箱根火山大涌谷周辺における 2024(令和 6)年の火山ガス及び 温泉の定期調査結果

二宮良太・萬年一剛・外山浩太郎・菊川城司・長岡優・宮下雄次(神奈川県温泉地学研究所)

はじめに

温泉地学研究所では箱根火山の活 動をモニタリングするために、月に 1~2回の頻度で大涌谷とその周辺 において火山ガスや水試料の化学組 成を測定しています。調査地点は 図1に示されています。本稿では、 2024(令和6)年の測定結果をこ れまでのデータとともに報告しま す。2023(令和5)年までの結果は、 引用されている先行研究(菊川ほか、 2018; 菊川ほか、2021; 代田ほか、 2021: Mannen et al., 2021: 萬年ほ か、2022; 萬年ほか、2024 など) を参照してください。

大涌谷の 15-2 噴気孔周辺に おける火山ガス組成

15-2 噴気孔の位置を図1に示し ます。15-2 噴気孔周辺の空気中の 二酸化硫黄 (SO₂)、硫化水素 (H₂S) および塩化水素(HCl)の濃度は、 長時間用検知管を用いて測定しま した。対象としたガス成分につい て、火山ガス中の SO₂と HCl はマ グマ由来、H₂S は熱水由来と考えら れています (例えば、Ohba et al., 2019)。火山活動の活発化に伴い、 マグマからのガスの放出量が増加す ると、SO₂やHClの割合がH₂Sに 対して増加すると考えられるので、 測定値は SO₂/H₂S 濃度比や HCl/ H₂S 濃度比で示します。

現地での測定の様子を図2Aに示 します。測定は 15-2 噴気孔の風下 側で、地表から 40~60 cm の高 さで行いました。1 L ポリビンの外 側に長時間用検知管を取り付けて露



調査地点(背景地図は Google Maps を使用しました)。 図1



図 2 (A) 15-2 噴気孔周辺における火山ガス測定の様子(2023(令和 5) 年9月26日撮影)(B)測定中の検知管をセットしたポリビン(2021(令和 3) 年2月18日撮影)

(A) に示すように、噴気孔の風下側で地面からの高さ 40~60 cm のとこ ろに、長時間用検知管とそれが入った1Lポリビンを設置しました。設置の 際、ポリビンは棒で固定しました。(B)に示すように、ポリビンの外側に 取り付けた長時間用検知管を「Outer」、ポリビンの内側にシリカゲルと共 に入れた検知管を「Inner」としました。

出した状態での測定のほか、ポリ ビンの内側にも約 100 g のシリカ ゲルと検知管を入れて測定しまし た (図 2B)。両測定を区別するため に、ここでは前者を「Outer」、後 者を「Inner」と呼ぶことにします。 ¦ 使用した長時間検知管(株式会社ガ ¦ の SO₂/H₂S 濃度比は、2019(令和

ステック製、商品名:パッシブ・ド ジチューブ)の型番は、SO₂が No. 5D、HCl が No. 14D、H₂S が No. 4D です。

2024 (令和6)年末までの測定 結果を図3に示します。「Outer」

元)年の気象庁による噴火警戒レベ ル2発表前後に大きく上昇し、最 大で3.0(2019(令和元)年6月 26日)に達しましたが、その後徐々 に減少し2022(令和4)年12月 19日には 0.62 でした。同様の傾 向は「Inner」の SO₂/H₂S 濃度比で も見られており、2019(令和元) 年6月26日に3.0に達した後減少 し、2022(令和4)年12月19日 には 0.33 でした。このような変化 は、火山活動活発化を反映してい ると考えられています(萬年ほか、 2020; Mannen et al., 2021)。 2023 (令和 5) 年は、「Outer」及び「Inner」 の SO₂/H₂S 濃度比が 2023(令和 5) 年5月4日に急上昇し、それ以 降は高い値で推移しました。2024 年(令和6)年のSO₂/H₂S濃度比は、 「Outer」の測定値が 1.0 から 2.0 の 範囲で推移し、「Inner」の測定値が 1月11日の1.8から5月14日の 0.13 まで減少した後、再び上昇に 転じ、10月24日には2.2でした。 なお、2024 年の調査では、「Outer」、 「Inner」共に HCl はほとんど検出さ れませんでした。

