

令和 7 年度

さけ・ます等栽培対象資源対策事業
さけ・ます不漁対策事業

調査報告書

さけ・ます等栽培対象資源対策共同研究機関
さけ・ます不漁対策グループ

(地独) 北海道立総合研究機構

岩手県水産技術センター

(一社) 十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会

(一社) 渡島管内さけ・ます増殖事業協会

(一社) 日本海さけ・ます増殖事業協会

(一社) 根室管内さけ・ます増殖事業協会

秋田県

山形県

新潟県

富山県

(大) 北海道大学大学院水産科学研究院

(大) 東北大学大学院農学研究科

(学) 北里研究所

(研) 水産研究・教育機構

令和 8 年 3 月

令和7年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業 さけ・ます不漁対策事業 調査報告書

目 次

序章	1
第1章 調査結果	
課題ア 大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発	
小課題1) 成長促進効果等を高めるための管理技術の開発ならびに改善	
a) 流速管理による健苗生産技術の検討	2
b) サケの成長が最大となる環境条件の把握	5
c) 大型種苗等育成のための既存管理技術の改善	12
小課題2) 成長促進効果等を高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証	
a) ビタミン C 添加等による高温耐性向上効果の検証	38
b) サケ稚魚の成長・代謝特性の解明と魚油添加の効果検証	43
小課題3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流	
a) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 1:北海道	46
b) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 2:本州太平洋	54
小課題4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証	
a) 油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証	59
b) 北海道根室地区における最適な放流時期の検証	64
c) 北海道東部における放流サイズや放流時期等の適正化の検討	66
d) 東北日本海における放流サイズや放流時期等の適正化の検討	71
e) 新潟県における放流時期や放流サイズ等の適正化の検討	73
課題イ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査	
小課題1) 稚魚沿岸帯泳期における沿岸環境調査及びサケ幼稚魚追跡調査	
a) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1	79
b) サケ幼稚魚の餌料環境と食性	115
c) サケ幼稚魚の地理的起源推定	121
d) サケ幼稚魚の耳石日周輪解析	127
e) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 2	136
f) 東北から北海道太平洋における海洋環境観測及び稚魚採捕調査	152
g) 東北日本海における環境観測及び稚魚採捕調査と耳石日周輪解析	157
h) 新潟県沿岸における環境観測及び稚魚採捕調査	171
小課題2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証	
a) 粒子追跡実験による稚魚の移動経路シミュレーション	173
小課題3) 回帰親魚の標識確認調査	
a) 北海道(釧路川(雪裡川)、静内川、知内川、余市川)	181
b) 東北太平洋(織笠川、熊野川)	191
c) 東北日本海(最上川(鮭川、最上小国川、寒河江川)ほか海面)	194
d) 本州日本海(富山県神通川水系)	196
課題ウ 事業検討協議会	198
第2章 成果の要約	202

序 章

我が国のサケの来遊数（沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計）は、1960 年代後半の約 500 万尾から 1990 年には 6,000 万尾を超え、30 年間で 10 倍以上に増加した。この来遊資源の飛躍的な増加は、給餌・適期放流（給餌して大型に育てたサケ稚魚を、沿岸域の水温が上昇して餌生物の生産が高くなった時期に放流すること）の実践や、1976/77 年のレジームシフトに伴う海洋環境の好転が影響したと言われている（Mayama 1985、Kaeriyama 1998）。その後、1990 年代以降の来遊数は 4400 万～8900 万尾と年変動が大きく、2010 年漁期以降は来遊数が 4000 万～5000 万尾前半の水準で推移するようになった。その後も来遊数は年々減少が続き、2020 年以降は来遊数が 1790 万～3431 万尾で推移したが、2025 年漁期は 693 万尾（北海道 685.8 万尾、本州 7.2 万尾、2026 年 2 月 28 日現在）と 1970 年（585.3 万尾）の水準にまで激減した。

水産庁では、2013 年開始の太平洋サケ資源回復調査事業およびその後継事業であるサケ資源回帰率向上調査事業、さけ・ますふ化放流抜本対策事業と、サケの来遊数回復を目指した事業を継続して実施してきた。これら事業の成果として、各地で放流されたサケ稚魚の移動回遊のプロセスや、沿岸環境要因との対応について様々な成果を得るとともに、サケ稚魚放流直後の河川における減耗を回避するための下流域への輸送放流や海中飼育放流の効果の検証、人工ふ化放流事業により生産された稚魚の健苗性評価手法と健苗育成技術等の開発等に取り組んできた。また、放流されたサケの回帰率向上を図るため、これまで実施してきた北海道や本州太平洋側に加え本州日本海側など北日本全地域においてモデル河川と沿岸調査水域を設定し、近年変化しつつある海洋環境下における地域ごとの放流適期適サイズの見直しや検証のために、幼稚魚の生残に及ぼす環境要因に関する調査を実施してきている。そして 2022 年度からは新たに「さけ・ます不漁対策事業」をスタートさせ、現在はその 4 年目となる。本事業では、先行事業において大型のサケ稚魚を放流した場合にその回帰率が向上するという結果が得られたことに着目し、各事業参画機関がサケ稚魚の大型化や遊泳力・健苗性向上に関する種々の取組を行っている。また、これまでの先行事業における課題を引き継ぐ形で、降海後のサケ稚魚がどこを北上回遊してオホーツク海まで辿り着くのか、またその過程で経験する各種環境条件と生残との関係についての情報を得るべく、沿岸域での稚魚・幼魚の追跡調査ならびに移動経路解明のための研究課題を設定し、実施している。

