

2016 年 10 月 8 日の爆発的噴火前後の阿蘇山の火山活動*

Volcanic activity before and after the explosive eruption of Asosan
on October 8, 2016.

福岡管区气象台 地域火山監視・警報センター
Regional Volcanic Observation and Warning Center,
Fukuoka Regional Headquarters, JMA

・2016 年 10 月 7 ～ 8 日の状況 (図 1 ～ 13、図 15 ～ 21)

火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、2016 年 9 月までは 1 日あたり 1,000 ～ 3,000 トン程度と概ねやや多い状態で経過したが、10 月 8 日の噴火直前の 10 月 7 日に 15,000 トンと急増し非常に多い状態となった。

火山性微動の振幅は概ねやや大きい状態で推移していたが、10 月 7 日 10 時頃からさらに大きな状態となり、21 時 52 分に噴火が発生した。この噴火に伴い、中岳西山腹観測点 (火口から西側 700m) で最大振幅 118 $\mu\text{m/s}$ (東西動成分) の火山性微動を観測し、古坊中観測点で 27Pa の空振を観測した。

その後、23 時 50 分頃から傾斜計で急速に火口隆起が認められ、振幅の大きな B 型地震が急増し、火山性微動の振幅が不安定に変動した。8 日 01 時 30 分頃から火山性微動の振幅が小さくなり、B 型地震の発生もなくなった。01 時 41 分と 01 時 44 分に長周期パルス (古坊中広帯域地震計でローパスフィルター 1Hz を通した波形で周期 20 秒程度) が発生し、次いで 01 時 46 分の爆発的噴火が発生した。爆発的噴火時に、中岳西山腹観測点で最大振幅 1,870 $\mu\text{m/s}$ (上下動成分) の地震を観測し、南阿蘇村中松で震度 2 を観測した。また、古坊中観測点で 189Pa の空振を観測した。気象衛星ひまわり 8 号による観測では、この爆発的噴火で噴煙が海拔高度 11,000m まで上がったことが解析された。

10 月 8 日に気象庁機動調査班 (JMA-MOT) が九州地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、噴火に伴う火山灰等による灰色の変色域は、中岳第一火口の北西側では火口から 1.6km、南東側では 1.0km までのびており、北東側ではさらに遠方までのびていた。また、火口内に灰色の湯だまりが残っていることを確認した。赤外熱映像装置による観測では、中岳第一火口の南東側 1.2km に大きな噴石と思われる温度の高い箇所が認められた。

同日に実施した現地調査及び電話による聞き取り調査では、阿蘇山の北東側約 5 km の場所で降灰の量が 3,800g/m² に達するなど、多量の降灰となっていたほか、熊本県、大分県、愛媛県、香川県、岡山県で降灰を確認した。また、中岳第一火口から北東側約 4 km の国立阿蘇青少年交流の家で長径 7 cm の小さな噴石を確認したほか、北東側約 20km の大分県竹田市でも直径数 mm の小さな噴石を確認した。熊本大学教育学部、京都大学大学院理学研究科、産業技術総合研究所及び気象庁が実施した調査では、8 日の爆発的噴火に伴う噴出物の総量は 60 ～ 65 万トン程度と見積もられた。

・噴煙など表面現象の状況 (図 22 ～ 32、図 33- ～ 、図 34- ～)

10 月 8 日の爆発的噴火の後、噴火は観測されておらず、白色の噴煙が最高で火口縁上 800m まで上がっている。

11 月 12 日以降、夜間に高感度の監視カメラで火映を時々観測した。火映を観測したのは、2015 年 4 月 26 日以来である。中岳第一火口内の火口壁の一部が赤熱し火映が発生しているものと推定される。

10 月 12 日に実施した火口南側から南西側の現地調査では、火口中心から約 700m の範囲で、8 日の噴火により飛散した直径 1 ～ 1.5m の大きな噴石を確認した。また、中岳第一火口内では、灰白色で高温の湯だまりを確認した。12 月 19 日に実施した現地調査では、灰緑色の湯だまりを、2017 年 1 月 18 日、2 月 3 日に実施

* 2017 年 4 月 21 日受付

した現地調査では、緑色の湯だまりを確認した。いずれも土砂噴出は観測されていない。2017年1月18日の湯だまり量は12月19日の観測と比べて増加しており、2月3日には湯だまり量が火口底の約8割になっているのを確認した。また、中岳第一火口底南西側及び南側火口壁では、10月12日の観測以降、白色の噴気が勢いよく噴出しているのを確認している。

2月3日の赤外熱映像装置による観測では、湯だまりの表面温度は約40℃と、以前の観測（2016年4～10月：60～90℃）と比べて、低い状態であった。火口底への熱や火山ガスの供給が弱まることにより、湯だまりの対流活動が低下し、色が灰白色から緑色に変化、表面温度も低下したと推定される。南側火口壁では、2016年9月11日の観測と比べて熱異常域が拡大し、最高温度は約660℃と一部で高温となっていた。

・地震や微動の発生状況（図33- 、図34- ～ 、図35～38）

火山性微動の振幅は、10月9日以降、概ね小さな状態で経過した。

火山性地震は、10月8日の噴火直前にB型地震が増加した後、減少していたが、2017年1月13日から20日にかけて火口付近の浅いところを震源とする振幅の小さな地震が一時的に増加した。孤立型微動は、10月にかけ度々多い状態で経過したが、その後は概ね少ない状態で経過した。

火山性地震の震源は、主に中岳第一火口付近のごく浅い所から海拔下2kmと、中岳第一火口の南西から西側の海拔下0～2kmに分布した。

なお、火山性微動の振幅が大きい状態の時には、火山性地震、孤立型微動ともに、計数できていない。

・火山ガスの状況（図33- 、図34- 、図38、図39）

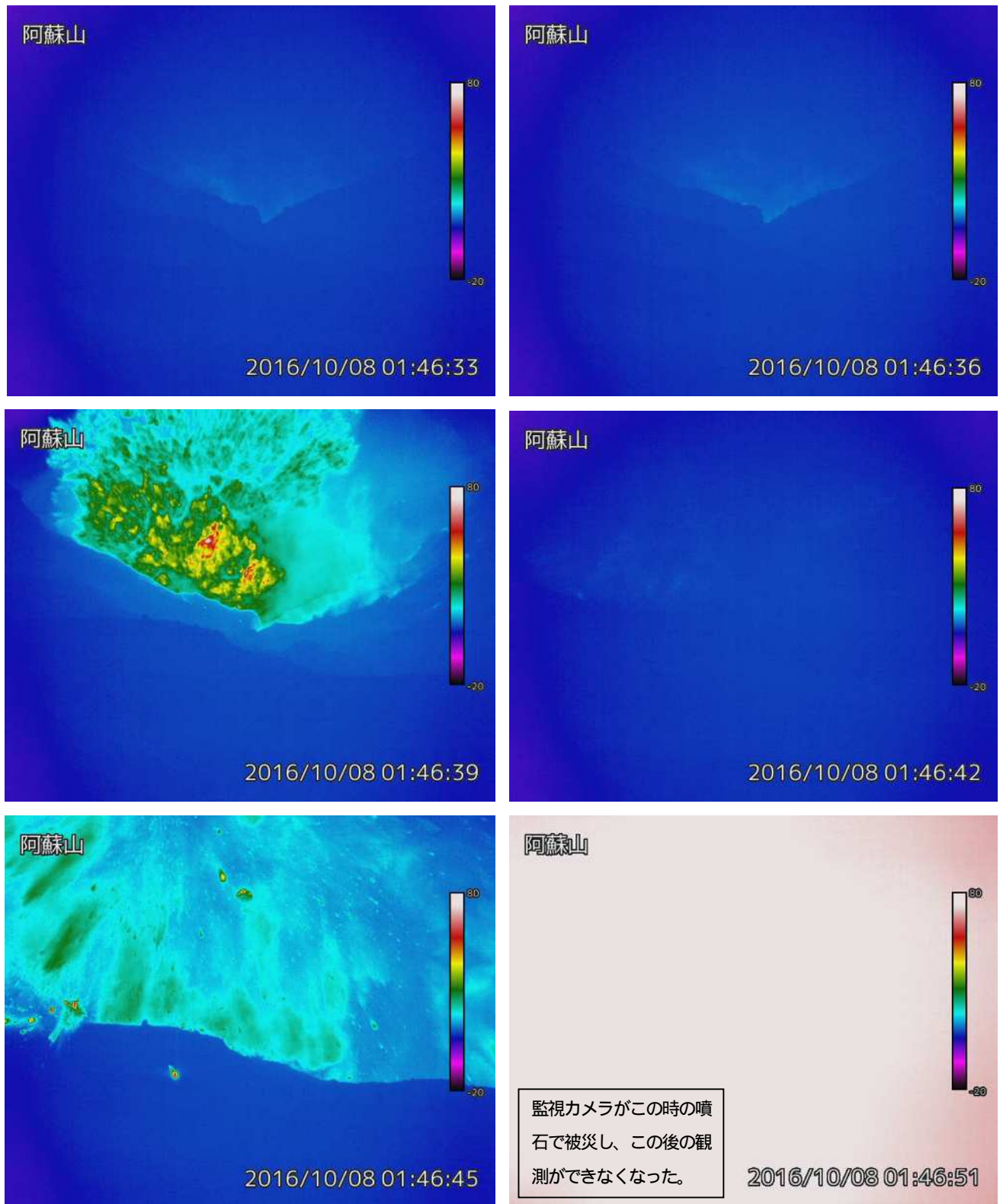
火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、10月8日の噴火後は11月2,100～3,300トン、12月1,000～1,700トンと次第に減少し、2017年1月以降には1日あたり1,000トン以下で阿蘇山の火山活動の静穏期に観測される量と同程度（500～1,000トン）で経過した。

・地殻変動の状況（図38～43）

GNSS連続観測では、2016年7月頃から認められていた、草千里深部にあると考えられているマグマだまりの膨張を示す基線の伸びは、11月中旬以降は停滞した。11月以降、徐々に火山ガス（二酸化硫黄）の放出量が減少してきていることもあわせて考えると、マグマだまりへのマグマの供給が減少していることが推定される。

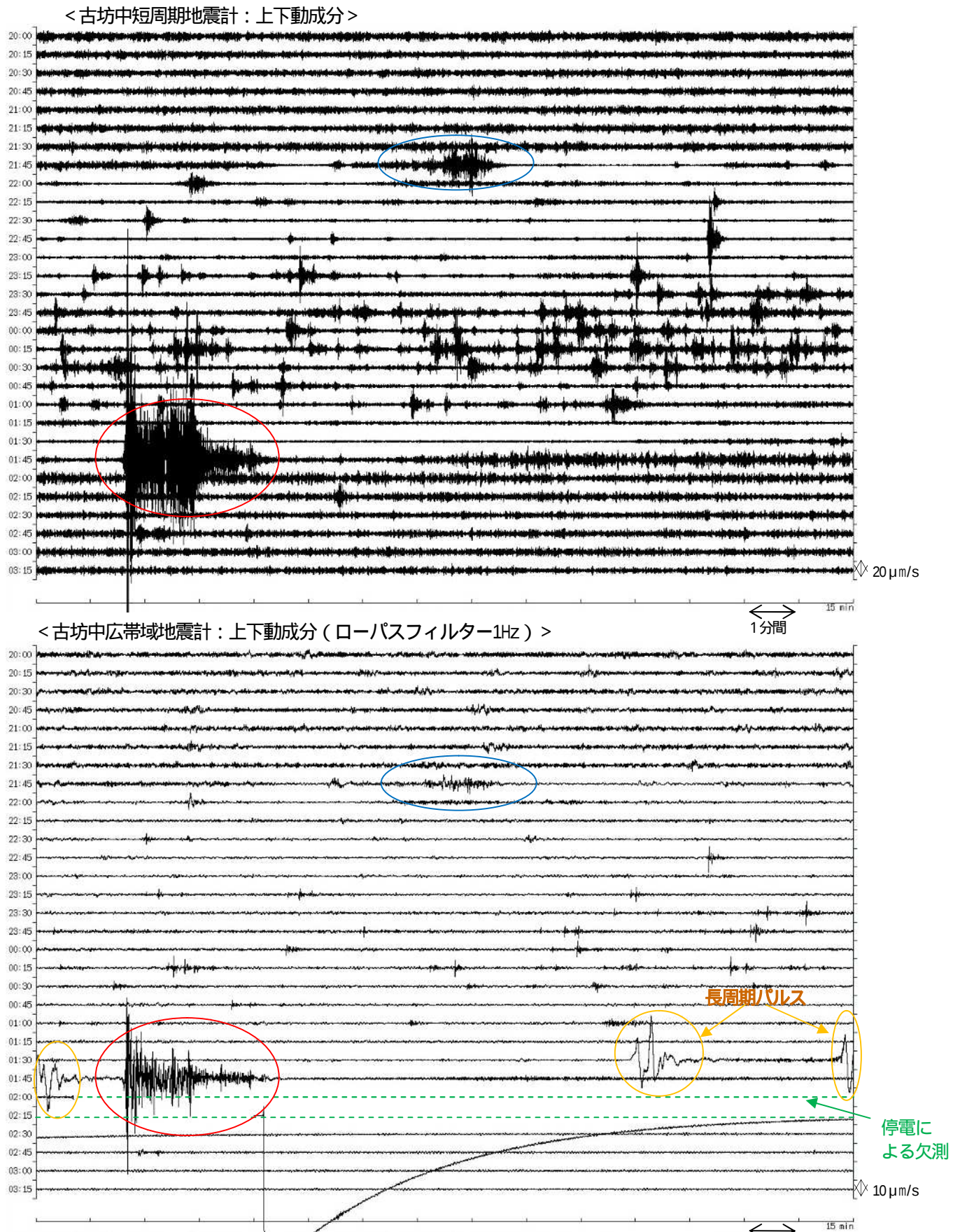
傾斜計では、10月7日23時50分頃から火口方向の隆起が認められたが、10月8日の爆発的噴火後は、火山活動に伴う特段の変化は認められていない。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、九州大学、京都大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所及び阿蘇火山博物館のデータを利用して作成した。



第1図 阿蘇山 爆発的噴火時の第二火口南縁監視カメラの画像（中岳第一火口南側から火口内を撮影）
火口から高温の物質が噴出し（46分39秒）、火口縁（手前の青色部分）を越えて周囲に飛散する様子（46分45秒）が確認できた。（噴火発生前の画像、及び01時46分42秒の画像では、監視カメラの視野を噴煙が覆い温度分布が見にくくなっていると考えられる）

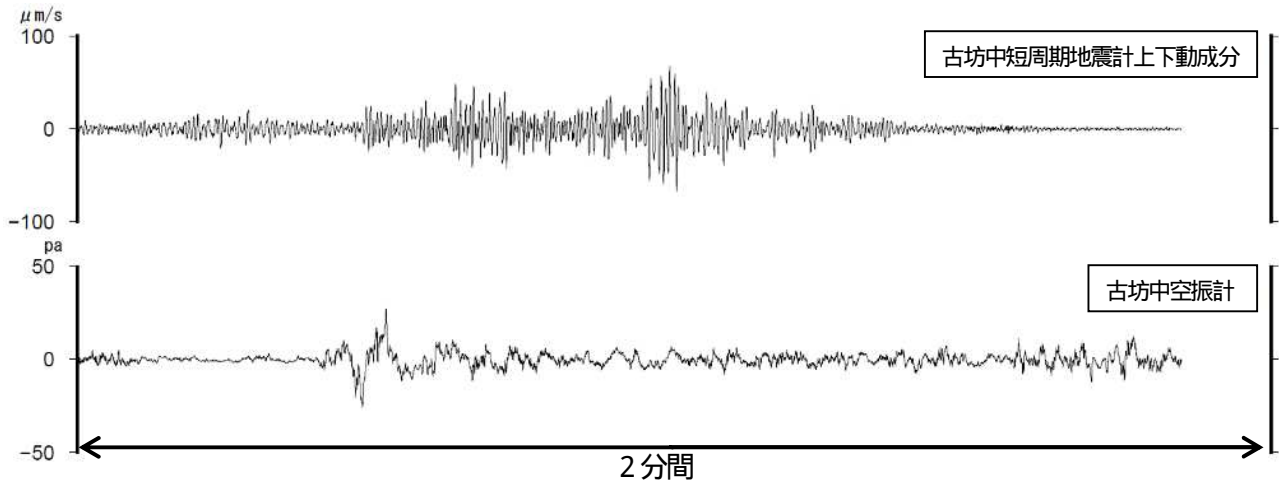
Fig.1 Thermal images of the explosive eruption on October 8.



第2図 阿蘇山 10月7日21時52分の噴火（○）及び8日01時46分の爆発的噴火の地震波形（○）1分間
 （上図：古坊中短周期地震計上下動成分、下図：古坊中広帯域地震計上下動成分、2016年10月7日20時00分～10月8日03時30分）
 10月7日21時52分の噴火後から、それ以前と比較して火山性微動の振幅は小さくなったが、8日01時過ぎにかけて火山性地震が多数発生した。

Fig.2 Seismic record associated with the eruption at 21:52 on October 7(Blue circle) and the explosive eruption at 01:46 on October 8(Red circle).