大涌谷の蒸気造成温泉および 沢水の化学組成

採水地点は、39号造成泉、52号 造成泉および大涌沢堰堤です(図 1)。39号造成泉と52号造成泉は、 それぞれ箱根温泉供給株式会社第 39号蒸気井(深度413m)と同社 第52号蒸気井(深度500m)で造 成された蒸気造成温泉で、採水は造 成塔に隣接する枡で行いました(図 4)。大涌沢堰堤では、大涌谷の噴 気地帯を源流とする大涌沢の水を採 取しました。これらの水試料は実験 室に持ち帰り、塩化物イオン濃度 (Cl⁻)と硫酸イオン濃度(SO₄²⁻) をイオンクロマトグラフ法によって 測定しました(菊川ほか、2018)。



図 3 大涌谷(15-2 噴気孔周辺)での Outer と Inner の SO₂/H₂S 濃度比お よび HCI/H₂S 濃度比

Outer と Inner の説明は、本文および図2Bを参照してください。黄色ハッ チは、気象庁の噴火警戒レベルが2だった期間を示します。2018(平成30) 年3月から2024(令和6)年9月までのデータは萬年ほか(2022)や萬年 ほか(2024)より引用しました。



図4 (A)39 号造成泉の採水地点、(B)52 号造成泉の採水地点(2025(令 和7)年2月18日撮影)

蒸気造成温泉の採水は造成塔の横にある枡で行っています。

2024 (令和 6) 年までの Cl⁻濃 度と SO₄²⁻濃度、および Cl/SO₄ 濃 度比を図 5 に示します。2015 (平 成 27) 年や 2019 (令和元)年の 結果を見ると、Cl 濃度や Cl/SO₄ 濃 度比は火山活動が活発化した際に顕 著な増加を示し、その後減少に転 じています (Mannen et al., 2021; 菊川ほか、2021)。2024 (令和 6) 年の結果について、39号造成泉の Cl/SO₄ 濃度比は、6.8 から 9.3 の範 囲内で変動していましたが、9月 10日に12.5 へやや上昇して以降減 少に転じ、12月20日には6.5 で した。52号造成泉のCl/SO₄ 濃度比 は、2月16日から9月10日まで は6.5 から11.8 の範囲内で変動し ていましたが、11月8日に2.8 に



図 5 蒸気造成温泉と大涌沢河川水の Cl⁻濃度、SO₄²⁻濃度および Cl/SO₄ 濃 度比

黄色ハッチは気象庁の噴火警戒レベルが2、オレンジ色ハッチは3だった期間を示します。図中の2015(平成27)年5月から2017(平成29)年12月と2018(平成30)年1月から2020(令和2)年12月のデータは、それ ぞれ菊川ほか(2018)と菊川ほか(2021)より引用しました。

低下して以降、低い値を推移しました。一方、大涌沢の Cl/SO4 濃度比は、 1月23日から10月22日にかけて、 0.17から0.41の範囲で小さく変動 していましたが、顕著な上昇は認め られません。

上湯 A での火山ガス組成

上湯 A の位置を図 1 に示します。 当所では 2012(平成 24)年より 検知管を用いて火山ガス中の二酸 化炭素(CO₂)と硫化水素(H₂S) の濃度を測定しています。ここで、 CO₂ は主にマグマ由来、H₂S は熱水 由来とされており、火山活動の活発 化によりマグマ性ガスの寄与が増 加すると、CO₂ /H₂S 濃度比が上昇 するものと考えられています(例 えば、Ohba et al., 2019; 代田ほか、 2021)。

現地での測定の様子を図6に示し ます。測定手法について、ゴムチュー ブと接続したチタン製パイプを噴気 孔に差し込み、石や土などでパイプ を固定すると共に大気が混入しない ようし、シリンジで吸引することに より噴気を採取しました。この際、 シリンジとロートの間に氷水で冷却 したトラップ管を挿入して水分を凝 縮・除去した後、シリンジ中の CO₂ と H₂S の濃度を検知管により測定 しました。使用した検知管の型番 は、CO₂ は株式会社ガステック製の 2HT で、H₂S は同社製の 4HH でし た。

