

草津白根山（本白根）2018 年噴火の火口位置について

概要: 2018年1月23日の草津白根山（本白根）噴火では、鏡池北火口北側に東西方向に伸びた火口列（少なくとも6つの火口）が形成されたほか、西側にも小火口が形成された。またこれらの火口群に加え、鏡池火口内の中央西側にも小火口列が形成されたと考えられる。

- ・ 1月28日に読売新聞の協力により本白根山鏡池北火口および周辺域を観察し、1月23日噴火による火口群や堆積物の状況を観察した¹⁾。
- ・ 鏡池北火口北側に、東西方向に伸びる火口列（少なくとも6つ）を確認した（図1中のa, 図2a）。
- ・ この火口列の谷を隔てたさらに西側に、概ね南北に伸びた15×5 mほどの小火口も存在し、火口内には黒色の堆積物が認められた（図1中のb, 図2b）。
- ・ 一方、鏡池火口内にも火山灰の堆積や投出岩塊によって生じたインパクトクレーターが認められ、その中央部に少なくとも4つの凹地状の小火口が認められ、ほぼ直線上（北西—南東）に配列する（図1中のc, 図2c）。大きいもので15×10 m、長いもので20 m程度からなる、全長100 m程度の火口列である。
- ・ インパクトクレーターの分布、堆積した火山灰の色調、火口地形の状況から、鏡池火口内の火口列も1月23日噴火によって生じたと考えられる。

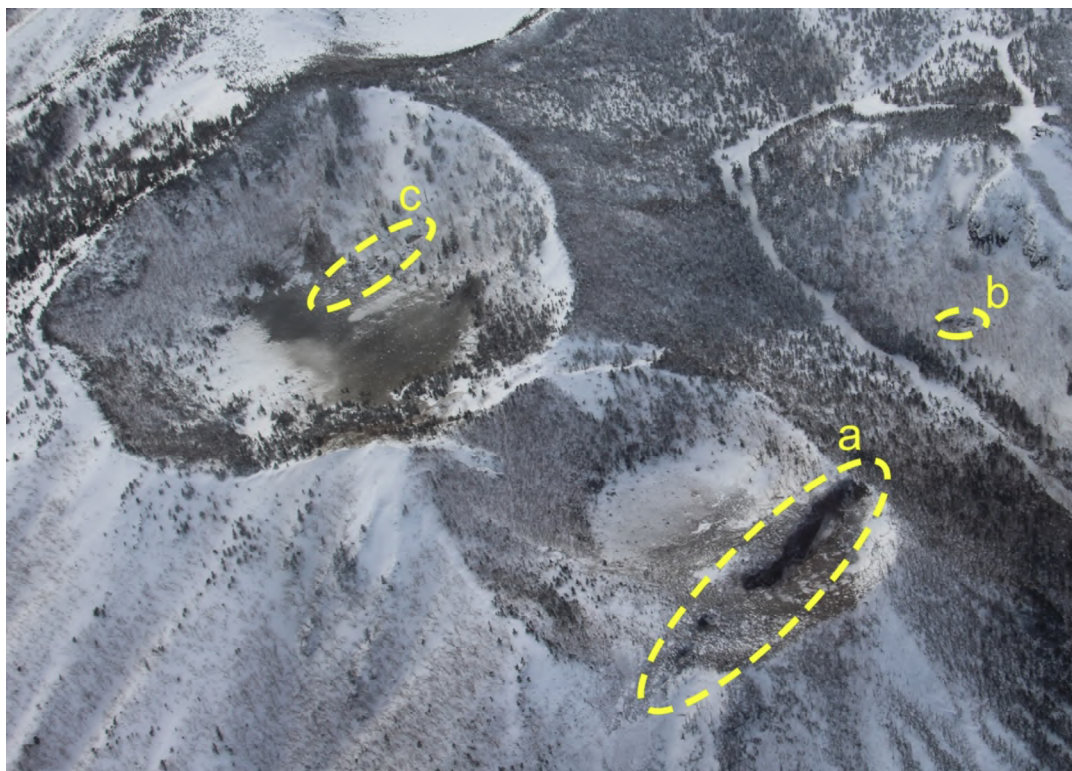


図1：本白根山鏡池火口および鏡池北火口周辺に形成された火口群の状況。（協力：読売新聞）

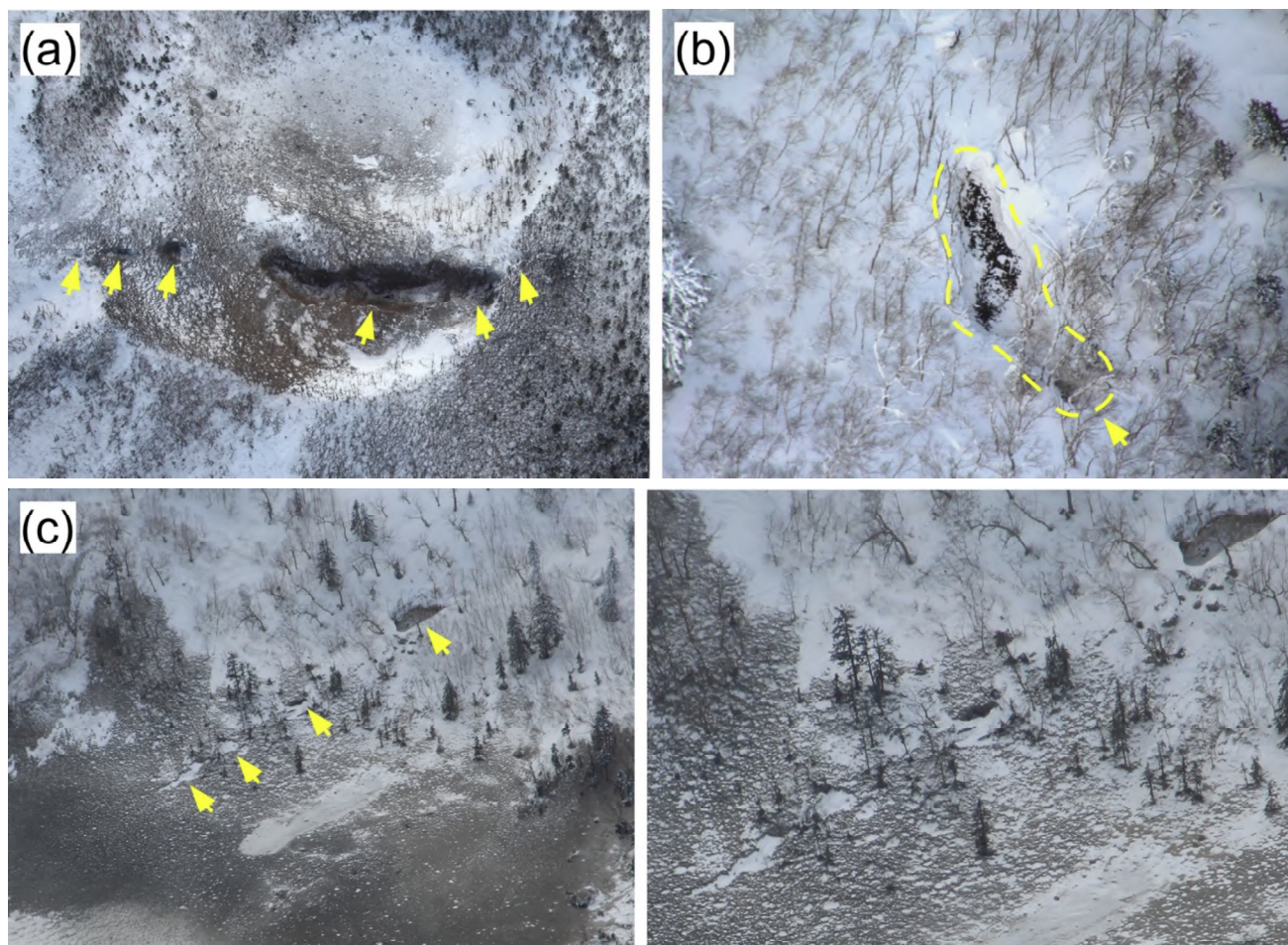


図 2 : 本白根山鏡池火口および鏡池北火口周辺に形成された火口群の拡大写真 (図 1 の a, b, c にそれぞれ対応)。(a) 鏡池北火口北側に形成された火口列。(b) 鏡池北火口の西に形成された小火口 (黄色破線部 15×5 m ほどの大きさ)。北半分は黒色の堆積物に埋められている。周辺にはこの火口形成時に放出されたと考えられる岩塊が散在する。(c) 鏡池火口内の火口列。火口周辺にインパクトクレーターが密集している。右下は同火口列の拡大。(協力: 読売新聞)

参考資料:

- 1) 東京大学地震研究所, 草津白根山 (本白根) 2018 年噴火の上空観察, 火山噴火予知連絡会資料, 2017 年 1 月 29 日.

草津白根山（本白根山）周辺の火口の微地形について

2018 年 2 月 14 日

東京大学地震研究所

アジア航測株式会社

1.概要

2018 年 1 月 28 日午後，読売新聞社のヘリコプターから撮影した、草津白根山（本白根山）周辺の斜め写真をもとに、SfM 法による 3D モデル作成を行った。その結果、鏡池から鏡池北火口付近にかけての噴火後の形状が明らかとなった。さらに、国土交通省の平成 27 年度航空レーザデータを参照し、位置合わせと差分解析を行った。

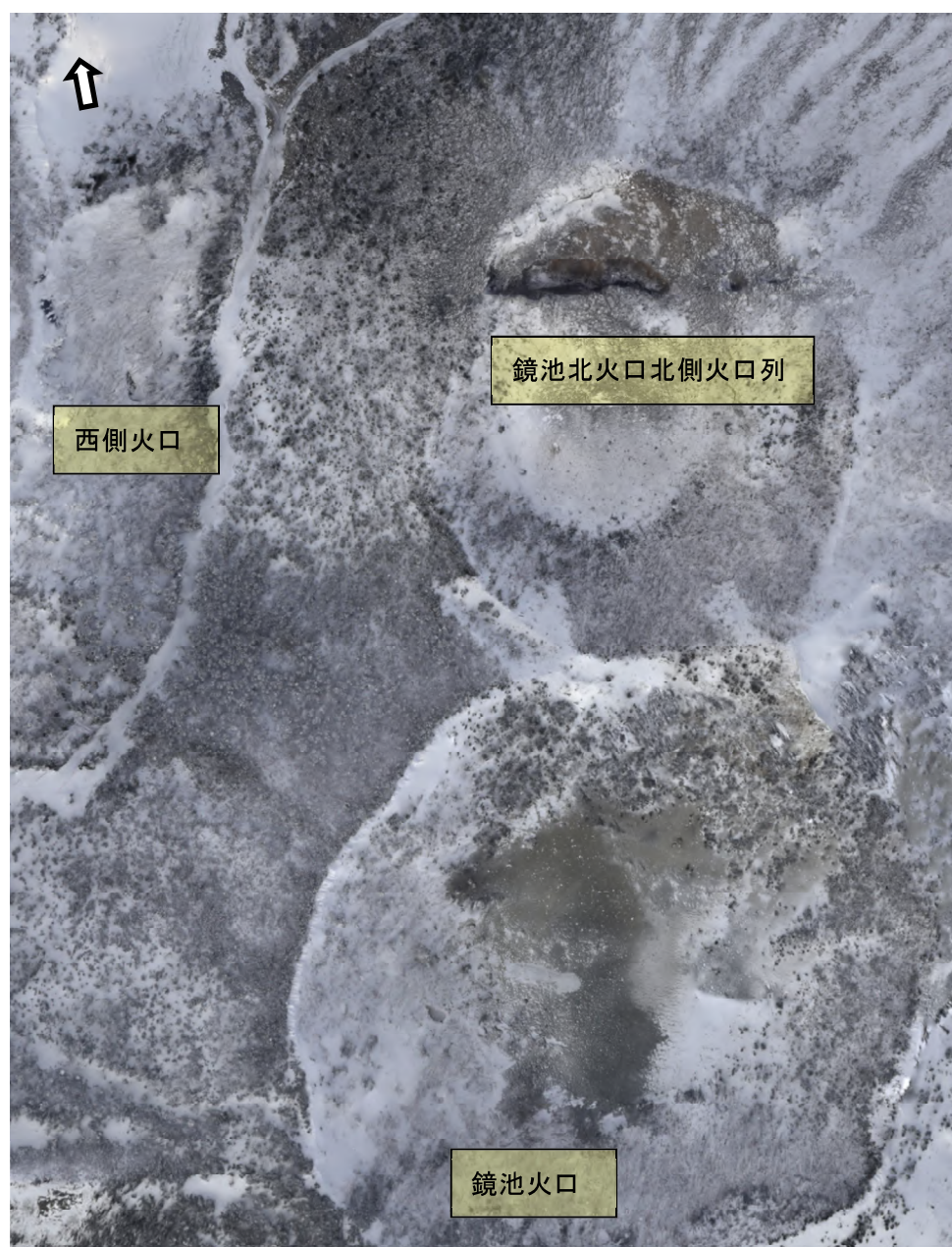


図 1 斜め写真から作成したオルソ画像（解像度 10 cm）。矢印が北

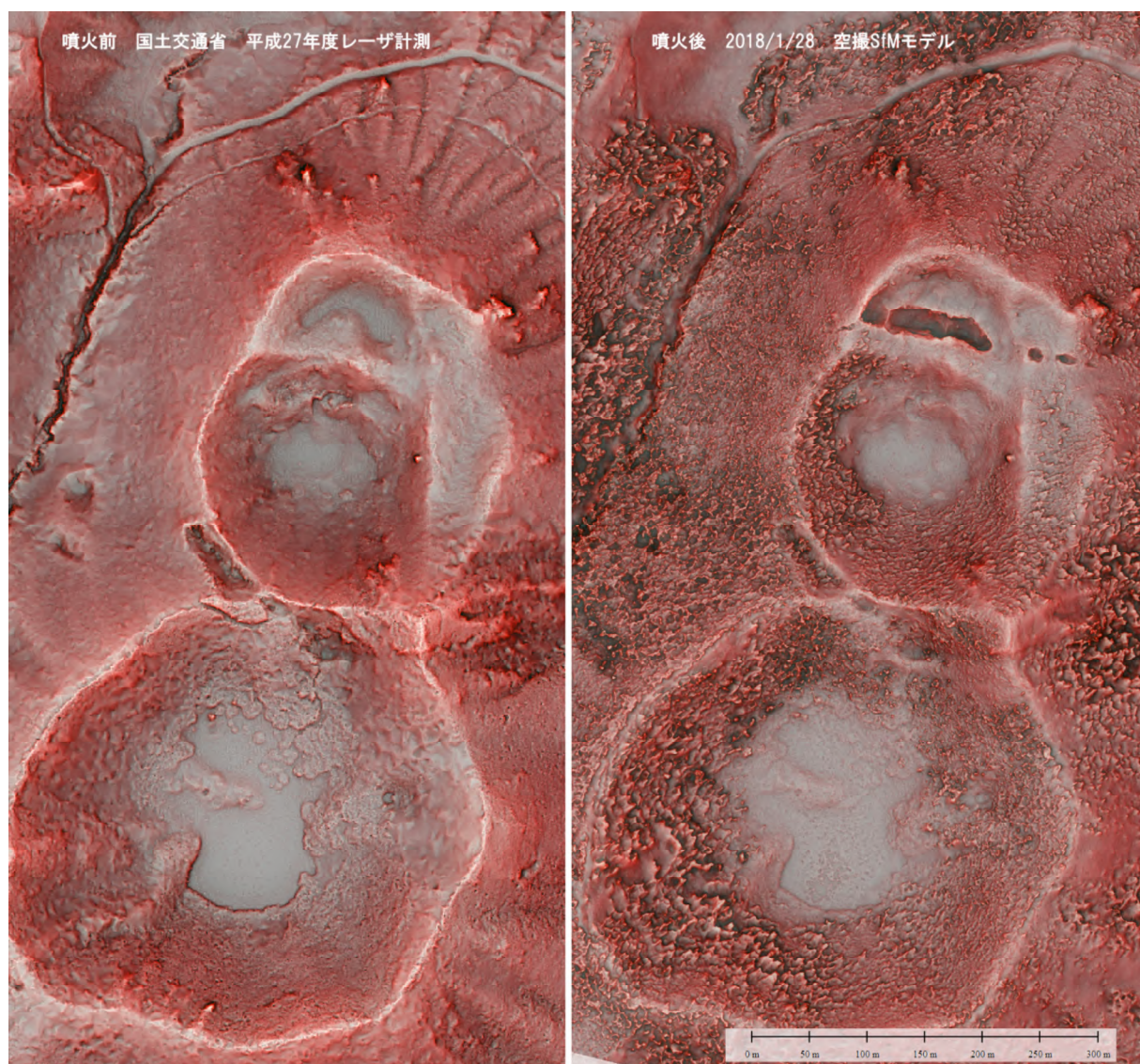
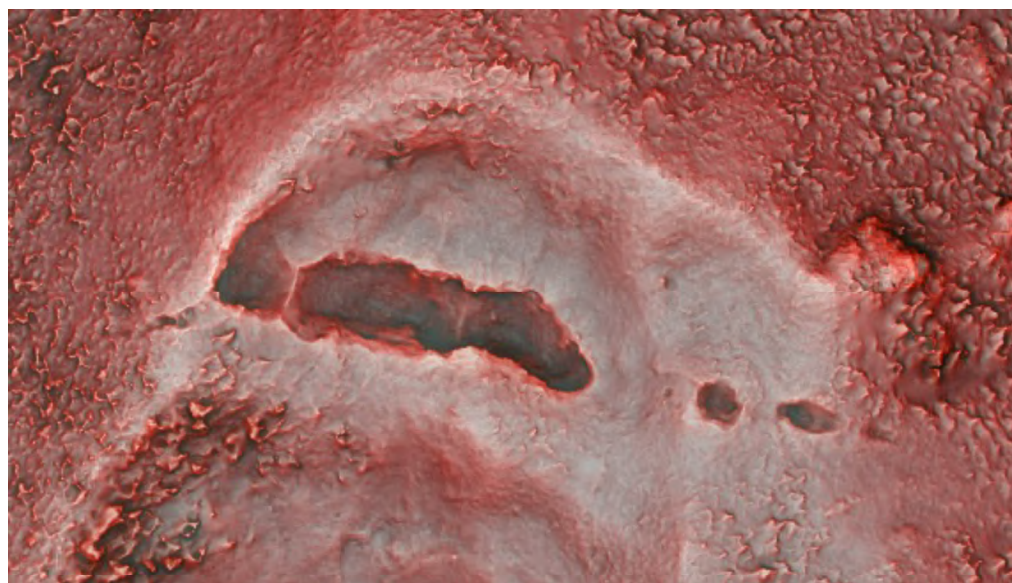


図 2 噴火前後の赤色立体地図による地形比較

左：H27 航空レーザ計測（国土交通省による）。解像度 1m。樹木除去済み。

右：読売新聞社ヘリから撮影した写真による SfM 3D モデル。解像度 20cm。ただし樹木を含む。



**図 3 鏡池北
火口北側火口
列部分の拡
大。**

草津白根山

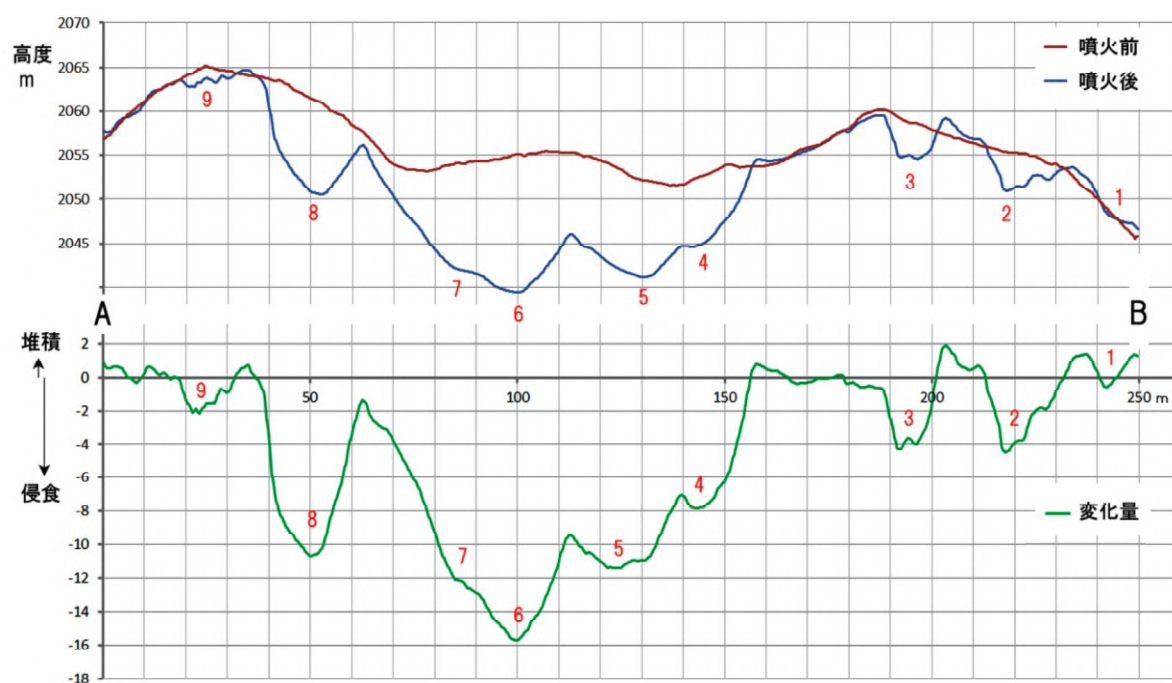
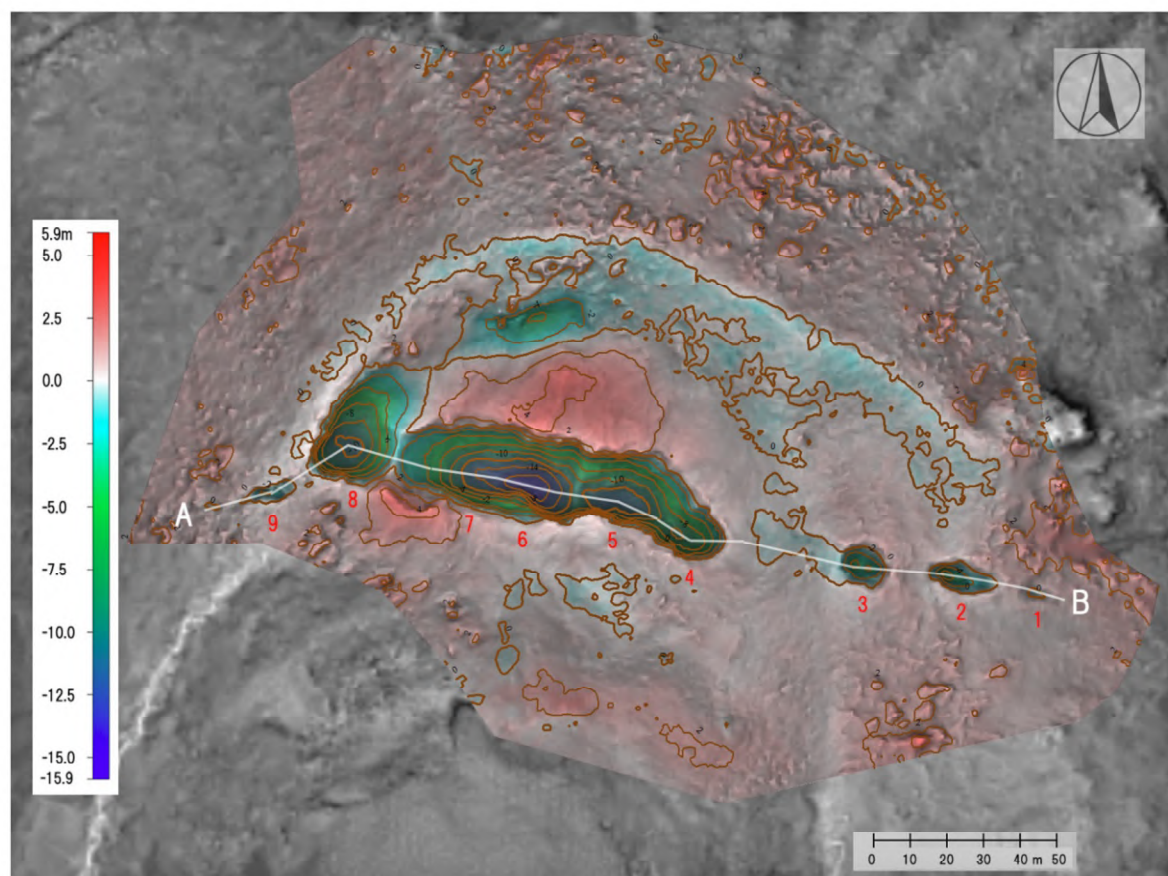


図 4 鏡池北火口北側火口列の火口縦断面図と地形変化量。火口番号（仮）は東から順につけた。噴火前の地形データ（国土交通省による H27 のレーザ計測の成果）を内挿補間し、20cm 単位で差分計算を行った。測定結果は表 1 を参照。

2. 鏡池北火口北側火口列

3D モデル作成に当たり、GCP がとれなかったので、得られたモデルの空間的位置が不正確であった。そこで、国土交通省の平成 27 年度のレーザ計測結果を参照データとして、噴出物のない裸地ができるだけ一致するように、位置や傾きの修正をおこなった。補正後の、地形変化量分布図と地形断面および、地形変化量断面図を図 4 に示す。鏡池北火口北側火口列は、孤立している火口 1～3 と、連結している火口 4～8 および割れ目火口 9 から構成される。全体の長さは約 250 m である。火口 9 を除けば、N78W 方向にほぼ直線状に並ぶ。地形変化（差分計算）が最大を示すのは、火口 6 で 16m であるが、北側に噴出物が積みあがっているため、火口縁からの深さは 18m となる。地形計測の結果を表 1 にまとめた。

