

群集共生度の評価を目的とした河川底生動物相の解析

東北大学 学生員○吉村千洋
同上 正会員 熊谷幸博
同上 正会員 福士謙介
岩手大学 正会員 海田輝之
東北大学 正会員 大村達夫

1. はじめに

現在、日本では主に物理・化学的測定により水域の汚染状況を評価している。しかし、このような測定によって得られる数値は、水の状態や汚染物質の量を示すものであっても、それによる環境への影響を直接示すものではない。その影響を直接みるためには生物によるほかはない。生物相を調べる本来の意義は「影響を明らかにする」ことであり、生物学的な水質評価は、今後大きな役割を果たすべきである。

そこで、本研究では河川生態系へ与える外的影響を適切に評価するため、河川底生動物相の調査から生態系の共生度を総合的に把握できるような新しい生態学的河川評価法を提案し、その有効性について考察することを目的とする。なお、共生度が高い環境とは、人と生物が資源をうまく共有していて、そこでの機能が長い時間、低下することなく、また、系外に及ぼす影響も最小である環境を意味する。¹⁾

また、新しい河川評価方法の有効性を調べるため、ほぼ規定した方法で行っている2つの調査結果を利用した。それらは、吉村ら²⁾が1996年に仙台市広瀬川浄化センターの放流水を受容する網木川で行った調査結果と井出³⁾が1970年に渡良瀬川水系で行った調査結果である。

2. 調査および評価方法

2.1 調査方法

対象となる河川の平瀬で底生動物の採集を行う。採集地点として平瀬の石礫底、水深約0.10 m、流速約0.5 m/sの地点を選定する。底生動物相の採集は、0.5 m×0.5 mのコードラードのついたサーバーネット（網目：40 メッシュ / inch）を用い、コードラード内にある礫と河床から約5 cmまでをブラシを用いて洗い、すべての底生動物をネットに流し込む。この採集を各地点で2回ずつ、0.5 m²の面積内で採集する。そして採集された標本は、約10%のグルタルアルデヒド溶液で固定し、実体顕微鏡を用いて属まで同定し、属ごとに個体数を計数する。また、生物調査に併せ、これまで行われてきたような調査地点の一般水質を分析する。

2.2 評価方法

生態系は、外部からの異常な攪乱（ストレス）がなければ、着実に極相への遷移を続ける。Odumは、このような攪乱を受けたいくつかの事例から、ストレスを受けている生態系のもつ一般的傾向をエネルギー、栄養塩循環、群集構造、システムレベルの4側面18項目の変化に見出した。⁴⁾

前述した方法では、ストレスの影響を示すすべての側面を調べるのは非常に困難であるので、その中でも底生動物相の種数と個体数を調べた結果から判定可能な4項目を評価の要素とする。それらは、K-選択種の割合、生物のサイズ、食物連鎖の長さ、優占度の4要素である。

次に、4つの項目が生態系をとらえるうえでどのような意味を持ち、具体的にどのように評価していくかを説明する。

(1) K-選択種の割合： e_1

生態系遷移の初期段階において選択された生物はr-選択種、極相において選択された生物はK-選択種と呼ばれている。そこで、河川に棲息する底生動物の総個体数に対するK-選択種の個体数の割合に着目することにより、群集の極相度を判定できる。つまりK-選択種の割合が大きいほど、群集の極相度そして共生度が高いと考えられる。

底生動物の場合、個体が比較的大きく、高い競争能力をもつ造網性のシストビケラ上科の6種をK-選択種として選ぶ。

(2) 生物のサイズ： e_2

底生動物相へのストレスが強くなると群集の生物サイズが減少する傾向がある。よって、生物相の共生度を生物サイズによっても判定できる。生物サイズの比較には、群集から採集された全個体の体長の平均値を用いる。また、一般的に個体の大きさは呼吸量の少なさをも意味する。

(3) 食物連鎖の長さ： e_3

群集へのストレスが増加するとストレスに捕食者の感受性がより高いため食物連鎖が短くなる傾向がある。食物連鎖の長さを判定するには、第2・3消費者つまり肉食動物の割合を調べればよい。生態系は環境の多様性と安定性により複雑化するので、第2・3消費者の割合は生物相を取り巻く環境の多様性と安定性を示しているともいえる。底生動物相の場合、第2・3消費者は、ヘビトンボ、アブ科、蜻蛉目などの食虫性の水生昆虫である。

Key Words：底生動物 生態学的指標 共生度 生態系 環境影響評価

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 TEL 022-217-7483 FAX 022-217-7482

（4）優占度： e_4

群集へのストレスが増加すると種多様性が減り、優占度が増える傾向がある。ここでは優占度をMcNaughtonの優占度指数を用いて求める。

（5）総合評価

前述した4指数を1つのグラフにわかりやすく示すため、次のように $e_1 \sim e_4$ を0～1の範囲に含まれるよう標準化する。これは、生態系へのストレスが小さい場合に各指数が大きい値をとるように変換している。

