

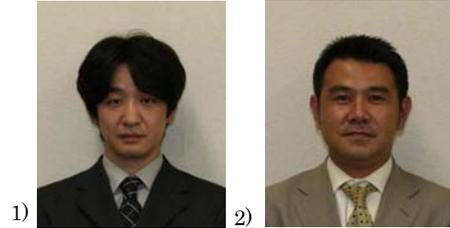
環境の機能性に基づく河川管理手法の検討—多自然川づくりへのアプローチ—

Investigation of a river management method based on environmental functions

共通事業本部 環境部

佐藤 軌文¹⁾

早瀬 洋一²⁾



概要(Abstract)

本論では、河川管理に関わる環境配慮の指針としての多自然川づくりの考え方を、実際の川づくりに反映させるための手法について検討を行った。本論では、これまでの川づくりにおける問題点を踏まえ、河川全体の環境の機能性に着目し、目標とする河川環境のデザインを行うための手法を検討した。この目標とする河川環境のデザインを軸として、治水面と環境面の要求を両立させ河川管理を行うための手法について整理した。

1. はじめに

河川行政の規範としての河川法では、明治29年の旧河川法、昭和39年の新河川法の制定を経て、「治水」、「利水」に関する体系的な制度化が図られてきた。その後、治水、利水に重きが置かれていた河川管理において、河川が本来有している自然環境の役割が見直され、平成9年の河川法改正ではその目的に「環境」への配慮が加えられた。

河川管理における河川生態系への配慮の指針として、平成2年に多自然型川づくり実施要領が示された。しかし、実際の川づくりに際しては課題も多くみられたことから、多自然型川づくりレビュー委員会での議論を経て、平成18年に多自然川づくり基本指針が定められた。基本指針において、多自然川づくりは、すべての川づくりの基本であり、可能な限り自然の特性やメカニズムを活用することや、調査、計画、設計、施工、維持管理等の河川管理におけるすべての行為が対象となることが明記されている。

しかし、「多自然川づくり」の考え方を実際の川づくりに反映させるためには、河川の特徴を把握し、水系一貫の河川管理方針を作成する必要がある、その手法については確立されていない。

本論では、「多自然川づくり」の考え方を、調査～計画～設計～施工～維持管理等の河川管理全体に反映させるために必要な考え方、手法の検討を行った。

2. 「多自然川づくり」と河川生態系

河川生態系は、流水の物理的な動きにより形成される多様な環境上に成立する生態系である。図-1に河川生態系の構造を示す。現況の河川生態系は、地形、地質等の自然条件により現れる水の流れ(以降、原始河川とする)に、人の土地利用や利水の状況が加味された河川環境(河道及び河道周辺の物理環境)上に、動植物が生息・生育する構造と考えることができる。

多自然川づくり基本指針では、「河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するために河川管理を行うこと」が多自然川づくりの定義とされており、図-1に示した河川生態系の構造から考えると、多自然川づくりは、「河川全体の自然の営み」(原始河川の環境)や「地域の暮らしや歴史・文化」(人の活動による土地利用、利水状況)をベースに動植物の生息・生育環境、河川景観を保全・創

出すための河川管理を行うことと解釈される。

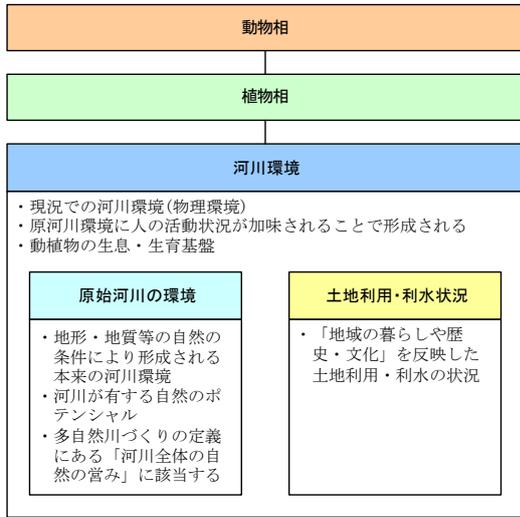


図-1 河川生態系の構造

3. これまでの川づくりにおける問題点と課題

(1) 河川事業実施上の問題点

河川環境は、上流から下流、さらに水系内の他の河川との連続性を持った空間であり、ある「点」で発生した現象は、より下流側の区間に対してその影響が現れる。したがって、図-2 に示すとおり、ある「点」において河川改修工事等により流水のコントロールを行った場合には、「点」での影響にとどまらず、下流側にも伝播する。また、工事により改変された「点」での環境は、上流側の流水の影響を受けて変化する。

