

VII-37

酸性河川における底生動物の挙動

岩手大学工学部 学生員 ○菊池健児
正 員 相沢治郎 海田輝之

1.はじめに

赤川は、岩手県八幡平にある旧松尾鉱山跡の坑内水の排水処理施設からの処理水(約 pH4)を受容し、北上川に注ぐ松川と合流している。このような酸性河川での環境評価はほとんど行われていない。そこで本研究では、鉱山排水の処理水が赤川の水質や生態系に及ぼす影響を検討したものである。

2.調査方法

赤川の全域を把握するために、調査地点を7カ所設置した。排水処理施設を基準として約100m下流の下の橋(以下 St.1 と称す)、約6km下流の富士見橋(St.2)、約14km下流の百平橋(St.3)、約15km下流の松尾八幡平 I.C.付近(St.3')、約18km下流の赤川橋(St.4)、約22km下流付近(St.5)、約31km下流の東大更橋(St.6)である。St.3は、St.3'が調査期間で河川改修工事が行われていたこともあったため設置した。底生動物の採集は、0.5m×0.5mのコードロードのついたサーバーネット(38 メッシュ/inch²)を用いて、各地点で2~4 回行った。標本は5~10%のホルマリン溶液で固定し、実験室で実体顕微鏡を用いて出来るだけ種まで同定し、種別ごとに個体数を計数した。同定は津田⁹⁾及び上野⁹⁾を参考とした。また付着微生物の調査も同時に行い、モルタル製付着板を各地点に設置し、付着板 5cm×5cm の範囲の付着物をブラシで拭き取り分析した。更に、理化学的水質測定についても行い、重金属濃度は ICP-MS で測定した。

今回の調査結果は、底生動物については1997年6月13日、7月15日、10月1日、12月16日の合計4回の0.25m²当たりの平均で集計した。付着微生物、理化学的水質は12月16日の調査の測定結果である。

3.結果及び考察

表-1 に、12月16日の各地点での水質及び環境条件を示す。濃度について環境基準からみると、PbはSt.1で基準値を超えており、NiはSt.1では10倍近く、またその下流でもほとんど全域について基準値を超えている。その他の重金属については、基準値を超えるものはないが、Ca、Al、Fe、Mnは値が高い。次に、この赤川の特徴でもある硫酸性の流入水による酸性の度合いは、St.1~St.4でpH4以下、St.5でpH5、St.6でpH6と下流に行くに従い中和されていくのが分かる。しかし、St.2ではSt.1よりpHは低くなる。これは、St.1からSt.2の間に坑内水以外の鉱山排水の流出の可能性があるためと考えられる。また、重金属についても、特にCuとFeはSt.2では増加している(今回はFeの増加はみられなかったが)、途中での負荷があることを示している。一方、T-N、T-P、TOCは下流に行くに従って増加する傾向にあり、これは農地や家庭排水の流入のためと考えられる。窒素濃度は下流では高く、その主成分はNO₃-Nで、リン濃度は低く主成分は有機態のリンであった。有機態炭素濃度は全地点で低かった。

次に、負荷量についてみてみる。各地点での各成分の負荷量を求め、St.1を1としたときの各地点での相対負荷量を図-1a),b)に示す。重金属については、下流に行くに従い増加の傾向がみられるのは、Cu、Mn、Znであり、この原因は地質的なことなのか人為的なことなのか検討が必要である。一方、減少の傾向がみられる重金属は、Fe、As、Pbである。Fe、Asについては、St.2で一度増加し、その後減少するという類似した挙動を示しているため、共沈により堆積していると考えられる。現に、赤川の河床は赤褐色の沈殿物に覆われていることが観察された。その他の重金属に関しては変

