硫黄山南火口（Y2b）における湯だまりの再形成と硫黄山噴気帯の活動

湯だまりが消失していた硫黄山南火口（硫黄山噴気帯）では，11 月中頃過ぎに Y2b において噴出物を伴う湯だまり孔が再形成され，Y2a，Y3 においても湯だまりが出現した．H 噴気孔では 2018 年噴火以降初めて 110℃を超える噴気温を記録した．従って山頂域では，地熱活動が活発化しており注意を要すると考えられる．また，硫黄山西噴気帯においても停止していた噴気域の活動が再開する場所があり，活発化の傾向が見られる．

1. 概　要

えびの高原（硫黄山）周辺の南火口周辺を含む硫黄山噴気帯では，先に提出した本資料において 2022 年 10 月に Y2a，Y2b での定常的な湯溜まりの消失が見られたと報告したが，11 月中旬以降に山頂域を中心に湯だまり活動が再開し，活動の活発化傾向が見られたため追加資料として報告する．硫黄山周辺の噴気孔等の位置図は，前資料を参照されたい．

2. 再開湯だまり孔（硫黄山南火口，Y2b-v5）

12 月 1～2 日の調査において Y2b 火口に噴湯現象を伴う湯だまり孔の再形成を確認した（**図 2 A**）．この湯だまり孔は 10 月に消失した Y2b 湯だまり内の v4 小孔付近に位置しているが（**図 2 B2**），湯だまり孔周辺に以下に示すように新たな堆積物が見られ，v4 孔は活動を一旦停止したことより再開孔（v5）とする．湯だまり孔の縁には地形的な高まりがあり，火口縁から高さが外に低くなるリング状の地形が見られる．このリング状の地形は 10 月 21 日調査の際には見られず（**図 2 B**），湯だまり形成に関連した地形と考えられる．なお，この湯だまり及び地形の形成は，情報通信研究機構(NICT)・九大・東北大が試験的に南火口縁に設置してるカメラ映像（現在公開手続中）では，11 月 18 日 14 時の映像では再開孔は確認できていないが，霧が晴れた 19 日 14 時の映像では確認されていることから，この間に出現したものと考えられる．

この湯だまり v5 は，直径が約 8 m のほぼ円形形状であり，孔縁は垂直の崖面を形成している（**図 3 A**）．孔壁の断面観察より，南東方向に最大層厚（約 40 cm：目視）となる堆積物が確認できる（**図 3 B**）．孔の西側では堆積物の断面も確認でき，10 月末に表層を形成していたシルト～泥堆積物の上位に，円礫（最大直径 10 cm）混じりの砂礫堆積物が認められた．また，この砂礫堆積物にはレンズ上の薄い泥層の狭在が見られる（**図 3 C**）．砂礫堆積物の鏡下観察では，変質した岩片・鉱物片が見られるのみであった．さらには，リング状堆積物の南南西方向（S17W）には礫～岩塊（最大長径約 10 cm）の散在（最大到達距離は孔縁より約 12 m）が確認できる（**図 3 D**）．この岩塊・礫を裏返すと湿った薄い砂泥堆積物が下位に見られる（**図 3 E**）．この湿った砂泥堆積物も新湯だまりから周囲に拡がることより，岩塊・礫はリング状堆積物形成とほぼ同時に飛散し着地した投出岩塊・礫と考えられる．岩塊・礫の飛散は，湯だまり孔形成の際に噴出現象が生じていたことを示唆している．なお，この噴出現象に伴う灰等の放出について，地表の色が変わる顕著な堆積域は湯だまり孔の周辺（約 10～20 m）以外に見られないが（**図 3 F**），今後の検討課題となる．リング状

