

しまねの豊かな川づくり事業 —河川環境評価手法検討調査—

向井哲也・後藤悦郎・森脇晋平

近年の自然環境の保全に配慮する風潮がから、河川改修に際しても「多自然型川づくり」と呼ばれる環境や生物の生息に配慮した改修工法が取り入れられるようになってきた。しかし、多自然型川づくりに関する河川環境調査の手法についてはまだ十分に検討されているとは言えず、有効な調査手法を取り入れることで「魚のすめる川づくり」をさらに普及させてゆくことが必要である。本事業ではそのために河川環境評価についての最新の調査手法について情報収集と実地調査を実施している。

平成13年度はPHABSIM（ピー・ハブシム：生息場の物理環境評価法）という比較的新しい河川環境調査手法について試験を実施した。PHABSIM（Physical Habitat Simulation、生息場の物理環境評価モデル）とは河川環境評価手法の一つで、河川における「魚のすみやすさ」を客観的な数値として表すことを目的とする。方法は、河川を細かいセルに区切り、各セルにおける魚類の生息状況と河川環境を分析してゆく。その結果から魚種ごとの生息適性（その魚種にとってどのような環境が住みやすいか？）を流速、水深、水温、隠れ場所などの要素ごとに分析してゆく。魚種ごとの生息適性基準が分かれば、評価対象とする河川区間にそれを関数としてあてはめ、理論的・客観的に河川生物環境（その河川区間がある魚種についてどの程度住みやすいか）を評価することができる。また、河川改修の際、ある魚種を対象に想定してそれが住みやすい河川環境を設計することも可能となる。このような手法は海外特にアメリカではかなり普及しているが、国内においてはまだ研究段階であり魚種ごとの生息適性についてもまだ十分に調査されていないのが現状である。本事業ではPHABSIMの第一歩として、県内河川における魚種毎の生息適正基準の測定について河川で試験的に調査を実施し、実際の調査における課題について検討した。なお、本調査に当たっては豊橋技術科学大学の中村俊六教授に現地での技術指導、調査のまとめについての助言指導、コンピュータプログラムの提供など多大なご協力をいただいた。

調査方法

調査地点

調査は三刀屋町古城の斐伊川水系三刀屋川において実施した（図1）。

調査日時

調査日は平成13年9月24日である。

調査方法

調査については下記の手順で行った。

(1) 調査区間の設定

現地の状況を見て調査区間を設定した。調査区間は早瀬を含む約150mの区間に設定した。

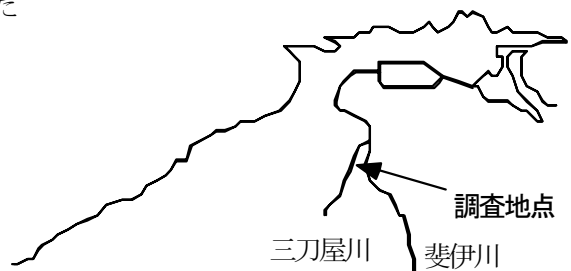


図1 調査地点

(2) 横断杭と量水標の設置

河川横断面を設定するため、調査区間内に3点ほど両岸に木の横断杭を打って横断面を設定した。また、水位を正確に計るため、調査区間内の最上流部に量水標を設置した。

(3) 平板測量による河川形状図の作成

現場で測量器を用いて平板測量を行い、調査区間の河川形状をその場で方眼紙上に正確に図化した。測量にはSOKIA製トータルステーション SET6S と反射プリズムを用いた。

(4) 潜水目視による魚類生息状況調査

潜水目視調査により調査区間内の魚類生息状況を記録した。潜水時には水中ノートとタグ（長さ15cmのチェーンの重り付きの番号札）を準備し、魚類を発見した場合はその場にタグを投入し、水中ノートにタグの番号・魚種・大きさ・個体数・底質を記録した。

