

中小河川における「川」本来の河川環境の再生と回復を目指した取り組み

旭川開発建設部 旭川河川事務所 ○ 本 田 浩 貴
倉 本 洋 平
佐々木 政 幸

愛別(アイベツ)川の石狩川との合流部の2条7号区間(約1.3km)は昭和40年から改修が行われてきた。その後、本川の河床低下や合流点位置の変更により縦断勾配が急になったことによる流速の増大や土砂供給量の減少等が原因と思われる河床低下が進行し、河道が不安定な状態となり、護岸が被災するなど、近年、河川管理上の問題となっている。また、河道の単調化と河床低下により河川環境を利用する生物の生息環境の単一化および劣化が懸念されている。このため、多自然川づくりを踏まえた低水路の掘削形状、護岸形式、河床低下対策方法等の検討を行い、平成20年度より河川改修を行ってきた。

本報告では、愛別川における「川」本来の河川環境の再生と回復を目指した取り組みの事例を報告する。

キーワード：再生・回復、自然環境

1. はじめに

愛別川は、標高1000m級の山岳部を源とし、山岳部の谷あいを通り蛇行して流れ、途中、マタルクシ愛別川、狩布(カリップ)川、パンケ川などの支川をあわせて、愛別町の肥沃な農耕地まで流下し、石狩川に合流する流域面積179.3km²、流路延長23.1km、計画高水流量は500m³/sの一級河川である。

支川の狩布川には昭和61年竣工の「愛別ダム」が、また、愛別川には2条7号区間直上流部の「愛別川頭首工」のほか数基の頭首工が設置されている。



図-1 位置図

2条7号区間の河床縦断勾配は概ね1/200、河道特性の分類であるセグメント区分はセグメント1である。

愛別川は、石狩川合流点から愛別川頭首工下流付近までの1.3km区間が昭和40年に河川法施行令に基づく2条7号区間に指定されており、昭和40年代前半以降から石狩川改修事業とあわせて堤防および護岸を主体とした改修が行われてきている。

当該箇所は平成20～21年度において、治水安全度の強化を目的に低水路部の掘削、低水路護岸および施工にあたっては河川環境に配慮した帯工の設置工事を行っている。

本報告ではこの工事の概要及び目標とする効果と今後の取り組みについて報告する。



図-2 改修区間航空写真

2. 愛別川の現状と課題

(1) かつての愛別川

愛別川の平野部は、砂礫層が主体で構成され、その中を大きく蛇行して流れる河川であった。(図-3)

また、周辺地盤との比高差が小さく出水が頻発していた。この環境のもとヤナギ類(ヤナギ、ドロノキ)、ケヤマハンノキ等の河畔林、魚類はヤマメ(サクラマス幼魚)、ウグイ、ドジョウ等が生息していたものと考えられる。

(2) 河床低下の進行とその課題

愛別川では河床低下が進行しており、これにより崩落した護岸垂れ部が樹林化し、みお筋を固定化している。(図-4、図-5、図-6)

将来的な河床低下の予測を、現況河道断面を用いた一次元河床変動計算により行ったところ、愛別川12条7号区間では、今後約40年間で最大1.0m~1.5m程度河床が低下する予測結果であり、これまでのように大規模な河床低下は発生しないものの、今後も河床低下傾向にあることが確認されている。

この河床低下による課題は次のとおりであると考えられた。

a) 治水面の課題

- ・護岸垂れ部の浮上がりや崩壊している箇所が多数見られ護岸および河岸の不安定化
- ・既設護岸の被災による河岸の崩落や堤防決壊の危険性の増大

b) 環境面の課題

- ・流水および河道形態の単調化(平瀬化)、河床材料の粗粒化(アーマコート化)および固結(沈み石)による、魚類等の産卵・生育・生息環境の影響や河床間隙利用生物の影響
- ・河川敷の樹林化による河原等の水際移行帯の喪失による河原性生物の影響、河畔植生の単一化



