

[2024104108]

火山噴火由来河川懸濁物の中性子放射化分析

Application of NAA to suspended solids in rivers associated with volcanic eruptions

木川田喜一[#]

Yoshikazu Kikawada[#]

Faculty of Science and Technology, Sophia University

Abstract

From 2022 to 2024, water samples were collected from the crater lake, hot springs, and rivers at Iwoyama volcano, Kirishima Volcanoes complex. Additionally, suspended particles from the crater lake water and riverbed sediments were collected. The dissolved arsenic concentration in the crater lake water showed a significant increase from 2022 to 2023, indicating that it contributes to river pollution after 2023. Furthermore, arsenic concentration levels in suspended particles from the crater lake and riverbed sediments collected in January and November 2024 were at the same level of several hundred ppm, indicating that the inflow of crater lake water into rivers is the direct cause of river pollution.

Keyword: river water, arsenic, volcanic eruption, water pollution

1. はじめに

本研究は、熱水卓越型火山における火山性熱水の流入する河川の懸濁粒子および河床堆積物等の重金属やヒ素などの有害元素濃度を調査し、火山活動が周辺地域の河川環境に与える影響を評価しようとするものである。2018 年 4 月に霧島火山硫黄山で生じた水蒸気噴火では、重金属類、特にヒ素を高濃度で含む泥混じりの熱水が大量に噴出し、継続的に河川に流入し続けた。このため重度の河川汚濁が生じ、地域の農業に大きな被害が生じた[1]。その後、河川の中和事業が開始され、硫黄山の熱水活動も低調となったことで、2019 年以降、河川の水質悪化は緩和されたが、2023 年末には再び熱泥水が河川に流入するようになり、顕著な河川水質の悪化が見られるようになった[2]。また、このように熱泥水により供給された泥質物は広く河床に堆積しており、長期にわたり河川水質改善の妨げになることが考えられる。本研究課題では霧島火山硫黄山を模式地に、水蒸気噴火の噴出物が周辺河川環境に与える影響を、河床底質の有害金属含有量から評価しようとするものであり、実際に生じた火山災害の事例研究である。

2. 試料の採取と分析

2.1 現地調査と試料採取

霧島山硫黄山および硫黄山に隣接するえびの高原において現地調査を行い、硫黄山の火孔熱水、えびの高原の湧水、およびそれらを集水し流下する赤子川において試料採取を行った。調査は 2022 年 4 月 16 日～17 日、2022 年 11 月 28 日～29 日、2023 年 5 月 28 日～29 日、2024 年 1 月 28 日～29 日および 2024 年 11 月 17 日～18 日に実施した。熱水、湧水、河川水の水試料に加え、懸濁物を含む熱水、湧水については、孔径 0.45 μm のフィルターを用いて濾別回収した懸濁物も採取した。また、2024 年以降は 2018 年の噴火後と同様に河川水質がきわめて悪化

しており、河川には大量の泥質の堆積物が存在するようになったため、2024 年 1 月および 11 月の調査においては、新たに赤子川の河床に堆積した泥質物も採取した。

2.2 採水試料の分析

採取した水試料については、主要溶存陽イオンおよびケイ素濃度をフレイム発光分析または ICP 発光分析で、主要溶存陰イオン濃度をイオンクロマトグラフィーおよび ICP 発光分析で定量した。溶存ヒ素濃度については、水素化物発生 ICP 発光分析により定量した。

2.3 懸濁物および河床堆積物の分析

火孔熱水から得られた懸濁物試料および河床堆積物について、JRR-3 を中性子源とした機器中性子放射化分析によりヒ素濃度を求めた。いくつかの試料については、単に風乾しただけの試料と水洗した試料とを、また、水簾によって細粒部と粗粒部に分けた試料とを用意して分析に供した。

