

第 139 回
火山噴火予知連絡会資料

(その 2 の 2)

浅間山、焼岳、御嶽山

平成 29 年 10 月 3 日

火山噴火予知連絡会資料（その2の2）

目次

浅間山.....	3
気象庁 3-16	
東大震研 17-26	
防災科研 27-31	
地理院 32-37	
焼岳.....	38
気象庁 38-66	
信州大 67-68	
京大桜島 69-75	
地理院 76-77	
御嶽山.....	78
気象庁（気象研、地磁気含む） 78-93	
名大 94-95	
地理院 96-99	

浅間山

(2017 年 8 月 31 日現在)

火山性地震はやや多い状態が続いている。また、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量も多い状態が続いており、微弱な火映が時々観測されるなど、引き続き火山活動はやや活発な状態で経過している。

今後も火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性があるので、山頂火口から概ね 2 km の範囲では、弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。登山者等は危険な地域には立ち入らないよう地元自治体等の指示に従う必要がある。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意が必要である。

平成 27 年 6 月 11 日に噴火警戒レベルを 1（活火山であることに留意）から 2（火口周辺規制）に引き上げた。その後、警報事項に変更はない。

○概況（2017 年 6 月～2017 年 8 月 31 日）

・噴煙など表面現象の状況（図 2～3、図 5 -②④、図 7 -②、図 10-②）

噴火は 2015 年 6 月 19 日を最後に発生していない。火口からの噴煙は白色で、火口縁上概ね 800m 以下で推移している。

山頂火口では、2016 年 12 月末頃から夜間に高感度の監視カメラで確認できる程度の微弱な火映が時々観測されている。

・火山ガス（図 4 -②、図 5 -③、図 7 -③）

山頂火口からの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2016 年 12 月頃から多い状態で経過している。2017 年 4 月頃からは概ね 1 日あたり約 1,000 トンで経過している。

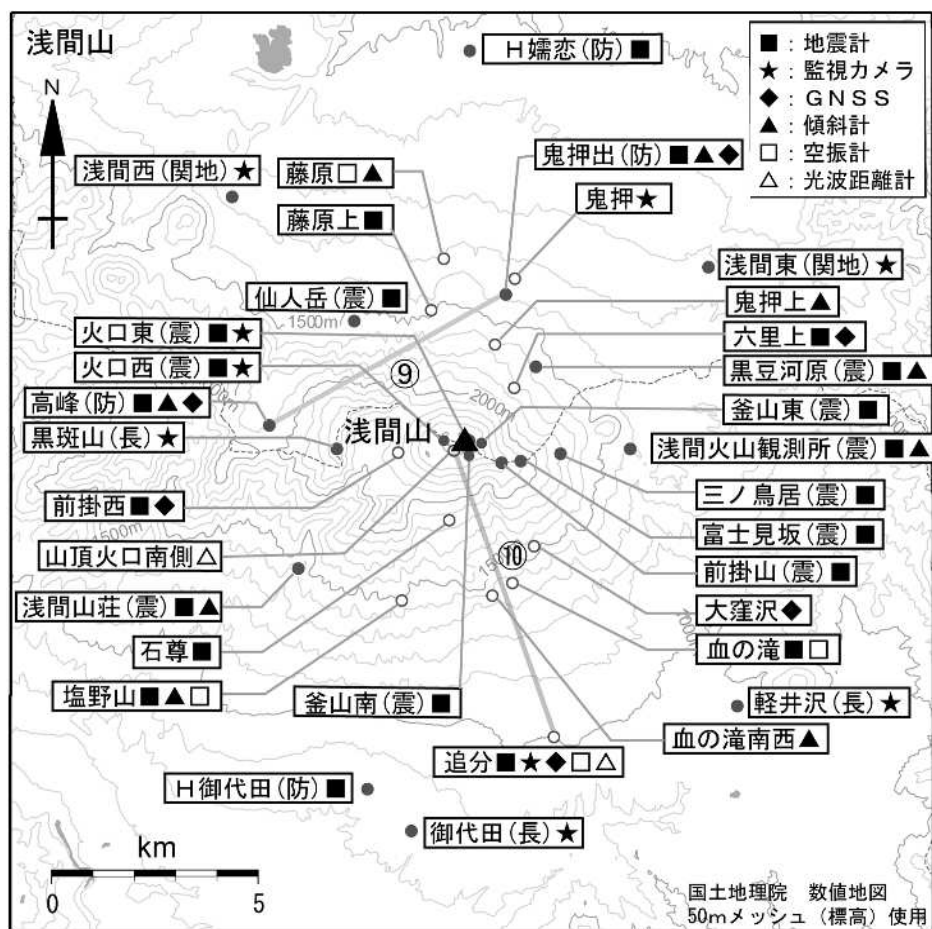
・地震活動（図 5 -⑤～⑧、図 6、図 7 -⑤～⑧、図 8～9、図 10-③④、図 11～13）

山頂火口直下のごく浅い所を震源とする火山性地震は、2015 年 12 月以降概ねやや多い状態で経過している。発生した地震の多くは BL 型地震である。A 型地震の震源分布に特段の変化はみられない。また、震源の移動等の変化もみられない。

火山性微動は、2016 年 12 月以降少ない状態で経過していたが、2017 年 8 月は月回数が 35 回とやや増加した。8 月 3 日に特異な火山性微動が発生し、この微動の直後に噴煙が増加した。また、8 月 22 日には振幅は小さいが継続時間が約 2 時間 30 分の単色型の火山性微動が発生した。この微動に伴い噴煙や地殻変動に特段の変化はなかった。

・地殻変動（図 5 -⑨⑩、図 7 -⑨⑩、図 14～17）

傾斜計による地殻変動観測では、2016 年 12 月頃からみられている浅間山の西側のやや深いところを膨張源とする緩やかな変化は鈍化しながらも継続している。山体周辺の GNSS 連続観測では、2016 年 10 月頃からみられていたわずかな伸びは 2017 年 4 月頃から停止している。



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、
(関地)：関東地方整備局、(長)：長野県

図1 浅間山 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。

(防): 国立研究開発法人防災科学技術研究所、(震): 東京大学地震研究所

(関地)：関東地方整備局、(長)：長野県

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）』及び『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。



図2 浅間山 山頂部の噴煙の状況

- (左・鬼押監視カメラ (2017年8月5日)、右・黒斑山監視カメラ (長野県) (2017年8月5日))
 ・白色の噴煙が火口縁上概ね800m以下で経過した。



図3 浅間山 火映の状況

(黒斑山監視カメラ (長野県) (2017年8月2日))

- ・2016年12月以降、夜間に高感度カメラで確認できる程度の微弱な火映を時々観測している (白丸内)。

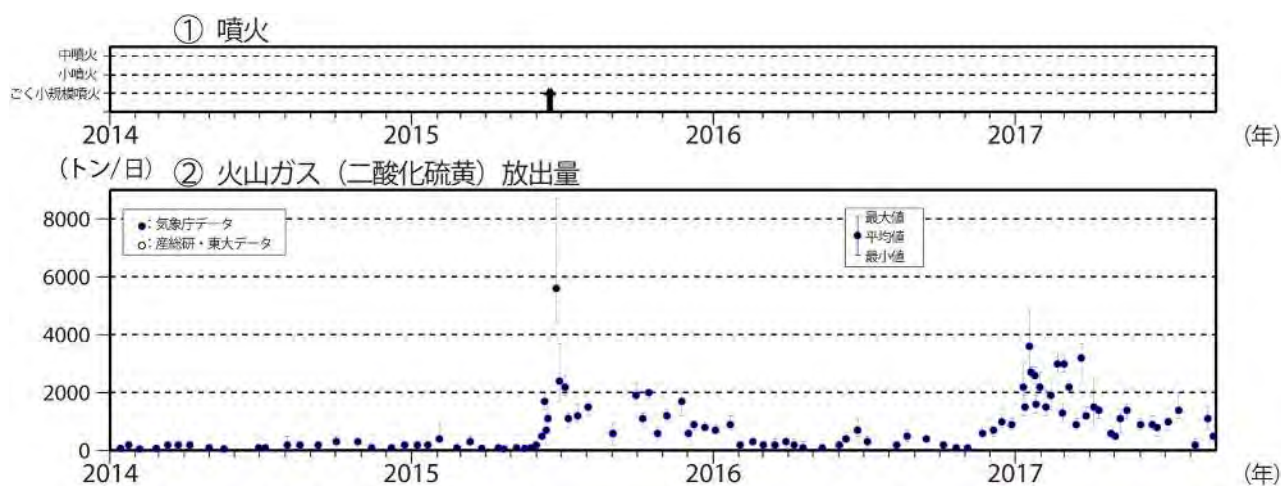


図4 浅間山 火山ガス (二酸化硫黄) 放出量 (2002年7月4日～2017年8月31日)

- ・火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、2015年6月に急増し、2015年7月以降多い状態で経過していたが、2015年12月以降減少した。
 ・2016年11月頃から二酸化硫黄の放出量が増加し、2017年1月から3月にかけては1日あたりの放出量が3000トンを超えることがあった。2017年4月以降は概ね1000トン/日で経過している。

浅間山

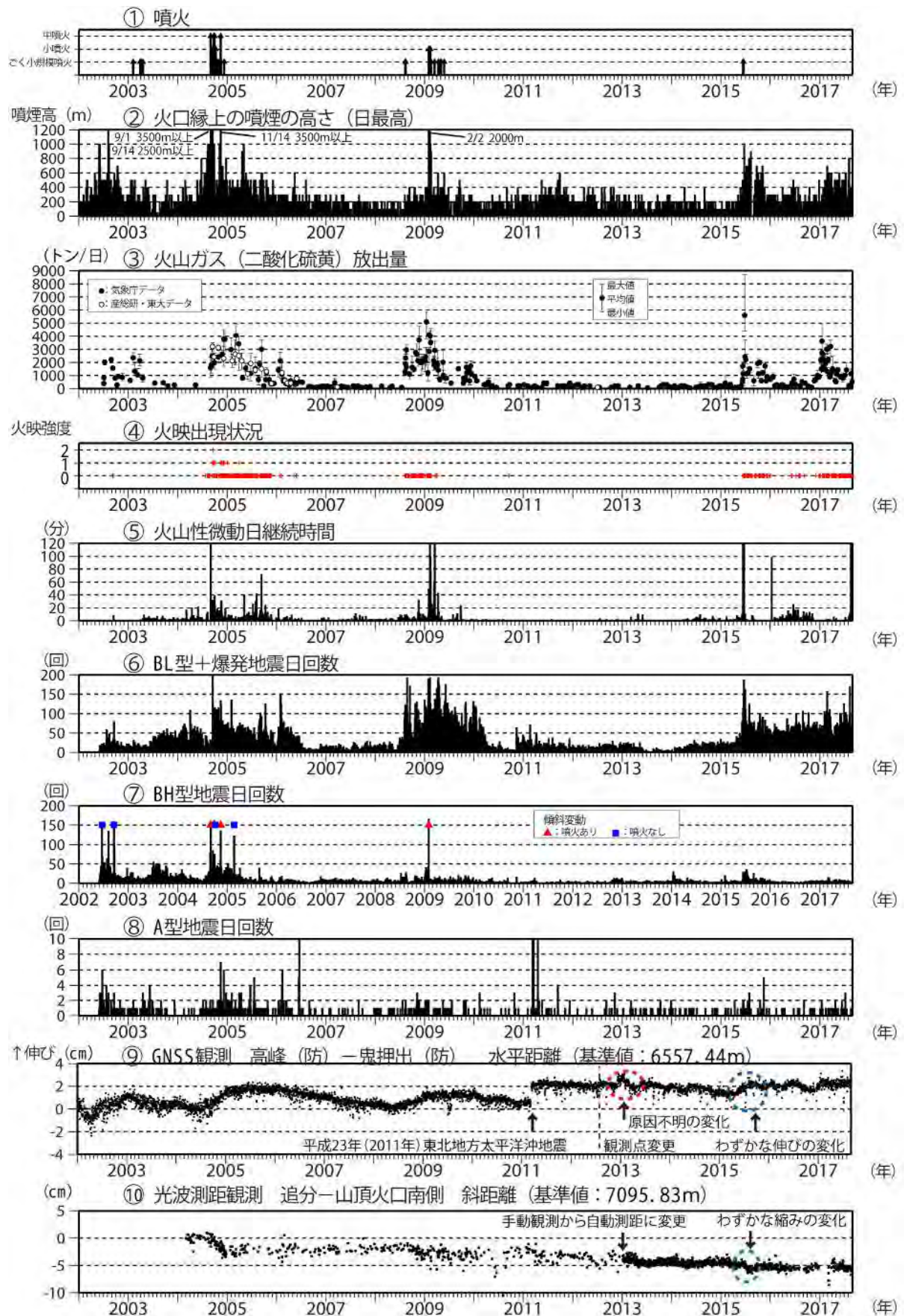


図5、7の説明

- ③ 国立研究開発法人産業技術総合研究所及び東京大学のデータも含む。
- ⑨ 2002年1月1日～2012年7月31日 気象庁の高峰－鬼押観測点間の水平距離。
2012年8月1日以降 防災科学技術研究所の高峰－鬼押出観測点間の水平距離。
2010年10月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良した。
(防)は国立研究開発法人防災科学技術研究所の観測機器を示す。
赤丸で示す変化は、原因不明であるが、火山活動に起因するものでないと考えられる。
2015年5月頃からわずかな伸びがみられた(青丸で示す変化)。
グラフの空白部分は欠測を示す。
- ⑩ 光波測量観測の測定は、2013年1月より手動観測から自動測距による観測に変更した。気象補正処理は高木・他(2010)による。
2015年6月頃から山頂と追分の間で縮みの傾向がみられた(緑丸で示す変化)。山頂周辺のごく浅いところの膨張による可能性がある。
- ・ 2016年11月頃から二酸化硫黄の放出量が増加し、2017年1月から3月にかけては1日あたりの放出量が3000トンを超えることがあった。2017年4月以降は概ね1000トン/日で経過している。
- ・ 2017年8月は火山性微動の月回数が35回とやや増加した。

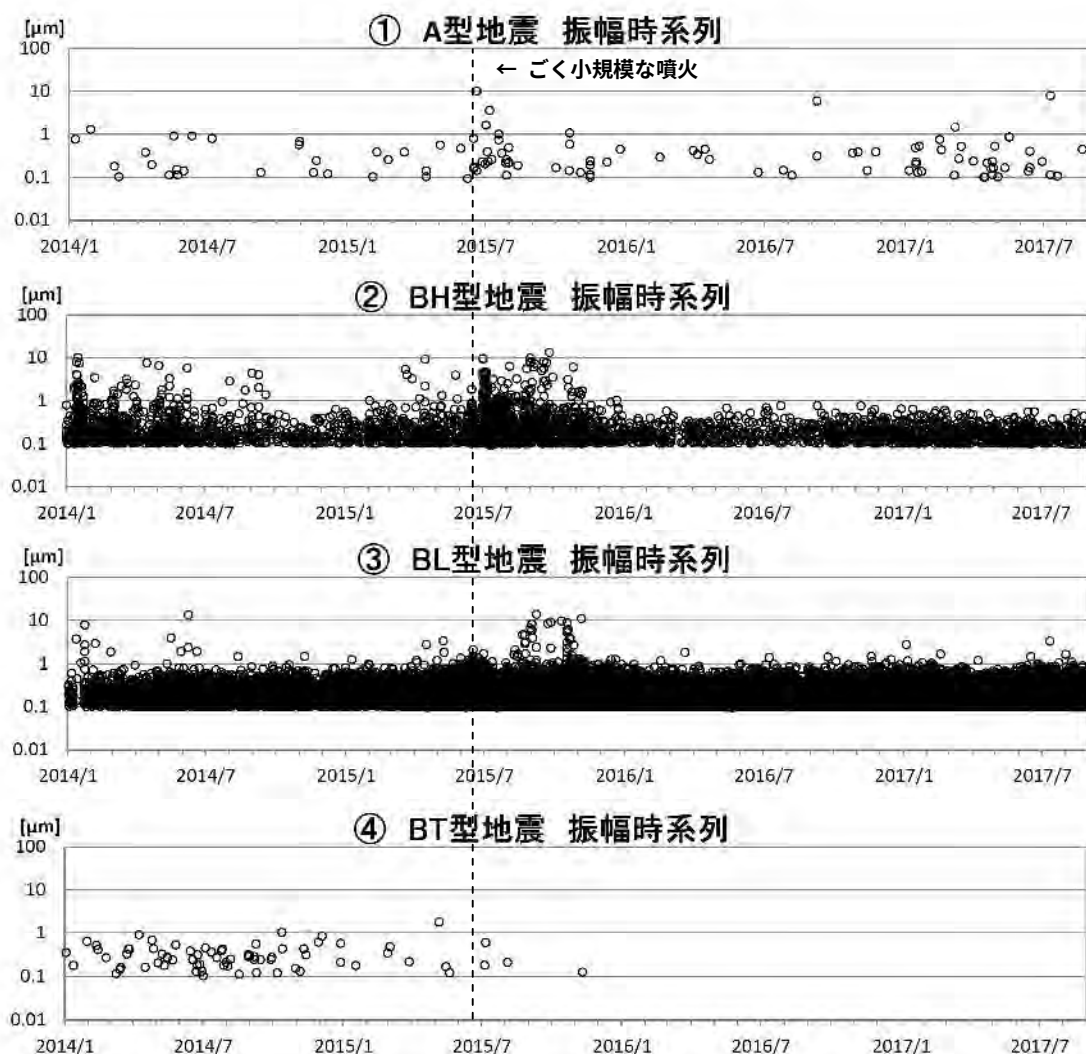


図6 浅間山 地震振幅時系列図(2014年1月1日～2017年8月31日)

石尊観測点南北成分変位振幅(0.1 μ m以上、S-P時間3秒以内)

- ・ 2014年から2015年にかけて、振幅の大きな火山性地震がみられたが、2016年以降、振幅の大きな火山性地震は少ない。

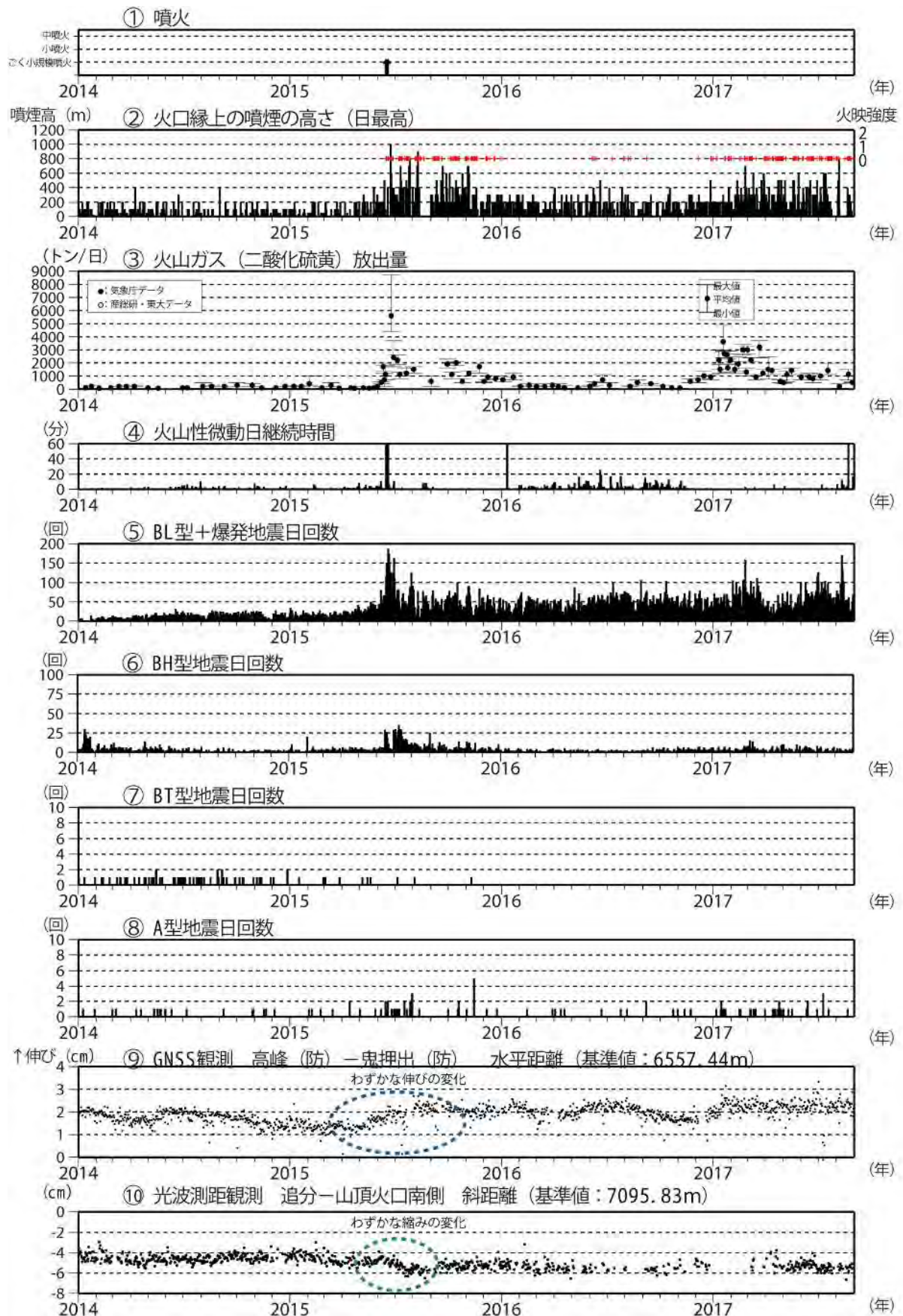


図7 浅間山 最近の火山活動経過図 (2014年1月1日~2017年8月31日)

※図の説明は前ページに掲載。

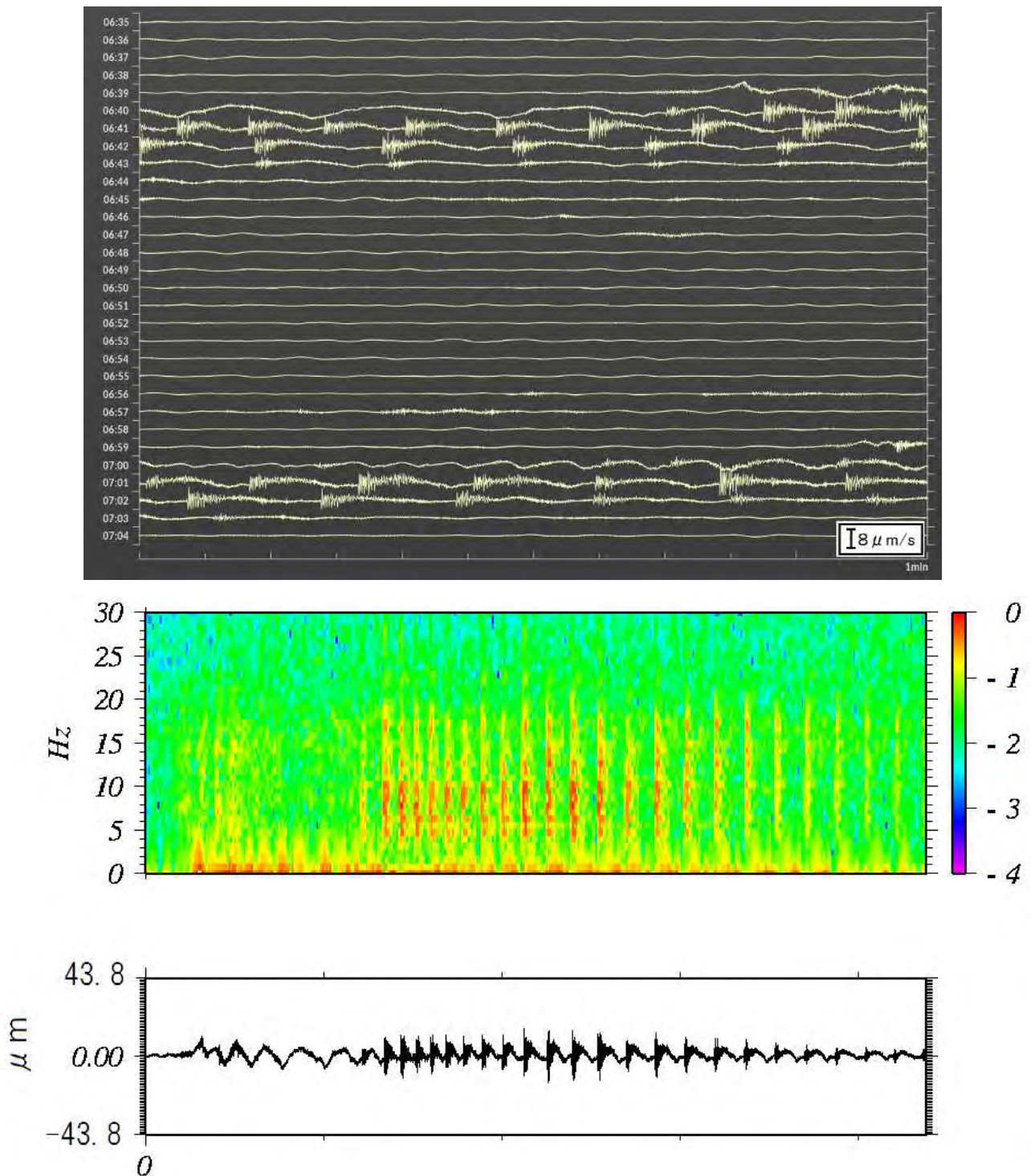


図8 浅間山 8月3日に発生した火山性微動波形とランニングスペクトル
(火口西(震)観測点UD成分、ランニングスペクトルは06時29分の微動)

- ・長周期(1 Hz以下)の波形に短周期(約3 Hz以上)の波形が混じっている。Maeda et al.(2011)によると過去にも同様の事象が報告されており、マグマ由来の揮発成分、もしくは水の沸騰によるガスの流入・流出によるものと説明されている。微動直後の噴煙の増加はこれらのガスの移動によるものと考えられる。

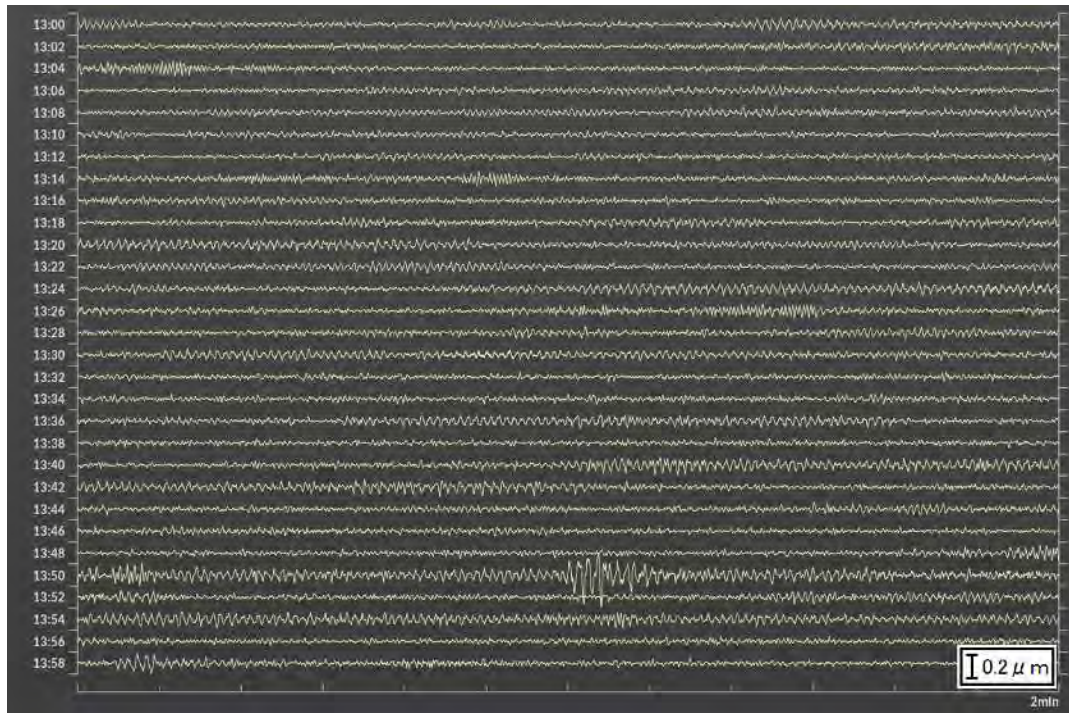


図 9 浅間山 8月22日に発生した火山性微動（図は石尊観測点の13時から1時間）

- ・ 周期1～2 Hzの単色型の火山性微動が、12時頃から約2時間30分継続した。この微動に伴って、噴煙の状況や地殻変動に特段の変化はなかった。

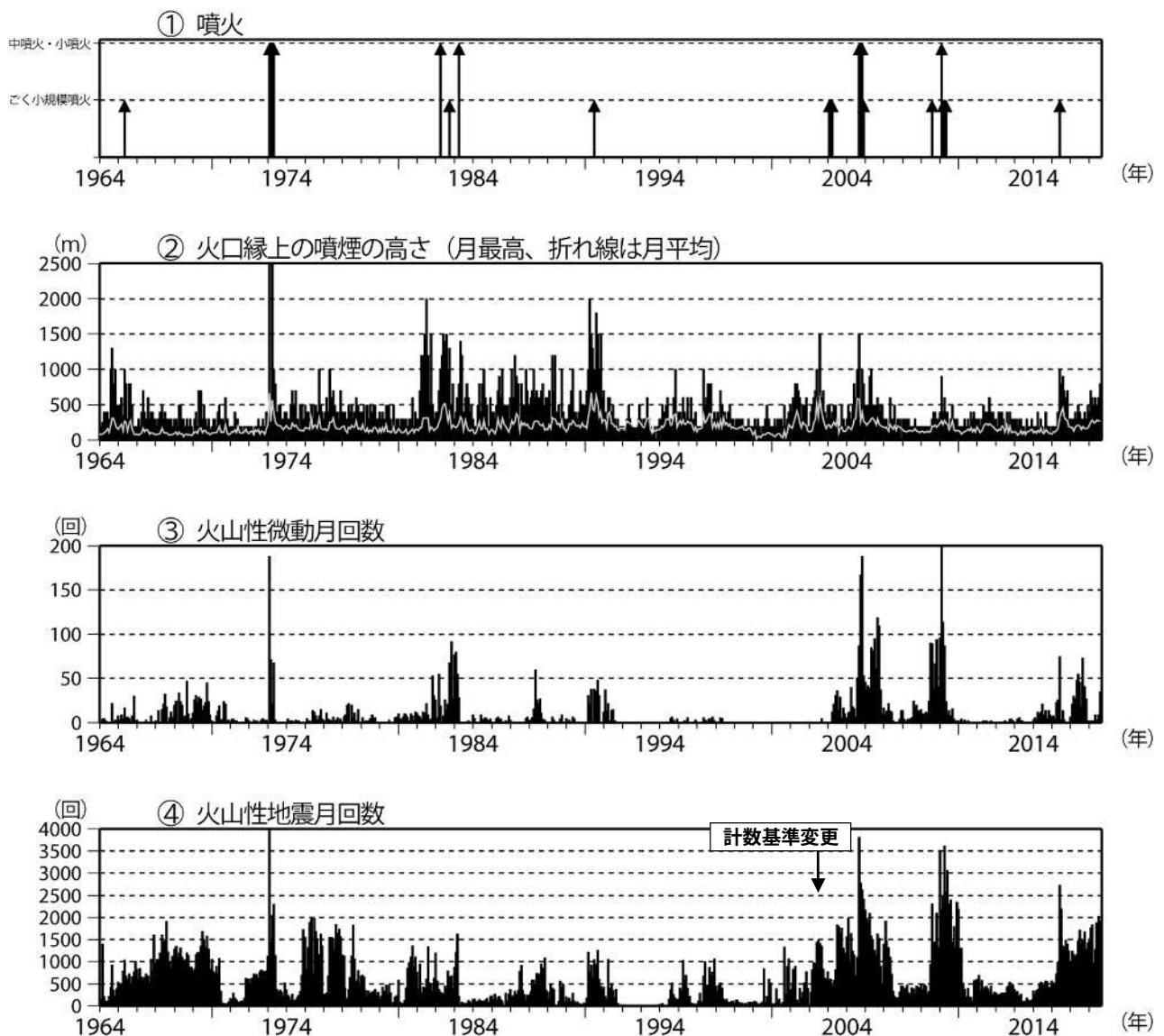


図10 浅間山 長期の火山活動経過図 (1964年1月～2017年8月31日)

計数基準：2002年2月28日まで石尊最大振幅 $0.1\mu\text{m}$ 以上、S-P時間5秒以内2002年3月1日から石尊最大振幅 $0.1\mu\text{m}$ 以上、S-P時間3秒以内

- ・噴火発生前後の期間には地震回数や微動回数の増加がみられる。
- ・長期的には2014年頃から火山性地震に増加傾向がみられる。2015年4月下旬頃からさらに増加し、6月以降多い状態で経過していたが、12月頃からは次第に減少し、2016年以降は概ねやや多い状態で経過している。

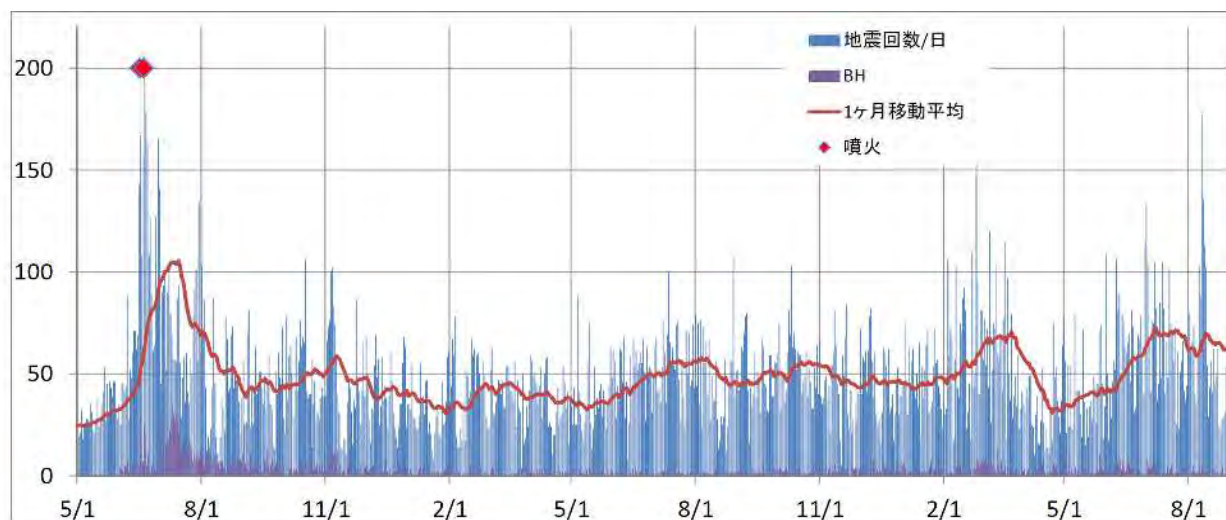
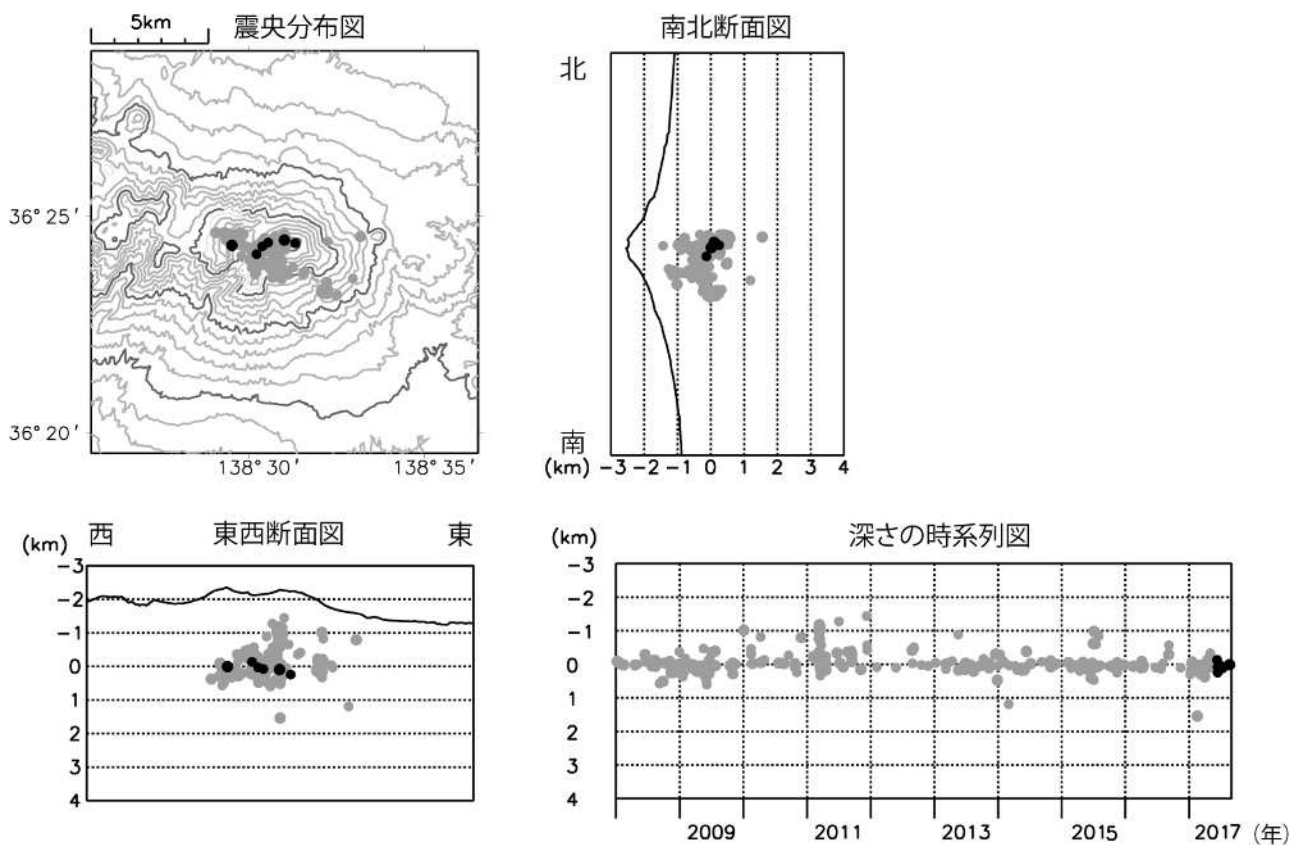


図 11 浅間山 地震回数 30 日移動平均の推移 (2015 年 5 月～2017 年 8 月 31 日)

- ・ 2017 年 6 月以降、日回数が 100 回を超える火山性地震の多い日が時々あったが、概ねやや多い状態で経過しており、30 日移動平均で 60～70 回の間で推移している。



期間：2008 年 1 月 1 日～2017 年 8 月 31 日

条件：緯度経度計算誤差 0.2 分以内、震源時計算誤差 0.2 秒以内

観測点数 6 点以上

東京大学地震研究所の観測点も使用

●：2008 年 1 月 1 日～2017 年 5 月 31 日

●：2017 年 6 月 1 日～2017 年 8 月 31 日

図 12 浅間山 火山性地震 (A 型) の震源分布

- ・ 今期間の震源分布に特段の変化はみられない。震源は、山頂直下の深さ 0 km 付近に分布した。

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

浅間山

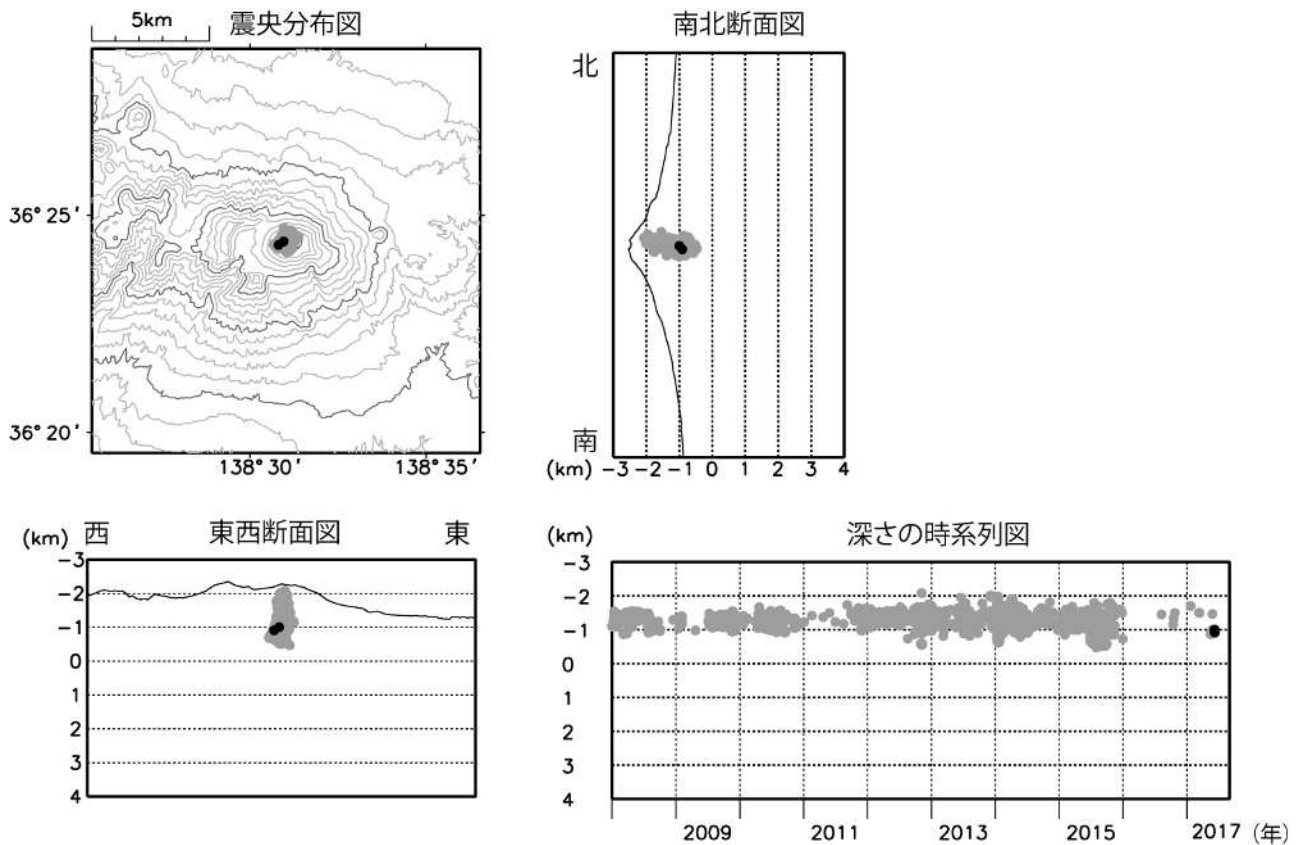


図 13 浅間山 火山性地震（BH 型）の震源分布

- ・2016 年以降、発生する BH 型地震の振幅は小さく、震源の求まる地震は少ない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『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

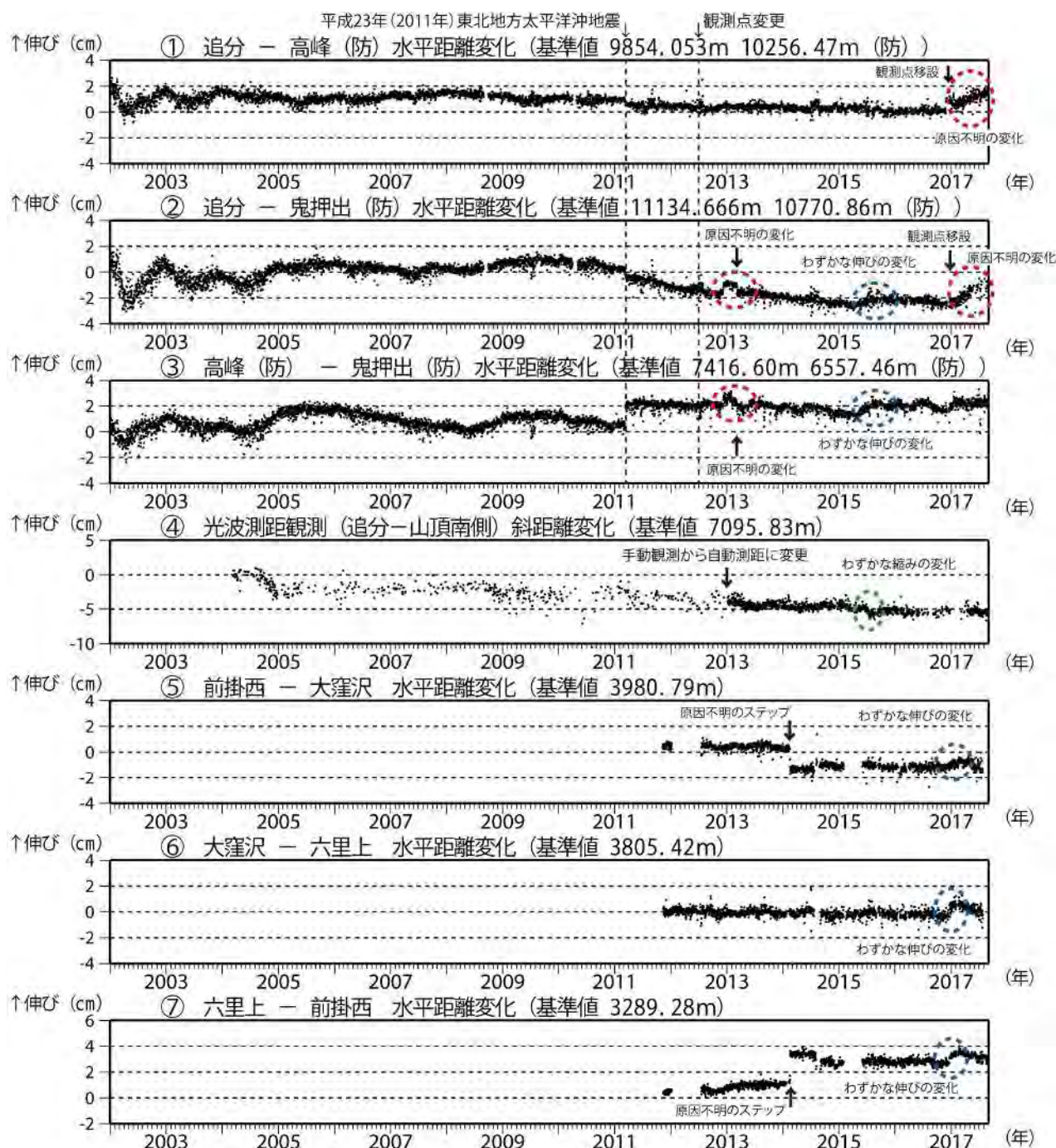


図14 浅間山 GNSS 連続観測及び光波測距観測の結果(2002年1月1日～2017年8月31日)

GNSSの2010年10月以降のデータについては、電離層の影響を補正する等、解析方法を改良した。

(防)は国立研究開発法人防災科学技術研究所の観測機器を示す。

①～⑦はそれぞれ図18の①～⑦に対応している。

①～③、⑤～⑦の空白部分は欠測を示す。

③ 2002年1月1日～2012年7月31日 気象庁の高峰－鬼押出観測点間の基線長。

2012年8月1日～ 防災科学技術研究所の高峰－鬼押出観測点間の基線長。

①～③の赤丸は、原因不明の変化を示す。

④光波測量観測は、2013年1月より手動観測から自動測距による観測に変更した。気象補正処理は高木・他(2010)による。

・⑤～⑦の基線で2016年10月頃よりみられていたわずかな伸びの変化は2017年4月頃から停滞している。

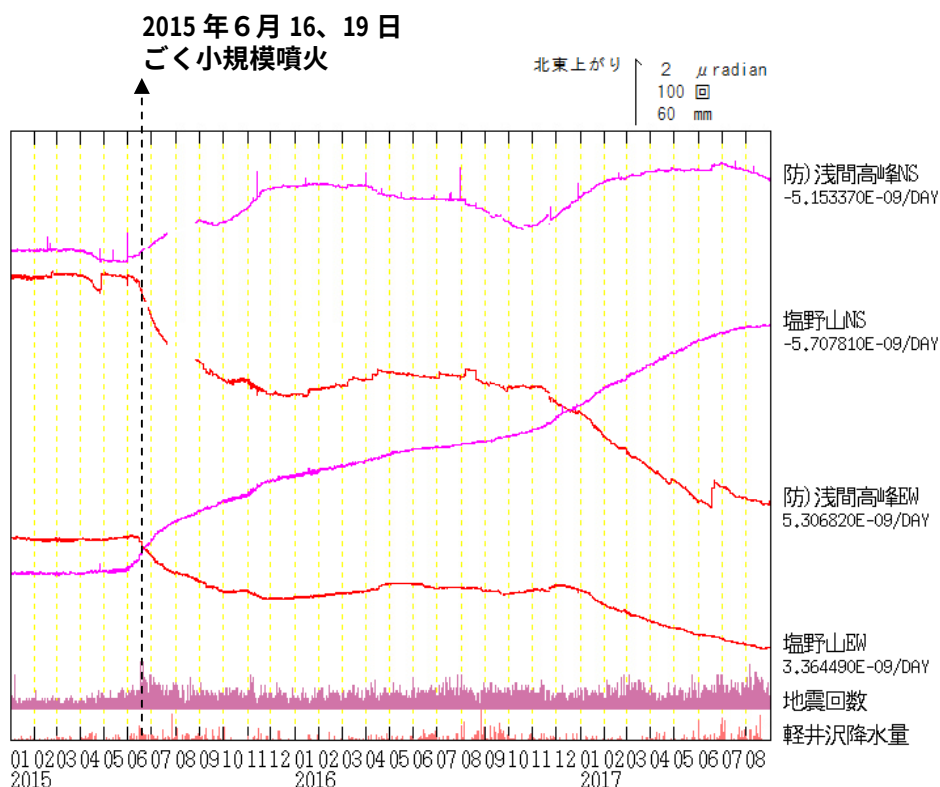


図 15 浅間山 傾斜観測データ (2015 年 1 月 1 日～2017 年 8 月 31 日)

