

石狩川のカワヤツメに配慮した河岸の検討について

A study on the Ishikari River banks as *Lethenteron japonicum* habitat

企 画 部 参 事	竹内亀代司
企 画 部 部 長	丸岡 昇
企 画 部 参 事	大門 智
(株) ド ー コ ン	渡辺 洋一

石狩川汽水域では、河道の捷水路化や浚渫等により、河岸の急傾斜化による浅場の減少や河岸形状の単調化を招いてきた。浅場の減少や河岸形状の単調化は、浅場の砂泥に潜っているカワヤツメ幼生の生息場所やウグイ等の稚魚の生息場所であるヨシ等の水際植生の生育場所を減少させてきた。

また、浚渫により水深が増加したことが要因の一つと推定される波浪による河岸浸食が問題となっている。

本報告は、カワヤツメ幼生の生息環境についてこれまでの調査結果等を基に整理して、石狩川汽水域においてカワヤツメ幼生が生息する物理環境を創出すると共に、波浪による河岸浸食を防止できる河岸構造について、複数案提案し、今後の試験施工等の実施に向けた中間報告を行うものである。

キーワード：石狩川、自然再生、河岸構造、カワヤツメ、幼生、波浪侵食、水制工、離岸堤

Because of the construction of cutoff channels and dredging, the banks of the Ishikari River have become steeper, causing shallow areas to decrease and the river banks to become monotonous in shape. As shallow areas decrease and the river banks become monotonous, the habitats of arctic lamprey (*Lethenteron japonicum*) larvae in the bottom sediment in shallow areas and waterside vegetation, such as reeds, which serves as habitats for the young fish of ugui (*Tribolodon hakonensis*) and other species have been decreasing.

Bank erosion due to waves and increases in water depth caused by dredging has also become a problem.

By reviewing the result of the study about the habitat of arctic lamprey larvae obtained so far, this paper proposes multiple river bank structures that can help create a physical environment capable of serving as a habitat for arctic lamprey larvae and prevent wave-induced bank erosion. This paper also reports on the progress of the ongoing work including the preparation for test construction.

Key words : Ishikari River, nature restoration, bank structure, arctic lamprey (Lethenteron japonicum), larva, wave-induced erosion, groins, detached breakwater

1. はじめに

石狩川は流域面積14,330km²、幹川流路延長268kmの日本を代表する1級河川である。

かつての石狩川は、札幌市を中心とした下流部においては、広大な低平湿地をゆったりと流れて氾濫を繰り返してきた河川であったが、治水事業の進展に伴い捷水路工事、堤防工事、治水事業と併せた堤内地の排水路網の整備等が行われ、現在の様な土地利用が可能となった。

このような治水事業は、石狩川及びその沿川部の自然環境に対して様々な変化を及ぼし、そのプロセスを通じて生物の生息・生育環境に大きな変化を与えてきたと考えられる。

石狩川汽水域（KP0.0～KP30.0）では、河道の捷水路化や浚渫等の治水事業により、河岸の急傾斜化による浅場の減少や河岸形状の単調化を招いてきた。浅場の減少や河岸形状の単調化は、浅場の砂泥に潜っているカワヤツメ幼生の生息場所やウグイ等の稚魚の生息場所であるヨシ等の水際植生の生育場所を減少させてきた。また、浚渫により水深が増加したことが要因の一つと推定される波浪による河岸浸食が問題となっている。

本報告は、石狩川汽水域において、カワヤツメ幼生が生息する物理環境及び、波浪による河岸浸食防止に配慮した河岸構造について検討した結果の中間報告を行うものである。

2. 河岸形状の単調化による課題

河岸形状の単調化による課題について、物理環境の変化と生物の生息・生育環境への影響の面から整理した。

(1) 河川の物理環境の現状と変遷

石狩川の汽水域では、捷水路化等により河道が直線化したため流速が増大したことや河道を拡幅するための浚渫等による人為的インパクトにより、浅場や水際植生が減少し、河岸形状が単調化してきた（図-1）。