近年の日本におけるサケ資源の減少は、気候変動に伴う海洋環境の急速な悪化に起因するものと考えられるが、2025 年漁期における急激な資源減少は、日本のサケ資源が危機的な状況へ一段階進んだ憂慮すべき事態である。本事業に参画する全ての実施機関が力を合わせ、危機的な状況に直面している日本のサケ資源の回帰率向上に向けた調査研究・技術開発に取り組んで参りたい。

共同研究機関 さけ・ますグループ研究総括

（研）水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源生態部長 佐藤俊平

第1章 調査結果

課題ア 大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

小課題1) 成長促進効果等を高めるための管理技術の開発ならびに改善

a) 流速管理による健苗生産技術の検討

執筆者：岩手県水産技術センター 岡部聖

実施機関及び担当者

北里大学：笠井宏朗、清水恵子

岩手県水産技術センター：岡部聖、及川仁

【目的】

飼育流速の違いがサケ稚魚の成長、遊泳力、体成分等に与える影響を調査し、遊泳力を強化するための飼育方法及び健苗性評価方法の検討を行うことを目的とする。

【方法】

飼育流速の強化及び餌料の改良により、サケ稚魚の遊泳力の向上を試みた。流速 3.0～5.0 cm/秒で改良餌料を給餌した試験区 A、流速 0.5～2.0 cm/秒で同改良餌料を給餌した試験区 B、同流速で通常餌料を給餌した試験区 C を設け、サケ稚魚各 6 万尾を水深・密度を同一にして飼育した。試験区における飼育流速の強化は、① 外部ポンプによる新水の注入量の増加（毎分 200 L×2 台）及び② 循環式流速変動装置（有限会社タカツ産業社製）を用いた飼育水の循環による注水量の増加により実施した。なお、②はプログラムにより一日の循環水量を増減し、午前 7 時から午後 3 時までの 8 時間を強化工程（毎分 230 L×2 台）、それ以外の時間を安息工程（毎分 70 L×2 台）とした。改良餌料として、標準餌料（日清丸紅飼料株式会社製、サケ EPC ORG-1、2 及び CF-3、4）にツノナシオキアミクリル粉末（株式会社國洋製、桜こあみパウダー）を重量比で 5 % 添加した。また、総カロテノイド-アスタキサンチン混合液（サイエンテック株式会社製、アスタアップ® TCAC 5 %（アスタキサンチン含有量 85～93 %））をフィードオイル（日清丸紅飼料株式会社製、A オイル S16）で 10 倍希釈し、サケ EPC CF-3、4 に重量比で 5 % 添加した。給餌飼育開始から 24 日後に遊泳力測定装置（有限会社タカツ産業社製）を用いて、瞬間遊泳力（1 秒毎に流速を 1 cm 上昇、N=10）及び持続遊泳力（60 秒毎に流速を 1 cm 上昇、N=10）を測定した。また、持続遊泳力測定後の各個体について、5～10 分間の休息工程を挟み、瞬間遊泳力を測定する（臨界遊泳力、N=9～10）ことで、各個体の初期条件のばらつきを低減した。各試験区は個別の耳石温度標識を施標し、令和 7 年 4 月 15 日に熊野川に放流した。

また、令和 5 年級サケ稚魚を用いた小規模海水飼育試験（昨年度報告済）の魚体サンプルについて、ラボアッセイ™トリグリセライド（富士フィルムワコーシバヤギ株式会社製）により、各試験区の試験開始時、2 週間後、4 週間後及び 6 週間後の筋肉及び消化管におけるトリグリセリド（TG）含有率を調べた（N=10）。なお、同試験では、飼育流速を

約 5.0 cm/秒に強化し、上述の方法によりアスタキサンチンオイルを添加したサケ EPC CF-3 を給餌した SA 区、流速を強化せず同改良餌料を給餌した SB 区、流速を強化せず標準餌料を給餌した SC 区を設け、サケ稚魚各 100 尾を水深・密度・給餌量を同一にして飼育し、2 週間ごとに尾叉長、体重を測定したほか、上述の手順で瞬間及び持続遊泳力を測定した (N=7~10)。

【結果及び考察】

瞬間、持続及び臨界遊泳力について、各試験区に差は見られなかった (図 1)。なお、放流時における試験区 A の平均体重 (1.57 g) は、試験区 B (2.06 g) 及び C (2.28 g) と比較して小さかった。

また、令和 5 年級を用いた小規模海水飼育試験における TG 含有率は、筋肉では、飼育 4 週間後以降に SA 区、SB 区、SC 区の順に高くなり、消化管では、SA 及び SB 区で SC 区よりも高くなった (図 2)。飼育 6 週間後の遊泳力については、瞬間・持続ともに SA 及び SB 区で SC 区を上回っており、TG 含有率の推移と同調する傾向があった。

令和 6 年級の試験では、外部ポンプによる注水により試験区 A の飼育水温が低下し、試験区 B 及び C と比較して摂餌量が低下したと考えられた。令和 7 年級の試験では、水温の影響を最小限に抑え、飼育流速強化と高エネルギー餌料給餌の組み合わせによる効果を改めて検証する。また、飼育池に障害物を設置して流水を複雑化することで、より効果的な遊泳力強化方法を検討する。

