

河川水辺の総合評価手法の検討

Report on General Methods for Evaluating River Life

研究第二部 主任研究員 森 貴 史

The National Census on River Life provides useful information for evaluating the natural environment of rivers. This report provides an overview of evaluation methods using them ; it shows how criteria for evaluation are selected, and how these are used to evaluate the natural environment.

Keywords: National Census on River Life, nature (natural environment), evaluation, biological diversity

1. はじめに

河川水辺の国勢調査は河川事業、河川管理を推進するため、河川を環境という観点からとらえた河川に関する基礎情報を収集することを目的として実施されており、河川の自然環境に関する基礎データが収集されつつある。

河川事業・河川管理を推進する際に、河川水辺の国勢調査から得られる成果を適切に評価するための手法の検討が必要である。

本業務は、河川の国勢調査によって得られた情報の有効的な活用をめざし、河川水辺の自然環境を総合的に評価していく前段として、自然を評価する尺度の検討と河川における評価尺度の選出を行ったものである。

2. 河川水辺の総合評価検討のながれ

河川水辺の総合評価は、右図に示すような手順で検討を行った。本年度は今後の方針検討までとし、評価尺度の総合化検討は次年度以降行う。

3. 自然の評価に関する情報の収集

3-1 文献収集方法

自然の評価に関する文献を収集するとともに

その整理を行った。情報の収集方法は以下のとおりである。

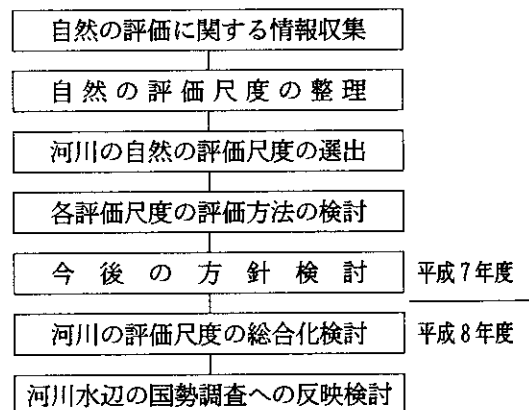


図-1 業務フロー図
Figure 1 Operations Flowchart

(1) オンラインデータベースを用いた文献収集

自然科学関連の文献データベースであるJICST(日本科学情報センター)と生物学関連の文献データベースであるBIOSISPreviewを用いて文献の検索を行った。

文献検索のキーワードは、評価(evaluation)、環境(environment)、自然(nature)、生物多様性(biodiversityあるいはbiological

diversity)とした。

(2) 探索的文献収集

オンラインデータベースによる文献検索にあわせて、さまざまな分野の学術雑誌の目次より、本業務と関わりがあると考えられる文献を抽出しこれを収集した。

3-2 文献収集結果

データベースおよび雑誌等から収集した文献について、その内容が本業務と関わりがあると考えられるものは国内文献121編、国外文献151編であった。

4. 自然の評価尺度の検討

4-1 検討の方針

文献の整理及び検討を行うとともに、専門家を招き講演を願い、評価尺度の検討に反映させた。

各専門家の講演テーマは異なったものの、その内容には少なからず共通する部分があった。それは、自然の把握・評価を試みるとき、「生物多様性」および「生物多様性」の基礎となる、生物の生息・生育地の特性を把握することの重要性を強調した点であった。

「生物多様性」の概念は非常に幅広いものであり、過去の多くの自然の評価に関わる概念と関わりを持つか、あるいはこれらを包含するものであると考えられる。

そこで、自然の評価尺度の検討にあたって「生物多様性」に着目しその相関を検討し整理する。

4-2 評価尺度の整理

生物多様性は、幅広い、さまざまな側面を持つ。そのため、包括的に生物多様性を把握するためには、多次元の評価尺度が必要である。ここでは、河川における生物多様性を評価する際に把握すべき側面、あるいは生物多様性に影響を与える要因を評価尺度として取りあげ図-2に示す。

