

SALMON 情報

第11号

2017年3月

- 三陸沿岸域の海洋環境とサケ回帰率の関係
- サケの採卵における等張液を用いた未受精卵の洗卵の効果と方法の検討
- 耳石温度標識の精度管理
- 国内におけるサーモン海面養殖について
- アムール川訪問記
- 沖合調査で得られるサケ耳石温度標識魚の情報
- サケ沿岸漁獲物の耳石温度標識魚調査
- サケ科魚類のプロファイル-15 クニマス
ほか



オリジナルキャラクター
さけ まずみちゃん



編集 北海道区水産研究所



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

目次

研究成果情報

- 三陸沿岸域の海洋環境とサケ回帰率の関係 …… 和川 拓・ほか 3
 コラム：季節の遅れや進み具合とサケの回帰率の関係 …… 森田健太郎 6

技術情報

- サケの採卵における等張液を用いた未受精卵の洗卵の効果と方法の検討… 大本謙一 8
 耳石温度標識の精度管理 …… 大貫 努・富田泰生 12
 コラム：十勝川水系内でのサケの母川回帰について …… 楠茂恵一 14

会議報告

- さけます関係研究開発等推進会議 研究部会 …… 福若雅章・大熊一正 16
 さけます報告会 …… 平間美信 18
 2016 年 NPAFC 年次会議 科学調査統計小委員会（CSRS）の概要 …… 浦和茂彦 20

トピックス

- 国内におけるサーモン海面養殖について …… 黒川忠英 23
 アムール川訪問記 …… 長谷川 功 26
 沖合調査で得られるサケ耳石温度標識魚の情報 …… 鈴木健吾 30
 サケ沿岸漁獲物の耳石温度標識魚調査 …… 森田健太郎 33

さけます情報

- サケ科魚類のプロファイル-15 クニマス …… 青柳敏裕 36
 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖 …… 加藤雅博 40
 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 …… 野川秀樹 42
 コラム：千歳川の捕魚車 120 年の移ろい …… 野川秀樹 47

mini column

表紙の写真は広報展示施設「千歳さけますの森 さけます情報館」と、そのオリジナルキャラクターです。当機構と包括連携協定を締結している学校法人女子美術大学の学生が制作した 14 点の中から来館者などによる総選挙で決定しました。

愛称 さけ ます みちゃん 年齢 千歳 (1,000 歳)
 元気で明るいしっかり者の女の子。トレードマークはいくらのカチューシャ。おしゃべりが大好きで、お客さんがくるとついつい「さけ」について力説しすぎてしまう。でも実はシャイな一面もあり、うれしいときや、恥ずかしい時は、ほっぺが赤くなってしまう。



研究成果情報

三陸沿岸域の海洋環境とサケ回帰率の関係

わがわ たく たまて つよし くらだ ひろし いたう しんいち かけひ しげほ やまの め たけし こだま たくや
和川 拓*1・玉手 剛*2・黒田 寛*3・伊藤 進一*4・笥 茂穂*5・山野目 健*6・児玉 琢哉*7

はじめに

三陸沿岸域は複数の大規模な強い海流が流れ込んでくる世界的に珍しい海域です。複数の海流とは、低温・低塩分の海流である親潮（亜寒帯循環の西岸境界流）と沿岸親潮（オホーツク海水との混合による影響を受けた沿岸境界流）、高温・高塩分が特徴の津軽暖流（対馬暖流からの分流）のことで、また、規模は小さいものの黒潮統流からの（暖水渦を伴う）間欠的な流入水もあります（図 1）。これらの海流がぶつかり合うことに加え、各々の海流の勢力が種々の時間規模で変化することから、三陸沿岸域は水温等の海洋環境の変動が大きく、かつその変動はしばしば急激で複雑であることが知られています（例えば、Hanawa and Mitsudera 1987）。

このような三陸特有の海洋環境変動に当地域の漁業関係者は長年悩まされてきました。その一例が日本一の生産量を誇る岩手県のワカメ養殖業です。秋季と春季の急激な海水温変化は養殖ワカメの品質に悪影響を及ぼします。そこで、大きな海水温変動を予測し、ワカメ養殖業などの被害の軽減を目指した研究が近年行われています（Wagawa et al. 2015）。一方、岩手県沿岸域（図 1 の青線）は、北海道に次ぐ水揚げがある秋サケ主産地であり、秋サケ漁業は当地域の代表的な沿岸漁業の 1 つとなっているのですが、既往研究（入江 1990; Saito and Nagasawa 2009; 小川・清水 2013 など）を整理すると、この地域のサケ回帰率も放流年春季の沿岸滞留期（特に 5-6 月）における海洋環境変動“暖流の相対勢力の変動”の影響を強く受ける可能性があることが分かりました。その可能性をより厳密に検証するため、我々は三陸沿岸域においてはほとんど行われてこなかった、海洋物理学や生態学等の視点・知識を活用する学際的な研究（Wagawa et al. 2016）を実施しました。本稿では、その研究を概説します。

海洋環境変動を捉える：鉛直プロファイル観測と暖流の相対勢力の指標値化

岩手県水産技術センターでは、漁業指導調査船

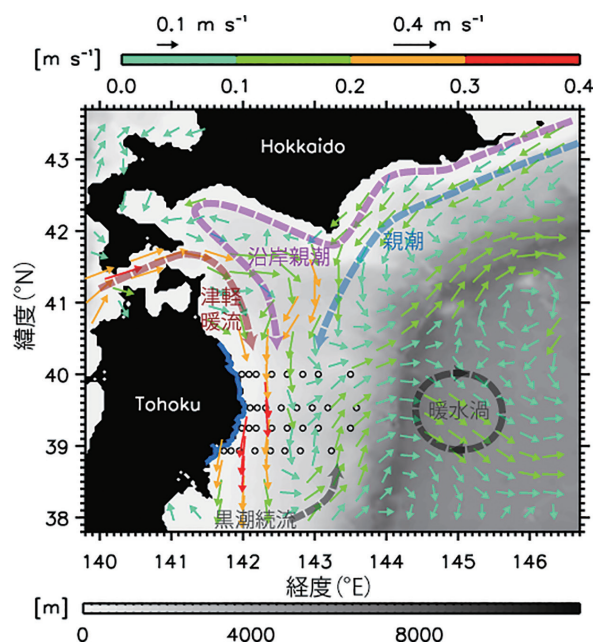


図 1. CTD 観測点（黒色○印）と海底地形。流速ベクトルは海面絶対地衡流速の全期間平均値。沿岸定線は北から順に黒埼定線、とどヶ埼定線、尾埼定線、椿島定線。東北太平洋岸の青線は、岩手県沿岸域を示す。

「岩手丸」を用いて、ほぼ毎月 1 回、沿岸定線海洋観測を実施しています（図 1 の○印の観測点）。沿岸定線は東西方向に延びる 4 本、北から順番に、黒埼定線、とどヶ埼定線、尾埼定線、椿島定線において実施され、海洋観測内容は主に、船の油圧ウィンチを用いて CTD（Conductivity Temperature Depth profiler）を海面から水深 300 m まで沈降・浮上させる、水温・塩分の鉛直プロファイル観測です。CTD 観測データの一部は 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震による大津波の被害で消失してしまいましたが、関係機関に散在していたデータのコピーを集約することで 1998 年以降のものは復元されました。また、岩手丸は津波の被害を免れたため、長期中断などなく観測を継続しています。

我々の研究（Wagawa et al. 2016）では、このように貴重な、1998 年から 2010 年までの 13 年間分の CTD 観測データを用いて海洋環境変動を解析し、サケ回帰率との関係を調べました。水温・

*1 日本海区水産研究所 資源環境部, *2 元東北水産研究所 沿岸漁業資源研究センター, *3 北海道水産研究所 生産環境部, *4 東京大学 大気海洋研究所, *5 東北水産研究所 資源環境部, *6 岩手県沿岸広域振興局 水産部, *7 岩手県水産技術センター 漁業資源部

塩分の鉛直プロファイルデータを用いれば、観測された水温・塩分特性を持つ”水”がどの海流に属するのか（起源を持つのか）を判断できます。例として、図3に2006年と2008年の5-6月（2ヶ月間平均）における、とどヶ埼定線の水温と塩分の鉛直断面を示しました。なお、当地域のサケは一般に放流された年から3年後に、4歳魚として帰ってくるので（次節参照）、2006年の観測データは2009年度に戻ってきた4歳魚が放流された年の春季（5-6月）に対応し、2008年の観測データは2011年度に回帰したサケ4歳魚が放流された年にあたります（図4参照）。次節でも触れますが、4歳魚回帰率が急激に低下した時期の底が2011年度であり、2009年度はその低下の直前になります。

2006年5-6月のとどヶ埼定線では、水深50m以浅で水温5-8°C、塩分32.8-33.6の水が支配的に分布していました（図3a）。この低温・低塩分の水は、Hanawa and Mitsudera (1987)の分類法により、主に親潮水に分類されます。一方、2008年（図3b）は、上層（水深50m以浅）に最高15°C・塩分34.4の高温・高塩分水が分布しており、同様の分類法より、この水は津軽暖流水または黒潮水に分類されることがわかりました。

以上のように、観測された水がどの海流に属するか、そして冷水（親潮水と沿岸親潮水）か暖水（津軽暖流水と黒潮水）に分けることが可能で、さらに観測定線下における冷水、暖水の頻度も把握することができるので、我々は暖水の相対勢力を「暖水比」（暖水頻度/冷水頻度）という指標で表すことにしました。この暖水比により、岩手県のサケ幼魚の主要な沿岸滞留期（5-6月）における海洋環境変動を数値で簡潔に示すことが可能になりました。

放流年春季の暖水比とサケ回帰率

岩手県沿岸域（図1の青線）では1980年代後半以降、大震災前年の2010年まで、サケの幼稚魚が年間4億4千万尾ほど放流されてきました。放流された幼稚魚は1-6年後に2-7歳魚として当地域に回帰してきますが、他地域同様、4歳魚が最も多い割合を示します（2001-2013年度の回帰数における4歳魚の平均割合は推定52.0%: Wagawa et al. 2016より）。つまり、4歳魚がサケの回帰主群年齢なので、我々は4歳魚の回帰率（ 100×4 歳魚推定回帰尾数/放流数）が放流年春季（5-6月）における暖水比に応じて変動するかどうかを調べました。

その結果、解析期間（回帰年度2001-2013）において、4歳魚回帰率は放流年春季（回帰年度の3年前にあたる5-6月）の暖水比と有意に相関す



図2. (上写真)岩手丸と(下写真)岩手丸による海洋観測風景。

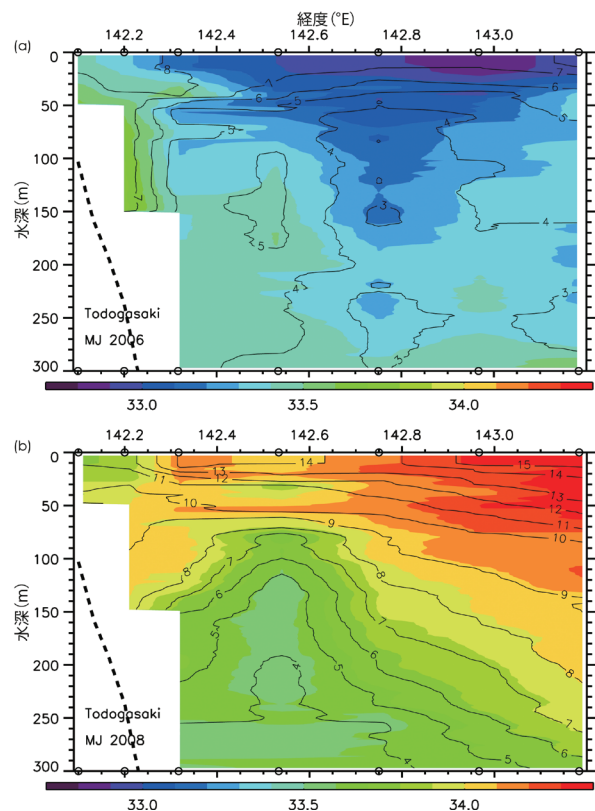


図3. 2006年(a)と2008年(b)の5-6月におけるとどヶ埼沿岸定線の水温(等値線)と塩分(カラー)の鉛直断面。太破線は海底地形を示す。○印はCTD観測点の位置を示す。

ることがわかりました（スピアマンの順位相関係数 $\rho = -0.69$, $p < 0.05$ 。図4参照）。特に、回帰率が2009年度の1.0%から2010年度は0.5%にな

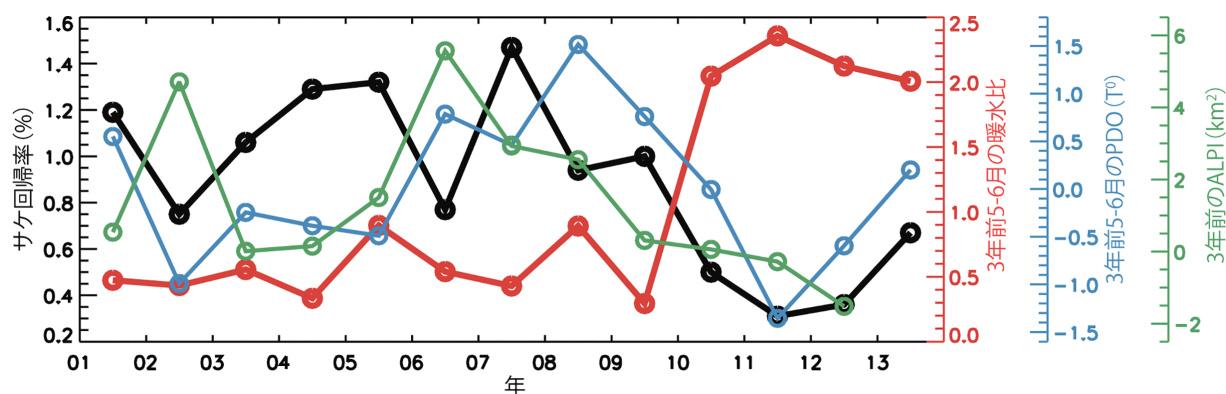


図4. 岩手県サケ4歳魚の回帰率(黒色太線), 放流年春季(5-6月)の暖水比(赤色太線)とPDO(青色線), サケ放流年のALPI(緑色線)の経年変動. 横軸は回帰率に対しては西暦年度(20xx)を示すが, 他の指数については3年前の年を表すことに注意(例えば, 図の01(2001)年度の回帰率に対応する暖水比は1998年春季の値になる).

り, 2011年度はさらに0.3%と急激に低下した期間は, 暖水比が0.3(2006年)から2.0以上(2007-2008年)に急激に増加した時期と一致しており(図4参照), これは暖流の相対勢力が増すとサケ幼魚の生残, ひいては回帰率に負の影響を及ぼすことを端的に示していると思われます.

ちなみに, 北太平洋におけるサケマスが生残に, 広域的な気候・海洋環境変動が影響することを示唆する報告もあります(Sakurai, 2007; Irvine and Fukuwaka, 2011など). そこで念のため, このような環境変動の代表的な指数であるPDO(Pacific Decadal Oscillation, 太平洋十年規模振動)およびALPI(Aleutian Low Pressure Index, アリューシャン低気圧指数)と4歳魚回帰率との関係も検証してみました, 放流年のPDOおよびALPIと回帰率の間にそれほど強い相関関係はありませんでした(図4. PDOと回帰率の順位相関 $\rho = -0.32, p > 0.05$; ALPIと回帰率 $\rho = -0.38, p > 0.05$).

おわりに

以上, 岩手県沿岸域におけるサケ回帰率は, 本種の沿岸滞留期における局所的な海洋環境に強く影響を受けることが示唆されました. すなわち, サケ幼魚の生育場である沿岸域における暖流・寒流の相対的な強さ(暖水比)の変動が本種の初期生残, ひいては回帰率を概ね決定しうることが明らかになりました. 魚類では一般に, 初期生活期における生残の多寡が資源量を強く規定すると考えられており(青木2009; 森田2016など), 本研究もこの学説を支持する有意義な成果と言えます. しかし, 沿岸滞留期における海洋環境の変動がどのようにサケ幼魚の生残に影響するのか, その具体的なメカニズム(例えば, 暖流が相対的に強いと初期餌量が少なくなり, サケ幼魚の生残に関わる成長速度やコンディションの低下を招く?など)

は謎に包まれています. この謎を解くことができれば, 実用上重要な, 新たな放流手法の開発やサケ回帰数の予測モデルの作成を行う際に, 科学的な根拠を与えることが可能になるでしょう. また, その謎解きにも本研究のような学際的な体制が必要になると考えられます.

最後に, 本研究の取り纏めに不可欠な, 海洋観測データの長年に亘る収集・整理に携わった岩手県水産技術センターの職員, 岩手丸の船長及び乗組員の皆様に感謝します. また, 岩手県のサケに関する情報・データの収集には, 元または現東北区水産研究所職員の大本謙一氏, 佐々木系氏, 八谷三和氏にご協力をいただきました. なお, 本研究は農林水産技術会議委託事業「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」の成果の一部です.

引用文献

- 青木一郎. 2009. 資源の変動性. 『水圏生物科学入門』(会田勝美編), 恒星社厚生閣, 東京. pp 94-98.
- Hanawa, K., and Mitsudera, H. 1987. Variation of water system distribution in the Sanriku Coastal Area. *J. Oceanogr. Soc. Japan* 42: 435-446.
- 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. *西水研研報*, 68: 1-142.
- Irvine, J. R., and Fukuwaka, M. 2011. Pacific salmon abundance trends and climate change. *ICES J. Mar. Sci.* 68: 1122-1130.
- 森田健太郎. 2016. 海洋生物の個体群特性. 『シリーズ 現代の生態学 10 海洋生態学』(日本生態学会編), 共立出版株式会社, 東京. pp 191-208.
- 小川 元・清水勇一. 2013. 2 秋サケ漁業の復興支援. 平成 24 年度岩手県水産技術センター年報: 39-44.

Saito, T., and Nagasawa, K. 2009. Regional synchrony in return rates of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Japan in relation to coastal temperature and size at release. *Fish. Res.* 95: 14–27.

Sakurai, Y. 2007. An overview of the Oyashio ecosystem. *Deep-Sea Res., Part 2* 54: 2526–2542.

Wagawa, T., Kuroda, H., Ito, S., Kakehi, S., Yamanome, T., Tanaka, K., Endoh, Y., and Kaga S.

2015. Variability in water properties and predictability of sea surface temperature along Sanriku coast, Japan. *Cont. Shelf Res.* 103: 12–22.

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 Sanriku coast, Japan. *Fish. Oceanogr.* 25: 598–609.

コラム

季節の遅れや進み具合とサケの回帰率の関係

もりた けんたろう

森田 健太郎（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

地球温暖化は、単に平均気温が高まるというだけではなく、集中豪雨や竜巻などの異常気象の頻度が増したり、季節の移り変わりのパターンにも変化をもたらすことが懸念されています。例えば、春が短くなる、すなわち、冬が終わるとすぐに夏がやってくるという“二季化”という言葉も最近では聞かれるようになりました。そのため、サケの回帰率の年変動を予測するためには、ある時期の平均温度だけではなく、季節の移り変わりのパターンについても着目する必要があると考えられます。

伊茶仁川と徳志別川のサケ耳石温度標識魚の河川回帰率の年変動要因について分析を行ったところ、興味深い結果が得られました (Morita and Nakashima 2015)。それぞれの放流河川近郊の4, 5月気温との相関係数はプラスであったのに対して、逆に6月気温との相関係数はマイナスでした。これは、春の訪れが早いほど稚魚の生き残りが良いが、逆に、夏の訪れは遅いほど稚魚の生き残りが良いことを示唆しています。そこで、季節の移り変わりを数値化することを目的として、次の2つの指標を考えました。

まず、サケの稚魚が生き残るための適温範囲があると仮定して、適温範囲に収まる日数が長いほど、生き残りが良いと考えました (図1上)。次に、稚魚の降海期間中の温度差が小さいほど、生き残りが良いと考えました (図1下)。これらの2つの指標は、いずれも二季化の強さを示すもので、適温範囲に収まる日数が短いほど、降海期間中の温度差が大きいほど、二季化の傾向が強いといえます。予想されたとおり、これら2つの指標と河川回帰率の間には相関関係がありました。二季化の傾向が顕著な年に稚魚が放流された年級ほど、河川回帰率が低い傾向にありました (図2左、中)。

季節の移り変わりを総合的にとらえた生物季節の情報もサケの来遊予測に有益であると考えられます。例えば、さくらの開花日は、全国の気象官署で統一した基準でモニタリングがなされています。放流河川近郊のさくらの開花日とサケの河川回帰率の相関関係を調

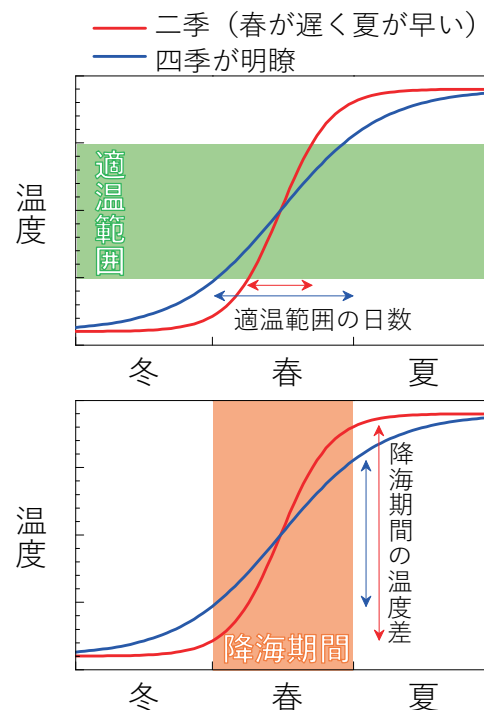


図 1. 二季化の強さを数値化する指標の概念図 (Morita and Nakashima 2015 を改変)。

べると、さくらの開花日が早い年に稚魚が放流された年級群ほど河川回帰率が高い傾向がありました (Morita 2016, 図 2 右). このように、さくら開花日などの生物季節の情報も、サケ資源の豊凶を予測するのに役立つかも知れません.

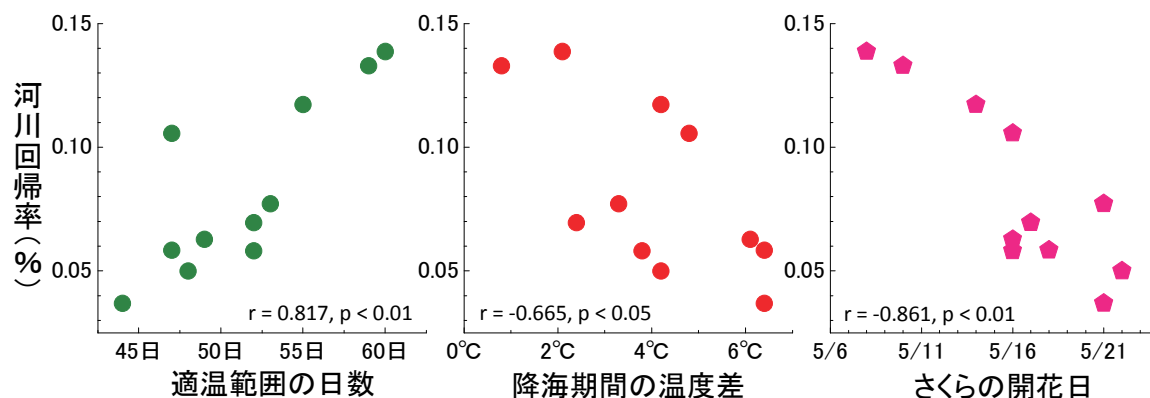


図 2. 伊茶仁川から放流されたサケ耳温度標識魚の河川回帰率と稚魚が放流された年の適温範囲の日数、降海期間(5-6 月)の温度差、および根室市のさくら開花日との相関関係 (Morita and Nakashima 2015, Morita 2016 を改変).

2016 年はサケが不漁でした. すなわち, 2013 年の春に放流されて 4 年魚で回帰する年級の生き残りが悪かったと考えられます. その原因については, これから分析を進めなければなりません, 2013 年は春の訪れが非常に遅れた年でした. 2013 年はさくらの開花日が北日本で遅れた年で, 札幌のさくら開花はゴールデンウィークが明けた 5 月 13 日, 網走のさくら開花日は 5 月 25 日と近年では著しく春の訪れが遅い年でした. 今後は, 季節の遅れや進み具合についても考慮して, サケの来遊数を多角的に予測することが重要であると考えられます.

引用文献

- Morita, K., and Nakashima, A. 2015. Temperature seasonality during fry out-migration influences the survival of hatchery-reared chum salmon. *J. Fish Biol.*, 87: 1111-1117.
- Morita, K. 2016. Cherry blossoms predict chum salmon survival. *NPAFC Newsletter*, 39: 22-23.

