

水生生物を用いた水域環境の自然度評価法の開発

Development of Method using Aquatic Life to Evaluate Degree of Nature Remaining in Water Area Environment

研究第二部 研究員 徳山 英二
研究第二部 次長 安田 実

Objectives for the creation of "nature-rich" rivers include conservation and maintenance of biological habitat; we consider it necessary to establish a system to evaluate the value of the natural environment and to reflect it in river planning.

We studied methods of evaluating the degree of nature remaining in water area environments by considering the relationships between habitats and biological indicators, using the results of the national census on riverine life areas for benthic fauna, and for fish, which are at the top of the ecological pyramid in river channel areas, and which are both presently used as tools for the evaluation of water quality.

Keywords: Fish, benthic fauna, biological indicators, physical indicators, correlation

1. はじめに

現在、全国各地で多自然型川づくりに関する様々な取り組みが行われ、安全で潤いある川づくりとして成果を上げつつあるが、一方で実績の積み上げに伴って今後への課題も明らかとなってきている。多自然型川づくりの目指すところの一つに、自然生態の生息環境の保全、維持があるが、自然環境の価値を評価し、河川計画に反映させるシステムは未だ確立されていない。

建設省では、平成2年度より河川水辺の国勢調査を実施し、河川の生物生息状況に係わる多くのデータを蓄積してきた。そこで、本検討は河川における自然度評価手法の確立を最終目標として見据え、その達成に向けて、特に河道内の水域を対象として、魚類と底生動物についての河川水辺の国勢調査結果を活かした水域環境の自然度評価法について検討した。

2. 検討の手法と流れ (図-1)

2-1 生物指標値の特徴の検討

底生動物と魚類の生息量、種類数などの生

物量を用いて、自然度を総合的かつ定量的に評価する指標として有効と思われるものを出来る限り多く抽出し、対象河川について河川水辺の国勢調査結果を基に、それら全ての指標値を算定する。その結果を基に、各指標の特性や課題を検討するとともに、対象河川の特性についても整理する。

2-2 物理指標値の特徴の検討

常時の河川流速や水深などの物理量を用いて、自然度を総合的かつ定量的に評価する指標として有効と思われるものを出来る限り多く抽出し、対象河川について河川水辺の国勢調査結果を基に、それら全ての指標値を算定する。その結果を基に、各指標の特性や課題を検討するとともに、対象河川の特性についても整理する。

2-3 生物指標と物理指標の関係の把握

既往の知見を整理して生物指標と物理指標の関連の度合いを示すマトリックスを作成し、この指標マトリックスを用いて関連性があると思われる生物指標と物理指標を選定する。セグメント区分や調査時期を考慮の上、選定した生物指標を縦軸にとり、横軸に選定した

物理指標をとって、ヒストグラム(選好曲線)を作成するほか、両指標の相関関係や回帰式を調べる。さらに各指標ごとに定量的に自然度のレベル分割を行って、自然度評価の目安を設定する。

2-4 点的評価から面的評価への拡張に関する検討

以上の検討は、河川水辺の国勢調査結果を用いたいわば点的評価の検討であるが、この点的評価を河道全域の広い空間範囲に拡大するための検討を行う。実際の河川の物理的、生物的環境特性を平面図に整理し、一方で点的評価結果を平面に整理する。両者を重ね合わせて点的に評価した結果の妥当性を確認するとともに、点的評価結果を空間的にどこまで拡大して考えるかについて検討する。

3. 基本的な考え方

3-1 対象とする空間領域について

河川環境の空間範囲は広いが、本検討では主に低水と低水河岸部などの水域部を主対象とした。

3-2 検討対象地区の選定

本検討においては、地理的条件、気象条件等が似通った東北地方日本海側の一級河川を対象とした。

3-3 河川水辺の国勢調査データの活用

本検討においては、河川水辺の国勢調査結果(魚介類調査・底生動物調査)を有効活用するため、調査地点ごとのデータとなる平成2~6年度調査と、調査地点内の採捕地点ごとのデータとなる平成7年度調査を分けて取り扱った。

