

草津白根山の火山活動（2017年10月～2018年2月）*

Volcanic Activity of Kusatsu-Shiranesan Volcano (October 2017 – February 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

○概況

・1月23日の噴火発生時の状況

草津白根山の本白根山では、1月23日10時02分頃に噴火が発生した。噴火位置は鏡池北火砕丘の火口北側の火口列と西側の火口及び鏡池火口底の火口列で、大きな噴石が多数飛散した。聞き取り調査の結果、本白根山から北東に約8kmの群馬県中之条町で降灰を確認した。

1月23日09時59分に火山性微動が発生し、湯釜からみて南方が上昇する傾向の傾斜変動がみられはじめた。火山性微動の振幅は、徐々に大きくなったが、10時01分頃には減少に転じ、10時02分頃には小さくなった。この間の微動は、1～10Hzとブロードのピークを持つ。10時02分頃、低周波地震発生とともに、傾斜変動は、湯釜からみて南方向が下がるセンスに転じた。微動振幅は、再び大きくなったが、すぐに減衰し、10時10分前には小さくなった。この間の微動は約1Hzが卓越する。

GNSS連続観測では、噴火発生の前後で、逢ノ峰南東観測点が北に動き、10時02分頃に反転したが、元の状態には戻っていない。その他の観測点では変動はみられない。

・1月23日の噴火発生後の状況

噴火当日の1月23日15時頃の上空からの観測では、鏡池北付近から弱い白色の噴気がみられた。しかし、火口周辺は、ほとんど雪に覆われていたことから、地温はそれほど高くないと推定される。1月31日以降も、監視カメラで、火口列付近のごく弱い噴気がときどき観測されている。

噴火発生後、初動が不明瞭なBH型地震が増加した。これらの地震の震源は鏡池北火砕丘の北側付近と推定される。また、1月24日と25日にそれぞれ2回、振幅が小さく継続時間の短い火山性微動が発生した。これらのほとんどは、1月23日の傾斜変動と同様に南上りのセンスの傾斜変動を伴った。その後、地震回数は徐々に減少しているものの、微小な地震活動は継続している。

・1月23日の噴火前の状況

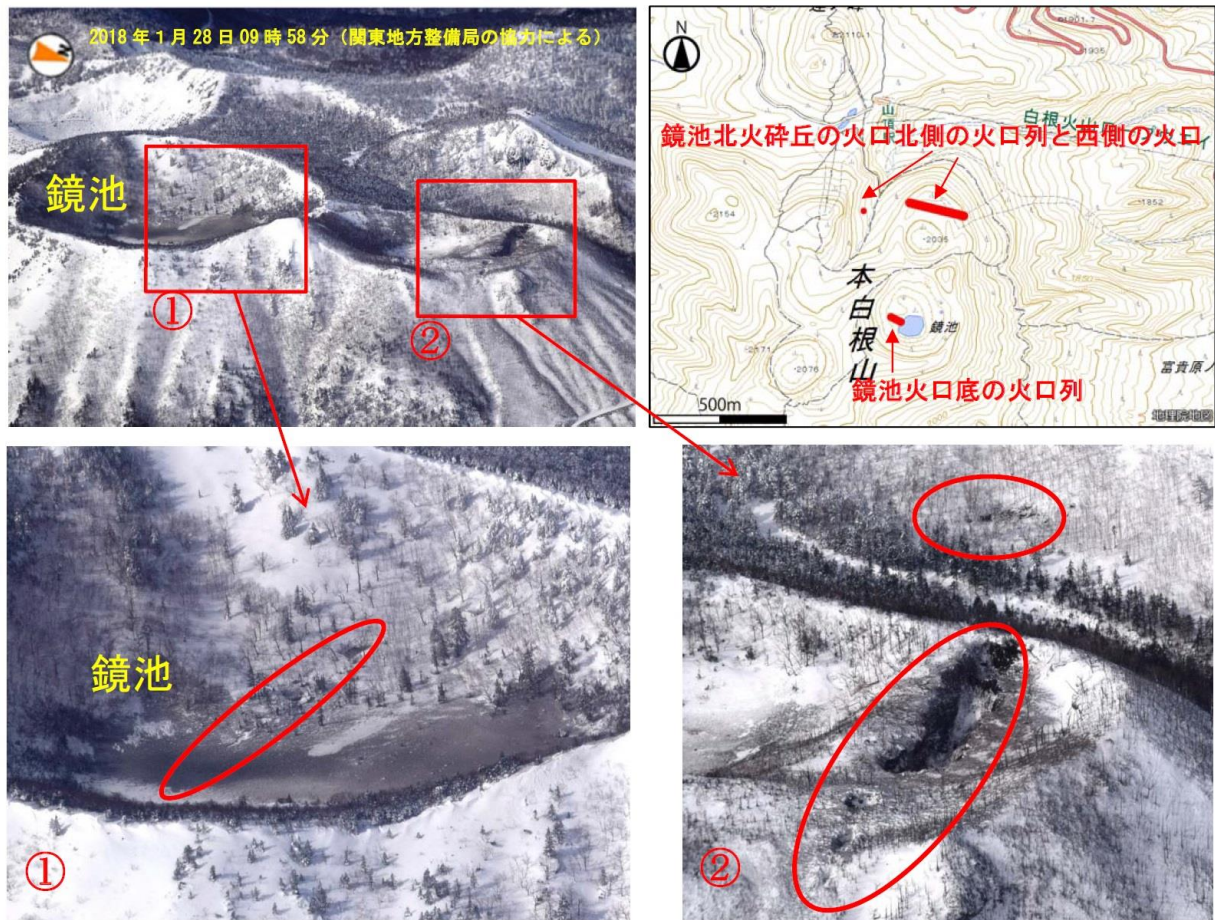
2014年3月頃から、湯釜直下の地震活動が活発化するなど湯釜付近の火山活動が活発化したが、2015年半ば頃から徐々に静穏化し、2017年には湯釜湖水成分も低下傾向に転じた。

湯釜付近の地震活動は2015年頃から、徐々に収まっていたが、逢ノ峰付近の地震は、数ヶ月毎に活動を繰り返していた。発生した地震は、湯釜付近及び逢ノ峰付近共にほとんどがA型地震であった。

GNSS連続観測では、湯釜を挟む（渋峠-逢ノ峰）基線で2014年4月頃からみられていたわずかな伸びの変化は、2015年11月頃から停滞していた。2017年12月頃から、渋峠-逢ノ峰の基線でごくわずかな伸びがみられていた。

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。

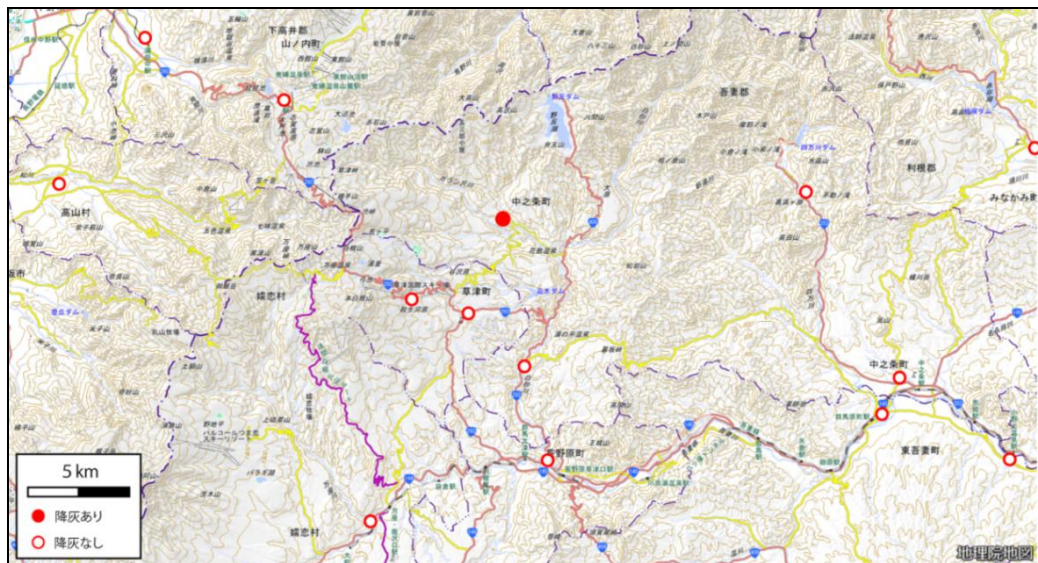
* 2018年4月12日受付



第1図 草津白根山 上空からの観測による鏡池付近の状況（関東地方整備局の協力による）
(2018年1月28日)

Fig. 1 Visible images of Motoshiranesan.

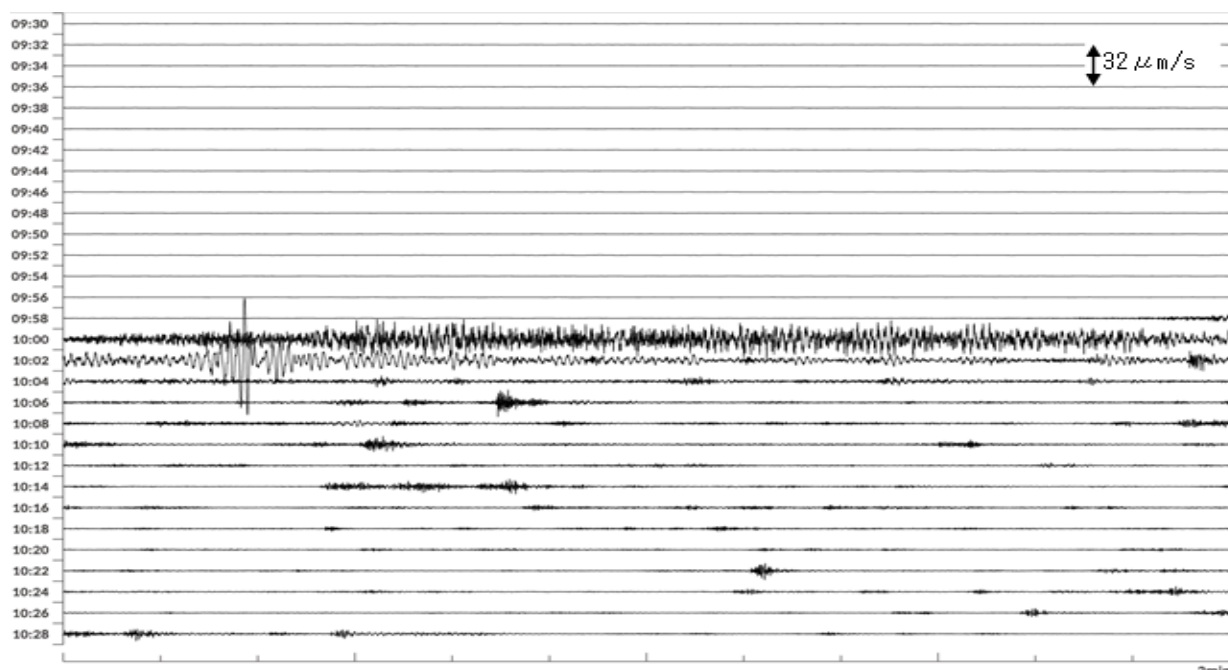
各火口で噴気は確認されなかった。23日に噴火した複数の火口周辺に地熱域等は認められなかった。