図-3 石狩川合流点付近の愛別川の河道変遷¹⁾

(3) 河床低下の要因

a) 縦断勾配の変化

愛別川の石狩川への合流点は昭和30年頃の河川改修により石狩川上流方向へ約1km移動した。この合流点移動によって河道延長が短縮した結果、愛別川の下流区間の河道が急勾配化し、これが当該区間における河床低下の一因になったと考えられる。

また、石狩川では砂利採取等により、愛別川との合流点において、昭和43~48年の間に河床低下が進行しており、このことも愛別川河道の河床低下の一因になったと考えられる。

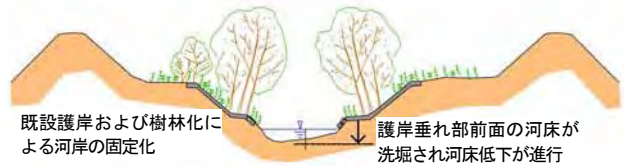


図-4 河床低下状況

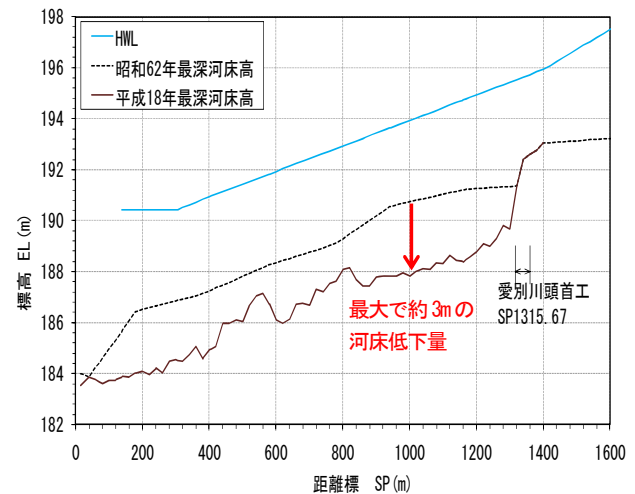


図-5 最深河床高縦断面(S62年,H18年)



図-6 河床低下状況写真

b) 横断構造物の設置による土砂供給の減少

愛別ダムの建設や頭首工3基の整備により、上流からの土砂供給が減少し、流出土砂と流入土砂のバランスが崩れたと考えられる。

c) 河床低下の進行に伴う川幅の縮小と河岸の固定化

低水路護岸垂れ部先端の河床低下の進行に伴ってみお筋が固定化され川幅が縮小したため、流水が河床部へ集中してさらに河床低下を進行させた。

また、河床低下により河道内の水位が下がりもとの河床部の樹林化が進行した。これによりみお筋の固定化がさらに堅固なものとなり、河床低下を進行させた。

3. 対策方法

(1) 愛別川における河川整備が目標とする効果

a) 河川整備が目標とする効果

愛別川における現状と課題を踏まえ、河川整備計画に基づき整備を行うことにより将来的に目標とする効果は、

- ・治水安全度の向上
- ・愛別川が本来有していた河川環境の再生と回復とした。

b) 対象区間における瀬と淵の形成について

魚類等の生息環境の改善や、河川環境を利用する生物の多様化においては河川形態を多様化することが重要である。その一例として図-7 にヤマメ(サクラマス幼魚)が産卵床を抜け出してから、翌春降海するまでの主要な生活の場の季節変化を示す。さらにこれらの成長過程による生活場の変化ほか、日中と夜間、平水時と増水時などの外部環境の変化によっても利用空間は違うものであり、河川形態の多様化が失われるとサクラマスの生息が困難となる。

