

## 土木技術と自然環境の保全

### 4. 自然環境保全の実施例（復元技術の整理） 4.4 陸水（河川、湖沼）

中 村 俊 六（なかむら しゅんろく）

豊橋技術科学大学教授 工学部建設工学系

#### 4.4.1 経緯（背景）

近頃における河川改修工事の様変わりは一変激かつ広範であって、「多自然」、「近自然」、あるいは「環境」を冠することのない「従来型」の工事は肩身の狭い思いを余儀なくされているかに見える。また、この風潮はひとり河川にとどまらず湖沼やダムにも及んでいて、一口に「自然環境保全の実施例」と言われても、文字どおり枚挙のいとまがないものを一体どのように整理して紹介すればよいのか、頭を抱え込まざるをえない。

事例集を見れば、すでに、各分野ごとに、「山ほど」が過言でないほどにある<sup>1)~4)</sup>。一体いつから、どんな経緯でこんなことになってしまったのかをお知りになりたければ、例えば今は亡き関さんの名著<sup>5)</sup>をお読みいただくのも一法だし、筆者らの編著<sup>6)</sup>の最初の部分を立ち読みいただくだけでも良いかもしれない。

ともあれ、河川における環境元年とも言うべき1981年の河川審議会による勧告から、ついに「環境」を法の目的の一つに加えるに至った河川法の改正（1997年）までの最近の20年弱における河川行政の変遷を眺めることは、自然環境の保全を考慮すること無しに、今や何事もなしえないことを、改めて自覚していただく意味でも無駄ではないかもしれない。この間における環境関連の種々の動きは、幸い玉井<sup>7)</sup>らによって表—4.4.1のように年表化されている。

#### 4.4.2 基本的な考え方

##### (1) 魚がすめる川であるための必須条件<sup>8)</sup>

ここでは便宜的に、河川における自然環境を河川の生態系のそれに限定し、その生態環境を食物連鎖の上位に位置する魚類の生息環境に代表させることにしよう。そ

うしたうで、まずその環境を保全するために最小限必要な条件を考えよう。

それを考えるには、その逆、すなわち魚がすめなくなる条件を考えればよい。例えば、水のない川、毒の流れる川、増水時に避難場所のない川などがそうであり、必須条件はその裏返しとして、①流量の確保、②水質の確保、③避難場所の確保、④餌の確保、⑤天敵からの保護、⑥産卵場の確保、および⑦回遊路の確保、ということになる。

##### (2) 砂防溪流区域における自然環境の保全<sup>9)</sup>

我が国ではほとんどの溪流で何らかの砂防工事が行われているので、砂防と溪流環境とを切り離して考えることは現実的ではない。では、そもそも砂防とは何か？

砂防とは「土砂災害の防止」であり、土砂災害とは、主として雨水流出現象に伴って、①大量の土砂が「発生」し、②それが渓谷あるいは河道を「流下」する結果、③私たちの「生命・財産」が被害を受けることである、と定義できよう。この定義に従えば、①発生の抑止、②流下の抑止、または、③生命・財産の保護、のいずれか一つでも完全に達成できれば「砂防」の目的は果たされたことになる。

砂防ダム設置などの砂防工事は、溪流の生態環境に壊滅的な打撃を与え、溪流を駄目にする元凶というのが従来の通り相場であった。だが、上述の「自然環境の保全を考慮すること無しには何事もなしえない」という時代背景の中で、今や砂防も変わりつつある。溪流魚や水生昆虫や溪畔林などの環境保全をも目的に加えた砂防に真剣に取り組まざるを得なくなっているのである。

そのような砂防を仮に「溪流環境保全型砂防」と呼ぶことにすれば、その新しい概念としての砂防は、上記の保護すべき「生命・財産」に「溪流環境」、あるいは「生きとし生けるものすべての生命」を加えた砂防、という

表—4.4.1 河川工学における環境にかかわる主要な動きおよび事業<sup>7)</sup>

河川審議会	河川事業	ダム貯水池事業
1981年 河川環境の管理の原則	1969年 河川の浄化事業	1975年 ダム周辺環境整備事業
1983年 通達：河川環境に関する基本計画	1987年 ふるさと川づくりモデル事業	1987年 特定貯水池総合保全整備事業
1988年 通達：発電所からの維持流量放流	1987年 流水保全水路整備事業	1988年 ダム湖活用促進事業
1990年 通達：多自然型川づくり	1988年 桜づつみモデル事業	1989年 レクリエーション湖面整備事業
1990年 河川水辺の国勢調査	1989年 せせらぎふれあいモデル事業	1990年 レクリエーション多目的ダム事業
1991年 今後の河川工事に関する原則	1990年 レイクフロント整備事業	1993年 ダム水環境改善事業
1992年 一般河川における河川環境監視制度	1991年 魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業	1993年 ダム貯水池水質保全事業
1994年 通達：環境政策大綱	1993年 清流ルネサンス21	1994年 ダム湖活用環境整備事業
1995年 河川環境はいかにあるべきか	1993年 よみがえる水辺づくりモデル事業	
1996年 21世紀の社会を展望した今後の河川整備の基本的方向について	1994年 総合浄化対策特定河川事業	
1996年 社会経済の変化をふまえた今後の河川制度のあり方について		
1997年 河川法の改正		

