

多自然川づくりにおける河岸—水際域の保全手法

(独) 土木研究所 水環境研究グループ自然共生研究センター 萱場 祐一

1. はじめに

河岸は比較的長い時間をかけて形成される自然の造形物であり、特に、下刻して流下する河川の山付部・崖地等に見られる天然河岸は水の流れと一体となって美しい景観を形成する。また、河岸に繁茂する樹木は水生生物に対して餌資源を供給し、水際域に見られる植物、間隙等は生物の棲み場所として機能する(写真-1)。このように、河岸から水際にかけての領域は重要な環境要素が数多く存在するが、平面形状の変更、護岸の設置等の人為的影響を強く受けやすい。

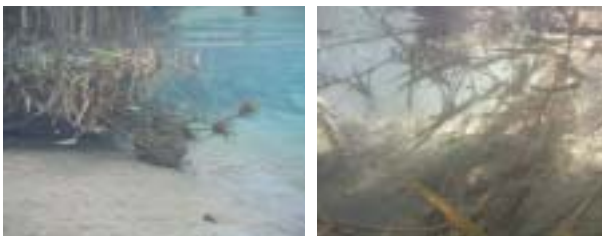


写真-1 水際域の水中写真

比較的河床勾配が大きな区間では水際域で流速の遅い場所に魚類の生息が集中する。

平成18年10月に通知された「多自然川づくりの基本指針」では8つの留意事項が示されている。その中で最初の3項目、即ち、縦断・横断・平面形状については計画論的な考え方が明確になりつつあり、特に、中小河川においては技術基準が通知され、計画高水位の設定、縦横断形状の考え方について明快な方向性が打ち出されつつある。しかし、4つ目の項目である護岸に関する事項については、考え方、技術的水準の成熟度が低く、今後、河岸—水際域の保全に資する計画・設計論、具体的工法の開発を早急に進めて行く必要がある。

本報では、以上を背景として、多自然川づくりにおいて河岸—水際域の捉え方そして保全の考え方を、近年の多自然川づくりの動向を踏まえ報告する。

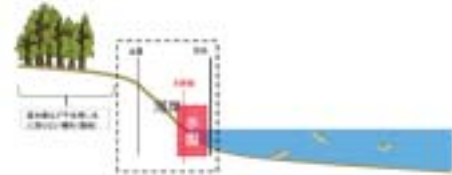
2. 河岸域と水際域を区別する。

河岸域とは水域から陸域にかけて法勾配が局所的に大きくなり、その前後の比高差が大きくなる場所と定義できるだろう。河岸域は短い距離で比高差が変化するため、乾湿条件を始めとする陸域から水域にかけての遷移区間の実距離は短い。一方、水際域は平常時における水と陸との境界を含む領域であり、その領域は水位変動に応じて横断方向に移動す

る。

河岸前面(この場合、河岸から見て水域側)に砂洲等の堆積域が発生しなければ河岸法尻から法肩にかけて水際域が位置し、河岸域と水際域は同所的で、場所的なズレはあまりない(図-1(上))。しかし河岸前面に砂洲や堆積域があると河岸域は水域から離れてしまい、河岸域と水際域は一致しなくなる(図-1(下))。この場合、水際域の横断勾配は緩やかになり、水際域の水域よりの場所では流速が小さく・浅い水域が形成され、陸域よりには洪水時の攪乱強度・頻度が大きく、湿潤から乾燥へと推移していく遷移領域が形成される。

河岸域と水際域が一致しているケース



河岸域と水際域が一致していないケース

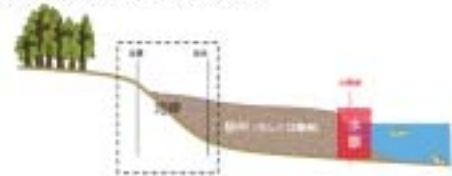


図-1 河岸域と水際域の区分
一致する場合(上)、一致しない場合(下)

