

草津白根山の火山活動（2018年2月～2018年5月）*

Volcanic Activity of Kusatsu-Shiranesan Volcano (February 2018 – May 2018)

気象庁地震火山部火山課
火山監視・警報センター

Volcanic Division, Japan Meteorological Agency
Volcanic Observation and Warning Center

白根山（湯釜付近）

○概況

・地震活動

4月21日から湯釜の北東側海拔1000m付近を震源とする地震が増加した。震源の深さは活動当初は、海拔1000m以下であったが、4月22日頃から24日頃には、それよりも浅い地震がみられた。発生した地震は、ほとんどがA型地震であるが、BL型地震も4月21日から23日頃に観測された。

地震活動は4月22日11時頃以降、低下したものの、増減を繰り返している。4月30日18時頃には、一連の活動では最大規模（M1.0（渡辺の式による））の地震が発生した。震源は、これまでの震源域からやや北に外れた位置の海拔1000m付近である。この地震発生前後で、地震が増加することはなかった。5月13日13時頃から15時頃にかけて、湯釜付近を震源とする地震がやや増加し、BL型地震も観測された。5月26日01時頃から06時頃にかけても、湯釜付近を震源とする地震がやや増加したが、A型地震やBH型地震などの高周波の地震がほとんどであった。

・噴煙など表面現象の状況

奥山田監視カメラ（湯釜の北約1.5km）による観測では、4月21日頃から湯釜北側噴気地帯の噴気が減少したが、4月23日には元の状態に戻った。4月22日に実施した現地調査でも、湯釜北側噴気地帯の噴気孔から噴気量の少ない状態が確認された。東京工業大学の監視カメラ（湯釜火口内）では、湯釜火口内に噴気は認められず、その他の状況にも特段の変化は認められない。

4月26日に実施した上空からの観測では、湯釜火口壁北側、水釜火口の北から北東側斜面の噴気や熱異常域は活発な状態が継続している。

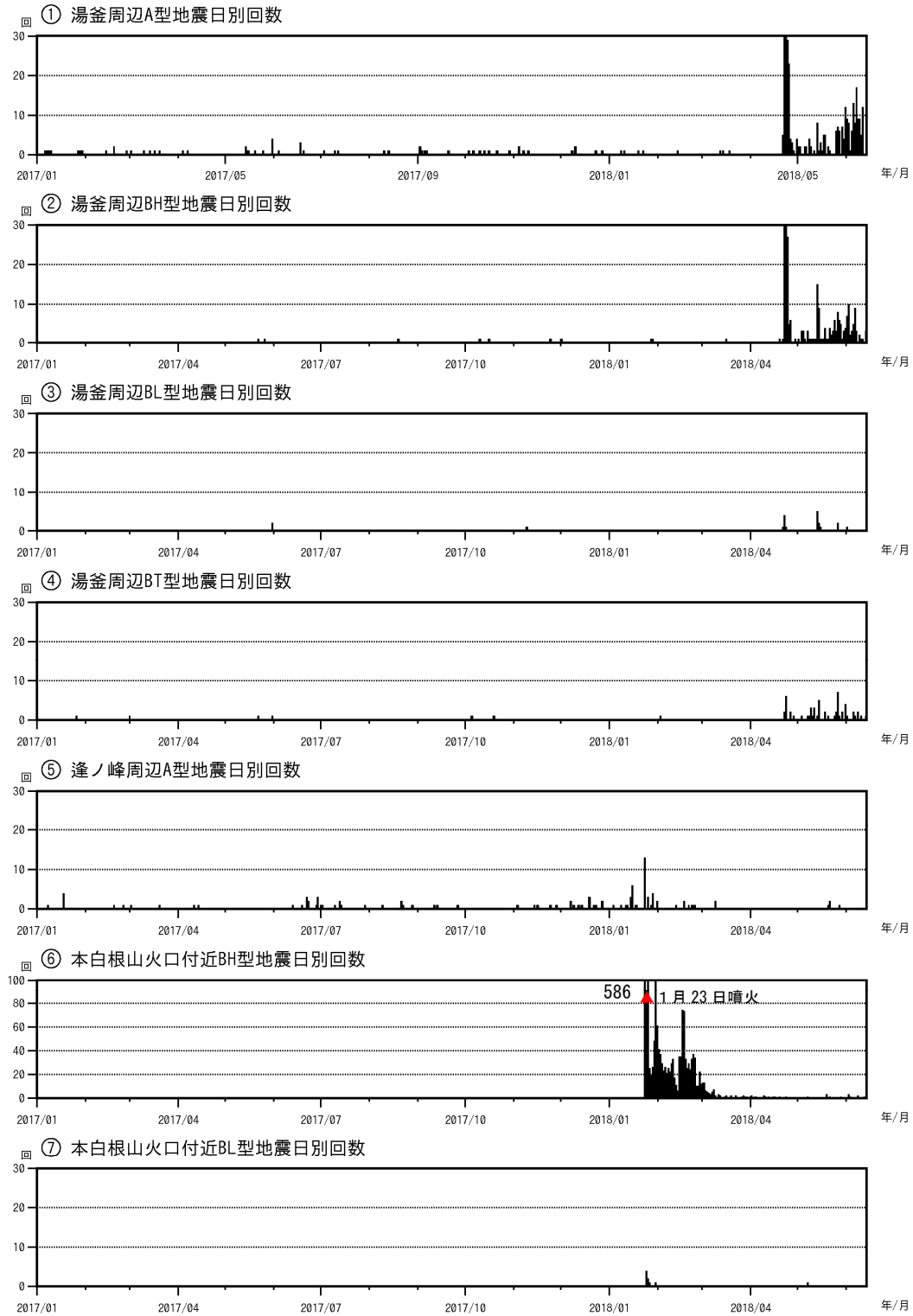
・地殻変動

地震活動の活発化とほぼ同時期の4月22日から、湯釜東（東工大）で西北西方向、湯釜西（東工大）で南東方向、湯釜南（東工大）で北東方向が上昇する傾向の傾斜変動が観測されている。この傾斜変動については、湯釜付近の地下浅部の膨張の可能性もあるが、毎年、同様の変動がみられていることから、季節変動の可能性も否定できない。4月21日～22日頃、4月30日、5月6日、5月13日にも、湯釜付近浅部の膨張の可能性も考えられるわずかな地殻変動が観測された。

GNSS連続観測では、湯釜付近浅部の膨張を示す顕著な変動は観測されていないが、2018年に入ってから、草津白根山の北西もしくは西側の深部の膨張を示唆する可能性のある変化がみられている。5月下旬に湯釜火口付近で行ったGNSS繰り返し観測では、湯釜付近を挟む基線で、伸びの傾向に反転している可能性がある。

この資料は気象庁のほか、関東地方整備局、国土地理院、東京工業大学、東北大学、東京大学、京都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た。

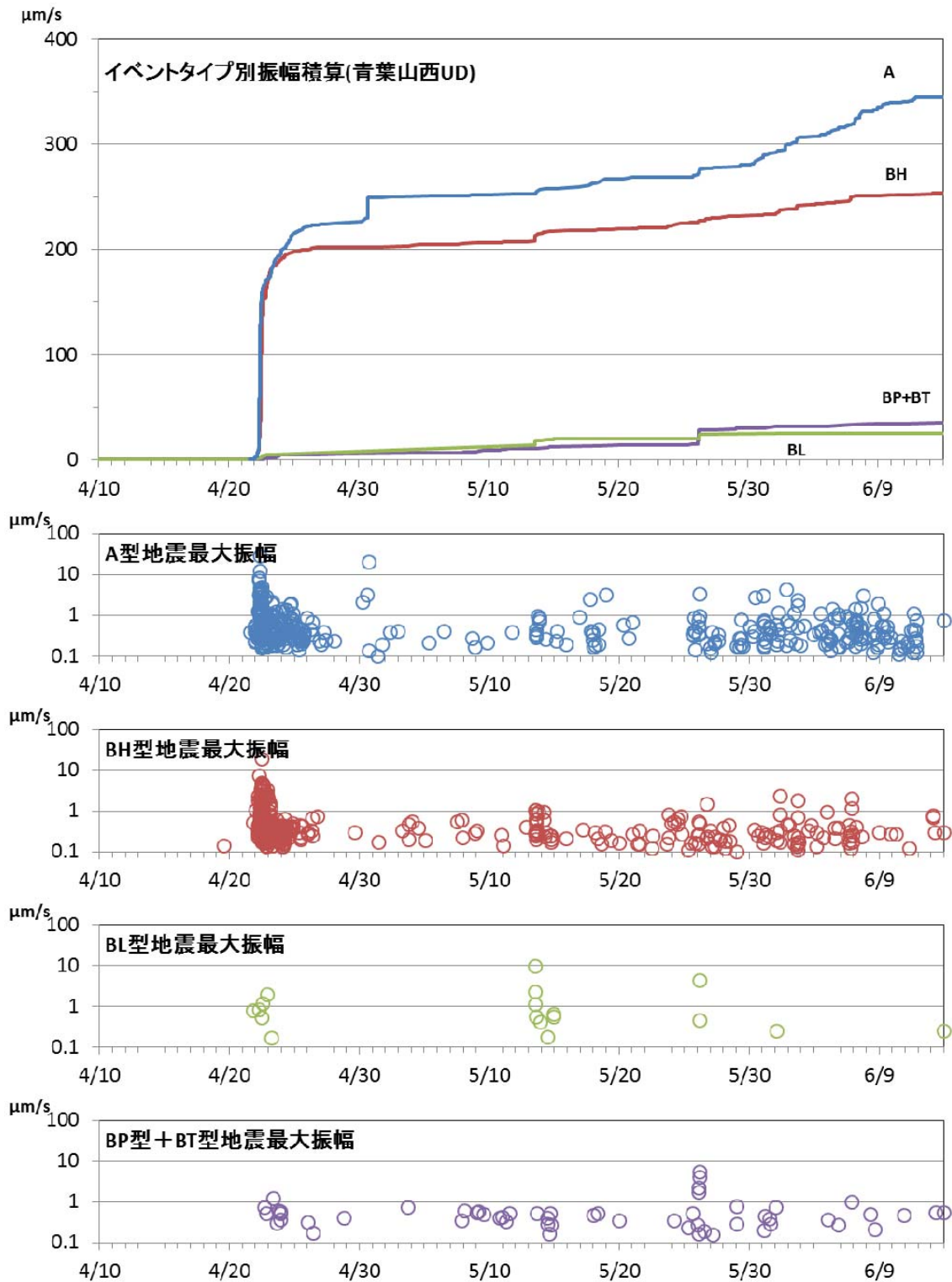
* 2018年8月21日受付



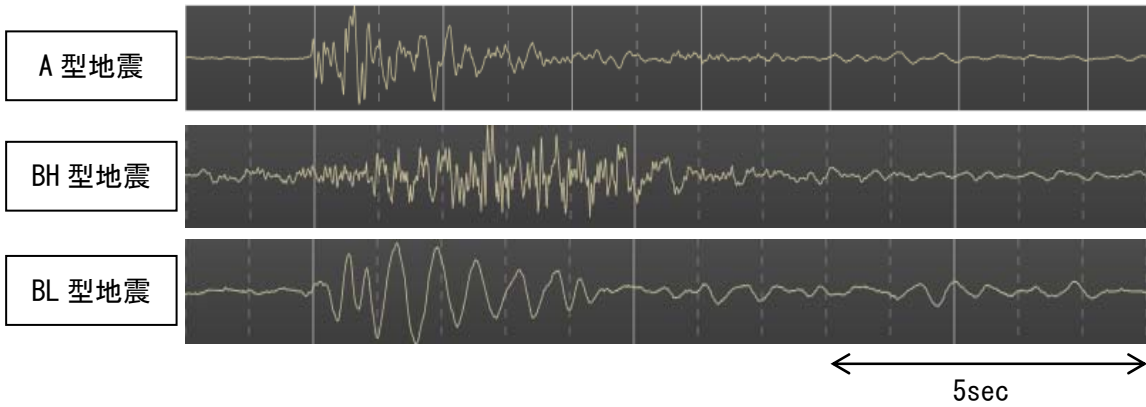
第1図 草津白根山（白根山（湯釜付近） イベントタイプ別地震日別回数（2017年1月1日～2018年6月13日）

Fig. 1. Daily number of earthquake of Yugama, Ainomine and Motoshiranesan from January 1, 2017 to June 13, 2018.

- 湯釜付近を震源とする地震が、4月21日頃から増加しだした。発生した地震の多くは、A型及びBH型地震であったが、4月21～23日、5月13日にはBL型地震が、ややまとまって発生した。
- 逢ノ峰付近を震源とする地震は、3月後半から5月前半にかけて観測されていなかったが、5月後半から再び観測されている。
- 本白根山火口付近の地震活動に変化はない。



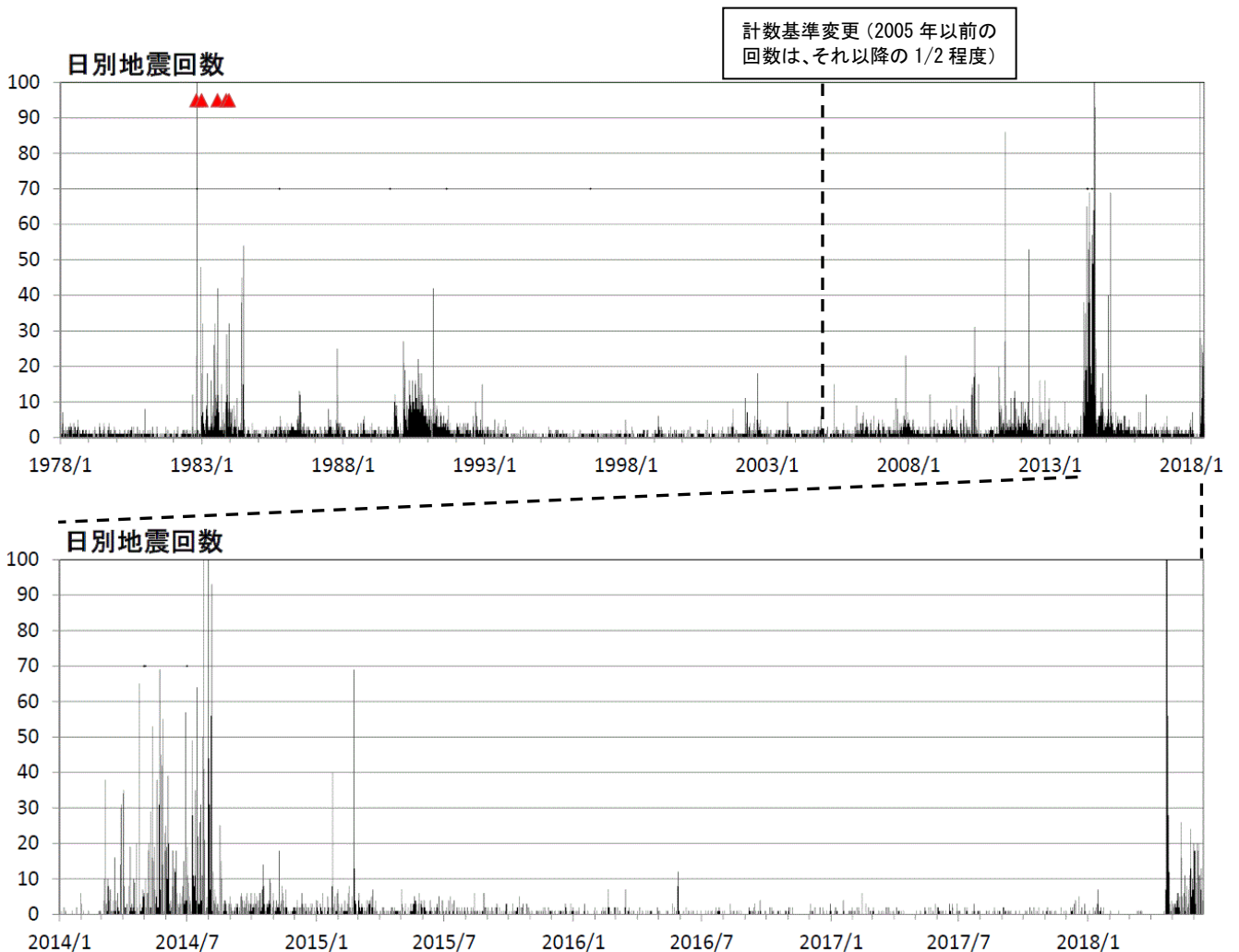
第2図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜付近の火山性地震のイベントタイプ別最大振幅とその最大振幅積算の推移（2018年4月10日～6月13日、振幅は青葉山西UD成分）
 Fig. 2. Amplitudes and cumulative amplitudes transition of A-type, BH-type, BL-type and BP/BT-type earthquakes.



第3図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜付近の火山性地震の波形例（青葉山西 UD）

Fig. 3. Volcanic seismic records. A-type, BH-type and BL-type earthquake waveforms.

