

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2年10月5日に士別市で開催しました

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

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、今年で10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

「河川整備の実務経験から見た川」

妹尾委員（流域生態研究所 所長）

昨年は自然河川やこれまでの川づくりとその現状について紹介したが、今日は今後の川づくりの考え方についてお話ししたい。

平成2年頃から行われた多自然型川づくりでは、単純化

した数値データなどに基づいて川づくりを行ったため、河川環境が逆に悪化してしまった。自然河川の仕組みや水の力を十分反映されたものになっていない設計基準やマニュアル、数学的解析をもとに河川改修が行われてきたために、水が強制された流れとなり偏った土砂堆積や樹林化、河床低下が進行するようになった。



河床を固定化させるために設置される大型コンクリートブロックは、その設置の仕方によってはブロック間の隙間に発生する局所流によって河床の基盤を壊す原因となる。広い低水路内に木工沈床や玉石護岸で低水路を作っても砂利が流出して岩盤河床になることが中小河川で良く見られる。現在でも、同じような工事が行われており、水の働きを十分理解したうえで多自然川づくりを行う必要がある。

サクラマスは、ふ化直後の遊泳力のない保育期、体長3～5cm程度の多少遊泳能力のある幼魚期、大きくなって成育する時期に大別できるが、各時期にどのような場所や河川環境が必要かを理解していないと、生態を考慮した川づくりはできない。

例えば、ふ化直後の保育期には、川岸の入り江や植物の生育する流れのない環境が必要であり、遊泳能力が備わってくる幼魚期には、大型魚が入れなくて昆虫が流れてくる水深の浅い瀬の環境、また、成長期には大きな淵の環境が必要なので、この3つの条件を川の中に形成させないと魚は生活できない。

河川自然学を応用して河川内の縦断的な土砂コントロールをすると、蛇行部の水衝部にできる大きな淵では流水のエネルギーが吸収されて、水の分散に伴い淵の下流側に平瀬ができて洪水のたびに更新され色々な魚の産卵環境になる。また、洪水時には平水の時の流れよりもインコース側に流心を変えるので河原を攪乱して樹林化も防ぐことができる。横断方向についても川幅が変化する箇所では流水が分散して土砂の堆積等が生じる。

自然河川では、平水時の滞筋幅に対して、縦・横断方向に3倍程度拡幅される空間ができると流水のエネルギーが

吸収されて土砂堆積し良好な河川環境となるが、これを「3倍理論」としている。

魚道には、階段式やアイスハーバー式、台形式などいろいろな形式があり、水が流れていれば流れの多様性によって大体の目的は達せられるが、すべての魚に対応できているかといえそうはなっていないのが現状である。北海道では、以前はアイスハーバー式が多く、最近では台形式が多くなっているが、利用する魚よりも作る側の都合でできている場合が多いので、各河川の現地状況を踏まえて計画したほうが良い。

自然河川で石組みによって河床変化があると、平水時には落差部直下を洗堀するが、一方、洪水時には落差部で上向きの流れに変化することで、落差部直下には土砂堆積するので、河床低下はそれほど起きない。

石組みは、一定の規則に基づいて組んでいけばそれほど難しいことはない。羅臼川では河床低下が進んでいたのが勾配の逆数の1/3となる距離ごとに水制帯工を設置することで土砂が堆積し、今ではカラフトマスの産卵場になっている。

豊平川では、河床低下対策としての石組帯工の石がワイヤーで固定されていたが、石の隙間の局所流により洗堀が見られていた。このため、助言を求められたので、ワイヤーをやめて空積みの石組みをするよう指導をした結果、3年経過した現在では壊れることなく砂利が堆積し始める状況となっている。

ペンケニウブ川では大正時代に造られた発電用取水堰により魚が遡上することができなかったため、バイパス水路形式の三面張り排水路と石組みの隔壁からなる試験魚道を設置して10年が経過している。上流の支川においても北海道の協力で落差工などの横断工作物に魚道設置やスリット化によってサクラマスの遡上が可能となり、今年にはペンケニウブ川流域だけで600箇所以上の産卵床を確認することができるようになった。