河岸域と水際域の相対的な位置関係は、多自然川づくりにおいて重要な視点となる。河岸域と水際域が一致している場合は、陸域と水域が近接しているために陸域に河畔林が分布すれば、水域に対して餌資源供給・日陰の形成が期待できる。また、河岸そのものの形状や植物の繁茂状態は水際環境に影響し、生物の生息状況を支配する。一方、河岸前面に堆積域がなく、河岸と水際域にズレが生じている場合には、エコトーンとしての機能は河岸域と水際域に分担されるため、河岸域そのものの生態的役割は同所的な場合と比較して薄れてくるだろう。この場合は河岸前面に形成される水際域の形状や植物の繁茂がより重要であり、景観上の配慮を除けば河岸を改変する場合の留意事項は少なくなると考えて良い。

ところで、このような河岸前面の堆積域の形成の有無、即ち河岸域と水際域に位置関係はどのように決まるのであろうか。ズレが生じるかどうかは流程

や平面形状によって異なり、河床勾配が大きく、かつ、川幅が一定以上ある区間、湾曲部で湾曲角が大きく、かつ、曲率半径川幅比が小さい区間では、砂州や堆積域が形成されて、河岸と水際の位置は不一致となることが多い(写真-2)。また、河口干潟が形成される流程でも同様の現象が生じる。一方、上記条件に当てはまらない区間では河岸域と水際域は概ね一致し、平常時における低水路幅と水面幅は同程度となる(写真-2)。

河岸から水際の領域(以下、河岸-水際域)のある場所に着目すると、堆積域は永続的に存在するように見える場合と消長を繰り返す場合があるから、河岸-水際域における特徴の把握に際して注意が必要である。湾曲部内岸側に形成される寄洲、川幅が広い場合に両岸に形成されるテラスは永続的に見られるケースであるが直線河道に形成される交互砂州は出水に応じて下流方向に移動し、長い期間観察すると河岸域と水際域が一致する期間と一致しない期間が繰り返すことになる。



写真-2 河岸域前面に水際域が形成されるケース
交互砂州(左上)、湾曲部内岸寄洲(右上)、両岸に堆積域が形成されるケース(左下)、形成されないケース(右下)
右下の例に見られるように河川規模に対して川幅が狭く設定されると水際域の形成が抑制される。

3. 河岸-水際域の特徴を捉える。

河岸-水際域の保全を考える際には、現状を把握し、良いところを保全に活かすことが必要となる。日本における河岸-水際域の把握手法例は「美しい山河を守る災害復旧基本方針」に見られる。この方針では、現地調査において「河川特性」と「被災原因」のそれぞれを把握し、復旧工法の選定に活かすことを基本としている。河川特性の把握では「川の見方」の概念と方法が示され、具体的な調査結果をA表に整理することとなっている。しかし、河岸域と水際域が分離されていないこと、また、記入結果から保全上のポイントを抽出するプロセスが明示されていない点に改善の余地があると感じる。実際、

現場技術者に話を聞くと、A表に基づき当該箇所の特徴を抽出し、それに合致した工法選定が難しいといった声を聞く。海外における把握手法を見ても、特徴を抽出し保全に活かすプロセスが明示されている例は少ないようである。

河岸-水際域において簡便に特徴を把握する方法は現在のところ開発途上であり、自信を持って紹介できるものはないが、著者が河岸-水際域を観察する方法をもって「捉え方」に代えさせてもらおう。

現地に行ったら、最初に対象河岸を含む河道全体を俯瞰できる場所(橋梁上等)に立ち、河床勾配、川幅水深比、湾曲の程度、河床材料の粒径から全体の河岸-水際域を観察する。具体的には以下の質問形式の3項目に答えることが必要となる。

- ・ 河岸前面に堆積域があり河岸域と水際域が一致しているか、分離しているか?
- ・ 河岸前面の堆積域はどのような要因により形成されているか?
- ・ 河岸前面の堆積域はどの場所に固定されているか、移動するか?

