

第 139 回
火山噴火予知連絡会資料

(その 1 の 2)

霧島山

平成 29 年 10 月 3 日

火山噴火予知連絡会資料（その1の2）

目次

霧島山.....	3
気象庁（気象研、地磁気含む）	3-71
東大震研	72-84
東海大	85-91
九大	92-93
防災科研	94-100
地理院	101-110

霧 島 山

(2017 年 9 月 25 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、2015 年 12 月頃に出現した熱異常域が次第に拡大し、噴気の量が増加している。一方、2017 年 4 月 25 日から続いていた硫黄山方向が隆起する傾斜変動は、8 月中旬から概ね停滞している。

9 月 5 日 13 時 29 分に硫黄山付近の海拔約 0 km を震源とする振幅の大きな火山性地震が発生し、一時的に地震が増加した。この地震により、えびの高原ではわずかに身体に感じる程度の揺れがあった。これら地震の増加とともに、硫黄山周辺の傾斜計で一時的に傾斜変動が観測されたが、その後は概ね停滞した。

火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、5 月から 7 月にかけて、1 日あたり数トンから 20 トンで推移したが、8 月以降は数トンと減少したものの、引き続き検知している。

GNSS 連続観測によると、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの傾向が認められている。

えびの高原の硫黄山から概ね 1 km の範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。風下側では、降灰及び風の影響を受ける小さな噴石(火山れき)に注意が必要である。

概況(2017 年 6 月～2017 年 9 月 25 日)

- ・2017 年 4 月から 9 月初めの状況(図 1、図 3～6、図 9～24)

2017 年 4 月 25 日から続いていた硫黄山方向が隆起する傾斜変動は、7 月から 8 月初めにかけて加速した。8 月上旬には降水の影響によると考えられる変動がみられた後、8 月中旬から概ね停滞していた。

この傾斜変動に対応するように、7 月中旬から 8 月上旬にかけて、噴気が時々稜線上 300m 以上に上がるなど、噴気活動は一時活発化したが、8 月中旬以降は概ね 100m 以下で経過した。同様に、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は 5 月から 7 月までは数トンから 20 トンで経過していたが、8 月以降は数トンと減少した。4 月下旬以降にみられていた硫黄山の南側の噴気孔(噴気孔 H)の活発化に伴う地熱や噴気に対応する温度の高まりは、6 月以降は停滞し 8 月以降は低下に転じていた。

A 型地震は、4 月から 7 月にかけて多くても 1 日に 20 回程度で、特に 6 月から 7 月にかけては、日回数 10 回以下と少ない状態で経過した。傾斜変動が停滞した 8 月中旬には振幅の小さな A 型地震が増加した。これらの地震の震源の深さは海拔 0 km 付近であると推定された。

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの傾向が認められている。

- ・2017 年 9 月 5 日に発生したイベント及びそれ以降の状況(図 1、図 2、図 4～10、図 12、図 20～24)

9 月 5 日 13 時 29 分に硫黄山付近の海拔約 0 km を震源とする振幅の大きな火山性地震が発生した。この地震によりえびの高原では、わずかに身体に感じる程度の揺れがあった。この地震の発生以後、14 時までに火山性地震が 63 回と観測されたが、その後は減少した。いずれの地震も、震源は硫黄山付近の海拔 0 km 付近に

推定された。これらの地震の発生に伴い、硫黄山周辺の傾斜計では傾斜変動が観測された。この変動の後は特段の変化はみられていない。

同日実施した現地観測では、噴気の状態に特段の変化は認められなかったが、9月8日には噴気が稜線上 300m以上に上がるなど、一時的に噴気活動の活発化が認められた。また、噴気孔（噴気孔 H）の活発化を示す温度の高まりも一時的に認められた。

この傾斜変動は、海拔 0 km 付近のクラックの閉口と海拔 600m付近の球状圧力源の膨張によるものと推定された。不透水層（又は難透水層）下のクラックの閉口と、マグマ性流体溜りが膨張したことを表していると考えられる。

9月中旬以降は、噴気活動は9月5日の以前の状態に戻りつつあり、噴気の高さは概ね 100m以下で経過している。A型地震の発生は少ないものの、海拔 0 km 付近での低周波地震は引き続き観測されている。

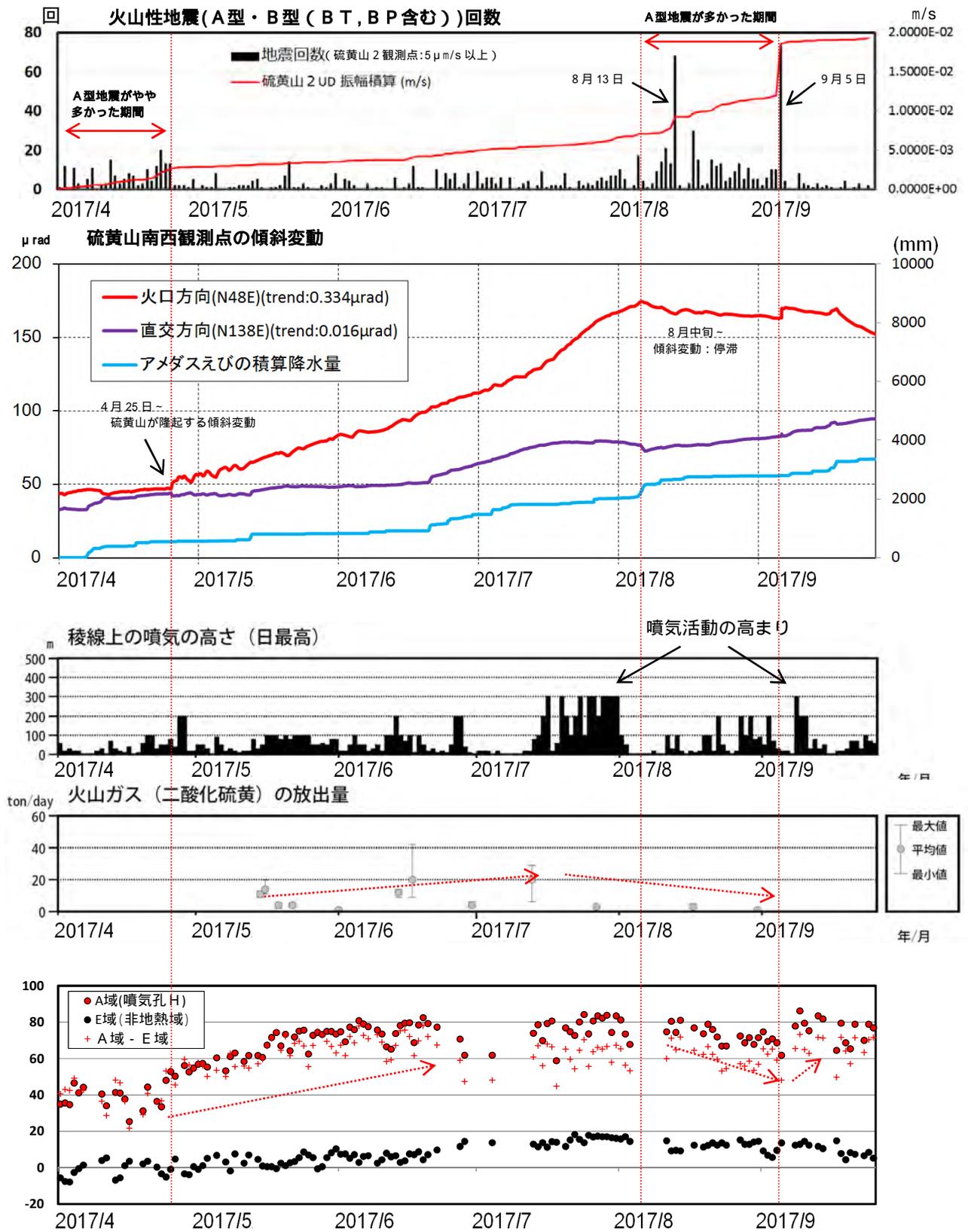


図1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 火山活動経過図(2017年4月~9月25日)

- ・ 4月25日から続いていた硫黄山方向が隆起する傾斜変動は、8月中旬から概ね停滞している。
- ・ 9月5日の地震増加以降、一時的に噴気活動の活発化がみられ、噴気が稜線上300mまで上がった。
- ・ 同様に、硫黄山南赤外監視カメラの解析では、噴気孔Hの噴気温度は8月中旬以降低下傾向であったが、一時的に温度の上昇がみられた。

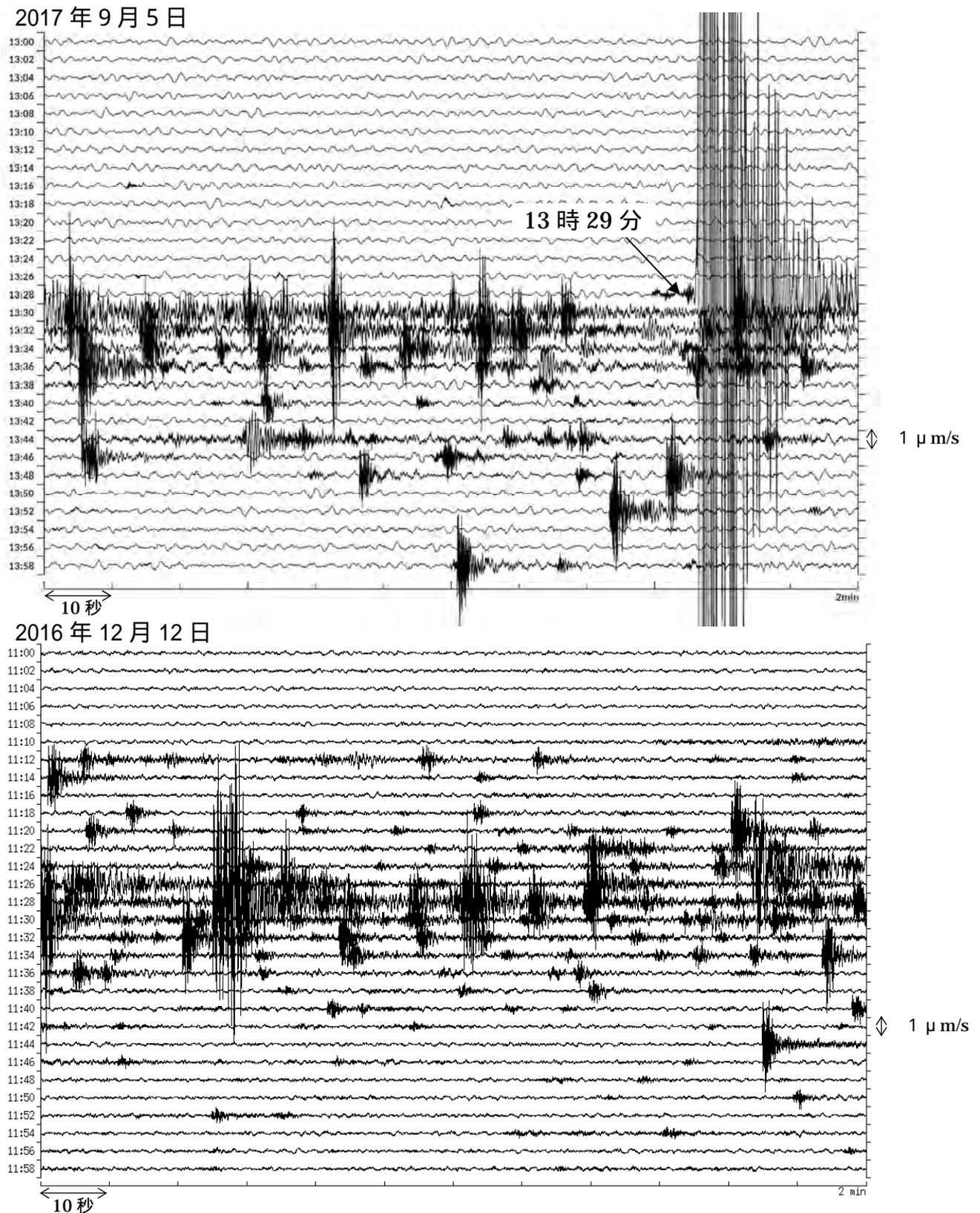


図 2-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震の発生状況
（韓国岳北東観測点上下動）

上図：2017年9月5日13～14時 下図：2016年12月12日11～12時

- ・2017年9月5日13時29分に硫黄山付近を震源とする振幅の大きな火山性地震が発生した。この地震の発生以後、14時までに火山性地震が63回と増加したが、その後は減少した。
- ・火山性地震の日回数が50回以上を観測したのは、2016年12月12日以来である。

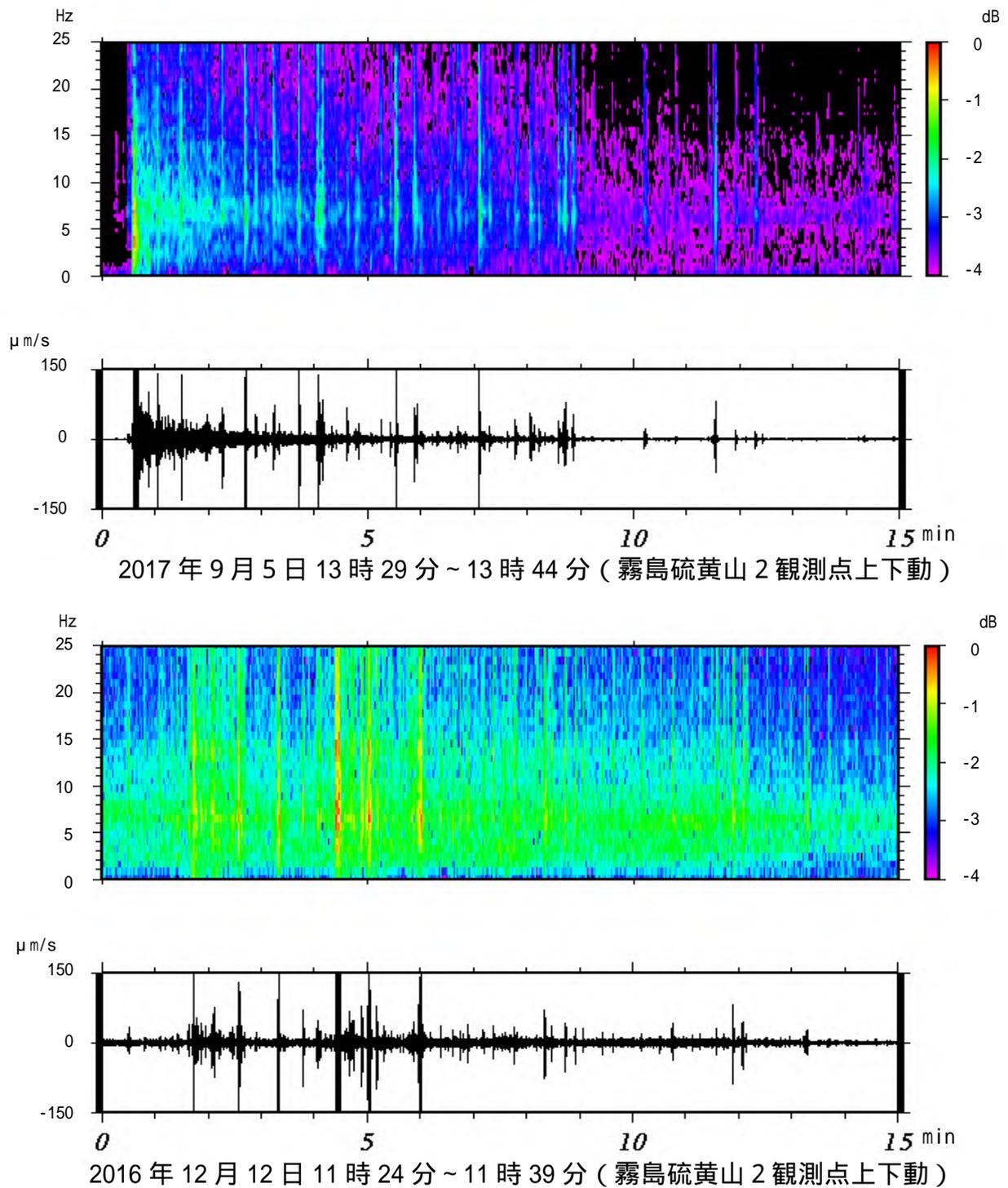


図 2-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 2017年9月5日と2016年12月12日の比較 ランニングスペクトル（霧島硫黄山2観測点上下動）

2016年12月12日は地震が多発する中で、継続時間が短い振幅の小さな火山性微動が発生した。

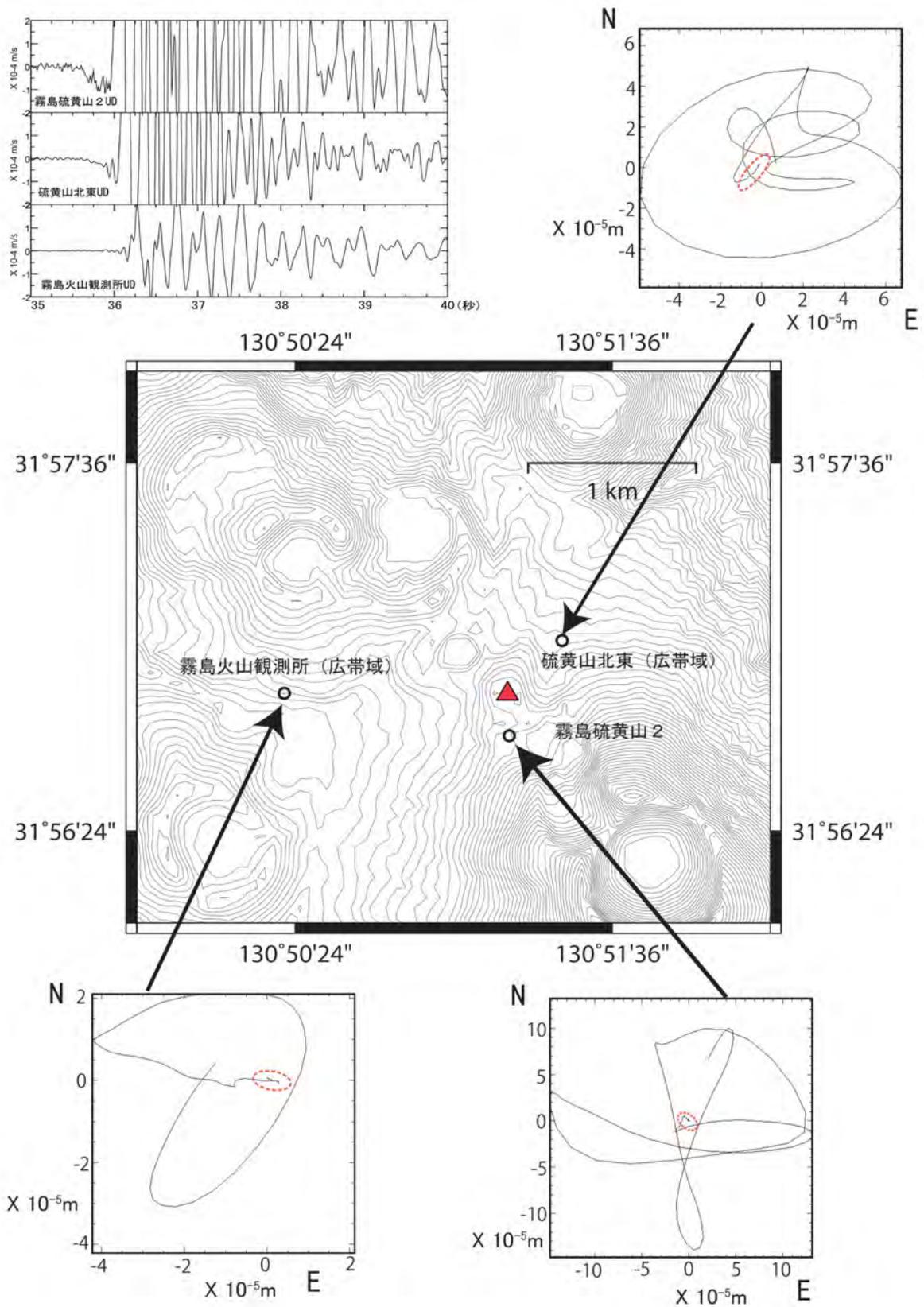


図 2-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震の初動付近の振動軌跡
 （2017 年 9 月 5 日 13 時 29 分）
 3 観測点ともに硫黄山方向を向く（上下動は 3 観測点ともに down）

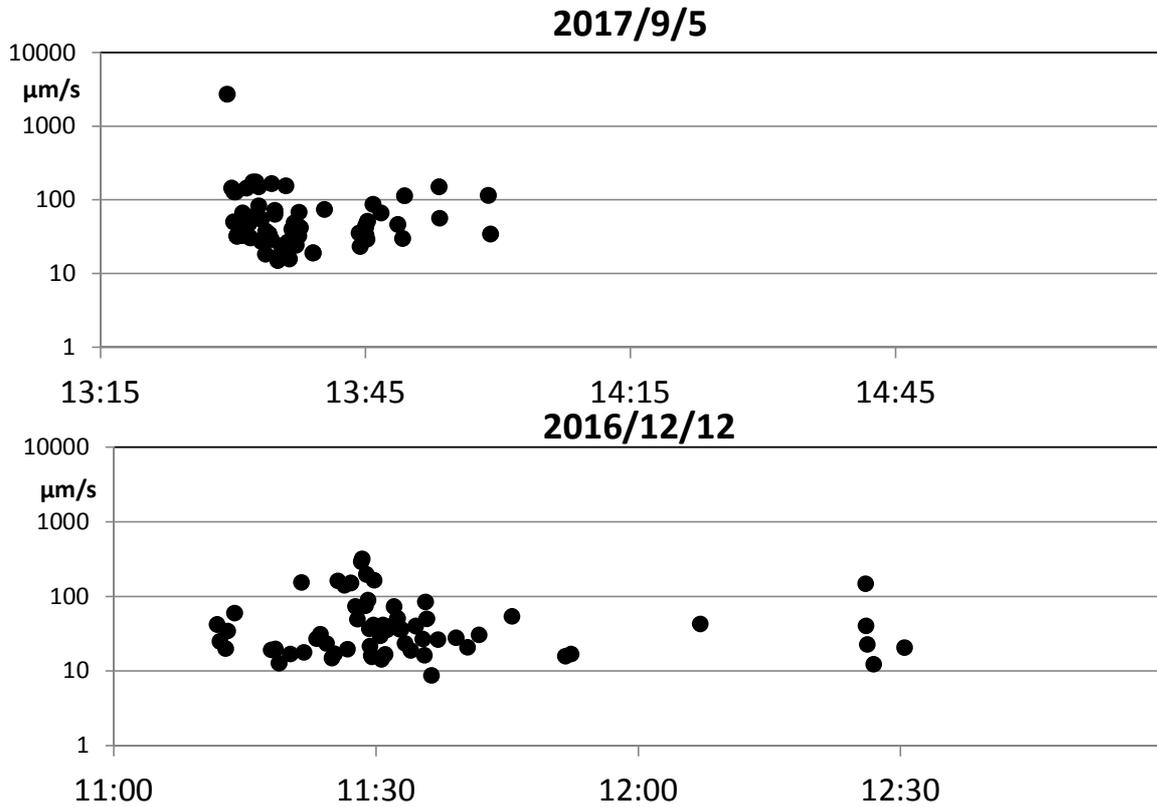


図 2-4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震の振幅時系列変化
 （霧島硫黄山 2 観測点上下動）
 上図：2017 年 9 月 5 日 下図：2016 年 12 月 12 日

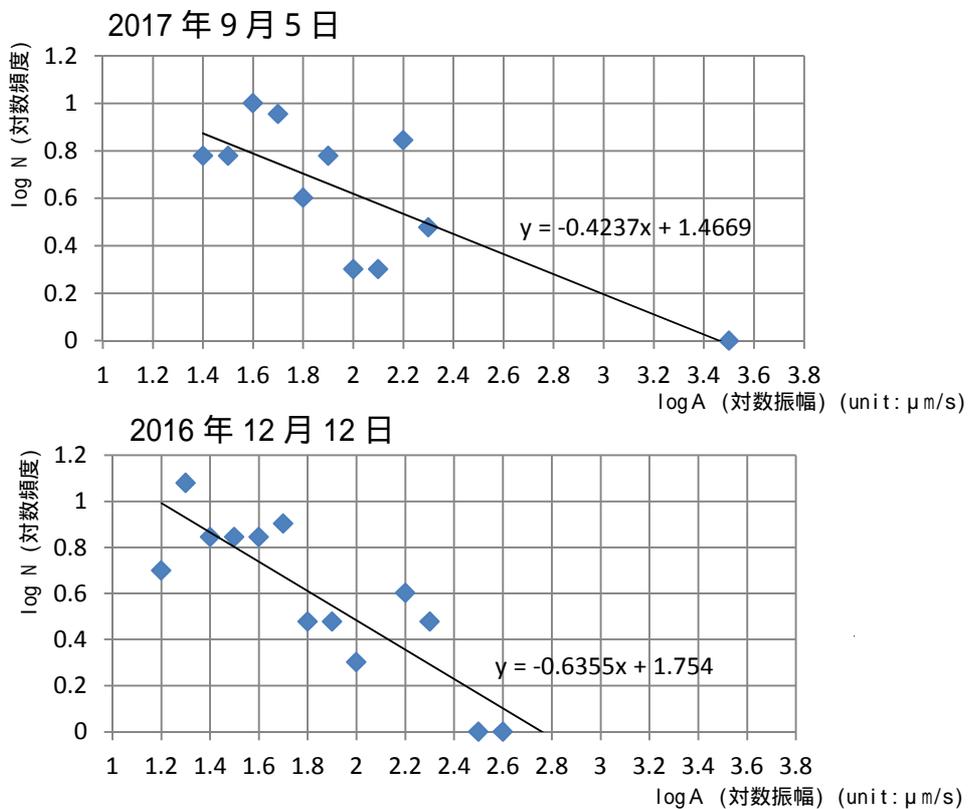


図 2-5 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震の頻度と振幅の関係
 上図：2017 年 9 月 5 日 下図：2016 年 12 月 12 日

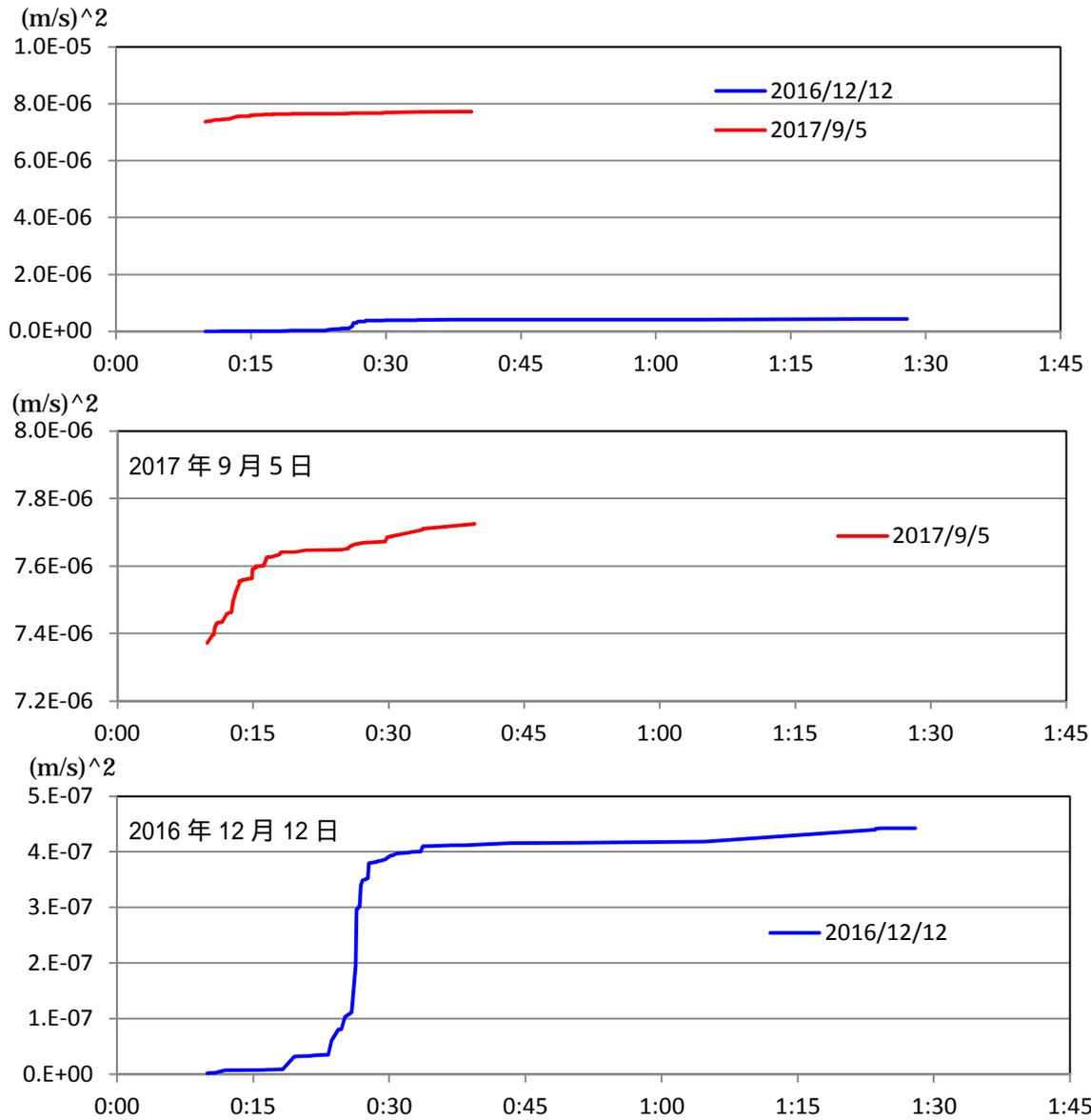


図 2-6 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震のエネルギー積算の比較
（2017年9月5日と2016年12月12日）

* 時間軸は最初の地震の10分前から統一した。

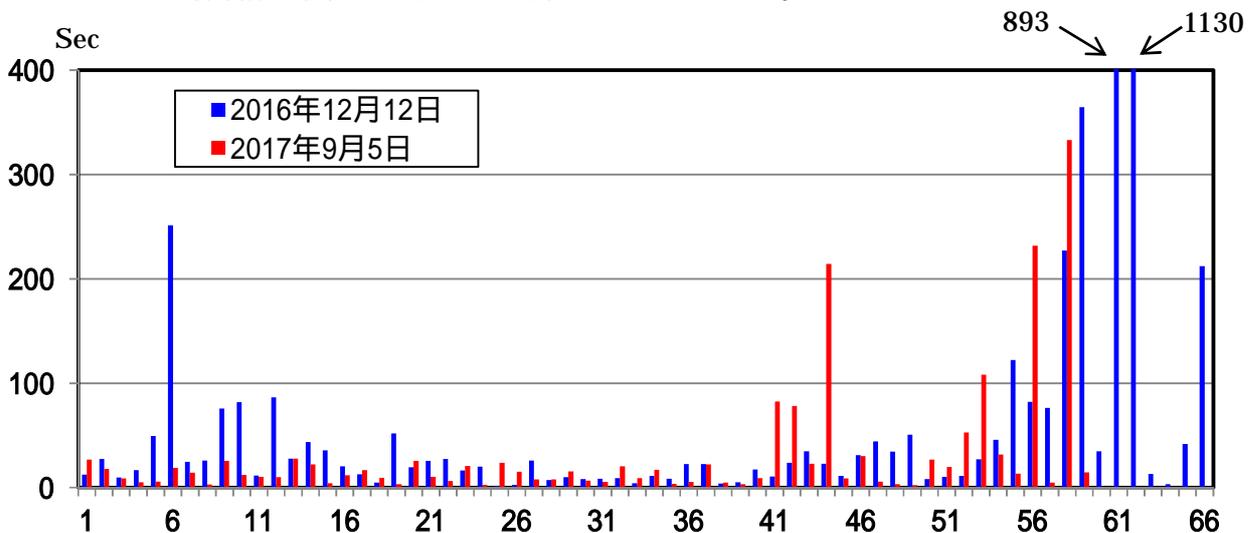


図 2-7 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 火山性地震の発生間隔の比較
（2017年9月5日と2016年12月12日）

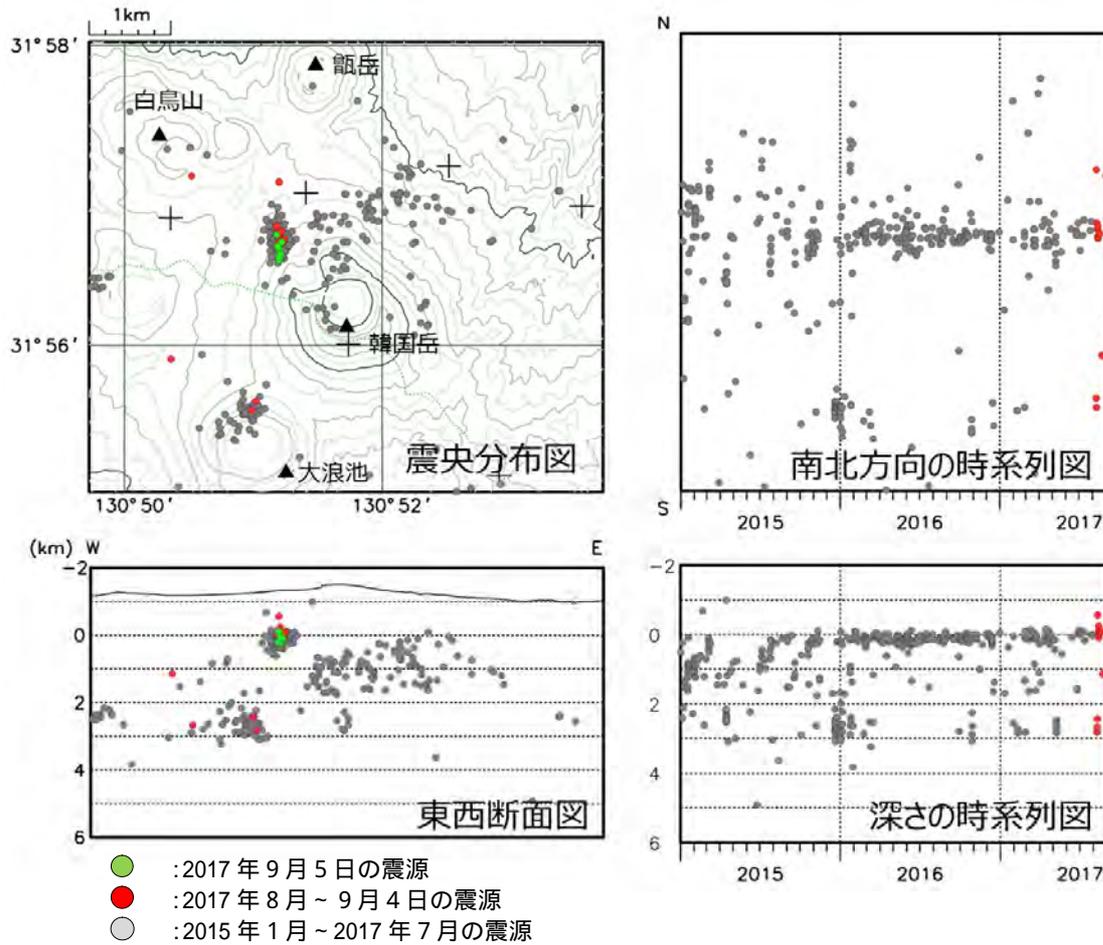


図 3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）震源分布図
（2015年1月～2017年9月5日）

震源は、主に硫黄山付近のごく浅いところ及び大浪池の海拔下2～3km付近に分布した。9月5日の地震もこれまでと同じ、硫黄山付近のごく浅いところで発生した。

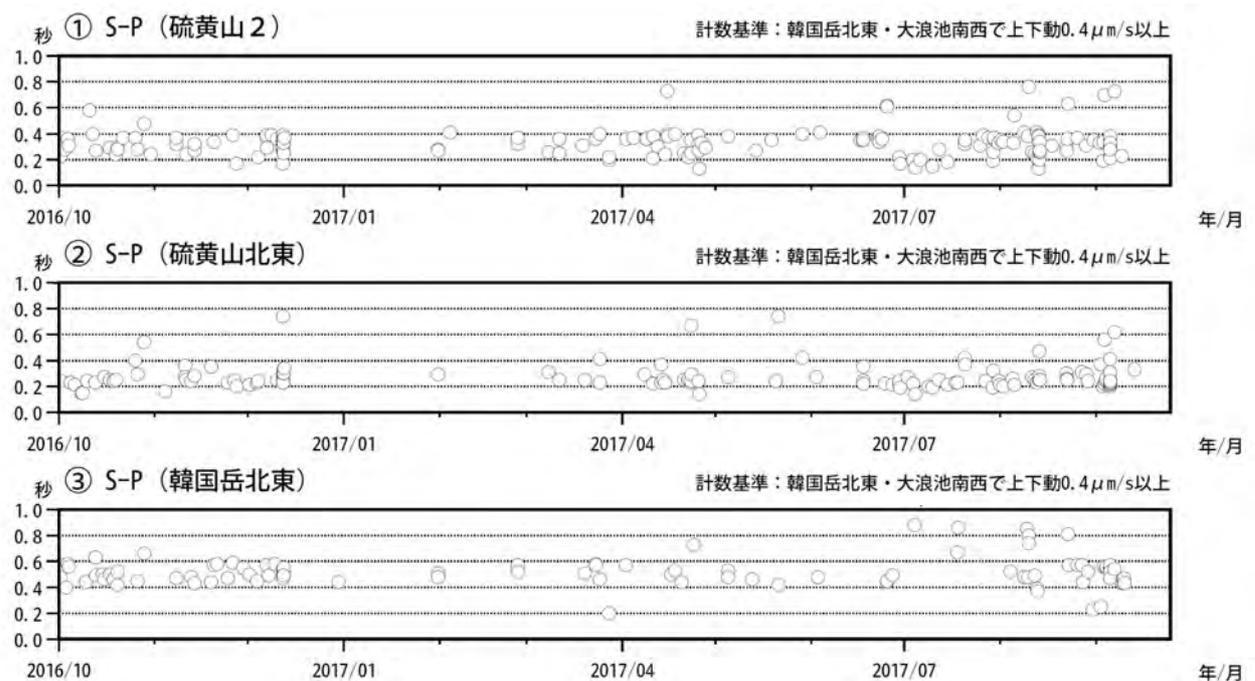


図 4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）S - P経過図
（2016年10月～2017年9月25日）

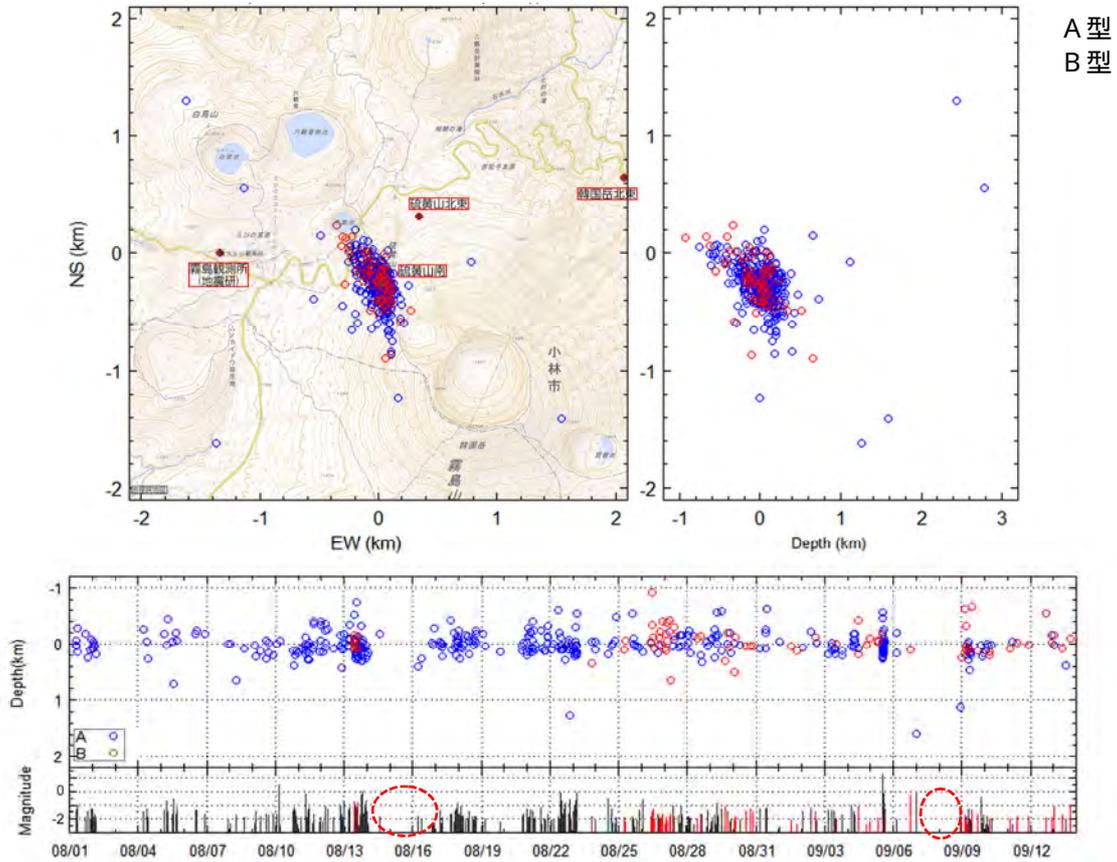


図 5 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山周辺の震源分布図
（2017年8月1日～2017年9月13日）

8月13日及び9月5日の地震増加後、数日間は地震活動が静穏である日（赤破線内）が認められる。

8月31日硫黄山南西傾斜計の南側（約30m）で新たな熱異常域を確認した

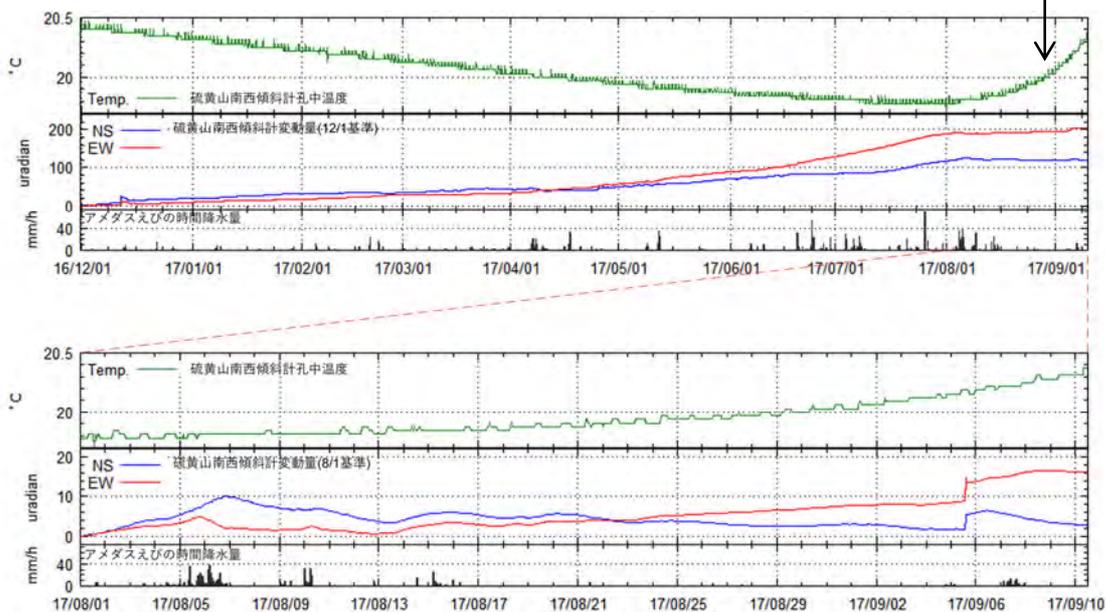


図 6 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山南西観測点の傾斜変動と地中温度
（2016年12月1日～2017年9月10日）

- ・2017年8月以降、地中温度計でわずかな上昇が認められる。
- ・2017年8月31日には、硫黄山南西傾斜計の南側（約30m）で新たな熱異常域を確認した（図16-1）。
- * 地中温度計の深さは約15m。

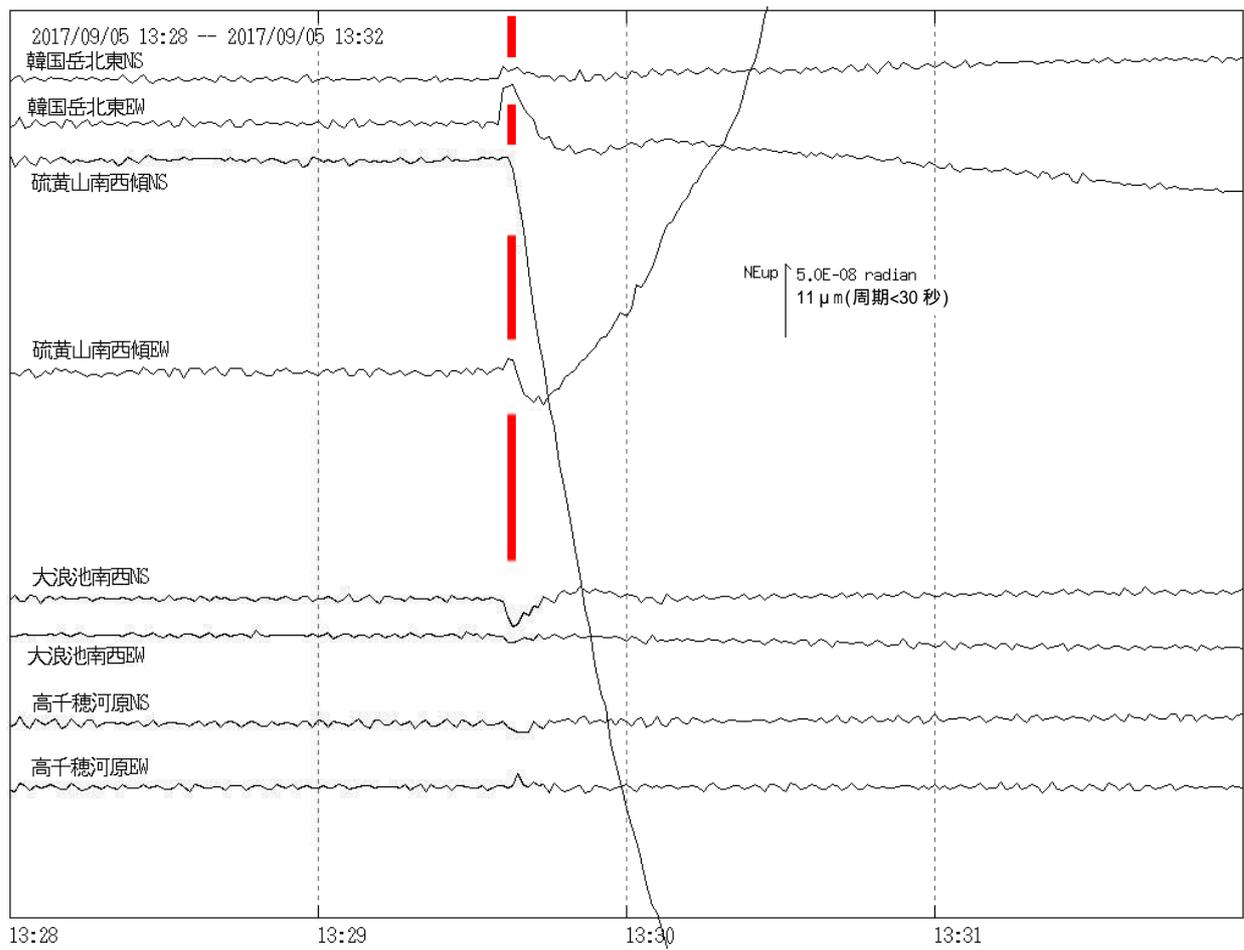


図 7 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 2017 年 9 月 5 日の傾斜変動の開始部分
 傾斜計の秒値（1 秒平均値）で見られる変動の開始部分（赤線）は変位応答で、韓国岳北東および大浪池南西において、硫黄山から遠ざかる方向に数 μm である。

2017 年 9 月 5 日 13 時 28 分 ~ 13 時 32 分



< 観測値 >



< モデル推定 >

山川・茂木(加圧モデル)
 $\Delta V = 1.7272e+004 \text{ m}^3$
 経度[度]: 130.85100571
 緯度[度]: 31.94362020
 標高[m]: 553.9
 半径[m]: 16.036
 岡田断層(減圧モデル)
 $\Delta V = -2.8530e+003 \text{ m}^3$
 経度[度]: 130.85297359
 緯度[度]: 31.94441490
 標高[m]: 68.5
 走向角[度]: 200.27
 断層長さ[m]: 820.539
 傾斜角[度]: 58.45
 断層幅[m]: 496.719
 開口量[m]: -0.007
 面内走向角[度]: 0.36
 滑り量[m]: -0.078

2016 年 12 月 12 日 11 時 15 分 ~ 11 時 25 分



< 観測値 >



< モデル推定 >

山川・茂木(加圧モデル)
 $\Delta V = 1.1568e+004 \text{ m}^3$
 経度[度]: 130.85250984
 緯度[度]: 31.94417061
 標高[m]: 518.8
 半径[m]: 14.030
 岡田断層(減圧モデル)
 $\Delta V = -3.2706e+003 \text{ m}^3$
 経度[度]: 130.85313914
 緯度[度]: 31.94592566
 標高[m]: 37.1
 走向角[度]: 200.09
 断層長さ[m]: 814.221
 傾斜角[度]: 59.54
 断層幅[m]: 502.100
 開口量[m]: -0.008
 面内走向角[度]: 0.36
 滑り量[m]: -0.067

図 8-1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 傾斜変動における体積変化量の推定

上図: 2017 年 9 月 5 日

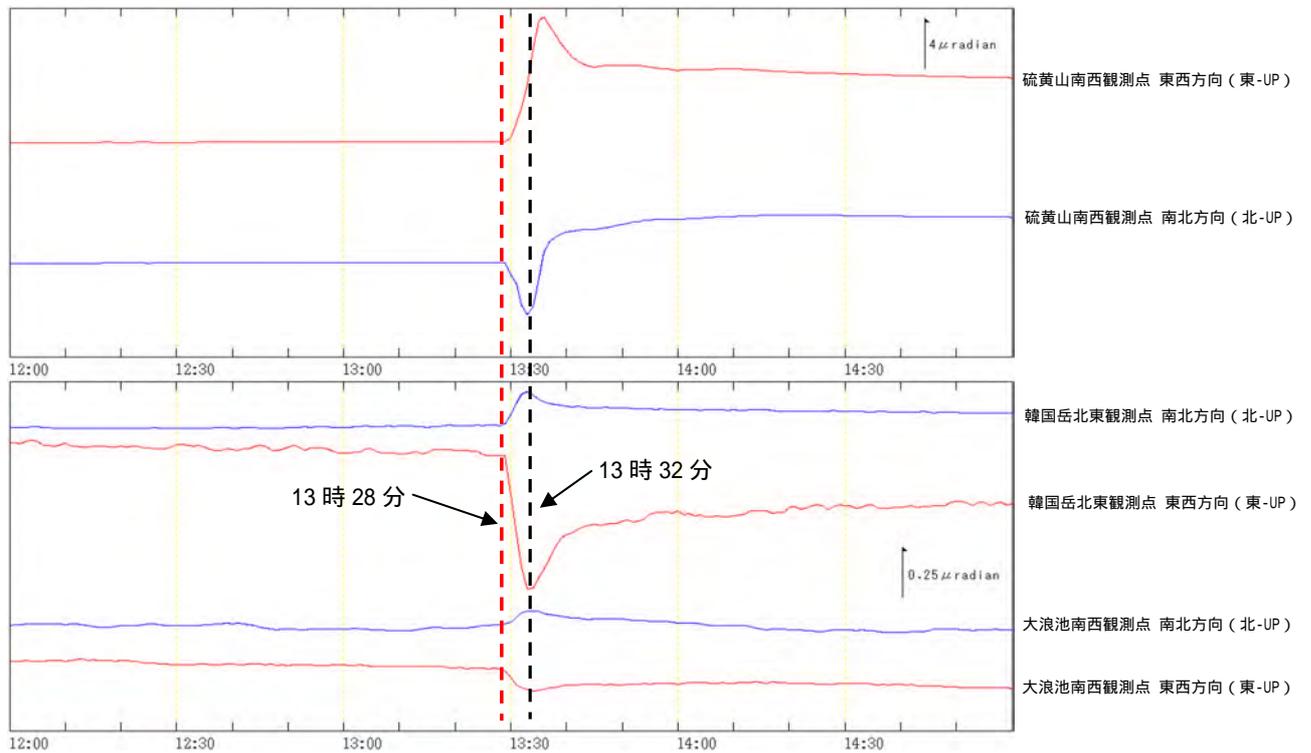
硫黄山周辺の傾斜変動の解析では海拔 0 km 付近のクラックの閉口と海拔 600m 付近の球状圧力源の膨張と推定された。

下図: 2016 年 12 月 12 日

2017 年 9 月 5 日の解析によって得られたモデル(茂木+ダイク)を 2016 年 12 月 12 日に当てはめて解析を行なった。同モデルを傾斜変動が説明することが可能。

