

# 積丹余別地区におけるサケ科魚類そ上の試み

～サケ科魚類の生態からみた魚道の効果～\*1

小樽商科大学商学部名誉教授 八 木 宏 樹

## 1. はじめに

### 1－1. 余別川水系の環境

北海道西部の積丹半島の先端部に位置する積丹町は、1706年（宝永三年）に開基された北海道の中でも古い歴史を誇る。2,100人（2018年3月末現在積丹町HP）の人口をもつ同町は積丹岳、余別岳を中心として多くの森林を有し、その水源から美国川、積丹川、余別川の三つの大きな河川が流れているなど、非常に自然が多く保全されている地域である。このうち積丹川と余別川は保護水面（水産動物が産卵し、稚魚が生育し、また水産動植物の種苗が増殖させるのに適している水面のこと。この区域は農林水産大臣によって定められ、水産資源保護・培養するために漁業が制限されている水面）に指定されており、余別川に関してはダムや堰などの人為的な工作物のない自然河川である。これは北海道の中でも珍しく、貴重な河川とされている。



図1：北海道積丹町（北海道後志振興局管内）の位置

\*1 平成27～30年度「積丹町サケ類資源回復対策プロジェクト（積丹町委託事業）」による



写真 1：①余別川，②余別新川河畔林，③余別川水系に分布するサケ科魚類

積丹町はウニの町として有名であるが、ウニの他にもサケ（*Oncorhynchus keta*）やサクラマス（*Oncorhynchus masou masou*）の漁業が行われている北海道でも有数の地である。

北海道全体でのサケ漁獲量は人工孵化により1970年代から増加している。しかし、サケ同様に人工孵化・放流が行われているサクラマスは、近年、漁獲量が急激に減少している。この減少傾向の理由として、河川環境の悪化が考えられる。サケの親魚は温かい湧き水のある川の中・下流で産卵するが、サクラマスは川の上流まで遡って産卵する。そのためダムや堰などの人工構築物がサクラマスにとって大きな障害となって、上流の産卵場所まで到達できなくなったことが考えられる。また、サケ稚魚は産まれてから半年後に海へ下りていくのに対し、サクラマスは1年半もの間河川で過ごしてから降海する。その間必要な稚魚の餌や住場所が林伐採などによる河畔林減少の影響によりなくなってしまったことも原因であろう。

さらに、採卵するためのサクラマスの親魚を確保するのが困難で、前述したようにダムなどの人工構築物によって自然繁殖するサクラマスの数が減少したことにより、人工孵化させるサクラマスの卵数自体も減少してしまった。

サケ、サクラマスのいずれの魚種も積丹町内の河川（積丹川や余別川）で自然産卵と放流が行われているが、稚魚期の生残率を高めることなどにより、一層の資源増大が図られるが、必ずしも放流が行われる場所が、これら魚類の生態に適合しているかどうかの検証は行われていない。また、これらの魚

類資源増大のため、積丹川と余別川は保護水面に指定され、サケ科魚類をはじめとするすべての動植物の採捕が禁じられるなど、それなりの措置が講じられているが、このことは、保護水面は一般住民の河川への立ち入りを禁じていないにもかかわらず、制度の意図とは反対に付近住民の川離れを生じさせており、これが主要魚種であるサケ科魚類に対する住民の「無関心」を助長させる結果となっている。

### 1-2. 余別川と余別新川

積丹町余別地区の余別川は流路延長14.7km、流域面積44.4km<sup>2</sup>の山岳溪流で、その上流域を東から余別岳（1,279.8m）、ポンネアンチシ山（1,148m）、珊内岳（1,091.1m）、大天狗岳（851.6m）に囲まれている。同河川は北海道でも珍しい自然河川であり、1975年からサケ・マス其自然繁殖や保護を目的に保護水面に指定され、人工構築物の設置もなく生物の捕獲も禁止されている。ダム等の人工構築物がないことは岸や水中の砂利や石に影響し、それらの砂利や石は底生生物や魚類の棲み場、魚類の産卵場所、栄養塩のもととなる。同河川に生息するシンボル性のある魚類としては、上流域に生息するアメマスや下流域に生息し海域と淡水域を往来するカンキョウカジカやミズハゼが挙げられる。サケ科魚類としては、本報告で述べるサケやサクラマスがそ上し、産卵することが確認されているほか、本研究の調査中にアメマスなども観察されている。

余別川流域エリアの森の大部分にはエゾイタヤやミズナラ等の広葉樹二次林が広がり、エリアの南側にはトドマツ植林、河岸段丘上や沢沿いにはハルニレが育生している。尾根部等の風衝地では樹木の育生が抑制されササ群落となっている。林床には人が侵入を阻むほどチシマザサが密生している。この流域の森は自然性の高い余別岳と連続性を保っていることから、ヒグマやエゾライチョウ、クマゲラといった豊かな自然の指標となる動物が多く生息している。さらに樹林性・草原性・山地森林性鳥類に加え、冬季には天然記

念物であるオオワシも越冬のために飛来する。

一般に人工構築物の有無は水中の砂利等に影響し、それらは栄養塩類生産にとって重要である。栄養塩の成分は主に窒素、リン、ケイ素、アンモニアなどであり、過剰に存在すれば海域で赤潮などの発生にも関わるが、本来、栄養塩は、付着藻類等の藻類・水生植物の栄養となり、畑で例えれば肥料の役割を担っている。付着藻類は、川において生態ピラミッドでの基礎生産者にあたる独立栄養生物である。また、それらを食べるのが底生生物である水生昆虫やヨコエビ等であり、底生生物は魚類や水辺に生息する鳥類の餌となる。栄養塩は川の近くの土壌からきていると考えられる。土壌の中には、生態ピラミッドで最下位に位置する分解者である菌類・細菌類が存在している。菌類・細菌類の働きは、単に有機物を細かくするだけでなく、一度に栄養塩が過剰に水に溶け出さず土壌に常に栄養塩のもととなるものが存在するように留める働きもしている。土壌に菌類・細菌類がいなければ、最終的に川の栄養塩は減少する。他には、水に落ちた虫などの落下生物や、川の近くに生えている植物による落枝落葉が水中で分解されたのち、水生生物への栄養となる。

このことから森林を有し様々な生物が生息する余別川水系は、自然保護の観点や生物多様性の維持という役割を十分に果たしてきたといえる。

余別川並びに余別新川にそ上する主要なサケ科魚類は2種類おり、サケ(シロザケ)とサクラマスである。両者はともにそ河回遊魚であり、川で産まれ海で育った後に大洋を回遊し、成熟した後に母川に戻り、産まれた河川をそ上し秋に川で産卵する。しかし、そ上時期は両者で異なり、前者は秋、後者は春である。他にも回遊期間が異なるなどの生態の違いが挙げられる。

一方で、余別新川は、余別川の支川である。この川は積丹町の余別集落の上流部、河口から約1kmの地点で余別川と分かれ、集落中央部を流れて河口付近で再び合流する。しかし、余別新川の河口には高さ約2mの段差があ

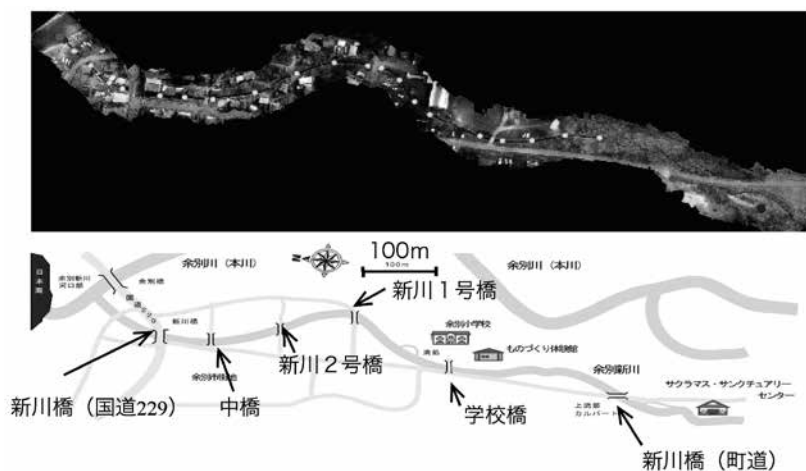


図2：余別新川航空写真（上）と概略図（下）

り、また、河口から上流約500mまでの水路が三面コンクリート張り構造となっているため、魚類がそ上できる環境になく、余別川本川でみられるような生物や生物を中心とした生態系はみられていなかった。魚類が生息できないことは、森・川・海のつながりもなく、産卵後のいわゆるホッチャレとなったサケ科魚類が腐敗・分解して新たな栄養塩となり、それが次の世代の資源をつくる生物ポンプの役割が機能していないことを意味している。積丹町のサケやサクラマス漁獲量を見てみると、北海道全体の傾向と同様に、どちらも減少傾向にあることがわかる。サケ・マス漁業が行われている余別地区前面海域は貧栄養海域であり、先ほど述べたとおりサケやマス以外の魚類も含めて積丹町の漁獲量は長期減少傾向にある。豊かな海をつくるためには豊かな川が必要で、その川をつくるためには豊かな森が必要であるが、余別川水系において、この森・川・海の栄養の循環で大きな役割を担っているのはサケ科魚類である。サケやマスは海の栄養分を吸収して成長して、余別川水系で産卵して死亡したあと、他の動物によって森へと運ばれ、海の栄養分を森へ運ぶといういわゆる生物ポンプの役割を担っている。河川改修により

サケ科魚類の生息ができなくなった余別新川においてもサケ科魚類の資源回復をすることができれば、サケやマスだけではなく他の魚類資源の回復にもつなげることができると考える。

### 1-3. 余別川水系とりわけ余別新川にサケ科魚類資源を増大させる効果

余別新川にサケ科魚類を復活させ、余別川水系全体でサケ科魚類の資源を増大させることは、漁業的には重要資源であるサケ・マス魚類資源の増大という意味で大きな期待が寄せられるが、生態系の観点からは次のような効果にも波及することができると考える。

#### ①サケ科魚類以外の生物資源の増大につながる。

サケ科魚類は生物ポンプの役割を担っているので、サケ科魚類資源の増大を目指すことは海の栄養塩の増加とともに、近年磯焼けで悩まされている海藻の生長やそれらを餌とするウニなどの植食動物など、サケ科魚類以外の生物資源の増大にも期待することができる。

#### ②環境修復による自然環境の復活が観光客誘致のための新たな観光資源となる。

積丹町には既に確立している「積丹町ならではの」のものとして、ウニや「積丹ブルー」とよばれる町特有のエメラルドグリーン色をした海が存在し、観光客にとってこの二つのイメージは強い。実際積丹町にはサクラマスに関する資料やサケ・マスの絵画などが展示されているサクラマス・サンクチュアリーセンターがあり、近年サクラマスを使ったグルメ祭りも開催されるようになり、サケ科魚類を積丹町の新たな観光資源として利用していこうとする取り組みがある。しかし、まだ知名度は低く、漁獲量も減少傾向にある。魚道や産卵水路を整備・設置しサケ科魚類の資源を回復することができれば、積丹町の新たな特産品としてアピールでき、全国でも珍しい自然が多く保全されている余別川の豊かさをアピールできると考えられる。また、積丹町では豊かな自然を生かした親水公園構想がしばしば議論になるが、その際、そこでそ上したサケやサ

クラマスを見ることができれば長い間余別川が自然河川として保護されてきたため引き起こされている地元住民の「川離れ」を解消し、親水性を取り戻すことができる。

#### 1-4. 本事業の目的

本事業は2015年度から開始され、余別新川の上流約1km地点にサケ科魚類の産卵水路を設置、親魚のそ上を妨げている河口部の高さ2mほどの段差工には階段魚道を設置、河口から約500mの市街地部分で三面コンクリート張り構造となっている水路は、通常の水位が低いため、枕蛇かごを設置することにより、これらサケ科魚類のそ上を助け、また、産卵そ上したサケ科魚類には、産卵環境を整備し、親魚のそ上、自然産卵、自然孵化、降河、えさ場、稚魚・親魚の休憩場所等を復活させてサケ類の回帰率を高め、数年後の余別地区前面海域のサケ科魚類資源の増大を目指すことなどが目的である。