(5) タグ・ロケーションマップ (TL-MAP) の作成

測量器を用いて潜水調査時に投入したタグの位置を測量し、河川形状図に記入した。

(6) 各横断線上での水理計測

河川横断面図の作成のため、(2)で設定した3本の横断線において水深と流速を測定した。水深と流速は各横断面につき河底の形状や流況を見て5~10点測定し、各測定点は測量器で測量して位置を図に記入した。流速は平均値として水面から $d \times 0.6$ (d は底までの水深)の深さで測定した。流速の計測にはプロペラ式流速計（東邦電探社製CM-1BN）を用いた。

(7) 魚種毎の魚類生息場適正基準(HSC)の推定

河川形状図に基づき河川をセルに区切り、測定結果を元に各セルにおける水理（水深・流速・底質・カバー（隠れ場所））を算出した。セル分割には横断線を水深0.5mごとに区切り、その点を基点として横断線から垂直に線を引いてセルの境界とした。タグロケーションマップから各セルにおける生息魚種・個体数を出し、各セルの水理状況と合わせて魚種ごとの生息場適正基準(HSC)を作成した。適正基準作成方法には、測定された魚種毎の環境の選好度合いに対して補正を行い、環境要因の供給割合（面積）が同一の状況を想定した場合の選好度合いを評価する第3種適正基準(HSC3)を採用した。HSCの作成にあたってはまず魚種毎にそれぞれの水理条件（水深・流速・底質・カバー（隠れ場所））ごとに生息する魚類個体数の頻度分布を出した。水理条件のうち水深と流速については%分布を参照して、中央50%以上の階級をSI=1に、中央95%の階級をSI=0.5に、それ以外をSI=0とし、底質とカバーについては%の大きい順に足して50%以上の階級をSI=1に、足しても5%にならない階級をSI=0に、それ以外をSI=0.5に設定した。以上述べた適正基準の計算には豊橋技術科学大学作成の魚類生息場適正基準作成用エクセルワークシート「PH_Study」プログラムを用いた。



調査結果

1. 河川の形状図とタグロケーションマップ

調査方法（１）～（３）において作成した調査区間の河川形状図を図２に示す。図２には調査方法（６）で設定した横断線と調査方法（４）の潜水調査において投入したタグの位置も記録してある。

現場は川幅 10～20m 程度の Bb 型の河川形態を成し、上流側の川幅の狭い早瀬と下流側の川幅の広い緩やかな流れの部分からなる。河底は主にレキで形成されている。河岸は左岸側はコンクリート・蛇籠・土・草の急傾斜の護岸であり、右岸側は砂礫のなだらかな河原となっている（図３参照）。水深は左岸側が深くなっており最深 1.4m あった。また、横断線 No. 2～No. 4 における河川断面図を図４に示す。