今後の川づくりとしては、流水エネルギーの吸収と分散作用で河川内で土砂コントロールされるような川づくりが必要であり、河川内の攪乱作用が一番重要である。河川は計画高水流量が流下できるよう計画するが、生物に対応するためには低水路を平均年最大流量が自由に流下できるように検討する必要がある。

石狩川上流の事例として、滞筋が固定化されて出水時に頻りに河岸崩壊が続いていた箇所では、上流側の内岸掘削によって洪水時に直線的に流れるようにすることで、低水路内で攪乱が起こり、施工から10年経過後も河岸は被災することなく河原が維持されるようになった。

忠別川では、流量の安定化による滞筋の固定化が生じていたので、水制工等の撤去や流量に合わせた河道掘削を行うことで流水がある程度自由に流下できるようにすることで、攪乱されて河原の維持やサケの産卵等の環境が創出されるようになった。

天塩川の美深橋周辺では、河道掘削を行うことによりサケの大産卵場となっている。なお、下流側の拡幅した箇所では水が停滞し土砂堆積が見られるが、平面的に11度の角度で摺りつく形になっており、洪水時に攪乱が生じやすいように、上流側の河道掘削が進められることを期待する。

網走川の上流では、低水路幅を3倍に拡幅したため、砂利が堆積しウグイやヤツメなどの生息・産卵環境が創出されたが、その後水制工を設置したために滞筋が固定化されて樹林化の進行が見られる。

漁川では、魚道はあってもヤツメが遡上できなかったため石組をすることでヤツメが遡上できるようにした。ヤツメの幼生は川の中で4年ほど生活するので越冬環境があることも重要な要素となっている。

本川の合流部では、支川を拡幅した形状で摺り付けると、本川の上流側に支川が入り込む形で摺りつき、ヤツメの生息域が確保され、イトウの稚魚やワカサギなどが洪水時に避難場所として利用している。

余市川では、流量の増減によって流向が変化するような河道掘削を行ったが、網場を残したことで滞筋が固定され河床低下を起こしていた。その後、大きな出水時に網場が流出することで水が分散するようになり伏流水の状況が改善されて、アユやサケの産卵場が創出されたことから、サケ産卵時には観光バスの観光ルートにもなっている。

川を人為的につくと人間が維持管理をする必要があるが、今後は、より多くの水を自由に活動させて、水に川づくりを手伝ってもらいながら、水に維持管理をしてもらうことを考えていく必要がある。安全・安心や川から心の豊かさを取り戻していくのが河川自然学だと思う。

【主な質疑応答】

○質問者1

上流からの土砂移動について、どのような視点に注意してみればよいのか教えてほしい。

○妹尾委員

土砂供給の多い川の上流には砂防ダムなどがあって土砂をカットしがちなため、下流側を改修することで流速が速くなり河床材料が流失して岩盤が露出することが多い。小さな支流からの土砂を留めるために小さな砂防ダムをたく

さん作っても部分的にしか土砂がたまらないので、面的、線的に土砂をコントロールするためには、土砂が徐々に動いていく仕組みを川の中に入れるようにする必要があり、これについてはこれからも研究を進めていきたい。

「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）

今日は、「石組みによる直線河道の流況改善」ということで、石組み帯工による流況改善を行った事例やコンクリートブロックを用いて流況改善や環境改善を行った事例や実験などについてお話したい。