## 講 座

ことができる。またその場合、溪流魚が生息し得る必須条件についても、上述の①～⑦の条件に加えて、⑧本来の溪流環境が持つ特殊性の確保、も考慮する必要がある。自然溪流の特殊性、例えば、増水時における大量の土砂や砂礫の移動、ステップ状に形成される淵と瀬、流れの伏流と湧水こそ、溪流魚が溪流魚たりえる特殊性の源と考えられるからである。

だがそうすると、少なくともV字状渓谷内の砂防ダムについては根本的に考え直さざるを得ない。なぜなら、V字状渓谷内での砂防ダムは一般に、①溪畔林に覆われたV字状渓谷を、U字状に開けた谷に変化させ、②河床勾配を著しく緩やかにし、③河床礫を細粒化し、④河床礫移動の機会や量を減らし、⑤水温を上昇させるので、上述の「溪流環境の特殊性」を少なくとも部分的に消失させるからである。

ここまで考えてくると、そもそもV字状の急勾配渓谷に砂防ダムを設置することの意味にまで言及せざるを得なくなる。砂防の教科書書物によれば、「急勾配の箇所では土砂調節効果が少ないので、支川との合流点や上流に比較的広い堆砂面が存在するところ<sup>10)</sup>」が適地であり、「ダムサイトの谷幅が狭く、上流部が開いて貯砂量が大きく、しかも溪床勾配の小さいところに<sup>11)</sup>」、つまり、天然の堆砂場所こそ、砂防ダムを設置するのが望ましいというのに、なぜこうも急勾配のV字状渓谷内に砂防ダムが多いのか？

詳しい考察はほかの適書<sup>12)</sup>に譲るとして結論を急げば、応急措置としてののみ意味を持つように思われる。不安定土砂の仮止めなのである。仮止めということになると、いわば画鋲で止めたようなものであり、日本は今や画鋲列島なのである。

なお、巨礫だけを止め、水だけを通す考えをより端的に具体化した透過式砂防ダムについても、それがV字状渓谷内につくられる限り同様な論法を展開できる。止められた巨石によって巨石ダムが完成すれば同じことであろう。

結局、まじめに「溪流環境保全型砂防」を目指すなら、V字状渓谷内の砂防ダムは、順次撤去していくしかない。別の受け皿をいかに確保し、どのようにして安全に撤去していくか、が緊急の課題である。筆者の愚案では、兩岸の袖を残して、天端の越流部を少しずつ下げていけば、最終的には袖部だけがV字状に残り、強化されたV字谷が出現するということになるが、いずれにしろ、自然の堆砂域を主とする受け皿の強化(図—4.4.1)が先決である。

### (3) 自然環境保全流量と水質の問題

先述の魚がすめる川であるための必須条件の中で、流量はほかの条件と何らかの関係を持つ重要な要素である。確保すべき流量を仮に「自然環境保全流量」と呼ぶことにすれば、その概念はおおむね欧米で「インストリーム・フロー instream flow: IF」、イギリスでは「River Flow Objective: RFO」と呼ばれるものに相当する。我が国の「正常流量」あるいは「維持流量」に近いが、流

量の変動までをその概念中に含む点が異なっている。

いずれにしろ、どのような流量(および、その変動分)をもって良しとするかは極めて難しい問題であり、詳細な議論は別の機会に譲るしかないが、我が国の正常流量や、発電用ダムに課せられた「義務放流量」については、あとで簡単に現状を紹介する。

水質(水温も含めて)もまた、河川生態系の保全上きわめて重要な

要素である。水質浄化の基本は「発生源での処理」である。湖沼や河道内での自浄作用を強化する策が少なからざる川や湖沼で施されているが、それに寄りかかるようでは邪道と言わざるを得ない。地球環境の危機とは、「環境への負荷の過大な増加」とほとんど同義語と考えられ、陸水環境として例外ではない以上、負荷の軽減こそ基本である。

### (4) 産卵場と回遊路

いかなる川魚も何らかの回遊を行う。ときには索餌が目的であったり、増水後における元いた場所への復帰のためであったりするかもしれないが、より良い生息場を求めての移動の自由を保証しておくことは、良い生息場が減少しつつある現状では、単に上述した必須条件を満足させること以上に、積極的な意味を持つ。

それにしても、必須条件としての産卵場への回遊路確保と、良好な産卵場の確保とは種の保全をかけた、まさに必須で切実な問題である。だが幸い、両者ともに人為的補助が可能であり、陸水ネットワークでの自然環境保全をうたうのであれば真っ先に実施すべき事項と言えよう。

