

平成29年度

河岸保護工における魚類等の 生息環境への配慮に関する検討 —十勝川水系音更川における突き出し工を事例として—

帯広開発建設部 帯広河川事務所 ○小林 彩佳
成田 真哉
佐藤 好茂

十勝川水系音更川では、河岸侵食防止対策として河岸保護工を実施しているが、水際部が単調化するという環境面の問題が懸念されてきた。そのため、実施に伴い地域住民、有識者及び研究機関と協議し、魚類等の生息環境の向上を目的とした突き出し工を設置した。本論文では、突き出し工設置後の平成26年から今年度までの4年間にわたる魚類等生息環境調査結果を基に、突き出し工が水生生物の生息環境に与える影響について報告する。

キーワード：河岸保護工、魚類の生息環境、突き出し工、音更川

1. はじめに

十勝川水系音更川は、その源を音更山付近に発し、上士幌町、士幌町の広大な畑作地帯に入り、音更町市街地を貫流して十勝川と合流する(図-1)。音更川は、幹川流路延長 94km、流域面積 740km²の十勝川の1次支川であり、河床勾配は 1/150～1/200 と急勾配の特徴がある。また、ニジマスなどの魚類の生息が見られ、釣り人が多く、地域に親しまれている河川である¹⁾。

音更川では平成 23 年 9 月の出水によって大規模な河岸侵食が発生し、その対策として低水護岸の設置が急務となった²⁾。河岸保護工は、流水の洗掘作用等、治水機能において多大なる効果を発揮しているが、流れが単調になりやすいため環境面においては自然性、水生生物等の保護に対してより一層の配慮を行う必要がある。河岸保護工における環境面での配慮の検討として、平成元年には、魚類の行動パターンを考察した上で、草木や自然石を用いた植栽護岸や、水中空間を大きく確保した護岸ブロックを用いた護岸根固工が提案された³⁾。また、平成 21 年には河道内における石礫による間隙は様々な魚類の生息場所として機能し、そのサイズや設置環境によって水生生物をコントロールできる可能性が示唆されている⁴⁾。岐阜県と富山県を流域とする神通川においては、護岸根固工事の実施と共に現場発生材の中空三角ブロックを根固工に敷設するなどの試験施工を行い魚類が好む淵の再生を図っている⁵⁾など、全国での事例も多数存在する。

音更川では、流れの単調化に対する魚類生息環境への配慮を求める地域住民からの要望があり、さらには十勝川水系河川整備計画にて魚類生息環境への配慮が謳われ



図-1 十勝川水系音更川

ている¹⁾。これを受け、河岸保護工設置の際には可能な限り魚類の生息環境の向上を図る目的で地域住民、有識者及び研究機関を交えた検討を行い、低水護岸の施工と共に「突き出し工(つきだしこう)」を設置することとした。平成 25 年度から、音更川を中心に 23 箇所、102 基の突き出し工を設置し、そのうち平成 25 年度突き出し工設置箇所の一部において、魚類の生息環境創出に関する追跡調査を平成 26 年度から平成 29 年度までの 4 年にわたり実施している。

本論文は、突き出し工設置の効果を評価するため、河岸保護工における環境面への配慮として設置に至るまでの検討内容について述べ、設置後の調査を基にして突き出し工が水生生物の生息環境に与える影響について報告する。

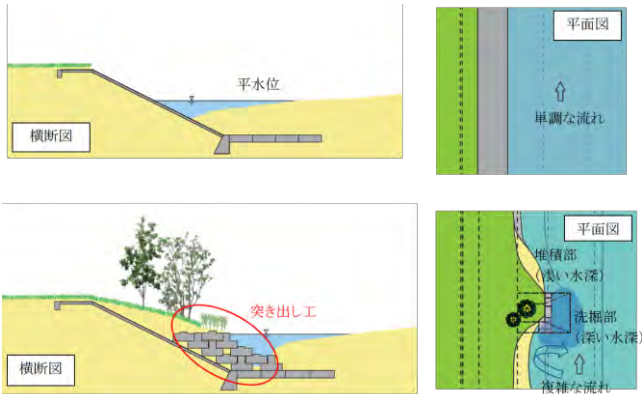


図-2 突き出し工の概略図



図-3 突き出し工

2. 工法の検討

魚類生息環境の観点から、水際部に求められる機能・形状について、地域住民、有識者及び研究機関からの聞き取りをもとに、以下のように整理した。

- ・魚種の生活史に応じた多様な水深や流速
- ・魚類の休息箇所としての深み
- ・稚魚の待避場所となる巨礫やブロックなどの空隙
- ・緑影や餌資源の供給源としての水際部の樹木

