

# SALMON 情報

第13号

2019年3月

- サクラマス你的生活史パラメータの推定と資源回復、保全をめざした今後の方向
- サケ稚魚の原虫病を予防する
- サケ稚魚の降海行動が活発になるとき
- 成長が速いサケ幼稚魚は生き残りやすい
- サケの給餌率に関する検討
- 尻別川支流昆布川のサクラマス遡上状況調査
- ギジュ川・トゥムニン川（ロシア）訪問記
- ベーリング海夏季さけます資源生態調査航海
- サケ科魚類のプロファイル-17 レイクトラウトほか



編集 北海道区水産研究所



国立研究開発法人  
水産研究・教育機構

## 目次

## 特別寄稿

- サクラマス生活史パラメータの推定と資源回復、保全をめざした  
今後の方向 ..... 大熊一正 3

## 研究成果情報

- サケ稚魚の原虫病を予防する ..... 水野伸也・浦和茂彦 10  
サケ稚魚の降海行動が活発になるとき ..... 長谷川功・ほか 14  
成長が速いサケ幼稚魚は生き残りやすい ..... 本多健太郎 20

## 技術情報

- サケの給餌率に関する検討 ..... 箕輪ゆい・ほか 23  
コラム：サケのふ化放流事業における給餌率について ..... 福澤博明 26  
尻別川支流昆布川のサクラマス遡上状況調査 ..... 外山義典・洞内哲雄 27

## 会議報告

- さけます関係研究開発等推進会議 研究部会 ..... 福若雅章・佐藤俊平 30  
さけます報告会 ..... 阿部邦夫 32  
第26回北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) 年次会議の概要 ..... 佐藤俊平 35

## トピックス

- ギジュ川・トゥムニン川 (ロシア) 訪問記 ..... 長谷川功・ほか 38  
ベーリング海夏季さけます資源生態調査航海 ..... 上田周典 44  
国際サーモン年が始まります ..... 鈴木健吾・ほか 48

## さけます情報

- サケ科魚類のプロファイル-17 レイクトラウト ..... 山本祥一郎 51  
北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖 ..... 江連睦子 54  
さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介 (5)  
開拓使文書等に見られる伊藤一隆に係る文書 ..... 野川秀樹 56  
コラム：開拓使の新潟県三面川視察報告書 ..... 野川秀樹 60

## mini column

千歳川の上流域では、毎年お正月頃に自然産卵するサケの大群が見られます。これらは人工ふ化放流された放流魚ではなく、自然産卵によって生まれた「野生魚」です。以前はふ化場から放流されたサケが遅れて回帰してきたものだと考えられていましたが、近年の耳石温度標識の分析によって、これらは自然産卵由来の野生魚であることが分かってきました。厳冬期に産卵するサケ個体群は、昔は西別川など他の河川でも見られましたが、現在でも知られているのは千歳川だけであり、とても貴重なサケの野生個体群なのです。



## 特別寄稿

サクラマス<sup>1)</sup>の生活史パラメータの推定と資源回復、保全をめざした今後の方向

おおくま かずまさ

大熊 一正 (北海道区水産研究所 さけます資源研究部)

## はじめに

サクラマスは本州の日本海側、関東以北の太平洋側、北海道の河川に生息し、降海魚は沿岸での漁業資源となるだけでなく、河川内でも遊漁の対象としても高い人気を持っています(待鳥・加藤 1985; 大熊ら 2016)。しかし、その沿岸漁獲量は1980年代以降減少し、年による変動が認められる中、近年はほぼ1千トン程度で推移しています(玉手 2008)。

サクラマスもサケやカラフトマスと同様、古くから人工増殖も広く行われています(真山 1992; 宮腰 2006)、サクラマスは降海するまで1年は河川内にとどまる生活史を有しているため、単純にサケやカラフトマスのように稚魚を放流するだけでは効果が得られにくく、これまでも放流手法やサイズなどといった増殖技術の改良がなされてきているものの十分な効果は得られていません(宮腰 2008)。

このようなことから低迷しているサクラマス資源の回復、安定は喫緊の課題となっています。サクラマスの資源を回復させるためには河川で生産するスマルト(降海型幼魚)の数を増やす必要があります(杉若・小島 1984)、資源の多くは自然再生産に支えられていることから、その再生産の実態を把握することも重要と考えられています(宮腰 2006; 下田・川村 2012)。

さらに、降海するまでの河川生活中の個体(いわゆるヤマメ、北海道ではヤマベ)は溪流での遊漁の対象としてアユに次いで人気が高く、釣獲による資源への影響も指摘されています(杉若 1992; 安藤ら 2002)。

そこで、今回、北海道の日本海側でサクラマスの増殖も実施され、なおかつ自然再生産も行われている一般の河川(特別な遊漁規制のない河川)において、放流を実施した年と自然再生産のみの年での河川内の稚魚の密度や成長を調査し、翌春に降海するスマルト数や自然再生産効率の推定も行い、それらを基にサクラマス資源の保全、回復に向けた方策について検討を行いましたので(Ohkuma in press)、その概要をお伝えします。

## 調査河川

本研究では北海道南西部の日本海に注ぐ流程約45kmの二級河川朱太川<sup>2)</sup>の支流、幌加朱太川を調査河川としました(図1)。朱太川は、河口は寿都町に位置していますが流域の大部分が黒松内町を流れています。周辺の土地利用は畑作と酪農で、目名峠を挟んで北側に隣接する蘭越町では水田が主となっているのと対照的です。これは気候の違いを反映しているものと考えられていて、朱太川が流れる黒松内低地帯では噴火湾からの冷たい空気が入り、霧が発生しやすく蘭越町に比べ日照時間が短く、冷涼となっているため水稻栽培には不向きとなっています。そのため、河川内に取水用堰堤などの構造物が少なく、流程方向の連続性が保たれていて(宮崎ら 2011)、ほとんどの支流の上流域までサクラマスが遡上でき再生産が行われています。また、北海道内では数少ない河川の漁協があり、アユ釣りが人気となっています。河川内でのサクラマス釣りに関して、北海道内全域で降海型親魚の釣獲は北海道内水面漁業調整規則第45条で禁じられています。また、降海前の幼魚並びに河川残留型のいわゆるヤマベ(本州ではヤマメ)については朱太川では降海時期に当た

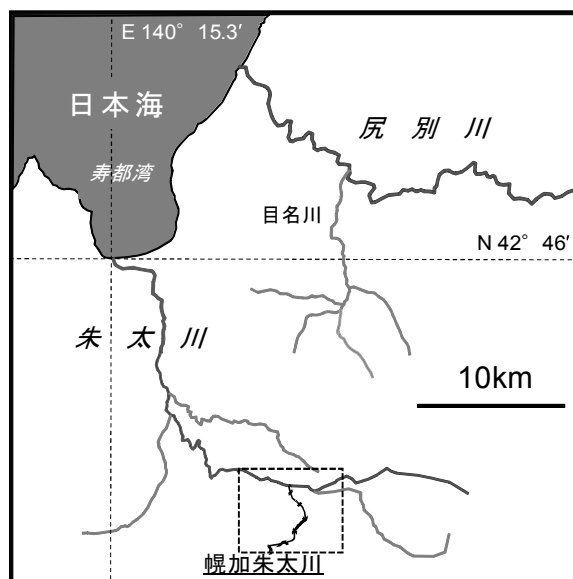


図1. 調査河川位置図

る4月1日から5月31日までの2ヶ月間のみ採捕が禁じられているだけで、残りの10ヶ月間は釣りによる遊漁が可能となっています(Ohkuma and Nomura 1991; 宮腰 2006)。また黒松内町は平成24(2012)年度に生物多様性地域戦略を策定し、朱太川の生態系の保全に力を入れているほか(<http://www.kuromatsunai.com/townlife/kankyo/file001/>), 朱太川河口の寿都湾周辺ではサクラマス漁業が行われており、春期の重要な漁獲物となっているので、資源の回復には漁業者も期待しています。

朱太川でのさけます増殖事業は大正12(1923)年に始まり、昭和33(1958)年にふ化場が廃止となった後しばらくは隣接の尻別事業場から輸送放流を行っていましたが(秋庭 1986), 尻別川での捕獲親魚が少なかったときには朱太川への放流は見送られることが多くありました。耳石標識を施した稚魚を放流するまでは朱太川でのサクラマス稚魚の放流効果を確かめる調査は一部を除いてほとんど行われてきませんでした(Ohkuma and Nomura 1991)。しかし、北水研では1998年級のサケに耳石温度標識を導入したあと、2003年級からサクラマスへの施標も開始し、2006年級以降には北水研のすべての放流魚に標識が施されるようになり野生魚と放流魚の識別が可能となったため今回の調査ができるようになりました(浦和 2001; 高橋 2006; 高橋 2010)。

### 生息密度及び体長組成調査

調査を行った幌加朱太川は、河口から29kmの付近で朱太川本流に合流している流程約8kmの一次支流です。上流部約4kmは比較的勾配のある森林内を流下していて水量は少なく、イワナ(アメマス)に適した環境となっていて、サクラマスの生息は多くありませんが、下流部の約4kmは比較的勾配が緩く牧草地に囲まれたところを流下していて水量も増え、サクラマスが多く生息しています。そこで、本研究ではこの下流部のうちの約3.5km区間を調査区間としました(図2)。

密度及び分布魚の体長組成は本流合流点の0.5km上流の桜井橋から約4km上流の大谷川との合流点までの調査区間に設定した3つの調査点(St.1~St.3)で2008年から2017年に行いました。調査点の長さは30-40m, 川幅は3-5mでそれぞれ2リーチ(リーチ: 河川形状を示す単位で、ここでは「淵-早瀬-平瀬」が連続する部分を1リーチとしました)を含むように設定しました(図2)。魚の採集は2-3名の採集者で投網の裾を持って広げ、各点の下流側から区間上端まで流路を数回に分けてかぶせて採捕しました。調査の実施は遊漁の解禁前の5月末(但し2008年は6月10日)、盛夏期の8月、および水温が低下し越冬期を控えた

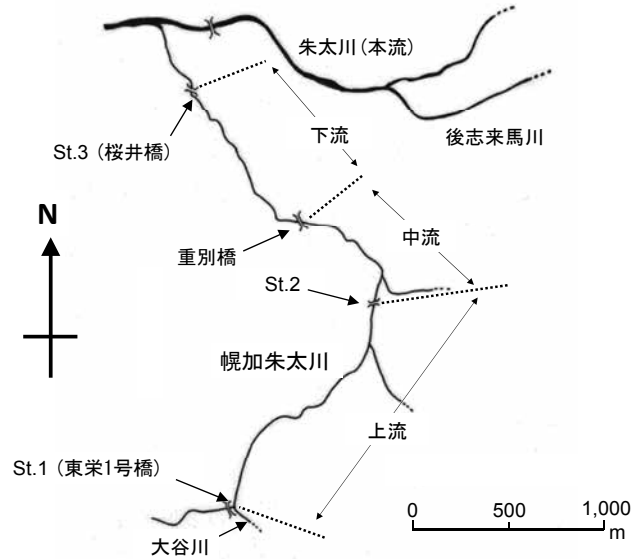


図2. 幌加朱太川の調査区間概要図

10月中下旬の3回実施しました。但し、本研究では放流魚の生残率を求めた2008-2010年のみ8月の調査データを用いました。現場では体長(尾叉長)の測定と採捕数の計数を行いました。投網は稚魚が小さい5月末のみ26節(半目5.5mm)の目合を用い、それ以外では21節(半目7.5mm)を用いました。また、2016年と2017年は投網に代えて電気ショッカーを用いて採集しました。密度推定は3回除去法で行いました。ただし、2008年は2回除去法で推定しました。密度推定の計算にはPROGRAM CAPTURE(ZIPPEN)を利用しました(<https://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/capture.html>)。

成熟度、耳石標識の確認、年齢査定等の分析に供するため各調査区間に隣接する調査区間外の場所で魚を採集し、採集魚から10尾を無作為で抽出し実験室に持ち帰りました。持ち帰った魚以外の魚はすべて採集した場所に再放流しました。

### 放流魚の生残率

朱太川水系にはこれまでサクラマス稚魚の放流が行われており、今回の調査河川である幌加朱太川への放流は2010年まで行われていました。調査期間内の放流内訳は以下の通りです。2008年には重別橋と東栄1号橋(St.1)の2箇所から合計231千尾、2009年および2010年は東栄1号橋からそれぞれ61千尾、20千尾を放流しました。放流時の体サイズは体重1.0-1.5g, 尾叉長4.6-5.0cmの範囲にあり、これらの稚魚はいずれも尻別川へ帰った親魚(遡上系)由来の種苗で尻別事業所から輸送放流しました。放流日はたまたま3年とも4月8日でした。

放流稚魚の生残率の推定を行うため、放流を行った2008-2010年の密度推定の結果を用い、0<sup>+</sup>稚魚の生息密度と耳石標識魚の混在比率から放流稚魚の生息密度を求め、さらにそれを調査区間の総面積11,690 m<sup>2</sup> (平均川幅3.5 m, 長さ3,340 mとして)に引き延ばして生残数を推定し、放流数で除して生残率を求めました。

その結果、いずれの年も放流魚は放流直後の減耗が著しく、その後は秋までは緩やかに減少していました(図3)。そしてこの生残率は放流数が多いほど低くなり、231千尾放流した2008年の生残率は1.3% (生残数2,930尾)と推定され、逆に最も放流数の少なかった2010年の生残率が8.0% (生残数1,600尾)と高い結果となりました。これは、サクラマスは種内の競争が顕著で、これが放流後の成長や生残に影響を及ぼしているためと考えられました (Hasegawa et al. 2014; Sahashi et al. 2015)。

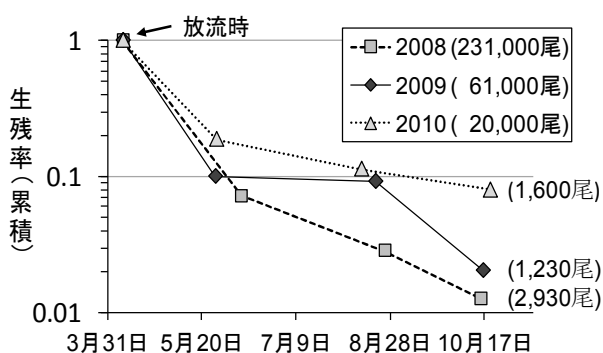


図3. 放流魚の生残率の経時変化(枠囲みの中の数字は放流数、図中の数字は生残数)

## スマルト出現数の推定

減少したサクラマス資源の回復のためには降海型の幼魚(スマルト)を増やす必要があります(真山 1992; 宮腰 2006)。サクラマスの場合はサケやカラフトマスと違い降海するまでに少なくとも1年間河川で生活する上、すべてがスマルトとなって降海するわけではありません。そのため、放流後河川内で生き残りを高くし、なおかつスマルトとなる魚を増やす必要があります(杉若・小島 1984)。スマルト化については一定のサイズに達することが必要とされている上、雄の場合一旦成熟に向かい始めた個体はスマルトとしないことも知られています(宇藤 1976)。成熟もせずスマルトにもならなかった小型個体はさらに1年間の淡水生活を送ることになりますが、この間に雄の大部分は成熟するため、2年間の淡水生活を経てスマルトになる雄は稀です。また、生き残った

雌についてはほぼすべてスマルト化して降海します。さらに、スマルト化する体サイズには地理的な傾斜が見られ、北方ほど小型となる傾向があり(Morita et al. 2014)、そのサイズは北海道ではおよそ11-15 cmとなっており、Tamate and Maekawa (2003)は実験により秋の体サイズと翌春のスマルト化率について調べています。そこで本研究ではそのサイズを元に翌春にスマルト化する魚の出現率を求め、それをもとに幌加朱太川で生産されるスマルト数を計算してみました。

具体的にはTamate and Maekawa (2003)で示されたロジスティック曲線をもとに4つの体長階級区分を設定し、それぞれ雌雄別にスマルト化率をあたはめ(表1)、10月の0<sup>+</sup>魚の体長組成から雌雄別、体長階級毎にスマルト化率を求め、それらを加算して全体のスマルト化率を求めました。

調査区間全体の生息数は放流魚の生残率推定と同様に生息面積(11,690 m<sup>2</sup>)に密度を乗じて算出しました。さらに、この生息数に上述のスマルト化率を乗じてスマルト出現数を推定するとともに生息数からスマルト出現数を減じて残留魚数としました。

調査を行った2008年から2017年までの間の10月の0<sup>+</sup>魚の生息密度と平均体長および推定されたスマルト化率との関係を図4に示しました。生息密度には年変動が見られましたが、稚魚を放流していた2008-2010年はいずれも0.7尾/m<sup>2</sup>を超える高い値を示し、2010年には最大値となる0.96尾/m<sup>2</sup>を示しました。最小値(0.13尾/m<sup>2</sup>)は自然再生産のみの2013年に記録しました。平均体長は最小密度を記録した2013年が最大で109.4 mm、最小は77.8 mm(2008年)でした。

スマルト化率は0.1-0.7と大きな変動幅を示していました。そして稚魚放流を実施した2008-2010年のスマルト化率はいずれも0.1程度と、調査を行った10年間で最低の3年となりました。また、これらの生息密度と尾叉長、スマルト化率との関係はいずれも明瞭な負の相関が示され(p<0.01)、密度の増加とともに体長もスマルト化率も低下することがうかがわれました。

表1. スマルト化率の推定に用いたTamate and Maekawa (2003)に基づいた雌雄別のスマルト化係数

尾叉長階級	雌	雄
FL >110 mm	1	0.9
110 >= FL >100	0.8	0.6
100 >= FL >90	0.5	0.25
90 mm >= FL	0	0

そこで、図4に示した密度とスマルト化率の関係式を用いて、各年秋に分布していた幼魚のうち

どれくらいの魚が翌年スマルトまたは残留型となるかを推定したところ、スマルトとなる魚の出現数は密度が0.5-0.6尾/m<sup>2</sup>あたりをピークとし、それより高くても低くても減少することが示されました(図5)。一方残留魚は密度の増加に伴い急激に増加することが示されました。

幌加朱太川には自然再生産由来の野生魚も分布しており、種内の競争関係は放流魚と野生魚の間でも当然生じると考えられます。放流した魚がそのまま添加され、その分スマルトが増えれば放流の効果があったと見なされますが、放流河川での調査では特に密度が増加したわけではなく、放流魚が野生魚に置き換わったことが観察されていません(Sahashi et al. 2015)。本研究でも添加効果はあまり見られず、その上生息密度が増えた時には成長が低下し、残留魚が増えるという結果が導かれました。これは Hasegawa and Nakashima (2018) が指摘しているような種内競争による密度依存効果の影響とも考えられ、自然再生産により幼稚魚が生息している場所への稚魚の添加(放流)がかえって逆効果になることが示唆されました。さらに、放流を行っていた場合、通常、放流される稚魚は同時期の野生稚魚よりも大きく、大型稚魚が多数分布すると野生稚魚の成長を抑制することとなり、翌春のスマルト化率を下げ、残留魚を増やすことになることが今回の研究結果からも示唆されました。

## 産卵床密度の経年変化と再生産パラメータの推定

続いて、再生産パラメータの推定のために産卵床調査を行いました。本報告では2010年から2015年までの結果を用いました。2010年と2011年は重別橋から東栄1号橋直下の St. 1(大谷川合流点)までの中流および上流区間約2,300mを調べ(図2)、2012年からは区間を下流側に延長し、St. 3(桜井橋)から St. 1までの3,340m区間を調べました。いずれも下流から上流に向かって川を遡行しながら産卵床を計数しました。朱太川でのサクラマス産卵時期は隣接する尻別川とほぼ同じで、9月中下旬頃がピークとなっています。

この結果を産卵床密度(河川距離100mあたりの産卵床数)として示したところ平均1.4床/100m(上, 中流区間平均。範囲0.6-2.0床/100m)となり、遊漁が規制されている厚田川(杉若ら1999)や見市川(青山・畑山1994)での観察値よりも高い値で、朱太川でも下田・川村(2012)が示したように遊漁の規制がなくても再生産関係は維持されていると考えられました。

この産卵床密度を元に雌親魚1尾の孕卵数を3,100粒として、1産卵床で1尾の雌が全卵産卵

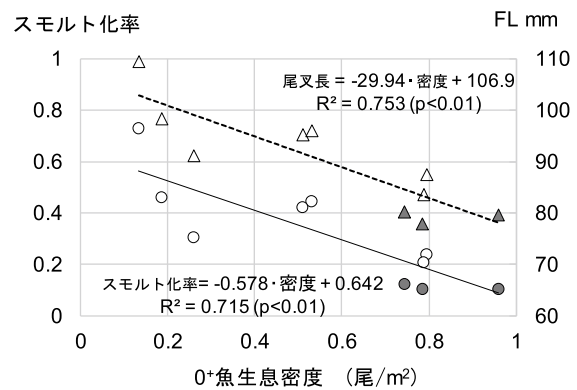


図4. 10月の0<sup>+</sup>魚生息密度と平均尾叉長(FL)及び計算された翌春のスマルト化率の関係  
△, ▲及び破線は平均尾叉長(FL), ○, ●及び実線はスマルト化率を示す  
いずれも濃色のシンボルは放流魚を含む2008-2010年のデータ

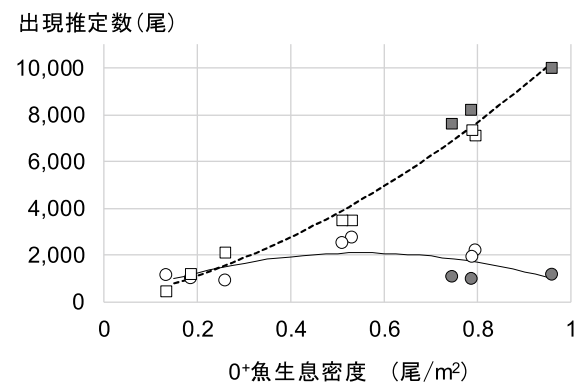


図5. 10月の0<sup>+</sup>幼魚密度と生息面積を乗じた翌春のスマルト(○, ●)と残留魚(□, ■)出現推定数  
いずれも濃色のシンボルは放流魚を含む2008-2010年のデータ

したと仮定し、調査区間内で産卵された総数を母数としてサクラマスの自然再生産に関するパラメータを求めてみました(表2)。この孕卵数は人工ふ化放流における尻別川サクラマス親魚からの平均採卵数を用いました。まず、5月の0<sup>+</sup>稚魚生息密度を用いて産卵から稚魚期までの生残率を求めたところ、調査を行った2010-2015年級の5月の平均の0<sup>+</sup>稚魚密度は0.93尾/m<sup>2</sup>、最も高かったのは2013年級の1.72尾/m<sup>2</sup>、最低は2014年級の0.39尾/m<sup>2</sup>で、生残率は平均8.1%(範囲3.7-15.9%)でした。この結果は既存の杉若ら(1994)の報告やサケに関する報告(森田ら2013a; 有賀ら2014)に比べやや低い値ではありましたが、特に低い値ではありませんでした。しかしサクラマスの場合には降海するまで浮上からほぼ1年間河川生活を送るので稚魚期以後の生き残りも重要な要素となる上、一定以上の体サイズに成長しないと残留魚ばかりが増えスマルトが増えないことにもつながります。そして10月の平均密度は0.40尾/m<sup>2</sup>、最高は2013年級の0.80尾/m<sup>2</sup>、最低は2012年級の0.13

尾/m<sup>2</sup>, 5月から10月までの間の生残率は約40%程度であることが示されました(表2)。その10月の生息密度と推定されたスマルト化率を用いて翌年春のスマルトの出現率(冬期の死亡減耗は考慮していない)を求めたところ, 卵からのスマルト出現率は平均1.44%(範囲0.49-3.36%)となり, 1尾の雌(3,100粒)から生み出されるスマルトは平均45尾(範囲15-104尾)となることが示され, 単純に生息魚の多寡だけでスマルトが増えないこともうかがわれました(図5)。越冬後スマルトとならなかった幼魚は先に述べたようにもう1年河川に残留するわけですが, すでに一定の成長を遂げているため, 6月1日の釣り解禁時にはその対象となることが容易に想像できます。そこで, 次に釣獲の実態について述べたいと思います。

### 試験釣獲による CPUE と釣獲魚の体長及び年齢

朱太川ではヤマベ遊漁も盛んに行われており, サクラマス資源保全の方向を議論するためには遊漁による影響を調べることも重要と考えられました。そこで, 試験釣獲を実施し, 釣獲魚のサイズ, CPUE(単位努力量あたりの漁獲数。ここでは調査員1名, 1時間あたりの釣獲数)について調査を行いました。釣獲は生息密度調査と同じ日に密度調査に先だてで行いました。本報告では2014年の5月末, 8月および10月に密度調査区間から離れた重別橋周辺区域で調査員により約1時間試験釣獲を行った結果を示しました。釣獲は「いくら」を用いた餌釣りでを行い, CPUEを求めるとともに, 現場で尾叉長測定を行った後持ち帰って冷凍保存し, 解凍後分析に供しました。持ち帰った標本の測定項目は密度調査で採集した標本と同じ内容としました。

試験釣獲により漁獲された幼魚の体長頻度分布を図6に示しました。ここでは同時に行った分布調査で採集された幼稚魚の体長頻度分布も合わせて示しました。遊漁解禁直前の5月末の調査では生息魚と釣獲魚の体長組成には大きな乖離が見られ, 生息魚は大部分が0<sup>+</sup>稚魚であるのに対し, 釣獲魚は小型の4尾を除きすべて1<sup>+</sup>以上の幼魚でした。その生殖腺を調べたところ, 体長80mmを超える釣獲魚26尾中雌は1尾のみで, 残りは成熟あるいは成熟に向かいつつある雄([精巣重量/体

表2. 幌加朱太川での生活史パラメータとサクラマスの卵-スマルトまでの出現率の経年値(2010-2015年級)

年 級	2010	2011	2012	2013	2014	2015	平均
<b>産卵床密度 (/100 m)</b>	<b>1.96</b>	<b>1.83</b>	<b>1.20</b>	<b>1.23</b>	<b>1.20</b>	<b>0.72</b>	<b>1.35</b>
<b>0<sup>+</sup> 魚密度 (/m<sup>2</sup>)</b>							
5月	1.38	0.87	0.48	1.72	0.39	0.71	0.93
10月	0.53	0.26	0.13	0.80	0.19	0.51	0.40
<b>スマルト化率 (10月の0<sup>+</sup>魚の中で)</b>	<b>0.44</b>	<b>0.30</b>	<b>0.73</b>	<b>0.24</b>	<b>0.46</b>	<b>0.42</b>	<b>0.43</b>
<b>生残率 (%)</b>							
卵-稚魚	8.0	5.3	4.5	15.9	3.7	11.2	8.1
稚魚-幼魚 (5~10月)	38.3	30.0	27.9	46.1	47.9	71.5	43.6
<b>卵-スマルト*</b>	<b>1.35</b>	<b>0.49</b>	<b>0.92</b>	<b>1.74</b>	<b>0.80</b>	<b>3.36</b>	<b>1.44</b>

\*: 残留魚を除く

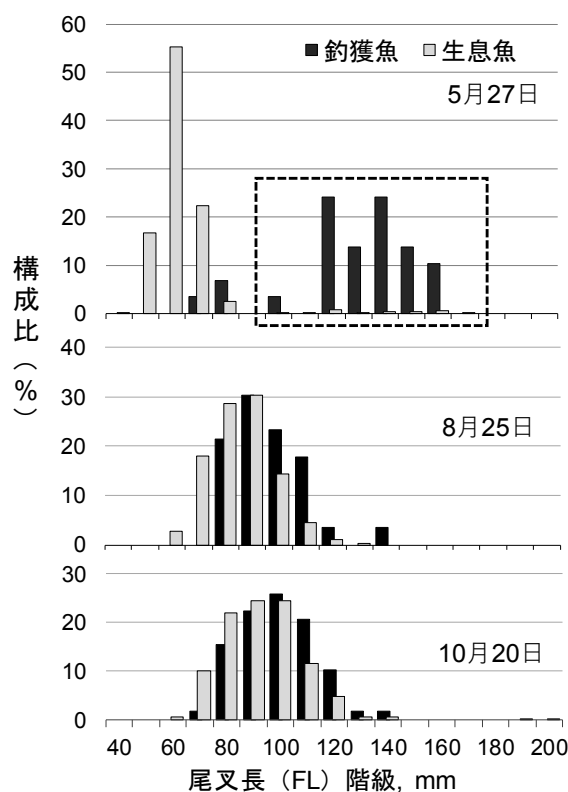


図6. 釣獲魚と生息魚の体長組成の比較(2014年)  
枠囲みの中は年齢が1<sup>+</sup>以上と判定された魚で, その90%以上が成熟または成熟途上の雄であった

重)>0.1%)でした。一方8月, 10月では釣獲魚と分布魚の体長組成はほぼ重なり, 成長した0<sup>+</sup>幼魚が釣獲されていたことが示されました。また図7に釣獲魚の平均体長とCPUEの時期別変化を示しました。平均体長は1<sup>+</sup>魚を釣獲する5月に約120mmと最も大きく, 8月, 10月は100mmを下回るサイズとなっていました。一方CPUEは時期が遅いほど増える傾向が示されました。これは

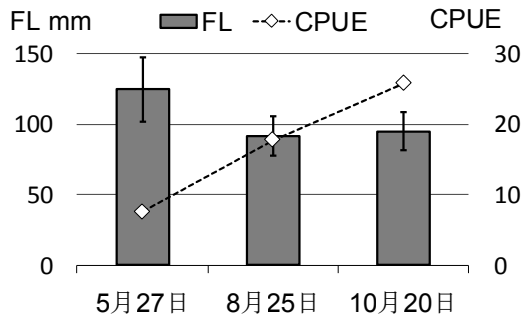


図7. 試験釣獲でのCPUEと釣獲魚の平均尾長の変化(2014年)

解禁時には釣獲対象魚が1+魚のみでその生息数が少なかったためと考えられ、8月、10月には数の多い0+魚が釣獲サイズにまで成長してくるのでCPUEが上昇するものと考えられました。

