

## 焼岳の火山活動（2017年6月～2017年9月27日）\*

### Volcanic Activity of Yakedake Volcano (June 2017 – September 27, 2017)

気象庁地震火山部火山課  
火山監視・警報センター

Volcanology Division, Japan Meteorological Agency  
Volcanic Observation and Warning Center

#### ○概況

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

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4km）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。

##### 2. 地殻変動（第24図、第27図③～⑤、第31図）

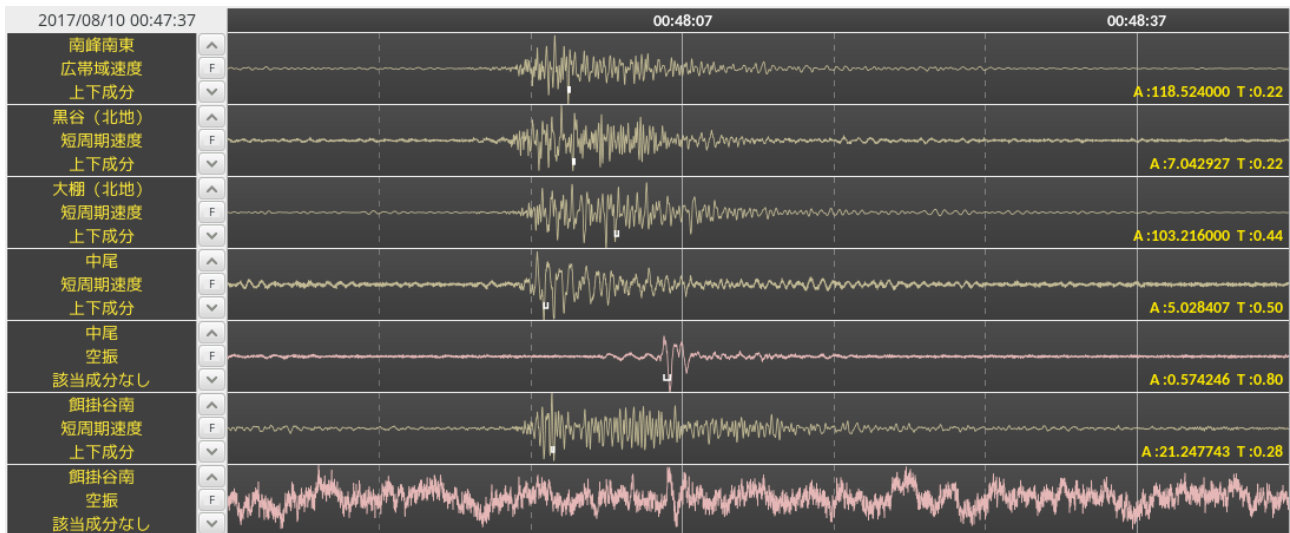
GNSS連続観測及び傾斜観測では、火山活動によるとみられる変動は認められなかった。

この資料は気象庁のほか、北陸地方整備局、国土地理院、京都大学、名古屋大学、東京大学及び国立研究開発法人防災科学技術研究所のデータを利用して作成した。

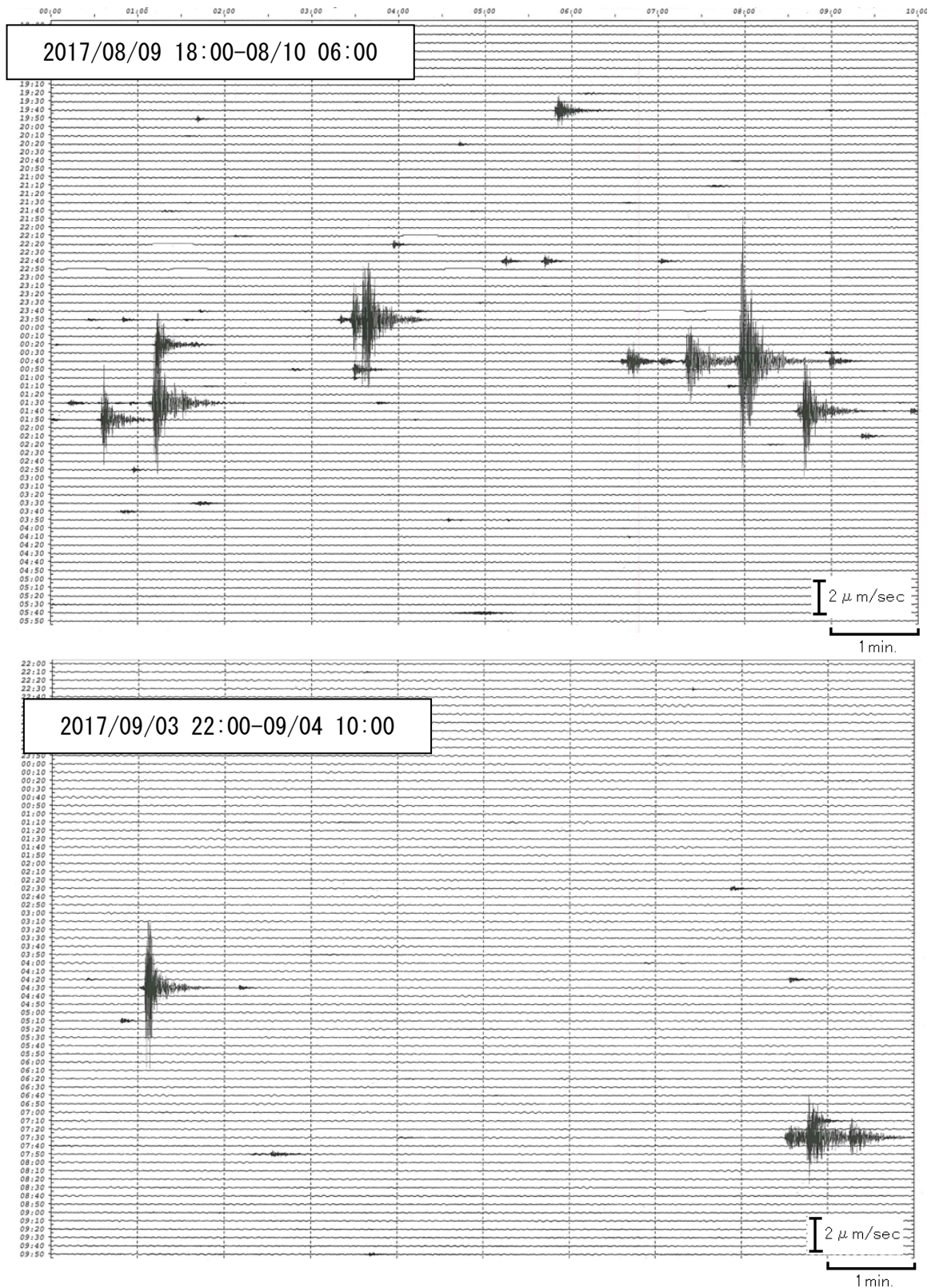
\* 2017年11月30日受付



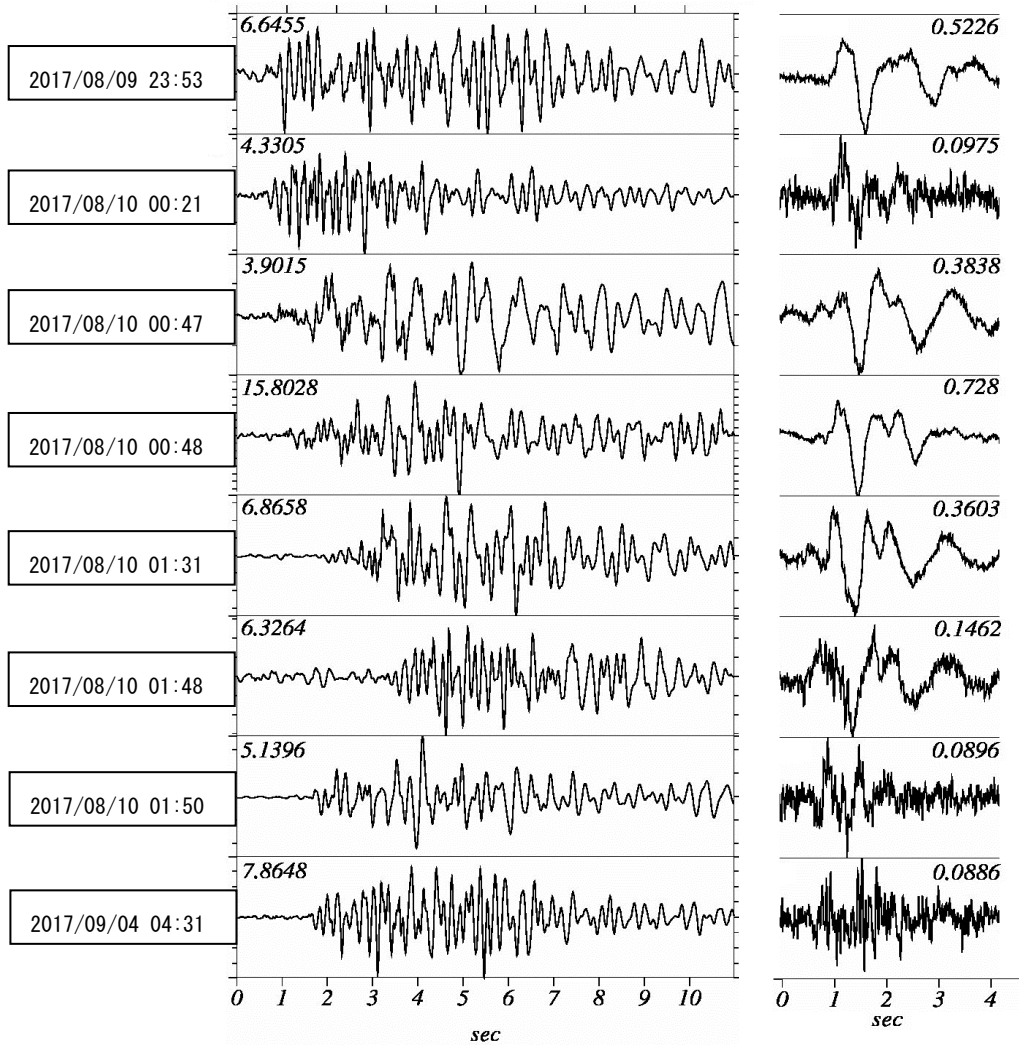
第1図 焼岳 山頂の西側で観測した白色噴気と発生位置（赤丸）  
 Fig. 1. White Plume at west of yakedake summit (red circle in map) observed on 10 August 2017.  
 (焼岳北監視カメラ、焼岳の北北西約4 km)



第2図 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  
 Fig. 2. Seismic waves and air shock wave observed on 10 August 2017 at 00:47.



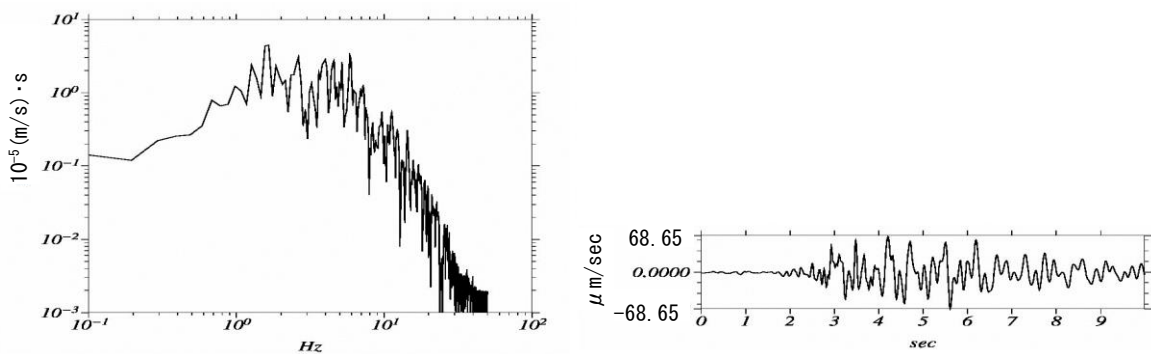
第3図 焼岳 南峰南東観測点における地震波形 上段：8月9-10日、下段：9月3-4日  
Fig. 3. Seismic waves observed at Nanpo-nanto station.



第4図 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）。

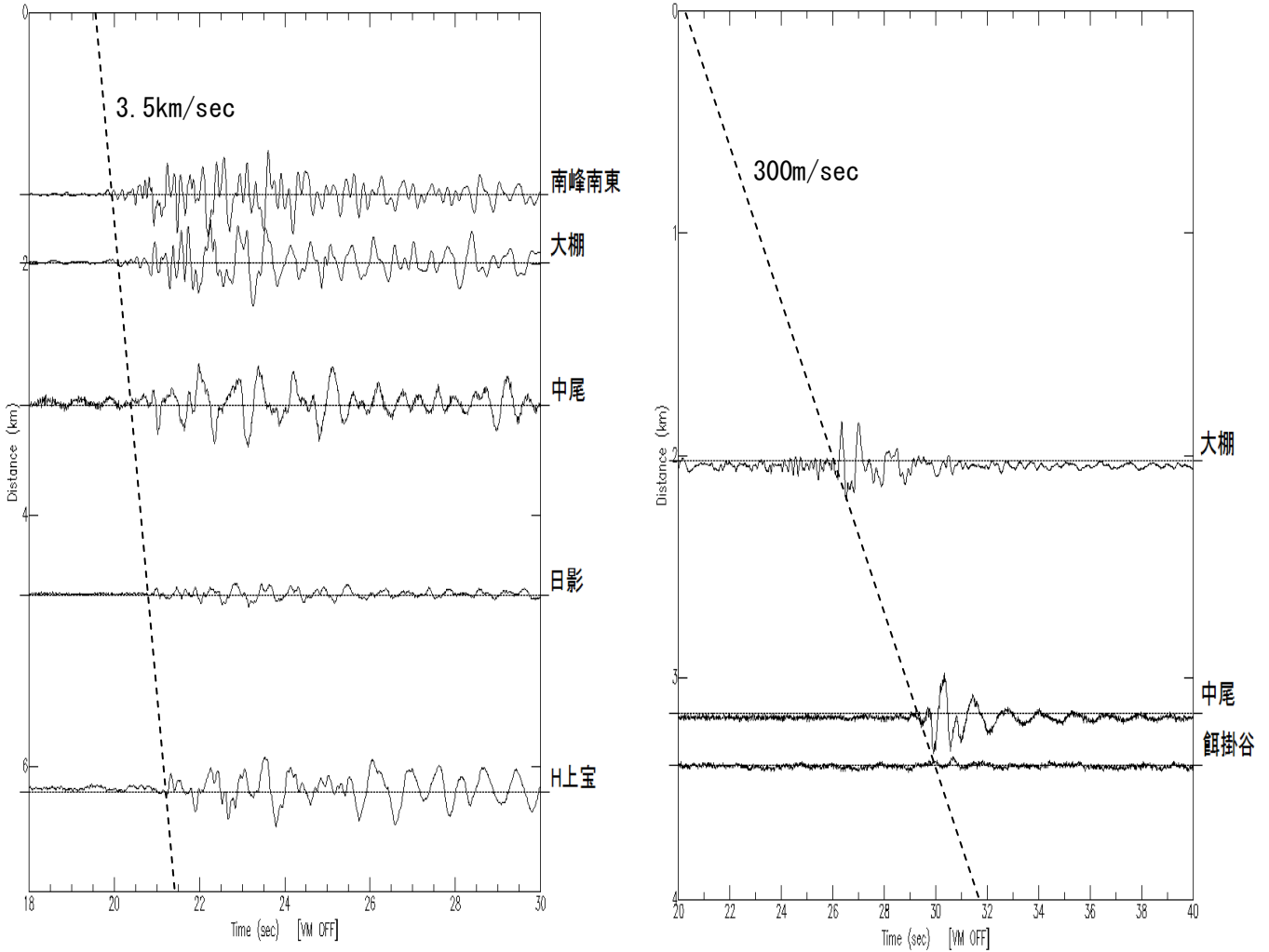
Fig. 4. Comparison between Seismic waves observed at Nanpo-nanto station and Air shock waves observed at Nakao station.

