

魚類の移動・生息環境の保全を目指した全断面魚道の整備推進について ～流路工でのグリーンインフラ推進～

北陸地方整備局	湯沢砂防事務所	永井	直岐
	同 上	菊地	秀二
	同 上	馬場	雅明
	同 上	松本	直樹

1. はじめに

信濃川水系登川は、信濃川水系魚野川の右支川で、新潟・群馬県境の朝日岳や巻機山など標高2,000 m級の山地に源を発し、平均河床勾配約1/16の急流河川である。(図1)また、登川はこれまで度々出水してきたことから、湯沢砂防事務所では、昭和51年より、登川流路工に着手し、現在全長約5.7kmにわたり46基の床固工を整備している。また、登川流域では内水面漁業が盛んであることを踏まえ、着工当初より水生生物に配慮し魚類等が流路工を遡上できるよう水路階段式魚道を併せて整備してきた。一方、土砂の堆積による魚道の閉塞、流路の固定化による樹林化、度々の出水や経年劣化による損傷等が確認された。更に、「平成23年7月新潟・福島豪雨」による出水で、深掘による流路工の被害に加え魚道も損傷し、その結果、魚類の遡上を阻害する状況となった。そこで、当事務所では、流路工の深掘対策として、床固工の改修を実施するとともに、従来の水路階段式魚道と比較し魚類の遡上効果がより期待できる全断面魚道への改築を実施してきた。また、魚道の施設効果を確認するため平成21年から登川流路工内の魚類のモニタリング調査を行っている。本稿では、全断面魚道への改築及び全断面魚道の有効性の検証について報告する。

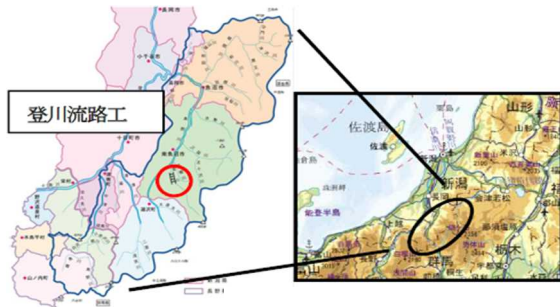


図1 位置図

2. 水路階段式魚道の課題

登川流路工は当初、水路階段式魚道(図2)を採用し整備を行ってきた。水路階段式魚道は、水路に隔壁を設け、水溜(プール)と越流を生じさせる魚道である。施工実績が多く、隔壁間の高さや勾配などを変

化させることにより流速をコントロールできることから魚種別に設計しやすく、構造物の高さの制限を受けにくい構造となっている。これにより、滞筋が安定し、施工直後は裸地だった河床に一年生草本が芽吹き、草地が形成された。また、時間の経過とともに多年生草本が侵入し草地の面積を拡大させるとともに、ヤナギ類等も成長し樹林地が形成されていた。しかし、樹林地が形成されたことにより滞筋はさらに固定化され、床固工の中央に位置している魚道部に集中的に流水が流れるようになった。また、登川上流では土砂生産が著しいこともあり、土砂の流出によって魚道内に土砂が堆積しやすく、機能保持するのが難しく、維持管理も、必要となる。(図3)さらに、魚道が床固工よりも下流側へ突出している場合、魚が魚道入口を発見しづらくなり、また、滞筋が変化して流水が魚道を流下しなくなった場合も魚道入口を発見しづらくなると考えられる。

以上のような理由から、魚道内への土砂の堆積、河床局所の深掘、魚道の摩耗等の経年劣化がみられるようになったと考えられる。



図2 水路階段式魚道



図3 魚道内に土砂が堆積し、流水が流下不可。

3. 平成 23 年 新潟・福島豪雨による被災

草地・樹林化が進んだ河道内であったが、平成 23 年 7 月に発生した新潟・福島豪雨の出水により、地形の平坦化及び植物の消失が生じ、裸地化した。また、出水により既存の魚道施設が著しく損傷したため、魚道の機能低下がより顕著になった（図 4）。平成 23 年新潟・福島豪雨での被害を受け、流路工改築と魚道の改築を行うこととなった。魚道の改築には、全断面魚道を採用した。



