

salmon情報 No.18

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2024-07-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2009554

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



SALMON 情報

第 18 号

2024 年 3 月

- 側線の点々を延々と数えてみる
- サケ稚魚の成長速度とエネルギー配分量に及ぼす海水温と餌量の影響
- ふ化放流事業に用いる小道具の製作アイデア紹介
- 北西太平洋さけます分布調査航海乗船記
- さけの遡^{かえ}る川-4 遊楽部川（北海道）
ほか



編集 水産資源研究所さけます部門



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

目 次

研究成果情報

- 側線の点々を延々と数えてみる…………… 長谷川 功・中江雅典・宮本幸太 3
- サケ稚魚の成長速度とエネルギー配分量に及ぼす
海水温と餌量の影響…………… 飯野佑樹・ほか 8

会議報告

- さけます関係研究開発推進会議…………… 本田 聡・佐藤俊平 11
- さけます報告会…………… 高橋昌也 14
- 第 30 回北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) 年次会議
科学統計小委員会 (CSRS) の概要…………… 佐藤俊平 17

トピックス

- ふ化放流事業に用いる小道具の製作アイデア紹介…………… 和泉梓佐 21
- 北西太平洋さけます分布調査航海乗船記…………… 小役丸隼人 23

さけます情報

- さけの遡^{かえ}る川-4 遊楽部川 (北海道) …………… 坂上哲也 27
- 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖…………… 外山義典 30
- さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介 (9)
～寄贈された復命書と石狩川上流域におけるサケの採捕～…………… 野川秀樹 32

mini column

世界自然遺産に認定されている北海道の知床半島には、数多くの河川が流れていますが、どれも流程が短い小河川です。普通の河川では山奥の最上流部でしか見られない、傾斜が急で、澄んだ水が強く流れる「溪流」の光景が、知床の川では河口付近まで続いています。

そんな知床の河川には、イワナの仲間である「オショロコマ」が多く生息しています (右写真赤丸部)。オショロコマはサケ科魚類の中でも最も冷たい水を好むため、道内では川の上流部に生息することが多いのですが、知床では河口付近でもみられます。海から遡上したサケとのコラボレーションは、風変わった知床ならではの光景です。



(撮影：大本謙一氏)

研究成果情報

側線の点々を延々と数えてみる

はせがわ こう (水産資源研究所さけます部門 資源生態部)・なかえ まきのり (国立科学博物館 動物研究部)・宮本 みやもと こうた (水産技術研究所環境・応用部門 沿岸生態システム部)

共同研究の始まり

さけます資源を絶やすことなく利用していく鍵は野生魚が握っているという考え方は、今では国内の関係者にだいぶん浸透しています。しかし、10年以上前は資源としての野生魚の存在はあまり認識されていませんでした。そのような状況を打開すべく、平成 27 (2015) 年度のさけます関係研究開発等推進会議で、北海道区水産研究所繁殖保全グループ (当時) が主体となって「野生魚を活用した持続可能なさけます漁業と増殖事業」と題したワークショップが開催されました (伊藤 2016; 大熊ら 2016)。そこで、長谷川 (第 1 著者) は、ふ化放流事業が野生魚の生物学的特性に与える影響について発表したのですが、発表準備のために既存文献を調べていた時に、継代飼育したニジマスは、脳が小型化したり、側線の点々 (後にこれは感丘のことだと知る) が減少することを示した米国での研究事例 (Brown et al. 2013) を知りました。

一方、中江 (第 2 著者) は、種を問わず魚類の側線系の様相を記載することをライフワークとしています。加えて、魚類にとって側線系は水流を感知する重要な器官ですので、生息環境が違えば側線系も違うのではないかとということにも興味を持っていました。そこで、同じサケ科であるイワナ (河川に生息) とビワマス (湖に生息) の継代飼育魚の側線系を比較した研究を、2015 年に近畿大学で開催された魚類学会年会でポスター発表しました。そのポスターの前で、中江曰く、いかにも“生態学の人”らしいラフな出で立ちの長谷川が議論を持ち掛けたのが、それから 10 年に及ぶ共同研究の始まりでした。

側線系や感丘って何？

長谷川がそうであったように、魚類の研究をしている人であっても側線系って何？と聞かれるとほとんどが「体の横に見える点々で、水流を感じる器官」としか答えられないと思います。それで間違いではないのですが、答えとしては不十分です。

側線系 (lateral line system) とは水流や振動を感知する感覚器で、魚類と一部の両生類 (幼生や生

涯を水中で暮らす種) のみがもっています。刺激の観点からは側線感覚と呼ばれます。さて、視覚の受容器は眼 (狭義では網膜)、味覚の受容器は味蕾ですが、側線感覚の受容器は感丘と呼ばれるものです。感丘はサイズ、数、配列が魚種により異なり、種の生態や生息環境、系統 (どの魚種と近縁なのかの類縁関係) を反映すると言われていいます。また、感丘には皮膚や鱗の表面にある表在感丘 (遊離感丘) と頭の骨や鱗の中を通る管 (側線管) 内にある管器感丘の 2 タイプが存在します。表在感丘は主に水流を感知して走流性 (例えば川の流れの中での定位) などに関わり、管器感丘は主に水の振動を感知して摂餌や外敵からの逃避などに関わっているようです。ただし、機能の重複も大きいと考えられ、まだ不明な点も多いです。感丘は体の側面だけでなく、頭などにも点線状に分布します (図 1, 2)。ちなみに、肉眼で見える「体の横の点々」は鱗 (側線鱗) の中を通る側線管が外部とつながる孔で、この孔と孔の間辺りに管器感丘があります。これら全部を引くくめて側線系です。

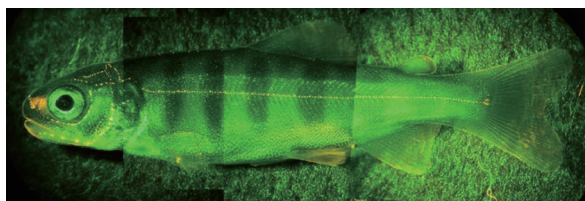


図 1. サクラマス稚魚の側線系

蛍光色素で染色された点が感丘。1 個体全体の撮影ができないため、写真を継ぎ接ぎして作成した。

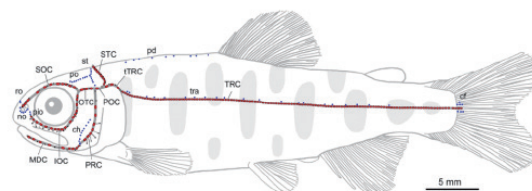


図 2. サクラマス稚魚の側線系全体図 (Nakae and Hasegawa 2022 より抜粋)

赤い点は管器感丘を、青い点は表在感丘を表す。大文字は側線管の要素名 (SOC 眼上管, IOC 眼下管, OTC 耳管, PRC 前鰓蓋管, MSC 下顎管, POC 後耳管, STC 上側頭管, tTRC 側頭部軀幹管, TRC 軀幹管) を、小文字は表在感丘群の要素名 (ro 吻, no 鼻孔, pio 前眼下, po 後眼, ch 頬, st 上側頭, pd 前背側, tra 副軀幹, cf 尾鰭) を示す。サケとカラフトマスの側線系は、要素のいくつかで感丘数が異なるものの、基本的にはサクラマスと同様であった。

さけますの放流種苗の感丘数は野生魚と違わない！

さて、学会で長谷川と中江が初対面を果たした後、2人でメールでの議論を続けたのですが、そこで洗い出された要点は以下の通りです。

- 継代飼育すると感丘が減少することを示した Brown et al. (2013)ではあるが、この論文では側線系全てを観察していない。
- Brown et al. (2013)で用いた継代飼育魚と野生魚は別々の水系由来なので、個体群間変異の可能性を否定しきれない。
- 日本の主要さけます3種(サケ・カラフトマス・サクラマス)の側線系をまずちゃんと記載したい。
- Brown et al. (2013)では、蛍光色素を用いて感丘を生体染色した後に計数していたが、中江も同じ手法を習得済み(図1)。

ということで、まずは日本の主要さけます3種の側線系を記載するためにこれらを扱っている当研究所の徳志別さけます事業所を訪れました。なお、方法の制約上、側線系の観察は稚魚でしか行えません。これら3種の稚魚が同時に入手できる時期として訪問は2016年4月としたのですが、徳志別が位置する北海道のオホーツク海側北部はまだまだ冬。茨城県つくば市からやって来た中江は山間の雪深い光景に衝撃を受けました。

徳志別さけます事業所では、飼育されていた放流種苗のほか、横を流れる徳志別川で野生魚を採集し、サケ・カラフトマス・サクラマスの放流種苗と野生魚について感丘の数や配列をはじめとした側線系を観察することができました。これら3種の側線系を記載するという第一の目的は果たせたのですが(図2)(Nakae and Hasegawa 2022)、いずれの種においても、放流種苗と野生魚の間に感丘数の違いは認められませんでした。さけますの放流種苗は基本的に遡上してきた親魚を用いて生産されます(本稿ではF1魚と表記)。彼らは、自然環境の中を生き抜いてきたので、極端に感丘が少ない魚は淘汰されてしまい、感丘が少ないという形質は次代に引き継がれないのかもしれませんが。継代飼育魚と同じようにF1魚も感丘数が少ないかもね、と期待した長谷川と中江はやや浅はかだったようです。

サクラマスならば野生魚・F1魚・継代飼育魚で感丘数を比較できる

では、次に試してみたいとなるのが、野生魚・F1魚・継代飼育魚間での感丘数比較です。とはいえ、魚種は言うまでも無く、個体群の由来まで条件が揃ったそんな都合のいい研究材料があるだろうか？と思索していたところ、栃木県中禅寺湖のほ

とりにある日光庁舎(当時は増養殖研究所の傘下)では、北海道尻別川産のサクラマスが10世代以上にわたって継代飼育されているという情報を得ました。尻別川では今でもサクラマスのふ化放流事業が行われているのでF1魚を入手することは容易です。しかも、日光庁舎には長谷川とは旧知の宮本(第3著者)が在職しているので、多少面倒なことでも頼みやすい！ということで、以後は、中江・長谷川・宮本の3名で研究に取り組むことになりました。

徳志別の時と同様に、尻別さけます事業所蘭越施設で中江と長谷川がF1魚と野生魚を観察し、中江が日光庁舎に足を運んで宮本が準備した13世代継代した魚(2018年当時)を観察した結果は会心でした。感丘の総数は、野生魚とF1魚ではそれほど違いありませんでしたが、日光庁舎の継代飼育魚は野生魚よりも約10%少なくなっていました(図3)(Nakae et al. 2022)。野生魚やF1魚と違って、一生を飼育環境下で過ごす継代飼育魚は、餌を十分に与えられ、外敵に襲われる心配もないので、水流の感知が鈍くても生存にさほど問題はないのかもしれませんが。ですので、感丘数が少ない魚も生き延びて、人工授精の際に親魚として使用されてきたことから、感丘数が少ないという性質が次代に伝わっていた可能性が考えられます。ちなみに、日光庁舎では多摩川産のヤマメ(サクラマスの河川型個体群に対する一般的な呼称)も継代飼育されていたので、それらを多摩川の野生魚と比較してみても、やはり感丘数は少ない傾向にありました(Nakae et al. 2022)。

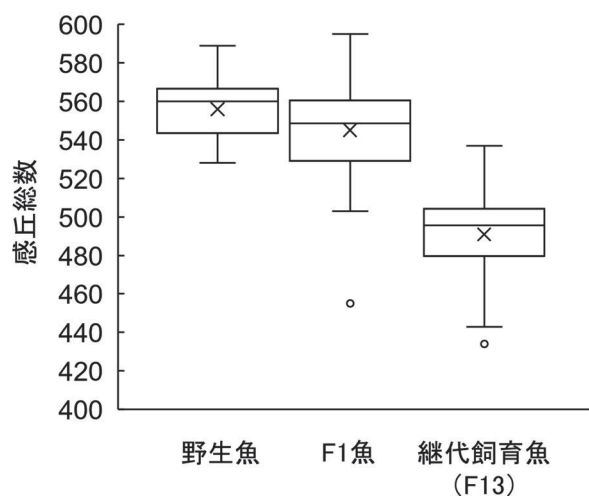


図3. 尻別川産サクラマスの野生魚・F1魚・継代飼育魚(F13)の感丘数を示した箱ひげ図
各四分位数、平均値(×)、外れ値(○)、外れ値を除いた際の最大値と最小値を示す。

ドボン！と物が沈んで来たときの魚の反応は側線系と関係があるのか??

サクラマスには、全部で 500～550 個ほど感丘があるのですが、それらが“ただか 10%減っただけ”で、彼らの行動は変わるのでしょうか？それをどうやって調べるのかもなかなかの難題です。流れる餌に対する反応を見るとか、アイデアが浮かんで消えるのを繰り返していたところ、別件での知人との議論の最中に「ドボン！と上から物を沈めてみたら？」というなんとも単純明快な助言を頂きました。ただ、水の上から「ドボン」と落とすと音（聴覚）がメインになりますので、水面直下からほぼ無音で落下し、ある程度の水流を発生させ、毎回の落下がほぼ同一となる実験装置が必要でした。そんなものはどこの業者も取り扱っていませんので、ホームセンターや通販で材料を集めて中江が自作することとなりました(図4)。そしていつの間にか、上から沈める物を「ドボン」、実験装置を「ドボン装置」、実験のことを「ドボン実験」と呼ぶようになりました。なんともユーモラスな実験ですが、中江・長谷川・宮本の3名で大真面目に議論を交わし、2023年に論文が公開されたのでその概要を紹介します(Hasegawa et al. 2023)。

ドボン実験でポイントとなったのは、いかに視覚の機能を排除するかです。一昔前ならば、針などで魚の目を潰してしまったかもしれませんが、実験動物に対する倫理が厳しく問われる昨今では、そのような手法はほぼ間違いなく学術誌に論文を受け付けてもらえないでしょう。そこで、実験室の窓を暗幕で覆い照明を消し、真っ暗にして(照度は0 lx)、暗視スコープでドボンに対する魚の回避行動を観察しました。ねらいとしては、感丘数が少ない方が回避失敗をするというデータを得ることだったのですが、ここでも我々の考えはかなり虫が良すぎたようです。宮本が準備した日光庁舎で継代飼育した尻別川産サクラマスで実験したところ、回避の成否は30回の試行のうち、12回成功、18回失敗と分かれたのですが、統計解析をするまでもなく各個体の感丘数と成否との間に何ら関係がないことは明らかでした。このままでは実験は失敗に終わってしまいます。そこで、ふと思いついて照明を点けて同様の実験を繰り返してみました。すると、魚達はみな素早くドボンを回避しました(25回の試行で失敗は2回)。明条件下では、失敗が極端に少なかったため、やはり回避の成否と感丘数の間には関係はなさそうでしたが、視覚が効かない暗条件下では、感丘の数以外の側線系の何かが回避成功率の低下を招いていると印象づけられました(図5)。

Nakae et al. (2022)で用いた同じ尻別川産の野生

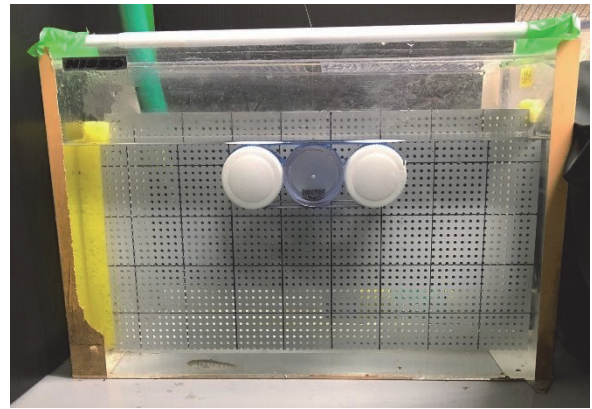


図4. ドボン装置

水面で固定されている円柱3つつなげた物がドボン。釣り糸で吊られており、魚がこの下を通過したら、長谷川の合図で中江が釣り糸を外し、ドボンを落下させた。

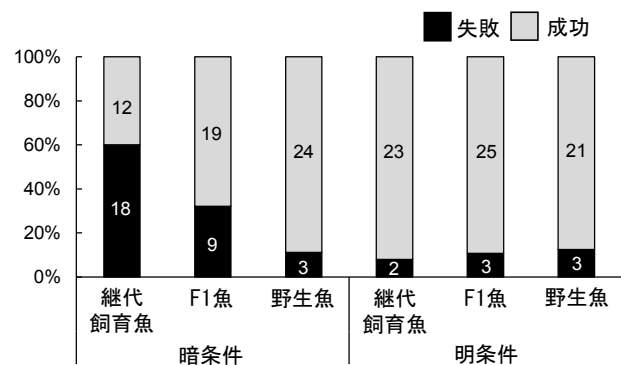


図5. 野生魚・F1魚・継代飼育魚のドボン回避の成否割合を明暗条件別に示す(バーの中に書かれた数字はそれぞれの回数)。Hasegawa et al. 2023のFig3を改変。

魚やF1魚の回避行動も気になるところですので、同様の実験を繰り返して、野生魚・F1魚・継代飼育魚のデータを並べてみると実に興味深い傾向が認められました。明条件下ではいずれも回避失敗することはわずか(10%程度)だったのですが、暗条件下では、回避失敗の割合が野生魚(11%)<F1魚(32%)<継代飼育魚(60%)の順で増えていきました(図5)。なぜ、視覚が効かない暗条件下でのみこれだけの違いが見られたのか考えてみましょう。まず、F1魚は継代の影響はありませんが、放流まで飼育環境下で過ごすので身に及ぶ危険(外敵や落石・倒木といった落下物など)から回避するという学習の機会がありません。ですので、彼らはドボンの接近は感知しつつもそれを回避しなければいけない物とは認識していなかったのかもしれません。さらに、継代飼育魚では、やはり飼育環境下で過ごすために学習機会の喪失に加えて、側線系も含めた刺激の情報伝達が継代の影響によって劣化したことが、この結果の原因なのかもしれません。また、本実験では、