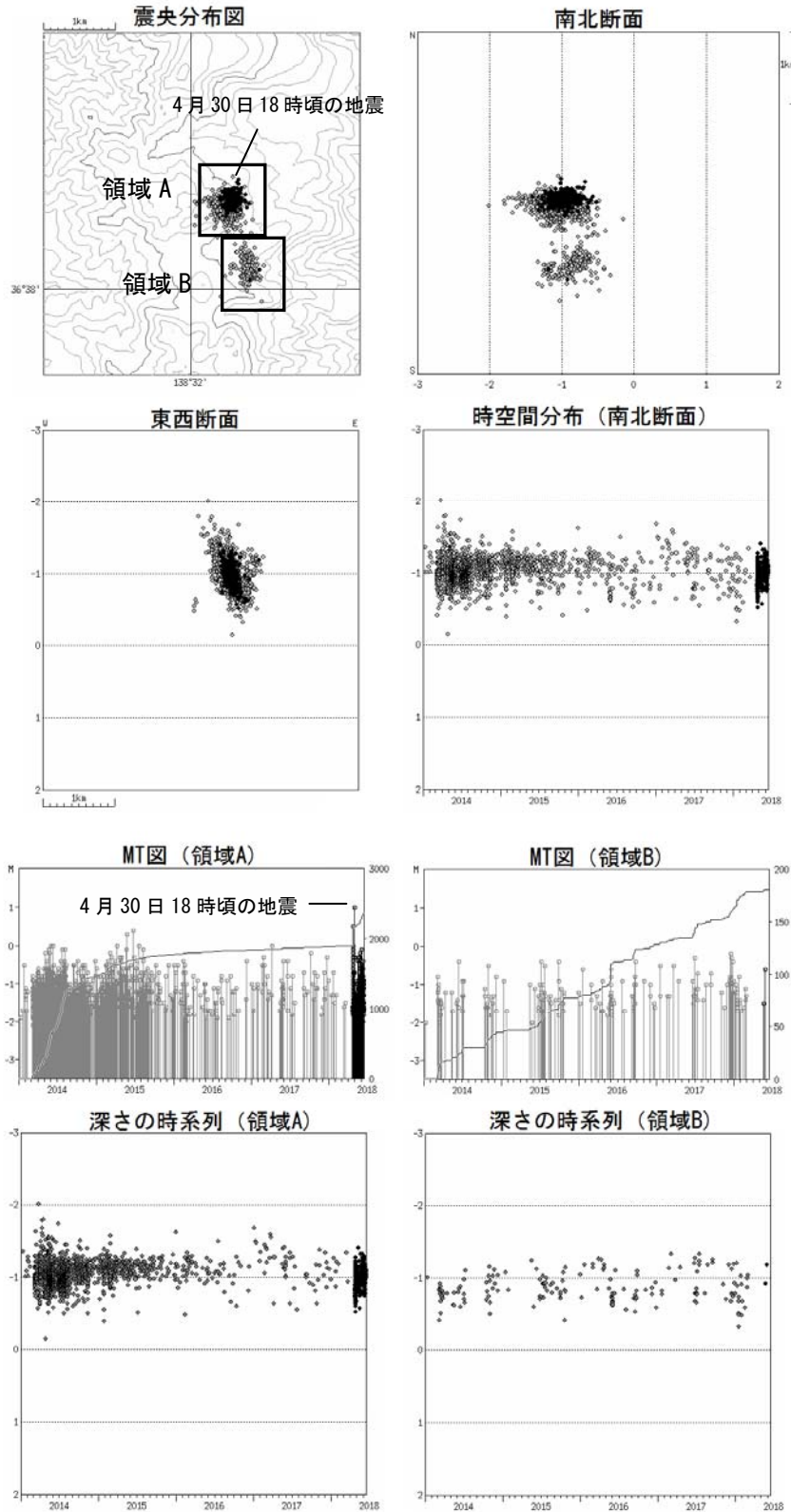
A型地震は、P、S相が比較的明瞭な高周波地震で、BH型地震は、相が不明瞭な高周波な地震。BL型地震は卓越周期が約0.3秒以上の低周波な地震。



第4図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 日別地震回数（1978年1月1日～2018年6月13日）

Fig. 4. Daily number of volcanic earthquakes from January 1, 1978 to June 13, 2018.

地震活動は、比較的活動が静穏であった2016年から2018年にかけてなどと比べると活発な状態である。



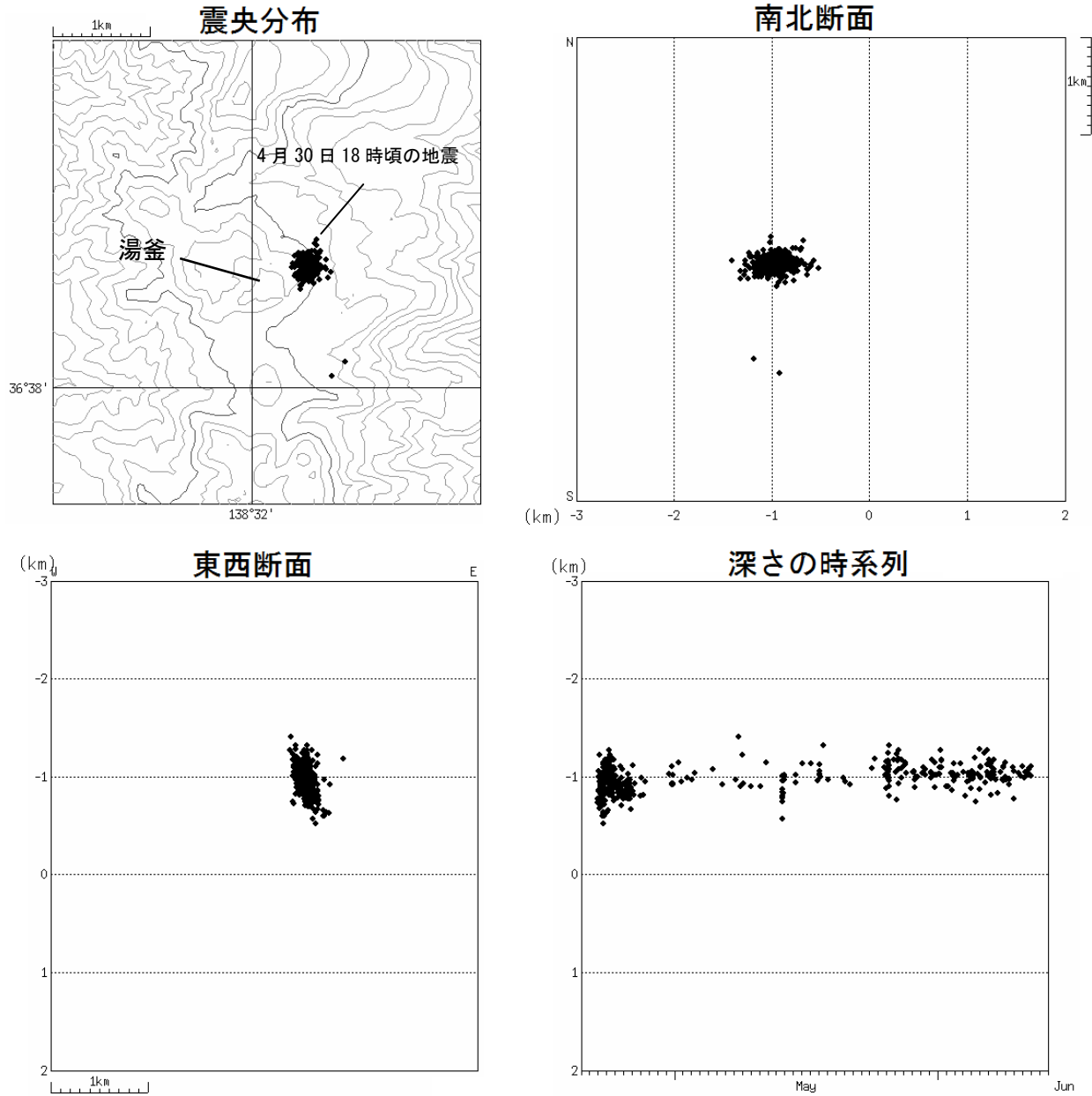
第5図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 震源分布図（2014年1月1日～2018年6月13日）

●：2014年1月1日～2018年4月20日 ●：2018年4月21日～6月13日

図中のマグニチュードは渡辺（1971）の式を用いている。

Fig. 5. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes around Yugama (January 2014 – June 13, 2018).

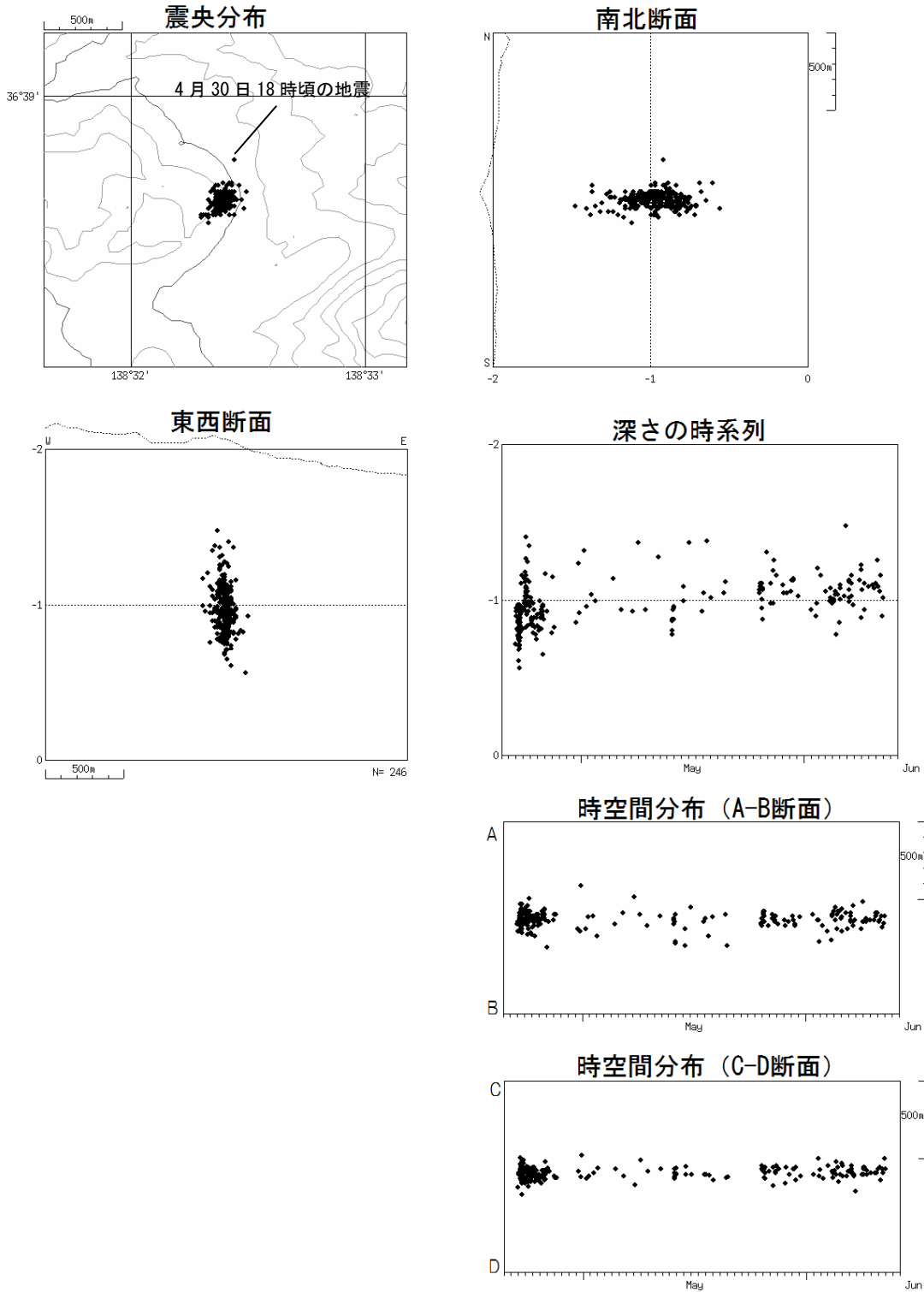
2018年4月21日以降の地震活動の震源は、従来の震源のやや北東部に位置する。深さは従来と大きな違いはない。2018年4月30日18時頃の地震は、最近数年では最大規模の地震であった。



第6図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 震源分布図（2018年4月20日～2018年6月13日）

Fig. 6. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes around Yugama (April 20, 2018 – June 13, 2018).

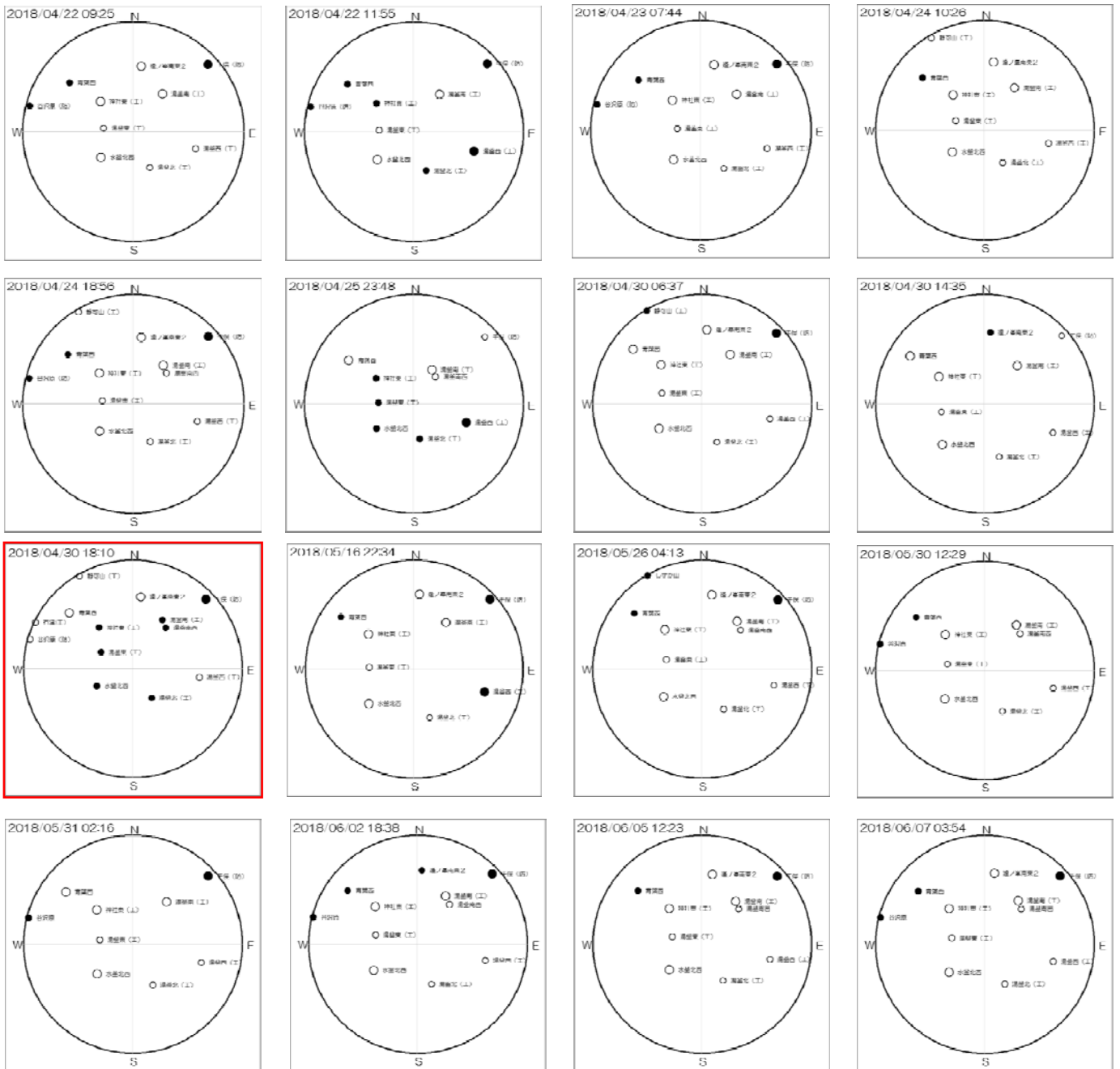
- ・活動当初は、海拔1000m以下であったが、4月21日頃～23日頃には、それよりも浅い地震がみられるようになった。その後は、再び、海拔1000m前後で経過している。
- ・5月13日のやや増加時も、海拔1000m以下の地震がみられた。
- ・5月下旬以降は、海拔1km以上の浅い地震が目立つ。



第7図 草津白根山（白根山（湯釜付近） DD法により再計算した震源分布図（2018年4月21日～2018年6月11日）

Fig. 7. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes around Yugama, using A Double-Difference Location Algorithm (April 21, 2018 – June 11, 2018).

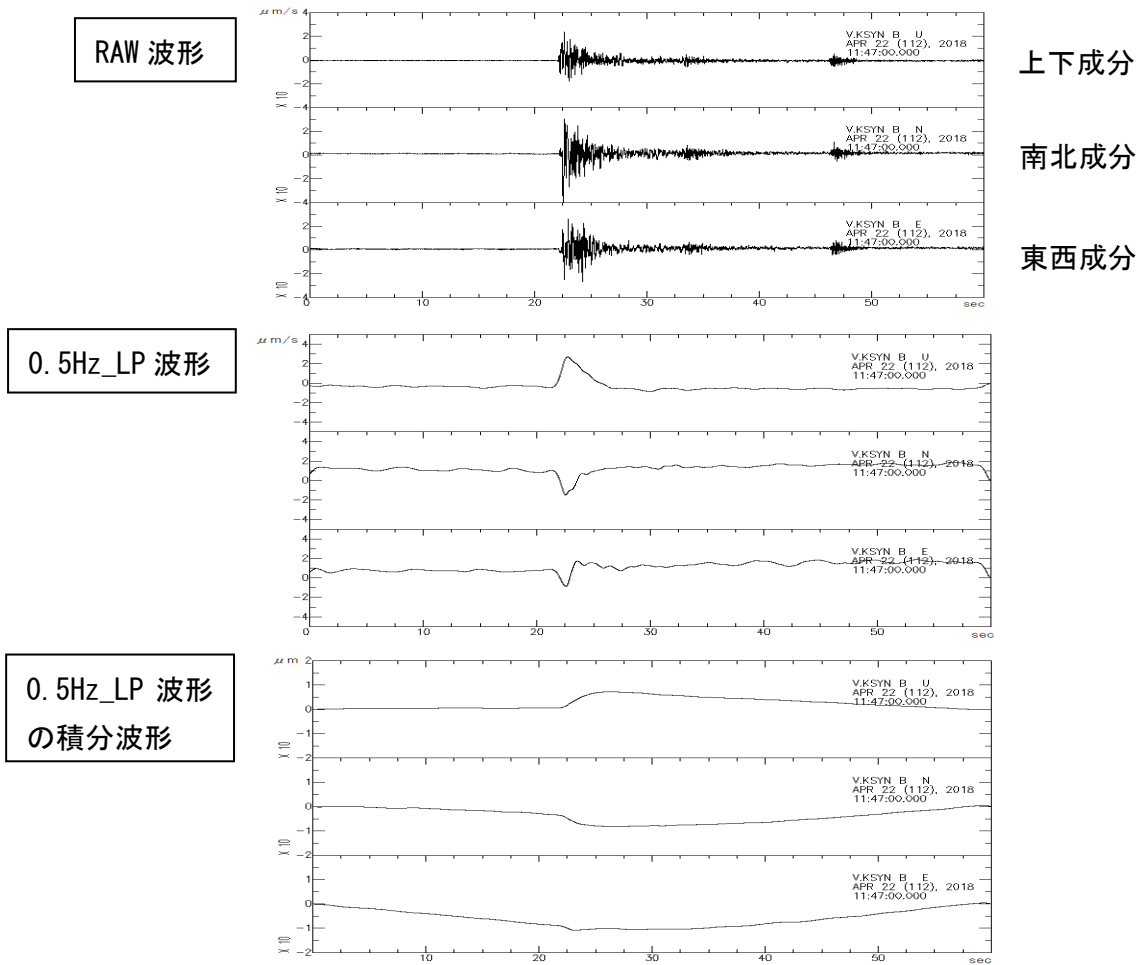
- 震央分布は、北東-南西に分布しているように見える。
- 4月30日18時頃の地震は、やや北にずれる。
- 5月下旬以降は、海拔1 km以上の浅い地震が目立つ。
- 時空間分布及び第5図を見ると、震源が広がっているようにはみえない。



第8図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 初動押し引き分布（下半球投影）

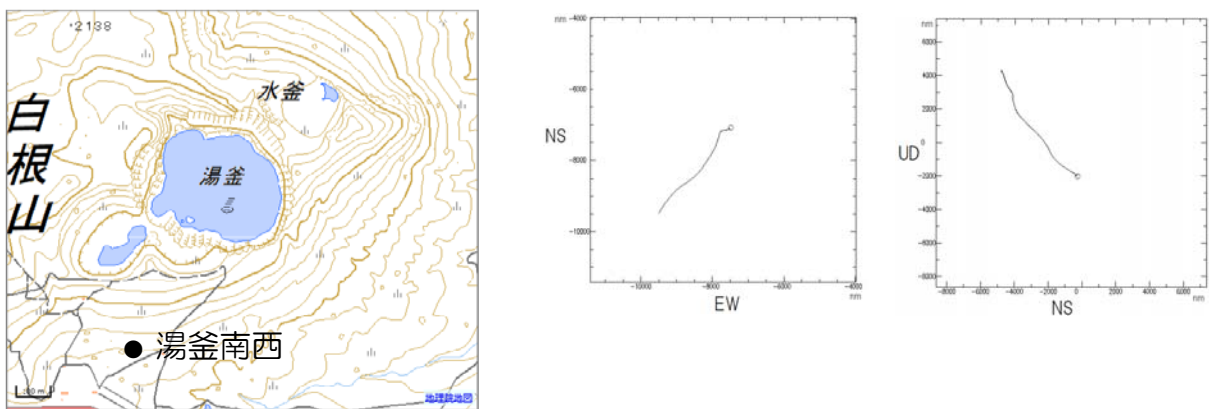
Fig. 8. P-wave polarity of some volcanic earthquakes (April 22, 2018 – June 7, 2018).

