

美利河ダムの魚道における サクラマスモニタリングの取組

— 魚カウンターを用いた産卵床調査の精度評価への活用 —

函館開発建設部 今金河川事務所 美利河ダム管理支所 ○宮川 倫太郎
函館開発建設部 今金河川事務所 美利河ダム管理支所 大島 圭佑

後志利別川の上流に位置する美利河ダムでは、魚類の遡上環境改善を目的とした魚道が設置されている。この魚道を介してダム下流から上流河川まで、サクラマスをはじめとする回遊魚の遡上が確認されている。本報告はこれまでの美利河ダム魚道における魚類調査の概要を報告するとともに、今後予定している新たな調査手法である魚カウンターによるサクラマス遡上数の計測に関する計画及び試験運用について紹介するものである。

キーワード：環境、魚道、魚カウンター、サクラマス

1. はじめに

後志利別川は、その源を北海道瀬棚郡今金町の長万部岳（標高 972m）に発し、山間部を流下し、今金町住吉において平野部に出て、今金町市街部でオチャラッペ川、利別目名川等を合わせ、せたな町において日本海に注ぐ、幹川流路延長 80 km、流域面積 720 km²の一級河川である。その上流部には平成 3 年（1991 年）に竣工した美利河ダムがある。（図-1）

後志利別川および美利河ダムでは河川水辺の国勢調査として 5 年に 1 回の頻度で魚類調査が実施されており、累計 32 種類が確認されている¹⁾。特にカワヤツメ、アユ、サケ、サクラマスなど水産有用かつ重要種である魚種も確認され、漁業やレジャー利用など地域の重要な水産・観光資源となっている。このようにサケ、サクラマスが遡上するなど豊かな自然環境を育む清流を保全し、流域の伝統・文化を継承するため、函館開発建設部今金河川事務所では、関係機関や地域住民と共通の認識を持ち、連携を強化しながら治水・利水・環境に関わる施策を総合的に展開している。特に美利河ダムでは平成 17 年に魚類生息環境の改善を目的とした延長 2.4km に及ぶ長大魚道（I 期魚道）が整備され、魚道上流のチュウシベツ川では、魚道整備後にアメマスやフクドジョウなど 11 種の魚類の利用が確認されている。さらに美利河ダムではこれら魚類、特にサクラマスなどの遡回遊魚を対象とした減水区間における遡上支援を目的として平成 12 年度より弾力的試験放流を実施している。美利河ダムにおける魚類の遡上環境改善を目的に、魚道の整備・モニタリングを実施しているところである。