- ・傾斜計の各観測点においてトレンドを補正している。空白部分は欠測を示す。
 - ・2015年5月下旬頃より、山頂西側へのマグマ貫入によると考えられる傾斜変動が観測され、6月に噴火が発生した。2016年12月頃より、2015年と同様の傾斜変動が観測されているが、2017年7月ころから変化に鈍化がみられる。
- ＊防：防災科学技術研究所 ＊データは時間平均値、潮汐補正済み

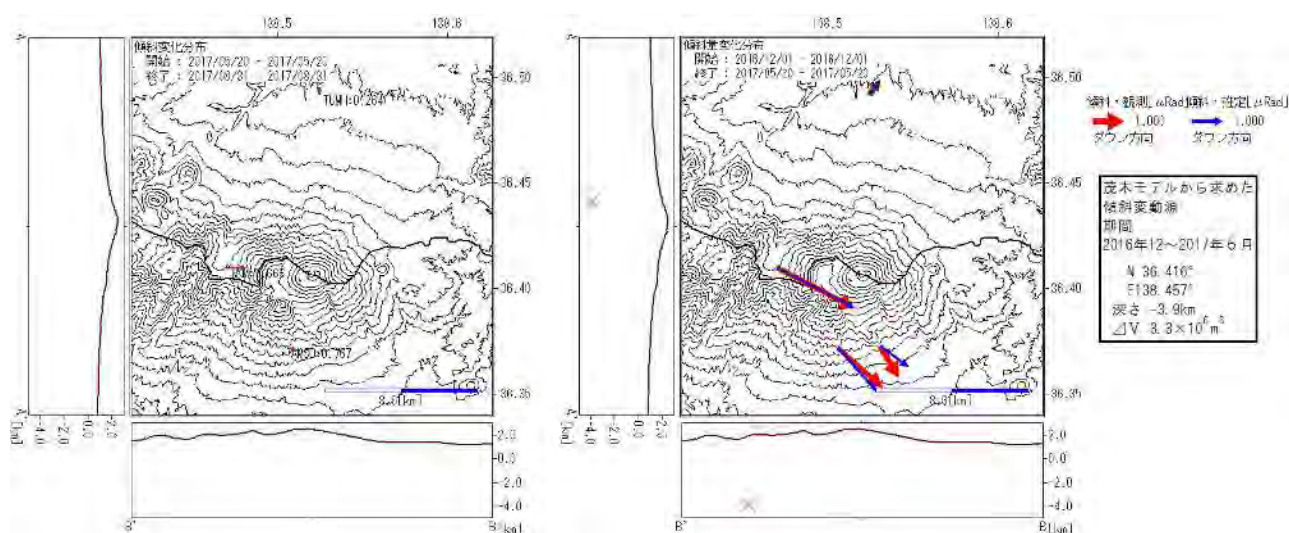


図 16 浅間山 観測傾斜ベクトル (2017 年 5 月～8 月)

2017年5月から8月にかけての傾斜変動量のベクトルを示す（左図）。2016年12月から2017年5月にかけての地殻変動量（右図）と比較して、今期間は変動量が小さく、浅間山西側のやや深部の膨張は鈍化していると考えられる。

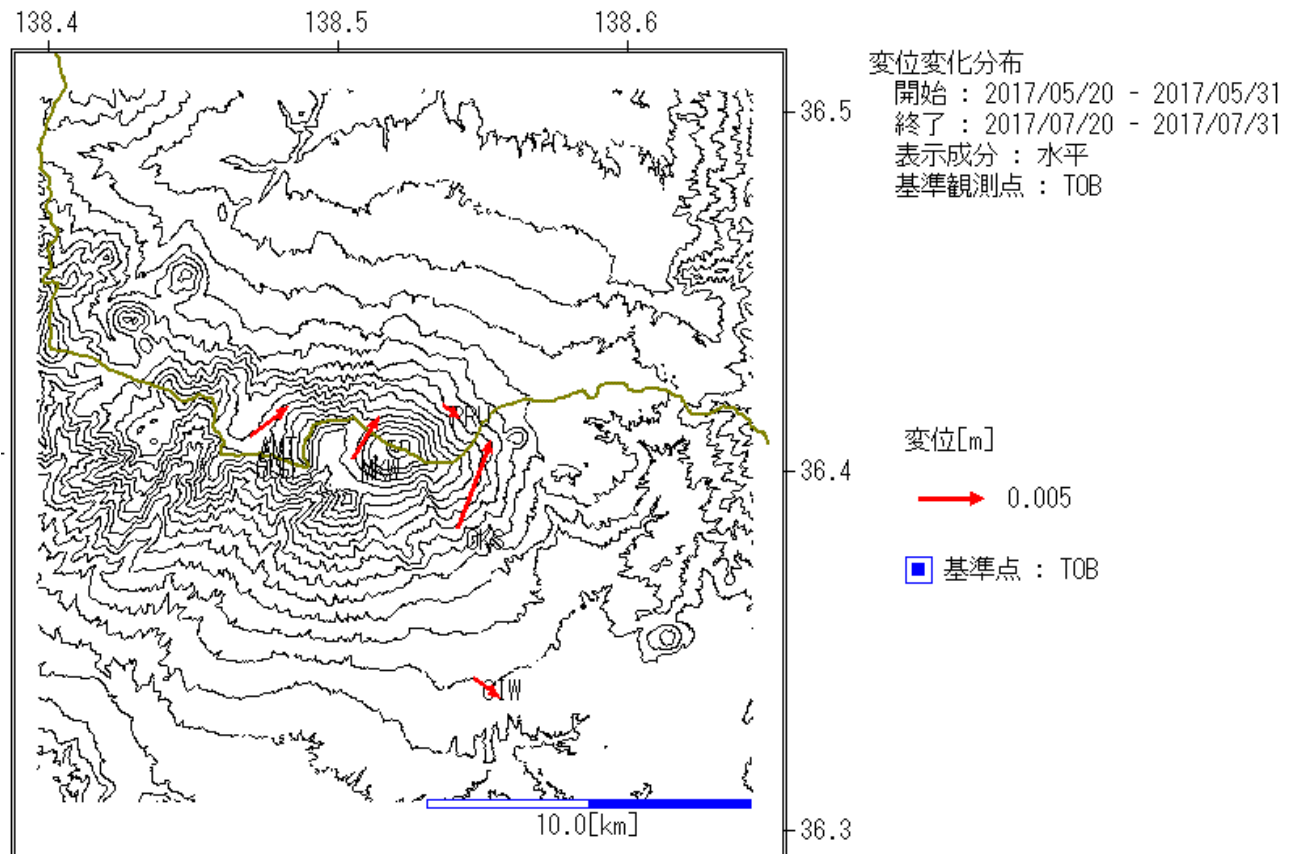


図 17 浅間山 GNSS 観測データのベクトル

2017 年 5 月から 2017 年 7 月にかけての GNSS 変動量を、国土地理院の東部観測点を基準として、ベクトル表示させた。今期間、火山活動と考えられる変動は認められない。

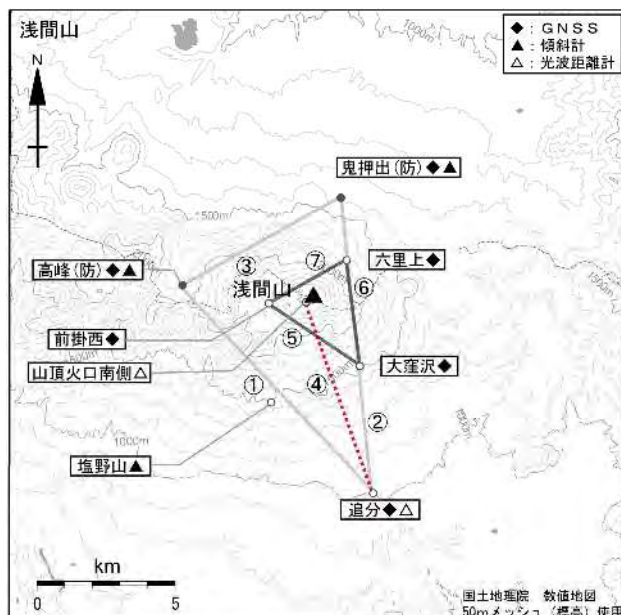


図 18 浅間山 地殻変動連続観測点配置図

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。

(防)：国立研究開発法人防災科学技術研究所

GNSS 基線③は図 5、7～9 の⑨に、光波測距測線④は図 5、7～9 の⑩にそれぞれ対応する。また、基線①～⑦は図 14 の①～⑦にそれぞれ対応している。高峰(防)、塩野山は、図 16 に示した観測点。

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)』および『数値地図 50 mメッシュ (標高)』を使用した。

浅間山地震観測網で観測された地震回数の時間変化

月別回数(1995年1月—2017年9月)

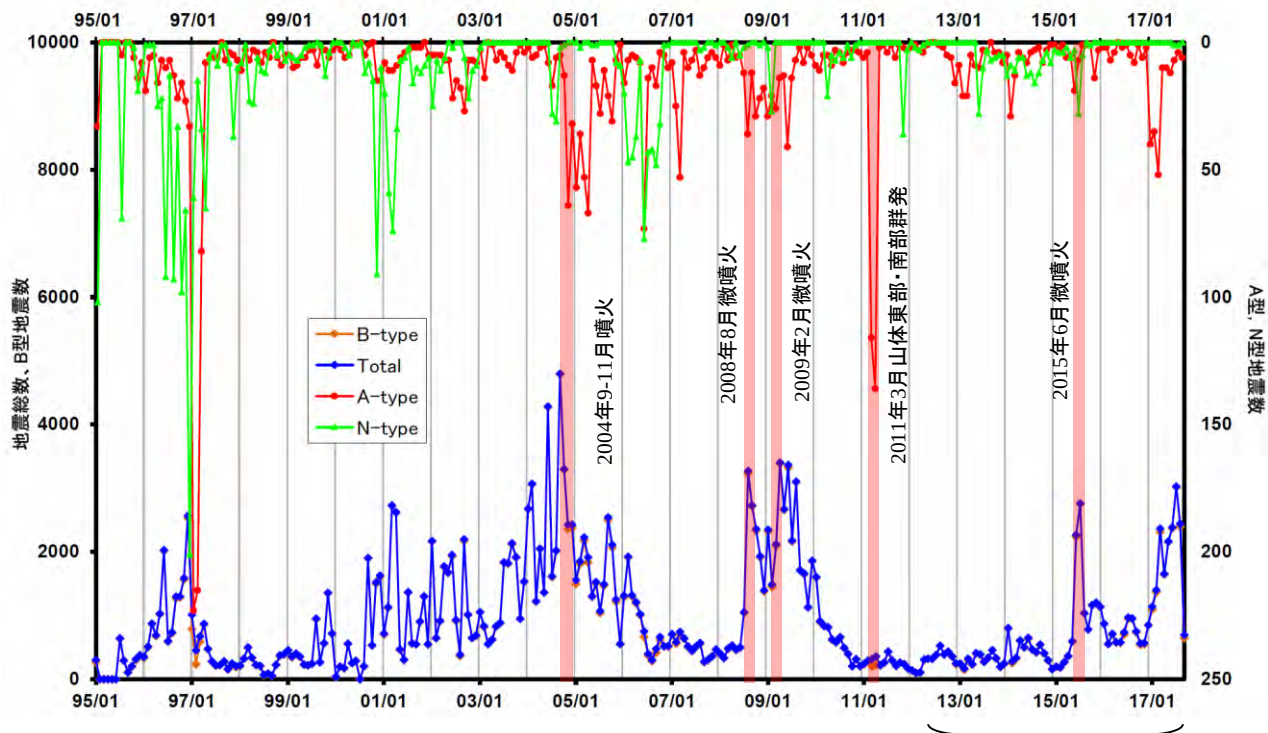


図1 1995年1月以降の月別回数

図2の範囲

日別回数(過去5年間 2012年9月14日—2017年9月13日)

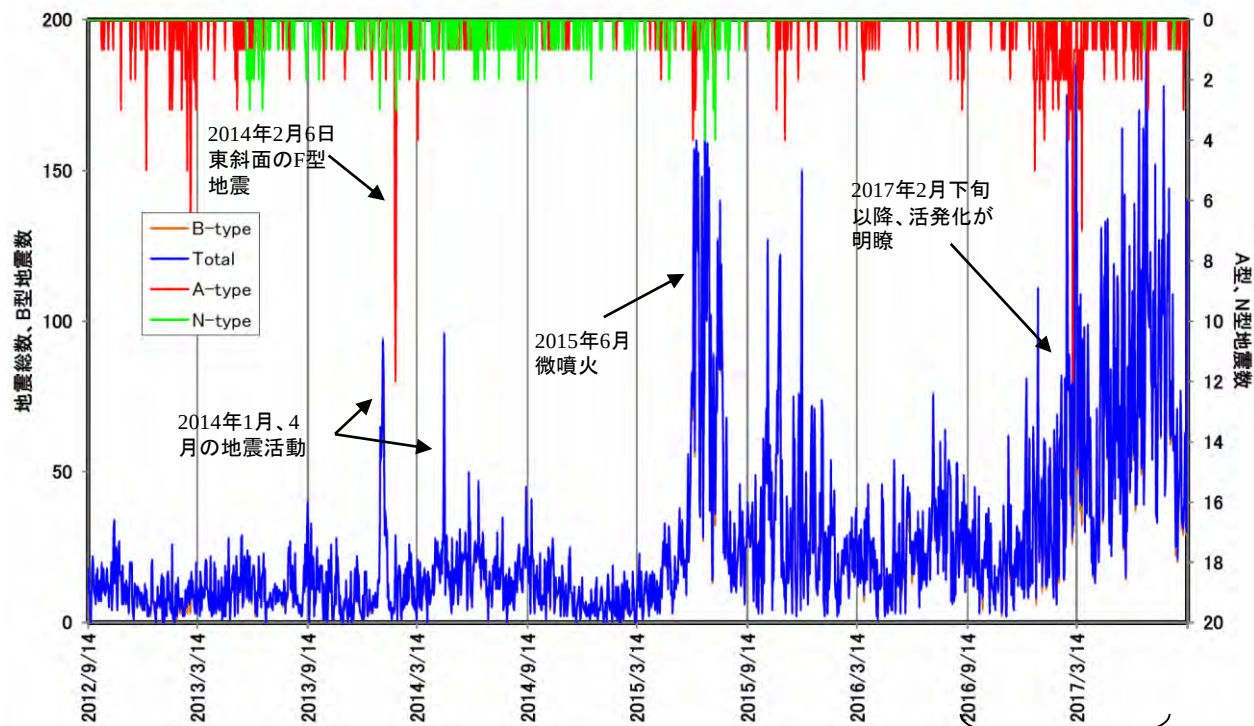


図2 2012年9月14日以降5年間の日別回数

図3の範囲

浅間山地震観測網で観測された地震回数の時間変化(つづき)

日別回数(過去1年、2016年 9月14日—2017年9月13日)

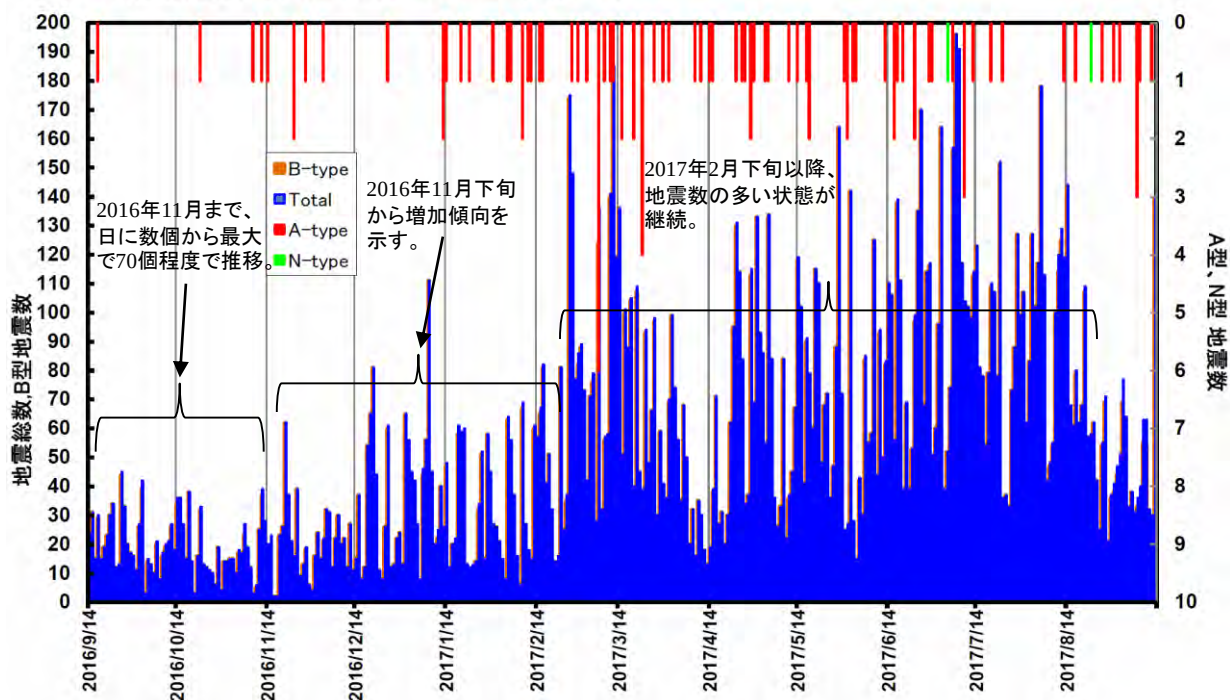


図3 2016年9月14日以降、1年間の日別地震回数.

長期： 2011年以降2015年4月ごろまでは活動度の低い状態が続いていたが、2015年6月の微噴火後、地震活動がやや増加する傾向に転じ、2016年11月下旬以降増加傾向が加速した。2017年2月下旬からは活発な状態が継続している。4月中旬に一旦地震数が減ったがその後再び増加し、過去の噴火時の活動レベルに近づいている。

短期： 火口浅部の小規模な火山性地震が日に数十個から多い日で百数十個発生しており、7～8月には、6月の報告時より更に増えた。9月に入り地震数はやや減ったが、今年4月と同様の一時的な低下なのか、あるいは活動のピークを過ぎて低下傾向に向かっているのかは現時点で判断することは難しい。

8月中旬から9月にかけて単一の周期でやや継続時間が長い小規模なM型地震が日に数個発生している。

A型は時々発生しているが、N型は発生しなかった。

浅間山の地殻変動

浅間山においては、2015 年 6 月の噴火に先立ち山頂西側の主に南北への膨張が始まった。これはこれまでの噴火と同じく、山頂西側への東西走向のダイク貫入によるものと考えられる。この膨張は 2015 年後半に収束した。その後、2016 年 12 月ごろより山頂西側で伸長が観測され、2017 年夏頃まで継続したように見えるが現在は減速もしくは停止しているようである。なお、山頂観測点 KAWG は 2017 年 2 月より欠測中である。

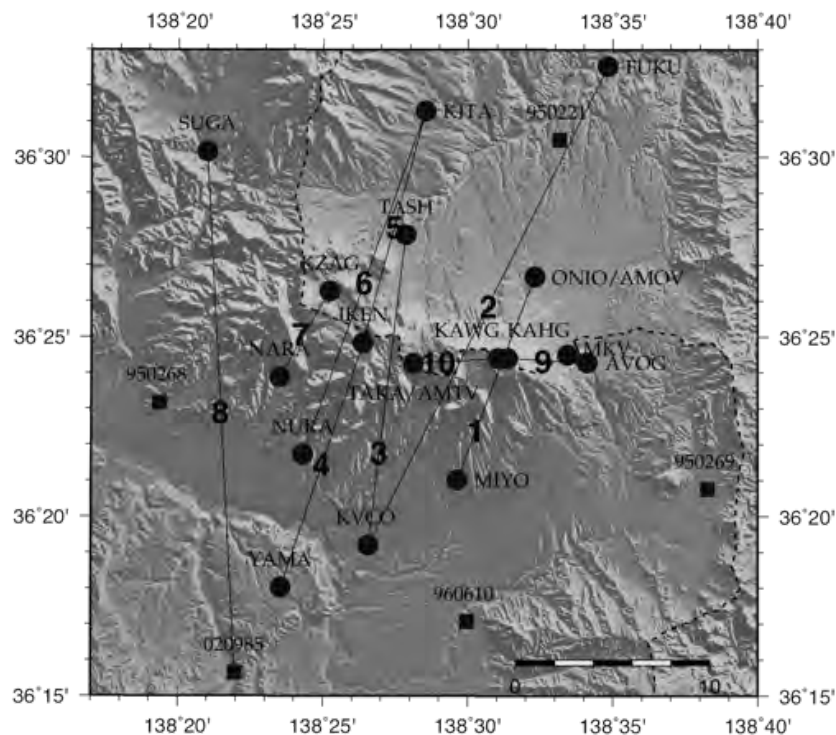
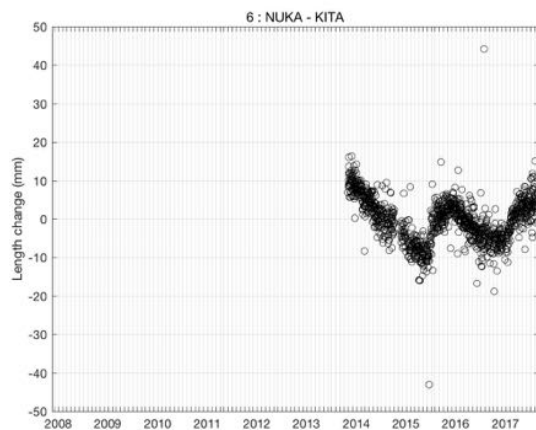
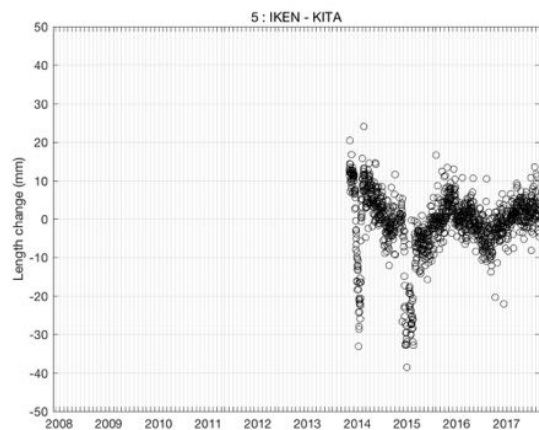
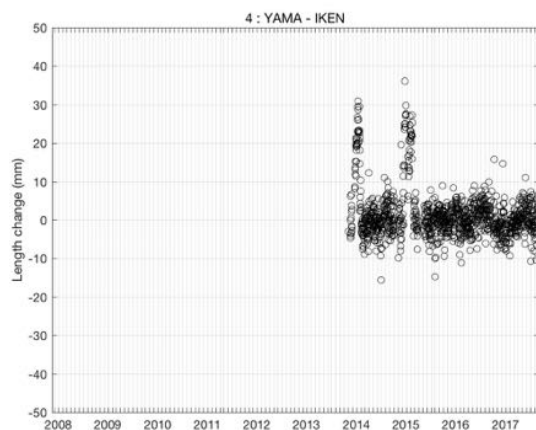
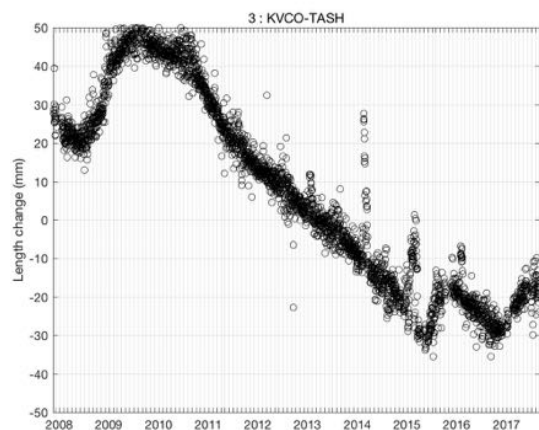
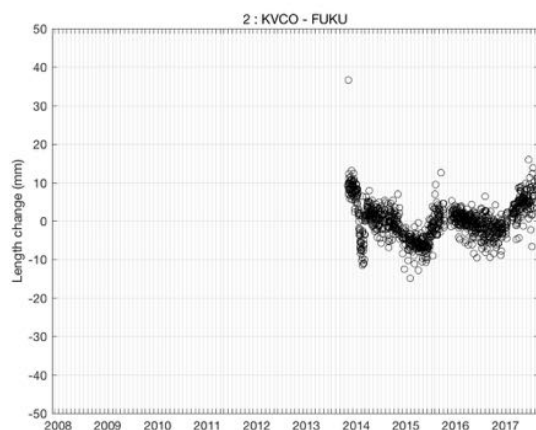
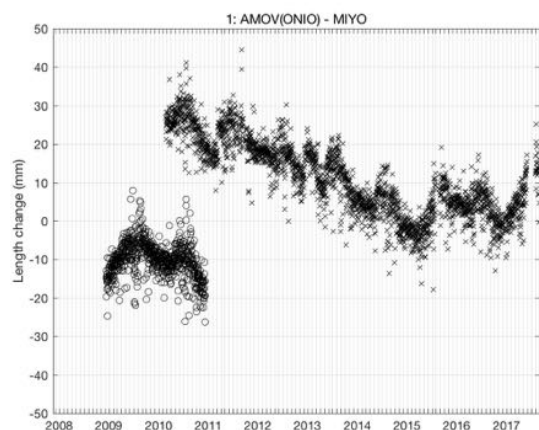


図 1：GPS 連続観測点の配置。●は地震研究所の観測点，■は国土地理院の連続観測点を示す。数字は、図 2 に示す基線と対応している。また、KAHG と KAWG の基線長変化は図 2 の基線番号 11 に記す。



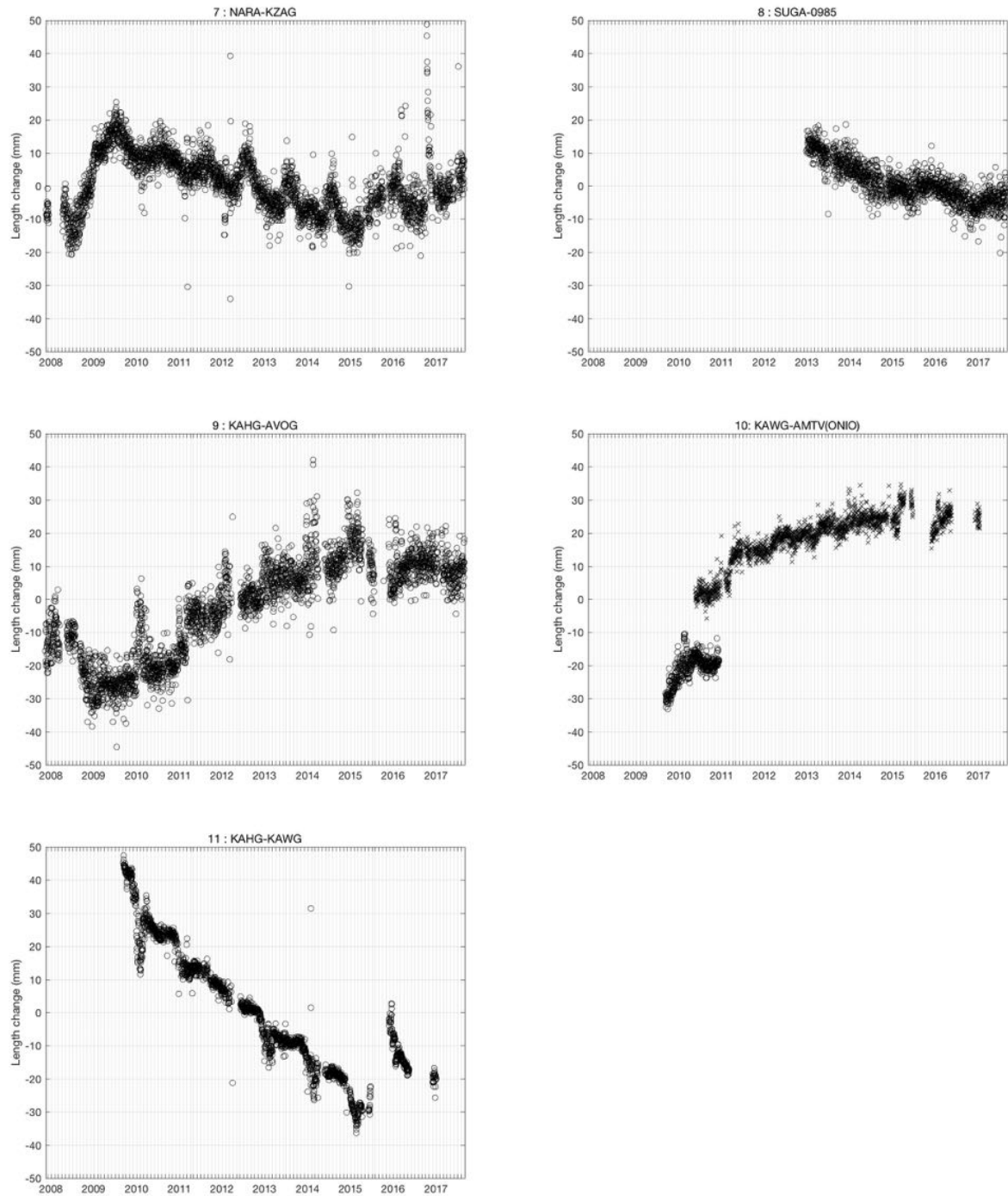


図 2：主な観測点間の基線長変化。AMOV および AMTV 観測点を含む基線長は、ONIO および TAKA を含む基線長の時系列（丸印）と並べて×印で示している。山頂西側を通る測線に、2016 年 10 月ごろから継続する伸びがみられる。

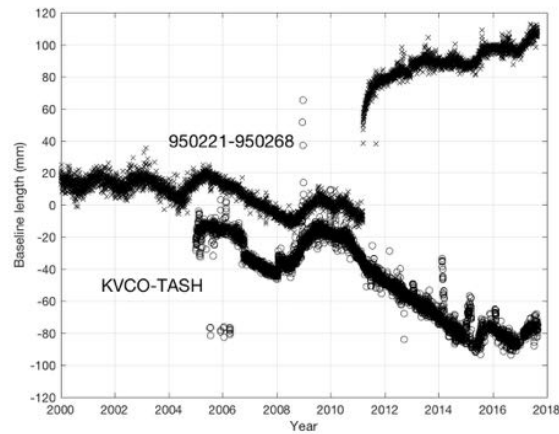
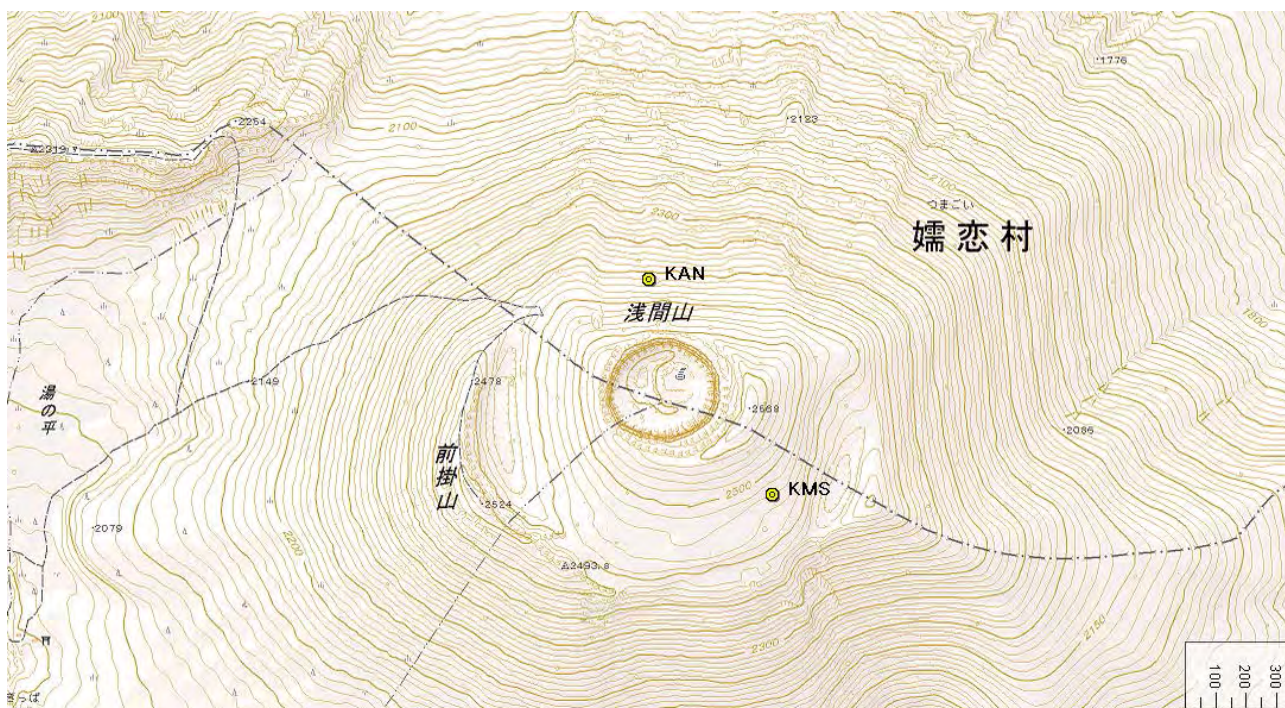


図 4 : 2000 年以降の 950221-950268 および KVC0-TASH 基線の距離変化. 東北太平洋沖地震までは両基線とも類似したトレンドを示していたが, 950221-950268 基線の距離変化に地震時および余効変動を含んでいるため, 地震後は異なるトレンドを示している. 2016 年秋以降の伸びの傾向は KVC0-TASH 測線では明瞭に見られるが 950221-950268 測線ではあまり見られない. これは, 東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるものと考えられる.

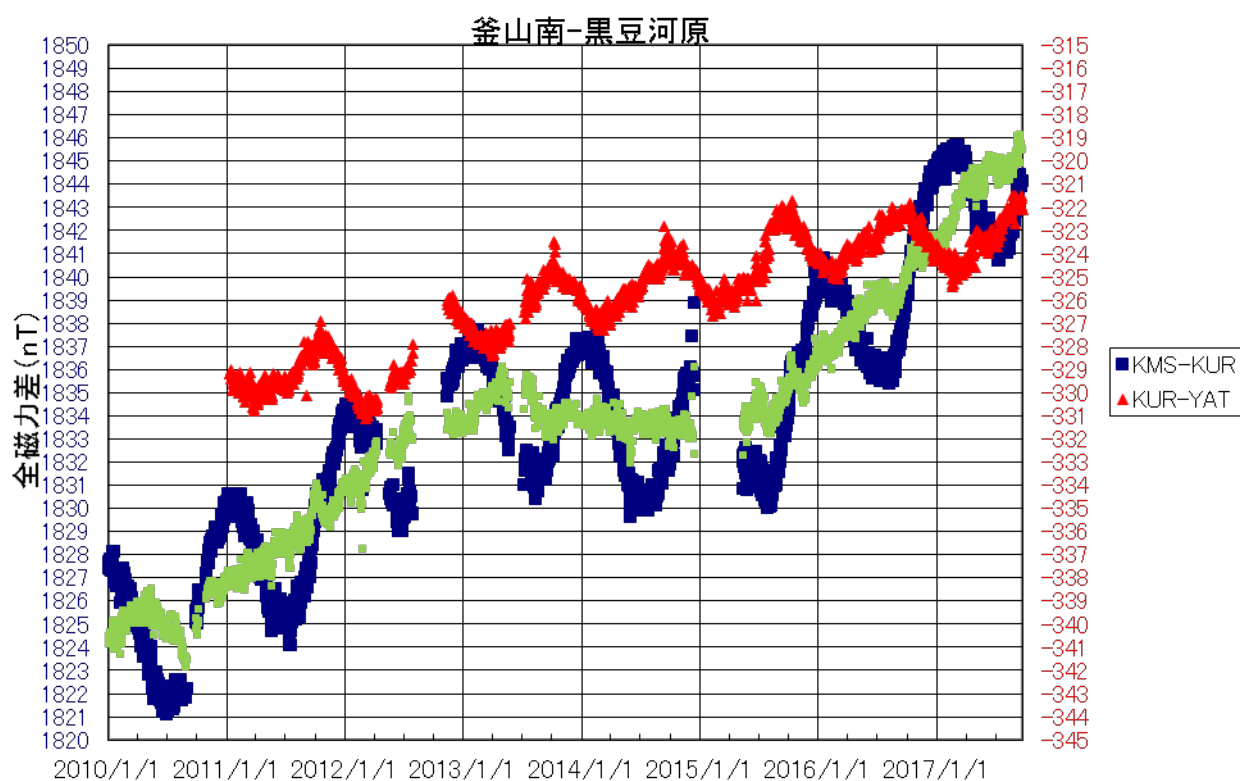
浅間山全磁力

火口南東およそ 450m に位置する KMS では、2013 年半ばよりおよそ 2 年間微減傾向は継続していたが昨年 8 月頃から再び増加傾向に転じ、2013 年以前の状況に戻っていることが認められる。増加傾向はおよそ 2 年経過した現在も継続している。麓の KUR を基準とした場合のここ最近のトレンド成分は北側の KAN で-1nT/年以下、南側の KMS でおよそ +5nT/年と、帯磁傾向が継続しており火山活動活性化に伴う大きな変化はないことが認められる。

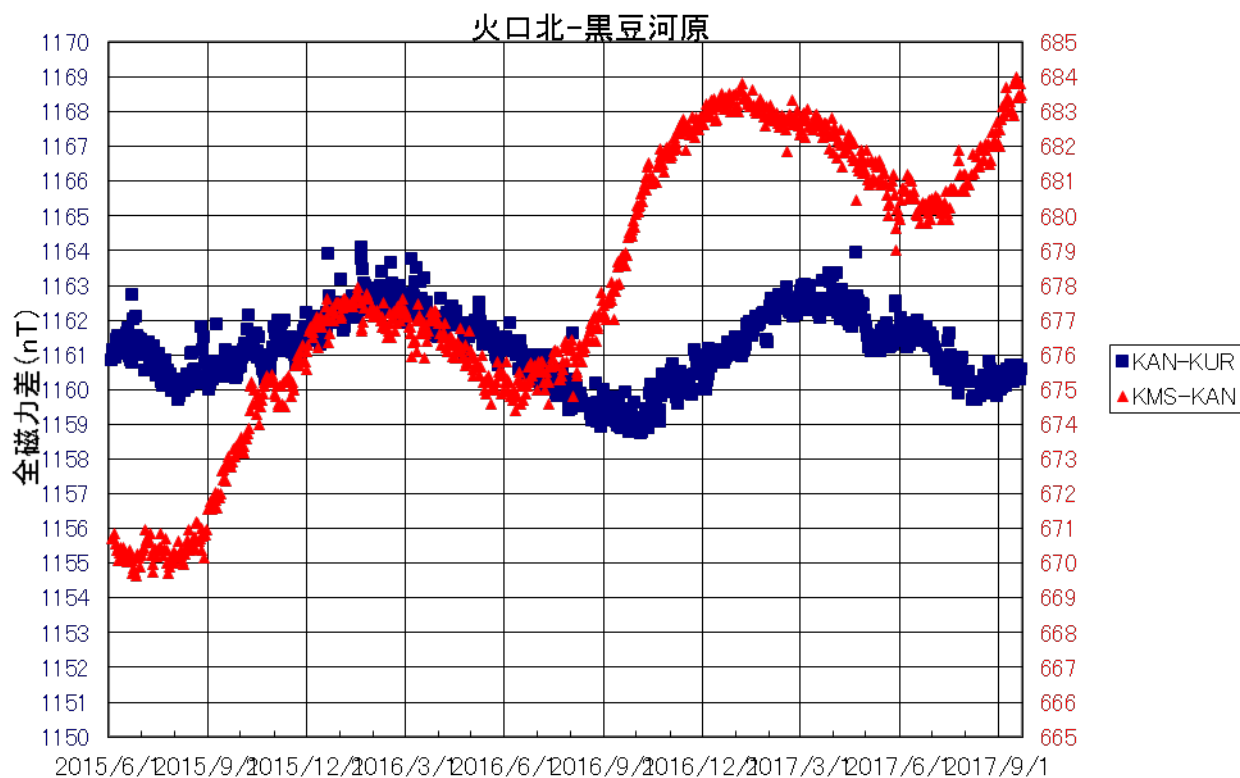


浅間山釜山周辺の地図、図中黄丸が釜山南全磁力観測点 (KMS) および火口北全磁力観測点 (KAN)。なお、黒豆河原全磁力観測点(KUR)は火口から 4km ほど離れた磁場参照点。

※ 地図は国土地理院発行数値地図をもとにカシミール3Dで作成しました。



図中緑の■は KMS-KUR から年周変化を差し引いたもの。2013 年半ばから微減の傾向が続いていたが、2015 年 8 月下旬より再び元の増加(帯磁)傾向に戻り現在も継続している。



麓の KUR を基準とした KAN のトレンド成分は 0~-1nT/年以下とほぼ変化ない状態を示している。

浅間山

浅間山火口底の熱赤外面像

浅間山火口西観測点に設置している赤外カメラの画像を基にした火口底の温度変化を示す. 2015 年 6 月の微噴火後に雷害を受けて 1 年以上観測を中断していたが, 2016 年 10 月 16 日に再開した. ただし, 2017 年 6 月 3 日から 13 日までの間は通信障害により欠測した.

図 1 は 2009 年 8 月以降の日々の温度変化, 図 2 は 2017 年 6 月 1 日以降の毎時の温度変化である. 火口底中央にある噴気孔を含む範囲内の最高温度, 平均温度, 最低温度の日別・時間別の最高値をそれぞれ赤丸, 緑丸, 青丸でプロットした. 天候不良やカメラへの着氷雪などの影響で極端に低い温度を示すことがある.

噴気孔の温度は 2009 年 10 月以降概ね緩やかな低下傾向が続いていたが, 2015 年 6 月に微噴火に伴う急激な温度上昇が観測された. 2016 年 10 月の観測再開以後は 11 月上旬から高温状態が続いていたが, 2017 年 7 月中旬から温度低下傾向にある.

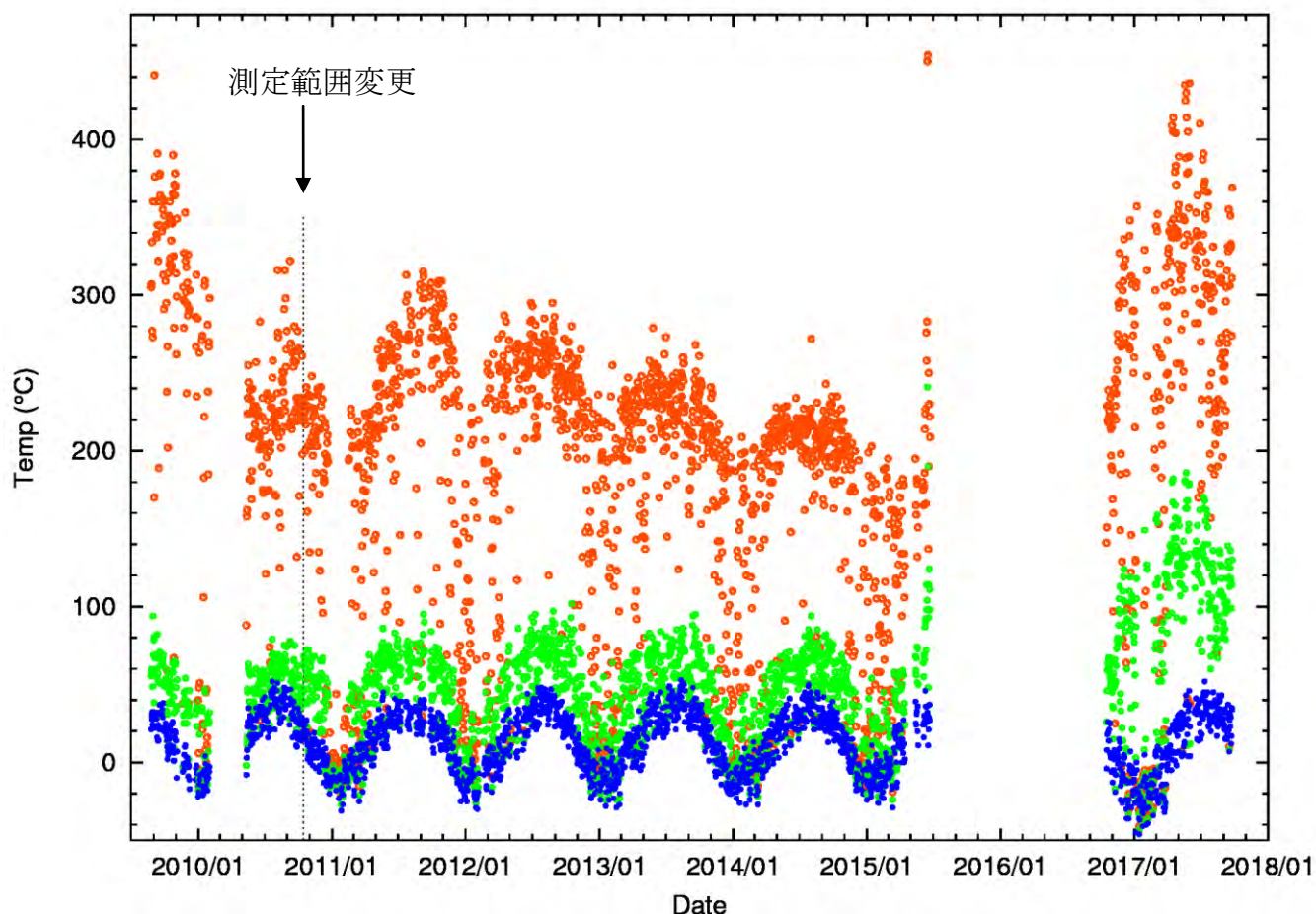


図 1. 2009 年 8 月 25 日から 2017 年 9 月 26 日までの火口底温度の日変化. 赤は最高温度, 緑は平均温度, 青は最低温度を示している.

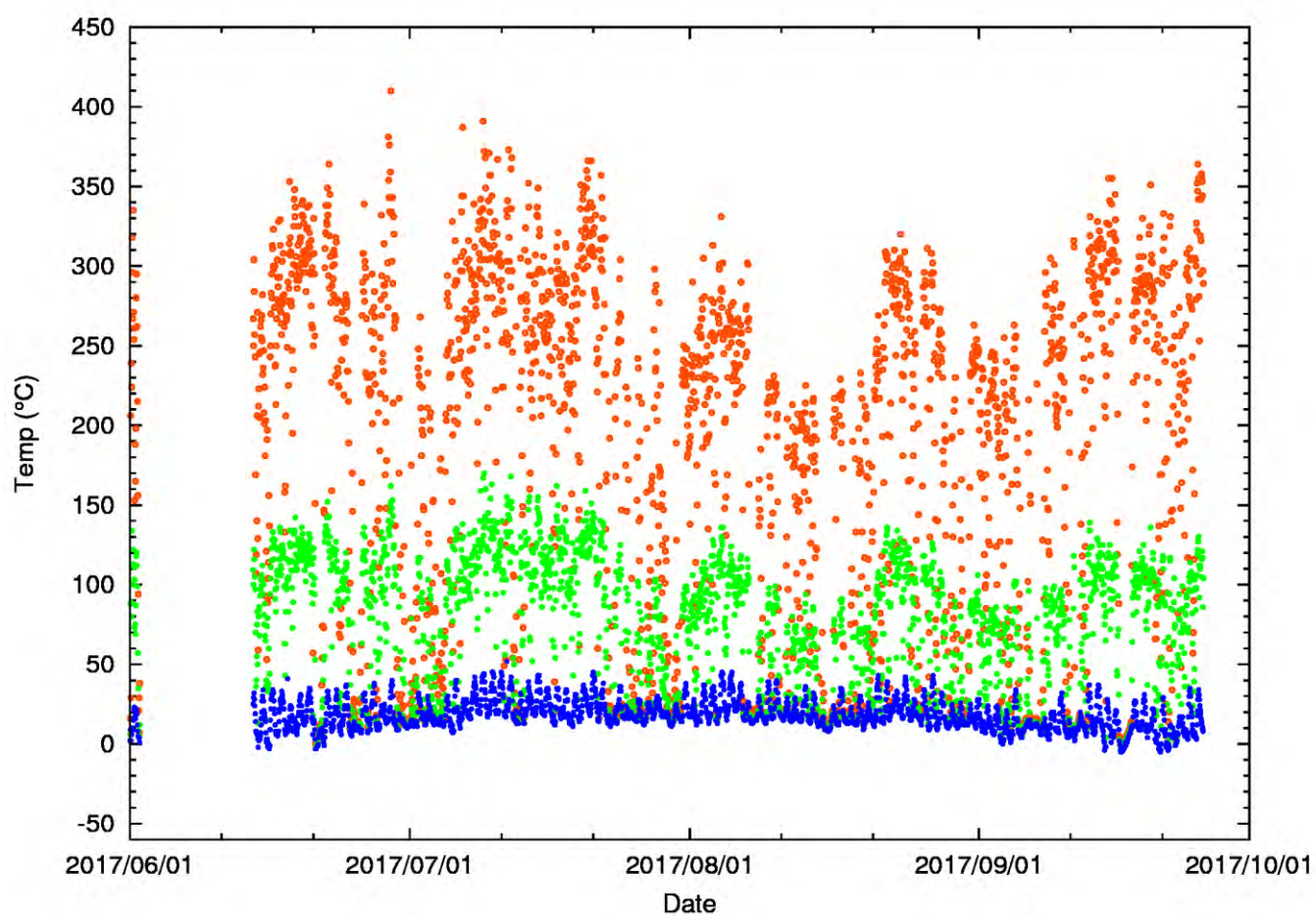


図 2. 2017 年 6 月 1 日から 9 月 26 日までの火口底温度の 1 時間毎の変化.