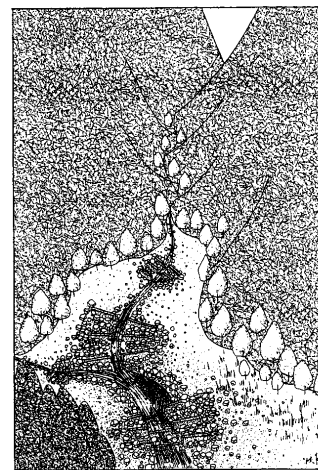
### (5) 避難場所と餌の確保、そして天敵からの保護

冒頭に述べた「多自然」、「近自然」、あるいは「環境」を冠する近頃の工事が、主として治水のための改修によって人工化された河川の自然環境保全あるいは回復を目指すのであれば、少なくとも魚類生息環境に関しては、生息必須条件としての避難場所と餌の確保、そして天敵からの保護に重点を置くべきだと考えられる。だが実際にはどうであろうか？ そろそろ事例を見てみよう。

## 4.4.3 対策の内容

### (1) 多自然型川づくり

本原稿の執筆を機にいわゆる多自然型川づくりの事例についての資料収集を試みた。すなわち、①雑誌「FRONT」1995年4月号～1998年2月号に連載された島谷幸宏氏(建設省土木研究所)の「多自然型川づくり」



図—4.4.1 天然の堆砂域における「人工岩盤挿入法」による受皿の強化<sup>13)</sup>(イメージ画：清川美奈)

シリーズの内容を整理してデータ化するとともに、②全国47都道府県に対して、それぞれの県での「ベスト3」と思われる事例についての資料送付を依頼した。

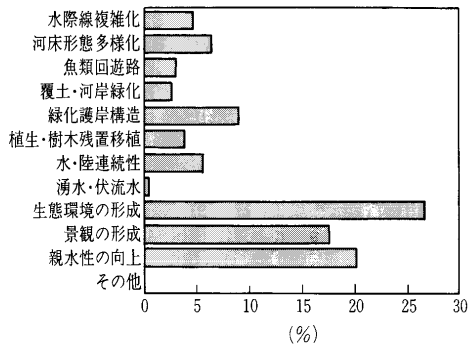
上記の②については30都道府県から資料をお送りいただき、結局、①から34事例、②により87事例、計121事例のデータを収集できた。平成8年度の実施状況調査によれば全国での実施箇所数は2000箇所を越す<sup>14)</sup>とのことであるから、全事例の6%弱の事例データを集めたことになる。事例全体数に占める割合は小さいが、「ベスト」に近い精鋭事例ではある。

まず、それらの事例工事の「目的」を見てみると図—4.4.2、また「工種」を見ると図—4.4.3のようである。

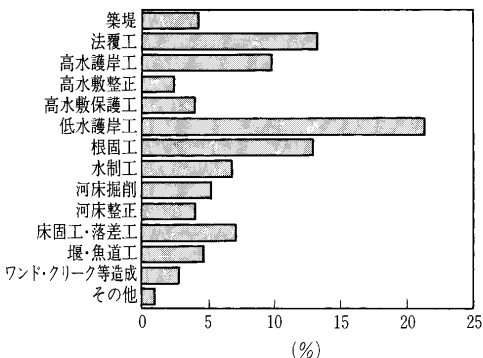
これらの図からうかがわれるように、景観の形成や親水性の向上を目的とするものも少なくはないが、大半は自然環境の改善を目的として、低水護岸工や根固工など、平水時に水が流れている、いわゆる低水流路に多自然化の工夫を凝らしているものが多いようである。

つぎに、その工夫の具体的な内容の主体をなす工法を見ると、護岸に関して、柳枝工（りゅうしこう）、竹柵工、板柵工、石張工など、また、護岸の根固部に関して、そだ単床、捨て石工、蛇かご工、土木沈床、木枠石詰めなど、それぞれいわゆる「伝統工法」の復活が多く見られる。この点は増田・池内<sup>14)</sup>による2000近い事例の追跡調査データ集計結果を見ても同様である。

要するにコンクリートをできるだけ使わず、木や石など自然の素材を多用しているわけであって、上述の増田・池内<sup>14)</sup>によるコンクリート使用の有無での実施延長分類表を引用すれば表—4.4.2のようである。



図—4.4.2 多自然型川づくりの目的／目標 (121事例についての分類)



図—4.4.3 多自然型川づくりの主たる工種 (121事例についての分類)

一方、筆者らが収集した121事例を概観すると、ごくおおざっぱな分類として、①横断面形自体は従来のいわゆる「標準断面」であって、主として護岸に多自然の工夫を凝らしたもの（仮にAタイプと名付けよう）と、②低水路を屈曲させ、少なくとも平水時の流れを、できるだけ自然の川のそれに近づけようと努力しているもの（Bタイプ）に2分できるように思われる（写真—4.4.1と4.4.2）。前者は比較的川幅の広い、例えば、一級河川のいわゆる直轄区間や二級河川の中・下流部に多く、後者は一、二級河川の支川など小規模な川にはほぼ限定されている。後者は増水時に損傷を受ける可能性が高いが、少なくとも見た目には、また局所的には、前者よりも自然度が高い。

