

天塩川 魚類生息環境保全に関する専門家会議 ニュース

「天塩川流域～森と海に優しい川づくりワークショップ」を
令和3年10月5日にオンラインで開催しました

天塩川魚類生息環境保全に関する専門家会議とは？

旭川開発建設部及び留萌開発建設部では、平成19年10月に天塩川水系河川整備計画が策定されたことを踏まえ、天塩川流域における魚類等の移動の連続性確保及び生息環境の保全に向けた川づくりやモニタリング等について、魚類等に関する学識経験や知見を有する専門家の方々の意見を聴取するため、平成19年11月14日に設置しました。

開会

開会のあいさつ

事務局

令和3年度のワークショップは、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、オンラインによる開催とし、現地は中止で、講演のみのワークショップとなっている。このワークショップは、「天塩川魚類生息環境保全に関する専門家会議」の取り組みとして今年11回目の開催となる。各関係機関により、河川環境の保全や魚類の連続性確保に向けて様々な取り組みが行われる中、今回のワークショップが魚道の構造や河川との接続、川づくりで配慮すべき事項、魚類の生態特性などの技術的・生態的な課題に対する解決の手がかりとしていただき、技術的な情報の共有と技術力の向上を図って、天塩川流域をこれまで以上に、森と海に優しい天塩川にしていきたい。



机上ワークショップ・講義

「河道計画、河川構造物の考え方」

妹尾委員（流域生態研究所 所長）

ー 昨年は自然河川の仕組みとこれまでの川づくりの現状

について、昨年は河川自然学と今後の川づくりの考え方について紹介したが、今回は河道計画・河道法線の考え方、及び河床低下や魚類の移動障害となっている河川構造物の考え方についてお話ししたい。



これまでの川づくりはマニュアルや設計基準に基づいて計画されているが、現状としては、川の崩壊や河床低下などの大きな問題が生じており、今後どうすべきか見直す時期になっていると考えている。

今後の河道計画、河川構造物の考え方としては、魚類の移動や生息・産卵環境の創出も求められおり、河川自然学の考え方を踏まえて進めていくべきと考えている。

天塩川水系ではこれまで国や北海道などの協力を得ながら横断工作物への魚道の設置が行われてきており、現在はその効果が発揮されて、各河川でサクラマスの遡上が確認されている。

流路の直線化や河道維持のために設置した河川構造物によって、流水が集中して河床低下や河岸崩壊等の問題が生じており、構造上の安全性や魚類の生息場の減少を招いているので改善が必要である。

良い川というのは、縦断的にも横断的にも変化があり多様な環境が創出され、河岸の樹木も多種で、紅葉のシーズンには写真にあるような素晴らしい景観が作られる。

私が今提唱している川づくりは、水の力で川をつくらせる河川自然学に基づいているが、まだ事例は少ないけれども、10数年前に行なった石狩川上流での河川改修の事例がある。滯筋が固定化されて水衝部が崩壊し大型コンクリートブロックを入れても毎年流出するような状況を改善するため、平水時に蛇行して流れる滯筋は維持しつつ、年平均最大流量程度の洪水時には低水路全体で直線的に流れるよう樹林化した蛇行部内岸側を平水位の高さで掘削をした。これにより、洪水時には水衝部に流水が当たらないようになり魚類の生息環境も創出され、10数年経過した今でも滯筋の変化はあっても河原が維持され、樹林化も抑制されている。

道南の天の川ではアユの産卵場を創出するために、低水路幅を通常の2倍の広さで掘削することで、土砂堆積の促進と洲の攪乱が行われており、35年経過後もアユの産卵環境が維持されている事例もある。なお、この計画低水路の2倍というのは、川幅水深比の関係から単列砂州から複列砂州の境界領域ぐらいの幅に相当している。

天塩川的美深地区では、下流から連続的に低水路断面の拡幅工事を行っているが、築堤法線や上流からの流向の関係で、水が停滞する箇所では土砂堆積により再樹林化が進行してきており、サケの大産卵場が次第に減少傾向にある。このため、サケの産卵場となる砂州を維持するためには、今後、年平均最大流量時の流心を想定して上・下流蛇行部の低水路拡幅を一連のセットにして掘削することを考えていくとともに、限られた河川敷地の中で、水が自由に流れる空間を確保して、水をうまく動かしていくような検討が必要である。既掘削箇所の河岸部の写真を見ると、拡幅箇所端部が現況河岸にほぼ11°の角度で摺り付いており、今後の河道計画における樹林化の検討に際して参考となる数字だと思う。また、低水路拡幅を行うときに網場を残した掘削をすると、水の広がり制限され次第に土砂堆積が進行して産卵場環境が劣化していく。