第2図 草津白根山 降灰の状況の聞き取り結果

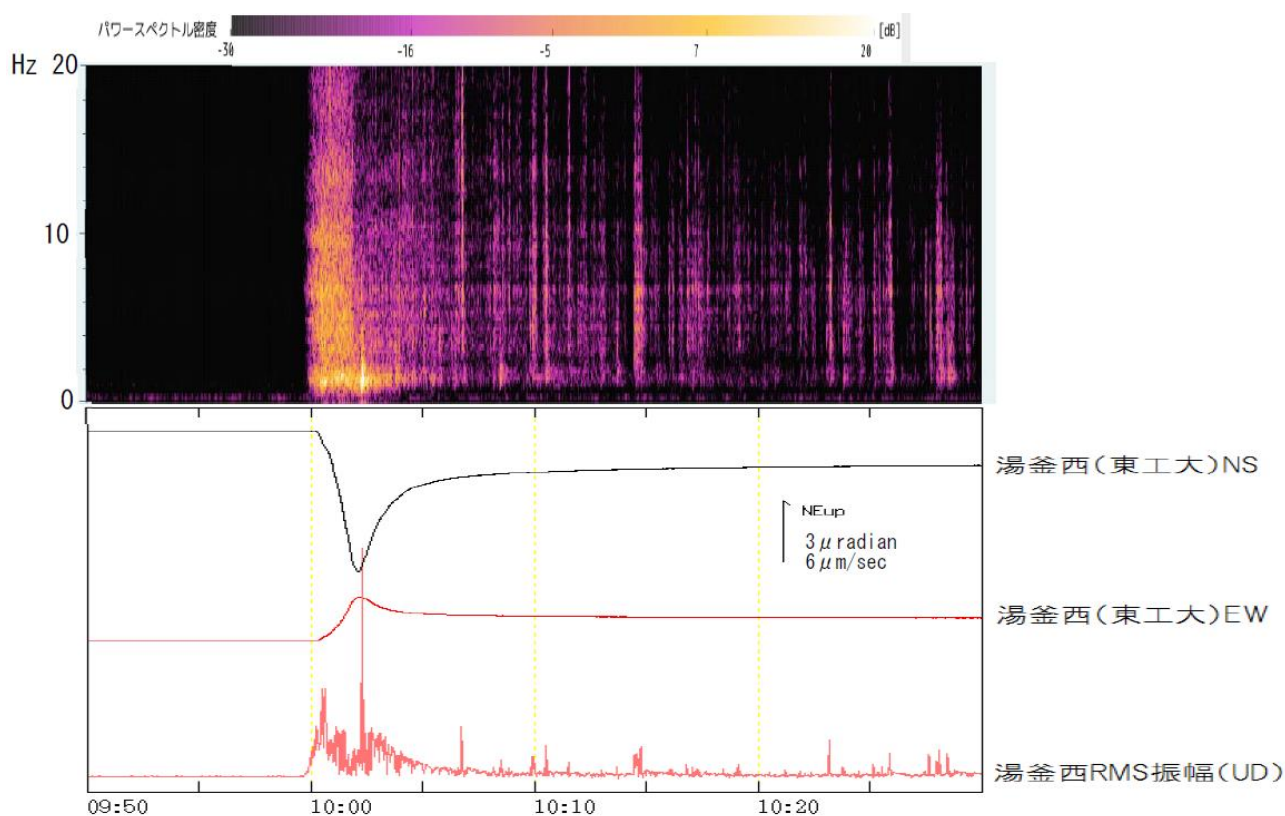
Fig. 2 Ash distribution by inquiring survey.

聞き取り調査の結果、本白根山から北東に約8kmの群馬県中之条町で降灰を確認した)



第 3 図 草津白根山 1 月 23 日 09 時 59 分頃発生した火山性微動（湯釜西（東工大）UD）

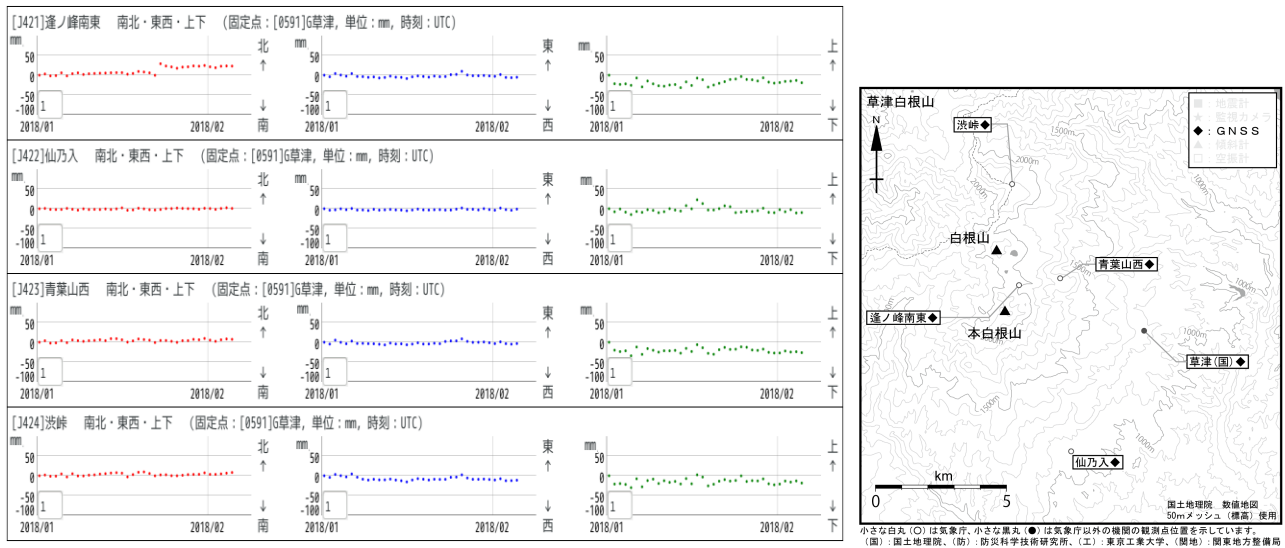
Fig. 3 Volcanic tremor waveform occurred on January 23, 2018.



第 4 図 草津白根山 1 月 23 日 09 時 59 分頃発生した火山性微動のランニングスペクトル（湯釜西（東工大）上下動）と傾斜変動と微動の RMS 振幅

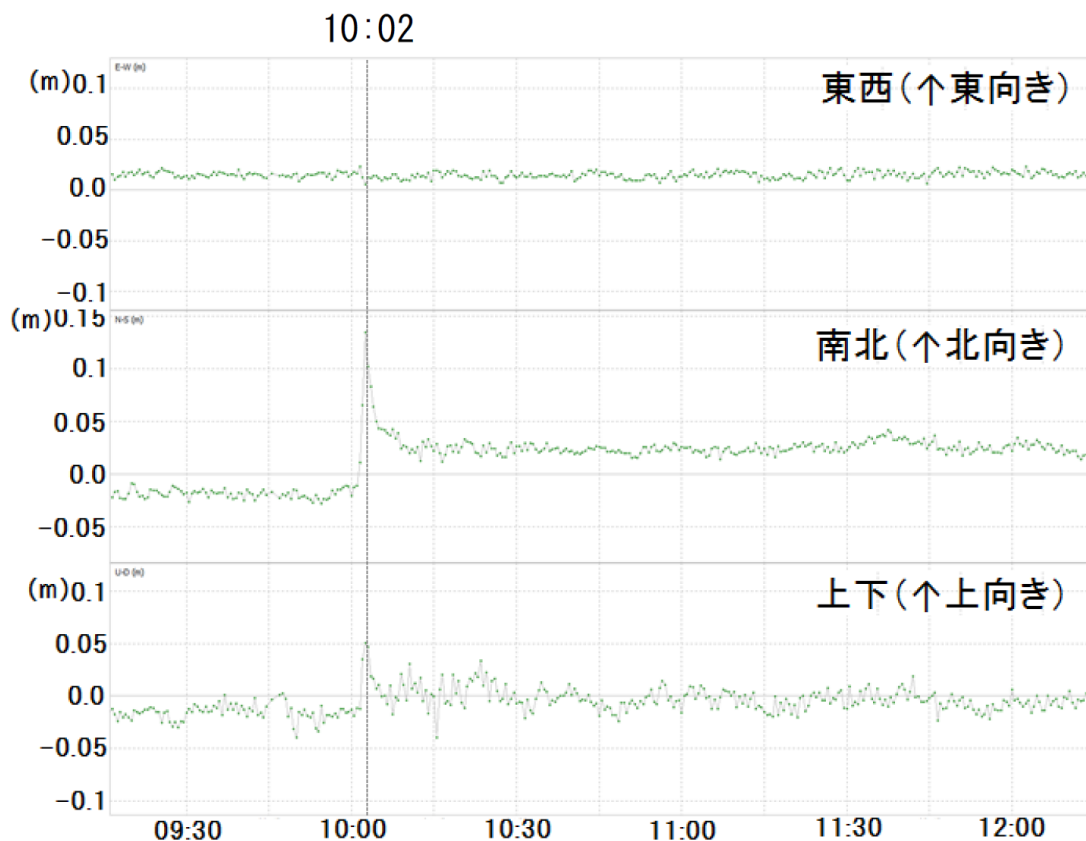
Fig. 4 Running spectrum, tilt changes and RMS amplitude occurred on January 23, 2018.

09 時 59 分に火山性微動が発生し、湯釜からみて南方が上昇する傾向の傾斜変動がみられはじめた。火山性微動の振幅は、徐々に大きくなったが、10 時 01 分頃には減少に転じ、10 時 02 分頃には小さくなった。この間の微動は、1~10Hz とブロードのピークを持つ。10 時 02 分頃、低周波地震発生とともに、傾斜変動は湯釜からみて南方向が下がるセンスに転じた。



第5図 草津白根山 GNSS 変化 (2018年1月1日～2月7日)

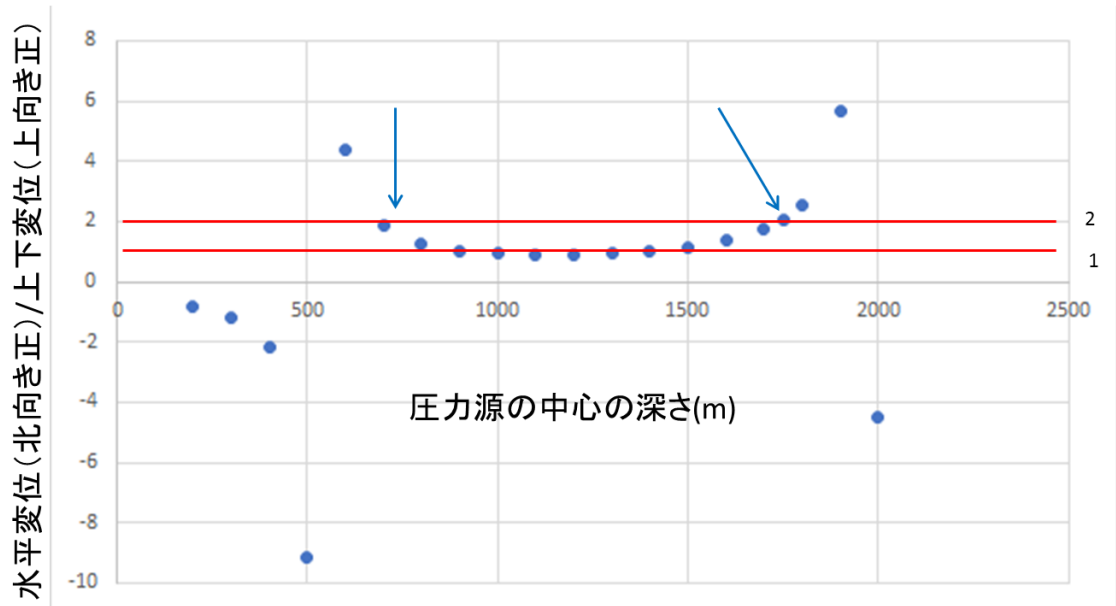
Fig. 5 Results of GNSS continuous observations observed on Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2018 to February 7, 2018.