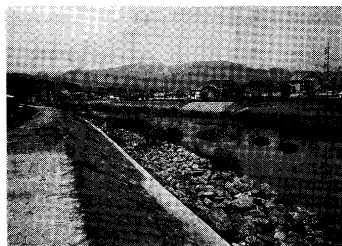
いずれにしても魚にとっては、多くは隠れ場所や避難場所を提供する役割を果たしているものが多いが、カバー（隠れ場所や避難場所を提供する物体）の規模に応じて住み着く魚類の大きさも違ってくるものと思われる。

#### (2) 漁業組合による生息場改善

多分世界に類例を見ないシステムとしての漁業組合の存在と、それが河川における魚類生息環境保全に果たしてきた役割は大きい。内水面漁業はいわゆる第5種漁業権に基づいていて、漁業権の付与と引き替えに増殖義務が課せられている。それゆえ、例えばアユ稚魚（種苗）などの放流は当然であるが、そのほかにも、浅く平たくなってしまった河床の中に、細いが深い溝をつけて流れを集中させたり、産卵期には河床の砂利を洗って（「河床耕運」という）、産卵場を整備するなどのことが広く行われている<sup>15)</sup>。増水に見舞われればひとたまりもない、いっときをかせぐ仮設工事ではあるが、その川や魚の特性を良くわきまえた工夫であるだけに、多自然型川づくり

表—4.4.2 コンクリート使用の有無による分類と各実施延長<sup>14)</sup>

川づくりの区分	素材・工法タイプ	実施延長 (km)	割合 (%)
コンクリートを使わない川	A. 植生による川	25.0	10.3
	B. コンクリートを使わない川 (石、木材の利用等)	67.6	28.0
コンクリートをやむを得ず使う川	C. コンクリートの見えない川 (コンクリートの覆土等)	61.8	25.5
	D. コンクリートの見える川	87.5	36.2
計		241.9	100.0



写真—4.4.1 Aタイプ（従来の横断面形のままで、主として護岸を工夫）の典型例



写真—4.4.2 Bタイプ（低水路を屈曲させたもの）の典型例

## 講 座

がもっと見習って良いものも少なくないように思われる。

## (3) ダム貯水池下流の水質問題とその対策

大規模ダム貯水池ができたときに生じる水質問題の代表的なものは、①冷水問題、②濁水の長期化、および③富栄養化の三つと言って良いだろう。冷水問題は表層取水設備の、濁水の長期化は選択取水設備の、それぞれ導入によって、一応沈静化しているかに見えるが不十分である川も少なくない。富栄養化問題については、気泡発生器、噴水そのほかを湖中に設置して池水の循環や曝気をうながしたり、原因となるプランクトンを早期に排出したりする対策が行われているが<sup>16)</sup>、いずれも決定打にはなり得ていないように思われる。あまたの水質問題と同じく、流入栄養塩の源をたつことが先決なのかも知れない。

## (4) 正常流量と義務放流量

衆知のように、我が国では「流水の正常な機能を維持するために必要な流量」としての「正常流量」というものが定められており、これは「舟運、漁業、景観、塩害防止、動植物の保存、そのほかを総合的に考慮し、渇水時においても維持すべきであるとして定められた「維持流量」と、それが定められた地点より下流における「水利流量」の双方を満足する流量」として定義される。それが定められた地点としての「基準地点」で管理する方式である。実際にどの程度の流量が設定されているかを見れば表—4.4.3のようである<sup>17)</sup>。下流での取水量が大きいためかなり大きな値が設定されている川もあるが、おおむね低水流量と渇水流量との中間に位置する値が多い、と言えよう。

一方、発電用のダムの下流に生じるいわゆる減水区間の解消をはかるべく、新規のダムや水利権更新を迎えた発電用ダムを対象として「少なくとも集水面積100 km<sup>2</sup>あたり0.1~0.3 m<sup>3</sup>/s」の「義務放流量」が、1988年から課せられるようになった(表—4.4.1の年表参照)。(基準地)点でのコントロールに加えて線的コントロールも行われるようになったわけであるが、上記の流量目安値は必要最小限なものとしても必ずしも満足できるものではない。ところによっては渇水流量の1割にも満たない場合があり、河床礫が粗粒化したダム直下流では文字どおり雀の涙である場合もあり得る。

だが、では更にどれほどの流量が必要なのか？ そしてそれはなぜ？ 仮にその半分ならば、なにが起ころのか？ と問われたときの解答を用意することなく、これ以上の改善を望んだとて無理であるようにも思われる。自然生態環境保全上必要な流量についての理論武装が急務なのである。