技術情報

サケの採卵における等張液を用いた未受精卵の洗卵の効果と方法の検討

おおもと けんいち

大本 謙一（北海道区水産研究所 さけます生産技術部 虹別さけます事業所）

はじめに

サケ科魚類のふ化場では、清浄な病原体フリーのふ化用水の確保と発眼期にポピドンヨード剤を用いて卵消毒を行うことにより、卵表面汚染を介した垂直伝搬の防除が可能となりました。しかし、病原体が卵内に侵入することで親から子に伝搬する病気として細菌性腎臓病（BKD）と冷水病があり問題となっています。最近になって、冷水病および BKD 共に原因菌の卵表面生菌数が 1,000 万個/mL 以上の場合、吸水時に原因菌が卵門から卵腔に進入し、そこで生存することにより感染が成立することが明らかにされました（Kohara et al. 2012; Kumagai and Nawata 2010a, b）。その感染を防ぐには、受精前に卵表面の菌数を下げることが重要になります（小原ら 2010; Kumagai and Nawata 2010b）。

ニジマスなど多回産卵魚の人工採卵では圧迫法で卵を搾出するため潰卵が生じ受精率を低下させることから、受精率向上を目的として等張液で洗卵する方法（以下、「洗卵法」）が古くから行われてきました。近年この方法は体腔液中で汚染された卵表面の病原体を除菌するのに有効であると報

告され（小原ら 2010）、それによると受精前に等張液で 1 回洗浄するごとに、細菌およびウイルスの数は 1 桁減少することから、洗卵法は極めて有効な感染防除法となります。一方、増殖対象さけます類（サケ、カラフトマス、サクラマス、ベニザケ）のふ化場においては、腹部を切開して腹腔内に排卵された卵を採取する切開法で採卵が行われます（野川 2010）。そのため潰卵の混入が少ないこと、また採卵の規模が大きいため作業負担が過大となることから洗卵が普及していません。さけます類の生産現場において洗卵法が普及すれば、サクラマスで多発する BKD（奥田ら 2007）やサケ仔稚魚で問題となっている冷水病（Misaka and Suzuki 2007）の発生の軽減が期待されるほか、養魚池での原因不明の減耗をはじめ、未だ解決されていない卵膜軟化症や水腫症などの疾病についても、原因が細菌などの垂直感染によるものであれば発生の軽減が期待されます。

そこで今回、さけます増殖の現場での試みとして等張液洗卵を行い、その除菌程度及び受精後の発眼率、稚魚生産率等を調べ、効果的な洗卵方法について検討したので紹介します。

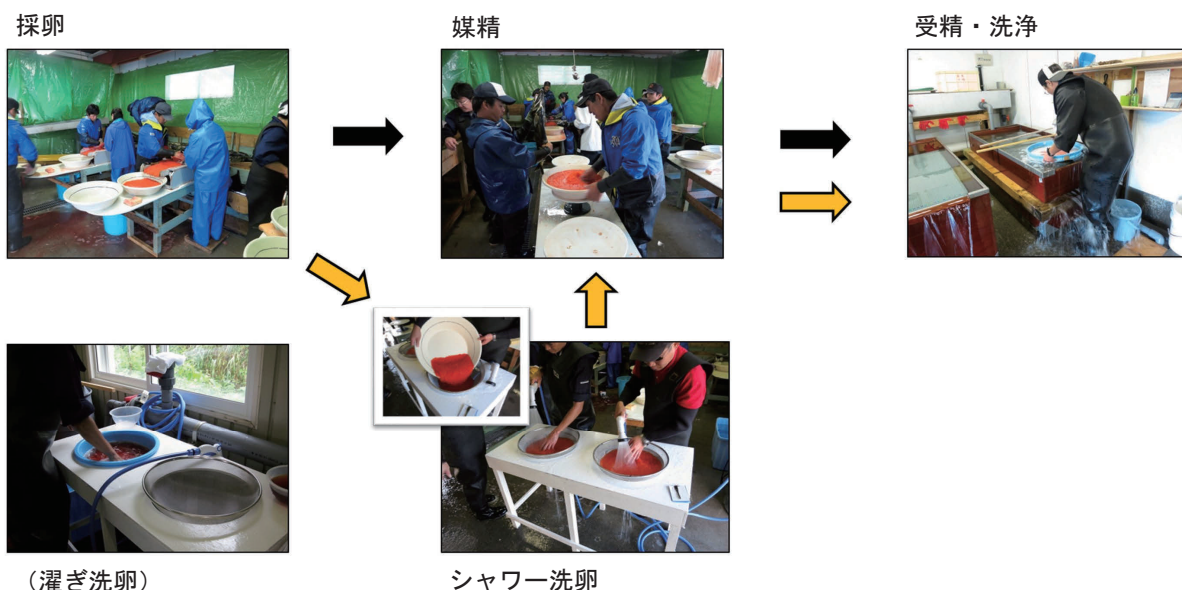


図 1. 洗卵工程。通常の採卵・受精工程（黒矢印）のうち、媒精の前に洗卵を組入れました（橙矢印）。ただしこの試験での洗卵は、作業効率化のため濯ぎ洗卵はせず、小分けにしてシャワー洗卵（6L/分×30 秒）のみ行いました。なお、濯ぎ洗卵を行う場合は、ひたひたになる程度の等張液の中で卵を緩やかに撈拌します。

洗卵方法と作業工程

試験は標津川採卵場において採卵したサケ卵約 150 万粒を対象とし、洗卵区 2 区分、無洗卵区 2 区分を設けて、洗卵とその前後に卵表面の生菌数の測定、さらに通常管理下で発眼率、ふ化率等の追跡調査を行いました。

洗卵は通常行われる採卵・受精作業工程の一部に組み入れて事業規模で行うこととし、現在、ニジマスなどの養魚場で広く使用されている 0.9%～1.0%NaCl (塩分 99.9%以上の精製塩) 水溶液を洗浄用等張液として使用しました。洗卵法は濯ぎ洗卵を 2 回行った後、シャワー洗卵 (卵 1 万粒当たり 1～2 リットル) を 1 回行うのが一般的ですが (小原ら 2010 ; Kumagai and Nawata 2010a), サケは採卵規模が大きく、濯ぎ洗卵を行う方法では時間がかかり、事業としては馴染みにくいと考えるため、この試験ではシャワー洗卵のみを行いました。手順は、サケの未受精卵 (約 1 万 9 千粒) をステンレス製のザルに移し替え、毎分 6 リットルのシャワーで 30 秒間緩やかに攪拌しながらシャワー洗卵しました (図 1)。

結果

・除菌効果

シャワー洗卵の前後に測定した卵表面の生菌数を表 1 に示しました。CBB 培地では洗卵前の生菌

数は 1,000～10,000 個/粒のオーダーで確認され、シャワー洗卵後には 100 個/粒オーダーに減少しました。同様に、その他の培地でも洗卵前に 1,000 個/粒オーダーの生菌が確認され、シャワー洗卵後には 10 個/粒オーダーと 2 桁の減少が見られました。

・発眼率およびふ化率

洗卵区と無洗卵区におけるサケ卵の発眼率とふ化率の比較を表 2 に示しました。洗卵区における発眼率は 88.6 - 89.6%，ふ化率は 98.9 - 99.0%でした。無洗卵区は発眼率 92.0 - 92.7%，ふ化率 98.8 - 99.0%で、発眼率は無洗卵区より洗卵区の方が 2.4 - 4.1%低くなりましたが、ふ化率についてはほぼ同様の結果となりました。

・養魚池におけるふ化仔魚の死亡状況

洗卵区および無洗卵区のサケ仔魚の養魚池における積算温度別の死亡割合を図 2 に示しました。積算温度 540℃でふ化したサケの仔魚は両試験区とも積算温度 750℃頃から死亡が始まり、積算温度 900℃までの死亡数は無洗卵区で 2 倍以上多く見られましたが、それ以降は、ふ上まで死亡数の差は縮小し見られなくなりました。累積死亡割合は洗卵区が 0.99%，無洗卵区が 1.32%で、両区の間で統計学的な差が見られました (大本ら 2016)。外観症状は両区とも、積算温度 750℃頃からの瀕死魚および死亡魚の頭部、背部、尾部などの一部

表 1. シャワー洗卵の前後に測定した生菌数 (個/粒)。

①* CBB培地を用いた測定結果

試験	洗卵	総生菌数	<i>A. salmonicida</i>	他の菌
1	洗卵前	4,000	3,200	870
	洗卵後	180	91	85
2	洗卵前	22,000	22,000	500
	洗卵後	140	110	35

②* TSA, * m-Cy, * KDM-2 培地を用いた測定結果

試験	細菌数 (個/粒)		
	* TSA培地	* m-Cy培地	* KDM-2培地
洗卵前	2,200	2,600	3,200
洗卵後	40	60	25

* CBB 培地はせつそう病原菌 *Aeromonas salmonicida* , KDM-2 培地はBKD 原因菌 *Renibacterium salmoninarum* , m-Cy 培地は冷水病原菌 *Flavobacterium psychrophilum* , TSA 培地は一般細菌の菌数測定に有効な培地です。

表 2. 洗卵区と無洗卵区における発眼率とふ化率の比較。

	試験	採卵数 (千粒)	発眼卵数 (千粒)	発眼率 (%)	ふ化数 (千粒)	ふ化率 (%)
洗卵区	1	331	297	89.6	294	99.0
	2	405	359	88.6	355	98.9
無洗卵区	1	431	397	92.0	393	99.0
	2	371	344	92.7	340	98.8

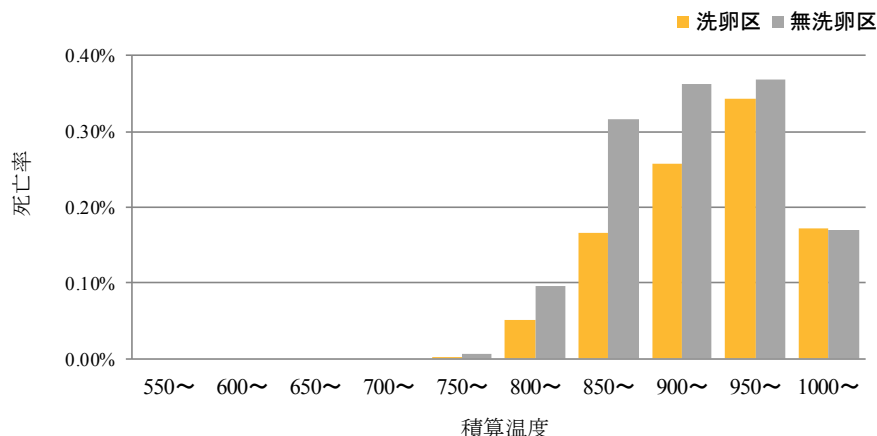


図2. 洗卵区および無洗卵区のサケ仔魚の養魚池における積算温度別の死亡割合.

に水カビが付着し、積算温度 900°C 頃から瀕死魚および死亡魚は腹部が膨満し、肛門部が出血している症状が多く見られました (写真1).

・洗卵強度の違いによる発眼率の確認

追加試験として、洗卵による卵への影響を見るため、洗卵強度を変えた試験を併せて行いました。試験した洗卵方法は、濯ぎ洗卵 2 回の後攪拌しながらシャワー洗卵する方法と、攪拌せずシャワー洗卵のみする方法で、発眼率の比較を行いました。その結果、前者の発眼率は 81.9 - 84.8% と低く、後者では発眼率が 99.1 - 99.3% と高くなりました (表3)。

洗卵効果と影響の検討

今回の試験では標津川採卵場で採卵したサケ卵表面から検出された生菌数は 1,000~10,000 個/粒ほどのオーダーで、冷水病原菌や BKD 原因菌が特に多い検体は見られませんでした。これらをシャワー洗卵することにより生菌数は元の 1/100 ほどの水準に減少しており、さけます増殖の現場においてもシャワー洗卵により 2 桁ほどの除菌効果が認められました。

また、その後の養魚池での死亡魚の観察結果では、洗卵区と無洗卵区の間で累積死亡割合に統計学的な差が認められました。両区の死亡割合に差が見られた時期は主に積算温度 900°C 頃までであり、前述の通り 900°C 頃を境に外観症状も変化しました。積算温度による症状の違いがなぜ起こるのか不明ですが、洗卵が積算温度 900°C までの仔魚の水カビ繁殖に伴う減耗の抑制には有効である可能性が考えられます。

ただし、洗卵の仕方によっては卵の発生に逆効果となるケースも見られました。緩やかに攪拌しながらシャワー洗卵した洗卵区の発眼率は、無洗卵区よりも低い結果となっています。洗卵強度を

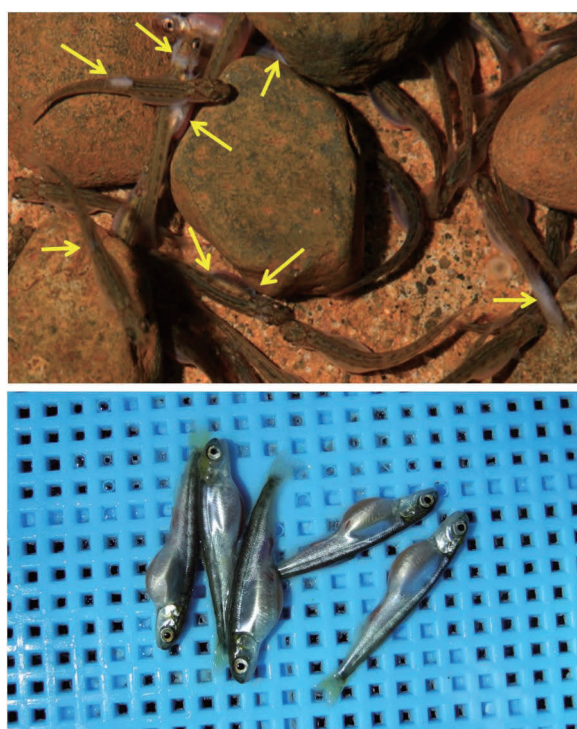


写真1. 養魚池における仔魚の症状(上:積算温度 750°C・日, 下:積算温度 900°C・日). 矢印は水カビ繁殖部位.

変え、濯ぎ洗卵 2 回の後攪拌しながらシャワー洗卵した場合、発眼率は 85% 以下となった一方、無攪拌でシャワー洗卵を行った場合には 99% 以上の高い発眼率が得られたことから、攪拌による物理的衝撃が発眼率の低下を招くと考えられました。除菌効果を高めようと攪拌を行うと発眼率が低下する恐れがあるため、攪拌せずにシャワー洗卵を行うことが適当と思われる。

なお、攪拌無しにシャワー洗卵の除菌効果を上げる方法の一つとして、シャワーする等張液量の増加が挙げられます。これには未受精卵へ物理的衝撃を与える噴出圧を抑えるため、面積が大きく、穴数が多いシャワーヘッドの使用が適しています。

表 3. 洗卵強度を変えた試験における発眼結果.

洗卵方法	区分	採卵数 (粒)	発眼卵数 (粒)	発眼率 (%)
濯ぎ洗卵2回+ 攪拌シャワー洗卵	1	7,359	6,238	84.8
	2	7,284	5,965	81.9
無攪拌シャワー洗卵	1	7,151	7,089	99.1
	2	6,915	6,867	99.3

また、ザルには底面が平らで面積の広いものを使用すると、シャワーの当たる卵の露出面積が広くなり、除菌効果はさらに向上すると思われます。

おわりに

このように等張液を用いた未受精卵の洗卵には防疫上のメリットが考えられます。洗卵効果のみを考慮するならば、濯ぎ洗卵を2回行った後、攪拌をせずシャワー洗卵を行うのが理想ですが(小原ら 2010; 大本ら 2016)、サケの人工ふ化放流事業は採卵規模が大きいため、洗卵作業の負担も大きくなります。また、事業規模で洗卵法を普及させるためには時間短縮も重要です。したがって、サケ未受精卵については当面、シャワー洗卵のみに簡略化するのが現実的と考えます。

しかし洗卵を行っても、体腔液や洗卵廃液を何も処理せずに環境中へ排水してしまえば魚病対策の意味がありません。体腔液や洗卵廃液が元で病原体がふ化場内へ侵入し魚病が発生する可能性や河川へ流出すれば野生魚に影響を及ぼす可能性があります。また精液中の病原体数が多い場合には洗卵効果が弱まります。今後の課題として体腔液、洗卵廃液の処理、精液の病原体数を下げる方法を考えなくてはなりません。

本稿では標津川採卵場で試みたサケ卵の洗卵結果を紹介させていただきました。洗卵法は今のところ、さけます増殖の現場には普及しておらず、未だ不明な点、検討すべき点もありますが、安定した種苗生産のための新しい技術情報として、本稿が少しでも参考になれば幸いです。

本試験は、一般社団法人根室管内さけ・ます増殖事業協会の全面的な協力により実施しました。試験の際、採卵作業に当たっていただいた同協会職員の皆さまに厚く感謝申し上げます。

引用文献

- 小原昌和・小川 滋・笠井久会・吉水 守. 2010. 養殖サケ科魚類の人工採卵における等張液洗卵法の除菌効果. 水産増殖, 58: 37-43.
- Kohara, M., Kasai, H., and Yoshimizu, M. 2012. Intra-ovum Infection in Salmonid Eggs by Experimental Infection with Fish Pathogenic Bacteria, *Flavobacterium psychrophilum*, *Renibacterium salmoninarum* and *Aeromonas salmonicida*. Fish. Pathol., 47: 49-55.
- Kumagai, A., and Nawata, A. 2010a. Mode of the intra-ovum infection of *Fravobacterium psychrophilum* in salmonid eggs. Fish. Pathol., 45: 31-36.
- Kumagai, A., and Nawata, A. 2010b. Prevention of *Fravobacterium psychrophilum* vertical transmission by iodophor treatment of unfertilized eggs in salmonids. Fish. Pathol., 45: 164-168.
- Misaka, N., Suzuki, K. 2007. Detection of *Flavobacterium psychrophilum* in chum salmon *Oncorhynchus keta* and virulence of isolated strains to salmonid fishes. Fish Pathol., 42: 201-209.
- 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): 1-8.
- 奥田律子・西澤豊彦・吉水 守. 2007. 特異抗体を指標としたサクラマス増養殖における *Renibacterium salmoninarum* 感染環の推定. 魚病研究, 41: 175-178.
- 大本謙一・小野郁夫・平澤勝秋・川名守彦・吉水 守. 2016. サケとサクラマスの人工採卵時における等張液を用いた未受精卵の洗卵がふ化仔魚の生存に及ぼす効果. 水産技術, 8(2): 45-51.

技術情報

耳石温度標識の精度管理

おおぬき つとむ

大貫 努 (東北区水産研究所 沿岸漁業資源研究センター)

とみだ やすお

富田 泰生 (北海道区水産研究所 さけます生産技術部 伊茶仁さけます事業所)

はじめに

耳石温度標識とは、ふ化用水の水温を短期間に規則的に変化させることにより、耳石の成長速度を変えることで、耳石の核周辺に識別可能なバーコード状の模様を付ける標識技術です(浦和 2001)。耳石は核を中心として同心円状に成長するため、冷却すると黒い模様がリング状に形成されます。この模様をリングと呼び、リングの束をバンドと呼びます。リングの本数やバンド間隔の組み合わせにより、標識を区別し、その表記は国際機関(NPAFC)で定められたハッチコード法に従って示します(図1)(Josephson et al. 2006)。この標識の最大のメリットは従来の鰭切除による標識方法に比べ大量に施標できることであり、日本のさけますふ化場で耳石温度標識を施標する期間は、卵の発眼後からふ化までが一般的です。耳石温度標識は1980年代後半に北米で開発され、我が国では、1998年にさけ・ます資源管理センター(現北海道区水産研究所)が耳石温度標識技術を導入し(浦和 2001)、2006年以降、同研究所が管理するさけ・ます類の種卵全数に耳石温度標識を施標し放流(約1.5億尾)しています。この結果、さけ・ます類の資源と生態に関する研究に非常に大きな成果をもたらしました。

耳石温度標識の確認は、魚の頭部から耳石を取り出し、スライドガラスに貼り付け、標識が明瞭に見えるまで人の手で研磨したのち、顕微鏡を使いハッチコードを確定させます。ただし、他のハッチコードやノイズ(飼育中や自然環境下で温度変化などの刺激でついた耳石温度標識のリングに似た模様)と誤認する可能性があります。北米(ワシントン州とオレゴン州)では無標識魚を耳石標識魚と誤認する確率は4%以下、耳石標識パターンの誤認率は1%以下と推定されています(Volk et al. 1999)。我が国では耳石温度標識の確認精度を客観的に調べたことがありません。そこで耳石温度標識の査定における正確性を確認する目的で耳石温度標識の誤認率を調査しました。

調査方法

誤認率調査には、サケ、カラフトマス、サクラマスの幼稚魚や親魚から取り出した耳石温度標識

Hatch code	グラフィック イメージ	
	ふ化前	ふ化後
6H		
2,3H		
2,3nH		
H2,3,3		
2,3H3		

Hatch code	2,3nH
2	… 第1バンドのリング数を示す
,	(カンマ) … 第1バンドと第2バンドの間隔を示す
3	… 第2バンドのリング数を示す
n	… 他のバンドに比べ、リングの間隔が狭くて リングが細いことを示す(冷却時間が短い)
H	… ふ化を表し、標識がふ化の前か後かを示す

図1. 耳石標識パターンの表記例(浦和 2001を改編)。

表1. 各魚種毎の標本セットと誤認率。

魚種	発育段階	サンプル数	標識コード数	標本セットの標識混入率(%)			誤認率(%)
				標本セット	平均	範囲	
サケ	稚魚	1,096	11	11	52.1	0-100	1.37
	親魚	960	5	10	36.1	3-87	2.94
カラフトマス	稚魚	890	6	9	62.0	9-98	0
サクラマス	幼魚	690	5	7	61.7	2-100	1.45
	親魚	500	1	5	30.6	2-71	0
計	—	4,136	28	42	—	—	—

が施標されている耳石を接着剤でスライドガラスに貼り付けたスライド標本(以後、耳石温度標識標本と記す)と無標識の耳石を同様に貼り付けた

スライド標本（以後、無標識標本と記す）を用いました。親魚の耳石温度標識標本は、稚魚期に耳石温度標識と鱗切除標識を施して放流した回帰親魚を用いました。この理由は、回帰親魚の中で、鱗切除標識個体の耳石には確実に耳石温度標識がつけられていることが保証され、ノイズ等による偽耳石温度標識と区別できるためです。親魚の無標識標本は、非放流河川や耳石温度標識魚を放流していない時代に採集した耳石を用いました。幼稚魚の耳石温度標識標本は、耳石温度標識を施されたふ化場の飼育魚より採集しました。幼稚魚の無標識標本は、非放流河川で採集された魚や耳石温度標識を実施していない民間ふ化場の飼育魚から採集しました。

誤認率調査は、査定担当者に事前に正解が分からないようにするため、チーム A（調査用標本セットの作成と、チーム B の査定結果を正解と照合する）とチーム B（チーム A の作成した調査用標本セットを研磨し耳石温度標識の有無の確認と耳石温度標識と判定した場合はハッチコードを確定する）で工程を分担して行いました。具体的には、チーム A は 2 名体制で、チーム B に秘匿した中で耳石温度標識標本の混入率や耳石温度標識標本と無標識標本の配列が異なる標本セットを無作為に抽出する形で魚種や発育段階毎に 5-11 セット作成しました（表 1）。またチーム B の査定結果を受け取り正解と照合することで誤認の状況を確認すると共に誤認率を算出しました。ちなみに“誤認”にカウントした個体には、標本の配列からハッチコード確定までに発生した標本の配列間違いや誤査定（耳石温度標識の有無の間違い、ハ

ッチコードの読み間違い）等を全て含めました。チーム B は 4 名体制で、チーム A の作成した全ての標本セットを通常の方法（3 次査定）で査定しました。具体的には、1 次査定は熟練した職員 2 名が全ての標本を研磨し査定しました。2 次査定は 1 次査定とは別の熟練した職員 1 名が 1 次査定で耳石温度標識と判定された標本のみ再度査定しました。3 次査定は 2 次査定で確定できなかった標本を、1・2 次査定とは別の熟練した職員 1 名を加えて検討し、耳石温度標識の有無やハッチコードを確定しました。誤認率調査に用いたサンプル数は合計 4,136 個体でした（表 1）。

耳石温度標識の誤認の要因と誤認率

耳石温度標識の誤認は、すべて標識パターン（ハッチコード）の見誤りであり、無標識を耳石温度標識と誤認することはありませんでした。主なハッチコード誤認の要因としては、①標識の外周に標識と同間隔でついたノイズを標識リングと認識したことで別の標識に誤認（図 2）、②標識が不鮮明のため無標識と誤認、③耳石の研磨不足による標識の見落としにより無標識と誤認、④標本セットに正解とは異なる耳石温度標識標本が配列されたため、正しく回答しても誤認と判定。⑤耳石が平行に研磨されなかったため標識パターンが歪んで観察され別の標識に誤認等が挙げられます。

