

大涌谷における湧出水、温泉水等のモニタリング結果 (2015～2017年)

菊川城司^{*1}・萬年一剛^{*1}・本間直樹^{*2}

Water quality investigation of spring water and surface water in Owakudani (2015 - 2017)

by

George KIKUGAWA^{*1}, Kazutaka MANNEN^{*1} and Naoki HONMA^{*2}

1. はじめに

箱根火山では、2015（平成 27）年に大涌谷で小規模な水蒸気噴火が発生した。噴火発生前の 4 月頃からは群発地震活動や山体膨張が観測され、5 月初旬には蒸気井の暴噴、群発地震活動の活発化により噴火警戒レベルが 2 に引き上げられた（竹中、片山、2016）。

大涌谷では、2001（平成 13）年にも群発地震活動と地殻変動、蒸気井暴噴が発生しており、これに伴って自然湧泉や坊主地獄などの水質モニタリングが実施された（菊川、2002）。2001（平成 13）年の活動活発化は同年の秋以降低下したが、それに伴い定期的な水質調査は行われなくなり、散発的に採水分析が行われるのみとなっていた。

2015（平成 27）年の噴火を伴った一連の火山活動活発化（2015 年活発化）に際しては、噴火警戒レベルの引き上げに合わせて、2015（平成 27）年 5 月中旬から大涌谷において、表流水、坊主地獄、温泉水など様々な水試料のモニタリングを開始した。モニタリングは 2018（平成 30）年 12 月現在でも定期的な実施されており、今後も火山活動監視のため継続的に実施する予定となっている。ここでは、2015（平成 27）年 5 月から 2017（平成 29）年 12 月までの期間について、大涌谷における湧出水、温泉水等の水質モニタリング結果について報告する。

2. 調査期間、方法など

2.1. 調査期間

モニタリング調査は現在も継続中ではあるが、本稿では 2015（平成 27）年 5 月 14 日から 2017（平成 29）年 12 月 27 日のデータについてとりまとめた。調査の間隔は、その時期や地点によって異なっており、ばらつ

表 1 調査地点一覧。

調査地点名	エリア	調査開始日	備考
大涌沢堰堤	蒸気井エリア	2015/5/14	表流水
造成泉2号線	蒸気井エリア	2015/5/14	造成混合泉
15-12上流水	蒸気井エリア	2017/5/1	表流水
39号造成泉	蒸気井エリア	2017/10/18	蒸気造成泉
39号脇湧水	蒸気井エリア	2016/3/28	自然湧出
52号造成泉	蒸気井エリア	2016/8/5	蒸気造成泉
15-7B坊主	蒸気井エリア	2016/5/13	ガスを伴う泥水
15-2坊主	蒸気井エリア	2016/6/7	ガスを伴う泥水
15-1下湧水	蒸気井エリア	2016/5/13	自然湧出
15-1坊主	蒸気井エリア	2016/3/28	ガスを伴う泥水
2号湧泉	玉子茶屋エリア	2015/5/21	自然湧出
温泉の川	玉子茶屋エリア	2015/5/21	表流水
大岩坊主	玉子茶屋エリア	2015/6/18	ガスを伴う泥水

きがあるが、噴火後数ヶ月間は約 1 週間、その後は約 2 週間を目安に現地調査を実施しており、その都度可能な範囲で採水を行った。なお、調査日程の詳細については、付表 1～13 に調査結果とともに記されている。

2.2. 調査地点

採水地点を図 1 に示した。

大涌谷の噴気地帯は、分水嶺を境に東西二つのエリアに大きく区分できる（萬年ほか、2018）。採水地点も、その分水嶺を境に、2015 年活発化に際して新たに多くの火口や噴気孔ができたエリア（蒸気井エリア）と、2015 年活発化の直接的な影響は地表では認められていないエリア（玉子茶屋エリア）の 2 つに大きく区分できる。

両エリアの採水地点と調査開始時期は表 1 のとおりである。蒸気井エリアでは 10 地点、玉子茶屋エリアでは 3 地点で採水を実施した。地点ごとの調査開始時期が異

*1 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

*2 新潟地方気象台 〒950-0954 新潟県新潟市中央区美咲町 1-2-1 新潟美咲合同庁舎 2 号館

報告，神奈川県温泉地学研究所報告，第 50 巻，69-93，2018

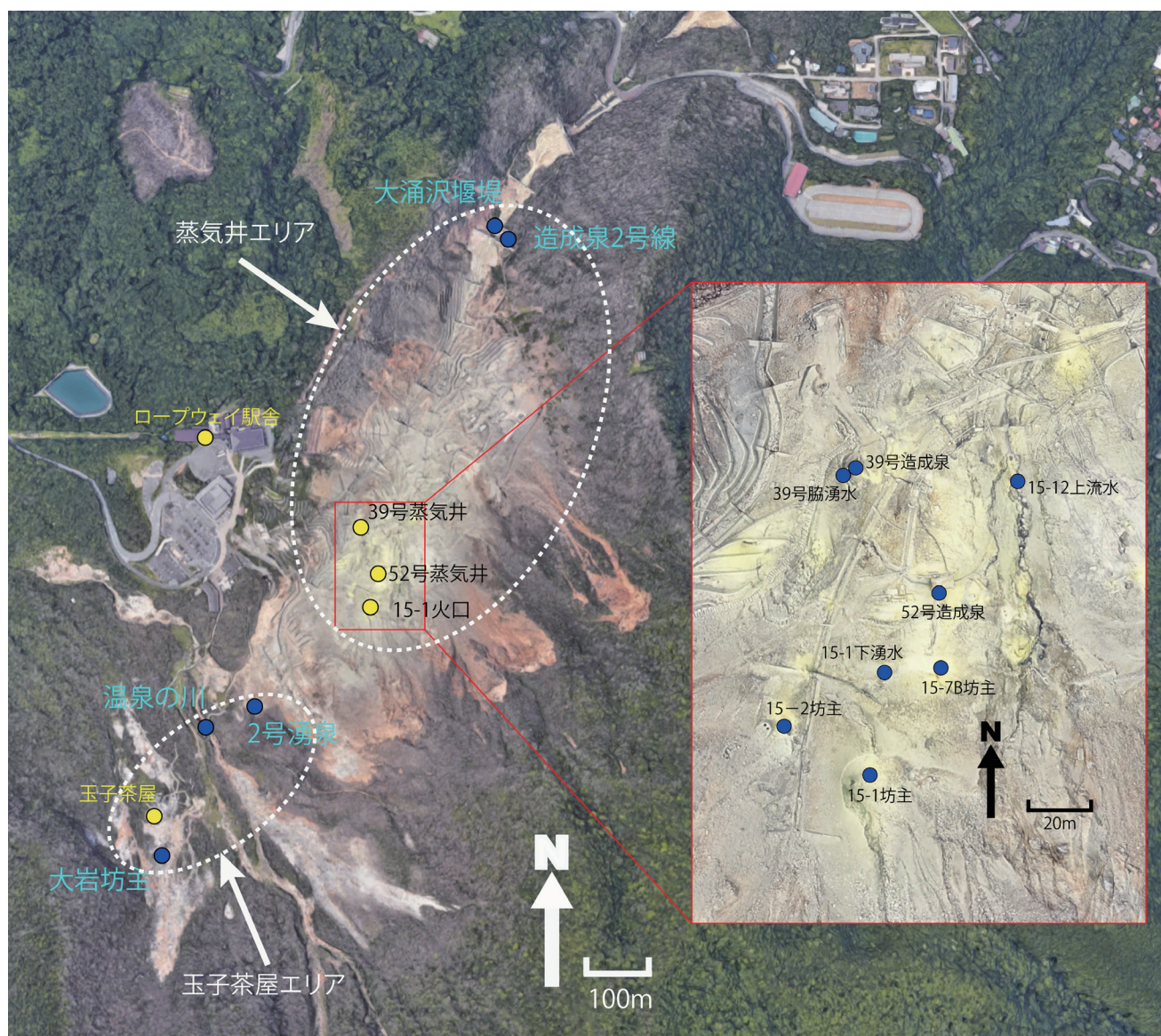


図1 採水地点。青い丸が調査地点を示す。黄色い丸はランドマークとなる施設など。航空写真は Google Map を利用した。

なっているが、これは火山活動の状況や立ち入り可能な地域を踏まえて随時調査地点を追加していったためである。なお、蒸気井エリアの10地点のうち3地点（15-1坊主、15-7B坊主、15-2坊主）では、2015（平成27）年12月末以前に採水ができなくなりモニタリングを中断している。

続いて、調査地点毎の写真（図2）とともに概略を記す。

2.2.1. 大涌沢堰堤

「大涌沢堰堤」（図2a）は、大涌谷直下、箱根温泉供給温泉2号調整枡付近に位置する堰堤で採取している大涌沢の河川水である。大涌沢は大涌谷の噴気地帯を源流とする沢であるため、大涌谷の自然噴気や蒸気造成塔の影響を大きく受けて常に白濁した水が流れている。大

雨などの影響で流量が増加すると、合流先である早川にも白濁の影響が現れることがあることが知られている。2015年活発化に際しては、新たな火口、噴気孔の出現などにより、沢の流量が大きく増加して、長期間にわたって早川が下流域広範囲にわたって白濁、堰堤や岩石が大涌沢を起源とする鉄分の酸化により赤茶色に着色して大きな社会問題となった。なお、本調査地点については、2016（平成28）年9月2日前までは堰堤の下部で採水を実施していたが、同年9月2日以降、採水地点を現在の堰堤上部に移動した。地点移動に当たっては、2地点のデータのクロスチェックを複数回行い、相違がないことを確認した。また、調査開始当初は、大涌沢と早川との合流地点付近での調査を実施したケースも数回ある。

2.2.2. 造成泉 2 号線

「造成泉 2 号線」(図 2b) は、箱根温泉供給株式会社が仙石原方面に供給している蒸気造成温泉であり、採水は供給用配管の途中に設置されている 2 号調整枡と呼ばれる枡内で実施している。温泉水は、52 号蒸気井などによる蒸気造成温泉と自然湧泉の混合泉である。配管によって施設に供給されている温泉水であるため、蒸気井や配管の清掃やメンテナンスなどによって人為的な影響を受ける可能性もあるが、比較的採水作業も容易なことから、蒸気井エリア全体を把握する指標の一つとしてモニタリングを継続している。

2.2.3. 15-12 上流水

「15-12 上流水」(図 2c) は、15-12 噴気孔が形成された沢の上流部で採水している表流水である。15-12 噴気孔は、噴火前の 2015 年 5 月末頃には活動していることが認められている(萬年ほか、2018)。この沢は、2015 年の噴火の際に熱泥流が流下しており、上部には複数の噴気孔や湧出水が認められ、それらの影響を受けている可能性がある。

2.2.4. 39 号造成泉

「39 号造成泉」(図 2d) は、39 号蒸気井(深度 413m) で造成される蒸気造成温泉であり、造成塔に隣接する枡で採水している。この蒸気井では、2001 年 7 月 21 日午前 11 時 40 分に大涌谷直下で発生した M2.9 の地震の際には、泥水を含む蒸気が噴出した(辻内ほか、2003)。また、2015 年活発化の初期である 2015 (平成 27) 年 5 月 3 日に暴噴、その後 6 月中旬には周辺の地表から大量の噴気が上がるようになり蒸気量が低下し、さらに、8 月下旬には造成塔が傾いていることも確認された。

2.2.5. 39 号脇湧水

「39 号脇湧水」(図 2e) は、39 号造成塔直近西側の地表と石垣の境目付近から湧出する高温の温泉水である。採水を開始したのは火口付近に初めて立ち入りを行った 2016 (平成 28) 年 3 月 28 日であるが、2015 (平成 27) 年 7 月 28 日にドローンにより撮影された映像ではその時点での存在が確認できる。なお、調査開始時から 2 回目までの採水(2015 年 3 月 28 日及び 5 月 13 日) は、以降の調査地点の 1m ほど南側にずれた湧水で採水を行った。

2.2.6. 52 号造成泉

「52 号造成泉」(図 2f) は、52 号蒸気井(深度 500m) で造成される蒸気造成温泉であり、造成塔に隣接する枡で採水している。この蒸気井は 2001 (平成 13) 年の火山活動活発化に際して暴噴し、制御不能となった(辻内ほか、2003)。2015 年活発化に際しては、6 月中旬調査時には蒸気量の大きな変化は認められなかったが、噴火直後の 7 月 2 日には噴気量が増加していた。また、2015 (平成 27) 年 9 月 29 日調査時には造成塔に変化は認められなかったが、10 月 6 日調査時には造成塔が倒壊していた。その後、2016 (平成 28) 年 6 月には造成塔が修復されて、その後温泉造成を再開し、8 月から採水調査を開始した。

2.2.7. 15-7B 坊主

「15-7B 坊主」(図 2g) は、52 号蒸気井と 15-1 火口の間でガスを噴出していた 15-7 噴気孔(閉塞)の数 m 西側に形成された mudpot (坊主地獄、泥だまり等とも呼ばれる) が採水地点である。この mudpot は、水位変動が大きく、採水不能な水位まで低下することもあったが 2017 (平成 29) 年 3 月頃まで存続していた。しかしその後は噴気活動が卓越し、mudpot が認められなくなり、採水は不可能となった。なお、採水は 2017 (平成 29) 年 1 月 10 日まで実施できた。

2.2.8. 15-2 坊主

「15-2 坊主」(図 2h) は、15-2 噴気孔の直近東側に形成された mudpot の湧出水である。15-2 噴気孔は、噴火当初からその存在が確認されており、噴火開始と同時に開口したものと考えられている(萬年ほか、2018)。2016 (平成 28) 年 6 月 7 日に採水を開始したが、2017 (平成 29) 年 11 月 28 日に採水して以降、同年 12 月には水の湧出が認められず採水できなくなった。

2.2.9. 15-1 下湧水

「15-1 下湧水」(図 2i) は、2015 年活発化で形成された 15-1 火口の墳石丘下部から湧出する自然湧泉である。2016 (平成 28) 年 5 月 13 日に調査を開始したが、9 月 2 日調査では従来の湧泉(A 湧泉)の量が低下し、噴石丘に向かって数 m 右側に同様の成分濃度を持つ自然湧泉(B 湧泉)が湧出していることが確認され、そちらが主体的に湧出するようになった。その後 2017 (平成 29) 年 5 月 1 日調査時には、B 湧泉の湧出は停止し、再び A 湧泉の量が増加していた。以降は A 湧泉が湧出し、B 湧泉での湧出は認められない。

