日本工営(株)，九州大学，神戸大学
東京大学地震研究所 *

硫黄山・硫黄山西噴気帯の地熱活動（続報 1）

活発な地熱活動が続いていた硫黄山噴気帯（硫黄山南火口），硫黄山西噴気帯（硫黄山西火口）であるが，硫黄山西噴気帯（硫黄山西火口）では地熱活動の衰退が見られた.

1. 概　要

えびの高原（硫黄山）周辺の南火口，西火口周辺を含む硫黄山及び硫黄山西噴気帯では（**図 1**），2022 年 5 月に入り表面活動に活発化がみられた（第 150 回火山噴火予知連絡会資料）．地熱活動の活発後にも継続調査を行い，7 月 28 日の調査では硫黄山西噴気帯域の地熱活動に縮小傾向が見られたため報告する．

2. 硫黄山南火口及び周辺の活動（硫黄山噴気帯）

硫黄山南火口及び周辺の活動では，2022 年 5 月 18 日の調査で Y2b での活発な噴湯（**図 4**），Y2a 火口湯だまりにおいて複数箇所の噴湯が生じ，Y3 火口では 2018 年 12 月以来と考えられる高水位の湯だまり形成が形成されるなど非常に活発な活動が生じていた．その後，6 月 7～9 日の調査では，Y2b での噴湯はおさまり（**図 4**），Y3 の湯溜まりが消失していた（**図 5**）.また 7 月 28 日の調査では全体として地熱活動の大きな変化は見られなかったが，Y2a では噴湯する箇所数が少なくなっていた．また空中赤外映像（**図 2**）をみると，南火口の北側の噴気地帯（H,G,I)の高温領域の減少が見られている．

3. 硫黄山西火口及び周辺の活動（硫黄山西噴気帯）

硫黄山西噴気帯の川湯周辺では，2022 年 5 月になって，K2,U3 などジェット・可聴音を伴う活発な噴気活動や熱泥水孔の出現が確認されていた．7 月 28 日の調査では，K2 に顕著な噴気活動が見られず，熱水孔に高温のたまり水がある程度であった（**図 6**）．U3 に形成された熱泥水孔もわずかに水頭が確認される程度であり水位低下が生じていた（**図 7**）．また，空中赤外映像（**図 3**)によると，M22 付近での県道西側の地熱域が縮小しており，その他多くの地熱域や噴気が縮小・消失していた．

4. 2022 年イベントの地熱活動について

第 150 回火山噴火予知連絡会追加資料では，イベントを挟んだ K3 湧水の温度上昇率を示した．過去に生じた 2017 年ジェット噴気形成・2018 年噴火イベント前後では，いずれも K3 湧水温が急上昇し，その上昇率は概ね 0.30～0.35℃/day であった．第 150 回追加資料では，今回も 4 月 20 日以降に K3 湧水温の急上昇（0.79℃/day もしくは 0.37℃/day）が生じていることを報告したが，連絡会時にはその推移の判断はつかなかった．その後の 7 月 1 日（57.3℃），今回の 7 月 28 日（60.5℃）の結果から，5 月 22 日頃を境として上昇率が緩やかになる傾向に転じたと推定される（**図 9**）．この様なイベント前後の急な水温上昇から緩やかな水温上昇に変わる変化は 2017 年，2018 年イベント時にも観測され，今のところそれらと同程度の上昇率を示す．ただし，7 月 28 日の噴気孔 H 温度は 106.0℃であり，やや高

い状態を維持しており（図 10），山頂域では活発な活動が続いていると言える．

5. 化学組成の経時変動

南火口の湯だまりでは、2022 年の 5 月に Y3 噴気孔に再び湯だまりが形成されるなど噴気活動の活発化が認められ，これに合わせて $Cl/(Cl+HSO_4)>0.7$ を超える高い比が Y3，Y2a で観察された．さらに 6 月の調査時には Y3 の湯だまりが消失し噴気のみになったが Y2a，Y2b の湯だまりで $Cl/(Cl+HSO_4)>0.5$ を超える高い比を維持していた．しかし 7 月の調査時には，Y2a，Y2b の湯だまりでともに $Cl/(Cl+HSO_4)<0.2$ に低下し，2021 年 1 月から 4 月および 2021 年 11 月以降の冬季と同じレベルに戻っていた（図 11）．5 月の活動の活発化と関連するマグマ由来成分の供給は一時的であったと考えられる。

一方、県道のすぐ下から西火口にかけての地域の湯だまりの熱水 K2，U3 においては，5 月以降 $Cl/(Cl+HSO_4)<0.2$ の低い比を保っている．また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（図 11）．これらの結果は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たことを示唆する．