上記の機能・形状を満たすような工法として、突き出し工を選定した。図-2 は突き出し工の概略図を示し、図-3 は突き出し工の設置状況である。突き出し工とは、図-2 の下段に示すように横断方向への突出物であり、縦断方向に複数基を一定間隔で設置している。護岸沿いの流れは流速が早く単調になりやすいため、護岸前面に突き出し部を設け河川の営力によって周囲に堆積や深みを形成させ、多様な流れの場を創出させる。また、突き出し工上流部は水衝部となり複雑な流れが形成される。なお、稚魚の避難場となるよう、設置の際にはブロック間に空隙を設けた。ブロックの上面及び側面を現地発生土で覆土することにより、より自然な変化を持つ河岸部・水際部を創出するだけでなく、樹木の育成を促進させることとした。

突き出し工の構造に関して、使用するブロックは、出

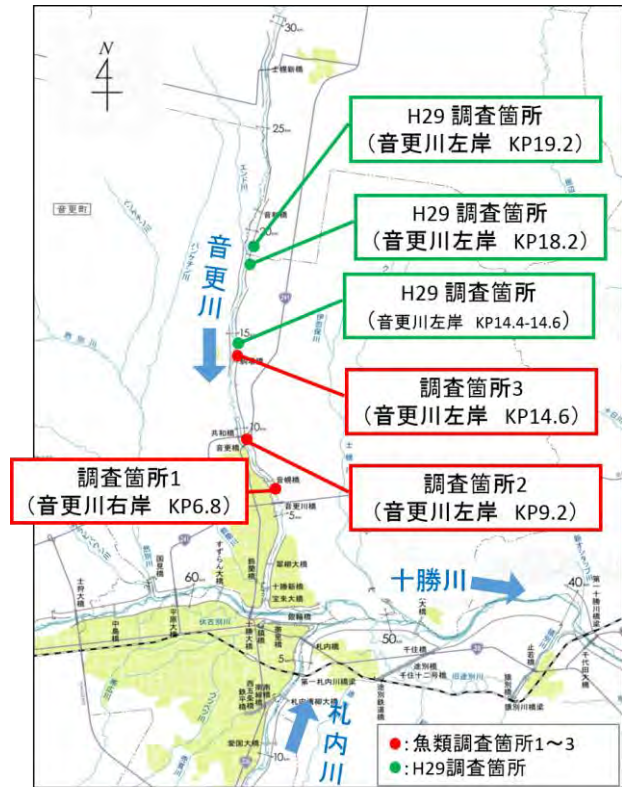


図-4 調査箇所図

水時に容易に変形や移動しないよう、一定の重量を有する現地発生材（根固めブロックなど）を用いた。現地発生材を有効利用することで、コスト削減のみならず建設副産物の発生抑制を実現する狙いもある。また、ブロックの高さは、設置地点の平水位と同等、あるいは平水位を若干上回る高さとし、横断方向の突き出し長は出水時に先端が異常洗掘されないよう、低水護岸の根固め工幅以内とした。突き出し工の設置間隔は50m以下であるが、現地発生材が少ない場合は設置間隔を長くともすることとしている。

突き出し工の設置にあたっては、ブロックの模型を作成し、タイプ毎にブロックの積み上げ方法を検討した。なお、地域住民に対し、突き出し工の説明や実施スケジュールなどの説明を設置前・設置中の計2回行った。

3. 追跡調査概要

(1) 調査対象区域及び期間

調査は、突き出し工周辺の河道形状や流速、流量などの物理環境調査と、突き出し工設置箇所における魚類生息状況調査の2種類を行った。追跡調査箇所を図-4の赤丸に、調査箇所の概略図を図-5に示す。平成25年度に河岸保護工を実施した工事箇所から、音更川のKP6.8右岸（以下、調査箇所1）、KP9.2左岸（以下、調査箇所2）、KP14.6左岸（以下、調査箇所3）の3地点を選出し（図-4）、それぞれの箇所において、縦断的に連続する突き出し工に挟まれた区間の内、物理環境が異なる2つ