第6図 草津白根山 洪峠を基準とした逢ノ峰南東のGNSS (キネマチック解析) の動き (2018年1月23日 09:15～12:15) (30秒サンプリング)

Fig. 6 Results of GNSS continuous observations observed on Ainomine-nanto station.

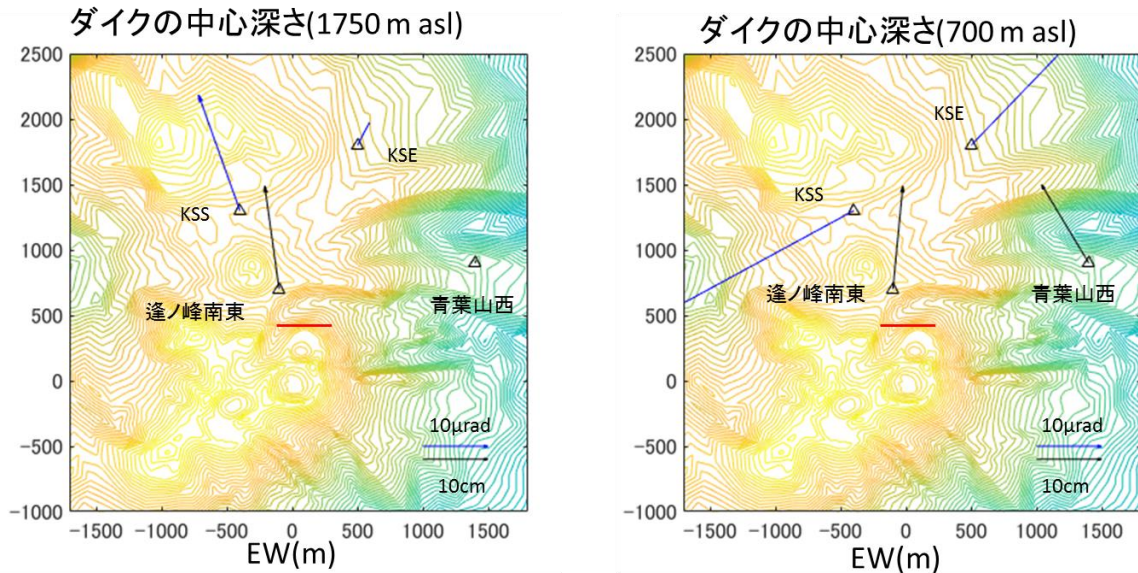
- ・1月23日10時00分頃から、逢ノ峰南東のGNSSが北に動き、10時02分頃に反転したが、元の状態には戻っていない。その他の観測点では変動はみられない。



第 7 図 草津白根山 鏡池北側の火口列直下に楕円体(～鉛直ダイク)をおいた場合の逢ノ峰南東 GNSS の変位のフォワード計算結果

Fig. 7 Result of synthetic GNSS displacement. Source place was assumed at Kagamiike.

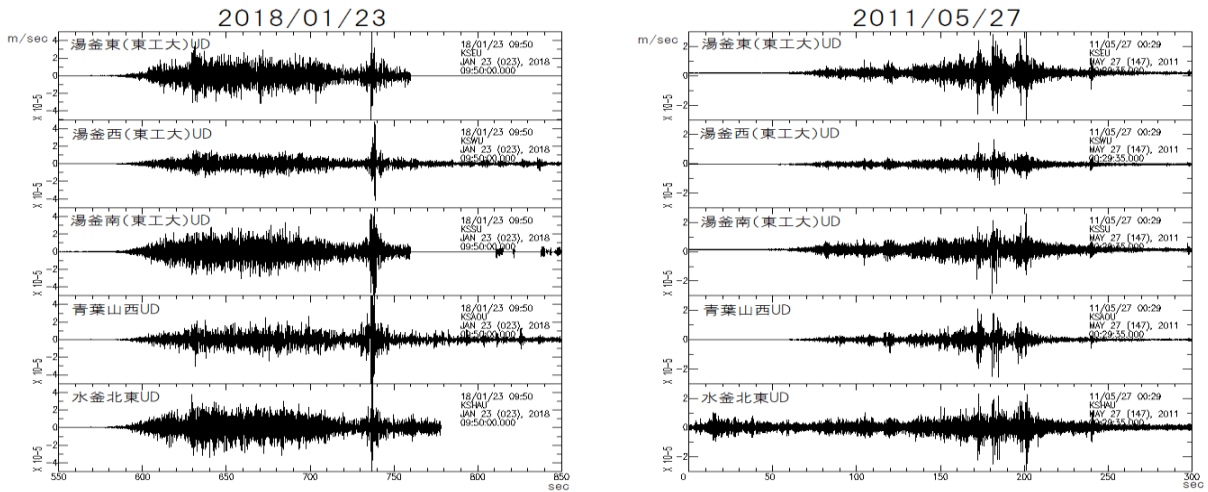
- ・ 鏡池北火砕丘の火口北側の火口列の直下に鉛直ダイク(縦横比 1:2)を置いた場合の地殻変動をフォワード計算した。
- ・ GNSS で見られる水平変位と上下変位の変位量の比 2:1 を説明するにはダイクの中心の深さは海拔 700m または 1750m のときがよい。



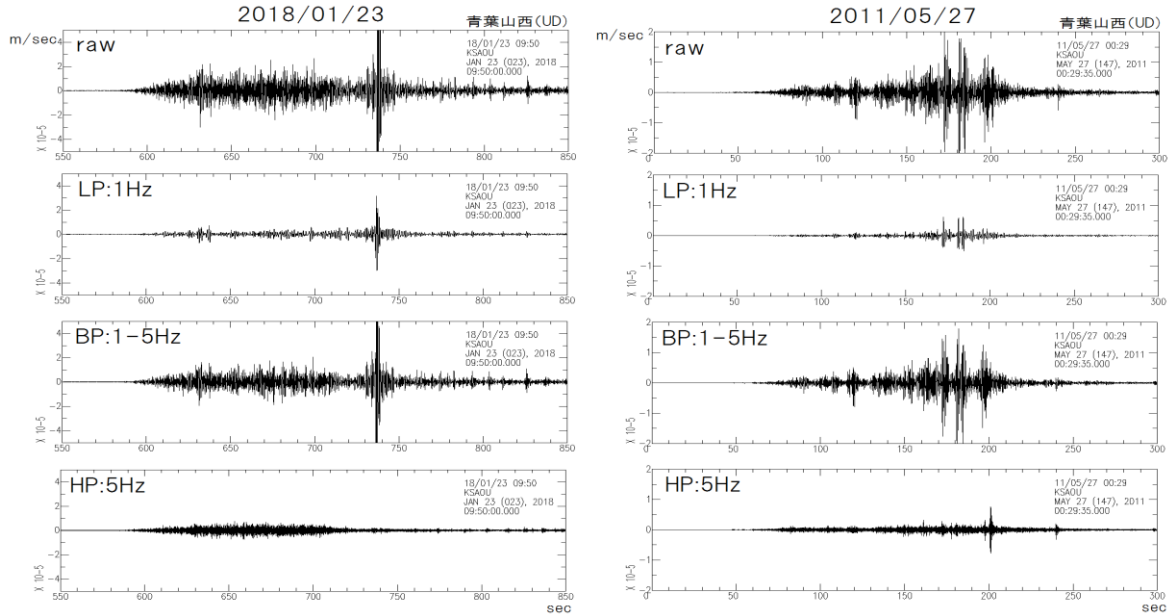
第 8 図 草津白根山 鏡池北側の火口列直下に楕円体(～鉛直ダイク)による理論変動(黒矢印:変動、青矢印:傾斜)

Fig. 8 Results of synthetic displacement vector.

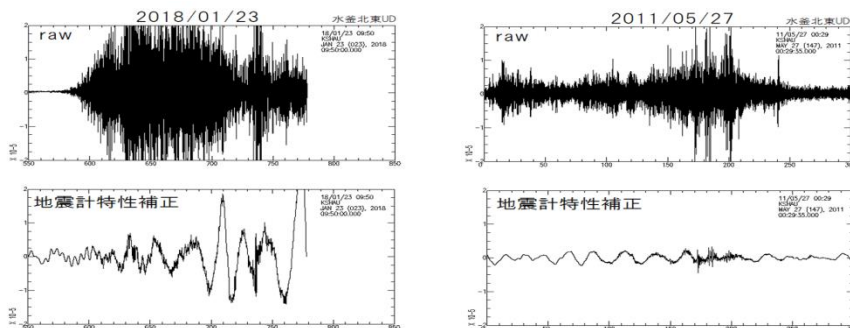
鏡池北火砕丘の火口北側の火口列の直下付近に鉛直ダイク(縦横比 1:2)を置いた。ダイクの深さを変えて、逢ノ峰南東の GNSS の南北変位量(15.8cm)を説明できるような圧力源の大きさを与えた場合の青葉山西の変位と東工大の傾斜計の変化量をみた。標高 1750m のダイクの場合、傾斜計の変化量のオーダーは説明できるが、KSS の方位、KSS と KSE の振幅比は説明できない。標高 700m のダイクの場合、逢ノ峰南東 GNSS の変位量を説明するためには、青葉山西のか GNSS にも顕著な変位が観測されるはずである。



第9図 草津白根山 2018年1月23日の火山性微動(左)と2011年5月27日の火山性微動波形(右)
Fig. 9 Volcanic tremor waveforms observed on 2011 and 2018.

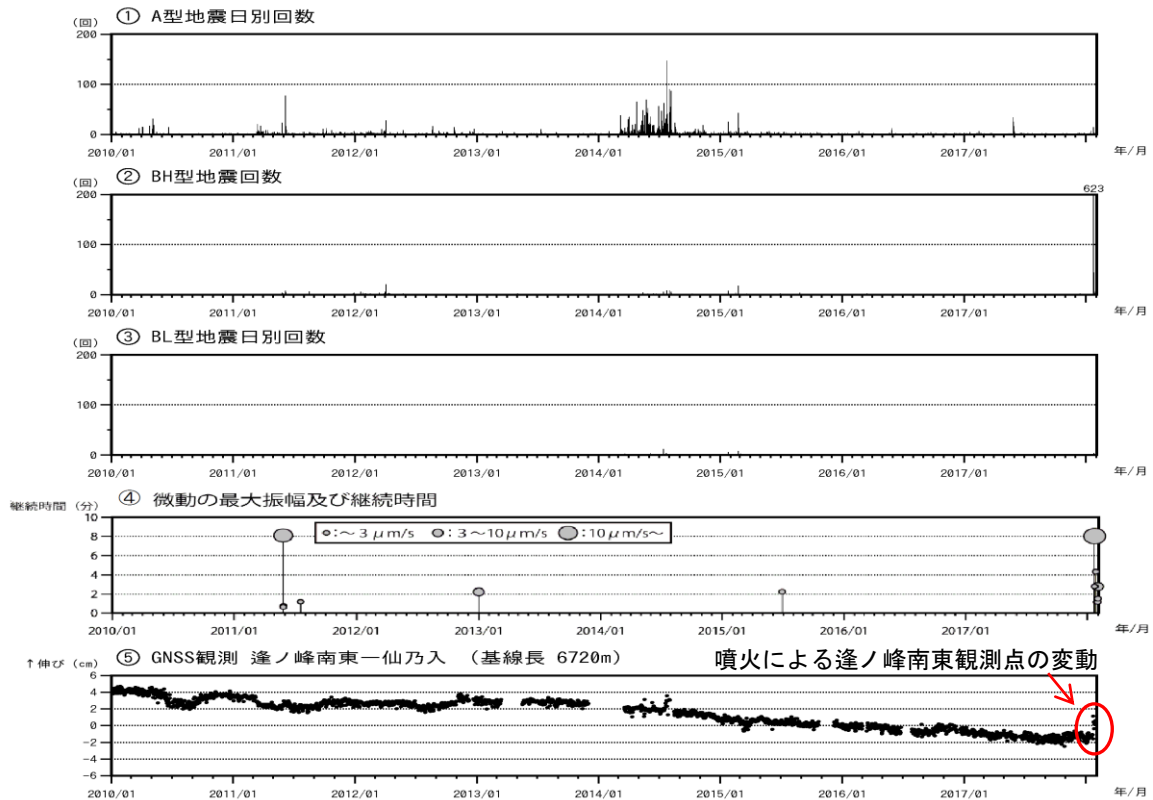


第10図 草津白根山 2018年の火山性微動(左)と2011年の火山性微動(右)のフィルター波形の比較
Fig. 10 Volcanic tremor waveforms observed on 2011 and 2018.



