

第 136 回
火山噴火予知連絡会資料

(その1の2)

口永良部島、阿蘇山

平成 28 年 10 月 4 日

火山噴火予知連絡会資料（その1の2）

目次

口永良部島	3
気象庁 3-23 (気象研 20-23)	
東大震研 24-25	
京大桜島 26-27	
地理院 28-31	
阿蘇山	32
気象庁 32-53 (気象研 52-53)	
京大阿蘇 54-56	
防災科研 57-63	
地理院 64-68	

口 永 良 部 島 (2016 年 9 月 25 日現在)

口永良部島では、2015 年 6 月 19 日の噴火後、噴火は観測されていない。
火山性地震は少ない状態で経過した。火山性微動が、8 月 29 日以降に新岳火口の北側のごく浅いところで発生している可能性がある。
火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1 日あたり 80~400 トンとやや少ない状態で経過した。
現地調査では、火口周辺の地形や噴煙及び熱異常域の状況に特段の変化はみられなかった。

2015 年 5 月 29 日と同程度の噴火が発生する可能性は低くなっているものの、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2014 年噴火前よりもやや多い状態で経過していることから、引き続き噴火が発生する可能性がある。

新岳火口から概ね 2km 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。

向江浜地区から新岳の南西にかけて、火口から海岸までの範囲では火砕流に警戒が必要である。
風下側では火山灰だけでなく小さな噴石が風に流されて降る恐れがあるため注意が必要である。
降雨時には土石流の可能性があるため注意が必要である。

○ 概況 (2016 年 5 月~2016 年 9 月 25 日)

・ 噴煙など表面現象の状況 (図 1~7、図 8-①、図 9-①)

口永良部島では、2015 年 6 月 19 日の噴火後、噴火は観測されていない。
遠望カメラによる観測では、白色の噴煙が最高で火口縁上 1,000m まで上がった。
期間中に実施した現地調査では、火口周辺の地形や噴気等の状況に変化は見られていない。
また、赤外線熱映像装置による観測では、2015 年 3 月頃から 5 月 29 日の噴火前に温度上昇が認められていた新岳火口西側割れ目付近の熱異常域の温度は、引き続き低下した状態で経過している。

5 月 26 日と 5 月 31 日に海上自衛隊第 1 航空群の協力により実施した上空からの観測では、新岳火口及び火口周辺の形状や噴煙の状況に特段の変化は認められなかった。

・ 地震、微動の発生状況 (図 8-②③、図 9-③~⑥、図 10~12、図 16、図 17)

火山性地震は少ない状態で、月回数で 28~32 回で経過している。震源は主に新岳北側の海拔下 0~1 km 付近に分布した。深部低周波地震は観測されていない。

火山性微動が 8 月 29 日以降に新岳火口の北側のごく浅いところで発生している可能性がある。

- ・火山ガスの状況（図 8-⑥、図 8-②）

東京大学大学院理学系研究科、京都大学防災研究所、産業技術総合研究所、屋久島町及び気象庁が実施した観測では、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1日あたり 80～400 トンと 2014 年 8 月 3 日の噴火前よりは多い状態が続いている。

- ・地殻変動の状況（図 8-④～⑦、図 12、図 13）

GNSS 連続観測では、火口を挟む基線で 2016 年 1 月頃から縮みの傾向が認められていたが、7 月 4 日以降は観測点が障害となったため不明である。その他の山麓の基線では火山活動によると考えられる変化は認められない。

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い。



図 1 口永良部島 噴煙の状況 (2016 年 8 月 4 日、本村西遠望カメラによる)



図2 口永良部島 新岳火口の状況

(①：2016年5月31日、②：2016年5月26日、③：2016年3月11日、④：2015年11月3日)

- ・新岳火口では白色の噴煙が火口縁上 100mほど上がっており、火口西側の割れ目付近からも噴煙が上がっているのを確認した。
- ・2015年11月3日の観測と比較して、新岳火口及び火口周辺の形状に特段の変化は認められなかった。

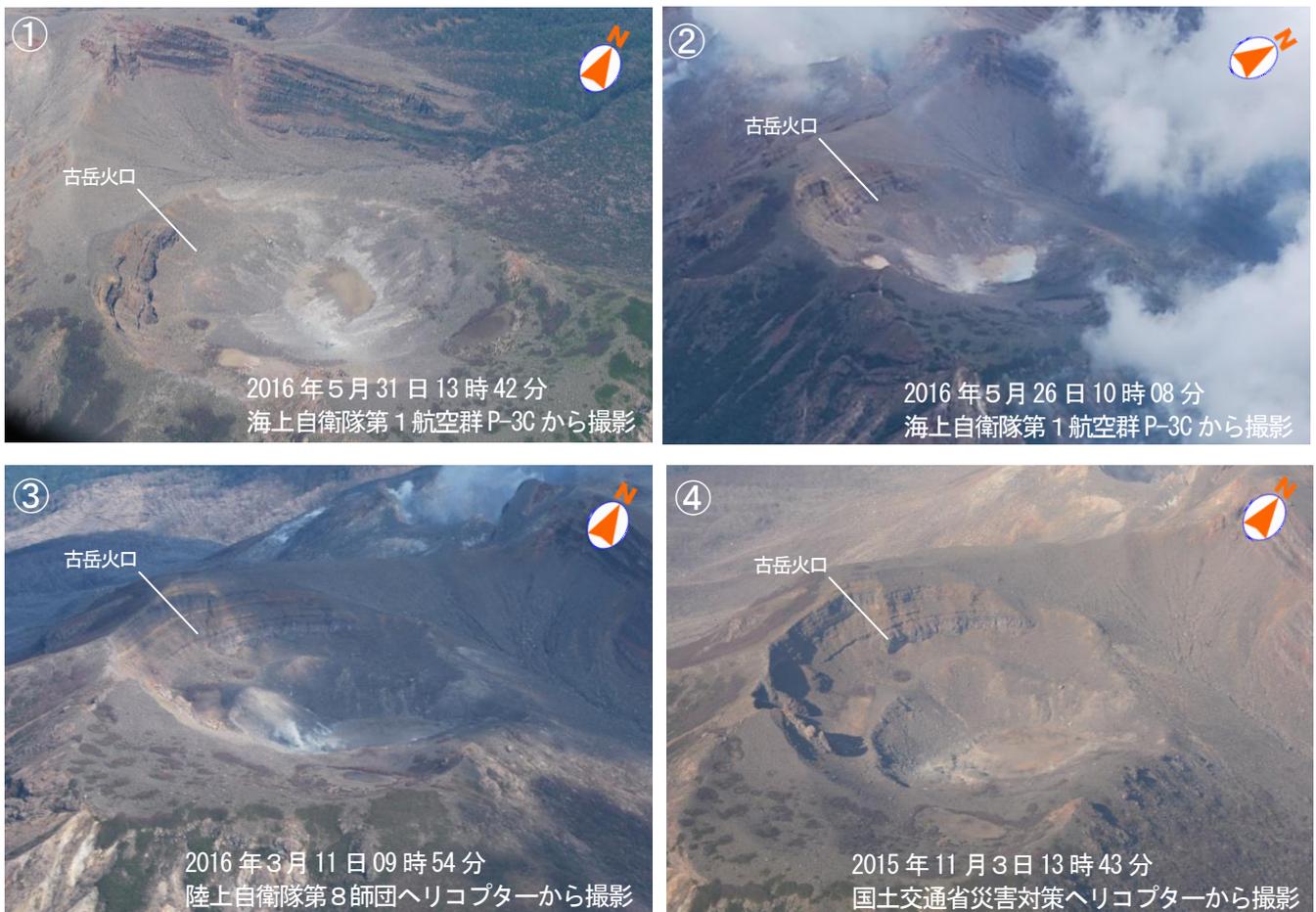


図3 口永良部島 古岳火口の状況 (左：2016年3月11日、右：2015年11月3日撮影)
 (①：2016年5月31日、②：2016年5月26日、③：2016年3月11日、④：2015年11月3日)
 古岳火口及び火口周辺では、2015年11月3日の観測と比較して特段の変化は認められなかった。

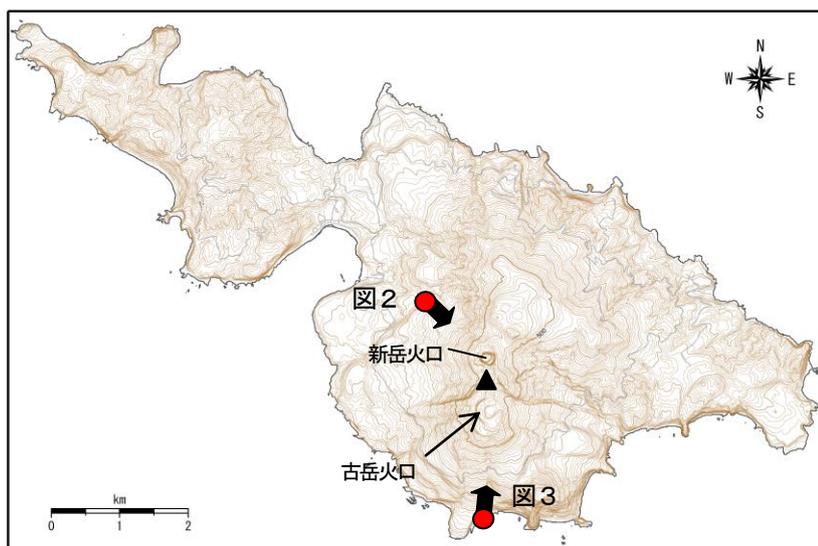
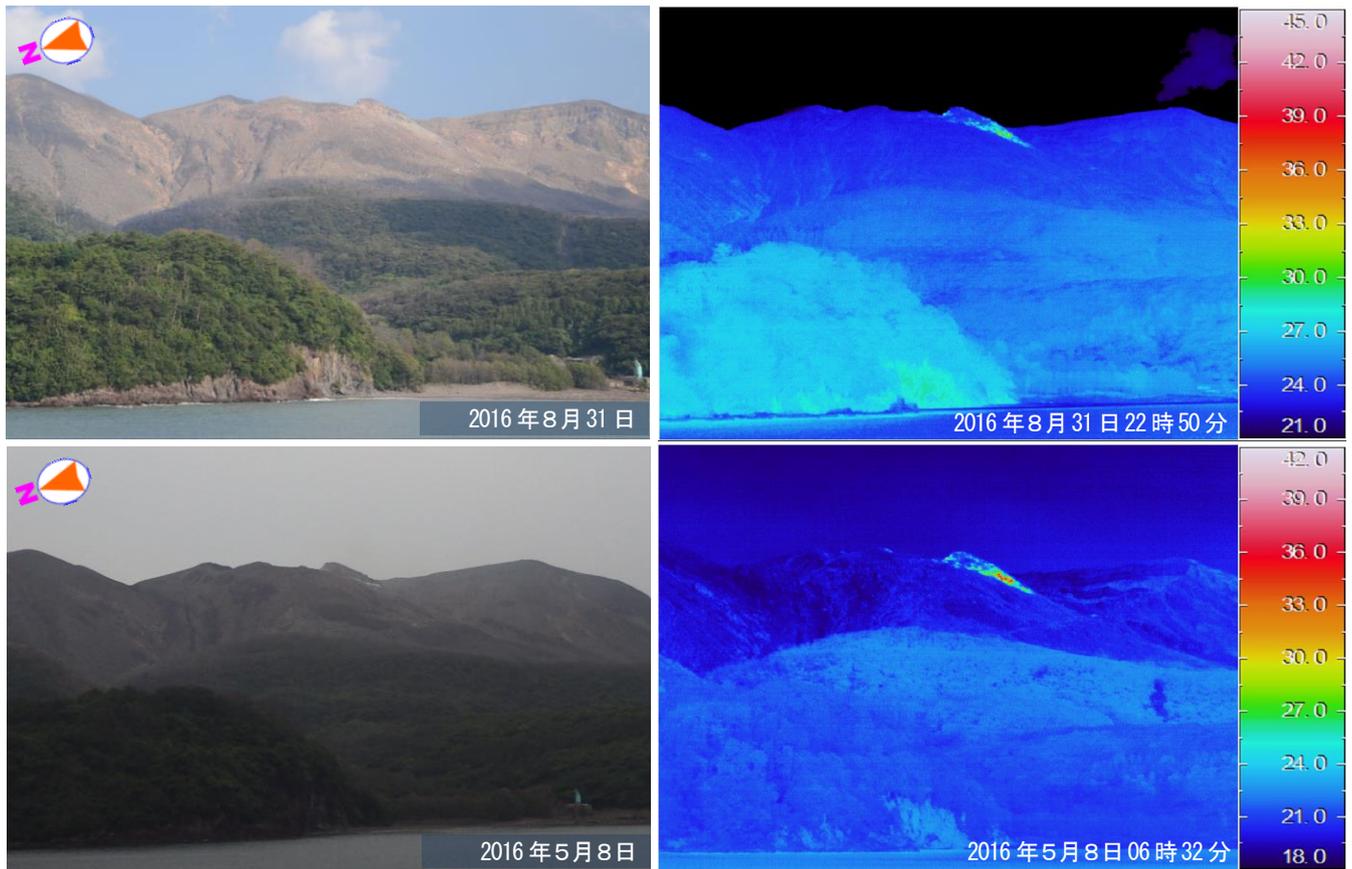


図4 口永良部島 写真撮影位置図 (矢印は撮影方向を示す)

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高(数値標高モデル)』を使用した。



本村から撮影した可視画像と地表面温度分布（上図：2016年8月31日、下図：2016年5月8日）

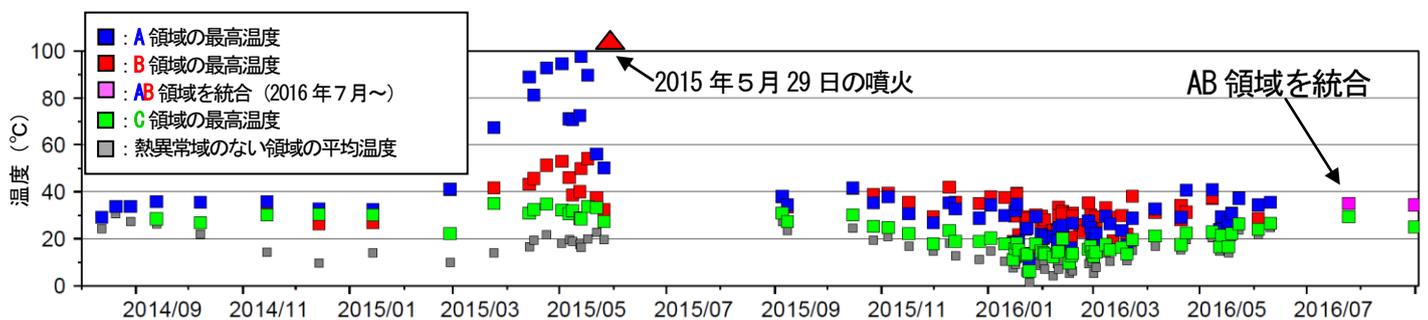
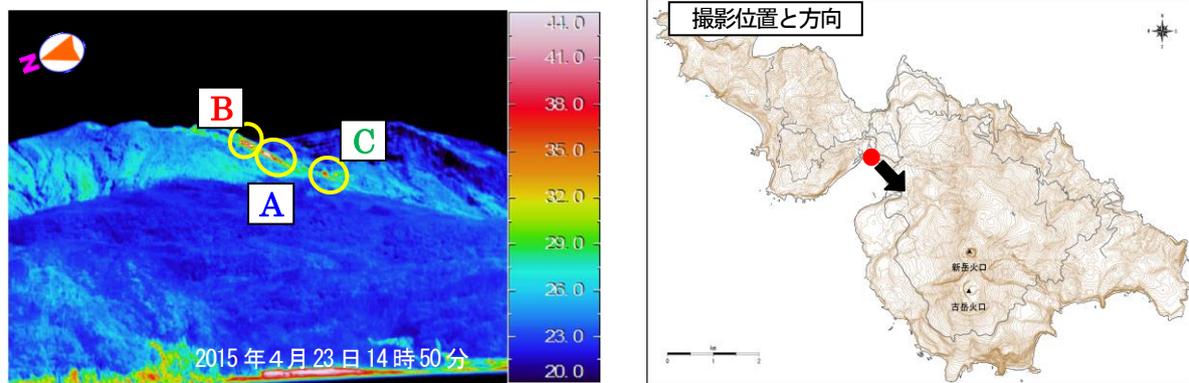
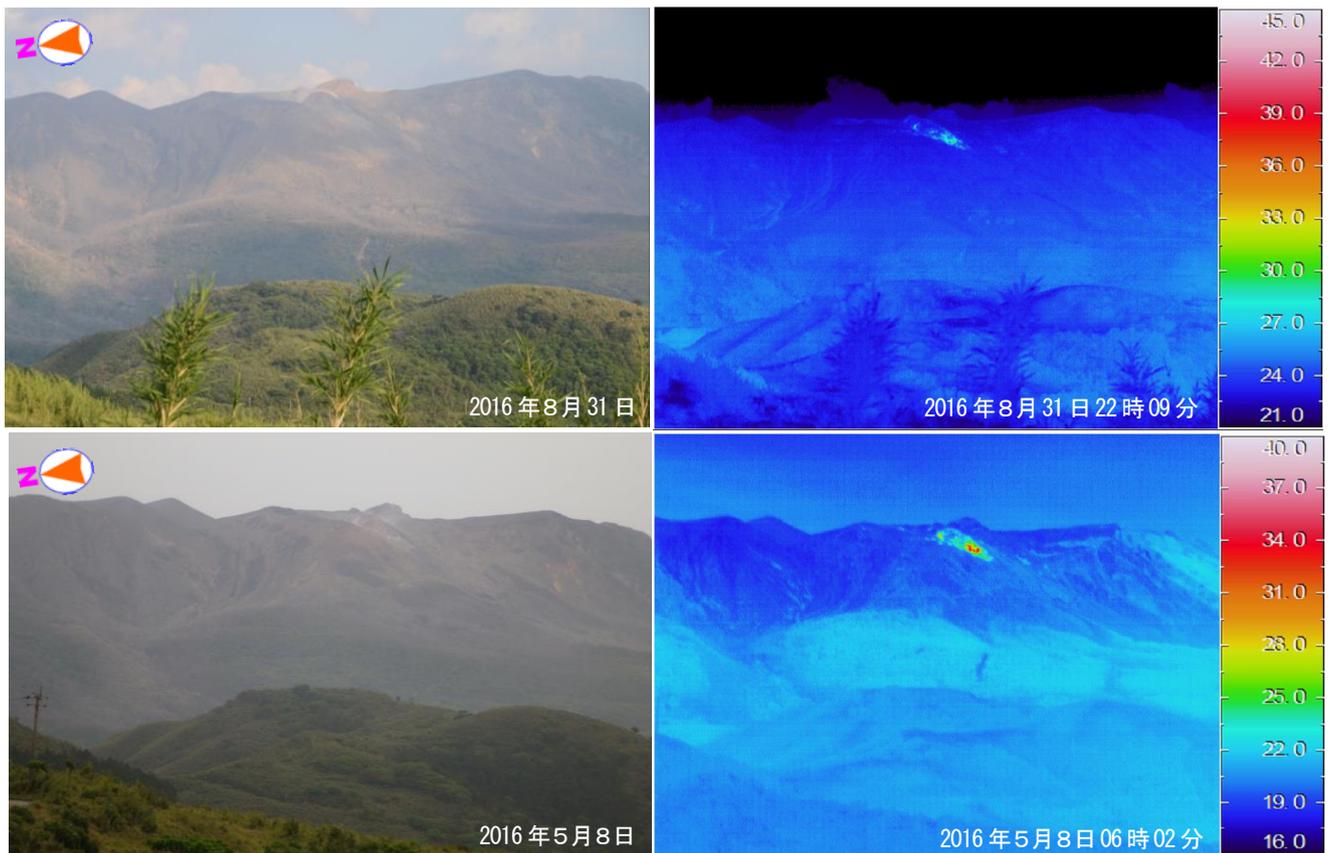


図5 口永良部島 新岳西斜面の地表面温度分布と熱異常域の温度時系列
 (2014年8月12日～2016年8月31日：本村から新岳の北西側を撮影)

2015年3月頃から5月29日の噴火前に温度上昇が認められていた新岳火山口西側割れ目付近の熱異常域の温度は、引き続き低下した状態で経過している。

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高(数値標高モデル)』を使用した。



番屋ヶ峰から撮影した可視画像と熱画像（上図：2016年8月31日、下図：2016年5月8日）

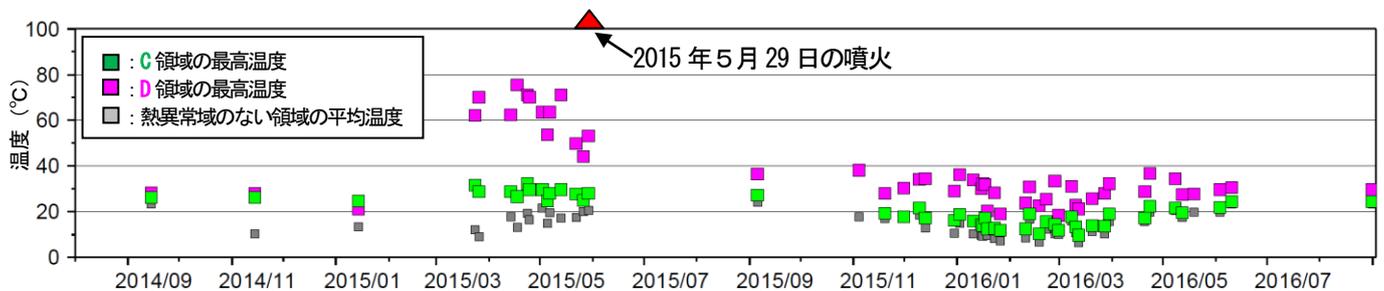
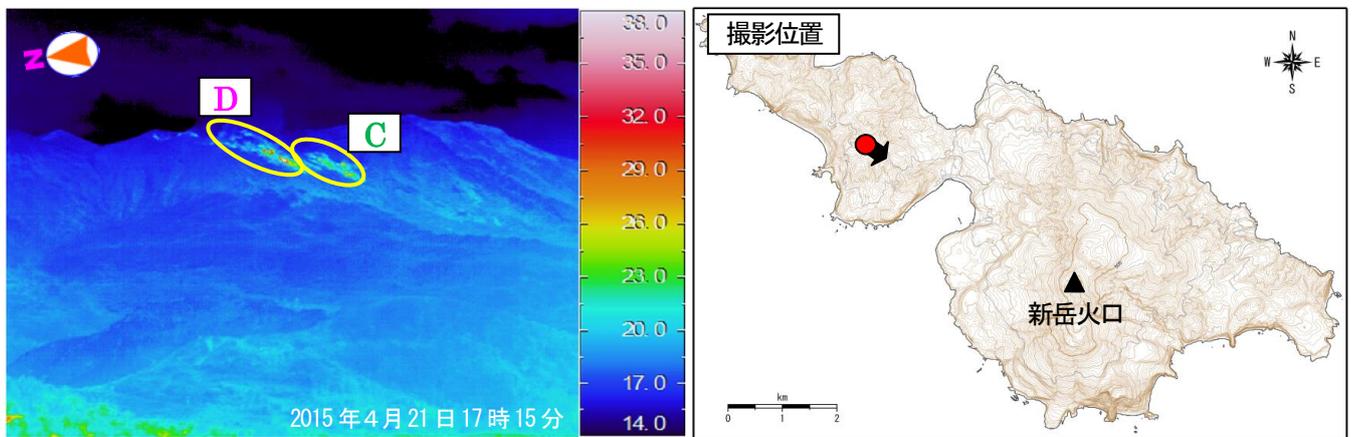
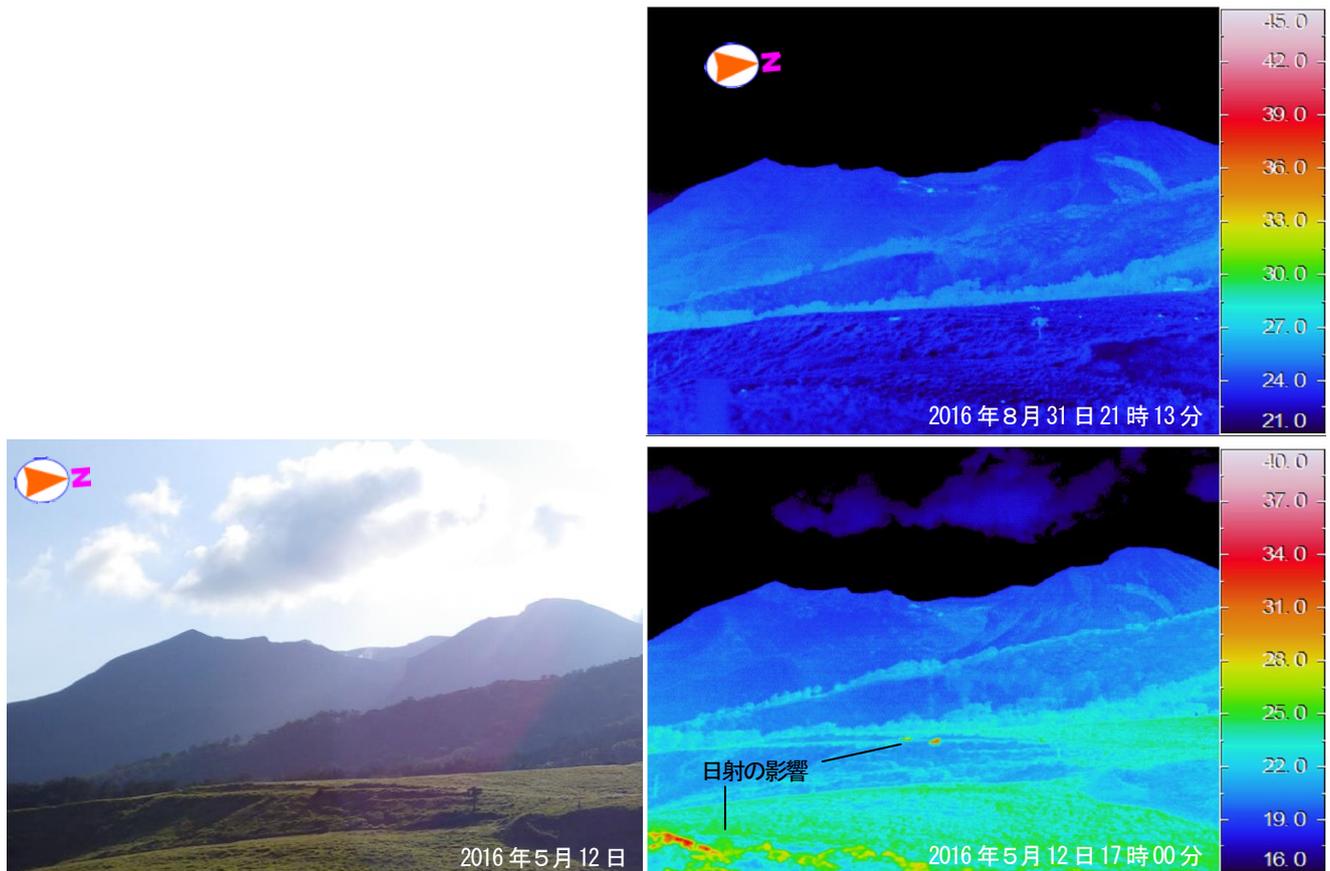


図6 口永良部島 新岳西斜面の地表面温度分布と熱異常域の温度時系列
 (2014年9月14日～2016年8月31日：番屋ヶ峰から新岳の北西側を撮影)

2015年3月頃から5月29日の噴火前に温度上昇が認められていた新岳火口西側割れ目付近の熱異常域の温度は、引き続き低下した状態で経過している。

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高（数値標高モデル）』を使用した。



湯向牧場から撮影した可視画像と熱画像（上図：2016年8月31日、下図：2016年5月12日）

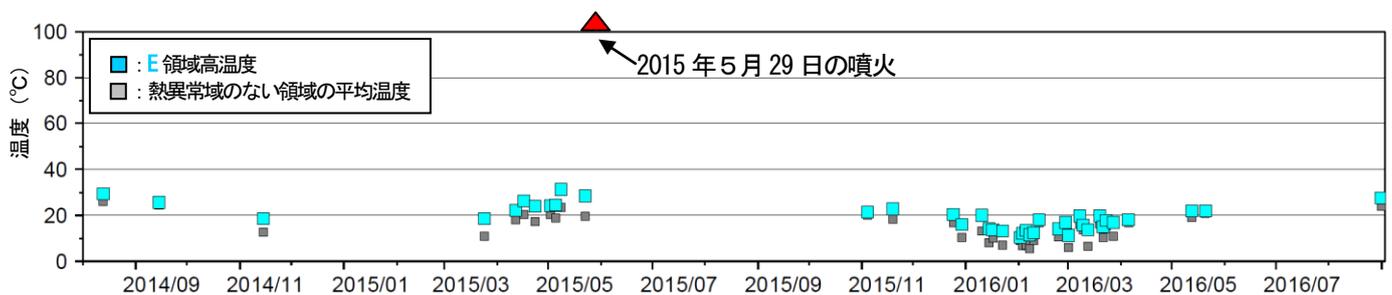
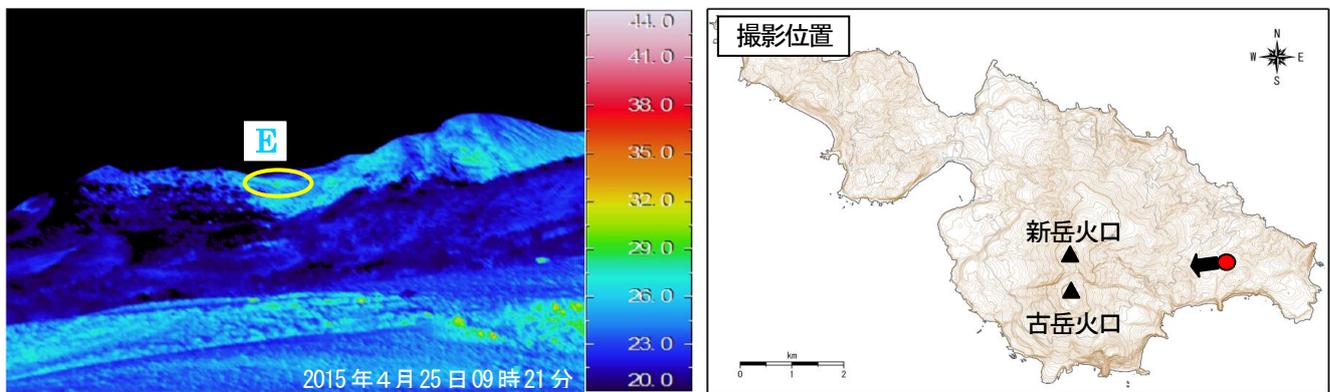


図7 口永良部島 新岳及び古岳東斜面の地表面温度分布と熱異常域の温度時系列
 (2014年8月12日～2016年8月31日：湯向牧場から新岳の東側を撮影)

古岳火口北東側の熱異常域に特段の変化は認められない。

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高(数値標高モデル)』を使用した。

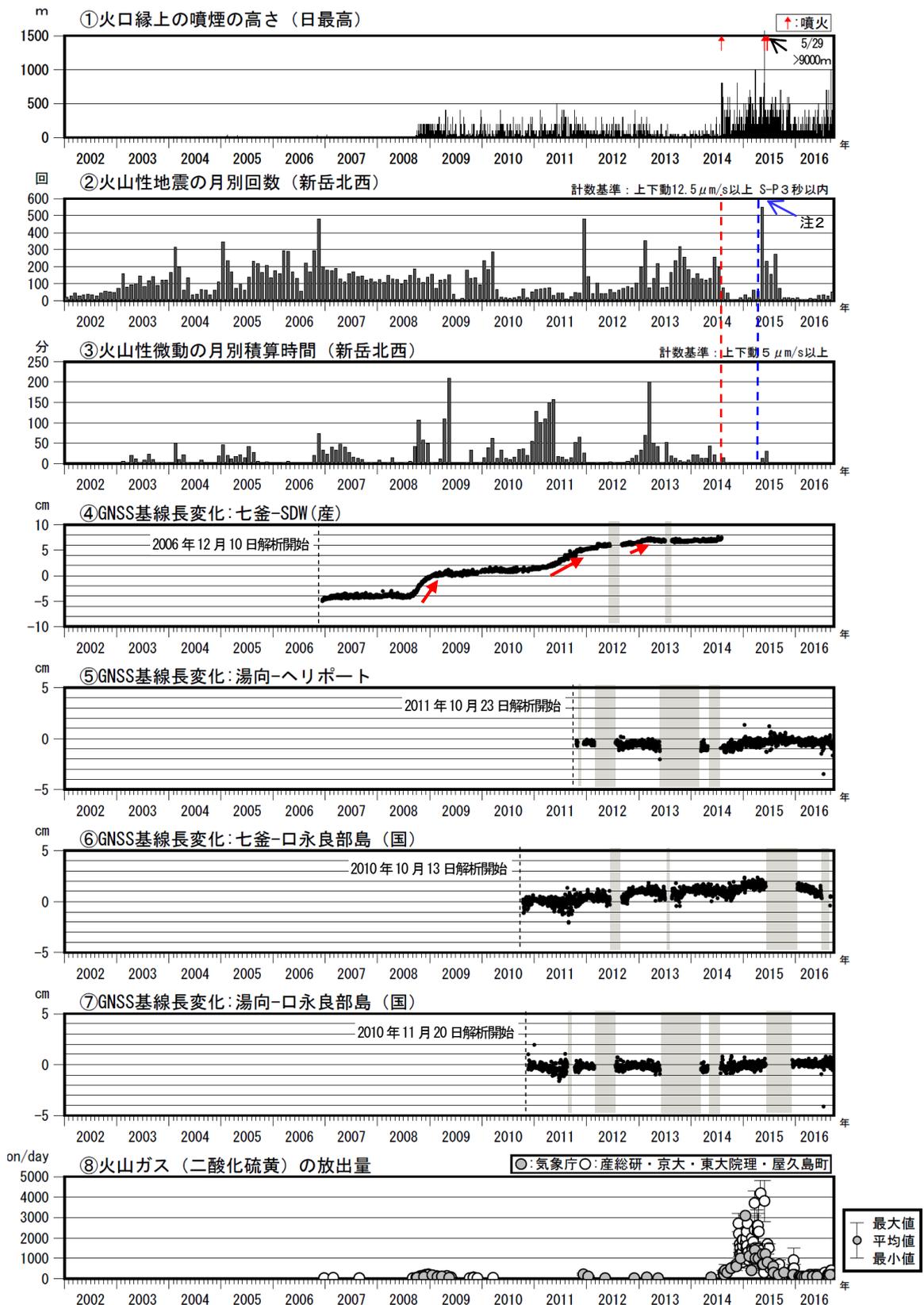


図8 口永良部島 長期の火山活動経過図 (2002年1月～2016年9月25日)

