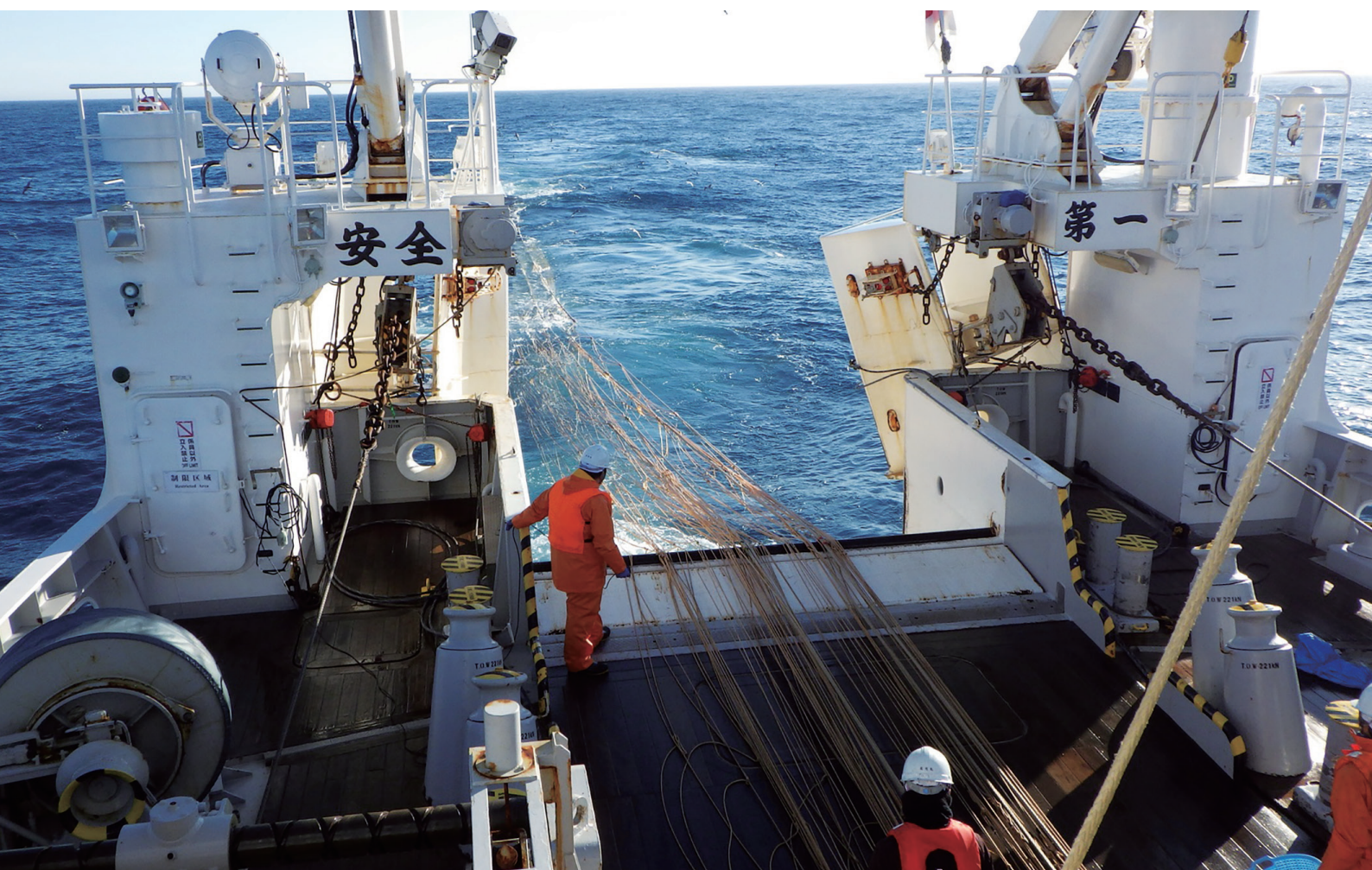


# SALMON 情報

第 20 号

2026 年 3 月

- サケふ化放流事業の歴史的変革と最近の不漁問題
- サケの温度生理特性の集団差と経験水温
- 降海後に逆方向へ移動するサケ幼稚魚
- 本州日本海側のサケ回帰率を高める放流手法の検討  
～いつ・何グラムで放流すればよいか～
- サケ卵の衝撃耐性試験の結果と卵管理への応用
- さけます類の稚魚放流を支える沿岸水温情報
- ペーリング海さけます外航調査記  
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

## 特別寄稿

- サケふ化放流事業の歴史的変革と最近の不漁問題…………… 小林 哲夫 3

## 研究成果情報

- サケの温度生理特性の集団差と経験水温…………… 阿部 貴晃 9
- 降海後に逆方向へ移動するサケ幼稚魚…………… 本多 健太郎 14
- 本州日本海側のサケ回帰率を高める放流手法の検討  
～いつ・何グラムで放流すればよいか～…………… 飯田 真也 17

## 技術情報

- サケ卵の衝撃耐性試験の結果と卵管理への応用…………… 平林 幸弘 21

## トピックス

- さけます類の稚魚放流を支える沿岸水温情報…………… 戸谷 タ子 24
- ベーリング海さけます外航調査記…………… 本多 健太郎 26

## さけます情報

- さけの遡<sup>かえ</sup>る川-6 黒部川（富山県）…………… 阿部 邦夫 30
- 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖…………… 濱崎 薫 32

## mini column

ベーリング海はサケをはじめ多くの水産資源を支える生産力が高い海域で、日本系サケは豊富な餌を求め、日本から約 3,000 km も離れたこの海域に向かいます。強風や極寒、高波など、地球上でも最も過酷な海域として知られていますが、夏は気温が 10℃ほどで波も穏やか日もあり、ごく稀に、水面が鏡のように空を映すこともあります。水産研究・教育機構では、日本系サケの資源状態や生物学的特性を把握するため、毎年夏にモニタリング調査を実施しています。

写真はさけます類を採集するためにトロール網を揚網している様子です。網が上がると魚体サイズの測定やサンプル採取の作業を行います。時には甲板がさけます類で埋め尽くされ、辺りが真っ暗になるまで作業が続くこともあり、一日の調査終了後はクタクタです。今後も調査を継続し、日本系サケの動態を注視していきます。(佐藤智希)



## 特別寄稿

## サケふ化放流事業の歴史的変革と最近の不漁問題

こばやし てつお  
小林 哲夫 (元水産庁北海道さけ・ますふ化場長)

## はじめに

北海道では人工ふ化放流事業が導入された1888年から1969年の間、来遊するサケ親魚数は概ね500万尾以下で推移した(図1)。しかし、サケ稚魚の本格的な給餌飼育が始まった1967年春の放流群(1966年級群)の主群が回帰した1970年から来遊数の増加が始まった。1981年より2016年まで35年間におけるサケの来遊数は毎年2,000万尾以上(平均約4,000万尾)と高い水準で持続され、北海道の沿岸漁業を支えてきた。それだけに、最近のサケ来遊数がこの水準を大きく下回る事態は、漁業関係者はもとより水産経済界にとっても大きな衝撃となり、顕在化してきた近年の地球温暖化の影響が懸念されている。1981年以来、豊漁を謳歌してきた関係者が将来を不安視する心情は理解される。

2021年4~6月に水産庁主催で不漁魚種(サケ、イカ、サンマ)の検討会が開催された(水産庁2021)。サケについては地球温暖化による稚魚期への影響が示唆されたが、不漁原因の解明には至らなかった。ただし、今後の対策として、サケ稚魚の適切な時期における放流や放流サイズの見直しなど地球温暖化に対応したふ化放流技術の向上や、環境変化への適応力が高いと考えられる自然産卵由来の野生サケの保全と活用が提言された。

一方、わが国のサケは、沿岸生活後、オホーツク海、ベーリング海、アラスカ湾などを含む北太平洋とその周辺海域を広く季節的に回遊することが沖合調査と遺伝的系群識別や耳石温度標識な

どにより明らかにされているが(浦和 2000, 2025)、各生息海域で地球温暖化などの影響を受けている可能性がある。

いずれにしても、北海道のサケ漁業資源はふ化放流事業により維持されていることは言うまでもない。1970年代からのサケ来遊数の驚異的な増加をもたらした要因は、明治以来踏襲されてきたふ化放流事業の運営方式が見直された変革の効果と判断される。ここでは、北海道におけるサケのふ化放流事業の変革の歴史的経緯を振り返ると共に、近年の不漁問題に触れる。

## ふ化放流事業変革の原点

ふ化放流事業の運営方式の大きな変革となった原点は、敗戦後米軍の占領下で、GHQ(連合国軍最高司令官総司令部)顧問のリッチ博士とバンクリーブ博士によるわが国の水産事情視察報告書であった(北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会 1988)。1950年9月、道内のふ化場を視察したリッチ博士(スタンフォード大学教授)が米国のサケマス増殖について講演を行った。その際、「日本のふ化放流事業は科学的な根拠に基づかないで行われている」との指摘を受け、職員一同驚かされた。そして1951年にリッチ・バンクリーブ両博士の報告書に基づくGHQの勧告が日本政府に提出された。

1951年12月に公布された水産資源保護法に伴ない、翌年4月に水産庁北海道さけ・ますふ化場が設置され、ふ化放流事業が国営で行われること

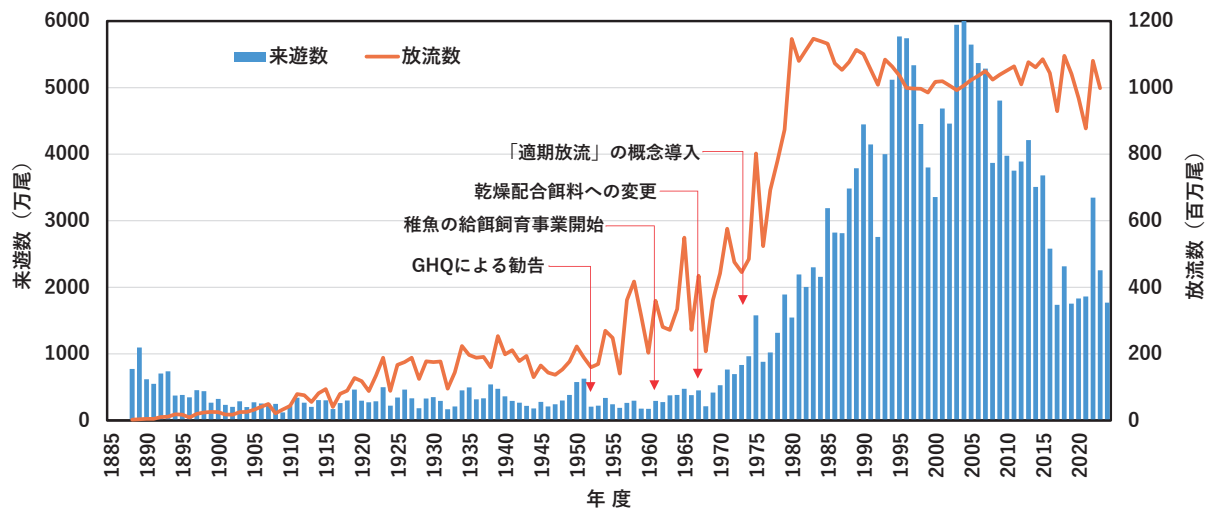


図1. 北海道におけるサケの稚魚放流数と親魚来遊数の経年変化

になった。しかし、事業効果を疑問視していた中央の有識者らがGHQの勧告を拠り所にして批判を強めた。ふ化場無用論の高まりに大きなショックを受け、関係者の間で危機感が高まった。そして、サケマス類の調査研究体制を強化し、事業と調査研究の一体化を合い言葉に、科学的な事業運営を目指して変革を模索したことが後年のサケ資源増大に結び付く原動力となった。

調査研究の推進によりサケの自然生態が徐々に解明されるようになり、ふ化放流事業が導入されてから長い間踏襲されてきたふ化技術と採卵数確保に重点を置く運営方式が見直され、1965年頃より生物学的知見に基づく資源管理型ふ化放流事業に転換した（小林 2009）。

### 天然産卵調査とふ化用水の改革

先ず行われたのは、卵やふ化仔魚の管理に利用する用水の改革だった。従来は、水質的に問題がなければ河川水も利用するふ化場が数多く建設されていた。しかし、産卵生態は魚種により異なり、サケは湧水の滲出する砂礫場で産卵するのに対し（佐野・長沢 1958, 小林 1968）、カラフトマスは河川水の滲透する砂礫場を利用することが明らかになった（小林 1968）。そして、1960年代にサケのふ化用水は湧水などの水温変化の少ない水を利用する方式に改められた。一方、カラフトマスについては水温変化する河川水の利用も尊重することになった。

このように野生魚の産卵生態を考慮した管理方式に改められたことが、健全な卵のふ化管理を可能にし、後に給餌飼育の導入による健康で活力あるサケ稚魚（健苗魚）の生産や適期放流に繋がった。

### 稚魚の生態調査と適期放流

サケ稚魚の降海移動時期は1～6月と見なされ、卵嚢を吸収して浮上した稚魚を随時放流するという運営方式が長い間踏襲されていた。しかし、千歳川や西別川などで流下するサケ稚魚のトラップ採集調査が行われ（図2）、自然産卵由来のサケ稚魚が雪解け時期に大量に降海する実態が明らかになった（小林 1958, 小林ら 1965）。

「適期放流」の概念は1964年にサハリンで開催された日ソ増殖専門家会議における対応の過程で芽生えた。そして、1970年代に遊楽部川、千歳川などで行われた時期別のサケ稚魚標識放流試験で得られた知見（小林・阿部 1977）などにより、自然界におけるサケ稚魚の降海行動を尊重した雪解け増水期における放流が適期放流と呼ばれるようになった。しかし、沿岸域などにおけるサケ稚

魚の初期生態に関する情報が乏しく、当初、適期放流の効果に関する理解は低かった。

ふ化場から放流されたサケ稚魚の沿岸域での生息実態を把握するため、1969年4月、噴火湾沿岸域（遊楽部川河口を中心に落部～静狩間の沿岸）で特製の巻き網によるサケ稚魚の採集と海洋観測が開始された（図3）。その後、網走、根室、石狩湾沿岸域などでもサケ稚魚の生態調査が継承・拡大され、標識放流したサケ稚魚の追跡調査により、沿岸における移動経路・時期、体サイズや生息環境など一連の情報が得られるようになった（眞山ら 1982, 1983 など）。

例えば、石狩湾沿岸では、水温や餌生物の条件とサケ稚魚の分布や成長度合いから、サケ稚魚の生き残りを高めるための効率的な放流は、餌生物の生産が活発となる沿岸水温8～10℃前後の時期が望ましいとの見解が示された。その後、各地域の実態を考慮し、沿岸水温が5℃以上となる頃から10℃前後になる時期までをサケの放流適期とみなすようになった（小林 2009）。



図2. 千歳川における流下サケ稚魚のトラップ調査（1959年）



図3. 噴火湾沿岸における巻き網を用いたサケ稚魚採集調査（1969年）

## 給餌飼育試験と健苗魚の放流

年々高まるサケの生態に関する実態の把握が事業運営の変革と資源管理型ふ化放流事業への認識を深め、健苗魚を適期に放流するための給餌飼育事業に繋がった。当時、サケ稚魚の給餌飼育の経験や技術はもとより知識すらなかったが、サクラマスやベニザケの降海型（スマルト）に近いサイズに育てての放流で効果があるとの思考で、給餌飼育試験事業を企画し、その経費を1962年度の事業費運営予算案に組み込み上部機関（水産庁）に上申した。当時、ふ化放流事業の評価は低かったこともあり、予算の獲得に担当者は苦悩させられていた。従って、事業費の増額を目論んでの新規事業の予算要求はあまり期待していなかった。それ故に、大蔵省の査定官に認められたとの一報には驚かされ、喜びと不安が入り交った状態で年末の職場が湧いたことを今でも鮮明に記憶している。

給餌飼育の経験も知識もないのに有効性を強調して認められた予算だけに、実行計画の立案には自ずと力が入り、組織内で真剣な協議が行われた。サケ稚魚の生理・生態の知見を基盤に、作業の軽減も配慮して、給餌方式、餌の質、給餌期間、飼育環境の保全など多岐に渡る検討がなされた。その結果、餌は従来からの養鱒手法に基づいた配合生餌料とし、事前に調餌して冷凍保存したものを解凍してサケ稚魚に摂食させることにした。

放流サイズは当初、前述のようにサクラマスやベニザケのスマルトサイズを参考に5g以上に育てる意見が強かったが、ふ化場で得られる用水の水温条件ではそのサイズに育てるのには長期間の飼育が必要となり、適切な降海時期を失う恐れがあった。調査研究で得られた野生サケ稚魚の降海移動時期に合わせるとすれば、飼育期間は1～2カ月が適切と考えられ、その間に浮上時の体重の2～3倍に育つと予想されたことから、飼育期間を1カ月前後、放流サイズ1g前後を目安とした案が策定され飼育事業に着手した（小林 2009）。

飼育事業初年度の1962年春、当時の水産庁北海道さけ・ますふ化場千歳支場と根室支場（現在は水産研究・教育機構千歳さけます事業所と根室さけます事業所）の2カ所で予備的試験を行い、新鮮な魚肉（スケトウダラ）を基材に粉末肝臓、脱脂粉乳、小麦粉、ミネラルなどを添加した配合生餌料の使用で極めて良好な結果を得た。翌年には、飼育数の拡大を目論み、大量の生餌料を年末に調製して翌年2月末～3月からの飼育事業に備えた。ふ化場には長期冷凍保存する設備がないことから、冷凍業者に保存を委託した。それら餌料は保存、運搬、給餌の役割に配慮して約4kgを板状に整形して冷凍保存し（図4A）、飼育試験開始時に現

場の簡易冷蔵施設に移して冷凍餌を加工し（図4B）、1日1回、冷凍餌の塊を飼育池に吊り下げ（図4C）、融解過程で崩れた餌をサケ稚魚に摂食させた。

給餌開始時にはサケ稚魚を人工餌に馴らすために生タラコを与えた後、冷凍餌料に切り替えた。前年度の良好な成績を受けて2年目（1963年）には6カ所のふ化場で飼育量を3倍に増やした。更に4年目（1965年）には給餌飼育事業を拡大し、放流するサケ稚魚の約半数を対象とした。知識も技術もなかった現場では貴重な体験となったが、思いもしない障害が多発して対策に振り回されることになった。