日本工営(株)，九州大学，神戸大学
東京大学地震研究所 *

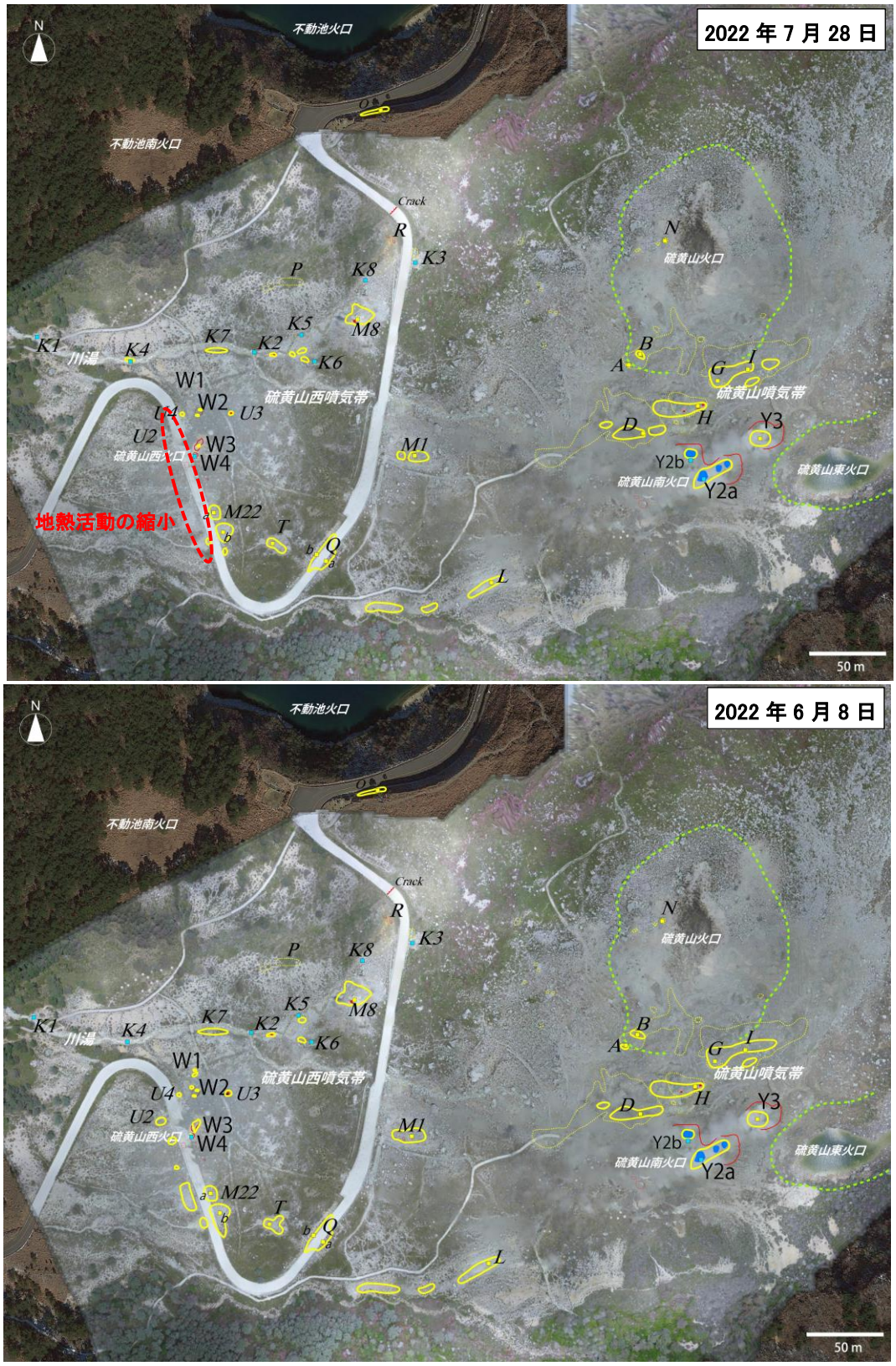


図 1　硫黄山噴気帯・硫黄山西噴気帯周辺の位置図

基図はドローン撮影より図化し，色調の異なる外側は Google Earth (Google Earth © 2018 ZENRIN 2018)による．緑破線：旧火口地形．黄線：噴気域．黄破線：2018 噴火前に見られた噴気域．赤線：2018-火口地形．赤塗：噴気・熱水孔．赤破線は活動が停止．黄四角：噴気観測定点，青四角：水温観測定点．*Tajima et al.*(2020)に基づく．

