

休廃止鉱山周辺環境調査結果

大庭大輔 東小菌卓志 福留充

1 はじめに

鹿児島県は全国でも有数な金、銀あるいは錫などの産地として知られており、その歴史は古く、これまで多くの鉱山での採掘鉱業が営まれてきた。現在においてもいくつかの鉱山で採掘操業中であるが、既に休業または廃止された鉱山も数多く散在している。

本県においては、これらの休廃止鉱山について鉱山周辺におけるひ素等による環境汚染状況を把握し、環境汚染による被害の未然防止に資するため周辺における河川の水質、底質の調査を昭和47年度から実施してきている。

本報では平成3年度以降実施した休廃止鉱山周辺環境調査結果をとりまとめたので報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

平成3年度から平成11年度までに調査の対象とした24鉱山の位置を図1に示した。

調査点の設定は、鉱山周辺の地形条件等によって必ずしも一様ではないが、水質は鉱山の坑内水、坑内水が河川に流入する地点の上流、下流を対象とし、底質の採取は下流の調査点で行った。

2.2 試料採取

水質は、各調査点の流心で採水し、底質は、各調査点の流心で表層(0~10cm)を採取した。

2.3 分析方法

水質の分析方法は JIS K 0102 に準じ、底質の分析方法は「底質調査方法」(環境庁水質保全局 昭和63年9月)に準じた。ただし、底質において、平成7年度からはCd, Pb, Cu及びZnはICP発光分光分析法で、Asは水素化物発生ICP発光分光分析法で行った。

2.3.1 分析試料の調製

採取した底質試料を2mm目のふるいに通し、3000rpmで20分間遠心分離した後、上澄み液を捨て、残留物を十分混和し湿試料とした。

2.3.2 調査項目

Cd, Pb, As, T-Hg, Cu, Zn

3 結果及び考察

3.1 水質の調査結果

公共用水域の水質汚濁に係る環境基準(以下、「環境基準」という)を超過した検体は126検体中Cdが2検体、Pbが3検体、Asが14検体、T-Hgが0検体であった。環境基準を超過した検体のうちCd及びPbは

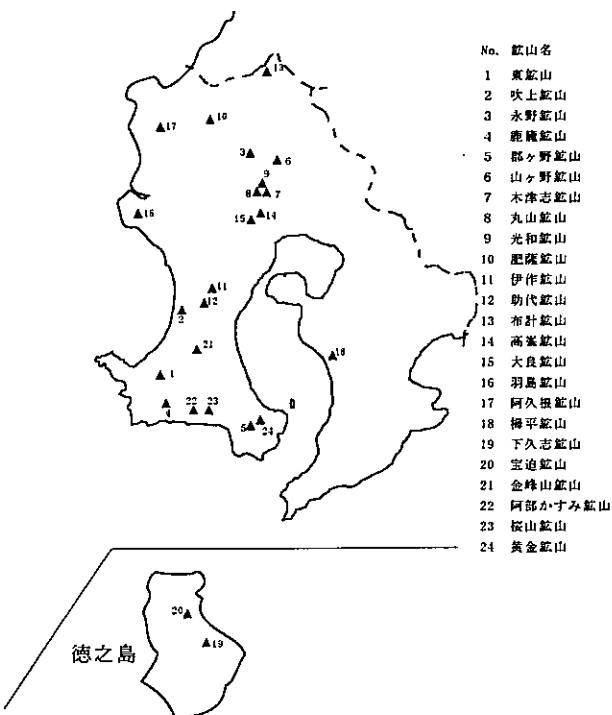


図1 調査地点図

すべてが坑内水であり、Asについては12検体が坑内水で残りは河川に流入する中間点であった。Asの超過している地点が多い傾向にある。坑内水の水質測定結果を

図2に示した。坑内水が環境基準を超過した鉱山において、下流の調査点の水質は環境基準を満たしていた。(表1)