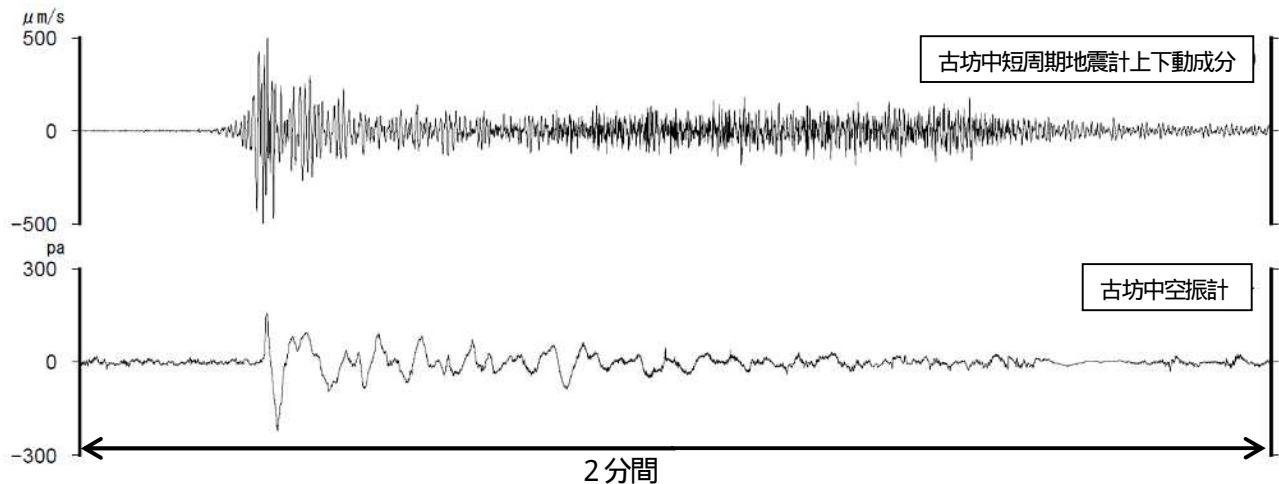
阿蘇山



第3図 阿蘇山 10月7日21時52分に発生した噴火に伴う地震波形と空振波形
(地震波形：古坊中観測点、空振波形：古坊中観測点)

古坊中短周期地震計上下動成分の最大振幅は $63 \mu\text{m/s}$ 、古坊中空振計の最大振幅は 27Pa

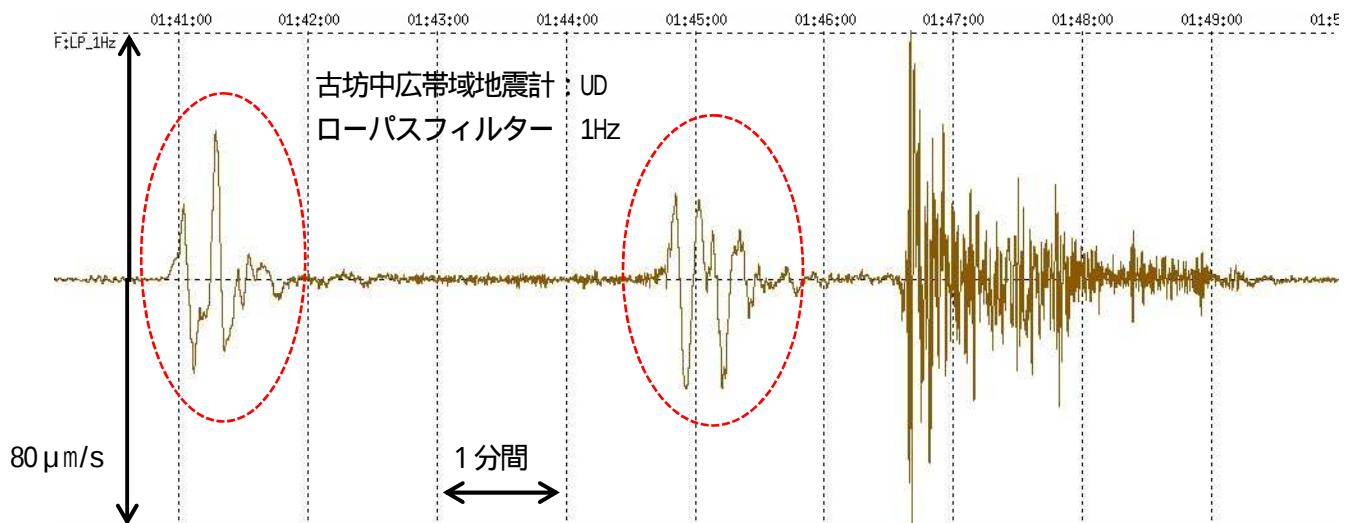
Fig.3 Seismic and infrasonic records associated with the eruption at 21:52 on October 7.



第4図 阿蘇山 10月8日01時46分に発生した爆発的噴火に伴う地震波形と空振波形
(地震波形：古坊中観測点、空振波形：古坊中観測点)

古坊中短周期地震計上下動成分の最大振幅は $471 \mu\text{m/s}$ 、古坊中空振計の最大振幅は 189Pa

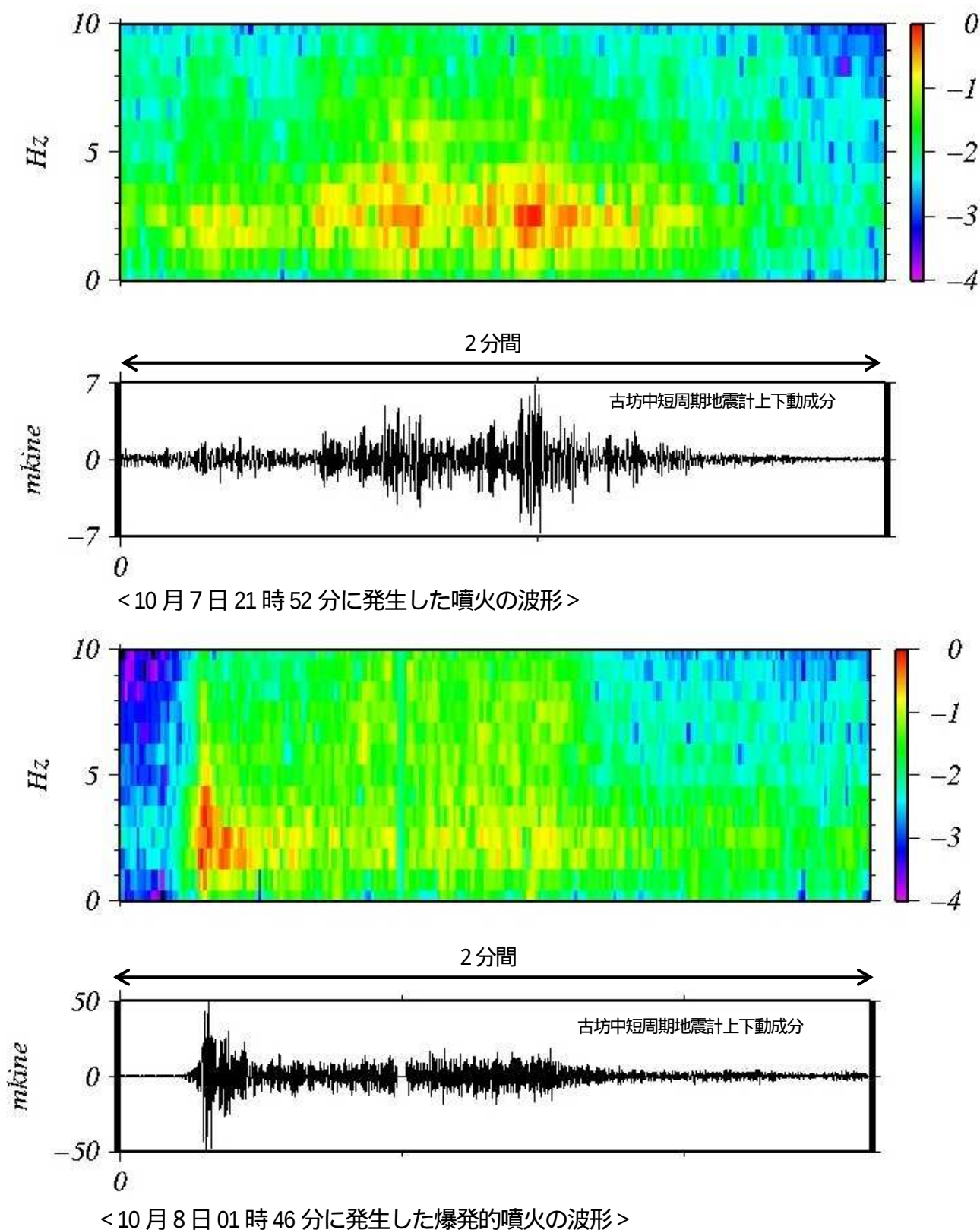
Fig.4 Seismic and infrasonic records associated with the explosive eruption at 01:46 on October 8.



第5図 阿蘇山 爆発的噴火前に発生した長周期パルスの波形(図中の赤破線)

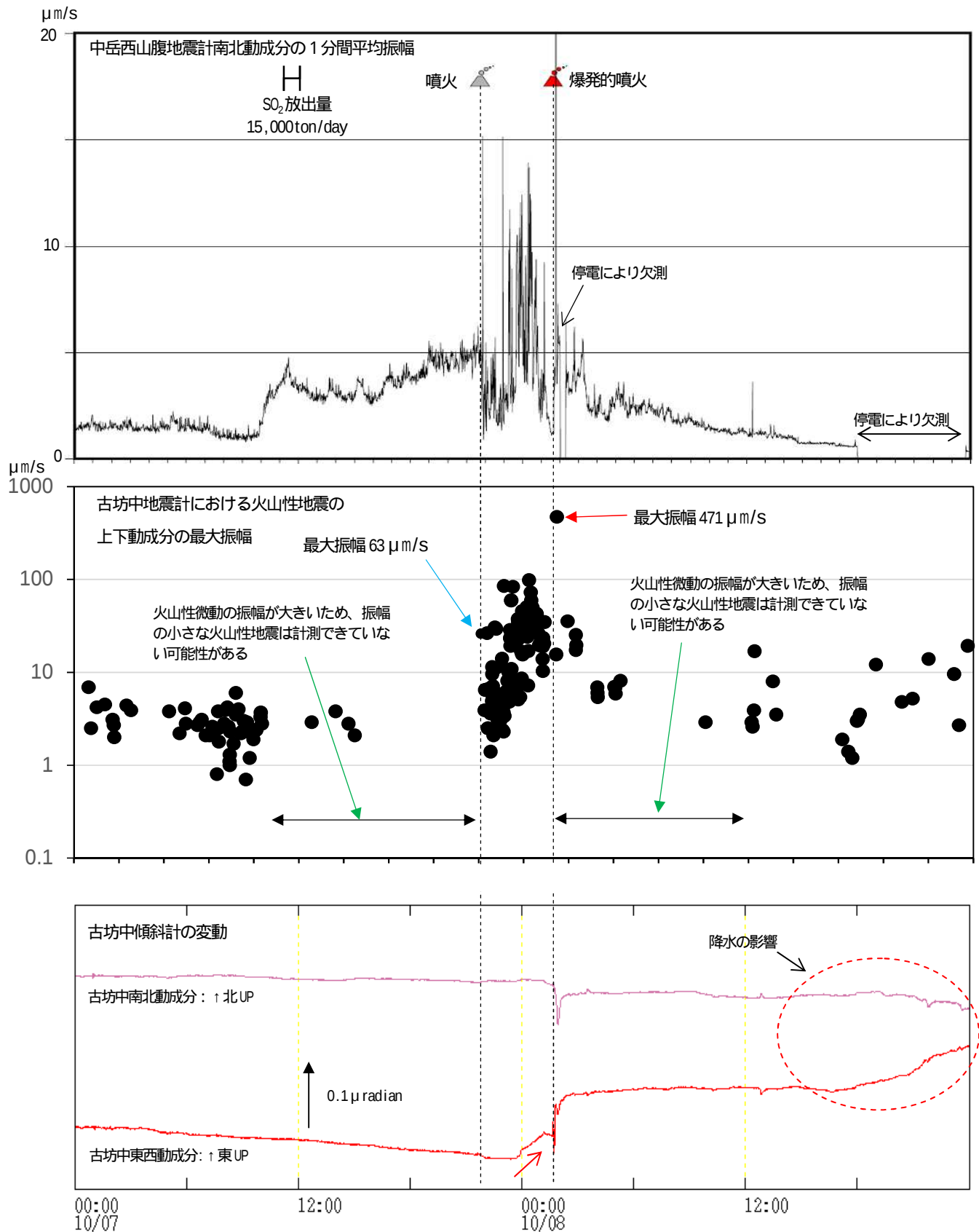
(古坊中広帯域地震計上下動成分、ローパスフィルター 1 Hz、10月8日01時40分~50分)

Fig.5 Seismic records of very-long-period pulse before the explosive eruption at 01:46 on October 8 (Red circle).



第 6 図 阿蘇山 10 月 7 日 21 時 52 分の噴火及び 8 日 01 時 46 分の爆発的噴火の地震波形のランニングスペクトル
(中岳西山腹短周期地震計南北動成分)

Fig.6 Running spectrum of the explosion earthquake on October 8 at 01:46(Lower) and the eruption earthquake on October 7 阿蘇山 at 21:52(Upper).



第 7 図 阿蘇山 10 月 8 日の爆発的噴火前後の火山活動状況

中岳西山腹短周期地震計南北動成分の 1 分間平均振幅 (上段の図) 古坊中短周期地震計における火山性地震の上下動成分の最大振幅 (中段の図) 古坊中傾斜計の変動 (下段の図) (10 月 7 日 0 時 ~ 10 月 9 日 0 時)

- ・ 10 月 7 日 10 時頃から平均振幅は大きい状態となった。
- ・ 7 日の噴火後、火山性微動の振幅は次第に小さくなったが、振幅の大きな B 型地震が急増し不安定に変動した。
- ・ 7 日 23 時 50 分頃から傾斜計で火口方向の隆起 (図中の赤矢印) が認められた。

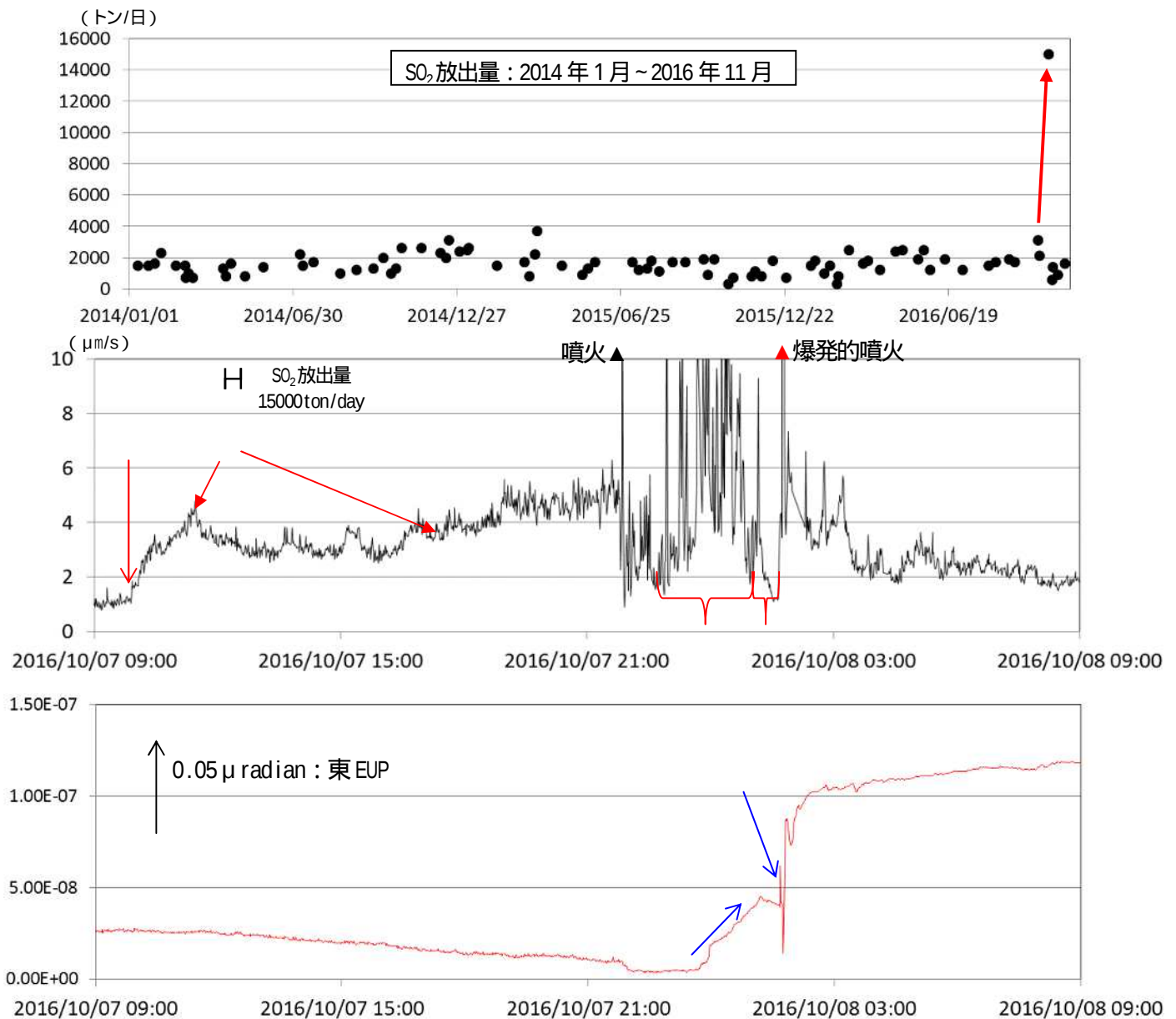
Fig.7 Volcanic activity before and after the explosive eruption on October 8(00:00 October 7 - 00:00 October 9).