また、毎年、毎年の調査終了時には、本研究では、実際に魚道や枕蛇カゴを設置した余別新川を対象に魚道の効果を検討し、将来のサケ・マス類資源増大や付近住民の親水性向上へ繋げるためのさらなる提言を行っている。



写真2：本事業開始以前の余別新川

余別新川では河口に2mほどの段差（写真2①）があるため、サケ科魚類等はそ上ができなかった。また、河口から上流約500mまでが三面コンクリート張り構造で（写真2②）、この水路部を含めて全川で本研究開始前まで魚類は生息できなかった。



### 1－5. 2017年度までの階段魚道と枕蛇かご設置とその効果

2015年度から始まった本事業に先立ち、2014年度には予備試験として本研究開始前に階段魚道Type I（写真4①）と枕蛇かご（写真3）41本を設置してその効果を調べた、本研究開始後の2016年度には改良型の階段魚道Type II（写真4②）を設置、これにより多数のサクラマスとヤマメがそ上し、このうちかなりのヤマメが余別新川で越冬して、余別新川においていつでもサクラマスやヤマメを見ることができるようになった。しかし、サケのそ上がなかったため、2017年度にはサケもそ上できるように改良した階段魚道Type III（写真4③）を新たに設計・設置し、その結果、サケ1尾がそ上したことが確認できた。

2017年度の目標はサケのそ上であった。サクラマスに比べてサケ産卵親魚は魚体重が重く、また、大型で飛越力が小さいため階段魚道Type IIIではこれまでの魚道1段の高さをより低い40cmにして、また、3段あったものを4段に、加えて雨が降らない時の余別新川は水量低下が想定されるので、プール幅もこれまでの80cmから60cmに狭めて設計した。プール幅を狭めることは、階段魚道を通る水量や速度にも影響し、親サケが余別新川の存在を認



写真3：枕蛇かご

階段魚道をのぼった魚はそ上する途中で水深が浅ければ腹をすってそ上できない。サケ科魚類がそ上するためには通常、目の高さより高い水深が必要である。コンクリート水路は水が少ないときには水深が10cm以下になるので、水深を20cm程度に保つ工夫として、本研究では2015年度から手作りで枕蛇かごを製作した。枕の形をした蛇かごなので、「枕蛇かご」と名付けた。



識することにも役立つと考えられた。2017年度のサケそ上は結果的に1尾で、この理由を検討した結果、流量は増加したが、プール幅を狭めたことが階段魚道を飛越する際の助走にやや窮屈であることが判明したため、これを改良点として2018年度計画に反映させることになった。

## 1-6. 補足

文章中に記載されている「余別新川」の正式名称は「余別川水系新川」であるが、「余別川」と区別するため「余別新川」とした。また、「余別川」については余別新川と区別するため「余別川本川」とした。「新川橋」は国道229号線に架かる「新川橋」と町道に架かる「新川橋」が同じ名称であるため、できる限り区別をしている。「産卵水路」については、本研究開始当初は「スポーニング・チャンネル」としていたが、正確を期すために「産卵水路」で統一した。また、「サクラマス」と「ヤマメ」はいずれも*Oncorhynchus masou masou*で同じ種で、通常、河川に生息する個体（河川残留個体を含む）を「ヤマメ」、降河後に海洋で生息する個体を「サクラマス」と呼ぶが、本報告はすべて河川での話なので、20cm未満のものを「ヤマメ」、20cm超の個体を「サクラマス」と呼称した。サケ（*Oncorhynchus keta*）についても通称名である「シロザケ」ではなく、標準和名の「サケ」を使用した。

## 2. 調査・研究の材料と方法

### 2-1. 研究の経緯

本研究における調査は2015年度から2018年度の4年間にわたって行われた。それぞれの研究経緯と調査概要は次のとおりである。

2015年度はこれまでほぼ魚類は皆無であった余別新川にサケ科魚類を新たにそ上させるため、余別新川全域における調査・測量を行うとともに、実際に河口域の段差に階段魚道、三面コンクリート張り構造の水路と上流部の自然水路に枕蛇かご合計41基を設置した。2016年以降には改良型の階段魚道を

設置したので、この最初の階段魚道はのちに「階段魚道Type I」と名付けられた。階段魚道Type Iと枕蛇かごの設置後にはサクラマスの上が見られたため、生物モニタリングを行った。余別新川は冬季に雪で埋もれ、冬季の魚類生息状況が不明であったため、高感度モニタリングカメラ等による生息魚類の撮影も行った。

2016年度は前年度の成果を踏まえ、階段魚道については2015年度に明らかになった改良点を踏まえた「階段魚道Type II」を設置するとともに、ビデオ装置などモニタリングカメラや目視調査をはじめとする生物モニタリングを主として行った。ただ、2016年度は6月8日と同10日に連続して豪雨に見舞われ、水位の急激な上昇がみられたことから、春～夏季にかけての調査においてモニタリングカメラが水没・破損が生じたこともあり、秋季には改良型のカメラを設置するに至った。

2017年度は5月下旬の現地調査から始まり、2016年度に設置した階段魚道や枕蛇かごを改良し、すでに設置してある枕蛇かごの点検や増設場所を決定した。階段魚道設置と枕蛇かご増設・設置を除くと2017年度の活動はモニタリングが中心で、その期間に余別新川においてサケ科魚類がそ上する前の事前調査とそ上後の生物調査を行った。前回から改良したモニタリングカメラの設置も含めてモニタリング方法も検討した。

これまでに得られたモニタリングデータを解析したところ、この事業が始まってからこれまで、大雨があると新川の河川水は大幅に増加し、階段魚道に大量の水が流れることが判明した。したがって、2018年度は事前調査として、設置場所の水深、構造物の状況確認を行うとともに、アンカー部分の固定状況や新川に20mおきに2016年以降増設して49となった階段魚道の設置状況調査、コンクリート水路と自然水路の状況確認なども行ったのち、新たな階段魚道構想を検討し、2018年8月に最終案がまとまった。新しく考案した階段魚道をType IVと名付けた。2018年度は、サケとサクラマスがともにそ上できるような階段魚道を新たに設計して、2017年度結果の、サケのそ上

少ない原因を流下水の流量にあると想定し、この年は流量を増やすことを念頭においていた。流下水を増やすことにより階段魚道幅が狭まることを避けるため、2018年は、安全性を確保しつつ新川の河川水すべてを階段魚道に導くことにした。このことは結果的にプール幅も広くなり、プール内に入った魚の次の飛越のための助走距離を確保できた。階段ごとの流量も増加させる必要があったため、階段魚道TypeⅣは各階段の仕切りを斜め切りすることとした。これまでの結果からサケ・マスの飛越には距離だけではなく深さも必要であることが分かっていたので、階段プールの水深も深くして、サクラマスに比べて飛越力の小さいサケのそ上も可能にした。階段部分の製作は札幌で、9月3日から始まり9月7日には完成した。これと平行して、新川の水路部でサケとサクラマスの両種がともに産卵可能となるように環境整備を行った。とりわけ、余別小学校横水路（ワンド付近）を整備し、サケ科魚類に産卵を行わせることも目標とした。階段魚道や水路整備の完成後には、サケ科魚類そ上時期の生物モニタリング方法を改良し、リモート・コントロールカメラによるモニタリングは日数を増やすなどいくつかの改善を行った。加えて河川水路部でのそ上を容易にするために、水位の低かった場所に枕蛇かご1本を増設した。2015年度の階段魚道TypeⅠから2017年度の階段魚道TypeⅢまでの変遷を写真4に示した。



写真4：2015年度～2017年度までの階段魚道の変遷

## 2-2. 階段魚道の概要と余別新川河口への設置

階段魚道はポリエステル・モノフィラメント亀甲網「高耐久性STKネット」により製作したネット内に碎石を入れて基礎部分とし、その上に木材による支柱と、支柱内に1.2m四方の可動式プールの置くことにより作製した。プールの内部には魚体保護のためのマット（遮水布）を敷いて河口域段差に設置した。当初、階段は3段とし、サケ科魚類のうち当初はサケを対象にしたため、それぞれのプールの高さはサケが飛越できる45cmとしたが、年度ごとに検討を加えて階段の高さ、幅、階段数は年度により異なる。この方式は鹿児島県でアユやウナギについて実績があるものの、サケ科魚類については試験が行われていなかった。また、簡易型組立方式であるので地域住民とともに大型重機を用いることなく人力での設置と撤去を行うことができたり、簡単かつ迅速に撤去できたりするのが特徴である。最初の階段魚道設置は2015年9月であった。各年度ごとに改良を加えてあるが、製作方法は基本



写真5：階段魚道の設置

①使用した材料、②住民とともに石集め、③STKネットによるカゴ枠組み、④河口域に木枠設置、⑤木枠にカゴを入れ石詰め、⑥形を整える、⑦防水シート張り、⑧遮水布張り、⑨通水試験、⑩流量調整、⑪階段魚道と水路の接続、⑫通水試験（最終）

的に同じである。

2015年10月に爆弾低気圧、大型低気圧、台風23号に見舞われ一部破損したため、2016年に補修を行い、同年9月には新たな階段魚道を考案した。余別新川河口付近では、これらの低気圧等による増水のほか、海上波浪の影響を受け、洗掘による沈下が生じ、河床が不安定になる可能性があること、波浪等によりプール部が変形するとサケ・マス類のそ上に支障がきたされると考えられたことから、2016年は、洗掘による沈下を防止し、階段魚道上下流部に袋型根固工を設置して洗掘を防止、現況のプール部を整備し、新規石倉カゴによりサケ・マス類のそ上を容易にした。できあがった新たな階段魚道をTypeⅡとした。

一方で、2016年には、サクラマスのそ上だけでなく、サケについても容易にそ上させるため、プール部の高さを60cmから40cmとし、サケそ上の際の助走を助けるためにプール長も1mから1.2mとした。また、新たに袋型根固工6基と水平を保つための小型土嚢袋80袋を設置した。

2017年の作業は5月から設置してある階段魚道の機能性について現地で確認することから始まった。本研究が始まってから、これまで、大雨があると余別新川の河川水は大幅に増加し、階段魚道に大量の水が流れることが判明している。したがって、2017年度はは設置場所の水深、構造物の状況確認を行うとともに、アンカー部分の固定状況や余別新川に20mおきに49基設置してある枕蛇かごの設置状況調査、コンクリート水路と自然水路の状況確認なども行った。また、水路水位確保のための条件を現場で検討した結果、枕蛇かごの下流側に10cm以上の水深を確保するように改善した。これらの検討結果をもとに、階段魚道の設計を開始した。

2017年7月16日と同月21日には余別地区に大雨が降り、余別新川も増水し、その直後に大型のサクラマスがそ上していたことが確認でき、また、2015年度および2016年度にサクラマスが余別新川にそ上した時も増水時であったことから、今回は増水状況を想定して新魚道の設計を行った。2017年度に製作した魚道は「階段魚道TypeⅢ」と名付けた。

2017年度の目標はサケのそ上である。サクラマスに比べて産卵親サケは魚体重が重く、また、大型で飛越力が小さいため、これまでの魚道1段の高さより低い40cmにして、また、3段あったものを4段に、加えて雨が降らない時の余別新川は水量低下が想定されるので、プール幅もこれまでの80cmから60cmに狭めて設計することにした。プール幅を狭めることは、階段魚道を通る水量や速度にも影響し、親サケが余別新川の存在を認識することにも役立つと考えられた。