しかしながら、河川事業の実施にあたっては、事業実施箇所における環境回復(植生回復)等の配慮はなされているものの、環境変化が上流側の流況に左右されることを踏まえた配慮には至っていないのが現状である。

また、計画段階においては、「多自然川づくり」の基本である「対象河川が本来持っている環境特性(機能)の維持」という観点での検討手法が確立されていないため、同一河川における事業においても環境配慮に一貫性を持たせることが困難な状況にある。

(2) 河川管理全般の問題点

図-3 に示すとおり「多自然川づくり」では、「治水」と「環境」の共存を図ることが求められている。しかし、治水上は河道を固定し、河岸部の安定

度を高めること等が重要となるが、河川環境は流水による浸食(洗掘)、運搬、堆積という一連の土砂輸送により形成され、不安定な状態が本来の姿である。

また、「治水」の目的で設置された河川構造物であっても、河道固定による弊害(河床低下、樹林の固定化による流下阻害)が問題になる場合がある。一方、河川環境の機能である河道変化は、河道固定による弊害を防ぎ、下流側に与えるインパクトを緩和させる機能がある。そのため、今後の河川管理においては、「治水」と「環境」の共存により、双方の両立を図る必要があるが、「治水」と「環境」は対局の考え方を示しており、これまでの川づくりでは、双方は別々に進められてきた部分が多かった。これは、多自然川づくりが平成18年の「多自然型川づくりレビュー委員会による提言」以降、具体的な実施例が少ない理由でもあると考える。

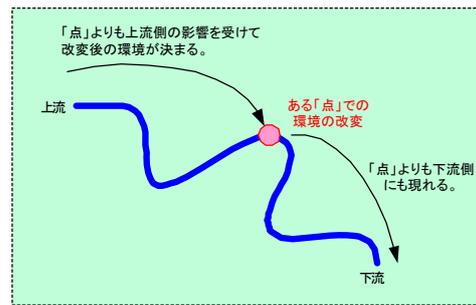


図-2 環境の改変による影響

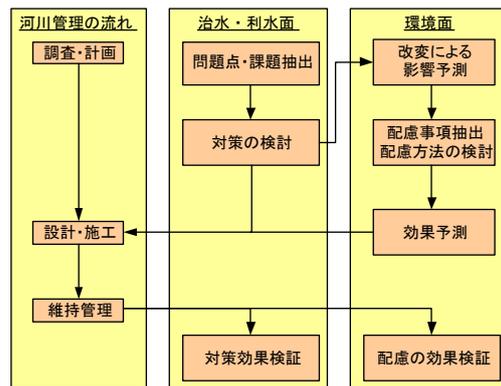


図-3 環境配慮の流れ

(3) 川づくりにおける課題

(a) 「治水」と「環境」の一体化

多自然川づくりをより可能なものとするため、「治水」と「環境」が一体となった河川管理体制を目指す必要がある。また、このような管理体制により、「治水」と「環境」が両立した川づくりが実現

するものとする。

(b)川づくりの目標設定

これからの川づくりは、河川が本来持っている機能を可能な範囲で発揮できるように、河川環境(空間)をデザインしていく必要がある。そのため、対象となる河川の環境特性(機能性)を十分に把握し、その「環境特性の維持」を目標とした川づくりを実践していく必要がある。

