

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


環境科学部
○山口舜貴 林陽佳 喜田珠光
寺崎三季 眞崎浩成 山田和史
田中智博

1

はじめに

2018年4月19日に硫黄山が噴火

川内川水系河川で環境基準値を上回るpHやヒ素などを検出



- ・ 農業用水の利用が大きく制限された
- ・ 生態系への影響(コイ等魚の斃死)

2

水質改善施設



3

県における対応状況

水質改善実証
試験の実施

→

緩やかな水質
改善を確認

→

水質改善施設
の整備

・ 鉄とヒ素の共沈

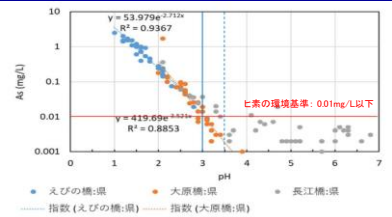
$$M-FeOH + H_3AsO_3 \rightarrow M-Fe-H_2AsO_3 \downarrow + H_2O \quad (3\text{価のAs})$$

$$M-FeOH + H_3AsO_4 \rightarrow M-Fe-H_2AsO_4 \downarrow + H_2O \quad (5\text{価のAs})$$

河川水中の鉄の濃度が水質改善施設の
運用によるヒ素濃度の改善に影響

4

pHとヒ素濃度 (2018年5月～2019年1月)




出典 宮崎県環境管理課 第4回硫黄山・河川白濁対策協議会資料 (2019年11月22日)

- ・ 高い相関関係
- ・ pH3以上になると、ヒ素濃度はほぼ環境基準値以下となる

5

調査研究の目的

1. 重金属等(鉄)を追加した調査や解析
→ 県が実施していない別の採水地点を含めて行う
2. 水生生物調査
→ 水生生物への影響を調査する



カワゲラ科
9点



ユスリカ科
(腹鰓あり)
2点

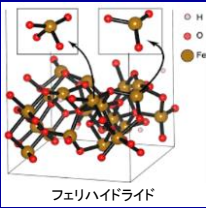
水質改善施設の運用や県民に対する情報
提供・注意喚起のための補完的情報

6

鉄の追加調査について

ヒ素濃度低下のメカニズム

- ・ 河川水の希釈によりヒ素濃度が低下
- ・ フェリハイドライド(鉄の水酸化物)にヒ素が吸着することで除去される



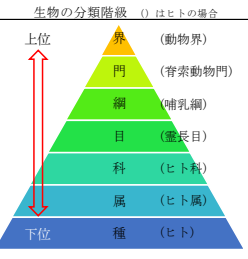
フェリハイドライド

出典 高倉凌, 小豆川勝見 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. 環境化学 2019;29:183-188

7

水生生物調査について

平均スコア法を用いて評価

生物の分類階級 (ヒトの場合)	平均スコア法									
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; margin-right: 5px;">上位</div>  </div>	$\text{平均スコア値} = \frac{\text{出現科のスコア合計値}}{\text{出現した科数}}$									
	<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">10</div> <div style="font-size: 2em;">↔</div> <div style="margin-left: 10px;">1</div> </div>									
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">汚濁の程度</td> <td style="border: none;">少</td> <td style="border: none;">多</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">自然状態</td> <td style="border: none;">良</td> <td style="border: none;">悪</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">人為影響</td> <td style="border: none;">少</td> <td style="border: none;">多</td> </tr> </table>	汚濁の程度	少	多	自然状態	良	悪	人為影響	少	多
汚濁の程度	少	多								
自然状態	良	悪								
人為影響	少	多								

8



9



10

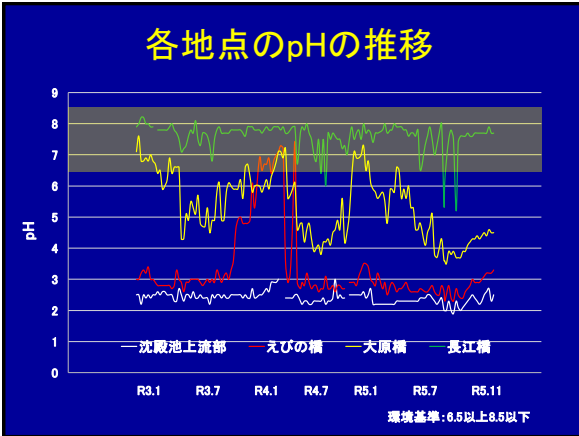
報告内容

- 1 令和3年以降のpHとヒ素のモニタリング結果の解析
- 2 理化学検査結果(令和5年度)
- 3 生物学的調査結果(令和5年度)