階段魚道の製作開始は9月5日で、設計書内容の確認、施工手順の確認、水位低下の際の対応の確認、また、枕蛇かごも増設することとした。翌日の9月6日には既存の階段魚道の解体・撤去を行い、撤去した部材で再利用できるものを回収して利用した。階段魚道TypeⅢもそれまでと同様に余別新川河口に材料を運搬して組立・設置した。

2018年度は、新たな階段魚道の基本構造組立を札幌で行った後、9月11～14日に余別新川河口の現場で組み立てて河口に設置した。階段魚道TypeⅣの特徴は階段プール部の水深が深いこと、同時に、階段幅が広がっていることにあるが、2017年は台風により階段魚道本体が波の影響でわずかに移動したこともあり、2018年度は作業現場の状況をみはからいながら根固工（蛇かご）も広くした。サケやサクラマスが余別新川の水を認識しやすいように、そ上前のこれら魚類のい集場所に直接流下するように、2018年度は呑口を枕蛇かごを流下方向（流れに対して直角）に設置した。完成した新しい階段魚道TypeⅣの設計図等を図3と図4に、作業の様子を写真6に、完成した魚道を写真7に示した。

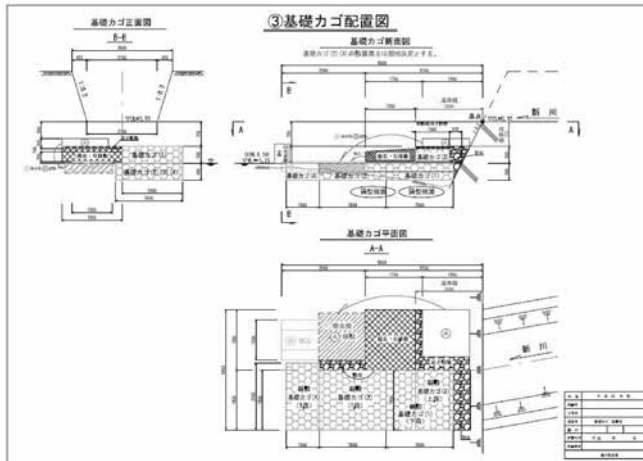


図3：基礎かご配置図

階段魚道TypeⅣ下部の根固工とかご（プール部）の組立方法を示している。

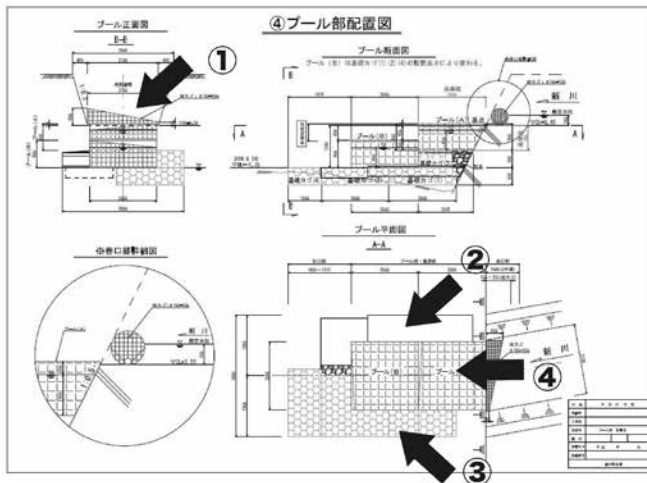


図4：プール部配置図

階段魚道TypeⅣの設置方向やかご（プール部）の取付方法を示している。

図中①から、プール部の下流側壁面が斜切りになっているのが分かる。図中②はこれまでであった根固工で、階段魚道が時化等で移動することがあっても移動しないように新たに図中③部分に根固工を増設した。また、余別新川河川水は過去には河口切り口に垂直で流下していたものをサケやサクラマスはい集場所に流下するようにした（図中④の方向）。





写真6：階段魚道 TypeⅣ 設置工程（余別新川河口現地作業）

①増設する根固工の準備，②階段魚道TypeⅢ（2017年度）の撤去，③階段魚道TypeⅣの現地組み立て作業，④増設した根固工の確認，⑤余別新川からの流れ方向の確認，⑥陸上での階段魚道の仮組立，⑦階段魚道の仮設置，⑧シート張り，⑨階段最下段部の整備，⑩通水試験，⑪いったん水を抜いて調節後に再注水，⑫階段プール部の微調整



写真7：階段魚道 TypeⅣ の完成

### 2-3. 枕蛇かごの概要と余別新川への設置

枕蛇かごの基本原理は、三面コンクリート水路に設置し、枕蛇かご上流側に30cm程度の落差工を形成（枕蛇かごの高さ程度）して水深を確保することにより溜まりができ、これをそ上してくる魚類が利用できるようにすることにある。枕蛇かご上流部はそ上魚類の休息場所になり、かご内外は水生生物（そ上個体及び餌生物）の棲み場の役割もする。周囲のマットは遮光性の不織布を使用することにより飛来等してきた植物の種が根付いて植生体になり、設置後の状態をより自然状態に近いものにする効果もある。この枕蛇かごは階段魚道と同様に、2015年に日本で初めて考案されたものである。枕蛇かごの概念図を図9に示す。

2015年11月1日～同3月14日に枕蛇かごに関する設計を実施した。STKネットを利用すること、現地で組立が可能なこと、水路への設置や撤去が簡易であることなどは、階段魚道と同じ考え方である。水路における枕蛇かごの設計条件は次のようになった。

- ① 蛇カゴの上流部は水深20～25cm、下流部は水深10cmを確保する。  
(図5)
- ② 転石があり、水路幅が狭い場所に対しては、蛇カゴを設置することで、水路幅を広げ、水位が上昇しサケ類のそ上が可能になるようにする。(図6)
- ③ 自然水路においては、蛇カゴの下流部に全長60cmの杭を打ち込んで固定する。(図7)が三面コンクリート水路ではアンカーロープにより固定する。
- ④ 自然水路の水理計算は流速を2.67m/s, 所定流量を6.72m<sup>3</sup>/sとして、蛇カゴ設置後の護岸断面面積が2.52m<sup>2</sup>を超えるように設定する。(図8)

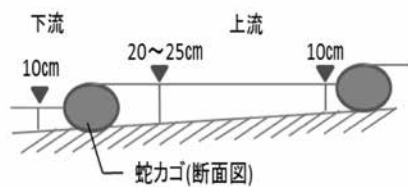


図 5 : 蛇カゴ間の水深条件

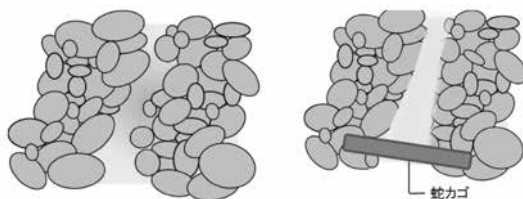


図 6 : 転石間に設置する蛇カゴ

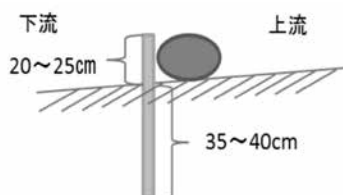


図 7 : 杭打ち条件

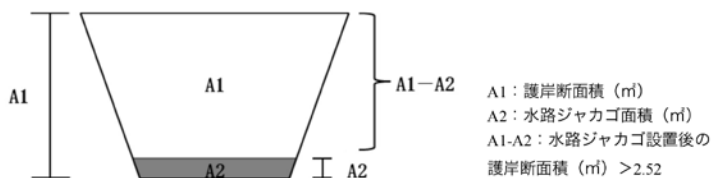


図 8 : 自然水路の水利計算

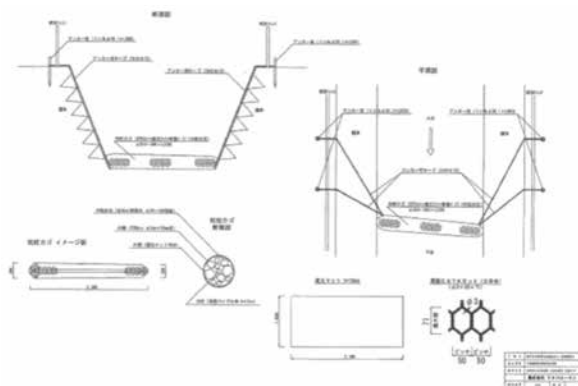


図9：枕蛇かご概念図

最初の枕蛇かごは2015年9月から余別新川下流部(河口から余別小学校横)の三面コンクリート張り水路に、また、2016年3月には余別新川上流部の自然水路(余別小学校～産卵水路まで)にも設置した。



写真8：枕蛇かごの設置

写真左より①材料、②石詰め作業、③完成した枕蛇かご  
④余別新川に設置した枕蛇かご

2017年度には余別新川流域の水深と前年に設置した枕蛇かごの効果を検証し、増水時にも水深が浅くなる箇所2カ所に追加設置を行い、そ上してきた親サケがそ上しやすい環境を整備した。

2018年度はサケの遡上を想定していたので、サケには水深が不足していると思われる郵便局前の新川2号橋下の水路にさらに1基を増設した。

## 2-4. 生物モニタリング

余別新川をそ上するサクラマスとサケの雌雄判定や魚体測定を行う目的で、2016年9月からたも網による捕獲（特別採捕）を行った。しかし、そ上したサケ・マス類は河畔の茂みの中に潜んだり窪地に留まったりしてたも網による調査では全量を捕獲できなかったため、その後、建網（地獄網）（図10）によるそ上魚類の捕獲（特別採捕）を試み、この建網による捕獲調査（写真10）は研究期間中に必要に応じて行った。捕獲した魚類は種類査定後に体長測定を行った。2016年10月7日にはそ上したサクラマスが余別小学校ワンド内に産卵床を形成したほか、10月8日は余別新川河口付近や樋門上流部に産卵を行っていることから、卵を採集して卵径を測定した。この卵はしばらく飼育したが、孵化することはなかった。サクラマスのホッチャレについても数とそれぞれの体長測定を行った。



写真9：生物モニタリング

①採捕した魚類、②ホッチャレの測定、③ヤマメの計測、④サクラマス卵の採集

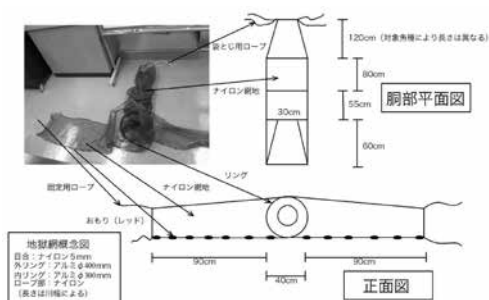


図10：建網（地獄網）概念図



写真10：余別新川への設置状態

特別採捕と平行して余別新川にそ上したサケ・マス類について全研究期間を通じて目視観察を行った。2016年度以降のサクラマスとサケの生物調査は主として目視調査と後述するモニタリングカメラを用いた調査が中心となった。目視調査は、サケ・マス類のそ上時期を中心に、階段魚道付近の夜間観察も行った。2015年度の目視調査は余別新川にサクラマスがそ上を始めた9月20日から9月28日まで行った。2015年10月6日には余別小学校正門付近においてサケと思われる個体の死骸が見つかった。

2016年度は9月中のサケ・マス類のそ上は見られず、2016年10月4日にサクラマスがシーズン初めて出現し、目視調査はその翌日から、余別新川河口（階段蛇かご上部）から最上流部（余別新川取水堰）までの全川を、い集状況や生息域を調べた。サクラマスのそ上は10月18日まで継続したが、その後の新たなそ上は見られなかったことから、そ上魚の調査から滞留魚の調査、とりわけサクラマス・ヤマメの行動調査へと移行した。