図-2に示すように、捷水路化や浚渫により河岸部の河床が低下したため、河岸勾配が急傾斜化して、水

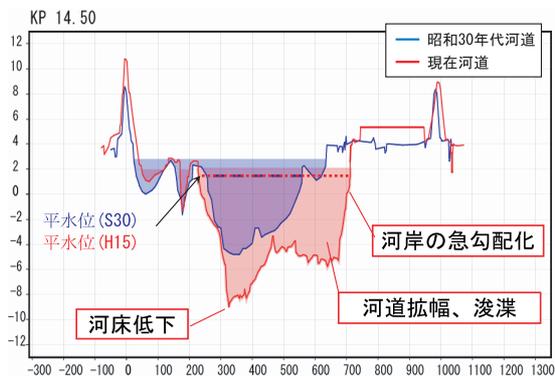


図-2 横断面図の比較図

際植生や魚類の生育・生息場所である浅場が減少してきた。

水際部の河岸勾配を横断面図から測定すると、KP0～KP15の平均河岸勾配は大正7年が1:21、平成9年が1:13であり、河岸勾配が急傾斜化していることがわかる。

汽水域の水際延長を平面図（1/5,000）から測定すると、昭和25年は約71Km、平成11年は約60Kmであり、水際延長が約45年間に4/5に減少していることがわかる。これは、治水事業により、水際線が直線化したためと推定される。

また、浚渫により水深が深くなったことが要因の一つと推定される波浪による河岸の侵食が深刻化してい



写真-1 河岸浸食の状況

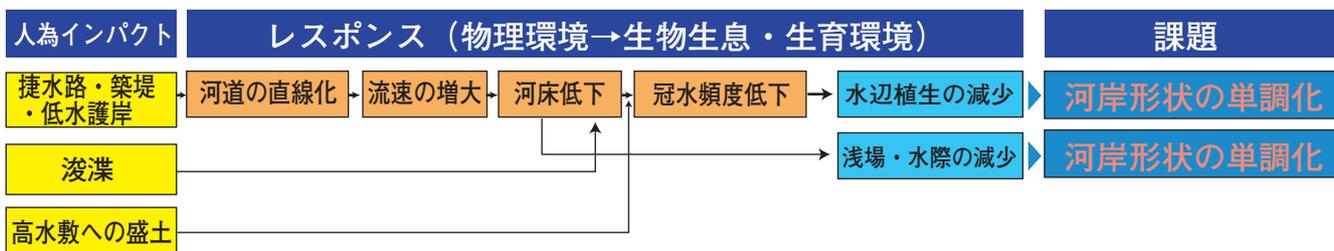


図-1 河岸形状の単調化のインパクト、レスポンス

る。既往調査結果*1によると、特に石狩川KP11.5～KP16.0区間の右岸側では、年間平均1.0m前後の河岸浸食が進行している。

(2) 生物の生息・生育環境への影響の評価

1) 生物の生息・生育環境の評価結果

物理環境の変化によって、生物の生息・生育環境へどのような影響を与えたかを昭和30年代の横断図と現在の横断図を基に比較を行い推定した。

その結果、河岸形状の急傾斜化、河床低下等により浅場や緩傾斜部が減少して水際のヨシ等のエコトーンが減少し、カワヤツメ・トミヨ等の生物の生息環境が減少しているのではないかと推定された。