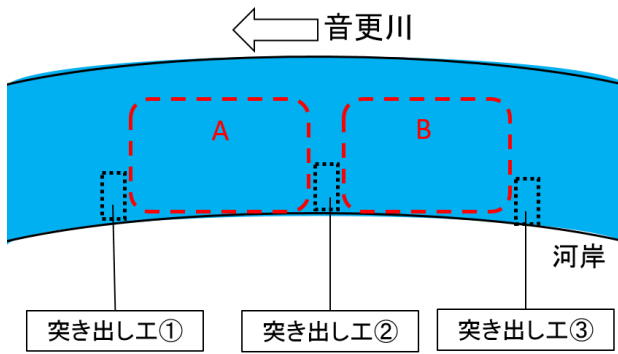


図-5 調査箇所1の概略図



図-7 調査箇所1 突き出し工③周辺 (H27撮影)

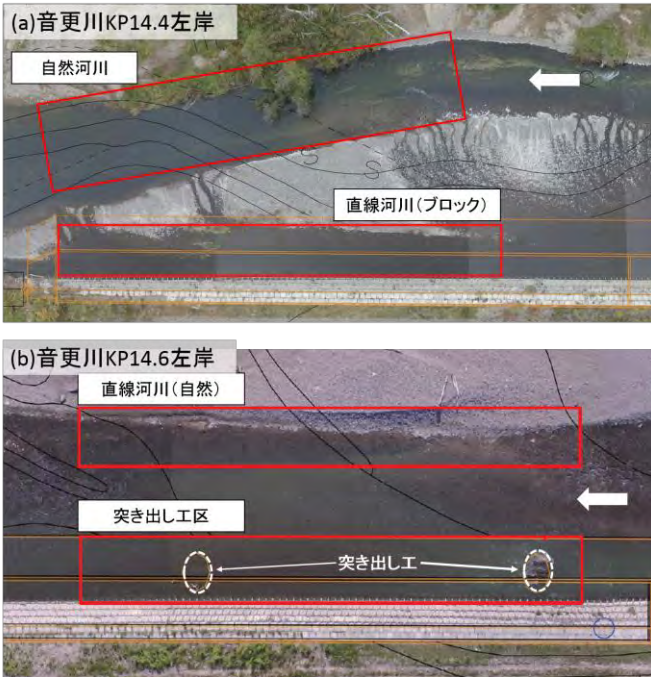


図-6 突き出し工の有無による比較のためのエリア分類の代表例

の調査エリア(以下、A、B とする)を設けた(図-5)。突き出し工は下流から①、②、③…とする。ここで、KP (キロポスト) とは、河口合流点からの距離を表し、単位は km である。調査箇所の河川環境や流況について定性的な特徴について、調査箇所1の突き出し工付近は緩流域であり、突き出し工上部の覆土及び堆積土の植生繁茂が他調査箇所よりも多く、エリア A は川幅が狭く一方で B は広い。調査箇所2は湾曲部の内側にあたり、流れは比較的単調である。調査箇所3は川幅が広く一様な河川環境であり、エリア A は平瀬であり浮き石が多いという特徴がある。

調査時期については、平成26年から平成29年の4年間に、それぞれ夏期と秋期の2回に分けて行った。期間は、調査箇所1,2においては平成26年から平成28年夏(以下、H28夏等とする)までの3年間、調査箇所3においては平成26年から平成29年度までの4年間である。調査箇所1,2は、平成28年8月出水により河道内の状況が大きく変化したため、出水以降については調査対象外とした。