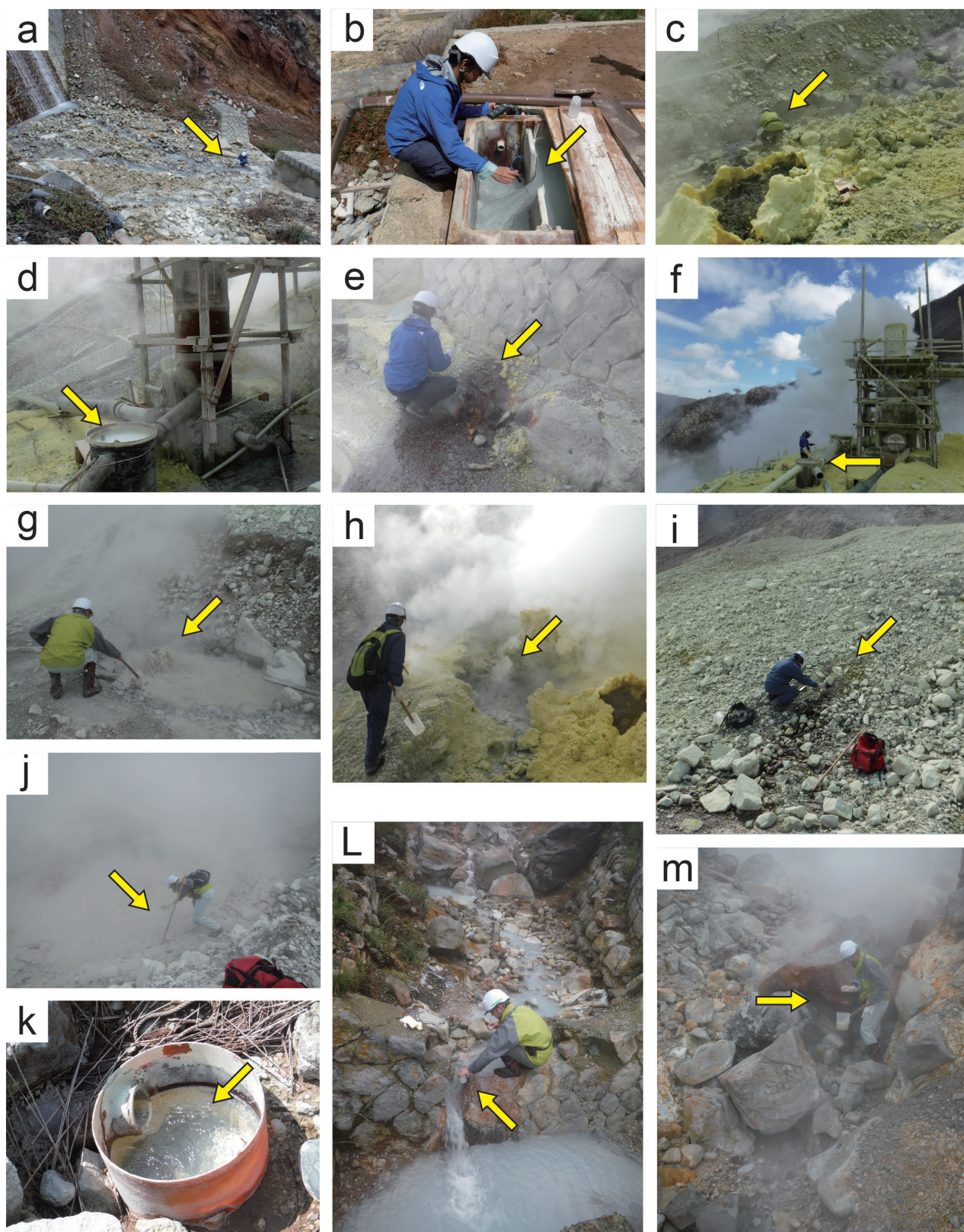


図2 採水地点の様子。図中の矢印は採水場所を示す。a. 大涌沢堰堤 (2017 年 9 月 13 日)、b. 造成泉 2 号線 (2017 年 8 月 28 日)、c. 15-12 上流水 (2017 年 5 月 1 日)、d. 39 号造成泉 (2017 年 11 月 13 日)、e. 39 号脇湧水 (2017 年 11 月 1 日)、f. 52 号造成泉 (2017 年 11 月 1 日)、g. 15-7B 坊主 (2016 年 9 月 15 日)、h. 15-2 坊主 (2016 年 10 月 31 日)、i. 15-1 下湧水 (2017 年 5 月 11 日)、j. 15-1 坊主 (2016 年 7 月 14 日)、k. 2 号湧泉 (2016 年 9 月 2 日)、L. 温泉の川 (2016 年 10 月 6 日)、m. 大岩坊主 (2017 年 3 月 3 日)。

2.2.10. 15-1 坊主

「15-1 坊主」(図 2j) は、15-1 火口内に形成された mudpot の噴出水である。15-1 火口は 2015 (平成 27) 年の噴火により形成された最も大きな火口で、噴火当時から暫くは数 m の高さの墳泥が見られていた。採水は、噴火後初めて蒸気井エリアに立ち入りを行った 2016 (平成 28) 年 3 月 28 日に開始したが、徐々に水の噴出活動が低下、mudpot が縮小し、同年 8 月 9 日の調査時には水位が地表面より低くなったことが確認され、以降は採水ができなくなった。mudpot は、その後、噴気孔として活動を続けており噴気温度の測定が継続されている (萬年ほか、2018)。なお、本稿に記載の 15-1 坊主の化学組成や詳しい火口の変遷等は Mannen *et al.* (2018) においてまとめられている。

2.2.11. 2 号湧泉

玉子茶屋エリアに区分される「2 号湧泉」(図 2k) は、大涌谷から神山への登山道入り口近くに湧出する自然湧泉である。ほぼ透明な硫黄泉で、降水の影響によって湧出量が大きく変動する (菊川、2003)。温泉水は配管によって大涌谷園地方面へ流されているが、採水は、登山道脇の柵において行っている。

2.2.12. 温泉の川

「温泉の川」(図 2L) は、冠ヶ岳下部から湖尻方面に流れている沢の自然研究路橋付近で採水している。この沢の上部には自然噴気や湧泉が複数存在し、それらの湧出水が集まって流水となっており、玉子茶屋エリアの自然湧出水全体の指標としてモニタリングしている。

2.2.13. 大岩坊主

「大岩坊主」(図 2m) は、玉子茶屋上部の噴気地帯で大きな岩の脇から湧出する mudpot の噴出水である。この大岩周辺にはいくつか mudpot が存在し消長を繰り返しているが、2001 (平成 13) 年の火山活動活発化の際にも同地域で採水調査が行われている (菊川、2002)。

2.3. 調査方法

現地では、ポリビン (250mL) に試料を採取するほか、水の温度を測定した。2 号湧泉については併せて湧出量の測定も行った。

試料は、鉱泉分析法指針に準じて、pH、電気伝導率 (EC) の測定及び化学成分濃度の分析を行った。化学成分の項目は、ナトリウムイオン (Na^+)、カリウムイオン (K^+)、

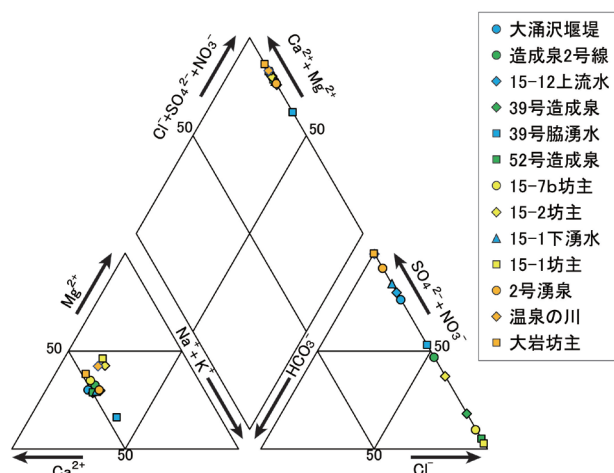


図3 各調査地点のトリリニアダイアグラム。使用したデータは、15-7B 坊主は 2017 年 1 月 10 日、15-2 坊主は 2017 年 11 月 27 日、15-1 坊主は 2016 年 7 月 28 日、その他の地点は 2017 年 12 月 27 日のものである。蒸気井エリアの水については、表流水と湧水が青色、蒸気造成泉関連が緑色、ガスを伴う泥水が黄色。玉子茶屋エリアの水は全て燈色で示した。

マグネシウムイオン (Mg^{2+})、カルシウムイオン (Ca^{2+})、塩化物イオン (Cl^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-})、メタけい酸 (H_2SiO_3)、メタほう酸 (HBO_2) である。

3. 調査結果

調査結果一覧は付表 1 ~ 13 に示した。

各調査地点のトリリニアダイアグラムを図 3 に、ヘキサダイアグラムを図 4 に示した。用いたデータは、各調査地点の調査期間中で最新の試料のものである。地点毎の主要なイオンを見ると、カチオンは多くの地点で Ca^{2+} の比率が最も高くなっているが、15-2 坊主、15-1 坊主、温泉の川では Mg^{2+} の比率が最も高くなっている。また、アニオンでは、 Cl^- の比率が高い地点は造成泉 2 号線、39 号造成泉、52 号造成泉、15-7B 坊主、15-2 坊主、15-1 坊主であり、 SO_4^{2-} の比率が高いのは大涌沢堰堤、15-12 上流水、39 号脇湧水、15-1 下湧水と玉子茶屋エリアの 3 地点となっている。

モニタリング期間は 2015 年活発化を挟んで約 2 年半にわたっており、地点によっては成分濃度が大きく変動しているが、地点毎の Cl^- と SO_4^{2-} の比について把握するため、調査期間中の当量比による $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ の最小値、最大値、平均値を求めた (表 2)。分子量については、日本化学会原子量専門委員会による原子量表 (2015) を参考にして Cl^- を 35.5、 SO_4^{2-} を 96.1 とした。なお、地点毎の $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ の経時変化については後述する。

蒸気井エリアの蒸気造成泉 (39 号造成泉、52 号造成

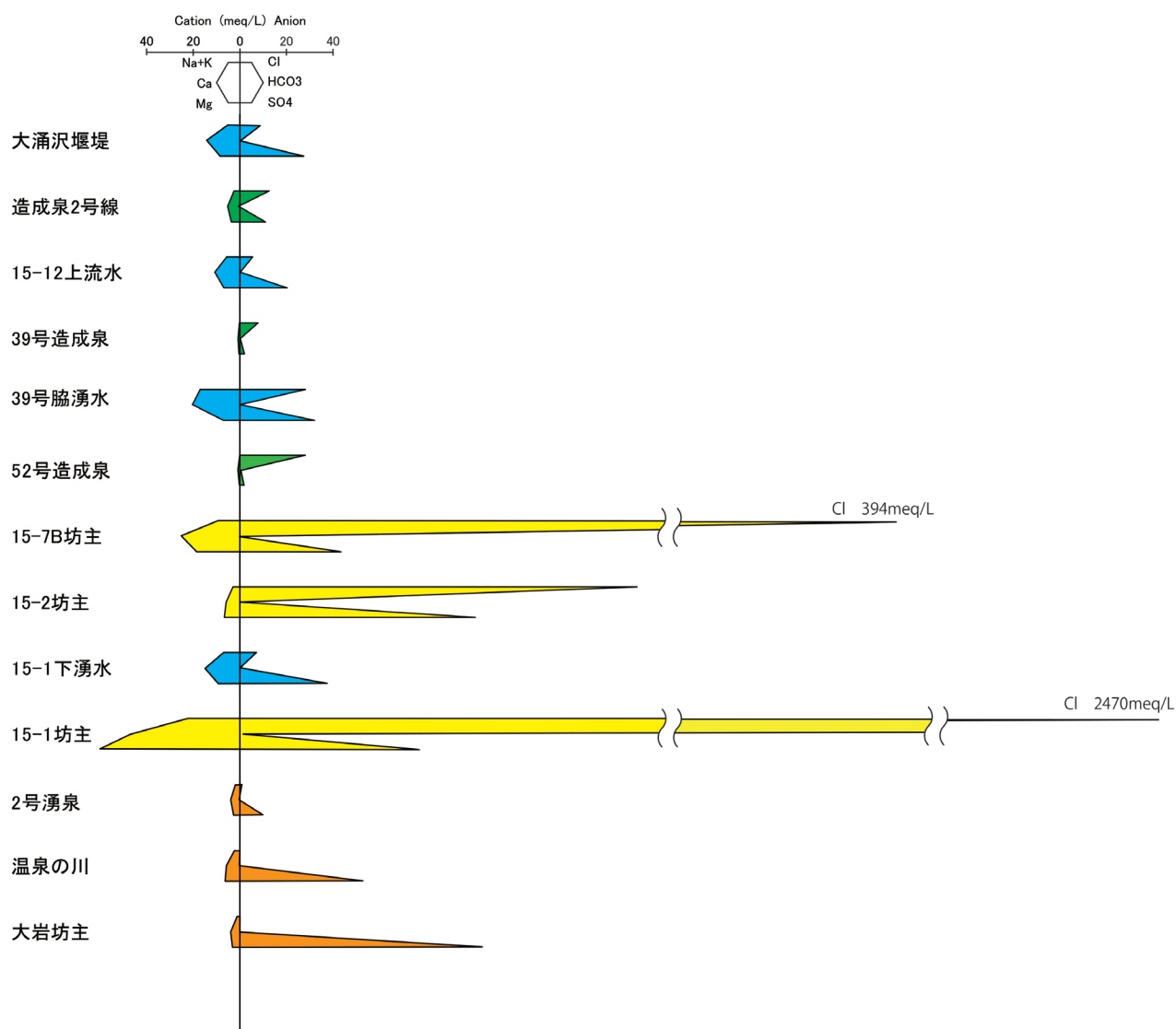


図4 各調査地点のヘキサダイアグラム。使用データは、図3と同じ。ダイアグラムの色は、蒸気井エリアの水については、表流水と湧水が青色、蒸気造成泉関連が緑色、ガスを伴う泥水が黄色。玉子茶屋エリアの水は全て橙色。

泉)とガスを伴う泥水(15-7B 坊主、15-2 坊主、15-1 坊主)は $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ の平均値が5を超えていた。2015 年活発化に際して、両蒸気井は暴噴し、15-1 火口などは活発に蒸気噴出をしており、これらの調査地点では深部からの HCl ガスの直接的な影響を受けていることが考えられる。なお、15-7B および 15-2 については最小値が1未満となり、採水日によっては SO_4^{2-} が主体となるケースが多少あった。蒸気井エリアの表流水(大涌沢堰堤、15-12 上流水)、自然湧出水(39 号脇湧水、15-1 下湧水)および造成混合泉(造成泉2号線)は、 SO_4^{2-} よりも Cl の方が高いものの、 $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ の平均値は1.02から2.51であり、蒸気造成泉やガスを伴う泥水よりも低い値であった。これは、表流水や自然湧出水は比較的浅層の水の影響が大きいこと、造成混合泉は蒸気造成泉に自然湧泉を混合していることによるものである。