(1) 生物多様性

生物多様性は、3つの階層に分けることができる。すなわち、遺伝子、種、生態系である。

① 遺伝子の多様性

同じ種の生物であっても、同じ種に見えないほど外見や性質が異なっていることがある。このような同一の種の中での多様さを「遺伝子の多様性」という。

遺伝子の多様性を調べるためには、実験機材及び特殊な技術が必要であるうえに、膨大な作業を必要とする。

② 種の多様性

ある地域内の生物相の豊富さを「種の多様性」という。生物相の豊富さは、従来より最も多く行われてきた調査であり、基礎的で重要な調査である。種が豊富にいる状態を、多様性が高いと評価する。

また、生物群集の多様度を比較する際に用いる手法に多様度指数があるが、生物多様性を評価する手法としては合致しないと思われる。

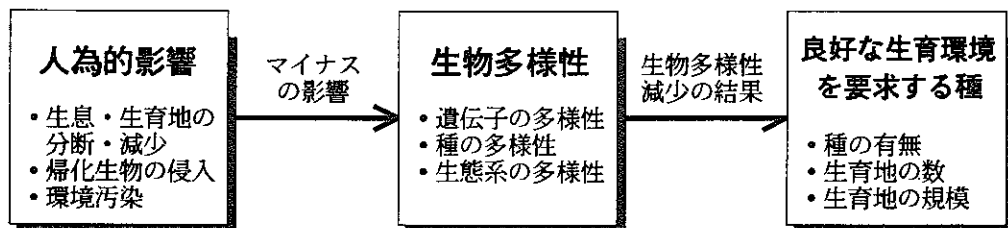


図-2 河川の生物多様性を評価するとき把握すべき要素

Figure 2 Elements Necessary to the Evaluation of Living Creatures Diversity in Rivers

③ 生態系の多様性

磯浜、干潟、森林などはそれぞれ様子の異なる生態系と見なされる。それぞれの生態系は異なる環境を形成し、全く異なる生物がすんでいる。このように様子の異なる生態系がたくさんあることを「生態系の多様性」という。

「生態系の多様性」はある程度の広がりをもった地域を対象にするものと考えられ、河川空間で用いるのは困難と思われる。

(2) 人為的影響

人間が生物多様性へ与える外的圧力を「人為性」としてまとめた。基本的には、人為的影響が少ないほど「生物多様性」が維持されている程度が高いと考えることができる。ただし、「管理」という形の「人為的影響」によって維持されている生物の多様さも存在する。つまり、「人為的影響」にも生物の多様性を減少させるものと、生物の多様性の維持に有効なものがあると考えられる。

ここでは生物多様性を減少させる外的圧力としての「人為的影響」についてとりあげる。

① 生育地の分断・減少

生物に対して最も大きな影響を与えるのは生育地の消失や劣化、分断、分割、細分化である。生育地が完全に消失しなくても、寸断されて面積が小さくなるだけで影響は現れる。

a 生息地・生育地面積

生息・生育地面積と種数の関係より、一般的に生育地の面積が広いほど、そこに生息する生物種数は多いという調査結果が得られている。生育地の面積が広いということは、人為的影響が少ない、あるいは生物多様性を維持していくポテンシャルが高いと評価することができると考えられる。

b 水際部の改変状況

水際部がヨシやヤナギが生えている自然状態の場合は、コンクリート護岸などで改変されている場合に比べて、その場所の生物多様性が高いことが期待される。

つまり、自然状態の水際部が多いほど、人為的影響が少ない、あるいは生物多様性を維持するポテンシャルが高いと評価することができると考えられる。

② 帰化生物の侵入

江戸末期～明治以降に日本に入ってきて野生化した外来生物を「帰化生物」という。帰化生物は、その地方にすんでいた野生生物を捕食したり、生存のための新たな競争相手になるなどの、直接的影響を及ぼしたり、自然環境を変化させたりするなどの間接的影響を及ぼしたりする。