ダイクモデルのパラメータはほぼ同じで、茂木モデルは 2017 年 9 月 5 日の方が体積変化量が約 1.5 倍大きい。

【2017 年 9 月 5 日 12:00 ~ 15:00】



【2016 年 12 月 12 日 10:00 ~ 13:00】

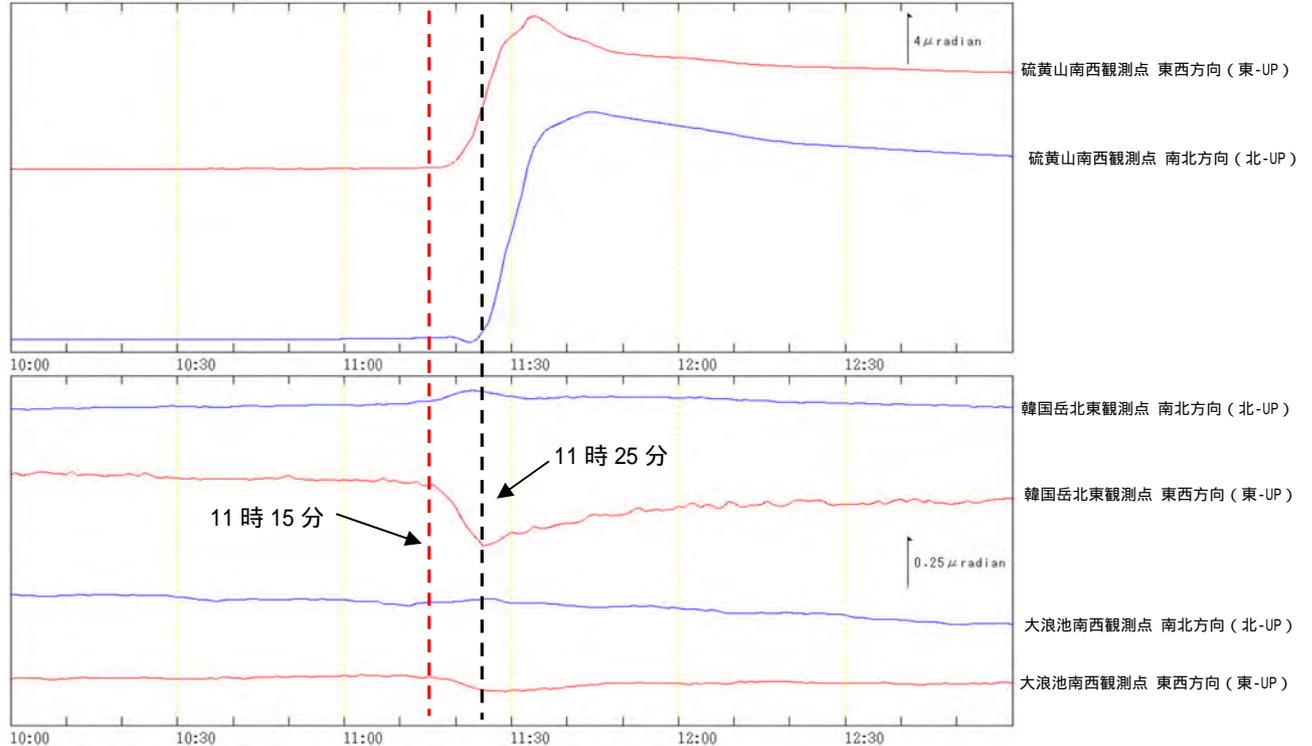


図 8-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 傾斜変動における体積変化量の推定
（図 8-1）に用いた傾斜変動の範囲

* 傾斜変動の終点は韓国岳北東傾斜計で極値となる時間とした。

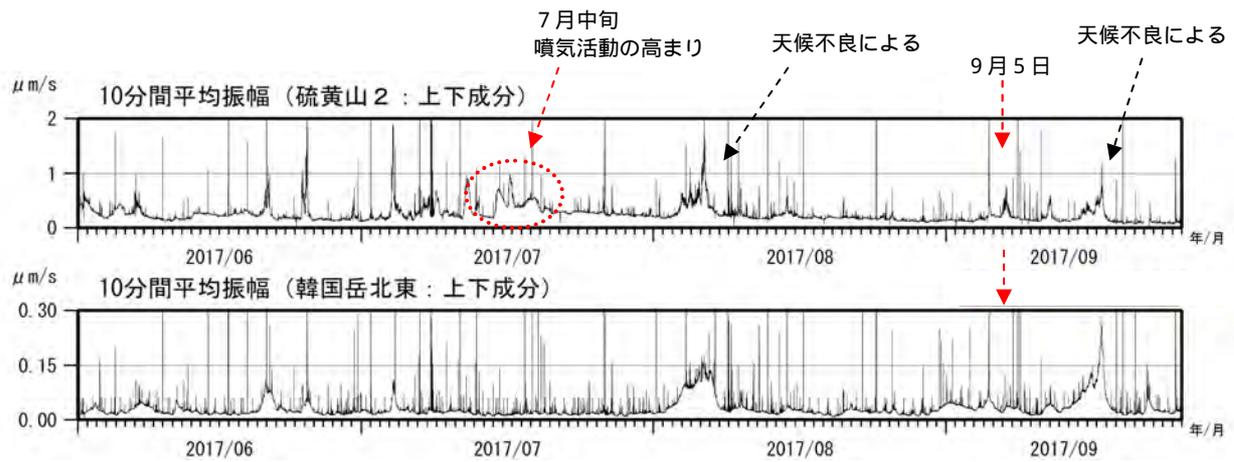


図9 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 平均振幅(10分間)の推移
(2017年6月1日~9月25日)

上図: 霧島硫黄山2観測点上下動 下図: 韓国岳北東観測点上下動

- ・ 7月中旬には、火口近傍に設置してある霧島硫黄山2観測点の地震計で捉えられる程度の震動がわずかに大きくなった。これは噴気活動の高まりに伴うものと考えられる(赤破線内)。
- ・ 9月5日の火山性地震増加時には、韓国岳北東観測点でも一時的にわずかに震動が大きくなった。



図 10-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山付近の状況（8月22日 えびの高原監視カメラによる）

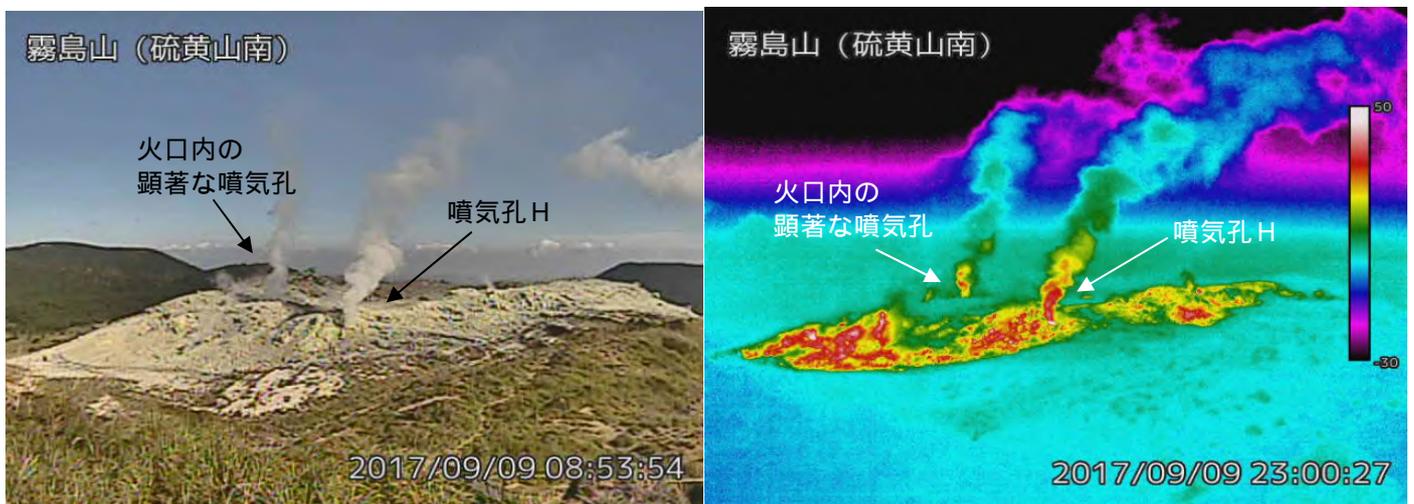
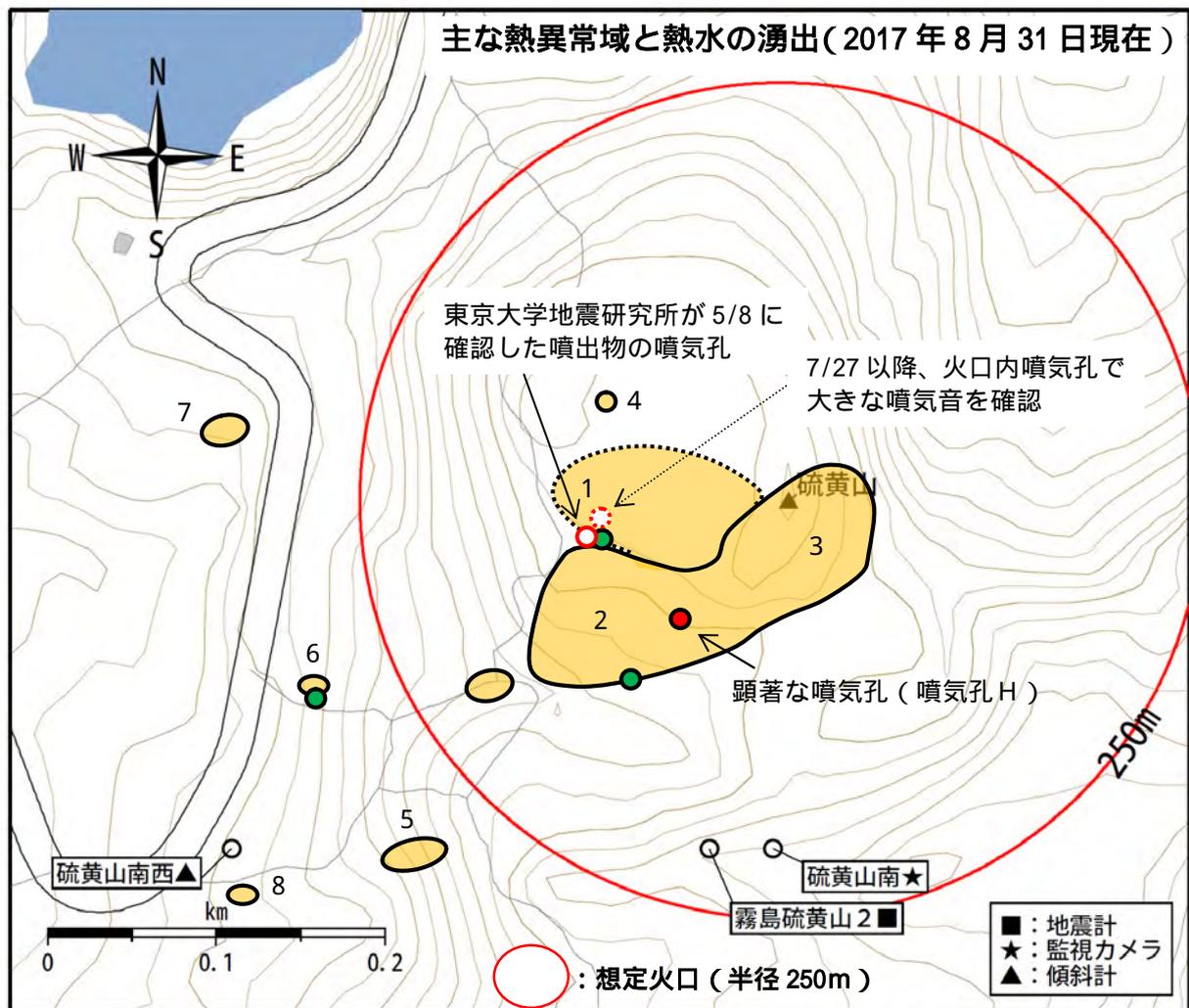


図 10-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山付近の状況（9月9日 硫黄山南監視カメラによる）



橙色の領域は熱異常域及び噴気域を、番号はその出現順を示す。
 以下は熱異常域及び噴気域を観測し始めた日付を示す。

1. 火口内 2015年12月14日～
2. 南側斜面 2016年1月14日～
3. 南東側 2016年3月24日～
4. 火口内西側 2016年8月29日～
5. 南西側(韓国岳登山道脇) 2017年2月13日～
6. 西南西側(韓国岳登山口) 2017年3月24日～
7. 西斜面 2017年5月9日～
8. 南西側(県道近く) 2017年8月31日～

緑丸は熱水の湧出箇所を、番号はその出現順を示す。
 確認日を以下に示す。

- ・2017年3月19日
- ・2017年3月21日
- ・2017年6月4日

2017年4月19日以降、監視カメラ等で確認されている硫黄山南側の噴気孔を噴気孔Hとし、位置を赤丸で示す。

図 11 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 主な熱異常域と熱水の湧出位置

- ・硫黄山南赤外監視カメラ及び白鳥山監視カメラ(宮崎県)から、硫黄山火口周辺の熱異常域の分布領域を推定した。
- ・火口内の現地調査は2017年4月以降実施出来ていないため、3月までの現地調査をもとに推定した。

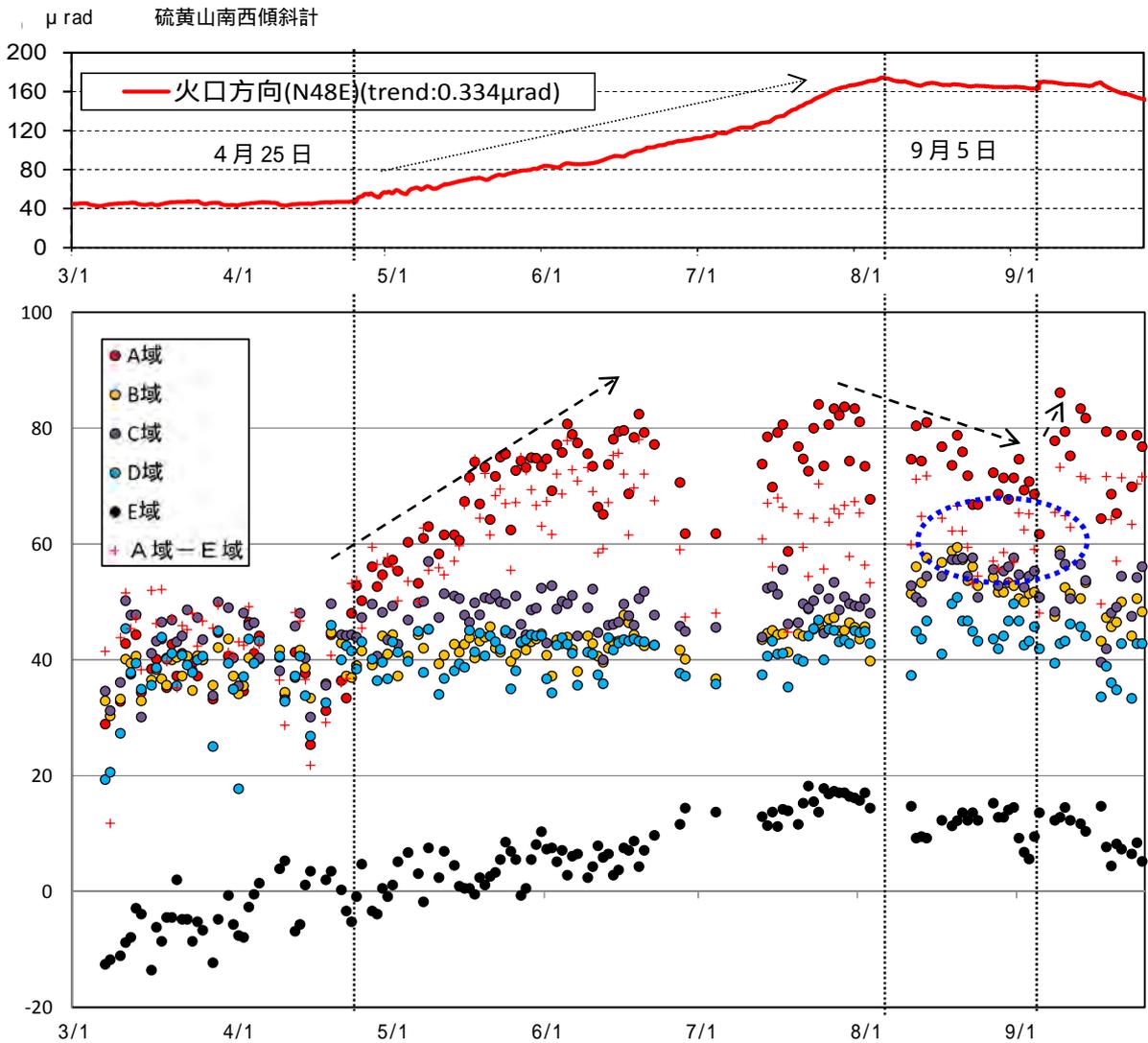
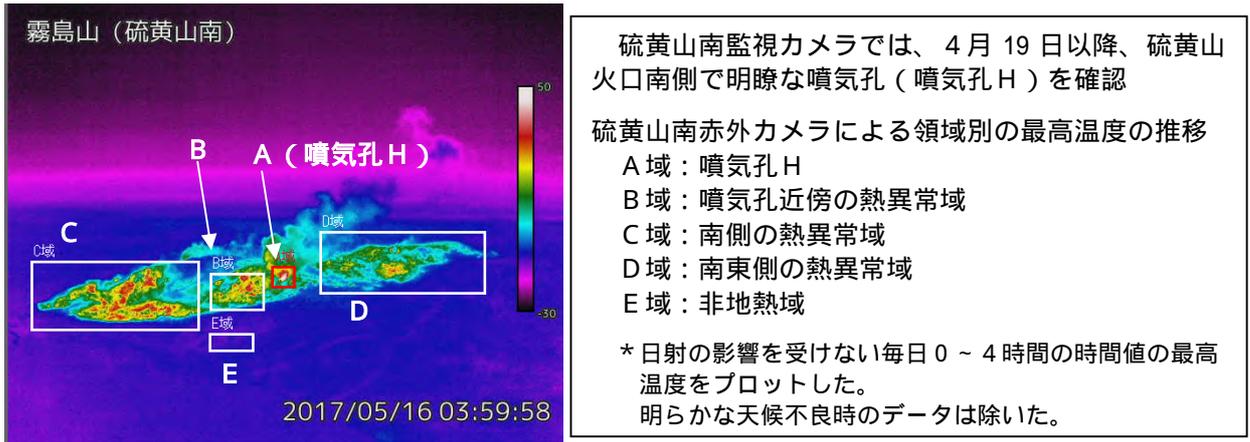


図 12 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山火口周辺の地熱変化と傾斜変化 (2017年3月1日~9月25日)

- ・ 4月下旬以降、A域の温度の高まりが認められていたが、6月以降停滞している。
- ・ 8月初旬から中旬にかけてB及びC域で一時的な温度の高まり(青破線)が認められた。
- ・ 9月5日の地震増加後、A域で温度の上昇が認められた。
- ・ E域は非熱異常域のため、温度の変化は季節変化とみられる。

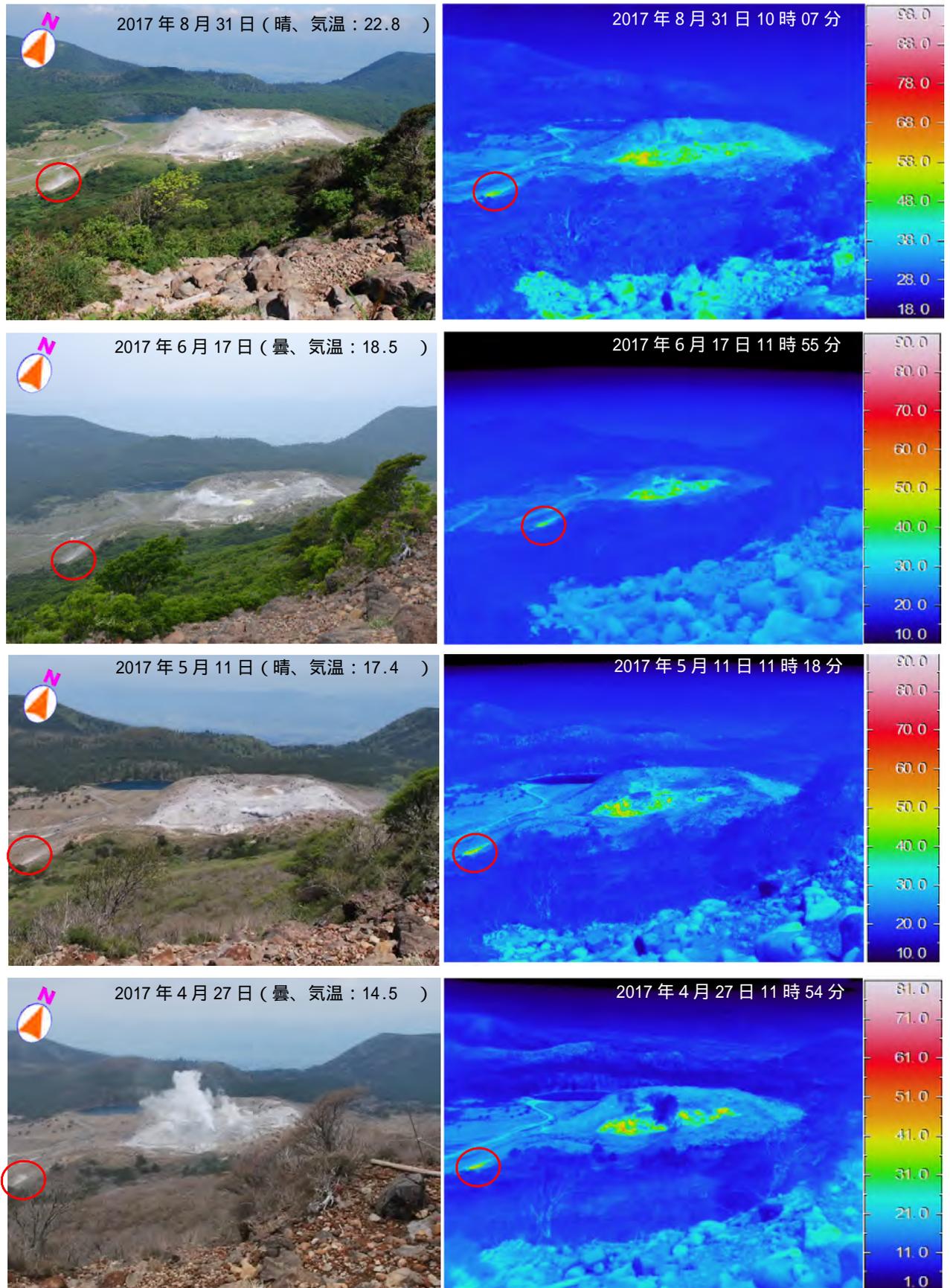


図 13 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山の状況（韓国岳 4 合目から観測）
 ・長期的に熱異常域の拡大や噴気量の増加が認められている。
 ・硫黄山南西側の噴気及び熱異常域を赤線で示している。

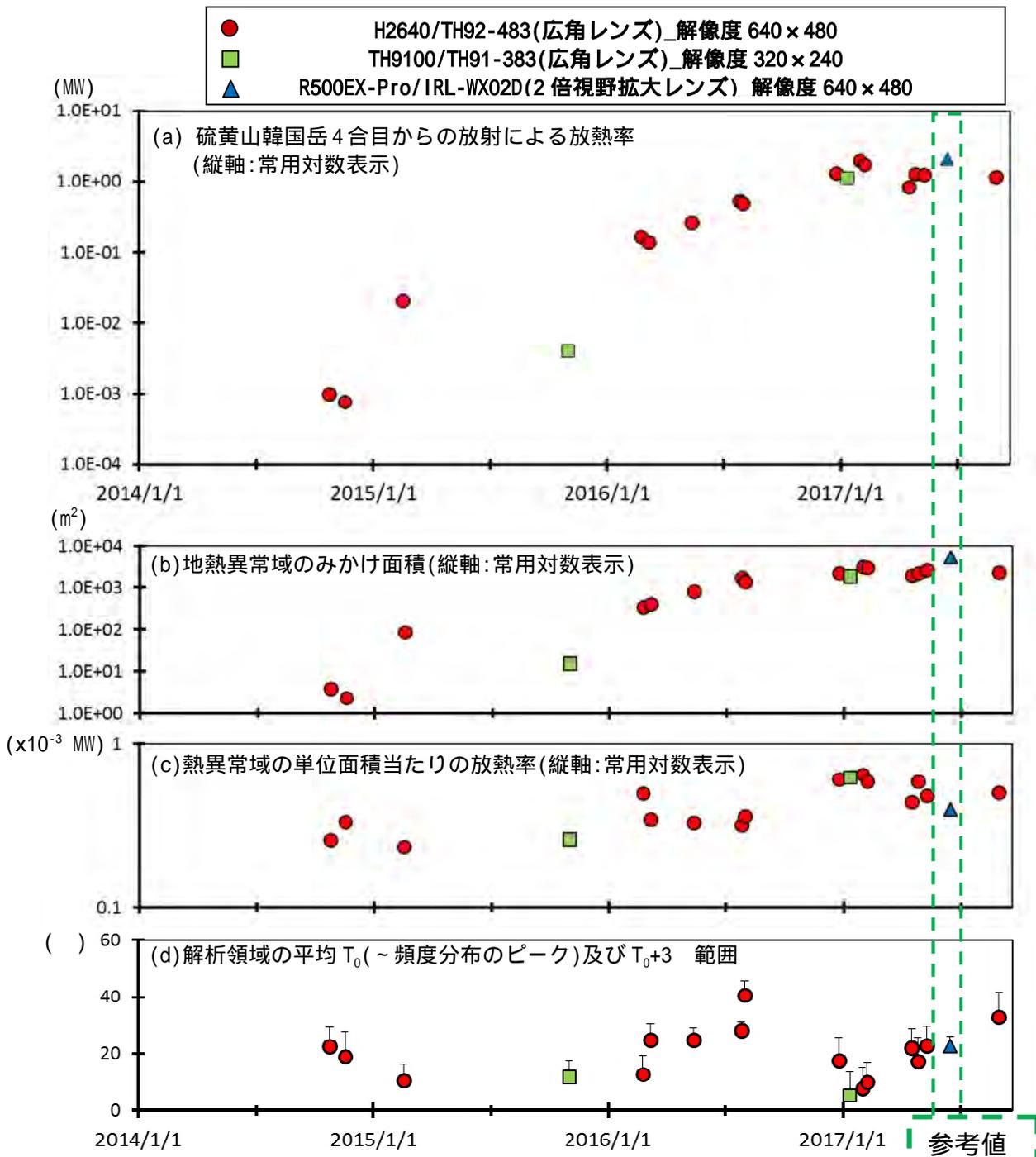


図 14-1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 地表面温度分布より算出した硫黄山の放熱率の推移(値を観測日ごとに平均)
(2014年10月~2017年8月31日)

図 13 の観測データを用い、Sekioka and Yuhara(1978)の手法により放射による放熱率を算出し、値を観測日ごとに平均した。図 14-3 に示した領域 A、B を解析範囲とし、領域内の温度頻度分布の平均値 T_0 と偏差 から、 T_0+3 以上を明らかな地熱異常域とみなした。積雪のある観測日のデータは、以上の仮定を満たさないので除去している。

- ・2016 年初め頃から硫黄山の南側で放熱率の増加傾向が認められたが、2016 年の終わり頃から停滞している。
- ・(a)(b)(c)における推移の様子から、2016 年初め頃からの放熱率の増加傾向は、主に熱異常域の面積増加によるものである。
- ・2017 年 6 月 17 日に行われた観測による結果は、熱画像データの解像度が低いため参考値とした。

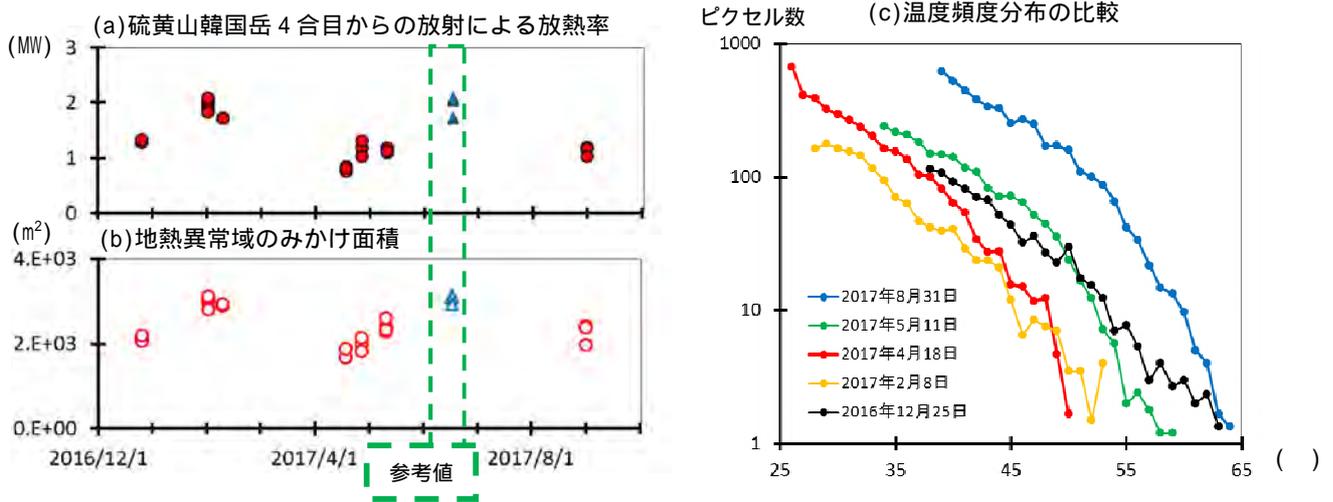


図 14-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 地表面温度分布より算出した硫黄山の放熱率の推移（2016 年 12 月～2017 年 8 月）

図(c)は、各観測時の最高温度から 25 低い温度までのピクセル数を比較したものである。

- ・ 2016 年 12 月から 2017 年 8 月までの放熱率は大きく変化していないが、熱異常域の面積の変化と相関がみられる。
- ・ (c) に示したとおり、気象条件による影響を大きく受けないと考えられる高温域の頻度分布からは、2016 年 12 月 25 日の観測以降、高温域で頻度の減衰が認められる。これは、図 13 に示されているとおり、噴気の噴出孔付近に高温域があるために、噴気の量の増加によって熱異常域が遮蔽されていることを示していると考えられる。
- ・ 気象条件による境界温度の変化と噴気による高温域の遮蔽により、2016 年末頃から地表面温度分布から見積もられる放熱率は、横ばいとなっている。

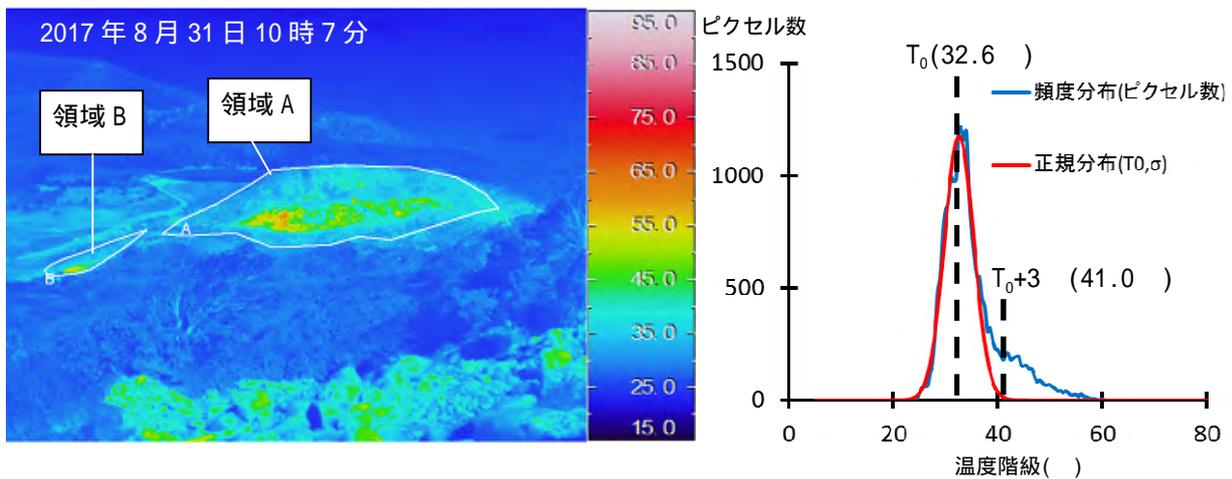


図 14-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 図 14-1 に示した硫黄山の放熱率算出の解析領域と温度分布の例（2017 年 8 月 31 日 10 時 7 分）

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

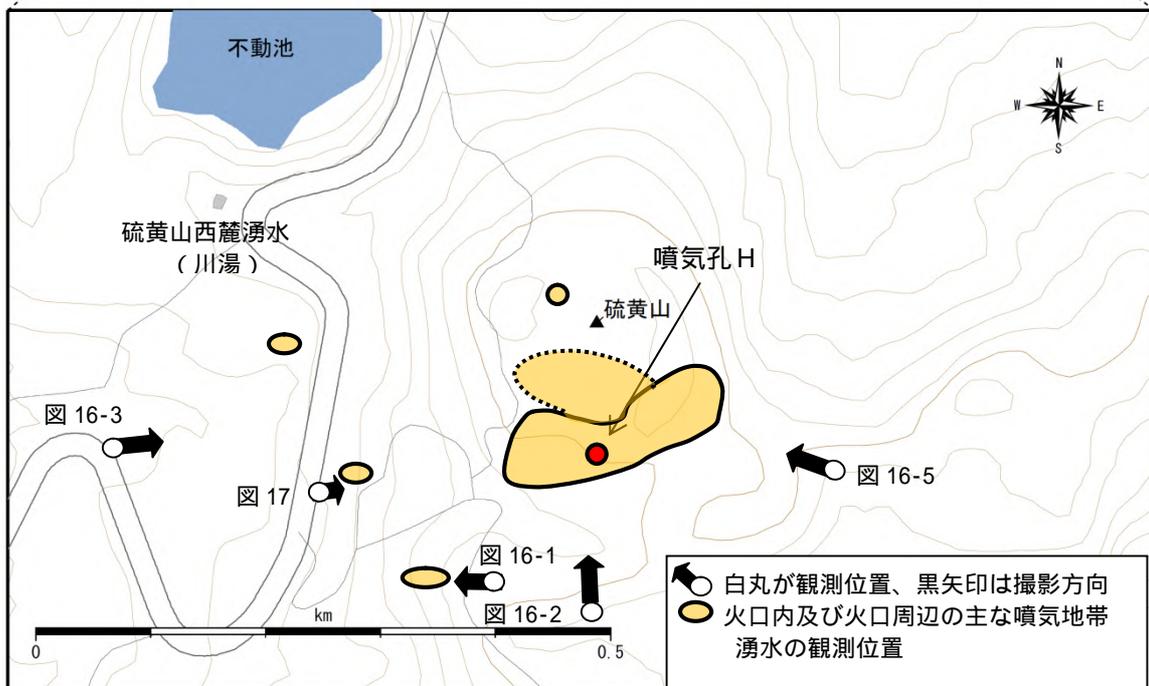
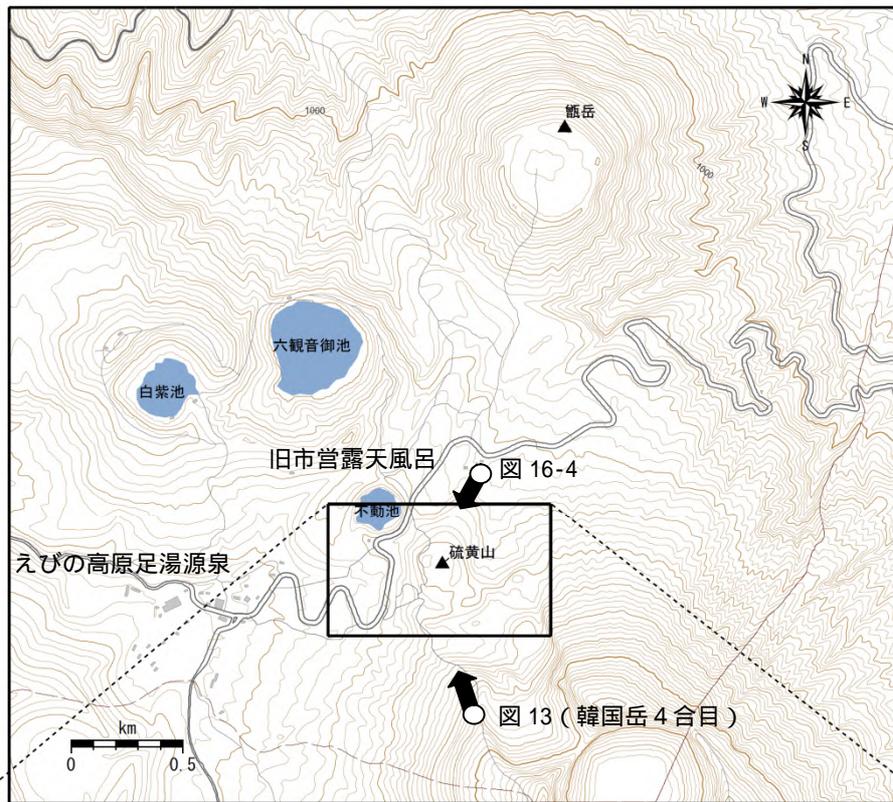


図 15 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 主な熱異常域と観測位置

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図情報（数値標高モデル）』を使用した（平成 26 年情使、第 578 号）、国土数値情報の『湖沼』を使用した。

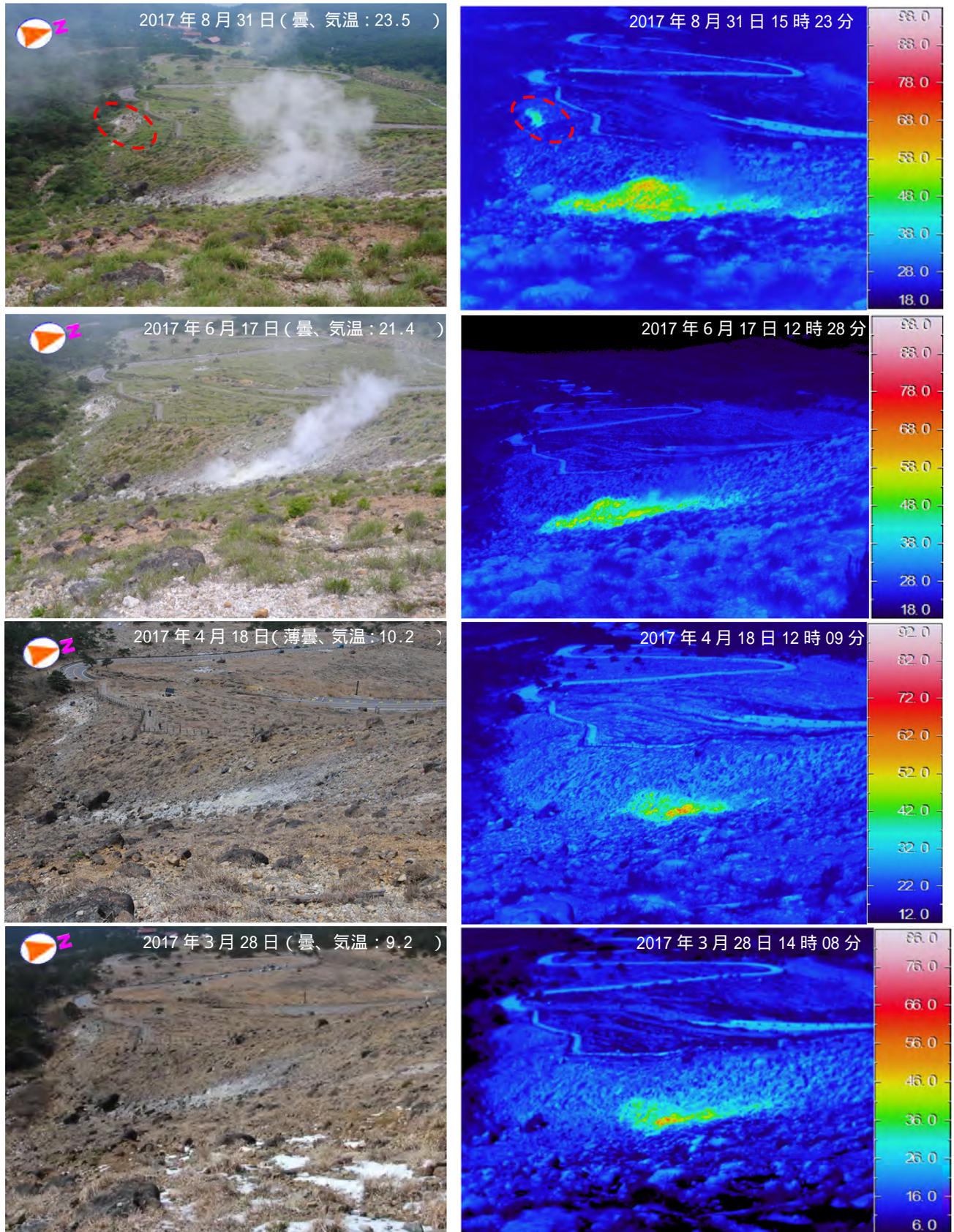


図 16-1 霧島山（えびの高原(硫黄山)周辺） 硫黄山南西側の状況
（韓国岳登山道脇から観測）

- ・ 8月31日の観測では、硫黄山南西側の熱異常域の西側（県道近く）で、新たな熱異常域(赤破線内)を観測し、ごく弱い噴気が高さ1mまで上がっているのを確認した。
- ・ 硫黄山南西側では、熱異常域と噴気の拡大がみられている。

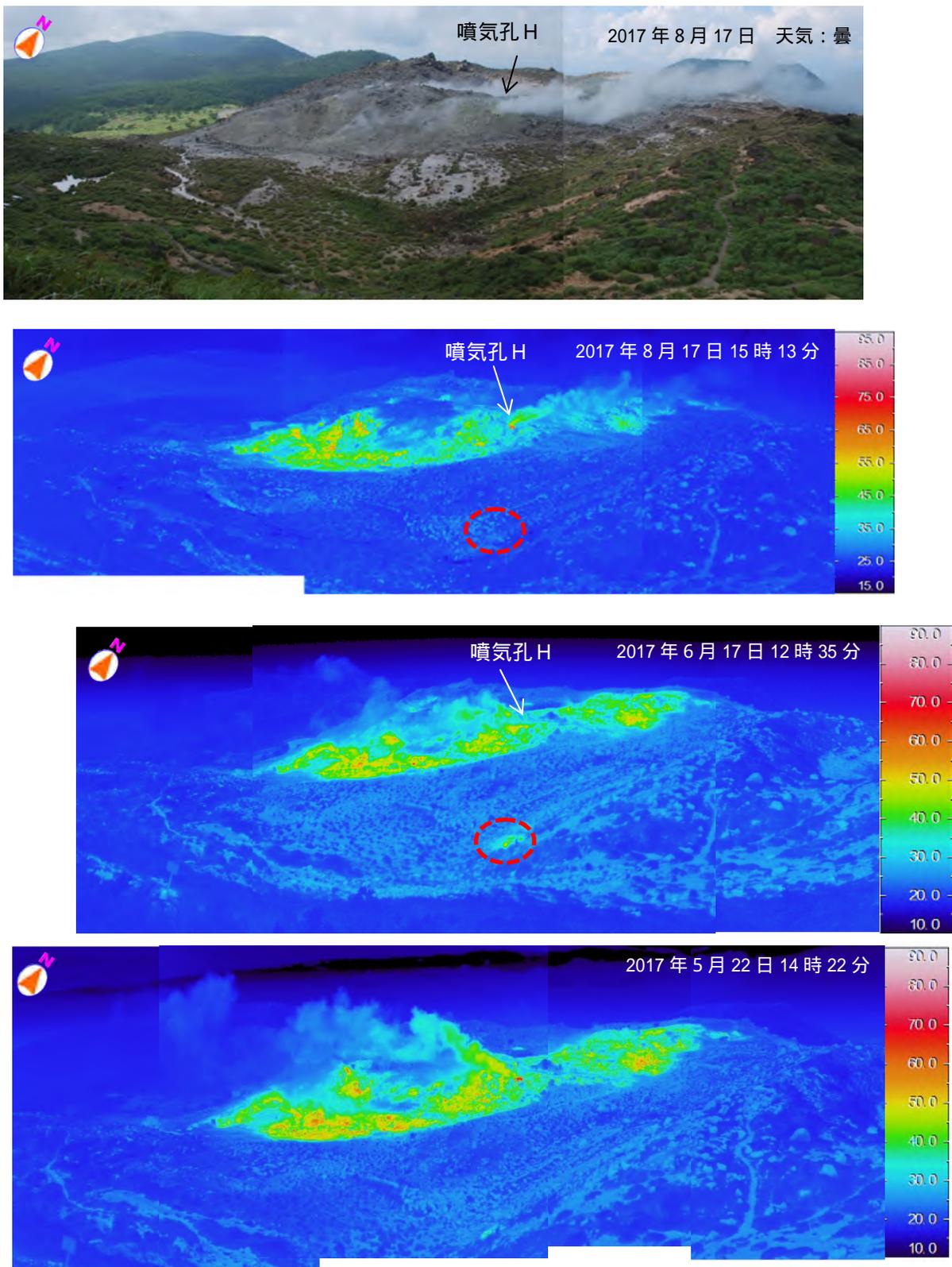


図 16-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山火口南西側及び南側斜面の状況

- ・長期的に熱異常域の拡大や噴気量の増加が認められている。
- ・最高温度の大きな上昇は認められない。
- ・6月には一時的に硫黄山の南側でも熱異常域（赤破線内）が認められた。

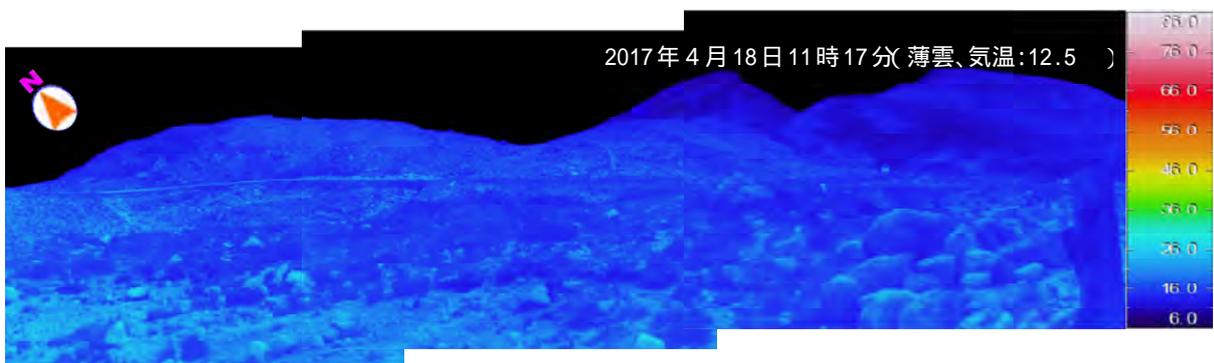
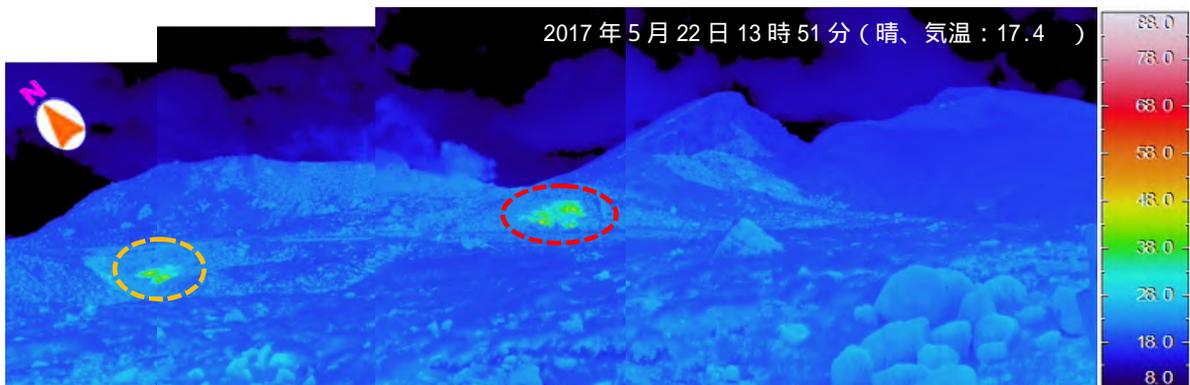
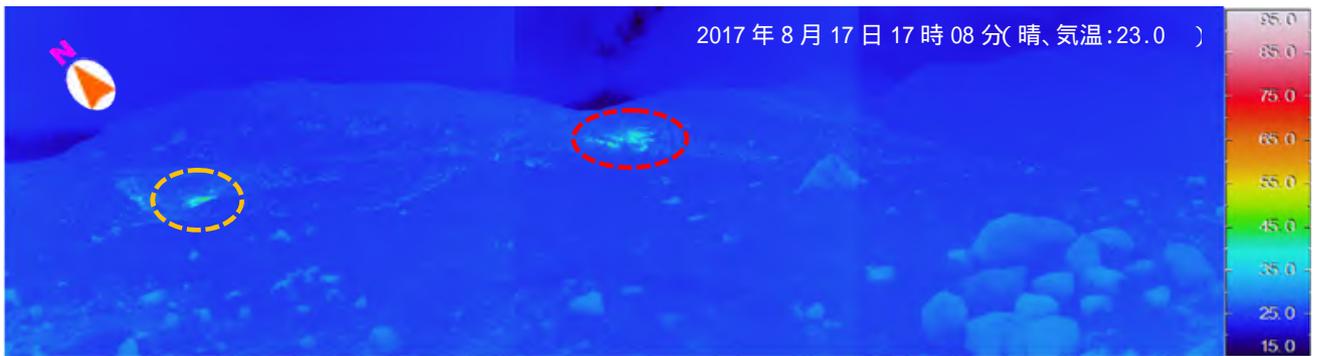


図 16-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山の西側の状況
 硫黄山西南西側（韓国岳登山口：赤破線）では2017年3月24日以降、硫黄山西斜面（橙破線）では5月9日以降、噴気や熱異常域が認められた。

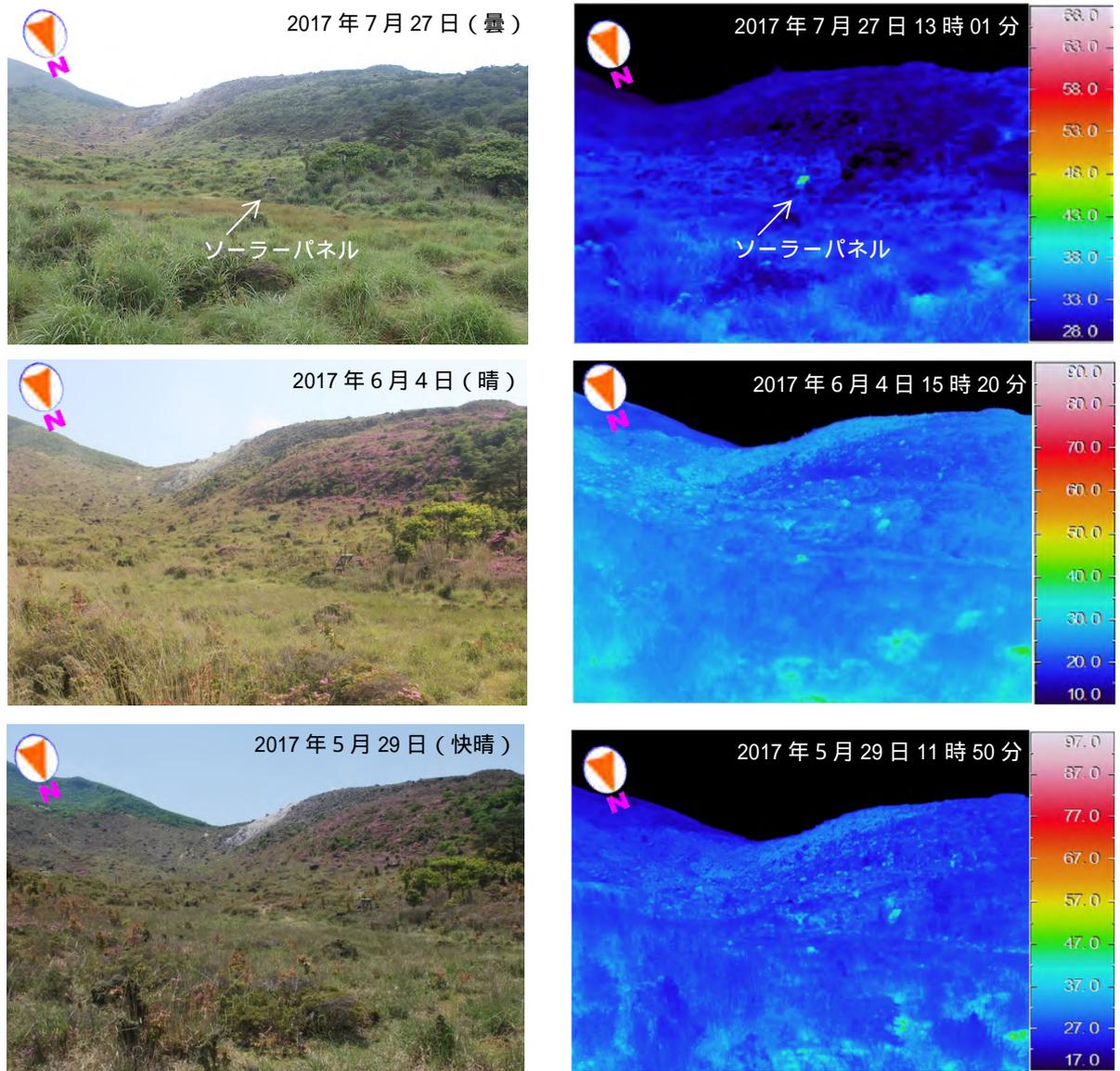


図 16-4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山北東側斜面の状況
 硫黄山の北東斜面に熱異常域は認められなかった。

