

札内川における礫河原再生の取り組みについて

高橋 輝好¹・法村 賢一²・横濱 秀明³

¹北海道開発局 帯広開発建設部 治水課 (〒080-8585北海道帯広市西4-8)

²北海道開発局 帯広開発建設部 治水課 (〒080-8585北海道帯広市西4-8)

³北海道開発局 帯広開発建設部 治水課 (〒080-8585北海道帯広市西4-8)

急流河川である札内川では近年、複合的な要因により河道内の樹林化が著しく、礫河原が急速に減少し、札内川特有の河川環境の衰退が懸念されている。そのため礫河原の更新環境を回復させるため、札内川ダムからの放流を活用した自然の攪乱リズムを復活させる取り組みを行っている。

本稿は、ダム放流と出水により河道内で生じた樹木流亡や礫河原再生の効果検証を行った結果を報告する。

キーワード：再生・回復、自然環境、礫河原再生、樹林化

1. はじめに

札内川は一級水系十勝川の一次支川であり、中札内村、帯広市、幕別町を流れている。空撮写真(写真-1上段)を見てもわかるように礫河原が広く、また清流日本一にもなったその流水は、河床の礫を覗き見ることができるほど透明度が高く美しい川である。

2005年以降、特に支川戸蔦別川との合流点から上流の区間(図-1参照。以下、上流区間という。)で河道内の樹林化が著しい札内川では、礫河原が急速に減少している²⁾(写真-1)。これは、年最大流量や融雪期最大流量が減少傾向²⁾により河道内の攪乱が発生しにくくなったためと考えられる。礫河原面積の減少により、ケショウヤナギやチドリ類など、礫河原がなければ世代交代が困難な動植物(以下、礫河原依存種という。)の衰退が懸念されているため、ケショウヤナギ生育環境の保全に加え、札内川特有の河川環境・景観の保全を目的とした礫河原の再生を図る必要がある。

2012年から札内川ダムからの放流を利用した各種試験やモニタリングを実施している。2013年度からは、ダム放流による効果を最大限引き出すため、河道内の旧川(派川)を活用した礫河原再生の取り組みを行っている。本稿では、3年間のダム放流と2014年に発生した台風11号出水により生じた河道内の変化や各種調査結果を基に礫河原再生の技術的な手法や取り組み効果の検証結果を報告する。

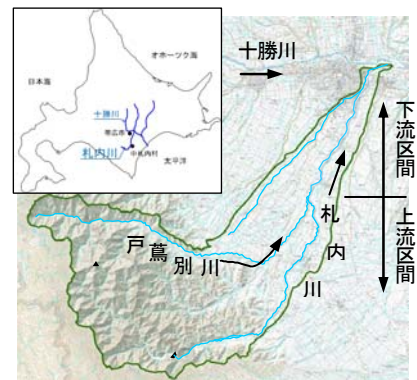


図-1 上流区間と下流区間



写真-1 上段：広い礫河原がみられる札内川
下段：礫河原がわずかとなった札内川

2. 札内川ダムからの放流

札内川ダムでは、夏の洪水期に向けて、非洪水期の平常時最高貯水水位EL474.0mから洪水貯留準備水位EL466.0mまでダムの貯水水位を低下させる操作を毎年7月1日までにしている（図-2）。

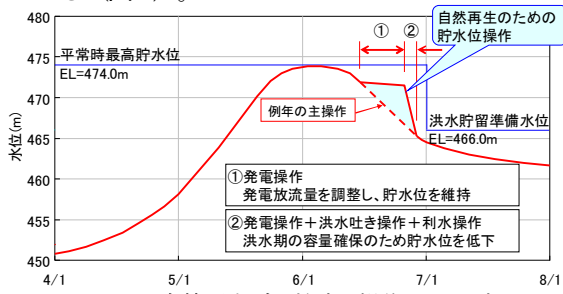


図-2 自然再生ダム放流の操作イメージ

ちょうどこの時期が、樹林化の原因となっているオノエヤナギ等の種子の散布時期（6月上旬～下旬³⁾）であることに着目し、自然再生のためのダム放流は、種子流亡効果をねらって、種子散布後期に合わせ6月下旬に約120m³/sの放流を実施している。これほどの放流は、通常は洪水調節に伴い行われるものであり、利水者や地域の方々のご理解の下、礫河原再生のために実施している操作である。