表2 当量比による $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ の最小値、最大値、平均値。

調査地点名	エリア	種類	min	max	avg
大涌沢堰堤	蒸気井エリア	表流水	0.30	3.50	1.02
造成泉2号線	蒸気井エリア	造成混合泉	0.60	3.50	1.64
15-12上流水	蒸気井エリア	表流水	0.51	0.79	0.62
39号造成泉	蒸気井エリア	蒸気造成泉	9.22	19.1	14.4
39号脇湧水	蒸気井エリア	自然湧出水	0.05	2.83	1.82
52号造成泉	蒸気井エリア	蒸気造成泉	26.0	57.9	44.6
15-7B坊主	蒸気井エリア	ガスを伴う泥水	0.61	30.4	16.1
15-2坊主	蒸気井エリア	ガスを伴う泥水	0.52	36.0	8.37
15-1下湧水	蒸気井エリア	自然湧出水	0.26	12.6	2.51
15-1坊主	蒸気井エリア	ガスを伴う泥水	10.5	82.9	37.2
2号湧泉	玉子茶屋エリア	自然湧出水	0.01	0.55	0.20
温泉の川	玉子茶屋エリア	表流水	0.00	0.18	0.03
大岩坊主	玉子茶屋エリア	ガスを伴う泥水	0.00	0.01	0.00

一方、玉子茶屋エリアの調査地点の $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ は最大値でも1を超えることはなく、 SO_4^{2-} の占める割合が非常に高く、このエリアでは、火山活動による HCl の影

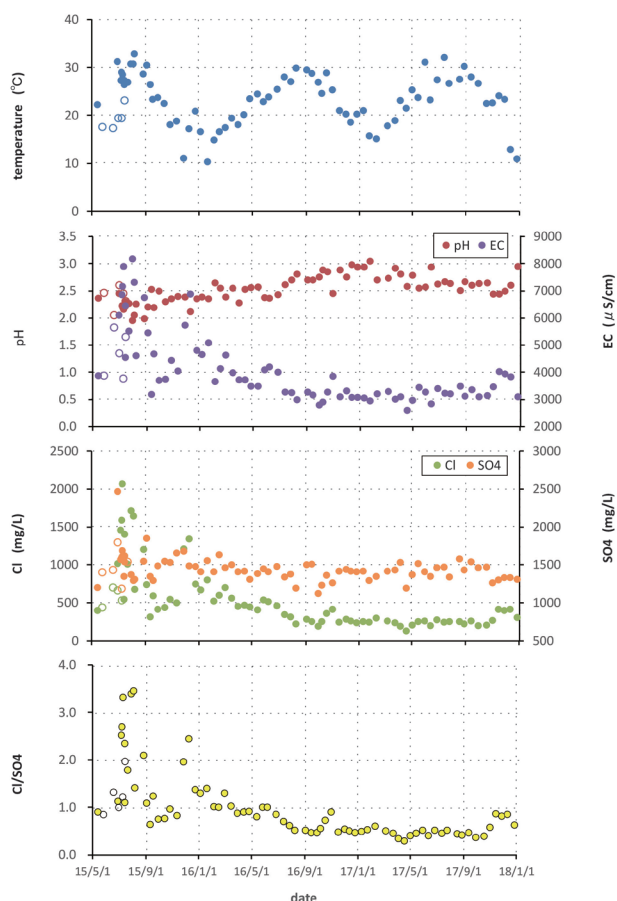


図5 大涌沢堰堤の経時変化。白丸は、早川との合流付近での調査データ。

響はほとんど無いが、あってもごく限定的であることを示している。

4. 経時変化

各調査地点の温度、pH、EC、Cl⁻、SO₄²⁻、Cl/SO₄²⁻の経時変化を図5～17に示した。なお、2号湧泉(図15)には併せて湧出量の経時変化も示した。各調査地点の経時変化の概略は以下のとおりである。

4.1. 大涌沢堰堤

大涌沢堰堤の経時変化を図5に示した。温度は、季節変化の影響により年周期で変動しており、2015年活発化の影響は認められない。一方、ECは、2015年活発化の際には2015(平成27)年7月をピークに上昇(最大値8190 μS/cm)し、その後減少傾向となった。2016(平成28)年夏期以降は3000 μS/cm前後で横ばいとなっている。Cl⁻、Cl/SO₄²⁻の変化もECと調和的であり、これらの項目は火山活動の活発化に合わせて変動しているものと考えられる。EC、ClおよびCl/SO₄²⁻については、2015(平成27)年11～12月、2016(平成28)年10月、2017(平成29)年

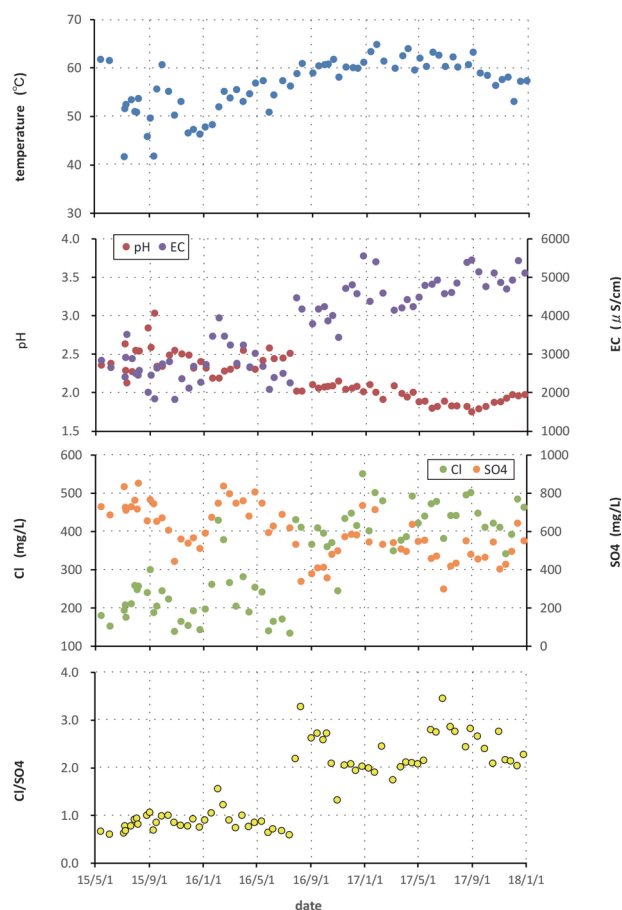


図6 造成泉2号線の経時変化。

11～12月にもピークがあるが、これらは噴火などには至らないものの火山活動が活発化していたことを示している可能性がある。なお、大涌沢堰堤については、Mannen *et al.* (2018)において、Cl⁻とCl/SO₄²⁻のピークが噴火からズレていること、さらに2015年11～12月に上昇現象があった可能性が指摘されている。

4.2. 造成泉2号線

造成泉2号線の経時変化を図6に示した。温度は、2015(平成27)年は以降と比較してばらつきが大きい。これは、2015年活発化により蒸気井などの管理に支障が出たため、温泉の安定的な供給に影響が出ていたことを表しているものと考えられる。pH、EC、ClおよびCl/SO₄²⁻は、2016年7月の2回の調査間で大きなギャップが認められる。これは、相対的にpHが低く、Clが高濃度の52号蒸気井による造成温泉が、造成泉2号線の供給温泉に混合された影響によるものである。

4.3. 15-12上流水

15-12上流水の経時変化を図7に示した。pHは、調査開始後低下し、2017(平成29)年9月の2.7前後を

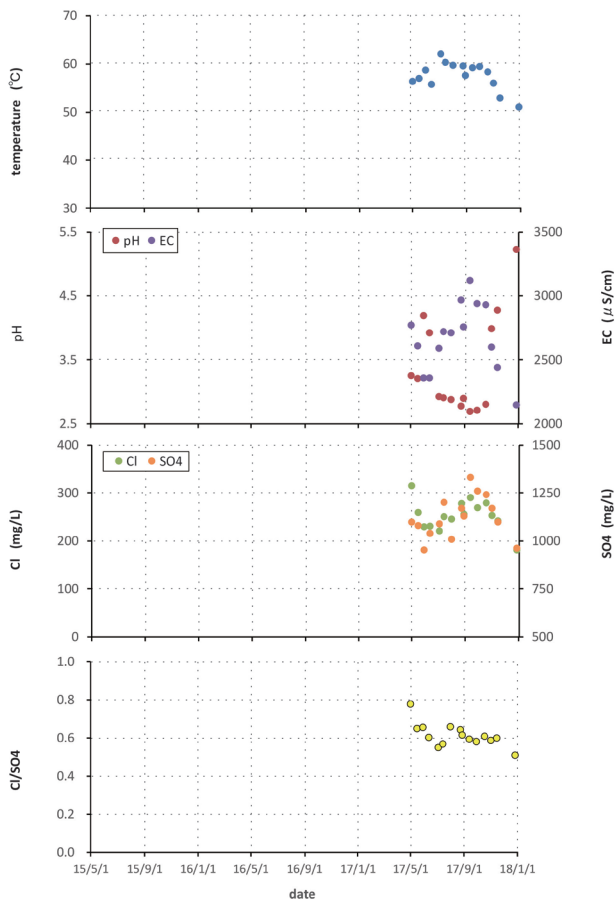


図7 15-12 上流水の経時変化。

ピークに上昇傾向に転じている。本調査地点は、酸性のガスや温泉水の多い蒸気井エリアを流れる表流水ではあるが、最新の調査である2017（平成29）年12月27日にはpHが5を超えており、今後の経過に注意が必要である。また、EC、Cl⁻およびSO₄²⁻は同年9月をピークに減少傾向に転じており、Cl⁻/SO₄²⁻にも低下傾向が認められる。モニタリング期間が約半年間と短いため、今後もモニタリングを継続し、経時変化を明らかにする必要がある。

4.4. 39号造成泉

39号造成泉の経時変化を図8に示した。2017年10月18日に調査を開始したため、データは約2ヶ月間しか得られていない。Cl⁻/SO₄²⁻には低下傾向が認められるが、経時変化については、モニタリングデータの蓄積を待って、改めて評価することとする。

4.5. 39号脇湧水

39号脇湧水の経時変化を図9に示した。調査開始時から2回目までの調査地点（図9中の白丸）は、その後の採水地点のやや南側地表で行ったため、温度を除く各項目の値が大きく異なっている。この2回の調査を

