

SALMON 情報

第16号

2022年3月

- 本州日本海域における野生サケ資源の現状と保全
- サケ放流概況の現状と改善方向
- 互いの特性を生かしたふ化場間の連携事例
- サケ・マス採卵場における採卵廃液消毒のすすめ
- 第3回 NPAFC 国際サーモン年バーチャル・ワークショップ
- さけの遡^{かえ}る川-2 津軽石川（岩手県）
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

- 本州日本海域における野生サケ資源の現状と保全 飯田真也 3

技術情報

- サケ放流概況の現状と改善方向 安達宏泰・石田行正 9
- 互いの特性を生かしたふ化場間の連携事例
～新潟県での取り組み～ 江田幸玄・ほか 14

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 17
- 第29回北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) 年次会議
科学調査統計小委員会 (CSRS) の概要 斎藤寿彦 20

トピックス

- サケ・マス採卵場における採卵廃液消毒のすすめ 大本謙一・川名守彦 23
- 第3回 NPAFC 国際サーモン年バーチャル・ワークショップ:
太平洋サケマス類の生産と環境変動の関係 浦和茂彦 25

さけます情報

- さけの遡^{かえ}る川-2 津軽石川 (岩手県) 小松信治 32
- 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 35
- 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 野川秀樹 37

mini column

溪流釣りの愛好家には馴染みの深い魚であるヤマメは、サクラマスの陸封型もしくは河川生活期の個体の呼び名です。稚幼魚期のサケ科魚類に共通して見られる特徴である「パーマーク」(体側の斑紋)が特に鮮やかで、その美しさから「溪流の女王」などと言われることもあるようですが、北海道ではメスのほとんどが降海するため、河川に残留しているのはオスばかりです。

今回の表紙写真は、当機構徳志別さけます事業所長を務められ、水中写真愛好家としても知られていた北口裕一さん(写真右下)が撮影されたものです。北口さんは残念ながら、令和3年4月、不慮の事故により他界されました。ここに北口さんのご生前のご功績を偲び、心から哀悼の意を表します。



研究成果情報

本州日本海域における野生サケ資源の現状と保全

いいた まさや
飯田 真也 (水産資源研究センター 底魚資源部)

本州日本海域におけるサケふ化放流事業の現状

水産資源は自らの子孫を新たに生み出す再生可能資源であり、その資源管理のために漁獲を制限して次世代の魚を生み出してくれる親魚を残す方策、自然再生産の保全が多くの魚類で取り組まれてきました (能勢ら 1988)。一方、現代における我が国のサケ *Oncorhynchus keta* に関しては、稚魚を放流することで加入を維持する資源管理、ふ化放流事業が重点的に行われており (高橋 2015)、自然産卵を行う親魚の保全や河川環境の改善にあまり意識が向けられてきませんでした。ふ化放流事業は主に海面漁業団体からの拠出金 (漁獲高の 2%~7%) で運営されていますが、サケの漁獲量が多くない本州日本海域 (以下、当海域) では、その拠出金は僅かであり、事業費の大半を国・県からの補助金が占めています。近年これら補助金は減額傾向にあり、ふ化場を運営する内水面漁業協同組合の経営状況は年々厳しさを増しています。また、内水面漁業協同組合に関しては組合員の約 7 割が 60 代以上と漁業従事者の中でも特に高齢化が進んでいることが指摘されており (玉置 2021)、後継者不足の問題も顕在化しています。実際、サケの平均放流数は北海道・本州太平洋域では概ね一定で推移する一方、当海域 (青森~石川県) では 1990 年代 (2.3 億尾) から 2010 年代 (1.4 億尾) にかけて 4 割も減少しました (図 1)

(NPAFC 2020)。これらを踏まえると、現行の放流数を維持することは非常に困難と考えざるを得ません。今後、当海域のサケ資源を持続的に利用していくためには、ふ化放流事業の継続を図りつつ、他魚種と同様、自然再生産由来の加入を増やすこと、野生魚の保全にも着手していくことが必要です。ここで、野生魚とは一世代以上にわたり自然再生産し、その両親が野生魚か放流魚かは問わない個体を示します (森田・大熊 2015)。

野生サケを保全するには、その生態的知見が不可欠です (Nagata et al. 2012)。なぜなら、野生サケが産卵・生息する場所や期間を明らかにすることで、行政機関や地域社会 (資源を利用している漁業者や放流事業者を含む) が野生サケの存在や保全することの意義を認知し、その保管理策を優先的に講じることが可能になるからです。しかし、日本では野生サケに関する研究が行われることが少なく、当海域ではその存在自体殆ど確かめられていない状況にありました。そこで、野生魚

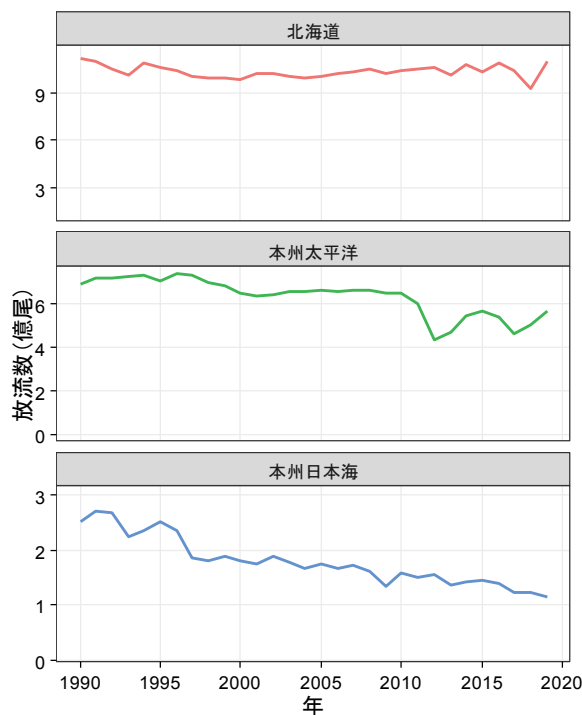


図 1. 地域別サケ稚魚放流数 (1990~2019 年)

の保全に向けた第一作業として、著者は当海域における野生サケの基本的な生態を理解するための研究を行ってきました。以下、その概要を紹介します。

サケの産卵はどこで行われている？

サケの自然産卵に関して、当海域では京都府・福井県・石川県などサケの遡上が少ない地域で僅かに観察されているに過ぎず (藤原ら 1983; 加藤 2007; 坂井ら 2011)、富山県以北ではふ化放流が行われる河川 (以下、放流河川) および行われていない河川 (以下、非放流河川) で自然産卵が行われているのか否か、記録として殆ど残されていませんでした。また、サケの資源管理を行う上で遡上数を把握することは重要ですが、非放流河川にサケがどれくらい遡上しているのか殆ど分かっていませんでした。そこで、当海域のサケ主要分布域である秋田県~富山県の河川を網羅的に踏査して自然産卵の有無および場所を確認し、非放流河川においてサケ遡上数を推し量る調査を実施しました (Iida et al. 2018)。

2015~2016 年 10~12 月、秋田県~富山県にお

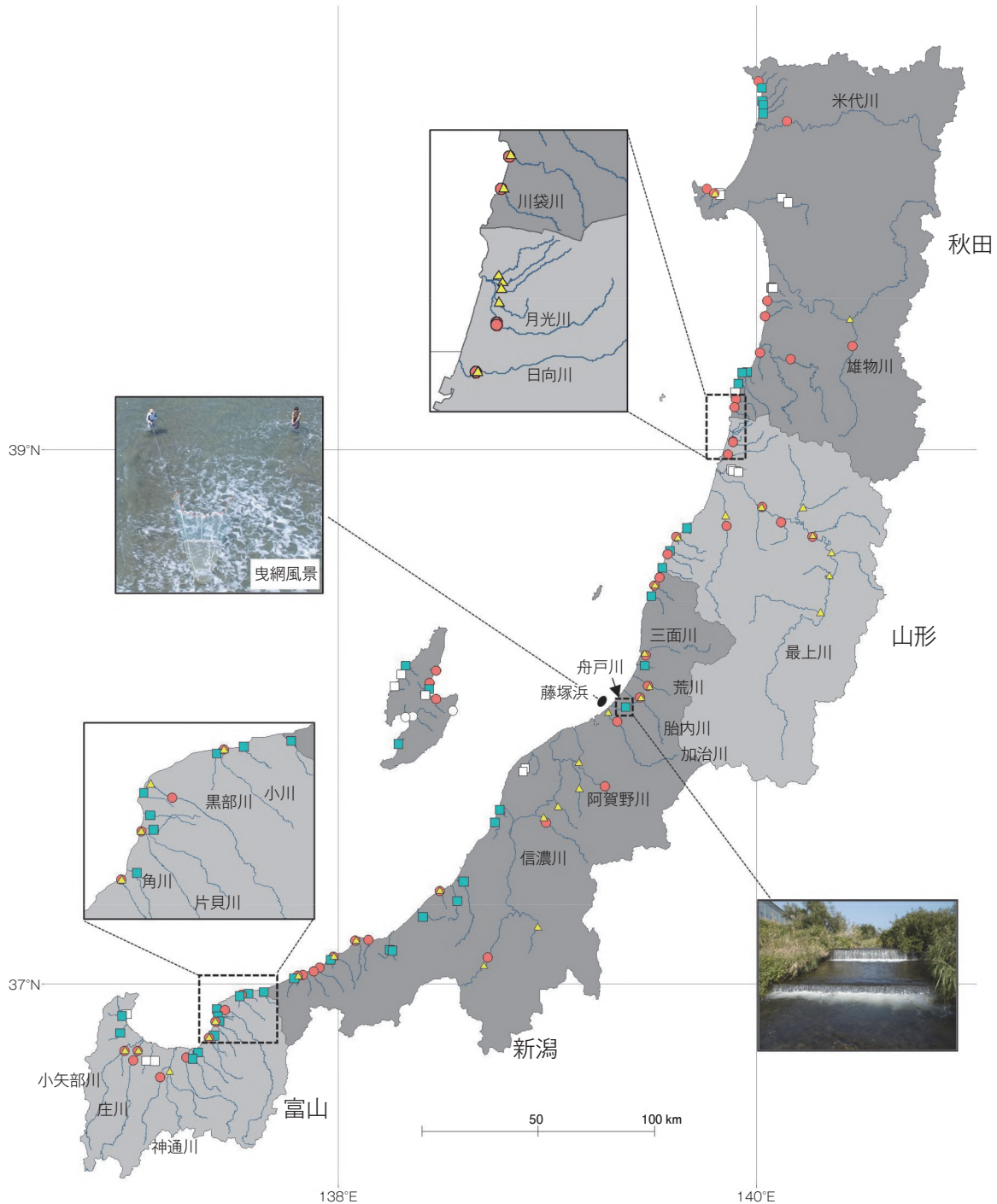


図2. サケ産卵床数を目視調査した河川 (2015~2016年)。丸は放流河川, 四角は非放流河川の調査場所, 色付きは産卵床を確認, 白抜きは確認出来なかったこと, 黄色三角はウライ設置場所を示す (Iida et al. 2018のFig. 1を改変)。

ける長さ 5 km 以上の全河川でサケの産卵床を目視確認しました (放流河川: 47, 非放流河川: 47, 図2)。ある河川に作られた産卵床数は, その河川へ遡上したサケ親魚数の指標になることから, 調査区間の産卵床密度を放流河川と非放流河川の間で比較しました。

その結果, 放流河川の 93.6% (44/47) で産卵床が確認されました (図2)。このことから, 当海域の放流河川には, 放流魚だけでなく野生魚も生息している可能性が示唆されました。北海道では,

河口付近にウライ (河川を格子状の柵で遮断することでサケの遡上を止め, 併設された捕獲槽に誘導して捕獲する施設) が設置されることが多く, 自然産卵が可能な流域は限定的と考えられるものの, 捕獲したサケ親魚のうち約3割が野生魚と推定されています (森田ら 2013)。当海域では, ウライが河口から 10 km 以上離れた場所あるいは支流に設置 (例えば, 最上川・信濃川水系, 図2参照) されることが多く, また, 捕獲河川の約3割ではサケの移動を妨げない投網や刺し網などが用

いられており (飯田 2020), サケ親魚が本流を自由に移動出来る環境が比較的多く残されています。このことを踏まえると、放流河川においてサケが産卵可能な流域は北海道に比べて広く、回帰資源に占める野生サケの割合は北海道と同様もしくはそれ以上に高いと推察されます。現に、河口から 10.8 km 上流にウライが設置される新潟県荒川 (図 2) では、ウライまでの流程で毎年多くの産卵床が観察され (飯田 未発表), 現地では回帰親魚に野生サケがある程度含まれると考えられています (荒川漁業協同組合, 私信)。

非放流河川でも 74.5% (35/47) と高い割合で産卵床が確認されました (図 2)。驚いたのは、我々の生活圏内を流れる身近な河川でも産卵が行われていたことです。例えば、富山県角川 (図 2) では大型商業施設から 100 m 以内の流程に多くの産卵床が確認されました。日本系サケは強い母川回帰性を持つことから (福澤 2016), 非放流河川で確認した産卵床はその河川で生まれたサケによって作られた可能性が高いと考えられます。今まで非放流河川における野生サケの存在は殆ど認識されていませんでしたが、実際はサケが広域的に遡上・産卵していることが初めて確かめられました。産卵床密度に放流河川 (3.5 個/1,000 m²) と非放流河川 (2.4 個/1,000 m²) の間で大差が認められませんでした (図 3)。本解析では産卵床密度の経時的・空間的な変化を考慮出来ていませんが、非放流河川におけるサケの遡上数も無視できない数に及ぶ可能性が示唆されました。自然再生産由来の加入の維持・増大に向けて、今後、放流河川のみならず非放流河川においても野生サケの保全策を講じていくことが求められます。

野生サケ稚魚はいつ海に下る？

サケの個体数は降海直後の生き残りに大きく影響を受けると考えられています (例えば, Fukuwaka and Suzuki 2002)。野生魚を保全するためには、海洋生活初期の生態を把握することが重要です。日本では、北海道の放流魚を対象とした研究に基づき、サケ稚魚の適水温帯は 7~11℃ であり、14℃ 以上の環境には殆ど生息しないと考えられてきました (入江 1990; Urawa et al. 2018)。しかし、放流魚に比べて降海サイズが小さく、北海道系群と遺伝的に異なる当海域の野生サケ稚魚の生態は殆ど分かっていませんでした。当海域において野生サケ稚魚はいつ降海するのか、著者らは海洋生活初期の基本的な生態を調べるため、産卵が毎年行われる新潟県舟戸川 (非放流河川) および舟戸川が流入する藤塚浜で調査を実施しました (図 2) (Iida et al. 2021)。

2013~2018 年 2~6 月の毎旬 1 回、藤塚浜にお

いて曳網を使ってサケ稚魚を採集しました。藤塚浜から 10 km 以内に 2 つの放流河川 (胎内川・加治川) があり、サンプルに両河川の放流魚が含まれる可能性がありました。そこで、放流魚の期待最小サイズ (尾叉長 41.2 mm) よりも小さい採集個体を便宜的に野生魚と判断しました。また、2015~2017 年 10~1 月の毎旬 1 回、舟戸川にて産卵床を定期的に目視し、産卵期間を調べました。産

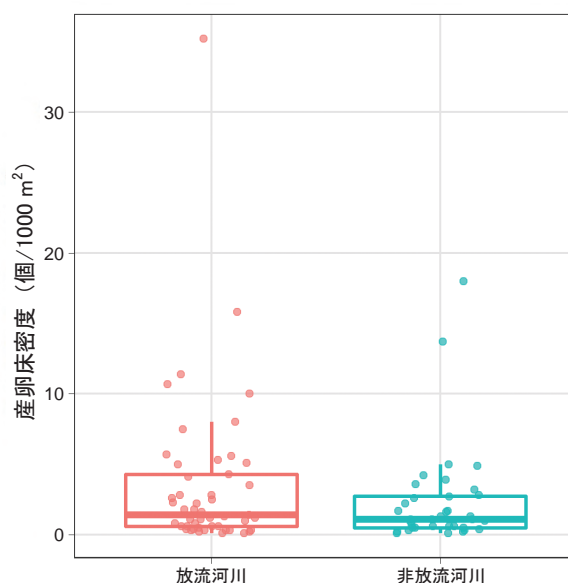


図 3. 放流河川および非放流河川におけるサケの産卵床密度。丸は観測値、箱は第 1, 第 3 四分位数、太線は中央値、バツは平均値、ひげは第 3 四分位数+1.5×四分位範囲以下である値の中で最大値、第 1 四分位数-1.5×四分位範囲以上である値の中で最小値を示す (Iida et al. 2018 の Fig. 2 を改変)。

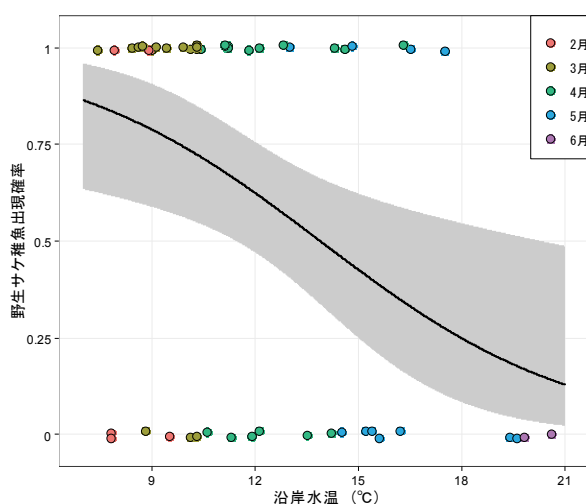


図 4. 新潟県藤塚浜における野生サケ稚魚の出現確率と沿岸水温の関係。色丸は 2013~2018 年 2~6 月の観測データ (1: 在, 0: 不在), 実線 (帯) は一般化線形モデルで予測した塩分 22 における期待値 (95% 信頼区間) を示す (Iida et al. 2021 の Fig. 4 を改変)。

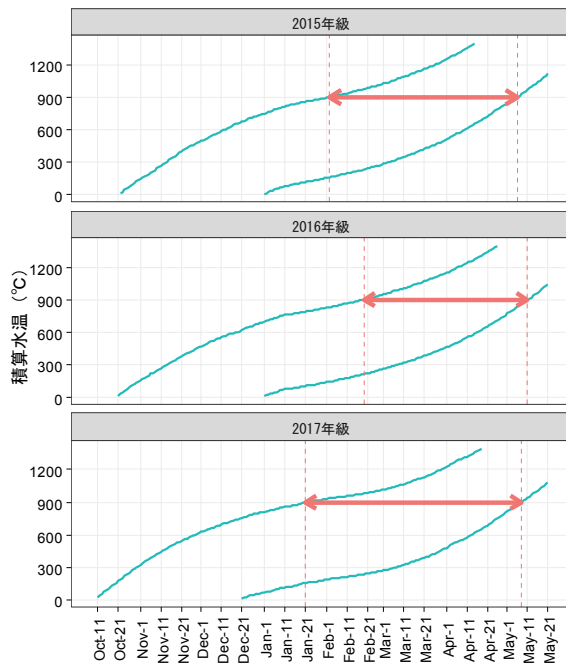


図5. 新潟県舟戸川における野生サケの産卵開始(青線左)・終了時期(青線右)を起点とした河川表層水の積算水温。矢印は積算水温(900°C)から予測される野生サケ稚魚の浮上時期を示す(Iida et al. 2021のFig. 6を改変)。

卵床の内部と河川表層水の温度に差が認められなかったため、卵・仔魚の経験水温は表層水温と等しいと仮定し、野生サケ稚魚の浮上時期を表層水の積算水温から予測しました。

野生サケ稚魚は例年2~5月に採集され、その時の沿岸水温は7.4~17.5°Cでした。当海域の野生サケ稚魚は、既往知見(14°C)に比べて3.5°Cも高い環境にも出現し、その出現確率は15°Cでも43%と高いことが分かりました(図4)。産卵床は10~12月、水温が低くて大きく変動する河床(平均水温、11~12月:9.0°C, 1~2月:4.2°C, 3~4月:8.7°C)にみられました。積算水温で予測した浮上時期は、前述したサケ稚魚の採集時期と概ね一致しました(図5)。

一般的にサケは水温が安定する湧水付近に産卵すると考えられてきましたが(Salo 1991)、舟戸川では水温が低くて大きく変動する河床で産卵が行われていました。このため、水温13°C前後で飼育される放流魚(野川 1992)に比べ、野生魚の発育は遅くなります。当海域の放流は3月までに行われますが(高橋 2015)、発育の遅い野生サケ稚魚の浮上は放流終了2ヶ月後の5月までおよぶこととなります。サケ科魚類は地域個体群ごとに異なる環境に順応した進化を遂げ(Beacham and Murray 1987)、生息する適水温・上限に地域差が存在します(Beacham and Murray 1990)。当海域はサケの分布南限にあたり(Salo 1991)、対馬暖流の影響を強く受けます。当海域の沿岸における

野生サケ稚魚は14°C以上でも高い出現確率を示しましたが(図4)、北海道など北方域の個体群に比べて高い水温環境に順応しているのかもしれませんが。当海域では春季に養浜工事が行われることが多いですが、野生サケ稚魚が完全に離岸する6月以降に実施するなど、その生態に配慮することが望まれます。

河川構造物がサケ自然産卵に与える影響

野生サケを保全するためには、産卵河川の環境を良好に保つことが重要です。しかし、日本では砂防堰堤など河川を横断する構造物(以下、河川構造物)が設置され、サケ親魚が河川構造物の上流に遡上出来ず、産卵空間が制限される場合があることが指摘されています(卜部ら 2013)。魚道の設置など、産卵環境を拡大する取り組みが求められますが、その普及には河川構造物が設置された河川におけるサケ産卵実態を把握し、河川管理機関と問題意識を共有することが必要です。そこで、著者は魚道のない河川構造物が設置された新潟県舟戸川(非放流河川、図2)においてサケ産卵床の分布を経時的に調べ、その河川構造物がサケ自然産卵に与える影響を検討しました(飯田 投稿中)。

産卵床密度は河川構造物に近づくほど急激に高まり、構造物直下の調査区間では既に産卵床が作られている場所に別の親魚が繰り返して卵を産む「重複産卵」が生じ、その掘り返しによって減耗したと推察される死卵が河床に堆積している状況が散見されました(図6)。

河川構造物の直下部に産卵場が集中することは同属種ビワマスでも観察されています(尾田 2010; 尾田・淀 2016)。産卵床密度が高まると重複産卵が生じやすくなり、その掘り返しによって物理的な衝撃を受けた卵は減耗し、卵が稚魚に育つまで



図6. 重複産卵による掘り返しによって減耗したと推察されるサケの死卵(2016年11月7日新潟県舟戸川にて撮影)。

の生残率は著しく低下してしまいます。魚道を設置するなどして、今まで未利用だった堰堤上流域が産卵場として利用可能になれば、産卵密度は緩和され、重複産卵のリスクが軽減されるかもしれません。舟戸川以外のサケ自然産卵河川においても、河川構造物等の影響によって産卵密度が過多になっていないかなど産卵実態を確認し、その対応を個別に検討していく必要があります。

結びに

当海域におけるふ化放流事業は1970年代より本格的に行われ、以来、一貫してサケ資源の維持に貢献してきました。経営的な課題を抱える今、野生魚の保全に着手することが必要と著者は考えますが、それは当海域におけるサケ増殖事業の大きな転換になります。野生魚を効果的に保全しようとした場合、上述した魚道の設置以外にも、産卵に適した大きさの礫を入れ替える河床環境の修復 (Jonsson and Jonsson 2011; Merz and Setka 2004)、冬季 (渇水期) に行われることが多い河川工事を野生サケの生息期間と重複させない配慮など、様々な対策が望まれます。このように、野生魚の保全にも少なくないコストを要することが想定されますが、当然ながらその金額・労力は保全活動の規模に依存します。水産資源には増殖事業、漁業、加工流通から消費に至るまで様々な人々が関わっており、現代の資源管理においては、それら多様な利害関係者を包括しながら意思決定を行うことが重要視されています (半沢ら 2021)。しかし、当海域においては、サケ資源管理の展望を内水面漁業協同組合および海面漁業団体を主体とする利害関係者が集まって検討する機会は多くないように思われます。海面漁業団体が期待する漁獲量とそれを実現しうる放流数ほどの程度なのか、ふ化放流を継続するために何が必要なのか、そして、野生魚の保全をどのように推進していくのか、利害関係者の共通認識を今後醸成し、持続的なサケ資源管理に向けて一丸となって取り組む必要があると考えます。