Ayaka Kobayashi, Shinya Narita, Yoshishige Sato

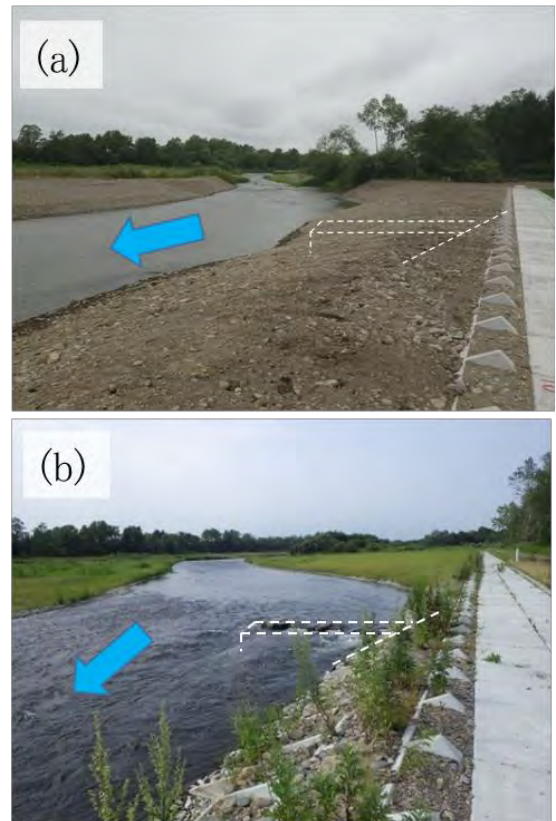


図-8 調査箇所3 (a)設置直後(H25.8撮影)、(b)設置から2年後(H27.7撮影)

(2) 調査方法

a) 物理環境

魚類の生息環境を把握するため、河道形状及び流速の計測を行った。河道形状の調査は横断測量を実施した。測量間隔は、20m もしくは 40m を基本とし、突き出し工周辺はより詳細に 2-10m とした。流速は、電磁流速計を用いて水面から鉛直方向に水深の 6 割の位置で測定を行った。また、流量については、横断測量及び流速測定の結果を用いて算出した。

b) 魚類調査

水生生物の生息環境を定量的に把握するため、魚類捕獲調査を行った。魚類捕獲の手法については、タモ網、サデ網及び投網により調査を行う。ここで、タモ網、サデ網とは、遊泳力が弱い魚種を対象とした手法である。