耳石温度標識の誤認率はサケ稚魚では 1.4%、サケ親魚 2.9%、カラフトマス稚魚 0%、サクラマス幼魚 1.5%、サクラマス親魚 0% でした（表 1）。

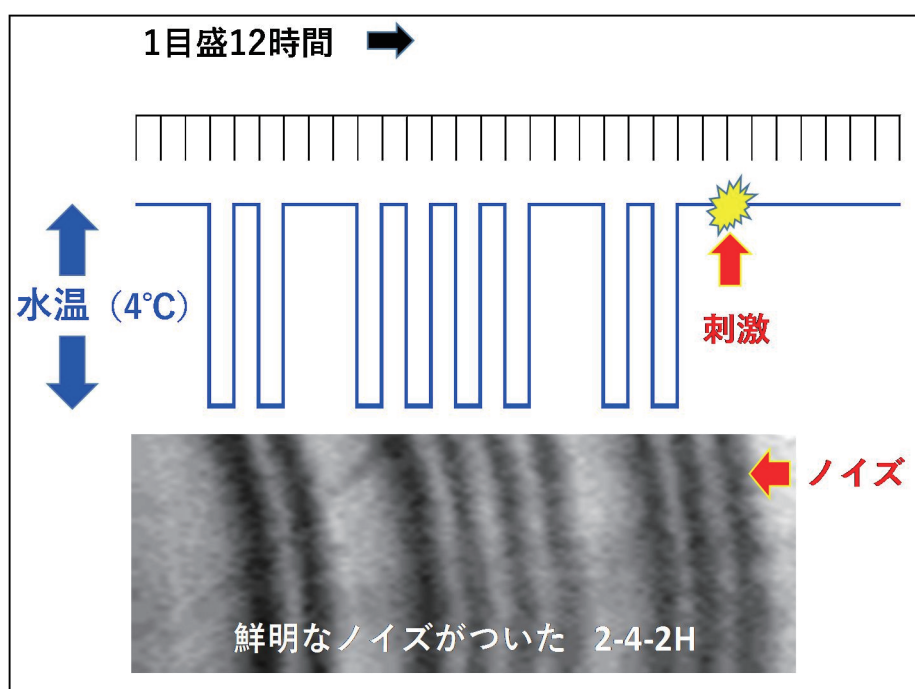


図 2. 2-4-2H で施標したが、外側（赤色）に鮮明なノイズがついたことで 2-4-3H と酷似したため誤認した例。

今後の課題

北海道区水産研究所では、耳石温度標識の誤認率を下げるため、①標識の計画段階で、類似したコードや認識が難しい標識コードを排除する、②耳石の研磨や査定は熟練者が行う（熟練するまでは、熟練者から全数クロスチェックを受けると共に、査定精度を確認し改善指導を受ける）、③複数の熟練者で、通常3次査定まで行い標識コードを確定するなどの対策を取っています。また、図2に示したようなノイズを標識リングと見誤る可能性を減らすため、標識作業を行う前後に十分な安静期間（最低48時間）を確保する必要があります。

今回の調査結果から、無標識魚を標識魚と誤認することは無く、標識パターンの誤認率も低いことが確認されました。

近年は水産庁の補助事業等によるサケ耳石標識放流群の増加により、使用されるハッチコードも約100種類と急激に増加しています。そのため、本調査を行った時に比べ標識パターンの誤認率が高くなっていると推察されます。従って、今後はこれまで以上に誤認率を下げるための対策を充実させる必要があります。さらなる精度向上を図る対策として、①職員の耳石温度標識の施標や査定技術の向上、②ノイズや誤施標情報をデータベー

ス化し情報共有を図る、③高性能カメラや高解像度モニターを用いて高い精度で耳石の研磨や査定を行う等が挙げられます。

おわりに

耳石温度標識を施標する現場では、正確な耳石温度標識を施標するため、耳石温度標識装置の稼働に合わせた適正な種卵確保など、種卵管理についてご苦勞をされていることと推察します。皆様のご尽力に対し心より感謝を申し上げます。また、関係者の皆様におかれましては、今後とも正確な耳石温度標識を施標するため、ご協力を賜りますよう謹んでお願い申し上げます。

引用文献

- Josephson, R., Agler, B.A., Van Kirk, K.F., and Oxman D.S. 2006. A proposal to simplify the thermal mark code notation. NPAFC Doc. 944. 4 pp.
- 浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識：技術と応用. さけ・ます資源管理センターニュース 7: 3-11.
- Volk, E.C., Schroder, S.L., and Grimm J.J. 1999. Otolith thermal marking. Fish. Res., 43: 205-219.

コラム

十勝川水系内でのサケの母川回帰について

くすも けいち

楠茂 恵一（北海道区水産研究所 さけます生産技術部 十勝さけます事業所）

はじめに

前号（SALMON 情報 No. 10）16～19 ページの「サケの母川回帰精度について（福澤）」では、耳石温度標識魚の他河川への迷入の実態から、サケの母川回帰精度が極めて高いことが報告されていますが、本稿では、十勝川水系に放流された耳石温度標識魚の回帰状況を調べることで得られた知見として、十勝川水系内でのサケの母川回帰性に関する情報を紹介します。

方法及び結果

十勝川は、本流の千代田堰堤にある千代田捕獲場（猿別川との合流点より約5 km上流に位置）と支流の猿別川にある幕別捕獲場（本流との合流点より約1 km上流に位置）の2カ所でサケ親魚を捕獲しています（図1）。十勝川では、幕別捕獲場から35 kmほど上流にある十勝さけます事業所からのみ耳石温度標識魚を放流しており、千代田捕獲場の上流からは耳石温度標識魚を放流していないことから、同一水系支流間での母川回帰精度を調べることを目的とした調査を行いました。

千代田捕獲場において捕獲されたサケ親魚を旬毎に30～50尾無作為に抽出し、耳石温度標識の有無を確認しました。2013～2015年の3年間に1,219尾の魚を調べたところ、18尾(約1.5%)の耳石温度標識魚が確認されました。耳石温度標識魚の各調査年での割合は、2013年が1.4%、2014年が1.1%、2015年が1.8%となりました(図2)。幕別捕獲場については、捕獲されたサケ親魚を旬毎に100尾無作為に抽出し、耳石温度標識の有無を確認しました。2013～2015年の3年間に3,500尾の魚を調べたところ、1,118尾(約31.9%)の耳石温度標識魚が確認されました。耳石温度標識魚の各調査年での割合は、2013年が24.7%、2014年が29.8%、2015年が41.2%となりました。なお、幕別捕獲場で無標識魚が確認されているのは、十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会でも幕別捕獲場の上流からサケ稚魚を放流しているためです。

3年間の調査結果から、千代田捕獲場では耳石温度標識魚がわずかに捕獲されるものの、幕別捕獲場と比べるとその割合は少ないことが分かりました。また、千代田捕獲場では調査年による耳石温度標識魚の割合に差がないことから、年による違いも少ない傾向が見られました。このように千代田捕獲場は、幕別捕獲場から数kmほどしか離れていないにも関わらず、幕別捕獲場に比べて耳石温度標識魚の割合が少ないことから、十勝川水系内でのサケの母川回帰精度は支流間でも高いものと考えられました。

おわりに

従来の鰭切除標識は、人の手により行われていたため、放流される稚魚のうち、ほんの一部にしか標識を付けることが出来ませんでした。しかし、耳石温度標識では、放流される稚魚のすべてに標識を付けることが出来るため、多くの情報を得られるようになりました。本調査でも、同一水系内においてサケ親魚を2カ所で捕獲している十勝川では、千代田捕獲場での耳石温度標識魚の割合がもう少し多くなるのではないかと考えていましたが、調査の結果、その割合は少ないことが分かりました。今後も北海道区水産研究所で実施している耳石温度標識を利用した各種調査により、多くの情報が蓄積され、新たな知見が得られることが期待されます。

最後に、本調査にご協力いただきました、十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会の皆様に改めて感謝申し上げます。

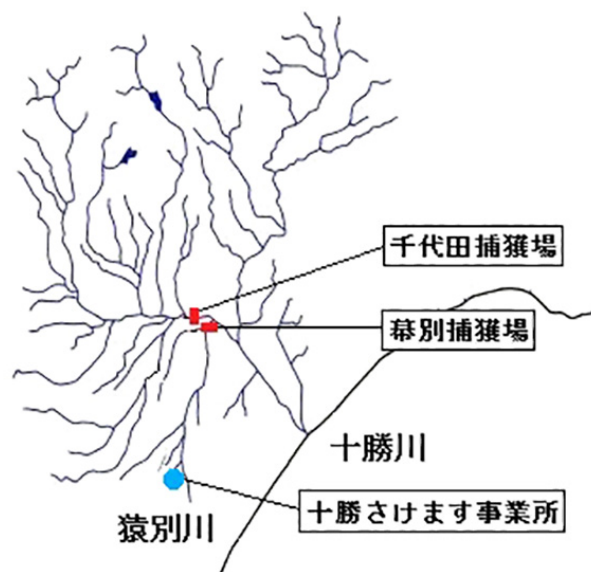


図1. 十勝さけます事業所(青丸)と幕別・千代田捕獲場(赤太線)の位置。

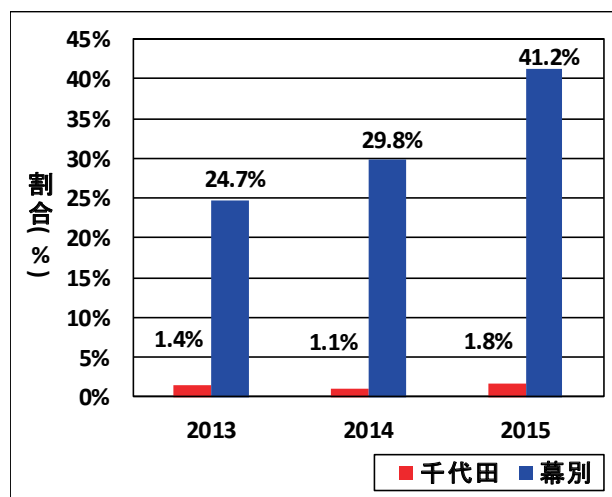


図2. 2013～2015年に千代田及び幕別捕獲場で確認された耳石温度標識魚の割合。

会議報告

さけます関係研究開発等推進会議 研究部会

ふくわか まさあき おおくま かずまさ

福若 雅章・大熊 一正（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

はじめに

平成 28 年 8 月 3 日に「平成 28 年度さけます関係研究開発等推進会議 研究部会」、それに先立つ 8 月 2 日に「サクラマス分科会」を札幌市で開催しました。本部会は、さけます類に関する研究開発等を効率的かつ効果的に推進するために設置され、関係道県の試験研究機関等との情報交換を密にし、相互の連携強化を図ることを目的としております。昨年度まで併せて開催しておりました「成果普及部会」は、今年度から開催形態を変え、「さけます報告会」として開催しましたので、別稿として会議報告を掲載しております。



写真 1. 「研究部会」会議全景。

研究部会

本会議は 8 月 3 日 9 時 30 分から 12 時 30 分に 9 道県の試験研究機関、水産研究・教育機構（以下、当機構）、およびオブザーバーとして 2 大学、1 国立研究所、5 道県の水産行政部局から合計 26 機関 60 名の参加の下で開催されました。主催者である北海道区水産研究所中津所長の挨拶の後、議事に入りました。



写真 2. 主催者挨拶：北海道区水産研究所 中津所長。

サクラマス分科会への付託事項

はじめに会議の進め方について議論し、その結果としてサクラマス分科会への付託事項を「サクラマス資源の保全や増養殖による持続的かつ安定的な生産を実現するための、関連する試験研究および技術についての情報交換や構成者間の連携強化ならびに新たな試験研究の企画・立案」とすることが了承されました。

計画、および資源・増殖に関するモニタリングデータを記録した CD を配布し、試験研究機関間での情報の共有を図りました。

各機関の研究開発の実施状況

各道県試験研究機関および当機構の平成 28 年度のさけます関連研究開発課題の一覧表に沿って、各試験研究機関から主な課題の調査研究計画と結果概要が紹介されました。オブザーバーである（研）土木研究所および各大学からも研究結果の概要が紹介され、さけます研究が水産分野だけでなく広く行われていることが窺われました。

また、各試験研究機関が行った平成 27 年度のさけます標識放流結果と平成 28 年度の標識放流

研究トピックス紹介

平成 28 年度に北海道・岩手県の試験研究機関・増殖団体と当機構がジョイントベンチャーを組み水産庁から受託した「サケ資源回帰率向上調査事業」の調査計画を北海道区水産研究所から紹介しました。この事業は、昨年度まで 3 か年にわたり実施されていた「太平洋サケ資源回復調査事業」の後継事業でもあります。

次に、北海道大学の上田 宏 特任教授から「生理活性物質投与による高回帰性サケ創出の試み」と題して、これまでの長期間にわたるご研究結果に基づいた新たな技術による安定的なさけます資源増殖のためのご提案をお話されました。

サクラマス分科会

本会議は、研究部会の下で、より詳細にサクラマスに関する議論を進めるために設置された専門の分科会です。平成 28 年度は 8 月 2 日 13 時 30 分から 17 時 00 分に道県の試験研究機関・行政部局、当機構、および水産庁（オブザーバー）の合計 15 機関 32 名の参加の下で開催されました。

昨年度から各機関が実施しているサクラマス資源再生産実態モニタリングの実施状況と結果について、各機関から報告が行われ、実施上の問題点について意見交換を行いました。これに基づいて今年度における秋以降の調査方法を検討し、各機関の実情に合わせて実施することとしました。

また、各機関独自の取り組みや研究結果の報告を行い、内容について意見交換するとともに、今後の共同プロジェクト研究の提案内容についても検討しました。さらに、サクラマス資源状況に関する情報交換を行い、引き続きデータ収集に取り組むことも確認しました。

併せて、内水面関係研究推進会議に提案されたサクラマス関係の共同研究ニーズについても検討を行い、中央水研から対応案を内水面関係研究推進会議に提案することとなりました。

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

おわりに

さけます資源は、日本の漁業資源の中でも最重要資源の一つです。とくに北日本では、各地域で



写真 3. 研究トピックス紹介:北海道大学 上田特任教授.



写真 4. サクラマス分科会報告:著者(大熊).

加工業や流通業など水産業関連産業への波及効果も含めて、経済上の重要性が非常に大きいです。私たち、試験研究機関でさけます資源を担当する者は、このような会議を通じて研究情報の交換を進め、すべての地域でさけます資源を安定的に供給するための資源造成方法の策定にさらに努力する必要がありますと考えております。

会議報告

さけます報告会

ひらま よしのぶ

平間 美信（北海道区水産研究所 さけます生産技術部 技術課）

はじめに

「さけます報告会」は、昨年まで開催していた「さけます関係研究開発等推進会議成果普及部会」に代えて、漁業者やふ化放流関係者等と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など、関係者にとってより身近な報告会となるように今年度から新たに始めました。

さけます報告会

平成 28 年 8 月 3 日に札幌市で、さけ・ますふ化放流事業に関する行政機関、試験研究機関、増殖団体、漁業者、さけ・ますに興味のある方、水産機構内関係部署等 232 名の参加の下、さけます報告会を開催しました。

主催者を代表して北海道区水産研究所中津所長の挨拶に続き、来賓を代表して水産庁増殖推進部栽培養殖課の伊佐課長から挨拶を頂き、7 課題について発表を行いました。

1. 北太平洋のサケ資源の状況とベーリング海調査結果について

北海道区水産研究所資源評価グループの鈴木主任研究員から、北太平洋のさけます類の商業漁獲量は平成元（1989）年から高水準にあり、サケについては平成 20（2008）年頃からはロシアの漁獲量が増加し、近年は日本とロシアの漁獲量が拮抗していること、ベーリング海調査では平成 26 年に続き平成 27 年も表面海水温が高く、捕獲努力量あたりの漁獲尾数（平均 CPUE）が少なかったことなどが報告されました。

2. 平成 28 年度北海道のサケ来遊予測

北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場の藤原研究主幹から、昨年（平成 27 年度）のサケ来遊結果は前年より 5%増加したものの 4,000 万尾を下回っており、年齢別に見ると 4 年魚が多く、5 年魚が少なかったこと、今年（平成 28 年度）のサケ来遊数は、3,902 万尾と昨年を若干上回る予測となっており、年齢別に見ると 4 年魚は昨年を下回るものの、5 年魚は昨年を上回る予測となっていることが報告されました。



写真 1. 「さけます報告会」全景。



写真 2. 来賓挨拶：水産庁栽培養殖課 伊佐課長。



写真 3. (左)北海道区水産研究所 鈴木主任研究員
(右)さけます・内水面水産試験場 藤原研究主幹。

3. 本州太平洋域に適応したサケふ化放流モデルの開発に向けた研究

東北区水産研究所さけます資源グループの八谷研究員からは、本州太平洋域の特性に合ったサケふ化放流技術の高度化に向けた研究として、飼育密度の低減や沿岸環境の変化への対応のために、一部の稚魚を通常より早い 2 月に放流する試みが紹介されました。また、早期に放流した場合の沿岸域の低水温が稚魚の成長や生残に及ぼす影響の調査を進めているとの報告がありました。

4. さけの母川回帰精度について

北海道区水産研究所ふ化放流技術開発グループの福澤主任技術員からは、北海道の10河川で他河川由来のサケ親魚が迷入して遡上する割合を調べたところ、平均で0.03%、最も高い河川でも2.24%と少ないことが分かり、サケの母川回帰性は極めて高いことが報告されました。

5. 北海道のサケ来遊傾向についてふ化放流データから検討する試み

北海道区水産研究所さけます生産技術部技術課の加藤連絡調整係長からは、北海道区水産研究所に長年蓄積されてきたふ化放流データを利用して、北海道のサケの来遊傾向や近年の減少傾向について検討した結果、過去においては生産重量や適期適サイズ放流の増加と4年後の来遊数の増加が似たような傾向であったが、平成16年度頃からはその傾向が一致せず、これまで蓄積したふ化放流データだけでは減少傾向の説明ができなくなったことから、今後は新たな指標の検討や、新たなデータの蓄積が必要であること。北海道全体で検討するよりも各地区レベルでの検討が重要であると報告されました。

6. 効率的なサケ稚魚放流のための給餌に係る検討

北海道区水産研究所千歳さけます事業所の中島主任技術員からは、現有の施設能力等でサケ稚魚を生産すると成長が早く、回帰効果の低い放流適期前に放流せざるを得ない状況であることから、放流適期までサケ稚魚を飼育管理するためには稚魚の成長を抑える給餌方法等を開発することが重要と考え、今までと同様の施設能力で健苗なサケ稚魚を生産しつつ、放流適期まで管理可能な飼育方法の可能性について試験していることが報告されました。

7. サケマス類の卵膜軟化症の原因と対策

北海道大学大学院水産科学研究院の笠井准教授からは、ふ化前に卵の膜が破れふ化率を著しく下げる疾病である卵膜軟化症の原因が、外部環境由来の細菌により卵膜表面を溶解されることが発症原因であることが明らかになったとの報告がありました。

アンケート結果

今後のさけます報告会を充実させるため、報告会の参加者にアンケート調査を実施しました。設問は「役立つ内容であったか」、「資料は役に立つ内容であったか」の2点についてです。回答して



写真4. (左)東北区水産研究所 八谷研究員
(右)北海道区水産研究所 福澤主任技術員。



写真5. (左)北海道区水産研究所 加藤係長
(右)北海道区水産研究所 中島主任技術員。



写真6. 北海道大学 笠井准教授。

いただいた参加者の多くは「はい」「まあまあ」(98%)の回答でした。一方「あまり」、「いいえ」(2%)の回答もあり、「全国的な来遊予測の発表」や「発表資料の配付」を要望された方がいました。また「取り組むべき研究開発課題やさけます報告会への意見・要望について」は、様々な分野の「研究課題の提言」や「研究結果の報告」など、多くの意見をいただきました。

おわりに

今年度から始めました「さけます報告会」は、さけますに関係する機関や団体に加え、さけますに興味のある一般の方々にも参加いただき、情報交換ができる貴重な場として提供していく予定です。

また、参加された皆様に協力を頂きましたアンケート調査の意見などを踏まえまして、より充実した報告会になるよう努めて参りますので、今後もしよろしくお願いたします。

会議報告

2016年NPAFC年次会議

科学調査統計小委員会(CSRS)の概要

うらわ しげひこ

浦和 茂彦 (北海道区水産研究所 さけます資源研究部)

北太平洋溯河性魚類委員会 (North Pacific Anadromous Fish Commission (NPAFC); 以下 NPAFC) は、1993年2月に発効した『北太平洋における溯河性魚類の系群の保存のための条約』に基づき国際機関として設立されました。NPAFCの目的は、『条約区域における溯河性魚類(さけます類)の系群の保全を推進すること』であり、さけます類の母川を抱える加盟国(カナダ, 日本, 韓国, ロシアと米国)が協力して、科学調査と取締活動を実施しています。2016年5月16日より20日まで5日間に渡り、韓国の釜山において第24回NPAFC年次会議が開催されました。ここでは、科学調査統計小委員会(CSRS)でのトピック事項を報告します。

CSRSの組織構造

CSRSは①加盟国が行う調査研究活動の調整、②系群識別など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交流、④シンポジウムの開催や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。CSRSでは科学分科会と5つの作業グループが活動していましたが、2015年に役割



写真1. 釜山のロッテホテルで開催された第24回NPAFC年次会議。

を終えたBASIS作業グループに代わり、国際サーモン年(IYS)作業グループが創設されました。また、今回の年次会議では、耳石標識とタグ標識に関する作業グループが統合して標識作業グループとなることが承認されました(図1)。

さけます類の漁獲量と放流数(2015年)

総漁獲量(商業漁獲量)は103.9万トン(5.1億尾)で、昨年(86.4万トン, 3.9億尾)より増加しました。2007年以後、カラフトマスが豊漁である奇数年には総漁獲量が100万トンを越えて

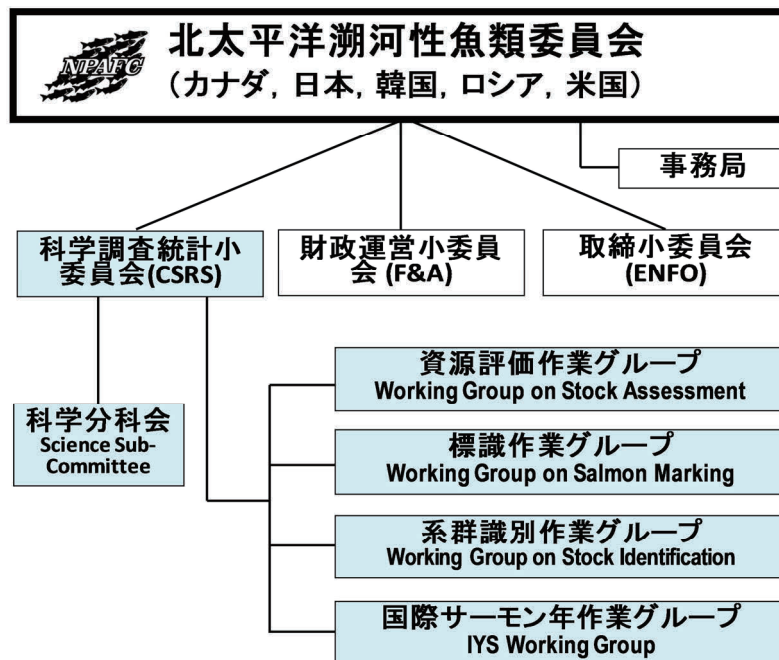


図1. 北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC)と科学調査統計小委員会(CSRS)の組織図。IYS: International Year of the Salmon.