- 数字は最大振幅 ( $10^{-5}$ m/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。



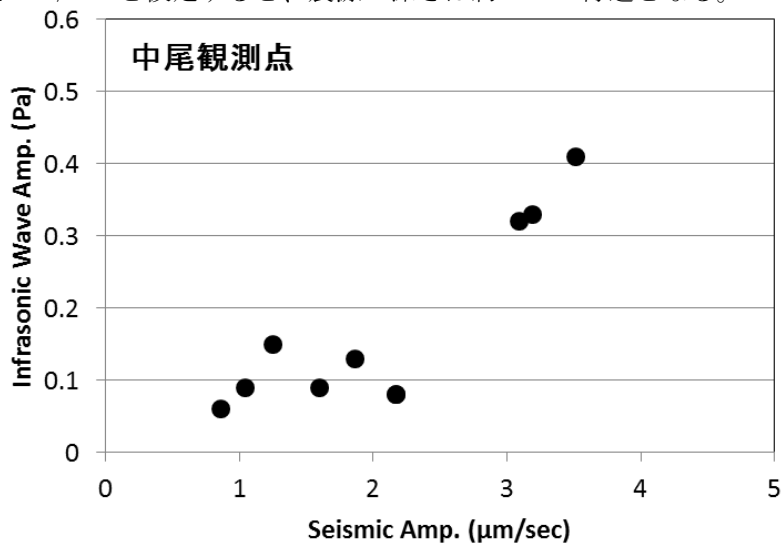
第5図 焼岳 南峰南東観測点（広帯域地震計）におけるスペクトルと地震波形

Fig. 5. Spectrum and seismic waves observed at Nanpo-nanto station.



第6図 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  
 Fig. 6. Seismic waves and infrasonic waves arranged in order of closer distance from Kurotani crater.

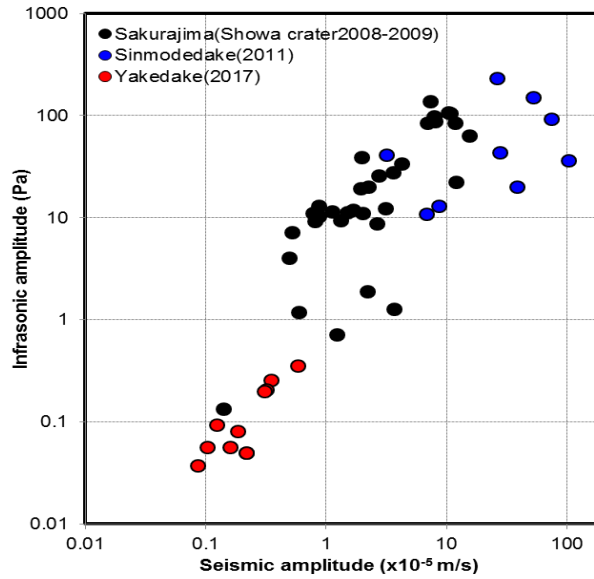
- 震央および空振源は黒谷火口でも説明できる。
- P波速度を3km/secと仮定すると、震源の深さは約1.5km付近となる。



第7図 焼岳 中尾観測点の地震動振幅と空振の相関図

Fig. 7. Diagram of seismic amplitudes and infrasonic wave amplitudes observed at Nakao station.

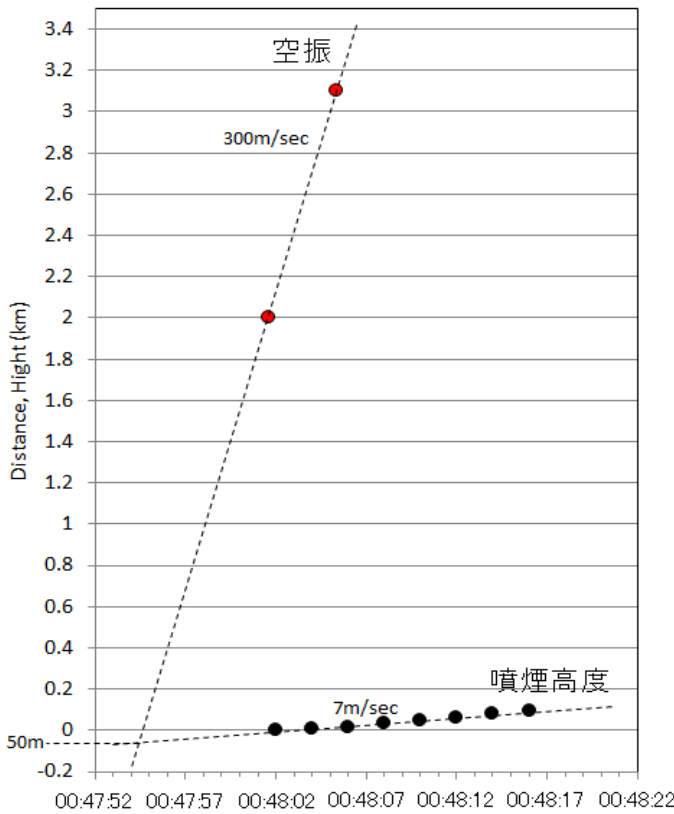
- 地震振幅と空振振幅の相関は比較的よい。



第8図 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

Fig. 8. Diagram of seismic amplitudes and infrasonic wave amplitudes observed at Yakedake volcano and Sakurajima volcano.

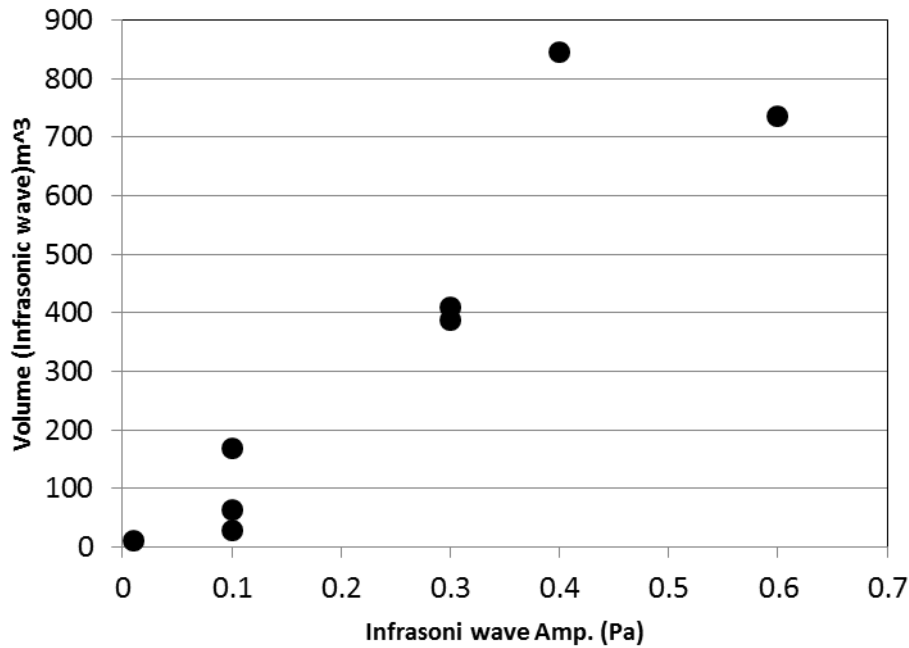
データの震動振幅は震央距離3km、空振振幅は同5kmで規格化してある。  
 ・焼岳の空振は、桜島や新燃岳と比べ、一桁程度小さい。



第9図 焼岳 空振の走時と噴煙の高度の時間変化

Fig. 9. Changes of infrasonic wave distances and plume heights observed at Yakedake volcano.

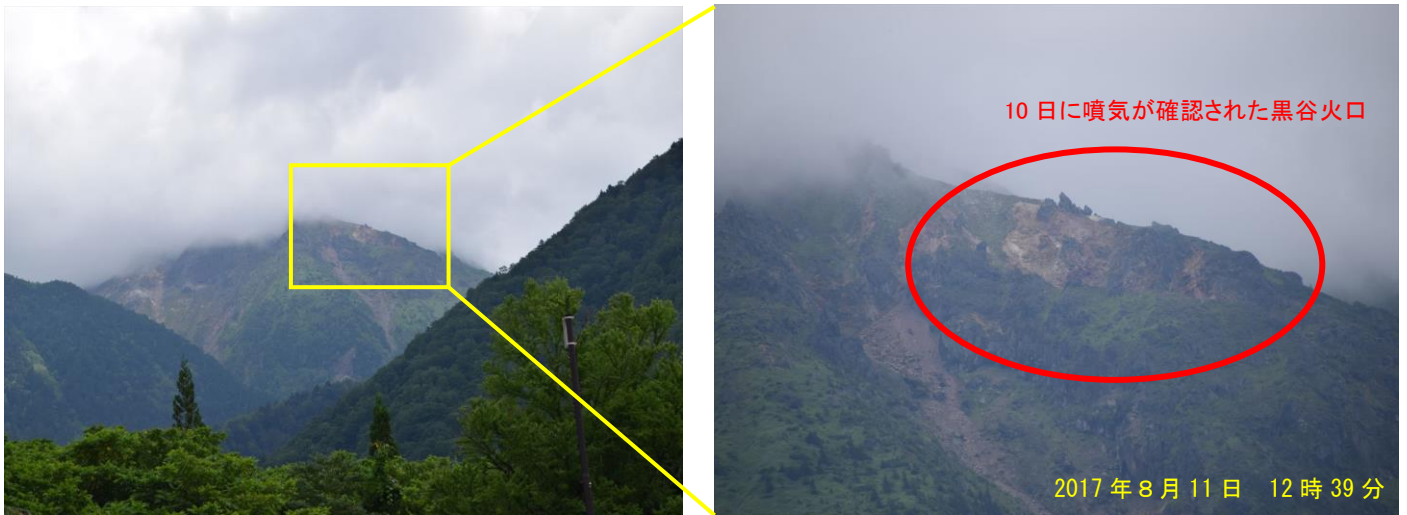
- ・噴煙の上昇速度は約7m/secであった。
- ・空振、噴煙ともに同時に火口底で発生したとすると、火口の深さは約50mとなる。
- ・実際に観測された噴煙高度は約100mで、Mortonの式を使うと放熱率は約20,000Wとなる。



第10図 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  
 Fig. 10. Amplitudes of infrasonic wave and calculated volume changes estimated by width of infrasonic wave.  
 ・体積変化量は 10~800m<sup>3</sup> に求まった。

第1表 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  
 Table 1. The times when low-frequency earthquakes with infrasonic wave occurred and plume from Kurotani crater increased.

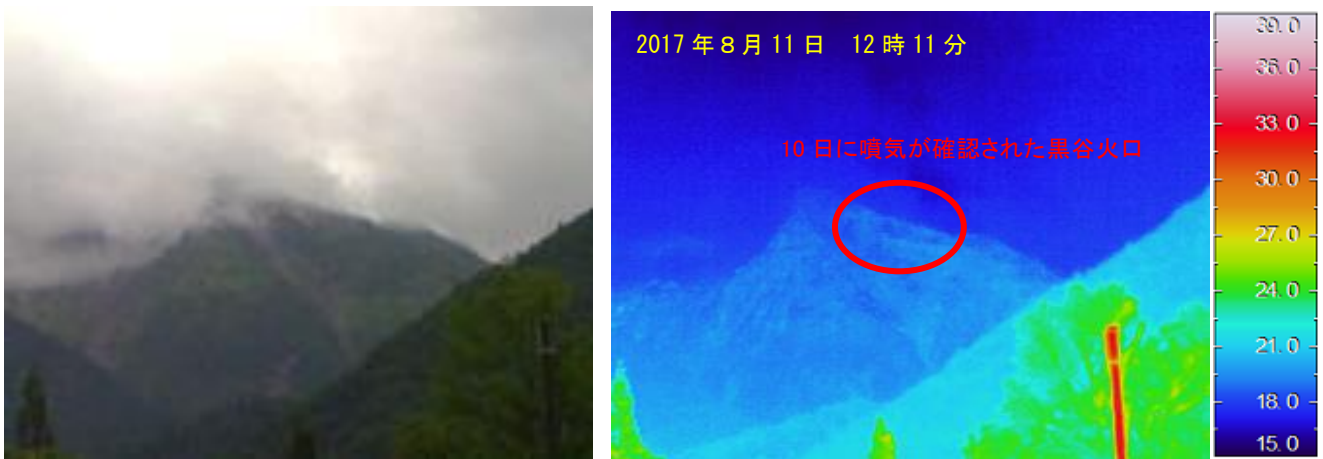
年	月日	時刻	噴気	地震波形	空振波形
2017年	8月9日	23時53分		震動あり	空振あり
2017年	8月9日	23時53分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	23時53分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時21分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時47分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時47分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	0時48分	噴気強まり		
2017年	8月10日	1時31分		震動あり	空振あり
2017年	8月10日	1時35分	噴気強まり		
2017年	8月10日	1時43分	噴気強まり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



第11図 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

Fig. 11. Kurotani crater where plume observed on August 10, 2017.