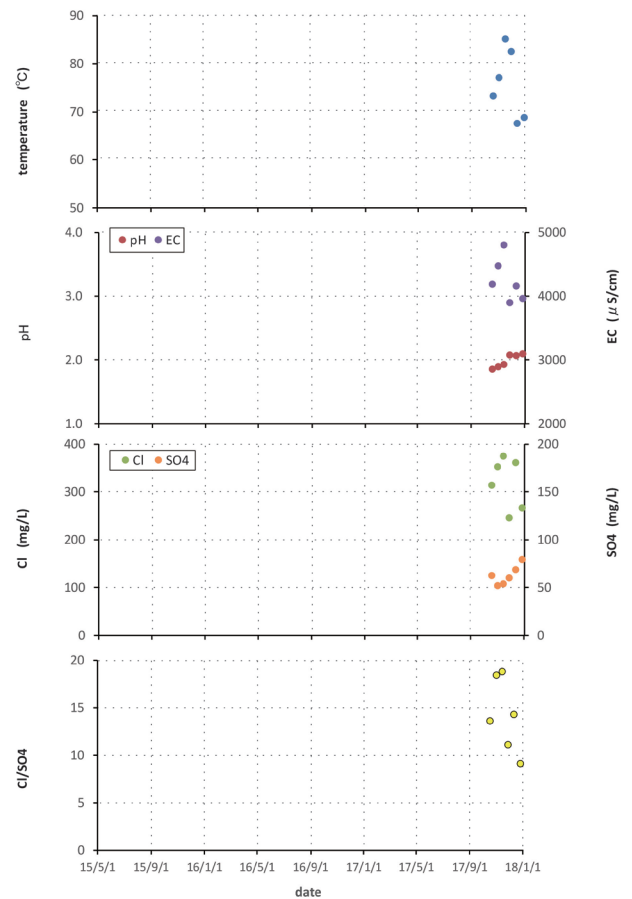


図8 39号造成泉の経時変化。

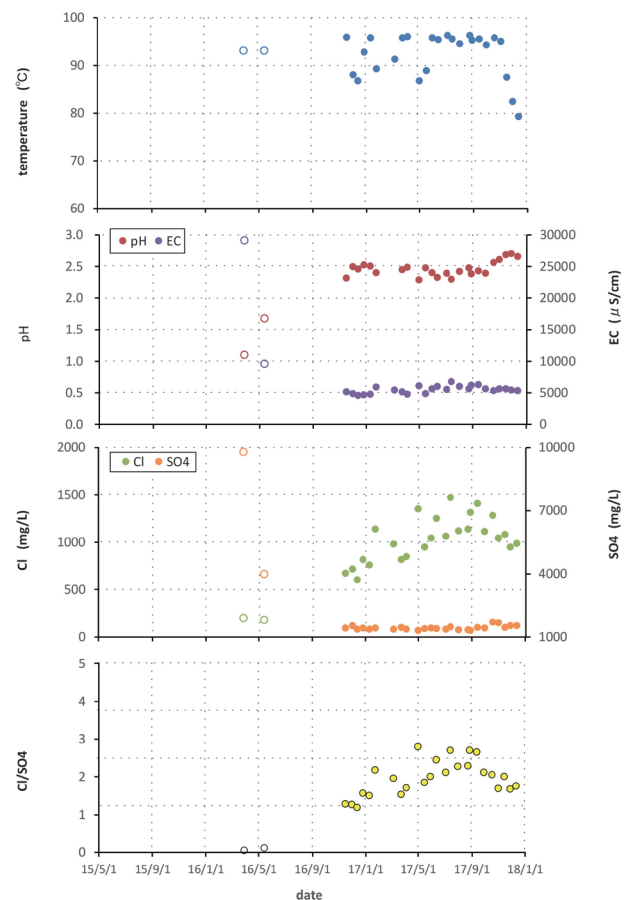


図9 39号脇湧水の経時変化。白丸は、以降の調査地点から1m程南側の湧水のデータ。

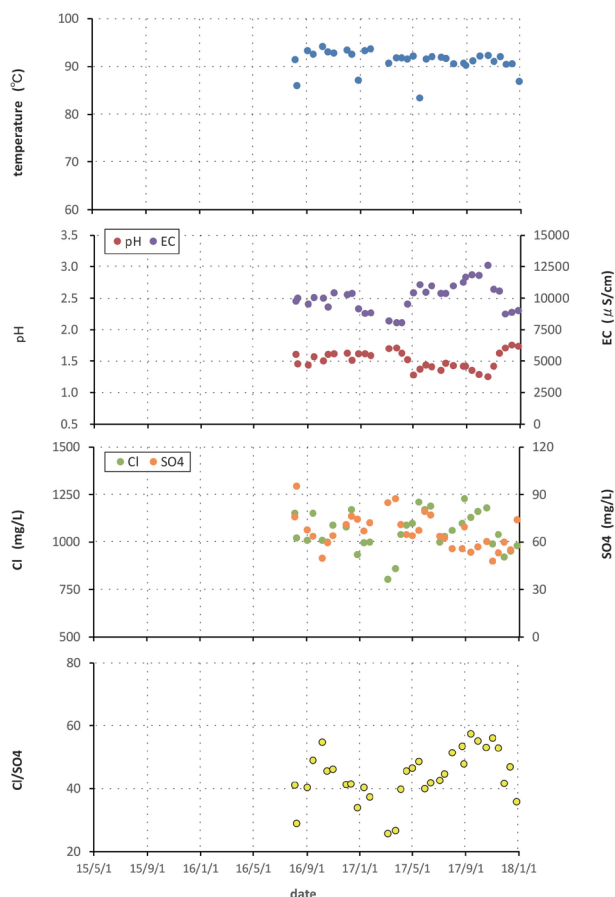


図 10 52 号造成泉の経時変化。

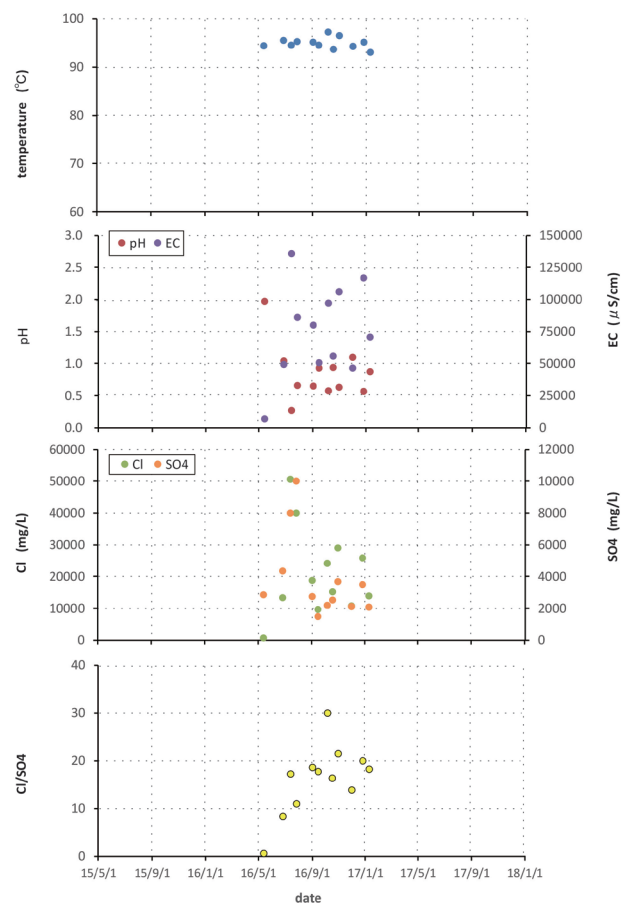


図 11 15-7B 坊主の経時変化。

除いた経時変化をみると、温度は2017（平成29）年11月以降は低下傾向にある。ECはほぼ横ばいであるが、 $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ は2017（平成29）年夏をピークとした山形の変化をしている。本調査地点の SO_4 は変化が小さく1500mg/L程度で安定しており、 $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ の変化は、Clの変化と調和的である。

4.6. 52 号造成泉

52 号造成泉の経時変化を図 10 に示した。2017（平成29）年春から夏にかけて、pHが低下し、ECと $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ が上昇しており、この期間に火山活動が活発化し、深部からの火山ガス供給量が一時的に増加した可能性が示された。

4.7. 15-7B 坊主

15-7B 坊主の経時変化を図 11 に示した。温度は大涌谷での水の沸点温度（96.5℃程度）に近い値で安定している。ECと $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ は、調査開始以降上昇傾向にあったが2016年1月10日を最後に水位低下により採水ができなくなった。ECと $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ の上昇は、現地での目視による湧出量低下と調和的であり、濃縮などが上昇の原因となっている可能性がある。

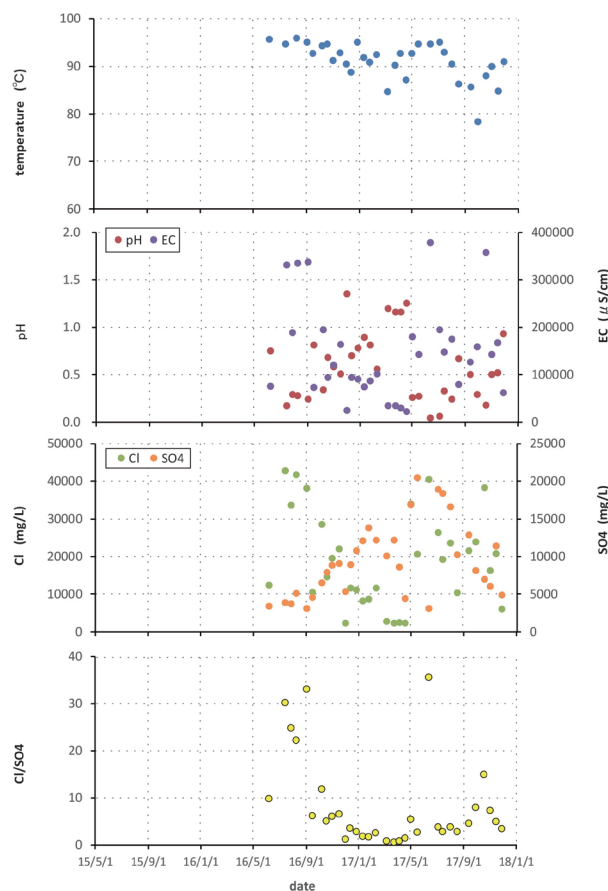


図 12 15-2 坊主の経時変化。

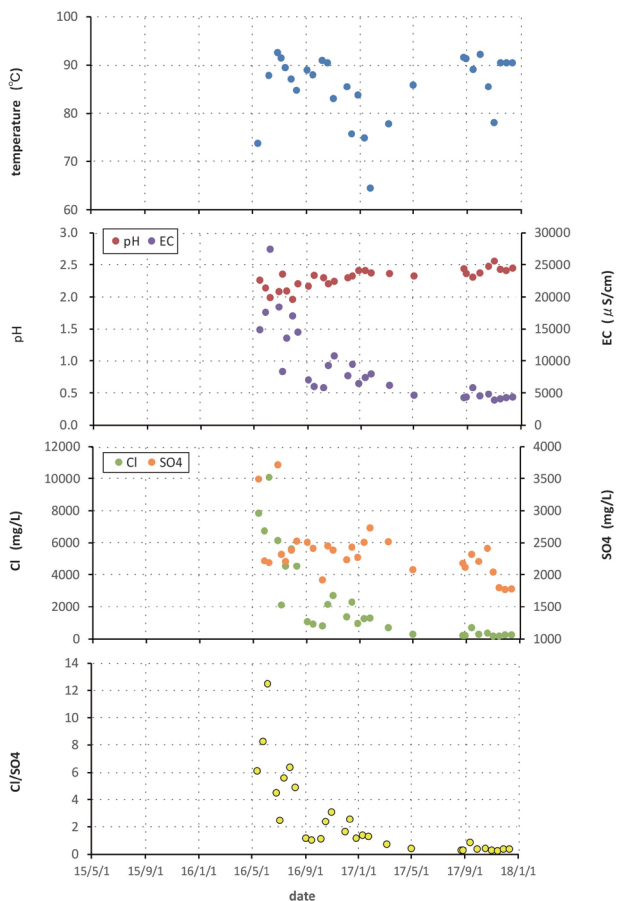


図 13 15-1 下湧水の経時変化。

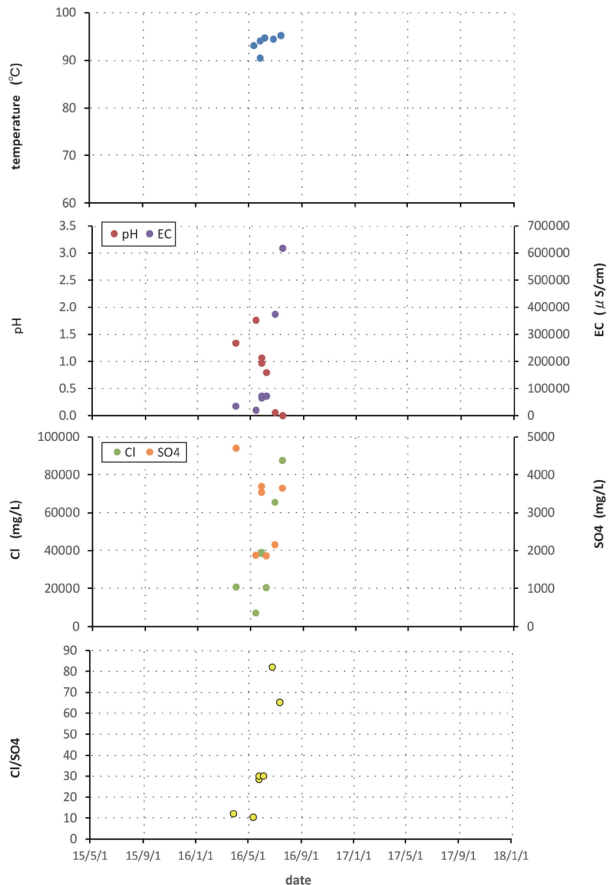


図 14 15-1 坊主の経時変化。

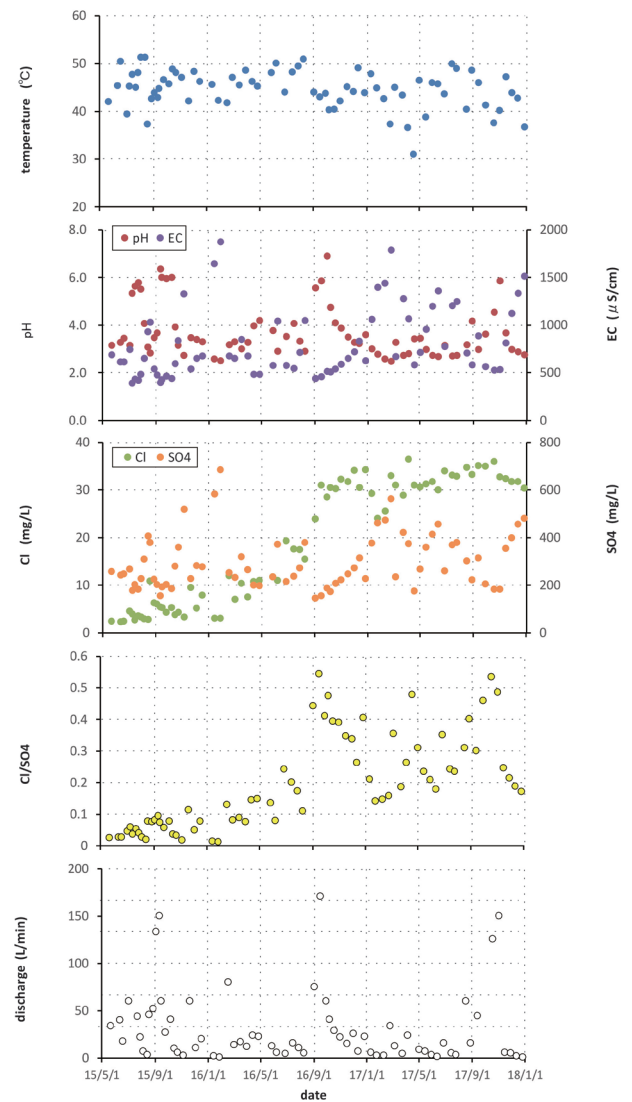


図 15 2号湧泉の経時変化。

4.8. 15-2 坊主

15-2 坊主の経時変化を図 12 に示した。温度は、調査開始当初は沸点に近い温度であったが、徐々に低下傾向にあることが認められる。pH、EC および Cl に着目すると、調査開始から徐々に pH は上昇、EC、Cl は低下の傾向が認められたが、2017（平成 29）年 5 月 1 日の調査では急激に pH が低下、EC、Cl が上昇しており、この頃に噴気孔に影響を与えるイベントが発生した可能性も考えられる。以降は再び pH 上昇、EC 低下のトレンドを示した。Cl/SO₄²⁻ は、調査開始時から低下傾向が認められるが、2017 年 6 月と 10 月をピークとした上昇が認められた。

4.9. 15-1 下湧水

15-1 下湧水の経時変化を図 13 に示した。pH は上昇傾向、EC、Cl、SO₄²⁻ および Cl/SO₄²⁻ は低下傾向にある。

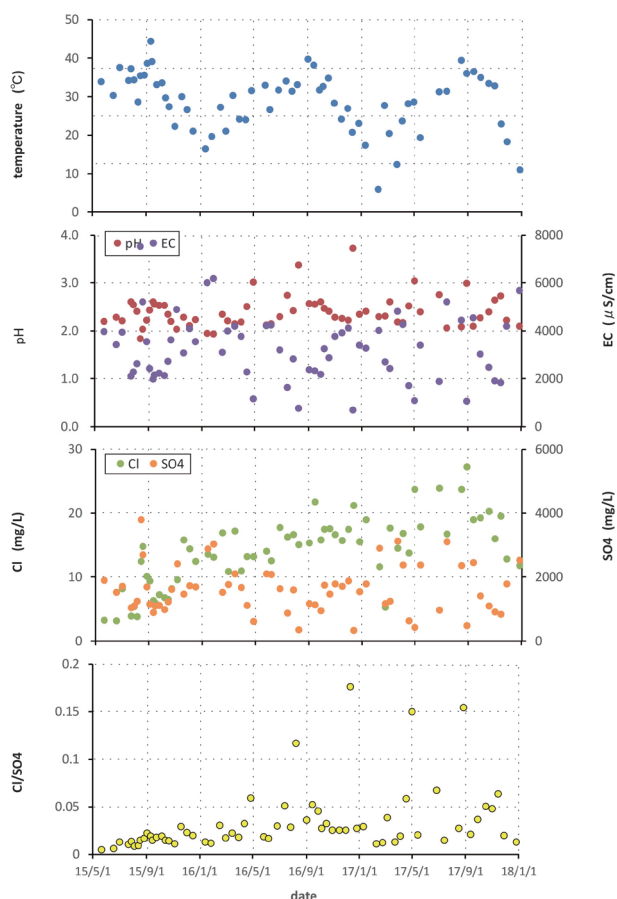


図 16 温泉の川の経時変化。

これは、15-1 火口など本調査地点の周辺地域への Cl を含む火山ガスの供給量が減少してきていることを示唆している可能性がある。

4.10. 15-1 坊主

15-1 坊主の経時変化を図 14 に示した。調査開始から水位低下により測定不能に至るまで EC、Cl⁻、Cl/SO₄²⁻ は上昇傾向にあった。一方、pH は低下傾向を示していた。Cl⁻ の上昇の理由としては、深部からの HCl ガス供給量に対して、それを溶解する地下水（比較的浅層で形成される温泉水）が減少し、両者のバランスが変化した可能性が考えられる。

4.11. 2 号湧泉

2 号湧泉の経時変化を図 15 に示した。mannen *et al.* (2018) では、Cl と Cl/SO₄²⁻ は上昇傾向にあることが述べられている。2 号湧泉は、降水の影響を受けやすく（菊川、2003）、pH、SO₄²⁻ および湧出量は降水の影響を受けて大きく変動しているとみられる。一方、Cl はこのような降水の影響はあまり見られず、降水とは無関係に濃度上昇が継続していると思われる。