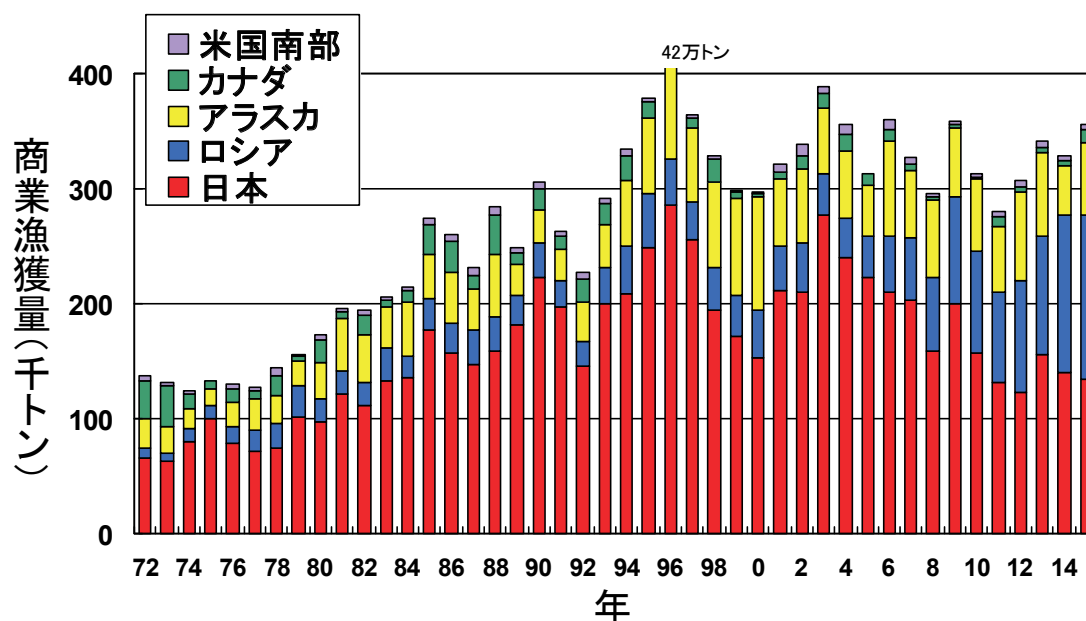


図2. サケの地域別漁獲量 (1972-2015年).

います。国別では、米国が 51.5 万トンと全体の半数を占め、ロシアが 36.9 万トン (35.5%)、日本が 13.8 万トン (13.3%)、カナダが 1.8 万トン (1.7%)、韓国が 488 トン (1%以下) でした。魚種別では、サケが 35.6 万トン (34.2%)、カラフトマスが 46.2 万トン (44.5%) で、この 2 魚種で全体の約 80% を占めました。ロシアにおけるサケの漁獲量は、2000 年代半ばより急激に増加し、2015 年には 14.4 万トンと日本の漁獲量 (13.4 万トン) を重量ベースで始めて上回りました(図2)。前年に引き続き、アムール川を含め、オホーツク海沿岸におけるサケの漁獲量は高水準となりました。

ふ化場からの総放流数は約 51.6 億尾であり、1993 年以降ほぼ一定でした。国別の放流内訳は、米国 19.4 億尾 (37.6%)、日本 18.7 億尾 (36.3%)、ロシア約 10.2 億尾 (19.8%)、カナダ約 2.9 億尾 (5.7%)、韓国 2,765 万尾 (1%以下) でした。魚種別では、サケが最も多く、稚魚 32 億尾が各国から放流され、日本からの放流は 55% を占めています。カラフトマスは 13.6 億尾が放流され、そのうち米国 (中部・南東アラスカ) からの放流が 70% を占めています。

NPAFC 新科学計画

NPAFC 科学計画は、加盟国が海洋で実施する調査研究の指針であり、概ね 5 年毎に更新されています。今回の年次会議では、2011-2015 年科学計画下で実施された各国の研究成果がレビューされ (Urawa et al. 2016)、2016-2020 年版の新科学計画が策定されました (SSC 2016)。さけます類

は、気候変動など生息環境の変動により、脅威と不確実性に直面しています。さけます類の資源量を制御する生態的メカニズムや北太平洋生態系に及ぼす気候変動の影響を明らかにするため、国際的な共同研究を推進することがこれまで以上に重要となっています。新科学計画の目的は、(1) 海洋における太平洋さけます類の分布、成長と生残に関する知識を改善し、(2) 資源量変動の要因をより良く理解し、(3) さけます類とそれらの生息環境の将来変動を予測することです。

目的を同じくする国際サーモン年プログラムと同調し、以下の研究テーマが設定されました。(1) さけます類の生息環境の現状把握、(2) 生息環境変動がさけます類に与える影響の理解と将来変動の予測、(3) さけます類の科学を推進する新技術の開発、(4) 違法漁業取り締まりに必要な科学情報の提供、(5) 取得情報のアクセス可能なデータベース化および共同研究の推進。さけます類の分布と資源量の変動機構をより良く理解することにより、条約の目的である「湖河性魚類の系群の保全」を推進するとともに、資源量の変動傾向を予測し、加盟国における持続的漁業資源管理、食料の安定確保、経済的安定に貢献することが期待されます。

国際サーモン年

「International Year of the Salmon (IYS: 国際サーモン年)」を制定し、さけます類とその生息環境に関する野外調査を集中的に実施することを、NPAFC と北大西洋サケ保全機構 (North Atlantic



写真 2. CSRS 参加者(写真提供:NPAFC).

Salmon Conservation Organization, NASCO) が中心となり検討しています。基本理念は「Salmon and People in a Changing World (変わりゆく世界におけるさけます類と人類)」で、さけます資源の回復、持続的保全と利用を目指し、以下の基本テーマが設定されています。

- ① さけます類と生息環境の現状把握
- ② 生息域における環境変動がさけます類に与える影響を理解し、将来の資源変動を予測
- ③ さけます類の研究を推進する新技術の開発
- ④ 持続的なさけます資源に依存する文化的、社会的および経済的要素の研究
- ⑤ 将来の研究のためのアクセス可能な科学情報のデータベース構築

サケ属 7 種 (NPAFC 条約魚種) と大西洋サケを主要な対象魚種とし、対象地域はこれらの魚種が分布する北太平洋と北大西洋を中心とし、温暖化による分布域のシフトも考慮し、北極海なども含むことが想定されています。

この野心的なプロジェクトを具体化するため、NPAFC と NASCO が中核組織となり IYS 調整委員会 (IYS Coordinating Committee) が設立されました。その下部組織として、北太平洋運営委員会 (North Pacific Steering Committee) と北大西洋運営委員会 (North Atlantic Steering Committee) が設立され、それぞれの地域で優先する研究課題の設

定、コアパートナーの決定、アウトリーチ活動などを実施することになりました。

2018 年秋には IYS の開始を告げる国際シンポジウムが開催され、2019 年にかけて野外調査を実施し、2020～2022 年には成果のとりまとめが予定されています。IYS プロジェクトにより、各国の研究機関や組織からさまざまな分野の研究者の参加した国際共同研究が実現し、さけます類の分布や資源変動を規定する生態学的メカニズムと、それらに及ぼす気候変動の影響を解き明かす突破口となることが期待されます。

IYS の詳細は、NPAFC のホームページ (http://www.npafc.org/new/science_IYS.html) に掲載されていますのでご参照ください。

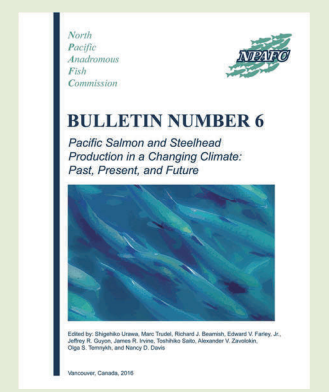
引用文献

Science Sub-Committee (SSC). 2016. North Pacific Anadromous Fish Commission Science Plan 2016-2020. NPAFC Doc. 1665. 8 pp. (Available at www.npafc.org).

Urawa, S., and 25 co-authors. 2016. Forecasting Pacific salmon production in a changing climate: a review of the 2011-2015 NPAFC Science Plan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. 6: 501-534. doi:10.23849/npafcb6/501.534.

国際さけますシンポジウムの論文集が刊行

2015年5月に神戸国際会議場で開催されたNPAFC国際シンポジウム「気候変動下における太平洋さけます類とスチールヘッドの生産：過去、現在と未来 (International Symposium on Pacific Salmon and Steelhead Production in a Changing Climate: Past, Present, and Future)」のプロシーディングス (論文集) が、NPAFC Bulletin 第6号として2016年12月末に刊行されました。シンポジウムで講演された論文37編とNPAFC科学計画 (2011-2015年版) の総括論文が、査読を経て掲載されています。これら最新の論文はNPAFCホームページ (http://www.npafc.org/new/pub_bulletin6.html) から自由にダウンロードして閲覧できます。



トピックス

国内におけるサーモン海面養殖について

くろかわ ただひで

黒川 忠英（北海道区水産研究所 生産環境部）

はじめに

最近、国内でのサーモン海面養殖が再び注目されつつあります。なぜ「再び」と記したかと言えば、1970年代後半から1980年代にかけてサーモン海面養殖が盛んに取り組まれた時代があったからです。しかし、そのほとんどの事業は頓挫し、継続的な産業として成功したのは宮城県のギンザケ養殖のみといっても過言ではありません。ここでは、過去の取り組みとの比較をしつつ、サーモン海面養殖を取り巻く社会環境の変化を踏まえて現在のサーモン養殖についてまとめてみたいと思います。

過去の国内サーモン海面養殖

国内におけるサーモン海面養殖は、宮城県三陸沿岸で1975年にギンザケ *Oncorhynchus kisutch* の海面養殖が開始されたのが最初です（武川ら1984）。三陸地域においても、夏期の海水温が20℃を超えてサケ科魚類の飼育には適さないことから、0才の秋（11月初旬頃）までギンザケを内水面で飼育し、海水に適応できるスマルト化した150g程度の種苗を海面生け簀に導入して海面養殖を開始

し、水温が上昇する翌年の7月までに2kg程度まで育て出荷を終える養殖サイクルでした。この養殖サイクルは、現在も変わっていません（図1）。宮城県における生産量は徐々に増加し、1990年には生産量約2万t、生産額が139億円に達しました。養殖開始当初は、餌として生餌やモイストペレット（生餌と粉末配合飼料を混合してペースト状にした餌）が使われていましたが、現在ではEPペレット（エクストルーデッドペレット：加圧成形加工した消化吸収に優れた配合飼料）に切り替わっています。1980年代には、ギンザケ養殖場の自家汚染も問題となり、志津川湾では生け簀直下の海底泥においてCOD（化学的酸素要求量）が100mg/g dryを超える値が観測された事例もありました（武川ら1984）。しかし、養殖生産量が減少しEPペレットへの切り替えが進んだ1990年代後半には極端な環境悪化は認められなくなり、海面養殖が休止する半年間の間の自然浄化力との均衡により海面養殖の持続的な継続が可能と判断されていました（佐々木ら2002）。

北海道各地でも、1980年代にはサクラマス *Oncorhynchus masou* の海面養殖が取り組まれました（河村2008）（表1）。養殖形態としては、先行していた三陸地域のギンザケ養殖の技術をベース

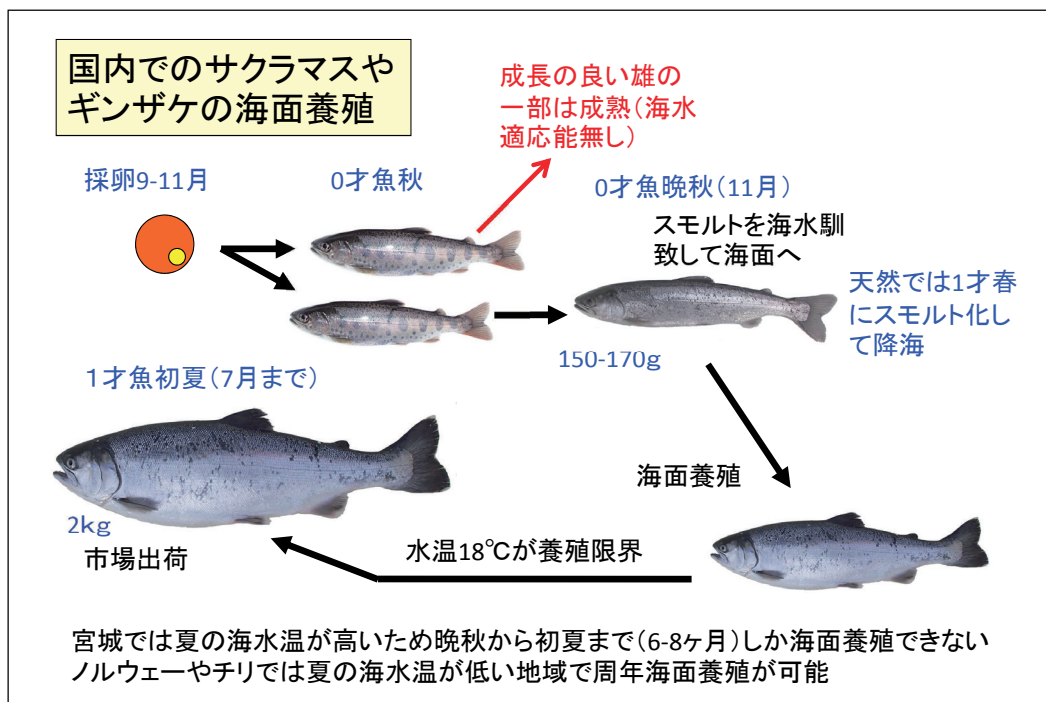


図1. 国内におけるサクラマスやギンザケの海面養殖サイクル。

表 1. 国内のサーモン海面養殖新旧比較.

	北海道サクラマス(乙部町) 1980年代	宮城県ギンザケ 現在
養殖形態	秋に0オスモルトを海水馴致して海面養殖開始し初夏までに出荷	秋に0オスモルトを海水馴致して海面養殖開始し初夏までに出荷
種苗サイズ	100-150g 0才魚	150-170g 0才魚
餌	モイストペレット(冷凍魚80%粉末配合飼料20%)	EPペレット
出荷平均サイズ	0.8-1.5kg(平均体重が1kgに届かない年も多かった)	2kg前後
生産規模	60t(平成3年がピーク 平成8年終了)	11千t, 60億円(平成28年)(平成4年22千トンがピーク)
魚病	あまりなかった(ビブリオがわずかに発生)	ビブリオ(ワクチン使用) EIBS(対処法なし自然獲得免疫依存)
種苗性	成長促進すると0才秋に雄の多くが成熟 ギンザケに比較して秋季の海水適応能にばらつき	成長促進してもそれほど多くの早熟雄が出現しない 秋季でも海水適応能が高い
成長	6月頃から成熟に伴う成長停滞(製品サイズに届かない)	産卵期がサクラマスより2ヶ月程度遅いため出荷まで高成長
身質	サケ科魚類の中でも高い評価	身質が柔らかく生食向け冷凍加工に不向き 小骨が柔らかく加工しにくい
種卵確保	在来種	北米原産で魚類防疫上の理由からH8年以降天然ギンザケ卵の輸入がされなくなったため、それ以前に輸入されたギンザケの子孫を継代飼育して種卵生産(遺伝的近交の懸念)
	河村 博. 2008. 湖沼と河川環境の基盤情報整備事業報告書より抜粋	「がんばる養殖復興支援事業」等を参照

としたもので、北海道においても三陸地域と同じく秋に種苗を内水面から海水馴致して海面養殖を開始し、水温が上がる夏前に出荷する養殖パターンでした。中でも乙部町はその中心であり、1982年から開始され1991年には60t以上の生産を上げるまでになりました。しかし、出荷時の平均重量が1kg前後と、三陸地域のギンザケでは出荷時の平均重量2kgと比較すればサクラマスの成長の悪さが問題点の一つでした。その頃から外国産のサケ類の輸入が急増し、天然魚だけでなくノルウェーやチリからの養殖サーモンの輸入も増加しました。また、その当時は秋サケの漁獲量も増大するなど、国内のサケ市場全体に供給過剰気味で、サケ類の価格も低迷し、乙部町におけるサクラマス海面養殖も1996年が最後となりました。

現在の国内サーモン海面養殖

宮城県の2016年のギンザケ養殖生産は、生産量約1万1千t、生産額約61億円で、国内のサーモン養殖生産量の9割以上を占めています(表1)。しかし、2011年の東日本大震災時には、大津波により宮城県内のすべての養殖施設が流失し、壊滅的な打撃を受けました。当時養殖中だったギンザケもすべて散逸し、その数は500万尾以上と見積もられています。近年、養殖魚の生態系への影響ということも注目されていることから、散逸したギンザケについて少し触れておきたいと思います。

(1) 東日本大震災で散逸したギンザケ

散逸したギンザケの多くは東北沿岸にとどまっていたと推定され、2011年秋には岩手県などの多くの河川で成熟した個体の遡上が確認されています(Sasaki et al. 2016)。ギンザケは在来種のサクラマスと交雑する可能性があったことから、その

子孫の回帰年に当たる2014年に岩手県の宮古市場に水揚げされたサクラマス類(約2000尾)の調査が5月から9月にかけて行われました。外観的特徴および鰓耙数などの分類形質と遺伝子解析による種判定では、5尾のギンザケが発見されましたが交雑種と思われる個体は見られませんでした(Sasaki et al. 2016)。ギンザケと判定された個体は、3才魚が3個体認められ2011年に散逸したギンザケの子孫の可能性がありましたが、ロシアの天然ギンザケが回遊してきている可能性も考えられます。いずれにしても、今回の調査からは散逸したギンザケが東北太平洋岸に定着するような兆候やサクラマスとの交雑は見られませんでした。今後しばらくは注意を払う必要があると考えられます。

(2) 東日本大震災からの復興の取り組み

重要な地域産業として定着した宮城県のギンザケ養殖ですが、震災以前からその経営改善の必要性が指摘されていました。そのため、東日本大震災を機に水産庁の「がんばる養殖復興支援事業」(http://www.fpo.jp-net.ne.jp/gyoumu/hojyogijyo/08hukkou/hukkou_yoshoku/fukkou_keikaku/miyagi_ginzakeproject.pdf)などのサポートを受けながら養殖事業の復興と養殖経営改善の努力が始まりました。また我々も、農林水産技術会議の「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」において、ギンザケ養殖業復興のための研究開発を行ってきました。この中では、1. 社会経済的な視点からの市場分析、2. 生食分野への供給を目指した品質向上のための技術開発、3. 生産性向上のための魚病防除と高成長系統の作出に取り組んできました。社会経済学的な視点からの成果は、濱田ら(2016)の「宮城ギンザケ養殖の産地再生課題」に詳しくまとめられている

のでそちらを参照されたいが、国産ギンザケと競合するチリのギンザケの動向については、チリで生産されるギンザケの大半が日本向けであり、価格動向などからチリ側も8万トン程度の輸出が妥当と判断していることや、近年魚の消費が減少する中、生鮮サケ類の消費は増加しており、特に西日本では相対的にブリの消費が減りサケ類が増加している傾向があることなどが示されています。この傾向は、ノルウェーなどの海外養殖サーモンの販売戦略によるサケ類の生食市場の拡大に由来するものと考えられますが、宮城ギンザケでは生食向け出荷はあまり想定されてきませんでした。これは、ギンザケの身質や骨が柔らかく、生食向け加工やその冷凍保存に向かないことが要因の一つにあります。このことから、本プロ研では、生食向け出荷のための電気ダモによる迅速な魚の沈静化と活締め機を組み合わせたギンザケ用の効率的な活締めシステムの開発や、ブライン凍結などによる生食向け冷凍加工品の開発を行っています。また、ギンザケ養殖においては赤血球封入体症候群 (EIBS) がしばしば大量斃死を引き起こすことから対策が求められていましたが、EIBS ウィルスは培養ができないためワクチン開発ができていませんでした。本プロ研では、EIBS ウィルスの全ゲノムを解読し新種のウィルスであることを突き止め (Takano et al. 2016)、ワクチン開発を進めています。さらに、宮城県水産技術総合センター内水面水産試験場で選抜された高成長系統を元に、遺伝子解析に基づいた遺伝的近交の低減と系統の維持向上のための技術開発を進め、国産高成長系統の養殖現場への普及を目指しています。

(3) 新たなサーモン養殖に関する動き

宮城県における養殖経営体は、基本的には個人経営ですが、宮城県漁業協同組合やいくつかの商社等のグループに分かれ、飼料の共同購入や共同での水揚げなど緩やかな協業体制をとっています。最近の新たな動きとしては、ニスイグループが東日本大震災を契機に宮城県から鳥取県に移転し、企業が主体となったギンザケ養殖を開始し、1000tを超える生産を上げるまでになっています。その他、ニジマス (トラウトサーモン) *Oncorhynchus mykiss* の海面養殖も各地で試みられ、青森県の海峡サーモン、香川県の讃岐サーモンなど、数トン規模の生産が上げられています。

北海道区水産研究所では、ロシア 200 海里内での流し網漁禁止に伴い、根室地域からの要望を受けて、平成 27 年度より水産庁「養殖魚安定生産・供給技術開発委託事業」によりベニザケ *Oncorhynchus nerka* の養殖技術開発に着手しました。ベニザケはこれまで海面養殖が行われたこと

はありませんが、サケ科魚類の中でも食味に優れることから新たなサーモン養殖の対象種として有望と考えられます。北海道道東地域は、冬季の気象条件が厳しいため三陸地域のギンザケ養殖のような冬季の海面養殖は困難ですが、逆に夏季の海水温が 20°C を超えることがほとんどないため夏季の海面養殖が可能ではないかと考えています。現在我々は、ベニザケを海水飼育しながら、水温特性やベニザケ特有の赤い身色の再現などに取り組んでいます。

このように、日本各地でサーモン養殖への関心が高まっていることから、今後も関係機関や生産者と協力して、サーモン養殖産業の振興に貢献したいと考えています。

引用文献

- 河村 博. 2008. 飼育技術に関する研究 海中飼育 サクラマス. 豊かな自然環境を次世代に引き継ぐために: サクラマス、ビワマス、地方種: 湖沼と河川環境の基盤情報整備事業報告書 (日本水産資源保護協会編), 日本水産資源保護協会, 東京. pp. 306-314.
- 濱田英嗣・森 邦恵・杉浦勝章・素川博司・佐藤隆・森 幸弘. 2016. 宮城ギンザケ養殖の産地再生課題. —新たな産地経営に向けて—. 水産振興, 580:1-106.
- Sasaki, K., Kurokawa, T., Nikaido, H., Muraoka, D., Okada, Y. 2016. Did farmed Coho salmon *Oncorhynchus kisutch* that escaped during the earthquake and tsunami disaster of 2011 interbreed with native Masu salmon *Oncorhynchus masou*? The Proceedings of The 43rd Scientific Symposium of UJNR Aquaculture Panel. In press.
- 佐々木 良・押野明夫・菊池亮輔. 2002. ギンザケ養殖生簀の直下海底における水質底質環境とベントスの蠅集. 宮城県水産研究報告, 2:17-26.
- Takano, T., Nawata, A., Sakai, T., Matsuyama, T., Ito, T., Kurita, J., Terashima, S., Yasuike, M., Nakamura, Y., Fujiwara, A., Kumagai, A., Nakayasu, C. 2016. Full-Genome Sequencing and Confirmation of the Causative Agent of Erythrocytic Inclusion Body Syndrome in Coho Salmon Identifies a New Type of Piscine Orthoreovirus. PLOS ONE, 11(10): e0165424. doi: 10.1371/journal.pone.0165424.
- 武川活人・五十嵐輝夫・太田裕達. 1984. ギンザケ養殖漁場の水質および底質環境. 宮城県気仙沼水産試験場研究報告, 7:70-79.