引用文献

- Beacham, T. D. and Murray, C. B. 1987. Adaptive variation in body size, age, morphology, egg size, and developmental biology of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44, 244-261.
- Beacham, T. D. and Murray, C. B. 1990. Temperature, egg size, and development of embryos and alevins of five species of Pacific salmon: a comparative analysis. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 119, 927-945.
- Fukuwaka, M., and Suzuki, T. 2002. Early sea mortality of mark-recaptured juvenile chum salmon in open coastal waters. *J. Fish Biol.*, 60: 3-12.
- 福澤博明. 2016. サケの母川回帰精度について. *SALMON 情報*, 10: 16-19.
- 藤原正夢, 大橋 徹, 生田哲朗. 1983. 南限域における天然サケの産卵および降海回遊と水温との関係. *京都海洋センター研報*, 7: 1-8.
- 半沢祐大, 山川 卓, 亘 真吾. 2021. 資源管理における参加型モデリングへのステークホルダーの関与の可能性と課題. *日水誌*, 87: 225-242.
- Iida, M., Yoshino, K., and Katayama, S. 2018. Current status of natural spawning of chum salmon *Oncorhynchus keta* in rivers with or without hatchery stocking on the Japan Sea side of northern Honshu, Japan. *Fish. sci.*, 84: 453-459.
- 飯田真也. 2020. 本州日本海側におけるサケ河川捕獲の操業実態. *水産増殖*, 68: 301-307.
- Iida, M., Yagi, Y., and Iseki, T. 2021. Occurrence of wild chum salmon fry in the surf zone, and spawning and emergence timing in the adjacent nonstocked river in Niigata Prefecture, Japan. *Fish. sci.*, 87: 549-557.
- 飯田真也. 投稿中. 河川構造物が設置された非放流河川におけるサケ産卵床の分布. *水産増殖*.
- 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. *西海区水研報*, 68: 1-142.
- Jonsson, B., and Jonsson, N. 2011. *Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: Habitat as a Template for Life Histories.* Springer, New York. 708 pp.
- 加藤文男. 2007. 福井県河川に遡上するサケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活史. *福井市自然史博物館研報*, 54: 63-74.
- Merz, J.E., and Setka, J.D. 2004. Evaluation of a spawning habitat enhancement site for chinook salmon in a regulated California river. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 24: 397-407.
- 森田健太郎, 大熊一正. 2015. サケ: ふ化事業の陰で生き長らえてきた野生魚の存在とその保全. *魚類学雑誌*, 62: 189-195.
- 森田健太郎, 高橋 悟, 大熊一正, 永沢 亨. 2013. 人工ふ化放流河川におけるサケ野生魚の割合推定. *日水誌*, 79: 206-213.
- Nagata, M., Miyakoshi, Y., Urabe, H., Fujiwara, M., Sasaki, Y., Kasugai, K., Torao, M., Ando, D., and Kaeriyama, M. 2012. An overview of salmon enhancement and the need to manage and monitor natural spawning in Hokkaido, Japan. *Environ. Biol. Fishes*, 94: 311-323.
- NPAFC. 2020. NPAFC Statistics: Pacific Salmonid Catch and Hatchery Release Data. <https://npafc.org/>

- statistics/ (2021 年 3 月 26 日).
- 野川秀樹. 1992. 本州日本海沿岸におけるサケ増殖と資源動態. 魚と卵, 161: 29-43.
- 能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠. 1988. 水産資源学. 東京大学出版, 東京. 207 pp.
- 尾田昌紀. 2010. 琵琶湖流入河川におけるビワマスの産卵床分布. 日水誌, 76: 213-215.
- 尾田昌紀, 淀 太我. 2016. 2015 年の琵琶湖流入河川におけるビワマス産卵床の流程分布. 水産増殖, 64: 339-345.
- 坂井恵一, 甲斐嘉晃, 中坊徹次. 2011. ミトコンドリア DNA 調節領域の塩基配列に基づく石川県のサケ個体群の遺伝的変異. 日本生物地理学会会報, 66: 155-163.
- Salo, E.O. 1991. Life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). In Pacific salmon life histories. Edited by C. Groot and L. Margolis. UBE Press, British Columbia, Canada. pp. 231-309.
- 高橋昌也. 2015. 日本系サケ地域個体群におけるふ化放流の現状. 水研センター研報, 39: 49-84.
- 玉置泰司. 2021. 内水面漁協組合員の減少・高齢化とその対策. 機関誌ぜんない, 59: 18-21.
- ト部浩一, 三島啓雄, 宮腰靖之. 2013. 十勝川水系におけるサケ・サクラマスの産卵環境評価 (資料). 北海道水試研報, 84: 47-56.
- 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, Maryland, USA. pp. 161-317.

技術情報

サケ放流概況の現状と改善方向

あだち ひろやす いしだ ゆきまさ
安達 宏泰*1 石田 行正*2

はじめに

サケは北日本における重要な漁業資源であり、その殆どが人工ふ化放流によって維持されています。さけます類の人工ふ化放流の技術の革新については、捕獲、蓄養、採卵・受精、卵管理、仔魚管理、稚魚の飼育管理および放流の工程ごとに詳しく報告されており、その要点は「健苗育成」と「適期・適サイズ放流」という言葉でふ化放流事業の技術者に理解されています(小林 1988, 野川 2010, 野川・八木沢 2011, 関 2013)。

サケの来遊数はS45年頃からはほぼ順調に増加し、H8年には約8,900万尾に達しました。しかし、その後は、H12年に約4,400万尾、H16年に約7,700万尾と大きく変動し、H17年以降は減少傾向が続き、R3年には約1,927万尾にまで減少しました(外山 2022)。

近年のサケの来遊数の減少については、いくつかの要因が考えられています。海洋環境の面では、日本沿岸やオホーツク海の海水温の上昇、稚魚の被食減耗などが指摘されています(斎藤ら 2014)。

一方、ふ化放流事業に関しても、H15年の薬事法改正によって、従来の寄生虫対策を前提とした長期飼育が困難になったこと、さらに、H23年の東日本大震災によるふ化放流施設の被災や、電気料金の高騰など、社会情勢の変化に様々な影響を受けており、サケの放流概況(時期、サイズ、放流時期の海面水温)にも変化が生じていることが考えられます。

本稿では、S57年春放流群以降の放流概況について、地域別に整理し、回帰率との間に見られる関連性からその改善方向を考えてみました。

適期・適サイズ放流の考え方

サケのふ化放流事業は、「適期・適サイズ放流」の考え方に近づくことを目標に発展してきました。「適期・適サイズ放流」とは、過去に得られた知見から、「沿岸水温が5℃となる時期以降に体重1g以上で放流することを基本とし、沿岸水温が13℃に達する時期までに体重3g以上に達することが可能な時期及びサイズで放流する」ことを指します(高橋 2020)。本稿では、この考え方の基本である「沿岸水温5℃以降」、「放流サイズ1g以上」を基準と置いて、地域毎・放流年毎の放流概況を整理することとします。

海面水温の推移

実際のふ化放流事業が、この基準をどのくらい満たしていたのかを確かめるため、先ず、ウェブサイトで公表されている海面水温情報(札幌管区

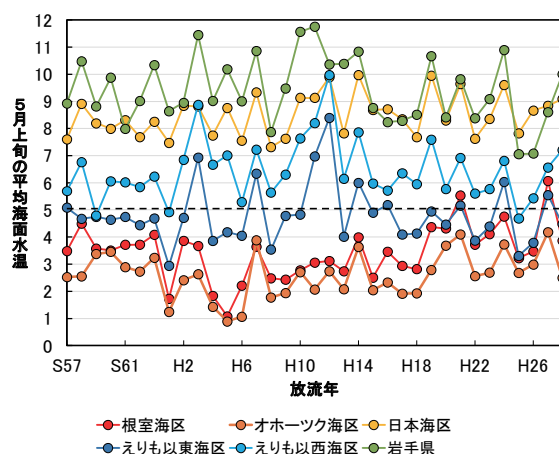


図1. 北海道5海区および岩手県における5月上旬の平均海面水温. 破線は5℃を示す。

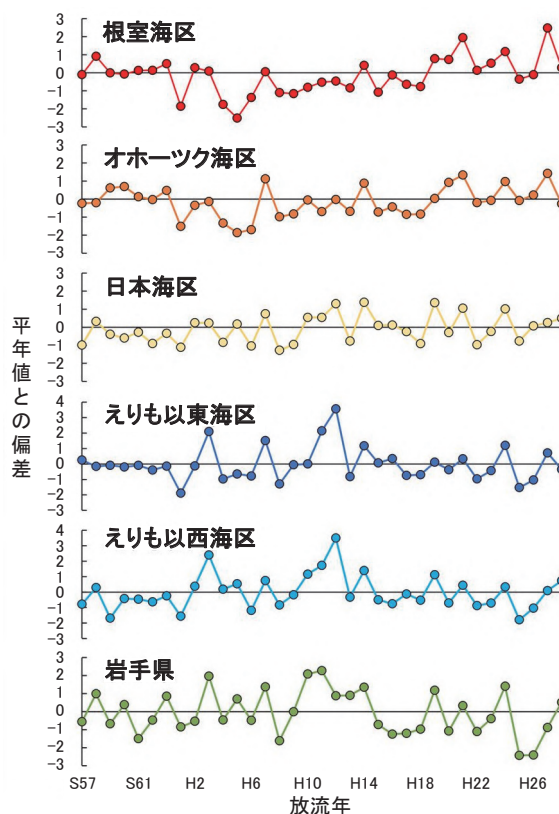


図2. 北海道5海区および岩手県における5月上旬平均海面水温の年値との偏差。

気象台 2020, 仙台管区気象台 2020)を利用して、北海道 5 海区の代表的な観測海域(根室海区:根室海峡, オホーツク海区:網走地方沿岸, 日本海区:石狩地方沿岸, えりも以東海区:十勝地方沿岸, えりも以西海区:胆振中・東部地方沿岸)および東北太平洋側のサケ主産地である岩手県(岩手県北部・南部沿岸)の春季(5月上旬)の海面水温(図1)及び平均値との偏差(図2)を示します。オホーツク海に面して隣接する根室海区とオホーツク海区の水温変動は類似しており, H1年からH18年頃までは低い年が多く, H19年以降は(特に根室海区で)高い年が多い傾向にありました。一方, 太平洋に面するえりも以東海区から岩手県にかけては, H3年からH14年頃までは高い年が多く, H25年以降は低い年が多いという違いが見られました。日本海区については, 他の海区に比べ変動が少なく, 明瞭な傾向は見られませんでした。

放流時期の推移

次にサケが放流された時期およびその時の沿岸水温について述べていきたいと思えます。ただし, サケが放流される時期は, 地域やふ化場によって2月から6月と幅広い期間にまたがりますので, 放流旬毎の放流数で重みづけして求めた放流日の平均値(以下, 「平均放流日」とします。)を放流時期の指標として用いました(図3)。大まかに見ると, 平均放流日は放流数全体の約4割を放流し終えた時期に該当していました。

オホーツク海に面する根室海区の平均放流日は, S57~H13年放流群頃までは遅くなる傾向にあり, H4~H15年放流群まではほぼ5月中旬で推移していました。しかし, 新たな寄生虫症対策が必要になったH16年放流群から5月上旬に急激に早まり, それ以降は横ばいで推移していました。

オホーツク海区では, S57~H3年放流群頃まで急速に遅くなり, その後も少しずつ遅くなり続けていました。

日本海区では, 若干の変動は見られるものの小幅な変化にとどまっていた。

太平洋岸のえりも以東海区では, S57~H11年放流群頃まで徐々に遅くなり, H16~H20年放流群まで一時的に早まりましたが, H21年放流群でH15年放流群と同時期に戻った後は大きな変化がありませんでした。えりも以西海区では, えりも以東海区と同様にH16~H20年放流群まで早まったことを除いて, S57~H26年放流群まで大きな変化がありませんでした。岩手県では, 海中飼育放流の減少に伴ってH2年放流群から急激に早まり, H24年放流群以降は遅くなる兆しは見えませんが, 依然として早い時期にありました。なお, H23

年放流群の平均放流日が極端に早くなったのは, 東日本大震災の発生によるものです。

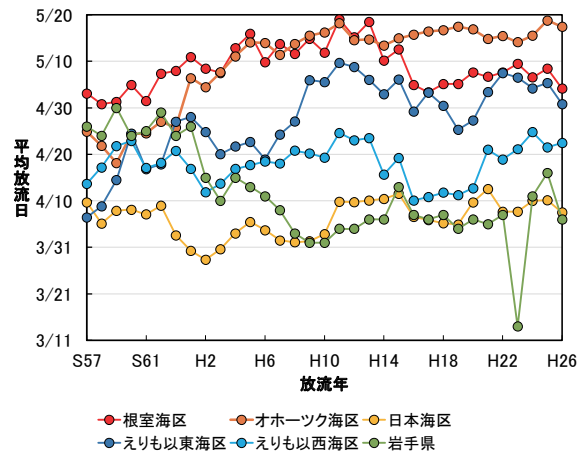


図3. 北海道5海区および岩手県におけるサケ稚魚の平均放流日。

平均放流日における海面水温の推移

平均放流日における海面水温を図4に示します。根室海区とオホーツク海区では, S57~H14年にかけて上昇し, 5°Cを超える年もありましたが, H15年以降は, 4°C前後に留まっていた。また日本海区では, 5°Cを下回る年は殆どありませんでした。

えりも以東海区とえりも以西海区では, S57~H12年放流群にかけて上昇し, 8°Cを超える年もありましたが, H13年放流群以降は5°C以下の年が多くなりました。岩手県では殆どの年で5°Cを上回っていましたが, 長期的には低下傾向にあり, H26年放流群では5°Cを下回りました。

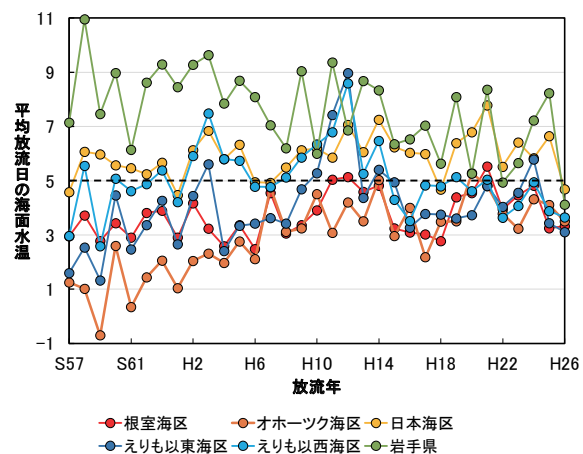


図4. 北海道5海区および岩手県におけるサケ稚魚の平均放流日の海面水温。破線は5°Cを示す。

放流体重の推移

平均放流体重（以下、「放流体重」とします）の推移を図5に示します。北海道5海区の放流体重は、昭和の末期から平成の初期にかけて顕著に大型化し、根室、えりも以東及びえりも以西海区では1gに達した年から一度も1gを下回ることがありませんでした。オホーツク及び日本海区では、H3年放流群でほぼ1gに達し、それ以降は多少の増減があるものの横ばいで推移し、オホーツク海区ではH11年放流群以降、日本海区ではH18年放流群以降、1gを下回ることがありませんでした。

一方岩手県では、海中飼育放流の減少による放流時期の早期化に伴い、H2年放流群頃から急激に小さくなり、近年は1.5gをやや下回るサイズで推移していましたが、1gを下回る群はありませんでした。以上のことから、適期・適サイズ放流の基準の一つである「体重1g以上」に関しては、平成初期以降すべての海区において概ねクリアされてきた、と言えます。

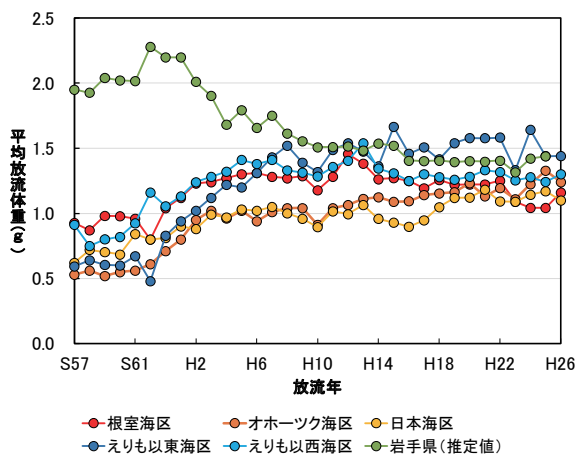


図5. 北海道5海区および岩手県におけるサケ稚魚の平均放流体重。

回帰率の推移

回帰率の推移を図6に示します。根室海区とオホーツク海区では、S57年放流群以降、ほぼ同じように上昇していきましたが、H17年放流群以降、根室海区が大きく落ち込んでいるのに対して、オホーツク海区は少なくともH22年放流群までは高い値が維持されていました。先に述べたとおり、この2海区はオホーツク海に面して隣接しており、海面水温の変動傾向は類似していましたが、根室海区ではH16年放流群から放流時期が急激に早まり、近年では放流体重も小さくなる傾向が見られるのに対し、オホーツク海区ではそれが見られていません。このことが、回帰率に差が生じた要因である可能性があります。

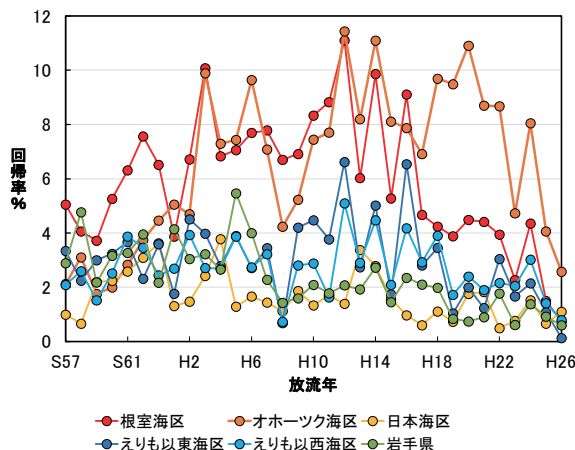


図6. 北海道5海区および岩手県におけるサケの回帰率。

日本海区の回帰率には、一定の方向性が見られず、H14年放流群までは、この海区としては回帰率が高い放流群がしばしば現れましたが、H16年放流群以降は低い値で推移しました。

えりも以東・以西海区と岩手県の回帰率は、S57～H7年放流群まではよく似た変動をしていましたが、H8年放流群で全ての海区（地域）で大きく落ち込んだ後、えりも以東・以西海区では大きく増加したのに対して、岩手県では回復せず、H19年放流群以降は、えりも以東・以西海区でも大きく落ち込みました。

平均放流日の海面水温と回帰率の関係

適期・適サイズ放流の考え方に照らし合わせると、基準の一つである「体重1g」に関しては前述のとおり概ねクリアされていました。一方、もう一つの基準と置いた「沿岸水温が5℃となる時期以降」に関しては、海洋環境の変動に左右される面があるものの、十分に達成されてきたとは言いがたいように思えます。ちなみに、平均放流日の海面水温と回帰率の間には、オホーツク海区、えりも以東海区、えりも以西海区および岩手県で、全期間を通じて正の相関が認められました（オホーツク海区： $r=0.639^{***}$, $p<0.001$, えりも以東海区： $r=0.387^*$, $p<0.05$, えりも以西海区： $r=0.448^{**}$, $p<0.01$, 岩手県： $r=0.527^{**}$, $p<0.01$ ）。根室海区では、全期間を通しての相関は認められませんでした。日本海区では、相関が認められませんでした（ $r=0.079$, $p=0.66$ ）（図7）。

このように、多くの海区において、平均放流日の海面水温が高いほど回帰率が高くなる傾向が認められたことから、海面水温を見据えて放流を行うことが重要であることが改めてうかがえまし

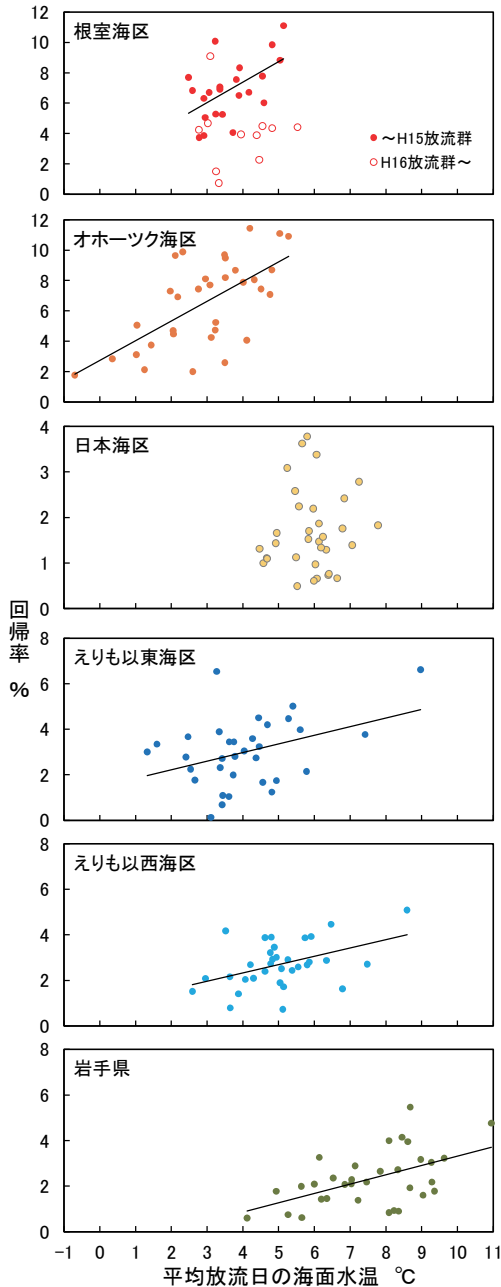


図7. 北海道5海区および岩手県における平均放流日の海面水温と回帰率との関係。

た。先に述べたとおり、平均放流日までに放流数全体の4割強が放流されているとすれば、仮に平均放流日の海面水温が5°Cだったとしても、この4割強は「適期」外の時期に放流されていることになり、「適期」の放流数は全体の6割弱に留まっていることとなります。日本海区と岩手県を除いた4海区の放流群132例のうち105例は、5°Cにすら達していませんので、「適期放流」は、完成どころか、H10年代半ば以降は足踏み状態、または後退していると考えられるべきでしょう。

飼育用水量の推移

「放流適期での放流をできるだけ多くする」ためには、その時期まで多くの稚魚を放流せずに飼育しておく必要があり、そのためには飼育のための池と、飼育量に見合った水（稚魚1kg当り1L/分、北海道さけ・ますふ化場1996）が必要です。そこで、過去の情報が把握可能な北海道における飼育用水量の推移を、同年の稚魚生産量および回帰率と併せて示しました（図8）。

200海里問題への対応が国家的急務となり、ふ化放流施設の整備事業が盛んに行われた昭和50年代から平成初期にかけて、飼育用水量はS53年の430m³/分から15年後のH5年には560m³/分増の990m³/分に増大し、それに伴って、稚魚放流量も420tから1,160tに増大しました。しかし、時を同じくして回帰率が急激な上昇傾向に入ったことは、行政機関や水産業界のみならず、ふ化放流事業に携わる当事者にさえ「ふ化放流技術は完成した。」という認識を植え付けるのに十分だったようです。その後、公費補助が徐々に減額されたこともあり、H5年から25年後のH30年の飼育用水量は、460m³/分増の1,450m³/分に留まり、稚魚放流量は1,300t前後の横ばい状態で推移しました。

