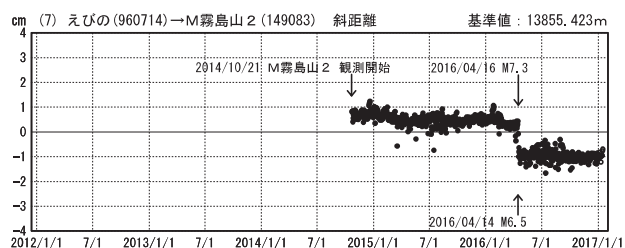
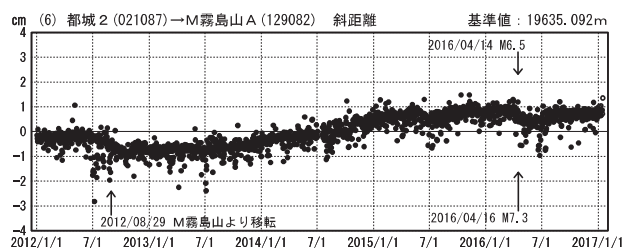
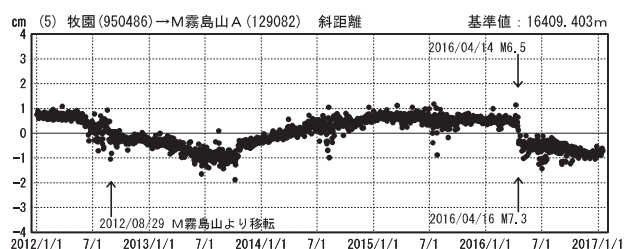
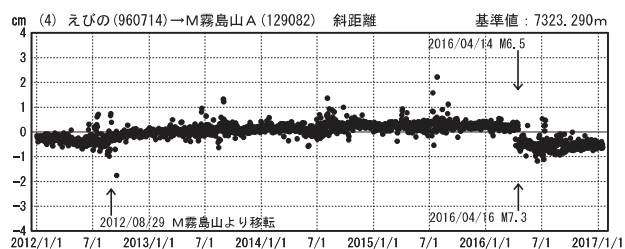
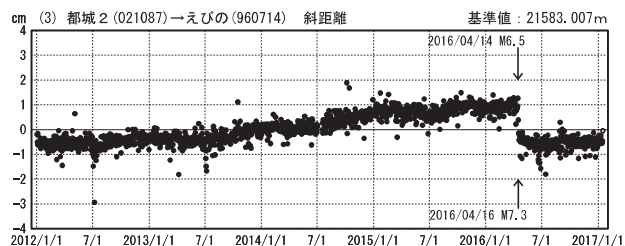
●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※[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

国土地理院  
霧島山

基線変化グラフ

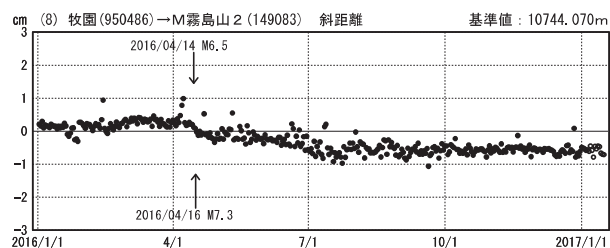
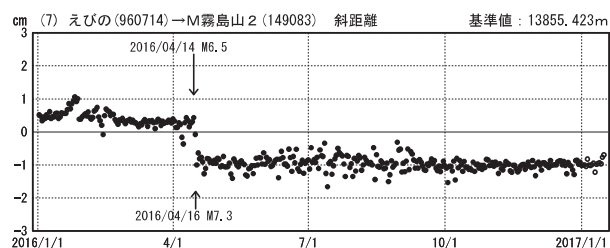
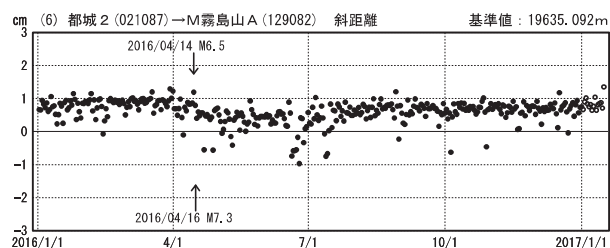
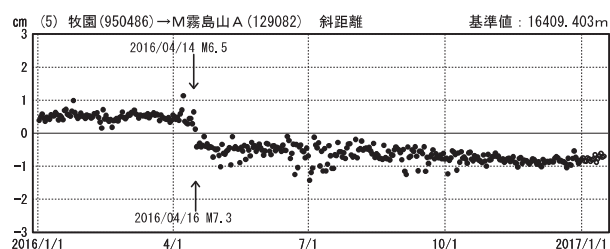
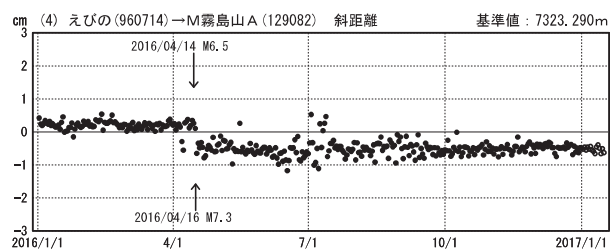
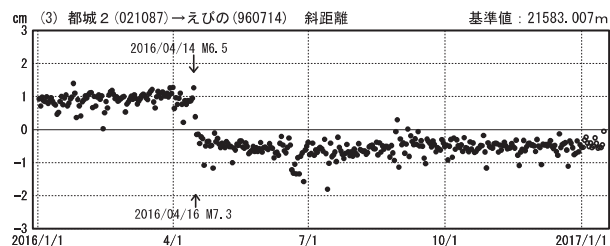
期間：2012/01/01～2017/01/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/01/01～2017/01/15 JST