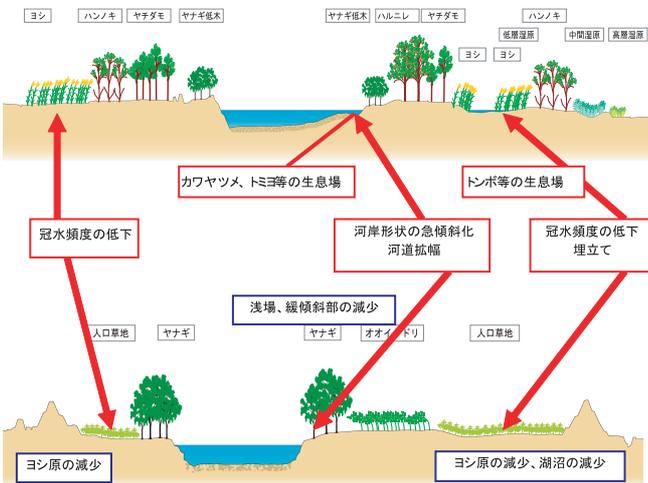


図-3 生物の生息・生育環境への影響

2) カワヤツメの減少

既往調査*2によると、カワヤツメ幼生の生息密度は、

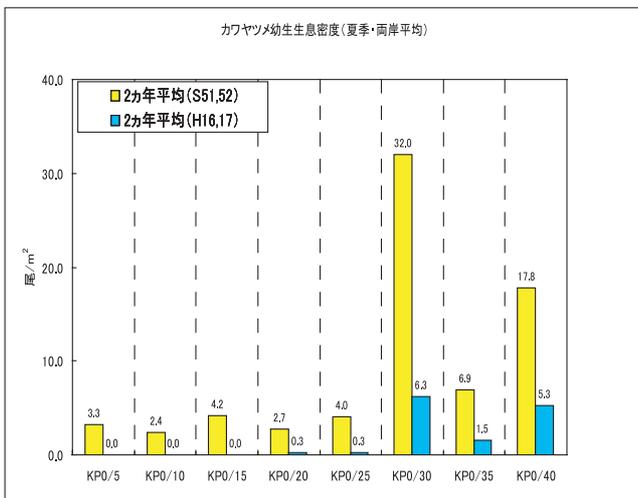


図-4 カワヤツメの生息密度の推移

図-4に示すように昭和50年頃には石狩川汽水域の河岸の多くに生息していたが、近年ではワンド状となっている一部区間を除いてはKP30.0より下流では生息が確認されていない。

また、漁獲量も減少しており、捷水路化や浚渫による浅場や緩傾斜部の減少が、浅場に生息しているカワヤツメ減少の要因の一つと推定された (図-5)。

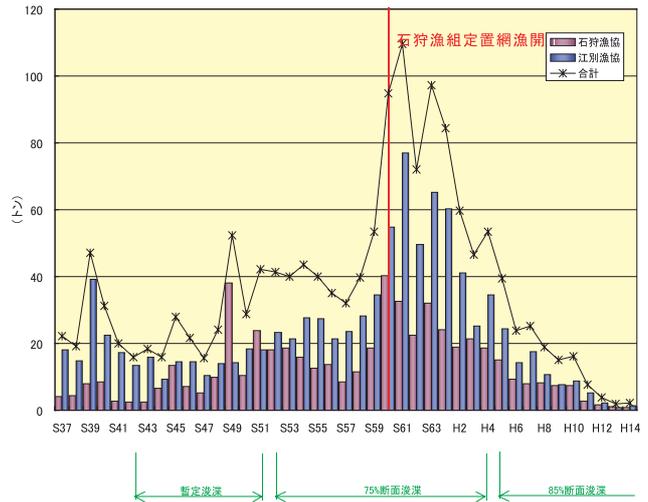


図-5 カワヤツメの漁獲量の推移

3. カワヤツメの生態

3-1 カワヤツメの生活史

既往文献*3・4によると、カワヤツメは、脊椎動物の中で最も原始的な仲間であり、口は吸盤状であごを持っていないヤツメウナギ類の1種である。眼の後ろに1列に並ぶ7個のえら穴を眼に見立て、本当の眼と合計してヤツメ (八眼) と呼ばれている。カワヤツメは、北海道と茨城県・島根県以北の本州に分布している。

カワヤツメは産卵のために河川へ遡上してくる遡河回遊性魚類で、4～5月と9～11月に遡上する群があり、産卵は雪解けのおさまる5月下旬～6月下旬に行われる。産卵は、中流域の淵尻や平瀬の砂礫底で行われる。

産卵後2週間前後で孵化するが、孵化した幼生はアンモシーテスと呼ばれ、全長が1cm以下と小さく遊泳能力がほとんどなく、河川の流に乗って浮遊し、川底のやわらかい砂泥の中にもぐって泥の中の有機物をろ過して食べながら、次第に下流へと流出され分散する。2～3年後の夏の終わりから秋にかけて変態し、変態後の若魚は餌を食べずに河川で越冬し、翌春に降海する。2～3年後に産卵のため遡上するが、河川では餌は食べない。



写真-2 上:カワヤツメ幼生
下:変態後の若魚

3-2 カワヤツメ幼生の生息環境

既往のカワヤツメ生息状況調査では流速・水深について調査されていたが、これ以外に既往文献*3・4等から塩分濃度、底質の状況、水際植生、河岸形状がカワヤツメ幼生の生息と関係が深いことが推定された。このため、これらの項目について新たに調査を行い、既往調査も含めた調査データを基にして、カワヤツメ幼生が生息する物理環境について整理した。

(1) 流速・水深

カワヤツメ幼生が生息していた箇所の底層流速及び水深を、(社)北海道栽培漁業振興公社が平成6年から平成17年の12年間にKP5～KP40の区間で5Kmごとに調査した結果*2を基に整理した。

カワヤツメ幼生が生息している泥層に近い底層の流速を整理した結果を図-6に示す。幼生の生息が確認された底層の流速は0.30m/s以下であり、特に0.1m/s以下に集中していることがわかった。