- ほとんどは正断層でも説明できるタイプで、特に変化はない。2017年8月以降もこのタイプがほとんどである。
- 4月30日18時頃の地震（赤枠）は、北西-南東圧縮軸の逆断層型にみえ、それ以外の地震と、やや押し引き分布が異なる。このタイプの地震は、2017年8月以降、時折みられる程度である。



第9図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 4月22日11時47分頃の湯釜南西広帯域地震計による超長周期地震（図12-1参照）の生波形（上段）と0.5Hzのローパスフィルター波形（中段）とその積分による変位波形（下段）

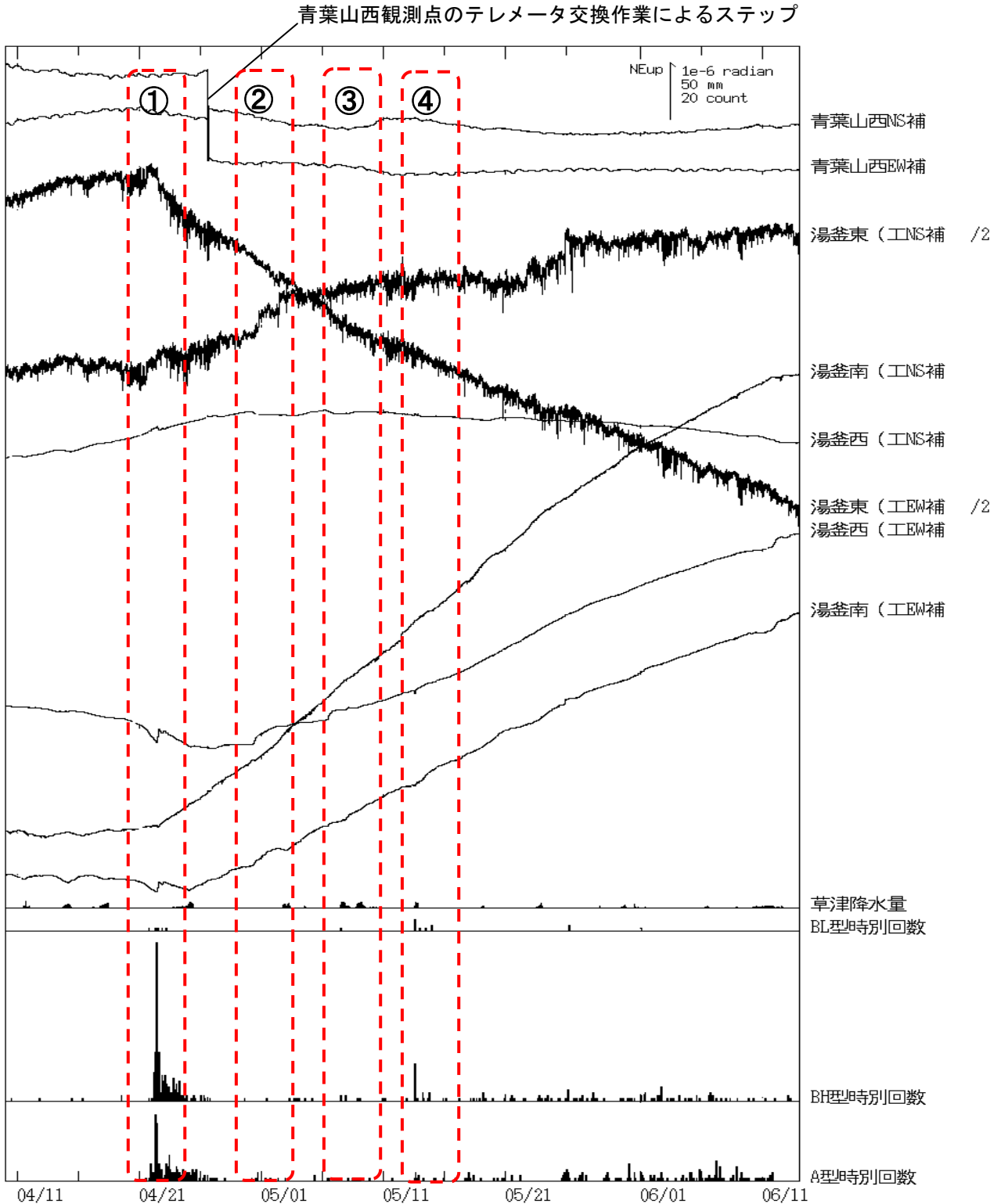
Fig. 9. VLP event waveforms observed on 11:47 April 22, 2018(upper: raw data, middle: LowPassFilter0.5Hz, lower: displacement by integration).



第10図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 4月22日11時47分頃の超長周期地震のLPF0.5Hzの変位波形（第9図下段）の振動軌跡（○が始点）

Fig. 10. Particle motion of VLP event shown Fig.9(lower).

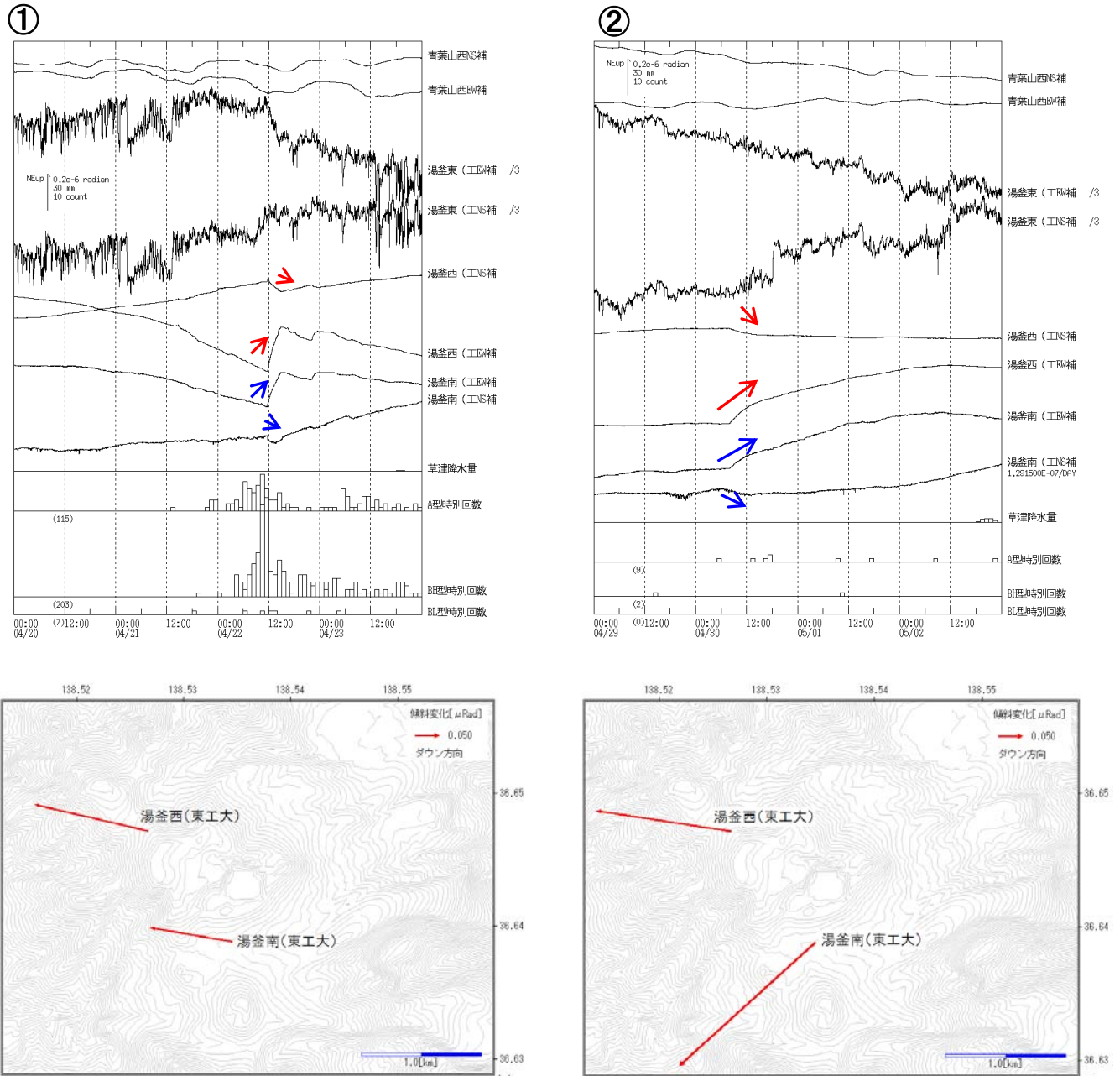
- ・傾斜変動がみられた4月22日11時47分頃には、湯釜南西広帯域地震計で、周期約10秒の超長周期イベントが観測された（第9図）。
- ・その振動軌跡をみると、湯釜方向から押しきており、湯釜付近での膨張を示唆する。



第11図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 傾斜変動記録と特別地震回数（2018年4月10日～6月13日）

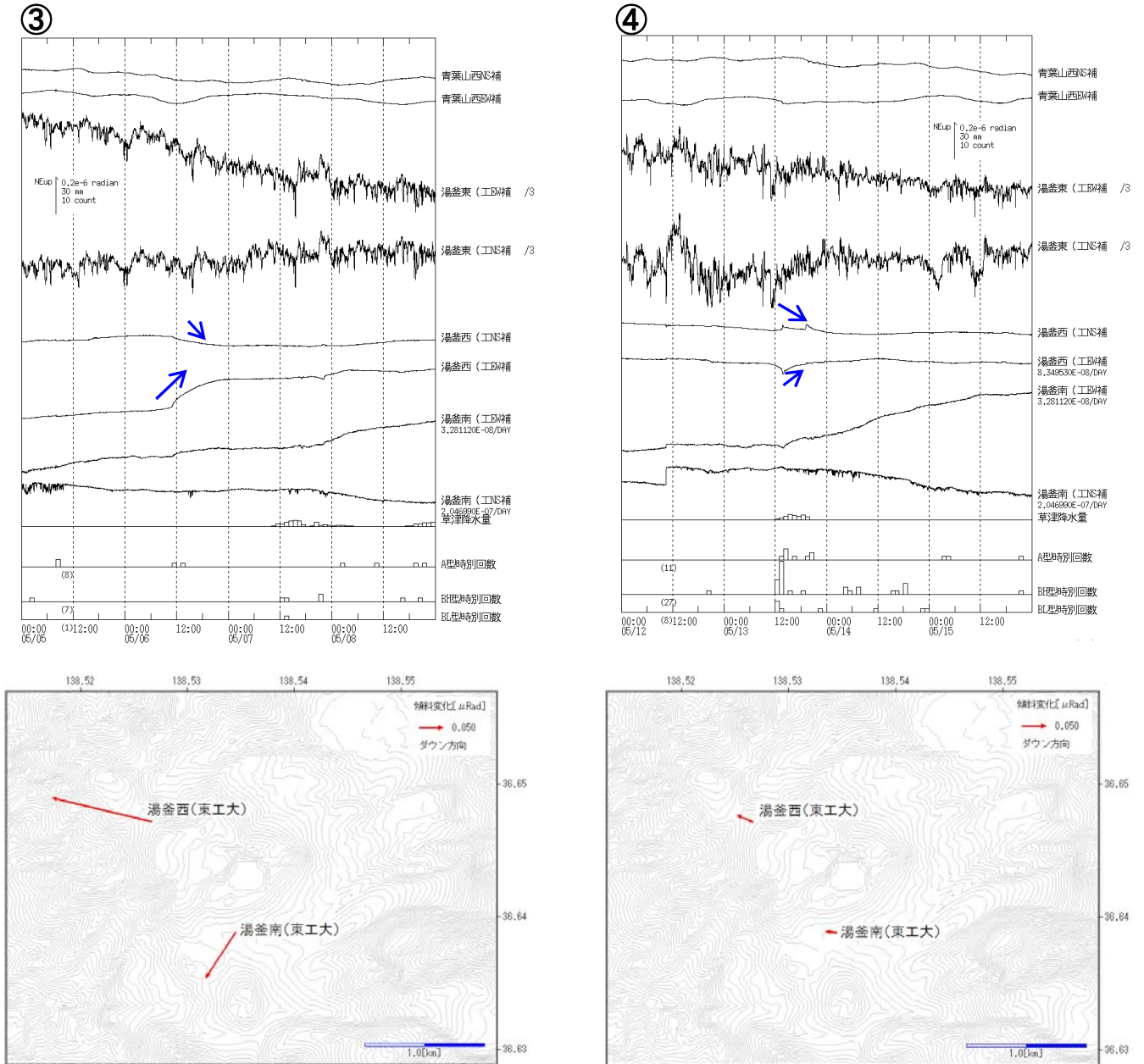
Fig. 11. Daily number of volcanic earthquakes and tilt-meter record transition (April 10, 2018 – June 13, 2018).

- ・ 4月22日頃より、湯釜南（東工大）で北東上がり、湯釜東（東工大）で北西上がり、湯釜西（東工大）で南東上りのわずかな変動が見られている。この変動は季節変動の可能性もあるが、地震活動開始とともに始まっているので、火山活動による可能性も否定できない。
- ・ 4月22日（①）、30日（②）、5月6日（③）及び13日（④）にもわずかな変動がみられている（赤破線内）。



第12-1図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 図11の①及び②の期間の傾斜変動記録とその変動ベクトル（上段時系列図中の青矢印：湯釜南（東工大）の傾斜変動、赤矢印：湯釜西（東工大）の傾斜変動）

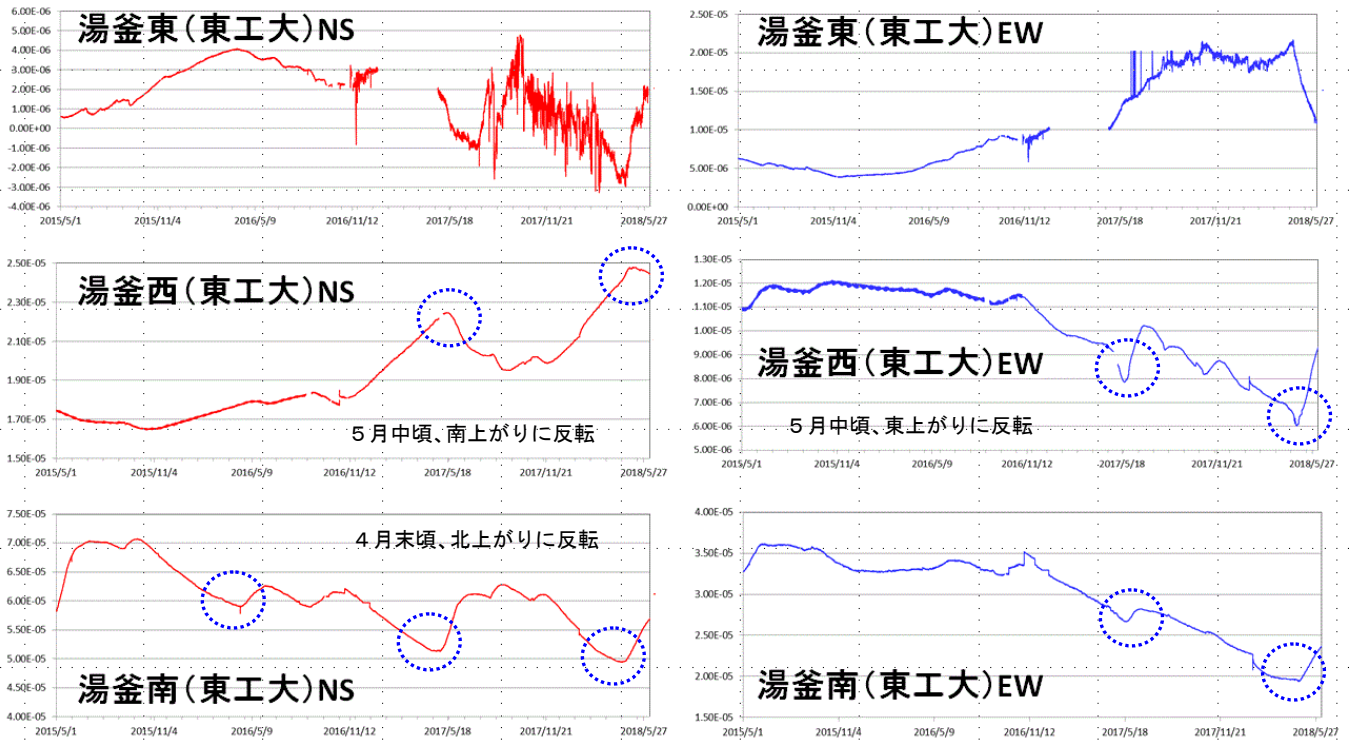
Fig. 12-1. Tilt changes and displacement vector observed on April 22 and 30, 2018.