2017年10月13日にも地獄網を用いて、学校横にい集するヤマメの特別採捕を午前と午後の2回実施して採捕個体の体長等を測定した。



写真11：特別採捕による生物モニタリング（2017年10月13日）

①採捕した魚類、②魚体測定器による体長測定、③計測終了後の再放流

2017年の地獄網による調査では、地獄網をワンド木製堰に沿って設置し、学校橋から生息している個体を追い込む形で行った。午前の調査では4尾の魚類が採捕でき、うち1尾はフクドジョウであり、余別新川ではサケ科魚類以外の魚類も生息していることが確認された。また、午後の調査では合計10

尾の個体が採捕でき、内訳はヤマメ3尾、フクドジョウ3尾、ウキゴリ幼魚4尾であった。

余別川本川では10月10日頃からサケのホッチャレが見られるようになり、階段魚道付近でもホッチャレが見つかった。階段魚道下でホッチャレ個体(写真12)を採捕し、体長を計測した。



写真12：階段下で採捕したサケのホッチャレ

2018年度の生物モニタリングは、階段魚道設置後のサクラマスやサケの階段魚道飛越生態やコンクリート水路をそ上する行動を中心に目視調査を行い、それらのビデオ撮影を行った。その結果、2018年9月25日頃からサクラマスとサケ両方が階段魚道付近に集まりはじめ、サクラマスは10月1日の夜半からそ上が始まり、10月4日以降には新入個体は見られなかった。一方、サケは10月4日前後から余別川本川河口付近に集まり始め、10月7日夜半からそ上が始まり、10月10日以降には新たなそ上個体は確認できなかった。2018年度はこれらの個体について、そ上生態や産卵行動を目視観察とモニタリングカメラによる映像解析を中心に行った。

## 2-5. モニタリングカメラによる調査

2016年度のモニタリングカメラは学校橋のやや上流に、水中カメラ1基と水上からの撮影用カメラ1基の計2基を設置したが、台風による余別新川増水のため水上カメラが水没してデータが記録できなかった。また、水中カメ



ラは学校橋付近まで大型親魚のそ上がなかったため、結果的にサクラマス等魚類個体の記録を取ることはできなかった。これを踏まえて2017年度は階段魚道直上に水上カメラのみを設置し、飛越する個体を捕らえてそ上個体の数と大きさを計測しようと試みたが、2017年度はサケのそ上は1尾のみであった。しかし、カメラはこの個体を捕らえており、目視調査では確認できなかった階段魚道へのサケのそ上が確認できたことは大きな成果であった。おそらく夜間から夜明け前のそ上であったと思われる。これらの経験から2018年度は、水中カメラと水上カメラの2基を設置することにして、さらに効果的に、また、水没の危険性がないと思われる余別新川河口近くの樋門付近にカメラを設置した。水中カメラにはセンサーを取り付け夜間にはライトが点灯するようにした。水上カメラは直上から2分おきの静止画像の連続撮影とし、カメラ直下に魚類が通ったときの画像から魚の種類、大きさ、尾数を計測できるようにした。電源は2017年度からソーラーバッテリーを利用した。

毎年の経験を経て、2018年度のモニタリングカメラは階段魚道設置と同時の9月12日に取付け、サケそ上の終了時を想定した10月19日まで水上と水中



写真13：モニタリングカメラ設置と撮影

①カメラ設置場所（余別新川河口近くの樋門付近）、②設置に係る打合せ、③カメラ支柱と作動確認、④ソーラーパネル、⑤夜間撮影中（ライトが点灯している）、⑥水中撮影中

で連続で観察した。映像記録は現地のカメラに接続したハードディスクに記録するとともに、データ通信で2分おきに送信した静止画像は受信基地である福岡県小郡市の研究施設にて記録した。サケのそ上は予測したとおりの時期で終了したので、これにより、2018年度はサクラマスのそ上開始からサケのそ上終了まで、無事にデータを得ることができた。用いたハードディスクは最初は4TBであったが、途中でディスク残量が少なくなり（遠隔地で判断できる）、新たに2TBのハードディスクに交換した。夜明け前のそ上が予想以上に多く、ライト点灯時間が多くなったことから途中でソーラーパネルを増設した。

### 3. 得られた結果

#### 3-1. サクラマスそ上

2015年9月18日に余別新川河口域の階段魚道Type I が完成した。完成直後からヤマメが階段魚道付近にい集し始め、そ上行動が見られたが、ヤマメの飛翔能力は小さく、そ上自体の確認は認められなかった。



写真14：完成直後の階段魚道付近でそ上行動をするヤマメ

一方、9月28日に余別新川河口域の階段魚道をそ上したと思われるサクラマス親魚が階段魚道直上の水路で確認されたのをはじめとして、9月30日までサクラマスのそ上が付近住民らにより確認された。これらのサクラマスは

婚姻色を呈していた。通常、サクラマス親魚は5月頃にそ上することから、これらのサクラマスは余別川本川河口付近に滞留していた親魚の産卵そ上かと思われる。さらに、10月に入ると、10月3日頃から階段魚道下にサケのい集が見られた。これら集したサケのそ上は確認できなかったが、10月6日に余別小学校正門付近の正門橋下にサケと思われる死骸(通称「ホッチャレ」)が見られたこと、10月25日には余別新川水路内においてそ上途中のサケ親魚が目視により確認できたことなどから、サクラマスだけではなくサケについても階段魚道を経て余別新川水路をそ上していたものと考えられた。これらのことから、余別新川における2015年のサケ科魚類のそ上は、サクラマスが9月28日から10月初旬、サケについてはサクラマスのそ上終了したのち10月第3週までと考えられた。調査期間中にサクラマスとサケは同時にそ上見られなかったことから、サケのそ上はサクラマスのそ上の後に行われていると考えられた。9月20日と9月30日には積丹町サクラマス・サンクチュアリーセンター裏手の「ヤマベの淵」においても婚姻色を持ったサクラマス親魚のい集が見られていたが、「ヤマベの淵」にい集するサクラマスについては、余別新川上流部の余別川と余別新川分岐点からの流下個体の可能性もあったため、余別新川そ上个体とは見なすには至らなかった。このように合流点からのサケ科魚類の流下があることが判明したため、流下个体とそ上个体を明らかに見分けるための工夫が必要であり、これは2016年度に向けた課題とした。

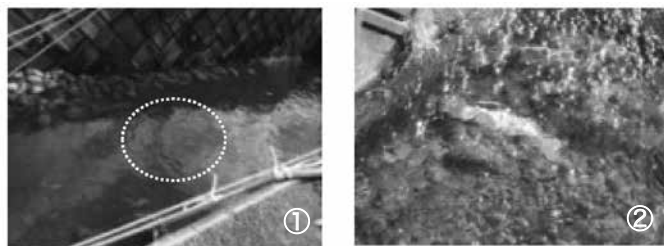


写真15：①階段魚道直上で確認できたサクラマス  
②小学校正門前で確認したサケホッチャレ

2015年10月25日の余別新川水路の測量中に、枕蛇かごを4つほど超えてそ上途中のサケを確認した。このサケは水深が不足していたため、そ上できなくなっていた。その時の水深は約15cm程度でサケの眼は水上に露出していた。このことから、サケのそ上条件として、少なくともサケの眼が隠れる程度の水深が必要であることが判明した。

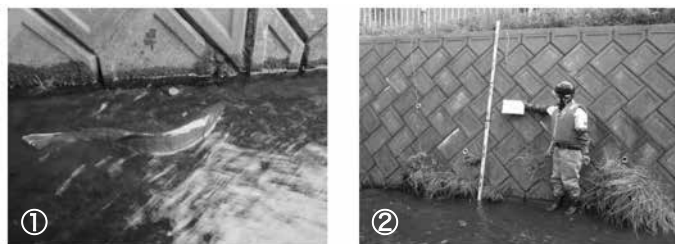


写真16：①そ上できないサケ，②その時の水深

2015年度調査によりおおまかなサケ科魚類のそ上時期とそ上条件が明らかになったことから、2016年度は時期を合わせて集中的にモニタリングを行うこととした。

2016年の春季は、まだ、階段魚道等が設置されておらず、サクラマスの上は見られなかったが、通常はサクラマスの産卵そ上は春季に行われることから、5月16日から約1カ月間、余別新川全域での目視調査と、余別小学校横（学校橋上流部）にモニタリングビデオカメラを設置して、そ上個体の確認を行うとともに、階段魚道をそ上した個体を確認するために5月17日から、一昼夜、建網（地獄網）によるそ上個体の採捕を試みた。しかし、この間でのサクラマスそ上は確認できなかった。

2016年度の階段魚道の設置は9月16日であった。階段魚道の新たな改良点は、①サケ科魚類が飛翔しやすいように階段内のかご（プール）高を60cmから40cmと低くしたこと、②飛翔の際に助走しやすいようにプール長を1mから1.2mと長くしたこと、③台風等横風と横波による階段向きの変化と底

泥の掘削による階段自体の沈下防止のために底面をミニ蛇かごや土のうにより補強したことであり、「階段魚道TypeⅡ」と名付けた。この結果，秋季においては前年に比較して，かなり大規模なそ上が見られた。そ上時期もあらかじめ判明していたので，2016年度の目視観察はそ上期間中のすべてで全川調査として行った。

2016年秋の余別新川へのサクラマスそ上は，10月3日の階段魚道付近におけるサクラマス親魚のい集から始まった。い集したサクラマスはほとんどが婚姻色を呈し，産卵準備が始まっていたが，前述のとおりサクラマスのそ上は，通常，春季に行われることから，い集したサクラマスは前年同様，春季に余別川本川にそ上した親魚が，産卵のために余別新川に集合したものと思われる。翌10月4日にはそ上した親魚は余別小学校ワンドまで達し，ワンド内には産卵床形成が見られた。

10月4日に始まったサクラマス親魚そ上は，そのピークは10月5日で，写真18は階段魚道から水路へジャンプするサクラマス親魚（雄）である。階段からの飛翔は1度では成功せず，2回の失敗ジャンプののち3回目で成功した。階段魚道内で助走はせずいきなりのジャンプであった。この時の飛翔距離は1.5m程度，飛翔高は45cm程度で，階段魚道のプール寸法を変更した効果が認められたと思われる。こうして階段魚道を上った個体は，階段魚道上



写真17：①階段魚道TypeⅡ付近にい集したサクラマス親魚  
②階段魚道直上にそ上し遊泳するサクラマス親魚

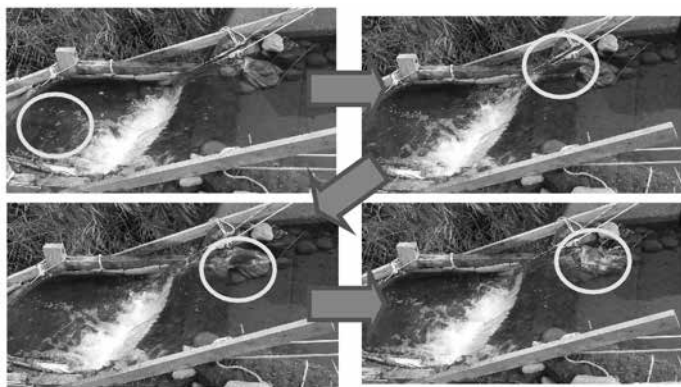


写真18：階段魚道を飛翔するサクラマス（雄）

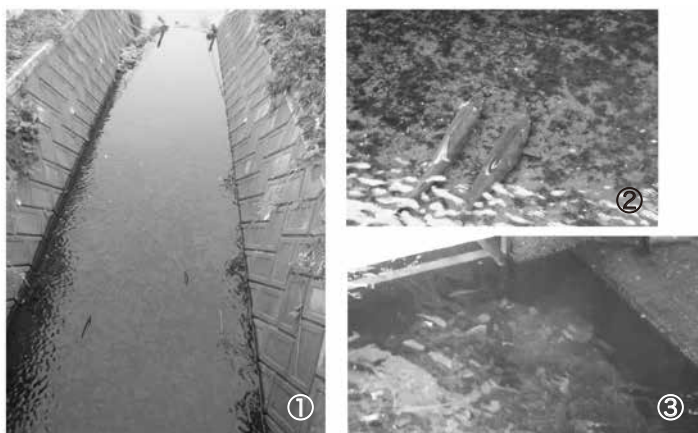


写真19：①階段魚道上のコンクリート水路でカップリング行動を行うサクラマス  
②成立した雌雄カップル，③樋門内に集するサクラマス親魚个体

部の水路に目視確認できたものだけでも7尾の親魚が遊泳し，一部はカップリング行動を行っていた。階段魚道を越えたサクラマス親魚は水路に集し，いずれも上流に向いて遊泳していた。樋門内プールにも集してサクラマスワールドを形成した。



