

水質指標を超えて ―河川の場合

富山県立大学短期大学部 安田郁子

Beyond Physico-Chemical Water Quality Indicators ―Water Environment Focusing on Aquatic Organisms in Rivers and Streams, by Ikuko YASUDA(Toyama Pref. Univ. ,College of Technology)

1. 河川生物と環境

河川には多くの生物(生物群集)が生息している。これら生物は周囲の環境から影響を受け、かつ環境を変えながら、生物も環境も時とともに変化していく。環境と一口に言っても、水質(溶存酸素、易分解性・難分解性有機物、重金属、有害化学物質等の各要因により異なる)、水深、水量、流速、底質、光、水温等の非生物的环境要因から生物的环境要因まで多種多様である。生物的环境要因も、細菌、真菌(カビ)、原生動物、藻類といった肉眼で見えない微生物から、水生昆虫やヒル類、貝類、水草、魚などの肉眼で見える生物までさまざまであり、それらが相互に生物的环境要因となって、影響を与えあっている。

水質以外の非生物的环境要因は、主に、生物にとっては生息場所としての可・不可の条件となり、河川における生物の多様性にも大きな影響力を持つ。これらの時間的変化はほとんどの場合、さほど大きくない。一方、非生物的环境要因の一つである理化学的水質の大部分は刻々と変化し、しかも、生物の存在に多大の影響を与え、種類や量を変化させる。

これらのことから考えると、生物と環境とは密接な関係にありながら、「生物から河川環境を考える」という場合、どの生物からどのような環境(分析、測定できる)を考えればいいのか、大変難しい。しかし、生物の存在はその生物の生活史において必要な全ての環境要因を満足しているということを示すのだから、「生物をみる」ということ自体、すでに環境基準でいう「水質指標」を超えている。問題は、その水質指標を超えた部分の情報を我々がどこまで得ることができているか、ということだろう。それによって、生物からわかる環境状況が違ってくる。

2. 生物から河川環境を考えるー現状は？

一般に河川環境を調査する時、川幅、流速、水深を計測し、水質を分析し、底質や外観などを記録する。このうち、同じ川であっても地点により変化しやすいのが水質であることから、水質に関してはやや詳細に分析が行われる。しかし、そこに棲む生物の調査は、分類が難しいためほとんど行われない。したがって、多くの場合、理化学的項目から水質環境を評価することは行われているが、生物から環境を評価することはなされていない。

ところが、河川生物にも見つけやすく分類の容易な仲間がいる。マクロな底生動物である¹⁾。しかも、この動物達は、BOD(有機汚濁の程度と比例)や溶存酸素日最低値の良い指標でもある(表1, 2)。そこで、「生き物から水環境を考えるーPart I」の中で示した「マクロな底生動物」を対象として、今回、富栄養化の管理という視点から考えてみることにした。

表1 底生動物を用いた有機汚濁度の評価²⁾

底生動物	汚濁段階	水質		植物(藻類、水草)繁殖状況
		BOD	DO日最低値(夜間DO)	
Aのみ	I	1.0~1.3mg/l 未満	90% 以上	少ない
A, B 共存	II	1.0~1.3mg/l 以上	70~80% 以上	やや多い
Bのみ	III	1.0~1.3mg/l 以上	70~80% 以下	多い

(A: Aグループの種類、 B: Bグループの種類、 いずれも、グループごとに2個体以上出現)

表2 A, Bグループに属する主な底生動物²⁾

	Aグループ	Bグループ	A, Bグループに属さない種類
主な種類	<水生昆虫> カゲロウ類(コカゲロウ属を除く)、カワゲラ類、トビケラ類、等	巻貝類、イトミミズ類、ヒル類、ミズムシ、等	コカゲロウ属 ヒラタドロムシ 等

3. 河川の富栄養化が進むと、底生動物相が変わる

上述の底生動物相が示してくれる溶存酸素日最低値(日変動量)は、水生植物の繁殖状況により影響を受けるため、窒素・リン濃度と関係がある。したがって、底生動物相も、間接的に窒素・リン濃度と関連があると考えられる。そこで、底生動物相による「河川の汚濁評価」は「河川の富栄養化」とどう関連しているか、検討してみた。

