

重金属汚染が河川底生動物群集に及ぼす影響

*岩崎 雄一 1)・加賀谷 隆 2)・宮本 健一 3)・松田 裕之 1)

所属:1) 横浜国立大院環境情報 2) 東京大院農学生命森林動物 3) 産総研化学物質リスク管理研究センター

要旨

鉱山排水が流入する河川での野外調査により、重金属汚染が河川底生動物群集に与える影響について検討した。複数の分類群において生息数や種数に重金属濃度の負の影響が検出された。一部の分類群では、生息数は重金属濃度とともに増加した。重金属汚染による現存量の低下は流下しやすいグループにおいて顕著であり、重金属汚染は流下動物食魚類の餌量に負の影響を及ぼすことが示唆される。

緒言

平成15年に環境省により水生生物の保全に係る亜鉛の水質環境基準が設定された。淡水域における亜鉛の基準値(30 $\mu\text{g/L}$)は、1種(エルモヒラカゲロウ)の慢性毒性値を根拠に導出されている。海外では、重金属汚染による河川底生動物群集の変化事例が多数報告されているものの、日本での研究は少なく、基準値の妥当性を検討する基礎知見に乏しい。

本研究の目的

鉱山排水が流入する河川での野外調査により、河川の重金属汚染が底生動物群集に与える影響を明らかにする。

調査方法

・調査時期:2004/9/7~9/9

・調査地点:宮城県細倉鉱山周辺の迫川流域に位置する8カ所の早瀬

水質項目及び物理環境から4グループに分類

・銅山排水が流れ込む上流強度汚染地点(St.1, 2)、下流軽度汚染地点(St.3~5)

・排水が流入していない上流非汚染地点(St.6)、下流非汚染地点(St.7, 8)

・調査項目

【底生動物】礫単位採集法…最大径15~25cmの礫を5個選定し、サーバーネットで採取。種もしくは属レベルまで同定し、分類群ごとに個体数及び湿重量を測定。

水質		河川物理環境		採取礫物理環境	
・水温	・DO	・重金属(Zn, Cd, Pb)	・最大川幅	・直上部の水深	
・pH	・BOD	・Ca ²⁺	・瀬幅	・6割水深流速	
・電気伝導度	・TOC	・Mg ²⁺	・最大流速	・最大径	
		・硬度	・最大水深	・最大周囲長	

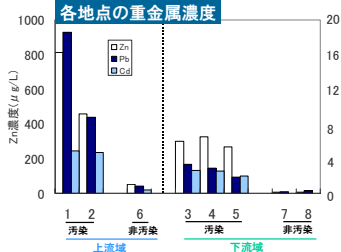
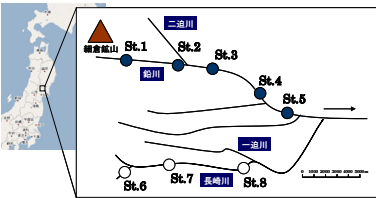


表1:各地点の水質及び河川・礫の物理環境の調査結果。一部は平均±標準偏差を示す

地点	標高	水温	pH	DO	電気伝導度	BOD	硬度	最大川幅	瀬幅	流速	礫サイズ指標	水深
	m	°C		mg/L	mS/m	mg/L	mg/L	m	m	cm/s	cm ² *1	cm
1	80	22.4	8.29	9.88	130	0.5	690	8	8	43±16	1244±368	2.2±1.3
2	40	23.1	8.33	10.76	160	0.5	919	7	10	48±22	1273±191	1.6±0.5
3	30	22.9	8.24	8.79	90	0.9	449	16	23	69±35	922±262	5.0±1.0
4	20	22.4	7.99	7.54	85	0.7	424	7	8	78±37	1198±536	7.6±4.2
5	20	23.8	8.18	7.79	76	0.8	370	11	15	57±26	1287±241	8.4±3.2
6	110	20.4	8.25	8.63	8.2	0.5	19	3	3	35±15	900±197	2.4±0.9
7	70	21.7	8.55	8.92	9.1	1.1	22	9	12	53±27	1180±239	4.4±2.4
8	30	23.5	8.00	7.27	10	1.1	26	9	10	40±15	1212±295	1.2±0.4

*1:最大長径×最大周囲長

データ解析方法

・目的変数

個体数・現存量は対数変換

底生動物各分類群の礫あたりの種数・個体数・現存量

(最大出現地点で平均礫あたり個体数が2以上の分類群について検討)