表 1 鏡池北火口北側火口列地形計測結果

火口	火口番号		9	8	7	6	5	4	3	2	1	合計
	長軸	m	24	36	27	26	25	17	12	18	8	全長250m
	短軸	m	3	21	18	23	18	14	9	8	3	最大幅23m
	差分最大深	m	2	11	12	16	11	8	4	4	2?	最深部16m
	崖の高さ	m	3	16	16	18	17	9	4	4	2	火口壁高18m
	火口の容積	m ³	約-20	-2900	-6800		-3800		-170	-140	約-10	-13840
	コメント		陥没?	北縁不明 瞭							小規模	
火口外	北側窪地	m ³		-700								-700
	北側噴出物	m ³			4900							6600
	南噴出物	m ³			1700							
					地形変化量							-7940
					みかけ密度補正後 火口外はほぐれて1.5Xと仮定)							-9907
					測定範囲外に飛散した火山体の体積							約1万m ³

火口列の北側近傍と南側近傍には、地形変化量がプラスの部分があり、火口からの噴出物と思われる。その体積は、火口 4～7 部分の北側で 4900 m³、火口 6, 7 の南側で 1700 m³ である。また、火口 8 は北側の火口壁が緩傾斜で、北北東方向に溝状に 70m ほど伸びているようにも見える。火口列の北で元地形から低くなった部分の体積は 700m³ である。この部分にあった堆積物は隙間が多かったと考えられるので、みかけ密度の補正を行った（表 1 下から 2 行目）。その結果、計測範囲内での噴火前後での地形総変化量は、約 1 万 m³ ということになる。この値はテフラから推定されている総噴出量の 1/5～1/3 程度になる。

3. 西側火口

西側火口は、スキーコースの 60m 西側の斜面中腹に位置する。SfM モデルから測定した結果、長径 20m、短径は 5m、深さは約 10m であった。なお、周辺の樹木が倒れていないことや内部に雪が積もっているため、詳細は不明である。

4.鏡池火口

鏡池火口のオルソ写真と噴火後の地形の重ね図を図5に示す。西側斜面に長方形の陥没穴があり、その南東延長上に割れ目が連なる。なだれは雪原の上を南東方向に下っているが、上流を追跡すると陥没穴に繋がるようにも見える。北側の汚れた部分を緑の破線で囲んだ。その西側の縁に、直径数 m 程度のすり鉢型のくぼみがあり、火山灰か泥水を噴出した可能性がある。なお、地形変化量分布は、撮影コースの関係で3Dモデル精度が不十分で、誤差範囲以上のものはなかったので示していないが、鏡池の部分では2m程度の上昇を示している。

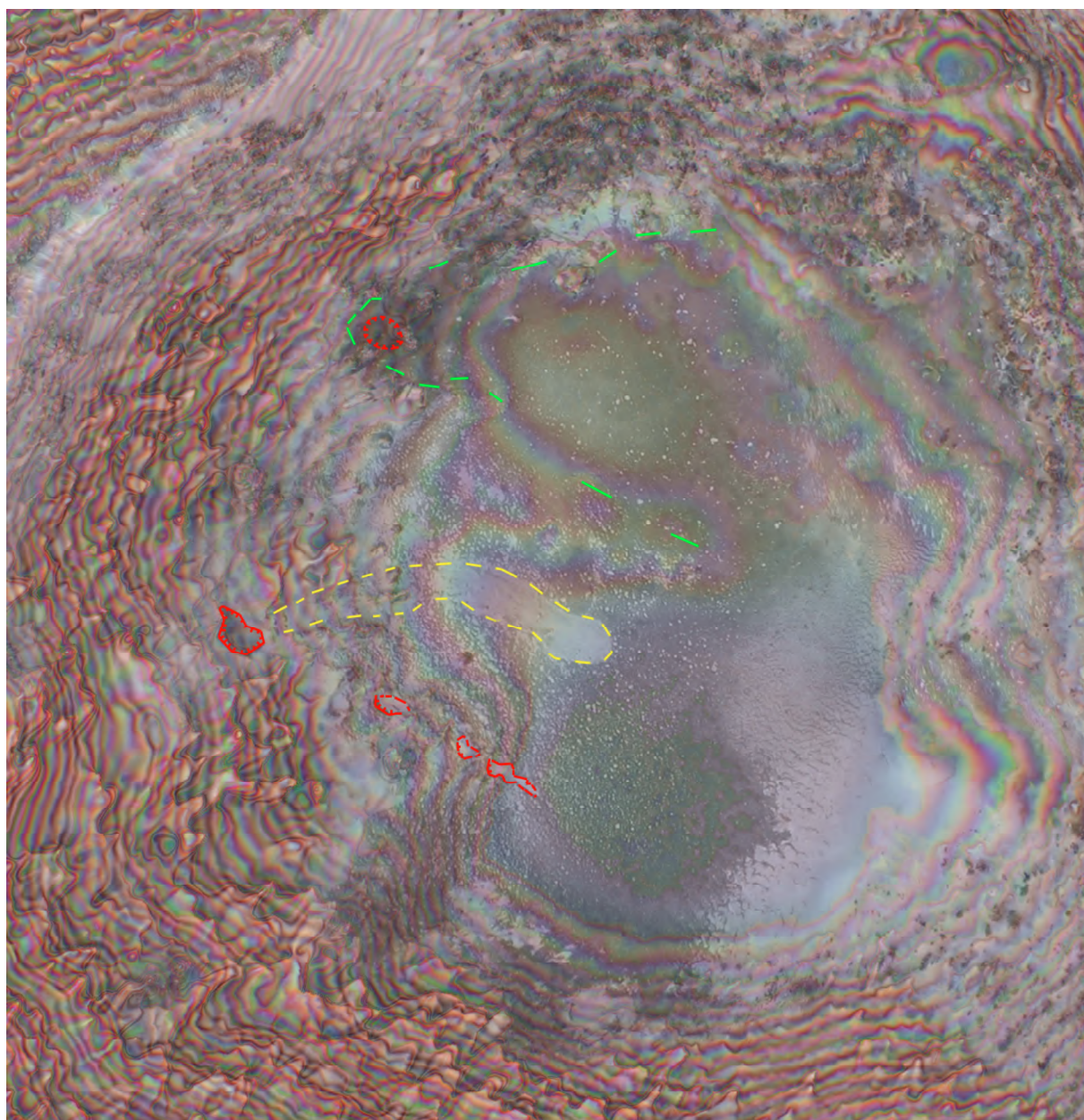


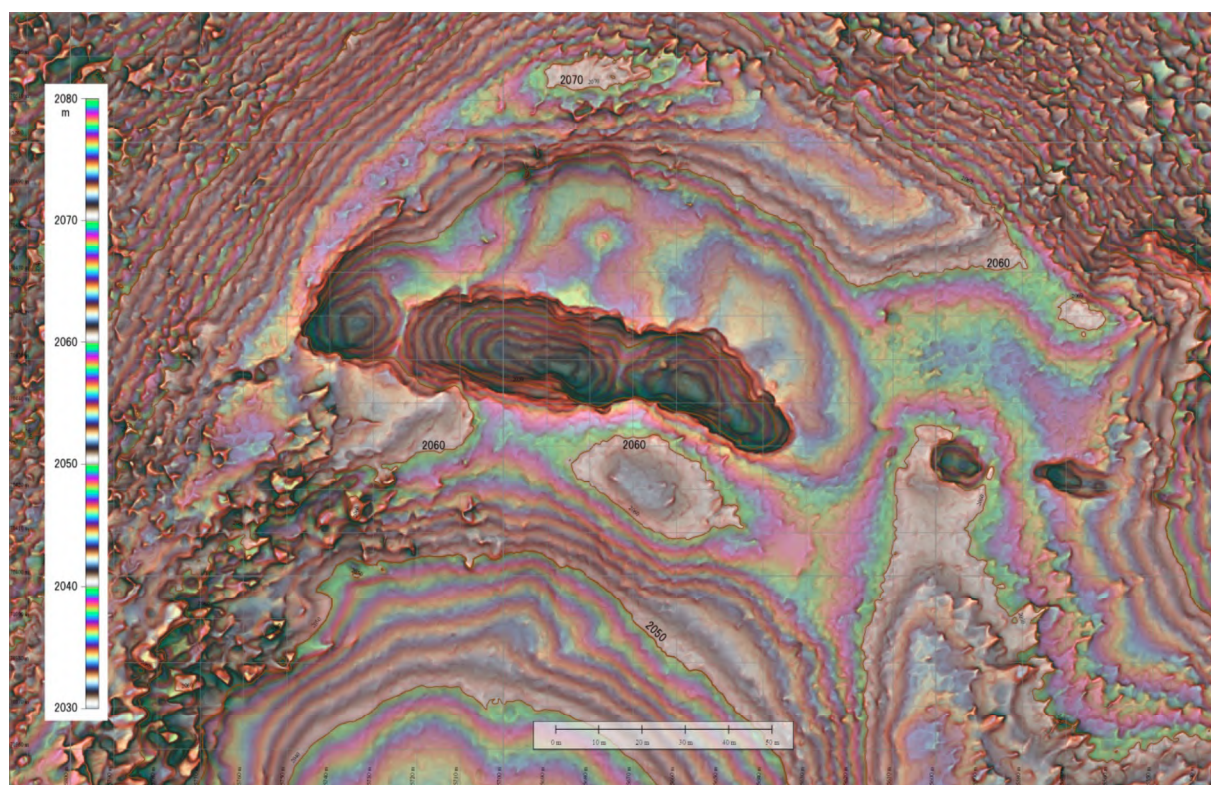
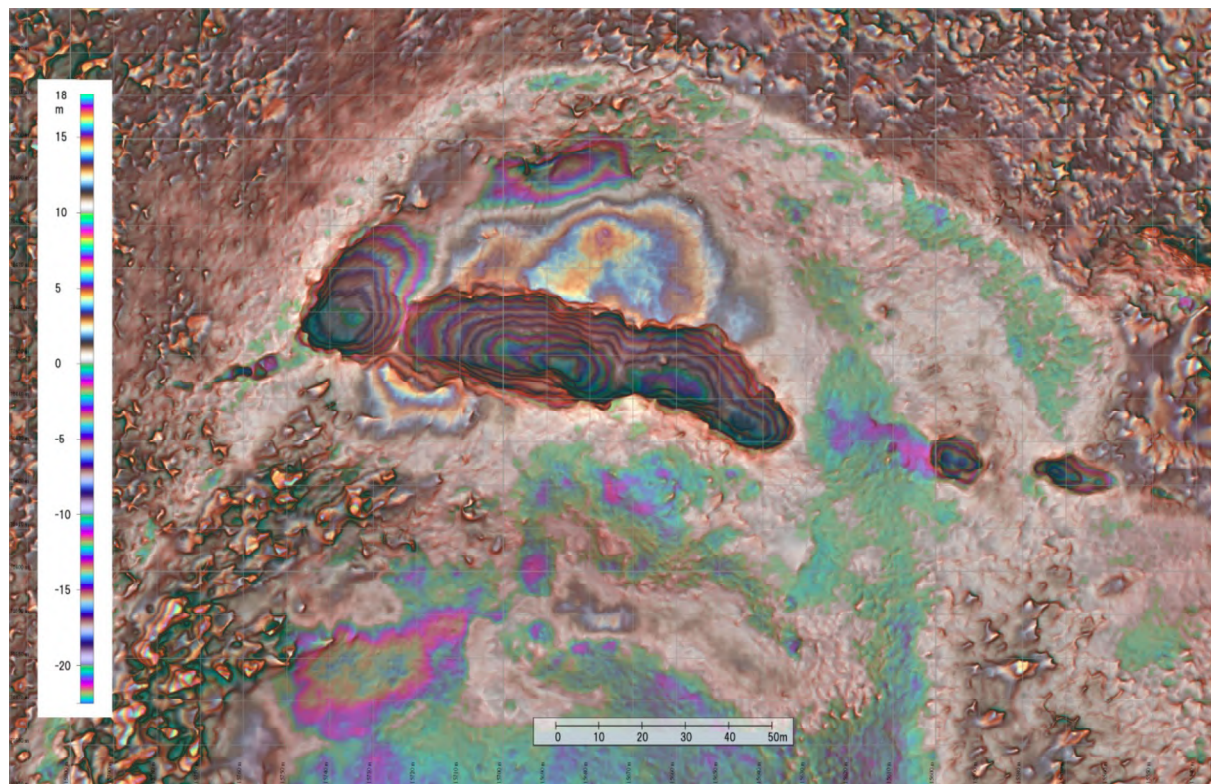
図5 鏡池火口の写真判読図

赤：割れ目および火口地形。黄：なだれ，緑：火山灰か泥水の分布限界。

謝辞

国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所からは平成 27 年航空レーザ測量のデータ使用の許可を得た。また、読売新聞社からは取材ヘリコプターに同乗し写真撮影する機会を得た。

参考図 上:地形変化量 下:噴火後の地形



草津白根山 2018 年噴火の噴出量について

概要: 草津白根山（本白根）で2018年1月23日に発生した噴火について、草津白根山降灰合同調査班により取得されたテフラデータと火口近傍の上空観察結果をもとに噴出量を見積もったところ、4.4-4.6万トンと推定された。なお、火口近傍における堆積物分布は不確かさが大きいいため、特別な仮定を設けない場合の推定値についても検討した。その結果、噴出量は3-5万トンと見積もられた。

- ・ 1月28日に実施した上空観察¹⁾ にもとづく、本白根山鏡池北火口北側の火口壁では、灰褐色火山灰を主体とした堆積物が最上位を構成し、倒伏した多数の樹幹や枝を覆う様子が観察された（図1）。下位には旧地表の土壌と考えられる褐色の堆積物が存在することから、樹木片より上位の地層が今回の噴火の堆積物と判断される。堆積物の層厚分布は詳細には把握できなかったが、最大層厚は1.5 m 程度である。
- ・ 上記の観察結果をもとに、火口近傍域のおよそ100 × 100 mのエリアが平均層厚 0.5-1 m の堆積物に覆われていると仮定し、草津白根山降灰合同調査班により取得されたテフラデータ²⁾ を用いて噴出量を検討したところ、4.4-4.6万トンと推定された（図2の青実線をもとに推定）。
- ・ 火口近傍における堆積物分布は詳細が把握できていないため、特別な仮定を設けずに単位面積当たり重量が計測されている地点のデータのみを用いて噴出量を見積もったところ、3-5万トンと推定された（図2の青点線・破線をもとに推定）。

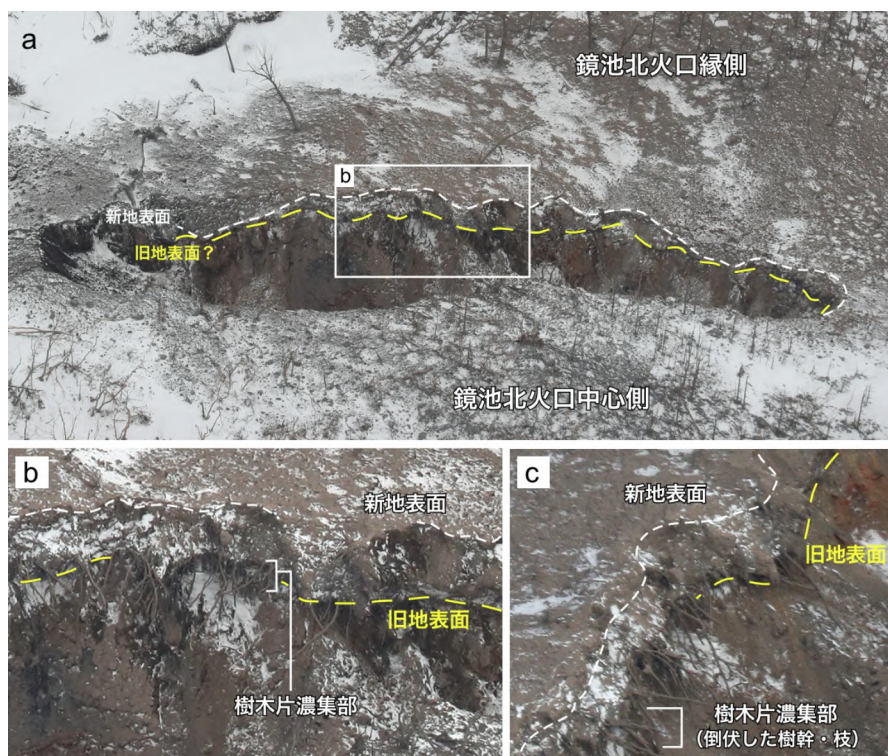


図 1：火口壁の状況。最上位層の堆積物底部に倒伏した樹幹や枝が濃集する（最大層厚1.5 m 程度）。さらに下位の褐色土壌層との間が旧地表面と判断できる。（協力：読売新聞）

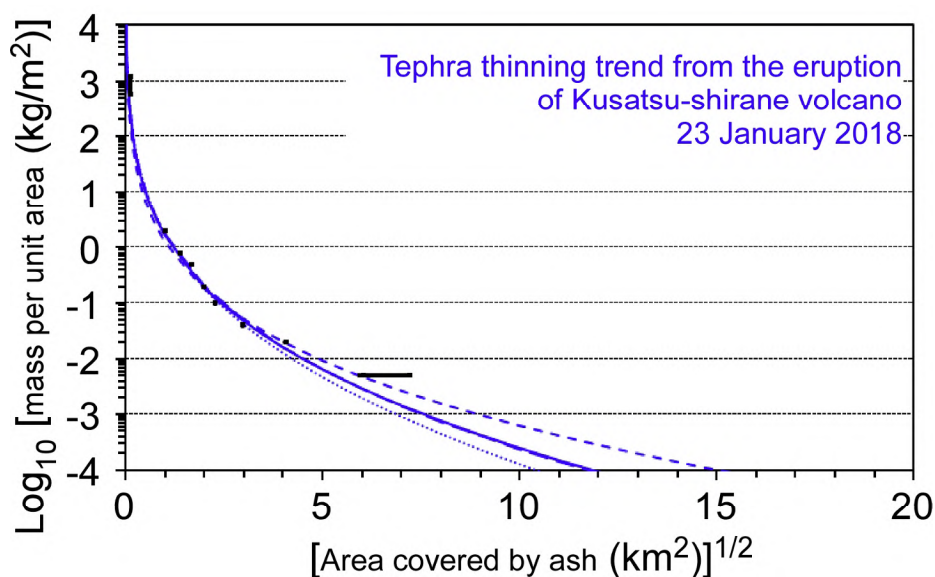


図 2：2018年1月23日草津白根山噴火による降灰面積と単位面積当たり重量との関係。テフラデータは、草津白根山降灰合同調査班²⁾にもとづく。Weibull 関数によるフィッティング³⁾を行い、その積分値（総重量～噴出量）を算出した。遠方および近傍の黒直線は、降灰面積および降灰重量の仮定に由来するエラーを示す。近傍の火口周辺域100 m × 100 mで平均層厚 0.5-1 m を仮定した場合の tephra thinning trend を青実線で示す。この場合の推定値は、4.4-4.6万トンである。近傍・遠方の仮定の仕方により、点線・破線のようにトレンドが変わり、およそ3-5万トンの間でばらつきが生じる。

参考資料:

- 1) 東京大学地震研究所，草津白根山（本白根）2018 年噴火の上空観察．火山噴火予知連絡会資料，2017 年 1 月 29 日．
- 2) 草津白根山降灰合同調査班，草津白根火山 2018 年 1 月 23 日噴火による降灰分布．第 140 回火山噴火予知連絡会資料．
- 3) Bonadonna, C. and Costa, A. (2012) Estimating the volume of tephra deposited a new simple strategy. *Geology* 40, 415-418.

2018 年 1 月 23 日噴火に伴う空振活動

気象庁水釜北東(KSHA)と青葉山西(KSAO)観測点の空振データの解析を行った。火口群からの距離は、KSHA が 2km 強, KSAO が 1km 弱だと思われる。噴火発生当時、オンラインでデータが届いていたのは、KSHA のみであった。気象庁からのデータ提供を受け、空振の有無の検討を行った。

その結果、KSHA 1 点のみで高周波の空振が確認された。1 月 23 日 10:02:16 に微弱な空振が開始し、10:02:19 に爆発と思われる空振が捉えられている。距離と伝播速度から、6~7 秒の伝播時間だと考えると、空振発生時刻は 10:02:10 頃、爆発開始は 10:02:13 と推定される。

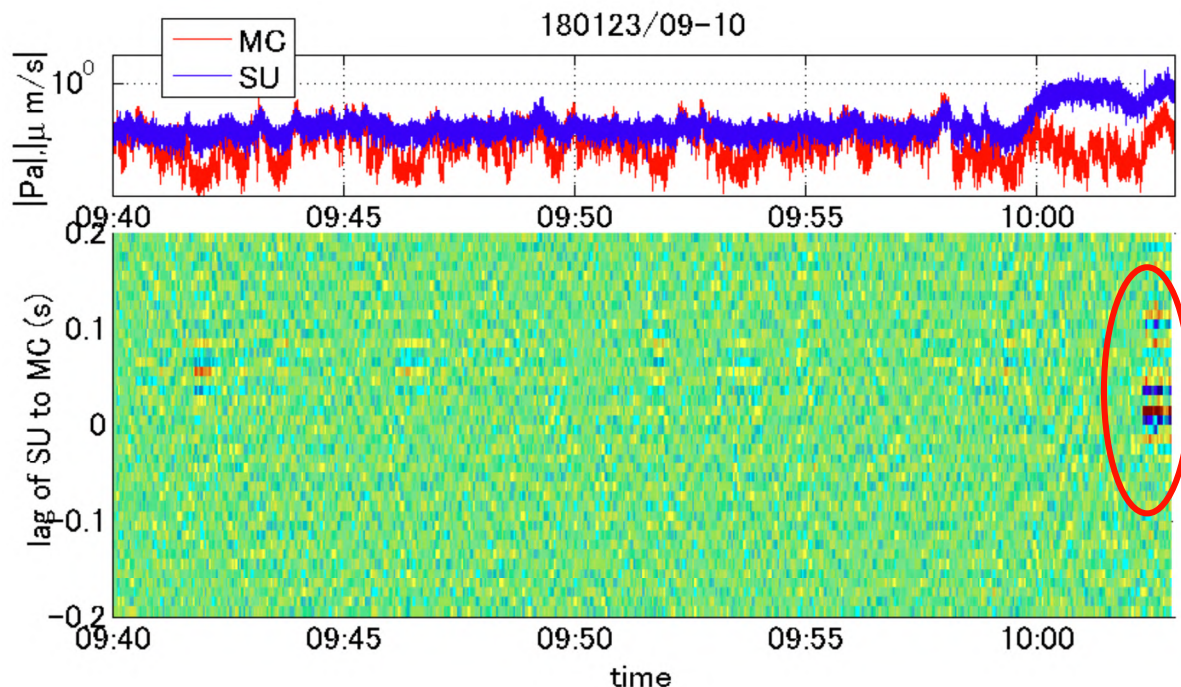
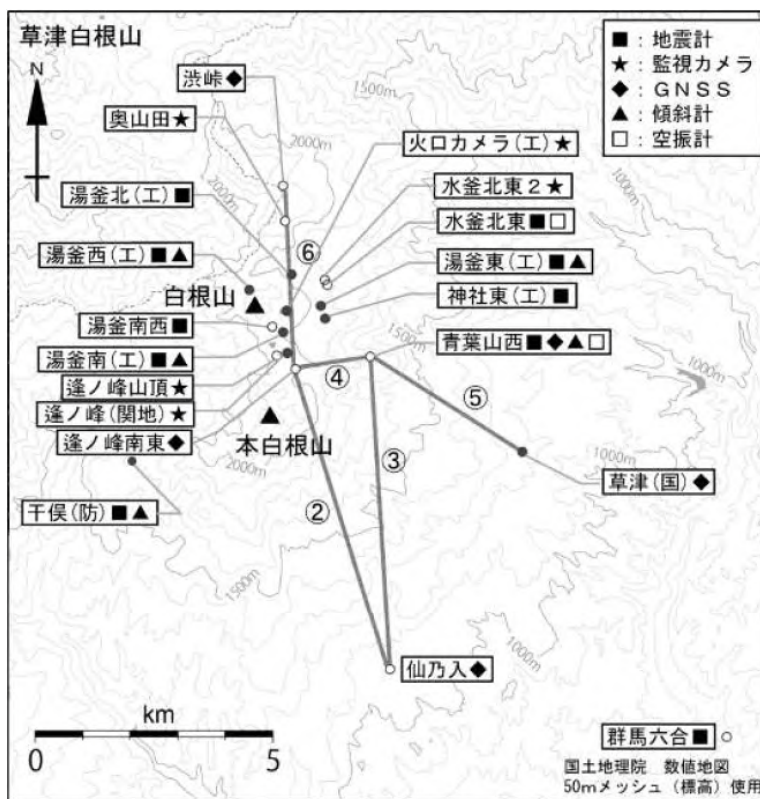


図1. KSHA の空振計と地震計上下動の相互相関解析の結果。20Hz 以上の帯域を用いて計算した結果、赤丸で囲んだところに相関パターンが見られる。このパターンは、空振を意味する。それより前の時刻でも薄く縞が見られる時があるが、空振計の振幅が非常に小さくなった時のみに見られるため、有意なシグナルとは考えられない。

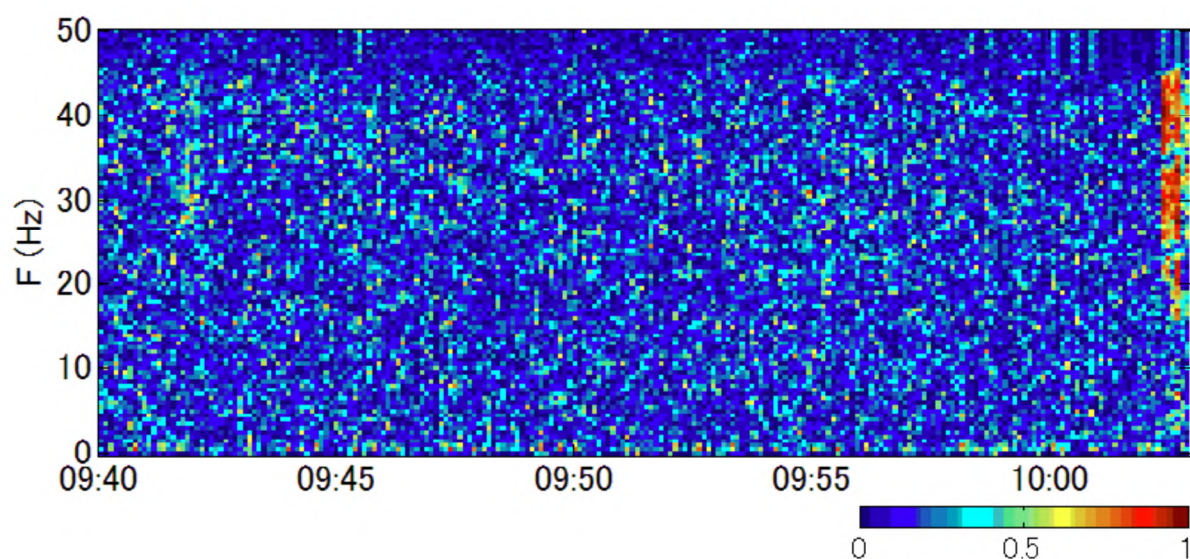


図2. KSHA の空振計と地震計のコーヒーレンススペクトル. 15 から 20 Hz 以下では相関が見られない. 低い周波数帯で空振が無かったのか, 地震波の振幅が低周波で卓越していたため, 空振による地面の応答が相対的に隠されてしまったのかは不明.