(c)影響評価の考え方

「多自然川づくり」としての評価手法は、まだ確立はされていないが、現時点では下記の考え方で進めていくことが、適切であると考えられる。

「環境特性の維持」を目標とすることから、モニタリング・評価項目及び計画・設計・施工における配慮事項は、いずれも対象河川における環境特性が指標となる。

評価の進め方としては、事前モニタリング結果に基づく事業実施に伴う影響予測を行い、必要な対策(工法の見直し)を検討する。また、事後モニタリングでは、事前結果との比較により、予測結果の検証並びに対策効果を確認するとともに、必要に応じて、事業計画へのフィードバックを行う。なお、評価指標については、比較が容易な定量化を図る。

4. 川づくりに必要とされる視点

「多自然川づくり」を実践するためには、河川の特徴を知る必要がある。ここでは、これまでの川づくりの問題点、課題を踏まえ、川づくりに必要であると考えられる視点を(1)河川環境の特徴に関する視点、(2)河川管理上必要と考えられる視点として整理した。

(1)河川環境の特徴に関する視点

川づくりに必要とされる考え方のうち、河川環境の特徴に関する視点を表-1に示す。

第1の視点は、空間に関する考え方である。河川は、巨視的にみると連続した「線」的な分布を示す。しかし、河川の成り立ちを考えると、河川は「面」としての流域と流域を流れる水の作用により形成される。そのため、広大な流域もつ河川の特徴を把握し、川づくりを行うには空間に対する考え方を適宜変える必要がある。

第2の視点は、時間に関する考え方である。河川環境特性は対象河川空間における特有の現象であり、現象は時間経過により把握することができる。したがって、環境特性の把握・評価には時間の経過が必要となる。

第3の視点は、河川環境には、安定した環境と不安定な環境が混在する点である。例として、同じ河道内に成立する中州をみた場合、ヤナギ類等の樹木の定着がみられる州は比較的安定して存在しているが、礫が堆積した裸地状態の州では降雨や融雪による出水により状況が変化することが多い。

河川環境は、時空間的に多様な環境の複合体であり、川づくりを行う上でこれらの視点を適宜使い分けながら河川の特徴を把握していく必要があると考えられる。

表-1 河川環境の特徴に関する視点

視点	内容
①空間的な視点	面的分布を示す流域と水の作用により線の分布を示す河川の環境が形成されていること。
②時間的な視点	時間の経過に伴い河川特有の環境が創出されていること。環境の成立に要する時間が多様な環境であること。
③環境の安定度	安定した環境、不安定な環境の複合体としての環境であること。

(2)河川管理上必要と考えられる視点

河川管理を①調査・計画、②設計・施工、③維持管理の3つに分けて、それぞれの段階で必要と考えられる視点を表-2に示す。

これまでの川づくりでは、②設計・施工の部分に重きが置かれる傾向があった。全体的に調和のとれた一貫性のある河川管理を行うには、目標とする河川環境のデザインに合致する設計・施工を行い、施工後の検証まで踏まえた流れを考慮する必要がある。

表-2 河川管理上必要と考えられる視点

河川管理	必要な視点
①調査・計画	水系、河川の全体像を把握し、目標とする河川環境のデザインの明確化
②設計・施工	「線」である河川の全体像を踏まえ、「点」において実施する工事等の環境への影響把握と環境保全・創出等の対策の効果予測
③維持管理	水系全体、河川全体において目標とする環境が形成・維持されているかどうかの検証

5. 検討の方針

(1) 検討の着眼点

これまでの川づくりの問題点、課題、川づくりに必要と考えられる視点を踏まえ、本論では、川づくりの方針作成、手法についての検討を行った。特に、河川環境のデザイン(目標とする河川環境の設定)を明確にすることが重要であると考え、河川管理全般においてこの目標とする河川環境を基軸にして川づくりの手法の検討を進めることとした。

(2) 検討の流れ

図-4 に本論における検討の流れを示す。前述のとおり基軸となる河川環境のデザイン(目標とする河川環境の設定)を行い、治水上の要求と目標とする河川環境の維持・形成を図るための手法の検討、施工後に治水面と環境面の要求が両立しているかどうかの確認、さらに情報の蓄積によるフィードバックまでを考え、これらを河川管理に対応づけて整理した。