地形を円と仮定しリング幅を現地計測より約 2 m と考え，砂礫堆積物の南東縁半分を層厚 0.4 m，北西縁半分を層厚 0.15 m とし孔域を抜いた円錐を仮定した場合の体積は約 20 m^3（暫定）となる．しかし，湯だまり孔は明らかに砂礫層の堆積後に拡大しており，初期の湯だまり孔の周囲はさらに多量の砂礫堆積物があったと考えると，この噴出体積は最小限のものと考えるべきである．今後，目視観測でしか得られなかった層厚などの精度を上げる必要がある．

3. 硫黄山周辺の噴気活動について

山頂域の硫黄山噴気帯では，Y2a，Y3 において湯だまりが確認でき，いずれも噴湯現象を伴っており活発な噴気・熱水活動が生じていた（**図 4 A，4 B**）．H 噴気孔においても 2 箇所からジェット音を伴う噴気が生じその噴気温度は 115.6℃であり（**図 4 C，図 5**），10 月 21 日の 102.6℃から上昇した．なお，H 噴気孔において 110℃を超えるのは 2018 年 4 月噴火以降では初めてである．硫黄山西噴気帯では，10 月 21 日と比較し W2，K7，K2 において噴気が遠方からも視認でき，M22・W4 の旧道南側でも噴気が見られた（**図 4 D，4 E**）．従って，硫黄山噴気帯（山頂域），硫黄山西噴気帯のいずれでも噴気活動はやや高まった状態にあり，特に山頂域では活発な噴気・熱水活動が生じている．

4. 湯だまりの化学組成について

南火口の湯だまり熱水の化学組成の速報値を追加する（**図 1**）．いったん消失した後に噴湯現象が再開した Y2a, Y3 の熱水では，$Cl/(Cl+HSO_4)>0.95$ を超える高い比が観察された．また新たに形成された噴出物を伴う新湯だまり孔 Y2b-v5 から採取した熱水も，$Cl/(Cl+HSO_4)>0.6$ を超える高い比を示した．これらの高い $Cl/(Cl+HSO_4)$比は，６月の調査時に観察された際にも観察されており，５月の活動の活発化と同様にマグマ由来成分の供給があったと考えられる．

一方，県道のすぐ下側に位置する湯だまり M8 においても $Cl/(Cl+HSO_4)<0.05$ の低い値を保っている．マグマ由来成分の直接的な供給が南火口周辺に限定されていることを示唆する．

*田島靖久・石橋純一郎・鈴木桂子・松島 健・宮本知治

【謝辞】
鹿児島地方気象台には，湯だまりに関する情報提供をいただいた．御礼申し上げます．

【文献】

Tajima, Y., Nakada, S., Maeno, F., Huruzono, T., Takahashi, M., Inamura, A., Matsushima, T. Nagai, M. and Funasaki, J. (2020) Shallow magmatic hydrothermal eruption in April 2018 on Ebinokogen Ioyama volcano in Kirishima volcano group, Kyushu, Japan. Geosciences, 10:183.

