

河川環境評価の取組み ～河川植生の数量的評価手法の開発～

大石哲也* 天野邦彦** 三輪準二***

1. はじめに

生物を基準とした環境評価では、絶滅危惧種、希少種といったように、種の存在を環境評価の判断材料とする場合が多い。このような種による環境評価は、具体的にイメージしやすいため、種そのものを保全や再生の目標として掲げるなど、今日までに環境評価の代名詞的な役割を果たしてきた。

しかしながら、種による環境評価は、個体や個体群に偏った議論になりがちで、生物群集やその生活場の評価が不十分であるという問題が指摘されるようになった¹⁾。例えば、多自然川づくり等の取組みでは、生物群集の回復、生物生息場の改善効果を十分に評価できていない²⁾。加えて言えば、それらの改善効果を数量的に表現できないということが大きな課題となっている²⁾。

したがって、生物群集を面的かつ数量的に評価する方法の開発が必要不可欠といえる。本論文では、これらの課題解決への試みとして、河川環境の評価の中でも、河川生態の基盤となる植生を対象に、個々の種を基準としたうえで、植物群落の質を評価することを目的として、数量的な環境評価について検討した。

2. 評価手法の概要

2.1 検討手順

検討手順(図-1)としては、まず、植生調査を行った後に、調査データから群落区分を整理し、植生図を作成する。次に、個々の植物種の評価指数を基に、区分された各群落を数量的に評価する方法について検討し、その結果をもとに、植生図に代わる評価図(群落定着図)を作成する。さらに、これらの結果をもとに、縦断的に植生を基準とした環境評価を示す方法について検討するという流れである。

2.2 植物種の評価指数

植物種の評価は、古くはEllenberg³⁾が中部ヨー

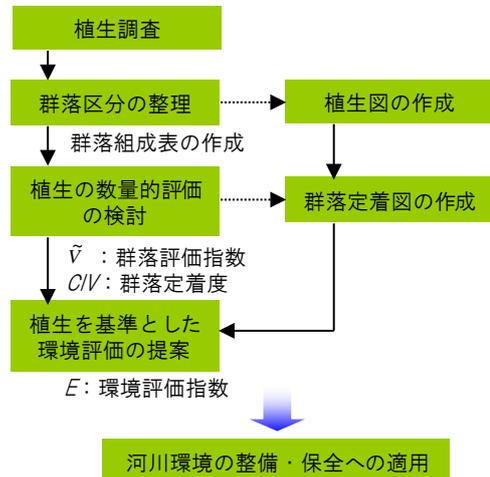


図-1 検討手順

ロッパの植物を対象に、種ごとに数値で階級付けした取組例がある。その他、大場⁴⁾が個々の種について数量的評価法を提案し、地域の植物相評価において成果を収めている。この方法は、個々の種が地域に古くから存在する種かどうかによって評価をすることを基準に、最も異郷のものを最低とする5項目5段階の評価を行うことで植物種の評価を行っている⁴⁾。これを種の地域定着度指数といい、本研究での群落評価を行う際にも適用している。評価点は、過去から地域に存在した種類は評価点が高く(最高点25)、近年になって移入してきた種は評価点が低い(最低点5)という具合に種ごとに判定される。

このような評価法は、環境傾度(光環境・土壌特性など)に沿って、評価があらかじめ分かっている場合に行われる加重平均法の考えを基にしており、評点が主観的に決められるという欠点もあるが、計算手順も簡単であり、数量的に示せ、結果の解釈も容易であるという大きな利点がある。

2.3 群落組成表の修正

2.3.1 群落組成表の作成とその見方

群落組成表とは、調査データから基準となる種を抽出し、群落ごとに種を並べ替えた群落表のことを言う。植生図は、この区分された群落(以下、群落単位という)に基づいて作成される。

表-1にハンノキ林での群落組成表の例を示す(な

Development of river environment evaluation technologies
- A quantitative method for quality evaluation of river
vegetation -

表-1 群落組成表例

種名	定着度 指数	調査地点番号						出現 頻度	
		no.1	no.2	no.3	no.4	no.5	no.6		
ハンノキ	25	100	80	-	60	60	80	5	ハンノキ群落を 特徴付ける種
チョウジソウ	25	80	60	80	40	-	-	4	
アカネ	24	20	20	30	-	10	-	4	
クサヨシ	24	-	20	-	80	60	40	4	ハンノキ群落 周辺の種
ノウルシ	25	-	60	40	10	-	-	3	
ヌカキビ	20	-	-	20	-	20	-	2	
イシミカワ	24	20	40	-	40	-	-	3	無関係種
ケキツネノボタン	16	-	-	20	-	-	-	1	