トピックス

アムール川訪問記

はせがわ こう

長谷川 功（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

2016年10月2日から9日にかけて、筆者と大熊一正資源保全グループ長の2名でロシア連邦ハバロフスクを拠点としてアムール川水系のサケ自然産卵の視察を行いました。特に、河川環境や魚類相が全く異なるホール川（10月3～4日）、アニュイ川（10月5～6日）の両支流の視察は、たいへん印象深いものでした（図1）。また、人々と川や魚とのかかわりについても貴重な情報が得られたので、紹介いたします。

今回お世話になった方々

今回の視察ではホスト国ロシアのチンロセンター（和訳すると、太平洋水産研究センター）職員の皆さんに、たいへんお世話になりました（図2）。特に、フィールドガイドをしてくれたリエナさん（ホール川、アニュイ川でサケの産卵実態調査をしている）、通訳のカーチャさん（いわゆる総務課のような部署にいるが英語が堪能で同行してくれた）、ボートの操縦をしてくれたアレクセイさん（ホール川沿いの集落出身で、現在アニュイ川沿い在住。両河川に精通したまさに「生き字引き」）、滞在中の世話役を引き受けてくれたカツギンさん、

クルバチニさん、そして忘れてはならないのが、連日に渡り車を運転してくれたドライバーの方々に厚くお礼申し上げます。

ハバロフスク周辺を流れるアムール川の魚類相

極東地方の大河アムール川では、約130種類の魚種が記載されています。チンロセンターの一般市民向け展示施設（小規模な水族館）のスタッフによると、近年、分類学的研究が進んでおり、例えばグレーリング（カワヒメマス *Thymallus* 属）のように種が細分化されたものもあり、種数が増加したとのことでした。外来魚も何種類か含まれるが、外来魚問題は深刻ではないそうです。いくつかのふ化場ではニジマスが養殖されており、放流が検討されたこともあったが、在来魚への影響が懸念されたことから実施には至らなかったそうです。

ハバロフスク周辺のアムール川本流やウスリー川および周辺の湖沼にはコイ科、ナマズ科、ギギ科、パイク（カワカマス *Esox reichertii*）が多く生息しており、雪解け増水時には河川と湖沼を行き来しているとのことでした。また、チョウザメ（ア

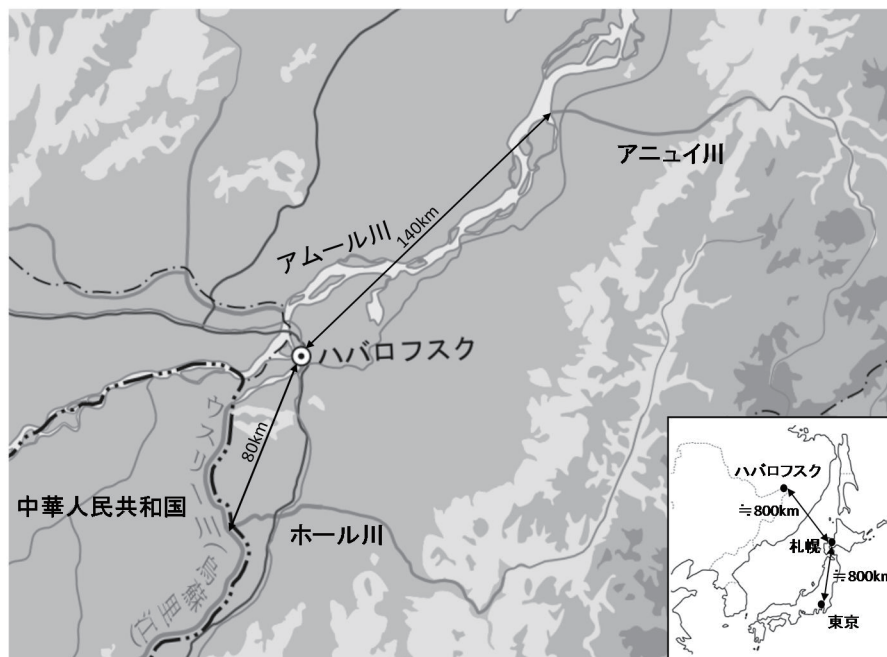


図1. 今回訪問したハバロフスク、ホール川、アニュイ川の位置（国土地理院 電子国土 web より）。札幌からハバロフスクまでの距離は東京まで（約800km）とほぼ同じくらい。

ムールチョウザメ *Acipenser schrencki*: ダウリアチョウザメ (カルーガ) *Huso dauricus*) の減少が深刻で個体群回復のための放流が続けられています。

ホール川, アヌイ川のうち, 今回視察に訪れた流域はいわゆる冷水域で, 潜水観察したところ, 特にアヌイ川ではレノック (コクチマス *Brachymystax* 属), グレーリングが多かったです。彼らの行動や微生物環境を見ていると, レノックがイワナ, グレーリングがヤマメのような生態的地位を占めているように思えました。カジカの類 (*Mesocottus haitej*: アヌイ川で1個体を徒手採捕) やアムールイトウ (*Hucho taimen*: アヌイ川でカツギンさんが釣獲および筆者のルアーを追ってきた計2個体を確認) も見られましたが, どの程度の個体数があるのかは, 観察例数が少なく何とも言えません。また, サケも含め (詳しくは後述), ホール川では魚類が少ないのに対し, アヌイ川では高密度でした。リエナさんの話によると, この違いは元々の河川の特徴というのもあるが, アヌイ川周辺は国立公園に指定されており, 自然環境が手厚く保護されているのも一因だろうとのことでした。

ホール川とアヌイ川のサケ自然産卵実態

～産卵場の物理的環境条件～

森田 (2013) でも紹介されているように, アムール川の支流では分流が主なサケの産卵場です。もとい, ホール川もアヌイ川も, 日本の河川ではちょっと例が思い浮かばないくらい分流が発達しており (網状流路), どれが本流でどれが分流がよく分からない (= 日本的な本流・分流の概念は当てはめにくい) というのが正直なところです (図3)。

ホール川, アヌイ川ともにサケの産卵期は9月下旬から10月下旬とのことで, 産卵場となるのは, その分流の分流の…といったところでしょうか (図4)。寝泊りをした山小屋の前の川幅 (太めの分流) は, ホール川で約200m, アヌイ川で約50mでしたが, 産卵場となっていたのは川幅10~20mのところ为主でした (携帯式距離計による測定)。そのような場所が産卵場となる理由として, 流速や水深といった物理環境が適当だからだと筆者は考えたのですが, リエナさんの見解では, 冬場に川が凍結しないよう, 川底から水が湧いていることが最重要だそうです。たしかに, アヌイ川の産卵環境は, 概観は日本でよく目にするものですが (ほどよい流速と水深とでもいいでしょうか), ホール川では止水に近く礫も泥を被っているようなところで産卵が行われており, 「流速・水深」といった条件は二の次なのかもしれません。ちなみに, 礫の大きさはこぶし大かそ



図2. 今回, お世話になった方々 (ホール川のボート乗り場にて)。手前で長靴を履いているのがリエナさん, ゴムボートに腰掛けて談笑中の女性がカーチャさん, 右端で黒い上着を着て何やら準備中なのがアレクセイさん。



図3. 帰りの機中からホール川がよく見えた。上から見るより実際に川へ行くと分流の構造はもっと複雑に思える。



図4. アヌイ川の産卵場の一つ。左上に写っている黒い大きな影はヒマラヤグマ。

れより小さいくらいで, 日本とは大きくは違わなさそうです。

上述したように, ホール川で観察されたサケは決して多くありませんでした。各産卵場 (長さ100~200m程度) で観察された産卵床は数個~十数

個でしたし、見掛けた親魚の数も同様か、潜水観察では全く見られないこともありました。ホール川はもともと魚が少ないのですが、リエナさんの説明では、サケに関してはホール川を含むウスリー川水系は森林伐採による河川流量の減少、密漁が原因で 1960 年代から減少の一途だったそうです（密漁の取り締まり強化後、2009 年から増加傾向に転じたとのこと）。ホール川からハバロフスクへ戻る途中、アレクセイさんの親戚宅でお茶をご馳走になり、その折りに家のご主人が色々話を聞かせてくれたのですが、その方もやはり「1969 年からホール川沿いに住んでいるが、サケはどんどん減ってしまった。木を切りすぎて山が水を貯えられなくなり、湧水が枯れ、川の水がなくなったせいだ」とおっしゃっていました（カーチャさんによる通訳）。ご主人の話には科学的な根拠はないのですが、サケが産卵するには湧水のある分流が大事、と言っていたリエナさんの見解と辻褃が合い、森林伐採→湧水のある産卵適地が減少→サケの減少、という図式は十分に有り得ると感じました。

～アヌイ川で感じた分流の意義～

ホール川の視察はもちろん有意義だったのですが、「魚が少ない」という点において、魚好きとしてはやや不満の残るものでした。これはホスト側の心憎い演出で、次に訪れたアヌイ川では魚をたくさん観察でき、大変満足でした（図 5）。3 か所の産卵場を回ったのですが、どこも一つの産卵床が識別できないくらいに、あちこち掘り返され、人が川を歩くとサケが数十匹単位で逃げ回るといった感じでした。川岸にはクマにかじられたホッチャレが転がり、移動途中のボートからも木登りしているヒマラヤグマを 3 頭も見掛けました。カーチャさんが「bear is frequent, tiger is random（おそらく rare の誤用）（クマはしょっちゅう、トラはほとんど見掛けない）」と夕食時に言っていました。その雰囲気がよく伝わりました。まあ、トラはほとんど見掛けないと言いつつ、ホール川の山小屋にいた犬二匹はトラに食われ、今残っているのは猫一匹だけとリエナさんは言っていました。ちなみに、ホッチャレを食べるのはクマ（この辺りに生息するヒマラヤグマ、ヒグマ両方）だけで、他のトラやヒョウといった大型肉食獣は食べない（カツギンさん談）というのは不思議に思いました。

話を元に戻しましょう。アヌイ川では、自然産卵するたくさんのサケを目にした後、帰路の途中で下流にあるアヌイふ化場とその捕獲施設を見学させて頂きました。川にはびっしりと、それも複数個所にウライが入れられているようで、筆



図 5. アヌイ川で潜水観察したサケ。水の透明度はどこもあまりよくなかった。ホッチャレの尾叉長を測ったところ、60cm 前半のものが多かった。

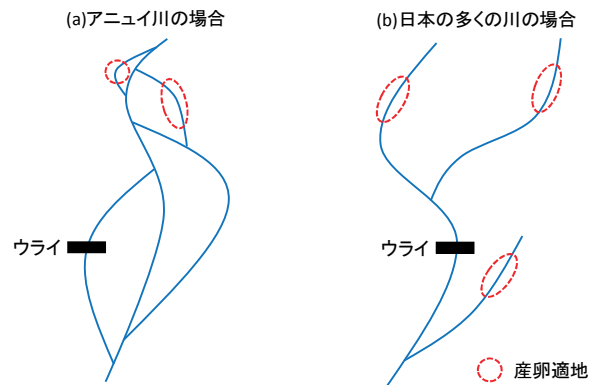


図 6. (a)アヌイ川と(b)日本の多くの河川でのウライの入れ方の違い。アヌイ川ではウライのない分流を通れば産卵適地まで遡上できる。日本場合は、ウライ上流側の産卵適地は利用できない。

者と大熊さんの第一印象は、どうやってあんなにたくさんのサケが上流まで産卵遡上しているの？ということでしたが、すぐにそれは全くの愚問だと気がきました。たしかに、今日の当たりになっている分流ではサケが上流に行く隙は微塵もないかもしれませんが、別の分流にはウライがないのでサケは遡上したい放題です。カーチャさんは「すべての分流にウライを入れなくても、サケは採卵計画に対して十分に捕獲できるし、そもそも全部の分流にウライを入れるだなんてそんな無茶な！」と言っていました。自然産卵とふ化放流事業の両方を活かした資源管理が模索されている今日、産卵場までの遡上を妨げるウライは、日本では時に批判的となることもありますが、アヌイ川ではそのような問題は起こりようがないようです（図 6）。日本のさけます捕獲河川において、アムール川風の分流を作るということは非現実的ですが、流路内に仕切りを入れて数百 m でよいから分流を作って、その片側にだけウライを入れる、なんてことはできないかな？と帰りの車中で考えてい

ました。

アムール川に暮らす人々と川、魚とのかかわり

ハバロフスクの市場を歩くと、あちらこちらで釣り具が売られており、雑貨屋にも釣り具が置かれていたりして、この地域の人々にとって川や魚が身近な存在であることが感じ取れました(図7)。河川での遊漁はライセンス(入漁券)が必要で、それもかなり事細かにルールが決められているようです。一方、ホール川やアニューイ川沿いの集落で暮らす人々はほぼ自給自足の生活を送っており、彼らには1人あたり50kg/年の魚(レノック、グレーリングが中心)を捕獲することが認められているそうです(実際のチェックはないらしい)。日本でもこのような事例はあるのか、とカーチャさんに尋ねられましたが、自給自足の集落というのは日本にはほぼないだろうから、そのようなルール自体必要ないと回答しました。また、サケの密漁が横行しており、ホール川では分流でしばしば違法に仕掛けられた刺し網がありました(産卵場所になっている分流に網をかけることが違法らしい)(図8)。罰金は、一網仕掛けるにつき1000ルーブル(訪問時の為替レートで約1500円)、さらに雌雄各一匹捕獲するにつき、それぞれ3000、1500ルーブルで、ロシアの平均所得からすれば重い処罰のようです。

また、川は重要な交通手段であり、ホール川やアニューイ川でも現地での移動は船外機付きのボートでした(ちなみに、川は凍ると猟師用の道になるらしい)(図2)。アニューイ川ではゴムボートは禁止されるなど、川ごとにルールが異なるのがおもしろかったです。そして、ボートで分流を進むのですが、分流は複雑に枝分かれしているので、チンロセンターの研究者だけではフィールドへのアクセスは難しいそうです。そんな折、力になってくれたのが、地元住民で調査に理解を示してくれたアレクセイさんで、彼は貢献度の高さからその後、チンロセンターの現地スタッフとなったそうです(雇用形態の詳細は聞きそびれました)。野外調査には地元の方々の理解や協力が不可欠というのは、日本もロシアも共通のようです。

おわりに

今回の視察は、日本とロシアの科学技術協力計画に基づいて行われました。このプログラムでは、毎年両国の研究者がサケ自然産卵河川やふ化場の視察のために交互に相手国を訪問しており(例えば森田 2013; 富田・江田 2015)、ホスト側は趣向



図7. ハバロフスク市内の市場。こういった市場に釣具屋が何軒も入っているというのは日本では目にしない。



図8. 密漁者の仕掛けた網にかかり瀕死のサケ。

を凝らした視察プランを用意します。見知らぬ土地のサケを見る、ということ自体がたいへん勉強になることですが、それ以上に、このプログラムを通じて筆者自身も含めた研究者同士の交流(カツギンさんは“friendship”と言っていたのもっと柔らかく「友達の輪」みたいな表現の方がよいのかもしれませんが)が深まることに意味を感じます。それが、両国のさけます研究、さらにはさけます資源の維持増大の基盤となるのではないのでしょうか。

さあ、次は日本がお迎えする番だ!

引用文献

- 森田健太郎. 2013. アムール川支流の野生サケ産卵場を視察. 日水誌, 79: 483.
 富田泰生・江田幸玄. 2015. サハリンふ化場視察. SALMON 情報, 9: 32-34.

トピックス

沖合調査で得られるサケ耳石温度標識魚の情報

すずき けんご
鈴木 健吾 (北海道区水産研究所 さけます資源研究部)

はじめに

サケの回遊に関する研究は、古くから標識放流（目印を付けたサケを川や海に放して調べる方法）によっておこなわれてきました。記録によると1917年には石狩湾でサケ親魚の標識放流がおこなわれていたようです (Kondo et al. 1965)。戦後、沖合流し網漁業が盛んになると、北太平洋の広い範囲で標識放流がおこなわれ、日本から放流されたサケは、ベーリング海やアラスカ湾まで到達していることが明らかとなりました。

これらの標識放流に使用されていた標識(目印)は、サケの体の外側にリボンや円盤を取り付ける外部標識と呼ばれるものです(図1A)。外部標識を取り付けるためには、取り付け作業中にサケが弱ったりせず、取り付けした標識がサケにとって邪魔にならないことが重要です。このため、小型のサケには外部標識を取り付けることが困難で、標識放流に使うサケは海で1年以上過ごした比較的大型の個体が主体でした。そうすると、海で標識を付けられたサケ親魚が、いつ、どこの沿岸に帰ってきたかという回遊の“帰り道”に関するデータが多く得られることとなります。一方で、海で捕獲されたサケ稚魚は、いつ、どこで生まれ、どこから来たサケなのか?という回遊の“行き道”については十分な情報が得られていませんでした。

ところが1900年代末に大量のサケ種卵に耳石温度標識(内部標識)を付け稚魚放流する技術(図1B)が開発される(福若ら1998)と、この問題が大きく進展することになります。海で採集したサケに耳石温度標識が付いていれば、そのサケがいつ、どこで放された個体なのかを判定することが出来るようになったのです。

ここでは、これまでのベーリング海表層トロール調査で採集されたサケの耳石温度標識魚の調査結果をお知らせするとともに、耳石温度標識を用いた回遊の“行き道”に関する最近の研究情報をご紹介します。

ベーリング海でのトロール調査

ベーリング海では、公海を中心に17点の調査定点を設けています。各定点で表層トロールを1時間曳網してサケを捕獲します。このとき使用する表層トロールは、網口の幅が40m、網口高さが

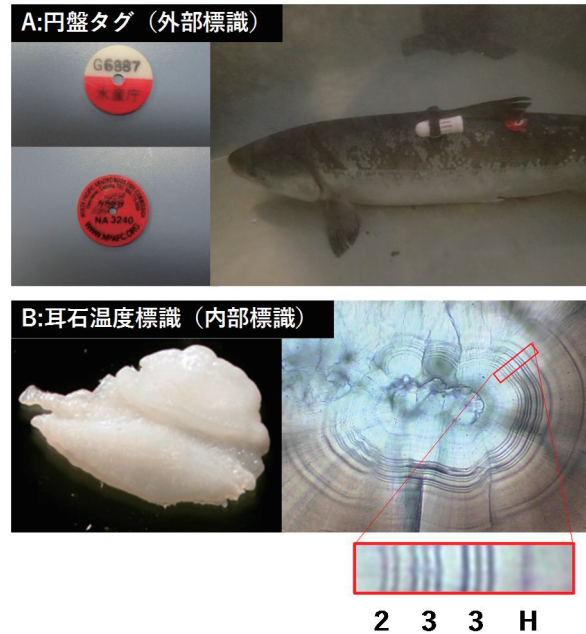


図1. サケに付ける標識。

A: 円盤タグ(外部標識): 現在、ベーリング海を含む北太平洋でおこなっている標識放流では、外部標識として円盤タグが使用されています。

B: 耳石温度標識(内部標識): 耳石温度標識の付け方(コード)は国際的な約束によって決められています。いちばん内側の線が2本あるのが、日本から放流された標識魚です。

(写真提供: 富田泰生氏, 本多健太郎氏)

30mにもなる大きな網です。しかし、島影も見えないベーリング海での操業では、この表層トロールが小さく感じてしまうのも事実です。海の広さに比べれば、私たちが調査で知ることの出来る情報がわずかなものであることは認めないわけにはいかないのです。

とはいえ、1時間表層トロールを曳網すると、およそ100尾程度、多いときには500尾を超えるサケを採集することが出来ます。これらのサケについて、体長(尾叉長)、体重、生殖腺の重さなどを測定し、さらに年齢査定のための鱗、遺伝標本、耳石などのサンプルを採取します。耳石の採取はサケの頭部を切開し、ピンセットで耳石を取り出すという細かな作業のため(図2)、採取するサンプル数は最大で1定点240尾としています。取り出した耳石は、研究所に持ち帰り、1個ずつスライドグラスに貼り付けて薄く研磨した後に、顕微鏡で観察して温度標識の有無を判別します。ベーリング海調査で捕獲されるサケには、日本系の他にロシア系のサケが多く含まれています。そのため、毎年およそ1,500~2,700尾の耳石を確認して、

日本系の耳石温度標識の発見数は多くても 100 尾程度です。このように数は少ないのですが、確かに日本から来たサケを見つけることができます。放流時には 1g 程度しかないサケの稚魚が、日本から 2,000 km 以上離れたベーリング海までたどり着いている事実を目にするたびに、サケの生命力の強さ、その不思議さに感動せずにはられません。

日本各地の耳石温度標識魚

日本では、複数のふ化場から耳石温度標識をつけたサケが放流されています。その際、ふ化場や地域ごとに異なる耳石温度標識を付けています。これを利用すると、ベーリング海で再捕されたサケが、単に日本系であるというだけでなくこのふ化場（地域）から放流されたサケなのかを調べることが出来ます。

表 1 に放流したふ化場を特定することが出来た耳石温度標識魚の数をお示しました。これを見ると、北海道のふ化場から放流されたサケが多いのはもちろんですが、本州太平洋側の岩手県や本州日本海側の山形県にあるふ化場から放流されたサケもベーリング海で採集されていることがわかります。では、日本のふ化場から放流されたサケは、ベーリング海のどのあたりで捕れたのでしょうか。図 3 に示した 2013 年の調査結果では、全体としてサケが多く採集された北東側の定点で、耳石温度標識の付いたサケも多く採集されていることがわかります。また、同じ定点で複数のふ化場から放流されたサケが採集されていることもわかります。どうやら、ベーリング海では日本から来たサケがふ化場ごとに別々に回遊しているのではなく、複数のふ化場由来のサケが混ざり合って生活しているようです。

それでは、異なるふ化場（地域）から放流されたサケは、同じようにベーリング海まで到達しているのでしょうか。表 1 に示した耳石温度標識魚の発見数では北海道から放流されたサケが多いようですが、そもそも放流した数が多ければ、標識魚が多く見つかるのも当然です。そこで、放流数の多い主要なふ化場について、放流 100 万尾あたり何尾の耳石温度標識魚がベーリング調査で採集されたかを計算してみました。その結果を図 4 に示します。この計算結果を見ると、北海道のオホーツク海に面したふ化場から放流された耳石温度標識魚はベーリング海調査での採集数が多い傾向があるようです。また、それ以外の地域では、地域間の差より年級間の変動の方が大きいようです。ただし、ベーリング海調査で採集される耳石温度標識魚は、ふ化場ごとに見ると数尾から数十尾程度と非常に少ないので、たまたま 1 尾標識魚が



図 2. 耳石採取作業。
揺れる船の上でサケの頭から小さな耳石を取り出すのは集中力の必要な作業です。

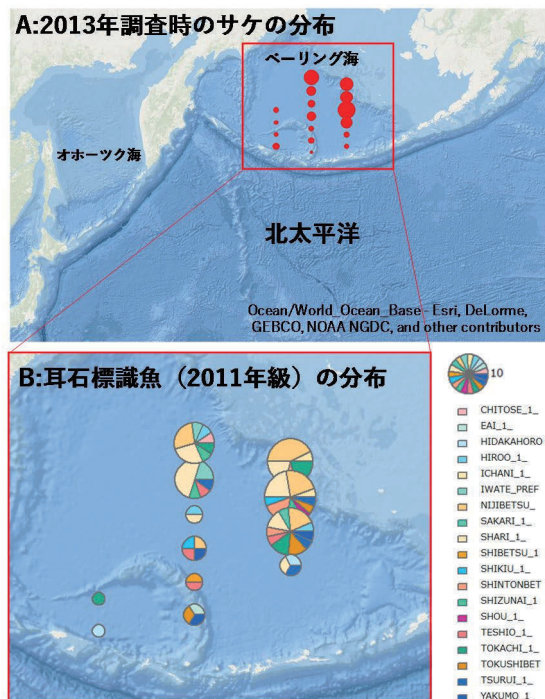


図 3. A: 2013 年の調査で採集されたサケ全尾数の分布
B: 2 年魚の耳石温度標識魚 (2011 年級) の分布
耳石温度標識個体の内訳をふ化場別に色分けすると、複数のふ化場から放流されたサケが混ざり合って分布していることがわかる。

表 1. 日本の主要なふ化場から放流された耳石温度標識魚のベーリング海調査における発見数 (2 年魚～5 年魚の合計)。

施標ふ化場	2005年級	2006年級	2007年級	2008年級	2009年級	2010年級
徳志別	5	7	7	5	21	20
斜里	7	24	10	4	17	12
伊茶仁	1	2	2	2	10	1
虹別	5	6	6	6	15	10
鶴居	2	2	1	1	0	0
十勝	3	2	3	3	7	5
静内	3	0	3	1	8	2
天塩	0	2	1	0	1	9
千歳	0	0	4	4	2	5
八雲 (遊楽部)	0	2	1	2	1	4
田老	-	-	0	1	1	-
宮古 (織笠)	-	-	-	-	-	1
片岸	1	0	0	1	2	2
桧川	-	-	-	1	2	3

- の表記は耳石温度標識魚の放流 (記録) が無いことを示す。

捕まえらるるかどうかで、計算結果は大きく変わります。このため、図4に示す個々の数値の信頼性は高いものではありませんが、このようなデータを何年も積み重ねていくことにより全体の傾向がつかめるのではないかと考えています。

オホーツク海でのロシアによる調査

2016年に入って、ロシアの水産研究機関から日本系耳石温度標識の付いた若いサケに関する研究結果が相次いで発表されました。それらの論文によると、夏の初めから中頃までの間にサハリン南部の海域で日本系の耳石温度標識魚が見つかること (Shubin and Akinicheva 2016)、秋にはカムチャツカ半島から千島列島の西側で日本系の耳石温度標識魚が見つかること (図5) が報告されています (Chistyakova and Bugaev 2016)。これらの調査で得られた日本系の耳石温度標識魚は、北海道から放流された個体だけでなく、本州太平洋側や本州日本海側のふ化場から放流された個体も含まれています。この調査結果を見ると、日本系のサケにとってオホーツク海が重要な意味を持っていることは間違いなさそうです。

おわりに

本稿では日本から放流されたサケが、オホーツク海を経てベーリング海に至る様子を耳石温度標識魚から追跡できることをご紹介しました。日本系のサケが回遊する海域は、ロシア200海里から北太平洋の公海、アメリカ200海里に亘る広大な範囲になります。このため、サケの資源に関する調査研究には、国際的な協力関係が不可欠です。北海道区水産研究所では、今後もNPAFC等の機関を通じて関係各国と連携を取りながらさまざまな調査研究を進めていく計画です。

最後になりましたが、調査船北光丸の船長はじめ乗組員諸氏には調査の遂行にご尽力頂き感謝いたします。調査の一部は水産庁国際資源評価等委託事業として行っております。関係各位にこの場をお借りしてお礼申し上げます。

引用文献

Chistyakova, A.I. and Bugaev, A.V. 2016. An assessment of the origin and migration routes of juvenile hatchery pink and chum salmon in the basin of the Okhotsk sea in autumn in 2011–2014. The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean, 40: 5-23.

