

# 河川の環境管理を推進するための課題と方向性

## ISSUES AND DIRECTIONS FOR PROMOTING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF RIVERS

中村圭吾<sup>1</sup>・服部 敦<sup>2</sup>・福濱方哉<sup>3</sup>・萱場祐一<sup>4</sup>

Keigo NAKAMURA, Atsushi HATTORI, Masaya FUKUHAMA and Yuichi KAYABA

<sup>1</sup>正会員 博(工) 国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室(〒305-0804 つくば市旭一番地)

<sup>2</sup>正会員 博(工) 同上

<sup>3</sup>正会員 工修 国土技術政策総合研究所河川研究部(同上)

<sup>4</sup>正会員 博(工) 国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ(〒305-8516 つくば市南原1-6)

Environmental management of rivers (EMR) aims conservation and restoration of the natural and beautiful rivers. However, there are still many problems for EMR, e.g. to set environmental target and to obtain abundant environmental data. To promote EMR, this paper reviews the practice of EMR and discusses the issues and directions of EMR. The EMR can be divided into four parts, i.e. understanding of environmental status, appraisal of data, establishment of environmental target and implementation of management. Appraisal of data still needs the improvement of the basic science and methodology. Above all, establishment of environmental target remains the biggest difficulties for EMR. Therefore, we proposed to set the basic principle of EMR, “Preserve the existing environment and possibly improve it” instead of setting environmental target. To practice the EMR following the principle above, we propose to designate “good site”, where relatively ecologically a good site locates in the river. The “good site” is conserved and the other sites are restored referring “good site” as much as possible. We discussed the EMR based on this principle.

**Key Words:** *environmental target, reference, ecosystem management, evaluation*

### 1. はじめに

自然豊かで美しい河川環境の保全・再生を実現することは、河川管理者の責務である。河川管理の根拠となる河川法においても「河川環境の整備と保全」は、第一条に目的として述べられており、社会資本重点整備計画においても「生物多様性を保全し、人と自然の共生した社会を実現すること」は施策目標となっている<sup>1)</sup>。

その実現は、河川管理を通じて目指すものであるが、その具体的な環境の目標像の共有は学術的な河川環境の理解が不足していることや評価手法が確立していないことから困難を伴うことが多い。また、河川環境の現状把握に関しても、環境を構成する要素が多岐にわたることや詳細な生物調査には大きな費用が必要なこと等の問題がある。このように、環境の保全・再生に係る河川管理（以下、環境管理と呼ぶ）の実効性を高めるためには、解決すべき課題が多い。

本稿では自然豊かで美しい川を目指した環境管理の推

進を目的として、これまでの検討状況や実務の実態を整理した上で、課題を明らかにし、その解決に向けた方向性について議論する。

なお、環境管理といった場合、親水等の人の利用、景観、歴史・文化からの重要な個所の保全、あるいは水質といった視点もあるが、ここでは議論を発散させないために基本的に自然環境に関する管理を中心に述べることにし、対象河川としては直轄管理河川とする。

### 2. 環境管理に関するこれまでの取り組み

環境管理については、現状の環境を「状態把握」し、その結果を「分析評価」した上で、なんらかの「環境目標の設定」を行い、現状と比較した上で、必要な「改善対策」を実施していくのが一般的と考えられる<sup>2)</sup>。ここでは、これら4項目に沿って、これまでの主な取り組みについて整理することとする。

## (1) 河川環境の状態把握

河川環境の基礎的情報としては、河川に生息・生育する生物の分布とその存在量を規定する物理環境である生息場（ハビタット）や河道特性等の情報が必要である。

### a) 生物分布（河川水辺の国勢調査等）

生物の分布に関する情報としては5年ないし10年に一度取得される「河川水辺の国勢調査」（以下、国勢調査と呼ぶ）が基本となる。平成2年度から継続して調査されており、貴重な生物データである。ただし、生物調査に係る調査地点は1河川につき、数点から多くとも十数点程度であるので、生物分布の概略を把握する役目は果たしているものの、実際の河川改修において個々の箇所 で議論するデータとしては不十分である。

国勢調査以外では、地方自治体での調査、学術での調査、個別事業時の調査によって生物分布が得られている。これらの調査結果も活用されているが、かならずしも体系的に整理されていないので、情報へのアクセスが困難であったり、調査方法・様式が統一されていない等の問題がある。