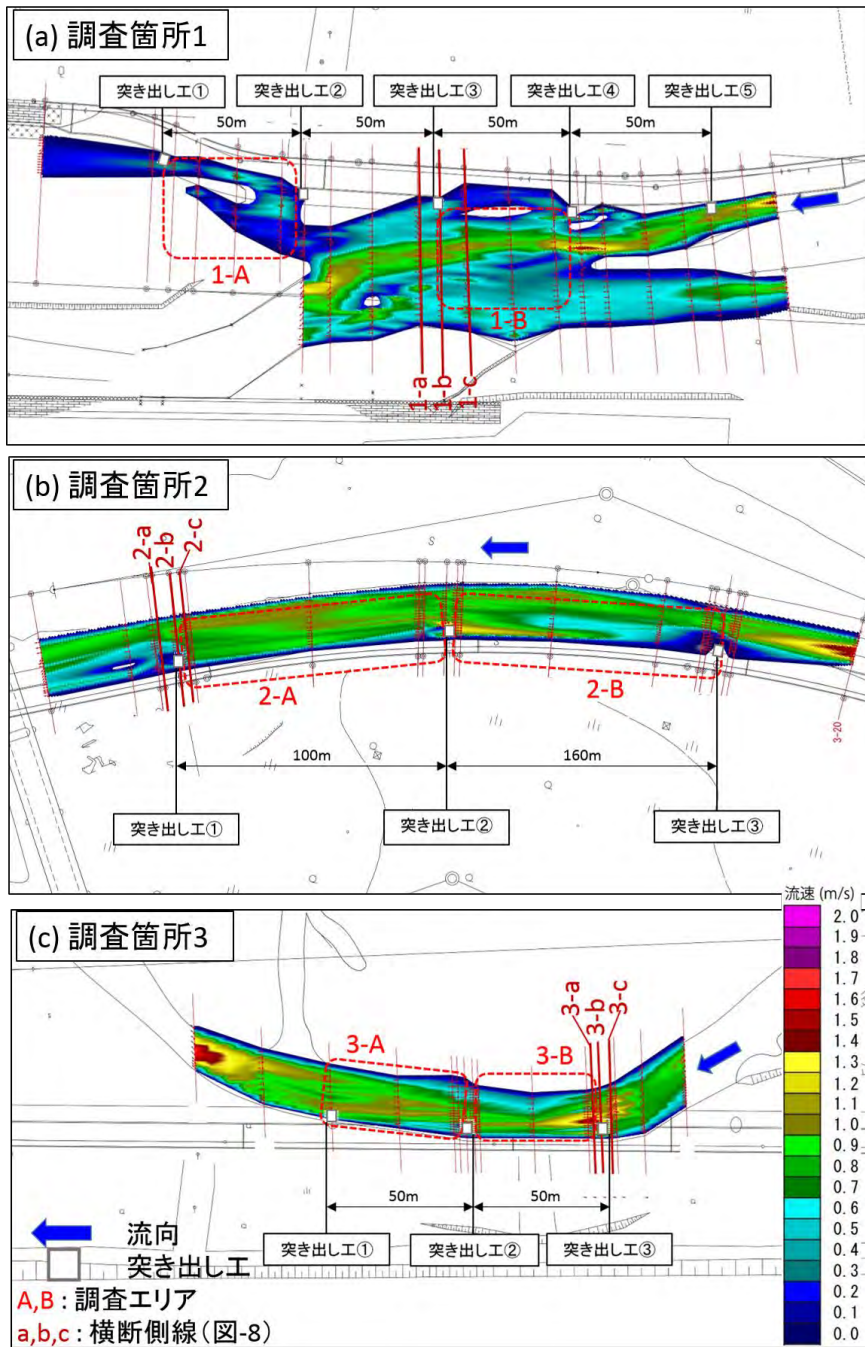


図-9 調査箇所1-3におけるH27秋の突き出し工周辺の流速図

また、魚体へのダメージを軽減し効率的に捕獲するため、電撃捕獲器を併用し、一時的に麻痺させて捕獲を行う。上記の方法では捕獲できない範囲を投網にて補足することとした。

(3) 突き出し工の有無による比較

突き出し工の設置の効果を明らかにするため、突き出し工の設置箇所周辺と、突き出し工がなく河川環境が異なる箇所の比較を行う。調査箇所は図-4の緑丸に示された音更川のKP19.2左岸、KP18.2左岸、KP14.4-14.6左岸の3箇所である。さらに調査箇所毎に、河川環境の特徴によって以下の4つのエリアに分類した。突き出し工が設置