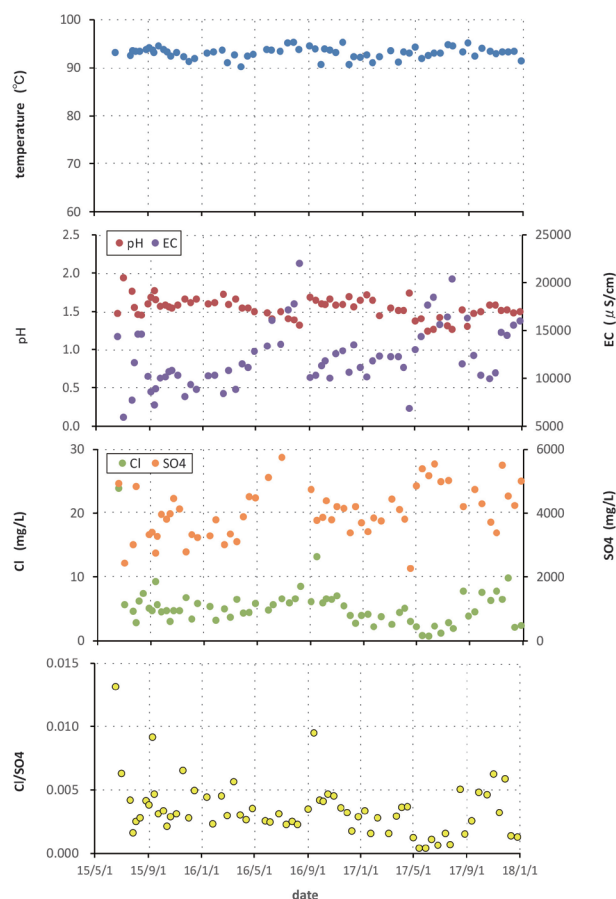


図 17 大岩坊主の経時変化。

また、Cl は 2016 年 6 月から 9 月にかけて急激に上昇し、以降の上昇傾向は鈍くなっており、Cl 供給量の変化などがおきている可能性がある。

4.12. 温泉の川

温泉の川の経時変化を図 16 に示した。温度は、季節変化の影響により年周期で変動している。Cl と Cl/SO₄²⁻ は上昇傾向にあるが、EC や Cl/SO₄²⁻ の変動は、2 号湧泉と同様に Cl よりも高濃度である SO₄²⁻ の影響が見られる。

4.13. 大岩坊主

大岩坊主の経時変化を図 17 に示した。温度は沸点付近で安定している。pH については、変動はあるものの 1.5 程度で推移している。Cl は、調査開始時の 1 回目が特異的に高い。Na⁺、K⁺、Ca²⁺ も同様に調査開始時に特異的に高い値（付表参照）となっていたが、これらの理由については不明である。Cl 及び Cl/SO₄²⁻ の経時変化については、2017 年 5 月にかけて多少減少傾向にも見えるがその後上昇する傾向もあり明確ではない。

5. おわりに

2015 年 5 月から 2017 年 12 月の間に実施した大涌谷の水質モニタリング調査結果をとりまとめた。モニタリング調査はイベント発生時だけでなく、平常時のデータを取得することが重要である。今後も引き続きモニタリングを実施し、箱根火山の活動監視に資するとともに、箱根温泉の生成機構解明に向けた研究のための参考データとして活用していく予定である。なお、今回得られたデータの詳細な解析については、別の機会に行うこととする。

謝辞

箱根温泉供給株式会社には調査地への立ち入りを許可いただいた。気象庁の竹中潤氏、生命の星・地球博物館の笠間友博氏、箱根ジオミュージアムの山口珠美氏、環境科学センターの代田寧氏、温泉地学研究所の宮下雄次氏、本多亮氏、原田昌武氏、行竹洋平氏、道家涼介氏、安部祐希氏には現地調査にご協力いただいた。ここに記して感謝します。

参考文献

- 菊川城司（2002）箱根大涌谷における湧水の水質調査結果～ 2001（平成 13）年箱根群発地震に対応して～，*湿地研報告*，34, 51-58.
- Mannen K., Yukutake Y., Kikugawa G., Harada M., Itadera K. and Takenaka J. (2018) Chronology of the 2015 eruption of Hakone volcano, Japan – geological background, mechanism of volcanic unrest and disaster mitigation measures during the crisis. *Earth, Planets Sp.* doi: 10.1186/s40623-018-0844-2
- 萬年一剛・菊川城司・宮下雄次・山口珠美・丹保俊哉・本間直樹（2018）箱根火山 2015 年噴火後の大涌谷噴気地帯と噴気温度の変化，*湿地研報告*，50, 19-44.
- 竹中潤・片山真（2016）2015 年箱根火山活動活発化に伴う防災対応，*湿地研観測だより*，66, 3-12.
- 辻内和七郎・鈴木征志・栗屋 徹（2003）箱根大涌谷で 2001（平成 13）年に発生した蒸気井の暴噴事故とその対策、*神奈川湿地研観測だより*，53, 1-12.

付表 1 大涌沢堰堤の調査結果。採水日欄に（*）と記したデータは、早川との合流地点付近での調査結果。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2015/5/14	22.3	2.36	3870	85.3	7.92	98.2	247	398	1200	223	7.35
2015/5/26 (*)	17.5	2.46	3870	97.5	9.79	117	284	438	1400	367	7.94
2015/6/18 (*)	17.3	2.05	5640	88.3	9.30	105	278	694	1430	—	—
2015/6/29	31.3	2.45	6100	101	10.2	143	752	1020	2470	253	6.75
2015/6/30 (*)	19.4	2.60	4690	108	11.0	114	487	659	1790	—	—
2015/7/6	27.3	2.23	6860	93.1	9.59	126	419	1460	1570	—	—
2015/7/8	29.0	2.20	7160	114	11.1	142	426	1590	1600	—	—
2015/7/9 (*)	19.4	2.45	3750	64.8	6.05	77.1	274	530	1180	—	—
2015/7/10	28.5	2.16	7890	116	11.3	147	445	2070	1690	—	—
2015/7/14	26.4	2.30	4550	93.9	9.17	100	301	545	1350	—	—
2015/7/15	27.3	2.21	6460	109	9.03	127	386	1400	1620	—	—
2015/7/15 (*)	23.1	2.31	5300	96.8	7.96	114	358	1120	1540	—	—
2015/7/22	27.0	2.27	5510	97.7	8.78	111	341	1010	1540	244	20.7
2015/7/30	30.7	1.95	8190	101	10.7	116	339	1710	1370	237	49.7
2015/8/4	30.7	2.05	7310	113	11.0	119	338	1640	1290	232	49.9
2015/8/7	32.8	2.26	4620	91.3	8.42	94.3	276	681	1310	246	15.7
2015/8/27	28.7	1.99	6760	104	9.36	111	322	1200	1550	285	26.3
2015/9/3	30.5	2.20	5460	101	7.90	108	324	740	1850	269	14.1
2015/9/11	26.4	2.53	3180	73.5	5.71	72.1	232	316	1350	225	5.02
2015/9/17	23.4	2.19	4680	72.2	6.09	74.6	234	590	1290	252	26.8
2015/9/29	23.7	2.49	3710	105	7.99	98.9	302	413	1490	315	7.81
2015/10/14	22.5	2.30	3740	108	8.38	105	324	438	1550	298	7.91
2015/10/27	18.1	2.35	4440	123	9.50	128	386	545	1530	369	9.39
2015/11/11	18.8	2.40	4050	124	9.64	134	404	502	1660	312	8.95
2015/11/27	11.1	2.39	5730	145	12.0	165	448	1210	1680	312	56.8
2015/12/9	17.2	2.12	6890	152	13.2	142	371	1340	1490	333	57.4
2015/12/24	20.9	2.35	4810	125	10.2	116	323	749	1480	273	21.7
2016/1/5	16.6	2.39	4660	136	10.5	117	331	672	1410	329	17.3
2016/1/20	10.4	2.35	5080	144	10.9	130	352	802	1560	337	23.4
2016/2/4	14.9	2.65	3670	111	9.15	101	322	525	1410	278	15.1
2016/2/16	16.6	2.55	4130	116	8.39	109	326	602	1630	305	17.6
2016/2/29	17.5	2.39	4630	125	9.34	118	333	701	1460	321	21.8
2016/3/15	19.5	2.55	3980	123	9.12	110	306	564	1500	330	16.8
2016/3/30	18.1	2.28	3720	113	9.15	101	297	457	1410	321	12.2
2016/4/13	20.2	2.53	3730	120	9.54	104	293	472	1420	341	12.7
2016/4/26	23.5	2.56	3490	103	8.28	96.0	278	443	1310	305	11.5
2016/5/13	24.5	2.57	3490	106	8.21	104	274	411	1390	289	11.0
2016/5/27	22.9	2.38	4090	112	9.88	100	271	536	1450	311	13.0
2016/6/7	23.9	2.37	4190	118	10.0	106	285	516	1410	322	13.3
2016/6/27	25.5	2.43	4010	120	9.14	107	291	465	1480	315	16.5
2016/7/14	28.1	2.61	3260	111	8.66	92.1	264	346	1340	454	12.4
2016/7/28	27.1	2.70	3250	127	9.25	104	295	314	1380	358	9.70
2016/8/9	29.9	2.81	2990	101	9.52	79.9	241	223	1190	336	8.26
2016/9/2	29.5	2.70	3260	118	9.36	95.5	281	285	1500	299	8.98
2016/9/15	28.8	2.70	3170	111	8.24	91.3	272	256	1510	300	8.23
2016/9/29	27.0	2.76	2800	107	7.75	82.5	257	192	1120	277	7.17
2016/10/7	24.6	2.88	2900	118	8.72	95.4	275	249	1230	309	7.93
2016/10/18	28.9	2.85	3260	125	9.57	107	297	360	1360	328	9.76
2016/10/31	25.4	2.45	3850	124	9.38	101	283	418	1260	373	15.2

付表1 (続き)

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/11/16	21.1	2.88	3100	126	10.2	104	310	249	1420	314	1.69
2016/12/1	20.3	2.76	3320	117	9.55	99.5	287	283	1440	321	8.00
2016/12/12	18.6	2.98	3080	128	10.6	108	319	264	1420	315	6.96
2016/12/26	20.3	2.94	3070	123	10.2	103	309	240	1410	268	5.64
2017/1/10	21.1	2.94	3060	121	9.97	103	302	254	1420	325	7.04
2017/1/23	15.7	3.05	2950	124	10.6	101	300	248	1290	207	3.98
2017/2/9	15.2	2.70	3210	127	10.3	105	296	299	1350	363	11.4
2017/3/6	17.8	2.73	3290	120	9.83	100	274	260	1420	296	8.52
2017/3/23	18.9	2.92	3020	127	10.8	107	304	239	1430	327	7.74
2017/4/4	23.1	2.81	3090	115	10.5	96.8	280	193	1530	342	6.75
2017/4/18	21.5	2.58	2590	61.0	4.78	54.3	168	128	1190	272	5.47
2017/5/1	25.3	2.79	2960	117	9.93	95.1	273	203	1370	308	6.74
2017/5/15	23.7	2.55	3450	121	9.90	98.2	280	255	1520	301	8.18
2017/5/30	31.1	2.57	3270	124	10.7	103	281	264	1410	309	10.2
2017/6/12	23.3	2.94	2840	123	10.8	98.5	281	199	1350	224	3.23
2017/6/27	27.4	2.62	3400	122	10.3	98.3	259	279	1460	519	11.8
2017/7/14	32.1	2.67	3220	126	10.9	106	295	245	1470	299	4.54
2017/7/25	26.7	2.64	3200	122	10.6	94.2	282	253	1340	354	8.17
2017/8/17	27.6	2.51	3490	108	8.50	92.7	248	251	1580	334	7.80
2017/8/28	30.3	2.67	3120	124	8.46	96.3	276	220	1430	524	9.73
2017/9/13	28.1	2.60	3350	120	9.38	97.6	277	262	1540	333	7.64
2017/9/29	26.7	2.64	3090	106	8.30	88.3	246	197	1460	326	5.87
2017/10/18	22.5	2.65	3140	105	7.69	87.1	247	207	1470	347	6.13
2017/11/1	22.7	2.44	3460	94.3	6.80	74.3	218	266	1260	552	12.9
2017/11/15	24.1	2.44	4020	128	9.46	104	287	415	1300	—	—
2017/11/28	23.4	2.49	3950	125	10.2	100	282	396	1330	—	—
2017/12/12	12.9	2.60	3840	120	9.87	109	297	414	1330	—	—
2017/12/27	10.9	2.95	3100	115	9.53	103	290	304	1310	—	—

付表2 造成泉2号線の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2015/5/14	61.8	2.36	2830	40.7	4.51	45.7	118	180	730	141	4.95
2015/6/4	61.5	2.38	2650	33.8	4.15	38.3	107	152	685	126	4.13
2015/7/6	41.7	2.63	2410	38.8	5.16	53.4	142	194	834	-	-
2015/7/8	51.6	2.29	2910	31.4	4.07	37.1	101	209	727	-	-
2015/7/10	52.4	2.13	3510	31.2	3.92	37.1	93.4	176	710	-	-
2015/7/22	53.4	2.27	2890	33.2	3.93	41.0	106	210	729	98.7	3.85
2015/7/30	51.0	2.55	2500	45.4	5.06	61.0	158	259	763	118	4.32
2015/8/4	50.9	2.54	2460	45.1	4.99	61.2	146	248	716	118	4.19
2015/8/7	53.7	2.54	2580	45.2	5.43	68.2	153	258	852	134	5.43
2015/8/27	45.8	2.84	2000	45.4	5.04	62.7	157	240	655	117	3.56
2015/9/3	49.6	2.59	2460	50.2	5.30	69.6	168	301	767	114	3.61
2015/9/11	41.8	3.03	1832	46.2	4.72	61.9	169	188	746	116	2.87
2015/9/17	55.6	2.34	2640	35.0	3.91	49.6	121	205	653	102	4.45
2015/9/29	60.6	2.34	2750	38.1	4.10	54.6	135	245	671	128	5.84
2015/10/14	55.1	2.49	2800	34.1	3.73	45.6	111	223	606	97.4	4.95
2015/10/27	50.2	2.55	1827	27.3	3.18	36.5	109	139	444	114	4.08
2015/11/11	53.0	2.50	2360	28.8	3.38	46.0	117	164	560	84.8	4.49
2015/11/27	46.6	2.49	2120	30.5	3.33	40.2	105	154	539	94.5	4.94
2015/12/9	47.3	2.32	2690	30.8	3.51	49.2	109	193	566	92.7	5.61
2015/12/24	46.3	2.40	2270	26.5	3.15	33.9	82.7	143	511	82.8	5.29
2016/1/5	47.8	2.32	2730	30.5	3.53	41.9	104	197	590	93.7	7.53
2016/1/20	48.3	2.19	3460	35.9	4.12	54.7	115	262	675	100	8.64
2016/2/4	52.0	2.19	3950	57.6	5.07	59.5	138	429	746	137	16.4
2016/2/16	55.1	2.28	3470	56.5	4.94	61.9	153	379	836	172	17.1
2016/2/29	53.8	2.30	3240	54.4	5.22	53.6	152	267	798	205	14.4
2016/3/15	55.5	2.35	2760	44.8	4.91	45.6	127	205	748	204	12.8
2016/3/30	53.0	2.55	3230	55.0	4.60	51.7	135	281	761	257	17.0
2016/4/13	54.7	2.33	2670	40.9	4.67	40.8	116	190	679	232	14.0
2016/4/26	56.8	2.30	3020	54.7	5.61	51.7	141	254	807	328	18.1
2016/5/13	57.3	2.42	2690	53.5	5.36	54.9	140	242	747	131	8.25
2016/5/27	50.8	2.58	2090	40.5	4.54	36.2	122	140	594	111	6.42
2016/6/7	54.4	2.44	2390	42.2	4.45	38.8	120	165	628	110	6.56
2016/6/27	57.4	2.45	2500	43.2	4.74	41.1	124	172	690	113	6.30
2016/7/14	56.3	2.51	2250	39.4	4.09	35.5	115	135	617	181	8.49
2016/7/28	58.8	2.02	4460	36.7	3.93	34.3	104	431	534	120	21.3
2016/8/9	60.9	2.02	4180	24.6	2.92	28.2	75.0	410	339	98.0	20.5
2016/9/2	58.9	2.10	3790	25.3	2.74	27.3	87.9	367	379	78.7	15.7
2016/9/15	60.4	2.06	4180	28.1	3.02	33.2	93.3	410	408	86.2	17.3
2016/9/29	60.7	2.07	4230	26.4	2.96	30.3	85.2	395	413	84.8	16.6
2016/10/7	60.8	2.08	3870	22.2	2.48	24.4	77.9	360	359	81.1	16.0
2016/10/18	61.7	2.09	4010	28.1	2.87	29.8	94.0	371	480	93.6	15.9
2016/10/31	58.1	2.15	3440	25.1	2.71	24.8	82.8	245	500	127	16.3
2016/11/16	60.1	2.04	4710	42.1	3.79	42.8	104	435	572	113	16.9
2016/12/1	60.0	2.06	4810	43.1	3.69	42.4	109	448	585	116	18.6
2016/12/12	59.9	2.08	4570	43.4	3.66	44.6	115	416	580	115	17.9
2016/12/26	61.2	2.01	5550	51.4	4.65	59.0	118	550	737	123	18.2
2017/1/10	63.3	2.10	4370	39.2	3.40	38.2	95.5	401	545	110	17.4
2017/1/23	64.8	2.00	5400	48.1	4.23	60.0	114	502	715	117	18.8
2017/2/9	61.4	1.91	4590	36.5	3.39	37.6	91.1	481	532	105	17.2