愛別川においては、魚類等の生息条件として重要な

- ①瀬と淵、いわゆる浅場と深場に乏しい
- ②水際域の多様性に乏しい

などが上げられ、これらの復元が重要な課題であった。

生息環境の劣化の原因は、蛇行河道から直線河道への河道形状の変更、および河岸の固定化によるものであり、河川整備における留意点は次のとおりである。

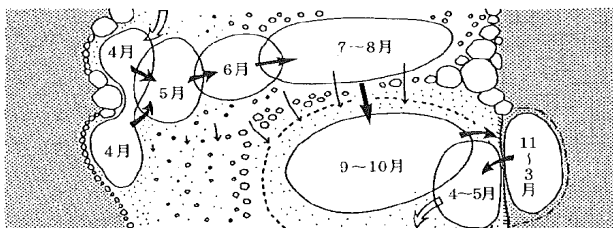


図-7 サクラマスの生活場の季節変化の例²⁾

c) 瀬(浅場)と淵(深場)が形成される要因

瀬と淵が形成される要因として、表-1の項目が考えられる。

R型、S型、D型の淵はそれぞれ、巨石や置石、帯工やランプ、流木や河岸への寄せ石等により再生される瀬と淵であるが局所的で小規模なものとなる。一方、かつての愛別川で見られたであろう規模の淵を復元させるためには、M型(蛇行砂州の形成に伴う淵の再生)によることが望まれた。

一方で現況の低水路線形、河道の持っているキャパシティ、河道の制約条件などを勘案するとM型による手法は高水敷幅が比較的に広い水裏部の一部の区間のみで可能となる。その他の区間はほとんどが直線河道で、河岸が低水護岸により固定化されていることから、S型による瀬と淵の創出とそれに伴う流れの多様性を確保することが主体とならざるをえないと考えられた。

d) 対象区間における瀬と淵の形成について

単一な計画断面の河道断面内で改修を行った場合に、新たな砂州の発生により瀬と淵が形成されるか否かを、中規模河床形態領域区分によって概略検討を行った。

砂州の形成に関するパラメーターは、川幅水深比、無次元掃流力等であり、種々の領域区分図があるが愛別川では「黒木・岸の砂州発生領域図」により判定を行った。

表-1 瀬と淵が形成される要因³⁾

区分	M型	R型	S型	O型	D型
概要	流路の屈曲部にできる深場	巨大な岩や流下障害物の周りに形成される深場	底質の硬さの違いで、軟らかい方が深ばれてできる深場	古い流路(旧川)がよどみとなる深場	堰等障害物の上流にできる深場
略図					

図-8 に愛別川のプロット図を示すが、既存の河道断面では砂州非発生領域に近く砂州の発生は期待できないものと判断された。また、愛別川の現状においても河道の改修から約40年が経過したが、明確な淵と砂州の形成には至っていない。このことから、愛別川では瀬淵構造や魚類等の産卵・育成・生息環境は自然に任せた状態では復元されないことが予測されたため、瀬と淵の明瞭化(M型、S型淵)や魚類等の産卵・育成・生息環境復元が必要と考えられた。

(2) 愛別川における対策方法の選定

河床低下に対する一般的な対策方法は表-2 のとおりである。愛別川の河床低下対策としては、治水面、環境面それぞれについて考え次のとおりとした。

a) 治水面での対策方法

① 低水路護岸の設置

河床低下に対して最も有効な対策としては「引き堤」を行い堤防護に必要な高水敷幅や低水路幅を確保することであるが、既存の高水敷幅が狭く現況の河川断面内での対応が困難であった。また、堤内の土地利用の状況から新規の用地確保が困難であるため河道内での対応とし、低水路の河岸と堤防護のための低水路護岸を設置するものとした。

② 低水路断面の拡幅

愛別川の河床低下は、土砂収支バランスが崩れていることが一因であることから、流出土砂を抑え、流入土砂を捕捉することができる河道形態が望ましい。そこで、現況断面で12~15m程度の低水路敷幅を20mに拡幅することと併せて、湾曲部水裏側を拡幅し(計画低水路敷幅20mを26mに拡幅)、掃流力を低下させて土砂流出を抑制するとともに上流から供給される土砂の堆積を促進させる方法を用いるものとした。