図 4 損傷した水路階段式魚道

4. 全断面魚道の有効性

①全断面魚道の特徴

全断面魚道（図 5）は、河川の横断方向全面が魚道として機能するため、部分的に摩耗・破損や土砂堆積が発生しても、その他の部分が機能することで、魚道機能として致命的な影響を受けにくい。また、滞筋や流量が変化しやすい河川においても、流況に応じて遡上経路が確保されることが期待できる。これにより、機能保持の為の維持管理コストが軽減される。一方、水路階段式魚道と比較して、川幅の大きい箇所に整備する場合は、建設費が高くなること、また、落差が大きい設備には対応できない場合もある。しかし、登川は、流砂量が多く、出水時の流体力が大きい、河床（みお筋）変化が大きい、流量変化が大きいという特徴がある。そのため、従来の水路階段式魚道では、土砂の除去や、破損時の修繕などの維持管理に係るコストが大きくなる。そのため、ライフサイクルコスト低減の観点からも、登川流路工の魚道としては、水路階段式魚道よりも全断面魚道の方が適していると言える。



図 5 全断面魚道

②全断面魚道の有効性について

当事務所では、全断面魚道の有効性を検証するため、新たに評価基準を設定し、評価した。

(1) 魚道機能評価基準の設定

魚道機能評価を行うためには溪流の特性に応じた評価基準が必要になる。一般的に用いられている魚道点検の手引きは、「魚ののぼりやすさからみた河川横断施設概略点検マニュアル（案）」（建設省河川局治水課（平成 5 年）がある。しかし、上述の手引きは、主に中下流域の河川を対象として作成された点検基準となっており、溪流や砂防設備の特性を十分に評価しきれていないと考えられる。このことから、新たな魚道点検の手引き、「魚ののぼりやすい川作りの手引き、（平成 17 年）」を作成した。例えば、評価項目「魚道への入りやすさ」は遡上可能な落差の上限値を 40 cm から 50 cm に、「魚道内の上りやすさ」は遡上可能な越流流速値の上限値を 1.2 m/s から 2.5 m/s に設定した。さらに、魚道の機能を遡上段階別に「魚道入口の見つけやすさ」、「魚道への入りやすさ」、等の 5 つに分類し、点検項目と予備評価基準（◎、○、△、×）を設けた（表 1、表 2）。そして、項目別の予備評価基準と遡上実績がある実績評価を加え、表 3 に従い、魚道ごとに A（容易に遡上可能）、B（遡上可能）、C（困難であるが遡上可能）、D（遡上不可能）の 4 つに区分できる基準を作成した。流路工における魚道機能評価にあたっては、この新たに設定した基準を適用している。

表 1 湯沢砂防事務所で見直しを加えた予備評価項目

評価項目	
魚道入口の見つけやすさ	入口と魚だまりの位置
	魚道の通水状況
	入口までの障害
魚道への入りやすさ	入口の流況
	入口堆積・破損状況
魚道内の上りやすさ	越流水深
	越流流速
	落差水深・勾配延長
	流速
	水深
	流れの状況
	土砂堆積と破損
魚道からの出やすさ	出口の流況
	出口堆積破損
その他	上流側の滞筋
	流量調節機能
	増水経路

表2 予備評価基準の一例(魚道入口の見つけやすさ)