## 4.4.4 今後の課題

## (1) 評価法を開発し充実をはかること

多くの多自然型川づくりが、少なからず生態系保全あるいは少なくとも魚類生息環境保全を念頭に置いていることは既述したが、その設計にあたって、盛り込む工夫が具体的にどのような効果をもたらすかをあらかじめ予測計算した上で実施している事例は皆無に等しい。事前・事後の生物調査についても、筆者らの「多自然型ベスト3調査」では、事前・事後調査が行われたもの14%、事後調査のみですら23%、というのが実状である。いかなる設計も、本来は結果に対する何らかの計算に基づいて行われるものであるとすれば、多自然型川づくりは目下のところ「設計」の名に値しないのである。

筆者らの調査では、資料の収集のほか、典型的な現場を捜して現地調査と評価を試みた。正常流量(Instream Flow)の検討用にアメリカで開発されたIFIM(Instream Flow Incremental Methodology: 正常流量の漸増的検討手法)の中で、マイクロ生息場の評価あるいはシミュレーションを受け持つPHABSIM(Physical Habitat Simulation System)を応用した調査なので、筆者らはPHABスタディーと呼んでいる。

① まず、生息魚類の生息場適性基準(Habitat Suitability Criteria: HSC)を準備する。これは生息場の物理特性を規定する指標: 水深、流速、河床材料、あるいはカバー(避難・隠れ場所提供物)についての選好性や生息場適性を、それぞれの指標のそれぞれの値ごとに(例えば水深0~20 cm, 20~50 cm, などに対して)、0から1点までの点数を付けるための曲線(適性曲線とも呼ばれる)である。文献や専門家の意見に基づいて作成したものを第1種適性基準(HSC 1)、調査時の尾数分布(頻度分布)から直接的に作成したものを第2種適性基準(HSC 2)、調査対象区間内における各物理特性の分布状況を考慮して、HSC 2にバイアス補正を施したものを第3種適性基準(HSC 3)という。このHSCが魚類ごとに、あるいは成長段階ごとに必要なの

表—4.4.3 一級水系の正常流量(「河川便覧」1996から作成)

河川名	基準地点	基準地点の 流域面積 CA(km <sup>2</sup> )	灌漑期		非灌漑期		CA100平方		基準点での豊・平・低・渇流量(m <sup>3</sup> /s)	
			正常流量 IF(m <sup>3</sup> /s)	正常流量 キロあたり	正常流量 IF(m <sup>3</sup> /s)	正常流量 キロあたり	Q_95	Q_185	Q_275	Q_355
天塩川	美深橋	2899.0	20.00	0.69	20.00	0.69	158.59	86.39	51.28	31.94
尻別川	名駒	1402.2	21.00	1.50	21.00	1.50	69.96	38.38	28.17	22.23
沙流川	平取	1253.0	11.00	0.88	11.00	0.88	53.59	24.01	15.03	6.70
留萌川	大和田	234.1	1.90	0.81	1.90	0.81	7.48	3.75	2.10	0.52
最上川	高屋	6270.9	60.00	0.96	60.00	0.96	-	-	-	-
雄物川	樽川	4034.9	80.00	1.98	-	-	217.71	149.68	108.29	67.40
馬淵川	剣吉	1751.1	16.00	0.91	16.00	0.91	38.42	27.16	21.25	14.08
利根川	栗橋	8601.2	140.00	1.63	140.00	1.63	158.56	112.45	89.29	74.17
那珂川	野口	2181.0	31.00	1.42	23.00	1.05	64.04	42.80	34.28	13.28
天竜川	鹿島	4880.0	86.00	1.76	-	-	127.10	96.50	80.07	40.63
豊川	石田	545.0	13.00	2.39	-	-	11.20	8.13	6.48	4.24
矢作川	岩津	1355.9	7.00	0.52	-	-	19.06	12.26	4.74	2.39
淀川	枚方	7281.0	140.00	1.92	120.00	1.65	178.06	124.87	104.94	75.30
円山川	府市場	837.0	6.00	0.72	-	-	-	-	-	-
揖保川	竜野	607.0	10.00	1.65	8.00	1.32	-	-	-	-
旭川	牧山	1586.6	26.00	1.64	13.00	0.82	38.54	23.12	18.38	7.44
日野川	車尾	842.0	-	-	6.00	0.71	30.76	13.45	5.06	0.96
肱川	大洲	984.0	6.00	0.61	5.00	0.51	17.16	9.41	7.47	4.68
遠賀川	日の出橋	695.0	10.00	1.44	-	-	13.56	9.25	3.94	1.50
六角川	妙見橋	95.0	0.41	0.43	0.41	0.43	1.38	0.85	0.39	0.03

注) Q\_95 (Q\_185, Q\_275, Q\_355): 1年を通じて95日はこれを下回らない日流量で、一般にこれは「豊水流量」と呼ばれる(同様に、185日はこれを下回らない日流量を「平水流量」、275日については「低水流量」、355日については「渇水流量」とそれぞれ呼称される)。

であるが、実際上まだ整備されていないので、調査結果からつくることになる。ただし、対象とする多自然型区間の調査ではなく、近くの未改修区や従来型改修区（要するに「対照区」）の調査結果からつくる。