回避行動には2パターンあるという結果も得られています(図6)。何気ない助言をきっかけに始めたドボン実験ですが、ユニークな手法を編み出したが故に(?), 野生魚・F1魚・継代飼育魚の行動特性について多くの課題がみつかりました。実は、「感丘数と回避行動の間に関係性はない」と結論づけるのも時期尚早で、今回とは違う速度でドボンを落下させてみるなど、検討の余地は多く残されています。

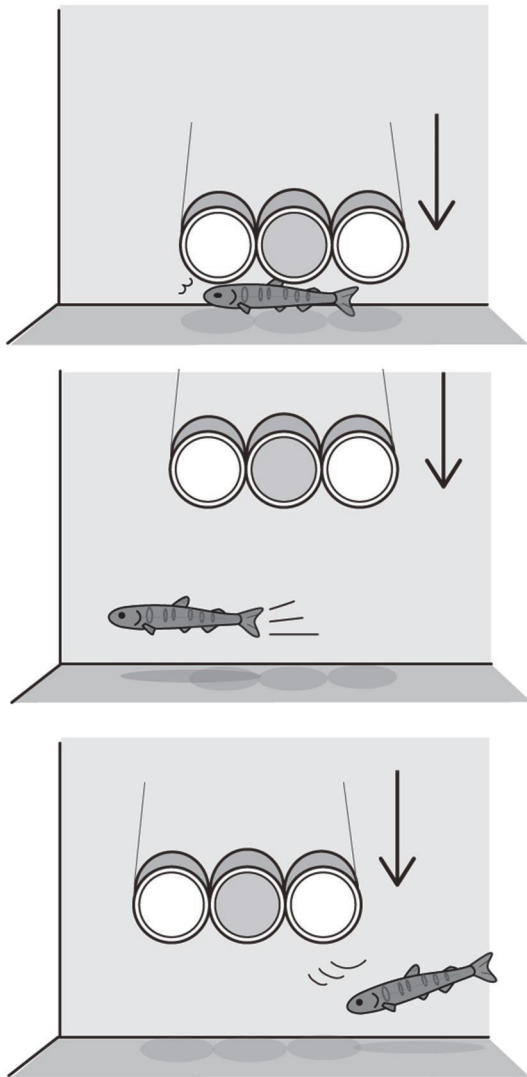


図6. ドボン実験で観察された行動パターン

(上) 落下してきたドボンに接触する。(中) 前方へ加速して回避する。(下) 静止し、ドボン落下時の水流に押し出されるようにして回避する。この行動については、フリージングという捕食者回避行動なのか(吉田 2011)、捕食者の行動に合わせて逃げる方向を見極めるために身構えているのか(Nishiumi and Mori 2020)、著者らの間でも見解は合致していない。Hasegawa et al. 2023 の Fig1 を改変。

イラスト作成者: 小野寺直美

側線の点々を延々と数えて資源管理の役に立つのか？

側線の点々を数えるのは地道な作業です。日中にその日のノルマが終わらなくて宿に顕微鏡と魚を持ち込んで数えたこともありましたが(これまでに観察した魚は約 560 匹、計数した感丘は約 30 万個! です)。そうやって得た新知見や、必ずしも成功とは言えなくても新しい研究課題に挑戦したこと自体が魚類学の発展に対する貢献だと著者一同は信じているのですが、一連の研究が実際の資源管理にどう役に立つの?と思われる読者も多いでしょう。最後にその点について考えてみたいと思います。

一連の研究の主役になったサクラマス(ヤマメ)は、海面(沿岸漁業)・内水面(遊漁)の両方における水産重要種です(長谷川ら 2020)。その資源維持のために、種苗放流が行われてきましたが、放流効果は芳しくなく、特に沿岸漁業資源としての放流種苗については継代飼育魚の回帰率の低さはかねてから知られていました(青山ら 2010)。また、溪流漁場で放流される継代飼育魚の稚魚は野生の稚魚よりも生残率が低いことが示されています(水産庁 2021; 中村 2023)。継代飼育魚の放流効果が上がらない要因はこれまでもいくつか指摘されてきましたが、本稿で紹介した研究を踏まえれば、継代飼育魚の感覚器官の縮小や、感丘数との関係は未解明なものの回避行動の鈍化も要因のようです。冒頭でも述べたように、さけますや溪流魚資源の持続的利用には、ふ化放流事業よりも変遷する自然環境に適応しつつ生きる野生魚を保全した方が効果的という考え方が浸透してきましたが、サクラマス(ヤマメ)をはじめとした継代飼育魚に関して言えば、そもそも野外での生き残りが悪いので、そのような魚の放流による資源維持は難しいように思います。継代飼育魚を効果的に利用できる場面は、先住魚がいない(少ない)溪流漁場など(水産庁 2023)、かなり限定されるのではないのでしょうか。一方で、一連の研究成果を、側線系や回避行動が野生魚と遜色ない魚を育てるための飼育方法改善の基礎的知見とすることも可能でしょう。魚種を問わず人工飼育は、放流用の種苗生産だけでなく絶滅危惧種の生息域外保全という観点などからしても技術開発がまだまだ必要です。

最後に、同じ魚類を研究対象にしてはいるけれど、得意分野や考え方がそれぞれ異なる3名で取り組んだ研究活動中は、新しい発見があったり、皆で知恵を絞って難題に取り組んだり、研究者として楽しい時間を過ごせました。そして何より、国内では片手で数えられる程度の研究者しかいなかった側線系について、玉石混交ながらいくつか

の研究成果を残したことで、新たな研究アプローチの道筋を付けられたことは有意義だったと思います。側線の点々を数えるために色々な場所へ赴きましたが、温かく迎え入れてくださった皆様には感謝の念に堪えません。

引用文献

- 青山智哉・大森 始・飯嶋亜内・村上 豊・伊澤敏穂・ト部浩一・宮腰靖之. 2010 池産系および遡上系サクラマスから生産されたスモルトの河川回帰率の比較. 北海道立水産孵化場研究報告. 64: 1-6.
- Brown, A.D., Sisneros, J.A., Jurasin, T., Nguyen, C., and Coffin, A. B. 2013. Differences in lateral line morphology between hatchery- and wild-origin steelhead. PLoS ONE. 8, e59162.
- 長谷川功・北西 滋・宮本幸太・玉手 剛・野村幸司・高木優也. 2020 沿岸漁業および内水面の遊漁における重要種 *Oncorhynchus masou masou* (サクラマス・ヤマメ) の包括的な資源管理に向けた提言. 日本水産学会誌. 86: 2-8.
- Hasegawa, K., Nakae, M., and Miyamoto, K. 2023. Effects of domestication and captive breeding on reaction to moving objects: Implications for avoidance behaviors of masu salmon *Oncorhynchus masou*. Royal Society Open Science, 10: 230045.
- 伊藤二美男. 2016 会議報告 さけます関係研究開発等推進会議. SALMON 情報. 10: 23-26.
- Nakae, M., and Hasegawa, K. 2022. The lateral line system and its innervation in the masu salmon *Oncorhynchus masou masou* (Salmonidae). Ichthyological Research, 69: 362-371.
- Nakae, M., Hasegawa, K., and Miyamoto, K. 2022. Domestication of captive-bred masu salmon *Oncorhynchus masou masou* (Salmonidae) leads to a significant decrease in numbers of lateral line organs. Scientific Reports, 12: 16780.
- 中村智幸. 2023. 養殖ヤマメ稚魚の放流後の残存率 より効率的な増殖に向けてできること. 養殖ビジネス. 756: 28-32.
- Nishiumi, N., and Mori, A. 2020. A game of patience between predator and prey: waiting for opponent's action determines successful capture or escape. Canadian Journal of Zoology, 98: 351-357.
- 大熊一正・長谷川 功・佐藤俊平・岸 大弼・市村政樹・飯田真也・森田健太郎. 2016 平成 27 年度さけます資源部第 1 回連絡会議ワークショップ「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.
- 水産庁. 2021. 放流だけに頼らない! 天然・野生の溪流魚 (イワナやヤマメ・アマゴ) を増やす漁場管理. 水産庁パンフレット.
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/attach/pdf/naisui-meninfo-31.pdf>
- 水産庁. 2023. いつも魚にあえる川づくり～溪流魚の漁場管理～ (イワナやヤマメ・アマゴ). 水産庁パンフレット.
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/attach/pdf/naisu-imeninfo-26.pdf>
- 吉田将之. 2011 魚類における恐怖・不安行動とその定量的観察. 比較生理生科学. 28: 317-325.

研究成果情報

サケ稚魚の成長速度とエネルギー配分量に及ぼす海水温と餌量の影響

飯野 佑樹※1・北川 貴士※2・阿部 貴晃※3・ながさか 剛志※4・しみず 勇一※5・おおた かつひこ※6・
川島 拓也※5・河村 知彦※7

はじめに

日本のサケ *Oncorhynchus keta* は、春に河川から海に降り、数年間の海洋生活を経て、再び日本沿岸に回帰します (Urawa et al. 2018)。回帰するサケの漁獲量は近年、減少傾向にあり、その要因の一つとして、海洋環境が変わったことで、海に降りた後に成長の遅い稚魚が大量に死亡していることが挙げられています (Honda et al. 2020)。魚類の成長速度は一般に、水温の影響を強く受けると考えられてきました (Malcolm 1994)。水温が高いと、食べた餌を消化する能力が高く、短時間でより多くのエネルギーを摂取することができます (図 1A)。一方、魚類はじっとしていても、生命維持活動 (例えば浸透圧調節など) にエネルギー

を消費します。そのエネルギーを産生するために、魚類は鰓から酸素を取り込み、体内で代謝するのです。この、安静時のエネルギー消費速度 (以降、安静時代謝速度) は、水温が高いほど速くなります (図 1A)。摂取と消費の差、つまり余剰エネルギーを成長に配分する場合、成長速度と水温の関係はドーム形になることが知られています (図 1B)。

サケは冷たい水を好むことから、昨今の海水温上昇に耐えられず、成長速度が遅くなっているのでは?と何となく想像されます。では、海水温だけでなく、餌の量も変わる場合、成長速度はどうなるでしょうか。これまで、海水温と餌量の両方がサケ稚魚の成長速度に及ぼす影響、さらに、稚魚が成長へどれくらいのエネルギーを配分しているのかはくわしく分かっていませんでした。本稿では、飼育実験と呼吸代謝実験を組み合わせ、海水温と餌量が稚魚のエネルギー配分に及ぼす影響を検討した研究 (Iino et al. 2022) を紹介します。

海水温と餌量条件別のサケ稚魚の成長速度

稚魚を円型水槽に 100 個体ずつ収容し、4 つの水温条件 (6.0–8.1, 10, 12, 14℃)、2 つの給餌率条件 (体重の 1% 量または 4% 量を毎日給餌) の計 8 通りの条件で、およそ 2 週間海水飼育しました。実験開始時と終了時に測定した体重から、1 日あたりの成長速度を算出しました。その結果、餌の多い 4% 給餌率区では、水温が高いほど成長速度が速くなりました (図 2)。一方、餌の少な

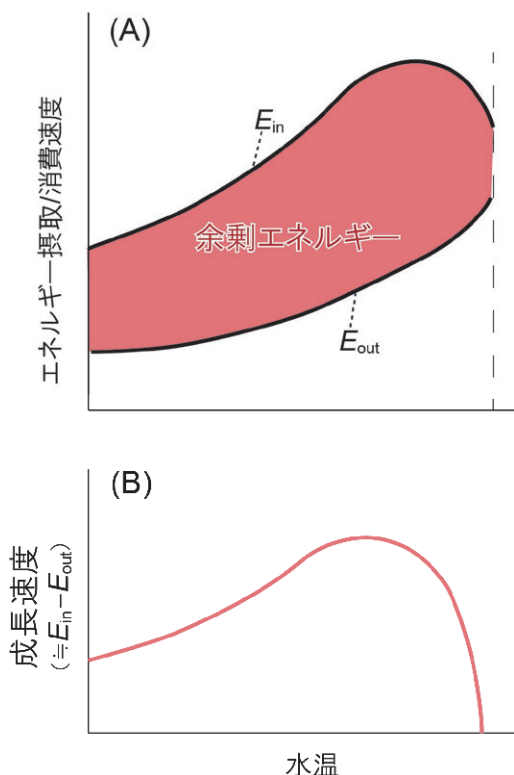


図 1. (A) 水温とエネルギー摂取/消費の関係
エネルギー摂取速度 (E_{in}) と消費速度 (E_{out}) の差が余剰エネルギー (赤色) となる。縦の破線は、その魚が耐えることのできる最高水温を表す。
(B) 余剰エネルギーが成長に配分された場合の、成長速度と水温の関係 (Malcolm 1994 をもとに作図)。

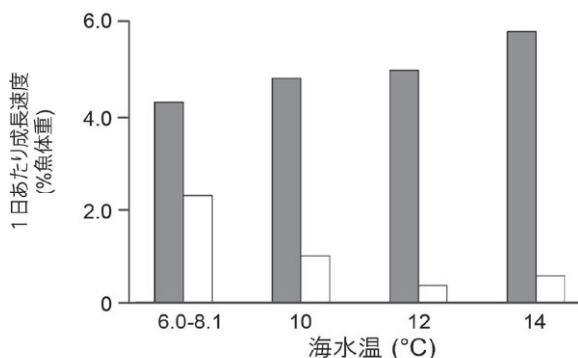


図 2. 水温、給餌率別に飼育したサケ稚魚の 1 日あたりの成長速度 (灰色: 4% 給餌率区、白色: 1% 給餌率区) Iino et al. (2022) から一部改変。

※1 水産資源研究所さけます部門 資源生態部 ※2 東京大学大学院新領域創成科学研究科 ※3 日本大学生物資源科学部
※4 岩手県沿岸広域振興局宮古水産振興センター ※5 岩手県水産技術センター ※6 岩手県農林水産部水産振興課
※7 東京大学大気海洋研究所

い 1% 給餌率区では、水温が高いほど成長速度が遅くなり（図 2）、水温 10℃ という、サケ稚魚の分布水温範囲内（5~13℃：入江 1990）であっても、範囲外（14℃）と同程度に成長速度が遅くなりました。ではなぜ、餌量によって水温と成長速度の関係が異なったのでしょうか？この要因を探るため、水温 10~14℃でのエネルギー配分量を推定しました。

海水温と餌量がエネルギー配分に及ぼす影響

各条件で飼育した稚魚をスタミナトンネル（図 3）という装置に 1 個体ずつ収容しました。この装置にはプロペラと溶存酸素計が付いていて、稚魚が任意の速度で遊泳しているときの水槽内溶存酸素量を測定することができます。溶存酸素量の変化速度から、安静時および運動時代謝速度を算出しました。稚魚が疲労困憊するまで測定を続けるため、1 個体あたり最短でも 3 時間はかかります。稚魚はもちろん、実験を行う人にとっても、根気のいる実験です。算出した安静時代謝速度と、飼育実験で得た成長速度をエネルギー収支モデルとよばれる数理モデルに代入し、安静時代謝、成長への各エネルギー配分量を推定しました。

安静時代謝速度は、給餌率の違いに関わらず高水温ほど高くなり、安静時代謝へのエネルギー配分量比（エネルギー摂取量を 100%とした時の比率）は、4% 給餌率区において 13-15%、1% 給餌率区では 47-59% でした（図 4）。成長への配分量比は、4% 給餌率区において 32-41%、1% 給餌率区では 8-20% でした（図 4）。以上の結果から、餌の多い 4% 給餌率区では、安静時代謝による消費を上回る量のエネルギーが体内に余り、成長へと配分されたために、稚魚の成長速度が速くなったと考えられました（図 2）。一方、1% 給餌率区では、摂取エネルギーの半分近くが安静時代謝により失われ、さらに水温が高くなると成長へのエネルギー配分量が圧迫されたために、高水温ほど成長速度が遅くなったと考えられました（図 2）。

おわりに

今回の研究で、海水温の上昇だけでなく、餌量条件も稚魚の成長に大きく影響を及ぼすことが示唆されました（図 5）。近年、サケの分布南限に近い三陸沿岸域では、暖流勢力が強まるとともに、稚魚の好む栄養価の高い餌生物が減少しているのではないかと考えられています（Wagawa et al. 2016; Yamada et al. 2019）。この環境下でエネルギー不足に陥った稚魚が成長へエネルギーを十分に配分できずに大量に死亡することで、サケの回帰率が低下するものと推察されました。今回の研究では、

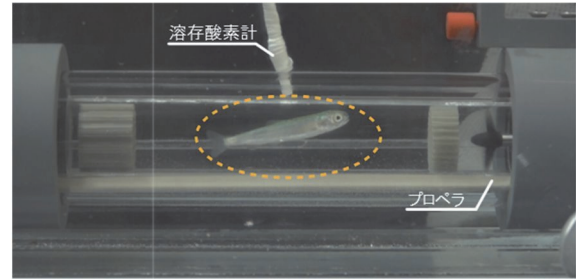


図 3. スタミナトンネル（Loligo systems 社；デンマーク製）に封入されたサケ稚魚（黄色枠）
プロペラの回転速度を調節することで、さまざまな速度の水流を発生させることが可能。

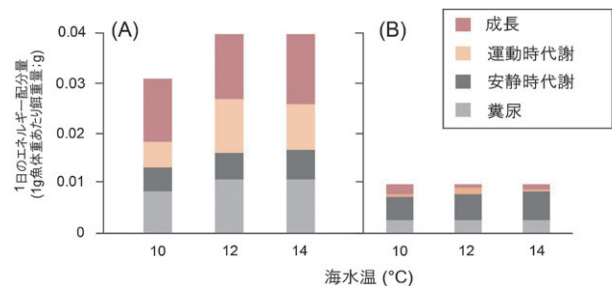


図 4. 水温、給餌率別に飼育したサケ稚魚のエネルギー配分量（A：4% 給餌率区、B：1% 給餌率区）
各色が、各項目へのエネルギー配分量を表す。Iino et al. (2022) から一部改変。