Tilt changes in Furubochu station (pink: NS component, red: EW component) (Lower).

Maximum amplitude of volcanic earthquakes (UD component) of short-period seismometers in Furubochu station (Middle).

Average amplitude per 1 minutes of NS component of short-period seismometers in Nakadakenishisanpuku station (Upper).

阿蘇山



第8図 阿蘇山 10月8日の爆発的噴火前の火山活動状況

(上段) 1日あたりの二酸化硫黄放出量の図(2014年1月～2016年11月)

(中段) 中岳西山腹短周期地震計南北動成分の1分間平均振幅、(下段) 古坊中傾斜計東西成分の変動(中下段とも期間は2016年10月7日09:00～10月8日09:00)

1日あたりの二酸化硫黄放出量が9月27日(2,100トン)から10月7日15,000トンに7倍に急増。

火山性微動の振幅が10月7日10時頃から急激に増大。

11時10分頃に火山性微動の振幅が中岳西山腹観測点NS成分で1分間平均振幅が火山活動の活発化を示す4 μm/s以上と大きな状態で推移。

22時50分頃から8日01時10分頃までB型地震の多発により、1分間平均振幅が10 μm/s程度から4 μm/s程度まで不安定に変動。

23時41分から8日01時11分に古坊中傾斜計の東西成分で火口方向が隆起する0.039 μradの傾斜変動

8日01時30分頃から火山性微動の振幅が小さくなり、B型地震の発生もなくなる。

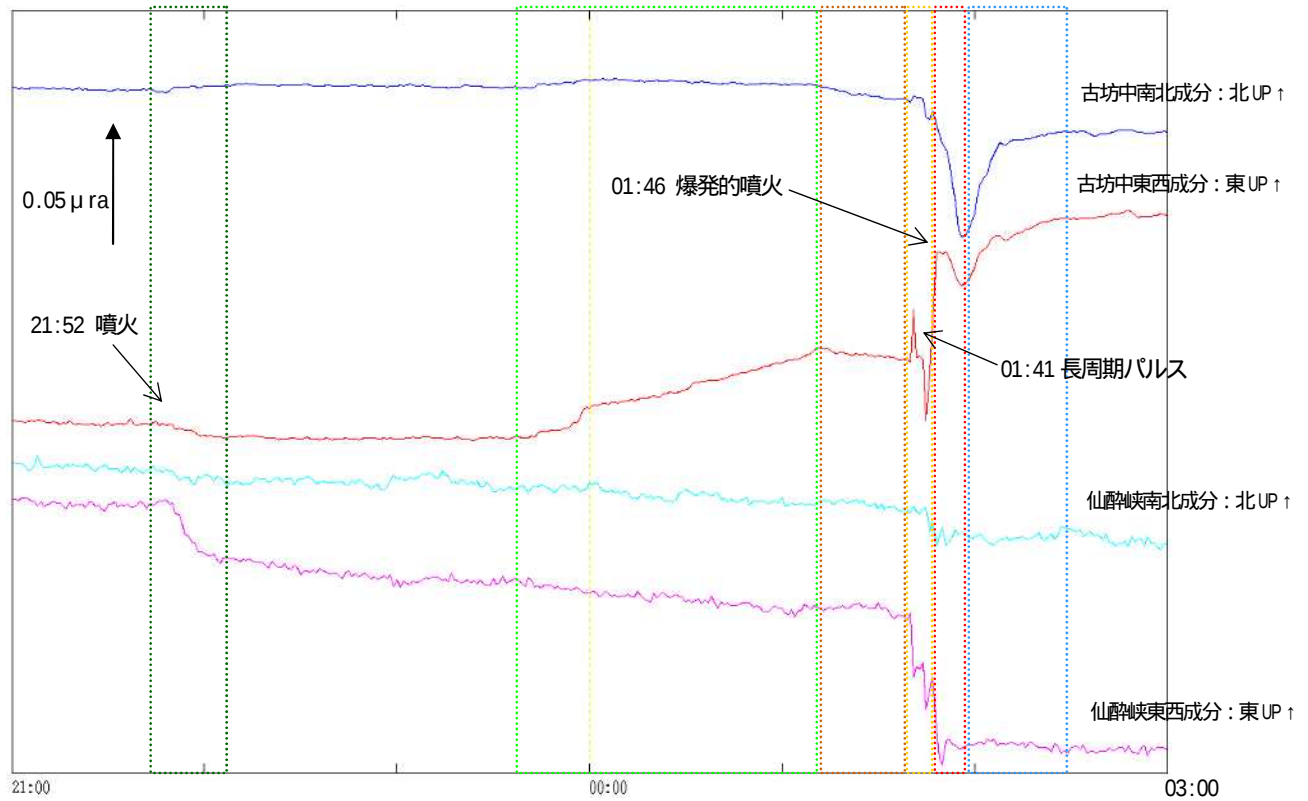
01時41分と01時44分に長周期パルス(古坊中の広帯域地震計でローパスフィルター1Hzを通して周期20秒程度、39 μm/s)が発生。

Fig.8 Volcanic activity before the explosive eruption on October 8.

Tilt changes in Furubochu station(EW component)(09:00 October 7, 2016 - 09:00 October 8, 2016)(Lower).

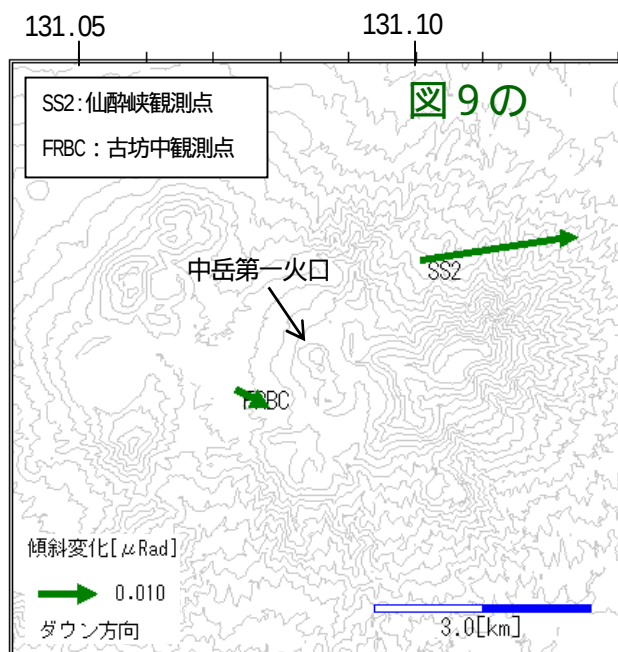
Average amplitude per 1 minutes of NS component of short-period seismometers in Nakadakenishisanpuku station (09:00 October 7 - 09:00 October 8) (Middle).

Amount of sulfur dioxide emitted(January 1,2014 – November 8,2016) (Upper).



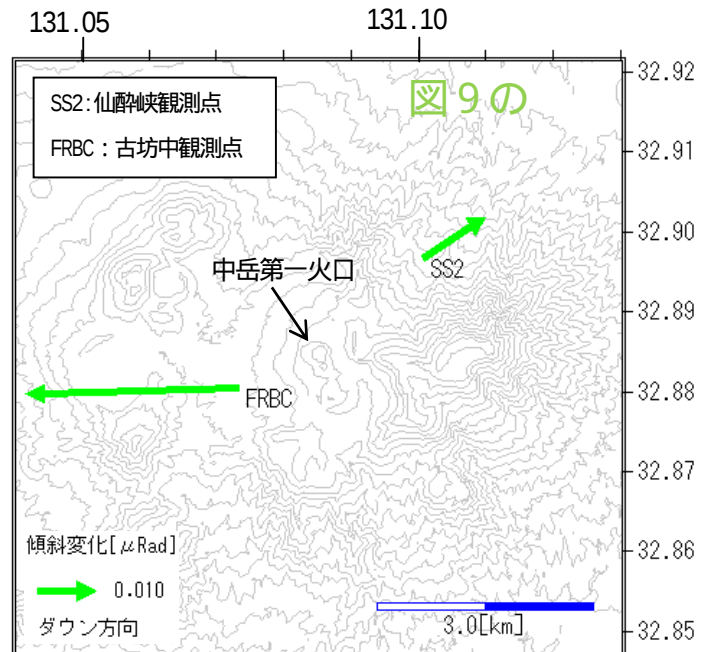
第9図 阿蘇山 古坊中及び仙酔峡観測点の傾斜変動の時系列 (10月7日21:00~10月8日03:00)

Fig.9 Tilt changes in Furubochu station(Blue: NS component, Red: EW component) and Sensuijyo station(Sky blue: NS component, Pink: EW component) (21:00 October 7 – 03:00 October 8).



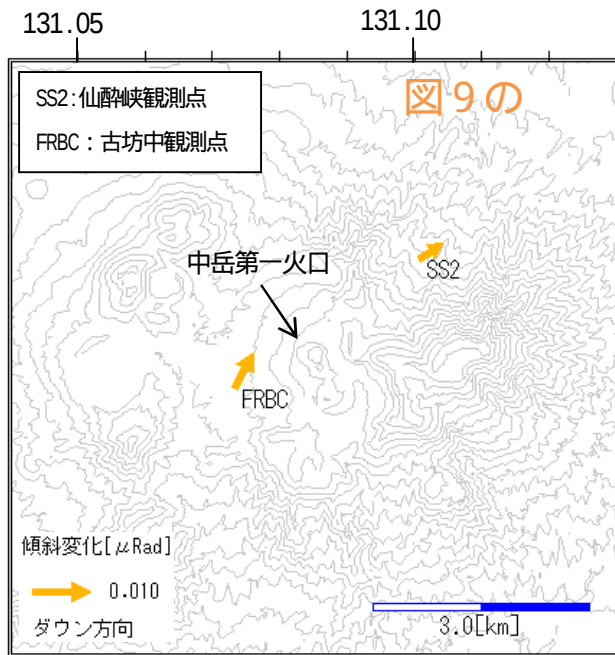
第10-1図 阿蘇山 傾斜変動ベクトル
(10/7 21:48~22:18)

Fig.10-1 Displacement vectors by continuous GNSS analysis(Fig.9)
(21:48 October 7 - 22:18 October 7).
(SS2:Sensuijyo station, FRBC:Furubochu station)



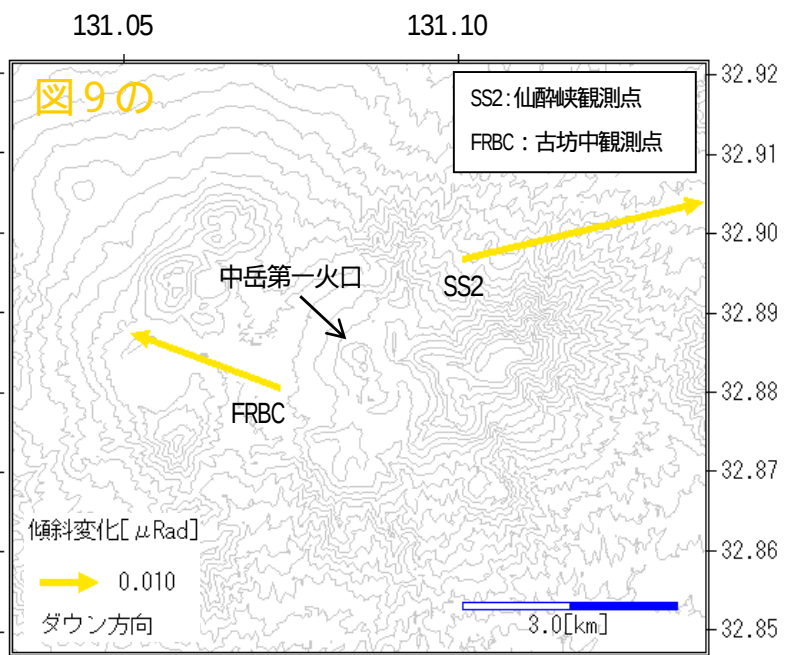
第10-2図 阿蘇山 傾斜変動ベクトル
(10/7 23:40~10/8 01:11)

Fig.10-2 Displacement vectors by continuous GNSS analysis(Fig.9)
(23:40 October 7 – 01:11 October 8).
(SS2:Sensuijyo station, FRBC:Furubochu station)



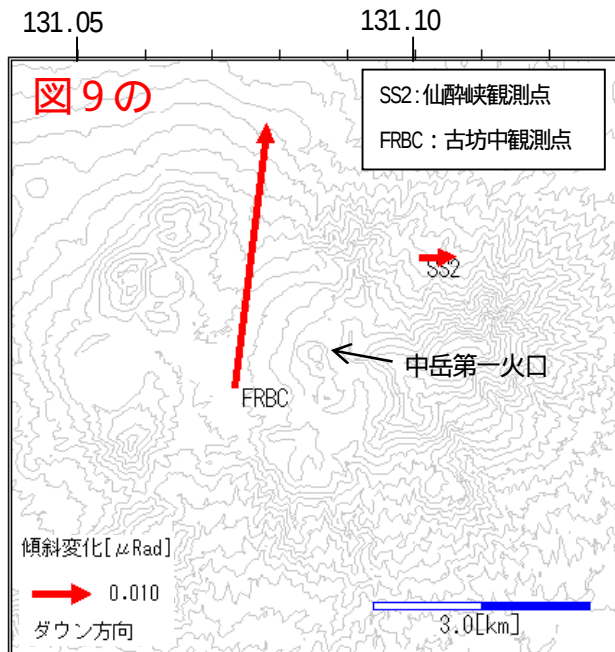
第 10-3 図 阿蘇山 傾斜変動ベクトル
(10/8 01:11 ~ 01:39)

Fig.10-3 Displacement vectors by continuous GNSS analysis(Fig.9)
(01:11 October 8 - 01:39 October 8).
(SS2:Sensuikyo station, FRBC:Furubochu station)



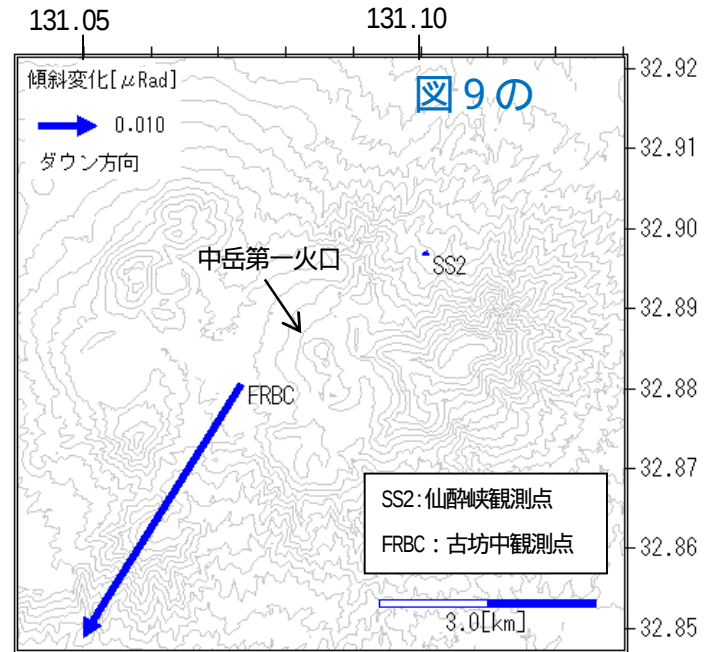
第 10-4 図 阿蘇山 傾斜変動ベクトル
(10/8 01:39 ~ 01:48)

Fig.10-4 Displacement vectors by continuous GNSS analysis(Fig.9)
(01:39 October 8 - 01:48 October 8).
(SS2:Sensuikyo station, FRBC:Furubochu station)



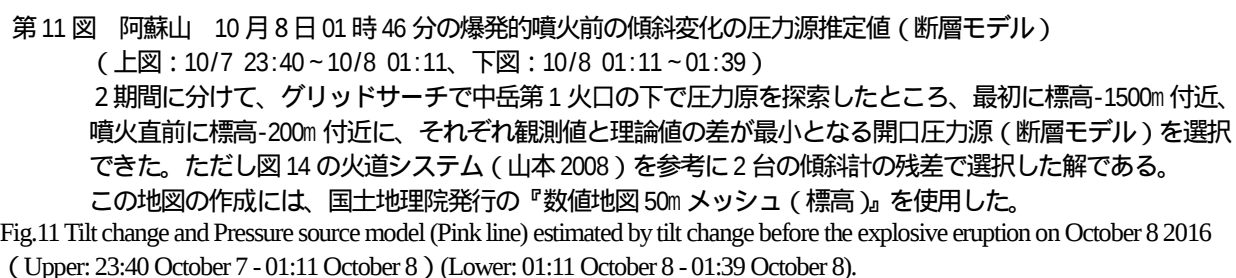
第 10-5 図 阿蘇山 傾斜変動ベクトル
(10/8 01:48 ~ 01:56)