④の赤矢印は山体膨張を示すと考えられる変化を示す。

注1：2014年8月3日の噴火により火口周辺の観測点が障害となったため、噴火以降は新岳火口から約2.3kmにある新岳北東山麓観測点の上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上で計数しており、検知力が低下している。

注2：2015年5月23日に島内のごく浅いところを震源とする地震(震度3、M2.3:暫定値)が発生したことから、監視を強化するため、5月1日から計数基準を新岳北東山麓観測点上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上、または新岳西山麓観測点上下動 $3\mu\text{m/s}$ に変更している。また、2015年5月29日の噴火及びその後の停電や通信障害の間は、永迫観測点も使用して計数している。

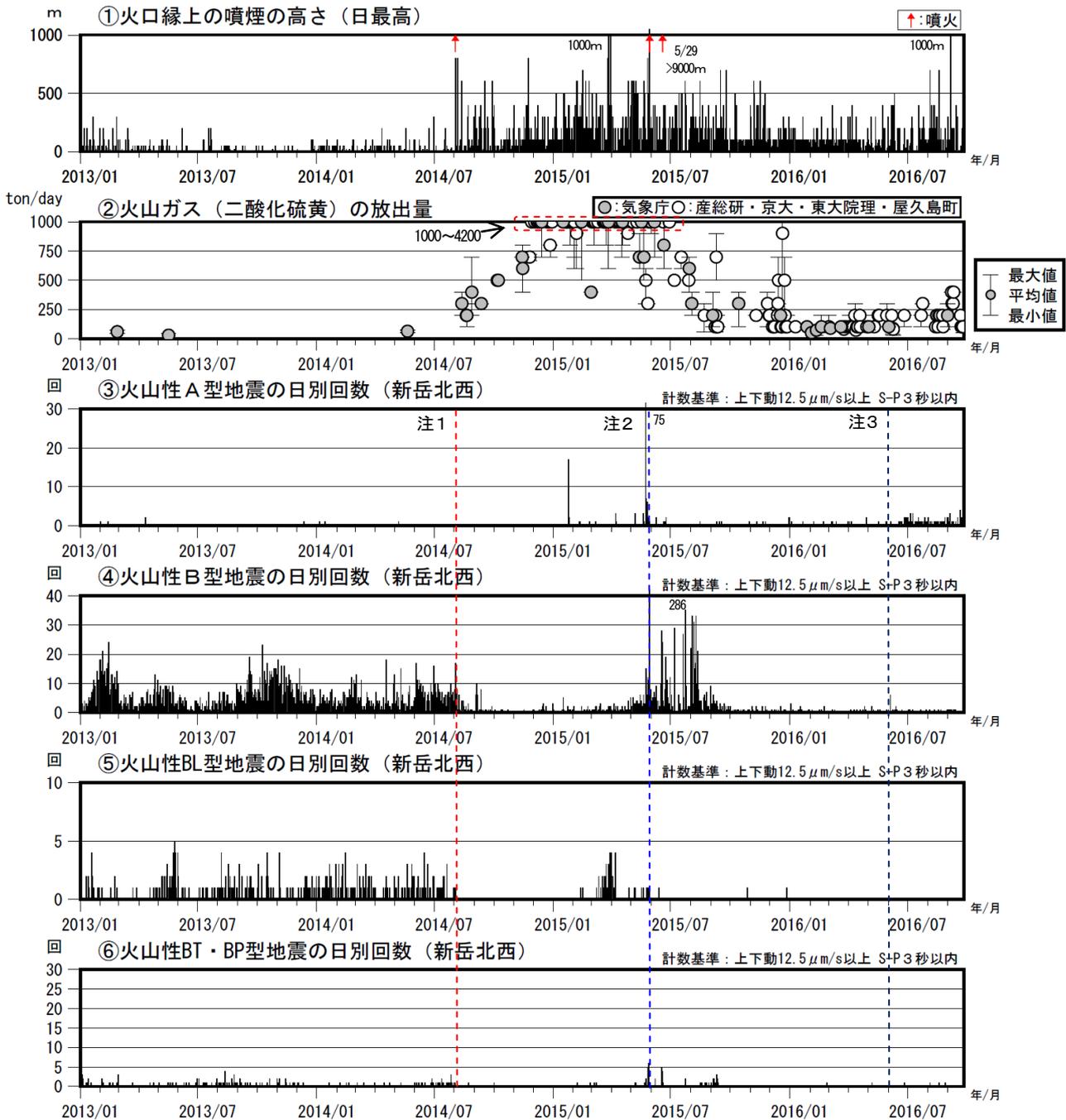


図 9-1 口永良部島 最近の火山活動経過図 (2013 年 1 月～2016 年 9 月 25 日)

注 1 : 2014 年 8 月 3 日の噴火により火口周辺の観測点が障害となったため、噴火以降は新岳火口から約 2.3km にある新岳北東山麓観測点の上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上で計数しており、検知力が低下している。

注 2 : 2015 年 5 月 23 日に島内のごく浅いところを震源とする地震 (震度 3、 $M2.3$: 暫定値) が発生したことから、監視を強化するため、5 月 1 日から計数基準を新岳北東山麓観測点上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上、または新岳西山麓観測点上下動 $3\mu\text{m/s}$ に変更している。また、2015 年 5 月 29 日の噴火及びその後の停電や通信障害の間は、永迫観測点も使用して計数している。

注 3 : 2016 年 6 月 1 日からは火口近傍に野池山 3 観測点を設置しており、検知力が向上している。

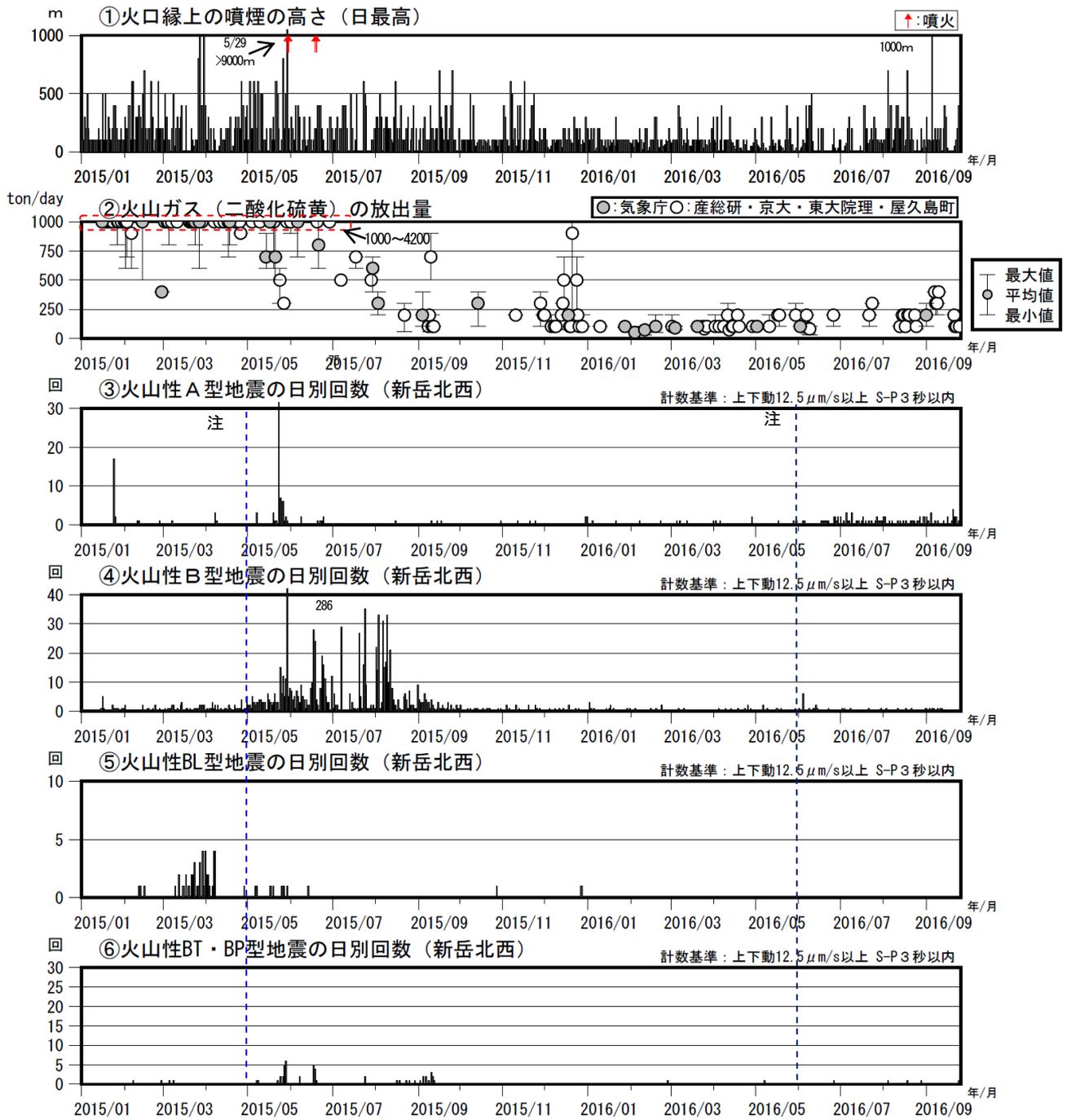


図 9-2 口永良部島 最近の火山活動経過図 (2015 年 1 月～2016 年 9 月 25 日)

<2016 年 5 月～2016 年 9 月 25 日の状況>

- ・火山性地震は少ない状態で、月回数で 28～32 回で経過している。
- ・火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、1 日あたり 80～400 トンとやや少ない状態で経過した。

注：2015 年 5 月 23 日に島内のごく浅いところを震源とする地震 (震度 3、M2.3：暫定値) が発生したことから、監視を強化するため、5 月 1 日から計数基準を新岳北東山麓観測点上下動 1 μm/s 以上、または新岳西山麓観測点上下動 3 μm/s に変更しています。また、2015 年 5 月 29 日の噴火及びその後の停電や通信障害の間は、永迫観測点も使用して計数しています。2016 年 6 月 1 日からは火口近傍に野池山 3 観測点を設置しており、検知力が向上している。

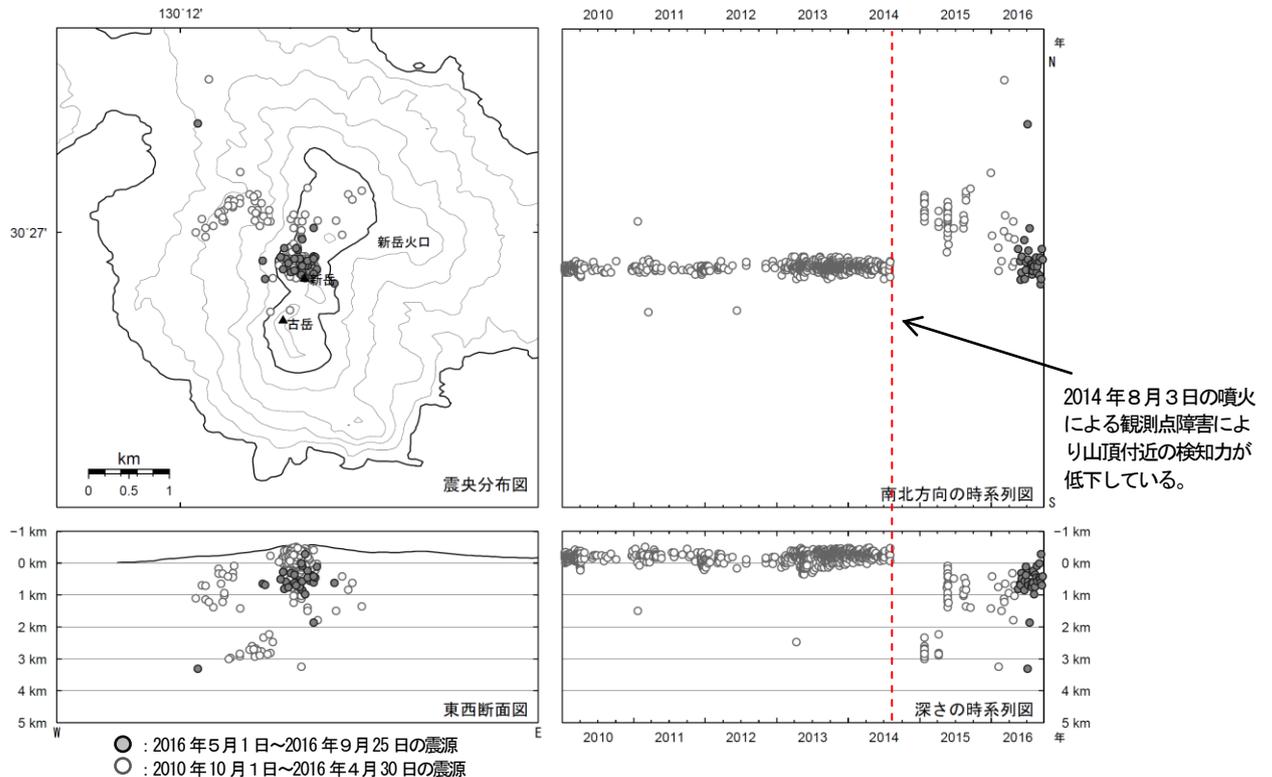


図10 口永良部島 火山性地震の震源分布 (2010年1月~2016年9月25日)

<2016年5月~2016年9月25日の状況>

震源は主に新岳北側の海拔下0~1km付近に分布した。

※半無限速度構造 : $V_p=2.5\text{km/s}$ ($V_p/V_s=1.73$)

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。

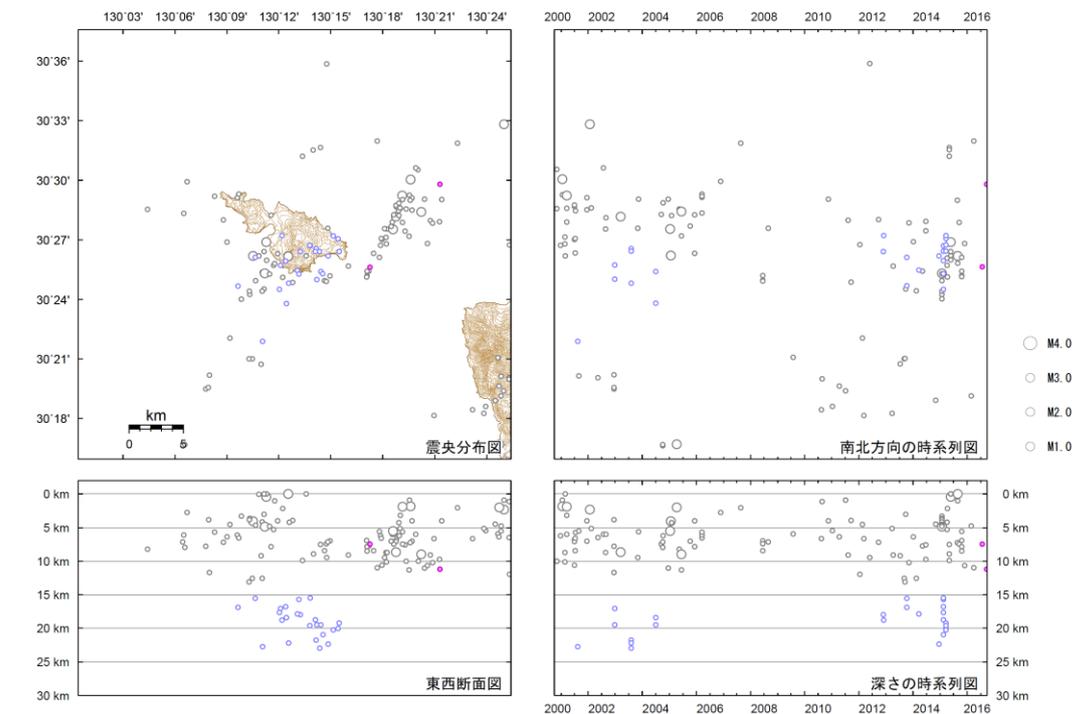


図11 口永良部島 一元化震源による震源分布 (2000年10月~2016年9月25日)

<2016年5月~2016年9月25日の状況>

- ・震源は口永良部島の東側海域の深さ7km付近であった。
- ・深部低周波地震は発生しなかった。

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50mメッシュ(標高)』を使用した。

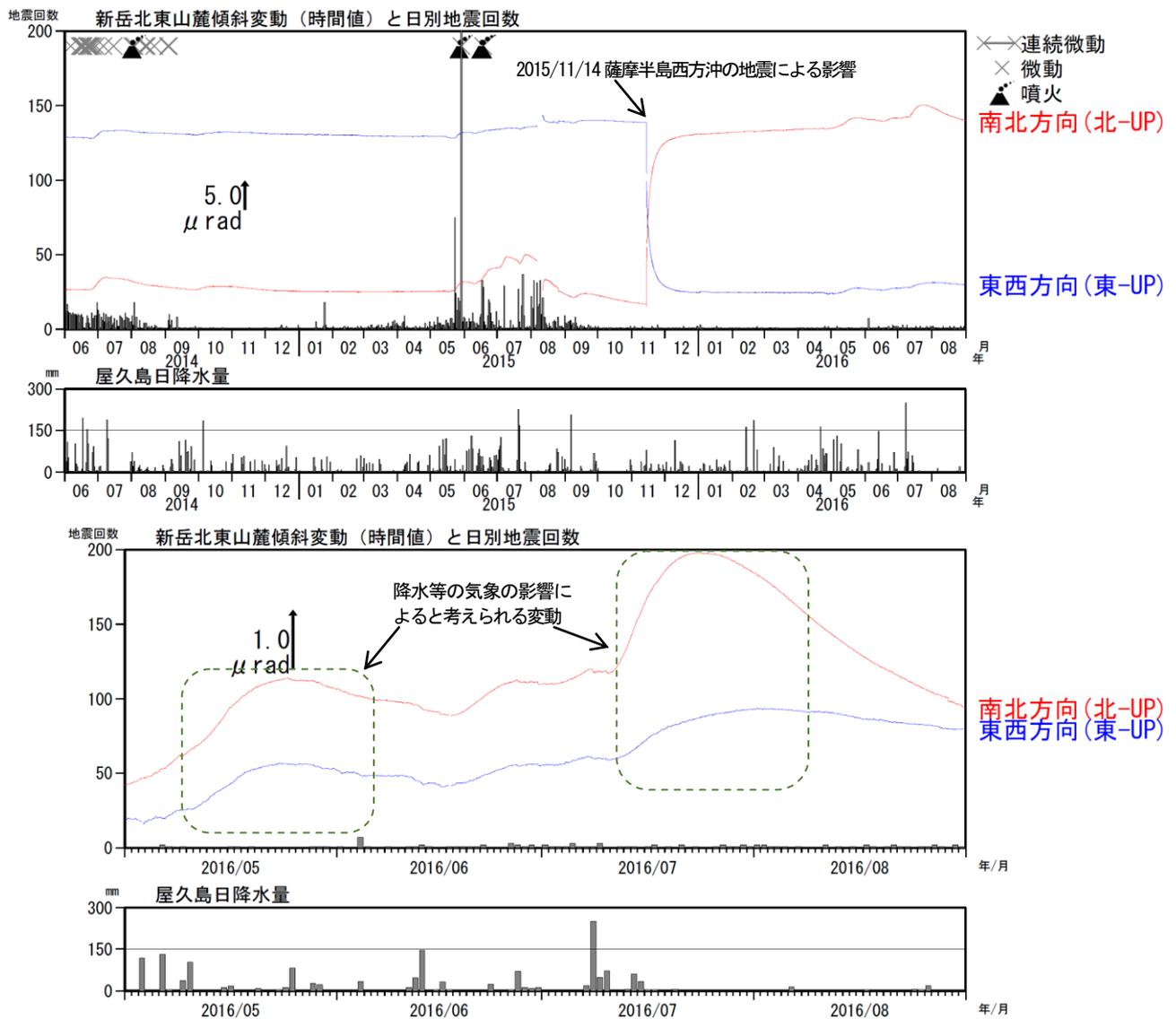


図 12 口永良部島 新岳北東山麓観測点の傾斜変動
 上段：2014年6月～2016年8月31日、下段：2016年5月～8月31日

＜2016年5月～2016年8月31日の状況＞

火山活動に起因すると考えられる特段の変化は認められなかった。

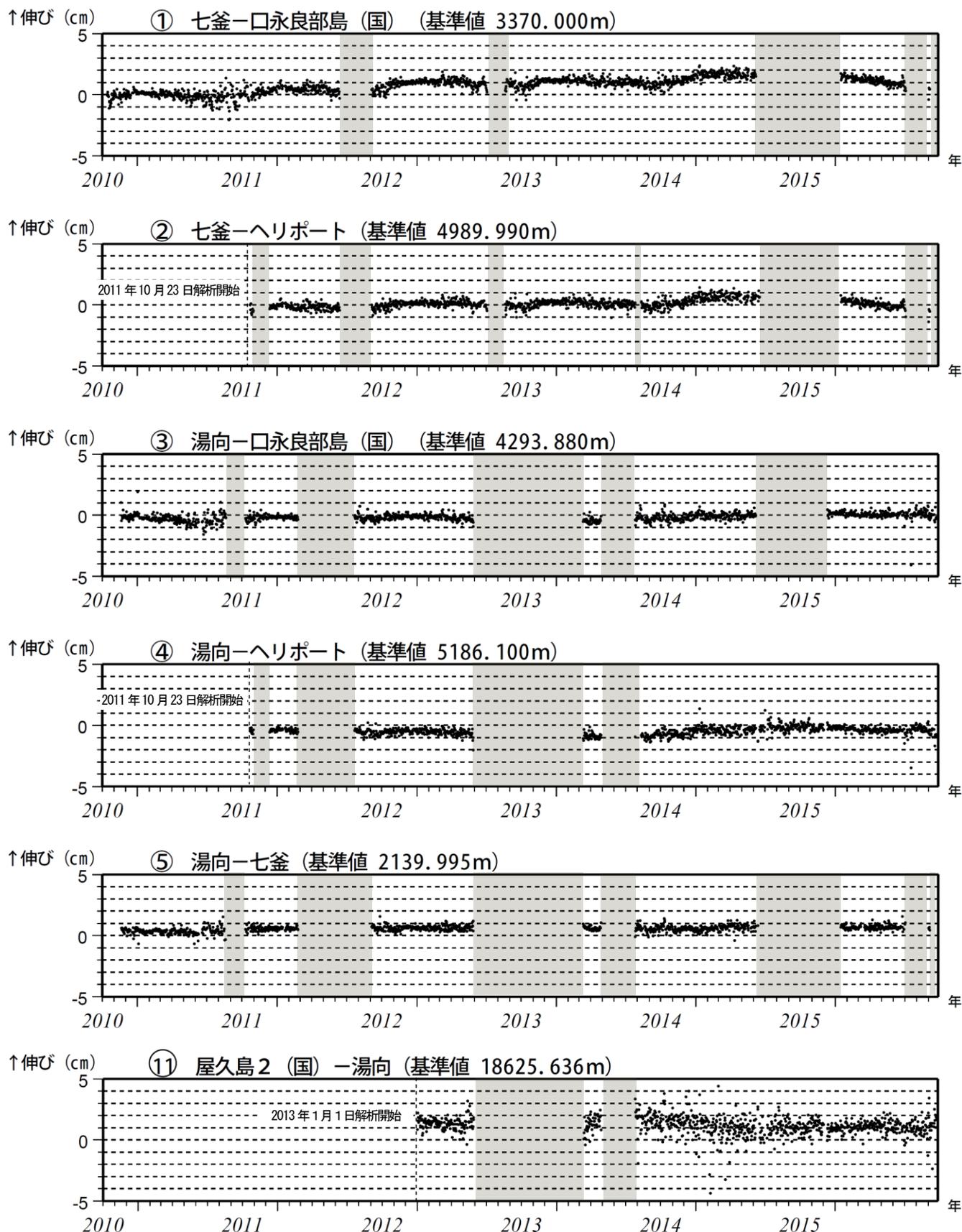


図 13 口永良部島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2016 年 9 月 25 日)

GNSS 連続観測では、火口を挟む基線で 2016 年 1 月頃から縮みの傾向が認められていたが、7 月 4 日以降は観測点が障害となったため不明である。その他の山麓の基線では火山活動によると考えられる変化は認められない。

これらの基線は図 14 の①～⑤⑪に対応している。灰色部分は観測点障害のため欠測を表す。

(国) : 国土地理院

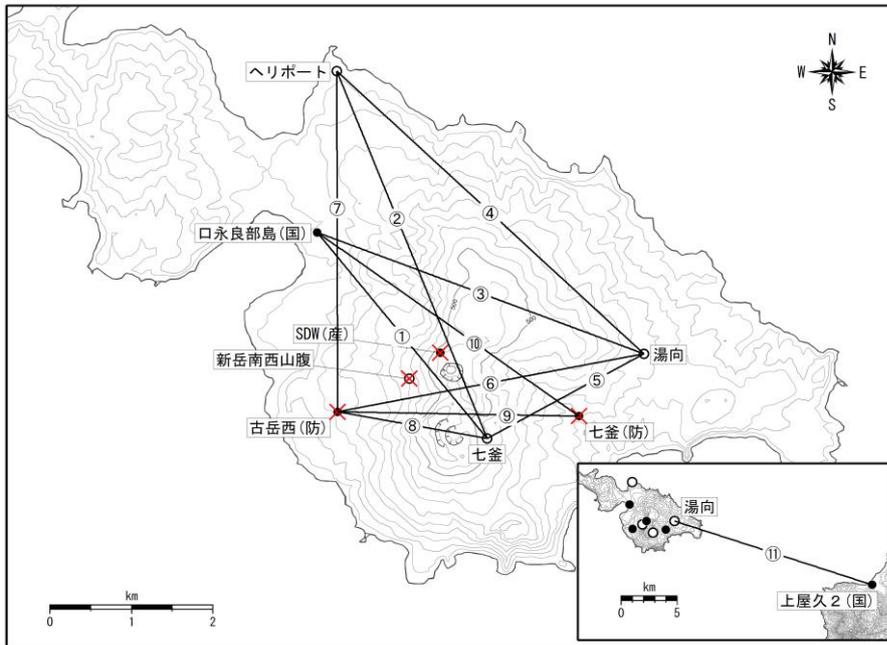


図 14 口永良部島 GNSS 連続観測基線図 (2016 年 8 月 31 日現在)

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、(防) : 防災科学技術研究所、(産) : 産業技術総合研究所
 図中の赤×印は、噴火や停電等により障害となった観測点を示す。

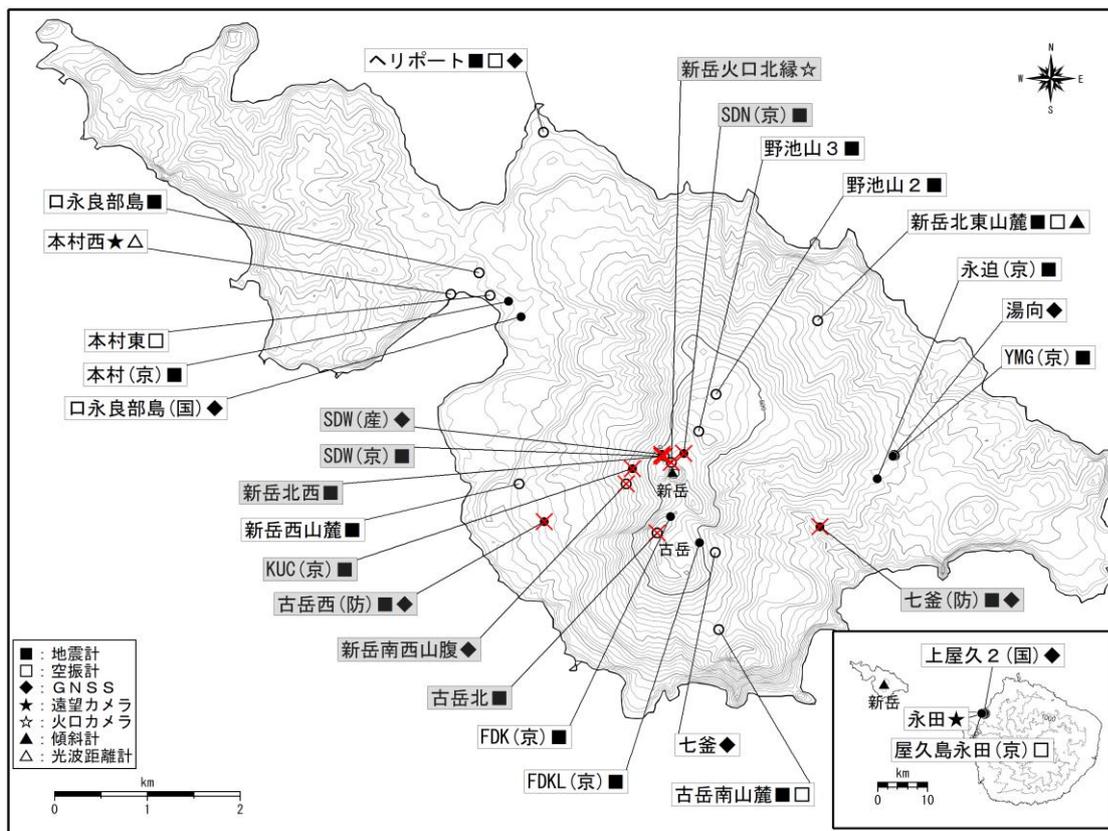


図 15 口永良部島 観測点配置図 (2016 年 8 月 31 日現在)

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。
 (国) : 国土地理院、(京) : 京都大学、(産) : 産業技術総合研究所、(防) : 防災科学技術研究所
 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。
 図中の赤×印及び灰色の観測点名は、噴火や停電等により障害となった観測点を示す。