### b) 生息場情報の取得（生物的物理環境）

次に、生物分布を規定する生息場に関しては、国勢調査の「河川環境基図作成調査」で実施される「陸域調査」と「水域調査」がある<sup>3)</sup>。「陸域調査」の主体は植生図であり、5年に1度更新されている。植生図はGIS化され、1km毎の群落面積も整理されているため生息場の情報として有効なものであり、積極的に活用されるべきデータである。「水域調査」では早瀬、淵、湛水域、ワンド、干潟、湧水箇所、流入支川位置等が把握されており、地形図や空中写真に重ね合わせて地図化されている<sup>3)</sup>。

「水域調査」については、有用な情報であるものの、国交省が河川管理に用いている1km毎の距離杭（以下、キロポストあるいはKPと表記）に合わせてデータ整理されていない他、生息場の評価として必要と考えられる水際の自然度や水際の複雑さ、といった情報が計測されていないことは課題と考える。

生息場に関する優れた情報源としては、キロポスト毎の生息場情報が整理された「社会資本重点整備計画のための物理環境調査」がある<sup>4)</sup>。これは2007年に109水系の直轄管理河川を対象に実施された調査で1960年～2005年までを5時期に分割し、5時期のデータを空中写真や上記の「河川環境基図作成調査」の結果から整理したものであり、キロポスト毎の瀬淵の面積、水際の自然率、サブ水域（ワンド・たまり）面積割合等が整理されている<sup>4)</sup>。キロポスト毎に整理されていることで、その他の河道特性データとの比較が容易であるし、最近では生物分布をモデル化する際の説明変数としての利用価値が高いデータとなっている<sup>5)</sup>。欠点としては、短期で全国一斉に調査した結果であるため、調査精度にばらつきがあること、継続的に実施されている調査ではないため2005年以降のデータが追加されていないことである。データ自体は国

勢調査の河川環境基図や簡易な空中写真の読み取りから取得可能であるので、今後生息場情報として整理されることが望ましい。

### c) 河道特性データ（河川工学的物理環境）

河川の地質・地形、水理指標等については、必ずしも河川環境の観点から取得されたものではないが、河道特性の基本的な情報として、表層地質、河床勾配、セグメント区分等の地質・地形、周辺の土地利用等の周辺環境情報に加えて、河床材料、摩擦係数、無次元掃流力、川幅水深比、相対水深等の水理指標が整理されている<sup>6)</sup>。これらの河道特性も生息環境として重要な要因であり、生物分布や生息場の情報と併せて、今後河川環境の状態把握にもっと活用されるべきものである。

## (2) 河川環境の分析評価

### a) 河川環境検討シートの現状と課題

河川環境の分析評価としては、上記の国勢調査を中心とする状態把握結果を編集して作成する。一般的に作成されるものとしては、河川整備基本方針や河川整備計画を策定する際に、当該河川の環境を把握するための資料として整理される「河川環境検討シート」がある。その作成マニュアルとして「河川環境検討シート作成の手引き<案>」が平成15年に作成されており<sup>7)</sup>、その概要は河川砂防技術基準調査編に詳しい<sup>8)</sup>。作成される主な資料としては、概要書、河川区分検討シート（縦断分布図）、河道の変遷シート、「重要な種及び注目すべき生息地」の整理、環境区分と生物の関連シート、河川環境情報図等がある<sup>7),8)</sup>。河川環境検討シートは詳細な環境情報であり、整理された情報は、空中写真による地形や植生の変化把握や重要種の把握等に繰り返し活用されている。なかでも、河川環境情報図（区間図）は地図や空中写真上に植生図、瀬淵等のハビタットや貴重種の情報に加えて環境上の留意点を記載したものであり、河川改修の影響等を吟味するときに活用されている。

河川環境検討シートは、(1)の状態把握よりは、一歩進んだ分析となっているが、評価は定性的であり、その編集の中心はマップ化にとどまっており、分析評価としては十分とは言えない。これらのデータを吟味して分析評価を加えるためには、詳細かつ膨大なデータを消化して分析する知識と能力が必要で、読むものの実力が問われる。そうした属人的な能力に依拠した分析評価結果では、それを受けた管理者が深く理解し、実務に活かすのが容易ではないことは想像に難くない。まず、そうした分析評価手法を管理者も理解・共有できる形でとりまとめ、分析評価結果を実感をもって理解し、受け止められるようにする素地を構築することが大事である。