まず、最適と考えていた冷凍餌は、保存過程で蛋白質が変成してスポンジ化し、水中で期待したように融解しないため、サケ稚魚がスムーズに摂食出来ない事態となった。そのため、現場では冷凍餌を破砕機で粉砕し、給餌方法を置き餌方式に

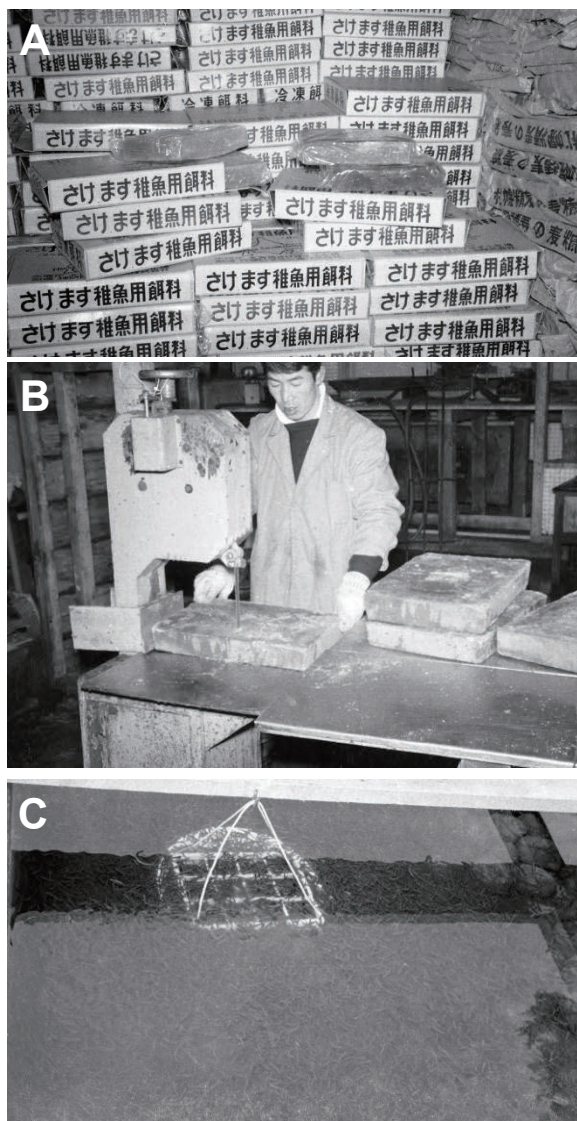


図4. 板状に整形された冷凍餌(A)、給餌前の加工作業(B)、飼育池に配置された生餌を摂餌するサケ稚魚(C)。

切り替えて急場を乗り越えた。作業軽減のための策が逆に過重作業となった上に、成長したサケ稚魚の斃死が続出し、疾病の発生が疑われて深刻な事態となった。検査の結果、海水移行も出来ないほどの腎臓障害（ネフローゼ）に冒されていることが明らかになった。この原因は冷凍餌の保存課程での変質（脂質の酸化）による腎臓障害と見なされ、簡易保管設備での保存温度も変質を助長したと考えられた（小林 2009）。この経験は飼育事業の危機感を高め、サケ稚魚の飼育に適した飼料の模索が必要となった。

幸いなことに、当時、ニジマスなどの養鱒で固形乾燥配合飼料の使用が始まっていたことから、急遽、それを用いたサケ稚魚の飼育試験が行われた（橋本 1966a,b）。その結果、サケ稚魚の成長は良好で、海水への移行も支障なく出来る上に、飼料の保管や給餌作業での煩雑さが全くないことから、固形乾燥配合飼料への切り替えが決断された。ただし、飼育試験においては幾つかの問題点が指摘されたことから、ニジマス用の固形乾燥配合飼料成分を参考にサケの成長に適した高蛋白質な乾燥配合飼料（クランブル）が考案・製品化され、1967年春からこの乾燥配合飼料を用いた本格的な飼育事業が始まった（小林 2009）。

新たに考案されたサケ用の乾燥配合飼料での飼育への切り替えは大きな冒険であったが、飼料の保管、給餌作業の簡便さもあって急速に普及し、1975年頃からは民営ふ化場でもサケ稚魚を乾燥配合飼料で飼育し放流するようになった。そして1981年以後は90%以上のサケ稚魚が給餌飼育後に放流されるようになった（小林 2009）。

サケ稚魚の給餌飼育の経験や適正な放流サイズの知見がない中での飼育事業の導入は大きな冒険であったが、トライ・アンド・エラー方式で始めた結果、後年驚異的な資源増大に繋がったことは

幸運の一語に尽きる。サケ資源の増大は、1967年から始まった乾燥配合飼料の使用による給餌飼育事業の強化・拡充の効果と評価されがちだが、1951年のGHQの勧告などを受けて改革されたサケの自然生態を尊重するふ化放流事業運営方式との相乗効果と考えられる。更に、サケ稚魚の放流数拡大も1981年以降の2,000万尾を越える来遊数の維持に寄与したと言えよう（図1）。

## 地球温暖化に適応したふ化放流事業

我が国のサケは、放流後に沿岸生活を経て北太平洋と周辺海域（オホーツク海、北西太平洋、ベーリング海、アラスカ湾）を季節的に大回遊して母川回帰するが（浦和 2000）、沿岸や沖合の各生息海域で地球温暖化などの影響を受けている可能性がある。

我が国のふ化場から放流された耳石温度標識サケ稚魚がオホーツク海に至るまでの初期生残率は1%から15%と推定され、年級群により大きく変動することが報告されている（Urawa and Bugaev 2021, 浦和 2025）。サケ稚魚が降海するタイミングや体サイズなどに加えて、沿岸における成育環境（海水温や餌生物量など）がサケ幼稚魚の成長と遊泳能力（遊泳速度と持続力）に影響を与え、オホーツク海に移動するまでの初期生残率に反映されるとする初期生残モデル（図5）が提唱されている（Urawa et al. 2018）。このモデルでは、サケ幼稚魚の遊泳能力が高まることにより、(1) 海流などに対する能動的移動、(2) 高水温など不適環境からの逃避、(3) 餌生物の探索、(4) 捕食者からの逃避などの能力が増し、初期生残率が上昇すると推定されている。

1970年以降の驚異的なサケ資源の増加は、1965年頃から適用された新たな事業運営方式（給餌飼

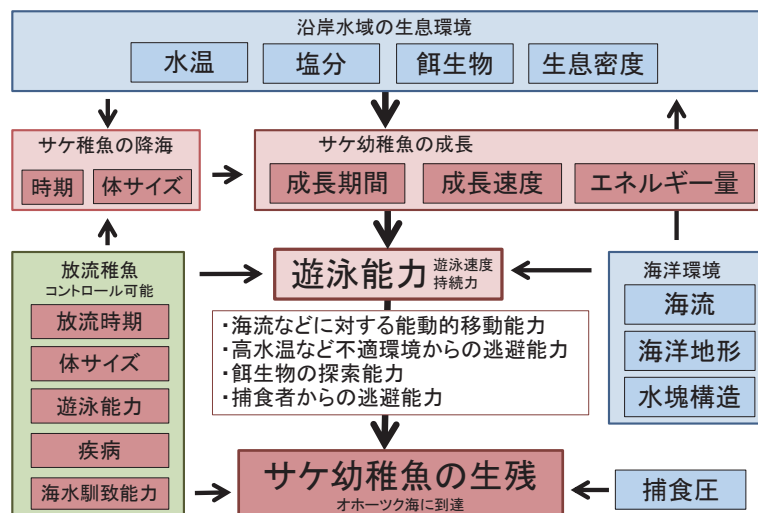


図5. 沿岸生活期サケ幼稚魚の生残モデル（Urawa et al. 2018のFigure 32を改図）

育と適期放流)と当時の海洋における成育環境が程よくマッチしたことによると判断されよう。そのような観点に立てば、豊漁時代の方式を継続している現在の事業運営が、地球温暖化などによって変化している成育環境とマッチしてないことがサケ資源の低下を招いたとも言えるのではなかろうか。

サケ稚魚の初期生残を高めるための放流適期は、主に沿岸滞留期の水温を目安にしているが、年変動がある上に、地域や放流されるサケ稚魚の体サイズなどにより異なる可能性が高い。放流されたサケ稚魚が沿岸で適水温期間内に離岸サイズに成長して十分な遊泳能力を備え、幼魚期の生息場所であるオホーツク海へ回遊できるように、各地域沿岸における餌生物環境とサケ稚魚の摂餌・成長特性(エネルギー収支や成長速度など)も加味した戦略的な飼育・放流ガイドラインの作成が必要であろう。

サケ稚魚は成長に伴い高まる栄養要求に見合ったより大型の餌生物を摂餌する習性があると思われる。従って、降海したサケ稚魚の大きさに見合った餌生物が沿岸域に十分存在していなければ、放流サイズの大型化がサケ稚魚の生残に有利とは必ずしも言えないかもしれない。そのため、各地域において、ふ化場で飼育・放流されるサケ稚魚の健苗性など実態を把握し、実証的な標識放流試験を行うと共に、沿岸生息域における成育環境(海水温や餌生物の組成と量など)とサケ稚魚の摂餌状況、成長や移動などに関するモニタリング調査を同時に実施し、サケ稚魚の初期生残率を高めるための飼育・放流技術を地域別に探ることが肝要と思われる。

一方、サケ幼魚が生息するオホーツク海や越冬場所であるアラスカ湾などにおける海水温の変動、資源量の増えた北方系カラフトマスとの競合なども我が国のサケ資源に影響する可能性が指摘され(浦和 2020, Kaeriyama 2023, Kaeriyama et al. 2025)、沖合におけるサケの成育環境が地球温暖化などにより変貌していることが暗示されている。サケの来遊数低下の原因が北洋の成育環境にもあるならば、各生息海域においてサケの生残に関わる要因を把握する沖合調査の強化が望まれる。

## まとめ

最後に総括すれば、1970年代からの驚異的なサケ資源の増大は、野生魚の産卵生態や初期生活史などに関する生物学的知見に基づいてふ化放流事業の運営方式を見直し、給餌飼育事業の導入による健苗魚の生産、そして自然の摂理を尊重した適期放流といった一連の改革が当時の海洋環境に程よく適合した結果と判断される。最近のサケ来遊

数は著しい減少傾向を示しているが、サケ資源の安定的な維持のため、地球温暖化などにより変貌した成育環境にマッチする新たな事業運営と資源管理方式の確立が望まれる。

本稿を執筆するにあたり、このような機会を与えていただくと共に、図の作成および内容に関し有益なアドバイスを下さった高橋昌也氏(水産資源研究所さけます部門)に深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 橋本 進. 1966a. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum)の稚魚期における代謝生理学的研究-I. 飼育のための人工餌料の質および形状について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 20: 27-35.
- 橋本 進. 1966b. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum)の稚魚期における代謝生理学的研究-II. 人工餌料による飼育稚魚の成長および餌料効率におよぼす注水量, 給餌量および魚の大きさの影響について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 20: 37-45.
- 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会. 1988. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史. 北海道さけ・ますふ化放流事業百年記念事業協賛会. 1260 pp.
- Kaeriyama, M. 2023. Warming climate impacts on production dynamics of southern populations of Pacific salmon in the North Pacific Ocean. *Fisheries Oceanography*, 32: 121-132.
- Kaeriyama, M., I. D. Alabia and S. Urawa. 2025. Production trend of Hokkaido chum salmon estimated by multivariable models incorporating environmental factors and biological interactions in the North Pacific Ocean. *North Pacific Anadromous Fish Commission Technical Report*, 23: 34-39. <https://doi.org/10.23849/npafctr23/4bb8ty>
- 小林哲夫. 1958. サケ稚魚の生態調査 (5) 降海期に於けるサケ稚魚の行動について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 12: 21-30.
- 小林哲夫. 1968. サケとカラフトマスの産卵環境. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 22: 7-13.
- 小林哲夫. 2009. 日本サケ・マス増殖史. 北海道大学出版会. 310 pp.
- 小林哲夫・阿部進一. 1977. 遊楽部川におけるサケマス生態調査 2. サケ稚魚の降海移動, 成長と標識親魚の回帰. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 31: 1-11.
- 小林哲夫・原田 滋・阿部進一. 1965. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 I. サケ稚魚の降海移動並びに成長について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 19: 1-10.
- 真山 紘・加藤 守・関 二郎・清水幾太郎. 1982. 石狩川産サケの生態調査-I. 1979年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さ

- け・ますふ化場研究報告, 36: 1-17.
- 真山 紘・関 二郎・清水幾太郎. 1983. 石狩川産サケの生態調査-II. 1980年及び1981年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 37: 1-22.
- 佐野誠三・長沢有晃. 1958. 十勝川支流ム川に於ける鮭の天然蕃殖. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 12: 1-19.
- 水産庁. 2021. 不漁問題に関する検討会. [https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/furyou\\_kenntokai.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/furyou_kenntokai.html) (参照:2025-9-3)
- 浦和茂彦. 2000. 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題. さけ・ます資源管理センターニュース, 5: 3-9.
- 浦和茂彦. 2020. 冬期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のか? Salmon情報, 14: 40-44.
- 浦和茂彦. 2025. 海洋を大回遊するサケの耳石温度標識による追跡. ていち, 148: 1-13.
- Urawa, S., and A. V. Bugaev. 2021. Survival of Japanese chum salmon during early ocean life in 2011-2017. North Pacific Anadromous Fish Commission Technical Report, 17: 60-62. <https://doi.org/10.23849/npafctr17/60.62>.
- Urawa, S., T. D. Beacham, M. Fukuwaka, and M. Kaeriyama. 2018. Ocean ecology of chum salmon. Pages 161-317 in R. Beamish, editor. Ocean ecology of Pacific salmon and trout. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.



著者略歴:

小林哲夫 (こばやし てつお)  
農学博士。1928 (昭和 3) 年生まれ  
長野県飯山市出身

1950 (昭和 25) 年 3 月に函館水産専門学校 (現・北海道大学水産学部) 増殖科卒業, 同年 4 月から北海道水産孵化場調査課に勤務。

1952 (昭和 27) 年の機構改革に伴い, 水産庁北海道さけ・ますふ化場調査課研究員となり, 以後同課でさけます類の生態と増殖に関する研究に従事し, 現在の人工ふ化放流技術の礎となる多くの研究成果をあげる。

1977 (昭和 52) 年に同課課長, 1986 (昭和 61) 年には場長を歴任し, 1987 (昭和 62) 年 11 月に退職。その後も日ロ合弁企業「ピレンガ合同」非常勤顧問, 北海道連合海区漁業調整委員会委員, 財団法人北水協会評議委員などを歴任。

2000 (平成 12) 年に勲 4 等瑞宝章受賞。

著書に日本サケ・マス増殖史 (北海道大学出版会, 2009 年)。

## 研究成果情報

## サケの温度生理特性の集団差と経験水温

あべ たかあき  
阿部 貴晃 (日本大学生物資源科学部)

## 秋サケと冬サケ

秋口になるとスーパーの鮮魚コーナーでは、パックに「秋鮭」のラベルが貼られたサケ (*Oncorhynchus keta*) の切り身が並び始めます。サケは、秋サケやアキアジと呼ばれるように、秋に河川への遡上を開始する魚です。しかし、日本におけるサケの遡上は秋だけでなく、冬まで続き、これらのサケは冬サケとも呼ばれます (Salo, 1991; 森田・大熊, 2015)。秋サケ、冬サケと呼ばれるこれらの系群は、日本のサケの分布域で広くみられ、同じ河川であっても産卵場所が異なるなど、時間的にも空間的にも異なった生態的特徴をしていることが知られています。

秋と冬とでは、気温だけでなく水温環境も大きく変わります。10月では20°C近くある海面水温も、12月になると10°C付近まで低下します。魚類は体温が環境水温に大きく左右されるため、水温変化は生理状態に大きな影響を与えます。一般的に、水温が10°C変わると、魚のエネルギーの消費速度 (代謝速度) は2~3倍変わるので、秋サケと冬サケは生理的なコンディションがかなり異なった状態で回遊していると考えられそうです。本稿では、来遊時期が異なるサケ集団がそれぞれの水温環境に対してどのように適応しているのかについて、筆者の研究 (Abe et al., 2019; Abe et al., 2024) を交えながら紹介します。

## サケでみられる行動性体温調節

秋サケと冬サケとでは経験水温も大きく変わりますが、サケは、水塊構造に応じて行動的に体温を調節するので、海面水温だけでは経験水温を判断することはできません。三陸沿岸域でサケに行動記録計を装着して放流した研究では、10月に放流したサケは、表層の20°Cを超える水温を避け、時には100mを超える深度にまで潜り、水温躍層下の冷たい水塊の中を移動することで、1日の平均経験水温を13~17°Cに抑えていたことが示されています (Tanaka et al., 2000)。ただ、12月に来遊したサケは表層を移動しているにも関わらず、12°C付近の水温しか経験していないことから (Tanaka et al., 2000)、やはり秋のサケの方が高水温を経験していると考えられます。加えて、10月の日本では頻繁に台風が通り過ぎていきます。台風のような強い低気圧が通過すると、水温躍層

は崩壊し、深い深度には冷たい水塊が存在しなくなり、サケは18°Cを超えるような高い水温を経験することがわかっています (Kitagawa et al., 2016)。そして、水深が浅い河川では水温躍層が形成されないため、サケは体温調節ができません。

以上のことから、秋サケは行動を調節することで経験水温を低く抑えることができますが、それでも高水温を経験すると考えられます。秋サケが単に高い水温を耐えて回遊している可能性も考えられますが、秋サケと冬サケは遺伝的にも異なった集団であるとされることから、もう一つの可能性として、生理的な適水温が異なっていることが考えられます。ですが、生理的な適水温が集団間で変わることはありうるのでしょうか。