点検項目	予備評価の基準		
入口と魚だまりの位置	魚道入口の直下流に魚溜まりが位置する。	◎	
	魚溜まりと魚道入口は離れているが、遡上すれば迷わずに魚道入口にたどり着ける。	○	
	遡上すれば魚道入口にたどり着くが、本堤直下などに迷入する可能性がある。	△	
魚道の通水状況	魚溜まりから魚道入口までの移動経路がない。	×	
	魚道が流れの主体である。	◎	
	水通し全体又は一部を流れ、魚道にも十分導水されている。	○	
入口までの障害	水通し全体又は一部を流れ、魚道には十分に導水されていない。	△	
	魚道に水が導水していない	×	
	障害はない	◎	
	落差	直下流の水深	
	10cm未満	(関係なく)	◎
	10cm~30cm以下	30cm以上	◎
		30cm~10cm	○
		10cm未満	△
		30cm以上	○
		30cm~10cm	△
	10cm未満	×	
	40cm~50cm以下	△	
	30cm以上	○	
	30cm未満	×	
	50cm超	(関係なく)	×

表3 総合評価

総合評価	予備評価	実績評価	説明
A	◎、○	◎、○	良好な流況で魚類は容易に遡上できる。 ・予備評価が◎の魚道。 ・実績評価が◎の魚道。
	○	◎	
B	○、△	○、△	比較的良好な流況で魚類は遡上できる。 ・予備評価が○の魚道。 ・実績評価が○の魚道。
	△	◎、○	
C	△	△	流況等に一部問題があるが、魚類の遡上は不可能ではない。 ・予備評価が△の魚道で、実績評価も△の魚道。
D	×	◎、○、△、×	流況等に厳しい箇所があり、魚類の遡上は困難と考えられる。 ・予備評価が×の魚道(実績評価が◎~△であっても予備評価が×であれば総合評価はDとした)。

凡例)◎: 良い, ○: 普通, △: あまり良くない, ×: 望ましくない

(2) 水路階段式魚道と全断面魚道の比較

I 魚道機能評価の比較

水路階段式魚道と全断面魚道の各評価の内訳をレーダーチャートに整理した(図6)。

レーダーチャートは、各魚道の評価結果を基に、◎:3点, ○:1点, △:-1点, ×:-3点として点数を設定し、魚道タイプごとの平均値を整理した。水路階段式魚道は、全項目で全断面魚道に比べて低い評価となった。一方、評価箇所は少ないものの、全断面魚道は全ての項目で、総合的な機能に優れ有効性は高いと考えられる。

II 「平成23年7月新潟・福島豪雨」前後における総合評価の比較

「平成23年7月新潟・福島豪雨」に伴う出水前後の総合評価について比較した(図7)。水路階段式魚道は、豪雨前(36基)は、A評価またはB評価はそれぞれ3%、D評価が42%であったが、豪雨後(19基※11基は工事中)は、D評価が63%、残り全てがC評価となった。一方、全断面魚道は、豪雨前(3基)は、全てA評価であり、豪雨後(9基)は、植石が流出し、高速流が発生したことによる1基を除き全てA評価であった。なお、高速流が発生した要因は植石の設置間隔が広い場所では、浅く速い流れが発生した、植石が流されたと推測される。以上より、評価箇所は