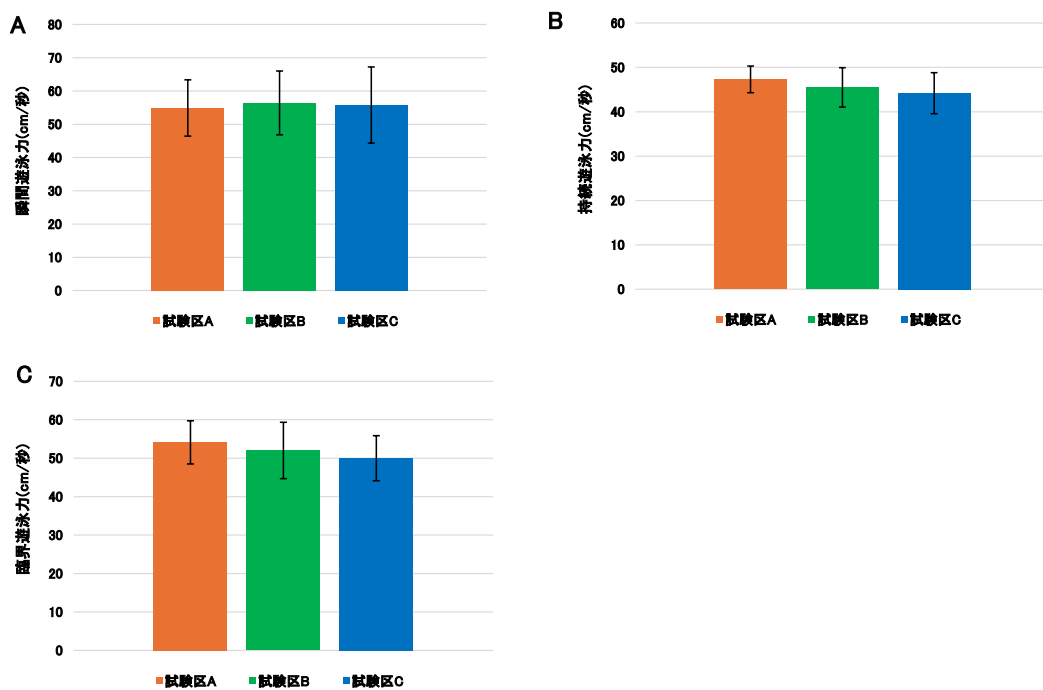


図 1. 令和 6 年級試験における遊泳力の比較 (A：瞬間遊泳力、B：持続遊泳力、C：臨界遊泳力)

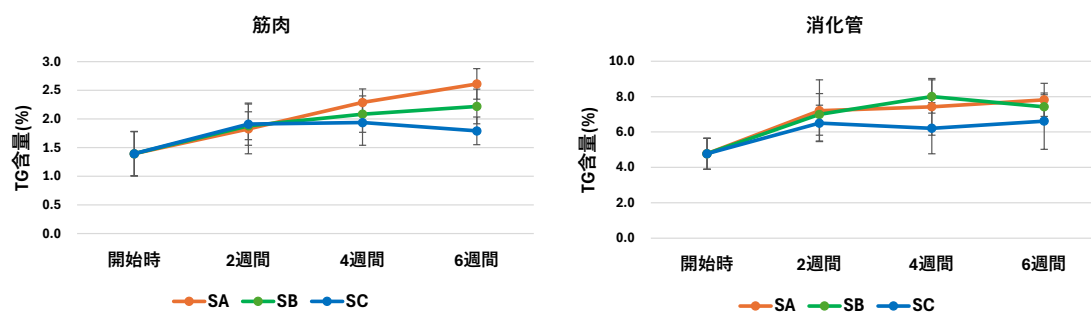


図 2. 小規模海水飼育試験（令和 5 年級）における筋肉及び消化管の TG 含有率の推移

b) サケの成長が最大となる環境条件の把握

執筆者：水産技術研究所 養殖部門 生産技術部 今井智

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産技術研究所 養殖部門 生産技術部（宮古）

：森田哲男・今井智・小島大輔

同 環境・応用部門 沿岸生態システム部（宮古）：佐々木系

同 水産資源研究所 さけます部門 資源生態部（宮古）：八谷三和

【目的】

サケ放流サイズの大型化、さらには成長促進だけでなく抑制も含めた、成長をコントロールする技術を探索する。成長は環境条件（水温、光強度、波長、日長、塩分等）に大きく依存するが、できる限り網羅的に成長が最大（最小）となる環境条件を明らかにする。令和6年度は成長コントロールに必要な光波長のうち青色光照射による遊泳能力の向上と成長促進に関する再現性の確認を行う。

