

水質と河床付着物から見た酸性河川の水環境評価に関する研究

岩手大学工学部 学生会員 ○佐々木貴史 川口博
同 上 正 会 員 伊藤歩 相澤治郎 海田輝之

1.研究の背景と目的

赤川は岩手県八幡平にある旧松尾鉱山の中和処理施設からの処理水を受容する酸性河川である。中和処理施設の稼働により水質はある程度改善されてはいるが、pHは中流部においても3～4程度と低い状態のままである。将来の河川の水資源利用を考えた場合、このような酸性河川の水環境を改善する必要性は高くなるものと思われる。これまでの赤川における野外調査の結果、生態系等の河川環境に影響を与えている主な要因はpHであるが、その他にも重金属や河床堆積物などの要素が複合し、流下に伴って変化しながら環境に影響を与えていることが明らかとなっている。しかしながら、現在までのデータだけではそれぞれの要素がどのように関わり合いどの程度の影響を及ぼすのかは議論できない。

以上の背景から本研究では、酸性河川の生態系に影響しうる環境条件を明らかにするために、河川生態系においてその第一生産者となる藻類、特に水生昆虫の主要食物源となる付着藻類に及ぼす水質と付着物の影響について現地調査を行って検討した。

2.調査地点と調査方法

調査地点を図-1に示す。調査範囲は赤川の源流部にあたる中和処理施設から下流部の松川合流付近までとし、調査地点を9カ所設置した。なお、処理水の影響がない河川の例として赤川の支流である涼川も調査対象とした。調査期間は2001年10月10日から2001年12月4日までの50日間とし、計10回の付着物調査を行った。加えて調査期間中合計3回の河川水の重金属を含む水質分析と流量測定を行った。

付着物の調査は、各調査地点の河床に30cm×30cm×5cmのモルタル製付着板を5枚ずつ設置し、堆積した付着物を経日的に採取、分析する方法により行った。採取はそれぞれの調査地点において付着板を分析項目毎に面積を区切りブラシで擦り取り、それを蒸留水によってプラスチック製容器に流し込む方法で行った。分析項目は乾燥重量、強熱減量、Chl-a量、金属量、採取地点の流速、気温、水温とした。一方、水質分析用の試料は各地点でポリエチレン製容器に採水し、金属分析用の試料は、容器による金属汚染を防ぐために別個の容器に採水した。以上の分析は河川水質試験方法¹⁾並びに下水試験方法²⁾を参考とした。

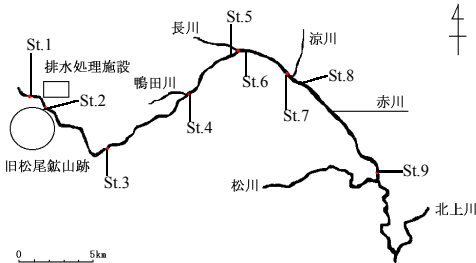


図-1 調査地点概要

3.結果と考察

図-2に各調査地点におけるChl-a量の経日変化を示す。調査期間中、Chl-a量の最大値を示した地点は、中流部のSt.5で値は0.142μg/cm²であった。次いで下流部のSt.9で0.13μg/cm²、上流部St.2で0.09μg/cm²、同じく上流部St.4で0.09μg/cm²となった。最上流部St.1とSt.6～St.8ではChl-a量は50日目でも0.02μg/cm²程度しか増加しなかった。調査開始からChl-a量の明確な増加を確認するまでの期間は、St.9で約20日、St.2とSt.4で約30日、St.5で約40日であり、各調査地点において時間差が生じていることが明らかになった。なお、St.2、St.4、St.5では30日以降からChl-a量が急激に増加する傾向を示した。

水質については3回のデータ間ではあまり目立った相違はなく、流下に伴う変化も類似した傾向を示した。St.1と涼川についてそれぞれの各水質の結果を表-1に示す。このSt.1の値を基準としたSS、TOC、各態窒素及び各態リンの相対濃度の流下方向変化を図-3に、pHと金属の相対濃度の流下方向変化を図-4にそれぞれ示す。SS、窒素、リンの濃度は上流部で低く、流下に伴い上昇する傾向にあり、特にリン濃度はかなり高い値となっている。これは中流以降の家庭排水や農業排水の流入の影響であると思われる。しかしながら、赤川は全体として有機汚濁の少ない河川と言える。pHは、St.1で最も低く、St.2で処理水が流入することにより一度上昇し、St.3で再度低下することが特徴として挙げられる。金属濃

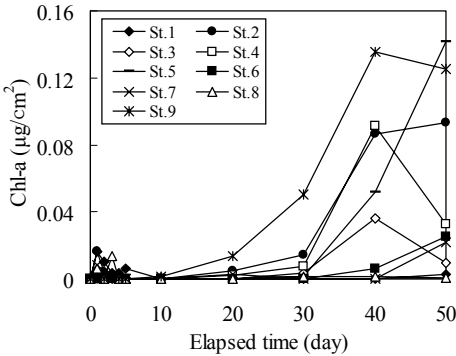


図-2 各調査地点におけるChl-a量の経日変化

表-1 St.1と涼川の水質

水質(mg/l)