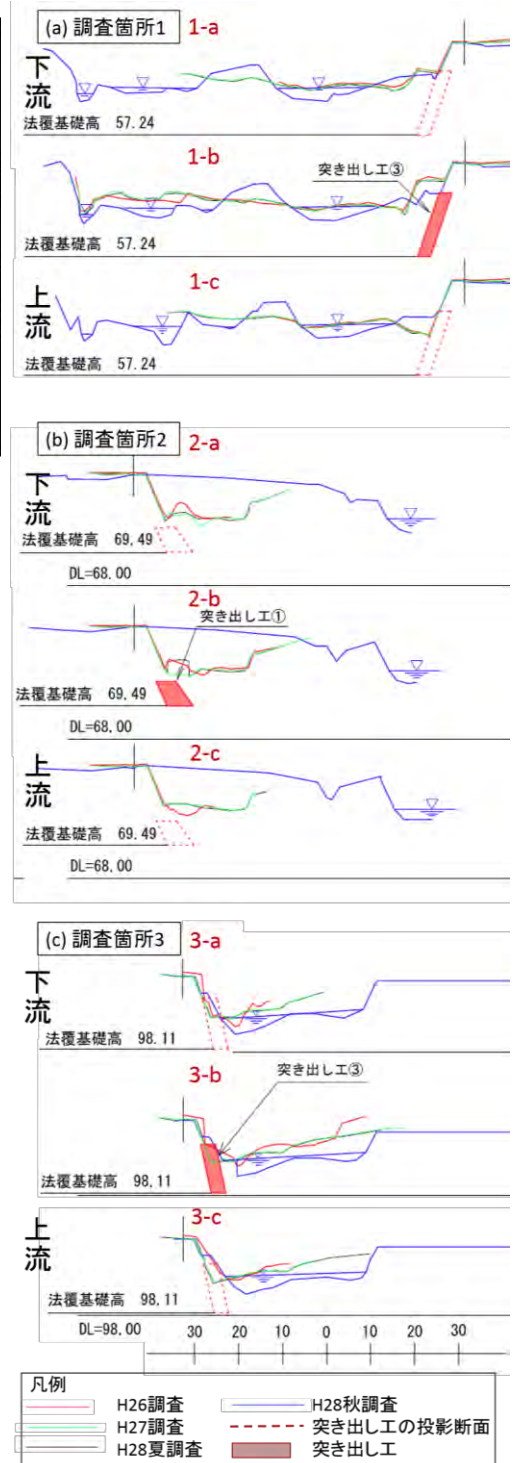


図-10 突き出し工周辺の横断図の経年変化

されている「突き出し工区」、突き出し工及び河岸保護工のない単調な流れとなる「直線河川（自然）」、河岸保護工は設置されているが突き出し工を有しない単調な流れの「直線河川（ブロック）」及び自然河岸で湾曲して瀬淵があり河岸に樹木や草本類が迫りだす「自然河川」の4つである。4つのエリアの代表例としてKP14.4左岸及びKP14.6左岸の分類を図-6に示した。調査期間は平成29年度の夏期・秋期であり、調査内容及び方法は3章2節と同様である。これらの結果を基に突き出し工の設置による多様な水生生物生息環境の把握を試みた。

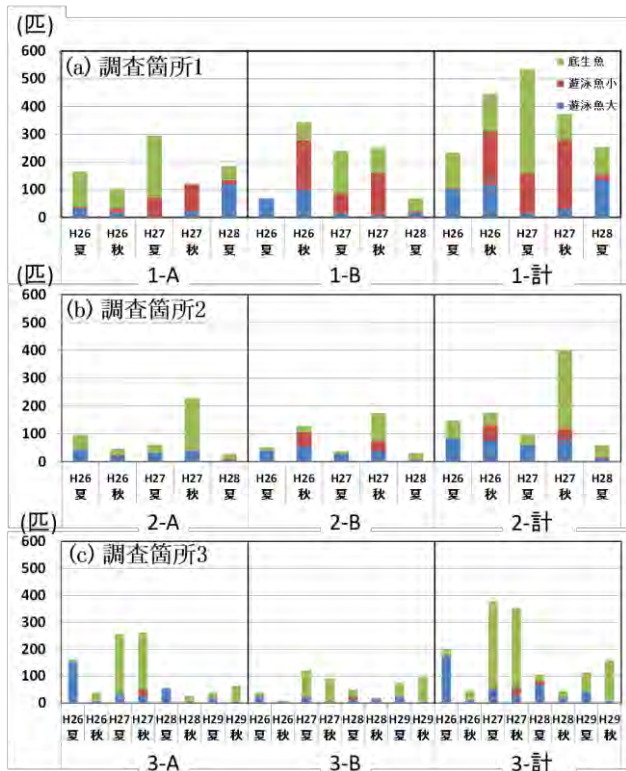


図-11 調査箇所における魚類捕獲数

4. 調査結果

(1) 物理環境

図-7 は H27 秋における調査箇所 1 の突き出し工③周辺を示す。これより、調査箇所 1 の突き出し工周辺は水際部に植生が繁茂していることがわかる。図-8 は調査箇所 3 の突き出し工③の設置直後と 2 年後の様子を示す。設置直後は覆土を行ったため、突き出し工は露出していないが、2 年後には、突き出し工が露出し、水際部に植生が回復していることがわかる。他調査箇所も同様の傾向を示しており、今回の調査箇所すべてにおいて、設置直後よりも水際部の植生が回復した。

図-9 は、H27 秋における調査箇所 1-3 の流速図を示す。赤破線は調査箇所 A、B、赤実線は河道形状の横断側線であり、そのうち a-c については断面図を図-10 に示した。

図-9(a)より、調査箇所 1 の図-7 と同エリアの突き出し工③周辺における流速は 0.1-0.6m/s であり、比較的緩やかな流れになっている。

図-9(b)より、調査箇所 2 では、突き出し工①-③周辺の流速は 0.1-1.3m/s であり、突き出し工を境に下流側は流速が小さくなっていることがわかる。また、水際部の低水護岸に沿うように約 0.2m/s の流速の遅い部分が形成された。

図-9(c)より、調査箇所 3 において最上流部に位置する突き出し工③の周辺では、流速が約 0.8-1.6m/s であり縦横断的に流速の幅が広く多様な流れが発生していることがわかる。加えて、突き出し工の先端部下流側の流速が最も速いことが特徴として挙げられる。一方で、最下流部に位置する突き出し工①の流速は 0.8-1.2m/s となり、やや単調な流れである。なお、この突き出し工は全体に