## サケ科魚類の温度生理特性の局所適応

サケ科魚類の多くの種は母川回帰性を示し、河川レベルですら地域集団が形成されることがあります。その結果として、遡上時期やふ化時期、回遊のタイミングといった生活史形質は集団間で違いがあるとされています。近年の研究によると、温度生理特性についても集団差があることが報告されています。サケ科魚類の集団間の温度生理特性を調べた研究の中で最も有名なものとしては、フレーザー川水系を遡上するベニザケ (*O. nerka*) の研究例が挙げられるでしょう (Eliason et al., 2011)。

カナダ西部を流れるフレーザー川水系には、ベニザケが遡上する複数の支流が存在しており、フレーザー川水系のベニザケは支流レベルで、遺伝的に分化していることが知られていました。遡上時期も地域集団ごとに異なっており、初夏から秋と、遡上時期には多型がみられていました。Eliasonらが2011年に行った研究では、代謝速度、中でも代謝速度の最大値である最大 (有酸素) 代謝速度と生命維持のための標準代謝速度の差である (絶対) 有酸素代謝余地を指標として、フレーザー川水系の7つの地域集団で、有酸素代謝余地が最大となる水温 (至適水温) と高値を示す水温 (適水温範囲) との関係調べました (図1)。その結果、フレーザー川水系のベニザケは、至適水温と適水温範囲が集団ごとに異なっており、適水温範囲と遡上時の経験水温がよく一致することが明らかとなりました (Eliason et al., 2011)。

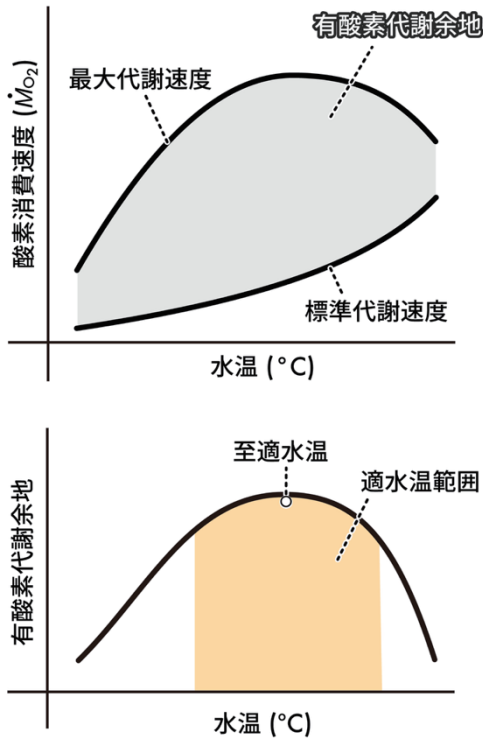


図1. 水温と代謝形質の関係  
 上：有酸素代謝余地、最大代謝速度と標準代謝速度（あるいは休止代謝速度）と水温との関係。下：有酸素代謝余地と水温の関係は上に凸の曲線となり、頂点は至適水温。有酸素代謝余地が高値を示す水温範囲は適水温範囲と呼ばれる。（阿部，2022 を改変）

### 三陸サケ集団間でみられた適水温の違い

ベニザケの地域集団でみられたように、サケにおいても、秋サケと冬サケの間で生理的な適水温が異なることは十分にありそうです。筆者が研究を行っている三陸沿岸域では、河川ごとに遡上時期が異なるサケ集団が存在しており、例えば、東北最大の河川である北上川水系では、秋に遡上するサケが多いのに対し、沿岸部の多くの小河川では、冬に遡上するサケが多いことが知られていました（図2）。そこで、筆者も秋サケと冬サケで生理的な適水温が異なっているのではないかと考え、秋サケと冬サケで代謝速度を比較することしてみました。

今でこそ、国内でも魚の代謝速度を計測した論文が出始めていますが、筆者が研究を始めるまでは、計測例は多くなく、散発的にしか研究されていませんでした。特にサケほどのサイズの魚となると、代謝速度を計測するための水槽も大きくなるため、市販品はありません。水槽は特注で作成してもらうことができましたが、水中の溶存酸素を計測するセンサーや調温方法も自分で整える必要がありました。

実際にサケの代謝計測を開始するまでには、多くの紆余曲折と試行錯誤がありました。なんとか計測方法を確立させることができました（図3）。

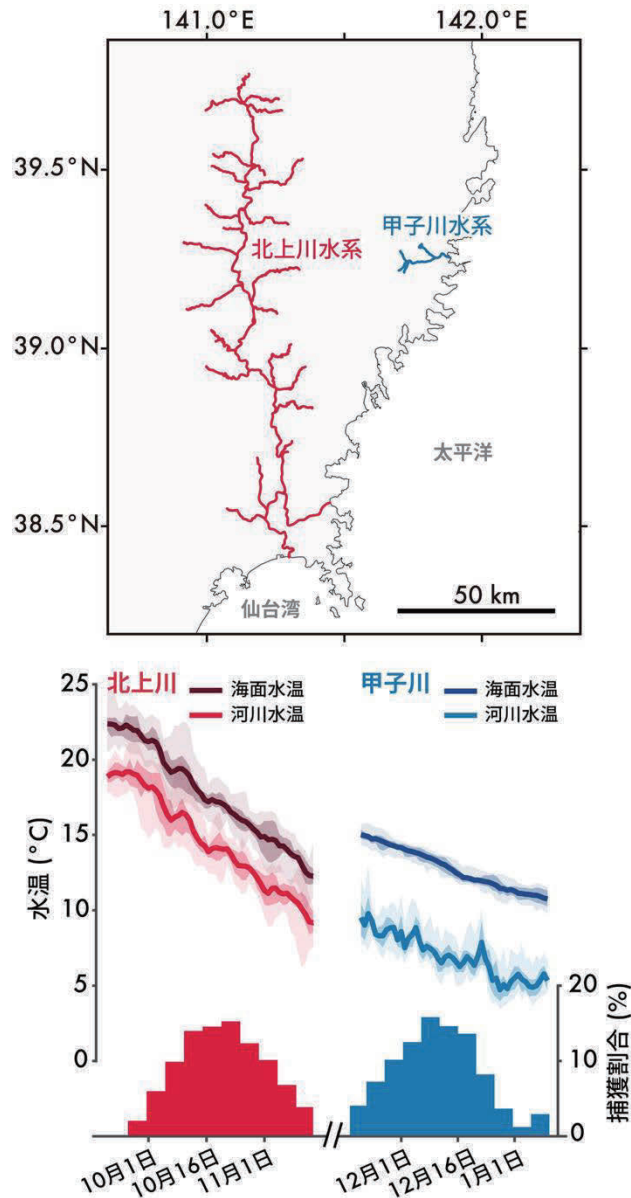


図2. 北上川水系と甲子川水系（沿岸河川）の地図（上）と各河川でのサケの遡上時期と環境水温との関係（下）（Abe et al., 2019 を改変）

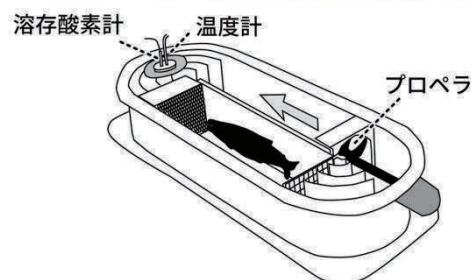


図3. 代謝速度を計測する循環式水槽（上）とその模式図（下）（阿部，2022 を改変）

北上川を秋に遡上したサケと沿岸河川である甲子川に冬に遡上したサケの代謝速度を計測してみると、休止時・最大遊泳時の代謝速度と水温の関係が異なっており(図4)、至適水温と適水温範囲も異なっていました(Abe et al., 2019; 図5)。また、休止時の代謝速度を秋サケと冬サケで比較してみると、秋サケの方が高水温においても休止時の代謝速度が低いことがわかり、秋サケは水温が高くて生理的な能力を落とすことなく、かつエネルギー消費も抑えることができるらしいこともわかりました(図4)。

### サケは適水温の中でも低い水温帯で遡上する

どうやら、秋サケと冬サケでは生理的な適水温に違いがあり、生理的な適水温を変えることでそれぞれの水温環境に適応しているようです。温度生理特性に違いがあることがわかりましたが、生理的な適水温と環境水温はどのような関係になっているのでしょうか。そこで、サケの適水温とサケが産卵場に辿り着くまでに実際に経験した水温との関係を具体的に検討するために、次は、北上川で行動記録計を装着したサケを放流し、追跡することで、遡上期間や遡上中の経験水温を調べてみました(Abe et al., 2024)。

回収した行動記録計から得られた経験水温と生理的な適水温を比較してみると、サケは適水温の中でも低い水温帯で遡上していることがわかってきました(図6)。また、北上川を遡上するサケの平均的な遡上期間も10日程度とわかってきたので、年ごとの水温環境の違いを考慮するために、過去6年間の河川水温データを用いて、遡上中の経験水温を計算してみました。その結果、年や遡上開始日によって多少の違いはあるものの、北上川を遡上するサケは多くの場合で適水温範囲の中でも至適水温よりも低い水温帯で遡上すると考え

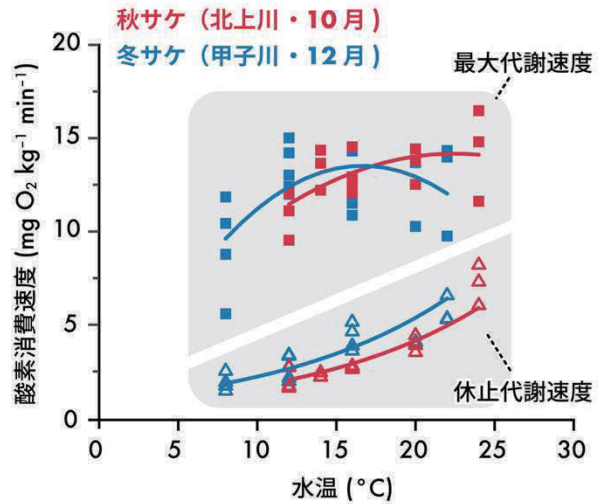


図4. 秋サケ(赤)と冬サケ(青)の休止代謝速度(三角)・最大代謝速度(四角)と水温との関係(Abe et al., 2019を改変)

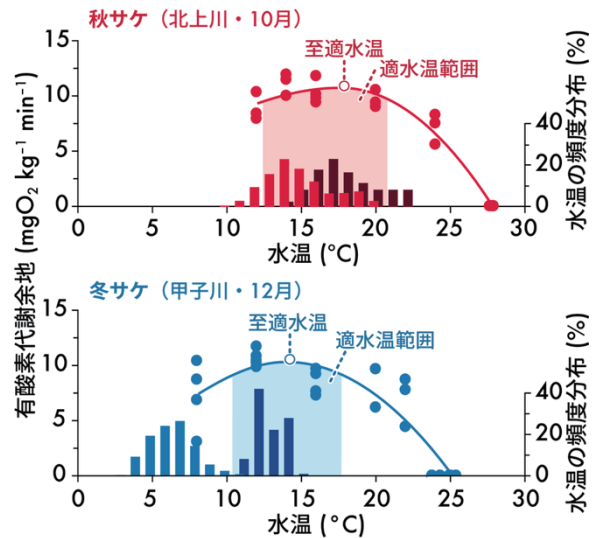


図5. 北上川を10月に遡上したサケと甲子川を12月に遡上したサケの至適水温(丸)、適水温範囲(網掛け)、環境水温(ヒストグラム)との関係。ヒストグラムは各調査地の海面水温(濃色)と河川水温(鮮色)をそれぞれ示す。(Abe et al., 2019を改変)

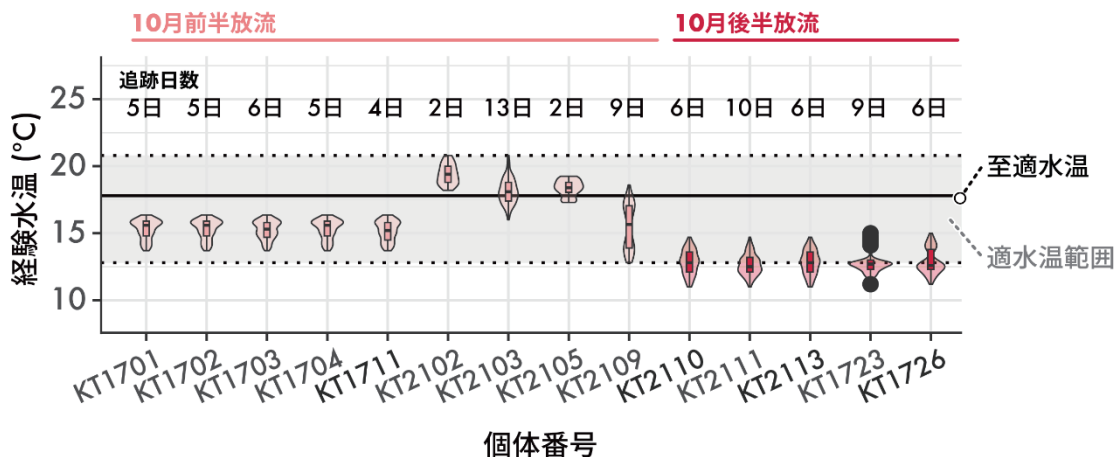


図6. 10月に北上川を遡上したサケの経験水温と適水温との関係。追跡個体ごとの経験水温をバイオリンプロットで示した。(Abe et al., 2024を改変)

られました (図 7)。

フレーザー川水系を遡上するベニザケでは、生理的な適水温と経験水温の頻度分布がよく一致することが知られていましたが、サケでは事情が少し異なるようです。しかし、他の先行研究も調べてみると、ギンザケ (*O. kistch*) やカラフトマス (*O. gorbuscha*) では、サケと同様に適水温の中でも低い水温帯で遡上することが報告されており (Clark et al., 2011; Raby et al., 2016), むしろ、ベニザケの方が珍しいのかもしれませんが。また、ギンザケやカラフトマス、サケは、河川の上流で産卵するベニザケとは異なり、中流域から下流域で産卵します。生理的な適水温と経験水温の関係性にはこうした遡上・産卵生態の種間差が影響しているのかもしれませんが。

## おわりに

サケでみられた適水温の中でも低い水温帯で遡上するという形質は、複数種で共通していることから何かしらの生態的意義はありそうです。こうした温度パフォーマンスに対する経験 (あるいは選好) 温度の非対称性は、生理形質と温度との関係性、特にピークとなる温度以上でのパフォーマンスの急降下に起因しているのではないかと考えられています (Martin and Huey, 2008)。確かに

室内実験によって計測した有酸素代謝余地も、ある水温を超えた途端に急降下しますし (図 5), 野外で活動度や生殖腺指数をとって温度パフォーマンス曲線を描いた研究でも同様に急降下することが示されています (Payne et al., 2016)。魚たちは、自然環境下では生理的な高水温に対して、一定の余裕をもって生活しているということなのかもしれません。

近年、地球温暖化とそれに伴った熱波の頻発により、水圏の温度環境は急激に変化しつつあり、サケを含めた多くの魚類への影響が懸念されています。秋サケと冬サケの温度生理特性の違いは、それぞれの水温環境に適応してきた結果として考えられるので、将来的には、温暖化した水温環境にも生理的に適応できるのかもしれませんが。しかし、こうした生物の適応は、本来は何世代も重ねて形成されていくものであり、急激な環境変化に対しては追いつかない可能性があります。2015年にフランス・パリで行われた COP21 で決まったパリ協定では、産業革命前からの気温上昇を 2°C よりも下方に抑えることを世界全体の長期目標としつつ、1.5°C に抑える努力の追求が盛り込まれています。こうした温暖化の進行を緩やかにするという努力目標は、資源生物を保全するという意味でも重要なことだといえるでしょう。

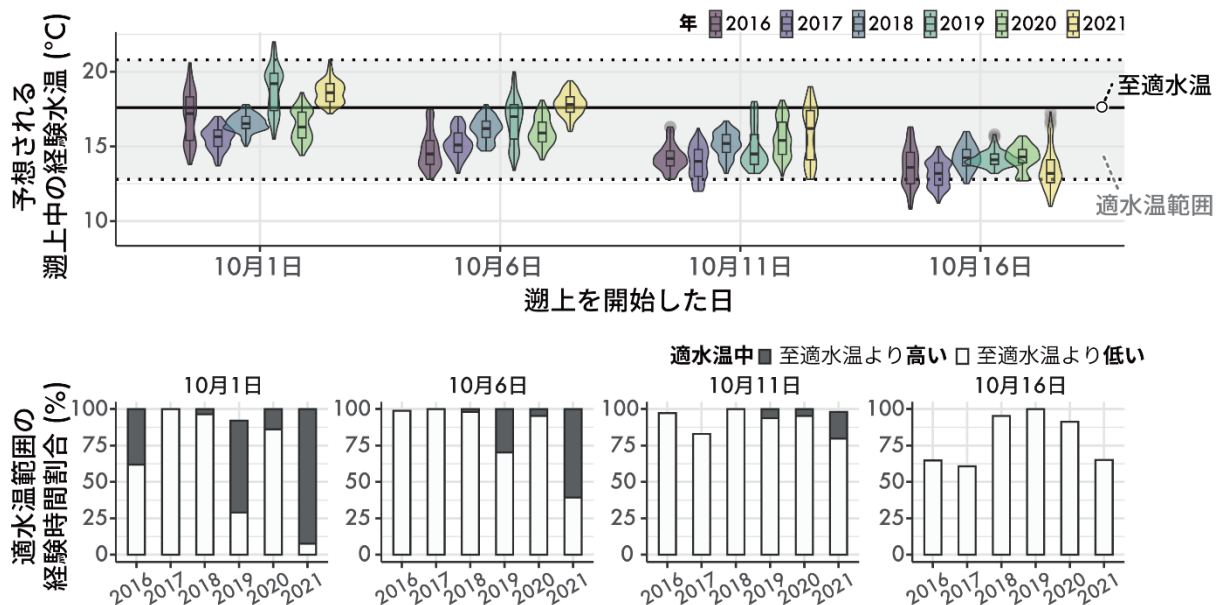


図 7 北上川の河川水温データ 6 年分を用いた遡上中 (10 日で遡上すると仮定) のサケの経験水温の推定

上: 経験水温と至適水温・適水温範囲との関係。下: 適水温範囲が占めている経験時間割合と、中でも至適水温よりも高水温 (黒) と低水温 (白) が占める割合。(Abe et al., 2024 を改変)

