

多自然川づくりの先駆的技術の導入支援

Support for the introduction of pioneering technologies for nature-oriented river management

河川・海岸グループ 研 究 員 小野 幹夫
リバーフロント研究所 主席研究員 内藤 正彦
河川・海岸グループ 研 究 員 伊藤 将文

多自然川づくりは、治水機能に加え河川景観及び自然環境の機能を確保することが重要であり、河道の平面・縦横断形など川の形の設定から始まり、河岸・水際部及び護岸の計画・設計に至るまでのトータルで行うものである。

本稿では、課題として残されていた河岸・水際部及び護岸の計画・設計に関する調査・研究を行い、護岸についてはできる限り設置せず、設置する場合においても護岸の前面に自然な河岸・水際部を形成するなど、河川景観や自然環境の機能を確保するという考え方を取り纏め、それらについて報告を行う。

キーワード：多自然川づくり、河岸・水際部、河川景観、自然環境、護岸の必要性

In nature-oriented river management, maintaining river landscapes and the function of the natural environment are key, as well as ensuring safety against floods. The management encompasses broad stages, including: consideration of the form of river channels (e.g. plane, cross-sectional surfaces (vertical/horizontal)); planning and design of the riverbank and waterside, and revetment.

We conducted a research study regarding the planning and design of the riverbank and waterside, as well as revetment, the issues of which remain pending. Consequently, pioneering technologies are summarized, whereby river landscapes and the function of the natural environment are secured without constructing revetment as far as possible, or with a natural riverbank or waterside formed in front of a revetment, even when it is constructed. This paper describes such technologies.

Key Words: Nature-oriented river management, riverbank/waterside, river landscapes, natural environment, need for revetment

1. はじめに

平成2年に『多自然型川づくり』の推進について』の通達が出されて以来、生物の良好な生息・生育環境への配慮、あわせて美しい自然景観を保全あるいは創出する「多自然型川づくり」が始まり、その後「多自然川づくり」へと進歩した。

多自然川づくりは、リバーフロント整備センター(以下、当センターという)が、長年取り組んできた研究テーマである。当センターでは、平成17年度以後、「多自然型川づくり」の現状の検証及び「多自然川づくり」の課題と留意点及び今後の方向性について調査・研究し、「多自然川づくりポイントブック」を刊行したのをはじめ、その後、基本的な川の形(うつわ)を決める具体的な考え方や方法について「多自然川づくりポイントブックⅡ」として刊行している。

本検討では、課題として残されていた河岸・水際部の計画・設計に関して、現時点で技術的知見が十分蓄積されていない分野も含めて調査・研究を行い、その結果、中小河川における多自然川づくりに関する一連の考え方を取り纏め、報告するものである。

ポイントブック ～河川改修時の課題 と留意点～	多自然川づくりを進めていく上でのポイントとなる事項と特に留意すべき事項
ポイントブックⅡ ～川の営みを活かし た川づくり～	中小河川における河道の平面・縦横断形の設定方法

なお、河岸・水際部については以下のように定義している。

場 所	範 囲
河岸	河道の側岸に対応するのり肩からのり尻までの範囲
水際部	水際(陸域と水域との境界)から陸域側には日常的な水位変動(図-1参照)の影響を受ける範囲を、水域側には水域近傍の植物及び地形の影響を受けて水理特性・環境特性が変化する範囲
河岸域 (河岸・水際部)	河岸・水際部の全体を指す。また、河岸と水際との間に空きがある場合、河岸域の範囲としてはこの空間も含めて河岸域とする

2. 河川全体を計画・設計するという多自然川づくりの考え方

多自然川づくりを実現するためには、計画高水位、平面計(法線及び川幅)、横断形、縦断形など河道計画の段階である川の形(うつわ)の設定から始まり、河岸・水際部の計画・設計に至るまでのトータルで検討することが重要である。