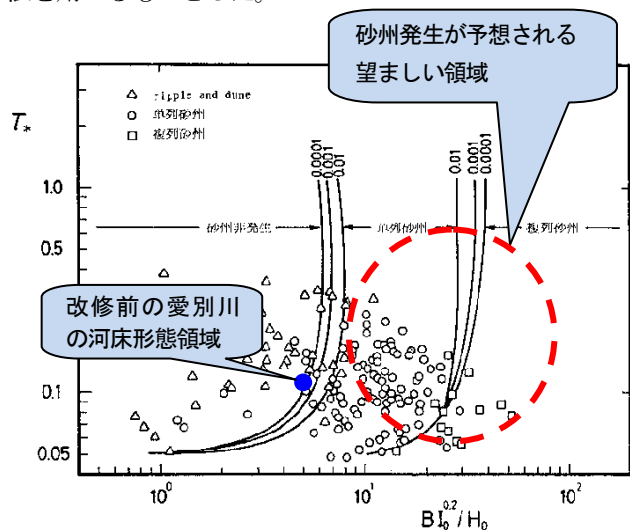


図-8 砂州発生領域⁴⁾

③ 帯工の設置

確実に河床低下防止が可能な低水路敷幅の目安としては一次元河床変動解析によると36m程度であった。また、計画低水路断面による改修後も約0.8mの河床低下が予測されており河床低下を抑制する対策が必要であった。

以上のことから、低水路断面の拡幅を行うほか、河床高を固定し河床低下が縦断的に連続することを抑えるための施設として帯工の設置を行うものとした。

b) 環境面での対策方法

① 低水路断面の拡幅

低水路断面の拡幅により、流水に自由度を持たせ川(流水)の営力による瀬淵などの河床形態や水際の多様化を再生する。また、湾曲部水裏側を拡幅することで流水に変化を持たせ砂州の形成を促し水陸移行帯部の多様な植生環境を創出する。さらに、水裏部に砂州が形成されれば愛別川の特徴である湧水により湿地性の植生の回復が可能となるものである。

② 帯工の設置

帯工の設置は平面線形と関連付けることで瀬淵構造の創出などの河床部の河道形態や流況に変化を付けることが可能で、魚類等の産卵・育成・生息環境に良好な環境をもたらすものと考えた。

③ 河床部への砂礫材の覆土

河床材料のアーマコート(粗粒)化や固結(沈み石)など、劣化した河床材料の改善。河川改修による護岸基礎、根固め工等の人工構造物の設置が自然環境に与えるインパクトを軽減することを目的として、河床部を掘削により発生した砂礫材料にて覆土を行うものとした。

表-2 一般的な河床低下対策⁵⁾

	対策案	解説	留意すべき点
下流への土砂流出量低減	● 落差工による河道の緩勾配化 緩勾配化 落差工 施工前の勾配(急) 施工後の勾配(緩)	落差工による河道の緩勾配化により、下流への土砂流出量を低減する	・適切な魚道の配置 ・カヌー利用への配慮
	● 帯工による河床の固定化 河床の固定化 帯工	帯工による河道の固定化により、下流への土砂流出量を低減する	・適切な魚道の配置 ・カヌー利用への配慮
	● 低水路の拡幅 ※平均年最大流量時程度の流量時 流速低下 狭 広	低水路を拡幅して水深の低下および流速の低減を図ることで、下流への土砂流出量を低減する	・堤防の安全性確保 ・河川環境として重要な河原の保全・再生
	● 中水敷の設定 ※平均年最大流量時程度の流量時 流速低下 狭 広	中水敷を設定し水深の低下および流速の低減を図ることで、下流への土砂流出量を低減する	・堤防の安全性確保 ・河川環境として重要な河原の保全・再生