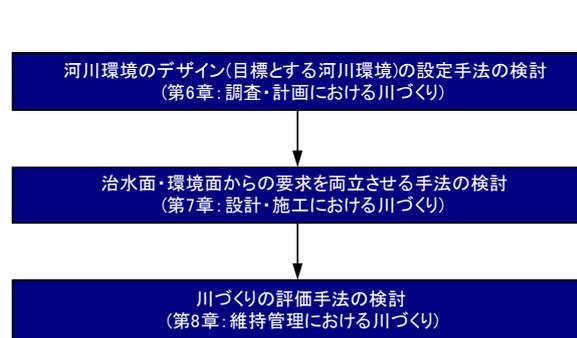


図-4 本論での検討の流れ

(3) 川づくりにおける空間のとらえ方

河川環境のデザインでは、多自然川づくりの定義にある「自然の営み」を最大限活用した川づくりが必須となる。図-1 に示した河川生態系の構造の中で、自然の営みを「原始河川的环境」と置き換えて考えると、原始河川の環境に基づき河川の特徴を考えることは理にかなっている。本論では、原始河川の環境に基づく河川の特徴を把握する基本単位を「ゾーン」と「ユニット」として定義した。

図-5 にゾーンとユニットの概念を示す。ゾーンは、原始河川を特徴づける要素から河川を区分

した区間、ユニットは各ゾーンに対して決まる流域である。ゾーンの設定に際しては、原始河川の成り立ちを考慮し、河川形態(可児, 1944)、河床勾配、蛇行の状況(過去の河道切替前の状況を含む)、支川の合流部等を基準とし河川を分割する。

設定されたゾーンに対応するユニット(流域)は、流域内の情報の集合体であり、ゾーン 1 つに対してユニットも 1 つ決まる。ユニットの導入により、流域内の面的な分布を示す地形・地質、土地利用、植生区分等の空間情報についてもゾーンに対応する情報の集合体として扱うことで、流域と河川の関係性が明瞭になる利点がある。

また、ユニットという概念を導入するもう一つの利点として、対象とする水系の本川や支川、流域の規模によらず同様の考え方が適用でき、水系内の一支川から川づくりの検討を始めた場合においても、他の支川にも同様の考え方が適用できると同時に、本川の検討に際してのパーツとして利用することが可能である点が挙げられる。

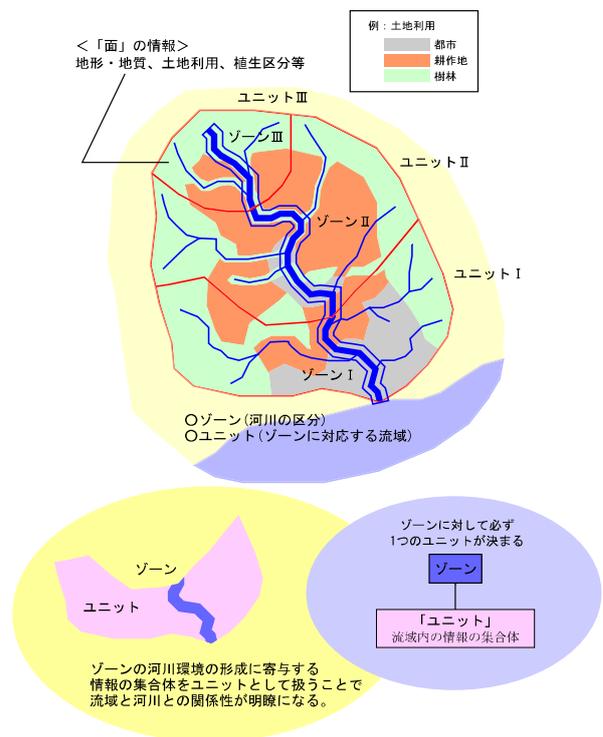


図-5 ゾーンとユニットの概念

6. 調査・計画段階での川づくり

河川環境のデザインにより、目標とする河川環境を設定することは、本論での検討において最も重要な過程として位置づけられる。この過程は、河川管理の中で調査・計画段階(具体的な設計・施工前)において実施されることを想定した。