(植被率)

お、表中の数字は仮想で、環境評価に植被率は利用しない。表から主たる構成種にハンノキ、チョウジソウ、アカネが存在していることで、ハンノキ群落が特徴付けられる。その下には、ハンノキ群落から近い群落で見つかるクサヨシ、ノウルシ、ヌカキビが含まれている。周辺種の下には、ハンノキ群落やその周辺では、あまり見あたらない種であるイシミカワ、ケキツネノボタンといった偶発種によって構成されていることが読み取れる。

2.3.2 低頻度種の除去

群落単位を決める場合は、不要な種を削除し、主たる構成種を見つけることが目的となる。一方、本論文のような群落の質的な評価を検討するような場合には、群落単位を決めることを目的としないため、1つの群落に存在する周辺種や偶発種も含めて評価する方が、群落評価として適切と考える。ただし、出現頻度が少ない種（以下、低頻度種という）に関しては、調査誤差も生じているとも思われるため、一定量は除去することも適当であると考えられる。そこで、以下で検討する実河川の適用では、低頻度種を全く除去しないケース（以下、検討ケース①）、出現頻度が全調査地点数の1/3以下の種を除去したケース（以下、検討ケース②）について検討することとした。例えば、表-2において、検討ケース②の場合は、調査地点数が6箇所であり、その1/3は2箇所以下であるので、出現頻度が2箇所以下のヌカキビとケキツネノボタンが除去され、群落組成表が修正される。

2.4 群落の数量的評価

2.4.1 群落評価指数の計算

群落の数量的評価を行うため、「地域の定着度指数は、地域に出現した全ての植物の平均によって求める」⁴⁾という考えを基に、2.3で作成した群落組成表を用いて、各調査地点における評価点（以下、群落評価点という）を求める。調査地点における群落評価点は以下の式で表される。

$$V = \left(\frac{\sum P_i}{N} \right) \div 25 \times 100$$

ここで、Vは群落評価点、P_iはi種の地域定着度指数、Nは全出現種数である。

求められた群落評価点（V）は、調査地点ごとに異なる値を示す。もちろん、対象河川に存在する個々の群落で個々の群落評価点を定めることは、より正確な方法だが現実的に困難である。そこで、以下では、群落評価点によって得られる分布の中央値を1群落が持つ群落評価点とし、これを群落評価指数（ \tilde{v} ）と定義する

2.4.2 群落定着度の計算

上述した2.4.1の評価結果を5段階にランク付けし、各群落に群落定着度（CIV）を与えた。群落定着度（CIV）は、ランクV（優）～I（劣）によって示される。なお、群落定着度は、各ランクを一定値で区分することも可能であるが、本論文では、群落定着度のランクを対象区間における相対的な評価によって求めている。

2.5 植生を基準とした環境評価

河川整備計画では、河川環境を流域、セグメント、あるいは距離ごとに、河川の縦断方向にわたる河川環境の概観を記述している。これに、数量的な評価を加えられれば、現況の環境をそれぞれの空間スケールごとに、より客観的に理解するのに役立つだろう。そこで、上記で得た群落評価指数などに水域・裸地域の評価を加え、河川の縦断方向にわたっての植生を基準とした河川環境評価の方法について示す。

環境評価指数(E)は、対象とする区間の単位面積あたりの評価とし、以下の式で示される。

$$E = \frac{\sum (A_j \cdot \tilde{v}_j)}{G}$$

Eは環境評価指数、A_jはj群落の面積、 \tilde{v}_j はj群落の群落評価指数、Gは対象区間の全地被面積

3. 小貝川中下流域への適用

3.1 調査地の概要

対象河川は、関東河川の代表的な氾濫景観を現在でも有する小貝川とした。調査区間は、利根川合流地点から約14km上流に位置する常総橋から、約28km上流に位置する福岡堰までとした。なお、対象箇所の河床勾配は1/4,000である。