【方法】

① 光波長が成長へ及ぼす影響

屋内の実験場に500 L 黒色パンライト水槽（実水量400L）を2面設置し、白色LEDパネル（白色光区）と青色LEDパネル（青色光区）を設置する区を設けた（図1）。実験に使用する種苗は、水産研究・教育機構斜里さけます事業所から同機構水産技術研究所宮古庁舎へ発眼卵で宅急便にて輸送し、淡水井戸水で孵化管理し浮上させた。各試験水槽には、配合飼料に餌付いた稚魚（平均尾叉長 39.5 ± 1.1 mm、平均体重 0.45 ± 0.05 g）を200尾ずつ収容し、30日間の試験を開始した。換水率は1日に20回転とし、試験時の水温は9℃に調温した。LED光源の光強度は水面で平均 $5.0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ となるように設定し、点灯時間は7:00～17:00とした。給餌はゼンマイ式自動給餌器（FIAP クロックワークフィーダー）を用いて7:00～16:00まで行い、すべての水槽で残餌が発生する飽食給餌とした。配合飼料は成長に応じて粒径が大きいものに切り替えた（餌付A、餌付B、EPC-0、EPC-1）。淡水飼育終了時に麻酔をかけて、各槽から50尾ずつランダムサンプリングして尾叉長、体重を測定した（以下、魚体測定）。そのうち各区8尾について、筋肉サンプルを得るために取り上げた。淡水飼育終了時の測定後、速やかに試験②の遊泳力測定を実施した。遊泳力測定には各区32尾をランダムに供試し、測定後に飼育水槽へ戻した。

遊泳力測定を終えた次の日に、供試魚全数を1時間以内に100%海水（34 ppt）へと移行し、同じ光環境と水温において30日間飼育試験を継続した。なお、海水移行15日目には、再度魚体測定と筋肉サンプルの採取（各区8尾）を行い、試験②の遊泳力測定を実施した。海水移行30日後に魚体測定を行い、異なる光波長間の成長を比較した。

② 光波長が遊泳力へ及ぼす影響

異なる光波長下で飼育されたサケ稚魚の遊泳力を測定するため、淡水飼育終了時と海水飼育中間時（15日目）に（有）タカツ産業製の流速制御型遊泳能力測定装置（通称スタミ

ナトンネル、写真 1) を用いて個体ごとの瞬間遊泳能力 (cm/s) と持続遊泳能力 (cm/s) をそれぞれ測定した。長坂ら (2023) に従い、瞬間遊泳能力は供試個体を装置内で順応後、流速を 1 秒間に 1 cm 上昇させ収容個体が流れに負けて押し流される流速、持続遊泳能力は流速を 60 秒間に 1 cm 上昇させ収容個体が流れに負けて押し流される流速と定義し測定をおこなった。瞬間遊泳能力については各区 20 個体、持続遊泳能力については各区 12 個体について測定した。測定後の供試魚は、元の飼育水槽へ戻して飼育を継続した。測定時に装置内を循環する水温は、飼育水槽と同じ 9°C に調温した。

【結果と考察】

① 光波長が成長へ及ぼす影響

淡水飼育終了時の体サイズの比較では、尾叉長 (図 2) と体重 (図 3) では両区で有意差は認められなかった (図 4)。しかし、肥満度では青色光区の方が白色光区よりも有意に大きかった (Mann-Whitney U 検定, $p = 0.0166$)。海水移行後 15 日目では、尾叉長は青色光区の方が白色光区よりも有意に大きく (Mann-Whitney U 検定, $p = 0.0148$)、体重と肥満度では試験区間に有意差は認められなかった。海水飼育終了時では尾叉長と体重において、青色光区の方が白色光区よりも有意に大きく (Mann-Whitney U 検定、尾叉長と体重ともに $p < 0.0001$)、肥満度では試験区間に有意差は認められなかった。

② 光波長が遊泳力へ及ぼす影響

淡水飼育終了時の遊泳力の比較では、瞬間遊泳能力において青色光区の方が白色光区よりもばらつきが小さかったが、試験区間で有意差は認められなかった (Mann-Whitney U 検定, $p = 0.892$ 、図 5)。持続遊泳能力においても両区に有意差は認められなかった (Mann-Whitney U 検定, $p = 0.422$)。しかし、海水移行 15 日後では、瞬間遊泳能力は青色光区の方が白色光区よりも有意に高かったが (Mann-Whitney U 検定, $p < 0.0001$)、持続遊泳能力では試験区間で有意差は認められなかった (Mann-Whitney U 検定, $p = 0.117$)。

このように、青色光の照射による効果として、淡水飼育終了時には肥満度の向上、海水移行後 15 日目では尾叉長の大型化と瞬間遊泳能力の向上、海水移行 30 日目では尾叉長と体重の向上が認められた。海水移行 15 日目の青色光区の瞬間遊泳能力が向上した要因として、尾叉長が有意に大きかったことが影響したと考えられる。また、淡水飼育終了時の肥満度の向上が海水移行後の成長差に関連している可能性が考えられる。しかし、今年度は肥満度向上の裏付けとして着目した、筋肉中のトリグリセリド (中性脂肪) 量の測定が間に合わなかったため、次年度に分析を行い関連について考察したい。

来年度は、今年度の成長に対する光波長の再現性を確認するとともに、サケ稚魚が青色を知覚する方法が LED 光の照射ではなく水槽色に置き換えることでも同様の効果が得られるか確認する飼育試験が必要と考える。また、異なる光波長と青色水槽で飼育したサケ稚魚の海水移行時の浸透圧順応性を調べることで、海水移行後の遊泳能力のみならず、生残と成長に関わる浸透圧順応性についても効果が得られるか検討したい。

【引用文献】

長坂剛志・岡部聖・清水勇一（2023）岩手県山田湾におけるサケ稚魚の海中飼育方法の改良試験．岩手県水産技術センター研究報告，10， 7-10.