図-6 に川づくりの問題点・課題、必要とされる視点を踏まえた調査・計画段階における川づくりの流れを示す。この過程では、表-3 に示すような情報を活用し、水系全体の目標とする河川環境のデザインを作成する。ここで設定される目標とした河川環境は、河川管理すべての段階においての基軸となり、この目標とする河川環境に合致するように実際の設計・施工、維持管理を行うこととなる。

表-3 調査・計画段階での川づくりに有効な情報

項目	内容
現況把握のための情報	地形・地質
	河川横断面図・縦断面図
	土地利用・利水状況
	空中写真
	植生図
	動植物の生息・生育状況
過去の状況把握のための情報	河道切替等の状況
	工事台帳
	空中写真

(1)河川のゾーニング

河川の特性を把握するためのゾーニングを行い、ゾーン及びユニットの設定を行う。ゾーンとユニットの設定により、河川の機能性の把握に際して、多自然川づくりの定義にある「河川全体の自然の営み」(原始河川の環境、河川が本来有している自然のポテンシャル)、「地域の暮らしや歴史・文化」(人の活動による土地利用・利水状況)を現況の河川環境に結びつけることができる。

(2)各環境構成要素からみた機能性の把握

各ゾーンの環境構成要素として、自然のポテンシャル(原始河川の環境)、人の生活に関わる要素(土地利用状況、治水・利水の状況、河川

景観等)、動植物の生息・生育環境を設定し、それらの要素からみた機能性の把握を行う。

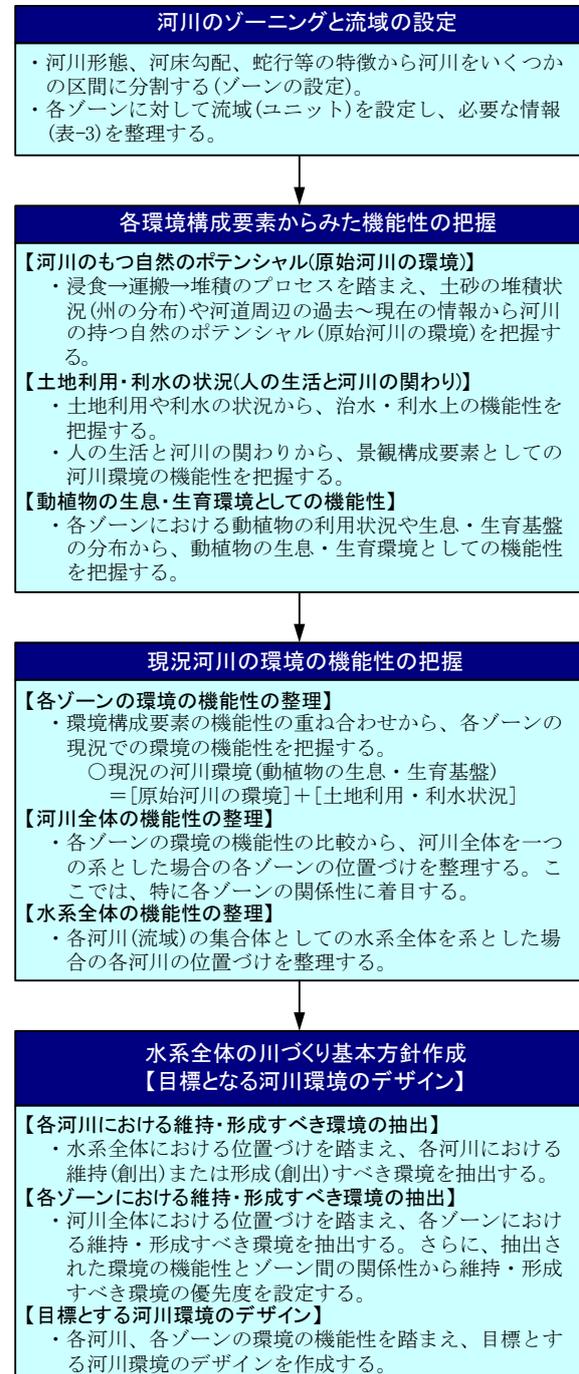


図-6 調査・計画段階における川づくりの流れ

(3)現況河川の環境の機能性の把握

各ゾーンにおける環境全体の機能性を河川生態系の構造を踏まえ整理し、ゾーン間の環境

の比較から、河川を一つの系とした場合の各ゾーンの位置づけを明確にする。さらに、各河川(流域)の集合体としての水系を考え、各河川の位置づけを明らかにする。