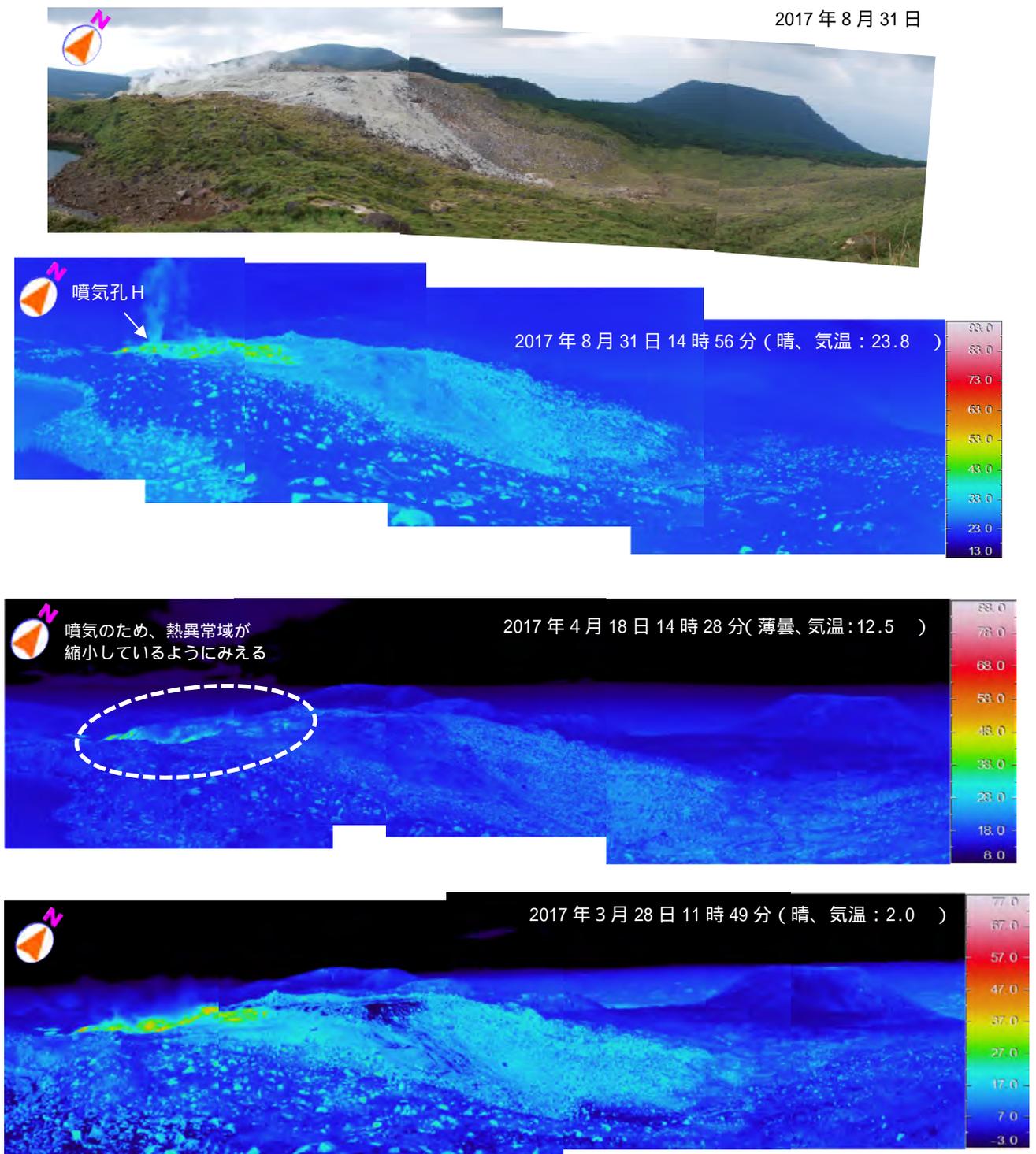


図 16-5 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺) 硫黄山東側斜面の状況
硫黄山の東側斜面に熱異常域は認められなかった。

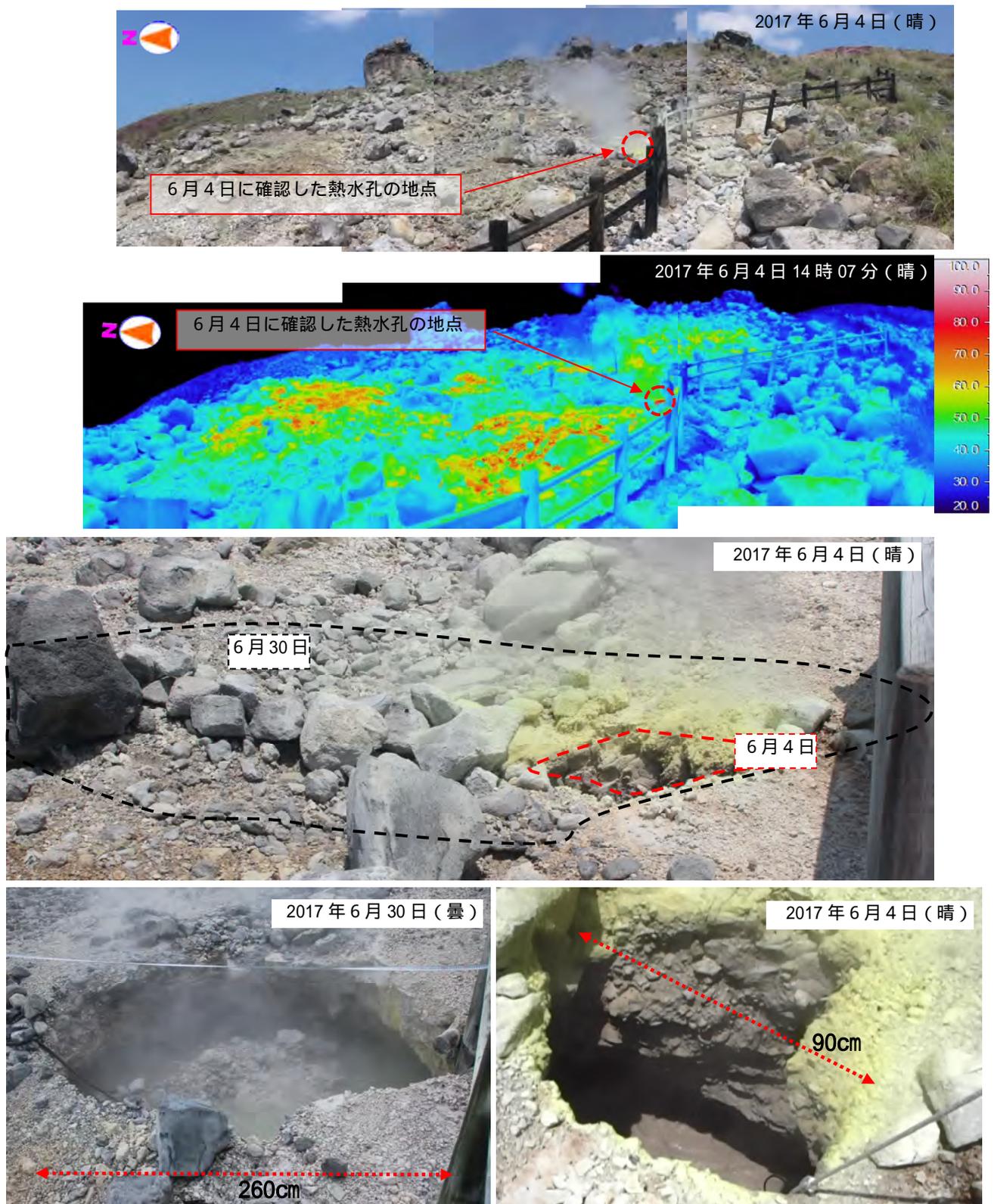


図 17 霧島山（えびの高原(硫黄山)周辺） 硫黄山西南西側の状況
（韓国岳登山口から観測）

- ・ 6月4日に硫黄山の西南西側（韓国岳登山口）の階段脇（柵の北側）で熱水孔（赤破線）を確認した。孔の底では灰色の熱水が大きな音を立てて流れていたが、孔の外への流出はなかった。
- ・ 孔の大きさは90cm×70cm（赤破線）、深さは1m程度、熱水の温度は95.5であった。
- ・ 6月30日の観測では、熱水孔の周囲が崩れて、大きさが260cm×200cm（黒破線）と拡大していた。深さは1m程度で熱水の温度は94.1であった。
- ・ 7月以降の現地調査では、熱水孔の大きさに大きな変化は認められていない。

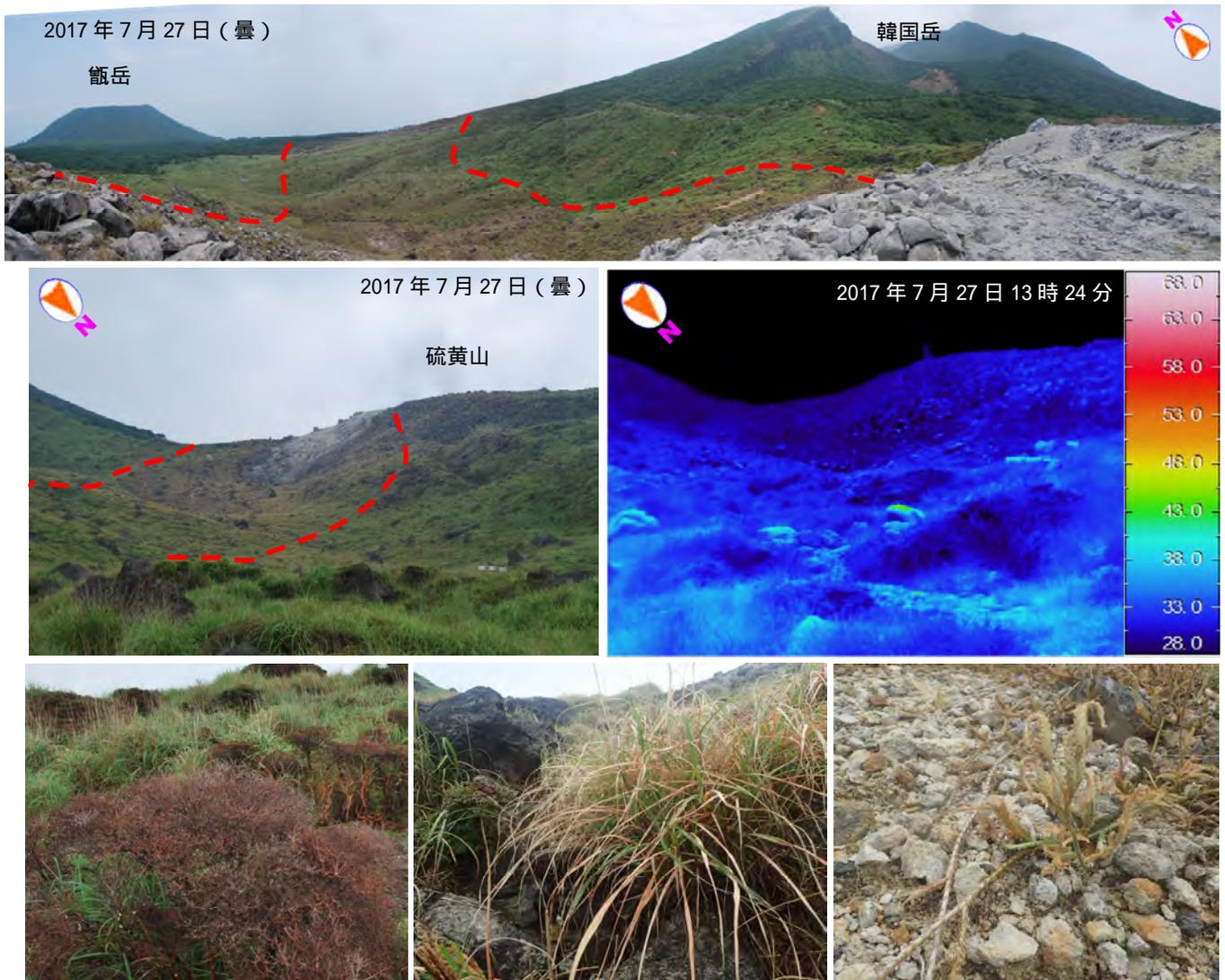


図 18-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山火口の北東側に分布する変色域の状況
（2017年7月27日）

上段：硫黄山の稜線から撮影
下段：植物の枯死や葉の変色の状況

中段：硫黄山北東側の可視及び熱画像

- ・硫黄山火口の北東側（赤破線の内側）で植物が枯死（変色）していることを確認した。
- ・硫黄山の北東斜面には熱異常域は認められなかった。

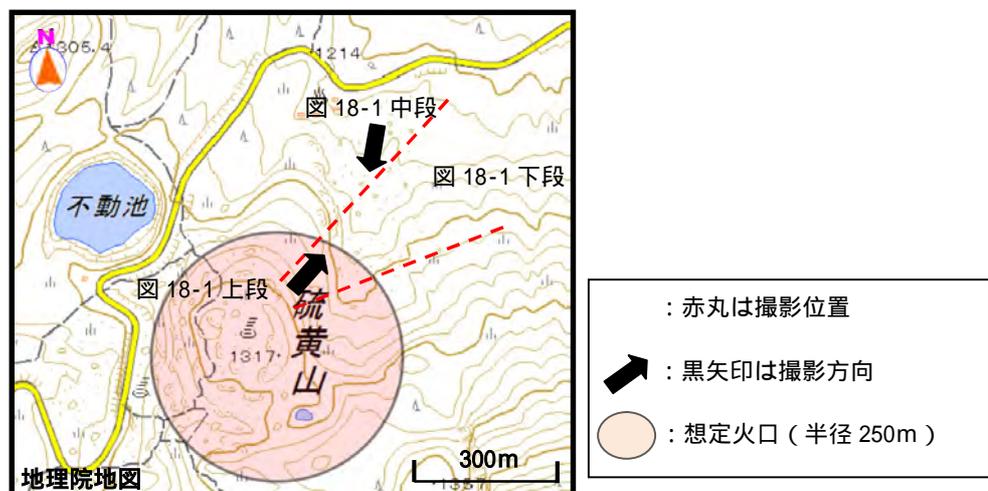


図 18-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 図 18-1 の撮影位置と変色域の分布領域
硫黄山火口の北東方向（赤破線の内側）で植物の枯死や草木が変色していることを確認した。7月中旬から下旬にかけて、硫黄山付近では南西風が卓越し、噴気は北東方向へ流れる日が多くみられた。赤外熱映像装置による観測では、硫黄山の北東側に熱異常域は認められないことから、これらは硫黄山から流下した火山ガスによる影響と考えられる。



図 18-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山火口内と火口北東側の状況

- ・硫黄山火口の北東側にある松の木（上図赤破線）の火口側に、硫黄昇華物と考えられる付着物を確認した（左下図）。
- ・松の木の火口とは反対側側面（白破線）と周辺の岩等には、噴出物は確認できなかった（右下図）。
- ・硫黄山火口内の噴気孔から、ゴーという大きなジェット音が連続して聞こえていた。

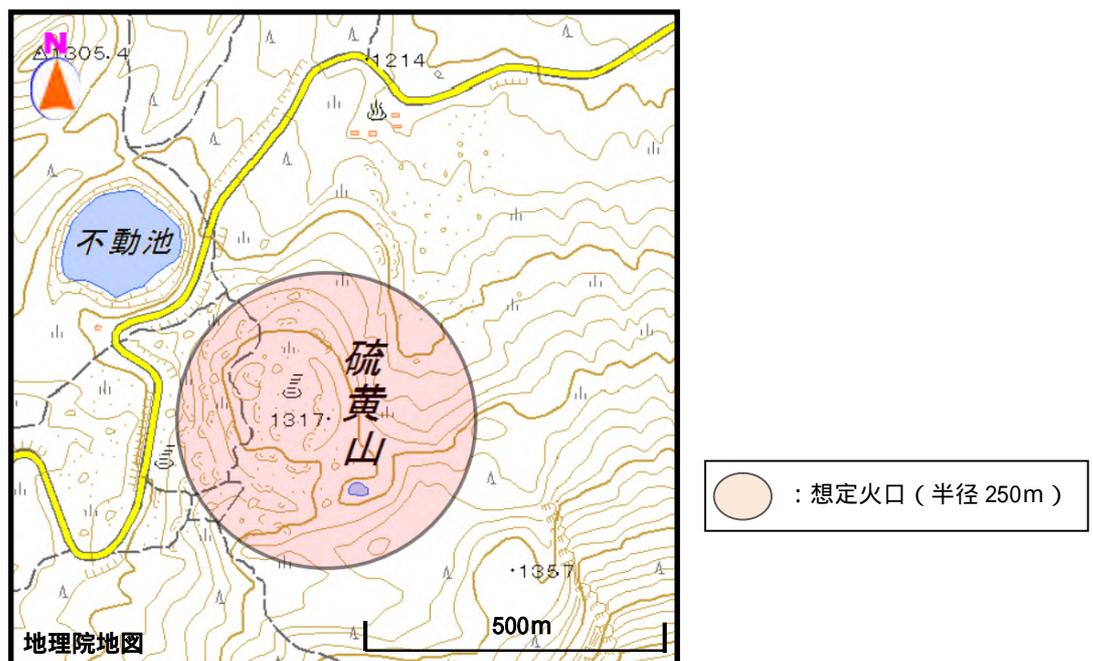
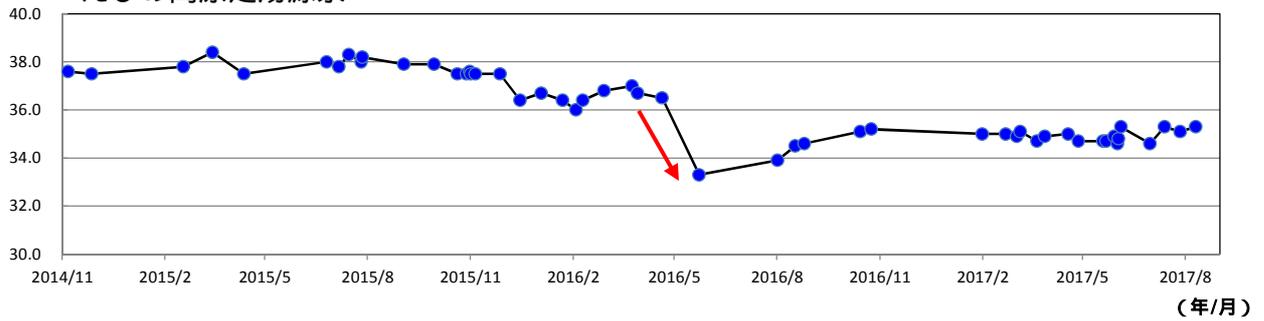
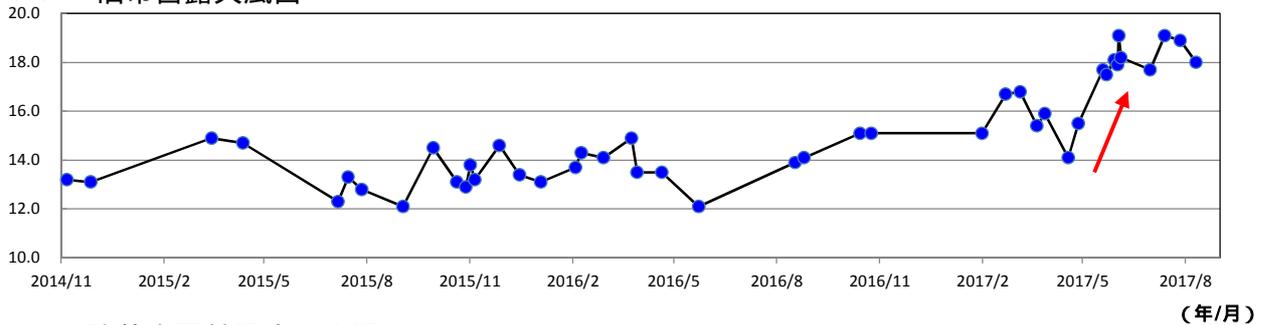


図 18-4 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 変色した松の木の位置
 図 18-3 で示した変色した松の木の位置を赤丸で示す。

() えびの高原足湯源泉



() 旧市営露天風呂



() 硫黄山西麓湧水 (川湯)

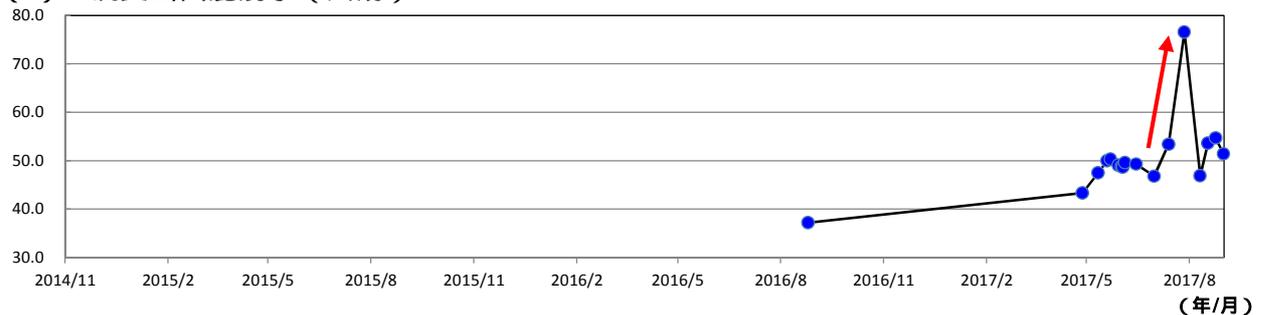


図 19 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) 水温の時系列変化 (2014 年 11 月 ~ 2017 年 8 月 31 日)

- えびの高原足湯源泉の水温は、2016 年 5 月に温度の低下が認められたが、2016 年 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、2017 年 5 月以降、温度のわずかな上昇が認められた。
- 硫黄山西麓湧水は温度の上昇が認められ、7 月には一時的に 70 を超えた。

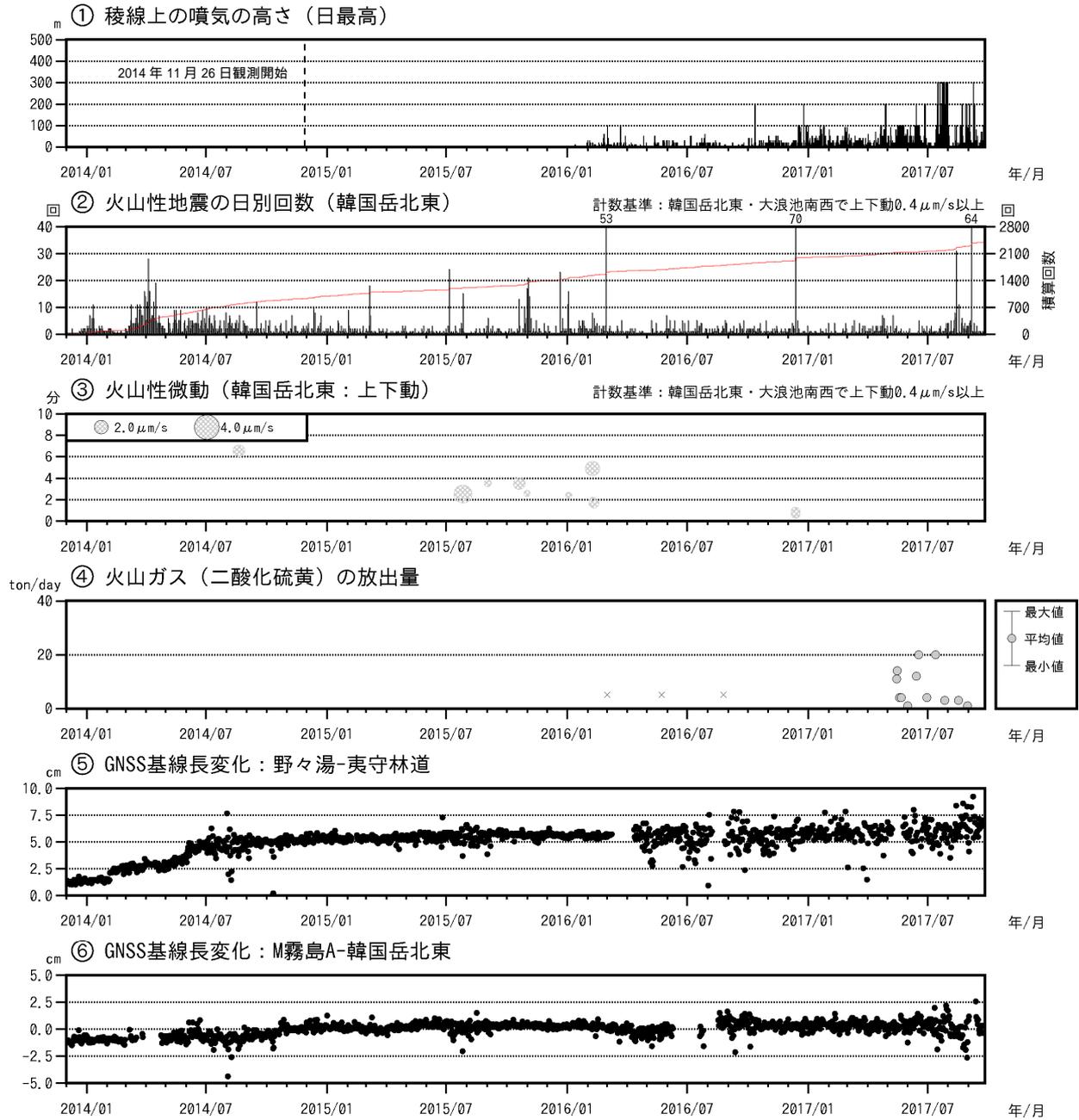


図 21-1 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) 火山活動経過図 (2013 年 12 月 ~ 2017 年 9 月 25 日)

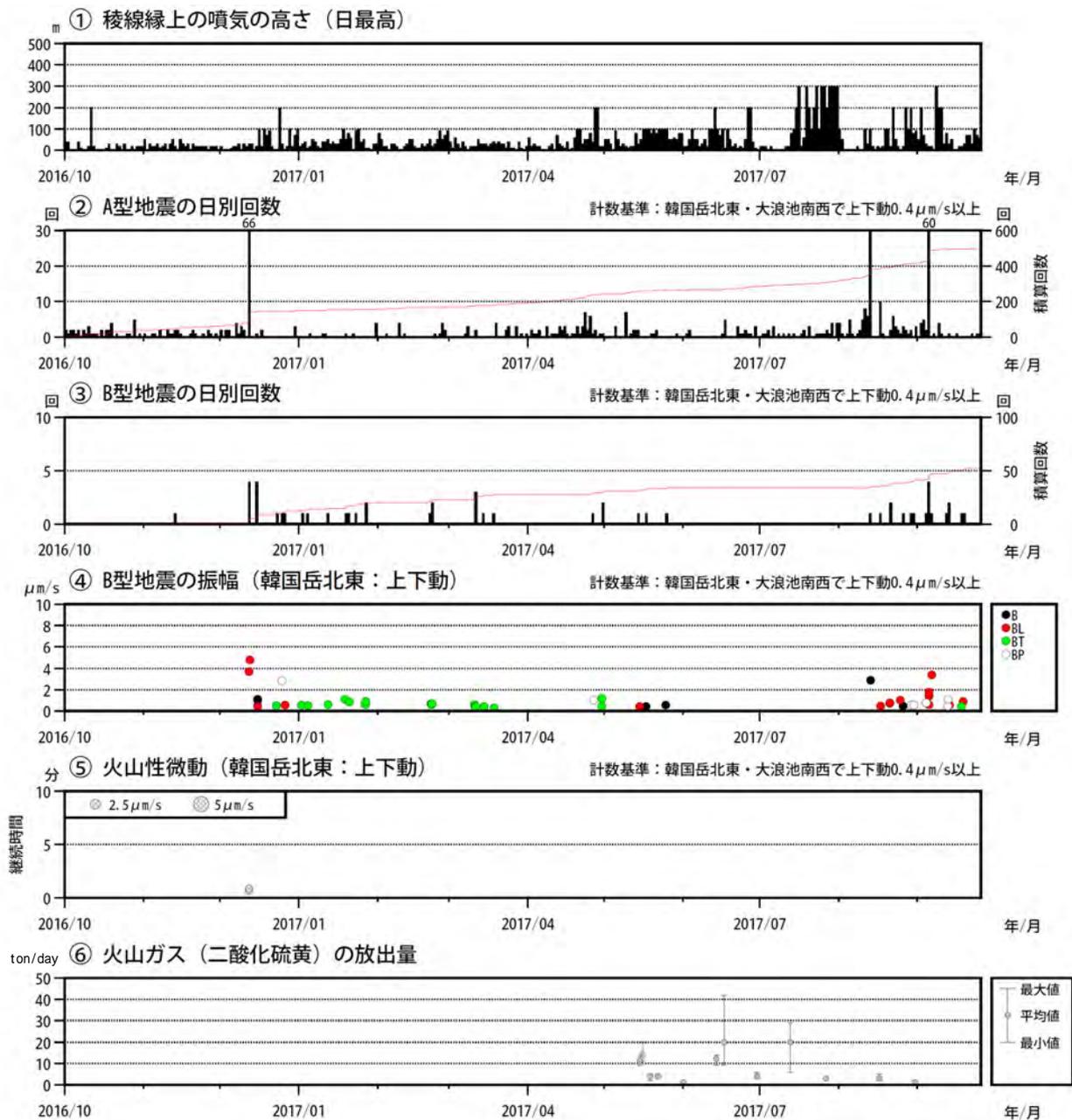
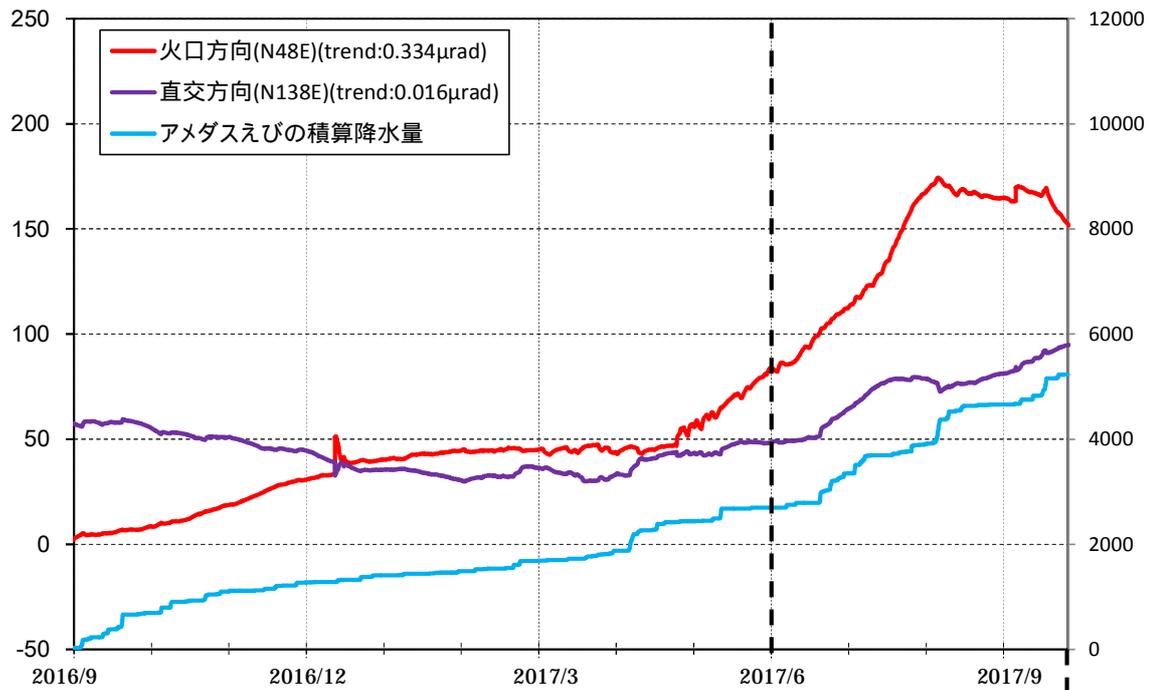


図 21-2 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) 火山活動経過図
(2016年10月～2017年9月25日)

(micro radian)

(mm)



(micro radian)

(mm)

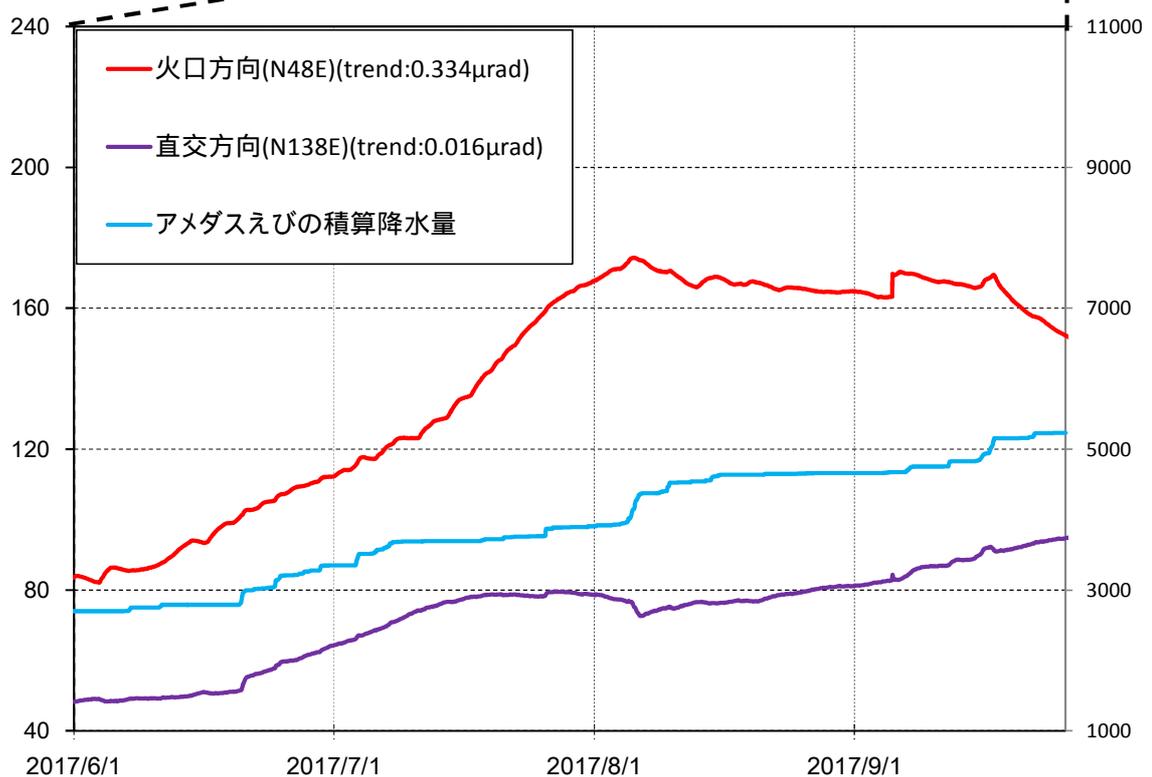


図 22-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 硫黄山南西傾斜計の傾斜変動（2016年9月～2017年9月25日）

4月25日から硫黄山南西観測点の傾斜計で、硫黄山方向が隆起する傾斜変動がみられてたが、8月中旬から概ね停滞していた。

* 硫黄山南西観測点の傾斜変動は、火口方向 3.34×10^{-7} rad/day、直交方向 0.16×10^{-7} rad/day のトレンド補正を行っている。

* 降水による変動も含まれている。

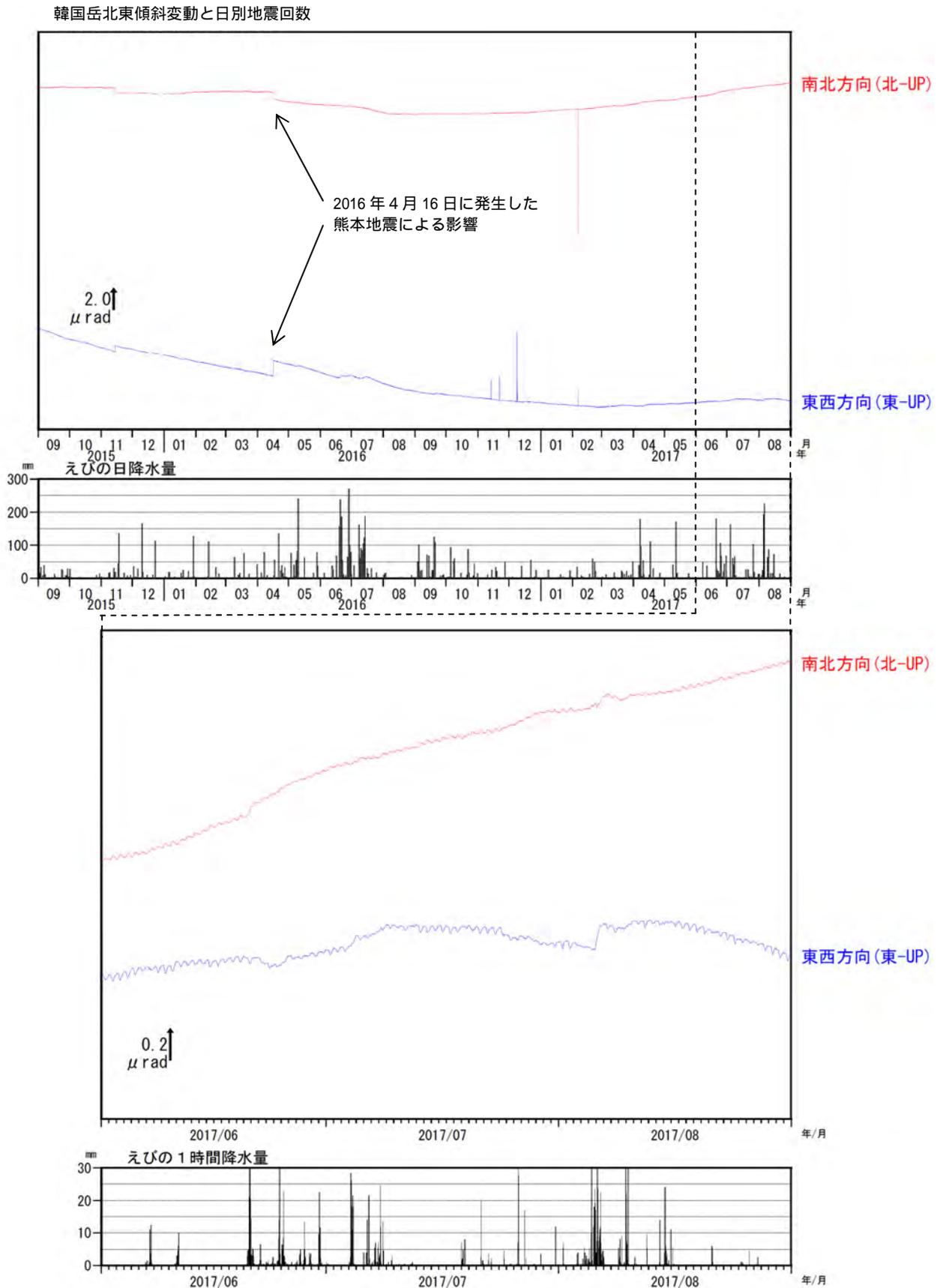


図 22-2 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 韓国岳北東傾斜計の変化（2015年9月～2017年8月31日）

< 2017年6月～2017年8月31日の状況 >

この期間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。

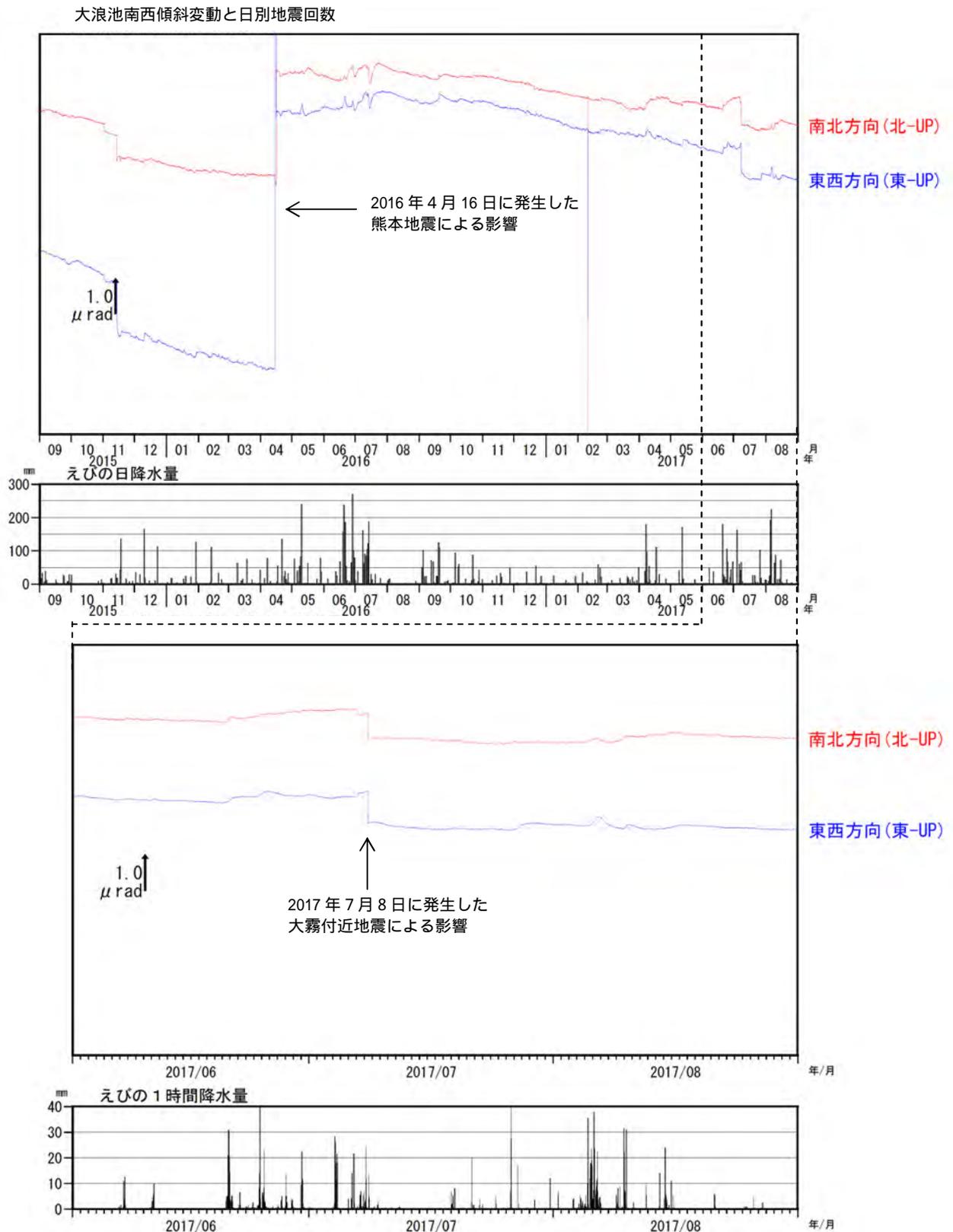


図 22-3 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） 大浪池南西傾斜計の変化（2015 年 9 月～2017 年 8 月 31 日）

<2017 年 6 月～2017 年 8 月 31 日の状況>

この期間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。

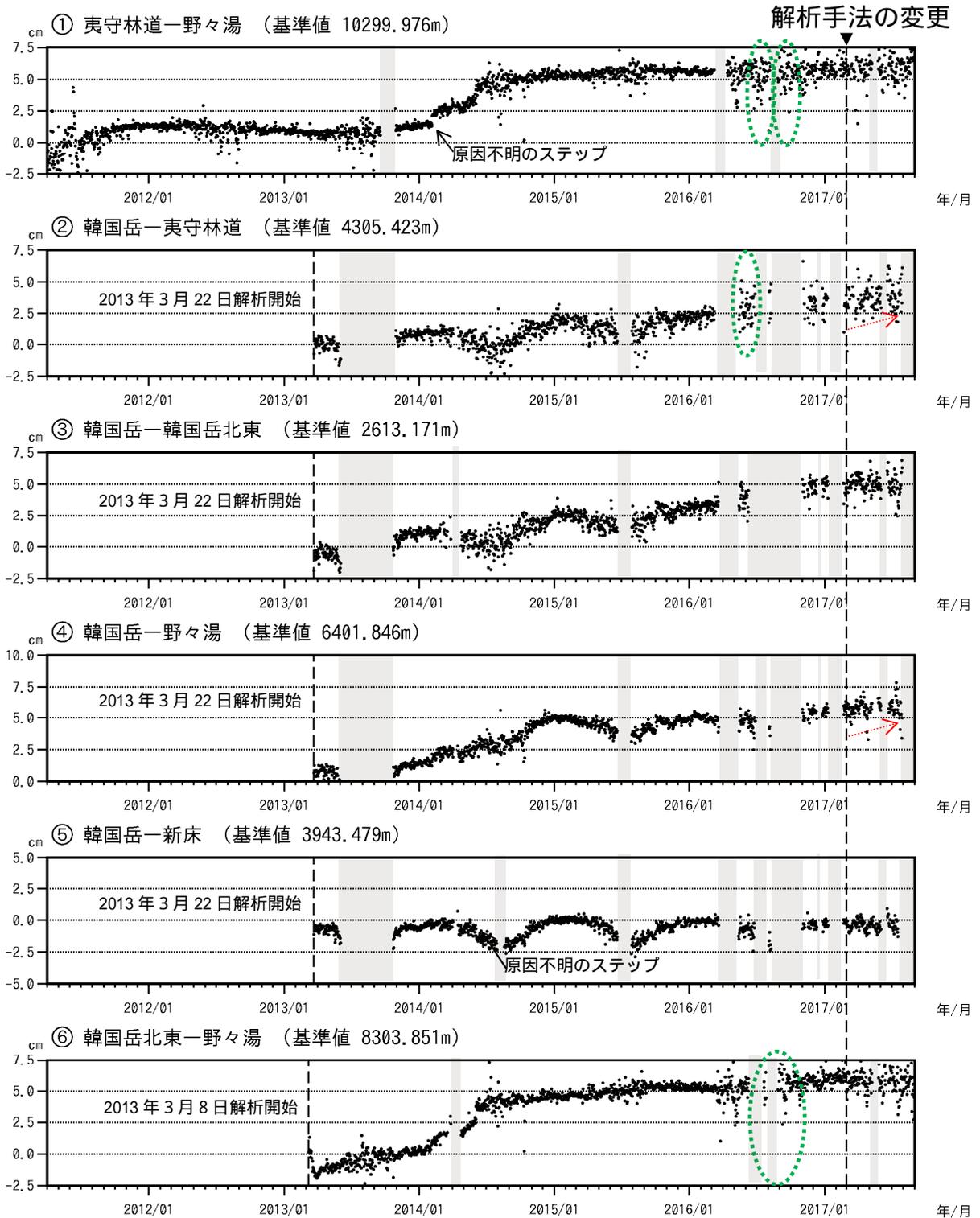


図 23-1 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 連続観測による基線長変化（2011 年 4 月～2017 年 8 月 31 日）

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの傾向が認められている（赤破線）。

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

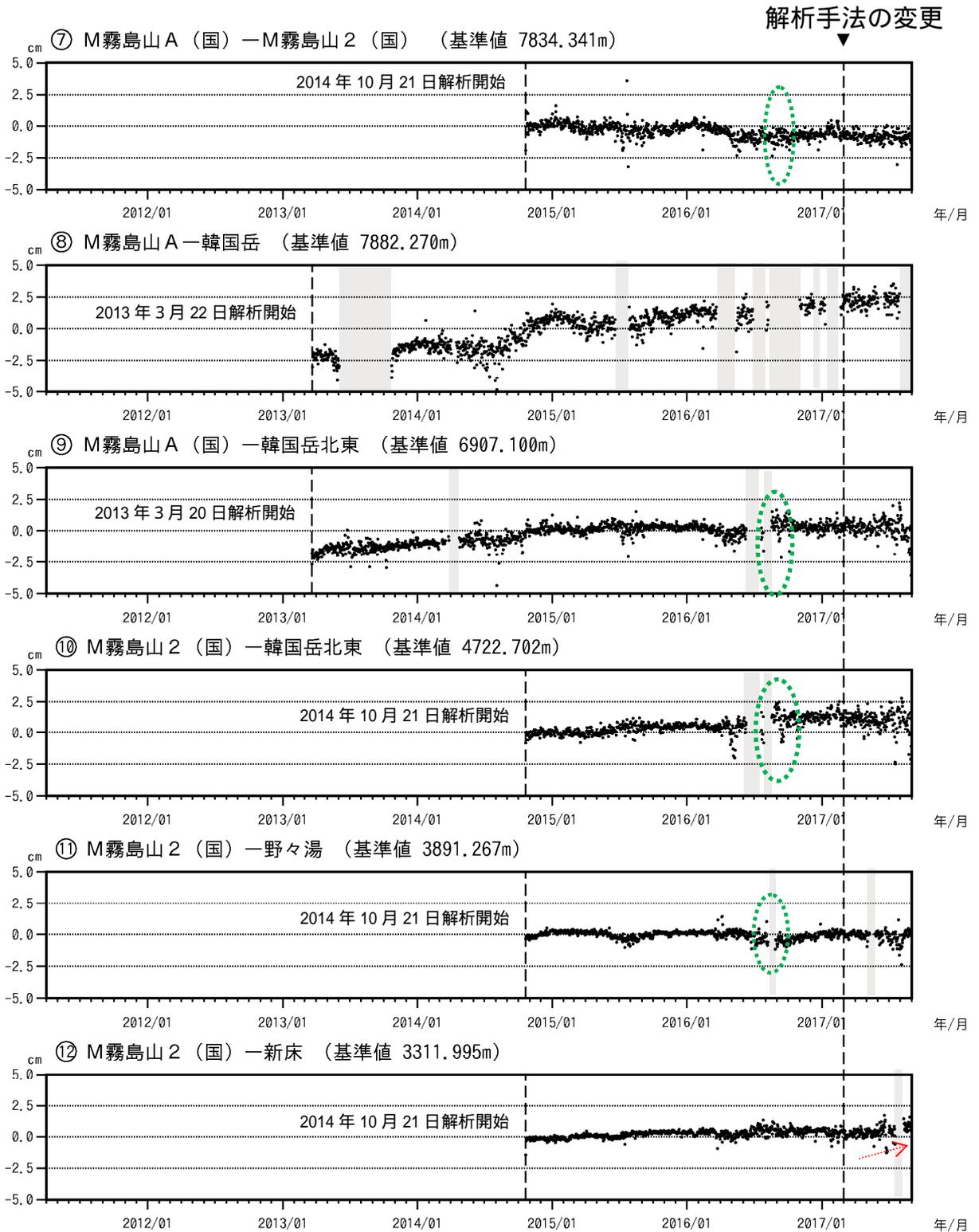


図 23-2 霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) GNSS 連続観測による基線長変化 (2011 年 4 月 ~ 2017 年 8 月 31 日)

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの傾向が認められている (赤破線)

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

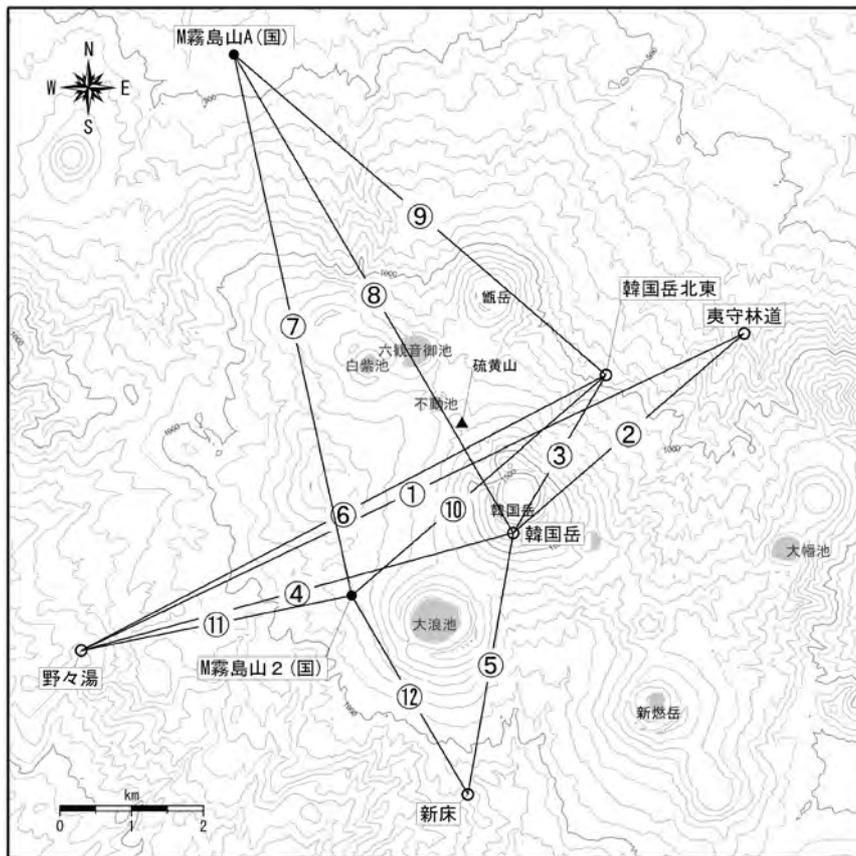


図 24 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺） GNSS 観測点基線図

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。

新燃岳

火山活動に特段の変化は認められない。

新燃岳では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。

活火山であることから、火口内及び西側斜面の割れ目付近では、火山灰や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ため注意が必要である。

なお、これまでの噴火による火山灰などの堆積等により道路や登山道等が危険な状態となっている可能性があるため、引き続き地元自治体等が行う立入規制等に留意が必要である。

概況（2017年6月～2017年8月31日）

- ・噴煙など表面現象の状況（図1～5、図8- 、図9- ）

監視カメラによる観測では、6月27日には一時的に白色の噴煙が火口縁上400m以上に上がるなど、時々噴煙が火口縁を越えた。西側斜面の割れ目付近でも、時々噴気が上がった。

現地調査では、火口内及び西側斜面の割れ目で、引き続きやや弱い噴気と温度の高い部分が観測された。熱異常域の分布に特段の変化は認められない。

- ・地震や微動の発生状況（図6、図7、図8- 、図9- ）

6月11日に継続時間が約2分の振幅の小さな火山性微動が発生した。この微動の発生前後で、噴煙の状況や地震活動に特段の変化は認められなかった。火山性微動が発生したのは2016年9月17日以来であった。

火山性地震は時々発生した。6月中旬から7月上旬にかけて、1日に十数回発生する日がみられるなど、それ以前に比べわずかに地震回数が増加した。6月の地震回数は142回で、その後7月は59回、8月は25回と次第に減少し、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2km付近に分布した。