日本工営(株)，九州大学，神戸大学
東京大学地震研究所 *

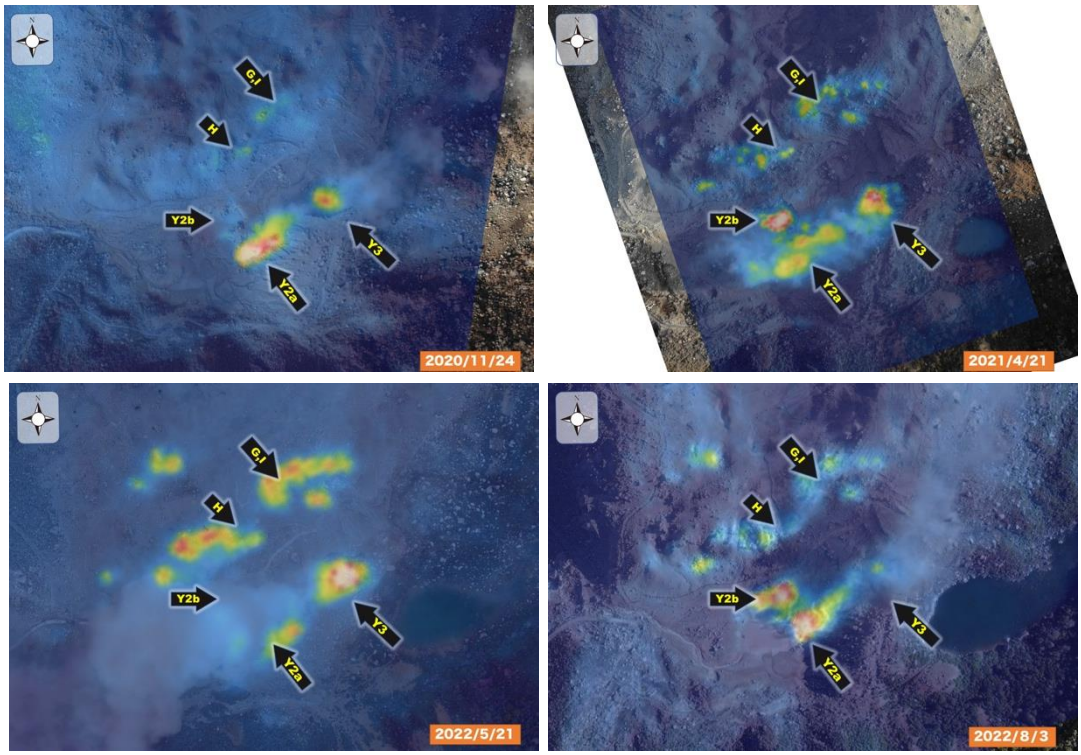


図 2 硫黄山南火口付近の空中赤外映像

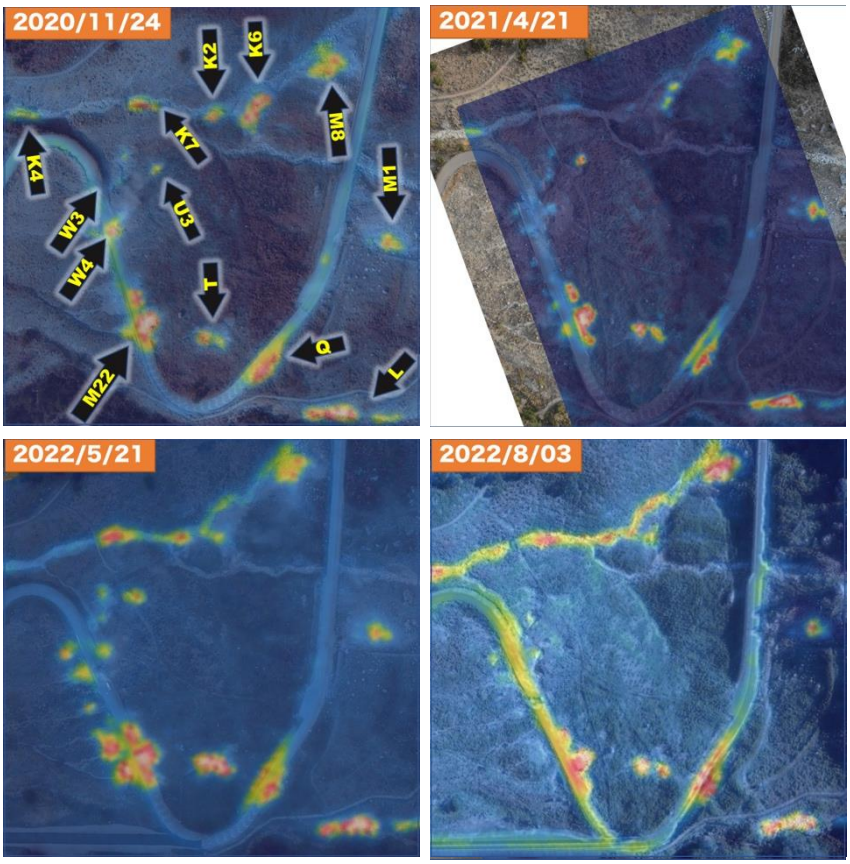


図 3　硫黄山西噴気帯の空中赤外映像

日本工営(株)，九州大学，神戸大学
東京大学地震研究所 *

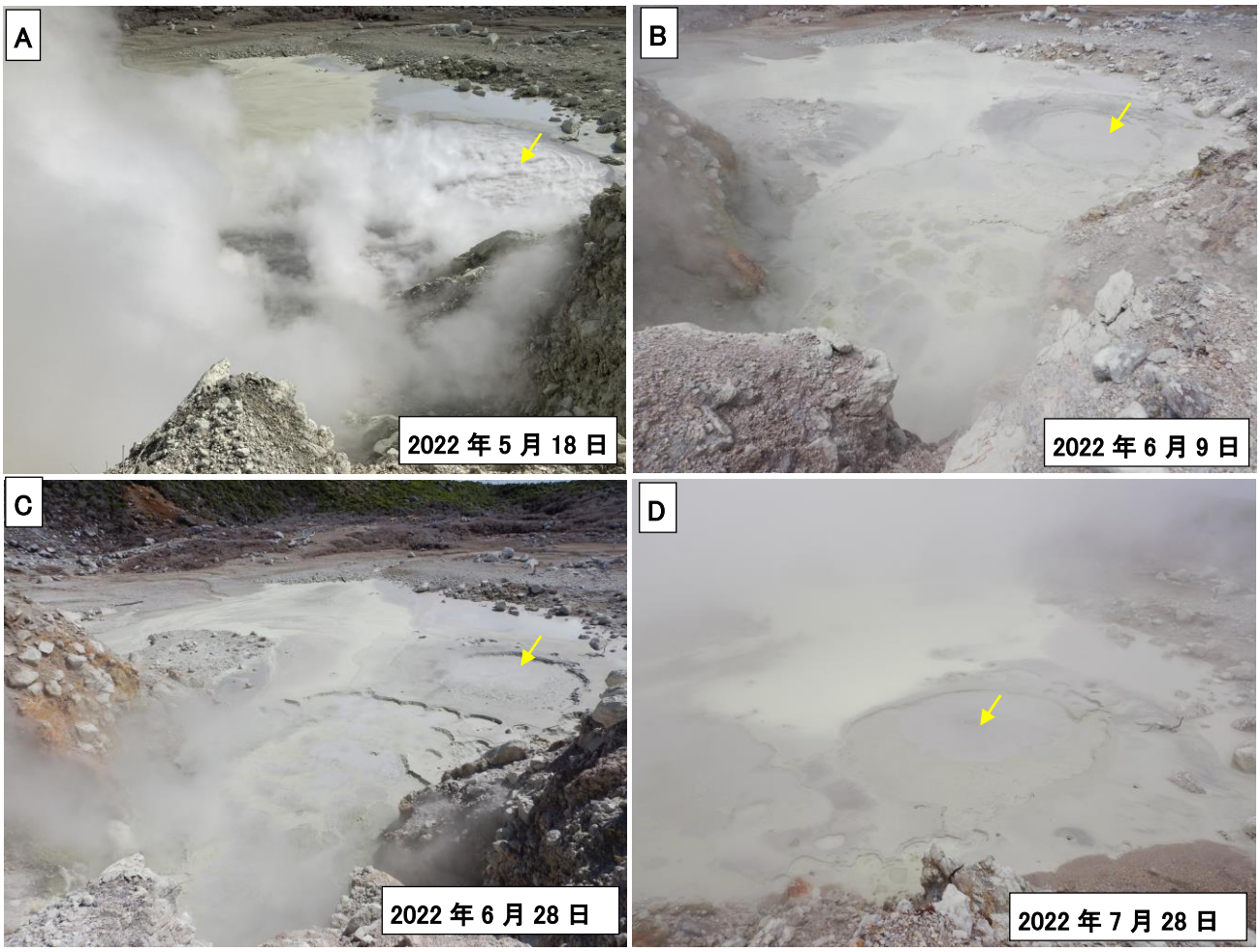


図 4 硫黄山南火口(Y2b)の湯だまりの変化

A. 2022年5月18日，ガス湧出量が多く噴気に覆われる．写真奥の小穴（矢印）からは活発な噴湯が見られる．B. 2022年6月9日，ガス湧出量が多く，小穴には湯だまりが見られる．C. 2022年6月28日，ガス湧出量が多く噴気に覆われる．小穴の水位に大きな変化はない．D. 2022年7月28日，ガス湧出量が多く噴気に覆われる．小穴の水位に大きな変化はない．

