

共生度指数による河川水環境評価に必要な河床面積

東北大学大学院 学生員○吉村千洋
同 上 正会員 大村達夫

1. はじめに

近年、河川に流入する汚染物質が多様化しており、河川環境に生息する種を保全し、河川生態系を維持していくことが重要となっている。そのためには、対象とする河川環境の生態系をモニタリングすること、つまり生物相を利用した生物学的指標が不可欠である。それは、生物学的指標が河川水環境を累積的さらには総合的に評価できるためである。このような観点から、河川底生動物を利用した生物指数¹⁾や汚濁指数¹⁾が開発されてきたが、これらの指標は有機汚染を主に対象している。そこで、既存の指標では確認できない生態系の多面的な機能を把握するために、河川底生動物相を用いた新たな生態学的水環境評価法として4つの生態学的側面を表すパラメータを基礎とする共生度指数 (ECI)²⁾を用いる手法を開発し、多くの河川水環境に適用することで、その有効性を確認した。しかしながら、共生度指数を用いた評価法でも、小さな面積での生物の定量採集では得られる個体数が少ないため、正確に生態系を把握できない可能性があり、採集する河床面積と生物学的指標の精度の関係を明確して、指標の有効利用が初めて可能になる。よって、本研究では3つの河川環境を想定し、底生動物の採集を行う河床面積と共生度指数の精度の関係を明らかにすることを目的とした。

2. 解析方法

2-1 共生度指数

共生度指数は河川生態系の健全性を示す指標であり、D (資源の共有)、F (生態系の機能)、S (生態系の安定性)、E (系外への負の影響度) の4つの生態学的パラメータに基づいている。よって、共生度が高い群集とは、人と生物が資源を共有し、生態系の機能が安定して働き、また系外へ及ぼす影響が小さい群集といえる。4つのパラメータは、河川底生動物相の定量採集より得られる種と個体数のデータから求められ、Dは種多様性、Fは食物連鎖の階数、Sは極相度、Eは群集呼吸量の少なさで表される。また、共生度指数と比較するために用いた生物学的河川水質指標は、Simpson の多様性指数²⁾、汚濁指数、および生物指数である。

2-2 想定した生物相

国内3河川での底生動物相の調査結果に基づいて、3つの河川生態系を想定した。これらの河川とは、自然環境が比較的によく保全されており生物相が豊かな吉野川上流部 (奈良県)³⁾、高度処理された下水処理水を受容する綱木川下流部 (宮城県)、塩素消毒による副生成物や高濃度の栄養塩を含む下水処理水を受容する見前川下流部 (岩手県) である。各河川における底生動物相の定量採集結果に基づき、生息する種と個体数を推定した (表-1)。そして、このような底生動物相が形成されている河川において、5段階 (0.09、0.25、1.00、4.00、9.00m²) の河床面積で採集を行ったときの4指標の精度を確認した。なお、動物個体群は等比級数則⁴⁾に一般的に従うため、想定したすべての底生動物相の個体数と種類は、等比級数則に基づき算出した。

2-3 計算方法

各河川での採集された総個体数を、表-1に示した底生動物相から各河床面積あたりの総個体数に換算した。そして、9.00m²に生息する種別の個体数の割合に従い、モンテカルロ法により個体の種を決定し、各河床面積に生息する底生動物相を20組ずつシミュレーションした。次に、それらの各生物相について共生度指数、多様性指数、汚濁指数、および生物指数を算出し、平均値や変動係数などにより採集面積と生物学的指標の精度を明らかにした。

3. 結果

3-1 共生度指数と採集面積の関係

底生動物を採集する河床の面積と共生度指数の平均値、最大値、および最小値との関係を図-1に示した。この図より、いずれの底生動物相も採集面積の増加に伴い、共生度指数の値が特定の値に収束すること、そして共生度指数の値が減少するほど、値の変動幅も小さくなることがわかる。これは、塩素消毒された下水処理水を受容

表-1 想定した3河川の底生動物相の
種数と9.00m²あたりの総個体数

	吉野川	綱木川	見前川
種数	27	9	4
総個体数	4717	4032	22815

Key Words：共生度指数、河川水環境、底生動物相、河床面積

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06 TEL: 022-217-7483 FAX: 022-217-7482

Email: chihiro@water.civil.tohoku.ac.jp WWW: <http://water.civil.tohoku.ac.jp/>

している見前川では、生息可能な生物が4種と少なく総個体数が他の河川に比べ多いため、小さな採集面積においても母集団をよく反映する群集構成のデータが得られ、採集により得られる種数と個体数のデータにばらつきが生じにくいと考えられる。なお、想定した河川底生動物相の共生度指数は、吉野川で0.37、綱木川で0.13、そして見前川で0.025と推定され、各河川の水質の面から評価できる汚濁状況をよく反映していた。

また、各採集面積における共生度指数の変動係数を図-2に示した。変動係数は、図-1に示した共生度指数の平均値に対する標準偏差の割合であり、採集面積の増加に伴い共生度指数の変動係数が減少していた。3河川の結果を比較すると、いずれの河川でも採集面積に対する変動係数がほぼ等しく、これは汚濁指数や生物指数といった他の生物指数には見られない特徴であった。