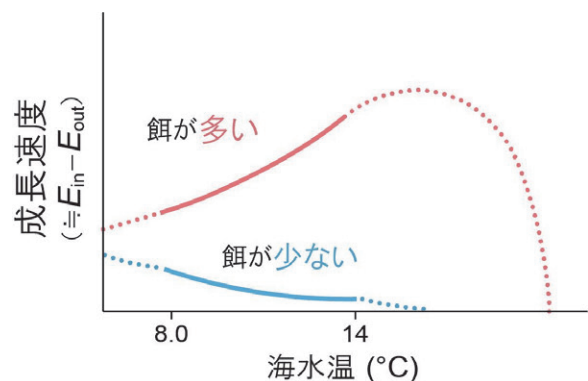


図 5. Iino et al. (2022) 及び図 2 から示唆された、降海したサケ稚魚の成長速度と海水温の関係（赤色：餌が多い環境、青色：餌が少ない環境）
実線は本研究で扱った水温範囲を表し、点線はその水温範囲外を表す。

三陸沿岸河川に回帰した親魚に由来する稚魚を用いました。今後は、本州日本海側や北海道など、他の河川由来の稚魚がどのようなエネルギー代謝、成長速度を示すのかを明らかにすることで、由来河川ごとの特性が見えてくるかもしれません。

これまで、たくさんの方々の支えが、研究に取り組むための“エネルギー”へと変わったことで、サケ研究を続けることができました。この経験を活かしつつ、新たに得た知識・経験をエネルギーに変え、サケ研究を成長・発展させていきたいと思ひます。

引用文献

- Honda, K., Shirai, K., Komatsu, S. and Saito, T. 2020. Sea-entry conditions of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* that improve post- sea-entry survival: A case study of the 2012 brood-year stock released from the Kushiro River, eastern Hokkaido, Japan. Fish. Sci., 86: 783-792.
- Iino, Y., Kitagawa, T., Abe, T.K., Nagasaka, T., Shimizu, Y., Ota, K., Kawashima, T. and Kawamura, T. 2022. Effect of food amount and temperature on growth rate and aerobic scope of juvenile chum salmon. Fish. Sci., 88: 397-409.
- 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.
- Malcolm, J. 1994. Environmental factors and growth. In Fish bioenergetics. (edited by J. Malcolm), Chapman & Hall, London. pp.155-168.
- Urawa, S., Beacham, T.D., Fukuwaka, M., and Kaeriyama, M. 2018. Ocean ecology of chum salmon. In The ocean ecology of pacific salmon and trout. (edited by R.J. Beamish). American Fisheries Society, Bethesda, Md. pp. 161-317.
- Wagawa, T., Tamate, T., Kuroda, H., Ito S.I., Kakehi, S., Yamanome, T., and Kodama, T. 2016. Relationship between coastal water properties and adult return of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) along the Sanriku coast, Japan. Fish. Oceanogr., 25: 598-609.
- Yamada, Y., Sasaki, K., Yamane, K., Yatsuya, M., Shimizu, Y., Nagakura, Y., Kurokawa, T., and Nikaido, H. 2019. The utilization of cold-water zooplankton as prey for chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) in Yamada Bay, Iwate, Pacific coast of northern Japan. Reg. Stud. Mar. Sci., 29: 1-9.

会議報告

さけます関係研究開発推進会議

ほんだ さとし さとう しゅんぺい
本田 聡・佐藤 俊平（水産資源研究所さけます部門 資源生態部）

はじめに

令和 5 年 8 月 9 日に札幌市内会議場にて「令和 5 年度さけます関係研究開発推進会議」（以下、推進会議）を開催し、水産庁、各道県の試験研究機関と水産研究・教育機構（以下、当機構）から合計 12 機関 34 名の参加がありました。本会議は、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により、さけますに関する研究開発等を効率的かつ効果的に推進することを目的としております。当機構の中田理事より、主催者の挨拶があった後、議事に入りました。

さけますを巡る情勢

最初に、当機構から令和 4 年の日本におけるさけますの漁業生産量ならびに来遊数、各種国際会議の実施状況、また現在実施されている調査研究活動の紹介を行いました。

2022 年（令和 4 年）漁期におけるサケ資源状況

引き続き当機構から、サケの資源状況ならびに環境条件との関連について説明を行いました。日本におけるサケの来遊数（図 1）は、ここに挙げた 4 地域共に近年、減少・低迷が続いていましたが、2022 年については増加した地域があり、特に北海道日本海については過去最高水準に匹敵する来遊数に至りました。その一方で、本州太平洋では引き続き極めて低い来遊数に留まり、地域間格差が更に拡大した年でもありました。

好漁であった北海道日本海については、春の北海道石狩湾に降海したサケ稚魚の移動回遊過程をコンピュータ上でシミュレーションすることにより、2022 年に 4 歳魚として大量に回帰した稚魚が石狩湾に降海した 2019 年春については、稚魚に見立てた粒子の流れる経路とその間の経験水温が、それ以前の年とは異なっていた可能性が示唆され



年別地域別サケ年齢別来遊数

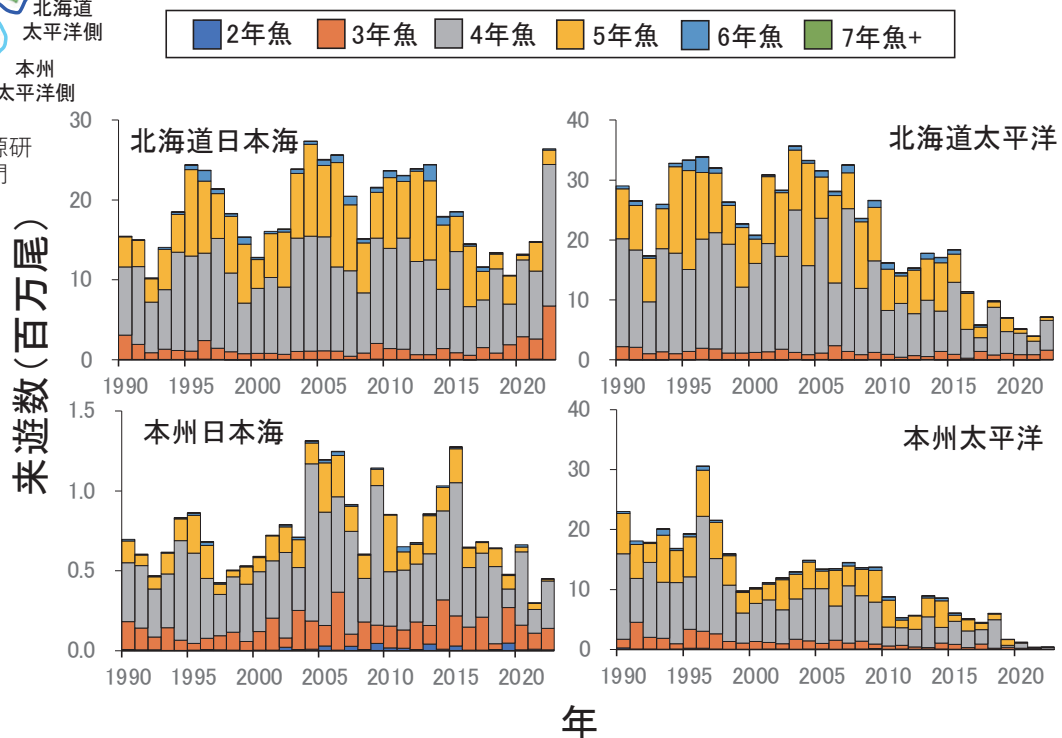


図 1. 年別地域別年齢別サケ来遊数の推移

ました。他方、近年回帰率の低迷が続く東北太平洋岸においては、サケ稚魚が降海する春の三陸沖の「暖かさ」（暖水比）と、その3年後に4歳魚として回帰するサケ親魚の単純回帰率との間に負の相関関係があることが示されています(Wagawa et al., 2016)。2019年春の三陸沖合の水温条件は近年では比較的水温が低かったことから、2022年に4歳魚として回帰するサケの回帰率は上昇することが期待されました。しかし、結果的には2022年の回帰率は前年に引き続き低い値に留まり、当初の予測からは大きく外れてしまいました。その理由については現時点では明らかなではありませんが、これまで観測されてきた本州太平洋側における春季の海洋環境と3年後のサケ回帰率との関係に変化が生じている可能性が示唆されました。

説明に続き、質疑応答ならびに議論を行いました。海外におけるサケの回帰状況の国/地域による違い、春の三陸沖の海洋条件を考える上での親潮と沿岸親潮の影響の違い、回帰年齢の若齢化傾向、紹介した場所以外での粒子追跡シミュレーションの結果等々、近年のサケを巡る様々な事象について質疑ならびに意見交換が行われました。

水産庁からの情勢報告

本会議に出席頂いた水産庁増殖推進部栽培養殖課柿沼忠秋課長より、「近年のさけます関連施策の方向性」と題して、近年の漁獲の状況ならびにふ化放流事業を取り巻く状況と、それを受けての対応についての説明が行われました。

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が実施する令和5年度さけます関連研究開発課題計46件について、担当する各研究機関より今年度実施概要ならびに次年度の計画概要が紹介されました。

これら各課題のうち、サクラマスを対象とした稚魚放流に依存しない資源造成技術開発（秋田県）、サケ稚魚の高温耐性向上のためのビタミンC添加（富山県）について、関係する質疑が行われました。

サクラマス分科会

本分科会は、サクラマス資源に関する議論をより深めるため、推進会議の下に設置された専門の会議です。今年度は、推進会議前日の8月8日午後に対面とオンラインの併用形式で開催され、1国立研究機関（国立科学博物館）、8道県9試験研究機関および当機構2研究所の合計12機関から41名の参加がありました。

特別講演は、国立科学博物館の中江雅典研究主幹から「人工飼育を通じて変化する、さけますの側線器官と行動～サクラマスを中心に～」が行わ

れました。本講演ではサクラマスの野生魚・人工ふ化放流1代目（F1）・継代飼育魚を対象に感丘数を比較しその数が継代飼育魚では野生魚よりも10%少ないこと、落下物に対する回避行動が野生魚・F1・継代飼育魚で異なり、その要因として継代飼育により側線系も含めた刺激の情報伝達系が劣化した可能性等が示されました（詳細は本誌の別記事（長谷川ら 2024）参照）。これまであまり注目されてこなかった側線系に関する科学的知見は参加者の大きな興味を引いたようで、講演後には活発な質疑応答が交わされました。

次に、3題の話題提供がありました。秋田県水産振興センターからは、サクラマス河川残留型（ヤマメ）の増殖用種苗となる関東ヤマメと野生魚の交雑が及ぼす影響を評価した交配実験の結果が紹介され、野生由来群と養殖群を親とする交雑群では成長およびスモルト化率のピークが親の中間的な値・時期をとること、1歳雌の成熟率が野生由来群と比較し交雑群で高いことが示され、関東ヤマメと野生魚の交雑により野生魚の性質が変化する恐れが指摘されました。青森県産業技術センター内水面研究所からは、降海するサクラマス幼魚数の増加が沿岸漁獲量や河川回帰親魚数の増加にどの程度影響するのかについての調査事例が紹介され、幼魚の降海数指標と河川回帰数の間に強い正の相関が認められること、0+秋放流魚の河川回帰親魚数は幼魚降海数の影響を強く受けている可能性が示されました。水産資源研究所さけます部門資源生態部からは、尻別川のサクラマス分布域は本流の河川工作物で分断されていたが、それらに魚道が設置された事で、現在は工作物上流側にも分布していること等が報告されました。

その後、座長から昨年提案された「サクラマス親魚に遡上障害上流側で産卵させることによる稚魚生産効果の検証」という研究について関係者間で検討され、今年度より水産庁事業「水産資源調査・評価推進委託事業」のサクラマス資源評価調査で新たに「サクラマス親魚汲み上げ再放流試験」として実施されることが報告されました。

現在、日本全体のサクラマス沿岸漁獲量は年変動が大きいものの極端な減少は見られず、「中位・横ばい」の資源水準とされています(小倉ら 2023)。一方、その資源動向は地域によって様々であることも明らかになっており(長谷川ら 2022)、本種は各地域の河川・沿岸環境と密接に結びついた魚であるといえます。今後は、各地域の試験研究機関と当機構が地場のサクラマスに関する研究を進めていくとともに、関係機関が本分科会を通じて緊密に連携していくことが、日本全体のサクラマス資源の回復や適切な資源管理に資すると考えます。

研究開発ニーズへの対応

令和 5 年度は、本推進会議に対する新たな研究開発ニーズの報告は 4 件ありました。何れも北海道総研さけます・内水面水産試験場からのニーズで、「適期・適サイズ放流に必要な技術開発」「適期放流に必要な技術開発」「沿岸漁獲物の耳石標識調査結果を用いた地場資源比率に関する研究」「期別のサケ回帰率の実態及びその変動要因の解明に関する研究」の計 4 点の重点研究内容が提起され、それぞれのニーズについて、当機構より具体的な対応方針を示させて頂きました。

おわりに

2022 年漁期は、北海道日本海を中心に久し振りに好漁を呈した、あるいは回帰尾数が上昇した地域があった一方、本州太平洋のように前年に引き続き極めて低い回帰に留まる地域があるなど、地域間格差が更に拡大した年でした。その要因の多くはそれぞれの地域における環境条件に起因するのでしょうか、多くの場合、人間の力で環境条件そのものを変更したり調整することは困難です。しかしながら、サケ回帰率変動の要因がどこにあるのかを今以上に明らかにすることが出来たならば、我々がサケ稚魚を飼育し放流する上で、技術

的に対応可能な部分がどこに残されているか、探りやすくなることでしょう。そのためにも、今後も各試験研究機関同士での情報・成果の共有・交換を積極的に行いながら、サケ資源の維持・回復に向けての試験研究・技術開発を進めて参ります。

引用文献

- 小倉裕平・大門純平・長谷川 功. 2023. 62 サクラマス日本系. 「令和 4 年度国際漁業資源の現況」(水産庁・水産研究・教育機構).
- 長谷川 功・中江雅典・宮本幸太. 2024. 側線の点々を延々と数えてみる. SALMON 情報. 18: 3-7.
- 長谷川 功・佐藤正人・佐藤俊昭・鈴木悠斗・吉澤良輔・南條暢聴・静 一徳・粕谷和寿・工藤充弘・福井 翔・佐藤俊平. 2022. 地域間で異なるサクラマス沿岸漁獲量の経年変化. 日水誌. 88: 339-344 (doi.org/10.2331/suisan.22-00018).
- Wagawa, T., Tamate, T., Kuroda, H., Ito, S., Kakehi, S., Yamanome, T. and Kodama, T. 2016. Relationship between coastal water properties and adult return of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) along the Sanriku coast, Japan. Fish. Oceanogr. 25(6): 598-609 (doi.org/10.1111/fog.12175).

会議報告

さけます報告会

たかはし まさや
高橋 昌也（水産資源研究所さけます部門 資源増殖部）

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、2016 年から毎年開催して来ました。新型コロナウイルスの影響により、2020 年、2021 年と 2 年連続で開催を見合わせましたが、2022 年から Web 中継視聴による参加を併用する形で再開し、2023 年も同様の形で開催しました。

今回は、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、当機構内関係部署等 280 名（会場参加 156 名、Web 参加 124 名）の参加の元、2023 年 8 月 9 日に札幌市を会場として開催しました。主催者である水産資源研究所さけます部門（以下、さけます部門）越智部門長の挨拶に続き、来賓を代表して水産庁増殖推進部栽培養殖課の柿沼課長からご挨拶をいただいた後、6 つの課題について報告を行いました。

1. 2022（令和 4）年漁期におけるサケ資源状況について

さけます部門資源生態部の本田部長から、同日午前で開催された「さけます関係研究開発推進会議」における昨年漁期のサケ資源状況にかかる議論の概要が報告されました。詳細については、本誌「さけます関係研究開発推進会議」の項を参照下さい。



写真 1. 全景



写真 2. 主催者挨拶：さけます部門 越智部門長



写真 3. 来賓挨拶：水産庁栽培養殖課 柿沼課長



写真 4. さけます部門 本田資源生態部長

2. 北太平洋におけるさけます資源状況と 2021（令和 4）年夏季ベーリング海調査結果

さけます部門資源生態部資源管理グループの佐藤グループ長から、北太平洋における 2022 年のさけます類の商業漁獲量は前年よりも 29.0 万ト

ン少ない 71.0 万トンとなったこと、カラフトマスの漁獲量は 25.9 万トンで 1995 年以降最低となったこと、ベニザケの漁獲量が 21.5 万トンとなり、1965 年以来 57 年ぶりにサケの漁獲量 (21.3 万トン) を上回ったこと等が報告されました。

また、2022 年のベーリング海調査では、サケの採集尾数は過去平均を上回り、尾叉長分布からの推定では 2 年魚が多く、採集尾数が最も多かった 2011 年の調査結果と酷似していたこと、採集したサケの起源を遺伝学的手法で推定した結果では、ロシア系が 69.4% で最も多く、次いで日本系が 26.2% であったこと等が報告されました。

3. 今年の秋サケ来遊見通しについて（北海道）

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藤原部長から、2022 年の全道への秋サケ来遊数は 3,347 万尾であり、7 年ぶりに 3,000 万尾を上回ったこと、年齢別に見ると 4 年魚 (2018 年生まれ) が 2,368 万尾と 5 カ年平均 (2011-2015 年生まれ) と同水準まで回復した一方、5 年魚 (2017 年生まれ) は 5 カ年平均の 15% 程度にとどまったこと、3 年魚 (2019 年生まれ) は 728 万尾と平成以降で最も多かったことが報告されました。また、2023 年の来遊見通しは、近年の回帰年齢の若齢化傾向を考慮し、4 年魚が昨年と同程度、5 年魚は 5 カ年平均の 6 割程度となり、全体では 3,483 万尾と、前年を若干上回る見込みであること等が報告されました。