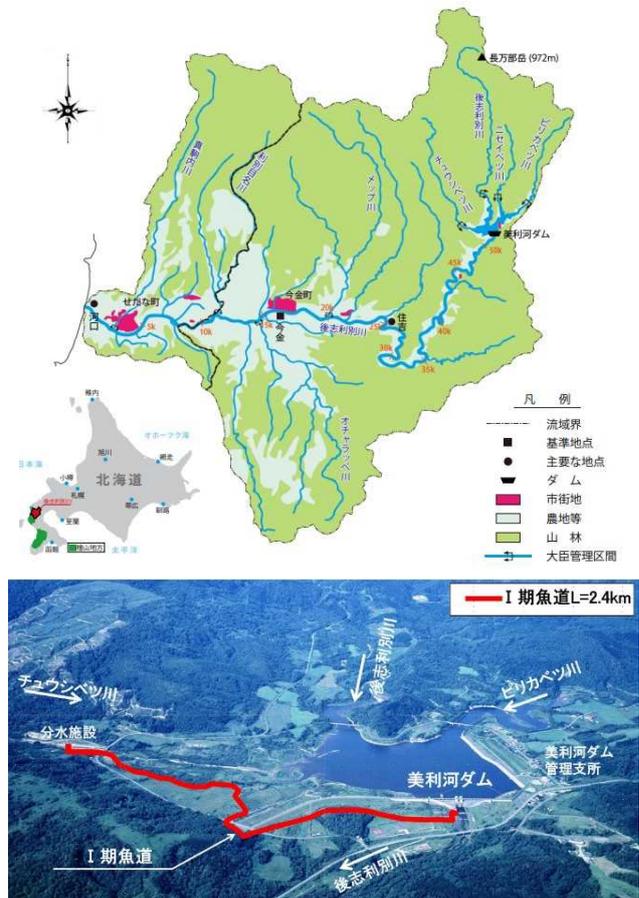


図-1 後志利別川流域²⁾と魚道

2. これまでの魚類に関するモニタリング内容

I期魚道整備以降、平成17年度から令和5年度まで、魚類生息状況に関する調査を実施してきた。これに加え前述のように河川水辺の国勢調査をダム上下流・ダム湖内を対象として5年に1度の頻度で実施している。さらに表-1に示したようにサクラマス親魚の生息状況に特化した調査も平成18年度から現在まで継続的に実施している。以下にサクラマスを対象としたモニタリング調査について示す。

(1) 産卵箇所調査

サクラマスの産卵床調査（産卵箇所調査）は平成18年度～令和5年度まで継続的に実施しており、今後も魚道及び弾力的試験放流による遡上・産卵支援効果の把握を目的として継続する予定である。調査エリアはダム直下から発電放流口までの5.2kmを対象とした減水区間、魚道全域2.5kmを対象とした魚道区間、チュウシベツ川のうち魚道上流端から砂防堰堤までの2.3kmを対象としたチュウシベツ川区間の3区間としている。サクラマス産卵床調査では、産卵床のサイズや河床材、位置情報、流速・水深等の物理環境を測定している(図-3)。なお減水区間ではサケの親魚の遡上も見られることからサケの産卵床についても記録している。サクラマス産卵床の経年グラフを図-2に示した。サクラマスは3年回帰周期があるため3年周期としてグループ分けをすると、明瞭ではないが、グループAが比較的産卵床が多くみつける周期であり、次いでグループB、グループCの順で産卵床数が多くなる傾向がみられた。周期性が明瞭ではない要因として、海洋生活期における減耗や海水温上昇等の気候変動の影響等が考えられる。

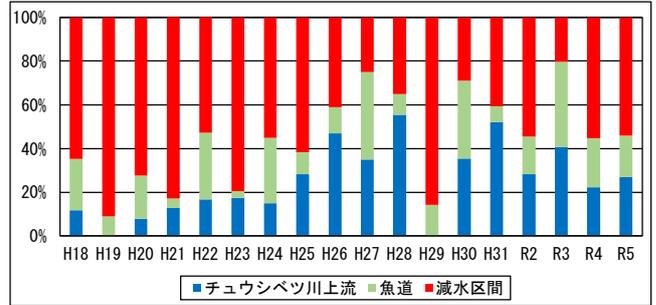
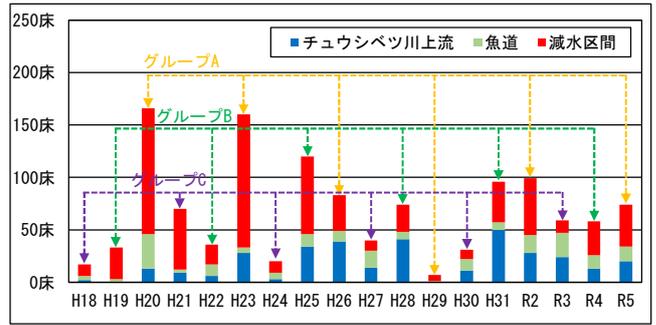


図-2 サクラマス産卵床数の経年変化
上段：産卵床数 下段：調査区間毎の割合



図-3 サクラマス産卵床

表-1 サクラマス親魚生息状況調査一覧

実施年度	実施内容										
	産卵箇所			健全性評価			ビデオ撮影 遡上解析		行動追跡	分水施設 調査	弾力的 管理効果 調査
	減水 区間	魚道	チュウシベツ川	減水 区間	魚道	チュウシベツ川	12H	24H			
H17							●			●	
H18	●	●	●				●			●	●
H19	●	●	●				●		●	●	
H20	●	●	●				●		●	●	
H21	●	●	●				●				
H22	●	●	●						●		
H23	●	●	●						●		●
H24	●	●	●					●		●	●
H25	●	●	●	●	●	●		●		●	
H26	●	●	●	●	●	●		●		●	
H27	●	●	●	●	●	●		●		●	
H28	●	●	●	●	●	●		●		●	
H29	●	●	●							●	
H30	●	●	●							●	
R1	●	●	●							●	
R2	●	●	●							●	
R3	●	●	●							●	
R4	●	●	●							●	
R5	●	●	●							●	