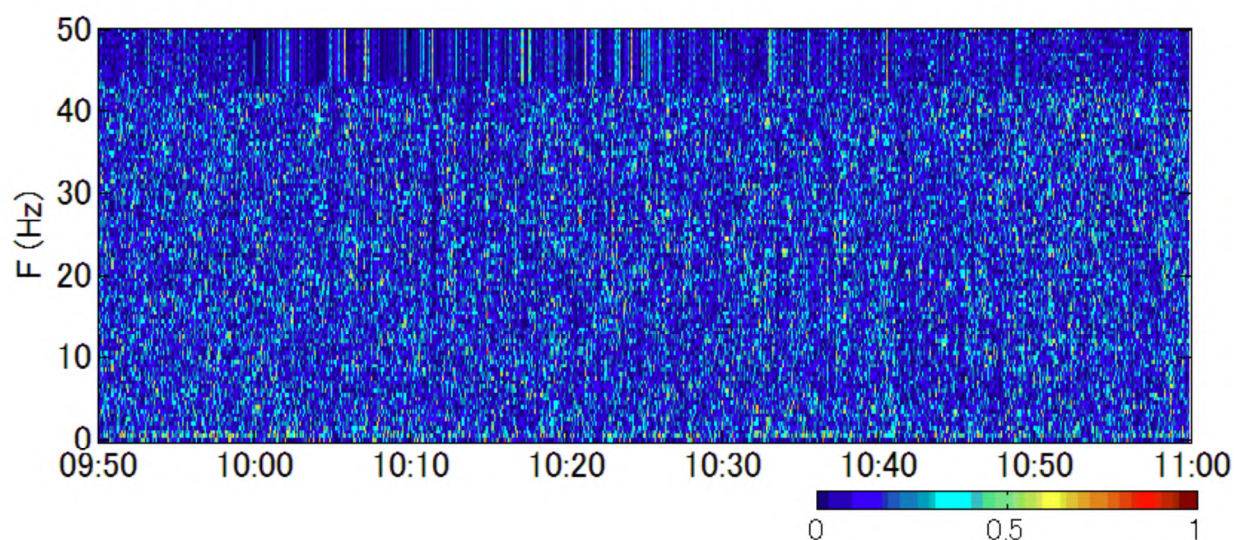


図3. KSAO 観測点の空振計と地震計のコーヒーレンススペクトル. 相関は全く見られていない. この観測点の空振計は, 噴火発生前からも振幅が大きく, ノイズレベルが大きすぎてシグナルを捉えられなかったものと考えられる.

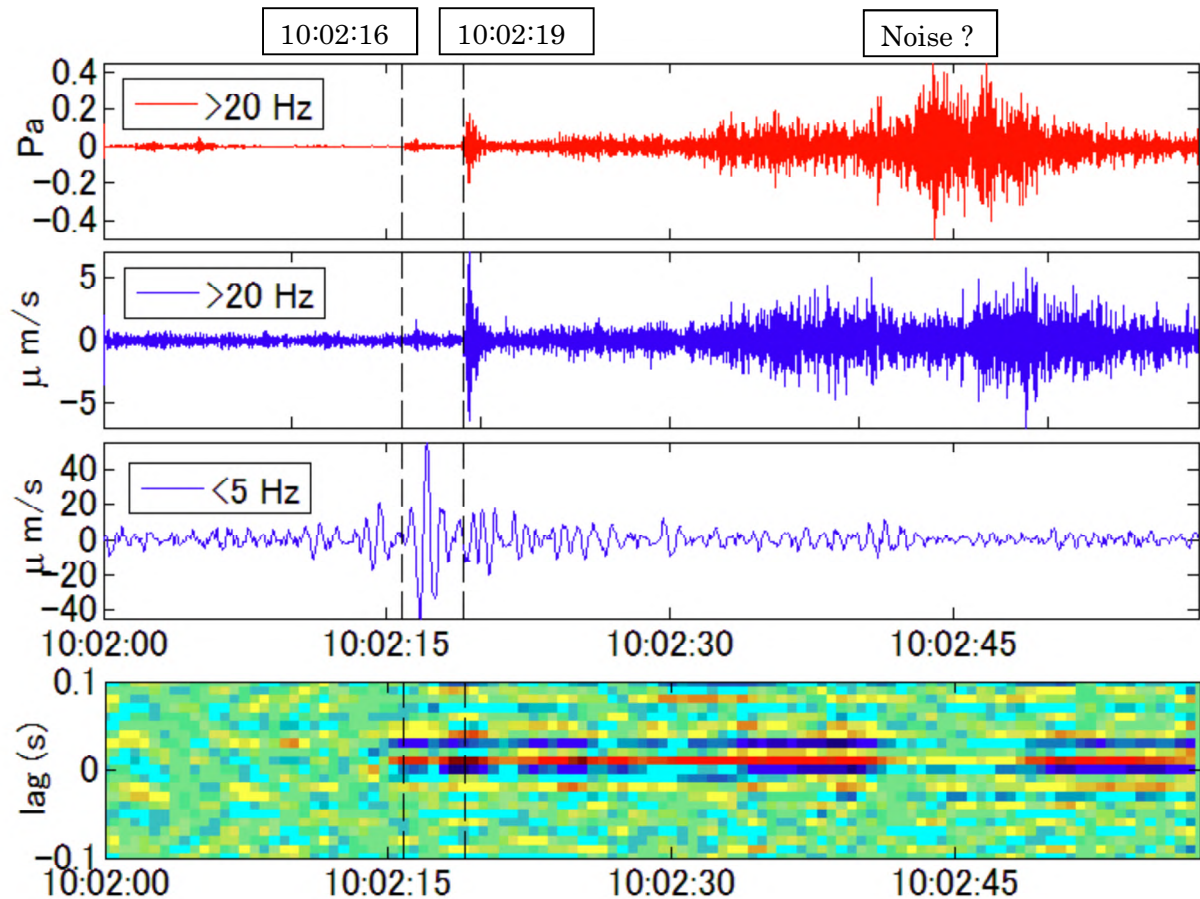


図4. KSHA における噴火発生時のシグナル. 1 段目から, 空振データ(>20 Hz) 地震上下動(>20 Hz) 低周波地震上下動(<5 Hz) 地震—空振相関図(>20Hz, 図1の拡大). よく見ると, 10:02:16 頃, 微弱な空振が開始し, 10:02:19 にパルス状の大きな空振が発生, その後, 30 秒かけて紡錘状に大きくなった. 微弱な空振の発生とともに, 低周波の大きな振動が発生している. 地下で何らかの現象が発生すると同時に, 地表から小さな噴出が開始し, 3 秒後に爆発に至ったのではないかと考えられる. 10:02:40-10:02:50 の間は, 空振の振幅が増加し, 地震の振幅が減少している. 一方, 相関パターンは不明瞭になっている. このことは, この間, 空振が大きく成長したのではなく, 風のノイズなど空振以外の要因で振幅が大きくなっている可能性を示唆する. 従って, 空振の振幅だけを見て, 噴火の盛衰を議論することは危険である.

草津白根山噴気の化学組成・安定同位体比(2014 年 7 月～ 2017 年 11 月)

Chemical composition and stable isotope ratio of the fumarolic gases sampled at
Kusatsu-Shirane volcano, Japan (July 2014 to November 2017)

東海大学*

Tokai University*

1. 概要

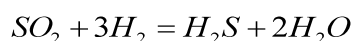
2014 年 7 月から 2017 年 11 月にかけて、草津白根山湯釜火口北部地熱地帯の三か所で、繰り返し噴気
を採取・分析した。3 つの噴気の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 比は調査期間を通じ、低下傾向を示し、2016 年 10 月から 2017
年 11 月にかけて低い値で停滞した。 CO_2 はマグマ起源成分であり、この傾向は、マグマ脱ガス活動が一
貫して低下傾向にあることを示している。 CH_4/CO_2 比および CH_4/He 比は 2014 年 7 月から 2015 年 10 月ま
で小さな値であったが、その後急速に増加し、中央の噴気 (C) では 2017 年 11 月まで増加傾向が続い
ている。一方で、西と東の噴気 (W, E) では 2017 年 4 月から 11 月にかけて減少に転じた。 CH_4 は熱水
系成分であり、最近の CH_4/CO_2 比および CH_4/He 比の変化から、マグマ起源流体と熱水系流体の相対的な
比率の変化の方向性を判断するのは困難である。反応、 $\text{SO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ の見かけ平衡温度 (AET) は 150
～190℃の間で変動したが、一定の上昇あるいは低下の傾向は見られなかった。 H_2O の安定同位体比につ
いても単調な減少、あるいは増加の傾向はみられない。

2. 噴気の採取・分析

草津白根山の湯釜火口の北山麓に広がる地熱地帯において、図 1 に示す 3 つの噴気孔 W, C, E で噴気
を採取した。噴気孔の緯度・経度を表 1 に示す。噴気孔 W と C の様子は、それぞれ、以下の URL
(<https://youtu.be/LwnL-vsVCYI>, <https://youtu.be/4muAbAntHyY>) で視聴できる。これらの噴気を
採取するために、金属チタン管を噴気孔に差し込み、管と孔の隙間を砂などで注意深く塞いだ。次にチ
タン管にゴム管を接続し、ゴム管の出口を真空ガラス瓶のコックに接続した。真空ガラス瓶にはあらか
じめ高濃度のアルカリ性水溶液 (KOH) 20ml を封入しておいた。コックを慎重に開けることにより火山
ガスをアルカリ性水溶液に吸収させた。安定同位体比の測定のために噴気を水冷したガラス二重管に通
し、凝縮水を採取した。噴気の化学分析は主に、小沢の方法[1]に従った。

3. 結果

表 2 に噴気の化学組成、 H_2O の安定同位体比、見かけ平衡温度 (AET) を示す。噴気の温度は観測期間
を通じて水の沸点程度であった。AET は火山ガスの成分間で以下の化学反応、



式 1

が平衡に到達する温度で、浅部熱水系の温度を反映すると考えられている。AET はガスの圧力に依存するので、本報告では、圧力として AET における飽和水蒸気圧を用いた。

4. 考察

噴気 W, C について、 H_2O を除いた噴気成分中の H_2S 濃度は、2014 年 7 月に 10%前後であったが、その後、増加し、2017 年 11 月には 25%を超えた（図 2）。噴気 E についても濃度は異なるものの、同様の増加傾向がみられる。過去の研究[2]によると、草津白根山では、 H_2S 濃度が 10%程度に低下すると火山活動が活発化し、噴火の可能性が高まる。図 2 に示される変化は、調査期間を通じ、噴火の可能性が次第に低下していることを示唆する。図 3, 4 にそれぞれ CO_2/H_2O 比、 H_2S/H_2O 比の変化を示す。 CO_2/H_2O 比は一貫して低下したが、 H_2S/H_2O 比は変動を伴うものの安定していた。このことは、噴気中で CO_2 濃度が低下し、相対的に H_2S 濃度が上昇したことを意味している。図 2 の H_2S 濃度の上昇は、本質的には CO_2 濃度の低下が原因である。2014 年 7 月から 2017 年 11 月にかけて、マグマ脱ガス活動の低下が CO_2 濃度を低下させ、相対的に H_2S 濃度の増加を引き起こしたと考えられる。

図 5 と 6 に、それぞれ、 CH_4/CO_2 比と CH_4/He 比の変化を示す。2015 年まで徐々に値が増加し、その後、急上昇したが、W と E は 2017 年 4 月から 11 月にかけて減少に転じた。C は 2017 年 11 月まで上昇を続けている。一般に CO_2 と He はマグマ起源流体に高濃度で含まれる。他方、 CH_4 は熱水系流体に高濃度で含まれる。ここで、熱水系流体とは、元来マグマ起源の流体が、地殻内に長期間滞留し、岩石との相互作用で還元になった流体を想定している。W と E の噴気に見られる最近の CH_4/CO_2 比や CH_4/He 比の低下は、噴気を生産する熱水系において、マグマ起源流体の寄与が低下し、それを補うように熱水系流体の寄与が増大したことを示している。一方で、噴気 C には逆の変化が表れているので、全体としての各流体の相対的な比率の変化に関する推定は難しい。

図 7 の見かけ平衡温度（AET）は変動を示すが、一貫した上昇や低下の傾向はみられない。図 8 の H_2O の水素同位体比も 2016 年 11 月までは、安定していた。2017 年 4 月に、W と E では、顕著な低下傾向が見られたが、2017 年 11 月に同位体比は上昇した。図 9 に示す酸素同位体比の変化も同様であった。

5. 文献

- [1] 小沢竹二郎（1968）地球化学におけるガス分析法（I）。分析化学，17，395-405.
- [2]. J.Ossaka et al.(1980) Variation of chemical compositions in volcanic gases and waters at Kusatsu-Shirane volcano and its activity in 1976. Bull. Volcanol., 43, 207-216.

表 1. 採取・分析を行った噴気孔の位置

Table 1. Location of fumaroles used for monitoring

Fumarole	Latitude	Longitude
W	N 36d 38m 52.3s	E 138d 32m 15.6s
C	N 36d 38m 52.4s	E 138d 32m 22.6s
E	N 36d 38m 50.5s	E 138d 32m 33.0s

表 2. 草津白根山噴気の化学組成, 安定同位体比, 見かけ平衡温度 (AET)

Table 2. Chemical and isotopic composition of fumarolic gases sampled at Kusatsu-Shirane volcano, Japan with the apparent temperature calculated based on chemical composition.

Fumarole	Date y/m/d	Temp. C	H2O %	CO2 %	H2S %	SO2 %	R-gas %	R-gas						H2O		AET °C
								He	H2	O2	N2	CH4	Ar	δ D _{SMOW} (‰)	δ ¹⁸ O _{SMOW} (‰)	
W	2014/7/23	92.4	95.4	4.19	0.389	0.00503	0.0421	0.0845	0.0617	0.0625	99.6	0	0.178	-65	-6.7	166
W	2015/5/15	93.5	96.4	3.11	0.426	0.00357	0.0321	0.0711	0.1412	0.0000	99.6	0.025	0.205	-69	-7.8	177
W	2015/10/15	94.2	97.4	2.05	0.504	0.00103	0.0254	0.0541	0.1369	0.0197	99.5	0.043	0.227	-67	-7.1	156
W	2016/4/22	93.5	97.5	1.93	0.518	0.00695	0.0294	0.0330	0.1468	0.0465	99.4	0.184	0.210	-78	-8.2	180
W	2016/10/28	93.4	98.3	1.31	0.396	0.00490	0.0248	0.0222	0.1079	0.0247	99.1	0.230	0.560	-66	-7.0	165
W	2017/4/25	93.3	98.1	1.42	0.445	0.00455	0.0190	0.0263	0.1696	0.0558	99.2	0.309	0.268	-81	-10.1	169
W	2017/11/10	93.6	98.4	1.13	0.426	0.00269	0.0173	0.0283	0.1328	0.0336	99.3	0.203	0.324	-75	-8.1	155
C	2014/7/23	94.1	95.5	3.97	0.533	0.00715	0.0435	0.0834	0.0573	0.0278	99.7	0	0.176	-77	-9.5	165
C	2015/5/15	93.4	96.8	2.76	0.410	0.00494	0.0298	0.0741	0.0800	0.0154	99.7	0.00754	0.167	-68	-7.2	162
C	2015/10/15	93.6	97.8	1.77	0.404	0.00208	0.0237	0.0530	0.0947	0.0251	99.6	0.02579	0.196	-70	-7.2	153
C	2016/4/22	97.2	97.8	1.75	0.419	0.00762	0.0258	0.0335	0.0868	0.0524	99.5	0.14492	0.209	-67	-5.4	164
C	2016/10/28	93.8	98.1	1.48	0.420	0.00498	0.0224	0.0273	0.1079	0.0140	99.4	0.22339	0.195	-66	-6.1	162
C	2017/4/25	93.6	98.2	1.34	0.423	0.00511	0.0194	0.0255	0.1119	0.0354	99.4	0.23343	0.231	-66	-6.3	159
C	2017/11/10	94.1	98.2	1.30	0.484	0.00376	0.0235	0.0262	0.1666	0.0120	99.2	0.26517	0.281	-75	-8.0	172
E	2015/5/15	93.4	96.9	2.74	0.289	0.00345	0.0252	0.0953	0.1686	0.0000	99.5	0.01696	0.192	-88	-10.9	179
E	2015/10/15	93.3	97.7	1.93	0.299	0.00191	0.0212	0.0688	0.2378	0.0146	99.4	0.02537	0.214	-79	-8.8	177
E	2016/4/22	94.1	97.8	1.84	0.346	0.00603	0.0246	0.0427	0.2055	0.0329	99.4	0.1043	0.208	-88	-10.0	187
E	2016/10/28	93.6	98.6	1.09	0.268	0.00263	0.0174	0.0282	0.3128	0.0220	94.7	0.14282	4.754	-79	-8.5	184
E	2017/4/25	93.8	98.5	1.11	0.344	0.00238	0.0167	0.0267	0.3870	0.0389	99.1	0.20363	0.232	-96	-12.9	185
E	2017/11/10	93.0	98.9	0.84	0.261	0.00272	0.0147	0.0285	0.3264	0.0101	99.2	0.17008	0.278	-84	-9.6	180

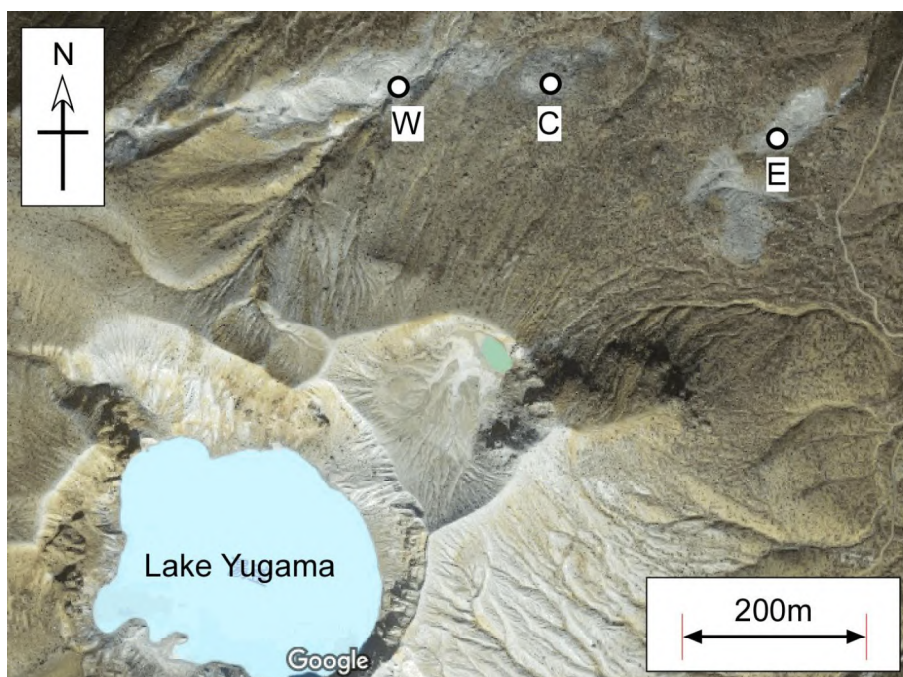
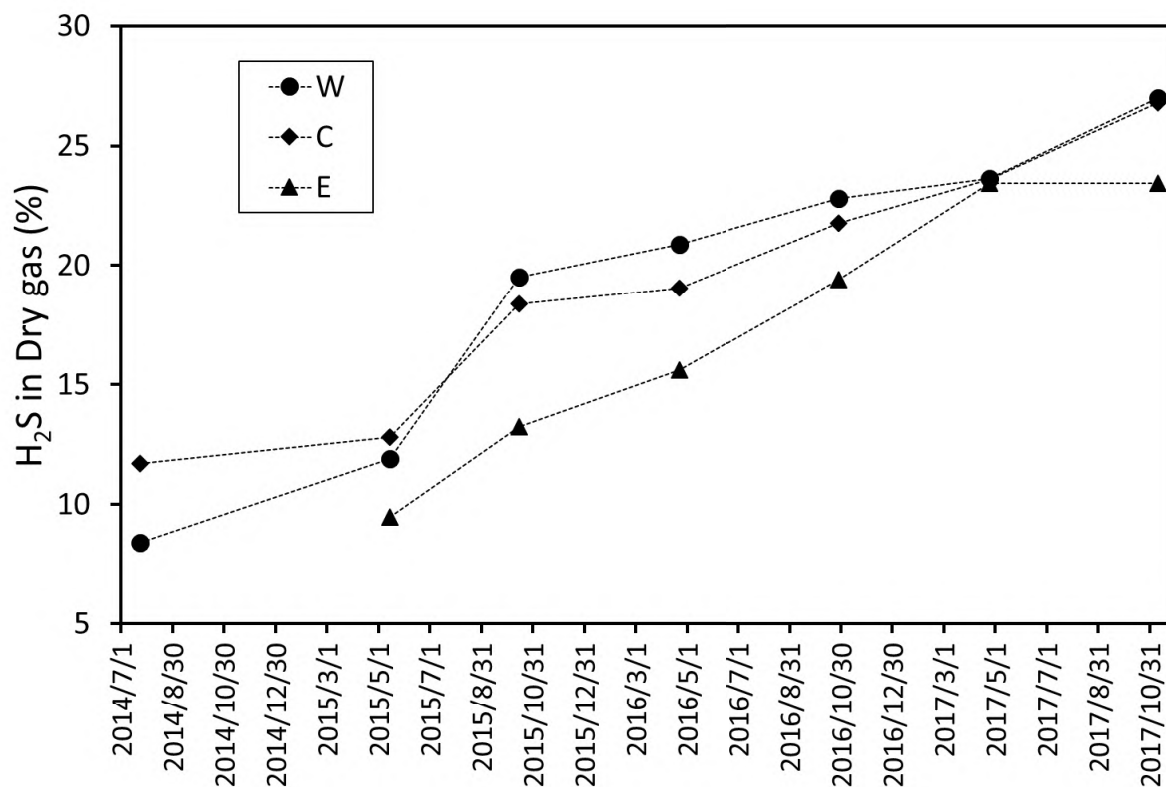
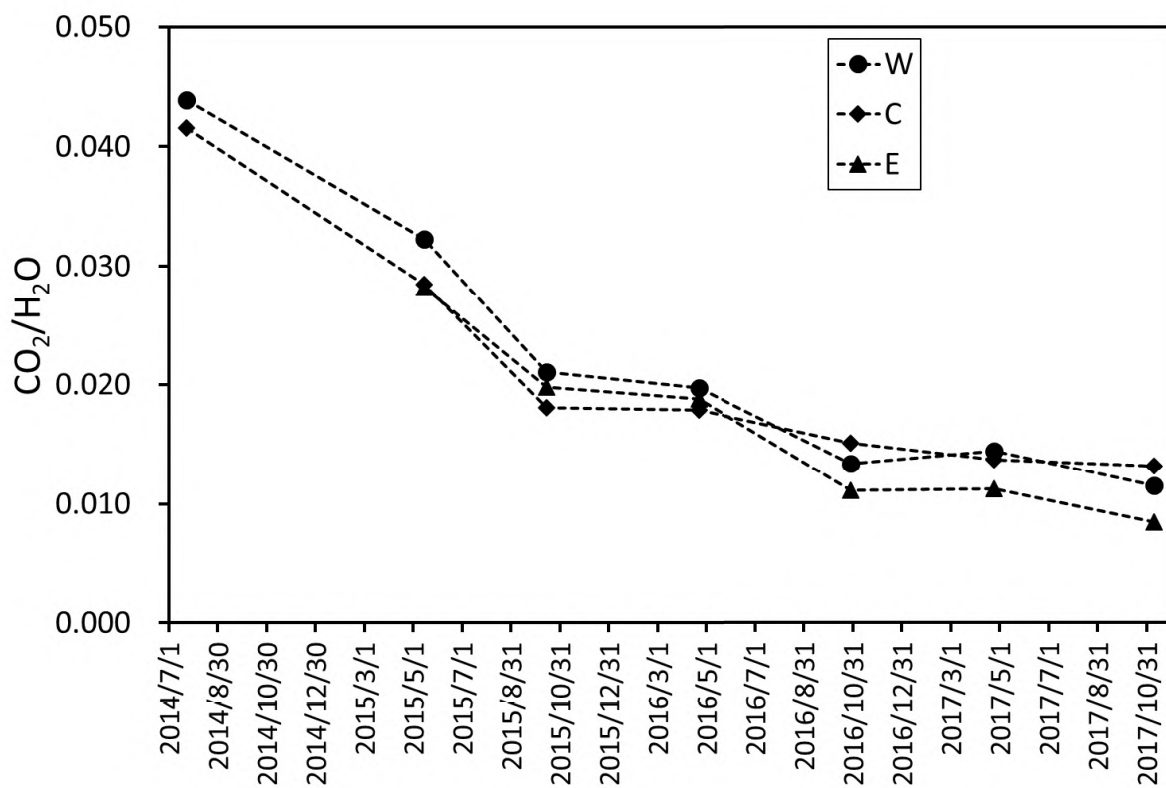
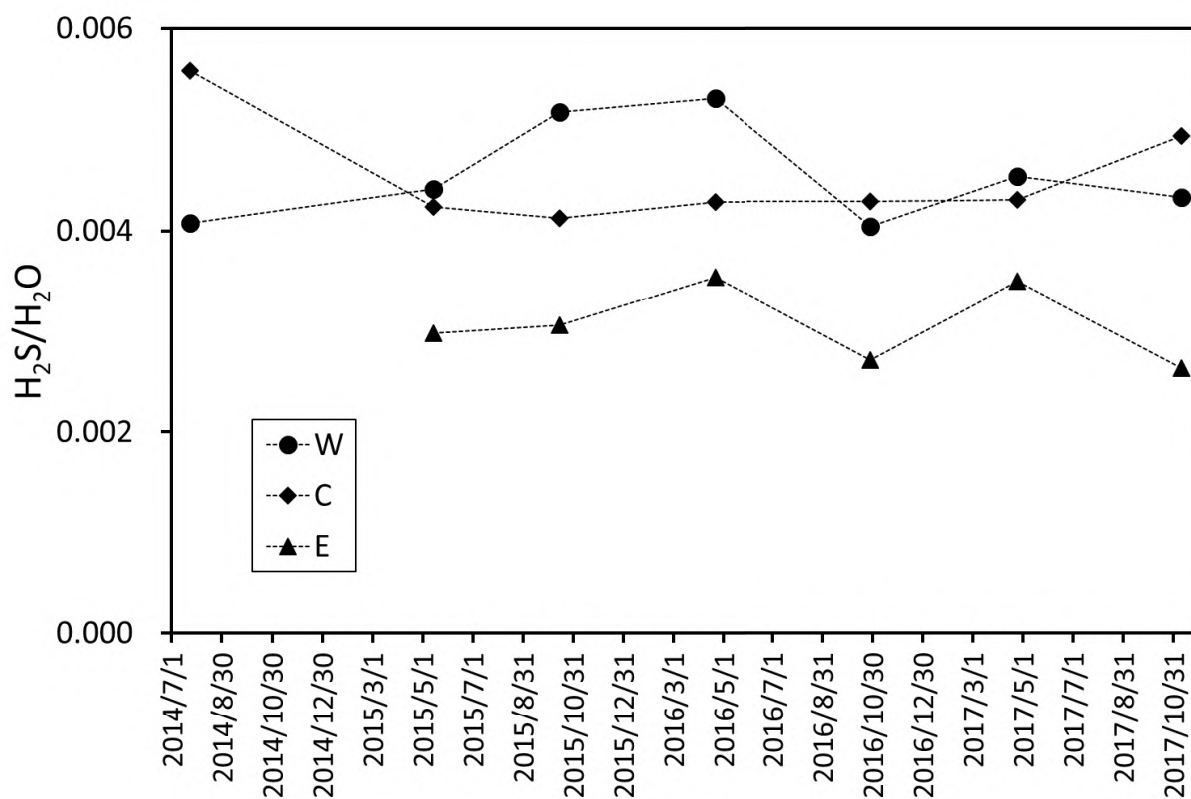
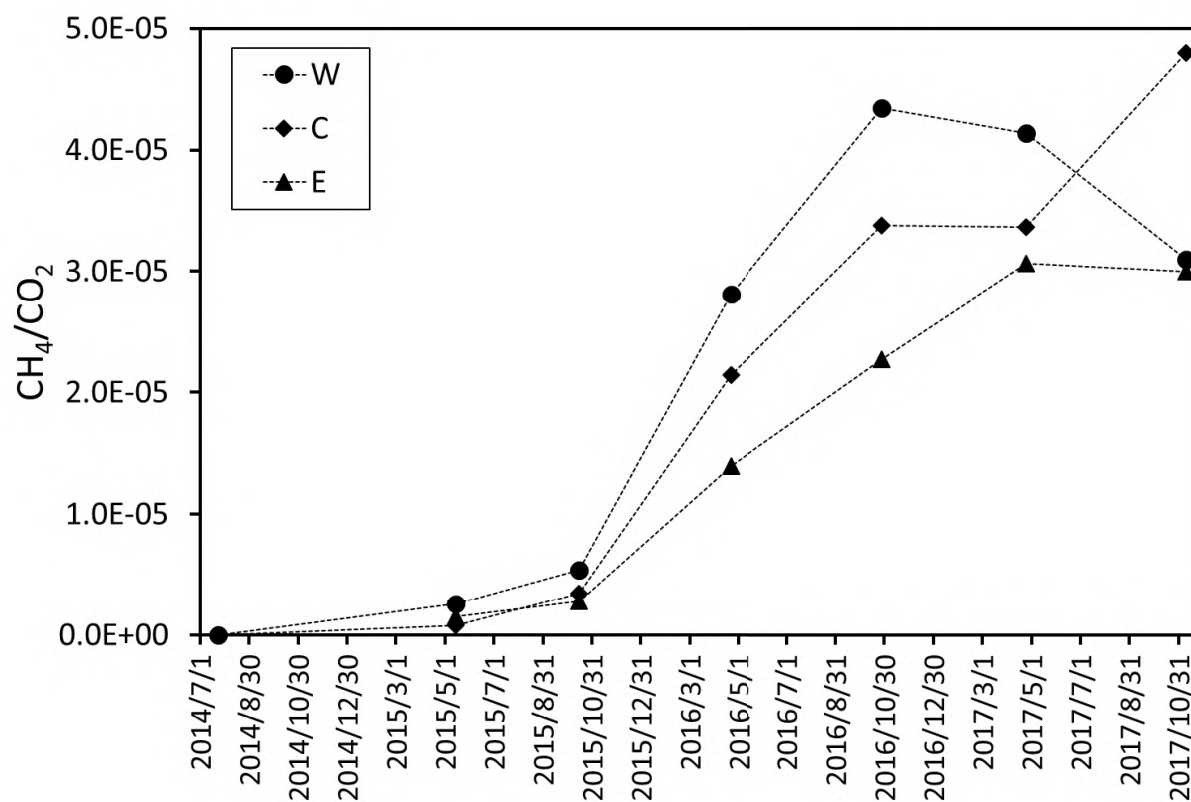