## 引用文献

- Abe, T. K., Kitagawa, T., Makiguchi, Y., and Sato, K. 2019. Chum salmon migrating upriver adjust to environmental temperatures through metabolic compensation. *Journal of Experimental Biology*, 222: jeb186189.
- 阿部貴晃. 2022. 異なる水温環境への魚類の代謝応答 —サケ科魚類の温度適応を中心として—. *日本生態学会誌*, 72 : 73-83.
- Abe, T. K., Kitagawa, T., Iino, Y., Ito, M., and Sato, K. 2024. Ecological features of upriver migration in Kitakami River chum salmon and their connection to aerobic thermal performance. *Conservation Physiology*, 12: coae087.
- Clark, T. D., Jeffries, K. M., Hinch, S. G., and Farrell, A. P. 2011. Exceptional aerobic scope and cardiovascular performance of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) may underlie resilience in a warming climate. *Journal of Experimental Biology*, 214: 3074–3081.
- Eliason, E. J., Clark, T. D., Hague, M. J., Hanson, L. M., Gallagher, Z. S., Jeffries, K. M., Gale, M. K., Patterson, D. A., Hinch, S. G., and Farrell, A. P. 2011. Differences in thermal tolerance among sockeye salmon populations. *Science*, 332: 109–112.
- Kitagawa, T., Hyodo, S., and Sato, K. 2016. Atmospheric depression-mediated water temperature changes affect the vertical movement of chum salmon *Oncorhynchus keta*. *Marine Environmental Research*, 119: 72–78.
- Martin, T. L. and Huey, R. B. 2008. Why “suboptimal” is optimal: Jensen’s inequality and ectotherm thermal preferences. *The American Naturalist*, 171: 102–118.
- 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.
- Payne, N. L., Smith, J. A., Meulen, D. E., Taylor, M. D., Watanabe, Y. Y., Takahashi, A., Marzullo, T. A., Gray, C. A., Cadiou, G., and Suthers, I. M. 2016. Temperature dependence of fish performance in the wild: Links with species biogeography and physiological thermal tolerance. *Functional Ecology*, 30: 903–912.
- Raby, G. D., Casselman, M. T., Cooke, S. J., Hinch, S. G., Farrell, A. P., and Clark, T. D. 2016. Aerobic scope increases throughout an ecologically relevant temperature range in coho salmon. *Journal of Experimental Biology*, 219: 1922–1931.
- Salo, E. O. 1991. Life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). In *Pacific Salmon Life Histories* (ed. Groot, C.) and Margolis, I.), pp. 231–309. Vancouver, Canada.
- Tanaka, H., Takagi, Y., and Naito, Y. 2000. Behavioural thermoregulation of chum salmon during homing migration in coastal waters. *Journal of Experimental Biology*, 203: 1825–183

## 研究成果情報

## 降海後に逆方向へ移動するサケ幼稚魚

ほんだ けんたろう  
本多 健太郎 (水産資源研究所さけます部門 資源生態部)

## はじめに

近年日本へのサケの来遊数が著しく低迷しています。日本のサケは、川から海に降った直後から最初の夏を過ごすオホーツク海中央部(図1)に移動するまでの海洋生活初期(幼稚魚期)に大きく減耗すると考えられています(Urawa et al. 2018; 本多・飯野 2025)。来遊数低迷の主要因として、気候変動に伴う海洋環境の変化によって幼稚魚期の減耗の程度が近年強まっていることが疑われていますが、そのメカニズムの解明には至っていません(ただし、Chang et al. 2025を参照)。

これまで、サケの幼稚魚は降海後に進路を大きく間違えることなく目的地まで直線的に移動すると考えられてきた節があります(入江 1990)。私は、サケ幼稚魚が沿岸に滞泳する時期に北海道・本州間の飛行機に乗ることがあれば、なるべく窓側の席に座って広大な海を眺め、幼稚魚の移動に思いを馳せてきました。彼らは地図も持たないのに自身の向かうべき先を理解しているのだろうか。そして、完璧なナビゲーションツールを持っていないのであれば、道に迷うことだってあるだろう。北海道太平洋側の河川起源のサケ幼稚魚も降海後には東向きに移動し、根室半島沖を經由してオホーツク海の沖合へ向かうと考えられてきました(図1)。その一方で、断片的な情報ながら起源河川の河口の西方(オホーツク海とは逆方向)の海域で採捕される幼稚魚が存在することも知られていました(高橋 2010; Saito et al. 2013)。とは言え、どこの河川の幼稚魚が、その何割が、どこまで西方に、何のために移動するのか、そして、西方に移動した個体はちゃんと成長して東方に戻って来られるのか等、わからないことだらけでした。ちなみに、北海道太平洋側河川起源の幼稚魚が津軽海峡を横断して日本海側で採捕された例はありません。

そこで、過去に水産資源研究所さけます部門が北海道太平洋側沿岸で実施した幼稚魚採集調査の結果を集計し、どこの河川起源の幼稚魚がどこまで西方に向かうのかを整理しました。また、幼

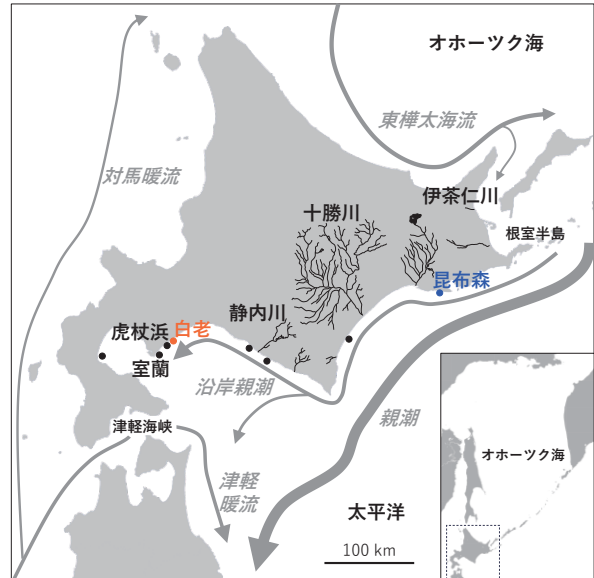


図1. 2001–2021年に図中の7河川から降海したサケ幼稚魚が最短海洋距離にして90 km以上南西方向で採捕された地点(●)(Honda et al. 2025を改変)

想定される春季の北海道周辺の海流をKuroda et al. (2020)を基に矢印で示し、本文中に登場する河川・地点名を記載した。

稚魚の降海履歴(降海日と降海時の体サイズ)と降海後の成長速度が推定できる耳石の日周輪解析\*1という手法を使って、河口の西方と東方の海域で採捕された幼稚魚の降海履歴と成長速度を比較し、それぞれの特徴を調べました。なお、本稿はHonda et al. (2025)の内容を要約したものです。

## 西方に移動したサケ幼稚魚の集計結果

2001~2021年に沿岸調査で採集した北海道太平洋側河川起源のサケ幼稚魚の耳石温度標識\*2のデータを集計した結果、7つの河川を起源とする幼稚魚で、母川の河口から最短海洋距離(陸地を通らない二地点間の最短距離)にして90 km以上南西方向に離れた地点で採捕された魚が2000尾以上確認されました(図1)。200 km以上では210尾でした。もっとも長距離の移動が確認されたのは伊茶仁川から室蘭までの510 kmでした(図1)。ただし、これらの2000尾や210尾は母数が不明

## 用語の解説

\*1 耳石日周輪解析: 耳石上に一日に一本形成される輪紋と輪紋幅からふ化日や成長速度を推定する方法。サケ幼稚魚では、ふ化日ではなく、降海時に形成される明瞭なチェックを基に降海日以降の輪紋を利用する。

\*2 耳石温度標識: 飼育水温を規則的に変化させて耳石の微細輪紋の形成状況を変えることで、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。

なため、南西方向に移動した個体の全体に占める割合はわかりません。そこで、その多寡を示す一例を紹介します。2021 年の春、虎杖浜では計 259 尾のサケ幼稚魚が採捕されましたが、その内の 55 尾 (21.2%) が虎杖浜から約 100 km 東方に位置する静内川 (53 尾) あるいはさらに東方の十勝川 (2 尾) 起源の幼稚魚でした。つまり、これらは生まれた川から 100 km 以上西向きに移動してきた個体ということになります。これでもたかだか 20% と思われるかもしれませんが、その年に太平洋に流入する北海道の河川のふ化場から放流された約 3.6 億尾の稚魚の内、耳石標識が付いていたのはわずか 17.7% でした。さらに、当然標識が付いていない野生のサケも含まれるはずであり、先述の 21.2% はかなり過小評価された数字ということになります。すなわち、北海道太平洋側では相当数の幼稚魚が降海後にオホーツク海とは逆方向に移動することが示唆される結果となりました。

## 西方に移動した個体の特徴

続いて、同じ年に同じ河川で生まれた集団の中で、降海後に西方で採捕された幼稚魚と東方で採捕された幼稚魚の降海履歴と降海後の成長速度、採捕履歴を静内川と十勝川起源の幼稚魚、計 7 集団を対象に調べてみました。ここではその内の一集団の結果を示します。2005 年に十勝川から降海し、河口から最短海洋距離で 272 km 西方に位置する白老で採捕された幼稚魚は、河口から 80 km 東方に位置する昆布森で採捕された幼稚魚に比べて早い時期に降海していたことがわかりました (図 2)。それも、白老で採捕された幼稚魚が降海した時の十勝川河口付近の沿岸表面水温はサケ幼稚魚の適水温の下限とされる 5°C を大きく下回っていました。一方で、成長速度 (図 2 の各線の傾き)

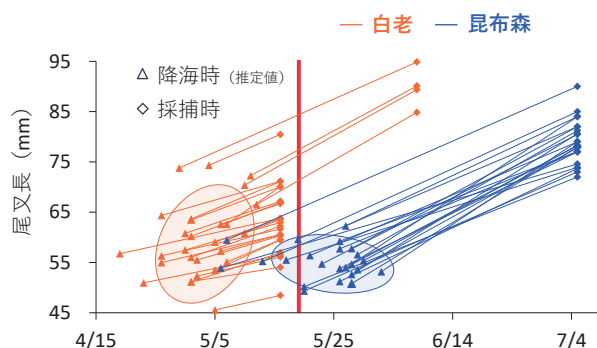


図 2. 2005 年に十勝川から降海後に白老 (十勝川河口からの最短海洋距離: 西方に 272 km) と昆布森 (同東方に 80 km) で採捕されたサケ幼稚魚の降海履歴 (降海日と降海時尾叉長, 耳石日周輪解析で推定) と採捕履歴の関係 (Honda et al. 2025 を改変)

個体ごとに両者を直線でつないで示した。楕円は各群の降海履歴の 80% が収まる範囲を示し、赤色の縦線は十勝川河口の沿岸域が以降 5°C 以上になった日を示す。

と肥満度は昆布森で採捕した幼稚魚の方がそれぞれ速い、低い値に偏っていました。これらの傾向は 2005 年の十勝川起源の集団以外でもおおよそ共通していました。ただし、他集団の中には降海時の沿岸水温が 5°C 以上であっても西方に移動する個体が認められており、適水温でも西方に移動しうることがわかりました。

## 考察

北海道太平洋沿岸ではサケ幼稚魚が滞泳する時期に寒流の沿岸親潮が西向きに流れています (図 1)。2005 年の十勝川起源の例のように、降海時期の沿岸水温が低いとより温かい水温を求めて西方の海域に移動した可能性があり、沿岸親潮に逆らって泳いでまで東方の冷たい海域に移動する利点はなかったのかもしれませんが。一方で、本研究で耳石日周輪解析の対象となった静内川と十勝川起源の幼稚魚では、西方の海域で採捕されるタイミングが、その海域がサケ幼稚魚の適水温の上限とされる 13°C 付近になるタイミングと近いケースが多く見られました。近年北海道太平洋側のサケの来遊数が激減している中で、幼稚魚期の適水温の出現期間が短くなっていることと (Morita and Nakashima 2015; Kuroda et al. 2020)、幼稚魚の餌環境が悪化している可能性が指摘されています

(Yamada et al. 2019; Sato et al. 2021; Chang et al. 2025)。先述の通り、北海道太平洋側河川起源のサケ幼稚魚の多くは直線的にオホーツク海まで向かわないことが明らかになりました。しかし、例えば西方に 100 km 移動した個体は同じ距離を東方に移動しなければスタート地点には戻れず、もちろんオホーツク海にも到達できません。そして、その往復移動のためのエネルギーを確保するためにも餌が必要になります。沿岸環境が良好だった時代には許されたであろう西方への長距離移動が近年では許されにくくなっており、結果的に東方海域へ戻れない、いわゆる「死滅回遊」となる幼稚魚が増えていることが懸念されます。実際に十勝川起源のサケでは、幼稚魚期の適水温期間が短いと親魚の回帰率が低下することが示唆されています (斎藤 2023)。昆布森で採捕された幼稚魚の成長速度が速く、且つ肥満度が低く偏ったことも、沿岸親潮に逆らって東方に移動する過程で、エネルギーをより多く消費し、速く成長した幼稚魚が生き残った結果 (成長依存の減耗, 本多 2019 を参照) とも考えられます。ふ化放流の観点からは、東方の昆布森で採捕された幼稚魚が降海した時の沿岸水温が大方 5°C を超えていたことから、なるべく西方に向かわせないためには沿岸水温 5°C 以上での放流が推奨されます。

## おわりに

地球温暖化の進行とともに、さけます類は南方の個体群ほど分布域や個体数が減少しています (North Pacific Anadromous Fish Commission 2023; Chang et al. 2025)。今後日本のサケにとって環境収容力がさらに減少することが想定されていますが (Kaeriyama 2023; ト部 2025), 北海道太平洋の沿岸環境がサケ幼稚魚にとって一層融通の利かない厳しいものになってしまわないか心配です。

## 引用文献

- Chang, Y-LK., Honda, K., and Morita, K. 2025. Beyond lethal temperatures: Factors behind the disappearance of chum salmon from their southern margins under climate change. *PLoS One*, 20(9): e0330957.
- 本多健太郎. 2019. 成長が速いサケ幼稚魚は生き残りやすい. *SALMON 情報*, 13: 20–22.
- 本多健太郎・飯野佑樹. 2025. サケ幼稚魚の成長と生残 -オホーツク海までの険しい道のり. *生物の科学 遺伝*, 79(2): 118–123.
- Honda, K., Shirai, K., Morishita, T., and Saito, T. 2025. Characteristics of juvenile chum salmon carrying out inverse migrations after ocean entry from rivers along the Pacific coast of Hokkaido, Japan. *Fish. Oceanogr.*, 34 (1), e12698.
- 入江隆彦. 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的研究. 西海区水産研究所研究報告, 68: 1–142.
- Kaeriyama, M. 2023. Warming climate impacts on production dynamics of southern populations of Pacific salmon in the North Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr.*, 32: 121–132.
- Kuroda, H., Saito, T., Kaga, T., Takasuka, A., Kamimura, Y., Furuichi, S., and Nakanowatari, T. 2020. Unconventional sea surface temperature regime around Japan in the 2000s–2010s: Potential influences on major fisheries resources. *Front. Mar. Sci.*, 7: 574904.
- Morita, K., and Nakashima, A. 2015. Temperature seasonality during fry out-migration influences the survival of hatchery-reared chum salmon *Oncorhynchus keta*. *J. Fish Biol.*, 87, 1111–1117.
- North Pacific Anadromous Fish Commission. 2023. The status and trends of Pacific salmon and steelhead trout stocks with linkages to their ecosystem. *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep.*, 19.
- 齋藤寿彦. 2023. サケ放流手法の最適化を目指して. *SALMON 情報*, 17: 3–8.
- Saito, T., Watanabe, K., Sasaki, K., and Takahashi, F. 2013. The dispersal pattern of juvenile chum salmon in the Pacific Ocean off the coast of Hokkaido, Japan. *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep.*, 9: 21–22.
- 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.
- 高橋史久. 2010. 耳石温度標識放流魚から得られた知見 その 2 (放流時期とサイズの検討). *SALMON 情報*, 4: 12–14.
- ト部浩一. 2025. 母川回帰時のサケの回遊と気候変動 -受難は続く. *生物の科学 遺伝*, 79(2): 124–131.
- Urawa, S., Beacham, T. D., Fukuwaka, M., and Kaeriyama, M. 2018. Ocean ecology of chum salmon. In R. Beamish (Ed.), *Ocean ecology of Pacific salmon and trout* (pp. 161–317). Bethesda, MD: American Fisheries Society.
- Yamada, Y., Sasaki, K., Yamane, K., Yatsuya, M., Shimizu, Y., Nagakura, Y., Kurokawa, T., and Nikaido, H. 2019. The utilization of cold-water zooplankton as prey for chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) in Yamada Bay, Iwate, Pacific coast of northern Japan. *Reg. Stud. Mar. Sci.*, 29: 100633.