a 帰化率

帰化率が低いほど人為的影響が少ない、あるいは生物多様性を維持するポテンシャルが高いと評価する。

その地域内で確認された全種数における外来種の割合を帰化率とする。

$$\text{帰化率(\%)} = \text{帰化種数} / \text{全種数} \times 100$$

b 帰化植物群落の面積

植生図において、帰化植物が優占する群落の面積が小さいほど、人為的影響が少ない、あるいは生物多様性を維持するポテンシャルが高いと評価する。

③ 環境汚染（水質・大気汚染）

淡水に生息する魚類や両生類、昆虫類にとっては特に水質汚濁が種の存続に対する圧力となりやすい。

したがって、環境汚染はその場所の生物多様性を減少させる影響を有していると考えられる。

a 水質

水質は、水中に生息する生物だけでなく、土壌にも影響を与えることにより、陸上の生物にも影響を与える可能性を持つ。

水質の汚濁の指標としては、有機物汚染（COD、BOD、DO、電気伝導度）、富栄養化（全リン、全窒素、クロロフィルA）、重金属汚染が挙げられる。

b 大気

河川というスケールレベルにおける大気汚染は実態の把握が困難である。

(3) 良好な生息・生育環境を要求する種

- ① 良好な生息・生育環境を要求する種の有無
人為的な影響による生物多様性への影響は、種の地理的分布の縮小や地域個体群の絶滅、遺伝的な多様性の低下、生態系の破壊や帰化種の導入による劣化、地域景観の喪失による普通種の希少種への転化、都市化に伴う生物相の均質化などが挙げられる。これらの中でも「種の絶滅」及びその過程は、我々にとって最も理解、把握しやすいものである

このような理由から、絶滅のおそれのある種を一定の評価基準に従ってリストアップする作業が世界各国で行われ、そのリストを掲載した出版物を「レッドデータブック」と呼んでいる。

絶滅に瀕している種には人間活動の影響を受けやすい種が多い。逆に言えば、このような種がいまだに生息・生育している場所は、良好な自然が残されている貴重な場所であるといえる。

河川の自然を評価しようとする場合、河川水辺の国勢調査の結果から以下に挙げるような種を抽出して、レッドデータブック掲載種に次ぐ、あるいは同等の評価を与える必要があると思われる。

a 生態系の上位に位置する種

食物連鎖の上位に位置する種は、ふつう大型で、個体数が少なく、数の増加速度も小さい。このような種は、乱獲や生育地の減少に特に敏感である。

調査対象を河川区域に限定した場合、このような種は少ないと考えられる。

b 固有種

限られた地域にしか生息していない種は、生息地の減少によって絶滅しやすい。

河川水辺の国勢調査は、全国規模で河川における生物相を調査した初めての例であ

るため、この調査結果を検討すれば、新たにこれに該当する種がでてくる可能性がある。

c 個体数が少ない種

生態系の上位に位置する種と重複すること多いが、食物連鎖の上位に位置する種は分布密度が一般に低いので、生育地の分断や細分化により容易に個体数が減少する。

d 大型の動物

食物連鎖の上位に位置するかどうかに関係なく、大型の動物は大量の栄養、広大な生息地を必要とし、生息密度も低くなる傾向がある。河川区域を生息場所とする大型の動物はほとんどいないものと考えられる。

e 水辺に特有な種・水辺に依存度の高い種

限られた環境条件の下でしか生息・生育できない種や、新しい土地に容易に適応できない種は、分布域が広くても絶滅する可能性が高い。

例えば、河川の砂礫地を生育地とするカワラノギク（植物）や、ヨシ原を生育地とするオオヨシキリ（鳥類）などが挙げられる。

f 集団で分布する種

集団で分布する種は、乱獲や繁殖地の喪失に敏感である。集団分布地が確認された鳥類がこれに該当する。

g 移動性の種

渡り鳥のような移動性の種にとっては、夏季と冬季の両方の生息地、そしてその両者を結ぶ移動ルート上にある中継点のどれか一つでも欠けると著しい影響を受ける。従って、生育地の変化が移動性の種に悪影響を及ぼす可能性は高い。