図 1. 草津白根山山頂北側山麓噴気 W, C, E の位置 (背景図として, GoogleMap を使用した)

Fig.1. Location of fumaroles W, C and E on the north flank of Kusatsu-Shirane volcano (GoogleMap was used for the background)

図 2. H₂O を除いた成分 (Dry gas) 中における H₂S 濃度の変化Fig.2. Change of the H₂S concentration in the components excluding H₂O (dry gas)図 3. CO₂/H₂O 比の時間変化Fig.3. Change in the CO₂/H₂O ratio of fumarolic gases

図 4. H₂S/H₂O 比の時間変化Fig.4. Change in the H₂S/H₂O ratio of fumarolic gases図 5. CH₄/CO₂ 比の時間変化Fig.5. Change in the CH₄/CO₂ ratio of fumarolic gases

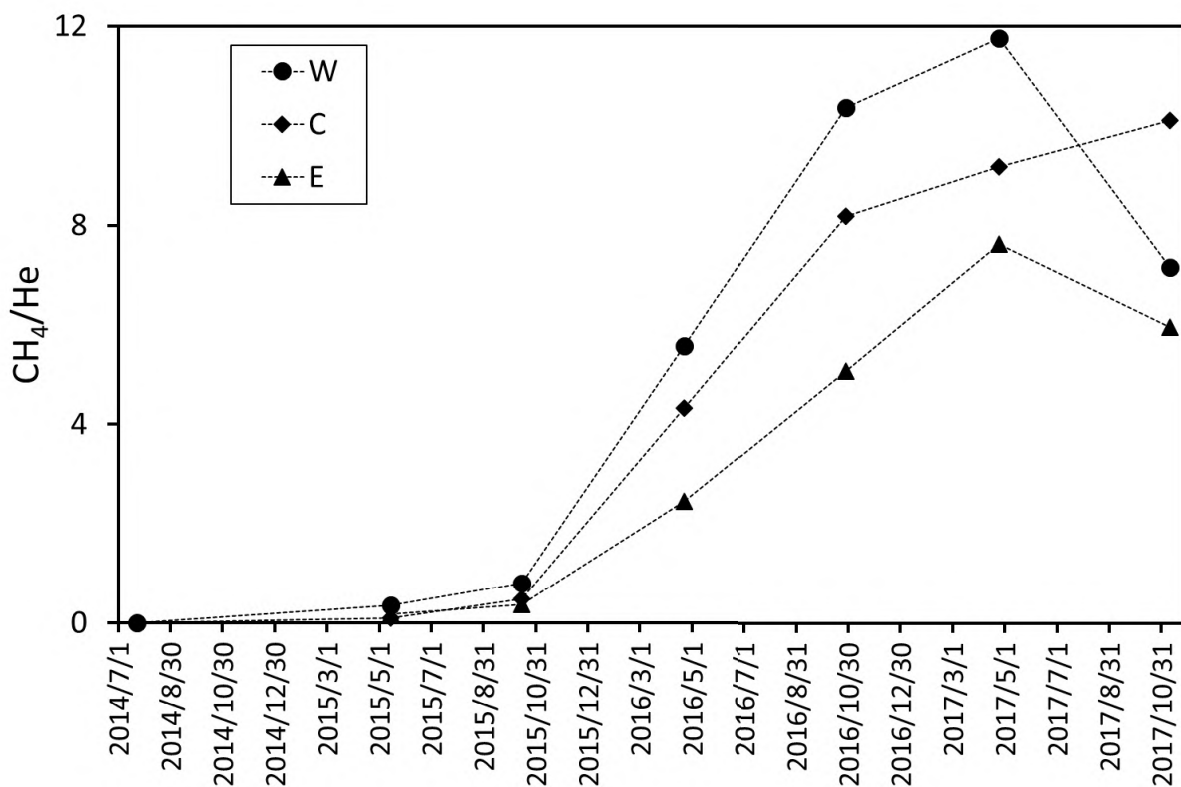
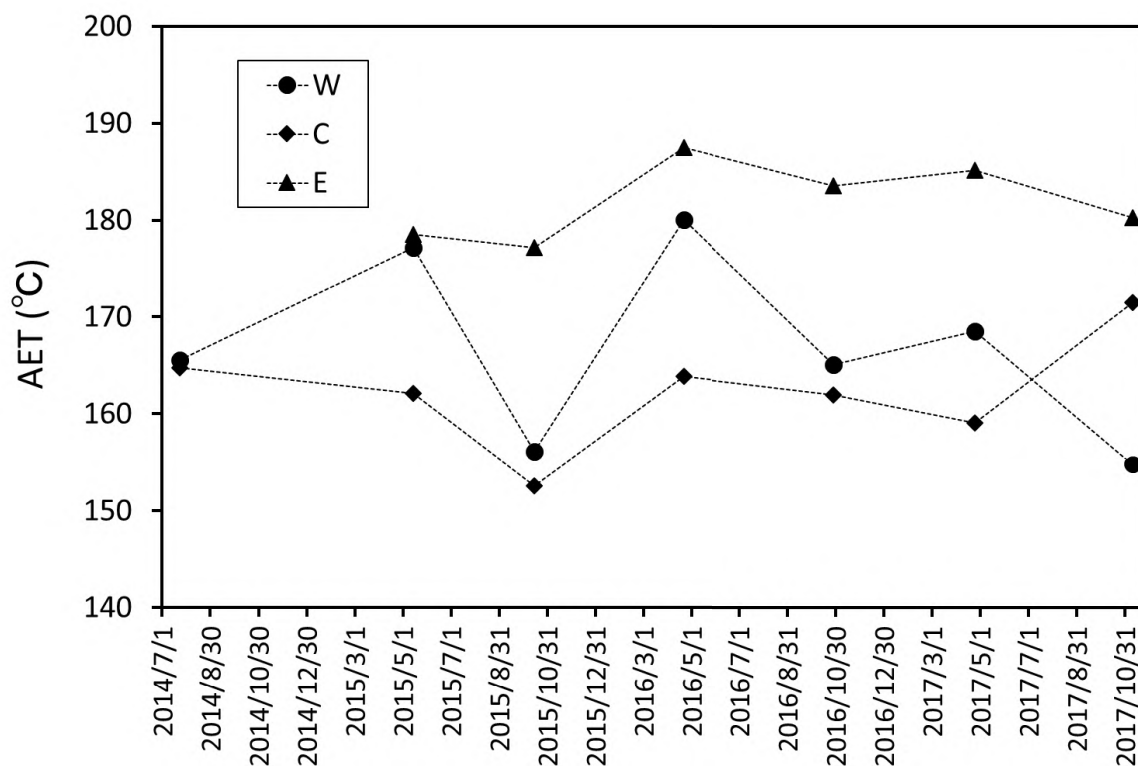
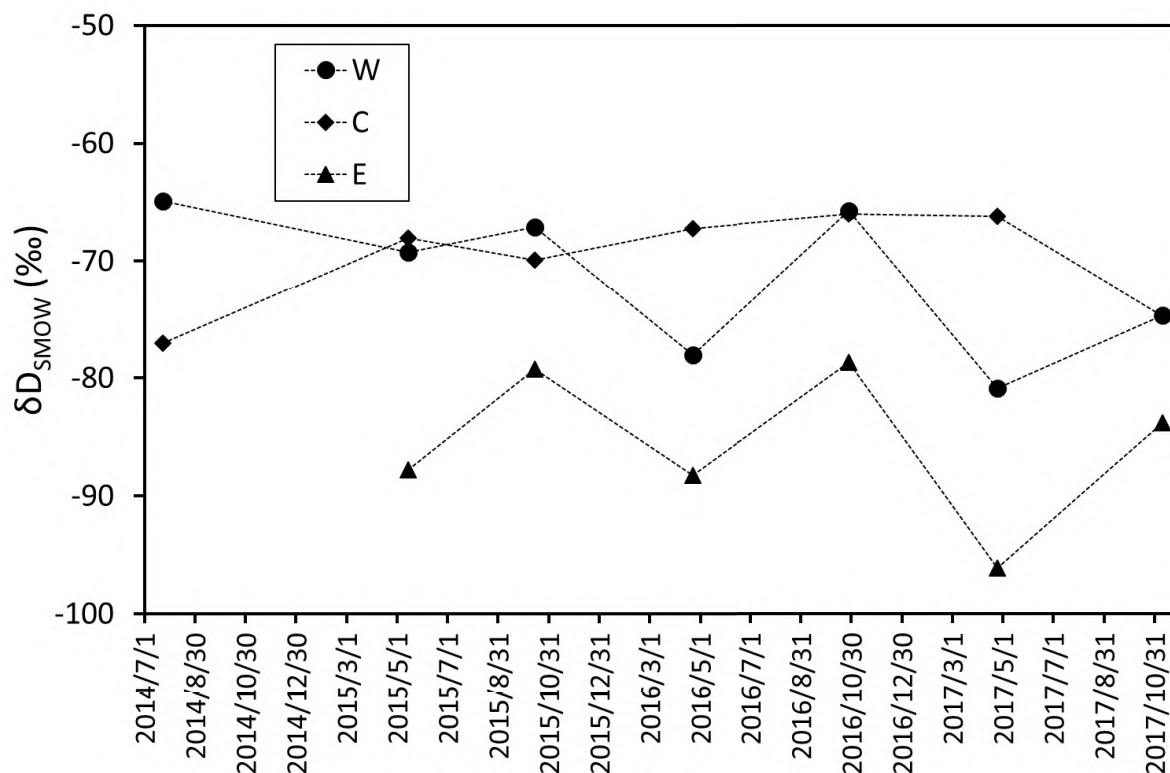
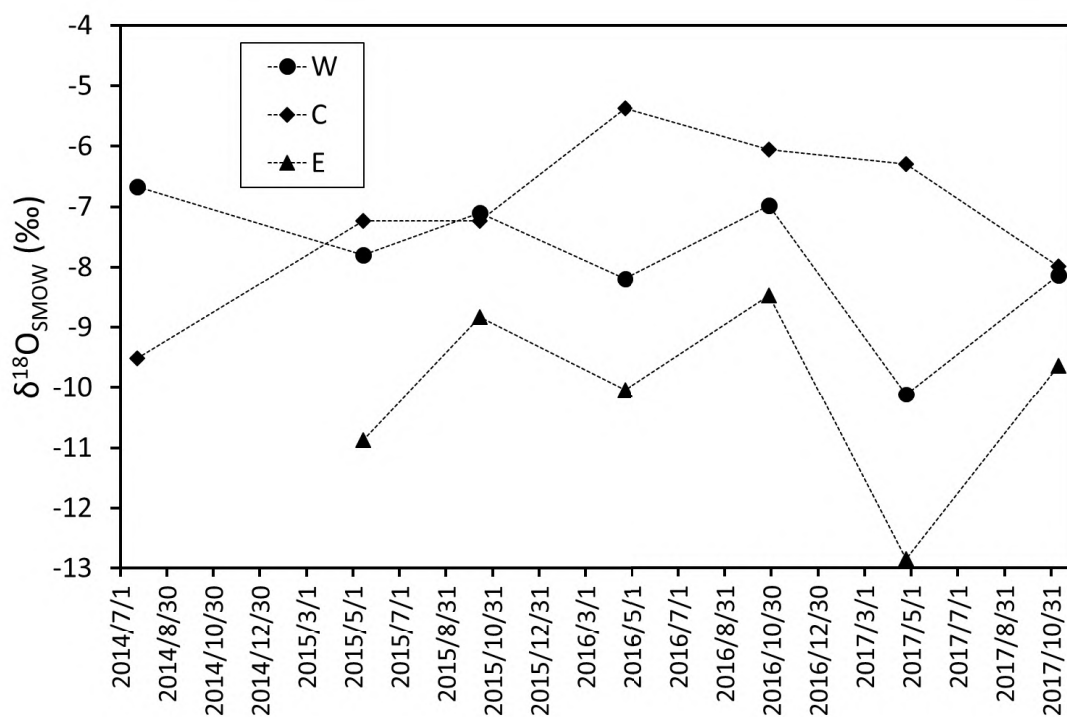
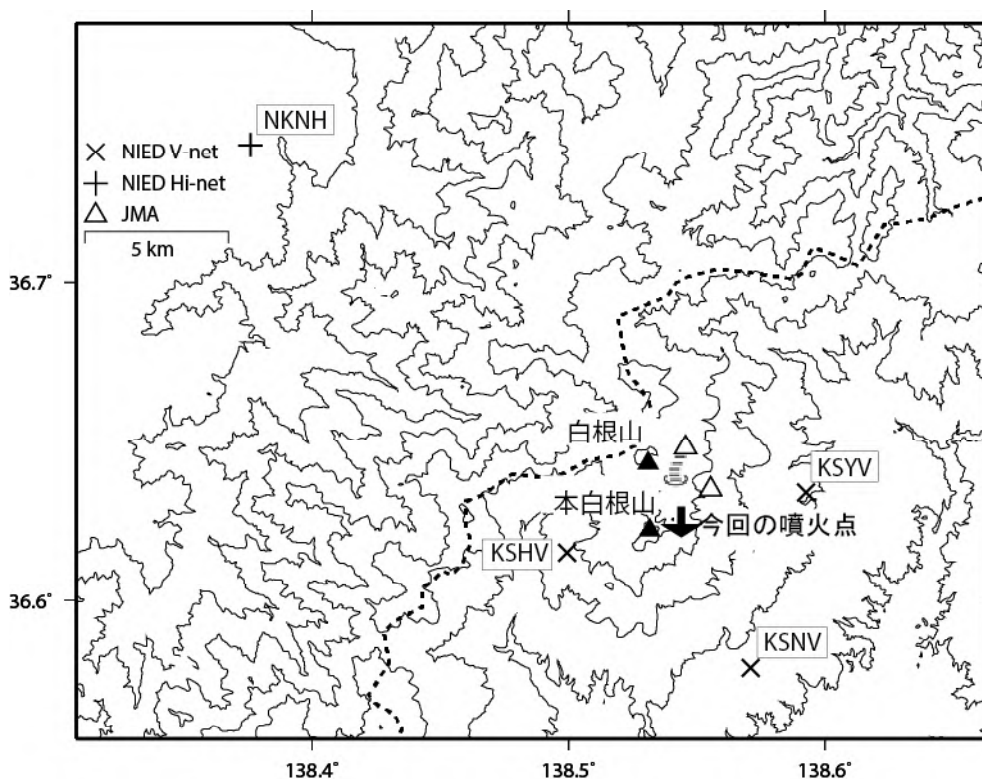
図 6. CH₄/He 比の時間変化Fig.6. Change in the CH₄/He ratio of fumarolic gases

図 7. 見かけ平衡温度 (AET) の変化

Fig.7. Changes in the apparent equilibrium temperature (AET)

図 8. H₂O の水素同位体比 (δ¹⁸O) の変化Fig.8. Changes in the hydrogen isotope ratio of H₂O in fumarolic gases図 9. H₂O の酸素同位体比 (δ¹⁸O) の変化Fig.9. Changes in the oxygen isotope ratio of H₂O in fumarolic gases

草津白根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。

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

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

KSYV=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

2018 年 1 月 23 日 10 時 02 分に噴火が発生した。図 1 では、火山性微動の発生(09 時 59 分頃)とほぼ同時に傾斜変動が生じ、噴火に至ったことが判明した。図 2 は、噴火を挟む 1 週間の傾斜計記録（潮汐補正済み）である。噴火に伴う傾斜変動は観測されたが、その前後における明瞭な変動は認められない。図 3 は、傾斜計設置以降の変動記録である。干俣観測点（KSHV）の傾斜計は、2017 年中頃から北下がり・西下がり（北西方向下がり）の傾向が見えるが、他の 2 点の傾斜計が変動していないことから降雨の影響と考えられる。

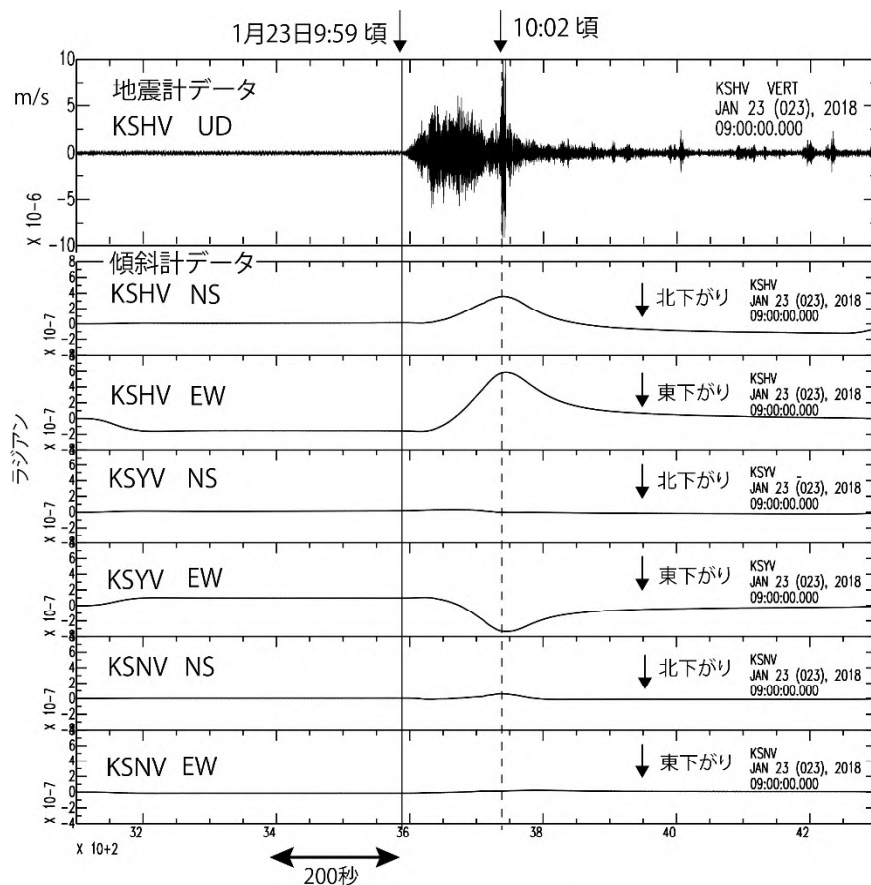


図 1 火山性微動と傾斜変動の関係

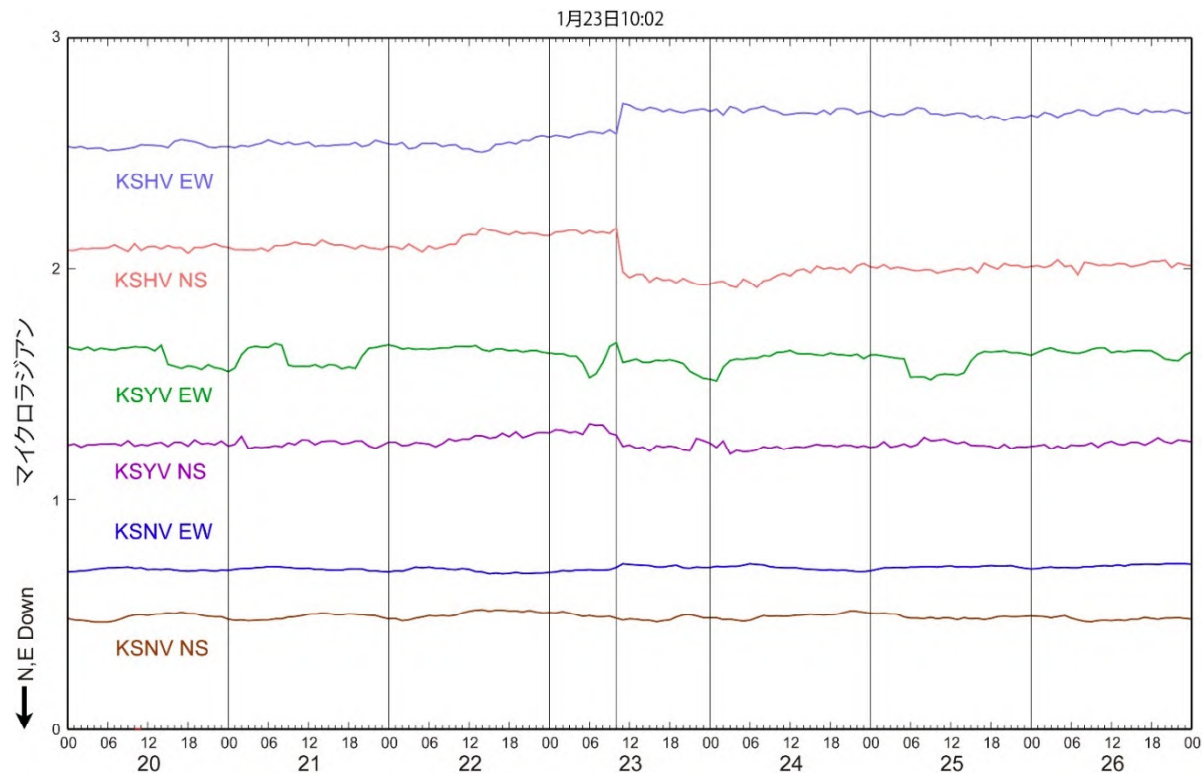


図 2 噴火前後の草津白根山の傾斜変動（潮汐補正済み）

谷沢原（KSYV）EW 成分の矩形波は、設置当初から記録されており、ノイズと考える。

草津白根山

草津白根山の傾斜変動 (2012/4/1~2018/01/28)