(4)水系全体の川づくり基本方針作成(目標設定)

水系に対する河川の位置づけ、河川に対するゾーンの位置づけを考慮し、各河川、各ゾーンにおける維持または形成すべき環境の抽出を行い、環境の機能性を踏まえ、目標とする河川環境のデザインを作成する。

7. 設計・施工段階における川づくり

これまでの検討において、流域と河川の関わりを整理した上で、水系全体に対する水系内の各河川の位置づけ、各河川のなかでの各ゾーンの位置づけを検討し、目標とする河川環境の設定を行った。本章において検討する設計・施工段階における川づくりでは、河川における各ゾーンの位置づけが明確になっていることから、ゾーン内の河川環境を対象として検討を進めた。

図-7 に設計・施工段階での川づくりの流れを示す。この過程での達成目標は、治水面からの要求と各ゾーンの目標とする河川環境の維持・形成との両立を図ることとした。

(1)ゾーン内の環境の重要度の把握

ゾーン内の環境の重要度を機能性の観点から把握する。ここでは、目標とした河川環境に基づき評価の指標を設定し、環境の重要度の分布を求める。指標としては、環境そのもの(例えば、州や河畔林の面積等)や環境要素(例えば、植物群落の面積や鳥類の生息密度等の動植物に関わる情報)等の定量データとして取得できるものとするが、各ゾーンの環境を量ることが可能なものを選択する必要がある。

(2)治水面・環境面からの要求の両立を図るための検討

ここでは、治水面、環境面からの要求の両立を図るために、どのように折り合いをつけるかの検討を行う。治水面からの要求は最優先するが、

環境の重要度が高い箇所については改変を回避することとし、相対的に重要度が低い箇所での工事等により治水面からの要求を満たすように工夫する。この際には、いくつかの治水対策の構造物の配置案を作成する。