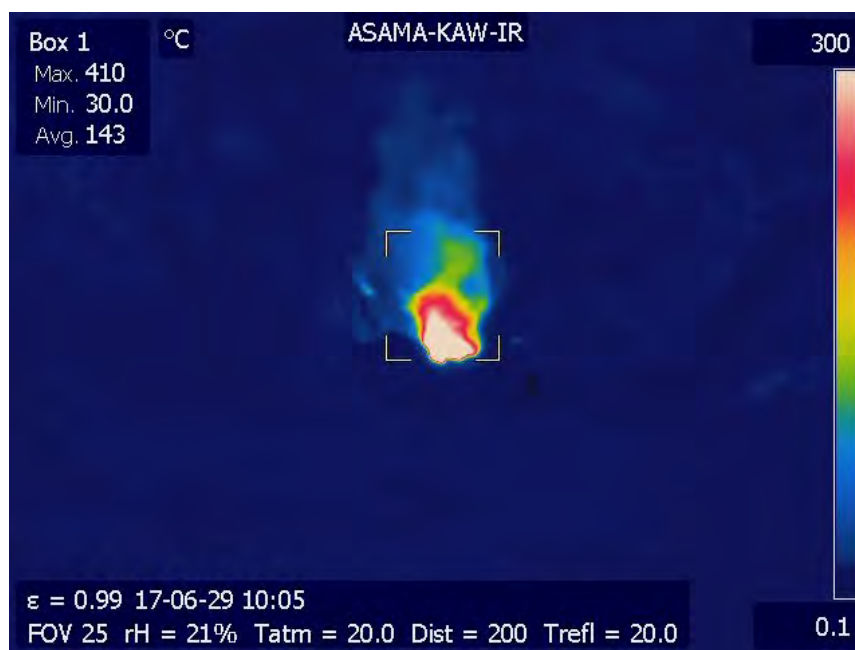
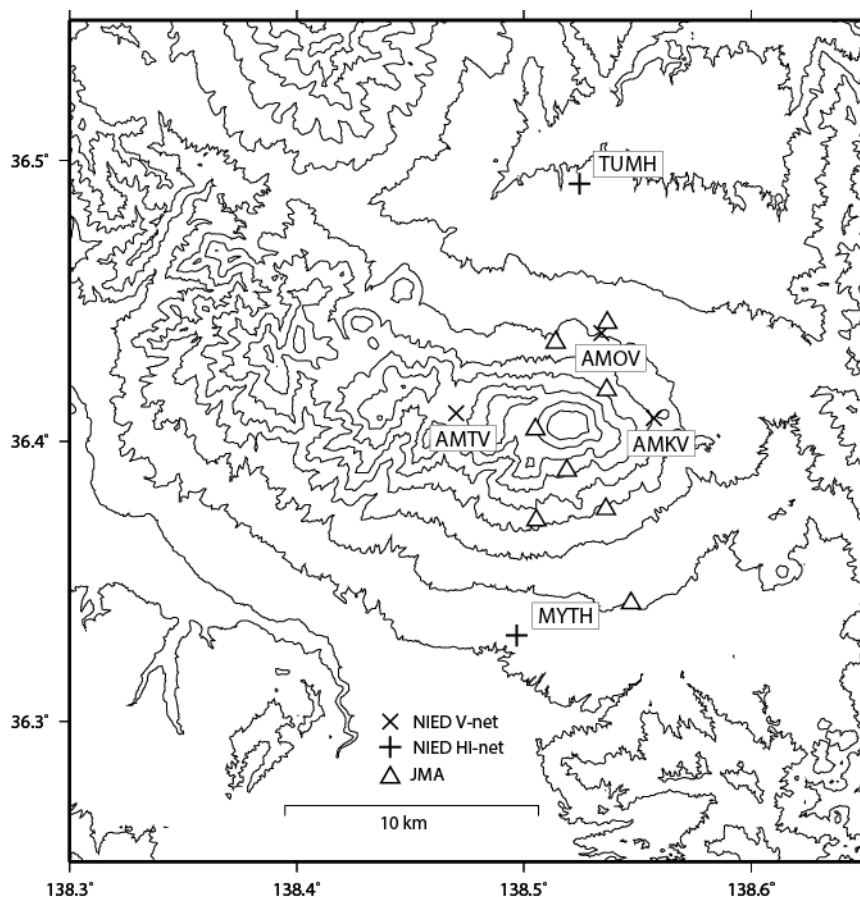


図3. 今期間中の最高温度を示した 2017 年 6 月 29 日 10 時 05 分の熱赤外面像.

浅間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。

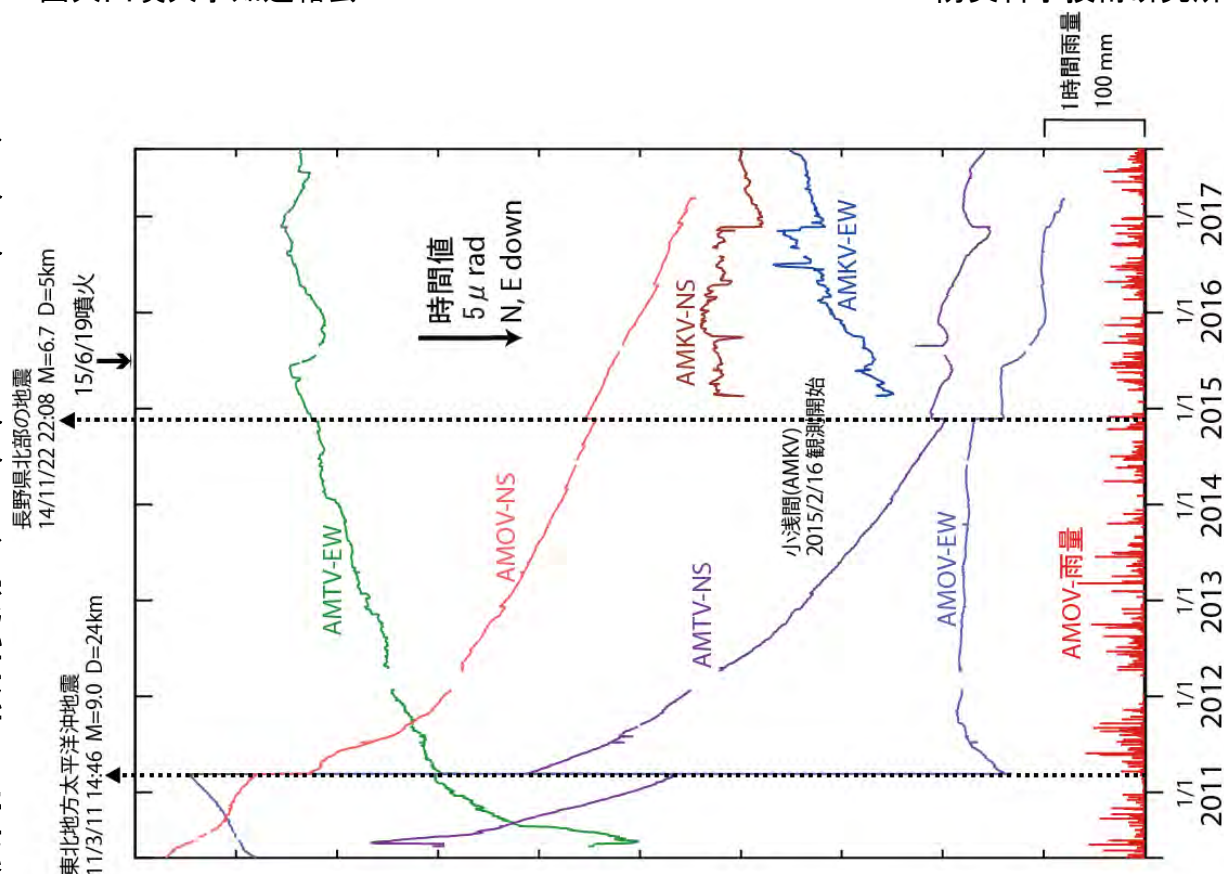
AMOV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
AMTV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS
AMKV=地震計（短周期・広帯域）、傾斜計、気圧計、温度計、雨量計、GNSS

資料概要

○ 地殻変動

2017 年 6 ～ 8 月期間中、火山活動に伴うような明瞭な地殻変動は観測されなかった。

浅間山の傾斜変動 (2010/4/26~2017/09/14)



浅間山の傾斜変動 (2017/09/01~2017/09/14)

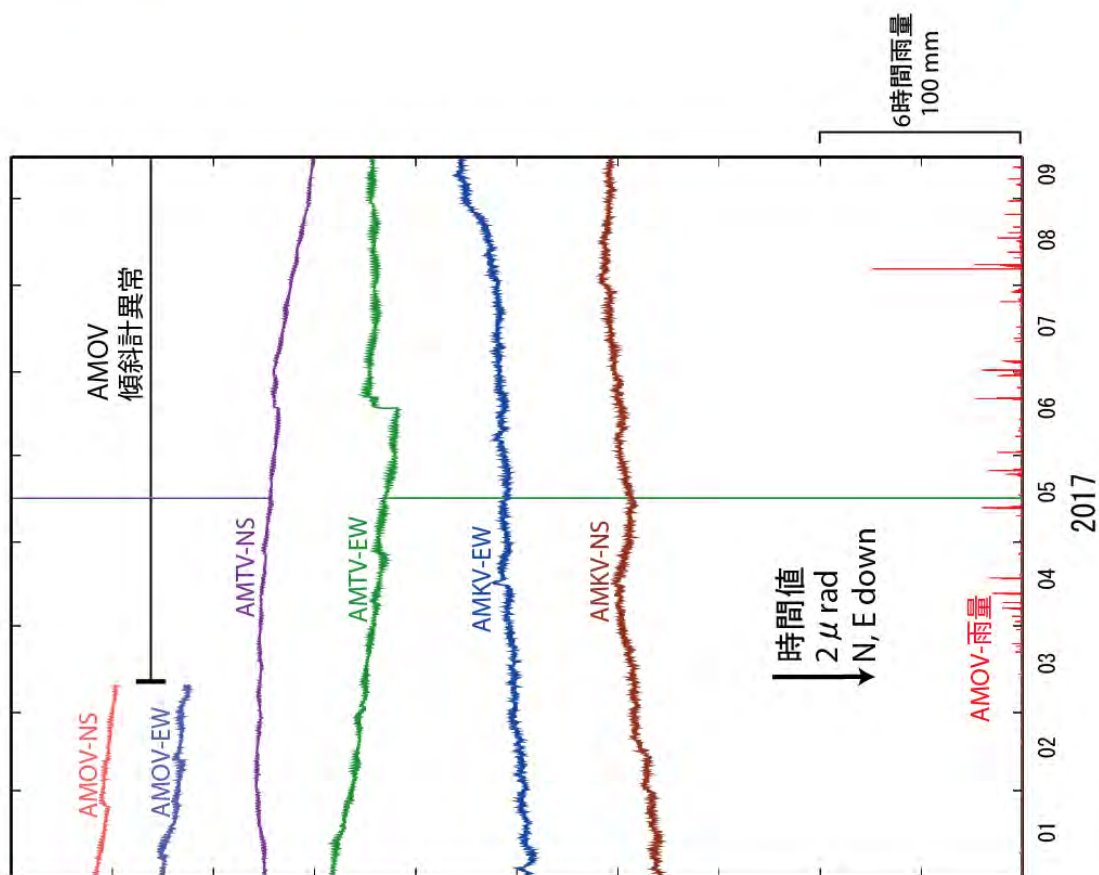


図 1 浅間山の傾斜変動

防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2017 年 5 月 21 日-2017 年 9 月 9 日の地殻変動【孺恋 (0221) 固定】※速報暦使用

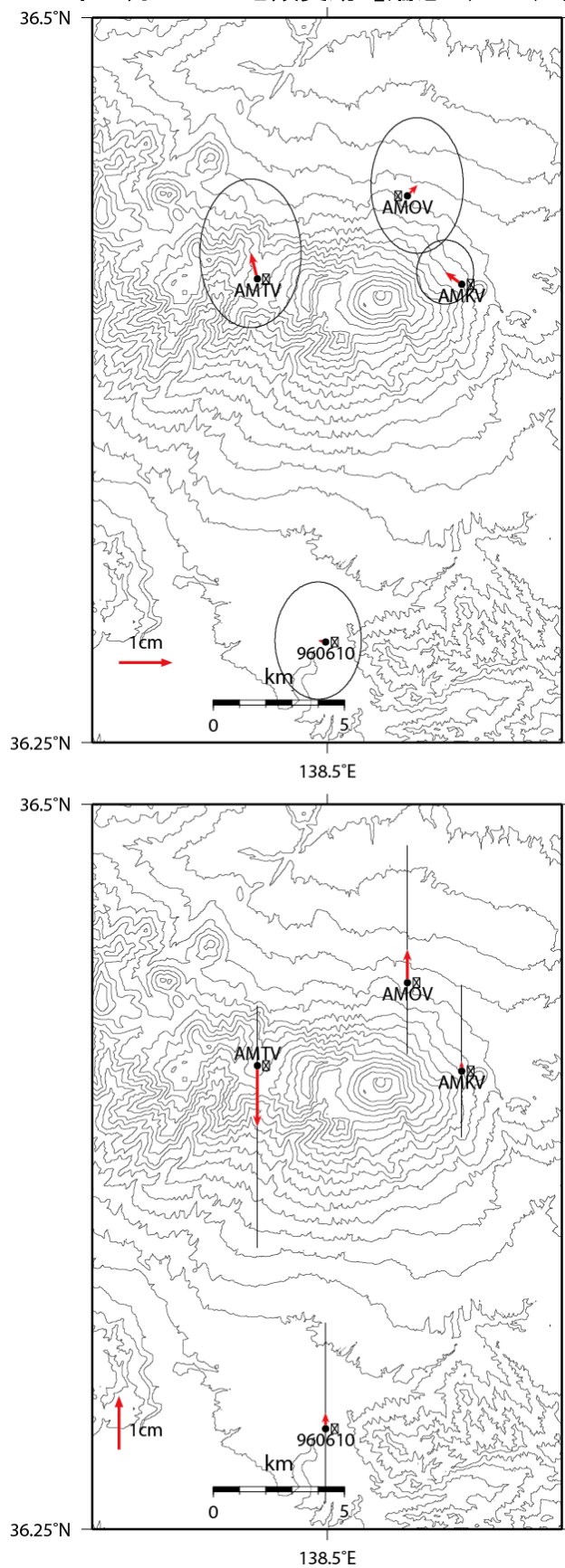


図 2 浅間山周辺の GNSS 解析結果.

浅間山

2015/06/19 噴火

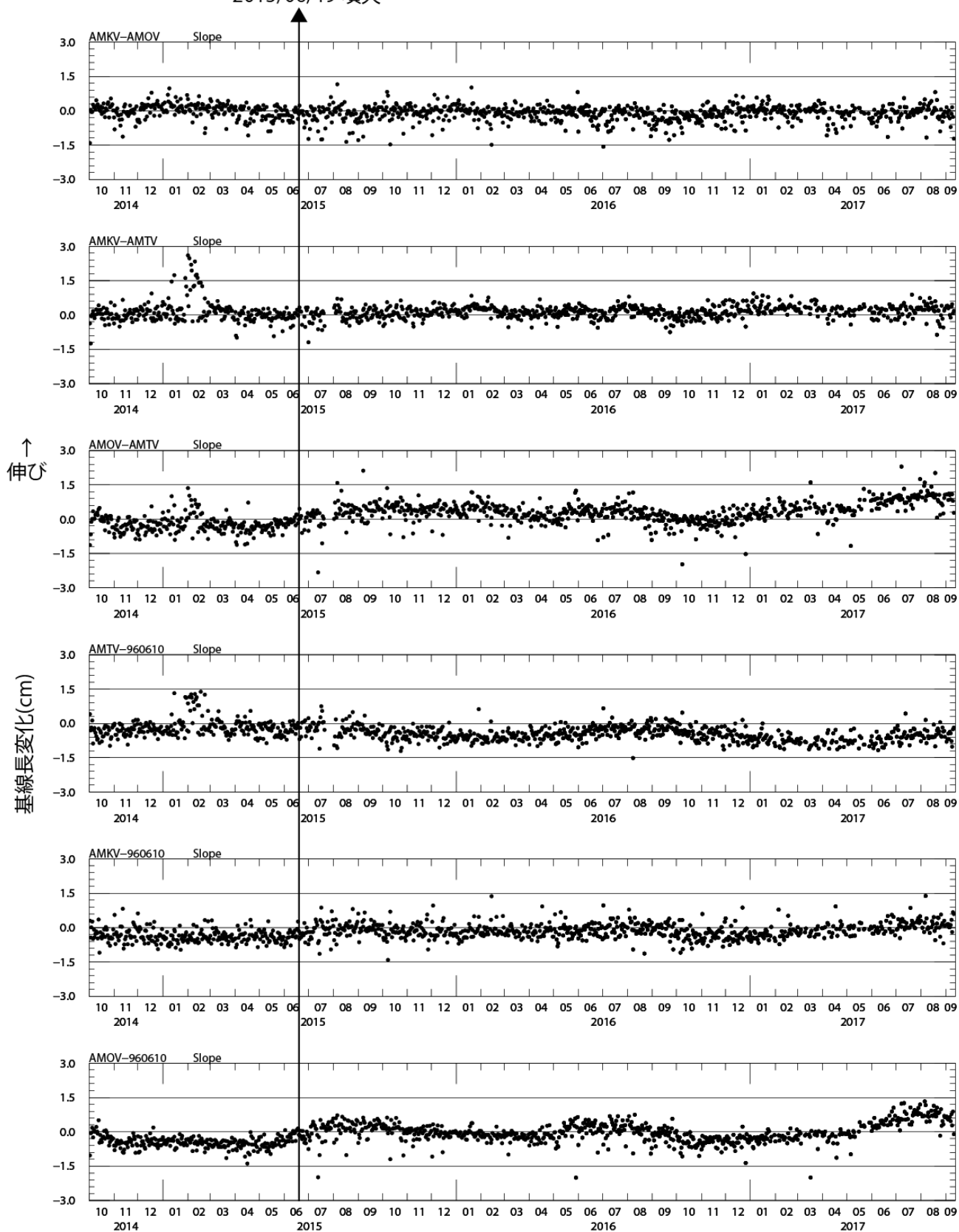


図 3 防災科研観測点 3 点（鬼押出，高峰，小浅間）および GEONET 草津 (0610) 間の基線長変化.

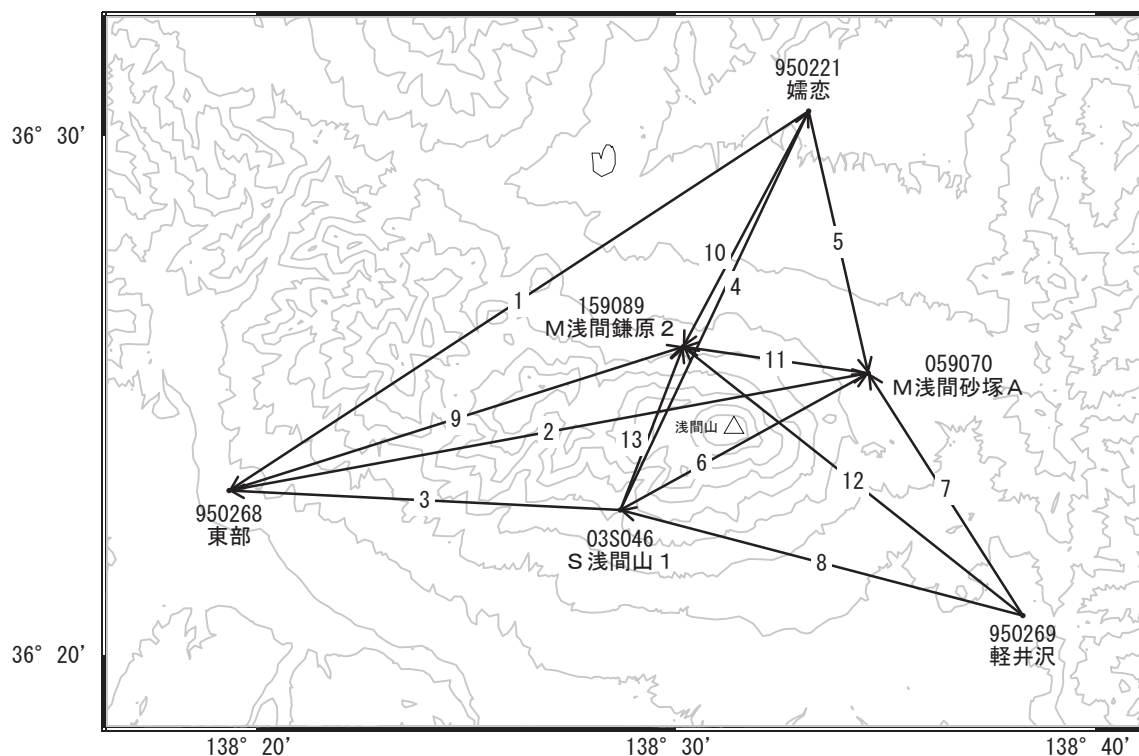
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	浅間山鬼押出 (AMOV)		2010/2/23	2周波観測開始
	浅間山高峰 (AMTV)		2010/5/22	2周波観測開始
			2015/7/22 ～2015/8/27	通信断発生、復帰後補完実施も7/22～ 一部のデータの補完できず
	浅間山小浅間 (AMKV)		2014/10/2	2周波観測開始

浅間山

浅間山の西部の基線で2017年1月頃から小さな伸びが見られています。

浅間山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

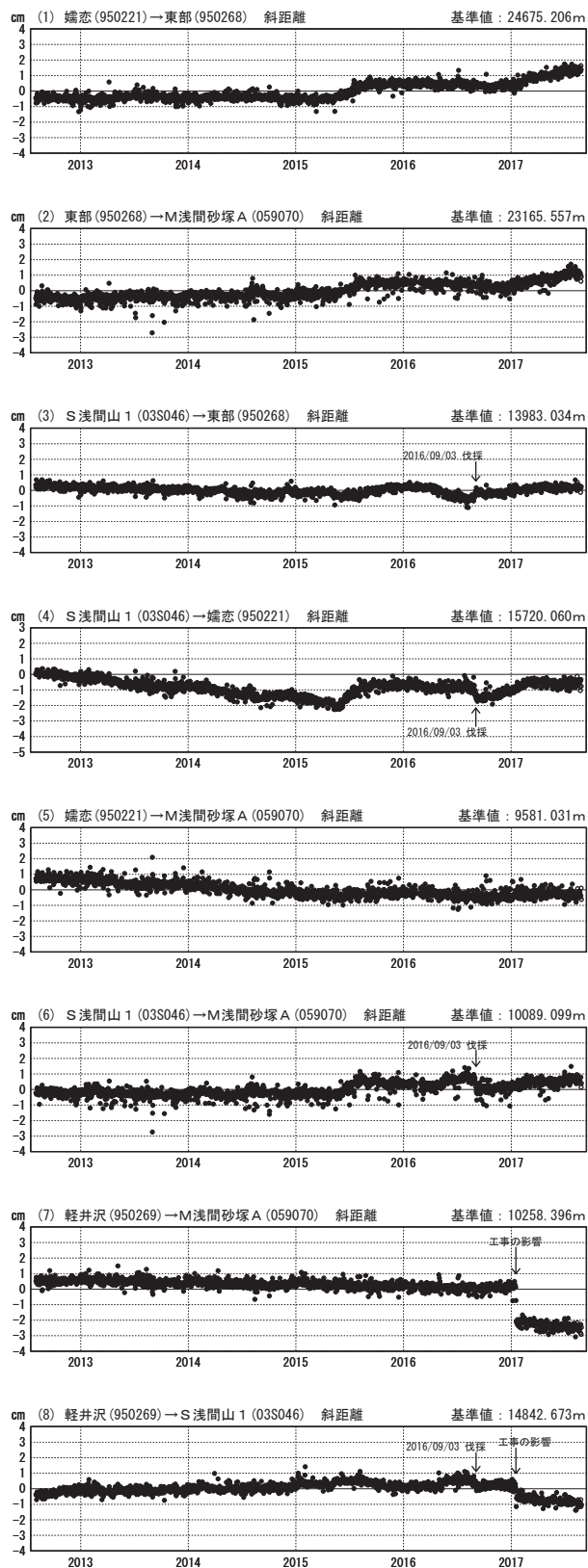


浅間山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950221	嬬恋	20120912	アンテナ・受信機交換
		20130613	受信機交換
950268	東部	20121212	アンテナ・受信機交換
950269	軽井沢	20121214	アンテナ・受信機交換
03S046	S浅間山1	20160625	伐採
		20160903	伐採
059070	M浅間砂塚A	20150820	受信機交換
		20161129	受信機交換
159089	M浅間鎌原2	20150722	新設

基線変化グラフ

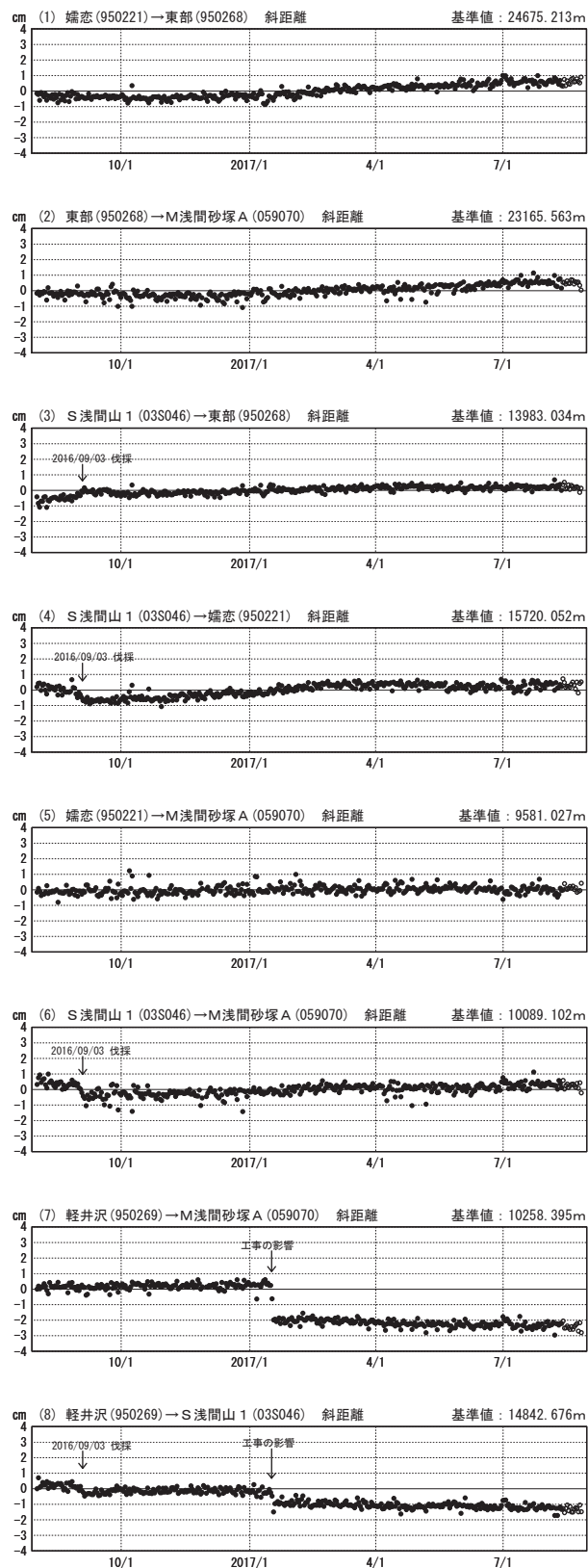
期間：2012/08/01～2017/08/26 JST



●---[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

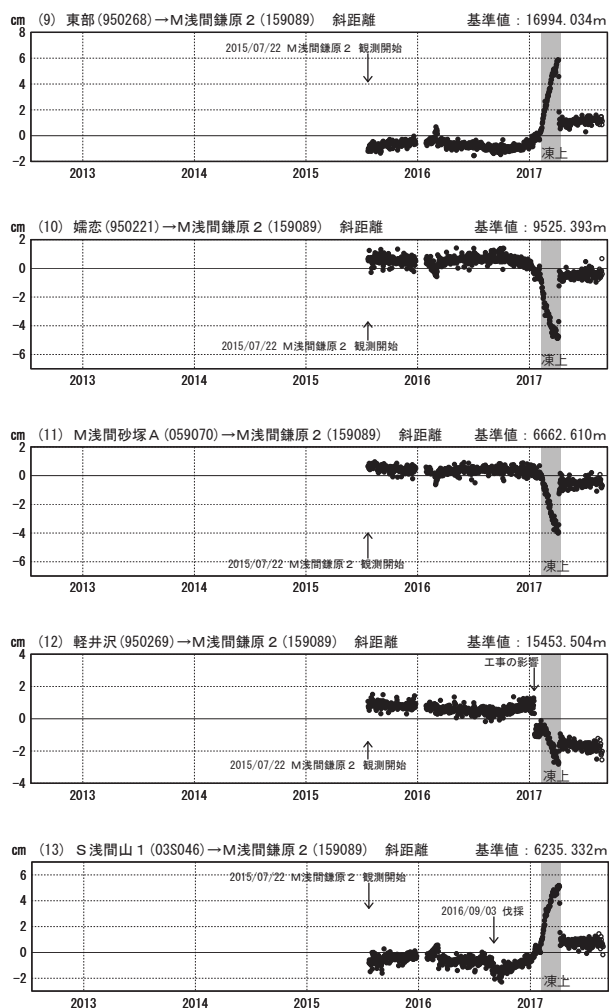
浅間山

第139回火山噴火予知連絡会

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

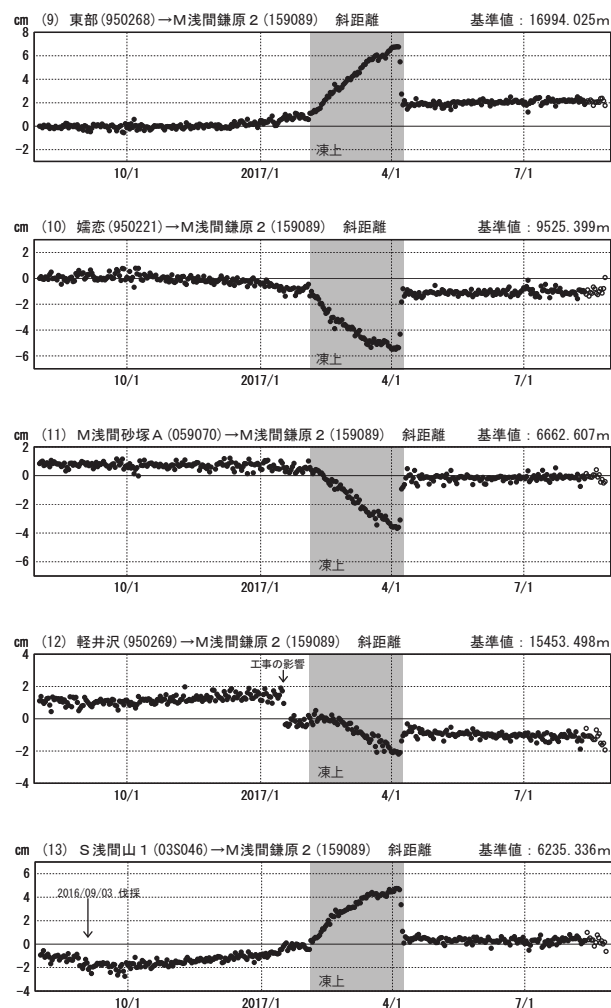
基線変化グラフ

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



国土地理院

(注1) 「M浅間鎌原2」について

- ・2015年12月下旬から2016年1月27日まで凍上（土壌の凍結による地面の隆起）によって装置が傾斜したため、プロットを表示していません。
- ・2017年2月4日頃から見られる急激な変動は、凍上（土壌の凍結による地面の隆起）による装置の傾斜が原因です。

(注2) 「軽井沢」について

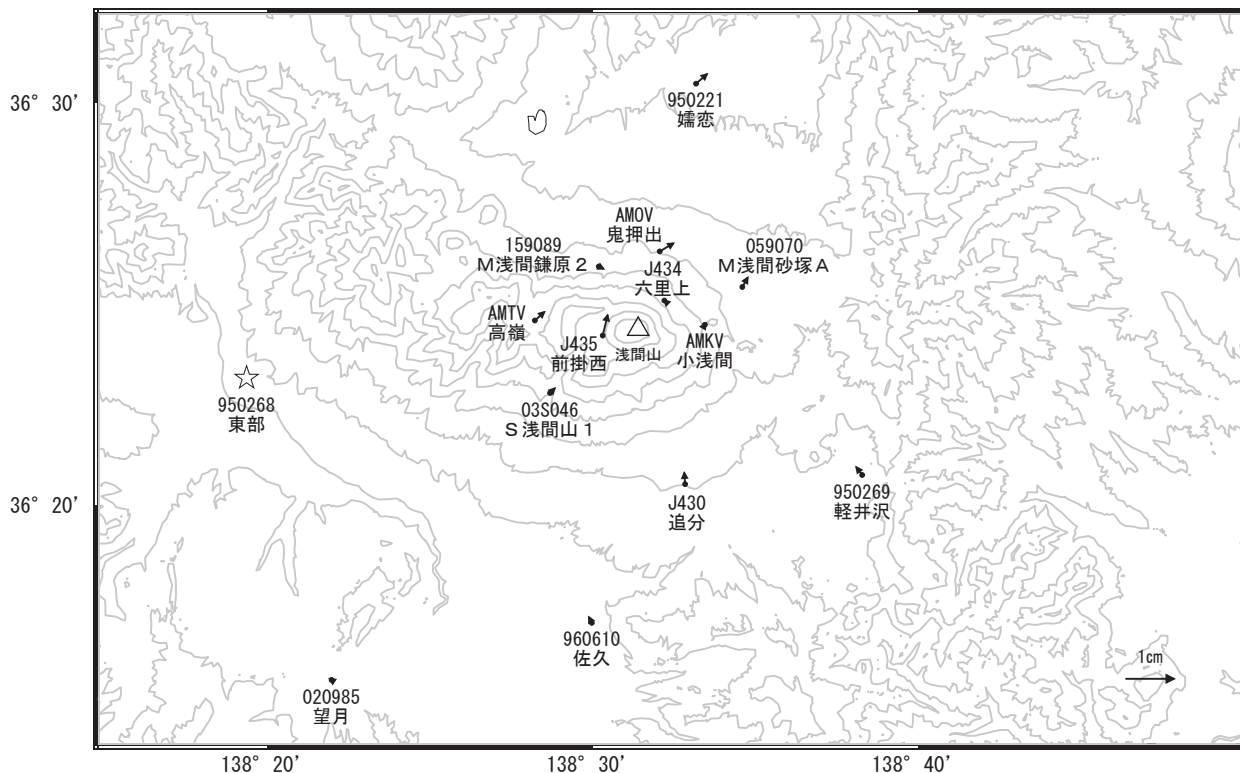
- ・関連する基線の「基線変化グラフ」（(7)、(8)、(12)のグラフ）で2017年1月17日頃の値にステップ状の変化が生じていますが、電子基準点近傍で行われた工事の影響と考えられます。

※[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

浅間山

浅間山周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2017/05/16~2017/05/25[F3:最終解]
比較期間:2017/08/16~2017/08/25[R3:速報解]

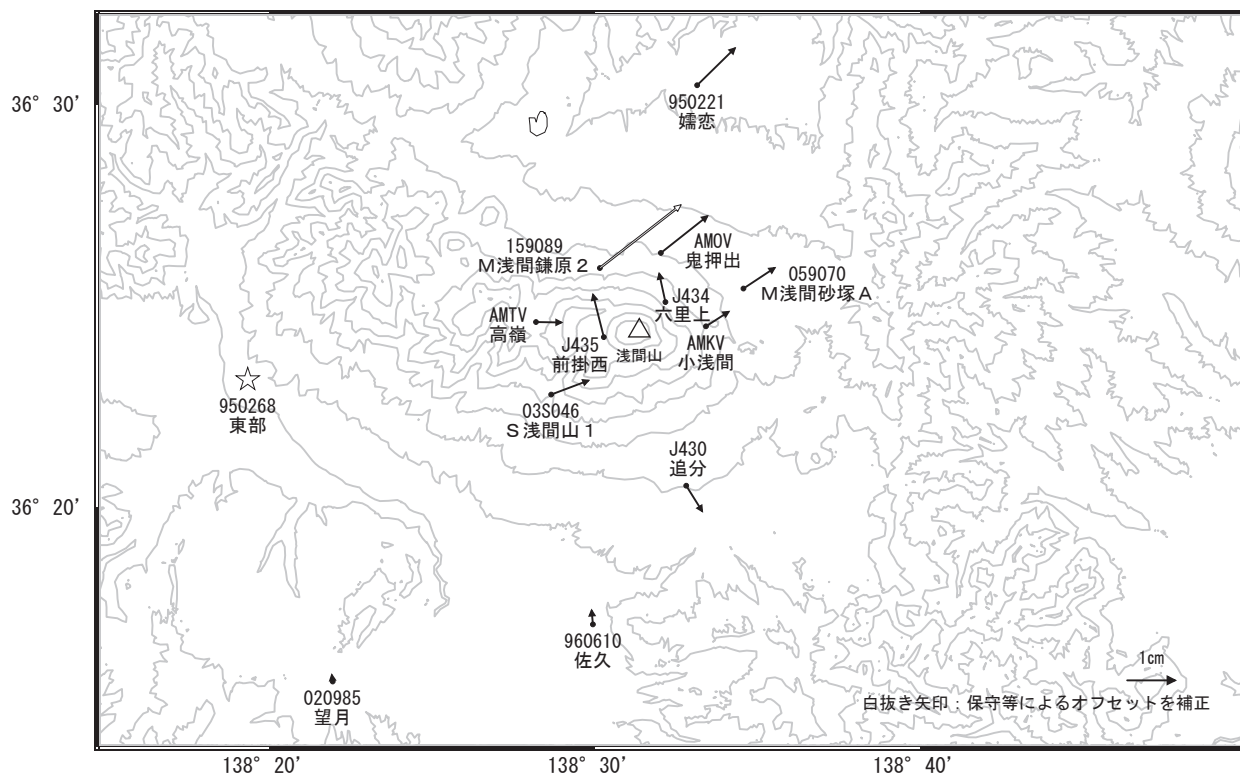


☆ 固定局:東部(950268)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

浅間山周辺の地殻変動(水平:1年間)

基準期間:2016/08/16~2016/08/25[F3:最終解]
比較期間:2017/08/16~2017/08/25[R3:速報解]



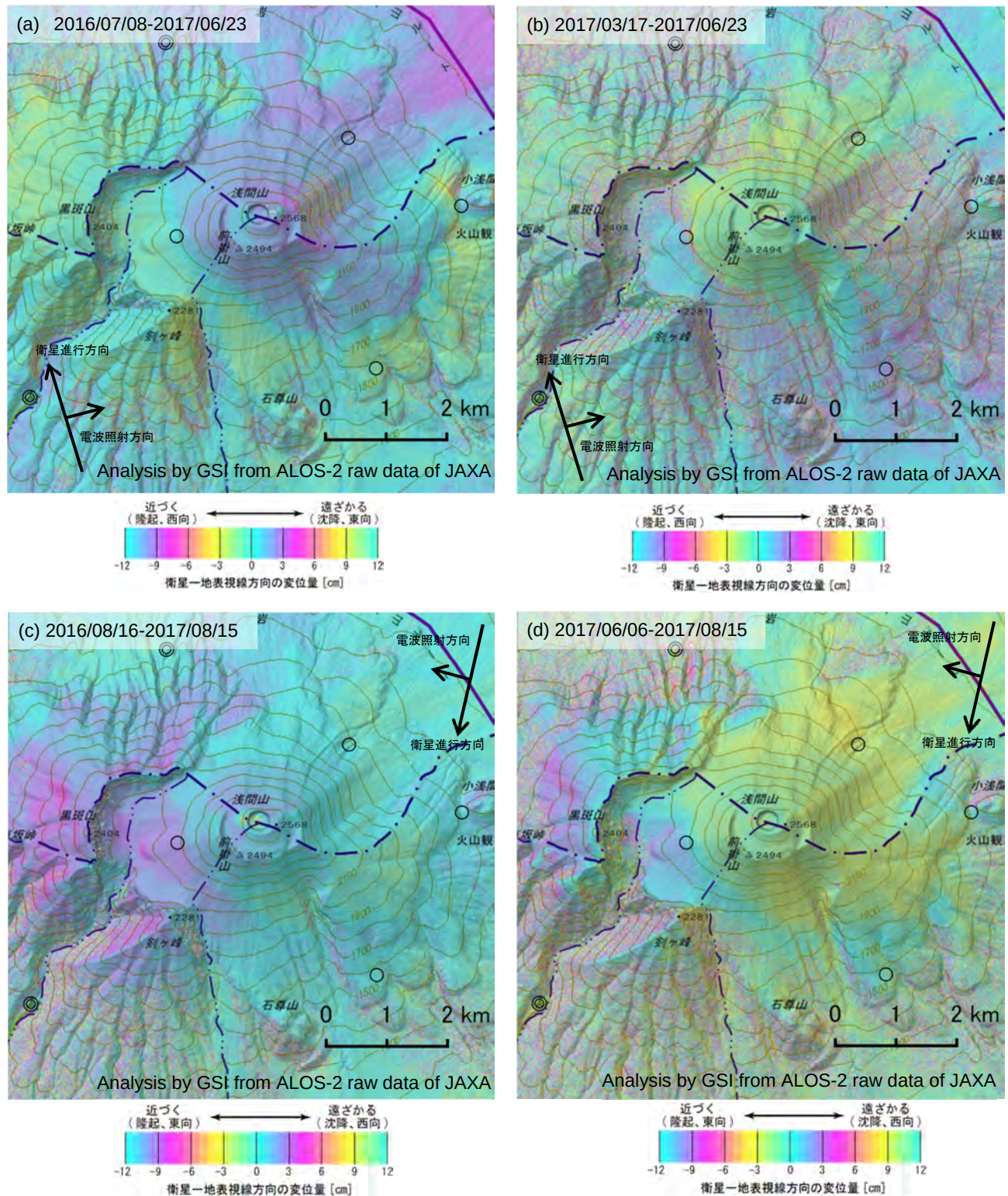
☆ 固定局:東部(950268)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

浅間山

浅間山の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られません。



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

浅間山

	(a)	(b)	(c)	(d)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2016/07/08 2017/06/23 23:45 頃 (350 日間)	2017/03/17 2017/06/23 23:45 頃 (98 日間)	2016/08/16 2017/08/15 11:50 頃 (364 日間)	2017/06/06 2017/08/15 11:50 頃 (70 日間)
衛星進行方向	北行	北行	南行	南行
電波照射方向	右	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	42.3°	42.3°	37.2°	37.2°
偏波	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	- 32 m	+ 35 m	- 10 m	+ 6 m

*U: 高分解能(3m)モード

焼 岳

(2017 年 9 月 27 日現在)

8 月 9 日 23 時 50 分頃から 10 日 02 時頃にかけて、低周波地震とともに、普段は噴気がみられない山頂西側の黒谷火口で少量の白色の噴気を確認した。その後、噴気は観測されず、その他の観測データにも特段の変化はなく、現時点では火山活動が活発化する様子は認められない。

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～9 月 27 日）

・ 噴気など表面現象の状況および地震活動（図 1～22、図 27－①②、図 32～33）

8 月 9 日 23 時 50 分頃から 10 日 02 時頃にかけて、空振を伴う低周波地震が 8 回発生した。この時間帯に、北陸地方整備局が設置している焼岳北監視カメラ（焼岳の北北西約 4 km）で、普段、噴気がみられない山頂西側 400m 付近の黒谷火口において白色の噴気が 100m 程度まで上がるのを観測した。8 月 11 日及び、8 月 29 日から 9 月 1 日にかけて実施した現地調査では、黒谷火口及びその周辺に噴出物や噴気、地熱域は認められなかった。空振を伴う低周波地震は、8 月 11 日、9 月 4 日にも観測されたが、その際には黒谷火口で噴気は観測されなかった。

8 月 9 日の低周波地震発生前の 9 日 21 頃から、山頂付近の地震計だけで観測される微小な地震がやや増加したが、10 日 03 時頃以降、減少した。期間中に火山性微動は観測されなかった。

北峰付近の噴気孔からの噴気の高さは概ね 100m 以下で、また、岩坪谷上部の噴気孔からの噴気の高さは概ね 70m 以下で経過しており、特段の変化はみられない。また、8 月 29 日から 9 月 1 日にかけて実施した現地調査では、北峰周辺や焼岳展望台周辺では、地熱域の分布に特段の変化はなかったが、北峰南斜面と焼岳展望台での噴気の温度（サーミスタ温度計による）が前回の観測（2016 年 7 月）と比べてやや上昇していた。北峰東斜面の噴気孔では、10ppm 程度の二酸化硫黄を検出し、硫化水素は検出限界（100ppm）を超える値であった。