(2) 健全性評価（産卵適地調査）

健全性評価は産卵床の状態（例えば水深、流速、河床材の状態やカバーの有無）から産卵床の健全性を定性的に把握している。平成25年度には、ダム周辺の流入河川に加えにおいて、サクラマスの産卵環境となりえる箇所を広域的に把握するための調査を実施した。特にII期魚道整備の対象河川である後志利別川（ダム流入河川）では、チュウシベツ川よりも産卵適地面積が多く、産卵環境としてのポテンシャルが高いことが確認出来た。

(3) ビデオ撮影遡上解析

魚道における魚類遡上実態を把握するため、水中カメラを用いた遡上解析を平成17年度から平成21年度、平成24年度から平成28年度に実施した。前者は12時間/日の撮影、後者は24時間/日の撮影・解析を実施した。解析の結果、大型魚類としてサクラマス、アメマス、ニジマスを確認した。この中で示したように階段魚道区間の隔壁に設けた15cm四方の潜孔をサクラマス親魚が通過する様子も捉えられている。(写真-1)



写真-1 潜孔を通過するサクラマス親魚

(4) 行動追跡

特に魚道周辺における遡上行動を詳細に把握するため、サクラマス親魚・幼魚に発信機を装着し(図-4)、受信機で電波を捕捉することで位置を特定するバイオテレメトリー調査を実施した。サクラマス親魚を対象とした調査は平成19年度、平成22年度、平成23年度、サクラマス幼魚は平成19~20年度に実施した。サクラマス親魚の行動追跡結果を図-5に示した。サクラマス親魚は魚道区間を遡上・降下可能であることが確認された。なお、サクラマス幼魚では魚道区間の遡上が確認されなかったが、これは水際の植栽された河畔林が未発達で隠れ家環境が少なかったこと、魚道区間が生息場として機能していたことが要因として考えられた。



図-4 発信機を装着したサクラマス親魚

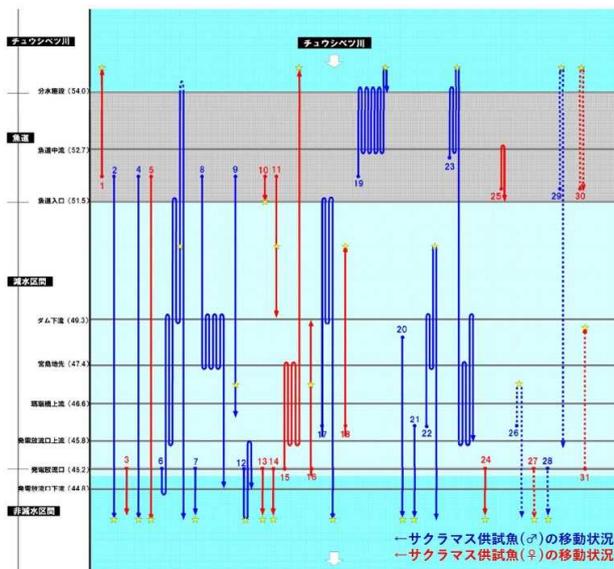


図-5 行動追跡結果(平成23年度)

(5) 分水施設降下検証調査

チュウシベツ川から魚道への分水施設の余水吐部におけるダム湖へのサクラマス幼魚スモルト個体迷入(落下)防止対策の効果を把握するため、平成17年度、平成18年度、平成20年度、平成24年度から平成29年度にチュウシベツ川・魚道における流量調査、魚道上流で捕獲したスモルト個体に標識(ピットタグ)を装着・放流して魚道内に設置したトラップで捕獲することで降下状況を確認するトラップ調査、スモルト個体を対象としたバイオテレメトリー調査を実施した(図-6)。スモルト個体迷入時の流量を図-7に示した。チュウシベツ川の流量が設計流量の $5.4\text{m}^3/\text{s}$ 程度の流量であれば、余水吐部からダム湖への迷入は少ないことが示された。また、 $10\text{m}^3/\text{s}$ 未満であればダム湖への迷入頻度が少ないことが示された。