平成2年頃から多自然型川づくりが行われ始めたが、自然素材の木工沈床で低々水路を作っても数年で河床低下して岩盤だらけになったり、直線化した砂防流路工では帯工によりほとんど岩盤化して、魚道の設置でサクラマスが遡上しても上流では産卵しにくい状況になっている。

多くの川が排水路化や河川環境の劣化によって、子供たちの環境学習の場がなくなり、カワヤツメの生息場所などが消失しているので、治水対策・防災機能だけでなくいろいろな機能を備えた自然再生事業を河川改修事業の中で行う必要があると考えている。

河川構造物の設計基準として「床止め構造設計の手引き」が多く使用されていると思うが、この手引きには河川構造物の設置は極力採用しないようにという記載があり、構造物を入れることで川が壊れることを分かったうえで作成されているようにも思える。本基準では、水理的な観点から下流水深に摺り付くまでの距離の算定方法と、河道特性の類似した河川での設置事例や被災事例の知見等も参考にして最終的な形状を決定することが記載されているが、算定方法に基づく数字だけでほとんど構造物が設計されているので、河川構造物を設置した多くの川は壊れてしまっているのではないかと。本体構造についてはあまり壊れているところはないが、下流側の護床工のところではコンクリートブロックの隙間から土砂が吸い出されて、河床低下を引き起

こし川をダメにしている。

例えば、落差部直下にウォータークッションとなるプールを作ると、流水のエネルギーが吸収されるので、その下流側に土砂が堆積する平瀬が必ずできるようになる。もし、仕上がり形状を基準に合致させる必要があるれば、プール区間を現況材料で埋め戻すというのも一つの方法であり、水が勝手にここでエネルギーを減勢させながら、下流に土砂をため込んでいく仕組みになると考えている。

豊平川の帯工の事例では、コンクリートブロックの隙間から流水が流れ込み、その局所流によって河床を壊していったり、ワイヤーによる石の固定が損傷する現象が起きている。一方、コンクリートブロックを使わずに、石材による石組みだけで施工すると、4年経過しても河床低下することなく洲がついて、伏流環境になっている箇所ではサケの産卵場になっている。

昭和40年代の北海道の農業明渠排水事業で多く施工されたウォータークッション式落差工では、三面護岸の上にも砂利が堆積して、河床低下が起きていないところが多い。このように、落差工の下流に、幅、延長ともに低水路幅の2.5~3倍ぐらいのプールがあれば、私が提唱している3倍理論の仕組みになっているので、プールで流水のエネルギーが吸収され、その下流に土砂が堆積して、洪水のたびに攪乱されて、非常に良い産卵環境になる。

河川自然学による川づくりは、水の力を利用しながら土砂をうまくコントロールして、川としての機能である安全性や多様な河川環境、河川利用を維持・創出できるような川づくりをすることである。また、河道計画検討にあたっては、水の動きと川の形状維持を十分に理解しながら生きた川づくりをすることが求められている。より良い川づくりをするためには、平水時や洪水時に現状を十分調査して、水にある程度自由な空間を与えることが重要であり、設計基準・マニュアルの見直しについても考える時期に来ているのではないかと。

「石組みによる直線河道の流況改善について」

安田委員(日本大学理工学部土木工学科 教授)

全国的にも環境整備の一環として連続性確保のための魚道整備が多く行われるようになり、設計指針に基づいて魚道の設計が行われているが、河川の流量



変化や構造物周辺の流れの変化、河床とか河岸の地形地質のほかに、水生生物の生息環境や幼魚の生育環境まではなかなか考慮されていないことがあるので、今日は既設の魚道の改善および今後の整備する魚道の計画、設計、施工時の留意点も含めた話題提供をしたい。

床固工に整備されたプール式台形断面の魚道の事例では、例えば魚道周辺の下流端に注目して動画を見ていくと、傾斜面の側壁側で剥離した流れが生じていて、流れを利用して遡上してくる生き物がスムーズに遡上できなくなることがある。一見うまく遡上できそうに見えても、下流側の肝心なところで見落としがあると、魚道の機能としては残念な結果にもつながってしまう。

魚道下流側にコンクリートブロックが設置された斜路の場合でも、下流の流れの様子をよく見ると、全体的にかなり気泡が多く混入された状態になっていて、水際には水面がかなり乱れていて、この水際側を利用して遡上する生物にとっては、なかなか難しい状態になっている。