階段魚道を上ったサクラマス親魚は、その後、分布域を上流に広げ、サケ科魚類目視調査を終了する10月18日まで継続し、最終的には余別小学校ワンドを越え、学校橋下流部まで達した。このときヤマメも広く分布していたので、サクラマス親魚だけではなくヤマメのそ上もあったと思われるが、ヤマメの階段魚道の飛翔は定点ビデオカメラや目視調査では捕らえることができなかった。ヤマメ滞留の最下流域は階段魚道直上のこぶし大の石の間で、昼間は確認できなかったが、夜間赤外線ビデオカメラには石のすき間を出入りする個体がとらえられていた。余別小学校ワンド付近にはワンドのほかに木製の堰が設置されているが、その高さは約90cmで、おそらくこの堰を飛翔することはサクラマス親魚やヤマメには難しく、ワンドを経由して小学校横水路までそ上したものと思われる。

10月4日と10月5日にそ上した個体のうち、ワンドに達した個体2尾がワンド内に産卵床を形成した（写真20①）。余別小学校職員らからの聞き取り調査から、産卵床形成は10月4日午前と10月5日午前の2回であることが確認された。ただし、この産卵床では産卵は行われなかったとみられ、卵の発見はなかった。

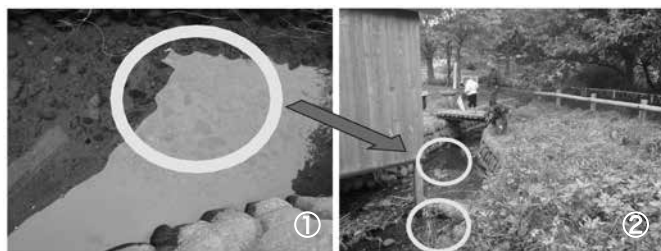


写真20：①余別小学校内ワンドに形成されたサクラマス産卵床  
②ワンド内の産卵床位置

階段魚道上部以外でサクラマス親魚とヤマメが最も多数分布していたのは余別小学校正門前の新川1号橋から学校橋の水路である。新川1号橋からワ



ンド脇の木製堰までは、河岸が高くなっていて日陰になる部分が多く、また、枕蛇かごに枯れ枝や木の葉がからまっており、とりわけヤマメは枯れ枝や木の葉の下に集していた。木製堰から学校橋にかけては木製堰で流れがせき止められて常に水深が20cm程度を保持されていてサクラマスの遊泳に適していたこと、また、河岸に隙間があって、ヤマメが棲み処として利用していたなど、サクラマス、ヤマメともに好適な棲み場であり、多くのヤマメとサクラマスが混生していた。

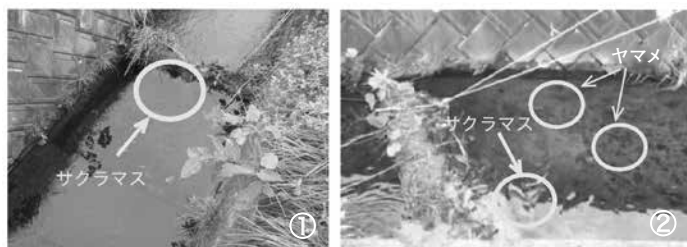


写真21：①余別小学校正門の新川1号橋上流部に滞留しているサクラマス

②小学校横のコンクリート水路に混生しているヤマメとサクラマス親魚

写真21①は正門横の水路内プールで深みになっている。サクラマスはこのような場所に滞留しやすいことを確認した。なお、この場所は前年にホッチャレが見つかったところでもある。余別小学校横コンクリート水路内には、サクラマス親魚、ヤマメのほかにも10月5日にサクラマスのホッチャレが2個体見つかっている。これは前々日、前日にワンド内に産卵床を形成した個体であろうと推測した。小学校横に設置した枕蛇かごのうち1基は、河岸接地点部分に15cm程度の隙間（穴）があり、ヤマメはもとよりサクラマス親魚もこの隙間を利用してそ上や降河を繰り返していた。このことは適度な水位さえ保てれば、隙間は魚類のそ上を助ける効果があると推測される。

2016年度のサクラマスそ上は学校橋付近までであったが、ヤマメについてはさらに生息域を上流部へと広げていた。学校橋よりも上流部は河畔林豊かな自然護岸（自然水路）であり、とりわけ水深が20cmを超えるタマリにヤ



写真22：①小学校横のコンクリート水路を遊泳するサクラマス親魚  
②同場所を遊泳するヤマメ（水中撮影による）



写真23：小学校横コンクリート水路内で見つかったサクラマスのホッチャレ

マメが数尾の群れを作って遊泳していたことを目視調査により確認した。自然水路は町道に架かる新川橋付近でいったん河畔林が途絶える。この部分は大きく湾曲して流速も緩やかになり、また、深みになっている。また、町道新川橋はボックスカルバート構造で、カルバート内は薄暗く、水深は約10cm程度である。このカルバート付近では、湾曲部とカルバート内に多数のヤマメが滞留し、第二の「ヤマベの淵」の出現の様相を呈していた。とくにカルバート奥部には、暗視野ビデオによる観察で、無数の20～25cm級のヤマメが生息していることが判明した。ただし、調査日によってはこの2箇所にはまったくヤマメの出現が見られなくなることもあり、ヤマメはその日の流量や気象条件により、余別新川上流部や下流部に移動していたことが分かった。町道新川橋のボックスカルバートを抜けると産卵水路になるが、秋季のサクラマス・ヤマメそ上期には流れをとめており、余別川本川からの流

下個体はなかった。

ヤマメはさらに分布域を上流部に広げ、分布の最上流部は、産卵水路用の取水堰下のタマリであった。この結果、ヤマメは階段魚道から取水堰までの余別新川全域、およそ1 kmにわたり、コンクリート水路、自然水路を問わず、分布したことになる。



写真24：①自然水路最上流部のヤマメ生息場所  
②ボックスカルバート内のヤマメ



写真25：①ヤマメ分布域最上流部（産卵水路用取水堰下）と②その個体（水中撮影）

このように階段魚道と枕蛇かご設置後には秋季のサクラマス親魚とヤマメのそ上がみられた。前年には余別川本川からの流下個体の存在の可能性があるあったが、2016年度は産卵水路上部に取水堰を設けてあり、流下個体はここを抜けることができないため、2016年度に余別新川で見られたサクラマス親魚およびヤマメはすべて階段魚道を飛越し、その後分布域を上流部に広げた個体であることが明かであった。とりわけ、国道新川橋下のボックスカルバー

ト内には無数のサクラマス（一部は婚姻色あり），と大小様々なヤマメがい集していた（写真26）。大型の個体は30cmを超え，いわゆる「尺ヤマメ」で，これが集落内を流れる三面コンクリート張り河川に出現したことは特筆すべきことである。



写真26：国道新川橋ボックスカルバート内に出現した大量のヤマメ

サクラマス親魚のそ上は連続モニタリングの結果，10月4日に開始され10月14日の11日間，継続したことになる。階段魚道を設置する前は，時折，余別川（本川）からの流下個体が発見される程度であったが，以上のように尺ヤマメを含むサクラマス・ヤマメが大量に，とりわけヤマメは最上流部まで分布したことにより，階段魚道と枕蛇かごの効果が判明した。

2016年度はサクラマス・ヤマメ等の目視およびビデオカメラによるそ上調査と平行して，生物採集によるモニタリングも実施した。前述のとおり10月4日～5日にかけて余別小学校ワンドにおいてサクラマスの産卵床形成が見られたが，卵の採集はなかった一方で，10月8日には樋門上流部においてサクラマスの卵が発見された（写真27）。それまで同場所に卵は見られなかったことから，これは10月7日～8日にかけて産卵が行われたと判断し，採集して卵径測定を行ったところ卵径の平均は6.2mmであった。採集した卵は積丹町ものづくり体験館に持ち帰り，その後しばらくの間，飼育を試みたが，孵化する個体はなかった。

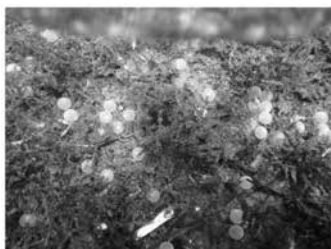


写真27：余別新川で自然産卵されたサクラマス卵

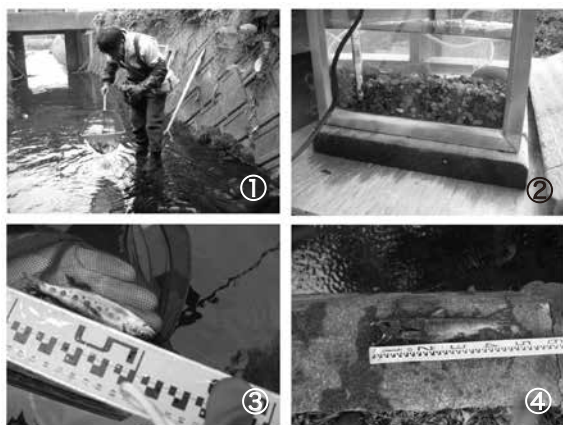


写真28：①サクラマス受精卵の採集，②受精卵の飼育  
③ヤマメの採捕と計測，④ホッチャレの計測

魚類の採捕は10月8日と10月19日に、余別小学校正門前の新川1号橋から学校橋にかけてのコンクリート水路で行い、たも網により合計でヤマメ2尾とウキゴリ4尾を採集した。採集したヤマメは体長を測定し、11～12cmであった。ウキゴリはともに5cm前後で、大きいもので7.5cm、小さな個体は4cmであった。採集した個体はいずれも水路内の枕蛇かご付近、枯れ枝や木の葉の下で見つかっている。

さらに、サクラマスについてはホッチャレの計測も行った。ホッチャレは小学校横水路で見つかった個体で、60cm程度であった。

サケについては前年の2015年度は余別新川においてサケと思われる個体1尾のそ上がみられたが、2016年度は余別新川へのサケのそ上はなかった。一方で、サケは余別新川へのサクラマスの上が終了する頃、10月14日頃には、余別橋より河口側に90～100cm級のサケ親魚40尾程度がい集しはじめ（写真29①）、10月15日には余別川（本川）へのサケそ上がピークを迎えた。これらの群れは10月16日には余別川の余別定点まで達し、産卵行動を行った。

余別新川へのサケい集が階段魚道下まで達していたことは、11月3日に階段魚道付近でのサケのホッチャレ（写真29②）により確認できたが、そ上には至らなかった模様である。2016年は「秋サケ不漁深刻・30年で最低」（読売新聞11月26日・夕刊）であること、また、例年にみられる秋の低気圧接近がなく、降雨量も少なく、すなわち余別新川における流量増加がなかったことと関連があると思われる。