幼魚の釣りは北海道では人気が高く、遊漁に関する特別な規制のない都市近郊の一般河川では特に解禁後の遊漁で大部分が釣獲されることも報告されています(安藤ら2002)。本研究で選んだ朱太川もヤマベ釣り場として有名で(例えば塩田2008)、解禁直後にはかなりの遊漁者が入渓するため、釣りによる減耗についても考慮する必要が生じます。朱太川では4月1日から5月31日までが禁漁期間となっていますが、冬期間は寒冷かつ積雪があり、道路も不通となっているため、実際の釣り期間は6月1日から水温が低下する10月末頃までとなります。実際、本調査を行った2008年から2017年にかけて、釣り解禁当日には幌加朱太川にも多くの遊漁者が入渓していましたが、1週間も過ぎるとまばらになり、その後は遊漁者に遭遇することはほとんどありませんでした。そして、図6で示したように漁獲圧の高い解禁直後に釣獲されているのはほとんどが1+の残留雄であったことから降海するスマルト数に与える影響は少ないと考えられましたが、0+稚魚が成長する夏以降には釣獲の対象となるため、夏から越冬までの釣獲についてはスマルト生産数に及ぼす影響は大きいと考えられました。このことから今後の釣りの動向についての情報を収集することは必要だと考えられます。遊漁が現状のように春先の1+残留魚釣りに限られるのであれば、自然再生産のみでも沿岸での漁業資源を保ちつつ遊漁の存続も十分可能となるでしょう。ただしこの場合、1+魚がほとんど釣獲されるので産卵親魚が3年魚のみと言う単純な構成となってしまうため、環境変動などによる回帰率の変化の影響を小さくするポートフォリオ効果(資源構造の多様性が高いと資源変動の安定性が増す効果)がなくなってしまうことが心配されます(森田ら2013b)。

## 最後に

本研究から、このような自然再生産が行われている河川でさらに資源を回復させるには、人工ふ化放流により生息密度を増すよりも生息面積を増やすことが一番容易かつ合理的な方法で、そのためには親魚の遡上範囲を回復させることが最も重要と考えられました。また本報告で示したように、種内競争により生息数が少なくなったときにスマルト化率が高まりかえって降海するスマルトが減らないという現象は、資源変動の安定化にもつながると考えられる訳ですが、それが十分に機能している間は人工ふ化放流がかえって逆効果となる可能性も示されました。

## 謝辞

本調査に際し協力いただいた歴代の尻別さけます事業所職員の方々、本稿を執筆するにあたって有益なご助言いただいた北海道区水産研究所さけます資源研究部資源保全グループの方々にお礼申し上げます。

## 引用文献

- 秋庭鉄之. 1986. 道南地方の鮭鱒ふ化事業史. 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会, 札幌. 188pp.
- 安藤大成・宮腰靖之・竹内勝巳・永田光博・佐藤孝弘・柳井清治・北田修一. 2002. 都市近郊の河川におけるサクラマス幼魚の遊漁による釣獲尾数の推定. 日本水産学会誌, 68(1): 52-60.
- 青山智哉・畑山 誠. 1994. 見市川におけるサクラマス天然産卵床について. 魚と水, 31:71-73.
- 有賀 望・森田健太郎・鈴木俊哉・佐藤信洋・岡本康寿・大熊一正. 2014. 大都市を流れる豊平川におけるサケ *Oncorhynchus keta* 野生個体群の存続可能性の評価. 日本水産学会誌, 80(6): 946-955.
- Hasegawa, K., Morita, K., Ohkuma, K., Ohnuki, T., and Okamoto, Y. 2014. Effects of hatchery chum salmon fry on density-dependent intra- and interspecific competition between wild chum and masu salmon fry. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 71(10): 1475-1482.
- Hasegawa, K., and Nakashima, A. 2018. Wild masu salmon is outcompeted by hatchery masu salmon, a native invader, rather than brown trout, a nonnative invader. *Biological Invasions*. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1765-5>.
- 待鳥精治・加藤史彦. 1985. サクラマス (*Oncorhynchus masou*)の産卵群と海洋生活. 北太平洋漁業国際委員会研究報, 43: 1-118.
- 真山 紘. 1992. サクラマス *Oncorhynchus masou*



- (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 46: 1-156.
- 宮腰靖之. 2006. 北海道におけるサクラマス放流効果および資源評価に関する研究. 北海道立水産孵化場研究報告, 60:1-64.
- 宮腰靖之. 2008. 種苗放流効果と資源増殖-北海道のサクラマスを事例として. 水産資源の増殖と保全, (北田修一・埴山雅秀・浜崎活幸・谷口順彦編), 成山堂書店. 東京. pp. 48-55.
- 宮崎佑介・照井 慧・久保 優・畑井信男・高橋興世・齋藤 均・鷺谷いづみ. 2011. 北海道南西部の朱太川水系における魚類相とその保全生態学的評価. 保全生態研究, 16(2): 213-219.
- 森田健太郎・平間美信・宮内康行・高橋 悟・大貫努・大熊一正. 2013a. 北海道千歳川におけるサケの自然再生産効率. 日本水産学会誌, 79(4): 718-720.
- 森田健太郎・高橋 悟・大熊一正・永沢 亨. 2013b. 人工ふ化放流河川におけるサケ野生魚の割合推定. 日本水産学会誌, 79(2): 206-213.
- Morita, K., Tamate, T., Kuroki, M., and Nagasawa, T. 2014. Temperature - dependent variation in alternative migratory tactics and its implications for fitness and population dynamics in a salmonid fish. *Journal of Animal Ecology*, 83(6): 1268-1278.
- Ohkuma, K., and Nomura, T. 1991. An approach to the efficient enhancement of masu salmon through the release of juveniles into streams. In *Marine ranching: Proceedings of the seventeenth US-Japan meeting on aquaculture*; Ise, Mie Prefecture, Japan. NOAA Tech. Rep. NMFS, 102: 151-159.
- 大熊一正・福田勝也・戸嶋忠良・小野郁夫. 2016. 関東産河川型オスサクラマスとの交配による千歳川産サクラマス種苗のスマルト化への影響. 日本水産学会誌, 82(1), 18-27.
- Ohkuma, K. 2018. Proposal for conservation and utilization of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) stock based on their life history parameters during the freshwater period. *Proceedings of International Symposium on the discovery of Formosa landlocked salmon's 100th anniversary*. Bull. Natl. Taiwan Museum, (in press).
- Sahashi, G., Morita, K., Ohnuki, T., and Ohkuma, K. 2015. An evaluation of the contribution of hatchery stocking on population density and biomass: A lesson from masu salmon juveniles within a Japanese river system. *Fisheries Management and Ecology*, 22(5): 371-378.
- 下田和孝・川村洋司. 2012. 群別川, 昆砂別川および濃昼川におけるサクラマスの産卵床分布(短報). 北海道水産試験場研究報告, 81:145-148.
- 塩田彦隆. 2008. 「溪流釣り北海道 120 河川ガイド」. 271pp.北海道新聞社, 札幌.
- 杉若圭一・小島 博. 1984. 厚田川におけるサクラマス幼魚のスマルト化に及ぼす生息密度の影響. 北海道立水産孵化場研究報告, (39): 19-37.
- 杉若圭一. 1992. 放流サクラマス稚魚の生残率と遊魚の関係. 魚と水, 29: 27-31.
- 杉若圭一・川村洋司・竹内勝巳・鈴木研一・永田光博・宮本真人. 1994. 厚田川におけるサクラマス天然産卵量と生残率. 魚と水, 31: 75-82.
- 杉若圭一・竹内勝巳・鈴木研一・永田光博・宮本真人・川村洋司. 1999. 厚田川におけるサクラマス産卵床の分布と構造. 北海道立水産孵化場研究報告, 53: 11-28.
- 高橋史久. 2010. 耳石温度標識放流魚から得られた知見 その 2 (放流時期とサイズの検討). *Salmon 情報*, 4: 12-14.
- 高橋昌也. 2006. 耳石温度標識技術を用いたサケ・マス類の標識放流と調査研究. 月刊養殖 542: 82-85. 緑書房, 東京.
- 玉手 剛. 2008. 1980 年以前の北海道沿岸におけるサクラマス漁獲量の推定. 水産増殖, 56(1): 137-138.
- Tamate, T., and Maekawa, K., 2003. Sexual differences in size - dependent smolting rate of masu salmon, *Oncorhynchus masou*. *Fisheries Management and Ecology*, 10(4): 277-279.
- 浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識:技術と応用. さけます資源管理センターニュース, 7:3-11.
- 宇藤 均. 1976. サクラマス *Oncorhynchus masou* Brevoort の降海型と河川残留型の分化機構に関する研究: 1. 早熟な河川残留型の体生長と性成熟. 北海道大学水産学部研究彙報, 26(4): 321-326.

## 研究成果情報

## サケ稚魚の原虫病を予防する

みずの しんや  
水野 伸也  
うらわ しげひこ

(北海道立総合研究機構 水産研究本部 さけます・内水面水産試験場),  
浦和 茂彦 (北海道区水産研究所 さけます資源研究部)

## はじめに

サケ(*Oncorhynchus keta*)の人工孵化放流事業は、秋に産卵のため河川に遡上した親魚から、卵と精子を採取し、人工受精させ、孵化場で飼育管理を行い、体重1g程度まで成長した稚魚を春に河川へ放流するものです。しかし、孵化場で飼育されている稚魚には、寄生虫病の一種である原虫病がしばしば発生し、死亡被害をもたらします。本報告は、この原虫病対策のために平成26~28年度に実施した、北海道立総合研究機構 重点研究「サケ稚魚の原虫病総合的予防技術開発」で得られた成果を概説します。

## サケの原虫病

サケの原虫病の主な原因虫は、鞭毛虫のイクチオボド(*Ichthyobodo salmonis*)と繊毛虫のトリコジナ(*Trichodina truttae*)です。イクチオボドは数種類知られていますが、サケに寄生する虫体は *I. salmonis* に同定されています。本虫は紡錘形の虫体を持ち(図1)、その大きさが約10 $\mu\text{m}$ (100分の1mm)と小さく、寄生数が極僅かな場合、高倍率の顕微鏡観察でも見つけることが困難です。一方、トリコジナは円盤形の虫体を示し(図2)、イクチオボドの約10倍(約100 $\mu\text{m}$ )の大きさがあり、低倍率の顕微鏡観察で見つけることができます。イクチオボドはサケの体表、鱗や鰓に直接寄生して上皮細胞を壊死させるため、体表の上皮層が広い範囲にわたって剥離し、浸透圧調整機能が著しく低下します。そのため、寄生を受けたサケ稚魚は、降海時に海水適応できず大量死亡する可能性が高くなります(Urawa 1993)。一方、トリコジナは、主に体表や鱗の表面に寄生し、放置すると平均寄生数が5,000虫体以上に急増し、淡水中でサケ稚魚の大量死亡を起こすことが感染実験で確認されています(Urawa 1992a)。原虫病の発生は、稚魚の健康阻害や放流後の生残率低下を招き、サケ資源減少の一つの要因になっている可能性が近年指摘されています。原虫病対策として、池から稚魚を取り揚げ、0.4-1%食酢液や高濃度食塩水に浸漬させ駆虫する方法がとられていますが、この方法では稚魚に大きなストレスがかかります(浦和 2003; Urawa 2013)。体力の弱い仔魚では、

池からの取り揚げが難しいため、駆虫できないことも大きな課題です。課題解決のためには、原虫病の予防技術を開発する必要があり、この予防技術として感染経路を断つことと、宿主である稚魚の抗病性を向上させることが考えられます。以下に、この2つの方法を活用した予防技術開発の成果を紹介します。

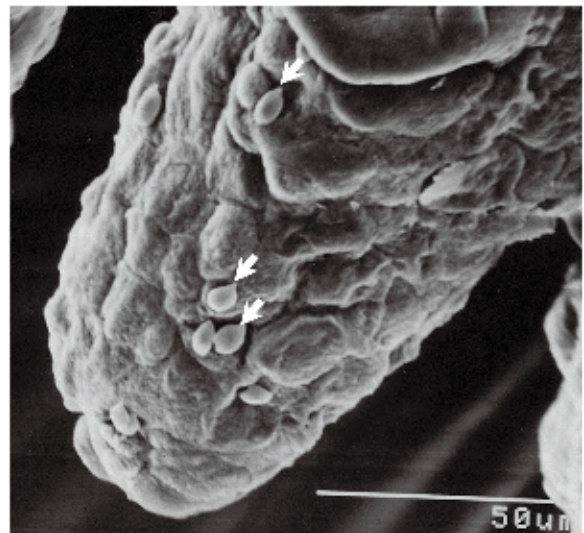


図1. サケ稚魚の鰓に寄生するイクチオボド  
矢印が虫体を示す

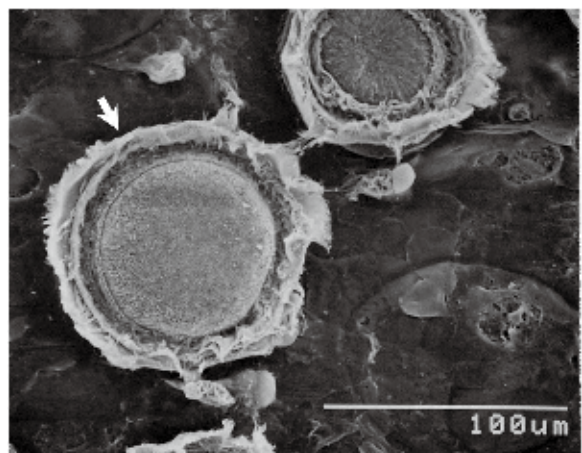


図2. サケ稚魚の体表に寄生するトリコジナ  
矢印が虫体を示す

## 感染経路遮断による原虫病の予防

トリコジナは河川に生息するサケ科魚類が感染源として疑われていますが(Urawa 1992b), イクチオボドの感染経路は不明なため, 先ず感染源と感染経路の解明に取り組みました。河川や孵化場に生息あるいは存在する, 野生魚, 飼育用水, 底質(砂利や泥), 藻類, 水生昆虫等あらゆる検体から, 原虫の検出を試みました。イクチオボドについては, 遺伝子の検出(Mizuno et al. 2017a)で, トリコジナについては, 遺伝子の検出に加え, 直接虫体を観察することで, それらの存在を確認しました。

その結果, イクチオボドとトリコジナは共に, 河川に生息する野生魚と原虫病を発症した稚魚の飼育池の水から検出されました(表1)。トリコジナは, 沿岸および河川に遡上直後のサケ親魚には寄生しませんでした, 河川に滞在したサケ親魚で寄生が確認されました。また, 本虫は河川の上流に生息する野生サケ稚魚に寄生していたほか, サクラマス(*O. masou*), ニジマス(*O. mykiss*), アメ

マス(*Salvelinus leucomaenis*)等, サケ科魚類全般から検出されました。以上のことから, トリコジナは淡水域のみに分布し, 感染源は野生サケ科魚類全般であり(Mizuno et al. 2016), 水を介して感染する可能性が考えられました。

一方, イクチオボドは沿岸, 河口および河川に回遊したサケ親魚に寄生し, さらに河川の上流域や河口域に生息する野生サケ稚魚にも寄生することが確認されました(Mizuno et al. 2017b)。日本において, イクチオボド(*I. salmonis*)はサケのみに特異的に寄生し, 淡水と海水の両環境下で生残・増殖できることが知られています(Urawa and Kusakari 1990)。以上のことから, イクチオボドは淡水から海洋に至るサケの生活史を通して寄生し, 本虫の寄生したサケ親魚が産卵のため母川に回帰した際に, 新たな感染源になることが示唆されました。

しかし, 野生魚に寄生している原虫が, 実際, 孵化場のサケ稚魚に水平感染するかどうかはわかりません。そこで, 原虫の寄生した野生魚を河川で採集し, 原虫の寄生経験のない孵化場のサケ稚

表1. 各種検体からの原虫の遺伝子検出結果

検体	採集地	原虫検出結果	
		イクチオボド	トリコジナ
飼育池水(トリコジナ発症池)	孵化場A	—	+
飼育池水(イクチオボド+トリコジナ発症池)	孵化場A	+	+
飼育池水(原虫病発症なし)	孵化場B	—	—
飼育池水(イクチオボド発症池)	孵化場C	+	—
サケ親魚(沿岸域:海水)	D河口沿岸定置網	+	—
サケ親魚(河川遡上直後)	河川D下流	+	—
サケ親魚(採卵用蓄養後)	孵化場A	+	+
サケ親魚(採卵用蓄養後)	孵化場D	+	+
サケ親魚	河川C上流	+	+
サケ稚魚	河川A上流	+	+
サケ稚魚	河川C上流	+	—
サクラマス親魚	河川A上流	—	+
サクラマス幼魚	河川A上流	—	+
サクラマス幼魚	河川B上流	—	+
ニジマス幼魚	河川A上流	—	+
アメマス幼魚	河川A上流	—	+
アメマス幼魚	河川B上流	—	+
ウキゴリ	河川A上流	—	—
ハナカジカ	河川A上流	—	—
河川水	河川A上流	—	—
河川水	河川B上流	—	—
河川水	河川C上流	—	—
底質(砂利)	河川A上流	—	—
底質(砂利)	河川B上流	—	—
底質(泥)	河川C上流	—	—
藻類	河川A上流	—	—
藻類	河川B上流	—	—
藻類	河川C上流	—	—
ヨコエビ	河川A上流	—	—
ヨコエビ	河川B上流	—	—
トビケラ幼虫	河川C上流	—	—

陽性があった場合は+, 全てが陰性だった場合は—で示す

魚と同居させ、原虫の水平感染が起こるかどうか調べてみました。イクチオボドとトリコジナの混合感染を受けた野生サケ稚魚を用いて感染試験を行ったところ、孵化場稚魚へ両原虫が感染し、孵化場稚魚の累積死亡率が約 80%まで達しました (Mizuno et al. 2017b)。次に、トリコジナの寄生を受けた野生サケラマス幼魚を用いて感染試験を行った結果、孵化場稚魚にトリコジナが感染し、その寄生量は約 1,500 個体/g 体重稚魚まで増加、稚魚の累積死亡率は約 15%まで増加しました (Mizuno et al. 2016)。これにより、野生魚から孵化場稚魚へのイクチオボドおよびトリコジナの水平感染が証明され、孵化場で発症するサケ稚魚の原虫の感染源と感染経路が明らかになりました。飼育用水を介して原虫は感染するので、孵化場稚魚の原虫予防のためには、用水に原虫が侵入しないような工夫や、汚染した飼育資機材との接触をなくすことが必要だと考えられます。これまで実施した実証試験の結果では、感染源のない地下水への変更や塩素剤による飼育池の消毒で、原虫を予防することができました (図 3)。一方、用水を地下水へ変更するためには新たな井戸の掘削が、池消毒には過大な労力が必要になり、技術面とは異なる問題が生じることがわかりました。なお、飼育用水を紫外線(UV)照射することによりイクチオボドとトリコジナの感染を防げることが判ってきました (Mizuno et al. 2018a)。

## ハーブ添加飼料給餌による原虫病の予防

植物の成分を飼料に添加して養殖魚に給餌すると、魚類寄生虫の宿主への寄生を軽減する可能性が示されています (平澤ら 2010; 高橋ら 2012)。本研究では、サケ稚魚に植物成分を与えて抗病性を向上させられないかと考え、サケ稚魚の原虫病予防に効果を発揮する植物成分を検索した結果、ハーブの一種であるオレガノから抽出した精油に、高い抗原虫作用があることを発見しました (Mizuno et al. 2018b)。また、市販配合飼料にオレガノ精油を添加してサケ稚魚に与え、原虫病が予防できるかどうか、小規模の飼育試験により検討したところ、イクチオボド、トリコジナの寄生がオレガノ精油添加飼料の給餌により有意に抑制されることがわかりました。次に、孵化場の飼育池を用いた 50 日間のサケ稚魚の飼育で、予防技術が有効かどうか調べた結果、対照群 (オレガノ精油を給餌しない群) ではイクチオボドとトリコジナが 50 日間で 2 度寄生したのに対し、オレガノ給餌群ではイクチオボドが 50 日間、トリコジナが 38 日間全く寄生しないことがわかりました (図 4)。この飼育試験では、対照群において、一度食酢浴による稚魚の回復作業が必要になりましたが、オレガノ給餌群には、この作業が期間中不要でした。以上の結果から、オレガノ精油添加飼料の給餌がサケ稚魚の原虫病予防に有効であることが実



図 3. 孵化場で想定される感染経路遮断による原虫病予防技術

証されました。一方、この予防効果が発揮されるまでに、7日間の予防給餌が必要であり、給餌開始前あるいは予防給餌7日の間に原虫が稚魚に寄生してしまう場合、この予防効果が低下するという課題も明らかになりました(図4)。

## おわりに

原虫病の予防には、感染経路遮断やハーブ添加飼料の給餌が有効であることがわかりました。しかし、各予防技術を実用化するためには、過大な設備投資や労力の必要性、原虫の寄生開始時期を考慮に入れる必要があります。今後、各孵化場で原虫病予防試験を実施し、孵化場毎に、何れの予防技術が最適なのか明らかにしていく必要があります。

本研究にご協力いただいた、公益社団法人北海道さけ・ます増殖事業協会の皆様、一般社団法人道内各管内さけ・ます増殖事業協会の皆様に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- Mizuno, S., Urawa, S., Miyamoto, M., Hatakeyama, M., Saneyoshi, H., Sasaki, Y., Koide, N., and Ueda, H. 2016. The epidemiology of the trichodinid ciliate *Trichodina truttae* on hatchery-reared and wild salmonid fish in Hokkaido. *Fish Pathol.*, 51: 199-209.
- Mizuno, S., Urawa, S., Miyamoto, M., Hatakeyama, M., Koide, N., and Ueda, H. 2017a. Quantitative analysis of *Ichthyobodo salmonis* an ectoparasitic flagellate infecting juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* in hatcheries. *Fish. Sci.*, 83: 283-290.
- Mizuno, S., Urawa, S., Miyamoto, M., Saneyoshi, H., Hatakeyama, M., Koide, N., and Ueda, H. 2017b. Epizootiology of the ectoparasitic protozoans *Ichthyobodo salmonis* and *Trichodina truttae* on wild chum salmon *Oncorhynchus keta*. *Dis. Aquat. Org.*, 126: 99-109.
- Mizuno, S., Urawa, S., Miyamoto, M., Hatakeyama, M., Koide, N., and Ueda, H. 2018a. Experimental evidence on prevention of infection by the ectoparasitic protozoans *Ichthyobodo salmonis* and *Trichodina truttae* in juvenile chum salmon using ultraviolet disinfection of rearing water. *J. Fish Dis.* DOI:10.1111/jfd.12920.
- Mizuno, S., Urawa, S., Miyamoto, M., Hatakeyama, M., Sasaki, Y., Koide, N., Tada, S., and Ueda, H. 2018b. Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on prevention of the ectoparasitic protozoans *Ichthyobodo salmonis* and *Trichodina*

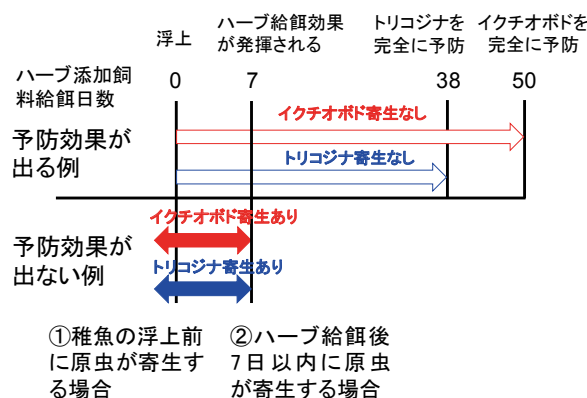


図4. ハーブ添加飼料給餌によるサケ稚魚の原虫病予防技術上段は予防効果が出る例、下段は予防効果が出ない例を示す

- truttae* in juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta*. *J. Fish Biol.* 1-12. <https://doi.org/10.1111/jfb.13681>.
- 平澤 徳高・平田 龍善・大高太郎・秦和彦. 2010. 魚類寄生虫の治療剤、その使用方法および用途. 特許庁. 特許第 4530307 号.
- 高橋隆行・興石友彦・宇川正治・天野高行. 2012. 養殖魚の寄生虫寄生軽減剤、養殖魚の寄生虫寄生軽減用飼料及び養殖魚の飼育方法. 特許庁. 特許第 5010809 号.
- Urawa, S. 1992a. *Trichodina truttae* Mueller, 1937 (Ciliophora: Peritrichida) on juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*): pathogenicity and host-parasite interactions. *Fish Pathol.*, 27: 29-37.
- Urawa, S. 1992b. Host range and geographical distribution of the ectoparasitic protozoans *Ichthyobodo necator*, *Trichodina truttae* and *Chilodonella piscicola* on hatchery-reared salmonids. *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery*, 46: 175-203.
- Urawa, S. 1993. Effects of *Ichthyobodo necator* infections on seawater survival of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *Aquaculture*, 110: 101-110.
- 浦和茂彦. 2003. さけ・ます類に外部寄生する原虫類の病理と対策. さけ・ます資源管理センターニュース, 11: 1-6.
- Urawa, S. 2013. Control of the parasitic flagellate *Ichthyobodo salmonis*, a causative agent of marine mortalities of juvenile chum salmon. *NPAFC Tech. Rep.*, 9: 214-215..
- Urawa, S. and Kusakari, M. 1990. The survivability of the ectoparasitic flagellate *Ichthyobodo necator* on chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) in seawater and comparison to *Ichthyobodo* sp. on Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. Parasitol.*, 76: 33-40.

## 研究成果情報

## サケ稚魚の降海行動が活発になるとき

## ～時間別・日別データからの考察～

はせがわこう もりたけんたろう おおくまかずまさ すずきけんご ほんだけんたろう なかしまあゆみ よしのくにまさ  
 長谷川功\*1・森田健太郎\*1・大熊一正\*1・鈴木健吾\*1・本多健太郎\*1・中島歩\*2・吉野州正\*3・  
 にほんかい ぞうしよくじぎょうきょうかい おしまかんない ぞうしよくじぎょうきょうかい  
 日本海さけ・ます増殖事業協会・渡島管内さけ・ます増殖事業協会

## はじめに

「サケ稚魚は川を下って海へ行く」というのは当たり前のことかも知れません。しかし、サケ稚魚が海へ向かう行動（降海行動）は、思いのほか複雑で、これまで多くの研究者が魅了されてきました（表1）。川に放流した稚魚がいつ海にたどり着くのか？ということは海況を見計らって稚魚を放流する適期放流の実践にも不可欠な知見です。さけますの野生魚と放流魚間で生物的特性の違いが次々と見出されている今日、両者の降海行動に

についても検討する必要があるようです。これらのことから、サケをはじめとしたさけますの降海行動を調べることは北海道区水産研究所さけます資源研究部が取り組むべき主要課題の一つといえます。本稿では、2016、2017年度の2カ年にわたって「サケ資源回帰率向上調査事業（水産庁委託事業）」の一環として実施したサケの降海行動に関する調査で得られた知見を紹介します。なお、本稿は同事業報告書の該当箇所を抜粋して再構成したものです。

表1. 北海道内で実施されたさけますの降海行動が活性化する時間帯を調べた主な研究事例

魚種	河川	時間帯 <sup>1</sup>	距離 <sup>2</sup>	対象	放流方法 <sup>3</sup>	出典
サケ	千歳川	夜間	0.7km	野生魚 放流魚	飼育池から逸出	小林 1958
サケ	千歳川	夜間	1km	放流魚	自然放流	小林 1964
サケ	千歳川	夜間	52km	放流魚	自然放流	真山ら 1982
サケ	千歳川 (ママチ川)	夜間	1-3.5km	放流魚	輸送放流	Hasegawa & Takahashi 2013
<b>サケ</b>	<b>千歳川</b>	<b>夜間</b>	<b>11km</b>	<b>野生魚 放流魚</b>	<b>自然放流</b>	<b>本研究</b>
サケ	増幌川	夜間 朝方	10km	区別せず	自然放流	隼野ら 1997
サクラマス	増幌川	夜間	10km	区別せず	自然放流 (秋/春)	隼野ら 1997
カラフトマス	増幌川	夜間	10km	区別せず	輸送放流	隼野ら 1997
サケ	西別川	夜間	5, 70km	放流魚	自然放流	小林ら 1965
カラフトマス	西別川	夜間	70km	放流魚	自然放流	小林・原田 1966
カラフトマス	当幌川 (サクラ川)	夜間	<1km	野生魚	—	虎尾 2016
カラフトマス	仁雁別川	夜間	不明	野生魚	—	佐々木ら 1993
サケ	十勝 (メム川)	夜間	<1km	野生魚	—	長沢・佐野 1961
サケ	網走川・湖	日の出	10-30km	放流魚	輸送放流	小林・黒萩 1968
サケ	遊楽部川	夜間	18km	放流魚	自然放流	小林・阿部 1977
サケ	歌別川	夜間	3.7km	放流魚	自然放流	永田・宮本 1986
<b>サケ</b>	<b>及部川</b>	<b>夜間 日中</b>	<b>0.2km</b>	<b>放流魚</b>	<b>輸送放流</b>	<b>本研究</b>
サクラマス	突符川	夜間 日中	3.5km	放流魚 (池産系)	自然放流	太田ら 1986

1: 降海行動が観察された主な時間帯

2: 放流場所（野生魚のみ調査対象の場合は主たる産卵場所）から採集地点までの距離

3: 輸送放流と自然放流の区別

\*1 北海道区水産研究所 さけます資源研究部, \*2 北海道区水産研究所 さけます生産技術部 千歳さけます事業所, \*3 北海道区水産研究所 さけます生産技術部 八雲さけます事業所

## 1 時間毎に降海行動を調べてみる

さけますの降海行動は、急激な増水によって流される等の受動的な行動(例えば McCormick et al. 1998)と体サイズや生理学的な条件等、体の状態がある条件を満たしたときに自発的に海へ向かう能動的な行動(例えば岩田・小島 2008)に大別されています。能動的な降海行動は潮の満ち引き(小林・黒萩 1968; Moore et al. 1995)や水の透明度(Melnichuk and Welch 2018)といった物理的環境要因の影響で昼間に起こることもありますが、北海道内では主に夜間に活発になることが知られていました(表1)。ただ、一日のなかで夜間と言える時間帯は数時間あります。そこで、夜間のいつ川を下るのかを調べるために1時間毎のサンプルリングを千歳川と及部川の2河川で行いました(図1)。



図1. 千歳川と及部川の位置

### 【千歳川】

千歳川では、放流地点(千歳さけます事業所)から約11km下流にある日本海さけ・ます増殖事業協会の敷地にロータリー式スクリュートラップ(EG Solution社製, Oregon, USA)を仕掛け、それで捕獲した稚魚を降海行動中とみなし、1時間毎の捕獲数を記録しました(図2)。捕獲した稚魚は冷凍して実験室に持ち帰り、解凍して尾叉長を計測した後、耳石温度標識の有無をチェックして、野生魚(標識無し)と放流魚(標識有り)に区別しました。放流魚は、放流日によって異なるハッチコード(各標識の呼び方のこと)が施されている場合もあり、放流日を特定できる群もあります。

2016年は5月16日13時から5月19日12時にかけて捕獲を行いました。この頃の日の入りと日の出はおよそ19時と4時です。また、5月16日の夜間は雨風が強く、川の水位も10cm程上昇しました。結果は、野生魚と放流魚ともに先行研究通り夜間、特に日の入り2時間後の21時頃から翌日1~2時頃に多くの稚魚が捕獲され、この頃に降海行動が活発になることがうかがわれました(図3)。また、水位上昇に同調した捕獲数の増加はみられませんでした。千歳川ぐらい規模の大きな河川(スクリュートラップ設置場所の川幅約50m)では10cm程度の水位上昇は降海行動に影響しないようです。