第11図 草津白根山 2018年の火山性微動(左)と2011年の火山性微動(右)の長周期成分の比較
Fig. 11 Volcanic tremor waveforms observed on 2011 and 2018.

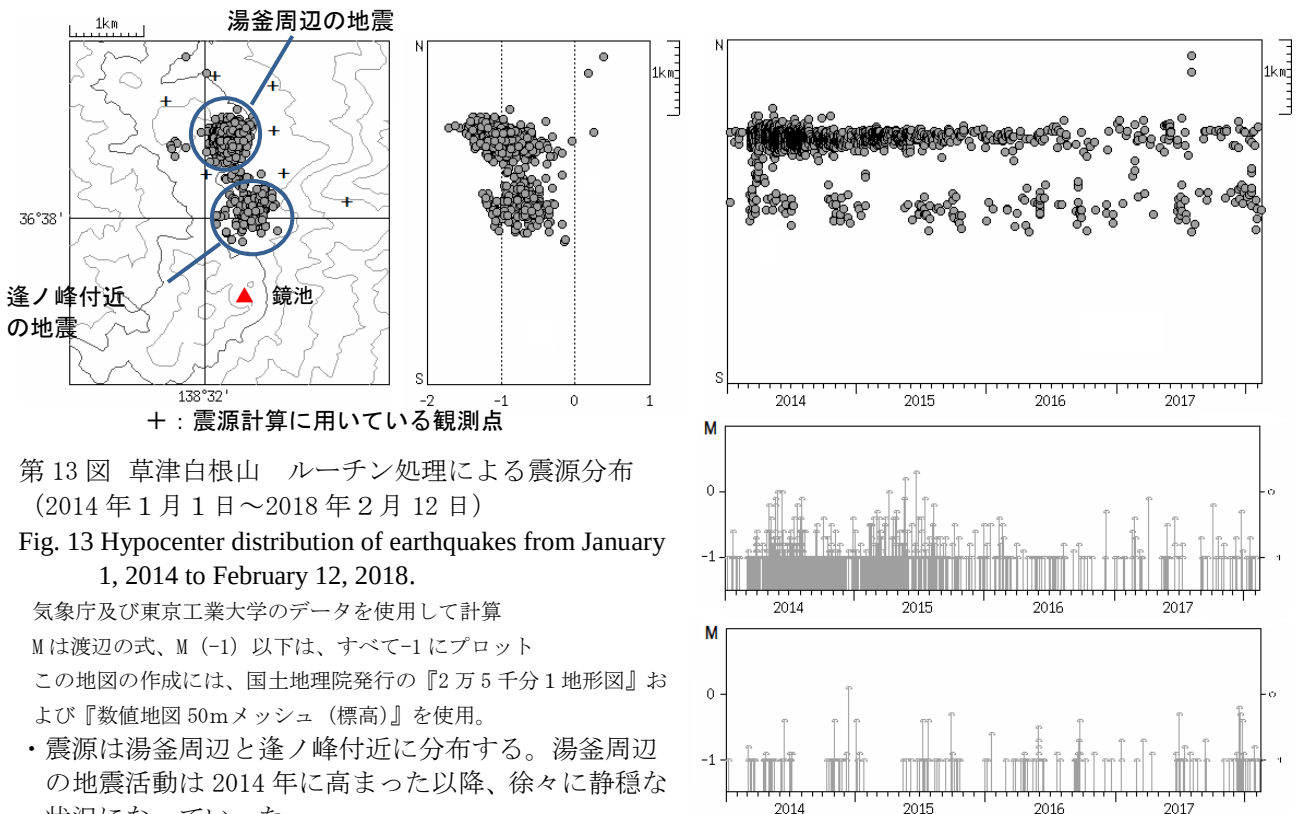
- ・2018年のほうが振幅は倍以上大きい、2018年と2011年で、各観測点の振幅比は概ね類似
- ・2018年と2011年で、周波数成分は概ね類似
- ・2018年は、超長周期イベントがあるが、2011年は顕著なものはない



第12図 草津白根山 最近の活動経過図（2010年1月1日～2018年2月2日）

Fig. 12 Volcanic activity of Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2010 to February 2, 2018.

・2014年に湯釜周辺の地震活動が高まった以降は、地震活動は静穏な状態で経過していた。



第13図 草津白根山 ルーチン処理による震源分布
（2014年1月1日～2018年2月12日）

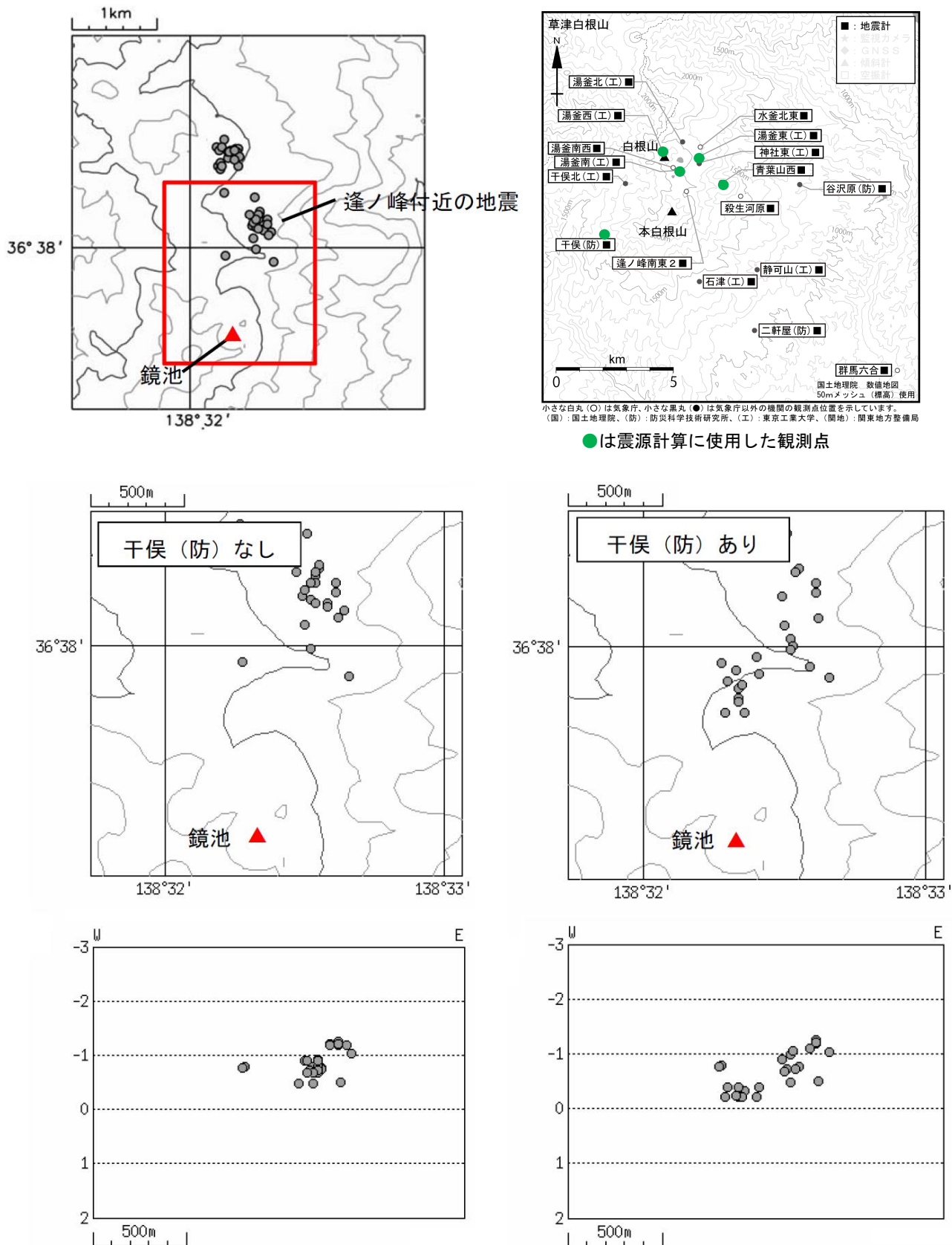
Fig. 13 Hypocenter distribution of earthquakes from January 1, 2014 to February 12, 2018.

気象庁及び東京工業大学のデータを使用して計算

Mは渡辺の式、M(-1)以下は、すべて-1にプロット

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』および『数値地図50mメッシュ（標高）』を使用。

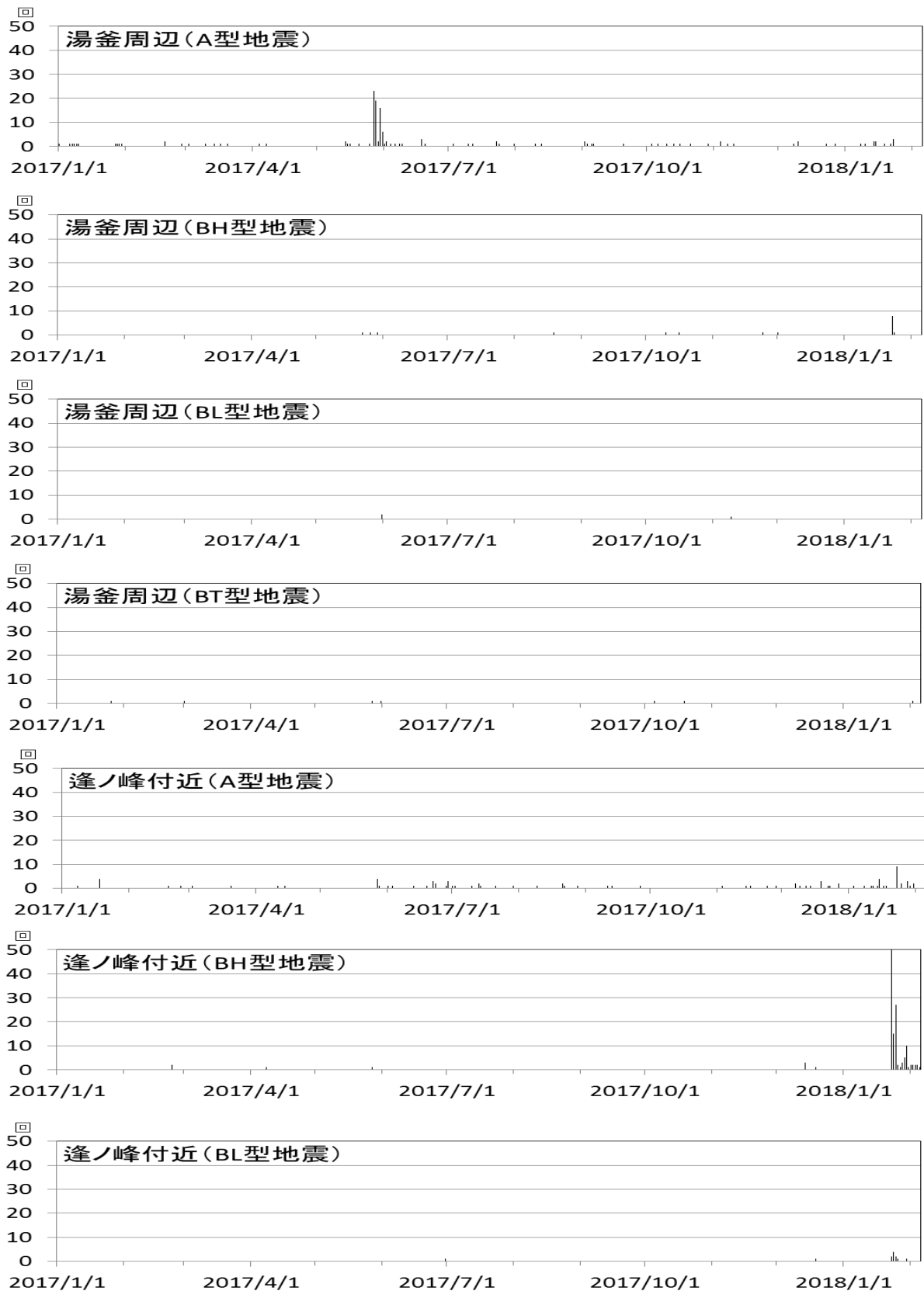
- ・震源は湯釜周辺と逢ノ峰付近に分布する。湯釜周辺の地震活動は2014年に高まった以降、徐々に静穏な状況になっていった。
- ・逢ノ峰付近の地震はおよそ数ヶ月毎に、活動を繰り返していたが、活動状況に変化はみられない。



