

酸性水域における環境因子の変化が水生昆虫の群集構造に与える影響について

国立大学法人 山形大学 工学部
国立大学法人 山形大学大学院 理工学研究科
国立大学法人 山形大学大学院 理工学研究科
国立大学法人 岩手大学大学院 工学研究科
国立大学法人 岩手大学 工学部

正会員 ○佐々木 貴史
正会員 遠藤 昌敏
水口 仁志
正会員 伊藤 歩
正会員 海田 輝之

1.はじめに

近年、日本では水生生物の保護を目的として従来の環境基準項目に亜鉛が追加される等、水域生態系に対する有害な金属類の規制および管理が重要視されている。しかしながら、単一生物種を対象とした個々の有害物質の生態毒性に関する知見は蓄積されつつあるものの、複数の汚染物質が混在する実際の環境において生物群集に影響をおよぼす環境因子を評価した報告は乏しいのが現状である。以上の背景から本研究では、山形県米沢市に位置する酸性河川（松川）と岩手県八幡平市に位置する酸性河川（赤川）の二つのフィールドにおいて実施した水質、底質および水生昆虫群集に関する現地調査データに基づき、多変量統計的手法を用いて酸性水域において特徴的な環境因子が水生昆虫群集の構造に与える影響について検討した。

2.調査地点と調査方法

赤川（岩手県）および松川（山形県）における調査地点を図-1 および 2 にそれぞれ示す。調査地点数は赤川において 7 地点、松川では支流である渋川（St.T1）を含め 6 地点とした。赤川では 1997 年～2000 年の 3 年間に於いて水質、河床堆積物および水生昆虫群集に関する調査を季節毎に行った。松川では 2002 年～2007 年の期間に於いて、水質に関する調査を夏季および秋季に行った。また、2007 年 6 月～11 月の期間に於いて河床堆積物および水生昆虫群集に関する調査を St.M2, M4, M5 および T1 を対象として計 3 回行った。河床堆積物は各調査地点における河床の平滑な礫から採取し、それらの乾燥重量、金属含有量等の分析を行った。水生昆虫の採取は、0.25m×0.25m のコードラッドのついたサーバーネット（38 メッシュ/inch²）を用いて行った。同定は、上野¹⁾および川合²⁾を参考とした。また、得られた水生昆虫の個体群データは優占種が解析に与える影響を避けるために、対数データ変換の後、科毎に集計された³⁾。これらのデータの平均値を用いて主成分分析を行い、調査地点間の水生昆虫群集の構造の統計的解析を行った。なお、すべての解析は 2007 年 6 月～11 月の期間における松川的全データおよび赤川の調査データの中で松川の調査季節と同季節のデータを対象とした。すべての統計解析は SPSS 12.0J を用いて行った。

3.調査結果および考察

図-3 に赤川および松川における pH、NO₃⁻、溶解性 Al および Zn 濃度の平均値を示す。赤川上流部では、pH が 3.3 程度と非常に低く、河川水中に Al、Ca、As、Zn および Fe 等の金属が高濃度で存在していた（Ca:22.0 mg/l, As:3.3μg/l, Fe:12.1 mg/l）。松川上流部 St.M1 の pH は 4.6 程度であり、河川水中の各金属濃度は赤川に比べて低い状態であった（Ca:8.57 mg/l, As:0.06μg/l, Fe:0.20 mg/l）。また、双方の河川の下流部において pH は中性程度まで上昇し、各金属濃度も減少する傾向を示した。

図-4 に赤川および松川における河床堆積物の乾燥重量、Fe、Al および Ca の含有量の平均値を示す。赤川の上流部 St.3 および 4 において河床堆積物は非常に多量であり、Fe 含有率が高く、中流部 St.6 において Al 含有量の増加が見られた。松川では、各調査地点における河床堆積物量は赤川に比べて非常に少ないものの、松川本流の調査地点において Al の含有率が高い状態であった。Al は pH4 以上において、多核加水分解生成物を経て、不溶性 Al へ形態を変化することが報告されている⁴⁾。赤川中流部 St.6 以降の地点および松川本流の調査地点における pH は 4.6～6.6 程度であることから、双方の河川水中に存在する溶解性 Al は pH の上昇に伴って不溶性 Al に形態が変化し、河床に堆積しているものと考えられる。