これらの判定には現地観察だけでなく河道特性に関する情報が必要である。机上で河道特性を整理し、低水路満杯流量時の川幅水深比、無次元掃流力、曲率半径川幅比、湾曲角を事前に把握し、河岸前面の砂州・堆積域の形成について予測してから現地に行くという良だろう。

次に、河岸-水際域を近くから観察し、必要に応じて手に触れたり、流速を目測したりして、河岸-水際域の状態を確認する。以下の確認すべき要素を示した。

表-1 河岸-水際域でチェックする環境要素

要素	機能
地形	
勾配はどの程度か?	生物の連続性に影響する。勾配が急で微少な凹みがあれば登攀不可能となる。なお、護岸の力学設計法が改訂され、護岸表面には粗度付けが必要となった。
微地形(凹凸)はないか?	
河岸域	
草本植物が覆っているか?	洪水時に法表面の流速が低減し、産卵場となる。
河畔林はないか?	餌資源を供給し、日陰をつくる。
湿潤状態	
法面は表面は湿っていないか?	河岸に生育する植物、サワガニの生息場所となる。
法面に湧水はないか?	
水際域	
剛冠は水没していないか?	流速と奥度を低下させる機能がある。魚介類の生息密度はこれらの環境因子と関連している。
水中から礫物は繁茂していないか?	
水際に石籠はごろごろしていないか?	石籠のつくる隙間は魚介類の生息場として機能する。縦サイズにより生息種が異なることが明らかになっている。
水際に凹部はないか? (水際にできる小さな湾状の水域)	凹部は低速連域となり魚類の生息密度が上昇する。
水際の流速はどの程度か?	実験結果・野外調査の結果から10cm/s以下の水域で魚類の生息密度が高い。この領域の幅を確認する。

ここに示した河岸-水際域の要素は、単に自然河岸によく見られるというだけでなく、生物の生息場所として機能する。例えば、自然共生研究センターで実施した調査・実験結果では、水中から繁茂する

植物、石礫のつくる空隙、水際の凹部はどの要素も魚類の生息密度を上昇させることが明らかになった^{1),2),3),4)}。また、物理量との関連性では水中に植物(樹木も含む)がある場合には流速10cm/sを閾値として、これより流速が小さいと生息密度が向上すること、石礫については礫径によって生息種が異なることが解明されつつある。河岸法面の勾配や微地形、法面の湿潤状態については不明な点が多いが、甲殻類・爬虫類・両生類の連続性と生息場所を支配する要因として働いている可能性が高い。

河岸—水際域を漠然と観察しても無為に時間が過ぎるだけである。上述したポイントに絞って河岸—水際域を観察し、河岸域と水際域を区別すること、そして、環境資源の有無を確認した上で、保全方法を考えたい。