第14図 草津白根山 逢ノ峰付近の地震の震源再計算結果（2018年8月1日～2018年1月22日）

Fig. 14 Recalculation result of epicenters at Ainomine.

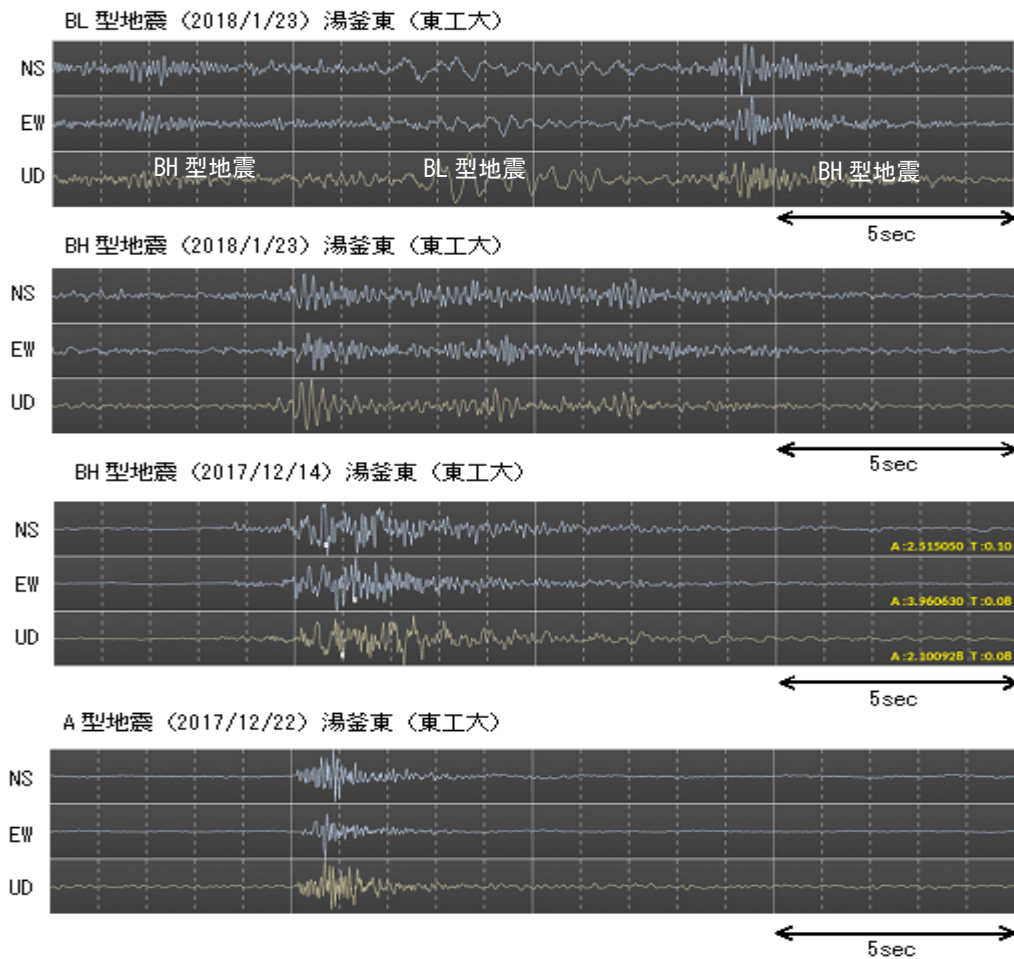
読み取り精度のよい検測値を用いて、さらに干俣（防）を震源計算に用いると、震源は南西に移動する。



第 15 図 草津白根山 イベントタイプ別地震回数 (2017 年 1 月 1 日～2018 年 2 月 12 日)

Fig. 15 Daily number of earthquake of Yugama and Ainomine from January 1, 2017 to February 12, 2018.

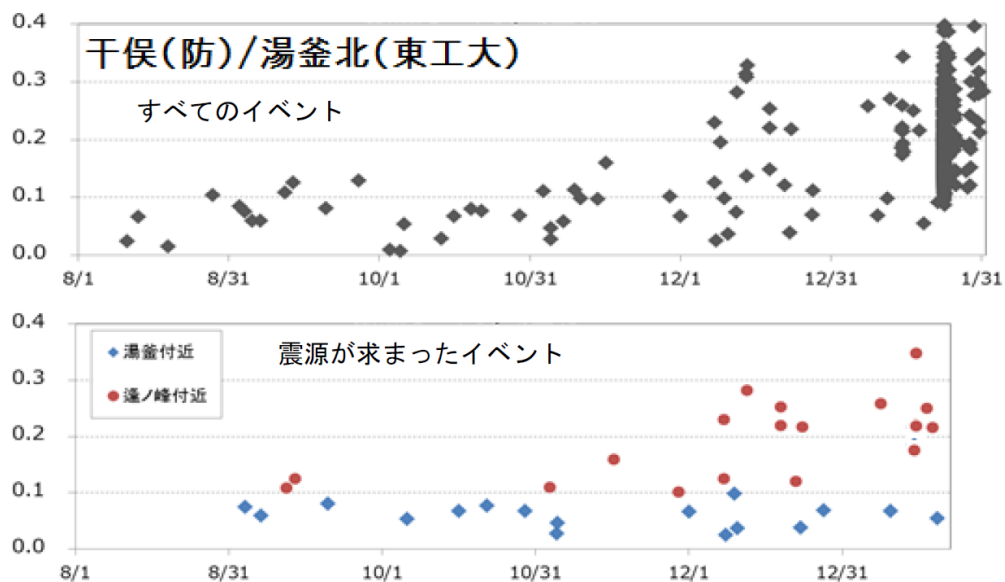
- ・噴火発生前は、湯釜周辺及び逢ノ峰付近の地震ともに発生する地震は A 型地震がほとんどであった。
- ・噴火発生後に発生する地震は、ほとんどが逢ノ峰付近の BH 型地震である。



第16図 草津白根山 観測された火山性地震の波形例（逢ノ峰付近の地震）

Fig. 16 Examples of observed waveform at Ainomine.

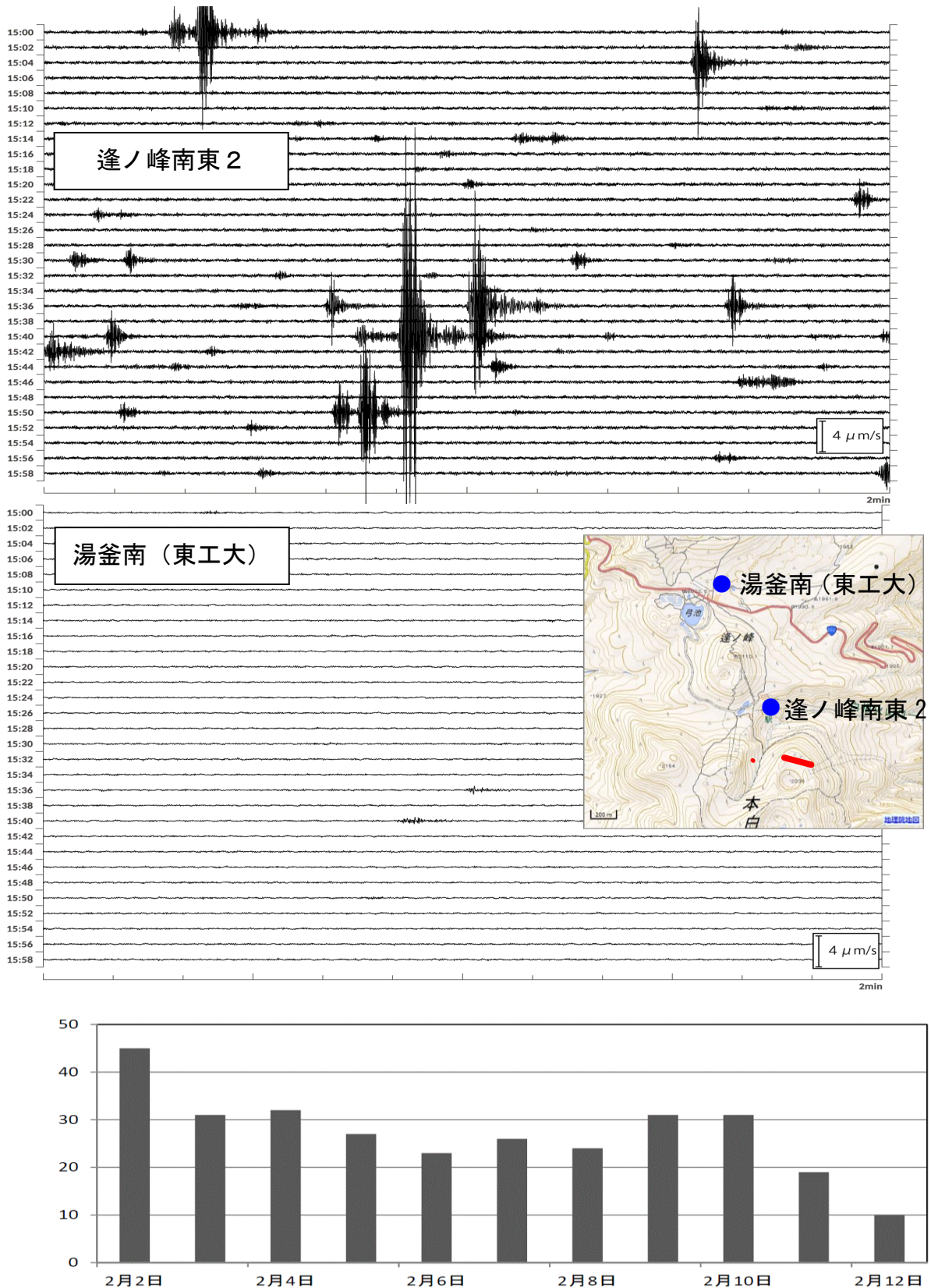
BH型地震はP、S相が不明瞭なのに対して、A型地震はやや高周波でP、S相が明瞭である。



第17図 草津白根山 振幅比を用いた湯釜付近と逢ノ峰付近の地震の分類

Fig. 17 Classification of earthquakes using the amplitude ratio at Yugama and Ainomine.