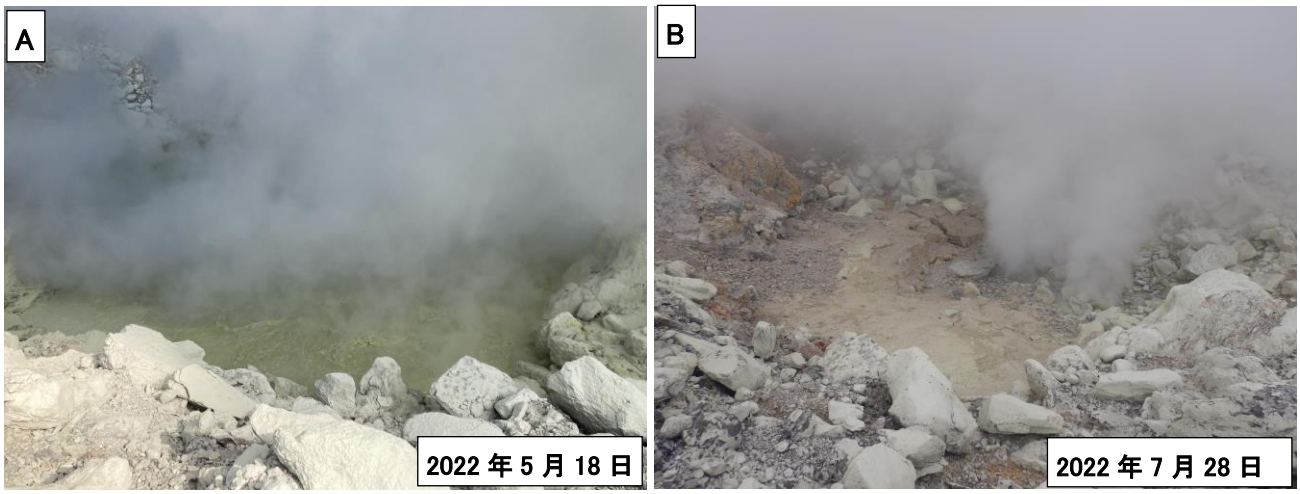


図 5 硫黄山南火口(Y3)の湯だまり及び噴気

A. 2022年5月18日の湯だまりは2018年12月以来の高い水位であった．B. 2022年7月28日の状況．湯だまりは消失している．

日本工営(株)，九州大学，神戸大学
東京大学地震研究所 *

図 6 硫黄山西噴気帯 K2 熱水孔

A. K2熱水孔（長径2.0m，短径1.2m，深さ0.4m）は噴湯しており，下流への白濁水流出が確認できる．B. K2熱水孔の孔底に温水が溜まる程度で顕著な噴気は見られない．

