

# 水際環境と多自然型川づくり

(独) 土木研究所水循環研究グループ  
自然共生研究センター 萱場 祐一

## 1. はじめに

水際は水生生物にとって重要な生息場所であり、多自然型川づくりでも様々な工夫が施されてきた。しかし、実際の川づくりにおける水際処理の現状を見ると、まだまだ改善の余地があるように見受けられる。

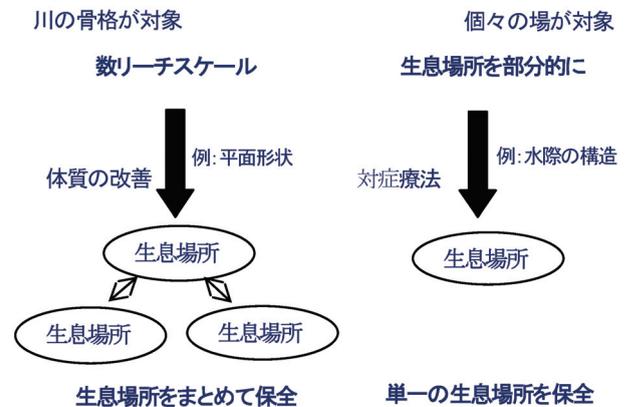
本報告では、「水際環境と多自然型川づくり」と題し、水際の生態的な役割についての研究例を紹介し、併せて、川の空間構造と生態的機能といった視点から多自然型川づくりが抱える課題について整理して見たい。

## 2. 中流域における水際の役割

水際の役割について述べる前に多自然型川づくりにおける水際処理（本来、護岸工法とすべきかもしれないが、護岸を設置するかしないか、また、護岸に代わる代替工法の可能性を含め水際処理としておく）の位置付けを復習しておきたい。既にご存じのとおり、多自然型川づくりの河川改修計画の留意点としては以下の3項目が示されている。①平面計画については、現川改修に努め、過度のショートカットを避けることにより、現在の河川が有している多様性に富んだ環境の保全に努めること。②横断計画については、標準断面を設定したうえで上下流一律の川幅で計画することはできるだけ避け、川幅を広く確保できるところは広く確保し、河道貯留能力を期待するとともに、広く確保した用地断面を活用し「多自然型川づくり」をすすめること。③護岸工法については、水理特性、背後地の状況等を充分踏まえた上で、生物の良好な生育環境と自然景観の保全・創出に配慮した適切な工法を選択すること。

多自然型川づくりの主旨を考えれば、これら3つの留意点を意識し、総合的に良好な生息・生育環境を保全していくことが本筋であろう。しかし実際には、一次改修が終了し河道が既に直線化している場合、河川整備計画（もしくは全体計画）が立案されていて平面形状・標準横断が設定されている場合が多く、護岸工法の選択イコール多自然型川づくりとなることが多い。

河道内に分布する生息場所が平面形状や川幅水深比といったより大きなスケールの川の構造に支配される。従って、護岸工法の選択を含む水際処理に依存する川づくりは、平面、横断形状といった川の骨



図—1 川づくりにおける2つのアプローチ

数リーチスケールでの保全や再生（例えば、平面形状の保全）は生息場所全体の配置が保全できるが実施が難しい。生息場所を部分的に保全する手法は比較的簡単だが効果が小さい。ただし、水際は水生生物の生息場所として大きな役割を担っていることから、アプローチに関わらず、水際の保全は重要な課題である。

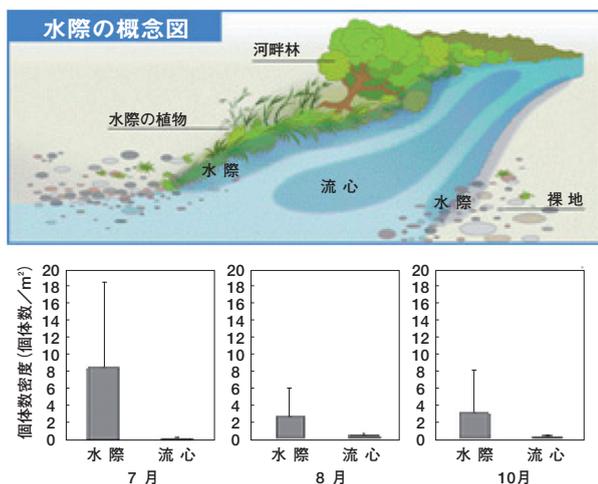
格から川づくりを進める場合と比べ生息場所の保全といった点において効果が小さいと考えられる（図—1）。しかし、水際は水生生物の生息場所として極めて重要な機能を有しているから、川の骨格に関与できなくても、水際をどのように処理するかは依然として重要である。