・ 地殻変動（図 24、図 27－③～⑤、図 31）

GNSS 連続観測及び傾斜観測では、火山活動によるとみられる変動は認められなかった。



図 1 焼岳 山頂の西側で観測した白色噴気と発生位置（赤丸）
（焼岳北監視カメラ、焼岳の北北西約 4 km）

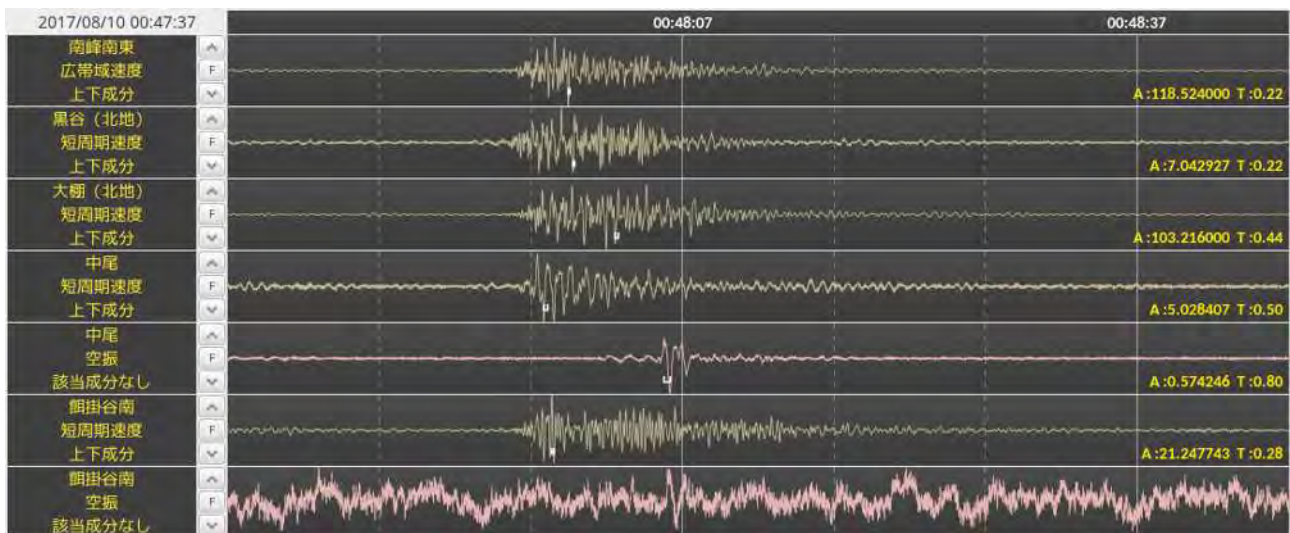


図 2 焼岳 8 月 10 日 00 時 47 分に発生した地震および空振の波形

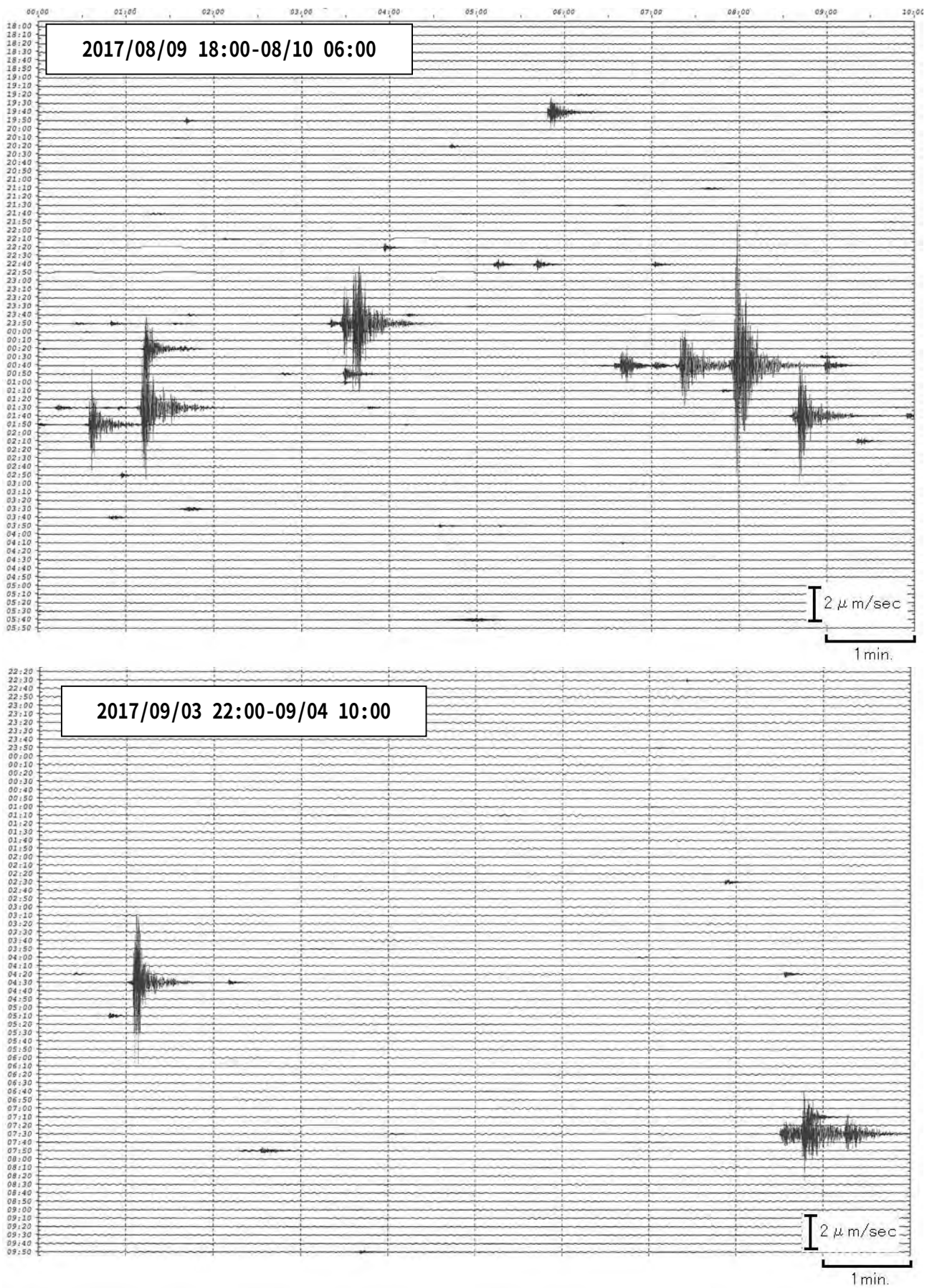


図3 焼岳 南峰南東観測点における地震波形 上段：8月9-10日、下段：9月3-4日

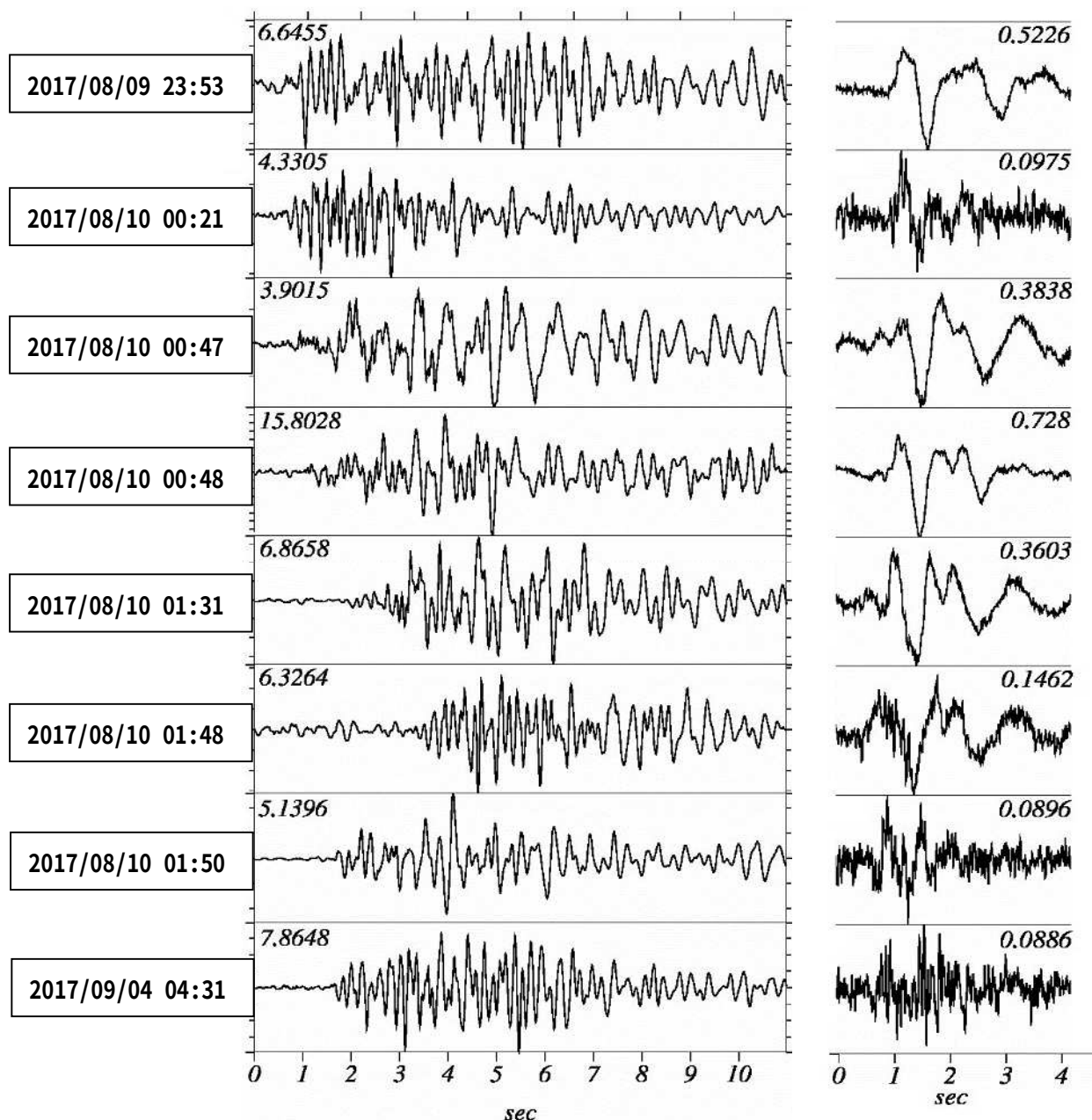


図 4 焼岳 南峰南東観測点（広帯域地震計）（黒谷火口から約 2km）における地震波形（上下動）（左）と中尾観測点（黒谷火口から約 4km）における空振波形（右）。数字は最大振幅（10⁻⁵m/sec、Pa）
 ・いずれの地震も初動は小さながらも押しである。空振波形も、初動はいずれも押しでパルス幅も類似している。

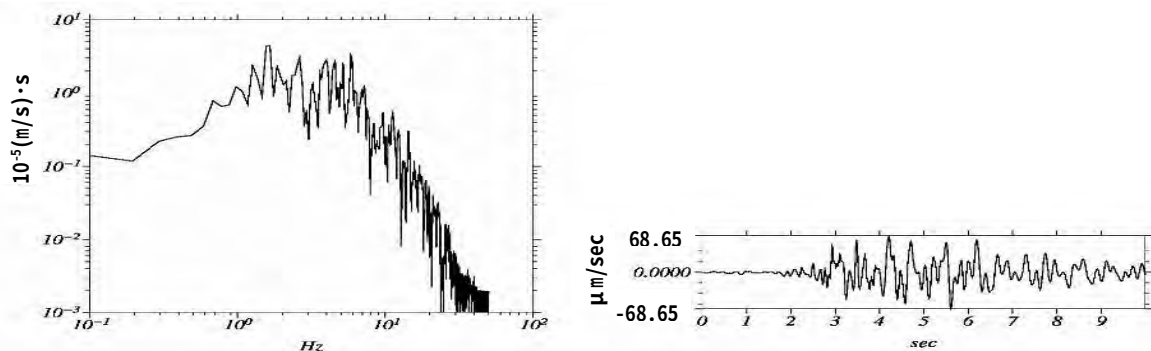


図 5 焼岳 南峰南東観測点（広帯域地震計）におけるスペクトルと地震波形

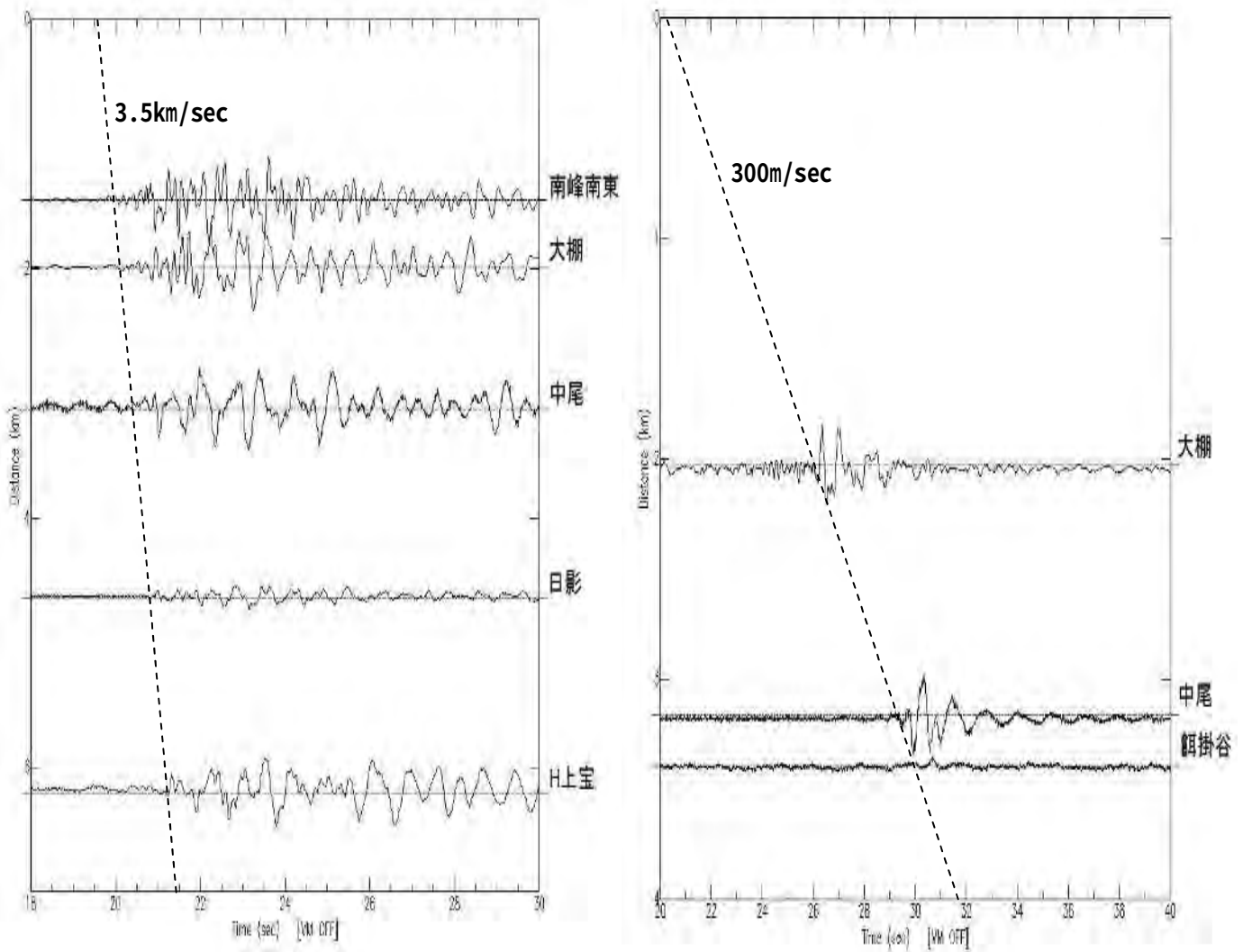


図 6 焼岳 黒谷火口を震央および空振源と仮定し、震央距離順に並べた各観測点の振動波形

- ・震央および空振源は黒谷火口でも説明できる。
- ・P 波速度を 3km/sec と仮定すると、震源の深さは約 1.5km 付近となる。

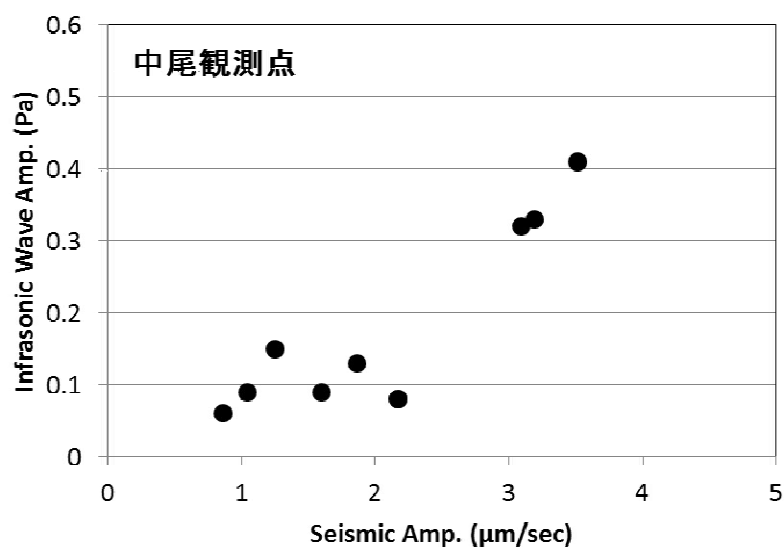


図 7 中尾観測点の地震動振幅と空振の相関図

- ・地震振幅と空振振幅の相関は比較的よい。

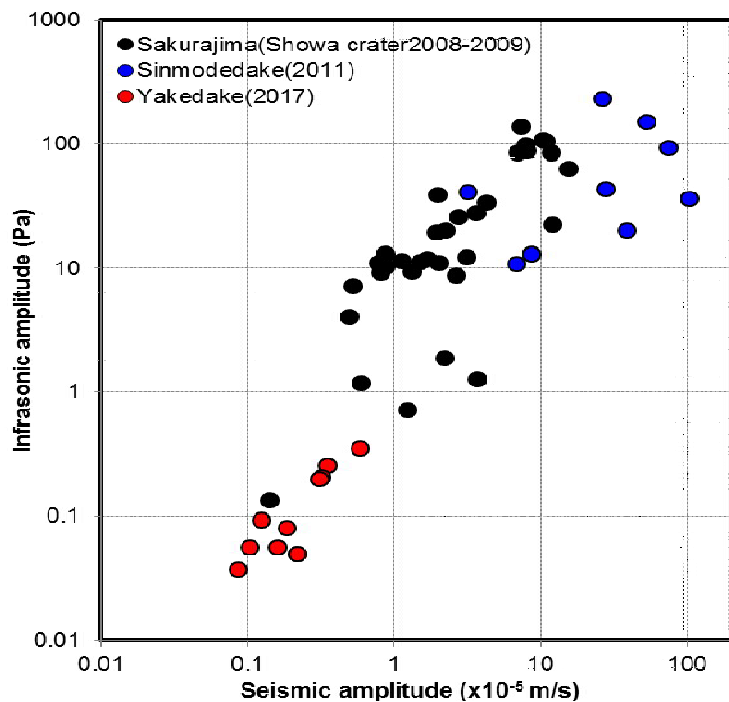


図 8 焼岳 焼岳の空振を伴う低周波地震と 2011 年新燃岳及び桜島昭和火口（2008-2009 年）の爆発的噴火に伴う震動と空振の振幅の関係
データの震動振幅は震央距離 3km, 空振振幅は同 5km で規格化してある。
・焼岳の空振は、桜島や新燃岳と比べ、一桁程度小さい。

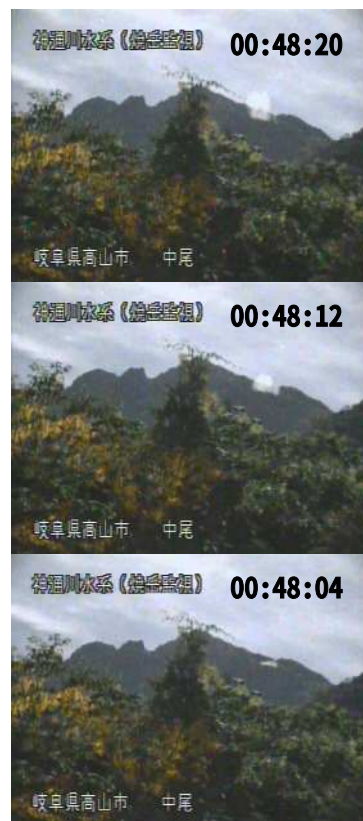
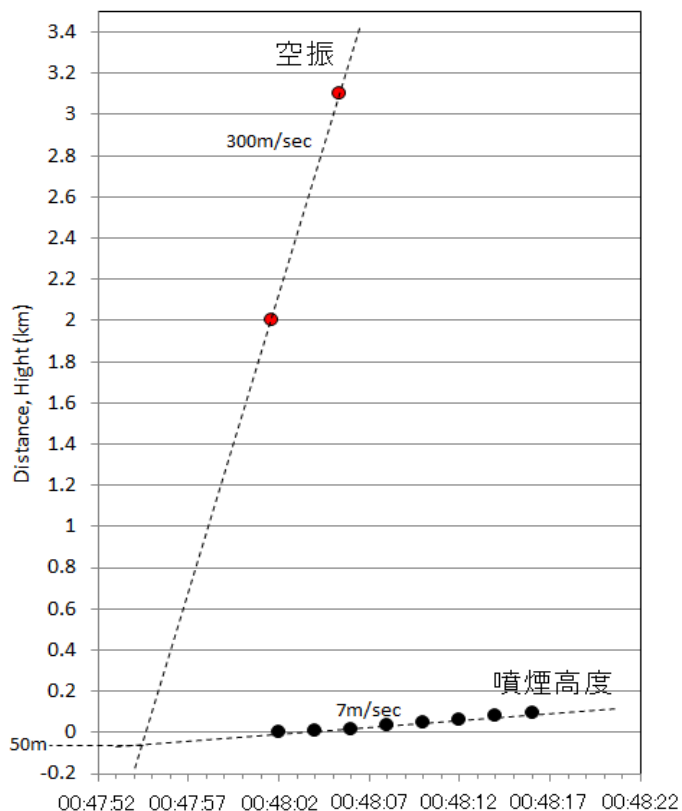


図 9 焼岳 空振の走時と噴煙の高度の時間変化

- ・噴煙の上昇速度は約 7 m/sec であった。
- ・空振、噴煙ともに同時に火口底で発生したとすると、火口の深さは約 50m となる。
- ・実際に観測された噴煙高度は約 100m で、Morton の式を使うと放熱率は約 20,000W となる。

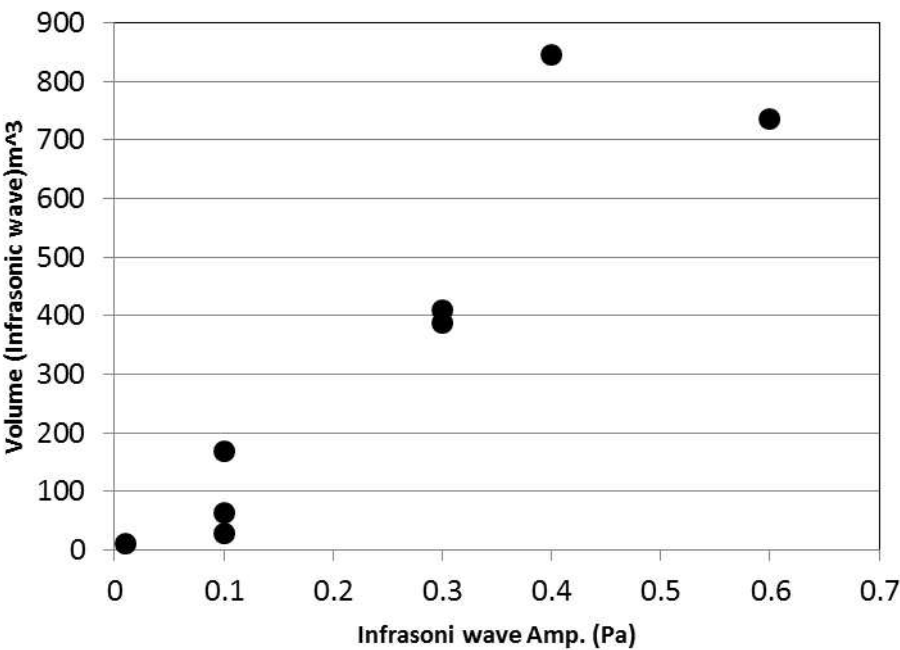


図 10 焼岳 空振振幅とそのパルス幅を用いて求めた体積変化量（Yamasato(1998)）の関係
・体積変化量は 10～800m³に求まった。

表 1 焼岳 空振を伴う低周波地震とそれに関連して噴気が強まった時刻のリスト

年	月日	時刻	噴気	地震波形	空振波形
2017年	8月9日	23時53分		震動あり	空振あり
2017年	8月9日	23時53分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	23時53分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時21分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時47分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時47分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時48分	噴気強まり		
2017年	8月10日	1時31分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	1時35分	噴気強まり		
2017年	8月10日	1時43分	噴気強まり		
2017年	8月10日	1時48分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	1時50分	噴気強まり	震動あり	空振あり
2017年	8月10日	1時54分	噴気強まり		
2017年	8月10日	1時59分	噴気強まり		
2017年	9月4日	4時31分		震動あり	空振あり

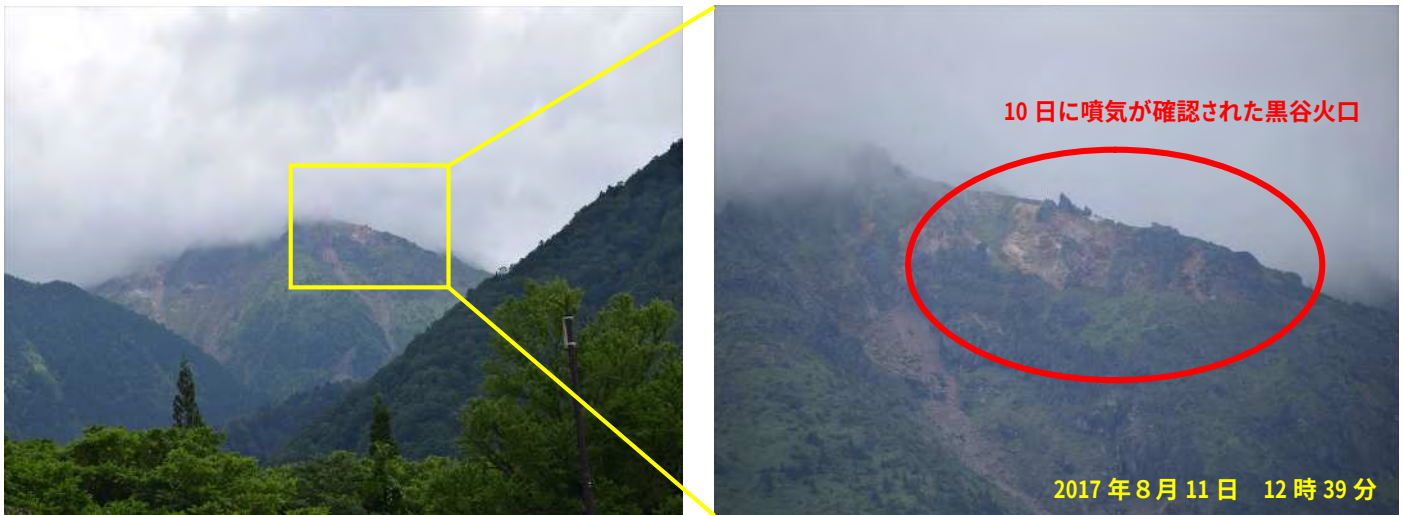


図 11 焼岳 8 月 10 日に噴気が確認された黒谷火口及びその周辺の状況
・噴気、明瞭な地形の変化や噴出物は確認されなかった。

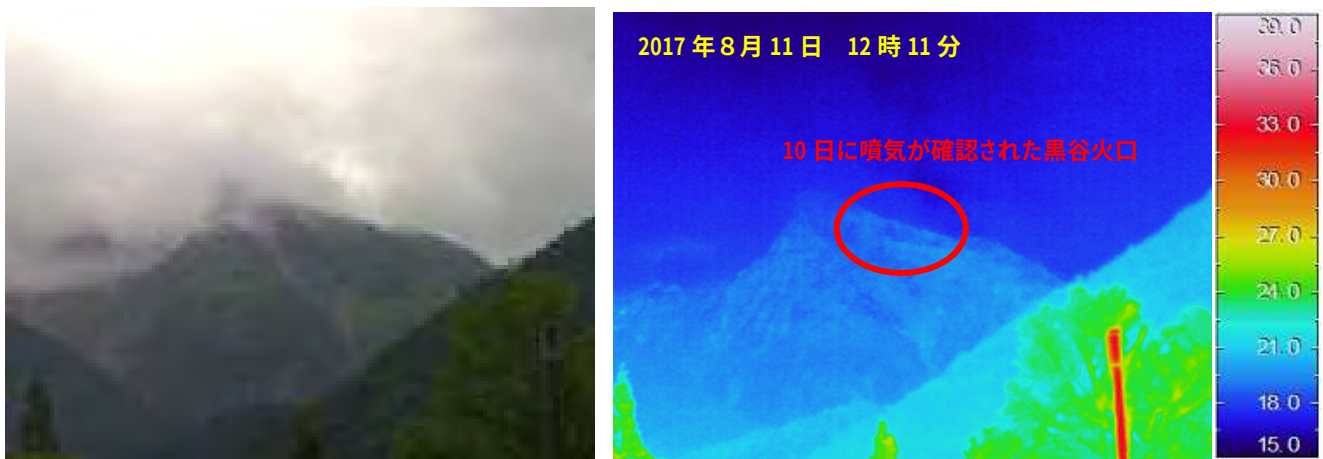


図 12 焼岳 赤外熱映像装置による地表面温度分布
・8 月 10 日に噴気が確認された黒谷火口周辺の明瞭な地熱域は確認されなかった。



図 13 焼岳 図 11 及び図 12 の撮影場所と撮影方向



図 14 噴気孔位置および観測位置

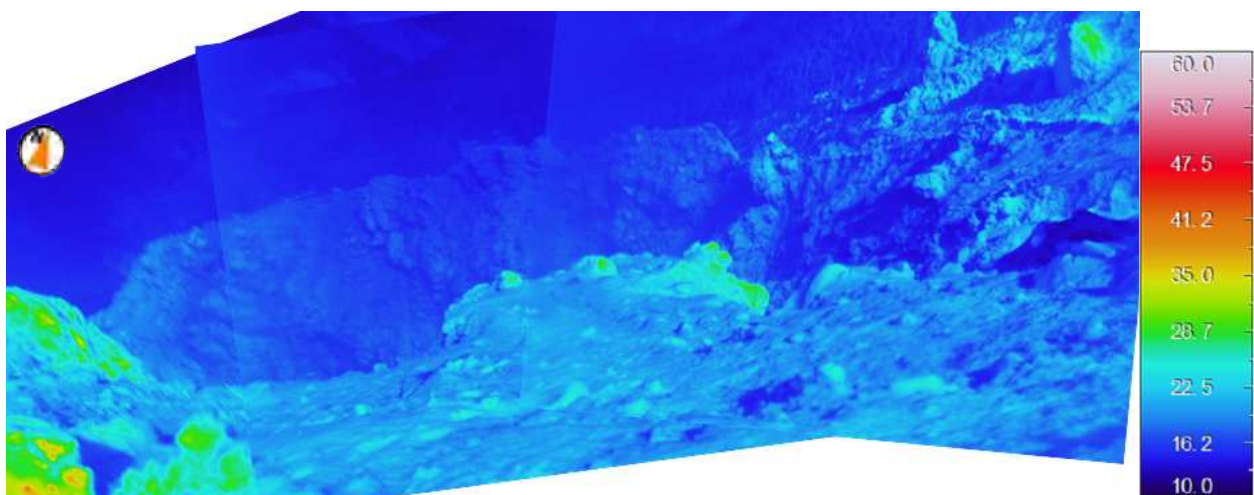


図 15 焼岳 黒谷火口周辺の状況および地表面温度分布

観測位置は図 14 参照

- ・ 黒谷火口周辺で噴気や新しい噴出物の痕跡は認められなかった。
- ・ 地表面温度についても日射の影響を超えるような地熱域は認められなかった。
- ・ 写真左に噴気のように写っているものは雲で、火口からの噴気ではない。

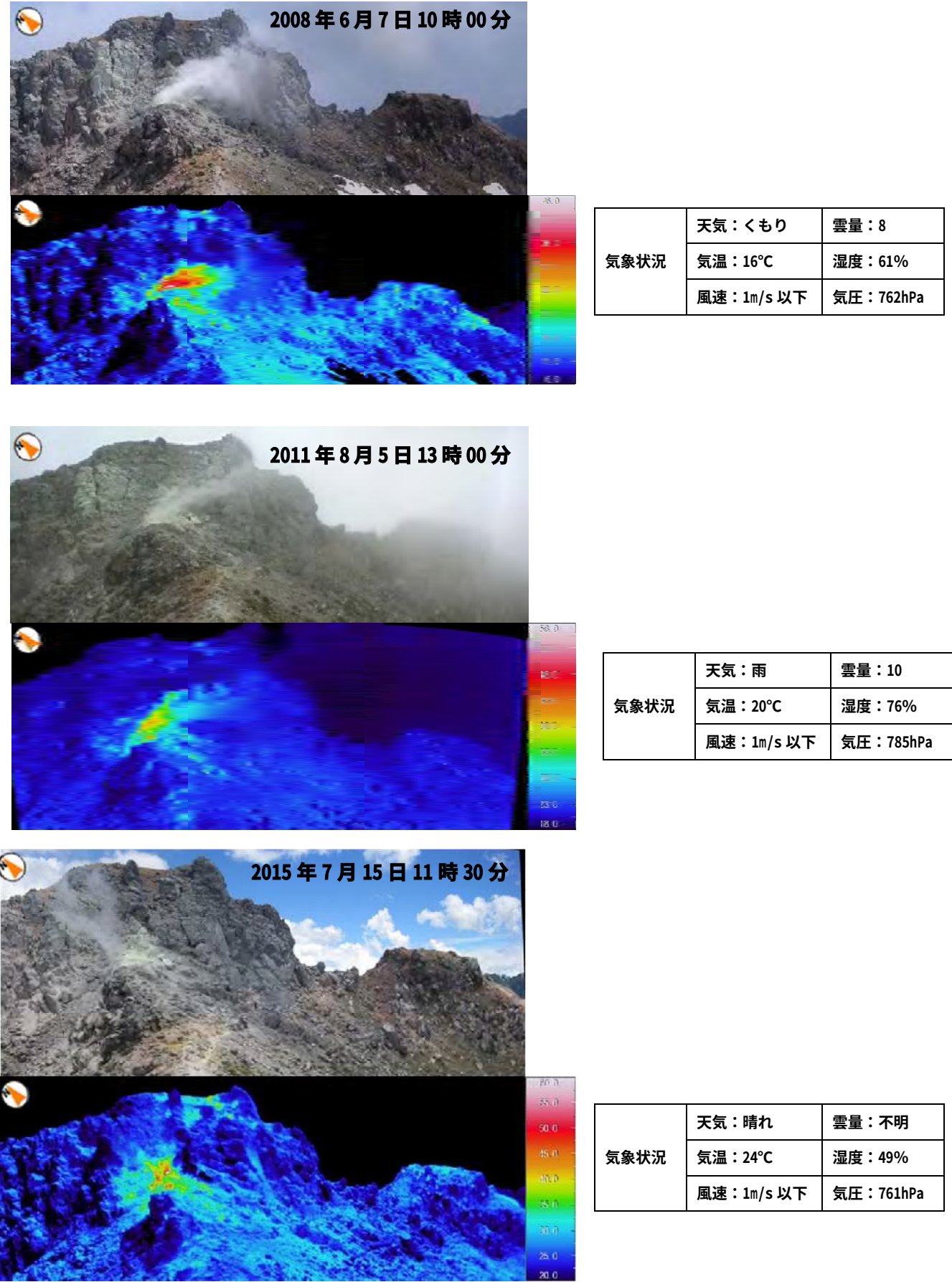


図 16－1 北峰南側の状況および地表面温度分布

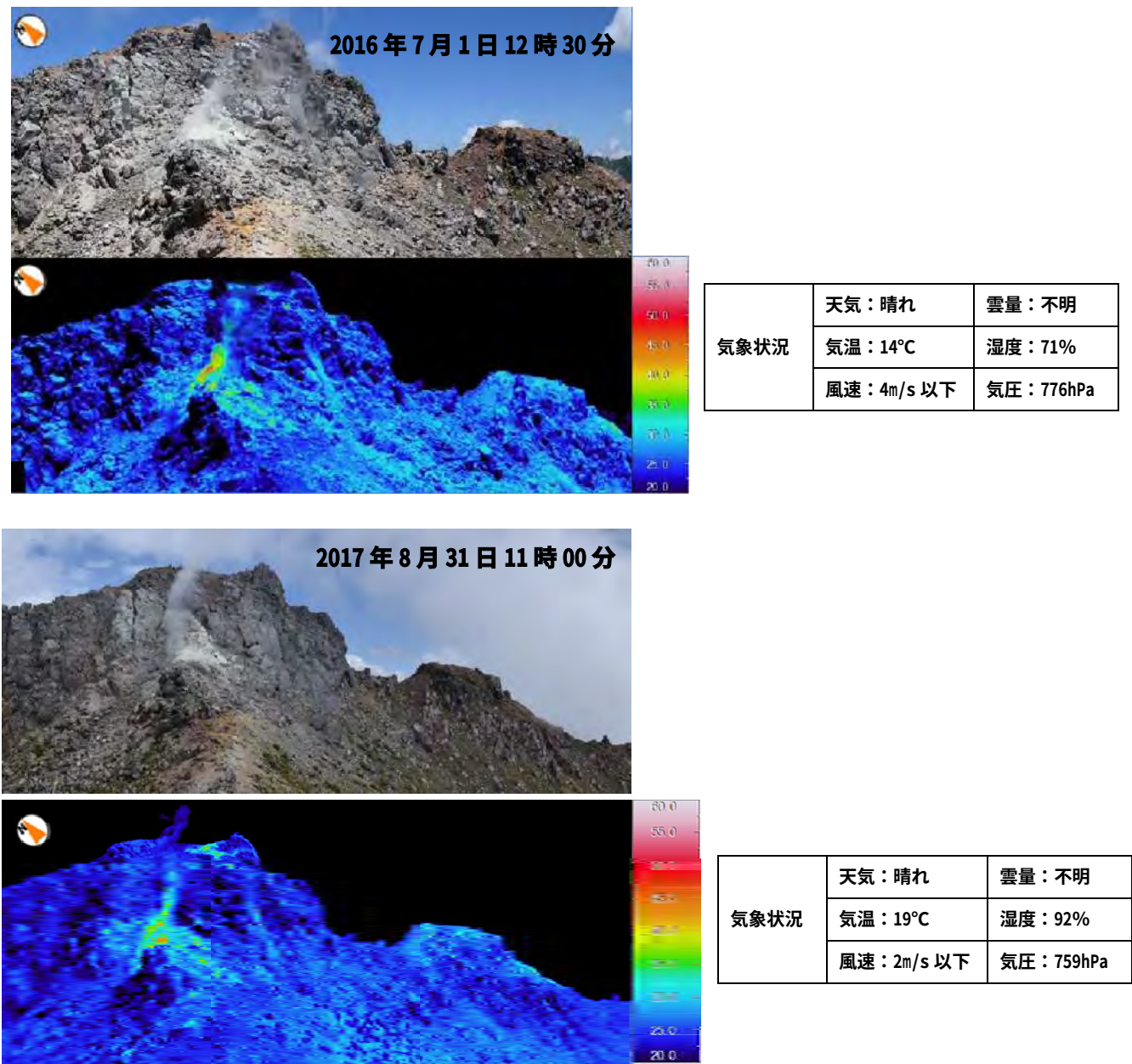


図 16－2 北峰南側の状況および地表面温度分布
観測位置は図 14 参照

- ・ 噴気や地熱域の状況に変化はみられない
- ・ 2016 年に比べ、2017 年の観測では噴気温度が約 30℃上昇していた（図 21 参照）。

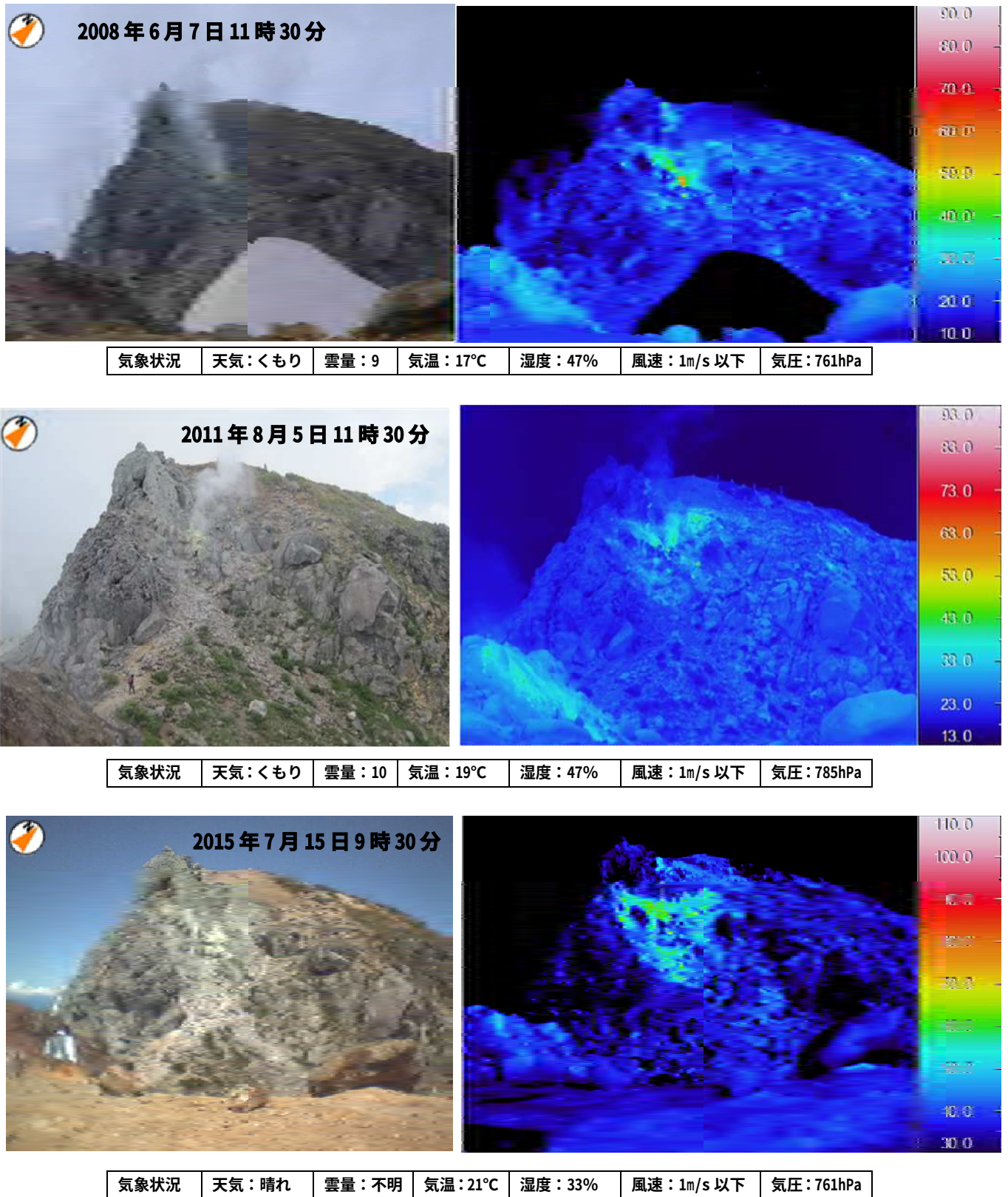


図 17-1 北峰東斜面の状況および地表面温度分布

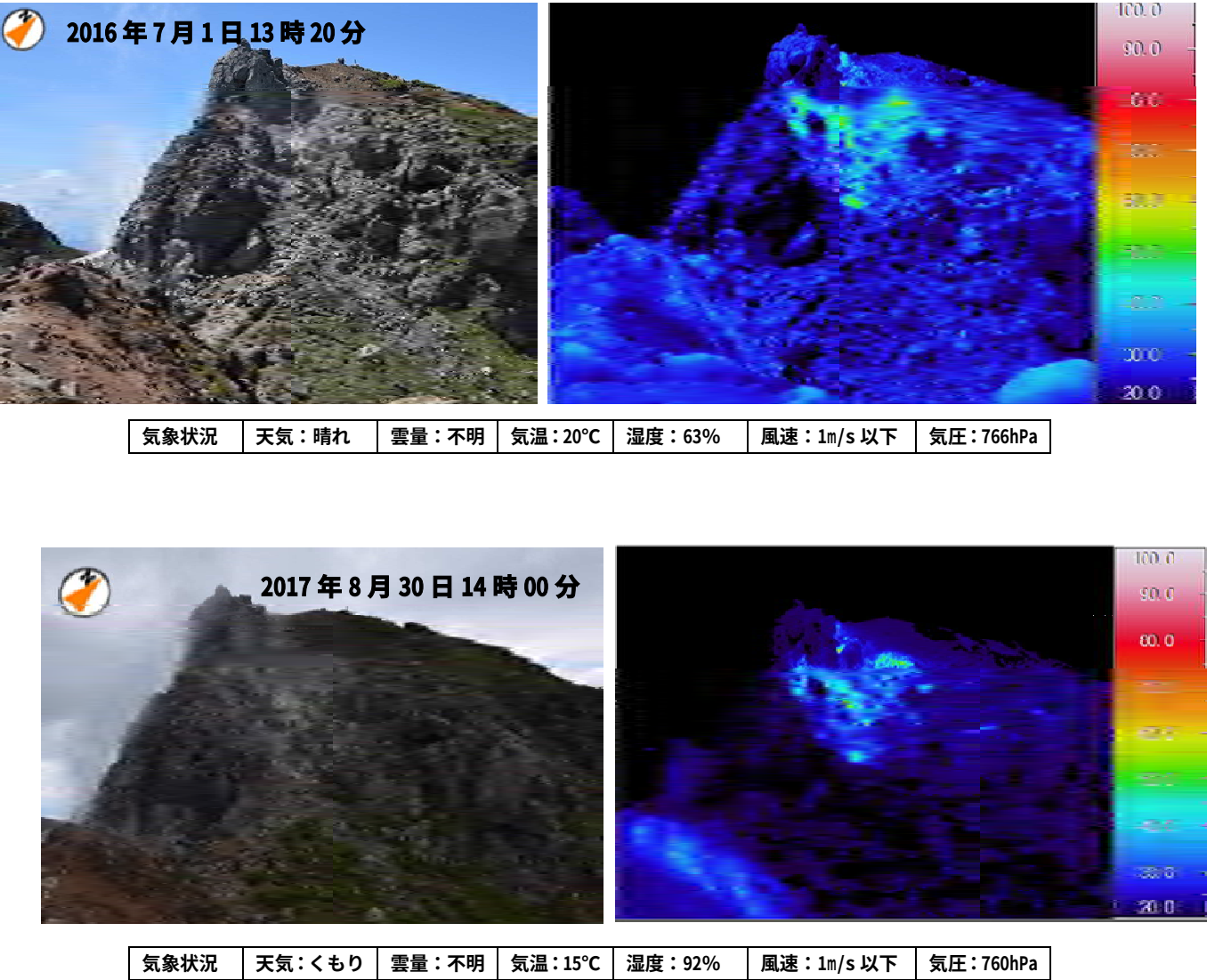


図 17－2 北峰東斜面の状況および地表面温度分布
観測位置は図 14 参照
・ 2015 年以降、噴気量は減少して見えるが地熱域や噴気温度（図 21 参照）に変化はない

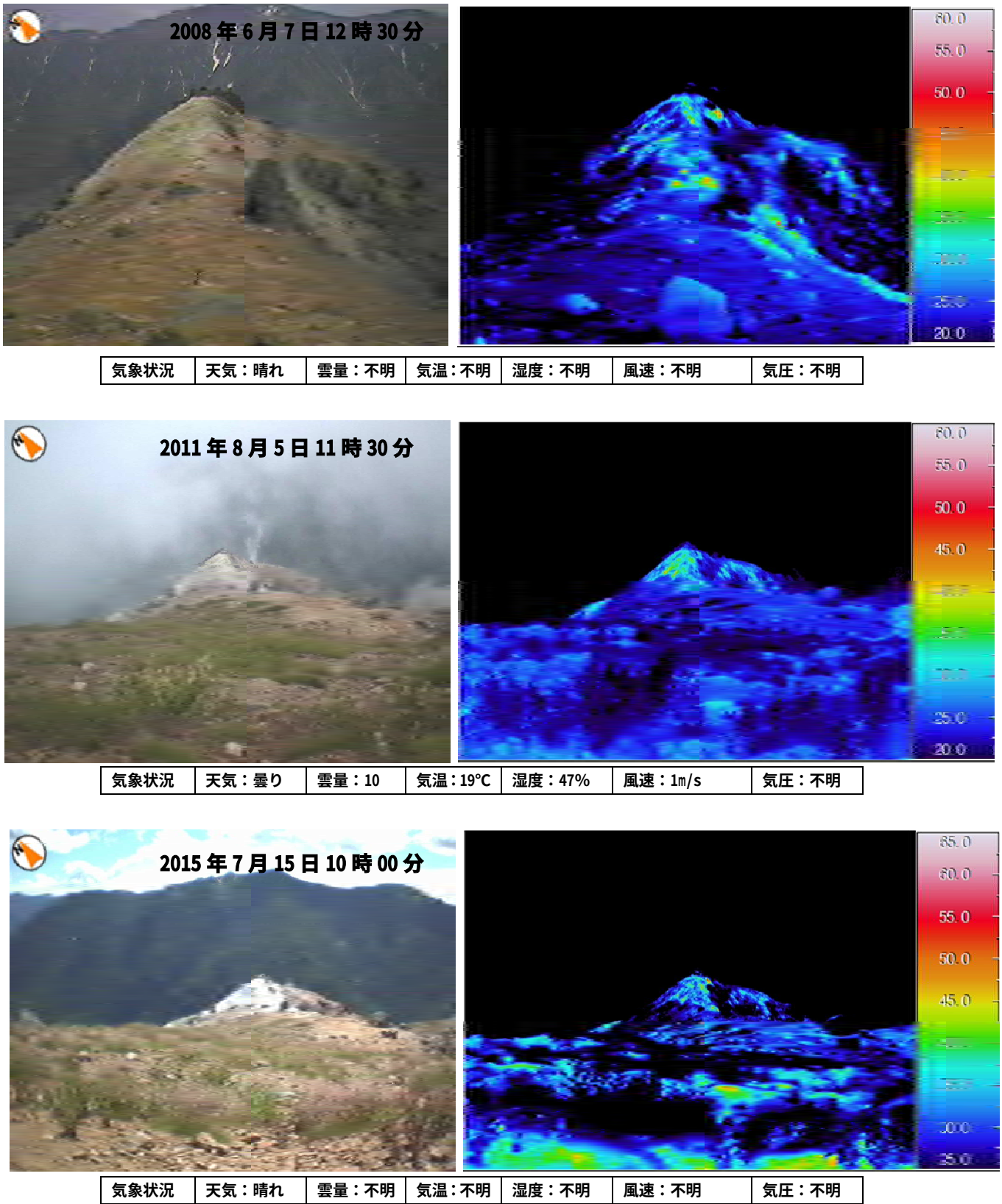
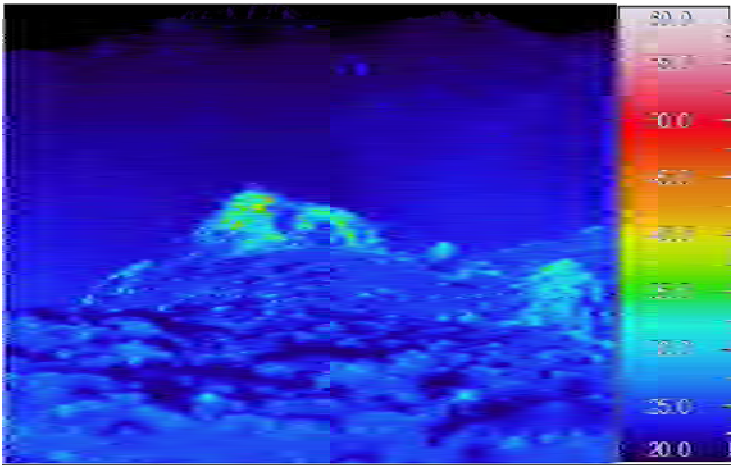
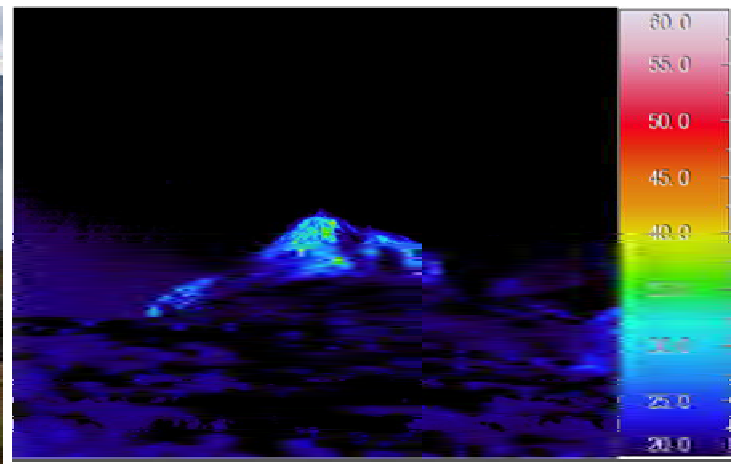