② 代替可能性・復元可能性

ある生物のある生息・生育地がなくなってしまうとき、その代替・復元の可能性は、その地域における代替生息・生育地の存在及び他生息・生育地の状況に左右される。したがって、同種の生息・生育地が少ないほど、そ

の地域内の生物多様性に対する残された生息・生育地の重要性は高くなると考えることができる。また、現在その場所には生息・生育していないとも、生息・生育地となる可能性が高い場所が多くあることが、その種が河川で個体群を維持していく上で重要である。

具体的には、各生息・生育地における個体数、生息・生育地の数などが挙げられる。しかし、魚介類・底生動物のような水中に生息するものや、両生類・爬虫類・哺乳類のように移動性が大きい上に確認が困難なものは、生息地の把握が非常に困難である。したがって、魚介類・底生動物、両生類・爬虫類・哺乳類についてこの指標は適用できないと考えられる。

4-3 河川における自然の評価尺度の選出

(1) 河川の評価尺度の選出

河川水辺の「自然らしさ」を評価するために適した評価尺度を選出する。また、自然の評価をする際に、河川水辺の国勢調査データがどのように活用できるか、あるいはどのようなデータが必要かということについても検討する。

① 選出条件

評価尺度が充たすべき条件の検討を行った。ここでは、河川の生物多様性をよりの確に評価するための評価尺度を選出することに主眼を置いた。そこで、以下の事柄に留意し、評価尺度の選定を行った。

[選定条件1]

生物多様性を評価するという目的に合致している。すなわち、生物多様性を測るために把握すべき要素、あるいは生物多様性に影響を与える要素である。

[選定条件2]

各評価尺度の有効範囲内に河川が含まれている。すなわち、川の自然・生物を対象にすることで問題が生じない。

[選定条件3]

調査の実現可能性が高い。すなわち、調査は現実的な技術力で可能であり、現実的な作

業量である。

② 評価尺度の選出

上述の選出条件にしたがって各評価尺度を検討した(表-1)。検討は選定条件1、2、3の順に行い、選定条件を満たさない評価尺度については、次の選定条件による検討に進めないものとした。

これら3つの選定条件を満たしたもののなかで、各評価尺度に同様の尺度がある場合は一方を適宜削除した。そして、最終的に残ったものを「河川水辺の総合評価」における評価尺度として選出した。

また、学識者にヒアリングを行い、評価尺度の検討に際しての助言を得た。

4-4 各評価尺度の評価方法の検討

各評価尺度を単独で用いるときの評価方法について述べる。本来、各評価尺度は、評価尺度間の因果関係・相関関係を考慮した上で総合的に扱うべきものである。したがって、評価尺度によっては、単独では生物多様性の評価に及ばないものもある。

ここでは、以下の二つの場合に分けて、各評価尺度の評価方法について検討した。

[全国評価] 全国の他河川と比較した上で、対象河川の生物多様性を評価する。

[河川内評価] 対象河川内で区間毎の生物多様性を評価する。

(1) 生物相の豊富さ

① 全国評価

対象河川の全国における「生物相の豊富さ」を評価する場合、全国の「生物相の豊富さ」比較のための基準づくりが必要であると考えられる。この基準と比較することで、対象河川の生物相が豊かなのか貧しいのかを評価することができる。

そのためには、過去の河川水辺の国勢調査成果を集計・解析し、種数予測モデルを作成するなどし、これを全国の生物相の豊富さの基準として用いる、あるいは、河川毎の種数により主成分分析を行い、各河川を序列化す