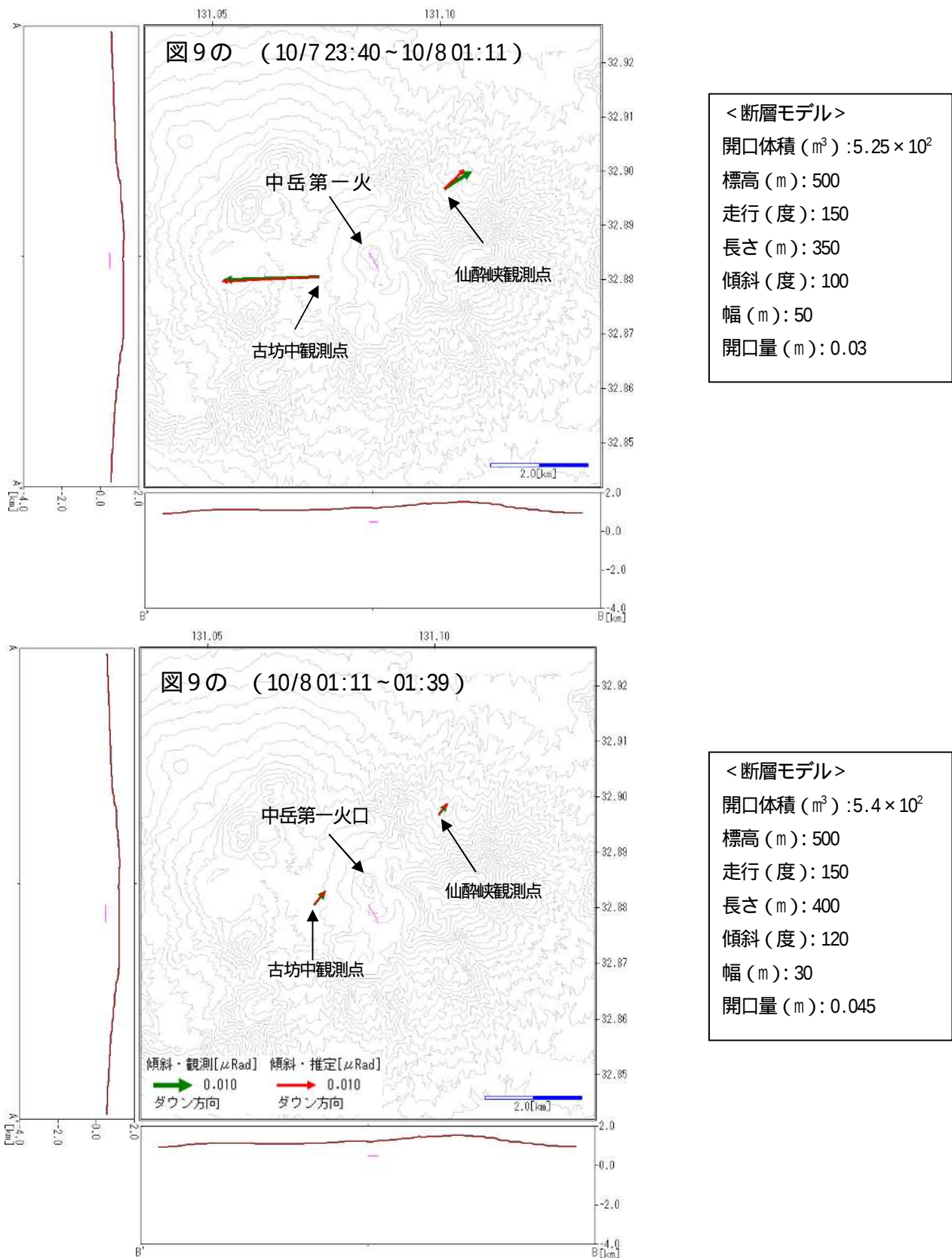
Fig.10-5 Displacement vectors by continuous GNSS analysis(Fig.9)
(01:48 October 8 - 01:56 October 8).
(SS2:Sensuikyo station, FRBC:Furubochu station)



第 10-6 図 阿蘇山 傾斜変動ベクトル
(10/8 01:56 ~ 02:26)

Fig.10-6 Displacement vectors by continuous GNSS analysis(Fig.9)
(01:48 October 8 - 02:26 October 8).
(SS2:Sensuikyo station, FRBC:Furubochu station)





第12図 阿蘇山 参考：図11の別の計算例（標高500m、走行150度で固定）

（上図：10/7 23:40 ~ 10/8 01:11、下図：10/8 01:11 ~ 01:39）

深さを標高500m、走行を150度で固定して、2期間でグリッドサーチで圧力源を推定すると、最初の中岳第一火口付近、噴火直前に中岳第四火口付近に、開口圧力源（ピンク線）が求まった。解の任意性を示す例。

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。

Fig.12 Tilt change and Pressure source model (Pink line) estimated by tilt change before the explosive eruption on October 8 2016 (Fixed height:500m & strike:150degrees) (Upper: 23:40 October 7 - 01:11 October 8) (Lower: 01:11 October 8 - 01:39 October 8).

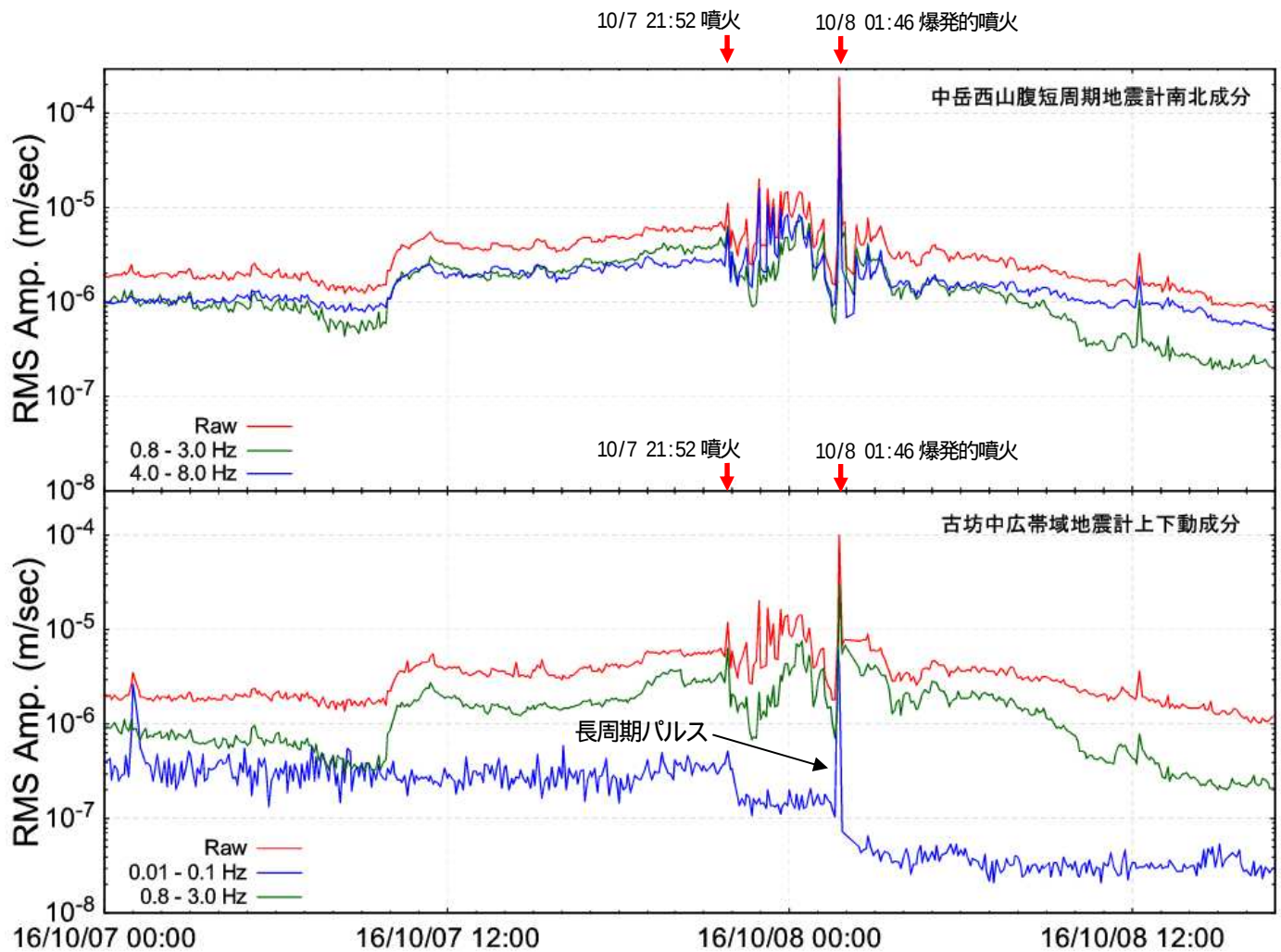


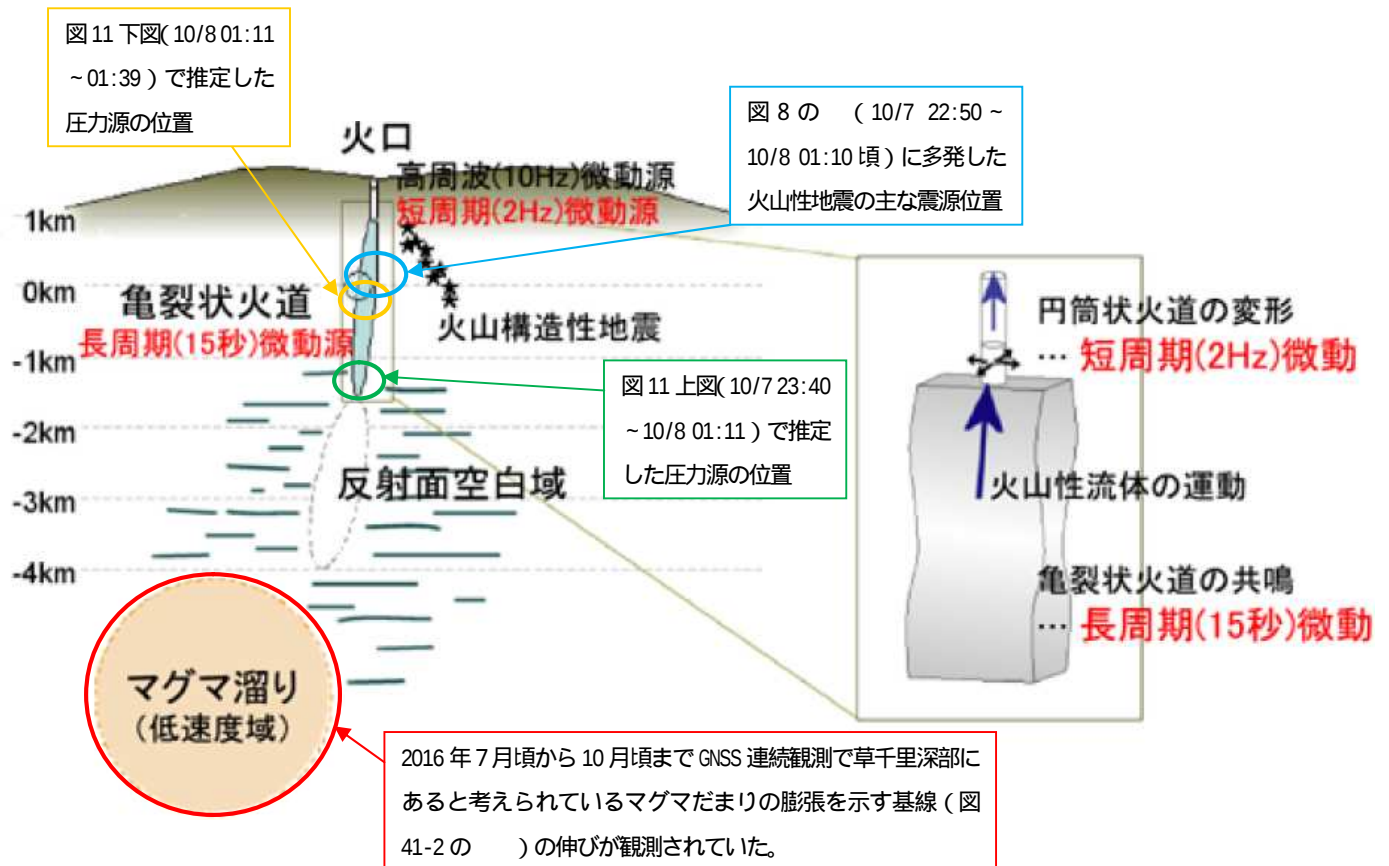
図 13 阿蘇山 各周波数帯域における火山性微動の RMS 振幅 (5 分間) 変化

(上図 : 中岳西山腹短周期地震計南北動成分、下図 : 古坊中広帯域地震計上下動成分、10 月 7 日 0 時 ~ 10 月 9 日 0 時)

- ・ 10 月 7 日 10 時頃からの微動振幅レベル増加は、0.8-3.0Hz 帯域が顕著であるが、0.01-0.1Hz 帯域はそれほど変化していない。
- ・ 10 月 7 日の噴火後、0.01-0.1Hz 帯域の振幅レベルは落ちていた。
- ・ 0.8-3.0Hz は 10 月 7 日の噴火後、一時的に低下するが、23 時ごろから増加の傾向を示していた。
- ・ 10/8 の 1 時前後から爆発直前まで低下していた。
- ・ 爆発的噴火後は、各周波数帯域の微動振幅は次第に低下した。

Fig.13 RSM amplitude change(5 minutes) of volcanic tremor in each frequency band(00: 00 October 7 - 00:00 October 9)

(Lower: NS component of short-period seismometers in Nakadakenishisanpuku station, Upper: UD component of broadband seismometers in Furubochu station).



第 14 図 阿蘇山の火道システムの概念図 (山本(2004)を和訳し加筆)

中岳では本格的なマグマ噴火時以外にも、山体の緩やかな膨張が GNSS で観測されたり二酸化硫黄の放出量が増加する等の火山活動の高まりがみられたりするときには、水蒸気噴火やマグマ水蒸気噴火がしばしば発生している。

2016 年 10 月 7 ~ 8 日の噴火事例では、噴火の数か月前から GNSS でゆっくりとした山体膨張を示す変化が見られ、噴火の前日には二酸化硫黄放出量が急激に増加した。また、噴火の数時間前には火山性微動振幅が徐々に増大、7 日 21 時 52 分の噴火後に中岳火口下の増圧を示唆する傾斜変動が検知され、B 型地震が多発し、平均振幅が不安定に変動した。さらに、爆発的噴火直前には長周期パルスが観測された。

この事例を参考に、以下のように閾値を設定し、これらに類似した現象が複数観測された場合には、噴火警戒レベルを 3 に引き上げることとした。

火山ガス (二酸化硫黄) の 1 日あたりの放出量が概ね 2,000 トンを超えて急激に増加傾向 (2 ~ 3 倍程度)

火山性微動の急激な振幅増大 (中岳西山腹観測点 NS 成分で 1 分平均振幅 $4 \mu\text{m/s}$ 以上) または震動振幅の不安定な変化

火口直下の増圧を示す急速な地殻変動 (概ね $0.02 \mu\text{rad/h}$ 以上の傾斜変化等)

長周期パルス (周期 20 秒程度。広帯域地震計 : $30 \mu\text{m/s}$ 程度、傾斜計 : $0.3 \mu\text{rad}$ 程度) の発生

Fig.14 Conceptual diagram of conduit system directly below Asosan(Japanese translation and compilation of Yamamoto(2004)).