## 研究成果情報

本州日本海側のサケ回帰率を高める放流手法の検討  
～いつ・何グラムで放流すればよいか～

いいだ まさや  
飯田 真也 (水産資源研究所水産資源研究センター 底魚資源部)

## はじめに

日本のサケ *Oncorhynchus keta* 資源の管理方策として、野生魚の保全も注目されるようになってきたものの(森田 2020; 飯田 2022), 基本的にはふ化放流事業が重点的に行われています(渡邊・本多 2025)。本州日本海側(青森県-石川県, 以下, 当海域)におけるサケ放流は, 主に内水面漁業協同組合によって行われますが, 以下の課題から現行の放流規模を維持することが困難になってきました。サケの漁獲量が比較的少ない当海域では, 放流事業経費の大半を国や県からの補助金が占めていますが, それら補助金が減額しています(新潟県を図 1A に例示)。電気・餌代が近年高騰していることと相まって, 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 71% が 60 代以上と漁業従事者の中でも特に高齢化が進んでおり, 30 代以下は 5% と非常に少なく, 後継者不足も顕在化しています(玉置 2021)。実際, 当海域のサケ放流数は減少の一途をたどっており, 1991 年に 2.7 億尾だったのが 2023 年には 0.9 億尾と 35% まで低下しま

した(図 1B)。これら経営的課題を踏まえると, サケ放流数が今後増加傾向に転じるのは極めて困難と考えざるを得ません。当海域のサケ資源を持続的に利用していくためには, 放流数が減少しても親魚となって帰ってくるサケの数が維持されるよう, 放流サケの回帰率をよりいっそう高めていくことが大切です。

放流サケの回帰率を高めるには, その地域に適した環境およびサイズで放流することが重要であり, この概念を「放流適期・適サイズ」と言います(関 2013)。これを明らかにするには, 異なる環境条件, 異なるサイズで放流し, それら要因の違いが回帰率に与える影響を評価する必要がありますが, 残念ながら当海域では十分検討されてきませんでした。そこで, 本研究では環境条件として放流地先の沿岸水温に注目し, 放流時の沿岸水温および放流サイズが回帰率に与える影響を標識放流調査によって調べ, 当海域の「放流適期・適サイズ」, いつ・何グラムで放流すればよいかを検討しました(Iida 2024)。以下, 概要を紹介します。

## 耳石温度標識魚の放流と回帰率推定

新潟県三面川鮭産漁業協同組合および富山県庄川沿岸漁業協同組合連合会が運営するふ化場において, 2011–2016 年級を対象に耳石温度標識を施したサケ稚魚を放流しました。三面川および庄川のサケ平均捕獲数は当海域のベスト 3 に入り(1997–2021 年平均, 水産研究・教育機構 2025), 両河川は当海域を代表するサケ増殖河川です。標識魚の放流時期・サイズは河川および年級で異なり, 三面川では 2 月上旬から 3 月下旬に体重 0.86–1.16 g, 庄川では 1 月下旬から 3 月中旬に体重 0.34–0.75 g で放流しました。庄川では河川水と地下水の混合水で飼育されるため, 地下水のみが用いられる三面川に比べて飼育水温が低く, 放流サイズが小さくなりました。標識魚の放流数は年級で異なり, 三面川で 1.9–4.1 百万尾, 庄川で 0.4–4.2 百万尾でした。標識魚を放流後の 1 ヶ月間における地先の沿岸表層水温の平均値(以下, 沿岸水温)は三面川では 9.7–11.9°C, 庄川では 9.9–12.1°C でした。

続いて回帰率の推定方法を簡単に説明します。標識魚は 3–5 年後, 母川回帰します。2014–2020 年 10 月下旬から 12 月上旬(2016 年級 5 年魚は

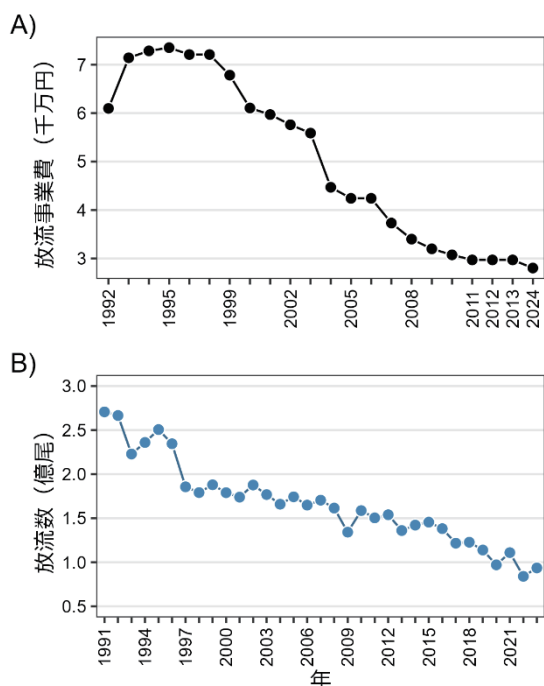


図 1. A) 1992–2024 年新潟県サケ増殖事業経費 (田嶋 2014; 新潟県農林水産業施策の概要)  
B) 1991–2023 年本州日本海側(青森県-石川県)におけるサケ稚魚放流数 (水産研究・教育機構 2025)

解析に含まれない), 両河川のウライで捕獲したサケ親魚 100 尾 (雌雄各 50 尾) について, 体長と体重を測定し, 鱗紋による年齢査定および耳石温度標識の査定を行いました。そして, 当該標識魚の年齢と耳石温度標識パターンから起源(いつ・何グラムで放流された標識グループ)を特定し, 各標識グループの年齢ごとの出現率を確かめました。調査句ごとに各標識グループの出現率と河川捕獲数を乗じ, それらを合算することで, 当該標識グループが3-5歳魚として回帰した尾数の合計を求めました。その合計を放流数で割った値を当該標識グループの回帰率と決めました。回帰率への影響要因を検討するため, 目的変数に対数変換した回帰率, 説明変数として沿岸水温および放流体重と放流河川の交互作用項を設定した一般線型モデルを構築しました。

### 回帰率と沿岸水温の関係

2011-2016 年級標識グループの推定回帰率は, 三面川では 0.06%-0.32%, 庄川では 0%-0.45% でした (図 2)。標識放流調査によって回帰率を確かめた先行研究では, 北海道で 0.01%-0.14% (實吉ら 2013; Nagata et al. 2016), 本州太平洋側で 0.03%-0.10% (佐々木ら 2018), 本州日本海側で 0.37%-1.02% (飯田ら 2018) であったことを報告しており, 本研究で得られた推定回帰率 (0%-0.45%) は先行研究の範囲内にありました。

サケは冷水性魚類であり, 稚魚が海に下ったタイミングでの好適水温は 5-13°C と考えられています (入江 1990, 関 2013)。本研究の標識魚を放流した時の沿岸水温 (9.7-12.1°C) は好適水温 (5-13°C) の範囲内にあったにも関わらず, 両河川の回帰率は沿岸水温が高いほど低下しました (図 3)。一般的に, 沿岸水温が回帰率に与える影響は海域によって異なり, 生息水温がもともと冷たい北方海域では沿岸水温が高いほど回帰率が高まり, 反対に暖かい南方海域では沿岸水温が高いほど回帰

率が低下する傾向にあると指摘されてきました (Mueter et al. 2002)。当海域はサケの分布南限にあたり, 対馬暖流の影響を受けるため, 沿岸水温が通年 8°C 以上あります (山本・今井 1990)。当海域では放流時の沿岸水温が好適水温の範囲内であっても水温がより低いタイミングで放流した方が回帰率は高まると考えられました。ただし, 本研究では沿岸水温が回帰率に影響を与えるメカニズムの解明には至っていません。本州太平洋側で行われた最新の研究では, サケ個体群増加率は海洋生活初期の沿岸水温と負の相関 ( $r = -0.61, p = 0.005$ ), 餌となる動物プランクトン量と正の相関 ( $r = 0.65, p < 0.01$ ) にあったものの, 沿岸水温と動物プランクトン量の間に関連が認められたために行った偏相関解析では動物プランクトン量とのみ有意な関係にあったことを指摘しています (Chang et al. 2025)。この指摘は回帰率が実質的に影響を受ける要因は沿岸水温でなく動物プランクトン量であることを示唆しており, 本州日本海側でも同様の検討を行うことが望まれます。

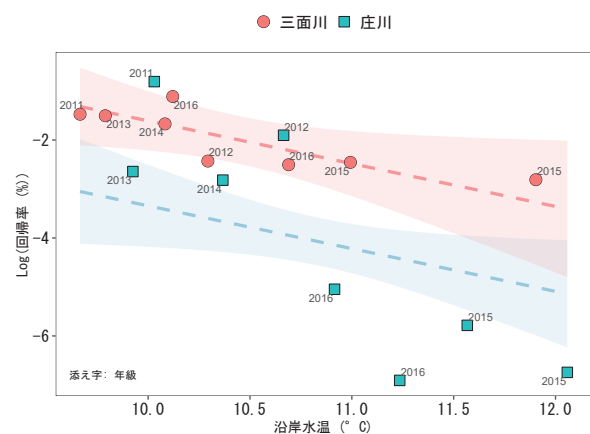


図 3. 対数変換した耳石温度標識グループの回帰率と放流時沿岸水温の関係  
破線および帯は一般線形モデルに基づく平均的な体重で放流した時の回帰率の期待値と 95% 信頼区間を示す (Iida 2024 の Fig. 4 を改変)。

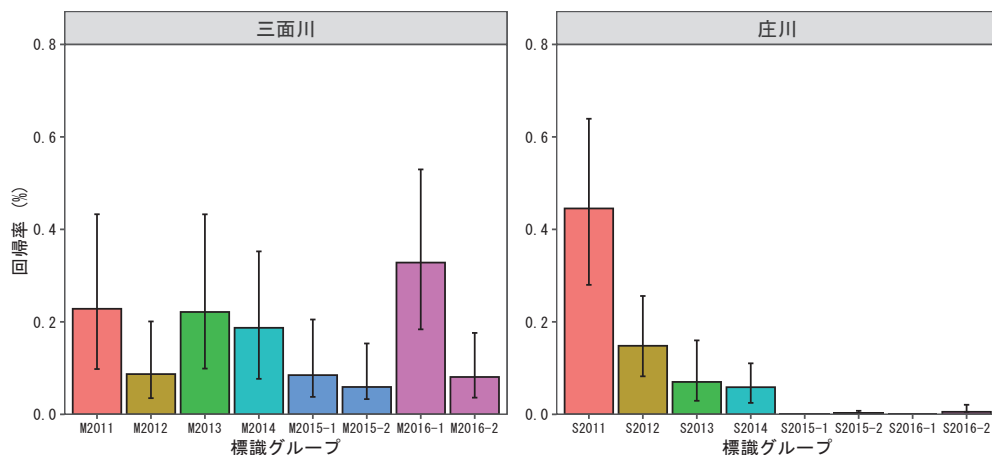


図 2. 新潟県三面川および富山県庄川に放流した 2011-2016 年級サケ耳石温度標識グループの回帰率  
エラーバーはブートストラップ法に基づく 95% 信頼区間 (Iida 2024 の Fig. 3 を改変)。

## 回帰率と放流体重の関係

回帰率は放流体重が重いほど高まる傾向にありました(図4)。先行研究では放流したサケ稚魚が小型なほど捕食者(大型魚類)に食べられやすかったと指摘しています(Hasegawa et al. 2021)。放流サケが被食されにくいよう、大きく育ててから放流した方が回帰率は高まると考えられました。ただし、三面川で認められるように、0.8 g以上で放流した場合、回帰率と放流体重の関係は明瞭でなく(図4破線の傾きが緩やか)、当海域では0.8 g以上にする必要性は低いと考えられました。なお、北海道では1 g以上のサケ稚魚を放流することが推奨されてきましたが(関 2013)、当海域では総じて施設能力(ふ化用水量や飼育池数による収容力)が高くないふ化場が多く、ひとまず0.8 gを目標サイズとすることは現実的と言えます。

## 回帰率を高める放流手法の検討

今回構築した一般線型モデルは、回帰率と沿岸水温(図3破線)および放流体重(図4破線)の関係を簡単な数式で表現します。この関係式に基づき、ある沿岸水温の時にある体重で放流した場合に期待される回帰率を逐次的に計算し、回帰率の期待値の等値線図を描きました(図5)。この等値線図に基づき、両河川における「放流適期・適サイズ」を検討しました。放流体重が0.8 g以上と比較的大きな稚魚を放流する三面川では、回帰率の等値線が垂直に近いことから分かるように、放流体重を0.8 g以上にしても回帰率を高める効果はあまり望めません(図5A)。したがって、稚魚が0.8 g以上に育っているのであれば、それ以上大きくする努力はせず、沿岸水温が暖くなる前に放流することが推奨されます。

三面川に比べて比較的小さな稚魚を放流する庄川では、回帰率の等値線が右肩上がりになっていることから分かるように、より大きく育てた稚魚を沿岸水温が低い時に放流することが求められます(図5B)。ただし、稚魚の大型化は飼育期間の延長、ひいては沿岸水温が高いタイミングでの放流に繋がりがかねません。庄川における「放流適期・適サイズ」を検討するのは非常に難しいのですが、体重が0.64 g以下だと、沿岸水温がいくら低くても0.1%以下の回帰率しか期待出来ないため、ひとまず0.7 g程度まで育てることを目指し、沿岸水温の立ち上がりが早そうだったら直ちに放流、立ち上がりが鈍そうであれば飼育を継続して大型にしてから放流する、といった考え方が推奨されます。

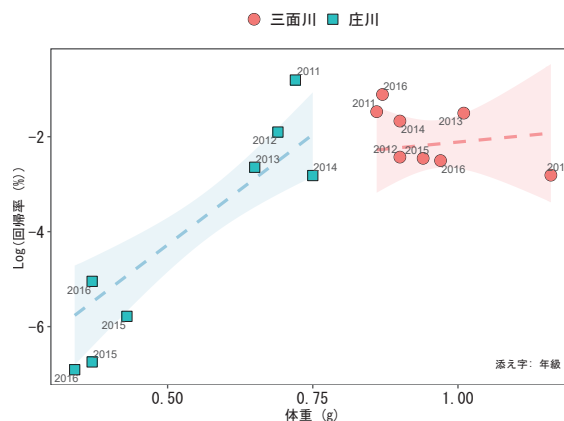


図4. 対数変換した耳石温度標識グループの回帰率と放流体重の関係  
破線および帯は一般線形モデルに基づく平均的な沿岸水温で放流した時の回帰率の期待値と95%信頼区間を示す(lida 2024のFig. 5を改変)。

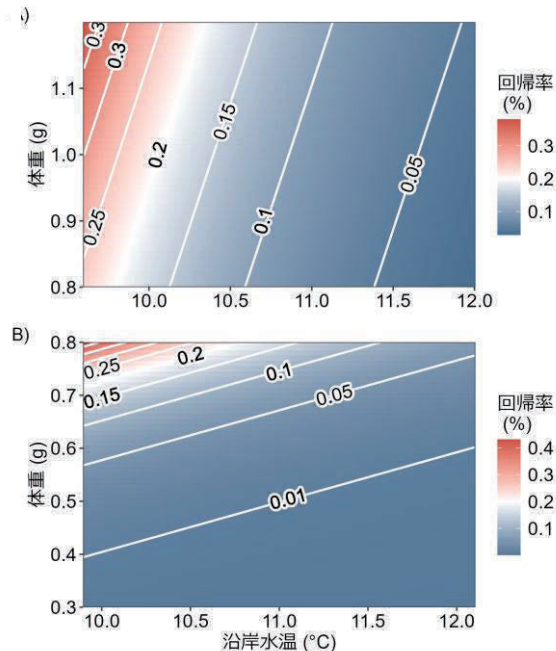


図5. 新潟県三面川(A)および富山県庄川(B)における放流時沿岸水温および放流体重の違いによる回帰率の等値線(lida 2024のFig. 6を改変)  
例えば、三面川で体重1 gの稚魚を放流する時、沿岸水温が10°Cだと0.2%の回帰率が期待出来ることを表す。

## 結びに

本研究で得られた回帰率の等値線図(図5)は、沿岸水温が高ければ放流サケをいかに大きくしようと低い回帰率しか期待出来ないことを示しています(例えば、沿岸水温が11.5°C以上なら放流体重に関わらず0.1%未満の回帰率しか期待出来ない)。大陸に囲まれて閉鎖的な日本海は地球温暖化の影響を強く受け、表層水温の変化は全球では+0.5°C/100年であったのに対して日本海では+1.26-1.66°C/100年であったことが報告されてい

ます (井上・日比野 2007)。海に下ったサケ稚魚が生息する当海域の春期沿岸水温 (2003-2025 年) に注目すると、2011 年以降顕著な昇温傾向を示しており、海洋の温暖化が当海域のサケ資源に深刻な影響を及ぼすことが懸念されます (図 6)。当海域においてふ化場間で連携したふ化放流事業は殆ど行われてきませんでした。海洋の温暖化の影響を少しでも軽減出来るような取り組みが今後重要と考えます。例えば、各ふ化場で得た種卵を水温が比較的高いふ化場で種卵を一括管理して成長を促進し、成長促進した発眼卵を各ふ化場に分配することで沿岸水温が少しでも低いタイミングでの放流に繋げるなど、地域一帯となったふ化放流事業を推進していくことが望まれます。

## 引用文献

- Chang et al. 2025. Beyond lethal temperatures: Factors behind the disappearance of chum salmon from their southern margins under climate change. *PLoS One*, 20: e0330957.
- Hasegawa et al. 2021. Small biased body size of salmon fry preyed upon by piscivorous fish in riverine and marine habitats. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 8: 631–638.
- 飯田ら. 2018. 山形県月光川において異なる時期に放流したサケ *Oncorhynchus keta* の回帰率比較. *水産増殖*, 66: 137–140.
- 飯田真也. 2022. 本州日本海側における野生サケ資源の現状と保全. *SALMON 情報*, 16: 3–8.
- Iida Masaya. 2024. Relationship between in-river return rate of hatchery-origin chum salmon *Oncorhynchus keta* and coastal water temperature and body weight at release on the Japan Sea side of Honshu, Japan. *Environ. Biol. Fishes*, 107: 1247–1261.
- 井上博敬・日比野 祥. 2007. 日本海の海面水温の長期変動に関する調査. *海と空*, 83: 15–18.
- 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. *西水研報*, 68, 1–142.
- 森田健太郎. 2020. サケを食べながら守り続けるために. *日水誌*, 86: 180–183.
- Mueter et al. 2002. Opposite effects of ocean temperature on survival rates of 120 stocks of Pacific salmon (*Oncorhynchus spp.*) in northern and southern areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 45–63.
- Nagata et al. 2016. Effects of release timing on the

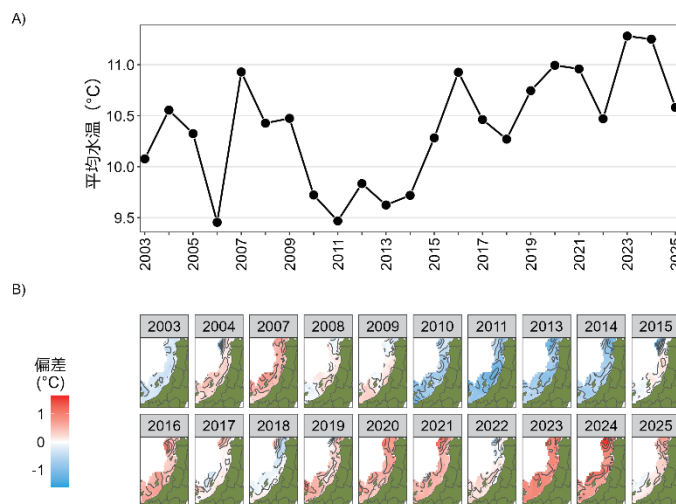


図 6. 本州日本海沿岸の 2003-2025 年 3-4 月表層水温の平均値 (A) およびその偏差マップ (B)  
 FRA-ROMS II (<https://fra-roms.fra.go.jp/fra-roms/>, 参照 2025-10-16) の 0.5° メッシュ日別表層水温のうち、海岸距離 50 km 以内のデータを解析した。偏差マップでは 2003-2025 年平均値に対する当該年の差分をグリッドごとに描写した。

recovery of laterun chum salmon in the Okhotsk Sea coast of Hokkaido, Japan. *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull.*, 6, 87–95.