付表2 (続き)

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2017/3/6	59.9	2.09	4150	35.9	3.21	36.9	89.7	350	543	103	15.7
2017/3/23	62.5	1.99	4200	34.9	3.28	36.2	81.8	376	507	102	15.9
2017/4/4	64.0	1.94	4420	30.3	3.42	32.5	73.0	386	494	104	15.7
2017/4/18	59.5	2.00	4240	34.6	3.04	37.3	100	493	637	119	15.8
2017/5/1	62.0	1.88	4480	35.7	3.27	36.2	91.1	421	548	118	16.6
2017/5/15	60.3	1.89	4790	36.4	3.14	36.0	102	440	554	114	17.0
2017/5/30	63.2	1.80	4820	33.3	3.13	30.4	76.9	472	457	114	19.6
2017/6/12	62.6	1.82	4920	33.6	3.29	33.8	80.9	479	472	128	16.7
2017/6/27	60.3	1.89	4570	18.9	2.20	19.5	56.7	381	299	98.3	17.7
2017/7/14	62.2	1.83	4610	35.1	3.25	33.4	77.6	442	419	145	18.9
2017/7/25	60.2	1.83	4850	35.2	3.26	34.3	79.0	441	434	136	17.6
2017/8/17	60.6	1.82	5380	36.5	3.38	38.4	86.5	495	551	152	19.0
2017/8/28	63.2	1.75	5450	37.5	3.56	37.2	37.5	502	482	171	20.6
2017/9/13	58.9	1.79	5140	30.7	2.71	29.0	71.8	447	456	171	21.7
2017/9/29	58.4	1.82	4760	30.4	3.05	30.3	70.6	411	464	175	19.9
2017/10/18	56.4	1.87	5110	35.9	3.07	36.9	86.7	421	545	196	21.4
2017/11/1	57.6	1.88	4860	20.7	2.30	22.7	57.9	411	404	129	16.4
2017/11/15	58.1	1.93	4690	24.4	2.04	20.3	59.6	342	427	121	12.4
2017/11/28	53.1	1.97	4920	33.9	2.83	29.7	80.9	393	496	124	11.5
2017/12/12	57.2	1.96	5430	49.1	4.29	44.5	106	485	643	—	—
2017/12/27	57.4	1.97	5110	45.7	4.25	40.2	95.6	463	551	—	—

付表3 15-12 上流水の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2017/5/1	56.4	3.25	2770	153	10.6	110	245	315	1100	553	11.3
2017/5/16	57.0	3.21	2610	148	10.0	105	241	259	1080	604	11.5
2017/5/30	58.7	4.19	2360	140	10.1	94.1	229	230	951	385	6.38
2017/6/12	55.8	3.92	2360	146	10.3	93.7	238	231	1040	—	—
2017/7/3	62.1	2.93	2590	148	9.89	98.2	224	221	1090	421	6.99
2017/7/14	60.3	2.91	2720	150	10.2	96.5	229	251	1200	393	7.60
2017/8/1	59.7	2.88	2710	143	10.2	92.6	215	245	1010	356	6.90
2017/8/23	59.6	2.78	2970	159	9.49	115	260	277	1170	377	5.27
2017/8/28	57.6	2.90	2760	143	9.65	101	224	256	1130	—	—
2017/9/13	59.2	2.69	3120	147	8.85	109	255	291	1330	—	—
2017/9/29	59.4	2.71	2940	142	9.07	106	232	269	1260	—	—
2017/10/18	58.3	2.81	2930	152	9.23	121	259	279	1240	—	11.7
2017/11/1	56.0	3.99	2600	146	9.26	121	252	253	1170	—	—
2017/11/15	52.9	4.28	2440	151	9.23	121	263	242	1100	—	—
2017/12/27	51.1	5.23	2150	130	8.57	87.4	222	181	963	—	—

付表 4 39号造成泉の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2017/10/18	73.3	1.86	4190	8.46	1.56	6.70	19.2	315	62.6	79.5	11.5
2017/11/1	77.1	1.89	4480	7.57	1.26	5.33	15.9	353	51.9	73.4	12.0
2017/11/15	85.1	1.93	4800	8.05	1.29	5.82	16.8	374	54.0	70.9	12.4
2017/11/28	82.5	2.08	3900	8.61	1.41	6.47	18.6	246	60.0	72.1	9.07
2017/12/12	67.6	2.07	4160	8.28	1.36	6.35	18.4	361	68.7	61.6	9.39
2017/12/27	68.8	2.10	3960	9.30	1.47	7.15	20.5	267	79.6	-	-

付表 5 39号脇湧水の調査結果一覧。採水日欄に（＊）と記したデータは、2016年11月16日以降の調査地点のすぐ左側に湧出していた別の湧出水の調査結果。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/3/28 (＊)	93.0	1.10	29100	45.8	8.85	43.9	204	195	9780	341	8.84
2016/5/13 (＊)	93.0	1.67	9570	32.8	4.84	40.6	129	180	3970	618	9.33
2016/11/16	96.0	2.32	5140	345	8.48	52.2	385	674	1430	505	20.2
2016/12/1	88.1	2.50	4880	313	8.45	55.6	354	716	1540	531	20.7
2016/12/12	86.9	2.46	4600	346	8.98	41.7	324	602	1380	505	17.4
2016/12/26	92.9	2.53	4730	346	9.11	49.8	348	814	1420	512	19.1
2017/1/10	95.9	2.51	4850	353	9.21	51.0	352	758	1380	475	20.9
2017/1/23	89.4	2.41	5940	375	9.76	71.7	407	1140	1420	481	27.8
2017/3/6	91.3	-	5510	350	9.89	66.9	341	977	1360	-	-
2017/3/23	95.9	2.45	5180	350	9.72	59.8	328	815	1440	968	72.0
2017/4/4	96.1	2.49	4820	340	9.84	60.4	315	849	1360	905	35.5
2017/5/1	86.9	2.29	6130	394	11.0	85.7	385	1350	1310	933	52.6
2017/5/16	89.0	2.48	4920	372	10.7	60.8	328	949	1400	908	38.3
2017/5/30	95.8	2.41	5620	398	11.5	69.6	364	1040	1410	972	50.6
2017/6/12	95.5	2.33	6050	419	12.4	77.0	403	1250	1390	952	54.3
2017/7/3	96.3	2.40	5550	402	11.4	77.3	402	1060	1360	1000	53.2
2017/7/14	95.6	2.30	6750	410	11.4	106	452	1470	1480	1010	71.7
2017/8/1	94.6	2.42	6030	401	11.2	91.0	404	1120	1340	981	62.1
2017/8/23	96.4	2.48	5690	380	10.4	88.0	379	1140	1350	1020	53.9
2017/8/28	95.4	2.39	6180	406	11.9	99.2	410	1310	1320	993	58.4
2017/9/13	95.6	2.43	6340	392	10.4	107	444	1410	1440	1000	62.1
2017/9/29	94.4	2.40	5630	367	10.7	97.3	407	1110	1430	1030	49.8
2017/10/18	95.8	2.57	5410	353	10.5	98.4	431	1280	1700	993	41.5
2017/11/1	95.1	2.61	5650	385	12.0	106	452	1040	1670	1030	46.3
2017/11/15	87.6	2.69	5660	420	12.9	100	435	1080	1460	508	26.4
2017/11/28	82.5	2.71	5430	397	12.4	93.1	417	946	1530	526	24.6
2017/12/12	79.4	2.66	5420	390	12.1	90.0	414	988	1530	-	-

付表 6 52 号造成泉の調査結果一覧。採水日欄に（＊）と記したものは、通常採水している枡ではなく、それよりもやや下流部の水路で採水した調査結果。

Date	Temp. ℃	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/8/5	91.4	1.61	9780	9.49	1.57	7.73	22.7	1150	75.9	—	—
2016/8/9	86.0	1.46	10010	10.0	1.64	8.07	24.0	1020	95.4	71.8	54.4
2016/9/2	93.3	1.44	9530	8.59	1.54	6.78	20.2	1010	67.8	53.5	46.6
2016/9/15	92.6	1.57	10040	8.46	1.47	6.64	20.1	1150	63.5	58.3	49.9
2016/10/7	94.1	1.50	10000	7.49	1.18	5.39	16.8	1010	50.0	58.4	44.5
2016/10/18	93.1	1.61	9320	8.48	1.42	6.19	19.0	1000	59.4	59.7	43.5
2016/10/31	92.8	1.62	10430	9.06	1.53	6.90	20.4	1090	64.1	60.3	41.8
2016/12/1	93.4	1.63	10300	9.55	1.59	7.50	22.1	1080	71.0	63.7	49.2
2016/12/12	92.6	1.51	10380	10.0	1.62	7.78	23.0	1170	76.3	66.2	49.0
2016/12/26	87.1	1.62	9170	9.39	1.59	7.42	21.7	933	74.5	61.5	45.4
2017/1/10	93.3	1.62	8770	9.03	1.52	7.16	21.0	998	66.9	56.1	41.1
2017/1/23	93.6	1.59	8840	9.87	1.59	7.79	22.7	998	72.3	59.2	41.0
2017/3/6	90.7	1.70	8190	9.85	1.57	7.68	21.9	804	84.9	55.7	36.4
2017/3/23	91.8	1.71	8060	10.1	1.64	7.89	22.6	861	87.3	58.0	41.3
2017/4/4	91.8	1.63	8050	9.63	1.58	7.80	22.5	1040	70.9	56.5	42.2
2017/4/18	91.5	1.52	9540	7.89	1.35	6.09	18.0	1090	64.7	57.8	44.2
2017/5/1	92.2	1.28	10430	8.43	1.33	6.23	18.3	1100	64.1	64.8	39.5
2017/5/16 (＊)	83.4	1.37	11090	8.87	1.49	6.91	19.8	1210	67.4	62.5	39.1
2017/5/30	91.6	1.44	10480	9.15	1.57	6.93	20.2	1170	79.4	64.2	37.3
2017/6/12	92.0	1.41	10990	9.82	1.51	7.46	21.3	1190	77.0	44.0	22.5
2017/7/3	91.9	1.36	10390	9.40	1.44	7.38	21.0	999	63.6	75.1	46.1
2017/7/14	91.7	1.47	10370	9.20	1.36	7.51	21.0	1030	62.5	54.4	33.1
2017/8/1	90.6	1.43	10970	8.92	1.59	7.03	20.1	1060	55.8	71.1	40.6
2017/8/23	90.7	1.42	11240	8.34	1.19	6.05	14.2	1100	55.7	71.3	41.6
2017/8/28	90.2	1.42	11690	8.74	1.32	6.80	19.9	1230	69.6	76.3	41.8
2017/9/13	91.2	1.36	11850	8.52	1.43	6.53	19.3	1130	53.4	60.1	36.5
2017/9/29	92.2	1.29	11820	8.21	1.57	6.39	18.6	1160	57.1	62.2	37.7
2017/10/18	92.3	1.25	12590	8.50	1.58	6.67	19.4	1180	60.2	65.5	40.4
2017/11/1	91.1	1.42	10680	7.52	1.27	5.39	15.8	990	47.9	69.7	36.6
2017/11/15	92.0	1.63	10560	8.42	1.38	6.07	17.9	1040	53.2	69.7	33.4
2017/11/28	90.4	1.71	8750	8.36	1.37	6.37	18.1	921	59.8	67.0	30.4
2017/12/12	90.6	1.76	8900	7.95	1.28	6.18	17.6	953	55.1	63.1	31.7
2017/12/27	86.8	1.74	9010	9.29	1.46	7.27	20.7	981	74.0	—	—

付表 7 15-7B 坊主の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/5/13	94.4	1.97	6910	64.9	3.94	45.8	193	640	2860	536	20
2016/6/27	95.5	1.04	49400	169	21.4	228	633	13400	4360	710	121
2016/7/14	94.5	0.27	136000	683	83.3	772	2320	50700	8020	721	606
2016/7/28	95.3	0.66	86100	614	61.1	800	2750	40100	10000	558	523
2016/9/2	95.2	0.65	80100	185	27.1	235	629	18800	2740	-	-
2016/9/15	94.5	0.93	50700	95.5	12.2	99.2	301	9700	1490	-	-
2016/10/7	97.3	0.58	97300	313	53.1	389	866	24200	2190	-	-
2016/10/18	93.7	0.94	55900	234	33.7	278	749	15300	2540	-	-
2016/10/31	96.5	0.63	106200	450	74.3	526	1250	29000	3670	-	-
2016/12/1	94.3	1.10	46300	211	26.6	225	578	10800	2120	-	-
2016/12/26	95.2	0.57	116700	325	75.3	452	928	25800	3510	-	-
2017/1/10	93.0	0.87	70900	189	32.5	222	500	14000	2090	-	-