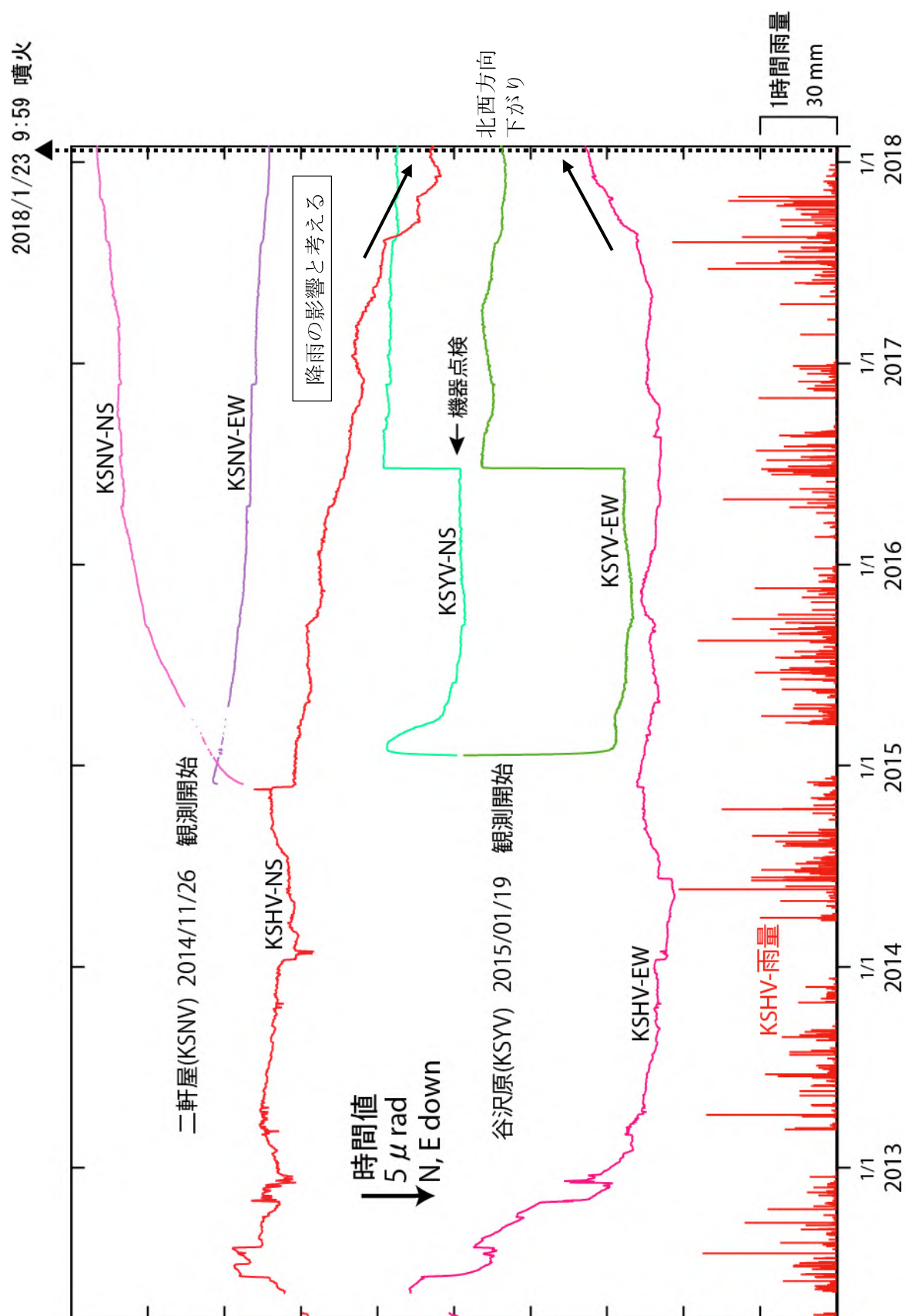


図 3 草津白根山の傾斜変動

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 8 月 28 日－2018 年 1 月 22 日の地殻変動【長野栄(0982)固定】

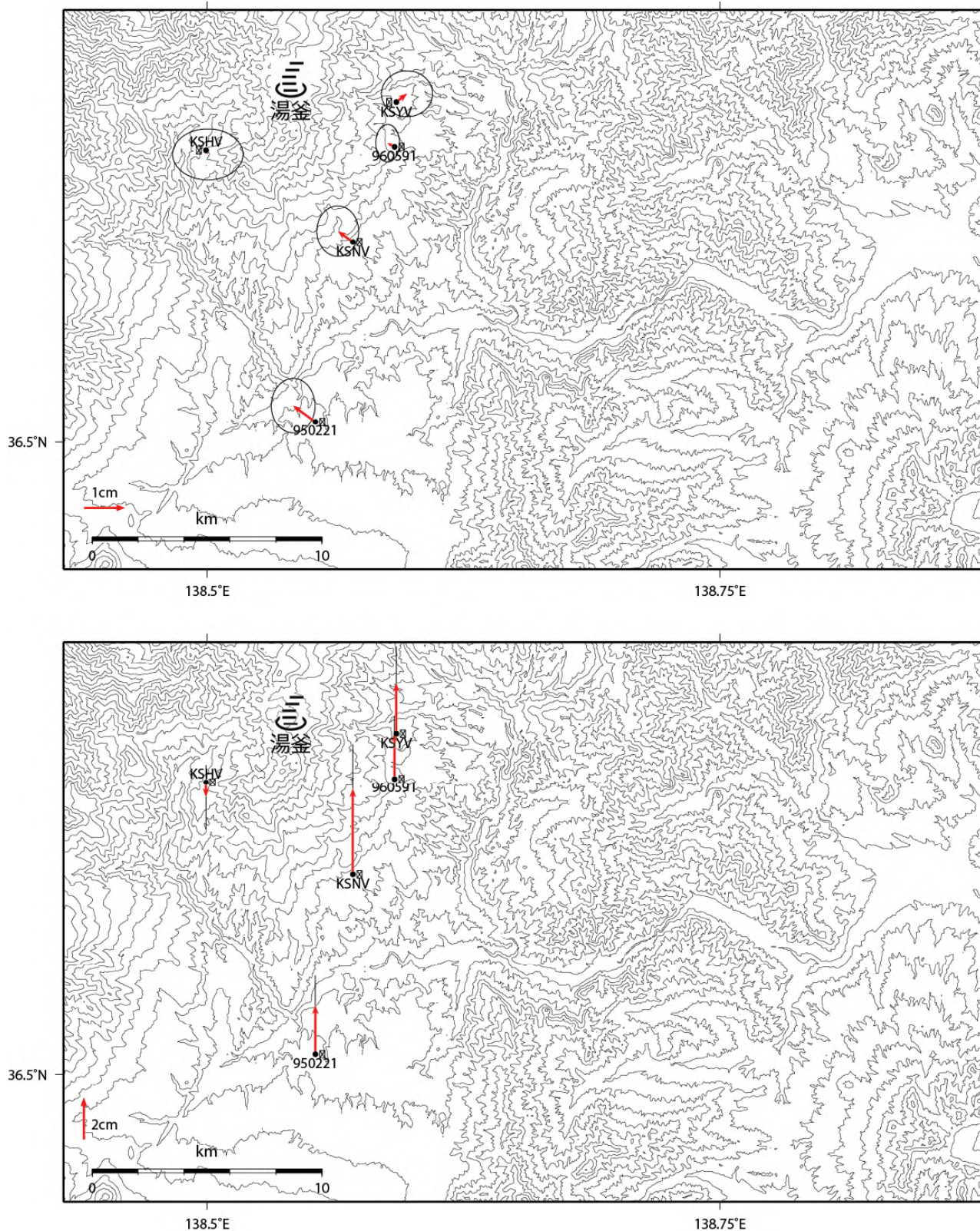


図 4 草津白根山周辺 V-net 及び国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果

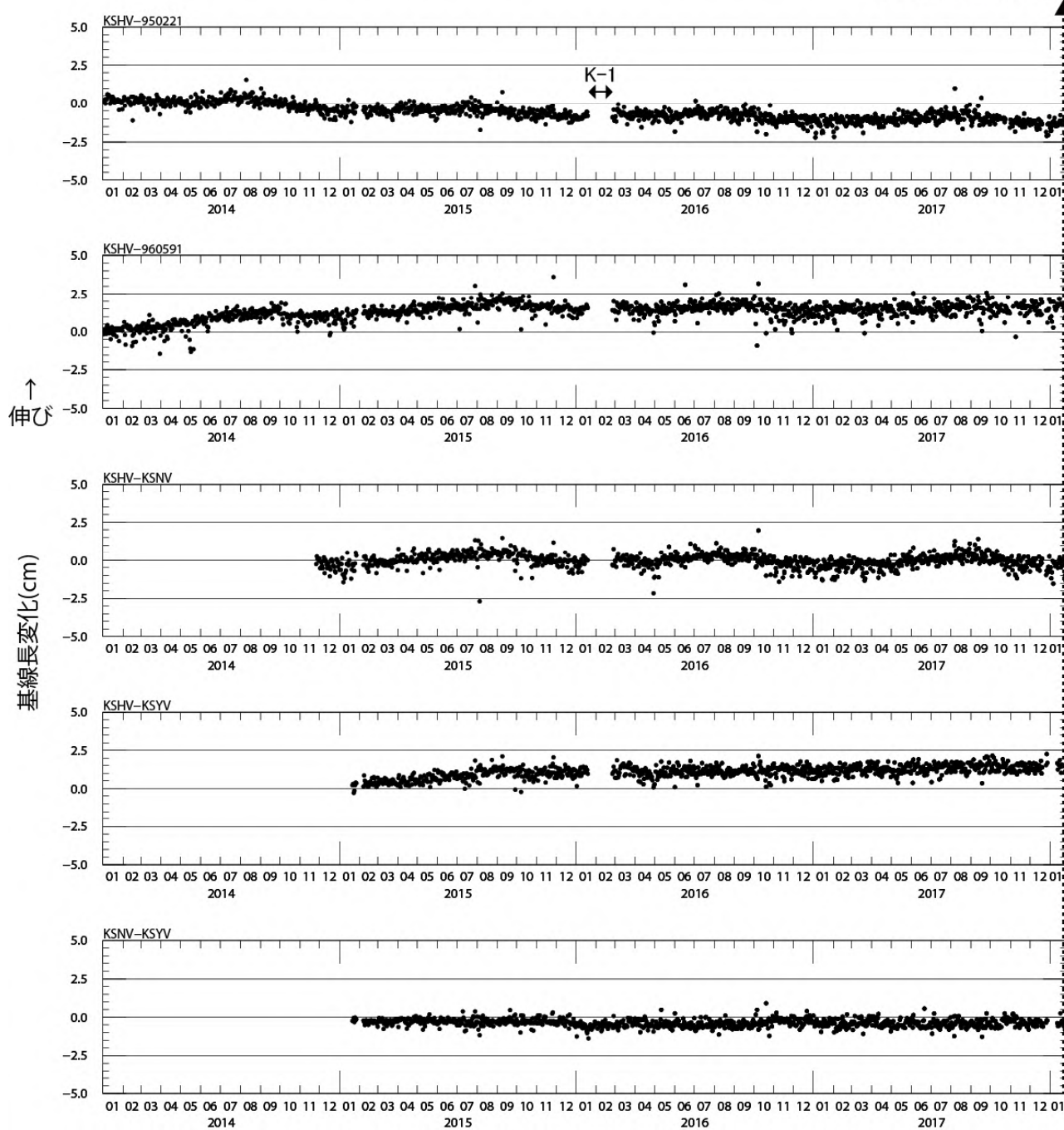


図 5 防災科研 3 観測点と、KSHV-GEONET 草津観測点 (0591)、KSHV-GEONET 孺恋観測点 (0221) の基線長変化 (2014/1/1~2018/1/25)

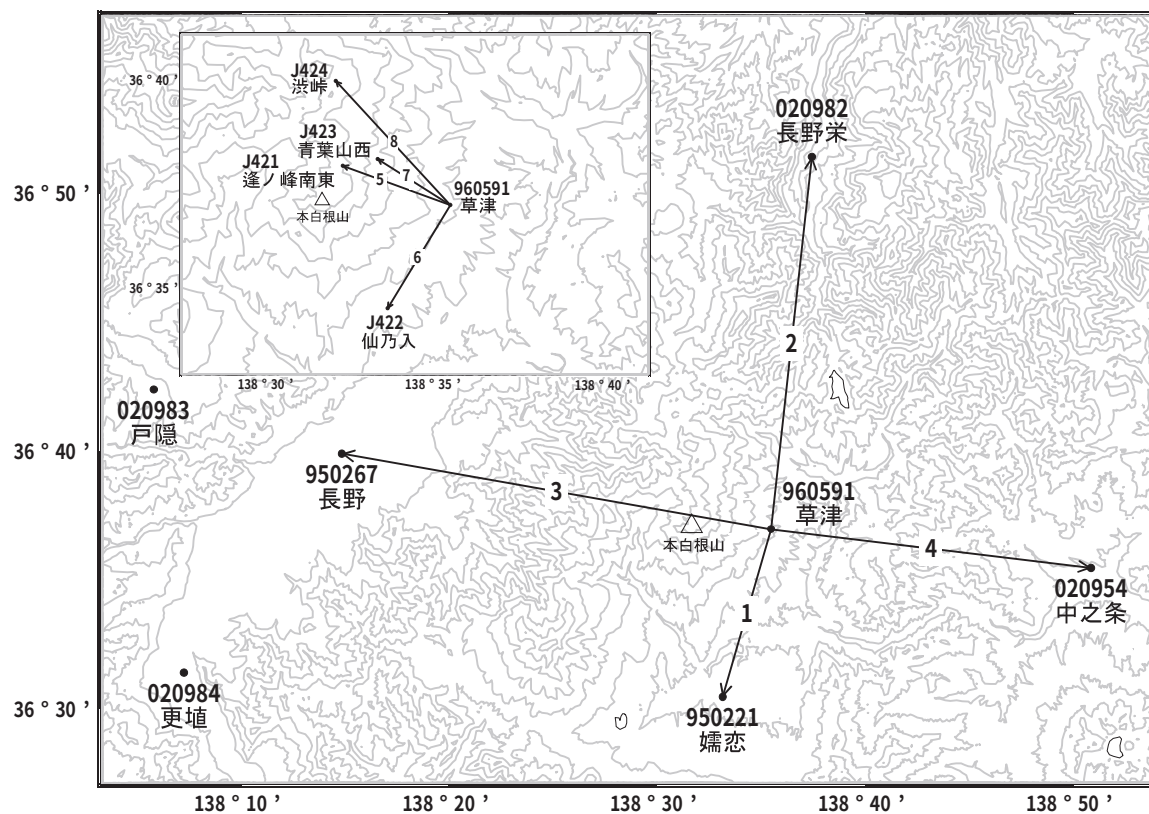
表1 GNSS観測履歴

観測点番号	観測点名	図中記号	日付	保守内容
	草津白根山干俣 (KSHV)		2012/3/26	2周波観測開始
			2016/1/20～2/13	機器異常による欠測
	草津白根山二軒屋 (KSNV)		2014/11/25	2周波観測開始
			2015/1/15～ 2015/4/17	通信回線不調
	草津白根山谷沢原 (KSYV)		2015/1/19	2周波観測開始
			2017/12/29～ 2018/1/12	機器異常による欠測

草津白根山

顕著な地殻変動は観測されていません。

草津白根山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

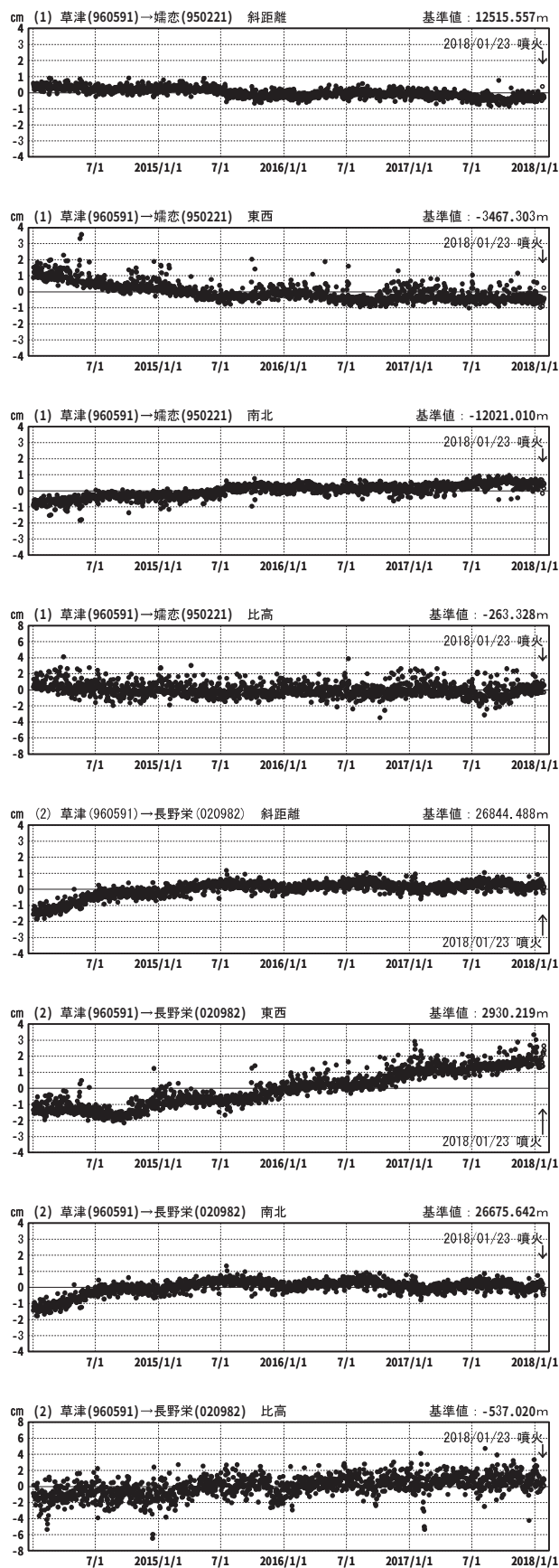


草津白根山周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960591	草津	20150617	受信機交換
020982	長野栄	20150201	アンテナ交換

成分変化グラフ

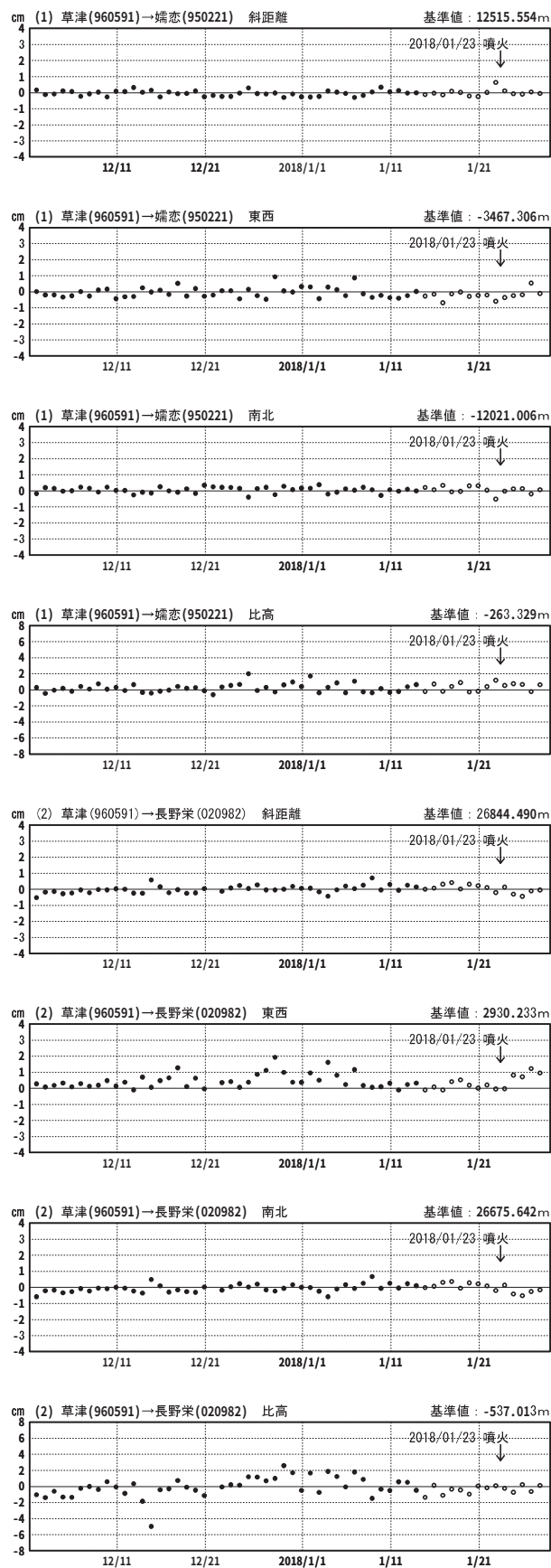
期間：2014/01/01～2018/01/28 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