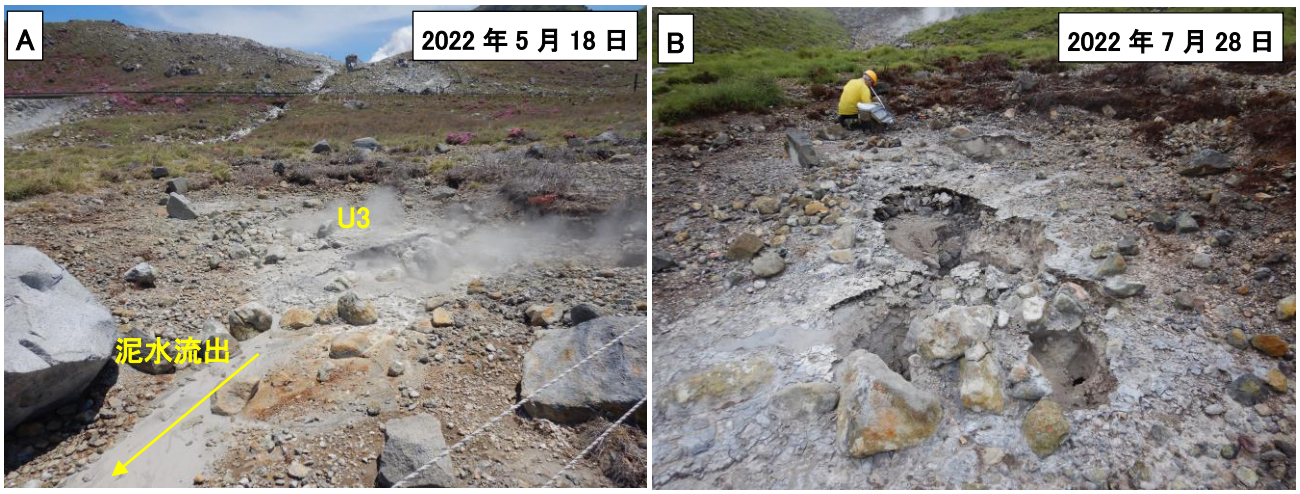


図 7 硫黄山西噴気帯 U3 に形成された熱泥水孔

A. U3に形成された熱泥水孔，長径1.1m，短径0.8m，深さ0.3m，下流への泥水流出が見られた．B. 熱泥水が見られる孔は1箇所のみである．下流への流出は見られない．

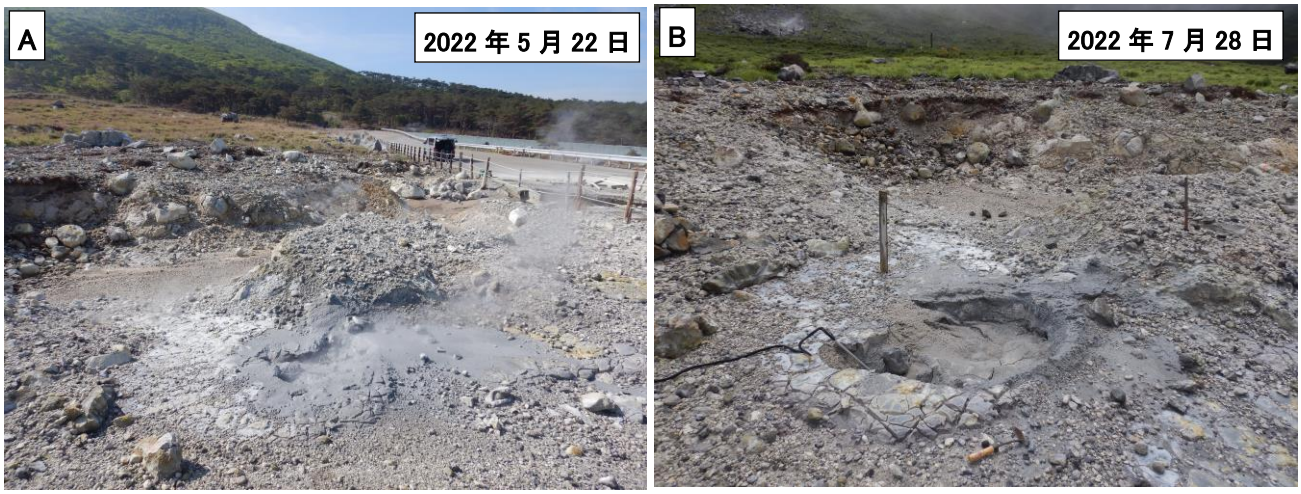
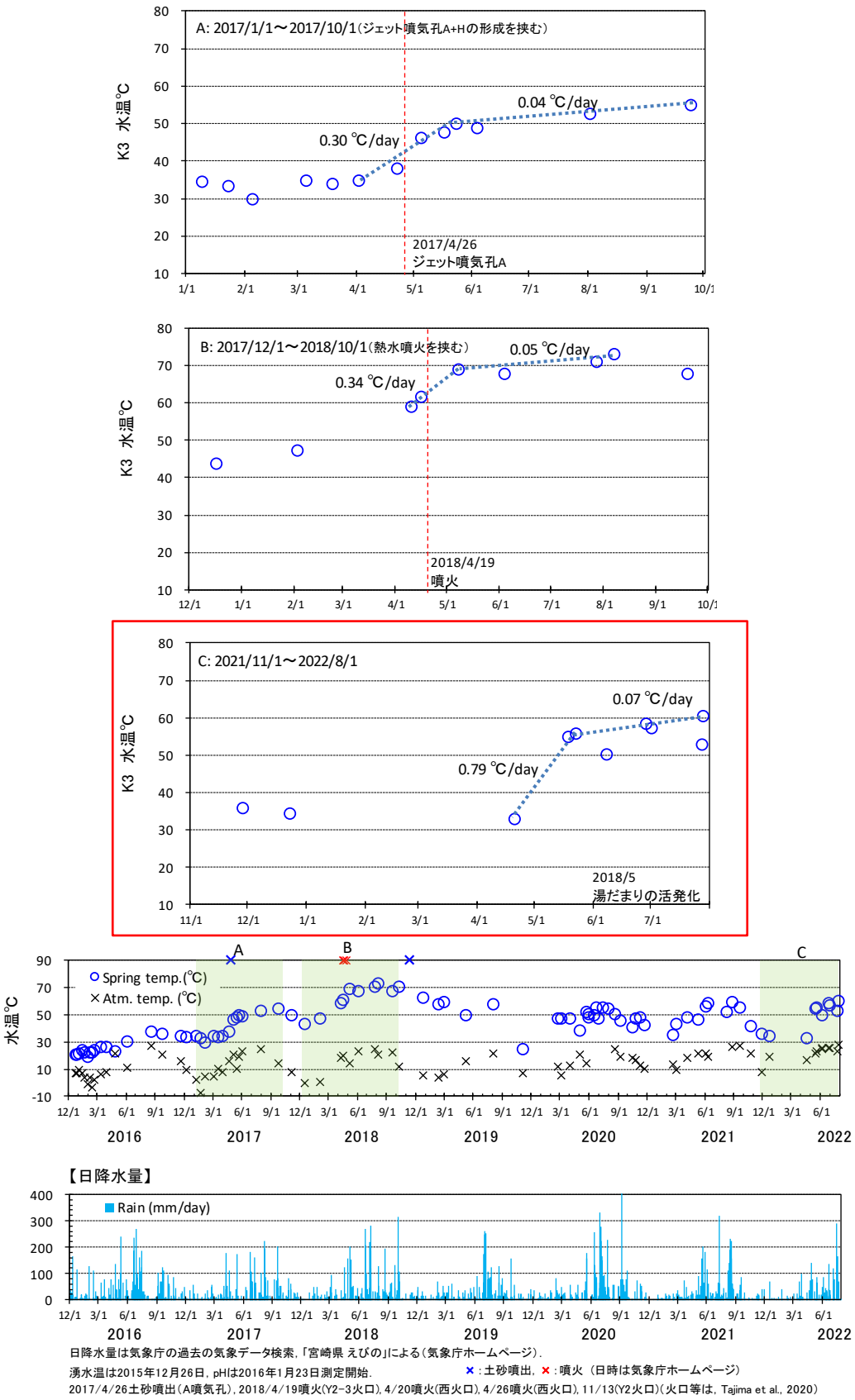