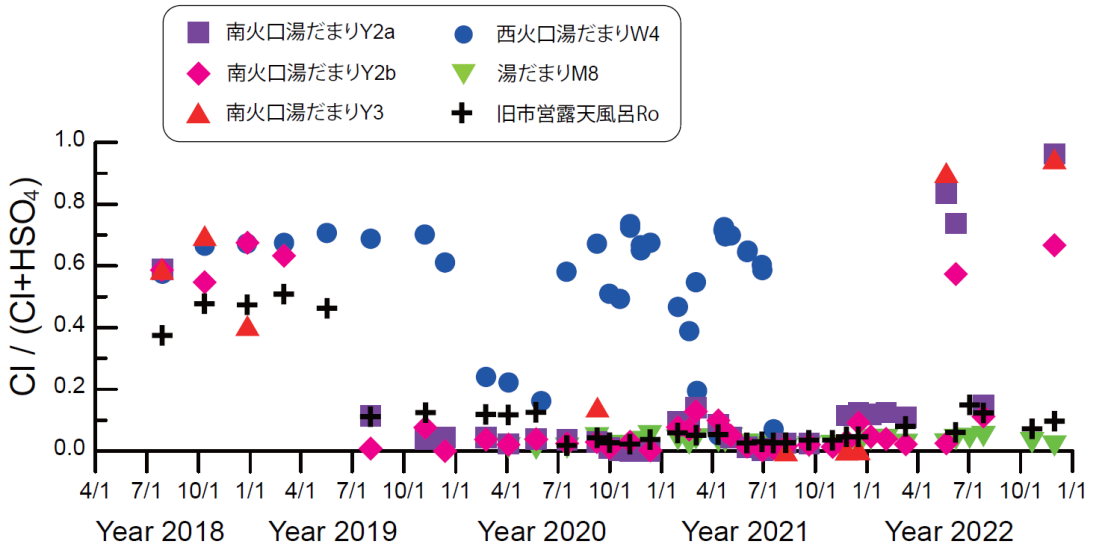


図 1 霧島硫黄山周辺の湯だまりおよび温泉水の Cl/(Cl+HSO_4) 比（モル比）の経時変動

図 2 硫黄山南火口(Y2b)に再形成された湯だまり孔

A1・A2. 2022年12月1日のY2b火口内の湯だまり，**B1・B2**. 10月21日のY2b火口写真．B2写真のv4小孔付近に再開湯だまり孔v5が形成された．矢印の木，棒はA，B写真における同じ位置．