成分変化グラフ

期間：2017/12/01～2018/01/28 JST



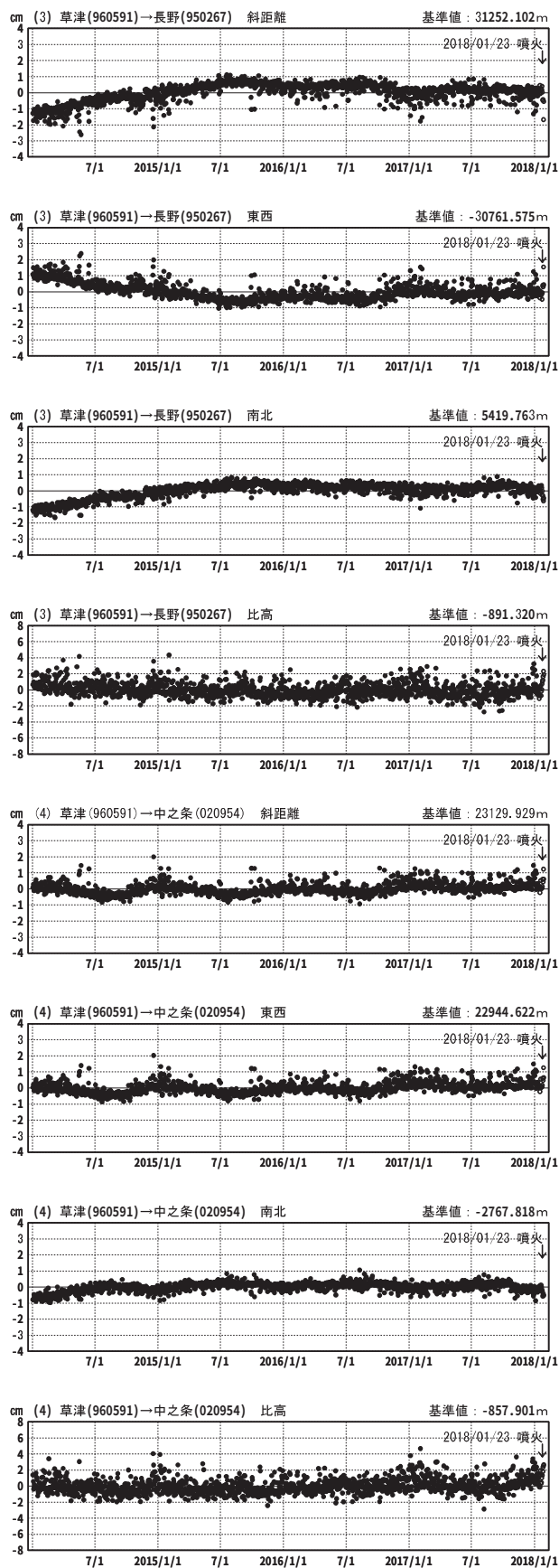
国土地理院・気象庁

※[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

草津白根山

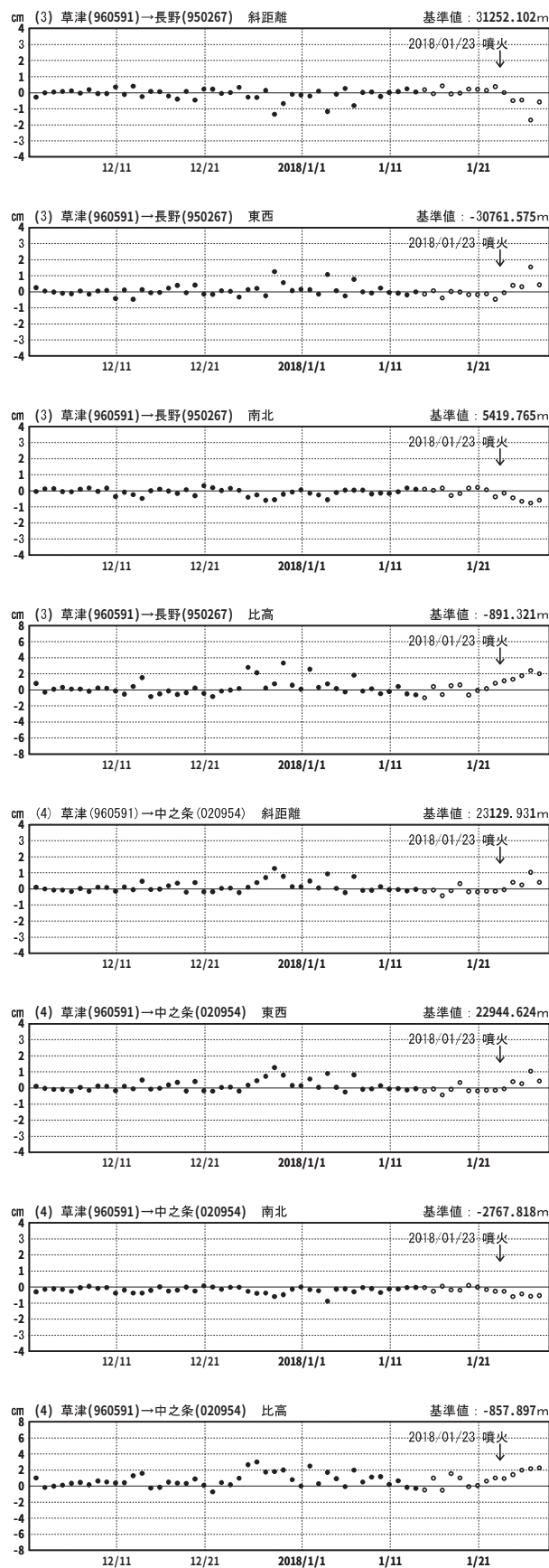
成分変化グラフ

期間：2014/01/01～2018/01/28 JST



成分変化グラフ

期間：2017/12/01～2018/01/28 JST



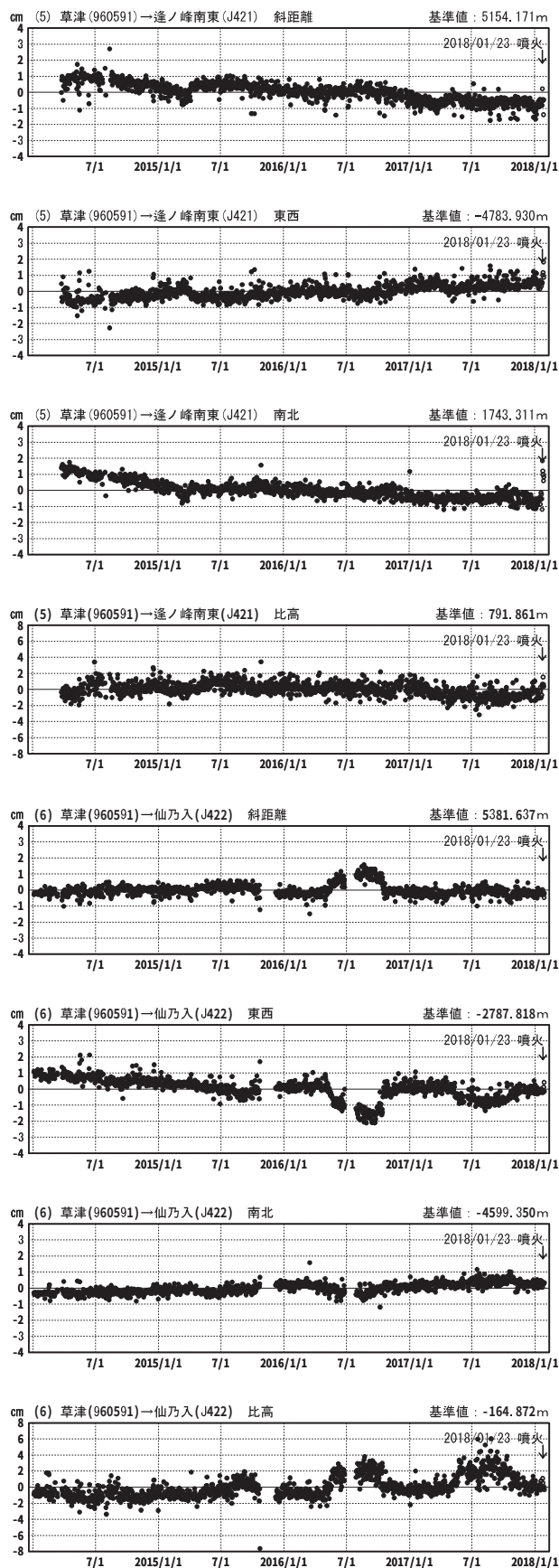
国土地理院・気象庁

※[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

草津白根山

成分変化グラフ

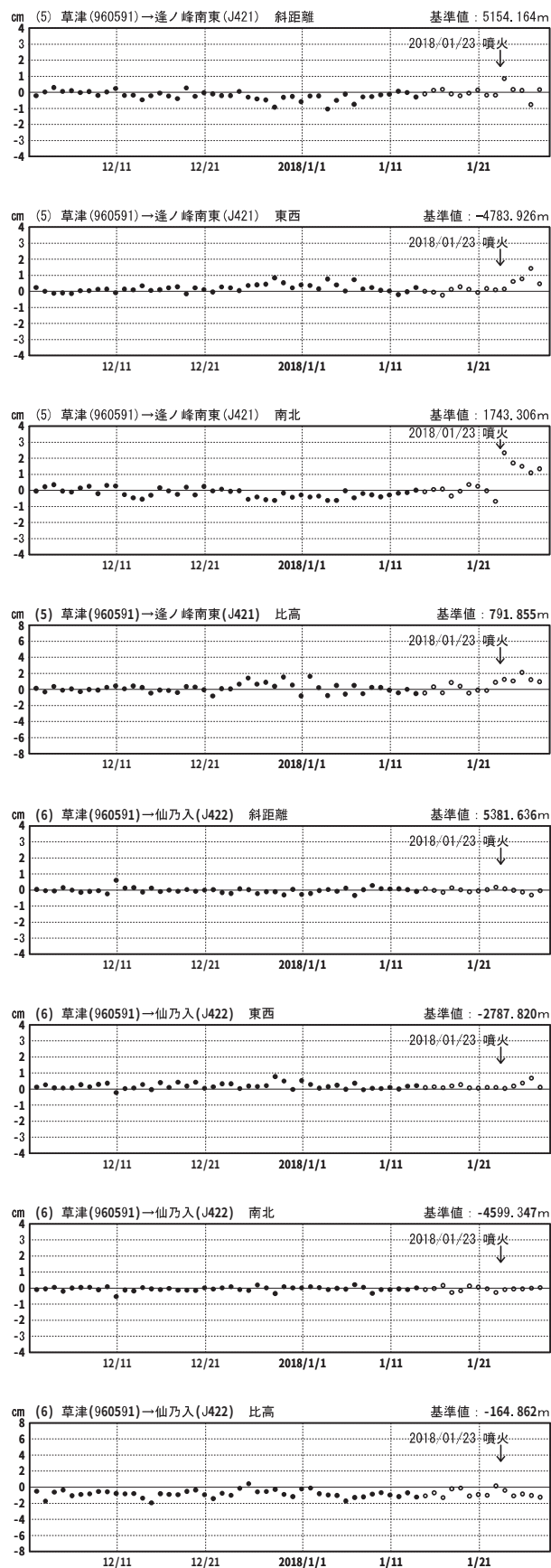
期間：2014/01/01～2018/01/28 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

成分変化グラフ

期間：2017/12/01～2018/01/28 JST



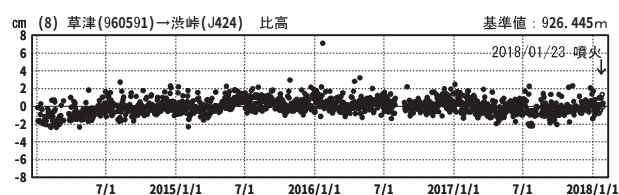
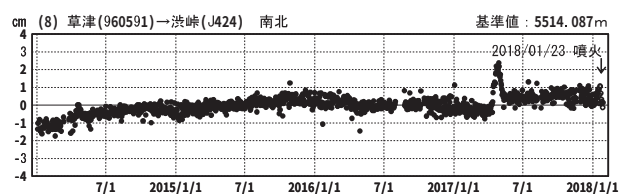
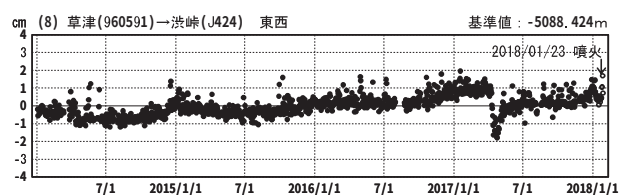
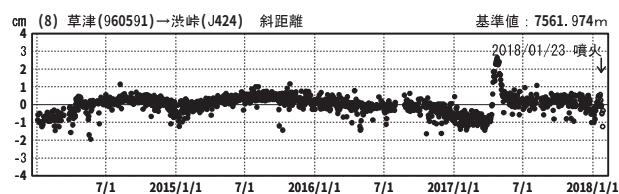
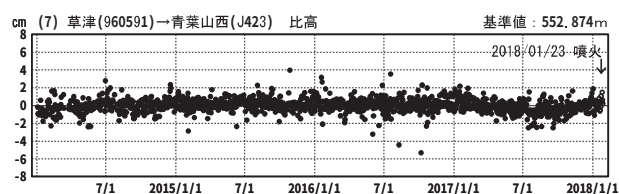
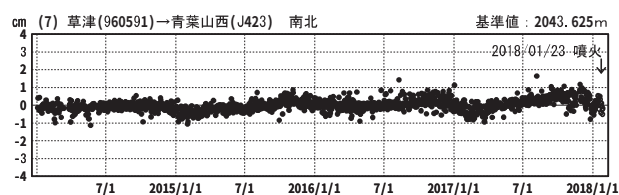
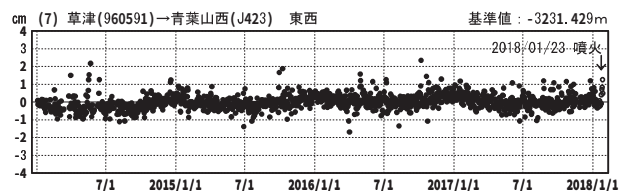
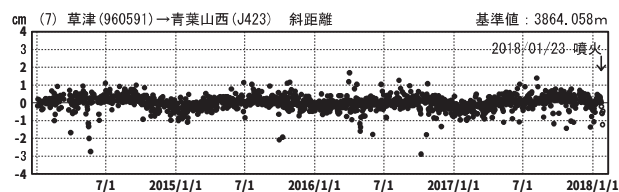
国土地理院・気象庁

※[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

草津白根山

成分変化グラフ

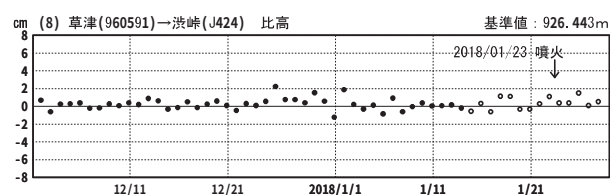
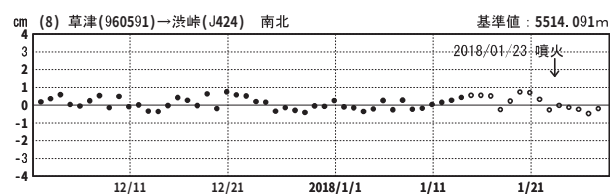
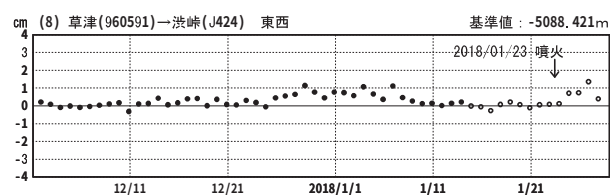
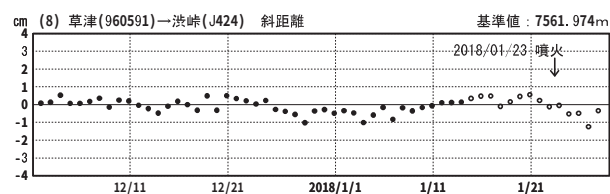
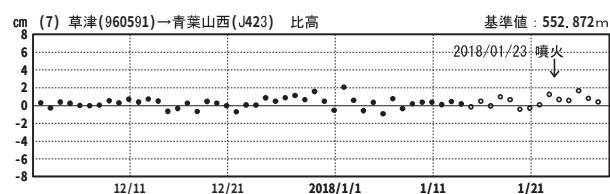
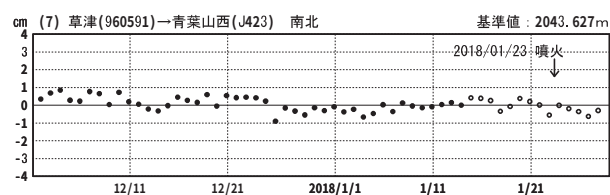
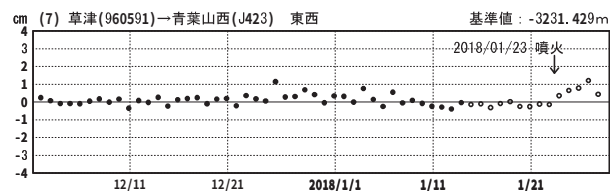
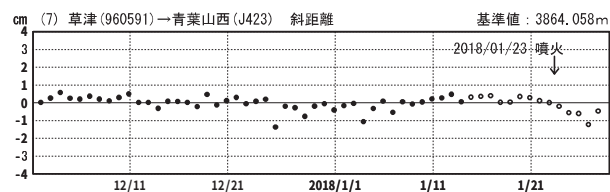
期間：2014/01/01～2018/01/28 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

成分変化グラフ

期間：2017/12/01～2018/01/28 JST



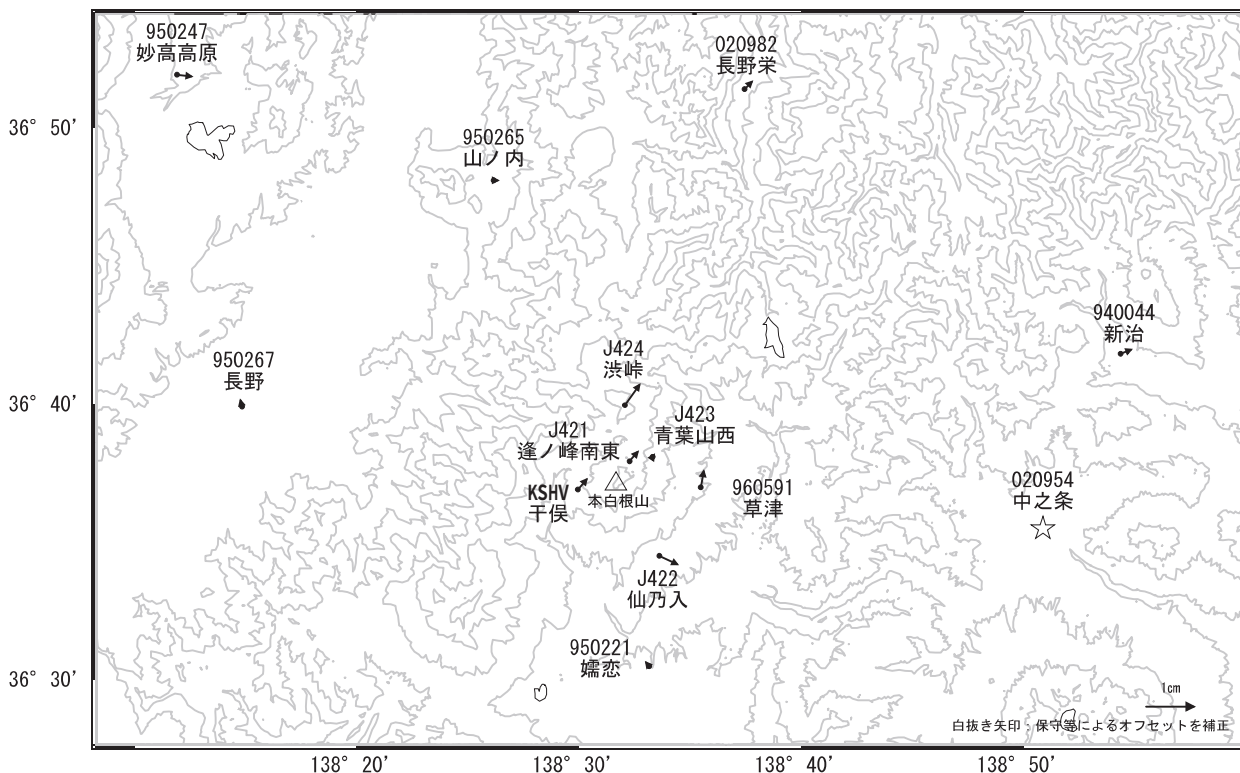
国土地理院・気象庁

※[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

草津白根山

草津白根山周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2017/10/13~2017/10/22[F3:最終解]
比較期間:2018/01/13~2018/01/22[R3:速報解]

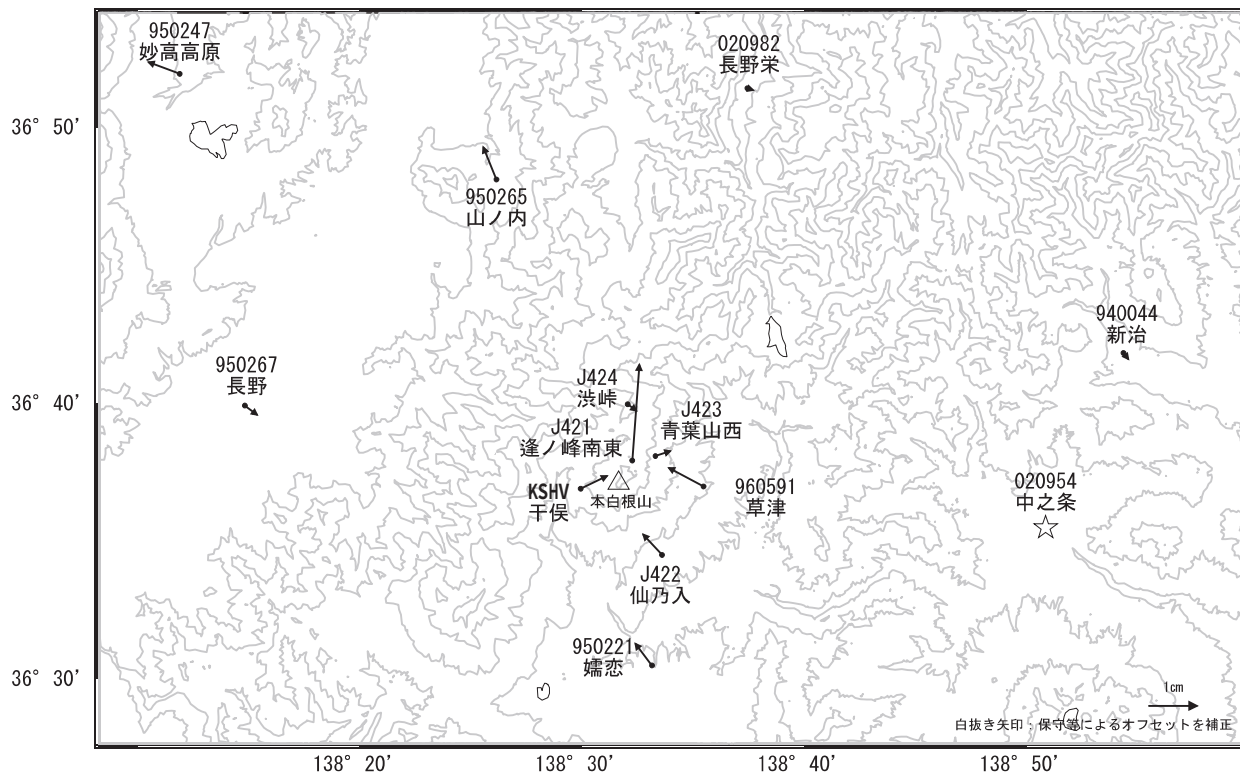


☆ 固定局: 中之条 (020954)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山周辺の地殻変動(噴火前後)

基準期間:2018/01/20~2018/01/22[R3:速報解]
比較期間:2018/01/24~2018/01/26[R3:速報解]



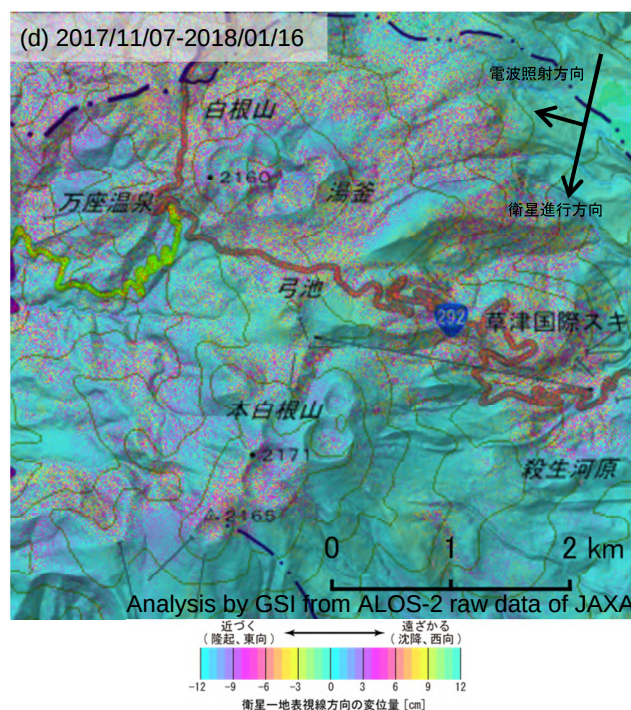
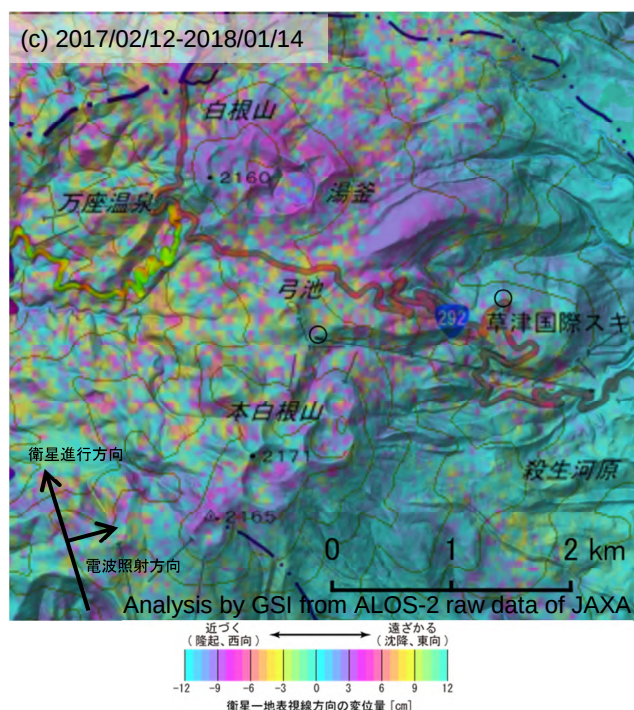
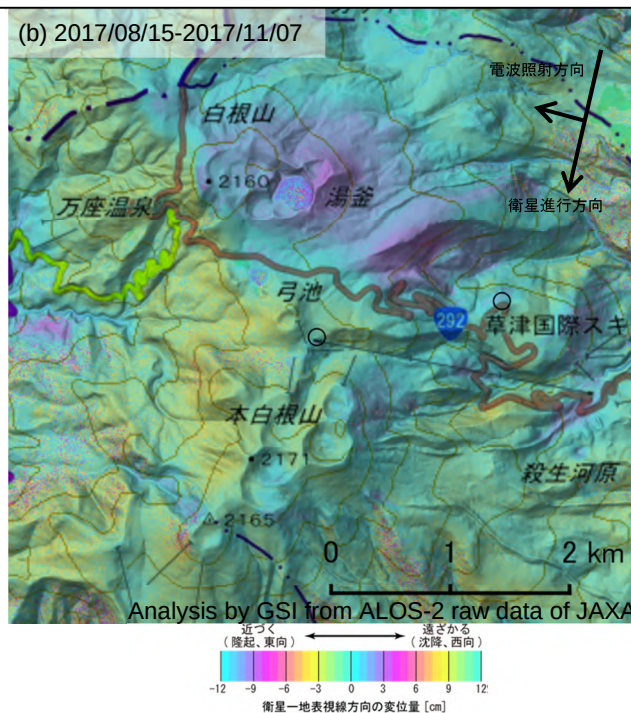
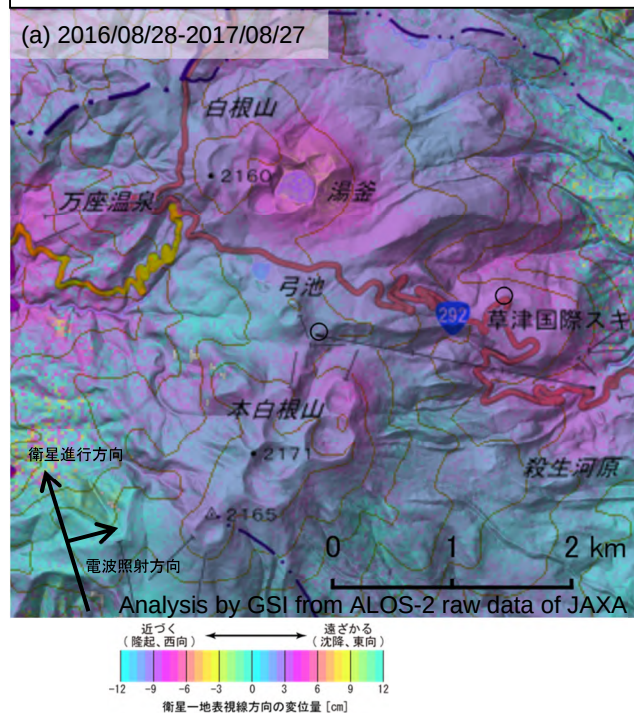
☆ 固定局: 中之条 (020954)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