覆土しており露出していない。

図-10(a)-(c)は順に調査箇所 1 の突き出し工③、調査箇所 2 の突き出し工①及び調査箇所 3 の突き出し工③における H26 から H28 までの河道形状の経年変化を示す。調査箇所毎に形状の変化の大きいもののみ選出した。なお、H26 と H27 については年 2 回の調査において大きな変化が生じていないため、代表する断面を記載したが、H28 は出水前後の 2 回の調査断面を記載した。

図-10(a)より、調査箇所 1 については H26 から H27 にかけて大きな変化はみられない。出水後の H28 秋調査からは、突き出し工上流に土砂堆積し、突き出し工先端部は洗掘されたが、突き出し工は露出しなかった。

図-10(b)より、調査箇所 2 の突き出し工①では H26 から H27 にかけて下流の覆土が流出し、上流側では土砂が堆積した。また、その上流の突き出し工②の周辺では洗掘が進んでいる(図省略)。H28 秋調査からは出水により土砂堆積したことがわかる。

図-10(c)からわかるように、調査箇所 3 の突き出し工③においては H26 から H27 にかけて突き出し工上部の覆土が流出し、上部のみ露出した。特に河岸部の洗掘が進行しており、その下流の突き出し工②にかけて侵食が見られる(図省略)。H28 秋調査からは、突き出し工先端部付近で洗掘が生じていることがわかる。

(2) 魚類調査

図-11 は、調査箇所 1-3 における捕獲数を調査月及びエリア毎に分類した結果である。魚類は生活型によって、中型～大型の遊泳魚を遊泳魚大(コイ科、サケ科)、小型の遊泳魚を遊泳魚小(トゲウオ科)、遊泳力の弱い底生魚(ヤツメウナギ科、ドジョウ科)の 3 タイプに分類した。なお、底生魚は、一般的に遊泳力が弱いとされており、河床またはその付近で生活する魚である。

図-11(a)より、調査箇所 1 のエリア A(以下 1-A 等とする)は H27 夏までは底生魚の割合が約 70%であり、底生魚を中心とした魚類相である。一方、H27 秋以降は底生魚の割合が 3-27%に下がり、遊泳魚の割合が増加する。また、1-B は H26 秋及び H27 秋において遊泳魚小の割合がそれぞれ 52%、60%であり、これらは他の月・エリアと比較して多い。また、A、B に共通して、他調査箇所より魚類の総捕獲数が多いという特徴を有する。

図-11(b)より 2-A は底生魚と遊泳魚大が主な魚類相である。また、2-B において H26 秋および H27 秋の遊泳魚小の割合はそれぞれ 41%及び 22%であり、これらは他月と比較すると多い。また、捕獲数は調査箇所 1 と比較すると少ない。

図-11(c)より、調査箇所 3 は調査箇所 2 と同様に底生魚と遊泳魚大が主な魚類相である。3-B は、他調査箇所の捕獲数と比較すると少ない。また、平成 28 年 8 月出水の影響で調査箇所 1, 2 は土砂堆積したが、調査箇所 3 では覆土が流出し、低水護岸が露出した。出水以降の調

表-1 突き出し工周辺の横断面の経年変化

科名	種名	突き出し 工区	非突き出し工区		
			直線河川 (自然)	直線河川 (ブロック)	多様河川
ヤツメウナギ	スナヤツメ	1	1		
	カワヤツメ属	2	7		1
ドジョウ	フクドジョウ	69	244	97	35
トゲウオ	イトヨ				1
コイ	エソウグイ	18		1	28
	ウグイ	11		1	20
	ウグイ属	2		11	12
サケ	ニジマス	22	7	4	8
	ヤマメ				1
計		4科7種 125匹	3科4種 259匹	3科5種 114匹	5科8種 106匹

査によると突き出し工により多様な流速が生み出される環境が再度構築され、魚類相としては、平成 28 年度以前の調査では確認されなかったハナカジカが捕獲された。

(3) 突き出し工の有無による比較

3章3節にて述べた調査結果を基に、突き出し工の有無の比較を行う。表-1は、捕獲された魚類をエリア・魚種ごとに分類した表を示す。全体では5科9種604匹の魚類が捕獲された。なお、総個体数の比較については、調査箇所毎に捕獲範囲が異なるため今回の対象とはせず補足的に示している。エリアごとの特徴としては、直線河川（自然）及び直線河川（ブロック）が4-5種であるのに対し、突き出し工区と自然河川では7-8種の魚類が捕獲された。さらには、直線河川（自然）と直線河川（ブロック）では捕獲された魚数の内、それぞれ94%、85%が底生魚のフクドジョウである。