稚魚放流量および量が急速に増大したことによって、注水量不足や過密飼育に起因する細菌性鰓病が多発していた平成初期の頃（H5年の飼育用水量：稚魚放流量＝1：1.18）と比べると、近年は飼育用水量の余裕が増した（H30年の飼育用水量：稚魚放流量＝1：0.86）と思われるかも知れません。しかし、寄生虫対策に細心の注意を払わなければならない状態が続いていますので、稚魚放流量が飼育用水量を大きく上回るような種卵確保計画や稚魚飼育計画を立てることは避けるべきでしょう。

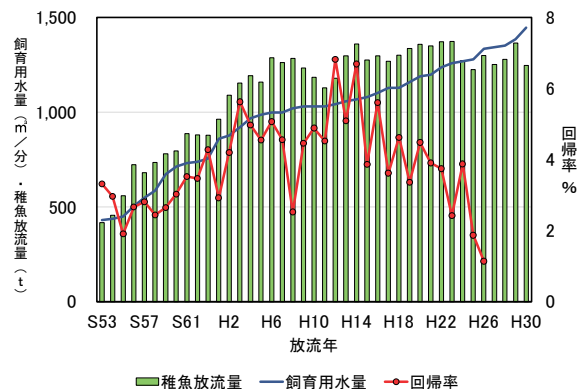


図8. 北海道における飼育用水量、稚魚放流量および回帰率の推移。

おわりに

近年、地球温暖化の影響なのか、冬から春の海面水温が低下する一方、春から夏の沿岸水温が上昇するなど、海洋環境の極端な変動が目立ちます。根室海区やオホーツク海区のように、放流時期の沿岸水温が上昇してサケ稚魚の適温に近づいているにもかかわらず回帰率が低下するなど、従来は見られなかった現象も起きていますので、今後、新たな対策が必要になることも考えられます。

人間には、海洋環境をコントロールすることはできませんが、①時期別種卵確保の重点を中・後期に移す、②適正な飼育量を維持しながら、放流終期を現状より遅くする、③井戸の機能回復工事によって飼育用水を増量する、などの対策によって、回帰率の向上、少なくとも低下を抑えることは期待できると思いますので、一つ一つの地道な取り組みを大切にしてほしいと思います。また、本稿では過去に得られた知見を元に5℃になる時期を適期の基準として議論を進めましたが、沿岸水温は地域によって異なるので、それぞれの地域の条件に合った適期を見定める必要もあるでしょう。

本稿を取りまとめるにあたって用いたデータは、北海道および岩手県のさけます増殖団体、漁業協同組合、行政機関および試験研究機関の長年にわたるご理解とご協力のもとに収集されたものです。また、広島大学名誉教授長澤和也氏には、本稿の元となった資料の作成に際して貴重なご助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

引用文献

- 北海道さけ・ますふ化場. 1996. 稚魚の管理. さけ・ますふ化事業実施マニュアル, pp. 46-55.
- 小林哲夫. 1988. 漁業と増殖. 「日本のサケマス-その生物学と増殖事業」(久保達郎編), たくぎん総合研究所, 札幌. pp.230-246.
- 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・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: 67-89.
- 斎藤寿彦・東屋知範・佐藤俊平・岡本康孝・佐々木 系・高橋史久・渡邊久爾・森田健太郎・安達宏泰・高橋昌也・飯田真也・井関智明・八木佑太・羽賀正人・阿部邦夫・栗林 誠・坂本 準. 2014. さけます資源の現状: 想定される減少要因と今後の対応. SALMON 情報, 8: 32-37.
- 札幌管区气象台. 2020. 沿岸域の海面水温情報(北海道). URL:<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/kaiyou/engan/data/engandata.html>, (参照 2020-04-07).
- 関 二郎. 2013. さけます類の人工孵化放流に関する技術小史(放流編). 水産技術, 6: 69-82.
- 仙台管区气象台. 2020. 沿岸域の海面水温情報(東北周辺). URL:<https://www.jma-net.go.jp/sendai/wadai/umi/engan.html>, (参照 2020-04-07).
- 外山義典. 2022. 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖. SALMON 情報, 16: 35-36.
- 高橋昌也. 2020. 北海道におけるサケ稚魚の放流パターン及び回帰率の変遷~40年間を俯瞰して~. SALMON 情報, 14: 21-24.

技術情報

互いの特性を生かしたふ化場間の連携事例

～新潟県での取り組み～

ごうだ ゆきはる かばさわ ひでゆき はが まさと
江田 幸玄*1・柁澤 秀行*2・羽賀 正人*3

はじめに

さけますのふ化や飼育を行う増殖施設（以下、ふ化場）は、全国に約 240 カ所あり、このうち新潟県内には 22 カ所のふ化場があります。

新潟県では、内水面の漁業協同組合や生産組合などがふ化場の運営主体となっていますが、近年は組合員の減少と高齢化による人員不足や収益の悪化が運営に影響を与えています。そのため、新潟県では行政（農林水産部水産課）、試験研究機関（内水面水産試験場）、業界団体（県さけます増殖協会）が連携し、サケの増殖事業の持続化に向けた取り組みを進めています。

水研機構さけます部門は、さけます類の資源を維持する為に重要な河川においてふ化放流を実施すると共に、北海道や本州の民間ふ化場に対して、道県の行政や試験研究機関と連携し、地域の事情や各増殖団体の意向に沿った技術普及を行っています。今回は、水研機構と新潟県、業界団体が連携し、新潟県の南西部に位置する糸魚川市の 2 つのふ化場において取り組んだ、「互いの特性を生かした連携」の事例を紹介します。

取り組みの背景

今回取り組みを行ったふ化場は、能生内水面漁業協同組合（以下、能生漁協）が運営する「能生ふ化場」及び糸魚川内水面漁業協同組合（以下、糸魚川漁協）が運営する「姫川ふ化場」です（図 1）。両ふ化場は約 15 km 離れており、水系も違うことから、それぞれ異なる特性を持っています（表 1）。

まず採卵用親魚についてみると、能生漁協では能生川にウライ（やな）を設置し、10 月下旬から 12 月上旬にかけて親魚を捕獲しており、捕獲の盛期は 11 月中旬から下旬です。2016 年から 2020 年の 5 か年平均捕獲数は年間約 5 千尾の実績があり



図 1. 位置図.

ます。一方、糸魚川漁協では、姫川、早川および海川の 3 河川において、10 月上旬から 11 月下旬にかけて投網や被せ網（図 2）で親魚を捕獲しています。2016 年から 2020 年の 5 か年平均捕獲数は年間約 1 千尾程です。糸魚川漁協の 3 河川では 10 月下旬に捕獲の盛期を迎えます（図 3）。

次にふ化場の管理条件を比べると、能生ふ化場では飼育用水が沢水のため、積雪や外気温の影響により飼育水温が大幅に低下し、稚魚の成長が遅くなる傾向にあります。それに対し、姫川ふ化場では、飼育用水に地下水を用いているため、期間を通じて水温の変動が少なく、稚魚の成長が安定しています。つまり、姫川ふ化場は、サケ稚魚生産においてより有利な特性を多く持つふ化場と言えます。

これらの特性を生かし、今後も効率よく両組合がふ化放流事業を継続できるように、2020 年 9 月に新潟県内水面水産試験場の主導で協議を行い、二つのふ化場の長所を活かした効率的な稚魚生産に向け連携して取り組むことを確認しました。具体的には、サケは概ね採卵された時期をめぐって河川に帰ってくるという知見（高橋 2013）から、

表 1. 両漁協の特性.

	捕獲河川	捕獲方法	捕獲時期	捕獲盛期	平均捕獲数	ふ化場	用水種類	水温変動
能生漁協	能生川	ウライ	10/下~12/上	11/中~11/下	5千尾	能生	沢水	大
糸魚川漁協	姫川・早川・海川	投網・被せ網	10/上~11/下	10/下	1千尾	姫川	地下水	小

*1 水産資源研究所さけます部門 資源増殖部 根室さけます事業所 *2 新潟県内水面試験場 資源課

*3 水産資源研究所さけます部門 資源増殖部 技術課



図 2. 被せ網（夜間に浅瀬に定位するサケに網を被せ捕獲する漁法）.

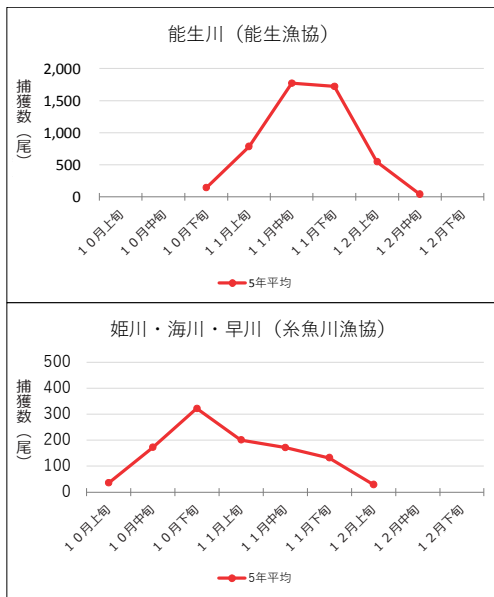


図 3. 能生漁協と糸魚川漁協の旬別河川捕獲数の推移.

能生川で採卵された 11 月の受精卵の一部を姫川ふ化場へ収容し、生産した稚魚を両組合に分配することとしました。これにより、糸魚川漁協では 11 月のサケ回帰資源造成が、また能生漁協では遅い採卵群の大型サイズでの適期内放流が期待されます。この取組に対し、水研機構は技術的な側面からの支援を行いました。

連携の概要と結果

能生川で 11 月 10 日～24 日に採卵したサケ卵約 615 千粒を、採卵直後に姫川ふ化場まで運搬し収容しました（図 4,5,6）。一般的には採卵直後、卵を媒精した直後に水槽に入れ、吸水させた後に運搬します。しかし能生の採卵場では吸水に適した水の確保が難しいため、採卵・媒精した卵を接水・吸水せず、ふ化場まで運搬することになりました。この方法は、採卵場とふ化場の距離が近い場合には問題はありませんが、今回は 15km 離れた姫川ふ化場まで卵を運ぶため、通常よりも媒精

から接水・吸水までの時間が多くかかることとなります。そのため、輸送時間の延長による影響の有無を確認しました。

媒精卵の温度を低く保つことが発眼率の低下防止に繋がるため（高橋ら 2010）、輸送時には保冷剤を入れた容器を用い、卵温を 10℃に保って運搬しました。能生川の採卵場から姫川ふ化場までの輸送時間は、高速道路を利用した場合で 25 分ほどでした。卵は到着後直ちに接水・吸水し、ふ化槽へ収容しました。輸送は述べ 5 回行いましたが、心配された発眼率は 87.7～90.0%、ふ化率は 86.8～89.0%で（表 2）、新潟県の中越地区から通常の方法で輸送された発眼卵のふ化率と比べても大きな差は見られませんでした。ただし、姫川ふ化場の水温が 13℃前後と高いため、輸送中の卵温との温度差については注意が必要でした。受精直後卵をふ化槽に収容する際には、急激な水温差を与えないよう、事前にふ化用水を少しずつ静かに卵に注ぐなどの方法で、卵温をふ化用水に近づけてから収容します。今回もふ化場に到着後、まずビニル袋ごとふ化用水に漬けることで水温差を極力少なくするよう配慮しました。

こうして輸送された卵を元に、姫川ふ化場で約 532 千尾のサケ稚魚を生産し、196 千尾を能生漁協の河川に、残りを糸魚川漁協の河川に放流しま



図 4. 能生川での採卵風景.



図 5. 無吸水卵の媒性～積み込みまでの作業.



図 6. 姫川ふ化場での接水作業.

した。放流時(3月7日)の魚体重は0.907gでした。ほぼ同時期に採卵し(11月10日~12月1日),そのまま能生ふ化場で飼育を行った稚魚は,3月下旬~4月上旬に体重0.851~0.972gで放流されました(表3)。能生ふ化場では,姫川ふ化場に卵を移植したことで飼育能力に余裕が生まれて好環境になり飼育密度が緩和されました。

まとめ

今回の連携により,糸魚川漁協では後期群からまとまった種卵確保が出来るようになり,能生漁協では後期群の大型サイズ稚魚を確保出来るようになりました。このような取り組みを開始し,継続していくためには,まずは簡単に,且つ費用のかからない方法をとることが重要です。また,こうした連携を通してお互いの増殖事業に対する相互理解が深まることにより,技術の向上などの様々な相乗効果も期待できます。

サケの一生の中で,人の手を加えられる期間はわずかです。サケにとっても,人にとっても,この期間のより良い環境が保たれることを視野に,資源の安定的な利用に向けて取り組みが繋がるよ

うに進めていきたいと考えています。関係する増殖団体は,県の試験研究機関や水研機構が行う技術普及を利用し,ふ化放流事業の持続のため,今後の事業のあり方を相談し検討して頂きたいと思えます。

今回の取り組みにあたり,能生内水面漁業協同組合 斎藤組合長,丸山副組合長,糸魚川内水面漁業協同組合 永野組合長,水嶋前副組合長,楠田前副組合長,松澤副組合長他漁協の方々から,多大なご協力を賜るとともに,地域のサケ事業存続への思いをお聞きすることができました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

引用文献

- 高橋 悟. 2013. サケの採卵時期の違いによる親魚の回帰時期と回帰年齢. SALMON 情報, No.7: 16-18.
- 高橋 悟・戸叶 恒・高橋史久・伴 真俊. 2010. 人工授精作業におけるサケ親魚や精子・卵の放置時間が仔魚の浮上率に与える影響. 水産技術, 2-2: 91-98.

表2. 姫川ふ化場への移入卵管理結果

採卵河川	採卵日	収容卵数(尾)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)	ふ化数(尾)	ふ化率(%)	備考
能生川	11/10	137,569	121,547	88	120,207	87	
能生川	11/15	63,443	57,082	90	56,453	89	媒精後無吸水で移送
能生川	11/18	209,423	183,720	88	181,697	87	
能生川	11/24	204,387	182,870	89	180,862	88	
	合計	614,822	545,219	89	539,219	88	
	11/12	125,000	114,000	91	112,800	90	
中越地区の河川	12/1~12/4	277,000	249,000	90	245,000	88	発眼卵で移送
	合計	402,000	363,000	90	357,800	89	

表3. 能生漁協と糸魚川漁協の放流実施状況. 網掛けの部分が今回取組を行った群.

放流実施漁協	採卵河川	収容ふ化場	採卵期間	放流日	放流数(尾)	放流体重(g)
能生	能生川	能生	11月10日~12月1日	3月30日	757,610	0.972
能生	能生川	能生	11月10日~12月1日	4月10日	299,845	0.851
能生	能生川	姫川	11月10日~11月24日	3月7日	196,000	0.907
糸魚川	能生川	姫川	11月10日~11月24日	3月7日	355,880	0.907
糸魚川	早川・姫川	姫川	10月14日~11月25日	2月14日	212,479	1.536
糸魚川	早川・姫川	姫川	10月14日~11月25日	2月21日	389,032	1.28
糸魚川	早川・姫川	姫川	10月14日~11月25日	3月4日	7,000	0.907
糸魚川	早川・姫川	姫川	10月14日~11月25日	3月7日	328,880	0.907
糸魚川	早川・姫川	姫川	10月14日~11月25日	3月14日	243,650	-

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 3 年 11 月 15 日から 11 月 19 日までの間、「令和 3 年度さけます関係研究開発推進会議」（以下、推進会議）をメール会議の形式で開催し、水産庁、11 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 17 機関 55 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、さけます類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。例年であれば札幌に集って会議を行うところですが、昨年来の新型コロナウイルス蔓延の影響で、今年度も昨年に引き続きメール会議形式での開催となりました。

主催者である水産資源研究所 田中所長の挨拶が資料として配付された後、水産資源研究所さけます部門 藤井部門長の開会ならびに開催方法について説明するメールを皮切りに、議事に入りました。

サケ資源状況

当機構から、日本系サケの資源状況ならびにその資源変動に関係すると考えられる環境要因に関する資料が配布されました。資料では、ここ数年北太平洋のいずれの海域においてもサケの漁獲量が減少傾向にあること、2020 年漁期の来遊数は日本海側では前年を上回ったものの、太平洋側では 2019 年に引き続き 2 年連続で近年の最低水準に留まったことが報告されました（図 1）。また、今年度（2021 年 10 月 20 日現在）のサケ来遊状況については、北海道日本海側で前年同期を上回っていることから日本全体としては前年同期並みの来遊量を保っているものの、北海道太平洋では前年を下回り、更に本州では太平洋、日本海共に前年を大きく下回るなど、地域により来遊状況に大きな格差が生じていることが示されました。

続いて、来遊数の変動と環境要因との関係について考察した既往知見が、その案が提示された当時の海洋環境の特徴と共に時系列で紹介されました。かつてはサケの稚魚が降海し沿岸域に生息する春から初夏の沿岸水温が暖かければ高生残となり、結果として親魚も高来遊になると考えられていました。しかし、2016 年以降は降海時期の沿岸水温が暖かかったからといって必ずしもその時降

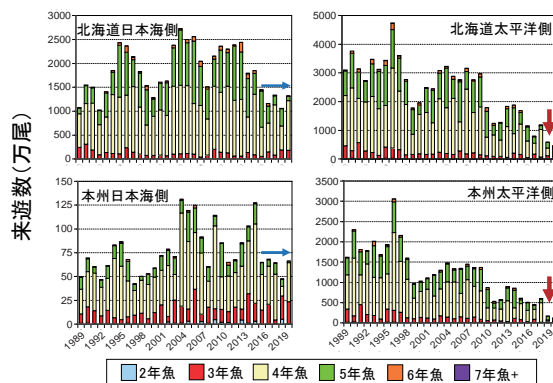


図 1. 2020 年までの年別地域別年齢別来遊数の推移。

海した年級群の来遊が良いとは限らなくなったことが示されました。また 2016 年以降、春季の親潮の勢力が弱い年が観測される一方で、逆に対馬暖流（津軽暖流）は強勢化の傾向にあることが報告されました。さらに、これらの海流の相対的な勢力と三陸海域におけるサケの回帰率との間に相関が認められたとする研究が紹介されました。なお、本年 2021 年のサケ稚魚降海時期の日本周辺水域における親潮ならびに対馬暖流の勢力については、親潮は平年並みからやや強めであり、2020 年のように極めて弱い状態とは異なっていた一方で、対馬暖流は平年よりやや強めで推移していたことが示されました（図 2）。

この親潮と対馬暖流の相対的な勢力と、その年に降海したサケの回帰率との間に相関があるとする仮説については、会議の参加者から、「現在沿岸水温で資源の減少を説明するのが不可能な状況であることには共感するものの、それに代わって水塊によって来遊の不調を説明しようとする考え方は、多少ニュアンスが異なるとはいえ、沿岸水温の高低でみていた考え方とほぼ同じではないか？ またサケ稚魚が減耗してしまう要因として、どのようなメカニズム（仮説）が考えられるか？」という質問が寄せられました。この質問に対して、当機構水産資源研究所さけます部門から、「水産庁「不漁問題に関する検討会とりまとめ」（令和 3 年 6 月）に示された諸仮説の一つとして親潮と津軽海峡を抜ける対馬暖流それぞれの挙動の変化が太平洋側におけるサケ稚魚の減耗に繋がる可能性が挙げられていること、但しメカニズムはまだ仮説の段階であること」が追加説明されました。

資料では、近年のサケ来遊におけるトピックと

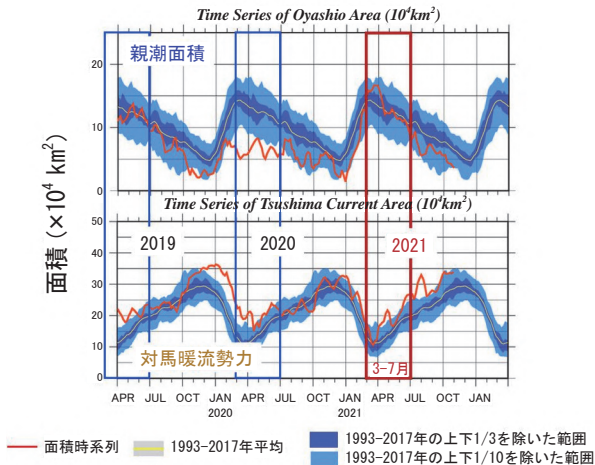


図2. 2019年から2021年に掛けての親潮及び対馬暖流の勢力の推移（気象庁2021を改変）. 枠囲み部分はサケ稚魚の降海時期に当たる3～7月を示す.

して、サケの回帰年齢が近年若齢化傾向にあることも紹介されました（図3）。地域によって違いはあるものの、2000年代以前は年級毎の平均回帰年齢は4～4.5歳で推移していました。ところが、2007年級群あたりから平均回帰年齢は徐々に低下し始め、現在は本州日本海では4歳を下回る平均年齢で、それ以外の海域では4歳を僅かに上回る程度まで若齢化していることが示されました。この回帰魚の若齢化の理由ならびにそれが増殖事業に与える意味についても議論があり、当機構水産資源研究所さけます部門より、「近年来遊尾数が減少傾向にあり、かつ来遊する親魚に含まれる5年魚などの高齢の魚が少なくなったことから、平均回帰年齢の若齢化が生じていると考えられるが、現段階では若齢化のメカニズムは不明であり、他国の情報等も含めて検討することが必要である。この若齢化がサケ増殖事業に対して今後与え得る影響として、シブリング法による来遊予測において実際よりも多く推定してしまう可能性、種卵確保や子の質に影響を及ぼす可能性が考えられる」旨の回答がありました。

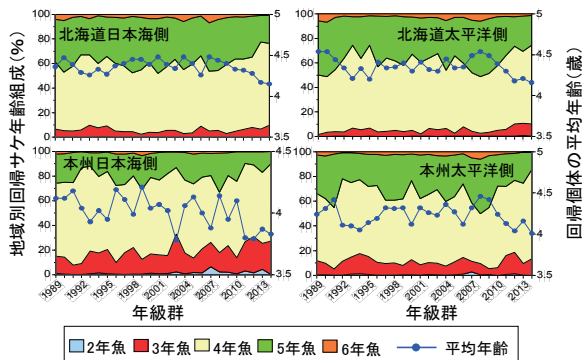


図3. 海域別サケ平均回帰年齢の推移.