草津白根山

草津白根山の SAR 干渉解析結果について

判読) (a)~(e)の SAR 干渉画像では、ノイズレベルを超える変動は見られません。
 (f)~(i)の SAR 強度画像では、噴火後の(g)、(h)で鏡池中心から約 450m 北側で
 反射強度が著しく変化した箇所が見られます。

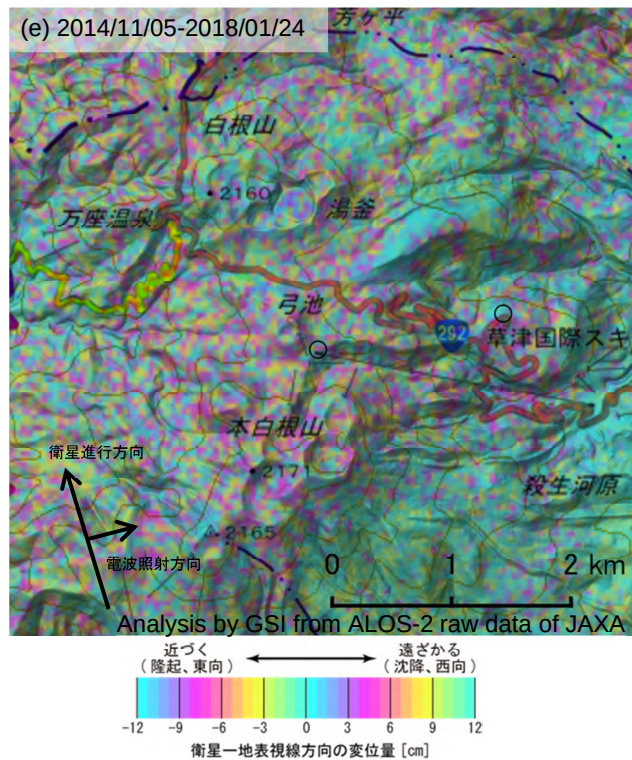


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

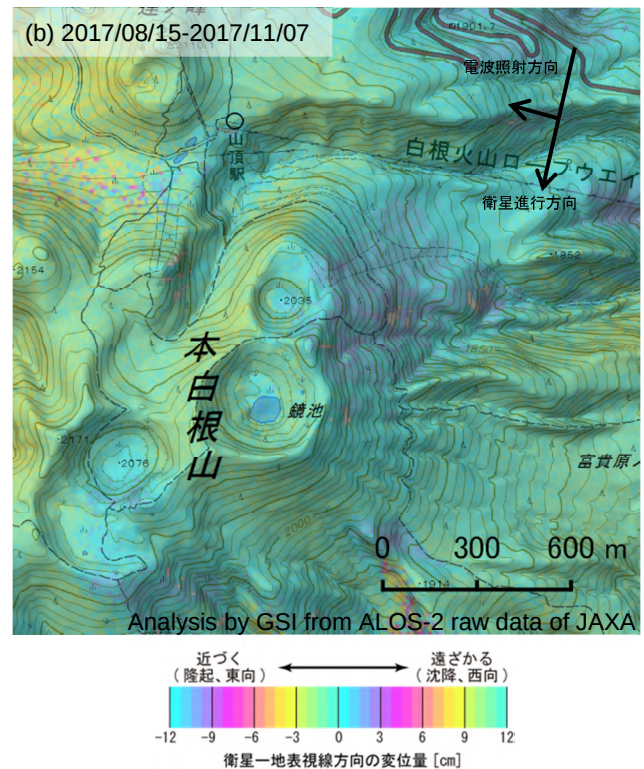
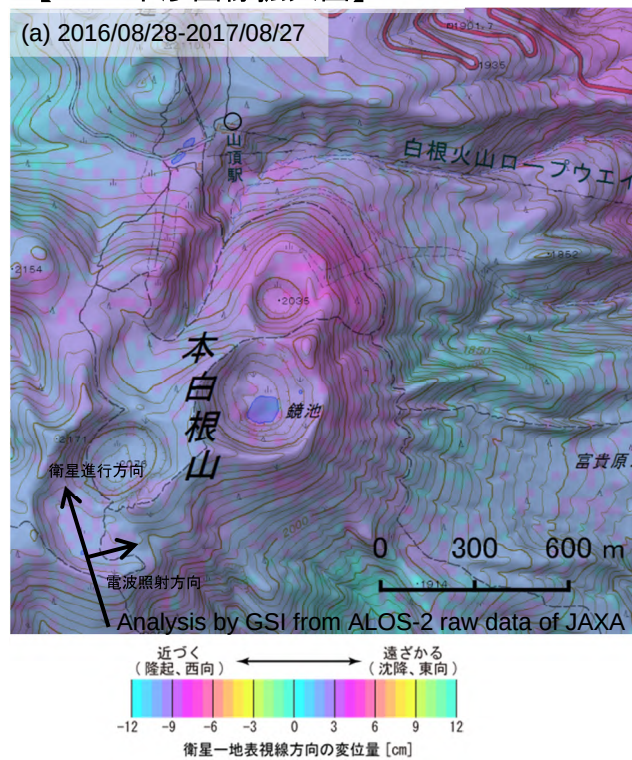
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

草津白根山



【SAR 干渉画像拡大図】



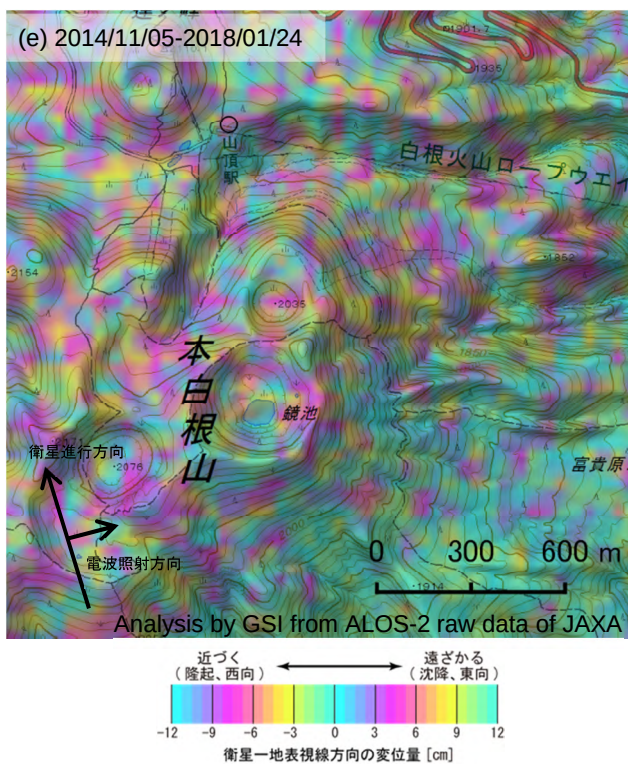
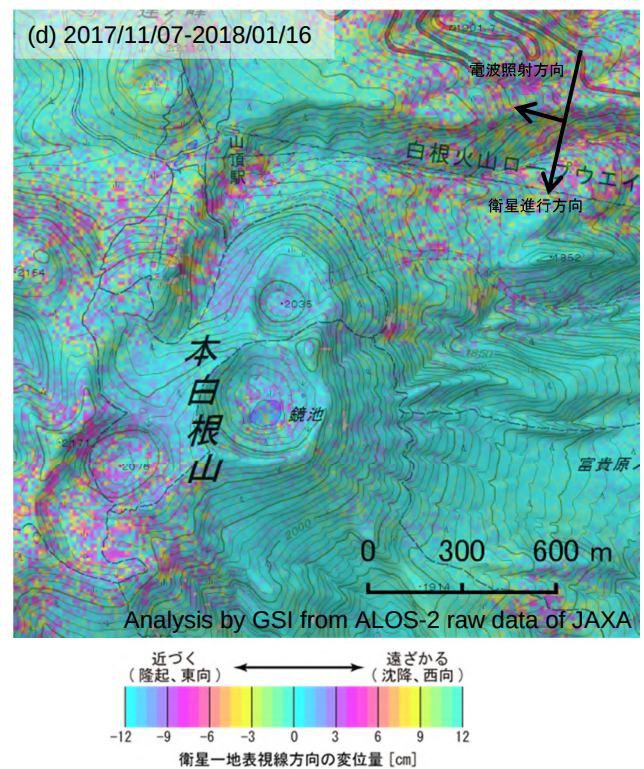
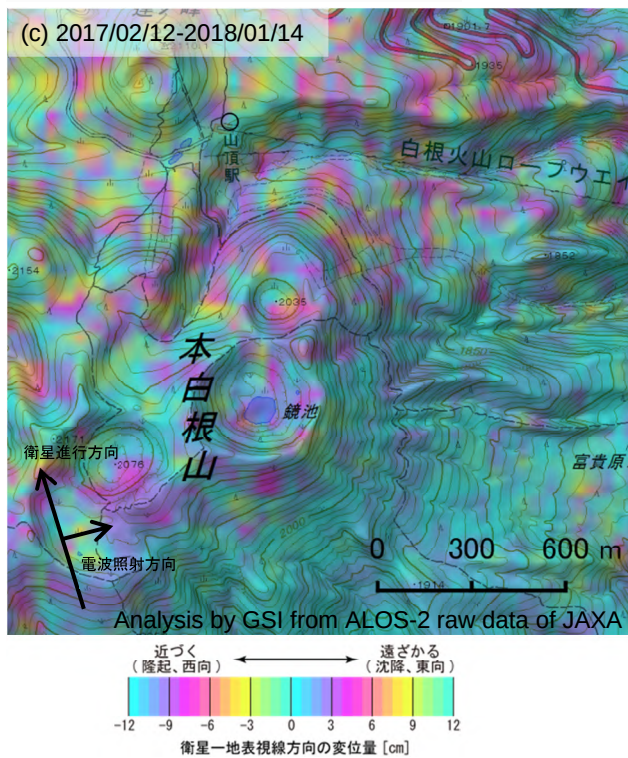
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用了データの一部分は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

草津白根山

【SAR 干渉画像拡大図】



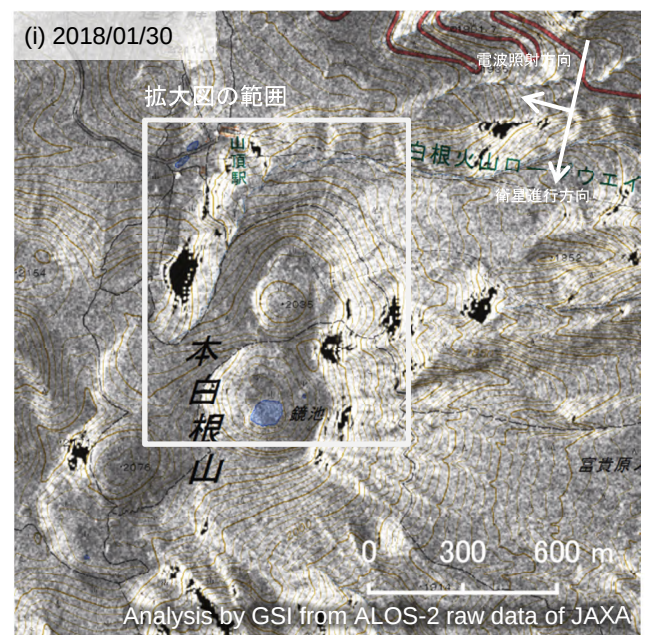
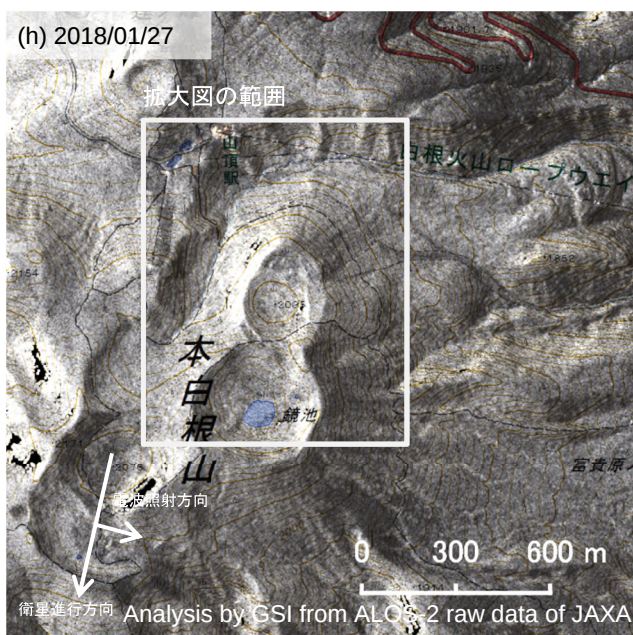
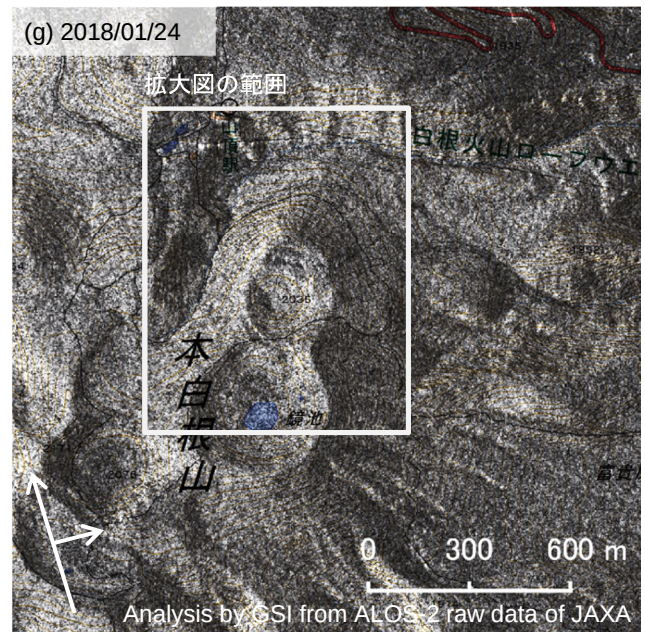
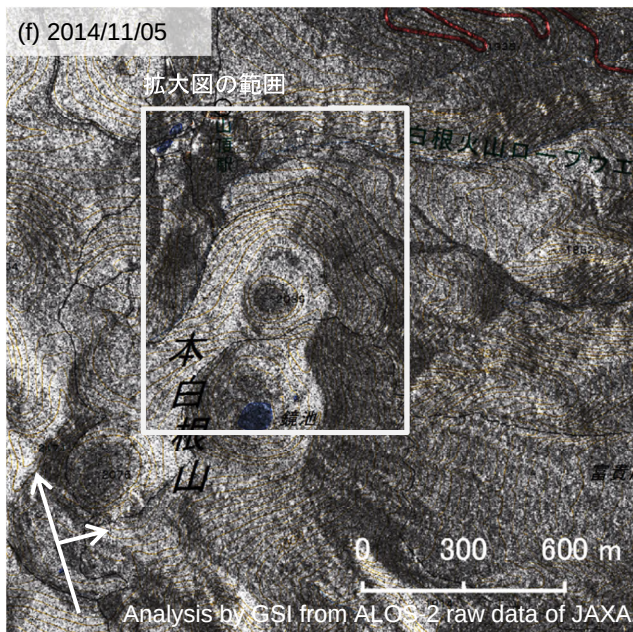
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用了データの一部分は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

草津白根山

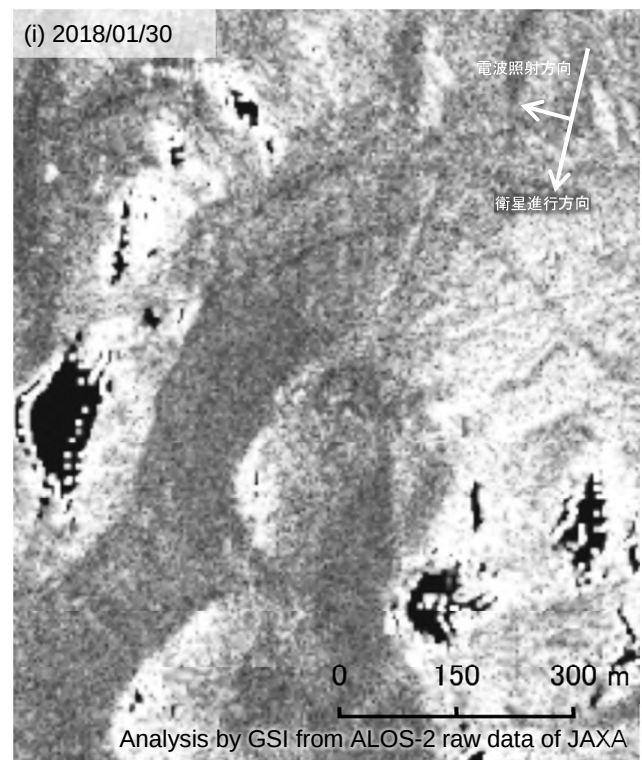
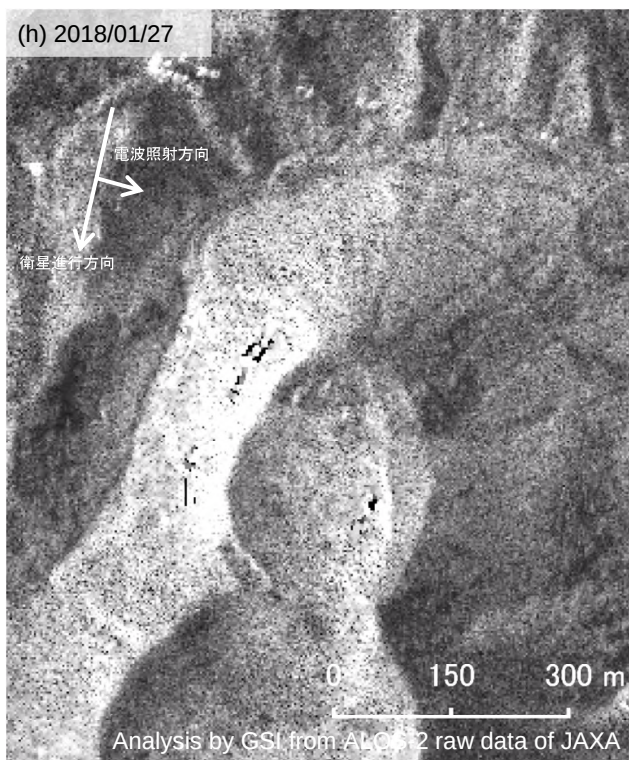
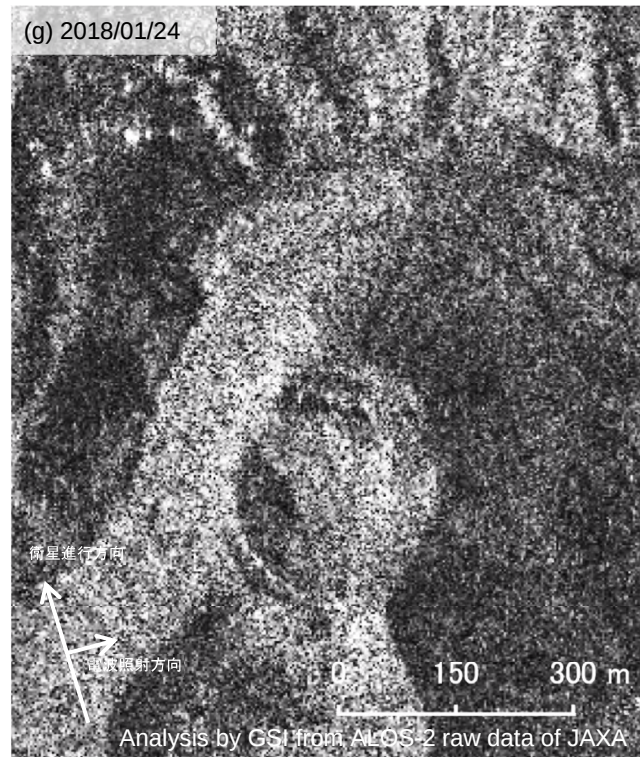
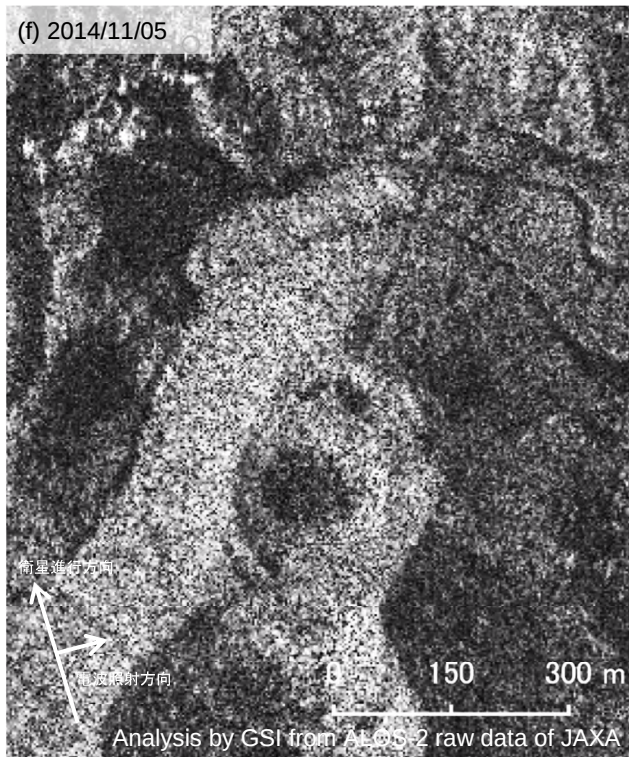
SAR 強度画像



本解析で使ったデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

草津白根山

【SAR 強度画像拡大図】



本解析で使したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

草津白根山

噴火前後で反射強度が著しく変化しと考えられる箇所(赤部分)

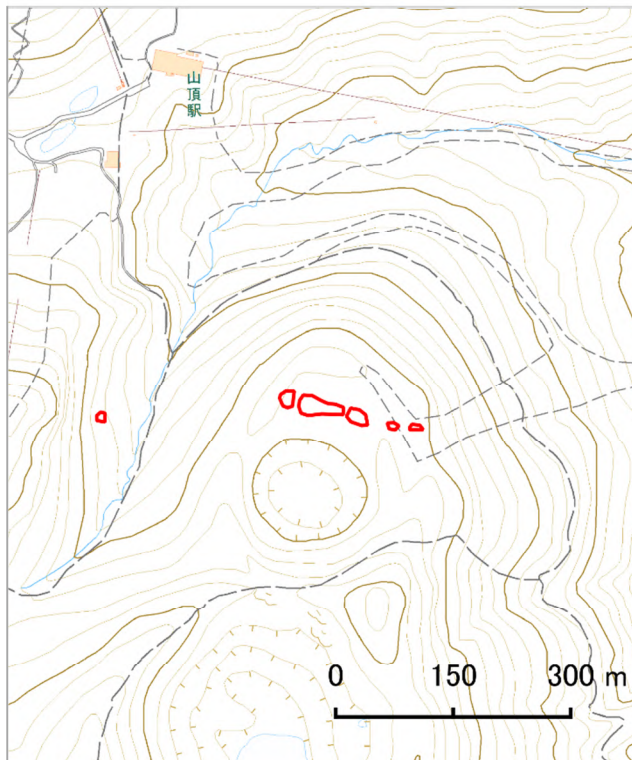


図140-10 噴火前後の反射強度変化箇所(赤部分)

SAR 干渉画像

衛星名	(a) ALOS-2	(b) ALOS-2	(c) ALOS-2	(d) ALOS-2	(e) ALOS-2
観測日時	2016/08/28 2017/08/27 23:38 頃 (364 日間)	2017/08/15 2017/11/07 11:50 頃 (84 日間)	2017/02/12 2018/01/14 23:38 頃 (336 日間)	2017/11/07 2018/01/16 11:50 頃 (70 日間)	2014/11/05 2018/01/24 23:52 頃 (1176 日間)
衛星進行方向	北行	南行	北行	南行	北行
電波照射方向	右	右	右	右	右
観測モード*	H-H	U-U	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	32.3°	37.5°	32.3°	37.5°	50.8°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 247 m	- 143 m	+ 244 m	+ 163 m	+ 14 m
ピクセルサイズ	28m	11 m	44 m	11 m	44 m