- ・地殻変動の状況（図6、図10、図11）

火口近傍の新燃岳北東観測点の傾斜計では、火山活動によると考えられる特段の変化は認められない。

GNSS連続観測では、2017年4月頃から一部の基線で伸びの傾向が認められている。



図 1 霧島山（新燃岳） 噴煙の状況
上図：6月27日 大浪池監視カメラ（鹿児島県設置）
下図：7月13日 韓国岳監視カメラ
・6月27日に噴煙が火口縁上400m以上に上がった（上図）。
・西側斜面の割れ目付近で、時々噴気が上がった（下図）。

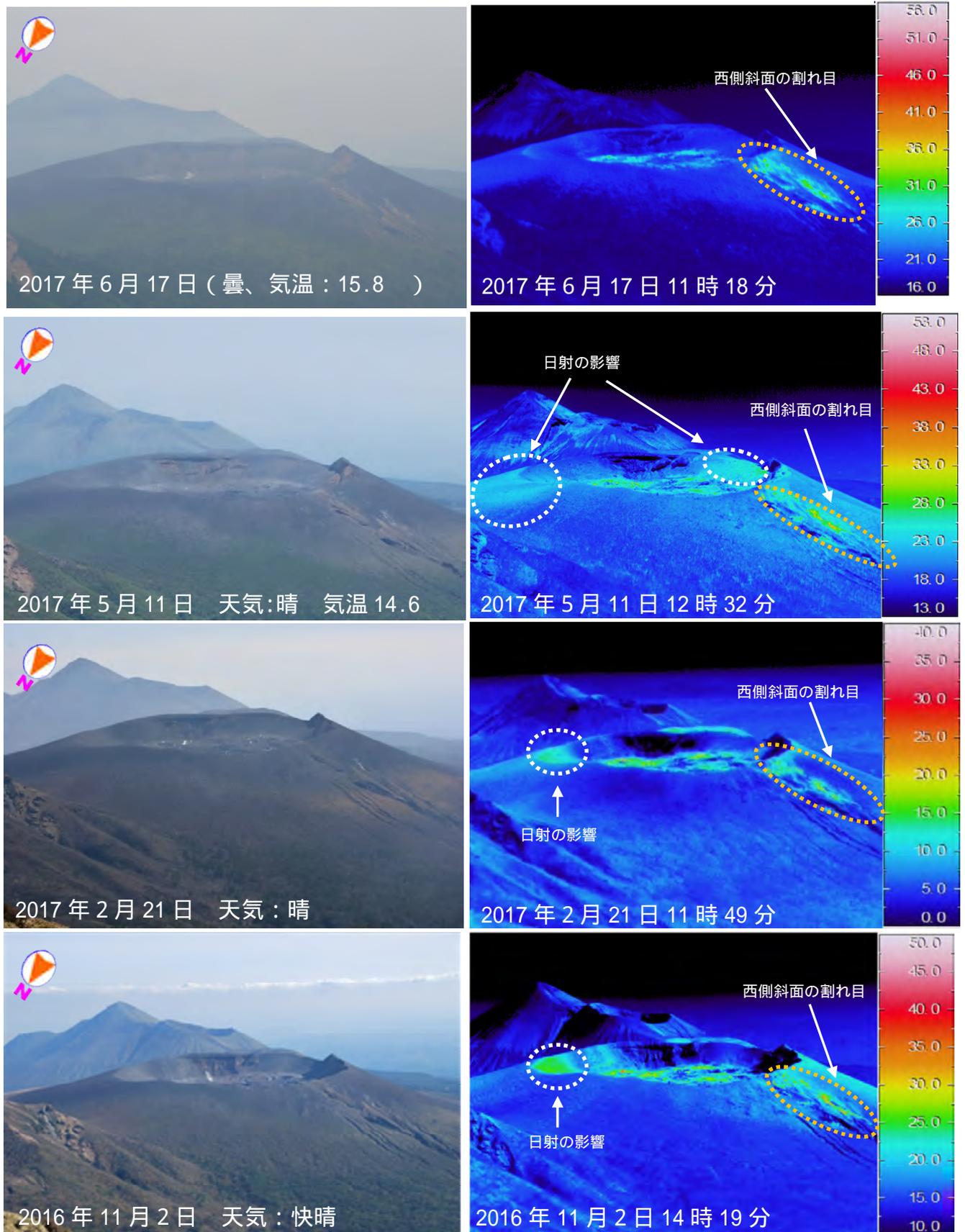


図2 霧島山（新燃岳） 新燃岳火口内及び西側斜面の状況（韓国岳山頂から観測）

- ・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、引き続き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。

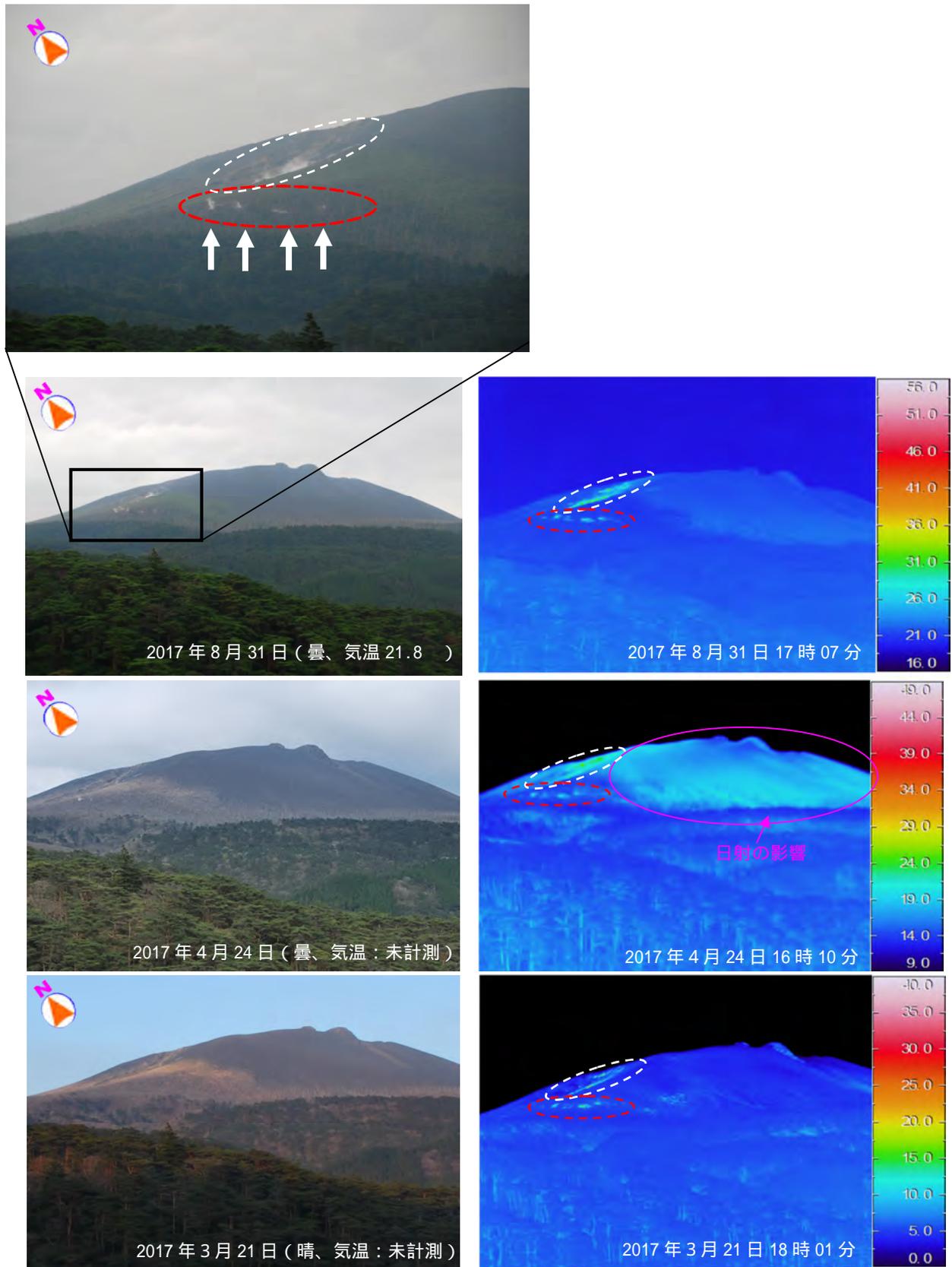


図3 霧島山（新燃岳） 新燃岳南西側の状況（新湯温泉付近から観測）

8月31日に実施した現地調査では、西側斜面の割れ目付近（白破線内）及び割れ目の下方（赤破線内）で引き続き噴気（白矢印）及び熱異常域を確認した。

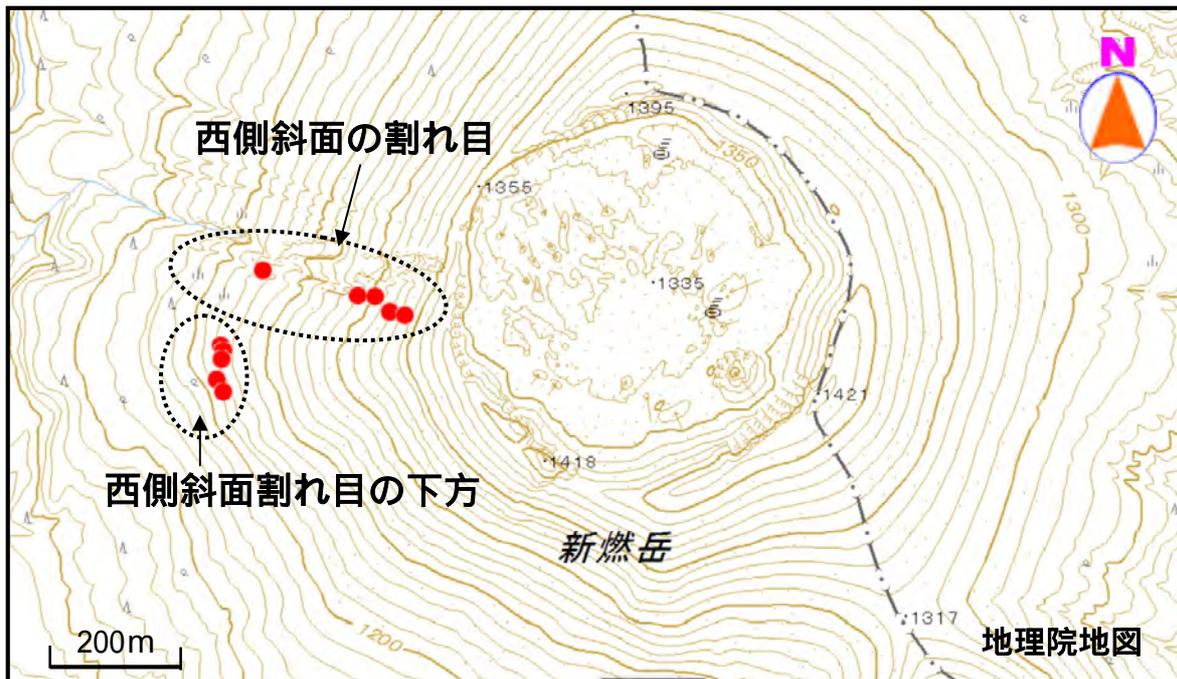


図 4 霧島山（新燃岳） 西側斜面割れ目付近の噴気位置

新燃岳火口の西側斜面割れ目の下方では、2015 年 11 月以降、弱い熱異常域を観測し、2016 年 4 月 20 日以降は断続的に弱い噴気が上がっていることを確認している。

2017 年 8 月 31 日の現地調査で確認された西側斜面割れ目及び割れ目の下方の噴気位置を赤丸で示す。

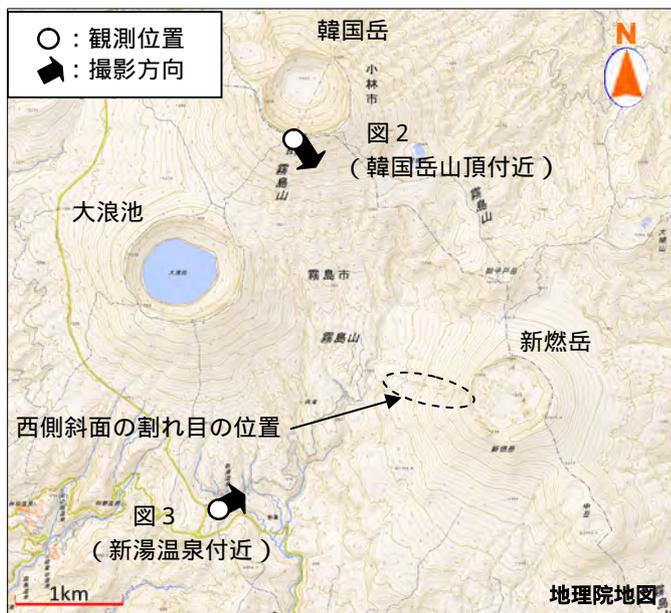


図 5 霧島山（新燃岳） 図 2、図 3 の観測位置

* 黒破線内は西側斜面の割れ目付近で噴気が確認されている場所を示している。

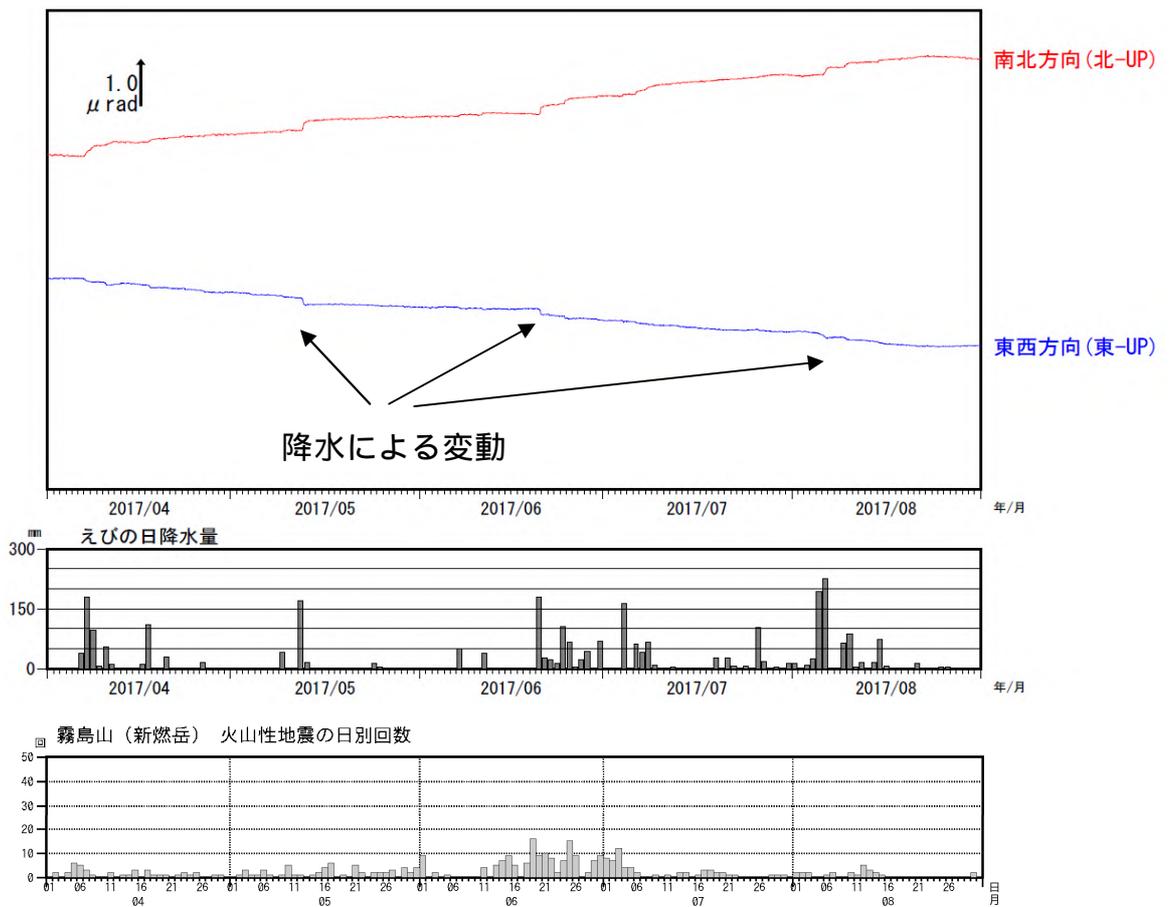


図 6 霧島山（新燃岳） 高千穂河原観測点の傾斜変動と火山性地震の日別回数（2017年4月～2017年8月31日）

火山活動によると考えられる特段の変化は認められない。

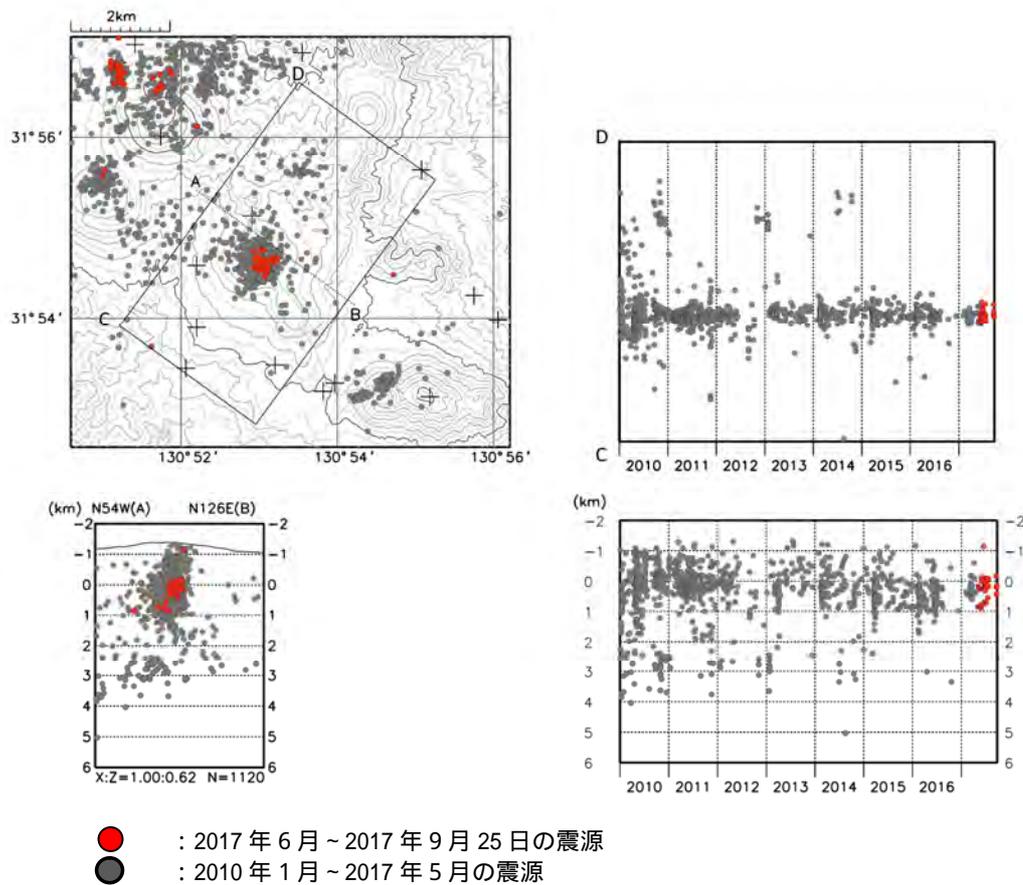


図 7 霧島山（新燃岳） 火山性地震の震源分布図
（2010年1月～2017年9月25日）

< 2017年6月～2017年9月25日の活動状況 >

震源は、主に新燃岳付近のごく浅い所～海拔下1km付近に分布した。

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

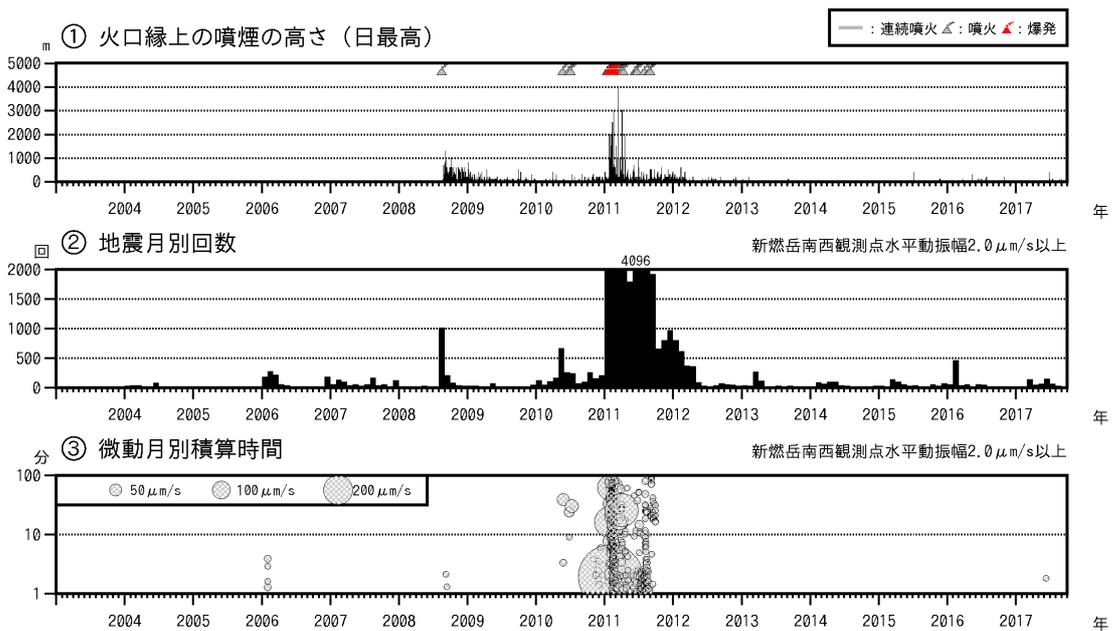


図 8 霧島山（新燃岳） 長期の活動経過（2003年1月～2017年8月31日）

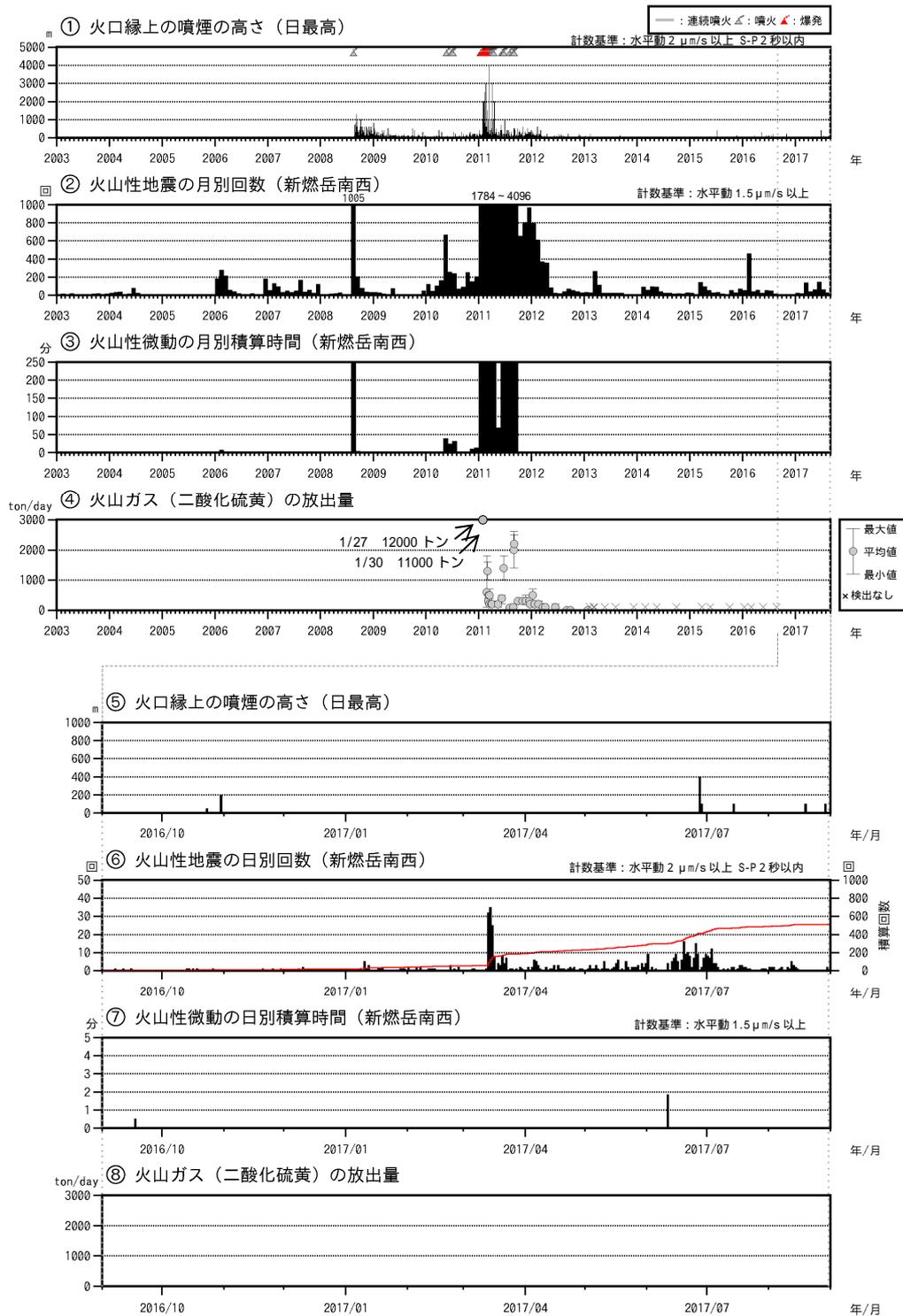


図 9 霧島山 (新燃岳) 火山活動経過図 (2003 年 1 月 ~ 2017 年 8 月 31 日)

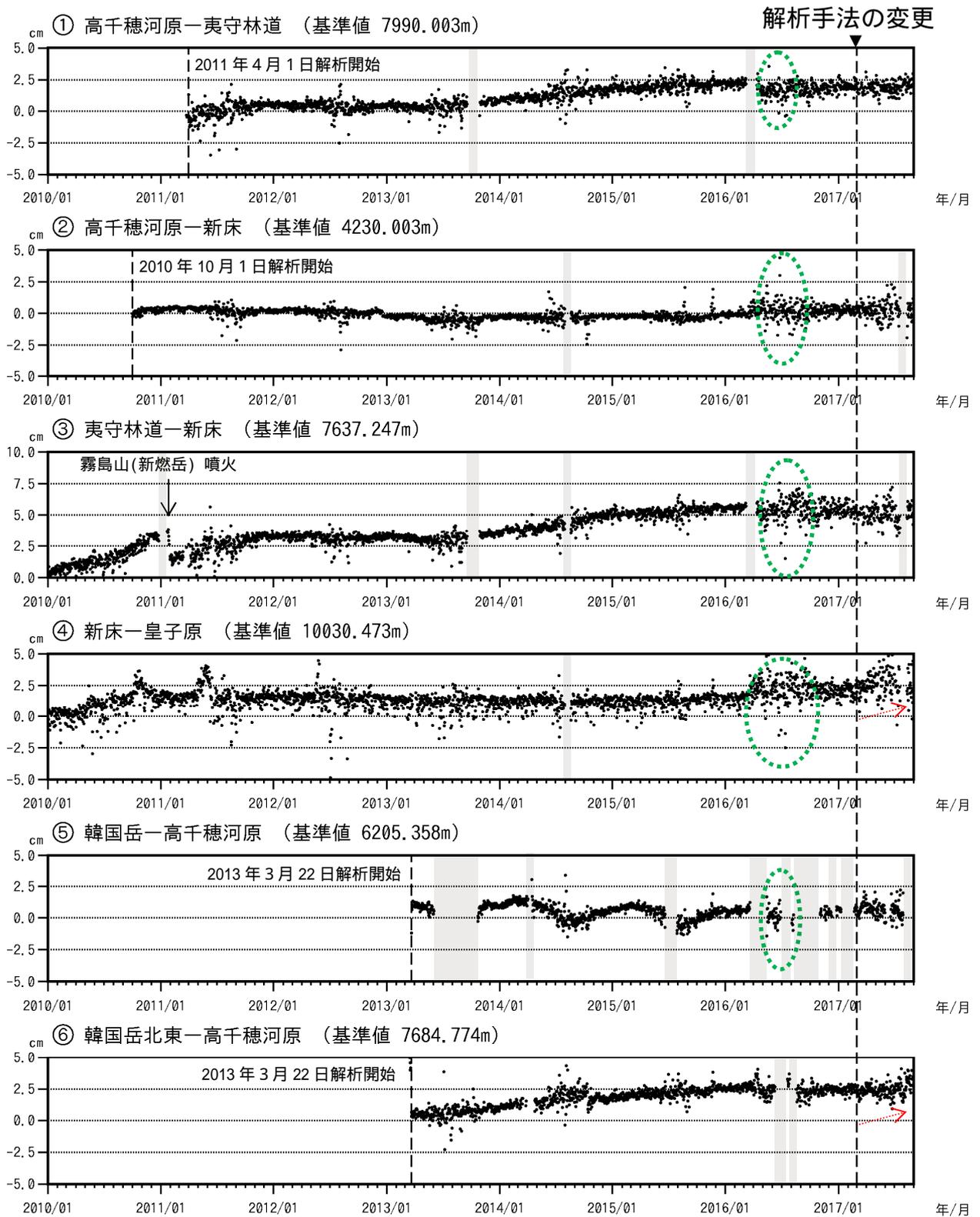


図 10-1 霧島山(新燃岳) GNSS 連続観測による基線長変化 (2010年1月~2017年8月31日)

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの可能性ある(赤破線矢印)

- * これらの基線は図 11 の ~ に対応している。
- * 緑色の破線は気象の影響による乱れとみられる。
- * 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。

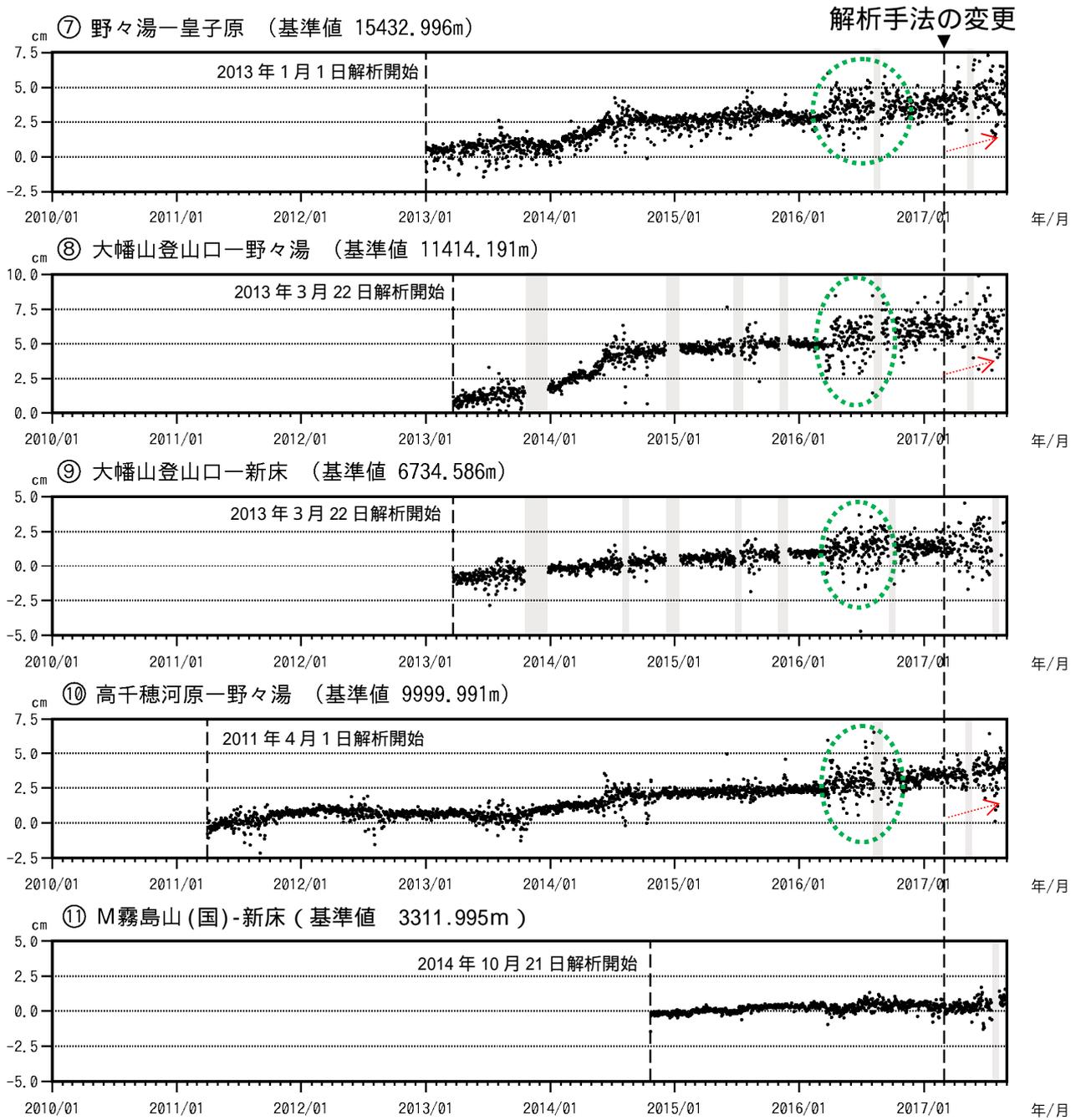


図 10-2 霧島山(新燃岳) GNSS 連続観測による基線長変化 (2010年1月~2017年8月31日)

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの可能性がある (赤破線矢印)。

- * これらの基線は図 11 の ~ に対応している。
- * 緑色の破線は気象の影響による乱れとみられる。
- * 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。

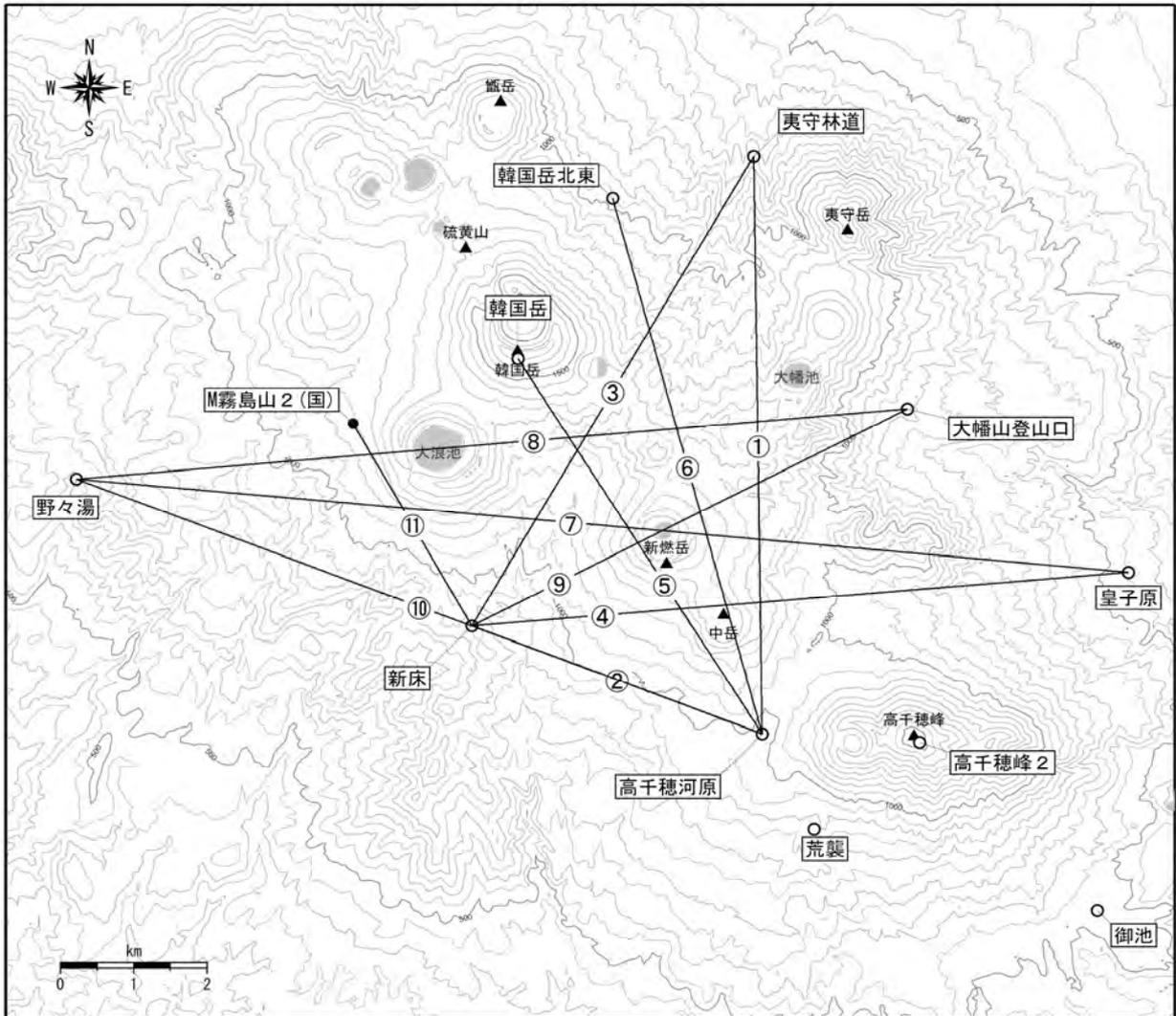


図 11 霧島山（新燃岳） GNSS 観測点基線図

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。火山性微動は観測されなかった。
地殻変動観測では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。
噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動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（2017年6月～2017年8月31日）

- ・ 噴気など表面現象の状況（図1、図2 - ）
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2 - ~ 、図3）
火山性地震は、少ない状態で経過した。
火山性微動は観測されていない。
- ・ 地殻変動の状況（図3 ~ 5）
GNSS 連続観測や傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。



図1 霧島山（御鉢） 御鉢の状況（2017年8月29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。

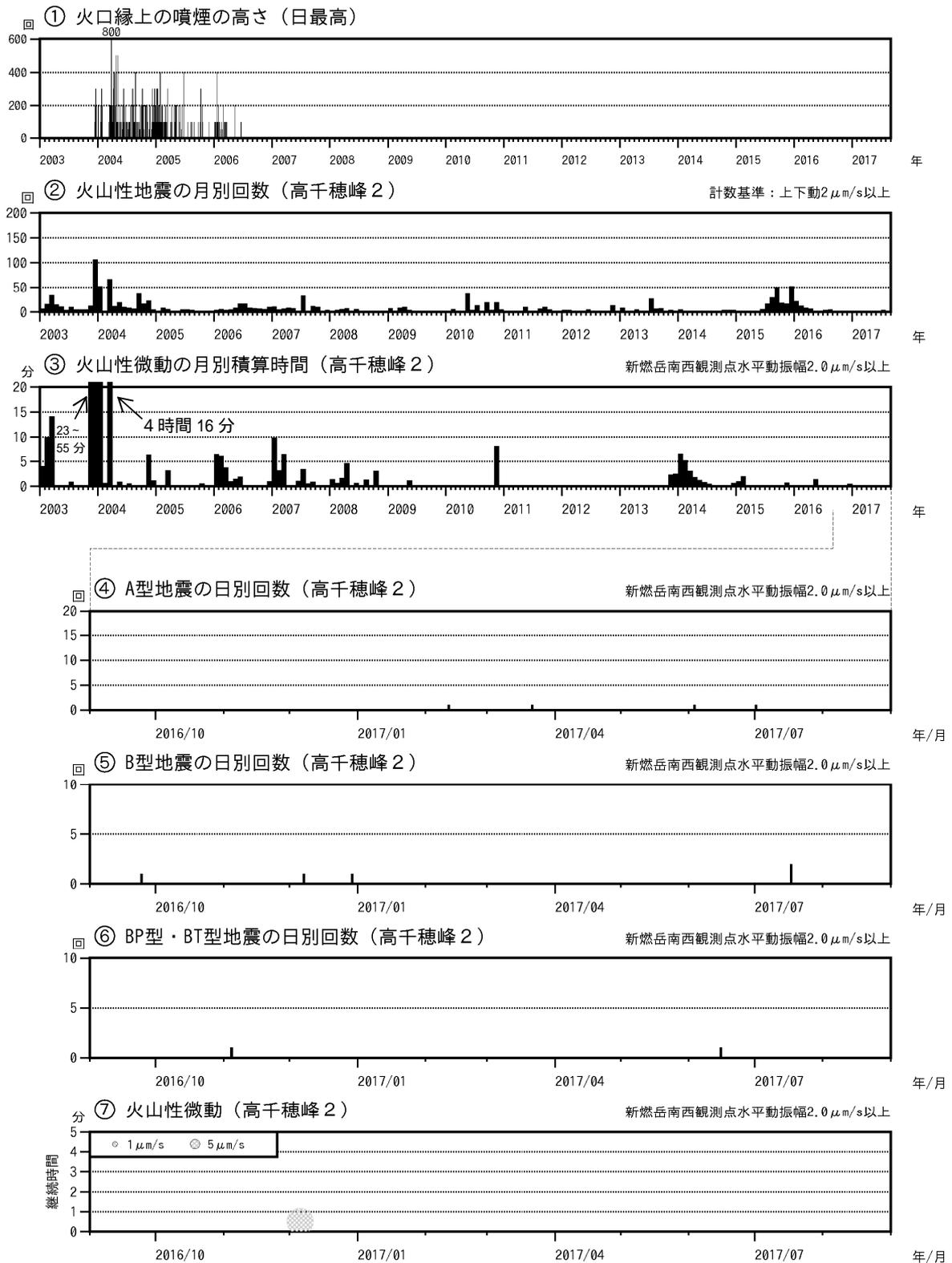


図2 霧島山（御鉢） 火山活動経過図（2003年1月～2017年8月31日）

<2017年6月～2017年8月31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日に火山性微動を観測して以降、火山性微動は観測されていない。

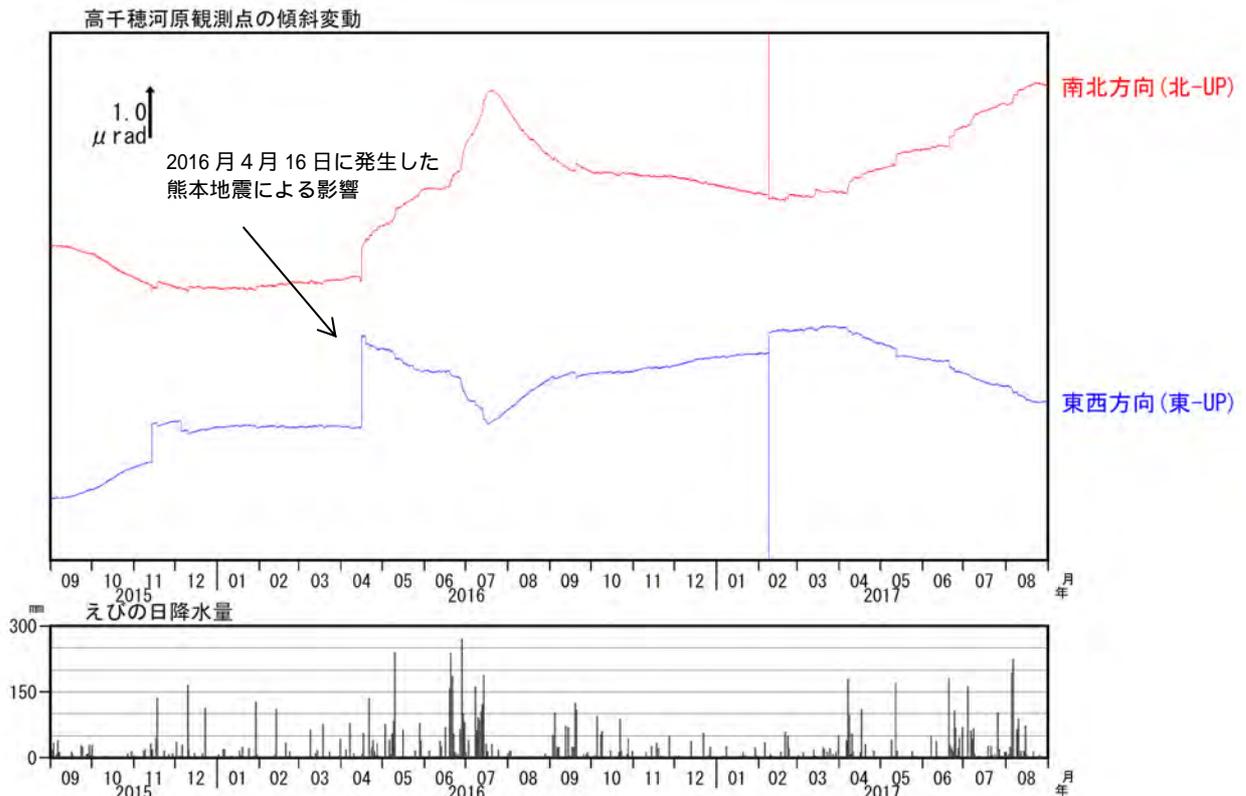


図3 霧島山（御鉢） 高千穂河原傾斜計の変化、火山性地震の時間別回数
（2015年9月～2017年8月31日）

< 2017年6月～2017年8月31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。

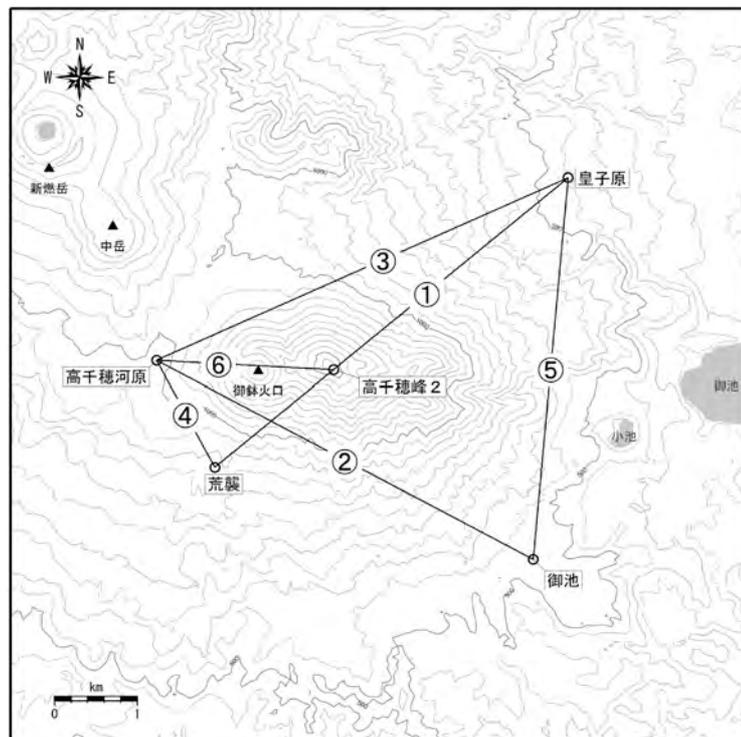


図4 霧島山（御鉢） GNSS 観測点基線図

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。

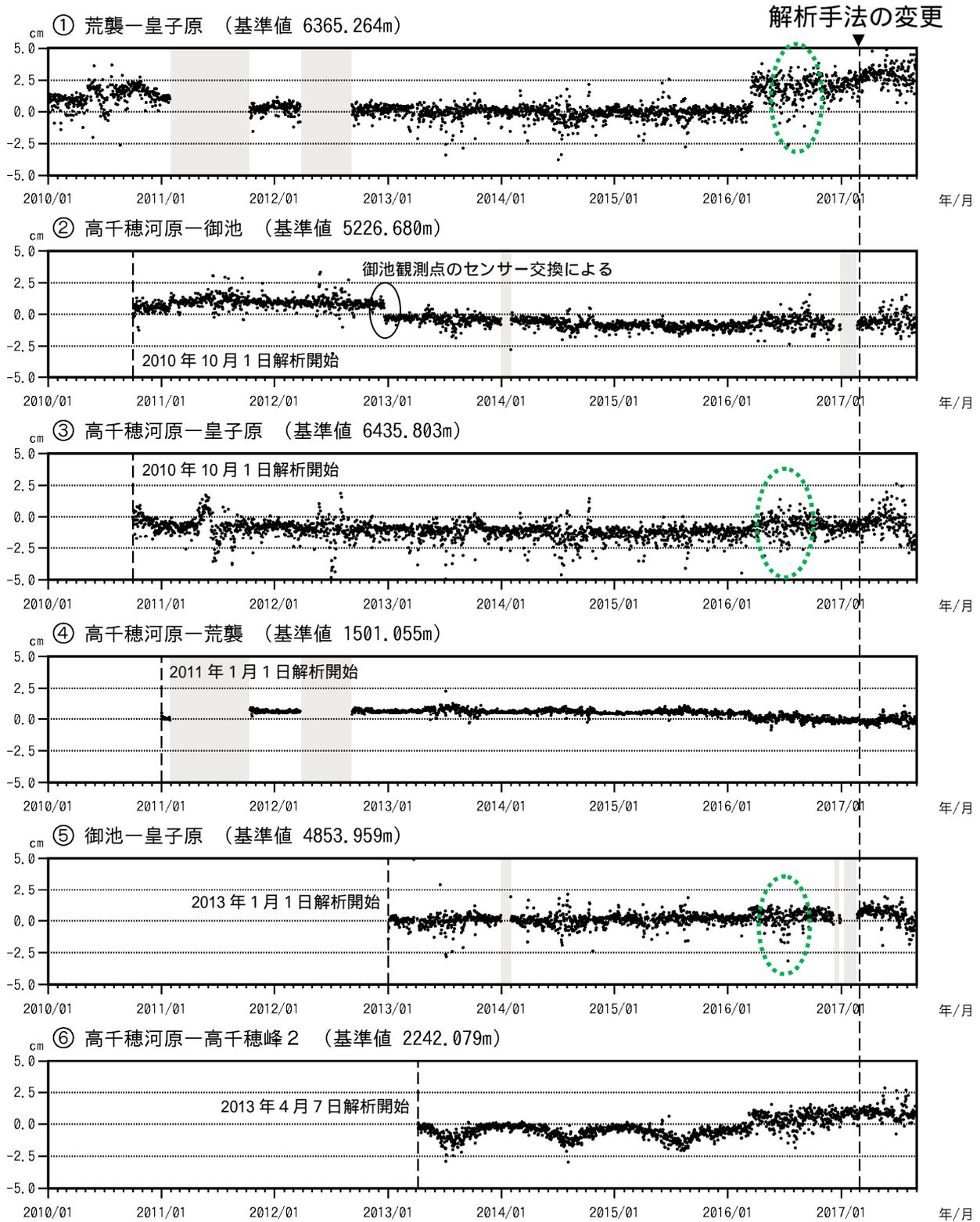


図5 霧島山(御鉢) GNSS連続観測による基線長変化 (2010年1月~2017年8月31日)

火山活動によると考えられる変化は認められない。

- * この基線は図4の ~ 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。
- * 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。

霧島山

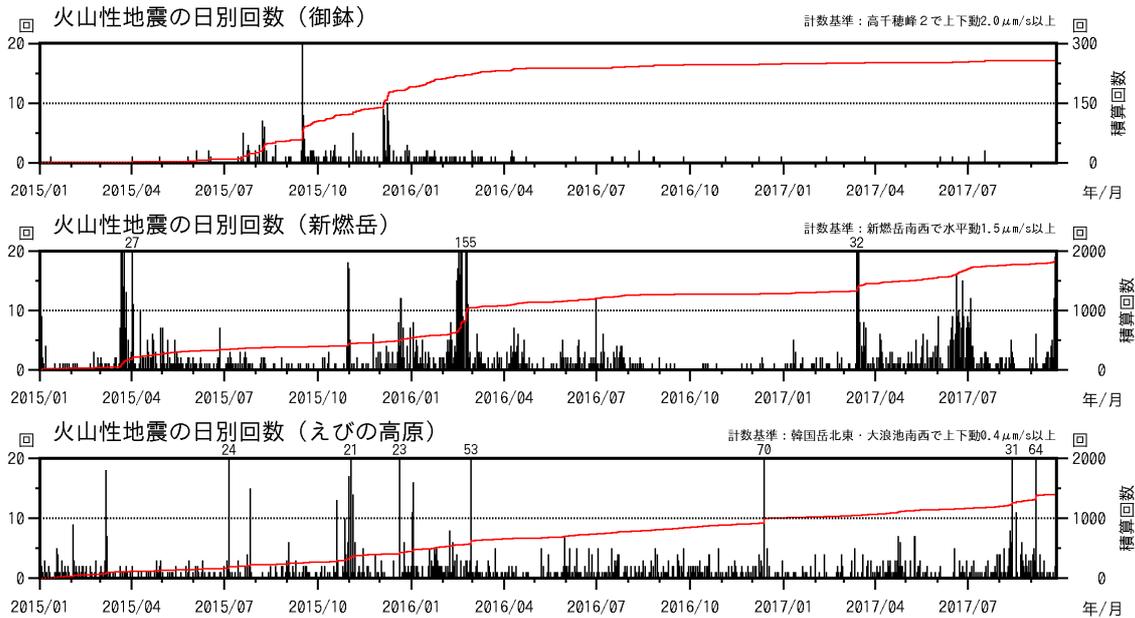
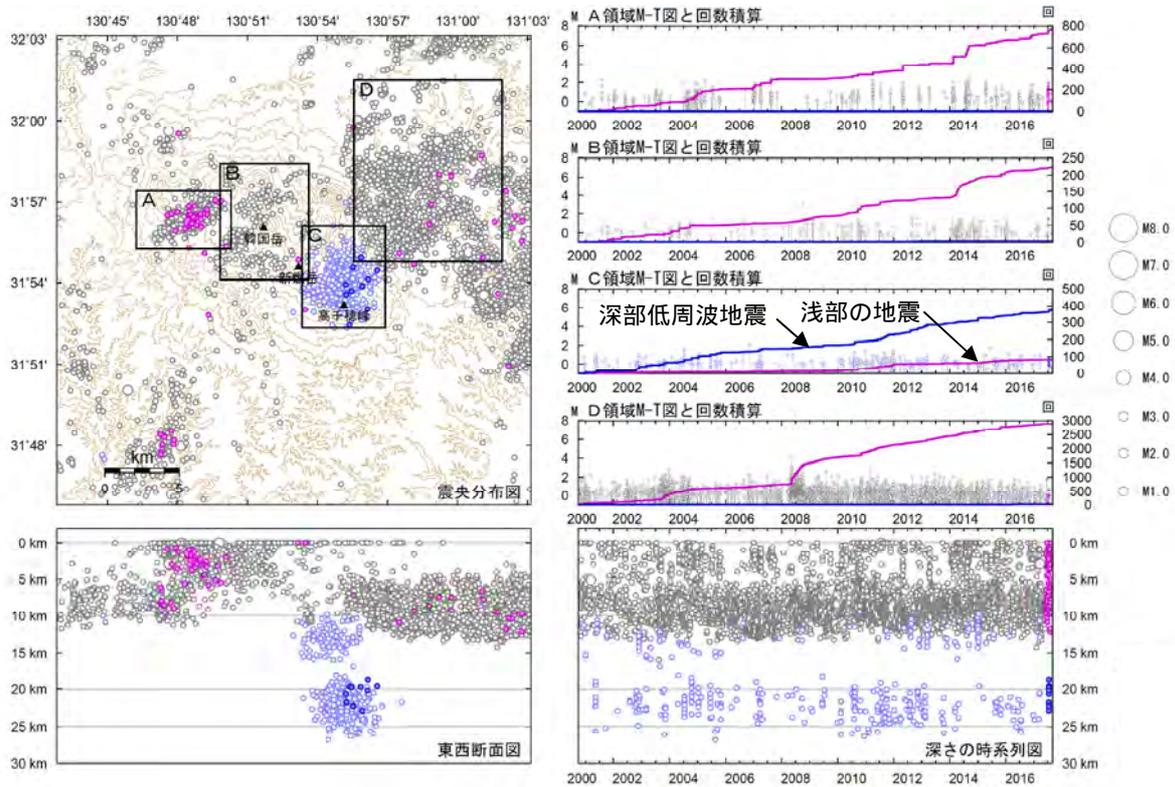


