

硫黄山噴火後の重金属等による河川水質，水生生物への影響調査

山口舜貴¹⁾ 林陽佳 喜田珠光²⁾ 寺崎三季
下池正彦 眞崎造成³⁾ 山田和史 田中智博

Investigation of the influence of heavy metals on river water quality and benthos after the eruption of Mt. Iou

Yamaguchi Shunki, Hayashi Haruka, Kida Tamami, Terasaki Miki,
Shimoike Masahiko, Masaki Hiroaki, Yamada Kazufumi, Tanaka Tomohiro

要旨

硫黄山噴火による河川水質や水生生物への影響を確認するため，県が実施した水質モニタリング結果の解析のほか，理化学的水質調査及び水生生物の生息状況調査を行った．その結果，長江橋においては，2018(平成 30)年 12 月に実施した水生生物の生息状況調査と比較して個体数及び科数のいずれも増加していたことが確認された．また，赤子川上流部の地点では，pH (水素イオン濃度指数)が低く，重金属濃度が比較的高い環境において水生生物の生息が確認された．

キーワード：硫黄山，赤子川，長江川，水素イオン濃度指数，砒素，鉄，水生生物

はじめに

2018(平成 30)年 4 月 19 日に，本県と鹿児島県の県境付近に位置するえびの高原の硫黄山が 250 年ぶりに噴火し，噴火口から噴煙のほか重金属を含む強酸性の白濁水が流出した．

この現象により，図 1 に示す硫黄山の下流に位置する川内川水系の河川では，pH や砒素などの環境基準超過が確認され，農業用水の利用が大きく制限された．また，多数の死魚も確認されるなど，河川の生態系に多大な影響を及ぼした．

以上の事態を受け，県では，下流の複数の農業用水取水口に，水質が悪化したとき自動的に水門が閉まるシステムを整備したほか，えびの高原内において宮崎大学の協力を得て実施した水質改善実証試験の結果等に基づき，2022(令和 4)年度に同地に水質改善施設を整備した．

既報¹⁾では，硫黄山の火山活動に起因する噴出物が下流の赤子川及び長江川の水質に及ぼした影響について報告を行った．今回の調査では，県が赤子川，長江川等で 1 週間毎に実施している水質



図 1 硫黄山及び川内川水系河川の位置

モニタリングデータ (以下「県モニタリングデータ」という) の解析に加え，水質改善施設整備後における河川の理化学的水質調査及び水生生物の生息状況調査を実施したので報告する．

対象

1 期間

県モニタリングデータは、2021(令和 3)年 1 月から 2024(令和 6)年 3 月までの期間を解析対象とした。

また、理化学的水質調査は 2023(令和 5)年度の四半期ごとに 1 回ずつ実施し、水生生物の生息状況調査については、硫黄山噴火後の 2018(平成 30)年 12 月に実施した調査結果と比較するため、2023(令和 5)年度第 3 四半期に実施した。

2 地点

県モニタリングデータの解析は図 2 に示す「沈殿池上流部」、「えびの橋」、「大原橋」及び「長江橋」の計 4 地点を対象とした。ここでいう「沈殿池」とは、県が整備した水質改善施設の一部を構成するものである。水質改善施設の外觀及び位置関係を図 3 に示す。



図 2 調査地点位置

また、理化学的水質調査及び水生生物の生息状況調査については、水質改善施設の通過による水質の改善状況を確認するため、上記 4 地点のうち「沈殿池上流部」を「沈殿池下流部」に変更して行った。

方法



図 3 沈殿池上流部及び沈殿池下流部の位置

県モニタリングデータについては、各地点の pH 及び砒素濃度の推移、傾向等について解析を行った。

理化学的水質調査については、表 1 に示す 9 項目を基本とし、水生生物の生息状況調査も実施した第 3 四半期については、BOD などの生活環境項目等を追加した 18 項目を対象とした。