第12-2図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 図11の③及び④の期間の傾斜変動記録とその変動ベクトル（上段時系列図中の青矢印：湯釜西（東工大）の傾斜変動）

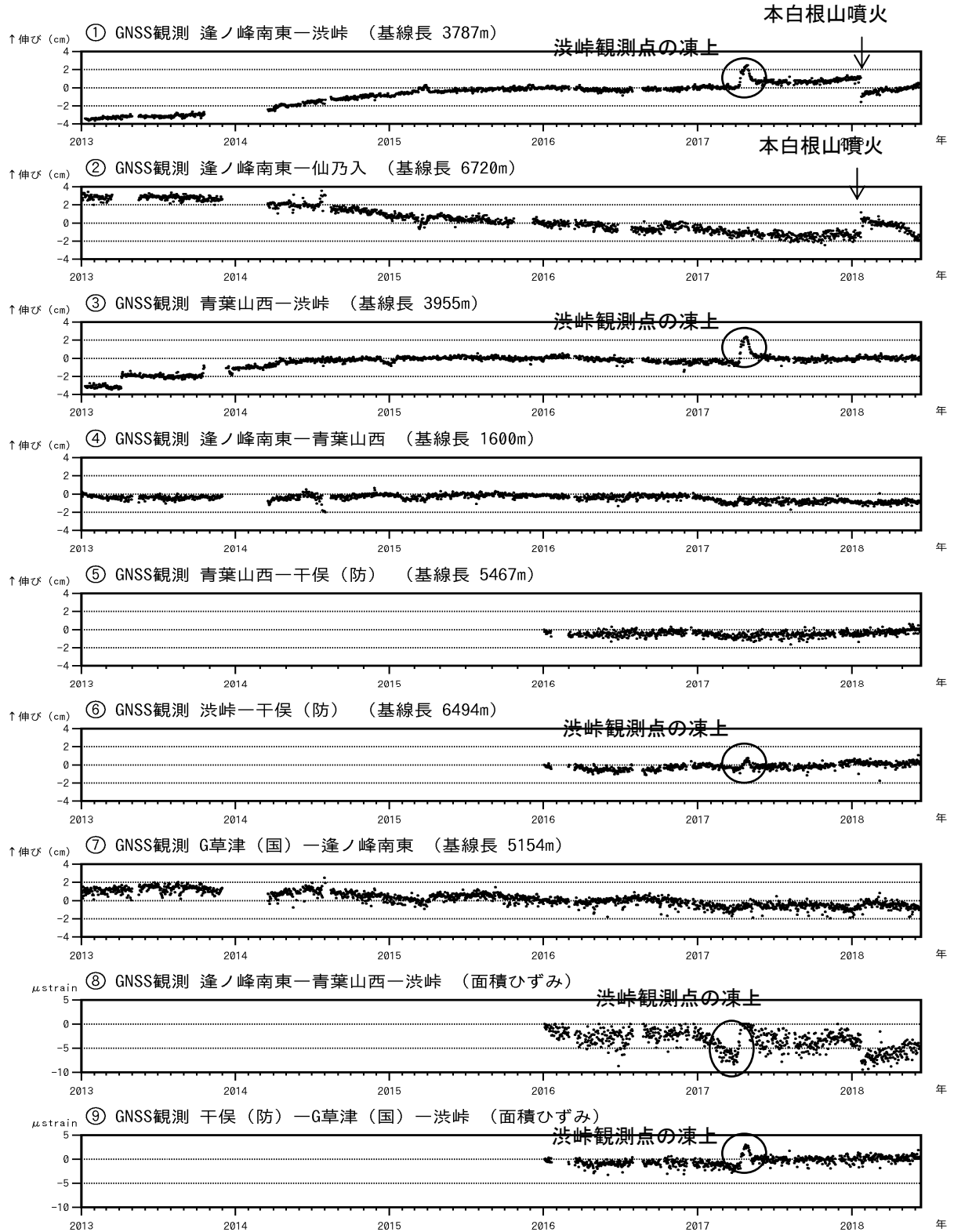
Fig. 12-2. Tilt changes and displacement vector observed on May 6 and 13, 2018.

- ・ 4月22日11時頃（①）、4月30日08時頃～5月2日（②）、5月6日11時頃～5月6日22時頃（③）、5月13日13時頃（④）にも、わずかな地殻変動が観測された。この変動は、湯釜付近浅部の膨張もしくは開口でも説明可能である。
- ・ 4月22日11時頃（①）と5月13日13時頃（④）の傾斜変動については、地震活動が伴ったが、それ以外のものは伴わなかった。



第13図 草津白根山(白根山(湯釜付近)) 過去3年の傾斜記録(2015年5月1日~2018年6月7日)
 Fig. 13. Tilt meter records from May 1, 2015 to June 7, 2018.

湯釜西(東工大)は5月中旬頃に南東上がりに、湯釜南(東工大)は4月末に北東上がりに傾向が変わる季節変動が認められる。2018年4月以降にみられている変動も類似する。



第14-1図 草津白根山(白根山(湯釜付近)) GNSS基線長変化(①~⑦)及び面積ひずみ変化(⑧⑨)(2013年1月1日~2018年6月13日)

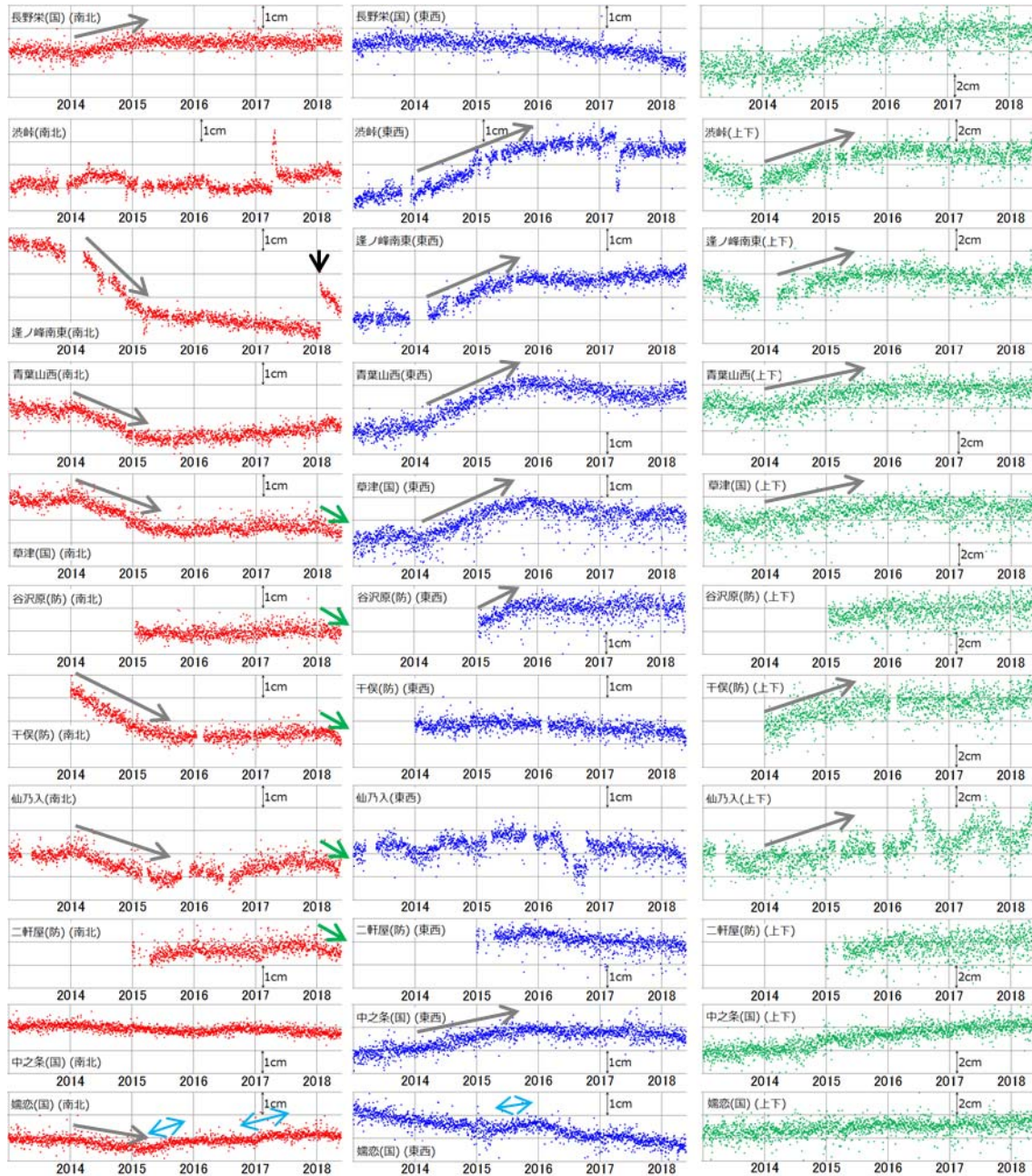
Fig. 14-1. Baseline length changes and area strain changes by GNSS continuous analysis (January 1, 2013 - June 13, 2018).

GNSS連続観測では、2016年以降、逢ノ峰南東観測点が長期的に南に動く変化以外は、顕著な変化は無い。



第14-2図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） GNSS観測点配置図

Fig. 14-2. Location map of GNSS continuous observation sites.

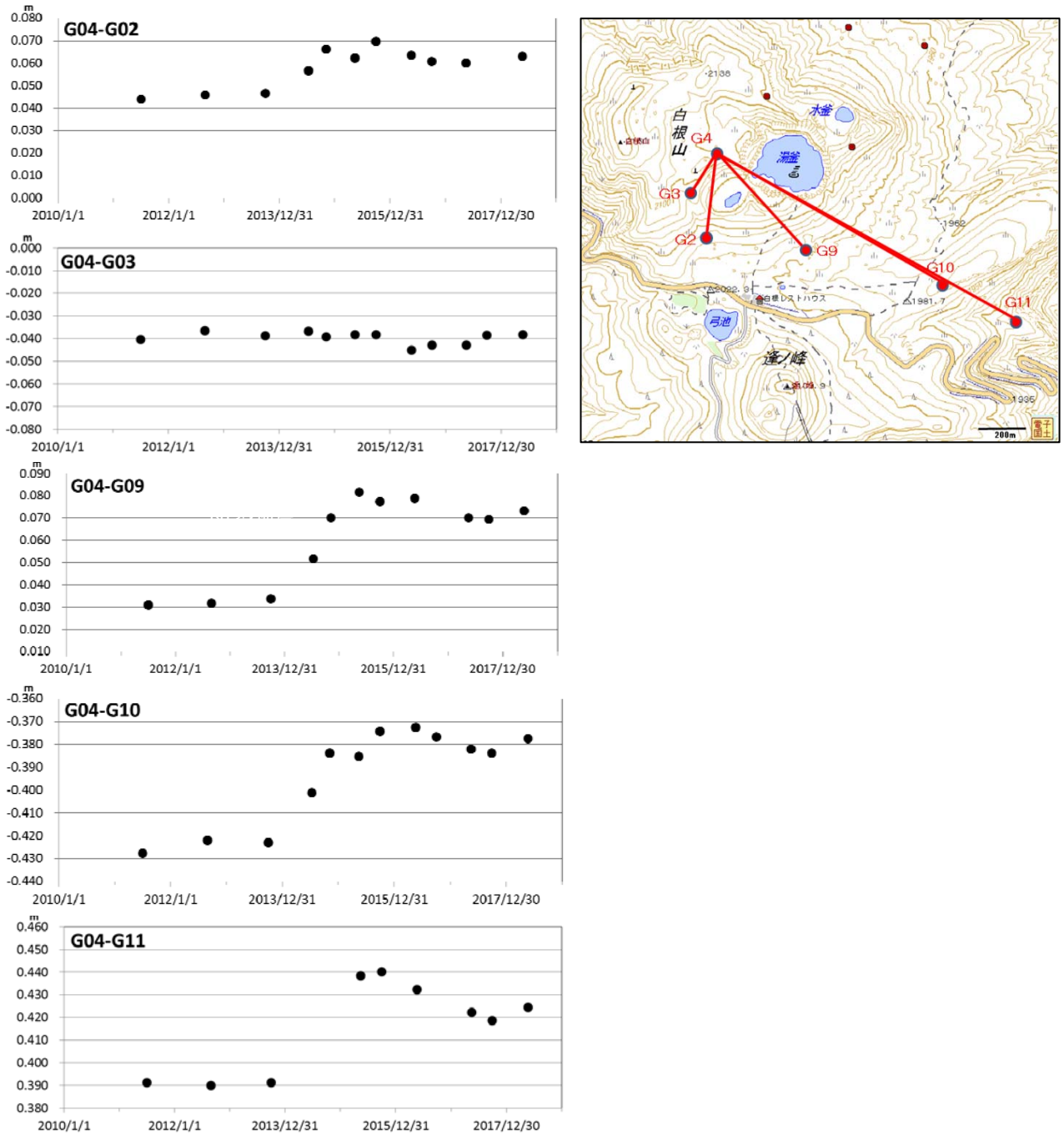


第15図 草津白根山 GNSS観測による各観測点の変動(2013年1月1日~2018年5月26日)
 (国)国土地理院の観測点、(防)防災科学技術研究所の観測点を示す。

地震やアンテナ交換等によるステップ、季節変動、長野栄(国)のトレンドを除去した。
 嬭恋(国)は、浅間山の膨張性地殻変動の影響を受けている。(図中の水色矢印)

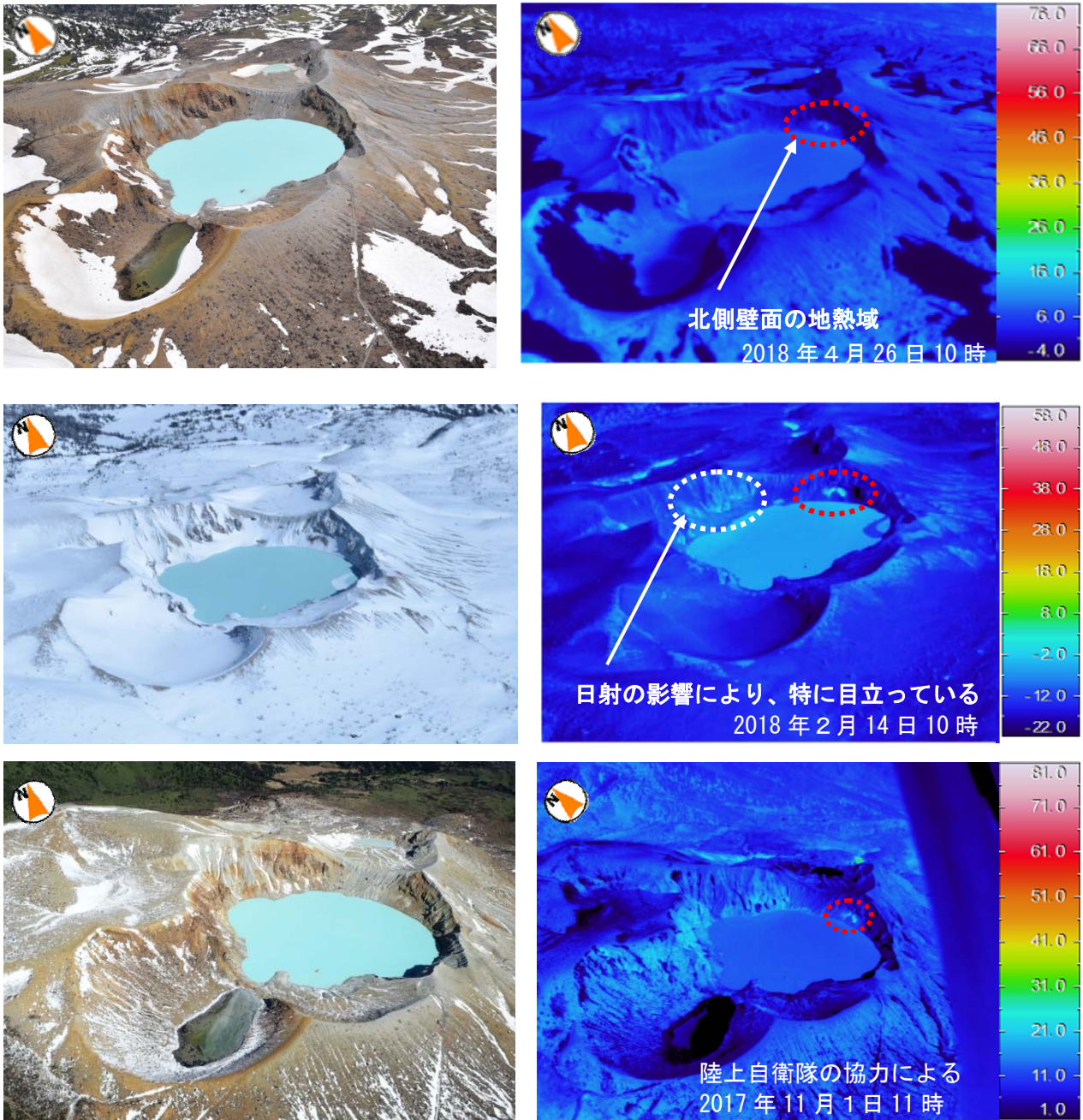
Fig. 15. Results of GNSS continuous observations from January 1, 2013 to May 26, 2018.

- 2014年から2015年にかけて発生した草津白根山の北西の深部膨張による変化(図中の灰色矢印)と類似した変化(図中の緑色矢印)が2018年に入ってから、幾つかの観測点で確認できる。
- 逢ノ峰南東では2018年1月の噴火に伴う変化(図中の黒色矢印)が確認できる



第16図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） GNSS繰り返し観測結果（2011年5月～2018年5月）
 Fig. 16. Baseline length changes by GNSS campaign observations analysis (May, 2011 - May, 2018).