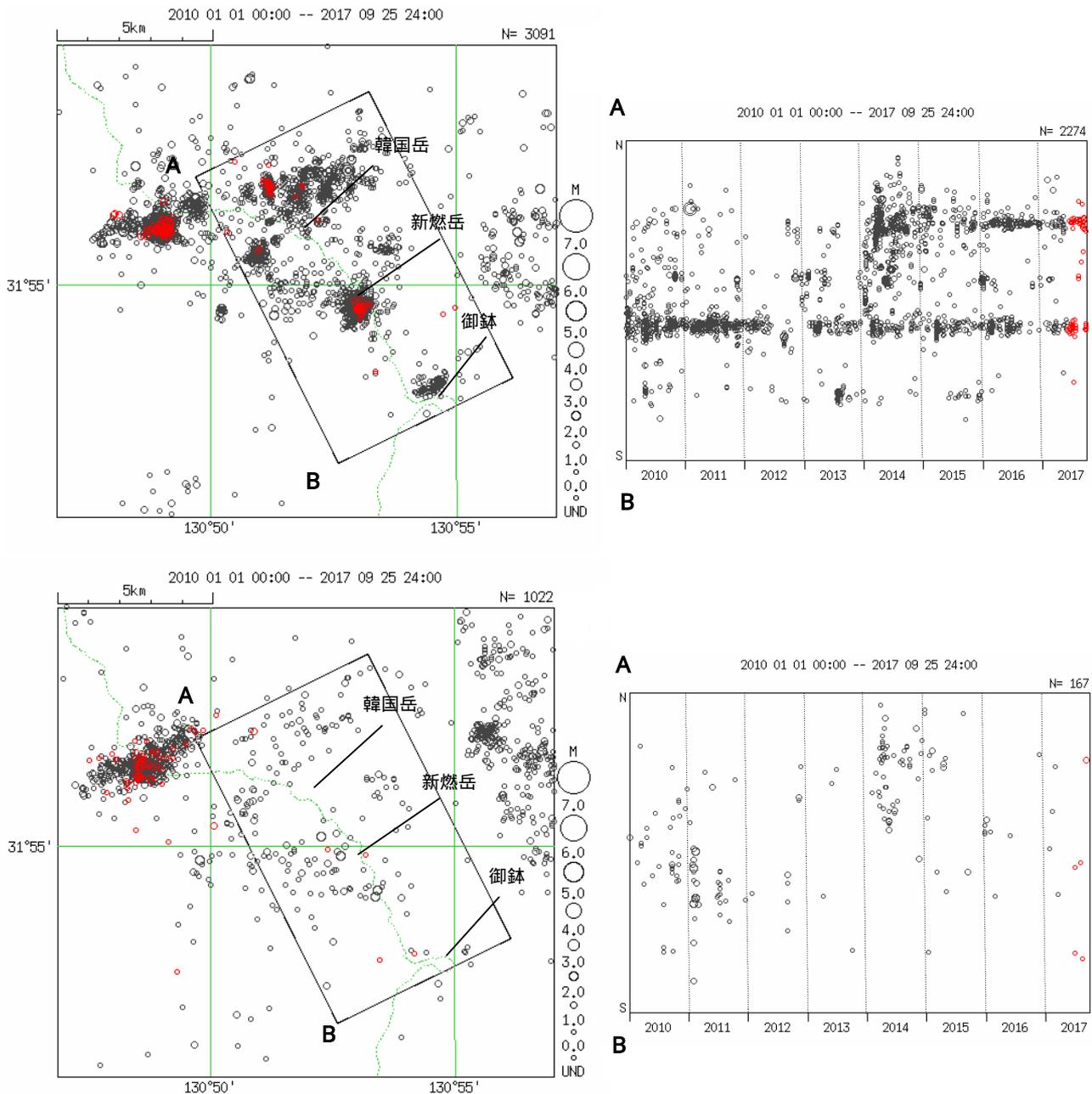
図 1 霧島山 活動経過図（御鉢、新燃岳、えびの高原（硫黄山））



- : 2017年6月1日～2017年8月31日の震源
- : 2000年10月1日～2017年5月31日の震源
- : 2017年6月1日～2017年8月31日の震源（深部低周波地震）
- : 2000年10月1日～2017年5月31日の震源（深部低周波地震）

図 2 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8月31日）

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがある。
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。



○ : 2017 年 6 月 1 日 ~ 2017 年 9 月 25 日の震源
 ○ : 2010 年 1 月 1 日 ~ 2017 年 5 月 31 日の震源

図 3 霧島山 V01S 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 9 月 25 日）

< 2017 年 6 月 ~ 9 月 25 日の状況 >

震源は主に硫黄山周辺と新燃岳火口直下に分布した。

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。

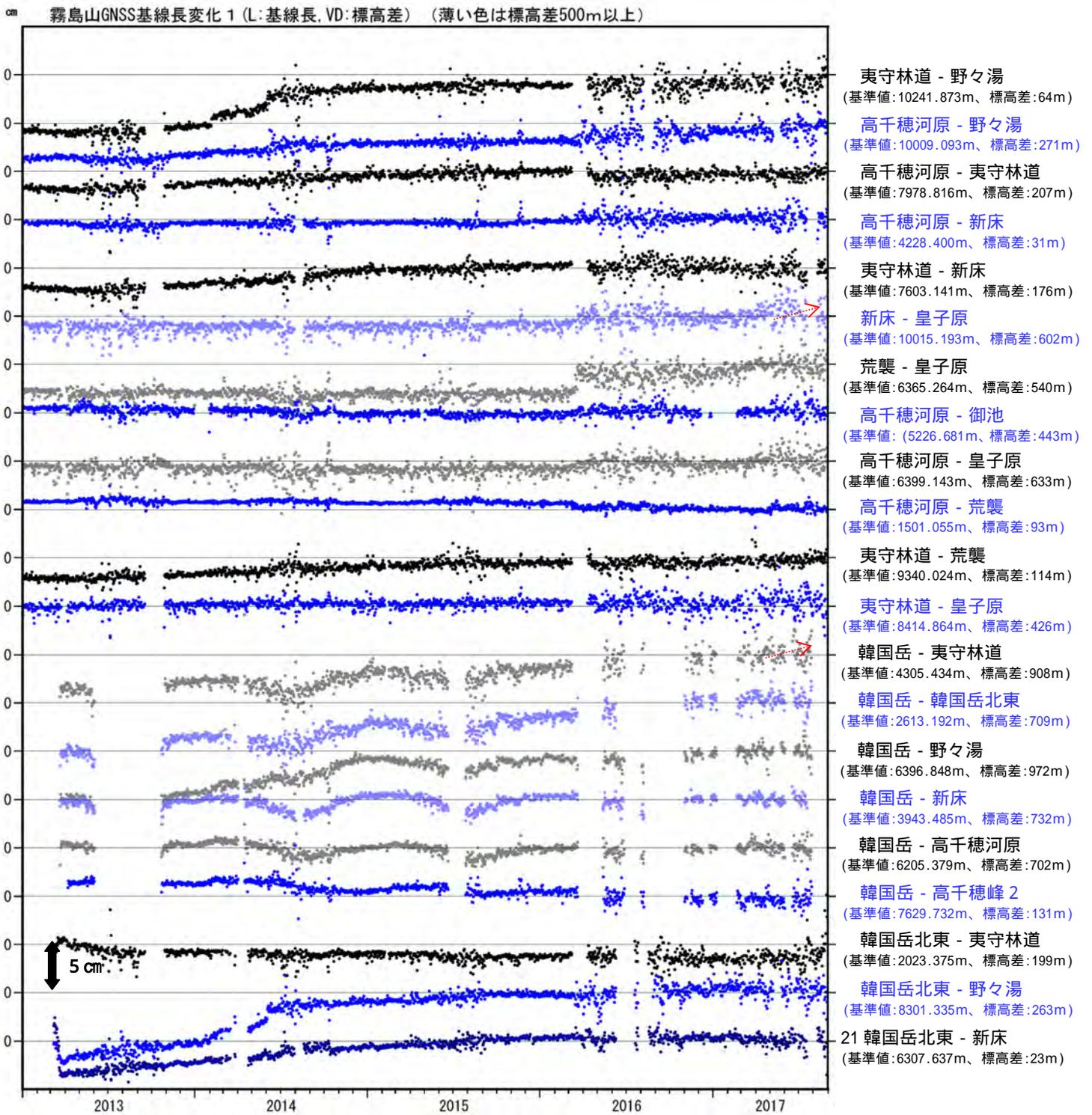


図 4-1 霧島山 GNSS 連続観測による地殻変動 (2013 年 1 月 ~ 2017 年 8 月 31 日)

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの可能性がある (赤破線矢印)。この基線は図 5 の ~ 21 に対応している。空白部分は、データの欠測を表す。

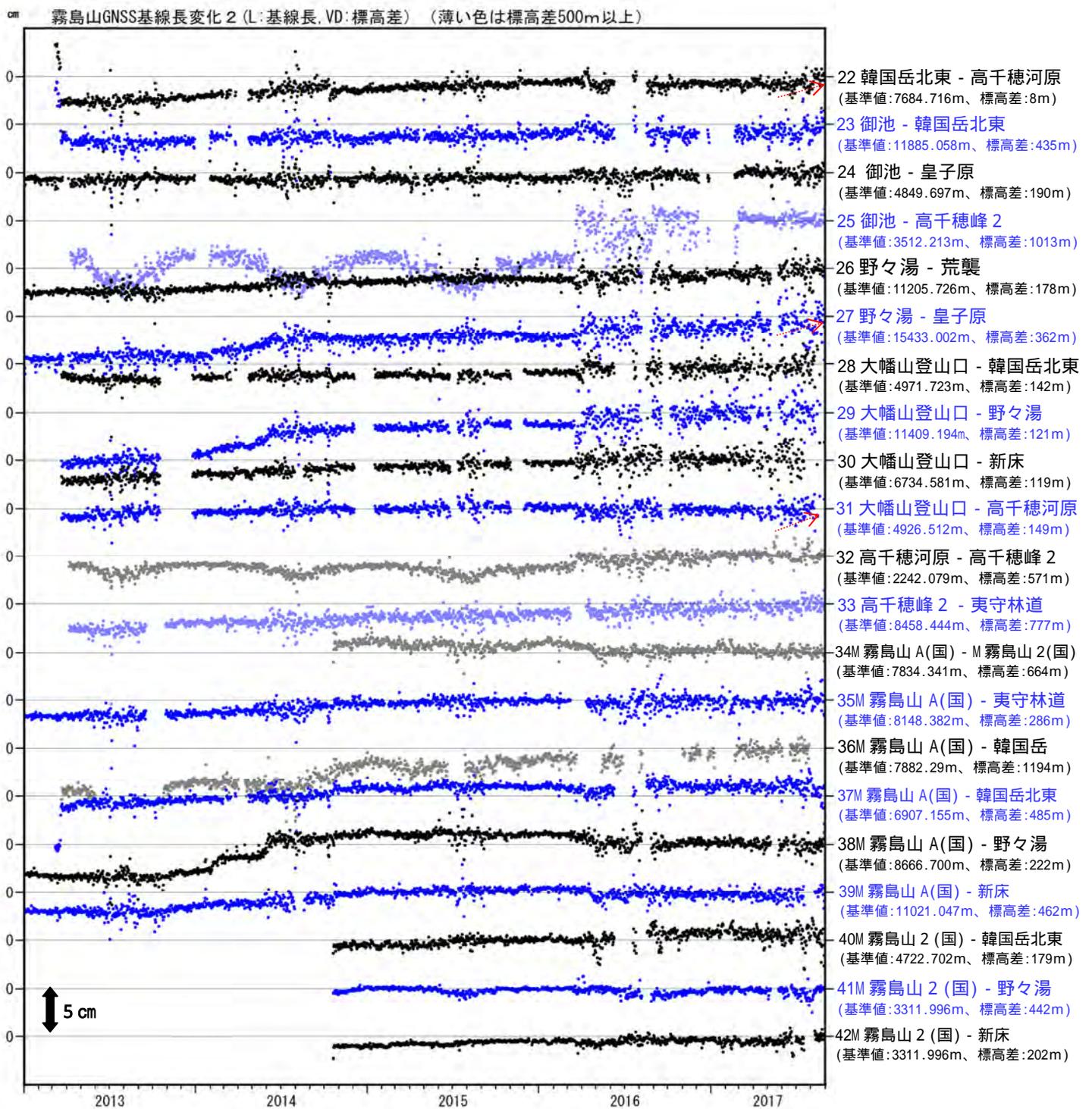


図 4-2 霧島山 GNSS 連続観測による地殻変動 (2013 年 1 月 ~ 2017 年 8 月 31 日)

GNSS 連続観測では、2017 年 4 月頃から一部の基線で伸びの可能性ある (赤破線矢印)。

この基線は図 5 の 22 ~ 42 に対応している。

空白部分は、データの欠測を表す。

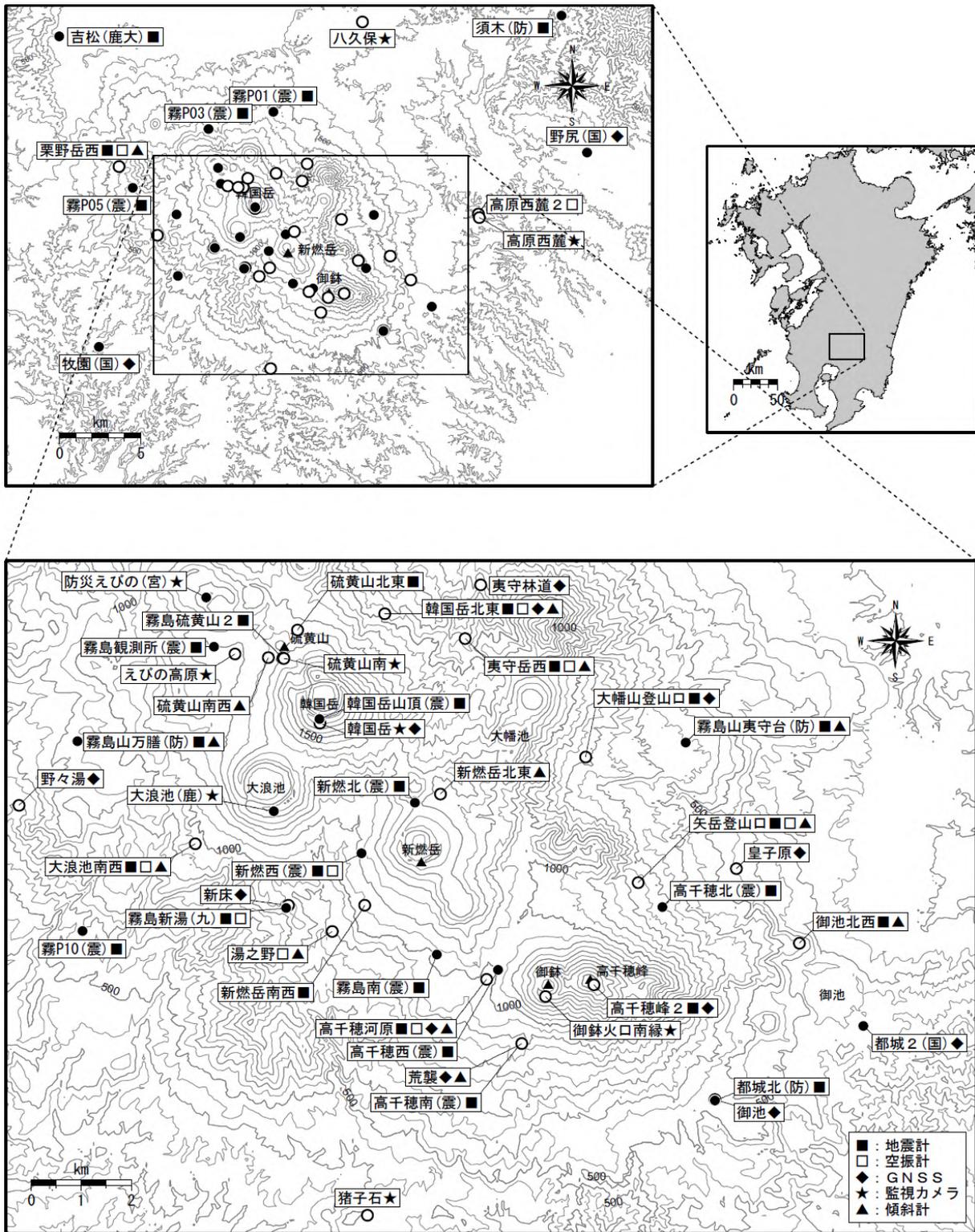


図 6 霧島山 観測点配置図

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

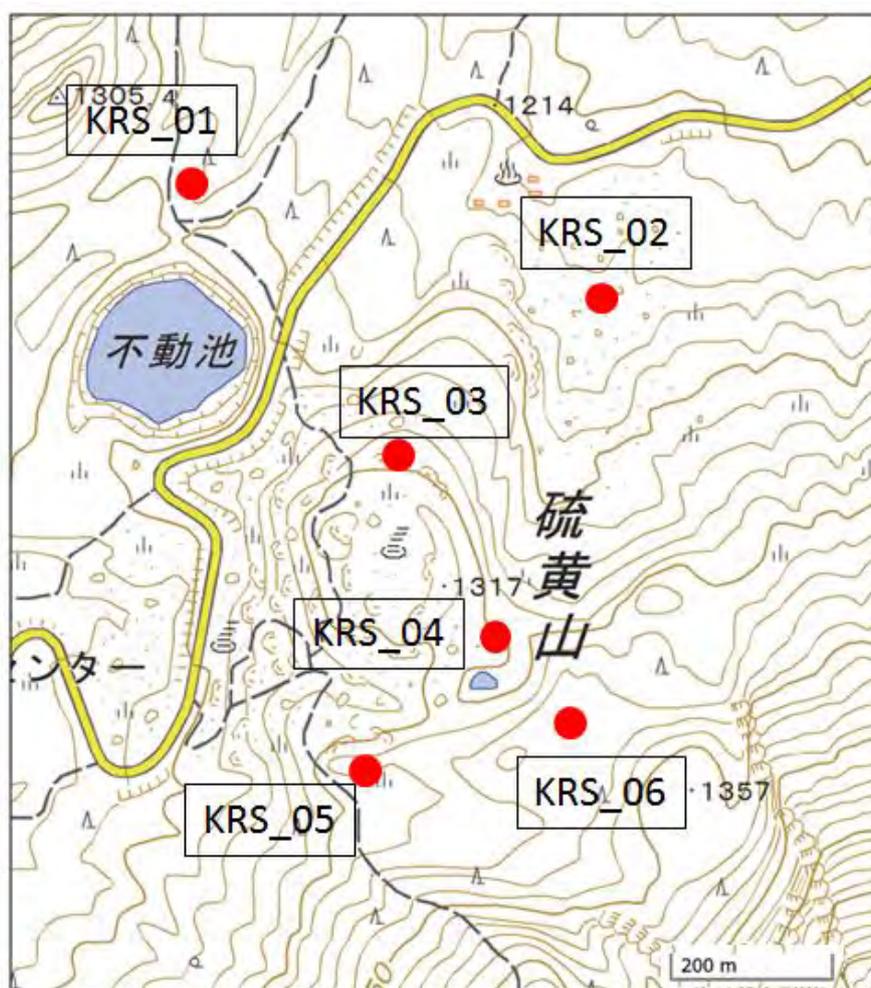
地図の作成に当たっては、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

霧島山（硫黄山）における地磁気全磁力変化

地磁気全磁力観測の結果、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。

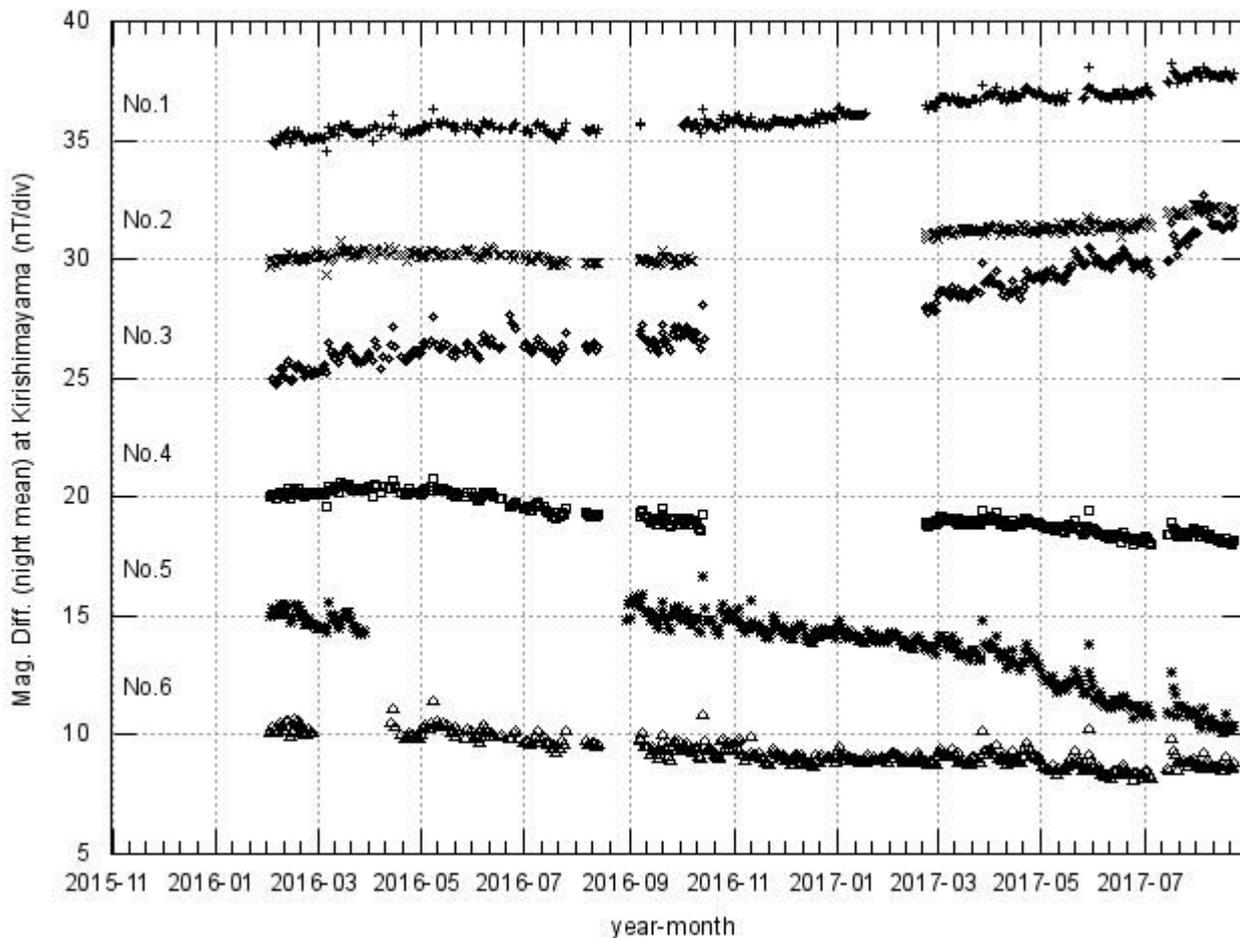
・地磁気全磁力観測

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。この熱消磁の傾向は今年の春以降若干加速しているように見える。



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 8 月 23 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

えびの高原（硫黄山）付近において、衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。また、新燃岳火口内において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された霧島山周辺のデータについて干渉処理を行ったので報告する。

2. 解析結果

北行軌道（パス 130）および南行軌道（パス 23）について、広域長期ペア、最新の短期ペアおよびその直前の短期ペアの解析を行った。解析に使用したデータを第 1 表、干渉画像を第 1 図～3 図に示した。えびの高原（硫黄山）付近に衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。また広域長期ペアでは新燃岳火口内に衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。第 4 図～6 図に示した地表変位の時間変化では、衛星視線方向短縮が継続している。

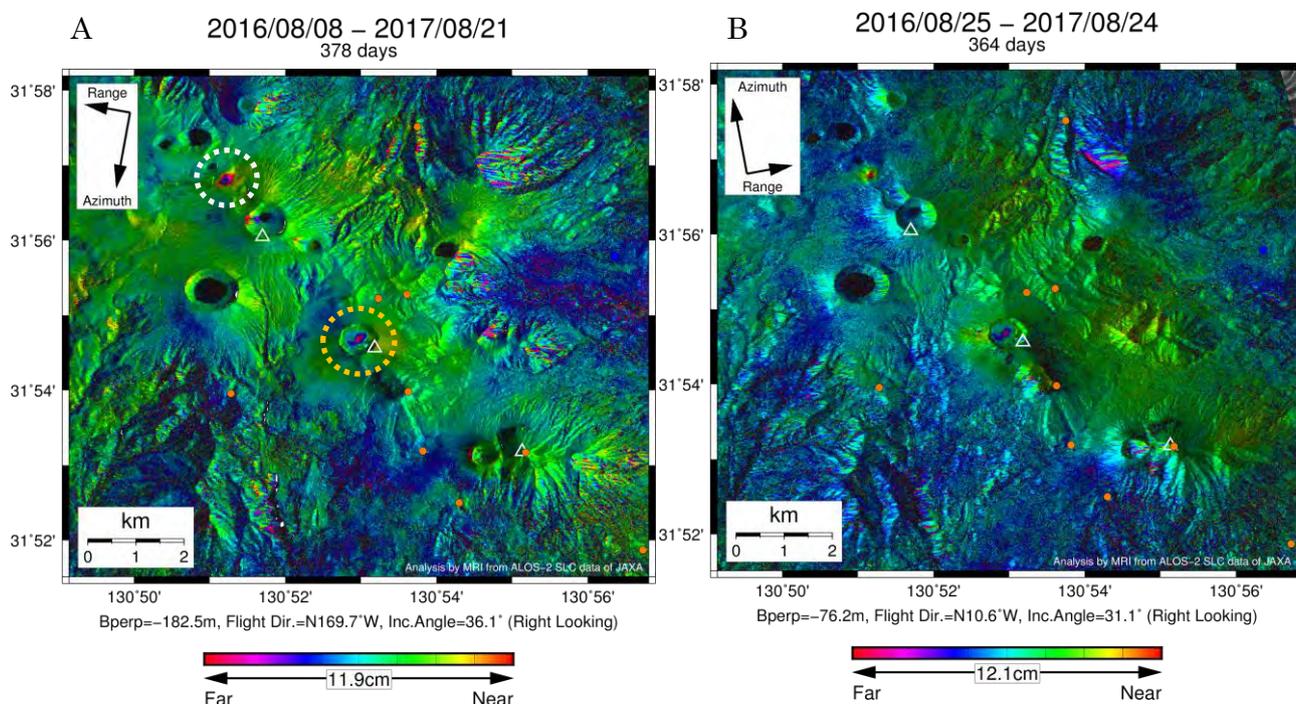
なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などは行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

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 を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

第 1 表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Obs.Mode / Beam #	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
23-2970	南行	右	SM1_U2-7	36.1°	2016.08.08	2017.08.21	第 1 図-A
					2017.06.12	2017.08.21	第 2 図-A
					2017.08.21	2017.09.18	第 2 図-B
130-630	北行	右	SM2_FP6-4	31.1°21.9°	2016.08.25	2017.08.24	第 1 図-B
			SM1_U2-6	32.4°	2017.02.09	2017.05.18	第 3 図-A
					2017.05.18	2017.09.07	第 3 図-B

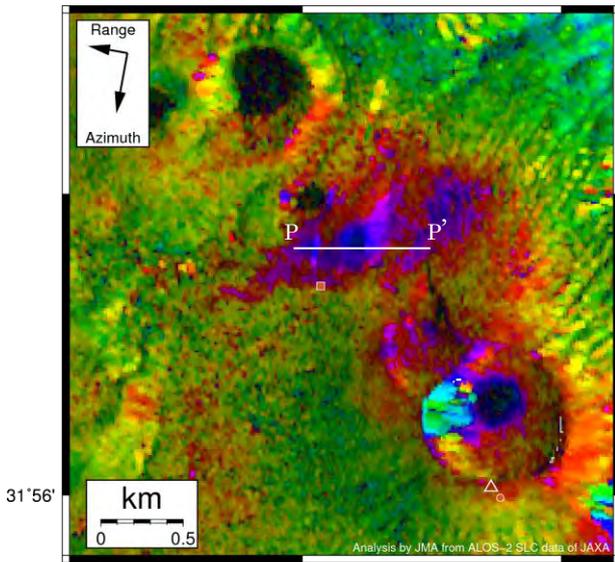


第 1 図 霧島山周辺の干渉解析結果

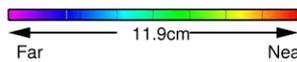
図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点 (橙: 気象庁・青: 防災科研) を示す。A) パス 23。B) パス 130。えびの高原 (硫黄山) 付近 (図 A 中白楕円) において衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。また新燃岳火口内 (図 A 中橙楕円) において衛星視線距離伸長の位相変化が認められる。

A

2017/06/12 – 2017/08/21
70 days

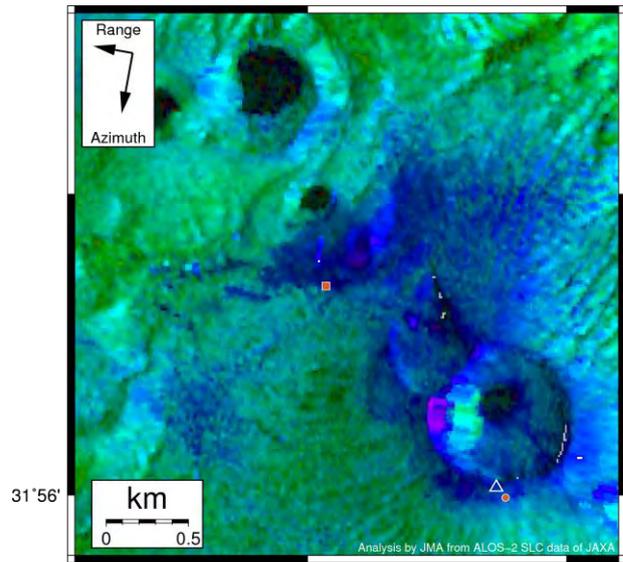


130°52'
Bperp=-217.1m, Flight Dir.=N169.7°W, Inc.Angle=36.1° (Right Looking)

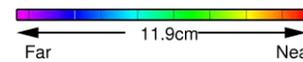


B

2017/08/21 – 2017/09/18
28 days



130°52'
Bperp=100.8m, Flight Dir.=N169.7°W, Inc.Angle=36.1° (Right Looking)

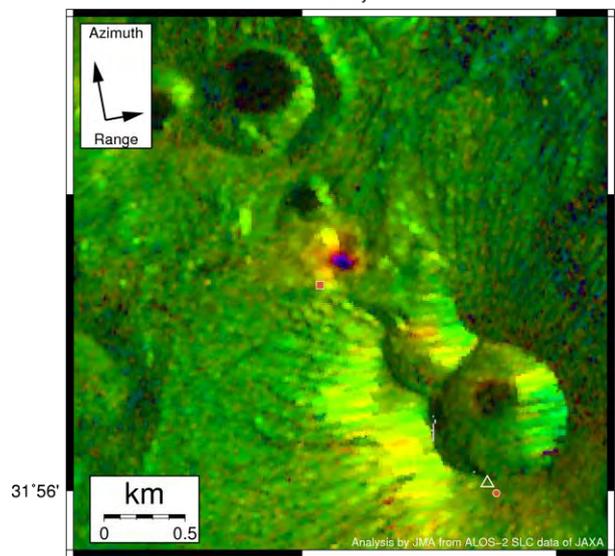


第 2 図 パス 23 (SM1_U2-7) による霧島山 (えびの高原 (硫黄山)) 周辺の干渉解析結果

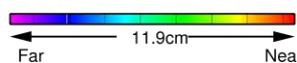
図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点、四角印は傾斜観測点を示す。A) 2017 年 6 月～8 月。B) 2017 年 8 月～9 月。えびの高原 (硫黄山) 付近において、A では衛星視線方向短縮の位相変化が、B では衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

A

2017/02/09 – 2017/05/18
98 days

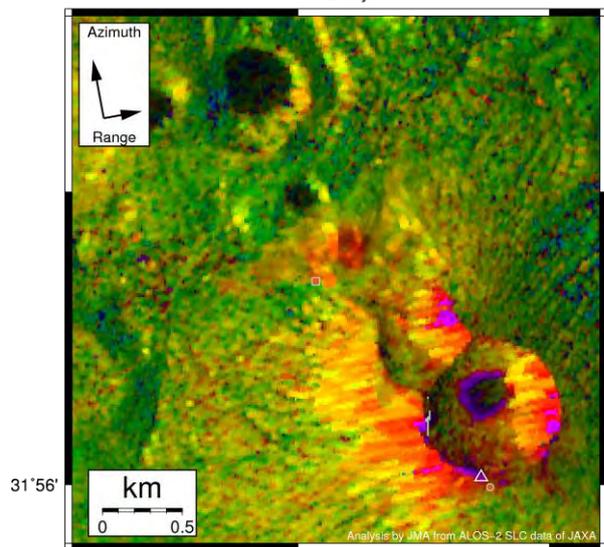


130°52'
Bperp=40.4m, Flight Dir.=N10.5°W, Inc.Angle=32.4° (Right Looking)

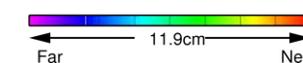


B

2017/05/18 – 2017/09/07
112 days

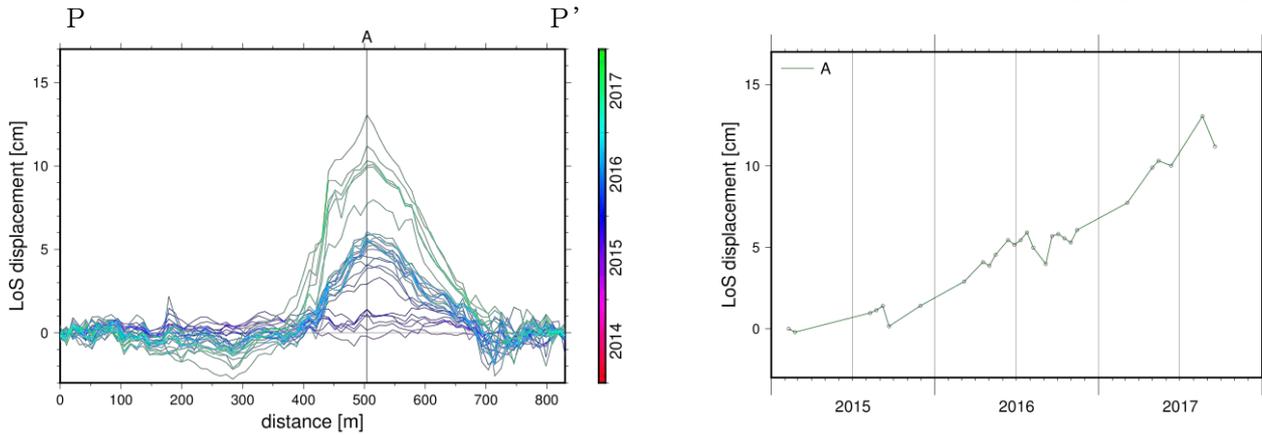


130°52'
Bperp=-54.3m, Flight Dir.=N10.5°W, Inc.Angle=32.4° (Right Looking)



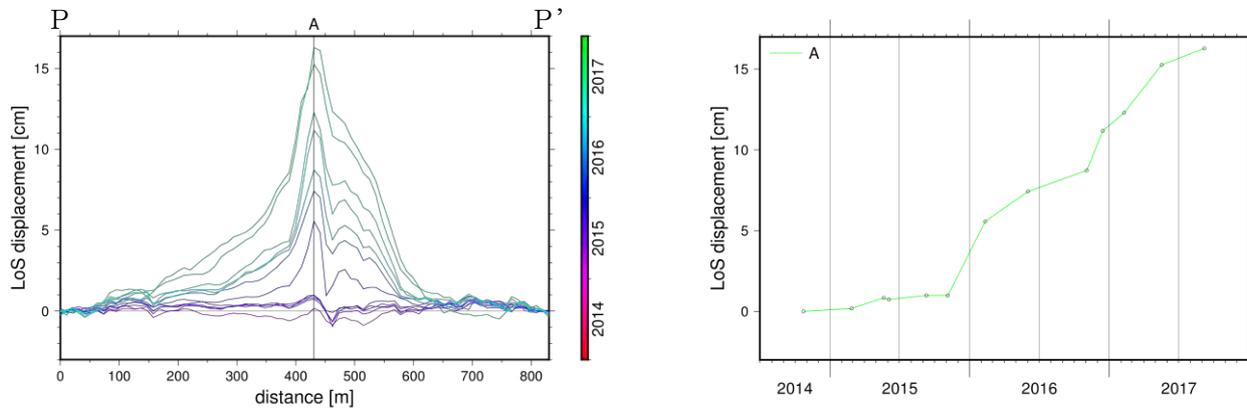
第 3 図 パス 130 (SM1_U2-6) による霧島山 (えびの高原 (硫黄山)) 周辺の干渉解析結果

凡例は第 2 図と同じ。A) 2017 年 2 月～5 月。B) 2017 年 5 月～9 月。えびの高原 (硫黄山) 付近において衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。



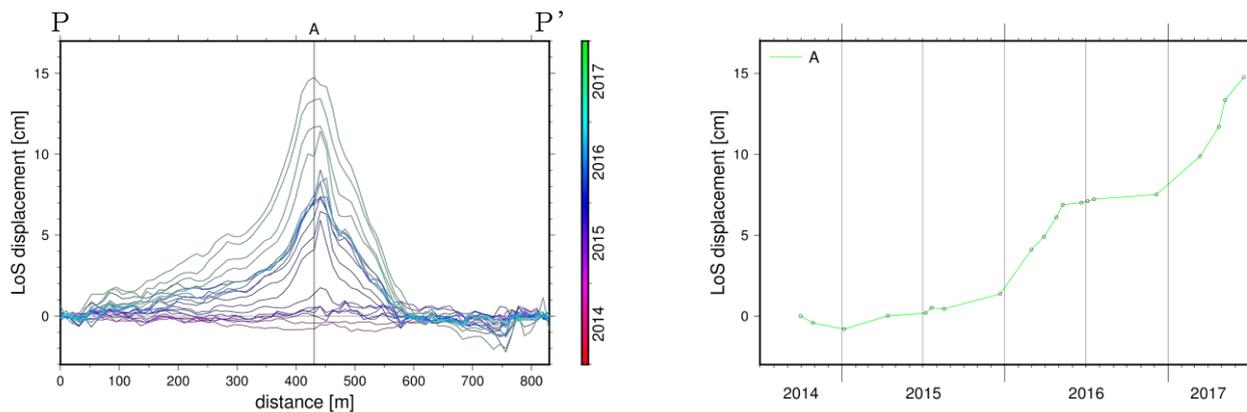
第 4 図 パス 23 (SM1_U2-7) を用いたえびの高原 (硫黄山) 付近の地表変位の時間変化

左は東西断面、右は時系列を示す。視線距離短縮を正とする。東西断面の位置は第 2 図-A 中の P-P'。視線方向短縮が継続している。



第 5 図 パス 130 (SM1_U2-6) を用いたえびの高原 (硫黄山) 付近の地表変位の時間変化

凡例は第 4 図と同じ。視線方向短縮が継続している。



第 6 図 パス 131 (SM1_U2-9) を用いたえびの高原 (硫黄山) 付近の地表変位の時間変化

凡例は第 4 図と同じ。視線方向短縮が継続している。

霧島山硫黄山周辺の湧水の化学組成(2017年9月15日現在)

2016年8月から2017年8月までの期間、霧島山硫黄山の山麓および噴気地帯に湧出する湧水を採取し、化学分析を実施した。定点観測を実施している硫黄山西麓の Cl/SO₄ モル比は、2017年4月下旬までにかけて増加した後に減少に転じ、同年6月下旬以降は増減を繰り返しながらほぼ横ばいで推移している。

【試料採取・分析】

2016年8月30日から2017年8月31日の期間、霧島山硫黄山の山麓、および噴気地帯に湧出する湧水(温泉水も含む)を採取した(図1)。採取した湧水は口径0.45μmフィルターでろ過処理した後、イオンクロマトグラフ法で Cl⁻、SO₄²⁻濃度を分析した。

【分析結果・考察】

湧水の分析結果を表1に示す。温泉水に含まれる陰イオン組成は、噴気域 a 地点(2017年5月15日採取)では Cl⁻ > SO₄²⁻型、その他の温泉水は全て SO₄²⁻ > Cl⁻ 型であった。

一般に、火山活動の活発化に伴って火山ガスの温度が上昇すると、火山ガスに含まれる Cl/S 比は増大することが知られおり(例えば、小坂ほか、1998)、湧水に溶存する火山ガス起源と考えられる Cl⁻と SO₄²⁻ の比率(Cl/SO₄モル比)も、火山活動の盛衰に応じて変化すると期待される。図2に、本調査期間に硫黄山西麓 A 地点で採取した湧水の Cl⁻および SO₄²⁻ の濃度、およびそれらのモル比の変化を示した。これによれば、当該湧水の Cl/SO₄モル比は、2017年4月下旬までにかけて増加した後に減少に転じ、同年6月下旬以降は増減を繰り返しながらほぼ横ばいで推移している。



図1. 温泉水の採取地点(地理院地図: 電子国土 web を使用した)

表 1. 温泉水の分析結果

Sanple location	latitude (deg° min' sec")	longitude (deg° min' sec")	Date	WT °C	pH	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	Cl/SO ₄ molar ratio
硫黄山西麓 A	31° 56'50.7"	130° 51'03.9"	2016/8/30	37.1	2.18	52.3	2070	0.07
			2017/1/17	34.5	2.19	75.9	1290	0.16
			2017/4/27	43.3	2.03	526	2840	0.50
			2017/5/11	47.5	1.97	363	2570	0.38
			2017/5/15	44.1	2.17	331	1860	0.48
			2017/5/22	50.3	2.06	443	2570	0.47
			2017/5/29	49.1	2.00	379	2660	0.39
			2017/6/2	47.7	2.02	379	2800	0.37
			2017/6/4	49.6	1.93	381	2840	0.36
			2017/6/14	49.3	2.02	272	2370	0.31
			2017/6/30	46.8	2.30	66.9	1170	0.16
			2017/7/13	53.4	2.07	154	1680	0.25
			2017/7/27	76.6	2.11	120	1530	0.21
			2017/8/10	46.9	2.27	61	897	0.18
			2017/8/17	53.6	2.14	98	1120	0.24
2017/8/24	54.7	2.04	127	1460	0.24			
2017/8/31	51.4	1.98	164	1920	0.23			
2017/9/15	50.9	1.98	106	1610	0.18			
硫黄山西麓 B	31° 56'49.1"	130° 51'00.9"	2017/1/17	24.5	2.37	77.0	1010	0.21
			2017/6/2	35.5	2.42	113	997	0.31
硫黄山西麓 C	31° 56'49"	130° 50'51"	2017/4/24	ND	2.40	152	1520	0.27
			2017/7/13	31.6	2.34	81.5	1180	0.19
硫黄山噴気域 a	31° 56'48.1"	130° 51'10.9"	2017/5/15	95.2	0.71	11000	2640	11.30
			2017/9/15	96.5	0.94	4840	2640	4.97
硫黄山噴気域 b	31° 56'46"	130° 51'11"	2017/3/21	ND	1.74	3.9	2520	0.00
			2017/9/15	95.4	1.82	32.7	1370	0.06
硫黄山噴気域 c (旧韓国岳登山道入口)	31° 56'46"	130° 51'04"	2017/6/4	95.5	1.81	3.4	1550	0.01
			2017/7/27	93.0	1.46	1.3	3500	0.00
			2017/8/10	92.6	1.89	4.2	1060	0.01
			2017/8/17	94.0	1.73	3.5	1500	0.01
硫黄山北東麓 NE-A	31° 57'02.43"	130° 51'20.11"	2017/8/10	20.1	2.29	167	867	0.52
			2017/8/17	20.0	2.15	200	1250	0.44

*分析値は、今後修正することがあります。

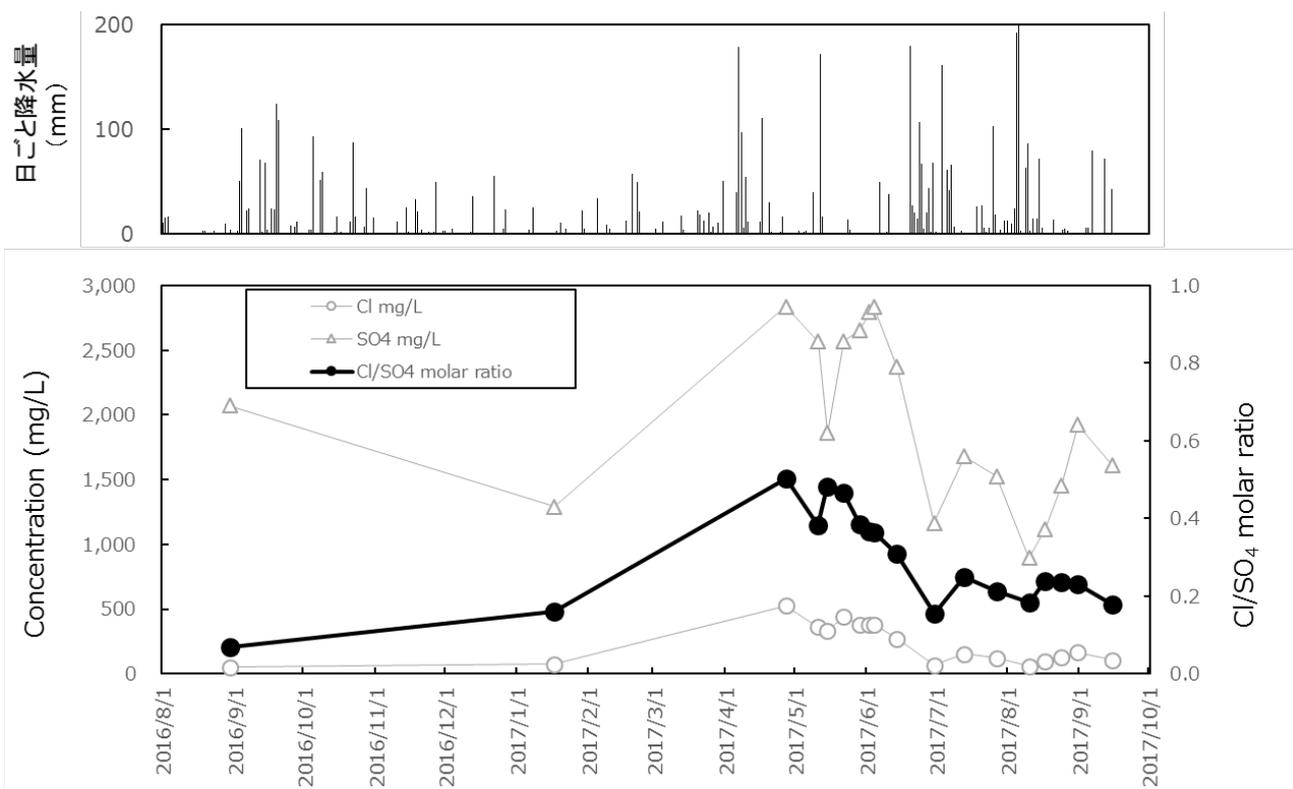


図 2. 温泉水(西麓 A 地点)の Cl⁻, SO₄²⁻濃度および Cl⁻/SO₄ モル比の変化
 日ごと降水量は気象庁ホームページ (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>: アメダス/えびの)

第 139 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

【概要】えびの高原硫黄山周辺では地熱活動が活発に続いているが、9 月下旬の現地調査によると、熱異常領域は 2016 年 12 月頃の状態に縮小していた。一方で、沸点を上回る複数の噴気孔が存在しており、地熱活動域の局所化が起きていると考えられる。

1. 熱異常域調査及び地形変化

6 月 3～5 日（前回）に引き続き、熱異常域の面積調査を 9 月 24～25 日（今回）に実施した。

- ・熱異常域（50℃）面積は前回の約 9600 m²から、今回の 4600 m²となり縮小した（図 1）。大幅な熱異常域の減少は、地下における熱供給量の減少を示唆している可能性が考えられる。
- ・前は熱異常域がほぼ一続きとなっていたが、今回は複数のブロックに分かれていることを確認し（図 2）、この熱異常域の範囲は 2016 年 12 月 10 日に近い形状である。
- ・前回の調査後、新たに噴気孔 B、噴気孔 D が形成され、噴気孔 D の南には複数の小陥没地形が形成された。噴気孔 B の北東にも 5 月 15 日に報告した環状孔 B 以外に複数の小陥没地形の形成が見られた（図 2）。

2. 噴気温・湧水温測定

硫黄山南西の噴気（硫黄山噴気帯）について噴気温度及び周辺の湧水・地中の温度を測定した。

- ・噴気孔 H では前回 128℃を観測し、今回は 134.2℃であった（図 3）。今回は直接噴気孔内を計測しており、両者は概ね近い温度と考えられる。また、噴気孔 H の周辺には熔融硫黄が認められ、115℃以上の本観測値は妥当と考えられる。
- ・A 付近では、噴気孔 A が 98.3℃、噴気孔 B が 121.1℃であった（図 3）。噴気孔 A では噴出する孔底を直接計測したため、高い値が得られた可能性が考えられる。また、噴気孔 B から熔融した硫黄が飛沫として噴出し、噴気孔 B の周囲に硫黄が堆積している様子が確認できた。
- ・G 点、I 点などその他の地点では、概ね沸点温度を維持していた（図 5）。
- ・5 月 23 日に 50.1℃を記録した川湯 3 は、8 月 2 日に 52.8℃、9 月 24 日は 54.9℃であった。また、電気伝導度が下がる傾向にある（図 6）。

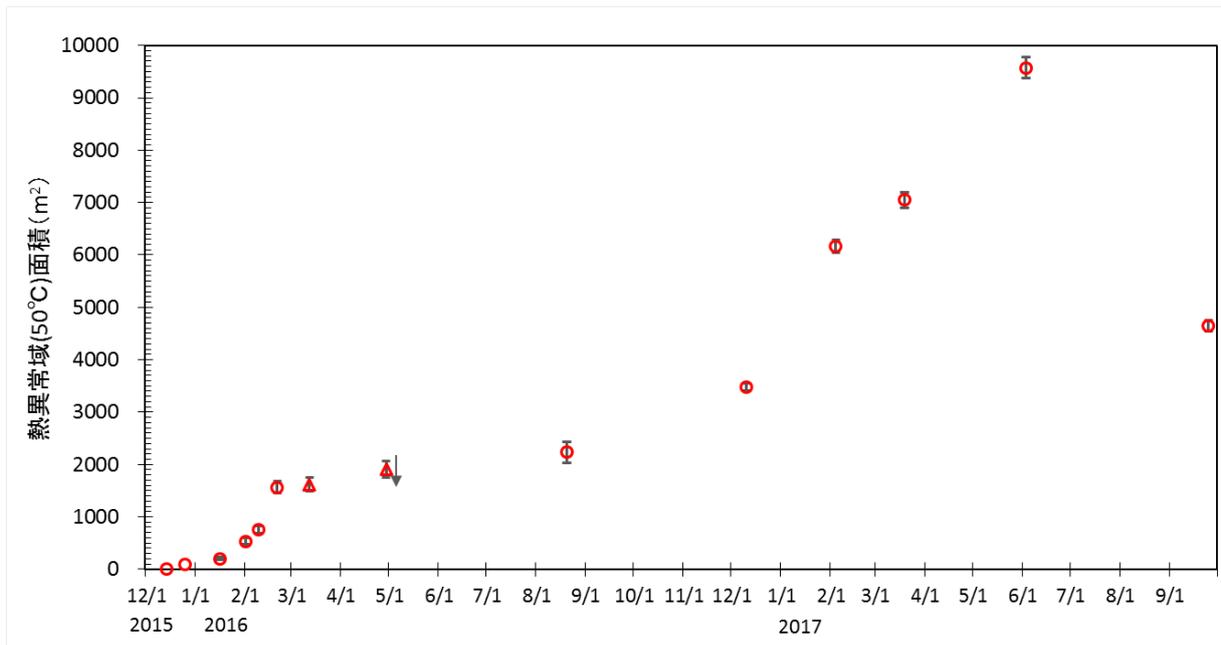


図1 硫黄山噴気帯の熱異常域（50°C以上）の面積変遷

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±1m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。2017年12月10日以後はドローン撮影による基図を元に面積を測定した。