	St.1	涼川
SS	4.2	4.6
TOC	1.79	0.84
T-N	0.229	0.708
NH ₄ ⁺ -N	0.031	0.032
NO ₂ ⁻ -N	0.003	0.006
NO ₃ ⁻ -N	0.113	0.438
Org-N	0.082	0.233
T-P	0.032	0.026
PO ₄ ³⁻ -P	0.013	0.01

金属濃度

	St.1	涼川
Al(mg/l)	22.2	0.26
Ca(mg/l)	31	9.58
Cr(μg/l)	5.28	0.67
Mn(μg/l)	1382	41
Fe(mg/l)	11.4	0.628
Ni(μg/l)	26.4	0.393
Cu(μg/l)	10.6	1.45
Zn(μg/l)	18.7	2.79
As(μg/l)	9.98	8.32
Cd(μg/l)	0.733	0.017
Pb(μg/l)	2.77	0.71

水質(mg/l)

SS

TOC

T-N

NH₄⁺-N

NO₂⁻-N

NO₃⁻-N

Org-N

T-P

PO₄³⁻-P

金属濃度

Al(mg/l)

Ca(mg/l)

Cr(μg/l)

Mn(μg/l)

Fe(mg/l)

Ni(μg/l)

Cu(μg/l)

Zn(μg/l)

As(μg/l)

Cd(μg/l)

Pb(μg/l)

水質(mg/l)	St.1	涼川
SS	4.2	4.6
TOC	1.79	0.84
T-N	0.229	0.708
NH ₄ ⁺ -N	0.031	0.032
NO ₂ ⁻ -N	0.003	0.006
NO ₃ ⁻ -N	0.113	0.438
Org-N	0.082	0.233
T-P	0.032	0.026
PO ₄ ³⁻ -P	0.013	0.01

金属濃度	St.1	涼川
Al(mg/l)	22.2	0.26
Ca(mg/l)	31	9.58
Cr(μg/l)	5.28	0.67
Mn(μg/l)	1382	41
Fe(mg/l)	11.4	0.628
Ni(μg/l)	26.4	0.393
Cu(μg/l)	10.6	1.45
Zn(μg/l)	18.7	2.79
As(μg/l)	9.98	8.32
Cd(μg/l)	0.733	0.017
Pb(μg/l)	2.77	0.71

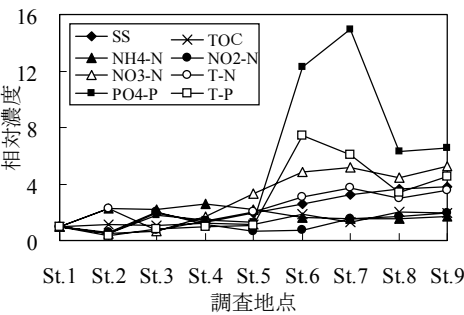


図-3 St.1を基準とした各水質の相対濃度

度は処理水の流入を受ける St.2 で Ca、Fe 等が顕著に増加し、それ以降、流下に伴って各項目ともに減少する傾向を示している。金属濃度の変化は、流下に伴う pH の上昇と支流の流入による希釈に対応しているものと考えられる。これら pH、窒素、リンの水質項目と Chl-a 量の流下方向変化を対比してみると、上流部では pH、窒素、リンともに低いに関わらず、Chl-a 量が比較的高い地点が存在し、一方、中流部から下流部にかけて pH が比較的高く、窒素、リン共に上流に比べて高濃度であるにもかかわらず、Chl-a 量の増加がほとんど見られない地点が存在した。

次に、付着物について見ると、赤川において河床堆積物の特徴的な構成成分は重金属である。河床堆積物の経日変化の例として Fe を図-5 に示す。上流部の St.1~St.3 において時間の経過に伴い Fe の堆積が顕著に認められる。さらに図-6 に調査開始後 40 日目の St.1(表-2)を基準とした各金属の相対堆積量の流下に伴う変化を示す。St.2 では Fe、As、Cr、Pb、St.5~St.8 では Al と Ca の顕著な堆積が見られる。これは pH が流下に伴い変化していることから、各金属の溶解度の違いが大きな影響を与えている可能性が高い。調査開始から 40 日目の乾燥重量中における各金属の存在率と Chl-a 量を図-7 に示す。各地点において堆積している金属は、全体として Fe、Al、Ca であり、St.2~St.4 では Fe が非常に高いこと、St.5~St.8 では Al の高いことが特徴的であるといえる。