水際の重要性を示す例として、北上川支川砂鉄川で実施した調査結果を紹介しよう。この調査では水際の役割を明らかにするため、水際と流心において7月、8月、10月に魚類調査を行いその結果を取りまとめた。水際の調査結果には植生が繁茂する水際だけでなく、裸地、河畔林のある水際等様々な場が含まれている。また、流心部の調査では早瀬、平瀬、とろといった異なる場所の結果が混在している。

調査結果を見ると、相対的に水際における魚類の生息量が高いことが解る（図—2）。特に、7月の調査結果は水際における高い生息量を示している。これは、春～夏がコイ科魚類当歳魚の仔魚・稚魚期に当たるため、遊泳力の小さい個体が流速の小さい水際に依存していることを示している。この傾向は季節が移ろうに従い弱まり、個体サイズが大きくなり遊泳力が増すと水際への依存度が減少しているのように見える。

このような水際の生態的重要性は、水際と流心は

対象とする流程の河床勾配、対象魚種によって変化すると考えられる。例えば、縦断勾配が急になると流心部の流速が大きくなるために低流速域としての水際域の重要性は増すが、勾配が緩やかになると流心の流速も減少するため、水際の低流速域としての重要性は減少するかもしれない。ただし、後述するように水際の重要性を支える物理環境は流速だけではないので、流程の変化に伴う水際の役割の変化はより複雑である。この点については後述する。



図—2 水際と流心の概念図(上)と7月、8月、10月における水際と流心の魚類生息量調査結果(下)

水際には河畔林、ツルヨシ等の草本植物、庇状の河岸等様々なタイプの水際が見られる。本調査結果の“水際”では、異なる水際タイプでの調査結果を一まとめにして示した。また、流心は早瀬、平瀬、とろ等の調査結果を一まとめにして示してある。

### 3. 水際タイプの空間構造

次に、人間の手が加わっていない自然に近い水際に目を向けて見よう(写真—1)。自然の水際には実に様々なタイプが見られる。左上はツルヨシが繁茂する水際タイプである。この写真からは解らないがツルヨシの茎やランナーが水中に没し、水際の流速は遅く、水中の照度は低下している。右上は早瀬部分を写したものである。早瀬に隣接する水際は流速も大きく、明るい環境を呈しているが、湾曲部の寄州やトロのように流れのゆったりとしたユニットでの水際は、相対照度は低下しないが流速は減少する。つまり、水際の物理環境は水際そのものの形態や植物の繁茂のみならず、当該水際が位置する流程、そしてその水際がどのユニット(早瀬や淵の別)に属するかで大きく異なってくることに気を付ける必要がある。下の2枚の写真は岩付き部の水際を示している。ゴツゴツとした感じが印象的だが、詳細に水際を見ると平面的な凹凸が見られる。このような

平面的な凹凸は凹部に流速の遅い“淀み”を形成し、砂や泥の堆積を促すため流心には見られない様々な生物が生息場所として機能する。また、写真には示していないが、河畔林が水面まで覆い被さる水際、河岸が底上に張り出し河岸下部がえぐれている水際等中流域には様々な水際タイプを確認することができる。

多自然型川づくりにおいては、自然の川にはこのような様々な水際タイプがあることを強く認識し、個々の水際が有する形態的特徴を把握しておくことが必要である。



写真—1 ツルヨシの繁茂する水際(左上)、早瀬に隣接した裸地の水際(右上)、岩付の水際全景(左下)、岩付き凹凸部にできた淀み(右下)

このような空間構造の把握を基礎として、次のステップではその構造がどのような役割を担っているかという分析を行い、生態的機能を明らかにしていく。生態的機能を明らかにするという作業は、どのような生物が、どのような理由で、対象とする空間構造を利用しているか、という問いに答えることだが、この問いに答えるためには、応用生態工学的な知識と入念な調査・実験計画が必須である。今後、研究機関と現場とが連携しながら、個々の空間構造の生態的機能解明を行っていく体制づくりと人材育成が必要であろう。

### 4. 水際の空間構造と生態的機能

著者らのグループは主として中流域に見られる様々な水際を対象としてその生態的役割を明確にしていくことを重要な研究課題としてきた。ここでは、水際の植物が水生生物に対してどのような役割を担っているかを詳細に検討した結果を紹介し、水際の植物と水生生物の生息との関係がどのような物理環境要因によって説明できるかを示そう。