② そのHSCの適用妥当性をチェックする。チェック方法は幾つかあるが詳しく述べる紙数がない。妥当性に疑問がある場合にはHSCに修正を加えたりすることになる。

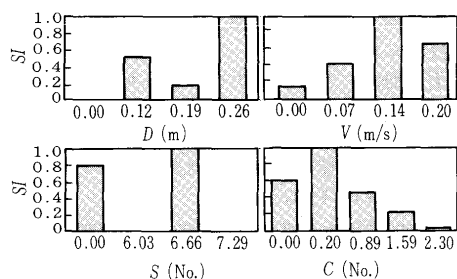
③ 対象とする多自然型工区の平板測量、河床地形測量、水深・流速などの水理量調査、そして魚類生息状況調査などを実施して、対象河道を適当にメッシュ分割（分割された単位を「セル」と呼ぶ）する。

④ HSCを各指標値に適用して適性値（Suitable Index: SI）を求め、複合適性値（Composite Suitability: CSI）を計算する。CSI=(SI<sub>d</sub>)(SI<sub>v</sub>)(SI<sub>s</sub>)(SI<sub>c</sub>)（ここに、SI<sub>d</sub>, SI<sub>v</sub>などは水深（depth）、流速（velocity）、底質（substrate；岩盤、巨礫、中礫、小礫、砂利、砂など、主な河床構成材料）、およびカバー（cover；巨石、水中植生、オーバーハングなど、カバーの種類）に関する適性値である。ただし、これらのすべてを掛け合わせるとは限らず、なにを掛け合わせるかは魚種や成長段階によって異なり、なにが決定的に重要かによる）である。

⑤ 各セルごとに得られたCSIにセルの水面積を掛けて足しあわせるとWUA（Weighted Usable Area：重み付き利用可能面積、もう少し砕いて言えば、有効生息場面積）を得る。このWUAを、総面積で割って単位面積あたりの値にして、対照区のそれと比較すれば、対象魚の生息場としての良否が比較・評価できる、というのが、筆者らのPHABスタディーのかいつまんだストーリーである。

岡山県の小さな川で行われた多自然型改修区でオイカワの稚魚について実施した例をとりあげ、HSCを図—4.4.4に、CSI計算表を表—4.4.4に、セルの適性ランクと実際に観察された尾数の各分布図を図—4.4.5にそれぞれ示す<sup>18)</sup>。

まず図—4.4.5を見ていただくと、「生息可能ランク（\*\*\*）」の分布と生息尾数の分布パターンとが良く一



図—4.4.4 対照区（従来型改修区）のオイカワ稚魚についての第3種適性基準（HSC3）

準バイナリー表現をしている。例えば、左上のD（水深）に関する図では0～0.12ではSI=0、Dが0.12～0.19の範囲ならSI=0.55である。また、S（底質）や、C（カバー）については、それぞれの種類ごとに数値を与え、各種類がセル内に占める割合によって数値化している。

CSI(DVSC) of using HSC3 対照区			オイカワ juvenile	at	岡山県/惣分川/下流/多自然 1998/Aug/19(Wed)		
a	b	c	d	e	f		
1	***				***		
2	***	***					
3	***		***		***	***	
4	***	***	***	***	***	***	
5	***	***	***	***	***	***	
6	***	***		***	***		
7	***	***	***		***		
8	***	***			***		

Number	of	オイカワ juvenile	at	岡山県/惣分川/下流/多自然 1998/Aug/19(Wed)		
	a	b	c	d	e	f
1						
2		25		50		30
3			64			
4	30		10	12	20	
5	50		10			
6			20	25		
7		20	40			
8						

図—4.4.5 ランク分布図（上）と生息尾数分布図

上下各図とも、セルマトリクスの上部に必要最小限の情報が付してある。例えば、ランク分布図について言えば、「岡山県惣分川下流の多自然型改修区間において、1998年8月19日（水）に行った調査結果に対して、対照区におけるオイカワ稚魚（juvenile）についての第3種適性基準（HSC3）を用いて、水深（D）、流速（V）、底質（S）およびカバー（C）の各適性をすべて掛け合わせて得られた複合適性値（CSI）のランク（\*\*\*：生息可能、無印：生息不適）」を示した図である、ことを意味している。