- 新潟県. 2025. 農林水産業施策の概要 (令和 7 年度版), <https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/441560.pdf>, (参照 2025-10-16).
- 實吉ら. 2013. 暑寒別川における異なるサイズで放流したサケの回帰率. *北水試研報*, 83, 13–17.
- 佐々木ら. 2018. 稚魚の生残性や成長率、親魚の回帰率による評価. *月刊海洋*, 50: 519–522.
- 関 二郎. 2013. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史 (放流編). *水産技術*, 6: 69–82.
- 水産研究・教育機構 (編). 2025. *Salmon Database*. <https://www.fra.go.jp/shigen/salmon/sdb.html>, (参照 2025-10-16).
- 田嶋健明. 2014. 新潟県におけるシロザケ増殖事業の特質と展望に関する研究. 東京海洋大学大学院修士論文.
- 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.
- 渡邊久爾・本多健太郎. 2025. 61 サケ (シロザケ) 日本系. 「令和 6 年度国際漁業資源の現状 (水産庁編)」, 水産庁・水産研究教育機構, 東京, URL: [https://kokushi.fra.go.jp/R06/R06\\_61\\_CHU.pdf](https://kokushi.fra.go.jp/R06/R06_61_CHU.pdf), (参照 2025-10-16).
- 山本克巳・今井正直. 1990. 奥羽沿岸海域 II 物理. 続・日本全国沿岸海洋誌 (総説篇・増補編) (日本海洋学会・沿岸海洋研究部会・「沿岸海洋誌」編集委員会編). 東海大学出版, 東京, pp. 805–819.

## 技術情報

## サケ卵の衝撃耐性試験の結果と卵管理への応用

ひらばやし ゆきひろ  
平林 幸弘（水産資源研究所さけます部門 資源増殖部）

## はじめに

サケのふ化放流事業では、採卵受精した卵はふ化器に收容し（図 1）、発眼期まで衝撃を与えないで管理するのが基本とされています（野川 2010）。その理由は、発眼期前のサケ卵は外部からの衝撃に弱く、この期間に衝撃を受けると死卵や奇形魚を生じてしまう恐れがあるためです。このことはサケ卵を管理する上で重要な注意点としてふ化放流の現場に良く知られていて、例えば、卵管理のための作業のうち淘汰や検卵は必ず発眼期以降に行われています。しかし、全ての作業を発眼期以降にできるとは限らず、状況によっては発眼期前に攪拌などの作業を行わざるを得ない場合があります。

このような場合、上述のとおり発眼期前は衝撃に弱いため、卵は慎重に扱わなければなりません。では、サケ卵は具体的にいつ、どのくらい弱いのでしょうか？ 残念ながらこれについては、岡田（1954）、広井（1981）等の報告があるものの、情報が少ないため、現場では十分理解されているとは言えません。実は筆者も理解できていなかった一人で、卵を攪拌する頃合の判断に迷うことが度々ありました。そこで、無用なリスクを避け、合理的な卵管理作業を行うため、サケ卵の衝撃耐



図 1. ふ化器に收容された採卵受精後のサケ卵



図 2. 天塩さけます事業所と徳志別さけます事業所の位置

性を調べる試験を行いました。以下にその概要を紹介いたします。

## 試験方法

試験は H30-R4 年度に天塩さけます事業所、徳志別さけます事業所において行い（図 2）、サケ卵の衝撃耐性の指標として、受精卵を一定の高さから落下させ、生き残った割合を調べました。卵に与える落下衝撃は、高さの異なる①-③の 3 通りの方法を設定し（図 3）、それぞれに 4-7 試験群を設けました。各試験群の卵歴等は表 1 のとおりです。

- ① 大衝撃：高さ 60 cm のふ化槽の上端からザルの中へ、1 リットルの水と一緒に卵を落下。
- ② 軽衝撃：高さ 10 cm のザルの枠上から底面へ卵を落下。
- ③ 微衝撃：高さ 6 cm のザルの枠上から底面へ卵を落下。

表 1. 試験に使用したサケ受精卵の採卵時期、採卵河川及び卵数「カゴ数」は受精卵を取り分けたカゴの数を指し、各試験群において卵を落下させた回数と同義。

衝撃区分	試験群	採卵時期	採卵河川	カゴ数	1カゴの卵数(粒)
大衝撃	①-1	H30年 11月上旬	天塩川	9	100
	①-2	R01年 09月下旬	天塩川	12	200
	①-3	R01年 10月上旬	天塩川	11	200
	①-4	R01年 11月上旬	天塩川	20	200
軽衝撃	②-1	H30年 11月上旬	天塩川	7	100
	②-2	R01年 10月中旬	天塩川	12	100
	②-3	R01年 11月上旬	天塩川	12	100
	②-4	R02年 11月上旬	天塩川	14	100
	②-5	R03年 11月中旬	徳志別川	16	100
	②-6	R04年 11月上旬	徳志別川	16	100
	②-7	R04年 11月上旬	徳志別川	16	100
微衝撃	③-1	R01年 10月中旬	天塩川	12	100
	③-2	R01年 11月上旬	天塩川	12	100
	③-3	R02年 11月上旬	天塩川	14	100
	③-4	R03年 11月中旬	徳志別川	16	100
	③-5	R04年 11月上旬	徳志別川	16	100



図 3. 落下衝撃を卵に与えた 3 通りの方法（①大衝撃：1 リットルの水と一緒に 60 cm 落下、②軽衝撃：高さ 10 cm の落下、③微衝撃：高さ 6 cm の落下）

各試験群には同一採卵群のサケ受精卵を用い、これを100粒または200粒ずつ複数のカゴに取り分け(図4)、積算温度がおおよそ8-30°C経過する毎に一カゴずつ、卵に落下衝撃を与えていきました(図5)。落下後の卵は再びふ化槽に戻し、浮上期までそのまま卵管理、仔魚管理を行いました。卵管理中には、通常のふ化放流事業と同様に、淘汰・検卵を積算温度320°C前後で行いました。受精から浮上までの試験期間を通して適宜死卵、死魚、奇形魚を取り上げ、その合計数と試験開始卵数から生残率を算出しました(試験群①-2はふ化まで)。

なお、本稿では卵の発育程度の指標として「積算温度」を用いています。積算温度とは1日の平均水温を毎日足し上げた数値です。例えば、水温8.0°Cで受精後10日間経過の場合、8.0°C×10日=積算温度80°Cとなります。サケの発眼期は積算温度で約240°C、ふ化は約480°Cが目安です。

## 試験結果と考えられること

大衝撃は淘汰を模した試験です。その結果を図6に示します。大衝撃を与えた卵は積算温度150°C頃まではほぼ全滅と言える結果でしたが、その後200°C付近の短期間に生残率は急激に上昇し、250°C以降には何れの試験群も94%以上となりました。これは通常のふ化放流事業におけるサケ卵の生残率と比較して遜色ないかそれ以上の数値です。ただし、生残率の推移は試験群毎に若干ズレていることから、衝撃耐性に少しずつ差があったことが窺えます。また、積算温度180-290°Cの間に衝撃を受けた卵は、少数ながら奇形魚が生じていて、へい死には至らずともダメージを受けていたものと推測できます。淘汰時期の目安は、その強度によっても違いはあると思いますが、無用な死卵や奇形魚を出さずに一定の安全性を担保するには、積算温度300°C以降とするのが妥当と言えます。実態としても、どのふ化場もこの時期に淘汰・検卵を行っていると思います。

軽衝撃と微衝撃は共に卵管理作業の中で不意に生じ得る衝撃をイメージした試験です。両試験結果とも生残率は大衝撃とは異なるパターンとなりました(図7, 8)。軽衝撃を与えた卵は、積算温度0°C(受精の1時間後)での各群の生残率は57-89%でしたが、何れも発育が進むにつれて徐々に低下していき、85-142°Cの間に最低値(7-39%)を示しました。その後、生残率は急激な上昇に転じ、180°C以降では全ての試験群で94%以上の生残率となりました。微衝撃では軽衝撃よりも生き残りが良かったですが、高さ6cmの落下であっても卵の発育時期によっては20%以上の死卵が生じました。積算温度0°Cでの各試験群の生残率は



図4. (上) 卵を100粒ずつ入れたカゴ  
トリカルネットと排水ネットで作成。200粒の場合は別の角カゴ(約21cm×17cm)を使用した。  
(下) ふ化槽内で管理中の試験群  
卵はカゴに入れたまま浮上期までふ化槽内で管理した。  
なお、ふ化以降はシートを被せて遮光した。

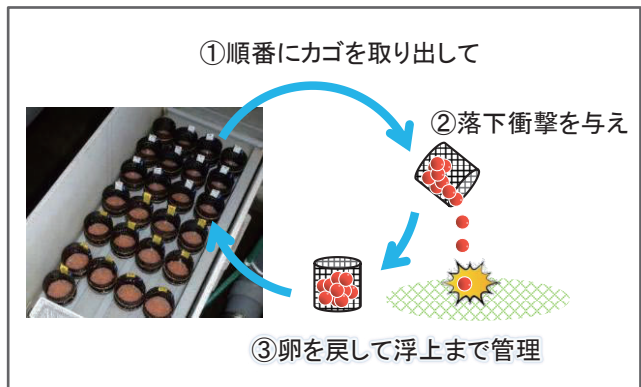


図5. 卵に落下衝撃を与えた手順  
ふ化槽内で管理している卵は、一定の積算温度が経過する毎(例えば25°C毎)に一カゴずつ順番に取り出し、所定の落下衝撃を与え、再びカゴに入れてふ化槽に戻す。これを全てのカゴの数だけ繰り返した。

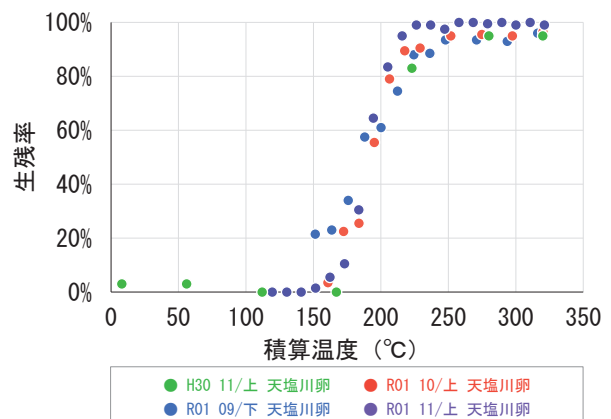


図6. 大衝撃を与えた卵の生残率(横軸は衝撃を与えた時点の積算温度)

89-100%でしたが、軽衝撃と同様、発育が進むにつれて生残率は徐々に低下していき、64-135°Cの間に最低値（53-79%）を示しました。その後、生残率は上昇に転じ、160°C以降では全ての試験群で97%以上の生残率となりました。

このように軽衝撃、微衝撃とも、積算温度が50-150°Cの頃に生残率が最も低下していることから、サケ卵は特にこの時期が外部からの衝撃に弱いのではないかと推測されます。岡田（1954）でも、（管理水温 9-12°C で）受精後 12-15 日から 17-21 日にかけての数日間で卵の落下衝撃に対する抵抗性が增大したと報告されています。衝撃の与え方が若干異なるため単純比較はできませんが、今回の結果とほぼ一致します。これらを卵管理に当てはめてみると、例えば発眼期前にやむを得ず、ふ化槽内の通水性確保等のため卵を攪拌するといった場合には、できるだけ積算温度 50-150°C の時期は避け、180°C 以降に行う方がリスクは小さくなりそうです。なお、180°C 以降であってもリスクがゼロになるとまでは言えませんので、卵に触る場合はやはり十分に注意すべきでしょう。

## おわりに

本稿では天塩川と徳志別川のサケ卵を用いた衝撃耐性の試験結果を紹介しました。卵管理を適切に行うためには、基本を大切にするのと同時に、受精卵の持つ性質を良く理解することも必要だと思います。道北 2 河川のデータのみで十分とは言えない試験結果ですが、現場の卵管理業務に少しでも参考となれば幸いです。特にミズカビ症対策に有効だった水産用医薬品パイセスが R6 年末をもって販売終了となったため、以前のように攪拌で対処せざるを得ないふ化場もあるのではないのでしょうか。また、サケ卵の大きさが地域や河川によって異なるように、衝撃耐性などの特性にも地域差があるかもしれません。おおよその傾向は共通すると予想しますが、より信頼できる知見を得るためには、他の地域にある河川の卵についても同様な試験を行い、結果を確認する必要があるようです。

最後に、試験用サケ卵の用意にご協力いただきました（社）留萌管内さけ・ます増殖事業協会、（社）宗谷管内さけ・ます増殖事業協会の皆様に、この場を借りて感謝申し上げます。

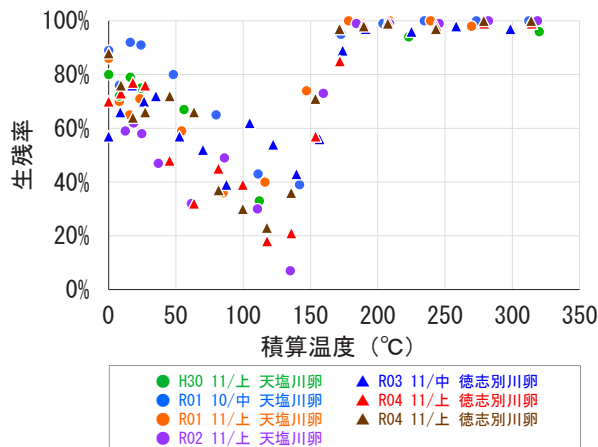


図 7. 軽衝撃を与えた卵の生残率（横軸は衝撃を与えた時点の積算温度）

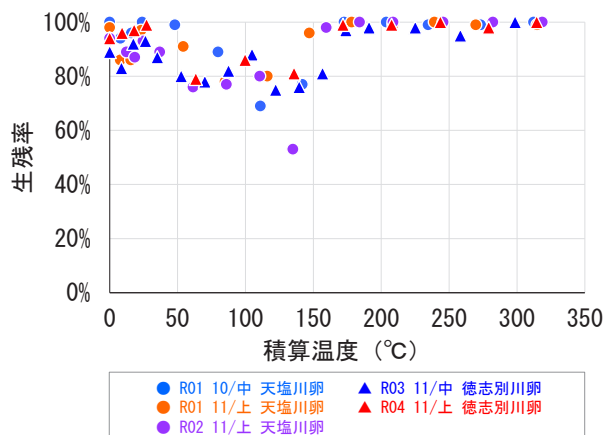


図 8. 微衝撃を与えた卵の生残率（横軸は衝撃を与えた時点の積算温度）

## 引用文献

- 岡田 雋. 鮭卵の落下衝撃に対する抵抗性及びその機構（第 1 報）. 北海道大学農学部邦文紀要. 1954; 2(2), 204-212.
- 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.
- 広井 修. 1981. サケ資源の初期減耗—特に人工ふ化放流における卵から稚魚放流までの減耗要因について. 漁業資源研究会議報. (22), 53-56.