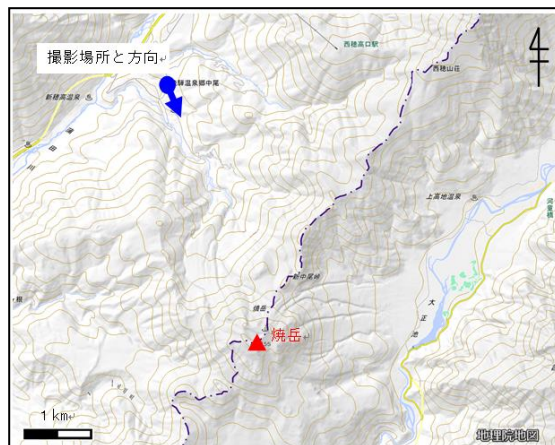
・噴気、明瞭な地形の変化や噴出物は確認されなかった。



第12図 焼岳 赤外熱映像装置による地表面温度分布

Fig. 12. Thermal image of Kurotani crater.

・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。



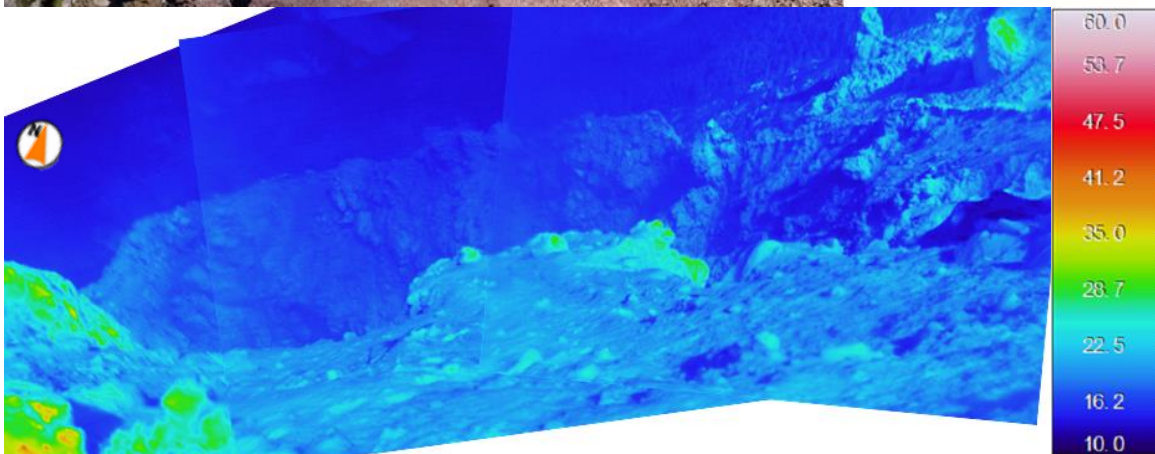
第13図 焼岳 図11及び図12の撮影場所と撮影方向

Fig. 13. Shooting location and direction of photographs in fig. 11 and 12.





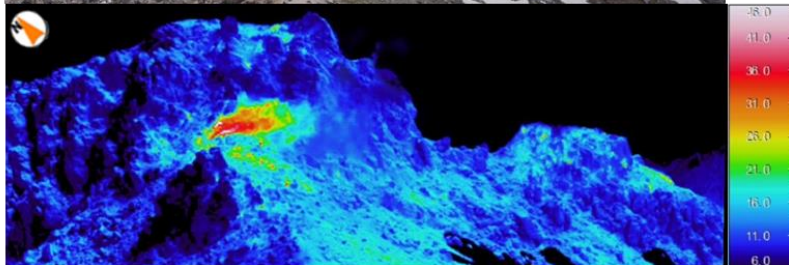
第14図 噴気孔位置および観測位置  
Fig. 14. Locations of fumaroles and observation points.



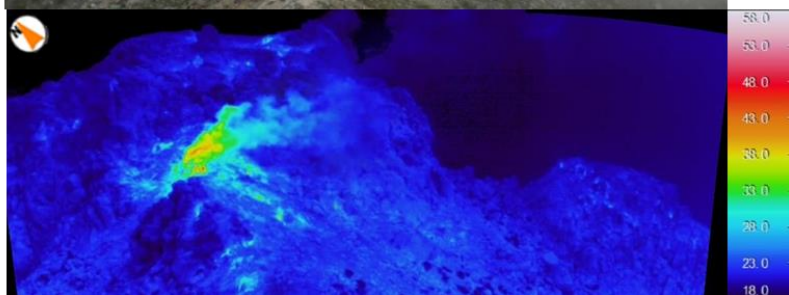
第15図 焼岳 黒谷火口周辺の状況および地表面温度分布  
Fig. 15. Thermal image of Kurotani crater.

観測位置は図14参照

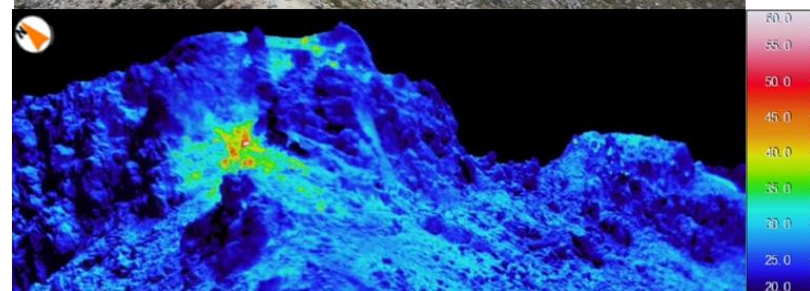
- ・ 黒谷火口周辺で噴気や新しい噴出物の痕跡は認められなかった。
- ・ 地表面温度についても日射の影響を超えるような地熱域は認められなかった。
- ・ 写真左に噴気のように写っているものは雲で、火口からの噴気ではない。



気象状況	天気：くもり	雲量：8
	気温：16°C	湿度：61%
	風速：1m/s 以下	気圧：762hPa



気象状況	天気：雨	雲量：10
	気温：20°C	湿度：76%
	風速：1m/s 以下	気圧：785hPa

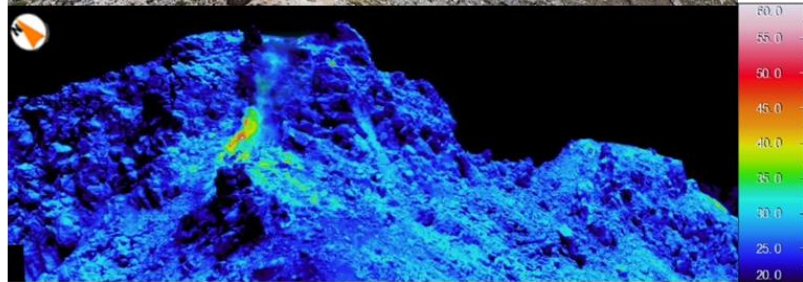


気象状況	天気：晴れ	雲量：不明
	気温：24°C	湿度：49%
	風速：1m/s 以下	気圧：761hPa

第16図-1 北峰南側の状況および地表面温度分布  
Fig. 16-1. Thermal images of southern side of Hokuho summit.



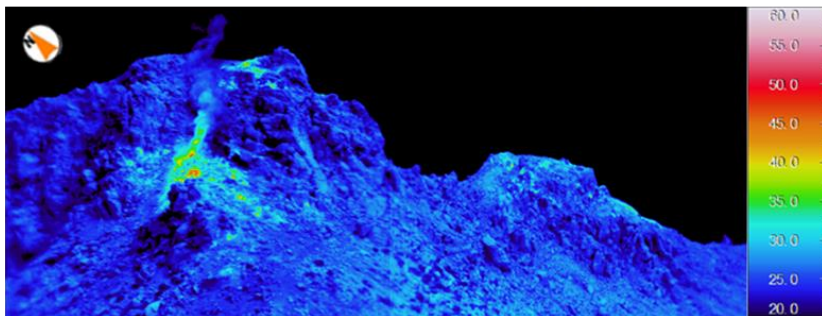
2016年7月1日12時30分



気象状況	天気：晴れ	雲量：不明
	気温：14℃	湿度：71%
	風速：4m/s 以下	気圧：776hPa



2017年8月31日11時00分



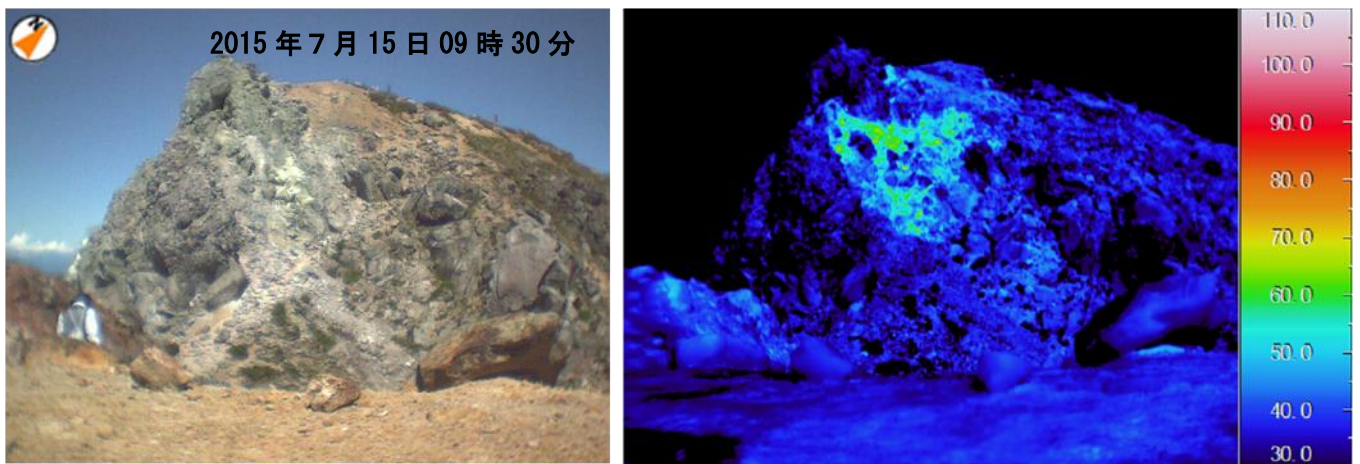
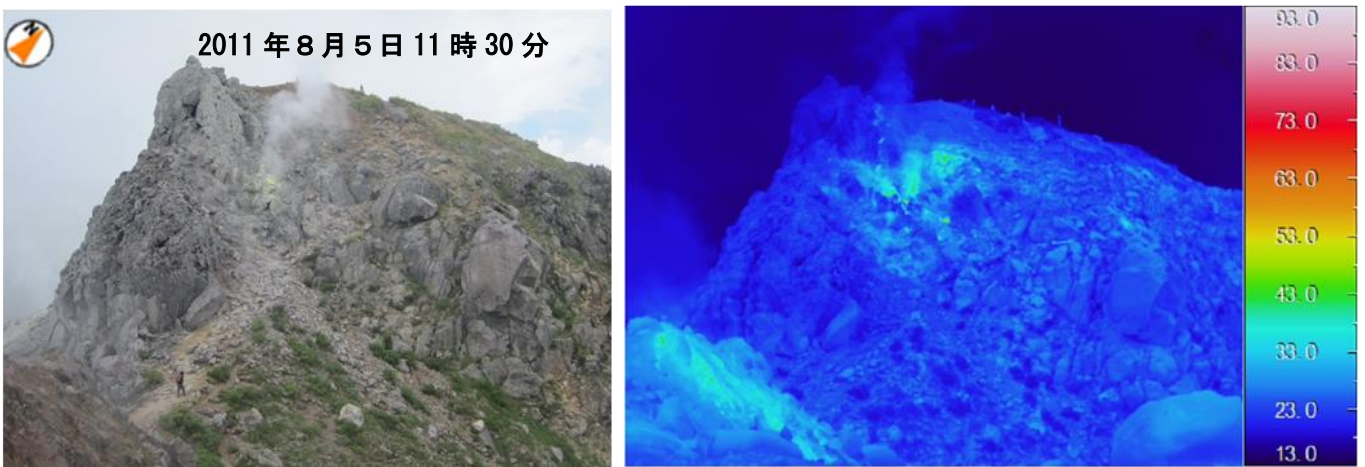
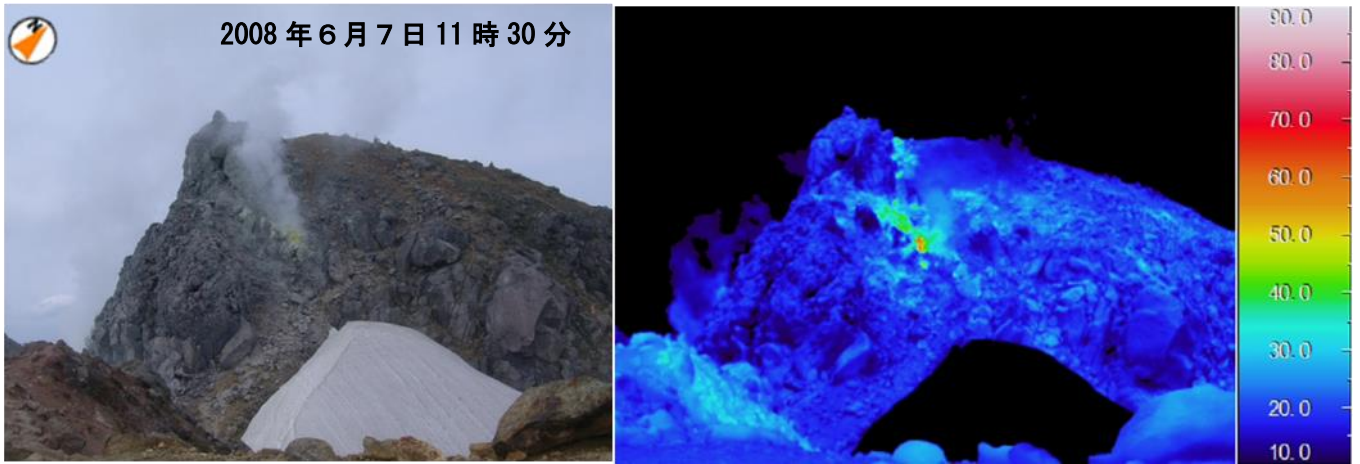
気象状況	天気：晴れ	雲量：不明
	気温：19℃	湿度：92%
	風速：2m/s 以下	気圧：759hPa