そのためには、計画流量に対して必要な断面を持った河道を検討するなかで、治水機能と環境上の機能(河川景観及び自然環境面での機能)の両方が確保できるよう検討する必要がある。なお、環境上の機能については、河畔林にも関係しているものの河岸・水際部にほぼ集約されるため、それらの計画・設計を十分に行うことが重要である。

以下に、河川全体で計画・設計するという多自然川づくりの思考の流れを示す。

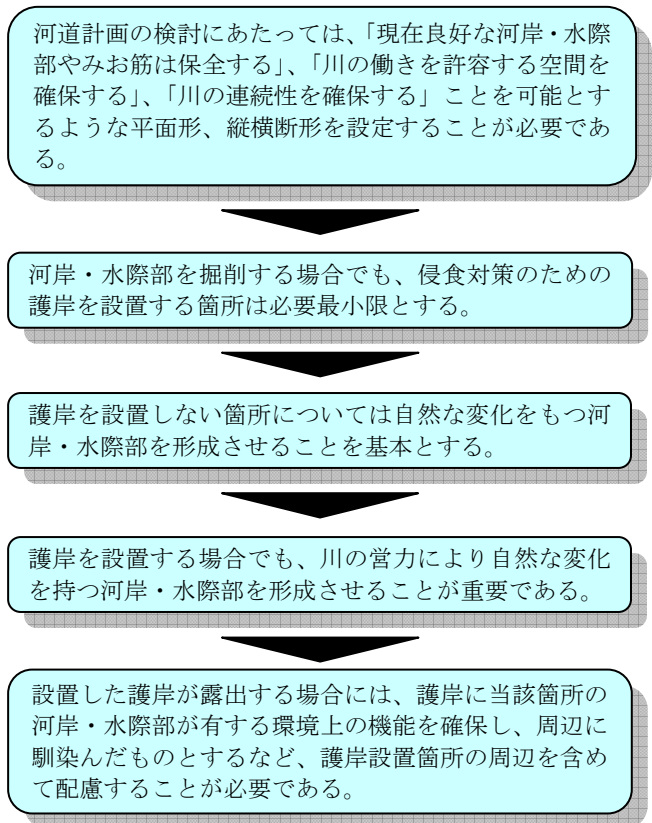


図-2 多自然川づくりの思考の流れ

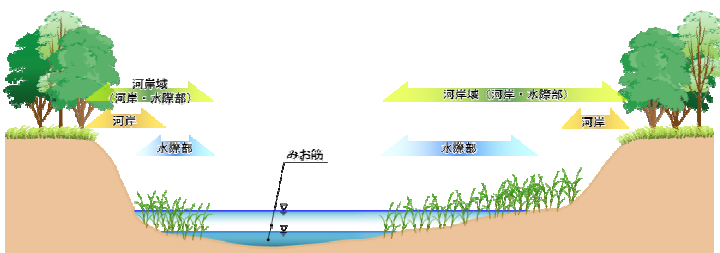


図-1 河岸・水際部の範囲

3. 河岸・水際部の計画・設計のポイント

河岸・水際部の計画・設計にあたり、治水機能に加え、河岸・水際部が本来有する環境上の機能を充分发挥するためには、以下のポイントが重要である。

- [ポイント1] 河岸・水際部の計画・設計における護岸の位置付け（→河岸・水際部と護岸を区別する）
- [ポイント2] 縦断的・横断的に自然な変化を持つ河岸・水際部の形成（→自然な河岸・水際部の形成を目標とする）
- [ポイント3] 護岸設置の必要性の慎重な判断（→護岸の設置箇所は必要最小限にする）
- [ポイント4] 護岸を設置する場合の設計上の留意点（→河川環境の機能が代替できるよう工夫する）
- [ポイント5] 河畔樹木の保全または植樹（→積極的に検討する）
- [ポイント6] 都市河川での多自然川づくりの考え方（→制約がある中で川づくりのステップアップを検討する）

3-1 河岸・水際部の計画・設計における護岸の位置付け（ポイント1）

堀込河道では、水が流れている水面から両岸へ向けて水際部、河岸と移り変わっていく。河岸は“かがん”と読むことが多いが、要するに“かわぎし”である。したがって、護岸が露出する場合には、護岸が河岸（かわぎし）の一部をなすということになる。