4. 採卵現場における防疫対策（採卵廃液処理）について

さけます部門資源増殖部技術課の日田主任技術員から、採卵現場で親魚から放出される体腔液や血液などの「採卵廃液」に存在する病原体が他の魚への水平感染を引き起こすリスク、それを防ぐための採卵廃液の殺菌処理の有効性、殺菌剤 (次亜塩素酸ナトリウム) を用いた殺菌効果の検証結果および作業負担の少ない具体的な処理方法等が報告されました。

5. みんなが幸せになるために：なぜ野生魚は重要な存在なのか？

さけます部門資源生態部資源管理グループの佐橋研究員から、サケおよびサクラマスの両種において、ふ化放流に用いる親魚に含まれる野生魚の割合が高いほど、その子供の野外における生存率 (河川回帰率) が高くなるという研究結果と、野生魚の保全によってもたらされるメリット (自然産卵による資源添加、ふ化放流魚の回帰率向上、



写真 5. さけます部門 佐藤資源管理グループ長



写真 6. さけます・内水面水産試験場 藤原さけます資源部長



写真 7. さけます部門技術課 日田主任技術員



写真 8. さけます部門資源管理グループ 佐橋研究員

多様性の維持による資源の安定等) 等が報告されました。

6. サケの回帰率向上を目指した放流手法の改善に関する取り組み

さけます部門資源増殖部八雲さけます事業所の松波技術員から、同事業所の放流河川である遊楽部川における耳石標識魚の回帰結果、沿岸環境調査および河口域における稚魚の降下状況調査の結果から導き出されたより効果の高い放流手法と、それを実行するために取り組んでいる民間の遊楽部ふ化場との連携の概要が報告されました。

アンケート結果

さけます報告会をより充実させていくため、会場での参加者を対象にアンケート調査を実施しました。「業務に役立つ内容だったか」との問いに対し、「はい」と答えた人が 45%、「まあまあ」と答えた人が 46%、「あまり」「いいえ」と答えた人が 7%でした。「今後取り組むべき研究開発課題やさけます報告会への意見・要望」に関しては、「本州におけるサケ回帰率の改善に関する調査研究」、「野生魚が生存率を向上させる具体的な理由の解明とそれを応用した人工ふ化放流技術の開発」、「回帰年齢や回帰親魚の魚体サイズの変化の原因解明」、「Web 中継併用での開催の継続」等の意見をいただきました。これらについては、今後の研究開発や報告会の運営に役立てたいと思います。



写真 9. さけます部門八雲さけます事業所 松波技術員

おわりに

今回のさけます報告会は、昨年に引き続き Web 中継を併用した形式での開催となりましたが、開催案内時の不手際で一部の参加希望者の方にご迷惑をおかけしてしまいました。この場を借りて深くお詫び申し上げます。うまく行かなかった部分については反省しつつ、皆様から寄せられたご意見・ご要望を踏まえ、今後もさけますに関する様々な情報交換の場として内容を充実させながら、開催して行きたいと思います。

なお、今回の発表に関する資料は、当機構のホームページ上で公開しております (<https://www.fra.go.jp/shigen/salmon/sakehou.html#R05>)。詳しい内容についてはそちらを参照下さい。

会議報告

第 30 回北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC)年次会議 科学統計小委員会(CSRS)の概要

さとう しゅんぺい
佐藤 俊平 (水産資源研究所 さけます部門 資源生態部)

北太平洋溯河性魚類委員会 (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC) は「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」(1993 年 2 月発効)に基づき設置されている地域漁業管理機関 (RFMO) の一つです。NPAFC の事務局はカナダ・バンクーバーに所在し、現在は日本・アメリカ・カナダ・ロシア・韓国の 5 カ国が加盟しています。NPAFC の目的は「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」であり、それを達成するため、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 の年次会議は毎年 5 月に加盟各国の持ち回りで開催されていましたが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い 2020 年～2022 年の 3 年間はメール会議やウェブ会議といったオンライン形式で開催されました。しかし、世界的に新型コロナウイルスの感染が落ち着き始め、人の往来が再開されはじめたことから、本年 (2023 年) の年次会議は 5 月 15 日～19 日に韓国の南部に位置する釜山広域市において、4 年ぶりに関係者が一堂に会しての対面形式により開催されました (写真 1)。本稿では、NPAFC における調査研究活動の中心となる科学統計小委員会 (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。



写真 1. 韓国・釜山広域市で開催された第 30 回 NPAFC 年次会議の第一回全体会合 (Lotte Hotel Busan)。

2022 年の北太平洋におけるさけ・ます類の漁獲量と放流量

2022 年の北太平洋におけるさけ・ます類の商業漁獲量は 71.0 万トンで、前年 (2021 年: 100.0 万トン) よりも 29.0 万トン減少し、2000 年以降では 2 番目に少なくなりました。また、カラフトマス不漁年に当たる偶数年だけで見ても、2000 年以降で最低だった 2020 年 (60.9 万トン) に続く少なさとなっています (図 1)。魚種別の漁獲量を見ると、カラフトマスが 25.9 万トン (全体の 36.4%, 以下同じ) と最も多く、次いでベニザケが 21.5 万トン (30.3%), サケが 21.3 万トン (30.0%) と続き、この 3 魚種で漁獲量全体の 96.7% を占めました。この他の魚種はギンザケが 1.6 万トン (2.3%), マスノスケが 6,305.6 トン (1.0%), サクラマスが 1,408.2 トン (1%以下), スチールヘッドトラウトが 63.7 トン (1%以下) となりました (図 1)。

地域別・国別の商業漁獲量を見ると、アジア地域 (日本・ロシア・韓国) における総漁獲量は 35.4 万トンで前年 (60.1 万トン) の 58% に留まりましたが、前回偶数年 (35.5 万トン) と同じでした (図 2)。アジア地域で最も商業漁獲量が多かったのはロシアで 26.5 万トン、次いで日本が 8.8 万トン、最も少ないのが韓国で 13.8 トンとなっています。

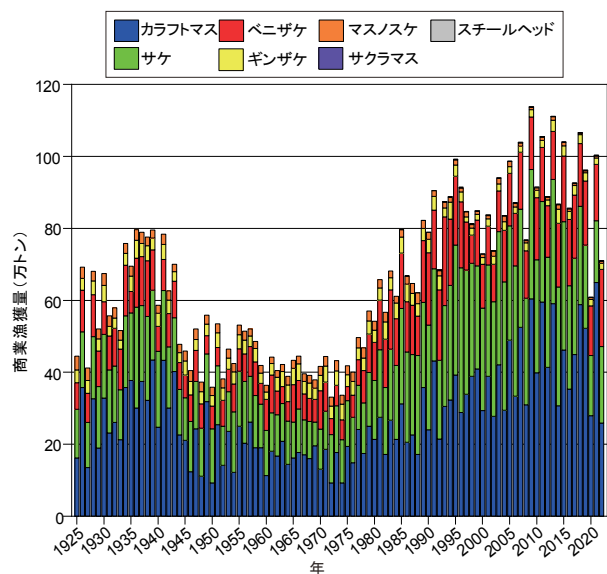


図 1. 北太平洋におけるさけ・ます類の魚種別商業漁獲量 (1925 年～2022 年)。データ出典: NPAFC

アジア地域におけるカラフトマスの商業漁獲量は 14.6 万トンで、2020 年 (17.8 万トン) を更に下回りました。その要因として、アジア地域におけるカラフトマス漁獲量の 99% を占めるロシアでの漁獲量が減少していることが挙げられます。サケの漁獲量はアジア地域全体で 15.8 万トンとなり、前年 (13.2 万トン) よりは回復したものの、近年では低い資源水準が続いています。日本におけるサケの漁獲量は 8.5 万トンと 4 年ぶりに 8 万トン台を回復し、また 8 年ぶりにロシアの商業漁獲量 (7.3 万トン) を上回りました。

北米地域 (米国・カナダ) における総漁獲量は 35.7 万トンとなり、前年 (40.2 万トン) より減少しましたが、前回偶数年 (25.4 万トン) は上回りました (図 2)。このうち米国の漁獲量は 35.2 万トン (アラスカ: 34.2 万トン, WOC: 9,793 トン), カナダは 4,826 トンとなっており、北米におけるほぼ全ての商業漁獲は米国 (アラスカ) で行われていることがわかります。魚種別ではベニザケが 17.7 万トンと最も多く、カラフトマス 11.2 万トン、サケ 5.5 万トンと続きました。ベニザケの商業漁獲量は過去 10 年間で最も多く、また 2020 年から 2 年連続で 3 万トン台の漁獲に留まったサケも回復傾向を示しました。カナダでは 2021 年にサケの漁獲量が 259.6 トンと急減しましたが、2022 年は 180.1 トンと更に減少しました。

北太平洋全体におけるさけ・ます類の商業漁獲量は 2000 年以降、2019 年までは奇数年で 83.7 万

トン～113.8 万トン、偶数年で 72.9 万トン～106.6 万トンと増減しつつも高水準で推移していましたが、2020 年以降はその増減が激しくなっています。これは、太平洋さけ・ます類で最も資源量が多いカラフトマスの商業漁獲量の増減が、その多獲地帯であるロシアと米国において近年極端化していることによるものと考えられます。また、2022 年はベニザケの漁獲量が 57 年ぶりにサケの漁獲量を上回ったことも特徴的でした。このような変化が今後も継続するのか、引き続き注視していく必要があります。

2022 年の北太平洋沿岸における太平洋さけ・ます類の総放流数は、全魚種合わせて 50.0 億尾であり、前年 (2021 年) と同数でした。この放流数は 1988 年以降、若干の増減はあるものの毎年ほぼ一定です。国別の放流内訳は米国 21.9 億尾 (43.7%), ロシア 13.3 億尾 (26.6%), 日本 11.6 億尾 (23.1%), カナダ 3.1 億尾 (6.3%), 韓国 1,311 万尾 (1%以下) となりました (図 3)。また魚種別の放流尾数は、サケが 29.7 億尾 (59.4%) と最も多く、次いでカラフトマス 14.0 億尾 (28.0%), ベニザケ 2.9 億尾 (5.8%), マスノスケ 2.3 億尾 (4.7%), ギンザケ 8,482 万尾 (1.7%), スチールヘッド 1,459 万尾 (1%以下), サクラマス 1,168 万尾 (1%以下) でした (図 4)。このうち日本とロシアから放流されたサケは日本が 10.4 億尾、ロシアが 10.6 億尾となり、史上初めてロシアが日本の放流数を上回りました。

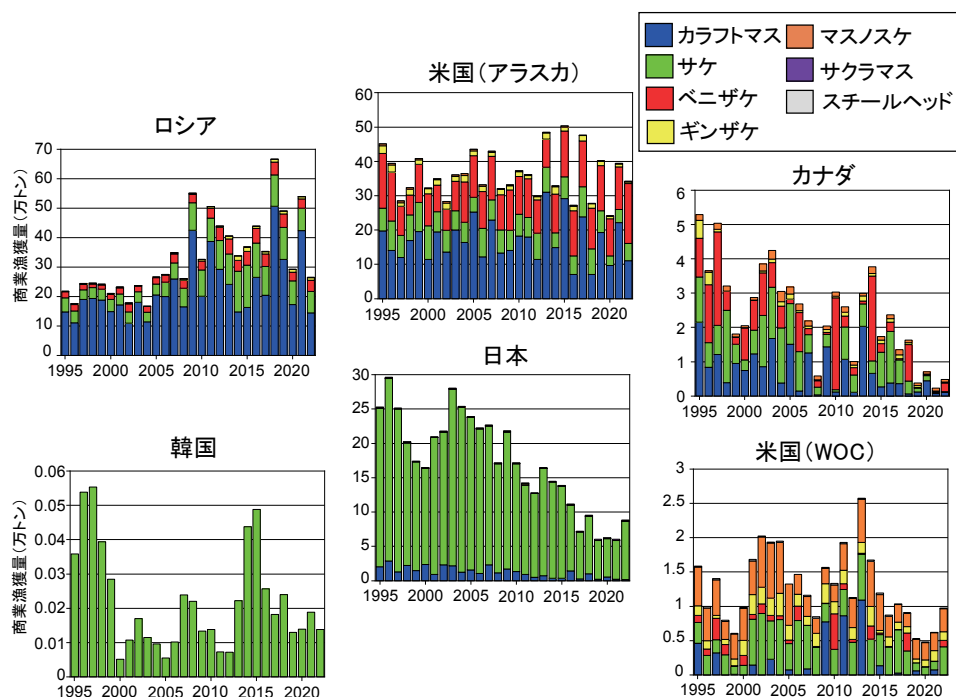


図 2. 北太平洋各国・地域におけるさけ・ます類の商業漁獲量 (1995 年～2022 年). WOC: ワシントン・オレゴン・カリフォルニア. データ出典: NPAFC

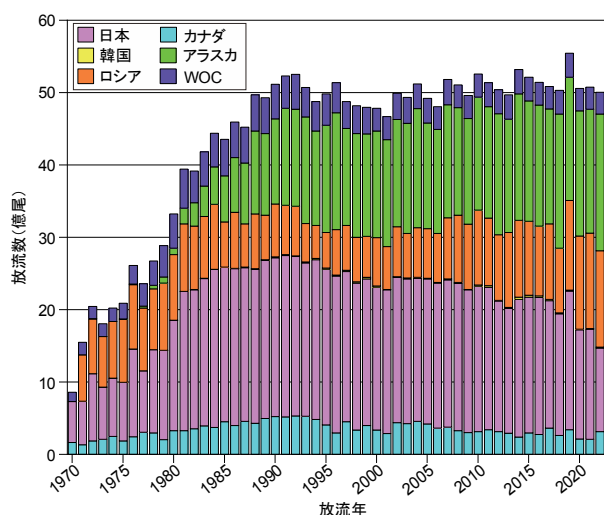


図 3. 北太平洋における国別さけ・ます類放流数（1970 年～2022 年）. データ出典：NPAFC

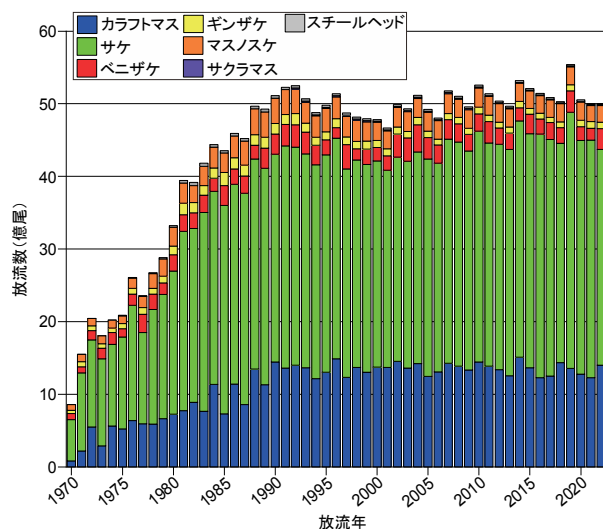


図 4. 北太平洋さけ・ます類の魚種別放流数（1970 年～2022 年）. データ出典：NPAFC

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、飼育水温を一定間隔で上下させることで、魚の頭部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。標識は基本的に発眼卵以降の卵期に行われるため、一度に大量の個体に施標することが可能となります。2022 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 27.2 億尾で、総放流数（50.0 億尾）の 54.4% を占めます。その内訳はサケ 13.7 億尾（50.5%）、カラフトマス 12.1 億尾（44.5%）、ベニザケ 6,106 万尾（2.2%）、マスノスケ 5,484 万尾（2.0%）、ギンザケ 1,831 万尾（1% 以下）、サクラマス 348 万尾（1% 以下）となり、サケとカラフトマスで総数の 94.9% を占めました。

国別の耳石温度標識魚の放流尾数は米国 18.7 億尾（68.8%）、ロシア 5.5 億尾（20.1%）、日本 2.6 億尾（9.5%）、カナダ 3,827 万尾（1.4%）、韓国 396 万尾（1% 以下）でした。

耳石温度標識は設備さえあれば任意に施標することが可能なため、各国が自由に行うと標識が重複してしまう可能性があります。そのため、CSRS の下にあるさけます標識作業グループ（Working Group on Salmon Marking, WGSM）において、各国が提出した標識計画を精査し、標識パターンに重複がないかを事前に確認するという作業を行っています（実際に重複があった場合は、WGSM の担当者間で調整を行います）。今年加盟各国から提出された 2023 年級に対する耳石温度標識パターンは 444 種類（うち、日本で使用する標識パターンは 157 種類）に及びましたが、重複は 4 種類だけでした。この重複も当該加盟国間での調整が行われ、年次会議開催時には全て解消されました。使用される耳石温度標識パターンは年々増加傾向にあることから、NPAFC における加盟国間の協力が今後もより一層重要になってきます。

2016～2022NPAFC 科学計画のレビューと新科学計画の策定

NPAFC では 5 年毎に科学計画を作成し、それに沿う形で加盟各国が実施する国別科学計画を作成しています。2016 年～2022 年の科学計画は、目的を同じくする国際サーモン年（International Year of the Salmon, IYS）と歩調を合わせて実施されました。その研究成果は 2022 年までに 3 回行われた NPAFC-IYS ワークショップと 2022 年 10 月にカナダ・バンクーバーで開催された IYS 総括シンポジウムで報告されるとともに、SSC により総括報告書が提出されています（SSC, 2023a）。その中で、新科学計画で重点的に取り組むべき研究課題として①気候変動が淡水域から沿岸域・沖合域におけるさけ・ます類の生息環境に与える影響、②研究を推進するための新たな技術・手法の開発、③違法操業がさけ・ます類に与える影響の 3 点を上げるとともに、現時点で明らかになっている研究上の知識のギャップの理解とさけ・ます類の海洋生態に関する研究を進めるための情報を収集するモニタリング活動の継続の必要性が指摘されました。