(3) 対策方法の概要

a) 護岸工法

- ・地盤への馴染みやすさ
 - ・環境空間としての空隙が多く植生の早期の回復が期待できる
 - ・愛別川左岸部の特徴である湧水の排出が可能
- 等の点から間隙を持った大型連節ブロックを用いた。(図-10)

b) 低水路拡幅

低水路幅の変更が難しい橋梁部と設置年次が新しい既設護岸部を除く湾曲部について、計画河床幅の30%を目安として6mの拡幅を行った。(計画低水路敷幅20mを26m程度まで拡幅)(図-11)

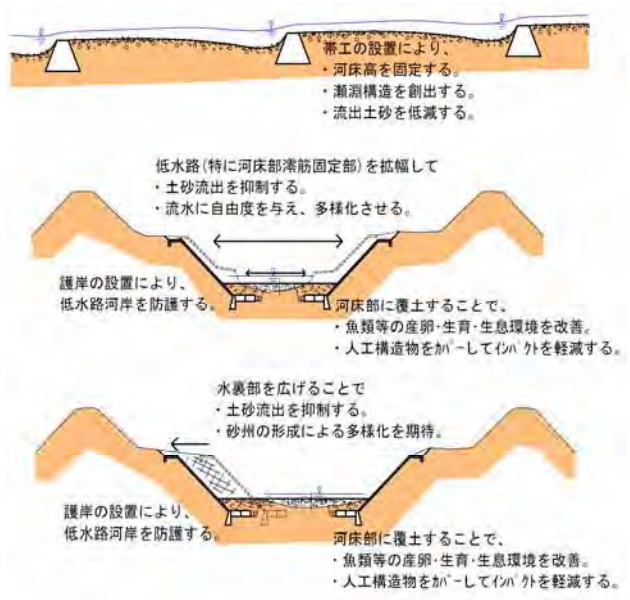


図-9 対策方法



図-10 選定護岸ブロック



図-11 低水路拡幅模式図

c) 帯工

①構造形式

帯工の構造は、既設護岸ブロックの有効利用を考慮して、内部は既設護岸コンクリート殻を用いた袋詰め根固め、表面は既設護岸を用いた連節ブロック張りとした。(図-13)

断面形状は屈とう形式の一般的な帯工断面形状を参考に設定した。河道断面方向の形状は端部を若干上げた形状として、帯工周辺の流況変化を創出するものとした。

また改修区間内に直径 2m を超える転石(図-12)があったことから、これを利用した石組帯工を 1 基施工した。(図-14)



図-12 転石の状況

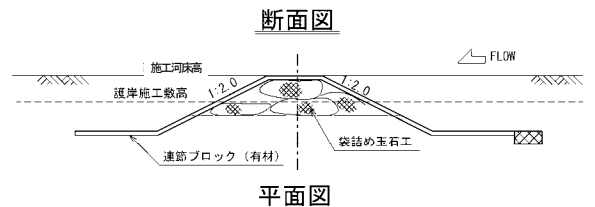


図-13 連節ブロック帯工

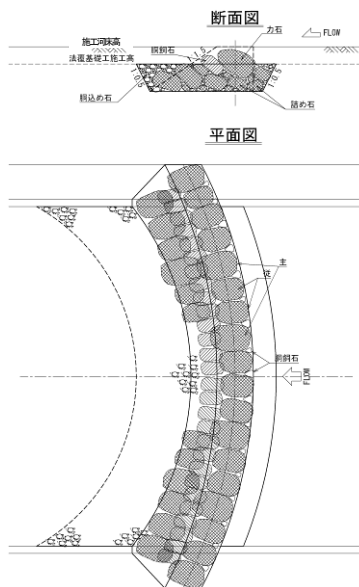


図-14 石組帯工

②帯工間隔

帯工の間隔は、図-15 に示すように帯工下流側が河床低下を起し落差が生じた場合でも、魚類の移動が困難にならないよう、一般的に用いられている魚道のプール間落差の 0.3m 程度以内に抑えられるよう次のとおり設定した。