これまで、特に中小河川の河道改修では、河岸と護岸がほぼ同一のものとして見なされ、標準断面の河岸前面にブロック等の護岸を設置するケースが多く見られた。

しかし、自然状態の河岸や水際部は、土砂・礫等、植物など自然素材で形成されており、流水作用（侵食、運搬、堆積）によって変化し、それが、川の形であり、動植物の生息・生育環境の豊かさでもある。一方、護岸は、治水上の観点から河岸の侵食対策（堤内地防護）を目的として設置されるものである。

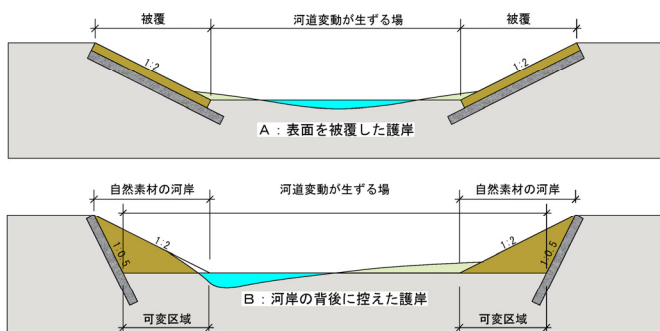


図-3 「河岸」と「護岸」の区分

したがって、「河岸・水際部」と「護岸」を区分した上で、護岸は河岸の一部として計画、設計を行うという考え方が重要である。

3-2 縦断的・横断的に自然な変化を持つ河岸・水際部の形成（ポイント2）

川は、本来、流水の働きによって縦断的・横断的に自然な変化をもつ。

良好な自然状態の河岸・水際部では、湾曲部の外岸側では淵が形成され、内岸側は土砂が堆積するなど浅い流れとなる。また、平面的には、淵と淵を結びみお筋は蛇行流路に沿って左右に移動し、必ずしも河道の中心にあるわけではなく、縦断方向で見ると、瀬・淵が連続し、凸凹した形状をしており、良好な自然状態の川の形状は、変化に富んでいる。

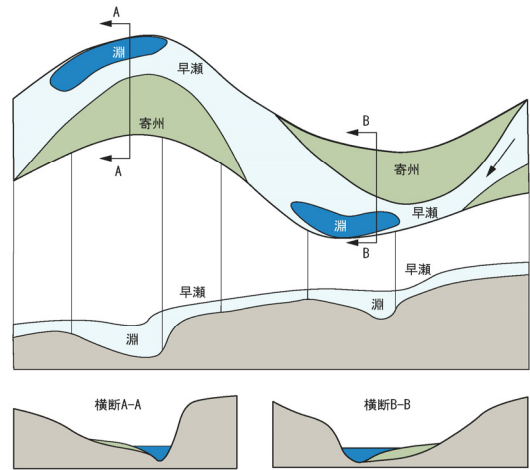


図-4 蛇行河川の平面・縦断・横断形

このような、“自然な変化を持つ河岸・水際部”の形成を目標とすることが大事であり、「ポイントブックⅡ」でも、河道計画の段階から以下の点に留意することとしている。

- ・ 平面線形は現況流路を基本とする。
- ・ 片岸幅を基本とし、環境へのダメージを最小限とする。
- ・ 川の営みを活かすよう河床幅を十分に確保する。
- ・ 河床を掘削する場合は、縦断的にも横断的にも基の河床をスライドダウンする。
- ・ 現況の淵はできるだけ保全する。

したがって、河岸・水際部の計画・設計の段階においても、最初から人の手で「形造る」ものではなく、川の営力により“自然な変化をもつ河岸・水際部”を形成させることを目標とすることが重要である。

3-3 護岸設置の必要性の慎重な判断（ポイント3）

前述のとおり、護岸は、治水上の観点から必要な場合に限り河岸の侵食対策として活用していくというスタンスであり、その必要性を慎重に判断した上で、必要最小限の箇所とすることが重要である。