また、上記のような技術的段階であることを踏まえると、分析評価後も対象とした現場において継続的にモニタリングを行い、その結果の妥当性の確認を行うと同時に手法自体の改善を行うことが、環境分野においては他

分野に比較して特に重要であることは特筆すべきことと考える。

なお、河川環境検討シートは河川整備基本方針や河川整備計画策定時に作成された後、必ずしもすべてのデータが定期的に更新されていないため時系列的な分析ができないことがある。定期的に更新する仕組みづくりが重要であろう。

河川環境検討シートの他に、環境情報を整理する参考書として「河川水辺総括資料作成の手引き(案)」<sup>9)</sup>や「河川環境資料の活用の手引き」<sup>10)</sup>等が出版されている。

#### b) その他の評価事例(海外・国内)

海外では多くの分析評価が実施されており、大きく分けると「物理環境」で評価するものと「生物または生物と物理環境との組合せ」で評価するものとに分けられる<sup>11)</sup>。国内でも研究では多くの分析評価が行われている。広域かつ実務に近い観点から実践された主なものとしては、物理環境を用いてリファレンス(自然再生の目標とされるべき場所)との乖離度で評価した村上ら<sup>12)</sup>の例や、イギリスのRHSを日本に適用した大石ら<sup>13)</sup>のもの、国勢調査の植物に関する調査結果を利用して保全優先度の高い群落を明らかにしている萱場ら<sup>14)</sup>等が挙げられる。

#### (3) 環境目標の設定 -河川環境目標検討委員会-

河川における環境目標については、平成14年度から開始された「河川環境目標検討委員会」等において盛んに議論され、その成果は「川の環境目標を考える一川の健康診断」<sup>11)</sup>に取りまとめられている。この委員会においてリファレンスの設定、河川の環境の復元・修復に関する概念、評価スケールと評価指標、河川システムからのアプローチ等が議論された。またRHSやAUSRIVASと言った海外の取り組みについてレビューを行うとともにRHSについては実際の適用可能性についても検討された<sup>15)</sup>。ただし、環境目標の設定については「委員会として「こうすればよい」という結論には残念ながらまだ到達していない」<sup>15)</sup>段階であり、実務における明快な指針とはなっていない。

#### (4) 改善対策の実施

目標設定のあとは、実際に必要な河川環境の改善対策を実施することとなる。河川環境の状態把握がなされた上で分析評価され、環境目標が具体的に設定されたのであれば、現状と目標の差異は明確であり、「何を(what)」やるべきかは見えている。例えば「樹林帯を掘削し、1haの自然裸地を増やす」という目標であれば、とりあえず自然裸地を回復することは可能であろう。ただし、その継続的維持に関しては技術的課題が多い。次に「20KPから25KPの間の瀬の面積を、現状の1.4倍程度とする」という目標であれば数値は設定できたとしても、それを技術的に「どのように(how)」実現するかは別問題である。このように、環境目標が定量的になっても、その実

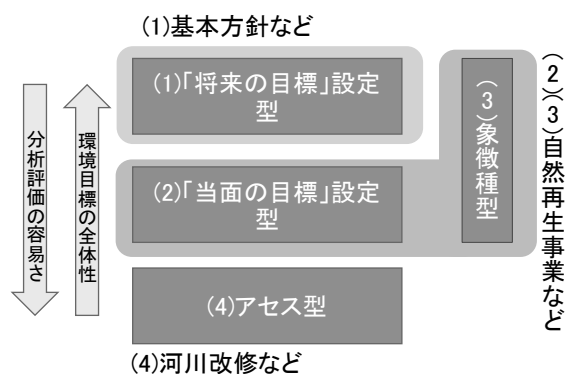


図-1 環境目標設定の4類型 (環境目標の全体性と分析評価の容易さのトレードオフ関係)