図 18－1 醇ヶ池北側の状況および地表面温度分布



気象状況	天気：晴れ	雲量：不明	気温：不明	湿度：不明	風速：不明	気圧：不明
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



気象状況	天気：くもり	雲量：不明	気温：15℃	湿度：92%	風速：1m/s 不明	気圧：760hPa
------	--------	-------	--------	--------	------------	-----------

図 18－2 醇ヶ池北側の状況および地表面温度分布
観測位置は図 14 参照
・ 2008 年以降、付着している硫黄の量が増えているように見えるものの、地熱域には変化はない

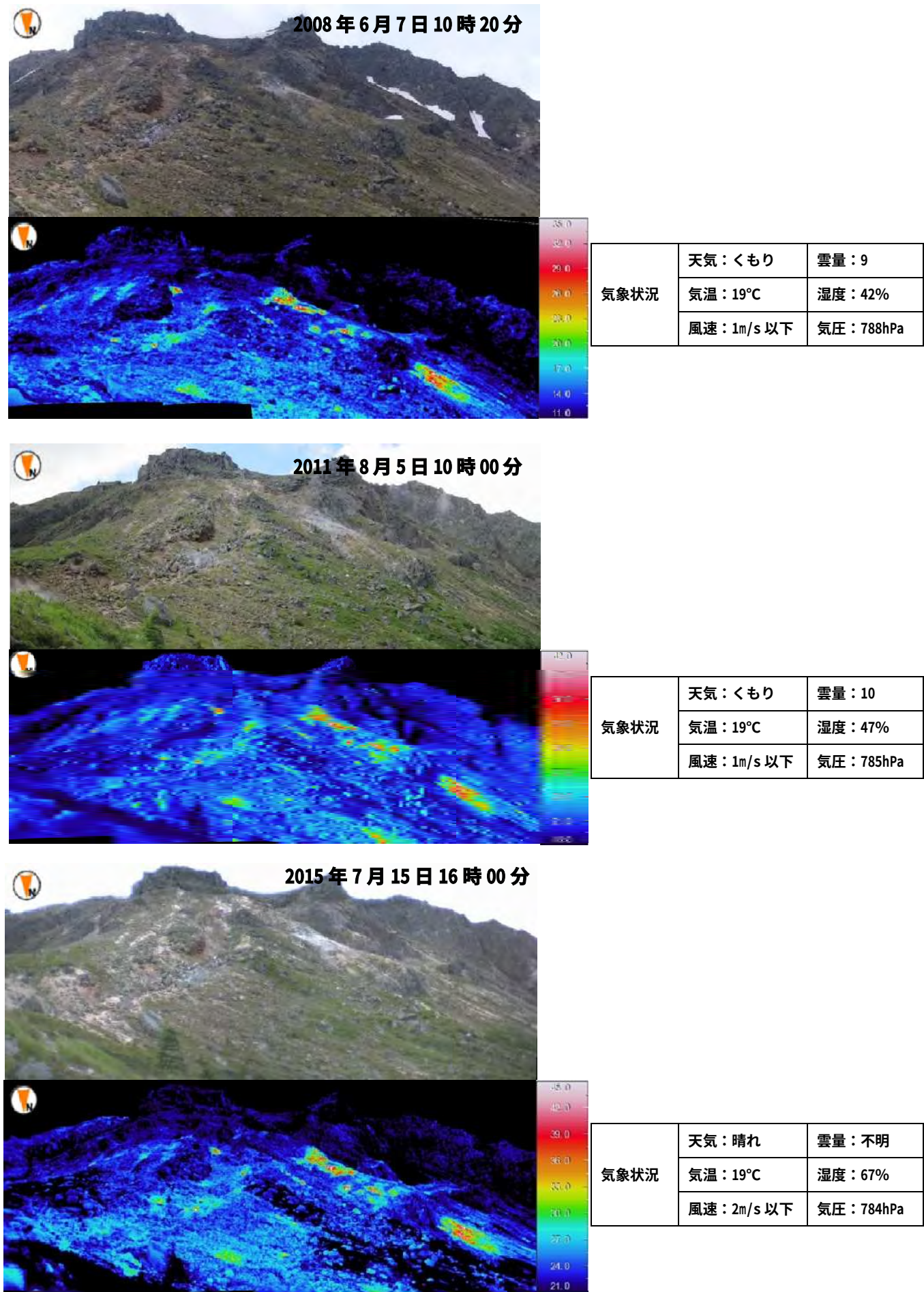


図 19－1 北峰北側斜面の状況および地表面温度分布

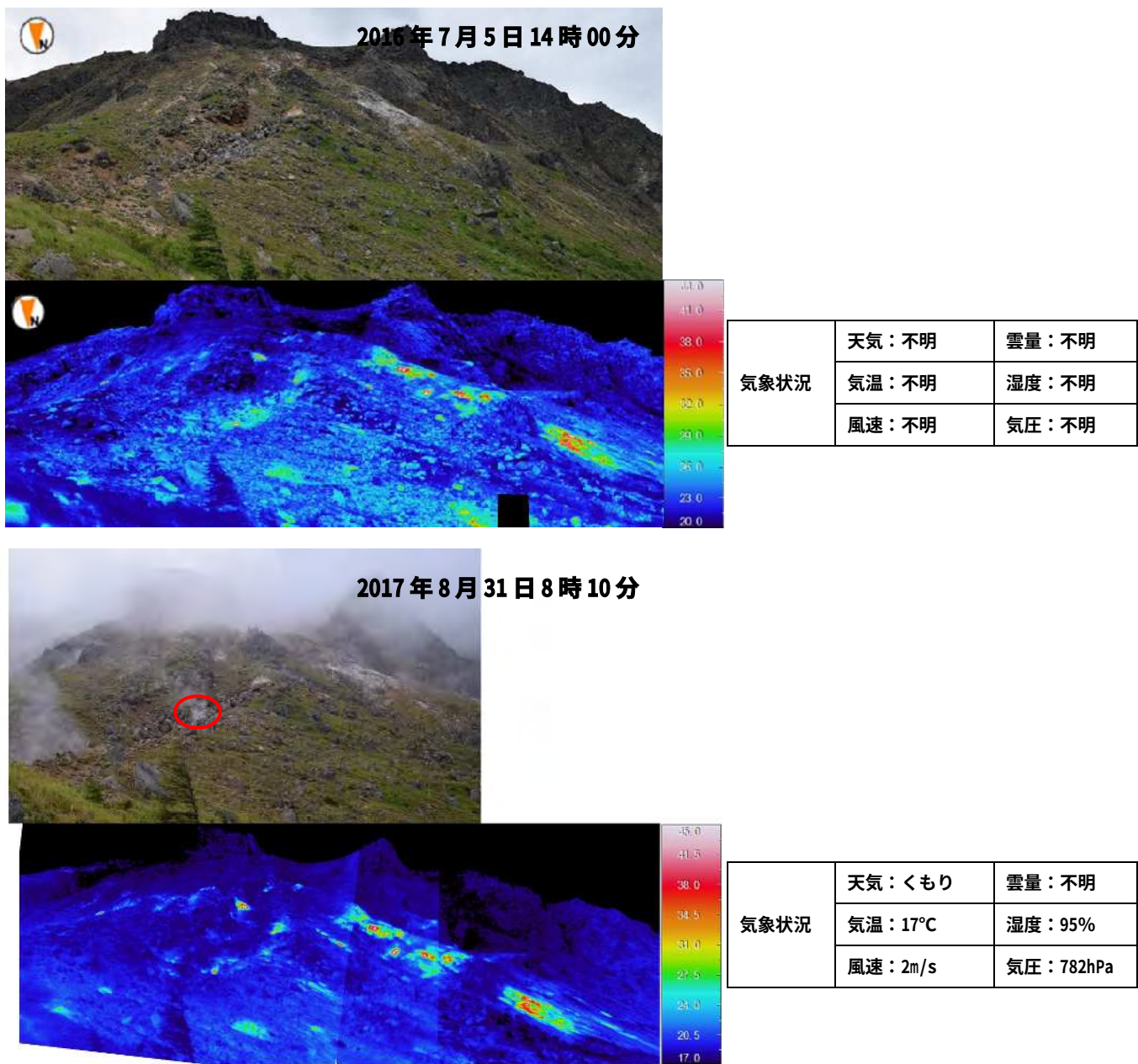


図 19－2 北峰北側斜面の状況および地表面温度分布
観測位置は図 14 参照
・噴気や地熱域、また昭和 37 年噴火跡（図中赤丸）の温度（図 21 参照）に変化はない。

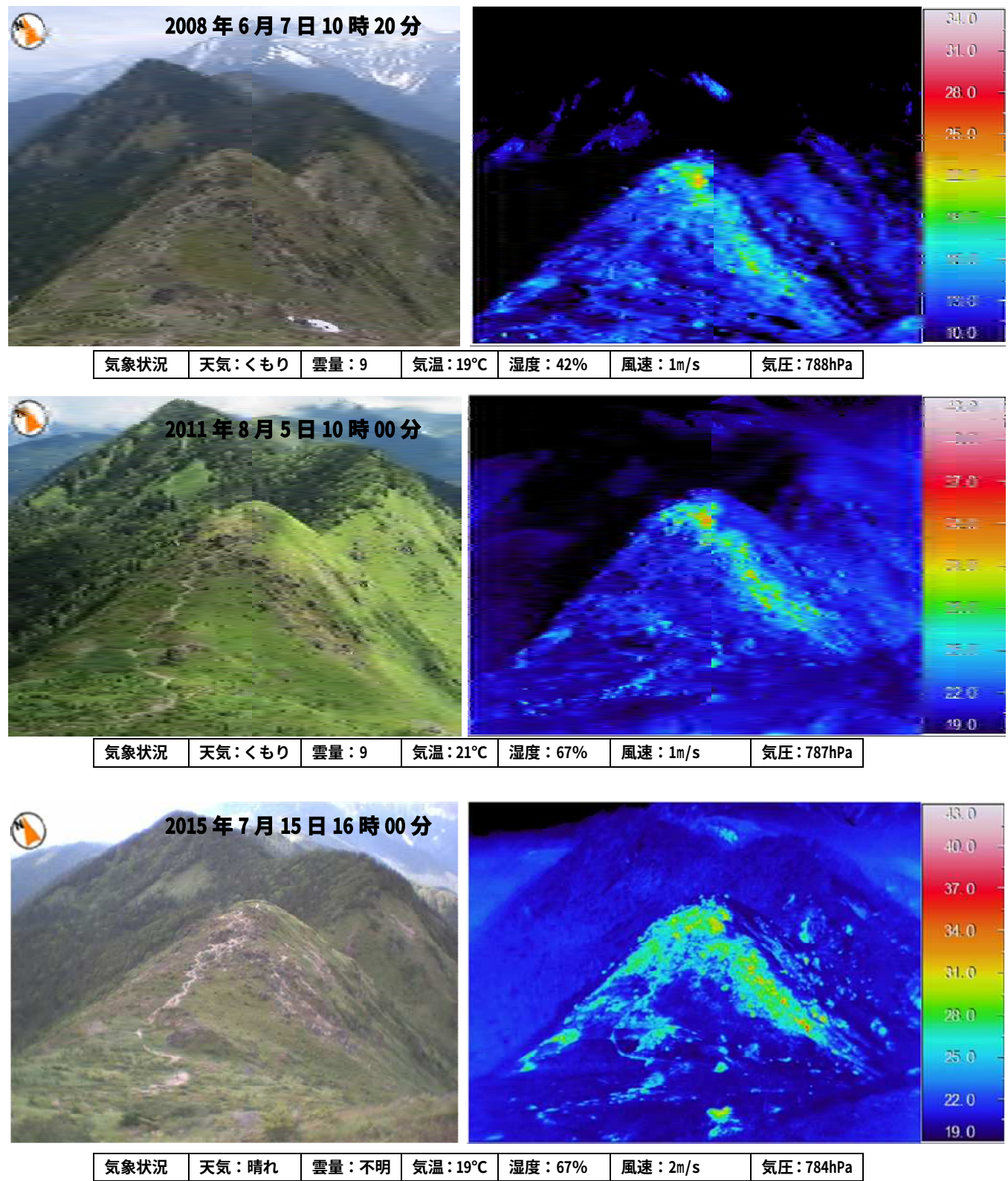
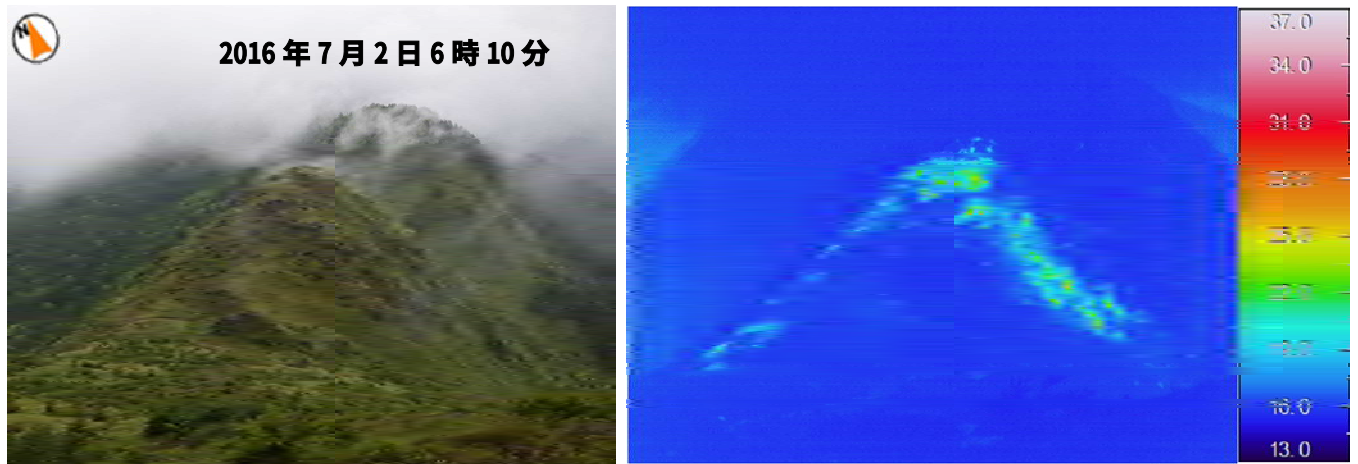
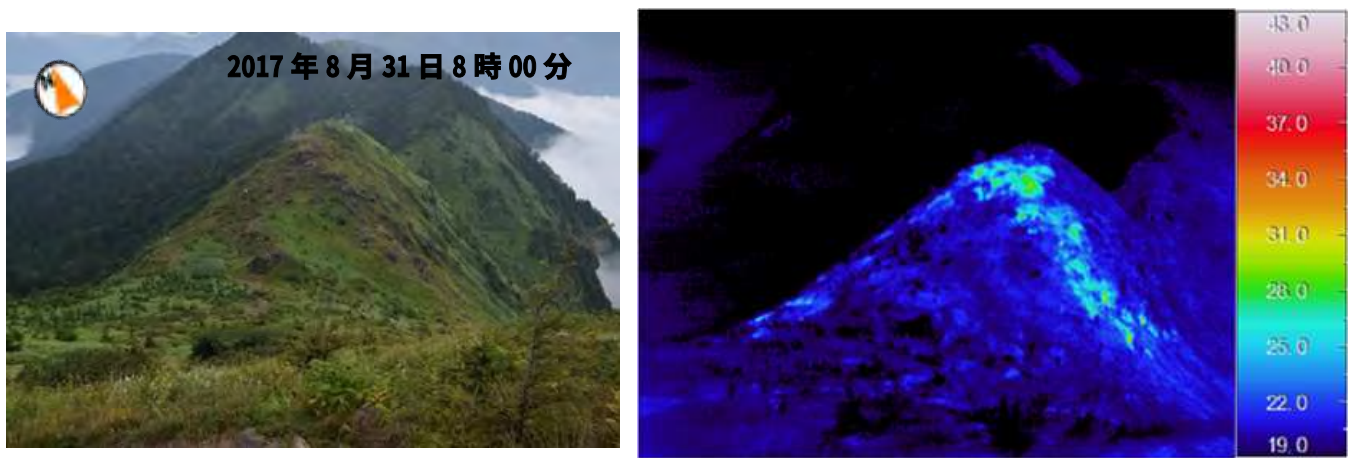


図 20－1 焼岳展望台南斜面の状況および地表面温度分布



気象状況	天気：霧	雲量：不明	気温：13℃	湿度：95%	風速：1m/s	気圧：788hPa
------	------	-------	--------	--------	---------	-----------



気象状況	天気：晴れ	雲量：不明	気温：17℃	湿度：95%	風速：2m/s	気圧：782hPa
------	-------	-------	--------	--------	---------	-----------

図 20－2 焼岳展望台南斜面の状況および地表面温度分布

観測位置は図 14 参照

- ・噴気や地熱域に変化は認められなかった
- ・2016 年の観測に比べ、2017 年の観測では噴気温度が上昇していた（図 21 参照）。

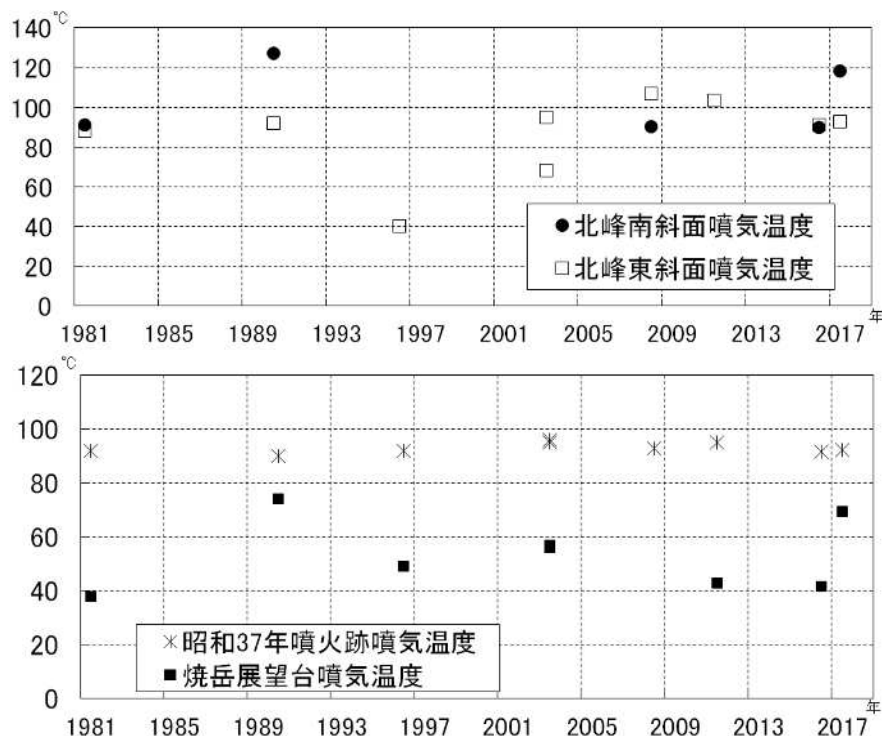


図 21 焼岳 各噴気孔の温度（サーミスタ温度計による）時系列図

- ・ 北峰南斜面と焼岳展望台の噴気温度が前回の観測（2016 年 7 月）と比較して上昇していた。
 - ・ 北峰東斜面と昭和 37 年噴火跡の噴気温度は特段の変化はなかった。
- 各噴気孔の位置は図 14 の噴気孔位置図と対応している。

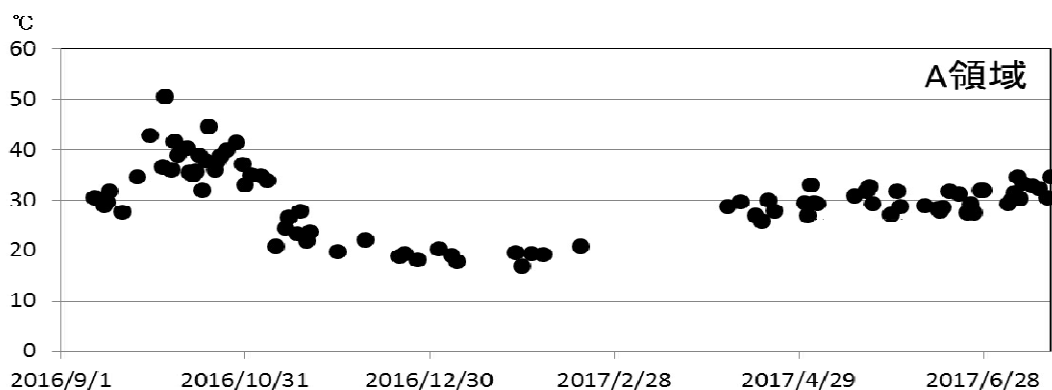
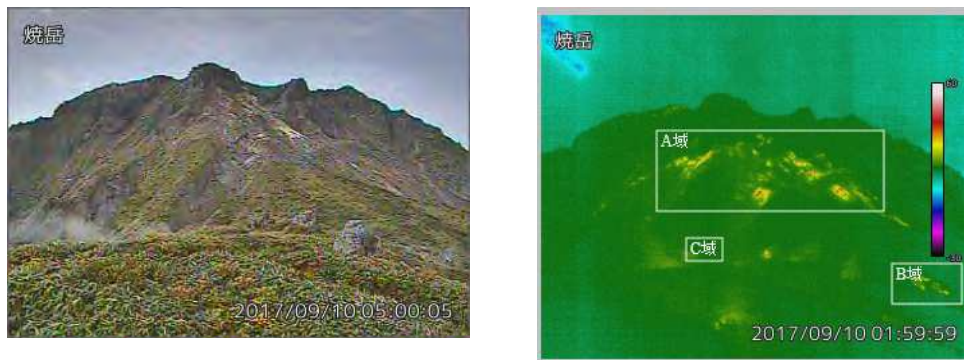


図 22 焼岳 火口赤外熱映像カメラによる昭和 37 年噴火跡の噴気温度（A 領域）
（2016 年 9 月 1 日～2017 年 7 月 20 日）

- ・ 季節変動を越えるような温度の急激な上昇はないと推定される。

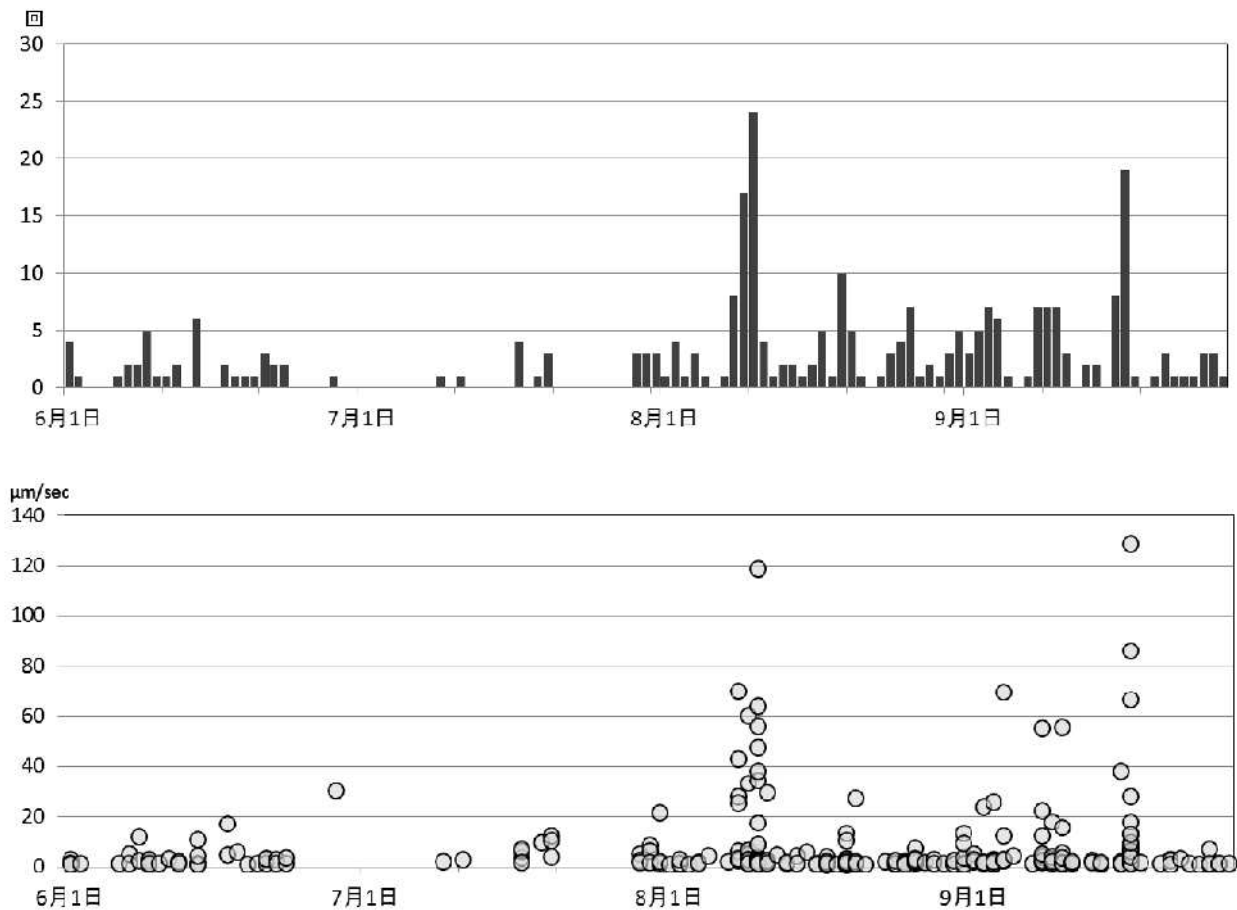


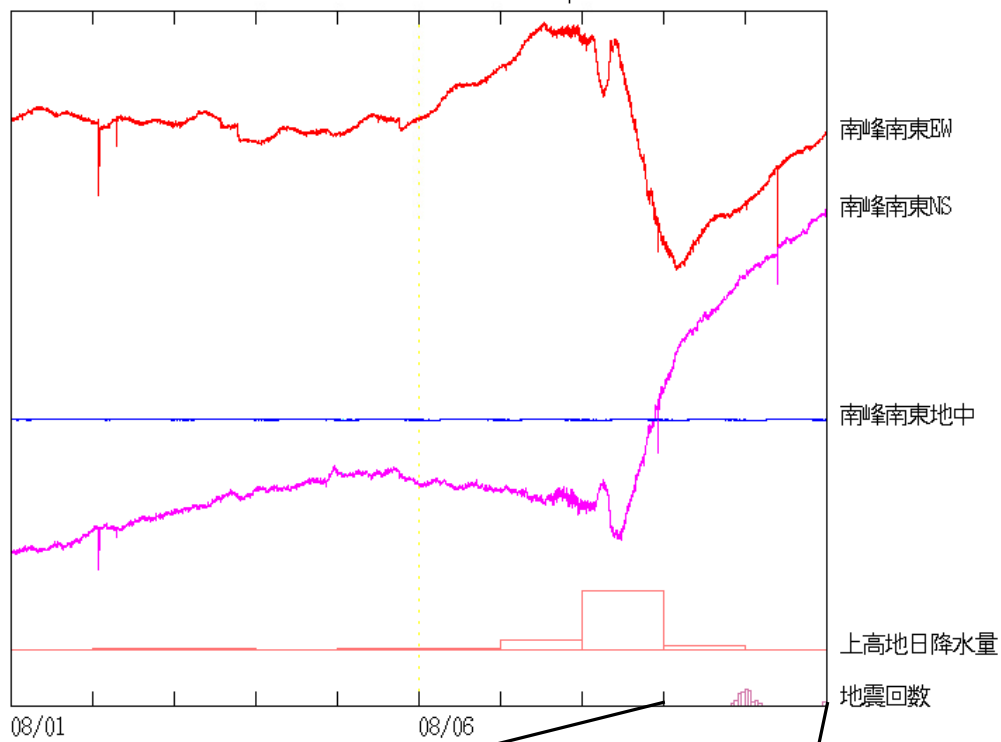
図23 山頂付近の観測点でも観測される微小な地震を含めた地震回数および最大振幅（南峰南東観測点上下成分）時系列図（2017年6月1日～9月27日）

- ・ 8月9日の低周波地震発生前の9日21時頃から、山頂付近の地震計だけで観測される微小な地震がやや増加したが、10日03時頃以降、減少した。

焼岳（分値）

2017/08/01 00:00 -- 2017/08/11 00:00

NEup 0.1e-6 radian 50 count
0.5 degree
5 degree
200 mm



焼岳（分値）

2017/08/09 00:00 -- 2017/08/11 00:00

NEup 0.1e-6 radian 50 count
0.5 degree
5 degree
200 mm

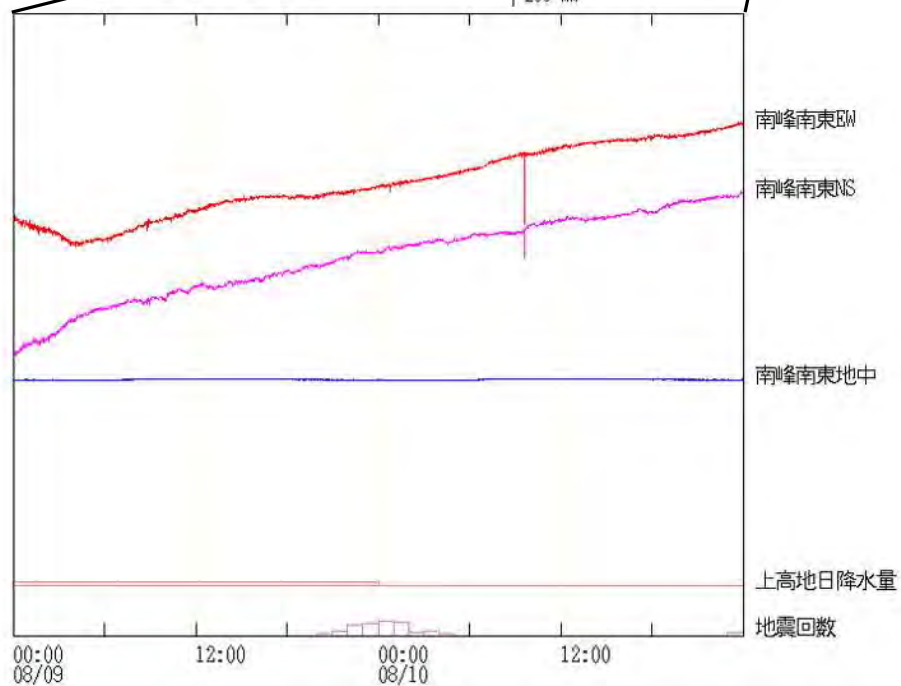


図24 焼岳 南峰南東傾斜計記録（2017年8月1日～8月10日）
・特段の変化はみられない

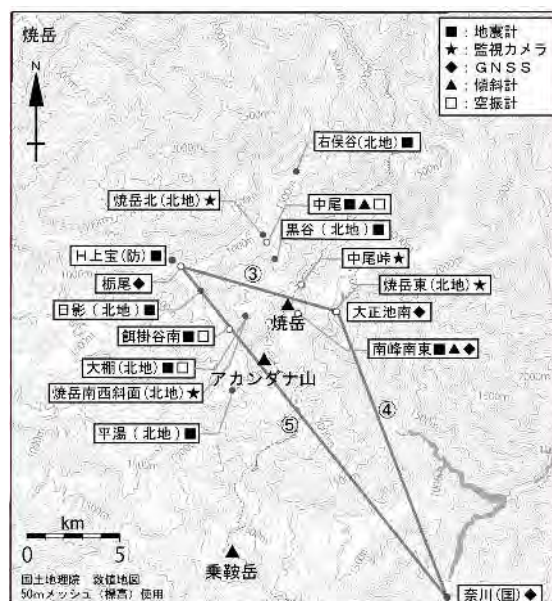


図 25 焼岳 観測点配置

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、(北地)：北陸地方整備局

GNSS基線③～⑤は図27の③～⑤に対応している。

この地図の作成には、国土地理院発行の『2万5千分1地形図』、『数値地図25000 (行政界・海岸線)』および『数値地図50mメッシュ (標高)』を使用した。



図 26 焼岳 山頂部及び南西斜面の状況 (左図：焼岳北監視カメラ、右図：焼岳南西斜面監視カメラ)
・ 9月26日に黒谷火口でごく弱い噴気を観測した。

【計数基準の変遷】開 始	2010 年 8 月 2 日～2010 年 9 月 21 日	中尾振幅 0.5 μ m/s 以上、S-P 2 秒以内
変更①	2010 年 9 月 22 日～2011 年 3 月 10 日	中尾振幅 0.5 μ m/s 以上、S-P 1 秒以内
変更②	2011 年 3 月 11 日～2013 年 9 月 30 日	中尾振幅 3.0 μ m/s 以上、S-P 1 秒以内
変更③	2013 年 10 月 1 日～	中尾振幅 2.0 μ m/s 以上、S-P 1 秒以内

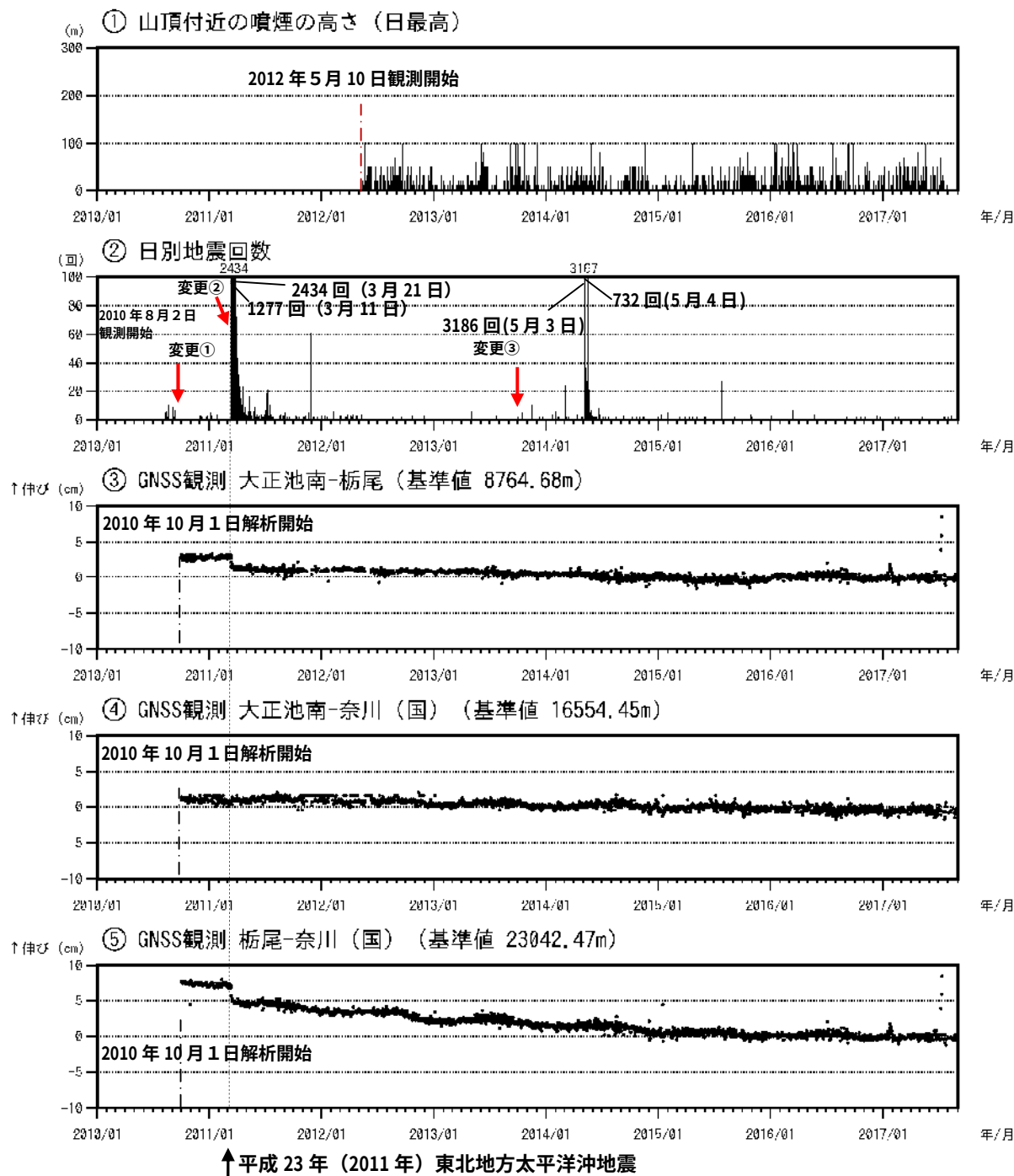


図 27 焼岳 火山活動経過図（2010 年 8 月 2 日～2017 年 8 月 31 日）

② 焼岳周辺の日別地震回数

・2011 年 3 月 11 日に発生した「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」以降、焼岳周辺で地震活動が活発な状況となった。その後も一時的な地震の増加がみられる。

③～⑤ GNSS 連続観測による基線長変化（国）：国土地理院

・解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

・火山活動によるとみられる変動は認められない。

・2011 年 3 月 11 日に発生した「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」の影響により、データに飛びがみられる。

③～⑤は図 25 の③～⑤に対応している。グラフの空白部分は欠測を示す。

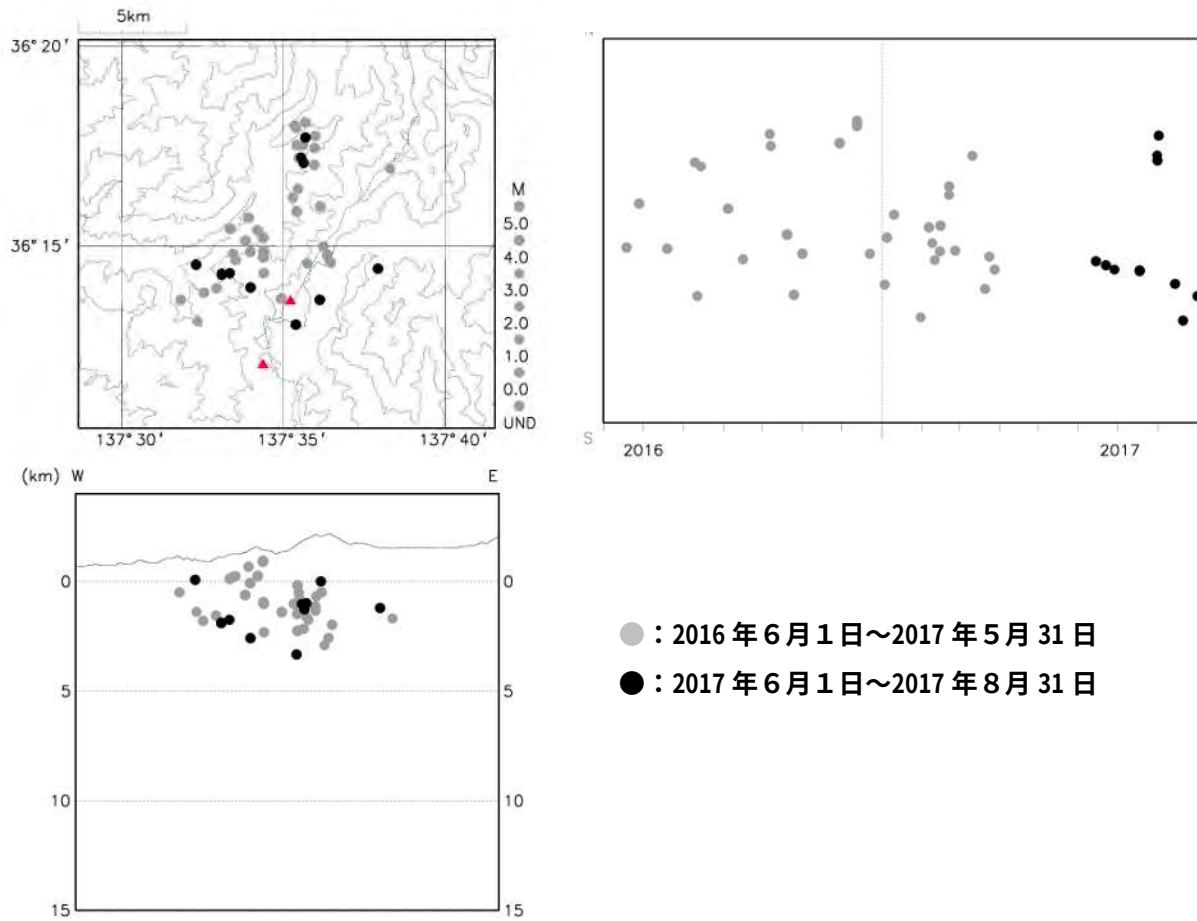


図 28 焼岳 山体周辺の観測点による震源分布図（2016 年 6 月 1 日～2017 年 8 月 31 日）
・火山性地震の発生回数は少なく、地震活動は静穏に経過した。

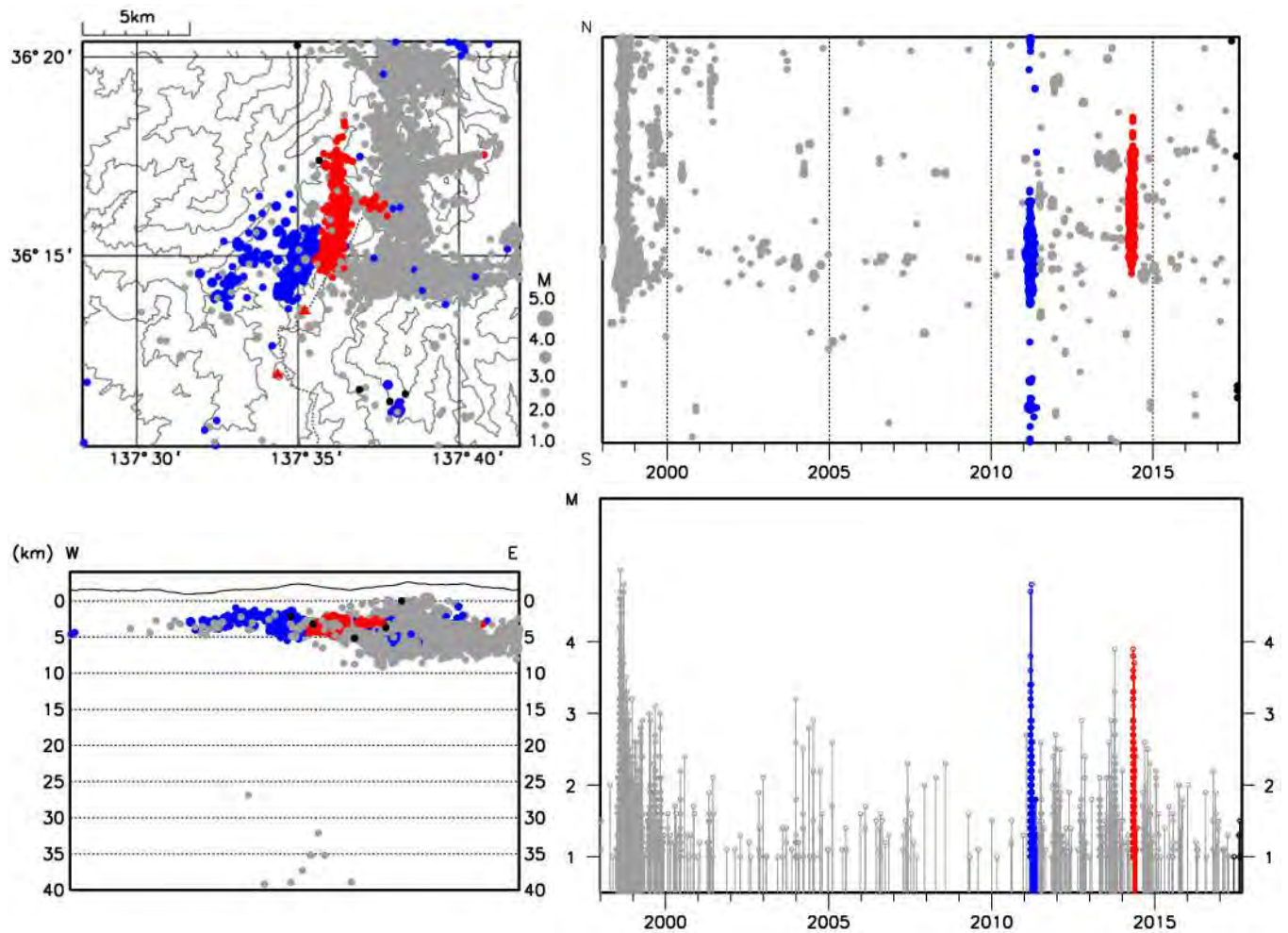


図 29 焼岳 一元化震源による地震活動（1998 年 1 月 1 日～2017 年 8 月 31 日）

- ：2011 年 3 月 1 日～5 月 31 日（東北地方太平洋沖地震を含む地震が多発した期間）
- ：2014 年 5 月 1 日～6 月 30 日（2014 年 5～6 月の地震が多発した期間）
- ：その他の期間
- ：2017 年 6 月 1 日～2017 年 8 月 31 日

- ・マグニチュードは一部暫定値が含まれており、後日変更することがある。
- ・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。