したがって、河岸域の河道特性が以下のア)～キ)のいずれかに該当する場合は、侵食対策のための護岸を設置しないことを原則として検討する。

- ア) 周辺の土地利用状況等から、河岸防衛を行う必要性が低いと考えられる箇所
- イ) 現状が自然河岸であって、既往洪水によって侵食が大きく進行した様子が無く、改修後の河道条件下でも河岸に働く外力を増大させる方向での流水の作用の変化が想定されない箇所
- ウ) 現状が岩河岸等で侵食が急激に進行する恐れのない箇所
- エ) 川幅が局所的に拡大し死水域となる箇所
- オ) 湾曲部内岸側等の水裏部で河岸を十分な高さで覆うような寄州の発達が見られ、その状況が規模の大きな洪水によっても変わらない（例えば内岸を主流が走るようになって水裏部の寄州の一部が侵食されるような状況が生じない）と想定される箇所
- カ) 改修後の代表流速が1.8m/s以下の箇所（河岸に裸地が残る可能性がある一方で、河岸が河岸を防御する機能を有する石礫で覆われていない箇所を除く。）
- キ) 河岸防護が必要な箇所であっても、水制の設置その他の代替策を適用する方が良いと判断される箇所

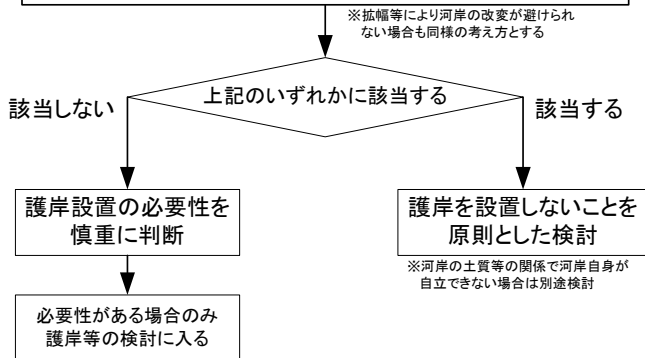


図-5 護岸設置の必要性検討フロー

3-4 護岸を設置する場合の設計上の留意点（ポイント4）

護岸を設置する場合であっても、河岸・水際部の環境上の機能を回復させることが重要である。

まず、以下の「(1) 護岸を河岸の背後に控えて設置」について環境上の機能の回復を検討し、次に「(2) 護岸が露出する場合の設計」で機能の代替えを検討する。

(1) 護岸を河岸の背後に控えて設置

まず、護岸は河岸の背後に控えて立てて設置し、その前に土砂、礫等の自然素材の河岸が形成されるよう検討する。これにより、流水の作用による変化を許容できる領域が増え、流水の働きによって縦断的・横断的に自然な変化をもつことが期待できる。

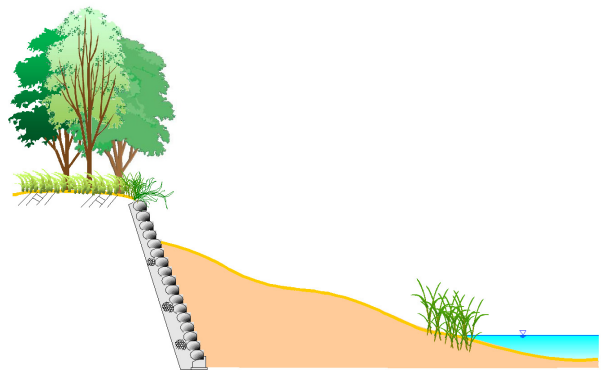


図-6 護岸前面に自然素材の河岸が形成される場合のイメージ

1) 護岸前面の河岸の洪水に対する挙動について

なお、護岸前面の自然素材の河岸については、現時点では洪水時の土砂の挙動（流出、堆積）について普遍的な技術が確立していないため、洪水時の土砂の挙動について十分に検討する。すなわち、このことが治水上の支障につながらないために、下記の a) の可能性及び b) の可能性を實際上十分小さくしておくことが必要となる。

a) 護岸前面の河岸が大規模に侵食され、移動する事象が起こる可能性の存在

(想定事象1)：自然堤防帯であり、河岸は当該区間の自然河岸と同様の材料から構成されているが、たまたま施工完了からの経過時間が短い状態で洪水が発生し、植生生育が十分でなく、全面的な河岸侵食、流出が生じる。