図 16-2 北峰南側の状況および地表面温度分布

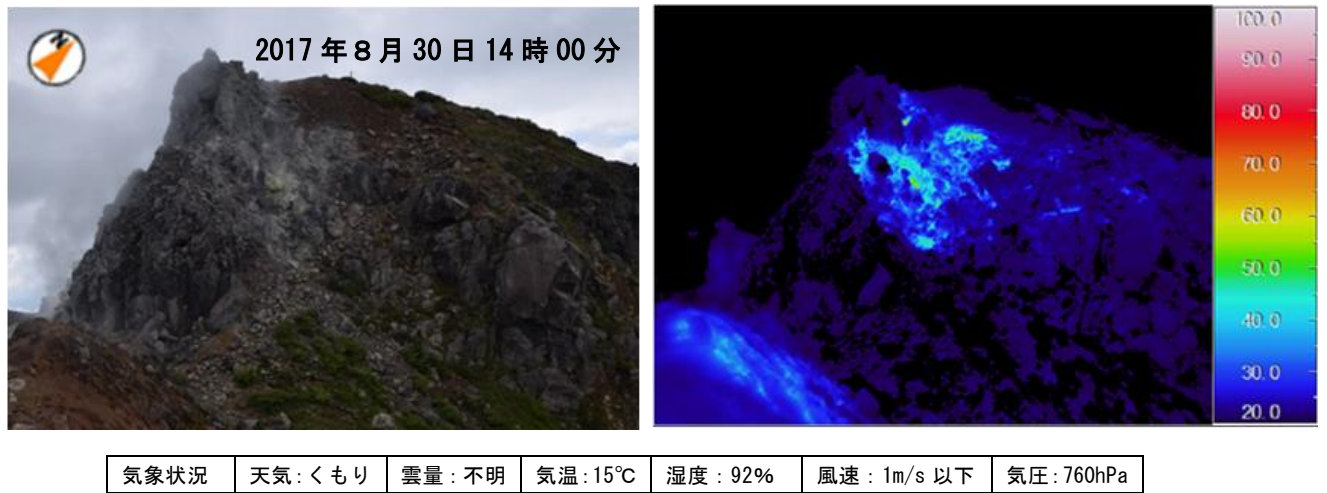
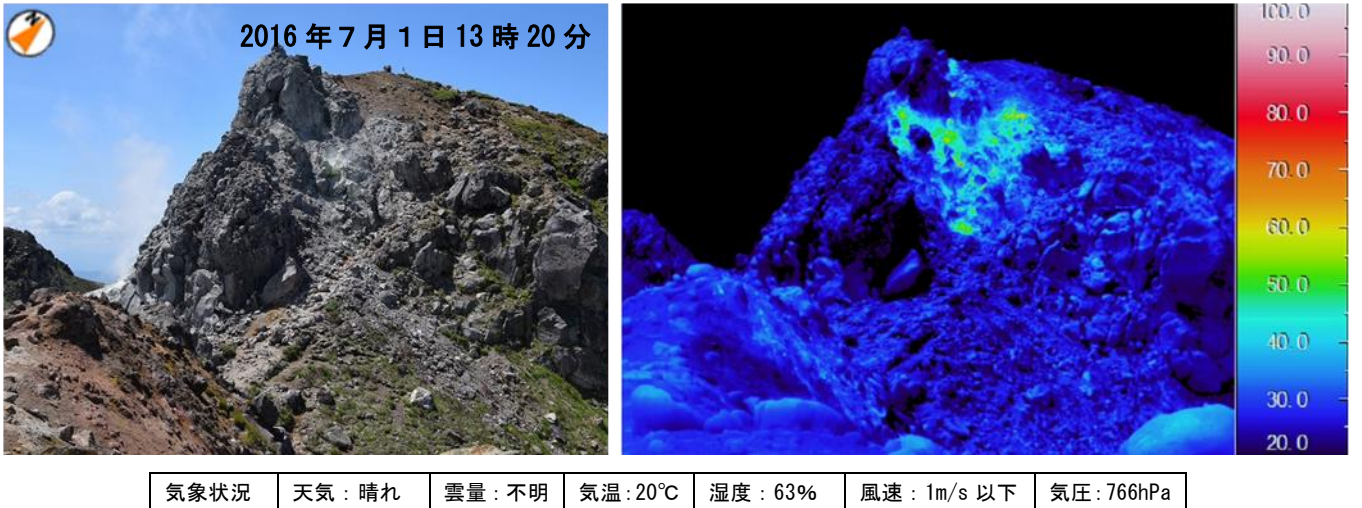
Fig. 16-2. Thermal images of southern side of Hokuho summit.

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）。



第17-1図 北峰東斜面の状況および地表面温度分布  
Fig. 17-1. Thermal images of eastern slope of Hokuho summit.

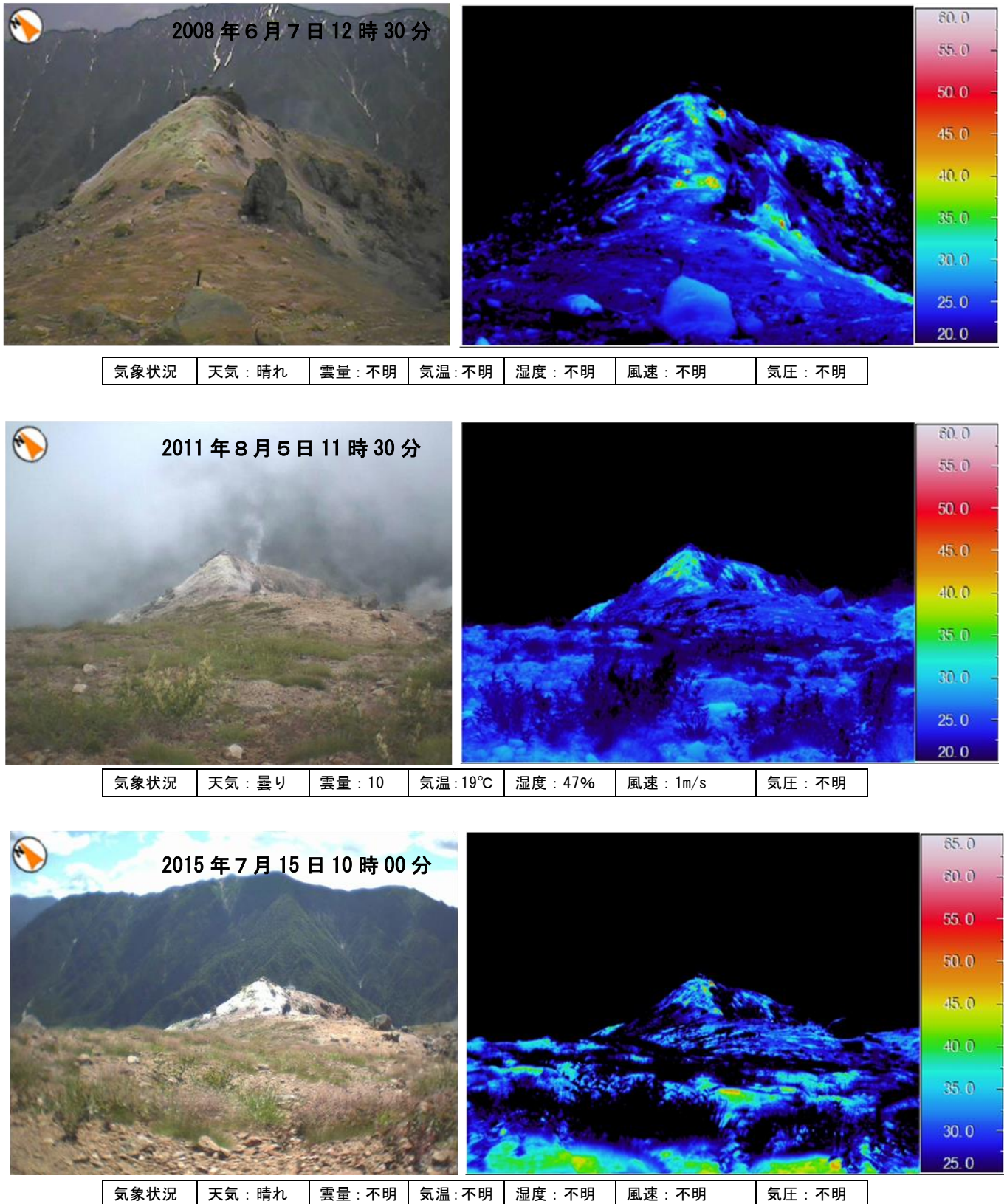


第17-2図 北峰東斜面の状況および地表面温度分布

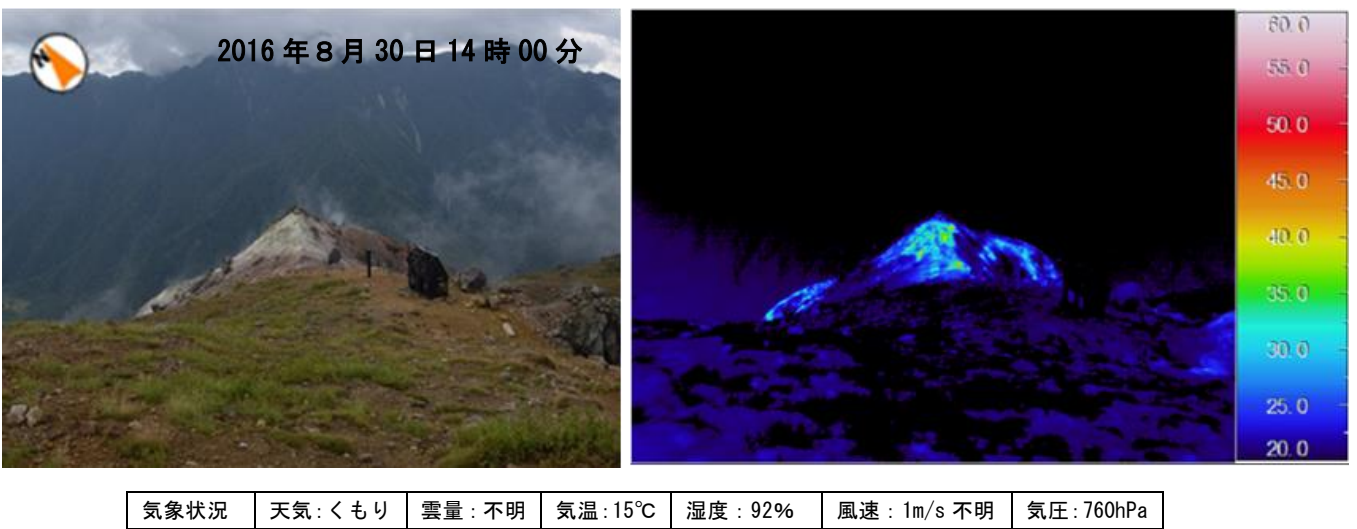
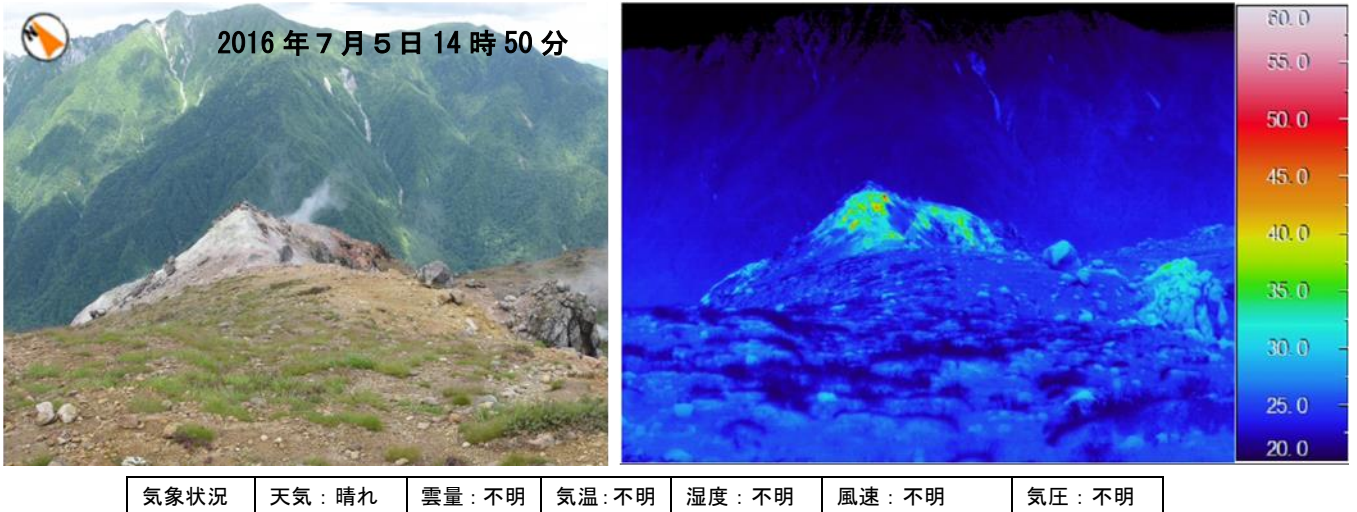
Fig. 17-2. Thermal images of eastern slope of Hokuho summit.

観測位置は図14参照

- ・2015年以降、噴気の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



第18-1図 醇ヶ池北側の状況および地表面温度分布  
 Fig. 18-1. Thermal images of northern side of Jungaike crater.

