

魚から見た川の健康診断

Diagnosis of River Environment for Fish

研究第一部 部長 古川 博一
研究第一部 主任研究員 福島 典行
研究第一部 主任研究員 片沼 弘明

We have been developing a method of evaluating river environments utilizing the fish survey portion of the national census on riverine life. This report summarizes the basic ideas and concepts of this evaluation method. The following results were obtained.

- ① It is possible to do comprehensive evaluation of a river environment from the relationship between the basin area (catchment area) and the number of fish species inhabiting it.
- ② This analytical method can be used to evaluate health of habitat, based on the composition ratios of the attributes of fish.

Key words: River environment evaluation, national census on riverine life, fish habitat

1. はじめに

魚がのぼりやすい川づくりが全国の河川で進展中であり、河川横断施設の魚ののぼりやすさの改善を通して、河口から水源まで一貫した魚の遡上環境の改善が図られつつある。この中で、魚のすみやすさから見た河川の状態を適切に評価し、水系全体として魚がすみやすい川とすることの重要性が指摘されている。そのためには魚類の生息という観点から見た河川の状態を評価する必要がある。

水辺の国勢調査の魚類調査は主要河川において5年に一度実施される。本報告はこれを人間の健康診断のように見立てて、そのデータを利用して簡単に河川の状態を判断し、必要があれば詳細な調査などの再検査を実施する魚から見た「川の健康診断」として実用的な評価手法の確立を目的としたものである。

本報告は評価手法に関する中間的なものであり、その基本的な考え方、魚種数による総合的評価方法、問題分析手法の概念等を取りまとめたものである。

2. 既往の研究

生物指標を用いた水質判定方法は日本において広く使われているが、水質でなく河川環境全般を評価する手法は確立されていない。アメリカにおいては魚を利用した河川環境評価手法としてIndex of Biotic Integrity (IBI) という手法が使われている。

小出水(1996)によればIBIは、以下のような特徴を有する¹⁾。

Karr(1981)とKarr and Dudley(1981)によって提唱されたIBIは、人為的な環境改変を被った魚類群集の構造特性(例えば、種数や固体数の減少、優先種の変化、奇形魚の出現など)を把握して、自然(人間の手が加わっていない)の群集と比較する総合的かつ定量的な数量評価指数である。IBIは”人間活動が魚類群集に与える影響評価指数”として定義され(Karr1981)、群集の保全性や群集を維持する、生態系や生息場所(環境)の評価指数としても活用できる。

IBIは計算方法が簡便であり、地域的拡張も容易なことから現在アメリカ全域の河川環境の評価指数として実際に重用されている。

日本ではIBIのように魚類群集を総合的に数量評価する手法は確立されていない。

Karrが提案した手法を魚類特性や採取方法が異なる我が国にそのままの形で導入することはできない。小出水²⁾は関東地方の7つの一級河川を対象に河口から40Kmの区間の状況をIBIを利用して判断して評点付けしているが³⁾、IBIの評価項目の吟味及び評価内容に関して実用的なレベルに達しているとはいえない。

一方、森下³⁾は底生動物を用いたIBIを開発し、関西地方の河川に適用しているが、魚類を使わなかった理由として、魚類の採取方法が統一されていないことと魚類の種類数が少ないことを指摘している。

魚のすみやすさから河川環境を調査するためには、魚類調査をベースにした河川環境評価が重要であるが、上記のようにこの分野において研究された成果は乏しい。

3. 基本方針

3-1 診断の基本的考え方

人間の健康診断は、体の中の異常箇所を見出すことを目的とするものである。このことから採捕された魚の状態から川の異常箇所を見出すことが魚から見た川の健康診断であると考えられる。本検討は、魚類調査の各調査地点を患者と見立て、各地点の異常箇所を診断するような方法を考えた。異常があれば必要に応じて精密検査(詳細な調査)を実施する。また、水辺の国勢調査は、5年に一度実施されるが、過去との比較において川の健全度の推移を監視できるような事も可能になろう。

3-2 診断の対象(何を診断するのか)