双方の河川の水生昆虫群集データに基づいた主成分分析の結果について述べる。図-5 に第 1 および第 2 主成分に対する水生昆虫の各科の因子負荷量と各調査地点の主成分得点のプロットを示す。各調査地点の主成

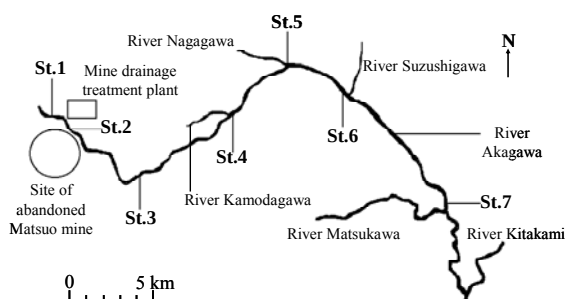


図-1 赤川（岩手県）の調査地点概要

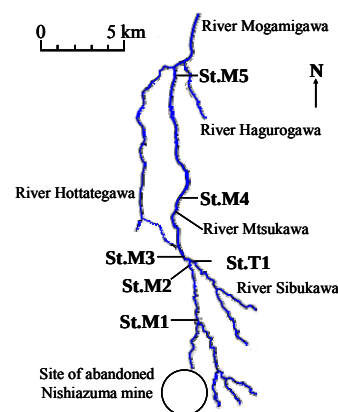


図-2 松川（山形県）の調査地点概要

分得点プロット間の距離が近いほどそれらの地点における水生昆虫の群集が類似していることを表す。また、水生昆虫の各科の因子負荷量の方向と各調査地点の主成分得点プロットの位置は、それぞれの調査地点における水生昆虫群集がどのような科によって構成されているかを示し、それぞれの因子負荷量の原点からの距離は、調査地点間の群集構造の類似性におよぼす各科の影響度合いを示す。なお、第1と第2主成分の累積寄与率は70%以上であった。赤川 St.1~5

および松川 St.M2 は図中の第3象限に位置し、それらの地点間の距離も非常に近く、類似した群集構造が形成されていることが明らかとなった。St.1~5および松川 St.M2 では、存在する水生昆虫の科数および個体数が非常に少なく、貧弱な群集構造が形成されているといえる。一方、松川 St.M5 および赤川 St.7 はそれぞれ第1および第4象限に位置しており、それぞれ Chironomidae および Hydropsychidae を中心とした多様な群集構造を有しているといえる。赤川および松川の主成分得点プロットは上流部から下流部に向かってそれぞれ第3から第4象限および第1象限へ移動しており、赤川および松川における水生昆虫群集は流下に伴い多様ではあるがそれぞれ異なった群集構造へと遷移していくことが示唆された。図-3 に示すように松川 St.M5 では pH は中性付近で赤川 St.7 と同程度であるが、NO₃⁻等の栄養塩類が高濃度で存在しており、松川および赤川は下流部において異なった水環境が形成されているといえる。双方の河川における水生昆虫群集構造の差異はこの水環境の違いに起因していると考えられる。

松川上流部の支流である St.T1 では pH が 4.5 であり松川および赤川上流部と同様に酸性環境下であるといえるが、図-4 における主成分得点プロットは第2象限に存在しており、他の調査地点における水生昆虫群集との類似性が低いことが明らかとなった。St.T1 は Capnidae や Nemouridae などの耐酸性の水生昆虫のみから構成される単純な群集構造を有するものの個体数が多く特徴的な群集が形成されているといえる。St.T1 は松川および赤川の上流部と比較して、低 pH であるが河川水中の Al および Zn 等の金属が低濃度であるような特異な水環境であり、その水環境を反映した特徴的な水生昆虫群集を有しているといえる。