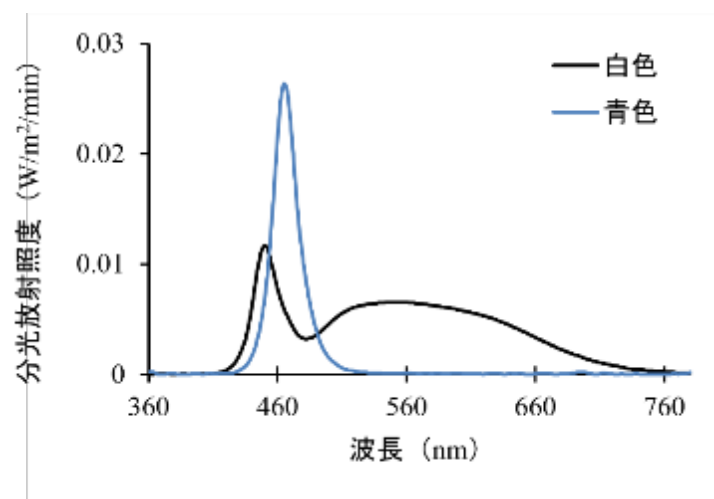


図 1. LED 光源の波長分布特性

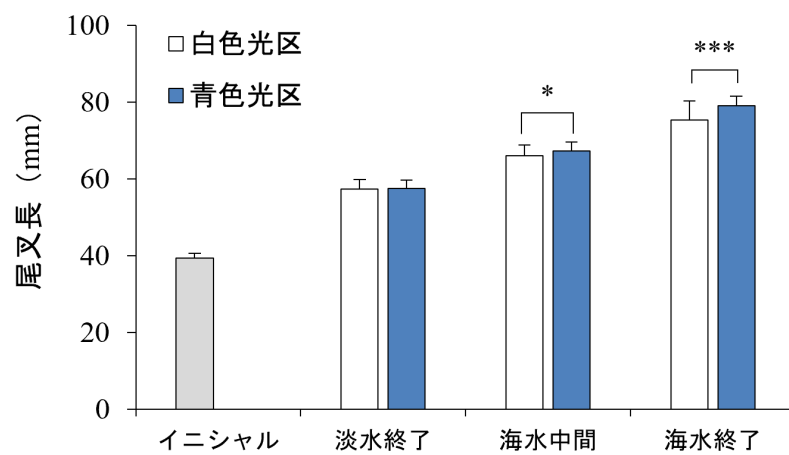


図 2. 異なる光波長下で飼育したサケの尾叉長比較 ボンフェローニ補正により、 $\alpha=0.0166$ 、バーは平均値と標準偏差を示す。

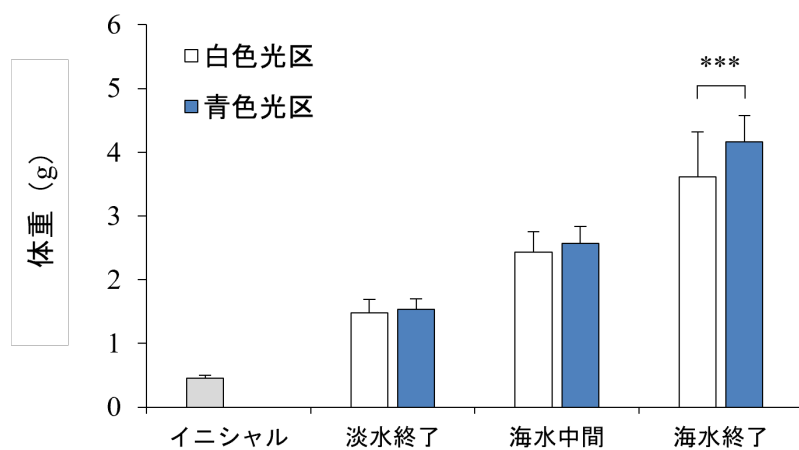


図 3. 異なる光波長下で飼育したサケの体重比較 ボンフェローニ補正により、 $\alpha=0.0166$ 、バーは平均値と標準偏差を示す。

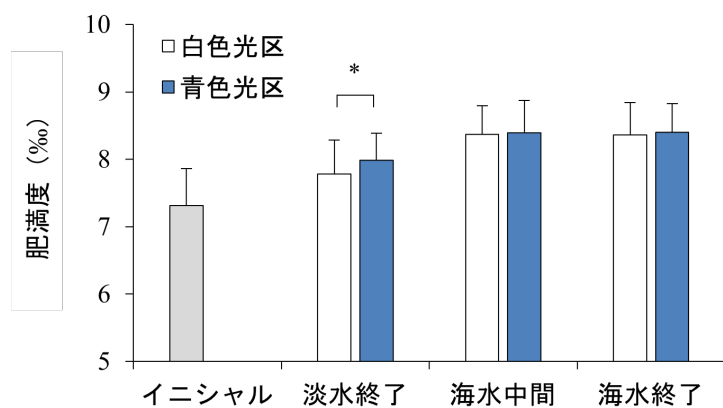


図 4. 異なる光波長下で飼育したサケの肥満度比較 ボンフェローニ補正により、 $\alpha=0.0166$ 、バーは平均値と標準偏差を示す。

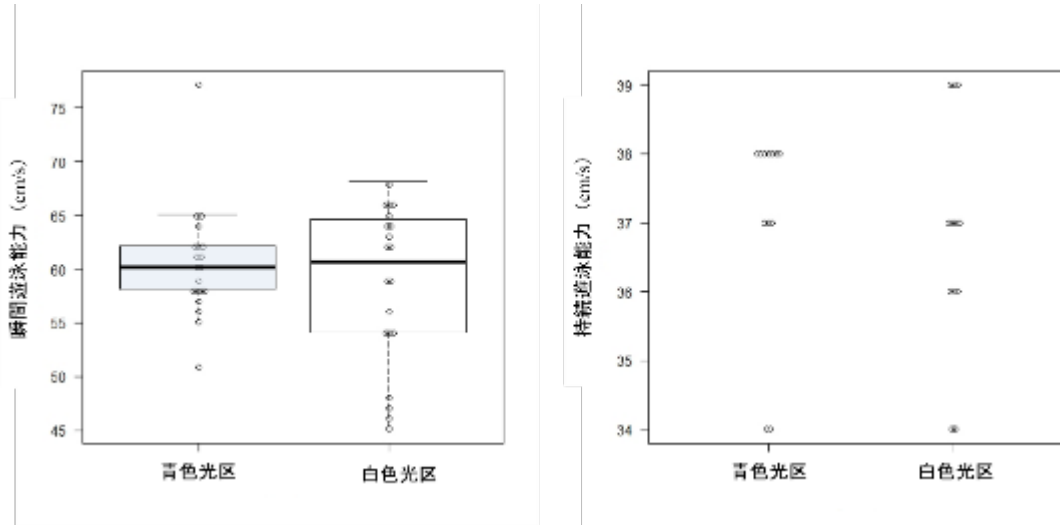


図 5. 異なる光波長下で飼育した淡水飼育終了時のサケの遊泳力の比較 瞬間遊泳能力は各区 20 尾、持続遊泳能力は各区 12 尾のデータを用いた。箱ひげ図のボックス下辺は 25 パーセンタイル値、上辺は 75 パーセンタイル値、太線は中央値、ひげの位置は第一四分位数 $-1.5 \times \text{IQR}$ と第三四分位数 $+1.5 \times \text{IQR}$ を表す。

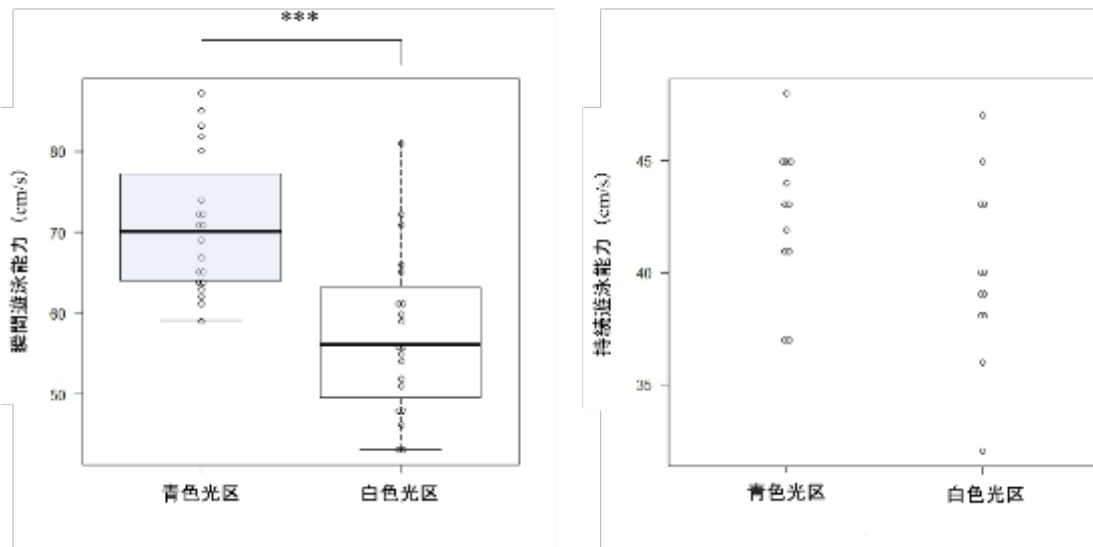