2012年～2014年までの放流実績は図-3のとおりである。2014年のダム放流量は最大約115m³/sとなり、2012年の約113m³/sより多く、2013年の約119m³/sより少なかった。上札内橋地点における最大水位上昇量は約0.56m、最大流速は3.2m/sを観測した（表-1）。

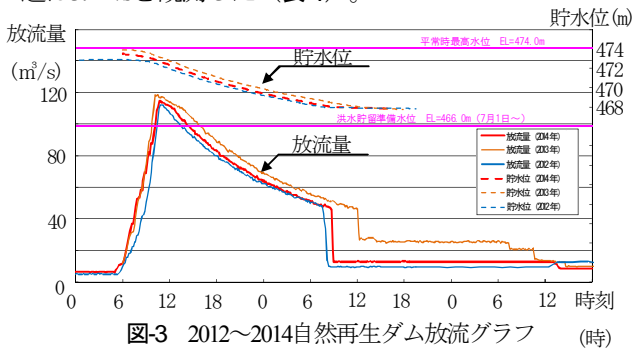


図-3 2012～2014自然再生ダム放流グラフ

表-1 水位上昇量・最大流速（上札内橋地点）

年	水位上昇量	最大流速
2012年	0.81 m	2.5 m/s
2013年	0.66 m	3.3 m/s
2014年	0.56 m	3.2 m/s

3. 礫河原再生の手法

(1) 放流効果の最大化

札内川の樹林化は特に上流区間で顕著であるが、2011年には礫河原面積が若干回復している（図-4）。これは

2011年9月に発生した出水により変化したものである。

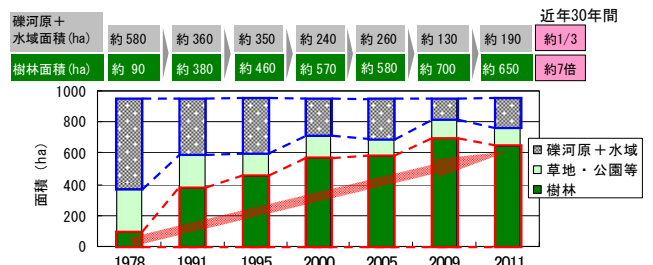


図-4 河道内の樹林面積の変化（札内川上流区間）²⁾

この2011年出水では、河道内の旧川（派川）沿いの湾曲外岸側や旧川流入部で比較的大規模な樹木流亡が発生している場合が多かった（写真-2）。この点に着目し、ダム放流の効果を最大限に引き出すための手法として平成25年から「旧川引き込み」を実施している。

これは2011年出水でも変化が小さかった旧川が存在し、その旧川は土砂が流入部に堆積し閉塞していることが分かっていたことから、これを除去した後、ダム放流を行うことで川の営力を利用した比較的大規模な樹木流亡が期待できるのではないかと推察したものである。

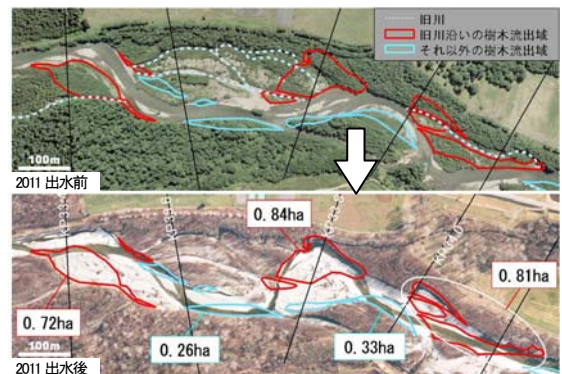


写真-2 1箇所あたりの樹木流亡面積（2011出水）

(2) 旧川引き込みの実施

旧川引き込み試験工区は、2013年には上札内橋下流で2箇所、上流で1箇所を選定した。2014年には、その位置選定技術の確立を念頭に上札内橋上流において、将来の砂州発達による蛇行化を想定して、その直下流で旧川引き込みを行うKP43.2（図-5）、過去の複列流路形状を考慮した上で旧川引き込みを行うKP45.8（図-6）の2箇所を選定した。旧川引き込み試験工区では、ダム放流前後における①旧川引き込みの状況、②河床材料（粒径分布）の変化、③横断形状の変化（主流路と旧川の比高差）に着目してモニタリングを実施した。