表3は、富山県内6河川、石川県内1河川における数十地点を複数回調査して得られたデータ数178の結果をまとめたものである。段階Iから段階IIIへ

と汚濁段階の数字が大きくなるほど、窒素・リンの最低濃度が少しずつ高くなり、濃度範囲の幅も大きくなる。

4. 河川の富栄養化は湖沼、海へとつづく

(1) 湖沼で水の華が発生する場合の流入河川の底生動物相

湖沼で、藍藻の *Microcystis* による水の華（いわゆるアオコ）がみられる際の栄養塩類濃度は、諏訪湖（8月）を例に見ると、全窒素が 0.8～2.0mg/l（1.1～1.5mg/lが多い）の範囲、全リンが 0.05～0.29mg/l（0.10～0.25mg/lが多い）の範囲である³⁾。また、北陸地方のダム湖における水の華発生時の窒素・リン濃度を表4に示した。

流入河川の窒素・リン濃度が湖沼とほぼ同じと考えると、湖沼やダム湖において水の華が発生する場合の流入河川の汚濁段階はⅡまたはⅢであることがわかる。

(2) 海域沿岸部において赤潮が発生する場合の流入河川の底生動物相

海の赤潮発生と全リン濃度の関係を、富山湾を例に検討した。海で赤潮が発生する際のクロロフィル a 濃度は通常、50 μg/l 以上といわれている⁴⁾。安田（2003）⁵⁾においては、クロロフィル a 濃度と全窒素、全リン濃度との関係が示された。これをもとに、海での赤潮発生時の海水及び流入河川水の全窒素・全リン濃度を表5³⁾に示した。

沿岸 1 km 沖で赤潮が発生する場合の流入河川の汚濁段階は、ⅡまたはⅢであることがわかる。

5. 再び、生物から河川環境を考える

以上のように、底生動物相に基づく「汚濁段階Ⅰ～Ⅲ」から河川環境をみると、単に有機汚濁だけでなく、富栄養化の程度もわかり、ひいては、流入先である湖沼の水の華発生や海域での赤潮発生についても予測可能である。このことから、湖沼の水の華や海の赤潮を抑制するためには、流入河川の底生動物相をどの汚濁段階にとどめればよいかがわかり、河川管理に底生動物相を加えると、停滞水域の富栄養化の管理がより容易に出来ると考えられる。

一方、河川の底生動物相から湖沼の植物プランクトンの状況を知る、あるいは海の植物プランクトンの状況を知るということを、理化学的水質を介して行うことができた。生物に関することであっても生物だけをみていてはわからないことを、理化学的水質は教えてくれる。

生物は連続的・全体的な環境を示し、理化学的水質は一時的・部分的な環境を示す。お互いに全く異なる特徴を持っており、環境指標としてみた場合、どちらが優れているというものではなく、互いに補い合うことが出来る関係にある。これら両者を共に

活用するのが、今後に求められる賢明な河川管理だと思われる。

表3 底生動物 A, B グループによる汚濁段階と全窒素 (T-N)、全リン (T-P) 濃度の関係 (安田³⁾より改変)

	汚 濁 段 階		
	I	II	III
T-N(mg/l)	~0.8	0.05~3.2	0.1~2.8
T-P(mg/l)	~0.05 (大部分は~0.03)	0.005~0.2	0.01~3.1

表4 北陸地方のダム湖における水の華発生時の窒素、リン濃度³⁾

湖沼名	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	水の華 原因藻類
K ダム湖	0.5	0.04	<i>Anabaena</i>
T ダム湖	0.7	0.05	<i>Pandorina, Carteria</i>
Y ダム湖	0.5	0.05	<i>Anabaena</i>

表5 海の赤潮発生と海水および流入河川水の全窒素、全リン濃度（1 km 沖での流入河川水の希釈率を 1/3～1 として計算、安田³⁾より改変）

沿岸からの距離		1 km 沖で赤潮発生の場合
海水	Chl.a 濃度	50 μg/l 以上
	T-N 濃度	約 0.5mg/l 以上
	T-P 濃度	約 0.05mg/l 以上
流入河川	T-N 濃度	0.5~1.5mg/l 以上
	T-P 濃度	0.05~0.15mg/l 以上

引用文献

1) 安田郁子・井山洋子(1988)河川における底生動物群の DO 日最低値と BOD に対する指標性について、水質汚濁研究、11(6)、362-370。
2) 安田郁子(2003)生物の環境要求と指標生物としての有用性、第6回日本水環境学会シンポジウム講演集、194-195。
3) 安田郁子(2005)河川の富栄養化管理における底生動物の利用可能性、水処理技術、46(9)、411-416。
4) 柳田友道(1976)赤潮、198pp.,講談社サイエンティフィク。
5) 安田郁子(2003)MBOD 法による富山湾流入河川の富栄養化度に関する評価、水処理技術、44(12)、565-570。