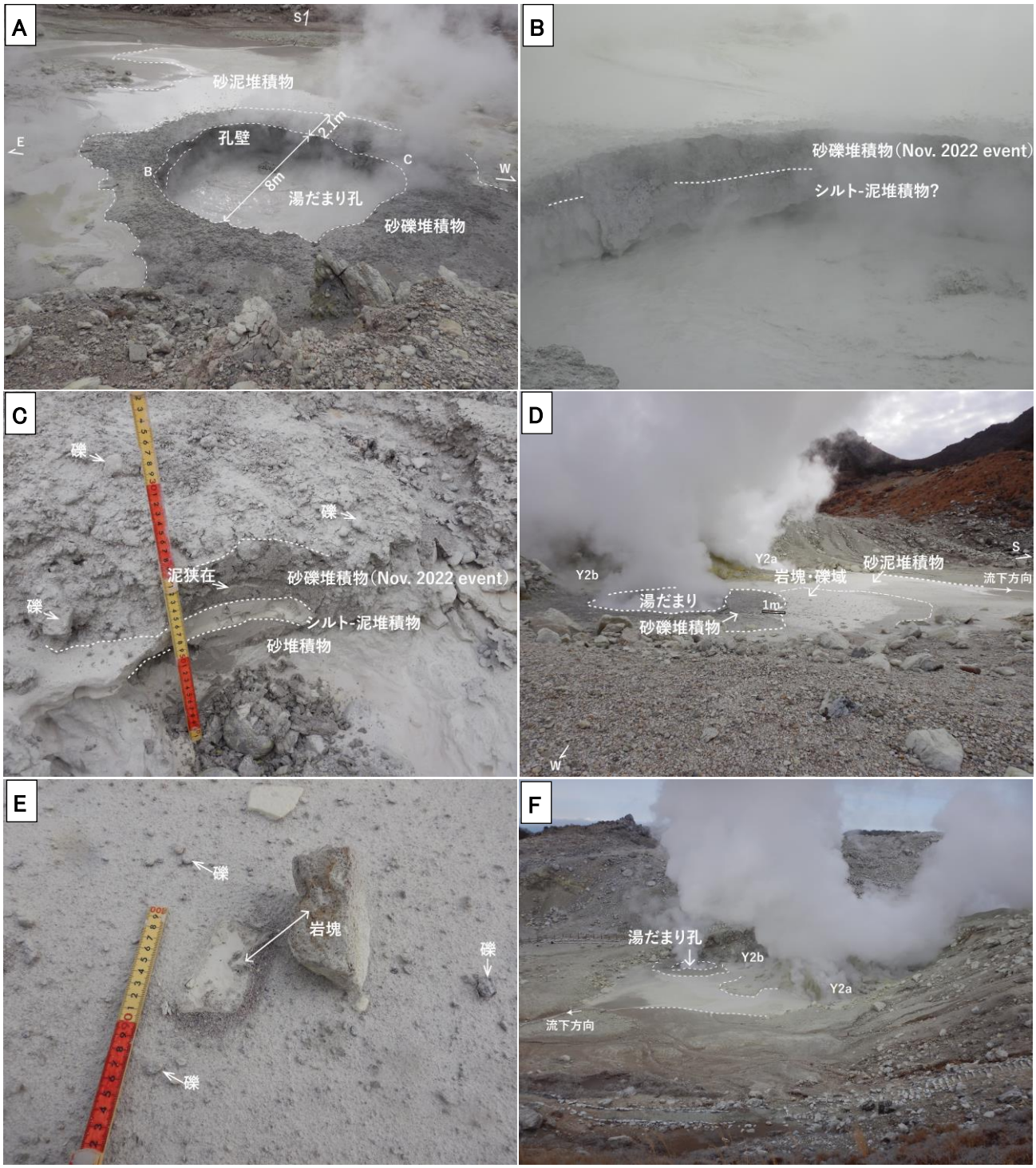


図 3 硫黄山南火口(Y2b-v5)の湯だまり及び噴気(12 月 1･2 日)

A. Y2b火口内に形成された湯だまり(v5). 直径は約8 m. B, Cは写真位置. **B**.南東孔壁に見られる砂礫堆積物. 白色のシルト-泥堆積物と推定される層の上位に堆積し目視で約40 cmと推定した. **C.** リング状堆積物西側での砂礫堆積物の断面. 白色シルト-泥堆積物の上位に, 暗灰色の円礫混じりの砂礫堆積物が見られる. その中には薄い泥堆積物が挟まれる. **D.** 湯だまりから南南西方向分布する岩塊･礫. **E.** 湯だまり縁から約6.7 mの距離に見られる岩塊. この岩塊は湿った砂泥堆積物の上にあり, 砂泥堆積物上に降ってきたことがわかる. **F.** 新湯だまりから流出したと推定される泥水の流出痕跡.