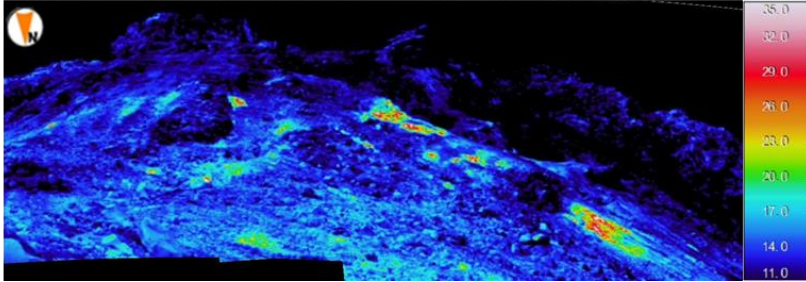


第18-2図 醇ヶ池北側の状況および地表面温度分布  
 Fig. 18-2. Thermal images of northern side of Jungaike crater.  
 観測位置は図14参照

- ・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



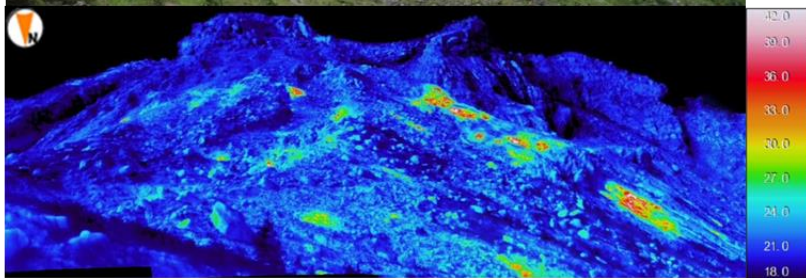
2008年6月7日10時20分



気象状況	天気：くもり	雲量：9
	気温：19°C	湿度：42%
	風速：1m/s以下	気圧：788hPa



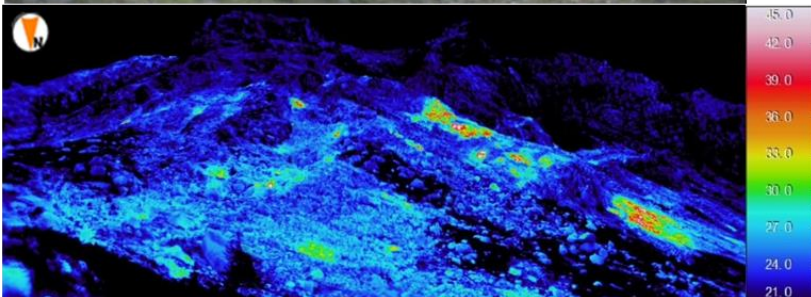
2011年8月5日10時00分



気象状況	天気：くもり	雲量：10
	気温：19°C	湿度：47%
	風速：1m/s以下	気圧：785hPa



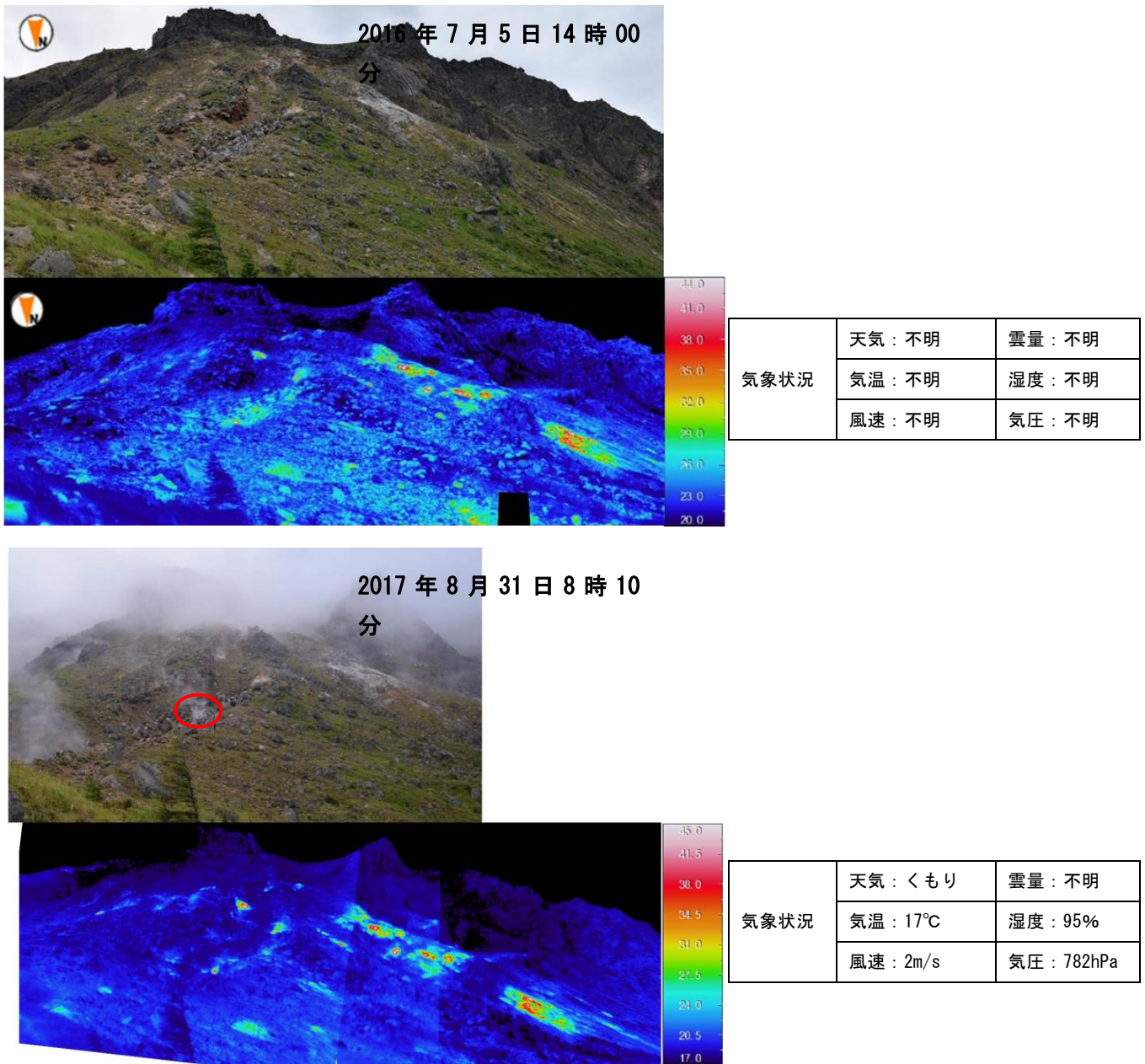
2015年7月15日16時00分



気象状況	天気：晴れ	雲量：不明
	気温：19°C	湿度：67%
	風速：2m/s以下	気圧：784hPa

第19-1図 北峰北側斜面の状況および地表面温度分布  
Fig. 19-1. Thermal images of northern slope of Hokuho summit.

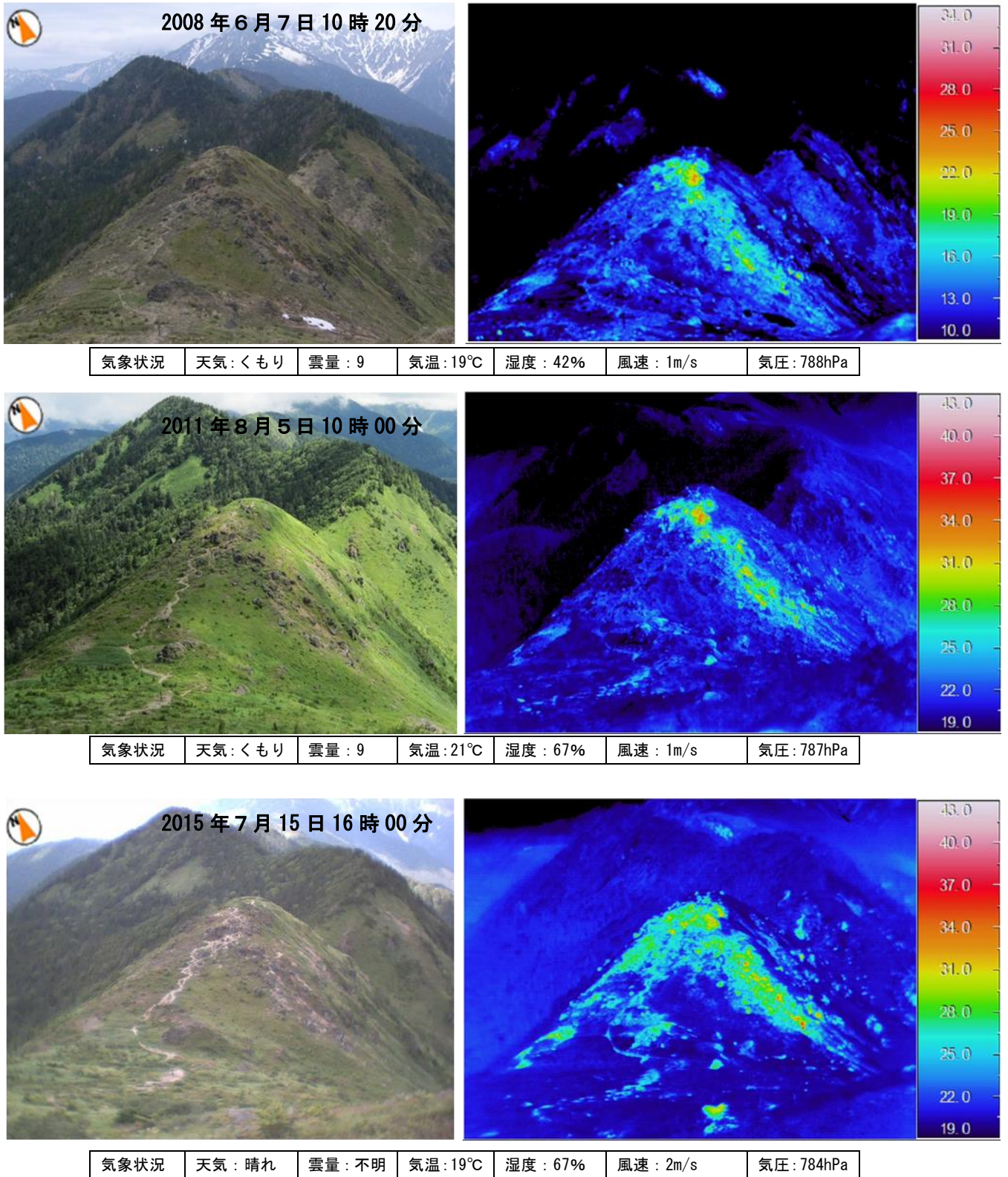




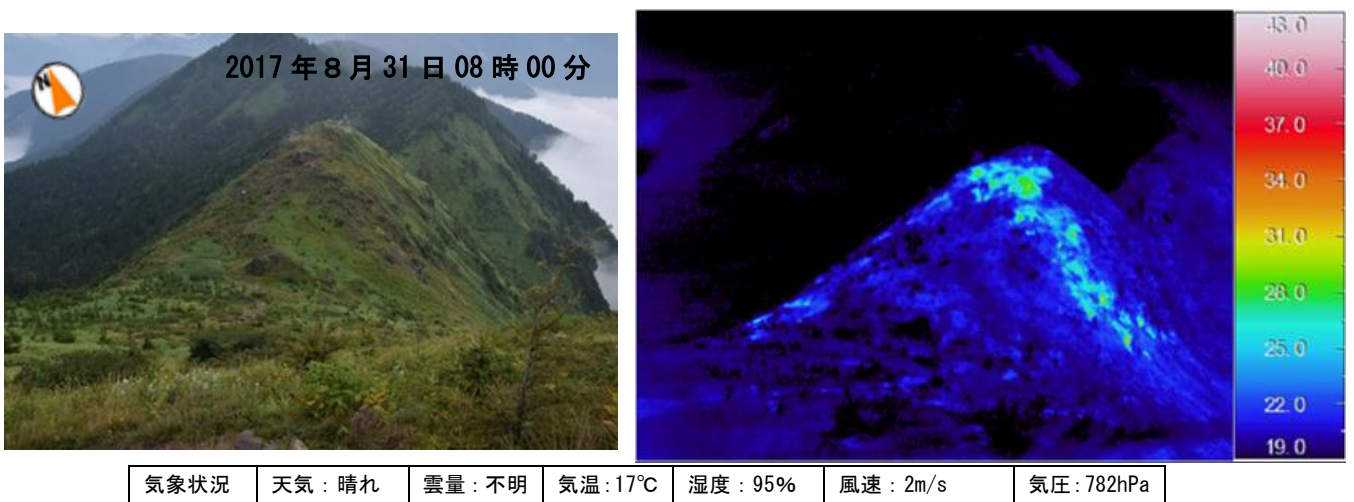
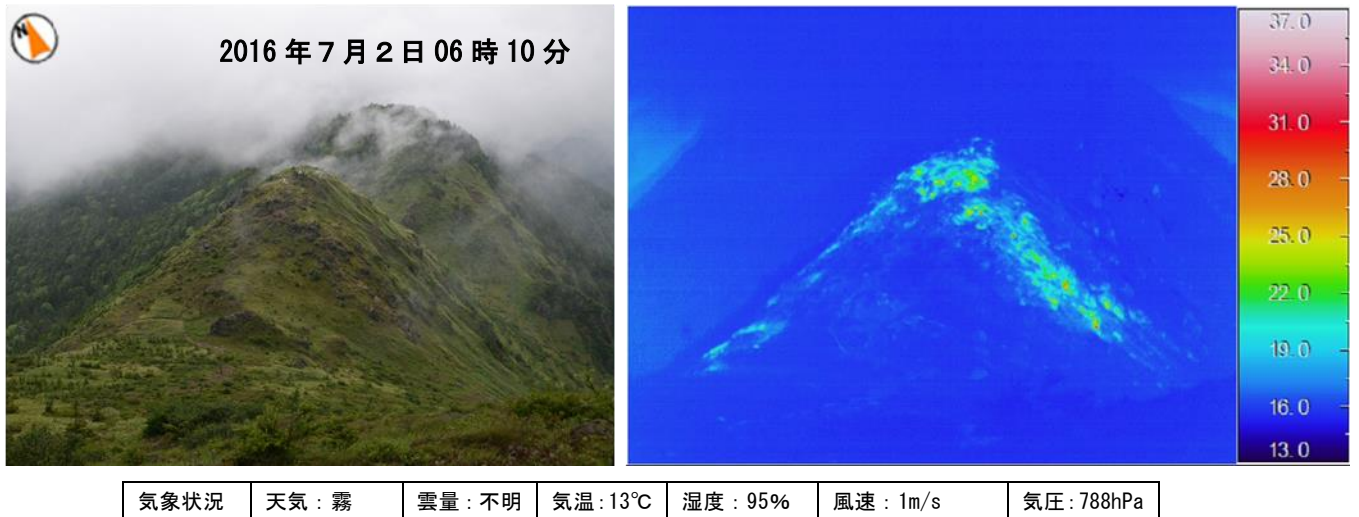
第 19-2 図 北峰北側斜面の状況および地表面温度分布  
 Fig. 19-2. Thermal images of northern slope of Hokuho summit.