図-5 2014年 直線砂州工区（KP43.2）



図-6 2014年 複列流路工区 (KP45.8)

2014年の試験施工区2箇所について、ダム放流により、狙いどおり流水を引き込むことができ、また平成25年と同様に旧川内に堆積していた細粒土砂が掃流される現象や樹木及び草本流亡、河床材料の粗粒化や流路内の比高差縮小が認められた。

なお2013年に旧川引き込みを行った工区では、旧川流入部が再び閉塞することなく、維持されていることを確認した。

これらは、主流路に集中していた流水が旧川引き込みにより分散され、主流路の無次元掃流力が低下し、引き込んだ旧川のそれが上昇した結果である。

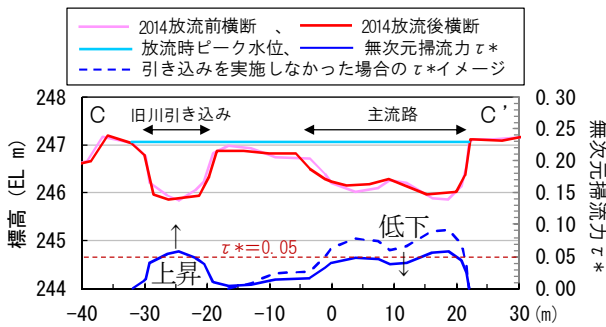


図-7 横断形状と無次元掃流力の変化 (2013設置_湾曲砂州工区 (KP41.4))

4. 礫河原再生の効果

(1) 樹木流亡

2014年試験工区において、旧川内で樹木流亡及び草本流亡が見られた。このことから自然再生のためのダム放流及び旧川引き込みなどの最大化手法を継続することにより、増加傾向であったオノエヤナギ等の侵入抑制効果、つまり樹林化抑制の効果が期待されると考えられる。またわずかではあるが、樹木流亡は礫河原面積の増加に寄与している。



写真-3 放流前の旧川状況 (2014.6.10)



写真-4 放流後の旧川状況 (2014.7.7)

また2014年放流では、上札内橋上流左岸（主流路沿い）で樹木流亡が見られたが、これについては、放流中に撮影したビデオ映像から、水位がピークを記録した後の下降中に流亡していることが分かった (図-8)。



写真-5 樹木流亡箇所の例 (2014.6.26)

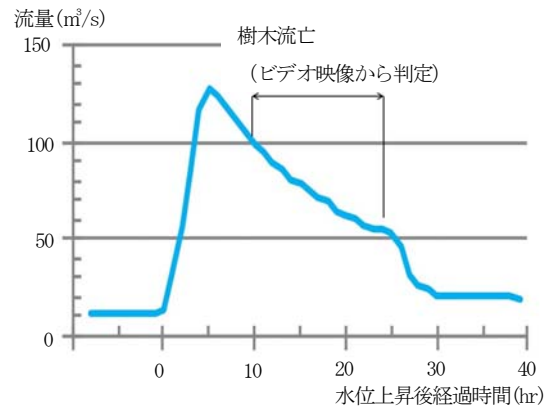


図-8 2014放流中ハイドロ (上札内橋地点)

その樹木流亡箇所の横断形と水位に着目すると、樹木が冠水したことによる流亡ではないことが分かる。急勾配であった左岸河岸が水衝部となり、側岸侵食により河岸が最大で約5.8m後退し、その際に樹木が倒伏したものと考えられる (図-9)。