各河川の魚類調査地点における魚のすみやすさ、すなわち魚にとって産卵、採餌、休息、移動等の生息活動が行いやすい状況にあるかを診断する。

国勢調査では約5Kmピッチで採取地点を設定しているが、本検討では水系としてや、河

川あるいは河川の区間のすみやすさの評価でなく、次のような理由から直接各地点の評価を目的とした。

- ① 一つの工事等により大きく環境が変化するのは採取地点のような範囲であり、ダイレクトに判断できること
- ② 河川を対象にするなど広範囲な区間を対象にした場合、観測箇所の疎密が影響することも考えられた

3-3 診断に使用するデータ

日本全国の主要な河川のデータがそろっている河川水辺の国勢調査データを利用することとした。この調査からは調査地点での全魚類の種類及び生息数を確認することは難しいが、全国のデータを容易に入手可能である。

本検討では採取した魚類数(種の多様性)を基に魚のすみよさを判断する方法を提案した。魚から見た河川環境として重要なものは、種の多様性の他、貴重種の出現など脆弱性に関しても考慮しなければならないが、貴重種等に関しては出現もまれなことから今回の検討の対象外とした。

本報告は、魚種数を総合的な指標として、「すみやすい川」を見出すとともに、問題がある河川に関して、どのような要素が特に問題であるか検討する方法に関しての中間成果を取りまとめたものである。

水辺の国勢調査の魚類調査は主要河川において5年に一度実施されるが、これを人間の健康診断のように見立てて、そのデータを利用して簡単に河川の状況を判断し、必要があれば詳細な調査などの再検査を実施する。この手法はまだ開発途上であるが、その基本的な考え方、魚種数による総合的評価方法、問題分析手法の概念等を紹介する。

4. 魚種数による総合的評価の考え方

魚の生活場所の条件として次の6つが挙げられている⁴⁾。①すみかとなる場所の底質、②水の流れの速さや水深、③基本となる餌

(水生昆虫や藻類または小魚など)の量、④隠れ場所の多さ、⑤他の種類の魚数量、⑥水質など

河道が単調でなく複雑な形状をしておれば、その河道の底質や流速や水深などの流況も河道内各所で異なり、多様な環境が生じている。多様な環境が維持されておれば、そこに棲む魚種も多いと考えられる。

IBI手法において、魚種数は評価項目の中の1項目であり、いろいろな評価項目と組み合わせて総合的な評価を下している。しかし、魚種数はその場所におけるいろいろな影響を受けた結果であり、魚類の種類数は魚にとってのすみやすさの指標となりうるものである。それはまた生活場所の複雑な条件を反映した総合的な指標になっている。

魚から見た良好な河川環境のあり方を理解するためには、魚種数の多寡がいかなる要素が影響しているか分析することも必要になる。

魚種数に影響を与える大きな要素はその地点の集水面積であり、IBI手法においても河川規模の違いにより、当然魚種数も変化することから対数表示した集水面積と生息魚種数の関係を求め、評価付けしている⁹⁾。

5. 対象魚種

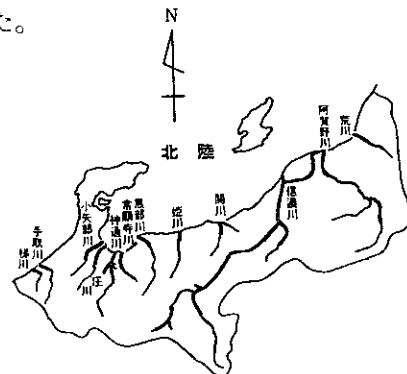
河川に生息する魚は純淡水魚、通し回遊魚、周縁性淡水魚に分類される。周縁性淡水魚とは、本来は海水魚であるが、淡水と海水の入り混じる汽水域で生活したり、一時的に淡水域に進入する魚のグループである。川の大小とは関係なしに、内湾や入り江に流入している河川では、外湾に直接流入する河川よりも、周縁性淡水魚の種類数は多くなる⁹⁾。周縁性淡水魚に関しては、海域の影響を強く受けることから河川環境を検討するための対象魚からは除外した。純淡水魚は河川が悪化したとしても、他の水系に移動することは不可能であり、環境悪化の影響を強く受ける。また通し回遊魚は海域との移動に際し、河川