①分散分析

地点を因子として一元分散分析を行い、Tukey法による多重比較の結果に基づき、上流域・下流域に分けて、増加または減少の判断を行った。

上流域:汚染2地点とも非汚染地点に比べて同方向の有意差を示した場合のみ

下流域:汚染-非汚染地点の6ペアのうち4ペア以上で同方向の有意差が検出された場合

②重回帰分析

重回帰分析を行う際の多重共線性を避けるために、相関の高い環境因子については主成分分析を行い、第1主成分得点(右表)を説明変数として用いた。

上記で相違ありと判断したのものについて、METAL、WIDTH及びその他の環境因子(標高除く)を独立変数として、変数増減法を用いて重回帰分析を行った。

その結果から、**重金属濃度と有意な関係が得られたものを重金属の影響が検出されたと判断した。**

METAL	因子
Zn	-0.94
Cd	-1.00
Pb	-0.86
電気伝導度	-0.98
Ca ²⁺	-0.97
Mg ²⁺	-1.00
硬度	-0.98
固有値	6.49
寄与率	0.93
WIDTH	因子
川幅	0.96
瀬幅	0.96
最大流速	0.81
固有値	2.52
寄与率	0.84

解析結果

エラーバーは標準誤差を示す。
同一のアルファベットは有意差(p<0.05)がないことを示す。

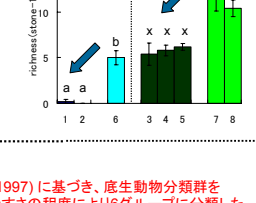
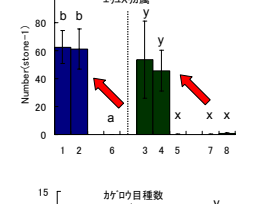
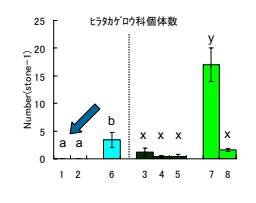
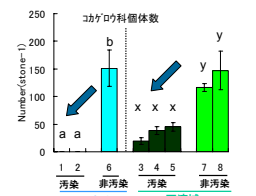
4目・8科(3亜科)・19属・14種について検討した結果、

分類群	分散分析		重回帰分析
	上流	下流	
個体数			
カゲロウ目	▼	▼	●
マダラカゲロウ科	—	—	—
アマダラカゲロウ	—	▼	—
コカゲロウ科	▼	▼	●
コカゲロウ属	▼	▼	●
シロハラコカゲロウ	▼	▼	●
ヒコカゲロウ	▼	—	—
ヒラカゲロウ科	▼	—	●
ヒラカゲロウ属	▼	—	●
エルモヒラカゲロウ	—	▼	—
カワゲラ科	—	▲	●
フオナカワゲラ属	▼	—	—
トビケラ目(蝸含む)	▼	—	—
トビケラ目	▼	—	●
シマトビケラ科	▼	—	—
シマトビケラ属	▼	—	—
カクシマトビケラ	—	▲	—
ナミカクシマトビケラ	▼	—	—
ウルマシマトビケラ	▼	—	●
ユスリカ科	▲	—	●
エリユスリカ亜科	▲	—	●
エリユスリカ属	▲	▲	●
アシマダラアユ属	▼	—	●
種数			
カゲロウ目種数	▼	▼	●

重金属濃度の正または負の影響が検出されたものをそれぞれ赤または青で塗りつぶし

▲ 増加 ● 正の効果
— 相違なし ○ なし
▼ 減少 ● 負の効果

*トビケラ目、ハ目にて記載がない場合、蝸を除いたもの

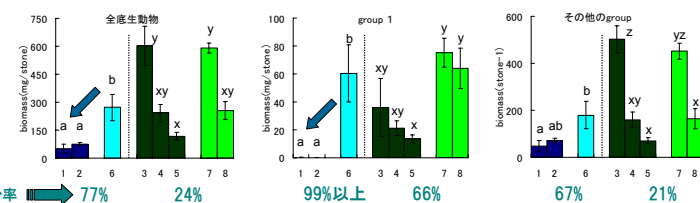


現存量の解析...魚類の餌として

分散分析 重回帰分析

Rader (1997)に基づき、底生動物分類群を流下しやすさの程度により6グループに分類した。

現存量	分散分析	重回帰分析	代表的分類群
	上流	下流	
全底生動物	▼	—	
group1	▼	—	ミジカオクハコカゲロウ属・コカゲロウ属・ブコ科
group2	—	—	マダラカゲロウ属・ヒラカゲロウ科・ユスリカ科
group3	—	—	シマトビケラ科・カクシマトビケラ科・ナミカクシマトビケラ科
group4	—	—	カワゲラ科・ヒコカワトビケラ科・ヒトビケラ科
group5	—	—	アラバタマダラカゲロウ・ヒメスハコカゲロウ属
group6	—	—	クロヒメカガンボ属・カワニ属・イミズミ目



結論

複数の分類群の生息数や種数に重金属濃度の負の影響が検出された。逆に重金属濃度の正の影響を示したのも、一部存在した。総現存量および最も流下しやすいグループの現存量には重金属濃度の負の影響が検出されたのに対し、その他のグループでは影響は検出されなかった。重金属汚染は、流下動物食魚類の餌量に負の影響を及ぼすことが示唆される。

参考文献:Rader, R.B. :A functional classification of the drift: traits that influence invertebrate availability to salmonids Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1211.1234 (1997)