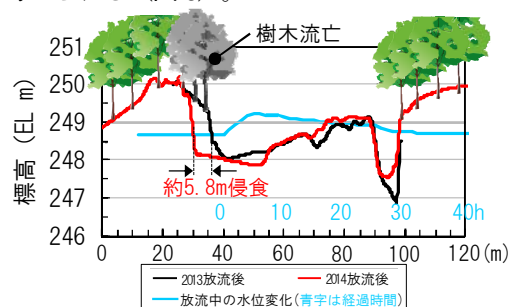


図-9 樹木流亡箇所の地形と水位の関係 (上札内橋上流地点)

3年間の放流による樹木流亡面積に着目すると、旧川引き込みを実施していない2012年よりも実施した2013年以降の面積が多いことから旧川引き込みの効果が伺える(図-10)。

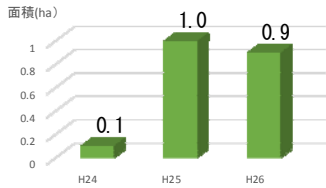


図-10 放流による樹木流亡面積 (上流区間集計)

(2) 河床材料 (粒径分布) の変化

2014年の試験工区2箇所についてもこれまでと同様に放流による河床材料の粗粒化が確認された。

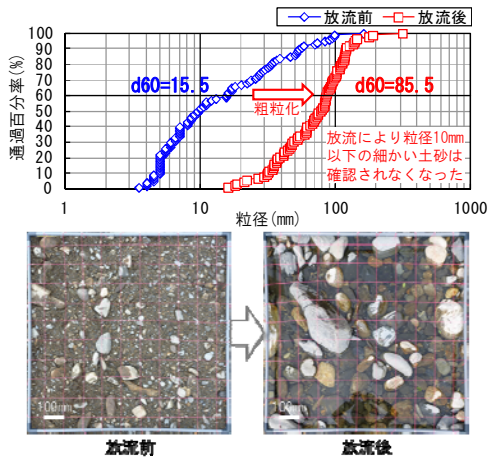


図-11 河床材料粗粒化状況 (2014複列砂州工区KP458)

2013年の試験工区については、粗粒化した状態が概ね維持されていることを確認した。

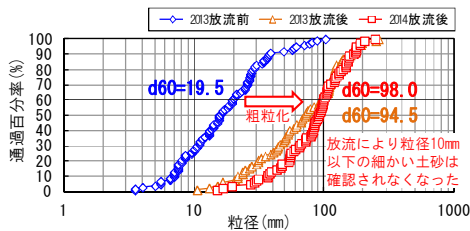


図-12 河床材料粗粒化状況 (2013湾曲砂州工区KP41.4)

細粒土砂が少ないと、オノエヤナギ等の定着が困難になる。

なお、ケンショウヤナギは、玉石の多い河原に河畔林を形成する樹木⁴⁾であり、粗粒化した礫河原において定着・成長することが可能である。

(3) 横断形状の変化

ダム放流前・後に主流路(本川)と旧川の横断測量を行い比高差の変化についてモニタリングを行った。

それまで流れが集中していた主流路の河床には堆積、旧川は洗掘や拡幅が見られ、主流路と旧川の比高差が小さくなった。2014年の試験工区でもおおむね同様の傾向

が見られた。

2013年の試験施工区でも今年のダム放流後においても旧川流入部が閉塞することなく維持されており、ダム放流により比高差が縮小することで、主流路固定の傾向から「流路変動しうる河道形状」に変化・維持していると考えている(図-13)。

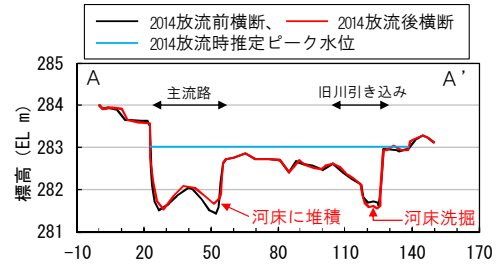


図-13 横断形状の変化 (2014複列砂州工区)

(4) ヤナギ類の実生流亡

2012年のダム放流により冠水した礫河原では、オノエヤナギやエゾノキヌヤナギの実生が掃流され減少した(図-14)⁵⁾。そして2014年のダム放流後の調査により礫河原面積は、微増となっていることから、ダム放流によって新たなヤナギ類侵入が抑制される効果があると考えられる。