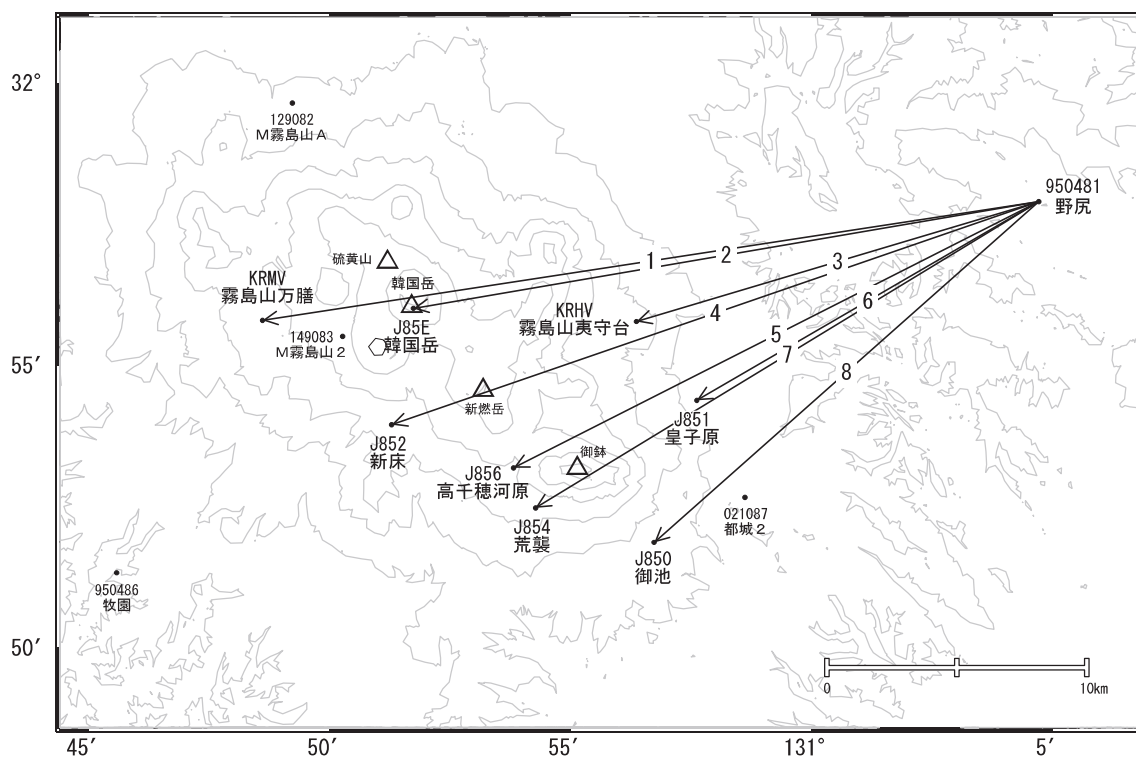
国土地理院

※[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

霧島山



霧島山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)