スリット堰堤に設置された魚道の事例でも、渇水時には魚道の下流端で水面落差がかなり大きい状況であり、設計の段階で想定すべき下流水位を見誤った可能性がある。

引き込み型の魚道においても、下流端では両側から流れ込む流れが生じていたり、増水時にはこの窪みのところが中心になって流れるため、下流の河床に大きな負荷を与えることになり、河床低下が生じる懸念がある。

魚道の課題でまだ検討が不足している点としては、魚道内に多様性を持たせる検討という課題があり、大型魚や小型魚のほかに底生魚や甲殻類などの様々な生き物が移動することから、魚道の中に多様な流れを持たせることが重要となっている。また、豊平低渇などの流量変化に応じた魚道内や周辺の流況の変化などについて、十分検討をして設計された魚道はあまり見当たらないのが現状である。また、流量変化に対応する下流水位の推定についても、特に溪流河川では地形が複雑で下流水位の推定が難しいところがあるので、魚道を設置する時には下流とのつながりは非常に重要な点である。

魚道からの流れから遡上経路につながる流れの検討としては、特に魚道の中で魚が休息しながら遡上できるようにプール内の流れの勢いを弱めすぎたために、下流側から遡上する魚にとっては、魚道からの流れを見つけにくくなることもある。もし、魚道以外からも流れがあるとその流れの方を魚が感知して、魚道からの流れが認識されないことがある。

通常の設計では平水時に魚道をどのように遡上させるかということを中心に検討されるが、その他に、洪水時にお

ける機能低下防止の検討として、洪水時に魚道からの流れがどのようになって、それが下流の河床にどのような影響を与えるかについて検討をすることも、魚道を継続して維持していくうえで重要な検討課題だと思う。

また、既設魚道の改善および魚道の在り方としては、まず魚道幅についてはできれば4m以上確保するというのが望ましく、魚道内で多様性のある流れを形成させて、色々な流れの中から選択して遡上できる環境が重要である。そして、魚道内または魚道そのものに巨礫を利用することで、礫と礫の間からの流れが多様性のある流れになり、魚道下流側でも主流が水面に沿う流れにすることで、呼び水効果や増水時の河床低下対策にもつながる。洪水時にも魚道の安定性および魚道下流側の河床保護を確保することは、例えば土砂生産量の多い溪流河川にコンクリート製魚道を設置した時に、砂礫による摩耗の進行を抑制することができるので、魚道機能の維持の観点から有効な手段となる。また、魚道を上空から撮影をしたときに魚道内が安定した流れになっていて魚影が簡単にみられる構造の場合は、鳥による捕食被害が生じやすいので、魚道内で捕食被害が生じにくい構造にすることも重要である。また、魚道整備を進めるうえでは、魚道の経済性についても重要である。

西日本の岡山の事例では、コンクリート製の階段式魚道の手前に石を埋め込んだ簡易的な魚道があり、越流水深10cmにも満たない状態でも、全体が白波がたつて上りづらい環境になっていたが、これを石組みすることで、泡立ちが少なく礫と礫の隙間からの緩やかな流れによって、容易に遡上できる環境となった。

山梨の南アルプスにつながっている河川では、通年の出水で頭大ぐらいの礫が流下し、5年～10年確率の洪水時には50～60cm位の石が流下するので、コンクリート製のアイスハーバー型魚道が全部壊されて滝になってしまった。このため、石組みによる粗礫斜路にすることで、勢いよく流れる部分と緩やかに流れる部分を創出することができ、豊平低渇のように流量が変化する場合においても、魚種に応じて多様な流れを選択することができ、流量変化に十分対応できる魚道となっている。さらに、下流には人工的に1m以上の大きさの礫を点在させて堰上がりやすきようにしているので、洪水時には、ある程度水位が上昇し、粗礫斜路からの流れの主流を上に乗るようにして直接河床に大きな影響を与えないように減勢効果も兼ねた整備をしている。

これは典型的な階段式魚道の事例であり、流量が多いと相当乱れた流れが起きていたが、魚道を複断面構造にすることで、水際側の流れが緩くなって真ん中の流れは激しく

なった。これにより、魚道以外からも流れてくる状況の時であっても、この魚道中央の強い流れの影響が下流 30m位まで続いているので、十分な呼び水効果がある。

このスライドは粗礫斜路式魚道の室内実験の状況であるが、横断方向に 1/10 の勾配があり、右岸側の水深が小さく、左岸側の水深が大きいので、右岸側を中心に流速がかなり遅くなっているため、呼び水効果とともに流速の面からも遡上できる環境が確保できていることを確認した。