表 1 理化学的水質調査の項目

測定項目	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
pH（水素イオン濃度指数）	○	○	○	○
BOD（生物化学的酸素要求量）			○	
SS（浮遊物質）			○	
DO（溶存酸素）			○	
T-N（全窒素）			○	
T-P（全りん）			○	
砒素	○	○	○	○
カドミウム	○	○	○	○
鉛	○	○	○	○
NO ₃ -N + NO ₂ -N （硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）			○	
ほう素	○	○	○	○
ふっ素	○	○	○	○
全亜鉛			○	
鉄	○	○	○	○
カルシウムイオン			○	○
硫酸イオン			○	○
EC（電気伝導度）	○	○	○	○
ORP（酸化還元電位）	○	○	○	○

「○」印は実施した測定項目

水生生物の生息状況調査は「河川水辺の国勢調査マニュアル」²⁾を参考に行い、1 地点につき 3 ポイントを選び、それぞれ D フレームネットを用いて 1 分間のキック&スワイプ法により採取した。採取後の生物はポイントによる区別はせず、1 つにまとめて 1 地点のサンプルとした。水質判定は、科レベルのデータを活用する方法として全国的に広く用いられている「平均スコア法」により行った³⁾。この方法で得られる ASPT 値（平均スコア

値）は 1 から 10 までの値で示され、10 に近いほど汚濁の程度が低いことを示す。

結果

1 県モニタリングデータについて

各地点の pH の推移を図 4 に示す。赤子川の pH は、沈殿池上流部やえびの橋において依然として低く、大原橋においても環境基準値（6.5 以上 8.5

以下）からの逸脱が認められることが多々あった。一方、下流域となる長江川の長江橋はほぼ環境基準値以内であり、噴火当初より水質改善が見られた。

砒素濃度の対数グラフによる推移を図 5 に示す。沈殿池上流部やえびの橋では一時的に濃度が低い時期があったが、2023（令和 5）年 12 月頃から環境基準値（0.01mg/L 以下）を大きく超過した状況が続いている。一方、大原橋や長江橋については