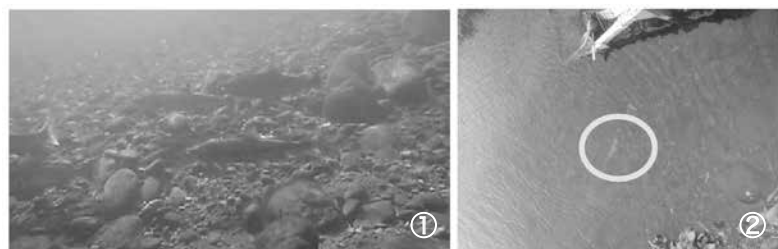


写真29：①余別川にい集したサケ親魚（水中撮影）  
②階段魚道付近に見られたサケのホッチャレ

2017年度は、階段魚道TypeⅢの完成直後からサクラマスとサケなどサケ科魚類のそ上確認調査を開始した。サケ科魚類そ上前の事前調査は、前日に大雨が降った翌日の2016年7月22日に行い、水路等に魚類がそ上を行う水路や枕蛇かごなどの状況調査を行い、すべて異常のないことを確認した。目視調査は2017年9月9日に開始、そ上個体は確認されなかったが、増設・改修した枕蛇かごは問題なく機能していることが確認できた。その後の目視調査は、10月6日、10月7日、10月8日、10月13日、10月19日（夜間）、10月20

日、11月3日の計7回実施した。

これらのモニタリング結果では、余別新川には越冬個体も含めて、ヤマメの群れがいくつも見られ、昨年のぼったヤマメは無事に生息しているようであった。とくに毎回ヤマメの群れが見られた場所は、上流から産卵水路付近、町道新川橋下流の深み、余別小学校横の水路、街中の水路、国道新川橋下であった。つまり、昨年度の秋そ上以降、ヤマメは余別新川のほぼ全域にわたって分布するようになり、とりわけ小学校横の水路には毎回の調査で10～15cm級のヤマメが10～20尾程度の群れを作っているのが観察できた。ときにはこれらが合流し、一時的に30尾以上の群れとなることもあった。学校横水路に生息する個体のうち、何尾かは学校横水路とワンド内を往来し、ヤマメのそ上時はワンドを有効利用していることが確認できた。また、国道新川橋下には25cm級の大型のヤマメ・サクラマスも遊泳している姿が観察できた。



写真30：学校横水路を往来するヤマメの群れ

一方、サケでは今年は例年よりも早く余別川本川へのそ上が始まり、古平川や積丹川のそ上も早まったようで、サケのそ上及早まったのは積丹半島の全体的な傾向のようである。通常であれば、10月第1週当たりからサクラマスの産卵そ上が始まり、産卵床を形成し、その後の10月中旬以降にサケがそ上する姿が見られるのであるが、2017年のサケそ上は1週間以上も早まったようである。



サクラマスに比べてサケの魚体は大きく、サケがいるとサクラマスは河岸の茂みの下や河川の深みに留まって姿をみせない。実際、余別川保護水面観察員の調査においても2017年秋には余別川本川でのサクラマス産卵床は観察されていなかったのも、おそらく余別川水系において産卵のためのサクラマスは出現しなかったと考えられる。このように、サケの産卵そ上が早まり、また、サケの来遊量も多く、余別川本川では10月7日には余別橋下に70～100cm級のサケが多数見られるようになり、産卵行動も見られた。そのうちの一部は階段魚道付近まで達し、前年度には見られなかった階段魚道へのサケの来遊は2017年秋には観察できた。階段魚道付近のサケの行動をみると、余別川をそ上する個体の一部は階段魚道のぼり口までやってくる（写真31）が、のぼることは目視では観察できなかった。この頃は大雨もなく、階段魚道を流下する水量とも関係があるのではないかと推測した。また、余別本川の河床は玉石であるが、階段魚道下には砂地が広がって水深が浅くなっており、サケにとって大雨の有無は重大な要因になると思われる。ただ、数尾個体は階段魚道下まで達し、階段魚道脇で産卵床を形成したことが確認できた。サケのうち階段魚道付近まで達するサケは10月8日を過ぎるとその数も減り、ピークは過ぎたようであった。



写真31：階段魚道付近に来遊するサケ親魚

余別川本川では10月10日頃からサケのホッチャレが見られるようになり、階段魚道付近でもホッチャレが見つかった。階段魚道下のホッチャレ個体の

体長は69cmであった。

2018年度は階段魚道TypeⅣ設置後から実際にサクラマスやサケが階段魚道やコンクリート水路をそ上するかどうかを確認するため生物モニタリング（目視観察およびビデオ撮影）を開始した。その結果、2018年は9月25日頃からサクラマスとサケ両方が階段魚道付近に集まりはじめ（写真32①）、10月2日には50～60cm級のサクラマス親魚が階段魚道からそ上を開始した。早朝にはすでに新川河口上にサクラマス親魚が遊泳していたことから（写真32③）、そ上は実際には10月1日から2日にかけての夜間に開始されたと考えられる。このとき、サクラマス以外にもアメマス1尾がそ上したことが確認できた。このアメマスを採捕し、腹を割いたところ成熟した卵を持っていたことから、アメマスも産卵そ上であると思われる。余別川水系にアメマスが生息していることはすでに確認されているので、条件さえ整えば新川にもアメマスのそ上の可能性があることが判明した。さらに、過去にはそ上していなかったアメマスがそ上したことで、階段魚道TypeⅣは機能的にアメマスにも有効であることが分かった。

サクラマスの階段魚道へのそ上は、10月2日朝の階段魚道飛越の際に、勢いが良すぎて階段下から3段目（Aプール）（写真33①）を飛び越えた個体が10尾以上確認でき、これらの個体は階段魚道横の根固工の隙間に入って死亡していた（写真33②）。余別川水系は保護水面に指定されており、親魚のサンプルはできる限り避けたいので、これらの死亡個体を集めて計測した。先ほどのアメマスもこの中に入っていた（写真33③）。Aプールから飛び出し個体はそのすべてが上流に向かって左側に飛越して飛び出していたので、サケ科魚類は斜め左方向に飛越する習性があるのかもしれない。しかし、Aプールは上流に向かって左側から余別新川河川水が流下するように設計しているので、強い流れを感知しての可能性もある。このことはサクラマスのそ上生態に関してさらなる検証が必要である。なお、その後、10月4日には階段下から2段目Bプールを超えて飛び出したサクラマス親魚1尾が、階段横

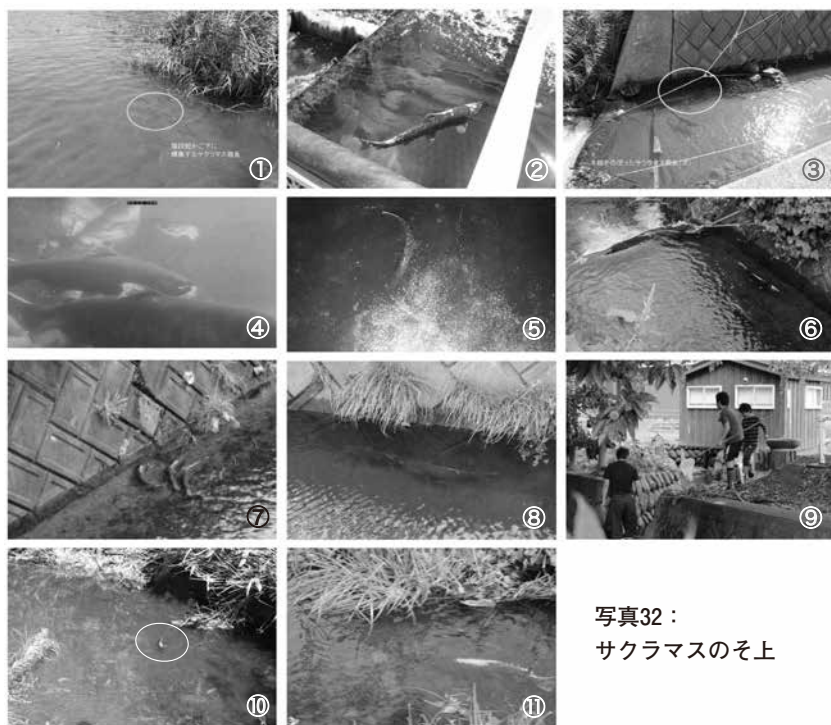


写真32：  
サクラマスの上

①階段蛇かご下に集するサクラマス親魚，②そ上して階段魚道のプールを遊泳中，③階段魚道をのぼりきったサクラマス，④余別新川河口樋門を通過中のサクラマス（手前が雌で後ろが雄。約45cm級），⑤樋門上から見たそ上中のサクラマス，⑥市街地をそ上するサクラマス，⑦市街地で群れをなしている，⑧学校横水路をそ上中のサクラマス，⑨サクラマスを観察中の小学生，⑩町道新川橋ボックスカルバート手前を遊泳中のサクラマス，⑪産卵水路横の自然水路を遊泳中のサクラマス（ペア）

右側で見ついている。この大きな飛越による飛び出しを防ぐため、応急処置的にプールA横にボードを取り付けたことにより、その後の飛び出し個体はなくなった。しかし、次年度には最初からこのボードを取り付ける必要があることが分かった。

サクラマスは階段魚道をそ上したあと、順調に枕蛇かごを飛び越えて上流へとそ上を続けた(写真34)。目視調査でサクラマス親魚が発見できたのは、河口域階段魚道直上、河口から樋門までのコンクリート水路、樋門に設置し

たモニタリングカメラ付近、国道新川橋から新川2号橋（郵便局前付近）の水路、余別小学校横の水路などであり、これらは過去のサクラマス親魚そ上個体とほぼ同じ場所であった。2018年度はそ上個体も多く、過去にはみつからなかった箇所にもサクラマス親魚個体が出現していた。たとえば小学校ワンド内の（2016年度にはワンド内で産卵床形成を確認しているので、それ自体は新しくないが）、今年度は、産卵床形成を助けるために整備した箇所において親魚が遊泳して産卵床を形成した形跡が確認できたことは、産卵場所の整備が効果を現したものと推測できる。2018年度に新たに加わった観察結果の中で特筆すべきは、余別新川河口から約1 km上流のサンクチュアリー



写真33：サクラマス親魚の階段魚道飛越

①サクラマス親魚の階段魚道飛越の方向（中央矢印）、②魚道から飛び出したサクラマス、③飛び出し個体の中にはアメマス成熟個体1尾も見られた



写真34：サクラマス親魚の枕蛇かご飛越

センター付近の自然水路（産卵水路横）で2尾のサクラマス親魚が見つかったことである（写真32⑩）。この2尾は自然水路ぎわの雑草の茂みに潜んでいて、人の気配があるときには姿を現すことはなかった。産卵水路の上流部は産卵水路の水を確保するため堰で閉じているため、このサンクチュアリーセンター付近のサクラマス親魚ペアは河口からそ上してきた個体である。目視観察によるサクラマスそ上生態の結果から、2018年度のサクラマスそ上は、10月1日の夜間から始まり、10月4日にほぼ終了し、この間は河口からサンクチュアリーセンターまで、試験区域全体にサクラマス親魚が分布したことになる。サンクチュアリーセンター横で見つかったペアのサクラマス親魚は、小学校よりも上流の余別新川自然水路を無事そ上してきているので、サクラマスのそ上に関しては、階段魚道、市街地に設置した枕蛇かご、自然河畔林内に設置した枕蛇かごなど、いずれもがサクラマスにとっては効果的に機能していると判断できた。

2018年度のモニタリングでは、階段魚道を飛越するサクラマス親魚、枕蛇かごを飛越するサクラマス親魚などを映像でとらえることができた。枕蛇かごを越すサクラマス個体の映像記録は初めてであり、ひれをうまく使いよじ登るサクラマスやいきなりジャンプで飛び越えるサクラマスなど様々な飛越形態が観察できた。一度で成功する場合もあるが、何度も失敗してようやくそ上できたサクラマスも観察できた。階段魚道内のサクラマスは必ずしも上へ上へとそ上するだけでなく、一旦、階段を遡っても再び下る個体もみられるなど、そ上生態も様々であった。