- (1) 極相度： $E_1 = 2 \times e_1$
- (2) 生物サイズ・呼吸量の少なさ： $E_2 = e_2 / 10$
- (3) 環境の多様性・安定性： $E_3 = e_3 \times 10$
- (4) 群集の優占度・多様度： $E_4 = 1 - e_4$

そして、4つの軸をもつレーダーグラフ上に採集地点ごとの値をプロットし、4つの値の大きさにより生物群集の共生度を評価する。また、4要素の合計値をその採集地点の共生度とし、採集地点間の共生度の比較を行う。

3. 結果および考察

本評価法の適用例を2つ紹介する。まず、下水処理放流水を受容している綱木川の底生動物相（1996年10～12月）を評価した結果を図-1と表-3に示す。調査地点は、処理水放流口の約60m上流、放流地点直下、放流口の約30m下流の3地点であり、各地点で底生動物相および水質の調査を行っている。各評価値は3カ月間の平均値である。表-3より綱木川の底生動物相が環境から受けているストレスは放流口の上流で強く、放流水受容後にストレスが軽減されていることがわかる。これは、放流水がほぼ20℃に保たれていて、栄養塩を多く含むことに起因していると考えられる。そして、放流口より下流では上流からの河川水がほとんど影響していないことも明らかになる。つまり、放流水受容後の方が生物群集の共生度が高い。

次に、鉱山廃水を受容する渡良瀬川の底生動物相（1970年9月）を評価した結果を図-2と表-3に示す。評価した採集地点は上流からStation T-1、5、9、11の4カ所であり、Station T-1は鉱山沢にある。この結果より鉱山に近いほど共生度が低く、鉱山廃水に含まれる重金属が大きな原因であると思われる。

なお、いずれも生物サイズの評価には文献値を用いた。⁶⁾

4. おわりに

これまで提案された多様性指数や汚濁指数は生物群集の1側面しか評価できなかった。しかし、前述した2つの例より、いくつかの生態学的側面をとらえる本研究で提案した方法が、底生動物群集の共生度評価には有効であることが明らかになった。今後は本評価法を標準法として広めるため、4要素の標準化する方法を改善し、またデータベースを構築することにより信頼性を高めていく予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、(財)河川環境管理財団から援助があったことを報告いたします。

参考文献

- 1) 森下郁子・森下依理子、川と湖の博物館8、山海堂、1997。
- 2) 吉村千洋ら、オゾン消毒下水処理放流水が受容河川底生動物に与える影響、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集、pp.264-265、1997。
- 3) 井出嘉雄、渡良瀬川水系の水生昆虫相、用水と廃水、Vol. 13, No. 12, pp. 1488-1498、1971。
- 4) Odam, Trend Expected in Stressed Ecosystems, BioScience, Vol. 13, pp.419-422、1985。
- 5) 吉村千洋ら、底生動物相を用いた群集共生度の測定について、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、pp. 796-797、1998。
- 6) 河田薫ら、日本幼虫図鑑、北隆館、1959。

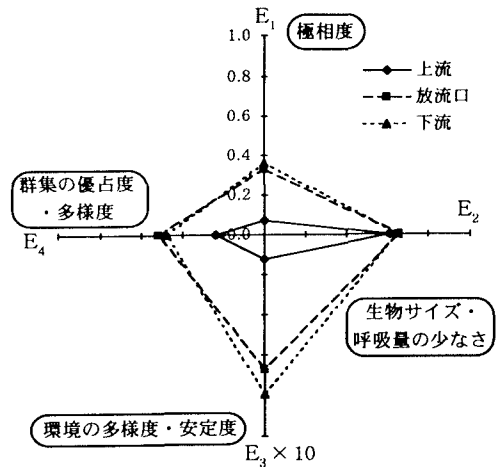


図-1 綱木川底生動物相の評価結果⁵⁾

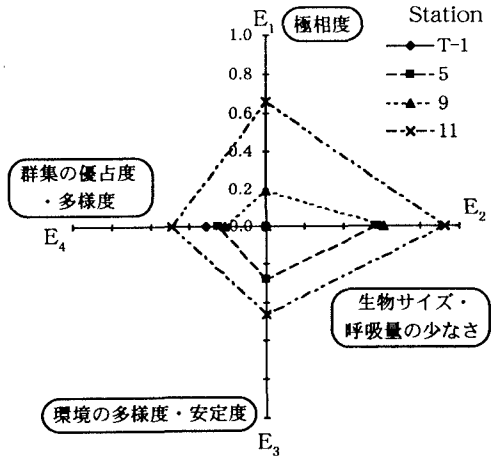


図-2 渡良瀬川底生動物相の評価結果⁵⁾

表-3 綱木川と渡良瀬川の共生度

サンプリング地点	綱木川			渡良瀬川			
	上流	放流口	下流	T-1	5	9	11
共生度	0.93	1.56	1.56	0.90	1.10	1.02	2.53