実験は岐阜県各務原市にある(独)土木研究所自然共生研究センター内の実験河川を用いて行った。

実験河川は形状と流量を任意に設定でき、隣接する新境川を介して木曽川と繋がっているため、木曽川から遡上・流入した魚類等の水生生物が実験河川内に造成した様々な生息場所を選好することができる。実験は、直線状の実験河川Aを用いて行い、水際の植物を陸上部、水中部の2つに分割し、それぞれの部分に繁茂する植物の役割について調べた<sup>2)</sup>。

法面全体（陸上部+水中部）に植物が繁茂している状態（タイプA）、水中部の植物を刈り取った状態（タイプB）、陸上部の植物を刈り取った状態（タイプC）、全て刈り取った状態（タイプD）の4つの実験区をそれぞれ4つずつ設置し（図-3）、繁茂する場所の違いによる植物の生態的機能の解明を試みた。各実験区の延長は15mで、水深は全ての実験区で同じになるよう調整してある。なお、全ての実験区において植物刈り取り前に魚類調査を行い生息量に差がないことを確認している。実験区設定後暫くした後各実験区の下流端を仕切り、電気ショッカーによる魚類採捕を行った。また、流速、水深、照度、餌資源量（流下する有機物及び堆積有機物）の調査を行った。魚類調査結果から、魚類の生息量はタイプA→B→C→Dの順番に減少し（図-3）、遊泳魚の減少量が底生魚に対して大きいことが解った。一方、物理量調査結果では、タイプAとタイプBでは水際の植物を残したために流速は変わらなかったが相対照度が低下した。また、タイプBとタイプCでは水際の流速は上昇したが、相対照度はほぼ一定であった。以上の結果から、魚類の生息量に影響を及ぼす要因として流速と照度が重要であり、流速の増加、照度の増加のいずれかが起こると魚類の生息量が減少することが明らかになった。もし、水

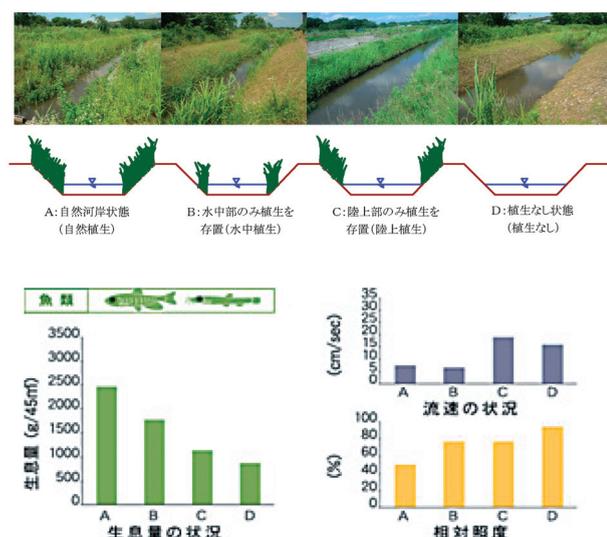


図-3 水際植物の刈り取り実験  
4タイプの実験区の状況（上）、  
魚類の生息量（左）・水際の流速及び相対照度（右）

際の植物が持つ機能を人工的に代替するのであれば、少なくとも流速と照度の値をある一定値以下に抑制することが必要であることが解る。

このように、人間の目には陸上の植物、水中の植物も同じ水際の植物と写るが、水生生物の身になるとこの2つの空間構造が持つ意味は大分異なっていることが分かる。次節では、空間構造という視点から、多自然型川づくりを眺め、多自然型川づくりの問題点を整理してみよう。

## 5. 多自然型川づくりの課題

川の中には様々な空間構造が見られ、これらが生物の棲み場所だけでなく川の風景を形づくっている。また、空間構造は流水の境界条件として働くからより大きな視点に立てば洪水時の流下能力も決めている。このように川の空間構造は治水、環境の両面において極めて重要な要素である。

多自然型川づくりを実施する場合には、事業実施区間にどのような空間構造が分布しているかを把握し、次いで、個々の空間構造の役割を考える。生態的に機能している（役割を果たしている）空間構造は生息場所（ハビタット）と位置づけられ、どの生息場所を保全するか、再生するか等が議論されていくことになる。