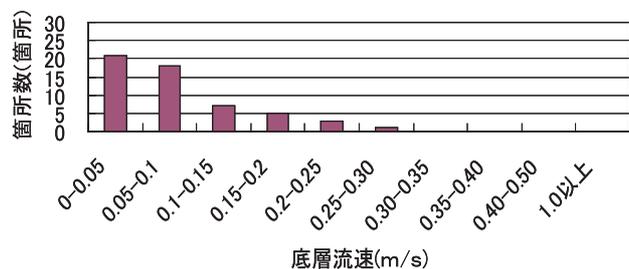


図-6 カワヤツメ幼生の確認箇所数と底層流速

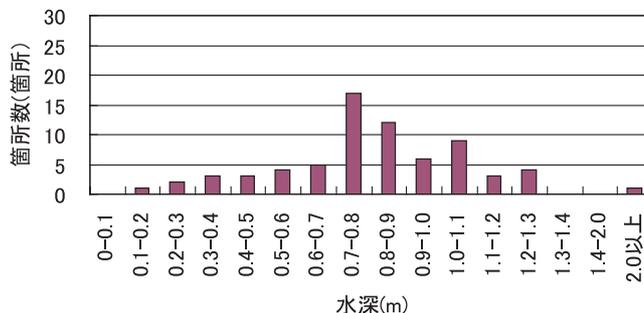


図-7 カワヤツメ幼生の確認箇所数と水深

水深については、図-7に示すように概ね1.3m以下の箇所に生息しており、特に0.7～0.9mに集中していることがわかった。

(2) 塩分濃度

平成17年度の調査結果*5を用いて、カワヤツメ幼生の生息状況と塩分濃度 (NaCl) 及び電気伝導度 (EC) との関係を見ると、カワヤツメ幼生が生息している箇所は、塩分濃度が0.03%以下、電気伝導度が60ms/m以下であることがわかった。海水の塩分濃度 (3.2～3.5%) の100分の1以下であり、カワヤツメ幼生は塩分のある所には生息できないとの既往資料*3の記載を裏付けている。

(3) 底質

平成17年度の調査結果*5を用いて、カワヤツメ幼生が生息している箇所の底質の粒径組成を整理した結果を図-9に示す。

夏季調査では粘土分が5%以下、シルト分が40%以下、砂分が60%以上の砂質土、秋季調査では粘土分が10%以下、シルト分が80%以下、砂分が15%以上の砂質土・シルトで生息が確認された。

2季の調査から、粘土分が10%以下で、砂分とシルト分が混合している粗粒質の底質に生息していることがわかった。幼生は、底質の中に潜って生活しているため、粘土分の多い細粒質では通気性に乏しく酸素が不足するものと考えられる。

(4) 植生

平成17年度調査*5では、調査箇所が4箇所と少ないこともあり、水際植生の有無によるカワヤツメ幼生の生息状況の違いは見られなかったが、水際植生は魚類の稚魚の生息場所になっていると考えられるため、水際植生と稚魚の生息数を整理した。水際植生が分布していたKP5.0とKP14.0の2地点で、生息数の多いウグイの稚魚数を比較したものを図-8に示す。水際植生があ

る方がない方に比べて倍以上生息していることがわかった。

カワヤツメ幼生は河川で2~3年過ごすと言われているが、水際植生は越冬場所と考えられており、カワヤツメの生活史の中で水際植生は必要と考えられる。

また、幼生は底質中の有機物を食べているため、河岸や水際の植生からの植物遺体の供給が必要と考えられる。幼生が確認された岸辺には落葉樹であるヤナギ類が生育していた。

以上より、水際植生は、カワヤツメ幼生の越冬場所、餌である有機物の供給箇所として必要であると推定された。また、カワヤツメ以外の稚魚の生息場所となっていた。

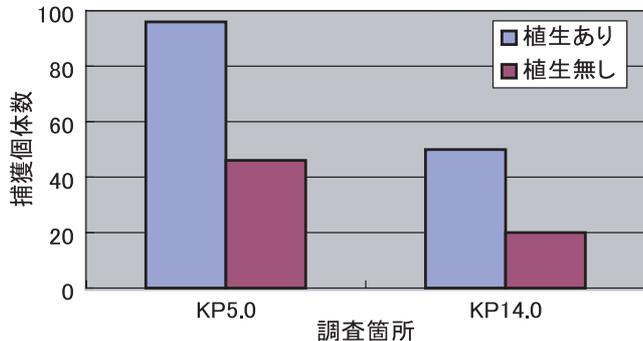


図-8 水際植生とウグイ稚魚の捕獲数

(4) 河岸形状

カワヤツメ幼生の生息が確認されたKP13.5地点の河岸形状を図-11に示す。KP13.5地点の河岸形状は、平成9年度に施工された水制工が木杭のみであるが残されており、ワンド形状となっている。また、掛け上がり部（河岸から深く落ち込むまでの河床勾配の変化点）