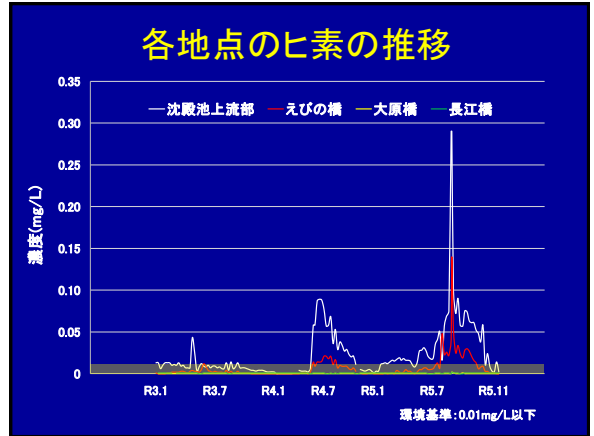
11

1. 令和3年以降のpHとヒ素のモニタリング結果の解析

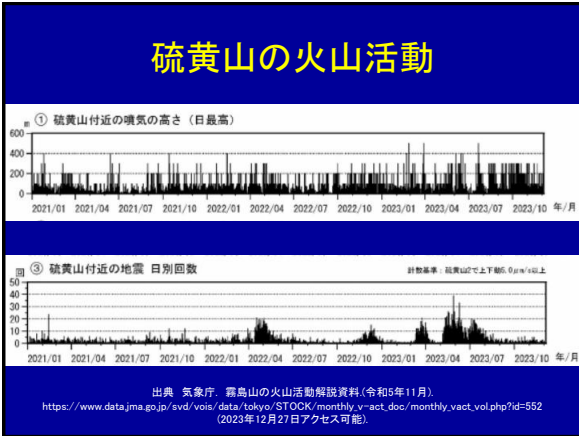
12



13



14



15



16

考察

【pH】

- pHは、噴気孔から噴出した水に含まれる硫酸イオンなどによって下がり、赤子川上流はその影響を大きく受けるため、pHが改善しにくい

【ヒ素】

- 赤子川上流のヒ素濃度は、流れる水量が少ないため希釈されず高濃度になっている

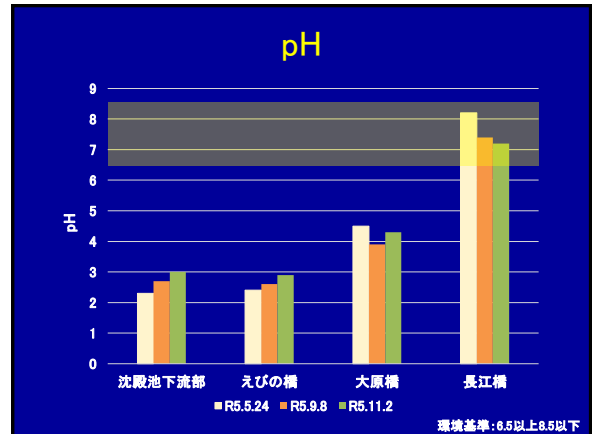
17

- ### 調査項目
- 第3四半期
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・pH ・EC(電気伝導度) ・ヒ素 ・カドミウム ・鉛 ・鉄 ・ホウ素 ・フッ素 ・ORP(酸化還元電位) | <ul style="list-style-type: none"> ・SS(浮遊物質) ・BOD(生物化学的酸素要求量) ・DO(溶存酸素) ・T-N(全窒素) ・T-P(全りん) ・全亜鉛 ・NO₃・NO₂-N
(硝酸性、亜硝酸性窒素) ・カルシウムイオン ・硫酸イオン |
|--|--|