これらを踏まえ、SSC では 2023 年～2027 年に実施する NPAFC 新科学計画を策定しました（SSC, 2023b）。新科学計画の最終的なゴールは、気候変動が北太平洋におけるさけ・ます類の資源量や地理的分布に与える影響のメカニズムをより深く理解するための研究的枠組みを確立することであり、そのために海洋におけるさけ・ます類のバイオマ

ス・分布・回遊・適応度に関する知識を向上させるとともに、さけ・ます類の生産とそれらを生み出す海洋生態系における要因を理解し、変化を予測することを目指します。この目的を達成するため、(1) さけ・ます類の回帰資源量や生残率の予測に利用可能な生物学的情報の蓄積、(2) さけ・ます類の分布や資源量に影響を及ぼす環境変動や人為的要因の理解と定量化およびその将来予測、

(3) 海洋におけるさけ・ます類の分布や資源量を予測するための新たな技術開発、(4) 条約水域における違法操業取締やその管理システムに必要な科学的データや情報の提供、(5) これまでに収集・蓄積されたさけ・ます類と海洋生態系に関するデータを研究者が自由に利用するための統合情報システムの構築、の 5 つの研究テーマが設定されました。気候変動が北太平洋のさけ・ます類に与える影響は地球規模で起こっていることから、その正確な理解のためには多くの国々が協力して研究を進めていくことが重要です。新科学計画の目的が達成されることで、現在北太平洋のさけ・ます類が直面している課題に世界的な規模で対応するとともに、「溯河性魚類の系群の保存の促進」という条約の目的に資することが出来るものと考えられます。

ENFO/CSRS 合同ワークショップ

NPAFC には CSRS の他、条約水域におけるさけ・ます類の違法操業を取り締まる活動を行っている取締小委員会 (Committee on Enforcement, ENFO) があります。ENFO が取締活動をより効果的なものとするためには、条約水域におけるさけ・ます類の分布や回遊経路といった、さけ・ます類に関する科学的な情報が必要となります。そこで、取締を効果的なものとし、また科学的データの収集を強化するため CSRS と ENFO 間の調整を改善することを目的として、ENFO/CSRS 合同会合 (ENFO/CSRS Working Group on Inter-committee Coordination, WGIC) が 2019 年に設置されました。今回、その目的を達成するため、WGIC による 1 日間のワークショップが開催されました。そのテーマは「公海域における太平洋さけ・ます類の保全に関する脅威と知識のギャップ」で、加盟各国から参加した 7 名の演者が発表を行いました。ワークショップでは、漁船が発する光を衛星で検知することでその位置を特定し漁船の水平分布を推定する技術とその応用、違法漁獲されたさ

け・ます類の遺伝的手法による系群識別技術、モデル分析によるさけ・ます類の海洋分布や豊度の推定といった、多岐にわたる研究内容が紹介されました。また最後の総合討論では、「どこに知識のギャップがあるのか」「どのような研究が取締に貢献できるのか」等について、参加者による活発な議論が行われました。条約水域における違法操業の存在は、太平洋さけ・ます類にとって重大な脅威を与えることから、看過できない問題です。CSRS と ENFO は引き続き協力しながら、違法操業撲滅に向け立ち向かうことが重要です。

新たな NPAFC 事務局長の選出

これまで述べてきた NPAFC や CSRS の活動は、加盟各国の協力により行われていますが、その活動を支えてくれているのが NPAFC 事務局のスタッフです。NPAFC 事務局には事務局長・事務局次長・総務官・事務員・ウェブ/出版マネージャーがいますが、今年次会議において新たな事務局長として日本の近藤喜清氏 (水産研究・教育機構水産大学校 前校務部長) が選出されました。日本人の NPAFC 事務局長選出は、NPAFC 発足時の暫定期間を除いてこれまで無く、今回初めてとなります。日本としては、加盟各国および近藤事務局長を始めとする NPAFC 事務局と協力しながら、NPAFC の目的である「溯河性魚類の系群の保存の促進」達成に向け、引き続き貢献していきたいと思っています。

引用文献

The Science Sub-Committee (SSC). 2023a. Review of the 2016–2022 NPAFC Science Plan: understanding variations in Pacific salmon productivity in a changing climate. NPAFC Doc.2077. 20 pp. The Science Sub-Committee (SSC), the Committee on Scientific Research and Statistics (CSRS) (Available at <https://npafc.org>).

The Science Sub-Committee (SSC). 2023b. North Pacific Anadromous Fish Commission Science Plan 2023–2027. NPAFC Doc. 2120, App. 2. 7 pp. The Science Sub-Committee (SSC), the Committee on Scientific Research and Statistics (CSRS) (Available at <https://npafc.org>).

トピックス

ふ化放流事業に用いる小道具の製作アイデア紹介

いずみ あずさ
和泉 梓佐 (水産資源研究所さけます部門 資源増殖部)

はじめに

ふ化放流事業の現場には、日常生活では使う機会のない専門性の高い道具があります。それらの道具たちは、既製品として販売されていることは少なく、入手方法といえば、自作もしくは専門業者に特注することになります。しかしながら特注すると納品に時間がかかったり価格が高額になったりする場合があります。では自作しようかと考えますが、一から材料を集めて作るとなると、特別な技術を要する作業工程が含まれる場面も多々あり、手先が器用で製作に必要なスキルを持った人でないと自作するのは難しいと考えられていました。

しかし近頃は、汎用性の高い既製品が 100 円ショップやホームセンターで安価に入手できるようになりました。同じような用途の商品でも、素材、サイズ、形、色など種類が豊富で選択肢も増えており、アイデア次第では、他の用途として販売されている既製品と既製品を組み合わせ、安価かつ簡単に専門性の高い道具を作ることができるかもしれません。その一例として今回は、専門性の高い道具の一つである“卵掬い※”を簡単・安価に製作する方法を紹介します。※卵掬いとは、種卵を移動させる際に使用する道具です。特にさけます類の受精直後卵は、衝撃に弱く慎重に扱う必要があるため、ふ化事業では専用の道具が準備されることが多いです。活用例としてはサケ受精直後卵を卵箱に詰める際に使用されます(図 1)。

製作に必要なもの

①材料

- ・プラスチック製ボックス (卵掬い土台用)
- ・鉄製針金 (持ち手用)
- ・綿糸
- ・モジ網 (目合い 3~4 mm)

②道具

- ・万能バサミ
- ・金槌
- ・ヤスリ
- ・ペンチ
- ・とじ針 (大番手用)



図 1. 卵箱に種卵を詰める作業 (卵掬い使用例)。

作り方

①下準備

土台となる部分の製作 まず、種卵を掬う土台となる部分について、プラスチック製ボックスを加工して製作します。プラスチック製ボックスは、水中から種卵を掬う際に水が切れるように、側面および底面に穴やスリットのある製品の中から、各現場で扱いたい種卵の量や用途に合わせて使いやすい幅、深さの製品を選択します。もし、そのような穴や溝がない場合でも、ドリルなどで穴を開ければ問題なく使用できます。また、必要に応じて切断等の加工を行います。今回は、アトキンスふ化器に種卵を収容する際に使いやすいサイズを想定して製作することとしました(図 2)。余分の部分は万能バサミで切断して、バリが残らないようにヤスリで削ります。プラスチック製のボックスなので簡単に加工することができました(図 3)。

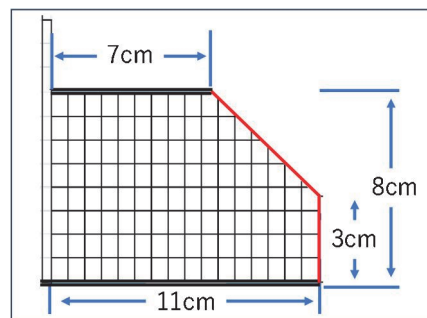


図 2. プラスチック製ボックスの断面図 (赤線が切断した部分)。

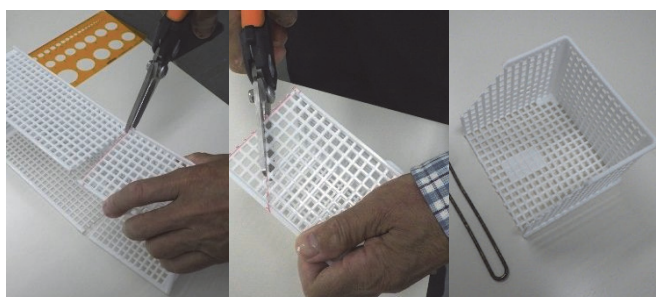


図 3. プラスチック製ボックスの加工作業。

持ち手部分の製作 持ち手は、鉄製の針金を曲げて製作します。図4のような曲げ方で製作する例もありますが、持ち手として使用できれば問題ないので決まった形はありません。

今回は、100円ショップで入手した鉄製のS字フックを金槌で叩いて伸ばし、ペンチで微調整して製作しました（図5）。

モジ網の裁断 種卵が落ちない目合いのモジ網をプラスチック製ボックスの内側に貼れるよう裁断します。立体にした際に箱状になるように切るとモジ網を隙間なく貼ることができるのでお勧めします（図6）。

②組み立て

続いて、準備した部品を組み合わせっていきます。まず、裁断したモジ網をプラスチック製ボックスの内側に貼り（内側に貼ることで穴やスリットに種卵が引っかかることを防げます）、縁をとじ針と綿糸で縫い付けます（図6）、土台製作時の切断面をモジ網で巻き付けるように縫うと、切断面のざらつきで種卵を傷付ける心配がなくなります。最後に、土台背面に持ち手を固定します。

③完成

特別な技術がなくても簡単に製作することができました（図7）。

今回、モジ網以外の既製品は全て100円ショップで入手しました。また、モジ網についても卵掬いをするようなサケのふ化放流事業の現場では、頻繁に登場する材料であるため、入手は比較的容易だと思います。

さいごに

このアイデアは、元・日本海区水産研究所さけます調査普及グループ長の水澤亮馬さんに教えていただきました。あらためて感謝の意を表します。今回、材料を購入するため事前に100円ショップへ行くと、普段は気にとめなかった商品が目に入り、新たな気付きもありました。お店で商品を探しているとまだまだアイデアは眠っていそうだと感じました。小道具を製作する目線で売り場を見て回れば、みなさんにも新たなアイデアが湧いてくるかもしれません。

今回のアイデアで組み合わせた製品は、100円ショップやホームセンターで安価に手に入る汎用品ばかりなので、是非参考にいただければ幸いです。



図4. 持ち手製作の一例.

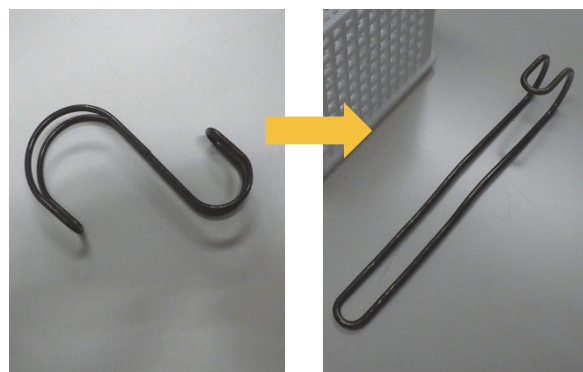


図5. S字フックの加工.

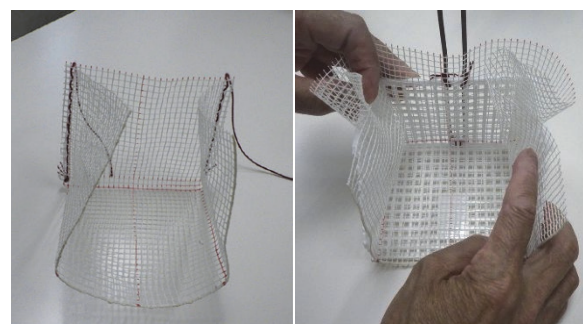


図6. モジ網（箱状に形成）.

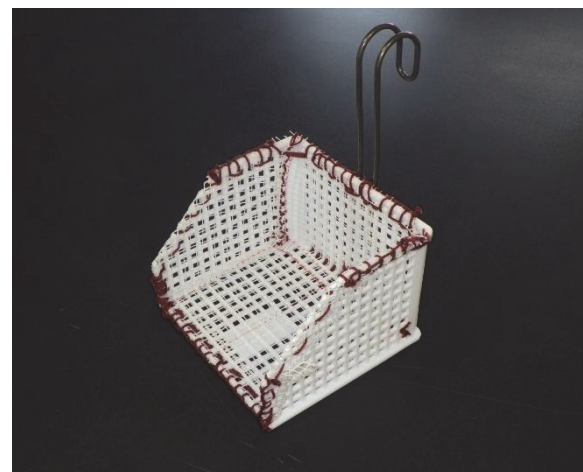


図7. 完成.

トピックス

北西太平洋さけます分布調査航海乗船記

こやくまる はやと
小役丸 隼人（水産資源研究所さけます部門 資源増殖部）

はじめに

当機構が例年実施しているベーリング海での夏季さけます資源生態調査は、本紙2号、13号にて既に報告されていますが、本調査は初めての報告となります。そこでまずは、本調査の目的についてご紹介します。

日本の太平洋側の排他的経済水域（EEZ）では、毎年4～7月にかけて「小型さけます流し網漁業」が行われます。この漁業で主に漁獲されるのはサケおよびカラフトマスです。このうちサケは生鮮で流通され、生の「トキシラズ」として春～初夏にかけての特産品として扱われます。また、カラフトマスは主に「さけ缶」の原料として利用されます（永沢 2011）。どちらもこの時期の北海道における水産物流通や水産加工業にとって重要な魚種ですが、2010年以降、同海域における漁獲量は減少しております。その要因の一つとして、近年の地球温暖化に伴う気候変動により水温等の海洋環境が変化し、その影響で漁業が行われる海域におけるサケやカラフトマスの水平・鉛直分布が変わっている可能性が考えられます。そこで、小型さけます流し網漁業の漁期において、漁場内および隣接する海域のサケおよびカラフトマスの水平・鉛直分布および関連する科学的知見を得るために、2021年から水産庁事業である「水産資源調査・評価推進委託事業」において、北西太平洋さけます分布調査（図1）を実施しています（水産庁 2021）。

今回は、2023年5月22日から6月10日までの20日間、本調査に参加しましたので、その概要を報告します。

調査準備～出航

調査船に乗船するため、5月19日に普段勤務している札幌市から釧路市へ移動しました。特急で約4時間の長旅でしたが、車外の大自然を横目に、これからの調査に思いを巡らしていると、いつの間にか釧路市に到着していました。

翌日、調査に参加する佐藤俊平首席調査員、佐藤智希次席調査員、飯野佑樹調査員と合流してから、2023年3月に竣工したばかりの水産庁漁業調査船開洋丸（図2）に乗船し、学生時代以来久々の船内生活が始まりました。停泊中は調査機材の確認や各種打合せを行い、5月22日に釧路港を

出港しました（図3）。出港直後は、久しぶりの長期航海にやや不安を覚えたが、甲板で潮風を浴びるうちに、今後の調査に対する高揚感に変わっていききました。

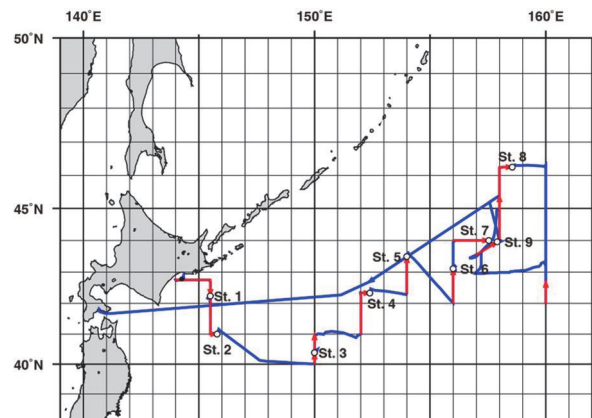


図1. 本調査における調査海域図

青線は航跡、赤線は魚探調査の航走ラインを、白点は、海洋観測・漁獲調査を実施した定点を示す。



図2. 釧路港に入港する水産庁漁業調査船開洋丸



図3. 釧路港出港時の様子

いよいよ調査開始！

前述の夏季さけます資源生態調査とは異なり、本調査では出港後 1 時間程度で調査海域に到着します。そのため、5 月 22 日は出港直後から調査準備を行い、慌ただしく調査開始となりました。

乗船中のスケジュールは、図 4 のとおり、基本的に日中（4 時台～17 時台）は魚探調査、水色調査およびデータ整理を行い、魚探調査終了後に海洋観測、さらに日没後に漁獲調査とデータ整理を行いました。同時に、24 時間体制で EPCS 調査も実施しました。

ここで、今回実施した各種調査について簡単に説明します。魚探調査は、調査海域の水深 0～200 m 層のさけますの分布を把握するため、4 種類の周波数で航走しながら音響データを収集する調

査です。水色調査は、魚探調査中に海表面の色を Forel 水色計で比色測定することで、さけますの分布との関連性について検証する調査です。海洋観測は、表層水温の測定、コンパクト CTD による水深 0～200 m 層の水温・塩分の測定および改良型ノルパックネットによる動物プランクトンの採集を行う調査です（図 5 a,b）。漁獲調査は、日没後 1 時間を目安に水深 30 m 付近で 45 分間表層トロールを行い、採集されたさけますおよび混獲物を対象とした調査です（図 5 c,d）。EPCS 調査は、プランクトン計量システム（EPCS：Electric Plankton Counting and Sizing System）という装置で、海洋環境データ（水温・塩分・クロロフィル a 量）の連続観測を行う調査です。調査中は、さけますが表層域に移動し始める日没後から 23 時頃までが、主な業務時間帯になります。そのため調査開