最初に、島根県の神戸川の事例では、河床勾配が $1/200 \sim 1/400$ で低水路幅が比較的狭い複断面の直線河道であり、水深が20cm程度になると水際でも流速が 1.0m/s 近くになる厳しい流れが生じていた。このため、川とのふれあいや生物の生息環境を改善するために多様な流れが生じるよう帯工、つまり石組みの置石工という形を提案し、70cmサイズの石を組んで施工を行った。当初帯工の施工時には水量が多かったため3~4mの長さで水制のように天端高を水面付近の高さになるよう3地点に設置したところ、各地点の下流50mまでは 0.4m/s の流速に抑えられる区間があることを確認するとともに、小魚の遡上も確認することができた。その後、水位が低下した時に、地元施工業者によって、中央部を少し低くして両サイドが若干高いV字形の天端高の形状で水面から突出しないような帯工を空積みで完成させた。その結果、流れは完全に潜り込む流れにはならず、瀬のような帯工表面を流れる流れとなり、底面近くではかなり遅い流れが生じるようになった。水位が1m以上の小規模な洪水時には、水面に沿った流れになって河床への影響が小さくなり、低水路の冠水幅が広がる傾向となった。河床は施工後数ヶ月で砂礫堆が堆積する傾向となった。魚類の生息状況としては、相当数のカワムツやオイカワ、無数の体長6~7mmの稚魚や底生魚も生息し、豊かな川に変わった。

雨竜川水系の恵岱別川では、河床低下した下流側に引っ張られる形で露岩し、上流で砂礫が生産されても堆積ができなくなっている状況であった。改善方法としては、礫の購入・搬入が難しい状況であったことから床止コンクリートブロックを用いた帯工を設置することとし、中央部が低くな

るように、また、河床勾配が $1/100$ なので落差が20cm以下になるように20m間隔で17箇所の帯工を設置した。設置にあたっては、室内実験で計画流量流下時に主流が潜り込んだ流れにならないで主流が上向きに上がる流れになることを確認するとともに、両側のうねりが中央部よりも小さくなって負荷が軽減できることを事前に確認したほか、施工中の出水時においてもうねりの状況を再確認している。施工後、露岩箇所が礫で埋まり、堆積が進行していることを確認するとともに、サケの遡上やハゼなどの底生魚の生息も確認しており、環境改善ができています。

ダムから河口までの新たに切り替えた3~4kmの短い人工的な河川に、増水時には多くの流量を減勢させながら流して、巨礫などの材料がない中で水生生物にも配慮しなければならないということで、四隅に突起のあるホロースケアタイプのコンクリートブロックを横断方向に4カ所設置した実験を行っている。ブロックの置き方としてはサイドが高く中央部が低くなるように 15° の傾斜をつけて、ブロックは千鳥配置と並列配置で行った。ブロックの凹凸が水深に比べて小さいため、配置による違いはあまり見られなかったが、ブロック中央の丸い穴の中の流速は $0 \sim 0.4\text{m/s}$ で乱れも少なく、小規模な生き物であれば避難できる結果となった。なお、実験ではブロック下流側末端をパテで留めているが、実際には止水止めをすることでブロック内の穴や隙間で水深が確保できると考えている。

礫の安定化については、礫厚を礫径の2.5倍程度に敷いて末端にマウンドを設置して留めた $1/100$ 勾配の水路実験で確認を行っている。流量を変えて4時間実験を行ったが、例え転がったとしても石同士の噛み合わせの良いところで落ち着くので、最終的にほとんど石は流されない結果となった。移動床の水理実験では砂や細かい砂利を使うので、なかなか石の噛み合わせが効く実験をすることはないが、この実験でわかったことは、河床低下しやすいということで大きい石を入れすぎると動的平衡が起こらなくなることである。一方で、露岩したときに基盤を作るためには、この考え方は非常に有効であり、起伏を付けることでその基盤の中に瀬・淵が形成する手段になりうるということがわかった。したがって、ある程度、礫径が大きな石を利用して河床の安定化を図り、起伏を利用することで多様な流れを創出し、環境改善につながる可能性が極めて高いと思う。逆の実験として、下流端のマウンドを撤去して支えるものがなくなれば、いくら石同士が支えあったとしても砂礫は10分程度で次々と流されてしまい、水面が大きいうねった波形の山の真下に堆積が起きるようになる。

実験水路に礫径30cm程度の礫を入れて毎秒 0.15m^3 の

水を流して、25尾のウナギがどこに隠れてどのように安定化するかの実験を行った。結果としては、流れの乱れや負の流速が大きい石の間にあるウナギは落ち着かない挙動を示し、流れの乱れが2cm/sと少なく安定した石の陰にいるウナギは全く動く気配がなく落ち着いていることがわかった。これは、ウナギだけでなく底生魚や水生昆虫などの生息環境にも関連すると思う。