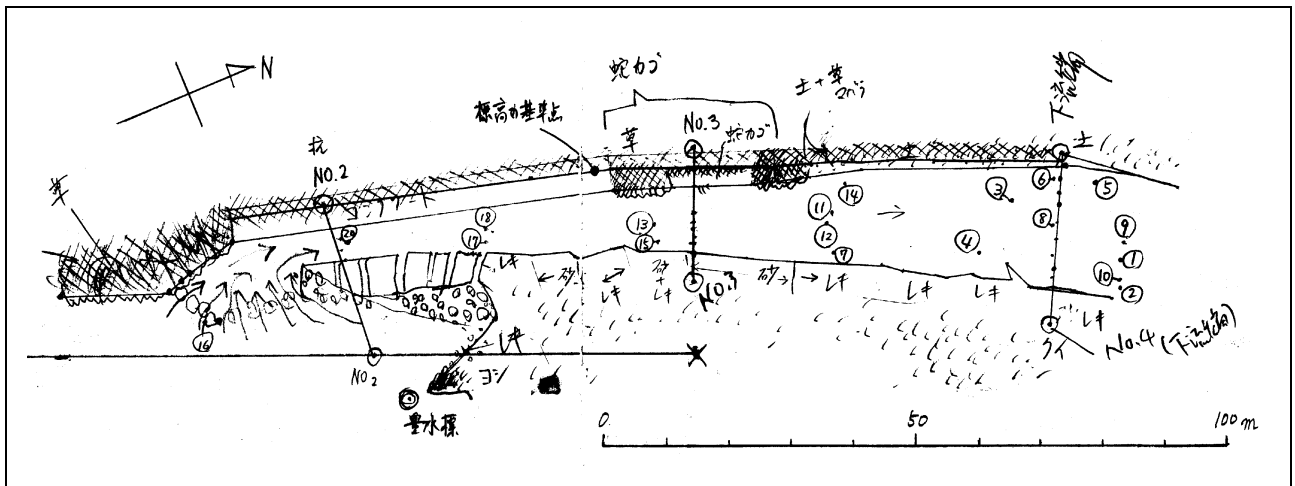


図２ 調査区間の河川形状図（タグロケーションマップ） No. 2～No. 4：横断線 ①～⑱：潜水調査時のタグ



図３ 調査区間の写真

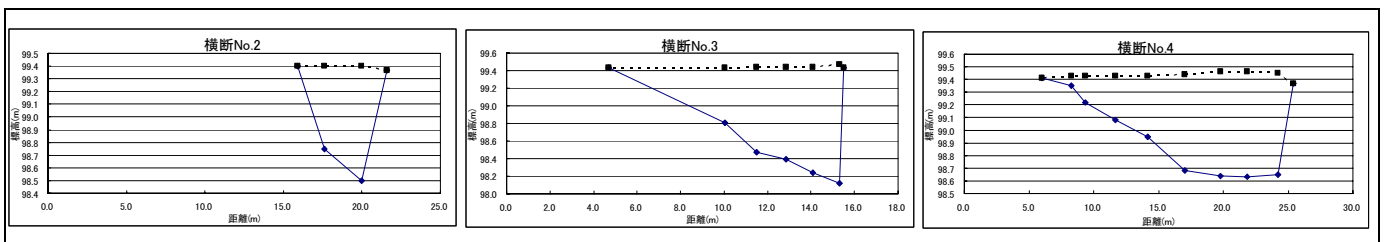


図４ 横断線 No. 2～No. 4 における河川断面の形状（点線：水面、実線：河底）

横断面図を元に水深0.5mごとに横断線上に境界を設定し、河川をセルに分割した図を図5に示す。図中のa1~a3, b1~b3, c1~c3が分割したセルである。

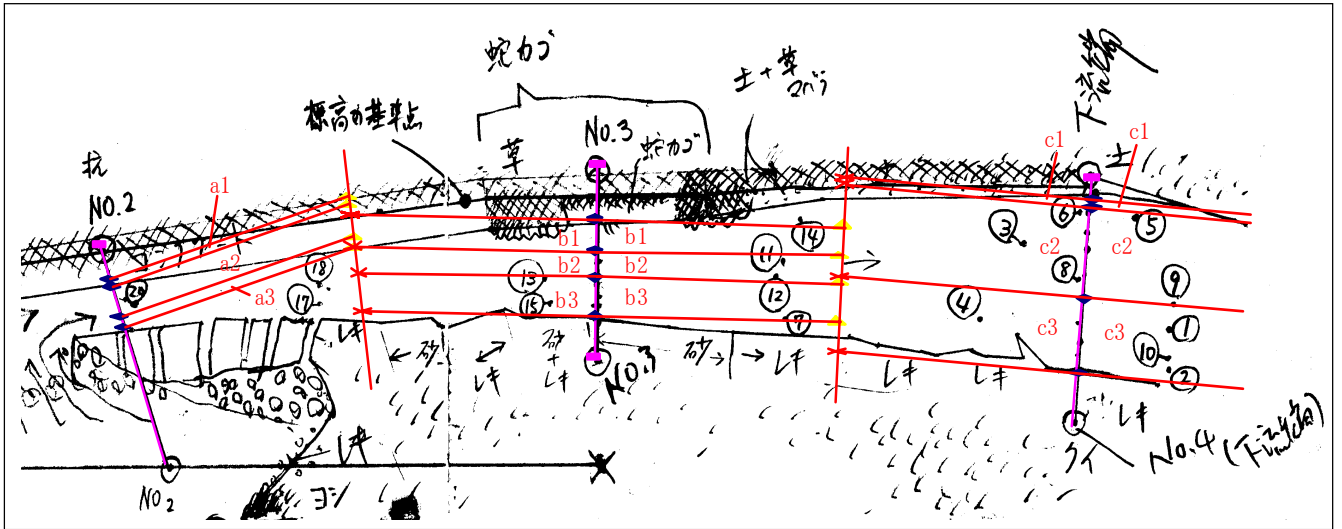


図5 セルで分割したタグロケーションマップ

2. 観察された魚種・生息数

調査において観察された魚種一覧を表1に示す。調査区間では8種の魚種が観察された。多く観察されたのはオイカワ、カワムツ、ムギツク、ヨシノボリの4種であった。

表1 魚種と各セルにおいて観察された個体数

魚類	魚種	アユ	ウグイ	オイカワ	カマツカ	カワムツ	コイ	ムギツク	ヨシノボリ
	尾数	2	1	93	1	93	1	18	63
	平均体長	20.0	20.0	3.9	3.0	3.9	30.0	8.6	4.6
	標準偏差	0.0	-	2.9	-	2.9	-	2.3	1.5
セル	a1								
	a2								1
	a3			15				3	10
	b1	1				6	1	3	
	b2			15			20		18
	b3			55	1	35			15
	c1								
	c2	1	1	5		32		12	7
c3			3					12	

3. 水理条件による魚種の個体数頻度分布と第3種適正基準 (HSC3)

魚類生息調査で観察された魚種のうち個体数の多かったオイカワ、カワムツ、ムギツク、ヨシノボリについて生息場適正基準を作成した。