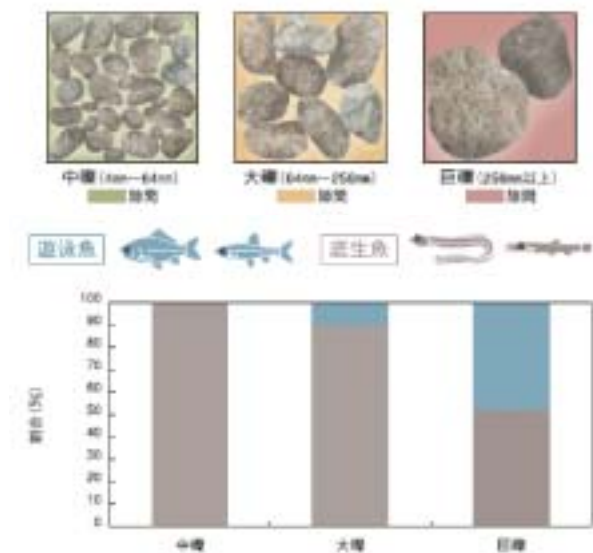


図-2 礫サイズと生息魚種との関係²⁾

礫サイズによって生息魚種が異なり、礫サイズが小さい場合は底生魚が大きい場合は遊泳魚の割合が多くなる。

4. 河岸—水際域の計画・設計について

河岸—水際域の特徴の把握を基に計画・設計に入る。河岸—水際域が良好な場合は河道法線の修正を行い、影響の回避の可能性を探り、変更の回避ができない場合においても護岸の必要性をきちんと判断し、設置範囲は最小限としたい。護岸の設置範囲設を短くできれば、河川景観・生息場の保全は勿論、コスト縮減、二酸化炭素の排出抑制・消費エネルギーの削減が可能となり³⁾、環境への負荷はあらゆる点で小さくなる。

(1) 法線形上を修正して影響を回避する。

河畔林が連続して分布し、天然河岸の様相を呈している質の高い河岸は、平面形状、横断形状を修正しながら河岸を保全することを考えるべきである。この場合、法線形状を左右岸のどちらかに寄せて質

の高い河岸を残すことは有力な河岸保全手法であり(片岸改修の原則)、適用を前提として考えるべきである(図-3)。なお、この考え方については近々発刊される「多自然川づくりポイントブック」～中小河川における河道計画の技術基準;解説～に詳細が示されているので参考にしてほしい⁶⁾。

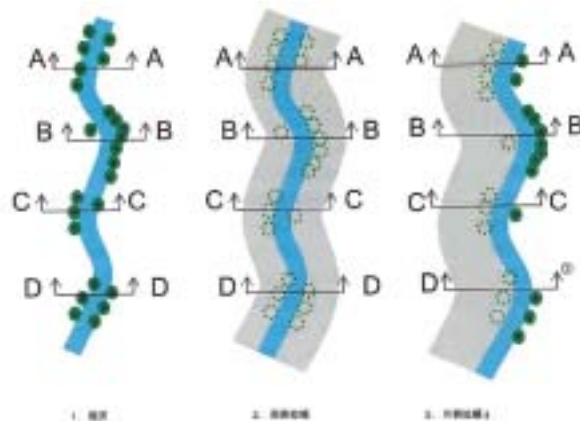


図-3 片岸改修による河岸の保全

「多自然川づくりポイントブックII～中小河川における河道計画の技術基準」より抜粋

(2) 護岸の設置範囲を最小限に留める。

多自然川づくり基本指針では、「護岸については、水理特性、背後地の地形・地質・土地利用などを十分踏まえた上で、必要最小限の設置区間とし、・・・」と記されており、可能な限り護岸を設置しないことを基本としている。

しかし、具体的な護岸の非設置範囲について明確な判定基準が明示されていない。例えば、「河道計画検討の手引き」ではセグメント別外岸・内岸、摩擦速度との関連から沖積河川の河岸浸食幅が整理され、河岸浸食の発生の可能性と高水敷幅との関係から、複断面河道における河岸防御の必要性が判断できるようになっている⁶⁾。しかし、河岸材料と外力との関係にばらつきが大きく、また、高水敷のない中小河川の単断面河道に対してはこれらの知見の適用が難しい。

平成20年3月に中小河川に関する河道計画の技術基準が通知された。技術基準では、拡幅を河床掘削に先行させて川幅を確保し、洪水時の流速を増加させないこと、そして、河川が有している自然の復元力を活用する旨が提示されている。河床掘削に寄らず拡幅を前提とすれば、護岸設置範囲の縮小だけでなく、河岸を切土にして放置するだけの方法(写真-3)や拡幅した河道において洪水による堆積効果を期待する方法も適用可能となるだろう。今後、具体的な設計論を提示し、より自然に近い河岸—水際域の形成手法を多自然川づくりに位置付けることが必要となる。