表-1 評価尺度の選定
Table 1 Selection of Evaluation Standards

評価尺度	評価手法	選定条件1	選定条件2	選定条件3	河川水辺の総合評価評価尺度
遺伝子の多様性	遺伝子の変異	○	○	×	
	酵素多型の変異	○	○	×	
種の多様性	生物相の豊富さ	○	○	○	○
	多様度指数	×	—	—	
生態系の多様性	—	○	×	—	
生息地・生育地の減少・分断	生息地・生育地の面積	○	○	○	○
	水際部の改変状況	○	○	○	○
帰化生物の侵入	帰化率	○	○	○	○
	帰化植物群落の分布およびその面積	○	○	○	○
環境汚染（水質）	有機物汚染（COD）	○	○	○	
	有機物汚染（BOD）	○	○	○	○
	有機物汚染（DO）	○	○	○	○
	有機物汚染（電気伝導度）	○	○	○	
	富栄養化（全リン）	○	○	○	○
	富栄養化（全窒素）	○	○	○	○
	富栄養化（クロロフィルA）	○	○	○	
環境汚染（大気）	重金属汚染	○	○	△	
	煤塵	△	×	—	
	窒素酸化物濃度	△	×	—	
	硫黄酸化物濃度	△	×	—	
	一酸化炭素濃度	△	×	—	
	光化学オキシダント	△	×	—	
	炭化水素	△	×	—	
良好な生育環境を要求する種の有無	生態系の上位に位置する種	○	△	△	
	地方固有の分布を示す種	○	○	○	○
	個体数が少ない種	○	○	○	○
	大型の動物	○	×	—	
	水辺に特有な種・水辺に依存度の高い種	○	○	○	○
	集団で分布する種	○	○	○	○
	移動性の種	○	○	○	○
代替可能性・復元可能性	良好な生育環境を要求する種の個体数および生息・生育地の数	○	○	○	○

表中凡例

- ：条件を満たす
- ×
- △：要検討

る、という方法が考えられる。

② 河川内評価

河川内において「生物相の豊富さ」を評価するときは、他区間、他調査地点との比較によって評価を行うのではなく、その場所の環境条件から予想される「生物相の豊富さ」との比較によって評価すべきである。そのためには、環境条件からその場所の生物相の豊富さを予測するモデルを作成し基準とすることが考えられるが、モデル作成が学術的に専門的であるとともに、新しい試みであるため、河川水辺の国勢調査における活用には今後の研究、検討が待たれる。

(2) 生息地・生育地面積

① 全国評価

対象河川の全国における「生息地・生育地の面積」を評価する場合、比較のための基準づくりが必要であると考えられる。

河川規模に応じた生息地・生育地の面積の評価モデルを作成するなどし、対象河川の生息地・生育地の面積が、大きいのか、小さいのかを評価することができる。

② 河川内評価

河川内において区間毎の生息地・生育地の面積比較を行うときは、1 kmピッチの植生データを用いる。1 km毎のヨシ群落、オギ群落、ヤナギ群落など水辺特有の植生の面積を比較し、大きいのか、小さいのか評価することができる。

(3) 水際部の改変状況

① 全国評価

対象河川の全国における「水際部の改変状況」を評価する場合、比較のための基準として河川規模に応じた水際部の改変状況の評価モデルを作成するなどし、対象河川の水際部の改変状況の程度が、高いのか、低いのかを評価することができる。

② 河川内評価

河川内において区間毎の水際部の改変状況の比較を行うときは、1 km区間ごとに自然区

間と改変区間の比率を用いる。

(4) 帰化率

① 全国評価

対象河川の全国における「帰化率」を評価する場合、比較のための基準として帰化率の評価モデルを作成するなどし、対象河川の帰化率が、大きいのか、小さいのかを評価することができる。

また、帰化種の定義を明確にするため、基準となる「帰化種目録」を全生物項目に関して作成する必要がある。この「帰化種目録」に掲載された種を「帰化種」として計上するように定めることで、帰化率の全国的な比較が初めて可能になる。

また、魚介類については、「移入種」についても、上記と同様の検討が必要であると考えられる。

② 河川内評価

調査地点間の帰化率を比較することで評価を行う。

(5) 帰化植物群落の面積

① 全国評価

対象河川の全国における「帰化植物群落の面積」を評価する場合、比較のための基準として河川規模に応じた帰化植物群落の面積の評価モデルを作成するなどし、対象河川の帰化植物群落の面積が、大きいのか、小さいのかを評価することができる。