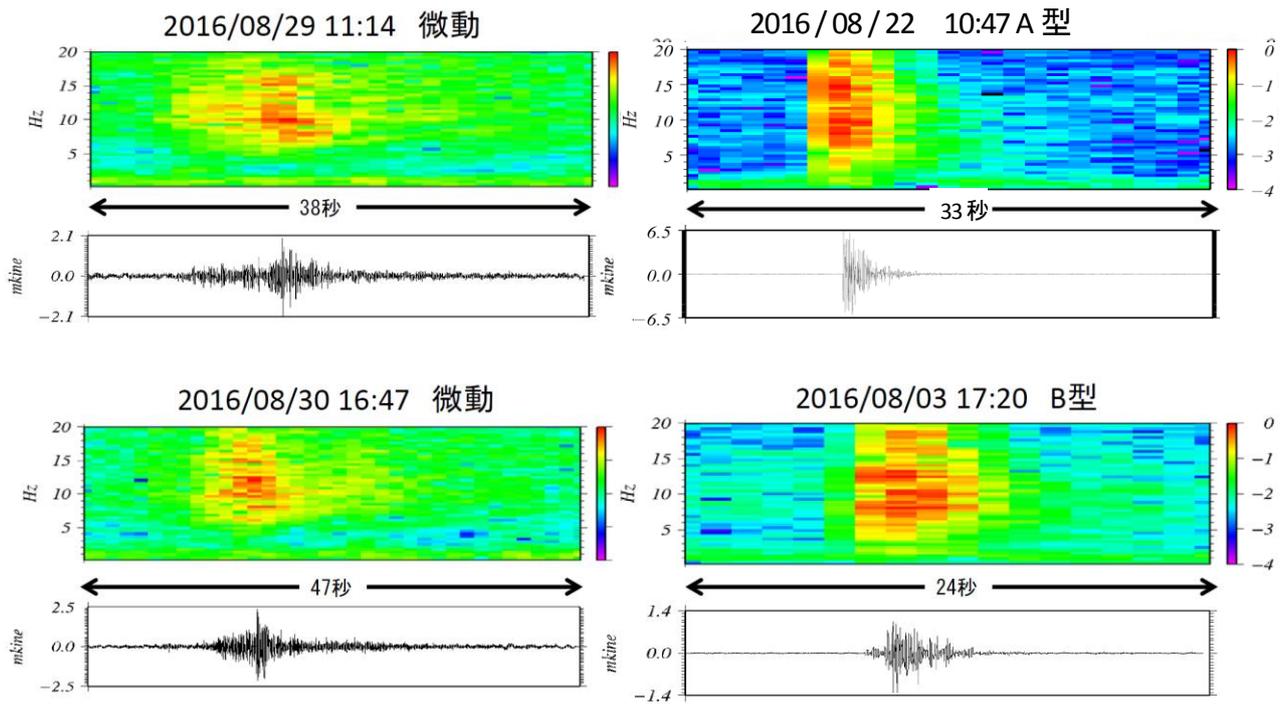


図 16 口永良部島 新岳北側のごく浅いところで発生した微動と思われる波形とB型地震の波形・ランニングスペクトル例

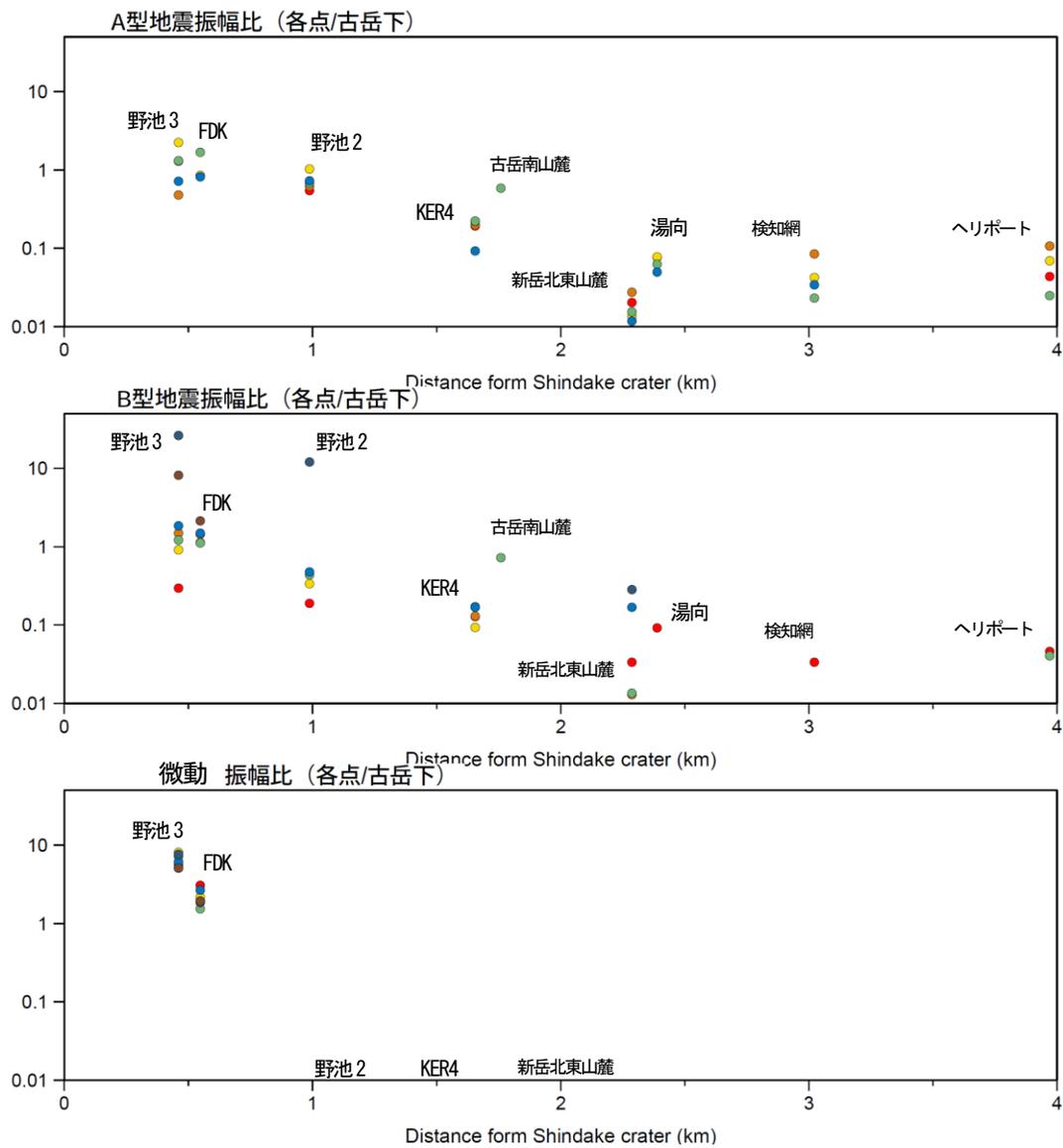
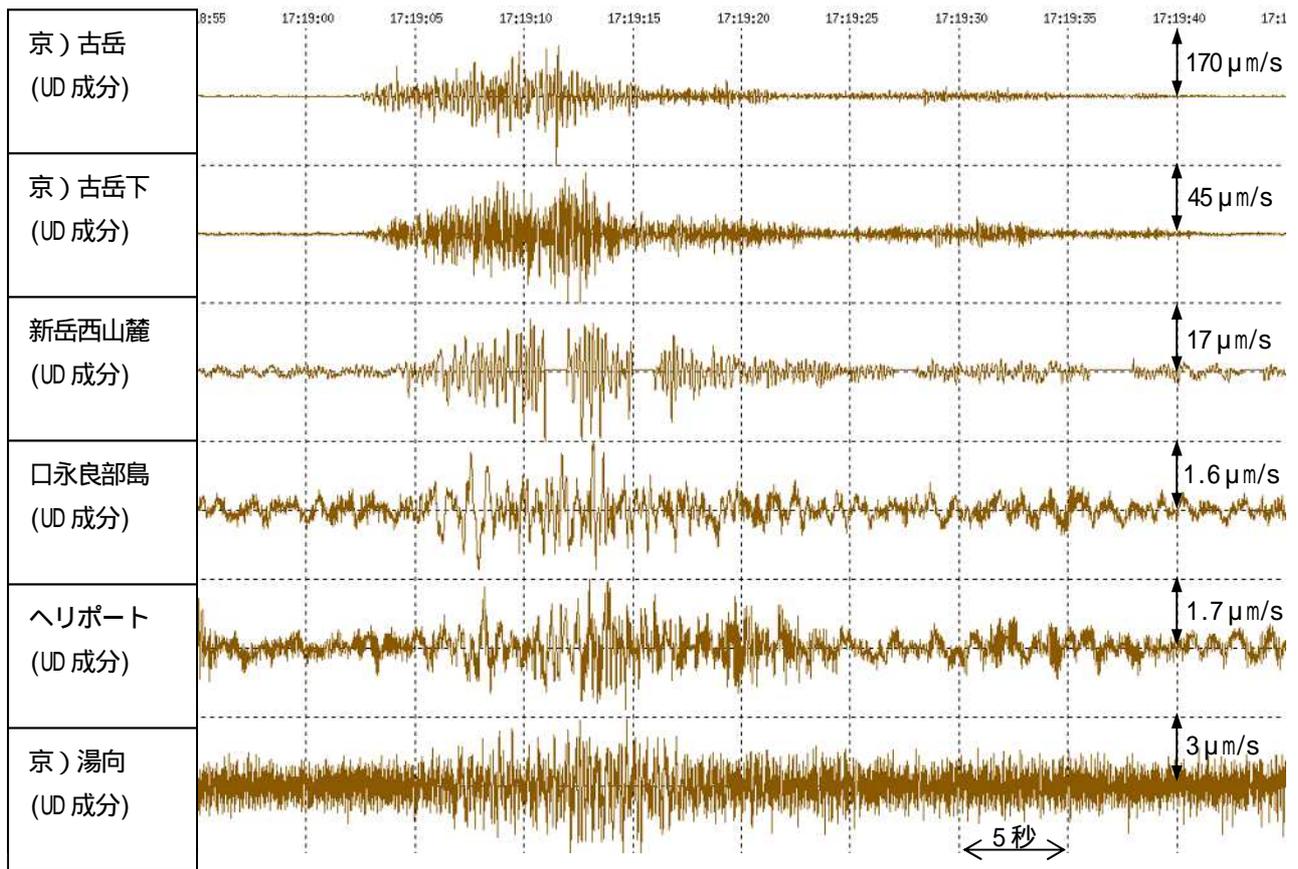
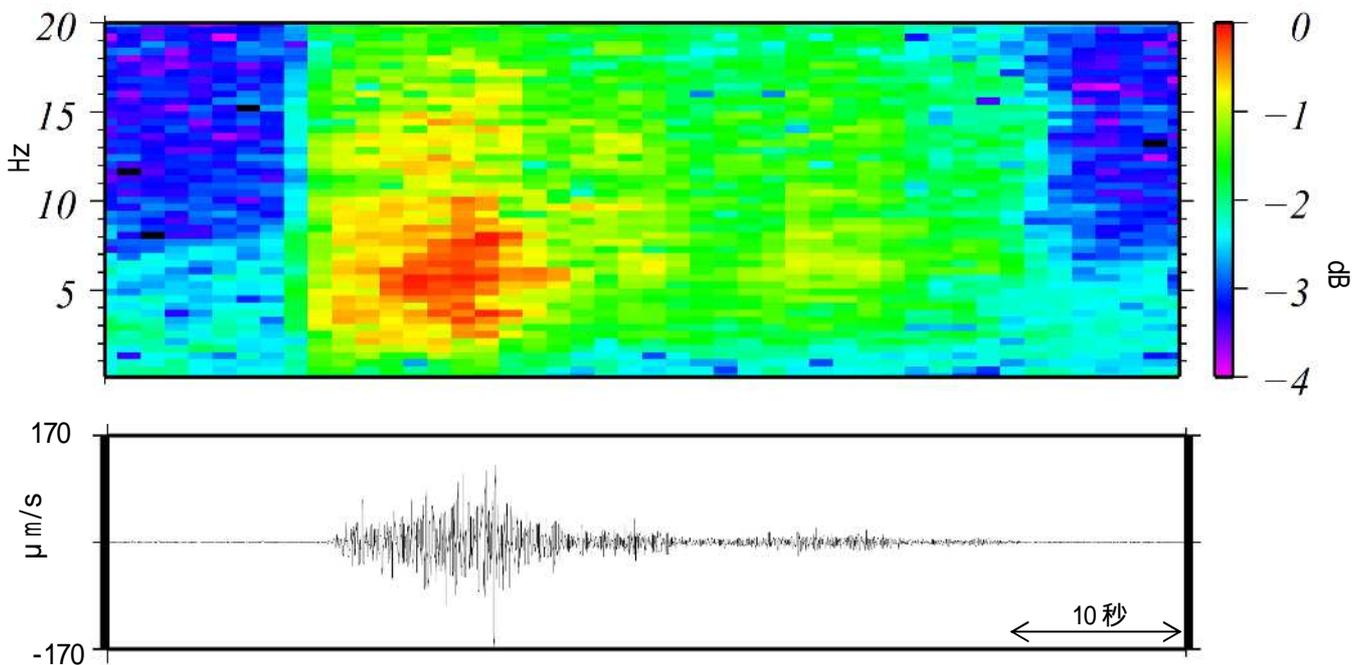


図17 口永良部島 新岳北側のごく浅いところで発生した微動と思われる波形とA型地震、B型地震の振幅比

- ・火山性微動と思われる波形の振幅は、新岳北東側の野池山3で最も大きく、距離減衰も大きい。このため微動と思われる波形は、8月29日以降に新岳火口の北側のごく浅いところで発生している可能性がある。



追加資料 図 1-1 口永良部島 2016 年 9 月 27 日 17 時 19 分頃に発生した火山性微動



追加資料 図 1-2 口永良部島 2016 年 9 月 27 日 17 時 19 分頃に発生した火山性微動のランニングスペクトル(京)古岳 UD 成分)

・ 9 月 27 日に火山性微動を観測した。島内周辺部まで波形を描く火山性微動を観測したのは、2015 年 6 月 18 日以来であった。

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

山頂付近の局所的な場所で衛星視線方向伸張の位相変化が検出された。

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
131-600	北行	右	2015.06.09	2016.06.07	図 1 (噴火後のペア)
			2015.09.15	2016.09.13	図 2 (噴火後のペア)
23-3000	南行	右	2015.09.07	2016.06.13	図 3 (噴火後のペア)

2. 解析結果

北行軌道の解析ペアでは、山頂近傍において衛星視線方向伸張の位相変化が検出されたが、それ以外の場所ではノイズレベルを超えるような位相変化はなかった。

南行軌道の解析ペアでも、山頂近傍において衛星視線方向伸張の位相変化が検出されたが、山頂の西側及び南側でコヒーレンスが低い場所が検出された。

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

謝辞

本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空開発機構（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。

2015/06/09–2016/06/07
364 days

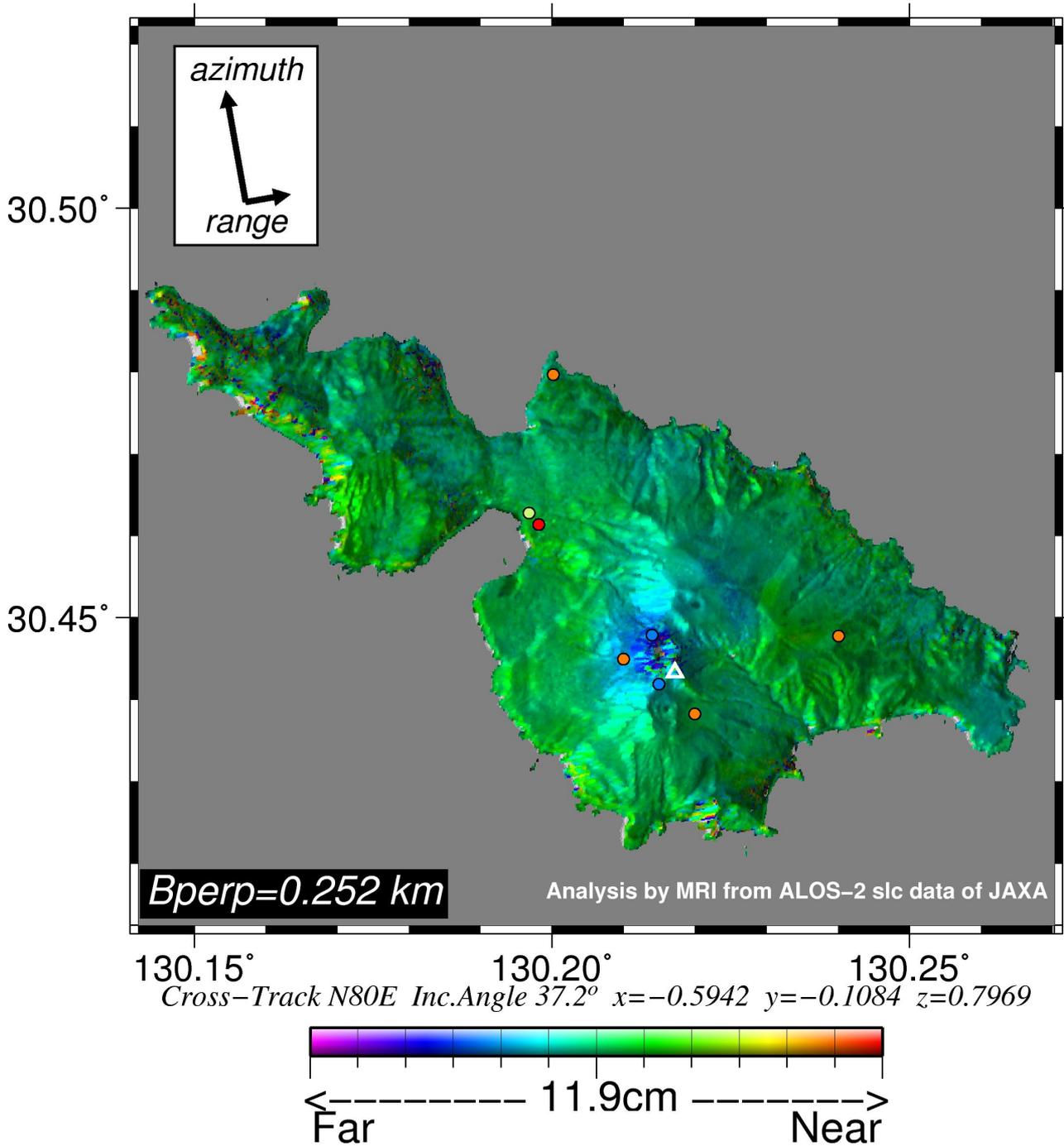
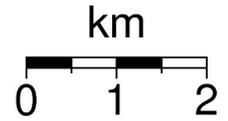


図 1 パス 131-600 の干渉解析結果 (噴火後のペア)

図中の丸印は GNSS 観測点 (橙: 気象庁, 赤: 国土地理院, 黄: 京都大学防災研究所, 青: 産業技術総合研究所) を示す。山頂近傍において衛星視線方向伸張の位相変化が認められる。

2015/09/15-2016/09/13

364 days

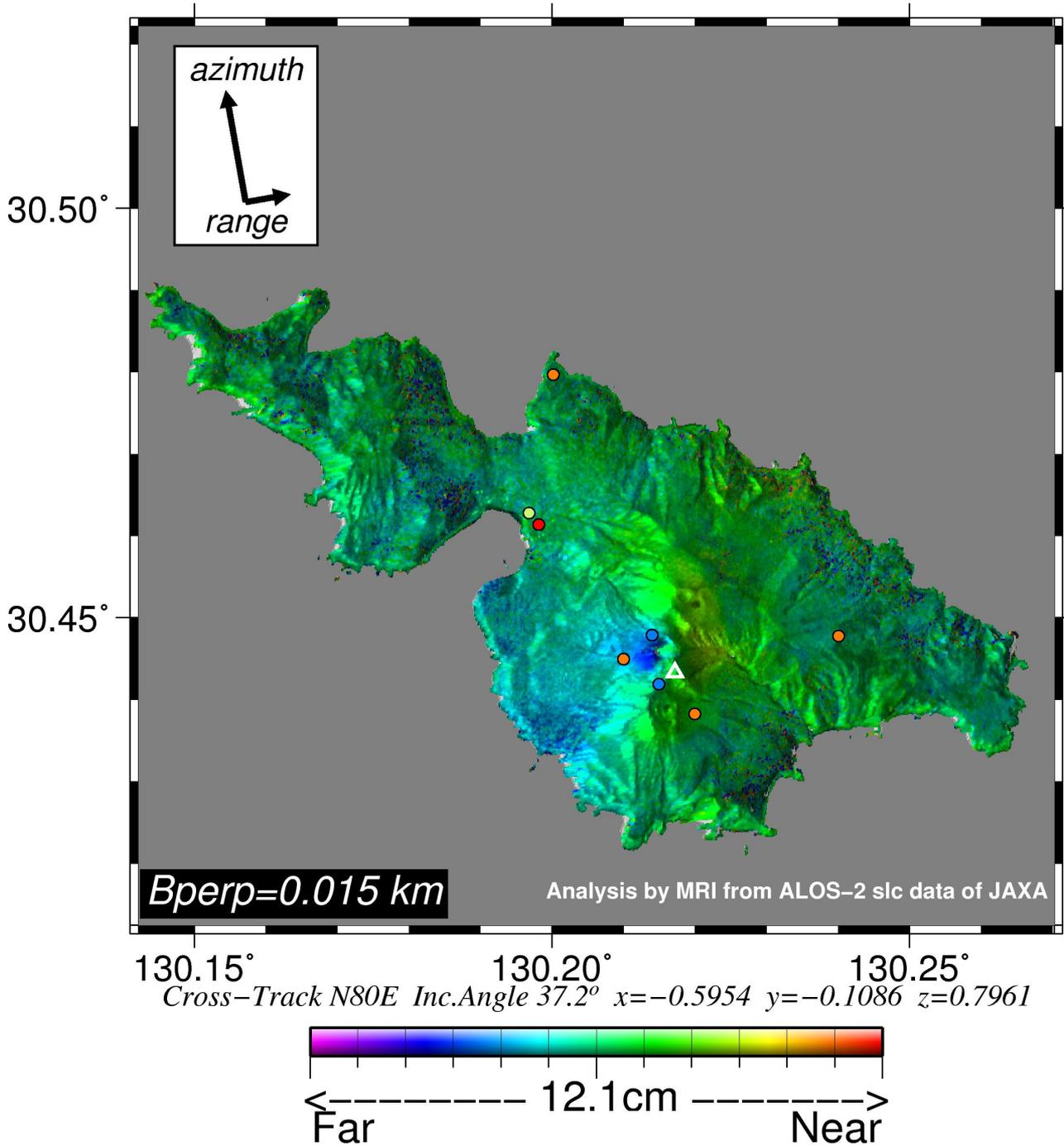
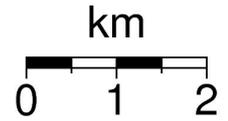


図 2 パス 131-600 の干渉解析結果 (噴火後のペア)
凡例は図 1 に同じ。山頂近傍において衛星視線方向伸張の位相変化が認められる。

2015/09/07-2016/06/13

280 days

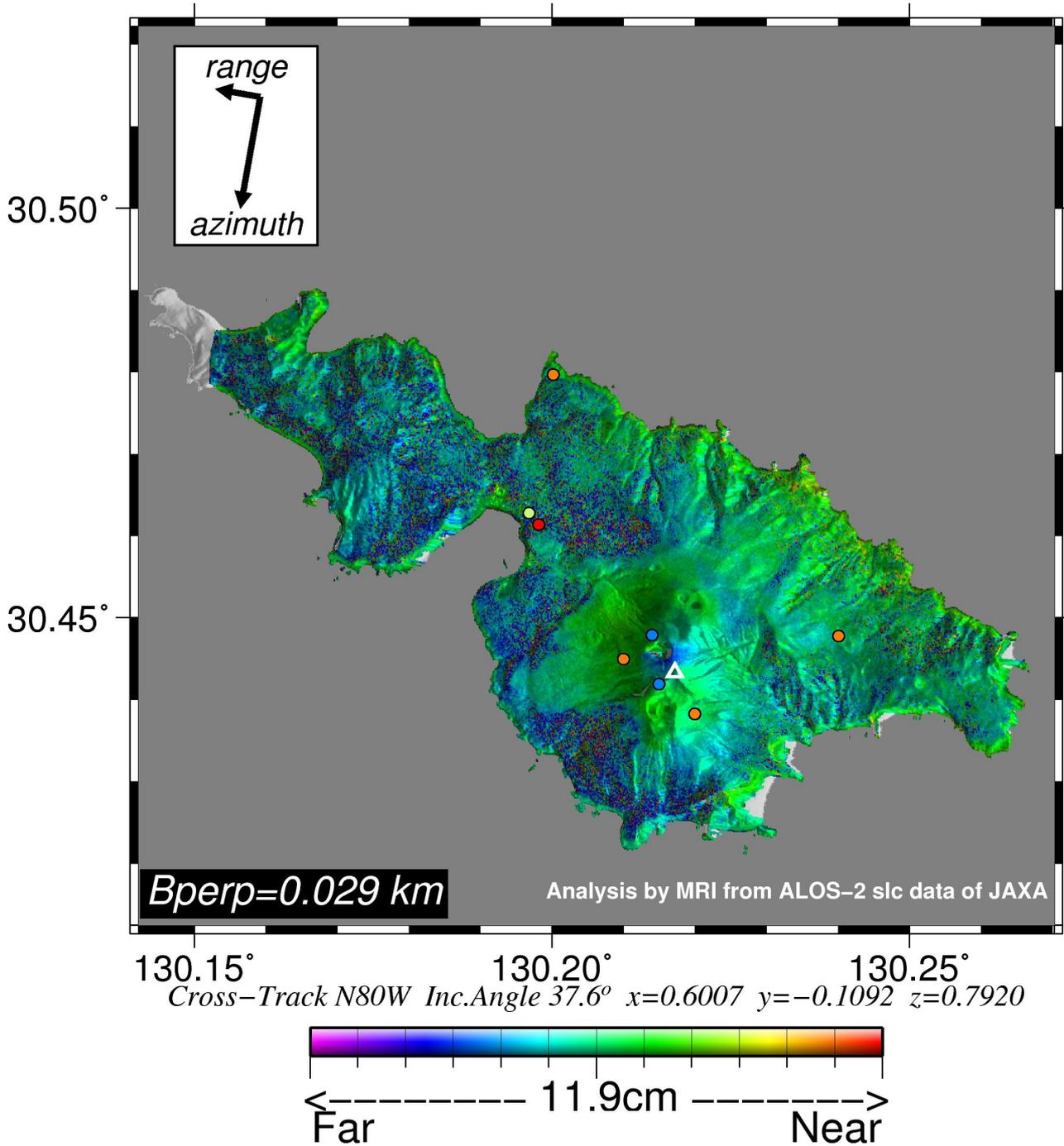
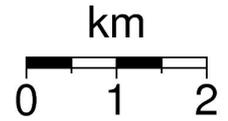


図3 パス 23-3000 の干渉解析結果 (噴火後のペア)

凡例は図1に同じ。ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

2014年8月3日噴火により被災した口永良部山頂付近の地震観測網の代替として、無人ヘリを用いて地震計を設置した。2015年4月に4か所に設置したが2015年5/29の噴火により全点被災したため、2015年9月に5観測点を再設置した。センサーは4.5Hzの短周期計で、上下成分のみである。

山頂付近のヘリ設置観測点のみによる検測を行った。8Hzのローパスフィルターを掛けたデータに対してSTA/LTAでイベントを自動検測し、フィルターを掛ける前のデータに戻って目視によりノイズや遠地地震の除去と再読取りを行った。表層付近のP波速度は井口他(2005)を参考として2.5km/sを仮定した。

初動が明瞭なもの(VT),不明瞭なもの(LP),単色に見えるイベント(MONO)に分類し、日発生数を比較した(図1)。2015年9月以降は大きな活動の変化は見られない。

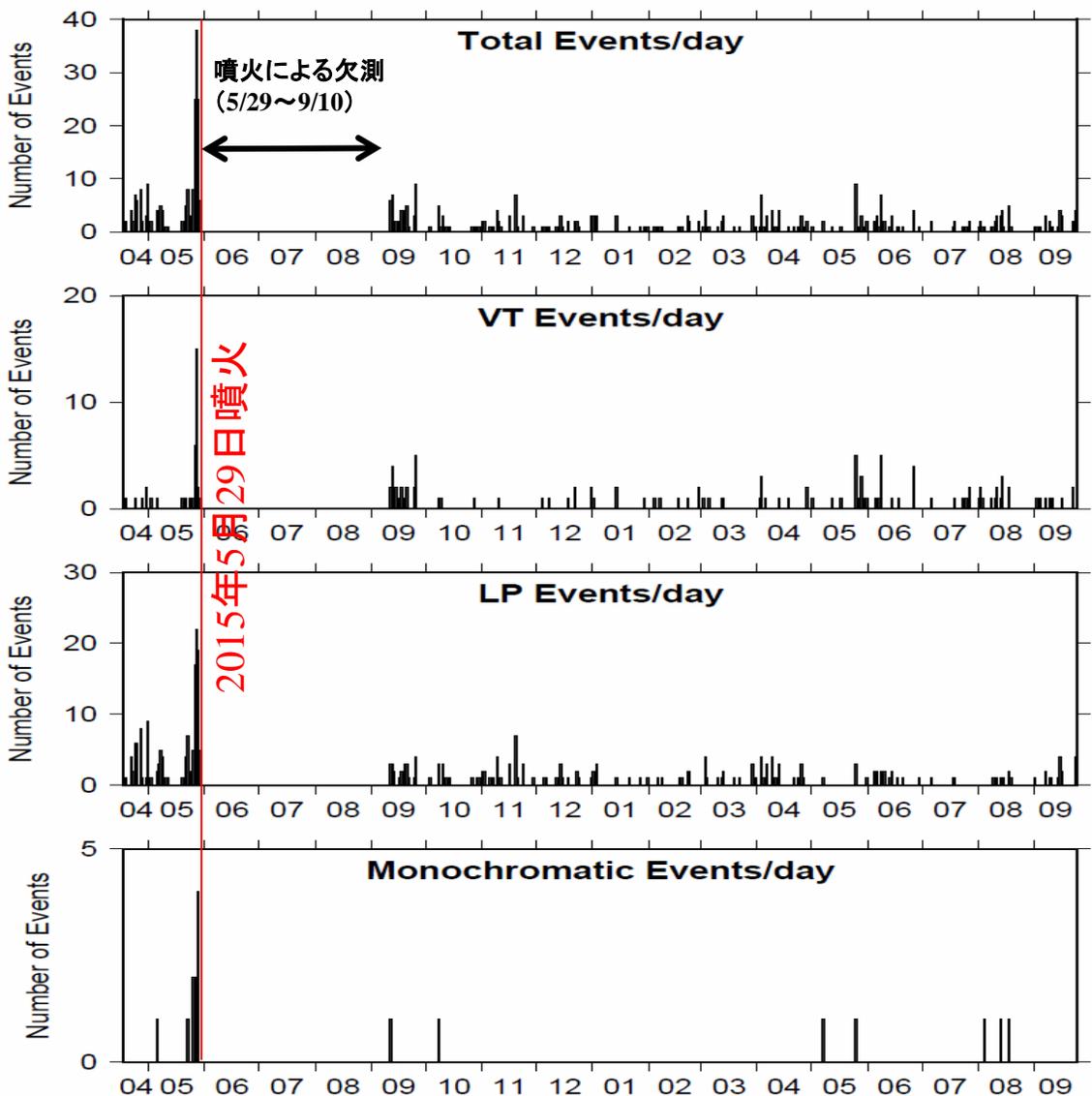


図1 地震発生数の推移(2015年4月17日~2016年9月24日)
2015年5月29日の噴火から2015年9月10日までは欠測。

2015年9月再設置から2016年9月24日までの日発生数。一番上はトリガー数を示す。この中から目視で、遠地地震などを除いている。この1年間の山頂地震活動は1日数個程度のレベルで推移している。なお2016年7月18日に1点を回収しそれ以降4点になった。2016年9月20日には台風16号により1点が吹き飛ばされ、稼働中は3点である。

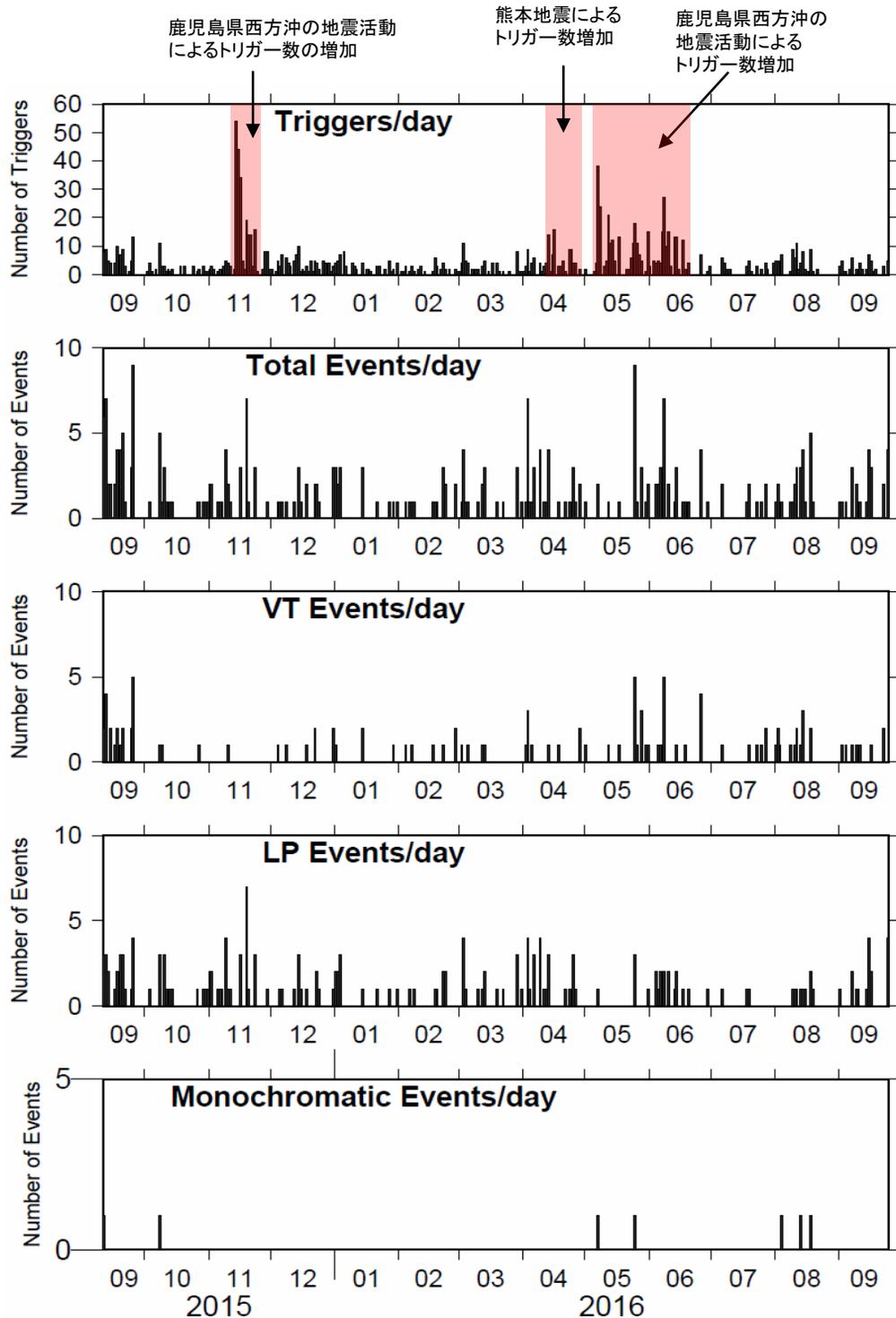
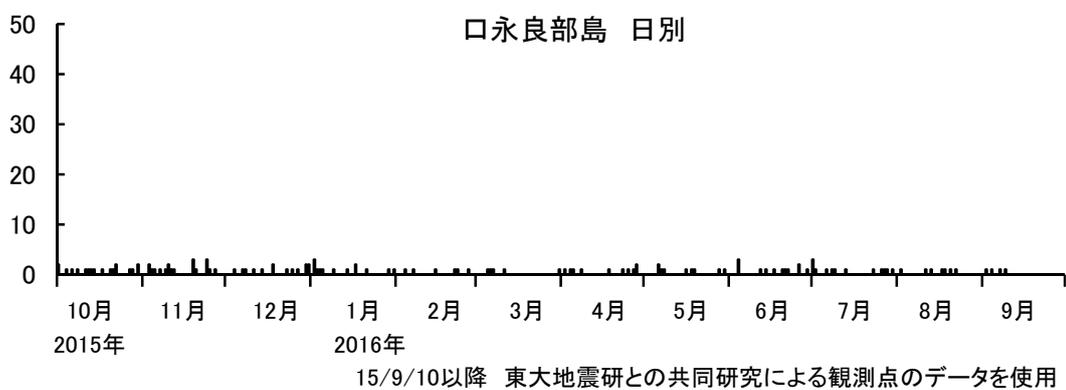
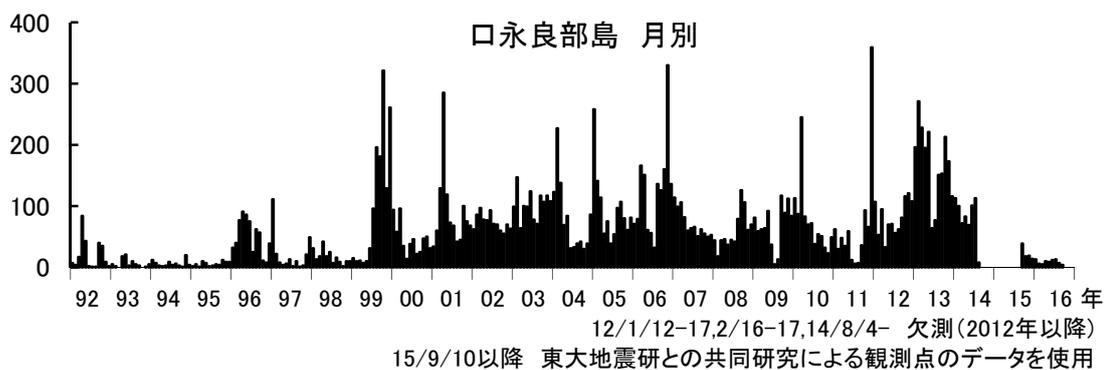


図2 地震発生数の推移(2015年9月11日～2016年9月24日)

口永良部島における地震活動の推移



口永良部島における火山性地震の発生回数
(2016年9月10日まで)