2016年の調査は、その年の最後の稚魚放流を終えた31日後に実施し、結果として野生魚と放流魚の降海行動には大した違いは認められませんでした(図3)。では、放流直後で自然河川の環境に馴染めていない(かもしれない)稚魚は、放流後日数が経過した稚魚と違った降海行動をみせるのでしょうか。そのことを確かめるために2017年は放流実施日に合わせて2016年と同様の調査を



図2. 千歳川に設置したスクリュートラップ(左上)、蓋を開け、イケース内の魚をすくい取る(右上)、トラップで捕獲した約1000尾のサケ稚魚(下)

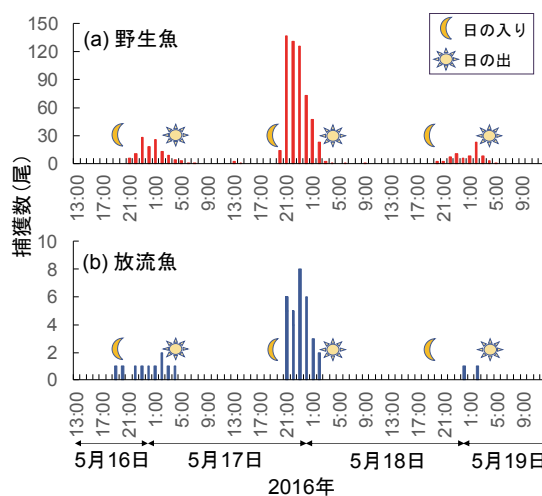


図3. 2016年5月16日から19日にかけて1時間毎にスクリュートラップで捕獲した野生魚と放流魚の尾数

行いました。調査を実施したのは4月3日11時から4月5日12時で日の入りと日の出はそれぞれ18時、5時頃でした。なお、放流は4月3日10時に行われ、稚魚に施標されていた2,4n,3Hと2,6n,3Hというハッチコードはこの日の放流以外には用いられていないので、この2群は放流日を特定することができます。また、放流は飼育池と千歳川本流を結ぶ水路の間にある仕切りを開放する方法で行われました。つまり、稚魚は強制的ではなく、自発的に川へ出て行って降海を始めます（自然放流）。結果は、2016年と同様に野生魚と放流魚（4月3日放流群と4月3日以前に放流された群どちらも）ともに日の入り2時間後から捕獲数が増え始めました。すなわち、放流直後でも稚魚の降海行動は日の入り2時間後から活発になりました（図4）。後述する及部川での放流と違って、稚魚が自発的に川へ入るような放流手法で、しかも降海行動を調べる場所が放流地点から10km以上も離れていれば、そこで観察される放流魚の降海行動は野生魚と同様になるようです。ただし、4月3日の日の入りから4月4日の日の出に関してみれば、2,4n,3Hと2,6n,3Hというコードを持つ放流魚の捕獲数は21時をピークに減少したあと、3時に向けてもう一度増加しました。これが放流直後に起こる特異的な現象なのかにつ

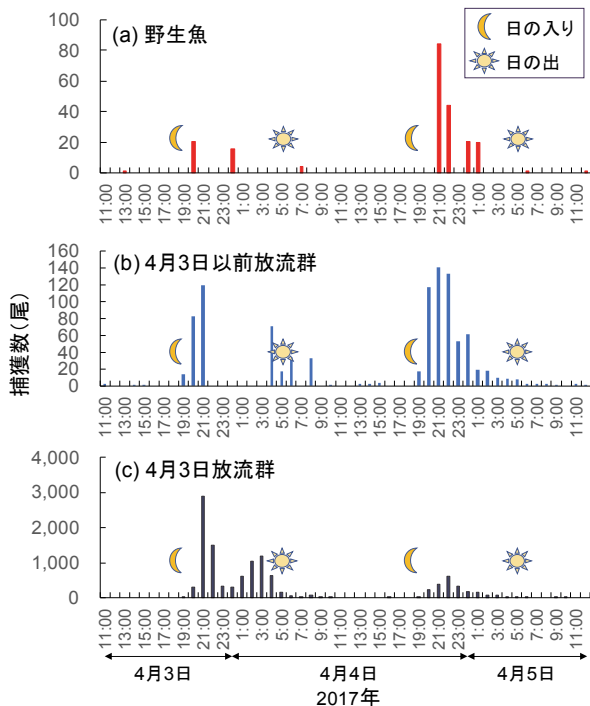


図4. 2017年4月3日から5日にかけて1時間毎にスクリーントラップで捕獲した野生魚と放流魚の尾数  
1時間毎に50尾を上限に稚魚を持ち帰り、耳石温度標識（b:2,3-3H, c:2,4n,3Hと2,6n,3H）を確認し、捕獲数が多い場合は、全体の捕獲数に各群の割合を乗じた

いてはもう少し精査する必要があります。ちなみに、10時に放流された稚魚が約11km下流のスクリーントラップで最初に捕獲されたのは9時間後の同日19時で、その間の詳細な行動は不明ですが、平均秒速34cmで川を下ってきたこととなります。

また、捕獲される稚魚の体サイズについても検討してみました（図5）。基本的に放流魚は野生魚よりも大きく、2016年の放流魚を除けば、真夜中に捕れる稚魚は全体的に小型でグラフが全体的に「U字」になっているようにも思えます。このことを生物学的に解釈するにはもう少しデータ収集が必要です。

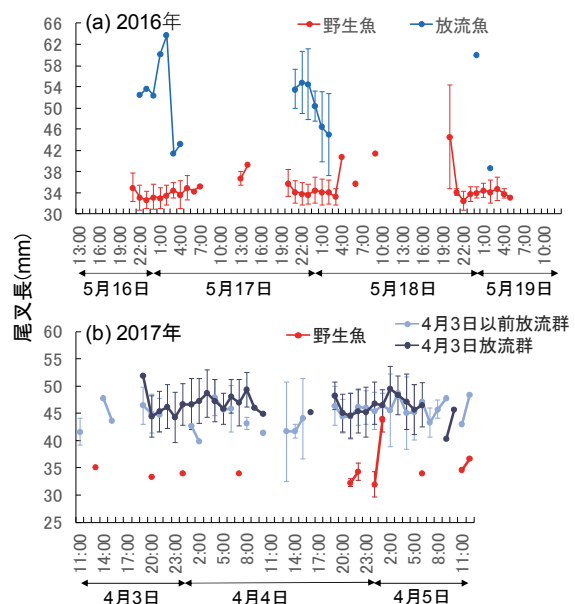


図5. 1時間毎の調査で捕れた稚魚の体サイズ推移（a:2016年, b:2017年）

### 【及部川】

及部川では、2017年3月27日と2018年3月19日の放流実施に合わせて調査を行いました（日の入り、日の出はだいたい18時、5時）。及部川では両年とも河口から200m程上流から放流が行われ、筆者らは河口付近で稚魚の捕獲を行いました。千歳川と異なり、及部川ではトラックに載せた水槽からホースを用いて川に直接稚魚を注ぎ込む方法で放流されました（輸送放流）。

放流数は2017年が182万尾（平均尾叉長：44.6mm）、2018年が197万尾（同45.8mm）で、それぞれ日中に2～3回に分けて放流されました。そして、筆者らは正時から次の正時になる1時間の間に、たも網1本1分を最小単位として上流からやってくる稚魚を捕獲するためにのべ10分以



上たも網を沈めました(図6)。千歳川で用いたスクリーントラップと比べてずいぶん簡素な方法ですが、これでも降海行動を調べることができます。さらに、たも網1本につき1分で捕獲した稚魚の平均値を60倍(1時間あたりに換算)し、調査地点の河川流量で引き伸ばした値を1時間あたりの稚魚の推定降下数としました。その結果、これまで北海道内での先行研究の大半が示してきたパターンとは異なり、日中から多くの稚魚が降海していたことが分かりました(表1:図7)。

さけますが日中に降海行動をする条件として、先行研究では水の濁りや引き潮等が挙げられていましたが(小林・黒萩 1968; Moore et al. 1995; Melnychuk and Welch 2018)、今回の及部川の結果にこれらは当てはまりそうにありません。むしろ、放流直後で河川環境に馴致できずに流された稚魚(ホースを使った放流の場合、ショックで気絶する稚魚もいるくらいです)、あるいは、先行研究や千歳川での調査と比べて(表1)、放流地点と調査地点が近すぎたために超高密度になる放流地点から他の空いた場所へ分散している稚魚が捕れたのかもかもしれません。ちなみに、及部川で捕獲した稚魚はほとんどが放流魚で野生魚はごくわずかでした(2017年:2,139尾中18尾;2018年1,018尾中22尾)。野生魚は2017年では18尾中8尾、2018年では22尾中1尾が日中に捕れました。野生魚については日中に降海する稚魚の割合が年によって違ったのですが、その原因についてはよく分かりません。

今回の及部川調査では両年とも放流直後からサケ稚魚を狙って河口部にカモメが集まってくる様子が観察されました(図8)。海鳥による捕食は古くから稚魚の減耗要因として懸念されていますが(長澤・帰山 1995; Scheel and Hough 1997)、放流を夜間に行う、あるいは今回よりももっと上流で放流する等、稚魚が河川環境に馴致できる時間を与えて降海は本来の通り夜間行うように操作することができれば捕食の影響は軽減できるのでしょうか。試してみる価値はありそうです。

## 毎日降海行動を調べてみる

1時間毎に降海行動を調べた次は、冬から初夏にかけて降海する稚魚の経日変化も気になるところです。季節の移ろいに伴う河川環境の変化と稚魚の降海行動の間に何か関係性はあるのでしょうか。とはいえ、このことを調べるには調査の人員と設備の両方を毎日確保しなければならず容易ではないのですが、千歳川はその調査を実施できる国内では数少ない河川です。そこで、2016年と2017年の3月から6月にかけて毎日、スクリーントラップで稚魚を捕獲しました。ちなみに、稚



図6. 及部川で実施された輸送放流(2018年3月19日撮影) 放流種苗を積んだトラックを橋に横付けする(上)、トラックからホースを伸ばし、稚魚を放流する(左下)、放流場所から約200m下流の河口部で稚魚を採集した(右下)

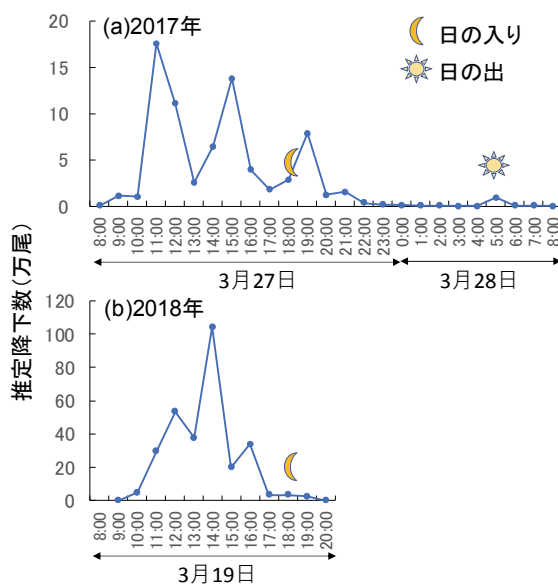


図7. 及部川での輸送放流実施当日における時間毎の推定降下数(a:2017年;b:2018年)



図8. 放流後の及部川河口の光景 サケ稚魚を捕食しようとカモメが多数集まってきた

魚の計数は毎日 10 時頃に行ったのですが、1 時間毎の調査結果 (図 3, 4) を踏まえれば、これらのほとんどは夜間に捕れたとみなしてよさそうです。

放流魚の捕獲は兩年ともに放流が実施される 3 月と 4 月に集中しました (図 9)。また、1 時間毎の調査結果から察するに、時折現れるピークは放流実施直後ゆえの捕獲数増加でしょう (図 9a, b)。つまり、放流魚の降海行動の開始は、河川環境よりも「飼育池の仕切りを外す」という行為に依存していると考えられます。これは当たり前と思いがちですが、実は稚魚の体が降海行動を始める条件を満たしているからこそ起こることではないでしょうか。仮に条件が整っていない場合に仕切りを外すとどのような反応を示すのか興味あるところです。また、捕獲される稚魚の平均体サイズは次第に大きくなりました (図 10)。調査終盤では千歳さけます事業所での飼育中にはみられなかったような大型の稚魚が捕獲されたことから、元々放流時から大きかった稚魚が遅れて降海行動を始めたのではなく、河川内で成長した稚魚が降海行動を始めたと考えるべきかも知れません。

一方、野生魚の捕獲は細かいピークを繰り返しながら調査開始から 2016 年は 6 月中旬、翌年は 5 月下旬まで続きました (図 9c, d)。また、放流魚とは対照的に稚魚の平均体サイズ (尾叉長 35mm) は調査期間中を通じてほぼ一定でした (図 10)。浮上後にサケの稚魚は河川で日中は餌を食べて成長することが知られていますが (長谷川ら 2011; 高橋ら 2016)、一定の体サイズに達することは稚魚が降海行動を始める一つの条件のようです。また、体サイズが一定というのは産卵期の違いが原因かも知れません。千歳川の自然産卵は主にスクリュートラップと同じ場所に設置されるウライ (やな) が撤去された 12 月中旬以降から翌

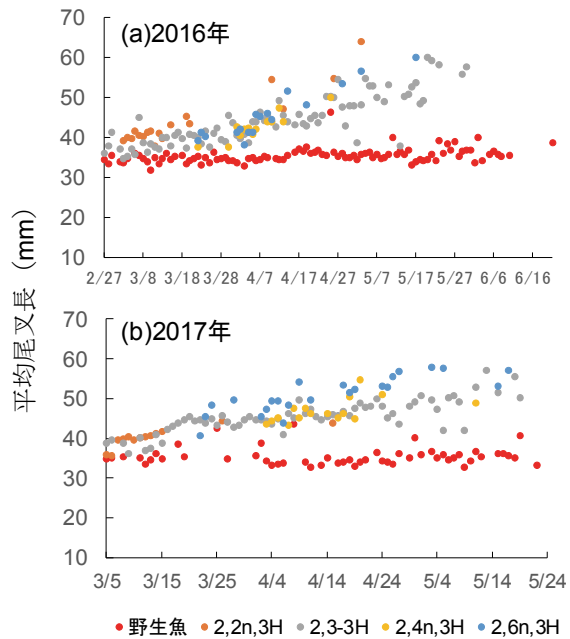


図 10. (a)2016 年と(b)2017 年にスクリュートラップで捕獲した稚魚の平均尾叉長の経日変化

年 2 月下旬まで 2 ヶ月以上にわたってその上流域で行われます (長谷川ら 2014)。あるいは親魚数は多くはありませんが、ウライが設置される前の 8 月下旬にも産卵は行われています。つまり、調査序盤に捕獲された野生魚は早い時期に産まれた卵、終盤に捕獲された野生魚は遅い時期に産まれた卵に由来するのかもしれない。

### おわりに

本稿では、1 時間毎の調査では放流方法が降海行動、特に降海する時間帯に影響する可能性、毎日の調査では降海する稚魚の体サイズの経日変化

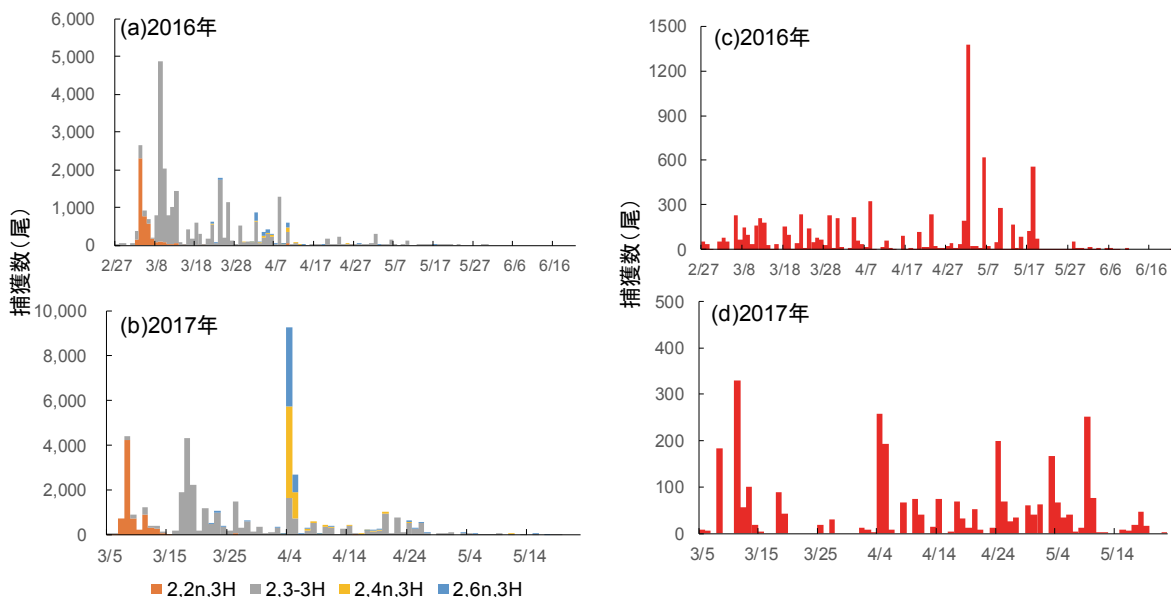


図 9. スクリュートラップでの(a)2016 年と(b)2017 年の放流魚、(c)2016 年と(d)2017 年の野生魚の日別捕獲数

について放流魚と野生魚間で差異があったことについて紹介しました。一連の調査を行うきっかけとなった「サケ資源回帰率向上調査事業」の目的は「稚魚放流の地域や時期等の違いによる生き残り状況等を調査し、“放流手法の改良に活かす”」です。放流手法改良のためには、降海する稚魚について人為的に操作できる点、そうでない点の見極めが求められるでしょう。本稿で示した結果でいえば、降海する放流魚の体サイズの経日変化は何ともし難いかもしれませんが（野生魚とは異なる体サイズ変化がその後の生残率等にどう影響しているかは不明ですが）、放流方法によって降海を始めるあるいは海に達する時間帯が異なるならば、その点については操作ができそうです。本稿では具体案の提示には至りませんでした。今後、放流手法を改良していくヒントになれば幸いです。

### 引用文献

- 長谷川功・大熊一正・大貫努. 2011. 河川におけるサケとサクラマスの稚魚の定位点選択. 日本水誌, 77: 1095-1097.
- 長谷川功・宮内康行・清水智仁. 2014. 北海道千歳川で冬季に自然産卵する野生サケの現状. 魚雑, 61: 125-127.
- Hasegawa, K., and Takahashi, S. 2013. Micro-scale environments along the seaward migration route of stocked chum salmon fry. Trans. Am. Fish. Soc., 142: 1232-1237.
- 隼野寛史・藤原真・杉若圭一・Irvine, J.R. 1997. 増幌川に設置したスクリーントラップにおける魚類採捕個体数の日周変化. 北海道立水産孵化場研報, 51: 17-22.
- 北海道立総合研究機構・岩手県水産技術センター・十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会・渡島管内さけ・ます増殖事業協会・日高管内さけ・ます増殖事業協会・日本海さけ・ます増殖事業協会・水産研究・教育機構. 2018. 平成29年度サケ資源回帰率向上調査事業調査報告書.
- 岩田宗彦・小島大輔. 2008. サケ科魚類の降河行動の触発まで. 比較内分泌学, 34: 82-85.
- 小林哲夫. 1958. サケ稚魚の生態調査(5)降海期に於けるサケ稚魚の行動について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 12: 21-30.
- 小林哲夫. 1964. サケ稚魚の生態調査—VII サケ稚魚の行動についての一知見. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 18: 1-6.
- 小林哲夫・阿部進一. 1977. 遊楽部川におけるサケマス生態調査 2. サケ稚魚の降海移動, 成長と標識親魚の回帰. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 31: 1-11.
- 小林哲夫・原田滋. 1966. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 II. カラフトマス稚魚の降海移動, 成長, 食性. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 20: 1-10.
- 小林哲夫・原田滋・阿部進一. 1965. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 I. サケ稚魚の降海移動並びに成長について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 19: 1-10.
- 小林哲夫・黒萩尚. 1968. 網走湖, 網走川におけるサケ稚魚の生態とその保護について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 22: 37-71.
- 真山紘・加藤守・関二郎・清水幾太郎. 1982. 石狩川産サケの生態調査—I 1979年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 36: 1-17.
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P., and Saunders, R.L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 77-92.
- Melnychuk, M.C., and Welch, D.W. 2018. Habitat-mediated effects of diurnal and seasonal migration strategies on juvenile salmon survival. Behav. Ecol., Doi: 10.1093/beheco/ary119.
- Moore, A., Potter, E.C.E., Milner, N.J., and Bamber, S. 1995. The migratory behaviour of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the estuary of the River Conwy, North Wales. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 52: 1923-1935.
- 長澤和也・帰山雅秀. 1995. 日本沿岸水域における魚類と海鳥類によるサケ幼稚魚の捕食. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 49: 41-53.
- 長沢有晃・佐野誠三. 1961. メム川の天然産卵場で算定したサケ (*Oncorhynchus keta*) の降下稚魚について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 16: 107-125.
- 永田光博・宮本真人. 1986. 歌別川におけるサケ稚魚の降下移動とハナカジカによるサケ稚魚捕食量の推定. 北海道立水産孵化場研報, 41: 13-22.
- 太田博巳・神力義仁・西村明・本間正男・松原敏幸・佐藤長蔵. 1986. 突符川に放流された池産1+スモルトサクラマスの降海行動. 北海道立水産孵化場研報, 41: 47-54.
- 佐々木義隆・山下幸悦・中島幹二. 1993. 仁雁別川におけるカラフトマス稚魚の降海行動. 北海道立水産孵化場研報, 47: 15-20.
- Scheel, D., and Hough, K.R. 1997. Salmon fry predation by seabirds near an Alaskan hatchery. Mar. Ecol. Prog. Ser., 150: 35-48.
- 高橋悟・長谷川功・伊藤洋満・伴真俊・宮内康行. 2016. 温度・餌環境が異なる河川に放流されたサケ稚魚の成長比較. 日本水誌, 82: 559-568.
- 虎尾充. 2016. カラフトマス稚魚の産卵場からの降河移動. 北水試研報, 90: 47-52.

## 研究成果情報

## 成長が速いサケ幼稚魚は生き残りやすい

ほんだ けんたろう  
本多 健太郎（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

## はじめに

一般的に魚類では幼稚仔の時期の死亡率がもっとも高く、その様を「初期減耗」と表現します。サケの仲間も例外ではなく、生活史の初期に大規模な減耗が起こると考えられています。では、サケ (*Oncorhynchus keta*) の幼稚魚期に焦点を当てた場合にどのような特徴を持つ個体が生き残りやすいのか、または死にやすいのでしょうか？ わかりやすい例を挙げれば、小柄で元気のない魚は死にやすそう、逆に体が大きくて元気な魚は生き残りやすそう、と想像できます。ここで、元気のある・ないは置いておいて、体の大きさが死にやすさに関係すると思われるのは、体が大きい個体の方が小さい個体よりも遊泳能力が高く、その能力が高いほど追跡してくる捕食者や不適な環境から逃避しやすと考えられるからではないでしょうか。他にも、体が大きい個体を食べられる捕食者は相応の口の大きさが必要ですので、そもそも捕食者の数が制限されるとも考えられますし、大きい個体は脂肪などの栄養を蓄積できる絶対量が多いために飢餓耐性にも強そうです (Sogard 1997)。このような体サイズの違いに依存した減耗があることはサケを含むサケ属魚種でも古くから指摘されてきました (例えば, Healey 1982; Beamish et al. 2004; Tucker et al. 2016)。そして、この体サイズ依存の減耗は日本のサケにも当てはまると目されるのですが、これまでにそのことを確認した例は知られていません。本稿では、体サイズ依存の中でも成長する速さの違いによって生じる体サイズの差に依存する減耗(成長依存の減耗)について日本のサケを対象に調べた結果を紹介します。

なお、本稿に関する内容は本多ら (2018) の中でも取り上げられていますので、興味のある方はそちらもご参照下さい。

## 耳石を調べれば成長の良し悪しがわかる？

サケでは、耳石と言えば飼育水温の差を利用してバーコード状の標識を付ける耳石温度標識 (浦和 2001) が有名です。この標識を使えば生まれた川や採卵時期などが区別できるようになります。実はサケの耳石には別の用途があり、それは幼稚魚期の耳石にみられる日周輪 (図 1) から成長速

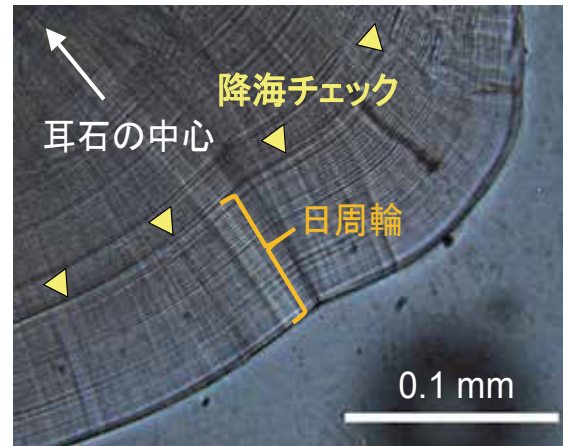


図 1. サケ幼稚魚の耳石の縁辺付近の拡大写真 Saito et al. (2007)を改変

度や降海履歴 (降海日と降海時の体サイズ) を推定することです。日周輪とは毎日一本ずつ樹木の年輪のように耳石中に形成される線のことで、まず、降海時に耳石中に形成される明瞭な境界である降海チェック (図 1) より外側の日周輪の本数と線同士の幅を計測します。そして、それらの値を基にバックカリキュレーション法<sup>\*1</sup>を用いることによって、その個体の降海以降の成長速度が推定できるのです (Saito et al. 2007, 2009)。降海チェックの位置から降海履歴を推定することもできます。この手法のことを耳石の日周輪解析と呼んでいます。

## 道東昆布森沿岸で採集したサケ幼稚魚の成長特性

北海道区水産研究所が 1997 年から毎年サケ幼稚魚の採集調査を行っている北海道東部の昆布森沿岸 (図 2) は、オホーツク海沖<sup>\*2</sup>を目指す日本の太平洋側の河川起源のサケ幼稚魚の多くが通過する海域であることがわかっています。その昆布森沿岸において、2005–2014 年の 6–7 月に表層トロールなどによって採集したサケ幼稚魚の中から、耳石温度標識によって放流起源を特定した太平洋側河川起源の 369 尾 (尾叉長 56–146 mm) を抽出しました。これらの耳石を使って日周輪解析を行い、個体ごとに降海後の成長速度 (尾叉長の平均日間成長量) と降海履歴を推定しました (Honda et al. 2017)。ただし、本稿では成長速度の結果についてのみ紹介することとし、降海履歴について

はもう少し知見が集まってから改めて報告したい  
と思います。

実験に供した 369 尾の成長速度と採捕時の尾叉  
長をプロットしてみたところ、図 3 のように正の  
相関が見られました。ここで注目して欲しいのは、  
採捕時の体サイズが小さい魚の中には比較的成長  
速度が速い個体もいたのですが、その逆がいなか  
った点です。つまり、ゆっくり成長して大きくな  
った魚がおらず、例えば成長速度が 0.4 mm/day 以  
下で尾叉長 100 mm まで成長した個体はいません  
でした。

続いて、実験魚の「昆布森から生まれた川まで  
の距離」と成長速度の関係を見てみると、昆布森  
から遠い河川起源の魚は採捕時の体サイズが大き  
く且つ成長速度が速い傾向にありました。えりも  
岬 (図 2) 以西以南の河川起源の魚の 90%\*<sup>3</sup> は採  
捕時の尾叉長が 90 mm よりも大きく、成長速度  
の中央値は 0.65 mm/day でした (図 4)。続いて、  
えりも岬以東の河川起源の魚から成るグループ同  
士を比べてみると、採捕時の体サイズが小さいグ  
ループほど成長速度が遅く偏る傾向にありました  
(図 4)。成長速度の下限側に着目すると、えりも  
岬以西以南の河川起源の魚では成長速度が 0.45  
mm/day 未満の魚は 3 尾 (3.5%) だったのに対し  
[地球岬 (図 2) 以西以南では 46 尾中 0 尾]、え  
りも岬以東では 41 尾 (14.5%) 確認されました。  
これらは襟裳岬の以西・以東に関わらず、いずれ  
も採捕時の尾叉長が 90 mm に満たない魚でした。  
なお、今回の結果では遠方起源のサケの成長速度  
が速い値に偏ったため、見方を変えれば岩手県や  
北海道南部の河川起源のサケの成長速度は減耗し

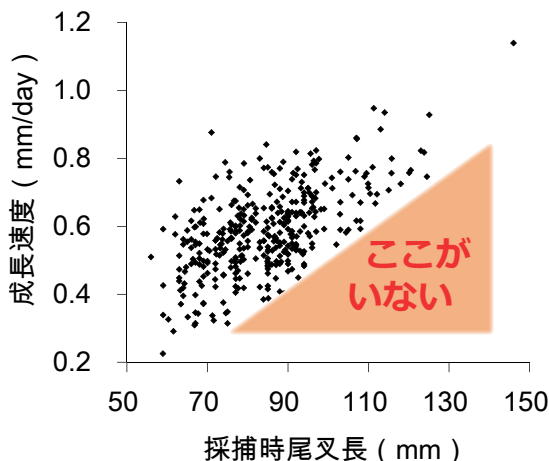


図 3. 昆布森沿岸で採集したサケ幼稚魚 369 尾の採捕時の  
尾叉長と降海後の成長速度の関係 Honda et al. (2017)  
を改変

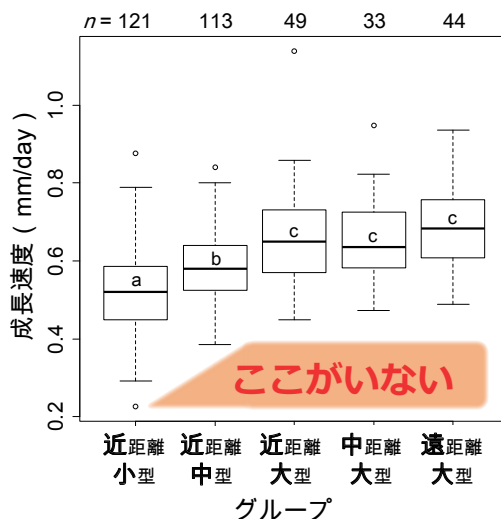


図 4. 昆布森沿岸で採集したサケ幼稚魚の昆布森から起源  
の河川までの距離と採捕時の尾叉長によって分類した  
各グループの降海後の成長速度 Honda et al. (2017) を  
改変  
グループ名の近距離、中距離、遠距離は、それぞれ昆布  
森・えりも岬間、えりも岬・地球岬間、地球岬以西以南  
(図 2 参照) を指し、小型、中型、大型は採捕時の尾叉  
長 77 mm 以下 (全標本 369 尾の 0-33.3 パーセント  
イル)、77-90 mm (33.3-66.6 パーセントイル)、90 mm  
以上 (66.6-100 パーセントイル) と定義した  
標本数が 10 未満のグループは比較対象から除外した  
各箱ひげの太線は中央値を、上下の境界は 75 および 25  
パーセントイルを示す  
ひげの長さは箱の高さの最大 1.5 倍とし、外れ値をプ  
ロットした  
統計学的な有意差 ( $p < 0.05$ ) があるグループには異なる  
アルファベットを付した

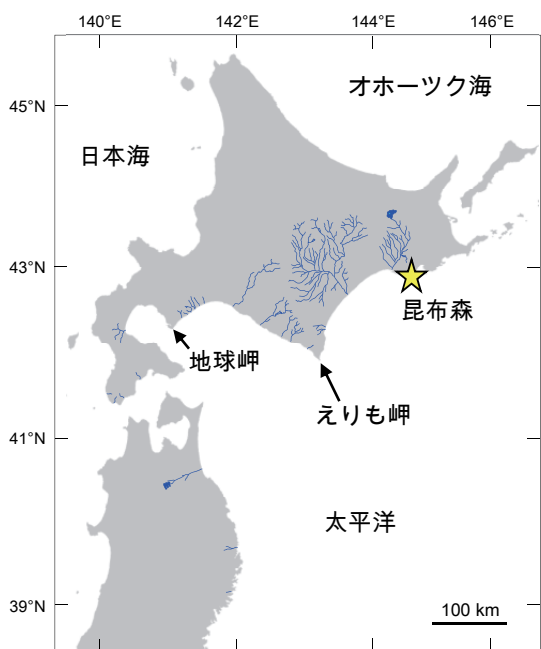


図 2. サケ幼稚魚を採集した昆布森沿岸 (☆) と実験魚の  
起源 (青線で示した河川)

た魚も含めて元々速い値を示すのではないかと思  
われるかもしれません。しかし、岩手県沿岸域で  
採集した同県田老川起源のサケ幼稚魚の降海後の  
成長速度を調べた例では、成長速度が 0.5 mm/day  
を下回る個体が多数派でした (斎藤ら 2010)。

以上をまとめると、日本の太平洋側のサケ幼稚魚が尾又長 90 mm 以上になるまで成長し、昆布森に到達するためには起源に関係なく成長速度を一定（今回の結果による指標は中央値で 0.65 mm/day）以上に維持することが条件であると考えられました。より長時間死亡リスクの高い環境中に曝されれば、速い成長速度を維持して大型化した魚が生き残りやすく、逆に成長の遅い個体は淘汰されやすいと推察されます。この成長依存の減耗の存在については、2002年の秋にオホーツク海沖で採集した北海道起源のサケ幼魚 11 尾（尾又長 209–273 mm）の降海後 30 日間<sup>\*4</sup>の成長速度の平均が 1 mm/day を超え、昆布森の結果と比べて高い値に偏ったことから支持される形となっています（Honda et al. 2018）。

## おわりに

どうやら日本のサケでも海洋生活初期に速い成長速度を維持できた個体が生き残りやすく、より遠くの海域まで到達できることがわかってきました。厳しい自然界の枠組みの中ではこのことはごく当然のようにも思われます。ですが、そうであるならば、ふ化放流を営む観点からはどのように放流した魚がその後速い成長速度を示すようになるのかを明らかにすることが重要です。

先述のように耳石の日周輪解析では降海履歴（降海日と降海時の体サイズ）を推定することができます。日本の河川は比較的小規模なために降海履歴は放流履歴に近似すると考えられます。したがって、成長の良かった魚の降海履歴をふ化放流の現場にフィードバックすることで放流魚の成長速度の底上げにつなげられるかもしれません。そのためには、例えば特定の河川・年級集団を対象に河口域で定期的に標本採集するなどして母集団の降海履歴の特徴を明らかにした上で、沿岸域やさらに遠くの海域で同集団を追跡採集することが有効と思われます。なぜなら、そこまで生残した魚や成長の良かった魚が示す降海履歴の特徴を母集団のものと比べることで、どのような降海履歴が望ましかったのかがわかるからです。

## 引用文献

Beamish, R.J., Mahnken, C., and Neville, C. M. 2004. Evidence that reduced early marine growth is

associated with lower marine survival of coho salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 133: 26–33.