3. 分析結果とその解釈

3.1 火孔熱水・湧水・河川水のヒ素含有量

本研究以前の分析データを含めて、2018 年から 2024 年までの火孔熱水採水試料の溶存ヒ素濃度と、本研究で得られた火孔熱水懸濁物のヒ素含有量を Fig. 1 に示す。火孔熱水の溶存ヒ素濃度は 2023 年以降急激に高くなっており、それに対応するように懸濁物中のヒ素濃度も高くなる傾向を示した。溶存ヒ素濃度の上昇は pH の低下や塩化物イオン濃度の上昇と連動しており、熱水活動の活発化を示唆する。2023 年以降の熱水中の溶存ヒ素濃度は 10 mg/L 程度、懸濁物においては数 10 から数 100 ppm のヒ素濃度となっており、このように高濃度にヒ素を含む熱水がしばしば赤子川に流入することで 2023 年以降の河川水質の悪化を生じさせていると考えられる。

[#] y-kikawa@sophia.ac.jp

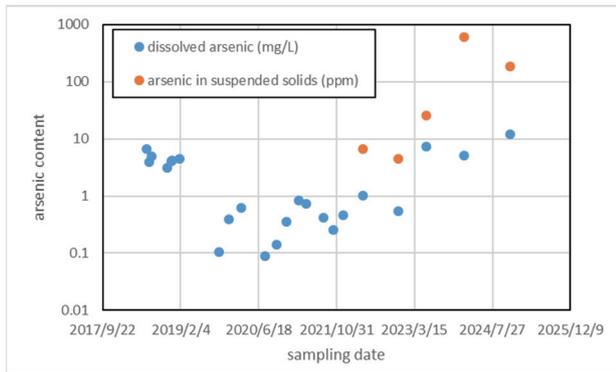


Figure 1. Arsenic contents in water samples collected from eruptive vent

3.2 河床堆積物のヒ素濃度

赤子川上流部で採取された河床堆積物のヒ素含有量は、2024年1月に採取したものが500~600 ppm、2024年11月に採取したものが100~200 ppmであった。これは火孔熱水の懸濁物中のヒ素濃度と整合的である。一方で、河床堆積物中のヒ素含有量が2024年1月から11月にかけて大きく低下していることから、より高濃度にヒ素を含む河床堆積物が徐々に下流に移送されており、下流側の水質悪化の一つの要因となっていることが示唆される。

2024年11月に採取した赤子川上流部の河床堆積物を水篩によって粗粒と細粒とに分けた分析試料においては、粗粒部分のヒ素濃度110~130 ppmであるのに対し、細粒部分が40~50 ppmであり、粗粒の粒子のヒ素濃度の方が高かった。この粒径によるヒ素濃度の大きな違いが、堆積物の流動に伴い河川水質にどのような影響を与えるのかについて、今後検討していく必要がある。また、同試料をそのまま風乾したものと、水洗後に風乾したものとでは、そのヒ素濃度に有意な違いは認められなかった。したがって、堆積物の間隙に存在する河川水は、堆積物のヒ素濃度分析値に影響を与えない。

3. まとめ

2018年のえびの高原硫黄山の水蒸気噴火によって生じた火孔から熱泥水が赤子川上流に流入することで、その下流域に広く河川汚濁が生じた。2019年以降2022年まで硫黄山の火山活動は低調であり、その間は問題となるような河川汚濁は生じなかったが、2023年以降、硫黄山の熱水活動が再活発化し、再び河川汚濁が生じるようになった。2023年以降、熱水活動の最活発化した火孔では、熱水中の溶存ヒ素濃度が2018年の噴火後と同等の10 mg/Lレベルとなり、そこに懸濁する粒子は数100 ppmを超えるヒ素を含んでいる。その結果、赤子川上流域では、100 ppmを超えるヒ素濃度の泥状の堆積物が広く河床を覆っている。

参考文献

- [1] 木川田喜一, “火山地域の酸性河川とその水質改善への取り組み”, 地学雑誌, 131(6), 625-645, 2022

- [2] 宮崎県 環境森林部環境管理課, 「えびの市赤子川、長江川及び川内川の水質検査等の結果について」, <https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kankyokanri/kurashi/shizen/ebino.html>