現に必要な技術は用意されている場合もあれば、されていない場合もある。この点は、事例を通じて技術レベルを上げる必要がある。改善対策の事例を共有する仕組みとしては、多自然川づくりについては河川管理者を集めて年1回開催される「全国多自然型川づくり担当者会議」<sup>16)</sup>やそのブロック会議がある。その他、参考となる実務的な報告が多い学会としては応用生態工学会や土木学会の「河川技術に関するシンポジウム」があるが、システムのこれらの事例を共有し、知見を高める仕組みは構築されていない。

### 3. 環境目標設定の類型

環境目標については、2.(3)に記載したように現段階において明快な指針が定まっていない状況下であるが、ある程度共通の価値(あるいは見方)があるので、それらを包含するイメージは共有できよう。そうしたイメージを目標として記述した場合には、現場での具体的な管理に結びつけられるまで、具体像を描けるまでかみ砕くことが求められる。それを支える基盤技術が分析評価であるが、2.(2)に記載したように、これまで蓄積した技術・知見を駆使しても、非常に困難と言えよう。

環境目標の設定と分析評価は相互に関連した技術体系として捉えられる。つまり目標に全体性(対象の多様さや空間的広さ)を求めると必要とされる分析評価の難易度が高くなるというトレードオフ関係があると言えよう(図-1)。例えば、イメージ先行の目標である上記の例では目標の全体性は高いが、それをかみ砕く分析評価は難易度が高い。その逆に、目標として実在する環境を設定する場合は、目標は矮小化する反面、それとの比較が可能であり分析評価は比較的容易である。

河川環境は非常に複雑なシステムであり、その仕組みを理解し、分析評価するのは、河川に関わる他分野と比較しても難易度がかかなり高い部類に属すると考えてよい

であろう。本質的な難しさもあり、2. (2)に記載したように、河川環境検討シート等のデータ整理のマニュアル類が充実されてきたものの、いまだ環境情報を読み解く技術は属人的であり、共有知となっていない。この技術水準の改めて冷徹に直視し、それを前提として環境目標の設定について議論することが隘路を把握し、それを克服する手段を明確にする上で鍵となると考えている。

以下では、上記の議論をより深めるため、環境目標に関わる既往事例を4つの類型に分類し、考察を加える。つまり、長期的な目標を設定する(1)「将来の目標」設定型、当面のやるべき事項を設定する(2)「当面の目標」設定型、コウノトリ等の象徴種を取り上げ、その保全や再生を目標とする(3)象徴種型、現状維持を基本に据える(4)環境アセスメント型（以下、アセス型と呼ぶ）の4つである（図-1）。

#### (1)「将来の目標」設定型

「将来の目標」設定型は、その河川にふさわしい環境を「将来の目標」として設定し、それに必要な「河川環境の整備や保全」を実施するものである。その河川のありようを示す「将来の目標」を起点として、それに現状を照らし合わせて個別の目標を設定するトップダウン型の目標設定と言える。実務的には、河川整備基本方針（あるいは河川整備計画）等がそれにあたるであろう。

「将来の目標」と言っても原始自然的な目標は現実的ではないので、実際は“現実的な二次的自然”を目指す環境とするが、“現実的な二次的自然”に多様な見方・考え方があり、それらを包含する概念的なイメージは共有できても、具体的に記述することが困難である。定性的なヴィジョンを「将来の目標」として記載した場合、当面の目標として現場での具体的管理に結びつけられるまでかみ砕いて記載することが求められるが、これまで蓄積した技術・知見を用いても、困難な作業と言えよう。

#### (2)「当面の目標」設定型

「当面の目標」設定型は、「将来の目標」から順を追って導かれた具体的な目標ではないが、環境の劣化が著しい等、当面やるべき事項が明確な際に設定される目標類型である。具体例としては自然裸地の減少や外来樹木の増加など、個々の現場で環境の劣化が明らかで、具体的な「将来の目標」がなくとも応急対応的に実施すべき場合に実施される。「将来の目標」がない場合でも、定性的な目標像や課題は、これまでの河川環境の状態把握を通じて得られており、「当面の目標」で設定されるべき方向性は共有されていることが多いであろう。河川基本方針等に定性的な「将来の目標」が記載されている場合もある。この類型は、一般的には自然再生事業などで使用されることが多い目標設定である。