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3年度さけます関連研究開発課題について、今年度実施概要ならびに次年度の計画概要計41件が、一覧表として配付され、紹介されました。なおこれらの課題は、さけ・ます関係研究開発推進会議に限らず、さけます類に関する課題として各ブロックならびに分野別研究開発推進会議に提出された課題の全てを含みます。

こちらの議題については、会議期間中の質疑等は特にありませんでした。

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く進めるために、推進会議の下に設置された専門の会議です。推進会議からは「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、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」が付託されています。

一昨年までは、本分科会は推進会議の前日に開催されておりましたが、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、昨年度より実会議ではない形式での開催を行っております（昨年度はメール会議）。今年度は11月5日にオンライン会議形式により開催され、7県の試験研究機関、1民間企業（特別講演）、水産庁（オブザーバ）ならびに当機構より計42名が参加しました。

最初の議題として、(株)北海道技術コンサルタントの渡辺恵三氏より「魚にやさしい川づくり」というタイトルで、河川環境保全に関する特別講演を頂きました。水害を防ぎながら、かつ環境を保全するような河川的设计や、産卵環境の保全・改善の為の取り組み、更に市民を対象とした啓蒙活動等が紹介され、その後活発な質疑・意見交換が行われました。

続いて、サクラマス資源研究の推進状況の報告と情報交換として、秋田県水産振興センターの佐藤正人氏と水産資源研究所さけます部門の水本寛基氏より話題提供がありました。1題目の「サクラマスの遡上範囲拡大を目的とした簡易魚道の開発（秋田水振セ 佐藤氏）」では、秋田県の米代川支流でサクラマスが遡上不能な河川工作物に対して、サクラマスが産卵遡上する9月下旬から10月中旬に期間を限定し、ブルーシート、木製パネル・木製コンテナ、鉄パイプで作製した簡易魚道を設置することで、その魚道を使って成熟したサクラマス（降海型、河川残留型双方）やその他魚

類, 甲殻類が上流域に遡上することが確認された結果が紹介されるとともに, 簡易魚道の設置による遡上可能距離の増加と課題について考察されました。また「環境 DNA 技術の応用可能性について (水産資源研さけます部門 水本氏)」では, 近年注目されている環境 DNA を用いた調査研究の方法ならびにこの技術の得手 (在/不在, 生物量推定等)・不得手 (「存在しない」ことを示すことの困難さ, 混入に対する弱さ等) について紹介がありました。

その後, 主にサクラマス資源研究を進める上での問題点の抽出と対応策の検討, ならびにサクラマス資源に関する新規プロジェクト研究や共同研究の検討について課題を設けておりましたが, 本年度については特に意見はありませんでした。

また, さけます関係研究推進会議からの付託事項への対応については, 本会議までにサクラマス資源研究に関する要望や提案は特にありませんでした。

2000 年以降の日本におけるサクラマス漁獲量は, 年変動は大きいものの, 中位・横ばいの資源水準を維持しているとされています (長谷川ら 2021)。一方で, 地域によっては現在も漁獲量が減少傾向にあることから, サクラマス資源に関する調査・研究を継続して実施することは重要です。そのためには, 今後も各地域の試験研究機関が力を合わせ, サクラマスの資源回復や適切な資源管理に資する取り組みを更に進めていく必要があります。

研究開発ニーズへの対応

令和 3 年度については, さけます関係研究開発推進会議に対する新たな研究開発ニーズの報告はありませんでした。令和 2 年度に報告された研究ニーズ 2 件について, その進捗状況についての報告が資料を用いて行われました。

この中で, 令和 2 年度研究開発ニーズに関する進捗状況で言及されている「ふ化放流由来」と「自然産卵由来」の「融和方策」に関連して, 「融和方策を積極的に進めること」の合理性について質問がなされました。これに対して当機構水産資源研究所さけます部門より「ふ化場魚と野生魚の生態的・遺伝的な違いは科学的に多数確認されており, 融和方策の考え方に基づいた日本のサケ資源管理や増殖事業を検討すること自体は合理的であると考えており, 現在, 機構では検討に必要な基礎的な調査を進めていること, その成果や見通しが明らかになった時点で各関係研究期間機関等へ情報を提供したい」との考え方が示されました。

おわりに

メールベースでの会議のため, そのやり取りに時間を要することもあり, 実際の会議のように白熱した議論を喚起するまでには参りませんでした。しかし, サケのふ化放流を取り巻く環境において, 最近特に変わったことや現在疑問に思っていること, 今後どの様な調査研究が必要か, 等についての意見交換が行われる中で, 近年の回帰率低下の原因に関する仮説や対策についての考えが示されたほか, 餌生物だけでなく捕食者の影響評価や広域での共同調査の必要性についての指摘がありました。

現在私達はこれまで経験したことのないサケの不漁に直面しています。日本以外の海域でも同様に来遊量の減少がみられていることを考えると, 何か地球規模でのイベントがさけ・ます類資源に影響を与えているようにも思われますが, 仮説として挙げられている様々な環境要因がどの様なメカニズムでサケの生残率や来遊量に影響を与えているのかについては明らかではありません。サケの稚魚が降海し, 再び沿岸に来遊するまでの 3~4 年間については, サケの分布や生態をモニター出来る機会は極めて限定的であり, ゆえにサケ資源の生態や減耗の過程を追うことは容易ではありません。それでもなお, これらの課題に取り組むことが, 研究機関に求められていることの一つであると感じます。また種苗生産や放流技術の面からは, 以前よりも厳しい方向に変化しつつあると思われる環境条件下でも生残率を高めるためには, どの様な種苗を作成する必要があるのか, またどの様なタイミングでどこに放流するのが良いのかといった取り組みが進められております。サケ資源にとって, またそれを利用する人間にとって, 現在考えられるベストな方策は何か, 引き続き道県試験研究機関等と協力しながら試験研究や技術開発を進めて参ります。

引用文献

- 長谷川 功・佐橋玄記・福井 翔. 2021. サクラマス日本系. 令和 2 年度国際漁業資源の現況 (水産庁・水産研究・教育機構), 9pp.
- 気象庁. 2021. 親潮の面積の時系列. URL: http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaiyou/oyashio/oyashio_area.html, (参照 2021-10-29) .
- 気象庁. 2021. 対馬暖流の勢力の時系列. URL: http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaiyou/tsushima/tsushima_area.html, (参照 2021-10-29) .

会議報告

第 29 回北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC)年次会議 科学調査統計小委員会(CSRS)の概要

さいとう としひこ
齋藤 寿彦 (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」に基づいて設置された国際機関 (本部: カナダ, バンクーバー) です。北緯 33 度以北の北太平洋とその接続海域の公海を条約水域とし, 条約水域における溯河性魚類 (サケ, ギンザケ, カラフトマス, ベニザケ, マスノスケ, サクラマスおよびスチールヘッド) の系群の保存を促進することを目的としています。この条約は 1993 年 2 月に発効し, 現在の締約国はカナダ, 日本, ロシア, 米国および韓国の 5 カ国です。年 1 回各締約国の持ち回りにより年次会議が開催され, 条約水域における違法操業の取締活動や科学調査活動について協議が行われます。2020 年の年次会議は函館市で開催される予定でしたが, 新型コロナウイルス感染症の世界的流行により, 電子メール会議になりました。今年の年次会議も, 当初 2021 年 5 月に函館市で開催予定でしたが, 新型コロナウイルス感染症がひき続き猛威を振るうなか, 対面形式での年次会議開催は困難と判断され, オンライン会議とメール会議を併用した開催となりました。本稿では, 日本時間の 2021 年 5 月 11 日から 13 日に開催された科学調査統計小委員会の概要について報告します。

科学統計小委員会 (CSRS)

本委員会には, 財政運営小委員会 (Committee on Finance and Administration, F&A), 取締小委員会 (Committee on Enforcement, ENFO) および科学統計小委員会 (Committee on Scientific Research and Statistics, CSRS) という 3 つの小委員会が設置されています。CSRS は, 委員会からの付託事項に基づき①締約国が実施する調査研究活動の調整, ②系群識別などの調査方法の開発と標準化, ③データや生物標本の交換と研究者の交流, ④シンポジウムやワークショップの開催, 研究報告の出版などによる科学情報の公表, ⑤委員会に対する科学的勧告, を主な任務としています (浦和 2017)。これら様々な任務に対応するため, CSRS には科学分科会と 4 つの作業グループ (資源評価作業グループ, 標識作業グループ, 系群識別作業グループおよび国際サーモン年作業グループ) が設けられており, 役割分担しながら活動を行なっています。

2020 年の商業漁獲量と放流数

北太平洋における 2020 年の商業漁獲量は 60.7 万トン (3.2 億尾) で, 1982 年以来の最低を記録しました (図 1)。国別では, ロシアが 29.3 万ト

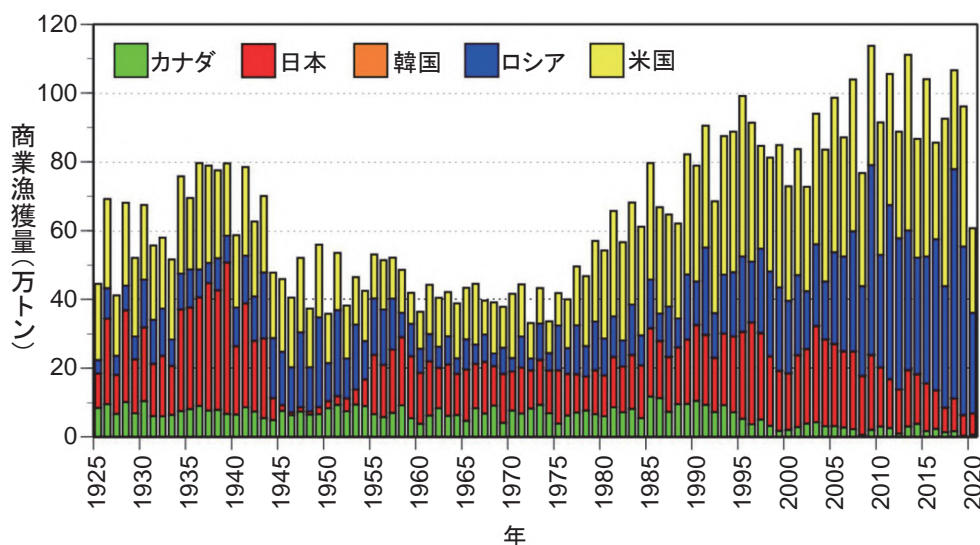


図 1. NPAFC加盟国によるさけます類の商業漁獲量(1925-2020年)。データ: NPAFC_Catch_Stat_Web_8September2021.xls。

ン（全商業漁獲量の48.2%）、米国が24.6万トン（同40.5%）、日本が6.1万トン（同10.1%）、カナダが7,100トン（同1.2%）、韓国が139トン（同1%未満）でした。カラフトマスが最も多く漁獲され（同46.0%）、サケ（同27.3%）、ベニザケ（同22.6%）、ギンザケ（同3.0%）と続き、マスノスケ、サクラマスおよびスチールヘッドの漁獲量はそれぞれ1%未満でした。

北太平洋全体の商業漁獲量を見た場合、一般に、偶数年の漁獲量は奇数年に比べて少ない傾向があります。これは、漁獲量の最も多いカラフトマスが奇数年と偶数年で比較的顕著な資源変動を示し、地域や年代にもよりますが奇数年に高豊度となることが多いためです。2020年は偶数年に相当したため奇数年の漁獲量を下回ることは想定されました。しかし、2010年から2018年までの直近5回の偶数年の平均漁獲量が91.8万トンだったことを考慮すると、2020年は偶数年の中でも減少が顕著であったといえます。

アジア側（ロシア、日本、韓国）では、カラフトマスとサケの漁獲量が卓越します。カラフトマスの漁獲量は、2018年の51.2万トンという記録的な大豊漁から2020年の17.8万トンへと大きく減少しました。一方、サケの漁獲量は2015年から減少傾向が見られ、2010年から2019年までの平均漁獲量22.3万トンに対して、2020年は13.5万トンになりました。カラフトマスの減少には特にロシア、サケの減少にはロシアおよび日本の漁獲量の減少が影響しています。北米側（米国、カナダ）では、カラフトマスとベニザケの漁獲量が卓越していますが、2013年頃から漁獲量が漸減しています。2020年の北米側の商業漁獲量は25.3万トンとなり、1977年以降で最も少なくなりました。2017年に近年（2001年以降）で最も多い漁

獲量を記録したサケ（10.1万トン）も、2020年には3.1万トンまで減少しました。このように2020年は、アジア側、北米側ともに、様々な魚種で漁獲量の減少が見られました。

NPAFC 締約5カ国から放流されるさけます類は、年間約50億尾と1990年代以降比較的安定しています（図2）。2019年に過去最高となる55.2億尾を記録した放流数は、2020年には約51億尾と例年並みの水準となりました。国別に放流数を見ると、米国が20.0億尾（総放流数の39.2%）、日本が15.9億尾（同31.2%）、ロシアが12.9億尾（同25.3%）、カナダが2.1億尾（同4.1%）、韓国が806万尾（同1%未満）であり、2019年に過去最高の放流数を記録したロシア（12.4億尾）が更に放流数を増やしています。魚種別では、サケの放流数が33.0億尾（同64.7%）と最も多く、カラフトマス12.8億尾（同25.0%）、マスノスケ2.2億尾（同4.3%）、ベニザケ1.9億尾（同3.7%）、ギンザケ8,200万尾（同1.6%）、スチールヘッド1,900万尾（同1%未満）、サクラマス1,200万尾（同1%未満）と続きます。サケの放流数は、日本が14.7億尾（44.5%）と最も多く、あとはロシアが9.8億尾（29.7%）、米国が8.0億尾（24.2%）となっています。カラフトマスの放流数は、米国（大半がアラスカ州）が8.7億尾（68.0%）と最も多く、ロシアが2.8億尾（21.9%）、日本が1.1億尾（8.6%）の順となっています。

2020年の耳石標識魚の放流状況

耳石標識には、温度標識、ドライ標識、ストロンチウム標識、蛍光標識など、様々な標識技術があります（浦和2001）。NPAFC 締約国から放流されるさけます類にも、これら様々な標識が付けら

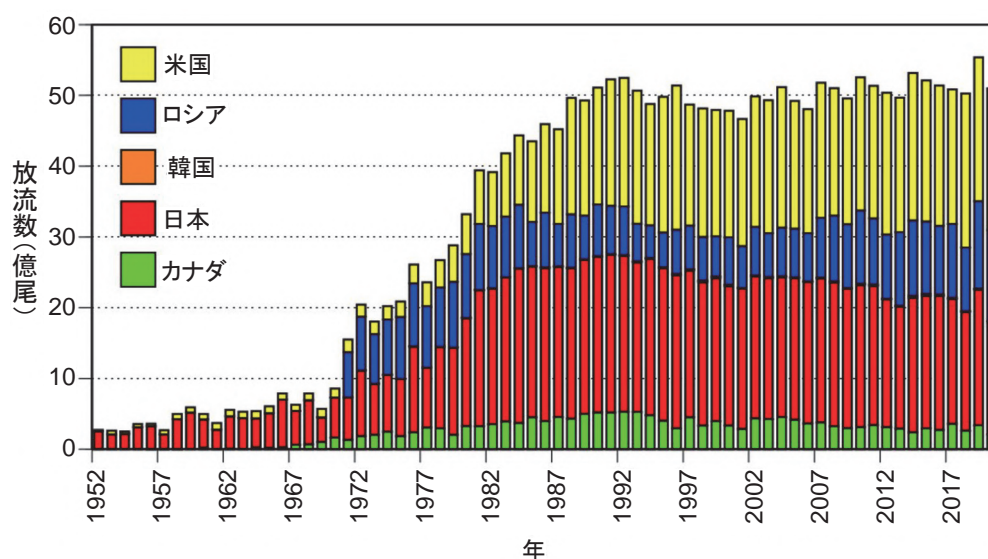


図2. NPAFC 加盟国によるさけます類の放流数(1952-2020年)。データ: NPAFC_Hatchery_Rel_Stat_Web_6August2021.xls。

れて放流が行われています。このうち温度標識が最も多くの放流に使われています。2020年に締約国から放流された耳石標識魚の放流数は26.7億尾でした。先ほど、2020年の総放流数が51億尾であったことを述べましたので、耳石標識魚の総放流数に占める割合は52.4%となり、放流魚の実に半数以上に耳石標識が付いている計算になります。国別に見ると、耳石標識魚の放流数が最も多いのは米国であり、2020年には17.4億尾が放流されました(耳石標識魚の放流総数に占める割合:65.2%)。次に多いのはロシアで5.3億尾(同19.9%)、日本は三番目に多い3.6億尾(同13.5%)でした。魚種別では、サケの耳石標識魚の放流数が13.8億尾(同51.7%)と最も多く、二番目に多いのがカラフトマスの11.5億尾(同43.1%)、三番目がベニザケの6,500万尾(同2.4%)という順番になっており、耳石標識魚の放流はサケとカラフトマスが大多数を占めています。

また、2021年の各国における耳石標識の放流状況(暫定結果)についても議論され、2021年の総放流数が30.1億尾に達する見込みであることが報告されました。このように耳石標識の放流数が増加するのに伴い、使用される温度標識のパターン数も2016年の355パターンから2021年には432パターンへと増加しています。計画段階では、2021年の温度標識パターンに締約国間で4パターンの重複が認められましたが、事前に標識計画を標識作業グループのメンバー間で情報交換することにより、同じ魚種で標識パターンが重複することのないように調整が図られました。

国際サーモン年に関する活動

国際サーモン年(International Year of the Salmon; IYS)は、さけます類やタイセイヨウサケ(あわせてサーモンと総称)と人類との関わりや未来を見定め、各国が協力して持続的な資源管理に向けた研究や技術開発を推進するため、NPAFCと北大西洋サケ保全機構(North Atlantic Salmon Conservation Organization; NASCO)が中心となり立ち上げたプロジェクトです。これまで本プロジェクトのもと、各国で様々な活動が行われてきましたが、なかでもIYSを冠した代表的なものとして2019年と2020年に実施された国際共同調査プロジェクト「International Gulf of Alaska Expedition」というアラスカ湾の冬期調査があります。2021年4月には、これら2年の冬期調査の結果をもとにサケ属魚類の冬期生態に関する会議が3日間にわ

たって開催されました。この会議の内容は、以下のウェブサイトで閲覧することが可能です

(<https://www.ohboy.ca/salmonconf2021>)。さらに国際共同調査プロジェクトの第三弾として、複数の調査船を使って北太平洋のより広範囲を調査するという大規模な冬期調査の計画についても議論されました。当初、この調査は2021年に実施が予定されていましたが、新型コロナウイルスの世界的流行により延期され、2022年の3~4月の実施に向けて計画が進行中です。さらに今年の年次会議では、ウェブ会議で開催されることになった第3回NPAFC国際サーモン年バーチャルワークショップ(日本時間2021年5月26~28日)の準備状況の最終確認や、2022年10月にバンクーバーで開催予定のIYS活動を締めくくる総合シンポジウムの準備などについても議論が行われました。

2021NPAFC賞

今年のNPAFC年次会議は日本時間の2021年5月11~21日の日程で行われ、最終日には年次会議を締めくくる全体会議が開催されました。その全体会議において、当機構さけます部門の客員研究員である浦和茂彦博士が2021年NPAFC賞を受賞しました(<https://npafc.org/npafc-award/>)。NPAFC賞は、溯河性魚類の研究、取締り、国際協力または国際管理の分野において、顕著かつ長年にわたる貢献のあった個人または団体に贈られる賞です。浦和博士は、CSRSの科学分科会において2000年から日本側メンバーとして活動され、2012~2020年には科学分科会議長としてNPAFCの科学計画の立案、様々なシンポジウムやワークショップの企画を主導されました。また、系群識別作業グループや標識作業グループといったCSRSの各種作業グループの設置や活動にも深く関わってきました。さらに2006~2010年にはNPAFC事務局の次長を務められました。浦和博士は25年以上にわたってNPAFCで活躍されており、その顕著な貢献がこのたび評価されました。

引用文献

- 浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識: 技術と応用. さけ・ます管理センターニュース. No. 7:3-11.
- 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. No. 11:20-22.

トピックス

サケ・マス採卵場における採卵廃液処理のすすめ

おおもと けんいち^{*1}, かわな もりひこ^{*2}
大本 謙一^{*1}, 川名 守彦^{*2}

はじめに

昨今、流行り病が猛威をふるう中、マスク着用、手洗い、消毒の徹底が重要な予防措置として認識され実行されています。魚類も感染症への予防措置をとることにより、病原体からの感染リスクを下げるのが重要と考えます。

採卵用親魚の中にウイルスや細菌から感染耐過した保菌魚が存在すると、最終成熟をむかえ体内に生産された体腔液に病原体が出現します(吉水 2012)。我々が行っているサケ・マスの採卵は開腹法と呼ばれ、採卵台で親魚のお腹を採卵刀で切開し卵を取り出す際に、体腔液や血液などの採卵廃液が排水されます。この採卵廃液に病原体が存在すると、採卵・受精された卵や、河川水を取水しているふ化場では飼育稚魚に水平感染がおこる恐れがあると考えられます。これらのことから採卵廃液を消毒・殺菌する事が急務となっています(吉水 2016)。

採卵廃液の消毒を目的として、西別川採卵場において行われた次亜塩素酸ナトリウムによる除菌効果の検証例を紹介します。

方法

採卵廃液の採集と消毒・中和濃度及び消毒廃液の生菌数測定

2020 年 10 月 6 日(西別川採卵場、蓄養池水温 8.0℃)で行われたサケ採卵において、採卵台の下にバケツを設置し、メス親魚の腹部の切開で生じた体腔液、血液、臓器片などからなる採卵廃液を採集しました(図 1)。

採卵廃液の消毒を 4 段階の濃度に設定した次亜塩素酸ナトリウム(道都化学産業株式会社 ポロナック・SQ 有効塩素 12~13%)で 10 分間行い、魚毒性のある残留塩素を中和するためチオ硫酸ナトリウム 5 水和物(通称:ハイポ)を添加しました(表 1)。消毒効果の指標として廃液原液(対照区)および消毒・中和後の廃液に含まれる生菌数を用いました。細菌の培養は冷水病菌分離用に用いる改変型サイトファガー寒天培地(以下、MCY 寒天培地)で行いました。

消毒廃液における残留塩素濃度の測定

採卵廃液 1 L (11.2℃) に次亜塩素酸ナトリウム 32.0 mL (5,000 ppm) を添加した消毒廃液を 6 組

用意し、それぞれ 5 分毎の残留塩素濃度を残留塩素計(タニタ 水質チェッカー 業務用残留塩素計 EW-520)を用いて測定しました。また、対照区として西別川採卵場の吸水槽から採水した湧水 1 L に 16 μL (2.5 ppm 採卵廃液消毒の 1/2,000) の次亜塩素酸ナトリウムを入れ、同様に残留塩素濃度を測定しました。



図 1. 採卵場における採卵廃液の収集方法

表 1. 各試験区(採卵廃液 1L)における消毒剤および中和剤の添加量。

試験区分	次亜塩素酸ナトリウム* (mL)	チオ硫酸ナトリウム5水和物(g)
対照区(未処理)	-	-
1,000ppm区	6.4	0.87
5,000ppm区	32	4.4
10,000ppm区	64.1	8.7
100,000ppm区	641	87

*道都化学産業株式会社 ポロナック・SQ 有効塩素12~13%

結果

採卵廃液の収集と採卵廃液に対する次亜塩素酸ナトリウムの消毒効果

メス親魚(244尾、平均体重 2.9 kg)から 12 L の採卵廃液が収集され、1尾当たり換算すると約 50 mL となりました。

消毒後の廃液の細菌数を表 2 に示しました。MCY 寒天培地の結果では、廃液原液に対する消毒後の生菌数は 1,000 ppm 消毒で 4.4%、5,000 ppm と 10,000 ppm 消毒で 0.13~0.15%、100,000 ppm 消毒で 0.001%に減少しました。

時間毎の残留塩素濃度の推移

次亜塩素酸ナトリウム(5,000 ppm, 有効塩素 600~650 ppm 相当)で消毒した 6 組(A区~F区)

の廃液と対照区についての残留塩素濃度の推移を図2に示しました。添加5分後0.03 ppm~0.16 ppmであった残留塩素濃度は10分後に0.02 ppm~0.14 ppmとなり、あまり変化が見られなかったものの、30分後には0.00 ppm~0.04 ppmまで減衰し60分後には0.00 ppm~0.01 ppmとなりました。添加5分後0.20 ppmであった対照区は60分後でも0.18 ppmで塩素の減衰はほとんど見られませんでした。

表2. 採卵廃液の次亜塩素酸ナトリウム殺菌処理（処理時間10分）による殺菌効果.

試験区分	生菌数 (CFU/mL)	対照区に対する生菌数の割合	殺菌率
対照区(未処理)	2.7×10^6	-	-
1,000ppm区	1.2×10^5	4.440%	95.560%
5,000ppm区	4.0×10^3	0.148%	99.852%
10,000ppm区	3.6×10^3	0.133%	99.867%
100,000ppm区	2.0×10^1	0.001%	99.999%

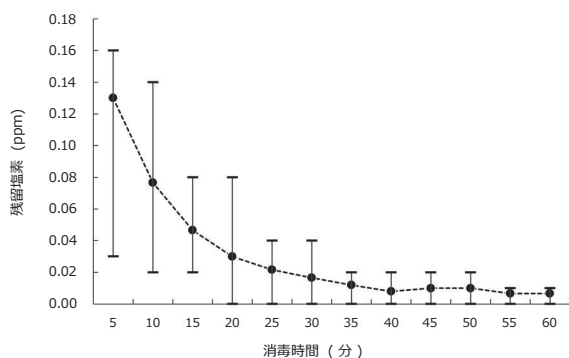


図2. 採卵廃液に次亜塩素酸ナトリウム 5,000 ppm 添加後の残留塩素濃度の変化. 点線は6回試験を行った平均値, バーは最高・最低を示す.