国土交通省災害対策ヘリコプターはるかぜから撮影

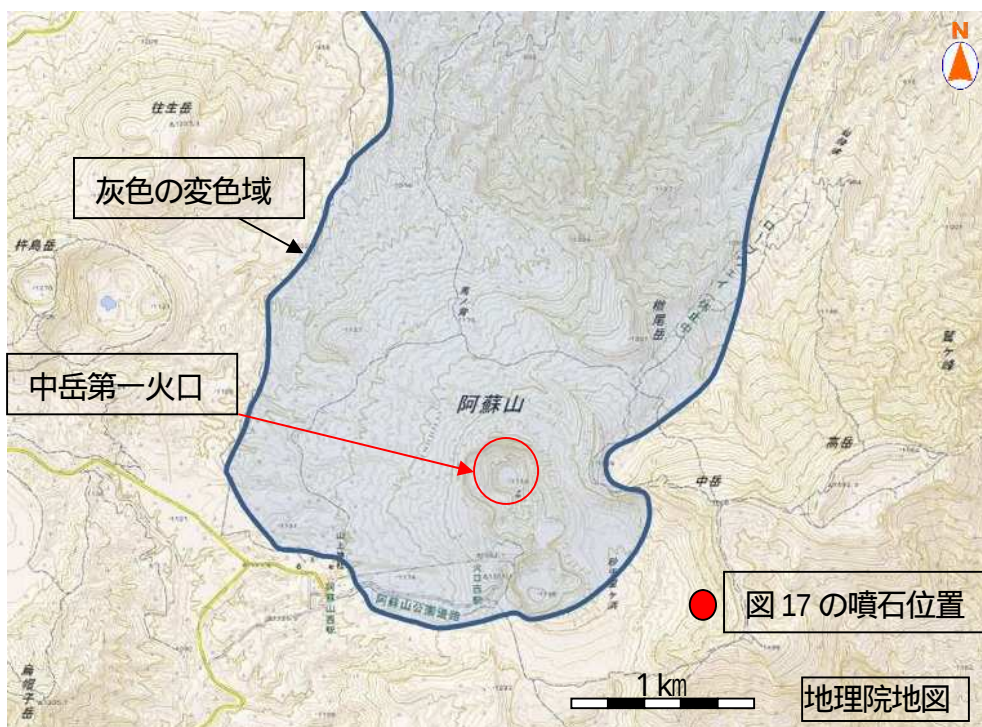


2016 年 10 月 8 日 09 時 36 分 (晴)

第15図 阿蘇山 中岳第一火口周辺の変色域

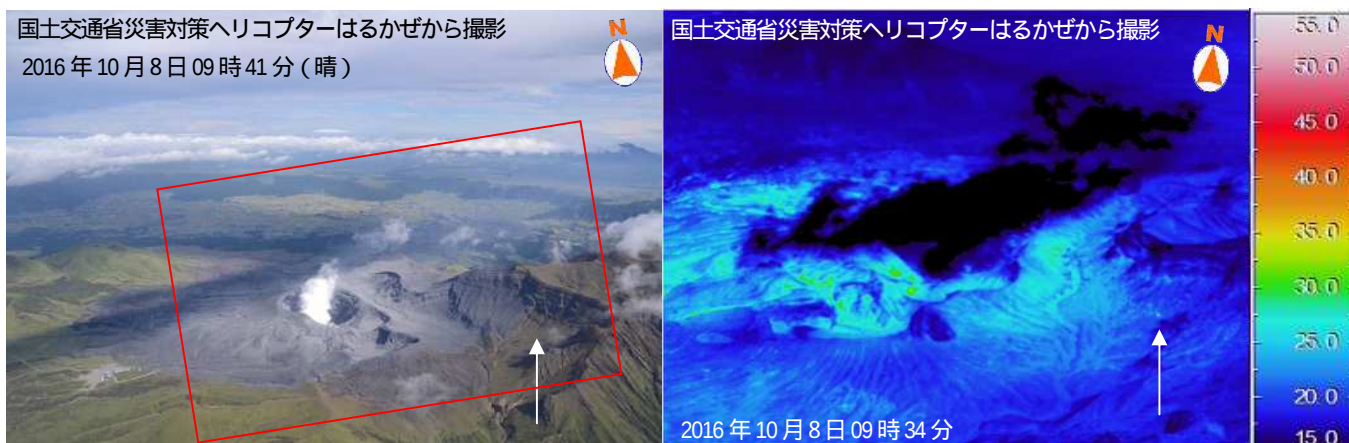
噴火に伴う火山灰等による灰色の変色域は、中岳第一火口の北西側で1.6kmまで、南東側で1.0kmまでのびていて、北東側にはさらに遠方までのびていた。

Fig.15 Visible images of ash fall and volcanic blocks in and around the Nakadake first crater on October 8.



第 16 図 阿蘇山 火口周辺の変色域 (10 月 8 日)

Fig.16 Distribution of ash fall and volcanic blocks in and around the Nakadake first crater on October 8(Blue area).

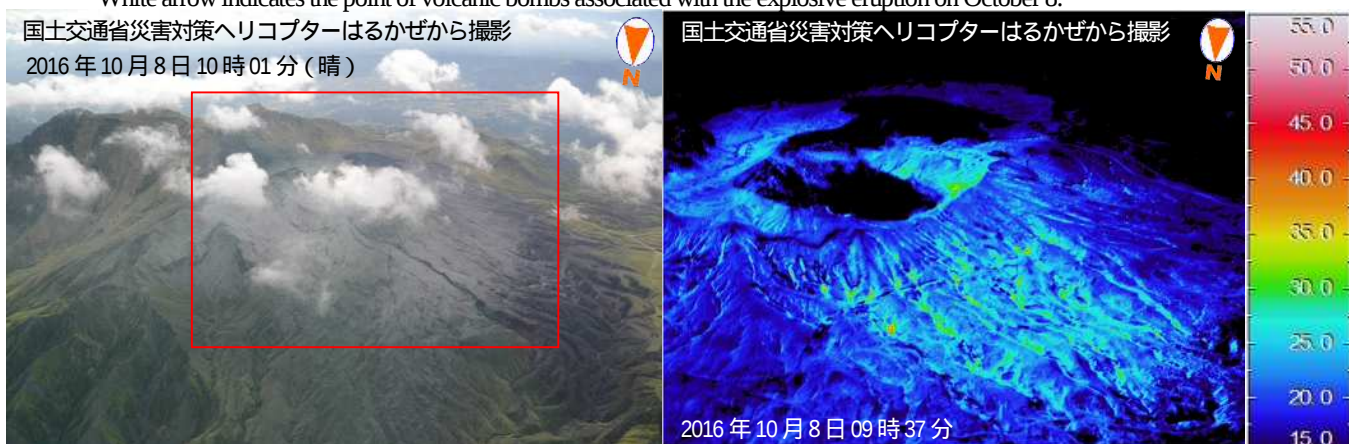


第17図 阿蘇山 大きな噴石の飛散地点(10月8日撮影)

中岳第一火口の南東側1.2kmで、赤外熱映像装置により大きな噴石と思われる温度の高い箇所(白矢印)が認められた。赤枠は右図の範囲

Fig.17 Visible and thermal images in and around the Nakadake first crater on October 8.

White arrow indicates the point of volcanic bombs associated with the explosive eruption on October 8.



第18図 阿蘇山 中岳第一火口北側からの状況(10月8日撮影)

変色域では日射の影響を超えるような温度の高い領域を確認できなかった。赤枠は右図の範囲

Fig.18 Visible and thermal image in and around the Nakadake first crater on October 8.



第19図 阿蘇山 中岳第一火口内の状況

火口内では、灰色の湯だまりを確認した。

Fig.19 Visible images in Nakadake first crater on October 8.



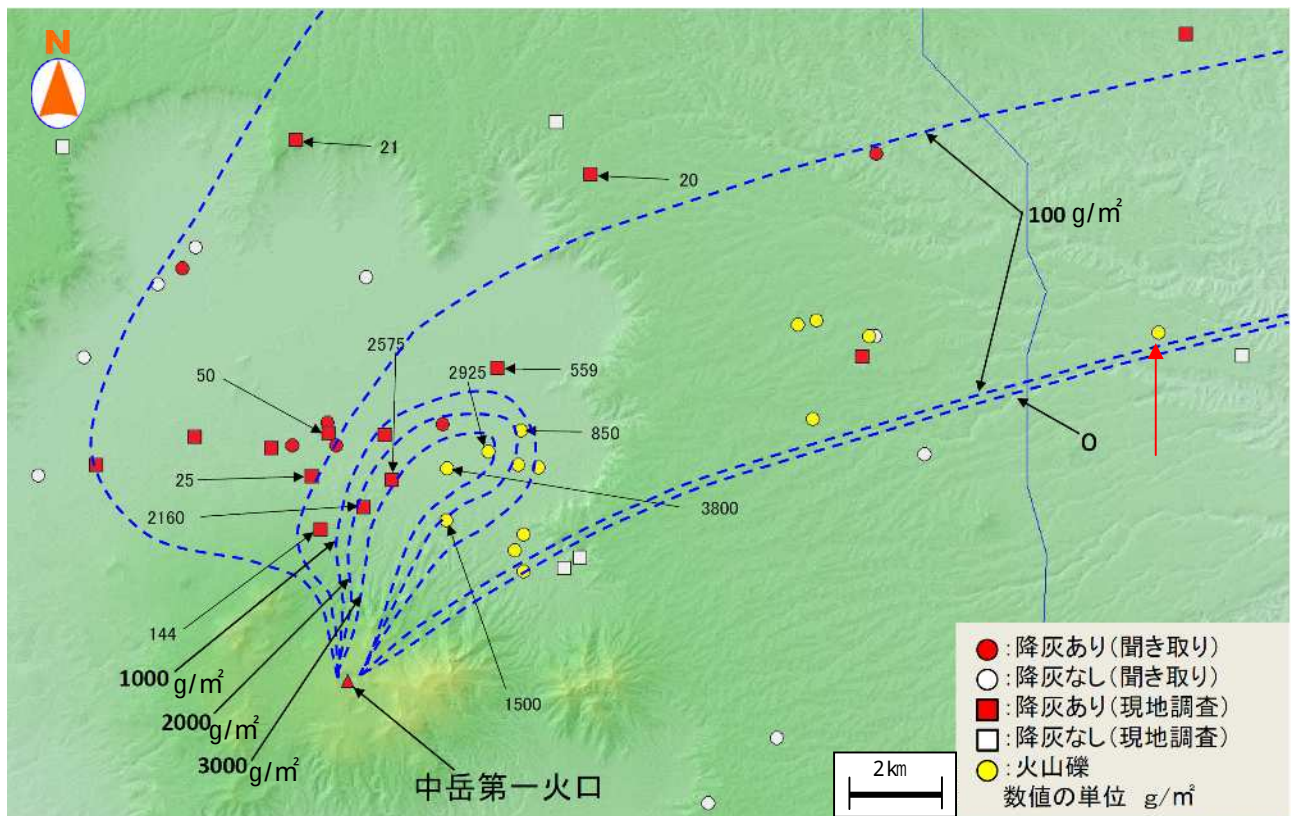
第20図 阿蘇山 10月7、8日の噴火に伴う降灰等の状況(10月8日撮影)

上段左: いこいのむら駅(中岳第一火口から北側約6km) 上段上: 阿蘇市役所(中岳第一火口から北東側約8km)

下段: 国立阿蘇青少年交流の家(中岳第一火口から北東側約4km)

10月8日に実施した現地調査では、中岳第一火口から北東側約4kmの国立阿蘇青少年交流の家で長径7cmの小さな噴石を確認したほか、中岳第一火口の北から北東にかけて降灰を確認した。

Fig.20 Visible images of ash fall and lapilli associated with the eruption on October 7-8.

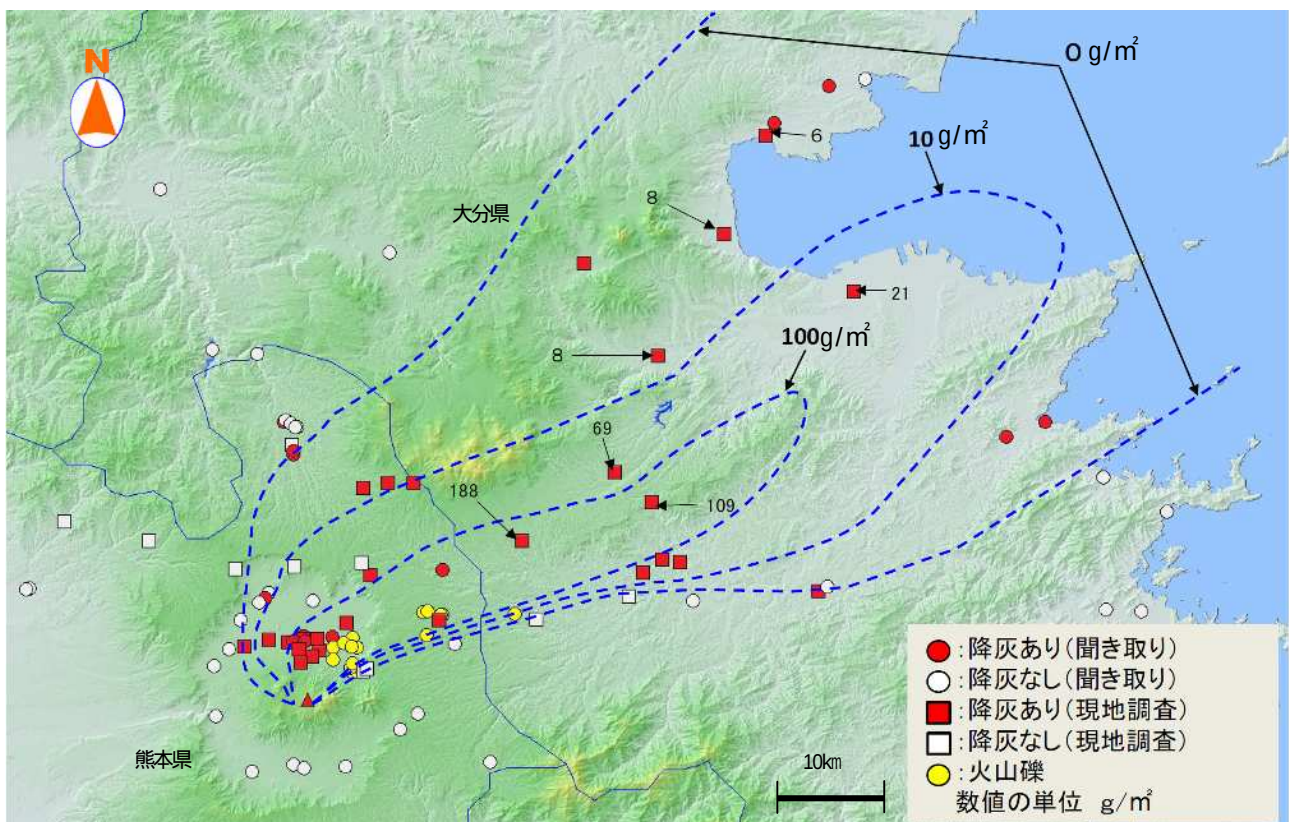
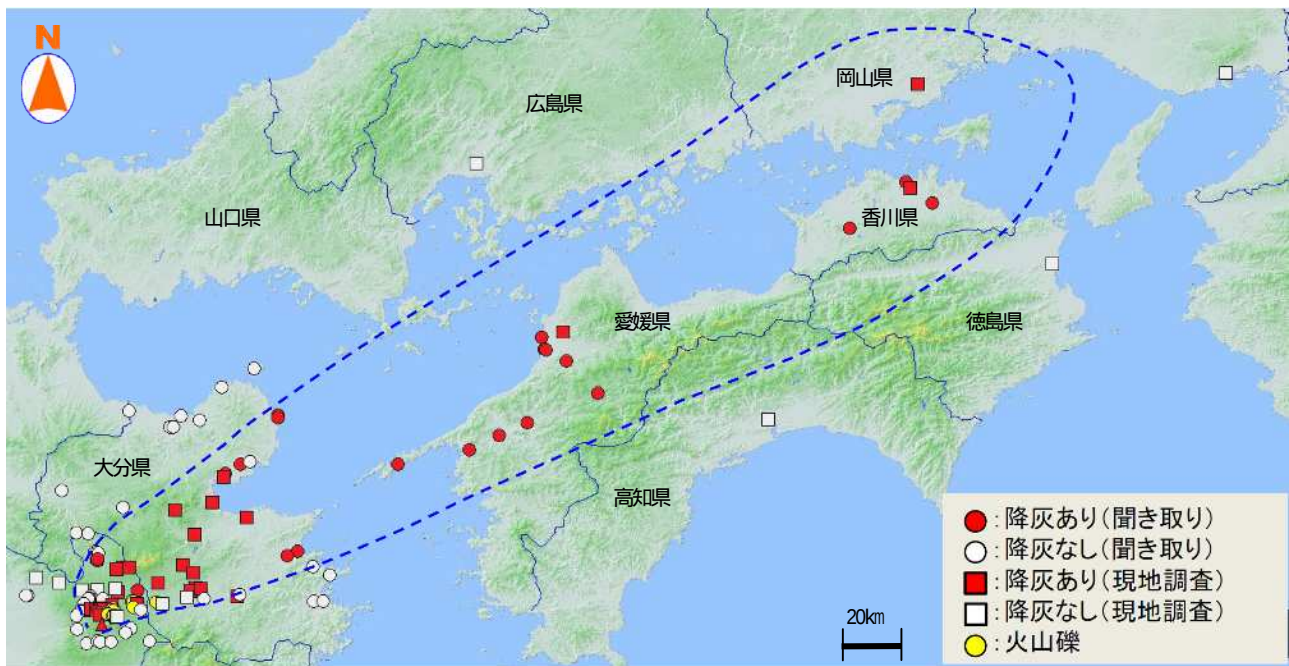


第21-1図 阿蘇山 10月7日、8日の噴火に伴う降灰量分布図(狭域)

小さな噴石(火山礫)は、阿蘇山の北東側約20kmの大分県竹田市(赤矢印)まで達した。

下図の青破線は降灰の量の範囲を示している。

Fig.21-1 Distribution of ash fall and lapilli associated with the eruption on October 7-8 (Red: ash fall, Yellow: lapilli, White: none) 阿蘇山



第21-2図 阿蘇山 10月7日、8日の噴火に伴う降灰量分布図(広域)

・降灰は、阿蘇山の北東側にあたる熊本県、大分県、愛媛県、香川県、岡山県で確認した。

・火口周辺については10月7日の噴火による降灰も含まれているとみられる。

上図の青破線は降灰の範囲を示しています。下図の青破線は降灰の量の範囲を示している。

Fig.21-2 Distribution of ash fall and lapilli associated with the eruption on October 7-8(Red: ash fall, Yellow: lapilli, White: none).