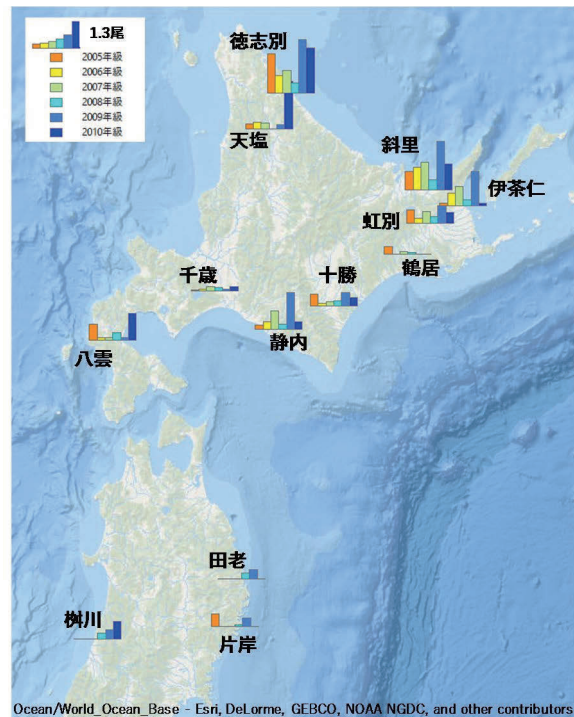


図4. ベーリング海調査における耳石温度標識魚の再捕割合
耳石温度標識魚 100 万尾あたりに、何尾がベーリング調査で採集されたかを、日本各地の主要ふ化場のデータで計算した結果。

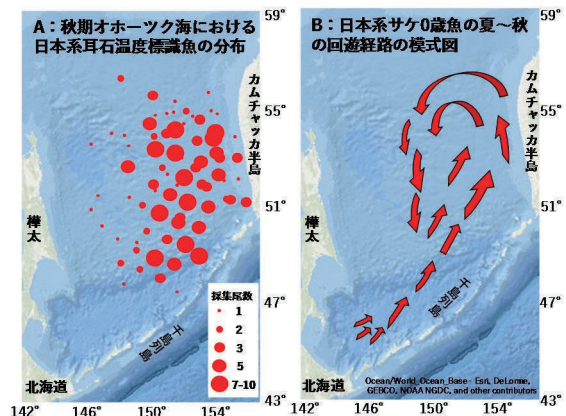


図5. ロシア調査船 Professor Kaganovsky により 2011～2014年の秋に行われたオホーツク海調査の結果
A: 日本系耳石温度標識魚の分布
B: 想定される日本系サケの回遊経路
(Chistyakova and Bugaev 2016 を改編)。

Shubin, A.O. and Akinicheva, E.G. 2016. Origin of Juvenile Chum Salmon *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) in the Sea of Okhotsk Coastal Waters off South Sakhalin. J. Ichthyol., 56: 728-737.
福若ら. 1998. 水温制御による大量耳石標識. さけ・ます資源管理センターニュース, 2: 10-11.
Kondo et al. 1965. Offshore distribution and migration of Pacific salmon (genus *Oncorhynchus*) based on tagging studies (1958-1961). INPFC Bulletin, 17: 1-213.

トピックス

サケ沿岸漁獲物の耳石温度標識魚調査

もりた けんたろう

森田 健太郎（北海道区水産研究所 さけます資源研究部）

はじめに

サケは生まれた川に戻るといふ、母川回帰能力を有しています。河川毎に異なる耳石温度標識を付けて放流されたサケ稚魚の回帰状況の分析から、北海道の河川に遡上したサケ親魚に占める迷入魚（＝遡上した河川以外の河川から放流された個体）の割合は0.24%と見積もられています(福澤 2016)。そのため、放流した河川に戻ってくる確率である「河川回帰率」を調べて、サケ稚魚の生残りの多寡を評価する手法が一般的に用いられています。しかし、生まれた川を目指して日本の沿岸域に来遊したサケは、その大部分が沿岸漁業によって利用されます。真の意味でのサケ稚魚の生残りを評価したり、沿岸漁業への貢献度を評価するためには、沿岸漁業で漁獲されたサケも含めて調べる必要があります。しかし、漁獲量の絶対数は分かっていたとしても、それらを生まれた河川毎に区分するのは簡単ではありません。

北海道区水産研究所では、2014 年度の秋サケ漁期に、北日本全域の沿岸漁獲物から標本を収集し、その耳石温度標識を確認することで、放流河川や採卵時期が異なる標識群が沿岸漁獲物に占める割合の分析を行いました。わずか1年の漁期についてのデータですが、興味深い結果も得られてきましたので、ご紹介したいと思います。調査にご協力頂いた漁業関係者の皆様、水産加工会社の皆様、さけ・ます増殖団体の皆様、当機構職員の皆様にはこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

調査の概要

2014 年 8 月下旬から 2015 年 1 月中旬にかけて、日本全国のサケ沿岸漁獲物から標本を集めました。北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、新潟県、富山県を含む合計 28 地区から標本を収集しました。その際、それぞれの地区別時期別の沿岸漁獲数に比例した配分で収集することで、日本全国の沿岸漁獲物からランダム標本を得るように努めました。そのうち、耳石温度標識の確認および年齢査定が実施できた 5,104 個体を用いました。そして、地区別時期別の標本中に含まれる耳石温度標識魚の割合から沿岸漁獲数に占める各耳石温度標識魚の総数を推定しました。耳石温度標識魚は合計で 588 個体発見され、標識率

は 11.5%でした。主群である 4 年魚についてみると、標識率は 13.1% (380/2911 個体) で、これは 2010 年級の稚魚放流数に占める標識率 7.9%よりも統計的に有意に高い値でした。

河川ごとの漁獲率

北海道区水産研究所の事業所から耳石温度標識魚が放流されている 10 河川について、それぞれの河川ごとに漁獲率を推定しました。ここでの漁獲率は、次の式で計算されたものです。

$$\text{漁獲率} = \frac{\text{沿岸漁獲数}}{\text{河川捕獲数} + \text{沿岸漁獲数}}$$

漁獲率は概ね 8～9 割で平均は 86%、最も低い千歳川で 77%、最も高い伊茶仁川で 97%と推定されました (図 1)。

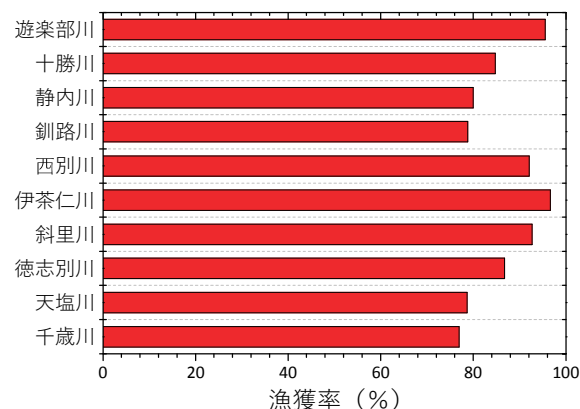


図 1. 北海道 10 河川に遡上するサケ個体群の漁獲率。

河川回帰率と回帰率の関係

放流されたサケ稚魚の生残りを評価するためには、沿岸漁業で利用された個体も含めて、回帰率を評価する必要があります。河川回帰率が高いからと言って、必ずしも回帰率が高いとは限りません。なぜなら、日本沿岸に来遊したサケの 8～9 割が漁業で利用されるため、少しでも漁獲を免れやすい場合は、河川回帰率が大きく高まるからです。ここでは、次の式で計算される河川回帰率と回帰率の関係を調べました。

$$\text{河川回帰率} = \frac{\text{河川捕獲数}}{\text{放流数}}$$

$$\text{回帰率} = \frac{\text{河川捕獲数} + \text{沿岸漁獲数}}{\text{放流数}}$$

なお、沿岸漁獲物の調査は 2014 年だけ実施されましたので、複数の年級群をまたぐ単純回帰率のような値となっています。すなわち、分子の親魚数には 2014 年に回帰した 2~7 年魚が含まれ、分母の放流数には主群である 3~5 年魚に対応する 2009-2011 年級の平均放流数を用いました。ただし、放流数は毎年ほぼ一定です。

北海道区水産研究所の事業所から耳石温度標識魚が放流されている 10 河川で比べてみると、河川回帰率と回帰率の間には正の相関関係が認められました (図 2)。すなわち、河川回帰率の高い河川は、概ね沿岸漁業でも多く漁獲され、海洋における生残りも良かった事を示唆しています。しかし、例えば伊茶仁川について見ると、河川回帰率は 10 位とワーストでしたが、回帰率は 5 位であり、河川回帰率と回帰率の順番は必ずしも同じではありません。伊茶仁川の場合は、漁獲率が 97% と非常に高く、沿岸漁業への貢献率が他河川よりも高いために、河川回帰率が低くなっていると考えられます。

採卵時期別の放流群の分析 (斜里川の事例)

サケ科魚類では、繁殖時期が遺伝的に決まっている例が知られるようになり、同じ河川に遡上する同種であっても、繁殖時期の違いに基づく複数の集団が存在することが知られています (Hendry and Day 2005)。人工ふ化放流されたサケ稚魚も、自分の親が採卵された時期近くになって河川に帰ってくるのが明らかとなってきました (高橋 2009, 高橋 2013)。たとえば、9 月下旬に採卵された前期群は、その稚魚が親サケとなってもほとんどが 9 月に河川に遡上するのに対し、11 月下旬に採卵された後期群が親サケとなって河川に遡上するのは 11 月に入ってからとなります (高橋 2013)。後期群が河川に遡上する時期になると、沿岸漁業の漁期は終わりに近いため、後期群は漁業にあまり貢献していないのではないかと指摘もありました。

北海道区水産研究所の斜里事業所では、採卵時期別に異なる耳石温度標識が付けられていました。そこで、2014 年に 4 年魚と 5 年魚で漁獲されたサケについて、採卵時期ごとに河川回帰率、回帰率、沿岸漁獲率、そして漁獲時期別漁獲数を計算してみました。その結果、12 月に採卵された後期群も、9 月下旬にはオホーツク沿岸域に遡上して

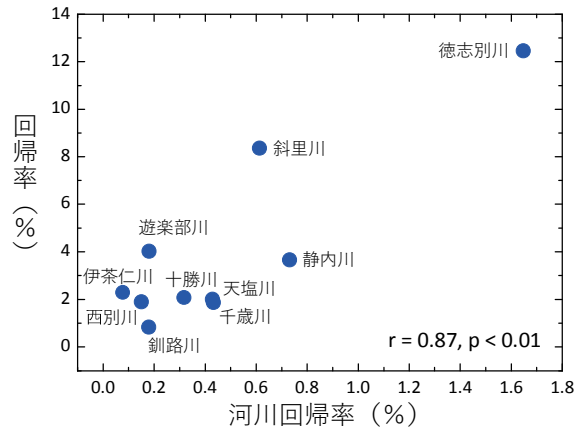


図 2. 北海道 10 河川における河川回帰率と回帰率の関係。

漁獲対象となっていたことがわかりました (表 1)。すなわち、後期群は河川に遡上するのは遅くても、沿岸域には早い時期から来遊するため、漁期全般にわたり漁獲されていたのです。一方、10 月に採卵された前期群は、漁期前半にしか漁獲対象とならないため、漁獲率は 7 割程度と低くなっていました。前期群は漁獲率が低いために河川回帰率が高い傾向にあり、採卵時期別に見ると、河川回帰率が高いからといって、必ずしも回帰率が高いという訳ではありませんでした。このように、河川回帰率が高い放流群の方が生残りが良かったとは限らないので、注意する必要があります。

おわりに

北海道区水産研究所の親魚モニタリング調査は基本的に河川に遡上したサケを対象に実施されています。河川における親魚モニタリング調査は、河川別の年齢組成データが得られる等、資源評価には欠くことができません。一方、本稿でご紹介したように、沿岸漁獲物の調査をすることによって明らかになることもありました。特に、サケ後期群の漁業資源としての価値については、再度見直す必要があるかもしれません。

引用文献

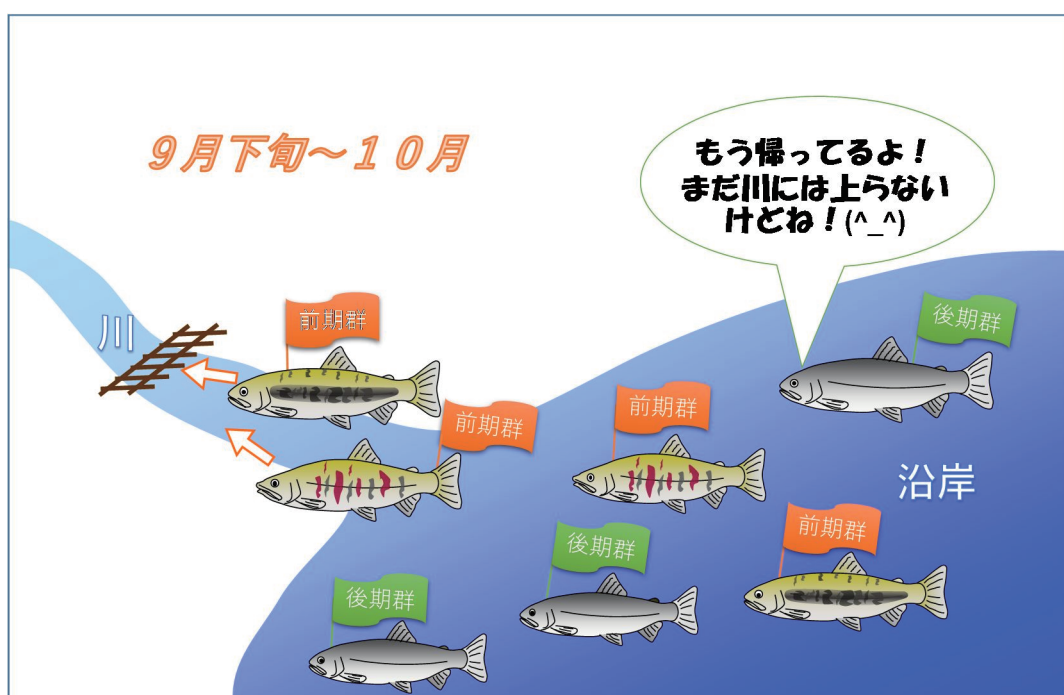
- 福澤博明. 2016. サケの母川回帰精度について. SALMON 情報, 10: 16-19.
- Hendry, A.P., and Day, T. 2005. Population structure attributable to reproductive time: isolation by time and adaptation by time. *Mol. Ecol.*, 14: 901-916.
- 高橋史久. 2009. これまでの耳石温度標識魚から得られた知見. SALMON 情報, 3: 6-7.
- 高橋 悟. 2013. サケの採卵時期の違いによる親魚の回帰時期と回帰年齢. SALMON 情報, 7: 16-18.

表 1. 斜里川耳石温度標識魚の採卵時期別の放流数、河川回帰率、回帰率、漁獲率、時期別沿岸漁獲数(上段)および時期別河川捕獲数(下段)。放流数は 2009~2010 年級の平均値、親魚は 2014 年に 4~5 年魚で回帰した個体を対象とした。

採卵時期	放流数	河川回帰率	回帰率	漁獲率	沿岸漁獲数							
					9月上	9月中	9月下	10月上	10月中	10月下	11月上	11月中
10月上旬	205万	0.81%	2.7%	70%	6,175	25,769	6,254	0	0	0	0	0
10月下旬	144万	0.33%	1.2%	73%	0	0	12,509	0	0	0	0	0
11月上旬	252万	0.25%	5.8%	96%	12,888	40,492	30,919	41,829	14,171	0	0	0
11月中旬	125万	0.34%	13.2%	97%	0	13,497	21,714	59,159	58,291	3,870	4,403	0
11月下旬	193万	0.47%	13.2%	96%	6,444	0	56,288	55,148	82,450	31,933	8,807	5,019
12月上旬	171万	0.68%	11.0%	94%	0	0	37,526	60,543	31,612	35,804	8,807	2,416
12月中旬	82万	0.83%	10.9%	92%	0	0	12,509	16,512	14,607	16,452	14,899	7,623

採卵時期	河川捕獲数											
	9月上	9月中	9月下	10月上	10月中	10月下	11月上	11月中	11月下	12月上	12月中	
10月上旬	146	2,717	5,956	4,510	2,111	674	0	0	232	239	0	
10月下旬	0	0	0	0	2,785	1,066	700	156	0	0	0	
11月上旬	0	0	0	0	708	2,834	2,310	467	0	0	0	
11月中旬	0	0	0	0	0	337	2,521	1,092	211	0	40	
11月下旬	0	0	0	0	0	0	2,993	1,324	3,139	1,535	178	
12月上旬	0	0	0	0	0	0	228	571	5,140	4,482	1,166	
12月中旬	0	0	0	0	0	0	228	0	2,485	3,262	835	

注：データバーは各項目の数値の大小関係を示したものです。ただし、沿岸漁獲数と河川捕獲数については採卵時期別に漁獲時期・捕獲時期間の大小関係を示しています。



さけます情報

サケ科魚類のプロファイル-15 クニマス

あおやぎ としひろ

青柳 敏裕 (山梨県水産技術センター)

はじめに

クニマス *Oncorhynchus kawamurae* は、サケ属のヒメマス *Oncorhynchus nerka* に近縁の、秋田県田沢湖の固有種である。ヒメマスに似るが、体色が黒く、湖の深層に生息し、周年にわたり産卵するとされた (大島 1941)。

田沢湖のクニマスは既に絶滅し、比較研究に乏しい中、ヒメマスの亜種 (*O. nerka kawamurae*) とされることがある。しかし 2010 年に山梨県西湖で再発見された個体群は、原産地と異なる環境で 70 年余を経過してなお、固有の形態的特徴や産卵生態を保持し (Nakabo et al. 2011)、遺伝的研究によりヒメマスとの生殖隔離が示唆されたこと (Muto et al. 2013) から、別種とされた。

なお近年、北米でクニマスに類似した産卵生態を持つ black kokanee (*O. nerka* の ecotype とされる) が報告されているが (Moreira and Taylor 2015)、異なる集団間に起こった平行種分化と思われる。

本稿では、西湖のクニマス (図 1) について、生態調査及び飼育試験から得られた知見をもとに解説する。

分布と生息域

自然分布は秋田県田沢湖のみであった (図 2)。田沢湖では、1940 年に発電事業のため、強酸性の近隣河川水が導入されて湖水の酸性化が進み、1948 年には既に絶滅に近い状態であったと推察されている (佐藤 1951)。しかし絶滅前の 1930-1935 年にかけて、秋田県水産試験場または地元漁協により、山梨県 (西湖、本栖湖) のほか、長野県 (野尻湖)、富山県 (小牧ダム湖)、滋賀県 (醒ヶ井養鱒場) に発眼卵が分譲された (杉山 2000; 田子 2016)。山梨県には 1935 年、富士五湖のうち西湖と本栖湖に各々 10 万粒の発眼卵が移殖された。

本栖湖の個体群は、ヒメマスとの交雑が示唆されており (Muto et al. 2013)、純粋なクニマスの生息は、現在西湖でしか確認されていない。

なお、西湖には 1930 年に田沢湖から「べにます卵 10 万粒」が移殖された記録があるが (寺田 1955)、これもクニマス卵の可能性が高い。また、山梨日日新聞の田沢湖観光協会への取材 (2010) によると、富士五湖のうち山中湖にも移殖されたとのことであり、記録に洩れた移殖は他にもある



図 1. クニマス (西湖産). 上: 雄 (全長 32.5cm, 排精), 下: 雌 (全長 37.2cm, 未排卵).



図 2. クニマスの分布域 (原産地の秋田県田沢湖では絶滅).

のかもしれない。

山梨県以外では 2011 年に富山県小牧ダム湖で調査が行われた (田子 2016) が、現在のところ、山梨県以外の移殖地でクニマスの生存は確認されていない。

環境省レッドリストでは 2013 年、自然分布の外で野生化した状態のみで存続しているとして、絶滅 (EX) から野生絶滅 (EW) にランクが変更されている。

生活史と生態

産卵期は例年 11 月から翌年 3 月にかけてで、盛期は 1 月頃である。産卵場は水深 30m 前後の湖底に数ヶ所の礫地が確認されているのみである。流入河川や湖岸への来遊はみられない。産卵場がある湖底付近は、産卵期は約 4-5℃の低温だが、礫地内温度は約 7-9℃と湖水以上の温度を示し、湧水の存在が示唆される。7℃台の礫地内の溶存酸素量は約 8mg/l を示し、サケ科魚類の卵発生に十分な環境である。その他、冬季の湖底照度は概ね 10-300lux (水中光量子量の換算) と、日中でも月明かり程度の明るさで、湖内流観測による水深 30m 層の推定流速は 2cm/s 程度である。流れの緩慢な、暗く低温の産卵環境 (図 3) といえる。

寿命は 3-6 年で、全長 20-45cm に達し成熟し、産卵後にへい死する。成熟期には、大型の雄では吻の湾曲や背部の隆起が明瞭な個体もあるが、体形変化が少ない個体が多い。死後または麻酔後の成熟魚の体色は黒～暗灰色だが、採捕時は深緑色に煤をまぶしたような体色の個体が多い。採捕時の体色は西湖の水色に近い印象だが、漢槎湖景記 (1836) には、「釜中にて七度色を変えずという」との記述があり、背地順応の可能性も考えられる。また、尾柄部の婚姻色は不明瞭か、淡い白桃色～橙色で、ヒメマス (赤～暗紫色) と色調が異なる。

人工繁殖魚の飼育試験 (水温約 12℃の地下水かけ流し) では、成熟 (排精排卵) は冬季に比較的多いが、1 年を通じて散発的に起こり、3-4 年魚の累積成熟率は約 10% と低調であった (飼育に馴化していないことも一因と考えられる)。また、排卵時の卵質が悪いことが多く、成熟期以降、低温で飼育しないとうまく成熟しない可能性がある。西湖でも 2 月に GSI15% の未成熟な雌が、水深 70m の底刺網で採捕されたことがあり、成熟期には低温層に生息している可能性も考えられる。

産卵場での性比は雄に偏り、複数の雄が間隔を空けて湖底に定位し、近づく雄を追い払う行動がみられる。産卵の瞬間は観察されていないが、つがいの雌が尾鰭で砂礫を掘る様子が観察されている。雄は雌の掘り行動の間、他の雄を追い払う行動を示す。産卵後の雌は、一定の範囲に留まり、他の魚を追い払う産卵縄張のような行動を示す。

産卵後、親魚の中には、湖底から浮き上がり湖岸に漂着するものがあり、浮魚 (うきよ) と呼ばれる (秋田県水産試験場 1907)。漂着時に生存または死後間もない浮魚は鰓が膨満しているが、衰弱等で遊泳困難な状態で、深層から不可抗力的に浮き上がったものと推測される。浮魚とは、深層産卵ゆえに生ずるクニマスの生態的特徴といえよう。浮魚は雌雄ともに、尾柄その他の組織、鰭の損傷が激しいが、産卵行動に伴う傷が、低温下で



図 3. 湖底産卵場とクニマス親魚 (2015.1.28).



図 4. 人工繁殖稚魚 (上: 3ヶ月齢, 下: 7ヶ月齢).