付表 8 15-2 坊主の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/6/7	95.6	0.75	75000	172	60.3	211	542	12400	3420	479	317
2016/7/14	94.6	0.17	331000	222	84.6	283	587	42800	3850	599	1100
2016/7/28	-	0.29	189100	257	124	298	565	33700	3680	410	1010
2016/8/9	95.9	0.28	335000	315	147	393	634	41700	5100	412	124
2016/9/2	95.0	0.24	337000	148	61.8	196	307	38100	3120	397	704
2016/9/15	92.7	0.81	73100	106	17.1	165	516	10500	4570	578	198
2016/10/7	94.3	0.34	194700	124	52.3	153	379	28500	6520	570	523
2016/10/18	94.7	0.68	94000	100	39.0	134	243	14600	7910	567	261
2016/10/31	91.2	0.58	119800	117	49.3	150	243	19600	8810	518	291
2016/11/16	92.8	0.51	163500	109	47.7	148	231	22000	9060	530	345
2016/12/1	90.4	1.35	25200	80.4	11.0	93.5	273	2310	5350	445	55.8
2016/12/12	88.7	0.70	94400	122	38.1	140	265	11600	8940	603	191
2016/12/26	95.0	0.78	90500	102	43.4	156	208	11200	10800	617	205
2017/1/10	91.8	0.89	74100	97.8	40.3	143	209	8180	12100	843	221
2017/1/23	90.8	0.81	86600	127	59.2	127	187	8700	13800	821	277
2017/2/9	92.4	0.56	101500	123	51.4	130	186	11600	12200	732	324
2017/3/6	84.6	1.20	34800	89.6	10.4	154	287	2790	10100	571	66.4
2017/3/23	90.2	1.16	34500	88.9	18.5	151	255	2320	12200	489	18.0
2017/4/4	92.7	1.16	30100	82.5	10.6	145	282	2510	8640	530	47.3
2017/4/18	87.1	1.25	22300	53.1	6.50	80.3	279	2300	4390	729	92.7
2017/5/1	92.7	0.26	180200	263	134	184	290	34000	16900	376	278
2017/5/16	94.6	0.27	142900	257	115	220	333	20600	20500	490	255
2017/6/12	94.7	0.04	379000	47.2	15.2	47.0	61.3	40500	3090	246	380
2017/7/3	95.0	0.06	194500	183	49.8	293	357	26300	18900	396	153
2017/7/14	92.9	0.33	147000	174	52.7	287	326	19200	18400	419	139
2017/8/1	90.5	0.24	174800	199	67.3	309	368	23500	16600	395	144
2017/8/17	86.3	0.67	78800	146	37.5	273	398	10300	10200	496	174
2017/9/13	85.6	0.50	126200	258	122	228	384	21500	12900	854	386
2017/9/29	78.3	0.29	159300	220	120	170	292	23900	8140	692	596
2017/10/18	88.0	0.18	357000	278	185	218	354	38300	6940	567	1261
2017/11/1	89.9	0.50	142700	99.6	38.1	102	247	16300	6030	896	334
2017/11/15	84.7	0.52	166900	127	46.7	112	230	20700	11400	745	347
2017/11/28	90.9	0.93	62100	66.0	15.7	84.0	122	6030	4840	527	395

付表9 15-1 下湧水の調査結果一覧。採水日欄に（＊）と記したものは、本文中のB湧泉での調査結果。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/5/13	73.8	2.26	14900	321	7.80	435	766	7840	3490	378	190
2016/5/27	—	2.14	17590	367	13.8	409	874	6740	2220	401	316
2016/6/7	87.8	1.99	27500	591	17.4	756	1520	10100	2190	412	566
2016/6/27	92.6	2.08	18460	412	5.92	519	788	6150	3720	387	299
2016/7/5	91.4	2.35	8330	219	6.50	222	501	2110	2320	613	122
2016/7/14	89.5	2.09	13610	315	8.20	346	707	4540	2210	678	373
2016/7/28	87.1	1.96	17070	384	13.2	438	791	5610	2390	511	429
2016/8/9	84.7	2.21	14490	388	7.58	414	776	4540	2530	558	28.0
2016/9/2 (＊)	89.0	2.17	7040	201	4.35	155	408	1060	2510	425	56.0
2016/9/15 (＊)	88.0	2.34	6040	190	3.75	151	403	908	2410	469	55.7
2016/10/7 (＊)	90.9	2.30	5820	171	4.07	123	364	796	1920	511	68.0
2016/10/18 (＊)	90.4	2.21	9330	301	5.05	228	561	2170	2450	637	180
2016/10/31 (＊)	83.0	2.24	10780	400	6.65	293	663	2730	2390	636	243
2016/12/1 (＊)	85.5	2.30	7670	307	4.94	203	536	1360	2240	642	123
2016/12/12 (＊)	75.8	2.33	9440	400	6.41	271	584	2290	2430	682	202
2016/12/26 (＊)	83.8	2.41	6500	296	5.29	186	444	953	2270	627	90.1
2017/1/10 (＊)	74.9	2.41	7430	382	6.29	232	466	1260	2510	684	139
2017/1/23 (＊)	64.5	2.37	8040	424	7.52	249	452	1300	2730	702	166
2017/3/6 (＊)	77.9	2.36	6190	311	5.73	188	405	686	2520	674	65.7
2017/5/1	85.9	2.33	4650	178	3.76	132	328	303	2080	593	26.0
2017/8/23	91.5	2.44	4260	168	3.58	133	320	217	2180	419	10.2
2017/8/28	91.3	2.36	4330	167	3.55	125	330	217	2120	404	9.24
2017/9/13	89.1	2.31	5890	288	5.62	207	365	708	2320	711	57.7
2017/9/29	92.2	2.37	4550	177	3.60	146	344	304	2210	558	18.8
2017/10/18	85.5	2.48	4820	177	3.65	169	386	360	2410	553	18.7
2017/11/1	78.1	2.56	3920	110	2.67	107	343	197	2040	647	14.8
2017/11/15	90.4	2.43	4040	121	2.99	94.8	305	168	1800	416	10.5
2017/11/28	90.5	2.41	4260	157	3.55	112	315	253	1770	498	14.9
2017/12/12	90.5	2.45	4330	161	4.19	113	304	247	1780	—	—

付表10 15-1 坊主の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/3/28	—	1.34	34200	496	16.0	1210	1841	20600	4700	698	890
2016/5/13	93.1	1.76	20200	139	12.6	178	384	7180	1880	747	424
2016/5/27	90.4	1.06	65000	1061	156	1130	2490	38400	3690	640	2270
2016/6/7	94.0	0.97	70700	1120	137	1350	2650	39100	3530	570	12300
2016/6/27	94.6	0.79	70500	74.1	21.7	220	225	20500	1860	817	6780
2016/7/14	94.4	0.05	374000	206	54.4	636	478	65300	2160	508	30900
2016/7/28	95.2	<0	617000	439	134	744	970	87600	3640	181	42300

付表 11 2号湧泉の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)								Discharge L/min
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	
2015/5/21	42.1	3.15	691	22.3	2.99	11.8	29.8	2.44	257	163	0.16	34
2015/6/11	45.4	3.28	611	24.9	3.25	12.8	32.1	2.34	243	213	0.10	40
2015/6/18	50.4	3.46	613	30.9	3.87	13.6	33.5	2.48	249	—	—	18
2015/7/2	39.4	3.14	745	19.3	2.71	10.9	28.1	4.55	269	—	—	60
2015/7/8	45.3	5.33	392	22.6	2.92	12.3	32.4	3.91	178	—	—	—
2015/7/14	47.7	5.64	435	24.0	3.26	14.4	37.7	2.72	203	153	0.09	—
2015/7/22	45.0	5.77	423	22.4	3.14	14.5	37.6	3.61	184	151	0.10	44
2015/7/28	48.1	5.51	486	28.1	3.54	17.1	44.4	3.36	227	166	0.13	22
2015/8/4	51.3	4.07	650	35.3	4.31	21.0	54.3	3.02	311	184	0.18	7
2015/8/13	51.3	3.07	932	38.9	4.77	22.6	58.9	2.82	407	199	0.15	4
2015/8/18	37.4	2.83	1029	19.4	3.00	15.3	41.5	10.9	381	136	0.12	46
2015/8/27	42.6	3.48	541	22.1	2.92	12.4	32.4	6.36	225	153	0.16	52
2015/9/3	43.9	3.67	480	20.6	2.93	11.9	31.7	6.02	203	142	0.11	133
2015/9/11	42.9	6.35	399	21.7	2.77	13.8	36.2	5.42	156	129	0.09	150
2015/9/14	44.7	6.00	429	22.0	3.08	15.3	39.8	5.28	194	153	0.09	60
2015/9/24	46.6	5.95	464	24.5	3.37	16.3	42.7	4.32	204	147	0.14	27
2015/10/6	45.8	6.01	441	25.8	3.28	15.1	39.5	5.37	186	177	0.15	41
2015/10/14	48.8	3.93	595	32.1	3.93	19.0	50.1	3.83	281	168	0.15	10
2015/10/22	48.1	3.14	838	33.7	4.15	20.5	54.1	4.37	361	173	0.15	6
2015/11/4	47.1	2.73	1325	37.9	4.68	22.9	61.0	3.33	520	194	0.17	3
2015/11/20	42.2	3.48	542	22.4	2.92	14.5	37.8	9.57	228	146	0.14	60
2015/12/3	48.3	3.40	649	31.2	3.76	16.5	44.1	5.23	282	176	0.22	11
2015/12/16	46.3	3.29	675	26.3	3.44	14.6	39.6	7.93	278	135	0.16	20
2016/1/13	45.6	2.58	1645	38.9	4.75	21.1	55.2	3.06	582	227	0.21	2
2016/1/27	42.3	2.51	1874	40.7	4.95	23.1	59.9	3.07	684	307	0.22	1
2016/2/16	41.8	3.18	678	20.1	2.97	12.1	33.5	12.0	252	166	0.14	80
2016/2/29	47.1	3.29	648	27.8	3.52	13.3	34.6	7.00	234	194	0.16	14
2016/3/15	45.5	2.99	849	26.1	3.58	13.5	34.0	10.4	319	188	0.14	17
2016/3/30	48.6	3.27	676	30.8	3.85	13.8	36.4	7.52	266	197	0.14	12
2016/4/13	46.2	3.96	485	26.4	3.65	13.1	32.9	10.8	201	203	0.15	24
2016/4/26	45.3	4.19	485	27.2	3.58	13.6	34.9	11.0	199	203	0.14	23
2016/5/27	48.1	3.76	578	29.7	3.99	17.6	39.9	11.8	236	180	0.14	13
2016/6/7	50.1	2.89	1042	33.4	4.25	20.0	46.8	11.0	372	199	0.34	6
2016/6/27	44.0	3.51	578	24.6	3.38	13.0	34.1	19.4	216	170	0.18	4
2016/7/14	48.2	4.07	547	30.5	3.67	16.0	41.9	17.6	238	210	0.19	16
2016/7/28	49.5	3.32	710	33.3	3.91	16.9	44.1	17.5	274	199	0.16	11
2016/8/9	50.9	2.89	1051	36.0	4.22	18.5	47.9	15.5	380	212	0.14	6
2016/9/2	44.0	5.56	442	22.7	3.12	13.5	34.9	24.0	146	153	0.15	75
2016/9/15	43.0	5.86	457	23.0	3.10	15.0	39.0	31.1	155	150	0.16	171
2016/9/29	43.8	6.90	517	25.5	3.35	19.0	48.6	28.5	188	154	0.13	60
2016/10/7	40.3	4.74	506	21.6	2.91	16.2	42.7	30.5	173	143	0.16	41
2016/10/18	40.4	4.09	542	22.2	3.00	16.1	43.2	30.3	208	147	0.19	29
2016/10/31	42.2	3.87	586	24.7	3.13	17.4	46.7	32.2	223	167	0.21	22
2016/11/16	45.1	3.49	651	29.2	3.54	18.6	49.1	31.8	247	147	0.12	15
2016/12/1	44.2	3.28	717	27.0	3.34	16.6	43.8	34.1	273	169	0.16	26
2016/12/12	49.1	3.23	832	35.6	4.17	20.3	51.8	30.5	314	194	0.22	7
2016/12/26	43.9	3.60	626	28.1	3.42	16.5	43.1	34.2	228	242	0.31	23
2017/1/10	47.8	3.00	1062	35.6	4.28	20.1	52.0	29.3	377	332	0.39	6
2017/1/23	44.9	2.77	1398	37.8	4.52	22.0	57.9	24.1	462	409	0.46	3
2017/2/9	42.6	2.58	1439	32.8	4.08	22.0	56.2	25.6	474	187	0.22	3
2017/2/23	37.3	2.49	1787	23.0	3.15	17.8	47.7	33.0	563	306	0.47	34
2017/3/6	45.0	3.28	667	27.9	3.40	15.5	38.9	31.0	236	180	0.15	13
2017/3/23	43.4	2.74	1280	28.4	3.62	19.4	47.9	28.9	421	186	0.18	5
2017/4/4	36.6	2.79	1067	21.6	2.83	15.8	42.7	36.5	375	153	0.15	24

付表 11 (続き)

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)								Discharge L/min
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	
2017/4/18	31.1	3.42	583	14.7	2.10	12.2	30.6	31.1	176	106	0.22	>120
2017/5/1	46.5	3.44	713	29.7	3.69	20.4	50.4	30.7	268	161	0.14	9
2017/5/15	38.8	2.97	956	22.9	3.16	19.1	50.9	31.3	360	151	0.16	7
2017/5/30	46.0	2.73	1199	31.0	3.91	22.3	55.9	31.8	413	181	0.16	3
2017/6/12	45.7	2.67	1360	36.5	4.41	24.0	56.6	30.1	456	232	0.51	1
2017/6/27	43.7	3.14	776	25.7	3.34	17.5	45.7	34.0	262	207	0.42	16
2017/7/14	50.0	2.70	1204	33.8	4.03	20.5	51.5	33.1	370	293	0.41	5
2017/7/25	49.0	2.72	1245	34.1	4.10	20.1	52.0	32.8	378	-	-	3
2017/8/17	40.4	3.18	708	20.5	2.88	14.9	38.2	34.7	304	-	-	60
2017/8/28	48.6	4.18	580	29.8	3.70	18.4	46.6	33.3	224	-	-	16
2017/9/13	46.0	2.98	884	21.8	3.21	17.0	43.6	35.1	316	-	-	44
2017/9/29	41.3	3.62	567	21.0	2.90	15.4	38.9	35.0	206	-	-	-
2017/10/18	37.6	4.55	524	22.0	2.95	16.0	40.6	36.0	182	-	-	126
2017/11/1	40.2	5.86	536	21.5	2.85	18.9	48.1	32.7	182	-	-	150
2017/11/15	47.2	3.67	811	34.5	4.24	28.4	73.4	32.4	356	-	-	6
2017/11/28	43.9	2.97	1123	31.0	3.92	25.7	66.3	31.7	400	-	-	24
2017/12/12	42.8	2.87	1336	36.3	4.38	27.2	69.4	31.8	457	-	-	2
2017/12/27	36.7	2.75	1516	39.4	4.72	28.5	71.9	30.4	481	-	-	1