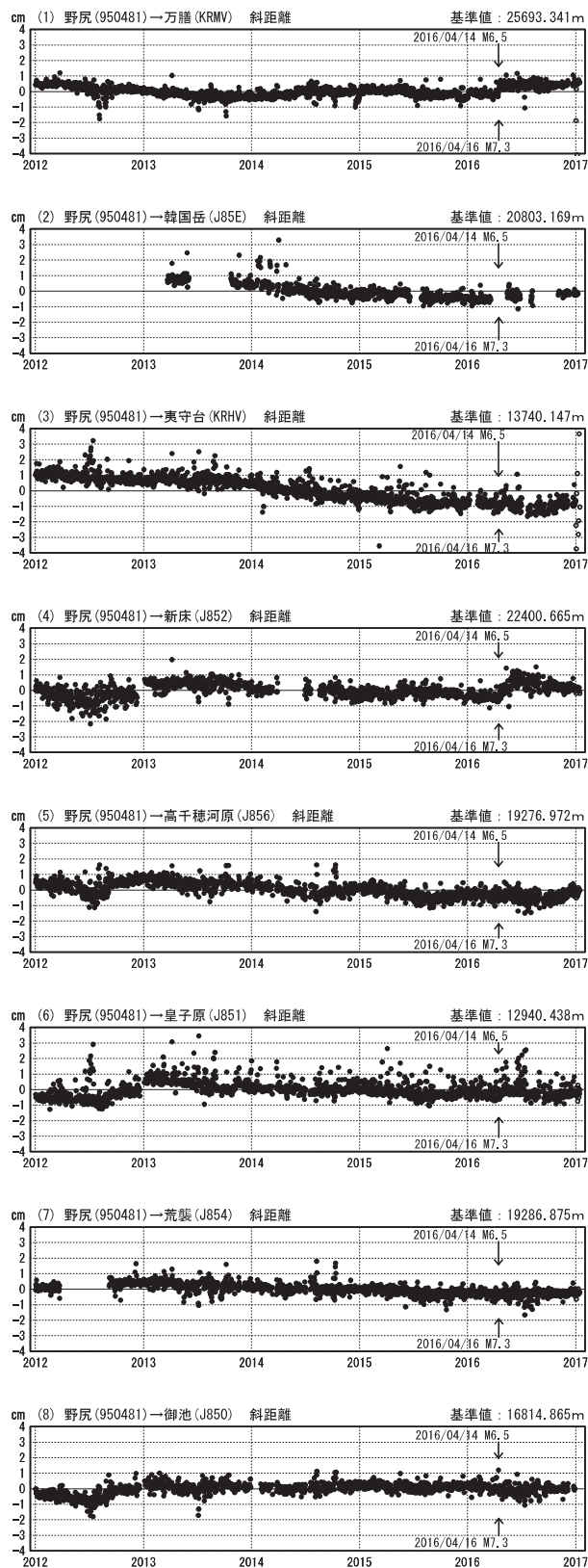


霧島山周辺の各観測局情報

| 点番号    | 点名 | 日付       | 保守内容       |
|--------|----|----------|------------|
| 950481 | 野尻 | 20120228 | アンテナ・受信機交換 |
|        |    | 20131205 | アンテナ交換     |

基線変化グラフ

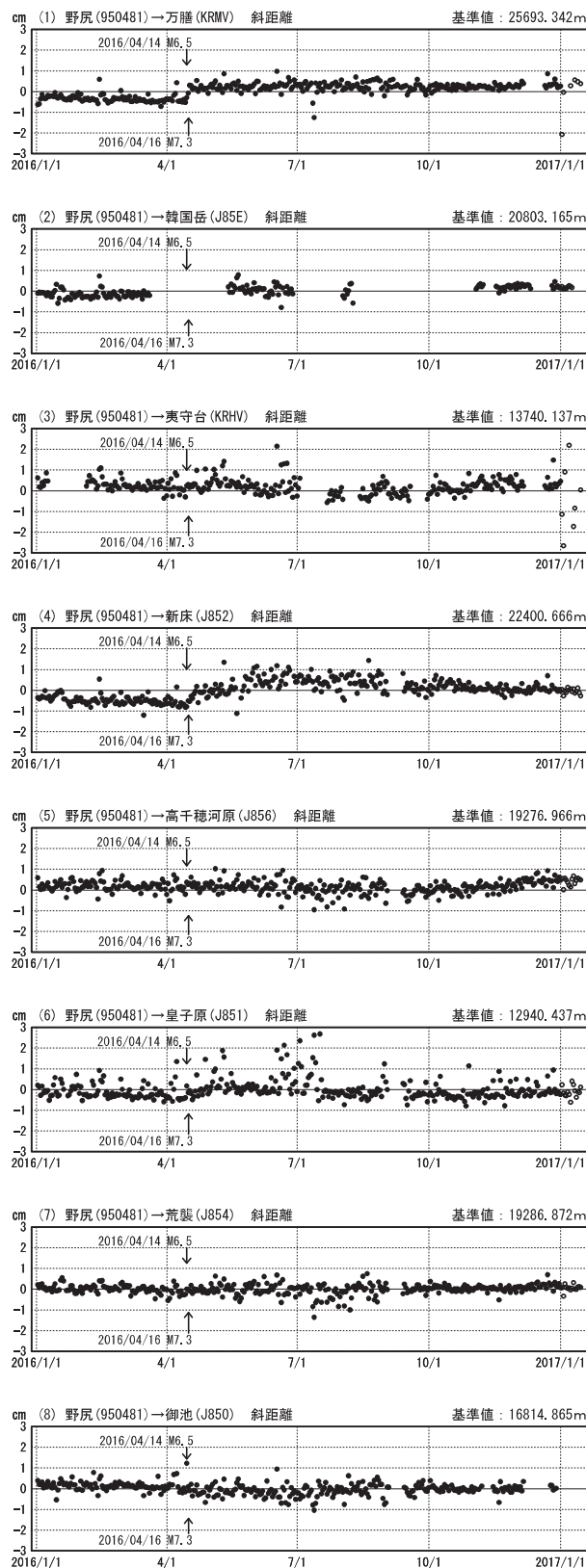
期間：2012/01/01～2017/01/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/01/01～2017/01/15 JST