長期間生存する間に細菌等により重症化したものと推測される。尾柄が損傷した魚体は、焚火の燃えさしに似て、田沢湖の辰子伝説を彷彿させる。

卵は淡黄色で、ヒメマス卵と色調が異なる。4, 8, 12℃に調整した飼育水で管理した卵のふ化試験では、発眼からふ化まで 8℃の成績が高く、発眼までに 240-310℃、ふ化までに 530-710℃、浮上までに 880-1,030℃を要した (いずれも受精からの積算水温)。産卵場の礫地内温度が 8℃前後であることから、西湖でも同様に発生が進むと考えられ、産卵から約 2-3 ヶ月でふ化し、産卵から約 4 ヶ月後に稚魚が浮上すると推定される。

稚魚期のクニマスはこれまで採捕されていない。飼育下では、月齢 1 ヶ月以降に最大 9 個のパーマークが現れ、月齢 7 ヶ月までに消失する (図 4)。

天然の稚魚がふ化後、どのような生活をし、いつどのように分散し、またはヒメマスに混じり回遊生活に移行するのか、生態は全く不明である。

未成熟魚の外観はヒメマスとよく似ており、遺伝子分析 (Nakayama et al. 2013) 以外での判別は困難である (図 5)。

西湖のヒメマスは、未成魚以上は中層から上層に、稚魚は下層に多く分布し、未成魚以上はハリナガミジンコ類 (カブトミジンコを含む) やノロ等大型の動物プランクトン、稚魚ではケンミジンコ類を多く摂餌している。動物プランクトンが少なく表層水温の低い春には、ヒメマスは湖面まで浮上し、陸生昆虫 (落下昆虫) も摂餌している。

標本数は少ないが、未成魚から成魚のクニマス（1年魚以上）の食性は、陸生昆虫を除きヒメマスと重複する。IRI（餌重要度指数）が高い餌生物は、ハリナガミジンコ類やノロ、季節や体サイズによりユスリカ（蛹）やワカサギであり、クニマスの主要な餌生物は、ヒメマス同様、動物プランクトンと考えられる。なお、前述のとおり稚魚の食性や生息場所は明らかでない。

産卵場は局所的だが、未成魚から成魚のクニマスは、湖内各地でヒメマスに混じり釣獲される。少なくとも未成魚期以降はヒメマスに混じり、沖合で回遊生活をしていると考えられる。釣獲水深は8-40mで、水温5-13℃とヒメマスの生息適温（8-13℃）より下限が低い。また、推定照度は約30-3,200luxで、ヒメマスのように湖面近くでの釣獲実績はないが、少なくとも曇天程度の明るさの深度では、生息に問題はなさそうである。

比較的表層でも摂餌することがある一方、ヒメマスのような湖面の落下昆虫の摂餌は、標本数が少ないこともあり、確認されていない。田沢湖のクニマスは、深所に生息し、日光を忌避するとされた（秋田県水産試験場 1907）。湖面で摂餌しないという確証はないが、産卵のため湖岸や流入河川に来遊しないことは確からしいといえる。

継続的に移殖されているヒメマスでは、種苗の由来により、5-6月頃に降河行動らしき沿岸回遊がみられることがある。2015年に沿岸採集魚264尾の種判別を行ったが全てヒメマスで、クニマスはこのような沿岸回遊を行わない可能性がある。

資源と利用

2012-2014年のヒメマス解禁日（10月1日）を基準とした資源推定の結果、ヒメマス資源に混在するクニマス資源（1年魚以上）は約4,300-11,000尾と推定された（坪井ら 2016）。

西湖のヒメマスは、主として0年魚の移殖（年間10-20万尾）により増殖が行われているが、先の推定によるヒメマス資源数は5-10万尾であり、クニマスはヒメマスの5-10%程度の資源数と推定される。資源の動向評価も課題の一つだが、得られる標本数が少なく、精度の高い推定が困難なために評価が難しい。

釣獲調査におけるクニマスの比率には、季節や年による変動がみられ、これまでの調査では約1-15%の範囲にあった。秋田県水産振興センターによる西湖のマス類遊漁実態調査（高田・八木澤 2016）と釣獲比率から推定すると、年間およそ千尾前後のクニマスが釣獲されていると推測される。これらは多くの場合、ヒメマスと区別のつかないまま、組合員や遊漁者に自家消費され、あるいは湖畔の飲食施設で提供されている。田沢湖では主

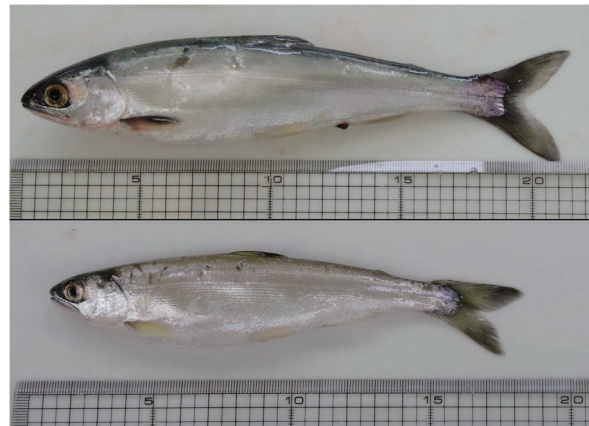


図5. 未成熟のクニマス(上)とヒメマス(下)。

に見舞いや贈答品とされ、明治時代には1尾が米1升または人夫日当の1/3に相当する高価な魚であったという（植月ら 2013）。

クニマスの採捕について、種の保存法上の制約はないが、ヒメマスに混じり採捕されるクニマスを判別することは困難であるため、西湖漁協のヒメマス漁業権を根拠に、クニマスの採捕は制限されている。すなわちヒメマス漁業の遊漁・行使規則により、採捕の期間や漁法等の制限、採捕尾数の制限、周年禁漁区（産卵保護区）の設置等の規制がなされている。

これら西湖漁協による漁場管理の中で、クニマスはヒメマスとともに利用されつつ存続してきた。そのため、保護または利用のいずれにも過度に偏ることのないよう、節度ある対応が必要とされている（中坊 2011）。

おわりに（保全に向けて）

現在、水産技術センター忍野支所及び東京海洋大学が連携して、魚類遺伝子資源保存法（吉崎 2008）により、クニマス生殖細胞の収集保存、クニマス生殖細胞を移植した代理親（ヒメマス、サクラマス）の作出、並びに代理親による人工繁殖試験に取り組んでいる。2015年までにクニマス43尾分の細胞が、液体窒素内で凍結保存された。

クニマス再発見の報道は、当時大きな反響を呼び、二度と絶滅させないようとの世論が沸き起こった。凍結保存をはじめとする域外保全策により、地球からクニマスが消滅する最悪の事態は回避されたと考えられる。しかし、域外保全はあくまで保険であり、移殖地とはいえ、西湖のクニマス保全に最善を尽くすべきであろう。親魚保護、産卵環境並びに湖底湧水の保全（上水整備）、人為的な産卵環境の創出、資源変動に応じた弾力的な遊漁規則の運用など、クニマス保全に向けて、どのような取組みが必要かつ可能か、検討すべき段階なのかもしれない。

クニマスの保全には、生息環境や特殊な産卵環境の保全といった、スケールの大きな対策も必要と考えられ、水産行政や漁業関係者、地元自治体の対応には限界がある。

日本の固有種として、国、県、地元自治体、その他関係者が連携し、利用との調和を図りつつ、保全に取り組むことが望まれる。

引用文献

- 秋田県水産試験場. 1907. 国鱒人工孵化試験. 明治四十年秋田県水産試験場事業報告, 35-55.
- Moreira, A.L., and Taylor, E.B. 2015. The origin and genetic divergence of “black” kokanee, a novel reproductive ecotype of *Oncorhynchus nerka*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 72: 1584-1595.
- Muto, N., Nakayama, K., and Nakabo, T. 2013. Distinct genetic isolation between “Kunimasu” (*Oncorhynchus kawamurae*) and “Himemasu” (*O. nerka*) in Lake Saiko, inferred from microsatellite analysis. *Ichthyol. Res.*, 60: 188-194.
- Nakabo T., Nakayama, K., Muto, N., and Miyazawa, M. 2011. *Oncorhynchus kawamurae* “Kuni masu”, a deepwater trout, discovered in Lake Saiko, 70 years after extinction in the original habitat, Lake Tazawa, Japan. *Ichthyol. Res.*, 58: 180-183.
- 中坊徹次. 2011. クニマスについて—秋田県田沢湖での絶滅から 70 年—. タクサ 日本動物分類学会誌, 30: 31-54.
- Nakayama, K., Muto, N., Nakabo T. 2013. Mitochondrial DNA sequence divergence between “Kunimasu” *Oncorhynchus kawamurae* and “Himemasu” *O. nerka* in Lake Saiko, Yamanashi Prefecture., Japan, and their identification using multiplex haplotype-specific PCR. *Ichthyol. Res.*, 60: 277-281.
- 大島正満. 1941. サケマス族の稀種田沢湖のクニマスについて. 日本学術協会報告, 16: 254-259.
- 佐藤隆平. 1951. 酸性化された田沢湖の夏季の生物相. 陸水学雑誌, 15: 96-104.
- 杉山秀樹. 2000. 田沢湖まぼろしの魚 クニマス百科. 秋田魁新報社, 秋田. 245pp.
- 高田芳博・八木澤 優. 2016. クニマス生態調査事業. 平成 27 年度秋田県水産振興センター業務報告書, 287-292.
- 田子泰彦. 2016. 内水面漁業の未来は明るいか 第 54 回 海・川・山を駆け巡る調査船. アクアネット, 19(7): 82-83.
- 坪井潤一・松石 隆・渋谷和治・高田芳博・青柳敏裕・谷沢弘将・小澤 諒・岡崎 巧. 2016. 西湖におけるクニマス資源量の概算. 日水誌, 82: 884-890.
- 寺田重雄. 1955. 振り出し マス. 甲斐の魚. 山梨県水産研究会, 山梨. pp. 17-19.
- 植月 学・三浦 久・高橋 修. 2013. 田沢湖のクニマス漁業と孵化・移植事業. 山梨県立博物館研究紀要, 7: 35-53.
- 吉崎悟朗. 2008. 生殖細胞移植を用いた魚類遺伝子資源保存法の開発. 水研センター研報, 26: 99-105.
- なお、本文で言及した知見等については、山梨県総合理工学研究機構報告書第 8 号から第 10 号を参照されたい。
山梨県総合理工学研究機構ホームページ URL : <http://www.pref.yamanashi.jp/s-rikouken/index.html>

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

かとう まさひろ

加藤 雅博 (北海道水産研究所 さけます生産技術部 技術課)

2015年の北太平洋

漁獲数

NPAFC 統計データによると、2015年1-12月の北太平洋の漁獲数は5億680万尾で、前年3億8,885万尾の130%でした(図1A)。

これを魚種別に見ると、カラフトマスが最も多い3億1,320万尾で全体の62%(前年比151%)を占めています。次いでサケが1億820万尾(構成比21%,前年比111%)、ベニザケが7,428万尾(構成比15%,前年比108%)と続き、これら3魚種で全体の約98%を占めています。ギンザケとマスノスケは、それぞれ906万尾(前年比72%)、200万尾(前年比90%)となりました(図1A)。地域別では、アラスカが2億6,831万尾と最も多く、以下、ロシア1億8,787万尾、日本4,159万

尾、カナダ543万尾、アラスカ以外の米国(ワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州)345万尾、韓国16万尾と続いています(図1B)。

人工ふ化放流数

2015年1-12月に各国から人工ふ化放流された幼稚魚数は51億6,240万尾で、前年53億1,104万尾の97%でした(図1C)。

魚種別ではサケが32億285万尾で6割以上を占め、これに次ぐカラフトマス13億6,453万尾と合わせると全体の9割近くを占めます(図1C)。地域別では日本が18億7,434万尾、アラスカ16億4,899万尾、ロシア10億2,333万尾、カナダ2億9,476万尾、アラスカ以外の米国2億9,333万尾、韓国2,765万尾となっています(図1D)。

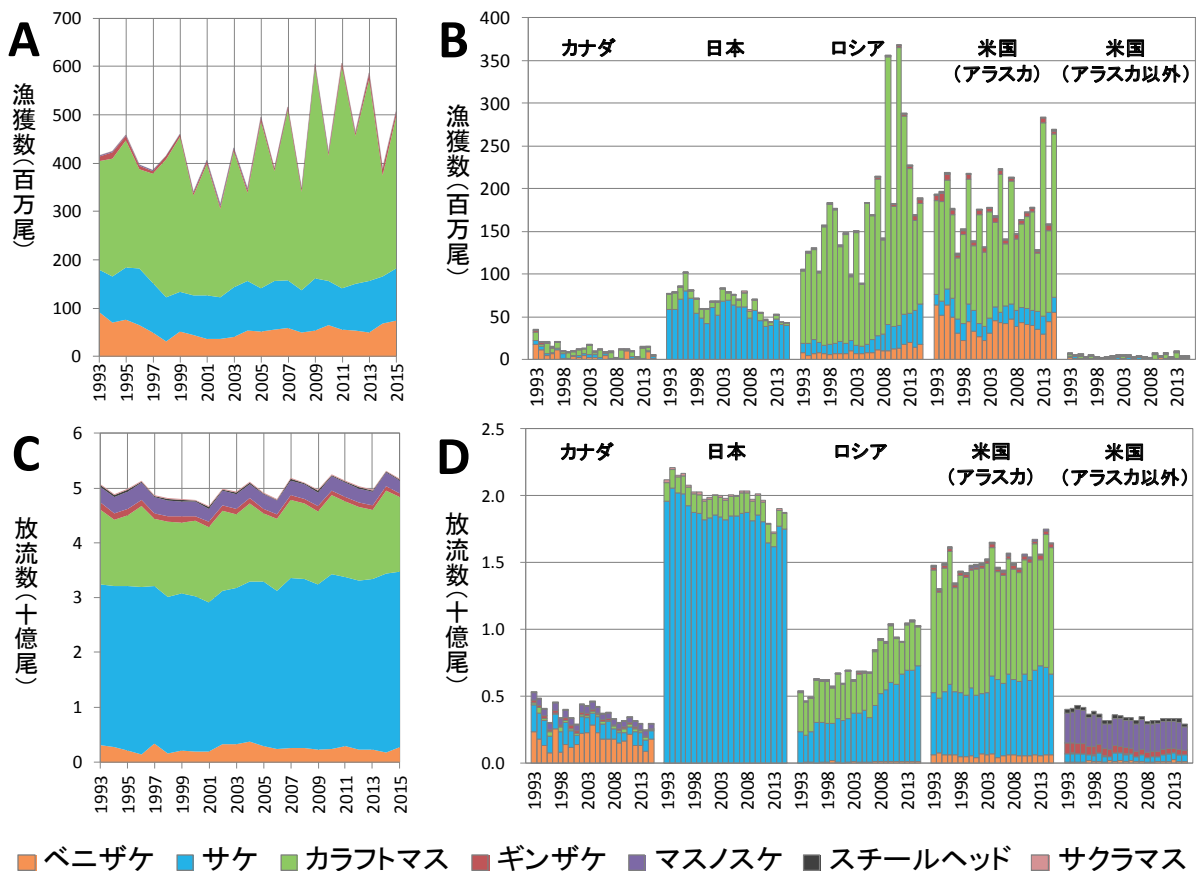


図1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数(A)、地域別魚種別の漁獲数(B)、魚種別人工ふ化放流数(C)及び地域別魚種別の人工ふ化放流数(D)。

A及びBは「NPAFC Pacific salmonid catch statistics (updated 20 July 2016)」, C及びDは「NPAFC Pacific salmonid hatchery release statistics (updated 20 July 2016)」より作成(参照2016-11-24)。ただし、2011年の放流数は未収録となっている本州太平洋サケ放流数を加算。アラスカ以外の米国はワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州の合計。韓国は他国に比べ漁獲尾数・放流尾数ともわずかなため図中では省略。

2016 年度の日本

サケ

2016 年度の来遊数（沿岸漁獲と河川捕獲の合計）は 12 月 31 日現在で 3,140 万尾、前年同期比 71%となっています。このうち北海道では 2,578 万尾（前年同期比 70%）と、24 年振りに 3,000 万尾を下回りました。本州太平洋側では 497 万尾（前年同期比 83%）と、2011 年度以来の低水準となっています。また、本州日本海側では 64 万尾（前年同期比 51%）と前年度を大きく下回っています（図 2）。採卵数は、12 月 31 日現在で 18 億 4,783 万粒と、前年同期の 91%となっています。このうち北海道では、11 億 9,883 万粒と採卵計画数の 99%の種卵が確保されていますが、本州では、岩手県で台風 10 号によって増殖施設が大きな被害を受けたこともあり、12 月 31 日現在で、6 億 4,900 万粒と前年同期の 84%に留っています。全国の放流数は計画（17 億 6,443 万尾）を下回る見込みです。

カラフトマス

主産地の北海道における 2016 年度の来遊数は 890 万尾で前年度比 423%でした。カラフトマスの来遊数は最近 5 年ほど低迷していましたが、2016 年度の来遊数は 2009 年度以来の水準となりました。採卵数は、根室海区で前年度の 68%の捕獲数に留まったことから、1 億 3,632 万粒と計画数の 79%となりました。放流数も計画（1 億 3,840 万尾）を下回る 1 億 900 万尾ほどになると見込まれます（図 3）。

サクラマス

2016 年度の北海道における河川捕獲数は 6,929 尾で前年度比 101%となりました。今年度は前年度に続き、比較的少ない捕獲数でした。地域別には日本海区では前年度比 347%の捕獲数でしたが、オホーツク海区では前年度比 43%の捕獲数でした。採卵数は 699 万粒で、計画数 502 万粒を十分満たす数となりました。なお、2011-2016 年度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

2016 年度の北海道 3 河川（安平川・静内川・釧路川）における河川捕獲数は 268 尾で前年度比 377%となりました。

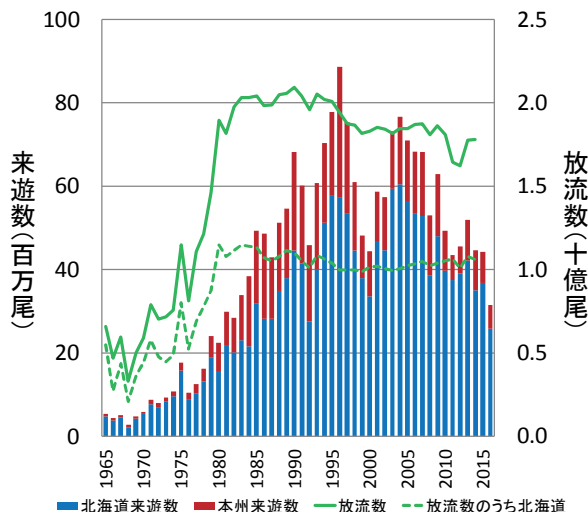


図 2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数. 2016 年度来遊数は 12 月 31 日現在.

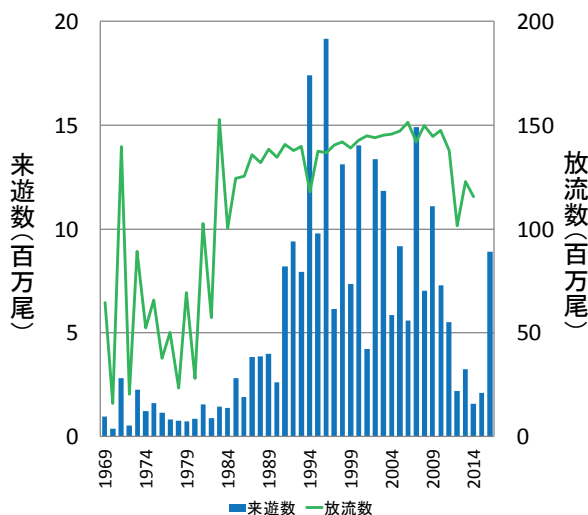


図 3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数

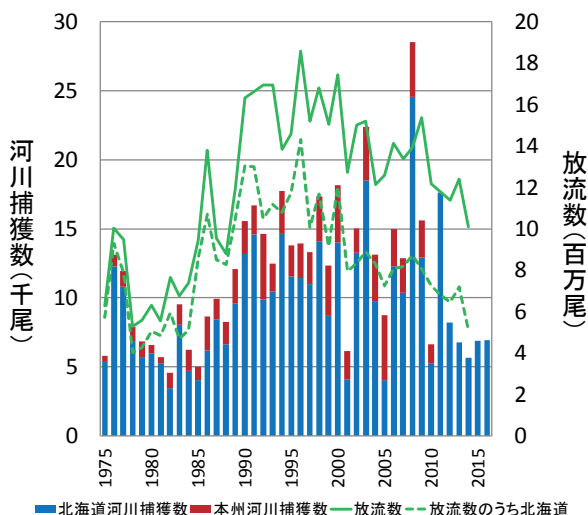


図 4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数. 2011-2016 年度の本州河川捕獲数は確認中.

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(3)

択捉島ウルモベツ紅鱒孵化場

の が わ ひ で き
野川 秀樹 (北海道区水産研究所)

はじめに

今回は、古文書の紹介という表題とは内容が一致しないかも知れませんが、大正時代の復命書などとともに、択捉島のウルモベツ紅鱒孵化場の貴重な写真を紹介します。

択捉島漁業誌(択捉島水産会 1937)によれば、択捉島におけるさけます人工孵化放流の始まりは、明治22年に千歳鮭鱒人工孵化場に研修生を派遣し、1年後に帰島した研修生を技術者として薬取郡宇トロに孵化場を建設したのが、その始まりとされています。明治23年にサケ親魚から53万粒の採卵を行っています。

ベニザケ(当時は「紅鱒(ベニマス)」と呼ばれていました。本文では引用文に出てくる「紅鱒」及び孵化場の名称としての「紅鱒孵化場」の他は、現在の標準和名である「ベニザケ」を用いることとします。)の人工孵化放流ですが、択捉島の河川に遡上するベニザケは、大正4年に択捉島のさけます人工孵化放流の状況を調査した復命書(半田1915)及び捕獲統計資料(北海道さけ・ますふ化場1956)によれば、ウルモベツ川が最も多く、次いで年萌川、薬取川、トーロ川となっています。ベニザケの人工孵化放流もこれらの河川を中心に行われており、いずれの河川にも流域に湖沼が見られます(図1)。

ウルモベツ湖について、択捉島漁業誌には「明治17年頃になって始めて紅鱒の群集地であることが知られ、山間の1湖、周囲1里余にしてウルモベツ川の源である。ウルモベツ川は紅鱒のみが遡上する河川で、択捉島ではここだけである。その紅鱒は鱗色鮮美、脂肪濃厚、形は肥大で、他の河川に遡上するものとは別種にして、真に天恵の好繁殖場である。」と書かれています。いかに見事なベニザケが遡上していたか、想像を掻き立てられます。更に、「同所は瘴煙冷霧狐熊の巢窟*1」として、未開の地であったが、明治24年に水嶋隣多が初めてここで漁業に着手し500石を収穫する。翌年缶詰所を建設し、明治26年には私費をもって湖畔に人工孵化場を設けるも、明治30年に事故のため放棄する。」とあり、ウルモベツ湖畔に初めて紅鱒孵化場を設置したのは水嶋氏という人物で、明治27年から明治30年まで3年間にわたっ

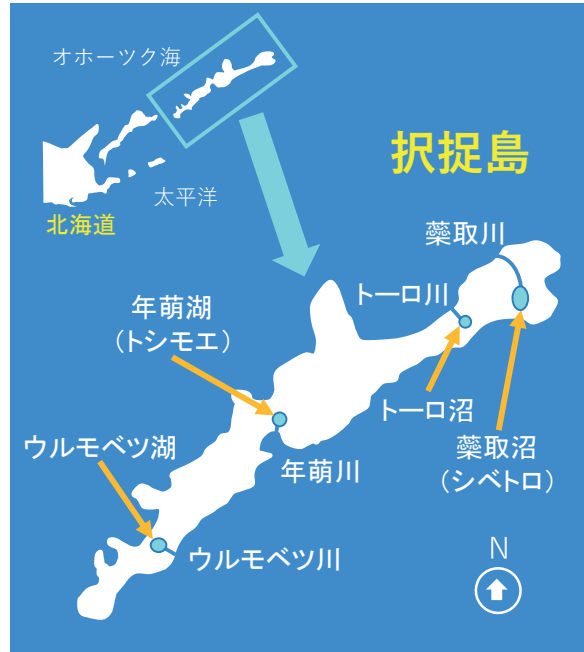


図1. 択捉島の主なベニザケの遡上河川。

て人工孵化放流が行われたものと思われます。その規模は不明ですが、その内容は甚だ貧弱なものであったようです(半田1915)。再開されたのはその約20年後の大正4年のことで、谷茂平氏によってウルモベツ湖畔に紅鱒孵化場が建設されます。

ウルモベツ紅鱒孵化場への道程

この霧深い辺境の湖畔に設置されたウルモベツ紅鱒孵化場へは、果たしてどのようにして行ったのでしょうか。「紅鱒の択捉「紀行」」(渡辺1966)から紹介します。時は谷氏が紅鱒孵化場を設置した翌年の大正5年5月のことです。函館から貨客船で出発し、釧路港、根室港を経て、択捉島へは栈橋がないことから、沖に停泊した貨客船から小舟により留別(図2)に上陸しています。留別からは、1日目は年萌を経て天寧まで約30km、2日目は天寧から具谷まで28km、3日目は具谷から入里節まで20km、4日目にやっと目的地のウルモベツ(入里節から20km)に到着しています。勿論、汽車などの交通手段はないので、全行程草

*1「冷たい濃い霧に覆われたキツネや熊しか住まないような厳しい辺境の地」ぐらいの意味。

鞋履きで歩いています。4 日目の行程では後半の半分には道路がなく、「エンロク泣セ岩」、「ゴンパ殺磯」と称する難所があり、紀行文には「前者は断崖の下を満潮時には狭い岩を伝って通らねばならない所で、漁場で働いているエンロクという屈強な男がここを通り、途中で足の踏場がなくなり、下には波がゴウゴウと打寄せ、進退きわまって大声で泣いたという所。後者はこれも断崖の下を通るところで、ゴンパという漁夫がここを通りかかった時に、たまたま上から落ちてきた石が、ゴンパに当たってこれを殺した所」と、難所の謂れが書かれており、危険な場所を通過しなければ辿り着けない所であったことが分かります。この難所は地図（北海道総務部領土復帰北方漁業対策本部 1959）にその名前を見ることができます（図 3）。紅鱒孵化場へは、ウルモベツ川に沿って約 4 km でウルモベツ湖畔に至り、湖上を船で対岸の孵化場に渡ったとあります。地図にも「孵化場」の文字が見られ、建物らしき印も見られます（図 4）。また、捕獲したベニザケは綺麗な紅色で、味は非常に良いものであったとも書かれています。

この渡航から 10 年ほど後の昭和 2 年に紅鱒孵化場を訪れた紀行文（木村 1980）にも、やはり上述の難所のこと書かれており、命がけて難所を乗り越えなければ辿り着けない場所であったこと、また、川幅わずか 6~7 m の岩石を積み上げたような河床を、透き通るような赤色を呈しながら折り重なるようにして、ウルモベツ川を遡上するベニザケの壮観な姿に感動したことが書かれています。

ベニザケ発眼卵の支笏湖への移殖

支笏湖におけるヒメマス増殖は、北海道庁技手で千歳鮭鱒人工孵化場の主任（現在の所長職に相当）であった藤村信吉が明治 27 年から明治 29 年にかけて、阿寒湖に生息していた「カバチェッポ（後年ヒメマスと命名）」の卵を移殖したことに始まります（北海道庁水産課 1900）。放流されたヒメマスは順調に回帰し、明治 31 年の回帰状況について、8 月に恵庭山麓に魚群が数十メートルにわたって水面を跳躍する状況が観察され、それが 9 月中旬に支笏湖孵化場地先の沖合に来遊し、10 月に入ると孵化場放流口に無数のヒメマスが群集したとあり、いかに多くのヒメマスが回帰したか、その状況がつぶさに報告されています（北海道庁殖民部 1900）。

このように、移殖されたヒメマスは当初は順調に増加しますが、最高の捕獲数を記録した大正 7 年以降、放流数と回帰数のバランスがくずれ、個体群の崩壊へとつながっていきます（帰山 1991）。この対策の一環として、大正 14 年から昭和 15 年



図 2. 留別からウルモベツまでの行程.