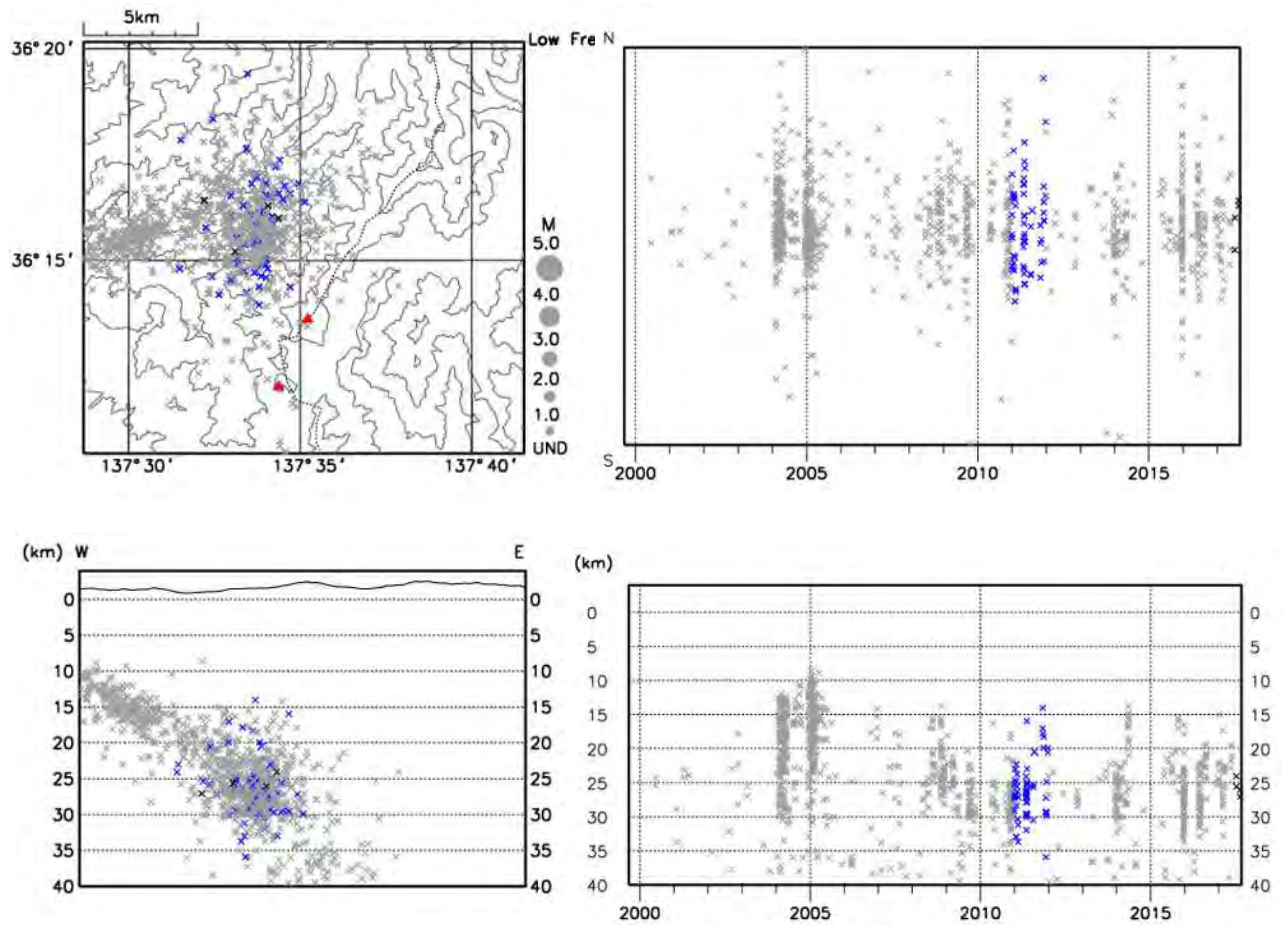


図 30 焼岳 一元化震源による深部低周波地震活動（1999 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日）

×：1999 年 9 月 1 日～2010 年 12 月 31 日、2012 年 1 月 1 日～2016 年 12 月 31 日

×：2011 年 1 月 1 日～12 月 31 日 ×：2017 年 6 月 1 日～2017 年 8 月 31 日

- ・マグニチュードは一部暫定値が含まれており、後日変更することがある。
- ・参考値登録を含む。深部低周波地震は、1999 年 9 月から識別して登録を開始した。

図 28～30 の作成には、国土地理院発行の数値地図 25000（行政界・海岸線）および『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

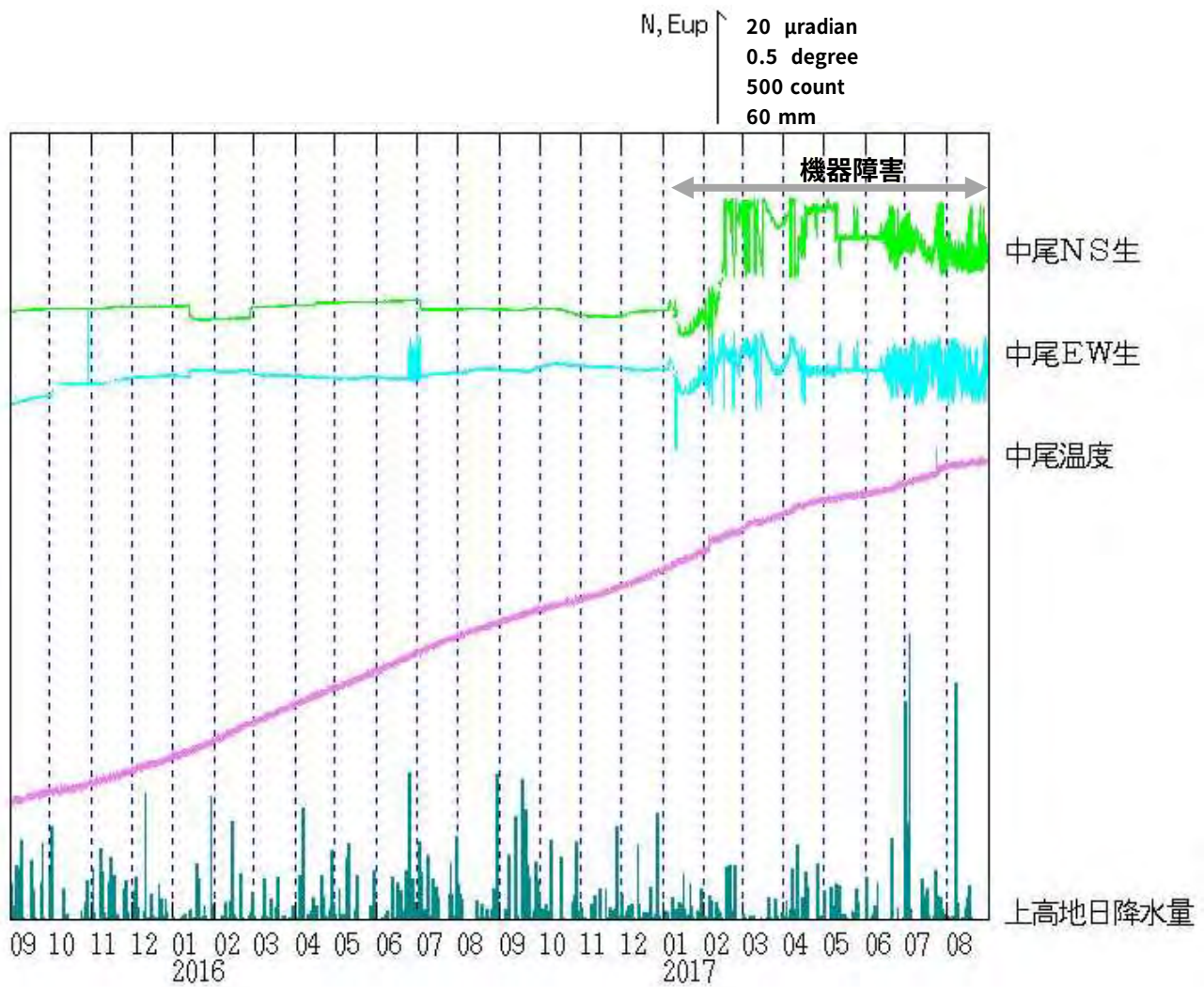


図 31 焼岳 中尾観測点における傾斜変動

(2015 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日、時間値、潮汐補正は行っていない)

- ・火山活動によるとみられる傾斜変動は認められない。
- ・2017 年 1 月頃からの変動は機器障害によるもの。

○近年の焼岳の噴火活動

1907年から1939年の噴火は、いずれも水蒸気噴火であり、その数年前から地熱や噴気活動が徐々に活発化していった。今回、噴気が観測された黒谷火口は1919年の噴火で形成された。1962年噴火では、噴火発生前に顕著な前兆現象はみられなかった。

噴気温度は、噴火活動とともに上昇するが、噴火活動が衰えるとともに徐々に低下している。

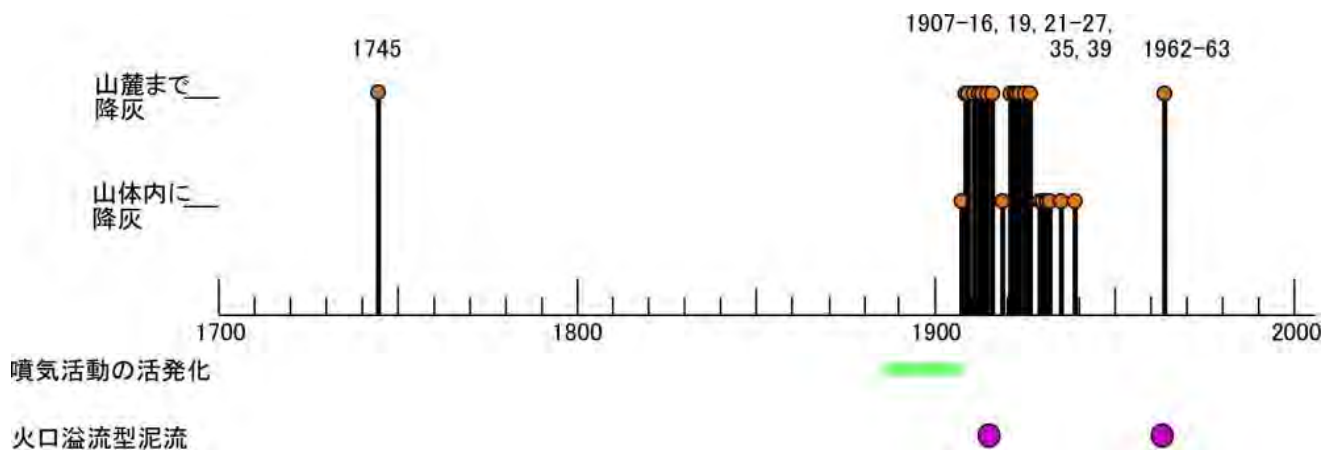


図32 焼岳 過去の焼岳の噴火活動（及川、私信）
・1907年の噴火前には、噴気活動の高まりがみられた

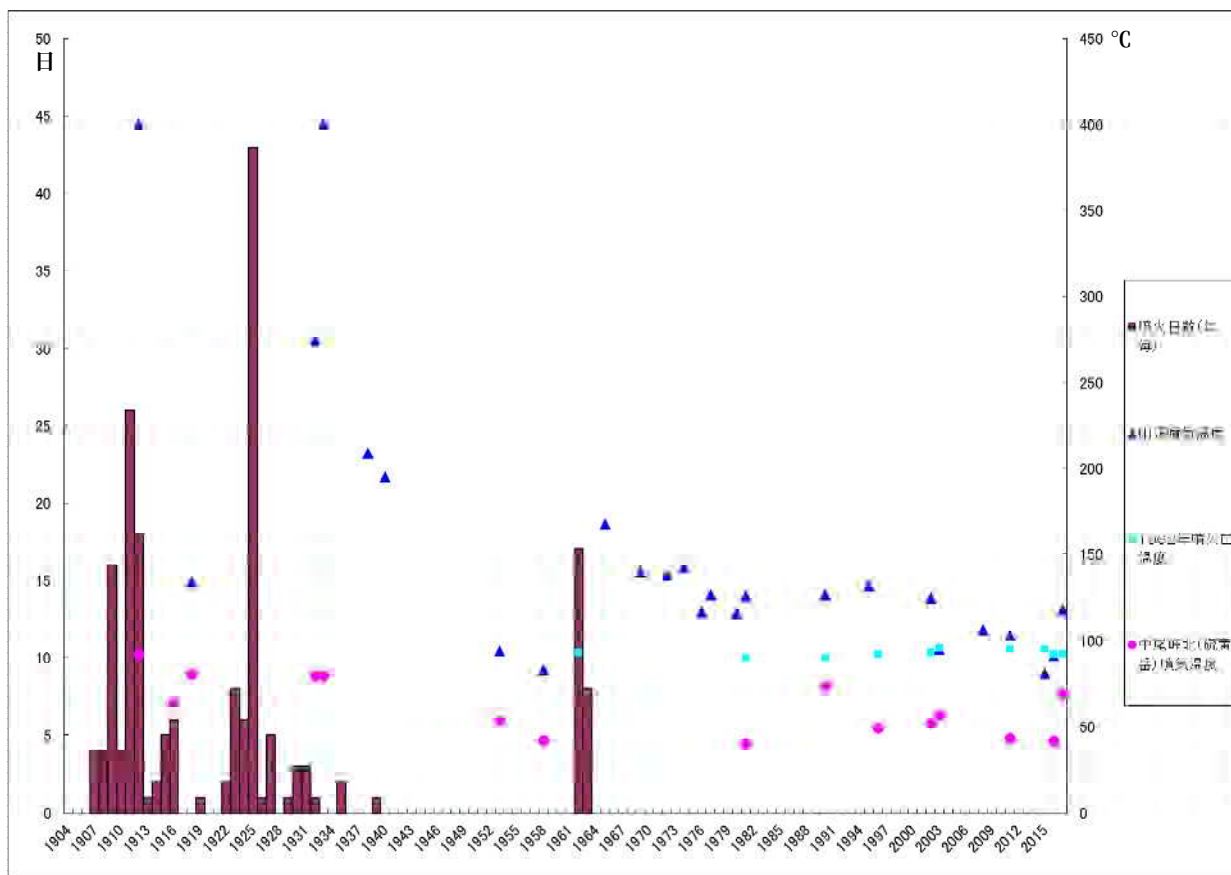


図33 焼岳 過去の焼岳の噴火活動と噴気温度（及川、私信）
・噴気温度は噴火活動に応じて高くなっている。

2017 年 8 月焼岳黒谷火口内の観察結果

概 要

8 月 10 日に空振を伴う噴気の突出があった黒谷火口内の観察を 8 月 27 日に行ったところ、火口内に弱い噴気と火口底に土砂が噴出した跡を認めた。土砂の噴出は 8 月 10 日の噴気の突出に伴って発生した可能性がある。

本 文

2017 年 8 月 10 日の黒谷火口からの空振を伴う噴気の突出後、8 月 27 日に現地調査を行った(齋藤武士ほか 3 名)。なお、同様の報告は火山学会 2017 年秋季大会でも報告している(澤村ほか, 2017)。

黒谷火口の西端付近から火口底を観察したところ(写真 1~3)、火口底の北のはじめの 1 ヶ所から白色の弱い噴気が高さ数メートルまで上がっているのが確認された(写真 2~3)。噴気が出ている場所の周辺数メートルの岩塊上や火口側壁の表面に、灰色で細粒の土砂が付着・堆積しているのを確認した(写真 2)。この土砂の付着・堆積は、最表面であることや顕著な浸食などをうけていないことなどから最近形成されたものと考えられる。そのため、10 日の噴気の突出に伴い噴気孔内部から出て付着・堆積したものである可能性がある。火口の周縁部(白色の噴気から水平距離で約 50m 離れている)では、かすかに火山ガス臭が感じられたが、ガス検知管(GASTEC 社製)やポータブル H₂S 測定器で検知されるほどでは無かった。また、2013 年より継続して観測している北峰南側斜面の噴気孔の温度、化学組成に顕著な変化は認められなかった。

【文献】澤村 俊, 齋藤武士, 田村理納, 関 晋, 網田和宏, 三島壮智, 大沢信二(2017) 焼岳火山の噴気ガス・火口湖水の化学組成. 日本火山学会 2017 年秋季大会講演予稿集, 241-241.



写真 1 西側から望む黒谷火口



写真2 黒谷火口内（西側から望む）

中央左に極弱い噴気が認められる。その周辺の岩塊上や側壁表面は灰色の細粒な土砂に覆われている。



写真3 黒谷火口内の北側から上昇する噴気（矢印）の拡大

概要:

2017 年 8 月 9 日深夜から 10 日未明にかけて黒谷火口周辺と思われる場所からの小規模な噴気が認められた(以下、本イベントと記す)。また、9 月 4 日未明にも噴気は認められなかったものの 8 月 9 日と同様の地震の発生が見られた。ここでは、主にこれに伴う諸観測データを概観した結果を示す。

図 1 に焼岳近傍の観測点の分布を示す。

地震活動：本イベントに伴い、8 月 9 日 21 時頃から地震活動が認められた。P 波の立ち上がり、および S 波は非常に不明瞭な地震(B 型)がおおく、精密な震源決定は困難である。今後、引き続き検討する。焼岳山体近傍の観測点の波形を並べたペーストアップによれば、焼岳山頂(DP.YKEP)での地震波の到着時刻が最も早いことから山頂近傍に振動源があるものと推測される。

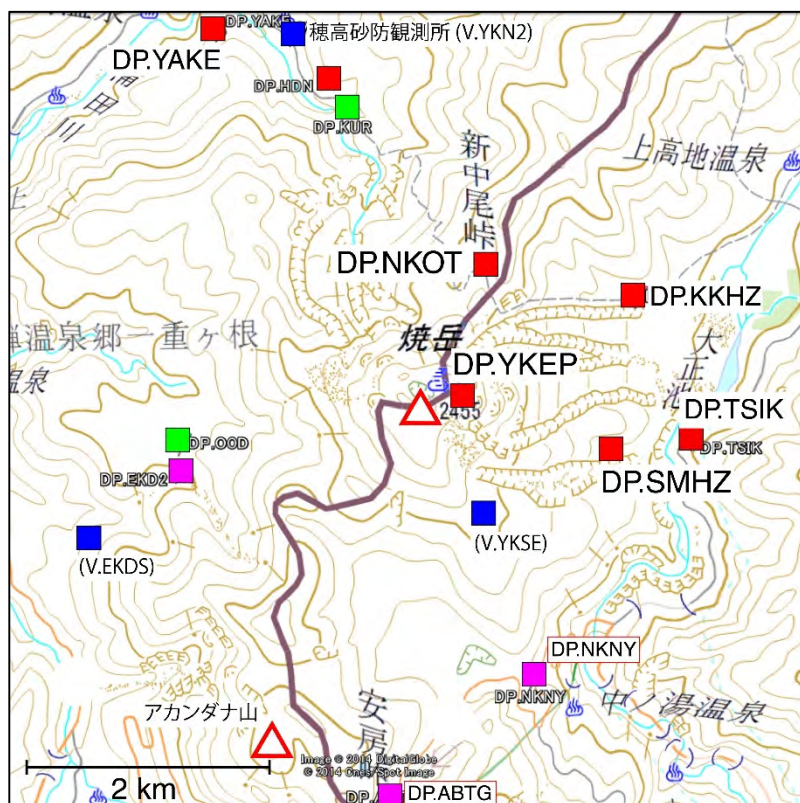
傾斜計データ：焼岳山頂(DP.YKEP)および中尾峠(DP.NKOT)の気泡型傾斜計は、降雨によりデータ品質が落ちており検討の対象外とした。上高地下堀沢(DP.SMHZ)については良質のデータが取得されているが、本イベントに関連すると考えられる変化は検出限界以下であった。

温度データ：DP.YKEP(焼岳山頂)の精密温度計データは、直前の降雨により大幅な温度低下を示し、その回復過程にあったため、本イベントに伴う温度変化を検出することは困難であった。

GNSS データ：DP.NKOT(焼岳中尾峠)のデータの 8 月末までの精密暦による解析と 9 月上旬までの速報暦による解析を行った。基準点とした栃尾観測点(京大・名大の共同運用)に対して、本イベントに伴う基線長変化等は検出限界以下である。

磁力計データ：DP.YKEP(山頂)と DP.NKOT(中尾峠)のデータの絶対値および差分の解析を行ったが本イベントに伴う変化は認められなかった。

謝辞：GNSS データの解析に際しては西村卓也氏のご協力を得た。また、プロトン磁力計のデータ解析に関しては吉村令慧氏のご指導を得た。記して感謝する。空振波形は気象庁データを参照させていただいたほか、国交省北陸地方整備局の地震観測データを参照させていただいた。



それぞれ、■北陸地整・神通砂防、■気象庁、■京大、■京大(オフライン)の観測点を示す。

焼岳山頂(DP.YKEP)、焼岳中尾峠(DP.NKOT)、上高地下堀沢(DP.SMHZ)が平成 26 年度文科省予算で構築された点、上高地峠沢(DP.KKHZ)、上高地防災情報センター(DP.TSIK)が平成 25 年度～27 年度にかけて国交省予算で整備した観測点。

図 1: 観測点分布(2017 年 4 月現在)

焼岳

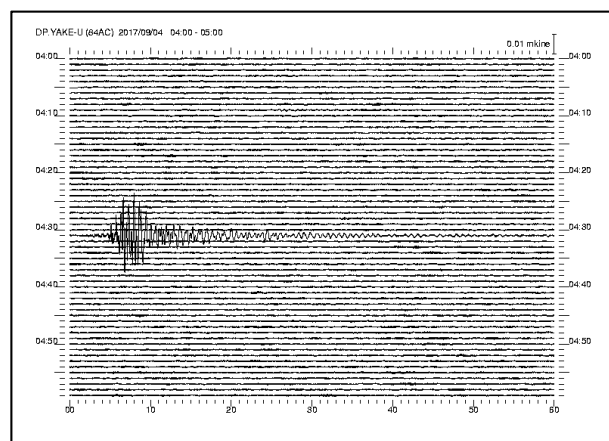
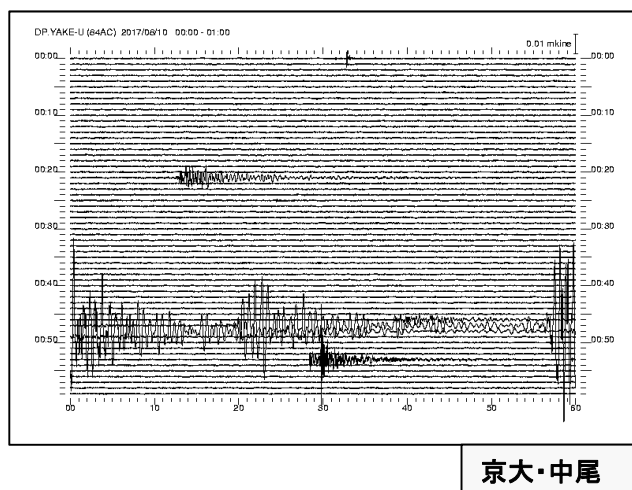
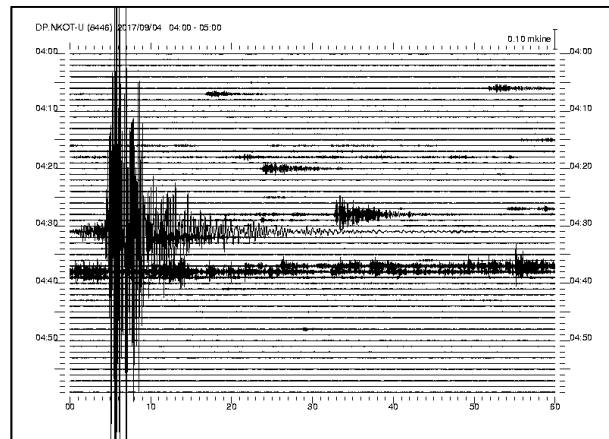
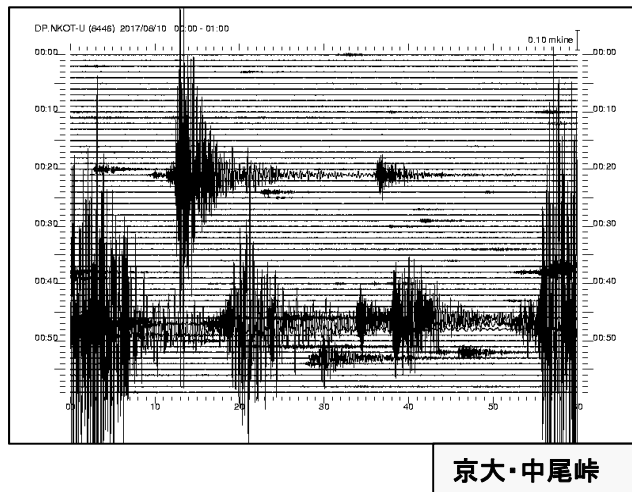
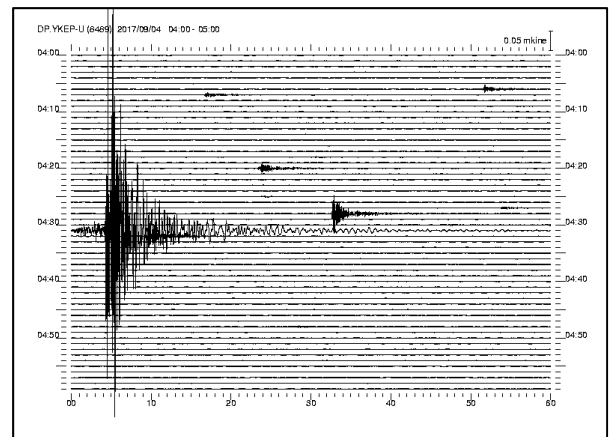
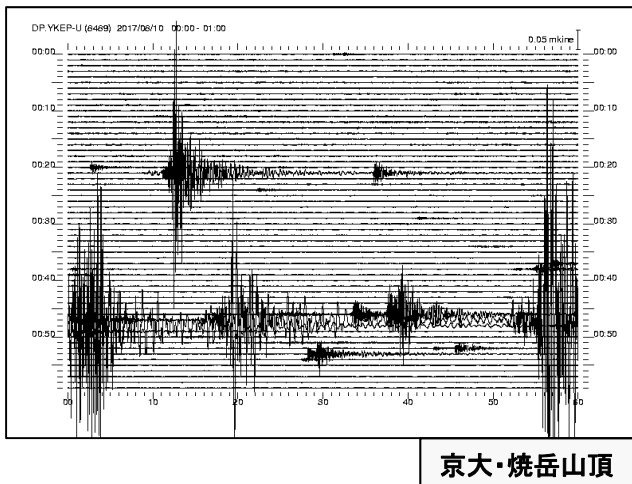


図2：2017年8月10日00時台の観測波形(左)および9月4日04時台の観測波形(右)

上から、DP.YKEP(京大・焼岳山頂)、DP.NKOT(京大・中尾峠)、DP.YAKE(京大・中尾)の短周期上下動成分記録。山麓のDP.YAKEでは確認できなくても山頂のDP.YKEPでは認識可能な地震も発生している。なお、本図は観測点ごとにそれぞれ異なる振幅縮尺で描画されているので本図では振幅の大小の直接の比較はできないことに留意。

焼岳

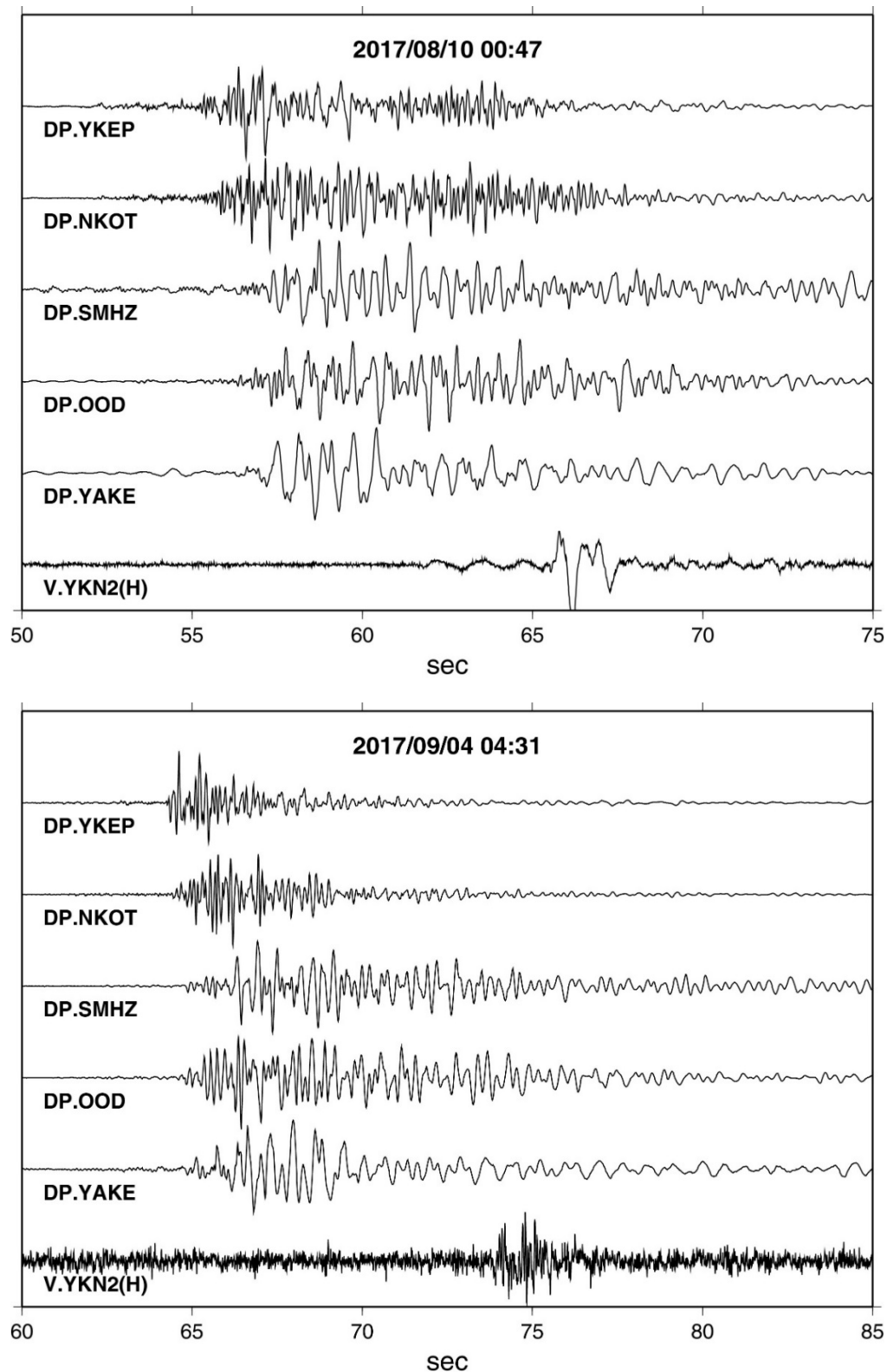


図 3: 2017 年 8 月 10 日 00:47(上)と 9 月 4 日 04:31(下)のイベント波形の比較

観測点は、上から、DP.YKEP(京大・焼岳山頂)、DP.NKOT(京大・中尾峠)、DP.SMHZ(京大・上高地下堀沢)、DP.OOD(北陸地整・大棚)、DP.YAKE(京大・中尾)、V.YKN2(気象庁・中尾空振計)の記録である。

焼岳

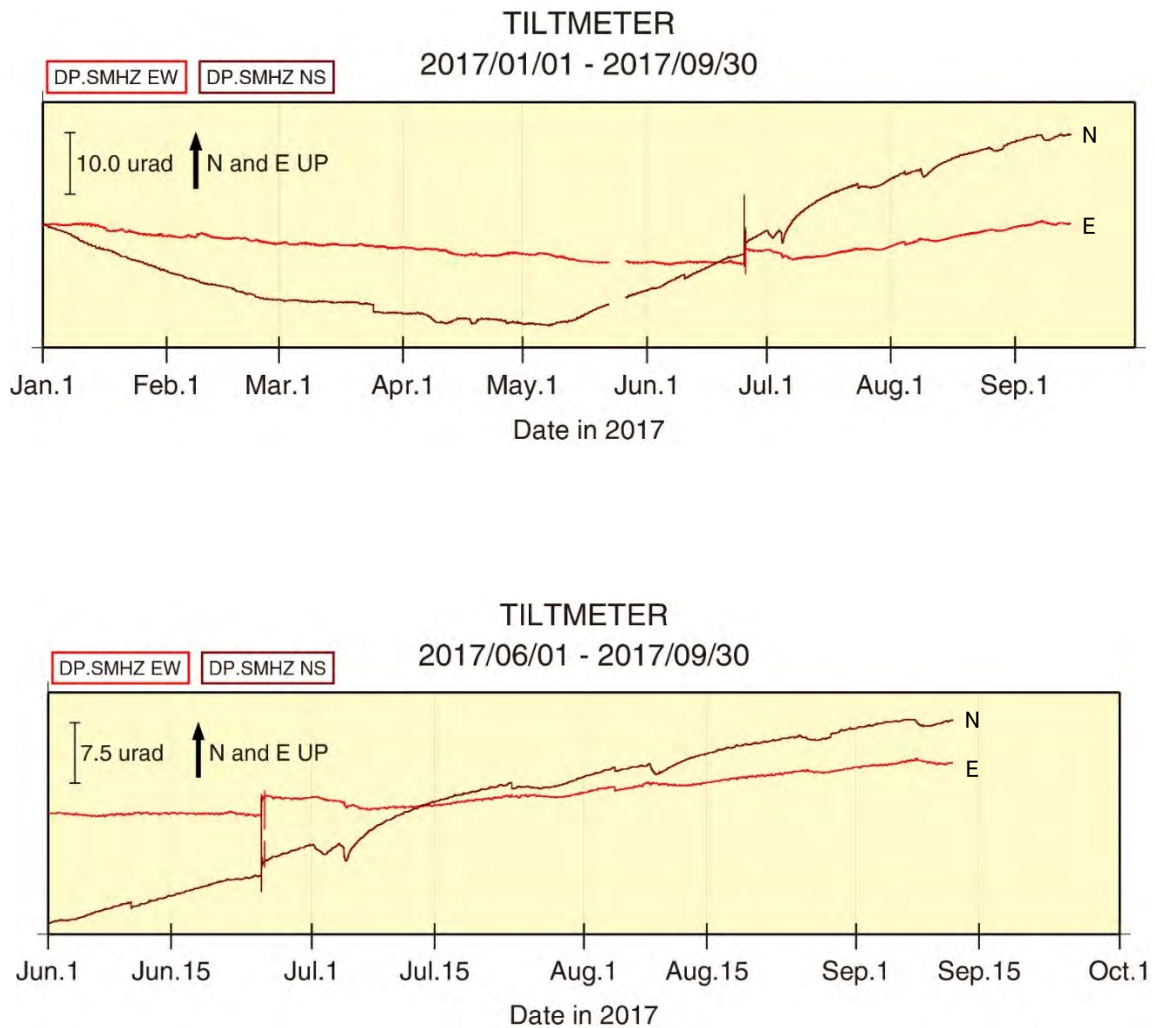


図 4: DP.SMHZ(上高地下堀沢)のボアホール型傾斜計(約 10m の孔底に設置)の記録

上図は 2017 年 1 月から 9 月上旬までの記録。下図は 6 月 1 日から 9 月上旬までの記録。6 月下旬に見られる記録のとびは、6 月 25 日 7 時 2 分ごろ発生の長野県南部の地震によるもの。

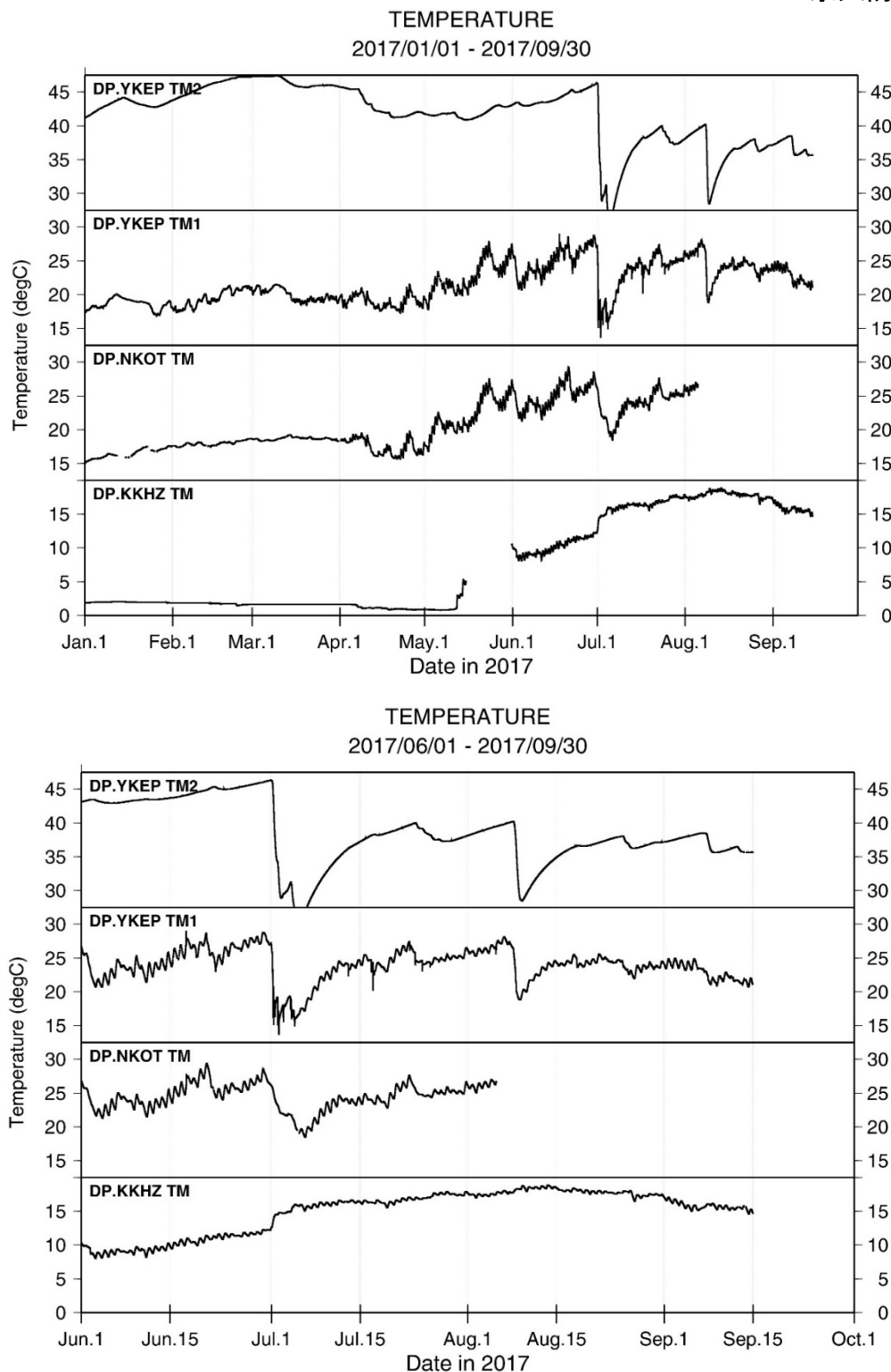


図 5:DPYKEP(焼岳山頂)の精密温度計の観測記録 (DP.YKEP TM2)、および、DP.YKEP (TM1)、DP.NKOT (焼岳中尾峠)、DP.KKHZ(上高地峠沢)の気泡型傾斜計の内蔵温度計によるピット内温度の観測記録

上図は 2017 年 1 月から 9 月中旬までの記録、下図は 2017 年 6 月から 9 月中旬までの記録。8 月 9 日のイベント発生時には DP.YKEP(焼岳山頂)の温度観測点では、7 月上旬および 8 月上旬の降雨による大幅な温度低下からの回復過程にあった。

焼岳

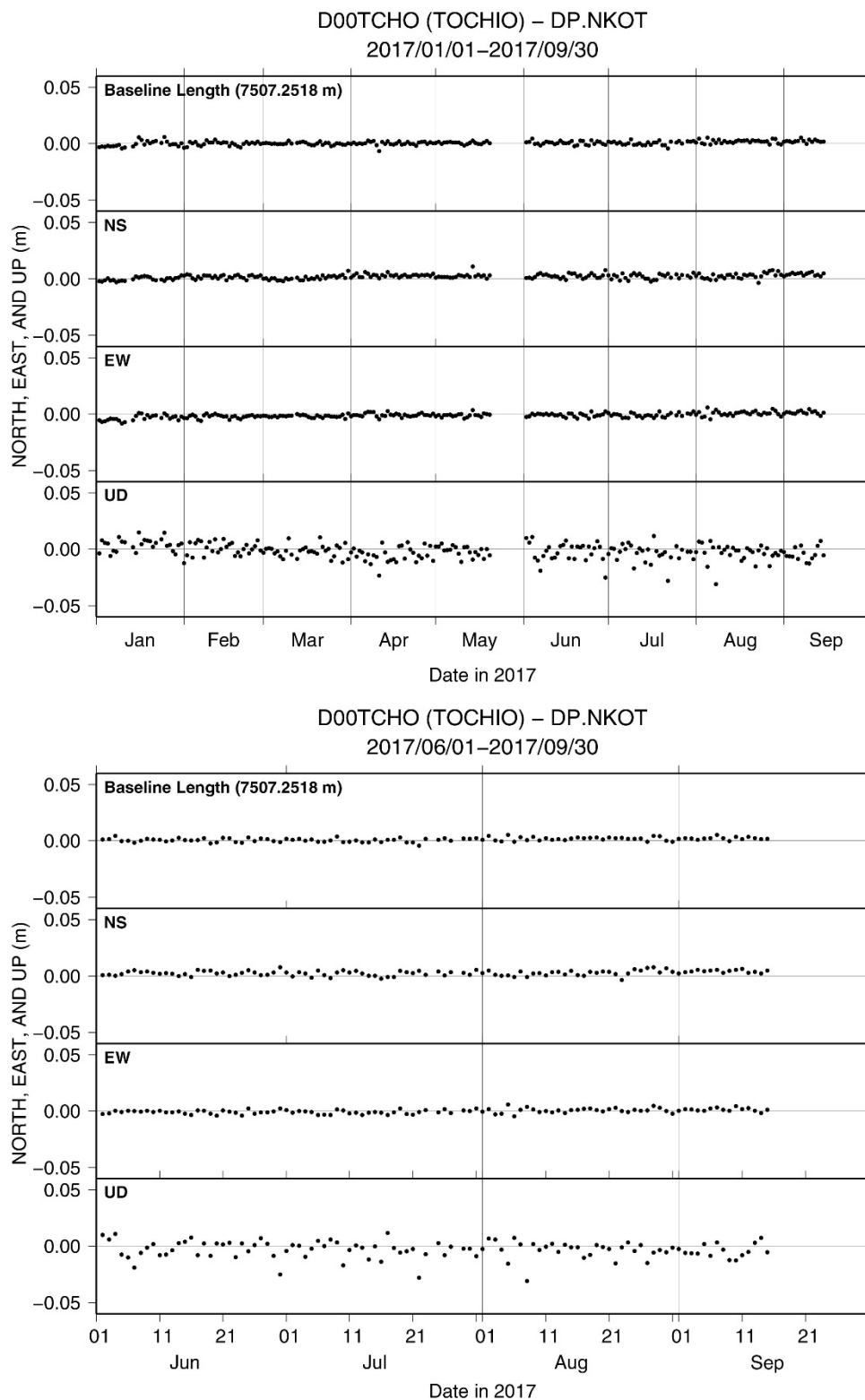


図 6: DP.NKOT(焼岳中尾峠)の GNSS データの解析結果

西側山麓の栃尾にて京都大学・名古屋大学が共同運用を行っている点(D00TCHO)に対する変位。上図は2017年1月から9月上旬までの解析結果。下図は6月1日から9月上旬までの解析結果。8月末までの結果は精密暦によるもの、それ以降は速報暦による解析結果を使用。

焼岳

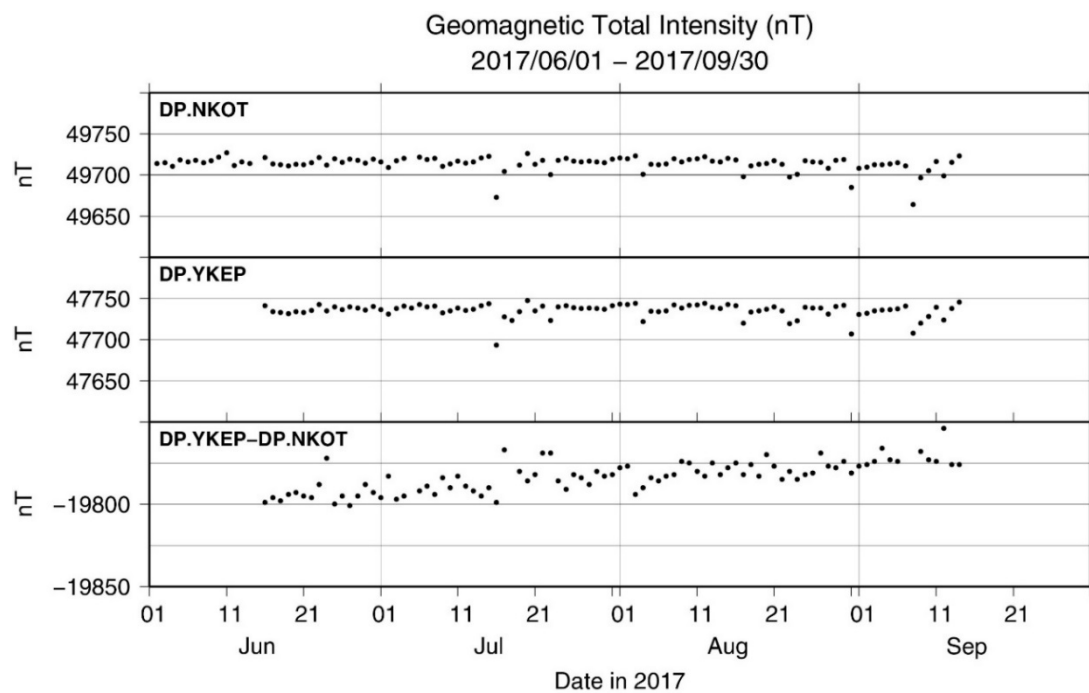
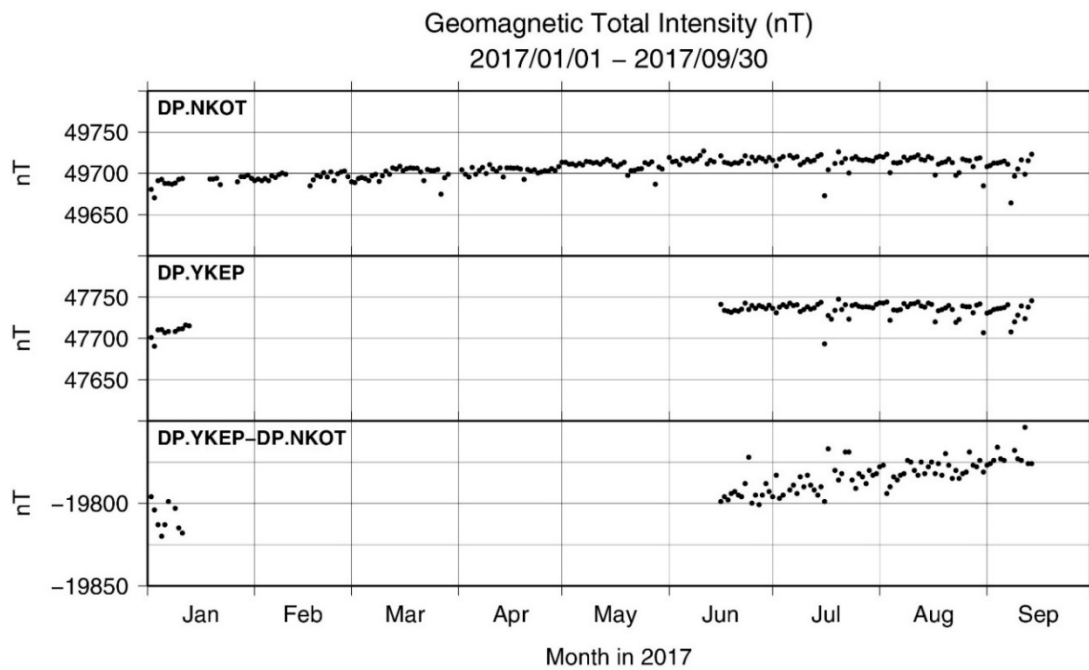


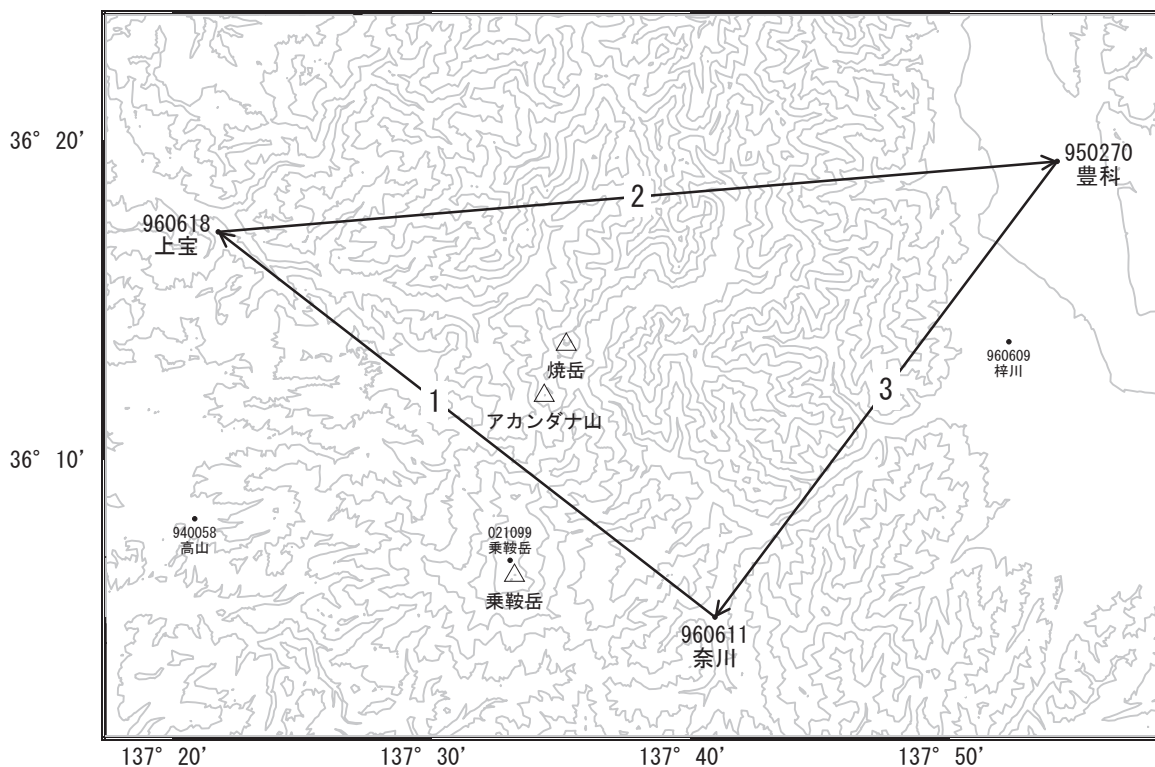
図 7: DP.NKOT(焼岳中尾峠)(上段)、DP.YKEP(焼岳山頂)(中段)におけるプロトン磁力計による全磁力、およびその差分(下段)