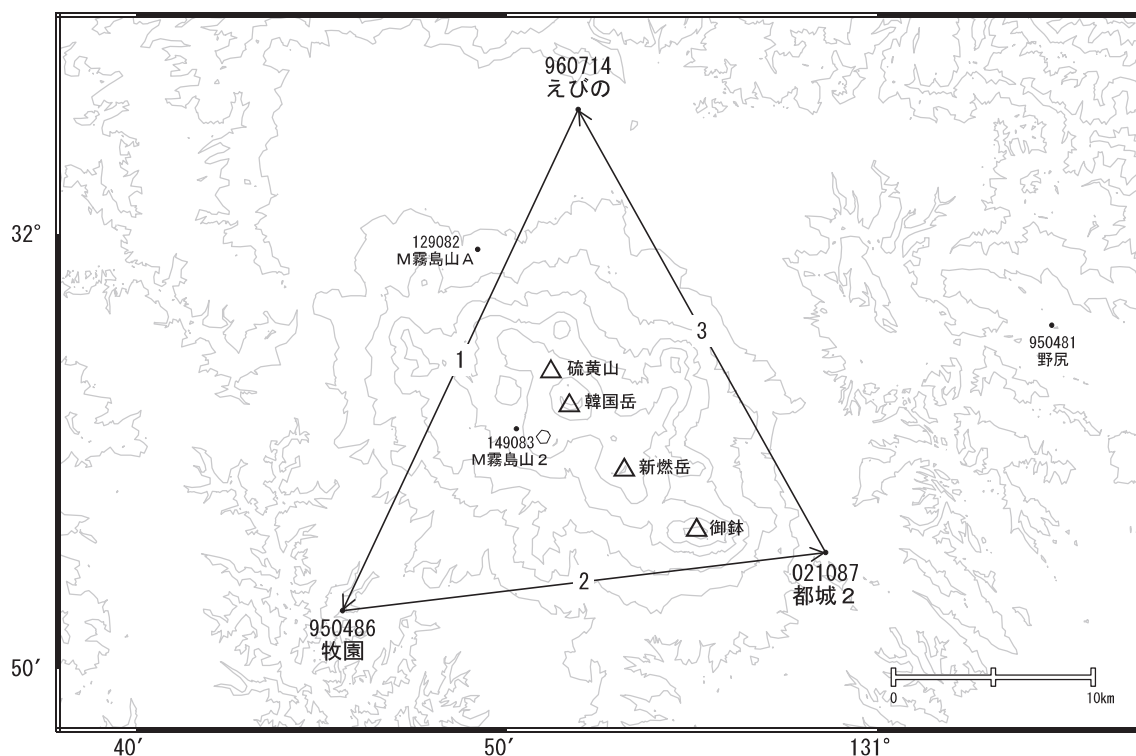


国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

※[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

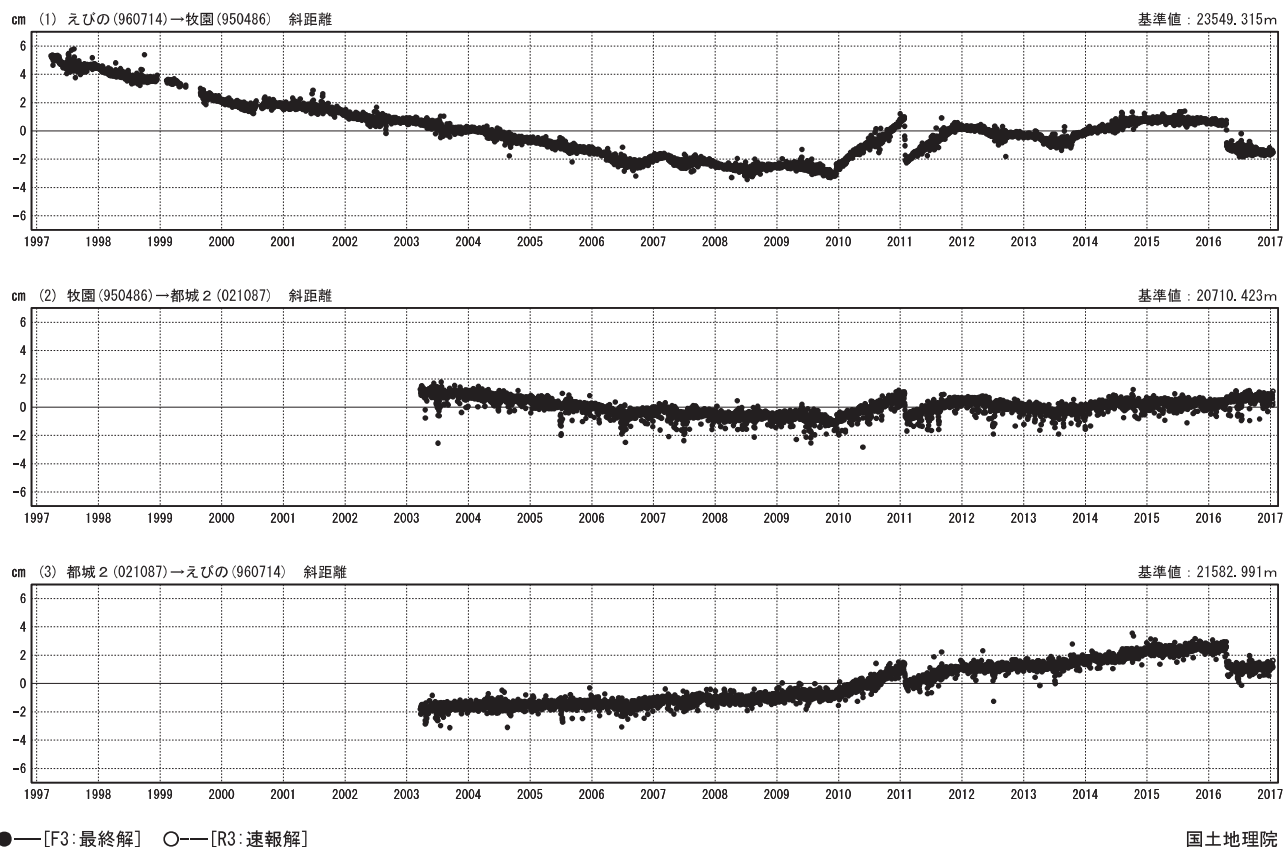
霧島山