第 22 図 阿蘇山 中岳第一火口南側の状況 (10 月 12 日)

火口南側から南西側の火口中心から約 700m の範囲では、直径 1 ~ 1.5m の大きな噴石が飛散しているのを確認した。

Fig.22 Visible images in the south Nakadake first crater rim on October 12.



大きな噴石 直径約 1 m、高さ約 0.9m



大きな噴石 直径約 1 m (下部は埋没)



大きな噴石 直径約 1.5m (下部は埋没)



大きな噴石 直径約 1.5m (下部は埋没)

第 23 図 阿蘇山 中岳第一火口付近の噴石の状況 (10 月 12 日)

Fig.23 Visible images of volcanic bombs associated with the explosive eruption on October 8 in and around the Nakadake first crater on October 12.

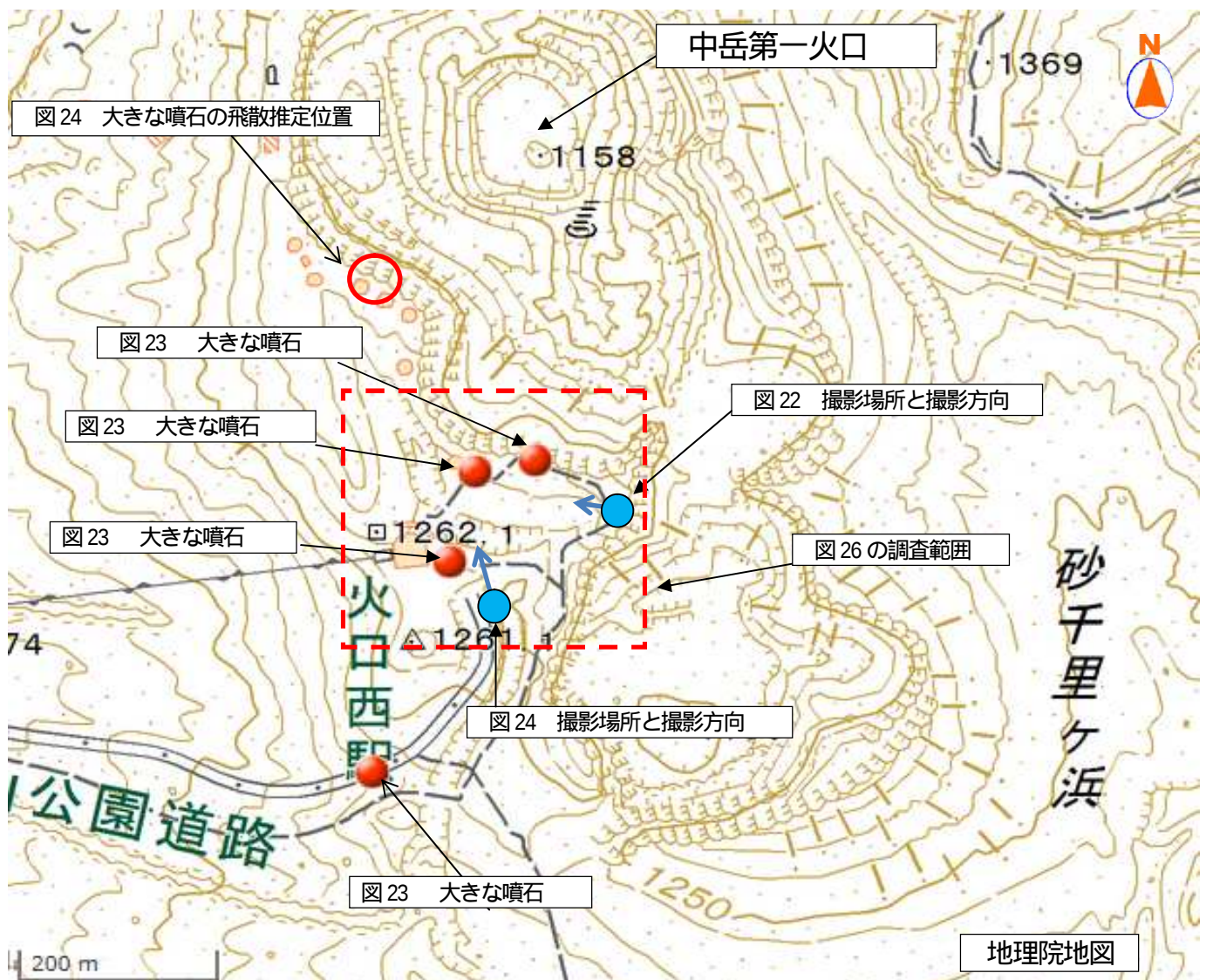
阿蘇山



第 24 図 阿蘇山 中岳第一火口南西側に飛散した大きな噴石（赤矢印）の状況（10月12日）

昭和8年の噴火時に飛散した大きな噴石（直径約3m 黄矢印）と比較すると直径数mはあると考えられる。

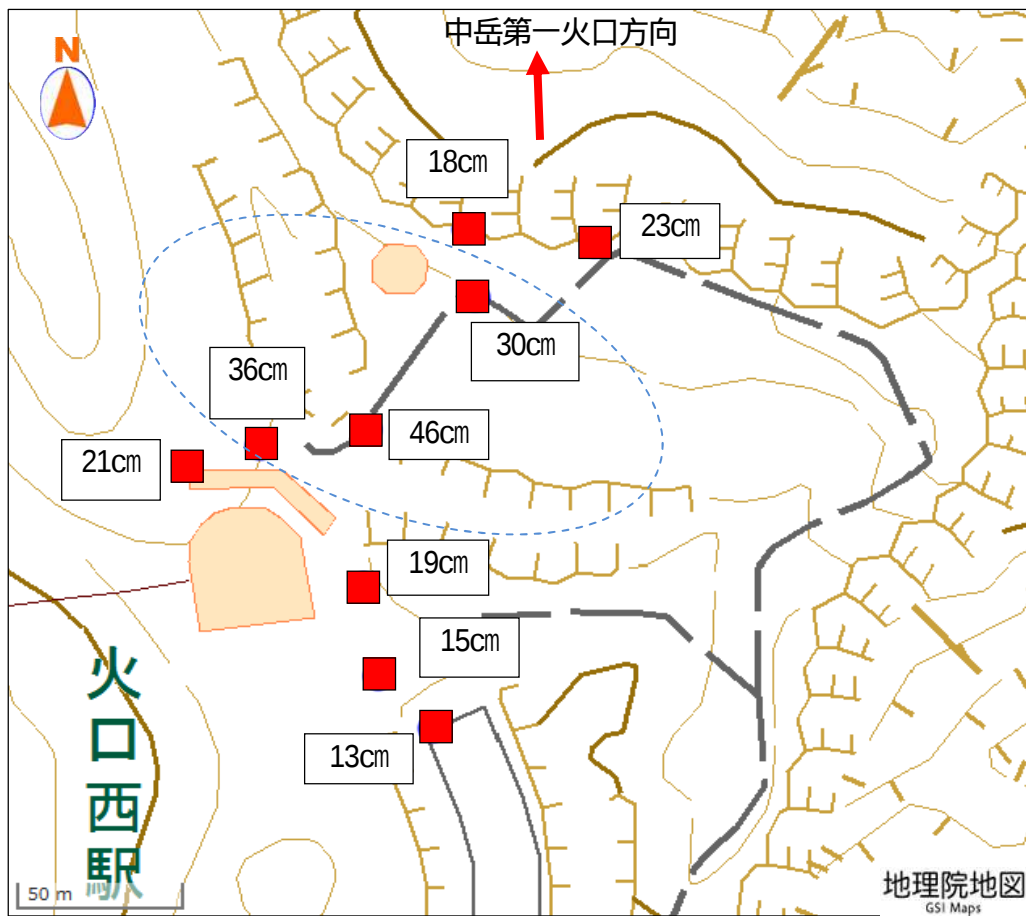
Fig.24 Visible images of volcanic bombs associated with explosive eruption on October 8 in the south southwestern Nakadake first crater rim on October 12(Red circle).



第 25 図 阿蘇山 噴石位置、写真撮影方向（10月12日）

Fig.25 Observation points in and around the southern Nakadake first crater in Fig22-24 and Fig26.

Red circle indicates location of volcanic bombs. Blue circle indicates observation points.

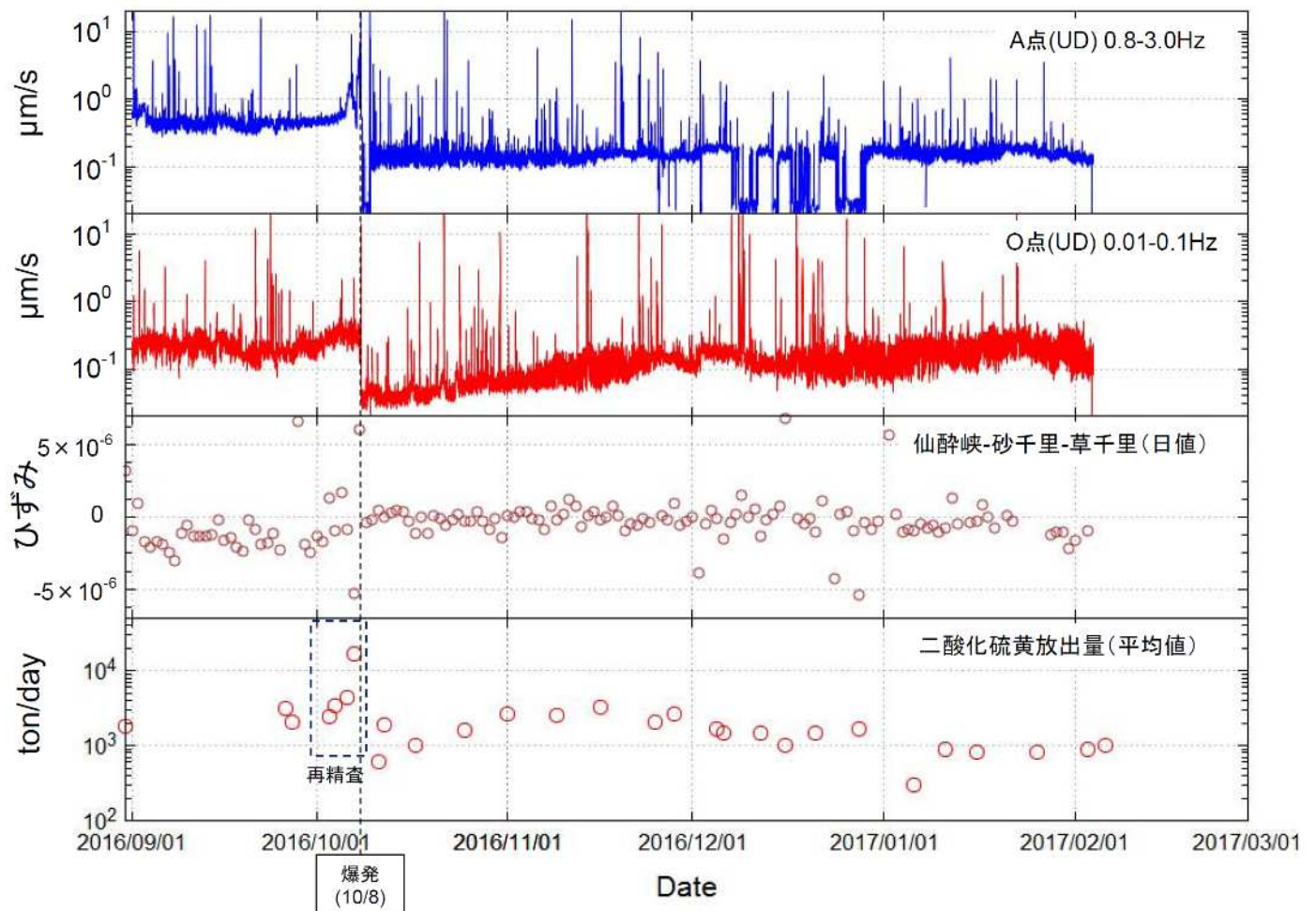


第26図 阿蘇山 中岳第一火口周辺の火山灰の堆積状況（10月12日）

数値は図中の■の場所に堆積した火山灰の厚さを示す。

図中の青破線の範囲は、火口南西側の丘や建築物（図中の赤枠）の影響で吹き溜まりができて周囲よりも深く堆積している可能性が考えられる。

Fig.26 Observation points of volcanic ash fall deposits and the thickness of deposit in the southern Nakadake first crater rim on October 12.



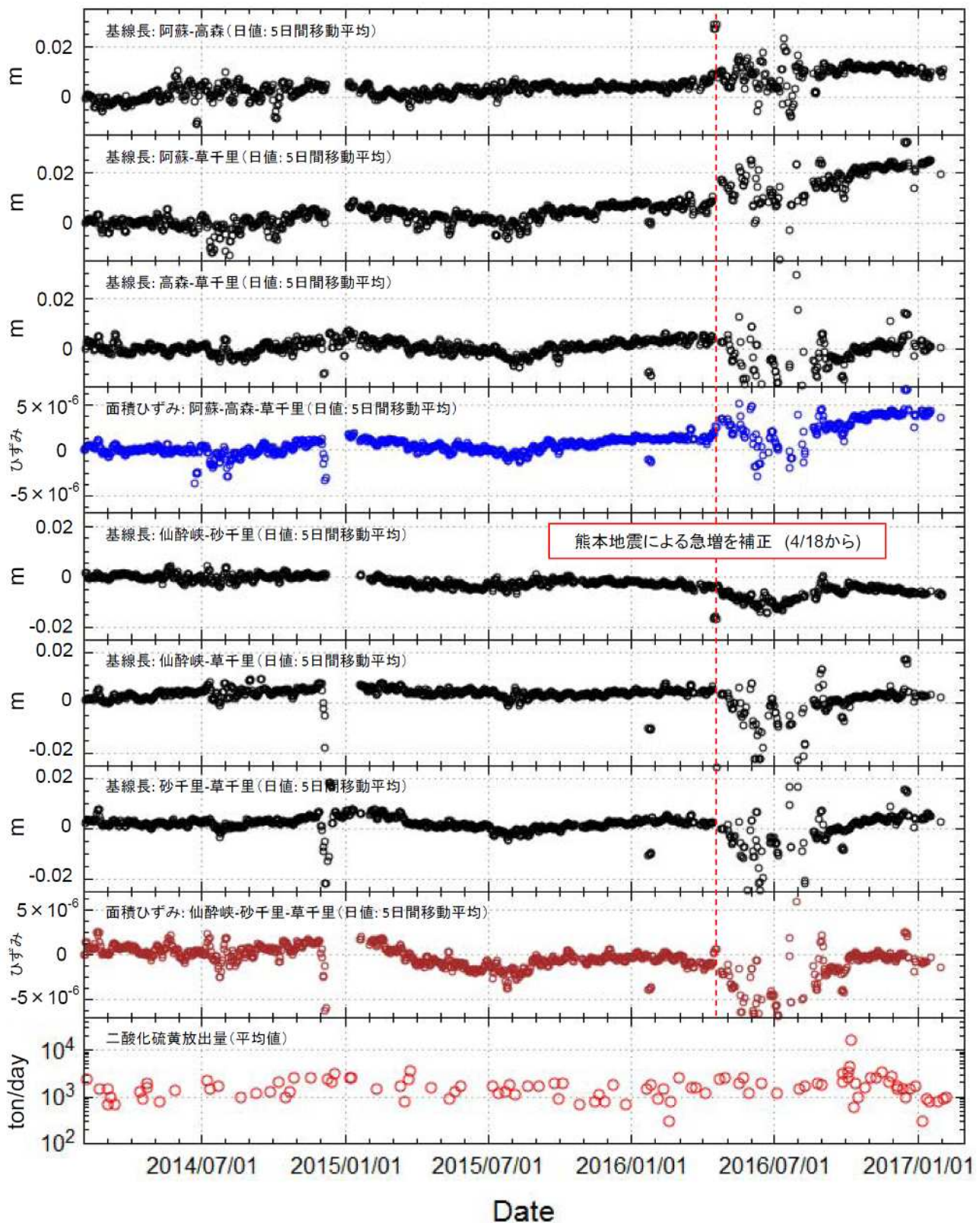
第27図 阿蘇山 RMS振幅(5分間)変化と面積ひずみ、二酸化硫黄放出量の時系列変化(2016年9月1日~2017年2月6日)

- ・RMS振幅値は長周期(0.01-0.1Hz)が10月8日の爆発的噴火前のレベルに戻りつつある。ただし、0.8-3.0Hz帯域では爆発的噴火前の状態に戻る傾向は見られない。
- ・10月7日の噴火前には0.8-3.0Hz帯域の方が長周期よりも鮮明に振幅増加の変化が現れていた。
- ・二酸化硫黄放出量は再精査によって、噴火前(10月に入ってから)の増加傾向が明らかになった。
- ・10月は二酸化硫黄放出量の増加とRMS振幅増加、浅い領域の膨張傾向が連動して変化している。

Fig. 27 RSM amplitude(5 minutes) of volcanic tremor in each frequency band(Upper:0.8-3.0Hz UD component of short-period seismometers in Nakadakenishisanpuku station, Upper-middle: 0.01-0.1Hz UD component of broadband seismometers in Furubochu station).