表—4.4.4 多自然区の各セルに、対照区のHSC3を適用して得たCSI値とWUA

対象魚＝オイカワ稚魚		HSC＝対照区で作成したHSC3						CSI	A*CSI	ランク
Cell No.	A(m <sup>2</sup> )	SI(D)	SI(V)	SI(S)	SI(C)	CSI	A*CSI			
a1	2.65	0.52	0.42	0.82	0.22	0.04	0.11	***		
a2	4.32	0.18	0.42	0.82	0.22	0.01	0.06	***		
a3	4.44	0.18	1.00	0.82	0.47	0.07	0.30	***		
a4	1.64	1.00	0.42	0.82	1.00	0.34	0.56	***		
a5	2.45	0.18	1.00	0.82	0.61	0.09	0.21	***		
a6	2.27	1.00	0.42	0.82	0.61	0.21	0.48	***		
a7	4.29	0.18	0.42	0.82	0.47	0.03	0.12	***		
a8	3.53	0.18	0.42	0.82	0.22	0.01	0.05	***		
b1	2.18	0.00	0.14	0.82	0.22	0.00	0.00			
b2	1.61	0.52	0.42	0.82	0.22	0.04	0.06	***		
b3	4.88	0.52	1.00	0.00	0.47	0.00	0.00			
b4	4.20	0.52	0.65	0.82	1.00	0.28	1.16	***		
b5	2.61	0.52	0.65	0.82	1.00	0.28	0.72	***		
b6	2.76	0.18	1.00	0.82	1.00	0.14	0.39	***		
b7	4.23	0.52	0.42	0.82	0.47	0.08	0.35	***		
b8	6.28	0.52	0.42	0.82	0.22	0.04	0.25	***		
c1	6.97	0.00	1.00	1.00	0.22	0.00	0.00			
c2	5.12	0.00	0.42	1.00	0.22	0.00	0.00			
c3	5.84	0.52	1.00	1.00	0.22	0.12	0.68	***		
c4	9.56	0.52	1.00	1.00	0.47	0.24	2.34	***		
c5	5.01	0.52	0.65	1.00	0.47	0.16	0.79	***		
c6	4.05	0.52	0.65	0.00	0.47	0.00	0.00			
c7	4.54	0.52	0.42	1.00	0.22	0.05	0.22	***		
c8	5.66	0.00	0.14	0.00	0.22	0.00	0.00			
d1	3.17	0.00	1.00	1.00	0.22	0.00	0.00			
d2	4.45	0.00	0.65	1.00	0.22	0.00	0.00			
d3	4.77	0.52	0.65	1.00	0.47	0.16	0.75	***		
d4	3.88	0.52	1.00	1.00	0.47	0.24	0.95	***		
d5	3.22	0.18	0.42	1.00	1.00	0.07	0.24	***		
d6	3.44	0.18	1.00	1.00	0.47	0.08	0.28	***		
d7	4.70	0.52	0.42	1.00	0.22	0.05	0.23	***		
d8	3.25	0.52	0.14	1.00	0.04	0.00	0.01	***		
e1	2.46	0.00	1.00	0.82	0.47	0.00	0.00			
e2	2.14	0.00	0.65	0.00	0.47	0.00	0.00			
e3	2.15	0.00	0.65	1.00	1.00	0.00	0.00			
e4	3.29	0.52	1.00	1.00	1.00	0.52	1.72	***		
e5	2.00	0.52	0.42	1.00	0.61	0.13	0.27	***		
e6	2.26	0.52	0.42	1.00	0.61	0.13	0.30	***		
e7	1.65	0.00	0.14	1.00	0.47	0.00	0.00			
e8	3.53	0.00	0.14	1.00	0.22	0.00	0.00			
f1	3.02	0.52	1.00	1.00	0.47	0.24	0.74	***		
f2	5.34	0.18	0.65	0.00	1.00	0.00	0.00			
f3	3.67	0.18	0.65	1.00	0.61	0.07	0.25	***		
f4	4.45	0.52	0.65	1.00	0.61	0.21	0.92	***		
f5	4.54	0.52	0.65	1.00	0.61	0.21	0.94	***		
f6	3.92	0.00	1.00	1.00	0.61	0.00	0.00			
f7	3.11	0.00	0.42	0.00	0.47	0.00	0.00			
f8	3.03	0.00	0.14	1.00	0.22	0.00	0.00			
total=		182.43 (m <sup>2</sup> )		total (=WUA)=		16.46 (m <sup>2</sup> )				

## 講 座

致している。こうした一致状況のチェックが上述の妥当性チェックである（表—4.4.4に示したように、この場合、すべての適性値が1、したがってCSIが1のセルを「最適セル」としたが、ここにはそうした最適値はないという結果になっている）。また、単位面積あたりのWUAを計算した結果は、対照区が0.16であるのに対して多自然区は0.09であった。このことから、オイカワ稚魚の生息地としては対照区の方が優れていると判断された。

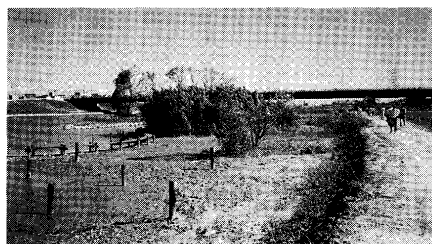
この方法で注目してほしいのは、その応用性の広さである。例えば、HSCを片手に表—4.4.4を仔細に検討することによって、各セルの適性値がなぜ低いかを知ることができる。せめて岸沿いにもう少し深くして良好な水生植物（カバー）を繁茂させれば、少なくともオイカワ稚魚にとってはかなりの改善が行い得ると判断される。また、こうした調査や計算を改修前に行えば、多自然型の設計によってどのような効果を期待できるかが定量的に把握できる。さらには設計自体の試行錯誤とそれに対応するPHAB計算を経て、より良い設計が可能となろう。