図 6. 異なる光波長下で飼育した海水移行 15 日目のサケの遊泳力の比較 瞬間遊泳能力は各区 20 尾、持続遊泳能力は各区 12 尾のデータを用いた。箱ひげ図のボックス下辺は 25 パーセンタイル値、上辺は 75 パーセンタイル値、太線は中央値、ひげの位置は第一四分位数 $-1.5 \times \text{IQR}$ と第三四分位数 $+1.5 \times \text{IQR}$ を表す。



写真 1. 遊泳能力測定装置

c) 大型種苗等育成のための既存管理技術の改善

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 和泉梓佐
小役丸隼人

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部

技術課：小野郁夫、和泉梓佐、小役丸隼人

根室事業所：渡邊誠

千歳事業所：江田幸玄、石原剛、羽二生一将

鶴居事業所：楠茂恵一、小野ゆい、小浦学人

伊茶仁事業所：徳田裕志、三輪拓也、柳川航輝

静内事業所：加藤雅博、吉光昇二、川上良美

天塩事業所：栗林誠、矢部貴大、岡本大輝

【背景】

近年、初夏の海水温の立ち上がりが早い傾向にあり、サケ稚魚の離岸水温と考えられている 13℃に達する時期が以前と比較して早くなる年が多い。特に中・後期群は、前期群に比べて稚魚の飼育開始時期が遅くなるため、海水温の昇温が早期化すると飼育可能な期間が短くならざるを得ない。その結果、中・後期群は離岸サイズとして望ましいサイズに成長できる稚魚の割合が減少し、沿岸域で生き残る割合が減り、ひいては資源の減少を招いている可能性がある。このため、稚魚を短期間のうちに成長させる飼育技術を検討することを目的とし、管理水温や管理条件が異なる北海道内 6 事業所で i) ～ iii) の試験を事業規模もしくは水槽規模で実施した (図 1)。