Healey, M. C. 1982. Timing and relative intensity of size-selective mortality of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) during early sea life. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 952–957.

Honda, K., Kawakami, T., Suzuki, K., Watanabe, K., and Saito, T. 2017. Growth rate characteristics of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* originating from the Pacific coast of Japan and reaching Konbumori, eastern Hokkaido. *Fish. Sci.* 83: 987–996.

Honda, K., Kawakami, T., Saito, T., and Urawa, S. 2018. First report of growth rate of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* captured in the Sea of Okhotsk offshore. *Ichthyol. Res.* DOI: 10.1007/s10228-018-0643-6.

本多健太郎・川上達也・斎藤寿彦. 2018. サケ幼稚魚の成長特性からみた生残条件. 「海洋と生物」, 生物研究社, 東京. 40: 346–350.

Saito, T., Kaga T., Seki, J., and Otake, T. 2007. Otolith microstructure of chum salmon *Oncorhynchus keta*: Formation of sea entry check and daily deposition of otolith increments in seawater conditions. *Fish. Sci.* 73: 27–37.

Saito, T., Shimizu, I., Seki, J., and Nagasawa, K. 2009. Relationship between zooplankton abundance and the early marine life history of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* in eastern Hokkaido, Japan. *Fish. Sci.* 75: 303–316.

斎藤寿彦・高橋昌也・平澤勝秋・八木澤 功・小軽米成人・戸田修一・千葉 徹. 2010. 海中飼育放流の生残・成長効果, 4. 海中飼育放流魚と陸上飼育放流魚の生残・成長および栄養比較. 「サケ輸出促進のための品質評価システムの開発と放流技術の高度化」, 独立行政法人水産総合研究センターさけますセンター, 札幌. pp 108–116.

Sogard, S. M. 1997. Size-selective mortality in the juvenile stage of teleost fishes: A review. *Bull. Mar. Sci.* 60: 1129–1157.

Tucker, S., Hipfner, J. M., and Trudel, M. 2016. Size- and condition-dependent predation: A seabird disproportionately targets substandard individual juvenile salmon. *Ecology* 97: 461–471.

浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識: 技術と応用. さけ・ます資源管理センターニュース 7: 3–11.

\*1 耳石は成長量に応じて大きくなることから、その関係式により過去の体サイズを推定する方法

\*2 日本のサケの多くが最初の夏から秋を過ごす海域

\*3 残りの 10%は個体数が 10 未満のグループに属し、図 4 に含まれていない

\*4 北海道沿岸を滞泳中と想定される期間として設定した

## 技術情報

## サケの給餌率に関する検討

みのわ ぼん まさとし ふくざわ ひろあき なかしま あゆみ やえがし ひろふみ  
 箕輪 ゆい\*1・伴 真俊\*2・福澤 博明\*3・中島 歩\*4・八重樫 博文\*1

## はじめに

サケのふ化放流事業における飼育給餌は長年、多くのふ化場でサケ水温別標準給餌率表を目安に、その日の給餌量を決定してきました。これは、Leitritz(1959)がニジマスの飼育実験で導き出した水温別の適正な給餌率をサケ用にアレンジしたもので、サケ稚魚を飼育水温毎に、より効果的に成長させることができるとされています(コラム参照)。一方、サケは地域ごとに放流の適期がおおよそ把握されており、適期が近づくまでにふ化場で魚体重を1g以上に成長させるのが理想と考えられています(野川・八木沢 2011)。しかし、現実的には放流適期前に成長が進んで、飼育用水やスペースの不足に陥り、いわゆる放流適期前の調整放流を余儀なくされることがあります。これまで、調整放流を少なくするために、管理用水の水温を下げて卵の発生や稚魚の成長を遅らせる方法が用いられてきました。しかしながら、水温を下げて卵の発生を遅らせる方法は、水温調整装置の導入や電気代にコストがかかる上、卵管理が長くなることにより水カビ症が発生するリスクが高まります。また、稚魚期に水温を下げる方法は、一般に水温が低い時期の河川水を用いて行うため、魚病の発生を招くことがあります。今回の試験では、水温ではなく与える餌の量を抑えることによる成長抑制の可否を検討するため、北海道日本海側に位置する千歳さけます事業所(以下千歳)及び太平洋側東部に位置する鶴居さけます事業所(以下鶴居)で給餌率を下げて飼育した場合に稚魚の健苗性に及ぼす影響を調べました。

## 低給餌率がサケ稚魚に与える影響

試験魚の飼育は、千歳及び鶴居共に給餌率を標準給餌率の100%、80%、60%、40%(以下、100%区、80%区、60%区、40%区)に設定し、それぞれ同じ型の実験水槽(写真1)を用いて、浮上から試験魚と同一採卵日の事業群を放流するまで行いました。試験開始時の投入尾数は、千歳では最終的な飼育密度が20kg/m<sup>3</sup>となるように、鶴居では各区の尾数を均一とし、各事業所の試験条件は、表1の通りに設定しました。

給餌率の違いが稚魚に与える影響を比較するため、試験終了時の生残率(生残尾数/投入尾数×10<sup>2</sup>:%)、魚体重、栄養状態の指標として肝臓の糖分量、運動能力の指標として瞬発遊泳速度(大熊ら 1998, 写真2)、飢餓耐性の指標として給餌試験終了から30日間無給



写真1. 飼育試験に用いた鶴居さけます事業所における実験水槽  
 餌が流出しないよう排水部の表層に板を設置した

表1. 千歳と鶴居の飼育環境と実験開始時の投入尾数

	千歳	鶴居
飼育面積(m <sup>2</sup> )	2.2	2.2
水深(m)	0.30	0.35
流速(cm/秒)	0.14	0.68
水温(°C)	8.0	7.5
飼育尾数(尾)	100%区	8,000
	80%区	10,000
	60%区	13,000
	40%区	19,000
		9,000



写真2. 瞬発遊泳速度測定装置と測定風景  
 装置内に魚を投入し、流速を急速に上げ(1秒間に2-3cm/秒)、遊泳できなくなる流速を測定

餌で管理した後の生残率を調べました。

試験期間中の生残率は、全ての区で97%以上を示しました。この値は、北水研の事業所における過去3年間の浮上から放流までの平均生残率99.8%に相当する高い値で、給餌率による大きな違いは生じませんでした。給餌試験終了時の魚体重は事業所間で大きな違いが見られましたが、両事業所とも100%区から40%区にかけて給餌率に従い低下傾向を示し(図1)、明瞭な成長抑制の効果が認められました。

\*1 北海道区水産研究所 さけます生産技術部 鶴居さけます事業所、\*2 北海道区水産研究所 業務推進部、\*3 北海道区水産研究所 さけます生産技術部、\*4 北海道区水産研究所 さけます生産技術部 千歳さけます事業所

肝臓の糖分量については、両事業所ともに100%区では約4.5%であったのに対し、千歳の他の区では約3%、鶴居の40%区と60%区ではそれぞれ0.6%と1.5%となり、魚体重と同様にほぼ給餌率に従い低下していました(図2)。肝臓に備蓄される糖分は、飢餓時に真っ先にエネルギーとして使われ(示野 1987)、その特性から魚類の飢餓状態を客観的に評価出来ることが知られています(三坂ら 2004)。このことから、給餌率が低いほどエネルギー不足に陥っていたことが予想されます。また、飢餓耐性試験の生残率も給餌率に従い低下し、100%区が93%以上だったのに対し、60%以下の区は両事業所とも64%以下まで低下しており(図3)、給餌率の低い群の飢餓耐性が劣っていたことが示唆されます。一方、瞬発最大遊泳速度は、どの区分も31 cm/秒を示し、給餌率による違いはありませんでしたが、鶴居の40%区は他の区より低い27 cm/秒でした。

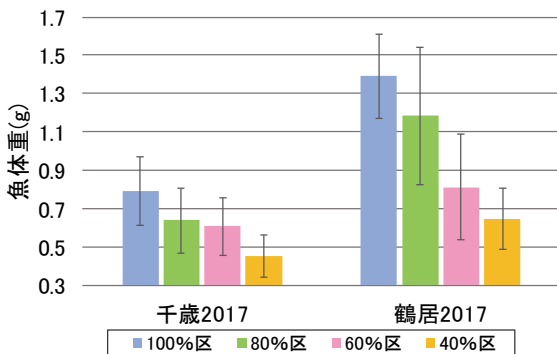


図1. 飼育実験終了時の魚体重。棒グラフ上の縦線は標準偏差を示す

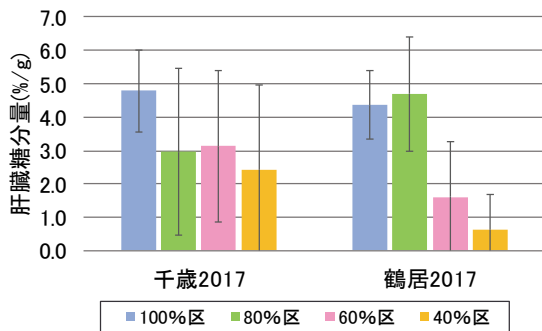


図2. 飼育実験終了時の肝臓における糖分量。棒グラフ上の縦線は標準偏差を示す

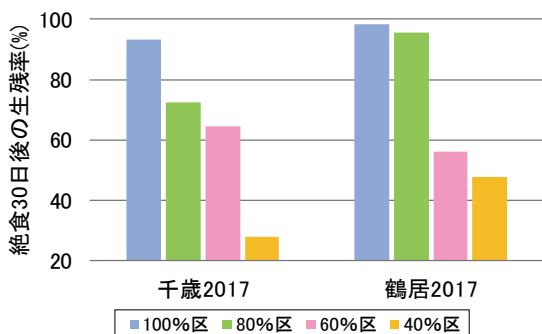


図3. 実験後に実施した飢餓耐性試験の生残率

## 低給餌率が飢餓後の回復に与える影響

適期に放流されたサケ稚魚は、河川内では多少の摂餌はするものの大きく成長することなく降河し(真山ら 1982)、沿岸域で摂餌し一定の体サイズに成長した後、海水温の上昇に伴い沖合へ移動します(入江 1990)。沿岸域の餌生物の発生状況によっては、放流されたサケ稚魚が飢餓状態に陥ることも予想されます。前項では、低給餌率管理された魚の飢餓耐性が劣っていることを示しましたので、本項では自然界で飢餓状態に陥った魚が餌に遭遇した状況を想定し、その回復状態に対する影響を調べました。そのために、千歳で行った飢餓耐性試験終了後の全試験区を標準給餌率の110%で飼育管理し、魚体重が1gになるまでの生残率を調べました。

その結果、再給餌後の生残率は40%区のみ大きく低下していました(図4)。魚類には、絶食後に再給餌しても回復できない臨界点があることが知られています(Hempel and Blaxter 1963)。今回の40%区は、その臨界点に達する時間が他の区よりも早く、飢餓状態からの回復力が劣っていたと考えられました。

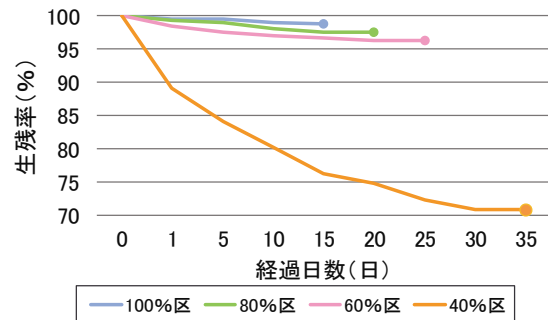


図4. 再給餌期間の生残率の推移

## 低給餌率管理したサケ稚魚の放流後について

これまで、人為管理下での給餌量の違いがサケ稚魚に与える影響を調べてきました。次に、低給餌率管理されたサケ稚魚を川へ放流した後、成長や生残率、瞬発遊泳速度がどのようになるのかを把握する目的で、千歳川支流のイケジリママチ川に、仮想的な自然環境としてサケ稚魚の餌生物が通過できる網生け簀(1 m × 1 m, 目合4mm)を設置しました(写真3)。河川内に24基の生け簀をランダムに配置し、4つの試験区それぞれに6基の生け簀をランダムに割当て(図5)、生け簀1基あたり30尾の稚魚を収容しました。生け簀内の環境は、平均水深が9.8 cm(7.2 cm - 15.4 cm)、平均流速が18.6 cm/秒(6.7 cm/秒 - 26.9 cm/秒)、平均水温が約8.7°C(7.3°C - 12.3°C)でした。調査項目は、尾叉長、生残率及び瞬発遊泳速度とし、各試験区に割り当てられた6基の生け簀の内、10日後に3基、20日後に残りの3基から取り上げた稚魚を測定した他、5日以内に斃死した個体の尾叉長を測定しました。





写真3. イケジリマチ川に設置した網生け簀

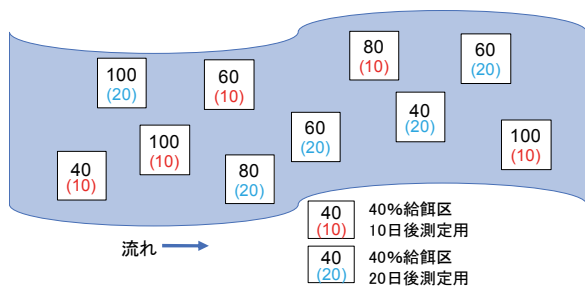


図5. イケジリマチ川に設置した生け簀の配置イメージ図

生け簀に移行後の生残率は、100%区が平均で約90%を維持したのに対し、80%以下の試験区では値が大きく低下する傾向がありました(図6)。また、生け簀へ移してから5日後までの斃死魚の尾叉長を測定した結果、全ての試験区で移行時の平均の尾叉長よりも小さい個体が斃死していたこと、斃死の割合は移行時の尾叉長が小さい60%区と40%区で多かったことなどから(表2)、放流後の生残には大型個体の方が有利であることが推察されます。各試験区から取り上げた魚の瞬発遊泳速度は、生け簀管理期間を通してほぼ同等の30 cm/秒を示し、試験区間に違いは認められませんでした。しかしながら、前項で示した通り、生け簀試験移行時における魚の肝臓の糖分量は給餌率に沿って低下する傾向がありました。肝臓の糖分量は、非常時に速やかに魚が使えるエネルギー源である(示野 1987)ことから、低給餌率区は100%区に比べて持久力が劣っており、そのことが生残率を低下させた要因である可能性が考えられます。流速が遅い飼育水槽から自然環境へ移される魚の生き残りを評価する上で、移行前の栄養状態も考慮する必要があります。次に、各生け簀から生き残った個体を取り上げて体重を比較したところ、移行時には最大で約0.4 g あった差が徐々に小さくなり、20日後には全ての試験区がほぼ同じ重さになっていました(図7)。この理由として、低給餌率区は斃死個体が多いため結果的に生息密度が低くなったこと、あるいは低給餌率区でも生き残った個体は生存能力が高く、高成長に繋がったことなどが考えられます。

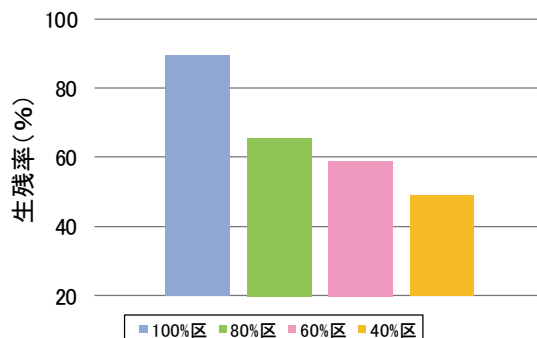


図6. 生け簀に移行してから20日後の生残率(%)  
値は生け簀3基の平均値

表2. 各試験区における、生け簀導入時の平均尾叉長、導入から5日後までの斃死魚の平均尾叉長及び斃死割合

	開始時の尾叉長 (mm)	5日後までの斃死魚の尾叉長 (mm)	5日後までの斃死割合 (%)	5日後までの斃死尾数 (尾)
100%	47.5	40.8	1.7	3
80%	44.7	42.4	7.7	14
60%	43.0	41.9	12.2	22
40%	39.7	37.7	10.0	18

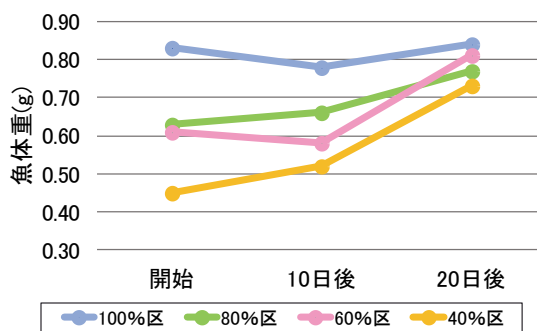


図7. 生け簀移行後の平均魚体重の変化

### おわりに

長期的な低給餌率管理は、水槽で飼育したサケ稚魚の生残率及び運動能力に大きな影響を与えることなく、明瞭な成長抑制効果を発揮しました。しかしながら、この管理法はエネルギー源となる肝臓の糖分量の低下を招き、飢餓耐性に悪影響を与えること、特に40%給餌では飢餓から回復することができない臨界点を早めることがわかりました。また、水槽で管理されたサケ稚魚を河川に設置した生け簀で管理した試験においては、尾叉長が約40 mm程度の小型個体が移行から数日で斃死したことから、低給餌率管理を継続的に行う際は、体サイズのバラツキに注意した管理方法を実施する必要があります。鶴居さけます事業所では、標準給餌率の約90%で給餌し、給餌回数を体サイズに合わせて徐々に減らすことにより、バラツキをできるだけ抑えながら成長を抑制して通常管理より1週間ほど放流適期に近づけた放流を事業規模で実施しています。得られた結果は別の機会に紹介する予定です。

本試験では、浮上後の給餌率を一定にして管理しましたが、今後の技術開発試験では複数の給餌率を組み合わせた飼育も考えられます。また、地域特性や環境の微妙な違いにより、同じ管理を行っても全く同じ結

果にはならない可能性があることから、実際に低給餌率で管理する場合は、事前に試験を行い、稚魚の健全性に及ぼす影響を把握した後、事業規模で実施することをおすすめします。

## コラム

### サケのふ化放流事業における給餌率について

ふくざわ ひろあき

福澤 博明（北海道区水産研究所 さけます生産技術部）

ニジマス養殖では、一般的にライトリッツの給餌率表(表 1)を基本に日々の餌が与えられており、他のサケ科魚類の養殖においても、これを参考にして給餌することが多いようです。この給餌率表は1959年にアメリカのライトリッツ氏がニジマスの体の大きさと飼育水温の違いによって、1日あたり体重の何パーセントの餌を与えれば良いかを研究し作成したものです(Leitritz 1959)。

サケのふ化放流事業では、1967年に乾燥配合餌料による給餌が始まり、当初はライトリッツの給餌率表に従った給餌が行われましたが、放流体重が1g程度のサケには多すぎて残餌が出たことから、ライトリッツ表の値に0.8を乗じた給餌率を目安として給餌されるようになりました(野川・八木沢 2011)。これがサケの標準給餌率表(表2)と呼ばれるもので、多くのサケのふ化場でこれに従った給餌が行われています。

当機構では、ふ化場の技術者に対して技術普及を行っており、新規の技術者などに餌の量を聞かれた場合には、まず、このサケの標準給餌率表を示しながら給餌方法を説明します。しかし、稚魚の摂餌は飼育水温と体重だけでなく、餌料や飼育用水の質、稚魚のコンディションによっても違いが出るものであり、この給餌率表の値はあくまで目安に過ぎません。このため、実際の給餌にあたっては、稚魚の摂餌状態を良く観察し、放流の時期なども考慮した上で加減することも必要になります。

表1. ライトリッツによるニジマスの給餌率表 (谷崎ら 1974 より一部抜粋)

体重 g	0.18 以下	0.18 ~1.5	1.5 ~5.1	5.1 ~12	12 ~23	23 ~39	39 ~62
全長 cm	~2.5	2.5 ~5.0	5.0 ~7.5	7.5 ~10.0	10.0 ~12.5	12.5 ~15.0	15.0 ~17.5
水温 °C							
2	2.6	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7
3	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7
4	3.1	2.5	2.0	1.6	1.2	1.0	0.8
5	3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9
6	3.5	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0
7	3.9	3.2	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1
8	4.2	3.5	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2
9	4.5	3.8	3.1	2.4	1.8	1.5	1.3
10	4.9	4.2	3.3	2.6	2.0	1.6	1.4
11	5.3	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5
12	5.7	4.8	3.9	3.0	2.3	1.8	1.6

表2. サケの標準給餌率表

水温 °C	給餌率 %
2	1.8
3	1.8
4	2.0
5	2.2
6	2.4
7	2.6
8	2.8
9	3.0
10	3.4
11	3.6
12	3.8

## 引用文献

- 大熊一正ら. 1998. スタミナトンネルを用いて測定したサケ稚魚の瞬発遊泳速度. さけ・ます資源管理センター研究報告, 1: 45-48.
- Hempel, G., and Blaxter, J. H. S. 1963. On the condition of herring larvae. Rapp. P. -v. Réun. Cons. perm. Int. Explor. Mer., 154: 35-40.
- 入江隆彦. 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的研究. 西海区水産研究所研究報告, 68: 1-142.
- Leitritz, E. 1959. Trout and Salmon Culture (Hatchery Methods). Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull. 107. 196p.

- 真山紘ら. 1982. 石狩川産サケの生態調査 - I. 1979年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 36: 1-17.
- 三坂尚行ら. 2004. 飢餓中のサクラマス当歳魚の肝臓におけるトリグリセリドおよびグリコーゲン含量の変動. 日本水産学会誌, 70: 168-174.
- 野川秀樹・八木沢功. 2011. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史 (飼育管理編). 水産技術, 3(2): 67-89.
- 示野貞夫. 1987. 魚類糖代謝の特性と適応性②代謝調節. 水産の研究, 6: 60-65.
- 谷崎正生ら. 1974. ニジマス. 養魚学各論 改訂二版 (川本信之編). 恒星社厚生閣, 東京. pp. 404-405.

## 技術情報

## 尻別川支流昆布川のサクラマス遡上状況調査

そとやま よしのり ほらない てつお

外山 義典・洞内 哲雄（北海道区水産研究所 さけます生産技術部 尻別さけます事業所）

## はじめに

サクラマス (*Oncorhynchus masou*) は北日本の日本海沿岸において春季の重要な漁業資源となっています (真山 1992 ; Miyakoshi 2018)。私の所属する尻別さけます事業所では、サクラマスの資源を保全するため、個体群維持のためのふ化放流を尻別川支流目名川で行っています。本調査は2014年尻別川支流目名川においてサクラマス親魚の捕獲数が減少したことを受け、ふ化放流事業を行っていない尻別川支流で野生魚の遡上状況を調査し、ふ化放流を行っている目名川の遡上状況と比較することで、尻別川水系のふ化放流由来と野生魚のサクラマス資源の動態等の関係を把握することを目的に行いました。

## 調査方法

調査は幼稚魚放流を行っている目名川よりも18.8km上流で尻別川本流と合流する昆布川で行いました。昆布川は1951年に蘭越ダムが建設されて以来長期にわたりさけます類が遡上出来ない河川でしたが、1993年に魚道が付設されてからは再び遡上可能となり、さけます類の自然産卵が回復した河川です (河村 2007)。昆布川橋より上流14.3km区間を3区間に分け (図1)、下流部 (4.8km; 昆布川橋～桂橋)、中流部 (5.0km; 桂橋～上流5km)、上流部 (4.5km; ピリカンベツ橋～川上牧場下) の河川内の踏査を行い、産卵後親魚 (ホッチャレ) 尾数および産卵床を計数し、昆布川への親魚の遡上状況を確認するとともに採集可能なホッチャレは外部標識および耳石温度標識を確認しました。本調査は2014年から2017年の4年間、毎年9月下旬から10月上旬の間に1回、2日間かけて行いました。

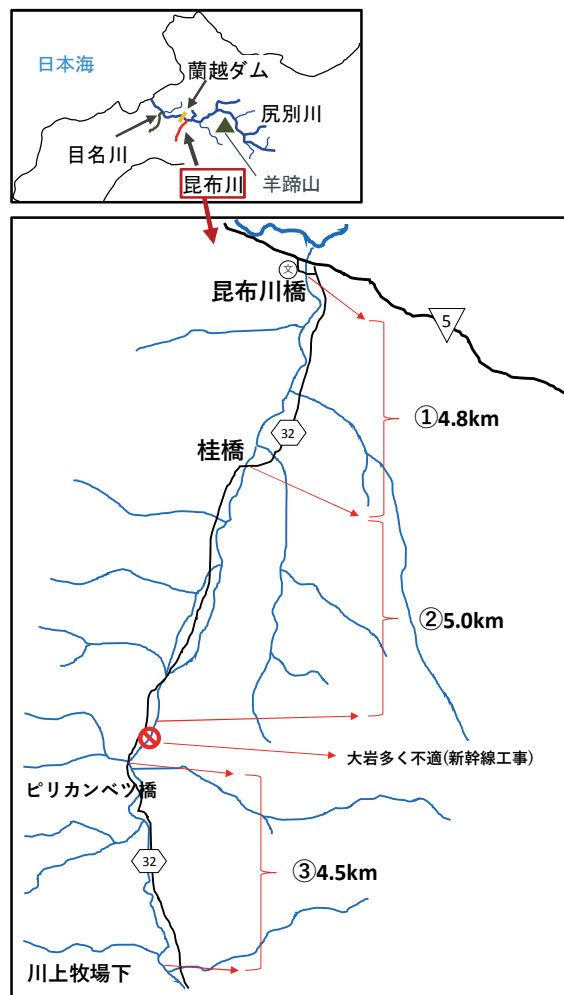


図1. 尻別川支流昆布川の位置 (上) と調査範囲 (下)

## 昆布川におけるサクラマス遡上状況調査結果

表1に昆布川踏査時に確認されたサクラマスとサケのホッチャレ尾数および産卵床数を示しました。サクラマスのホッチャレ尾数は2016年が他

表1. 昆布川踏査時に確認されたサクラマスとサケのホッチャレ尾数および産卵床数

調査年	調査日	サクラマスおよびサケのホッチャレ数(尾)*1				産卵床数(個)*2			
		下流	中流	上流	計	下流	中流	上流	計
2014	9/24-9/25	7 (3)	9 (1)	7 (0)	23 (4)	19	6	24	49
2015	9/28-9/29	5 (7)	8 (1)	- *3	13 (8)	29	7	- *3	36
2016	9/28-9/29	34 (10)	19 (0)	27 (0)	80 (10)	90	105	75	270
2017	10/3-10/4	0 (5)	1 (1)	0 (0)	1 (6)	0	0	0	0