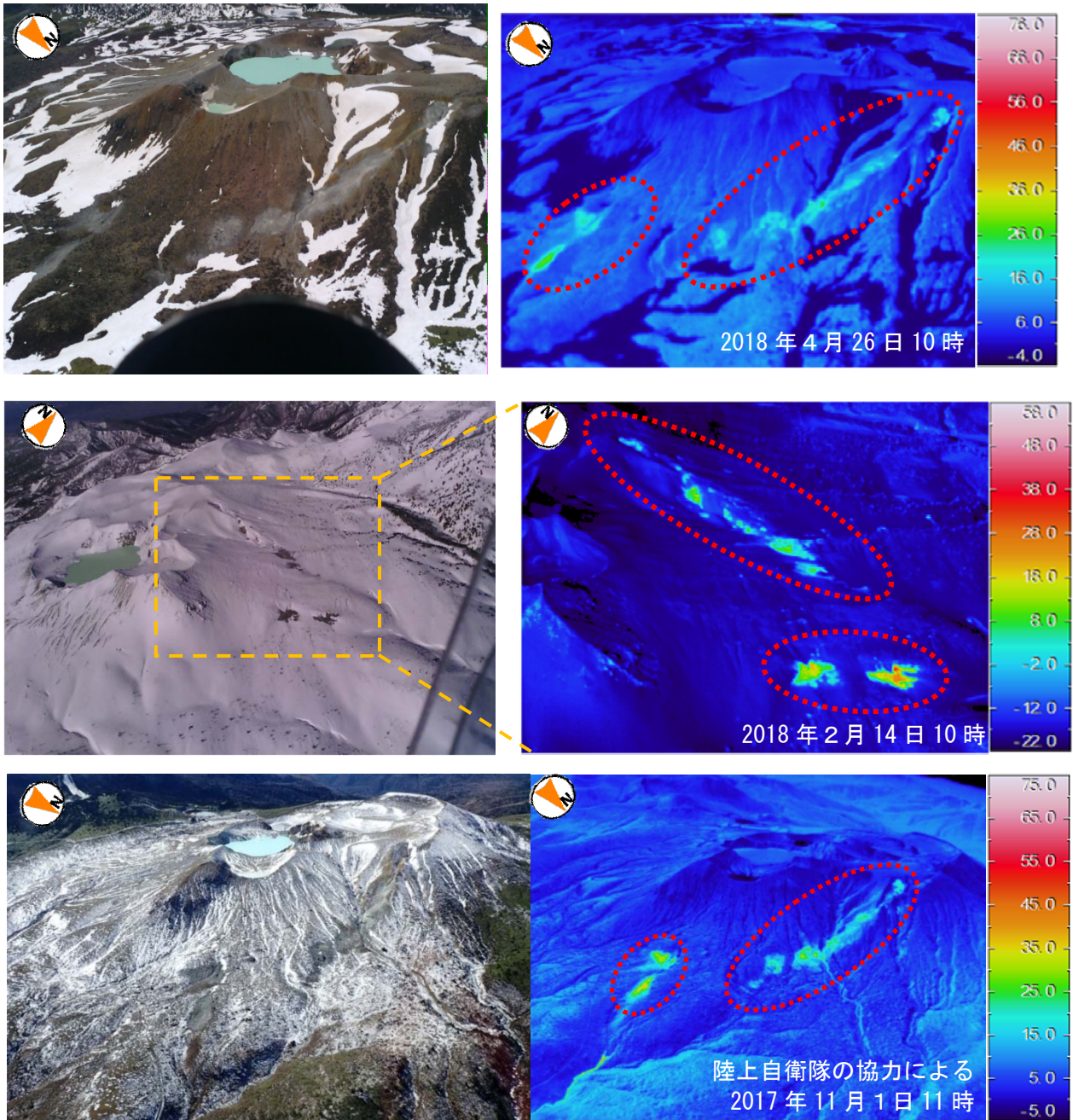
湯釜付近を挟む基線で、縮みの傾向から伸びの傾向に反転している可能性がある。



第17図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 湯釜周辺の状況及び地表面温度分布

Fig. 17. Visible and thermal images of Yugama crater.

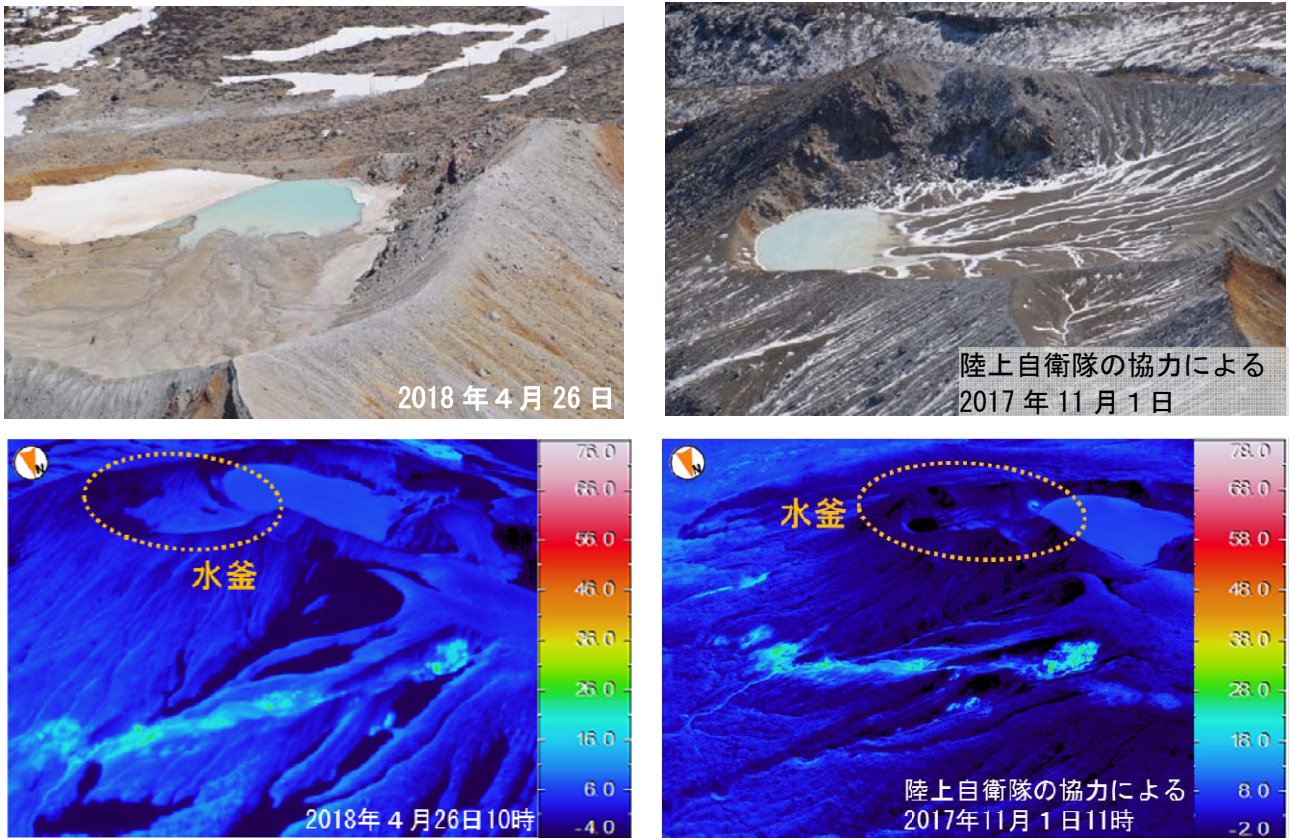
上空からの観測では、湯釜火口内の地熱活動は活発な状態が継続している。



第18図 草津白根山（白根山（湯釜付近） 水釜火口北側及び北東側斜面の状況及び地表面温度分布。（赤丸は同じエリアを示す）

Fig. 18. Visible and thermal images of northern and northeastern area of Mizugama crater.

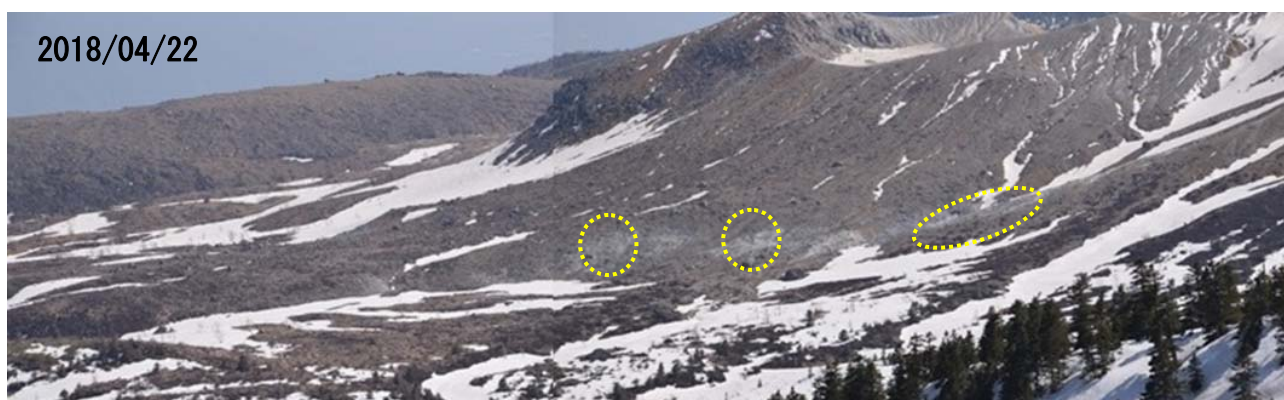
上空からの観測では、湯釜の北側噴気地帯の地熱活動は活発な状態が継続している。



第19図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 水釜火口の様子

Fig. 19. Visible and thermal images of Mizugama crater.

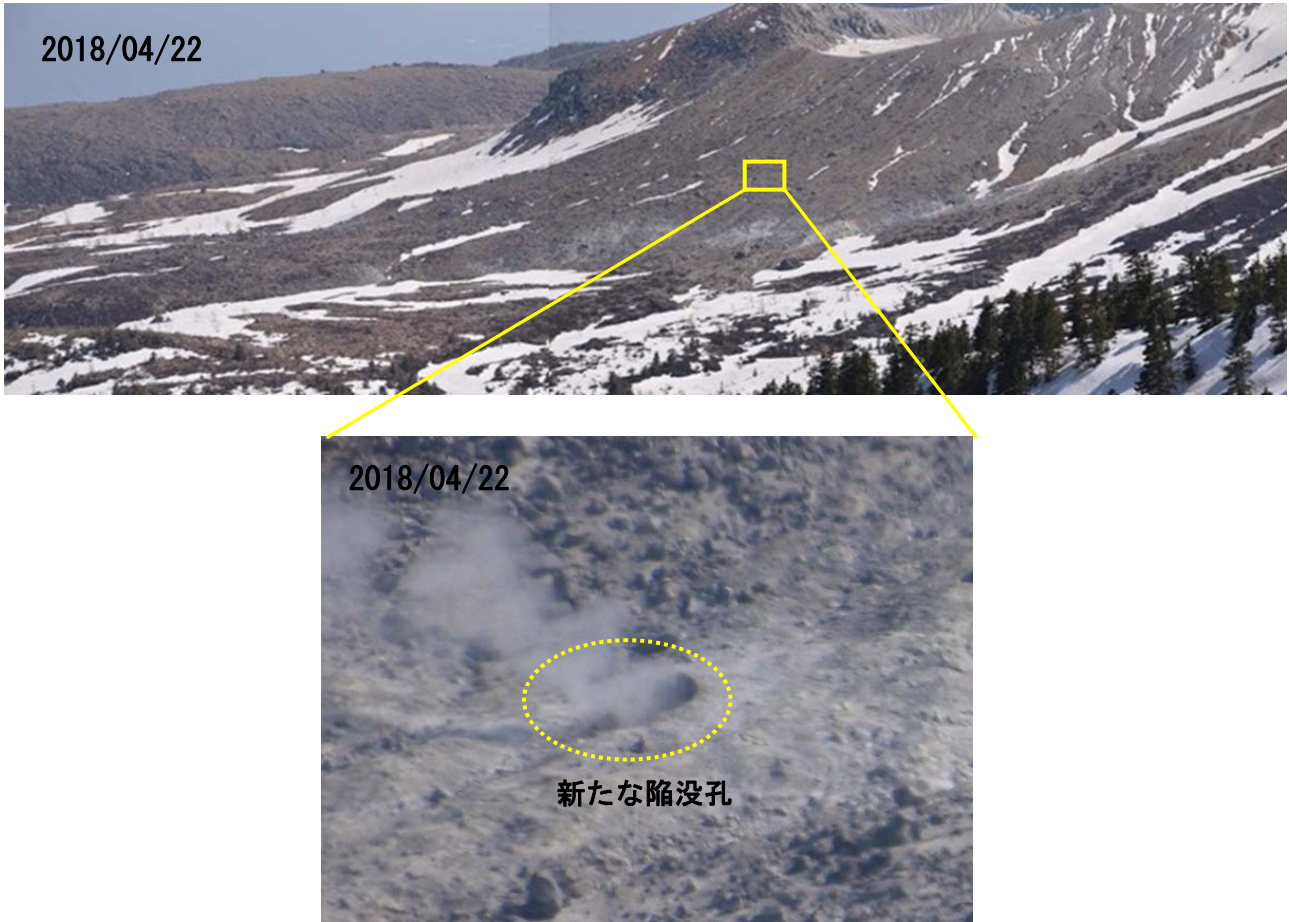
4月26日に実施した上空からの観測では、水釜火口の水の色が、以前に比べややエメラルドグリーンになっていた。



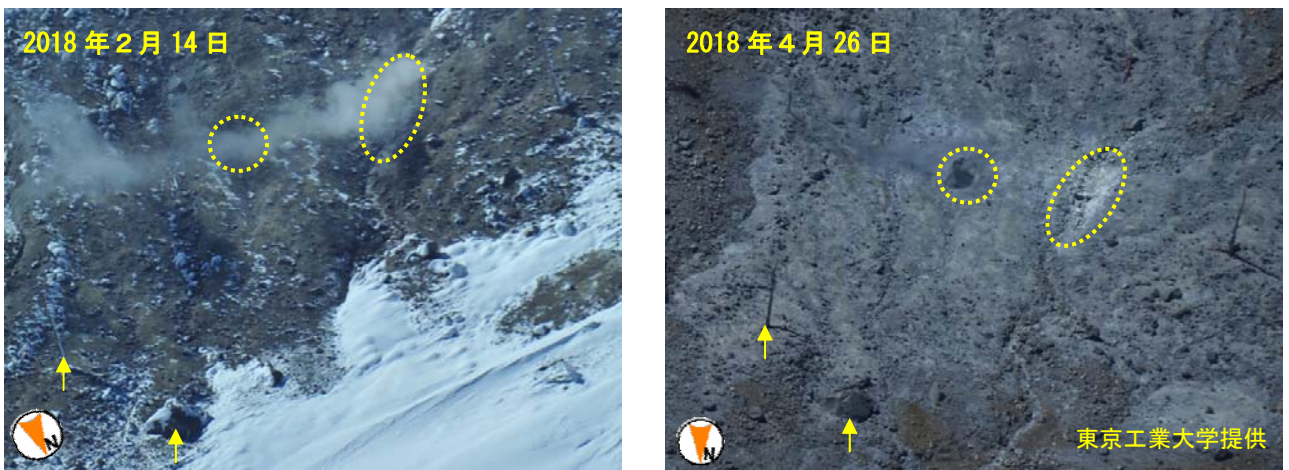
第20図 草津白根山（白根山（湯釜付近））北側噴気地帯の噴気の状態（上段：2018年4月27日、下段：2018年4月22日）

Fig. 20. Situation in the northern geothermal area of Yugama crater.