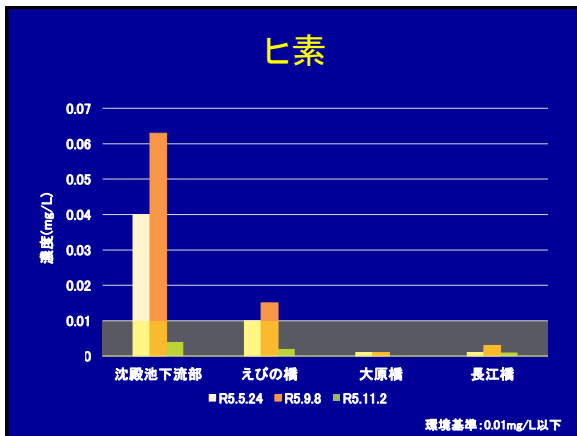
18

2. 理化学検査結果

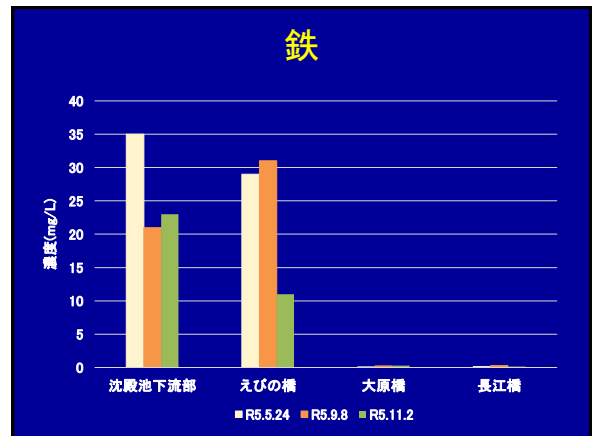
19



20



21



22

考察

- 赤子川上流から下流にかけて行われる河川水の希釈によりヒ素と鉄が共沈してそれぞれの濃度が低下している
- 赤子川上流はpHが低下し、河川水中の鉄が水相から固相へ相転移せず、フェリハイドライドを形成しないので、ヒ素を吸着できていない

23

3. 生物学的調査結果

24

スコア表

目	科	スコア
カゲロウ目	コカゲロウ科	6
カワゲラ目	オナシカワゲラ科	6
	カワゲラ科	9
トビケラ目	イワトビケラ科	9
コウチュウ目	ゲンゴロウ科	5
	ガムシ科	4
ハエ目	ユスリカ科(腹鰓なし)	6
	ヌカカ科	7

スコア表
生物による水質評価法マニュアル-日本版平均スコア法-(平成29年3月 環境省)より抜粋

25

結果①

○沈殿池下流部 総数 8匹
ユスリカ科(腹鰓なし)(6点)
オナシカワゲラ科(6点)
ガムシ科(4点)

○えびの橋 総数 147匹程度
ユスリカ科(腹鰓なし)(6点)
カワゲラ科(9点)
ゲンゴロウ科(5点)

26

結果②

○大原橋 総数 18匹程度
ゲンゴロウ科(5点)
イワトビケラ科(9点)
ヌカカ科(7点)
コカゲロウ科(6点)

○長江橋 総数 126匹程度
ヒゲナガカワトビケラ科(9点)
ヒメフタオカゲロウ科(8点)

27

平成30年12月 長江橋

目	科	スコア	個体数
カワゲラ目	オナシカワゲラ科	6	2
	ヒゲナガカワトビケラ科	9	1
トビケラ目	ナガレトビケラ科	9	1
	シマトビケラ科	7	1
カゲロウ目	コカゲロウ科	6	1
ハエ目	ユスリカ科(腹鰓なし)	6	2
合計		43	9

平均スコア値 43(スコア合計値)/6(科数)=7.2

28

令和5年11月 長江橋

目	科	スコア	個体数
ハエ目	ユスリカ科(腹鰓なし)	6	19
	ガガンボ科	8	4
カゲロウ目	ヒメフタオカゲロウ科	8	37
アミメカゲロウ目	ヘビトンボ科	9	2
トビケラ目	シマトビケラ科	7	2
	ヒゲナガカワトビケラ科	9	21
コウチュウ目	ドロムシ科	8	1
トンボ目	サナエトンボ科	7	5
ウズムシ目	サンカクアタマウズムシ科	7	11
(ミミズ綱)	(イトミミズ)	4	24
合計		73	126

平均スコア値 73(スコア合計値)/10(科数)=7.3

29

水生生物による水質評価

・平均スコア階級
全国の河川を調査
→平均スコアの頻度分布
→4段階の評価

平均スコアの範囲	河川水質の良好性
7.5以上	とても良好
6.0以上7.5未満	良好
5.0以上6.0未満	やや良好
5.0未満	良好とは言えない

平均スコア法による水質判定

	H30	R5
○沈殿池下流部	—	5.3 「やや良好」
○えびの橋	—	6.7 「良好」
○大原橋	—	6.8 「良好」
○長江橋	7.2	7.3 「良好」▶「良好」

30

考察

- 沈殿池下流部やえびの橋ではヒ素や鉄等の重金属の濃度が高かったが、その環境下でも水生生物(ユスリカ科(腹鰓なし)、カワゲラ等)は生息できる
- 平成30年と今回の長江橋の結果を比べると個体数や生物の種類が増えていることから、長江橋はpH等が生息に十分な程度に回復した

31

まとめ

- 赤子川上流はpHが低く、流れる水量が少ないためヒ素と鉄が共沈できず濃度が高いままである
- 水生生物はpHが低く、重金属等の濃度が高い環境下でも生息できる

32