5. 考察

3章1節の物理環境の調査より、突き出し工周辺では多様な流速がみられることがわかった。調査箇所3の水衝部に突き出し工がある箇所では、通常時よりも先端部の流速が早い。調査箇所2の断面の変化からも突き出し工周辺では川の営力により堆積や洗掘が発生しており、単調な流れから多様な流れを創出したことがわかる。また、調査箇所1などの植生繁茂が多く見られる箇所では、流速が穏やかになり、一方で調査箇所3の突き出し工③のような覆土があり露出していない箇所では単調な流れが発生する傾向にある。植生や突き出し工が流れを遮り、流速を弱める、あるいは多様な流速場を創出する役割を担っていたことがわかる。

魚類調査では、調査箇所1ではH27秋以降に遊泳魚の割合が増加した。これは、突き出し工が露出し、さらに河岸部の植生が再生したためと考えられる。最も捕獲数の多い調査箇所1では、植生が多く繁茂し、流れが緩やかであった。植生河岸のように植物が水面を覆い水際周辺の照度を低下させる環境は、捕食圧を低下させるなど魚類の生活環境を改善する働きがある⁹⁾ため、植生が適度な緑影を水際部に落としたことや、植生が餌資源を提供していたことが捕獲数に影響したと推察される。また、緩やかな流れは遊泳力の小さな魚類や底生魚にとって適

した環境となる。さらには、底生魚が多く捕獲された調査箇所3では、平瀬で浮石が多い河川環境であったことから、河床材料への配慮も魚類の生息環境創出の際に必要であろう。調査箇所3の突き出し工は大規模出水後も流出することはなく、出水後の調査ではこれまで見られなかった種類の魚類が捕獲された。これは、大規模な出水があり河川環境が変化したとしても、突き出し工が河川環境の回復の契機となる可能性の存在を示した。

突き出し工の有無の比較からは、自然河川及び突き出し工区に多様な魚類の存在が確認された。植生河岸や入り組み河岸等の自然河岸は魚の生息に必要な緑影や低流速域を形成する働きがある⁹⁾。突き出し工区では、植物の迫り出し等はみられなかったものの、突き出し工の設置によって形成された淵や多様な水の流れが自然河川と類似した環境を創り出したと推察される。

6. まとめ

本論文では、河岸保護工における魚類への生息環境への配慮の手法として突き出し工を紹介し、設置後から4年間にわたる追跡調査結果をまとめ考察を行った。

突き出し工周辺では流速の変化や植生の繁茂など河川環境の変化がみられ、植生の繁茂しているエリアで多く遊泳魚が確認された。また、大規模出水の際に流出しなかった突き出し工が河川環境の回復の契機となっていることは、突き出し工の最大の効果のひとつと考えられる。突き出し工周辺のみならず、河道など河川の環境は出水等の外力の影響で大きく変化し、魚類の生息に関しても同様のことをいえる。これらのことを認識したうえで、地域に親しまれるような河川環境の創出を図っていくことが重要である。

本論文では、音更川における突き出し工の効果を検証し、上述のような結果が得られた。今後は、他河川における適用性の検討も必要であろう。

参考文献

- 1) 国土交通省北海道開発局：十勝川水系河川整備計画[変更]，102p.，2013.
- 2) 国土交通省北海道開発局帯広開発建設部：音更川の河岸浸食対策について，2013年3月，<<http://www.hkd.mlit.go.jp/ob/tisui/tisuijigyuu/workingindex.html>>(2018年1月16日時点).
- 3) 大塚治樹，横橋興治，瀬川明久：自然性の回復機能を考慮した新しい護岸根固工について，平成元年度北海道開発局技術研究発表会，1989.
- 4) 佐川志朗，萱場祐一，大森徹治：魚類と甲殻類による石の隙間の季節利用，土木技術資料 51 巻 8 号，pp.10-13，2009.
- 5) 山崎憲人，宮島重保，藤田幸雄：“サクラマスが増える河川環境を再生し，川本来の姿を取り戻す”神通川自然再生プロジェクト，国土交通省国土技術研究会報告，自由課題，pp.153-157，2008.
- 6) (国研) 土木研究所 自然共生研究センター：ARRC Activity Report 2004，pp.6-7，2004.