少ないものの全断面魚道は、大きな出水後においても水路階段式魚道に比べ、一定の機能が保持され、出水の影響を受けにくいものと考えられる。

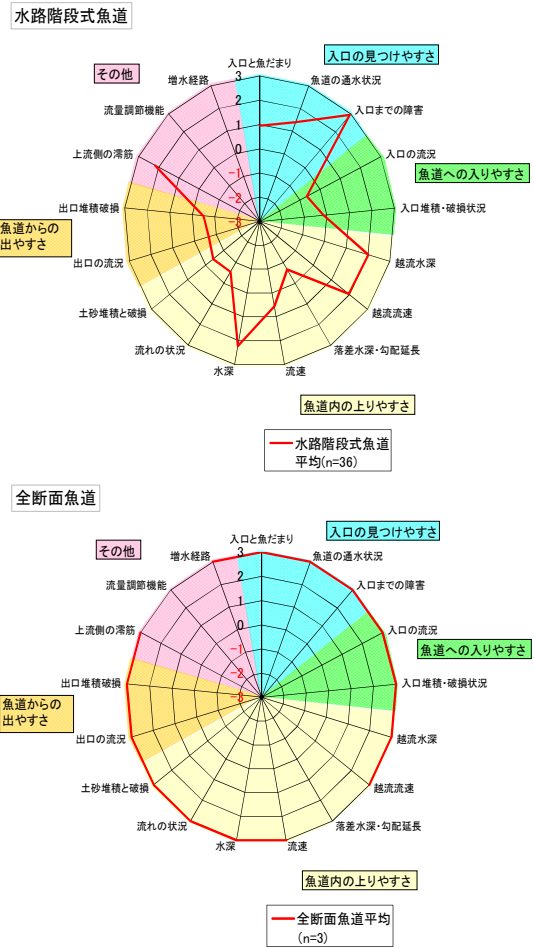


図6 登川流路工における魚道機能評価結果(平成21年度結果)

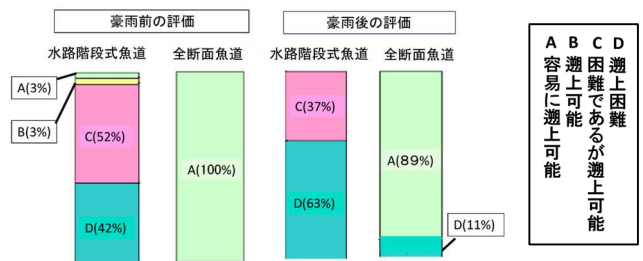


図7 水路階段式魚道と全断面魚道の豪雨前後評価比較

5. 魚道機能の改善状況

魚道機能評価は、毎年目視確認や落差・水深・流速などの計測により、前述の当事務所の新たな評価基準に基づき実施している。平成23年度以降は、全断面魚道への改良が進み、全断面魚道が増加した(図8)。魚道の総合評価は、平成21年度ではC評価、D評価の魚道が大半を占めていたが、その割合は年々減

少し令和3年度には魚道の70%程度がA評価となった(図9)。これは、床固工の補強対策に併せた全断面魚道への改良整備進捗に伴い魚道機能も改善しているものと考えられる。

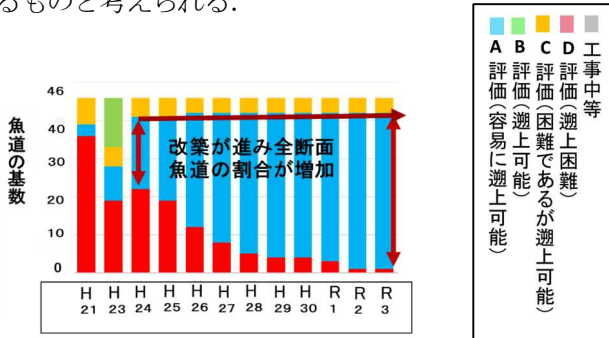


図8 魚道種類の経年変化

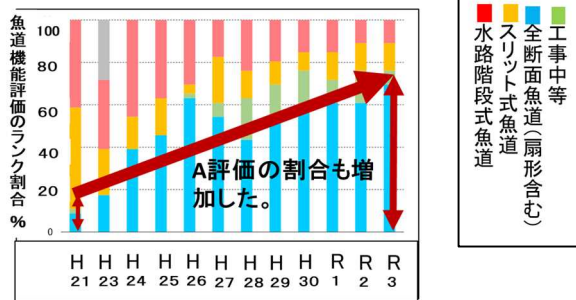


図9 魚道機能評価ランク割合の経年変化

6. 全断面魚道の改築に伴う生態系の改善について

平成21年度以降、流路工内の魚類のモニタリング調査も実施している。

① 改修工事と魚類の遡上状況

登川流路工区間のウグイ、アユの経年の確認状況を図-10に示す。平成26年度に、最下流であるNo.56+50床固工の改築工事が行われた。その結果、登川流路工河道内で放流されていないウグイやアユの遡上数の増加及び分布範囲の拡大が確認された。さらに、ウグイは、平成28年度から平成29年度にかけての中流部No.28床固工及びNo.27床固工での全断