(想定事象2)：扇状地あるいはそれと河道特性を同じくする区間であり、河床の主材料よりも相当程度粒径の小さな材料により埋め戻しが行われたため、全面的な河岸侵食が生じる。

(想定事象3)：ある程度の掘削を伴う河道設計を行う場合に、河床縦断形変化（低下）やそれに伴う流速変化（増大）により、結果として、想定外の全面的な侵食が生じる。

b) 護岸前面の全面的な河岸侵食・流出が治水機能に有意な影響を与える可能性

上記のような河岸を構成する土砂の侵食と移動が生じて、厚い河岸を前面に持たせた護岸設置区間が短ければ、あるいは、それが長くとも流送された土砂が堆積するような区間が当該区間及び下流に存在しなければ、さらには、堆積が生じてその区間の流下能力に十分な余裕があり、流下能力の縦断変化パターンという観点からも問題とならなければ、当該護岸区間の全面的な侵食・流出が治水上の問題

を起こすことはない。

2) 先進的な施工事例

岩手県の馬淵川水系元町川は、平成 18 年 10 月の豪雨被害を契機として取り組まれている事例である。

流水の作用による変化を許容するという視点から、全区間を通して 5 分勾配の単断面で河床幅を広くとっている。なお、一部区間では、従前の河岸形状や河川利用等を考慮して護岸を河岸の背後に控えて設置し、護岸前面に現地で発生した土砂、礫等を用いて 2 割勾配の覆土を行った結果、自然河岸が形成されている。

現時点までに、大きな洪水を経験していないが、河岸・水際部に植生が繁茂しており、河岸耐侵食力が期待できる状態である。

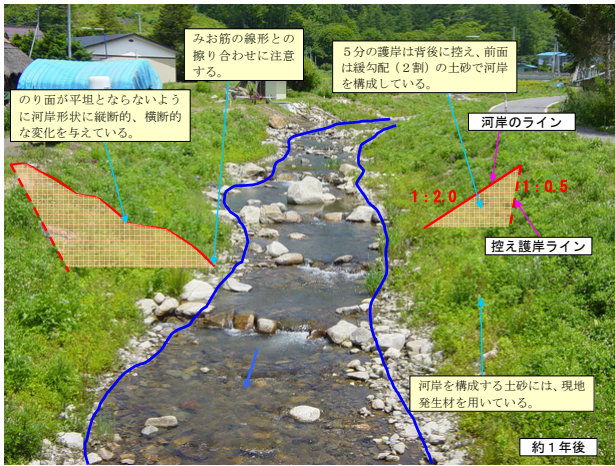


図-7 控え護岸の事例(元町川:岩手県)

(2) 護岸が露出する場合の設計

次に、土地の制約等から十分な川幅が確保出来ない場合は、護岸の前面に十分な河岸を形成することが難しいため、護岸が露出する場合がある。

その場合、護岸が河川環境機能をすべて代替することは困難であるが、以下の3点に留意する必要がある。

- ① 護岸のり肩、水際部に植生を持ち、直接人の目に触れる部分を極力小さくする。
- ② 護岸は、周囲の景観と調和させる。
- ③ 護岸は、生物の生息・生育空間、移動経路を確保させる。