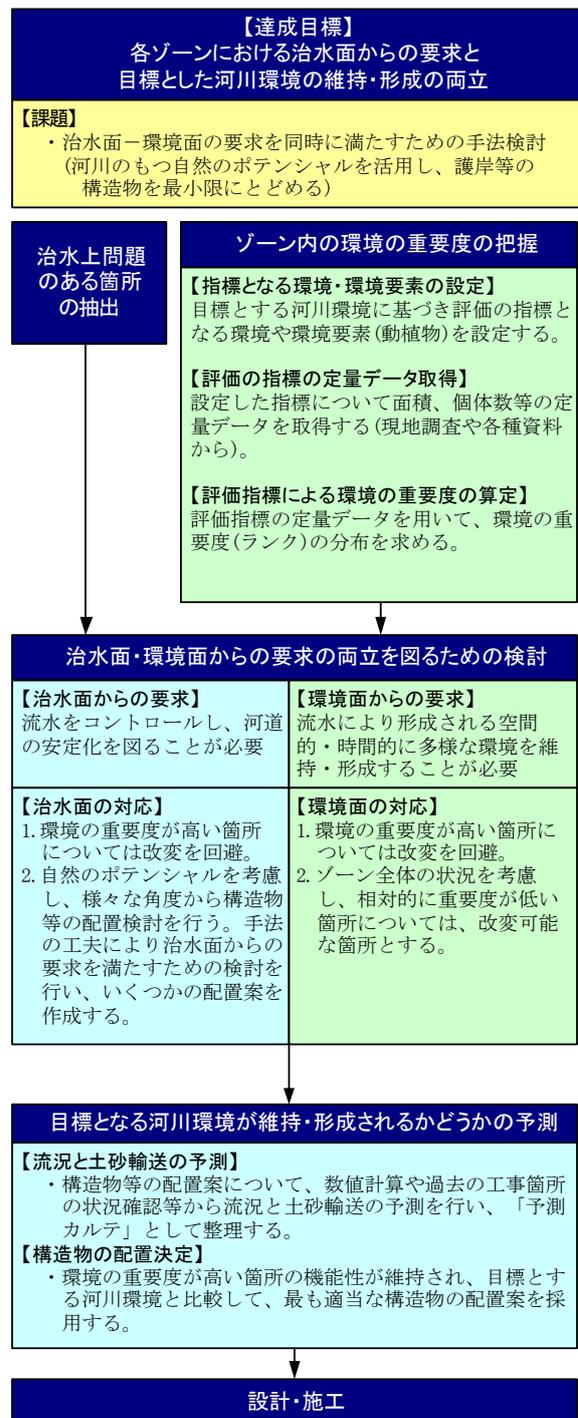


図-7 設計・施工段階における川づくりの流れ

(3)目標とする河川環境が維持・形成されるかどうかの予測

構造物等の配置案について、数値計算や過去の工事箇所の確認状況から、流況と土砂輸送の変化及びゾーン内の環境変化の予測を行い、「予測カルテ」として整理する。この予測カルテは、維持管理における川づくりで述べる評価カルテと合わせて、河川管理上の基礎資料とする。

河川の連続性から、改変を回避する重要度の高い箇所についても、状況により機能性の低下が生じる懸念があることから、重要度の高い箇所の機能が維持され、目標とする河川環境と比較して適切な治水に関わる構造物の配置案を選択し、設計、施工に反映させる。

8. 維持管理における川づくり

治水面からの要求と目標とした河川環境の維持の両立を図りながら設計・施工を行うための手法を第7章で検討した。施工後の維持管理においては、その目的が達成されているかどうかの確認を行い、川づくりの課題を抽出し設計・施工に反映させることと今後の川づくりに有効な情報の蓄積を図る必要がある。

図-8 に維持管理での川づくりの流れを示す。

(1)モニタリング項目の設定

モニタリングは、治水面、環境面の両者に関する情報を取得する。治水面では、予測通りに流水がコントロールできているかどうかの確認、環境面では、ゾーン全体が目標とする河川環境に合致しているかどうかの確認及び重要度の高い環境が維持されていることの確認を行う必要がある。

(2)モニタリング調査

定期的なモニタリングを実施するが、調査項目の変化の状況(変化に要する時間)等を考慮し、調査の頻度を設定する。

(3)評価カルテの作成

設計・施工段階において作成した「予測カルテ」に対応する「評価カルテ」を作成する。

評価カルテでは、予測結果と評価結果の比

較から、実施した川づくり(設計・施工段階以降)妥当性の評価を行い、課題を抽出する。

(4)情報の蓄積と課題のフィードバック

モニタリング調査の結果や評価カルテは、今後の川づくりにおける有効な情報となるため、データベース化し情報の蓄積を図る。また、評価カルテにより得られた川づくりにおける課題を設計・施工段階の川づくりにフィードバックする。