時	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
魚探調査																								
水色調査																								
海洋観測																								
漁獲調査																								
EPCS調査																								
データ整理																								
食事																								
就寝・自由時間等																								

図 4. 乗船中の一日の一般的スケジュール



図 5. 各種調査の様子

- a. コンパクト CTD 調査, b. 改良型ノルパックネットで採集された動物プランクトン, c. 漁獲調査（揚網）, d. さけますの選別

始後は、普段とは異なる生活を送る必要があり、最初は体が慣れず大変でした。しかし、他の調査員や乗組員の方々と和気あいあいと業務に取り組むうちに、調査中心の生活に慣れることができました。

漁獲調査

今回の調査では、調査海域の9定点でさけますの漁獲調査を行いました(図1)。その結果、9定点中5定点(St.4・5・7・8・9)でさけますが漁獲されました。漁獲数は合計304尾(216.28 kg)で、内訳はサケ8尾(12.95 kg)、カラフトマス293尾(194.74 kg)、ギンザケ2尾(3.59 kg)、マスノスケ1尾(5.00 kg)とカラフトマスが漁獲数全体の96.4%を占めていました。

漁獲されたさけますは、年齢査定用の鱗と遺伝解析用の脂鰭を採取した後に、尾叉長、魚体重、生殖腺重量の計測を行い、標識確認用に耳石を採集します。私は、鱗をガムカードという糊が付いた厚紙に貼り付けて採集する作業(採鱗作業)を担当しました(図6左)。楽な作業に聞こえますが、ちょうど土下座をするような感じで前かがみとなり、薄暗い甲板に並べられたさけますの体表から、ほとんど残っていない1mm程度(カラフトマスの場合)の鱗をピンセットで採取し、ガムカードに貼り付ける動作を繰り返すのは、かなり骨の折れる作業でした。

余談ですが、マスノスケが漁獲された際には、その堂々とした見た目に惹かれてか、多くの人が記念撮影をしていました。もちろん私も記念撮影しました!(図6右)



図6. 左. 採鱗作業の様子, 右. マスノスケとの記念写真

混獲された魚たち

さけますの他にも様々な魚が混獲されました(図7)。そのうち、特に印象に残ったマンボウとシギウナギについて簡単に紹介します。

マンボウ(図7a)は、一般的に水族館でゆったりと泳いでいるイメージがあるかもしれませんが、漁獲されたマンボウは鰭をバタバタと甲板に強く叩きつけて激しく抵抗するため、魚体測定をする際にヒヤヒヤしました。

シギウナギ(図7f)は、鳥のシギのように顎が細長く伸びている深海魚です。幼い頃に図鑑で見えて以来、長年気になっていた魚でしたので、今回の調査で直接観察することができて非常に嬉しかったです。

これらの他にも様々な混獲物に出会うことができましたが、全てを写真に撮れなかったのが悔やまれます。

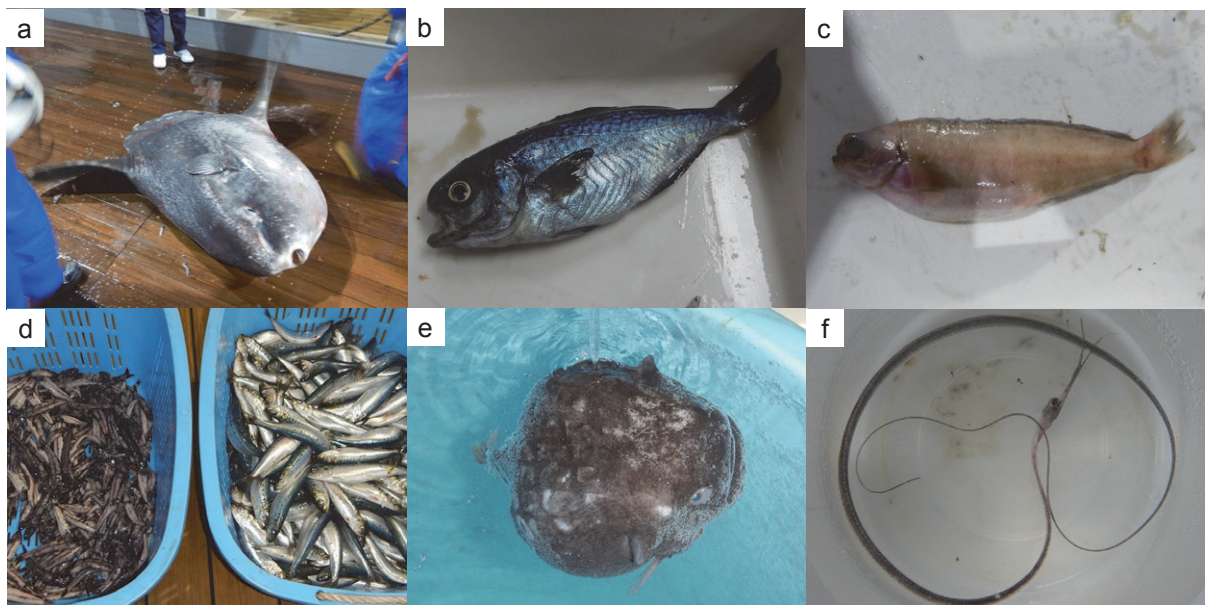


図7. 漁獲調査で採集された混獲物

a. マンボウ, b. メダイ, c. ポウズギンポ, d. ハダカイワシ(左側)とマイワシ(右側), e. ホテイウオ, f. シギウナギ

開洋丸での船内生活

開洋丸は、2023 年に竣工したばかりの新造船で、本調査が初調査航海であったため、船内は傷や錆もなく、どこもピカピカでした（図 8）。併せて、最新鋭の調査・情報機器が導入されており、乗船中に Wi-Fi が使用可能だったのは予期せぬ嬉しい驚きでした。また、乗組員の方もとても気さくで、食事も美味しかったので、乗船中何度も「下船したくないなあ。」と思うほど快適な船内生活を送ることができました。

6 月 3～5 日は、台風 2 号に由来する嵐を洋上でやり過ごすことになり、風速 20 m/s という台風並みの風雨と大きなうねりを伴う厳しい海況に見舞われました（図 9）。当初は「大丈夫だろうか・・・」とかなり不安になりましたが、船内は普段よりやや揺れる程度で、棚から物が落ちることもなく、ほぼ普段通りの船内生活を送ることができました。

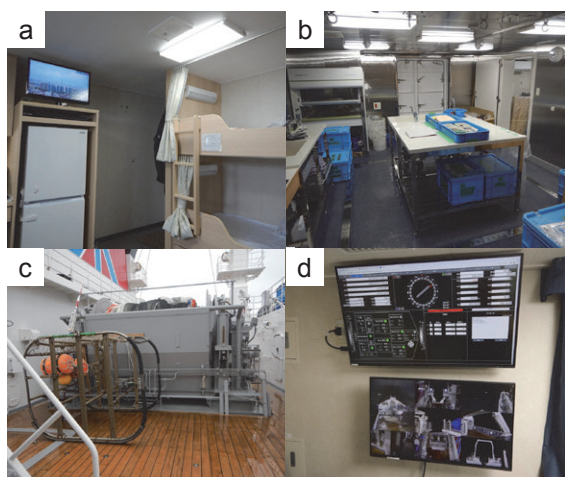


図 8. 真新しい開洋丸の船内

a. 調査員室, b. 生物研究室（ウェットラボ）, c. トロールウインチ, d. 船内各所に設置されたモニター

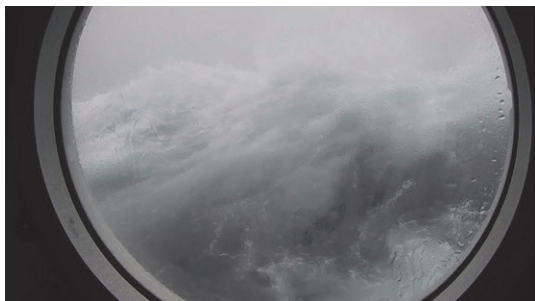


図 9. 嵐接近時の海の様子

調査終了～下船まで

6 月 7 日の調査終了後、私達は函館港に向けて帰路につきました。帰港までの間は、速報の取りまとめ作業や調査機材の片付けを行いました。そして 6 月 10 日に無事函館港に帰港しました（図 10）。その後、各種機材の積み下ろし作業や乗組員の方々への挨拶を行い、名残惜しい気持ちもありましたが、無事下船することができました。

おわりに

本報告では、水産庁漁業調査船開洋丸で令和 5 年 5 月に実施した北西太平洋さけます分布調査によって得られた試料を用いました。開洋丸での調査にあたり、橋本高明船長をはじめとする本船乗組員の方々、調査業務の指揮を執った佐藤俊平首席調査員をはじめとする調査員の方々に大変お世話になり、貴重な経験を得ることができました。心からお礼申し上げます。

引用文献

永沢 亨. 2011. 日本のさけます流し網漁業. 日水誌, 77 : 915-918.
水産庁. 2021. 令和 3 年度 開洋丸調査航海 北西太平洋さけ・ます分布調査調査概要. URL: https://www.jfa.maff.go.jp/j/senpaku/ships/kaiyo_maru.files/attach/pdf/kaiyo_maru_kekka-7.pdf, (参照 2024-01-09) .

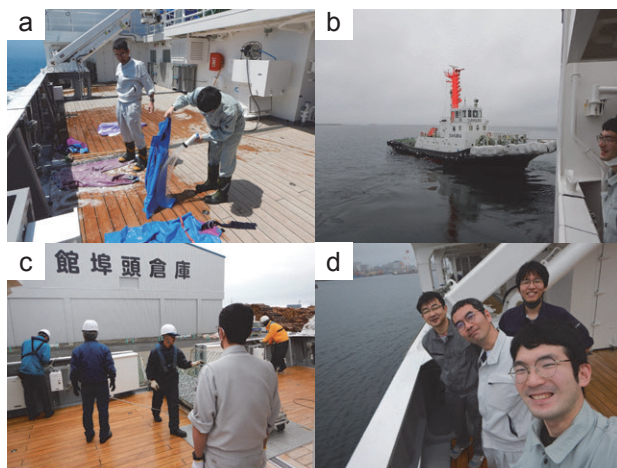


図 10. 帰港直前の様子

a. 調査で使用した器材の清掃, b. タグボートによる着岸補助, c. 下船準備作業, d. 下船前の記念撮影（久しぶりの上陸なので、皆笑顔が絶えませんでした！）

さけます情報

さけの遡^{か え}る川-4 ゆうらっぶ 遊楽部川(北海道)

坂上^{さかがみ} 哲也^{てつや} (水産資源研究所さけます部門 資源増殖部八雲さけます事業所)

遊楽部川は北海道渡島半島中央部の八雲町に位置し、遊楽部岳 (1,275m)、太櫓岳 (1,053m) に源を発し噴火湾に注ぐ二級河川です (図 1)。幹流の長さは 28.5 km ですが、全流域面積は 351.8 km² にもおよび、2 カ所のふ化場から毎年約 1,670 万尾ものサケ稚魚が放流されています。また、毎年秋にはサケの自然産卵が見られ、冬には天然記念物のオオワシ、オジロワシが数多く飛来することでも知られています。遊楽部という名はアイヌ語のユー・ラブ (温泉が下る) に由来すると言われています (図 2)。遊楽部川は開拓以前からサケが多く獲れる川として知られていましたが、今回は明治以降に発展してきた歴史について紹介します。

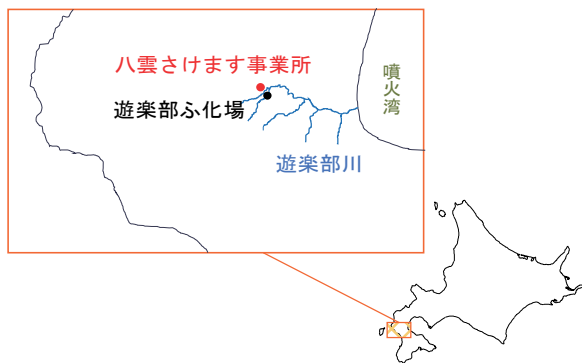


図 1. 遊楽部川の位置図



図 2. 遊楽部川と河川標識 (八雲大橋にて撮影)
遠くに川の源である遊楽部岳や太櫓岳などの山々を望む。

さけます増殖の始まり

遊楽部川におけるさけます増殖の歴史は、明治 13 年に北海道で初めて「種川制」が導入されたことから始まります。種川制は新潟県三面川で行われていた繁殖保護制度ですが (阿部 2021)、実施に当たっては種川の管理体制が重要です。それを担ったのが、明治維新後に無職となった旧藩士たちの授産のために、当時の山越内村遊楽部 (現八雲町) に入植してきた尾張徳川家でした。

徳川家は資金力及び組織的な運営体制をもっていたことから、当時の北海道開拓使函館支庁は、徳川家移住団の代表者である吉田知行に種川の説明をし、5 年間の試験期間における管理を委託しました。一方、種川制の導入により川のほとんどが禁漁とされたことで、旧来からの

住民はサケの捕獲が出来なくなり、不満が噴出することになりました。そのため、徳川家移住団はサケの捕獲を旧住民に委ね、その全捕獲数を折半するという形で調整を行ったそうです。なお、試験期間中の経費は徳川家で負担していたという記録があります。試験期間を終えた明治 18 年には、管理主体として徳川移民だけでなく旧住民も参画する「鮭魚種育組合」を設立し、種川としての運営は明治 33 年まで続けました (秋庭 1986)。

人工ふ化事業への切り替え

種川として運営を続けてきた遊楽部川ですが、明治 28 年以降はサケが激減したことから、より積極的な増殖方法である人工ふ化への移行が図られました。明治 34 年にふ化事業の実施母体となる「八雲鮭魚蕃殖組合」を創立、同年 9 月には

千歳ふ化場を範とする 500 万粒規模のふ化場を完成させました。この施設は用水の問題で失敗に終わりますが、明治 36 年に遊楽部川支流のセイウベツ川に好適な湧水が発見されたことから、同地へ施設を移転し、ふ化事業を継続しました。この場所には現在も、後述する水産資源研究所八雲さけます事業所が稼働しています。大正前期では全道的な傾向として捕獲数が低迷し、経営的に苦しくなった時期もありましたが、ふ化事業の実施に力を抜くことはなく、大正後期以降は親魚捕獲数も増加しました。

昭和期に入り、全道的に民営ふ化場の経営問題が深刻となったため、全道団体である北海道鮭鱒孵化事業協会は改善策を検討し、国営へ移管する方針を決めますが、遊楽部ふ化場は経営上の見通しも明るく、事業として成り立っていたことから、この方針には反対でした。しかし、ふ化事業の公共性や、全道的に計画的な運営が行われることの意義を鑑み、最終的には賛成することを決定しました(秋庭 1986)。こうして徳川家移住団が管理した種川制の開始から続いた遊楽部川での民営による増殖事業は、一旦幕を閉じることになりました。

資源増大

昭和 9 年から国営に移管された遊楽部川でのふ化事業ですが、昭和 50 年頃までは捕獲数の低迷が続いていました。しかし、昭和 46 年から昭和 58 年まで全国的な資源増大再生産計画が取り組まれたことで、遊楽部川でも放流数を徐々に増大させ、それに伴い捕獲数も年を重ねるごとに増えていきました(図 3)。同時にふ化施設の拡充や改修も図られ、国営の北海道さけ・ますふ化場八雲事業場(現・水産資源研究所八雲さけます事業所)が現在の姿に改修されたほか(図 4)、昭和 61 年には民営ふ化場である遊楽部ふ化場が建設されました(図 5)。以降はこの 2 つの施設が両輪となり、遊楽部川および周辺地域のサケ資源の維持安定に寄与してきました。

遊楽部川と回帰するサケの変化

遊楽部川は、ふ化場が比較的上流域(河口から約 17km)に位置することや、親魚捕獲施設以外に親魚溯上の障害となる河川工作物がないこと等の理由により、河口近くからふ化場までの

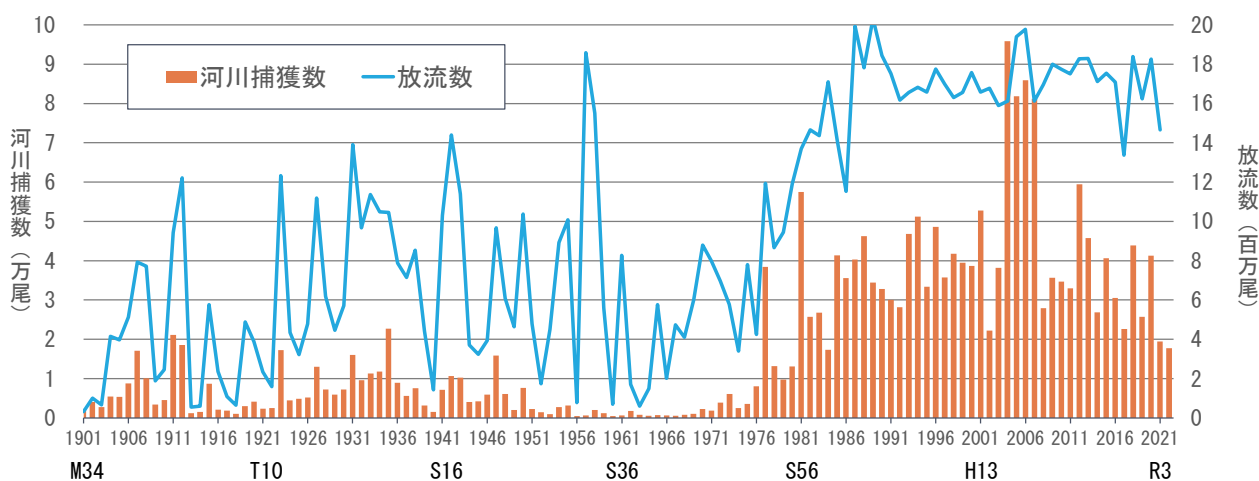


図 3. 遊楽部川のサケの捕獲数と放流数の推移
1901(明治 34)年～2022(令和 4)年



図 4. 現在の八雲さけます事業所



図 5. 渡島管内さけ・ます増殖事業協会遊楽部ふ化場

広い範囲でサケの自然産卵が見られていました（鈴木 1999）。しかし近年は、自然産卵が見られる場所も減少してきているようです。その一因として、支流での河床低下によって流出した土砂が本流に堆積し、産卵場が埋まった可能性も指摘されています（北海道渡島総合振興局函館建設管理部 2013）。

また、遊楽部川に回帰するサケは、昔から魚体が大きいことで知られていました。筆者が当時八雲町内にあったさけ・ます資源管理センター渡島支所に勤務していた平成 7 年～13 年頃も総じて魚体が大きく、時折 10 kg を超える個体も見られ、6 kg を超える大型サケを使った山漬は「遊楽部熊鮭」としてブランド化されたりもしました。しかし近年は、そのような大型のサケも少なくなっていました。

おわりに

遊楽部川における近年の親魚捕獲数は、2007（平成 19）年以降減少に転じていますが、それでも 2 万尾以上の捕獲数を維持してきました。しかし、令和 3 年と令和 4 年はいずれも 2 万尾を割っており、種卵の確保にも影響が出始めています。近年では自然環境の変化により降雨量や増水による災害等も増え、河床低下や自然産卵場所の減少など、遊楽部川とサケにとっては厳しい状況になっております。そのような時代でも水産資源研究所さけます部門では様々な調査・試験を地道に行い、サケ親魚の回帰数を高めるための努力を続けていく所存です。以前のような遊楽部川特有の大型魚が再び増えることを期待しながら（図 6）。



図 6. 令和 5 年に捕獲された最大魚体のサケ（雄：8.2kg）

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, 188p.
- 阿部邦夫. 2021. さけの溯上る川-1 三面川（新潟県）. SALMON 情報, 15:29-30.
- 渡島総合振興局 函館建設管理部. 2013. 砂蘭部川ニュースレター No.1 第 1 回砂蘭部川河床低下対策検討委員会. URL: https://www.oshima.pref.hokkaido.lg.jp/fs/8/8/6/4/8/8/3/_/saranbegawa-news01.pdf. （参照 2023-12-20）
- 鈴木俊哉. 1999. 遊楽部川におけるサケの自然産卵環境調査. さけ・ます資源管理センターニュース, 4:1-4.