写真-3 切土にして放置した法面

境川（神奈川県）では拡幅に伴い河岸を切ったが、そのまま放置4年後には植物が繁茂し、自然河岸が形成されつつある。

(3) 適切な護岸工法を用いる。

護岸工法の基本的な考え方は「護岸は人工構造物であり、自然を基調とする河川において目立つことは好ましくない」ということにある。従って、護岸には覆土を施し被覆する。被覆できない場合には露出しても景観的に違和感のないものを設置することを原則としたい。表-1に示した河岸-水際域の要素は自然環境の保全上重要だが、個々の要素のみに着目して護岸工法を開発・選択すると、どうしても景観的に奇異な護岸が出現することになる（写真-4）。従って、まず、景観的に違和感のないことをベースとし、自然環境として重要な要素は、このベースに付加していくようなイメージで護岸の開発・選定を行うことが望ましい。



写真-4 景観への配慮は護岸工法のベースとなる。水際の生息空間保全のため石礫を投入した例。それ自体は評価できるが法面のデザインに課題が残る。

景観的に違和感のないための工夫は幾つかの文献に示されており、技術的なハードルは高くないが^{9),10),11)}、護岸の開発や選定には活かされていないのが現状である。例えば、これらの知見では明度・彩度を下げ、適度な肌理を持たせて周辺景観から構造物を浮き上がらせないことを重要な要件としているが、多くの護岸でこれらは遵守されていない。特に、緑化積護岸タイプの二次製品は、張護岸に比べると植物の繁茂が不十分であり、白くて無表情な法面が露出して、景観を台無しにしているケースが多く見られる。「護岸の力学設計法」の改訂が行われて¹²⁾、

護岸表面には適切な粗度を付けることが追記され、肌理に乏しく無表情な護岸は力学的観点からも使用を避けることが必要になった。景観、生態、力学的観点等護岸工法を多面的に捉え、ベストな護岸とは何かを議論することが必要になってきている。

護岸選定に係わる発注者だけでなく、設計を行うコンサルタント、二次製品を開発するメーカーが護岸工法の満たすべき要件を共有し、良質な護岸の開発と採用という好循環を産み出すことが、河岸-水際域の保全に繋がると考えている。

5. おわりに

本報では、多自然川づくりにおける河岸-水際域の捉え方、計画・設計手法について触れた。現在進行中の内容であること、紙面のスペースの関係上詳細を記述できていないが、今後、研修等の機会を見つけて情報発信を行っていく。多自然川づくり関係者は職場内で川づくりの議論を大いにして頂き、河岸-水際域の捉え方、計画・設計方法についての認識を共有してほしい。

参考文献

- 1) 自然共生研究センター：ARRC NEWS No. 6. 独立行政法人土木研究所、2003.
- 2) 自然共生研究センター：ARRC NEWS No. 9. 独立行政法人土木研究所、2007.
- 3) 自然共生研究センター：土木研究所資料第3988号、平成16年度自然共生研究センター報告書。独立行政法人土木研究所、2004.
- 4) 萱場祐一・岡田智幸・佐々木良浩・小川鶴藏・北谷啓幸・高木茂智・林尚：現地観測に基づく砂鉄川における魚類生息場所の把握と予測。河川技術論文集9、pp. 433-438. 2003.
- 5) 建設省総合技術開発プロジェクト：省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発。建設省、1996.
- 6) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブック「～中小河川における河道計画の技術基準；解説～」、(財)リバーフロント整備センター、印刷中.
- 7) (財)国土技術研究センター：河道計画検討の手引き。山海堂、2002.
- 8) 島谷幸宏：河川風景デザイン。山海堂、東京、1996.
- 9) (財)リバーフロント整備センター：川の風景を考える、景観設計ガイドライン（護岸）、山海堂、1993.
- 10) 国土交通省河川局：河川景観の形成と保全の考え方。2006.
- 11) (財)国土技術研究センター：改訂 護岸の力学設計法。山海堂、2007.