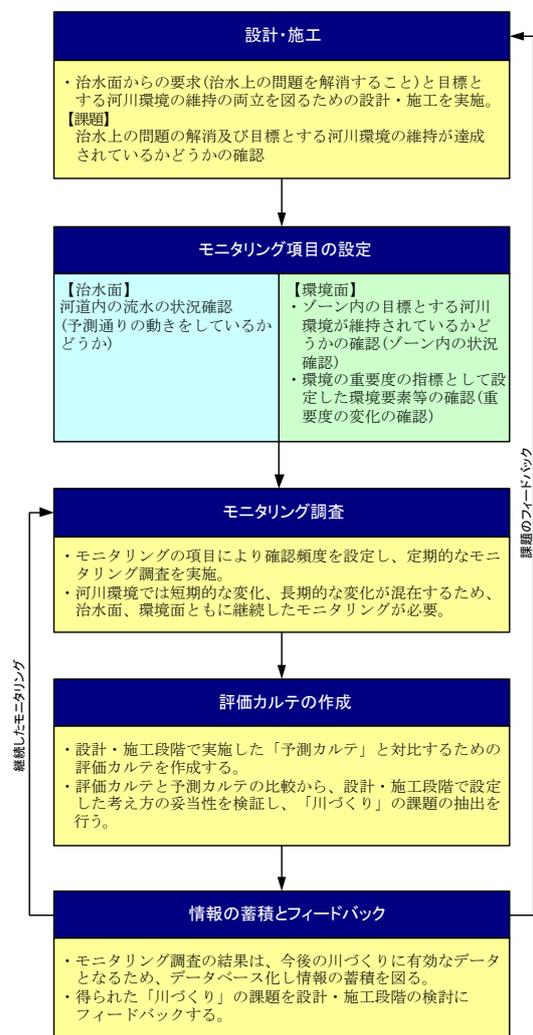


図-8 維持管理における川づくりの流れ

9. まとめ

本論では、多自然川づくりへのアプローチとして、筆者らがこれまでの業務の中で意識してきた環境の機能性に基づいた川づくりの手法について述べた。

これまでの川づくりの課題として目標とする河川環境のデザインが不明瞭なことや評価の手法が確立されていないことが挙げられた。本論では、これらの課題を解決するために、目標とする河川環境のデザインを軸にした調査・計画、設計・施工、維持管理の河川管理の各工程における川づくりの手法について検討を行った。

【河川環境のデザイン】

(調査・計画段階の川づくり)

目標とする河川環境のデザインを行うにあたり、以下の点に着目した検討を行った。

- 河川環境の特性を把握するためのゾーニング
(ゾーンとユニットの設定)
- 現況の河川環境の機能性の把握
- 機能性からみた水系における各河川の位置づけ、河川における各ゾーンの位置づけの明確化

この中で、河川環境の構成要素としてのゾーン、ゾーンに寄与する情報の集合体としてのユニットを設定し、多自然川づくりにある自然の営みや地域の暮らしや歴史・文化といった情報をユニットとして取り込めるようにした。また、各ゾーンのもつ機能性に着目したことで、河川における各ゾーンの位置づけ、さらに、水系における各河川の位置づけを明確し、目標とする河川環境のデザインまでの道筋が整理された。

【治水面・環境面からの要求を両立させる手法】

(設計・施工段階における川づくり)

目標とする河川環境を基準として、治水面、環境面からの要求を両立させる手法の検討を行った。

定量データから求める重要な環境(重要度の設定)から、工事による改変を回避する箇所を抽出し、治水上の課題を解消するための構造物の配置案を作成する流れを示した。さらに、この配置案に基づき、数値計算や過去の

工事履歴等の情報から施工後の変化の予測を行い、目的である治水面と環境面からの要求の両立を図る構造物の配置を決定する流れを検討した。

【川づくりの評価手法】

(維持管理における川づくり)

維持管理においては、治水面と環境面の要求が両立しているかどうかの評価を行うための手法を検討した。

モニタリング調査により、治水面、環境面の要求が満たされているかどうかの確認を行い、設計・施工段階で作成した予測カルテと対応する評価カルテの作成を行う。予測カルテと評価カルテの比較から、設計・施工段階で設定した考え方の妥当性検証や川づくりの課題を抽出し、設計・施工段階の川づくりへのフィードバックを行う流れを示した。また、予測・評価カルテの情報は今後の川づくりの基礎資料となることから、データベース化を図り情報の蓄積を図ることとした。

本論での検討結果を実際に適用する際には、河川の特徴に合わせた調査手法等を選択するため、試行錯誤が必要になる。しかしながら、多自然川づくりの理念を踏まえた本論での川づくりへのアプローチは、すべての河川に対して共通の考え方として利用できると考えられる。

【引用文献】

可児藤吉(1944): 溪流性昆虫の生態, 「昆虫」上, 古川晴男編, 研究社.