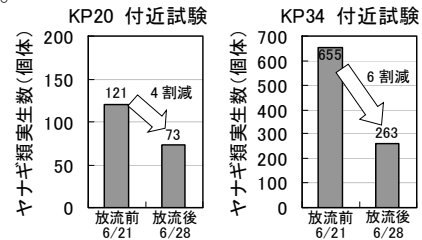


図-14 ダム放流前後のヤナギ類実生数の変化 (2012調査結果)

(5) 礫河原面積の変化

これまで減少を続けていた上流区間の礫河原面積は、ダム放流を始めた2012年からの3年間で維持・微増している。2011年9月出水以降、出水が発生していないことから、これはダム放流及び旧川引き込みによる効果と考えられる。

仮に札内川の自然再生事業を実施せず、礫河原面積減少が継続していたと考えた場合と比較すると約74haの効果ということになる(図-15)。

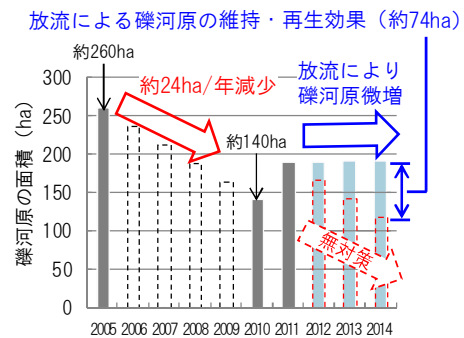


図-15 礫河原面積の推移 (上流区間集計)

5. 出水（台風11号）による礫河原再生の効果

2014年6月に実施した自然再生ダム放流後の8月上旬、台風11号による出水が発生した。この時の札内川ダムからのピーク放流量は約120m³/sと6月の放流量と大きく異なりはしないが、その放流時間（無次元掃流力が0.05を超えると考えられる80m³/sを超える時間）は6月放流の約9時間に対し、約43時間と長時間であった。

しかし2011年9月出水と比較すると放流量、放流時間ともに小規模で、その流量確率規模は2011年の約1/20に対し、約1/3の出水であった（図-16）。

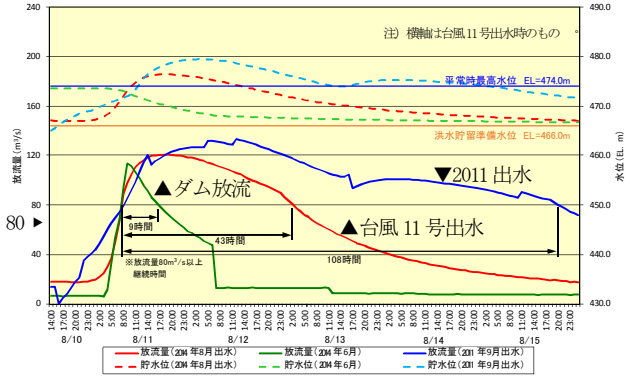


図-16 放流量比較グラフ

しかしながら出水前後の航空写真判読及び現地踏査によると比較的大きな変化が確認されている。特に旧川沿いで樹木流亡など大きな変化が見られ、また旧川引き込みを行った箇所だけでなく、旧川引き込み工区の下流側でも流路の切り替わりや側岸侵食によると思われる樹木流亡など比較的大きな変化が発生していることから、旧川引き込みによる変化が下流へ伝播し、影響を与えたものと推察される。

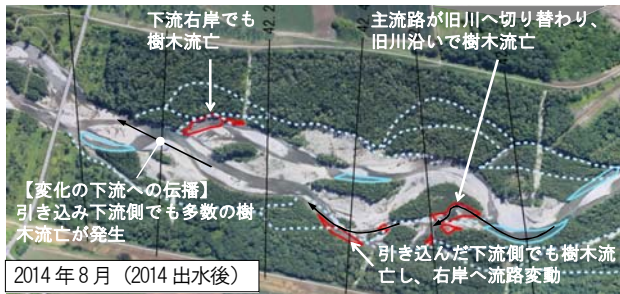


写真-6 台風11号出水による樹木流亡箇所 (2013湾曲砂州工区KP42.8)