口永良部島

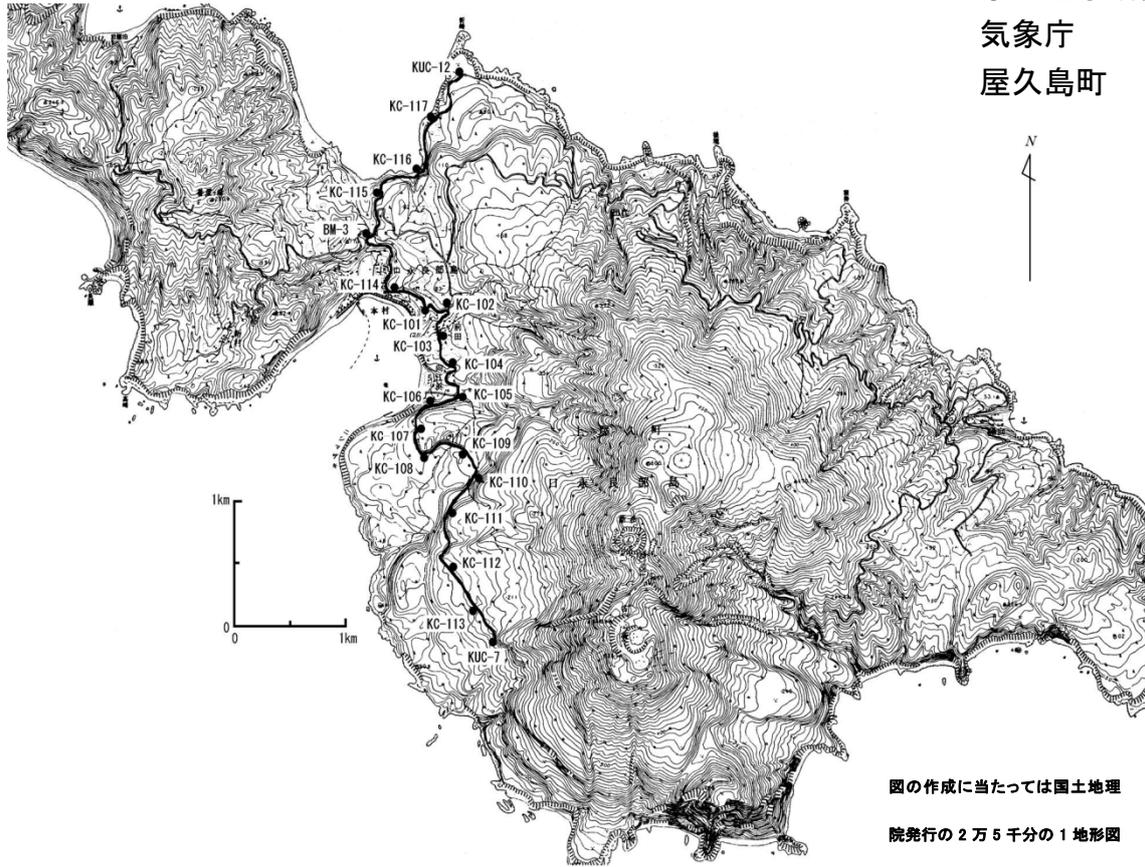


図 1. 口永良部島火山の水準測量路線

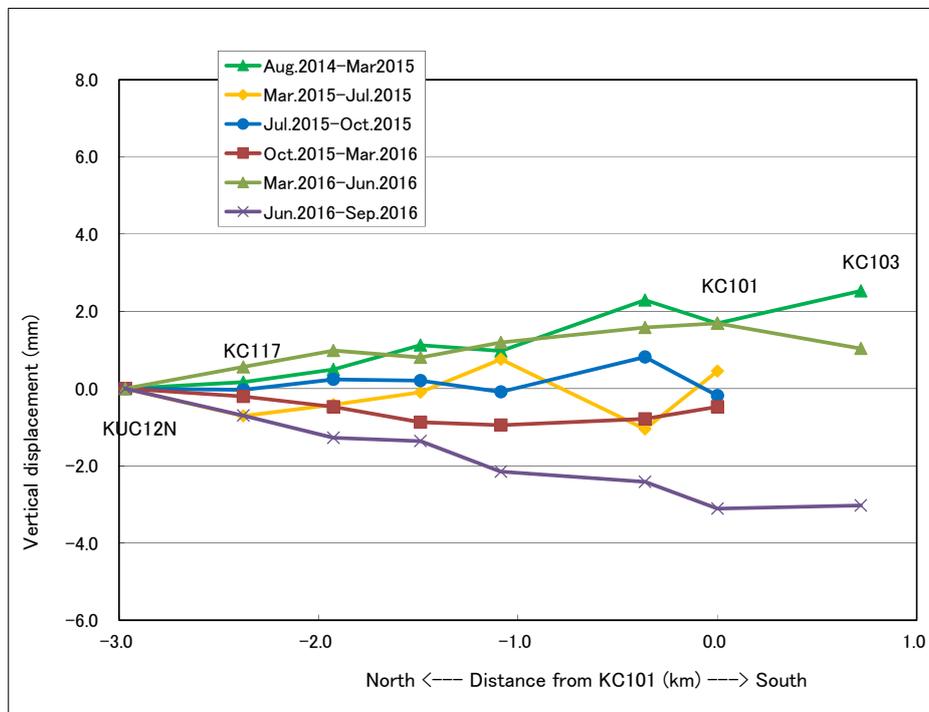
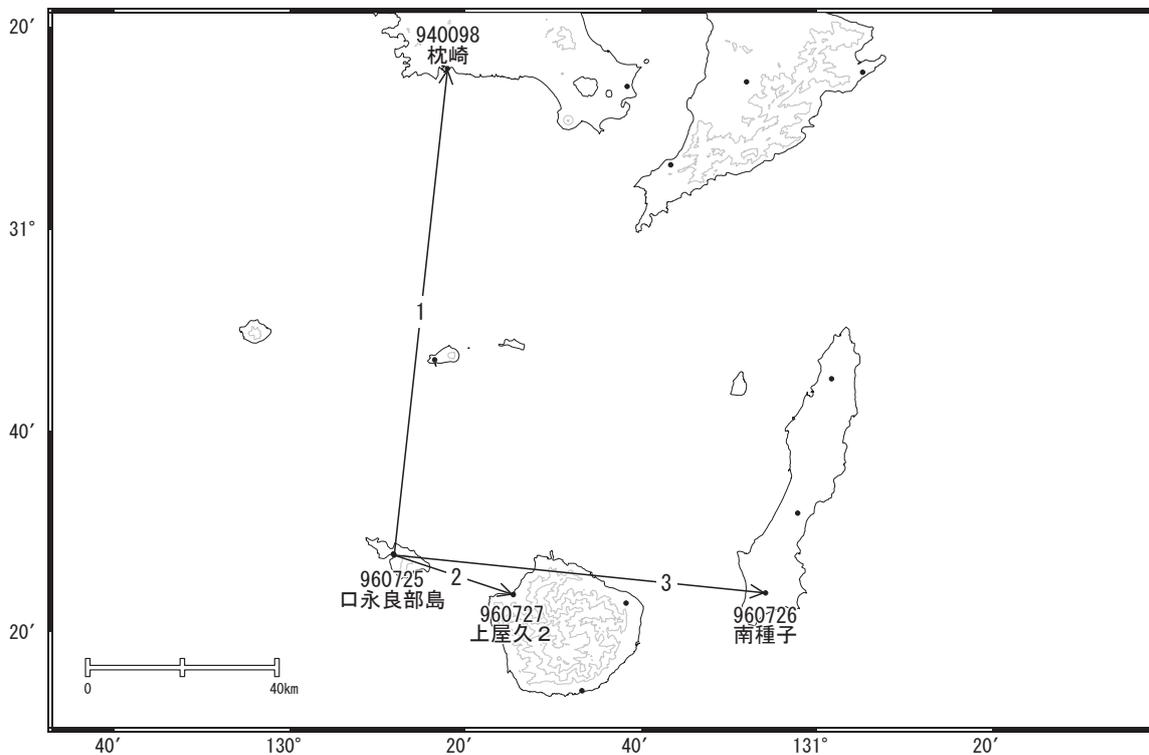


図 2. 水準測量結果。最新の測量は、2016 年 9 月 14 日-15 日に実施(測量区間:KUC12N~KC103)。路線最北部の KUC12N を基準。2016 年 6 月 22 日-23 日(前回測量)~2016 年 9 月 14 日-15 日の期間(図中の紫線)、路線南部に向かって明瞭な地盤沈降を示している。

口永良部島

2014年12月頃から見られていた新岳から遠ざかる方向のわずかな変動は、2015年10月頃から停滞しています。2016年2月頃から島内の新岳をはさむ基線で縮みの傾向が見られます。

口永良部島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)



口永良部島周辺の各観測局情報

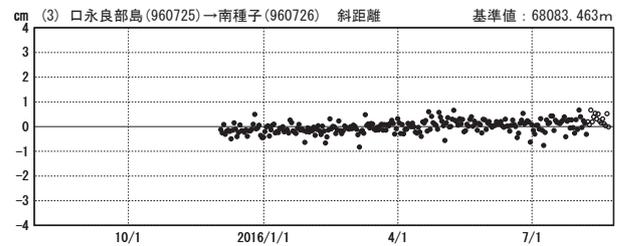
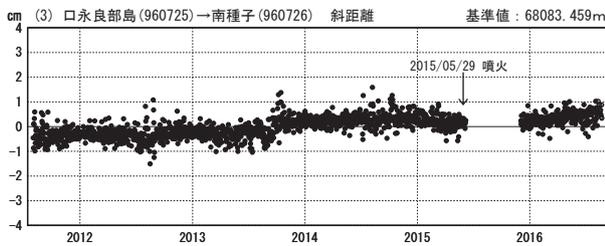
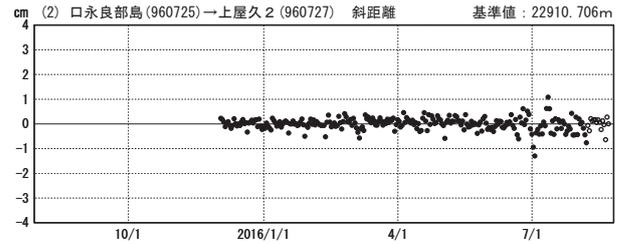
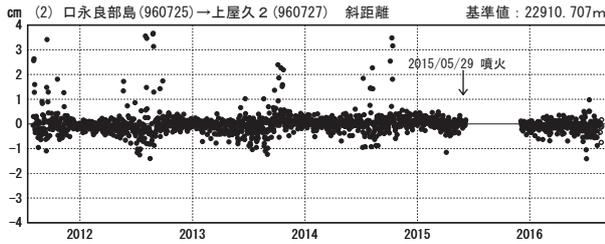
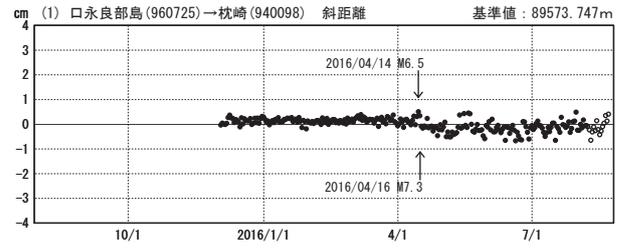
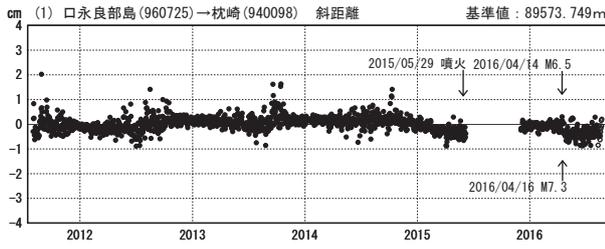
点番号	点名	日付	保守内容
940098	枕崎	20121012	アンテナ・受信機交換
		20140114	アンテナ交換
960725	口永良部島	20121012	アンテナ交換
960726	南種子	20121009	アンテナ交換
		20160712	受信機交換
960727	上屋久2	20121012	アンテナ交換

基線変化グラフ

※停電のため、2015/6/7～12/2が欠測

期間：2011/08/01～2016/08/21 JST

期間：2015/08/01～2016/08/21 JST

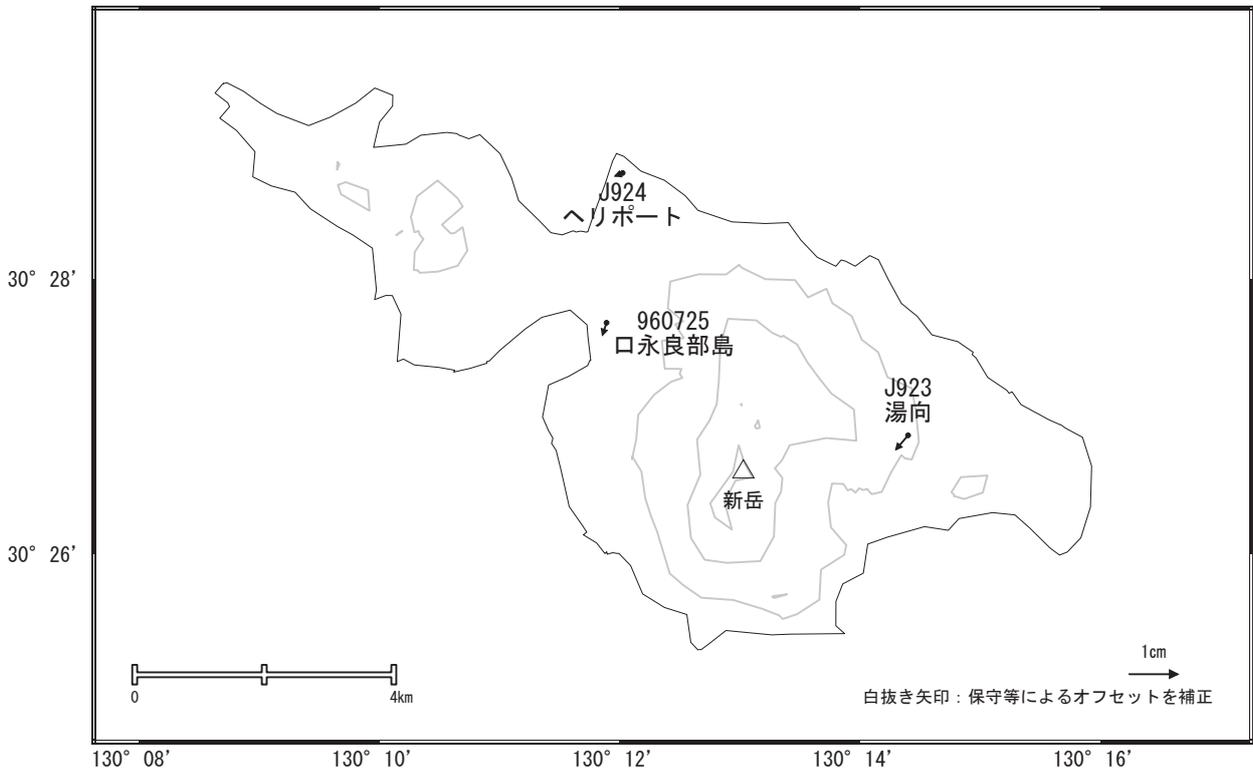


●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院

口永良部島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2016/04/28～2016/05/07[F3:最終解]
比較期間:2016/07/28～2016/08/06[F3:最終解]



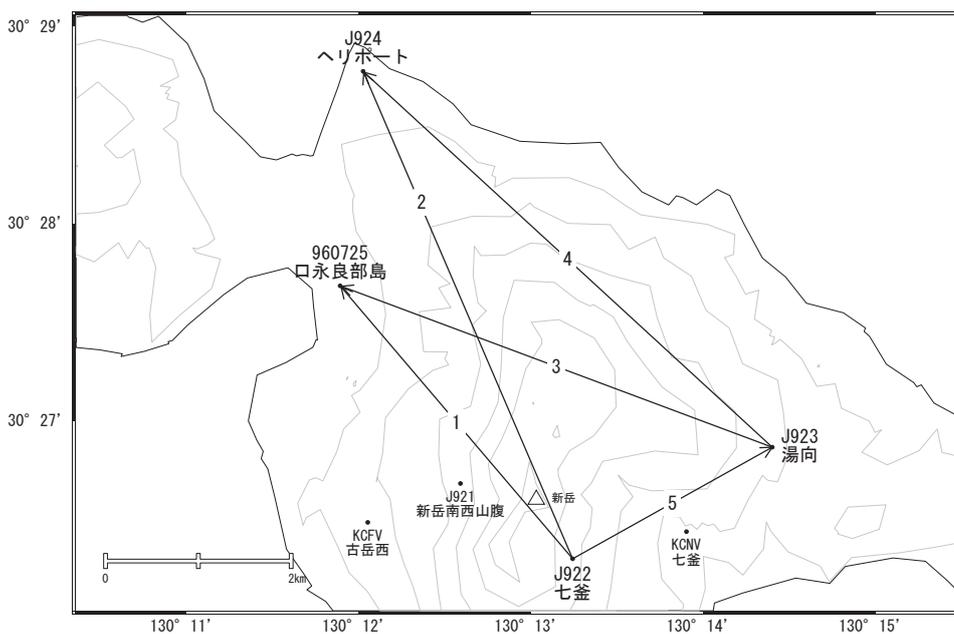
☆ 固定局: 枕崎 (940098)

国土地理院・気象庁

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

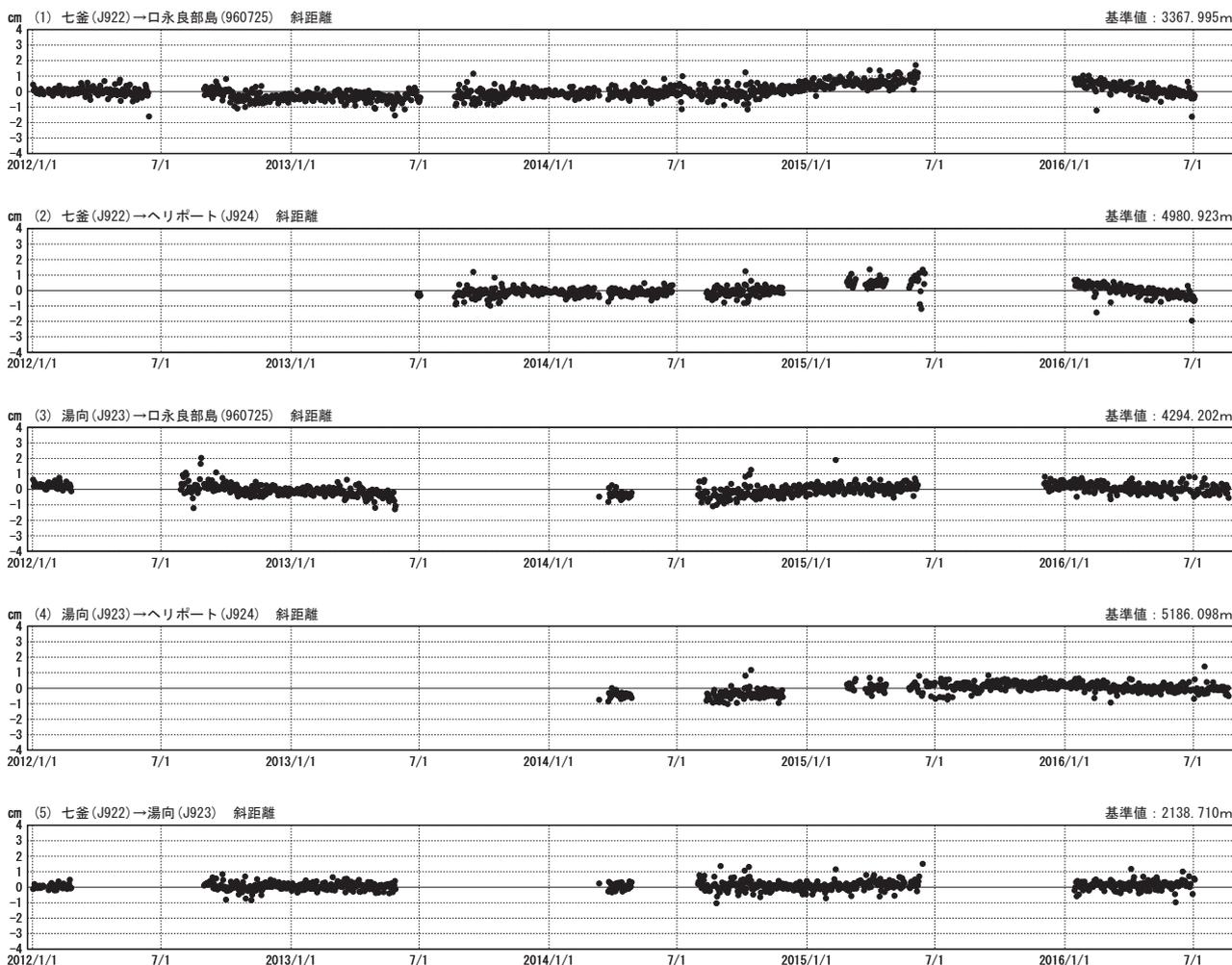
口永良部島

口永良部島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



基線変化グラフ

期間: 2012/01/01~2016/08/19 JST



●—[F3:最終解]

国土地理院・気象庁

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

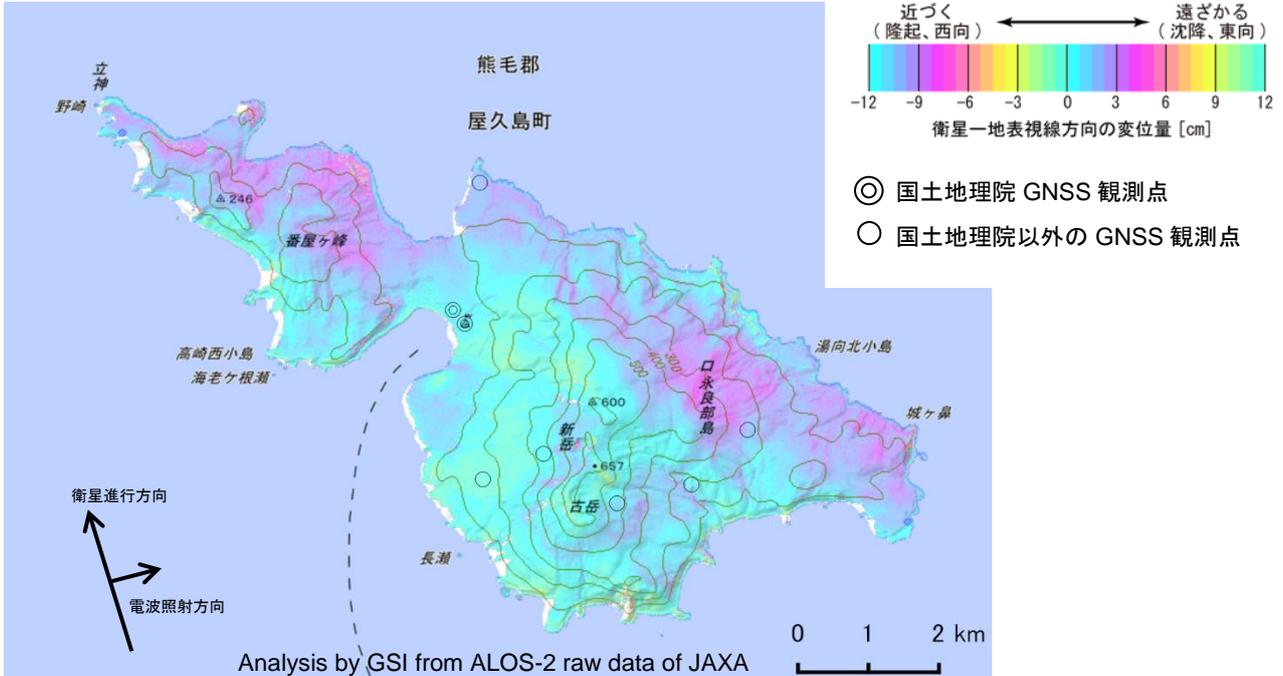
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

口永良部島

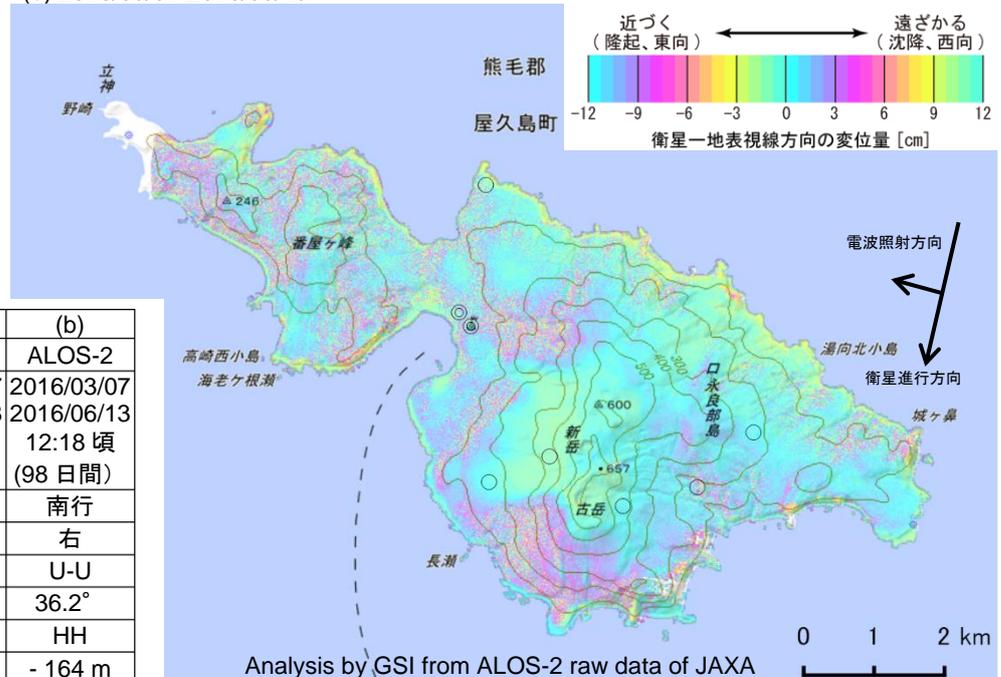
口永良部島の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。

(a) 2016/02/17-2016/06/08



(b) 2016/03/07-2016/06/13



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2016/02/17 2016/06/08 0:17 頃 (112 日間)	2016/03/07 2016/06/13 12:18 頃 (98 日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角(中心)	36.7°	36.2°
偏波	HH	HH
垂直基線長	-190 m	-164 m

*U: 高分解能(3m)モード

背景: 地理院地図 標準地図

口永良部島

阿蘇山 (2016年9月27日現在)

中岳第一火口では、5月1日のごく小規模の噴火以降、噴火は発生していない。火口内では灰色から灰緑色の湯だまりを確認し、土砂噴出も確認した。湯だまりの量は、7月下旬以降は中岳第一火口底の7割で経過した。また、火口底南側及び南西側で確認されていた高温の噴気孔は、7月には水没していた。

火山性微動の振幅は、概ねやや大きな状態で経過し、9月には少しずつ減少している。

火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1日あたり1,200~3,100トンと多い状態で経過した。

以上のように阿蘇山の火山活動は概ねやや活発な状況で経過した。

中岳第一火口では、今後しばらくは火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生する可能性がある。

中岳第一火口から概ね1kmの範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石及び火砕流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、火山ガスに注意が必要である。平成27年11月24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5月~9月27日)

- ・噴煙など表面現象の状況(図1~6、図7- ~、図8- ~、図14)

中岳第一火口では、5月1日05時45分にごく小規模な噴火が発生した。噴煙は灰白色で火口縁上300mまで上がった。その後は、白色の噴煙が最高で800mまで上がった。

期間中に実施した現地調査では、中岳第一火口内に湯だまりを確認した。湯だまりの色は6月までは灰色、7月以降は灰白色から灰緑色だった。湯だまりの量は7月中旬までは噴煙のため不明だったが、7月27日に中岳第一火口底の7割を確認し、その後も7割で経過した。また、ごく小規模な土砂噴出も確認した。火口底南側及び南西側で観測されていた高温の噴気孔は、7月には水没していた。

赤外熱映像装置による観測では、湯だまり表面の最高温度は約60~80℃で、南側火口壁の最高温度は170~210℃だった。

- ・地震や微動の発生状況(図7- ~、図8- ~、図9、図10)

火山性微動の振幅は、6月3日から9日、6月24日から7月3日及び7月11日以降はやや大きな状態で経過したが、9月にはやや小さくなった。

孤立型微動は火山性微動の振幅増大により計数できない期間を除いて概ねやや多い状態で経過した。

火山性地震の震源は主に中岳第一火口直下のごく浅いところから海拔下2kmに分布した他、「平成28年(2016年)熊本地震」後は、中岳第一火口の南西側約2kmの海拔下0~2kmに分布した。その後、7月以降は、中岳第一火口の西側約2kmの海拔下0~2kmにも分布した。

- ・火山ガスの状況(図7- ~、図8- ~)

火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、期間を通して1日あたり1,200~3,100トンと多い状態で経過した。

・地殻変動の状況（図 11～13）

傾斜計では、「平成28年（2016年）熊本地震」に伴う変化が認められるが、火山活動によると考えられる特段の変化は認められなかった。

GNSS連続観測では、深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む古坊中 - 長陽（国）の基線の2015年8月頃からのわずかな伸びの傾向は、2015年11月頃から停滞している。

・南阿蘇村吉岡の噴気地帯の状況（図16、図17）

5月に実施した現地調査では、これまでと同様にやや活発な噴気活動が続いていることを確認した。



図1 阿蘇山 噴火の状況（5月1日、草千里遠望カメラによる）

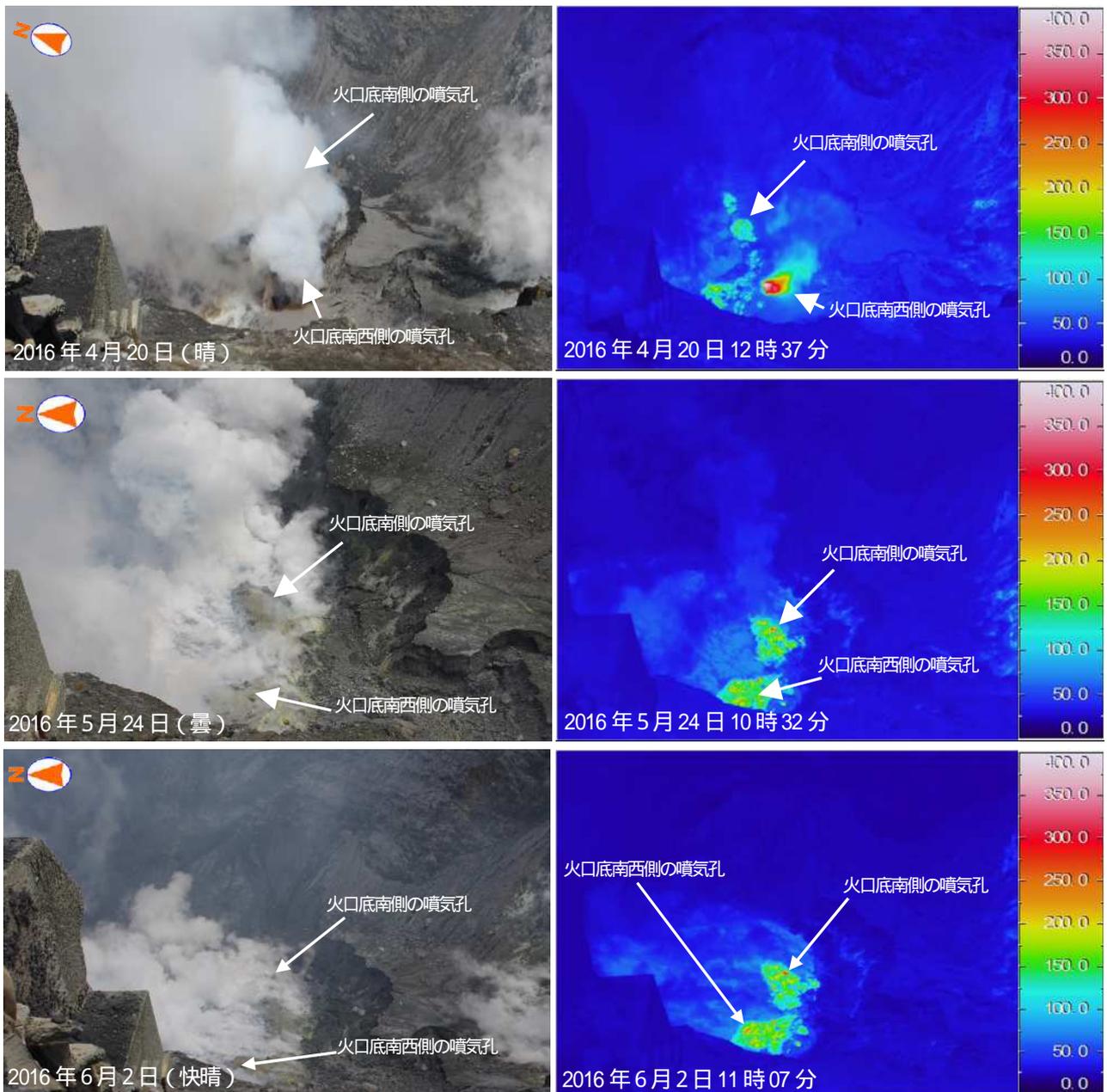


図 2 阿蘇山 中岳第一火口の火口底南側及び南西側の噴気孔 (南西側観測点から撮影)

- ・火口底南側の噴気孔の最高温度は約 300～330 だった。
- ・火口底南西側の噴気孔の最高温度は約 270～310 だった。

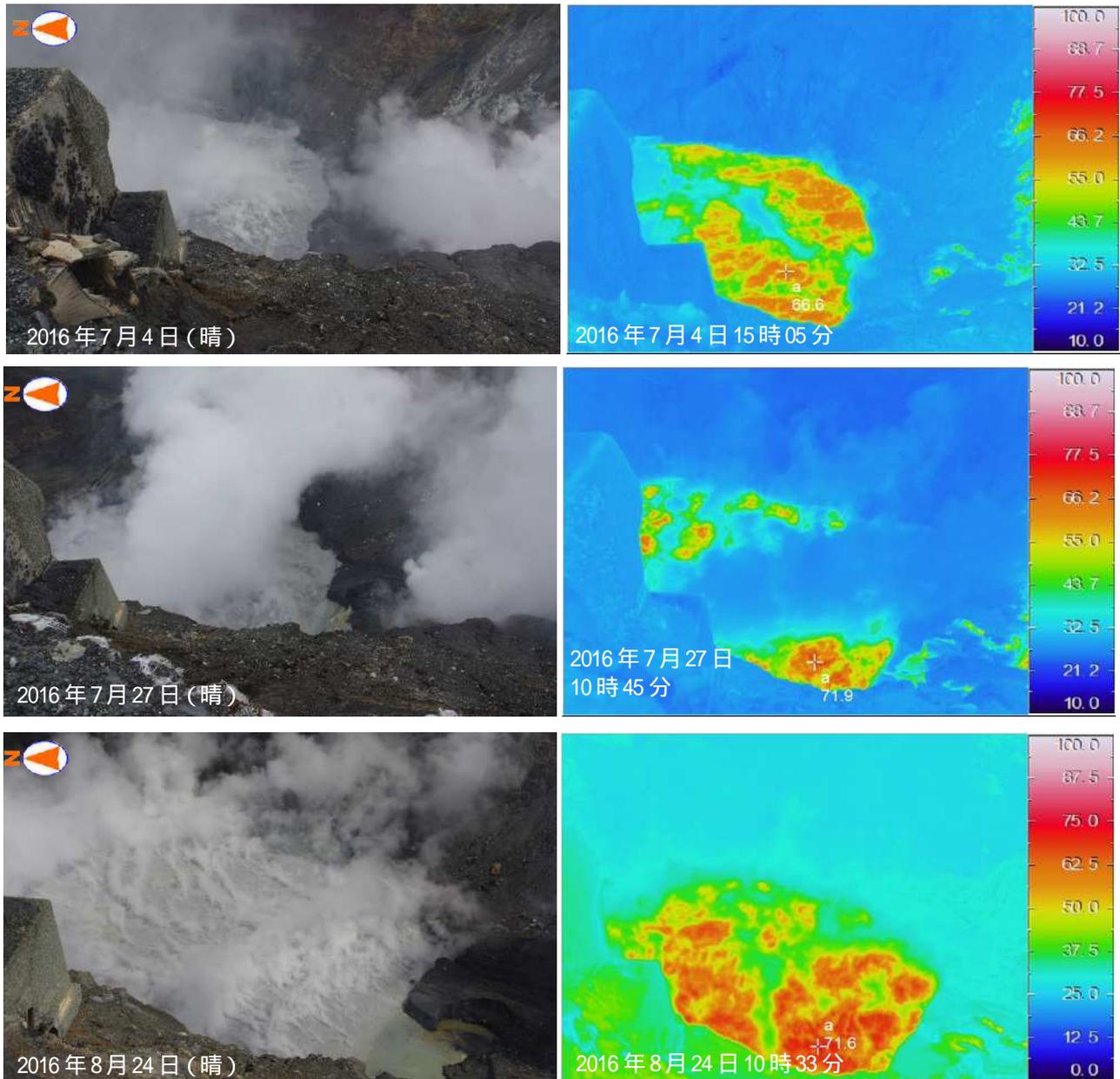


図3 阿蘇山 中岳第一火口内の状況と赤外熱映像装置による表面温度分布
(南西側観測点から撮影)