横断施設の影響を強く受ける。このため純淡水魚及び通し回遊魚を今回の検討の対象魚種とした。外来魚に関しては、移入後既にその河川の環境に適合してその場に生息していると考えて対象魚に加えた。

一方、水辺の国勢調査の魚類調査では、捕獲した魚種の同定は最新の分類学的知見に従いできるだけ詳しく行っている。サクラマスとヤマメ、サツキマスとアマゴ、カジカ大卵型と小卵型等の生活型の異なるものについても区分するようにしている。但し、魚種の集計では、同じ分類の魚類は回遊型と淡水型・陸封型等の生活型が異なっても同種として扱っている。しかし本検討では、魚類の生活型は評価の着目点の1つとして考えられ同じ分類の魚類であっても生活型の異なる魚類は異種として集計することとした。また魚類調査は5年に1度行われるが、本検討では最新の調査結果を使用することとした。

6. 対象地域

魚の生息には地域特性があり、日本全国の河川を同じように判断することはできない。一般に東北日本では西南日本と比較して魚種が少ないことから、同じような特性を有する地域を対象に調査検討を行う必要がある。ここではあまり魚種数が多くないが、地域的にひとまとまりとなる北陸地方の河川を対象にした。



図一1 対象河川

Fig. 1 Subject rivers

表-1 対象河川と採取時期

Table 1 Subject rivers and collection periods

	採取箇所数	採取時期											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
荒川	4					●		●					
阿賀野川	15							●	●		●		
信濃川	31				●				●				
関川	9			●				●					
姫川	8				●	●	●						
黒部川	6				●					●			
常願寺川	5			●				●	●				
神通川	7					●			●				
庄川	5			●		●					●		
小矢部川	7					●			●				
手取川	5			●					●				
梯川	7	●							●				

7. 魚類生息状況の総合的評価

各地で採取された魚種に着目し、流域規模（集水面積）と採取魚種数の関係性を評価した。IBIにおいても河川規模の違いにより、当然魚種数も変化することから対数表示した集水面積と採取魚種数の関係（集水面積・採取魚種数図）を求め、評価付けしている。

図-2には北陸各河川で求められた集水面積・採取魚種数図を示す。南部と北部で魚種数の多さに関して、地域差が生じているか確認するために、南部3河川、北部3河川のデータを区別して表した。この図からは地域差を認められなかったことからここでは、同一の地域として扱った。

次に、以下のような作業仮説を設けた。

- ① 同じ規模の河川であれば魚類から見て良好な河川環境ほど魚種数は多い
- ② 同じような河川環境を有する河川であれば集水面積が大きいほど魚種数が多い

集水面積と採取魚種数の関係は横軸の集水面積を底辺として、集水面積が大きくなるに従い採取魚種数が増える個所が見うけられる右肩上がりの範囲で三角形分布をしている。上述の2つの作業仮説から外縁部の斜辺を構成している領域にあるデータの採取地点は、他の地点と比較して良好な河川環境を有する

地点であると考えられる。斜辺を構成する良好な河川環境を有すると思われる場所のデータを○印で表した集水面積・採取魚種数図を作成し図-3とした。この良好と判断される場所は厳密に定められたものでなく、以下の作業を実施するために暫定的に定めたものである。