ヤマメについては、もうすでに2年ほど前からそ上した個体が越冬しており、2018年度の調査においても越冬個体（これに加えて新たにそ上してきたヤマメもいるであろうが、越冬個体か新入個体かの区別はつかない）は数多く存在した。ヤマメが多くみられる箇所は、下流から国道新川橋下のボックスカルバート内（大型ヤマメの棲場となっている）、郵便局前の水路、小学校横のコンクリート水路などである。

2018年度のサクラマスそ上モニタリングにおいては、サクラマスの産卵行動も観察でき、それを映像で記録することができた。10月3日には余別郵便局前のコンクリート水路でサクラマスの産卵親魚11尾がカップリング行動を行っているのが観察された(写真35①②③)。また、前述したとおり、小学校ワンド内でも産卵親魚が見られ、この個体は同日夜に産卵床を形成したことを確認した。



写真35：サクラマスの産卵行動

①サクラマス親魚雌雄が集合する、②雌雄が入り乱れてカップルを作り始める、③ペアが整い産卵行動を起こす

10月3日には余別小学校の生徒たちが教諭の指導のもとに野外観察を行う様子がみられた(写真32⑨)。このこと自体も本事業の当初からの目的であった。結局、サクラマスは、余別新川の河口から始まり、約1 kmほど上流のサンクチュアリーセンターまで達しており、サクラマスについては、河口から余別新川サンクチュアリーセンターまでのそ上と、その後の分布と産卵行動が可能であることが判明し、この研究が始まった当初の目的をおおむね達成できたことになる。産卵自体は2016年度に、産卵床を形成せずに産卵が行われたこと(卵の採取をするも産卵床を形成しなかったために残りは翌日には流下してしまった)を確認しており、また、数年連続で産卵床の形成が確認できたことから、余別新川の一連のそ上システムはうまく機能していると判断できた。残された課題としては、「産卵床の形成とそこでの産卵」となる。



### 3-2. サケのそ上

2018年度はサケもそ上した。サケは10月4日前後から余別川本川河口付近に集まり始めた。余別川本川の河口付近、やや上流よりには、サクラマスとサケが混生したそ上待機群が確認できた（写真36）。サケとサクラマスが混生して遊泳すること自体が珍しいが、ここにサクラマスそ上待機群が遊泳していることは、次のサクラマスそ上もあり得たが、実際にはサクラマスのそ上はなく、おそらくサクラマスのそ上は終了したと思われる。

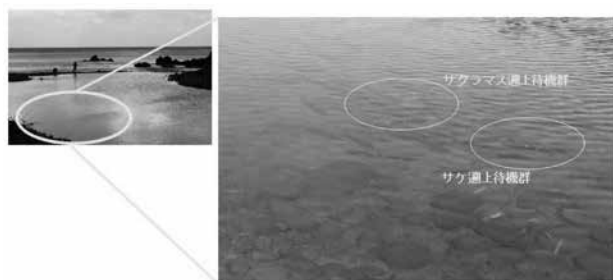


写真36：新たなそ上待機群（余別川河口付近）

代わりにサケのそ上が台風25号による余別新川の増水とともに始まり（写真37①）、10月7日夜頃からは階段魚道へのそ上が始まった。産卵親魚はおもに余別新川河口域水路から新川1号橋付近（郵便局付近）で見られ、昼間は河岸の草陰に隠れていた（写真37②）。サケのそ上は10月10日頃まで続いたが、その後は残留個体のみが見られるだけであったので、おそらく10月10日頃に終了したものと考えられる。

2018年10月9日には新川1号橋と同2号橋の間で、サケ親魚6尾の群れがカップリング行動を行っていることが確認できた（写真37③）。このカップリング行動はわずか30分程度で終了した。サケがカップリング行動を行っていた箇所はコンクリート水路で、産卵床は形成していなかった。カップリングはその場所から大きく離れることなく続き、このことから、この場所には





写真37：サケのそ上と産卵行動

①市街地の余別新川水路をそ上するサケ、②昼間は河畔の植物の陰や堆積した枯枝の下に潜む、③新川1号橋付近で見られたサケの産卵行動（追尾行動）

何かサケの産卵に適した環境があることが推測される。今後は、サケ産卵の条件等を検討し、サケのそ上が可能になった今、産卵を行うことができる条件を整えることが重要かつ今後の課題になると思われる。

2017年度に余別新川河口部（階段魚道直上）のみでサケ親魚1尾を確認したが、2018年度は親魚が群れをなして新川1号橋付近までそ上し、産卵行動を行っていたことから、階段魚道TypeⅣと枕蛇かごはサケのそ上に対しても有効であることが判明した。これらのサケ個体群についても、水中連続モニタリングにより映像として収めることができた。

### 3-3. サケ科魚類そ上時期の余別新川の水温環境

余別新川における水温測定は、データロガーを用いて1時間ごとに水温を連続測定した。そのうち、通年で水温が観測できた2015年と2017年の結果を示す。

2015年の調査期間中に余別新川5点において、データロガーを用いて1時間ごとに水温を連続測定した。そのうち、そ上に関連する階段蛇かご直上で測定した結果を図11に示した。

ヤマメの階段魚道設置直後の飛翔行動（9月18日）頃の水温は20℃前後で推移しており、水温が20℃を下回ることによりヤマメのそ上を開始されたと考えられた。一方、2015年にサクラマス親魚が婚姻色を呈して産卵そ上を始めた9月28日の水温は大きく変化はないものの、水温は下降傾向にあり、

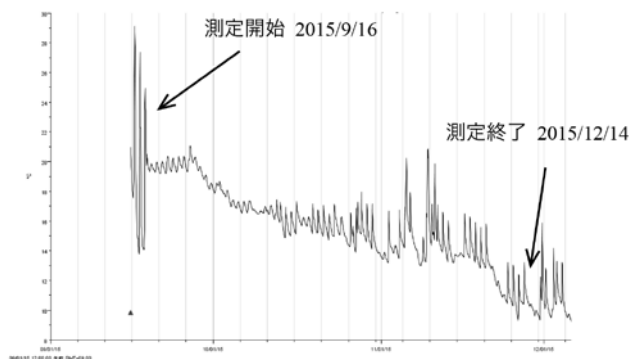


図11：階段蛇かご直上における余別新川の水温の推移

11月上旬まで日変動を繰り返しながら15℃以下まで下降した。サケの階段魚道そ上時期である10月下旬からも水温は下降していたが、後述するようにサクラマスとサケのそ上は時期がずれており、そ上時の水温はヤマメ＞サクラマス＞サケの順となった。

一方、2017年度には調査期間中に余別新川4点（取水堰，自然水路・コンクリート水路境界，学校橋，河口階段魚道直上）において，データロガー（自動計測水温計）を用いて1時間ごとに水温を連続測定した。そのうち，最上流部では昨年度から継続して水温を計測している水温計と，サケのそ上時期の水温を精密に測定するために9月15日に追加して設置したデータロガーがあるので，代表地点として最上流部の水温を図12と図13に示した。

2017年秋の余別川本川へのサケのそ上時期は例年に比べて約1週間程度早まっていた。この時期は余別新川の水温が，それまで15℃以上で推移していた温度が急激に15℃を下回り始めた時期に一致する。2016年秋のヤマメの階段魚道設置直後の飛翔行動（9月18日）頃の水温は20℃前後で推移しており，水温が20℃を下回ることによりヤマメのそ上が始まると考えられたが，2017年は20℃を上回るのが7月から8月下旬の間の一部であり，本来のサクラマスのそ上時期にサクラマスやヤマメのそ上を促す水温変化が見られてい

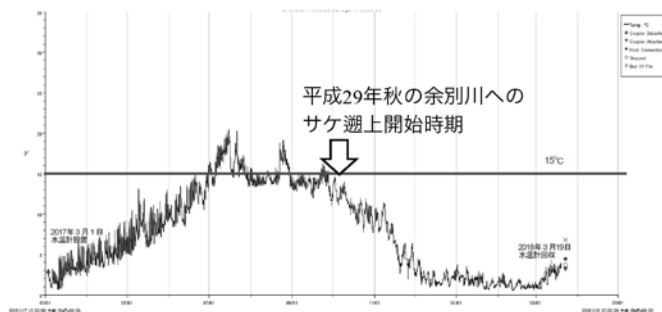


図12：余別新川取水堰付近の水温推移－1（通年）

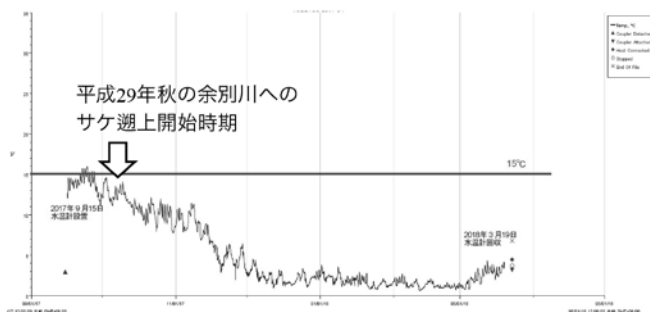


図13：余別新川取水堰付近の水温推移－2（遡上時期）

ない。2016年秋にはサクラマスが大量に來遊し、階段魚道にも遡った時期の水温条件と、2017年秋のサケの遡上時期が早まりサクラマスが姿を見せなかった理由にも水温が関係していると考えられる。今後、サクラマスとサケの両方の遡上を目的とした河川整備をする場合には、水温条件を考慮しなければならないであろう。

### 3-4. サケ科魚類（サクラマスとサケ）遡上についての総括

以上のように、2018年度の研究において、当初のサクラマスとサケの両方

を余別新川にそ上を行わせて産卵をさせるという目的はほぼ達成できた。ただ、両種とも産卵行動は行っていたが、卵の採取はできなかった。とりわけサケはコンクリート水路内での産卵行動で、産卵床形成に必要な砂利がなかったことが原因で放卵・受精ができなかったと推測されたため、次の課題としてサケ科魚類の産卵生態に併せて、余別新川水路内の一層の整備を行うことが必要であることが分かった。

#### 4. 考察

魚道とは、落差のある構築物が設置されている河川で生物のそ上や移動を助けるために設置される工作物である。魚道の階段の高さは生息する魚類等の飛越能力に合わせるため傾斜を緩やかにし、落差や段差が高い場合にはスロープ長も長くなり、場合によっては1 km以上になる場合もある。今回、余別新川河口に設置した階段魚道は河口の段差を越えて魚類をそ上させるこのタイプであるが、飛越力の強いサケ科魚類を対象としているのでスロープ長は短く、段差は40cmとなっている。一方で、三面コンクリート張り水路や、さらに上流の自然水路は階段型ではなく、蛇かご丸形タイプである。蛇かごによりせき止められた河川水内に蛇かごを飛翔したサケ科魚類が、留まり、休息し、摂餌し、また、河川流量が少ない場合には次の増水時まで滞留させるための構築物として製作されていて、広義の魚道である。自然環境に適応させるため、伝統的漁法でよく用いられる石倉かごを参考に新たに本研究のために考案した。製作した蛇かごは河川幅に合わせてあるので、高さは20～25cm程度、長さは約2.5mと細長い形をしており、形が枕に似ていることから、枕蛇かごと命名した。

しかし、近年、魚道が機能していないという調査報告が全国的に多く見られる。高知県が2009年から3年間かけて高知県の河川で行った、魚類がそ上しやすいかどうかという機能面の河川調査では、約9割の魚道が機能不全で

あるということがわかった<sup>1)</sup>。

現在設置されている魚道のうち、魚道の役割を十分果たすことのできない魚道は多く、全魚道のうち90%以上は機能していないとも言われている。こういった魚道は改修が必要である。工事には多くの費用と時間がかかるため実施されていないものが多い。さらに魚道には多額の費用が必要であり、一度設置して効果がないと判明しても撤去されることはなく、そのまま放置される。これがまた魚道の劣化を招き、生態系上も景観上も好ましくない状態になることもある。