\*1 ( )内の数値はサケのホッチャレ尾数で外数

\*2 産卵床はサケ由来も含む

\*3 増水により未調査

の年に比べ多く 80 尾となりました。また、産卵床数についてはサクラマスホッチャレ尾数と同様の傾向を示し、2016 年が 270 個と他の年に比べて多く確認されました。一方、2017 年のサクラマスのホッチャレは中流部の 1 尾しか確認できず、産卵床も確認できませんでした。この原因としては、調査時期が例年に比べ 1 旬遅かったことに加え、9 月下旬の大雨による河川増水でホッチャレが調査区間外に流下したことや産卵床が見つげにくくなったことが原因と考えられました。

次に昆布川踏査時に採集したサクラマスのホッチャレの外部標識魚および耳石温度標識魚の尾数について表 2 に示しました。ホッチャレの外部標識および耳石温度標識の確認は採集することができた 114 尾を対象に行いました。2014 年から 2016 年のホッチャレの一部には外部標識魚（右腹鰭切除）と耳石温度標識（2,2H および 5H）が確認されました（図 2, 3）。確認された外部標識および耳石温度標識はいずれも当事業所で施標し、目名川や尻別川本流に放流した個体でした（表 3）。

表 2. 昆布川踏査時に採集したサクラマスホッチャレの外部標識および耳石温度標識数

調査年	標識確認数(尾)	外部標識魚(尾)		耳石温度標識魚(尾)	
		右腹鰭切除	2, 2H	2, 2H	5H
2014	21	1	2	0	
2015	13	1*1	1*1	0	
2016	80	2*2	0	3*2	
2017	0	-	-	-	

\*1の外部標識魚と耳石温度標識魚は同一個体

\*2の耳石温度標識魚3尾中2尾は外部標識魚2尾と同一個体

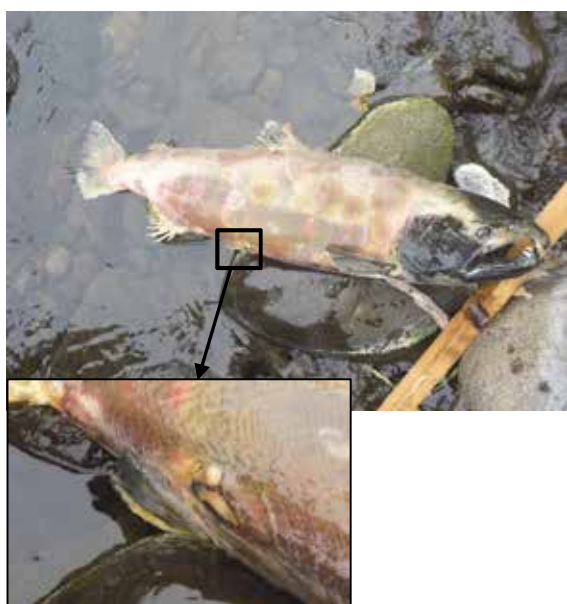


図 2. 右腹鰭が切除されたサクラマス外部標識放流魚のホッチャレ



図 3. サクラマスのホッチャレから確認された耳石温度標識

表 3. 尻別川に放流したサクラマス幼稚魚の放流地点、放流数、耳石温度標識コードおよび外部標識部位

年級	回帰年	放流時期	放流地点	放流尾数(尾)	耳石温度標識コード	外部標識施標部位
2011	2014	0+春	目名川	118, 141		-
		0+秋	目名川	83, 027	2, 2H	両腹鰭
		0+秋	目名川	140, 150		左腹鰭
		1+春	目名川	221, 953		右腹鰭
2012	2015	0+春	目名川	358, 336		-
		0+秋	目名川	48, 645	2, 2H	左腹鰭
		1+春	尻別川本流	63, 322		右腹鰭
		1+春	目名川	144, 957		
2013	2016	0+春	目名川	973, 007		-
		0+秋	目名川	220, 000	5H	-
		1+春	尻別川本流	70, 029		右腹鰭
		1+春	目名川	102, 657		
2014	2017	0+春	目名川	429, 695		-
		0+秋	尻別川本流	200, 086	5H	左腹鰭
		1+春	目名川	238, 870		右腹鰭

### 考察

計画どおりに調査を実施することができた 2014 年から 2016 年の中流部および下流部のホッチャレ尾数を昆布川におけるサクラマス資源の豊度と考えると、多い年から 2016 年（53 尾）、2014 年（16 尾）、2015 年（13 尾）となりました。同じ傾向はふ化放流魚が多く遡上する目名川のサクラマス親魚の捕獲数においても見られ、2016 年が 1,214 尾、2014 年が 598 尾、2015 年が 399 尾でした（図 4）。目名川のサクラマス親魚の捕獲数と尻別川河口周辺の沿岸域（古宇郡、岩内郡、寿都町、島牧の 4 漁協、以下「周辺沿岸域」と記す）で 4 月から 6 月に漁獲されたサクラマスの尾数の間には図 5 のように高い相関 ( $R^2=0.713, p<0.01$ ) が確認されました。同様に、昆布川のホッチャレ尾数と周辺沿岸域のサクラマス漁獲数も同調する傾向が見られました（図 6）。以上のことから、ふ化放流魚が多く遡上する目名川および野生魚が多く遡上する昆布川のサクラマス親魚の遡上動態は共に、周辺沿岸域のサクラマス漁獲数の動態と同様の傾向を示すことが示唆されました。

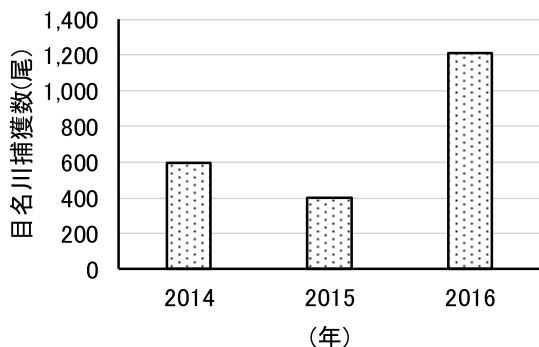


図4. 目名川におけるサクラマス親魚の捕獲数

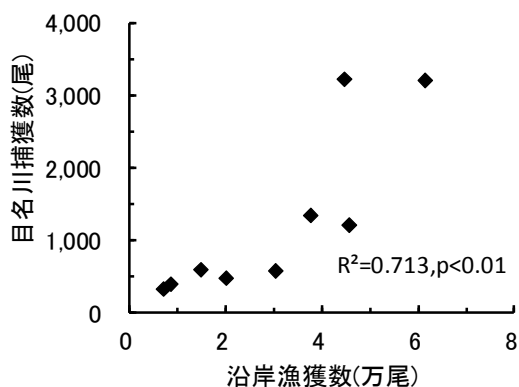


図5. 目名川のサクラマス捕獲数と周辺沿岸域のサクラマス漁獲数の相関関係(2008~2017年, 但し2013年は大雨によりサクラマスが捕獲場上流へ遡上したため省いた)

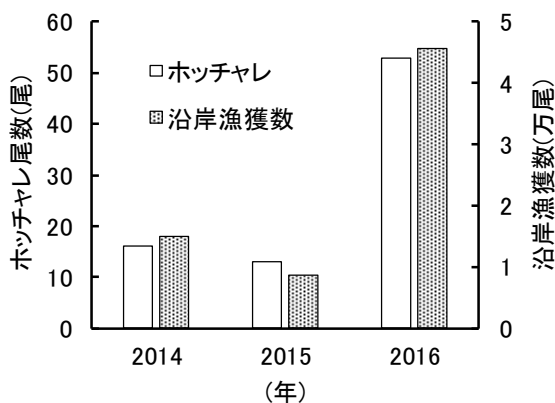


図6. 2014年から2016年の昆布川のサクラマスホッチャレ尾数と周辺沿岸域のサクラマス漁獲数との比較

また、宮腰ら(2012)は尻別川水系内でのサクラマス親魚の遡上状況を調査した際に、蘭越ダム上流部では外部標識魚および耳石温度標識魚は確認されなかったと報告しています。一方、今回の調査において外部標識や耳石温度標識が施されたホッチャレを確認したことで、蘭越ダム下流から放流された個体の一部が尻別川に回帰後、蘭越ダムの上流部まで遡上することが新たにわかりました。

## おわりに

今回の調査からふ化放流を行っている目名川のサクラマス捕獲数だけでなく、昆布川のホッチャレ数も尻別川周辺沿岸域の漁獲数と同様の傾向を示すことから、野生魚由来の資源も周辺沿岸資源に寄与していること、また、数は少ないものの、自然再生産が主体の支流にもふ化放流魚が迷入していることから、人工ふ化放流と自然再生産との相互関係についてより深く理解する必要があると考えます。そのため今後、尻別川水系のサクラマス資源動態をより詳細に確認するためには、尻別川水系の他支流の遡上調査や周辺沿岸域で漁獲されるサクラマスに含まれるふ化放流魚の割合の推定を試みることも重要と考えます。これからも当事業所は尻別川のサクラマス資源の個体群維持と資源の保全に努めたいと思います。

## 引用文献

- 真山 紘. 1992. サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 46:1-156.
- Miyakoshi. 2018. Ocean Ecology of Masu (Cherry) Salmon 4. Ocean Survival and Abundance. In The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout (Beamish, R. J., ed). Bethesda: American Fisheries Society. pp. 767-777.
- 宮腰靖之・高橋昌也・大熊一正・ト部浩一・下田和孝・川村洋司. 2012. 標識魚の遡上状況からみた北海道尻別川水系内でのサクラマスの母川回帰. 北水試研報, 81:125-129.
- 河村 博. 2007. 魚道整備がもたらしたサクラマス資源の復活とそれを促した種川の効果. 魚と水, 43:36-42.

## 会議報告

# さけます関係研究開発等推進会議 研究部会

ふくわか まさあき さとう しゅんぺい  
福若 雅章・佐藤 俊平（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

## はじめに

平成30年8月に「平成30年度さけます関係研究開発等推進会議 研究部会」を札幌市で開催しました。本部会は、さけます類に関する研究開発等を効率的かつ効果的に推進するために設置され、関係道県の試験研究機関等との情報交換を密にし、相互の連携強化を図ることを目的としております。

本会議は8月7日9時30分から12時30分に9道県の試験研究機関、水産研究・教育機構（以下、当機構）、およびオブザーバーとして3大学、1国立研究所、5道県の水産行政部局から合計28機関73名の参加の下で開催されました。主催者である北海道区水産研究所中津所長の挨拶の後、議事に入りました。

## 各機関の研究開発の実施状況

各道県試験研究機関および当機構の平成29年度のさけます関連研究開発課題の一覧表に沿って、各試験研究機関から主な課題の調査研究計画と結果概要が紹介されました。オブザーバーである各大学および（国研）土木研究所寒地土木研究所からも研究結果の概要が紹介され、さけます類が水産資源のみならず生活環境の保全といった観点でも非常に重要な資源であることが窺われました。

また、各試験研究機関が行った平成29年度のさけます標識放流結果と平成30年度の標識放流計画など、試験研究機関間での情報の共有を図りました。さらに、試験研究機関のみならず大学などでのさけます研究をより一層促進するため、資源・増殖に関するモニタリングデータを、準備でき次第ウェブサイト公表していくことで意見の一致を見ました。

## 平成29年漁期におけるサケ資源状況

平成29年漁期のサケ来遊資源は、平成に入ってから最低の水準であった平成28年漁期をさらに下回りました。その要因を探るため、検討を行いました。

まず、北水研さけます資源研究部斎藤グループ長から東北水研・日水研と検討した平成29年漁



写真1. 「研究部会」会議全景



写真2. 主催者として挨拶する中津所長



写真3. 平成29年サケ資源状況を報告する斎藤グループ長

期のサケ資源状況とその減少要因についての分析結果が報告されました。この報告によると、平成29（2017）年漁期のサケ来遊資源は、5年魚（2012年級群）が全国的に少なく、さらに4年魚（2013年級群）も太平洋側を中心に極めて少なく、回帰する主な年齢群の来遊量が減少したことが全体の

来遊量を減少させたことが窺われました。この原因として、2012年級群および2013年級群の降海時期である2013年および2014年の春季の北日本沿岸の水温は平年と比べ低く、初夏はかなり高かったため、サケ幼魚の分布・回遊に適した水温環境が形成された期間が短かったと推測され、このことが2012年級群および2013年級群の豊度の減少に影響を与えた可能性が示唆されました。

次いで、この報告に対する質疑応答と討議が行われ、沿岸水温と海洋生活初期の減耗との関係のメカニズム解明の必要性、野生魚とふ化場魚の資源変動の違い、日本の太平洋側と日本海側の資源変動の違い、オホーツク海への回遊ルートやその海洋環境の調査の必要性など、さまざまな検討を行いました。結論としては当機構から報告した分析結果に同意が得られました。

今回得られた検討結果の多くは間接的な証拠に基づいています。このことから、今後も引き続き放流後の幼魚を追跡調査するなど、減耗機構に関する研究を進める必要が指摘されました。そのようにして得られた科学的知見により、人工ふ化放流手法や野生魚の生息環境の修復などを含む増殖技術の向上とサケ資源の持続的管理方策の開発を進める必要があります。

## サクラマス分科会

この分科会は、研究部会の下で、より詳細にサクラマスに関する議論を進めるために設置された専門の会議です。昨年の研究部会では、本分科会への付託事項を「サクラマス資源の保全や増養殖による持続的かつ安定的な生産を実現するための、関連する試験研究および技術についての情報交換や構成者間の連携強化ならびに新たな試験研究の企画・立案」とすることが了承されました。本分科会は研究部会に先立つ8月6日14時から17時30分に7県の試験研究機関、当機構、およびオブ



写真4.「サクラマス分科会」会議全景

ザーバーとして水産庁と1民間団体の合計14機関38名の参加の下で開催されました。

北水研さけます資源研究部大熊研究員より、サクラマスの増殖事業の効果および自然再生産の実態と効率を明らかにするため、幌加朱太川で行われた研究について発表がありました。この中で、サクラマスが自然再生産している河川への幼稚魚放流はスマルト化率に対して負の効果を及ぼす場合あること、そのような状況ではまず産卵場や育成場所の保全と拡大を行い、さらにモニタリングを実施する必要があること、また自然再生産が維持されている河川への放流は実施前に慎重に検討する必要があることなどが提言されました。

次いで各機関独自の取り組みや研究結果の報告を行い、内容について意見交換しました。とくに昨年度は全ての参加機関により産卵床調査が実施され、それぞれの調査河川における産卵床数および親魚目視数のカウント結果やAUC法による総産卵床数の推定結果などについて報告されました。さらに、サクラマス資源状況に関する情報交換を行い、引き続きデータ収集に取り組むことも確認しました。

日本全体ではサクラマス資源は長期間低迷が続いていますが、ごく一部の地域では回復しつつあるという情報も聞こえてきております。回復傾向がすべての地域に広がるように、今後も各地域の試験研究機関が力を合わせてサクラマスの資源回復に取り組む必要があります。

## おわりに

さけます資源は、日本の漁業資源の中でも最重要資源の一つです。一昨年・昨年漁期のように大きな資源変動が起きると、北日本各地域の漁業、加工業や流通業など水産業全体への影響が非常に大きくなってしまいます。また、さけます類は有史以前から北半球高緯度地域の海洋、湖、河川で、貴重な食料資源として利用され、私たちの文化にも深く根付いており、水産資源としてのみならず多面的な価値を有しています。このため、北太平洋と北大西洋沿岸のさけます類が生息する国々により2019年を中心に国際サーモン年とし、各国の科学者による国際共同調査やさけます類の文化的、社会的、経済的価値を広くアピールすることが計画されています。私たちは、将来にわたってさけます資源の多様な価値を十分に享受するため、安定して管理できるように、道県試験研究機関等と協力して試験研究や技術開発を進める必要があると考えております。

## 会議報告

# さけます報告会

あべくにお

阿部 邦夫（北海道区水産研究所 さけます生産技術部）

### はじめに

「さけます報告会」は、さけます類のふ化放流を科学的かつ効果的に推進し、ふ化放流技術等の普及や改善を促すことを目的に、平成28年から毎年開催しています。

今年は、さけますふ化放流事業に関係する行政機関、試験研究機関、増殖団体、漁業者、さけますに興味ある一般の方、当機構内関係部署等236名の参加の下、平成30年8月7日に札幌市で開催しました。主催者である北海道区水産研究所(以下、北水研)中津所長の挨拶に続き、来賓を代表して水産庁増殖推進部栽培養殖課の黒萩課長から挨拶をいただき、6課題について報告を行いました。

### 1. 平成29年度漁期におけるサケ資源状況について

北水研さけます資源研究部の福若部長から、同日午前で開催された「さけます関係研究開発等推進会議研究部会」での検討結果について、概要報告がありました。詳細については「さけます関係研究開発等推進会議研究部会」の項を参照下さい。

### 2. 北太平洋におけるサケの資源状況と2017年夏季ベーリング海調査結果

北水研さけます資源研究部の鈴木グループ長から、北太平洋全体のさけます類の商業漁獲量は平成元(1989)年頃から高水準にあること、放流数は年間約50億尾でほぼ一定であり、そのうちサケが全体の6割強を占め、日本の放流数が最も多いものの、近年ロシアのサケ放流数が徐々に増加していることなどの説明がありました。また、平成29(2017)年のベーリング海調査では、平成26年に急激な低下が見られた1時間曳網あたりの平均漁獲尾数が平成25年以前の平均水準まで回復したこと、調査海域の平均水温は9.7℃と平年並みであり、餌生物の分布状況は特に大型の甲殻類プランクトンの量が多い状況であったため、サケの餌環境としてはそれ程悪く無かったと考えられること、漁獲されたサケの系群組成の分析結果からロシア系資源の増加が顕著であることが示唆されるとの報告がありました。



写真1. 「さけます報告会」全景



写真2. 来賓挨拶：水産庁栽培養殖課 黒萩課長



写真3. 北水研 福若さけます資源研究部長



写真4. 北水研 鈴木ふ化放流技術開発グループ長



### 3. 平成30年度サケ来遊予測

#### ① 北海道のサケ来遊予測

北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場さけます資源部の宮腰部長から、平成29年のサケの来遊状況は1,737万尾と平成以降最も少ない来遊数となり、主群となる4年魚と5年魚の減少が顕著であったこと、平成30年の来遊予測は、5年魚は少ない来遊になると予測されるが、昨年の3年魚の来遊が前年を大きく上回ったことから、今年の4年魚は昨年と比べ大きく上回ることが見込まれるため、全体では3,000万尾を上回る来遊予測となっていることが報告されました。

#### ② 山形県のサケ来遊予測

山形県水産試験場浅海増殖部の工藤研究員からは、平成29年の来遊状況について、沿岸来遊数は14.5万尾で、前年比98%、平年比（過去10年間の平均値）74%であったこと、平成30年の来遊予測は平成29年を下回る13.2万尾であることが報告されました。

#### ③ 岩手県のサケ回帰予測

岩手県水産技術センター漁業資源部の長坂技師からは、岩手県の秋サケ回帰尾数（来遊数）は、平成4年級をピークに、平成7年級と平成18年級を境に大きく減少したこと、東日本大震災で被害を受けたふ化場では震災年級で顕著に回帰尾数が減少したこと、平成30年の回帰予測は、平成29年実績（241万尾）を上回るが、震災前5ヶ年の平均（836万尾）のおよそ半分となる397万尾であることが報告されました。

### 4. 太平洋サケ資源回復調査事業で得られた情報について

北水研技術課の山谷主任技術員から、水産庁からの委託を受け、ふ化放流手法の改良を通じたサケ資源の回復を図るために実施した調査事業についての紹介があり、近年資源量が低下している太平洋えりも以東東部地区にある釧路川で、北水研鶴居さけます事業所及び十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会芦別ふ化場から放流時期やサイズを変えて標識放流した結果、鶴居さけます事業所では5月中旬に平均体重1.82gで放流した標識群の河川回帰率が最も高かったことから、釧路川の場合は、放流サイズが大きい方が生残率が高まる可能性があること、放流時期の検討には、沿岸だけでなく、河口域の水温も考慮すべきかもしれないなどの報告がありました。



写真5. さけます・内水面水産試験場 宮腰さけます資源部長



写真6. 山形県水産試験場 工藤研究員



写真7. 岩手県水産技術センター 長坂技師



写真8. 北水研 山谷主任技術員

## 5. カラフトマスの採卵時期及び育成条件の見直しによる放流時期の適正化に関する研究

北水研根室さけます事業所の平間主幹技術員からは、近年来遊数が減少しているカラフトマスについて、現在の採卵盛期である9月上旬の採卵群と、かつての盛期であった9月下旬以降の採卵群を自然環境に近い河川水で育成して放流することで、来遊数増加につながるのか検討するために、北見管内さけ・ます増殖事業協会と共同で取り組んでいる調査についての紹介がありました。平成27(2015)年9月7日と10月1日に採卵された2群に耳石温度標識を施して遠音別川へ放流した結果では、かつての採卵盛期となる10月1日採卵群の方が河川回帰率がかなり高かったこと、一方でどちらの群も広範囲の河川に迷い込みが認められたため、今後、他河川での親魚調査結果も含めて検討を進めていくなどの報告がありました。

## 6. 天塩川におけるサケ稚魚の放流時期・放流サイズの比較試験

北水研千歳さけます事業所の吉光主幹技術員からは、天塩川において、平成19(2007)年級から平成22(2010)年級と4年に渡って、放流時期とサイズの異なる3つの放流群に異なる耳石温度標識を施して放流し、それらの親魚の回帰状況について検証を行った結果、5月に平均体重1.5gで放流した群の方が4月に1.0gで放流した群に比べ多くの年級で回帰率が大幅に高くなったこと、沿岸水温5℃以下の早期に平均体重1.0gで放流した群も河川へ回帰し、資源の一部となっていることなどの報告がありました。

### アンケート結果

今後のさけます報告会をより充実させていくため、報告会の参加者にアンケート調査を実施しました。設問1「業務に役立つ内容でしたか」については、「はい」と答えた人が61%「まあまあ」と答えた人が37%で、「あまり役立たない」と答えた人も2%いました。設問2「特にどのようなことが役立つ内容でしたか」については、全ての発表課題について役立つとの意見をいただきました。中でも「平成29年度のサケ不漁要因」、「ベーリング海調査結果」、「各道県のサケ来遊予測」を選んだ方が多く、このことは近年のサケの来遊不振が続いていることから、資源状況についての話題



写真9. 北水研 平間主幹技術員



写真10. 北水研 吉光主幹技術員

が興味を惹く課題であったことが窺われます。設問6「今後取り組むべき研究課題やさけます報告会への意見・要望について」は、「サケの沿岸からオホーツク海への回遊経路に関する調査」、「サケ・カラフトマスの沿岸での生残過程に関する研究」、「天然資源を活用した資源造成に関する研究」、「費用対効果の高くなる放流技術の開発」、「適正な放流時期と放流サイズに関する研究」等多くの意見をいただきましたので、今後の試験研究に役立てたいと考えます。

### おわりに

今年度で3回目となる「さけます報告会」ですが、さけますふ化放流事業に関係する機関や団体、さらには、さけますに興味のある一般の方々に参加いただき、さけますに関する様々な情報交換の場として、今後も開催して行く予定です。

また、参加された皆様から協力いただいたアンケート調査の意見等を踏まえ、より充実した報告会になるよう努めてまいります。

## 会議報告

# 第26回北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC) 年次会議の概要

さとう しゅんぺい  
佐藤 俊平 (北海道区水産研究所 さけます資源研究部)

## はじめに

北太平洋溯河性魚類委員会 (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC) は1993年2月に発効した「北太平洋における溯河性魚類の系群の保存のための条約」に基づき設置されている国際機関です(事務局所在地はカナダ・バンクーバー)。現在は日本・アメリカ・カナダ・ロシア・韓国の5カ国が加盟し、その目的である「溯河性魚類(さけます類: サケ・ベニザケ・カラフトマス・ギンザケ・マスノスケ・サクラマス・スチールヘッドトラウト)の系群の保存の促進」を達成するため、加盟各国が調査研究活動や条約水域(北緯33度以北の公海)における取締活動で協力しています。NPAFCでは毎年5月に加盟各国の持ち回りで年次会議を開催していますが、本年(2018年)は5月21~25日の5日間の日程でロシアのハバロフスク市で開かれました(写真1)。ハバロフスク市は今年が開基160周年にあたり、街全体がお祝いムードにある中での会議となりました(写真2)。

ここでは、科学統計小委員会(Committee on Scientific Research and Statistics, CSRS)で行われた議論の概要について報告します(CSRSの組織構造については浦和(2017)を参照)。

## 2017年の北太平洋におけるさけます類の漁獲量と放流数

2017年の北太平洋におけるさけます類の商業漁獲量は92.5万トン(4.6億尾)で、偶数年である2016年(85.3万トン、4.4億尾)より増加しました。これは、奇数年がカラフトマスの豊漁年にあたるため、その分増加したものです。しかし、2007-2015年の奇数年はいずれも100万トンを超えていることから、それと比較すると2017年の商業漁獲量は少なくなっています(図1)。また、2009年以降の奇数年では商業漁獲量が徐々に減少傾向を示しており、2017年もその傾向が引き続いていることが伺えます。国別の商業漁獲量を見てみると、米国が48.7万トン(全体の52.6%)と最も多く、次いでロシアが35.3万トン(38.2%)、日本が7.1万トン(7.7%)、カナダが1.4万トン(1.5%)、



写真1. ロシア・ハバロフスク市のThe House of Official Receptions of the Government of Khabarovsk Kraiで行われた第26回NPAFC年次会議



写真2. ハバロフスク市内に掲げられた開基160周年を祝う横断幕

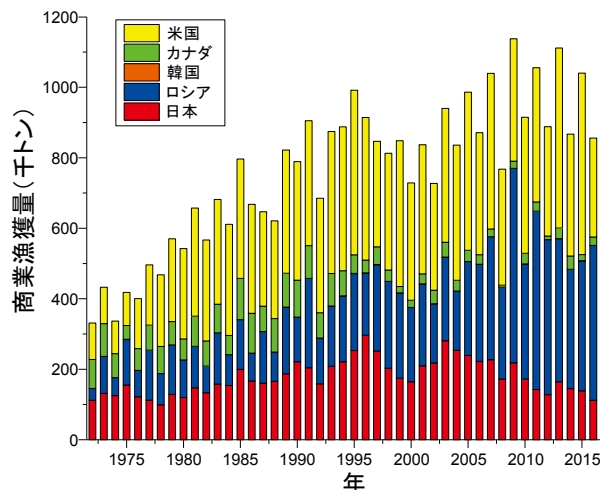


図1. 北太平洋におけるさけます類の地域別漁獲量(1972-2017年)、データ出典: NPAFC

韓国が182トン(1%以下)でした。魚種別ではカラフトマスが44.9万トン(48.6%)と最も多く、次いでサケが26.7万トン(28.9%)となり、この2魚種で全体の77.5%を占めました。その他の魚種はベニザケ17.6万トン(19.0%)、ギンザケ2.6万トン(2.8%)、マスノスケ5,947トン(1%以下)、サクラマス596トン(1%以下)、スチールヘッド92トン(1%以下)でした。上述したように2017年はカラフトマスが豊漁の年回りのはずでしたが、日本およびロシアにおけるカラフトマスの商業漁獲量は前年(2016年)に遠く及ばず、豊凶サイクルが逆転するという現象が見られました。この逆転現象は昨年の会議でも確認されていることから(佐藤2018)、アジア側におけるカラフトマスの資源動態を今後も注視していく必要があります。

2017年に北太平洋沿岸各国のふ化場から放流されたさけます類の総数は、全魚種合わせて50.6億尾であり、この数は1988年以降ほぼ一定です。国別の放流内訳は米国18.7億尾(36.9%)、日本17.6億尾(34.8%)、ロシア10.4億尾(20.6%)、カナダ3.7億尾(7.3%)、韓国1816万尾(1%以下)となりました。また魚種別の放流数は、サケが32.4億尾(64.1%)と最も多く、次いでカラフトマス12.5億尾(24.7%)、ベニザケ2.5億尾(4.9%)、マスノスケ2.2億尾(4.4%)、ギンザケ6813万尾(1.3%)、スチールヘッド2036万尾(1%以下)、サクラマス900万尾(1%以下)でした。

## 2016年以降に各国で確認された特異現象

昨年に引き続き、各国のさけます資源や海洋環境で確認された特異現象についての報告が行われました。日本からは2017年に回帰したサケの資源量が2016年を更に下回り、2年連続で1980年代初頭かそれ以前の水準まで減少したこと、特に回帰の主群となる4年魚と5年魚が不振であったこと、カラフトマスは2016年については2004年以降の偶数年では過去最高の漁獲量であったが、2017年は再び不漁に転じたことを報告しました。また他国からも、表1に示したような多岐にわたる特異現象の報告が行われました。近年は気候変動に伴う大雨・巨大台風・干ばつなど、極端な事象が世界各地で発生していますが、さけます類が生息する河川や海洋においても例外ではありません。各国で確認された様々な特異現象について共有を図ることは、気候変動がさけます類の生残や資源にどのような影響を与えるのかを知る上で重要な情報となることから、今後も引き続き情報収集を行っていく必要があります。

## 北太平洋における耳石温度標識魚の放流状況

耳石温度標識は、発眼卵以降の卵期に飼育水温を一定間隔で上下させることで、魚の頭の中にある耳石と呼ばれる硬組織にバーコード状の任意のパターンを標識する技術です。標識を卵期に行うため、一度に大量の個体に施標することが可能となります。2017年に各国から放流された耳石温度標識魚は、全魚種合わせて21.0億尾で、総放流数(50.6億尾)の41.5%を占めます。その内訳はサケ10.9億尾(52.1%)、カラフトマス8.6億尾(41.0%)、ベニザケ7951万尾(3.8%)、マスノスケ5367万尾(2.6%)、ギンザケ873万尾(1%以下)、サクラマス338万尾(1%以下)となり、サケとカラフトマスで総数の93.1%を占めました。国別の耳石温度標識魚の放流数は米国15.2億尾(72.3%)、日本2.8億尾(13.2%)、ロシア2.3億尾(11.0%)、カナダ6645万尾(3.2%)、韓国760万尾(1%以下)でした。なお、2017年に日本から放流された耳石温度標識魚のうち88.3%(2.4億尾)がサケで占められ、そのパターンは全部で129種類にのぼります。

表1. NPAFC加盟各国から報告された特異現象

国名	特異現象
日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サケ回帰資源量の2年連続の減少</li> <li>・サケ資源の1980年代初頭水準までの低下</li> <li>・2017年カラフトマスの不漁</li> </ul>
カナダ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・陸水環境の高温化と河川水の増加および氾濫の発生</li> <li>・さけます類幼稚魚の降海時期の早期化</li> <li>・プランクトン組成の変化(冷水性→暖水性)</li> <li>・赤潮の発生</li> <li>・マスノスケの早熟化傾向</li> <li>・南部におけるベニザケ資源状態の悪化</li> <li>・北部におけるカラフトマス分布域の拡大</li> </ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沿岸域における高温の暖水塊(Warm Blob)の出現</li> <li>・鯨類の河口域での摂餌と羅網</li> <li>・さけます類についての物理的・生物的指標の長期的変化</li> </ul>
ロシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>・南部海域における南方系魚種(サバ・ブリ等)の出現</li> </ul>
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サケ回帰率の大幅な低下</li> <li>・サケ回帰親魚に占める2年魚の比率の上昇</li> <li>・韓国水域における潮目の北上</li> </ul>

## 外部標識放流魚の再捕報告者を対象とした賞金贈呈のための抽選会の再開

私たちは夏のベーリング海において毎年さけます類の資源生態調査を実施していますが、その中で外部標識放流試験を行っています。これは、釣りなどで採集した魚にプラスチック製のディスクタグや、水温・水深・地磁気などの情報を記録できるデータロガーと呼ばれる小型機械を取り付けて放流する調査です。2017年の調査では、合計48個体のサケにディスクタグやデータロガーを装着・放流しました。しかしデータを得るためには、これらの標識が取り付けられた魚を再捕し、その標識を回収・報告してもらう必要があります。近年はこの再捕報告数が少なくなっており、2017年は残念ながら0件でした。そこで、再捕報告を活性化しその数を増加させるため、NPAFCでは過去に行っていた再捕報告者への賞金贈呈のための抽選会を再開することを決定しました。抽選の対象になるのは2018年6月～2020年12月に再捕報告をしてもらった漁業者・漁業協同組合・遊漁者などで、2021年のNPAFC年次会議で抽選を行い、1等(500カナダドル、約4万4千円)、2等(300カナダドル、約2万7千円)、3等(200カナダドル、約1万8千円)の当選者を決定します。外部標識、特にデータロガーから得られる情報は、サケの回遊中の環境データであり大変貴重です。もし定置網や釣りなどでこれら外部標識されたサケを見つけた場合は、ぜひ北海道区水産研究所までご連絡ください(詳しい連絡先については、<http://hnf.fra.affrc.go.jp/template/marking.html>をご参照ください)。

## 国際サーモン年に関する活動

地球温暖化などによる大規模な気候変動が起こる中、さけます類と人類の現在と未来を考え、将来にわたりさけます資源を持続的に利用していくことは我々に課せられた重要な課題です。そこで

NPAFCと北大西洋サケ保全機構(NASCO)は、2019年を「国際サーモン年(International Year of the Salmon, IYS)」に制定しました。IYSは「変わりゆく世界におけるサーモンと人類(Salmon and People in a Changing World)」を基本コンセプトに定め、その下に6つの研究テーマを設定し、様々な調査研究活動を国際共同研究の形で推し進めています。その象徴的な事業として2019年2～3月にアラスカ湾においてさけます類の越冬期調査が行われます。これは現在も未解明な部分が多い越冬期のさけます類を調べるため、NPAFC加盟国の研究者たちがロシアの調査船に乗り込み、アラスカ湾でトロール網による漁獲調査・海洋観測・餌生物調査などを行うものです。持ち帰ったデータやサンプルは2021年までに詳しく分析され、2022年に開催予定のIYSシンポジウムで公表される予定です。

また、IYSではさけます類が持つ文化的・社会的・経済的など多面的な価値を多くの人々に知ってもらうために、アウトリーチ活動も重要視しています。IYSの開始を全世界にアピールするため、2018年10月にはカナダ・バンクーバーでIYSオープニングイベントが開催されました。北海道区水産研究所でも、水産やさけますに関する様々なイベントの機会を通じて、IYSポスターの掲示や職員による説明などを行い、一人でも多くの方にさけます類やIYSについて理解してもらおうと積極的にアピールしています。IYSの活動に関する詳しい内容については、本誌内の記事をご覧ください。

## 引用文献

- 佐藤俊平. 2018. 第25回北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC)年次会議の概要. Salmon情報, 12: 24-26.
- 浦和茂彦. 2017. 2016年NPAFC年次会議 科学調査統計小委員会(CSRS)の概要. Salmon情報, 11: 20-22.