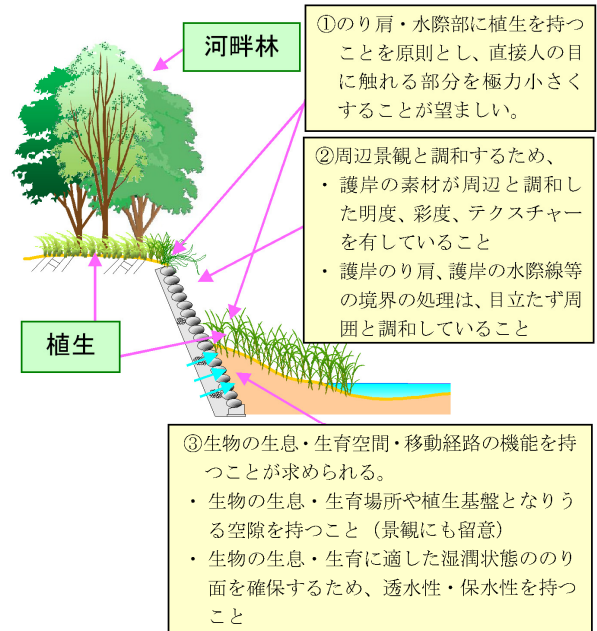


図-8 護岸が確保すべき機能

■護岸素材の明度、彩度、テクスチャー(質感)

護岸は、周辺の景観に対して明るすぎず、周辺から目立たない方がよいが、その表情は、素材の明度、彩度、テクスチャーで決まる。

なお、護岸全体の明るさについては、素材そのものが持っている明度のほか、テクスチャーによる陰影によっても明度が低くなるため、護岸選定にあたっては、両方の性質を考慮して選定する必要がある。

ここで、明度とは、明るさを示すものであり、設置したばかりのコンクリートブロックの色は白く、明度は9~10と高い。また、古くから護岸材として用いられてきた自然石の明度は低く、土木研究所の研究によると、3~6の範囲にあることから、周辺から目立たないようにするには、コンクリートブロックを用いる場合でも明度は6以下が望ましい(図-9参照)。

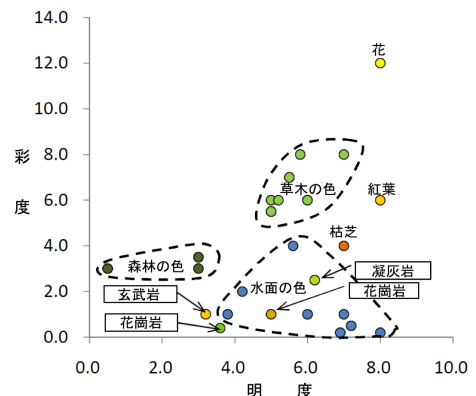


図-9 自然素材の明度と彩度

また、テクスチャーとは、材料が持つ視覚的・触覚的な感じのことをいう。材料の表面の色や明るさの均質さ、触覚的な強弱を感じる凹凸など、材料を全体的にとらえた特徴、材質感覚、効果を表す。そのため、表面の肌理が粗い（ざらざらしている）と、護岸全体としてみたときに、陰影ができる。

護岸の事例写真を以下に示す。

写真-1は、通常のコンクリートブロックであり、明度は10に近く周辺の景観に対して明るい。

写真-2は、明度が5程度と低いコンクリートを用いているため、写真-1に比べ周辺から目立たない。

写真-3は、明度が5程度の自然石を用いており、明度は写真-2と変わらないものの、表面のテクスチャーにより周辺に馴染んでいる。



写真-1 通常のコンクリートブロック



写真-2 明度の低いコンクリート（ポーラス）



写真-3 自然石（間知石）

3-5 河畔樹木の保全または植樹(ポイント5)

河畔樹木は、河川環境に及ぼす影響が大きく、主に以下のような効果があるため、積極的に保全または植樹を検討する必要がある。

- ・ 河畔林は、魚類にとっての緑陰や落下昆虫の供給、あるいは鳥類の営巣、両生類や爬虫類の休息場所等を確保する役割を持つ。
- ・ 河畔林によって河床に到達する日射が抑制され、その部分の植生の繁茂が抑えられ、河道内植生の維持管理が容易になる。
- ・ 都市部では河畔林は貴重な緑であり、木々の緑は見る人に精神的な安息・充足をもたらす働きがあり、また、日陰をつくることにより、散歩などを快適に行うことができる空間を提供できる。