i) サケ標準給餌率の再検討に関する試験

【目的】

現在のふ化放流事業では、ライトリッツの給餌率表の 8 割を基準としたサケ標準給餌率表 (北海道さけ・ますふ化場 1996) を参考に 1 日の給餌量を決定し管理を行うふ化場が多い。しかしながら、ライトリッツの給餌率表は、ニジマスを対象魚としてデータを収集した表であり、特にサケのふ化放流事業で想定される成長サイズの範囲に重点をおいて最適給餌率を検討されたものではない。そこで本試験では、サケのふ化放流事業における最適な給餌率を水温や給餌率、成長の視点から再検証し、放流時期までに、より効率的に大型化に繋がる給餌手法を検討した。

【方法】

<事業規模>

事業規模の施設と種卵数を対象に異なる飼育水温で管理する稚魚 (2022 (令和 4) ～ 2025 (令和 7) 年級) について、データ収集を行った。実施事業所は、鶴居、伊茶仁、静内の 3 事業所とした。試験区は管理水温に基づくサケ標準給餌率に対して 1 割増区と 2 割

増区を設定した。旬に2回程度の頻度で魚体測定（60尾）を行い、試験設定に見合った給餌量となるよう補正し、魚体測定日から次の魚体測定日までの期間は、飼料効率を100%と仮定し、設定した給餌率を維持した。試験期間を通して、一定の環境・条件で管理を続け、試験開始から終了までの管理状況を把握することとした。各事業所では、管理状況に合わせて1シーズン当たり1～2回ずつ試験を実施した。管理用水の温度は、1時間に1回の頻度で測定した。また、2022（令和4）年級静内事業所の2回目の試験においては、試験終了時に体成分・血液成分の分析と瞬発遊泳力の測定を行い、稚魚の健苗性や遊泳力についても評価した。得られたデータについては t 検定（ $p < 0.05$ ）もしくはTukey法（ $p < 0.05$ ）を用いて統計処理を行った。各事業所における試験設定は以下のとおり。

（鶴居事業所）

2022（令和4）～2023（令和5）年級飼育用水温は、平均7.5℃とし、以下の区分で試験を実施した。

《2022年（令和4）年級》

- ・標準給餌率区（以下、対照区）：給餌率2.7%（10/7、10/11採卵群）
- ・2割増区：給餌率3.2%（9/29、10/4採卵群）

《2023（令和5）年級》

- ・対照区：給餌率2.7%（9/25採卵群）
- ・1割増区：給餌率3.0%（10/6採卵群）
- ・2割増区：給餌率3.2%（10/10採卵群）

（伊茶仁事業所）

2022（令和4）～2024（令和6）年級飼育用水温は、平均8.0℃とし、1シーズン当たり1～2回の試験を以下の区分で実施した。

《2022（令和4）年級》

1回目

- ・対照区：給餌率2.8%（10/4採卵群）
- ・2割増区：給餌率3.4%（9/27採卵群）

2回目

- ・対照区：給餌率2.8%（11/15採卵群）
- ・1割増区：給餌率3.1%（11/15採卵群）
- ・2割増区：給餌率3.4%（11/22採卵群）

《2023（令和5）年級》

1回目

- ・対照区：給餌率2.8%（9/29採卵群）
- ・2割増区：給餌率3.4%（9/29採卵群）

2回目

- ・対照区：給餌率2.8%（11/10採卵群）
- ・1割増区：給餌率3.1%（11/16採卵群）
- ・2割増区：給餌率3.4%（11/24採卵群）

＜＜2024（令和 6）年級＞＞

- ・ 対照区：給餌率 2.8 %（11/12 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 3.4 %（11/22 採卵群）

（静内事業所）

2022（令和 4）年級飼育用水温は、平均 9.0℃、2023（令和 5 年）～2025（令和 7 年）年級飼育水温は平均 10.0℃とし、1 シーズン当たり 1～2 回の試験を以下の区分で実施した。

＜＜2022 年（令和 4）年級＞＞

1 回目

- ・ 対照区：給餌率 3.0 %（10/26 採卵群）
- ・ 1 割増区：給餌率 3.3 %（11/7 採卵群）

2 回目

- ・ 対照区：給餌率 3.0 %（11/28, 12/2 採卵群）
- ・ 1 割増区：給餌率 3.3 %（11/28 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 3.6 %（11/28 採卵群）

試験終了直後に各区から 20 尾を抽出し、体成分及び血液成分（肝臓グリコーゲン（Gly）、筋肉トリグリセリド（Tri）、血漿グルコース（Glu）、血漿トリグリセリド（Tri）、ヘマトクリット値（Ht））を分析し比較を行った。また、各区から 30 尾を抽出し、遊泳力測定装置（北水産業製）を用いて測定し、瞬発遊泳力（cm/s）を算出し比較を行った。