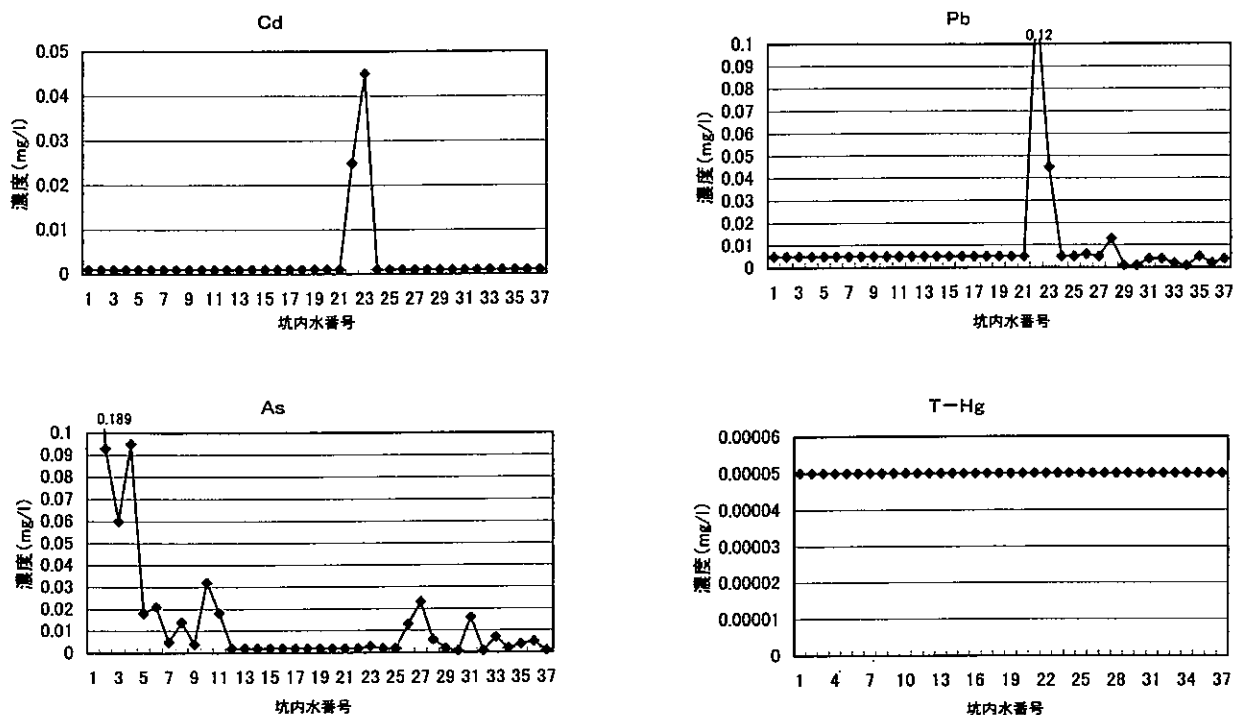


図2 水質測定結果(坑内水)

表1 水質調査結果(坑内水の河川合流点の下流)

			(単位: mg/l)			
No.	対象鉱山	所在地	調査年月日	Cd	Pb	As
1	東鉱山	加世田市	3. 7. 1	<0.001	<0.005	<0.002
			4. 1. 27	<0.001	<0.005	<0.002
			4. 6. 16	<0.001	<0.005	<0.002
			5. 1. 13	<0.001	<0.005	<0.002
2	吹上鉱山	吹上町	3. 7. 1	<0.001	<0.005	<0.002
			4. 1. 27	<0.001	<0.005	<0.002
3	永野鉱山	薩摩町	3. 7. 1	<0.001	<0.005	0.002
			4. 1. 27	<0.001	<0.005	0.004
4	鹿籠鉱山	枕崎市	5. 1. 13	<0.001	<0.005	0.003
10	肥薩鉱山	出水市	6. 7. 14	<0.001	<0.005	<0.002
			7. 1. 9	<0.001	<0.005	<0.002
12	助代鉱山	吹上町	6. 7. 14	<0.001	<0.005	0.003
			7. 1. 9	<0.001	0.005	<0.002
13	布計鉱山	大口市	7.11. 1	<0.001	0.008	0.002
16	羽島鉱山	串木野市	8.12. 18	<0.001	0.005	0.002
公共用水域の水質汚濁に係る環境基準				0.01	0.01	0.01

3. 2 底質の調査結果

表2に、底質の調査結果を示した。なお、結果の表示は、乾燥減量の操作を行って得られた乾燥試料当たりの濃度(mg/kg)で示した。各重金属元素の濃度範囲及び平均は次のとおりである。