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

そとやま よしのり
 外山 義典（水産資源研究所 さけます部門 事業課）

2022 年の北太平洋

漁獲数

2023 年に公表された NPAFC 統計データによると、2022 年 1～12 月の北太平洋におけるさけます類の漁獲数は 3 億 5,391 万尾で、前年 6 億 6,124 万尾の 54%でした（図 1A）。

魚種別に見ると、カラフトマスが 1 億 7,947 万尾で最も多く、全体の 51%（前年比 34%）を占めています。次いでベニザケが 9,336 万尾（構成比 26%，前年比 132%）、サケが 7,441 万尾（構成比 21%，前年比 134%）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、アラスカが 1 億 6,367 万尾（前年比 70%）と最も多く、次いでロシアが 1 億 5,432 万尾（前年比 38%）と両地域で全体の 90%近くを占めています。以下、

日本 3,135 万尾（前年比 161%）、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）244 万尾（前年比 135%）カナダ 209 万尾（前年比 301%）、韓国 5.3 万尾（前年比 78%）と続いています。日本とアラスカ以外の米国、カナダの漁獲数は増加しましたが、アラスカとロシア、韓国は前年に比べて減少し、特にロシアは前年比 38%と大きく減少しました（図 1B）。

人工ふ化放流数

2022 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 281 万尾で、前年 50 億 7,265 万尾の 99%でした（図 1C）。

魚種別ではサケが 29 億 7,048 万尾で全体の 59%を占め、これに次ぐカラフトマス 13 億 9,934 万尾と合わせると全体の 87%以上を占めます（図 1C）。

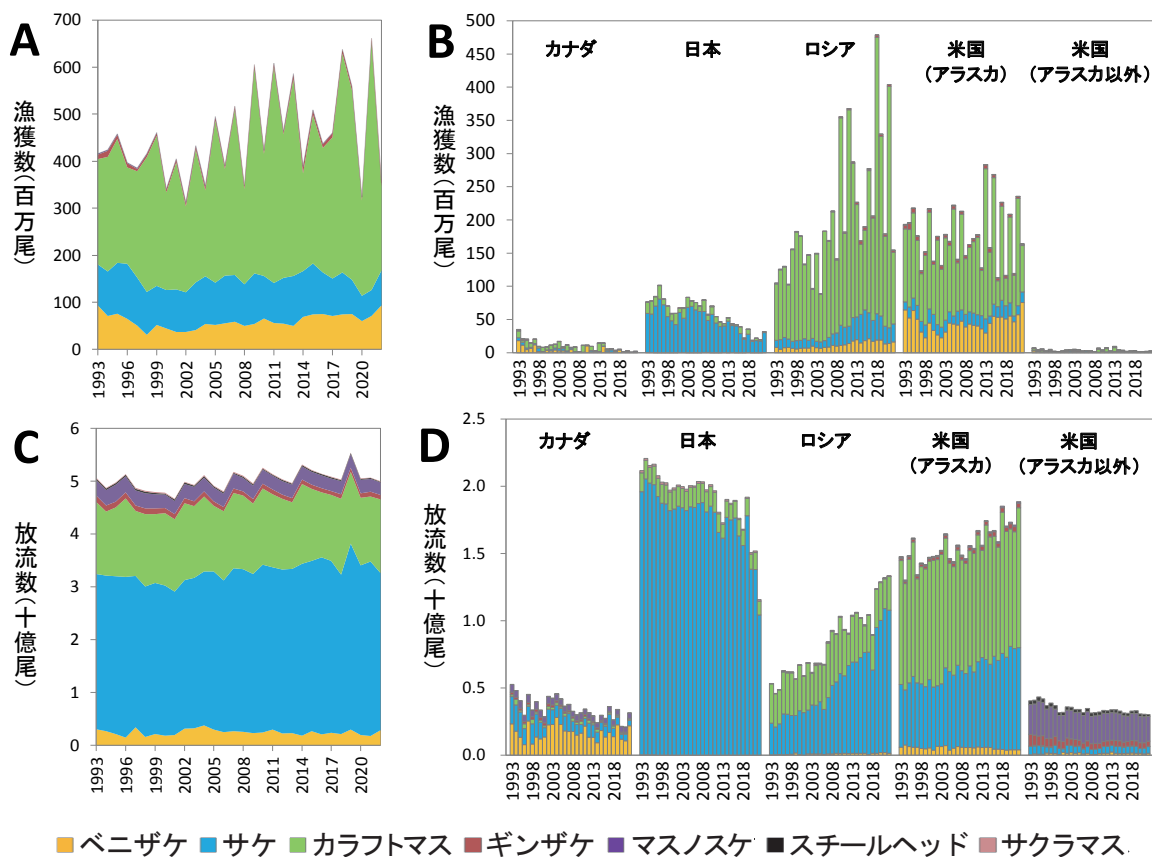


図 1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A)、地域別魚種別の漁獲数 (B)、魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D)。

A 及び B は「NPAFC Catch Statistics (updated 24 July 2023).」, C 及び D は「NPAFC Hatchery Release Statistics (updated 24 July 2023)」より作成（参照 2023-10-6）。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・放流尾数とも僅かなため図中では省略。

地域別ではアラスカ 18 億 8,577 万尾、ロシア 13 億 3,266 万尾、日本が 11 億 5,594 万尾、カナダ 3 億 1,323 万尾、アラスカ以外の米国 3 億 211 万尾、韓国 1,311 万尾となっています（図 1D）。

2023 年漁期の日本

サケ

2023 年漁期（2023 年 8 月～2024 年 2 月）の来遊数（沿岸漁獲と河川捕獲の合計）は 1 月 20 日現在 2,285 万尾（前年同期比 67%）となりました（図 2）。このうち北海道では 2,257 万尾（前年同期比 67%）、本州太平洋側では 10 万尾（前年同期比 26%）、本州日本海側では 18 万尾（前年同期比 41%）と、いずれも前年を下回っており、本州は引き続き低い水準となっています。採卵数は 1 月 20 日現在で 13 億 1,933 万粒（前年同期比 86%）となりました。このうち北海道は計画数の 108% と上回りましたが、本州太平洋は計画数の 13%、本州日本海は計画数の 61%といずれも下回りました。採卵計画数を下回った本州へは北海道卵の移植が実施されましたが、全国の放流数は計画（12 億 4,633 万尾）を下回ることが見込まれます。

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、奇数年級の来遊数は 2007 年から減少傾向を示し、2023 年漁期（2023 年 7 月～11 月）は 14 万尾（前年比 25%）と、1969 年以降で最低の来遊数となりました（図 3）。偶数年級は 2016 年以降減少傾向を示しており、2022 年は 58 万尾となりました。採卵数は 1,545 万粒で計画数の 10% となっており、放流数も計画（1 億 2,540 万尾）を大きく下回ると見込まれます。

サクラマス

2023 年漁期の北海道における河川捕獲数は 11,507 尾（前年比 100%）となり、2000 年以降の平均の約 107%となりました。地域別には、オホーツク海区で前年比 116%、日本海区で 89%、根室海区で 75%、えりも以西海区で 187%と、オホーツク海区とえりも以西海区では前年を上回りましたが、日本海区と根室海区では前年を下回りました。採卵数は 527.0 万粒で、計画数の 81%となりました。なお、2023 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）。

※ベニザケについては、当機構が放流を実施してきましたが、水産政策審議会資源管理分科会における審議（令和 5 年 2 月）を経て、2023 年度計画分より放流が中止されることとなりました。

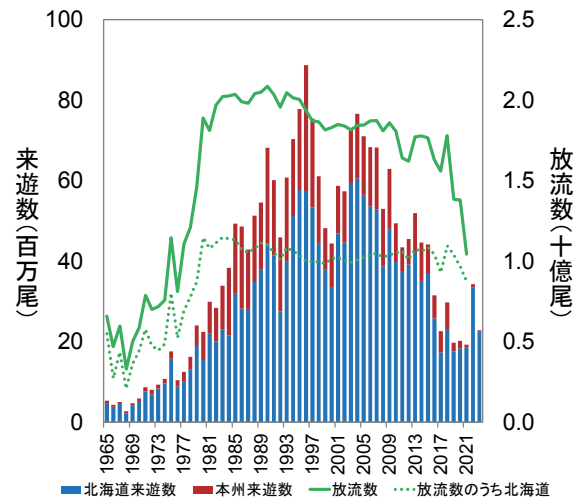


図 2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数（2023 年漁期来遊数は 1 月 20 日現在）。

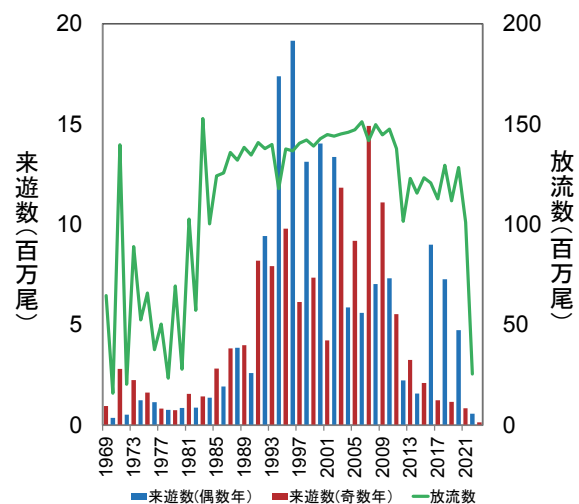


図 3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数。

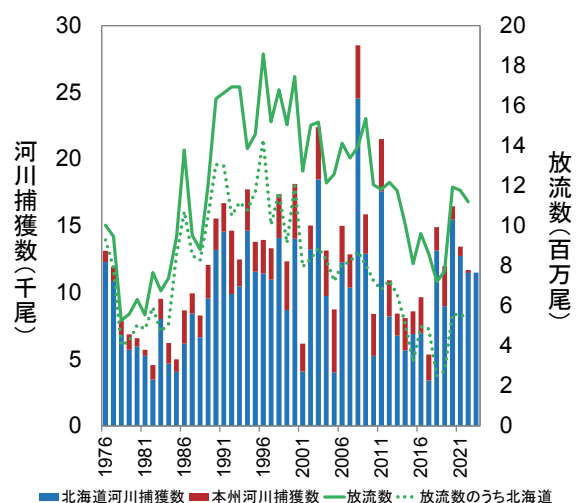


図 4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数（2023 年漁期の本州河川捕獲数は確認中）。

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(9)

寄贈された復命書と石狩川上流域におけるサケの採捕

のがわ ひでき
野川 秀樹 (水産資源研究所さけます部門 客員研究員)

はじめに

引続き、退職者から寄贈された資料の中から、今回は「復命書」について紹介します。「復命書」とは、調査や会議への出席等（以下「調査等」）を命じられて当該業務を行うために出張などをし、その報告書として出張者によって作成された文書のことを言います。主に行政機関やその関係組織である試験研究機関などで作成されています。

復命書には一般的に、

- ・表題
- ・作成年月日
- ・作成した職員の所属部署
- ・作成者の氏名
- ・調査等の実施年月日
- ・調査等の内容
- ・提言や考察

などが記載されています。このため、「さけます人工孵化放流」（以下「人工孵化」）に関する復命書は、調査等が行われた時代における人工孵化の実態及びさけますの採捕状況などを知る上で貴重な資料となります。

これまでに、本シリーズにおいても、明治 23（1890）年のサケ卵の輸送に必要な水苔の採集に係る復命書、大正 6（1917）年のニジマス発眼卵の移植に係る復命書及び石狩川水系千歳川の密漁状況に関する復命書（野川 2015）、さらに、大正 4（1915）年の択捉島における人工孵化の状況を調査した復命書（野川 2017）などを紹介してきました。

一覧に収録した復命書

古文書ということですので、当所の前身である千歳鮭鱒人工孵化場と、その後の北海道水産試験場の分場及び支場時代に作成された復命書の一覧を、本記事巻末に付表として掲載しました。

この時代における当所の組織変遷について、簡潔に紹介しておきます。明治 21（1888）年に石狩川水系の千歳川上流に創設された官営の千歳鮭鱒人工孵化場は、明治 34（1901）年の北海道水産試験場の設置に伴い、北海道水産試験場

千歳分場となります。明治 40（1907）年には新たに西別分場（現在の標茶町虹別に所在する虹別さけます事業所）が官営孵化場として加わります。そして、これらの分場は明治 43（1910）年に北海道水産試験場千歳支場、西別支場となります。（野川 2015、大迫 2020）。

収録した復命書の概要

付表に収録した復命書は全部で 69 編になります。表題をみますと、当時の民営孵化場における業務実施状況の調査あるいは検査に係る復命書が多くを占めており、全体の約半数、38 編に上ります。次に多かったのも民営孵化場に係わるもので、孵化場の新設が計画されている場所が果たして人工孵化に適切な場所（適地）なのか否かを調査（いわゆる適地調査）した復命書が 14 編見られます。この 2 分野だけでほぼ 4 分の 3 を占めています。

このように民営孵化場に係わる復命書が多い理由としては、明治 21（1888）年の千歳鮭鱒人工孵化場の創設以降、官の主導により民営孵化場の建設が奨励され、道内各地に設置されるようになるとともに、大正年代に入ってから、元（1912）年に頓別孵化場、4 年に野塚麻布、5 年に奔別、6 年に徳志別、10 年に斜里、11 年に利別、新冠、雪裡、網走、洞爺、12 年に敷生、三石、朱太、歴舟、湧別、13 年に勇払、北見幌別、風連、そして、14（1925）年には天の川、と次々と新たな孵化場が建設されたことが挙げられます。孵化場の建設や運営に補助金が交付されるようになったことも、新設を後押ししたと考えられます。大正末期には北海道では、2 カ所の官営孵化場と 32 カ所の民営孵化場で人工孵化が取り組まれることとなります（秋庭 1976）。

民営孵化場の業務を調査や検査した復命書には、調査内容として、例えば、大正 4（1915）年に半田芳男氏が作成した「上川孵化場」の復命書には（付表の●印）、①孵化場の沿革、②サケ親魚の採捕数・採卵数・放流数の暦年の実績、③施設の平面図、用水環境（水量、水温等）、④使用している孵化器の種類、⑤仔魚池の使用状況、⑥採捕場所と採捕漁具、⑦採捕親魚の成熟度、⑧孵化成績、⑨経営状況、⑩運営の将来方

向についての考察と提言、が詳細に記載されています。この復命書の内容については、サケの採捕を中心に後述します。

その他の復命書ですが、適地調査に関しては孵化場の新設が予定されている場所の地勢（周辺の開発の状況等）、用水環境（水量、水温、水質）、放流河川における親魚の遡上実績、そして新設するとしたらどのような施設構造が望ましいか、新設孵化場の提案図面が添付されているものも見られます。種卵の移殖に関しては、魚種や卵数は勿論のこと、輸送時の行程などが記載されています。調査に係る復命書については、調査方法、調査結果、そして考察と通常の調査報告と同様の内容が記載されています。

石狩川上流域におけるサケの採捕

「上川孵化場」の復命書（図 1）には、前述しました①～⑩について 50 数ページにわたって詳細に記述されています。これらは、「北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史」（北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会 1988）に同様の記載は見当たらず、当時の上川盆地における孵化放流の実態を綿密に調べ上げた旭川市博物館の瀬川拓郎氏も、孵化場の施設構造などは明らかにできなかったとしています（瀬川 2001）。紙数の関係もあり、ここではサケの採捕を中心に紹介します。