まとめ

サケ・マスの採卵場から排出される採卵廃液を消毒・殺菌する方法として、サケ採卵で生じる廃液量および廃液に含まれる細菌に対する次亜塩素酸ナトリウム消毒に有効な濃度を調べました。また、採卵廃液に次亜塩素酸ナトリウム添加後の残留塩素が経時的に減少する時間を調べました。

メス親魚1尾当たりの採卵廃液量は約50 mLであり、たとえば1,000千粒（約400尾）の採卵を行った場合、約20 Lの廃液が生じることが分かりました。

採卵廃液を次亜塩素酸ナトリウム濃度100,000 ppmで消毒することにより、採卵廃液中の生菌数を0.001%以下に減少させることがわかりました。しかし20 Lの廃液に対し、次亜塩素酸ナトリウム12.8 Lを使用することになるため、採卵現場では現実的な作業ではありません。消毒濃度1,000 ppmと5,000 ppmでは生菌数に大きな差があり、5,000 ppmでMCY寒天培地では原液の0.15%ま

で生菌数が低下しました。このことから5,000 ppmでの消毒が一般に普及を目指した方法として妥当であると考えられました。

採卵廃液への次亜塩素酸ナトリウム添加後の残留塩素濃度は、経時的に減衰しました。採卵廃液を5,000 ppmで消毒すると水道水レベルの残留塩素は、おおむね35分まで維持されました。

実際の採卵作業では、採卵終了後に受精卵の吸水が完了するまで1時間ほど空き時間が出来るため、その間を利用し消毒作業を行なうのが効率的であると考えます。塩素は魚毒性が強いため消毒後の廃液は安全のためチオ硫酸ナトリウム5水和物などの中和剤を入れ、大量の水とともに排水処分（高杉製薬2009; 農林水産省2020）してください。

おわりに

塩素の消毒効果は、温度の低下にともない減少すること、逆に水温が上昇すると除菌効果は高くなるが、同時に次亜塩素酸ナトリウムの分解も促進され有効塩素が減少する事が知られています（高杉製薬2021）。

サケ体腔液中の生菌数は、時期や地域、蓄養条件により変動すると考えられます。また、体腔液に血液や臓器片などが加わった採卵廃液においても、生菌数は変動すると考えられます。採卵廃液処理の普及に向けては、今回得られた次亜塩素酸ナトリウム5,000 ppm 35分消毒を基準として、消毒温度と消毒濃度および廃液含有細菌濃度について、より多様な条件下の検証を行なうことが必要と考えます。

引用文献

- 農林水産省. 2020. 水産防疫対策要綱. https://www.maff.go.jp/j/syouan/suisan/suisan_yobo/attach/pdf/index-26.pdf, (参照 2022-2-17)
- 高杉製薬株式会社. 2009. 食品添加物 次亜塩素酸ソーダ取扱説明書. 福岡県糟屋郡粕屋町. 17 pp. https://yamato-chemi.co.jp/shohin/pdf/jiaen_noudo.pdf, (参照 2021-11-18)
- 高杉製薬株式会社. 2021. 次亜塩素酸ソーダご使用の手引き. 11 pp. https://www.takasugiseiyaku.co.jp/products/img/pdf/MANUAL_naclo.pdf, (参照 2021-11-09)
- 吉水 守. 2012. 魚類ウイルス病とその防疫・防除に関する研究. 日水誌, 78: 358-367.
- 吉水 守. 2016. さけ・ます類の病原細菌およびウイルスの卵を介した垂直感染防止法. 日本水産資源保護協会・季報, 8 (4), 15-21.

トピックス

第3回 NPAFC 国際サーモン年バーチャル・ワークショップ：
太平洋サケマス類の生産と環境変動の関係うらわ しげひこ
浦和 茂彦*

第3回 NPAFC 国際サーモン年ワークショップ (Third NPAFC-IYS Workshop on Linkage between Pacific Salmon Production and Environmental Changes) は、新型コロナウイルス感染症の流行により1年延期となり、2021年5月22～24日に函館で開催を予定していましたが、感染症の収束が見通せず、国内外の移動制限等も継続していたことから、同年5月26～28日(日本時間)にオンライン形式(ライブセッションと事前収録したビデオ・ポスター講演)で開催されました。主催は北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC)で、協力機関(パートナー)は水産庁、北海道立総合研究機構、全国さけ・ます増殖振興会、北海道さけ・ます増殖事業協会、東北マリンサイエンス拠点形成事業、北太平洋海洋科学機構(PICES)と水産研究・教育機構でした。

国際サーモン年(IYS)の6つのテーマ：(1)サーモンの現状(Status of Salmon)、(2)変動する生息環境におけるサーモン(Salmon in a Changing Salmosphere)、(3)ニューフロンティア(New Frontiers)、(4)人類の関わり(Human Dimension)、

(5)情報システム(Information System)、(6)地域社会における広報とコミュニケーション活動(Outreach & Communication)(IYS Working Group 2016)と、それらに対応したNPAFC科学計画(SSC 2016)の進展状況をレビューするため、本ワークショップ・シリーズが設定されました。第1回ワークショップは2018年5月26～27日にロシアのハバロフスク(NPAFC 2018)、第2回ワークショップは2019年5月18～20日に米国オレゴン州ポートランドで開催されました(NPAFC 2019)。

今回の第3回ワークショップでは、3つのセッションが設定され、(1)サケマス資源に地球温暖化など環境変動が与える影響と生残メカニズムを探り、(2)持続可能なサケマス類の資源管理に向けた最新の研究や技術の情報共有を図ると共に、

(3)IYSの目標である「サケマス類と人類のレジリエンスの確保」に向け、東日本大震災により大きな被害を受けた三陸沿岸におけるサケ資源と人々との結びつきなど復興を目指す様々な活動と課題が取り上げられました。3日間のライブセッションでの基調講演13題と口頭講演15題に加え、事前に収録されたビデオ講演29題とポスター講演32題がウェブ上で公開され、各セッションの最後に討論が行われました。現在、講演の大

部分は NPAFC ワークショップ・ホームページ (<https://npafc.org/workshop-presentations-2021/>) に収録され視聴が可能です。ここでは、各セッションのトピック情報をいくつか紹介します。

(1) 環境変動下におけるサケマス資源

太平洋サケマス類の資源変動

太平洋サケマス類の総漁獲量は、1977年のレジームシフト以後増加を続け、最近では100万トンを超えた年も度々ありましたが、昨年(2020年)は約60万トン(カラフトマス27.8万トン、サケ16.5万トン、ベニザケ13.7万トン、ギンザケ1.8万トン、マスノスケ0.5万トン)で、前年(2019年)より約38万トンも減少し、記録の残る1925年以後では最大の落ち込みとなりました(Anonymous 2021)。過去10年の平均漁獲量と比較した減少率は、マスノスケで50%、サケで42%、カラフトマスで40%、ギンザケで27%、ベニザケで10%とすべての魚種で減少しました(Ruggerone et al. 2021)。

カラフトマスの影響

カラフトマスは種間競争で最も上位を占め、密度依存的な成長低下を引き起こすことが知られています。カラフトマスの個体数は1960年代より増加し、最近ではサケマス全個体数の約70%を占めています。通常、カラフトマスは豊漁年(奇数年)と不漁年(偶数年)が交互に繰り返されます。しかし、不漁年のはずの2018年に漁獲と河川遡上を合計した総個体数が約7億尾と記録の残る1925年以後で最大となり、2019年にも約6.4億尾に達しました。この2年連続のカラフトマス資源の増加が転換点(tipping point)に達して北太平洋の生態系を大きく変動させ、海面水温の異常な上昇(ヒートウェーブ現象)も加わり、2020年のサケマス資源量の急激な減少を引き起こしたとの仮説が提唱されました(Ruggerone et al. 2021)。また、北米ワシントン州沿岸では、マスノスケの放流数と生残率は、カラフトマス豊漁(奇数)年に負の関係、不漁(偶数)年に正の関係となり、カラフトマスが密度依存的なマスノスケの生残率低下を引き起こすことも報告されました(Kendall et al. 2021)。

冬期における減耗の可能性

国際サーモン年のイベントとして、2019年冬にアラスカ湾で国際共同調査が実施されました (Pakhomov et al. 2019)。この調査では、カナダのブリティッシュ・コロンビア (BC) 州産サケ3~4年魚の60~75%が肥満度0.9以下の痩せた状態だったことが報告され (Urawa et al. 2021)、これらが産卵回帰する2019年と2020年はBC州内のサケ漁獲数が史上最低レベルとなりました (Grant et al. 2021a, 2021b; Velez-Espino et al. 2021)。この原因として、アラスカ湾で2018年9月頃より発生したヒートウェーブ現象やカラフトマス卓越年級群との競合により、越冬前までに十分な栄養蓄積が出来なかったことが考えられます。2019年冬のアラスカ湾では、日本産サケも18~40%が肥満度0.9以下でした (Urawa et al. 2021)。北海道全域で回帰したサケ親魚の魚体重や肥満度が低下傾向にあることが報告され (Yamaguchi et al. 2021)、その原因としてカラフトマスなどの密度依存的影響が示唆されています (Kaeriyama 2021a)。冬のアラスカ湾では肥満度が0.756と極端に痩せた日本産耳石標識サケが見つかっていますが (浦和2020)、どの程度の冬期死亡が起きているかについては更なる調査が必要です。

カナダにおける資源変動要因

カナダ太平洋沿岸のBC州では、サケマス類の平均漁獲数が1925~1993年に24百万尾、1994~2014年に13百万尾、2014~2020年には5百万尾と段階的に減少し (Grant et al. 2021a, 2021b)、岩手県におけるサケの減少パターン (Nagasaka and Shimizu 2021) と類似しています。地球温暖化による乾燥化や森林火災などにより河川環境が悪化し、水温が上昇してサケマス類の産卵や幼稚魚の生残に影響を与えていることが報告されました (Grant et al. 2021b)。地球温暖化の影響は海洋にも及び、2014年以後頻繁にアラスカ湾の海水温が平年値より3~5°C上昇するヒートウェーブ現象が観察されています。そのため、栄養に富んだ大型の冷水性餌生物が減少して、サケマス類の成長と生残を低下させていると推定されています。プレーザー川産カラフトマスの来遊数は、稚魚が降海した年の5月の沿岸における表面水温と負の相関関係があります (Hague et al. 2021)。一方、BC州のジョージア海峡では、ギンザケ資源量は海洋の環境収容力により制御され、幼稚魚の成長を促進させる沿岸環境と密接に関係していることが指摘されました (Beamish and Neville 2021)。

日本における資源変動要因と対策

日本産サケの来遊数は2004年のピーク (7,663万尾) 以後は減少傾向にあり、最近5年間 (2016

~2020年) の平均来遊数は2,475万尾に低下しています。サケ稚魚がオホーツク海に到達するまでの初期生残率と来遊数の間には高い正の相関がみられ、日本産サケの年級群豊度は、放流後オホーツク海に到達するまでにはほぼ決まることが報告されました (Urawa and Bugaev 2021)。日本の孵化場より放流されたサケ稚魚がオホーツク海に到達するまでの初期生残率は、2011年級が15%と推定され、この年級は約5,040万尾が回帰しました。しかし、2012年級以後は、初期生残率が4%以下に減少し、来遊数も低迷しました。特に2015年級は、初期生残率が僅か1.2%で、5年魚までの来遊数は約1,200万尾 (回帰率0.7%) でした。

日本産サケの初期生残率が低下した原因について、幾つかの重要な講演がありました。北海道の太平洋とオホーツク海沿岸では、晩春 (5月) における沿岸水温の低下がサケ幼稚魚の成長と生残率を低下させることが報告されました (Honda et al. 2021; Urabe et al. 2021)。一方、北海道や三陸の太平洋沿岸では、親潮や沿岸親潮の勢力が弱まるなどして、春から初夏にかけて沿岸水温が急激に高まる傾向にあります (Saito 2021)。そのため、サケ幼稚魚が沿岸に滞在できる適水温期間が短縮すると共に (Kaeriyama et al. 2021; Nagasaka and Shimizu 2021)、栄養に富んだ大型の冷水性餌生物が減少し (Sato et al. 2021; Yamada et al. 2021)、サケ幼稚魚の成長と初期生残率が低下することが示唆されました。

サケ幼稚魚が北海道東部の太平洋沿岸からオホーツク海に移動する際、遊泳速度が秒速35 cm以上になるとオホーツク海に到達できる個体が出現するようになり、秒速60 cm以上 (著者注: 尾叉長が約9 cm以上) になると到達できる割合が高まることが回遊モデルで示されました (Azumaya et al. 2021)。一方、日本海沿岸のサケ幼稚魚は、遊泳速度に関係なく、津軽暖流に運ばれてオホーツク海に到達できることが示されました。また、室内実験によると、サケ幼稚魚の遊泳に要するエネルギーコストは水温13°C以下で低く抑えられ、臨界遊泳速度は体サイズと正の相関があるが (Iino et al. 2021)、低栄養や低水温 (5°C以下) 状態では低下することが報告されました (Torao et al. 2021)。

これらの報告から、地域により要因は異なりますが、沿岸環境 (特に水温と餌生物) の変動がサケ幼稚魚の沿岸に滞在し摂餌する期間や成長速度に影響を与え、オホーツク海に到達できる遊泳能力を得るまでに成長できないと、体サイズに依存した初期死亡が起きると推測されます。

サケの初期生残率を高める対策として、日本海沿岸では放流時期、加えて太平洋沿岸では放流時の体サイズが重要であることが指摘されました (Azumaya et al. 2021)。日本海沿岸の石狩川では、

河川水温が 4.6°C 以上、河口近くの沿岸水温が 5.3°C 以上でサケ稚魚を放流すると河川回帰率が高まることをモデルを使って示されました (Saito et al. 2021)。根室沿岸の西別川では、河口より約 100 km 上流より放流されたサケ稚魚が降河中に栄養状態 (肥満度) が低下し、それらの河川回帰率は下流放流群の半分程度に減少することが標識放流により確認され (Kasugai et al. 2021)、稚魚を下流域で放流することにより回帰率を改善できる可能性が示唆されました。オホーツク海沿岸では、親魚の捕獲や畜養、稚仔魚の飼育など各行程で飼育魚へのストレスを減らし、放流種苗の質的向上を図ると共に、沿岸環境モニタリングシステムにより、最適な放流のタイミングを把握できることが報告されました (Miyakoshi 2021; Saitoh et al. 2021)。

地球温暖化による分布のシフト

地球温暖化によりサケマス類の分布域が大きく変化することが指摘されました。北太平洋では過去 100 年の間に表面水温が 1°C 上昇し、夏期における最適水温海域 (8~12°C) の面積は、日本近海やアラスカ湾で減少、ベーリング海で増加する傾向を示しています (Kaeriyama 2021a)。海水温が 1.5~3°C 上昇すると、サケの越冬可能水域は、アラスカ湾で大きく減少しますが、北西太平洋やベーリング海では拡大すると予測されています (Urawa et al. 2021, 2022)。海水温の上昇が続くと、日本産サケの回遊ルートと海洋分布は大きく変わる可能性があります。一方、冬期における海水温の上昇とベーリング海における流氷域の減少がロシア産カラフトマス資源を増加させると考えられています (Krovin et al. 2021)。サケ、カラフトマスとベニザケはカナダ北極圏の河川に分布を広げ、特にカラフトマスは北大西洋のラブラドル海沿岸まで到達し、タイセイヨウサケと分布が一部重複することが報告されました (Dunmall et al. 2021)。

(2) サケマス類の研究と資源管理のための革新技术と情報システム

ゲノム解析、環境 DNA や生理的指標など新たな手法や、情報を共有するシステムの開発により、サケマス類の研究や資源管理を革新させる可能性が示されました。

DNA ベースの遺伝的系群識別は、2000 年代になって急激に進展し、最近ではゲノム上に広く分布する SNP (一塩基多型) を遺伝マーカーとする手法が標準化しつつあります (Sato and Urawa 2021; Templin et al. 2021)。次世代シーケンサーを利用したゲノム解析は、数百種類以上の SNP を分析可能とし、海洋に分布するサケマス類の地理

的起源を個体毎に識別できるレベルに達しています (Urawa et al. 2021)。

水中に存在する環境 DNA は、イトウなど絶滅危惧種を含むサケマス類の分布に加え (Mizumoto and Araki 2021)、捕食者や餌生物などの探索といったサケマス類の生態研究に幅広く使われ始めています (Deeg et al. 2021)。環境 DNA による資源量推定も試みられていますが、精度を上げるには、サンプリング頻度や対象種の生活史などを考慮する必要があります。

サケマス類は初期生活期と冬期に減耗しやすく、いずれも成長の良否に依存すると考えられています。鱗や耳石の日周輪分析で過去の成長履歴を推定できますが (Honda et al. 2021; Koshino et al. 2021)、野外で個体の成長をリアルタイムで調べるのは困難です。これを克服する技術として、血中に含まれるインスリン様成長因子 (IGF-I) と IGF 結合タンパク (IGFBP-1b) が、それぞれ成長を促進あるいは阻害する指標となることが報告されました (Shimizu 2021)。生理的指標を使い、放流したサケ幼稚魚の成長やストレス度を把握し、種苗性 (遊泳力や海水適応能力など)、河川や沿岸の環境 (水温や餌生物量など) と比較し、生残率を高める放流技術の開発が期待されます。

(3) サケマス類と人類のレジリエンス : 2011 年東日本大震災からの復興に向けた活動

IYS の大きな目標である「サケマス類と人類のレジリエンス (回復・適応力) の確保」のケース・スタディとして、東日本大震災により大きな被害を受けた三陸沿岸におけるサケの生息環境と資源、漁業や人々との結びつきなど復興を目指す様々な活動と課題が取り上げられました。まず、東北マリンサイエンス拠点形成事業の取り組みが紹介されました (Kijima 2021)。このプロジェクトでは、地震と津波で被害を受けた三陸沿岸におけるサケを含む水産業の復興に貢献するため、全国の研究者が連携して科学調査を 10 年に渡り実施しました。

三陸のサケは、重要な水産資源である上に、地域に根ざした文化遺産で (Yoshimura and Kodani 2021)、復興に向けた象徴でもあります (Aoyama and Hyodo 2021)。津波により多くの孵化場が被害を受けましたが、関係者の努力により迅速に孵化場の修復が行われ、サケ資源への影響は限定的でした (Nagasaka and Shimizu 2021)。三陸における孵化放流事業の重要性が再認識されましたが、地球温暖化がもたらす生息環境の悪化により、サケの来遊数は減少を続けています。

津波により海面養殖施設が被害を受け、多くのギンザケが三陸沿岸に逃避し、一部は河川に遡上

しましたが、それらが再生産することはなかったことが確認されました (Sasaki et al. 2021)。東日本大震災の影響は北太平洋に広く及び、福島第一原子力発電所由来の放射性物質が拡散すると共に (Kaeriyama 2021b)、北米西海岸に日本に生息していた外来生物が漂流物と共に漂着し、外来生物のさらなる分布域拡大が懸念されました。しかし、北米でのモニタリングの結果、現在までに外来生物の定着は確認されず、放射性物質 (137Cs) の濃度は健康被害を起こすレベルより遙かに低かったことが報告されました (Brodeur et al. 2021)。

東日本大震災からの復興に向けた取り組みから、自然災害や環境変動など不確実性に対応するため、河川や沿岸環境、餌生物、サケ幼稚魚の分布と成長、回帰親魚の動態、遺伝的特性などに関する継続的なモニタリングとコミュニケーションの重要性が指摘されました (Irvine et al. 2021)。また、サケマス類がレジリエンスを発揮できるような生態系の保全を図ると共に、地球温暖化などに伴うリスクに対する持続可能な管理アプローチの必要性も指摘されました (Aoyama et al. 2021; Kaeriyama et al. 2021)。

おわりに

新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、本ワークショップは企画から開催まで2年以上を要することになりました。オンラインによる初めてのNPAFCワークショップの開催でしたが、講演は89題に及び、参加申込者は約300名と盛況でした。

開催に向け、長期にわたりご協力いただいたワークショップ運営委員会とNPAFC事務局のメンバー、並びに協力機関(パートナー)の水産庁、北海道立総合研究機構、全国さけ・ます増殖振興会、北海道さけ・ます増殖事業協会、東北マリンサイエンス拠点形成事業、北太平洋海洋科学機構(PICES)の関係者に厚くお礼申し上げます。

本ワークショップを通し、気候変動、特に地球温暖化がサケマス類に与える影響が、日本のみならず北太平洋全域に及んでいることが知れました。影響のメカニズムや程度は地域や海域により異なりますが、北太平洋を広く回遊する日本産サケを、持続可能な状態で維持管理するには、国際協力が不可欠です。国際サーモン年のイベントとして、2022年2~4月に北太平洋でサケマス類の越冬海域を網羅する大規模な国際共同調査が行われます (<https://yearofthesalmon.org/2022expedition/>)。また、同年10月4~6日にはカナダのバンクーバーで、国際サーモン年の成果を取りまとめるシンポジウムが開催されます (https://yearofthesalmon.org/synthesis_symposium/)。

引用文献

- Anonymous. 2021. Committee on Scientific Research & Statistics activities and catch & hatchery release statistics. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Newsletter, 50: 7-12.
- Aoyama, J., and Hyodo, S. 2021. Challenges to make salmon in Sanriku an icon of the region. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 158-159.
- Aoyama, J., Urawa, S., Kaeriyama, M. 2021. Resilience for salmon and people—lessons learned from the Great East Japan Earthquake in 2011: summary and discussion. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 205-207.
- Azumaya, T., Kuroda, H., Unuma, T., Yokota, T., and Urawa, S. 2021. Factors affecting the migration of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the coast of Hokkaido to the Okhotsk Sea. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 63-64.
- Beamish, R. J., and Neville, C. 2021. Ocean carrying capacity is regulating the production of coho salmon rearing as juveniles in the Strait of Georgia. Abstract Book of the Third NPAFC-IYS Workshop on Linkages between Pacific Salmon Production and Environmental Change. p. 39. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/2021/Abstract-Booklet-1Mar.2021.pdf>)
- Brodeur, R. D., Miller, J. A., Chapman, J. W., Hansen, G. I., and Neville, D. R. 2021. Legacies of the Tohoku Earthquake and Tsunami impacting the Northern California Current in the eastern North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 192-195.
- Deeg, C. M., Li, S., Hunt, B. P. V., Esenkulova, S., and Miller, K. M. 2021. Environmental DNA surveys of the Gulf of Alaska during the 2019 and 2020 IYS Gulf of Alaska expeditions. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 116-120.
- Dunmall, K. M., McNicholl, D. G., Farley, E., and Reist, J. D. 2021. Reported occurrences of Pacific salmon in the Canadian Arctic continue to increase whereas reports of Atlantic salmon sightings remain low. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 88-91.
- Grant, S. C. H., MacDonald, B. L., Lewis, D., Wilson, N., Boldt, J. L., King, J., Ross, T., Perry, R. I., Patterson, D. A., Robinson, K. A., Selbie, D. T., Hannah, C. G., and Velez-Espino, A. 2021a. Canada's 2020 report on recent Pacific salmon abundance and ecosystem trends. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1984. 9 pp. (Available at <https://npafc.org>).