上図は 2017 年 1 月から 9 月上旬までの解析結果、下図は 6 月から 9 月上旬までの拡大。

焼岳

G N S S 連続観測結果には特段の変化は見られません。

焼岳周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

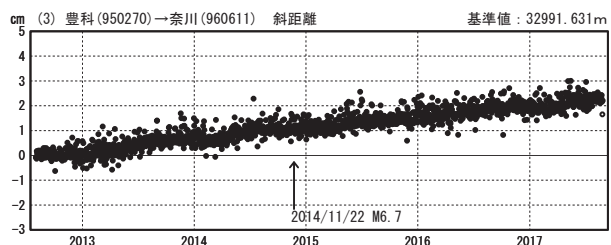
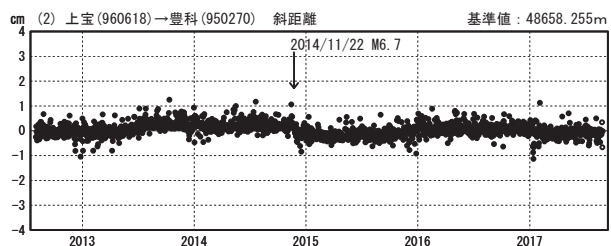
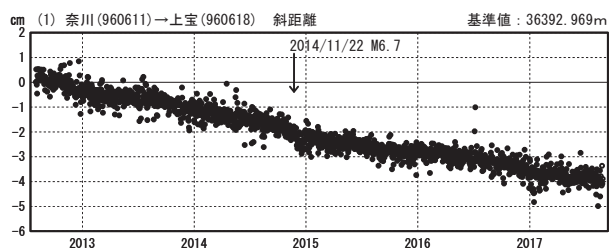


焼岳周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960618	上宝	20121001	アンテナ・受信機交換
950270	豊科	20121212	アンテナ交換
960611	奈川	20121005	アンテナ交換
		20150807	受信機交換

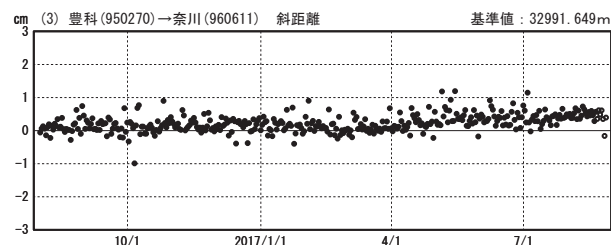
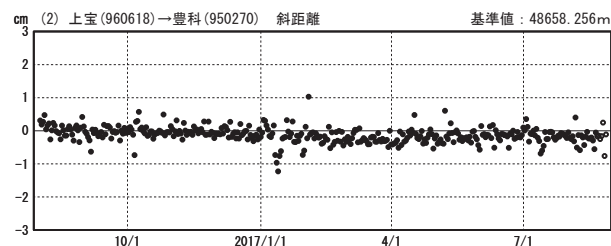
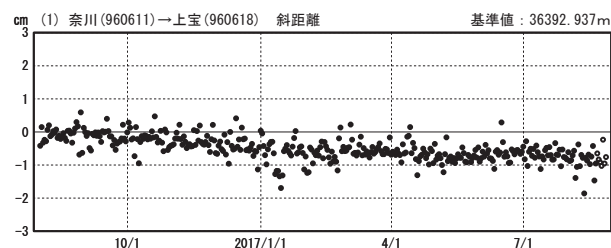
基線変化グラフ

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

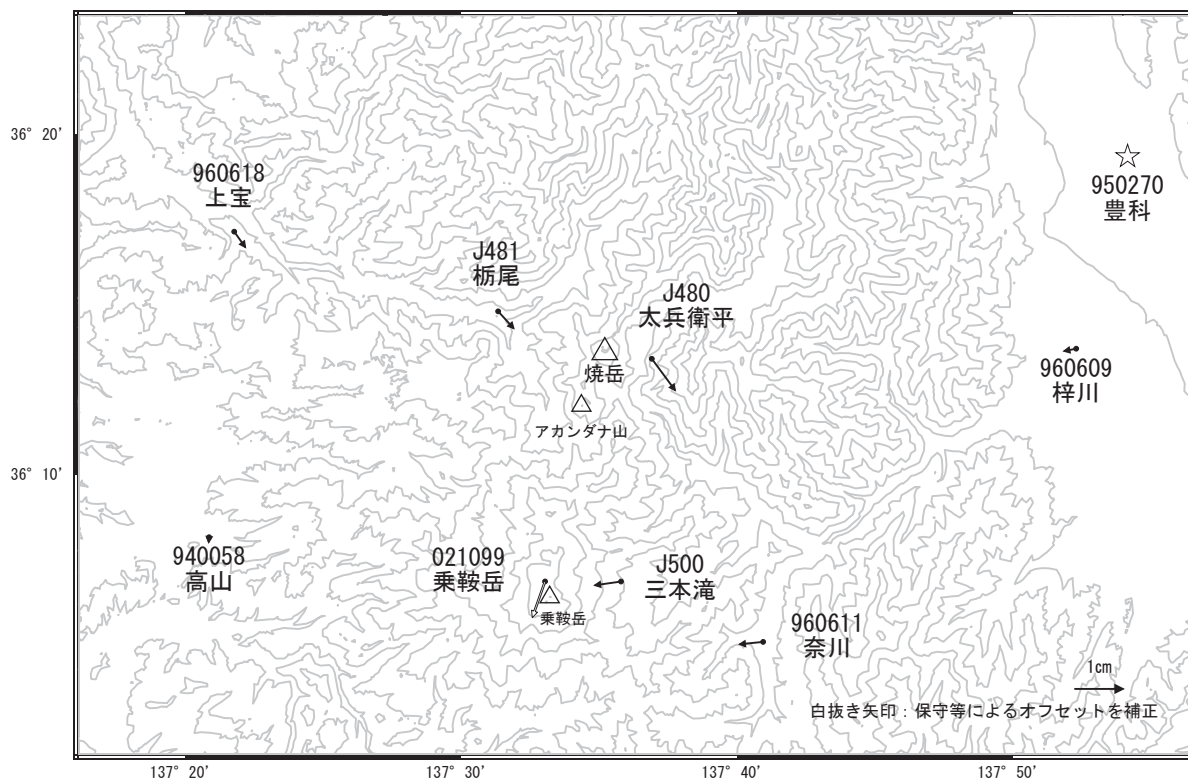


●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

国土地理院

焼岳周辺の地殻変動(水平：1年間)

基準期間：2016/08/16～2016/08/25[F3:最終解]
比較期間：2017/08/16～2017/08/25[R3:速報解]



☆ 固定局：豊科 (950270)

国土地理院

焼岳

御 嶽 山

(2017 年 8 月 31 日現在)

2014 年 10 月以降噴火の発生はなく、噴煙活動や山頂直下付近の地震活動は緩やかな低下が続いている。2017 年 7 月に実施した山頂付近の現地調査で、高温領域に広がりは見られず、噴煙・火山ガスの増加傾向は認められず、火山活動の静穏化の傾向が続いている。一方、2014 年に噴火が発生した火口列の一部の噴気孔では、引き続き噴気が勢いよく噴出している。状況によっては、火山灰等のごく小規模な噴出が突発的に発生する可能性がある。平成 29 年 8 月 21 日に噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを 2（火口周辺規制）から 1（活火山であることに留意）に引き下げました。

○ 概況（2017 年 6 月～2017 年 8 月 31 日）

・噴煙及び火口付近の状況（図 1-①～④、図 2～6、図 14-①、図 15-①、表 1）

2014 年 9 月 27 日に噴火が発生した剣ヶ峰山頂の南西側の火口列からの噴煙活動は、継続しているが、長期的には低下している。

7 月 5 日から 7 日にかけて、2014 年に噴火が発生した火口列周辺の状況について現地調査を実施した。2014 年火口列の噴気活動は続いており、一部の噴気孔からは勢いよく噴出していた。赤外熱映像装置による観測では、火口列周辺に引き続き高温領域を確認した。しかし、高温領域に変化は認められず、火口列の噴気孔の温度は 2015 年以降やや低下していた。一部の噴気孔の周辺では、硫化水素を検知したが、二酸化硫黄を検知した場所はなかった。

・地震活動（図 1-②③、図 7～10、図 14-②～④、図 15-③④）

山頂付近直下の火山性地震の発生回数は、2015 年中頃から 1 ヶ月あたり 50～90 回前後であったのが、2017 年 4 月以降は、1 ヶ月あたり 30～40 回程度と徐々に低下している。

2017 年 6 月振幅が小さく、継続時間も短い火山性微動を 1 回観測した。

なお、6 月 25 日に御嶽山の東南東約 10km で M5.6 の地震が発生したが、山頂直下の地震活動や噴煙活動など御嶽山の火山活動に変化は観測されていない。

・地殻変動（図 1-⑤、図 11～13、図 14-⑤）

傾斜計及び GNSS 連続観測の一部の基線では、2014 年 10 月頃以降、山体の収縮によると考えられる変化が継続している。

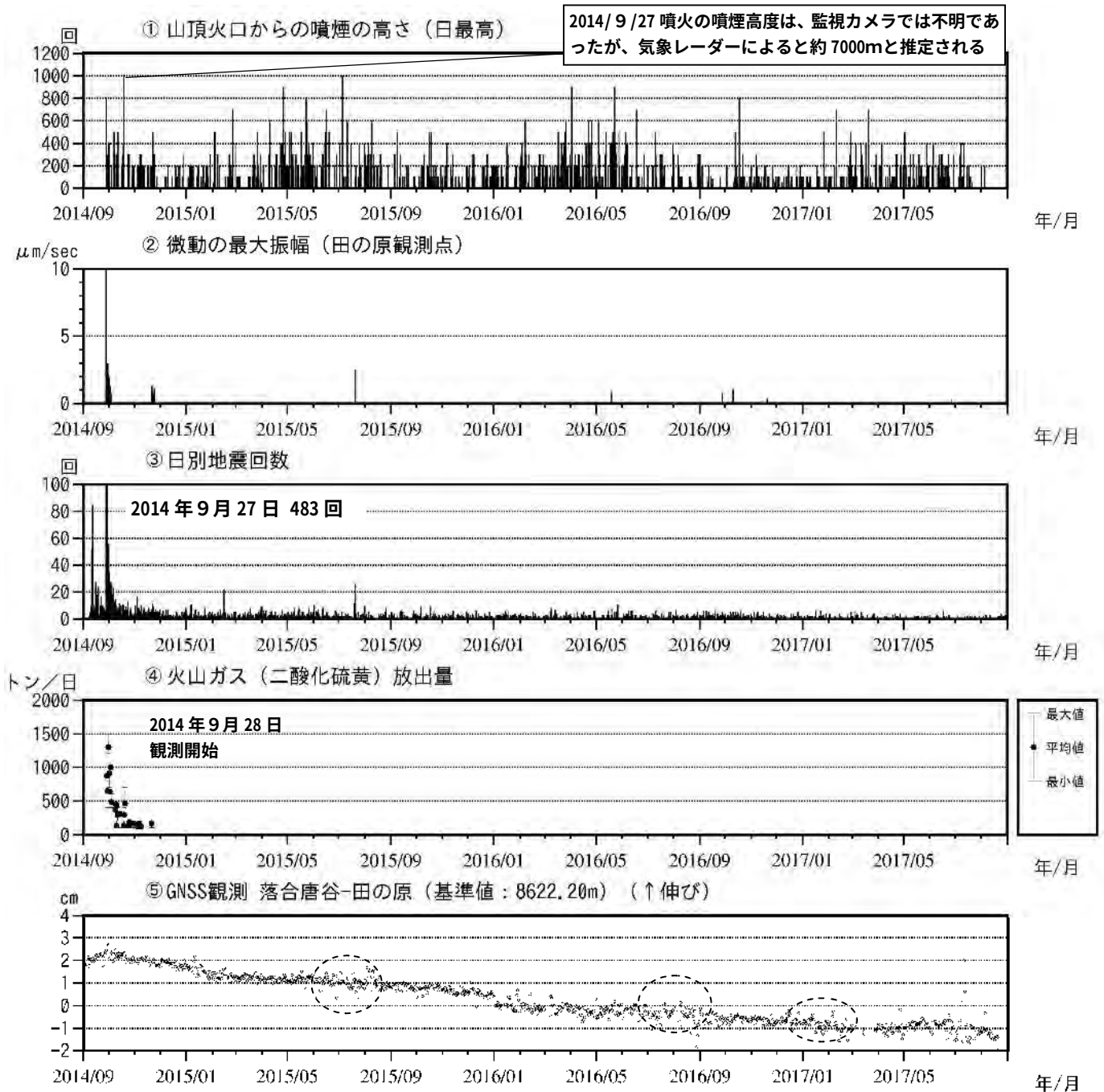


図 1 御嶽山 最近の火山活動経過図（2014 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日）

- ①監視カメラによる噴煙の高さ 噴煙の高さは日最大値（噴火時以外は定時観測（09 時・15 時）の値）。矢印は噴火開始を示す。また、視界不良時には噴煙の高さが表示されていないが、噴火発生以降は噴煙が連続的に発生しているものと考えられる。
- ②微動の最大振幅 田の原観測点（剣ヶ峰南東約 2 km）の上下動の変位振幅。
- ③日別地震回数の 計数基準は田の原上振幅 1.5 $\mu\text{m/s}$ 以上、S-P1 秒以内。
- ⑤GNSS 観測 図 13 の基線②に対応。点線で囲んだ変化は、火山活動との関係はないと考えられる。

- ・噴煙活動は徐々に低下しているものの、継続している。
- ・火山性微動は 2016 年 11 月以降、観測されていない。
- ・地震活動は、少ないながらも継続している。
- ・⑤の基線で 2014 年 10 月頃以降、縮みの傾向がみられている。

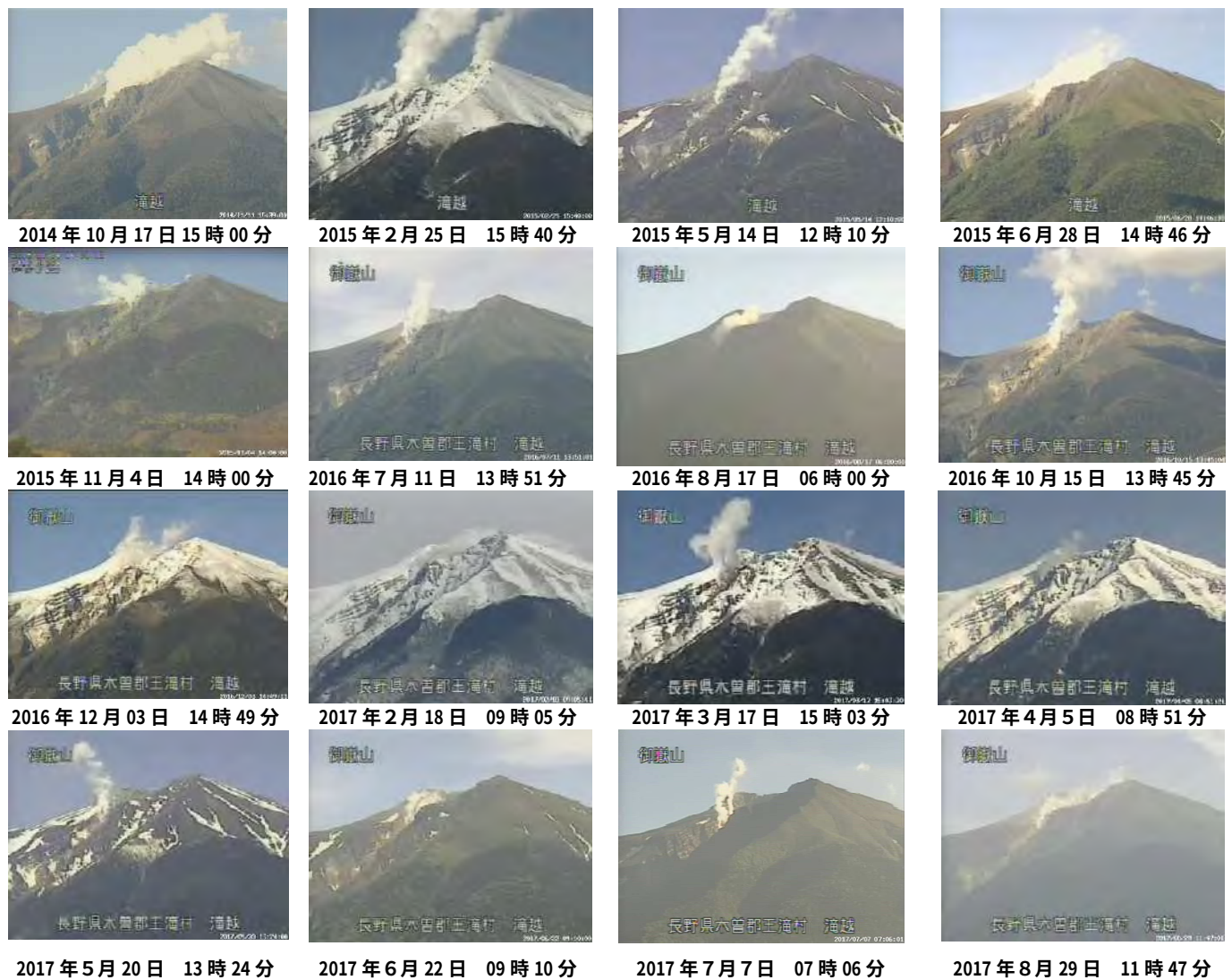
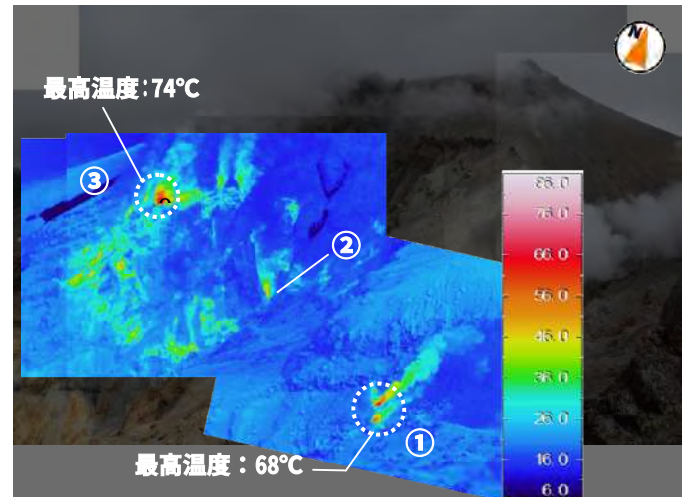
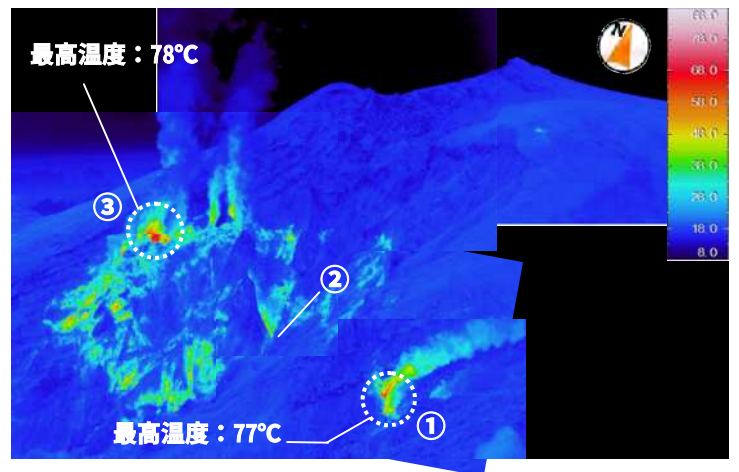
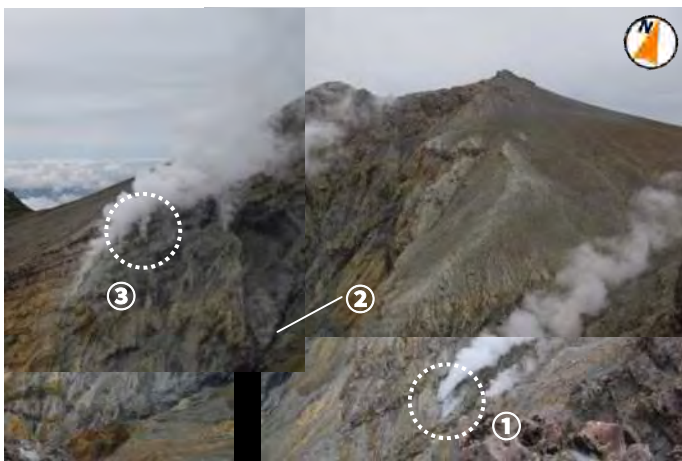


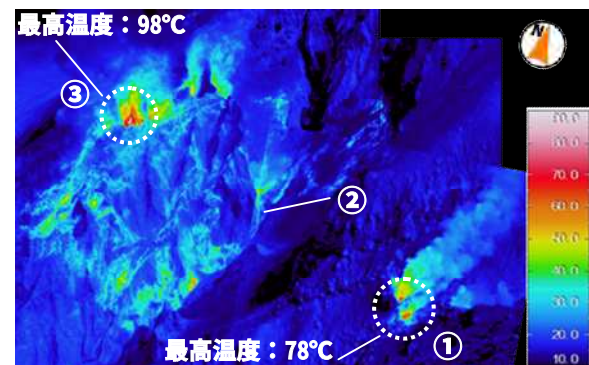
図 2 御嶽山 噴煙の状況（剣ヶ峰の南南西約 6 km の中部地方整備局の滝越監視カメラによる）
・噴煙活動は、徐々に低下しながらも継続している。



2017 年 7 月 6 日 11 時 20 分撮影 気温:15℃ 湿度:66% 天気:晴れ

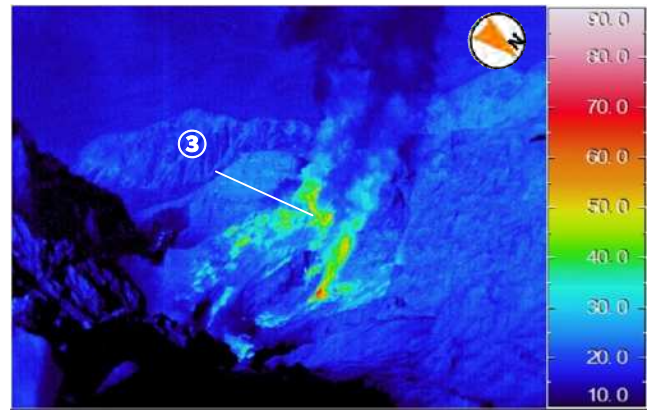


2016 年 9 月 16 日 11 時 00 分撮影 気温 11℃ 湿度 45% 天気:晴れ

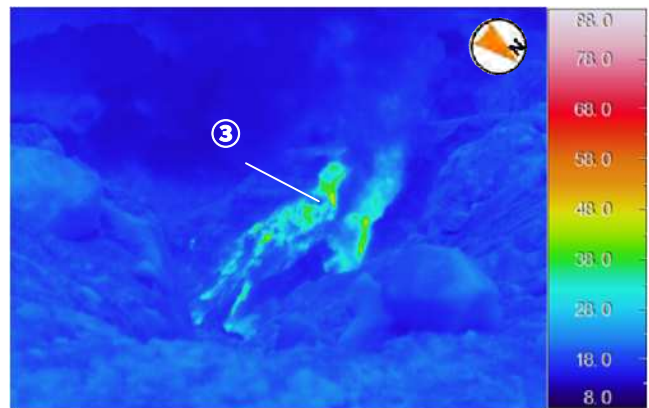


2015 年 6 月 10 日 09 時 10 分撮影 ※気象データなし

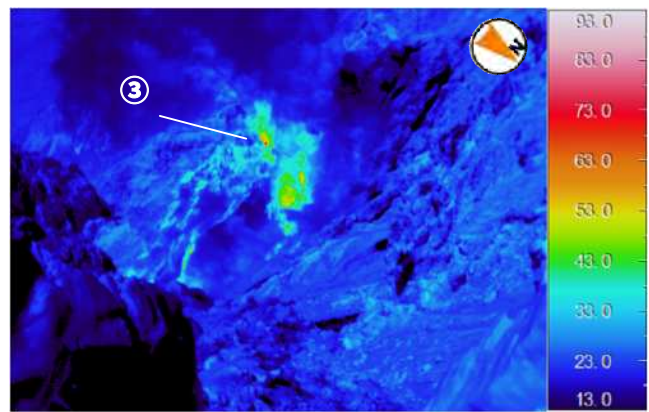
図 3 御嶽山 地獄谷の可視画像と赤外熱映像装置による表面温度分布（奥の院より撮影）
※図中①～③は、図 6 の噴気孔①～③に該当



2017 年 7 月 7 日 08 時 05 分撮影



2016 年 9 月 16 日 13 時 16 分撮影



2015 年 6 月 10 日 10 時 50 分撮影

図 4 御嶽山 地獄谷の可視画像と赤外熱映像装置による表面温度分布（剣ヶ峰より撮影）

※図中③は、図 1 の噴気孔③に該当



2017 年 7 月 6 日 14 時 21 分撮影

図 5 御嶽山 山体西斜面の噴気孔の様子
※図中④は、図 6 の噴気孔④に該当

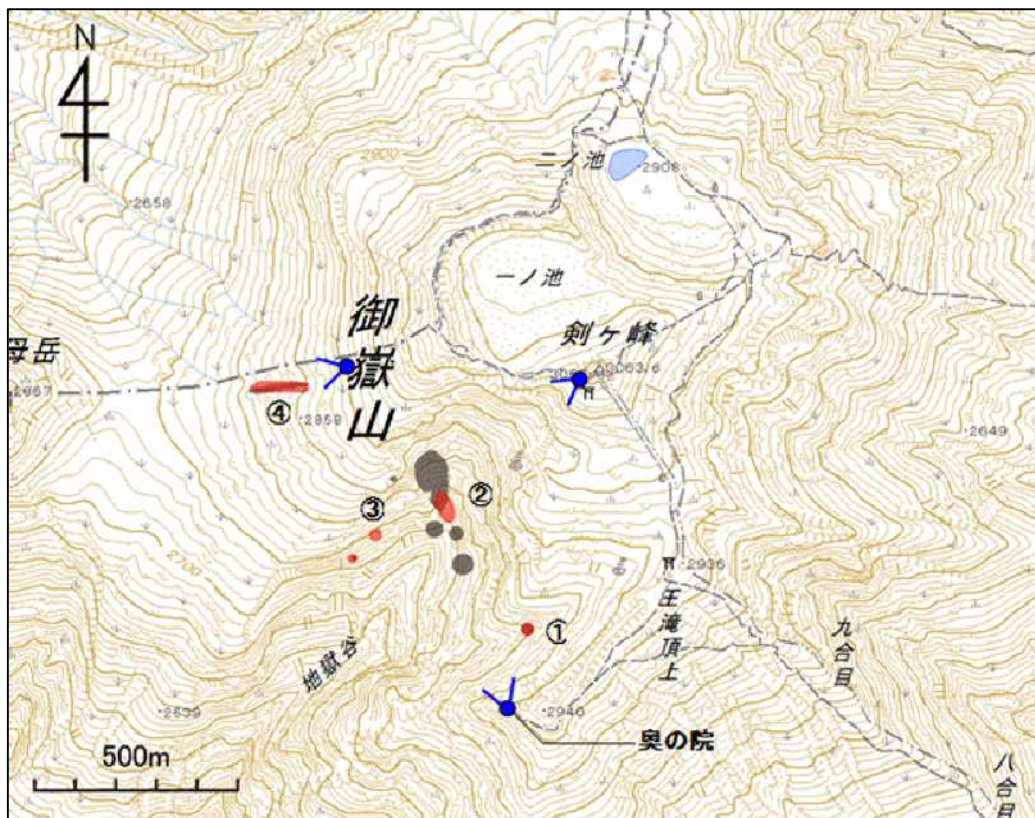


図 6 御嶽山 観測地点位置図
※2014 年に噴火が発生した火口列の位置は及川（投稿中）による
・①～④は、図 3～5 に示した噴気孔①～④に該当します。

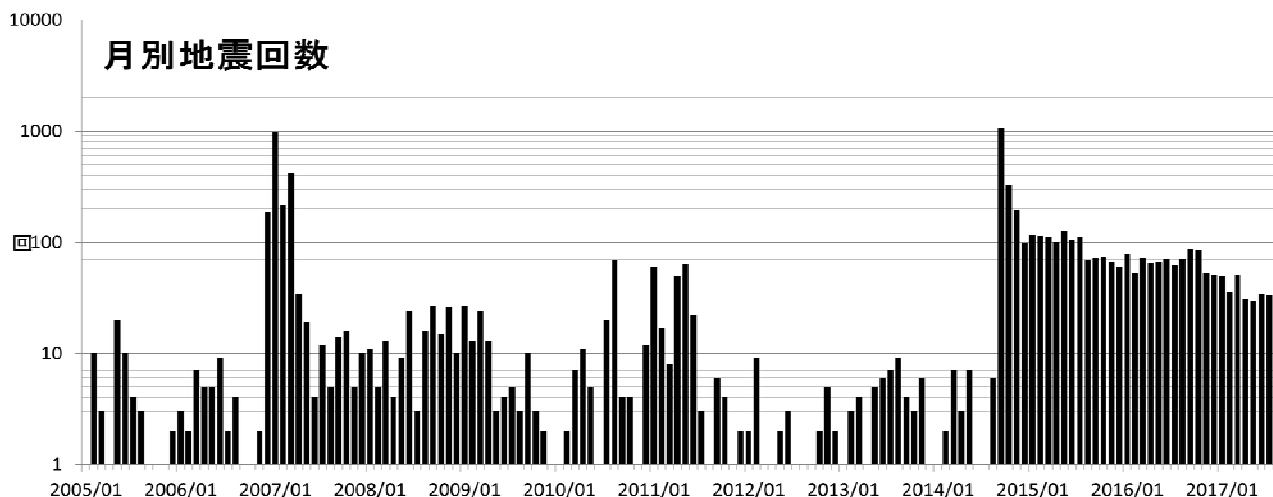


図 7 御嶽山 月別地震回数 (2005 年 1 月～2017 年 8 月)

- ・ 山頂付近直下の火山性地震の発生回数は、2015 年中頃から 1 ヶ月あたり 50～90 回前後であったのが、2017 年 4 月以降は 30～40 回程度と徐々に低下している。

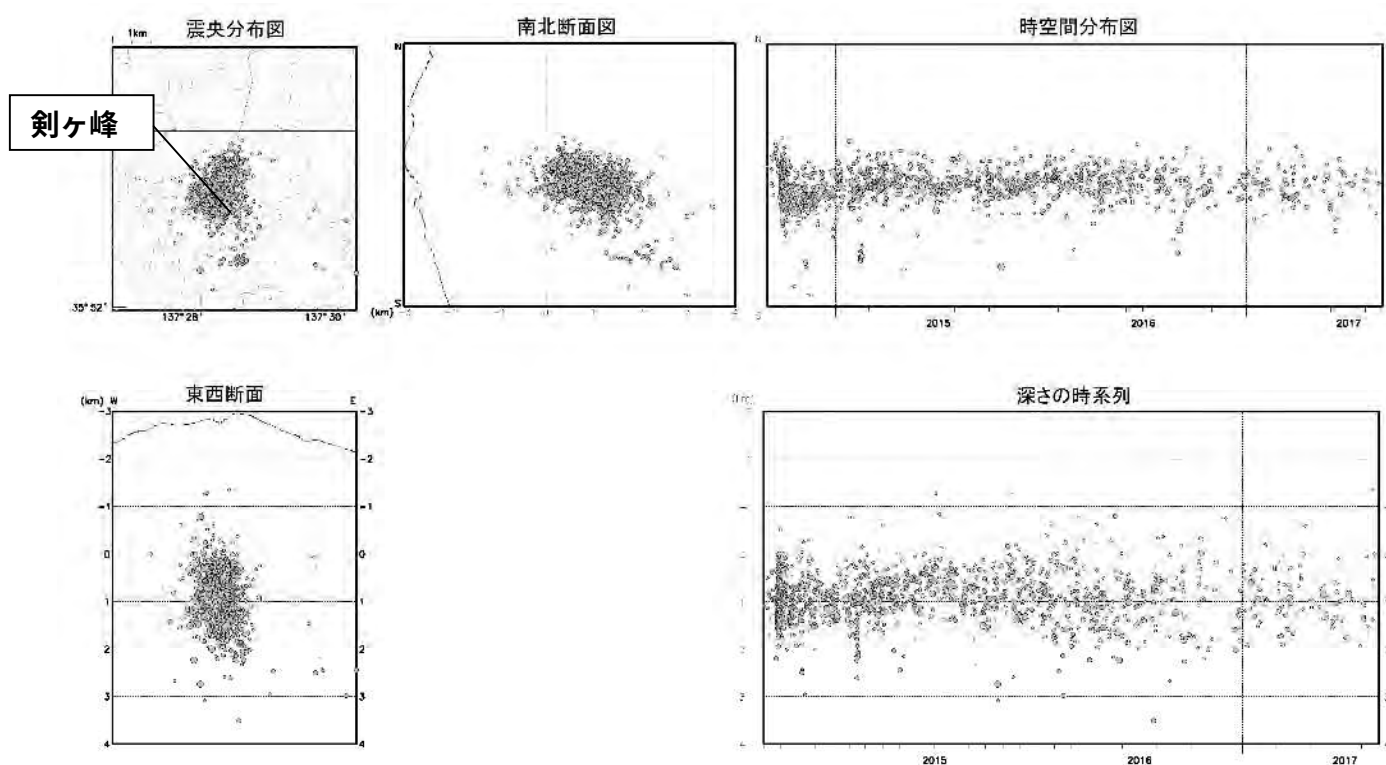


図 8 御嶽山 震源分布図 (2014 年 9 月 1 日～2017 年 8 月 31 日)

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)』及び『数値地図50mメッシュ (標高)』を使用した。

- ・ 火山性地震の震源は、2014 年 9 月の噴火直後は、剣ヶ峰山頂付近の比較的広い範囲、深さ (海面下) 0～2 km に分布したが、2014 年 12 月頃から南北方向の震央の広がりが小さくなり、また深さも主に海面下 1 km～2 km に分布するようになった状態が続いている。

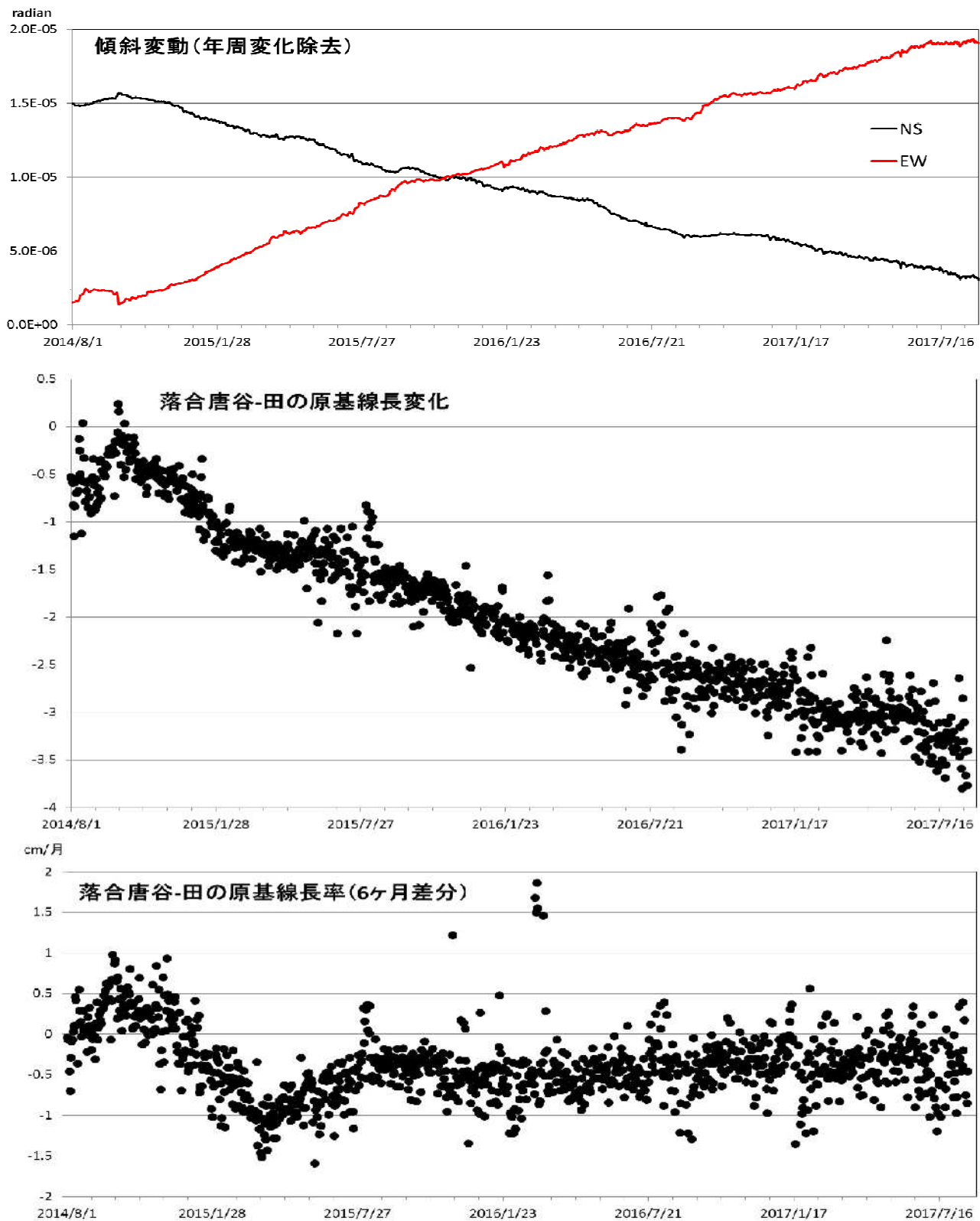


図9 御嶽山 田の原傾斜計(年周変化除去済み)(上段)、落合唐谷-田の原基線長(中段)及び落合唐谷-田の原基線長変動レート(6ヶ月階差)(下段)。(2014年8月1日～2017年8月31日)。

- ・2014年10月以降、地下浅部が変動源とみられる山体の収縮がみられている。

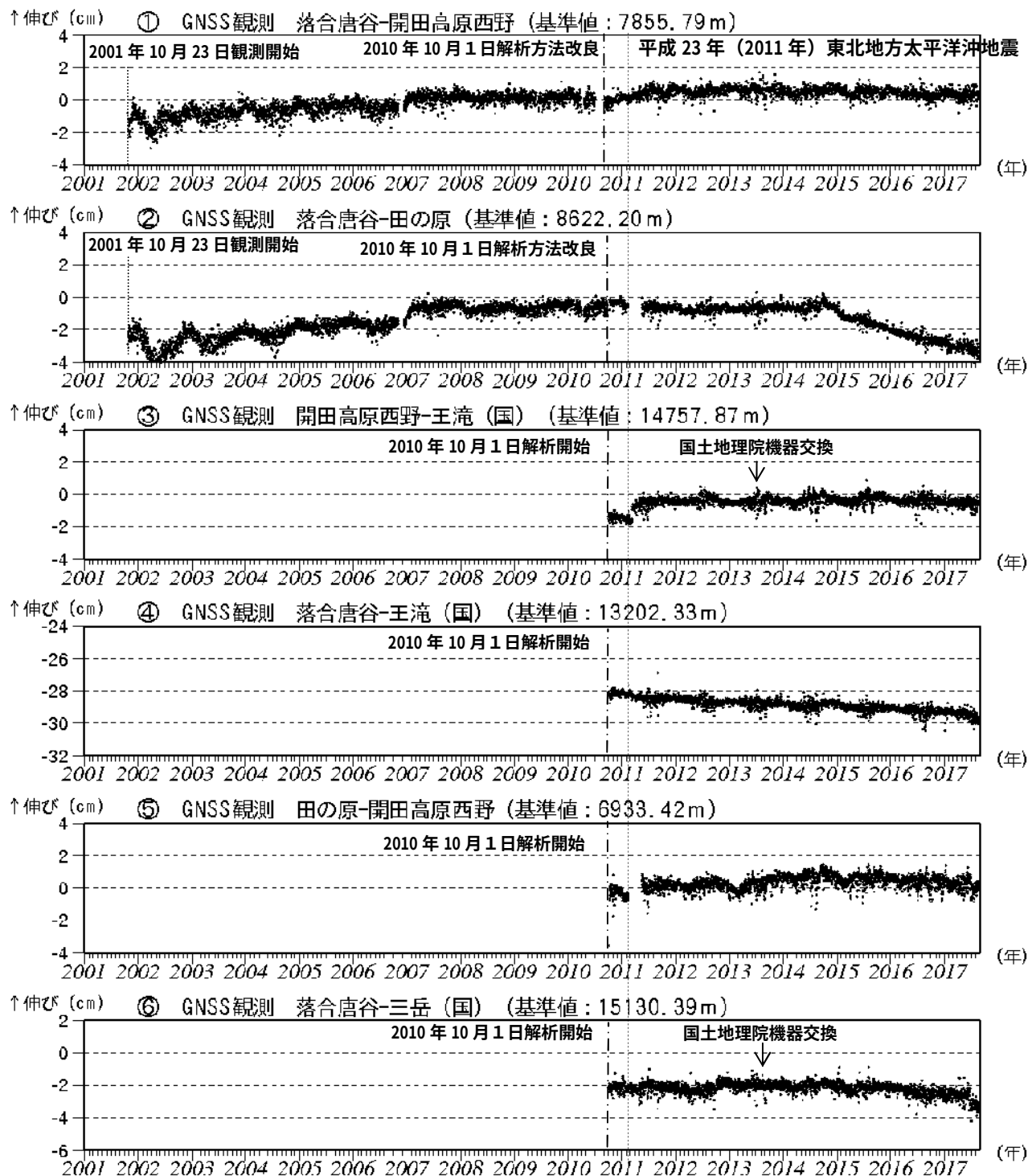


図 10 御嶽山 GNSS 連続観測による基線長の長期変化 (2001 年 1 月 1 日～2017 年 8 月 31 日)
(国): 国土地理院

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。
なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報
暦を用いている。

図中①～⑥は図13のGNSS基線①～⑥に対応し、空白期間は欠測を示す。

- ・②の基線で 2014 年 10 月頃以降、縮みの変化が続いている。

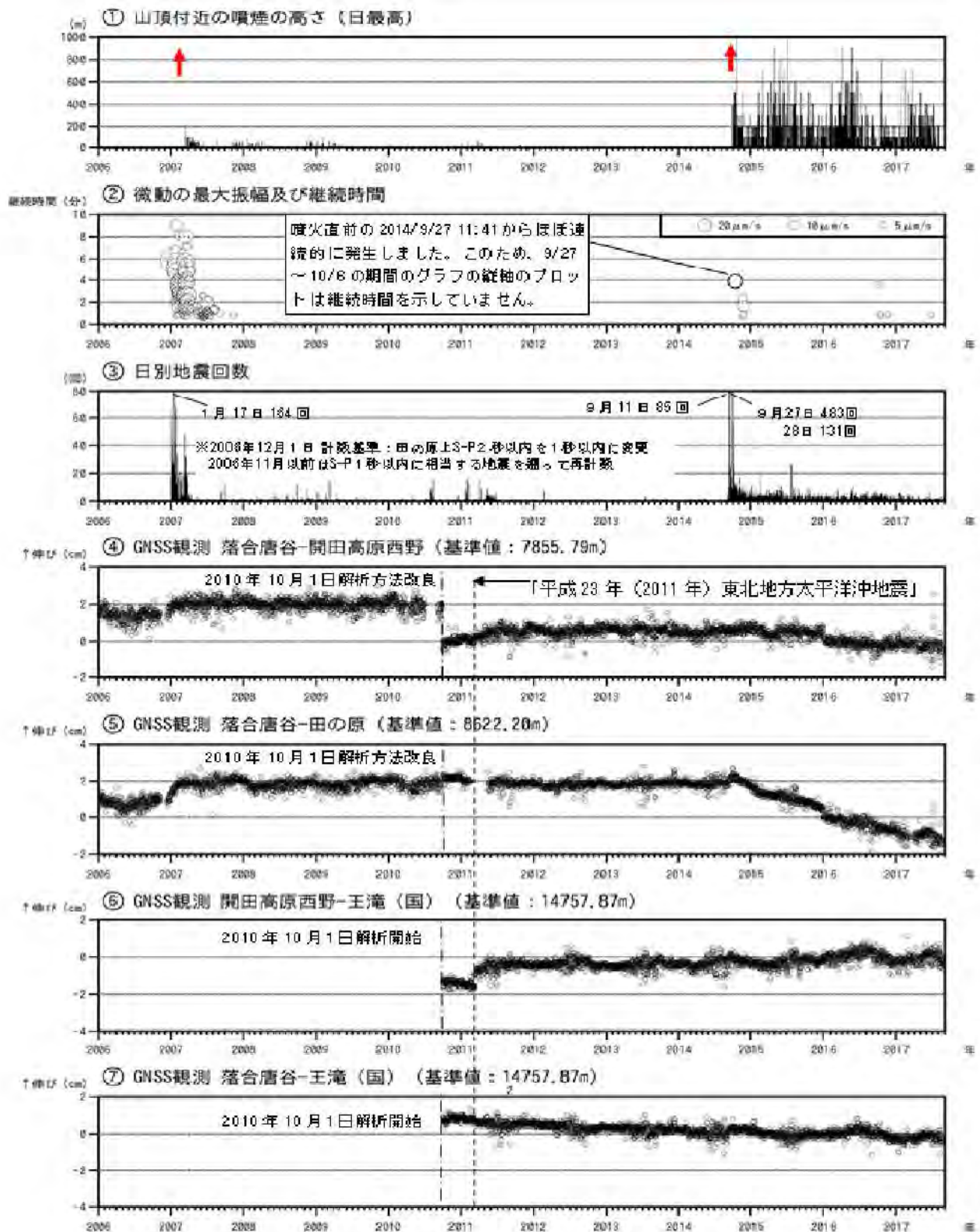


図 11 御嶽山 火山活動経過図（2006 年 1 月 1 日～2017 年 8 月 31 日）

2010 年 10 月以降の GNSS 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。なお、解析には、IGS（International GNSS Service：国際 GNSS 事業）から提供される超速報暦を用いている。

②微動の最大振幅 田の原上観測点（剣ヶ峰南東約 2 km）の上下動の変位振幅。火山性微動の発生した 2015 年 7 月 20 日、2016 年 5 月 19 日を含む灰色部分は機器障害のため振幅値欠測。