図-6 トラップ調査
(上段:ピットタグの装着、下段:設置したトラップ)

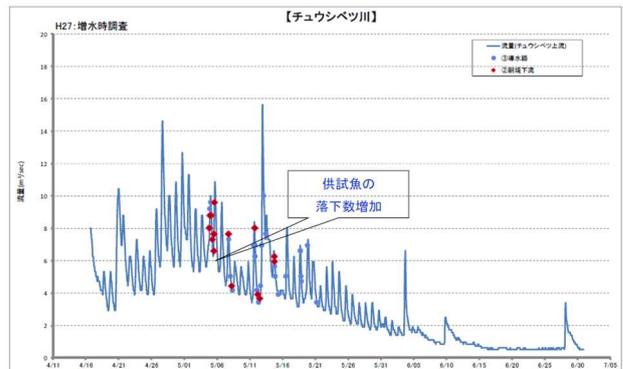


図-7 スモルト個体迷入時の流量(平成27年度)

(6) 弾力的管理効果調査

美利河ダムでは魚類の遡上・降下支援等の河川環境向上を目的に弾力的な放流によりダム直下の維持流量の増量を行っている。弾力的試験放流によるサクラマス成魚の遡上支援効果を把握するため、平成22年度に捕獲調査を実施、平成23年度、平成24年度には遡上したサクラマス成魚を魚道で捕獲するトラップ調査を実施した。調査の結果、試験放流前と比較して試験放流後に捕獲個体数が増加しており、遡上支援効果が確認された(表-2)。

表-2 弾力的管理効果調査

時期	項目	H24(2012)	H23(2011)
弾力的運用放流期間前	述べ調査期間	1日(昼夜)	3日(日中)
	サクラマス遡上確認数	0尾	1尾
弾力的運用放流期間中	増量放流量	2.5m ³ /s	2.5m ³ /s
	魚道流量	0.5m ³ /s	0.5m ³ /s
	述べ調査期間	5日(昼夜)	4日(日中)
	サクラマス遡上確認数	2尾(日中)	8尾
	今金町平均気温	22.1℃	17.3℃
	ダム下流平均水温	17.6℃	15.2℃
弾力的運用放流期間後	述べ調査期間	1日(昼夜)	3日(日中)
	サクラマス遡上確認数	0尾	6尾

3. サクラマス遡上数の把握に関する課題

チュウシベツ川では治山ダムにより遡上可能域が制限されていることから、多数のサクラマスが遡上した場合、産卵地として飽和状態にある可能性が報告されている。そのためサクラマスの遡上数を正確に把握した上で、産卵床数と比較することでチュウシベツ川区間における産卵環境としてのポテンシャルの適正な判定に繋がる。また遡上数の把握は、魚道を後志利別川まで延伸する計画であるⅡ期魚道の整備のための基礎的かつ重要なデータであることは言うまでもない。

これまで魚道を介しチュウシベツ川へ遡上する親魚の計数は、前述のように平成17年度から平成21年度、平成24年度から平成28年度に亘りビデオ撮影による遡上解析が実施されてきた。その他、産卵床数から当該年度のサクラマス遡上数の多寡が推定されている。また、産卵床数の増減の傾向は本種の生態特性に応じて3年回帰周期がみられたが、明瞭ではない。これは海洋生活期における減耗要因など河川環境外での影響も大きく、出水等による産卵床の平滑化などの要因も加味される。このような理由から産卵床数は調査年により変動が大きい結果となっている。

4. 魚カウンターによる遡上数計測

(1) 魚カウンター概説

魚カウンターは、鋼製の架台に木製の誘導水路を組み合わせたものであり、誘導水路にセンサー電極を流下方

向に上流端から一定間隔で3本設置し、両端に5.0Vの電圧を印加している(図-8)。対象魚がセンサー上を通過した際、流水の電気抵抗が変化し、センサーから出力される信号がパルス状の波形を描くことにより通過魚をカウントできる。北海道内では十勝川、勇払川、などにおいて魚カウンターによる魚類遡上数の適用事例³⁾⁴⁾がある。