したがって、現況の河道に良好な河畔林がある場合は、平面形や横断形の見直しや片岸拡幅などにより保全することを基本とし、保全できない場合には、スペースを確保して樹木を復元したり、河道内死水域に植樹をするなど次善策を講じることが重要である。なお、その際、洪水に対する安全性、樹木の管理体制、流木対策等についても検討する必要がある。



写真-4 河畔樹木等の植生が見られない状況
(いたち川：神奈川県)



写真-5 護岸天端部に植樹し15年経った事例
(いたち川：神奈川県)

3-6 都市河川での多自然川づくりの考え方 (ポイント6)

土地の制約が比較的少ない地方河川では河道拡幅による河道改修(多自然川づくり)が可能で、河床幅を広くとり、護岸の前面に河岸を設置することを検討できる。一方、都市河川ではのり勾配5分の護岸を設置することでかろうじて流下断面を確保できる河川が大半である。このように、現地によって土地などの制約がある場合には、その場その場で多自然川づくりを工夫することが重要である。

ここで、いわゆる3面張りという河床までコンクリートで固められた河川を始まりとして、多自然川づくりのステップアップについて記述するが、治水機能を十分に確保することが大前提であることは言うまでもない。

ステップ1: まず、河床のコンクリートを取り除き、川の営力の働きを活かせる河床とすることが大事である。

ステップ2: 河床が平らで流れが単調な箇所では、寄せ土や寄せ石を行うことにより、みお筋が見られるようになる。

ステップ3: 過半樹木の機能の効果については、ポイント5で示した通りであるが、無機的で単調な都市の河川空間に樹木を施すことで「川らしさ」を演出するとともに親水性を象徴的に表現し、都市の線的な「自然」を充実させることができる。

前出の写真-5は、都市河川でステップ2、3を実践した事例であり、修景前後を比べると河川環境が向上している。

ステップ4: 河道改修時に残る旧川敷きや残地、または沿川の公園・緑地等の公共用地などを取り込むことによって、部分的に広い空間を確保し、川幅(河床幅)に変化を与える。

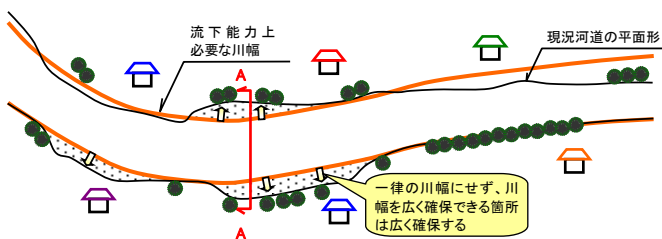


図-10 旧川敷きを活用した事例

ステップ5: ショートカット区間で旧河道と計画河道の間の土地等まとまった空間が確保できる場合

には、河道を中心とした水辺拠点として整備する。



図-11 水辺拠点の整備事例 (いたち川稲荷の森の水辺：神奈川県)