図 8 硫黄山西噴気帯 W3 火口脇に形成された熱泥水孔

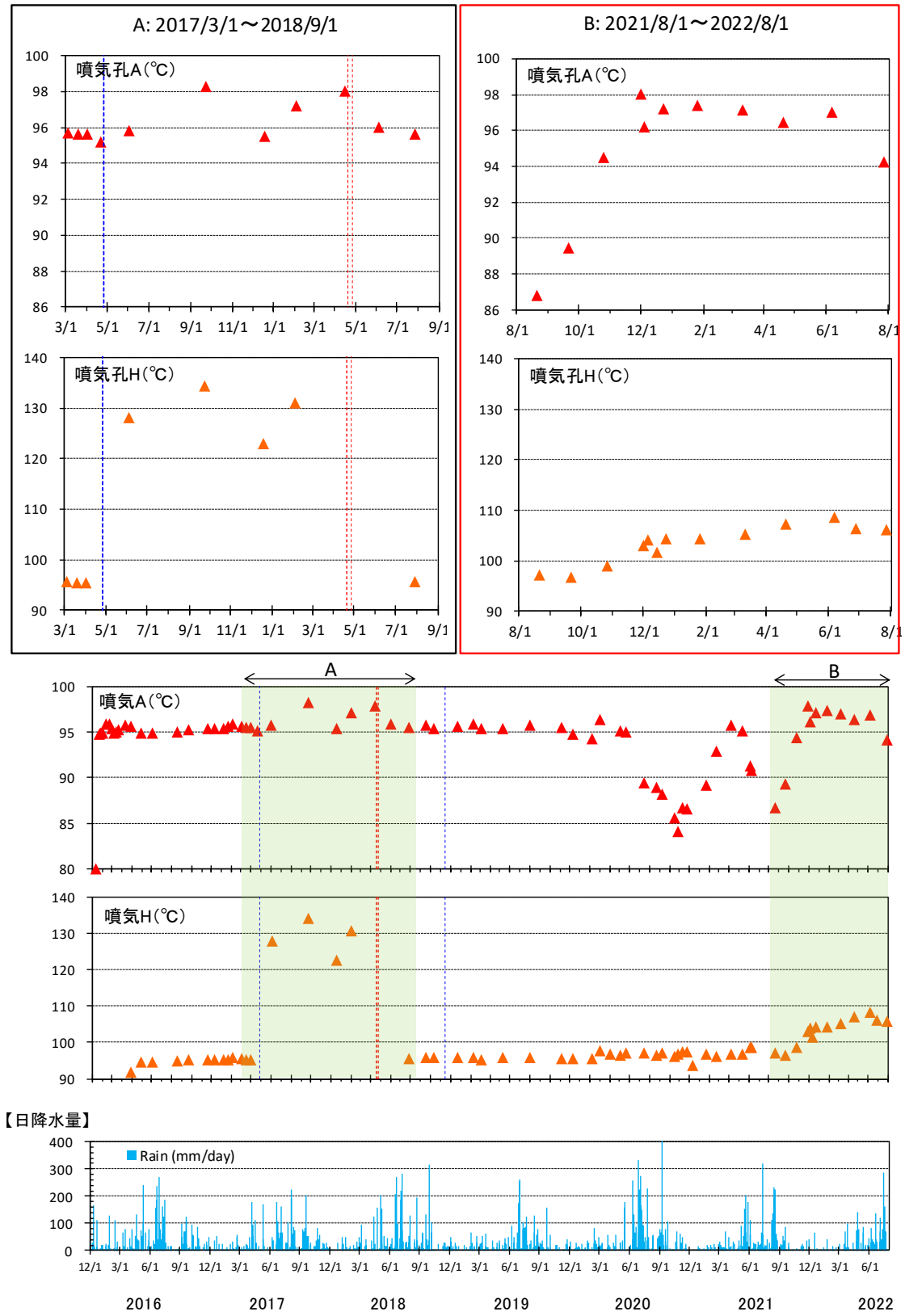
A. W3火口の脇に形成された熱泥水孔．B. W3火口脇の熱泥水孔に熱泥水は見られない．