- Grant, S. C. H., MacDonald, B. L., Boldt, J. L., Patterson, D. A., Robinson, K. A., Perry, I., King, J., Neville, C. M., Selbie, D. T., Benner, K., Pon, L., Tadey, J. A., and Hawkshaw, M. 2021b. State of Canadian Pacific salmon 2019 & 2020: responses to changing climate and habitats. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 1–7.
- Hague, M. J., Hornsby, R. L., Gill, J. A., Michielsens, C. G. J., Jenkins, E. S., and Wong, S. 2021. Moving targets: assessing Fraser River pink salmon run size during a period of change and uncertainty. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 18–22.
- Honda, K., Sato, T., Kuroda, H., and Saito, T. 2021. Initial growth characteristics of poor-return stocks of chum salmon *Oncorhynchus keta* originating from the Okhotsk and Nemuro regions in Hokkaido on the basis of scale analysis. Fish. Sci., 87: 653–663.
- Iino, Y., Kitagawa, T., Abe, T. K., Nagasaka, T., Shimizu, Y., and Ota, K. 2021. Ontogeny of critical swimming speeds for juvenile chum salmon. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 50–52.
- International Year of the Salmon (IYS) Working Group. 2016. Outline proposal for an International Year of the Salmon (IYS) ‘Salmon and People in a Changing World’. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1663. 9 pp. (Available at <https://npafc.org>).
- Irvine, J. R., Kaeriyama, M., Urawa, S., and Aoyama, J. 2021. Building salmon resilience: lessons learned from The Great East Japan Earthquake (GEJE) and other ecological disasters. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 188–191.
- Kaeriyama, H. 2021b. Radioactive cesium in the North Pacific after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 202–204.
- Kaeriyama, M. 2021a. Dynamics on distribution, production, and biological interactions of Pacific salmon in the changing climate of the North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 102–106.
- Kaeriyama, M., Shimizu, Y., Minegishi, Y., and Aoyama, J. 2021. Recovery from a critical disaster and sustainable conservation management for chum salmon under a warming climate on the Sanriku coast, Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 167–173.
- Kasugai, K., Torao, M., and Nagata, M. 2021. Does long-distance downstream migration influence the survival of chum salmon? Comparison of adult returns between the upper and lower reaches release sites. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 42–43.
- Kendall, N. W., Nelson, B. W., and Losee, J. P. 2021. Density-dependent marine survival of Salish Sea Chinook and coho salmon associated with pink salmon presence. Abstract Book of the Third NPAFC-IYS Workshop on Linkages between Pacific Salmon Production and Environmental Change. p. 40. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/2021/Abstract-Booklet-1Mar.2021.pdf>)
- Kijima, A. 2021. Research project of TEAMS for restoration of ecosystems and human society. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 157.
- Koshino, Y., Nakamura, T., Hashimoto, R., Kasugai, K., and Fujiwara, M. 2021. Early marine life of chum salmon under different marine environments in eastern Hokkaido, Japan. Abstract Book of the Third NPAFC-IYS Workshop on Linkages between Pacific Salmon Production and Environmental Change. p. 71. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/2021/Abstract-Booklet-1Mar.2021.pdf>).
- Krovnin, A. S., Kivva, K. K., Moury, G. P., and Sumkina, A. A. 2021. The ups and downs of Far East salmon stocks during recent decades: some considerations and possible causes. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 83–87.
- Miyakoshi, Y. 2021. Challenges to improving the chum salmon hatchery program in Kitami Region, Hokkaido. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 153.
- Mizumoto, H., and Araki, H. 2021. Hokkaido-wide eDNA monitoring for Sakhalin taimen, endangered salmonid species. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 121.
- Nagasaka, T., and Shimizu, Y. 2021. Effects of the Great East Japan Earthquake and Tsunami on fisheries and salmon in Iwate Prefecture. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 160–163.
- North Pacific Anadromous Fish Commission (NPAFC). 2018. Proceedings of First NPAFC-IYS Workshop on Pacific Salmon Production in a Changing Climate, May 26-27, 2018, Khabarovsk, Russia. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 11. 140 pp.
- North Pacific Anadromous Fish Commission (NPAFC). 2019. Proceedings of Second NPAFC-IYS Workshop on Salmon Ocean Ecology in a Changing Climate, May 18-20, 2019, Portland, Oregon, USA. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 15. 204 pp.
- Pakhomov, E. A., Deeg, C., Esenkulova, S., Foley, G.,

- Hunt, B.P.V., Ivanov, A., Jung, H.K., Kantakov, G., Kanzeperova, A., Khleborodov, A., Neville, C., Radchenko, V., Shurpa, I., Slabinsky, A., Somov, A., Urawa, S., Vazhova, A., Vishnu, P. S., Waters, C., Weitkamp, L., Zuev, M., and Beamish, R. 2019. Summary of preliminary findings of the International Gulf of Alaska expedition onboard the R/V Professor Kaganovskiy during February 16–March 18, 2019. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1858. 25 pp. (Available at <https://npafc.org>)
- Ruggerone, G. T., Irvine, J. R., and Connors, B. 2021. Did Recent marine heatwaves and record high pink salmon abundance lead to a tipping point that caused record declines in North Pacific salmon abundance and harvest in 2020? N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 78–82.
- Saito, T. 2021. An overview of the recent salmon returns in Japan: poor returns of chum and pink salmon. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 32–34.
- Saito, T., Watanabe, K., Honda, K., and Sato, T. 2021. Effective hatchery releases to increase adult returns of chum salmon in the Ishikari River, Hokkaido, Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 138–139.
- Saitoh, S., Miyakoshi, Y., Takahashi, F., Hirata, T., Alabia, I. D., Hosokawa, T., and Miyoshi, T. 2021. Research and development of a supporting information system for optimization of salmon release operations and monitoring coastal environment on the Okhotsk coast, Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 154–156.
- Sasaki, K., Kurokawa, T., Hasegawa, K., and Yatsuya, M. 2021. Farmed non-native coho salmon in Sanriku region affected by recent intense natural disasters. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 200–201.
- Sato, S., and Urawa, S. 2021. International variability of Japanese chum salmon abundance in the summer Bering Sea during a long monitoring survey in 2007–2019. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 16–17.
- Sato, T., Saito, T., Honda, K., and Watanabe, K. 2021. Characteristics of prey environment during the early ocean life of juvenile chum salmon in two coastal areas around Hokkaido, northern Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 65–66.
- Science Sub-Committee (SSC). 2016. North Pacific Anadromous Fish Commission Science Plan 2016–2022. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1665 (Rev. 1). 8 pp. (Available at <https://npafc.org>).
- Shimizu, M. 2021. Physiological tools for evaluating growth status of migrating salmon. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 113–115.
- Templin, W. D., Munro, A. R., Habicht, C., Oxman, D., Gilk-Baumer, S., Larson, W., and Gray, A. 2021. Salmon genetics at sea: three decades of new insights. Abstract Book of the Third NPAFC-IYS Workshop on Linkages between Pacific Salmon Production and Environmental Change. p. 14. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/2021/Abstract-Booklet-1Mar.2021.pdf>)
- Torao, M., Miyakoshi, Y., and Shimizu, M. 2021. Low nutritional status in the freshwater phase and temperature at seawater entry reduce swimming performance of juvenile chum salmon. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 58–59.
- Urabe, H., Saneyoshi, H., and Hatakeyama, M. 2021. Recent trend in variability of chum salmon stock and its potential mechanism in Hokkaido, Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 15–15.
- 浦和茂彦. 2020. 冬のアラスカ湾における国際共同調査: サケは冬に死亡するか? SALMON 情報, 14: 40–44.
- Urawa, S., and Bugaev, A. V. 2021. Survival of Japanese chum salmon during the early ocean life in 2011–2017. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 60–62.
- Urawa, S., Beacham, T., Sutherland, B., and Sato, S. 2021. Stock identification of chum salmon overwintering in the Gulf of Alaska by using a new SNP baseline. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 67–68.
- Urawa, S., Beacham, T., Sutherland, B., and Sato, S. 2022. Winter distribution of chum salmon in the Gulf of Alaska: a review. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 18: (In press).
- Velez-Espino, A., Ramshaw, B., and Hamilton, S. 2021. Canadian salmon catch and enhanced salmon production 2017–2020. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1941. 13 pp. (Available at <https://npafc.org>).
- Yamada, Y., Sasaki, K., Yamane, K., Yatsuya, M., Shimizu, Y., Nagakura, Y., Kurokawa, T., and Nikaido, H. 2021. The utilization of cold-water zooplankton as prey for chum salmon fry in Yamada Bay, Iwate, Pacific coast of northern Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 180–183.
- Yamaguchi, F., Nakamura, T., and Urabe, H. 2021. Temporal and spatial variations in body size of chum salmon in Hokkaido. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17: 23–24.
- Yoshimura, K., and Kodani, R. 2021. First salmon ceremony in the southernmost area of salmon habitat. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 17:

164-166.

さけます情報

か え つがるいし
さけの遡る川-2 津軽石川(岩手県)こまつ しんじ
小松 信治 (水産資源研究所さけます部門 資源増殖部 本州技術普及課)

津軽石川は岩手県東部に位置し、北上高地の鳥古ノ森 (850 m) 東麓に源を発し、豊間根川、大川を合流して宮古湾奥部に注ぐ、幹川流路延長 21.2 km、全流域面積 153.4 km² の 2 級河川になります (図 1)。別名鮭川と呼ばれ、南部鼻曲りサケの産地で知られ、住民は古くよりサケ資源を利用してきました。今回はその津軽石川の歴史について紹介したいと思います。



図 1. 津軽石川の位置図.

河川名の由来

津軽石川という名前は、青森県の津軽地方に由来しているようです。元亀・天正の頃、津軽地方の黒石 (青森県黒石市) の浅瀬石川にサケがたくさん遡上していて、そこから御神石を分けてゆず

り受けたところ、鮭の大群が来るようになり、やがて南部第一の鮭川漁場になったため、津軽から移した奇石の奇跡を徳として、それまでの丸長川から津軽の石の川、すなわち津軽石川と呼ばれるようになったと言われています (宮古市産業振興部観光課 2021)。

津軽石川と「又兵衛祭」

津軽石川の河川敷では毎年 11 月 30 日に、又兵衛祭という神事が開催されます (図 2)。この祭りは後藤又兵衛なる人物とサケ漁に関する伝説が元となっているようなのですが、その伝説自体も諸説あるようです。そのうちの一つは、サケを盗んで殺された後藤又兵衛と名乗る浪人の祟りによってサケがのぼらなくなったため、又兵衛をねんごろにお祀りしたところまたサケがのぼるようになった、というものです。別の説として、飢饉の年に藩がサケを独占するために川に設置した留めを村人のために壊し、津軽石川の河川敷で逆さ張りつけにされ処刑された後藤又兵衛という侍を弔うため、というものもあります (宮古市教育委員会移動博物館資料より)。又兵衛祭には、サケの霊、義民の鎮魂、異人殺し、豊漁祈願などの様々な意味が籠められているようで、地域の人々が津軽石川とサケに抱く思いが強く伝わってくる神事であることは確かです。



図 2. 又兵衛祭 (左) と、逆さ吊りの刑にされた又兵衛を模したわら人形 (右)。祭が終わるとわら人形だけが河川敷に立てられる。

津軽石ふ化場の沿革と資源状況

岩手県のサケ人工ふ化放流の歴史は、明治29年に宮古市鯉ヶ崎にあった水産補習学校（現宮古水産高校の前身）で採卵・放流を行ったのが最初と言われており、明治37年には岩手県初の人工ふ化場として津軽石村大字赤前字御蔵に「津軽石村鮭人工孵化場」が建設され、明治39年春には53万尾の稚魚が放流されました。その後、数回移転し、昭和8年現在地である津軽石字久保田に落ち着き、昭和12年には岩手県の水産試験場としてふ化事業が行われました。昭和25年から津軽石漁業協同組合が事業を行い、昭和43年組合合併により宮古漁業協同組合津軽石鮭鱒人工ふ化場と改称されました（岩手県さけ・ます増殖協会1985）。その後、飼育池の増設や浮上槽の導入を行い生産能力を高め、現在は飼育池148面（4,440m²）、用水量41t/分、生産計画4,980万尾を誇る全国でも有数の大規模ふ化場となっています（図3）。

サケ親魚の捕獲数では昭和55年に26万尾と本州で最も多い捕獲数を記録しており、平成の30年間の平均捕獲数も10万尾を超えるなど、沿岸漁業や地域住民への貢献は相当大きかったものと想像されます。

3.11 東日本大震災

あの、未曾有の大災害から10年以上が過ぎました。沿岸域は防潮堤が整備され、道路を走っていても車窓から海岸線を望めるところは少なく、ちょっと寂しい気持ちを抱きますが、住民の生命と財産を守ることを考えれば仕方がないことなのでしょう。

宮古湾最奥部から上流約2kmに位置する津軽石ふ化場も、津波の影響を受けました（図4）。地震発生から数分、町内の防災無線が津波発生を連呼する中、飼育用水としている地下水が濁ってき



図3. 津軽石ふ化場の全景.

ました。当時の職員であった佐々木啓氏（現場長）は、濁った飼育池から1尾でも多くの稚魚を守ろうと降下防止網を撤去し稚魚の放流を行っていました。当時から防潮堤があり、津波が超えることはないと思っていましたが、それを乗り越えて真っ黒い波のカーテンが押し寄せてくるのを見て、一目散で裏山を駆け上がったとのこと。当時の場長であった萬直紀氏は盛岡市内で会議中でしたが、大急ぎで宮古市に戻るも、ふ化場へ近寄ることは出来ませんでした。停電により稼働していた自家発電機のエンジン音を川向うの高台から聞く以外、なす術がありませんでしたが、ふ化場職員は全員無事との情報が寄せられ安堵したとのこと。

復旧には相当の時間を要することを覚悟していたようですが、その年の秋にもサケは回帰してくるので、施設の復旧整備と並行して種卵確保に奮闘したそうです。幸いにも三つある井戸のうち二つがぎりぎり冠水を免れ、冠水により塩水が混入した井戸も夏場に大型発電機で井戸内の排水を念入りに行ったため、秋には用水の確保は整いまし



図4. 東日本大震災直後（左）と復旧後（右）の津軽石ふ化場。（撮影：瀬川格氏）。

た。浮上槽や飼育池が整備途中のなか、先の事を心配してもどうしようもないとの思いでふ化事業に取り組み、結果的にほぼ計画通りの4,980万尾の稚魚を生産したとのことで、本当に頭が下がる思いです。

おわりに（近年の不漁と将来に向けて）

津軽石川では令和に入り極端に資源（捕獲数）が減少し、昭和40年始めの頃と同じくらいの捕獲数となっています（図5）。これは津軽石川に限ったことではなく、本州の太平洋側全体が同じように減少している状況です。この様に広範囲で同様に資源が減少した原因については、放流された稚魚が生息する沿岸の環境が成育に不適になっていることが指摘されていますが、明確に減耗の要因を解明するには至っていません。まずは減耗要因の解明を行い、減耗を回避する方法を見つけていかなくてはなりません。津軽石川のみならず、

本州太平洋側のサケ資源を今後も利用できるよう、我々水産資源研究所さけます部門も県行政や試験研究機関と連携、協力し、増殖団体と一丸となって資源復活のための取り組みを進めていく所存です。

最後になりますが、本稿の執筆に当たりご助言頂いた津軽石ふ化場の佐々木場長、萬元場長、写真やデータを提供して頂いた、津軽石さけ繁殖保護組合、岩手県さけ・ます増殖協会に感謝いたします。

引用文献

岩手県さけ・ます増殖協会. 1985. 津軽石さけますふ化場. 岩手県のさけ・ますふ化場, 盛岡. pp 87-92.

宮古市産業振興部観光課. 2021. 津軽石川. URL: https://www.city.miyako.iwate.jp/kanko/tsugaru_isikawa.html, (参照 2021-11-20).

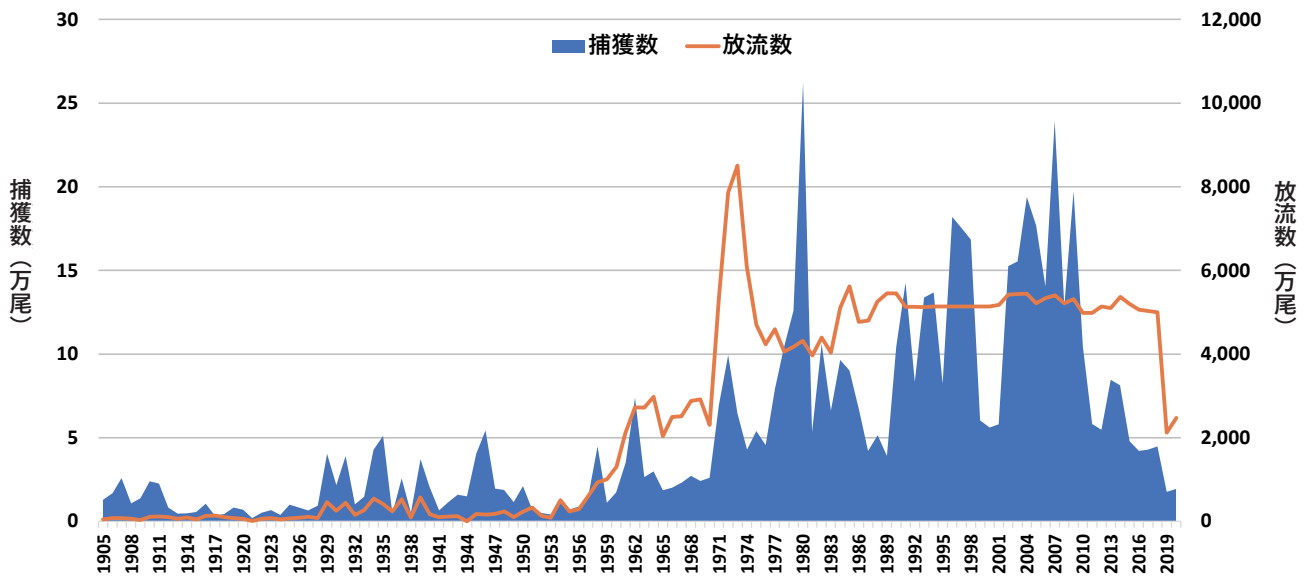


図5. 津軽石川のサケの捕獲数と放流数の推移. 1905(明治38)年~2020(令和2)年. データ出典: 岩手県さけ・ます増殖協会.

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 資源増殖部 事業課)

2020年の北太平洋

漁獲数

2021年に公表されたNPAFC統計データによると、2020年1～12月の北太平洋におけるさけます類の漁獲数は3億2,252万尾で、前年5億5,855万尾の58%でした(図1A)。

魚種別に見ると、カラフトマスが2億265万尾で最も多く、全体の63%(前年比50%)を占めています。次いでベニザケが5,967万尾(構成比19%,前年比80%)、サケが5,341万尾(構成比17%,前年比73%)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、ロシアが1億7,867万尾(前年比54%)と最も多く、次いでアラスカが1億1,891万尾(前年比57%)と両地域で全体の92%以上を占めています。以下、日本2,158万尾(前年比116%)、カナダ246万尾

(前年比257%)、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)84.3万尾(前年比59%)、韓国5.5万尾(前年比109%)と続いています。カナダと日本、韓国の漁獲数は増加しましたが、ロシアとアメリカは前年に比べて大きく減少し、近年の減少傾向が目立ちます(図1B)。

人工ふ化放流数

2020年1～12月に各国から人工ふ化放流された幼稚魚数は50億9884万尾で、前年55億3758万尾の92%でした(図1C)。

魚種別ではサケが32億9,855万尾で全体の65%を占め、これに次ぐカラフトマス12億7,711万尾と合わせると全体の90%近くを占めます(図1C)。地域別ではアラスカ17億2,610万尾、日本が15億9,281万尾、ロシア12億8,735万尾、カナダ2

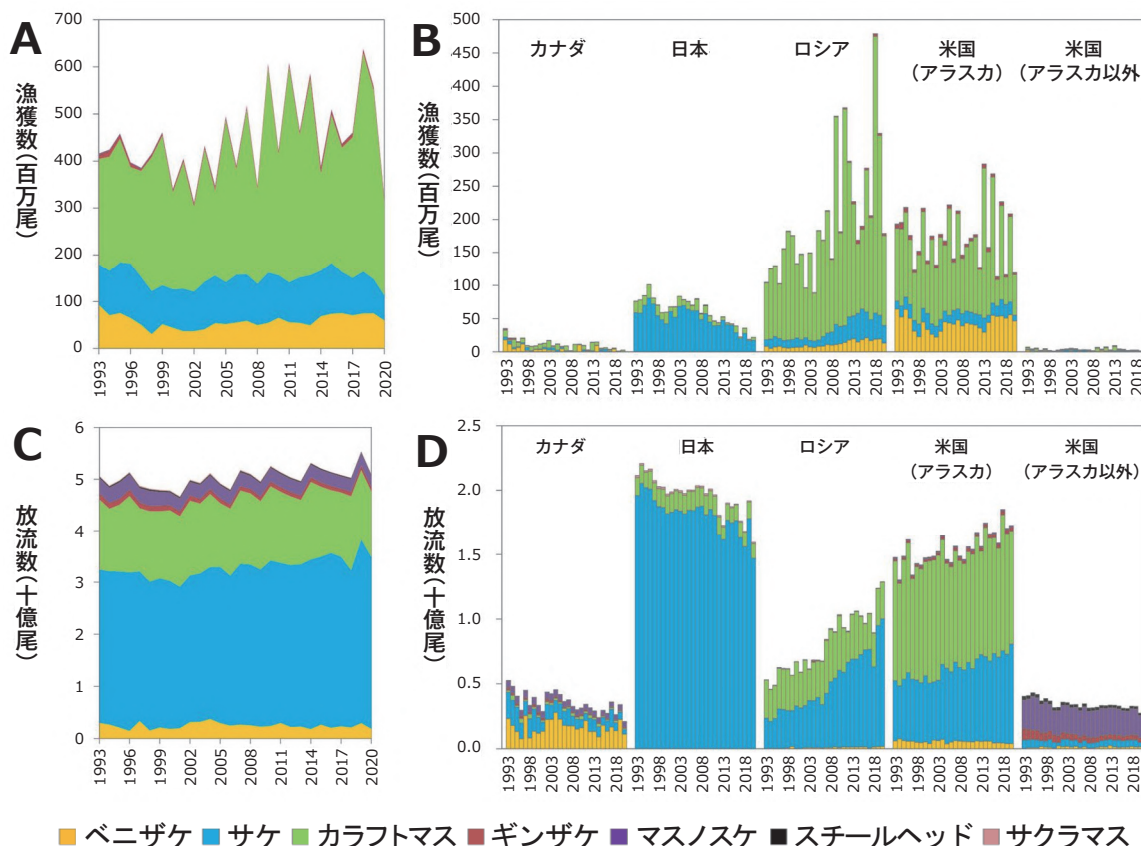


図1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A), 地域別魚種別の漁獲数 (B), 魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D).

A 及び B は「NPAFC Pacific salmonid catch statistics (updated 8 September 2021)」, C 及び D は「NPAFC Pacific salmonid hatchery release statistics (updated 6 August 2021)」より作成 (参照 2021-9-28). 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.