- ・高温の噴気孔は7月には湯だまりで水没しているのを確認した。
- ・7月27日の現地調査では、湯だまり量が中岳第一火口底の7割となっていた。
- ・湯だまり量は、8月も中岳第一火口底の7割で経過した。

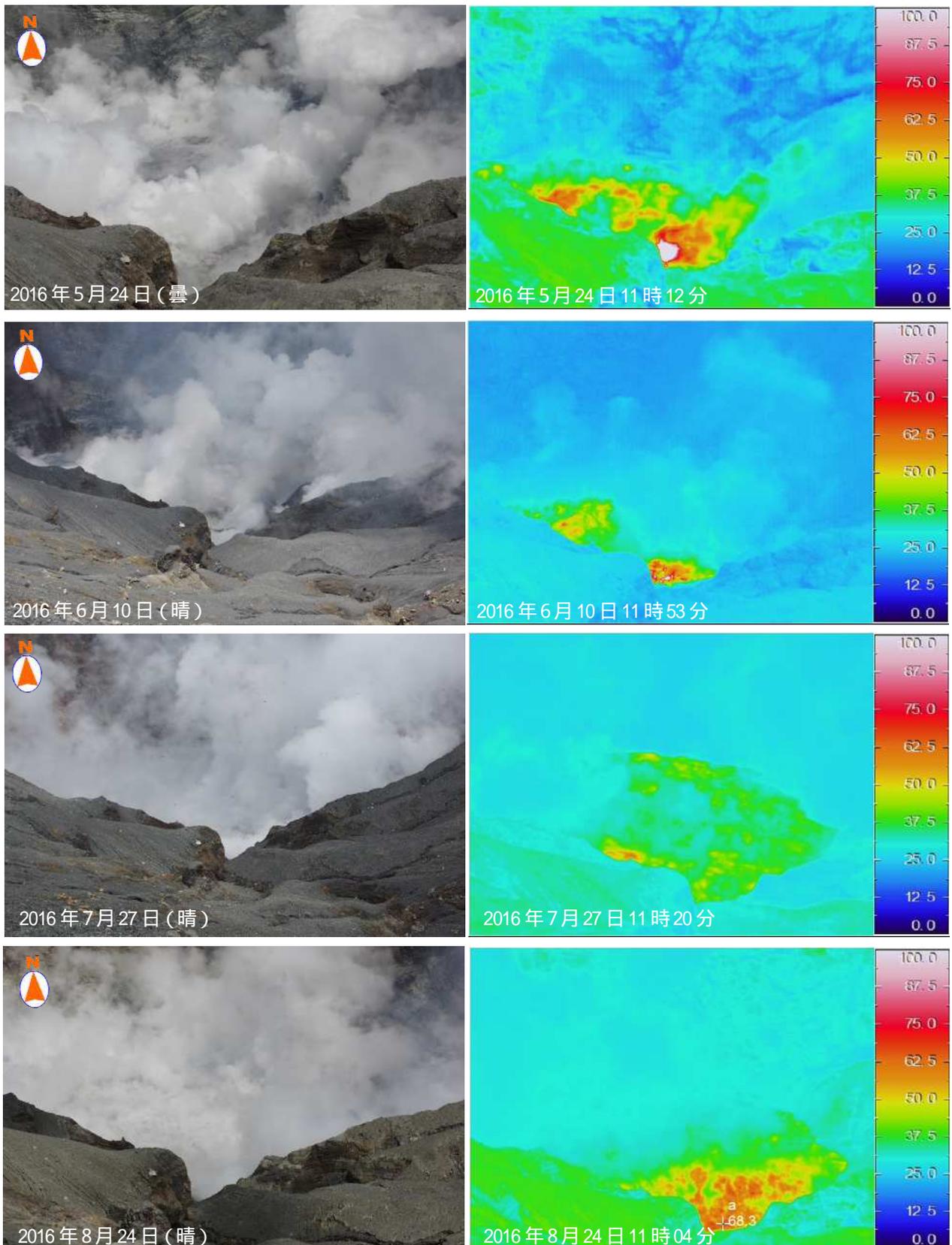


図 4 阿蘇山 中岳第一火口の状況と赤外熱映像装置による地表面温度分布（南側観測点から撮影）

- ・湯だまりの量は7月中旬までは噴煙のため不明だったが、7月27日以降は中岳第一火口底の7割を確認した。
- ・湯だまり表面の最高温度は、約60～80 で経過した。



図 5 阿蘇山 中岳第一火口の土砂噴出（南側観測点から撮影）
湯だまり内でごく小規模な土砂噴出（赤丸内）を確認した。

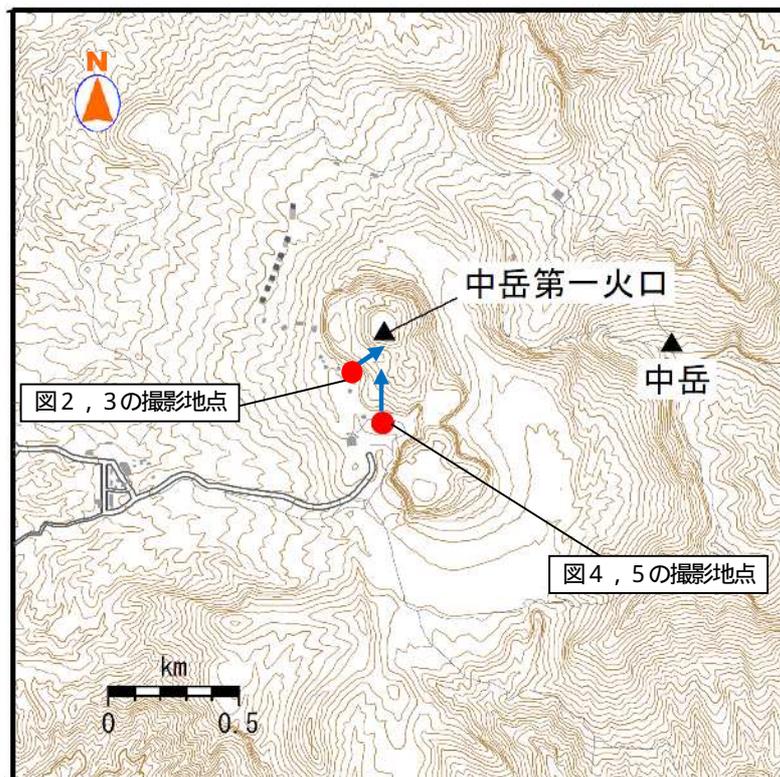


図 6 阿蘇山 中岳第一火口現地調査観測点
この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図情報（数値標高モデル）』を使用した。

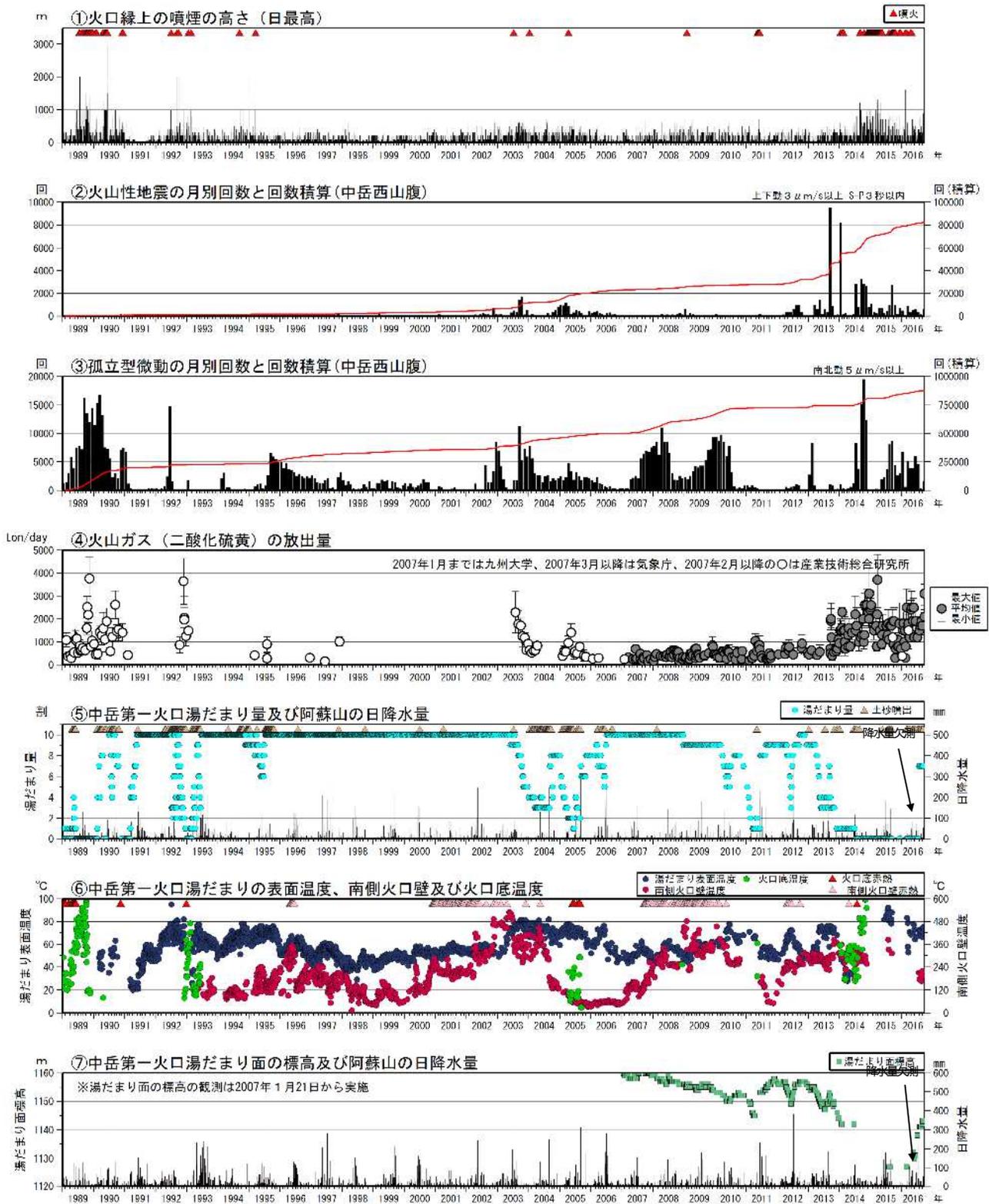


図 7 阿蘇山 火山活動経過図 (1989 年 1 月 ~ 2016 年 9 月 27 日)

2002 年 3 月 1 日から検測基準を変位波形から速度波形に変更した。

と の赤線は回数の積算を示している。

阿蘇山の降水量は 2015 年 9 月 14 日から 12 月 16 日まで欠測している。

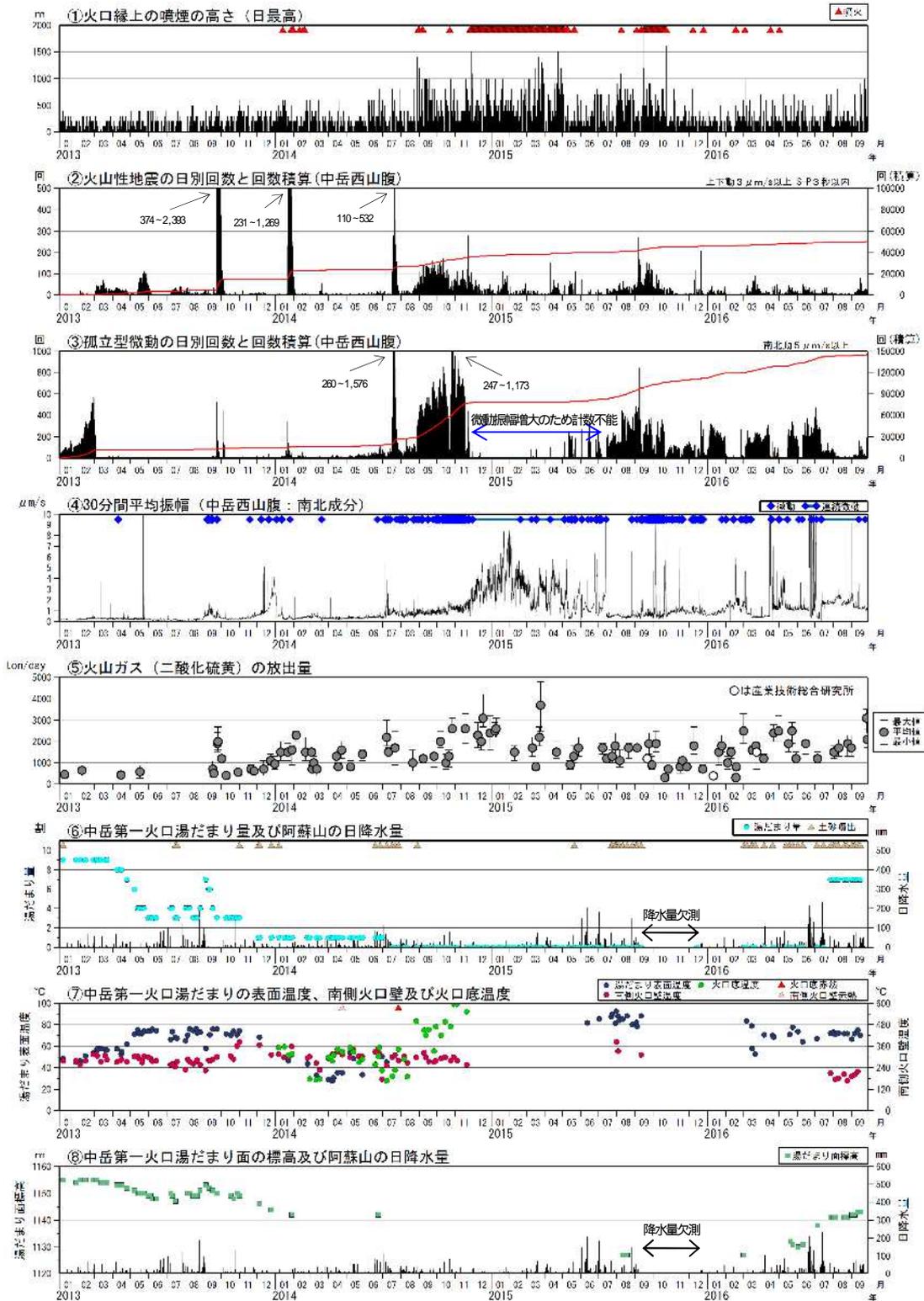


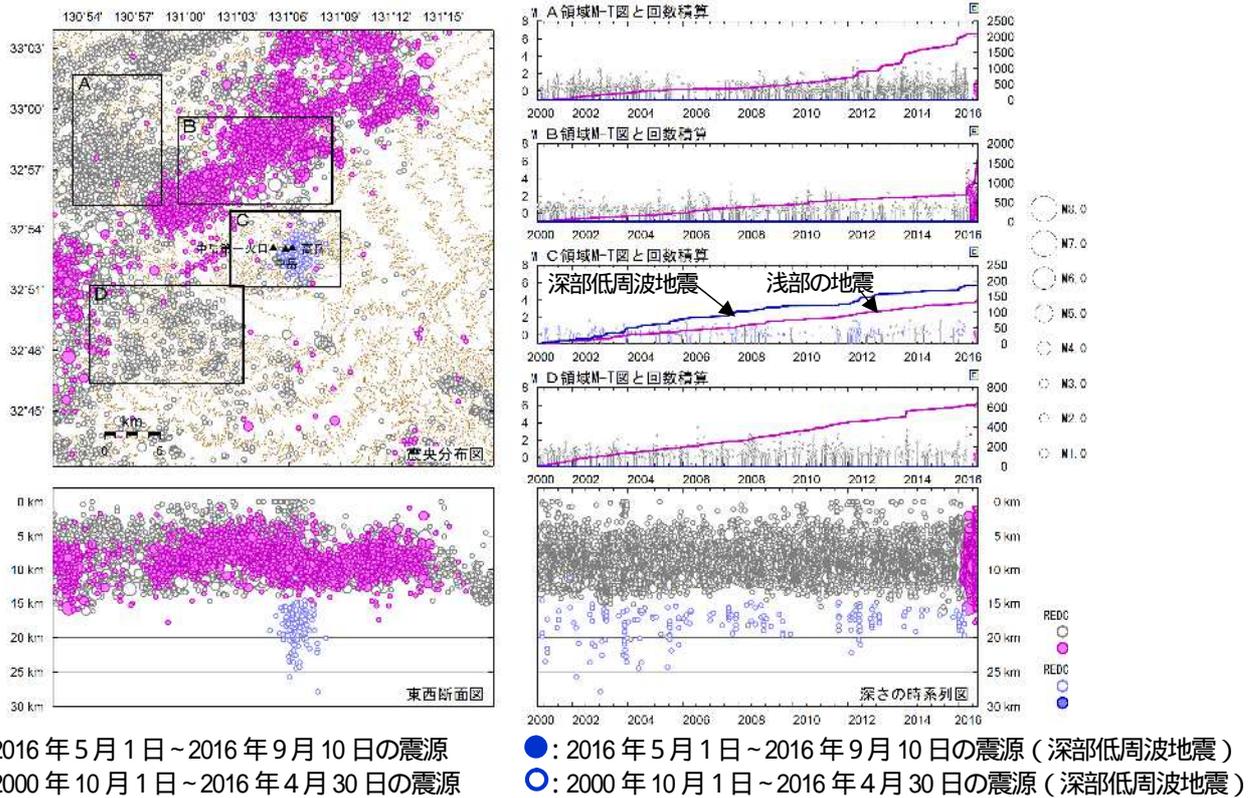
図 8 阿蘇山 火山活動経過図 (2013 年 1 月 ~ 2016 年 9 月 27 日)

<2016年5月～9月27日の状況>

- ・ 5月1日 05時45分にごく小規模な噴火が発生した。噴煙は灰白色で火口縁上 300mまで上がった。その後は、白色の噴煙が最高で 800mまで上がった。
- ・ 火山性微動の振幅は、6月3日から9日、6月24日から7月3日及び7月11日以降はやや大きな状態で経過したが、9月には少しずつ減少している。
- ・ 孤立型微動は火山性微動の振幅増大により計数できない期間を除いて概ねやや多い状態で経過した。
- ・ 火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、期間を通して1日あたり 1,200~3,100 トンと多い状態だった。

と の赤線は回数の積算を示している。

阿蘇山の降水量は 2015 年 9 月 14 日から 12 月 16 日まで欠測している。



● : 2016年5月1日~2016年9月10日の震源
 ○ : 2000年10月1日~2016年4月30日の震源
 ● : 2016年5月1日~2016年9月10日の震源(深部低周波地震)
 ○ : 2000年10月1日~2016年4月30日の震源(深部低周波地震)

図9 阿蘇山 一元化による震源分布図(2000年10月~2016年9月10日)
 火山の周辺領域で「平成28年(2016年)熊本地震」の一連の地震が継続した。
 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50mメッシュ(標高)』を使用した。

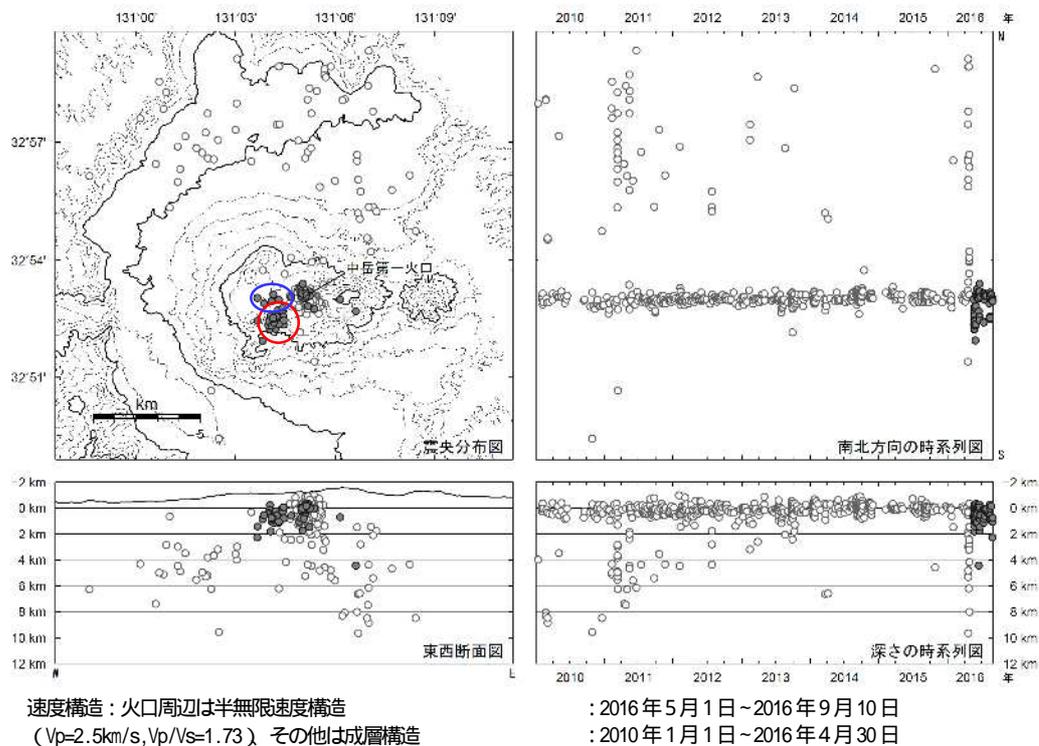


図10-1 阿蘇山 震源分布図(2010年1月~2016年9月10日)

<2016年5月~2016年9月10日の状況>

- ・火山性地震の震源は主に中岳第一火口直下のごく浅いところから海拔下2kmに分布した他、「平成28年(2016年)熊本地震」後は、中岳第一火口の南西側約2kmの海拔下0~2kmに分布した(図の赤丸)。その後、7月以降には、中岳第一火口の西側約2kmの海拔下0~2kmにも分布した(図の青丸)。

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

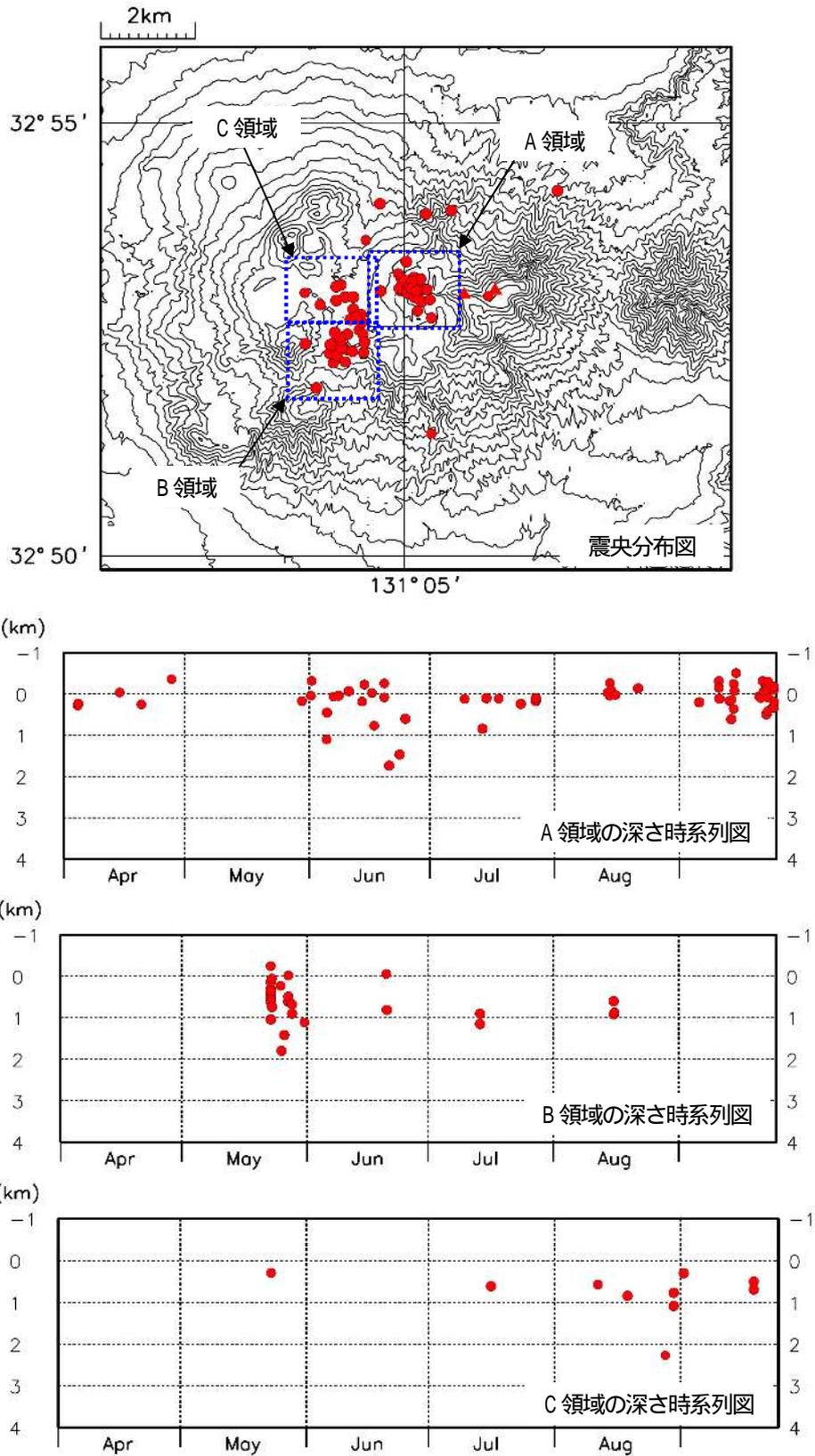


図 10-2 阿蘇山 震源の東西時系列図 (2016 年 4 月 ~ 2016 年 9 月 25 日)

- ・火山性地震の震源は主に中岳第一火口直下のごく浅いところから海拔下 2 km に分布した他、「平成 28 年 (2016 年) 熊本地震」後は、中岳第一火口の南西側約 2 km の海拔下 0 ~ 2 km に分布した。その後、7 月以降には、中岳第一火口の西側約 2 km の海拔下 0 ~ 2 km にも分布した。

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。

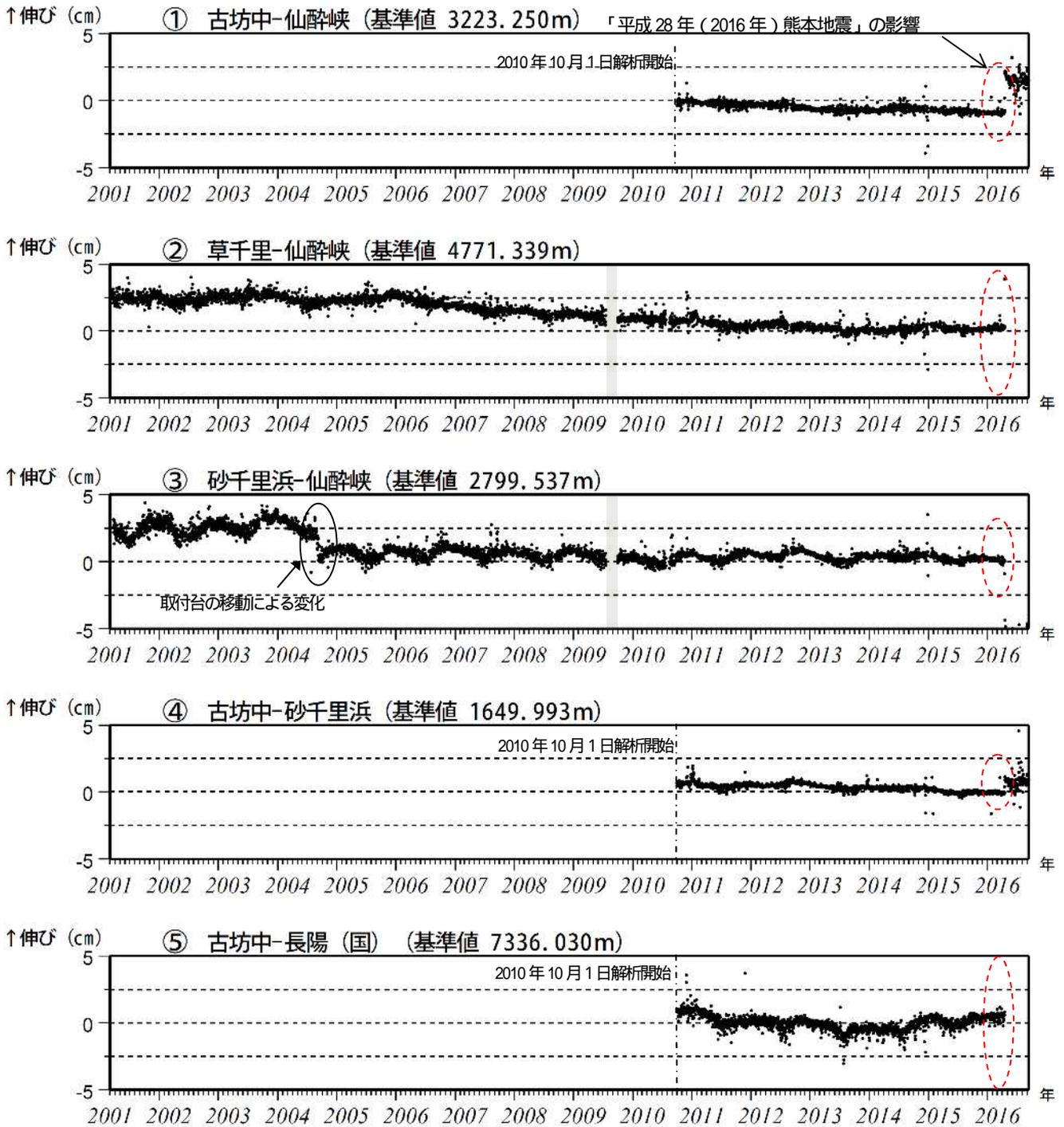


図 11-1 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2001 年 3 月 15 日 ~ 2016 年 9 月 10 日)
(国): 国土地理院

深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む古坊中 - 長陽 (国) の基線の 2015 年 8 月頃からのわずかな伸びの傾向は、2015 年 11 月頃から停滞している。

この基線は図 12 の ~ に対応している。

2010 年 10 月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。

灰色部分 (2009 年 7 月 22 日 ~ 9 月 29 日) は仙酔峡観測点障害のため欠測。

仙酔峡観測点と草千里観測点は 2014 年 2 月の機器更新により受信機の位置を変更したが、以前の基準値に合うように調整した。

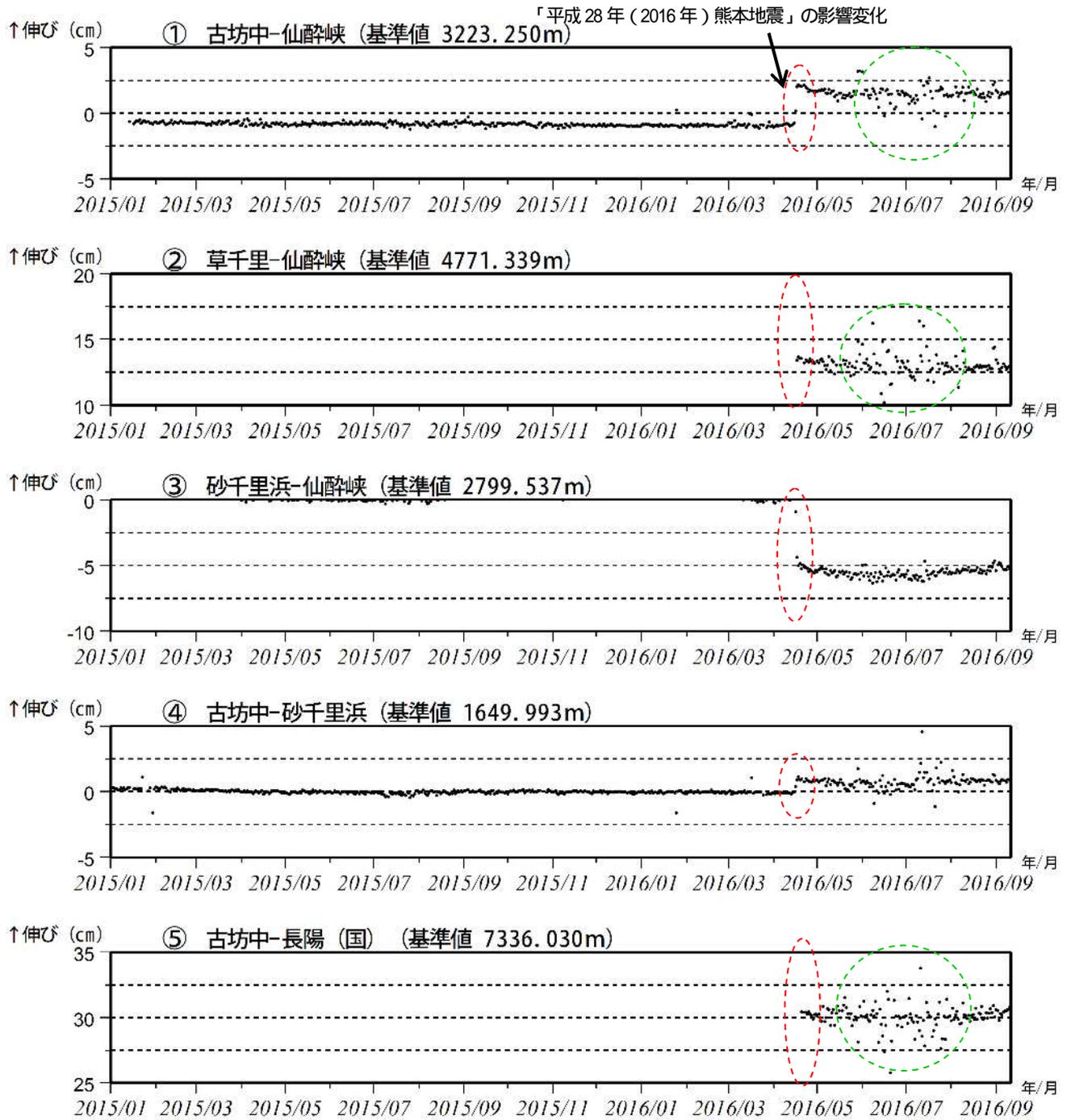


図 11-2 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2015 年 1 月 ~ 2016 年 9 月 10 日)
(国): 国土地理院

