

## 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

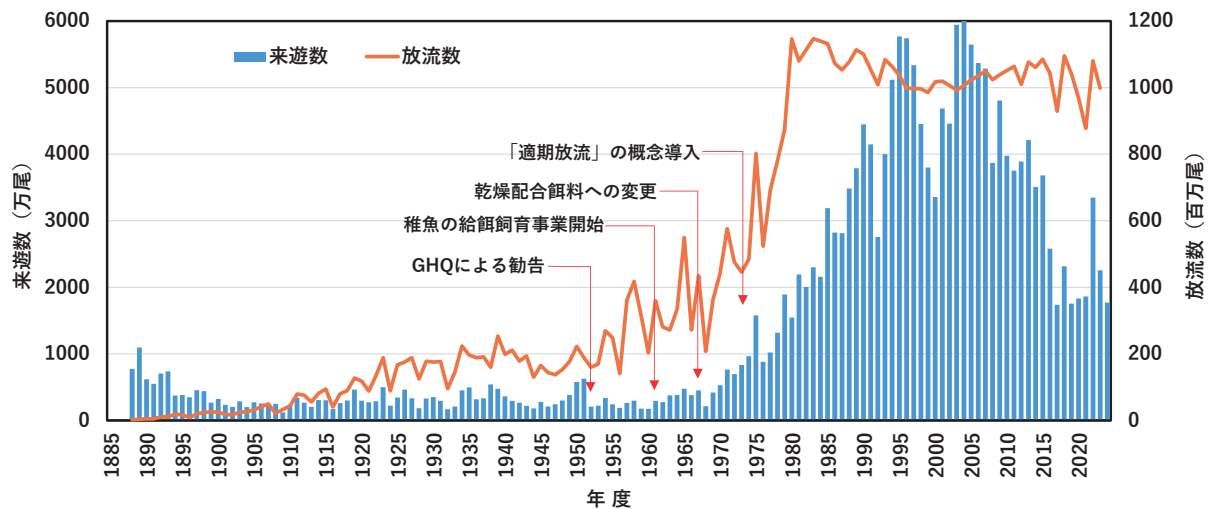


図1. 北海道におけるサケの稚魚放流数と親魚来遊数の経年変化

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

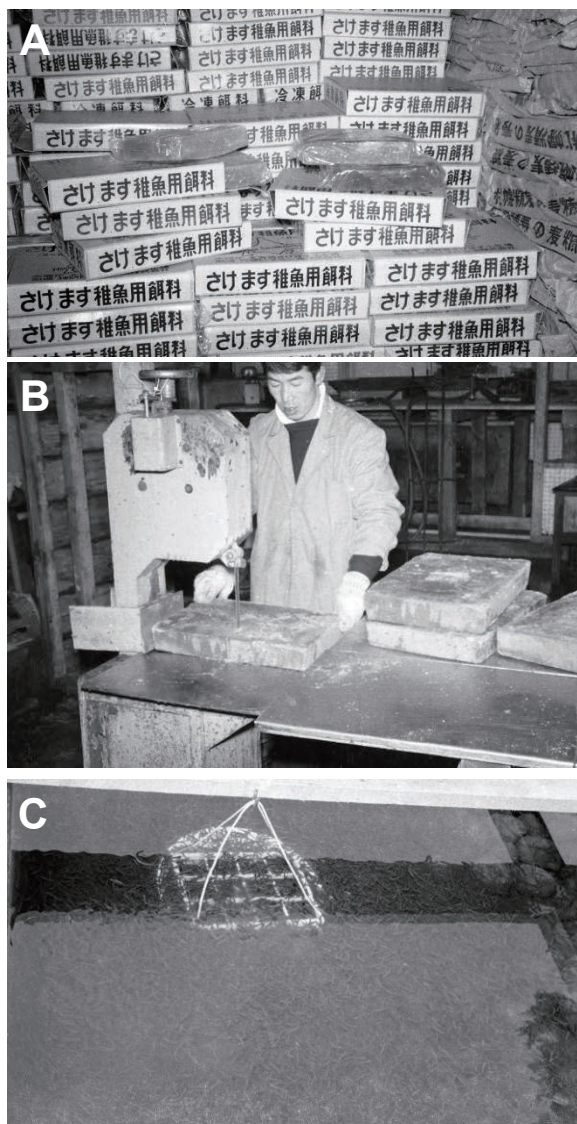


図4. 板状に整形された冷凍餌(A)、給餌前の加工作業(B)、飼育池に配置された生餌を摂餌するサケ稚魚(C)。

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、急速、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歸するが（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

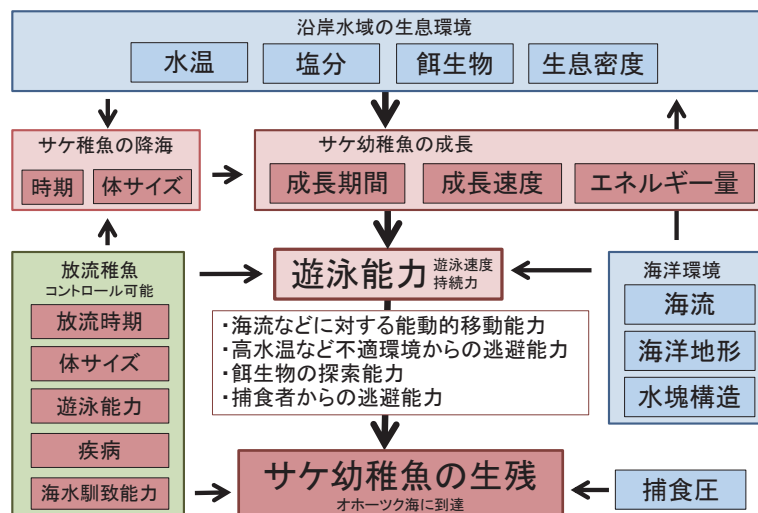


図5. 沿岸生活期サケ幼稚魚の生残モデル（Urawa et al. 2018のFigure 32を改図）

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)。