しかし、個々の空間構造の生態的機能は十分解明されている訳ではないから、実際には、現場で見られる空間構造を「真似る」ことを行う。この場合全てを真似るというよりは、空間構造の中から「生態的に機能するだろう」と予想される一部を切り取り、この空間構造を川の中で代替する、という方法を採用。環境保全型護岸は「切り取り・代替型」の川づくりの代表的事例と考えることができる。

空間構造を上手に「真似る」ためには、川をじっくりと眺め、その川の中にどのような空間構造が分布しているか、そして、個々の空間構造がどのような特徴を持っているかを十分観察しなければならない。空間構造の分布は川によって、流程によって異なるから、川づくりを行う際には現場に足を運び、これを確認する作業が必要となる。場合によっては地形測量等を行い客観的データとして空間構造の特徴を記録することが必要であろう。このような空間構造の把握が必要であることは多自然型川づくりの留意点でも「現在の河川が有している多様性に富んだ環境の保全に努めること。」と基本的考え方が述べられているが、実際の川づくりでは技術者の思いこみや独創性で空間構造を保全・再生するケースが多く、現川の空間構造が大事にされるケースは少ないような気がする。

また、空間構造の切り取り・代替の方法にも問題がある。具体的に言うと、技術者が「生態的に機能するだろう」と考え、切り取り・代替している空間構造が現実には機能しない場合がある。水際の植物が陸上部と水中部から繁茂する部分に構造的にも機能的にも分離できることは前述したが、これが環境保全型護岸に置き換わると護岸法覆の植物だけが強調され（緑化）、水中部の流速低減、照度低下に寄与する構造となっていない場合がある。これは、水際の構造と機能を漠然と捉え、水生生物の生息にとって重要な物理環境要因の絞り込みができていないことの結果と考えることができる。ある構造の一部だけを切り取りこれを代替する場合には、機能しない構造に着目しても仕方ないので、空間構造をより小さな空間スケールで見直し、どの構造がどのような役割を果たしているかを明確にする必要がある。また、このとき、構造と機能との関連性は測定可能な物理量で表現できることが代替する場合に有益な情報を提供する（図-4）。

構造と機能との関連性を解明することは現場レベルでは難しい場合が多いから、今後土木研究所を始めとした調査・研究機関が精力的に研究を実施していくことが必要である。ただ、関連性の全容を解明できるのは随分先の話であろう。当分の間は現在得られている知見から個々の空間構造の役割を類推し、事業実施後効果を現地で確かめる、そして、必要に応じて手直しをするといった順応的管理プロセスは必要だろう。自然再生事業のように対象空間スケールが大きくない場合であっても、我々の持つ知識の限界と自然の不確実性を熟慮し、工事完了後も見守る姿勢が必要であろう。

以上、「水際」と「空間構造」を軸として多自然型川づくりの課題を論じてきたが、これら課題は、技術論だけでなく、制度や技術者の資質等の様々な領域にまたがっている。今後、課題を精査し、複合的な施策を連増させながら、多自然型川づくりのレベルアップを行うことが重要となる。

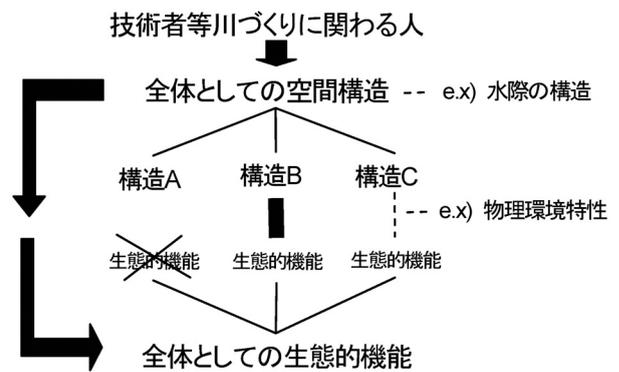


図-4 空間構造と生態的機能との関係

ある空間構造を漠然と一体的に見るのではなく、個々の構造に分割し、どの部分が有効に働いているかを確認することが重要である。構造と機能を結びつける際には、これを合理的に説明する物理環境要因があると保全・再生の評価が簡単になる。

参考文献

- 1) 萱場他(2005):水際における生息場所タイプと魚類の生息分布. 河川技術論文集, 第11巻, pp. 31-34.
- 2) 河口洋一(2003):水際の植物が河川性魚類の生態に及ぼす影響. 海洋と生物, vol. 205(6), pp. 452-459.