魚カウンターを魚道内に設置することで、チュウシベツ川に遡上するサクラマス数の正確な把握に繋がるとともに、魚道内に複数台の魚カウンターを設置することで、魚道内における産卵数の概数推定にも繋がる技術である。美利河ダムでは、サクラマス遡上数の把握を目的として、令和3年度に魚カウンターに関する概略検討、令和4年度に詳細検討を実施した(図-8)。また令和5年度はより詳細な機器の手配等の検討を実施し、令和6年度に本格運用を目指している。



図-8 誘導水路を用いた魚カウンター現地検討の様子
図中矢印は流向を示す

(2) 魚カウンター調査計画

1) 配置計画

魚カウンターの主目的はチュウシベツ川に遡上するサクラマス親魚の数を把握することであることを踏まえ、上流(魚道出口付近)に設置する。また魚道内に進入したサクラマスのうちチュウシベツ川に遡上しないサクラマス数を把握するために魚道下流(魚道入口付近)にも設置する必要がある。なお美利河ダム魚道は前述のように全長2.4kmに及ぶ長大魚道であり、階段魚道区間のほか多自然区間も有し毎年多自然区間内ではサクラマスが産卵している。魚道上流と下流に設置することにより魚道内で産卵したサクラマスの概数の推定が可能である。また中流に1か所魚カウンターを追加することで、魚道内における産卵箇所の把握する事が出来る。以上より、魚カウンターの配置は、魚道下流部、魚道上流部に加え魚道中流部の3箇所とする(図-9)。魚カウンターはいずれも階段魚道区間に設置予定である。給電方式はバッテリーではなく魚道周辺施設を活用し、安定的な給電方式である商用電源からの給電とする予定である。商用電源の使用によりバッテリーの交換が不要になることでの省力化、コスト削減が見込める。



図-9 魚道における魚カウンター配置案
図中青線は魚道を示している

2) 運用期間・年数

稼働期間はサクラマスの上流時期である8月上旬から10月下旬までの約3か月とする予定である。この間、定期的なデータ回収や落ち葉等の流下物の除去など軽微なメンテナンスを実施する。

サクラマスの回帰は3年周期であることから、最低3年間の連続運用を想定している。

5. 魚カウンターの試験運用

(1) 魚カウンターの試験概説

令和6年度から魚カウンターを本格的に運用するにあたり、魚カウンターを実際に設置した際に適正な値が得られるか確認するため、令和4年度に試験的に魚カウンターの設置を行った。設置箇所は魚道上流部、魚道中流部、魚道下流部のうち最も気泡の混入量が多い魚道上流部（魚道出口付近）へ試験的に魚カウンター1台を設置した。設置期間はサクラマスの遡上最盛期を過ぎた10月から11月の約1か月程度とし、バックグラウンド値の確認に主眼を置いた。魚カウンター（誘導水路）はサクラマス親魚を対象とする場合、幅400mm～500mm水深は200mm～300mm（対象魚類の体高の1～2倍程度）必要となるが材料に単管パイプとベニヤ板を用いることで水路への設置は人力でも可能にした(写真-2)。なお電源は魚道ゲート制御室から給電した。魚カウンターは取得した電氣的な波形から魚の通過を判定するため、魚が通過していない状況でのバックグラウンド値を低く抑えることが技術的に肝要な部分となっている。さらに令和4年度はサクラマス遡上期である8月上旬から10月下旬まで魚道上流に魚カウンターを試行的に設置し、実運用における課題の把握を行った(図-10)。魚カウンターの波形からは魚種を特定することは困難であることから、タイムラプスカメラを設置し、夜間撮影のためのLED照明を併設した。電源は魚道ゲート操作室から給電した。まずは魚カウンターを設置しバックグラウンド値確認のため、流水のみが電極上を通過している状況の波形を確認した。サクラマスが遡上した場合に適正な波形が得られるか確認するため、市販の魚（サケ）を用いて試験を実