面魚道改良整備により、更に分布範囲が上流へ拡大したことが確認された。アユは、平成30年度に上流へ一部分布拡大が確認されたものの、その後は魚道改良整備が進んでも、それ以上の分布拡大はほとんど確認されなかった。これは、アユの生育範囲の特性として、河川水温の適温限界が20℃程度であることが知られており、平成30年度から河川水温を計測しているが、No.27床固工上流の水温は20℃より低いことが確認された。このため、魚道を遡上しにくいこととは別の要因により上流には遡上しない可能性が考えられる。

7. まとめ

登川では、「平成23年7月新潟・福島豪雨」以後、床固工の補強対策と併せて全断面魚道への改良整備を進めてきた。魚類の遡上に関する新たな魚道機能の評価より、改良後に遡上不可能と評価された箇所が殆どなく、魚道機能が長期的に保持されていることが確認できた。更に、モニタリング調査により全断面魚道の整備が進められた後に施工された床固工で、ウグイやアユの生存個体数の増加が確認されたことや、ウグイは、平成28年度から平成29年度にかけて実施した床固工での魚道改良整備により、更に上流側への分布拡大が確認されたことから、全断面魚道の施工によって、河川の横断方向全面が魚道として機能することで、様々な流況に応じた多様な遡上経路が確保されたと考えることができる。このことから、全断面魚道は、魚類の遡上や生息範囲の拡大に、より効果のある魚道であると考えられる。今回のように、魚道改修によって具体的に魚類の生息状況の改善が確認された事例は少なく登川路工における全断面魚道の機能状況は、今後、同様の溪流において魚道の整備を進める上で、重要な知見となると考えられる。

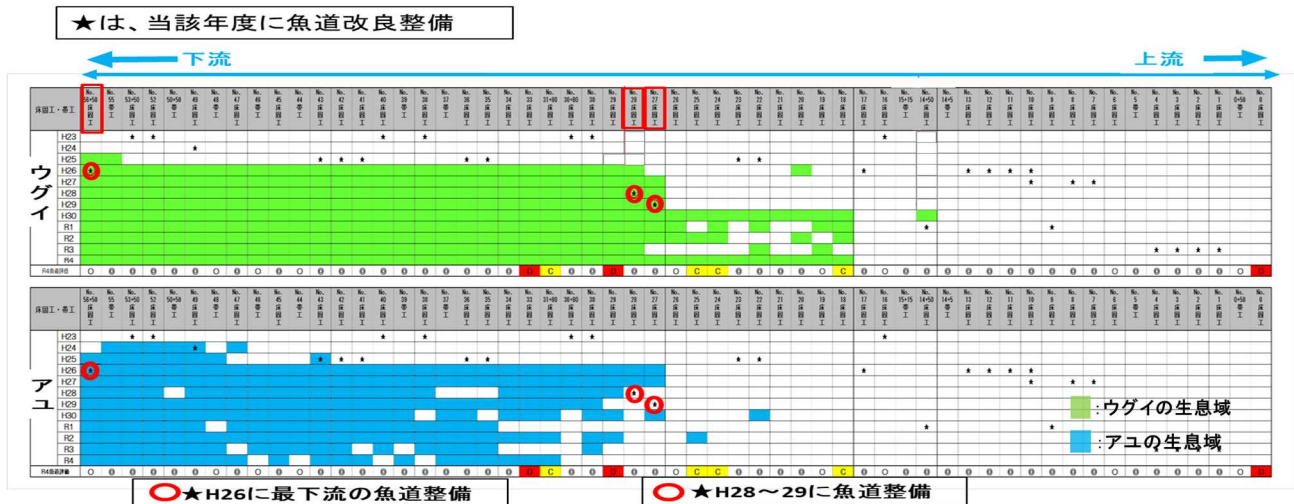


図10 ウグイ、アユの分布状況の経年変化