## 霧島山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(3)



## 基線変化グラフ

期間: 1997/01/01~2017/01/15 JST



国土地理院

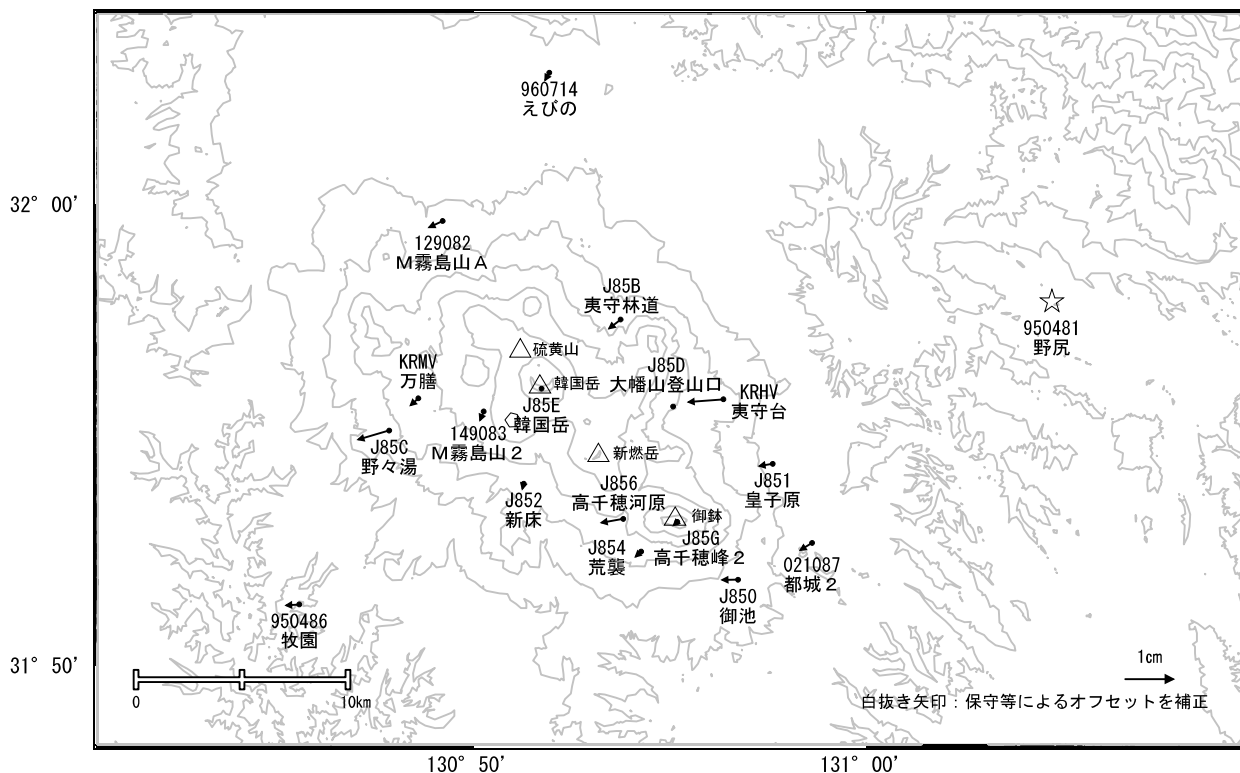
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