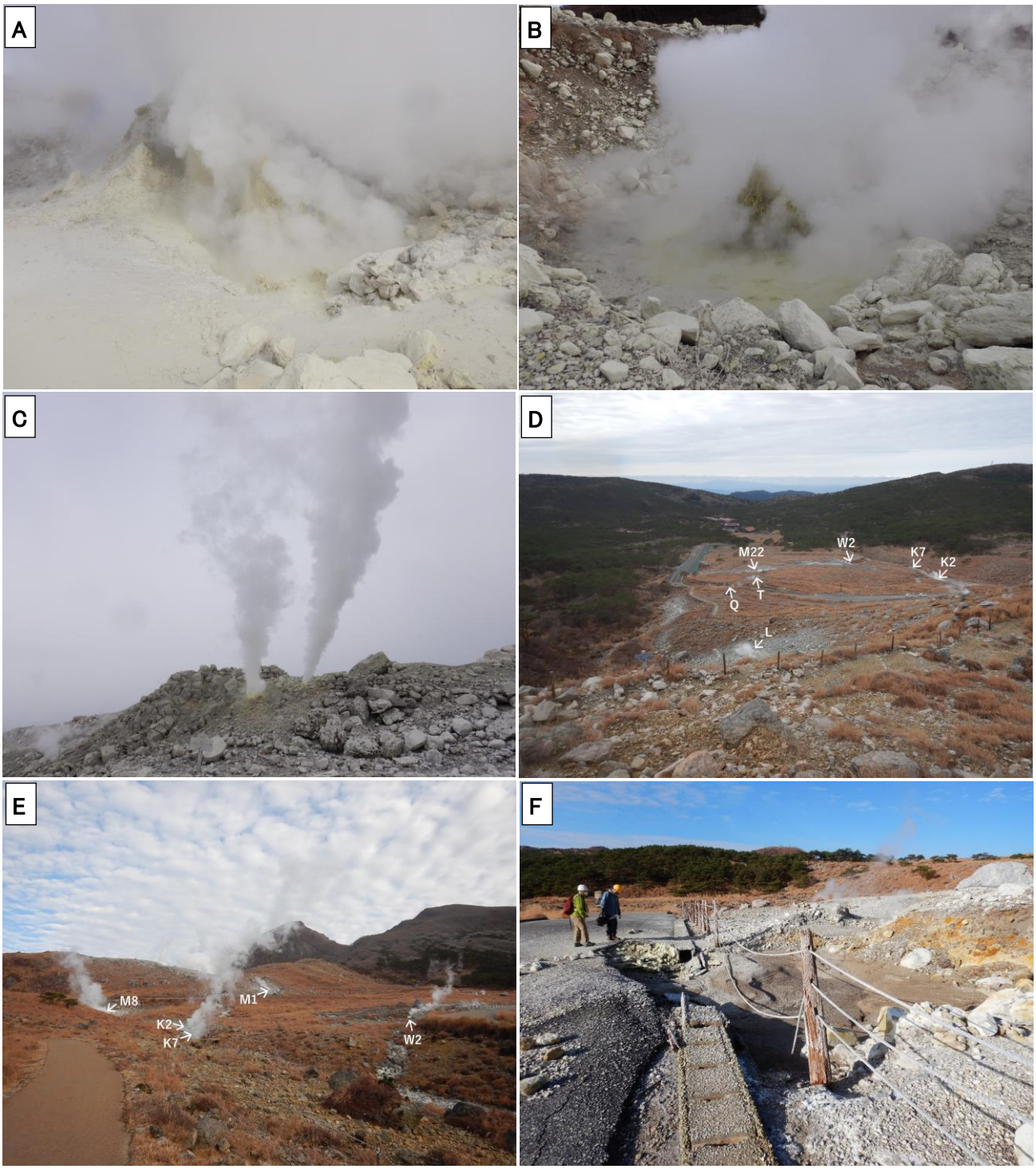
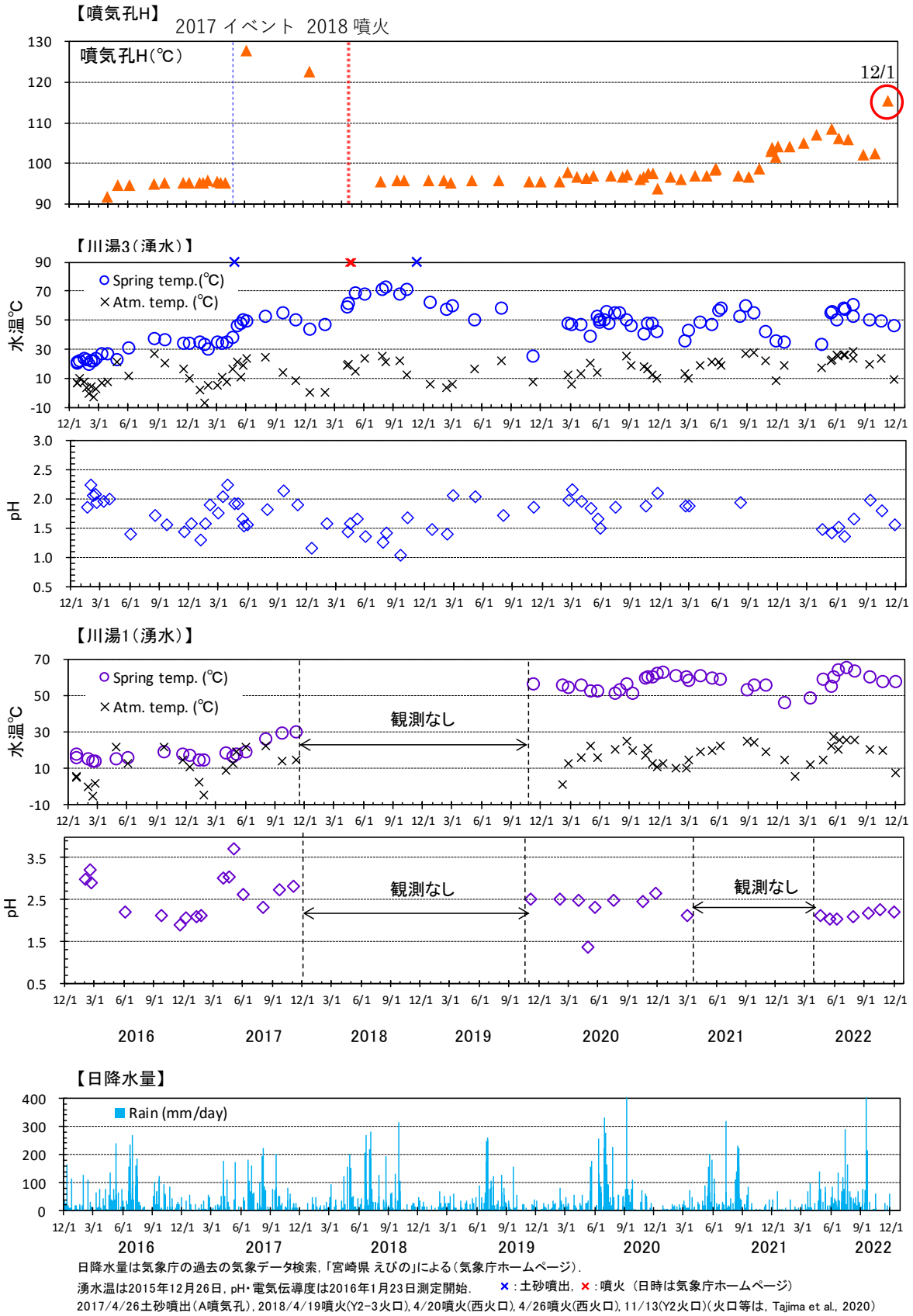