が直線ではなく、岸側に凸状となっており、掛け上がり部に渦流が生じるなどの複雑な流れになりやすい環境となっている。

幼生の生息が確認された箇所は、岸寄りの弱い流速帯より、ある程度流速のある掛け上がり部よりやや岸側の浅場で、水深が0.3~0.9m、底層と表層の流向が90度以上異なる流れが複雑な箇所である。

生息が確認されなかったKP14.0地点の河岸形状は、掛け上がり部より岸側には水深が0.5m以上の箇所がなく、底層と表層の流向が90度以上異なる箇所の多くは掛け上がり部より川側に位置している（図-11）。

以上より、カワヤツメ幼生は、掛け上がり部の岸側において、ワンド形状で掛け上がり部が凸状で渦流など複雑な流れが生じていて、水深が0.3~0.9mの箇所に生息していると推定された。

また、既往文献^{*5}によると、洪水等によって堆積物が移動しないところでは、酸欠状態になったり、水の腐敗化が進行するため、あまり生息していないとされている。

今回の調査で、水深が0.3m以下の岸際の箇所で生息が確認されなかったのは、洪水時に堆積物が移動しにくいためではないかと考えられる。



写真-3 KP13.5地点の状況

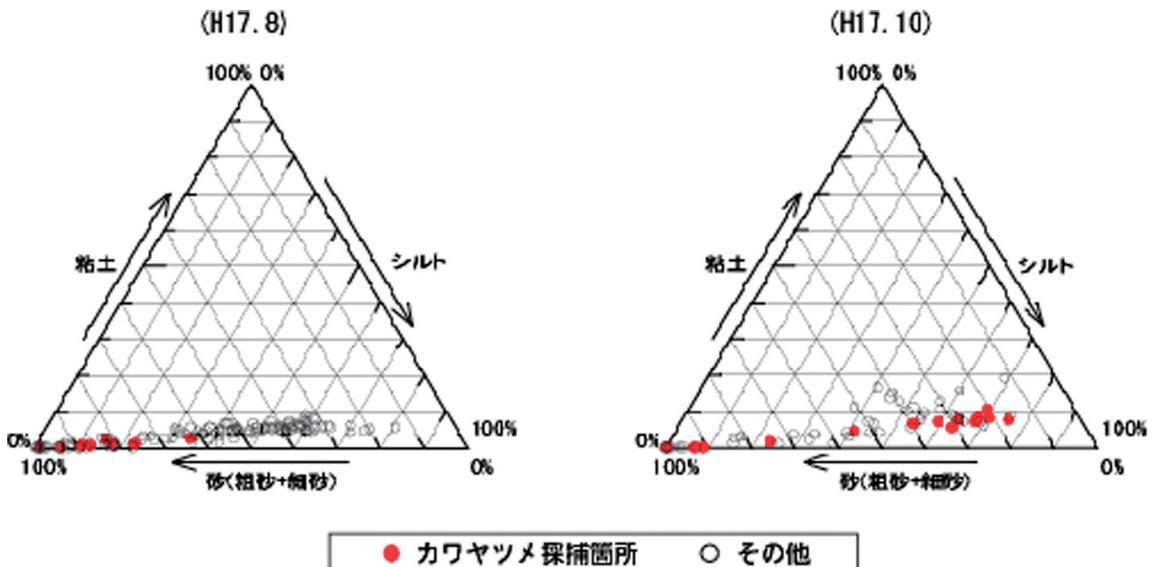


図-9 カワヤツメ幼生の生息箇所の底質状況

3-3 カワヤツメ幼生の生息条件

カワヤツメ幼生が生息する物理環境から、河岸整備に際して考慮すべき条件を整理すると、以下のとおりである。

- ①水深
 - ・1.3m以下で、0.7~0.9 mが望ましい
- ②底層流速
 - ・0.3 m/s以下で、0.1 m/s以下が望ましい
- ③流向
 - ・表層と底層の流向が異なる流れの複雑な箇所
- ④河岸形状
 - ・掛け上がり部より岸側に存在する浅場
- ⑤塩分濃度
 - ・NaClが0.3%以下の真水
 - ・河床高が過去17年間の最高界面水位 (EL.-1.82m) 以上
- ⑥底質
 - ・粘土分10%以下、砂分15%以上の粗粒質で、有機物を含んでいる
 - ・酸欠や水の腐敗化防止のため、洪水等により堆積物が移動する
- ⑦植生