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。



第20-1図 焼岳展望台南斜面の状況および地表面温度分布  
 Fig. 20-1. Thermal images of slope in the south of yakedake Observatory.

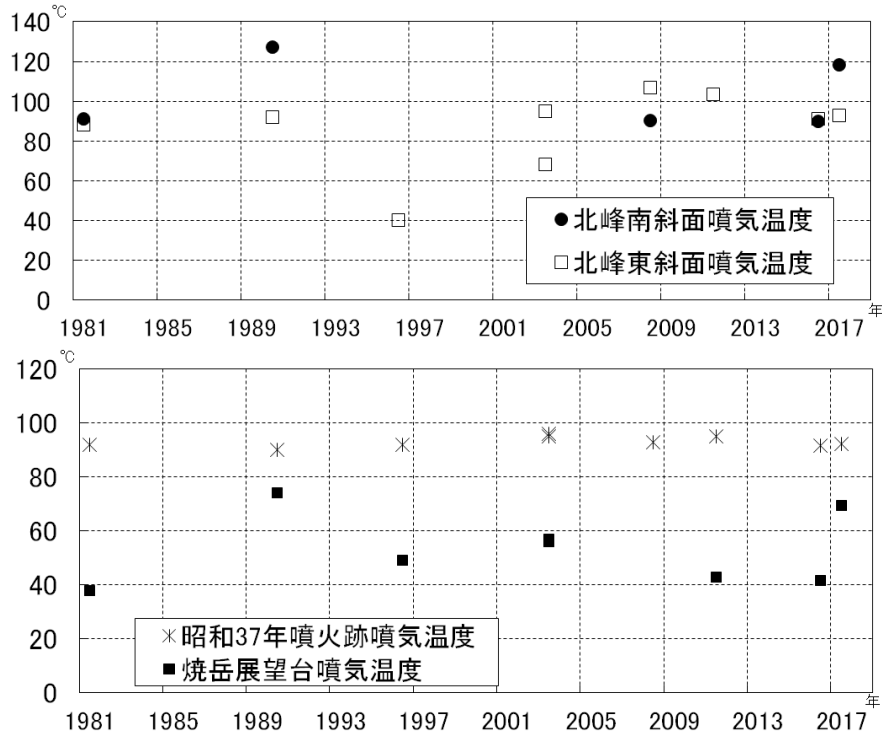


第20-2図 焼岳展望台南斜面の状況および地表面温度分布

Fig. 20-2. Thermal images of slope in the south of yakedake Observatory.

観測位置は図14参照

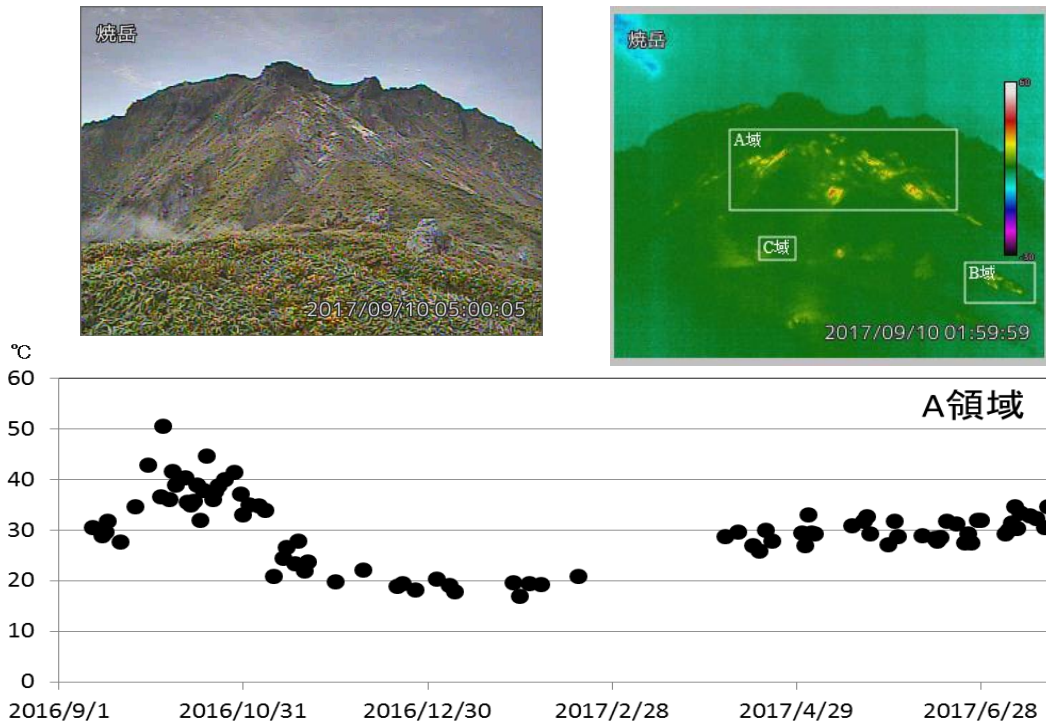
- ・噴気や地熱域に変化は認められなかった
- ・2016年の観測に比べ、2017年の観測では噴気温度が上昇していた（図21参照）。



第21図 焼岳 各噴気孔の温度（サーミスタ温度計による）時系列図

Fig. 21. Changes of fumarole temperatures.

- ・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。

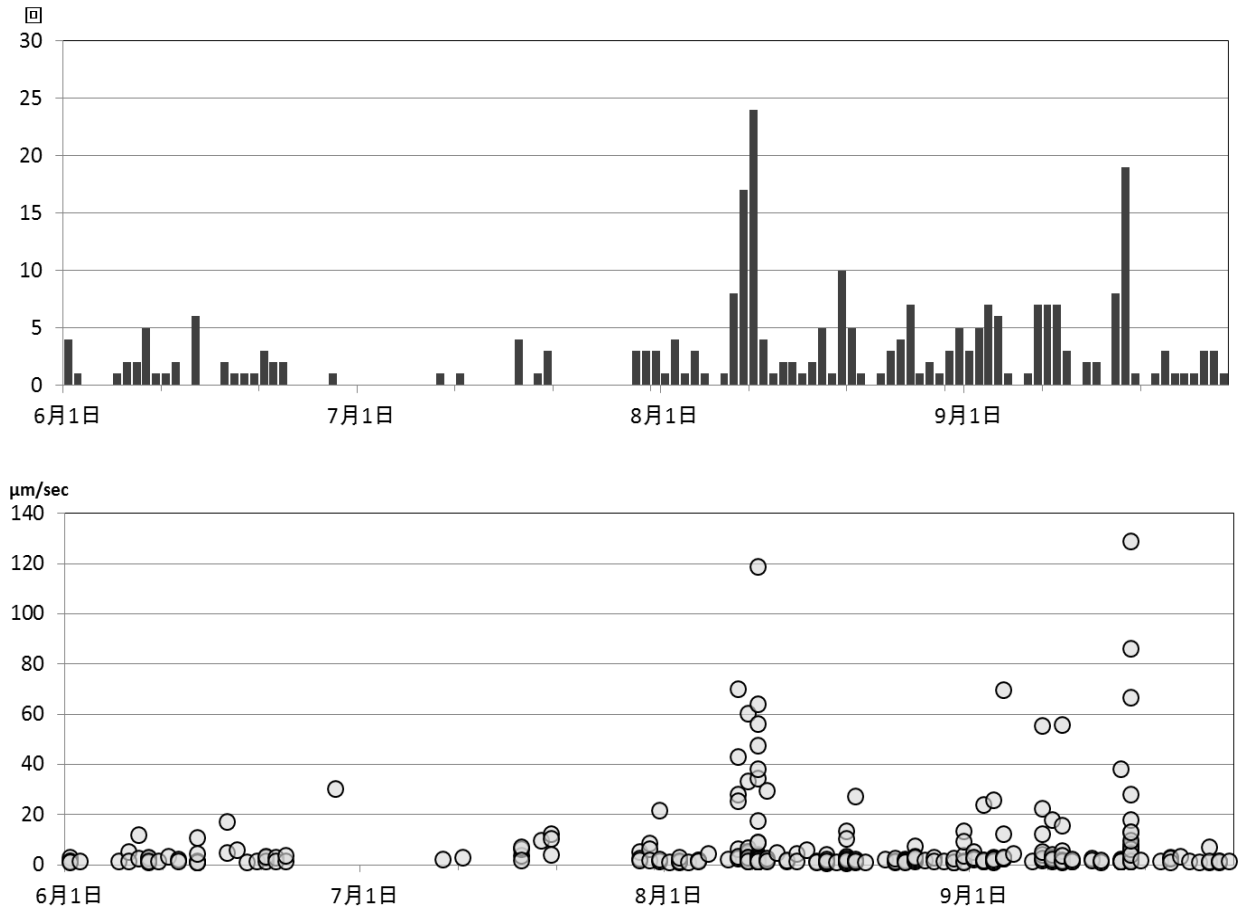


第22図 焼岳 火口赤外熱映像カメラによる昭和37年噴火跡の噴気温度（A領域）

（2016年9月1日～2017年7月20日）

Fig. 22. Change of fumarole temperature at crater of 1962 eruption observed by Nakao-toge monitoring camera.

- ・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。



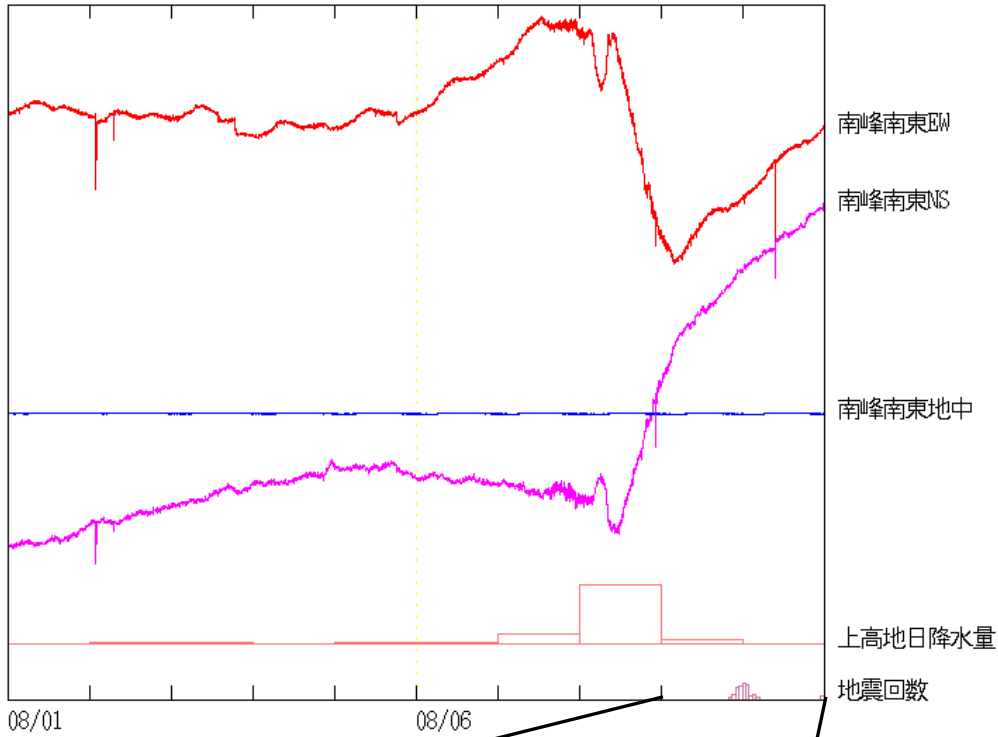
第23図 山頂付近の観測点でも観測される微小な地震を含めた地震回数および最大振幅（南峰南東観測点上下成分）時系列図（2017年6月1日～9月27日）

Fig. 23. Daily numbers and max amplitudes of volcanic earthquakes observed from June 1 to September 27, 2017.  
 ・ 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

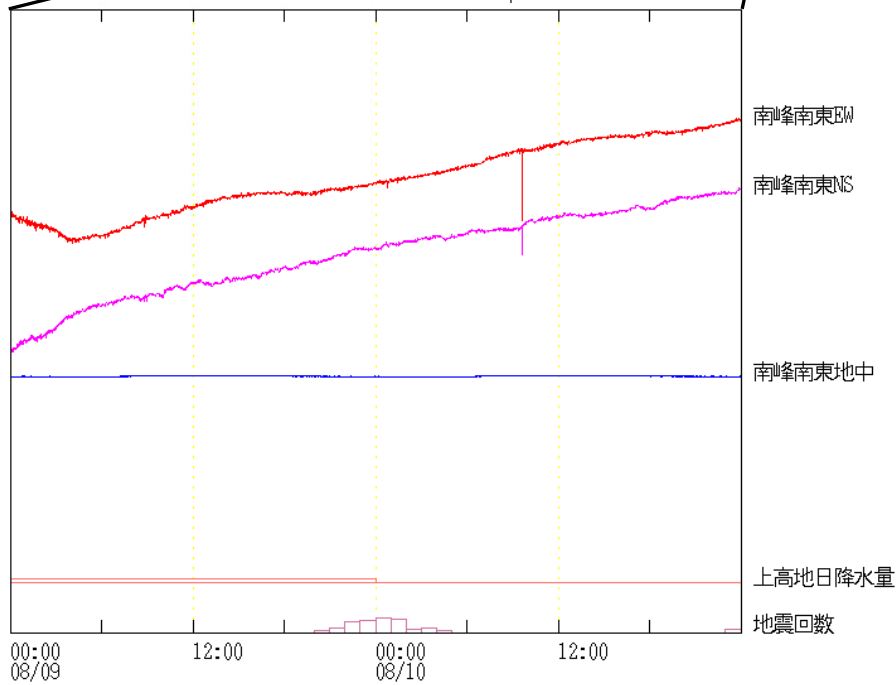
NEup | 0.1e-6 radian 50 count  
0.5 degree  
5 degree  
200 mm



焼岳 (分値)

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

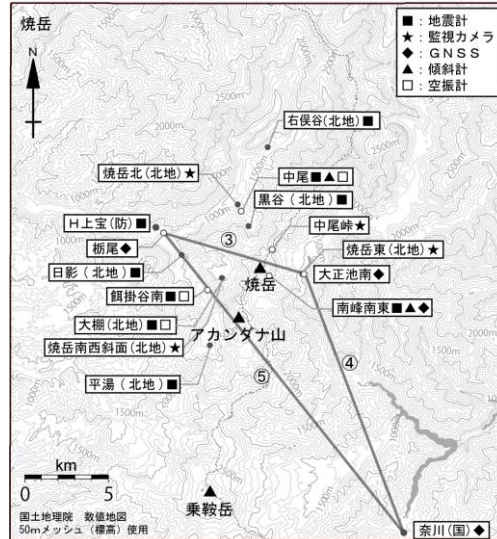
NEup | 0.1e-6 radian 50 count  
0.5 degree  
5 degree  
200 mm



第24図 焼岳 南峰南東傾斜計記録 (2017年8月1日～8月10日)

Fig. 24. Tilt data at Nanpo-nanto station

・ 特段の変化はみられない



第25図 焼岳 観測点配置

Fig. 25. Location map of observation sites in Yakedake.