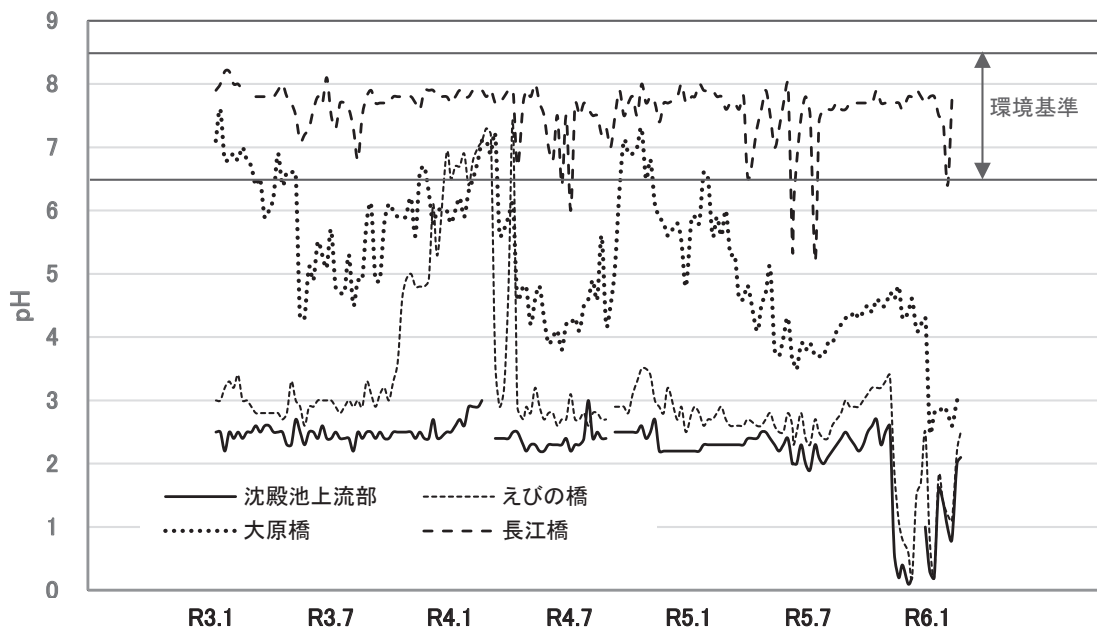


図 4 各地点の pH の推移

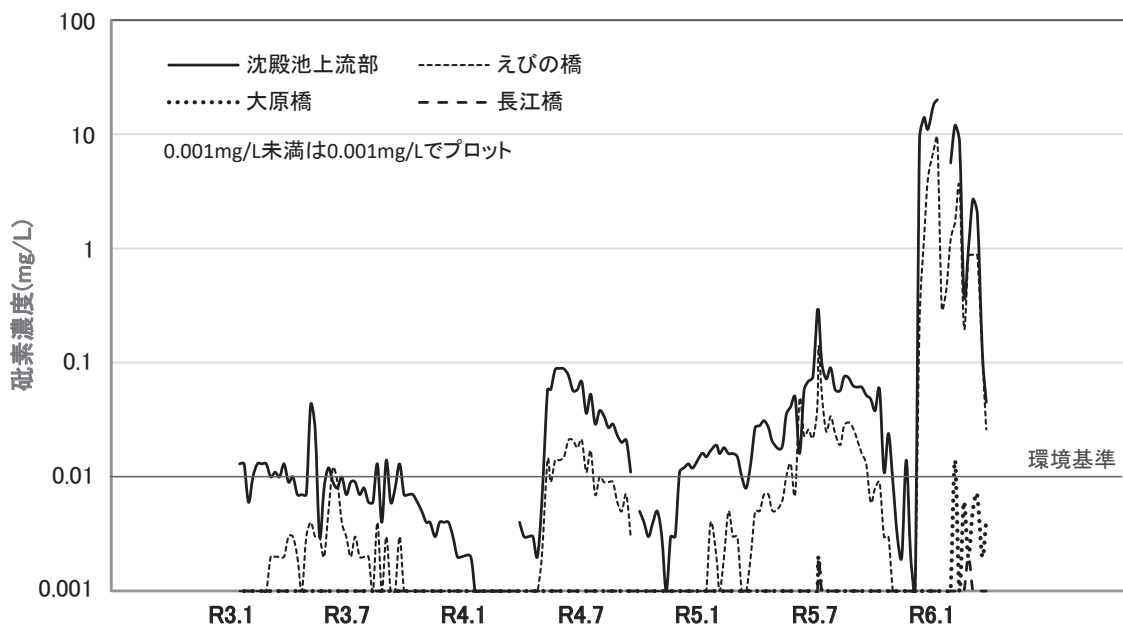


図 5 各地点の砒素濃度の推移

表 2 理化学的水質調査結果

調査地点・項目	(単位)	(採取年月日)	沈殿池下流部	えびの橋	大原橋	長江橋
pH (水素イオン濃度指数)	—	R5. 5. 24	2. 3	2. 4	4. 5	8. 2
		R5. 9. 8	2. 7	2. 6	3. 9	7. 4
		R5. 11. 2	3. 0	2. 9	4. 3	7. 2
		R6. 2. 27	1. 6	1. 7	2. 8	7. 1
BOD (生物化学的酸素要求量)	mg/L	R5. 11. 2	1. 0	0. 8	<0. 5	<0. 5
SS (浮遊物質)	mg/L	R5. 11. 2	2	<1	<1	<1
DO (溶存酸素)	mg/L	R5. 11. 2	7. 8	8. 2	9. 4	8. 2
T-N (全窒素)	mg/L	R5. 11. 2	<0. 05	<0. 05	<0. 05	2. 3
T-P (全りん)	mg/L	R5. 11. 2	0. 029	0. 018	<0. 003	0. 040
砒素	mg/L	R5. 5. 24	0. 040	0. 010	<0. 001	0. 001
		R5. 9. 8	0. 063	0. 015	0. 001	0. 003
		R5. 11. 2	0. 004	0. 002	<0. 001	0. 001
		R6. 2. 27	0. 82	0. 63	0. 003	0. 001
カドミウム	mg/L	R5. 5. 24	<0. 0003	<0. 0003	<0. 0003	<0. 0003
		R5. 9. 8	<0. 0003	<0. 0003	<0. 0003	<0. 0003
		R5. 11. 2	<0. 0003	<0. 0003	<0. 0003	<0. 0003
		R6. 2. 27	0. 0050	0. 0041	0. 0003	<0. 0003
鉛	mg/L	R5. 5. 24	0. 001	0. 001	<0. 001	0. 002
		R5. 9. 8	0. 001	0. 001	<0. 001	0. 002
		R5. 11. 2	0. 001	0. 001	0. 001	0. 003
		R6. 2. 27	0. 16	0. 13	0. 004	<0. 001
NO ₃ -N+NO ₂ -N (硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素)	mg/L	R5. 11. 2	<0. 1	<0. 1	0. 1	2. 3