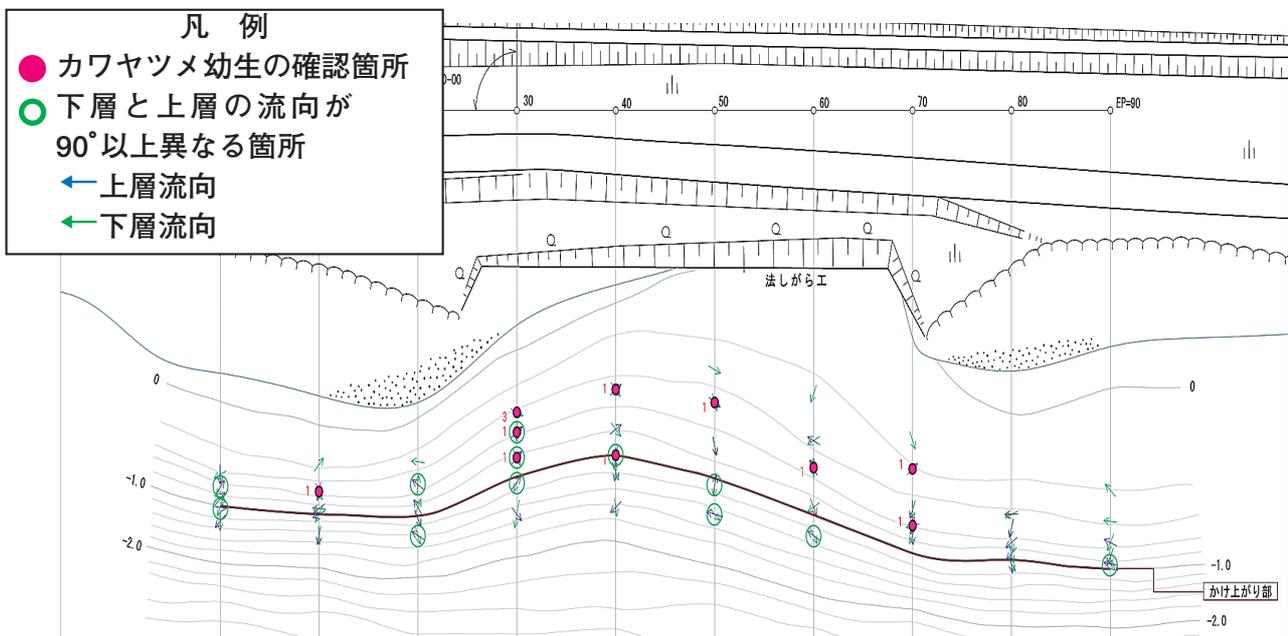


図-10 KP13.5地点平面図

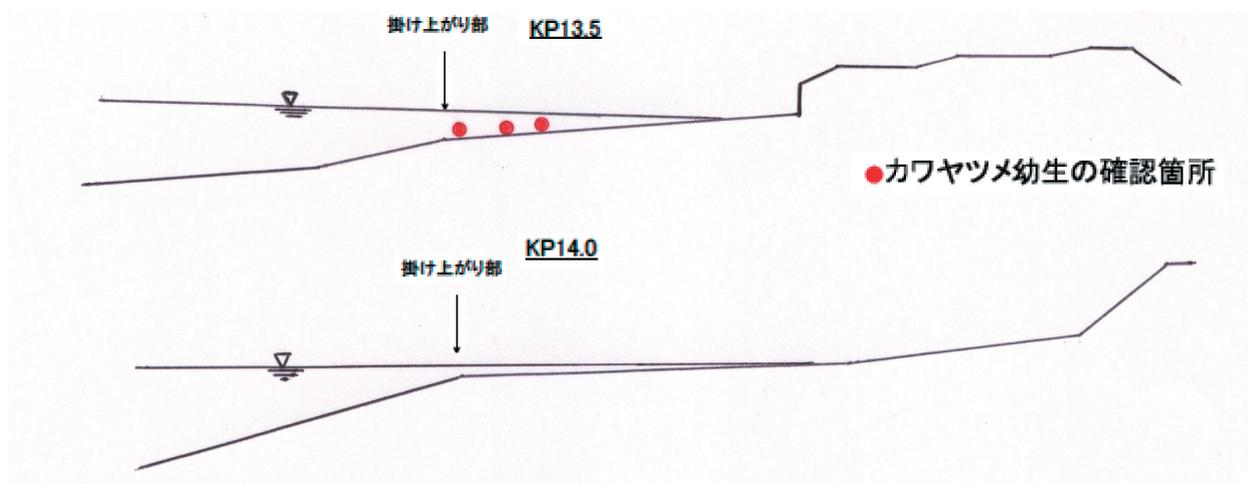


図-11 河川断面図

表-1 河岸構造案の比較検討

		A 案		B 案 (離岸堤案)	C 案 (T字型水制工案)
		A-1 案 (柵工案)	A-2 案 (柵工+水制工案)		
構造概要					
		<ul style="list-style-type: none"> カワヤツメ幼生が確認された KP13.5 地点の河岸構造を創出する案である。 柵工により水制工を設置し、ワンド形状を形成し、浅場を維持する。また、掛け上がり部を凸状にして、水流が複雑な箇所を創出する。 	<ul style="list-style-type: none"> A-1 案と同様に、柵工による水制工の設置、掛け上がり部の凸状を行い、浅場の維持、水流が複雑な箇所を創出する。 掛け上がり部の凸状の維持、渦流の創出のため、木杭等による水制工を設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 離岸堤を設置して、河岸部との間に土砂堆積を促して、浅場で水流が複雑な箇所を創出する。 	<ul style="list-style-type: none"> T 字型水制工を設置して、河岸部との間に土砂堆積を促して、浅場で水流が複雑な箇所を創出する。 水制工の設置により、水流が循環するワンド形状を形成する。
波浪侵食対策		<ul style="list-style-type: none"> 柵工によって、波浪から河岸を保護する。 KP13.5 地点付近は、柵工により河岸侵食が防止されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 柵工によって、波浪から河岸を保護する。 KP13.5 地点付近は、柵工により河岸侵食が防止されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 岸堤によって、河岸部との間に土砂堆積を促して、波浪から河岸を保護する。 	<ul style="list-style-type: none"> T 字型水制工によって、河岸部との間に土砂堆積を促して、波浪から河岸を保護する。
洪水対策		<ul style="list-style-type: none"> 柵工によって、洪水から河岸を保護する。 掛け上がり部を洪水から保護する有効な手段はないが、KP13.5 地点付近は平成 9 年以降維持されてきたと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 柵工によって、洪水から河岸を保護する。 水制工によって、掛け上がり部を洪水から保護する。 	<ul style="list-style-type: none"> 河岸部との間に土砂堆積を促すことにより、ある程度洪水から河岸が保護されることが考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> T 字型水制工によって、洪水から河岸や浅場を保護する。
自然環境	水際部	<ul style="list-style-type: none"> 水際まで波浪の影響を受けるため、水際植生は形成されないと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水際まで波浪の影響を受けるため、水際植生は形成されないと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂堆積によって、浅場が創出され、水際植生が形成されることが考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂堆積によって、浅場が創出され、水際植生が形成されることが考えられる。