著者らは pH が 4.5 付近を推移する赤川の中流部 St.6 において、多核 Al 加水分解生成物が存在し、それらが河床に生息する付着藻類の増殖を阻害することを明らかにしている⁴⁾。St.M1 および M2 における pH は 4.5 付近を推移しており、河床堆積物中の Al 含有率が高いことから、河川水中の溶解性 Al が多核 Al 加水分解生成物へ形態を変化させ松川上流部の生態系に悪影響をおよぼしている可能性があるといえる。

<参考文献>

- 1) 上野益三編：日本淡水生物学，北隆館，1986。
- 2) 川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説，東海大学出版会，1985。
- 3) 小林四郎：生物群集の多変量解析，蒼樹書房，1999。
- 4) 日本土壌肥科学会編，低 pH 土壌と植物，博友社，1994。
- 5) Atsushi Sasaki, Ayumi Ito, Jiro Aizawa and Teruyuki Umita : Influence of water and sediment quality on benthic biota in an acidified river, Water Research, Vol.39, 2517-2526, 2005。

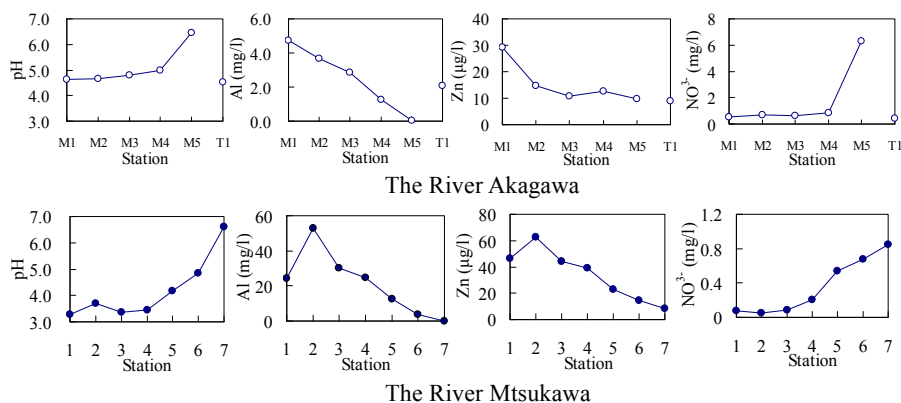


図-3 赤川および松川における pH, NO₃⁻, 溶解性 Al および Zn 濃度

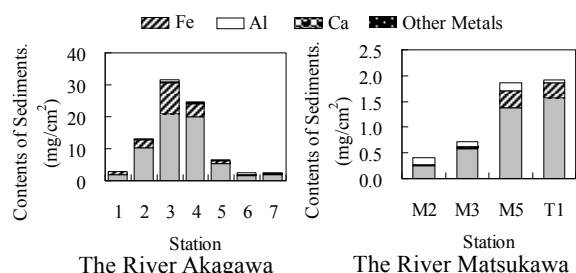


図-4 赤川および松川における河床堆積物の乾燥重量, Fe, Al および Ca の含有量

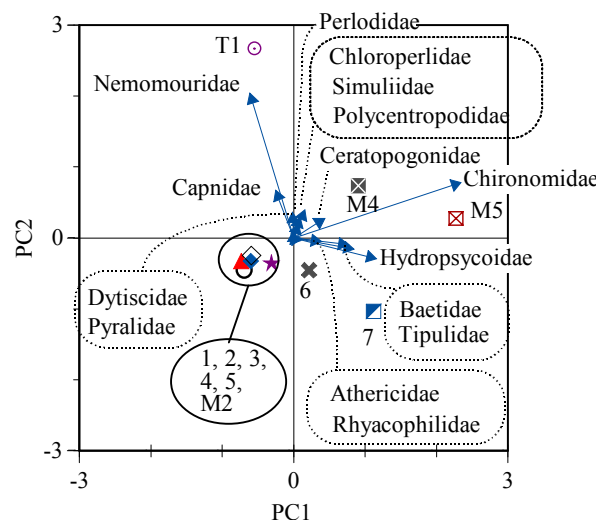


図-5 赤川および松川における水生昆虫の各科の因子負荷量と各調査地点の主成分得点のプロット