#### (3) 象徴種型

兵庫県円山川水系のコウノトリ<sup>17)</sup>のように、その水系を象徴する種が存在し、その保全や再生を大きな環境目標として設定可能な場合は象徴種型の環境目標設定は有効である。象徴種の保全や再生を目標として、それに必要な周辺環境の整備を個別具体の目標として設定し、実施することが可能である。象徴種型は自然再生事業でよく使用される目標設定で、設定の仕方によって(1)「将来の目標」設定型と(2)「当面の目標」設定型の2つがありうるだろう（図-1）。

象徴種型の適用は、象徴種の研究が進んでおり、その生態や生活史がよく把握されていることが前提となる。象徴種型の長所としては、適切な種を選べば社会の合意が得やすく、施策や社会運動として展開しやすいこと、ブランド化できれば地域おこし等と協働して実施することが可能である。一方、短所としては適当な象徴種がない場合は実施が難しく、適用範囲が限られることや象徴種に合わせた環境整備がなされるため、場合によっては全体的に見て偏ったものとなる場合があることである。

象徴的な自然景観の保全・再生を目標する場合も象徴種型に含めてよいであろう。具体例としては、釧路湿原、渡良瀬遊水地等がその例と考えられる。

#### (4) アセス型

アセス型は環境アセスメントで実施されるタイプの環境目標設定で、状況把握を実施し、環境を分析評価した上で、事業により環境を現状より悪化させないこと（現状非悪化）を目標として実施される。現状の河川環境が優れており、基本的な方針が保全であれば、環境管理においても十分活用できる考え方である。実務的には河川改修時に一般的にとられるスタンスである。しかし、環境管理においては環境を改善する方向の検討がなされることから、アセス型のみでは不十分と言えよう。

(2)～(4)の類型においては、先行的な実施事例が挙げられている。これらに共通するのは、「対象」と「手法」が明確であることである。つまり、(2)では環境の劣化の要因が明確で、その改善にあたっての対象（自然裸地上に侵入する植物群落・外来種など）と手段（伐採など）が指定できる、(3)では環境保全において対象とする種（対象）が確定でき、かつその生態や生活史がよく把握されている、そして(4)では分析評価を行うエリアと項目・手法が確定できている。ただし、(2)、(3)、(4)では目標が部分的・局所的であり環境管理が矮小化しないように、十分な配慮が必要である。

一方、(1)の類型は「対象」と「手法」のいずれか、または両方が欠けている反面、「将来の目標」を据えて、河川環境を総合的かつ全川の保全・向上させていくという方針が明快である。

したがって、(1)と(2)、(3)、(4) 類型がそれぞれ有するメリット、つまり河川環境の保全・再生する「方針」、

「対象」，「手法」を担保した環境管理が望ましいと考えられる。

以上の考察を踏まえ，以下4．において「方針」，5．において「対象」と「手法」，6．において継続できる仕組みといった切り口から課題の整理を試みた。

#### 4．基本的な方針に基づく環境管理

環境目標の設定の課題を述べた3．を踏まえると，あえてそのプロセスを経ることなく，環境管理の「基本的な方針」を設定し，そこから具体的な環境管理を組み立てる，という考え方もあるであろう。これはすなわち，環境をどこまで保全・再生するかについては意見の分かれるところであるが，「**現況の環境を保全するとともに，出来る限り向上させる**」という方針を「基本的な方針」とすれば，大方の同意が得られ，全河川に共通して適用できるという考え方である。

「現況の環境を保全する」という方針に対して，もちろん河川改修等にもなって現況の環境を保全できない場合もあると考えるが，その場合もこの基本的な方針に従って極力保全する努力をするということになる。

この考え方の課題は，全体性の高い「将来の目標」が後付けになり，事業の進展を踏まえ随時変更される余地があることであり，「将来の目標」設定型と比べて継続性が保たれなくなる懸念がある。そのため，環境を分析評価し，利害関係者の合意形成を十分図りながら進めるアダプティブな計画策定手法を新たに確立することが必要と考える。

#### 5．環境管理の具体的方策の方向性

##### (1) リファレンスとしての「良好な場」の設定

環境目標を設定することなく「現況の環境を保全するとともに，出来る限り向上させる」という「基本的な方針」を実現するためには，もう一つの課題である分析評価が極力単純にできる工夫が必要である。分析評価が現場をモニタリングしながら検討する段階であることを考えると，そのためには具体の場を定めて，保全する「対象」を明確にし，検討すべき評価軸を絞り，環境の向上を目指すべきである。そこで，相対的に良好な環境を有する場を「良好な場」として設定し保全する一方，他の場は「良好な場」を参照して出来るだけ環境を向上させる方法を提案する<sup>18)</sup>。