3-4 河川特性ごとの区分割り

河川特性ごとに指標の特性を比較検討するため、セグメントの合致する区間ごとに指標を整理した。

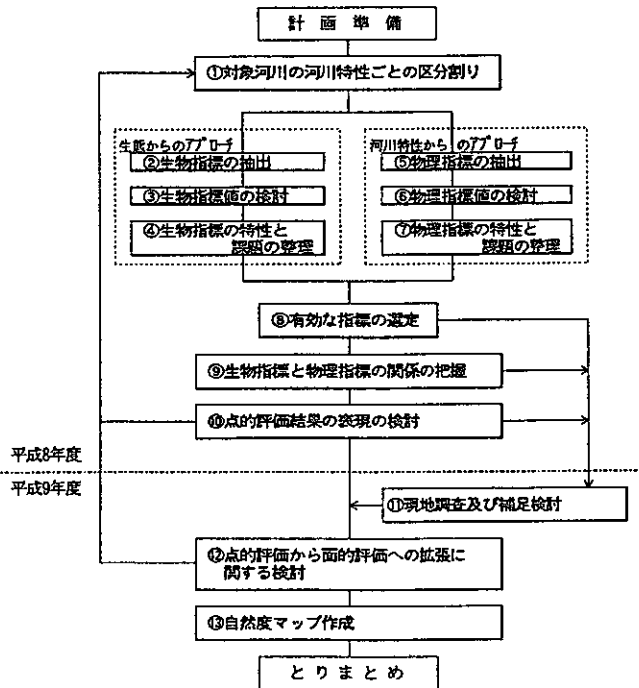


図-1 検討フロー
Fig. 1 Study flow

4. 生物指標の抽出と検討

生物によって自然度を評価する指標は現在明確なものがないため、魚類及び底生動物について既往の評価手法を選定した。

4-1 魚類に係わる指標の抽出

魚類に関する生物指標について示す。

- ① 総個体数
- ② 代表種の総個体数
- ③ 1投網当り採集個体数
- ④ 総種類数
- ⑤ 遊泳魚種数
- ⑥ 底生・半底生魚種数
- ⑦ 在来魚種数
- ⑧ 移入種の個体数比率
- ⑨ 強耐性種の個体数比率
- ⑩ 昆虫食性種の個体数比率
- ⑪ 多様性指数
- ⑫ F-I B I

⑤～⑩はF-I B Iの算出に用いる指標

②の代表種の選定については、対象河川において全出現魚種中、次の項目をクリアする種とした。移植種・放流魚種・偶発種・海洋環境の影響を受ける魚種・分布が限定される魚種・分類に混乱がある魚種・種内に異なる生活型を持つ魚種・移動、回遊を行う魚種・発育段階により生息場所が著しく異なる魚種・時期により出現が限定される魚種・出現頻度が低い魚種・分布が他の要因で規定される魚種。以上を検討した結果より、本検討では、とりあえずアブラハヤ、ニゴイ、ナマズ、メナダ、マハゼとした。

4-2 底生動物に係わる指標の抽出

底生動物に関する生物指標について示す。

- ① 総個体数
- ② 総湿重量
- ③ 代表種の総個体数
- ④ 総種類数
- ⑤ カゲロウ目の種類数
- ⑥ トビケラ目の種類数
- ⑦ 優占3種の個体数比率

- ⑧ 汚濁に耐えない生物の種類数
- ⑨ 汚濁に耐える生物の個体数比率
- ⑩ 匍匐・固着型の生物の種類数
- ⑪ 脚のない生物の個体数比率
- ⑫ 泥に潜る生物の個体数比率
- ⑬ ミミズ類の個体数比率
- ⑭ 多様性指数
- ⑮ 造網型係数
- ⑯ B-I B I
- ⑰ スコア値

⑤～⑬はB-I B Iの算出に用いる指標
⑧の代表種の選定については、水質判定の指標種・生活環境(造網型係数等)・生息域(上中下流域)等を考慮し、各項目を網羅するように12種を選定した。

4-3 生物指標値の検討

選定された指標(魚類12項目 底生動物17項目)について指標値を算出し、セグメント区分によりまとめた。また、生物指標間において指標の単純化を行うため、相関係数による絞り込みを行った。その結果、魚類においては、種類数と多様性指数等の相関が高く、底生動物については、種類数とB-I B Iや多様性指数の相関が高い。

魚類 12項目⇒5項目(②④⑤⑦⑨⑩)

底生動物 17項目⇒4項目(①⑮⑯⑰)