## トピックス

## ギジュ川・トウムニン川(ロシア)訪問記

はせがわ こう ごうだ ゆきはる さし げんき

長谷川 功・江田 幸玄・佐橋 玄記（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

## はじめに

旅の始まりはフライト遅延。新千歳空港でも国際線乗り継ぎの成田空港でも機材繰りで出発が遅れ、長谷川、江田、佐橋の3名はやきもきしながら、今回の日ロ科学者交流プログラムは始まりました。このプログラムでは、ロシアと日本の科学者が毎年交互に相手国の水産学研究に関連するフィールドや施設を視察します（森田 2013；富田・江田 2015；長谷川 2017）。2018年は日本側がロシアを訪問する番で、8月19日から26日にかけて筆者らが間宮海峡に面したソヴィエツカヤ・ガヴァニを拠点に周辺河川のカラフトマスやサクラマスの自然産卵場とふ化放流施設を訪問しました（図1、図2）。

今回の視察では、ホスト機関であるチンロセンター（英名：Pacific Scientific Fisheries Research Center；和訳：太平洋水産科学研究センター）の

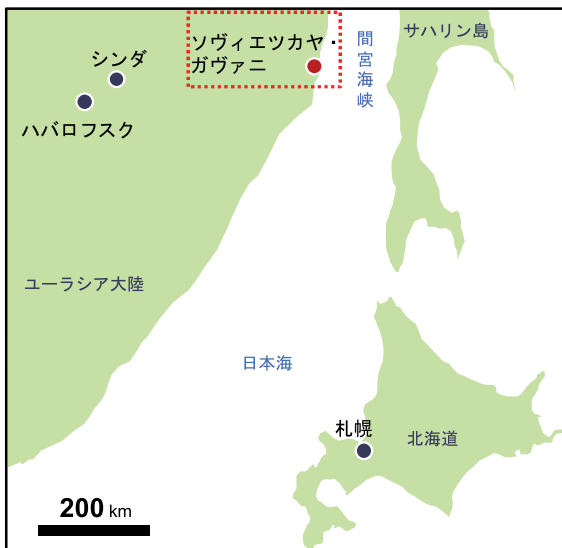


図1. 今回の視察で訪問した地域の位置関係



図2. 今回の視察で訪問したギジュ川、トウムニン川、ボルシャデュワンカ川の位置  
いずれも幹線道路にかかる橋から川へ入った

セルゲイ・クルバチニさん（さけます研究者）、オレグ・カツギンさん（引率と通訳）をはじめ、多くの方々に親切にいただきました。ここに記して御礼申し上げます。

## ソヴィエツカヤ・ガヴァニ

初日はハバロフスク空港までカツギンさんに迎えに来ていただき、市内のホテル泊。ハバロフスクからソヴィエツカヤ・ガヴァニまでの距離は500km超で、翌日は一日がかりの長距離ドライブでした。チンロセンターには公用車の専属運転手がいて、彼らには運転日の朝、メディカルチェックがあるというのだから驚きです。途中、一般道が軍用機の滑走路としても使用される箇所があり、「今日は訓練飛行があるから早くしないと道が閉鎖される！」とホストの皆さんは慌て気味でした。無事閉鎖前に通過した後、このプログラムでも何度か訪問しているアニュイ川を遡るように車を走らせ、11時間かけてソヴィエツカヤ・ガヴァニに辿り着きました。

ソヴィエツカヤ・ガヴァニは、人口3万人ほどの港町です。この町ではさけますを含めた漁業も行われているものの、隣町のワニノとともに石油産業と自動車輸入が経済の中心のようで、ハバロフスクで売られる日本車の多くはここを経由することでした。また、スーパーマーケットでは日本語のパッケージのままインスタントコーヒーや缶ビールなどが売られていました（これはハバロフスクでも同様でした）。町の雰囲気は野良犬が多くはあるのですが、表通りは小綺麗で怖い感じはしません（図3）。ただ、夜は出歩かないとい



図3. ソヴィエツカヤ・ガヴァニの街並みと街を闊歩する野良犬たち

う海外旅行の鉄則は守った方がよさそうです。もとい日本語はもちろん英語もホテルですらまともに通じないので、筆者らだけで出歩こうという気にはなりません。ホテルのすぐ近くにはチンロセンターの支所があり、ハバロフスク地方全域で、人為的環境変化がさけますなどの水産重要種に与える影響を調べていました。

ソヴィエツカヤ・ガヴァニも含め周辺の気候は、朝夕は半袖だと少し肌寒いけれど晴れた日中はTシャツ一枚で十分で、8月の札幌とたいして変わりません。シラカバの割合が多い感じがしますが道路脇の林の様子も北海道とよく似ており、林道ではワラビやギョウジャニンニクに似た植物も見られました（山火事の痕があちこちにあったり、クランベリーが林床一面に広がっている場所があるなど、もちろん違うところも多い）。そこを見慣れた日本車が行き交う様子は、右側通行である点だけを除けば、さながら北海道の郊外です(図4)。ただ、舗装路面はあちこちに穴が開いており、そこを急ブレーキと急ハンドルで避けつつ時速100kmで公用車を走らせるのですから、筆者一同、生きた心地がしませんでした。

## ギジュ川

三日目、視察本番はギジュ川から始まりました。ギジュ川はソヴィエツカヤ・ガヴァニの南西約35kmに位置する流程9kmほどの湧水由来の小河川で、河口部に小さな湖があるのが特徴です(図5)。この川にはハバロフスク地方に最初に造られたコモタふ化場があり、その場長が案内役を買って出てくださいました。ギジュ川には河口付近の湖と海をつなぐ数十メートルの区間とふ化場から1kmほど下流側の2カ所にウライ(やな)が仕掛けられていて、河口付近のウライは遡上親魚の計数用に用いられ、採卵のための親魚捕獲はふ化場下流側のウライだけで行われていました。遡上するさけますはカラフトマスが最も多く、訪問時の遡上期終盤に概算された今年の予測値は8,000から10,000尾、これから遡上ピークを迎えるサケは例年400尾程、サクラマスは放流しているがなかなか思うように親魚が回帰していないそうです。また、カラフトマスの産卵遡上群は前後期群と湖で産卵する群の3タイプとのことでしたが、カツギンさんは湖での産卵については疑わしいとおっしゃっていました。湖での産卵というとはまず湖岸産卵を思い浮かべるのですが、ボートで湖を一周してみても産卵に向けた場所は見当たらず、筆者らもカツギンさんと同じ印象を持ちました。

ギジュ川のふ化場は河口から2kmほどのところに位置し、5人の職員が捕獲から稚魚の放流ま



図4. ソヴィエツカヤ・ガヴァニの郊外(雰囲気は北海道に似ている)



図5. ギジュ川概要(地図データ: Google)

で一連の業務を担っています。主要魚種はカラフトマスですが、サケとサクラマスも最近、力を入れているそうです。施設は2007年に建設され、飼育用水はふ化場の400m上流から勾配落差を利用して河川水を導水している上、地下水も揚水してまかなっているのですが、用水不足が悩みの種だそうです。ふ化場はコンクリート敷きの床に鉄骨の枠組みに壁と天井が鋼板で建てられた構造で、卵の収容から稚魚の生産まで同一のフロアで行い、北海道のふ化場で見られるコンクリート製の飼育池はありませんでした。

カラフトマスの放流数は700万尾で(回帰率は例年6%程だそうです)、今年の遡上数から概算してもどうも不可解)、河川水を使用し引き出し式のトレー(日本でいう立体式ふ化器)1段に20万粒の受精卵を入れ、4段を1セットとして卵から浮上直後まで管理していました(図6)。浮上後はビニールシートを鉄枠にはめた水槽(目測7m×1.5m×水深1.0m、図6)に稚魚を70万尾ずつ移し、2週間程度飼育した後に放流します。浮上時の体重は0.23gくらいですから、この水槽に70万尾入れると、飼育密度のおよその上限である



図6. コモタふ化場の内観  
立体式孵化器（上）と飼育水槽用の鉄枠（下）

20kg/m<sup>3</sup>に達するのは2週間くらいでしょう。管理面からしても飼育期間は2週間が限界と感じました。また、ギジュ川のカラフトマスの産卵遡上群3タイプのうち、湖沼群を除いた群の採卵を計画的に行っているとのことでした。サケについては、地下水を用いて増収型アトキンスふ化器で管理し、湖（最大水深4m）の氷が解ける3月中旬から5月下旬にかけて稚魚を湖内の網生け簀で体重2~2.5gほどまで成長させ、海のプランクトン量が増えてきた頃合いを見計らって放流するそうです。さらに、ギジュ川より北へ400kmほど行った場所で卵を確保しアムール川支流アヌイ川のアヌイスキーふ化場で飼育した後、稚魚を湖内の網生け簀までヘリコプターで運んで来ると聞いた時には驚きとともにサケの増殖への力の入れ具合が伺えました。

視察出発前々日の資源保全グループミーティングで、日本では試験目的でさえウライ上流部への親魚再放流を実施することの難しさが改めて確認されたところでしたが、ギジュ川では、ウライに入ったカラフトマスの一部を定期的にウライ上流側へ再放流していて、強く印象に残りました（図7）。場長は、個体群の遺伝的多様性維持のためには人工ふ化放流だけでなく自然産卵させることが大事というチンロセンターの助言を実践されていて、大熊ほか（2016）で提言した野生魚と放流魚の両方を活用した資源管理がまさに行われていました。再放流のタイミングや再放流数は場長の裁量で決まるようですが、ウライの上流側には下流側にいるような大型の親魚は見当たらず、再放流



図7. ギジュ川の親魚捕獲用のウライ



図8. ギジュ川で見られたサケ科魚類  
a.カラフトマス, b.オショロコマ,  
c.ヤマメとオショロコマ, d.イワナとオショロコマ

する、あるいは採卵用に取り上げる親魚の体サイズに人為的な選択がはたらいっているか、ウライの隙間から小型親魚のみが抜けているように思いました。また、科学者の助言を受けて実施しているとはいえ、再放流のタイミングや再放流数の根拠は特になく、データもまったく取っていないのは拍子抜けしました。

視察の最後に、ふ化場下流側にあるウライ付近を筆者らで潜水観察したところ、カラフトマス以外では、たくさんのオショロコマの他、少数のヤマメとイワナが確認できました（図8a-d）。また、サケ科以外の魚類は見当たりませんでした。日本よりも大型のオショロコマがいましたが（目視で



全長 30~40cm), 「道東の伊茶仁川みたい」というのが正直な感想です。蛇足ですが, 潜水観察は河川生態学の研究ではごく普通に用いられる手法ですが, チンロセンターの研究者にはなじみがないようで, 前回(長谷川 2017)も今回もたいへん珍しいがられました。

## トゥムニン川

ギジュ川を訪問した次の日からトゥムニン川水系支流の視察を三日かけて行いました(図2)。この川ではサクラマス其自然産卵場を視察するのが主な目的です。トゥムニン川は流程約 400km の大河川ですが(全長はアムール川のたかだか 1/10 なので現地の方が大河川と認識しているかは知りませんが), 過去に一度もサクラマスのふ化放流事業は行われていません。トゥムニン川周辺の河川にもふ化場はないので, この川のサクラマスは, 一度も放流魚と交配したことのない天然魚である可能性が高そうです。また, トゥムニン川を含めたハバロフスク地方では, サクラマスはレッドデータブック記載種で絶滅が危惧されており, 商業捕獲および遊漁は禁止されています。ちなみに隣の沿海地方では遊漁のみ認められています。商業捕獲は禁止で遊漁のみ可能というシステムは日本人からすれば珍しく感じますが, 遊漁の持ち帰り可能尾数は 1 人 2~3 尾であるのに対し, 商業捕獲ではそれとは比べものにならないくらい資源が必要なのでこのシステムになったのだろうというのがカツギンさんの見解でした。



図9. イクチュ川で観察されたサクラマス産卵床

トゥムニン川視察一日目は, 支流のイクチュ川とアドザラミ川を訪れたのですが, それぞれ産卵床数個とホッチャレ 2 本, ホッチャレ 1 本が確認されただけで(図9, 10a-b), 8月22日の時点ですでに産卵期は終わったように思えました。体色や体の傷から察するに産卵行動に参加したと思われる残留型雄も潜水観察で確認されましたし(図10c), 釣獲した残留型雄は若干の精子を放出しました。クルバチニさんによるとトゥムニン川のサクラマス産卵期は6月から8月で, いくら何でも6月というのは早すぎる気がします, いずれにせよ, 日本よりも産卵期は早いようです。ちなみに筆者らが実際に日本で観察した範囲で最も早かったのは斜里川支流パーメン川で 2016 年には 8月12日に産卵床が見つかり, 8月中は産卵が続きました。また, イクチュ川の産卵床密度は 2~3 個/100m 程度でした。

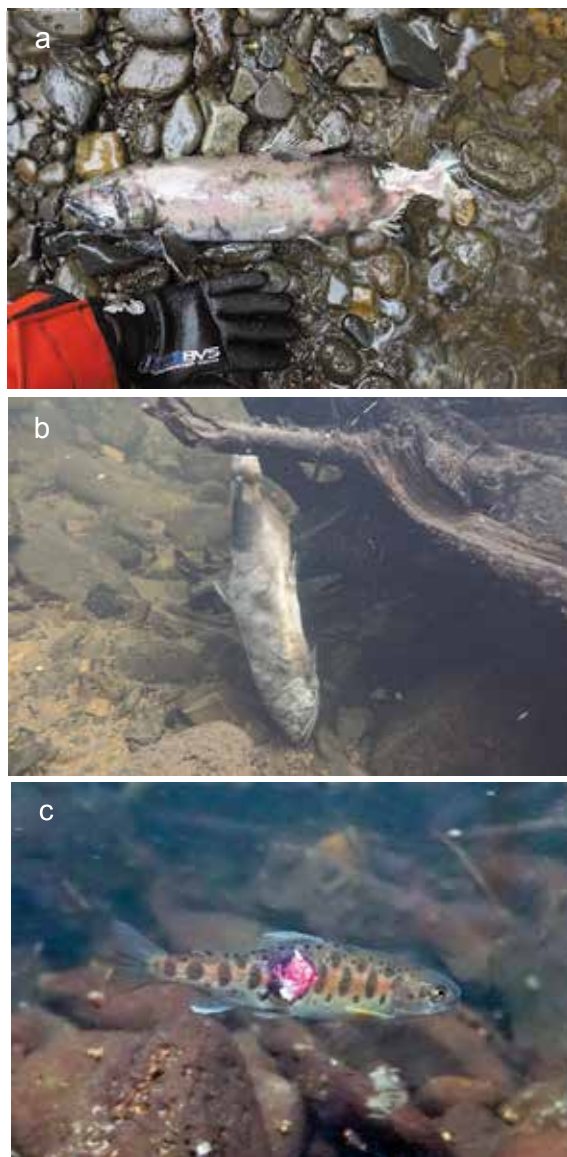


図10. イクチュ川で観察されたサクラマスのホッチャレ(a, b)と傷ついた残留型雄(c)

二日目はまずトゥムニン川の河口へ行ってみました(図11)。サケの遡上が始まる頃なのでそれを刺し網で狙う地元漁師がいましたが、魚は捕れていないようでした。河口には集落があり漁獲物の加工工場がありましたが、めぼしい物はなかったため、近隣の別水系であるボルシャデュワンカ川へ移動して橋の下で昼食にしました(図12)。今回の視察での昼食は焚き火をしながらウハー(ロシア流あら汁:ほぼ塩だけの味付けだが美味しい)や茹でたジャガイモ、その他塩イクラやサラミ、同行してくれた職員の家庭菜園で育ったトマトやキュウリを黒パンに乗せていただき、ウオッカやコニャックを少々煽るときもあるのですが、準備ができるまでに2時間はかかるので(ロシアではランチが豪勢なのでディナーになることが多く、夕食はスーパー supper で軽く済ませる:カツギンさん談)、その間に潜水観察や釣りをしていました。ボルシャデュワンカ川は魚影が薄く、筆者らにはヤマメやウグイ、ハゼ科(種は不明)が確認できた程度でがっかりしていたのですが、昼食中に対岸で引っかけ釣りをしていた少年がサケを一匹釣り上げました(図13)。なお、この川では地元住民以外の遊漁は禁止でした。

三日目はハバロフスク方面への移動の途中にブツダ川という支流に立ち寄りしました(図14)。ここも他と同様にオショロコマが優占し、ヤマメはその1/10くらいの密度でした。トゥムニン川全体を通じて、オショロコマとヤマメが優占しており、グレーリングとカジカはわずかに確認できるのみでした。サクラマスは生息密度は特別高いとはいいたいのですが、どこで潜水しても生息を確認でき、広範囲に分布しているように思いました。



図11. トゥムニン川河口

全長400kmの河川にしては河口は小さい印象  
地元の漁師がいたが、網に引っかかっていたのは流木のみだった



図12. ボルシャデュワンカ川の橋の下での昼食



図13. ボルシャデュワンカ川で釣りをする少年  
釣り竿に簡素なリールを取り付け、引っかけ針を川に投じて高速で巻いていた



図14. ブツダ川

## おわりに

四日目の夕食時の談笑で、クルバチニさんが言った「自然産卵で生まれた魚がたくさんいるならば放流する必要はない(カツギンさん訳)」という

当たり前の言葉が強く筆者らの心に残りました。この言葉の背景には、今回視察した地域の産卵環境は河川形態や水質など日本とよく似ていた一方、ハバロフスク地方全体では日本と違って、面積が広く河川も無数にあり、しかも道路整備が十分でないのでふ化場をあちこちに造るのは無理なことなどからふ化放流事業主体の資源管理にはなりやうがないことがあると思います。とはいえ、それが野生に生きる魚を資源として利用するための本来の考え方だと筆者らは思いました。日本では、沿岸で獲られたさけますは漁業者の収入となり一部が増殖資金に充てられ、河川捕獲された魚はふ化放流事業の種卵確保用になるとともに、余った親魚は再放流せずに売却して増殖団体の運営費に充てられています。これらは日本の風土や社会背景に合わせて築かれた増殖体制ではありますが、放流がないと資源を維持できない、あるいは毎年決められた数の採卵、稚魚の放流を行わないといけない、という固定観念を生み出した感も否めず、その点についてはクルバチニさんの言葉から学ぶべきところもあるのではないのでしょうか。

・・・と堅苦しい話はこれくらいにして。



図15. 調査小屋（上）と夕暮れのアムール川（下）  
船で刺し網を仕掛けに出かけた

五日目はソヴィエツカヤ・ガヴァニからハバロフスクへ帰る途中にアムール川沿いのシンダというナナイ族の集落にあるチンロセンターの調査小屋に一泊し、アムール川に暮らす魚を色々を見せていただきました（図15,16）。六日目の晩は、バーニャ（ロシア式サウナ）で裸のつきあいをし、会話もままならないのに遅くまでお酒を飲みながら大騒ぎをしていました。前回、このプログラムでロシアを訪問したときに、カツギンさんが「友達の輪」をこれからも大切にしていこうとおっしゃっていましたが（長谷川 2017）、今回の訪問でその輪を一回り大きくできたと思います。

### 引用文献

- 長谷川功. 2017. アムール川訪問記. SALMON 情報, 11: 26-29.
- 森田健太郎. 2013. アムール川支流の野生サケ産卵場を視察. 日水誌, 79: 483.
- 大熊一正・長谷川功・佐藤俊平・岸大弼・市村正樹・飯田真也・森田健太郎. 2016. 野生魚を活用した持続可能なさけます漁業と増殖事業. SALMON 情報, 10: 30-37.
- 富田泰生・江田幸玄. 2015. サハリンふ化場視察. SALMON 情報, 9: 32-34.



図16. 刺し網で採れたアムール川の魚たち

a. ケツギョ *Sinperca chuatsi*

b. *Culter alburnus*

c. *Carassius* sp. (カツギンさんは crucian carp (フナ) と言っていた)

d. ギギ科 *Tachsurus* 属の一種 (アムール川のギギは日本 (*Pelteobagrus* 属) とは属が違う)

この他、在来種のカムルチーも捕れた

フナとギギはウハーにも入っていたが、清流で捕った魚のウハーとは違い、美味しいとは言い難かった

## トピックス

## ベーリング海夏季さけます資源生態調査航海

うえだ しゅうすけ

上田 周典 (北海道区水産研究所 さけます生産技術部 技術課)

## はじめに

ベーリング海(図1)は、北海道から2,000 km以上離れたアリューシャン列島の北側に位置しています。今回の調査対象であるさけます類はもちろん、底魚類(タラヤカレイ)や、カニ、アザラシなど様々な生物が多数生息しており、世界でも有数の漁場として知られています。北海道区水産研究所に所属する北光丸(図2)は、世界で唯一このベーリング海中央部でさけます類の調査をおこなっています。さけます類が主に分布する表層付近で網を曳き、資源状況を確認する本調査は、水産庁からの国際漁業資源評価調査・情報提供委託事業として2007年から継続して行われています。ベーリング海は、日本で放流されたサケの多くが成長する場所で、サケの生育に重要な場所と考えられています。そこにはロシア、北米で生まれたさけます類も日本のサケと同じように餌を食べに集まってくるのがわかっています。この調査の目的は、ベーリング海のさけます類の資源状況や、生物学的特性を調べることです。最近では、この調査によって獲れたサケの漁獲尾数と、数年後の日本へのサケの回帰尾数に正の相関が見られるようになってきています(佐藤ら2018)。私は、2018年7月18日から8月9日までの23日間、調査員の一員としてこの調査に参加してきました。本稿ではその概要を報告します。

## 出発から調査開始まで

3週間以上船で生活するため、出港前は釧路市で生活用品諸々を買物カゴ一杯に購入し、7月18日の16:00に釧路港を出港しました。陸地が小さくなるにつれて、陸と離れていく不安感と、外洋へ向かう高揚感が同時にこみ上げてきました。釧路からベーリング海まで到着するには、船速約15ノット(30 km/h弱)で走り続けておおよそ5日間かかるため、到着までは調査機材の準備などを行って過ごしました。移動中、海況は比較的穏やかだったので、幸いにも船酔いすることはありませんでした。ベーリング海に近づくにつれて10℃近くまで気温が下がっていき、日本の夏では考えられないくらい肌寒くなりました。天候は一貫してどんよりとした曇り空でしたが(図3)、船内は暖かく、ご飯(図4)も美味しく住環境はとても良好でした。

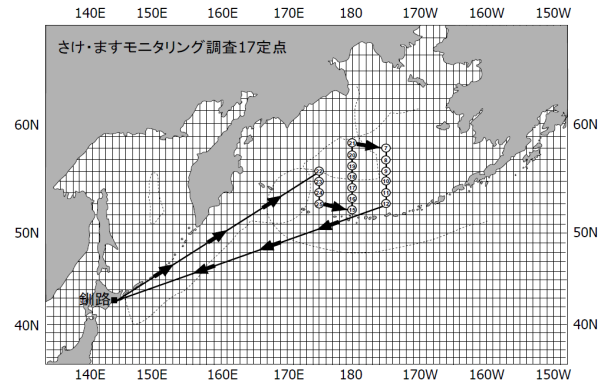


図1. 今回の調査定点



図2. 釧路港で出港を待つ北光丸(902 t)



図3. ブリッジからのベーリング海の景色



図4. 船内での夕食

## いよいよ調査開始

調査定点に着くと、さっそく業務を開始しました。さけます類を捕獲する表層トロールをはじめとして、釣り上げたサケの標識放流やコンパクトCTDを用いた海洋観測、動物プランクトン採集、環境DNA\*分析用の海水の採水などを行いました。調査が始まると、調査員毎の担当業務があるので、人によって起床時間が異なり、朝4時に起きて釣りをする早起き組と、夜22時頃までプランクトンを採集する夜更かし組とに分けられました。この調査の主軸である表層トロールは全員が参加し朝夕の2回行われ、船速約5ノット(約9km/h)で1時間、水深約35mまでの層を曳網します。

漁獲物はサケ(シロザケ・*Oncorhynchus keta*)とベニザケ(*O. nerka*)がほとんどで、ギンザケ(*O. kisutch*)やカラフトマス(*O. gorbuscha*)、マスノスケ(*O. tshawytscha*)も時々網にかかります(図5)。キタノホッケ(*Pleurogrammus monoptyerygius*)やホテイウオ(*Aptocyclus ventricosus*)など、さけます類以外の魚も混じることがあり、時折調査員を楽しませてくれました。今年は例年に比べてクラゲが多く、私は刺されるのではないかと不安になりながらクラゲをかき分け魚の分類作業を行いました。

全17定点のサケの総漁獲尾数は2千尾弱で、捕獲の少なかった2014年と2015年に近い数字でした。2007年から2013年に関しては、総捕獲尾数は2千5百尾を越えているため、今年は残念ながら少なめの捕獲数となりました。網に入った魚を魚種毎に仕分けして、魚体重を計測するのですが、初めて無造作に銀ピカのサケ達が並べられた時はどれがサケでベニザケか全く見分けることができませんでした。魚種判別のコツは尾鰭を見ることで、それぞれに特徴があります(図6)。ベニザケの尾鰭はサケに比べて鰭条(鰭にある放射線状のスジ)が薄く、マスノスケとカラフトマスの尾鰭にはそれぞれ特徴のある斑点があります。ギンザケは斑点がなく、尾鰭の外側が黒く、内側が白っぽいのが分かります。ちなみに、サケとベニザケを見分ける最終手段として、鰓蓋(えらぶた)の中に隠れている鰓耙(さいは)が、サケの方がベニザケよりも短くて数が少ないということで見分けられます(図7)。

魚種毎に並べられたサケたちは、それぞれ尾叉長、体重、生殖腺の重量を計測し、鱗、胸脂鰭、胃、そして頭部から耳石を採取しました(図8)。これらのサンプルは、日本に持ち帰り、鱗は年齢査定、脂鰭は遺伝解析による日本系サケ割合の推定、胃内容物からの食性把握、耳石は温度標識を確認するのに使います。耳石に標識があれば、標識コードを調べてどこから放流された魚なのかを確認します。日本系サケがどれくらい含まれてい



図5. 揚がって来た魚を分別する様子(茶色の物体は全てクラゲ)



図6. 魚種毎の尾鰭の特徴



図7. サケとベニザケの鰓耙(長さが違うのが分かります)



図8. サケの採鱗と鰭を切除する調査員

\* 大気や水中に存在する生物由来のDNAの総称で、これを分析することにより、その場所に生息する生物種の分布情報が得られる可能性について、北海道大学と共同研究を実施中

るのか今後の解析結果が楽しみです。

## 釣り調査

釣り調査は、日中の表層トロールの前後の時間である日の出と日没を目安に行います。釣り用語では朝まずめや夕まずめと言って、一般的に魚が釣れやすい時間帯です。釣り上げたサケには水産庁や北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) の標識 (ディスクタグ) と水温や水深などを記録することのできるデータロガーという装置を付けて放流します。データロガーを付けたサケが将来沿岸などで再捕され、データを読み取ることができれば、ベーリング海はもちろん、放流以降のサケの行動や、どのような水温帯を遊泳するのかなどの情報を入手することができ、謎の多いサケの回遊経路を知ることにもつながります。タグを付けて放流するサケは、元気に母川まで帰って来てくれそうな、できる限り健康な魚体である必要があります。表層トロールで獲れたサケは網でダメージを受けており標識放流には向かないので、釣りにてピチピチの新鮮な魚体を入手するために、釣り調査を行います。

釣り調査というと楽しそうに聞こえるかもしれませんが、仕掛けは「サビキ」に似ており、それを手で海に落として、寒い中アタリがくるまでひたすら待つという、人によっては退屈な釣りです (図 9)。沢山釣ればもちろん楽しいのですが、これがなかなかヒットせず、ある種の修行のように思えました。粘っても釣れない人がいる一方で、連続で釣り上げる人も中にはいました。仕掛けを沈める深さの僅かな違いや、仕掛けの色など、そういったものが影響していたのかもしれませんが。実際、釣り上げていた人は針の数を増やしたり、カラフルな色の仕掛けを使用したりして、試行錯誤していました。

私は業務分担の都合上、釣りをする機会がなかなか得られず、調査終盤になってようやく機会を得ました。糸を垂らしてすぐにウキが沈み、尾叉長 68.6cm の大きいマスノスケ (図 10) が釣れてくれました。特に仕掛けを工夫したわけでもなかったもので、まさにビギナーズラックでした。このマスノスケは釣り調査で漁獲された中では一番大きかったので、仲間達からは嫉妬と歓喜が入り混じった嵐のような祝福を受けました。

自慢話はこの辺にして、計 17 定点で釣り上げたさけます類の合計は 50 尾ほどでした。魚種別割合としては、サケが 80%、ベニザケが 15%、その他 (ギンザケ、マスノスケ) が 5% で、さけます以外の魚種では、ホッケやスケトウダラも稀に釣れていました。釣り上げられたサケは鱗採集と魚体測定後、水槽内でしばらく休ませてから、

データロガー等を装着して海に放流しました (図 11)。この釣り調査で放流したサケが日本沿岸で採捕され、回遊経路などの把握に役立てられれば幸いです。「サケよ、元気に日本に帰ってきてくれ！」自分で釣った魚だと尚更思います。



図 9. 釣りの様子 (水面に浮いているのはゴミではなくペットボトルのウキ)



図 10. マスノスケを釣り上げ笑顔の著者



図 11. データロガーとディスクタグを装着したサケ

## 23日ぶりの陸地

こうして無事に全ての調査日程が終了した時に、ベーリング海は私たちに「お疲れ様」と言ってくれているかのようにとても穏やかで綺麗な夕焼けを見せてくれました(図12)。帰りの航行中には、日本付近で大規模な台風が発生したというニュースが流れ、無事に帰れるのかと少々不安になりましたが、幸いにも台風を回避でき、8月9日に無事に釧路に帰港することができました。長い間船上にいたせいで、久しぶりに陸に立った時は少し揺れているような感覚(おか酔いと呼びます)になりましたが、一日も経たずに回復しました。3週間ぶりの陸地はとても新鮮で、コンビニですらテーマパークのように楽しく思えてしまい、つつい財布の紐が緩んでしまいました。例えるならばダイエット後のリバウンド現象でしょうか(苦笑)。こうして23日間の調査は無事終了しました。

## おわりに

ベーリング海に行く前まで、長期間の乗船を伴

うこの調査には少なからず不安はありました。しかしながら、いざ船に乗ってみると、普段は見られない景色を目にすることができたり、沢山の人と出会ったりする機会がありました。そして何より、日本で生まれたサケはもちろんのこと、自分が放流に携わったであろうサケが成長し、元気に泳いでいる場所を自分の目で確かめることができたことは、大変貴重な経験になり、濃密な23日間でした。この調査がサケの移動経路の解明や、日本のサケ資源の回復に少しでも貢献し、将来の安定的な資源供給に繋がってくれればと思います。最後に、今回の調査の指揮を取って頂いた本多首席調査員を初め、調査員、船員の皆様(図13)に心からお礼申し上げたいと思います。

## 引用文献

佐藤俊平・佐藤智希・本多健太郎・鈴木健吾・浦和茂彦. 2018. 沖合における日本系サケの資源動態と生息環境. 海洋と生物, 237:351-357.