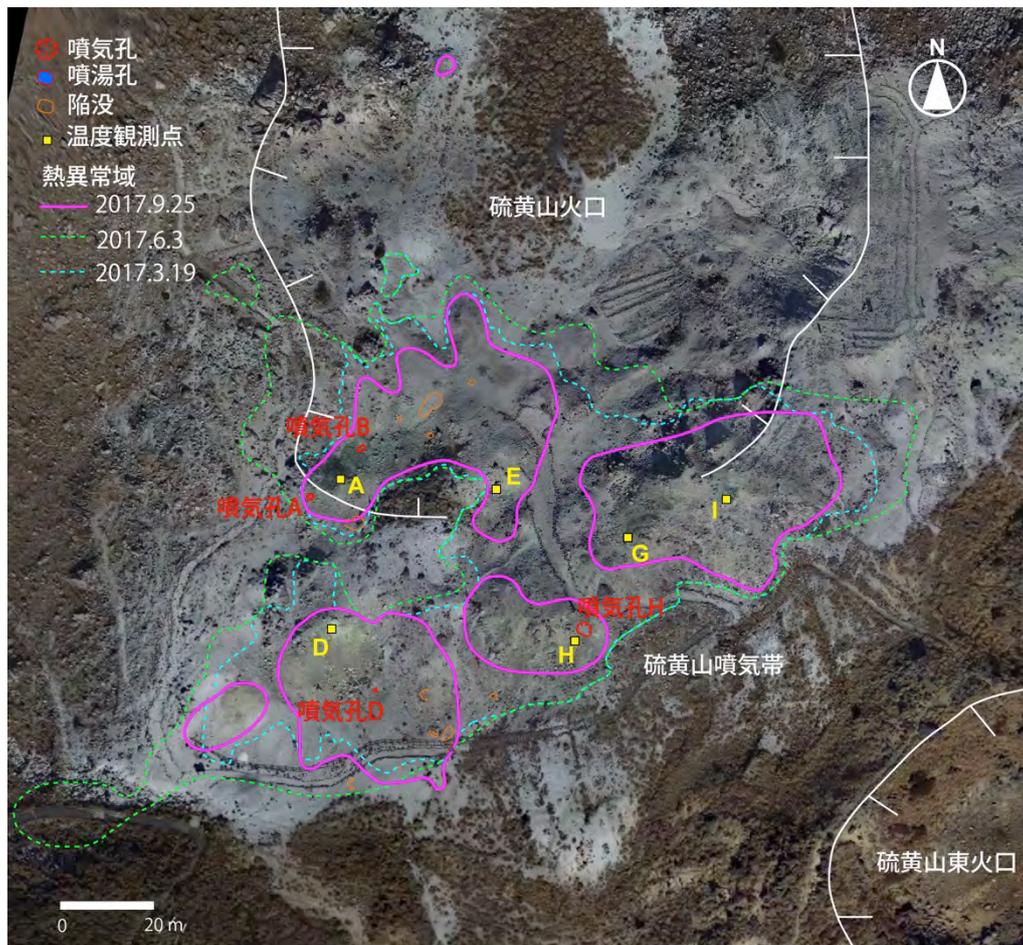


図2 硫黄山噴気帯の熱異常域（50°C以上）の経時変化

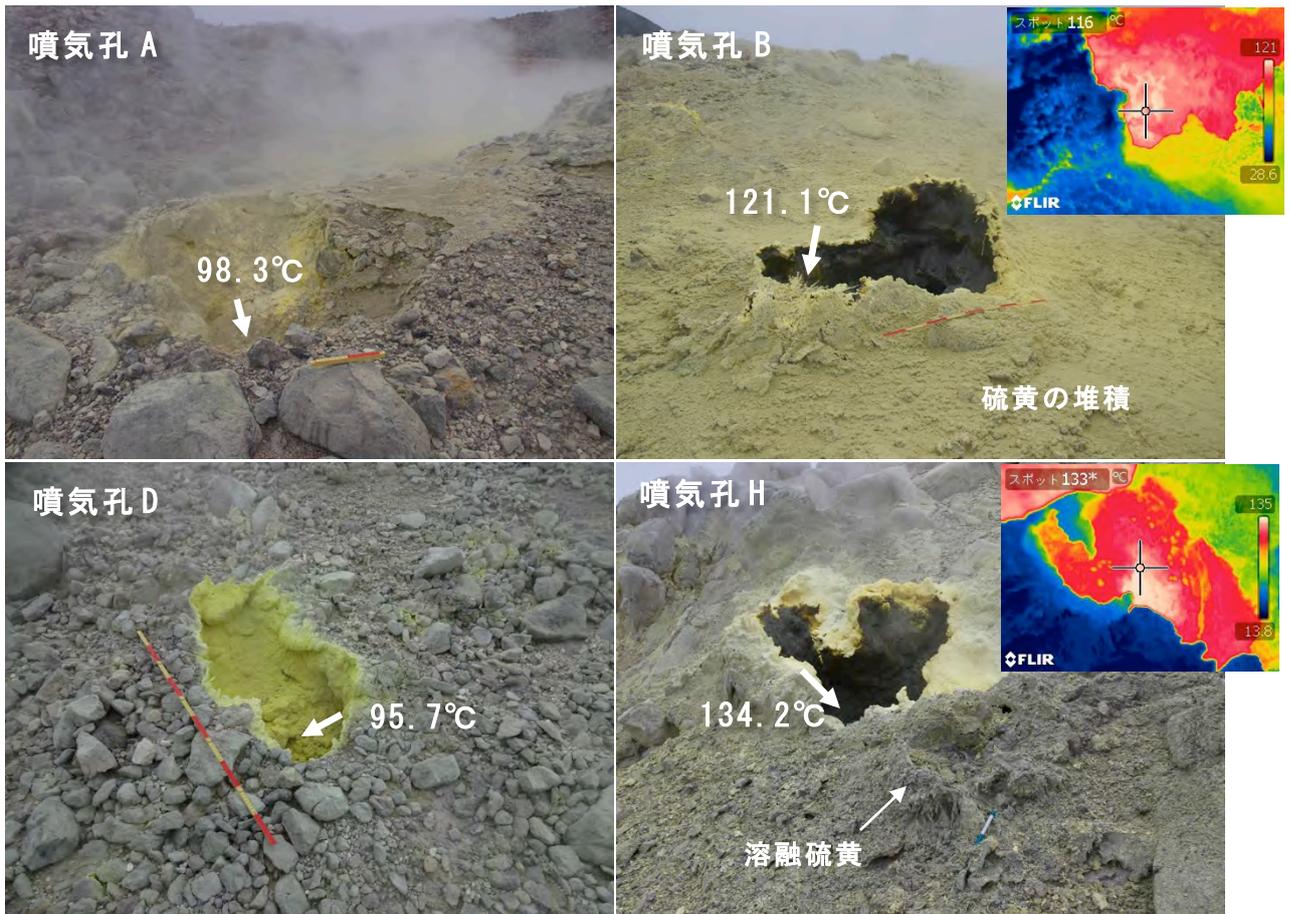


図3 各噴気孔の温度測定結果

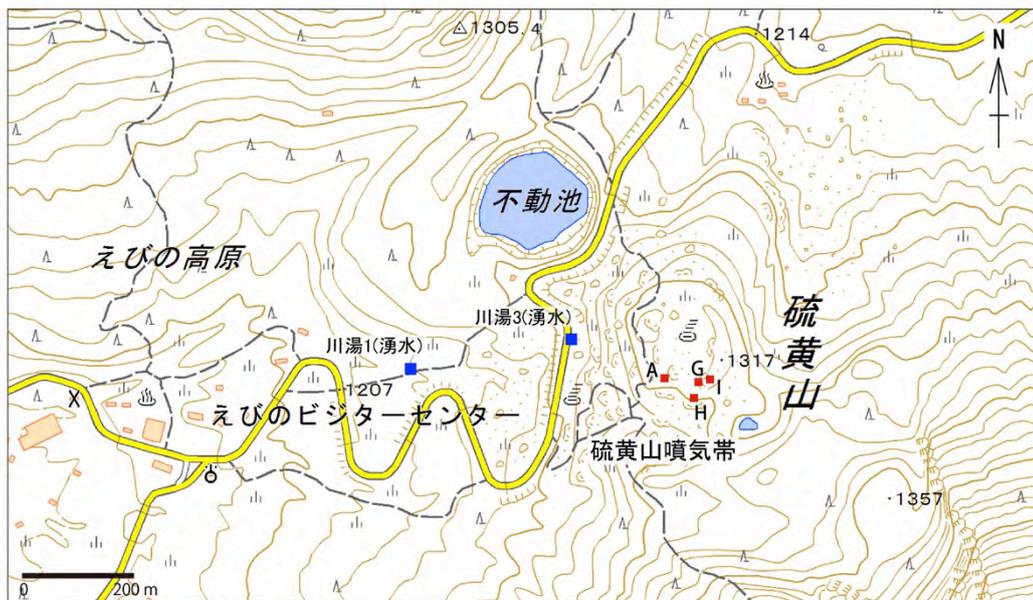
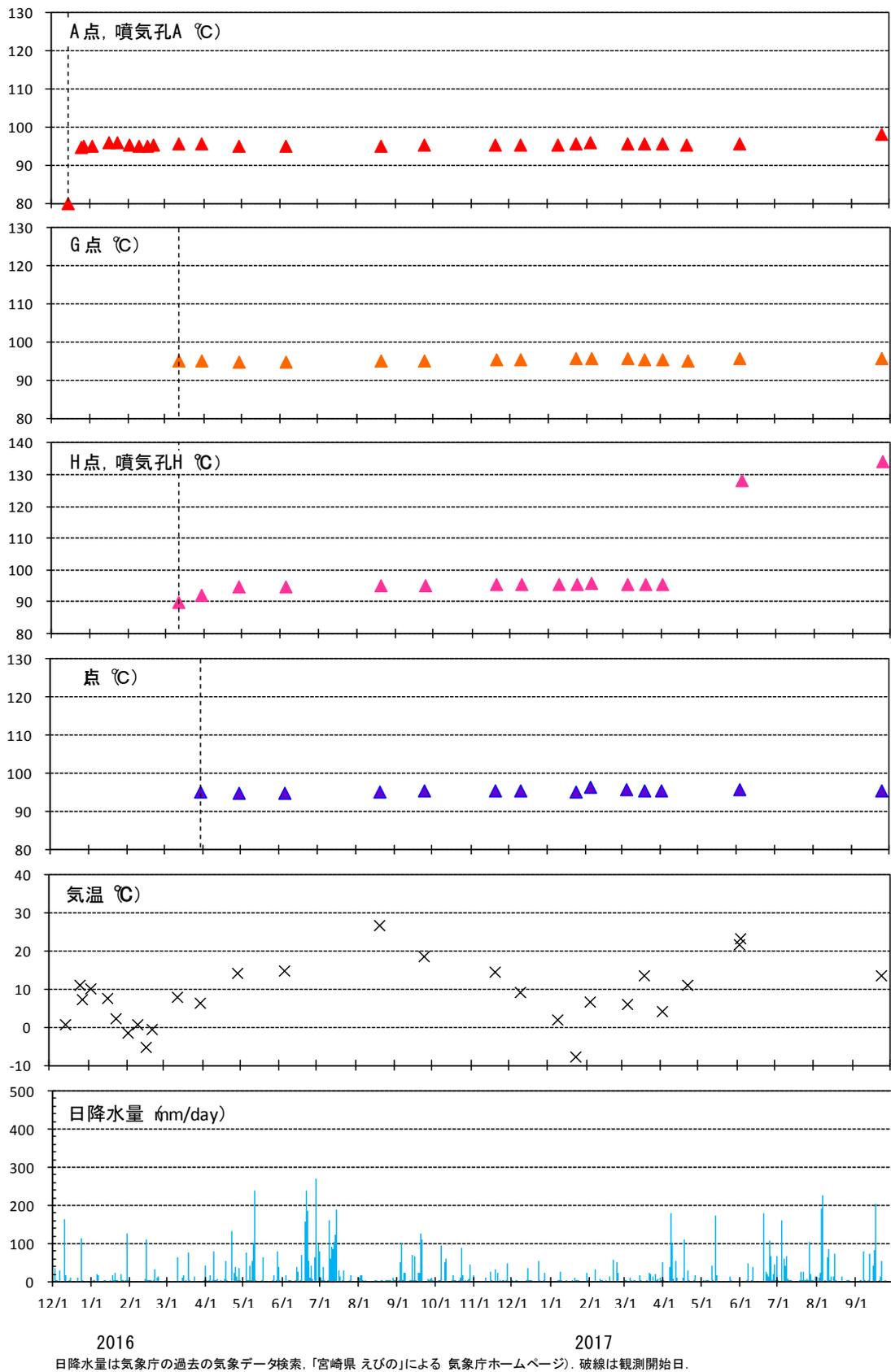


図4 硫黄山噴気帯及びえびの高原周辺の湧水温・噴気温測定地点
地理院地図(電子国土Web)を使用



2016 2017
 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。破線は観測開始日。

図5 硫黄山噴気帯の噴気温度測定結果

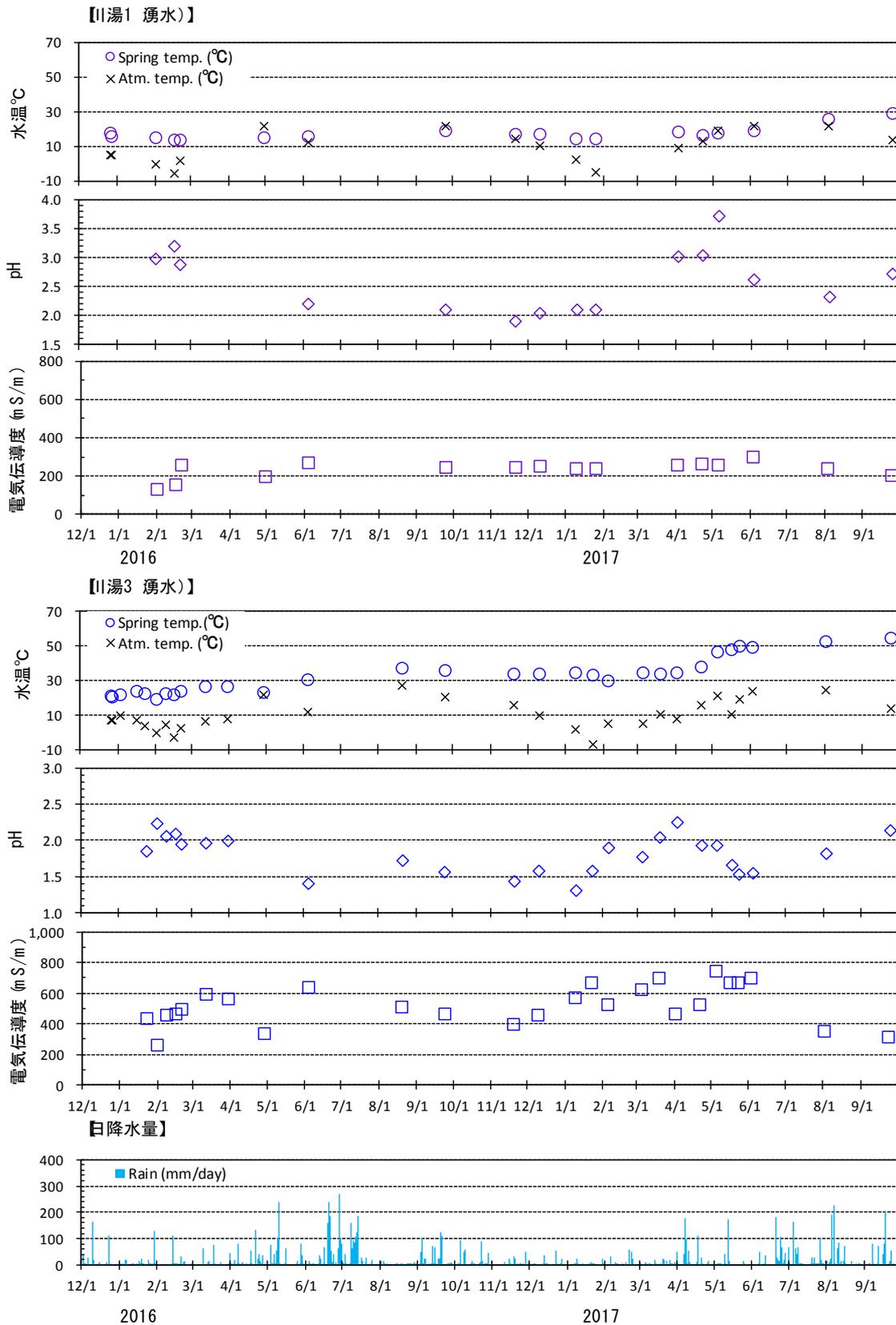
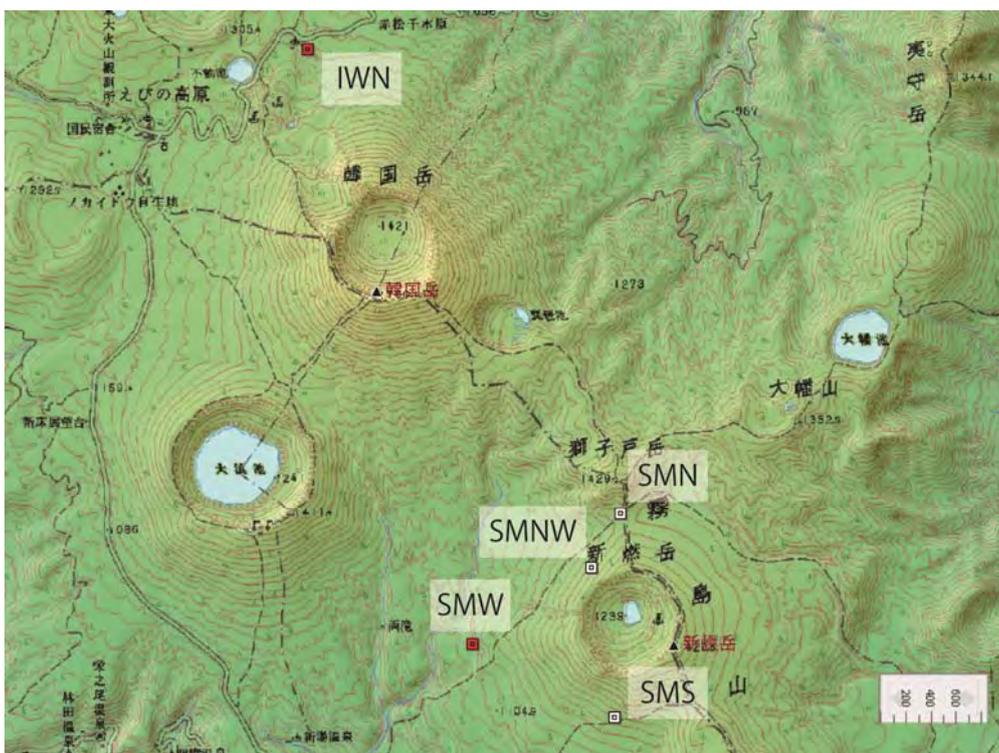


図6 えびの高原周辺の湧水の測定結果

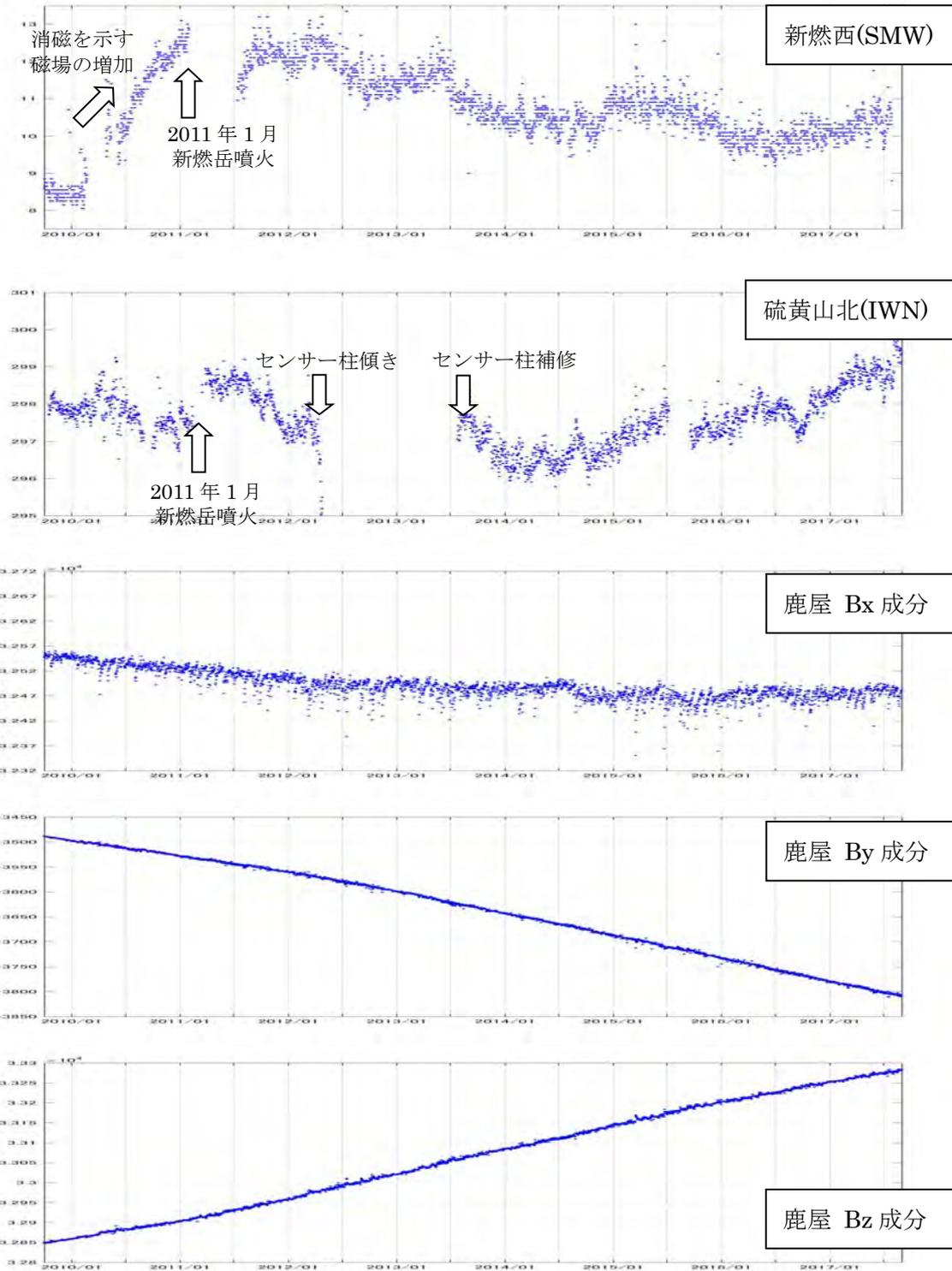
霧島全磁力

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(2017年8月末)に至っている。一方、硫黄山北(IWN)観測点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現在(2017年8月末)に至るまで継続している。このIWNにおける全磁力値の増加は、観測点南側に位置する硫黄山周辺域で消磁が起きていると仮定することで説明が可能である。



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2017年8月31日までの全磁力差毎日値。IWNについては、2011年山頂噴火前のデータを用いた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)。

霧島山

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月のマグマ噴火前より霧島山（新燃岳）周辺にGNSS観測点を4点設置し、噴火後には東北大学、北海道大学、九州大学と共同で更に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。また、2016年熊本地震の影響も見られる。受信機故障により観測を休止していたKRYKは2017年3月12日に観測を再開した。

図4で示す霧島山を挟む基線長の変化を見ると、2013年10月頃より再開したマグマ蓄積は、2014年9月頃に停止した。しかし、最近では2017年2月ごろから基線長が伸びているように見える。

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連続観測点を図6に示すように2点増設した。これら2つの観測点を基点とした基線長変化を図7示す。EBN1—EBN2、KVO-EBN1、KVO-EBN2で基線が2017年5—6月に縮んでいるように見えるが、年周変化の可能性も否定できない。

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。

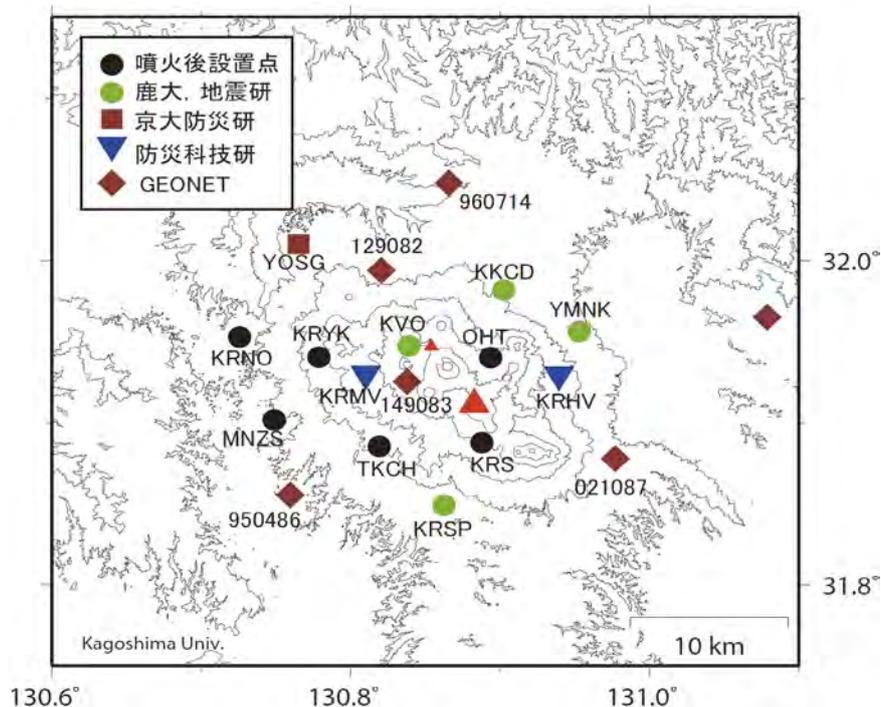


図1. 霧島山（新燃岳）周辺のGPS観測網。

霧島火山

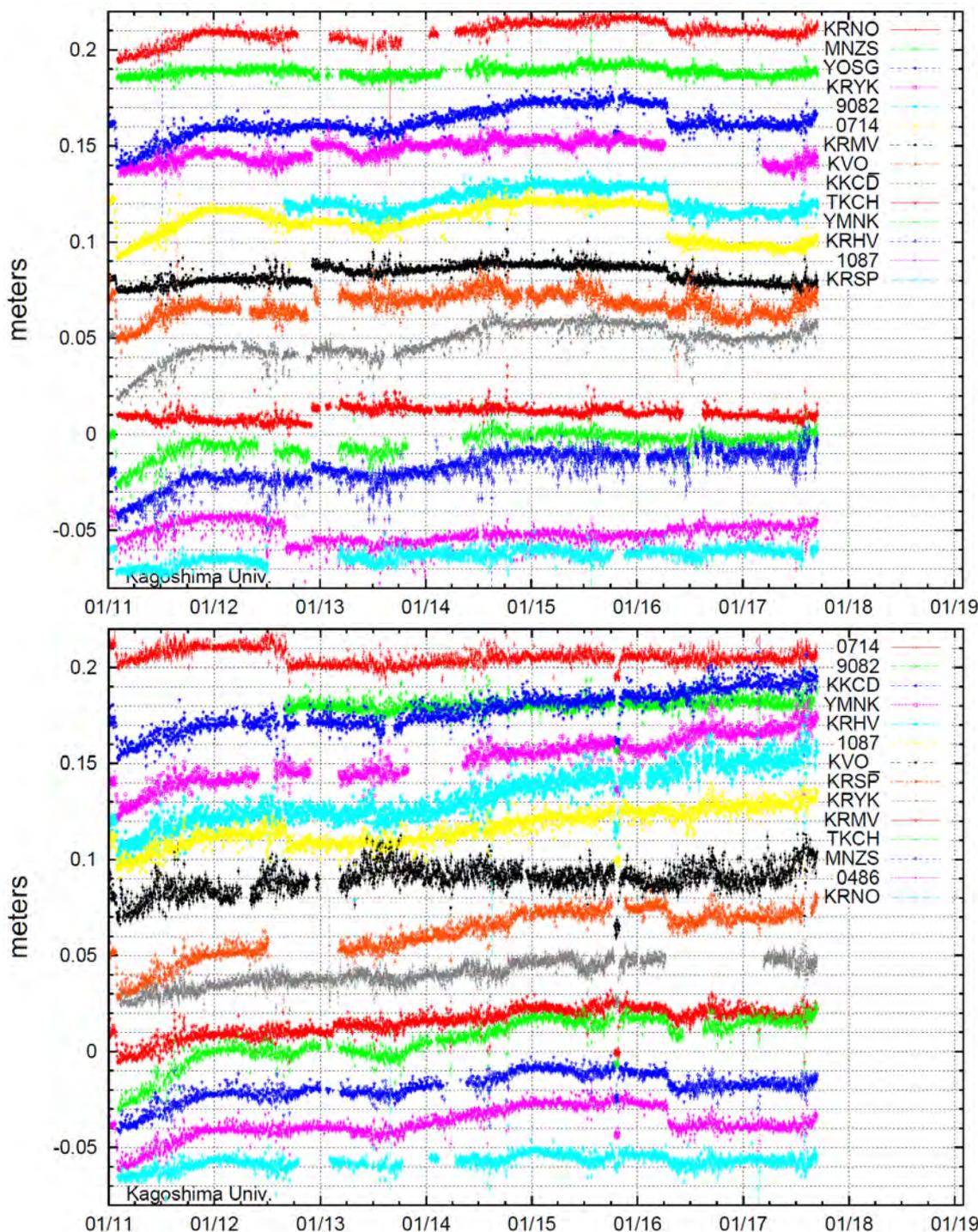


図 2. 霧島山 (新燃岳) 西側の観測点を基点として, 東側観測点までの基線長の時間変化 (2011 年 1 月~2017 年 8 月).

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

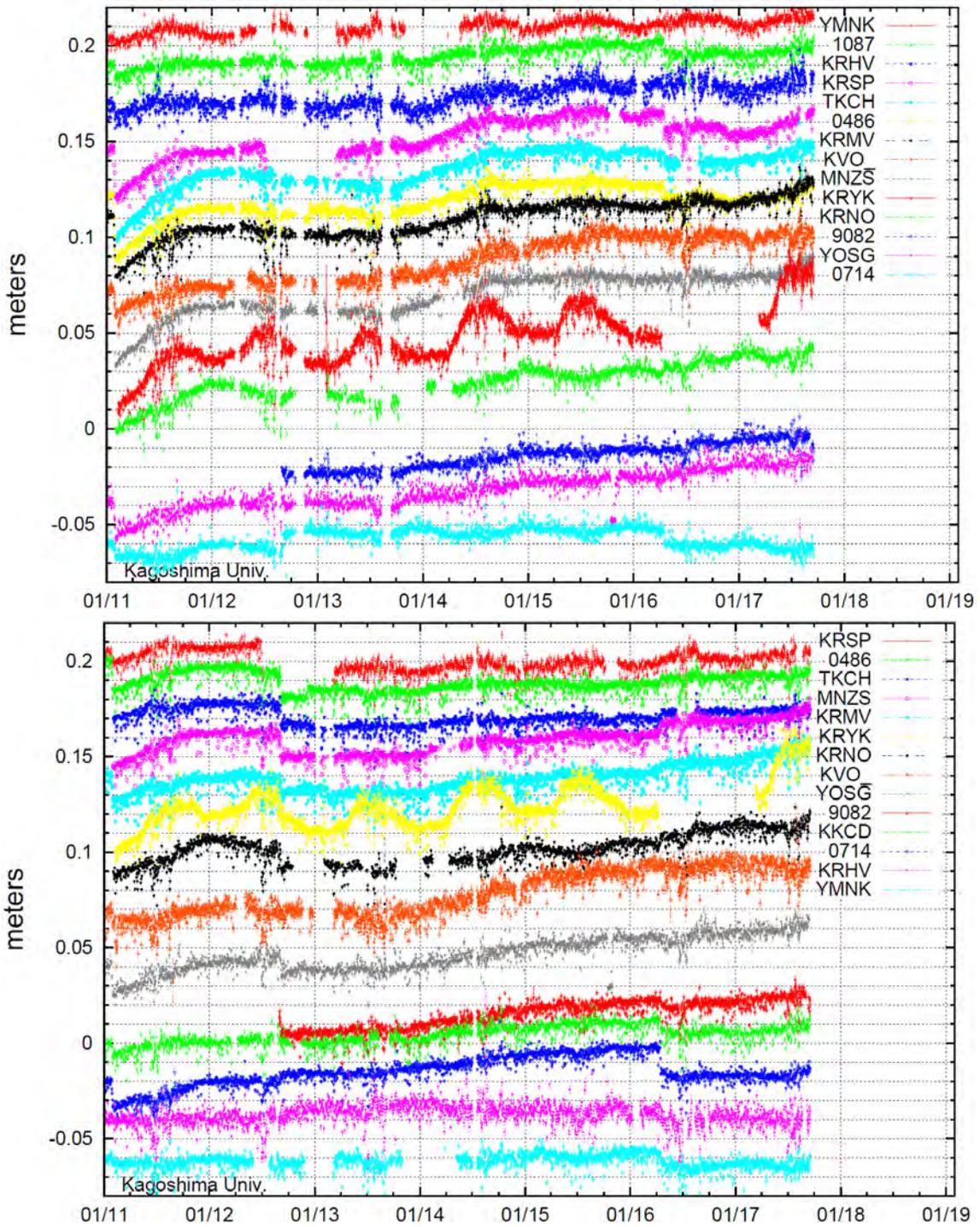


図 3. 霧島山 (新燃岳) 東側の観測点を基点として, 西側観測点までの基線長の時間変化 (2011 年 1 月~2017 年 8 月). 上: 基準点 KKCD 観測点, 下: 基準点 021087 (GEONET) 観測点.

霧島火山

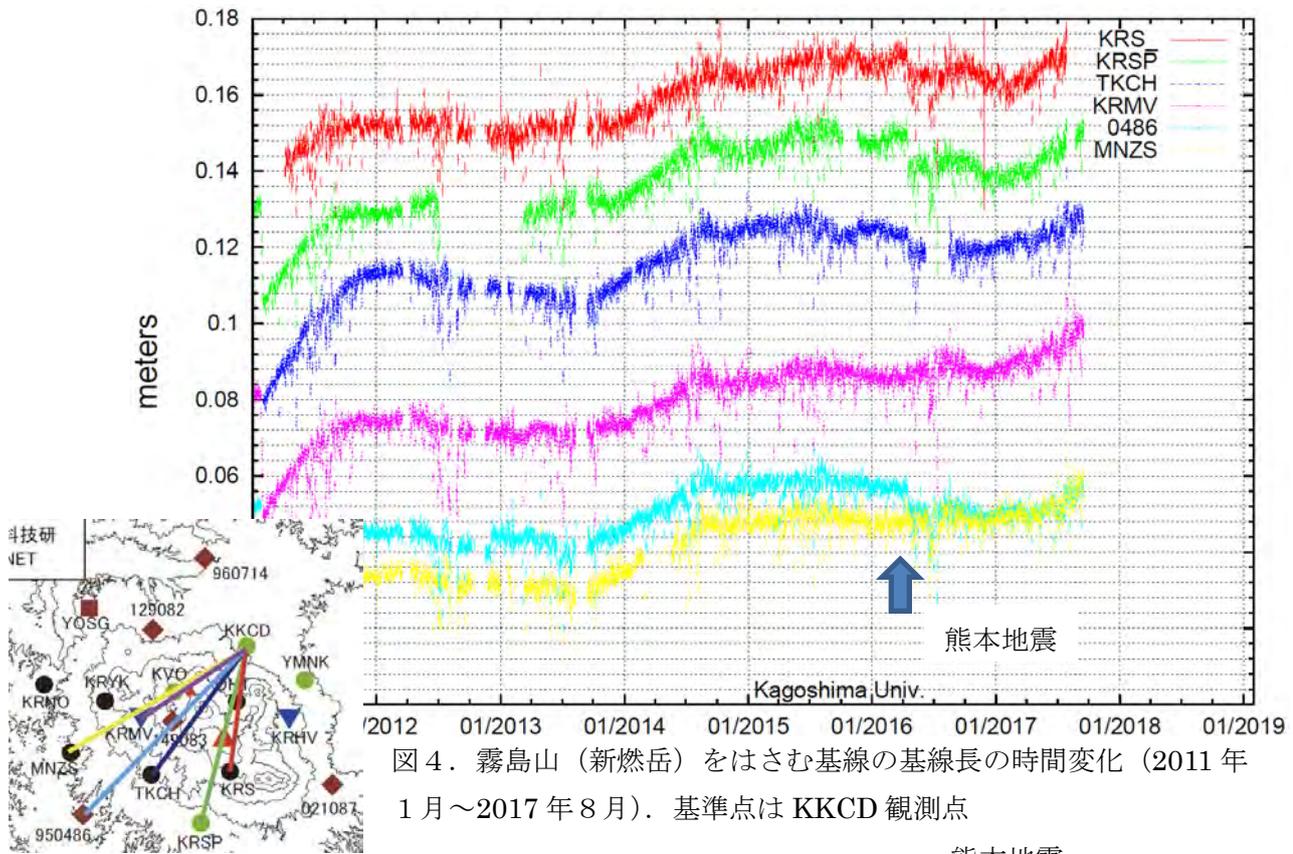


図 4. 霧島山 (新燃岳) をはさむ基線の基線長の時間変化 (2011 年 1 月～2017 年 8 月). 基準点は KKCD 観測点

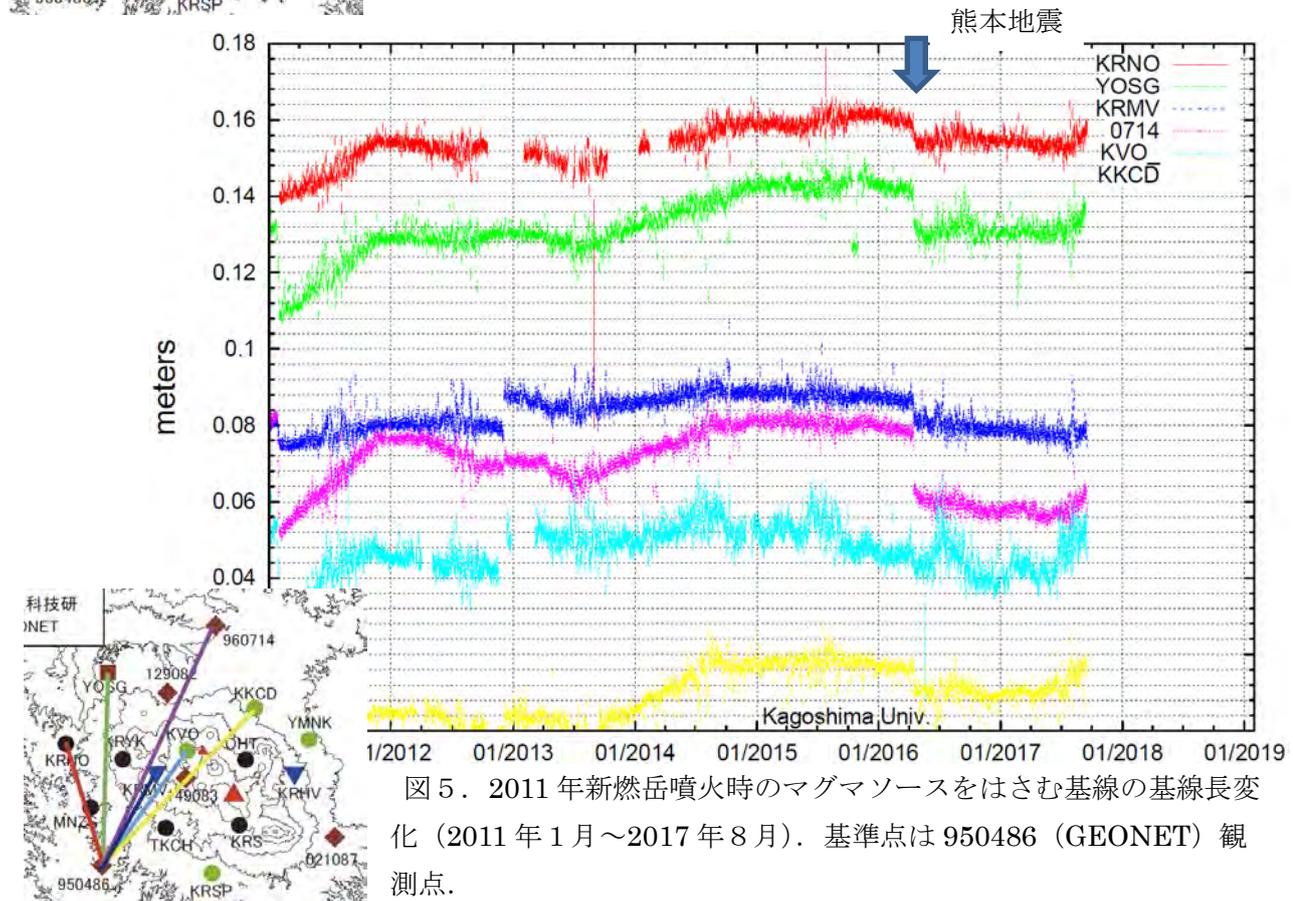


図 5. 2011 年新燃岳噴火時のマグマソースをはさむ基線の基線長変化 (2011 年 1 月～2017 年 8 月). 基準点は 950486 (GEONET) 観測点.

霧島火山

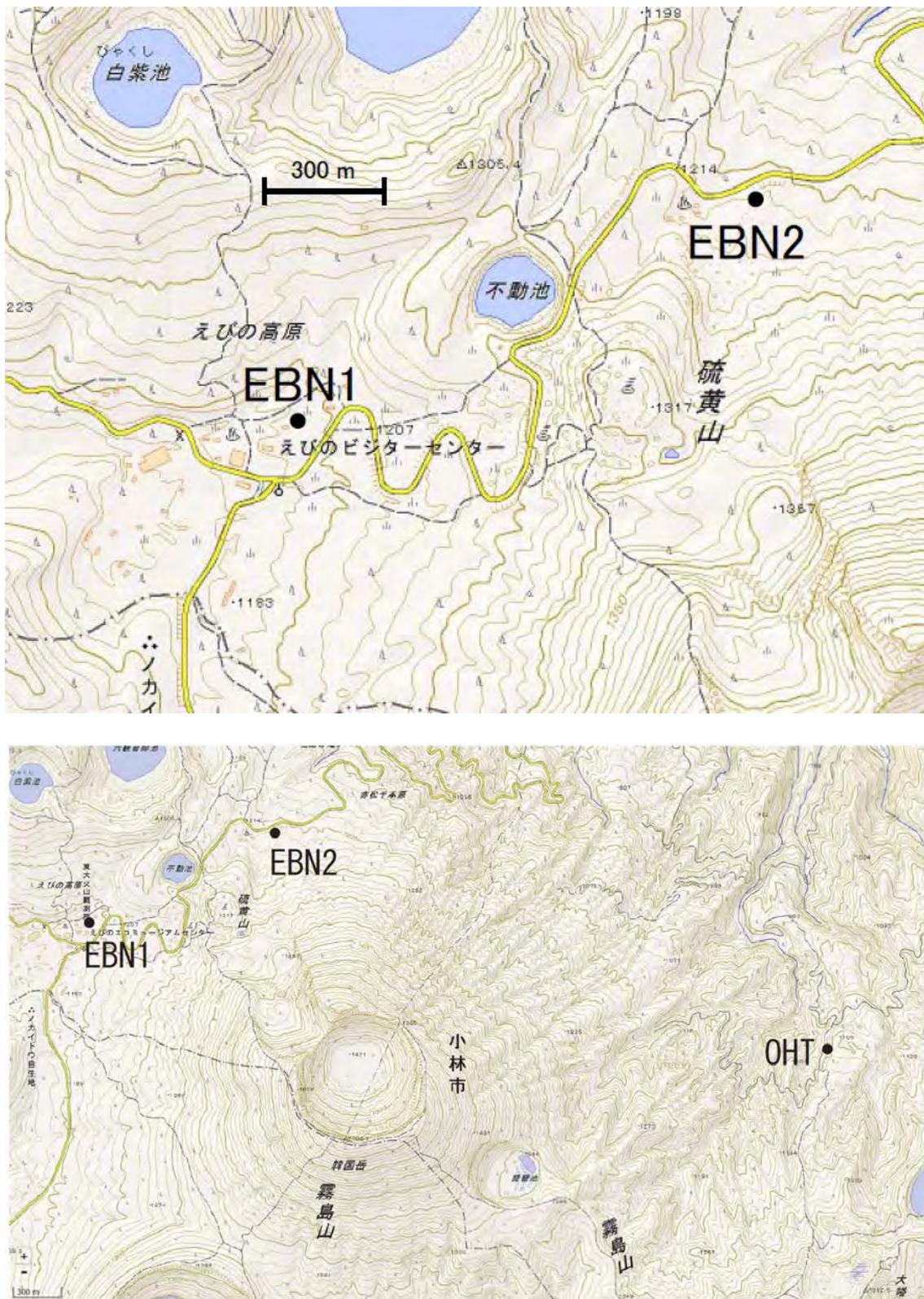


図 6. えびの高原に新設した GNSS 観測点 (EBN1 と EBN2) の位置図.

霧島火山

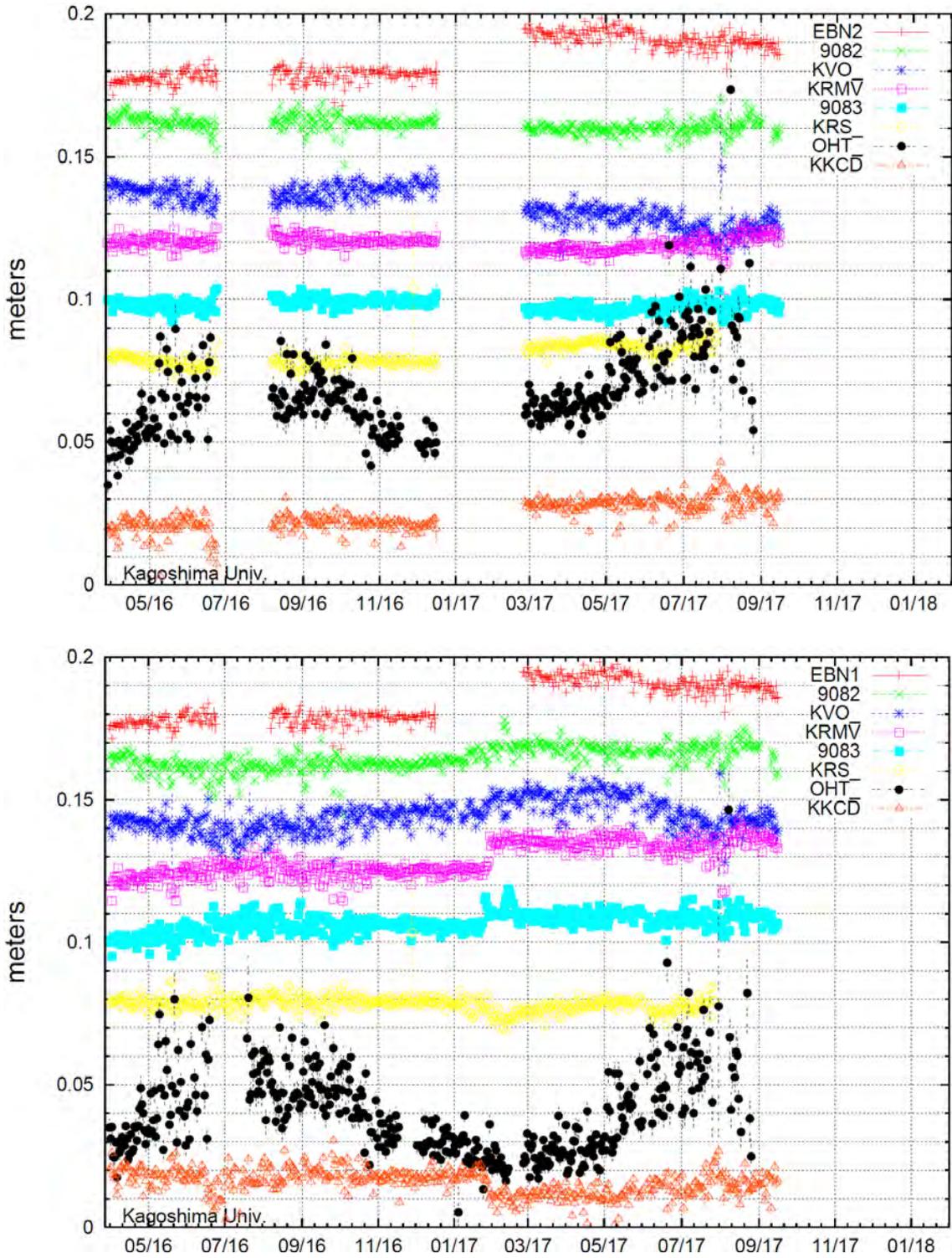


図 7. えびの高原に新設した観測点を基点とした基線長変化. 上: EBN1 基点, 下: EBN2 基点. 期間は 2016 年 1 月から 2017 年 8 月まで.

霧島硫黄山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, Kirishima, Japan

1. 概要

2015年12月から2017年9月にかけて、霧島硫黄山で繰り返し、噴気を採取・分析した。噴気に含まれるマグマ起源成分の比率は2016年5月頃まで上昇したが、同年7月以降低下し、2017年1月から9月にかけては停滞した。一方で、2017年5月から7月の期間、火山ガスの放出が盛んになり、反応、 $SO_2+3H_2=H_2S+2H_2O$ の見かけ平衡温度(AET)が500°Cを超えるなど、火山活動は活発化した。その後、2017年9月にAETは300°C程度まで急激に低下した。2017年5月~7月の期間の活発化は、熱水系と地表を結ぶ浅部領域で何らかの変化が起き、火山ガスの上昇速度が増加したことが原因であると考えられる。

2. 噴気の採取・分析

硫黄山では、図1に示す噴気孔a, b, c, hで噴気を採取した。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を封入した。真空ガラス瓶の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。採取後の噴気の化学分析は、主に小沢の方法[1]に従った。

3. 結果

表面的には、2017年5月は2017年1月に比べ、明らかに山頂付近で火山ガスの放出量が増大したが、2017年9月に、放出量は低下したように感じられた。表1に硫黄山で採取した噴気の化学組成、 H_2O の安定同位体比、見かけ平衡温度(AET)を示す。噴気a, b, cの温度は水の沸点程度であったが、噴気hの温度は2017年7月に148°Cと、比較的高い温度を示した。図2に示すように、 CO_2/H_2O 比は2016年5月頃にピークに達し、その後は徐々に低下する傾向がみられる。ピークの時期は異なるものの、 CO_2/H_2S 比にも同様の傾向がみられる(図3)。 CO_2/CH_4 比は、最初低かったが、2017年1月に高い値を示したものの、2017年5月以降低下した(図4)。 He/CH_4 比は、2016年2月に高く、その後は緩やかに低下しつつある(図5)。火山ガス組成から計算される見かけ平衡温度(AET)は2017年5月から7月にかけて500°Cに達する高い温度を示した後、9月には300°C程度まで急激に低下した(図6)。AETは火山ガスの成分間で以下の化学反応、



が平衡に到達する温度で、AETはガスの圧力に依存する。本報告では、平衡圧力として1barを仮定した。AETは火山ガスの H_2/H_2O 比と SO_2/H_2S 比に依存する。これらの値は、図7, 8にそれぞれ示すように、2017

年 5 月～7 月の期間、高い値を示したが、9 月には急激に低下した。噴気に含まれる H_2O の酸素同位体比は、2016 年 2 月から 2017 年 9 月にかけて、徐々に高まりつつあるが噴気 a については低下に転じた (図 9)。

4. 考察

2017 年 5 月に噴気に SO_2 が高濃度で含まれるようになったが、2017 年 9 月には急激に低下した。火山ガス組成から計算される見かけ平衡温度は 2017 年 5 月と 7 月で $500^{\circ}C$ 前後に達した。AET はガスの H_2/H_2O 比と SO_2/H_2S 比により決定される。図 7, 8 に示されるように、2017 年 5 月と 7 月にこれらの値は高い値を示し、これが AET を上昇させた直接的な原因である。高温で化学平衡にあるガスが急速に上昇し、化学平衡が低温で再平衡に達するよりも前に地表に現れると AET は高くなる。AET の値と、上昇速度を定量的に結び付けることは現時点で出来ないが、火山ガスの地殻内における上昇速度の目安として用いることができるだろう。AET は 2017 年 2 月で $364^{\circ}C$ を示しており、この時点で火山ガスの上昇速度は増加傾向が始まっていたと考えられる。2017 年 5 月～7 月の期間、AET は $500^{\circ}C$ 程度まで上昇したが、2017 年 9 月に AET は $300^{\circ}C$ 程度まで低下し、火山ガスの上昇速度は低下したと推定される。2017 年 9 月の AET 低下は、放出量低下の観察と整合的である。

2017 年 5 月～7 月の期間、火山活動は活発化し、 H_2O の酸素同位体比は増加しつつあるものの、典型的な安山岩質マグマ水の値 (+8‰) にはまだ遠い (図 9)。h 噴気孔を除き、噴気の出口温度も水の沸点に近い。これらの観測結果は、依然として火山ガスと浅部地下水が接触し、冷却されていることを示唆する。

マグマ起源ガスとして CO_2 や He を、熱水系に豊富なガスとして CH_4 や H_2S を挙げるができる。図 2, 3, 4, 5 に見られる変化について、2017 年 1 月から 9 月の期間に注目すると、ほぼ横ばいか低下傾向であり、マグマ起源成分と熱水系に由来する成分の比率に大きな変化は起きていないと推定される。以上を総合すると、2017 年 5 月～7 月の期間に起きた火山活動の活発化の原因として、何らかの原因で火山ガスの地殻内における上昇速度が増加したことが挙げられる。

5. 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.