図 4 硫黄山噴気帯・硫黄山西噴気帯の状況（12 月 1・2 日）

A. Y2a火口内の湯だまり．高さ5～6 mの活発な噴湯現象が見られる．**B**. Y3火口内の湯だまり，噴湯現象も見られる．**C.** ジェット音を伴う噴気が見られるH噴気孔．12月1日の測定では，115.6℃を記録した．**D.** 硫黄山西噴気帯の活動．M22南側，W2，K2付近で10月21日に停止していた噴気活動が再開した．**E.** 硫黄山西噴気帯の活動．W2，K2付近でで10月21日に停止していた噴気活動が再開した．**F.** 硫黄山西火口W4に噴気活動は見られない．



日降水量は気象庁の過去の気象データ検索，「宮崎県 えびの」による（気象庁ホームページ）．
湧水温は2015年12月26日，pH・電気伝導度は2016年1月23日測定開始．　×：土砂噴出，×：噴火（日時は気象庁ホームページ）
2017/4/26土砂噴出（A噴気孔），2018/4/19噴火(Y2-3火口)，4/20噴火(西火口)，4/26噴火(西火口)，11/13(Y2火口)（火口等は，Tajima et al., 2020）

図 5　硫黄山噴気帯 H 噴気孔・硫黄山西噴気帯の噴気・湧水の測定結果