図12. ベーリング海の夕焼け



図13. 今回乗船した調査員と船員(皆さん気さくで最高のメンバーでした)

## トピックス

## 国際サーモン年が始まります

すずき けんご さとう しゅんぺい うらわ しげひこ  
鈴木 健吾・佐藤 俊平・浦和 茂彦（北海道水産研究所 さけます資源研究部）

## はじめに

国際サーモン年 (International Year of the Salmon, IYS) は、カナダの科学者 Richard Beamish 博士が北太平洋溯河性魚類委員会 (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC) に行った提案 (Beamish 2012) をもとに計画された活動です。NPAFC での計画検討を経て、NPAFC と北大西洋サケ保全機構 (North Atlantic Salmon Conservation Organization, NASCO) が協力して、北半球全体でサケの仲間に対する関心を広く呼び起こすためのプロジェクトとなりました (Young et al. 2017)。IYS は NPAFC の調査研究活動の重要な要素と位置づけられていますが、活動が広範囲に及ぶため NPAFC 事務局だけによる運営は困難です。このため、IYS 組織委員会 (Coordinating Committee, CC) を別に構成することとなり、この下に北太平洋運営委員会 (North Pacific Steering committee, NPSC) と北大西洋運営委員会 (North Atlantic Steering committee, NASC) を設置して活動する体制となっています (図1)。日本国内での活動体制としては、水産庁と水産研究・教育機構の共催の形としています。また、大学等の専門家の方々にテーマ検討委員として参加していただき、活動内容について意見を伺いながら進めています。

国際サーモン年では「Salmon and People in a Changing World : 変わりゆく世界におけるサーモンと人類」という視点から、私たちとサケとの関わりを復元力のある持続的な関係としていくことの重要性を訴えます。このため、調査研究の活性化だけでなく、さけ・ます類関連の情報提供および市民への啓蒙活動まで含めた総合的な活動の展開が計画されています。計画では、2016～2018年

を準備周知期間、2019年を国際サーモン年と制定してさけ・ます類に関する様々な活動を行い、それらの成果を2022年までに取りまとめてシンポジウムを開催することを目指しています。

## 国際サーモン年に関連する広報活動

## ① IYS オープニングイベント

日本が参加した北太平洋地域のIYSオープニングイベントは、2018年10月11日にカナダ・バンクーバー市のJack Poole Plazaで開催されました。本イベントにはNPAFC・NASCOの関係者、政府関係者、研究者、NGO、取材メディアなど、総勢150名ほどの参加者がありました。イベントはまず、カナダ先住民によるスピーチと先住民伝統の歌の披露から始まり、続いて Pacific Salmon Foundation (太平洋サケ基金) の Brian Riddell 博士から太平洋さけ・ます類が直面する現状と課題についての報告が、IYS事務局の Mark Saunders 氏から IYS プロジェクトの概要についての説明が、それぞれ行われました (写真1)。

この中で、2019年2～3月にアラスカ湾で行われる大規模な越冬期調査の計画が紹介されました。これは、現在もその詳細について不明な点が多い海洋における越冬期のさけ・ます類について、NPAFC 加盟国の研究者たちがロシアの調査船に乗り込み、アラスカ湾で漁獲調査をはじめとする様々な調査・研究活動を実施するものです。国際共同研究の推進を目指すIYSにとって、この越冬期調査が象徴的な事業となることが期待されます。次いで、カナダ・米国・韓国・日本からIYSの開催をお祝いするスピーチが行われました。特にカナダからは地元ブリティッシュ・コロンビア州の

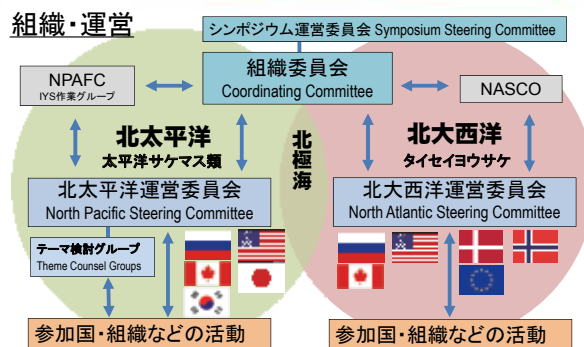


図1. 国際サーモン年 (IYS) 組織・運営体制



写真1. カナダ・バンクーバー市で開催されたIYSオープニングイベント



John Horgan 州知事が自ら出席されており、IYS の推進および成功への強い思いが感じられました。また、カナダおよび米国代表のスピーチは、さけ・ます類と先住民との関わりを強く意識した内容となっていたことが印象に残りました。日本からは在バンクーバー総領事館の多田雅代総領事代理にご出席いただき、日本におけるさけ・ます資源の重要性、日本の先住民であるアイヌとさけ・ます類との関わり、さけ・ます類の持つ文化的・社会的な価値の重要性等についてお話しいただきました。

## ② 国内での広報活動

日本国内でも、サケに関連するイベント等の機会を捉えて、IYS 活動に関する広報を行っています。今年、豊平川さけ科学館の主催する「さっぽろサケフェスタ 2018」（写真 2）、標津サーモン科学館で開催された「サーモンパーク秋まつり」、北海道定置漁業協会主催の「秋さけ祭」などで IYS ポスター（裏表紙に掲載）の掲示やパンフレットの配布を行いました。また、北海道区水産研究所のサイトに「国際サーモン年（IYS）ホームページ日本語版（<http://hnf.fra.affrc.go.jp/iys/index.html>）」を開設しました。ホームページには IYS 実施の背景、目標、研究テーマなどの情報を掲載しています。

## 国際サーモン年に関連する研究集会

### ① 日本水産学会シンポジウム

2018年3月に IYS ローカルシンポジウムとして日本水産学会主催、IYS 北太平洋運営委員会共催のシンポジウム「環境変動下におけるサケの持続可能な資源管理」が開催されました（写真 3）。

このシンポジウムは日本の IYS 活動の始点として、日本におけるサケの資源変動要因を多方面から考察するとともに、今後サケの持続的な資源管理を行うために必要な調査・研究課題を整理することを目的として行われました（Urawa 2018）。

シンポジウムでは IYS の提唱者であるカナダの Richard Beamish 博士に IYS の意義について基調講演をしていただくと共に、国内のさけ・ます研究者 14 名による最新の研究発表が行われ、サケの資源変動要因や資源管理に関する活発な議論が行われました。その結果、フィールドワークや実験を通じてサケ稚魚の初期生残機構への理解を深めること、ふ化放流技術の改良、地域個体群および多様性の保全など、今後取り組むべき課題が指摘されました。なお、シンポジウムで発表された研究成果は、雑誌「海洋と生物」の特集記事（浦和ら 2018a, 2018b）として公表されています。

### ② NPAFC-IYS ワークショップ

2018年5月に、ロシアのハバロフスクで NPAFC 年次会議に引き続いて第 1 回 NPAFC-IYS ワークショップが開催されました（写真 4）。

このワークショップでは、サケの資源状態 (Status of Salmon) に焦点を当てて、各国からサケ資源の現状について報告されました (Saunders 2018)。この中で、北太平洋に分布するいくつかの個体群に見られる共通の傾向として、各年齢における魚体サイズが小さくなっていること、若い魚が多くなっていること、北方の個体群の状況が良いことな



写真 2. さっぽろサケフェスタ 2018 でのポスター展示



写真 3. 2018年3月に開催された日本水産学会シンポジウム「環境変動下におけるサケの持続可能な資源管理」最前列左の人物が Beamish 博士



写真 4. 2018年5月に開催された NPAFC-IYS ワークショップでの研究発表

どが指摘されました。また気候変動に関連する話題として、河川の増水など、淡水環境の変化がさけ・ます類に影響を与えていると示唆されること、カラフトマス、サケ、ベニザケが北極海に進出する可能性があることなどが指摘されました。その他として、日本で取り組まれている海中飼育等の放流手法開発の報告にも関心が集まりました。

これらの研究発表の講演要旨はNPAFC技術報告(Park and Taylor 2018)として取りまとめられており、NPAFCのホームページ(<http://npafc.org/technical-report/>)から入手することが出来ます。

## おわりに

2019年のIYS活動は、本文中でもご紹介したアラスカ湾冬期調査のほか、5月には、気候変動とさけ・ます類の海洋生活期の関係に焦点を当てた第2回NPAFC-IYSワークショップがアメリカのポートランドで開催される予定となっています。その後、2021年まで、毎年1回のNPAFC-IYSワークショップを開催し、2022年にはとりまとめのシンポジウムを開く計画が想定されています。一方で、このような大規模な活動を行うための資金が潤沢にある訳ではありません。海洋を広く回遊するさけ・ます類の調査研究を行うためには、関係各国の連携が欠かせないのは明らかです。今後もIYS活動を継続していくために、活動内容の精査と効率的な実施を進めていく必要があります。また、IYS活動は多くの協力者の方々に支えられています。IYS計画策定にご協力頂いているテーマ検討グループの方々、広報活動の機会を頂いた豊平川さけ科学館、標津サーモン科学館、サケの

ふるさと千歳水族館、北海道定置漁業協会ほかの皆さまにこの場をお借りしてお礼申し上げます。

## 引用文献

- Beamish, R.J. 2012. A proposal to establish an International Year of the Salmon. NPAFC Doc. 1425. 16 pp. Fisheries and Oceans Canada, Pacific Biological Station. (Available at [www.npafc.org](http://www.npafc.org))
- Young, M., Saunders M., and Radchenko V. 2017. Story of the International Year of the Salmon: Concept to Launch. NPAFC Tec. Rep., 10. 142 pp.
- Urawa, S. 2018. International Year of the Salmon Symposium Tokyo, Japan. NPAFC News Letter, 44: 14-24.
- 浦和 茂彦・荒木 仁志・宮下 和士・永田 光博・佐々木 義隆・帰山 雅秀. 2018a. 特集「環境変動下におけるサケの持続可能な資源管理 (1) . 海洋と生物, 40 : 315-357.
- 浦和 茂彦・荒木 仁志・宮下 和士・永田 光博・佐々木 義隆・帰山 雅秀. 2018b. 特集「環境変動下におけるサケの持続可能な資源管理 (2) . 海洋と生物, 40 : 415-466.
- Saunders, M. 2018. NPAFC holds the First International Year of the Salmon Workshop in Khabarovsk, Russia: Wrap-up summary and subsequent activities. NPAFC News Letter, 44: 25-32.
- Park, J., and Taylor, S. 2018. First NPAFC-IYS Workshop on Pacific Salmon Production in a Changing Climate. NPAFC Tec. Rep., 11. 140 pp.

## さけます情報

## サケ科魚類のプロファイル-17 レイクトラウト

やまもと しょういちろう

山本 祥一郎 (中央水産研究所 内水面研究センター)

## 分布と生態

レイクトラウト (lake trout: *Salvelinus namaycush*) は、アラスカの一部を除く北米大陸北部に広く分布するイワナ属魚類である (図1)。学術書や科学論文などではレイクチャー (lake charr) として表記されることがある。レイクトラウトおよび同じく北米大陸原産のカワマス *S. fontinalis* は、系統的に他のイワナ属魚類 (イワナ *S. leucomaenis*, オシヨロコマ *S. malma*, ホッキョクイワナ *S. alpinus*, ブルトラウト *S. confluentus*) と姉妹グループを形成し (Crespi and Fulton 2004), イワナ属魚類の共通祖先から最も早い時期に分化したグループと考えられている (Esin and Markevich 2018)。

本種は、カナダやアメリカ合衆国北部地方の重要な水産資源であり、遊漁の対象種としても人気が高い (図2)。例えば、五大湖のヒューロン湖 (Lake Huron) やスペリオール湖 (Lake Superior) では 2,000 トン/年を超えるレイクトラウトの漁獲量が記録されている (Ministry of Natural Resources, Ontario 2010)\*注。レイクトラウトはその名の通り、湖での生活に適応した魚類であり、産卵場所として湖の流入河川を利用する個体は希で、ほとんどの個体は湖内の砂礫底で産卵する (Martin and Olver 1980)。ただし、カナダ北部 (Canadian Arctic) では河川と海とを回遊する遡河回遊型の個体群も知られている (Muir et al. 2016)。とても長生きすることでも知られており、スペリオール湖で最近おこなわれた調査によると、最高齢が 48 歳、最大で体長 868mm の個体が報告されている (Hansen et al. 2016)。

## 多型

レイクトラウトは、体型・体色の変異性がきわめて大きく、かつて 35 の標準名、15 の学名が付けられていたこともあった (Martin and Olver 1980)。また、本種は同一湖沼内に多型 (polymorphism) をもつことでも知られている。最も普通にみられるのが “Lean” と呼ばれるタイプ (morph type) で、湖の比較的浅い場所 (<50m)



図1. スペリオール湖に生息するレイクトラウトの4タイプ (写真提供 Andrew Muir 氏)



図2. スペリオール湖畔のとあるレストランで出されているレイクトラウト・ハンバーガー

に生息する。体型はスリムで、体脂肪率が低いことに特徴がある。大型個体では強い魚食性を示す。比較的水深が深い湖では、Lean タイプよ

\*注：ただし、1930年代にヤツメウナギの一種 (Sea lamprey: *Petromyzon marinus*) が五大湖全域に侵入し、彼らの捕食の影響を受けた結果、ヒューロン湖・スペリオール湖のレイクトラウト資源は 1940年代後半以降崩壊状態に陥る。近年では、ヤツメウナギ個体数のコントロールや漁獲制限などの取り組みにより資源の回復傾向がみられている。

りも深場に生息する別のタイプが存在し、例えばスペリオル湖では Lean タイプを含む4つのタイプの存在が確認されている(図1)。深場に生息する代表的なタイプは“Siscowet”と“Humper”であり、Siscowet タイプは水深80m以深の深場に生息し、ポッチャリとした体型、丸みを帯びた鼻部、高い体脂肪率などの特徴をもつ。スペリオル湖に生息する Siscowet タイプは、浮遊ミシス幼生(アミ目)やサケ科魚類コレゴヌス(*Coregonus* sp.)、底生カジカ類(*Cottus* sp.)、タラ目の淡水魚バーボット(*Lota lota*)などを餌とする。Humper タイプは、比較的小型(ほとんどの個体は体長500mm以下)で、主に水深90m以深の岩礁帯や傾斜の強い湖岸近くに生息する。比較的小さな頭部、上向きの大きな眼、短い吻部および上顎、短く細い尾柄が特徴である。スペリオル湖やグレート・ベアー湖(Lake Great Bear)には、さらに“Redfin”というタイプが存在し、他のタイプと比べて大きな頭部や長い腹鰭、胸鰭をもつことに特徴がある。Lean タイプと Siscowet タイプを対象に行われた共通環境での飼育実験(common-garden experiments)では、両者の形態的特徴や体脂肪率に差が生じることから、二つのタイプ間にみられる表現型の違いに遺伝要因も関与していると考えられている(Muir et al. 2016 の総説参照)。

### 中禅寺湖に移殖されたレイクトラウト

日本では唯一栃木県の中禅寺湖に生息する(図3)。1966年にカナダのオペオンゴ湖(Lake Opeongo)から受精卵1万粒が当時の水産庁淡水区水産研究所日光支所(現中央水産研究所日光庁舎)に導入され、孵化稚魚6,237尾が中禅寺湖

に放流されている(奥本ら1989)。1968年には同じくオペオンゴ湖、1969年にはカナダのオンタリオ湖(Lake Ontario)からも受精卵が持ち込まれている。その後の放流記録はなく、中禅寺湖では自然再生産によって現在の個体群が維持されている(図4)。バイオテレメトリーおよび潜水観察による調査によると、11月中旬から12月上旬にかけて、少なくとも一部の個体は湖岸近くの約2m深度の礫底で産卵することが分かっている(北村ら2005)。また、産卵場近くでの刺し網による調査では、最小体長397mm~最大675mmのオス成熟個体、メスでは最小475mm~最大724mmの成熟個体が確認されている(北村ら2005)。食性は多様であり、ヒメマスやワカサギ、ヨシノボリなどの小型魚類から、カワゲラなどの水生昆虫、スジエビ、ユスリカ幼虫なども餌とする(山本、未発表データ)。なお、レイクトラウトは中禅寺湖において漁業権対象魚種とされており、ルアー釣りやフライ釣りの対象種として利用されている。



図4. 中禅寺湖にて採捕されたレイクトラウト



図3. 日本で唯一レイクトラウトが生息する栃木県中禅寺湖

北アメリカでは、本来の生息地以外の湖に移殖されたレイクトラウトが、捕食や競争を通して在来淡水魚類の個体数に負の影響をもたらす事例が報告されている。例えば、アメリカモンタナ州フラットヘッド湖(Lake Flathead)に自然分布するブルトラウトは、アメリカ合衆国の「絶滅の危機に瀕する種の保存に関する法律(ESA)」において“近い将来絶滅の恐れのある種(threatened species)”とされているが、1905年に移殖されたレイクトラウトからの捕食により個体数は低位で推移しているという(Hansen et al. 2016)。環境省および農林水産省では平成27年3月に「我が国の生態系に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト」を作成し、そのなかでレイクトラウト、ニジマス、ブラウントラウトを「適切な管理が必要な産業上重要な外来種(産業管理外来種)」と位置付けている。さらに水産庁は「水産分野における産業管理外来種の管理指針(平成29年11月策定)」において、不適切な管理の結果、管理地外に逸出した場合は生態系等に被害を及ぼすおそれもあることから、これら魚種にかかわる関係者や関係機関等に利用する際の適切な管理を求めている。繰り返しとなるが、レイクトラウトはサケ科魚類の中でも際立って長生きする魚種であり、また湖内で産卵するという特性をもつことから、一旦湖に放流されると管理がとて難になることが予想される。本種の生態的情報に関する知見が乏しい現状においては、中禅寺湖以外の我が国の湖沼への移殖は厳に慎むべきである。

### 引用文献

- Crespi, B. J., and Fulton, M. J. 2004. Molecular systematics of Salmonidae: combined nuclear data yields a robust phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 658-679.
- Esin, E. V., and Markevich, G. N. 2018. Evolution of the charrs, genus *Salvelinus* (Salmonidae). 1. Origins and expansion of the species. *Journal of Ichthyology*, 58: 187-203.
- Hansen, M. J., Hansen, B. S., and Beauchamp, D. A. 2016. Lake trout (*Salvelinus namaycush*) suppression for bull trout (*Salvelinus confluentus*) recovery in Flathead Lake, Montana, North America. *Hydrobiologia*, 783: 317-334.
- Hansen, M. J., Nate, N. A., Muir, A. M., Bronte, C. R., Zimmerman, M. S., and Krueger, C. C. 2016. Life history variation among four lake trout morphs at Isle Royale, Lake Superior. *Journal of Great Lakes Research*, 42: 421-432.
- 北村章二・山本祥一郎・山家秀信・山家美穂・金野昭平・鹿間俊夫・中村英史. 2005. 中禅寺湖におけるレイクトラウト産卵場の特定. 2005年度日本水産学会大会講演要旨集, p. 41.
- Martin, N. V., and Olver, C. H. 1980. The lake charr, *Salvelinus namaycush*. In: Charrs, Salmonid fishes of the genus *Salvelinus* (Ed. By Balon, E. K.). Dr. W. Junk bv Publishers, Hague, Netherlands. pp. 205-277.
- Ministry of Natural Resources, Ontario. 2010. State of resources reports <https://www.ontario.ca/page/state-resources-reports>.
- Muir, A. M., Hansen, M. J., Bronte, C. R., and Krueger, C. C. 2016. If Arctic charr *Salvelinus alpinus* is 'the most diverse vertebrate', what is the lake charr *Salvelinus namaycush*? *Fish and Fisheries*, 17: 1194-1207.
- 奥本直人・鹿間俊夫・織田三郎・丸山為蔵・佐藤達朗・合摩 明・室根明弘・室井克己・山崎 充・赤坂 毅・神山公行. 1989. 中禅寺湖産ヒメマス資源管理のための漁業と増養殖に関する考察. 中禅寺湖資源調査研究会中間報告書. 養殖研資料, 6: 49-65.

## さけます情報

## 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖

えづれ むっこ

江連 睦子（北海道水産研究所 さけます生産技術部）

## 2017年の北太平洋

## 漁獲数

2018年に公表されたNPAFC統計データによると、2017年1-12月の北太平洋におけるさけます類の漁獲数は4億6,067万尾で、前年4億3,732万尾の105%でした（図1A）。

魚種別に見ると、カラフトマスが3億15万尾で最も多く、全体の65%（前年比113%）を占めています。次いでサケが7,961万尾（構成比17%、前年比91%）、ベニザケが7,093万尾（構成比15.4%、前年比94%）と続き、これら3魚種で全体の約98%を占めています（図1A）。地域別では、前年に不漁だったアラスカが2億2,641万尾（前年比200%）と最も多く、次いでロシアが2億572万尾（前年比74%）と両地域で全体の90%以上を占めています。以下、日本2,217万尾、カナダ381万

尾、アラスカ以外の米国（ワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州）251万尾、韓国6万尾と続き、分布の南限に近い日本や米国ワシントン州以南の地域では、近年減少傾向にあります（図1B）。

## 人工ふ化放流数

2017年1-12月に各国から人工ふ化放流された幼稚魚数は50億5,582万尾で、前年51億3,682万尾の98%でした（図1C）。

魚種別ではサケが32億4,271万尾で6割以上を占め、これに次ぐカラフトマス12億4,839万尾と合わせると全体の9割近くを占めます（図1C）。地域別では日本が17億6,020万尾、アラスカ15億8,580万尾、ロシア10億4,394万尾、カナダ3億6,807万尾、アラスカ以外の米国2億7,965万尾、韓国1,816万尾となっています（図1D）。

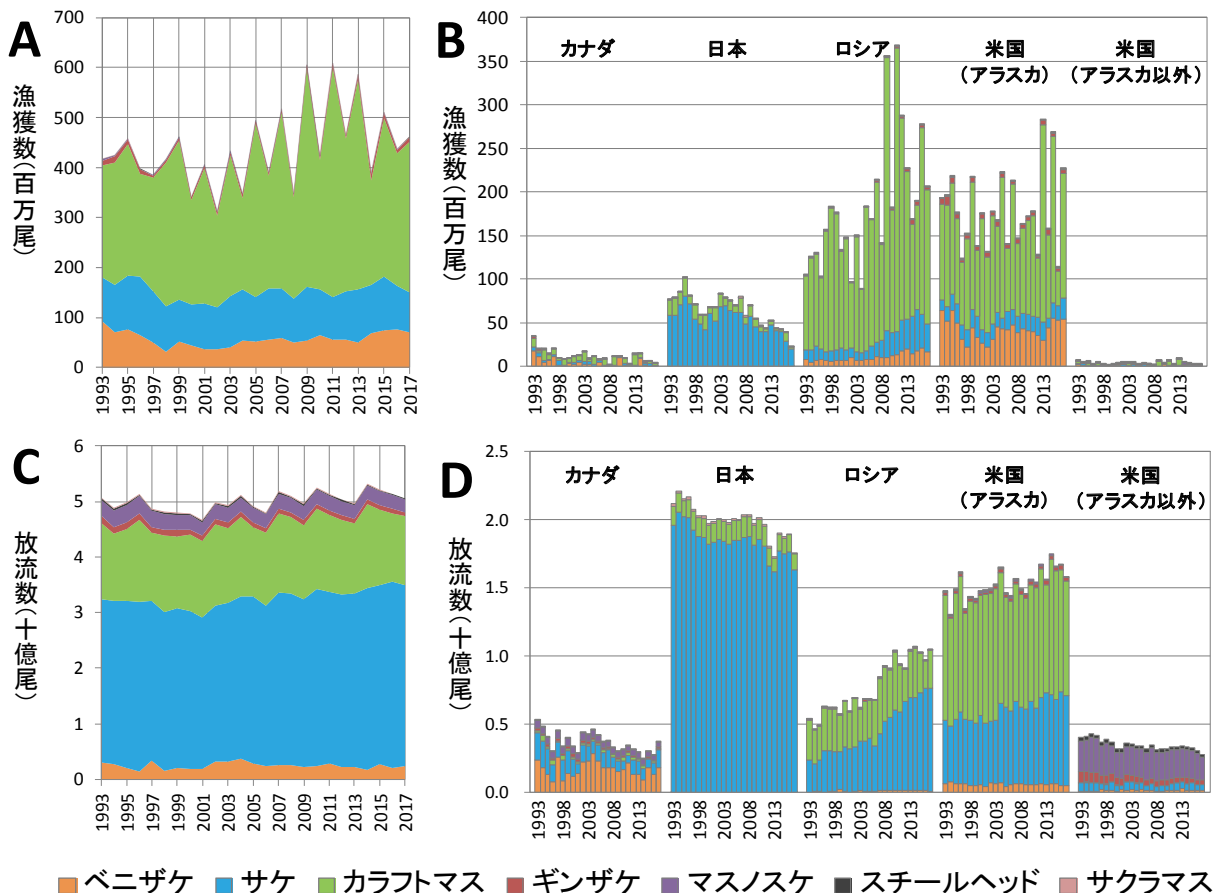


図1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A)、地域別魚種別の漁獲数 (B)、魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D)

A 及び B は「NPAFC Pacific salmonid catch statistics (updated 31 July 2018).」, C 及び D は「NPAFC Pacific salmonid hatchery release statistics (updated 31 July 2018)」より作成 (参照 2018-11-16)。アラスカ以外の米国はワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州の合計。韓国は他国に比べ漁獲尾数・放流尾数ともわずかなため図中では省略

## 2018年漁期の日本

### サケ

2018年漁期(2018年8月~2019年2月)の来遊数(沿岸漁獲と河川捕獲の合計)は12月31日現在で2,966万尾、前年同期比132%となっており、近年で最も低い来遊となった前年を上回ったものの、引き続き低い水準となっています(図2)。このうち北海道では2,316万尾(前年同期比133%)、本州太平洋側では588万尾(前年同期比134%)と前年を上回りましたが、本州日本海側では62万尾(前年同期比91%)と前年を下回っています。採卵数は、12月31日現在で19億9,369万粒と、前年同期の113%となっています。このうち北海道は全道的には計画を満たす採卵数となりましたが、本州太平洋では、採卵計画数の95%、本州日本海では82%にとどまっています。全国の放流数は計画(17億6,352万尾)を若干下回る見込みです。

### カラフトマス

カラフトマスは2年で回帰するため、偶数年級と奇数年級で異なる繁殖集団を形成していると考えられます。主産地の北海道における来遊数の動向を見ると、奇数年級は2007年以降減少傾向を示していますが、偶数年級は一昨年度に大幅な増加が見られました。2018年漁期(2018年7月~11月)は678万尾(前年比551%)と、1983年以降で最低となった前年からは大幅に増加しましたが、一昨年と比べると2割程度と少ない結果となりました(図3)。採卵数は1億4,943万粒で計画数の86%となっており、放流数も計画(1億3,840万尾)を下回る1億1,960万尾ほどになると見込まれます。