総合的に見て、赤川上流部は、低 pH、高濃度の重金属の存在、大量の Fe 堆積物等により藻類にとってあまり好ましい環境とは言いが、藻類が増殖していることは明らかであり、Chl-a 量の急激な増加から考えてその増殖速度も他の地点に比べて比較的高いといえる。この現象は昨年度行った藻類の室内培養実験において pH3.2 で重金属濃度が比較的高い状況下で良好な藻類の増殖が生じた結果と一致している。また、前述の室内実験で低 pH の場合、出現した藻類はほぼ耐酸性種で中性域の pH での藻類の種構成と明らかに異なることから考えると、赤川上流部で存在する藻類は耐酸性種がほとんどであり、種間の競争がなく、Chl-a 量の急激な増加が生じたと推察される。一方、Al の存在率が高い中下流部では、調査期間を通して Chl-a 量が低い値となっており、藻類があまり増殖していない。これは、Al の藻類等の植物への影響が報告されていることから³⁾、Al の毒性によるものと考えられる。しかし、St.5 と St.8 の Al の堆積量は同程度であるが、St.5 での Chl-a 量は比較的高いことから考えて Al の堆積量のみではなく、Al の存在形態の違い等の要因が付着藻類の増殖に影響を与えていると思われる。結果的に、流下に伴う pH、栄養塩類の上昇と Chl-a 量がそれらのみでは対応しておらず、Chl-a 量は流下に伴う pH 上昇と、それに伴い河床に付着した金属種に影響を受けている可能性が高い。

表-2 St.1 における金属堆積量(μg/cm²)

Al	174
Ca	57.1
Cr	0.926
Mn	3.93
Fe	2.12
Cd	0.017
Ni	0.111
Cu	0.658
Zn	5.66
As	1.68
Pb	0.229

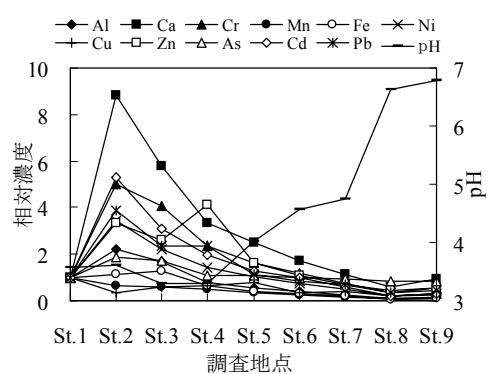


図-4 pH と St.1 を基準とした金属相対濃度変化

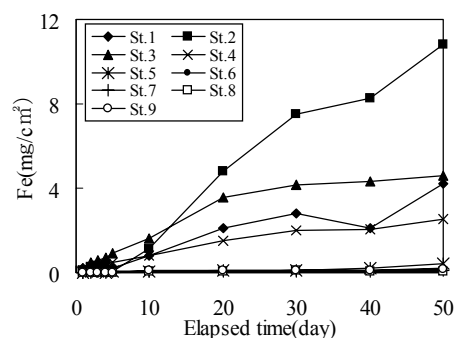


図-5 Fe 堆積量の経日変化

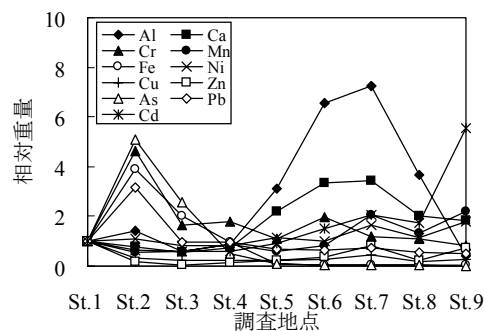


図-6 St.1 を基準とした金属の相対堆積量

4.おわりに

赤川において付着藻類に影響を与える因子は pH、重金属、栄養塩類等が考えられるが、最も重要な因子は流下による pH の上昇に伴う河床堆積物中の金属種とその量と形態の変化であり、特に中流部から下流部にかけての Al の沈殿は付着藻類に大きな影響を与えている可能性が高い。

<参考文献>

- 1) 日本下水道協会編(1997)下水試験方法、日本下水道協会
- 2) 建設省河川局監修：河川水質試験方法—試験方法編一、技報堂出版
- 3) 日本土壌学会編(1994)：低 pH と土壌と植物、博友社
- 4) 日本生態学会環境問題専門委員会編(1979)環境と生物指標 2、共立出版
- 5) 水野壽彦著(1997)日本淡水プランクトン図鑑、保育社

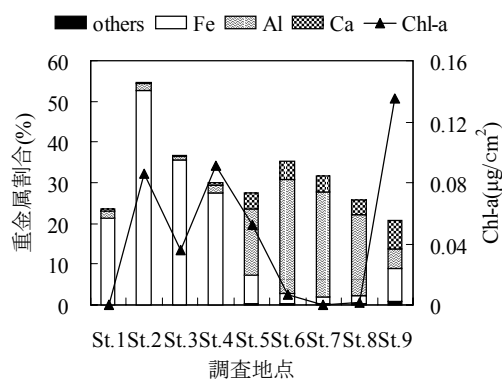


図-7 乾燥重量中の各金属存在率と Chl-a 量