## (2) 住民参加による多様化、高度化、そして、良好なアフターケアをはかること

冒頭で述べた「河川法の改正」には「住民参加」もうたわれている。今や「みんなの川」の時代であると言って良いだろう。筆者の近くにも、1級河川の一角に、計画段階から各種の市民グループや団体や一般人が参加して「ビオトープ」づくりを実施し<sup>19),20)</sup>、成功をおさめつつある事例が出てきている（写真—4.4.3）。

ひとくちに「住民参加」と言っても、中身は多様である。漁業組合が培ってきた技術の導入もその中に含まれる。バードウォッチングや釣りを楽しむグループの知識や意見を積極的に取り込む必要もある。嫌々ながら石をひっくり返して水質調査をやらされている多くの小・中学生にも、ご意見を拝聴する価値があろう。それよりも何よりも、いつも出勤や散歩がてらにその川に出向く機会の多い、そしてもし洪水になれば真っ先に被害を被ることになるに違いないご近所のおじさん・おばさん連中の喧噪を辛抱する必要もある。尋常一筋縄ではいかないことは確かなのである。

第一、計画の具体的イメージを一体どうやって的確に同一化するのか？ 素人にはちんぷんかんぷんの図面類や、訳の分からぬ専門用語で煙に巻いてよしとするわけにはいかず、その意味では一億総河川工学者になってもらうしかない。誰にでもわかる河川工学、誰でもほぼ同



写真—4.4.3 庄内川（愛知県）のビオトープ試験地  
（写真提供：中日本建設コンサルタント）

一イメージを抱き得る計画像の提示、誰もが納得するメリットやリスク解析—全く新しいツール（道具）—例えば立体模型など—の登場が期待されるが、多くの場数を積み上げていく中で開発・充実ははかっていくしかないだろう。

それでも困難に見合うだけの十分なものがある。一つだけしかあげる紙数がないなら、例えばアフターケアの充実をあげて良いだろう。みんなで考え、みんなで納得づくでした改修や「創造」であれば、近所のおばさん連や子供たちのきめ細かなアフターケアが期待できる。こうした身近な住民のケアが自然環境の保全に果たす役割は小さくないに違いない。河川における自然環境保全の鍵は、今やきめ細かなメンテナンスなのかもしれないからである。

## 参 考 文 献

- 1) 建設省河川局砂防部監修：環境保全砂防事例集，(社)全国治水砂防協会，286 p., 1995.
- 2) 例えば，建設省河川局：多自然型川づくり平成3年度実施事例，リバーフロント整備センター，1992.
- 3) 例えば，(財)ダム水源環境整備センター：地域の明日を開く活き活きとしたダム湖—ダム湖活用事例集，1998.
- 4) Committee on Hydraulics, Japan Society of Civil Engineers: Research and Practice of Hydraulic Engineering in Japan, No. SI-4 River Engineering, Jour. of Hydrosience and Hydraulic Engineering, Special Issues, 1993.
- 5) 関 正和：大地の川—甦れ，日本のふるさと—の川，草思社，1994.
- 6) 玉井・水野・中村編著：河川生態環境工学，東大出版会，1993.
- 7) 玉井信行：河川の自然特性と潜在自然型河川改修の基礎体系について，河川の自然復元に関する国際シンポジウム論文集，リバーフロント整備センター，1998.
- 8) 中村俊六：魚が棲めない川の条件と魚が棲める川の条件，玉井・水野・中村編「河川生態環境工学」，東大出版会，pp. 164~165, 1993.
- 9) 中村俊六：みんなの河川工学③，みんなの砂防，ないすいめん，No. 13，全国内水面漁業協同組合連合会，pp. 33~38, 1998.
- 10) 池谷 浩：砂防入門，山海堂，1974.
- 11) 糸林芳彦編：河川・砂防および海岸，山海堂，1991.
- 12) 東 三郎：低ダム群工法，北海道大学図書刊行会，1992.
- 13) 太田猛彦・高橋剛一郎編：溪流生態砂防学，東京大学出版会，p. 160, 1999.
- 14) 増田・池内：多自然型川づくりにおける河岸防衛工法について，リバーフロント研究所報告，第9号，pp. 251~261, 1998.
- 15) 全国内水面漁業協同組合連合会：魚のすみよい川への設計指針（案），1987.
- 16) Matsunashi, S. and Y. Miyanaga: Reservoir eutrophication control by air-bubble plumes, Japan IERE Council, 1990.
- 17) 国土開発調査会：河川便覧，1996.
- 18) 岡田美智子：多自然型川づくり事例における魚類生息環境評価，豊橋技術科学大学建設工学系卒業論文，1998.
- 19) 松原 誠：河川空間の使い方—都市河川庄内川における事例—，Urban Advance, No. 12, pp. 36~41, 1998.
- 20) 平田・稲垣：市民団体の参画を得た庄内川のビオトープ試験施工について，建設省ほか：全国多自然型川づくり担当者会議講演概要集，1998.