これらの基線は図 12 の ~ に対応している。

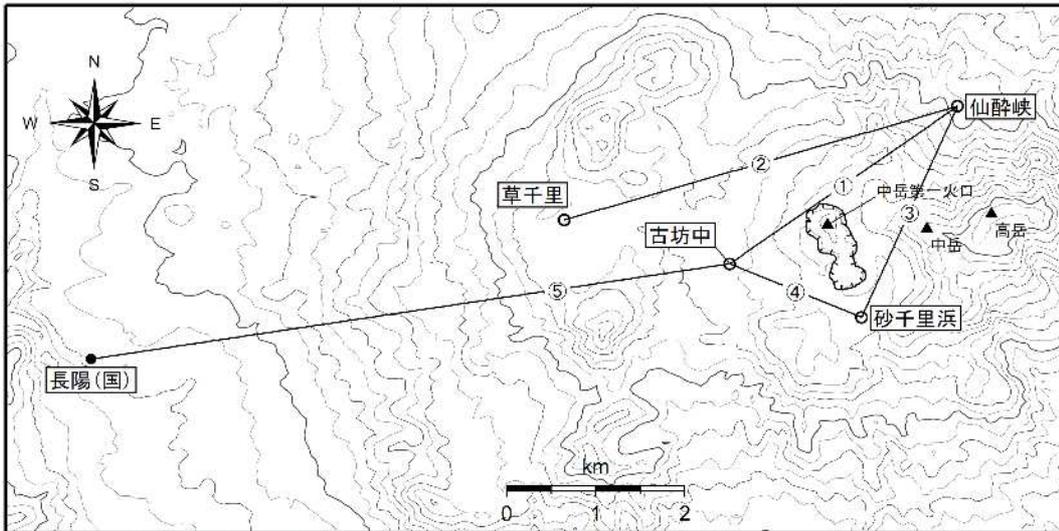


図 12 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

小さな白丸 () は気象庁、小さな黒丸 () は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。
 (国): 国土地理院
 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

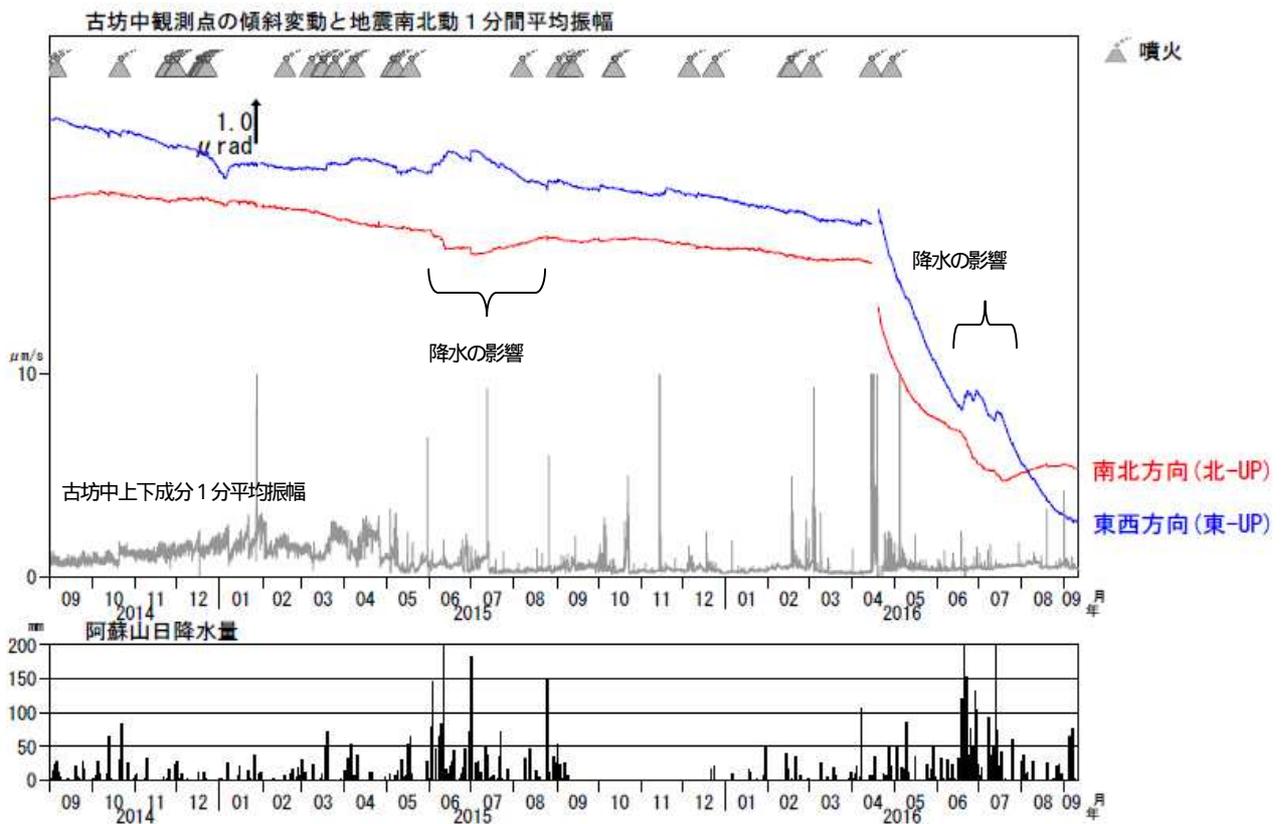


図 13-1 阿蘇山 傾斜変動 (2014 年 9 月 ~ 2016 年 9 月 10 日、時間値、潮汐補正済み)
 傾斜計では、火山活動に起因すると考えられる特段の変動は認められなかった。

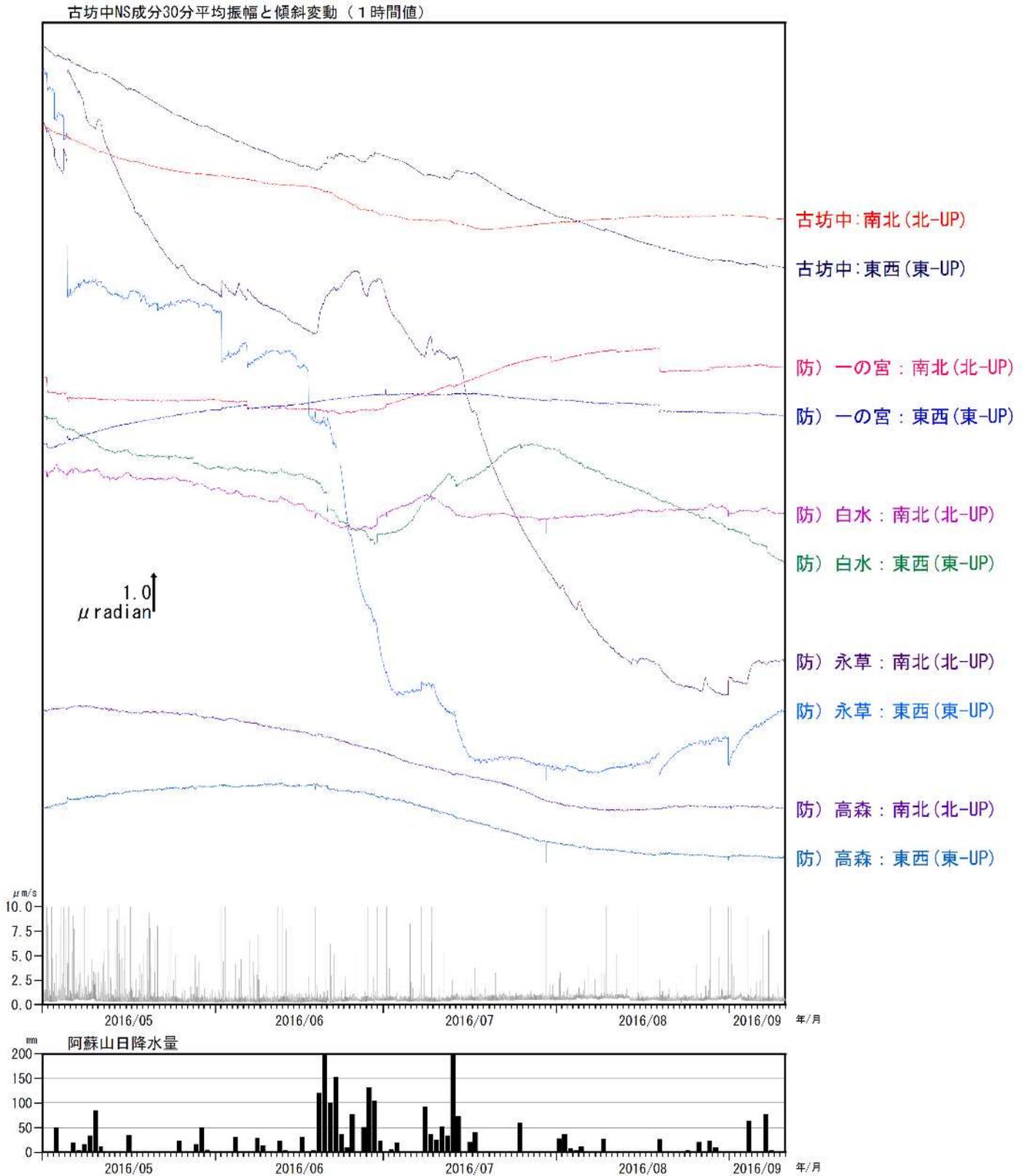


図 13-2 阿蘇山 傾斜変動 (2016 年 5 月 ~ 2016 年 9 月 10 日、時間値、潮汐補正済み)

傾斜計では、火山活動に起因すると考えられる特段の変動は認められなかった。

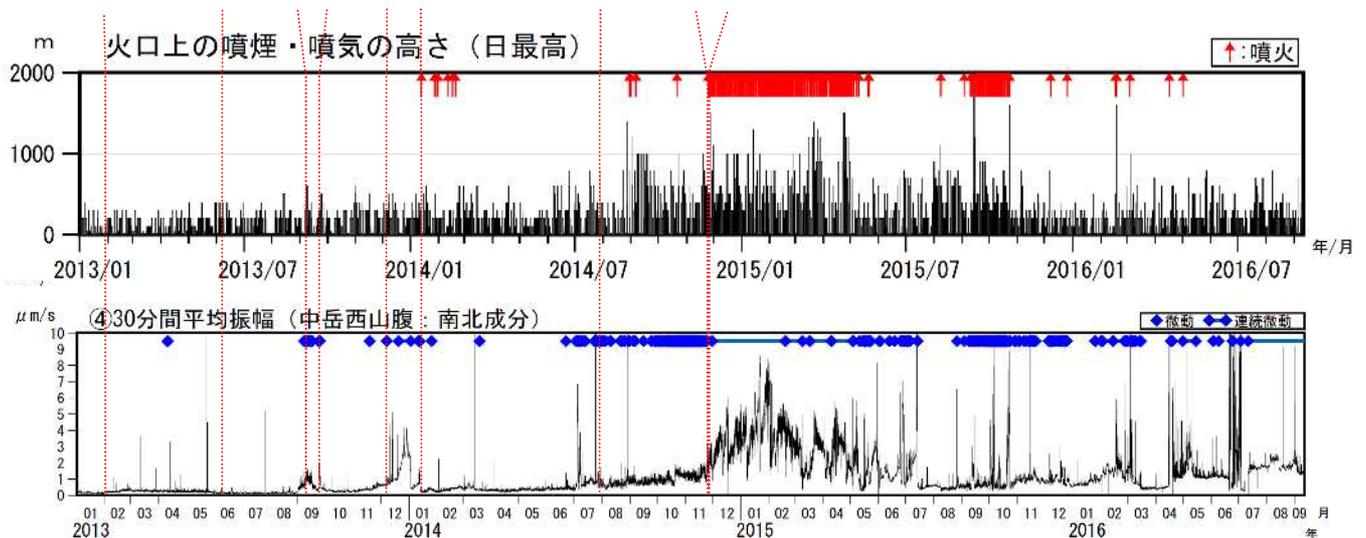


図 14-1 阿蘇山 中岳第一火口の噴火の経過

- ・2013年1月に9割だった湯だまり量は、次第に減少した。
- ・2013年9月に湯だまり量が7割まで増加したがすぐに3割まで減少し、12月には1割になった。
- ・2014年1月にごく小規模な噴火が発生し、3月まで時々発生した。
- ・2014年7月に火口中央部付近の噴気孔の一部でごく弱い火炎、その周辺部で赤熱を確認した。また南側火口壁の一部で赤熱を確認した。赤熱を確認したのは2005年9月3日以来。
- ・2014年8月30日以降、時々噴火が発生していたが、11月25日以降はマグマ噴火となり、連続的な噴火となった。また、ストロンボリ式噴火を確認した。

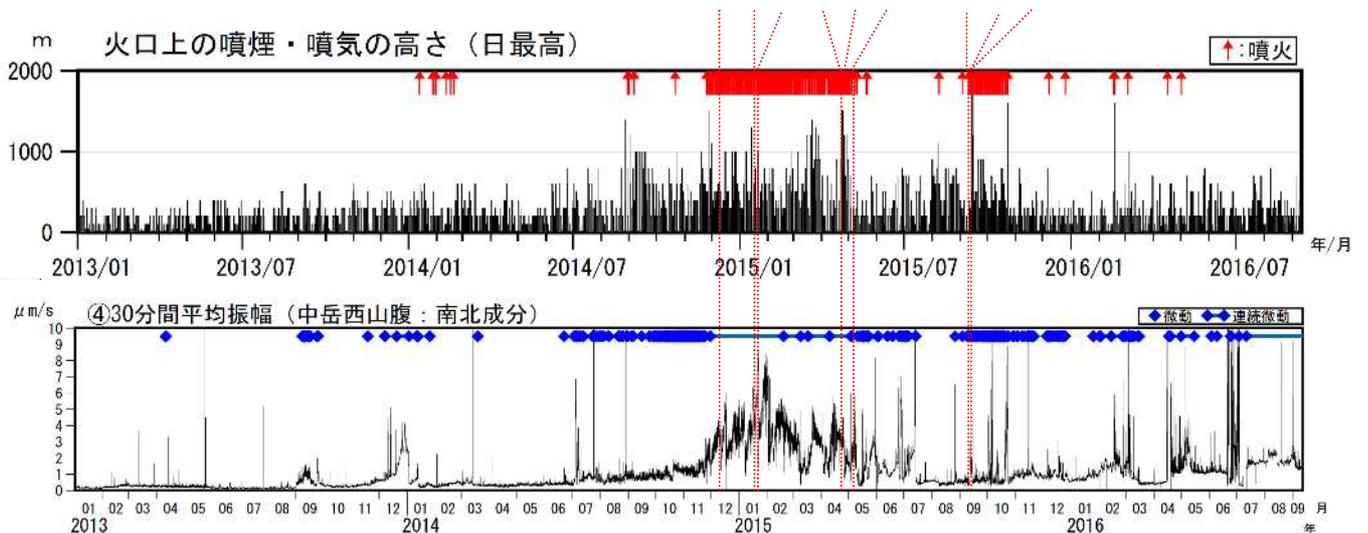


図 14-2 阿蘇山 中岳第一火口の噴火の経過

- ・2014年12月9日に局地的な強風により火口周辺に噴石が飛散した。現地調査では、中岳第一火口の南西側500m付近で最大約20cm、約1.2km付近で3～10cmの小さな噴石が落下していることを確認した。
- ・連続的な噴火は2015年3月まで続き、その後も5月21日まで断続的に噴火が発生した。2015年1月の現地調査で141火口を確認した。
- ・2015年4月まで時々ストロンボリ式噴火を観測した。
- ・2015年5月5日の現地調査では、141火口の南側が陥没していることを確認した。5月3日の火山性微動に伴う噴出現象に関連している可能性がある。
- ・2015年8月12日にごく小規模な噴火が発生し、その後も時々噴火が発生した。
- ・2015年9月14日09時43分に噴火が発生し、灰色の噴煙が火口縁上2,000mまで上がり、北西方向へ流れた。この噴火に伴い小規模な火砕流が発生し、火口周辺に流下した。この噴火は10月23日まで続いた。

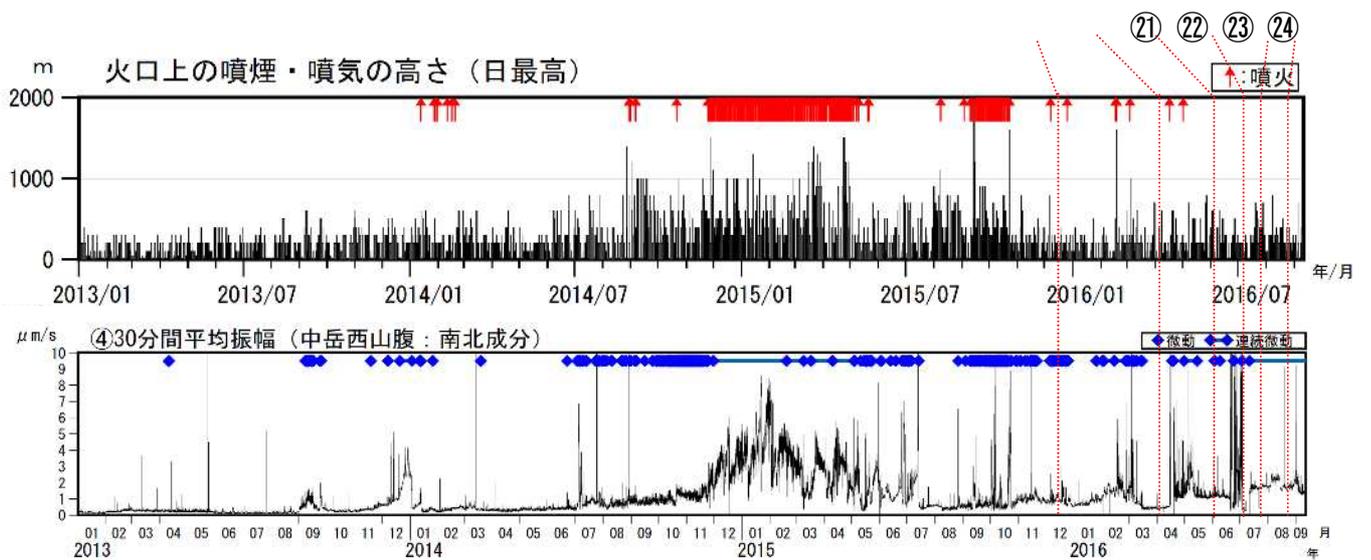


図 14-3 阿蘇山 中岳第一火口の噴火の経過

- ・2015年12月の現地調査で湯だまりを確認したが、噴煙のため湯だまり量は不明だった。
- ・2016年3月以降は土砂噴出と高温の噴気孔を確認した ⑲。
- ・2016年7月には高温の噴気孔が水没していた。7月下旬以降湯だまり量7割で経過し、土砂噴出も確認した⑳㉓㉔。
- ・火山性連続微動は、2014年10月頃から徐々に大きくなっており2014年11月から2015年5月までは大きな状態で噴火が発生した。その後は、概ねやや大きな状態で推移し、時々噴火した。

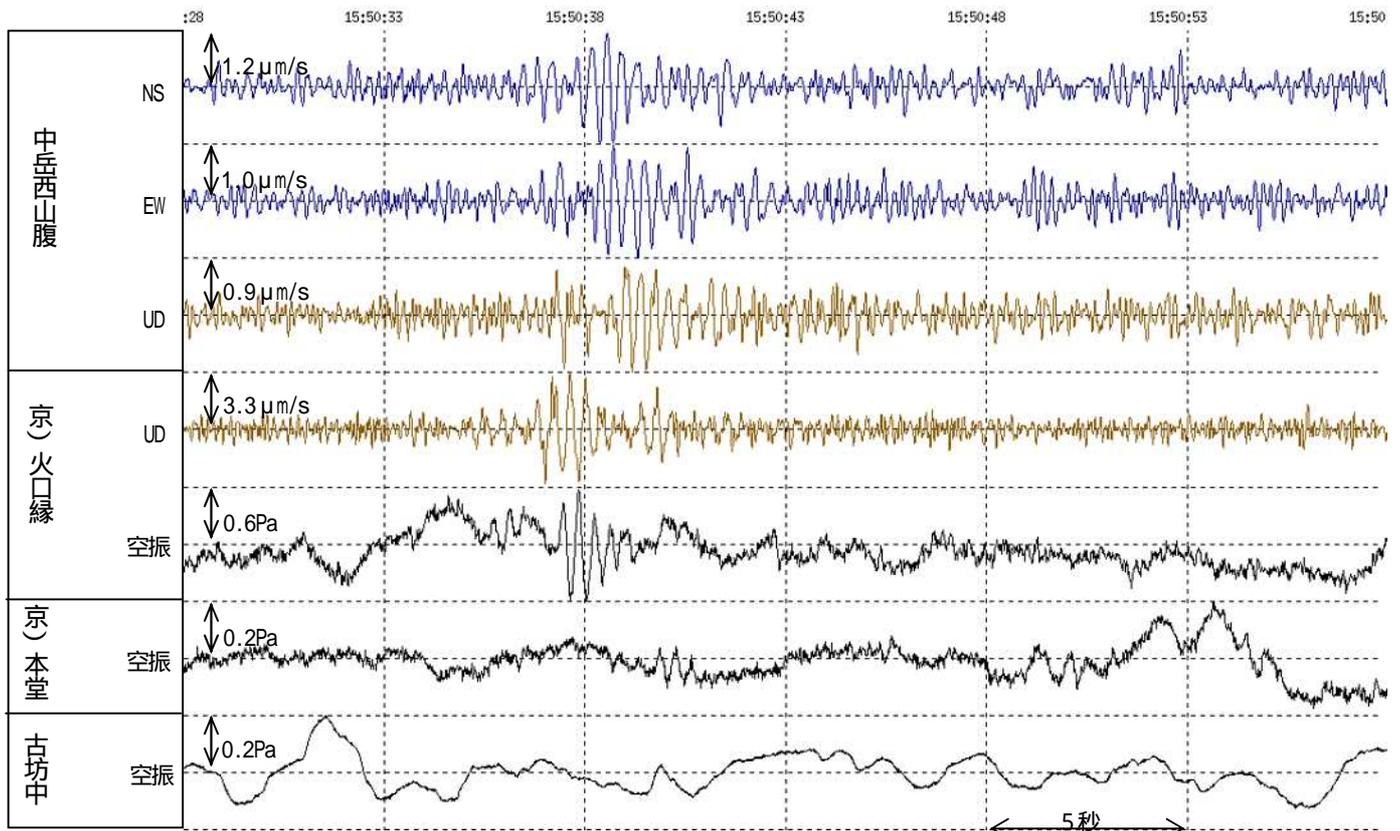


図 15-1 2016 年 9 月 15 日 15 時 50 分頃に発生した火山性地震と空振

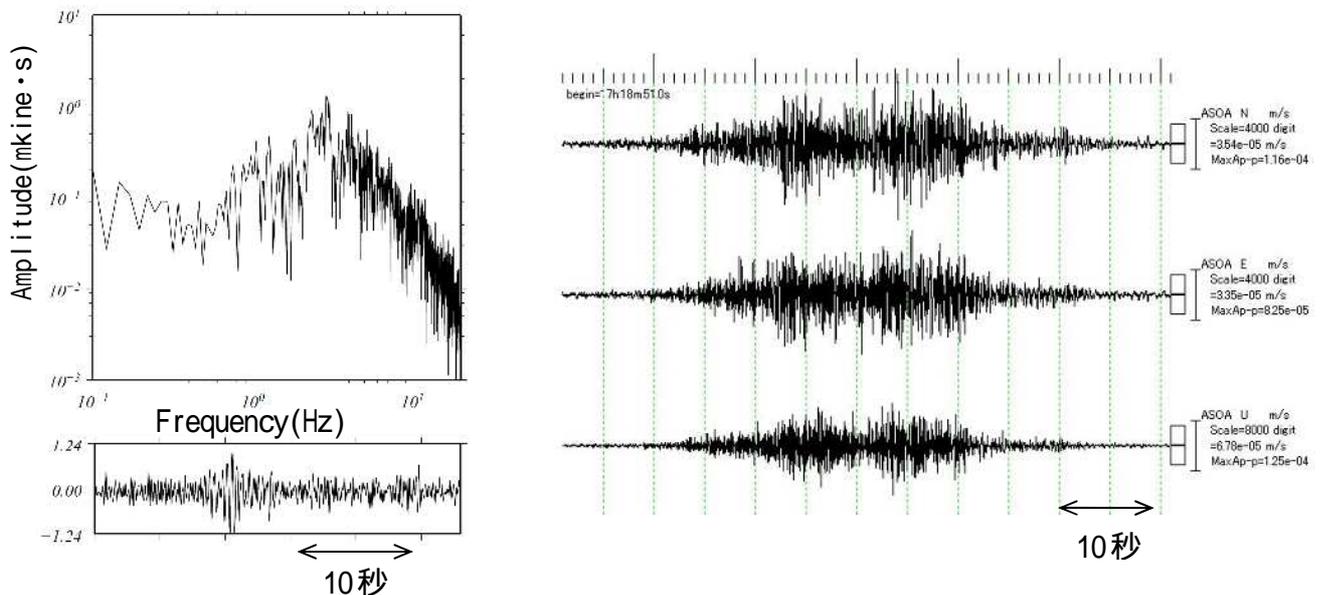


図 15-2 2016 年 9 月 15 日 15 時 50 分頃に発生した火山性地震のスペクトル

【参考】2003 年 7 月 10 日 17 時 18 分に発生した土砂噴出の波形 (中岳西山腹)

・ 3Hz 付近にピークが認められる。

- ・ 2016 年 9 月 15 日に火山口内から、明瞭に土砂噴出の音と噴気音を確認している。
- ・ 京) 火山口縁、京) 本堂のデータは 2016 年 4 月 26 日以降気象庁に配信され始め、これ以降では初めて観測された空振を伴う火山性地震であった。
- ・ 京) 火山口縁と京) 本堂の空振の時間差より中岳第一火山口のイベントと推定される。

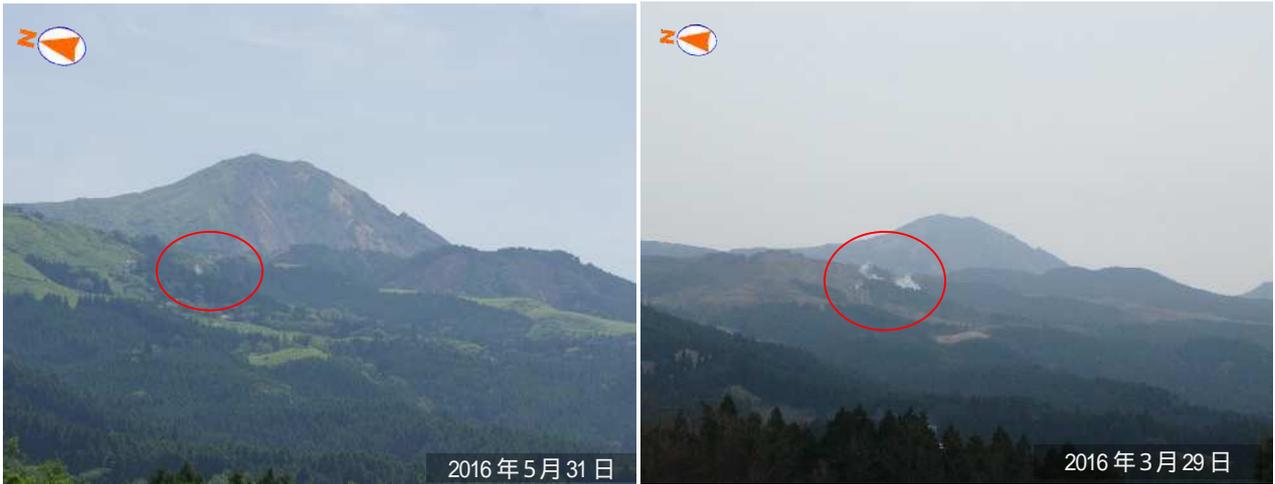


図16-1 阿蘇山 南阿蘇村吉岡の噴気（赤丸内）(南阿蘇村長陽からの遠望観測)



図16-2 阿蘇山 南阿蘇村吉岡噴気地帯の状況（噴気地帯を南側から撮影）

これまでと同様にやや活発な噴気活動が続いていることを確認した。

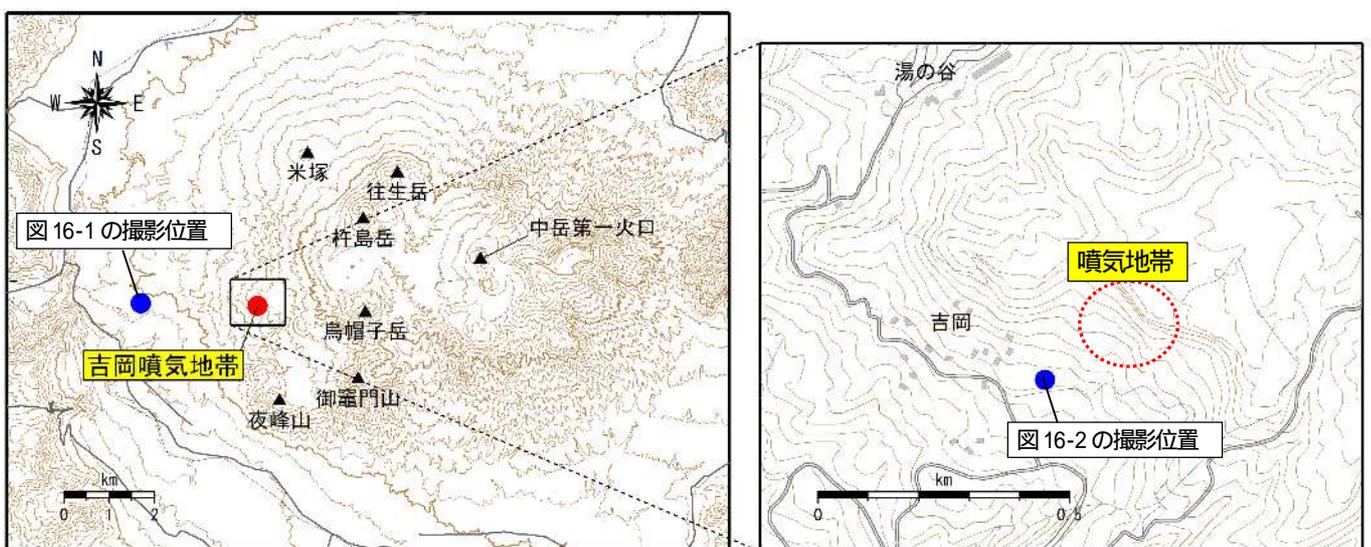


図17 阿蘇山 南阿蘇村吉岡の噴気地帯位置図

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。

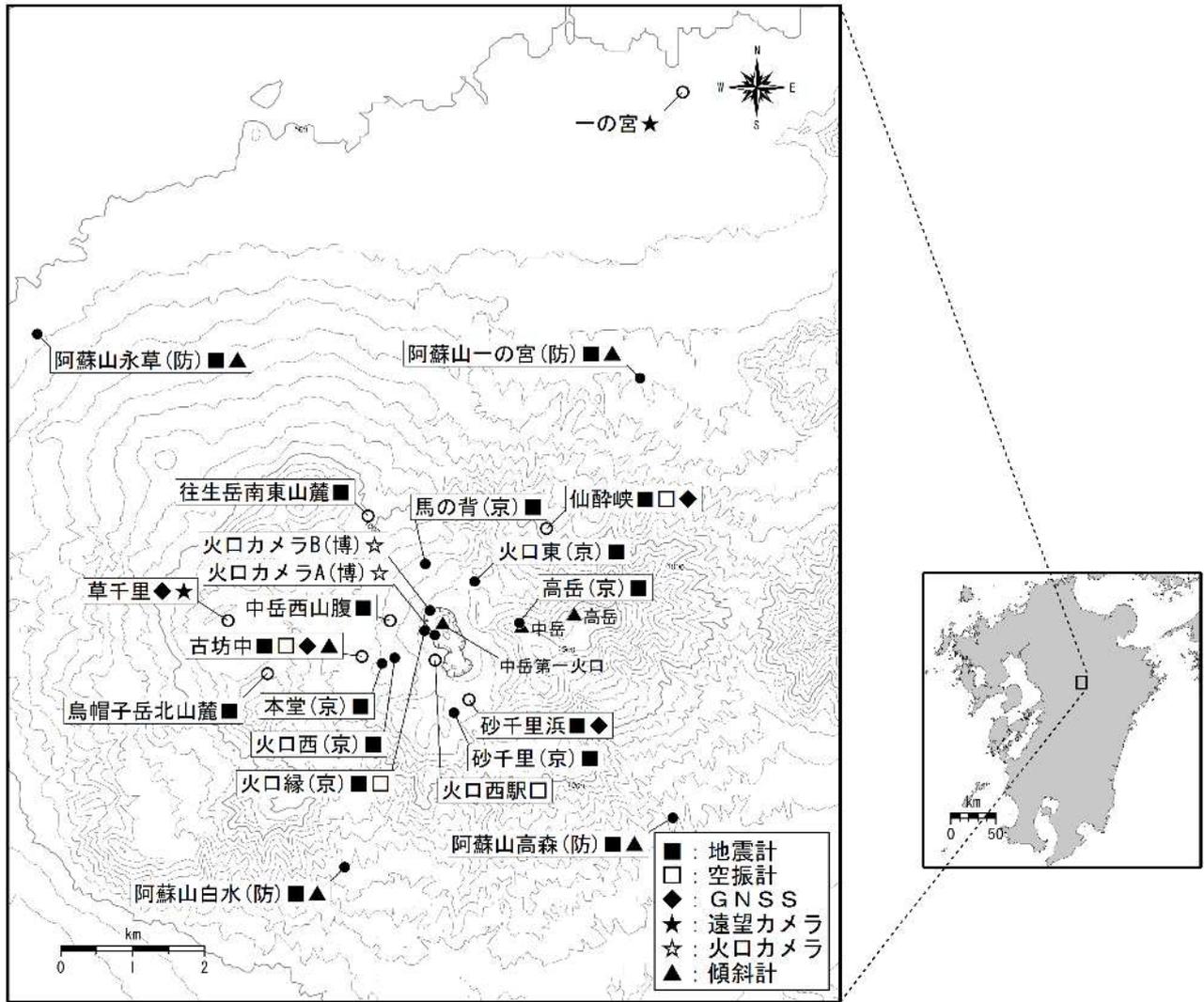


図 18 阿蘇山 観測点配置図

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す。
 (京): 京都大学、(博): 阿蘇火山博物館、(防): 防災科学技術研究所
 この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