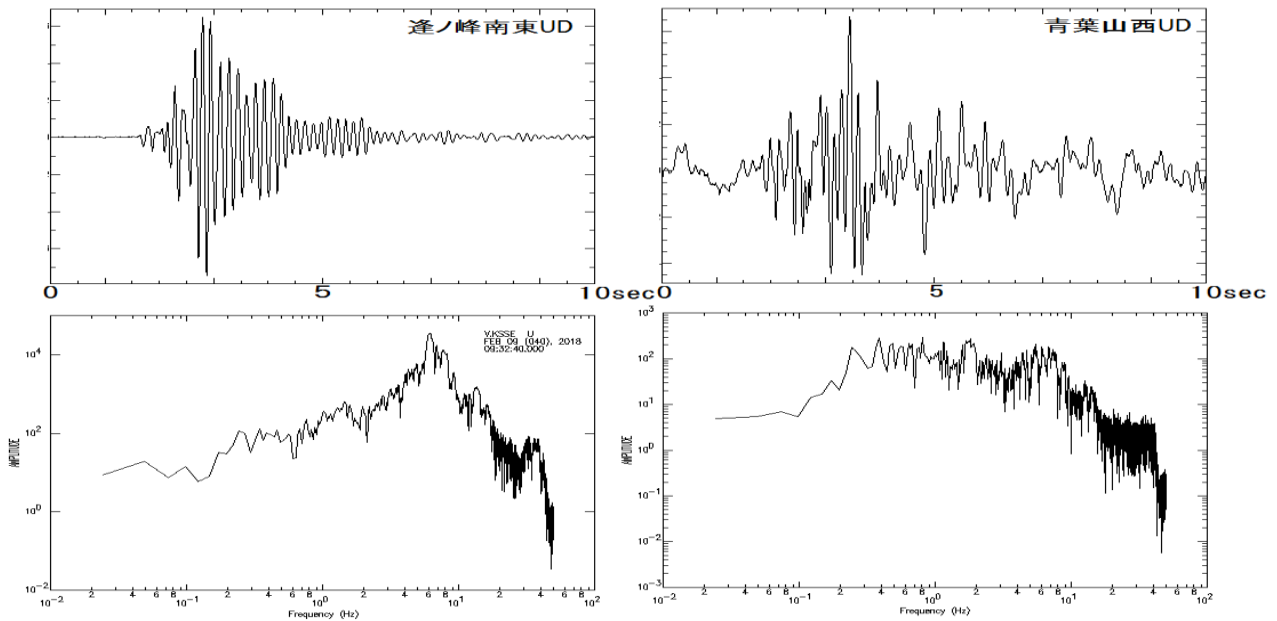
震源の求まった地震で、干俣（防）と湯釜北（東工大）の振幅比を比較すると0.1を境に湯釜付近の地震と逢ノ峰付近の地震が分類できる。噴火発生後に発生する地震は、ほとんどが逢ノ峰付近である。



第 18 図 草津白根山 逢ノ峰南東 2 観測点と湯釜南 (東工大) の波形例と微小な地震の日回数

Fig. 18 Seismic waveform at Ainomine-nanto2 station and Yugama-minami station, and daily number of earthquakes.

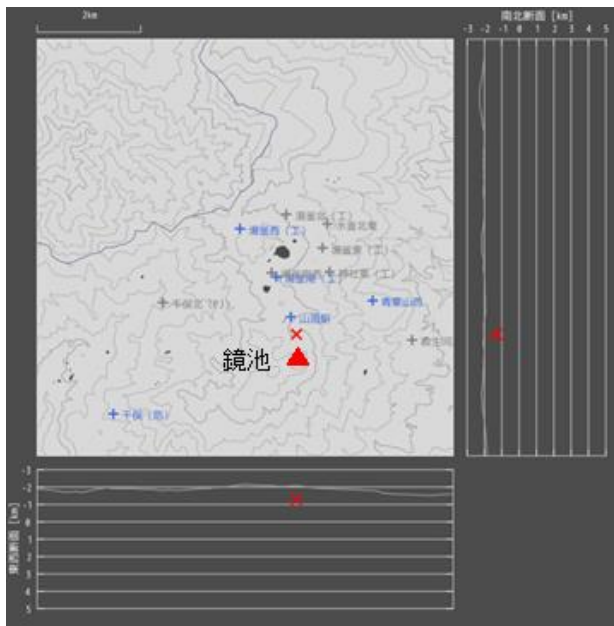
逢ノ峰南東 2 観測点のみで観測される微小な地震の活動が続いている。これらの地震は、ほとんどが BH 型地震である。



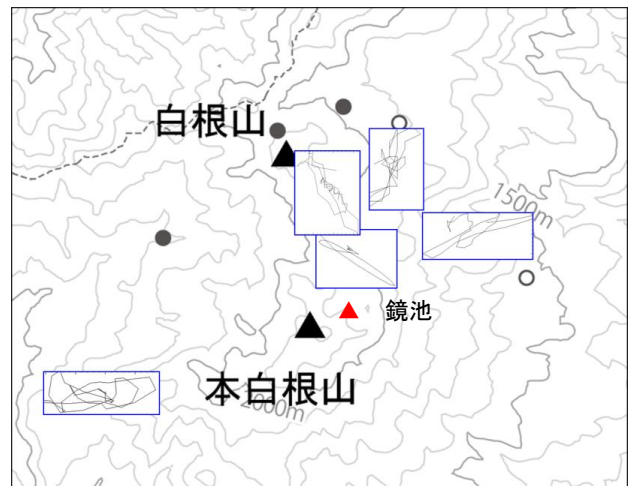
第19図 草津白根山 BH型地震の波形とそのスペクトル

Fig. 19 Seismic waveforms and spectrums of BH-type earthquakes observed at Ainomine-nanto2 station and Aobayama-nishi station.

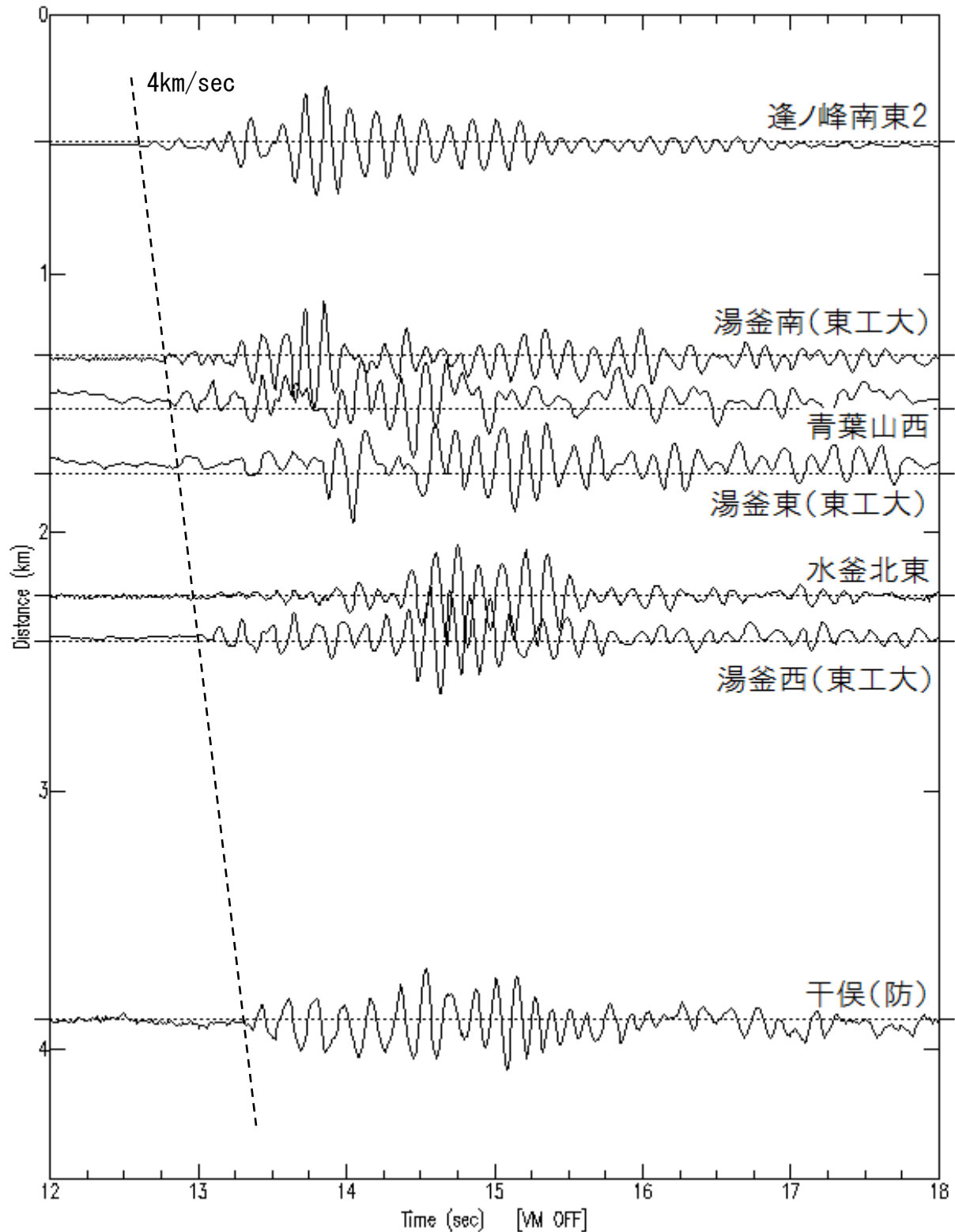
いずれの観測点も5Hz付近にピークがみられる。



第20図 草津白根山 噴火発生後のBH型地震の震源
Fig. 20 Hypocenter of BH-type earthquake after eruption.
P相のみで震源を求めると鏡池北火砕丘の火口北側の火口列の北、標高1000m付近になる。