ほう素	mg/L	R5. 5. 24	0. 7	0. 7	0. 1	<0. 1
		R5. 9. 8	3. 1	1. 8	0. 2	<0. 1
		R5. 11. 2	1. 8	0. 6	0. 1	<0. 1
		R6. 2. 27	23	19	1. 5	<0. 1
ふっ素	mg/L	R5. 5. 24	1. 2	1. 1	0. 15	0. 08
		R5. 9. 8	6. 2	2. 6	0. 32	0. 10
		R5. 11. 2	3. 2	0. 97	0. 15	0. 12
		R6. 2. 27	82	64	4. 8	0. 11
全亜鉛	mg/L	R5. 11. 2	0. 03	0. 03	<0. 01	<0. 01
鉄	mg/L	R5. 5. 24	35	29	<0. 1	0. 1
		R5. 9. 8	21	31	0. 2	0. 2
		R5. 11. 2	23	11	0. 2	0. 1
		R6. 2. 27	99	90	7. 4	0. 2
カルシウムイオン	mg/L	R5. 11. 2	83	61	29	11
		R6. 2. 27	100	91	29	11
硫酸イオン	mg/L	R5. 11. 2	510	390	110	14
		R6. 2. 27	2300	2000	240	15
EC (電気伝導度)	mS/m	R5. 5. 24	410	270	39	13
		R5. 9. 8	570	240	47	16
		R5. 11. 2	420	120	42	13
		R6. 2. 27	2200	1800	140	15
ORP (酸化還元電位)	V	R5. 5. 24	0. 50	0. 56	0. 45	0. 27
		R5. 9. 8	0. 51	0. 53	0. 45	0. 30
		R5. 11. 2	0. 60	0. 60	0. 52	0. 37
		R6. 2. 27	0. 44	0. 45	0. 53	0. 29

(ゴシック体の値は環境基準値を超過)

ほぼ環境基準値内であった。

2 理化学的水質調査について

理化学的水質調査の結果を表 2 に示す。pH については、長江橋を除く 3 地点で環境基準値を超過していた。特に、2 月は赤子川上流に位置する沈殿池下流部及びえびの橋において 2 未満の強酸性を示し、pH に関連する硫酸イオンや電気伝導度も高い値を示していた。砒素については、沈殿池下流部及びえびの橋において、9 月及び 2 月に環境基準値を超過しており、沈殿池下流部においては 5 月も超過していた。カドミウム及び鉛については、沈殿池下流部及びえびの橋において、2 月に環境基準値を超過していた。ほう素及びふっ素は長江橋以外で環境基準値の超過が見られ、特に 2 月は他の時期よりも非常に高い値を示した。