「良好な場」は，河川環境の状態把握および分析評価結果から河川をいくつかの縦断的な区分（小セグメント等）に分類した上で，その区分ごとに1箇所，その区分を代表する典型的かつ良好な環境として設定する。設定の検討データとして定量的な分析評価が可能な生息場情

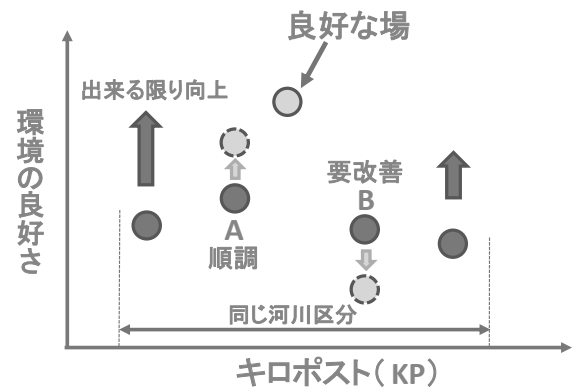


図-2 「良好な場」を活用した環境管理(イメージ)

報を中心に，水域，水際域，陸域の情報を整理する。また，河川管理の現状を踏まえ，設定単位としては1kmを考えており，状態把握や分析評価にあたっては，既存データを活用して定量的に分かりやすく表現することが重要である。

「良好な場」は具体的な自然再生のイメージとして設定される「リファレンス<sup>11)</sup>」ではあるが，いわゆる「リファレンス」がある程度理想的な環境の場として選択されるのに対し，「良好な場」は原則として同一河川の区分毎に設定されるため「リファレンス」から想定される場より劣る個所が設定される場合もあると考えられる。しかし，長所として「良好な場」は河川管理者が身近に観察でき，紙上やデータだけでなく，現存する環境として，五感を通じて体感できる現実的なリファレンスとしての価値がある。

設定した「良好な場」の環境が全国的な水準から見て著しく劣る場合は，類似の河道特性や生物分布を有する支川や近傍の水系から「良好な場」あるいはそれに準ずる場を設定する場合も考えられるが，あくまでも実在する環境から設定することが大事である。

##### (2) 「良好な場」を活用した環境管理

「良好な場」が設定できれば，河川管理者は分析評価結果と現地を見ながら「基本的な方針」に基づいて「良好な場」を「保全するとともに」，同じ区分のその他の地点は「良好な場」を参照して，環境を「出来る限り向上させる」ように河川管理を実施する(図-2)。

状態把握および分析評価結果に基づき，「良好な場」と他の地点との乖離度を把握しながら，河川管理者は現実的な予算や行政的な制約を受けながら実施箇所を決めることになる。

改善対策の実施にあたっては，「良好な場」をよく観察し，参照しながら他の地点の環境改善を図る。具体的な環境改善の手段としては，河川改修，自然再生，維持管理，場合によっては市民と協力した小さな自然再生<sup>19)</sup>等が考えられる。

対策実施後は，分析評価に用いた指標を活用して現場

を重視したモニタリングを実施する。「良好な場」と対策実施箇所を実際に観察し、体感するとともに、モニタリング結果を見て、効果を把握し(図-2のA,B), 応答を見た上で、次の対策を実施するといったサイクルが環境管理の技術向上にとって重要である。さらにその応答の知見を蓄積し、分析評価技術が妥当であったか検証していくことが大事である。

## 6. 継続的技術の向上—情報支援システムの活用—

ここでは河川環境が有する特質に着目して、継続して技術を向上させるための場の整備の必要性について考えてみる。

河川は環境が多様であるため、ある河川で得られた知見を他河川に適用するにあたっては、慎重な判断が必要であり、汎用性向上には多くの実績が必要である。したがって、状態把握や分析評価に利用する大量の生データを効率的に処理することが重要である。

このような場として、著者らはデータベースを活用することを考えている。国総研では、国勢調査結果の他、生息場データや河道特性データをデータベースに収納するとともに、それらを整理・編集し、環境管理に必要な基本的な図表を提供する情報化支援システムの構築を試みている。