霧島山



## 霧島山周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2016/09/22~2016/10/01[F3:最終解]  
比較期間:2016/12/22~2016/12/31[F3:最終解]

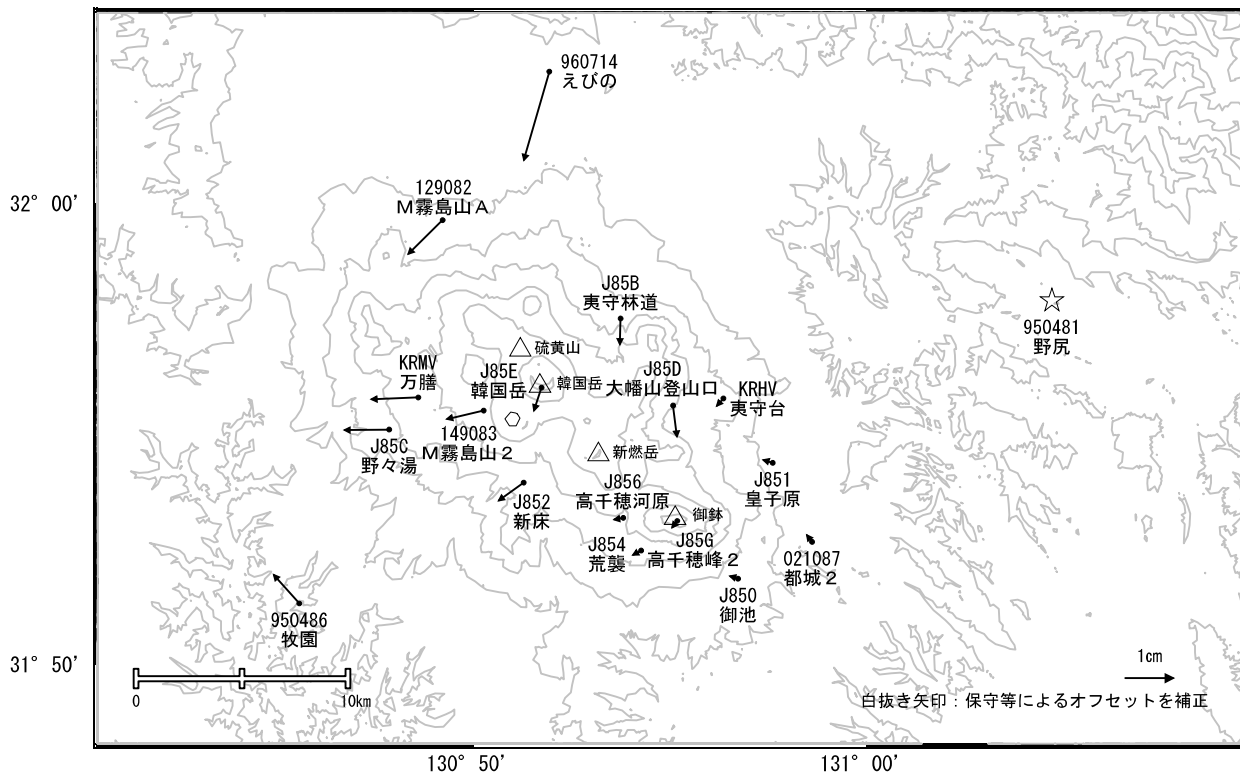


☆ 固定局:野尻(950481)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

## 霧島山周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2015/12/22~2015/12/31[F3:最終解]  
比較期間:2016/12/22~2016/12/31[F3:最終解]