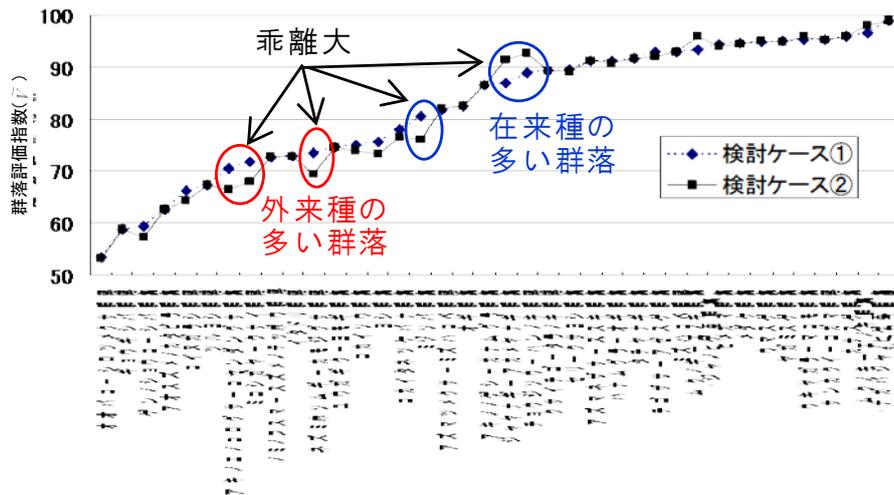


図-2 小貝川における群落評価指数

3.2 植生調査と群落区分

植生調査は、河川水辺の国勢調査で採用している植物社会学的手法に基づいて行った。調査は2005年3月から2006年3月にかけて行い、約270の調査データを得た。ここから、調査データの整理を行い、38の群落に区分した。

3.3 群落評価指数の検討結果

全体的な傾向として、いずれの検討ケースも、路傍や湛水後の乾燥した跡地に現れやすい群落（ゲンショウコシバ群集、ミコシガヤクサイ群落、アオズメノカタビラ群集、コイヌガラシ群落）、外来種の群落（ネズミホソムギーカモジグサ群落）は、群落評価点が高い傾向にあり、より安定した群落（例えば、オギ群集、オギーハナムグラ群集、ムクノキエノキ群集など）になると、評価点が高い傾向にあった（図-2）。

また、検討ケース①と検討ケース②を比較すると、検討ケース②の低頻度種を除去した方が妥当な結果を示しているように思われる。その理由として、検討ケース①と検討ケース②での評価指数の乖離をみると、検討ケース②の方が在来の木本類で評価が高く、外来の草本類や路傍雑草で群落評価指数が低いことがあげられる。

3.4 小貝川における植生の群落定着度評価

図-3に検討ケース②で得られた結果を基にした群落定着度図を示す。区間全体をみると、旧河道に沿って群落定着度の高い群落が多いようである。また、岸別にみると、右岸側は群落定着度ランクIV、Vといった評価の高い群落が占める。この理由として、右岸側は、湿地的環境が維持されているため、

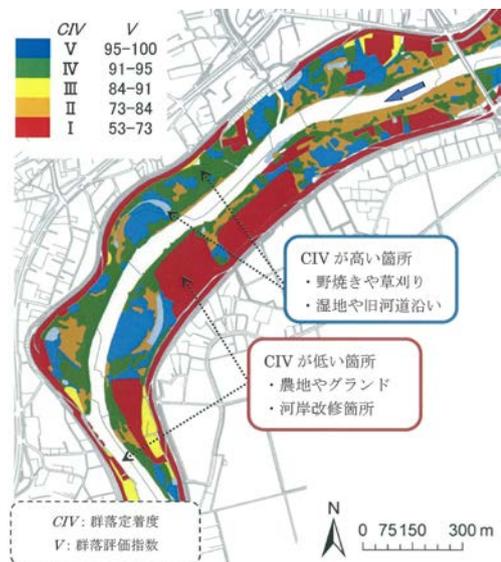


図-3 小貝川における植生の群落定着度図の例 (大和橋下流22.5km付近)

小貝川の中でもとくに在来の湿性植物が多く自生していることに加え、野焼きや刈り取り等などの自然的攪乱に代替される人為的攪乱によって、結果として、在来の群落が維持されている箇所が多い。このような事実は、群落定着度の評価ともよく整合している。一方、左岸側は、群落定着度ランクI,IIといった評価の低い群落が広範に広がっている。これは、農地やグラウンド等の利用が多いためと考えられる。