4月22日の観測では、噴気はほとんど認められない状態であったが、4月27日の観測では、噴気の状態は元の状態に戻っており、その後も噴気の状態に変化は認められない。



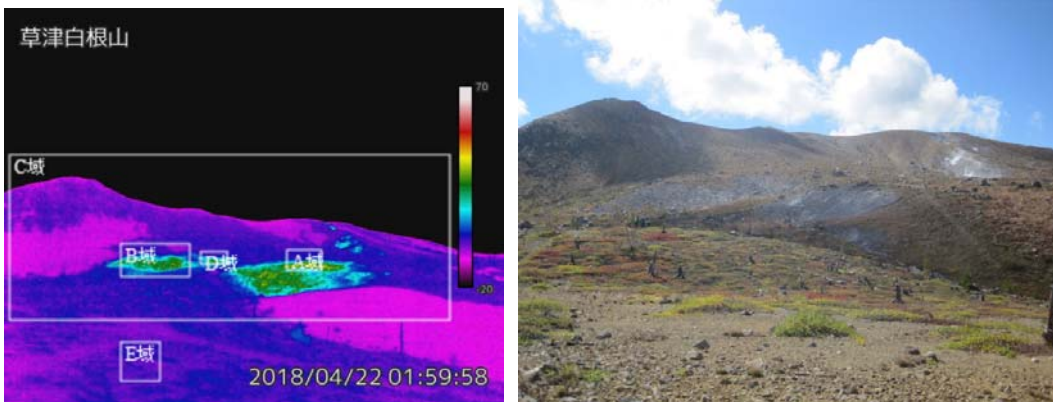
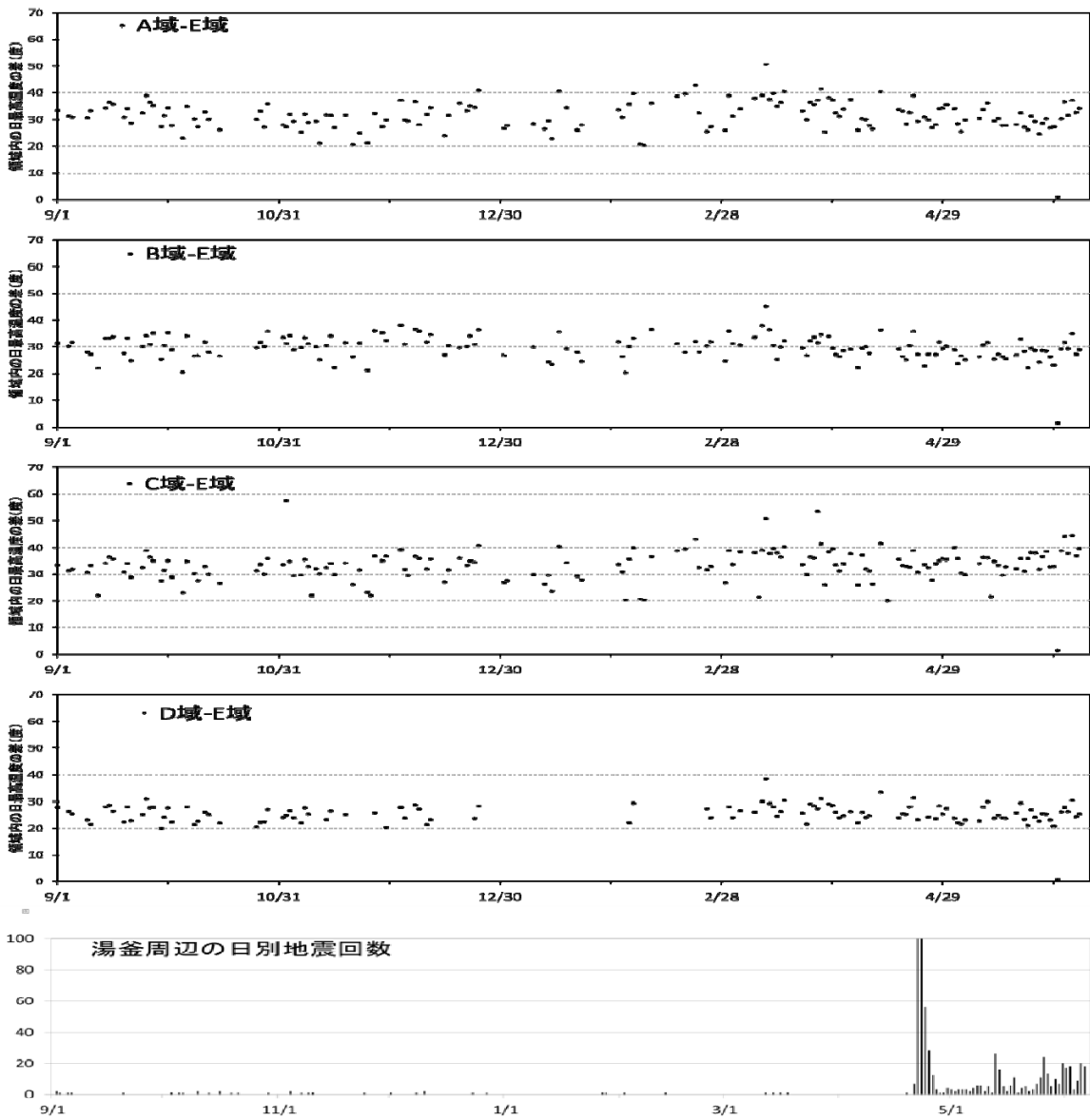
第21図 草津白根山（白根山（湯釜付近））北側噴気地帯の新たな陥没孔（2018年4月22日）
Fig. 21. New fumarole in the northern geothermal area of Yugama crater.



第22図 草津白根山（白根山（湯釜付近））上空からの観測による北側噴気地帯の様子（左：2018年2月14日 右：2018年4月26日）

Fig. 22 Situation in the northern geothermal area of Yugama crater.

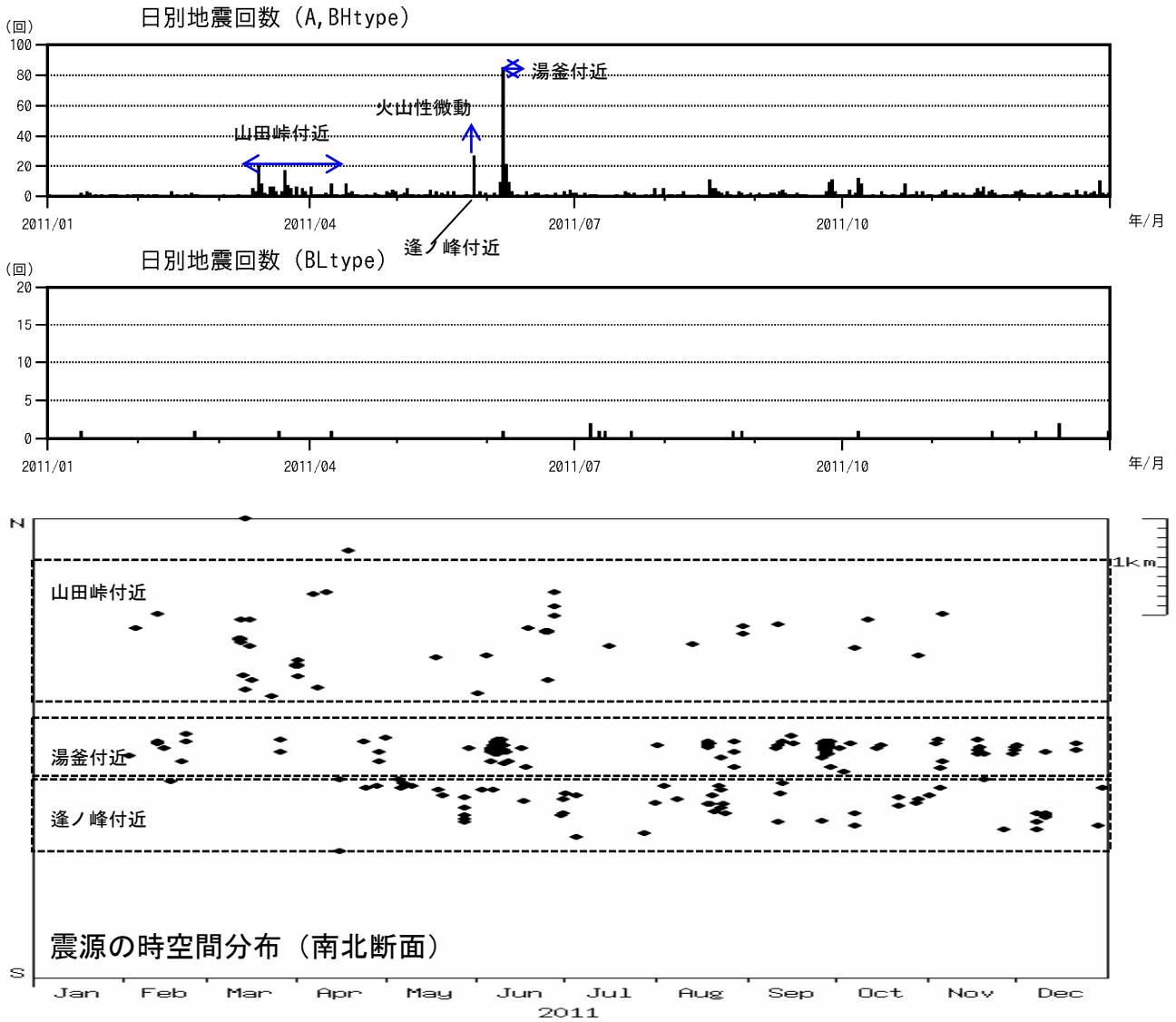
- ・4月22日の観測で、湯釜の北側噴気地帯で、新たな陥没孔が確認された。
- ・この陥没孔は2月14日の観測では確認できない。



第23図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 赤外熱映像カメラによる水釜北東噴気地帯のそれぞれの領域（A～D領域）の日最高温度と地熱兆候がない領域の日最高温度（E領域）の差（2017年9月1日～2018年5月23日）

Fig. 23. Ground temperature by thermal images, in northeastern geothermal area of Mizugama crater (September 1, 2017 – May 23, 2018).

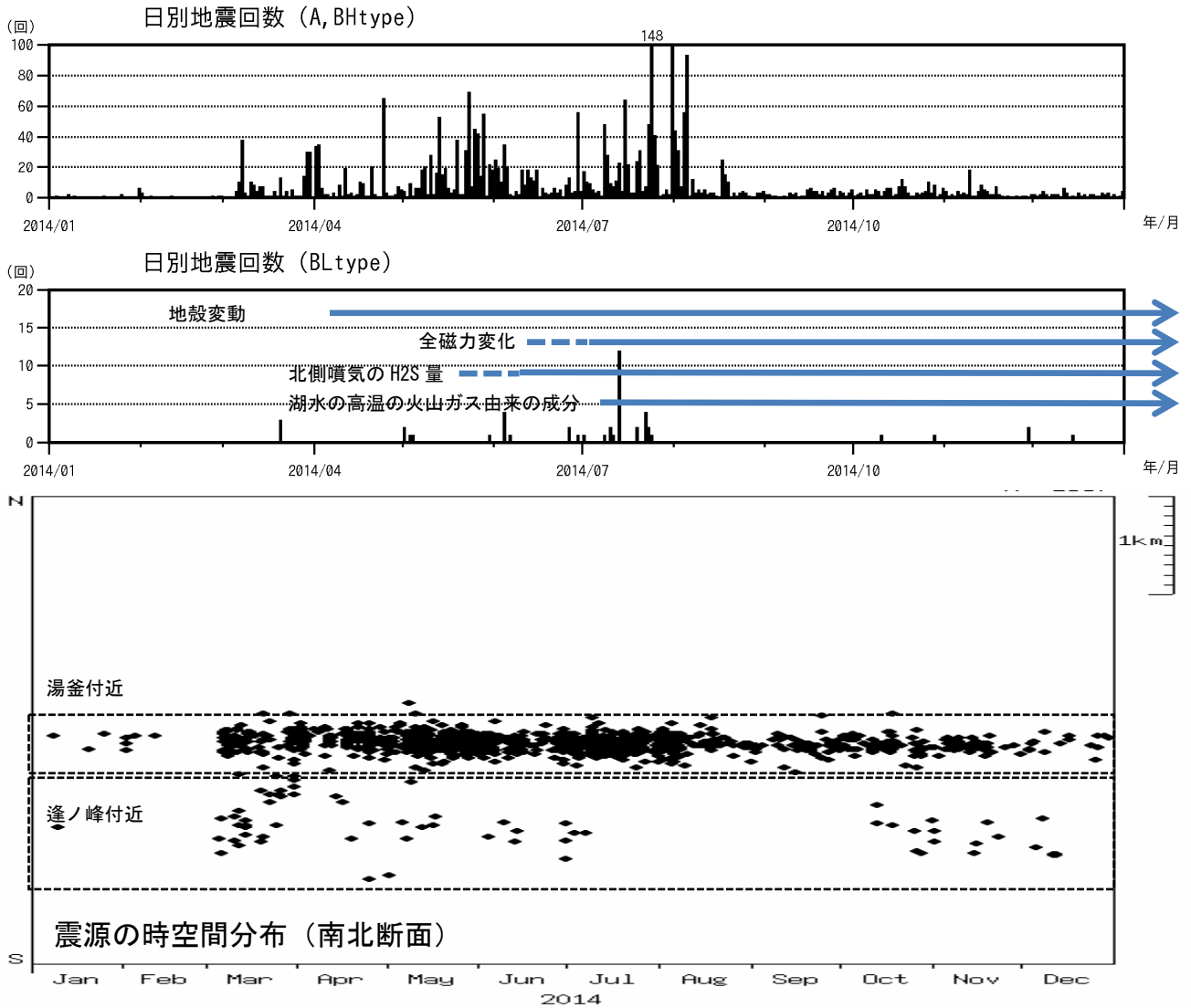
今回の地震増加前後で、水釜北東噴気地帯の噴気温度に特段の変化は認められない。



第24図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 2011年の地震活動

Fig. 24. Volcanic seismicity in 2011.

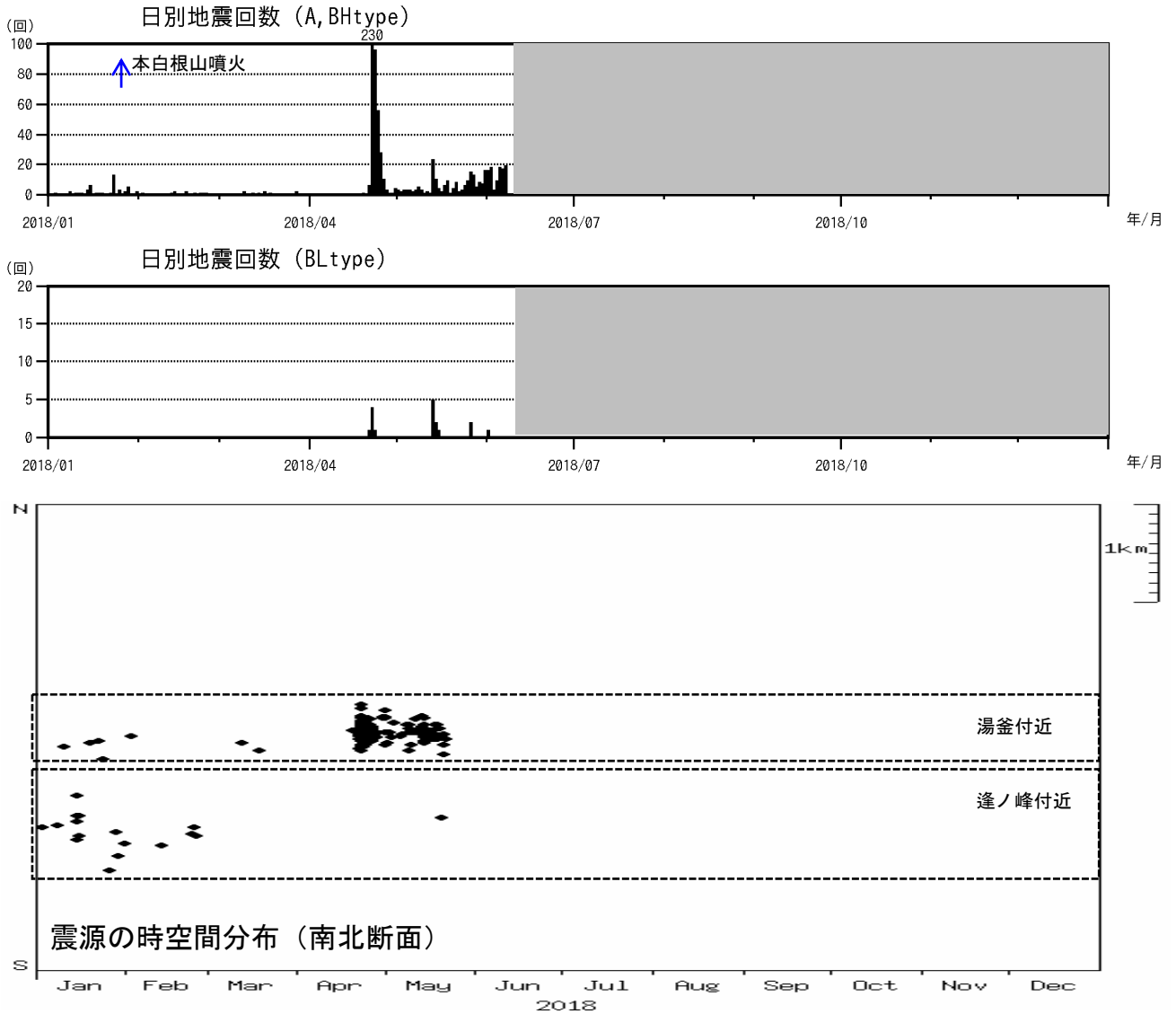
- ・2011年3月11日の東北太平洋沖地震後に山田峠時付近の地震が増加し、その後は落ち着いた状態で経過していた。
- ・5月27日に傾斜変動を伴う火山性微動が発生した。その後、逢ノ峰付近の地震が一時的に増加した。
- ・地震活動はいったん収まったが、6月5～9日に湯釜付近の地震が急増した。発生した地震はA型地震やBH型地震で、BL型地震の発生頻度が上がることはなかった。
- ・その後は、地震活動は静穏に経過した。
- ・全磁力変化やGNSSでは、変化は観測されなかった。



第25図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 2014年の地震活動

Fig. 25. Volcanic seismicity in 2014.

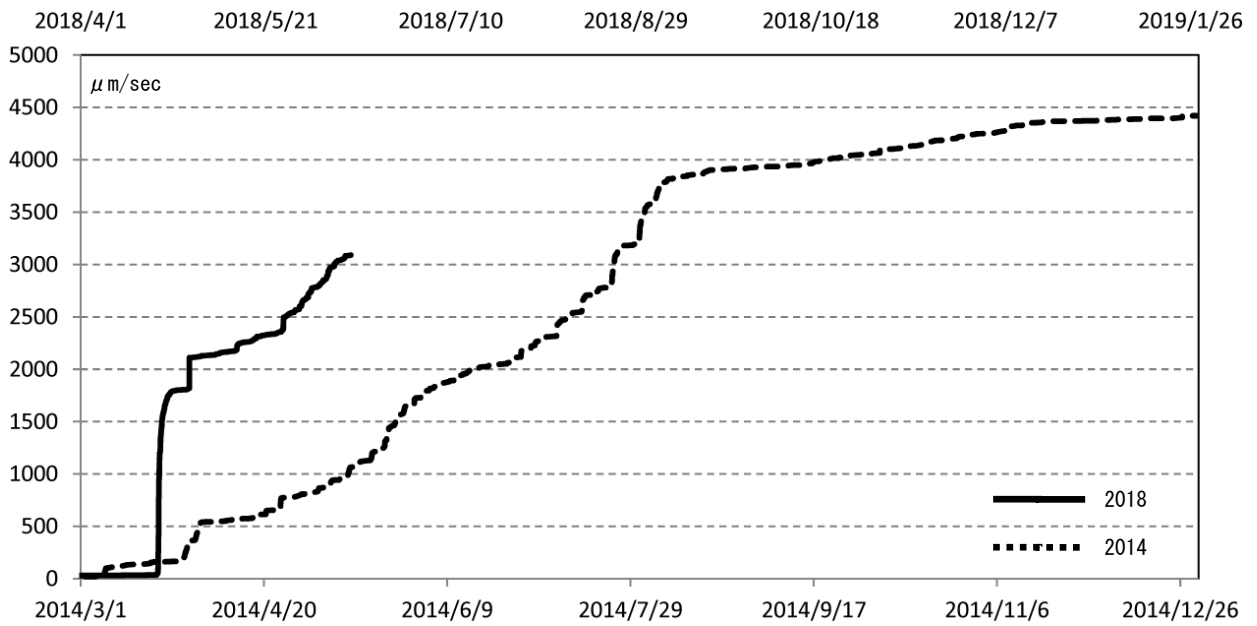
- ・2014年3月上旬に、逢ノ峰付近の地震が発生後、湯釜付近の地震が増加した。発生した地震はA型及びBH型地震であった。その後、地震活動は増減を繰り返した。
- ・2014年4月頃には、傾斜計で湯釜付近の膨張を示す地殻変動が明瞭になった。その後、傾斜変動レートは徐々に増加し、2014年7月頃で最大となったが、その後は徐々に減少した。
- ・5月の観測では、湯釜北側噴気のH₂S量が減少しているのがわかった。
- ・7月には、BL型地震が目立ち、また湯釜直下の熱消磁を示すわずかな全磁力変化や湯釜の湖水のCl⁻やF⁻、SO₄²⁻の増加傾向がみられ始めた。
- ・8月中旬には、地震活動はやや落ち着いたが、傾斜変動はその変動レートが低下しつつも膨張傾向や全磁力変化は2016年初め頃まで続いた。また、湖水のCl⁻、F⁻、SO₄²⁻量も2017年1月頃まで増加傾向が続いた。



第26図 草草津白根山（白根山（湯釜付近）） 2018年の地震活動（2018年1月1日～2018年6月13日）

Fig. 26. Volcanic seismicity in 2018 (January 1 – June 13).