日本工営(株)，九州大学，神戸大学
東京大学地震研究所 *



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 9　K3 湧水点の水温上昇とイベントの関係（位置は図 1 参照）



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は2016年1月23日測定開始.　青線:土砂噴出, 赤線: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 10　噴気孔 A・噴気孔 H の噴気温とイベントの関係（位置は図 1 参照）

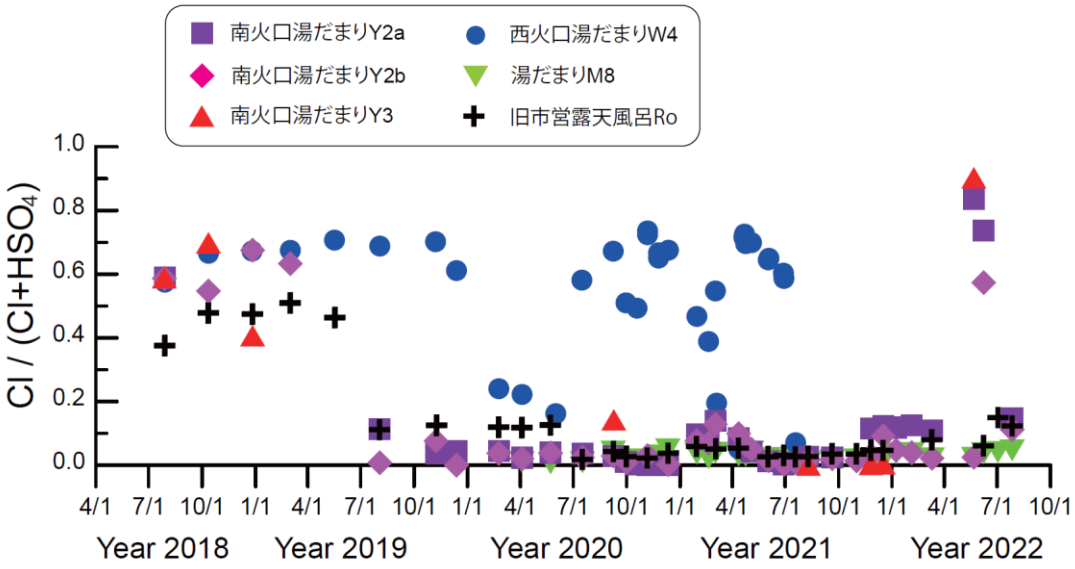


図 11　霧島硫黄山周辺の湯だまりおよび温泉水の Cl/(Cl+HSO_4) 比（モル比）の経時変動

【謝辞】

本研究の一部は、文部科学省による「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト（課題 B4）」，「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）」，東京大学地震研究所共同研究プログラムおよび九州大学「実践的火山専門教育拠点」プログラムの援助を受けた．現地調査の際には，噴気温等の測定は九州工業(株)に，安全確保のために気象庁鹿児島地方気象台に火山活動監視を依頼した．

【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.

*田島靖久・松島　健・石橋純一郎・宮本知治・前野　深