表-1 各地点における水質及び環境条件

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 3'	St. 4	St. 5	St. 6
気温(℃)	-0.5	3.2	3.0	2.9	2.5	8.8	7.9
水温(℃)	9.2	6.0	5.8	5.2	4.6	5.4	5.5
水深(cm)	15.0	24.3	13.2	18.7	12.3	12.3	11.5
流速(m/s)	0.40	0.43	0.36	0.37	0.19	0.31	0.46
流量(m ³ /s)	0.52	1.04	1.55	1.71	2.79	-	-
pH	3.74	3.51	3.55	3.76	4.18	4.92	6.28
SS(mg/l)	3.0	2.0	2.6	10.0	14.0	14.6	50.4
DO(mg/l)	8.97	10.82	11.68	11.78	12.21	12.23	12.43
TOC(mg/l)	1.510	1.372	1.484	1.579	1.875	1.671	2.023
NH ₄ ⁺ -N(mg/l)	0.084	0.065	0.090	0.109	0.088	0.053	0.068
NO ₃ ⁻ -N(mg/l)	0.025	0.044	0.032	0.024	0.019	0.012	0.016
NO ₂ ⁻ -N(mg/l)	0.112	0.122	0.228	0.405	0.755	0.804	1.081
Org-N(mg/l)	0.182	0.206	0.093	0.140	0.126	0.171	0.151
T-N(mg/l)	0.404	0.436	0.442	0.679	0.988	1.040	1.317
T-P(mg/l)	0.006	0.014	0.013	0.047	0.037	0.169	0.142
乾燥重量(mg/cm ²)	21.1	4.0	13.4	34.9	11.7	1.3	6.4
強熱減量(mg/cm ²)	3.7	1.2	2.4	5.4	2.0	0.3	1.2
Chlor-a量(μg/cm ²)	0.056	0.019	0.006	3.366	1.289	0.166	3.034
Al(μg/l)	59500	34200	31500	19700	15400	5310	ND
Ca(μg/l)	271000	129000	117000	77800	63300	37300	28100
Cr(μg/l)	26.0	19.9	16.3	9.12	5.67	1.71	0.595
Mn(μg/l)	998	801	900	599	481	264	187
Fe(μg/l)	16000	15600	10500	3060	1370	464	37.0
Ni(μg/l)	93.3	52.9	46.8	31.4	25.4	13.7	9.14
Cu(μg/l)	5.72	8.42	7.40	5.38	4.53	3.15	2.33
Zn(μg/l)	56.2	39.2	35.8	24.5	19.8	11.9	10.4
As(μg/l)	1.45	1.43	0.562	0.260	0.180	0.256	0.228
Cd(μg/l)	3.58	1.83	1.62	1.02	0.808	0.431	0.274
Pb(μg/l)	12.0	5.82	5.08	2.73	1.79	1.16	0.595

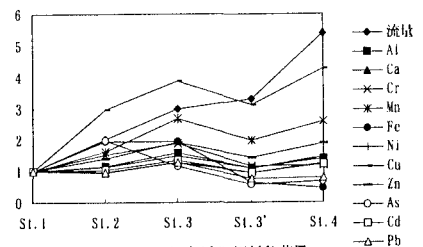


図-1a) St.1-St.4における相対負荷量

化が小さいことから、処理水による負荷が主であり、下流に行くに従って希釈されていることが分かる。また、T-N、T-P、TOCについては、明らかに下流に行くに従い増加し、pH4 以下の上流でも、TOC で 5 倍以上、T-N で 10 倍以上、T-P で 30 倍以上になり、これらは中流流域の農地による負荷の影響が大きいと思われる。T-N については、下流に行くに従って NO₃-N の負荷の割合が高く、有機態窒素はほとんど変化しない。

Chlorophyll-a 量については、St.3' と St.6 以外は少なく、付着藻類量は少ないことが分かった。

また、底生動物については、全体の個体数が少なく、季節的に大きな変動はみられなかったため 4 回の調査をまとめて表-2 に示す。なお、同定に関しては一部同定出来ないものがあったが、数や種にして僅かであるため、影響のないものとして評価にいれなかった。底生動物についての特徴は、全体的に下流に行くに従い種類数は増加しているが、個体数は St.6 について St.2 が多い。これは *Protonemura* sp. の出現によるものであり、この種は比較的上流にしか生息していないことが分かる。また Plecoptera に関しては、完全亜目に属する草食性の幼虫のみが上流で出現した。その他の種は、*Rhyacophila articulata* も上流でのみ、Chironomidae は上流から下流の全体で、多くの種は中流以降で出現していることが分かる。これにより上流には限られた種類しか出現せず、下流に行くに従い様々な種の生息が確認された。

底生動物と重金属濃度との関係についての調査例は非常に少ないが、御勢³⁾は Cu 濃度が 5 µg/l 以下では影響しないと報告している。赤川では前述したように Cu 濃度は 10 µg/l 以下であるが、Ni の濃度が高く、更に重金属の複合した影響も無視できないと考えられる。