今後は、上記のシステムに「良好な場」やその他の地点の情報を蓄積するとともに「基本的な方針」に従って改善対策が実践された箇所での評価結果をデータとして蓄積し、分析することにより知見を高め、継続的に技術を向上させていくことが重要である。

さらに、環境管理の実践を強化するために本稿で提案した「良好な場」や環境改善を実施した箇所の定期的観測を行い、環境管理の醍醐味を味わいながら河川管理者の技術力を向上させていくことが肝要である。

## 7. おわりに

環境管理の実効性を高めるために、過去の経緯を踏まえ、著者らの視点から基本的な考え方と方向性について試論を書いた。著者らの見方・知見の範囲で行ったものであるのも、より広く議論することが必要なのは言うまでもない。本総説がそのきっかけとなるとともに、議論の糸口を与えられれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 国土交通省：第3次社会資本整備重点計画, p.6, 2012.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準 維持管理編(河川編), pp.11-13, 2015.

- 3) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：平成18年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版] (河川環境基図作成調査編) (平成24年3月一部改訂), p.VIII-44, 2012.
- 4) 楯慎一郎, 小林稔：物理環境からみた全国河川の状況, リバーフロント研究所報告, 第19号, pp.87-95, 2008.
- 5) 前田 義志, 中村 圭吾, 岩見 洋一, 川口 究：河川における生物生息適地モデルの結果を用いた相補性解析の試み, 応用生態工学会, 第17回研究発表会講演集, pp.77-80, 2013.
- 6) 山本晃一：沖積河川—構造と動態—, (財)河川環境管理財団・企画, 技報堂出版, p.456, 2010.
- 7) 国土交通省河川局河川環境課：「河川環境検討シート」作成の手引き(案), 2003.
- 8) 国土交通省水管理・国土保全局：第11章 河川環境調査 第16節 河川環境の総合的な分析, 河川砂防技術基準調査編平成26年4月版, pp.57-68, 2014.
- 9) 国土交通省河川局河川環境課：平成 13 年度版 河川水辺の国勢調査【河川版】河川水辺総括資料作成調査の手引き(案), (財)リバーフロント整備センター, 2001.
- 10) 河川環境資料の活用に関する検討会：河川環境資料の活用の手引き～河川環境情報図等の有効な活用手法～, (財)リバーフロント整備センター, 2006.
- 11) 中村太士, 辻本哲郎, 天野邦彦監修, 河川環境目標検討委員会編集：川の環境目標を考える—川の健康診断, 技報堂出版, 2008.
- 12) 村上まり恵, 黒崎靖介, 中村太士, 五道仁美, 楯慎一郎, 西浩司, 樋村正雄：物理環境による河川環境診断(Ⅰ)—リファレンスとの乖離度による評価—, 応用生態工学, 11(2), pp.133-152, 2008.
- 13) 大石哲也, 天野邦彦, 尾澤卓思：RHS・HQAの適用による円山川河川環境評価の検討, 応用生態工学, 8(2), pp.179-191, 2006.
- 14) 萱場祐一, 片桐浩司, 傳田正利, 田頭直樹, 中西哲：河道掘削における環境配慮プロセスの提案, 河道技術論文集, 20, pp.157-162, 2014.
- 15) 樋村正雄, 五道仁美, 西浩司：河川における環境目標に関する検討, リバーフロント研究所報告, 第16号, pp.128-135, 2005.
- 16) 河川環境課：全国多自然川づくり会議について, 河川, 71(1), pp.83-84, 2015.
- 17) 都築隆禎, 坂之井和之, 和泉谷直樹, 西嶋貴彦：円山川水系自然再生計画～激特事業完了後の計画見直し～, リバーフロント研究所報告, 第24号, pp.110-116, 2013.
- 18) 中村圭吾, 服部敦, 福濱方哉：河川環境管理の実効性を高めるための課題と取組み, 土木技術資料, 57(2), pp.10-13, 2015.
- 19) 「小さな自然再生」事例集編集委員会：JRRNでできることからはじめようシリーズ 水辺の小さな自然再生事例集, 日本河川・流域再生ネットワーク(JRRN), 2015.

(2015. 4. 3受付)