観察された結果から魚種毎の各水理条件における個体数の%分布を出し、調査方法(7)で述べた方法によって得た第3種適正基準(HSC3)を作成した結果を図6に示した。HSC3の値は0、0.5、1の3段階で示し、値が1に近いほどその魚種がその水理条件を選択的に好んで生息していることを示す。結果から、オイカワは水深0.76~1.0m、流速0.65m/sec以下の部分を好み、カワムツは水深0.76~1.0m、流速0.02m/sec以下の緩やか

な流れの部分、またムギツクは水深0.5～0.75m、流速0.65m/sec以下の浅い部分を好み、ヨシノボリは水深0.5～1.0m、流速0.65m/sec以下の部分を好むという結果になった。なお、底質については全て礫（サイズ6～12cm）であったため、%分布・HSC共に礫での値のみが示されている。同様にカバーについても、今回の調査区間ではほとんどカバーとなる巨石や水中植生がなかったため、%分布・HSC共に全てカバーなしの値のみが示されている。

考察

今回の調査では現場調査を実施し手順に乗っ取って試験的に魚類生息適正基準の作成を行ったが、その結果はかなり精度が低いもので各魚種の生息場所についての経験的な実感と合致しない部分がある。その要因として現場でのデータの取得にあたって下記のような点が問題であったと考えられ、今後実際の調査において信頼性のある適正基準を作成するためには下記のような点に注意する必要がある。

まず今回の調査では1つのセル面積がかなり広く、同一セル内で水深や流速がかなり異なると思われるケースがかなりあった。生息場適正基準の算出にあたっては、各セル内の環境がほぼ同じであることを前提としており、そのようにセルを区切る必要がある。従って調査の最初に現場の河底や流況を見た上で、セルを区切る時の基点となる横断線の位置とその間隔についてよく考慮する必要がある。今回の調査で言えば横断線の間隔をより狭く取るのが適当であった。