### サクラマス

2018年漁期の北海道における河川捕獲数は13,149尾(前年度比385%)と大幅に増加し、2000年以降で6番目に多い捕獲となりました。地域別には特に日本海側で前年比829%と大きく増加し、オホーツク海側でも前年比251%となっています。採卵数は904万粒で、計画数の179%となりました。なお、2018年漁期の本州河川捕獲数については現在確認中です(図4)。

### ベニザケ

2018年漁期の北海道3河川(安平川・静内川・釧路川)における河川捕獲数は786尾で前年比206%となりました。

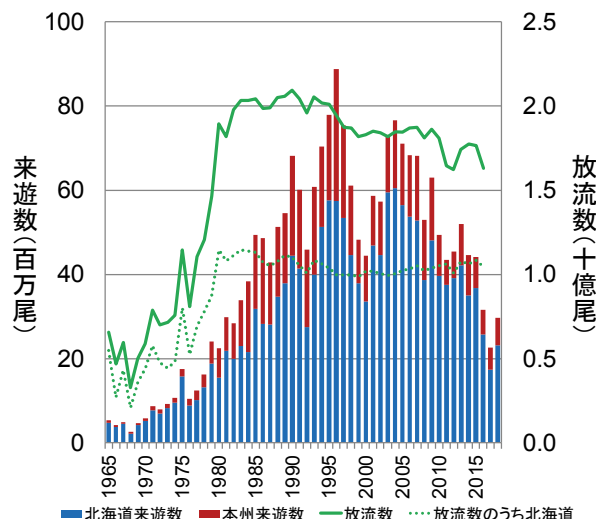


図2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数  
2018年漁期来遊数は12月31日現在

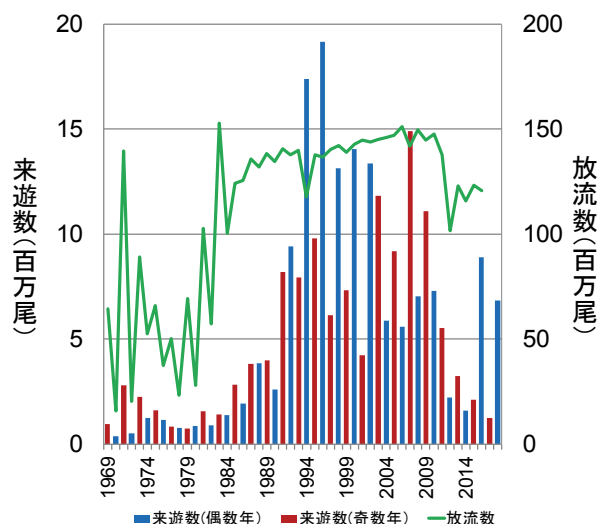


図3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数

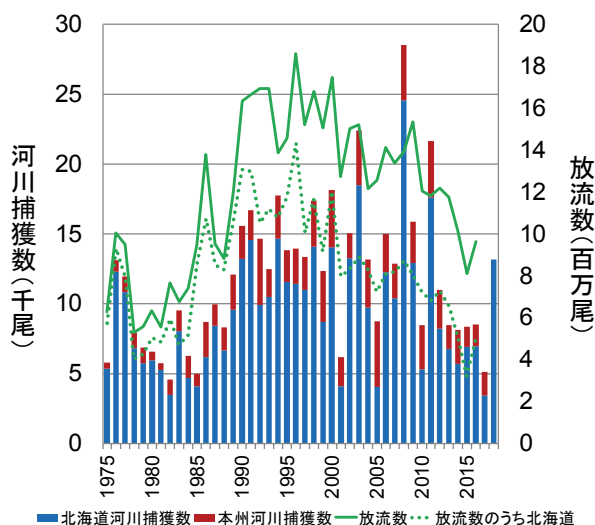


図4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数  
(2018年漁期の本州河川捕獲数は確認中)

## さけます情報

## さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介(5)

## 開拓使文書等に見られる伊藤一隆に係る文書

のがわ ひでき  
野川 秀樹 (北海道区水産研究所 客員研究員)

## はじめに

伊藤一隆は、明治19年に設置された北海道庁(以下「道庁」)の初代水産課長で、石狩川支流千歳川の上流に千歳中央孵化場を創設するなど北海道におけるさけます人工孵化放流に多くの足跡を残した人物です。

伊藤は、明治13年に第1期生として21歳で札幌農学校を卒業した後、開拓使御用係に採用されます。その後、札幌県御用係、道庁水産課等の勤務を経て、明治25年に道庁を退官するまでの約12年間で、伊藤は水産関係者の団体である北水協会の設立(明治17年)、千歳中央孵化場の創設(明治21年)、水産予察調査の実施(明治22年)等北海道の水産業に多くの功績を残します。

道庁退官までの主だった年譜を次に記します(北海道 1971, 秋庭 1988)。

明治13年 (1880)	第1期生として札幌農学校を卒業、開拓使御用係勤務(7月) 七重勸業試験場、物産局博物課兼製煉課勤務(10月)
明治15年 (1882)	札幌県勸業課博物係勤務(3月) 札幌博物場勤務(7月)
明治17年 (1884)	札幌県勸業課水産係勤務(9月) 北水協会を設立し初代会頭に(10月)
明治19年 (1886)	水産事情調査のため米国へ(10月)
明治20年 (1887)	米国より帰国(10月)
明治21年 (1888)	道庁に水産課が設置される(3月) 水産課長事務取扱となる(11月) この年「米国水産取調書」を提出 千歳中央孵化場を創設(12月)
明治22年 (1889)	水産調査の開始(明治26年まで) 北海道水産予察調査報告を提出
明治23年 (1890)	「米国漁業調査復命書」の発刊 水産課長となる(7月)
明治25年 (1892)	道庁を退官(3月)

今回は、開拓使文書等に見られる伊藤一隆が作成した文書など、伊藤一隆に関する文書を紹介します。

## 開拓使等での伊藤の作成文書

年譜にあるとおり、伊藤は最初に七重勸業試験場に勤務しますが、その後は主に博物関係の部署に勤務します。したがって、この時期に見られる伊藤の作成した文書は、水産博物会(明治16年に東京上野公園で開催)への展示品の出品や調達などに関するものが多く見られます。

伊藤が作成したさけますに関する文書が見られ出すのは札幌県の時代に入ってからで、主なものとしては、

- ・篠路川の監守人雇用に関する文書(札幌県 1883a)
- ・余市川の密漁取締に関する文書(札幌県 1883c)
- ・鮭漁業の出願に関する文書(札幌県 1884a)
- ・堀株川のサケ産卵場の設置に関する文書(図1, 札幌県 1884b)
- ・監守人への鑑札交付に関する文書(札幌県 1884c)
- ・豊平川の監守人雇用に関する文書(札幌県 1884d)
- ・豊平川のサケ密漁に関する文書(札幌県 1885)

などを上げることができます。

この時期は、新潟県の三面川などで行われていたサケの天然産卵を保護助長する「種川」の取組が実効を挙げていることから、北海道においても広く取り組まれる時期に当たります(秋庭 1986)。しかし、その取組内容は上述の伊藤の作成した文書名からも分かるように、密漁防止のための監守人の配置や天然産卵を助長するための産卵場の整備といった、「種川」が始まる以前から取り組まれていたものが大半でした。

堀株川の産卵場設置に関する文書の内容を紹介しますと、伊藤自身が調査をした結果として、支流篠内川が産卵場に適していることから、これを整備するための予算流用や、産卵後のサケの住民への払下げについて書記官(県令(現在の知事に相当)に次ぐ役職)や関係する部署の勸業課及び会計課にその可否を伺う内容となっています。冒頭部分の明治16年11月27日の日付けの下に「御用係 伊藤一隆」とあり、押印も見ることができます(図1)。

さけますに直接には関係しませんが、伊藤の水



産に対する考えの一端を知ることのできる文書についても紹介したいと思います。それは、水産調査の必要性を説いた明治16年11月27日付けの「水産調査ノ義ニ付伺」と題する文書です(図2, 札幌県 1883b)。要約すると、「北海道は周囲を海に囲まれ、河川も湖沼も多くあり、漁獲金額も多い。しかしながら、今後、開発の進捗に伴って漁民の数も増え、さらに、漁獲物の販路の拡大により乱獲が進むことが懸念される」と前置きした上で、「乱獲により資源が減少する前に、水産資源の減少を未然に防止するとともに、新たな漁業や製造業を興し、漁民の経営維持を図るため、明治17年より10項目(名称、形状、産地、多寡、移転、蕃殖、地方慣例、捕獲、効用、販売)からなる水産調査を実施することにしたい」と記述されています。科学的な調査に基づいて、水産資源を適正に管理することが重要との考えが述べられています。

この文書は、後に農商務省水産局が全国的な水産調査を開始する明治21年の5年前のことであり、伊藤の先見性の高さが知られます。水産局による水産調査は、北海道においては、明治22~26年にかけて道庁水産課により実施され、「北海道水産予察調査報告」、「北海道水産調査報告」としてとりまとめられています。伊藤はこの調査で中心的な役割を果たしています(秋庭 1988)。

なお、筆者が北海道立文書館で目にした伊藤作成の最も古いものは、明治13年11月16日付けの「伊藤一隆ヨリ李缶詰外4品払下願出ノ件」(図3, 開拓使 1880)と題するものです。開拓使の製物試験場に李や梨などの缶詰の払下げを願い出たもので、缶詰の種類や数などを記した後に、「右御払下奉願候也 十三年十一月十六日 伊藤一隆」とあります。

### 伊藤の米国派遣に関する文書

道庁は、明治19年に伊藤を米国に派遣しますが、その伺文書が国立図書館に保存されていました(図4-1, 4-2, 北海道庁 1886)。道庁長官岩村通俊が時の内閣総理大臣の伊藤博文に提出したものです。北海道において漁業の振興を図るためには、良質な魚粕・魚油を製造し、更に漁船を改造して遠洋漁業に着手するとともに、水産資源の保護に必要な漁業制度を設けて水産資源の増大を計る必要があると書かれています。そして、そのためには北海道の水産を熟知している伊藤を派遣し、実地に調査する必要があると記述されています。この伺は、明治19年8月6日付けで「伺ノ趣認許ス」として認められています。以下に全文(別紙を除く)を載せました。

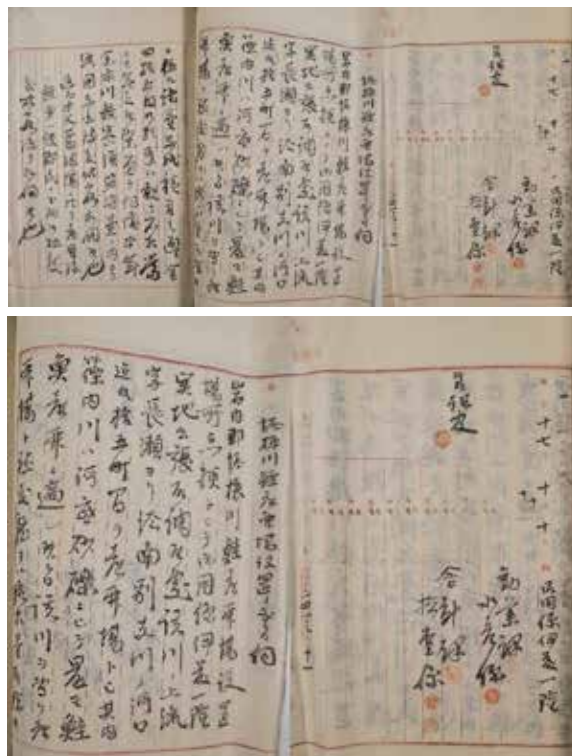


図1. 堀株川のサケ産卵場の設置に関する文書  
上図は全文、下図は冒頭部分の拡大



図2. 水産調査の実施に関する文書の冒頭部分



図3. 缶詰の払下願の文書

属官米国へ派遣ノ義伺

本道ハ四面海ニ環ラシ其周囲六百五十余里ニ互リ河川ノ大ナル者百十五沼湖六十九皆水族ノ蕃殖ニ適セサル莫シ故ニ漁業夙ニ開ケ年々漁獲スル所大略五六百万円乃至一千万円ノ間ニ上下ス尚此上一層拡張ヲ計リ乃チ魚粕魚油ノ製ヲ精ニシテ其品位ヲ高メ漁船ヲ改造シテ遠海ノ漁業ヲ開キ水族保護ノ制ヲ設テ其蕃殖ヲ謀リ其他漁具製造器等水産上諸般ノ改良ヲ計画候ハ、漁獲及収益ノ増加スル復今日ノ比ニ非サルベク存シ候但シ無智ノ漁民ヲ勧誘シ此等ノ開進ヲ為スニ方リ苟モ施設其宜キヲ得サルトキハ順序齟齬シ易ク弊害之レニ從イ遂ニハ其目的ヲ達シ得サル而已ナラス長ク漁民ノ信用ヲ欠キ却テ将来ノ進歩ヲ妨クルヤノ恐レ無キ能ハス就テハ当庁属伊藤一隆ヲ凡一ケ年間米国ニ派出シ実地ニ就キ研究為致度同人義ハ明治十三年中札幌農学校ニ於テ卒業爾来志ヲ水産ノ一途ニ傾ケ本道漁事ノ実況ニ於テハ頗ル経験ニ富ミ候者ニ付今米国ニ派シ漁法製法及水産ニ関スル制度等該国現ニ実行スル所ノ完全ナル方法ヲ実視セシメ帰朝ノ上彼我情況ノ異同ヲ酌ミ事ノ適否ヲ取捨シ漸次着手候ハ、始テ完全ノ結果ヲ得可申尤同人派出ニ付定則ノ旅費支度料等支給候テハ其費額不少ニ付務テ節儉ヲ計リ現費交付ノ筈ヲ以テ本年度当庁経費予算内ヨリ支出仕度候條至急御認可相成度別紙調査ス可キ要領ヲ添へ此段相伺候也

明治十九年七月廿六日

北海道庁長官岩村通俊

内閣総理大臣伯爵伊藤博文殿

伺ノ趣認許ス

明治十九年八月六日

伊藤が米国で調査した内容は、「米国漁業調査復命書」として、明治23(1890)年に道庁水産課から発刊されています。魚類の増殖の歴史、魚油及び魚粕の製造、鱈漁業、太平洋岸鮭漁業などに関して詳細に報告されています。サケの人工孵化に関しては、実際に採卵や受精方法を体験するとともに、孵化器の取扱、卵子運搬法などの工程を学び、丁寧に描かれた図版とともに詳細に報告しています。このような詳細な記述としたのは、帰国後の実地施行を想定してのことと思われる。

なお、別紙(図4-2)には、調査すべき事項や調査の順序などについて具体的に書かれています。魚粕・魚油の製造に関しては、2カ月以上現業に従事するようにと書かれており、米国の技術を確実に習得し、北海道に導入しようとした、当時の道庁の意気込みが伝わってきます。

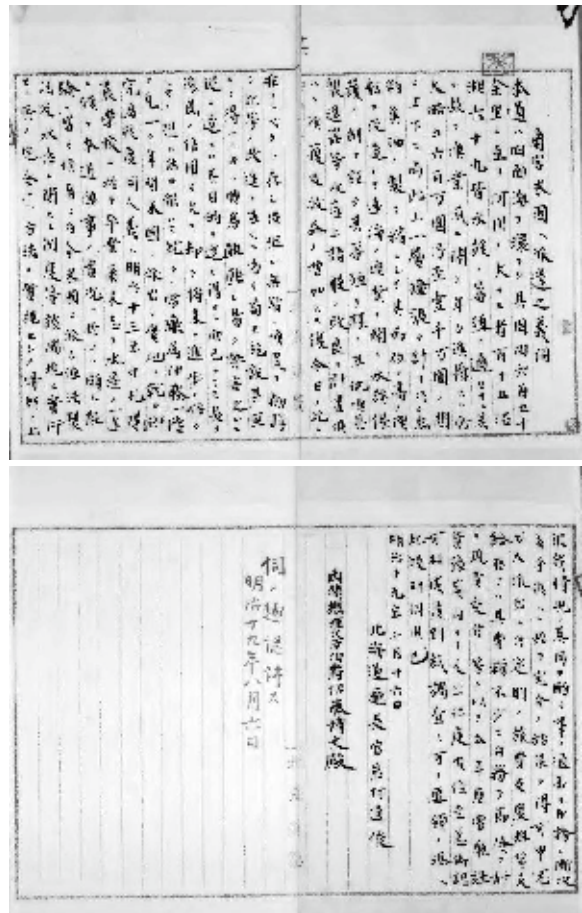


図4-1. 伊藤一隆の米国派遣に関する文書

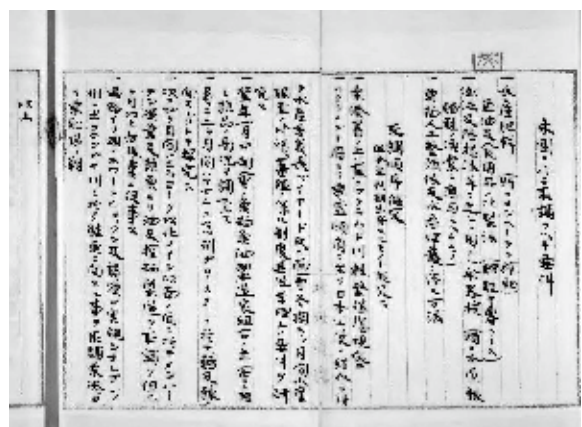


図4-2. 文書(図4-1)に添付の別紙

## 伊藤一隆の前に水産課長はいた？

道庁は、明治19年1月26日付けの内閣布告によって設置され、3月1日に開庁します。本庁を札幌に置き、函館、根室に支庁が置かれます。本庁は開庁当初は、庶務課、会計課、租税課、勸業課、土木課の5課で組織されますが、その年の12月には北海道庁令第1号により、4部16課の体制になります。この組織体制の中には水産課はなく、水産分野は第2部に置かれた農商課が担当します。水産課が道庁に設置されるのは、明治21年3月19日のことであり、北海道庁令第16号「当庁第二部中農商課ノ次ニ水産課、地理課ノ次ニ林務課、通信課ノ次ニ常務課ヲ置ク」によって、水産課が置かれることとなります。

この水産課の初代の課長は「伊藤一隆」と一般に広く認識されています(秋庭 1988)。しかしながら、前述した年譜によれば、伊藤は明治21年11月に水産課長事務取扱に、そして水産課長となるのは明治23年7月のことです。そうしますと、明治21年3月の水産課の設置から、伊藤が水産課長事務取扱となるまでの約9ヶ月間、水産課長は空席であったのか、という疑問が浮かんできます。

そこで当時の職員録を調べてみることにしました。明治21年3月31日現在の職員録(北海道庁1888a)及び明治21年4月1日現在の職員録(北海道庁1888b)には、伊藤一隆の名前の前に「農商課長兼水産課長」あるいは「長農商課長」という職名の「藤野近昌」という人物の名前が見られ、農商課長の藤野近昌が水産課長を兼務していたことが分かります。翌年の明治22年4月1日現在の職員録(北海道庁1889)では、「水産課長事務取扱伊藤一隆」となっています(図5)。筆者と同様の疑問を抱き、そのことについて調べた伊藤繁氏(1992)によれば、藤野の水産課長の就任は、伊藤が水産課長事務取扱に就任するまでの暫定措置であり、それには当時の判任官3等という伊藤の身分が関係していたとのことです。つまり、課長職に就くには技師へ昇任し、課長職相当の資格を有する必要がある、それまでの間、藤野が水産課長を兼務したと考えられるとのことです。「伊藤一隆」が名実ともに「水産課長」になるのは、技師に昇任してからさらに2年後のことになります。

以上のような経緯や伊藤の残した数多くの功績などから、伊藤が初代の水産課長として広く認知されていることに異論をはさむ余地はなさそうですが、伊藤の前に水産課長の肩書を持った人物がいたことは確かなようです。

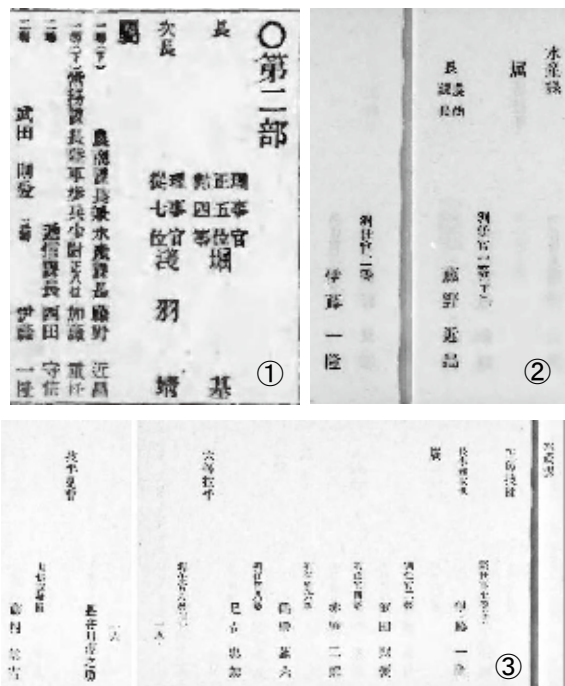


図5. 職員録

①は明治21年3月31日現在(当時、水産課は第二部に所属)、②は明治21年4月1日現在、③は明治22年4月1日現在(いずれも関係部分のみを抜粋)

## おわりに

伊藤一隆が開拓使や札幌県時代に作成した文書の中から、さげますに関連するものを中心に紹介しました。そのいずれも同様の筆跡であることから伊藤自筆のものと思われます。また、その他に米国への派遣に係る文書なども紹介しました。当時のさげます資源の保護に係る取組や伊藤の水産に対する考え方、さらには米国の先進的な技術を積極的に取り入れて、新たな産業を興そうとした道庁の姿勢などを知ることができます。

最後に、資料の閲覧等にご協力をいただいた北海道立文書館に感謝申し上げます。

## 引用文献

- 秋庭鉄之. 1986. 道南地方の鮭鱒ふ化事業史. 北海道さげ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会, 札幌. 188 pp.
- 秋庭鉄之. 1988. 鮭の文化誌. 北海道新聞社, 札幌. 209 pp.
- 北海道. 1971. 北海道開拓功労者関係資料集録(上巻). 北海道, 札幌. pp. 29-30.
- 北海道庁. 1886. 属伊藤一隆米国へ派遣ノ件. 公文雑纂・明治十九年・第三十四巻・宮内省・元老院・北海道庁・警視庁(国立公文書館所蔵,

- 請求記号: 纂 00034100).
- 北海道庁. 1888a. 職員録・明治二十一年三月・職員録調(北海道庁府県)(国立公文書館所蔵, 請求記号: 職 A00650100). p. 1.
- 北海道庁. 1888b. 職員録・明治二十一年四、十月・職員録調(北海道)(国立公文書館所蔵, 請求記号: 職 A00649100). pp. 14-15.
- 北海道庁. 1889. 職員録・明治二十二年四月・職員録(北海道庁)(国立公文書館所蔵, 請求記号: 職 A00698100). pp. 14-16.
- 北海道庁. 1890. 米国漁業調査復命書. 北海道庁, 札幌. 285 pp.
- 伊藤 繁. 1992. 浅海増殖今むかし 第29回. 水産北海道, 478: 69-72.
- 開拓使. 1880. 伊藤一隆ヨリ李缶詰外 4品払下願出ノ件. 雑録 明治十三年(北海道立文書館所蔵, 請求記号: A4/107, 件番号: 92).
- 札幌県. 1883a. 篠路川筋鮭漁取締ノ件. 札幌県公文録 水産 第六 明治十六年(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/7947, 件番号: 23).
- 札幌県. 1883b. 北海道水産調査ノ件. 札幌県公文録 水産 第六 明治十六年(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/7947, 件番号: 33).
- 札幌県. 1883c. 余市郡余市川鮭漁取締ノ件. 札幌県治類典 水産 第一 明治十七年自一月至三月(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/8738, 件番号: 12).
- 札幌県. 1884a. 古平郡沢江村仲谷半次郎鮭漁業願ノ件. 札幌県治類典 水産 合 第七 明治十七年自九月至十一月(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/8741, 件番号: 1).
- 札幌県. 1884b. 堀株川鮭産卵場設置ノ義ニ付伺. 札幌県治類典 水産 第四 明治十八年二月(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/9538, 件番号: 8).
- 札幌県. 1884c. 鮭密漁監守鑑札下渡ノ義ニ付伺. 札幌県治類典 水産 第九 自明治十七年十二月至同十八年一月(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/9540, 件番号: 21).
- 札幌県. 1884d. 豊平川監守人雇入ノ義ニ付上申. 札幌県治類典 水産 第九 自明治十七年十二月至同十八年一月(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/9540, 件番号: 21).
- 札幌県. 1885. 豊平川鮭密漁上申. 札幌県治類典 水産 第二 明治十九年一月(北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/10212, 件番号: 9).

## コラム

### 開拓使の新潟県三面川視察報告書

のがわ ひてき  
野川 秀樹

開拓使は、サケ漁業が北海道における重要な産業であるとの認識から、乱獲により減少した資源の回復を図るため、河川での夜漁や支流でのさけます漁の全面的な禁止などの規制を設けます。また、明治11年からはサケの人工孵化放流試験にも取り組みます(秋庭 1988, 野川 2018)。

一方、新潟県の三面川などで取り組まれていた天然産卵を保護助長する「種川」という取組が実効を挙げていることから、開拓使は種川を人工孵化放流と組み合わせることで更なるサケ資源の増大が期待できるとして、担当者を現地に派遣してその方法や装置等について調査を実施します。その調査を担当したのは七重勸業試験場に勤務していた三田已蔵という人物です。明治12年に新潟県三面川の調査を行い、「新潟県下越後国岩船郡三面川鮭漁ノ景況」と題する視察報告書を開拓使へ提出します(開拓使 1880)。

報告書の中でサケの漁法について、「村上町から河口までの大凡2 kmの間、河川を3本の川に分けその1本を種川とし、他の2本に漁場を設け鮭を捕獲する。捕獲の仕方は、持網と称する装置(鮭の上流への遡上を遮断するために川を横断して設置した柵)を設け、四つ手網のような網を沈めて魚を捕獲する方法や、釣や大網(長さ約90 m・幅約2 m)を使用する方法で行う。」と記述されています。

報告書にはB4判程度の大きさの紙に描かれた二つの図が添付されており、一つは、「新潟県下越後国岩船郡村上三面川ノ略図」(図1)で、種川や漁場の位置を知ることができます。もう一枚は「大網ニテ漁スルノ略図、持網場ノ略図」(図2)で、一部欠損しているものの、その様子が描かれており、大網での捕獲方法や持網場の状況を知ることができます。

なお、三面川の伝統的なサケの漁法として広く知られ、現在でも行われている「居繰網漁」については(須藤 1985)、何故かその記述は見当たりませんでした。

報告書の最後に、この河口からわずか2 kmの間で、数百年にわたって、多い時には一昼夜に3,000~4,000尾のサケを捕獲できる状況を作り出しているのは、種川と称して自然産卵を保護助長するとともに、降海する稚魚を保護していることによるものと感嘆した上で、北海道においても実施することが望ましいと報告しています。



図1. 三面川の略図

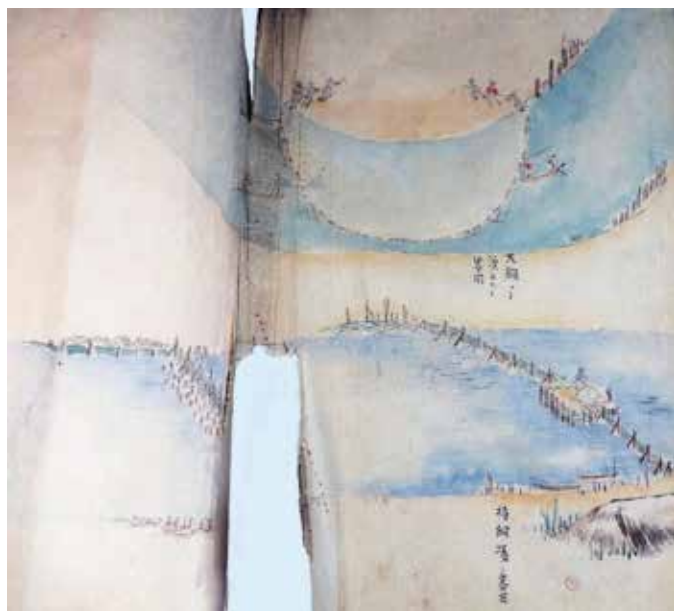


図2. 大網漁と持網場の様子

#### 引用文献

- 秋庭鉄之. 1988. 鮭の文化誌. 北海道新聞社, 札幌. 209 pp.
- 開拓使. 1880. 新潟山形両県実施ノ鮭魚養育, 山越郡遊樂部川ニテ施行方ノ件. 魚卵孵化法・漁業取締ニ関スル書類 明治十二年ヨリ全十五年 (北海道立文書館所蔵, 請求記号: 簿書/5457, 件番号: 13).
- 野川秀樹. 2018. さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介 (4). Salmon 情報, 12: 43-46.
- 須藤和夫. 1985. 三面川サケ物語. 朔風社, 東京. 185 pp.



# INTERNATIONAL YEAR OF THE SALMON



## 国際サーモン年

変わりゆく世界におけるサケの仲間たち.....  
人との関わりと未来をみつめる年

海洋を大回遊して生まれた川に帰ってくるサケは、多様な生態系の担い手であり、漁業、食料や文化的資源として、日本を初め多くの国々の人々と深く関わってきました。最近、温暖化など環境変動に伴い、日本産サケの回帰数は大き

く減少しています。サケの仲間たちと人との関わりや将来を考え、持続可能な資源管理に向けた研究や技術開発を推進するため、国際機関とその加盟国が力を合わせて行動する「国際サーモン年」が制定されました。



国際サーモン年の詳細と活動予定はホームページをご覧ください

<http://hnf.fra.affrc.go.jp/iys/> (日本語サイト)



<http://yearofthesalmon.org/> (English Site)



水産庁



国立研究開発法人  
水産研究・教育機構

国際サーモン年ポスター (今年度の活動内容については本編の記事をご覧ください)

発行：国立研究開発法人水産研究・教育機構

編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所

〒062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2条2丁目4-1

TEL 代表 011-822-2131 さけます生産技術部 技術課 011-822-2161

FAX 代表 011-822-3342

URL <http://hnf.fra.affrc.go.jp/>

E-mail [www-hnf-info@ml.affrc.go.jp](mailto:www-hnf-info@ml.affrc.go.jp)

執筆：水産研究・教育機構 北海道区水産研究所，中央水産研究所

SALMON 情報 編集委員会 (50音順)

伊藤二美男(委員長)，上田周典，江連睦子，川名守彦，佐藤恵久雄，高橋昌也，本多健太郎，本間広巳，森田健太郎

本誌掲載記事，図，写真の無断転載を禁じます。