3 水生生物の生息状況調査について

表 3 に示したとおり、総個体数は赤子川の沈殿池下流部が 8 匹、えびの橋が 147 匹、大原橋が 18 匹、長江川の長江橋が 126 匹であった。今回の ASPT 値による水質判定では、えびの橋、大原橋及び長江橋が「良好」、沈殿池下流部が「やや良好」という結果となった。

考察

2024(令和 6)年 2 月に実施した調査において、沈殿池からえびの橋一帯にかけて白色泥状物の堆積が確認され、噴気孔からの噴出物に由来するものと推定された。2023(令和 5)年 12 月から 2024(令和 6)年 2 月にかけての県モニタリングデータや 2 月の理化学的水質調査において、pH の低下が確認され、砒素や重金属等の濃度が高くなって

いた。これは、硫黄山付近の噴気の高さや地震の日別回数⁴⁾には現れていないものの、火山活動が赤子川の水質に影響を及ぼしていると考えられた。また、この期間は高濃度の硫酸イオンが検出されており、降水の少ない冬季であることも重なって、大原橋においても pH 低下の影響が及んだものと考えられた。このように、pH が低い環境においては鉄が水相から固相へ相転移せず、砒素の吸着に関与する鉄の水酸化物が生成しないことが知られており⁵⁾、理化学的水質調査で検出された比較的高濃度の鉄は、吸着による砒素濃度の低下に寄与しなかったものと推察された。

一方、水生生物については、pH が低く、ふっ素等の濃度が環境基準値を超過している沈殿池下流部やえびの橋においても生息していることが確認された。このことから、火山活動が水質に影響している状況下において、水質改善施設が水生生物の回復に一定程度寄与している可能性が示唆された。更に、下流の長江橋について 2018(平成 30)年に実施した結果と今回の調査結果を比較すると、総科数や総個体数が増加しており、長江橋付近の水質はほぼ回復しているものと考えられた。

まとめ

今回は、2021(令和 3)年 1 月から 2024(令和 6)年 3 月までの県モニタリングデータの解析に加え、2023(令和 5)年度に実施した理化学的水質調査及び水生生物調査について報告した。

赤子川上流においては、2023(令和 5)年 12 月以降に pH の低下や、砒素や重金属等の濃度が高い傾向が見られることから、今後も県モニタリングデータを注視するとともに、調査を継続する必要があると考えられる。

表 3 水生生物の生息状況調査結果

調査地点	沈殿池下流部	えびの橋	大原橋	長江橋	
調査年月日	R5. 11. 2	R5. 11. 2	R5. 11. 2	H30. 12. 12	R5. 11. 2
優占科 1	オナシカワゲラ科	カワゲラ科	イトビケラ科	オナシカワゲラ科	ヒメフタオカゲロウ科
優占科 2	ユスリカ科	ユスリカ科	ゲンゴロウ科	ユスリカ科	ミミズ綱
優占科 3	ガムシ科	ゲンゴロウ科	コカゲロウ科	ナガレトビケラ科	ヒゲナガカワトビケラ科
総科数	3	3	4	6	10
総個体数	8	147	18	9	126
総スコア	16	20	27	43	73
ASPT値	5. 3	6. 7	6. 8	7. 2	7. 3

参考文献

- 1) 阿萬尚弥, 永野裕八, 押川早穂 他. 硫黄山噴火に伴う長江川の水質異常について. 宮崎県衛生環境研究所年報 2020 ; 32 : 71-73
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課. 平成 28 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版] (底生動物調査編) 2016.
- 3) 環境省. 水生生物による水質評価法マニュアル — 日本版平均スコア法 —. 2017.
- 4) 気象庁. 霧島山の火山活動解説資料 (令和 6 年 3 月) https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/fukuoka/24m03/505_24m03.pdf (2024 年 4 月 26 日アクセス可能).
- 5) 高倉凌, 小豆川勝見, 堀まゆみ 他. えびの高原硫黄山噴火により河川に流入したヒ素の動態評価. 環境科学 2019 ; 29 : 183-188.