5. 物理指標の抽出と検討

物理的情報から生物生息環境を評価する試みは、様々に行われている。本検討では、河道内に生息する魚類及び底生動物に影響を与えていると考えられ、河川水辺の国勢調査やその他の資料より抽出が可能であるものを選んだ。(表-2)

表-2 物理指標の抽出
Table 2 Selection of physical indicators

概念	指標	算出方法
1. 河川の形状	河床勾配	調査地点付近の平均河床勾配を整理した。
	水面幅	断面より調査地点の代表横断における水面幅を計測した。
	河曲率	水面幅の5倍程度を目安に流心に2点を設定し、2点間の直線距離/流路延長(流心延長)として計算した。
	水際部の状況(護岸浸食)	護岸、植生(葎、竹等) 裸地などの質的指標として整理した。
	瀬・淵の状況	瀬・淵の位置(河口からの距離)、平均幅、長さ面積(平均幅×長さ)を整理した。
	地点の水深	調査時の水深を整理した。
	河床の状況	河床材料を岩盤、礫、砂、泥などの質的指標として整理した。また、平成7年度調査においては、浮き石、沈み石などの区別を記録した。
2. 水温・水質	調査時の水温	魚介類および底生生物調査時における水温を整理した。
	8月の平均水温	8月の水温平均値(近年5カ年の平均)を記入した。
	生物化学的酸素要求量(BOD 75%)	「河川水辺の国勢調査(河川調査)」報告書より近年5カ年の平均値を整理した。
	溶存酸素量(DO平均値)	
	浮遊物質量(SS平均値)	
硝酸性・亜硝酸性窒素	「平成7年度 水質年表、環境庁」より、全窒素からアンモニア態窒素を除いて算出した。	
3. 流速流量	流速	魚介類および底生生物調査時の表面流速を整理した。
	流量	「河川水辺の国勢調査(河川調査)」報告書より最大、低水、高水の近年5カ年平均流量を整理し流量の年間変動として、最大流量より低水流量を除いた。
4. 総合発表	HQ I	Binns (1979) によって開発された72種の生息環境としての河川評価指数。

6. 生物指標と物理指標の関係の把握

6-1 生物指標と物理指標の相関

調査地点ごとと採捕地点ごとの物理量と生物量の関係を把握するため、相関係数を算出した。ここでは、調査地点ごとに算出した指標とH7国調のデータを用い採捕地点ごとに算出した指標について、比較検討を行った。魚類と物理指標については表-3、底生動物と物理指標については表-4に示す。

また、表中の比較は次の4ケースに関するものである。

ケースA : 全調査地点について直線回帰し

たものである。

ケースA' : Aと同様であるが、2次曲線による回帰。

ケースB : H7国調データを対象に、採捕地点ごとのデータを調査地点ごとのデータとして平均化したもの。

ケースC : H7国調データを対象に、採捕地点ごとのデータを用いたもの。

表-3 魚類指標と物理指標の相関
Table 3 Correlation of fish indicators with physical indicators

指 標		直線回帰		曲線回帰		
		調 査 地 点				採捕地点
		全テ-ラ ケースA	全テ-ラ ケースA'	H7年度 ケースB	H7年度 ケースC	
流速	種類数	0.13	0.07	0.22	0.07	
	コ-イの個体数比率	-	0.08	0.15	0.01	
	多様性指数	0.01	0.15	0.25	0.12	
水深	種類数	0.18	0.44	0.14	0.03	
	コ-イの個体数比率	-	0.06	0.21	0.05	
	多様性指数	0.19	0.43	0.12	0.01	
H Q I	種類数	0.37	0.00	0.06	0.05	
	コ-イの個体数比率	-	0.02	0.09	0.02	
	多様性指数	0.30	0.00	0.11	0.04	
植物比率	種類数	0.00	0.06	0.03	0.00	
	コ-イの個体数比率	-	0.00	0.00	0.02	
	多様性指数	0.08	0.06	0.00	0.00	
水温	種類数	-	0.32	0.06	0.00	
	コ-イの個体数比率	-	0.02	0.08	0.00	
	多様性指数	-	0.29	0.15	0.01	

表-4 底生動物指標と物理指標の相関
Table 4 Correlation of benthic fauna indicators with physical indicators