## トピックス

## さけます類の稚魚放流を支える沿岸水温情報

とや ゆうこ  
戸谷 夕子 (水産資源研究所さけます部門 資源生態部)

## はじめに

さけます類の稚魚を放流する適切なタイミングを判断するためには、それらが生息する極沿岸域の水温が適温であるかを把握することが必要です。しかし、定置網に設置した水温ロガー<sup>※1</sup>では、水温をリアルタイムで把握することはできません。また、現行の人工衛星や海況監視予測システムは解像度が粗く極沿岸域の水温を正確に推定できないため、実際の観測値と比較すると最大で数°Cの誤差が生じる場合があります。

そこで私たちは、北海道沿岸 16 カ所<sup>※2</sup>において、気象データや海洋観測データを用いて「現在の沿岸水温を推定するモデル」と、主要な海流強度(一秒に流れるの水の量)の指標を利用して「1 か月先の水温を予測するモデル」を作成し、極沿岸水温の推定値と予測値をウェブサイト「さけます稚魚降海先沿岸水温情報(北海道)」で公開しています。

URL <https://salmon-ctmp.fra.go.jp/>

※1 水温ロガー: 水温を経時的に測定しデータを記録保存する観測機器(リアルタイム観測機器もあるが、導入には莫大なコストがかかる)。現在、さけます部門では北海道沿岸の 15 定点にロガーを設置し、沿岸水温をモニタリングしている。  
 ※2 北海道内 16 カ所: 北見枝幸、常呂、斜里、羅臼、標津、別海、根室、昆布森、桂恋、大樹、静内、白老、八雲、瀬棚、厚田、遠別

## 水温の見える化と予測の方法

## 1. 現在の水温を推定する方法

過去に観測された水温や気象データをもとに、衛星観測水温を統計的に補正し、極沿岸域の水温を推定しています。これにより、準リアルタイムの水温をウェブサイト上で閲覧することができます。

## 2. 1 か月先の水温を予測する方法

北海道沿岸を流れる主な海流(親潮・沿岸親潮・津軽暖流)強度の指標および気温データを用いて、1 か月先の極沿岸水温を予測します。これにより、稚魚放流の最適なタイミングの決定をサポートします。

## ウェブサイトの概要

ウェブサイトは「現在の水温情報」、「1 か月先の予測水温情報」、「過去の水温情報」の 3 つのペ

ージで構成されています。

## 1. 現在および予測水温の表示

北海道沿岸 16 カ所の現在水温はマップ上に表示されます(図 1)。カラーマップは気象庁による 0.25°格子の衛星海面水温であり、マップ内の数字は本研究による高精度な推定水温を示しています。推定水温がさけます類の稚魚に適した 5~13°C に達した場合、あるいはその範囲に近づいた場合には、数字を囲む円形の枠が赤・橙・黄色で点滅し、最適な放流時期であることを知らせます。

また、数字をクリックすると、その地点における 3~6 月の水温の推移がグラフとして表示され、高精度な推定値、未補正の衛星水温、過去 10 年間の平年値を比較することができます(図 2 は枝

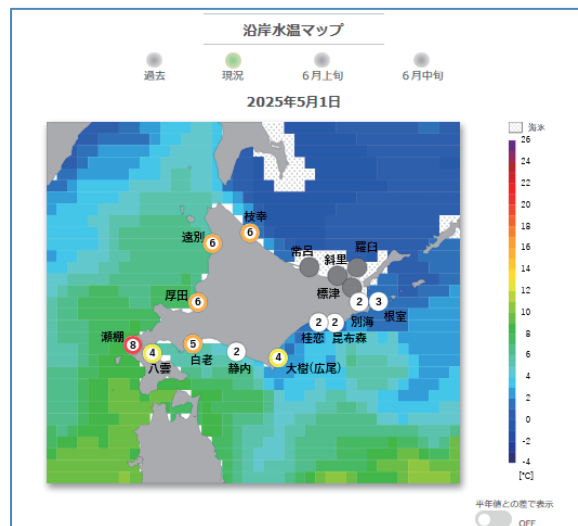


図 1. 2025 年 5 月 1 日における現在水温マップ

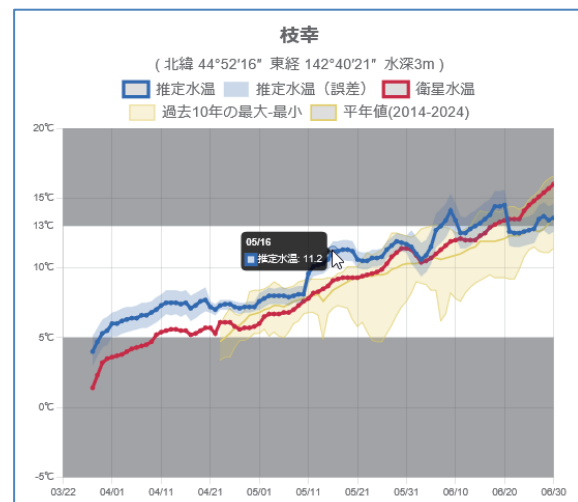


図 2. 3~6 月の水温の推移(枝幸沿岸)

幸を選択した場合の水温の推移)。なお、カラーマップはページ右下のスイッチにより、過去 10 年の平年値からの差を表示させることもできます(図 3)。

## 2. 過去水温の表示

北海道沿岸 16 カ所において過去 10 年分の 3～6 月の日別水温（水温ロガーによる実測値、実測値がない年度は推定値、過去 10 年の平年値）を閲覧することができます。各地点の丸をクリックするとグラフが表示され、複数年を同時に表示・比較することもできます（図 4）。

## おわりに

極沿岸域の水温を把握・予測することは、サケの放流事業にとって欠かせない大切な情報です。ところが、本研究を始めるまで長い間実現されず、課題として残されてきました。そこで本研究では、2021 年度より水産庁水産資源調査・評価推進事業（国際資源）のサポートを受け、サケ放流に特化した実用的なウェブシステムを短期間で完成させることができました。今後は、本システムがさけます類稚魚放流の場面で活用され、標準的なツールとなることを願っています。また、ウェブシステムの利用方法を解説した動画も公開しておりますので、ぜひご覧いただき有効にご活用いただければ幸いです。

<https://salmon-ctmp.fra.go.jp/wp-content/uploads/explain.mp4>

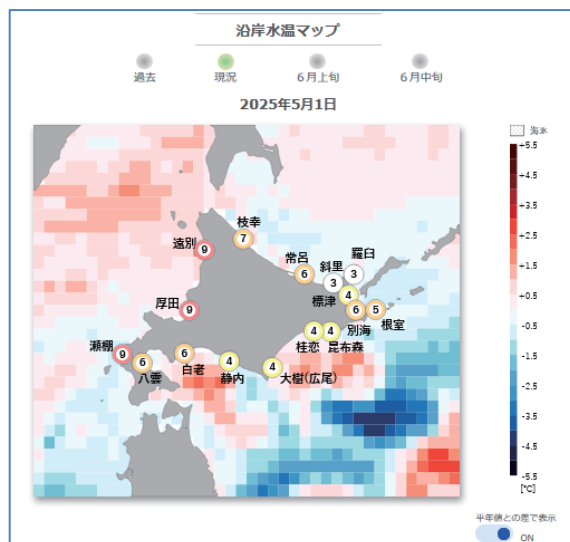


図 3. 平年値（過去 10 年）との差を表示

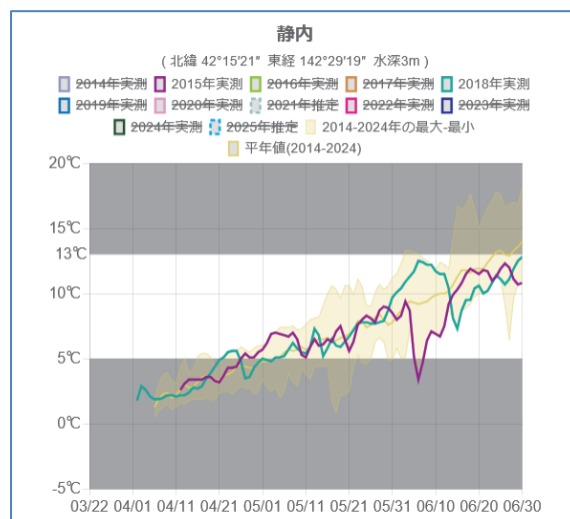


図 4. 3～6 月の過去水温のグラフ（静内沿岸の 2015 年および 2018 年の実測、2014–2024 年の最大・最小、平年値）

## トピックス

## ベーリング海さけます外航調査記

ほんだ けんたろう  
本多 健太郎 (水産資源研究所さけます部門 資源生態部)

## はじめに

日本生まれのサケ(以降、日本系サケ)は川から海に降った後、1年目の夏をオホーツク海で過ごします。その後北西太平洋で越冬し、2年目以降の夏はベーリング海で、冬はアラスカ湾で過ごすと考えられています(図1)。夏のベーリング海には日本系サケだけでなく、ロシアや北米生まれのさけます類も豊富な餌を求めてやってきます。彼らにとってはまさに楽園のような場所なのです。

水産研究・教育機構さけます部門は水産庁の委託を受けて、2007年以降毎年夏のベーリング海でさけます類を対象としたモニタリング調査を当機構所属の北光丸(902トン、<https://www.fra.go.jp/home/about/ship/hokko.html>)で実施しています。モニタリング調査とは、ベーリング海中央部に設けた計17の定点(図2)上で大きな表層用のトロール網を一時間曳く調査のことであり(図3)、他にも海洋環境観測やさけます類の餌である動物プランクトンの採集、サケの行動を計測するための記録計の装着・放流等を行っています。このモニタリング調査の目的は、特に日本系サケの資源状態および体サイズや食性等の生物特性を把握することであり、最終的には得られたデータを基に日本系サケの来遊数の予測に繋げることです。なお、モニタリング調査の内容については上田(2019)により詳しく書かれています。

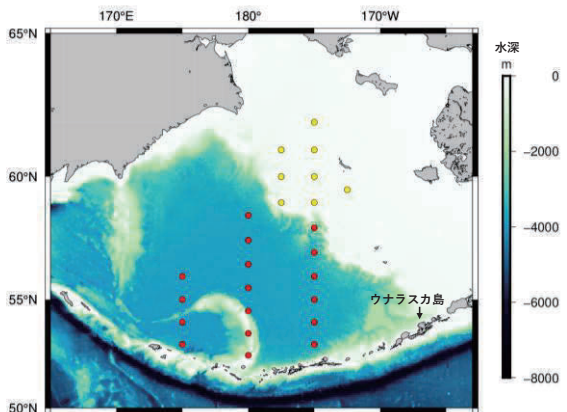


図2. 調査定点: モニタリング海域(赤○)と北東海域(黄○)

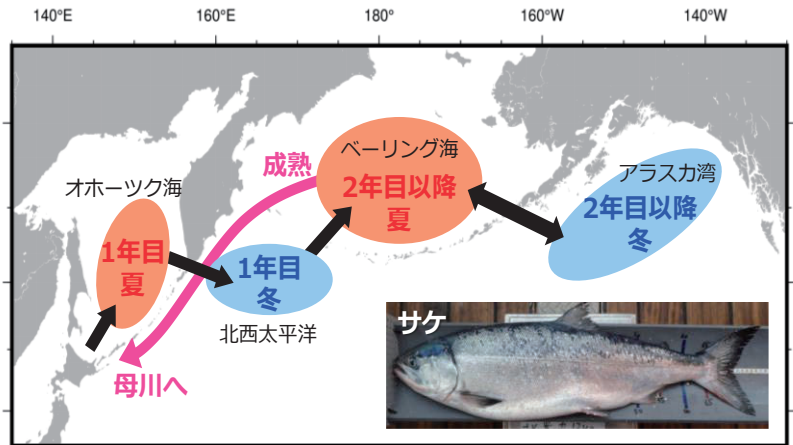


図1. 日本系サケの回遊ルート(浦和2000を参考に作成)

## 外航調査の目的と実施までの道のり

私は2015年に初めてこのモニタリング調査に参加し、2016年以降は首席調査員として調査を取り仕切ってきました。北光丸は、7月中旬に北海道の釧路を出港し、一週間ほどかけてベーリング海に到着します。そして、気温・水温ともに約10°Cの同海域で約10日間調査をした後、どこにも寄らずにまた一週間かけて8月上旬に釧路に帰ります。どこにも寄らないということは燃料補給ができないため、モニタリング調査以外の調査・試験に時間を割く余裕がありません。つまり、何か新しいことを試したくてもそれは叶いませんでした。

首席調査員になって数年が経過した頃、どうしても調べたいことが二つできました。一つはモニタリング海域のさらに北東に位置する大陸棚上の海域(北東海域)における日本系サケの多寡を

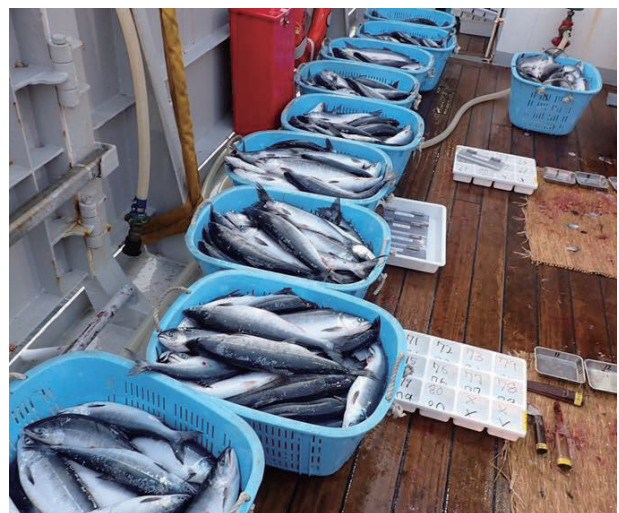


図3. トロールで漁獲され、計測を待つサケたち

把握することでした (図 2)。と言うのも、実は 2009 年にその北東海域で日本系サケがモニタリング海域よりもかなり高い割合で漁獲されていたからです。この 2009 年は北光丸が、燃料や食料を補給するために外国へ寄港する、外航調査を実施した年だったため、モニタリング調査に加えて北東海域でも調査することができました (Morita et al. 2009)。しかし、2010 年以降には外航調査は行われなかったため、2009 年から 15 年が経過した現在 (2024 年) においても北東海域に日本系サケが多いままなのかどうか不明でした。これを確かめたいと思ったことが外航調査を提案した最大の理由です。

もう一つ調べたいと思ったのは、トロール網による漁獲量の変動幅でした。モニタリング調査では、トロールは緯度方向に 1° (距離にして 100 km 以上)、経度方向に 5° (同 300 km 以上) 離れた各定点で一年に一回のみ実施されます。過去の結果では、トロール網一時間曳き当たりの漁獲量 (CPUE) の各定点間の勾配は必ずしも緯度・経度方向に緩やかに推移せず、極端な例では約 900 尾獲れた隣の定点で約 90 尾だったこともありました。私はずっと不思議に思っていました。その 900 尾はもう一度同じように網を曳いてもやはり近い値になるのか、もしかしたら 90 尾になったりすることはないのかと。これが大きく変動するようだと CPUE に基づいて推定されるその年のサケの豊度にも大きく影響してしまいます。これを確かめるために同じ定点で複数回網を曳く、曳き比べ試験を実施してみたいと考えました。

外航調査の実施を検討し始めたのは 2019 年だったと思いますが、コロナ禍の影響もあり、なかなか計画が進まない状況が続きました。しかし、時が経つにつれて計画が洗練されていき、ついに 2024 年に調査を実施する運びとなりました。準備期間が長かったために情報収集は余裕を持っ

て進められたものの、手続きが煩雑で一筋縄ではいかないことも多々ありました。例えば、北緯 60 度以北は極域扱いになるため、北光丸には極域に進入しても大丈夫な装備が求められたり、燃料と食料の補給のためにアラスカの港に寄港するため、乗組員全員がアメリカのビザを東京の米国大使館で取得する必要があったりしました。

## ウナラスカ島の大自然

調査員 6 名を含む総勢 29 名を乗せた北光丸は 2024 年 7 月 17 日に釧路を出港し、先にモニタリング調査を実施した後、経由地であるアラスカ州ウナラスカのダッチハーバーに入港しました。ダッチハーバーは人口約 4 千人の小さな港町であり、カニの水揚げ港としても有名です (図 4)。私は長年北海道のサケ科を対象にフィールド研究をしてきたため、大自然とは何かをよく理解しているつもりでいました。しかし、ウナラスカ島周辺の自然は桁が違いました。寄港中の自由時間に有志を募ってハリバット (オヒョウ) 釣りに挑戦しましたが、ボートで釣りをしている間、他の船を含めて人工物を見ることはありませんでした (図 5)。代わりに、飛び交うハクトウワシやエト



図 4. カニかごの山



図 5. ウナラスカ島の絶景

ピリカ、そこら中にいるラッコやトドの群れ(図6)、それらを狙うシャチに遭遇しました。釣りでもターゲットのハリバットをはじめ、信じられないサイズの多くの魚たちに出逢うことができました(図7)。私はウナラスカ島の大自然に圧倒された一方で、本来あるべき生態系に手を加え続けている人間社会の罪深さも再認識しました。なお、ウナラスカ島の自然は完全に手付かずではなく、第二次世界大戦の舞台になったことや、毛皮等の目的でラッコやトドが狩猟されていた時代もありました。



図6. そこら中にあるトド

## 外航調査結果の概要

ダッチハーバーからはマスノスケとネズミザメ(英名: salmon shark)の専門家であるアラスカ州漁業狩猟局の Sabrina Garcia 氏が調査員に加わりました(図8)。ダッチハーバーを出港後、北東海域(図2)の調査と曳き比べ試験を実施しました。今回の調査結果の概要は北太平洋遡河性魚類委員会に提出した報告書にまとめられています(Honda et al. 2025)。簡単に紹介しますと、2024年のモニタリング調査ではサケの2年魚(海で1回冬を越した魚)は例年よりも少なかった一方で、3年魚は多く漁獲されました。また、北東海域におけるサケの平均 CPUE はモニタリング海域の平均 CPUE と大きくは変わりませんでした。ただ



図7. 釣りあげたハリバット



図8. 北光丸と調査員@ダッチハーバー(左から筆者、大場理幹氏、佐藤智希氏、阿部貴晃氏(今号の#2を執筆)、飯野佑樹氏、柳橋幸明氏、Sabrina Garcia氏)

し、サケの遺伝子を解析した結果、日本系サケが全体に占める割合は 2009 年から 15 年が経った 2024 年でも、モニタリング海域 (2009 年約 3 割, 2024 年約 2 割) よりも北東海域 (2009 年約 5 割, 2024 年約 4 割) で高くなることがわかりました。また、曳き比べ試験の結果では、定点によっては CPUE に 10 倍以上の開きがあることがわかりました (図 9)。これらの結果の詳細はいずれ学術論文という形で公表する予定のため、ここではこれ以上示すことはできませんが、いずれも期待以上の成果が得られました。しかし、なぜ日本系サケは日本からさらに遠くに位置する北東海域に多く分布するのでしょうか？ 北東海域は比較的餌環境が良いと考えられる (松林 2021) からなののでしょうか？ これから突き詰めていきたいと思えます。

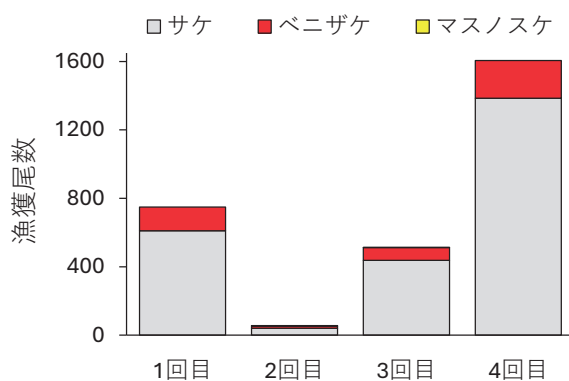


図 9. 定点 H28 (59°N, 175°W) での曳き比べの結果 (Honda et al. 2025 を基に作成)

## おわりに

計 41 日間の航海を終えて 8 月 26 日に釧路に戻りました。船を下りた瞬間、肩の力が抜けてどっと疲れが出ました。でも、帰りの電車の中では疲労感よりもこの外航調査をやり切ったことへの充足感の方が勝っていたように思います。最後になりますが、本調査を実施するに当たり、北光丸の藤田芳幸船長 (当時) をはじめ、ここではとても書ききれないほど多くの方々に多大なるご協力をいただきました。この場を借りて厚く、厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- Honda, K., Sato, T., Abe, T. K., Iino, Y., Oba, S., Yanagihashi, Y., Garcia, S., and Sato, S. 2025. The summer 2024 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko maru. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc., 2207.
- 松林 順. 2021. ”同位体”で探る、外洋域におけるサケの回遊経路 SALMON 情報, 15: 3-5.
- Morita, K., Sato, S., Kato, M., and Yamamoto, J. 2009. The summer 2009 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko maru: exploration of the northern limit of offshore distribution and annual survey in the Bering sea. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc., 1191.
- 上田周典. 2019. ベーリング海夏季さけます資源生態調査航海. SALMON 情報, 13: 44-47.
- 浦和茂彦. 2000. 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題. さけ・ます資源管理センターニュース, 5: 3-9.