Cdは、0.09~1.0mg/kg、一般的に自然界における元素の存在量の目安として用いられるクラーク数の0.18~

2.0倍であった。

Pbは、0.68~59mg/kg、クラーク数の0.045~3.9倍であった。肥薩鉱山、助代鉱山、下久志鉱山及び宝迫鉱山が他の鉱山に比べて高い傾向にあり、クラーク数の2倍を超えていた。

Asは、2.1~84.4mg/kg、クラーク数の0.42~16倍であった。東鉱山、永野鉱山、山ヶ野鉱山及び梅平鉱山が他の鉱山に比べて高い傾向にあり、クラーク数の10倍を超えていた。

T-Hgは、<0.01~0.83mg/kg、クラーク数の<0.05~4.1倍であった。永野鉱山、山ヶ野鉱山及び大良鉱山が他の鉱山に比べて高い傾向にあり、クラーク数の2倍を超えていた。

Cuは、6.27~178mg/kg、クラーク数の0.044~1.7倍であった。阿久根鉱山が他の鉱山に比べて高い傾向にあり、クラーク数を超えていた。

Znは、22~586mg/kg、クラーク数の0.46~14倍であった。助代鉱山が他の鉱山に比べて高い傾向にあり、クラーク数の10倍を超えていた。

各元素の濃度をクラーク数で割った値の平均は、As>Zn>Pb>Cd>T-Hg>Cuの順であり、クラーク数と比較してAs及びZnが高めの傾向にあった。

表2 底質調査結果 (平成3~11年度)

(単位: mg/kg乾重量)

No	分類番号	対象鉱山	所在地	調査年月日	C d	P b	A s	T-H g	C u	Z n
1	1	東鉱山	加世田市	3. 7. 1	0.09	10.8	82.7*	0.03	11.8	80.5*
	2			4. 6. 16	0.34	20.2*	22.2*	0.01	24.2	123*
2	3	吹上鉱山	吹上町	3. 7. 1	0.11	10.6	10.0*	0.03	13.1	74.9*
3	4	永野鉱山	薩摩町	3. 7. 1	0.21	7.2	84.4*	0.66*	24.2	127*
4	5	鹿籠鉱山	枕崎市	4. 6. 16	0.24	14.8	11.3*	0.02	14.6	101*
5	6	郡ヶ野鉱山	穎娃町	4. 6. 16	0.14	0.68	11.6*	0.02	11.7	103*
	7			4. 6. 16	0.25	9.32	2.28	0.01	17.2	97.9*
6	8	山ヶ野鉱山	横川町	5. 7. 20	0.39	10.0	59.4*	0.83*	41.6	42.7*
7	9	木津志鉱山	始良町	5. 7. 20	0.26	3.19	13.6*	0.05	6.27	42.7*
8	10	丸山鉱山	始良町	5. 7. 20	0.31	8.27	11.8*	0.08	7.76	52.6*
9	11	光和鉱山	始良町	5. 7. 20	0.28	4.05	5.73*	0.03	4.41	65.1*
10	12	肥薩鉱山	出水市	6. 7. 14	0.75*	41.4*	5.8*	0.01	16.3	18.4
11	13	伊作鉱山	吹上町	6. 7. 14	1.0*	24.3*	3.1	0.02	22.0	100*
12	14	助代鉱山	吹上町	6. 7. 14	0.89*	37.0*	31.4*	0.03	16.5	121*
	15			6. 7. 14	0.81*	16.6*	3.6	0.03	11.9	586*
	16			6. 7. 14	0.67*	44.7*	21.5*	0.12	6.7	22
13	17	布計鉱山	大口市	7. 11. 1	0.78*	12	24*	0.17	25	49*
14	18	高峯鉱山	蒲生町	7. 11. 2	0.28	5.8	6.1*	0.12	6.7	22
15	19	大良鉱山	蒲生町	7. 11. 2	0.70*	10	15*	0.52*	12	35
16	20	羽島鉱山	串木野市	8. 12. 18	0.36	9.4	54*	0.14	25	71*
17	21	阿久根鉱山	阿久根市	8. 12. 18	0.62*	12	5.2*	0.08	178*	156*
18	22	梅平鉱山	鹿屋市	9. 12. 19	0.42	1.9	70*	0.01	54	57*
19	23	下久志鉱山	徳之島町	10. 1. 9	0.14	59*	4.1	0.01	24	34
20	24	宝迫鉱山	天城町	10. 1. 9	0.10	39*	19*	<0.01	12	23
21	25	金峰山鉱山	金峰町	10. 1. 9	0.13	4.8	11*	0.01	20	41*
22	26	阿部かすみ鉱山	枕崎市	10. 1. 9	0.09	4.2	6.3*	0.01	7.9	31
23	27	桜山鉱山	枕崎市	10. 1. 9	0.13	5.5	5.8*	0.01	18	53*
24	28	黄金鉱山	指宿市	10. 1. 9	0.24	17*	2.1	0.06	17	53*
参考: クラーク数					0.5	15	5	0.2	100	40