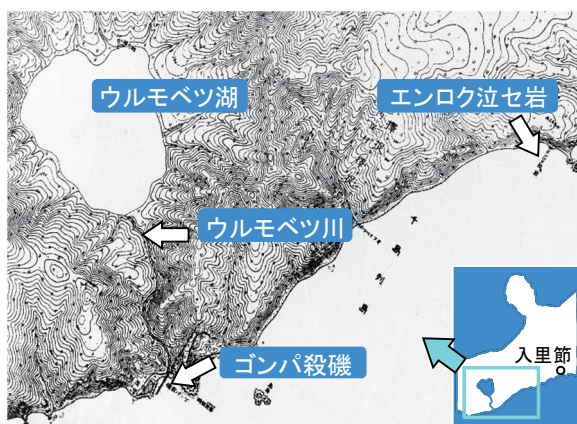


図 3. 地図に描かれている難所の場所。図では小さくて読み取れないですが、矢印の先に図に示した難所の名前が表記されています。

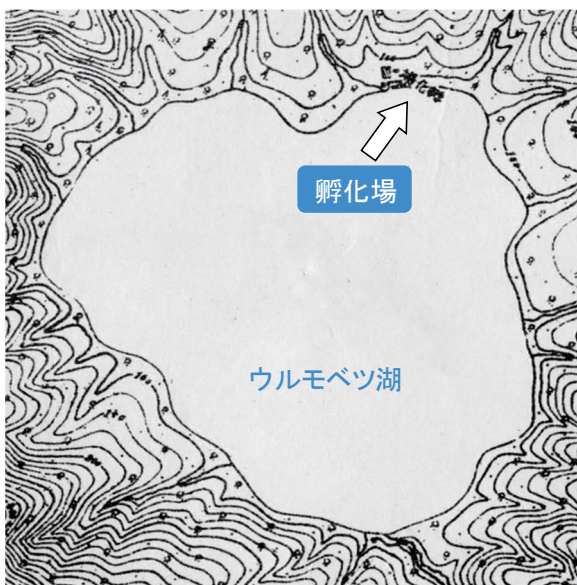


図 4. ウルモベツ紅鱒孵化場の位置.

の間にベニザケ導入による品質改善と資源回復を目指して、約 450 万粒のウルモベツ湖産ベニザケの発眼卵が支笏湖に移殖されることとなります(徳井 1964)。しかしながら、この移殖は、必ずしもヒメマス資源の増加にはつながらなかったようです(帰山ら 2005)。

ところで、発眼卵の移殖は、前述の難所をどのように越えて行われたのでしょうか、興味あるところですが、このこと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。後段の写真の孵化室からも、移殖が行われたと思われませんが、相当の労力と日数を要した過酷な運搬であったと想像されます。

ベニザケのウルモベツ湖への遡上や産卵は、半田(1915)によれば、遡上盛期は7月末から8月にかけてであり、9月末になると背部以下に暗赤色の婚姻色を生じ、湖には産卵に適した河川がないことから、産卵は細礫のある湖岸一帯のいたる所で10月中旬～11月中旬にかけて行われるとあります。そして、人工ふ化放流に必要な親魚の捕獲は、特に産卵が多く行われる孵化場前の湖岸において、曳網によって行われると書かれています。

突然に現れたウルモベツ紅鱒孵化場の写真

ウルモベツ紅鱒孵化場を建設した谷氏は、択捉島で漁業や缶詰工場などの事業を手広く実施するなど、択捉島の水産業の発展に貢献した人物であり(択捉島水産会 1937)、この紅鱒孵化場も谷氏個人によって運営されています。

今回紹介するウルモベツ紅鱒孵化場の写真は、平成8年6月に兵庫県西宮市在住の谷氏の姪に当たる方が、朝日新聞阪神支局へ択捉島の古い写真があると連絡したことが契機となって、我々の目にも入ることになります。連絡を受けた朝日新聞の記者は、何処の孵化場の写真なのかを確認するため、択捉島には官営の孵化場もあったことから、水産庁北海道さけ・ますふ化場(以下「水産庁ふ化場」)や水産庁ふ化場の退職者の親睦会である「さけます友の会」(以下「友の会」)に照会しています。谷氏の姪の方が所持していたことから、ウルモベツ紅鱒孵化場の写真と推察されましたが、水産庁ふ化場の刊行物等に掲載された写真の中に特定につながるものが見当たらなかったことなどから、断定には至りませんでした(坂野 1997)。

筆者は友の会から北水研に寄贈された資料を整理する中で、この写真の存在や由来を知るのとほぼ同時期にウルモベツ紅鱒孵化場の住居を撮影した写真(図5)を発見します。そして、住居を撮影した写真に写っている山の形が、西宮で見つかった写真の孵化場の後背に写っている特徴的な山の形(図6)と同じであること、また、この孵化



図5. 孵化場の住居を撮影した写真。

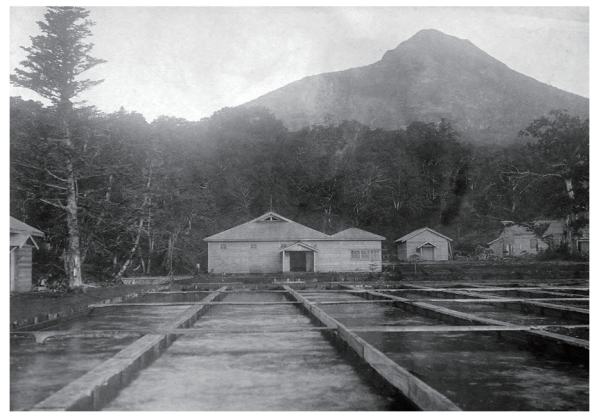


図6. 孵化場の全景(次頁に記載した全12枚の中の⑤の写真に該当)。後背に特徴的な形をした山が写っている。

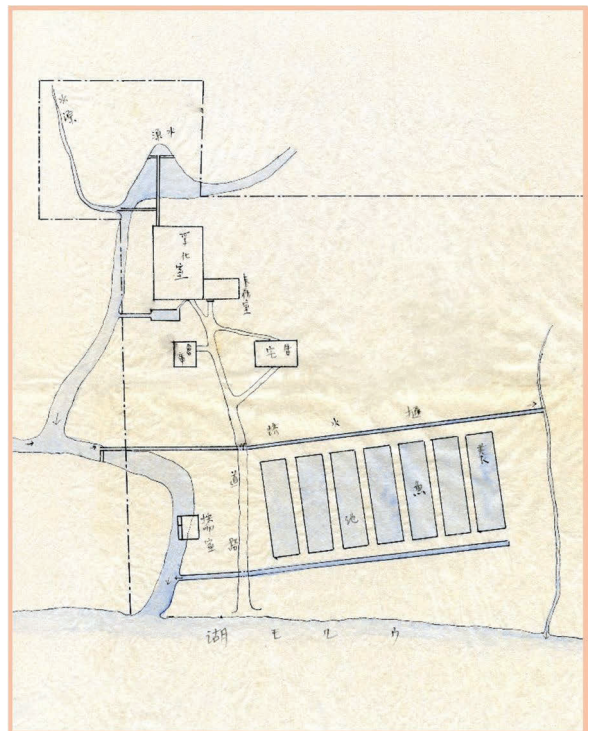


図7. 復命書に添付されていたウルモベツ紅鱒孵化場の配置図。

場が設置された大正4年に択捉島のさけます人工孵化放流の状況等を調査した復命書(半田 1915)にウルモベツ紅鱒孵化場の配置図(図7)が添付されており、この配置図に描かれたウルモベツ湖と孵化場の位置関係や養魚池と採卵室の位置が写真(図8)に写っている配置と酷似していることから、これらの写真はウルモベツ紅鱒孵化場のものと断定して間違いのないと思われます。

撮影された時期ですが、図9に3段の大きな養魚池が写っています。これは図7の配置図には見当たらず、後に拡張されたものですが、この施設の竣工検査時の復命書(田中 1921)が残されており、この復命書から大正10年に整備されたことが分かります。また、昭和4年には孵化室、養魚池等の大幅な拡張工事に係る予算が北海道庁に認められ(北海道鮭鱒孵化事業協会 1929b)、コンクリート造の孵化室等が整備されていることから、大正10年～昭和4年の間に撮影されたものと思われる。

写真は全部で次の①～⑫の12枚で、それぞれの写真の裏に以下のような文言が書かれていました。

① 湖水ノ風景、② 湖中鴨ノ浦ニテ親魚捕獲ノ処、③ 採卵場及孵化場前ニ於ケル引網、④ 親魚捕獲ノ処 孵化室前ニ於テ、⑤ 孵化場全景 右方緑樹間ニ隠見セルハ事務室 事務室ノ左方ハ倉庫 大キナ建物ハ孵化室 左方ニ一部見ユルハ採卵場 前ノ池ハ親魚蓄養池、⑥ 晩秋ノ孵化場、⑦ 孵化室全景、⑧ 孵化室内部(孵化槽配置)、⑨ 孵化室内部、⑩ 仔魚池、⑪ 水源地(其一)六角堂、⑫ 風景(湖中ノ)

紙数の関係もあり、ここでは孵化場の特定等に係る3枚の写真に加えて、孵化室の写真(図10, 11)、曳網による親魚捕獲の写真(図12, 13)を載せました。

なお、これらの写真の一部は、平成8年8月31日に朝日新聞地方版に「幻のベニザケ人工ふ化場(択捉島 大正に開設 旧ソ連占領で閉鎖)、西宮で写真発見」と題した記事とともに紹介されています。写真はその後朝日新聞の記者を通じて、姪の方から友の会へ寄贈され、更に、友の会から北水研に寄贈されています。

おわりに

北海道では昭和9年にさけますの人工孵化放流を実施している民間孵化場の官営化が行われます。これにより択捉島では、官営孵化場として北海道鮭鱒孵化場択捉支場とその管下の8事業場(老門、羅臼、年萌、紗那、有萌、別飛、当路、比良糸)が誕生することになります。ただ、ウルモベツ紅鱒孵化場1カ所だけは民営孵化場として存続しま



図8. 湖岸に立地したウルモベツ紅鱒孵化場(⑥の写真).

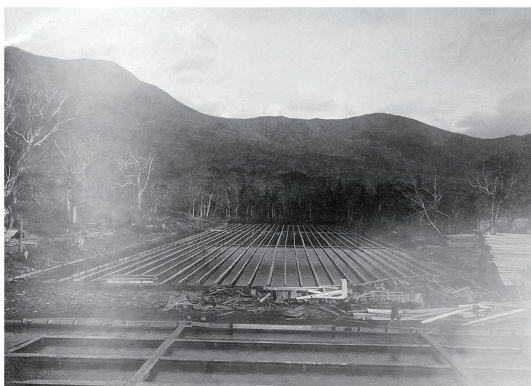


図9. 大正10年に拡張整備された養魚池(⑩の写真).



図10. 孵化室の全景(⑦の写真).
右側に出張った特徴的な屋根の部分が事務室.



図11. 孵化室内に設置された孵化槽(⑨の写真).

す。

官営孵化場の写真は水産庁ふ化場の刊行物等に見ることができますが(北海道鮭鱒孵化事業協会 1929a; 択捉島水産会 1937; 八木澤 1950; 写真集懐かしの千島編集委員会 1981), ウルモベツ紅鱒孵化場のものはコンクリート造に改修された際の孵化室の竣工写真(北海道鮭鱒孵化事業協会 1932)のみでした。このようなことから非常に貴重な写真であり、また、内容的にも施設の配置や親魚捕獲の状況などが的確にとらえており、資料としても素晴らしいものと思われま

す。最後になりますが、貴重な写真の寄贈をいただきました友の会に改めて深謝申し上げます。

引用文献

- 択捉島水産会. 1937. 択捉島漁業誌. 北海水産新聞社, 函館. 269 pp.
- 半田芳男. 1915. 択捉島鮭鱒蕃殖保護事業調査及指導復命書. 北海道庁.
- 北海道鮭鱒孵化事業協会. 1929a. 留別鮭鱒孵化場. 鮭鱒彙報, 1(3): 巻頭写真.
- 北海道鮭鱒孵化事業協会. 1929b. 民営孵化場の拡張. 鮭鱒彙報, 1(4): 11.
- 北海道鮭鱒孵化事業協会. 1932. ウルモベツ紅鱒孵化場(八千万粒). 鮭鱒彙報, 4(2): 巻頭写真.
- 北海道さけ・ますふ化場. 1956. 鮭鱒捕獲採卵数. 北海道さけ・ますふ化場, 札幌. p. 147.
- 北海道庁殖産部. 1900. 北海道庁第十三回拓殖年報. 北海道庁, 札幌. p. 25.
- 北海道庁水産課. 1900. 千歳鮭鱒人工孵化事業報告. 北海道庁, 札幌. pp. 32-41.
- 北海道総務部領土復帰北方漁業対策本部. 1959. 択捉島(六枚の内五). 北海道, 札幌.
- 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. さけますふ研報, 45: 1-24.
- 帰山雅秀・眞山 紘・加藤禎一・小林哲夫・河村博. 2005. III章 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.
- 木村鎧朗. 1980. エトロフ懐古録. 魚と卵, 149: 62-67.



図 12. 孵化場前での親魚の捕獲(③の写真).
親魚の捕獲は、湖面に見える船を用いて、産卵のために湖岸に集まってきた親魚を網で囲み、その網を湖岸に引き寄せて行われたと思われる。



図 13. 曳網に使用した船と捕獲された親魚(④の写真).

- 坂野栄市. 1997. ウルモベツ紅ザケふ化場の写真か. さけます友の会ニュース, 130: 9-12.
- 写真集懐かしの千島編集委員会. 1981. 写真集懐かしの千島. 国書刊行会, 東京. 220 pp.
- 田中林蔵. 1921. 大正10年度ウルモ湖紅鱒人工孵化場竣工検査復命書. 北海道庁.
- 徳井利信. 1964. ヒメマスの研究V. 日本におけるヒメマスの移殖. さけますふ研報, 18: 73-90.
- 八木澤喜家. 1950. 択捉の思い出. 魚と卵, 11: 18-21.
- 渡辺宗重. 1966. 紅鱒の択捉「紀行」. 鮭鱒彙報, 60: 19-22.

コラム

千歳川の捕魚車 120 年の移ろい

の が わ ひ で き

野川 秀樹 (北海道区水産研究所)

表題の聞き慣れない文言「捕魚車」。この捕魚車による漁法をアメリカで実見し初めて日本に紹介したのが伊藤一隆で、明治23年のことです(北海道庁第二部水産課 1890)。そして、藤村信吉が明治29年にこれを千歳川のサケの捕獲に実際に用いることを創案します(北海道鮭鱒保護協会 1938)。両者はいずれも我が国のさけます人工孵化放流の歴史に大きな足跡を残した人物です。

捕魚車の設置から120年、千歳川では現在でもサケを水車ですくい上げる方法によって捕獲が行われています。今では馴染みのない言葉となった捕魚車、原名の Fish Wheel をこのように訳したのは伊藤一隆で、この邦訳は水車の漁法を簡潔かつ的確に表現した名訳との評価もあるところですが(山田 1992)、昭和46年頃

からインディアン水車の呼称が広まり定着していくこととなります(秋庭 1988)。このたくみな漁法やインディアン水車の呼称と相まって、今や千歳市の重要な観光資源であり、サケの遡上シーズンには多くの観光客が訪れます。

裏表紙写真は明治33年から現在に至るまでの水車の姿を並べたものです。設置後間もない明治33年頃の写真には、水車の取付けや解体等に使用する架台は見当たりません。いつ頃から架台が設置されるようになったのか、写真からは少なくとも明治44年頃には設置されていたことが分かります。明治から大正期における架台はやや細身で高く、側面には昭和25年頃以降の架台には見られない数本の梁が見られます。水車本体の構造は、ほぼ原形を大きく変えることなく現在に至っています。120年間回り続けてきた水車、さけます人工孵化放流が続く限り、これからも回り続けることでしょう。

今回、水車の変遷を辿る中で、「水車が設置されない年があった」というあまり知られていない事実に出会いました。それは昭和41年と昭和42年のことです。図は昭和42年の捕獲場の写真ですが、ウライ(親魚の遡上を遮断するために河川を横断して設置する柵)と捕獲槽(ウライの一部を開けて、そこを通過した親魚を捕獲するための装置)は見られますが、水車は設置されていません。当時の資料(北海道さけ・ますふ化場 1967)には、河川切替による河床低下と塵芥類の河川投棄の増加等により、捕魚車の回転を維持することが困難なことから使用を中止した、とその理由が書かれています。一方、「捕魚車について」(武田重秀 1967)には、「明治21年から77年間廻り続けてきたが、サケ遡上数の減少により捕魚車を使って捕獲するまでもないとして使用されなくなった」とあり(筆者注:設置は明治29年ですので、正確には77年間ではなく69年間ということになります)、サケの減少が使用中止の理由として記述されています。千歳川で孵化放流事業を実施していた当時の北海道さけ・ますふ化場の関係者に話を聞いたところ、やはり上述した千歳川の環境変化に加えて、遡上数の減少も中止の背景にはあったとのことです。なお、昭和43年には再び設置され、以後は途絶えることなく毎年設置されています。長い歴史の中の出来事として、書きとどめておく必要がありそうです。

裏表紙の写真は、①は当所所蔵の「千歳鮭鱒人工孵化事業報告」(北海道庁水産課 1900)から、②は北海道立文書館所蔵の「東宮殿下行啓記念」(北海道庁 1911)から、③は北海道大学附属図書館北方資料室所蔵の「千歳捕魚車(疋田写真コレクション No. 4145)」から転載しました。北海道大学附属図書館及び北海道立文書館には写真の接写や本誌への使用許可についてご協力をいただきました。記して感謝申し上げます。なお、それ以外は当所所蔵の写真からです。

引用文献

秋庭鉄之. 1988. 鮭の文化史. 北海道新聞社, 札幌. pp. 92-112.

疋田豊治. 1916. 千歳捕魚車(疋田写真コレクション No. 4145). 北海道大学附属図書館北方資料室.

北海道さけ・ますふ化場. 1967. 西越採卵場において捕魚車を捕獲槽に変更した理由. 昭和42年度事業雑件綴, 件番号: 7.

北海道鮭鱒保護協会. 1938. 千歳孵化場五十周年記念號. 鮭鱒彙報, 38: 1-115.

北海道庁. 1911. 鮭捕魚車. 東宮殿下行啓記念, 北海道庁, 札幌. p. 64.

北海道庁水産課. 1900. 捕魚車運転の景. 千歳鮭鱒人工孵化事業報告, 北海道庁, 札幌. p. 86.

北海道庁第二部水産課. 1890. 米国漁業調査復命書. 北海道庁, 札幌. 285 pp.

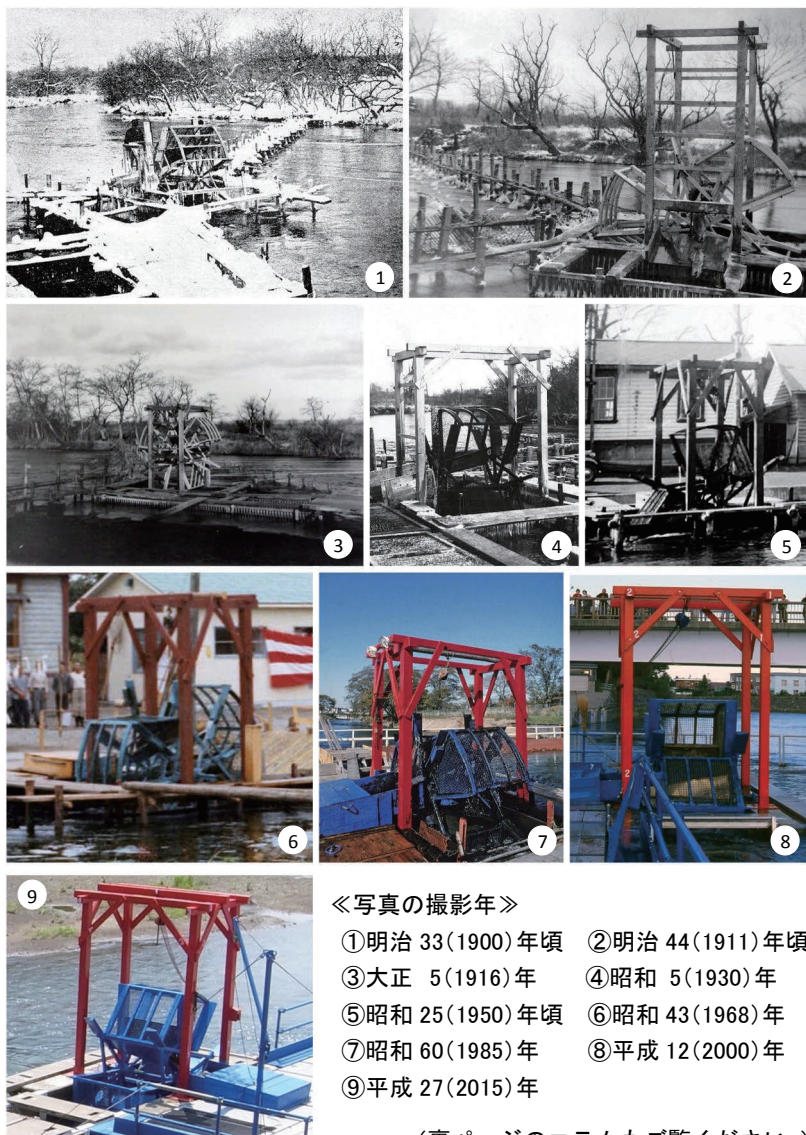
武田重秀. 1967. 捕魚車について. 魚と卵, 124: 33-34.

山田 健. 1992. 千歳川の捕魚車の発達に関する若干の考察. 北海道開拓記念館調査報告, 31: 131-145.



図. 昭和42年の千歳川の捕獲場.

千歳川の捕魚車120年の移ろい



発行：国立研究開発法人水産研究・教育機構

編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所

〒062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2条2丁目4-1

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

FAX 代表 011-822-3342

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

E-mail www-hnf-info@ml.affrc.go.jp

執筆：水産研究・教育機構 北海道区水産研究所，東北区水産研究所，日本海区水産研究所，
東京大学大気海洋研究所，岩手県沿岸広域振興局水産部，岩手県水産技術センター，
山梨県水産技術センター

SALMON 情報 編集委員会

伊藤二美男(委員長)，加藤雅博，佐藤恵久雄，森田健太郎，矢野 豊

本誌掲載記事，図，写真の無断転載を禁じます。