噴火発生後、南東方向が下がる傾向の傾斜変動が徐々に鈍化しながらも続いている。また地震活動も徐々に低下しつつも続いている。



第27図 草津白根山（白根山（湯釜付近）） 2018年の地震活動（実線）と2014年（点線）の地震活動（水釜北東UDの最大振幅の積算）の比較

Fig. 27. Comparative results of cumulative amplitudes of volcanic earthquakes between 2014 and 2018

2014年の地震活動に比べて、2018年の地震活動は当初から急激に活発化している

本白根山

○概況

・噴気等の表面現象の状況

1月23日の噴火以降、噴火は発生していない。噴火後、鏡池北火口北側の火口列付近で、ごく弱い噴気がときどき観測されたが、2月22日を最後に観測されていない。

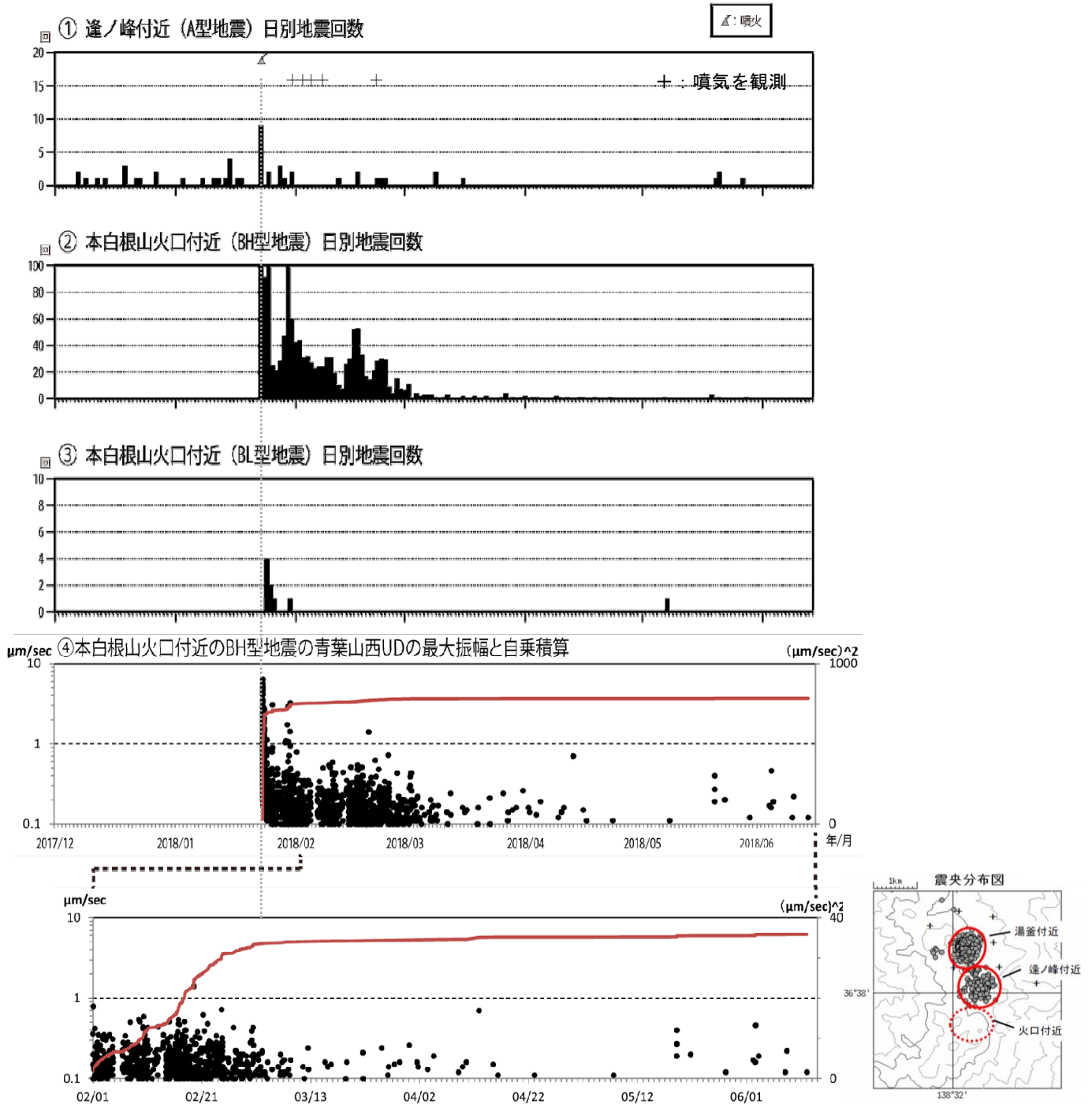
2月14日及び4月26日に実施した上空からの観測、5月9日から10日にかけて実施した現地調査では、火口周辺に顕著な地熱域は認められなかった。また、観測中に火口周辺に噴気は認められなかった。

・地震活動

噴火直後に多発した本白根山火口付近ごく浅部の地震活動は、継続しているが徐々に低調になっている。3月中旬頃からは火山性地震が観測されない日がみられ始め、5月頃からは地震の発生頻度がさらに低下している。

・地殻変動

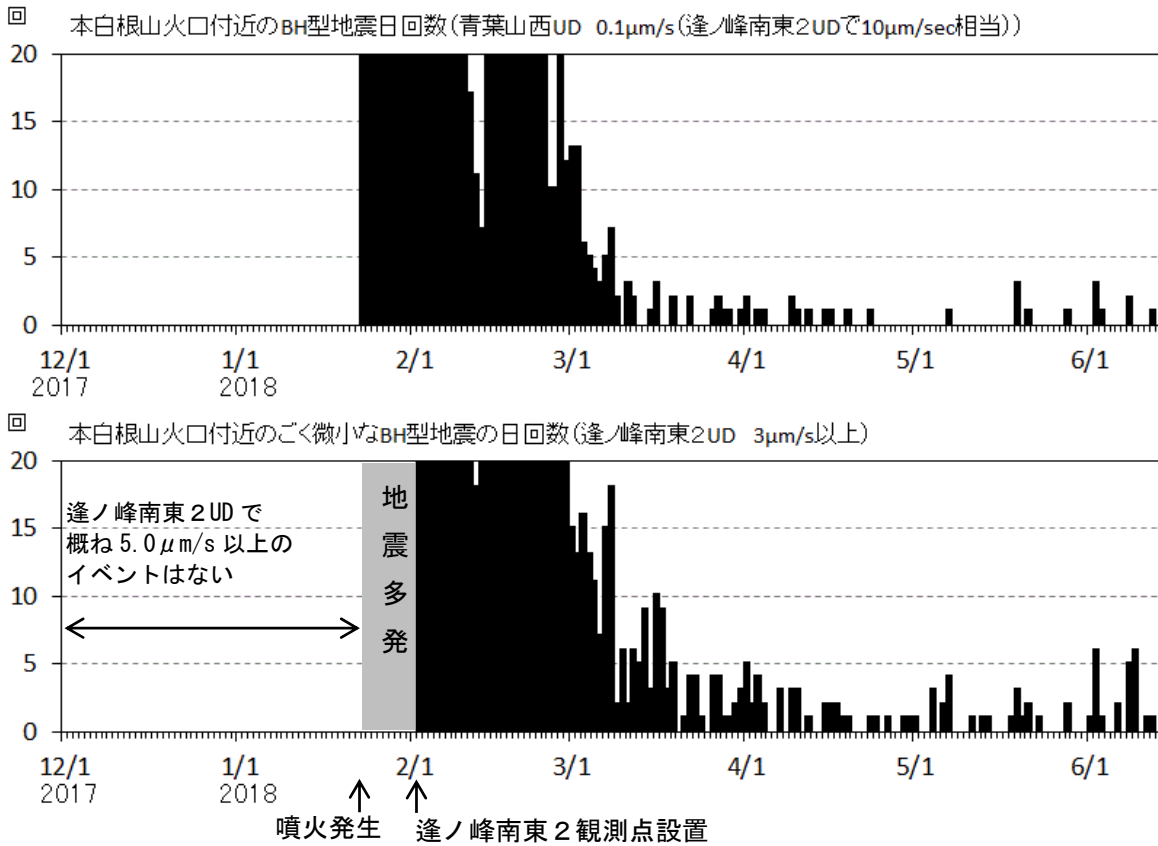
GNSS連続観測では、噴火に伴う変化以外に特段の変化は認められない。



第28図 草津白根山(本白根山) 火山性地震の活動経過 (2017年12月1日～6月13日)

Fig. 28. Daily number, amplitudes and cumulative squared amplitudes of earthquake of Motoshiranesan from December 1, 2017 to June 13, 2018.

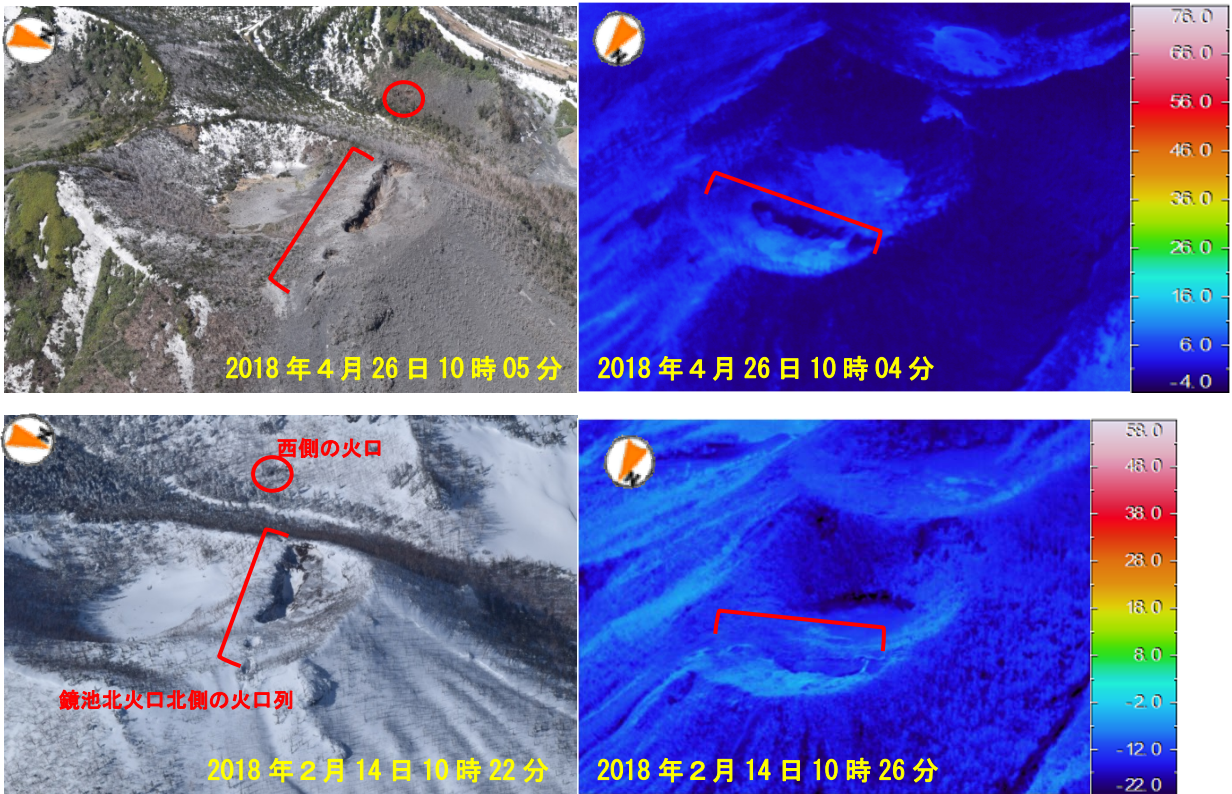
- ・気温の低く、風が弱いときにごく弱い噴気がときどき観測されている。今のところ、熱活動の強弱はみられない。
- ・噴火直後に活発化した本白根山火口付近ごく浅部の地震活動は、増減を繰り返しながら減少し、5月頃からはさらに発生頻度が低下している。
- ・逢ノ峰付近の地震 (A型地震) は、3月後半から5月前半にかけて観測されていなかったが、5月後半から再び観測されている。
- ・1月31日以降、風が弱く気温が低い午前中に、鏡池北火口の北側の火口列でごく弱い噴気が時々観測されていたが、2月22日を最後に観測されていない。



第29図 草津白根山(本白根山) 本白根山火口付近の地震活動(2017年12月1日~2018年6月13日)
 (上段:青葉山西UDで0.1 μ m/s(逢ノ峰南東2UDで10 μ m/sec相当)以上、下段:逢ノ峰南東2UDで3 μ m/sec以上)

Fig. 29. Daily number of earthquake of Motoshiranesan from December 1, 2017 to June 13, 2018.

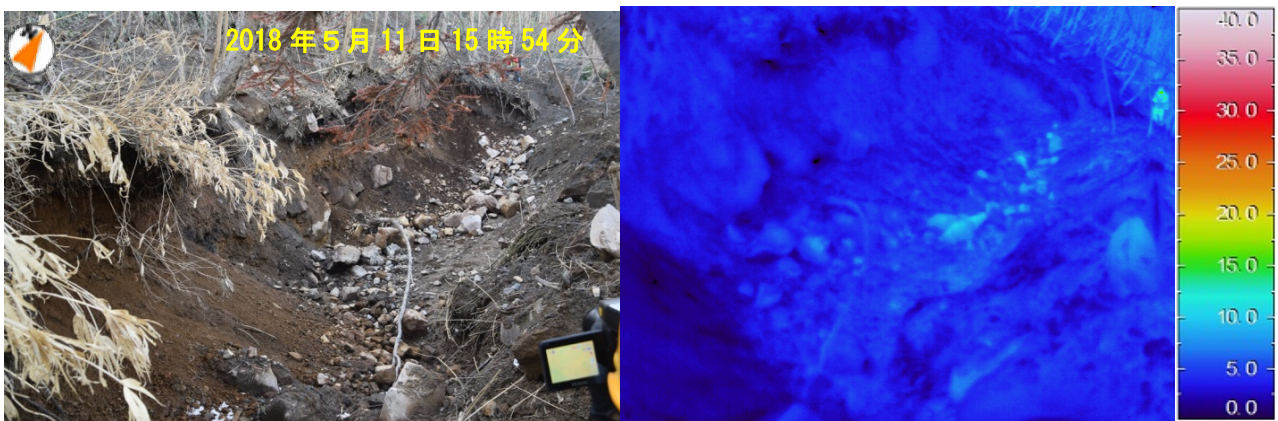
- ・本白根山火口付近の火山性地震(BH型地震)は3月中旬頃から観測されない日がみられ始め、5月頃からは地震の発生頻度がさらに低下している。
- ・ごく微小な火山性地震(逢ノ峰南東2観測点UDで3 μ m/s以上)は、徐々に減少しているが、引き続きときどき発生している。
- ・逢ノ峰南東2観測点設置前の本白根山付近の微小地震の発生状況を湯釜南(東工大)観測点などのデータから推定した。湯釜南(東工大)の検知力は概ね0.1 μ m/sであり、この値は逢ノ峰南東2観測点に換算すると約5 μ m/sとなる。1月23日噴火発生前の期間は、湯釜南(東工大)観測点で本白根山火口付近を震源と推定される地震は検知されなかった。つまり、逢ノ峰南東2観測点で少なくとも5 μ m/s以上となる規模の地震は発生していない可能性が高い。



第31図 草津白根山（本白根山） 鏡池北火口北側の火口列と西側の火口の状況

Fig. 31. Visible and thermal images of around Kagamiike-kita cone.

2月14日と4月26日に実施した上空からの観測では、火口周辺に顕著な地熱域は認められず、観測中に噴気は確認されなかった。

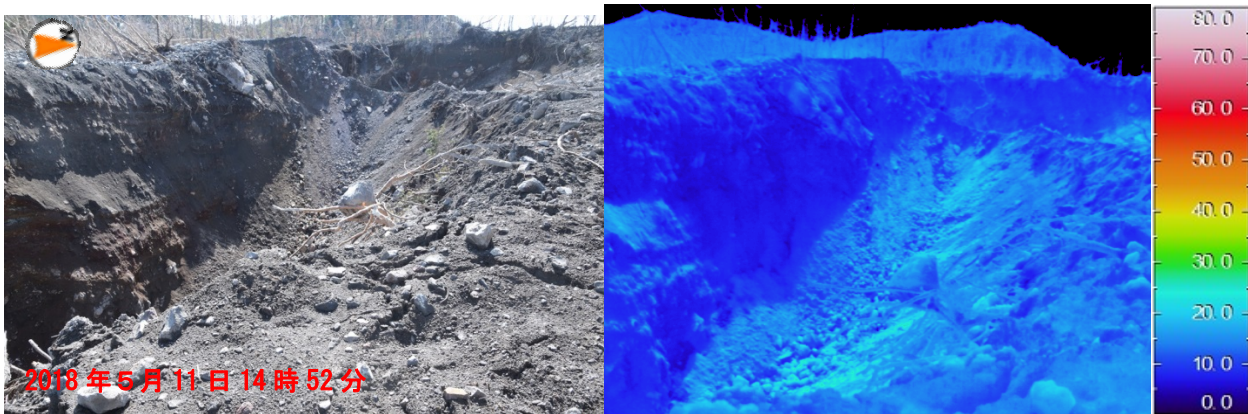
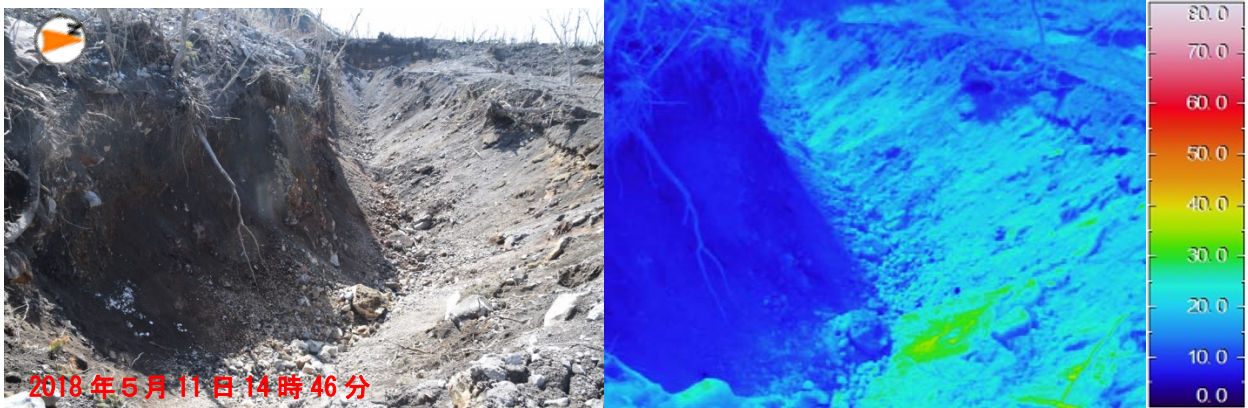


気象条件	天気：快晴	気温：11.8℃	湿度：44.0%	風速：0.3m/s	気圧：799.0hPa
------	-------	----------	----------	-----------	-------------

第32-1図 草津白根山（本白根山） 西側の火口

Fig. 32-1. Visible and thermal images of eastern volcanic crater of Kagamiike-kita cone (observed on May 11, 2018).