The crustal deformation analyzed by continuous GNSS(Lower-middle: Sensuikyo-Sunasenri-Kusasenri).

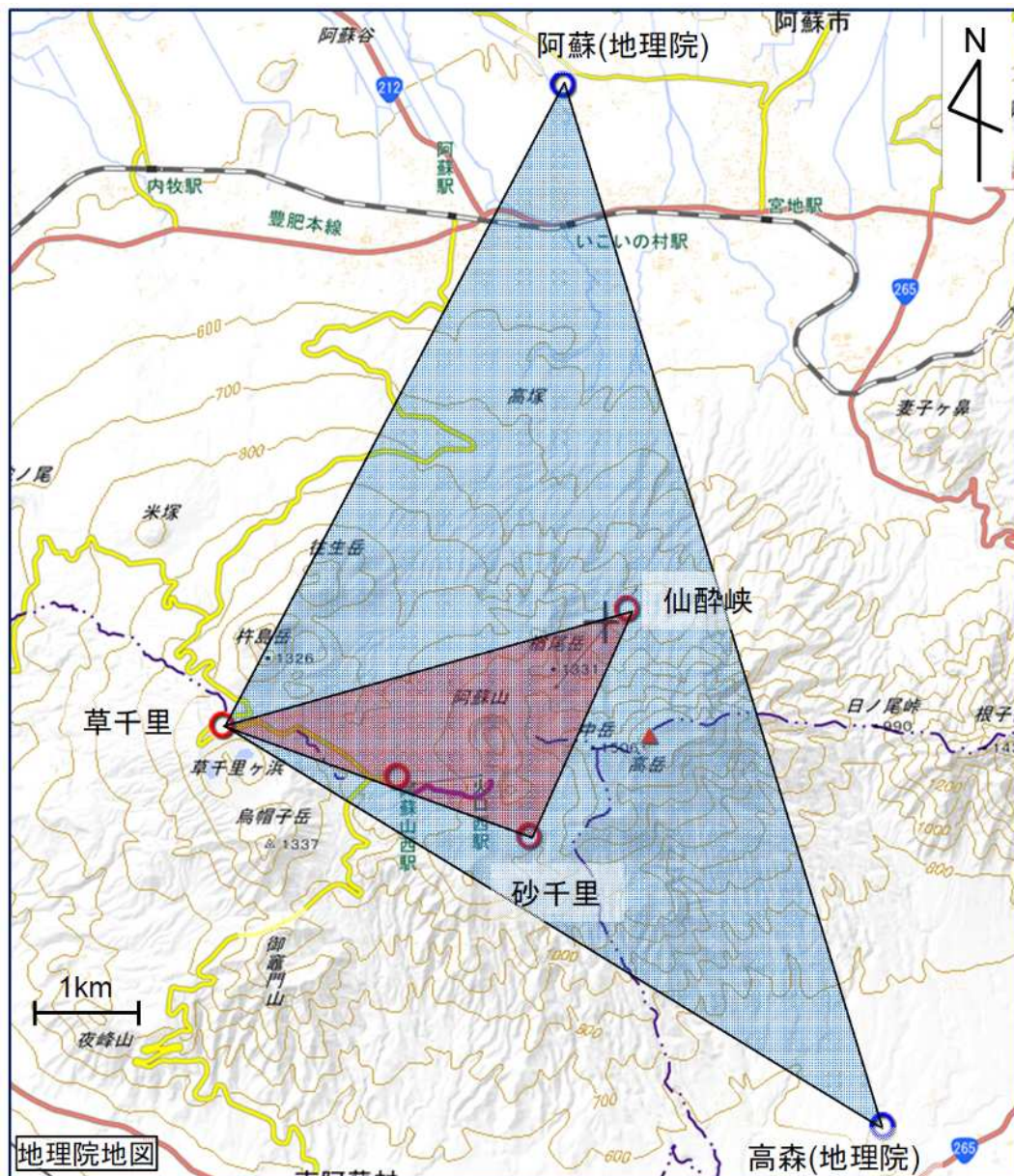
Amount of sulfur dioxide emitted(Lower)(September 1, 2016 – February 6, 2017).



第28図 阿蘇山 面積ひずみと二酸化硫黄放出量の時系列変化 (2014年2月1日~2017年2月6日)

2016年12月以降、二酸化硫黄放出量の減少傾向が見られるものの、面積ひずみ(阿蘇-高森-草千里)には明瞭な収縮傾向は見られない。まだ、マグマを消費するステージ(完全なる活動低下)に移行していないと考えられる。

Fig. 28 The crustal deformation analyzed by continuous GNSS(Blue: Aso-Takamori-Kusasenri, Dark-red: Sensuikyo-Sunasenri-Kusasenri). Baseline length changes by continuous GNSS analysis(Black). Amount of sulfur dioxide emitted(Red). (February 1, 2014 - February 6, 2017).

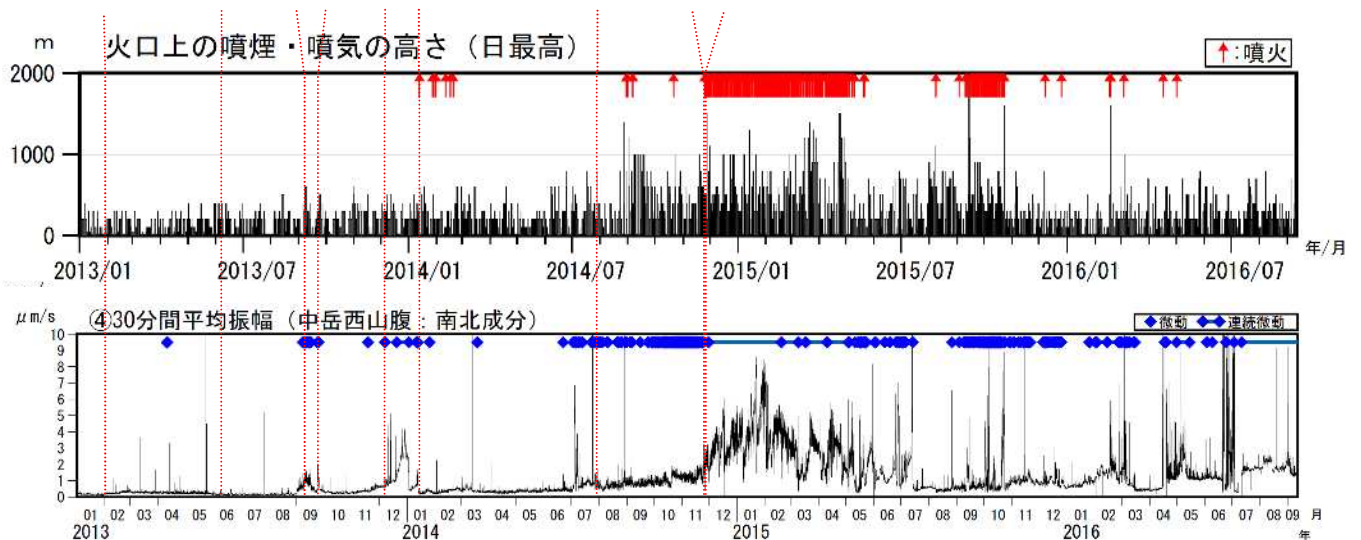


第29図 阿蘇山 図27と図28の阿蘇山面積ひずみの算出範囲

Fig. 29 The crustal deformation area indicated Fig.27 and Fig.28.

Red area indicates Sensuikyo-Kusasenri-Sunasenri.

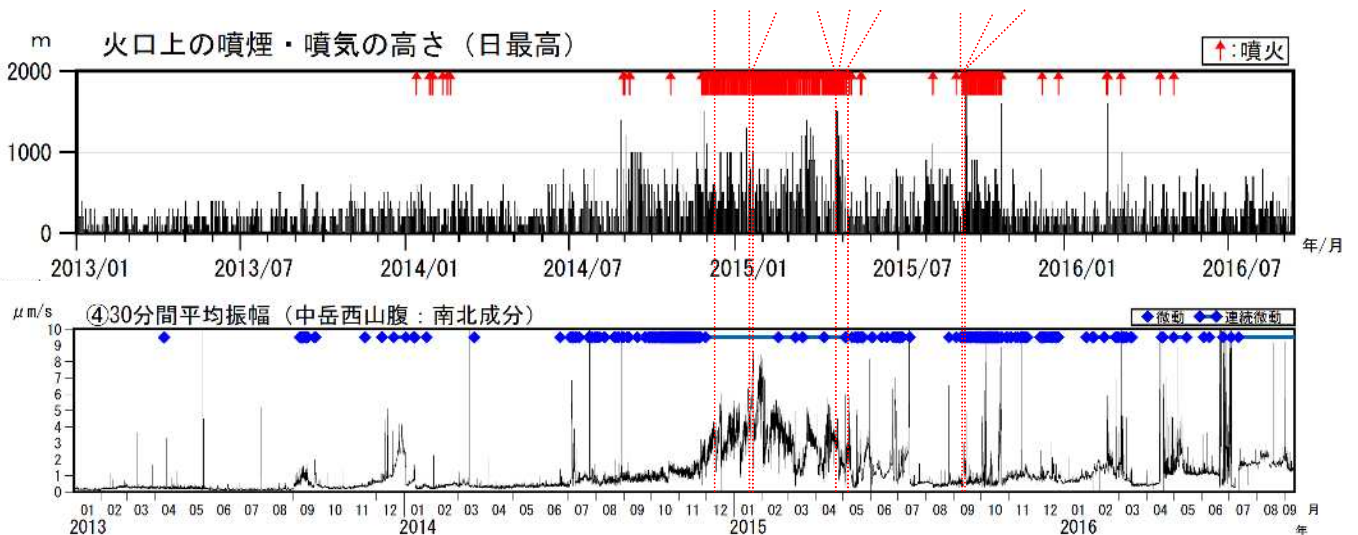
Blue area indicates Aso-Takamori-Sunasenri.



第30-1図 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。

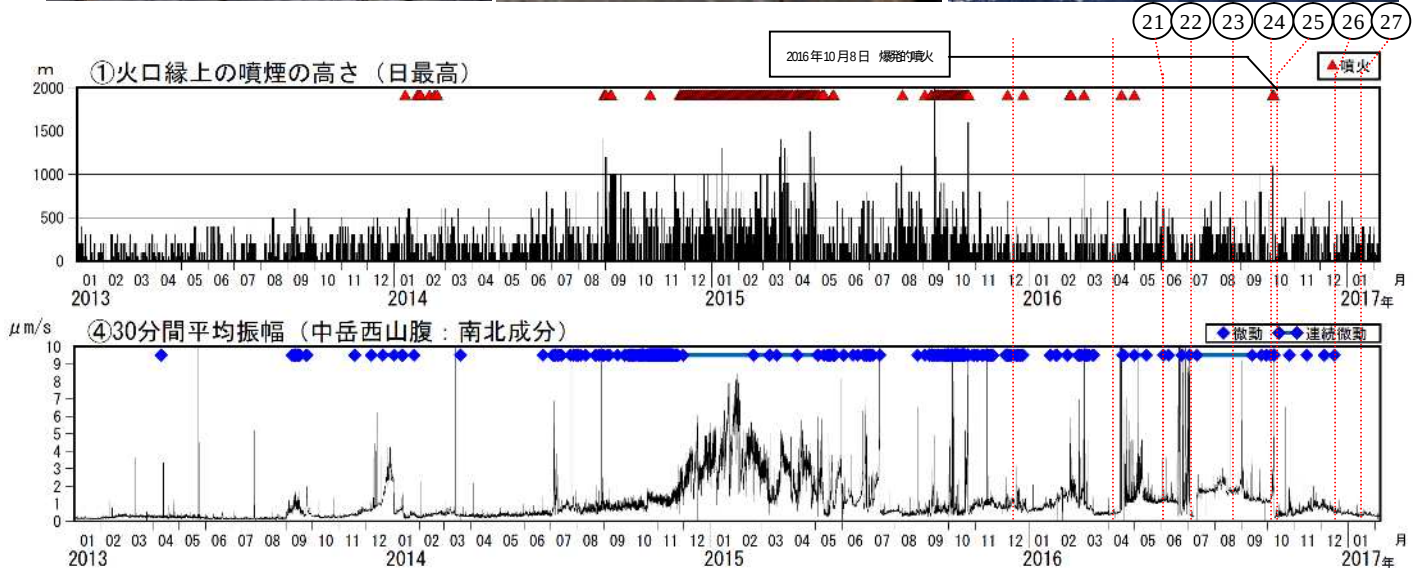
Fig. 30-1 Eruptive activity in Asosan.



第30-2図 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。

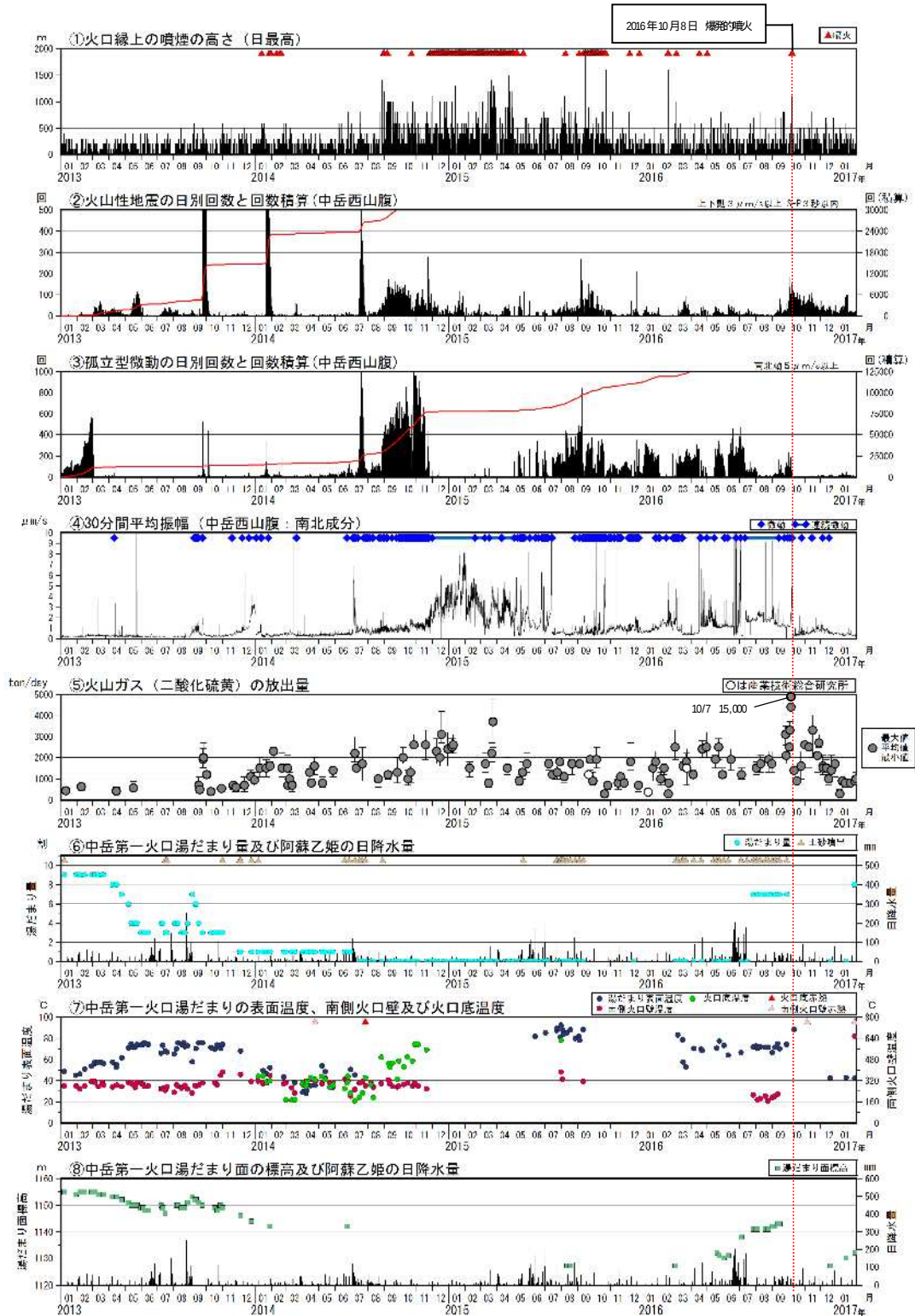
Fig. 30-2 Eruptive activity in Asosan.



第30-3図 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②①。
- ・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②③。
- ・2016年10月8日の噴火直後に、火口内に灰色の湯だまりが残っていることを確認した㉔。
- ・2016年10月12日には、灰白色で高温の湯だまりを確認した㉕。
- ・2016年12月19日には、灰緑色の湯だまりを確認し、2017年2月3日には、湯だまり量が火口底の約8割になっているのを確認した㉖㉗。
- ・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2016年10月8日に爆発的噴火が発生した。爆発的噴火後は、次第に小さくなり、2017年1月以降は小さな状態で推移している。

Fig. 30-3 Eruptive activity in Asosan.