	河岸部	<ul style="list-style-type: none"> 河岸部を柵工で保護するため、柵工の背後に河畔林を形成できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 河岸部を柵工で保護するため、柵工の背後に河畔林を形成できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 河岸部に河畔林を形成できるが、A 案に比べて冠水頻度が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 河岸部に河畔林を形成できるが、A 案に比べて冠水頻度が高い。
魚類		<ul style="list-style-type: none"> 掛け上がり部のやや岸側に、カワヤツメ幼生の生息に適した環境が創出される。 水際植生が創出されないと想定されるため、ウグイ等の稚魚が生息するのは困難である。 	<ul style="list-style-type: none"> 掛け上がり部のやや岸側に、カワヤツメ幼生の生息に適した環境が創出される。 水際植生が創出されないと想定されるため、ウグイ等の稚魚が生息するのは困難である。 	<ul style="list-style-type: none"> 離岸堤と河岸部の間に土砂が堆積し、カワヤツメ幼生の生息に適した環境が創出される。 水際植生は、ウグイ等の稚魚の生息場所となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 河岸部の間に土砂が堆積し、カワヤツメ幼生の生息に適した環境が創出される。 水際植生は、ウグイ等の稚魚の生息場所となる。
		<ul style="list-style-type: none"> 掛け上がり部が侵食される恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 水制工の形状によっては、河岸部が陸化し、カワヤツメ幼生の生息環境が失われる恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 離岸堤の設置間隔によっては、河岸侵食が進行したり、土砂が堆積して陸化する恐れがある。 洪水時に河岸が侵食される恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> T 字型水制工の設置間隔によっては、河岸侵食が進行したり、土砂が堆積して陸化する恐れがある。
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> カワヤツメ幼生の生息環境は創出できるが、水際植生の導入は困難である。 掛け上がり部が侵食される恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> カワヤツメ幼生の生息環境は創出できるが、水際植生の導入は困難である。 適切な水制工の形状を試験施工等により検討する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 適切な離岸堤の設置形状を試験施工等により検討する必要があるが、魚類の生息環境や河岸侵食に考慮した河岸構造である。 洪水時に河岸が侵食される恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 適切な T 字型水制工の設置形状を試験施工等により検討する必要があるが、魚類の生息環境や河岸侵食に考慮した河岸構造である。