もう一つの室内実験は、左右対称の横断勾配が 1/12.5 で、下流端にL型のアングルを設置して空積みをした模型である。この場合、水際側の流れが非常に緩く真ん中だけが速い状況となっているが、流量をかなり変化させても小型魚が上れる可能性が十分あることを確認するとともに、洪水時においても空積みの石が全く飛ぶことはなかった。

魚道および魚道周辺では局所的に変化する3次元的な流れが形成されるので、水生生物の移動、誘導、形状抵抗による流れの減勢、河床低下などが生じることになり、流量の変化によって局所的な流れは変化する。このため、これらの現象を正確に把握して設計・施工に反映させる技術力が不足すると、必ず魚道機能は低下する。魚道として正常に機能させるには、魚道幅を4m以上確保するほか、魚道内で多様性のある流れが形成されるよう、魚道内または魚道そのものに巨礫を利用することが重要である。また、魚道下流側でも主流が水面に沿うような流れにして、洪水時においても魚道の安定性および魚道下流側の河床低下を抑制し、魚道内で捕食被害が生じない構造にしたうえで、魚道の経済性についても考えることが重要である。

【質疑応答】

○質問者1

天の川の事例で、低水路を2倍に拡幅したことについてもう少し詳しく教えてほしい。元の低水路幅にも戻ろうとするのではないか。

○妹尾委員

昭和60年にアユの産卵環境を創出する検討会で委員として参加した時の事例である。川幅を2倍に拡幅することになったときに、その根拠として川幅水深比を用いて説明することができ、現地で実際に施工をしてアユの大産卵場ができた事例である。30数年経過してもそのままの形で残っている。天の川では河床勾配はそのままに滞筋を残さずに低水路幅をそのまま2倍に拡幅した事例であるが、多分部分的にはもとに戻っているのかもしれない。なお、私が

今行おうとしている川づくりは滞筋をできるだけ残すようにしている。

○質問者2

石組みの水理実験で、粗度係数についても想定をした水理実験なのか。

○安田委員

粗度係数を想定しているというよりも、石の安定性や石の間の流れを利用した水生生物が利用できる環境を考慮して、粗度係数としては0.03程度となっている。傾斜面上の射流のフルード数はかなり小さく、その下流側で上流に遷移する時に波状跳水や水面に沿う流れが起きやすくなるので、底面の負担軽減が自動的に図れると考えている。

○質問者3

流況の安定性や流れの多様性を考えると魚道幅4m以上あることは良いと思うが、実際は、砂防の小流域や灌漑取水の固定堰等で魚道幅4mを確保することができない場合が想定される。その場合、川幅に対する割合などの目安があれば教えてほしい。

○安田委員

河川によっては洪水時の水の出方が違うので、河川幅に対する割合を一概に言うことはできない。豊水までの流量変動がそれほど大きくないのであれば、ある範囲に収まるような幅を設定することはできると思う。

北海道の斜里町にある流量変動の大きい川で、落差が5~6mあるところに、山の斜面を利用して魚道幅5~6mで一部練り積みの石組みを使用したコンクリート構造の折返し魚道を2000万円程度で施工した実績があるので、工夫や条件次第で魚道幅が大きくても安価に魚道を設置することは可能である。

○質問者4

粗礫斜路魚道の説明で、最初の河口側の魚道は石の調達ができなかったのでコンクリート製にしたという紹介があったと思うが、また、空積みは大丈夫なのか。

○安田委員

岡山で整備した魚道は、平地から流れ込む河口部の魚道なので、洪水時に摩耗するような大礫が流れることはないためコンクリート製にしている。魚道の脇のところで石を組んで流況を改善したとの話をしたが、その時に使用した石材は、支川の改修時に発生した50~60cmの大礫を再利用して、簡易魚道の改善を行ったものである。実験は空積みで行っているが、洪水時の安定性から考えると、実際の施工時には練り積みで固定したほうが良いと思う。

■天塩川魚類生息環境保全に関する専門家会議の議事録、会議資料については、下記のホームページに記載しています。

<http://www.hkd.mlit.go.jp/as/tisui/ho928i0000003jiv.html>

(問い合わせ先)

あしたを想ふ 北の知恵
北海道開発局



旭川開発建設部治水課 TEL 0166-32-1111
旭川市宮前1条3丁目3-15 FAX 0166-32-2934
<http://www.as.hkd.mlit.go.jp/>

留萌開発建設部治水課 TEL 0164-42-2311
留萌市寿町1丁目68 FAX 0164-43-8572
<http://www.rm.hkd.mlit.go.jp/>