*U: 高分解能(3m)モード

H: 高分解能(6m)モード

SAR 強度画像

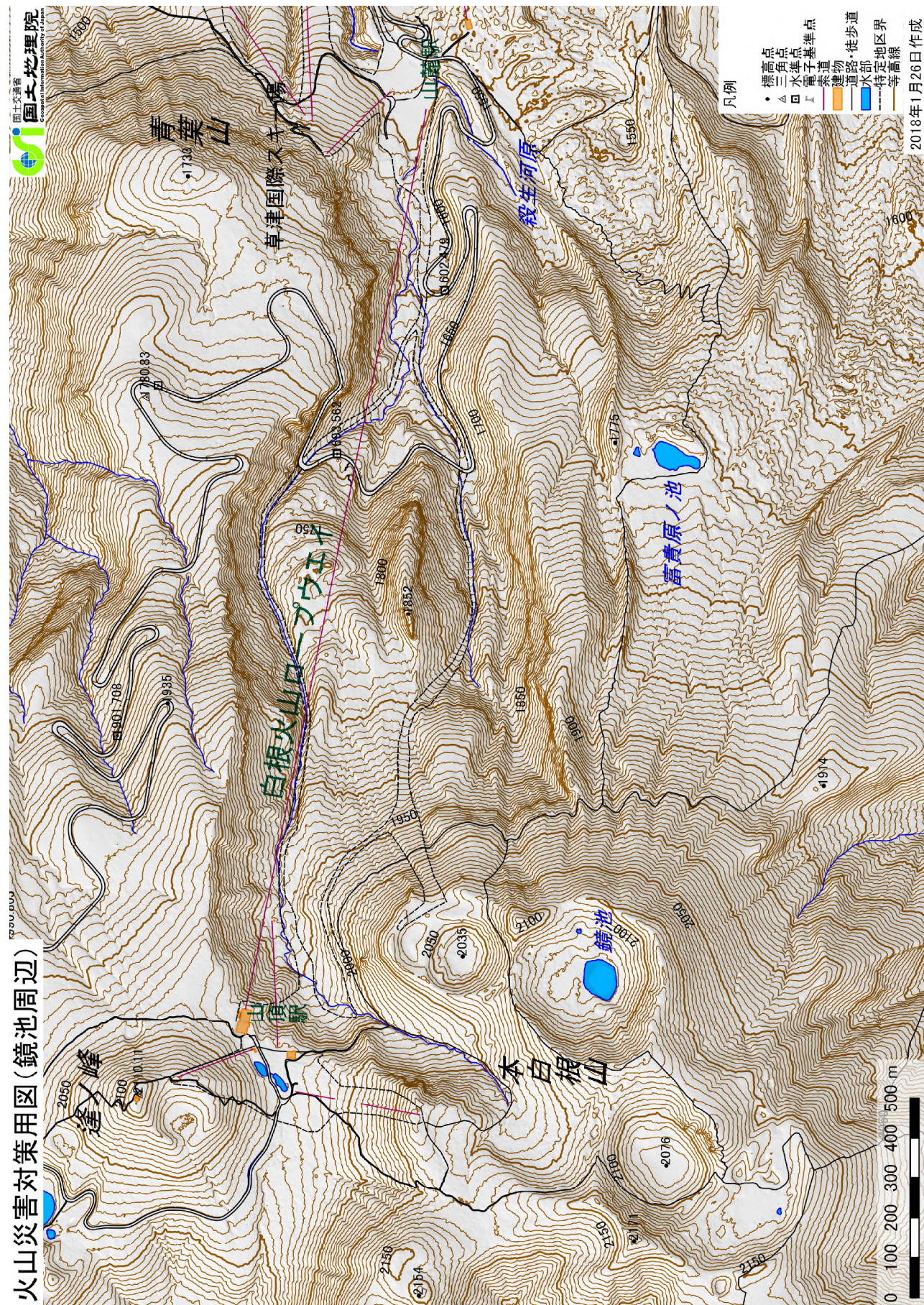
衛星名	(f) ALOS-2	(g) ALOS-2	(h) ALOS-2	(i) ALOS-2
観測日時	2014/11/05 23:52 頃	2018/01/24 23:52 頃	2018/01/27 12:24 頃	2018/01/30 11:50 頃
衛星進行方向	北行	北行	北行	南行
電波照射方向	右	右	右	右
観測モード*	U	U	SPT	U
入射角(中心)	50.8°	50.8°	30.1°	37.5°
偏波	HH	HH	HH	HH
ピクセルサイズ	3 m	3 m	1 m	3 m

*U: 高分解能(3m)モード

SPT:スポットライトモード

本解析で使用したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

草津白根山

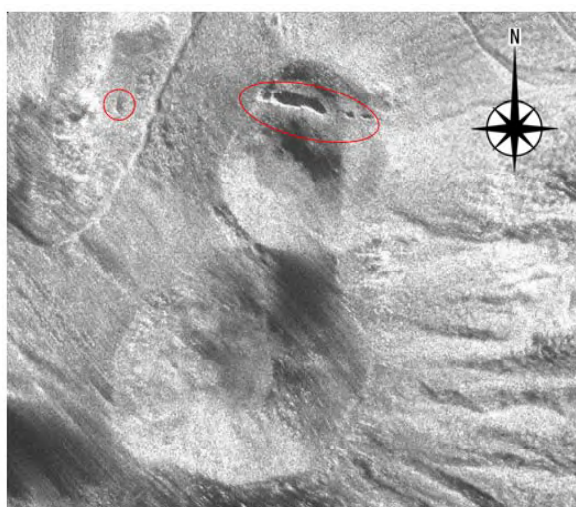


草津白根山周辺の航空機 SAR 観測について

1 月 27 日に測量用航空機くにかぜⅢに搭載した SAR を用いて、高度約 4,250m、入射角 70 度で、2 方向（南・北東方向）から草津白根山（鏡池）周辺を観測。

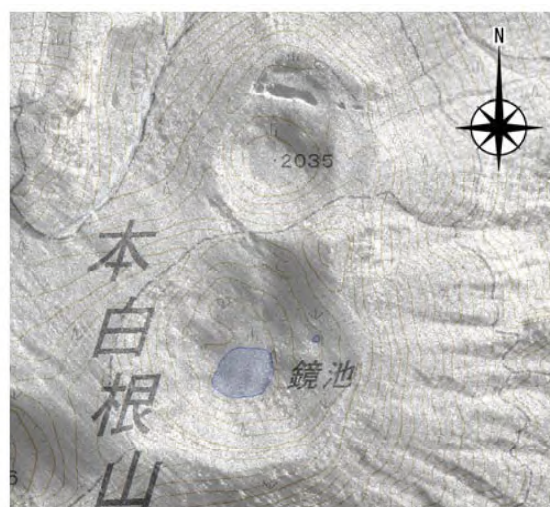


【航空機 SAR 観測画像】



0 200 400 600 m

北東側からのSAR観測画像(速報)



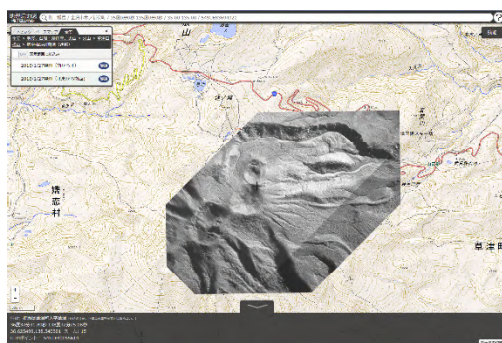
0 200 400 600 m

左の図に簡易に地図情報を重ねたもの

画像では、本白根山の鏡池北火砕丘の火口北側に、東西に延びる長さ 90m 程度のくぼ地と直径 20m 程度の複数のくぼ地が列状に並んでいます。また、これらの西端からさらに 200m 程度西側には、ALOS-2 など他の情報と整合するくぼ地が見られます。なお、噴火前に作成された地形図ではこれらのくぼ地と対応する地形は確認できません。

【地理院地図により公開】

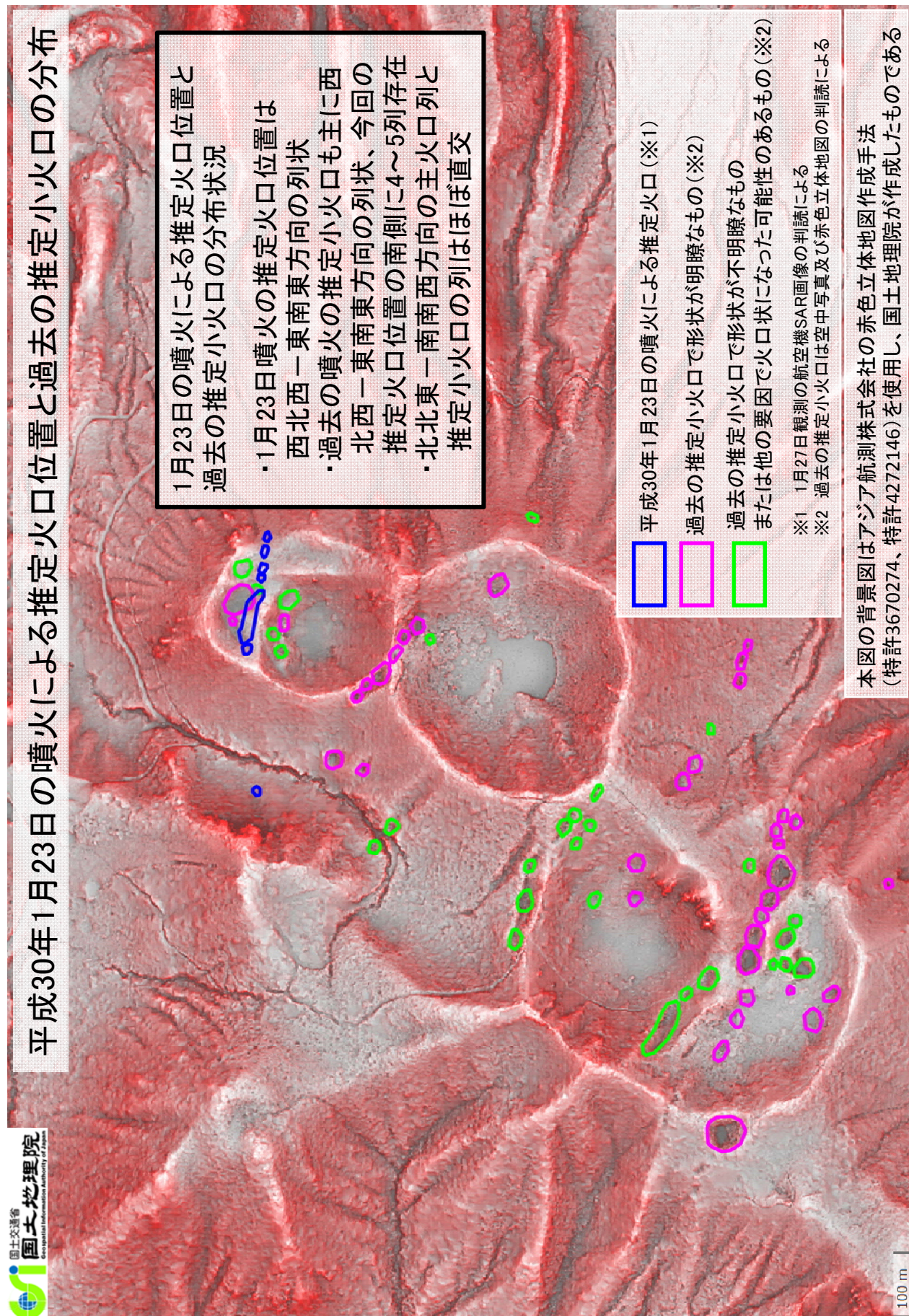
地理院地図から、より鮮明な画像が閲覧できます。



▼QR コードはこちら



草津白根山



草津白根山

草津白根山（本白根山）周辺の空中写真および火口位置について

2018 年 2 月 14 日

アジア航測株式会社

- ・ 2018 年 1 月 28 日 10 時頃、草津白根山（本白根山）周辺のデジタル航空カメラ（DMCII-230）による垂直写真撮影を実施した。さらにその画像からオルソ画像、立体画像、赤外カラー画像を作成した。
- ・ 作成した画像を用いて、鏡池北火口北側火口列、西側火口、鏡池火口内火口列の位置および降灰分布範囲をオルソ画像に移写した。判読には東大地震研究所ホームページや報道写真などの斜め写真も参考にした。

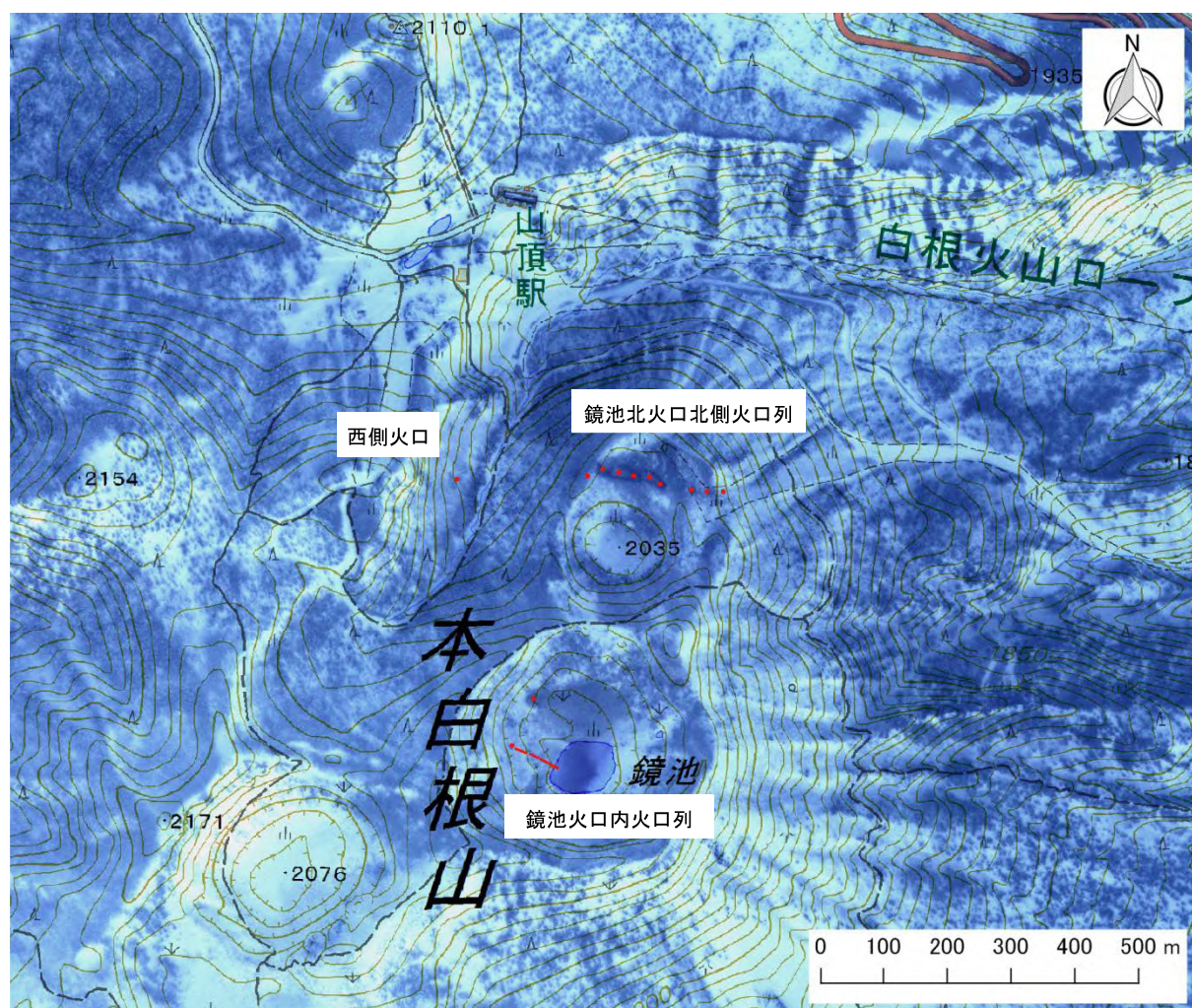


図 1 火口位置の判読結果

背景はオルソ画像と地形図を合成したものである。地形図には地理院地図を用いた。火口の名称は東大地震研究所ホームページを使用。



図 2 鏡池北火口北側火口列のオルソ画像拡大

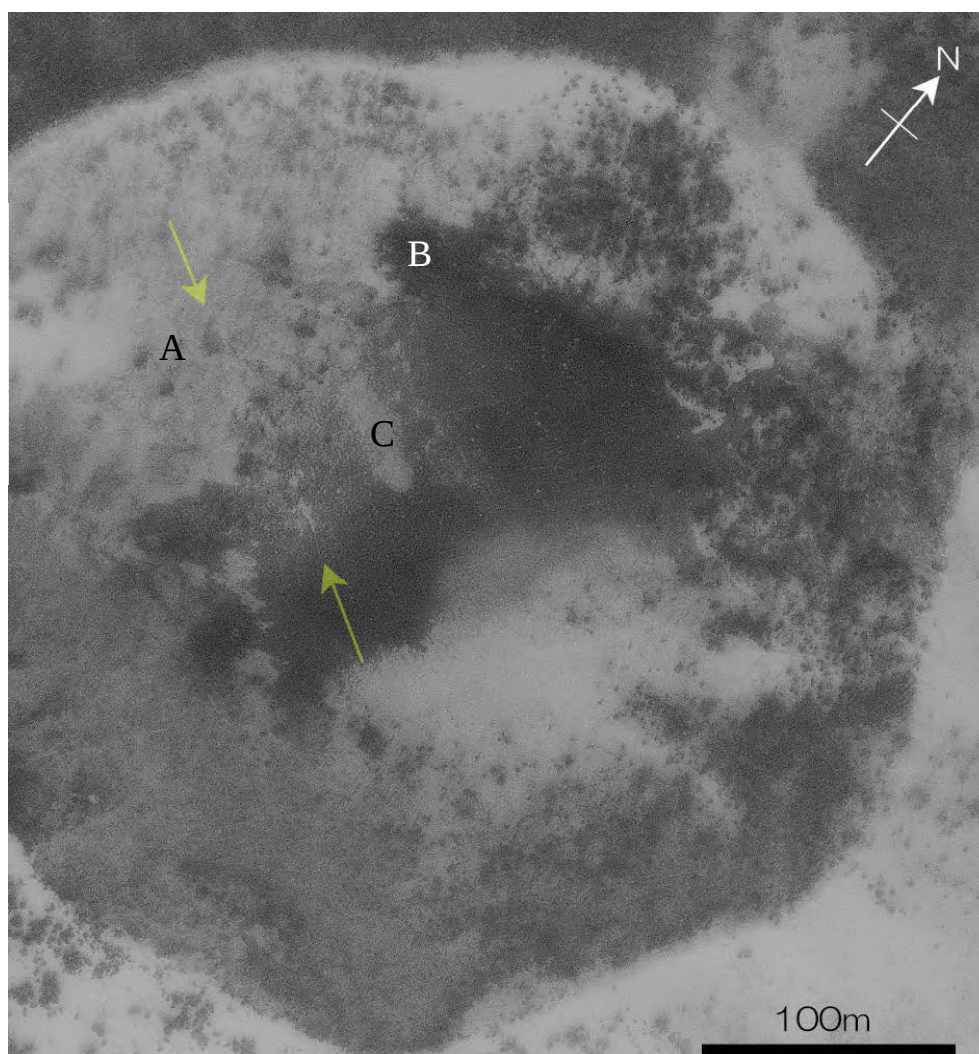


図 3 鏡池火口内火口列（単写真画像の拡大）

A: 火口、B: 火口?、C: なだれ、黄色矢印: 割れ目が確認される方向。



図4 本白根付近の立体画像 アナグリフ用（赤青メガネ）
右目が青、左目が赤になるようにすると地形が立体的に見える。
鏡池火口の内部にも堆積物があることが確認できる。

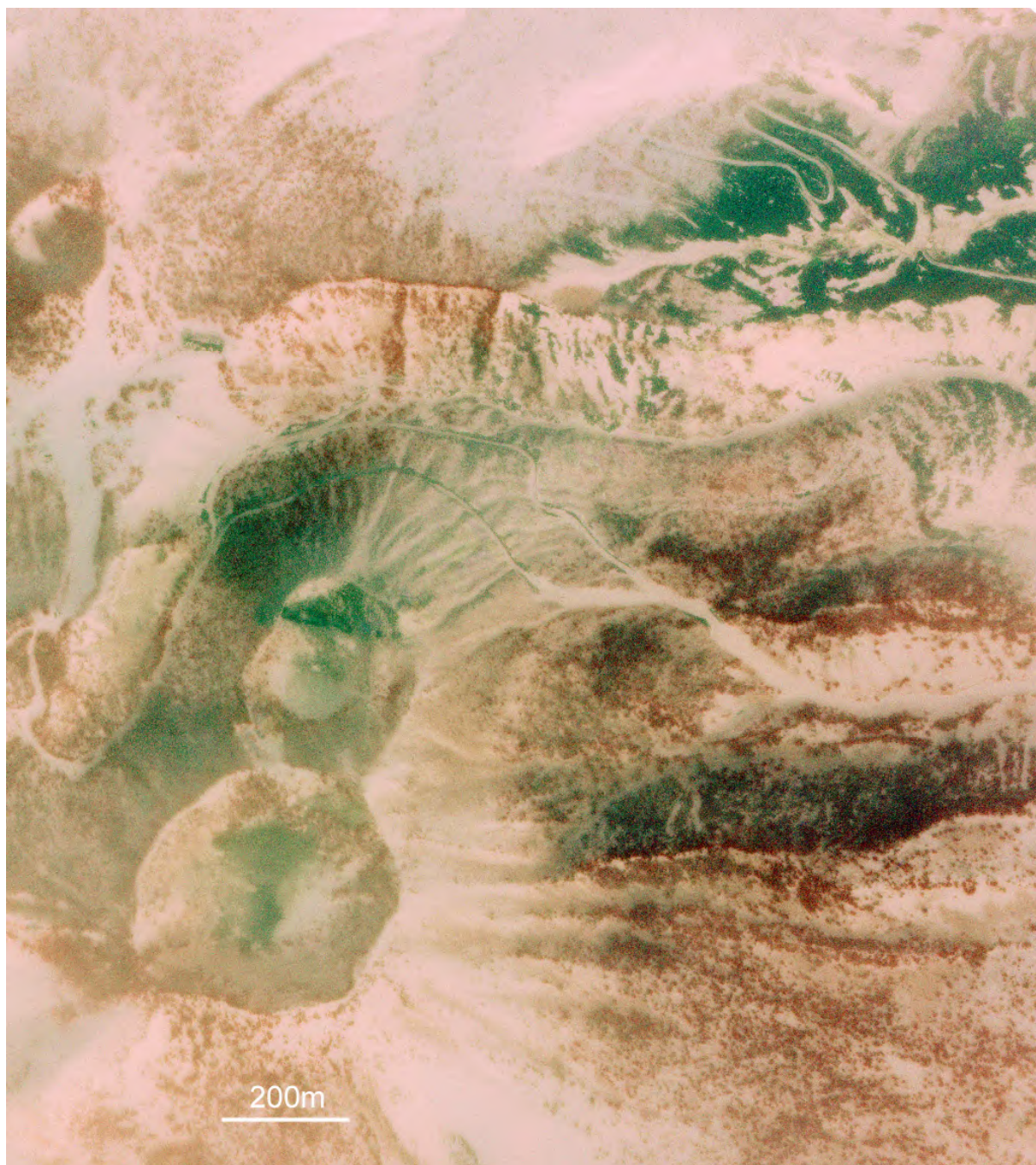


図5 赤外カラーオルソ合成画像

REDにNIR、GREENにRED、BLUEにGREENを割り当てたフォルスカラー画像。一般に植生が赤色で表示される画像である。鏡池北火口北付近とそこから北東に伸びるエリアが、緑色～暗緑色で表示された。この範囲は噴火による火山灰堆積域に一致していると思われる。鏡池の内部にも緑色に表示された領域があり、火山灰が堆積した可能性がある。

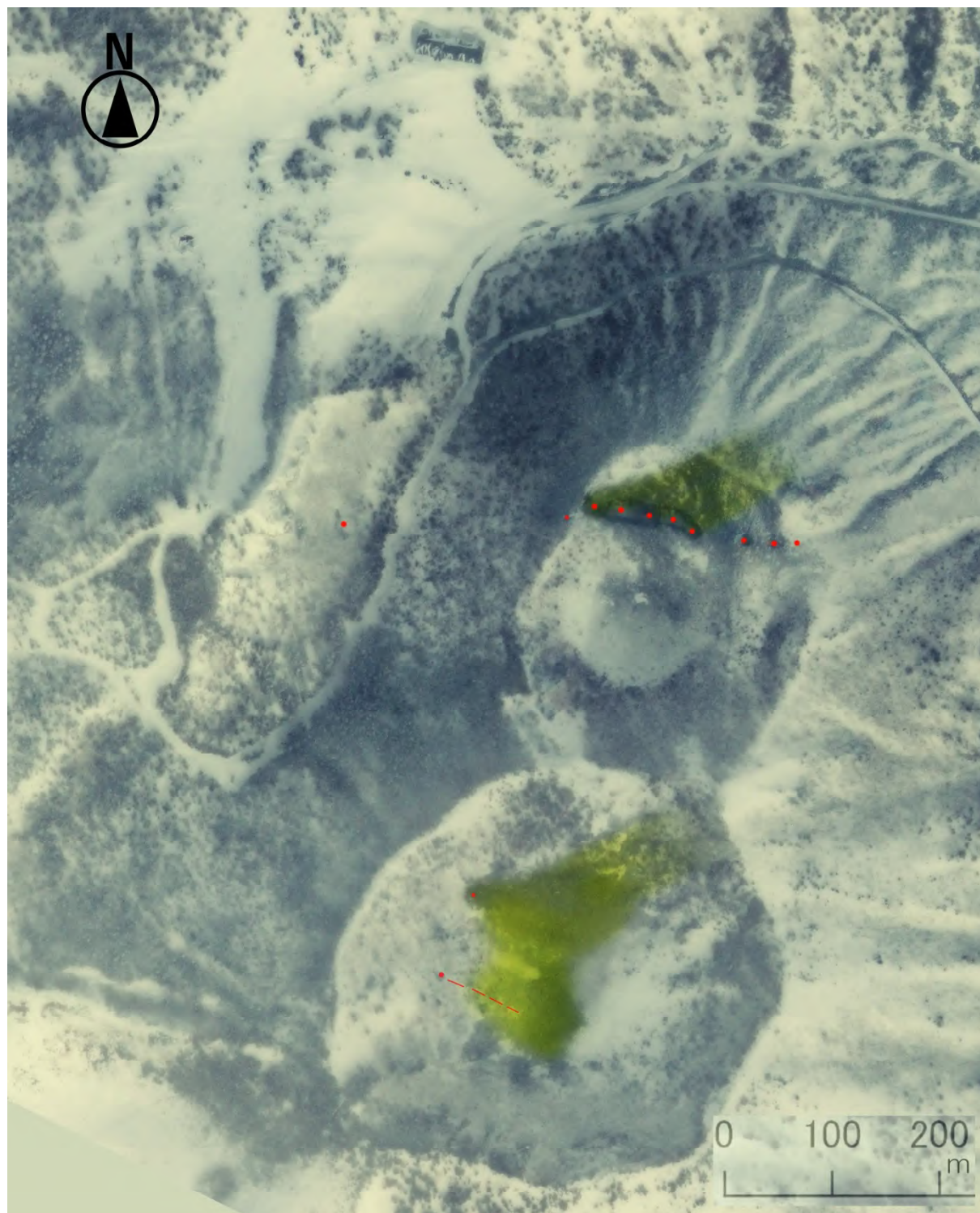


図 6 降灰分布判読図 背景はオルソ画像

図 4 および図 5 から火山灰堆積の可能性が高い部分を、黄色に着色した。

なお、北西外側斜面の一部もフォルスカラー画像で緑色に着色されるが、影の影響もあり断定できない。火口から連続的に追跡できる範囲のみを示した。