石組みの設置技術は色々なものに応用することができる。岩盤が出やすいところで発電用の固定堰と水叩きを造ったときに、越水した流れによって施工中に河床の一部が低下したことがあり、その対策として15m区間に1m前後の石を組んで勾配が1/15の斜路形式の減勢工を設置した。設計基準に準拠すると120mにわたりコンクリートブロックを設置する必要があったが、工期や工事費、施工性を考慮して石組みの斜路形式にした。流量が80m³/sや180m³/sでは下流100m迄行かずに跳水も起こらずに減勢ができており、700m³/sであっても200～300m区間内で減勢ができており、石組みを維持したまま河床に砂礫が溜まる状態で減勢することができた。なお、この斜路による減勢工については、前例もなく設計基準にも基づいていないので、通常であれば採用することは難しく、地方整備局でも最初は受け入れられないものであった。しかし、室内実験で両方を再現・比較して、従来方法ではブロックが吹き飛ばされるのを見せて認めてもらうことができた。

落差構造物に緩やかな傾斜をつくって自由越流させると、全面が魚道となり石組みの石の間隙を使って魚などが遡上することができる。今までは、低落差の部分は跳水を形成させて減勢させることを原則としているが、逆に跳水を形成させると主流が底面に沿う流れとなり、河床の低下につながってしまう。

世界自然遺産の知床のルシャ川では3基の堰堤があり、段階的に堰底の中央部分を切り欠いて自然回復することになっているが、下流側では2m河床低下していたことから、サケやサクラマスが遡上できるように巨石を利用して石組みを施工している。施工にあたっては水を止めずに下流側から1m級の巨石を空積みで組んで、段階的に石組みを組み上げて、全方向からオショロコマやカラフトマスなどの大型魚も遡上できるようにしている。

このような石組みの技術は、魚道のほかに河床の河川環境の改善など色々な所に応用することができるが、あまり礫径の大きいものを河床に敷き詰めると、今度は移動しなくなって固定化するので十分注意する必要がある。

【主な質疑応答】

○質問者

これまで河道計画を行うときは、摩擦速度などを現況河道に対してなるべく変化を与えないようにするのが通常であったが、今日の講演を聞いて、今後、川づくりを行うにあたってはそれだけでは配慮が足りないと感じた。水理諸量以外に平面線形も重要だと思うが、特に配慮すべき視点があれば教えてほしい。

○安田委員

本州では、特に都市部になれば河川のそばに鉄道や道路、家屋や農地などが多く拡幅することに対する制約が多い中で、市民からは生物の保全の観点から環境整備が求められている。そのような状況の中で、大きな石礫を使用すると形状抵抗で水位上昇を引き起こしやすいので、河床表面の凹凸がなるべく小さくなって、かつ礫間の隙間が多くなるよう使用する礫径にも配慮して河道整備をすることで、その隙間に生物が生息しやすくなると考えている。

○妹尾委員

中小河川のような掘り込み型の改修であれば、生き物を対象にした豊かな川にするためには、やはり流れと土砂のコントロールが重要である。縦断方向での土砂コントロールの方法としては、倒木後にウェッジダム化するとそこに吸い込み流が生じて上流にも浮石が生じて良い河川環境の川になる。大河川であれば、低水路の内岸側を拡幅することで、河積が確保されて水が自由に流れるようになる。これにより、これまで流下阻害解消のために頻繁に行っていた高水敷のヤナギ伐採を行う必要がなくなるので、ヤナギが次第に淘汰されてハルニレやヤチダモなどへの林種転換にもつながっていく。

現地ワークショップ

天塩川 土別帯工における石組み魚道

既往帯工を活用した石組み魚道の構造や施工等について参加者との意見交換が行われた。



石組み魚道(下流側から)



石組み魚道の概要説明



委員による帯工・石組み魚道の説明

■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/ho92810000003jiv.html>

(問い合わせ先)

あしたを想ふ 川の国
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/>