6. 謝辞

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 °C	H2O %	CO2 %	H2S %	SO2 %	He %	H2 %	CH4 %	δ D ‰	δ 18O ‰	AET °C	分析
硫黄山-a	2015/12/22	97.2	98.4	1.42	0.12	0.003	2.1E-05	1.7E-04	4.0E-05	-91	-14.1	218	東海大・気象研
硫黄山-a	2016/2/24	97.2	98.2	1.65	0.10	0.008	2.3E-05	7.4E-04	2.1E-05	-52	-6.3	278	東海大・気象研
硫黄山-a	2016/5/6	95.3	97.8	2.02	0.15	0.006	1.9E-05	4.3E-04	2.1E-05	-57	-6.6	252	東海大・気象研
硫黄山-a	2016/8/30	96.9	98.3	1.42	0.30	0.005	1.2E-05	8.8E-04	1.6E-05	-41	-5.3	265	東海大・気象研
硫黄山-a	2017/1/17	96.4	99.2	0.65	0.18	0.007	4.3E-06	1.5E-03	6.0E-06	-43	-3.6	295	東海大・気象研
硫黄山-a	2017/5/15	96.5	98.8	0.66	0.22	0.230	5.5E-06	4.7E-02	8.8E-06	-42	-2.2	534	東海大・気象研
硫黄山-a	2017/9/15	106	99.1	0.54	0.31	0.022	5.5E-06	2.4E-03	7.7E-06	-48	-3.7	321	東海大・気象研
硫黄山-b	2016/2/24	96.2	98.3	1.58	0.10	0.004	2.2E-05	7.0E-04	1.8E-05	-78	-11.9	269	東海大・気象研
硫黄山-b	2016/5/6	95.2	97.3	2.49	0.17	0.005	2.4E-05	5.5E-04	2.6E-05	-67	-9.2	256	東海大・気象研
硫黄山-b	2016/8/30	95.2	97.5	2.08	0.43	0.006	1.9E-05	1.4E-03	2.8E-05	-56	-7.5	278	東海大・気象研
硫黄山-b	2017/1/17	97.0	99.3	0.55	0.16	0.002	4.0E-06	4.2E-04	5.4E-06	-46	-4.6	238	東海大・気象研
硫黄山-b	2017/5/15	96.6	98.9	0.79	0.16	0.068	1.0E-05	6.0E-02	1.6E-05	-46	-4.0	530	東海大・気象研
硫黄山-b	2017/9/15	96.4	99.3	0.40	0.26	0.004	4.6E-06	2.7E-03	7.4E-06	-44	-1.9	306	東海大・気象研
硫黄山-c	2017/5/15	95.2	99.0	0.80	0.11	0.037	1.1E-05	4.2E-02	1.4E-05	-57	-6.8	499	東海大・気象研
硫黄山-c	2017/9/15	96.1	99.5	0.30	0.21	0.002	4.2E-06	1.1E-03	6.6E-06	-44	-2.7	265	東海大・気象研
硫黄山-a	2016/2/10	95.7	98.7	1.10	0.13	0.015		3.0E-04		-57	-7.0	251	産総研(AIST)
硫黄山-a	2016/3/21	96.4	98.2	1.62	0.11	0.014		4.1E-04		-54	-6.5	263	産総研(AIST)
硫黄山-a	2016/7/26	95.8	98.5	1.21	0.20	0.034		1.1E-03		-48	-6.2	300	産総研(AIST)
硫黄山-a	2016/12/10	95.8	98.6	0.98	0.41	0.003		3.7E-03		-44	-4.1	309	産総研(AIST)
硫黄山-a	2017/2/23	97.0	98.9	0.80	0.23	0.041		4.7E-03	1.2E-05	-43	-3.4	364	産総研(AIST)
硫黄山-a	2017/7/25	95.6	99.3	0.49	0.07	0.091		2.5E-02		-39	-1.6	493	産総研(AIST)
硫黄山-h	2017/7/25	148.0	98.8	0.52	0.32	0.269		2.9E-02		-37	0.2	495	産総研(AIST)

* AET の計算では平衡圧力を 1bar と仮定した.

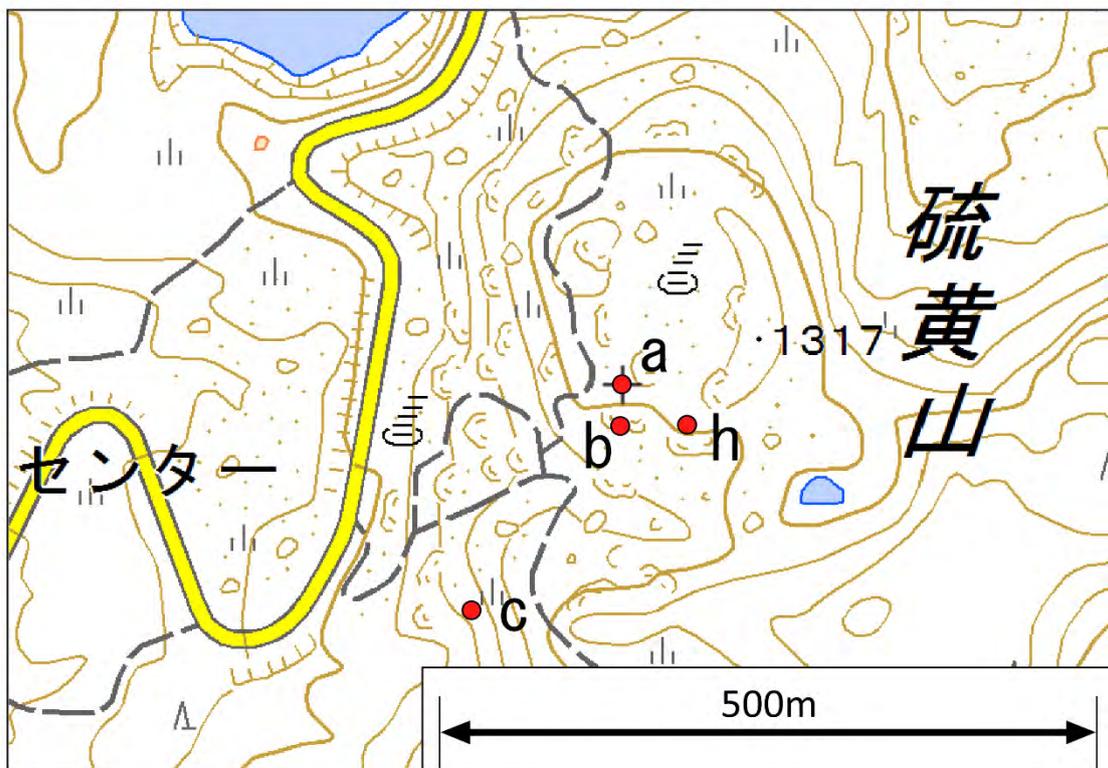


図 1. 硫黄山噴気 a, b, c, h の位置 (背景の地図として, 国土地理院 1/25000 地形図を使用した)

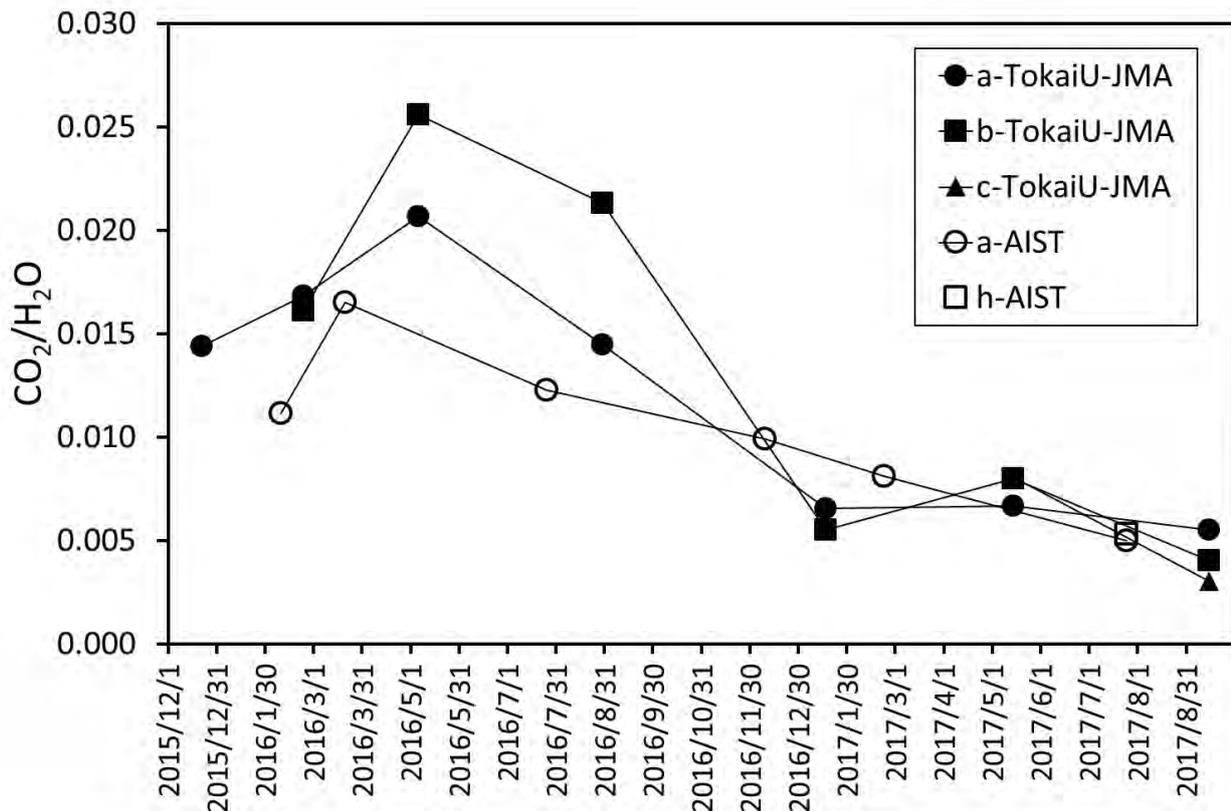


図 2. CO₂/H₂O 比の時間変化

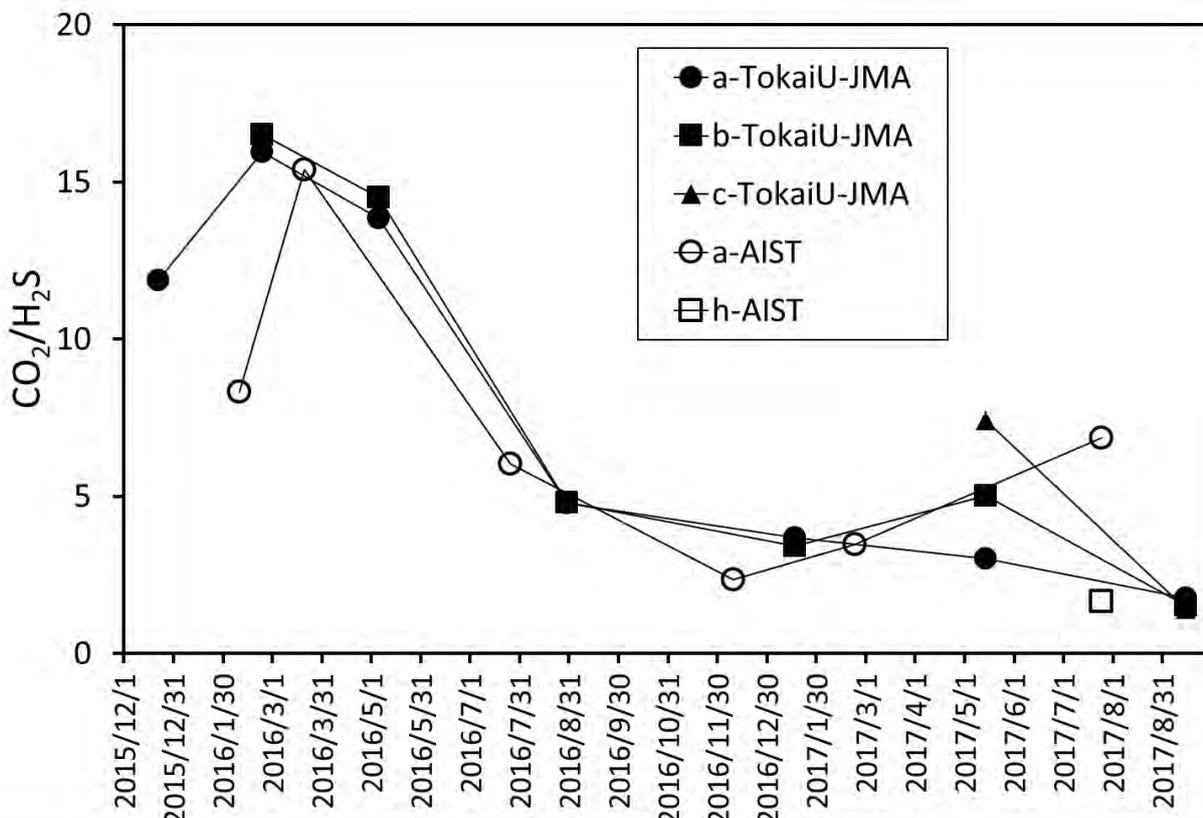


図 3. CO₂/H₂S 比の時間変化

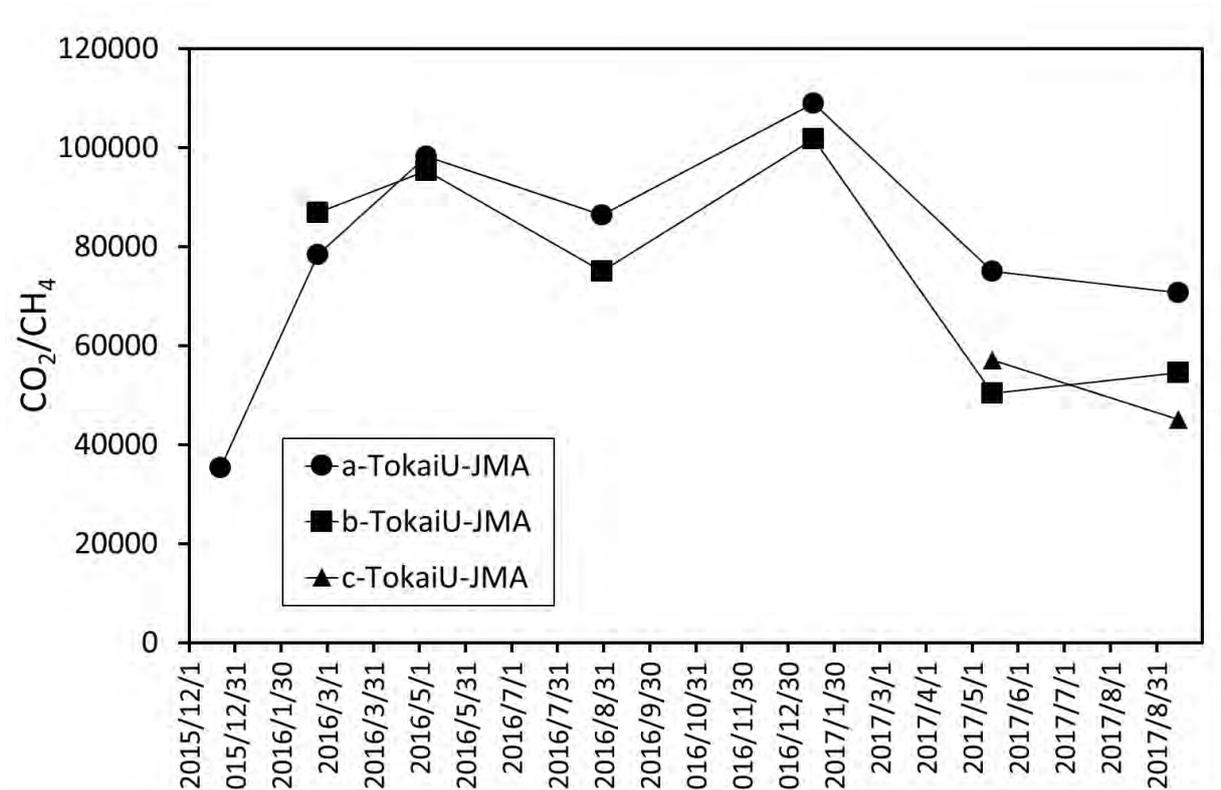


図 4. CO₂/CH₄ 比の時間変化

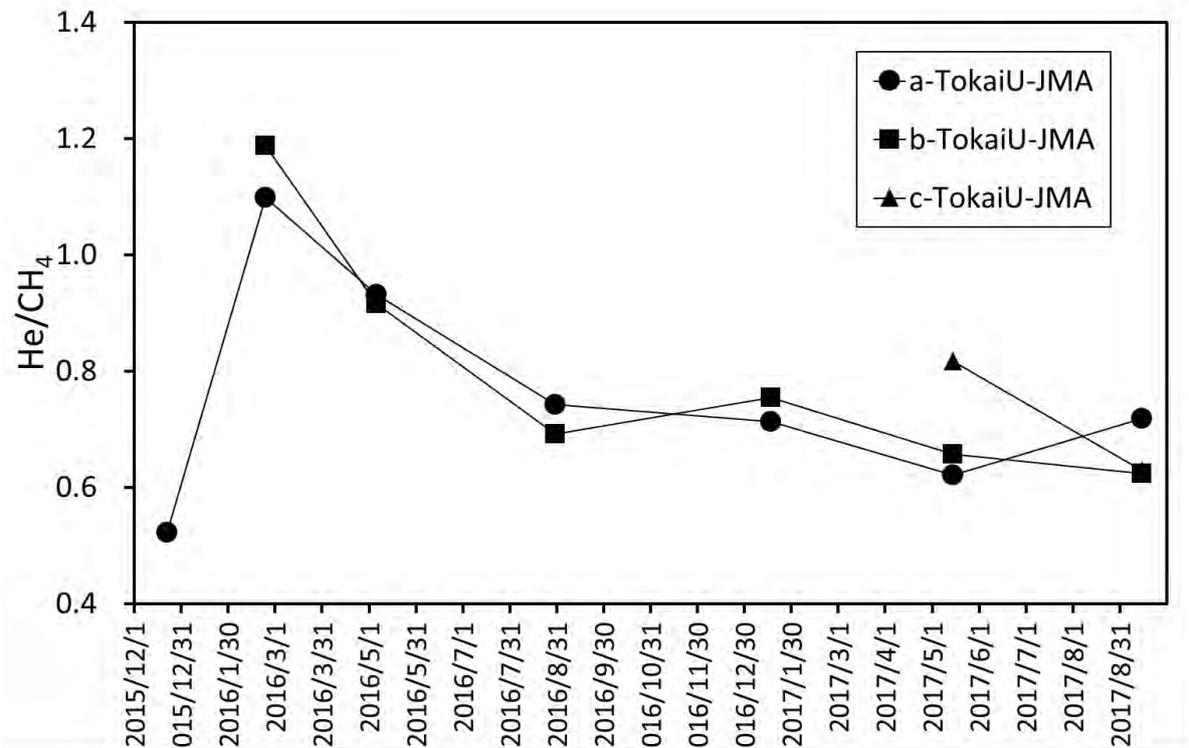


図 5. He/CH₄ 比の時間変化

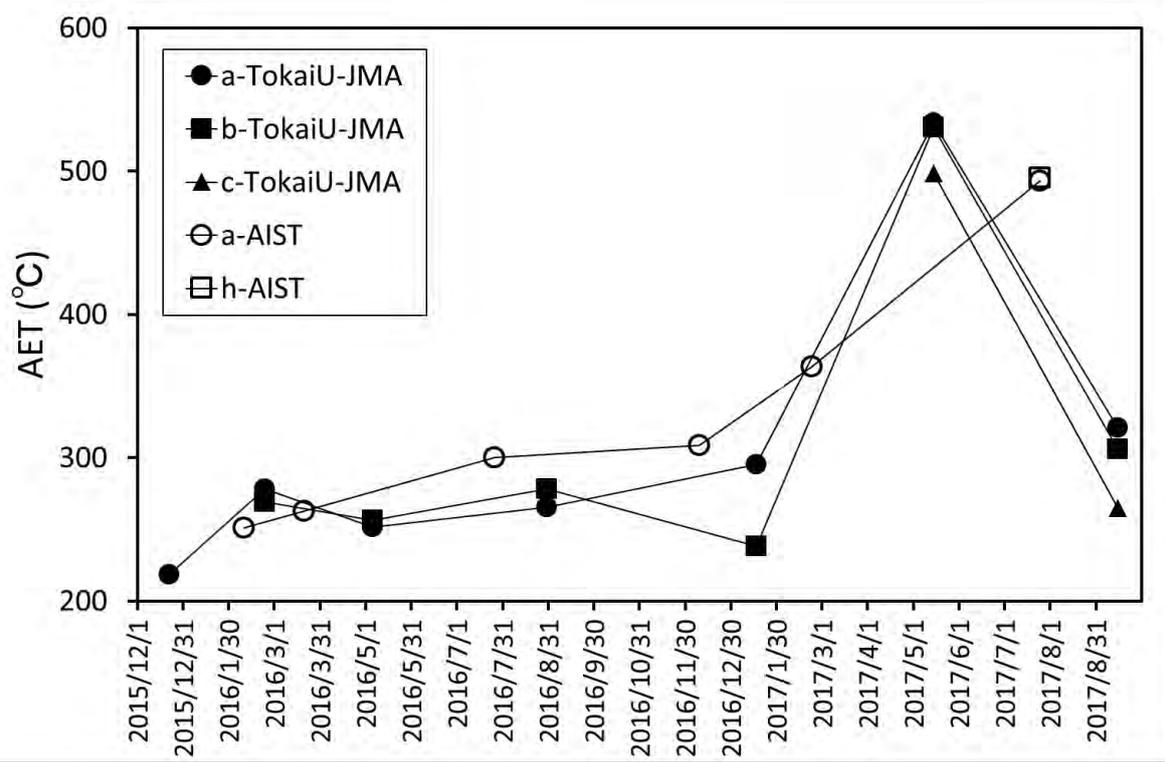


図 6. 見かけ平衡温度 (AET) の変化

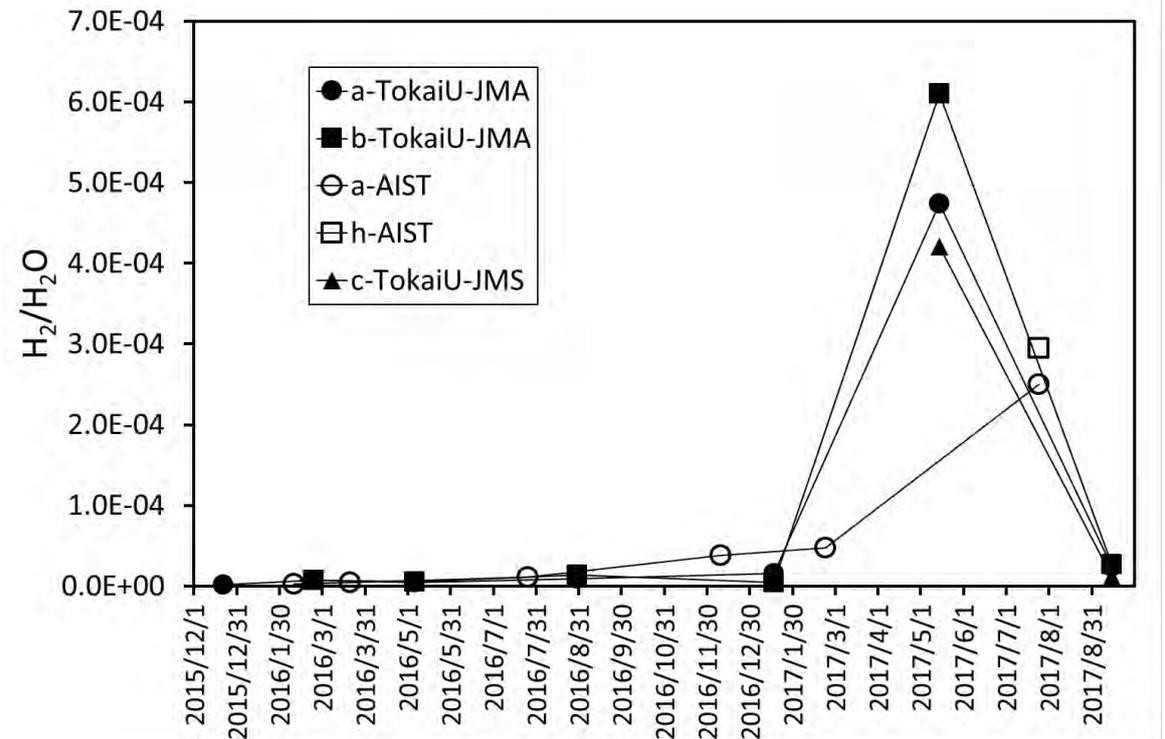


図 7. H₂/H₂O 比の変化

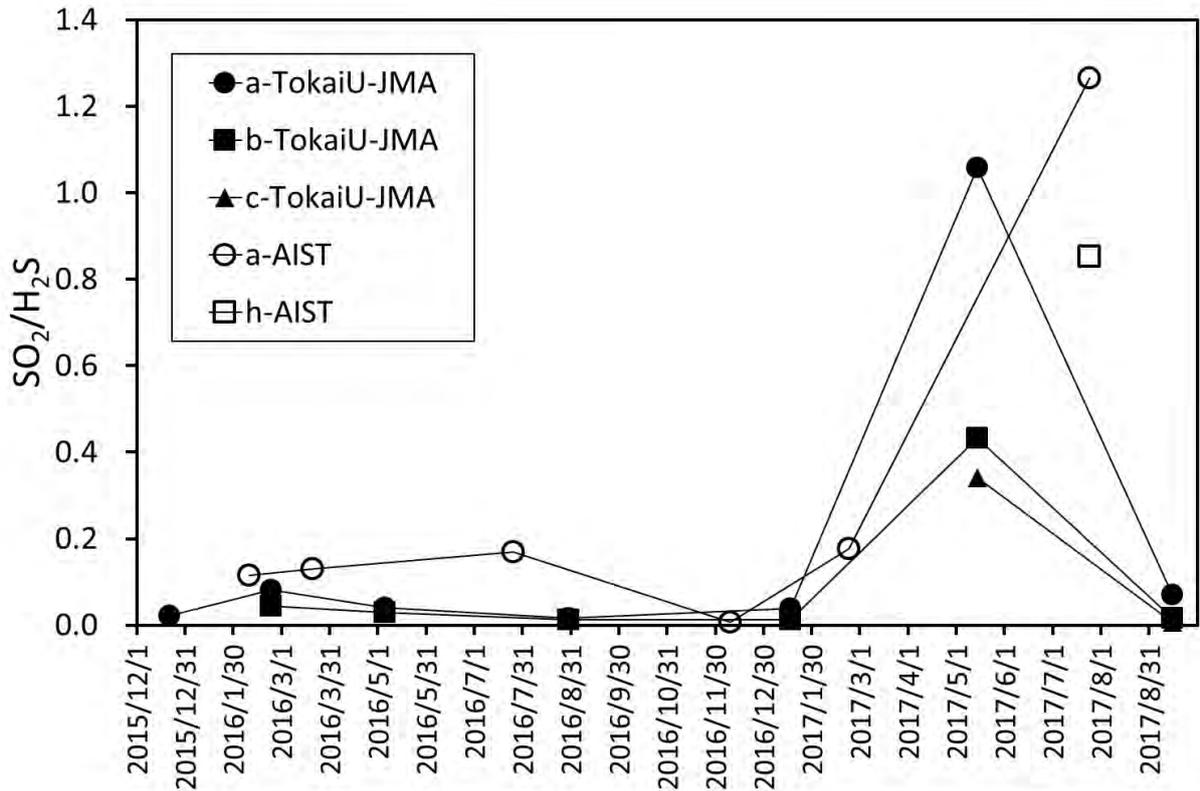


図 8. SO₂/H₂S 比の変化

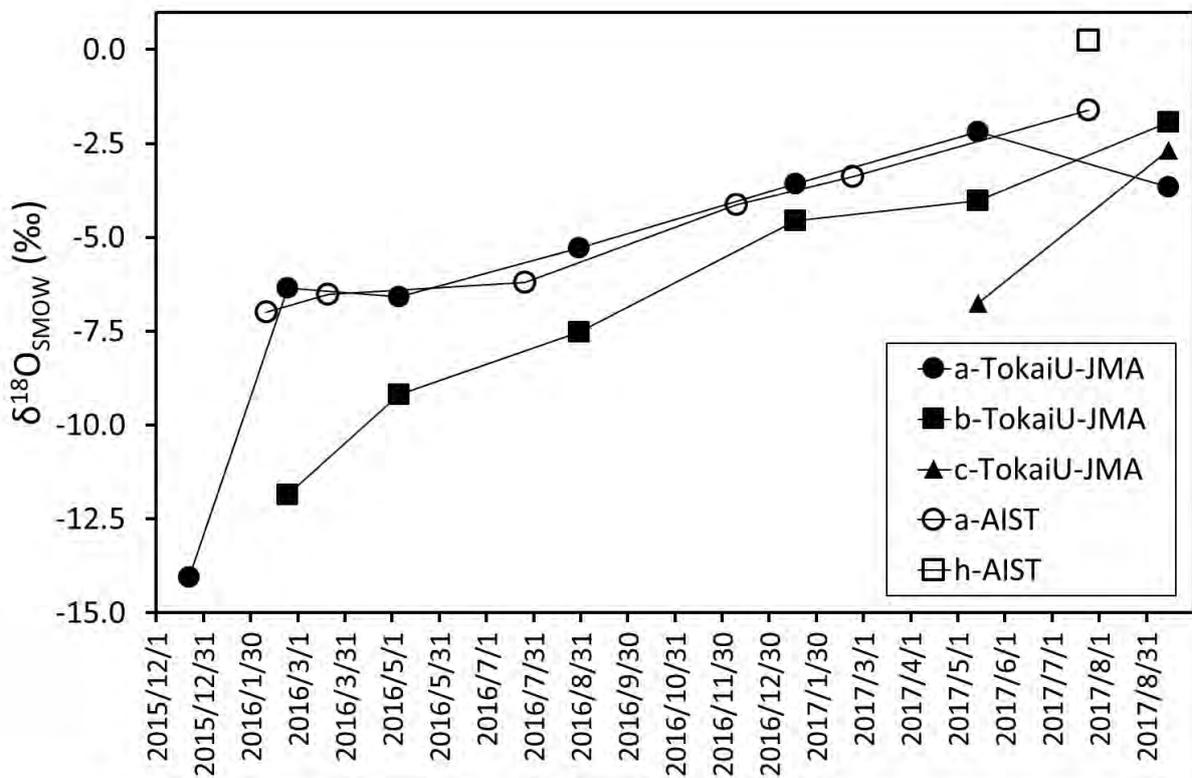


図 9. H₂O の酸素同位体比の変化

霧島・硫黄山における噴気温度連続観測

2017年8月より硫黄山の3カ所において噴気温度の連続観測を開始した(図1)。センサーは Hastelloy C 製の保護管にいた Pt100 温度計を使い、携帯電話通信により10分毎の温度を毎日1回クラウドサーバーに転送している。図2に各噴気の温度変化を示す。噴気 I はほぼ沸点温度を保っているが、噴気 A は温度が徐々に上昇し、噴気 M1 は9月上旬から下降している。しかし東大震研の現地繰り返し測定の結果では両噴気とも大きな温度変化は生じていないことから、これらの温度変化は噴気孔の移動により温度センサーにあたる噴気が変化したための見かけ上の変化である可能性が高い。



図1. 噴気温度観測点配置図。噴気地点の記号(A, I, M1)は、東大震研の資料と同一である。

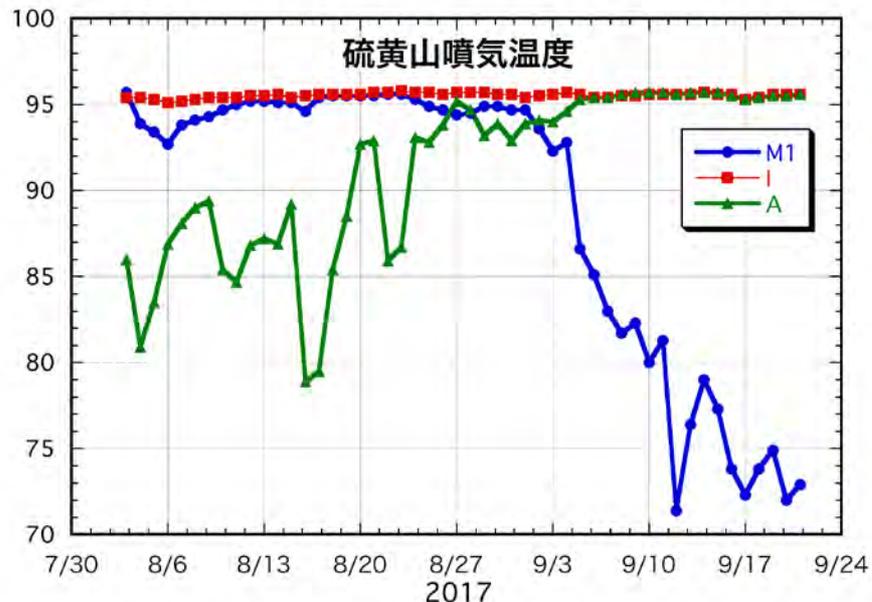


図2. 各噴気地点の温度変化。1日毎の最大値をプロットした。

観測点設置にあたっては、田島靖久博士、古園俊男氏、篠原宏志博士の協力を得た。ここに記して感謝する。

地図の作成には Google Map (衛星写真)、スーパー地形 を使用した。

霧島・硫黄山における塩化水素ガスの放出

霧島硫黄山において 2017 年 8 月 2 日に現地調査した際、10 ヶ所あまりある測量点のうち噴気孔の北東方向にあたる IW11 地点の測量用ピンの表面が異常に錆びていることが発見された。2 ヶ月前の 6 月 4 日に現地調査をした際には異常はなかった。測量ピンはステンレス (SUS304) 製であり、硫化水素や二酸化硫黄ガスには耐性があるが、塩化水素ガスには弱く、表面に錆が発生する。このことから、高濃度の塩化水素または塩酸ミストが硫黄山の噴気孔から噴出して、北東側に流れたものと推測される。

霧島・硫黄山東方においては、2017 年 7 月 22~23 日に鹿児島大学・岩手県立大学により植物の枯死・変色が確認され、7 月 26 日に予知連絡会に報告されている。この枯死・変色現象も高濃度の塩化水素ガスまたは塩酸ミストによるものと推測される。



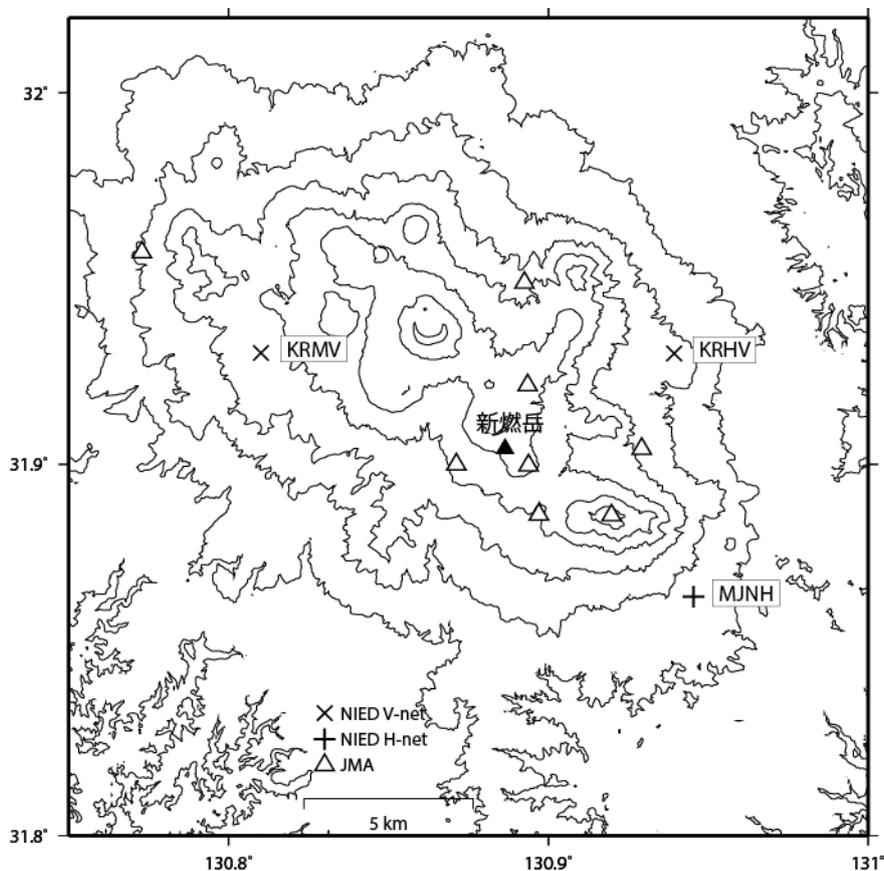
図 1 硫黄山の測量ピン（緑丸）の配置図。錆が発生した IW11 は噴気孔の北東側に位置している。



図 2 ステンレスピンの変化。左側は 2017 年 6 月 4 日の IW10 の写真。右側は 2017 年 8 月 2 日の IW11 の写真。IW11 では表面に錆が生じている。

地図の作成には Google Map (衛星写真)、スーパー地形 を使用した。

霧島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。

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

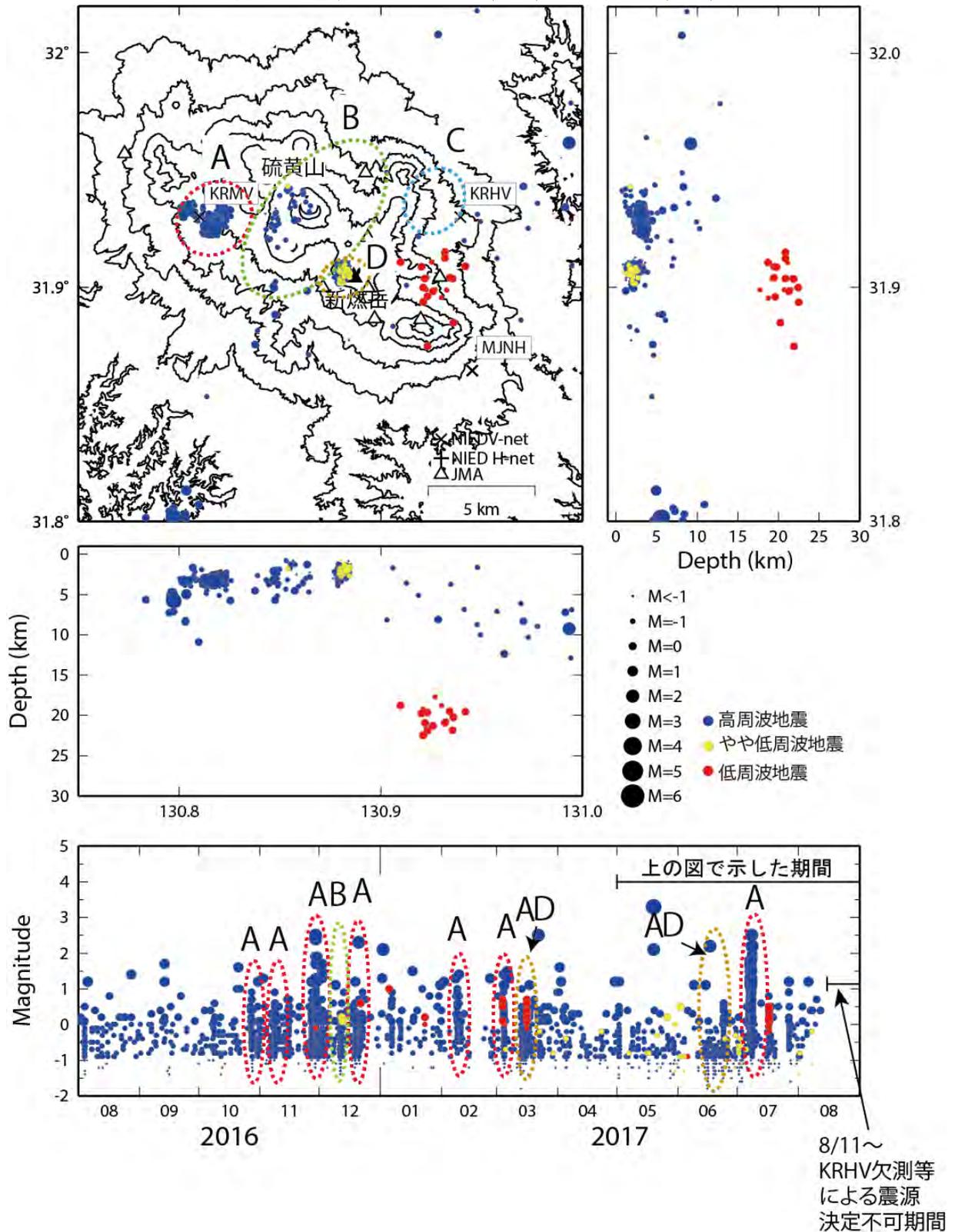
○ 地震活動

2017年6～8月期間中、万膳観測点直下（図1A）に地震活動が集中した。硫黄山を含む韓国岳周辺（図1B）では地震活動は低かった。

○ 地殻変動

傾斜計記録（図2）には、2017年6～8月期間中、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、基線長に若干の伸びの変化が認められる。

霧島山の地震活動 (2017/05/01 - 2017/08/31)

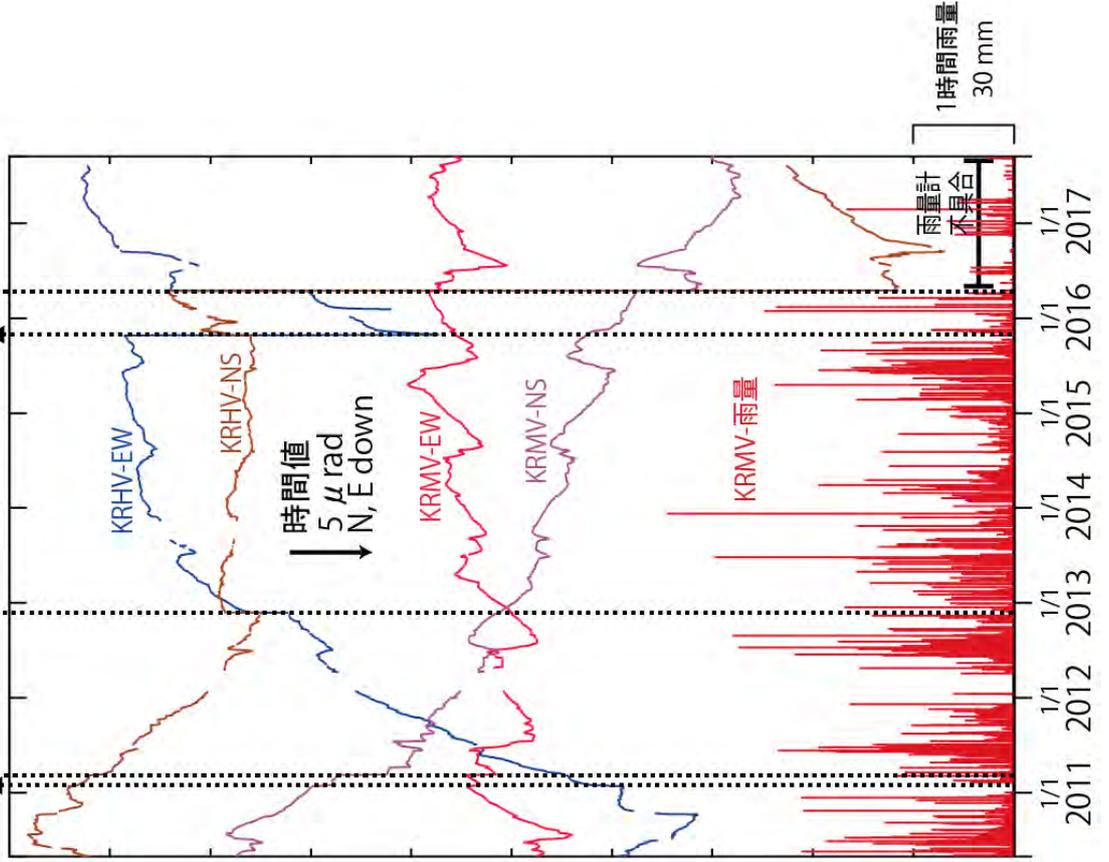


震源決定には、気象庁の観測点（位置は図中）も使用した。
 地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 10mメッシュ（標高）を使用した。

図 1 霧島山の地震活動 (2017/05/01 - 2017/08/31)

霧島山の傾斜変動 (2010/05/01 ~ 2017/09/14)

東北地方太平洋沖地震 12/12/17 17:18 M=7.3 D=49km
 三陸沖の地震 16/4/14 21:26 M=6.5 D=11km
 熊本地震 16/4/16 1:25 M=7.3 D=12km
 噴火 11/1/26 7:31
 KRHV 傾斜計更新 2015/10/29-11/1/



霧島山の傾斜変動 (2017/01/01 ~ 2017/09/14)

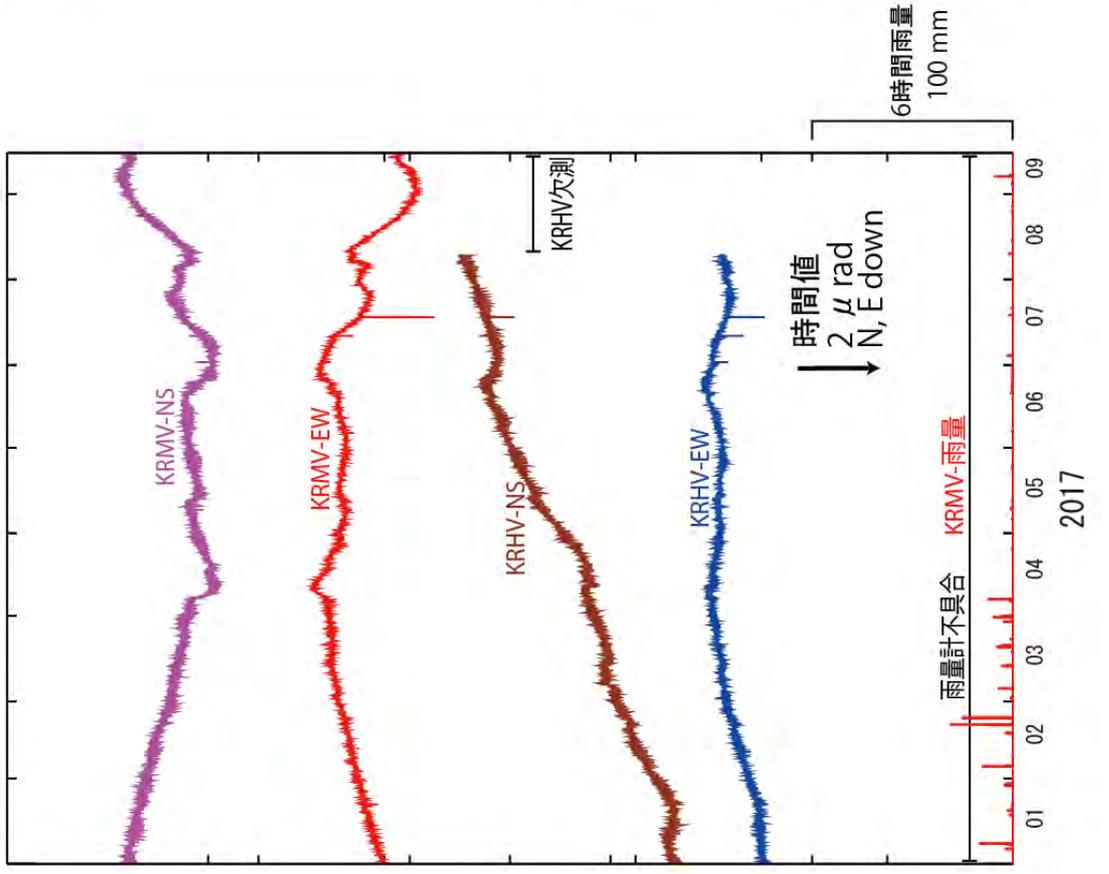
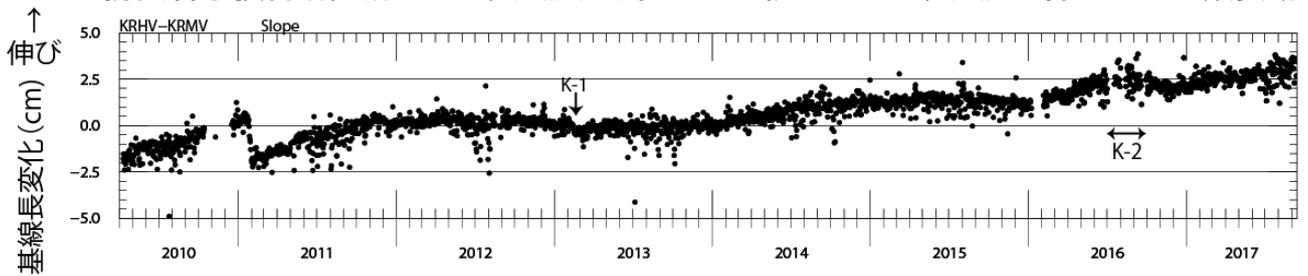


図 2 霧島山の傾斜変動

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



2017/05/21-2017/09/09 の地殻変動【大口 (950485) 固定】

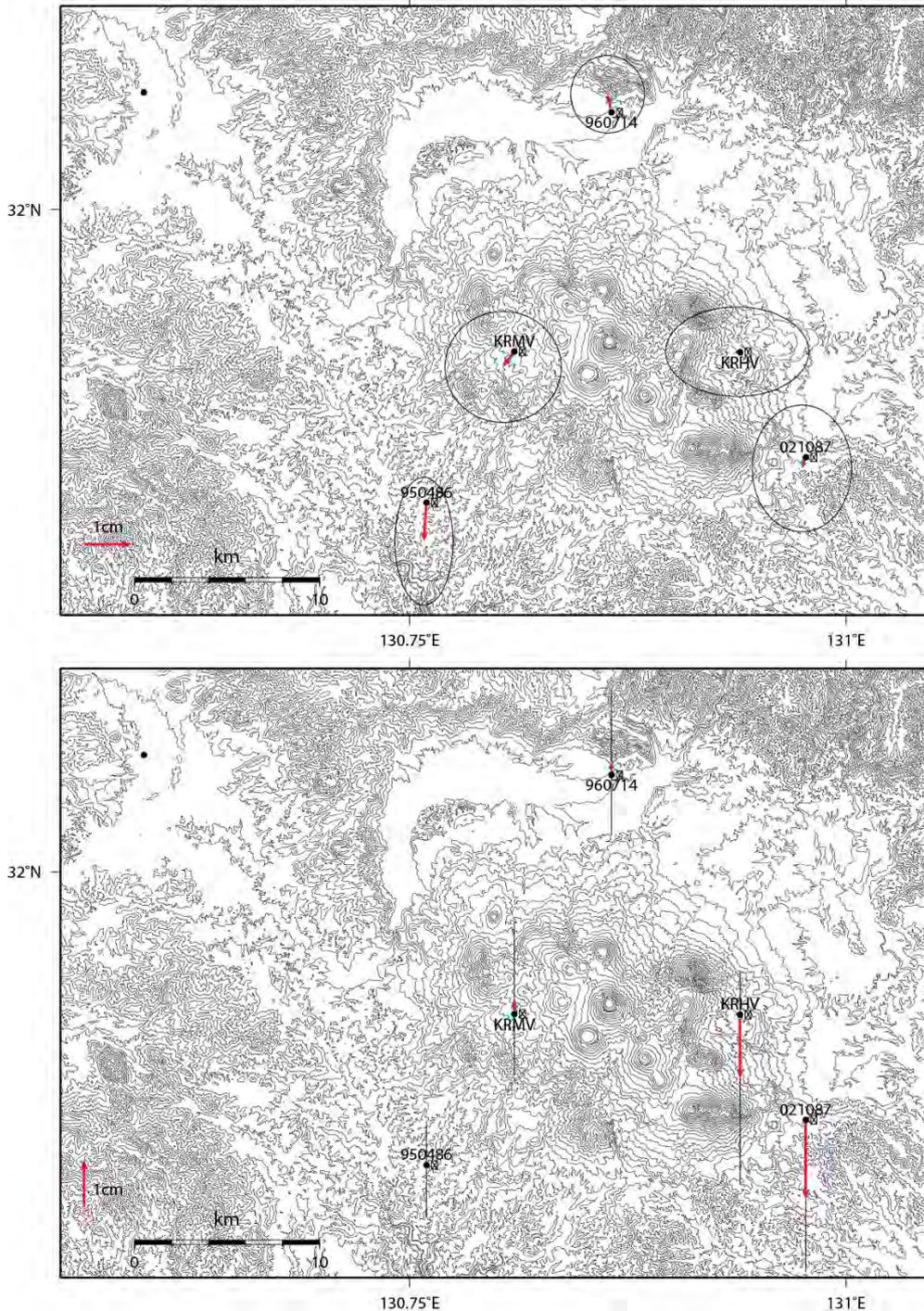


図 3 霧島山 GNSS 解析結果. ※ベクトル図は速報暦使用

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 (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
			2016/7/3~7/19 2016/8/1~8/10 2016/9/18~9/29	通信断による欠測
	霧島山万膳 (KRMV)	K-1	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
			2013/2/15	アンテナ台改善作業

SAR 干渉解析による新燃岳火口内および硫黄山周辺の地表変形

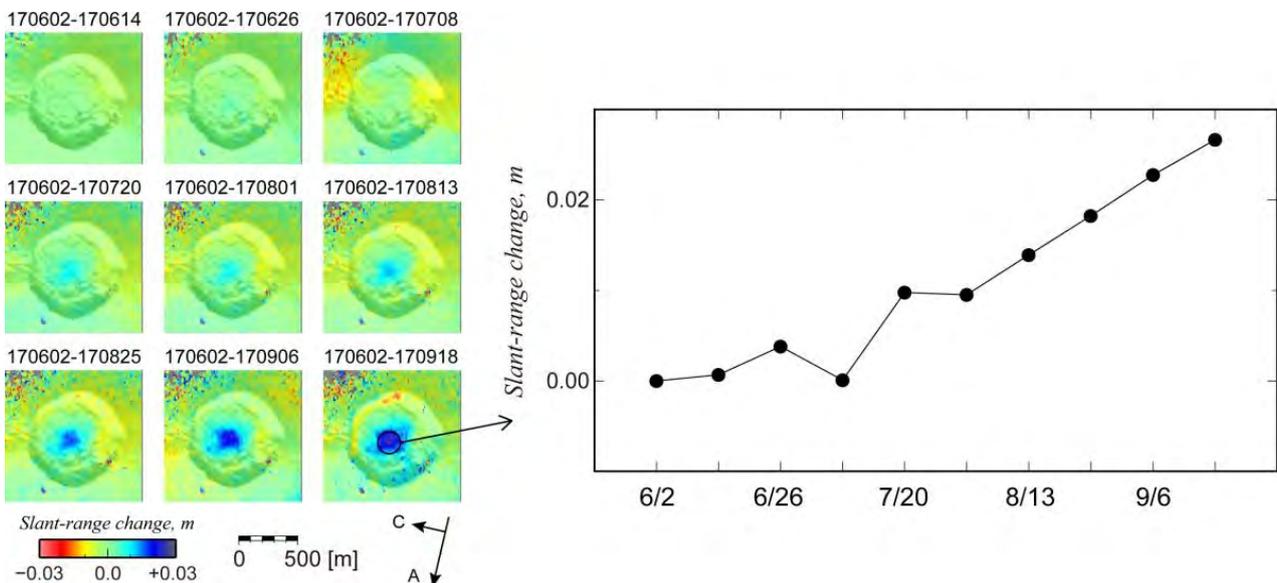
新燃岳火口:

2017 年 6 月 2 日から 9 月 18 日の期間において、火口中心部に衛星—地表間距離伸長変化(沈降もしくは西進が卓越)がみられる。(第 1 図)

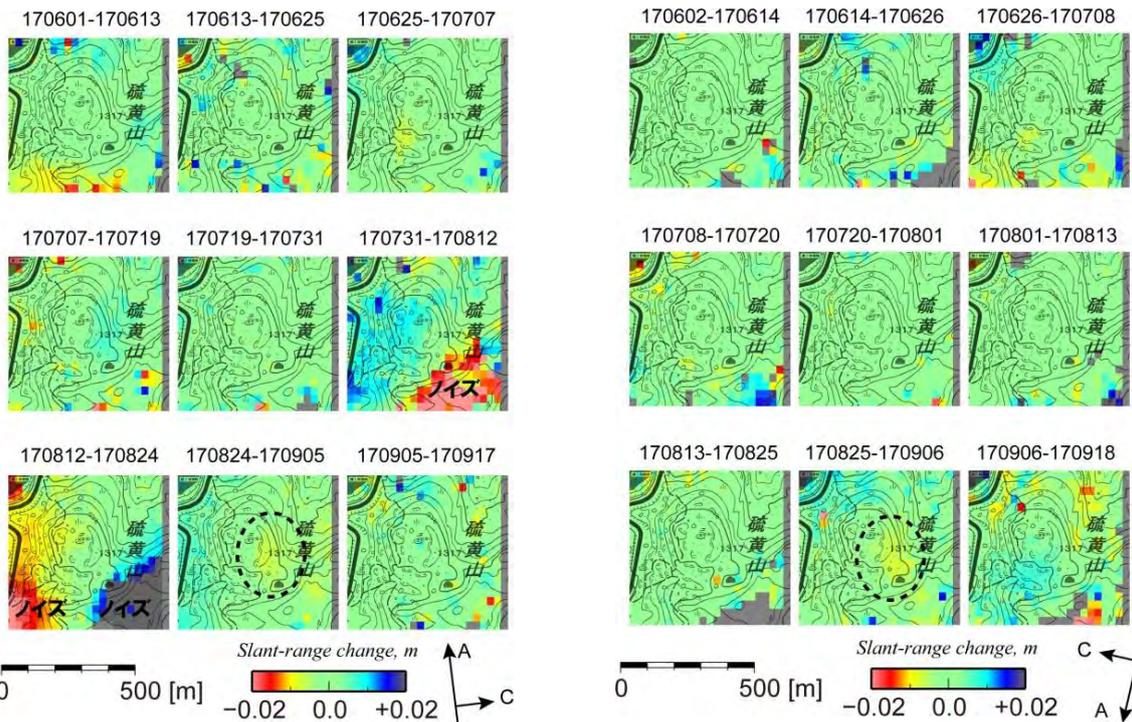
硫黄山:

Sentinel-1 の解析結果においては、2017 年 9 月 5 日の地震活動活発化時を含む期間に、若干の衛星—地表間距離短縮を示す変化が見られた。この領域は、以前に地表変動が検出された領域(硫黄山南斜面)と異なる。変化量が小さいため、ノイズである可能性も考えられるが、独立の観測データから同様の変化が見られたことから、地表変動を示す可能性が高いと考えられる。(第 2 図)

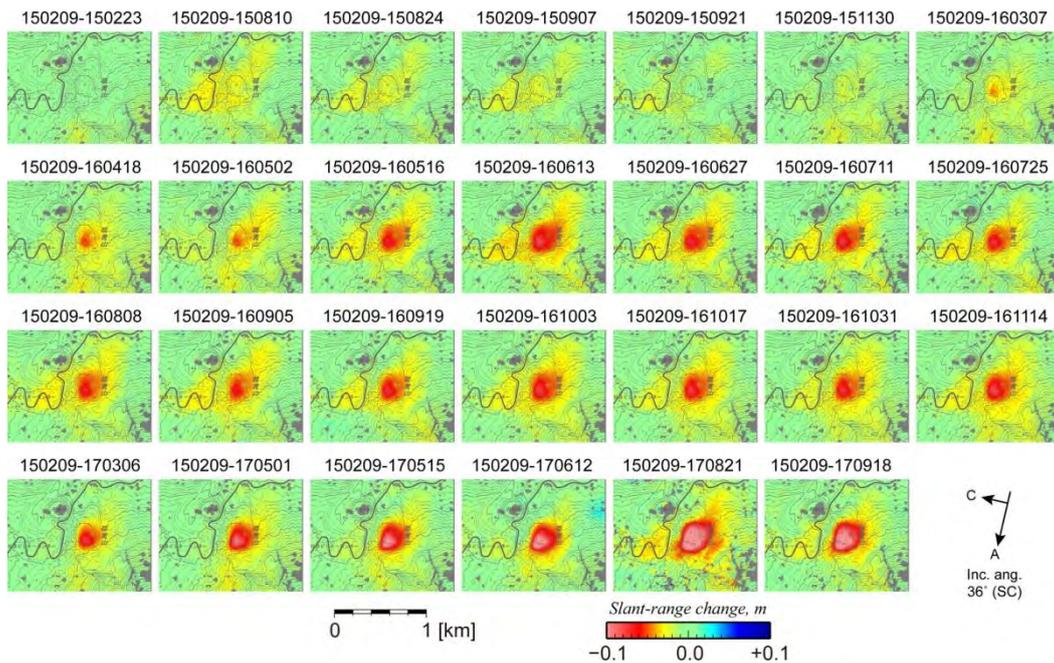
ALOS-2/PALSAR-2 の解析から得られた長期的な地表変動においては、硫黄山周辺で衛星—地表間距離が短縮した(隆起もしくは東進が卓越)ことを示す変化が見られる。Sentinel-1 の解析から得られた衛星—地表間距離短縮変化は、その縁辺部に位置する。(第 3 図)



第 1 図. Sentinel-1 の SAR データを解析して得られた、2017 年 6 月 2 日から 9 月 18 日の新燃岳火口内の地表変動。左図は衛星—地表間距離変化分布図を示す。右図は、左図右下の図の丸印中心における衛星—地表間距離変化の時系列。



第 2 図. Sentinel-1 の SAR データを解析して得られた、2017 年 6 月から 9 月の硫黄山周辺の地表変動. 左図は北行軌道(西上空からの観測)、右図は南行軌道(東上空からの観測)に関する解析結果.