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。

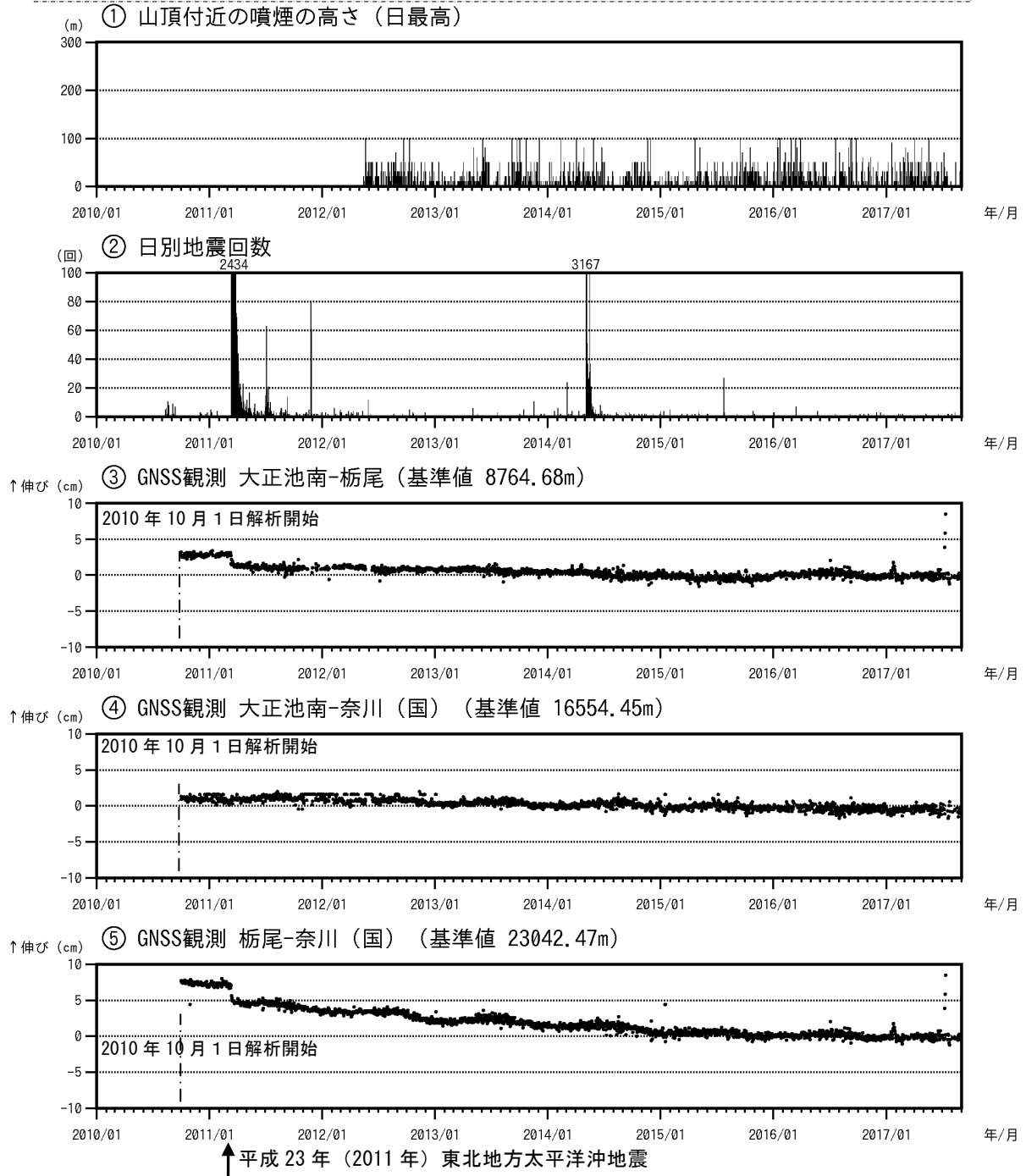
この地図の作成には、国土地理院発行の『2万5千分1地形図』、『数値地図25000（行政界・海岸線）』および『数値地図50mメッシュ（標高）』を使用した。



第26図 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）  
Fig. 26. Images of yakedake summit and southwestern slop of it.

・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 $\mu\text{m/s}$ 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 $\mu\text{m/s}$ 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 $\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 1秒以内
変更③	2013年10月1日～	中尾振幅 2.0 $\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 1秒以内



第27図 焼岳 火山活動経過図 (2010年8月2日～2017年8月31日)  
 Fig. 27. Volcanic activities of Yakedake from August 2, 2010 to August 31, 2017.

② 焼岳周辺の日別地震回数

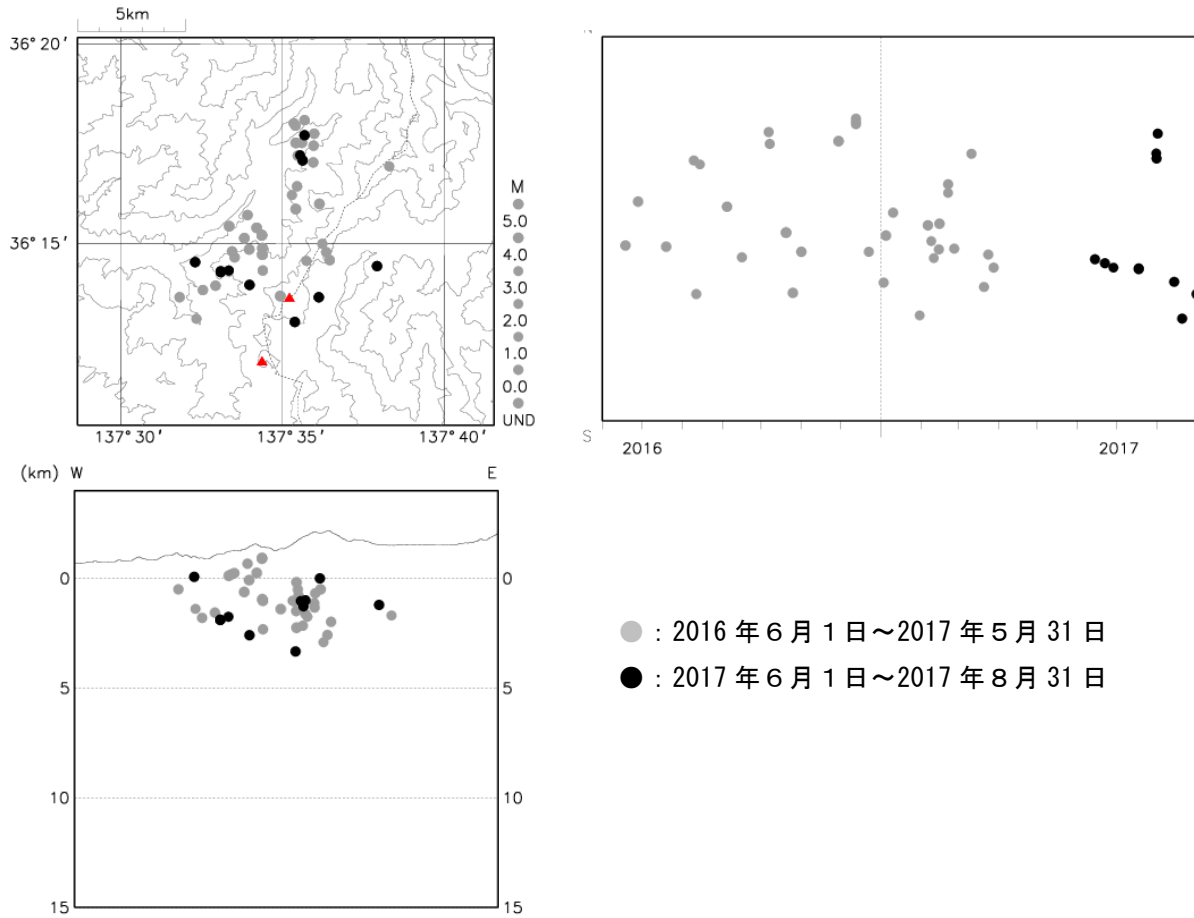
・「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」以降、焼岳周辺で地震活動が活発な状況となった。その後も一時的な地震の増加がみられる。

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。  
 ・「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。

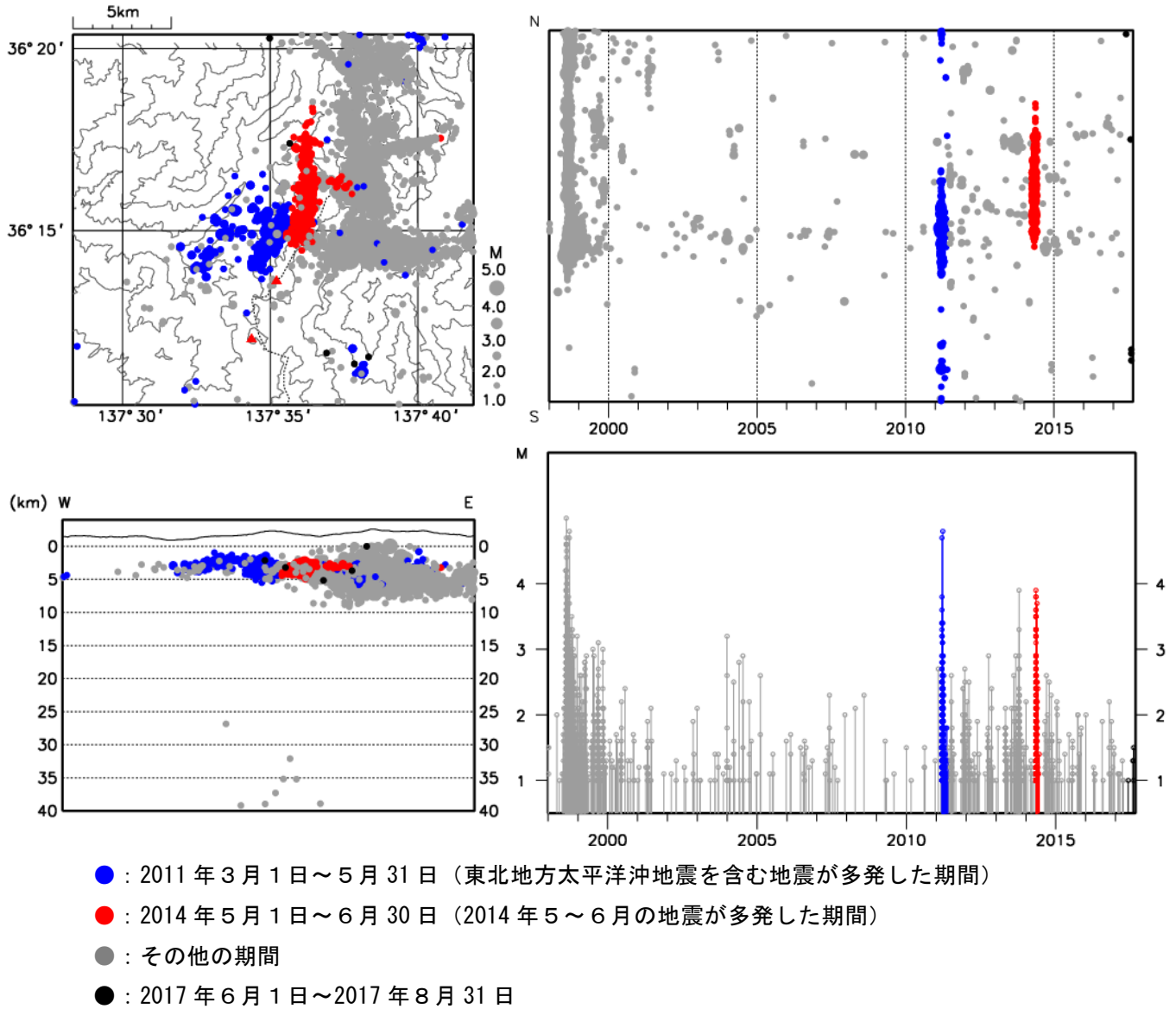
③～⑤は図25の③～⑤に対応している。グラフの空白部分は欠測を示す。





第28図 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)  
 Fig. 28. Hypocenter distribution of earthquakes from June 2016 to August 2017.