気象庁の噴火警戒レベルが引き 上げられた 2015 (平成 27) 年や 2019(令和元)年には、上湯Aの CO₂/H₂S 濃度比も大きく上昇して おり、この変化は火山活動を反映し ていると考えられています(代田 ほか、2021; Mannen et al., 2021)。 2023(令和5)年に得られた CO₂/ H₂S 濃度比の経時変化を、先行研究 の結果と共に図7に示しています。 2019(令和元)年の火山活動時に 最大で 39.0 に 達 した CO₂/H₂S 比 は、その後減少傾向を示し、2022 (令和4)年12月22日には24で した。2023(令和5)年のCO₂/ H₂S 濃度比は、6月7日に観測され た 40.0 から上昇をはじめ、10 月 5 日に 51.8 に達した後、12月 19日 にかけて 43.7 へやや減少しました。 2024(令和6)年のCO₂/H₂S濃度 比は段階的な減少がみられ、12月 6日には34.2まで低下したものの、 2022(令和4)年に比べると高い 値となっています。

まとめ

2024(令和6)年1月から12 月に行った大涌谷とその周辺での火 山ガスや水試料の化学組成の測定結 果を示しました。噴火警戒レベル2 が発令された2019(令和元)年の 火山活動の後2023(令和5)年4 月にかけて、15-2噴気孔付近で測 定したSO₂/H₂S濃度比や上湯Aで のCO₂/H₂S濃度比は徐々に減少し、 下げ止まりのような状態でしたが、



図6 上湯Aにおけるガス採取の様子(2023(令和5)年11月16日撮影)



図7 上湯の CO₂/H₂S 濃度比

黄色ハッチは気象庁の噴火警戒レベルが 2、オレンジ色ハッチは 3 だった期間を示します。2012 (平成 24) 年 3 月から 2019 (令和元) 年 12 月までのデータは代田ほか(2021)より引用しました。

2023(令和5)年5月4日に15-2 噴気孔周辺のSO₂/H₂S濃度比が急 上昇したことをはじめ、上湯Aの CO₂/H₂S濃度比も6月から10月に かけて上昇しました。2024(令和 6)年に入ってからは、15-2噴気孔 周辺及び上湯AのCO₂/H₂S濃度比 はやや減少する傾向がみられました が、2022年(令和4年)と比較す ると高い値となっています。今後も 定期調査を継続し、火山活動の変化 を注視したいと思います。

■ 参考文献

代田 寧・大場 武・谷口無我・十 河孝夫・原田昌武(2019)箱 根火山大涌谷北側斜面で2017 年に観測された噴気組成(C/ S比)の変動.神奈川県温泉地 学研究所報告 51,37-44. 代田寧・大場武・谷口無我・十河孝夫・ 原田 昌武(2021)箱根山火山 ガス組成による火山活動予測 一火山防災への活用一,地学 雑誌,130(6),783-796. 菊川城司・萬年一剛・本間直樹 (2018)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),神 奈川県温泉地学研究所報告 50,69-93.

菊川城司・萬年一剛・宮下雄次 (2021)大涌谷における湧出 水、温泉水等のモニタリング 結果(2018~2020年),神 奈川県温泉地学研究所報告 53,83-120.

- 萬年一剛・菊川城司・宮下雄次・ 加藤照之(2020)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(その2), 神奈川県温泉地学研究所報告 52,1-14.
- 萬年一剛・宮下雄次・二宮良太・ 外山浩太郎(2022)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(その3: 2020 ~ 2022),神奈川県温 泉地学研究所報告 54, 1-17.
- 萬年一剛・菊川城司・宮下雄次・二
 宮良太・外山浩太郎 (2024)
 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(その4:2022~2024),
 神奈川県温泉地学研究所報告
 56, 1-15.
- Mannen, K., Abe, Y., Daita, Y., Doke,
 R., Harada, M., Kikugawa, G.,
 Honma, N., Miyashita, Y. and
 Yukutake, Y. (2021) Volcanic
 unrest at Hakone volcano after
 the 2015 phreatic eruption:
 Reactivation of a ruptured
 hydrothermal system? Earth,
 Planets and Space, 73, 80.
- Ohba, T, Yaguchi, M, Nishino, K, Numanami, N, Daita, Y, Sukigara, C, Ito, M, Tsunogai U (2019) Time variations in the chemical and isotopic composition of fumarolic gases at Hakone volcano, Honshu Island, Japan, over the earthquake swarm and eruption in 2015, interpreted by magma sealing model. Earth Planets and Space, 71, 48.