ここで、河川において実際に底生動物相の調査を行う状況を考えてみる。現在、底生動物相の調査には、50cm×50cmのサーバネットを用いて、同一環境で一度もしくは二度採集する方法が一般的になっている。つまり、河床面積0.25m²もしくは0.50m²でのサンプリングである。この方法の場合、図-2より変動係数で15%以下の精度で共生度指数が求まることになり、底生動物の採集や同定などに必要な労力を考えると妥当な面積であるといえる。

3-2 共生度指数と他の生物学的指標の比較

共生度指数と他の生物学的指標の精度を比較するため、吉野川底生動物相における多様性指数、汚濁指数、および生物指数と採集面積との関係を図-3に示した。図-1、3から、吉野川のような多種の底生動物から構成される河川生態系では、生物指数のみが採集面積の増加に伴い、指標値が増加する傾向にあった。それに対して、共生度指数は多様性指数や汚濁指数と同様、3河川いずれにおいても採集面積0.50m²で変動係数が10%以下に抑えられることが明らかになった。また、50×50cmのサーバネットでの一度の採集で対象とする河床面積0.25m²の底生動物相は、共生度指数、多様性指数、そして汚濁指数により変動係数15%以下、生物指数により20%以下の精度で評価されることが明らかになった。

4. おわりに

共生度指数の変動係数は、河床における採集面積が0.25m²のとき約15%、0.50m²のとき約10%であることが明らかになった。また、河床の採集面積を0.25m²とした場合、多様性指数と汚濁指数では変動係数が15%以下、生物指数では20%以下の精度で河川水環境が評価できることがわかった。今後、生物学的指標を用いて河川水環境を評価する場合には、このような採集時に伴う誤差を考慮することにより、よりの確に現状を把握することができると考えられる。

参考文献

- 1) 森下郁子：生物モニタリングの考え方，山海堂，pp. 124-148, 1985.
- 2) Chihiro Yoshimura *et al.*: EVALUATION OF WATER ENVIRONMENT IN RIVERS BY THE ECOLOGICAL CO-INHABITANCE INDEX (ECI) BASED ON THE INFORMATION ON BENTHIC COMMUNITIES COMPOSITION, Proceedings of 7th IAWQ Asian-Pacific Regional Conference, pp. 1381-1386, 1999.
- 3) 信夫つや子：水生昆虫の定量採集における最小面積，奈良陸水学報，Vol. 1, pp. 13-15, 1968.
- 4) 内田俊郎：動物個体群の生態学，京都大学学術出版会，pp. 223-230, 1998.

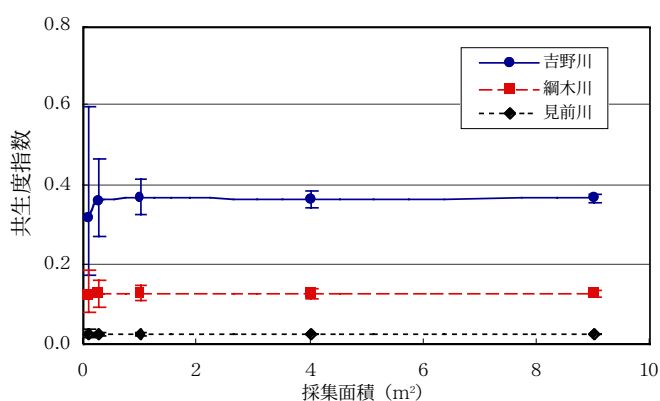


図-1 採集面積と共生度指数の変動幅（最大最小）の関係

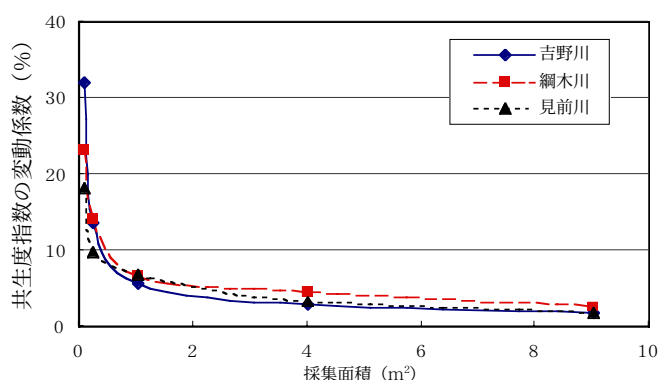


図-2 採集面積と共生度指数の変動係数の関係

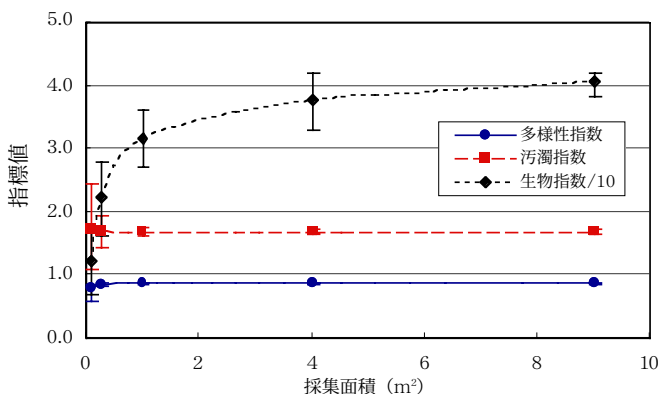


図-3 採集面積と多様性指数、汚濁指数、および生物指数の変動幅（最大最小）の関係