億 867 万尾, アラスカ以外の米国 2 億 7,584 万尾, 韓国 806 万尾となっています (図 1D)。

2021 年漁期の日本

サケ

2021 年漁期 (2021 年 8 月～2022 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 1,927 万尾, 前年同期比で 95%と前年よりも減少し, 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 1,863 万尾 (前年同期比 102%), 本州太平洋側では 34 万尾 (前年同期比 28%), 本州日本海側では 30 万尾 (前年同期比 45%) と, 本州地区において前年を大きく下回っています。採卵数は 1 月 20 日現在で 11 億 6,554 万粒と, 前年同期の 75%となっています。このうち北海道は計画数の 83%, 本州太平洋は計画数の 15%, 本州日本海は計画数の 73%と, いずれも計画数を下回っています。全国の放流数は計画 (16 億 3,987 万尾) を大きく下回ると見込まれます。

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, 奇数年級は 2007 年以降減少傾向を示しており, 2021 年漁期 (2021 年 7 月～11 月) は 84 万尾 (前年比 18%) と, 1983 年以降で最低の来遊数となりました (図 3)。偶数年級の来遊数は 2016 年に増加しましたが, 2018 年から減少傾向を示し, 2020 年は 474 万尾の回帰となりました。採卵数は 1 億 1,432 万粒で計画数の 66%となっており, 放流数も計画 (1 億 3,840 万尾) を下回ると見込まれます。

サクラマス

2021 年漁期の北海道における河川捕獲数は 12,758 尾 (前年比 82%) となり, 2000 年以降の平均の約 120%となりました。地域別には, オホーツク海区で前年比 53%, 日本海区で 104%, 根室海区で 84%, えりも以西海区で 185%と, 日本海区は前年並み, えりも以西海区では前年を大きく上回りましたが, オホーツク海区と根室海区では前年を下回りました。採卵数は 763.8 万粒で, 計画数の 120%となりました。なお, 2021 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

2021 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 637 尾で前年比 49.3%となりました。

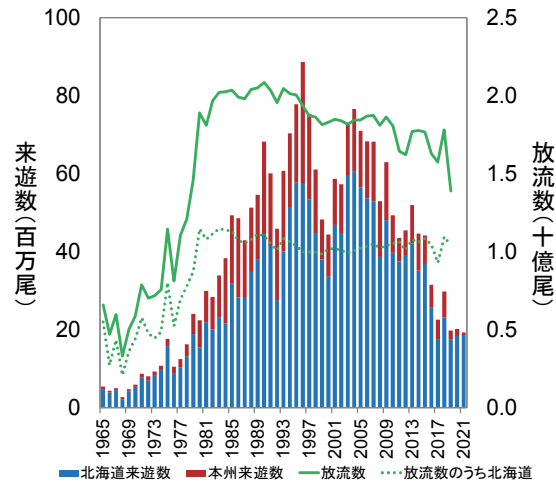


図 2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数 (2021 年漁期来遊数は 1 月 20 日現在)。

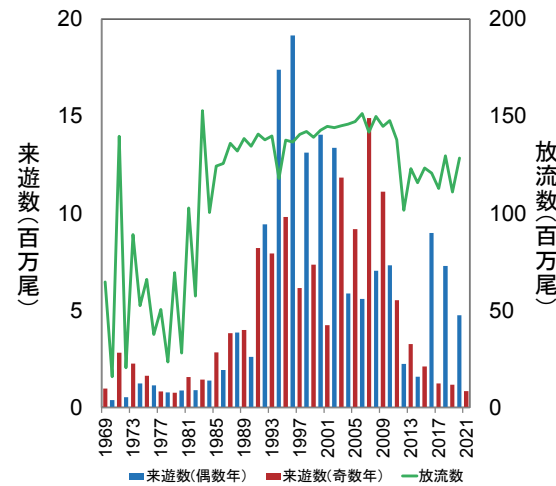


図 3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数。

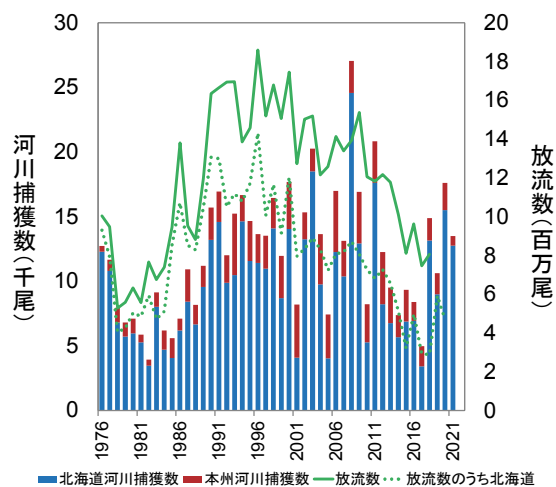


図 4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数 (2021 年漁期の本州河川捕獲数は確認中)。

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(8)

半田芳男氏からの寄贈資料と支笏湖保勝会について

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

当所には退職者から寄贈された資料が多く所蔵されており、前号ではその中から明治期における「石狩国石狩郡」のサケの漁獲数に関する資料を紹介しました。

今回も前回に引き続き寄贈資料の中から、北海道において昭和の初めに行われた「さけます人工孵化放流事業」(以下「人工孵化事業」)の国営化に際して、中心的な役割を果たすとともに、北海道鮭鱒孵化場長、北海道庁(以下「道庁」)の水産課長などの要職を務められた半田芳男氏から寄贈された資料の概要と、その中から支笏湖に関するいくつかの資料を紹介したいと思います。

半田芳男氏の経歴

半田氏は明治 21 (1888) 年に秋田市に生まれています。明治 43 (1910) 年に東北帝国大学農科大学(現北海道大学)の水産学科を卒業し、同年北海道水産試験場千歳支場^{*1}に就職します。同場において技術者として人工孵化事業の研究とその実地面への技術の応用に取り組み、昭和 7 年にその成果を著した「鮭鱒人工蕃殖論」を出版しています。その後、道庁の行政官として、北海道における人工孵化事業の国営化に尽力し、北海道鮭鱒孵化場長、道庁水産課長などを務めています。退職後は、北海道さけ・ます増殖事業協会(昭和 42 年にさけます親魚の捕獲採卵事業を実施することを主な目的に設立された民間団体)の初代会長を歴任するなど、明治末期から約 60 年間(昭和 50 年没)にわたって、人工孵化事業の発展に貢献した人物です(半田 1968, 秋庭 1988)。

寄贈資料の概要

半田氏からの寄贈資料は北海道立文書館にも「半田家資料」として、さけます、昆布、ホタテ

に関する明治中期の道庁の公文書を中心に合計 9 点が所蔵されています

当所に氏から寄贈された資料は、年代的には明治後期から大正、そして昭和 20 年代までと比較的長い期間にわたっており、おおよそ次のようなものが中心となっています。

- 人工孵化事業の国営化に関する資料(33 点)
- 人工孵化事業の実実施計画、予算及び人工孵化事業取締規則に関する資料(49 点)
- 民間増殖団体の設立と解散に関する資料(25 点)
- 北海道水産孵化場の設立に関する資料(28 点)
- 日本鮭鱒資源保護協会等中央団体の設立に関する資料(12 点)
- 研究協議会及び各種調査に関する復命書(6 点)
- 支笏湖に関する資料(12 点)
- 十勝川製糖会社の廃液被害に関する資料(10 点)
- 十勝川の人工孵化事業に関する資料(12 点)
- さけますの漁獲数や人工孵化事業の放流数等の成績に関する資料(27 点)

その数は合計で 200 点以上に及んでいます。氏が尽力した北海道における人工孵化事業の国営化は昭和 9 年に行われていますが(北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会 1988)、この国営化に関する資料に加え、人工孵化事業の毎年の実施計画(河川別・孵化場別の親魚の採捕^{*2}・採卵・放流等の計画)や予算、そして、北海道水産孵化場や民間増殖団体の設立に関するものが過半を占めています。これらに加え、支笏湖におけるヒメマス^{*3}の人工孵化事業や、昭和 4 年に十勝川の孵化場で発生した製糖会社の廃液に起因する収容卵の大量死亡に関する資料も見られます。

^{*1} 明治 21 年に伊藤一隆により石狩川支流の千歳川上流に創設された千歳鮭鱒人工孵化場で、北海道水産試験場千歳支場、北海道鮭鱒孵化場(本場)、水産庁北海道さけ・ますふ化場千歳支場等の組織改編を経て、現在は水産資源研究所千歳さけます事業所となっています。組織変遷については、野川(2015)、大迫(2020)を参照ください。

^{*2} 本稿では、魚類を捕らえることを「採捕」と統一的に表記しました。ただ、引用文において、採捕と同様の意味をなす「捕獲」という文言が使われている場合は、原文のまま「捕獲」を用いています。

^{*3} ヒメマスはベニザケの湖沼陸封型です。姿形が美しく、また、身の色がピンクで刺身などがとても美味しいことから、釣人に人気が高い魚種です(埴山ら 2005b)。

ヒメマスと「支笏湖保勝会」

寄贈資料の中に支笏湖に関する資料が12点含まれています。その中からこれまで紹介されたことがないと思われる、ヒメマスの人工孵化事業に関する資料を紹介したいと思います。

支笏湖におけるヒメマスの人工孵化事業の歴史を調べると、大正11(1922)から大正15(昭和元)年までの5年間、ヒメマスの人工孵化事業に必要な親魚の採捕等を実施した組織として「支笏湖保勝会」(以下「保勝会」)なる団体が登場してきます(菊池1950、黒萩1968)。支笏湖のヒメマス人工孵化事業は、明治27(1894)年から道庁が直営で実施しており、親魚の採捕も自ら実施しています(北海道庁1900、帰山ら2005a)。ところが、大正11年以降は一見奇妙な名称の保勝会なる団体が実施することになります。はたして、どのような経緯でそうなったのか、保勝会は如何なる団体なのか、興味が湧くところです。

千歳市史(更科源蔵1969)及び増補千歳市史(千歳市史編さん委員会1983)を調べてみると、「王子製紙が大正11年にヒメマスの漁業権をとり、捕獲を実施する団体として庶務部長山形武夫名義の匿名組合支笏湖保勝会を結成したこと、実際の捕獲は下請の中村組が行ったが、数年で乱獲によりヒメマスが激減するとともに魚体が小型化し採卵が不可能な状態に陥ったこと、保勝会はプランクトン不足が原因として、硫酸などの肥料をオコタンペ川などから流すが回復には繋がらず、保勝会は自然解消したこと」が書かれています。しかしながら、そこには疑問の解消につながる、保勝会が人工孵化事業に係ることになった経緯等については記述されていません。

このことについて、菊池(1950)に若干の記載がありますが、この内容を裏付ける紛れもない事実が記述された文書が半田氏からの寄贈資料の中にありました。保勝会は大正10年11月10日付けで道庁にヒメマスの「採捕願」を提出しますが、この「採捕願」に添付されていた「副願書」(図1)及び「匿名組合支笏湖保勝会規約書」(図2)に、保勝会が人工孵化事業に係ることとなった経緯や設立目的等が具体的に書かれています。まず前者について、以下に全文を紹介します(句読点を適宜補っています。以下、引用文において同じ)。

副願書

支笏湖ノ風光明媚ナルハ世ニ既ニ定評アリ、畏クモ数次官殿下ノ御遊覧ヲ辱フシ、其他貴顕紳士ノ登覧セラレシモノ亦尠カラス。然ルニ如此本邦屈指ノ勝区モ四圍ノ林地悉ク御料林ニ属スルト、之ガ交通機関トシテ僅カニ王子製紙株式会社専用軌

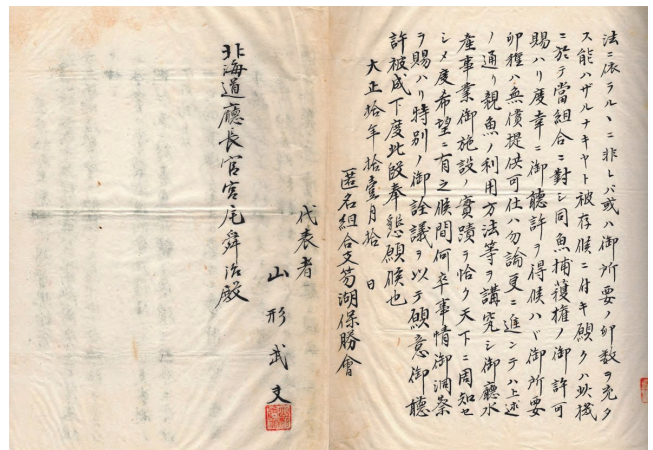
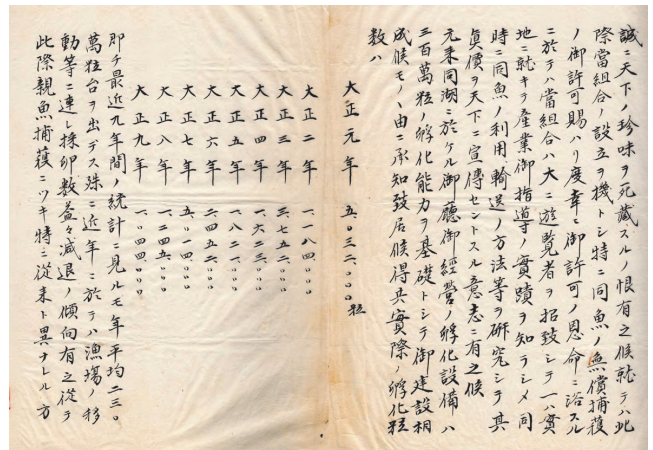
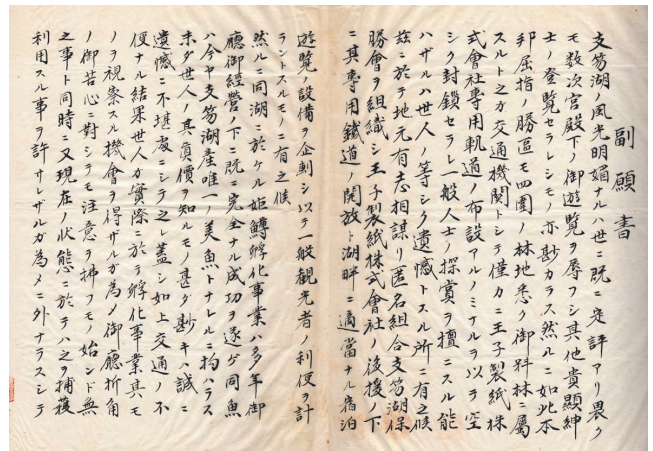


図1. 保勝会から北海道庁長官宛に提出されたヒメマスの「採捕願」に添付されていた副願書。

道ノ布設アルノミナルヲ以テ、空シク封鎖セラレ一般人士ノ探勝ヲ擅ニスル能ハザルハ、世人ノ等シク遺憾トスル所ニ有之候。茲ニ於テ地元有志相謀リ匿名組合支笏湖保勝会ヲ組織シ、王子製紙ノ後援ノ下ニ、其専用鉄道ノ開放ト湖畔ニ適ナル宿泊遊覧ノ設備ヲ企画シ、以テ一般観光者ノ利便ヲ計ラントスルモノニ有之候。

然ルニ同湖ニ於ケル姫鱒孵化事業ハ、多年御庁御経営ノ下ニ既ニ完全ナル成功ヲ遂ゲ、同魚ハ今ヤ支笏湖産唯一ノ美魚トナルニ拘ハワス、未ダ世人ノ其真価ヲ知ルモノ甚ダ尠キハ誠ニ遺憾ニ不堪処ニシテ、之レ蓋シ如上交通ノ不便ナル結果、世人カ實際ニ於テ孵化事業其モノヲ視察スル機会ヲ得ザルガ為メ、御庁折角ノ御苦心ニ対シテモ注意ヲ払フモノ殆ンド無之事ト同時ニ、又現在ノ状態ニ於テハ、之ヲ捕獲利用スル事ヲ許サレザル為メニ外ナラスシテ、誠ニ天下ノ珍味ヲ死蔵スルノ恨有之候。就テハ此際当組合ノ設立ヲ機トシ、特ニ同魚ノ無償捕獲ノ御許可賜ハリ度、幸ニ御許可ノ恩命ニ浴スルニ於テハ、当組合ハ大ニ遊覧者ヲ招致シテハ実地ニ就キテ産業御指導ノ実績ヲ知ラシメ、同時ニ同魚ノ利用、輸送ノ方法等ヲ研究シテ、其真価ヲ天下ニ宣伝セントスル意志ニ有之候。元来同湖ニ於ケル御庁御経営ノ孵化設備ハ三百万粒ノ孵化能力ヲ基礎トシテ御建設相成候モノ、由ニ承知致居候得共、實際ノ孵化粒数ハ

大正元年 五, 〇三二, 〇〇〇粒
(中略)

大正九年 一, 〇四四, 〇〇〇

即チ最近九年間ノ統計ニ見ルモ年平均二三〇万粒台ヲ出デス。殊ニ近年ニ於テハ漁場ノ移動等ニ連シ、採卵数益々減退ノ傾向有之。従テ此際親魚捕獲ニツキ、特ニ従来ト異ナレル方法ニ依ラルハニ非レバ、或ハ御所要ノ卵数ヲ充タス能ハザルナキヤト被存候ニ付キ、願クハ此機ニ於テ当組合ニ対シ同魚捕獲権ノ御許可賜ハリ度、幸ニ御聴許ヲ得候ハバ御所要卵種ハ無償提供可仕ハ勿論、更ニ進ンテハ上述ノ通り親魚ノ利用方法等ヲ講究シ、御庁水産事業御施設ノ実績ヲ恰ク天下ニ周知セシメ度希望ニ有之候間。何卒事情御洞察ヲ賜ハリ特別ノ御詮議ヲ以テ願意御聴許被成下度、此段奉懇願候也。

大正拾年拾壹月拾日

匿名組合支笏湖保勝会

代表者 山形武夫 ㊤

北海道庁長官宮尾舜治殿

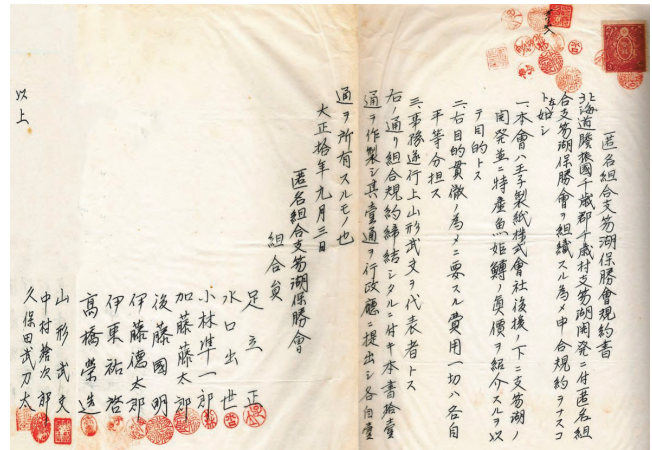


図2. 保勝会の規約書. 3 ページ分を1 ページに合成しています。

長文ですが、要約しますと、支笏湖は風光明媚な景勝地であるが、世の中にその価値が広く知られていない。このため、地元有志で匿名組合支笏湖保勝会を組織し、王子製紙株式会社の後援を得て、宿泊施設の整備を行う等観光客の利便性の向上を計りたい。また、支笏湖におけるヒメマス的人工孵化事業は、道庁による長年の努力により成功を収めているが、ヒメマスの真価とともに世間に知られておらず残念なことである。

については、当組合に採捕の許可をいただければ、ヒメマスの真価や人工孵化事業を世に知らしめることとしたい。加えて、近年、採卵数の減少傾向が見られるが、人工孵化事業に必要な種卵を無償提供するとともに、親魚の利用方法等についても研究を進めたいので、是非許可をお願いしたい、というものです。

道庁にとっては、人工孵化事業の成果の広報、必要な種卵の無償提供等好ましい内容ばかりで、許可を出さない理由が見当たらないように思われます。それだけに果たしてすべて額面通りに受け取って良いものか、と感じるのは筆者だけでしょうか。結果は後述します。

次に、「採捕願」に添付のもう一つの文書、「匿名組合支笏湖保勝会規約書」(図2)を紹介します。千歳市史には、保勝会は王子製紙により設立されたと記述されていますが、規約書から保勝会は11名の組合員により設立された団体であり、王子製紙の後援を得てはいるものの、費用は一切組合員で負担すると明記されており、王子製紙の経済的な関与はなかったものと推察されます。このことから、保勝会の財政的な基盤は必ずしも強固なものではなかったと考えられ、道庁への種卵の無償提供等を行には相当の経費を要することを考慮すると、このことが後述する大量の採捕に繋がった一

因とも推察され、更に考えれば、当初から採捕によって得られる利益を前提に、業務が計画されていた可能性も考えられます。規約書の全文を以下に記載します。

匿名組合支笏湖保勝会規約書

北海道胆振国千歳郡千歳村支笏湖開発ニ付、匿名組合支笏湖保勝会ヲ組織スル為メ、申合規約ヲナスコト左ノ如シ

一、本会ハ王子製紙株式会社後援ノ下ニ、支笏湖ノ開発並ニ特産魚姫鱒ノ真価ヲ紹介スルヲ以テ目的トス

二、右ノ目的貫徹ノ為メニ要スル費用一切ハ各自平等分担ス

三、事務遂行上山形武夫ヲ代表者トス

右ノ通り組合規約締結シタルニ付キ本書拾壹通ヲ作製シ、其壹通ヲ行政庁ニ提出シ各自壹通ヲ所有スルモノ也

大正拾年九月三日
匿名組合支笏湖保勝会
組合員 足立 正^印
(中略)
以上 久保田武刀太^印

ところで、千歳市史には保勝会は山形武夫の名義と書かれていますが、副願書や規約書に見られるように正確には保勝会の代表者です。また、庶務部長という役職から、どこかの会社の職員と考えられますが、苫小牧市史(苫小牧市 1975)から王子製紙の職員であったことが分かります。保勝会は財政的支援は別としても、王子製紙とは緊密な関係にあったことは間違いないと思われます。

ヒメマス採捕に係る法的な規制

(1) 保勝会による採捕は、「漁業権」か、それとも「許可」に基づくものなのか？

明治政府は明治 34 (1901) 年に漁業法(いわゆる旧漁業法)を制定します。当該漁業法において、漁業権については、①専用漁業権、②定置漁業権、③区画漁業権、④特別漁業権の 4 種類が設けられ、その内容は漁業法施行規則に詳細に定められます。①の専用漁業権は地先の定着性のある動植物を漁獲する権利で、従来からの漁獲者や漁業組合に免許されました。②の定置漁業権は定位置に垣網などを敷設して行う建網漁業等で、③の区画漁業権は一定の区域で行う養殖業です。いずれも個人、組合、会社の出願者に与えられました。④の特別

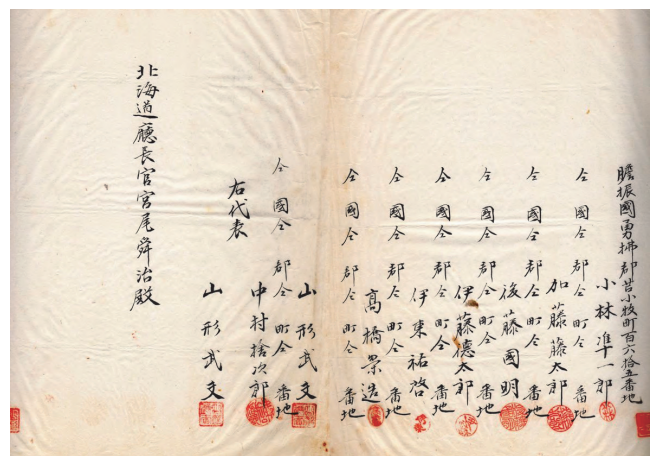
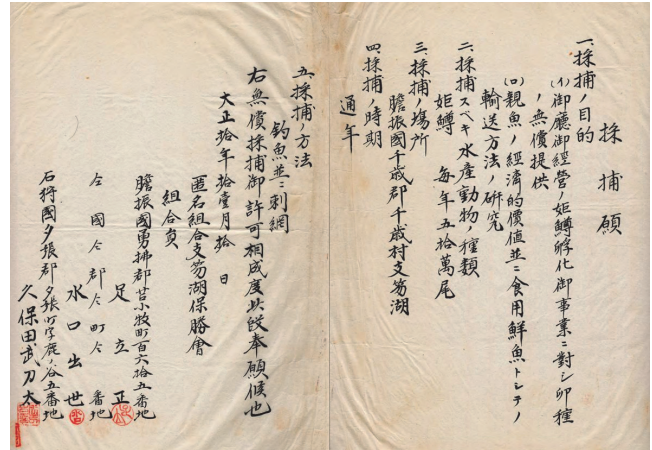


図 3. 保勝会から北海道庁長官宛に提出された「採捕願」。

漁業権は、地曳網場など一定の場が必要となるクジラ漁業、地引網・船曳網漁業などとなっています(出村 2005, 田口 2018)。

ヒメマスの採捕は養殖業には該当しないこと、実際の採捕は釣具と刺網で行われていること、王子製紙は漁業組合には該当しないことなど、採捕の実態や上述の漁業権の内容に照らして考えると、前述の千歳市史や増補千歳市史に書かれているような「王子製紙が漁業権を得て漁業を行った」とは考えづらく、秋庭(1993)も「漁業権ではなく許可に基づく採捕と考えられるが、資料がないので明確には言えない」と述べています。漁業権によるものなのか、それとも許可によるものなのか。「採捕願」(図 3)から、保勝会によるヒメマスの採捕は、許可に基づき行われたことが分かります。「採捕願」の全文は次のとおりです。