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

気象ノイズを超える変動は認められない。

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
23-2950	南行	右	2016.05.02	2016.09.05	図 1

2. 解析結果

気象の影響と思われる、標高と相関する位相変化が見られるが、それを超える変動は認められない。

謝辞

本解析で用いた PALSAR-2 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沢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。

2016/05/02 – 2016/09/05
126 days

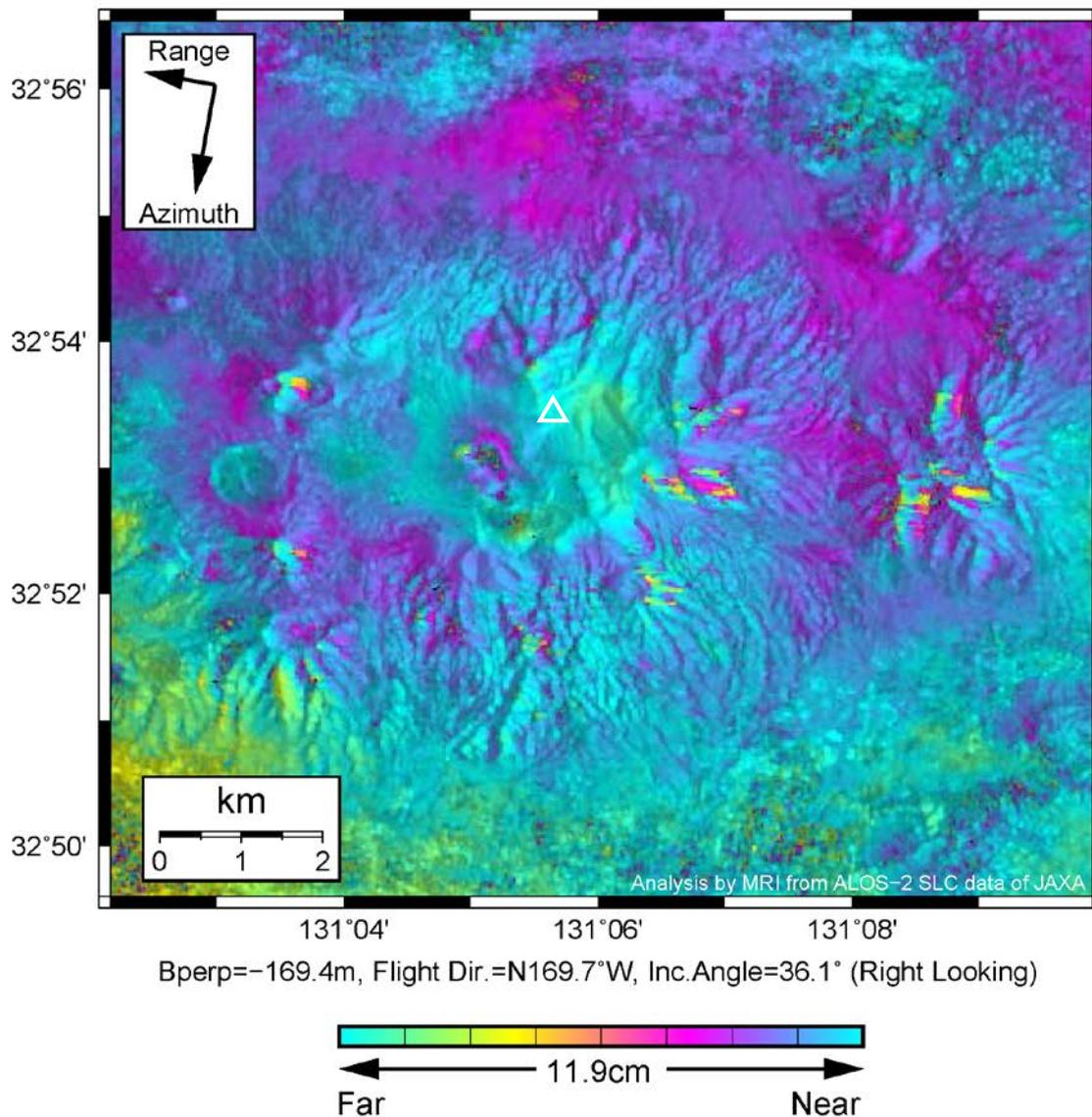
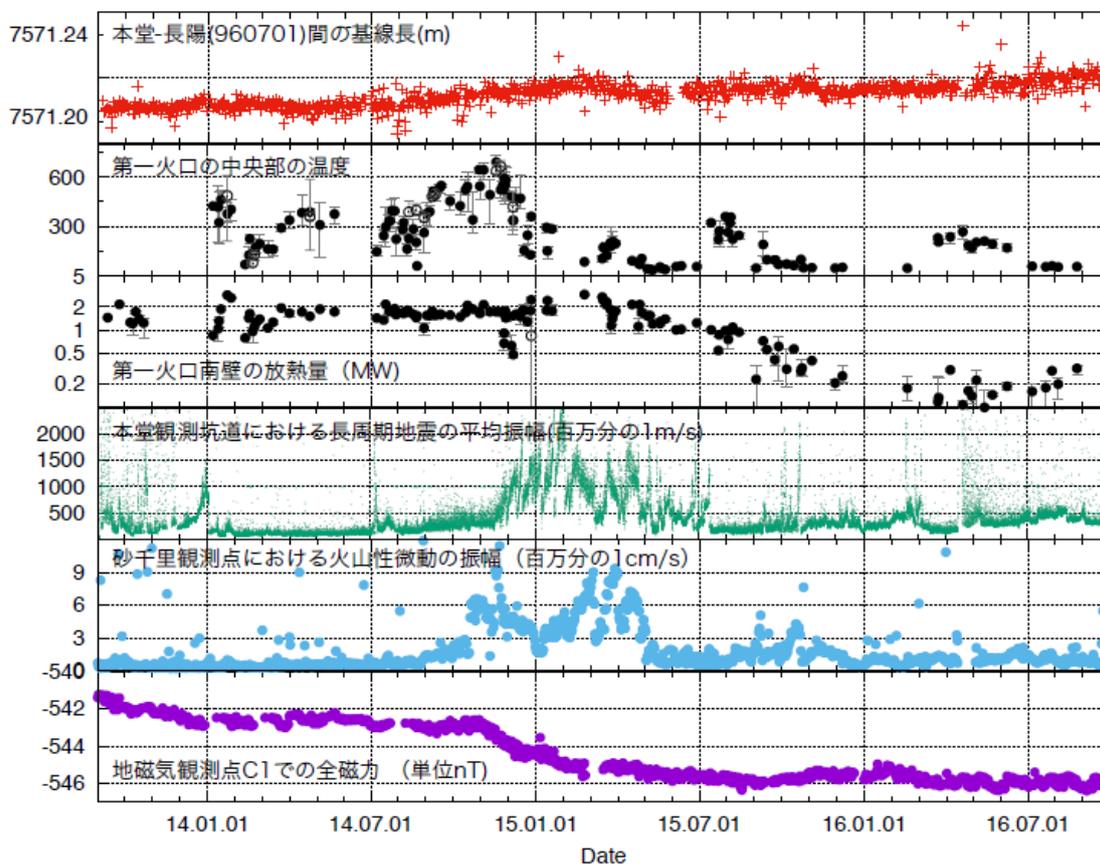


図 1 パス 23-2950 の干渉画像

気象の影響と思われる、標高と相関する位相変化が見られる。

阿蘇・中岳の活動状況

阿蘇・中岳の活動に関するデータについて、2013年9月から2016年9月までを示す。

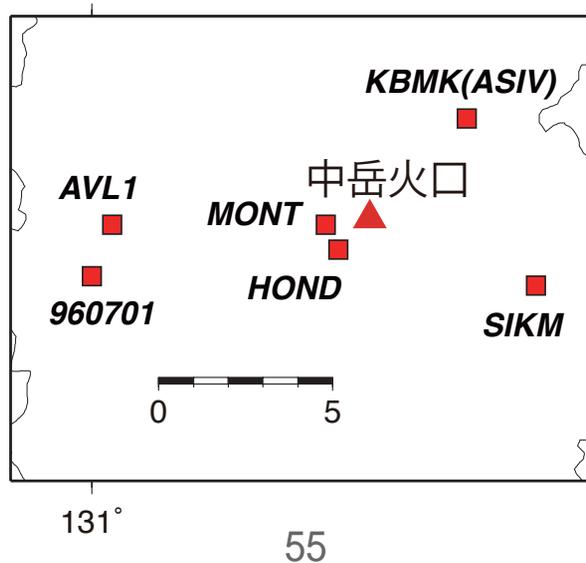
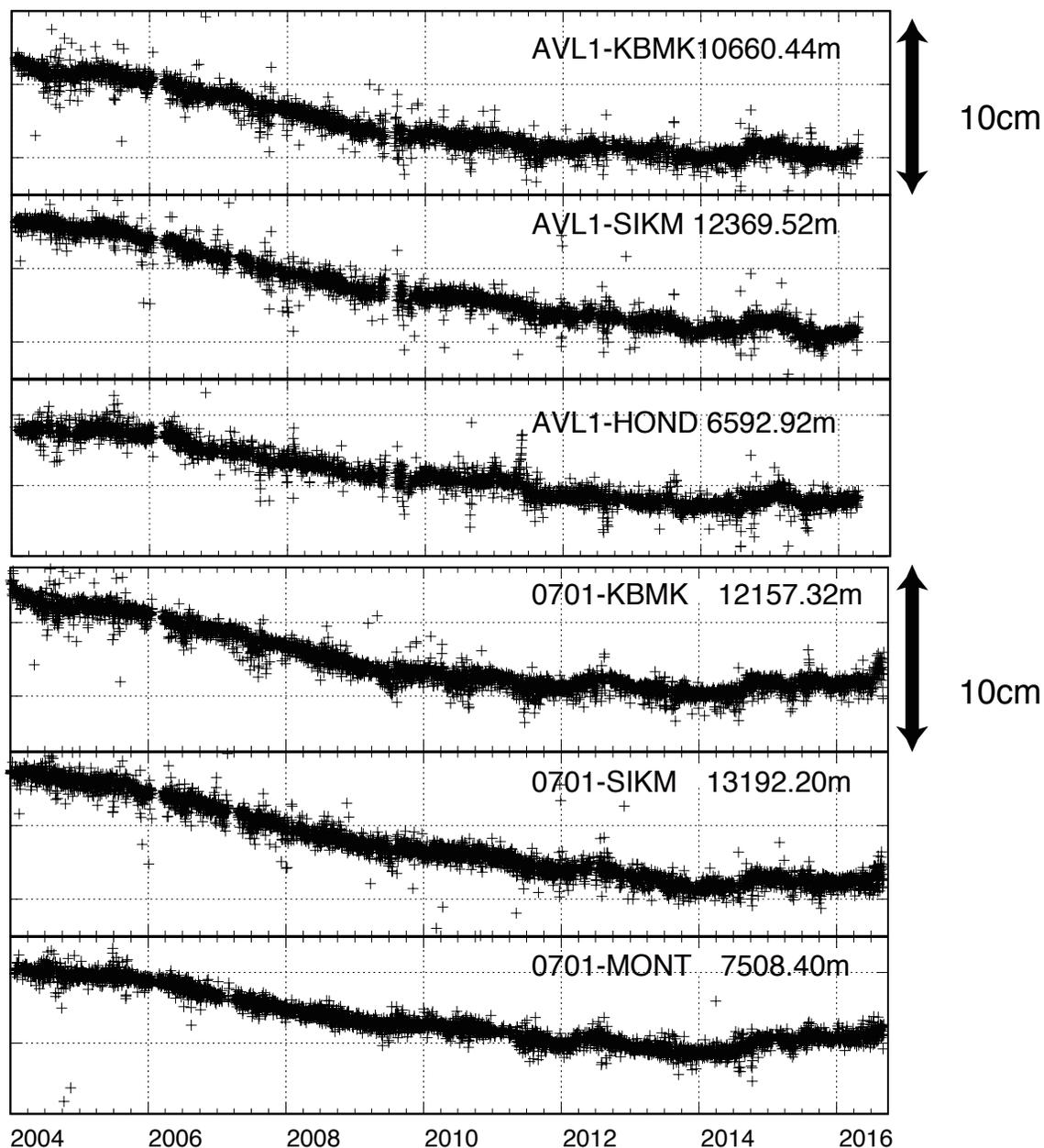


GPSによる距離（上段の図）は、2016年7月頃から伸びているように思われる。微動の振幅や火口の温度などは、2015年頃に比べると低調である。しかし、長周期地震の振幅は、2016年7月頃にやや増大しており、今後この振幅が増大した場合には、火山活動が高まる可能性がある。

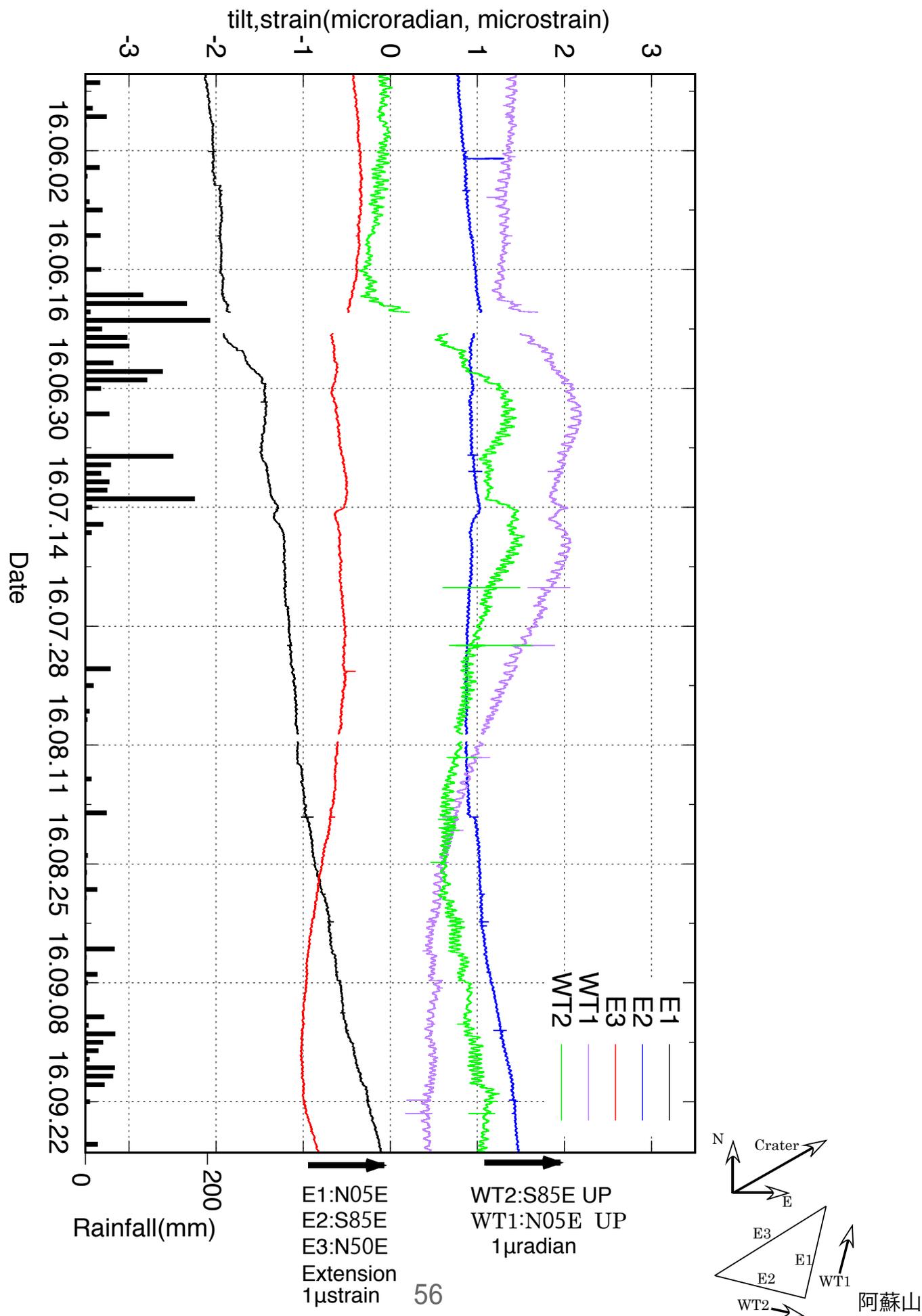
GPS観測による基線長変化

(2004年1月1日から2016年9月27日。地震時オフセット補正済。

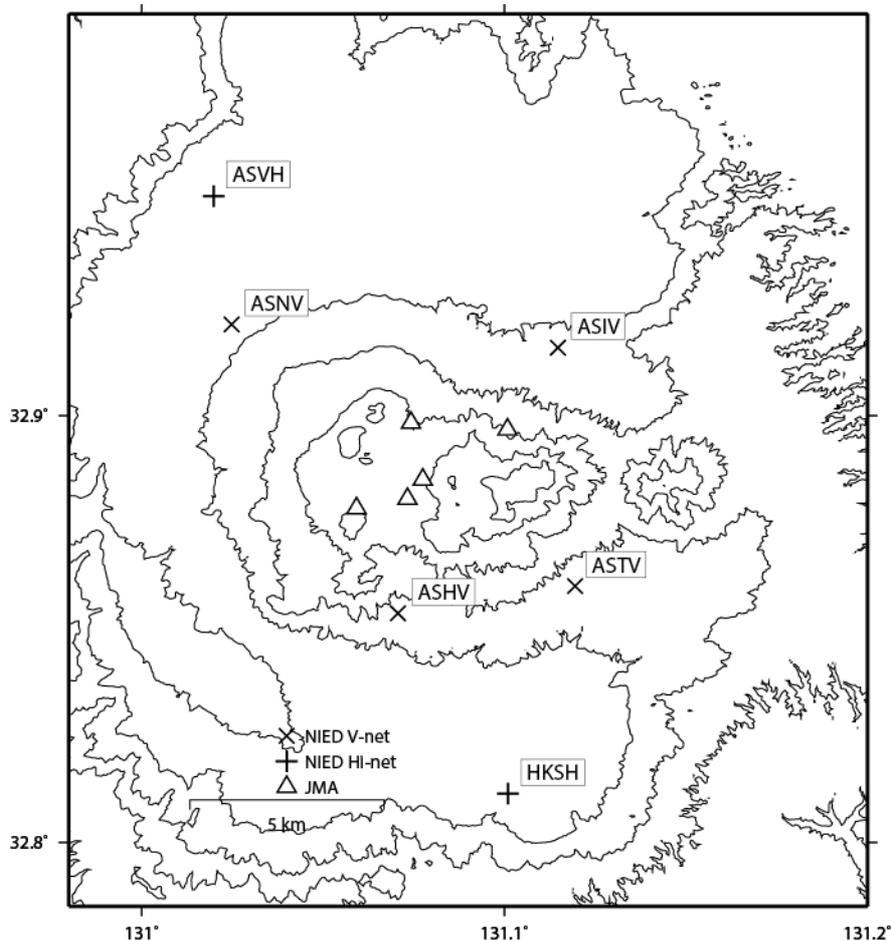
ただし、AVL1を含む基線は4月15日まで。なお、国土地理院、防災科学技術研究所のデータも使用した。)



本堂観測坑道で観測された地殻変動と阿蘇乙姫での降水量(気象庁発表) 2016年5月24日から2016年9月27日まで



阿蘇山の火山活動について



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

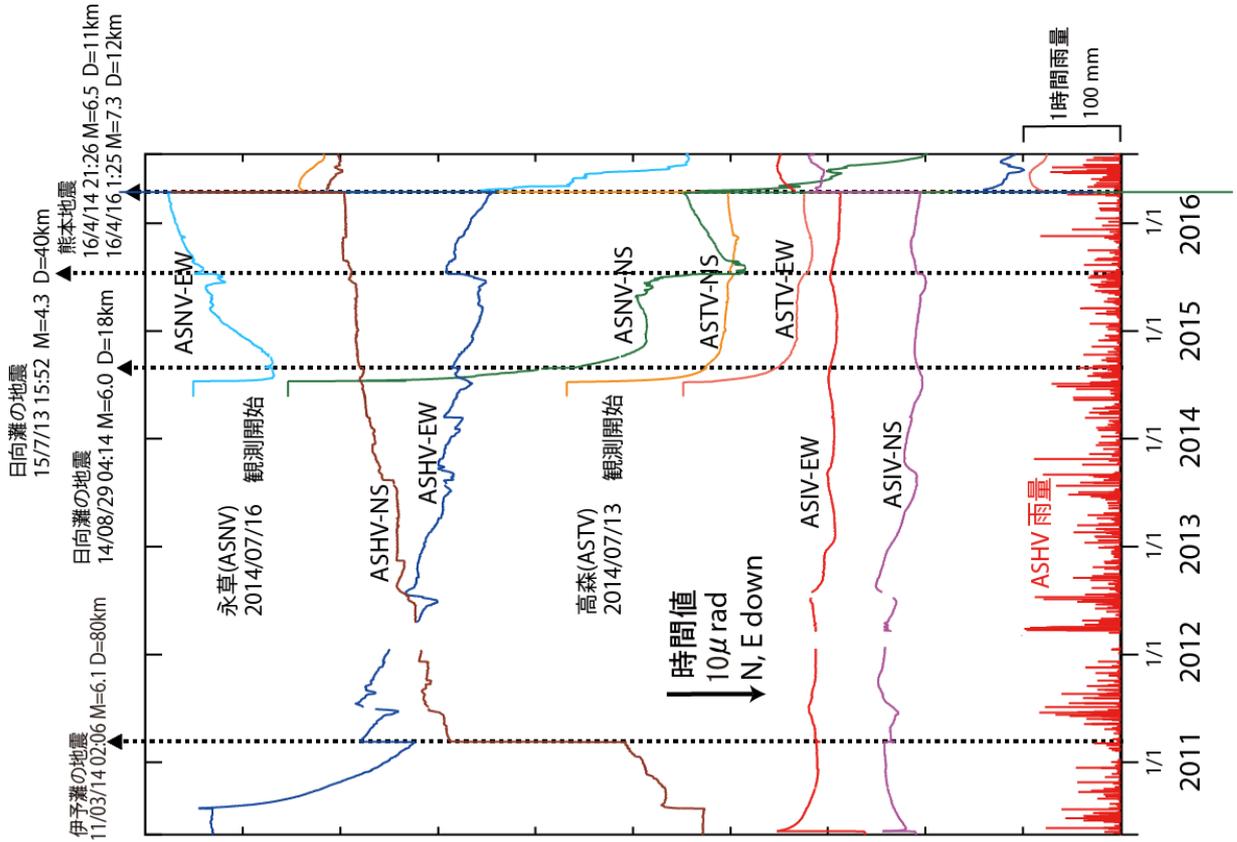
ASIV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
 ASHV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
 ASNV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
 ASTV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地震活動と地殻変動

短周期地震計の平均振幅値は、熊本地震の地震活動による影響で平均振幅の揺れ幅は大きくなっているが、断続的に噴火が生じた 2014 年 11 月から 2015 年 5 月までの平均振幅の下限値が増大した期間に比べ、2016 年 1 月以降の平均振幅の下限値は大きな変化は認められない（図 2、図 3）。傾斜計記録においては、熊本地震による余効変動の影響が大きく、火山活動との関連は不明である。GNSS 観測では、熊本地震発生以降に白水-永草間の基線長変化においても余効変動と考えられる伸びが認められる。

阿蘇山の傾斜変動 (2010/5/1 ~ 2016/08/21)



阿蘇山の傾斜変動 (2015/12/01 ~ 2016/08/21)

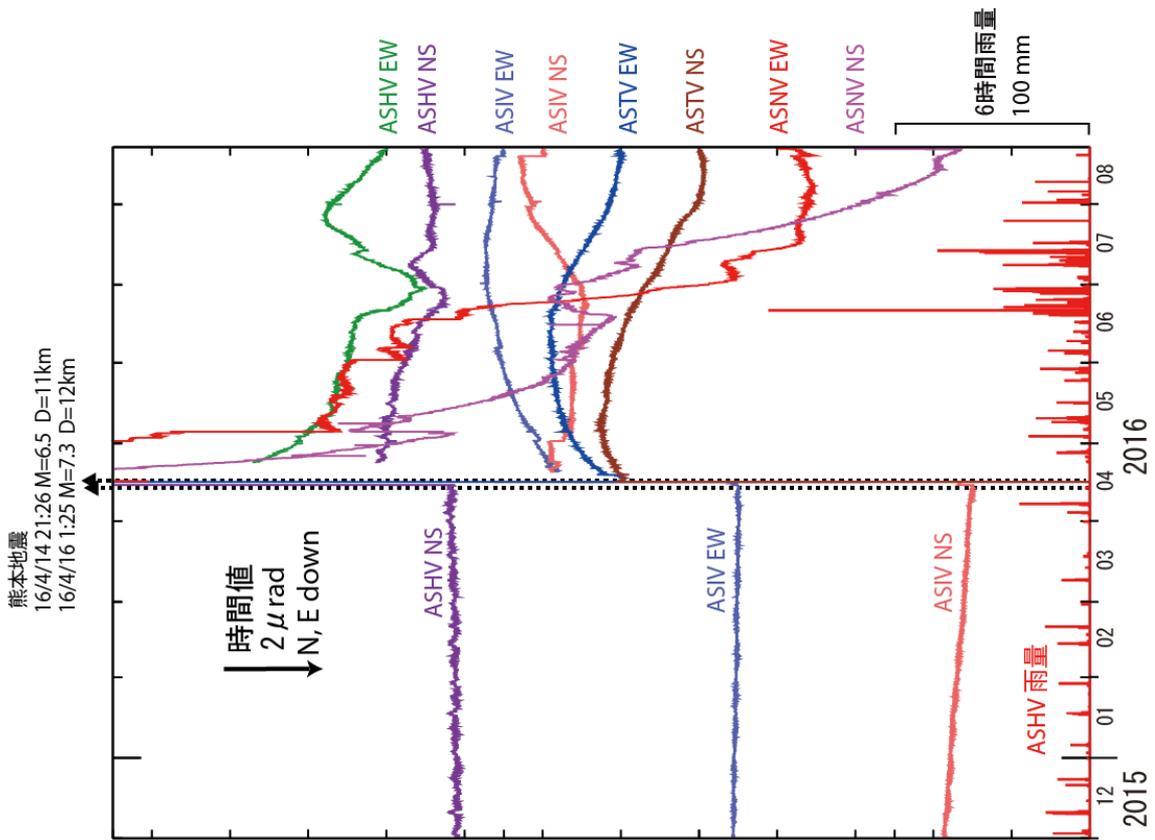


図 1 阿蘇山の傾斜変動

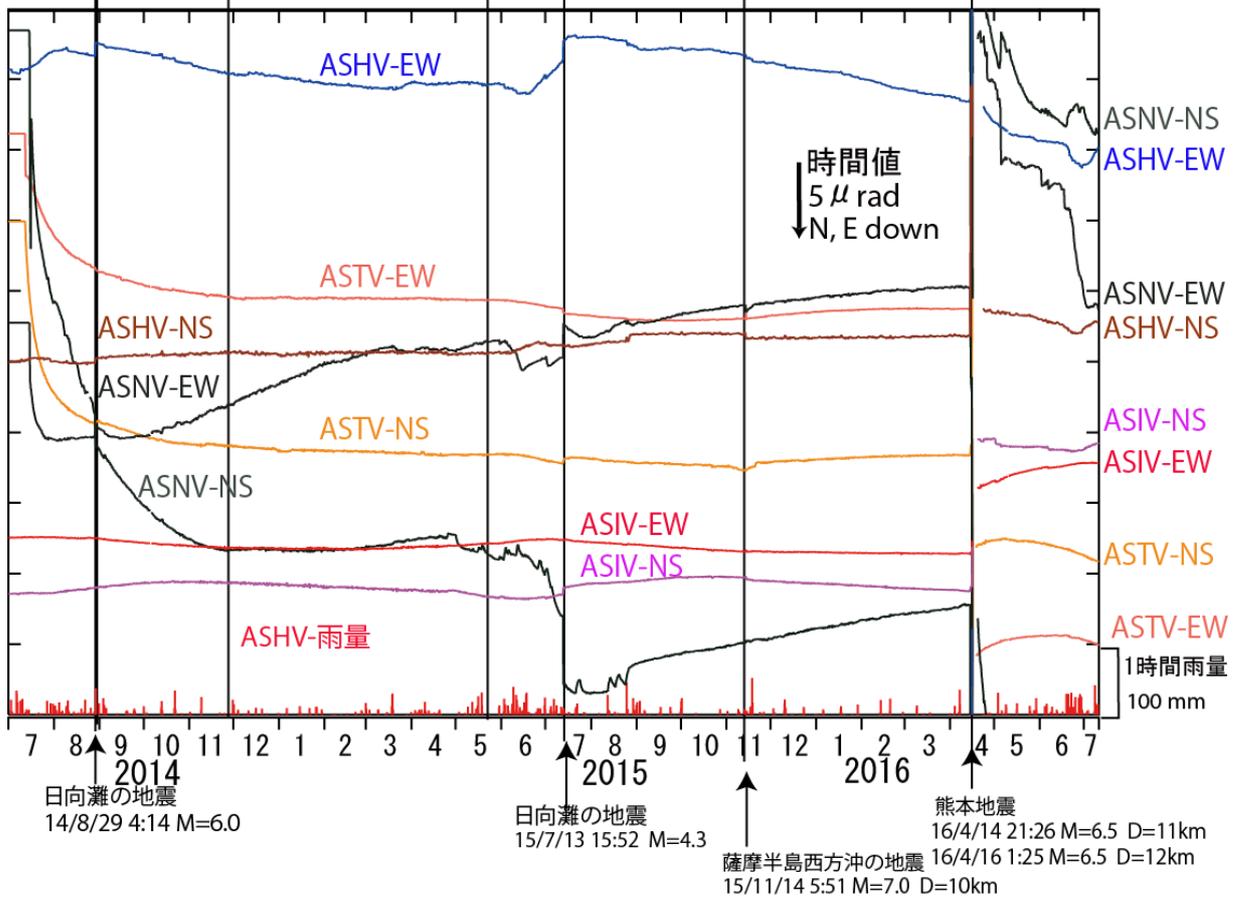
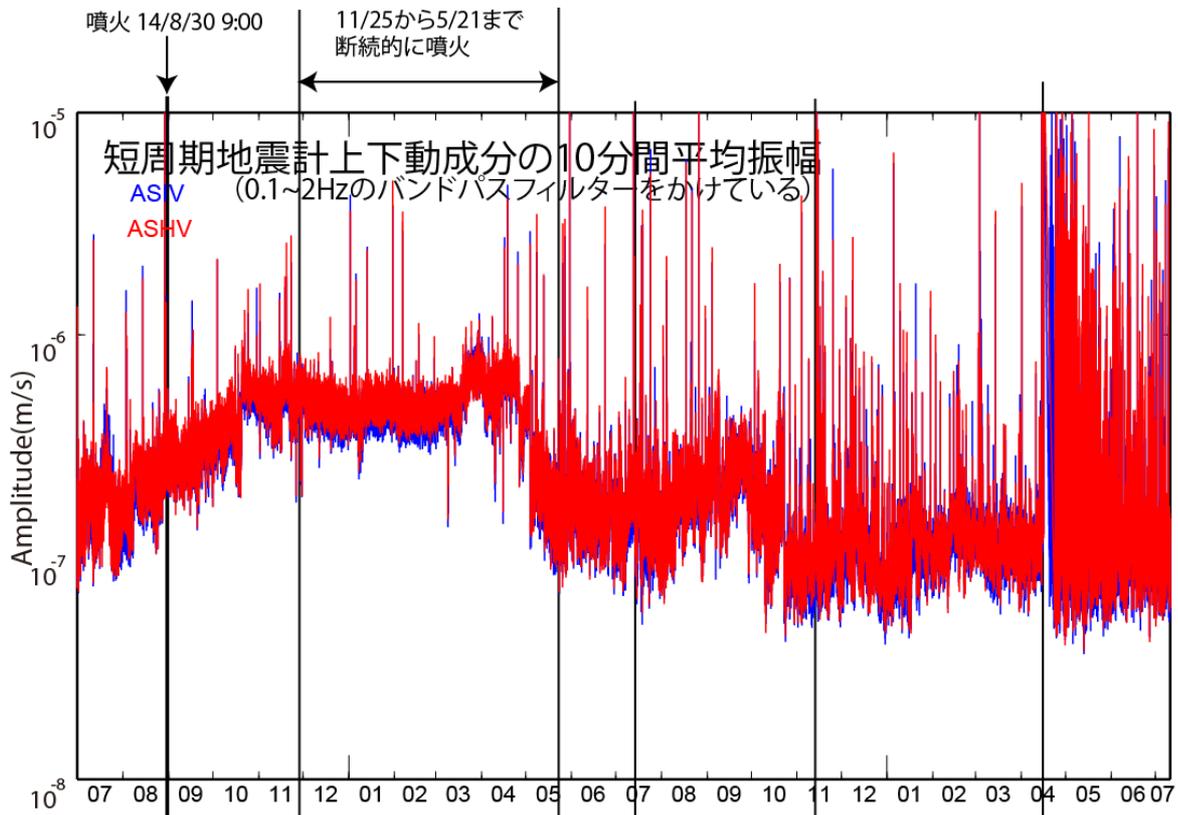


図 2 (上) 阿蘇山一の宮観測点 (ASIV) と白水観測点 (ASHV) の短周期地震計上下動成分の 10 分間平均振幅

図 3 (下) 阿蘇山の 4 観測点の傾斜変動 (1 分値)

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2016 年 5 月 1 日-2016 年 7 月 31 日の地殻変動【都城 (0482) 固定】

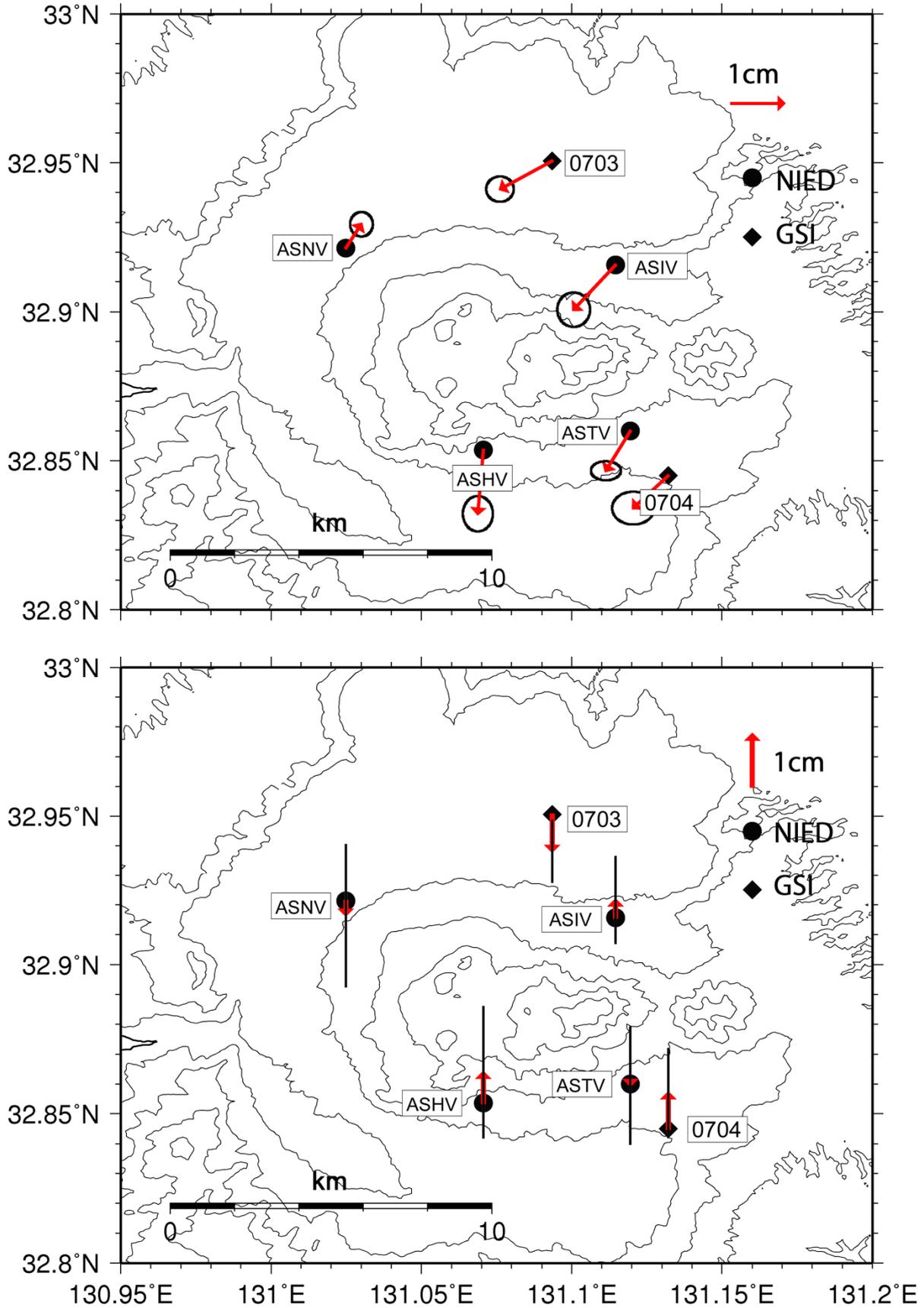


図 4 阿蘇山の GNSS 解析結果.