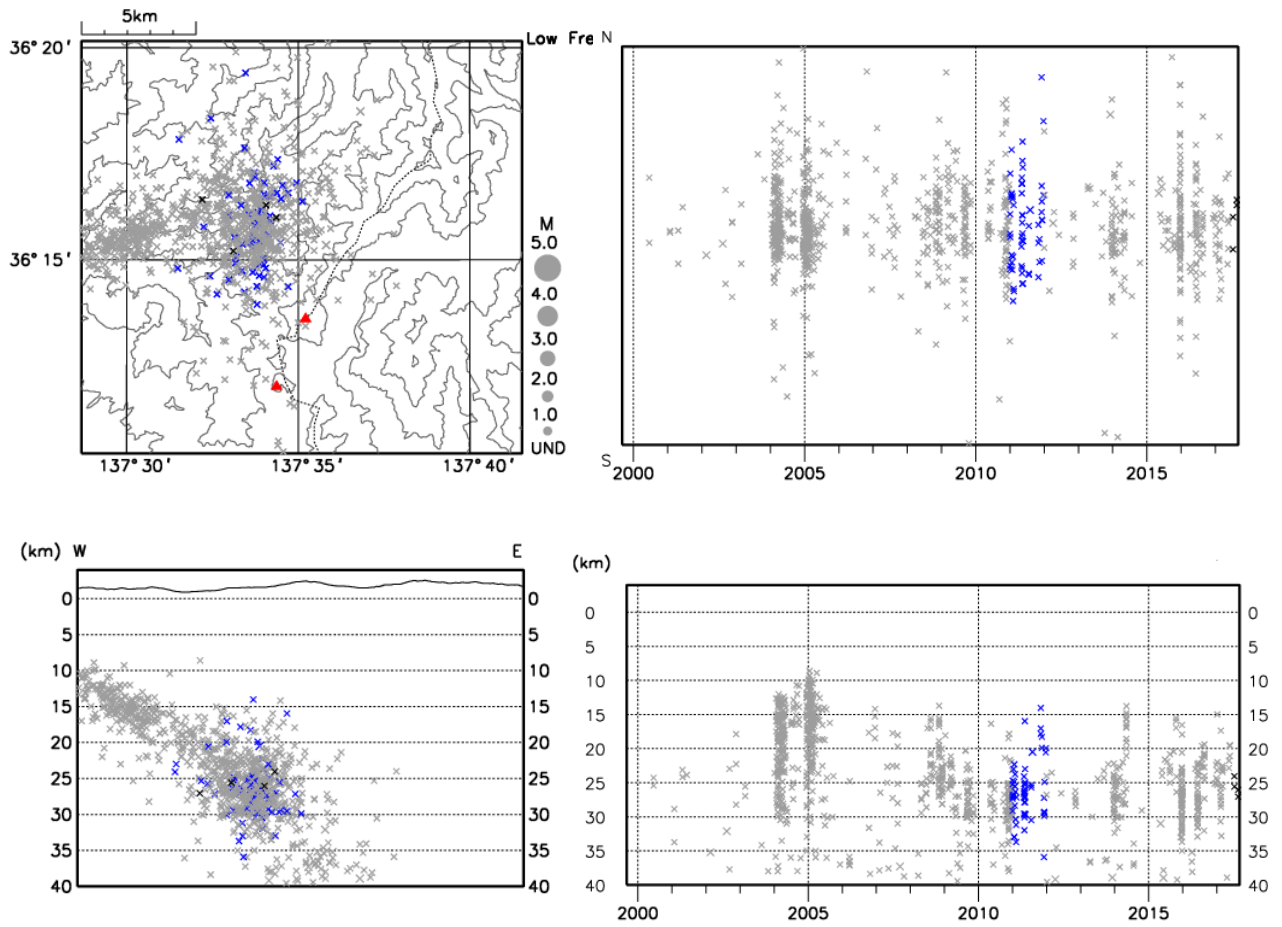
・火山性地震の発生回数は少なく、地震活動は静穏に経過した。



第29図 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）

Fig. 29. Hypocenter distribution of earthquakes from January 1998 to August 2017.

- ・ 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。



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

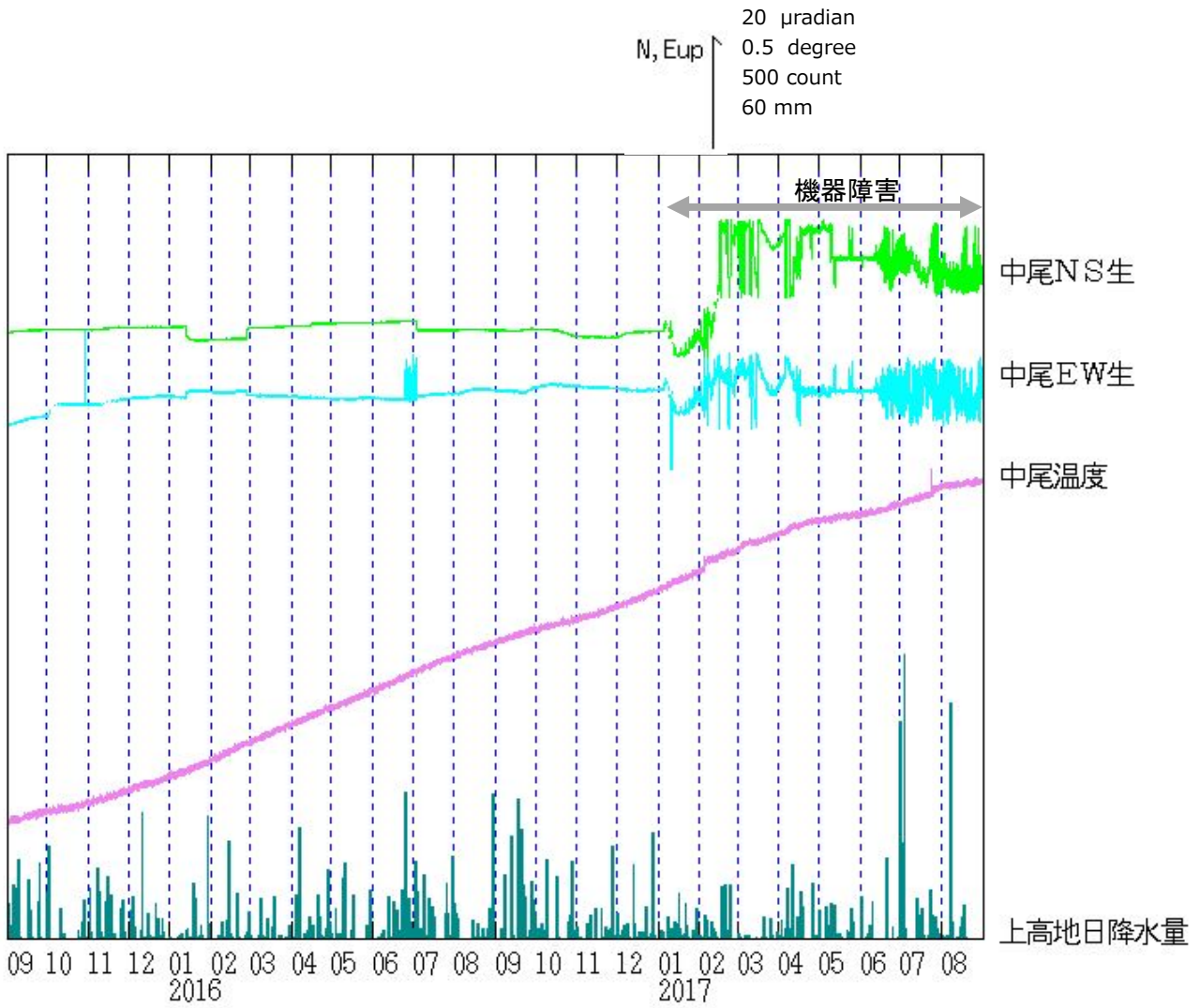
× : 2011年1月1日～12月31日      × : 2017年6月1日～2017年8月31日

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。

第30図 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）

Fig. 30. Hypocenter distribution of deep low-frequency earthquakes from September 1999 to August 2017.

- ・ 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。



第31図 焼岳 中尾観測点における傾斜変動

Fig. 31. Tilt data at Nakao station

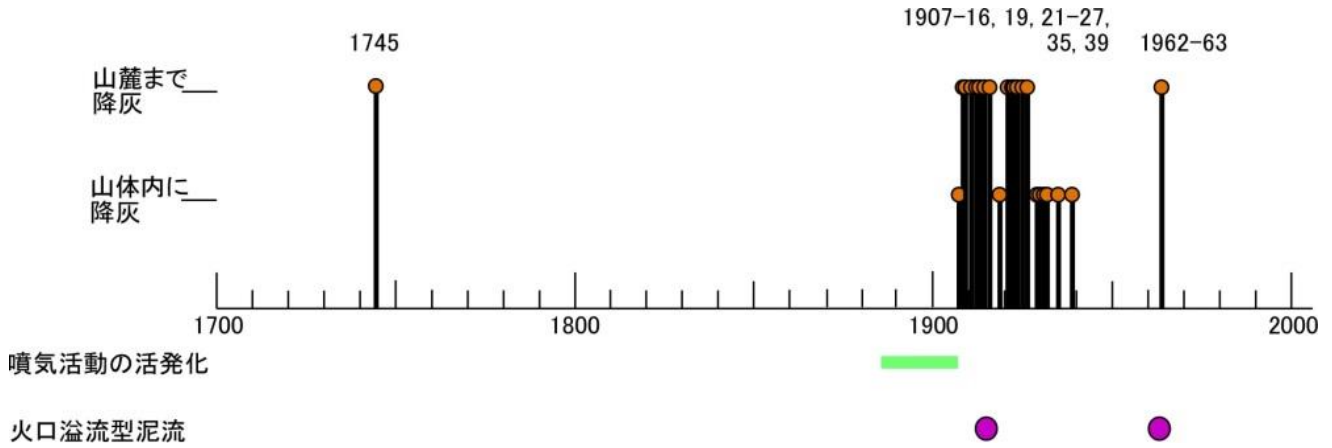
(2015年9月1日～2017年8月31日、時間値、潮汐補正は行っていない)

- ・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

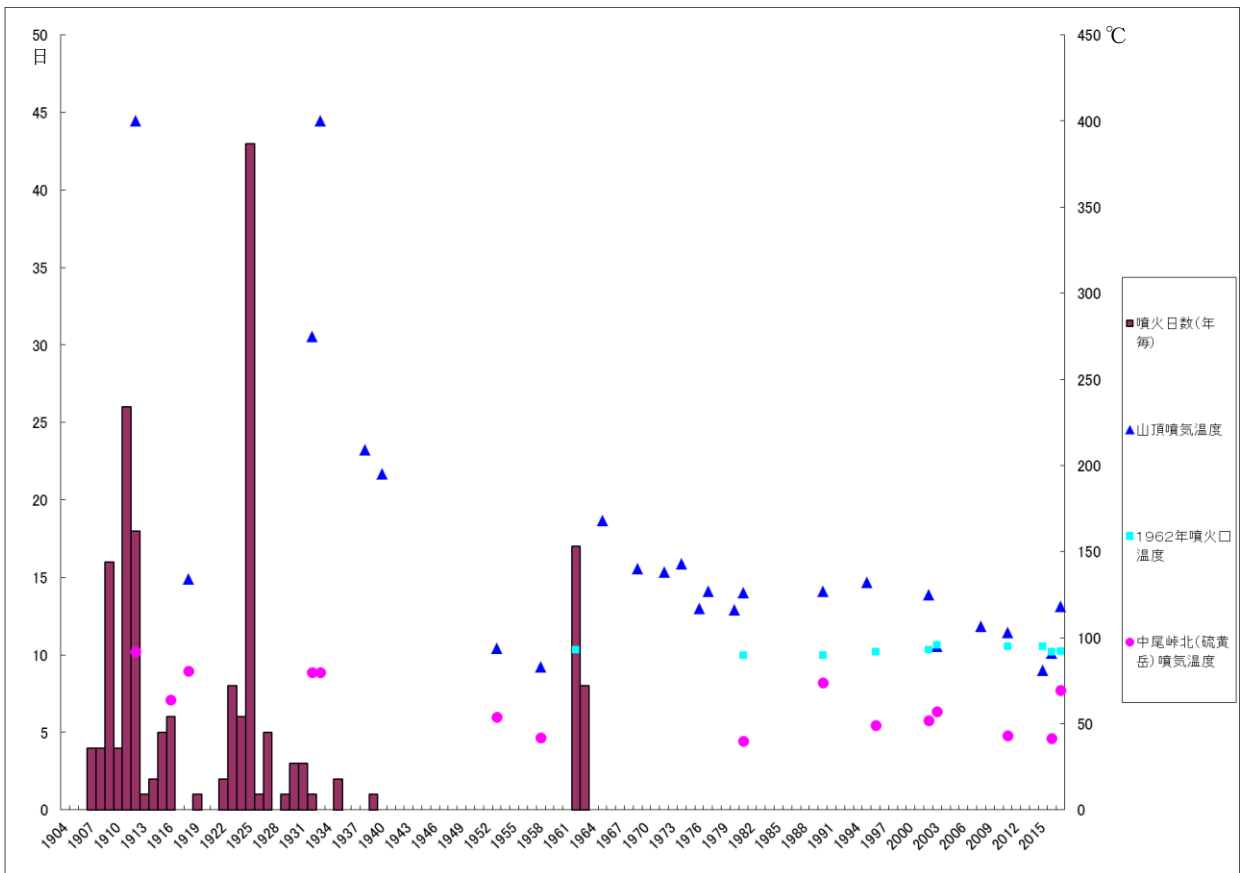
1907年から1939年の噴火は、いずれも水蒸気噴火であり、その数年前から地熱や噴気活動が徐々に活発化していった。今回、噴気が観測された黒谷火口は1919年の噴火で形成された。1962年噴火では、噴火発生前に顕著な前兆現象はみられなかった。

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。



第32図 焼岳 過去の焼岳の噴火活動（及川、私信）  
Fig. 32. Eruption history of Yakedake volcano from 1700 to present.

・1907年の噴火前には、噴気活動の高まりがみられた



第33図 焼岳 過去の焼岳の噴火活動と噴気温度（及川、私信）  
Fig. 33. Numbers of days when eruption occurred and changes of fumarole temperatures.

・噴気温度は噴火活動に応じて高くなっている。