3.5 植生を基準とした環境評価

図-4に各距離区間における環境評価指数を示す。また、図中に、対象区間の地被面積割合（人工裸地、自然裸地、草地、樹林地、耕作地、水域）を参考までに示す。

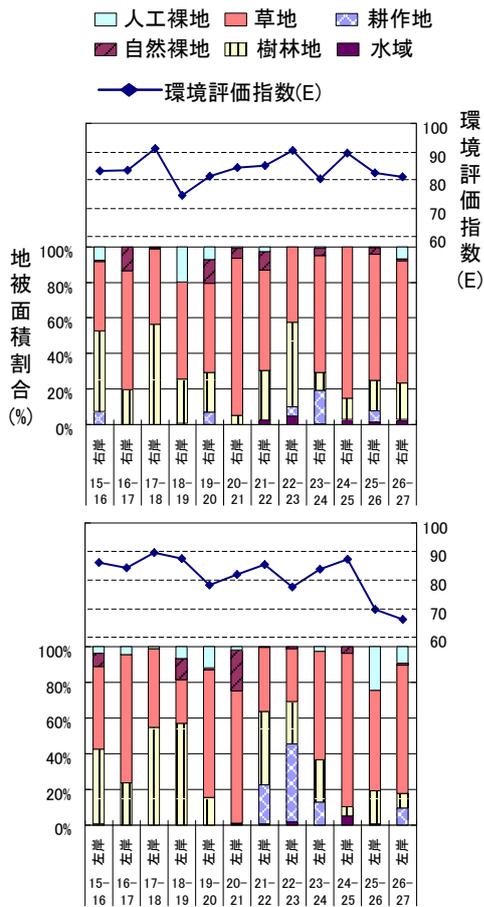


図-4 各距離区間における環境評価指数

右岸側の環境評価指数は、約75～90の範囲に分布しており、17-18km区間で最も高く、18-19km区間で最も低い。一方、左岸側の環境評価指数は、約65～90の範囲に分布しており、17-18km区間で最も高く、26-27km区間で最も低い。

また、左岸側の26-27km区間(E=66)、25-26km区間(E=69)は、他と比較してもかなり低い値を示した。これらは先に述べたように、人工裸地の面積が大きく占めているほか、外来種の群落が多く占める区間であった。同様な傾向は、右岸側の18-19km区間でも見られた。

さらに、左岸側22-23km区間、右岸側23-24km区間に見られるように、耕作地の割合が多い場合にも環境評価指数が低くなる傾向にあった。

4. まとめ

河川生態系の基盤となる植生を対象に、個々の種を基準としたうえで、植物群落の質を数量的に評価する方法について検討した。その評価方法として、群落評価指数 (\bar{v})、群落定着度 (CIV)、環境評価指数 (E) を提案した。それぞれの特徴は以下の通りである。

- ・ 個々の群落の数量的評価 (\bar{v})
- ・ 上下流にわたる環境の優劣評価 (CIV,E)
- ・ GISを利用することで、河川地形、他の生物種などの各環境情報との比較が面的に可能 (CIV)
- ・ 事業実施前後における環境改善効果の数量的な提示 (\bar{v} ,CIV,E)

本論文で示した各評価手法は、植生の知識を有しない技術者にも理解しやすく、例えば治水と同様に具体的な数値目標の設定が可能となる。

謝辞

本研究は、地域定着度指数データ、植生調査、植生の群落区分について、元千葉県立博物館副館長大場達之博士にご指導とご協力を賜った。ここに謹んで感謝の意を表し、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 奥田重俊、佐々木寧 共編：河川環境と水辺植物、ソフトサイエンス社、261p、1996
- 2) 多自然型川づくりレビュー委員会：多自然川づくりへの展開（これからの川づくりの目指すべき報告性と推進のための施策）、国土交通省、2006
- 3) Ellenberg, H., Unkrautgesellschaften als Mass fu : r den. Sa : uregrad, die Verdichtung und andere Eigenschaften des. Ackerbodens. Ber. uber Landtechnik 4, pp.130-146, 1948
- 4) 大場達之：定着度指数 (ECESIS指数) の試み、「現代生態学の断面」、共立出版、pp.36-40、1983

大石哲也*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所水環境研究グループ河川生態チーム
研究員、工博
Dr. Tetsuya OOISHI

天野邦彦**



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室長、工博（前独立行政法人土木研究所つくば中央研究所水環境研究グループ河川生態チーム 上席研究員）
Dr. Kunihiko AMANO

三輪準二***



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所水環境研究グループ河川生態チーム
上席研究員
Junji MIWA