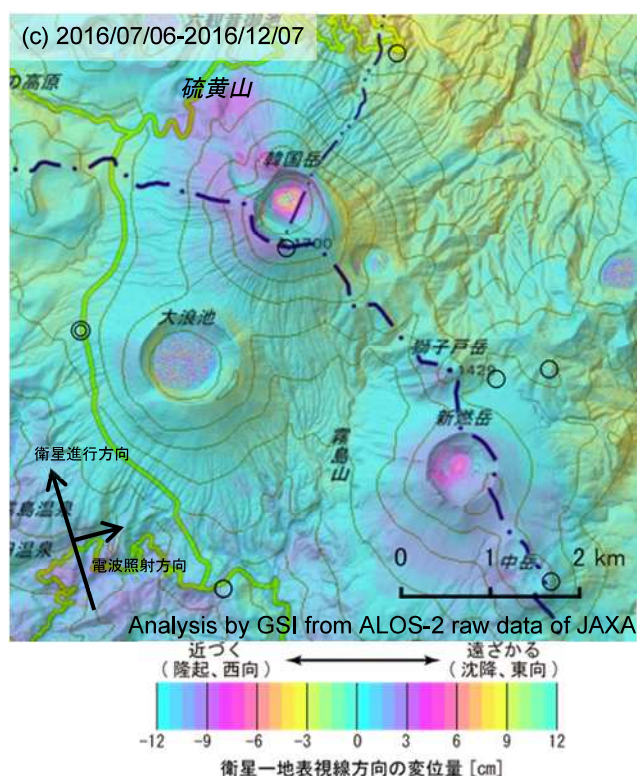
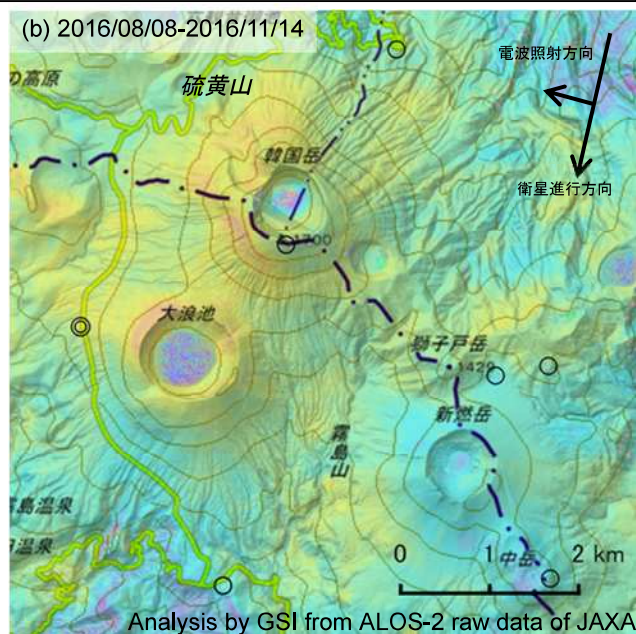
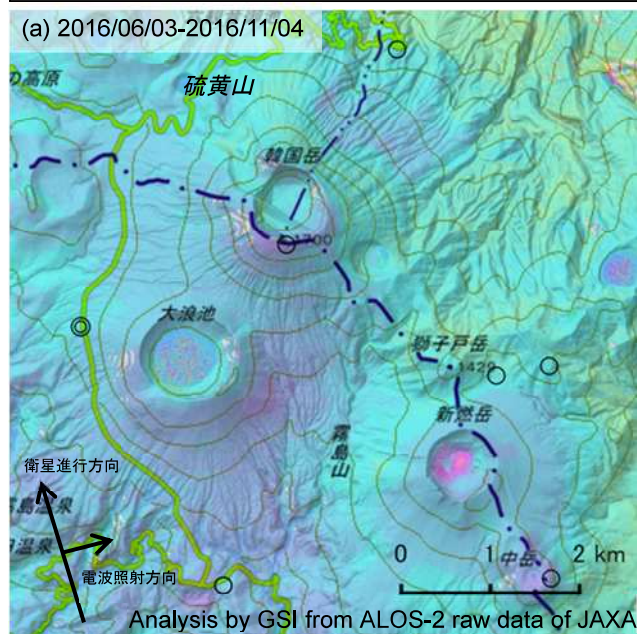
☆ 固定局:野尻(950481)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

霧島山

## 霧島山の SAR 干渉解析結果について

判読) 従前と同様に、新燃岳の火口内で衛星から遠ざかる変動が見られる。



◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

|         | (a)                                            | (b)                                            | (c)                                            |
|---------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 衛星名     | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         | ALOS-2                                         |
| 観測日時    | 2016/06/03<br>2016/11/04<br>0:11 頃<br>(154 日間) | 2016/08/08<br>2016/11/14<br>12:18 頃<br>(98 日間) | 2016/07/06<br>2016/12/07<br>0:18 頃<br>(154 日間) |
| 衛星進行方向  | 北行                                             | 南行                                             | 北行                                             |
| 電波照射方向  | 右                                              | 右                                              | 右                                              |
| 観測モード*  | U-U                                            | U-U                                            | U-U                                            |
| 入射角(中心) | 32.5°                                          | 36.3°                                          | 43.0°                                          |
| 偏波      | HH                                             | HH                                             | HH                                             |
| 垂直基線長   | + 96 m                                         | - 154 m                                        | + 204 m                                        |