5月11日に実施した観測では、西側の火口内に地熱や顕著な噴気は認められなかった。

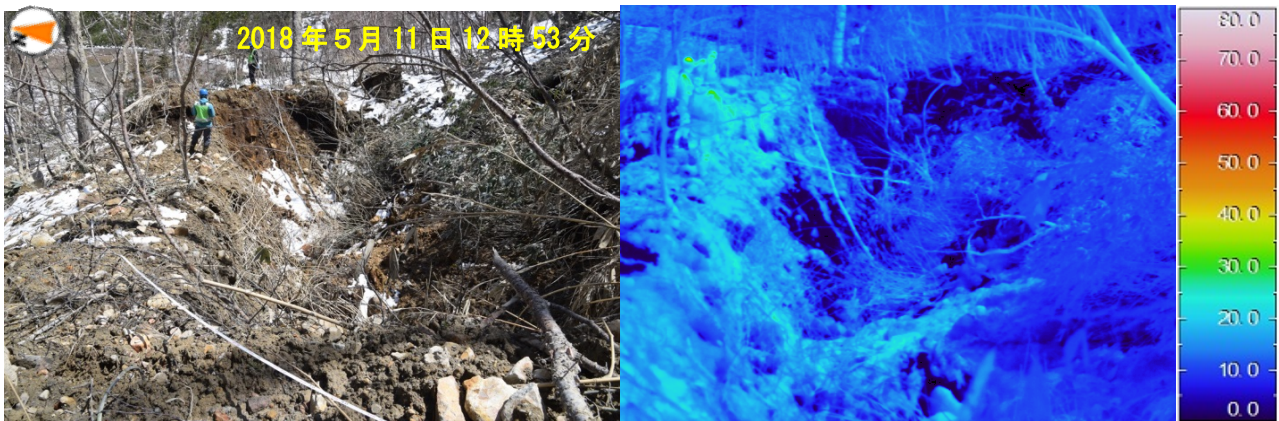


気象条件	天気：薄曇り	気温：11.5℃	湿度：27.1%	風速：3.5m/s	気圧：795.8hPa
------	--------	----------	----------	-----------	-------------

第 32-2 図 草津白根山（本白根山） 鏡池北火口北側の火口列

Fig. 32-2. Visible and thermal images of volcanic crater row in northern area of Kagamiike-kita cone (observed on May 11, 2018).

5月11日に実施した観測では、鏡池北火口の北側の火口内に地熱や顕著な噴気は認められなかった。

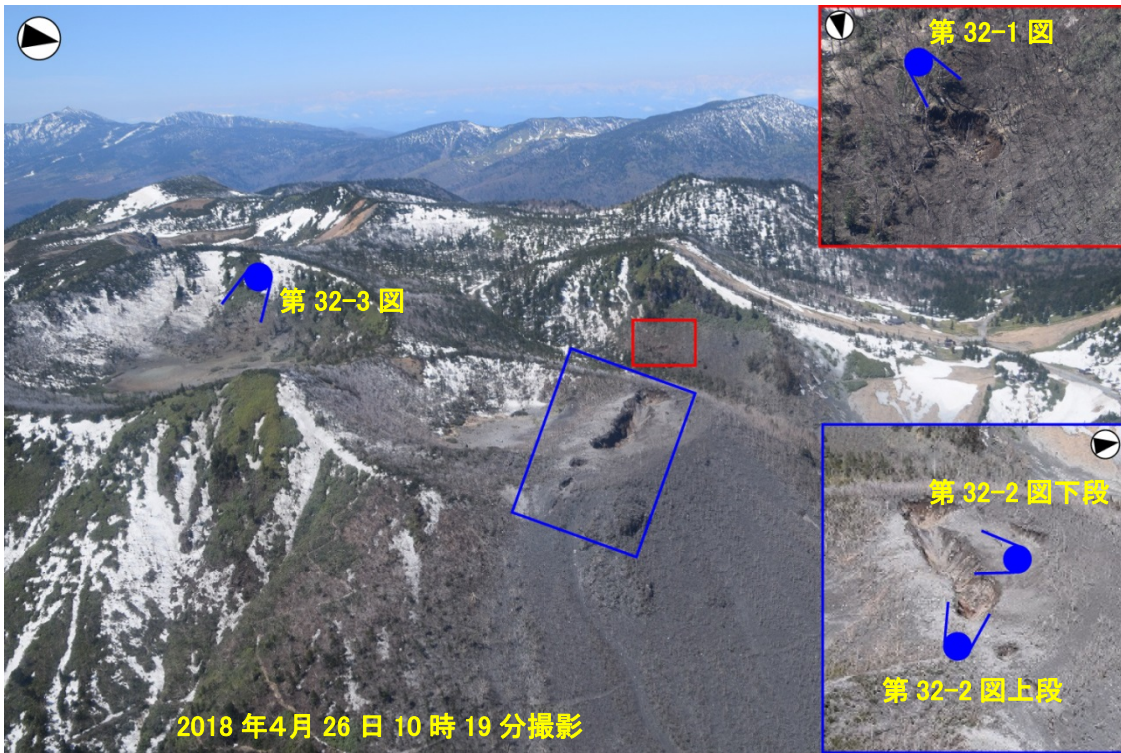


気象条件	天気：快晴	気温：12.6℃	湿度：30.5%	風速：0.9m/s	気圧：794.5hPa
------	-------	----------	----------	-----------	-------------

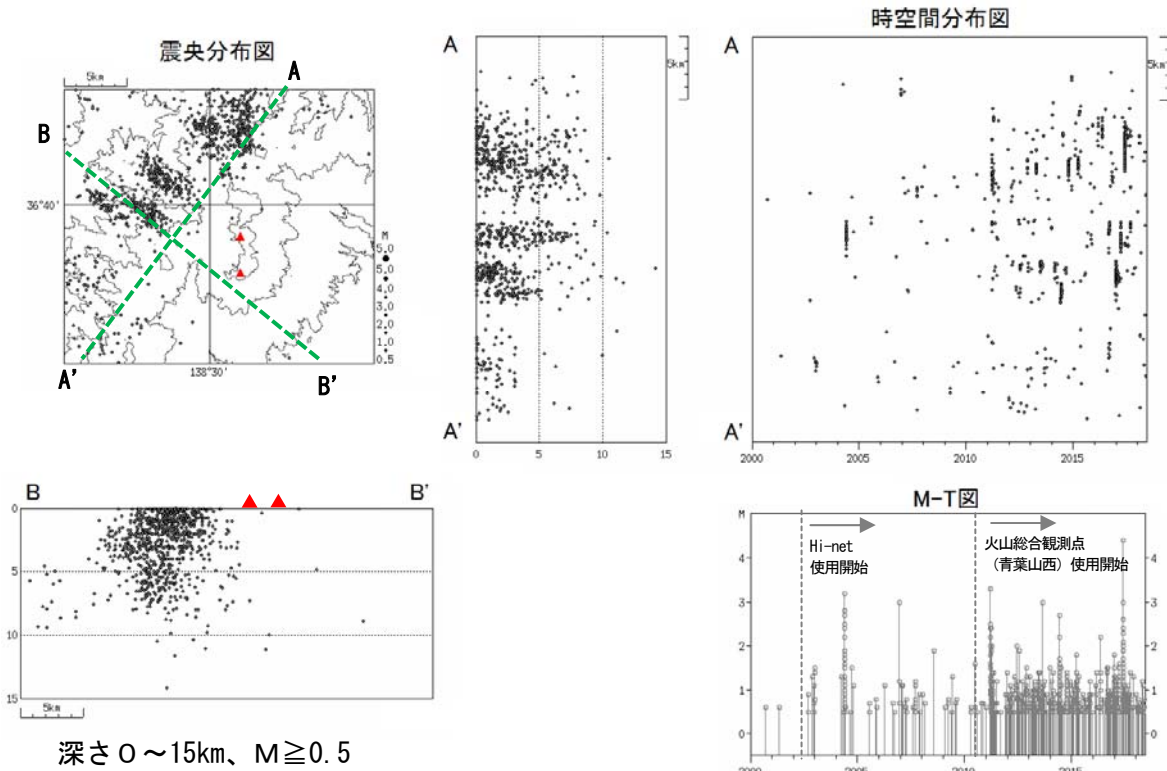
第 32-3 図 草津白根山（本白根山） 鏡池火口底の火口列

Fig. 32-3. Visible and thermal images of volcanic crater of Kagamiike-kita cone (observed on May 11, 2018).

5月11日に実施した観測では、鏡池火口底の火口列に地熱や顕著な噴気は認められなかった。

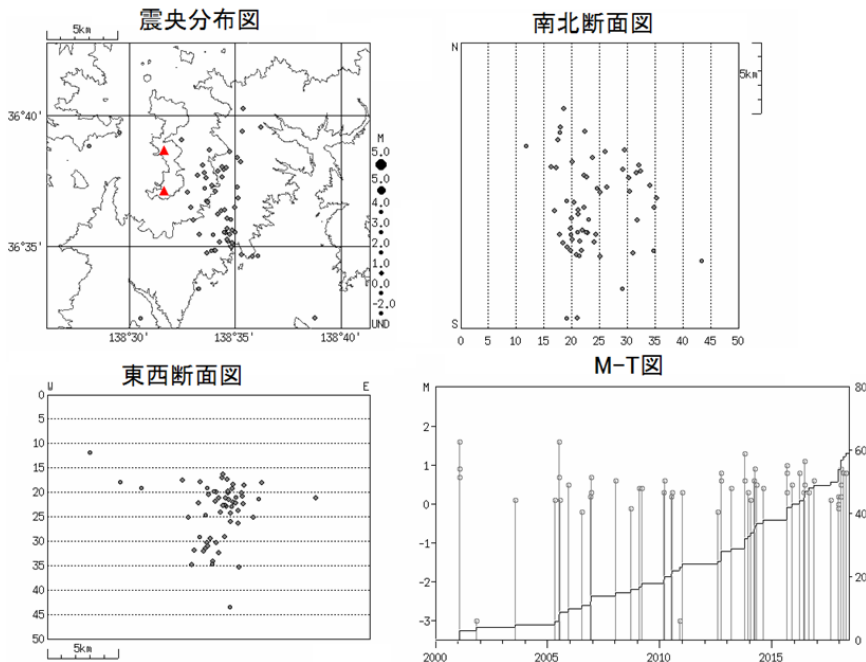


第 33 図 草津白根山（本白根山） 第 32 図の撮影場所と方向
Fig. 33. Direction of observation shown in Fig.32.



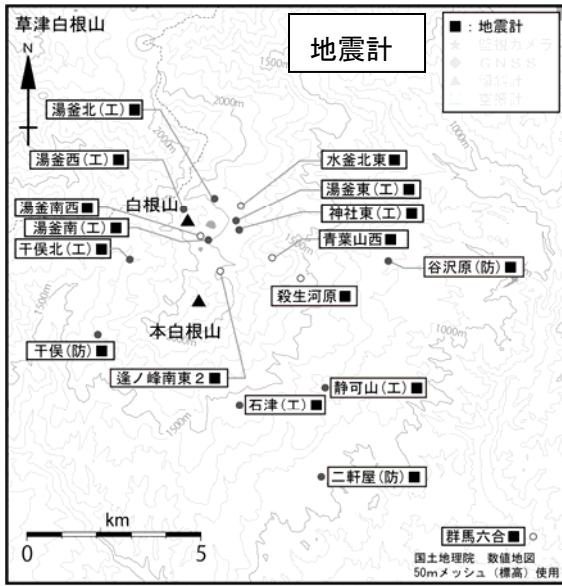
第34図 草津白根山（本白根山）一元化震源による周辺の地震活動（2000年1月1日～2018年6月6日）
 Fig. 34. Hypocenter distribution of the earthquakes around Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2000 to June 6, 2018 (JMA catalogue).

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震後、草津白根山の北西から北にかけての地震活動が活発化している。

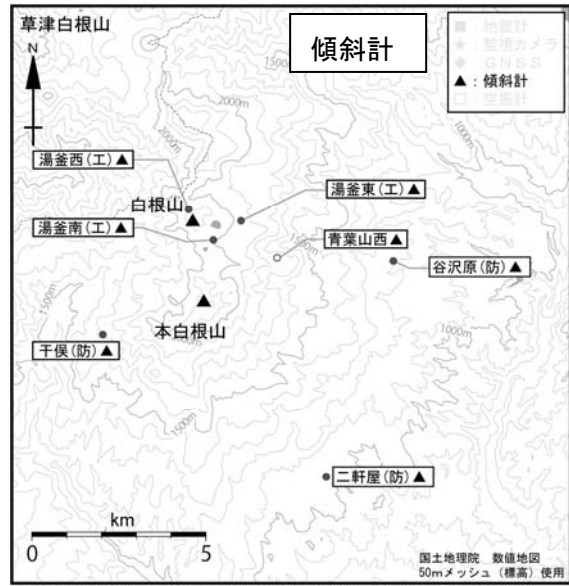


第35図 草津白根山（本白根山）一元化震源による深部低周波地震活動（2000年1月1日～2018年6月6日）

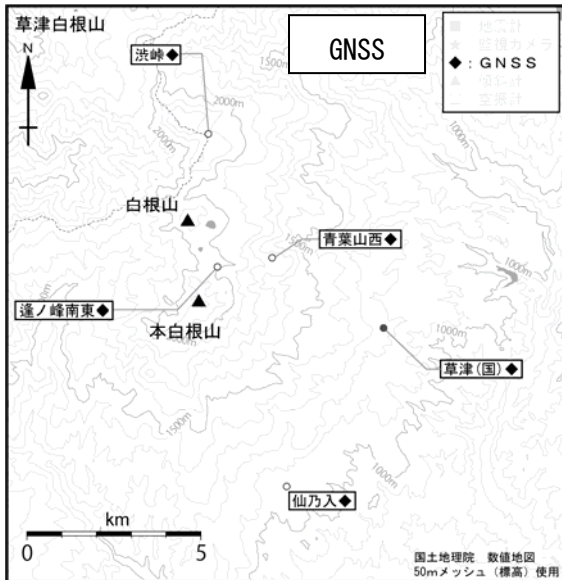
Fig. 35. Hypocenter distribution of the low frequency earthquakes around Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2000 to June 6, 2018 (JMA catalogue).



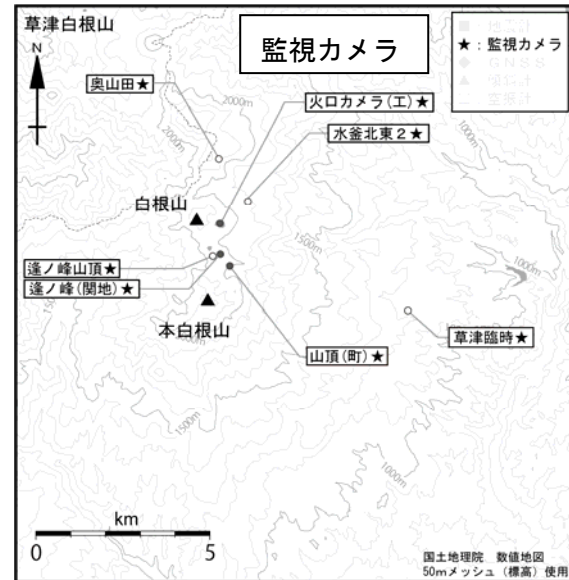
小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
(国)：国土地理院、(防)：防災科学技術研究所、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局



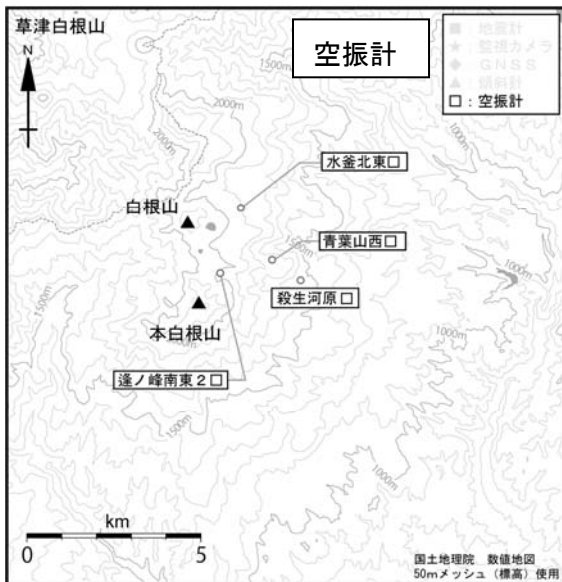
小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
(国)：国土地理院、(防)：防災科学技術研究所、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局



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、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局



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、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局



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、(工)：東京工業大学、(関地)：関東地方整備局

第36図 草津白根山 観測点配置図

Fig. 36. Location map of observation sites.

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。