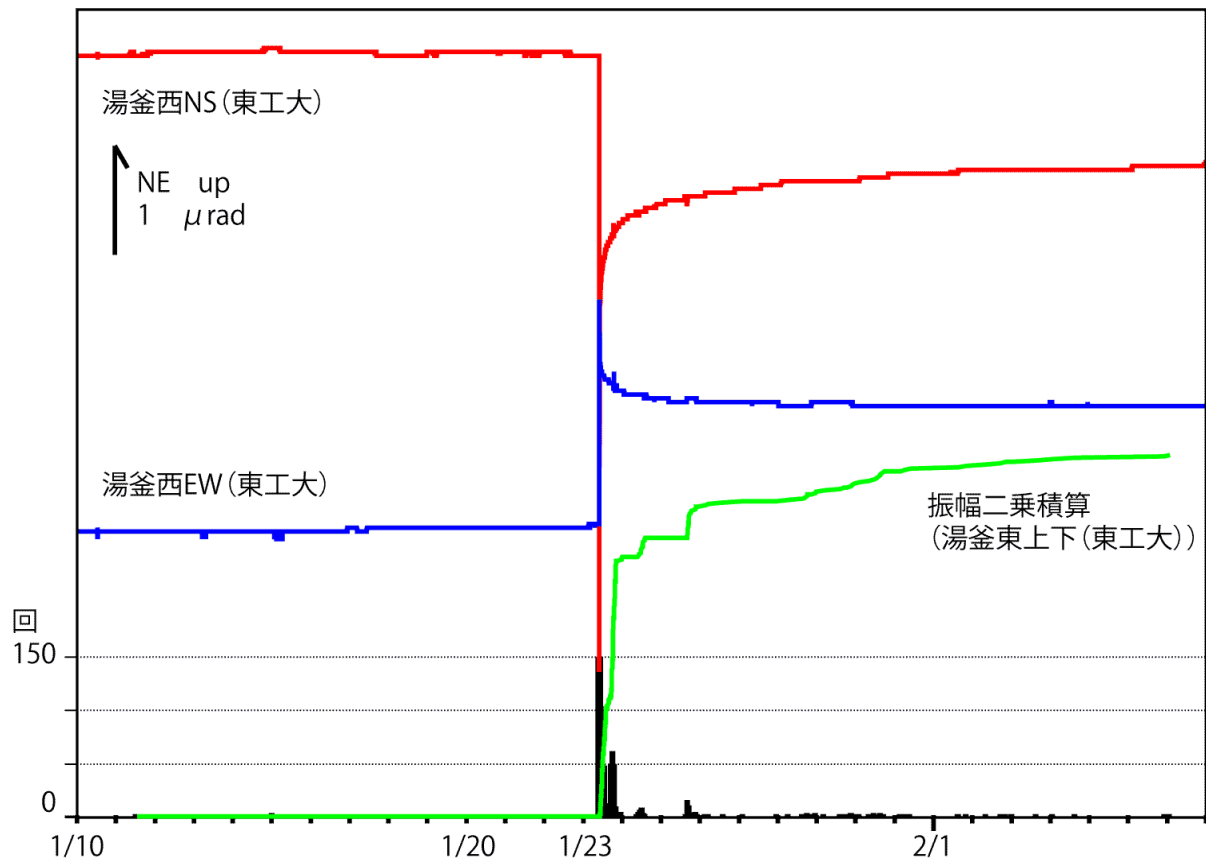
第21図 草津白根山 第20図のBH型地震の各観測点の初動部分の水平振動軌跡
Fig. 21 Particle motions of BH-type earthquake.
震動方向は鏡池北火砕丘の火口北側の火口列の北付近に向く。



第 22 図 草津白根山 震央距離順に並べた、噴火発生後に観測された各観測点の BH 型地震波形（震央は図 20 を仮定）

Fig. 22 Seismic waveforms arranged in order of closer distance from Kagamiike-kita cone.

震央の位置は、鏡池北火砕丘の火口北側の火口列の北付近で説明可能である。



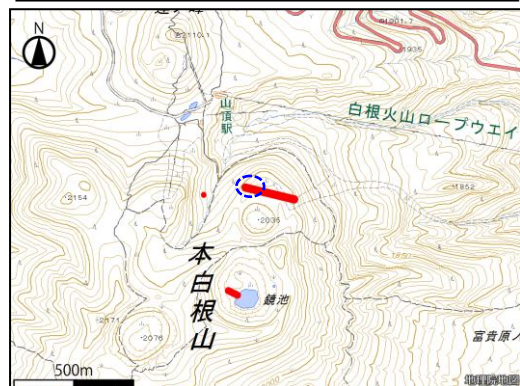
第23図 草津白根山 噴火前後の傾斜変動と地震活動（2018年1月10日～2月7日）

Fig. 23 Tilt changes and seismic activity at Kusatsu-Shiranesan from January 10, 2018 to February 7, 2018.

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。



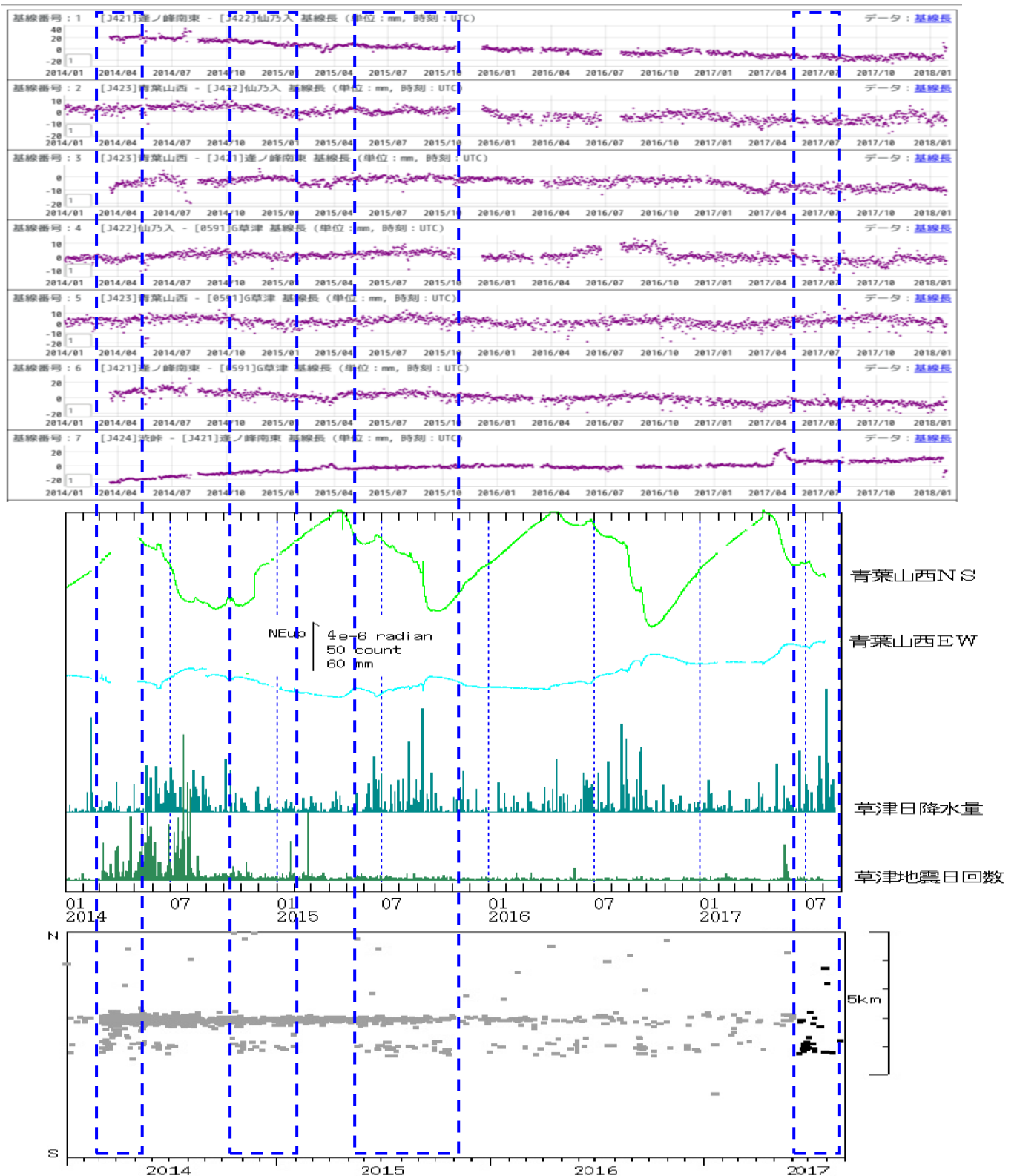
噴気が観測された日時		
年	日	時間
2018年	1月31日	06～08時
	2月2日	07～09時
	2月5日	07～09時
	2月8日	08～10時



第24図 草津白根山 鏡池北火砕丘の火口の北側の火口列で観測されたごく弱い噴気（青丸）

Fig. 24 Visible image of Kagamiike-kita cone.

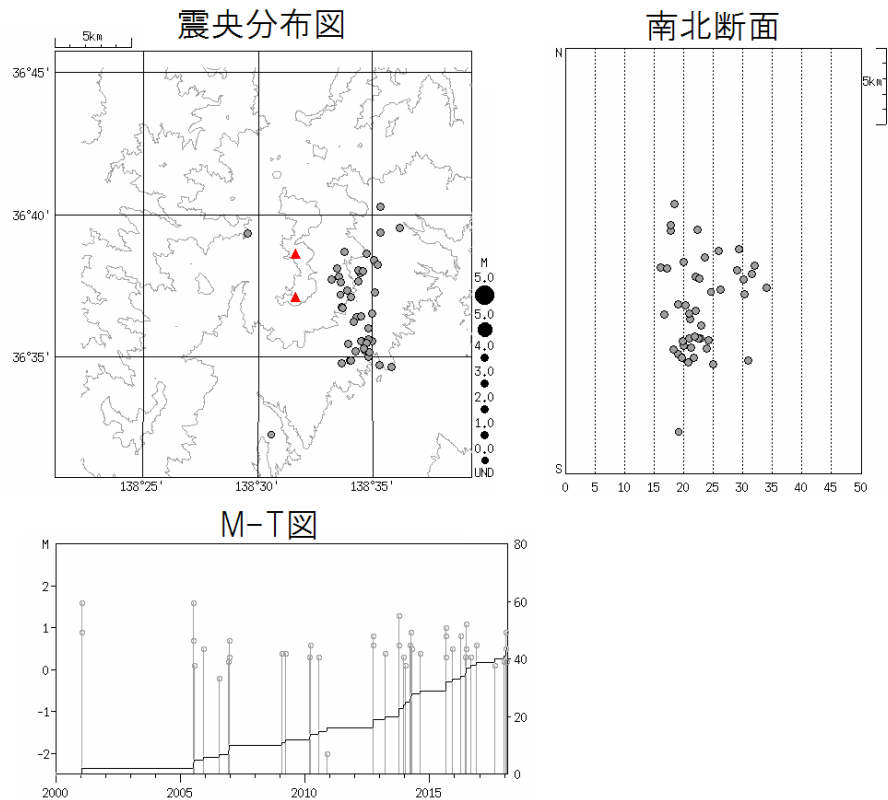
気温の低く、風が弱いときにごく弱い噴気がときどき観測されている。今のところ、熱活動の強弱はみられない。



第25図 草津白根山 逢ノ峰付近の地震活動と地殻変動観測データとの比較

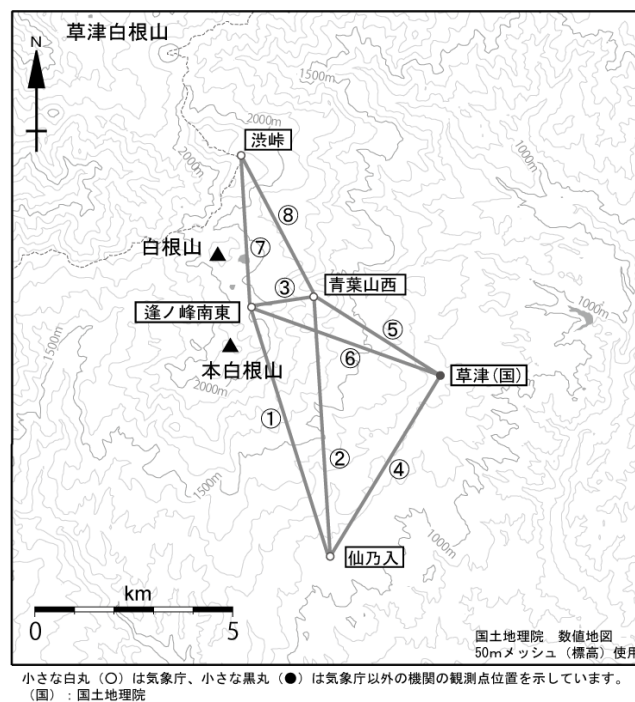
Fig. 25 Seismic activities at Ainomine and crustal deformation.