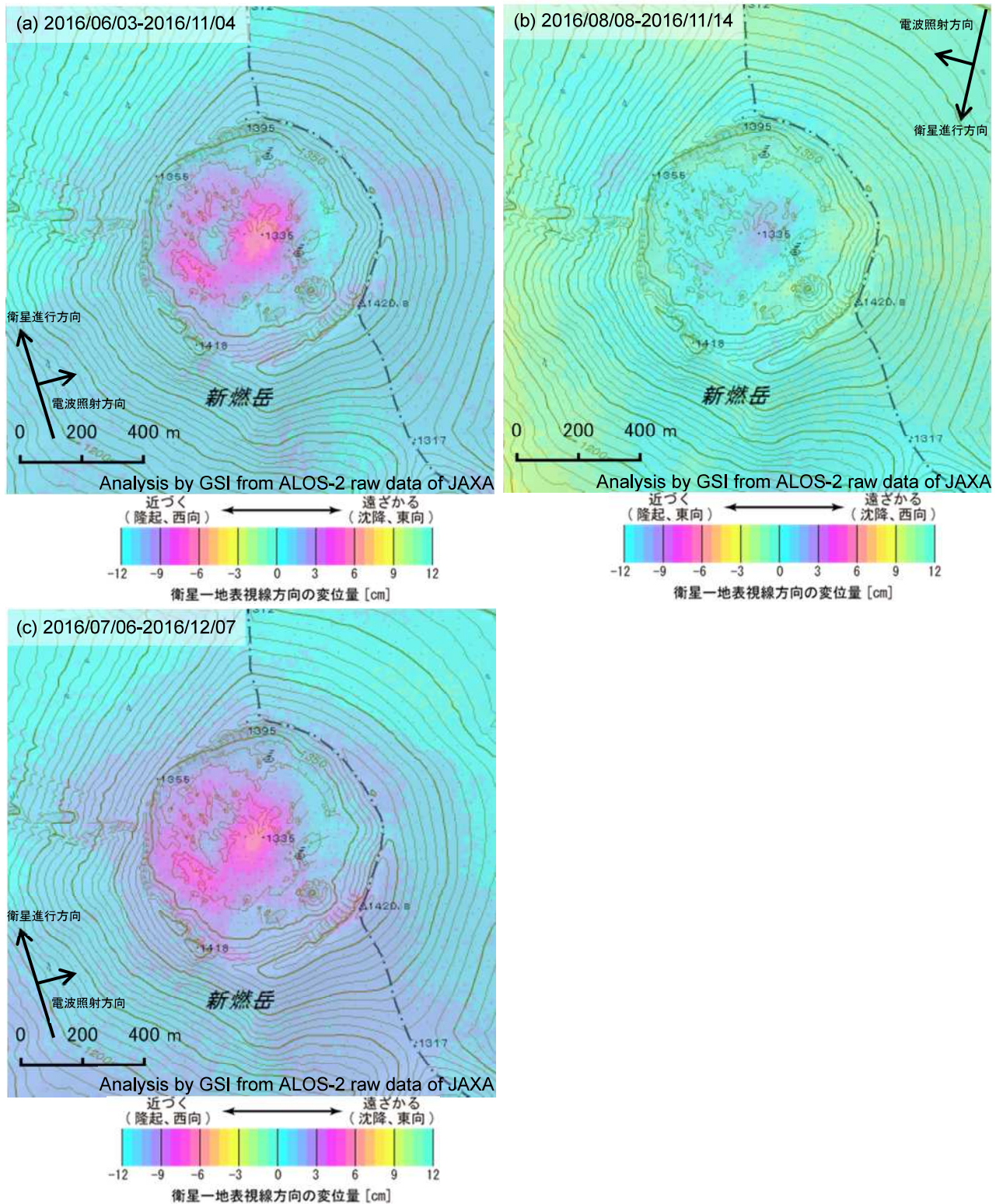
\*U: 高分解能(3m)モード

背景: 地理院地図 標準地図 及び 陰影起伏画像・傾斜量画像(国土地理院作成)

霧島山



【新燃岳火口拡大図】

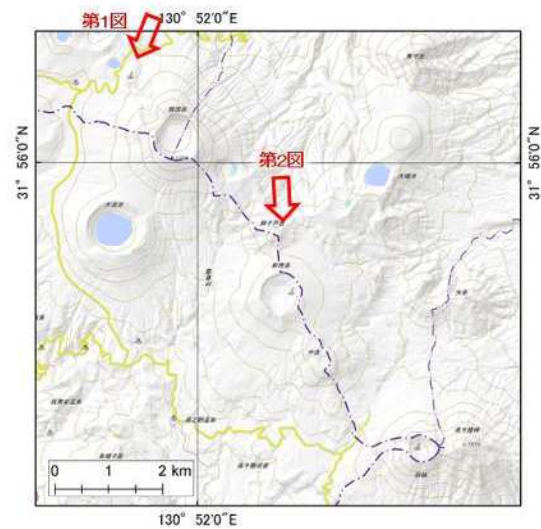


背景：地理院地図 標準地図 及び 陰影起伏画像・傾斜量画像(国土地理院作成)

霧島山



## 霧島山



地形図は国土地理院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                                                                                                                                                    |
|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2017/1/13 | 海上保安庁 | <p>硫黄山の数ヶ所から白色噴気の放出を認めた（第1図）。</p> <p>新燃岳火口内の1カ所から白色噴気の放出を認めた（第2図白丸）。また、新燃岳火口内の数カ所、および西側割れ目火口に弱い白色噴気の放出を認めた（第2図矢印）。</p> <p>御鉢及び付近で噴気・噴煙等の特異事象は認められなかった。</p> |



第1図 硫黄山

2017年1月13日 12:55 撮影



第2図 新燃岳

2017年1月13日 12:54 撮影