## さけます情報

かえ  
さけの遡る川-6 黒部川(富山県)あべ くにお  
阿部 邦夫 (水産資源研究所さけます部門 資源増殖部)

## 黒部川流域の概要

黒部川は、富山県と長野県の県境に位置する北アルプス・鷲羽岳(2,924m)を源とし、立山連峰と後立山連峰の間に峡谷を刻みながら北流し、黒薙川などの支川を合わせて黒部市愛本に至ります(図1)。その後、扇状地を流下し、黒部市および入善町において日本海に注ぐ(図2)、幹川流路延長85km、流域面積682km<sup>2</sup>の一級河川です。

黒部川の名前の由来は諸説あり、その一つに、アイヌ語の「クネベツ(クネ=暗い、または、黒い、ベツ=川)」から来ているという説があります。黒部川は、その豊富な水量から水力発電用のダムが多数あり、最上流に位置する黒部ダム(図3)は、日本を代表するダムとして有名です。また、上流域から中流域にかけては日本一深い急峻な谷として、日本三大峡谷の一つに名を連ねる黒部峡谷などの景勝地が見られ、トロッコ電車(図4)による黒部峡谷観光は有名



図1. 黒部川位置図

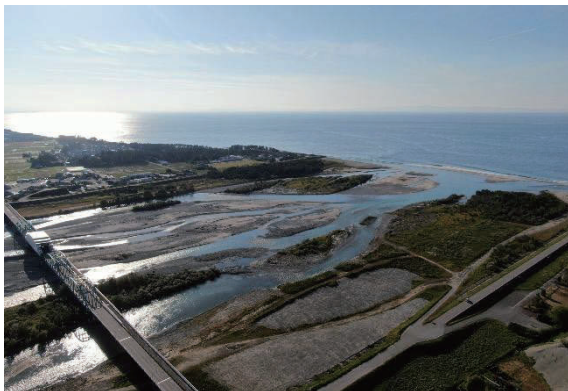


図2. 下黒部橋(左手前)から日本海に向かって広がる黒部川河口

です。さらに、その電車の拠点となっている黒部峡谷の入口にあたる場所には北陸の温泉地として有名な宇奈月温泉(図5)があります。

図3. 日本一の堰高186mを誇る黒部ダム  
1963年6月、関西電力によって完成。(資料提供: 関西電力株式会社)図4. 黒部峡谷観光を終えて新山彦橋を渡るトロッコ電車  
(黒部峡谷鉄道運行)図5. 開湯100年の歴史をもつ宇奈月温泉  
美肌の湯として知られ、年間30万人以上が訪れる。

## 黒部川サケ増殖事業

### 【沿革】

黒部川のサケ増殖事業は、大正 3 年にふ化場が設置されたことに始まります。本格的な事業に発展したのは、昭和 24 年に黒部川漁業協同組合（現黒部川内水面漁業協同組合）が設立され、富山県水産会が下新川郡宇奈月町（現黒部市）五千僧に所有していた遊休施設「黒部川増殖場」が無償譲渡されたことを契機とします。

その後、下新川郡飯野村（現入善町）板屋に移設し、昭和 47 年に現在の場所である入善町高島に移転し、昭和 58 年に大規模な施設改修が行われました。また、黒部川内水面漁業協同組合の事務所も昭和 50 年に現在の場所に移転されました（図 6）。同漁業協同組合が運営する黒部川増殖場では、サケの他にサクラマスとアユの生産を行っています。

### 【魚霊碑】

平成元年 12 月、黒部川増殖場に魚霊碑（図 7）が建立されました。碑文は、元内閣総理大臣で当時本州鮭鱒増殖振興会会長であった鈴木善幸氏の書によるもので、碑の横に設置された石版には「人間社会に貢献した魚族に感謝しその霊を慰め且つこれに関係する人達の平穏のためこの碑を建てる」と記されています。

### 【サケの捕獲・放流】

黒部川のサケは、投網、流網、築により捕獲されていましたが、近年、築の捕獲数が著しく減少したことから、築による捕獲は、令和 5 年をもって止めています。近年 5 カ年（令和元年～令和 5 年）の平均捕獲数は約 3,700 尾、放流数は約 3,200 千尾となっています。

## おわりに（今後に向けて）

近年、サケ資源が全国レベルで減少しており、黒部川も同様の状況にあります。その主な原因は、地球温暖化の影響で海水温が上昇し、サケの生息に適した水温帯の形成期間が短くなっていることがあげられます。

海洋環境を変えることは出来ませんが、黒部川内水面漁業協同組合では、先人が苦労して築いてきた歴史あるサケの増殖事業を次世代へ繋げるため、知恵を絞り、情熱をもって続けます。また、ここ数年の取り組みとして、種卵確保と増殖経費軽減を目指し、隣接する内水面漁業協同組合と協力して親魚の蓄養・採卵・種卵管理を行っています。



図 6. 黒部川増殖場（左）と黒部川漁業協同組合事務所（右）



図 7. 黒部川増殖場に建立された魚霊碑

さけます部門資源増殖部としても、サケ資源の減少を抑えるべく、研究開発の成果に基づいた技術の普及に取り組んでいきたいと考えています。

## 引用文献

- 黒部川内水面漁業協同組合. 2008. 黒部川に生きる. 362 pp.
- 国土交通省北陸地方整備局. 2009. 黒部川水系河川整備計画. P. 5.
- 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所. 2004. 「黒部川河川事業」 . URL:[https://www.hrr.mlit.go.jp/kurobe/jigyo/panf/panf\\_dl/kasen.html](https://www.hrr.mlit.go.jp/kurobe/jigyo/panf/panf_dl/kasen.html), (参照 2026-01-19) .
- 富山県. 2024. 増殖事業の概況, 富山の水産, 93-95.
- 本州鮭鱒増殖振興会. 1996. 富山県のさけ・ますふ化場とその沿革. 本州鮭鱒四十年史, 95.

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

はまきま かのる 濱崎 薫 (水産資源研究所 さけます部門 事業課)

## 2024年の北太平洋

### 漁獲数

2025年に公表されたNPAFC統計データによると、2024年1-12月の北太平洋におけるさけます類の漁獲数は2億2,850万尾で、前年7億2,814万尾の39%でした(図1A)。

魚種別に見ると、カラフトマスが1億5,354万尾で最も多く、全体の54%(前年比27%)を占めています。次いでサケが6,707万尾(構成比24%,前年比93%)、ベニザケが5,819万尾(構成比20%,前年比85%)、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1億5,880万尾(前年比34%)で最も多く、次いでアラスカが1億387万尾(前年比45%)と両地域で全体の92%近くを占めています。以下、日本1,717万尾(前年比83%)、カナダ251万尾(前年比110%)、米国本土(ワシントン、オレゴ

ン、カリフォルニア、アイダホ州)261万尾(前年比155%)、韓国4.1万尾(前年比103%)と続いています。ロシアとアラスカの漁獲数は前年から減少し、特にロシアではカラフトマスの影響で前年比34%と大きく減少しました(図1B)。

### 人工ふ化放流数

2024年1-12月に各国から人工ふ化放流されたさけます類の幼稚魚数は51億8,986万尾で、前年54億5,219万尾の95%でした(図1C)。

魚種別ではサケが34億8,801万尾で全体の67%を占め、これに次ぐカラフトマス11億8,554万尾と合わせると全体の90%以上を占めます(図1C)。

地域別ではアラスカ18億7,030万尾、ロシア16億0,799万尾、日本が11億9,495万尾、米国本土3億2,163万尾、カナダ1億9,186万尾、韓国1,025万尾となっています(図1D)。

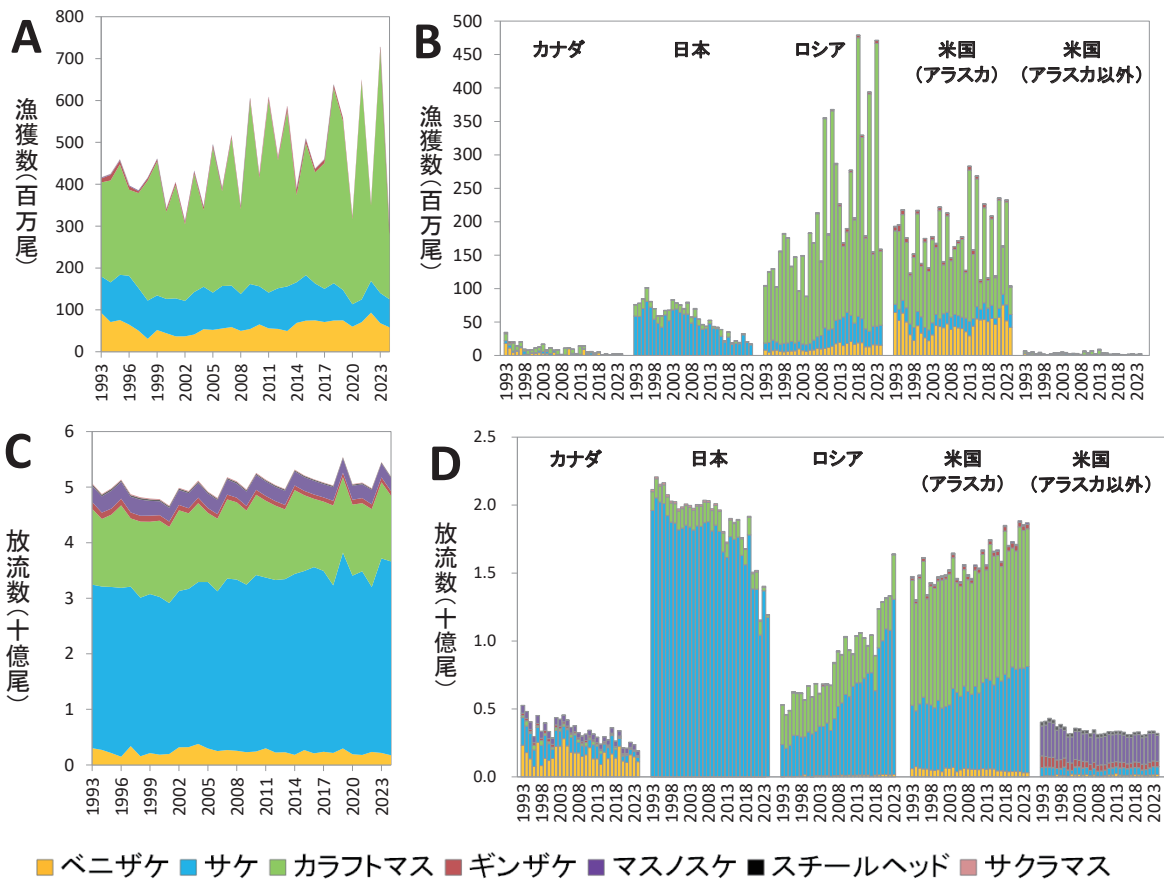


図1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A)、地域別魚種別の漁獲数 (B)、魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D)

A 及び B は「NPAFC Catch Statistics (updated 20 June 2025)」, C 及び D は「NPAFC Hatchery Release Statistics (updated 20 June 2025)」より作成 (参照 2025-8-13)。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。

## 2025 年漁期の日本

### サケ

2025 年漁期（2025 年 8 月～2026 年 2 月）における全国の来遊数（沿岸漁獲と河川捕獲の合計）は、1 月 10 日現在、約 693 万尾（前年同期比 39%）で、1970 年代前半と同等の水準となりました（図 2）。このうち北海道では 686 万尾（前年同期比 39%）、本州太平洋側では約 3 万尾（前年同期比 36%）、本州日本海側では約 4 万尾（前年同期比 33%）といずれも前年を大きく下回っています。全国の採卵数は 1 月 10 日現在で 9 億 2,060 万粒（前年同期比 86%）となりました。このうち北海道は計画数の 83%、本州太平洋は計画数の 31%、本州日本海は計画数の 22%といずれも下回っており、全国の放流数は計画（11 億 2,208 万尾）を下回ることが見込まれます。

### カラフトマス

カラフトマスは 2 年で回帰するため、偶数年級と奇数年級で異なる繁殖集団を形成していると考えられます。主産地の北海道における来遊数の動向を見ると、奇数年級は 2007 年以降減少傾向を示しており、2025 年漁期（2025 年 7 月～11 月）は約 3 万尾（前年比 71%）と 1970 年以降で最も少ない来遊数となりました。偶数年級の来遊数は 2016 年から減少傾向を示しており、2024 年は約 4 万尾となりました（図 3）。採卵数は 18 万粒で計画数の 0.1%となっており、放流数も計画（1 億 2,540 万尾）を大きく下回ると見込まれます。

### サクラマス

2025 年漁期の北海道における河川捕獲数は、放流計画の変更に伴い捕獲河川が減ったため 2,572 尾（前年比 28%）となり、2000 年以降の平均の約 24%となりました。地域別には、オホーツク海区、根室海区、えりも以西海区、えりも以東海区で捕獲がなく、唯一捕獲があった日本海区は前年比 79%となりました。採卵数は 488.6 万粒で、計画数の 55%となりました。なお、2025 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）。

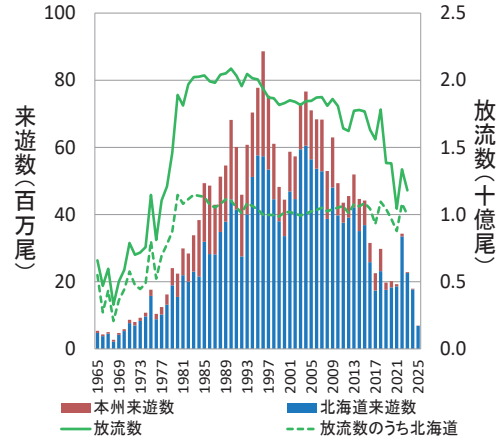


図 2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数（2025 年漁期来遊数は 1 月 10 日現在）

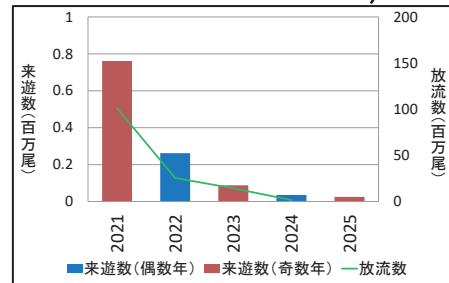
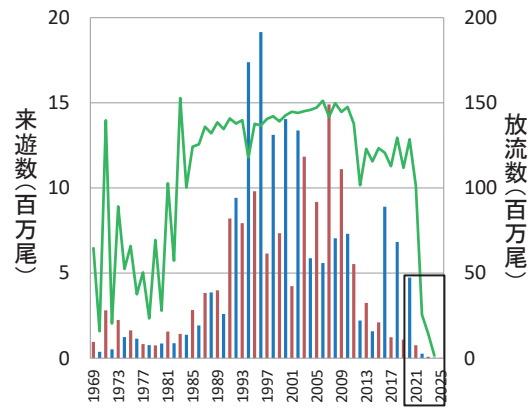


図 3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数

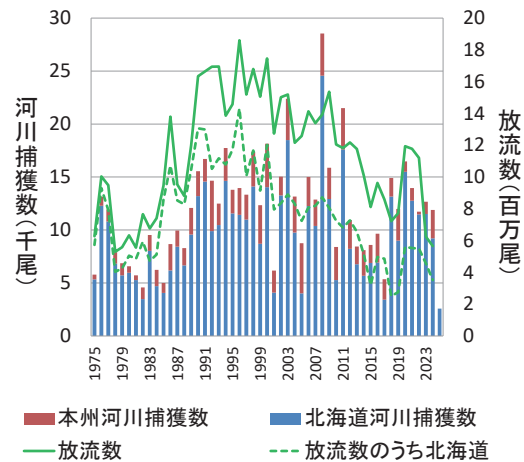


図 4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数（2025 年漁期の本州河川捕獲数は確認中）



写真上. 富山県東部の黒部市内を流れる黒部川と遥かに望む立山連峰（下流域から上流に向かって撮影）  
黒部川については、本誌の P.30~31 で紹介していますので、ご覧ください。

---

発行：国立研究開発法人水産研究・教育機構

編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所さけます部門

〒062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2条2丁目4-1

TEL 代表 011-822-2131 資源増殖部 技術課 011-822-2161

FAX 代表 011-822-3342

URL <https://www2.fra.go.jp/xq/prev-institute/hnf/>

---

SALMON 情報 編集委員会 (50 音順)

平林幸弘 (委員長), 江連睦子, 小野郁夫, 小役丸隼人, 佐藤智希, 佐橋玄記, 高橋昌也, 本多健太郎, 水本寛基

本誌掲載記事, 図, 写真の無断転載を禁じます。

---