石狩川は上・中・下流を、それぞれ、上川、中川、下川と称し、石狩平野と上川盆地を分ける地点は神居古潭であり、これより上流が上川と呼ばれ、石狩川を遡上してきたサケは、上流の深川市に農業用取水堰（旧花園頭首工）が建設される昭和 39（1964）年までは、神居古潭を超えて上川盆地に入り最上流部まで遡上していたと言われています（市川 1977、伴 2016）。

（1）上川孵化場の沿革

上川孵化場は「石狩水産組合鮭人工孵化場」と称し、同組合が経営する孵化場として当時の上川郡神居村帝室林野管理局上川出張所構内（美瑛川の支流をさかのぼった現在の旭川市神楽 5 条 9～10 丁目あたり（瀬川 2001））に設置されています。明治 34（1901）年北海道庁水産課が忠別川橋下においてサケの採捕及び採卵試験を行ったところ、良好な成績が得られたことなどから、北海道庁は石狩水産組合に孵化場の経営を許可しています。

当該孵化場は明治 35（1902）年から事業を開始します。当初の卵子の収容能力は 400 万粒でしたが、翌年に 500 万粒に拡張しています。親

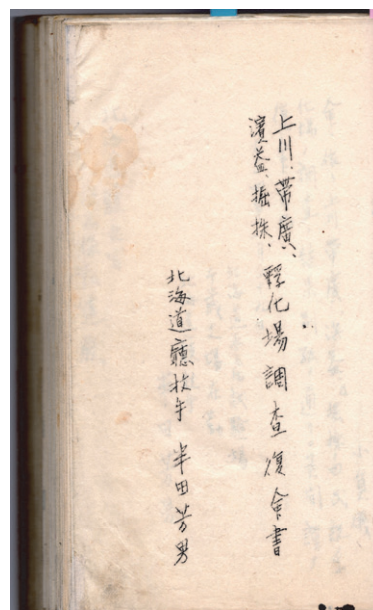


図 1. 上川孵化場の調査復命書

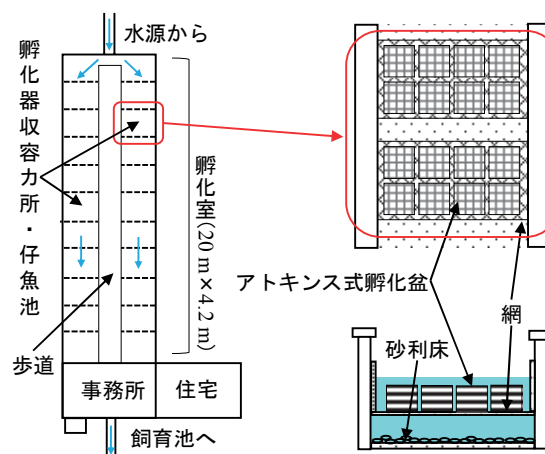


図 2. 上川孵化場の施設構造

魚の採捕は、明治 39（1906）年までは石狩川沿川で実施していましたが、必要な卵子の確保ができなかったことから、明治 40（1907）年から天塩川においても採捕及び採卵を道庁から許可を得て開始しています。

（2）施設の配置

孵化室は長さ 20 m、幅 4.2 m、面積約 90 m²の平屋建てです（図 2）。これに事務室及び技術員の住宅が付属する構造となっています。孵化器はアトキンス式孵化盆を使用していますが、これを孵化槽に収容するのではなく、孵化室両側にある幅 1.8 m の水路（仔魚池）に収容し、孵化した仔魚が孵化器から仔魚池の砂利床に落ちる構造となっています。なお、図にはありませんが、別棟として倉庫（約 20 m²）も建てられています。

(5) 親魚の採捕における問題点

孵化場から遠方にある採捕場所にあつては、受精卵の運搬に長時間を要することになります。このことは、受精後の振動に極めて弱い時間帯に運搬することとなり、運搬時の衝撃により死亡する卵子（死卵）が増加することになります（野川 2010）。加えて、日々の採卵数が少ない場合には、一定の数量を確保してからの運搬となるため、結果的に前記と同様に振動に弱い時期での運搬となり、このことも死卵の増加の原因となります。実際に、収容時における死卵の割合は、明治 36（1903）年から大正 2（1913）年の平均で 15.4 %（範囲：6.8～37.7 %）と多くなっており、孵化場から遠く離れた採捕場所の多いことが問題点として記述されています。

次に指摘しているのは、調査年の大正 5（1916）年の 10 月 1 日から 11 月上旬のまで間に妹背牛村、納内村、神居古潭、忠別川で採捕された雌魚について調査したところ、採捕された 320 尾すべてが未成熟でした。このうち、蓄養を経て採卵に至ったものは、わずか 14 尾（4.3 %）に過ぎず、その他は死亡魚や損傷魚と称して販売されています。このような状況について、半田氏は「刺網を使用すると死亡魚が生ずるのは必然であり、刺網は漁具として不適であること、孵化場経営者は蓄養（親魚が成熟するまで一定期間生簀等に収容）して、採卵に使用したり損傷した親魚を売却するよりは、採捕後直ちに販売する方が利益を得られると考えていること」を指摘しており、刺網の使用の廃止とともに 10 月の未熟魚は採捕せずに天然産卵に委ねるべきと述べています。

(6) 調査者の提言

前述のような実態を踏まえ、半田氏は採捕場所は孵化場に近い神居古潭から上流に限定すること、未熟魚の採捕を止めるとともに、成熟魚を中心とした採捕とするため採捕開始は 11 月以降にすること、刺網、流網の漁具は廃止することを提言しています。ここでは触れませんでした、石狩川だけでは必要な種卵を確保できないため、これを補う目的で明治 40（1907）年から天塩川での採捕を開始します。しかしながら、この採捕は天塩川のカケ資源に悪影響を及ぼすことから中止すべきと提言しています。加えて、天塩川での採捕の中止は、結果的に上川孵化場の運営悪化につながることから、上川孵化場の廃止についても検討すべきとまで述べています。この提言が契機となったかは定かではありませんが、調査の翌々年の大正 6（1917）年を最後に上川孵化場は廃止となっています（北海道さ

け・ますふ化放流事業百年史編さん委員会 1988）。

終わりに

参考までに復命書に記録されている上川孵化場の採捕数、採卵数、放流数の暦年の成績を表 2 に示します。

表 2. 復命書に記録されている上川孵化場の孵化成績
明治 40 年度以降には、天塩川での採捕数、採卵数及びその放流数を含む。

年度	採捕数 (尾)	採卵数 (粒)	放流数 (尾)
明治	13	18,400	?
36	2,596	82,100	?
37	1,436	627,600	?
38	1,494	1,257,200	?
39	2,328	1,366,800	?
40	1,758	1,053,000	935,680
41	1,800	262,980	228,190
42	1,278	837,162	651,180
43	1,536	1,045,780	?
44	1,505	698,000	646,738
大正元	632	268,500	?
02	1,446	752,150	503,003

親魚の採捕数と採卵数について、同程度の採捕数であっても採卵数に倍近くの差が見られたり、採捕数に比して採卵数が極端に少ない年度が見られるなど、表からは人工孵化が必ずしも順調に行われたとは言い難いように思われます。また、放流数の不明な年度も多く、成績も正確に整理されていたのか、疑わしくなります。

復命書から、当時、石狩川上流の上川孵化場において行われていた人工孵化の実態を知ることができました。未熟魚が多く採捕され、その多くが人工孵化に供されることなく販売される等、当時の人工孵化の実施体制の不備や技術の未熟さに起因する負の側面が多々記述されています。これらの実態は、上川孵化場に限らず、明治後期から北海道各地に設置された民営孵化場の多くに見られたのではないかと思います。そして、このことが半田氏に強い危機意識を抱かせ、このような提言につながったのではないかと思います。また、半田氏は前々号で紹介しましたように、昭和初めに行われた北海道における人工孵化の国営化を主導しますが（野川 2022）、ここでの危機意識がその動機の源であったことは容易に想像されます。

引用文献

秋庭鉄之. 1976. 民間孵化事業の発展. ふ化事業百年史. さけ・ます友の会, 札幌. pp. 53-76.
 伴 真俊. 2016. 石狩川上流域における野生サケ資源回復の試み. SALMON 情報, 10: 41-43.
 地理調査所. 1947. 地図名「妹背牛」, 「深川」, 「旭川」の 1/50,000 地図 (大正 9 年測量).
 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会. 1988. 石狩川上流部と天塩川のふ化場. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史. 北海道さけ・ますふ化放流事業百年記念事業協賛会, 札幌. pp. 301-306.
 北海道さけ・ますふ化場. 1996. 親魚の捕獲. さけ・ますふ化事業実施マニュアル. pp. 1-3.
 市川健夫. 1977. 石狩ザケの今昔. 日本のサケその文化誌と漁. 日本放送出版協会, 東京. pp. 108-112.

帰山雅秀・小林明弘. 1977. 十勝川水系におけるサケ・マスの人工再生産効率向上に関する研究-I 打内蓄養池のサケ蓄養条件と使用率について. 北海道さけ・ますふ化研報, 31: 37-53.
 野川秀樹. 2010. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史 (序説). 水産技術, 3: 1-8.
 野川秀樹. 2015. さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介. SALMON 情報, 9: 39-41.
 野川秀樹. 2017. さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介 (3) 択捉島ウルモベツ紅鱒孵化場. SALMON 情報, 11: 42-46.
 野川秀樹. 2022. さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介 (8) 半田芳男氏からの寄贈資料と支笏湖保勝会について. SALMON 情報, 16: 37-44.
 大迫典久. 2020. 北水研の創設から現在, そして未来へ. 北の海から, 37: 4.
 瀬川拓郎. 2001. 上川盆地におけるサケの生態と漁法. 旭川市博物館研究報告, 7: 1-15.

付表. 千歳鮭鱒人工孵化場と北海道水産試験場の分場及び支場時代に作成された復命書の一覧

年	表題	作成者の所属	作成者名
M23	幌向太周辺での卵子輸送用水苔の採取に関する復命書 ※1	千歳鮭鱒人工孵化場	酒井宮次郎
M25	択捉島からの紅鱒発眼卵の移植に関する復命書 ※2	千歳鮭鱒人工孵化場	酒井宮次郎
T03	函館・室蘭・浦河各支庁管内民設鮭孵化場調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T03	千島列島鮭鱒人工孵化場調査書	北海道水産試験場西別支場	内海重左エ門
T03	後志, 函館, 室蘭, 浦河四支庁管内民設鮭孵化場事業調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T04	鮭親魚調査復命	北海道水産試験場室蘭駐在	高橋清五郎
T04	●上川, 帯広, 浜益, 堀株孵化場調査復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T04	択捉島鮭鱒蕃殖保護事業調査及指導復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T04	頓別川ニ於ケル鮭人工孵化事業検査復命書	北海道水産試験場稚内駐在	森房次郎
T04	根室支庁管内鮭人工孵化場調査復命書	北海道水産試験場西別支場	内海重左エ門
T04	網走, 宗谷支庁管内鮭人工孵化場設立位置選定調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	藤井 顕
T04	静内郡鮭人工孵化場建設地調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T04	宗谷支庁管内鮭人工孵化場位置選定調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
T05	壮瞥鮭人工孵化場検査復命書	北海道水産試験場室蘭支場	吉田敏雄
T05	択捉島孵化事業検査復命書	北海道水産試験場釧路駐在	吉田敏雄
T05	鮭人工孵化事業検査復命書	北海道水産試験場	西田乙五郎
T05	洞爺湖鮭鱒孵化場位置選定及経営指導復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
T05	鮭人工孵化事業状況視察復命書	北海道水産試験場室蘭支場	津田美津彦
T06	鮭蓄養状況並ニ漁業視察復命書	北海道水産試験場室蘭支場	津田美津彦
T06	帯広孵化場鮭稚魚育養状況調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T06	岩内, 尻別, 静内孵化場鮭稚魚育養状況調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
T06	虹鱒卵受領及運搬復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
T06	千歳川鮭密漁状況視察復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T07	長節沼調査復命書	北海道水産試験場根室支場	西田乙五郎
T07	北海道博覧会出品魚類捕獲運搬経過復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T07	北海道博覧会出品用魚族輸送復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
T07	北海道博覧会出品魚類輸送概況復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地寛助
T08	有珠郡壮瞥孵化場検査書	北海道水産試験場室蘭支場	飯岡忠重
T08	洞爺湖鮭鱒養殖状況視察・鱒孵化事業計画ニ関スル調査復命書	北海道水産試験場室蘭支場	津田美津彦

年	表題	作成者の所属	作成者名
T08	鮭人工孵化場採卵検査及天然蕃殖場検査復命書	北海道水産試験場根室支場	嶋田茂勝
T08	択捉島各鮭鱒人工孵化場採卵検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T08	国後鮭人工孵化場検査復命書	北海道水産試験場根室支場	村上豊彦
T08	根室管内各鮭人工孵化場採卵検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T08	石狩水産組合鮭人工孵化場位置選定復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T08	河西支庁管内鮭鱒孵化場建設地調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地覚助
T08	水産講話並親魚捕獲状況視察復命書	北海道水産試験場根室支場	津田美津彦
T09	尻別川鮭鱒人工孵化組合、岩内鮭蕃殖組合事業検査復命書	北海道水産試験場	神崎陽吉
T09	国後島各鮭人工孵化場検査復命書	北海道水産試験場根室支場	村上豊彦
T09	市父鮭人工孵化場採卵検査復命書	北海道水産試験場根室支場	津田美津彦
T09	八雲、茂辺地及知内孵化場検査復命書	北海道水産試験場室蘭支場	松原貞行
T09	遊楽部川鮭蕃殖組合親魚捕獲及採卵ニ関スル調査復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T09	根室管内各孵化事業検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T09	水産製造業並孵化場孵化状況視察復命書	北海道水産試験場室蘭支場	飯岡忠重
T09	択捉島孵化事業検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T10	壮瞥孵化場検査復命書	北海道水産試験場室蘭支場	松原貞行
T10	八雲、茂辺地及知内孵化場検査復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T10	浜益川鮭人工孵化事業検査復命書	北海道水産試験場	神崎陽吉
T10	根室管内孵化事業検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T10	第三回鮭鱒孵化場技術員打合会状況及孵化場視察復命書	北海道水産試験場千歳支場	藤井 顕
T11	根室管内孵化事業検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T11	ウルモ湖紅鮭人工孵化場竣工検査復命書	北海道水産試験場根室支場	田中林藏
T11	八雲、知内及茂辺地孵化場検査復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T11	奔別及当幌第二鮭人工孵化場事業検査復命書	北海道水産試験場西別支場	斉藤芳可
T11	第四回湖沼利用水産養殖研究会復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T11	蝦移植復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
T11	石狩、空知、上川支庁管内鮭孵化場位置調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地覚助
T12	食用蛙運搬復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地覚助
T12	老門鮭鱒人工孵化場竣工検査復命書	北海道庁留別鮭鱒孵化場	石井久治
T13	静内鮭孵化場建設指導復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地覚助
T13	幌別川鮭鱒人工孵化場設計指導復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T13	敷生川鮭孵化場位置選定指導復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T13	静内鮭孵化場建築工事指導監督復命書	北海道水産試験場千歳支場	菊地覚助
T14	洞爺湖鮭鱒孵化場位置選定復命書	北海道水産試験場	半田芳男
T15	千歳川鮭稚魚流下調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉 菊池覚助
S02	釧路川鮭孵化場適地調査復命書	北海道水産試験場西別支場	内海重左エ門
S02	千歳川鮭稚魚流下調査復命書	北海道水産試験場千歳支場	波多野安吉
S02	露領沿海州水産業視察復命書	北海道帝国大学水産専門部	黒田九萬男
S02	姫鮭捕獲試験復命書	北海道庁千歳鮭鱒孵化場 ※3	波多野安吉
S02	支笏湖移植紅鮭卵輸送監督並収容復命書	北海道庁千歳鮭鱒孵化場	波多野安吉

・Mは明治，Tは大正，Sは昭和を示す。

・※1，2：復命書の表題には，単に「復命書」とあるのみで，内容が分かるような表題が書かれていないことから，筆者が内容を勘案の上，当該表題を記載した。

・※3：北海道庁の第2期拓殖計画（昭和2（1927）年～昭和21（1946）年）により，千歳支場，西別支場は北海道水産試験場から分離し，北海道庁千歳鮭鱒孵化場，同西別鮭鱒孵化場となり，人工孵化を専門に行う機関となった（野川 2015，大迫 2020）。

本稿の執筆者である野川秀樹さんが，令和5年10月21日にご逝去されました。野川さんには本誌第9号から今号までの間に，「さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介」と題した9編の記事をご寄稿いただきました。ふ化放流事業の黎明期の記録を丹念に掘り起こす作業には大変な苦勞が伴ったと思われますが，その成果である9編の記事は，後世の人間がふ化放流事業の歴史を理解する上で大変貴重な解説資料となりました。ここにご生前の多大なるご功績に対し敬意を表するとともに，心よりご冥福をお祈りします。（編集委員会）



写真. 北海道南西部八雲町内を流れる遊樂部川（河口部から上流に向かってドローンで撮影）
遊樂部川については、本誌の P. 27～29 で紹介していますので、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 水産資源研究所さけます部門

〒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 資源増殖部 技術課 011-822-2161

FAX 代表 011-822-3342

URL <https://www.fra.go.jp/shigen/salmon/index.html>

SALMON 情報 編集委員会（50 音順）

高橋昌也（委員長）、和泉梓佐、江連睦子、小役丸隼人、佐藤恵久雄、長谷川功、八谷三和、渡邊久爾

本誌掲載記事、図、写真の無断転載を禁じます。