*: クラーク数超過地点

上記に挙げた特徴的な鉱山について、坑内水の測定結果を表3に示した。(下久志鉱山及び宝迫鉱山については、坑内水及びそれに類する水質がなかったので省略した)東鉱山、肥薩鉱山、羽島鉱山及び阿久根鉱山は坑内

水の濃度も高く、過去の鉱業活動の影響が水質及び底質に影響しているものと推察されるが、他の鉱山は坑内水の濃度はあまり高くなく、底質のバックグラウンド値そのものは高い可能性も示唆される。

表3 水質調査結果 (坑内水)

(単位: mg/l)

No.	坑内水番号	対象鉱山	所在地	調査年月日	C d	P b	A s	T-H g	C u	Z n
1	1	東鉱山	加世田市	3. 7. 1	<0.001	<0.005	0.189	<0.00005	<0.005	0.026
3	7	永野鉱山	薩摩町	3. 7. 1	<0.001	<0.005	0.005	<0.00005	0.015	0.146
6	14	山ヶ野鉱山	横川町	5. 7. 20	<0.001	<0.005	<0.002	<0.00005	<0.005	<0.005
10	22	肥薩鉱山	出水市	6. 7. 14	0.025	0.12	<0.002	<0.00005	0.29	1.4
12	26	助代鉱山	吹上町	6. 7. 14	<0.001	0.006	0.013	<0.00005	<0.005	<0.005
15	30	大良鉱山	蒲生町	7. 11. 2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.00005	0.002	<0.001
16	31	羽島鉱山	串木野市	8. 12. 18	<0.001	0.004	0.016	<0.00005	0.003	0.011
17	32	阿久根鉱山	阿久根市	8. 12. 18	<0.001	0.004	<0.001	<0.00005	0.016	0.008
18	33	梅平鉱山	鹿屋市	9. 12. 19	<0.001	0.002	0.007	<0.00005	0.008	0.014

※平成7年度からP b, A s, C u及びZ nの報告下限値が変更になっている。

また、これら6つの元素は親銅元素に分類される。例えば、C dは常に亜鉛鉱物に伴い産出されるという性質を有したり、P bはほかの親銅元素の硫化物とともに産出することが多いということから、一般的に親銅元素どうしの関係は深いといえる。そこで、各元素間の相関をとって見たが、いずれも有意な相関は認められなかった。(表4)

表4 各測定項目間の相関 (n=28)

	C d	P b	A s	T-H g	C u
P b	0.308				
A s	-0.103	-0.175			
T-H g	0.092	-0.170	0.498		
C u	0.208	-0.041	0.055	0.081	
Z n	0.363	0.002	-0.070	-0.076	0.095