採捕願

一、採捕ノ目的
(イ) 御庁御経営ノ姫鱒孵化御事業ニ対シ卵種ノ無償提供
(ロ) 親魚ノ経済的価値並ニ食用鮮魚トシテノ輸

- 送方法ノ研究
- 二. 採捕スベキ水産動物ノ種類
 姫鱒 毎年五拾万尾
- 三. 採捕ノ場所
 胆振国千歳郡千歳村支笏湖
- 四. 採捕ノ時期
 通年
- 五. 採捕ノ方法
 釣魚並ニ刺網

右無償採捕御許可相成度此段奉願候也

大正拾年拾壹月拾日
 匿名組合支笏湖保勝会
 組合員
 胆振国勇払郡苦小牧町百六拾五番地
 足立 正[㊟]
 (中略)
 右代表 山形武夫[㊟]

北海道庁長官宮尾舜治殿

ここで驚くべきは、採捕すべき尾数として、毎年 50 万尾という数値が記載されていることです。

「採捕願」が提出される前年の採捕数が約 3 万尾（黒萩 1968, 帰山 1991）に過ぎないことを考えると、あまりにも大きな数値ですが、この数値の根拠を示す資料はありませんでした。

道庁はこの保勝会からの出願について、現地の担当機関である北海道水産試験場千歳支場（以下「千歳支場」）に意見を聞いています。千歳支場から「当场トシテ将来ニ於ケル種苗供給上、採卵数ノ多大ヲ期スルト共ニ本湖ノ生産額ヲ増加スル点ニ於テ大ニ歓迎スル」との回答を得て、大正 11 年 4 月 13 日付けで許可期間は「大正 11 年から 5 年とすること、親魚採捕の場所や使用漁具等については千歳支場の指示に従うこと、親魚の卵及び精液は人工孵化用として千歳支場に無償供与すること等 11 項目に及ぶ条件を付して、次のとおり許可します。

大正十一年四月十三日付内勸第一九二四号
 指令案
 勇払郡苦小牧町百六十五番地
 匿名組合支笏湖保勝会
 代表者 山形武夫

大正十年十一月十日付願姫鱒捕獲ノ件許可ス但シ左ノ通心得ヘシ

大正十一年四月十三日 長官

- 一 姫鱒ノ捕獲許可ハ、大正十一年ヨリ向ウ五ケ年トス
- 二 親魚捕獲ノ位置及之レカ設備使用漁具及器具ハ、千歳支場ノ指定ニ従フヘシ
- 三～四 (略)
- 五 捕獲セル親魚ノ卵子及精液ハ、人工孵化用トシテ、之レヲ千歳支場ニ無償上納スヘシ、但シ採卵及搾取ハ千歳支場ニ於テ行フヲ以テ、該親魚ハ総テ指定ノ場所ニ運搬スルモノトス
- 六～十 (略)
- 十一 前各項ニ違背シタルトキ又ハ事業上該魚属繁殖上必要アルトキハ、命令条件ヲ追加シ又ハ許可ヲ取消スコトアルヘシ。此ノ場合ニ於テ損害アルモ本庁ニ於テ其ノ責ニ任セス

それでは、この許可はどの規則のどの条文に基づいて発出されたものなのでしょうか、次の「(2) 法的規則の沿革」で述べることにします。

(2) 法的規則の沿革

保勝会へ道庁から採捕許可が出された当時、ヒメマスの採捕にどのような法的規制がかけられていたのでしょうか。前述しましたように、明治政府は全国統一的な漁業制度の要請を受けて、明治 34 年に漁業法を制定します。他方、漁業現場における漁業調整や取締の必要性から、道庁ではそれ以前から、「北海道水産物取締規則」(明治 21 年)、「昆布製造取締規則」(同 26 年)等の規則を定め、北海道における漁業秩序の維持を図ります。明治 30 (1897) 年 11 月には、それまでの漁業の規制に係る諸規則を改廃・整理し、「北海道漁業取締規則」(以下、「取締規則」、庁令第 67 号)を公布します(北海道庁 1937)。この公布以降の規制の実態について見てみます。

庁令第 67 号の取締規則では、第 21 条に「遊漁若クハ自用ノ為メ水産動植物ノ採捕ヲ為スハ願出ニ及ハスト雖モ本則及其地漁業組合ノ規約ニ定メタル制限ニ従フヘシ」と規定され(北海道庁 1899)、支笏湖には当時漁業組合は存在しなかったことから、自用や遊漁によるヒメマスの採捕は、出願の必要もなく自由にできることとなります。この条文は、明治 35 年の改正(庁令第 91 号)で、「遊漁若クハ自用ノ為メ水産動植物ヲ採捕スルモノハ免許又ハ許可ヲ受クヘキ漁業ト同一ノ漁具ヲ用ユルコトヲ得ス且ツ本則及其他ノ法令及其地水産組合ノ定款ニ従フヘシ」(北海道庁 1902)と変更になりますが、やはり漁業組合や免許を受けた漁業もなかったことから、ヒメマスの自用や遊漁による採捕は、取締規則上は何等の規制もなかったと考えられます。

一方、明治 30 年 11 月に公布(庁令第 68 号)

された「北海道鮭鱒保護規則」では、第10条に「鮭鱒ハ自用トシテ捕獲シ又ハ遊漁スルコトヲ得ス」とされ（北海道庁1899）、鮭鱒は自用や遊漁であっても採捕はできませんでした。同条文は明治35年に庁令第86号により「鮭鱒ハ許可ヲ受クルニ在ラサルハ捕獲スルコトヲ得ス」と改正されますが（北海道庁1902）、鮭鱒保護規則では、鮭鱒に関しては採捕の禁止、または、許可が必要とされ、厳しい取扱いとなっています。

この両規則ですが、明治36年3月に「北海道鮭鱒保護規則」は廃止され、この廃止された保護規則の内容等を取り入れた「北海道漁業取締規則」（庁令第41号）が公布されます。石狩川（支笏湖を含む）は同規則第32条に規定するさけますの繁殖を保護する河川湖沼に定められ、同条第2項により「各種の地曳網漁業の禁止」、第33条により「6月1日から翌年1月31日の間、地曳網、刺網、流網、投網、釣等の漁具の使用禁止」が規定されます（佐藤1903）。更に、明治39年12月には「支笏湖漁業ニ関スル件」（庁令第114号）が発出され、「胆振国支笏湖ニ於テハ釣具以外ノ漁具ヲ使用シ又ハ携帯スルコトヲ得ス」と規定され（北海道庁1909）、支笏湖では釣具以外の漁具の使用が一切禁止となります。このような規制が設けられた背景には、支笏湖における釣人の増加があったのではないかと考えられます（菊池1950）。

大正4（1915）年になり、取締規則は全面的に改正（庁令第37号）されます。この改正により鮭鱒の採捕に関して、次のような条文が新たに加わることになります（北海道庁1915）。

第29条 鮭、鮠ハ其ノ漁業ノ免許又ハ許可ヲ受ケタル者ニ非サレハ之ヲ採捕スルコトヲ得ス
根室、千島二国及第25条ニ依リ指定シタル河川湖沼ニ於ケル鱒ニ付テモ亦同シ
（アンダーラインは筆者）

支笏湖は、アンダーラインの第25条で通年を保護期間とする湖沼に指定されます。これにより、ヒメマスが第29条第2項に規定する「鱒」に含まれると解されるなら、たとえ釣りであっても採捕には許可が必要ということになります。

千歳支場は、道庁が保勝会に採捕許可を出した翌月、ヒメマスが第29条第2項に規定する鱒に含まれるのか否か、を道庁に照会しています。道庁は内務部長名で「鮭鱒ハ北海道漁業取締規則ノ所謂鱒ノ内ニ含ムモノト認ム」と回答しています（図4）。

つまり、道庁の保勝会への許可は、この条文に基づくものであり、許可を受けた保勝会のみがヒメマスの採捕することができ、それ以外の何人も

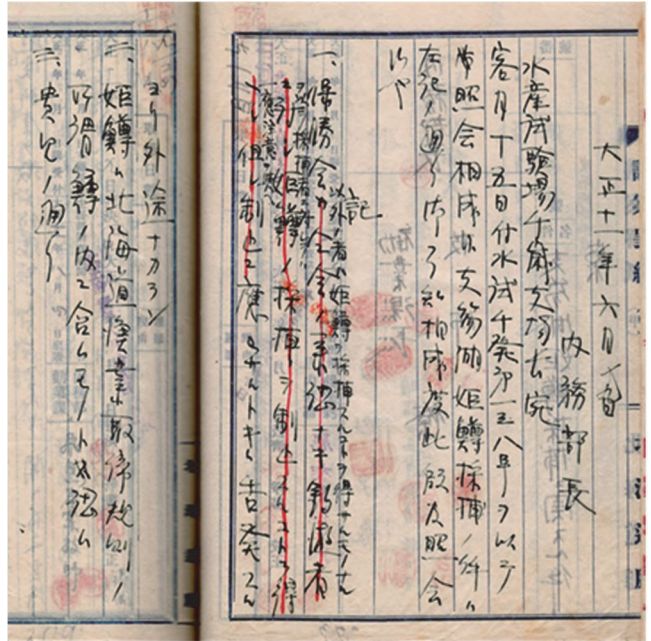


図4. 千歳支場の照会に対する道庁の回答。記の「二。」に「所謂鱒ノ内ニ含ムト認ム」とあります。

許可なく採捕することはできないことになります。

なお、取締規則は昭和3年2月にも全面的な改正（庁令第12号）が行われますが、本改正により第29条は削除され、支笏湖は同規則第35条により魚類の繁殖を保護するための河川湖沼に指定され、通年、地曳網、刺網、流網、延縄、釣、マレップ、魚類の通路を遮断する装置等の漁具や漁法により水産動物を採捕することは禁止されます（北海道庁1929）。ただ、禁止漁具に釣具はなく、釣りは自由に行うことができるようになります。

ちなみに、図4の記の「一。」に「保勝会以外ノ者ハ鱒ヲ採捕スルコトヲ得サルモノナルヲ以テ、採捕者ニ対シテハ一応注意ヲ與ヘ、応セサルトキ告発スルヨリ外途ナカラン」との回答が記述されています。これは、千歳支場からの「支笏湖保勝会ハ、今後同湖ノ釣遊者ヨリ相当ノ料金ヲ徴スル由ナルカ、従来同湖ノ釣遊ニ就テハ何等ノ制限ナク誰人モ自由ナリシガ、同会設置後ノ今日ニテハ、同会ノ証明ナキモノニ対シテハ（仮ヘバ遊料鑑札ノ如キ所持セザルモノ）、同会又ハ漁業監督吏トシテ拒止シ得ンヤ否ヤ」に対する回答です。

前述しましたように、大正4年3月の取締規則の全面改正により、許可なくヒメマスを採捕することはできなくなりますが、この照会文から推察するに、当時、支笏湖では規則の厳格な解釈に基づく、厳しい取締は行われておらず、実態として釣りは自由に行われていたものと推察されます。そのような中、保勝会の出現と同会への採捕許可、加えて、保勝会による遊漁券発行の動き（後述を参照）に伴い、にわかに規則の厳格な運用をせざる

るを得なくなった状況を窺い知ることができます。

なお、昭和3年の規則の改正で、釣りは自由にできるようになりますが、昭和11年になり、資源の保護を目的に採捕の禁止区間や禁止期間が設けられ、その後も夜間の採捕禁止、一人が持ち込める竿数の制限など様々な規制が加わることになります（秋庭 1993）。

保勝会による採捕等の実績

大正15（昭和元）年を最後に保勝会による5カ年間の許可期間を終えますが、道庁は北海道水産試験場高島本場（以下「水試本場」）に対して許可期間中における保勝会による採捕方法・尾数等の実績について報告を求めます。水試本場からは、①採捕は釣りの他、全て刺網によって行われたこと、②従事者は主に王子製紙社で木材輸送に携わる者で、その業務の傍らに行われたため、漁具数、従事者数、船数等は判然としないこと、③主な漁場は銚子口、美笛、硫黄山、二ナル、砥石山であったこと（図5）、④採捕数（人工孵化事業用の親魚の採捕数は含まず）は、保勝会からの年度ごとの報告書に基づき、大正11年：137,753尾、12年：77,826尾、13年：118,797尾、14年：44,971尾の合計で379,347尾であったこと、等を報告しています。

採捕数についてですが、報告書の中に最終年（大正15年）の尾数の記載がありません。大正15年における採捕状況を調査した千歳支場職員波多野技手の復命書によれば、「昨冬以来同湖二於ケル姫鱒ノ捕獲不振ニシテ、夏季中ノ釣獲ノ如キモ不可能ナリキ。保勝会ノ如キハ捕獲皆無ナリシト言フ」とあることから（黒萩 1968）、水試本場の道庁への報告漏れということではなく、この年の採捕数がゼロであったためと考えられます。つまり、

5年間の保勝会による採捕実績は、

大正11年：	137,753尾
大正12年：	77,826尾
大正13年：	118,797尾
大正14年：	44,971尾
大正15年：	0尾

の合計で379,347尾、ということになります。

一方、人工孵化事業用の親魚の採捕数は、大正11年：55,000尾、12年：29,769尾、13年：54,530尾、14年：18,300尾、15年：2,370尾であり（黒萩 1968、帰山 1991）、これらを加えると、この5年間で併せて539,316尾、多い年では約20万尾、年平均でも約11万尾と、非常に多くのヒメマスが採捕されたこととなります。

水試本場は、保勝会のこのような実績に加え、大正15年に採捕数が極端に減少したことから、①保勝会による採捕許可は継続しないこと、②支

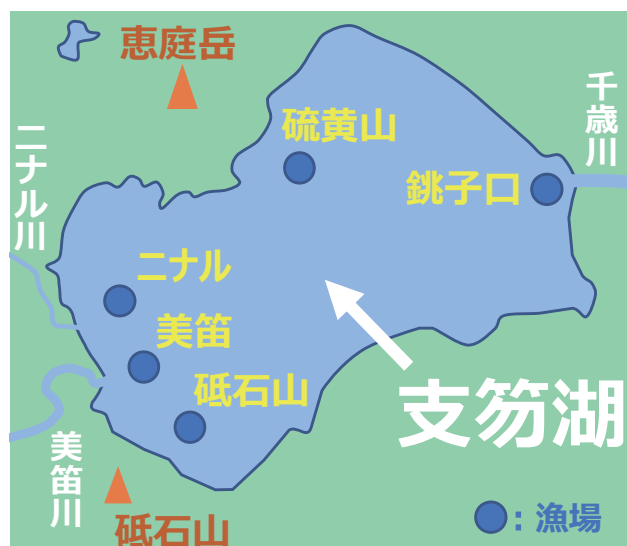


図5. 採捕が行われた漁場の位置。漁場の位置は新千歳市史通史編上巻（千歳市史編さん委員会 2010）に基づき作成。ただし、硫黄山については千歳市史等の史料にその名称が見つかりませんでした。千歳市史（更科源蔵 1969）に「恵庭岳は全山硫黄」との記述があること、新千歳市史通史編下巻（千歳市史編さん委員会 2019）に当時恵庭岳の麓で硫黄の産出が行われていたことから、恵庭岳を硫黄山と通称していたのではないかと推定し、その位置を恵庭岳の麓に表示しました。

笏湖から千歳川への流下防止対策を施すこと、③数年間、採捕を禁止するとともに、他より移殖卵の移入を行うこと、④餌となる動物プランクトンの発生を助長するための方策を講じること、との意見も併せて提出しています。

なお、保勝会による採捕は、当初の予定とおり大正15（昭和元）年で終了し、昭和2年から従来の道庁による実施体制に戻ります。

実績の最後に、「採捕願」で述べられていたヒメマスの真価の普及、利用等に関して実際にどのような取組が行われたのか、報告のあった大正11、12年の取組を紹介します。大正11年は鮮魚輸送に必要な氷蔵設備がないことから、採捕魚の約7割を鮮魚で苫小牧町の中村組に1尾当たり3～4銭で販売し、中村組はこれを苫小牧町にて1尾当たり4～5銭で販売しています。この他に江別町（当時）、岩見沢町（同）でも委託販売を実施しています。残りの3割は酒粕漬、焼乾、塩漬に加工し、道内の十勝や北見地方の他、本州の会津若松、豊橋市、信州上諏訪地方の商店へも発送して販売しています。12年度も前年と同様の取組を行っていますが、特徴的な取組として、東京日本橋で鮮魚販売を試みています。結果は、客車便で発送したにも拘わらず輸送に日数を要し（約10日）、

輸送箱にも問題があつて、鮮度落ちが甚だしく、120尾で代金50銭(1尾当たり4厘)という失敗に終わったと記述されています。

遊漁券の発行

これは、あまり知られていない史実と思われませんが、大正11年に保勝会は道庁への事前の相談もなく、突如遊漁券を発行し釣人から遊漁料の徴収を開始します。しかし、事前に全く相談をしていなかったのかというと、そうでもないようで、後に道庁に提出した弁明書のような文書の中に、「遊漁券ノ事ハ、幣方トシテハ余リ問題ニモ致不申候処、相当料金ヲ徴収シテ発行致スモ差支アルマシトノ貴下ノ御内示モ有之」とあることから、非公式とは思われますが、官側から何らかの示唆を受けて行われたものと推察されます。

道庁は、4月13日付け内勸第1924号指令を以てヒメマス人工孵化事業用の親魚の採捕等を目的とする「採捕願」に許可は出しているものの、遊漁料金を徴収して釣りを行うことについては、許可の主旨に反しているとして、直ちに遊漁料金を徴収した人数及び料金等について報告するよう指示します。この指示に対応した報告書は確認できませんでしたが、別途の報告書に発行枚数等の記録があり、それによれば、

1日券：164枚(単価50銭)

7日券：24枚(単価3円)

の2種類の遊漁券を5月20日から7月20日の間に発行しています。なお、7月20日以降は道庁からの指示により、発券を中止しています。

保勝会は道庁に対し、「釣りを生業とする者や禁止されている網漁を行う者が増えており、それらの密猟者を排除するとともに、採捕数を正確に把握するためにも、手数料を取って鑑札を発行し、その所持人にのみに釣りを認めることが必要である。また、手数料は密漁監視並に採卵用親魚の採捕費用の一部に充当することにしたい。」として、改めて8月14日付けで遊漁券発行の許可を願い出ます。しかしながら、道庁は「客月十四日付ヲ以テ別紙願出有之候得共、本願ノ方法ニテハ詮議相成難ク候条、御再考相成度、此段及通牒候也」として、許可しませんでした。ただ、何故「詮議相成難」のか、その理由について書かれたものは綴られていませんでした。

おわりに

明治末期から約60年間にわたって、北海道における人工孵化事業の発展に貢献した半田芳夫氏から寄贈された資料の概要と、その中から保勝会に関する資料を紹介しました。資料は多岐にわ

たっていますが、人工孵化事業の国営化、北海道水産孵化場の設立等の資料が大半で、北海道における人工孵化事業の体制確立に向けて氏が作成、収集した資料が中心となっています。

保勝会に関しては、設立目的やヒメマスの人工孵化放流事業に係ることとなった経緯等については、これまで資料も無く明確に知られてきませんでした。半田氏の資料により、ヒメマスの採捕は許可に基づくものであったこと、短期間であるものの支笏湖で遊漁券による釣りが行われたことなどいくつかの事実が明らかになりました。遊漁券の発行は具体的にどのような方法で行われたのか、実際の採捕を行ったとされる中村組とはどのような組織なのか、興味あるところですが、これらについて書かれた資料を目にすることはできませんでした。いずれにしても、支笏湖における保勝会の取り組みは、支笏湖のヒメマスの人工孵化事業の歴史の中で、一種異彩を放つ特記すべき出来事であり、本資料が今後の保勝会に関する調査に資することを願っています。

引用文献

- 秋庭鉄之. 1993. 千歳と姫鱒. 千歳ヒメマス記念事業実行委員会, 千歳. 121 pp.
- 秋庭鉄之. 1988. 民営事業の衰退, 鮭の文化誌. 北海道新聞社, 札幌. pp. 124-128.
- 千歳市史編さん委員会. 1983. 水産業. 増補千歳市史, 千歳市, 札幌. pp. 721-746.
- 千歳市史編さん委員会. 2010. 支笏湖をめぐる. 新千歳市史 通史編上巻, 千歳市, 札幌. pp. 126-131.
- 千歳市史編さん委員会. 2019. 支笏湖の自然. 新千歳市史 通史編下巻, 千歳市, 札幌. pp. 331-341.
- 半田芳男. 1968. 鹹淡往来. 北水協会, 札幌. 188 pp.
- 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会. 1988. 官営移管. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史. 北海道さけ・ますふ化放流百年記念事業協賛会, 札幌. pp. 468-556.
- 北海道庁. 1899. 捕獲採藻. 北海道庁現行布令便覧 明治31年編 上巻, 北海道庁, 札幌. pp. 1142-1180.
- 北海道庁. 1900. かばちゑっぼの移殖. 千歳鮭鱒人工孵化事業報告, 北海道庁, 札幌. pp. 32-41.
- 北海道庁. 1902. 北海道漁業取締規則. 北海道漁業法規, 北海道庁, 札幌. pp. 3-17.
- 北海道庁. 1909. 漁業法令. 水産法規, 北海道庁, 札幌. pp. 1-114.
- 北海道庁. 1915. 北海道庁公報第139号(大正4年4月7日). 北海道庁公報1 明治35年~昭和2

- 年6月(道立図書館所蔵, 請求記号: DVD//492).
- 北海道庁. 1929. 北海道漁業取締規則. 水産法規, 北海道庁, 札幌. pp. 77-106.
- 北海道庁. 1937. 漁業取締と各種施設. 新選北海道史 第四卷, 北海道庁, 札幌. pp. 582-588.
- 出村雅晴. 2005. 漁業権の成立過程と漁協の役割. 農林中金総合研究所, 調査と情報, 213: 4-8.
- 帰山雅秀. 1991. 支笏湖に生息する湖沼型ベニザケの個体群動態. 北海道さけ・ますふ化場研報, 45: 1-24.
- 帰山雅秀・眞山 紘・加藤禎一・小林哲夫・河村博. 2005a. 支笏湖の生物とヒメマス. 「湖沼環境の基盤情報整備事業報告書—豊かな自然環境を次世代に引き継ぐために—支笏湖」, 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. pp. 31-68.
- 帰山雅秀・眞山 紘・加藤禎一・小林哲夫・河村博. 2005b. 我が国におけるヒメマスの増養殖. 「湖沼環境の基盤情報整備事業報告書—豊かな自然環境を次世代に引き継ぐために—支笏湖」, 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. pp. 123-155.
- 菊池覚助(規矩智生). 1950. 孵化場の追憶 支笏湖. 魚と卵, 8: 6-12.
- 黒萩 尚. 1968. 支笏湖のヒメマスに関する未発表の記録. さけますふ研報, 22: 73-92.
- 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.
- 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.
- 佐藤忠順. 1903. 北海道漁業取締規則. 北海道漁業取締規則解釈, 博光舎, 札幌. pp. 1-49.
- 更科源蔵. 1969. 千歳市史, 千歳市, 札幌. 927 pp.
- 田口さつき. 2018. わが国の沿岸漁業の制度と漁業の民主化. 農林中金総合研究所, 農林金融, 866: 2-20.
- 苫小牧市. 1975. 王子製紙と町政. 苫小牧市史上巻, 苫小牧市, 苫小牧. pp. 924-940.



写真. 岩手県宮古湾（写真奥）に流れ込む津軽石川（写真左）と津軽石ふ化場（写真右）。津軽石川について、本誌のP.32～34で紹介していますので、ご覧下さい。

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://www2.fra.go.jp/xq/水産資源研究所/>

SALMON 情報 編集委員会 (50音順)

高橋昌也 (委員長), 大本謙一, 川名守彦, 佐藤恵久雄, 長谷川功, 福澤博明, 吉田梓佐, 渡邊久爾

本誌掲載記事, 図, 写真の無断転載を禁じます。