施し、正常に動作する事が確認出来た(図-11)。



図-10 魚道上流における魚カウンター配置箇所
図中の矢印は流向を示す



写真-2 人力での誘導水路設置状況

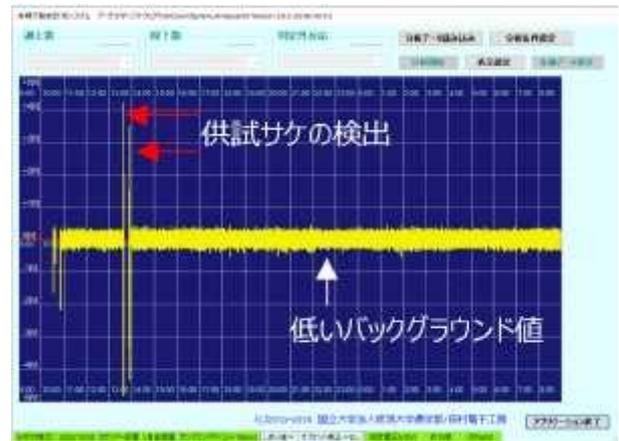


図-11 バックグラウンド値とサケの検出シグナル

(2) 魚カウンターによる測定結果

魚カウンター運用期間中にはサクラマスの通過を魚カウンターにより確認出来た。波形は遡上、降下、Uターンで異なりサクラマスの魚カウンター設置区間内での行動が詳細に把握出来る(図-12)。また、サクラマス以外にもアメマスなどの魚種も検出した。なおこれまでの魚カウンターを用いないビデオカメラによる通過魚類の確認では解析対象となる期間に撮影されていた全ての画像

に目を通す必要があったが、魚カウンターを用いることで、魚の通過時刻が記載されるため、通過時刻の画像のみ確認すればよいため、魚種判定の労力は大きく低減し省力化することができた。

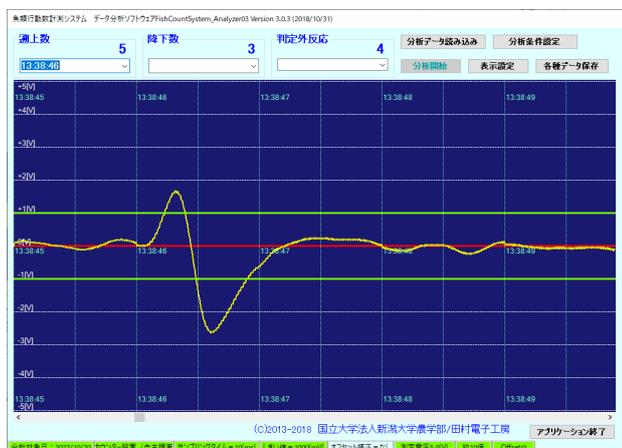


図-12 サクラマス通過時(遡上)の波形

6. まとめ

本稿では、サクラマスを対象とした美利河ダム魚道（Ⅰ期魚道）及び弾力的試験放流の効果検証に資するモニタリング調査の概要と結果及び今後予定している新たな調査手法である魚カウンターによるサクラマス遡上数の計測に関する計画を報告した。これまでの調査結果から、Ⅰ期魚道及び弾力的試験放流による効果でサクラマスの遡上が促され、ダム上流のチュウシベツ川での継続した産卵が確認されている。しかし、今後計画されているⅡ期魚道（チュウシベツ川から後志利別川に繋がる魚道）の検討に向けては、より詳細な魚道の利用状況を把握してフィードバックすることが求められる。

美利河ダムの長大魚道は全国的に例の少ない施設である。今後も継続したモニタリングと最新技術を取り込んだ効果検証を進め、より魚が遡上しやすい環境に配慮したⅡ期魚道とするべく取組を進めていく計画である。

謝辞：魚カウンター設置の検討にあたり、寒地土木研究所水環境保全チーム布川雅典主任研究員にご協力いただいた。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 国土交通省：河川環境データベース(2019).
- 2) 山田秀三：北海道の川の名.
- 3) 布川雅典他：サケカウンターによるサケ (*Oncorhynchus keta*) 移動数計測(2020).
- 4) 布川雅典他：河川を遡上する大型魚、中型魚および小型魚の移動数自動計測(2022).