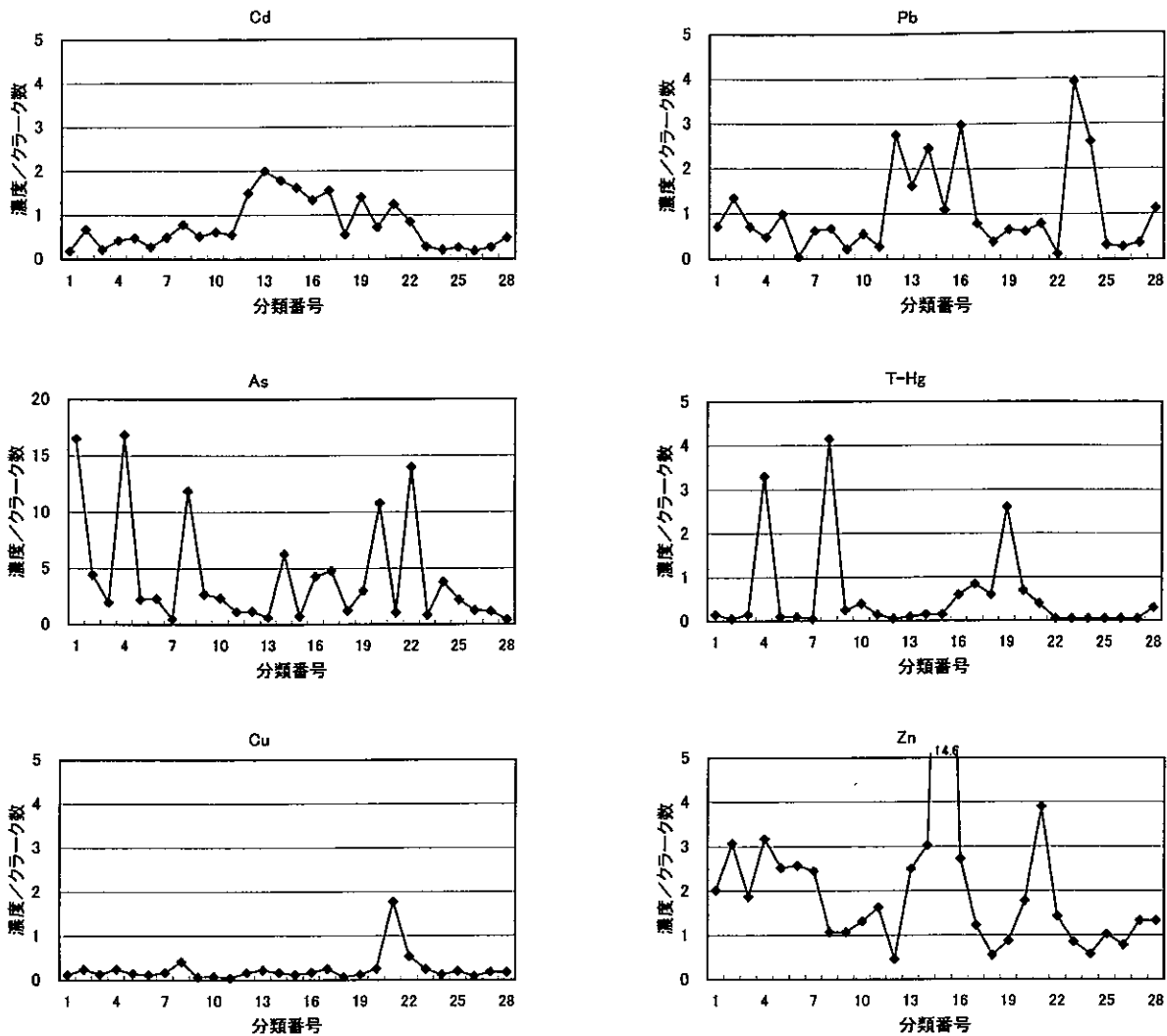


図3 底質濃度/クラーク数比

4 まとめ

休廃止鉱山周辺環境調査から、以下のことが分かった。

- 1) 水質では、特に坑内水で環境基準を超過している地点が多く、なかでもAsが環境基準を超過している地点が多い傾向にあった。が、坑内の流入水の下流付近ではすべての地点で環境基準を満足していた。
- 2) 底質の濃度をクラーク数で割った値の平均は、As > Zn > Pb > Cd > T-Hg > Cuの順であり、クラーク数と比較してAs及びZnが高めの傾向にあった。
- 3) 底質について、各元素間に有意な相関は認められなかった。

5 おわりに

今回調査した休廃止鉱山については水質環境に対する影響は少ないものと考えられたが、鹿児島県内には休廃止鉱山が約100鉱山あるといわれており、まだ休廃止鉱山周辺環境調査が実施されていない鉱山が多数残っている。休廃止鉱山の水質環境への汚染状況を把握し、環境汚染による被害の未然防止に資するために未調査の休廃止鉱山を調査する必要がある。

参考文献

- 1) 鹿児島県；環境白書，平成3～平成11年度
- 2) 稲本信隆，篤 昭仁，他；休廃止鉱山周辺における河川底質中の重金属について，本誌，7，87～91