指 標		図番号	直線回帰		曲線回帰		
			調 査 地 点				採捕地点
			全テ-ラ ケースA	全テ-ラ ケースA'	H7年度 ケースB	H7年度 ケースC	
流速	種類数	㉗	0.49	0.50	0.70	0.39	
	代表種		0.02	0.06	0.11	0.02	
	多様性指数	㉘	0.54	0.54	0.74	0.38	
	B-I B I		0.37	0.37	0.31	0.25	
	平均スコア値	㉙	0.62	0.78	0.68	0.44	
	造網型係数		0.05	0.10	0.40	0.22	
水深	種類数	㉚	0.13	0.10	0.78	0.27	
	代表種		0.11	0.22	0.25	0.05	
	多様性指数	㉛	0.47	0.47	0.93	0.24	
	B-I B I		0.05	0.05	0.25	0.18	
	平均スコア値	㉜	0.14	0.38	0.62	0.17	
	造網型係数	㉝	0.29	0.63	0.47	0.04	
H Q I	種類数		0.02	0.11	0.16	0.14	
	代表種		0.10	0.11	0.08	0.01	
	多様性指数		0.00	0.08	0.18	0.13	
	B-I B I		0.02	0.11	0.16	0.14	
	平均スコア値		0.06	0.10	0.11	0.08	
	造網型係数	㉞	0.03	0.20	0.64	0.30	
植物比率	種類数		0.03	0.10	0.34	0.37	
	代表種		0.00	0.00	0.05	0.01	
	多様性指数		0.11	0.28	0.42	0.40	
	B-I B I		0.00	0.00	0.15	0.27	
	平均スコア値		0.05	0.30	0.42	0.48	
	造網型係数		0.13	0.13	0.12	0.10	
水温	種類数	㉟	-	0.21	0.74	0.03	
	代表種		-	0.41	0.14	0.02	
	多様性指数	㊱	-	0.14	0.52	0.03	
	B-I B I	㊲	-	0.34	0.57	0.02	
	平均スコア値		-	0.33	0.23	0.15	
	造網型係数		-	0.11	0.35	0.04	

*) 表中の [] は相関係数0.5以上のもの

7. 生物指標と物理指標の関係の検討

魚類及び底生動物について、河川水辺の国勢調査結果より物理指標との関係の把握を試みた。この結果より、魚類に影響を及ぼす物理指標としては明確な関係を見いだすに至っていない。採捕地点ごとに考えた相関係数は高い値はなく、調査地点ごとの相関係数をみると水深、夏期の平均水温、SS、河口からの距離について、ある程度の相関がみられるに留まっている。底生動物については、魚類に比べ影響を及ぼす物理指標は明らかとなった。調査地点ごとの相関性、採捕地点ごとの相関性等から、流速・水深・水温・夏期の平均水温・河床勾配・流量の年変動等との相関が高い傾向がみられた。

8. 今回の検討結果と問題点

本検討において、表-2、3のように生物指標(魚類及び底生動物)と物理指標の関係の検討を行った。この結果より、比較的高い相関の得られたケースBにおいては、データ自体のプロット数が少なく、また、相関係数の絶対値が全体的に小さいことから、安易に本結果を妥当とすることは危険である。また、2次曲線を適用すること自体の妥当性の検証、はずれ値の検討等も今後行わなければならない。

9. 今後の検討方針

今後の検討方針としては、平成8年度の検討結果において、回帰曲線による相関の妥当性を検討し、はずれ値を考慮した適切な回帰を検討する。また、魚類に係わる指標では代表種の選定において、その検討内容に環境指標性を加味して再検討する。例えば、生態的指標種・キーストーン種・アンブレラ種・象徴種・危急種等の分類を網羅するような指標種を選定する。また、魚類と底生動物では支配される物理環境が異なるように思われる。そこで今後は、魚類と底生動物について物理

環境の空間レンジを分けて生息環境を把握し、評価することを検討する。河川水辺の国勢調査の調査地点が代表し得る区間について、生物の生息領域(ハビタット)を考慮して設定する。魚類については、マクロ的な空間レンジ(セグメント・河口からの距離・1つの瀬淵の連続等)との対応、底生動物については、ミクロ的及びマクロ的な空間レンジ(河口からの距離・流速・水深・河床材料等)との対応を検討することとする。

<参考文献>

- 1)建設省東北地方建設局・(財)リバーフロント整備センター(H9.3):平成8年度水生生物を用いた河川環境の評価に関する検討業務報告書