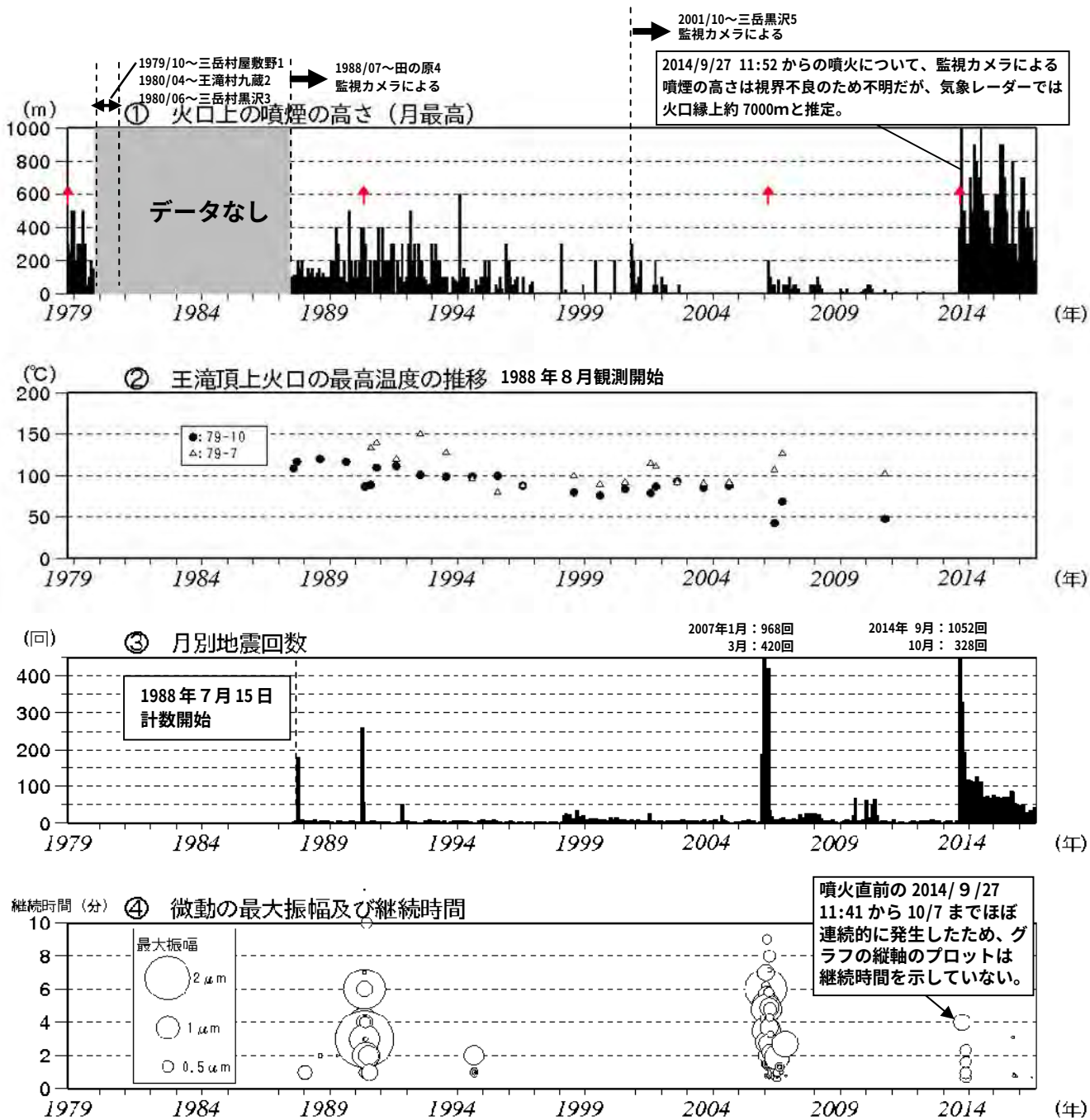


図12 御嶽山 長期の火山活動経過図 (1979年10月～2017年8月)

- ① : 月最大噴煙高度 (監視カメラ名に付いた番号は図19の遠望観測地点の変遷参照) 赤矢印は噴火を示す。
- ② : 王滝頂上噴気地帯の温度変化 (サーミスタ温度計による)
- ③ : 月別地震回数グラフ 計数基準: 田の原上振幅 1.5 μ m/s 以上、S-P1秒以内。
- ④ : 火山性微動振幅グラフ 計数基準: 田の原上振幅 1.5 μ m/s 以上。

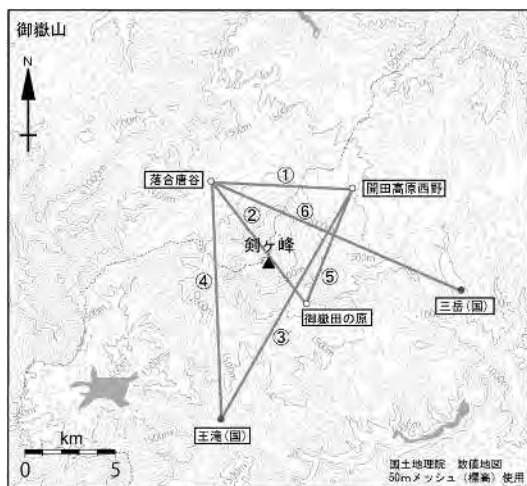


図 13 御嶽山 GNSS 連続観測点配置図

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

（国）：国土地理院

図中の GNSS 基線②は図 1 - ⑤、図 9 中段に対応し、図中の GNSS 基線①～⑥は図 10 の①～⑥に対応する。

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）』および『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

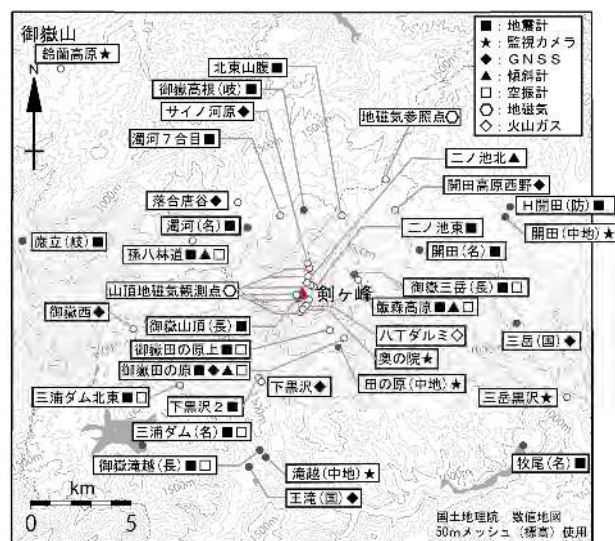


図 14 御嶽山 観測点配置図

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）』および『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。

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、（中地）：中部地方整備局、（防）：防災科学技術研究所、（名）：名古屋大学、
（長）：長野県、（岐）：岐阜県



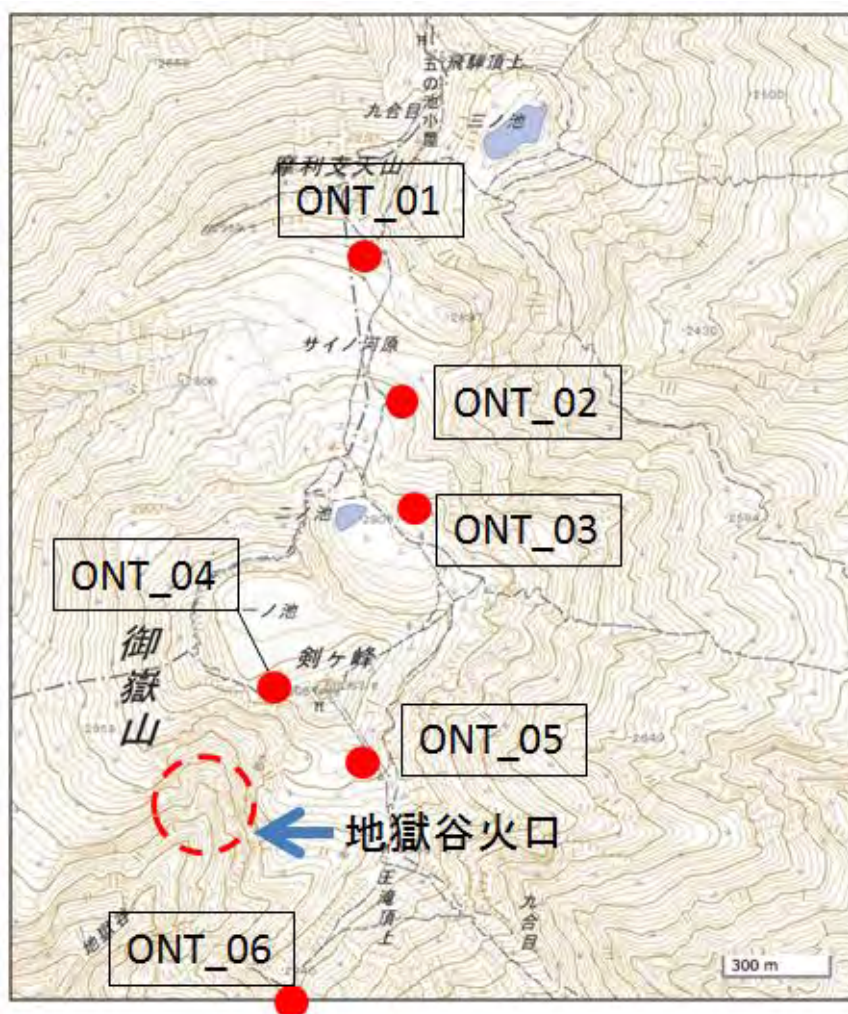
図15 御嶽山 遠望観測地点の変遷

御嶽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 9 月以降御嶽山地獄谷火口周辺では熱消磁・冷却帯磁を示唆する全磁力変化は見られておらず、熱的にほぼ一定の状態を保っていると考えられる。

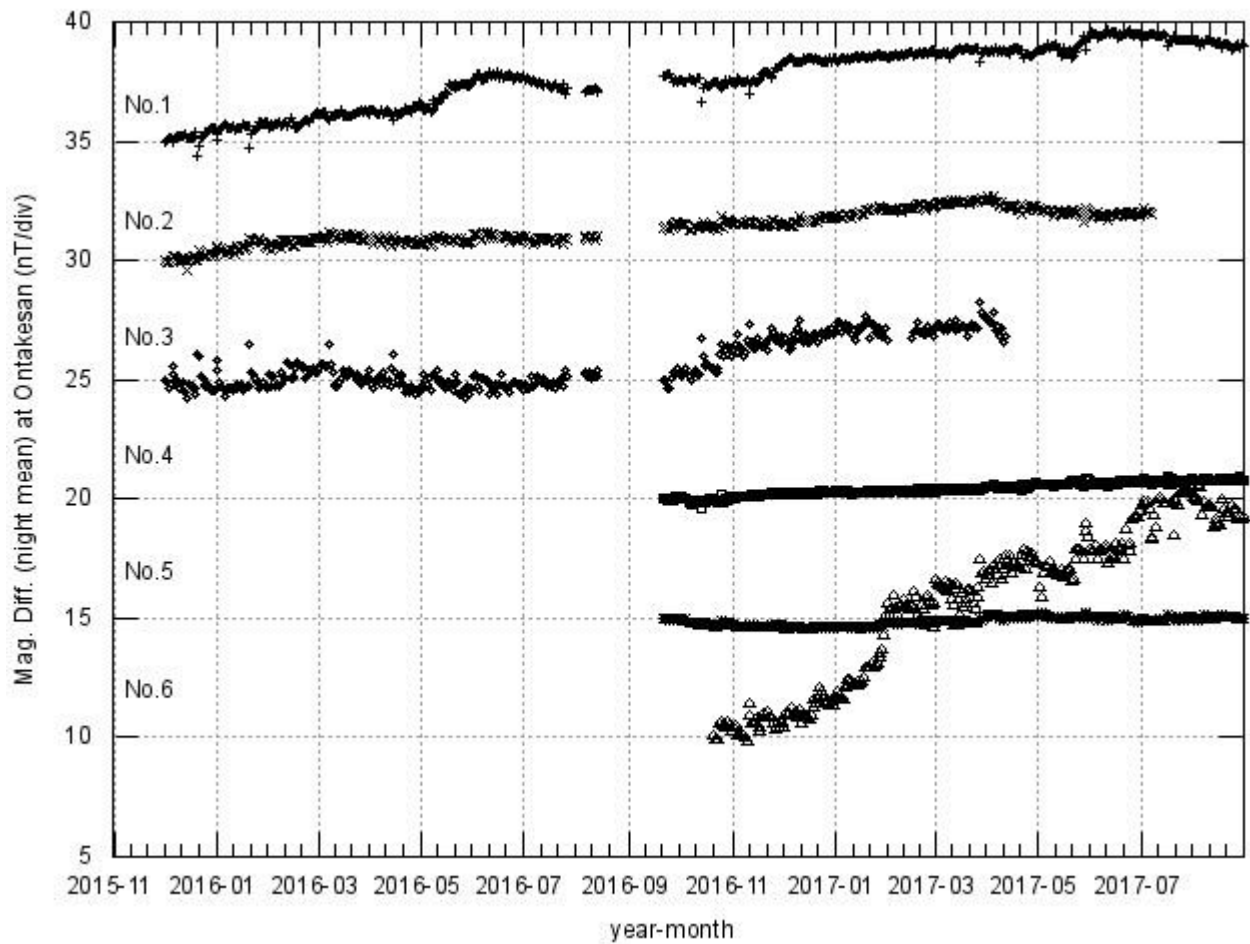
・地磁気全磁力観測

第 1 図に御嶽山山頂部における全磁力連続観測点（ONT_01～06）、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。地獄谷火口周辺の ONT_04, 05 観測点では全磁力に大きな変化はなく、地獄谷火口の熱的状态はほぼ一定の状態を保っていると考えられる。ONT_06 観測点では全磁力が増加しているが、その原因はよくわからない。



第 1 図 御嶽山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 ONT_01～06 における参照点との全磁力の夜間日平均値差 (2015 年 12 月～2017 年 8 月 31 日)。

御嶽山の火山ガス

御嶽山の 2014 年火口および 1979 年火口の火山ガス観測を行った。その結果、両者の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は大きく異なることがわかった。

2017 年 9 月 1 日に 2014 年噴火の噴火口(王滝頂上下)と 1979 年噴火の噴火口(79-7 火口)で火山ガスを採取した。噴気温度は現地標高の水の沸点に近く、両者とも 90.1°C であった。検知管分析によると、 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は明瞭に異なり、それぞれ、20 および 5.6 であった。1979 年火口の凝縮水はわずかに白濁し、 SO_2 の存在が疑われた。

多成分火山ガス観測装置で見ていた $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の分離は、両火口からの火山ガスをモニタリングしていた可能性がある。

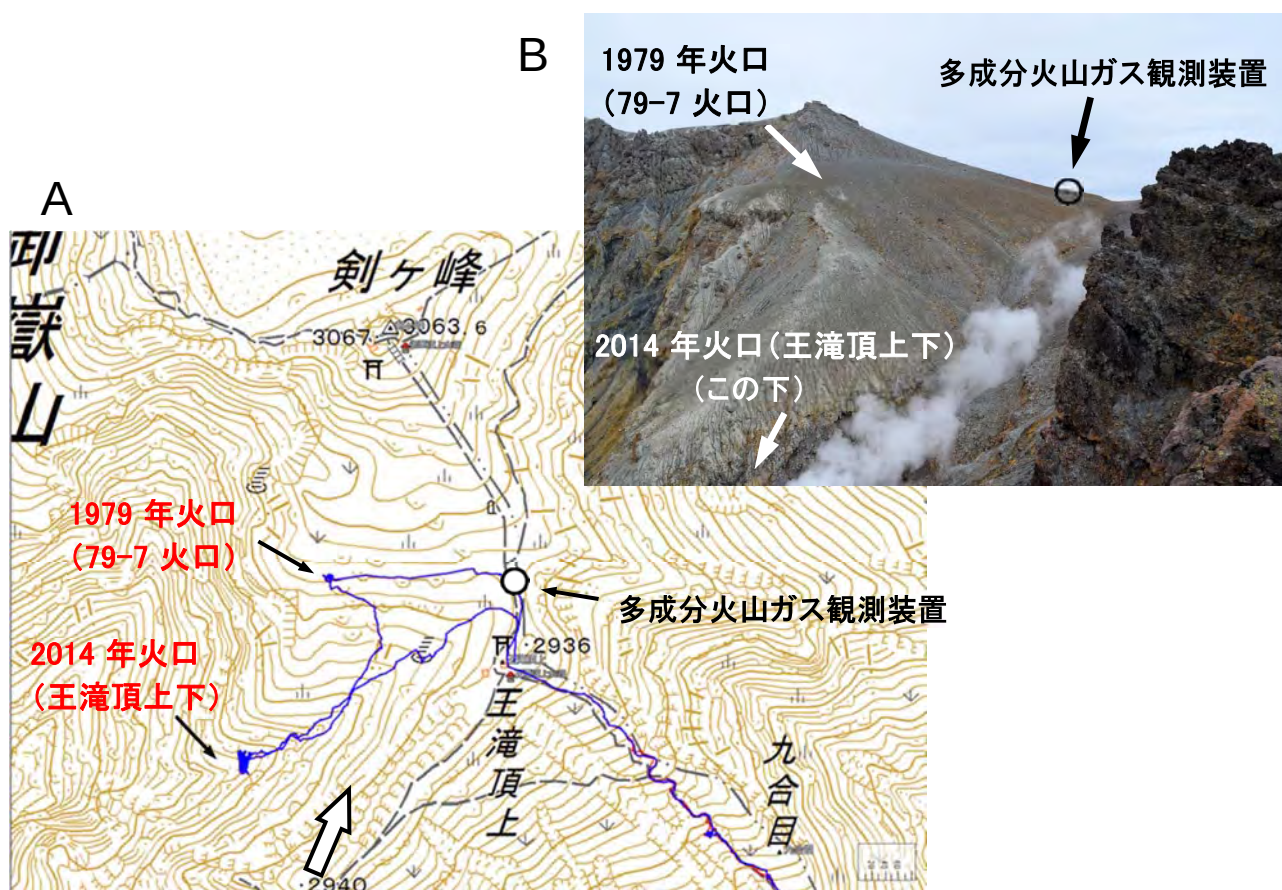


図1 火山ガス採取地点 2017 年 9 月 1 日

A: 火山ガス採取地点と軌跡(青線)。白抜き矢印は B の撮影地点と撮影方向。
B: 王滝奥の院からみた全体像(写真は 2016/9/16 撮影)。

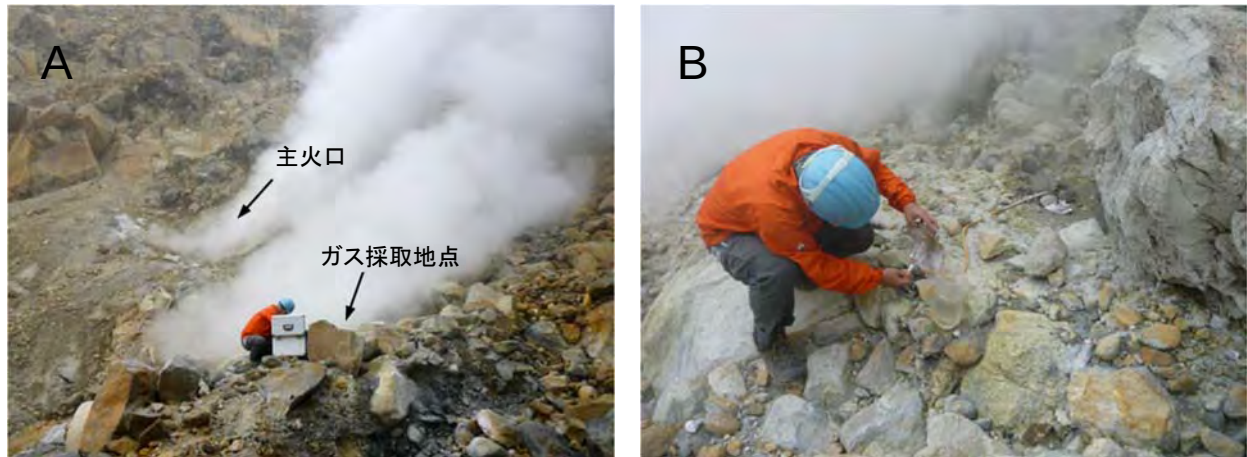


図2 2014 年火口(王滝頂上下)の火山ガス採取

A: 南側から全景. 奥が主火口で直径約 3m. 手前の火口横で火山ガスを採取. B: 火山ガス採取風景.

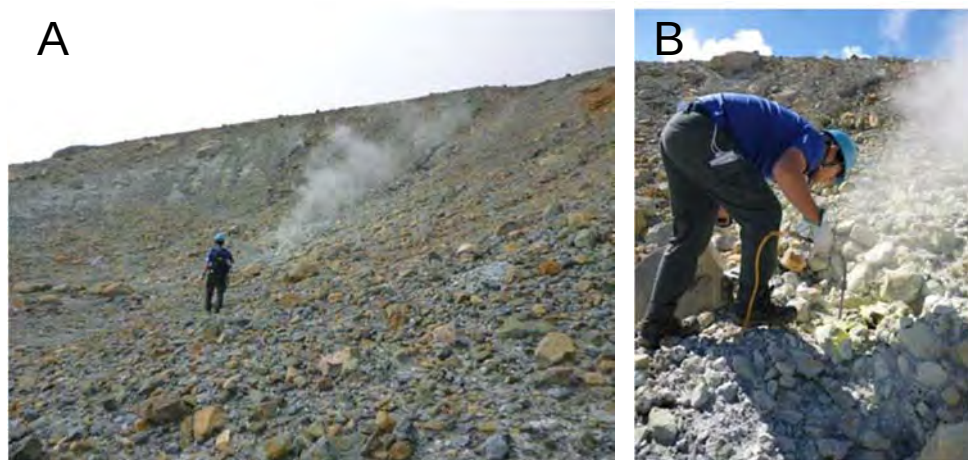


図3 1979 年火口(79-7 火口)の火山ガス採取 A: 東側から全景. B: 火山ガス採取風景.

表1 御嶽山火山ガス採取をした噴気孔と CO₂/H₂S 値

場所	緯度	位置 経度	標高	観測時刻	噴気温度	CO ₂ /H ₂ S
2014年火口 (王滝山頂下)	35° 53.246'N	137° 28.693'E	2815m	2017/9/1 13:35	90.1℃	20*
1979年火口 (79-7火口)	35° 53.388'N	137° 28.781'E	2948m	2017/9/1 14:48	90.1℃	5.6**

*現地での検知管分析の値.

**実験室に持ち帰ってから検知管分析した値.

(参考) 小坂(1983): 1979~1982 年 CO₂/(H₂S+SO₂) = 4.2~1.8, 大場(2015): 1992 年 C/S = 4.9

御嶽山周辺における GNSS 観測

名古屋大学では御嶽山周辺部における連続 GNSS 観測点の整備、および、御嶽山山頂付近のキャンペーン GNSS 観測を実施してきた。図 1 は御嶽山周辺部および、御嶽山山頂付近における GNSS 観測点の配置図を示している。図 2 は GNSS 連続観測点での上松 (950274) に対する地殻変動時系列を示しており、それぞれの観測点の配置は、図 1 に示してある。図 3 は御嶽山の山頂付近での 2016 年 8 月から 2017 年 8 月の間の 1 年間の地殻変動を示しており、GNSS 観測基点は気象庁によって設置されたものである。

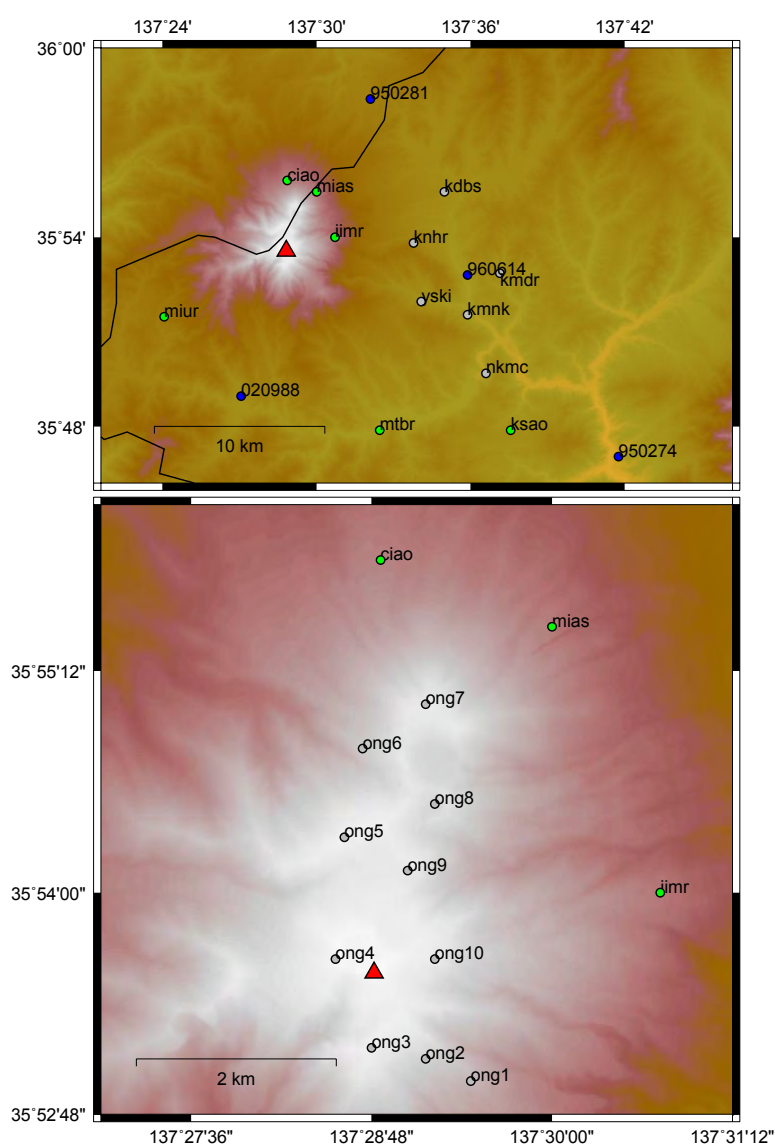


図 1：御嶽山周辺部における GNSS 観測点分布。緑：連続観測点（名大） 青：GEONET
 灰：キャンペーン観測点 赤三角：御嶽山山頂
 上図：御嶽山周辺部、下図：御嶽山山頂付近。

御嶽山

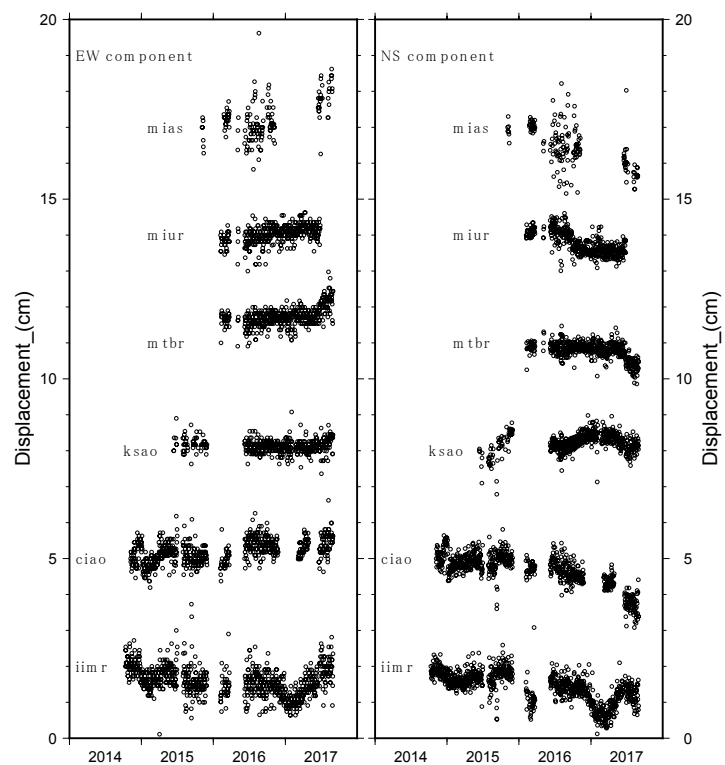


図 2: 連続 GNSS 観測点の地殻変動時系列(左: 東西成分、右: 南北成分)。基準点は GEONET の上松(950274)観測点である。

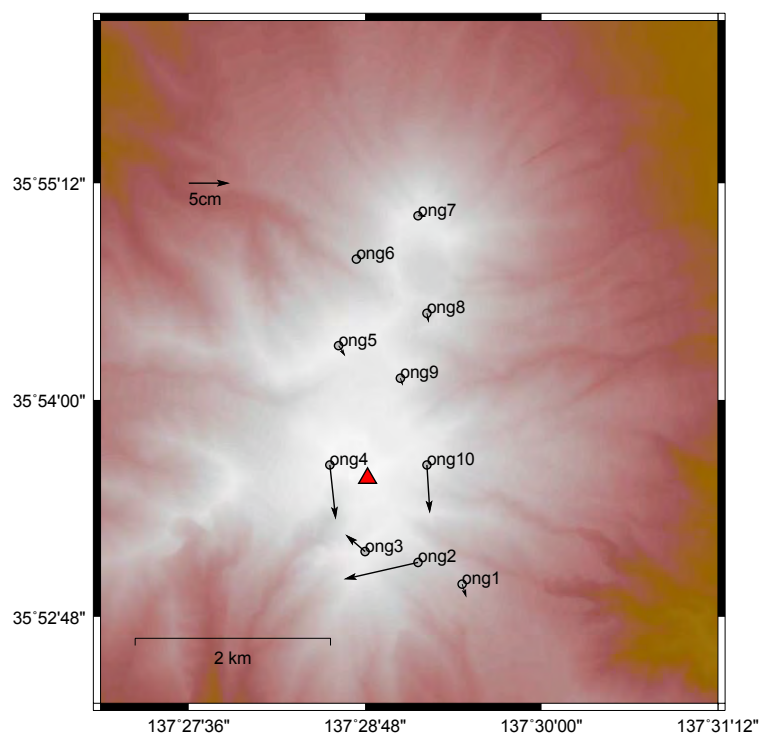
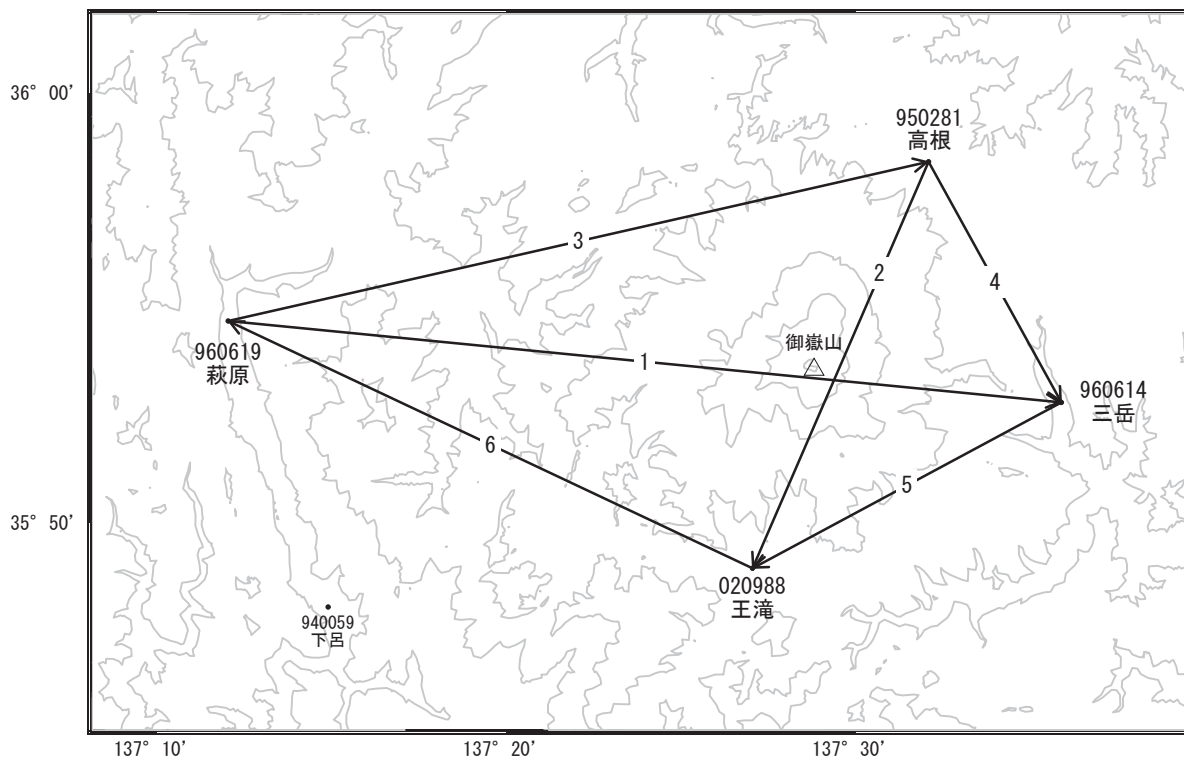


図 3: 2016 年 8 月と 2017 年 8 月の GNSS キャンペーン観測によって観測された地殻変動。

御嶽山

顕著な地殻変動は観測されていません。

御嶽山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

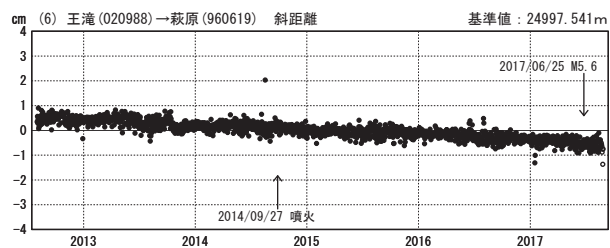
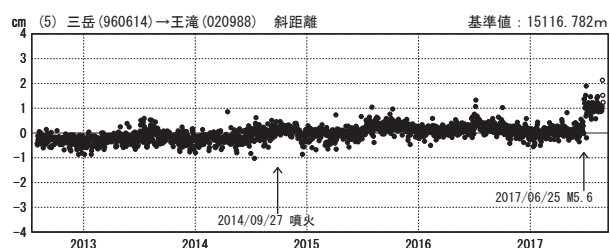
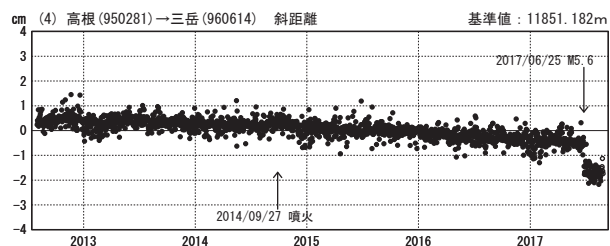
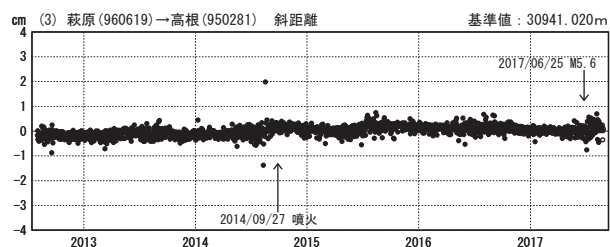
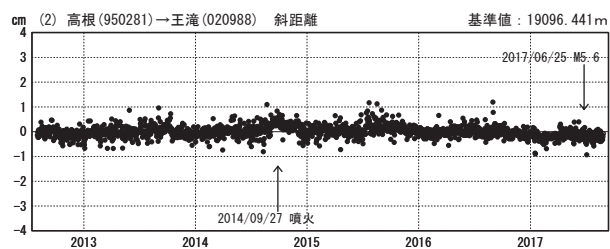
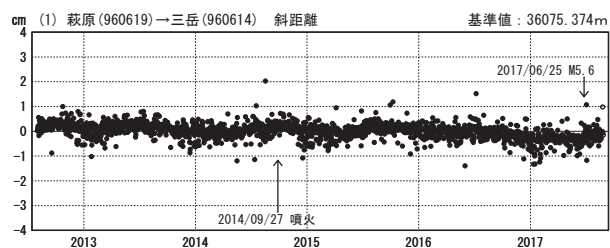


御嶽山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
020988	王滝	20121012	アンテナ・受信機交換
950281	高根	20121012	アンテナ・受信機交換
960614	三岳	20121012	アンテナ交換
		20150618	受信機交換
960619	萩原	20120812	アンテナ交換
		20150807	受信機交換

基線変化グラフ

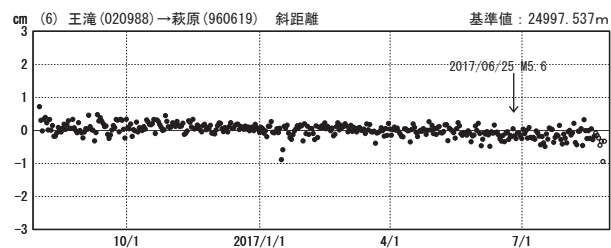
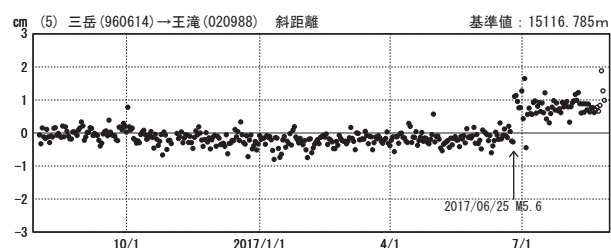
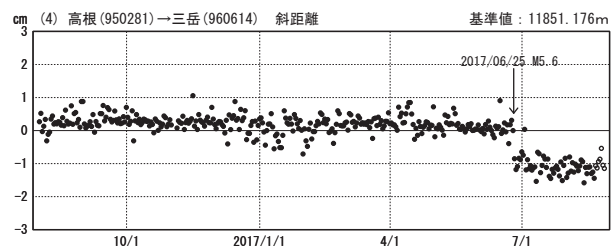
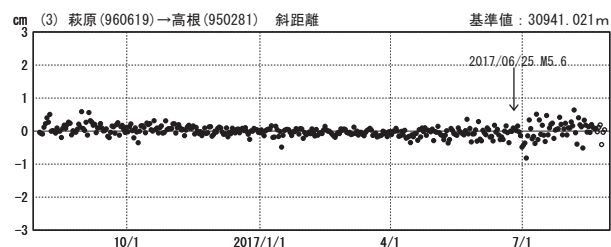
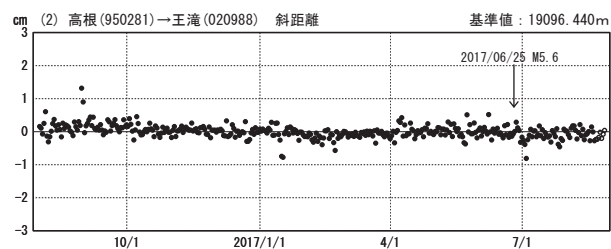
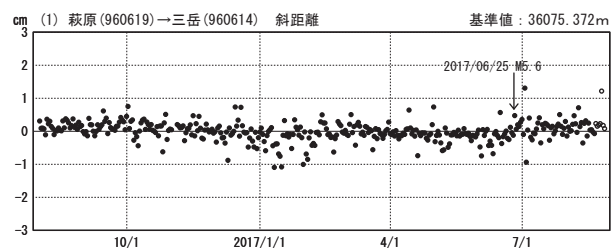
期間：2012/08/01～2017/08/26 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2016/08/01～2017/08/26 JST



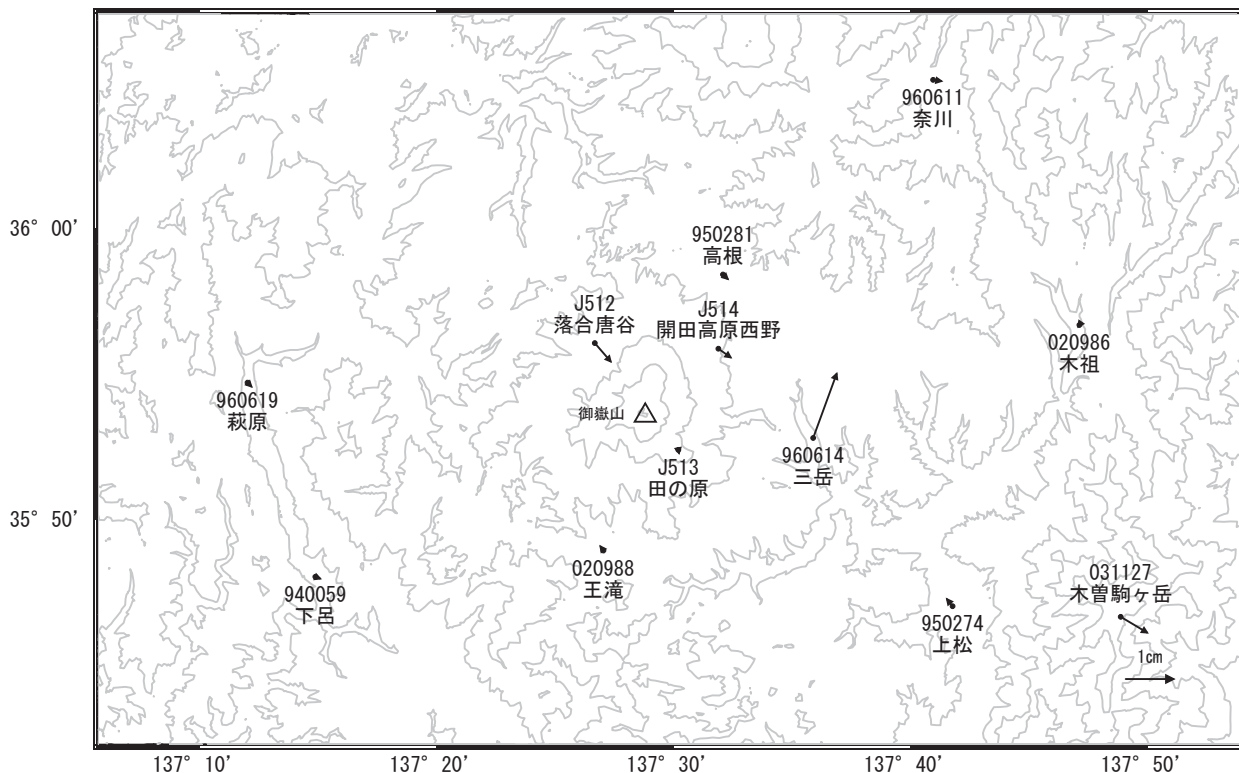
国土地理院

※[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

御嶽山

御嶽山周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間: 2017/05/16~2017/05/25 [F3: 最終解]
比較期間: 2017/08/16~2017/08/25 [R3: 速報解]

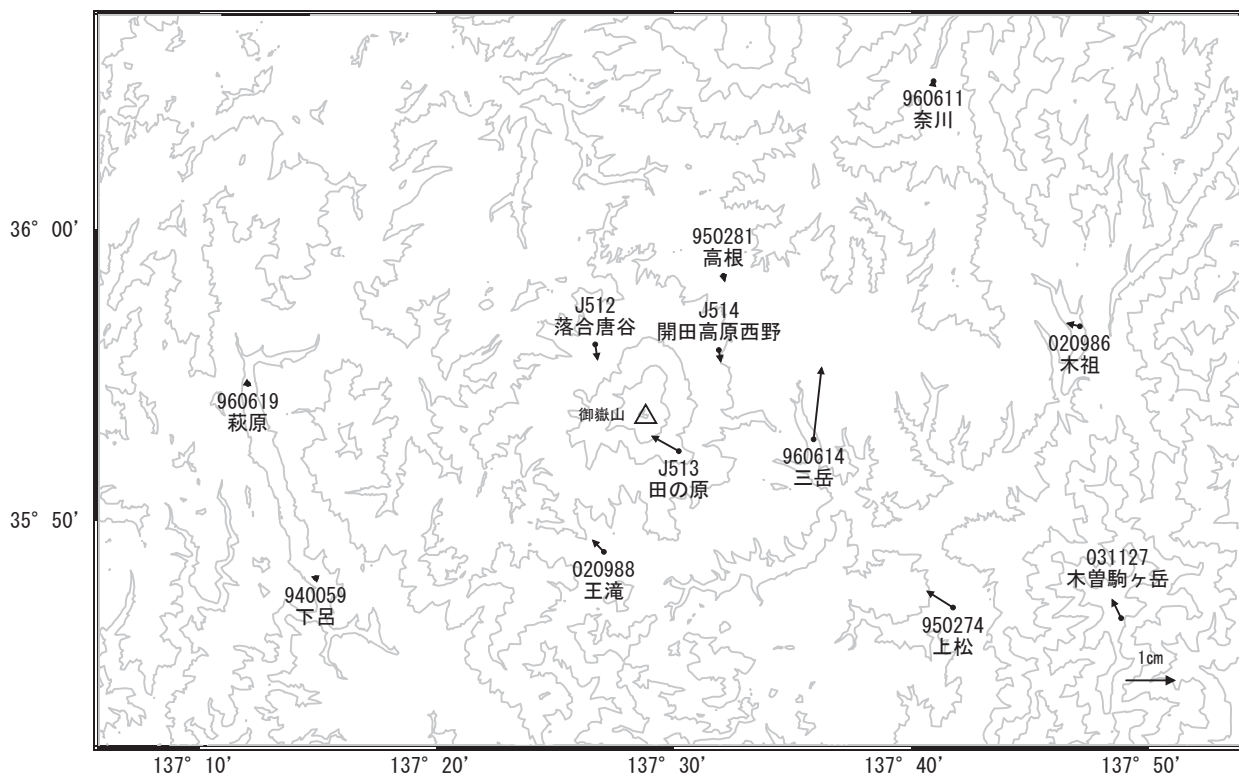


☆ 固定局: 白鳥 (950282)

国土地理院・気象庁

御嶽山周辺の地殻変動(水平:1年間)

基準期間: 2016/08/16~2016/08/25 [F3: 最終解]
比較期間: 2017/08/16~2017/08/25 [R3: 速報解]



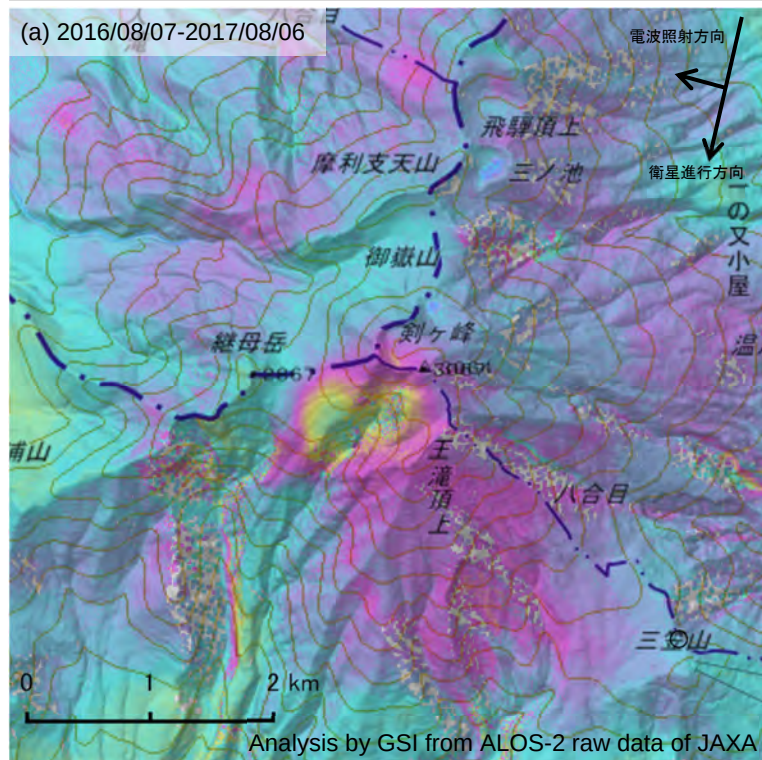
☆ 固定局: 白鳥 (950282)

国土地理院・気象庁

御嶽山

御嶽山の SAR 干渉解析結果について

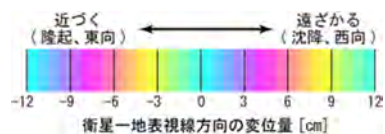
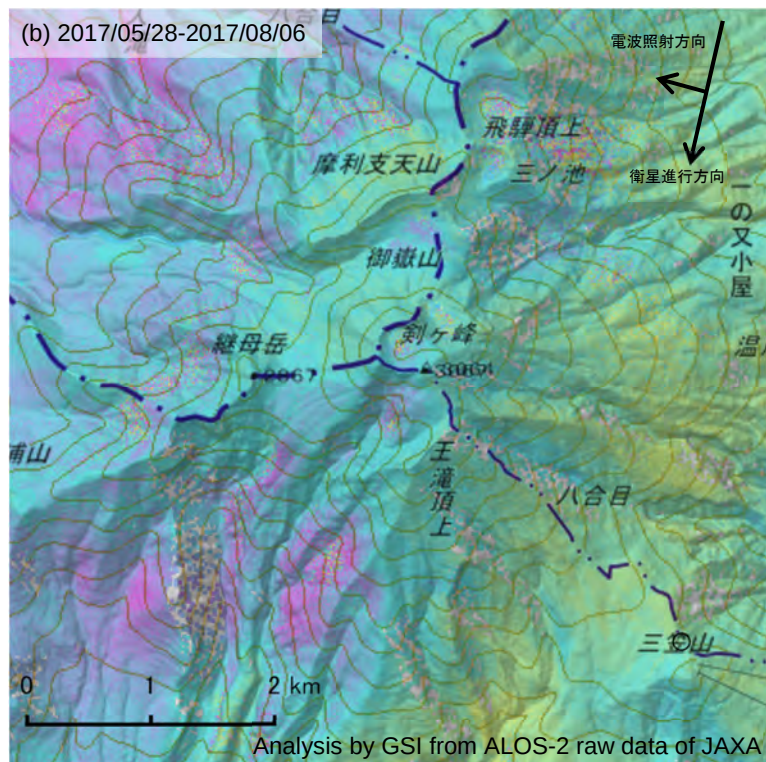
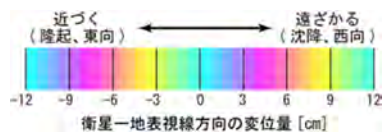
判読) (a)の長期の観測期間では、山頂付近で衛星から遠ざかる変動が見られます。
 (b)の短期の観測期間では、ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2016/08/07 2017/08/06 11:57 頃 (364 日間)	2017/05/28 2017/08/06 11:57 頃 (70 日間)
衛星進行方向	南行	南行
電波照射方向	右	右
観測モード*	U-U	U-U
入射角(中心)	32.1°	32.1°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 95 m	- 39 m

*U: 高分解能(3m)モード

○ 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

御嶽山