第31図 阿蘇山 火山活動経過図(2013年1月~2017年2月6日)

<2013年1月~2017年2月6日の状況>

- ・火山性微動の振幅は、概ね大きい状態で経過したが、10月7日の噴火前にさらに大きな状態となった。10月8日の噴火後は概ね小さい状態で経過した。
- ・火山性地震は、2016年10月8日の噴火直前にB型地震が増加した後、減少していたが、2017年1月13日から20日にかけて火口付近の浅いところを震源とする振幅の小さな地震が一時的に増加した。
- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、10月8日の噴火後は11月2,100~3,300トン、12月1,000~1,700トンと次第に減少し、2017年1月以降には1日あたり1,000トン以下で阿蘇山の火山活動の静穏期に観測される量と同程度(500~1,000トン)で経過した。

と の赤線は回数の積算を示しています。

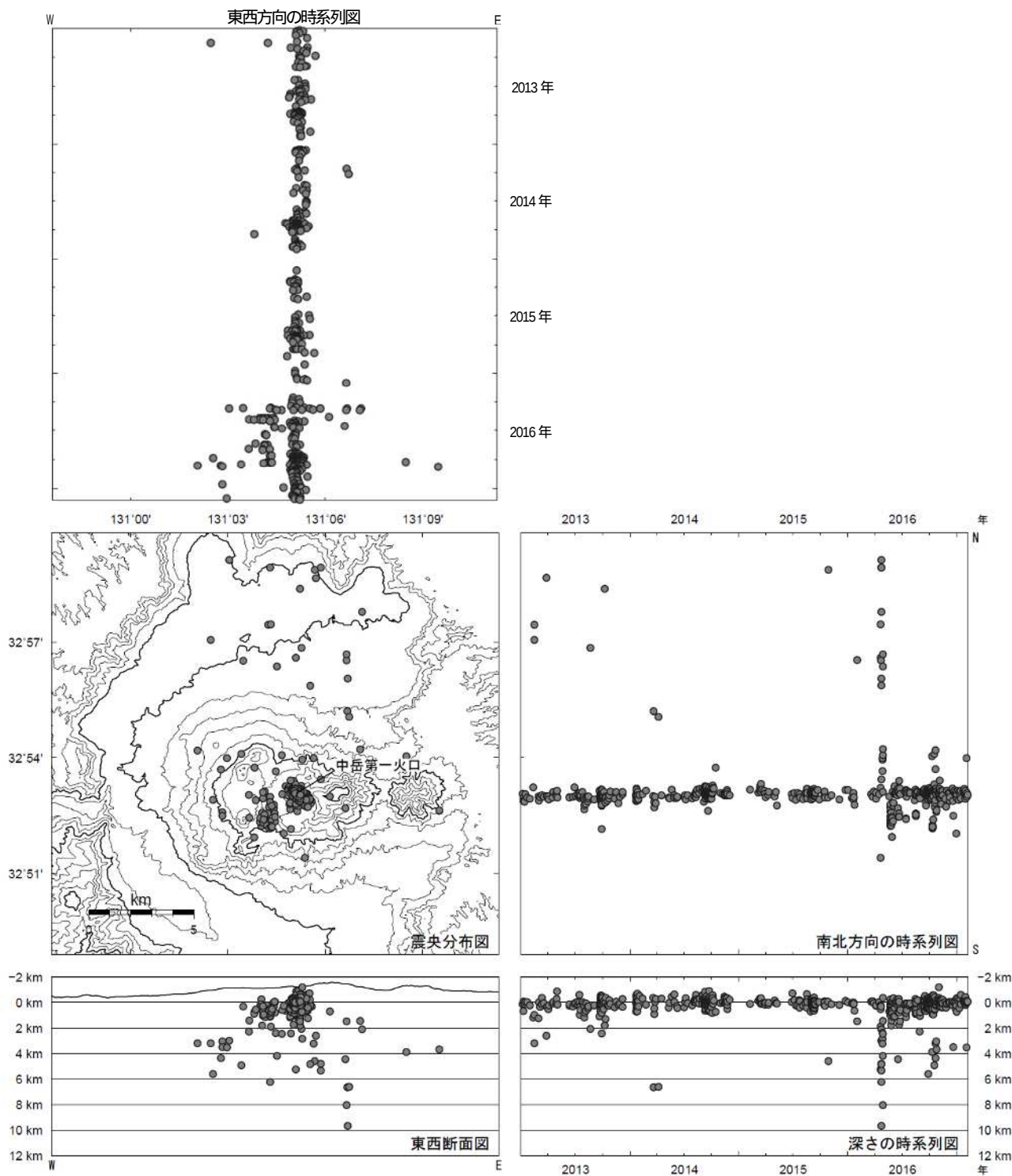
火山性微動の振幅が大きい状態では、火山性地震、孤立型微動の回数は計数できなくなっています。

の湯だまり温度等は赤外放射温度計で計測していましたが、2015年6月から赤外熱映像装置により計測しています。

湯だまり量は、量を確認できた場合のみ表示し、1割に満たない場合は0割としている。

Fig. 31 Volcanic activity in Asosan (January 1, 2013 - February 6, 2017).

阿蘇山

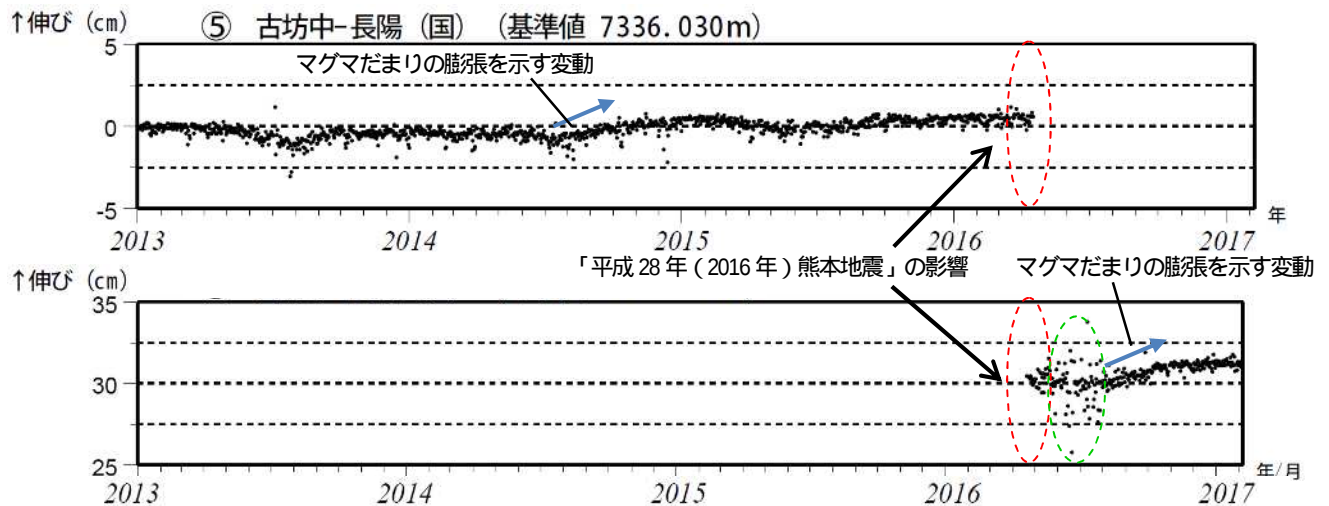


第 32 図 阿蘇山 震源分布図 (2013 年 1 月 ~ 2017 年 2 月 6 日)

火山性地震の震源は、主に中岳第一火口付近のごく浅い所から海抜下 2 km と、中岳第一火口の南西から西側の海抜下 0 ~ 2 km に分布した。

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

Fig. 32 Hypocenter distribution in Asosan (January 1, 2013 - February 6, 2017).



第33図 阿蘇山 GNSS 観測による基線長変化 (2013 年 1 月 ~ 2017 年 2 月 6 日)

GNSS 連続観測では、草千里深部にあると考えられているマグマだまりの膨張を示す基線の伸びが7月頃から認められたが、11月中旬以降は停滞した。

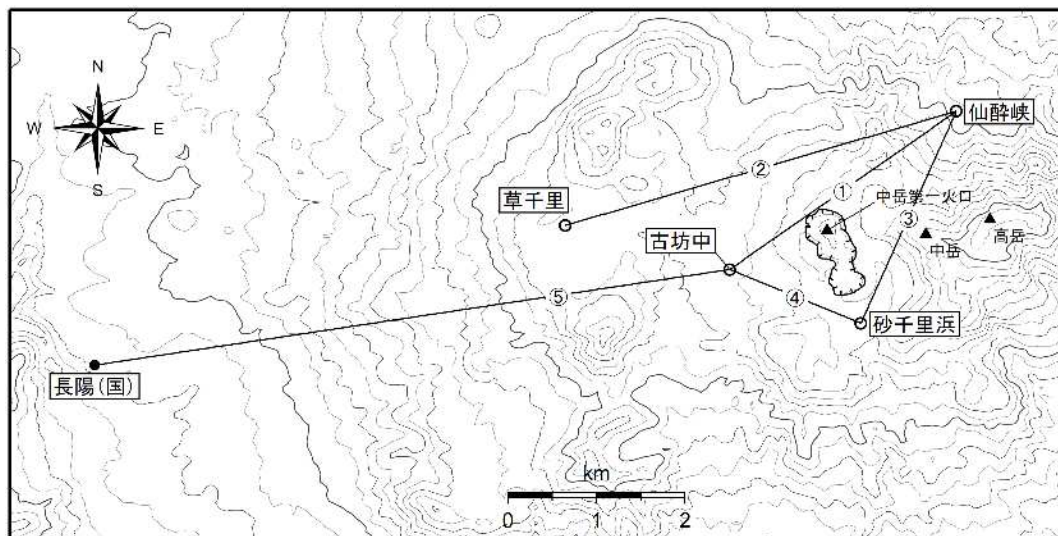
この基線は図34の ⑤ に対応している。

平成28年(2016年)熊本地震の影響による変動が大きかったため、2016年4月16日以前(上)と以降(下)の状況を分けて表示している。

緑色破線部分は気象の影響による乱れと考えられる。

(国): 国土地理院

Fig. 33 Baseline length changes by continuous GNSS analysis (January 1, 2013 - February 6, 2017). This baseline indicates Fig.34 .



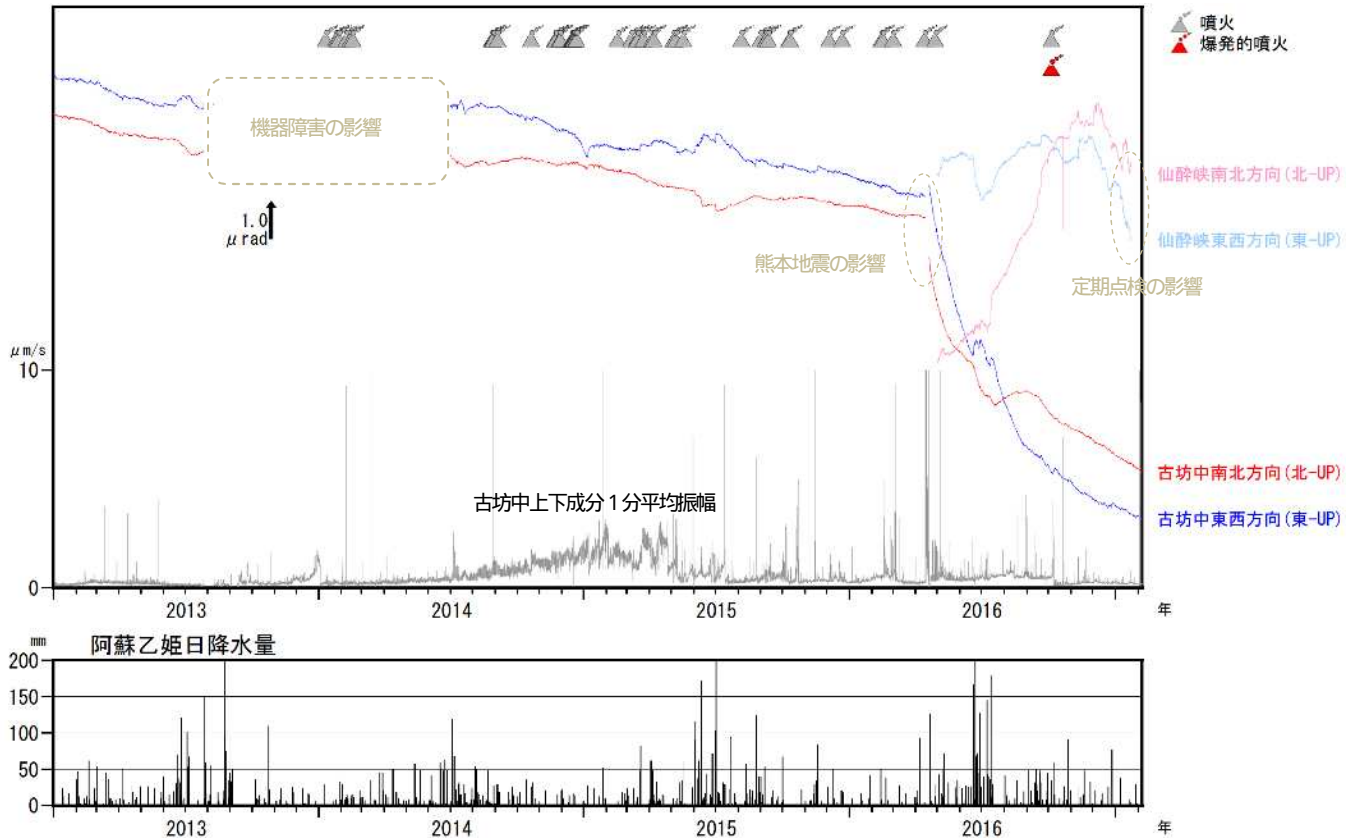
第34図 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

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。

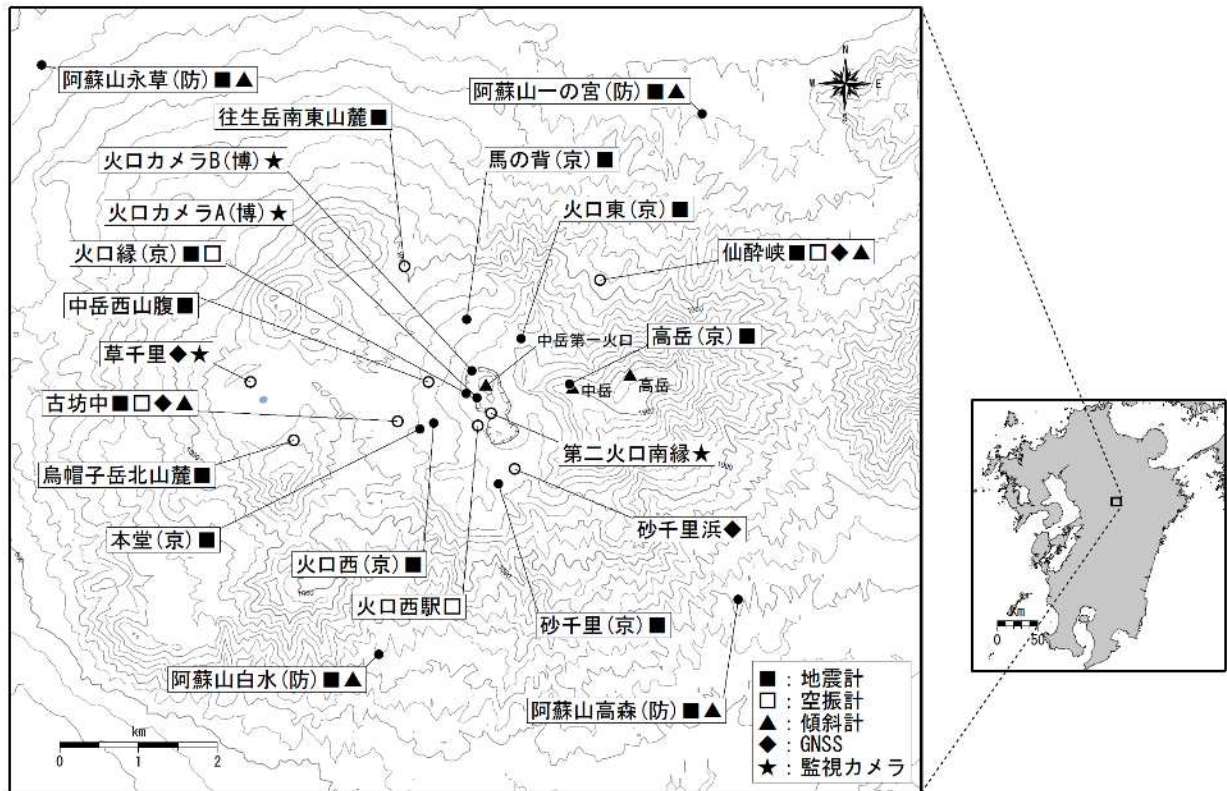
Fig. 34 Continuous GNSS observation sites and baseline number.



第35図 阿蘇山 傾斜変動 (2013年1月~2017年2月6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。

Fig. 35 Tilt changes in Furubochu station(Blue: NS component, Red: EW component) and Sensuikyo station(Sky blue: NS component, Pink: EW component) (January 1, 2013 - February 6, 2017).



第36図 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。

平成28年12月1日から第二火口南縁観測点の監視カメラ及び仙酔峡観測点の傾斜計の運用を開始した。

Fig.36 Location map of permanent observation sites in Asosan.

阿蘇山