4. 河岸・水際部及び護岸を計画・設計する際の検討の流れ

これまで検討を踏まえ、現場の技術者が河岸・水際部及び護岸を計画・設計する際の、具体的な検討の流れを整理した。

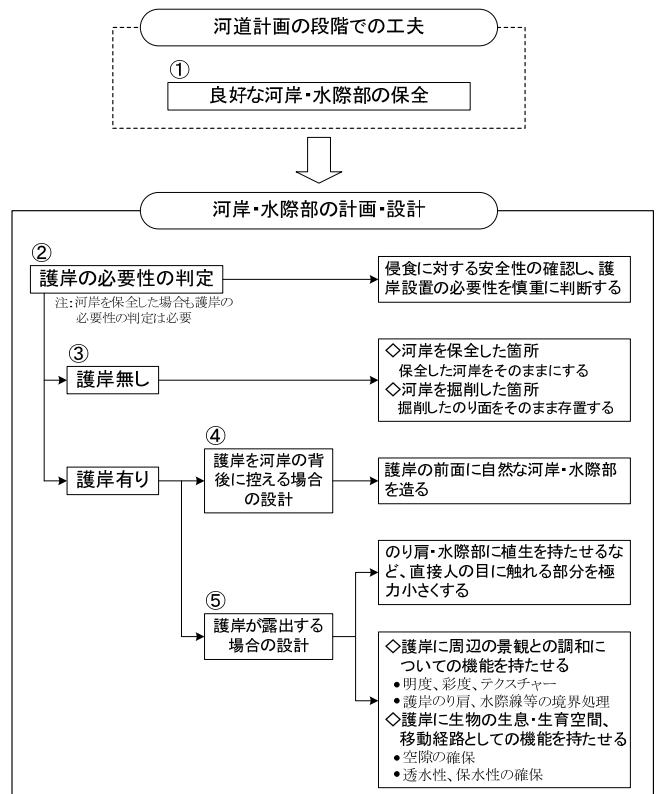


図-12 河岸・水際部及び護岸の計画・設計の流れ

① 自然な河岸・水際部の形成を目標とする

河岸・水際部の自然環境が良好な場合は、河道法線形や河道横断形等の検討により改修の影響を回避し保全を行うことが可能か、河道計画の段階で検討する。

また、拡幅のみによる川幅の確保が困難な場合には、最小限の河床掘削を検討し、さらに、護岸の設置が必要になった場合でも自然な河岸・水際部になるようにする。

②護岸設置の必要性を慎重に判断し、護岸は必要最小限の範囲とする

侵食対策のための護岸については、流水の外力や河岸の耐力、河道の形状等を考慮し、護岸設置の必要性を慎重に判断したうえで、必要最小限の箇所とする。

③保全した河岸や掘削したのり面をそのまま存置する

拡幅のため河岸・水際部を掘削する場合でも、掘削のり面をそのまま存置し、侵食・堆積等の川の営力や植物の生育により、自然な変化を持つ河岸・水際部を自然に形成させる方法を検討する。

なお、植生で覆われるまでに侵食等の影響が大きいと判断される場合には、捨て石工や植生マットの設置等、耐侵食性をあらかじめ高める工夫が必要である。

④護岸はできるだけ河岸の背後に控えて設置する

護岸を設置する場合でも、川の営力により自然な変化を持つ河岸・水際部が形成されるようにする。一つの方法として、護岸は河岸の背後に控えて設置し、その前に土砂、礫等の自然素材の河岸が形成されるよう検討することが望ましい。

⑤護岸が露出する場合には環境上の機能に配慮する

設置した護岸が露出する場合でも、護岸の素材が周囲と調和した明度、彩度、テクスチャーを有し、護岸のり肩、水際線等の境界が目立たず周囲と調和するよう工夫することが望ましい。

また、水際及び背後地を重要な生息空間とする生物が分布している場合は、のり面に生息・生育空間・移動経路としての機能を持つことなど、できる限りの工夫することが望ましい。

5. おわりに

本検討では、課題として残されていた河岸・水際部の計画・設計に関して、現時点で技術的知見が十分蓄積されていない分野も含めて調査・研究を行った。その結果、中小河川における多自然川づくりに関する一連の考え方を取り纏めることができた。

「多自然川づくり」はすべての川づくりの基本である。これまでに刊行してきた「多自然川づくりポイントブック」、「多自然川づくりポイントブックⅡ」とあわせて、本成果を参考に、現場の技術者が多自然川づくりに取り組んで頂ければ幸いである。

また、当センターでは、今後も多自然川づくりに関する調査・研究を続け、多自然川づくりの発展と啓発に努めていきたい。

なお、本調査・研究においては、「多自然川づくり研

究会」の委員の皆様、国土交通省河川局の方々より数多くのご助言とご協力を賜りました。心より厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 「多自然川づくりポイントブック、Ⅱ」多自然川づくり研究会編、リバーフロント整備センター発行、2007、2008
- 2) 土木研究所資料 多自然川づくりにおける河岸・水際部の捉え方、自然共生研究センター、2010