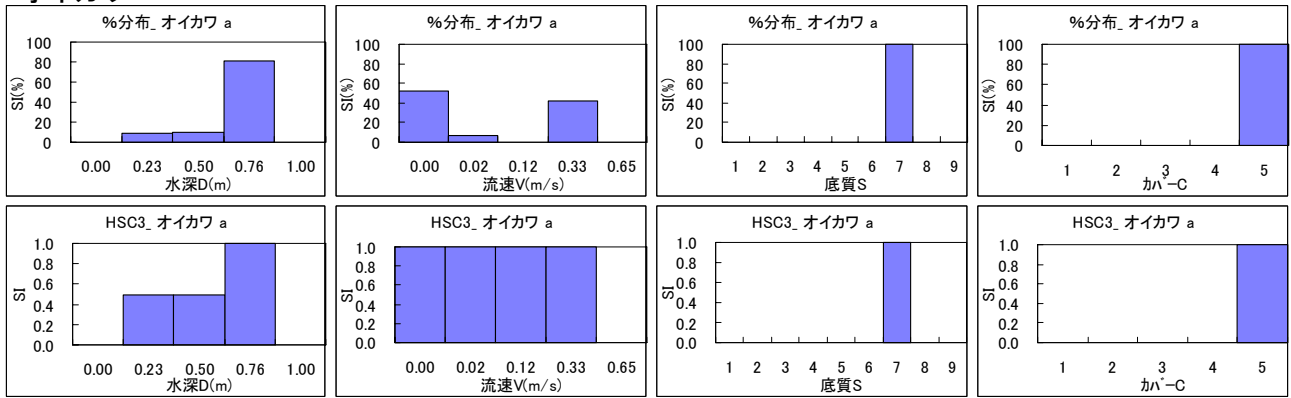
また、信頼できる魚種適正基準を作成するためには、出来る限りいろいろな環境における魚類の生息状況を記録する必要がある。今回の調査では魚類の生息調査にあたって底質やカバーの状況がほとんど同じで、これらの環境要因に対する評価ができなかった。また魚類観察では潜水調査にあたった人数が1名と労力的に過小であったため調査点（タグを落とした位置）が少なく、調査区間内の種々の河川環境や魚類生息状況を適正基準にきちんと反映できなかった可能性がある。実際の調査にあたってはできるだけ多様な河川環境を含むように調査区間を設定し、その調査区間内で細かく均一に調査点を設ける必要性が感じられた。

同様に様々な環境における魚類の生息状況を記録して適正基準に反映させるという意味で、最終的にある魚種の統一的な適正基準を作成するという段階では、できるだけ多くの河川・地点・時期における調査結果を総合して判断する必要があると考えられる。

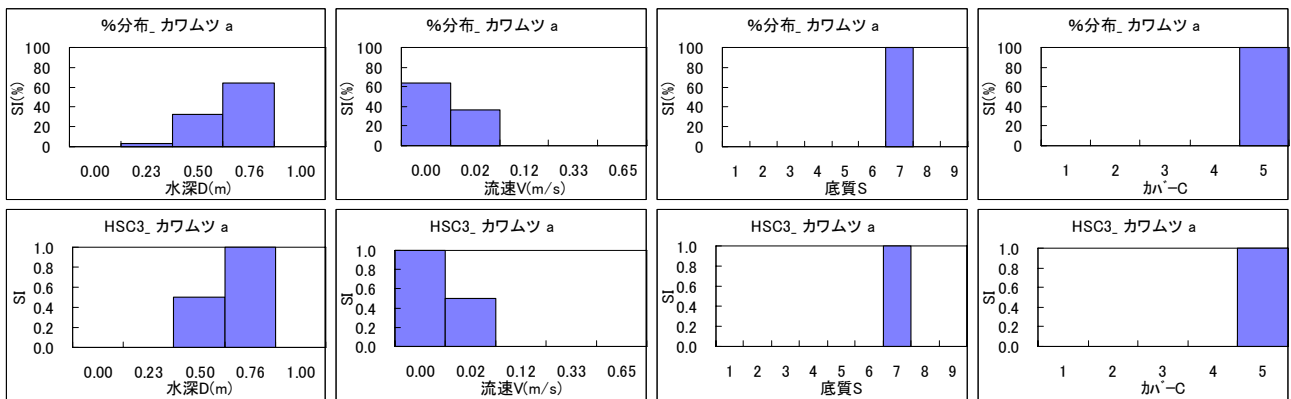
参考文献 IFIM 入門（アメリカ合衆国内務省／国立生物研究所原著、リバーフロント整備センター発行）
IFIM（正常流量増分法）をベースとした河川生態環境評価法に関する研究（中村俊六他、平成7、8年度科学研究費補助金研究成果報告書）
河川生態環境評価法（玉井信行他、東京大学出版会）