河川を遡上する魚種の種によって生態や形態は全く異なるため、そ上対象とした魚種に適合した魚道を設置しなければならない<sup>2)</sup>。そのため、魚道を設置するにあたっては、まず対象とする魚種の生物学的データが必要である。今回余別新川へのそ上対象としたサケやサクラマスなどのサケ科魚類は、海水域から河川へそ上を開始し生殖腺が成長を始めると一切の摂餌をしなくなることが知られている<sup>3)</sup>。魚道の入り口を見つけるのが遅れたり、そ上するために何度もジャンプを繰り返したりすることは魚体の体力を奪い、産卵の時期を遅らせてしまうことにつながる。そのためサケ科魚類の河川へのそ上は、魚道内に休憩場所を設けたりするなどして、そ上によけいなエネルギーを消費させないことが重要である。

また同じサケ科魚類でもその生態は異なる。サクラマスとサケの場合、サケと比較すると、サクラマスは稚魚がふ化した後の河川生活が1年程長く、成長段階ごとに生息する流域が異なる<sup>4)</sup>。さらにサクラマスは産卵するまでの半年間を川の深みに隠れて過ごした後に上流で産卵するが<sup>4)</sup>、サケは母川回帰するとすぐに川の中・下流で産卵する<sup>4)</sup>。河川への依存度が高いという特徴を持つサクラマスを生息・産卵させるためには、河川上流域までの環境（餌や隠れ場など）が整っていないといけない。

飛越力もサケとサクラマスでは異なっており、サクラマスの方が高い飛越力を持つ。今回のようにサケとサクラマスの両方をそ上対象とした場合、魚道のプール高さや長さをどちらも飛越可能な数値に設計する必要がある。

河川の実態も考慮しなくてはならない。前述したように魚種によりその生態は異なるため、そ上に適した河川の温度、流量、流速等も異なる。一般にサケ科魚類は雨が降って河川が増水し、水温が下がったときにそ上行動が活発化すると考えられており、サケ科魚類用の魚道はある程度増水したときに上りやすいように設計する必要がある<sup>4)</sup>。

水量については、たとえば2015年秋のサクラマスそ上は9月28日に開始され、この時、余別新川に設置した階段魚道をサクラマスがそ上したことが確認できた。サクラマスのそ上が確認された9月28日前後は、積丹町にまとまった雨が降り、降水による川が増水が確認されている。とくに、降雨は午前中に集中していたことがアメダスデータで確認できることから、サクラマスが確認された14時前後では、余別新川が増水がピークに達し、そ上を誘発したのではないかと推測される。一方で、この時の水温は初めて15℃を下回り(おそらく秋の雨水の低い水温の影響ではないかと推測される)、2015年度の余別新川におけるサクラマスのそ上は、降雨による増水と水路の水温が同時に生じた時に開始されると考えられた。ところが、2016年秋は、例年になく降雨量が少なかった。2016年秋のサクラマスそ上開始は10月4日と、2015年秋に比べて1週間程度遅れた。降雨がなかったことから余別新川が増水はなかったものの、枕蛇かごの整備と改良を行った結果、下流域で水深は20cmを保っていたため、サクラマスはそ上を開始していた。その時の水温も15℃を下回り始めた頃であり、サクラマスのそ上条件としては、増水よりも水温が15℃を下回ることが重要かと考えられる。このことは重要であり、通常、降雨による増水がサクラマスのそ上の誘因になると考えられているが、本研究において、増水がなくてもサクラマスのそ上があったことが確認されてい

るので、サクラマスそ上時には水温に注意しながらそ上時期を予測し、そ上開始前にサクラマスを誘導する水路において枕蛇かごにより遊泳水深を確保しておく必要がある。実際、2016年秋にサクラマス親魚がそ上できたのは、水深が20cmを確保できた学校橋までである。河口から学校橋までに枕蛇かごは20基設置してあるので、枕蛇かごは十分に越えることができていた。

一方で、サケのそ上については2018年度の結果から推測すると、余別新川から流下する河川水の水温と流量が重要ではないかと思われる。余別新川におけるサクラマスのそ上は一定の成果が挙がっていたが、サケのそ上は多くはなかった。この原因を流量にあると考え、2018年度は流下する河川水のすべてを階段魚道に流下させた。この結果、余別新川河口付近に集するサケは流れを認識しやすくなり、結果としてこれまでにない数のサケ親魚がそ上した。

本研究が当初の目的を達成し、サクラマスとサケのそ上が可能になった理由は、

(1) 魚道を設置する前に河川の調査を適切に行っていたこと

魚道整備の基本は、魚道を整備するに値する環境（生息・産卵・移動環境）が河川横断工作物上流側にあることであり、河川横断工作物が多様な水生生物のそ上や降河の障害となっていることである。余別新川は河口域の2.5mの段差とその先に続く水路が三面コンクリート張りになっていたため、長い間生物の生息が確認できていなかった河川である。しかし、余別新川では、本研究開始前2年に渡り水質調査（水温、栄養塩等）を行っていた。この河川調査の結果を踏まえて、余別新川に魚道を設置することによりサケ科魚類のそ上が可能であると、ある程度の確証を持って研究に臨んでいたことが、数年のちの多数のサクラマスやサケの遡上につながったと考えられる。

(2) 生物学的に適切な魚道を設計することができたこと

本研究ではサケ科魚類の生態や河川の実態に合わせて魚道を設計し、



設計どおりの魚道を設置することができた。

まず、階段魚道については、サケ科魚類が飛越することのできるプールの大きさ、深さ、隔壁の高さとし、流量や流速もサケ科魚類に合わせて設計したことも効果的であった。とりわけ、2015年度のType I から2016年度のType II への改良では、階段魚道のプール長を1 mから1.2mに、また、階段高を1 mから80cmに低くしたことがサクラマスのそ上に有効であったと考えられる。さらに、Type IVへの改良では、サケに流水を認識させる工夫を盛り込んだことが、サケの遡上を可能にしたものと思われる。

枕蛇かごについては、この枕蛇かごには止水のため遮水シートが巻かれているため水漏れも少なく、これが水路内に一定の水位を保つことができた要因であると考えられる。また、サケやサクラマスが河川をそ上していくには速すぎる水の流れを遅くすることもできた。さらに枕蛇かごによってそ上した後の魚類の休憩場所を作ることができ、枕蛇かごには枯葉や草がからまることにより、これが魚類に棲み場を提供することにつながった。餌となる微生物も繁殖した。このことはヤマメが無数に生息するようになった一つの要因であると考えられる。

### (3) 簡易型の魚道であったこと

一般的に魚道はコンクリートで造られるので、固定型のものが多い。前述したように、固定型魚道の場合、問題が生じて改修に多大な費用と時間がかかるためそのまま放置されてしまう。今回の階段魚道と枕蛇かごは通常の1/10程度の費用で設置することができ、増水時には住民の手で撤去も可能で繰り返し使用することができる。そのため魚道に問題が生じて改修が必要な場合、コンクリート製のものよりも低予算で容易に工事することが可能である。本研究における階段魚道や枕蛇かごは、最初から簡易型魚道のコンセプトで製作されていたため、調査・研究が進むにつれてみつける不具合を少しずつ改良でき、これが次第にそ上個体数が増加していったことにつながったのではないと思われる。

以上のことが、最終的に本研究において、それまで魚類がほとんど生息していなかった余別新川にサクラマスとサケの両方のそ上を可能にし、産卵行動まで行わせることができるようになった理由ではないかと考える。魚を見に集まって来る住民、小学校の生徒達、保護水面指定で川離れを引き起こした集落で川が再び身近になったことが喜ばしいが、本研究は、まだ、サクラマスとサケの両方の「産卵」という重要な目標が残っている。さらに魚道の改良を進めることにより、目的を達成したいと考えている。

## 5. おわりに

階段蛇かご、枕蛇かご、産卵水路、取水堰など、設計や設置に苦労しましたが、余別新川河口域の階段魚道や全49基の枕蛇かごは予想どおりの機能を発揮して、今や、サクラマスとサケの両方のそ上や産卵床の形成あるいは産卵行動が見られたり、ヤマメに至っては数百匹がそ上してサクラマス・サンクチュアリーセンター下まで一様に分布できるようになったことは大きな成果だと考えます。地元住民の方にも私たちの活動やサケ、サクラマスのそ上に興味を持っていただけるようになったことを大変うれしく思います。ご協力いただいた皆様、大変ありがとうございました。

親水性の向上については、今回、余別新川に魚道を設置したことで、当初から目的としていた“住民の親水性を取り戻す”という効果を実感いたしました。

調査のため、ヤマメを採取しようと余別新川で釣り調査をしていたとき、授業終わりの小学生が周りに数人集まってきました。話を聞くと、彼らが通っている余別小学校横の水路で見たサクラマス親魚やヤマメの話をとてもうれしそうな笑顔で語ってくれました。

今まで生物が生息していなかった余別新川に魚類が見られるようになったということは、子どもたちが川や魚に興味を持つ良いきっかけとなったと考えられ、これも、また、大きな成果だと思います。

## 6. 謝辞

今回の調査の計画策定および実行にあたり、多大なるご協力とご支援いただきました積丹町・松井秀紀町長をはじめ、積丹町企画課の皆様、同商工観光課の皆様、同農林水産課の皆様、積丹町観光協会、同商工会の皆様に感謝いたします。とりわけ、河川占有許可証取得や特別採捕許可証取得に際しまして、東奔西走していただきました前・積丹町農林水産課須貝洋介主事、およびすべての調査にご同行いただき、様々なご助言やご指導を賜りました積丹町サクラマス・サンクチュアリーセンター保護水面監視員の安宅紀博氏には一層のお礼を申し上げます。

また、現地調査、階段魚道や枕蛇かごの設計、作製と設置および種々の解析に際しまして、鹿島建設株式会社環境本部（東京都）の柵瀬信夫氏、上野恵美氏を始めとする社員の皆様、株式会社フタバコーケン（静岡市）の伏見直基氏を始めとする社員の皆様、株式会社天商（札幌市）の神山浩樹氏を始めとする社員の皆様、ドローンによる空撮および測量に際しまして日本ミクニヤ株式会社の皆様、モニタリングカメラ設置およびデータ解析につきましては、株式会社田中三次郎商店の田中智一郎氏を始めとする社員の皆様のご協力をいただきまして、本研究の完成となりましたことをご報告申し上げ、厚く御礼申し上げます。

さらに、本研究の実行に当たりまして、調査研究の企画や現地調査ならびに現地作業にお手伝いをいただきました小樽商科大学学生（当時）の島菜穂子氏と森嶋あゆみ氏に心より感謝申し上げます。

最後になりましたが、現地の作業やその後のモニタリングに際しまして多大なるご協力を惜しみなく発揮していただきました積丹町余別地区の住民の皆様には感謝いたします。

なお、本研究遂行に当たりましては、「平成27～30年度積丹町サケ類資源回復対策プロジェクト（積丹町委託事業）」の予算を活用させていただきましたことをご報告いたし、ここに御礼申し上げる次第です。

## 7. 参考文献

- 1) 日系コンストラクション（2013）：魚道の約9割は機能不全，高知県が調査，*in* 「日系コンストラクション」，日経BP社（東京），16pp.
- 2) C.Gossetら（1996）：魚道プロジェクトの策定，*in* 「魚道および効果対策の知識と設計」，財団法人リバーフロント整備センター，216pp.
- 3) 井田齊・奥山文弥（2000）：エサを摂らない河川での生活，*in* 「サケ・マス魚類のわかる本」，山と溪谷社（東京），180pp.
- 4) 河村博ほか（2015）：サクラマスの一生，*in* 「神秘の魚　サクラマスの絵本」，積丹水めぐりシリーズ②，積丹町，p.12～13