- ・周辺に越冬場所となり、餌となる有機物の供給やウグイ等の稚魚の生息場所となる水際植生
- ・餌となる有機物の供給先となる河岸の落葉樹林

4. 河岸構造の検討

カワヤツメ幼生が生息する物理環境条件及び波浪侵食防止を考慮した河岸構造案について比較検討を行った結果を表-1に示す。

A-1案

カワヤツメ幼生が確認されたKP13。5地点のワンド状の河岸構造を創出する案で、柵工による凸状の河岸保護、掛け上がり部の凸状化を行う。

A-2案

A-1案と同様の河岸構造を創出した上で、掛け上がり部の保護のため木杭等による水制工を設置する案である。

B 案

離岸堤を設置して、土砂堆積を促して、浅場の創出や河岸侵食の防止を図る案である。

C 案

T字型水制工を設置して、土砂堆積を促して、浅場の創出や河岸侵食の防止を図る案である。

表より、T字型水制工により、カワヤツメ幼生が生息する物理環境、ウグイ等の稚魚の生息場所となる水際植生を創出すると共に、河岸侵食も防止できるC案を最適案として選定した。

5. 今後の課題

(1) カワヤツメの生息環境

カワヤツメの生息環境は、既往調査データと今回新たに調査したデータを基にとりまとめたものである。

カワヤツメの生態は、孵化後の幼生の降下状況や越冬状況等、まだ不明な点が多い。また、新たに調査を行った水際植生や河岸形状等については、平成17年度の1年分のデータのみで整理したものであり、カワヤツメ幼生の生息状況との関係がはっきりしないものもある。

このため、ある程度はカワヤツメ幼生の生息を推定することが出来たと思われるが、水際植生の役割や浚渫等の河道改修との関係等、適切な生息環境の改善提案を行うに至っていないのが実情である。専門家への

ヒアリングを実施すると共に、水際植生の状況把握、カワヤツメの生息状況と河道浚渫状況の関係を詳細に分析するなど、更に検討・評価を行う必要がある。

(2) 各河岸構造の効果や課題の検討

本報告では、カワヤツメ幼生が生息する物理環境や水際植生の生育環境を創出すると共に、波浪や洪水から河岸侵食を防止できるT字型水制工案を最適案として選定した。

しかし、T字型水制工の設置形状によっては、河岸侵食を防止できなかつたり、土砂が堆積しすぎて陸化してしまい、カワヤツメ幼生等の生息環境が創出できないことも想定されるなど、各河岸構造の効果や課題については不明な点が多い。

各河岸構造の効果や事業実施後の河岸の多様性の維持の可能性等について、専門家へのヒアリングや試験施工等により検討する必要がある。

6. おわりに

今後は、上記の課題に対応するため、既往調査結果等から求められ知見を基に、専門家等へのヒアリングを行いながら試験施工を行い、より適切な河岸侵食対策やカワヤツメ幼生の生息環境について検討していく予定である。

<参考資料>

- 1) 「平成16年度石狩川下流域低水路河岸保全検討業務報告書」石狩川開発建設部
- 2) 「平成14、15、16、17年度 石狩川下流内水面漁業調査業務報告書」石狩川開発建設部
- 3) 「カワヤツメの生態概要」妹尾優二
- 4) 「改訂版 日本の淡水魚」山と溪谷社
- 5) 「平成14、15、16、17年度石狩川自然再生事業検討業務報告書」石狩川開発建設部