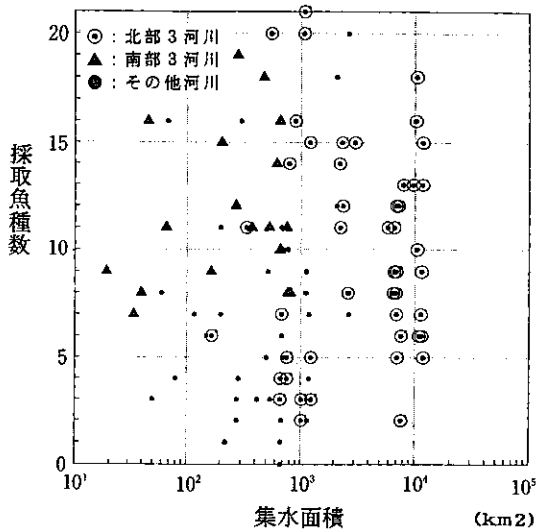


図-2 集水面積と採取魚種数

Fig. 2 Catchment areas and numbers of fish species collected

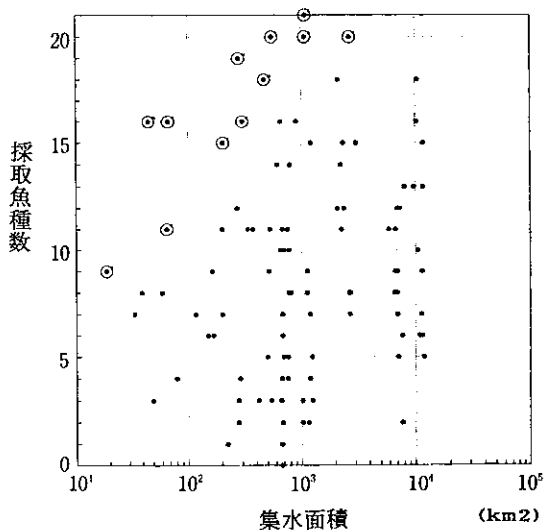


図-3 集水面積と採取魚種数

Fig. 3 Catchment areas and numbers of fish species collected

このグラフだけでは、どの程度までいいと判断できるか、また問題があるのか、領域的なことも、またなぜ問題があるのか明確に示すことはできない。そのため、いろいろな分析手法の開発が必要であり、現在バランス分析として以下の方法に取組んでいる。

7. 生息魚種の多様性評価

まず魚種の属性から見た多様性の評価を行う分析手段としてバランス分析図の開発を行った。これは魚種の属性をある見方により甲類、乙類、その他等に分類し、甲類魚種数/乙類魚種数、甲類魚種数/採取全魚種数などの関係を図上にプロットする。その際、集水面積・採取魚種数図で○印をつけた良好な河川環境を有すると思われる場所のデータについて比例関係にあるものを探し出す。バランス分析とはこのように良好な環境下では比例関係にありバランスが保たれている状態が、どちらかに偏った状態にある時は何らかの原因が生じていると見なすものである。

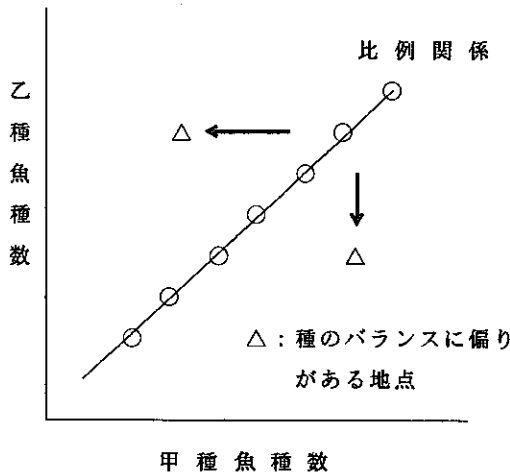


図-4 バランス分析イメージ
Fig. 4 Balance analysis image graph

魚種の属性とは、魚をその生活型等で分類したものであり、例えば、遊泳魚/底生魚、水質に対して強耐性/弱耐性の魚、瀬/淵に生息する魚、速流/遅流を好む魚など参考文献

献⁷⁾をもとにして分類を行った。

具体的な例として、図-5に示す遊泳魚種数/底生魚種数のグラフでこのバランス分析の考え方を説明する。遊泳魚種数/底生魚種数の関係で○印のついたデータ(良好な河川環境を有すると思われる場所のデータ)は正比例の関係にあるが、それ以外の場所のデータは点在している。○印と同じあたりだけでなく遊泳魚種数に比較して底生魚種数の少ない位置にも見られる。この図から良好な河川環境下にある場所では遊泳魚種数と底生魚種数がほぼ同数でバランスしていると考えられる。全体のデータからは遊泳魚種数に比較して底生魚種数が少ない場所もある。これらの場所では底生魚種数が少ないことが全体の魚種数が少ない原因の一つであることがわかる。一方、○印以外のデータの中にも遊泳魚種数と底生魚種数がバランスしているものが見られるが、その場所に関してはこの分析に関しては正常な状態で他の要素が魚の生息環境を悪化させていると解釈することができる。