オイカワ

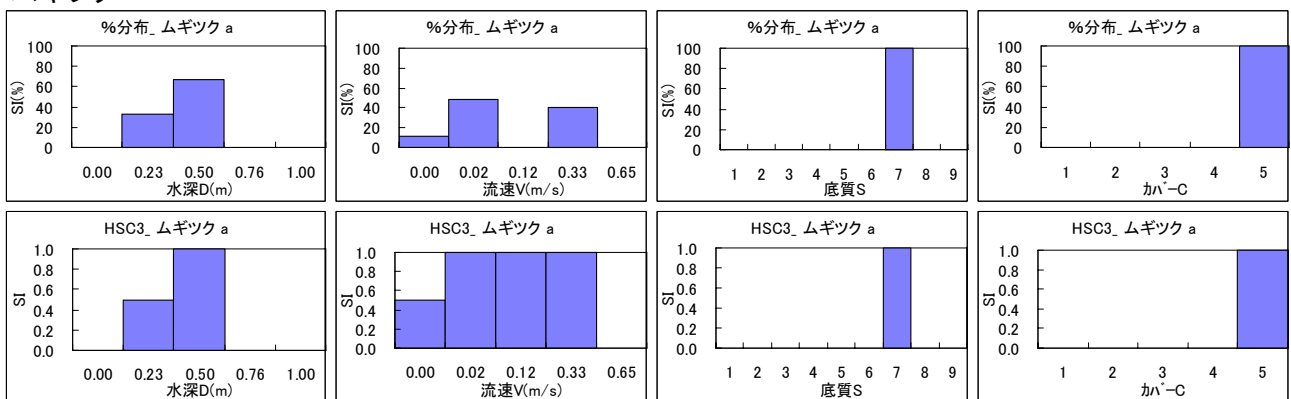
*底質 7 : 礫 (サイズ6~12cm) *カバー 5 : カバーなし



カワムツ



ムギツク



ヨシノボリ

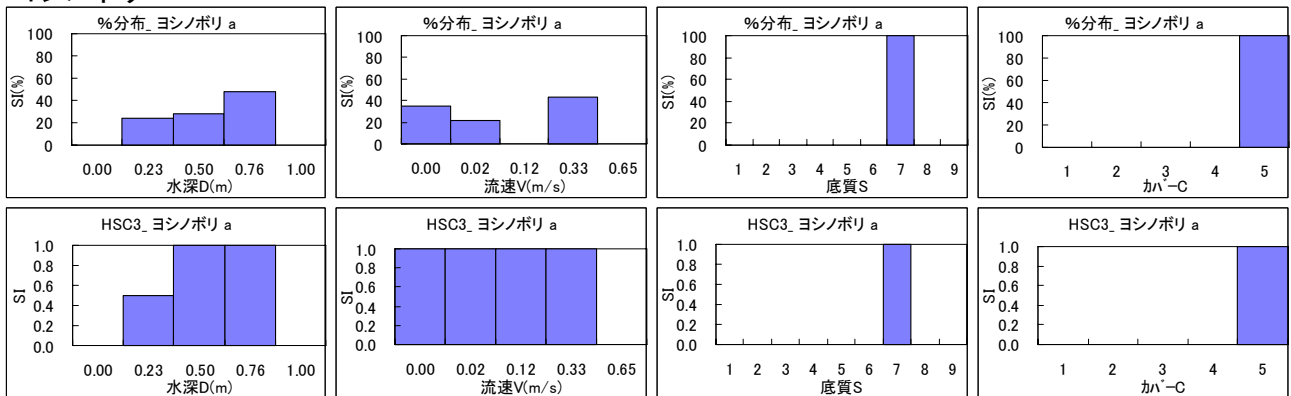


図6 魚種ごとの各水理条件における個体数頻度分布と第3種適正基準(HSC3)