② 河川内評価

河川内において区間毎の生息地・生育地の面積の比較を行うときは、1 kmピッチの植生データを用いる。1 km毎の帰化植物群落の面積を比較し評価を行う。

(6) 有機物汚染 (BOD, DO)

(7) 富栄養化 (全リン、全窒素)

① 全国評価

対象河川内で測定された最高値・最低値を全国で集計し、測定値評価の基準をつくる必要がある。基準と対象河川の測定値を比較することで評価する。

② 河川内評価

全国評価と同様の方法を用いる。

(8) 地方固有の分布を示す種

(9) 個体数が少ない種

(10) 水辺に特有な種・水辺に依存度の高い種

(11) 集団で分布する種

(12) 移動性の種

① 全国評価

「水辺に特有な種・水辺に依存度の高い種」、「集団で分布する種」および「移動性の種」の目録を作成し、全国のデータを集計・解析し、「水辺に特有な種・水辺に依存度の高い種」の中から「地方固有の分布を示す種」を抽出する必要がある。「水辺に特有な種・水辺に依存度の高い種」、「集団で分布する種」および「移動性の種」が多く確認されるほど、その河川の生物多様性は高く評価される。

また、「地方固有の分布を示す種」および「個体数が少ない種」が確認された河川は、日本レベルで高く評価される。

② 河川内評価

全国評価と同様な種が確認された区間・地点は、その河川の生物多様性において、貢献度が高いと評価する。

(13) 良好な生育環境を要求する種等の個体数および生息・生育地の数

① 全国評価

(8)～(12)の種について、生息地・生育地の位置、数および面積を把握することで、その種にとって特に重要な河川を特定することができる。

② 河川内評価

(8)～(12)の種の個体数および生息地・生育地が少ないときは、その河川における生物多様性が減少しやすい状態にあると考えられる。したがって、数少ない生息地・生育地がある区間は、特に管理上の配慮が必要であると評価する。

5. 今後の方針検討

本検討では、川の自然を総合的に評価するため、生物多様性とその相関を検討し、評価尺度を抽出した。

河川水辺の国勢調査では、生物調査と河川調査を行っている。生物調査は、河川における生物多様性を把握・評価するための重要な情報源となりうることで本検討で明らかになった。しかし、河川調査については水際部について評価尺度として抽出したものの、瀬と淵及び河床材料は、その生物多様性に与える影響が明確とならなかったため、評価尺度とするにはいたらなかった。関連研究の進捗によって、今後評価尺度として取り上げていきたい。

また、抽出した各評価尺度は、河川の生物多様性を反映した一側面であり、単独で河川の生物多様性を評価するに十分ではないと考えられる。

今後の検討として、川の自然を総合的に評価するため各評価尺度の総合化が求められる。このため、河川水辺の国勢調査のデータをもとに主成分分析等の統計的処理をおこない、各評価尺度を総合化した指標をつくるなどして、河川の自然を評価できるよう検討していく予定である。

〈参考文献〉

- 1) 加藤辰巳・太田英利：日本の絶滅危惧生物、1993、保育社
- 2) 鷺谷いずみ・森本信生：日本の帰化生物、1993、保育社
- 3) 角野康郎・遊磨正秀：ウェットランドの自然、1995、保育社
- 4) 鷺谷いずみ・矢原徹一：保全生態学入門、1996、文一総合出版
- 5) E. O. ウィルソン：生命の多様性Ⅰ・Ⅱ、1995、岩波書店
- 6) Richard B. Primack: Essentials of Conservation Biology. (1993), Sinauer Associates Inc

- 7)Walter V.Reid,Kenton R.Miller :生物の
保護はなぜ必要か、1994、ダイヤモンド社
- 8)WRI, IUCN, UNEP(1992) 生物の多様性保全国
家戦略、中央法規