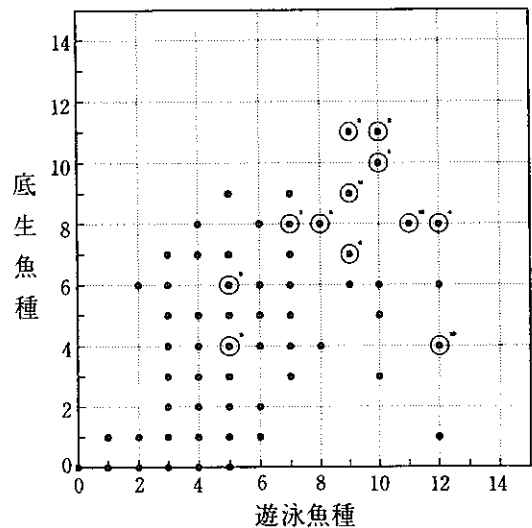


図-5 遊泳魚種数/底生魚種数の関係
Fig. 5 Relationships between numbers of free-swimming fish species and numbers of bottom fish species

現在のところこのようなバランス分析ができるものは、遊泳魚種数/底生魚種数の関係のほか、図-6に示す淵に生息する魚種数/瀬に生息する魚種数の関係にしかすぎない。今後も引き続きバランス分析図の数を増やす必要がある。

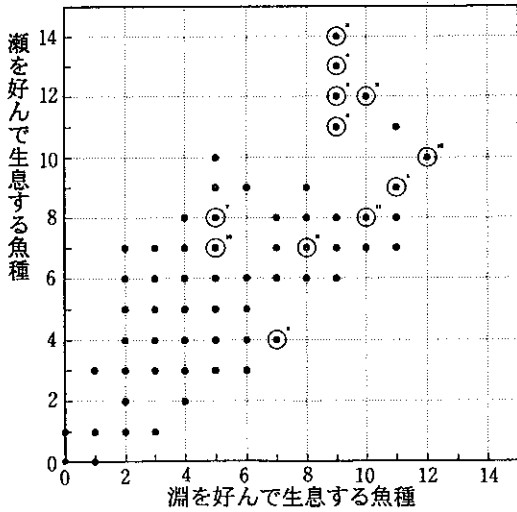


図-6 淵に生息する魚種数/瀬に生息する魚種数の関係

Fig. 6 Relationships between numbers of fish species inhabiting deep pools and numbers of fish species inhabiting rapids

8. 良好な場と問題のある場の選び方

集水面積・採取魚種数図で暫定的につけた○印の”良好な河川環境を持つ場所”を基準にバランス分析図を抽出した。

今後の検討として、バランス分析図から異常なデータかと直感的に疑われる場所を抽出して、それらの場所のデータが集水面積・採取魚種数図上でどこにあるか確認し、それらが含まれるところを問題を含む領域と見なすことができる。

また作成した全てのバランス分析図で○印の近傍にデータがある場所について、逆に集水面積・採取魚種数図上にプロットしてデー

タの散らばり具合を調べ、この手法の熟度を判断することができる。データが集水面積・採取魚種数図の外縁部にまとまっておれば、それらの場所を良好な領域と見なすことができる。しかしそのデータがばらついている場合、生息環境に影響を与えそうな他の要因の存在を示唆するものである。