以上のことから、酸性の強い赤川の上流には限られた種しか生息できない環境であり、重金属との関係も無視出来ないものであるといえる。これらが好酸性または耐酸性の種であるかどうかは分からないが、敵対する生物が少ないこと、肉食性の水生生物にとっての餌がほとんど生息できないことなどの条件が偏った種の生息域を創り出していると考えられる。また、下流に行くに従い流量が増し、希釈され、pH が上昇し、重金属濃度が低下することによって他の水生生物が生息することの出来る河川となるのではないかと考えられる。

4.まとめ

赤川は特異な生態系を形成しており、酸性で多種の重金属が含まれる水域で生息する水生生物は、その特殊な環境により生物間競争が少ないと思われる。また、これらの種の増減により水質評価が行え、もしくは、この赤川の今後の水質改善の目安にもなるのではないかと考えられる。

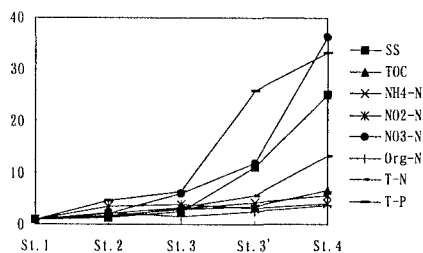


図-1b) St.1-St.4における相対負荷量

表-2 各地点における底生動物種

	St.1	St.2	St.3	St.3'	St.4	St.5	St.6	Total
Acarina								
Acarina			0.17		0.46	2.9	3.53	
Amphipoda								
Gammaridae					0.31	0.3	0.61	
Ephemeroptera								
Baetis sp.			0.33	0.08	0.77	1.6	2.79	
Baetiella sp.			0.08			0.1	0.18	
Ephemerella nigra						0.5	0.5	
Ephemerella rufa					0.08		0.08	
Ephemerella trispina			0.08		0.15	0.3	0.54	
Epeorus curvatus					0.08		0.08	
Epeorus latifolium						0.4	0.4	
Ameletus montanus					0.08	0.5	0.58	
Plecoptera								
Capnia japonica	1.08	1.08	0.38		0.08		2.63	
Rhopalopsale subnigra	0.08	0.08	0.31	0.08			0.56	
Nemoura sp.	0.17	2.25	0.15		0.33		2.9	
Protonemura sp.	6.75	19.2	0.54	0.5	1.08	0.15	28.2	
Caroperla pacifica							0.1	0.1
Hemiptera								
Aphelocheirus sp.						2.6	2.6	
Hydrometra sp.			0.08				0.08	
Megaloptera								
Protohermes grandis					0.08	0.1	0.18	
Stialis sp.				0.17	0.08		0.25	
Trichoptera								
Limnococtopus insolitus		0.17	0.08				0.25	
Platyphylax yokouchii					0.15		0.15	
Hydropsyche ulmeri					0.08	44.1	44.2	
Hydropsychodes brevilineata			0.42		0.15	2	2.57	
Neuronia maxima			0.08				0.08	
Rhyacophila articulata	0.08	0.42	0.08	0.17			0.74	
Rhyacophila kisoensis						0.1	0.1	
Rhyacophila nigrocephala						0.2	0.2	
Rhyacophila yamanakensis						0.1	0.1	
Stenopsyche griseipennis			0.33			0.6	0.93	
Diptera								
Ceratopogonidae			0.08	1.33	1	2.15	0.6	5.16
Chironomidae	0.92	0.42	0.54	2.92	2.33	4.08	38.2	49.4
Psychodidae			0.08			0.08	0.15	
Rhagionidae							0.3	0.3
Simuliidae				0.08	0.58	0.08	0.1	0.92
Antocha sp.	0.08					0.08	2.1	2.26
Eriocera sp.				0.08		0.08	0.4	0.56
Erioptera sp.					0.08	0.08	0.16	
Tipula sp.				0.17		0.08	0.1	0.34
Diptera pupa	0.33		0.15	0.33		0.15	0.7	1.67
Coleoptera								
Curculionidae			0.08		0.08		0.16	
Elmidae				0.17	0.08		0.25	
Peltodytes intermedius						0.15	0.15	
Luciola lateralis						0.08	0.08	
Ptilodactylidae							0.1	0.1
Total (個体数)	9.5	23.6	2.54	8.08	5.5	9.46	99.1	158
Total (種類数)	8	7	12	19	13	21	26	44

<参考文献>

- 1)津田松苗編(1979)水生昆虫学,北隆館
- 2)上野益三編(1986)日本淡水生物学,北隆館
- 3)御勢久右衛門(1961)鉾山廃水の河川生物に対する影響調査のまとめ,淡水生物,Vol.7,pp.18~25