2016年4月14, 16日
熊本地震

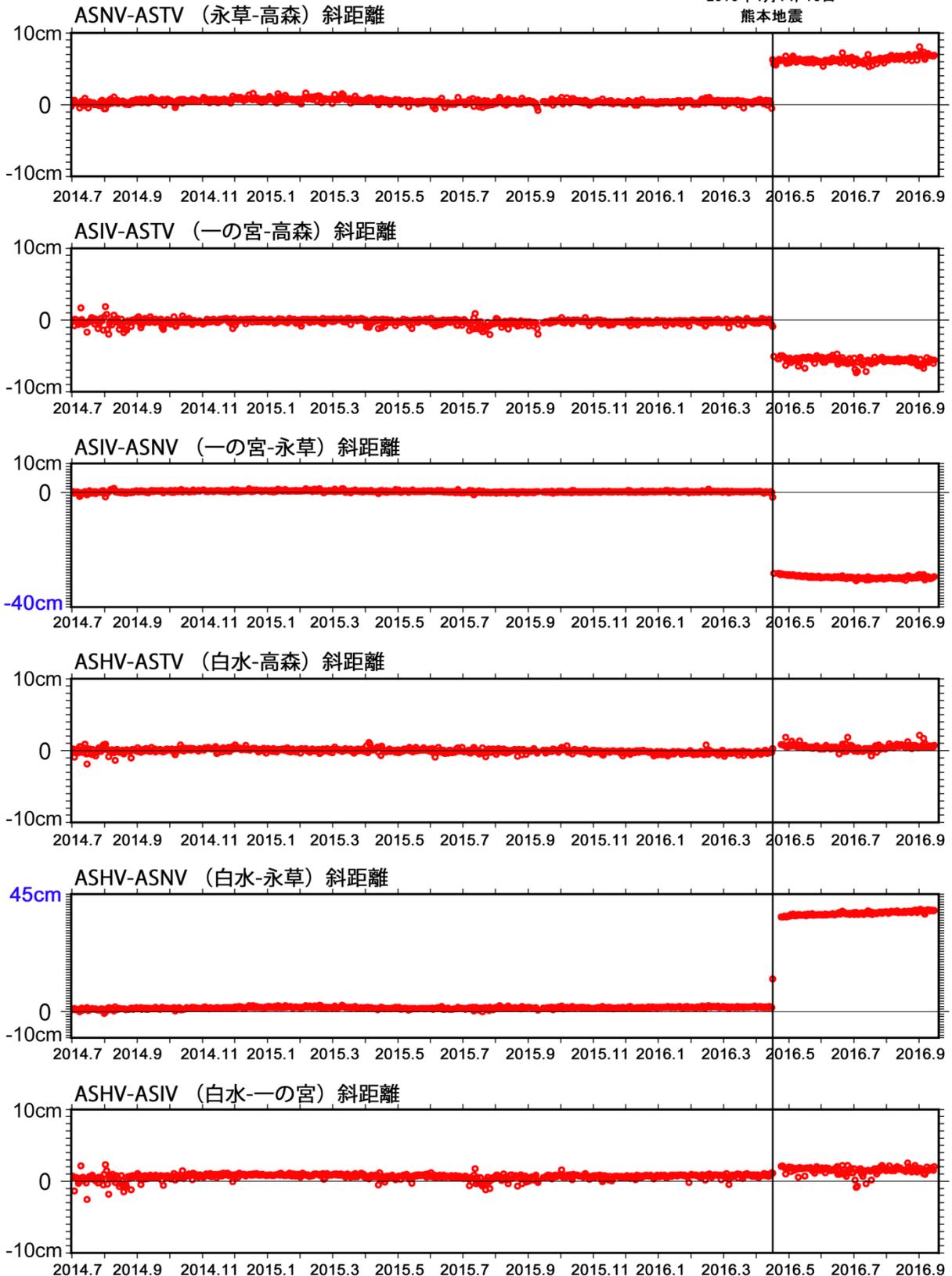


図 5 防災科研観測点 4 点（白水，一の宮，永草，高森）間の基線長変化. 2016 年 4 月 14 日と 16 日に発生した熊本地震の影響で一部基線長に大きなステップが見られる.

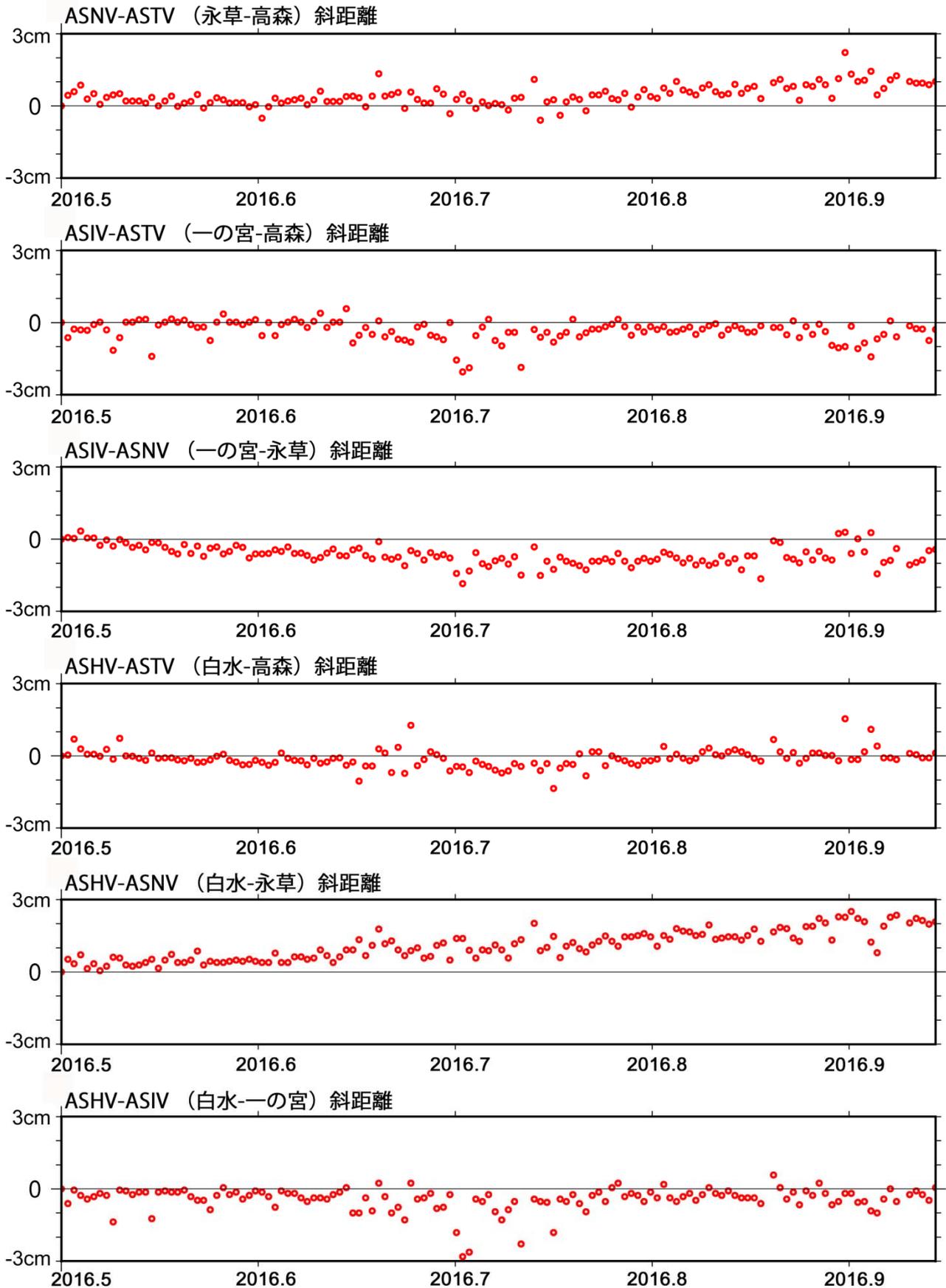


図 6 熊本地震発生後（2016 年 5 月 1 日以降）の基線長変化. 白水-永草間に 2016 年 6 月中旬以降若干の基線長の伸びが見られ，原因として余効変動の影響が考えられる.

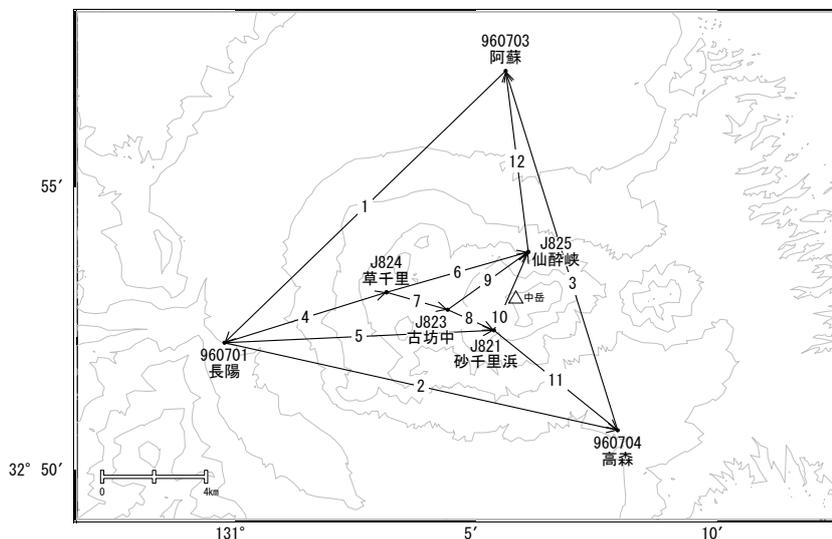
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	阿蘇山白水 (ASHV)		2010/4/7	2周波観測開始
			2012/7/16	アンテナ故障
			2012/10/18	新アンテナ設置(GrAnt-G3T)
			2013/2/13	修理済みアンテナに交換、アンテナ台交換作業
			2013/8/1	アンテナ故障
			2013/8/28	新アンテナ設置(RingAnt-DM→GrAnt-G3)
			2013/8/28	アンテナ交換
	阿蘇山一の宮 (ASIV)		2010/4/6	2周波観測開始
			2013/2/13	アンテナ台交換作業
	阿蘇山永草 (ASNV)		2014/5/23	2周波観測開始
	阿蘇山高森 (ASTV)		2014/4/25	2周波観測開始

阿蘇山

「平成28年熊本地震」の影響を受け、阿蘇山を囲む基線で最大0.9m程度の伸びが発生し、その後わずかな伸びの傾向が見られましたが、現在は停滞しています。

阿蘇山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)



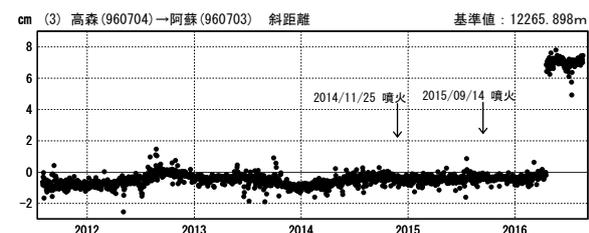
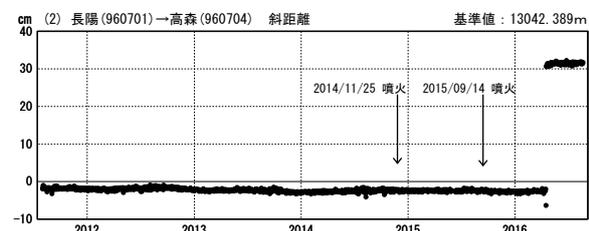
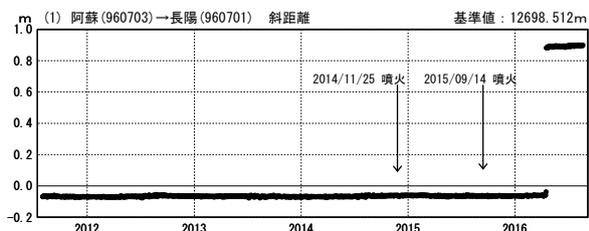
阿蘇山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960701	長陽	20120307	伐採
		20120824	アンテナ・受信機交換
		20150609	アンテナ交換

点番号	点名	日付	保守内容
960703	阿蘇	20120824	アンテナ・受信機交換
		20140626	伐採
960704	高森	2012年3月頃	伐採
		20121211	アンテナ交換

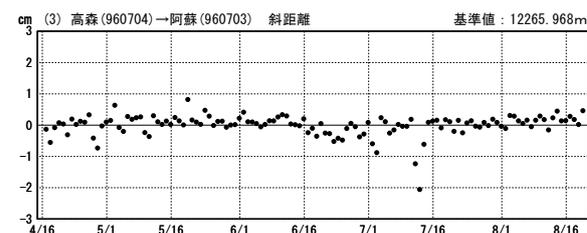
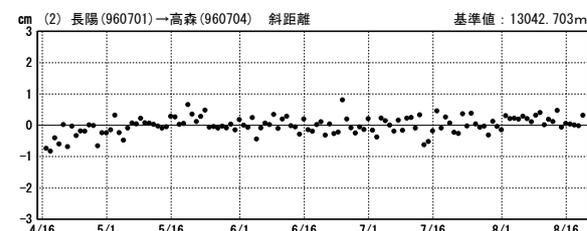
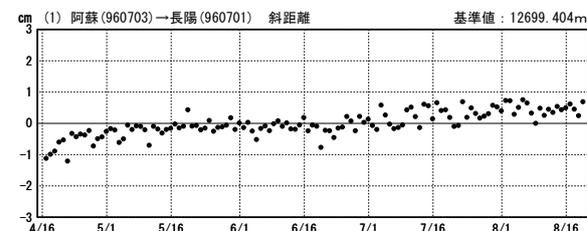
基線変化グラフ

期間: 2011/08/01~2016/08/19 JST



基線変化グラフ

期間: 2016/04/16~2016/08/19 JST



●—[F3:最終解]

国土地理院・気象庁

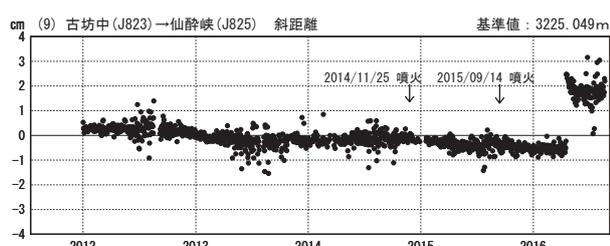
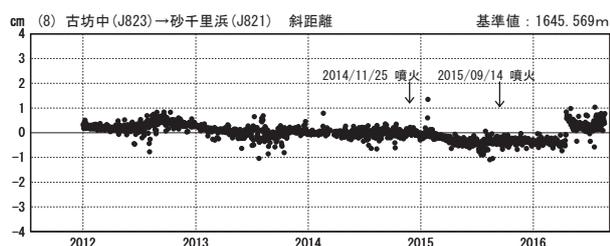
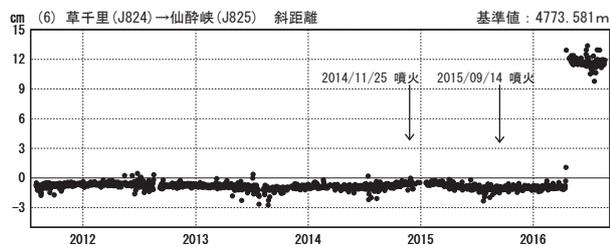
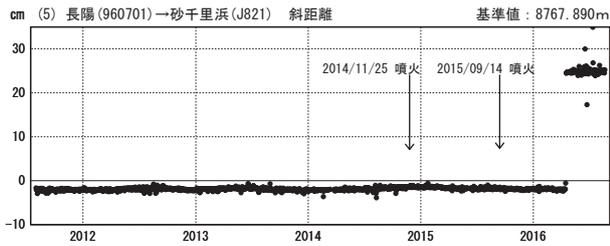
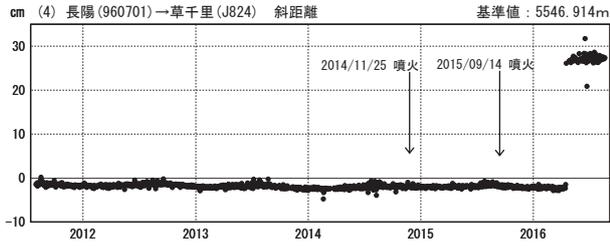
(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

阿蘇山

基線変化グラフ

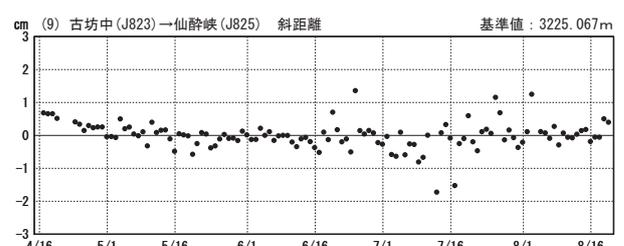
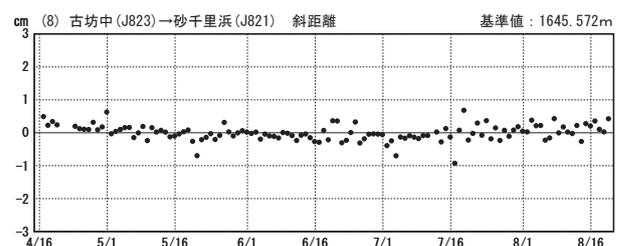
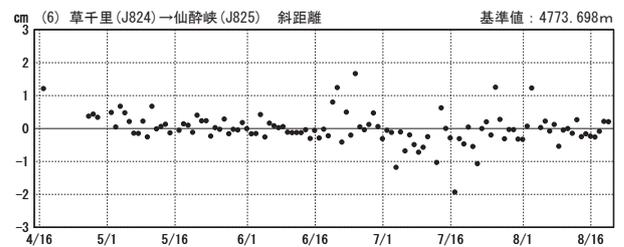
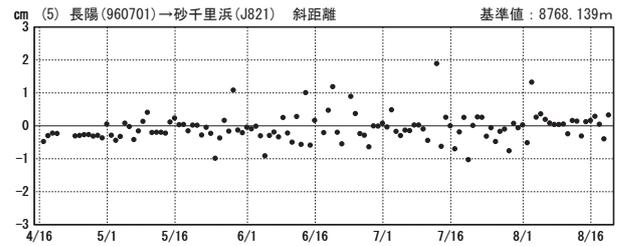
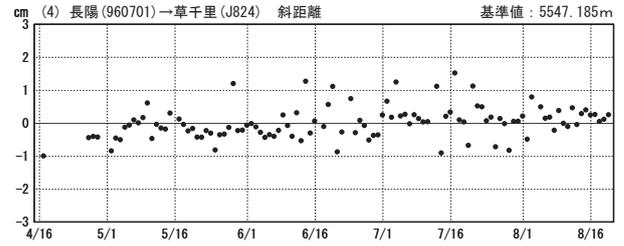
期間：2011/08/01～2016/08/19 JST



●—[F3:最終解]

基線変化グラフ

期間：2016/04/16～2016/08/19 JST



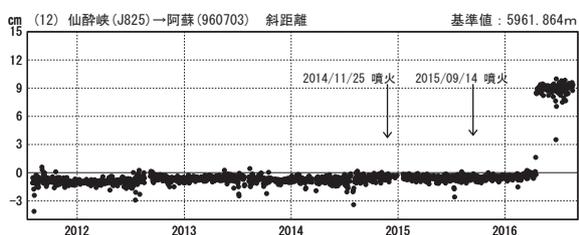
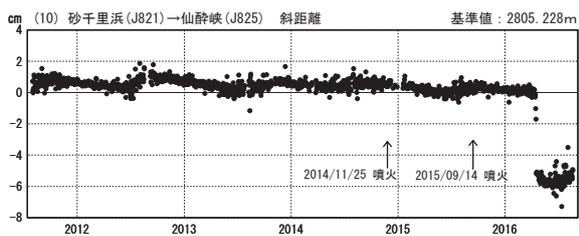
国土地理院・気象庁

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

阿蘇山

基線変化グラフ

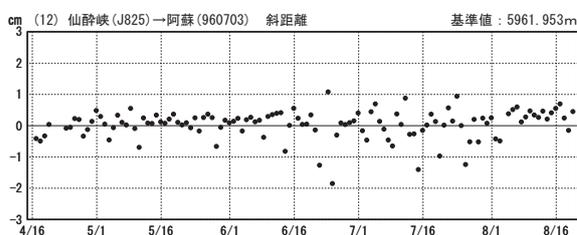
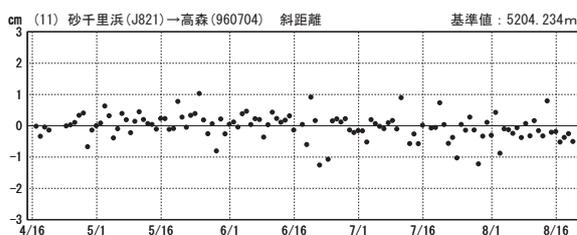
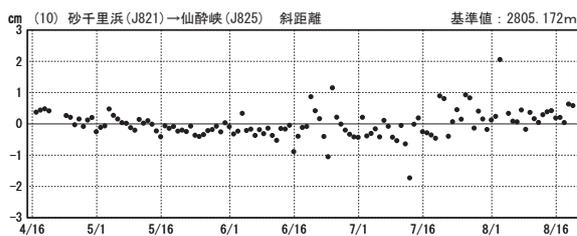
期間：2011/08/01～2016/08/19 JST



●—[F3:最終解]

基線変化グラフ

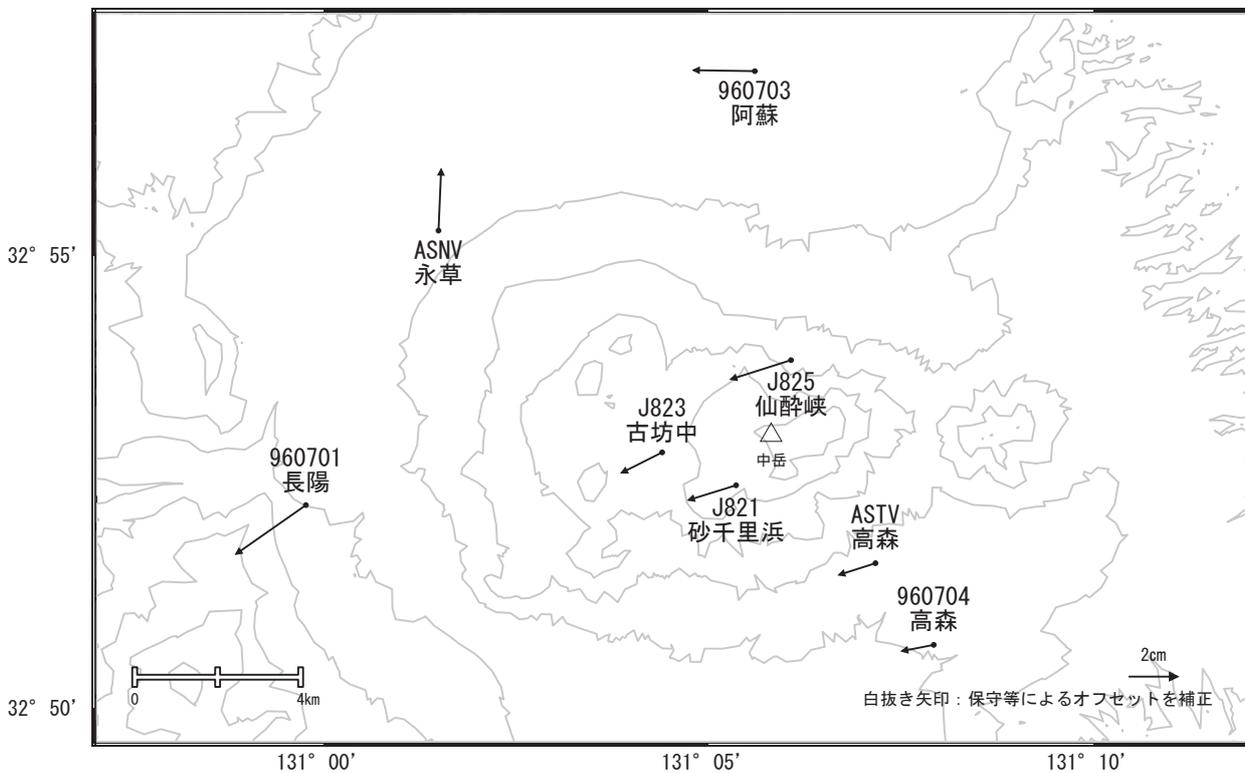
期間：2016/04/16～2016/08/19 JST



国土地理院・気象庁

阿蘇山周辺の地殻変動(地震後)

基準期間：2016/04/17～2016/04/17[F3:最終解]
比較期間：2016/08/04～2016/08/06[F3:最終解]



☆ 固定局：北方 (960711)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

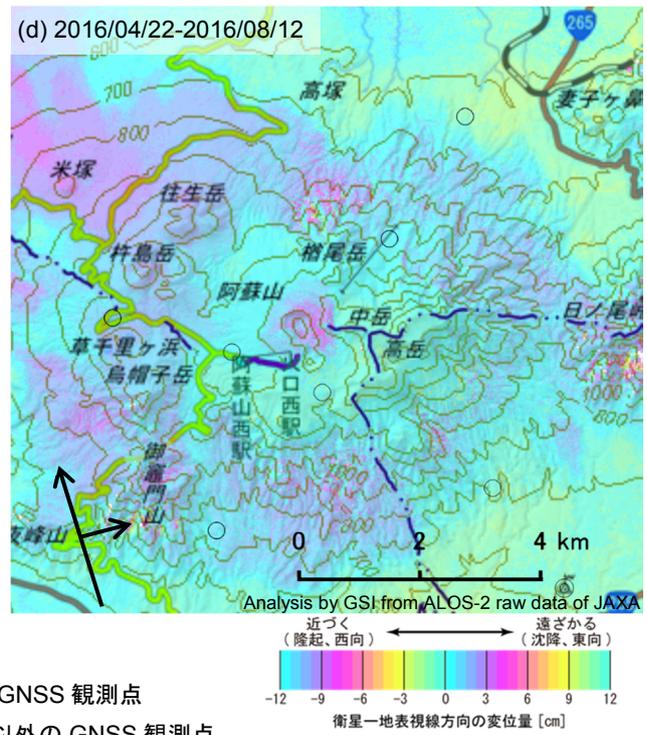
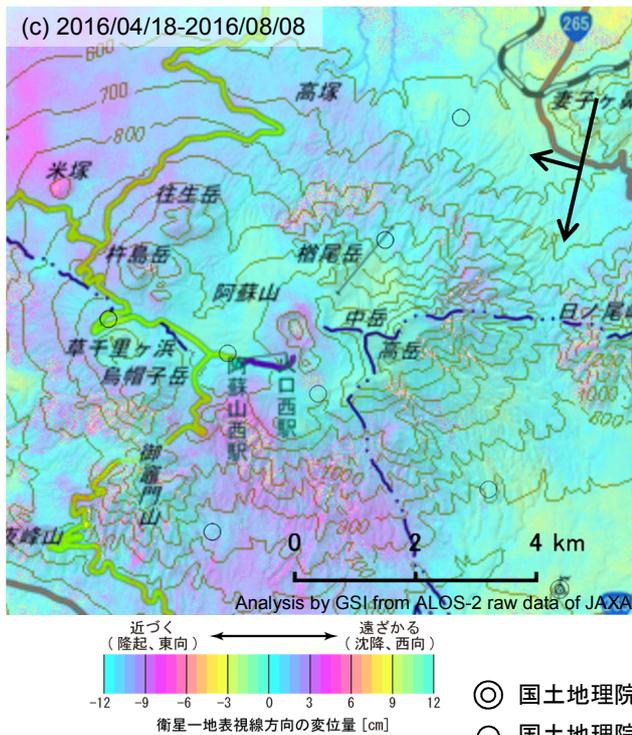
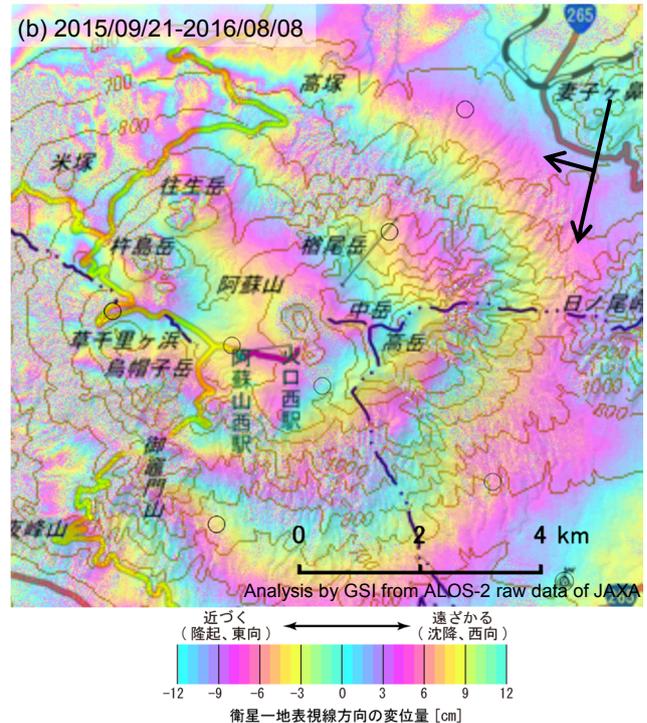
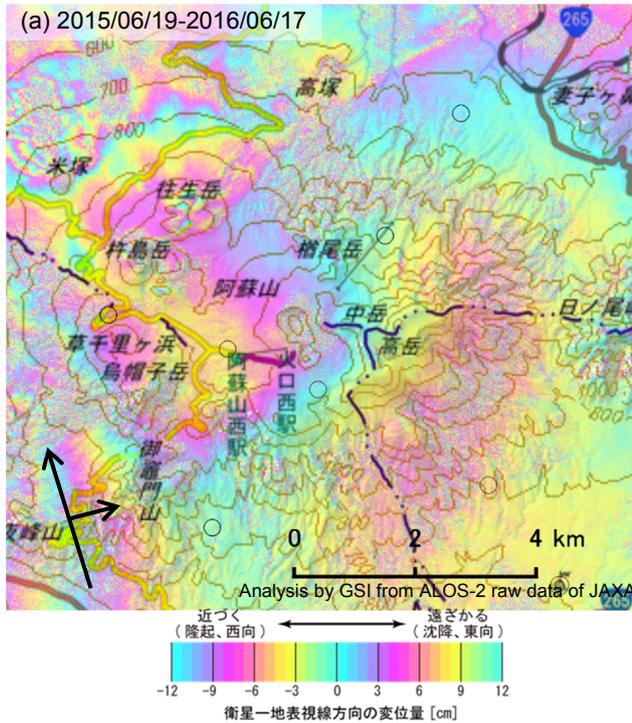
(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

阿蘇山

阿蘇山の SAR 干渉解析結果について

判読) (a)では、平成28年熊本地震に伴い、衛星に近づく変動が見られる。
 (b)では、平成28年熊本地震に伴い、衛星から遠ざかる変動が見られる。
 (c)、(d)では、ノイズレベルを超える変動は見られない。



◎ 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

阿蘇山