旧川引き込み試験工区は、2011年出水時に樹木流亡などの変化が小さかった箇所において選定したものであり、2011年出水より小さい規模の今回の出水でも樹木流亡および礫河原面積増加が比較的大きく発生しているという事は、自然再生ダム放流及び旧川引き込みによる効果であると推察される。

2014 直線砂州工区 (KP43. 2)



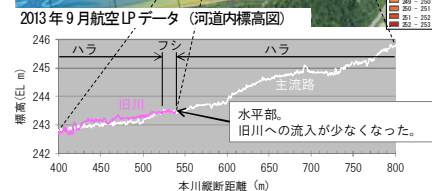
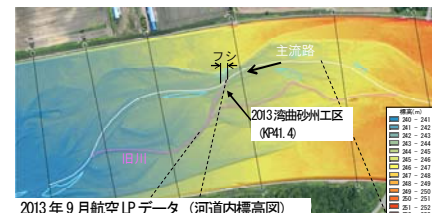
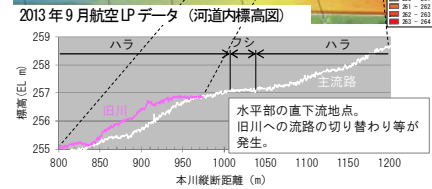
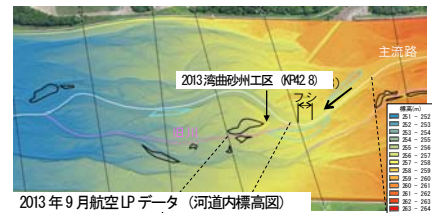
写真-7 台風11号出水前の旧川状況 (2014. 7. 7)

2014 直線砂州工区 (KP43. 2)



写真-8 台風11号出水後の旧川状況 (2014. 9. 9)

旧川への流路切り替わり等の大きな変化が発生した2013湾曲砂州工区 (KP42.8)、旧川への流入が少なく変化が小さかった2013湾曲砂州工区 (KP41.4) の縦断的な地形に着目すると、水面勾配が水平に近くなり、不安定さが増す地点「フシ」の直下流で旧川引き込みを実施することが有効と考えられる（図-17）。今後、有識者の指導を仰ぎながらこのことに関する検証を行う予定である。



フシ：河床縦断勾配が水平に近く、平面的な河道変遷から横断方向への流路変動が小さい箇所をフシと呼ぶ。⁶⁾
ハラ：フシの上下流部において、横断方向に大きく変動し得る区間をハラと呼ぶ。⁶⁾

図-17 旧川引き込み位置と縦断形の関係

さらに今回の出水では、流路が固定化した直線流路区間で砂州が発達し、その影響で側岸侵食が発生、流路が蛇行化している。

恐らくこれまでの取り組みが何らかの影響を与えていると思われるが、これを参考に固定化した直線区間における新たな最大化の方策として、今後、置砂を実施予定である。これは、旧川引き込みのための導水路掘削により発生する土砂の有効活用も兼ねており、直線区間の上流側水衝部に置砂を実施することで砂州の発達を促し、河道の蛇行化を期待するものである。

ただし、砂州の発達には通常、時間を要するとされていることから、今回の台風11号出水のように無次元掃流力 τ^* が0.05を超えて長時間継続する状態が発生した際に効果が発揮される。なお、置いた礫の移動範囲を把握するためのモニタリング調査手法は検討中である。

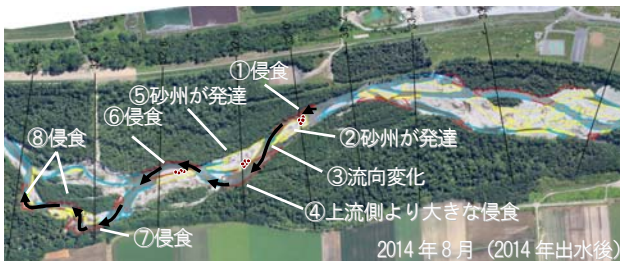


写真9 台風11号出水による砂州の発達と蛇行化 (KP33.0付近)