付表 12 温泉の川の調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2015/5/21	33.9	2.20	3960	43.7	5.53	63.2	111	3.21	1890	454	0.60
2015/6/18	30.4	2.28	3430	55.4	7.41	67.7	127	3.20	1520	-	-
2015/7/2	37.6	2.21	3940	30.1	4.30	47.3	91.7	8.14	1710	-	-
2015/7/22	34.2	2.61	2110	53.3	7.68	61.2	121	3.89	1040	342	0.43
2015/7/28	37.3	2.54	2270	56.4	7.80	59.6	120	5.35	1090	359	0.69
2015/8/4	34.4	2.41	2630	67.1	8.07	60.0	125	3.76	1240	368	1.09
2015/8/13	28.7	1.83	7520	72.0	9.72	82.3	186	12.5	3800	324	1.50
2015/8/18	35.4	2.03	5200	50.5	6.37	67.1	121	14.8	2700	354	0.80
2015/8/27	35.6	2.22	3540	49.6	5.93	58.8	107	10.2	1700	357	0.68
2015/9/3	38.7	2.43	2420	41.4	5.34	46.6	87.4	9.42	1160	296	0.41
2015/9/11	44.4	2.61	1990	45.7	6.53	54.2	100	6.28	891	314	0.33
2015/9/14	39.2	2.56	2150	53.6	7.13	59.4	113	5.99	1090	350	0.48
2015/9/24	33.1	2.53	2230	54.5	7.16	54.6	112	7.24	1120	346	0.62
2015/10/6	33.5	2.53	2130	48.8	6.54	49.4	100	6.80	980	417	0.69
2015/10/14	29.7	2.34	2740	53.3	6.73	51.2	106	6.54	1220	346	0.75
2015/10/22	27.4	2.19	3630	56.3	6.89	57.4	117	8.21	1620	377	0.91
2015/11/4	22.3	2.04	4880	57.9	6.38	72.0	134	9.58	2410	392	1.04
2015/11/20	30.1	2.28	3080	40.6	5.03	52.3	102	15.8	1470	322	0.64
2015/12/3	26.7	2.11	4100	43.5	5.67	51.6	98.0	14.4	1730	351	1.29
2015/12/16	21.0	2.23	3540	45.5	5.60	55.2	103	12.5	1700	291	0.63
2016/1/13	16.4	1.95	6000	51.8	5.75	79.3	130	13.5	2880	469	1.31
2016/1/27	19.7	1.94	6190	50.8	5.27	80.2	128	13.1	3030	611	1.76
2016/2/16	27.3	2.35	3100	40.8	5.03	53.7	98.6	17.0	1530	329	0.59
2016/2/29	21.0	2.21	3990	49.7	6.46	60.6	107	10.9	1760	404	1.10
2016/3/15	30.3	2.14	4200	43.2	5.74	61.7	106	17.2	2110	379	0.95
2016/3/30	24.1	2.18	3770	51.2	6.67	57.0	110	10.9	1680	410	0.98

付表 12 (続き)

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2016/4/13	24.0	2.50	2290	37.9	5.11	41.6	83.2	13.2	1110	310	0.53
2016/4/26	31.6	3.02	1174	27.4	3.66	26.2	55.4	13.2	608	228	0.28
2016/5/27	33.0	2.12	4220	51.8	6.99	60.5	104	14.0	2100	374	1.42
2016/6/7	26.6	2.14	4250	60.3	6.97	65.3	120	12.6	2090	423	1.10
2016/6/27	31.8	2.30	3210	47.4	6.02	53.9	98.8	17.8	1640	358	1.12
2016/7/14	34.0	2.74	1631	32.7	4.16	30.8	64.8	16.3	871	290	0.51
2016/7/28	31.4	2.42	2820	42.7	5.00	47.4	92.8	16.6	1590	331	0.66
2016/8/9	33.1	3.38	767	25.0	3.64	17.6	40.5	15.1	350	221	0.28
2016/9/2	39.7	2.57	2370	54.5	7.68	58.0	119	15.4	1170	378	0.66
2016/9/15	38.2	2.55	2320	46.8	5.73	56.2	97.1	21.8	1140	350	0.65
2016/9/29	31.7	2.60	2180	52.8	6.77	54.0	105	15.9	954	354	0.62
2016/10/7	32.7	2.47	3250	73.8	6.27	123	111	17.5	1740	353	2.23
2016/10/18	34.8	2.41	2880	43.4	5.54	51.0	92.1	17.5	1470	332	0.73
2016/10/31	28.3	2.28	3770	54.1	6.24	62.7	115	16.7	1780	443	1.15
2016/11/16	24.1	2.26	3920	53.3	6.15	62.4	113	15.7	1710	842	2.19
2016/12/1	27.0	2.22	4120	42.5	5.08	55.3	98.3	17.5	1870	363	0.77
2016/12/12	20.7	3.72	703	23.2	3.47	18.5	43.3	21.2	327	190	0.22
2016/12/26	23.0	2.35	3400	48.6	6.05	57.5	103	15.5	1540	351	0.85
2017/1/10	17.3	2.41	3280	29.5	3.47	38.4	83.3	19.0	1780	240	0.39
2017/2/9	5.9	2.29	4010	48.2	4.33	73.5	142	11.6	2910	307	0.54
2017/2/23	27.7	2.31	2700	11.0	1.39	17.9	30.5	5.30	1170	195	0.85
2017/3/6	20.4	2.61	2430	32.2	3.68	42.1	82.2	17.6	1240	255	0.29
2017/3/23	12.4	2.18	4820	47.3	4.61	76.5	122	14.5	3130	380	0.54
2017/4/4	23.7	2.17	4270	41.8	4.57	62.2	99.2	16.8	2390	311	0.62
2017/4/18	28.1	2.52	1714	14.4	2.07	14.3	25.0	13.7	640	141	0.33
2017/5/1	28.6	3.04	1090	24.0	3.25	25.8	51.6	23.8	431	186	0.24
2017/5/15	19.4	2.39	3400	42.5	4.21	52.0	95.8	17.8	2380	292	0.48
2017/6/27	31.3	2.76	1893	30.1	3.88	34.1	77.2	23.9	963	235	0.58
2017/7/14	31.4	2.06	5200	56.7	4.95	90.4	152	16.7	3100	537	1.58
2017/8/17	39.4	2.09	4430	40.8	4.78	60.0	103	23.7	2360	—	—
2017/8/28	36.1	2.99	1063	23.5	3.12	21.7	48.4	27.3	480	—	—
2017/9/13	36.5	2.10	4530	47.3	4.81	66.1	116	19.0	2460	—	—
2017/9/29	34.9	2.27	3030	42.0	4.75	52.0	92.0	19.3	1420	—	—
2017/10/18	33.4	2.39	2490	39.9	4.99	46.8	86.1	20.2	1090	—	—
2017/11/1	32.8	2.64	1909	44.8	5.26	51.0	91.4	16.0	913	—	—
2017/11/15	22.9	2.73	1840	34.1	3.75	39.6	78.9	19.6	840	—	—
2017/11/28	18.3	2.22	4190	57.4	5.96	66.6	120	12.8	1790	—	—
2017/12/27	11.0	2.10	5670	52.7	5.83	74.4	118	11.8	2530	—	—

付表 13 大岩坊主調査結果一覧。

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2015/6/18	93.2	1.47	14370	88.3	9.30	105	278	24.0	4940	—	—
2015/7/2	—	1.94	5920	10.8	1.26	16.2	58.8	5.67	2440	—	—
2015/7/22	92.5	1.76	7730	18.5	2.01	35.1	85.7	4.68	3020	422	0.11
2015/7/28	93.5	1.55	11640	27.3	3.20	54.4	113	2.87	4840	505	—
2015/8/4	93.4	1.46	14600	31.0	4.56	62.2	118	6.27	6810	502	0.42
2015/8/13	93.4	1.45	14600	39.1	4.52	68.8	131	7.48	7230	482	0.54
2015/8/27	93.8	1.60	10210	23.0	2.86	43.3	92.8	5.10	3340	494	0.29
2015/9/3	94.1	1.68	8600	19.9	2.53	38.5	84.6	4.77	3400	449	0.23
2015/9/11	93.6	1.77	7240	17.3	2.08	35.9	80.7	9.28	2750	460	0.25
2015/9/14	93.2	1.65	8900	19.6	2.37	39.7	85.2	5.64	3280	489	0.24
2015/9/24	94.5	1.57	10050	23.5	3.01	48.5	101	4.54	3970	468	0.38
2015/10/6	93.8	1.58	10160	21.8	2.88	42.6	96.4	4.69	3810	596	0.52
2015/10/14	93.3	1.56	10730	23.1	3.05	44.5	90.5	3.11	3990	502	0.35
2015/10/22	92.4	1.54	10830	24.7	3.24	46.3	98.0	4.70	4460	486	0.38
2015/11/4	93.2	1.58	10360	23.5	3.09	46.1	95.3	4.72	4130	452	0.36
2015/11/20	92.3	1.66	8100	17.7	2.57	36.9	83.8	6.74	2790	419	0.53
2015/12/3	91.3	1.61	9320	18.9	2.90	33.7	76.3	3.44	3340	416	0.62
2015/12/16	91.9	1.66	8850	17.5	2.62	32.2	73.1	5.88	3230	304	0.36
2016/1/13	93.0	1.60	10270	18.2	3.11	33.3	72.0	5.36	3300	502	0.26
2016/1/27	93.3	1.61	10320	16.1	3.13	33.4	70.4	3.21	3790	717	0.42
2016/2/16	93.6	1.72	8390	14.6	2.54	28.5	63.2	5.03	3020	573	0.83
2016/2/29	91.0	1.59	10810	15.8	2.77	29.2	63.5	3.67	3350	521	0.65
2016/3/15	92.7	1.66	8860	15.2	2.76	26.8	59.0	6.47	3100	455	0.44
2016/3/30	90.2	1.54	11500	17.3	3.22	31.0	66.8	4.32	3890	450	0.45
2016/4/13	92.4	1.54	11110	17.4	3.14	31.1	67.8	4.42	4520	439	0.45
2016/4/26	92.8	1.50	12790	19.0	3.55	42.1	88.2	5.83	4490	494	0.60
2016/5/27	93.8	1.48	13350	23.9	4.02	39.4	81.4	4.85	5110	493	0.54
2016/6/7	93.6	1.40	16030	26.6	3.88	47.8	93.7	5.68	6260	457	0.66
2016/6/27	93.4	1.50	13530	24.6	3.81	54.8	111	6.64	5750	529	0.12
2016/7/14	95.2	1.40	17170	33.1	4.67	66.0	129	5.91	6990	662	0.71
2016/7/28	95.3	1.39	17790	30.7	4.51	58.3	115	6.59	7090	520	0.44
2016/8/9	93.8	1.32	22000	41.0	5.57	82.1	149	8.57	10300	605	0.85
2016/9/2	94.5	1.68	10080	21.0	2.22	47.0	94.8	6.13	4740	459	0.67
2016/9/15	93.9	1.64	10360	18.8	2.44	38.1	79.0	13.2	3770	522	0.65
2016/9/29	90.7	1.60	11330	17.9	2.33	36.5	76.5	5.96	3870	378	0.24
2016/10/7	93.9	1.59	11810	20.6	2.74	42.0	84.7	6.62	4390	582	0.71
2016/10/18	93.7	1.66	10010	20.2	2.75	38.9	79.9	6.51	3800	587	0.69
2016/10/31	93.2	1.58	12580	21.0	3.14	40.6	80.0	7.03	4200	575	0.58
2016/11/16	95.3	1.59	12850	19.4	2.87	36.9	78.5	5.48	4150	1030	0.87
2016/12/1	90.7	1.69	10630	15.8	2.88	27.2	58.6	3.99	3390	460	0.17
2016/12/12	92.3	1.56	13510	18.7	3.08	34.5	72.7	2.74	4200	470	0.18
2016/12/26	92.2	1.64	11160	16.1	2.58	30.5	67.7	3.95	3710	413	0.16
2017/1/10	92.7	1.71	10160	16.4	2.43	32.4	69.2	4.22	3430	448	0.21
2017/1/23	91.0	1.64	11800	17.4	2.93	31.7	69.0	2.25	3860	453	0.44
2017/2/9	92.3	1.44	12290	16.6	2.73	30.4	63.6	3.84	3750	436	0.34
2017/3/6	93.5	1.54	12260	16.6	2.84	28.9	60.4	2.59	4440	434	0.16
2017/3/23	91.2	1.51	12270	17.8	2.89	33.8	63.8	4.46	4110	445	0.17
2017/4/4	93.3	1.51	11110	16.8	2.70	31.1	63.4	5.11	3820	456	0.21
2017/4/18	93.1	1.74	6870	9.71	1.84	16.7	33.8	3.09	2270	361	0.21

付表 13 (続き)

Date	Temp. °C	pH	EC μ S/cm	Composition (mg/L)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂
2017/5/1	94.3	1.37	12980	21.8	3.37	41.4	74.7	2.22	4860	472	0.23
2017/5/15	91.9	1.40	14370	23.6	3.49	42.6	77.5	0.80	5390	463	0.22
2017/5/30	92.6	1.24	17680	33.5	4.55	63.7	110	0.75	5180	451	0.33
2017/6/12	93.0	1.26	18460	32.1	4.49	59.3	98.6	2.29	5550	526	0.42
2017/6/27	93.1	1.42	15630	29.3	3.58	51.4	94.6	1.16	4980	620	0.64
2017/7/14	94.8	1.31	16420	33.8	4.37	64.2	115	2.88	5030	720	0.83
2017/7/25	94.5	1.26	20400	39.6	5.00	71.5	132	1.98	8240	—	—
2017/8/17	93.3	1.52	11480	21.1	3.07	38.6	80.2	7.82	4200	—	—
2017/8/28	95.1	1.30	16290	36.8	0.43	80.9	149	3.89	6940	—	—
2017/9/13	92.4	1.47	12380	27.1	3.40	55.1	110	4.51	4750	—	—
2017/9/29	94.0	1.50	10360	21.2	2.67	40.4	88.4	7.61	4300	—	—
2017/10/18	93.4	1.58	9970	18.2	2.43	34.5	81.5	6.35	3730	—	—
2017/11/1	92.9	1.58	10550	16.2	2.18	29.9	70.3	7.80	3380	—	—
2017/11/15	93.3	1.51	14800	22.4	3.60	38.2	80.2	6.48	5510	—	—
2017/11/28	93.3	1.52	14500	19.5	3.24	32.7	70.9	9.88	4540	—	—
2017/12/12	93.4	1.48	15530	19.9	3.62	31.3	65.5	2.12	4240	—	—
2017/12/27	91.4	1.50	15980	21.1	3.43	34.6	72.1	2.41	5000	—	—