逢ノ峰付近の地震は数ヶ月毎に活動(青棒)を繰り返している。GNSSや傾斜記録と比較しても、明瞭な相関はみられない。



第26図 草津白根山 一元化震源による深部低周波地震の活動（2000年1月1日～2018年2月7日）
 Fig. 26 Hypocenter distribution of the low frequency earthquakes of Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2000 to February 7, 2018.

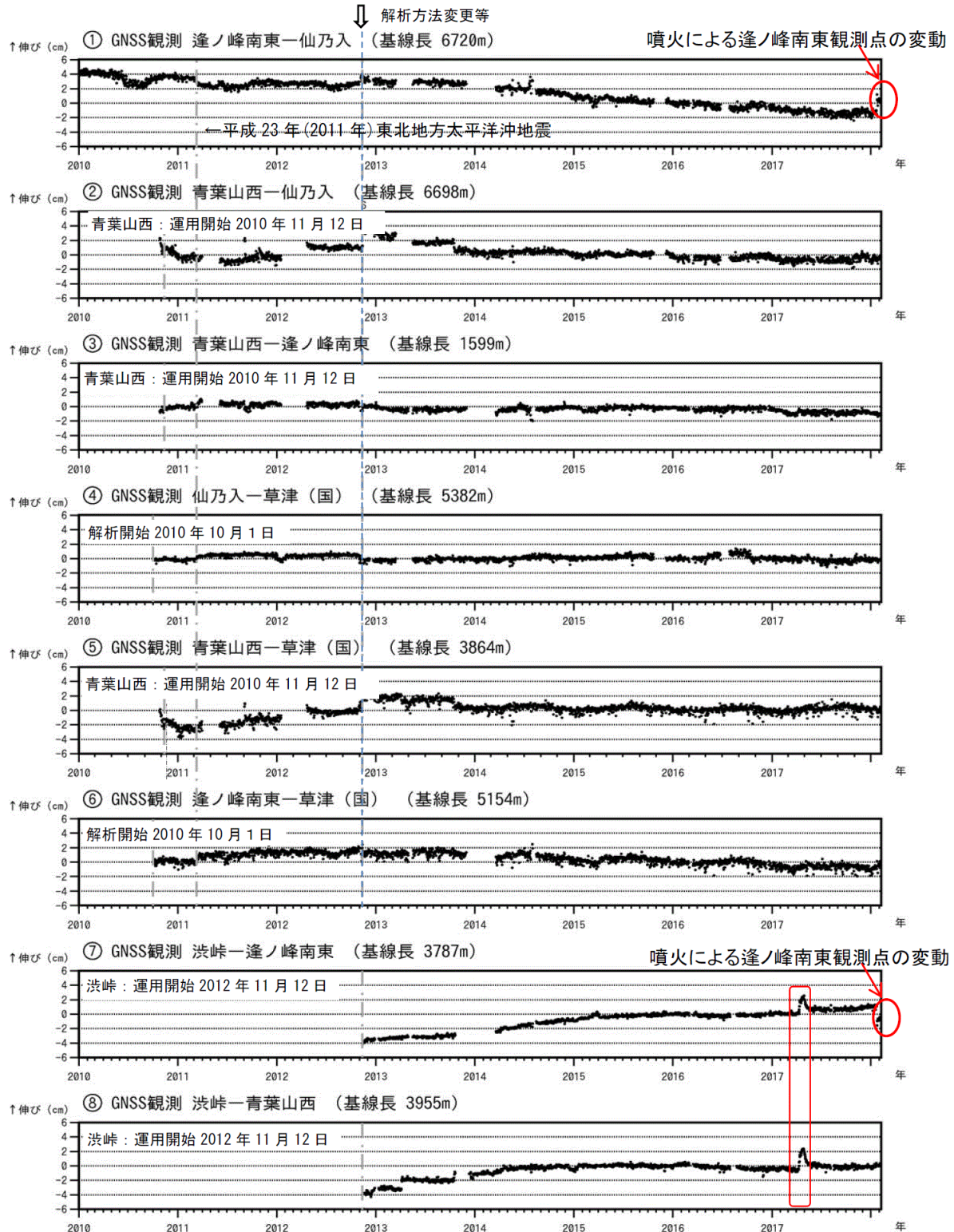
深部低周波地震は数年毎に活動を繰り返している。



第27図 草津白根山 GNSS連続観測点配置図

Fig. 27 Location map of GNSS continuous observation sites.

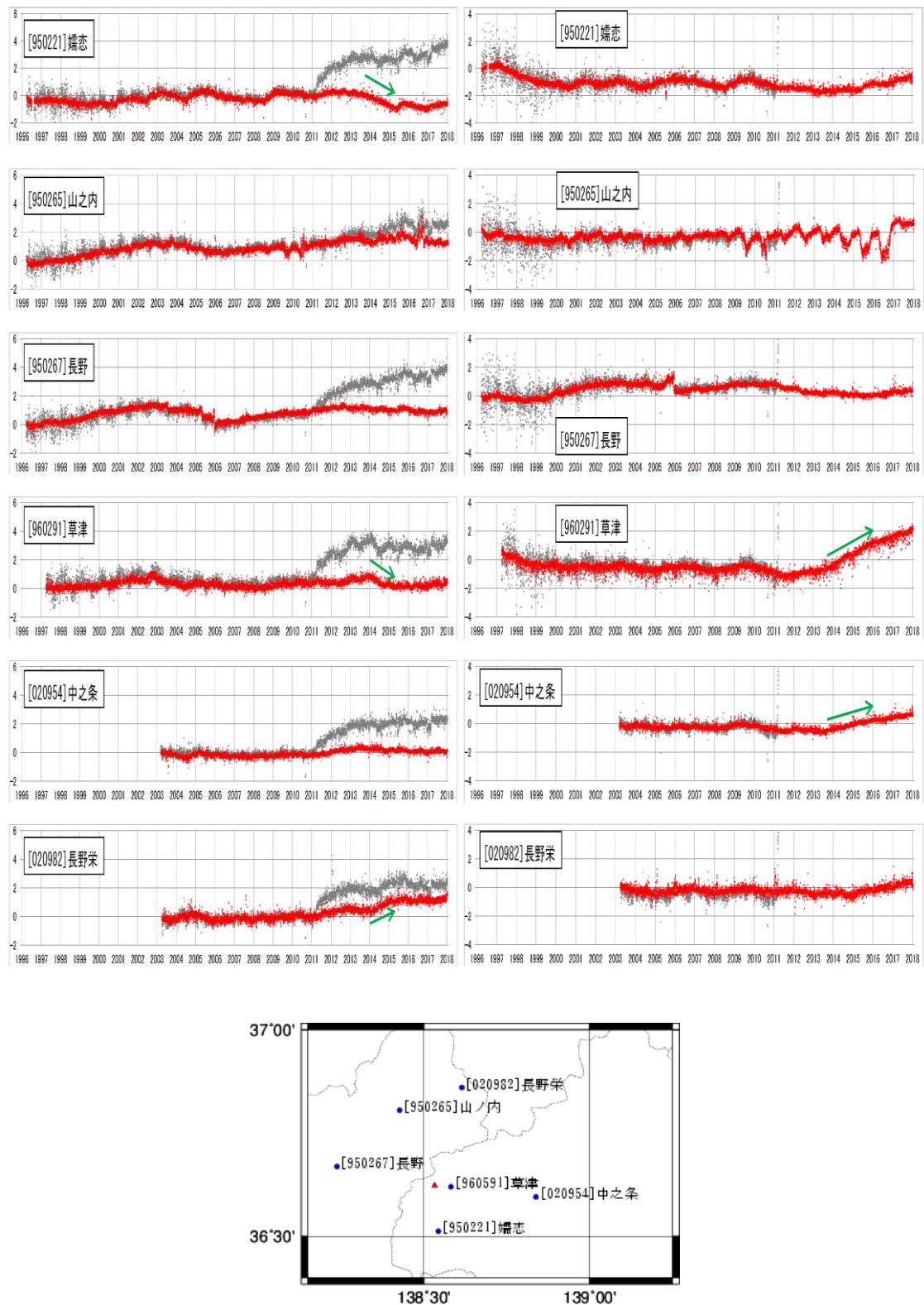
- ・上左図：逢ノ峰山頂の遠望カメラ（8月6日撮影）
- ・上右図：東京工業大学の火口カメラ（8月7日撮影）
- ・下左図：奥山田の遠望カメラ（8月7日撮影）



第28図 草津白根山 GNSS連続観測による基線長変化(2010年1月1日～2018年2月7日)

Fig. 28 Results of GNSS continuous observation on Kusatsu-Shiranesan from January 1, 2010 to February 7, 2018.

- ・湯釜を挟む基線⑦で2014年4月頃からわずかな伸び、延長上の①ではわずかな縮みの変化がみられていたが、いずれも2015年4月頃より停滞している。
- ・①～⑧は第27図の①～⑧に対応する。グラフの空白部分は欠測を示す。
- ・青い破線で示したデータの乱れは解析方法の変更や観測機器の更新によるものである。
- ・赤枠の変化は渋峠観測点の局所的な変化とみられ、火山活動によるものではないと考えられる。



第29図 草津白根山 草津白根山周辺の国土地理院 GEONET 日座標値 (F3 解) の南北 (左) 及び東西変位
 Fig. 29 Results of GNSS continuous observation on Kusatsu-Shiranesan from 1996 to 2017.

※ 灰色は地震等によるステップ及びトレンド除去を行ったデータ、赤丸は各種処理 (地震によるステップ、トレンド、年周変化、余効変動、共通成分の除去) を行ったデータを示す。北向き、東向きの変位を正とする。

- ・ 2014 年頃から 2015 年にかけて、一部の観測点で変動が認められる。



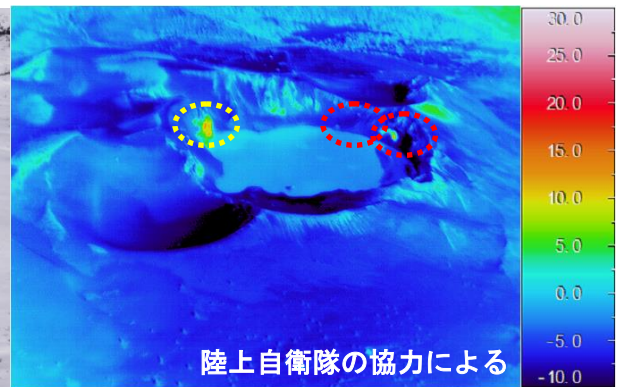
関東地方整備局の協力による

2018 年 1 月 28 日 12 時 54 分 湯釜火口の北上空から撮影



陸上自衛隊の協力による

2017 年 11 月 1 日 11 時 10 分 湯釜火口の南西上空から撮影



陸上自衛隊の協力による

2017 年 2 月 1 日 10 時 38 分 湯釜火口の南西上空から撮影

第 30 図 草津白根山 湯釜火口周辺の状況及び地表面温度分布

Fig. 30 Visible and thermal images of Yugama crater.

2018 年 1 月 28 日に関東地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、湯釜火口周辺の状態に特段の変化は認められなかった。

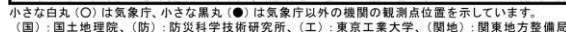
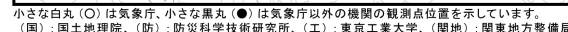
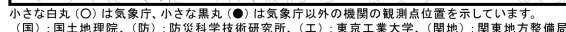
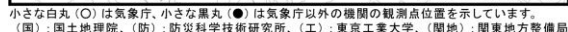
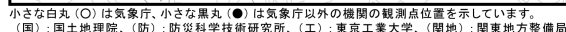


Fig. 31 Location map of observation sites.

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。