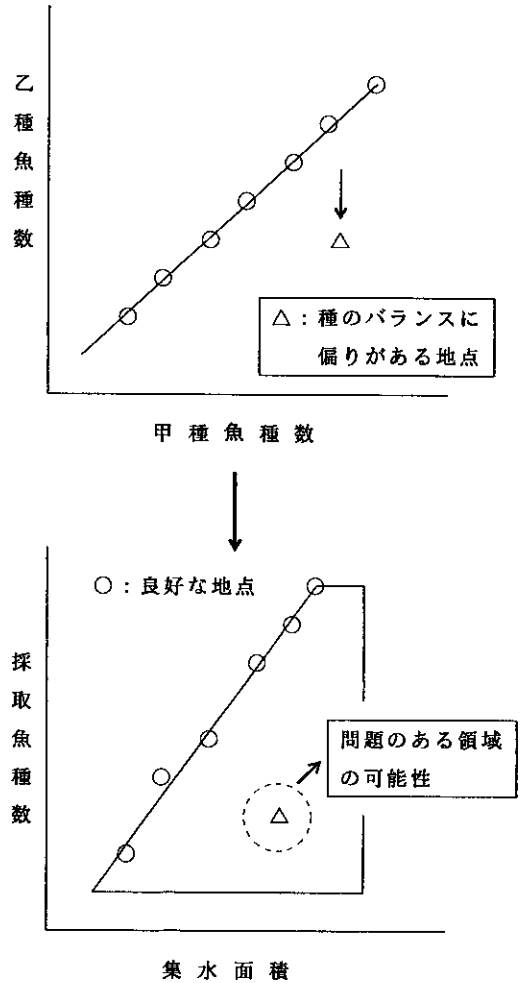
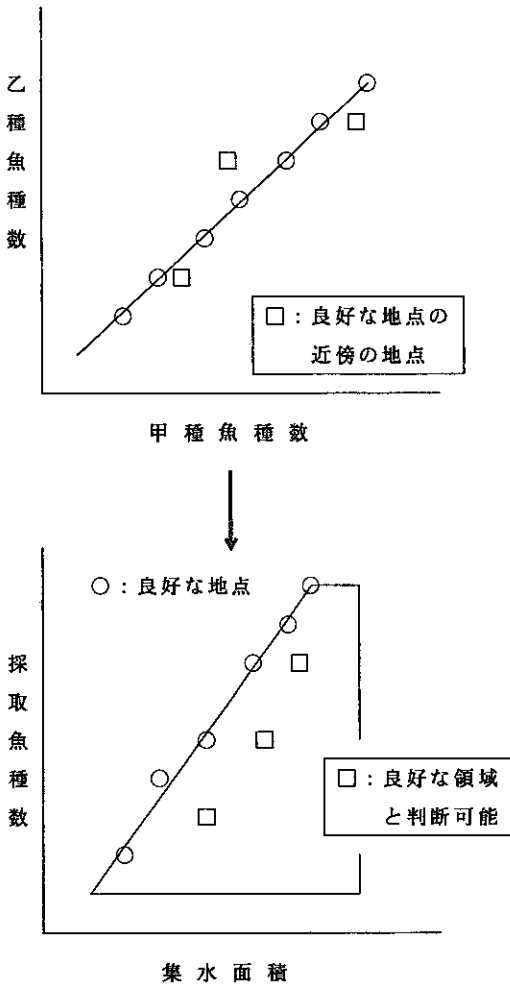


図-7 総合評価とバランス分析の関係(1)

Fig. 7 Relationships between comprehensive evaluations and individual analyses (1)



図一 8 総合評価とバランス分析の関係(2)

Fig. 8 Relationships between comprehensive evaluations and individual analyses (2)

9. まとめ

水辺の国勢調査の魚類調査データを利用して簡単に河川の状況を判断する魚から見た「川の健康診断」の手法検討を行った。本報告は中間的なものであり、魚種数による総合的評価方法の基本的な考え方を提示するとともに、バランス分析という問題分析手法を提案した。本研究の遂行に当たり、愛媛大学名誉教授水野信彦博士と建設省土木研究所河川環境研究室島谷幸宏室長に指導いただいたことに謝意を表します。

今後も課題の多い研究であるが、このような分析を通じて魚と河川環境への知見が深ま

れば、建設省で進められている魚にやさしい川づくりも一層促進されるものと思われます。

<参考文献>

- 1)、2) 小出水規行 人為的環境改変の魚類資源への影響に関する数理的評価手法 1996
- 3) 森下依理子 川と湖の博物館 4 水環境カルテ山海堂 1996
- 4) 日本自然保護協会編集 指標生物 思社 1996
- 5) R. J. Steedman : Modification and Assessment of an Index of Biotic Integrity to Quantify Stream Quality in Southern Ontario, can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 45, 1988
- 6) 玉井信行ほか 河川生態環境工学 1995
- 7) 日本の淡水魚、山と溪谷社 1990
- 8) 川の生物・フィールド総合図鑑、リバーフロント整備センター 1996