帯工間の水位が仮にレベルとなった場合の落差を 0.3m とすると、当該区間の計画縦断勾配(概ね 1/200)から帯工間隔は($L=0.30 \div 1/200=$)60m となる。

なお、湾曲部を拡幅する箇所は流水が多様な流れ方をし、流水の営力により河床形態の多様化が期待できるが、帯工を設置したことによりかえって河床を固定し、河床材料の移動や瀬淵の形成などを阻害して単一な河道形態となることを避けるため帯工間隔を広く設定した。改修後は河道形態の変化を踏まえて必要に応じて帯工の追加を行うものとした。(図-16)

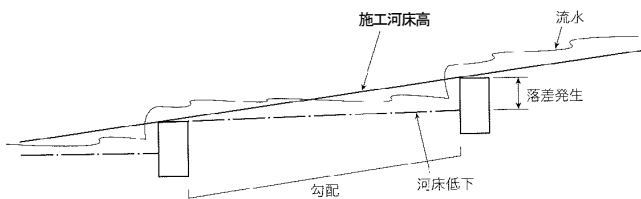


図-15 帯工の設置と河床低下⁶⁾

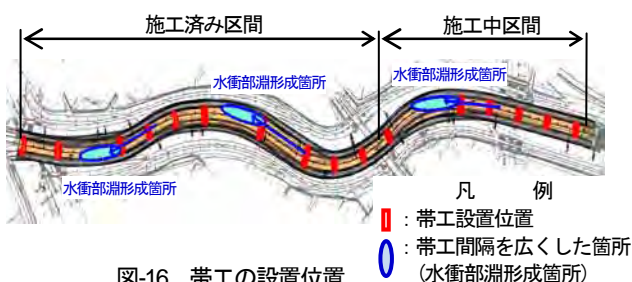


図-16 帯工の設置位置

4.おわりに

本河川改修工事は、平成 20 年度～平成 21 年度の 2 箇年で 3 工区に区分して下流側から順に実施し、現在は施工最終となる上流部の工区の施工を行っている。

施工が終了し半年を経過した下流側の工区の状況写真を図-17 に示す。

施工後間もないため現状では砂州の形成や瀬淵などの創出は顕著には見られないが、帯工の下流側において小規模な淵や瀬の出現、河床の一部への確砂など河道内の微地形の変化を確認しており、今後さらに多様な河道形態の形成が期待される。(図-18)

今後の取り組みとしては、工事終了後の継続的なモニタリングを行い、施工後の河川環境(物理環境、生物環境)の変化の状況を把握するとともに、モニタリング結果を評価・考察し、目標として設定した河川環境へ近づいているかの確認を行う予定である。また、河川環境の変化の妥当性が確認されない場合は、順応的管理を踏まえた維持管理により、必要な代替え処置を計画検討し、対応を行うことが重要であると考えている。



図-17 帯工施工状況

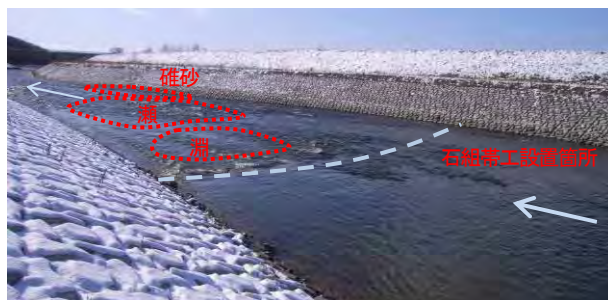


図-18 改修区間状況

参考文献

- 1) 国土地理院：治水地形分類図一愛別
- 2) 玉井信行ほか著、東京大学出版会編：河川生態環境工学
- 3) 第 8 回標津川技術検討委員会資料、北海道開発局釧路開発建設部
- 4) 黒木幹男・岸 力、土木学会論文報告集第 342 号、中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究
- 5) 釧路川水系河川整備計画資料、北海道開発局釧路開発建設部
- 6) 妹尾優二ほか著、吉川勝秀編著：多自然型川づくりを越えて