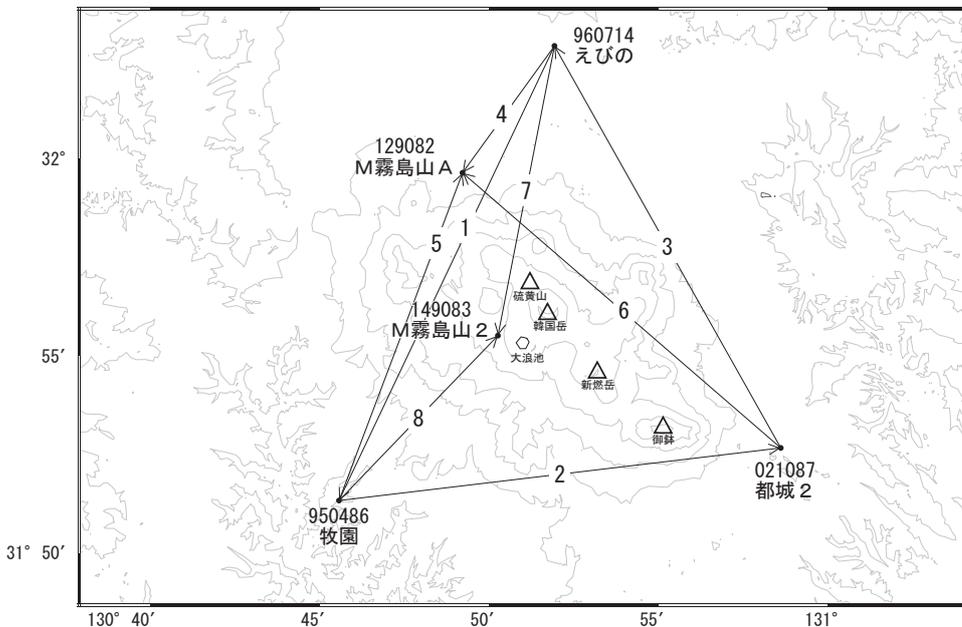
第 3 図. ALOS-2/PALSAR-2 の SAR データを解析して得られた、2015 年 2 月 9 日から 2017 年 9 月 18 日の硫黄山周辺の地表変動(衛星-地表間距離変化).

謝辞. 本解析で使用した ALOS-2/PALSAR-2 データは、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構 (JAXA) との共同研究契約に基づいて提供され、東京大学地震研究所特定共同研究(B)の課題(2015-B-02)において共有しているものである。ALOS-2/PALSAR-2 の原初データの所有権は JAXA が有する。Sentinel-1 データは Sentinel-1 Scientific Data Hub を通じて提供されたものである。Sentinel-1 データの所有権は欧州宇宙機関が有する。解析および図の作成においては、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ DEM および地理院地図(電子国土 Web)の画像を使用した。

霧島山

硫黄山を挟む「えびの」－「牧園」等の基線で2017年7月頃からわずかな伸びが見られます。

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
021087	都城2	20120912	アンテナ・受信機交換
		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

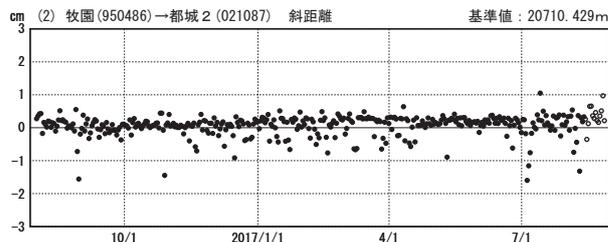
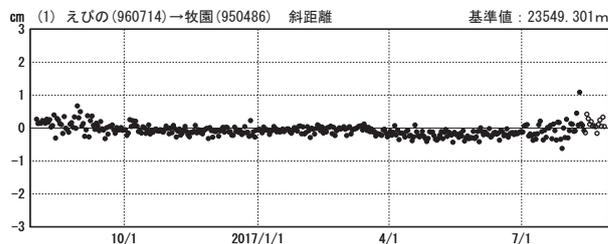
基線変化グラフ

期間: 2012/08/01~2017/08/26 JST



基線変化グラフ

期間: 2016/08/01~2017/08/26 JST

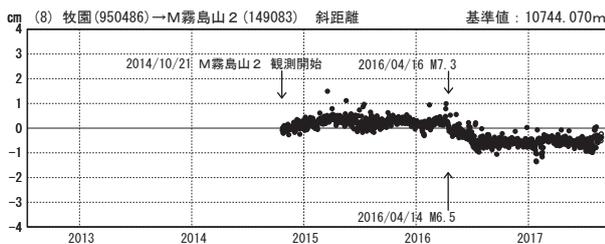
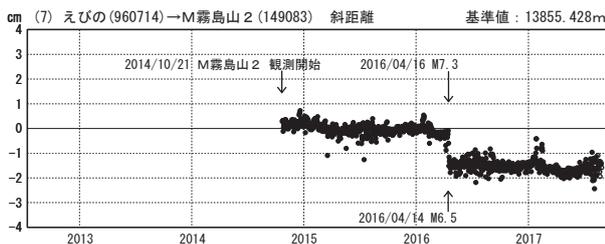
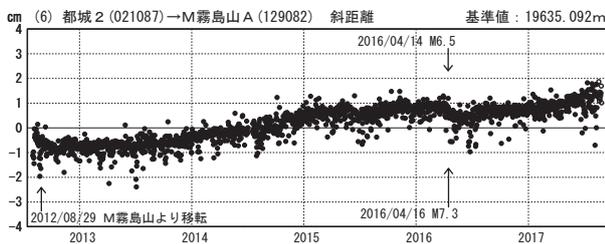
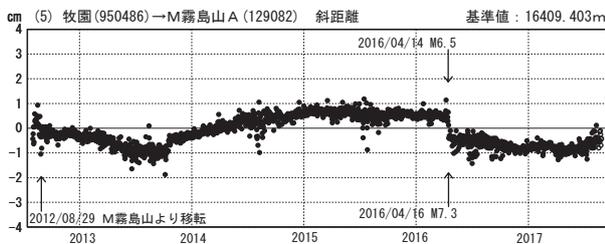
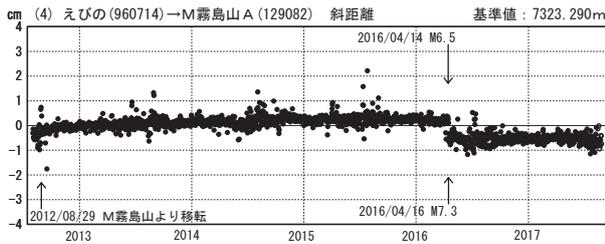
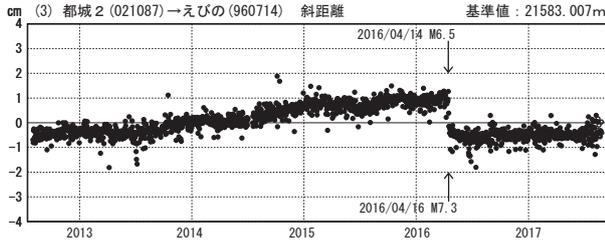


●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※[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

基線変化グラフ

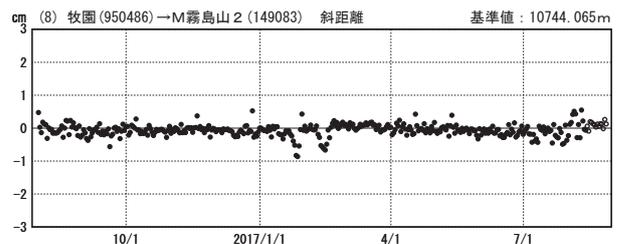
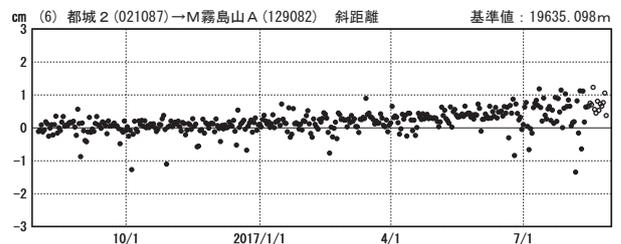
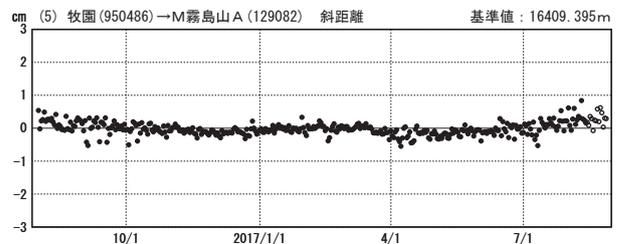
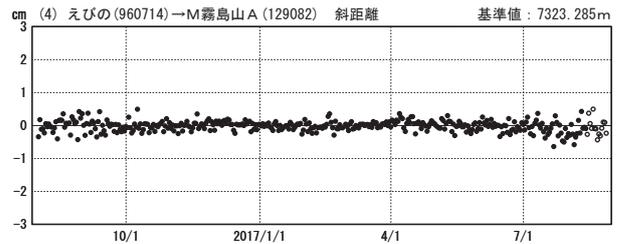
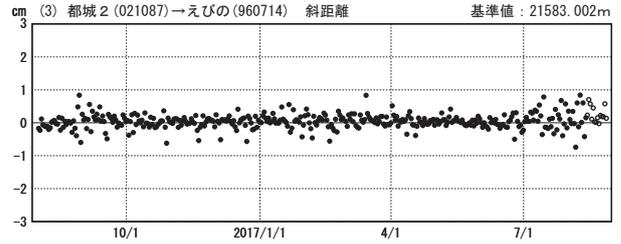
期間：2012/08/01～2017/08/26 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/08/01～2017/08/26 JST

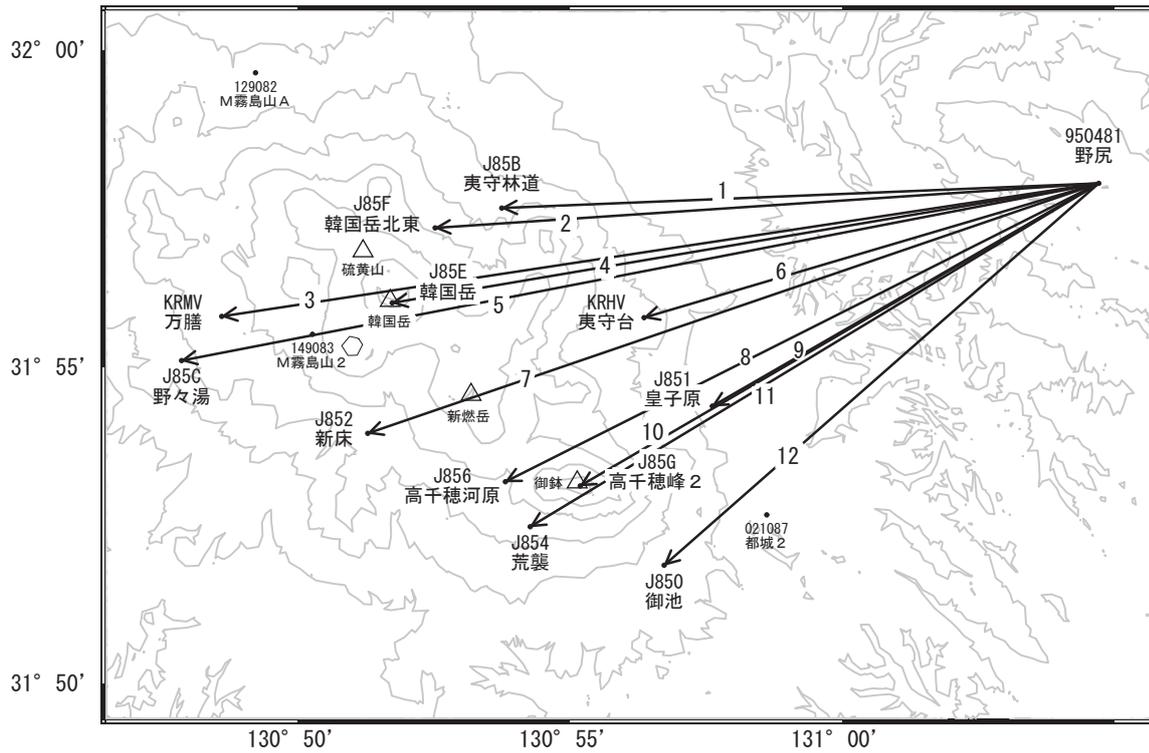


国土地理院

※[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)

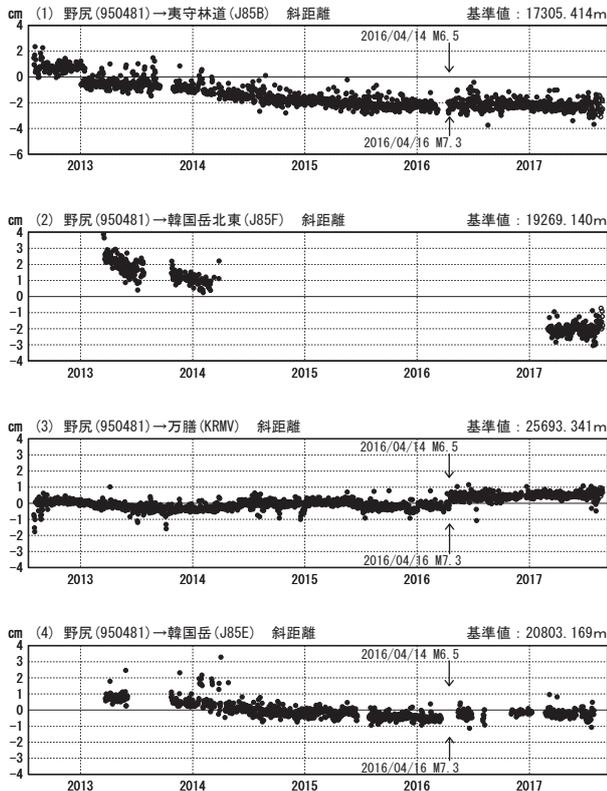


霧島山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950481	野尻	20131205	アンテナ交換

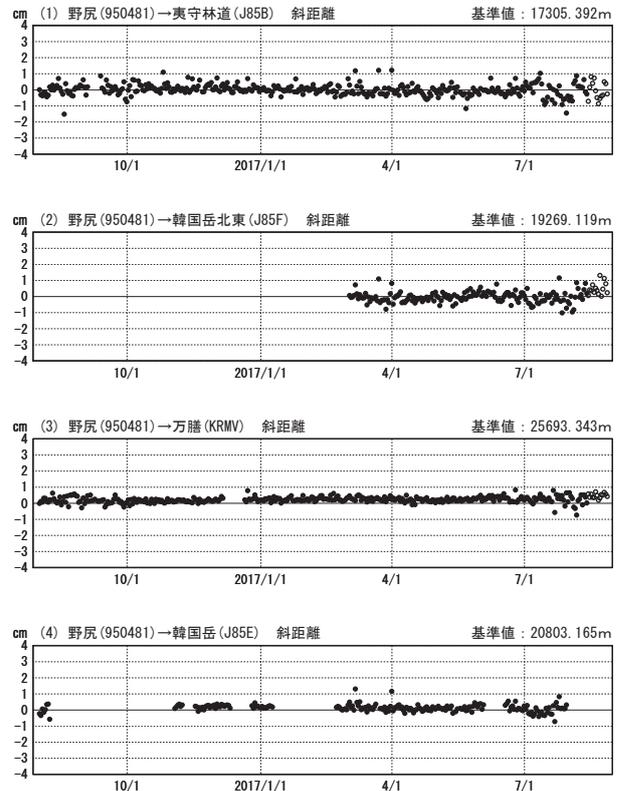
基線変化グラフ

期間: 2012/08/01~2017/08/26 JST



基線変化グラフ

期間: 2016/08/01~2017/08/26 JST



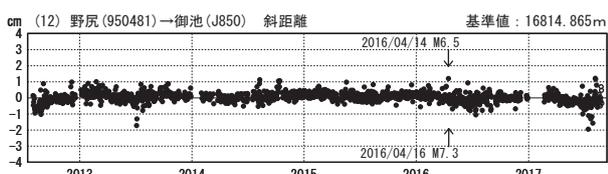
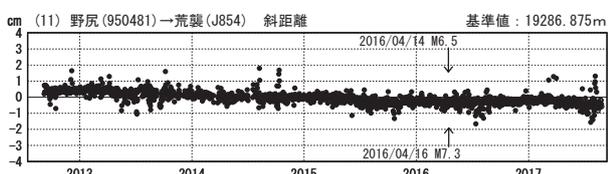
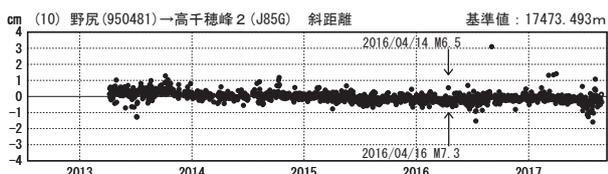
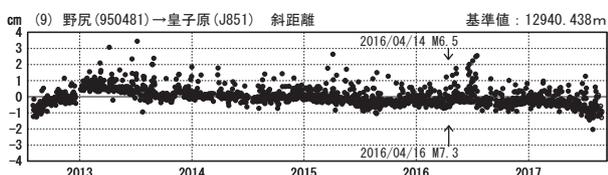
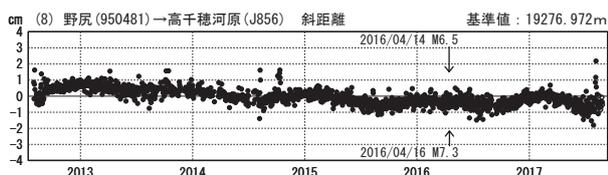
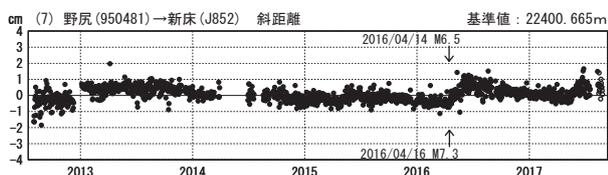
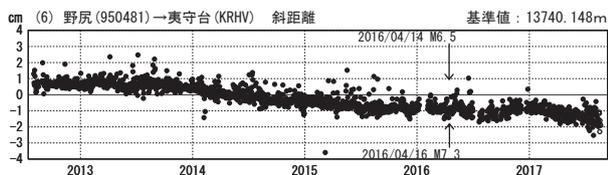
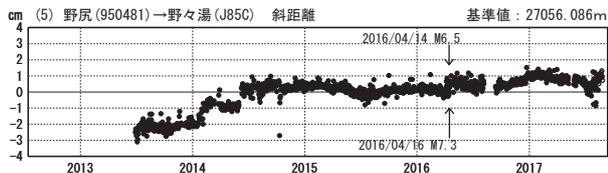
●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

霧島山

基線変化グラフ

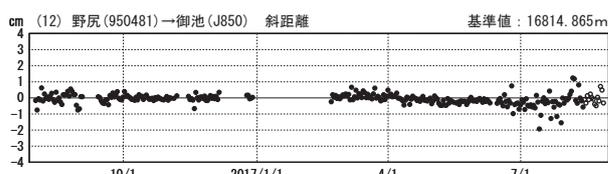
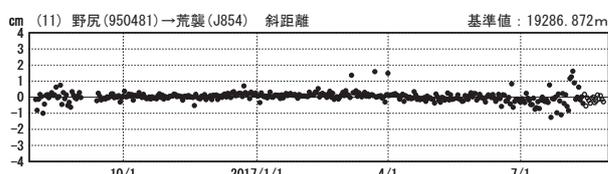
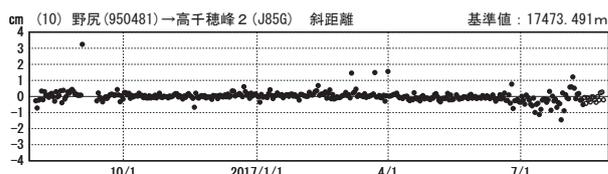
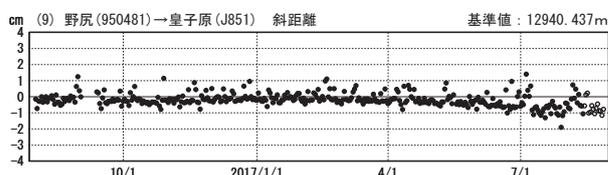
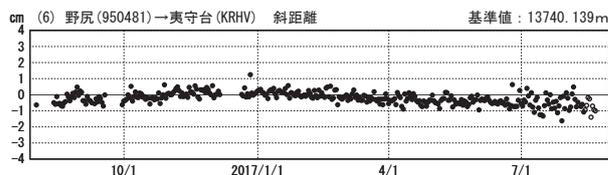
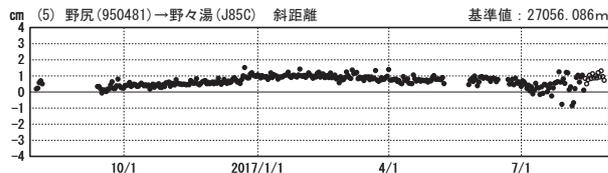
期間：2012/08/01～2017/08/26 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/08/01～2017/08/26 JST

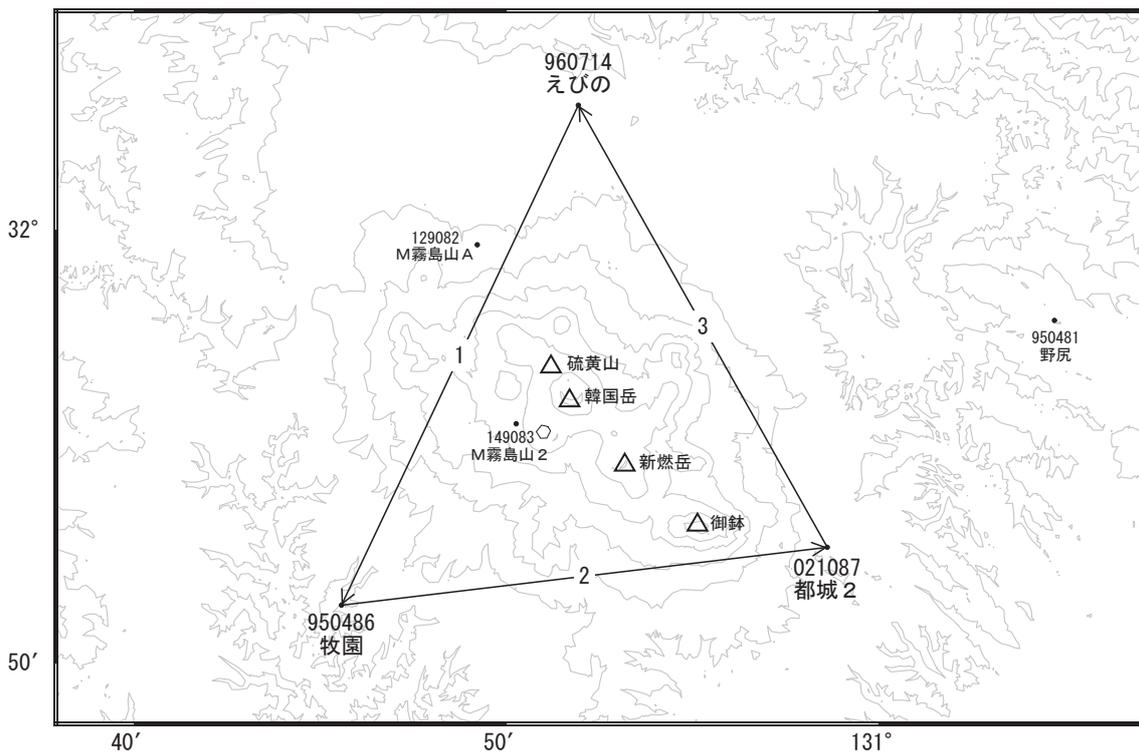


国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

※[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

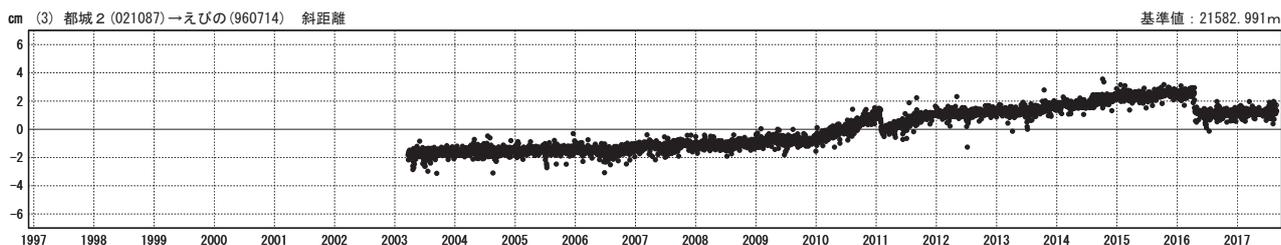
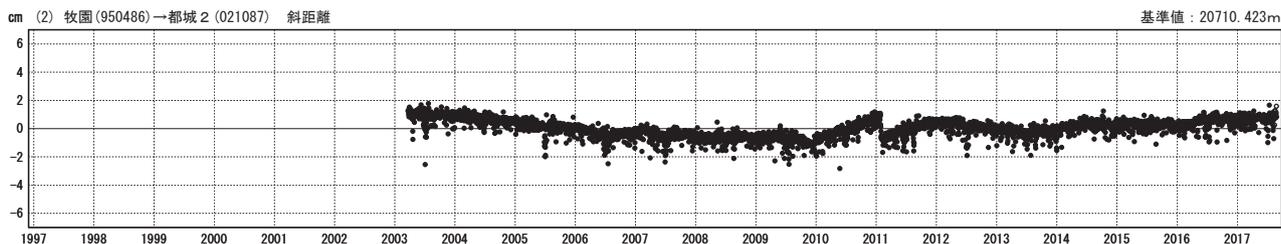
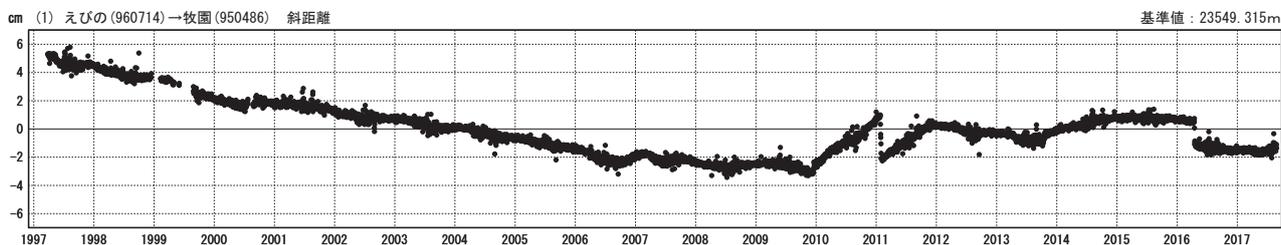
霧島山

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: 1997/01/01~2017/08/26 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

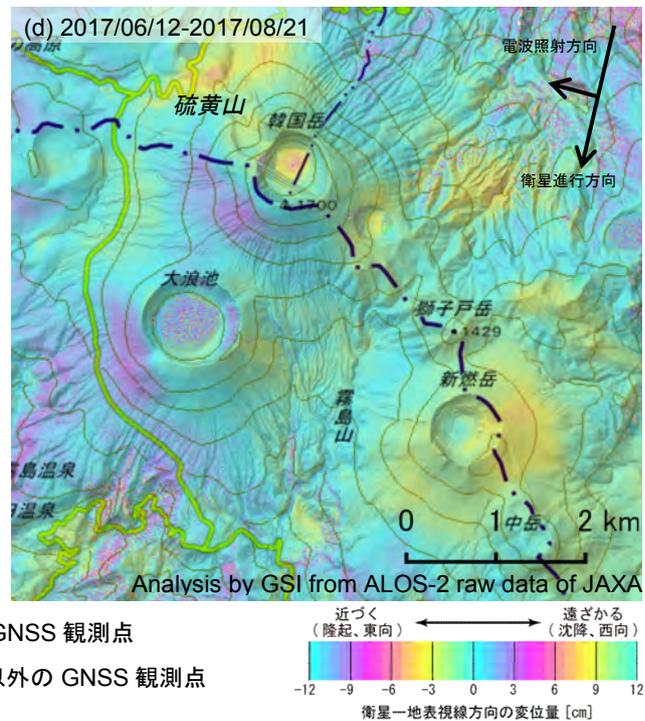
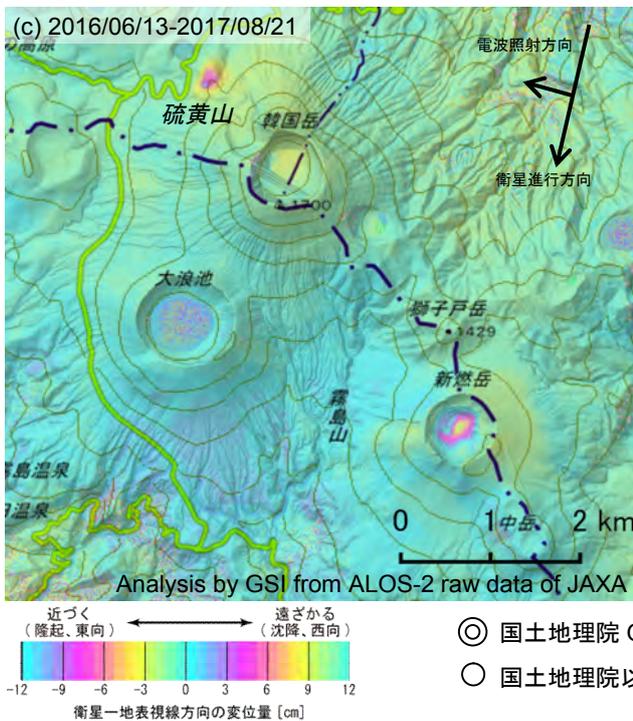
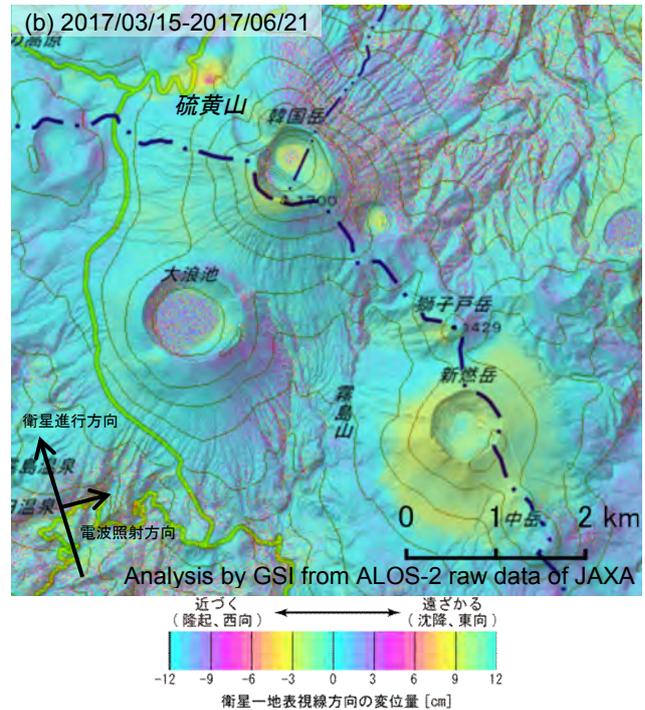
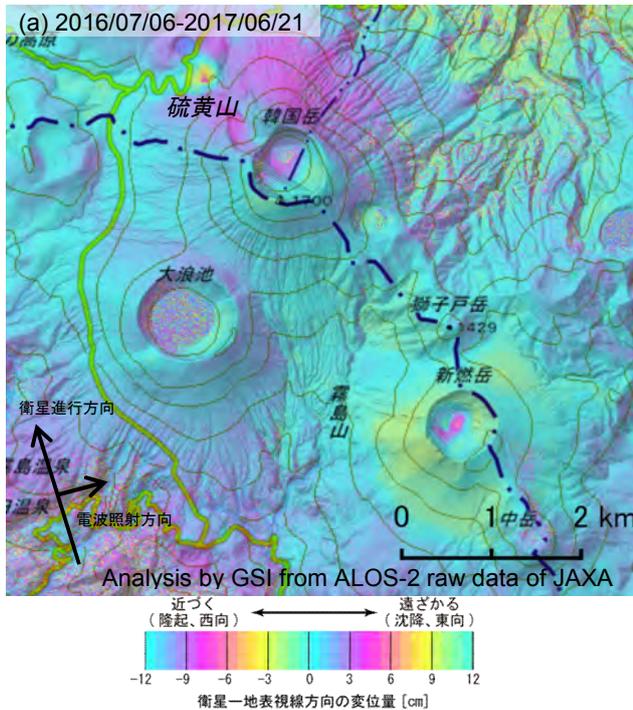
国土地理院

※[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

霧島山

霧島山の SAR 干渉解析結果について

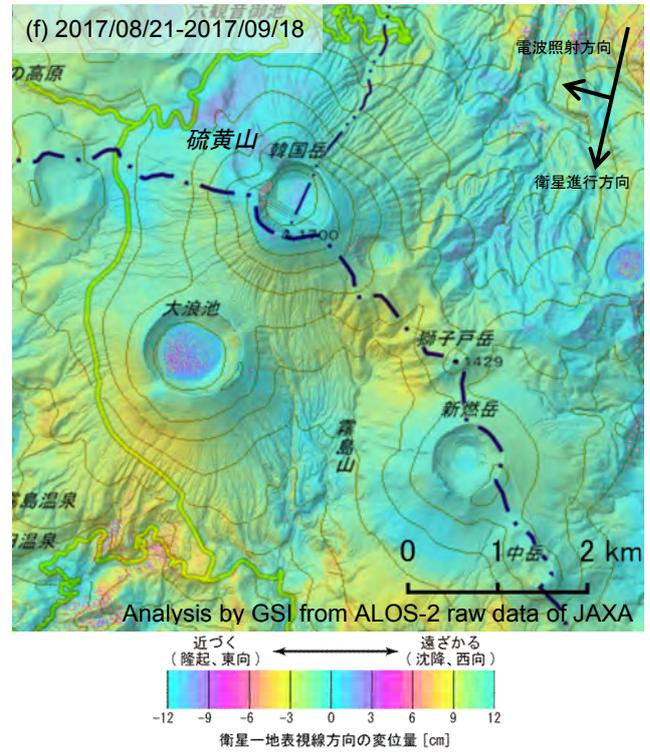
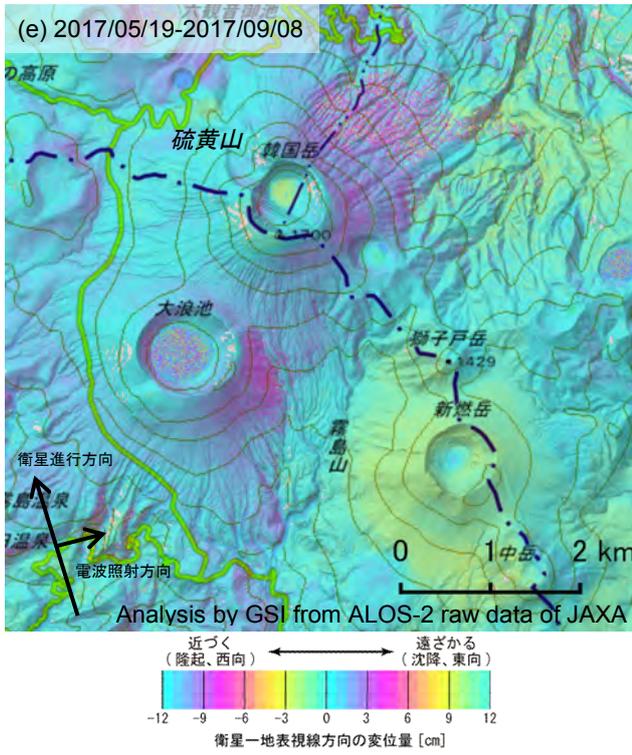
判読) (a)~(d)では、硫黄山で衛星に近づく変動が見られます。
 (a)、(c)では、新燃岳火口内東側で衛星から遠ざかる変動が見られます。
 (e)、(f)では、ノイズレベルを超える変動は見られません。



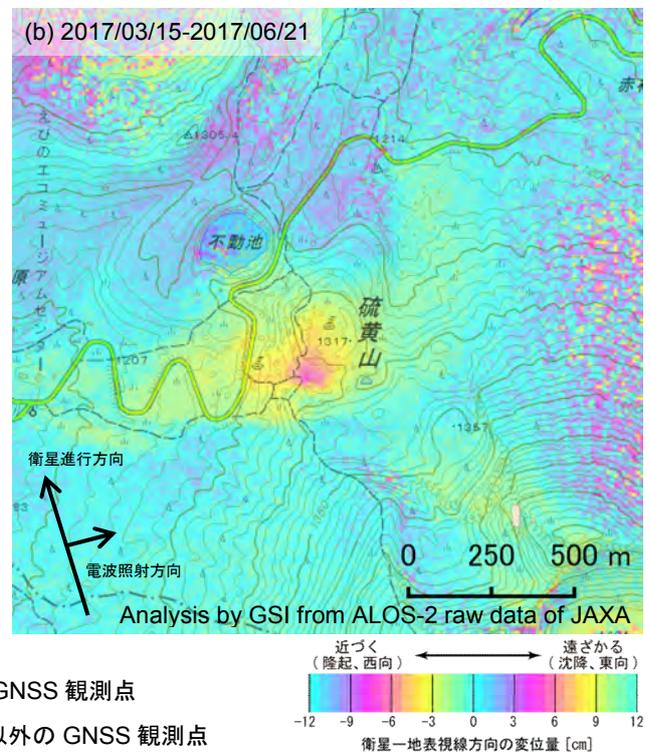
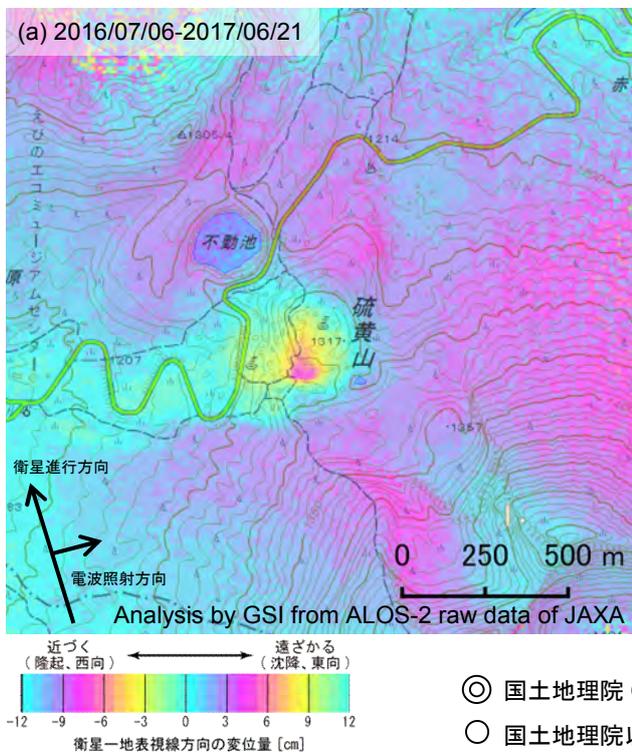
- ◎ 国土地理院 GNSS 観測点
- 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

霧島山



【硫黄山の拡大図】

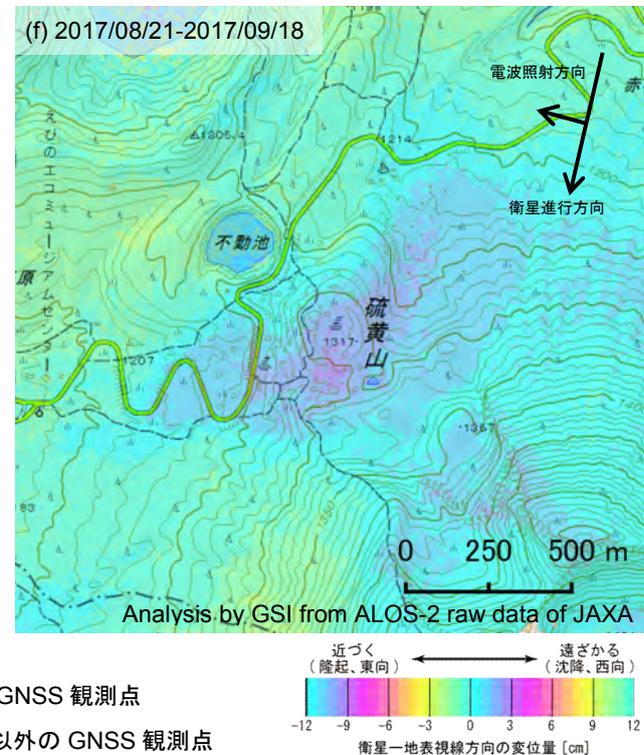
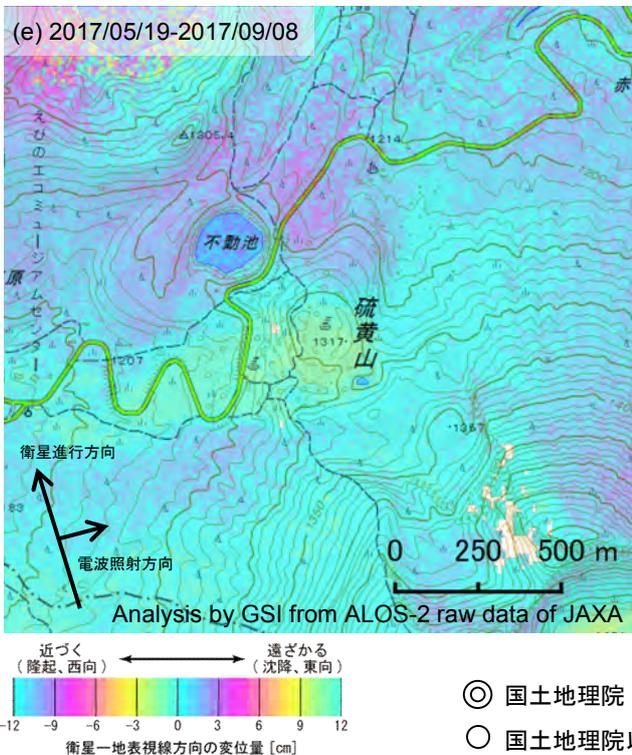
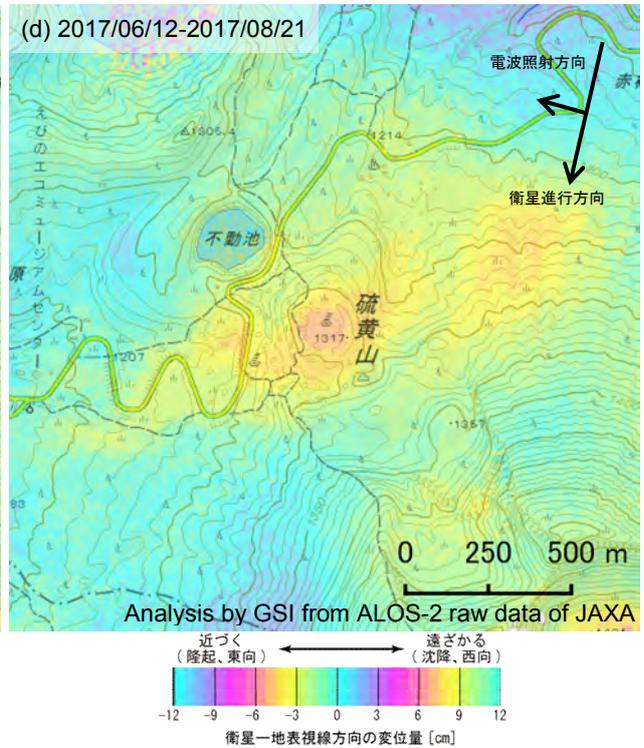
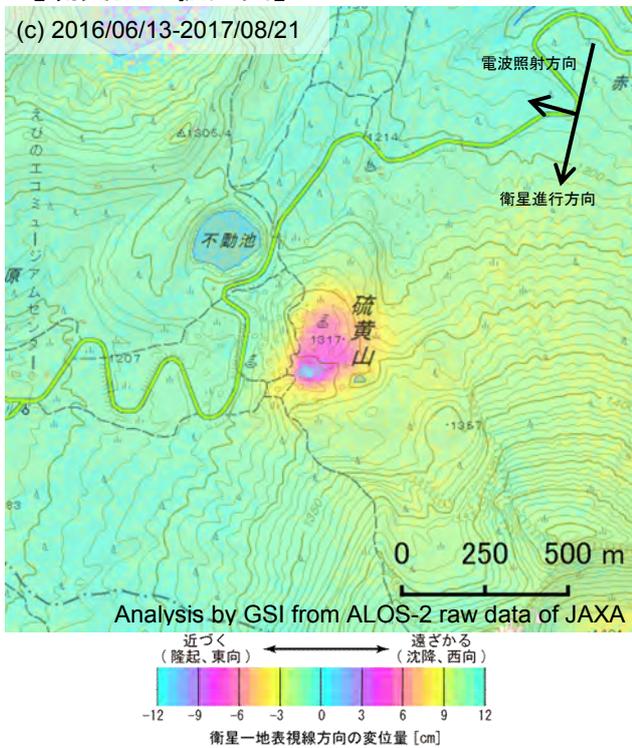


- ◎ 国土地理院 GNSS 観測点
- 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

霧島山

【硫黄山の拡大図】



- ◎ 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

霧島山

	(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	2016/07/06 2017/06/21 0:18 頃 (350 日間)	2017/03/15 2017/06/21 0:18 頃 (98 日間)	2016/06/13 2017/08/21 12:19 頃 (434 日間)	2017/06/12 2017/08/21 12:19 頃 (70 日間)	2017/05/19 2017/09/08 0:12 頃 (112 日間)	2017/08/21 2017/09/18 12:19 頃 (28 日間)
衛星進行方向	北行	北行	南行	南行	北行	南行
電波照射方向	右	右	右	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	42.9°	42.9°	35.5°	35.5°	32.1°	35.5°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 76 m	+ 146 m	- 149 m	- 216 m	- 54 m	+ 101 m

*U: 高分解能(3m)モード