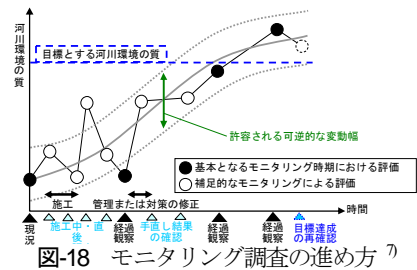
6. まとめ

2012年から実施している自然再生のための札内川ダム放流及び2013年度から実施している最大化の取り組みにより、「川の営力を利用した」礫河原面積の維持・微増が成されている。

また2011年に発生した約1/20規模程度の出水を参考にしてきたが、ダム放流及び旧川引き込みを行い、旧川を維持することで、流路変動し得る複列流路が維持され、そのことにより、1/3規模程度の小規模出水であってもさらなる礫河原再生の効果が得られることが分かった。

7. 今後に向けて

札内川の取り組みについては、今後、旧川引き込み位置選定手法の確立、引き込み形状や、土砂の利用法などを含め、礫河原再生技術として確立することを目指す。また流路が固定化や直線化し、周辺に適当な旧川が無い区間では置砂の有効性検証などを行い、引き続きダム放流効果を最大化させるための手法の検討や技術開発、各種調査、モニタリングを行い、検討と改善を繰り返すことで、目標とする河川環境の質に到達させたい。



特に樹林化の進行が顕著な区間や流路変動等による再生の効果が大きく期待できる区間を対象に地域の意見等も反映させながら優先区間を設定して事業を進めたい。なお、地元の観光業界により河原で外国人観光客をおもてなしした事例も大きく報道され、国土交通省としてもミズベリングによる地域活性化を推進しているため、河原を活用した観光プランを模索し始めた民間とも協力し、地域活性化に向けた連携を図っていきたい。

謝辞：札内川の礫河原再生の取り組みにあたっては、北海道大学農学研究院中村太士教授をはじめとする札内川技術検討会の各委員から多大なる御指導と御助言をいただき、また地域の方々からなる札内川懇談会を設置し、意見交換などを行い、取り組みを進めている。

なお自然再生のためのダム放流に関しては、電源開発株式会社をはじめ利水者の皆様からの御理解と御協力のもと実施している。

この場を借りて、すべての方に深く感謝し、ここにお礼申し上げます。

参考文献

- 1)国土交通省が 2012 年まで毎年公表していた一級河川の平均水質ランキング(清流日本一は、平成 3 年、5、7~9、11、14、17 の計 8 回)
- 2)帯広開発建設部(2012)：札内川自然再生(礫河原再生)計画書
- 3)第 2 回札内川技術検討会(2012)：検討会資料 3 より、帯広開発建設部 HP 参照
- 4)斎藤 新一郎著 社団法人北海道治山協会発行(2001)：ヤナギ類 その見分け方と使い方
- 5)武田淳史(2012)：札内川における礫河原再生の取り組み、公益財団法人日本河川協会、河川 11 月号 通巻 796 号
- 6)島絵梨子・渡邊康玄・吉川泰弘(2013)：節復連続河道形成に関する実験的研究、土木学会 北海道支部 論文報告集 第 70 号
- 7)『川の環境目標を考える-川の健康診断』河川環境目標検討委員会(編集)、中村太士、辻本哲郎、天野邦彦(監修)、技報堂出版、2008.7に加筆・一部改変して引用
- 8)田中甫幸・川岸秀敏・川邊和人(2013)：札内川における礫河原再生の取り組み、北海道開発局技術研究発表会
- 9)第 6 回札内川技術検討会(2013)：議事概要より、帯広開発建設部 HP 参照
- 10)川岸秀敏・川邊和人・武田淳史(2014)：札内川における礫河原再生の取り組み—旧川(派川)を活用した放流効果の最大化に向けて—、北海道開発局技術研究発表会
- 11)高橋輝好・法村賢一・武田淳史(2015)：札内川における礫河原再生の取り組みについて、北海道開発局技術研究発表会