瞬発遊泳力（cm/s）＝流量（L/min）×1000／60／断面積（5.07 cm²）

＜＜2023（令和 5）年級＞＞

- ・ 対照区：給餌率 3.4 %（11/24 採卵群）
- ・ 1 割増区：給餌率 3.7 %（11/15・11/20・11/24 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 4.1 %（11/15 採卵群）

＜＜2024（令和 6）年級＞＞

- ・ 対照区：給餌率 3.4 %（11/26 採卵群）
- ・ 1 割増区：給餌率 3.7 %（11/26 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 4.1 %（11/26・12/2 採卵群）

2025（令和 7）年級飼育用水温は、平均 10.0℃とし、以下の区分で実施中である。

- ・ 対照区：給餌率 3.4 %（11/21・11/25 採卵群）
- ・ 1 割増区：給餌率 3.7 %（11/21 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 4.1 %（11/21 採卵群）

＜水槽規模＞

地下水や湧水で管理する稚魚（2024（令和 6）年級群～2025（令和 7）年級）について、データ収集を行った。実施事業所は、伊茶仁、千歳の 2 事業所で各区分は管理水温に基づくサケ標準給餌率に対して 2 割増区と 4 割増区を設定した。供試尾数は 3 千尾で 7 日に 1 回程度の頻度で魚体測定（60 尾）を行い、試験設定に見合った給餌量となるよう補正し、魚体測定日から次の魚体測定日までの期間は、飼料効率を 100 %と仮定し、設定した

給餌率を毎日維持した。試験期間を通して、一定の環境・条件で管理を続け、試験開始から終了までの管理状況を把握することとした。管理用水の温度は、1 時間に 1 回の頻度で測定した。2025（令和 7）年級については、試験終了時に体成分・血液成分を行い、稚魚の健苗性についても評価する。得られたデータについては Tukey 法（ $p < 0.05$ ）を用いて統計処理を行った。各事業所における試験設定は以下のとおり。

2024（令和 6）年級飼育水温は、平均 8.0 °C とし、以下の区分で試験を実施した。

（伊茶仁事業所）

＜2024（令和 6）年級＞

- ・ 対照区：給餌率 2.8 %（10/4 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 3.4 %（10/4 採卵群）
- ・ 4 割増区：給餌率 3.9 %（10/4 採卵群）

（千歳事業所）

＜2024（令和 6）年級＞

- ・ 対照区：給餌率 2.8 %（11/10 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 3.4 %（11/10 採卵群）
- ・ 4 割増区：給餌率 3.9 %（11/10 採卵群）

2025（令和 7）年級飼育水温は、平均 8.0 °C とし、以下の区分で実施中である。

（伊茶仁事業所）

- ・ 対照区：給餌率 2.8 %（10/3 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 3.4 %（10/3 採卵群）
- ・ 4 割増区：給餌率 3.9 %（10/3 採卵群）

（千歳事業所）

- ・ 対照区：給餌率 2.8 %（11/9 採卵群）
- ・ 2 割増区：給餌率 3.4 %（11/9 採卵群）
- ・ 4 割増区：給餌率 3.9 %（11/9 採卵群）

【結果及び考察】

＜事業規模＞

各事業所の各試験区における飼育管理結果を表 1～3 に示した。各試験結果の詳細は以下のとおり。

（鶴居事業所）

2022（令和 4）年級は、試験期間中の飼育水温は対照区が平均 7.6 ± 0.03 °C、2 割増区が平均 7.4 ± 0.02 °C で推移し、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は両区ともに良好であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 2 に示した。試験期間 59 日を通しての飼料効率は、対照区 106 %（給餌量：1.31 kg/千尾）、2 割増区 103 %（給餌量：1.70 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から 34 日後に対照区が平均 0.89 ± 0.17 g、2 割増区が

平均 0.95 ± 0.13 g となり、2 割増区が有意に大きくなり、それ以降試験終了まで 2 割増区が有意に大きい体重で推移した。

2023（令和 5）年級は、試験期間中の飼育水温は対照区が平均 7.5 ± 0.05 °C、1 割増区が平均 7.4 ± 0.04 °C、2 割増区が平均 7.5 ± 0.05 °C で推移し、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は両区ともに良好であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 3 に示した。試験期間 53～54 日を通しての飼料効率は、対照区 97 %（給餌量：1.01 kg/千尾）、1 割増区 102 %（給餌量：1.25 kg/千尾）、2 割増区 92 %（給餌量：1.40 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から 8 日後に対照区が平均 0.44 ± 0.07 g、試験開始から 10 日後に 1 割増区が平均 0.50 ± 0.06 g、2 割増区が平均 0.48 ± 0.05 g となり、対照区と比較して 1 割増区、2 割増区が有意に大きくなった。それ以降試験終了までは対照区と比較して 1 割増区、2 割増区が有意に大きい体重で推移したが、1 割増区と 2 割増区の間には有意差はなかった。比較する区分の試験開始から魚体測定までの経過日数が異なる場合は、日間成長の値を使用して全区分とも同じ経過日数で比較できるよう補正したが結果は同様であった。

（伊茶仁事業所）

2022（令和 4）年級は、全区分において試験期間中の稚魚の生残率は高く、全体的には良好な状態を維持していたが、特に 2 回目の試験終了直前に全区分で原虫症を発症している。

1 回目

試験期間中の飼育水温は対照区が平均 7.9 ± 0.20 °C、2 割増区が平均 7.8 ± 0.21 °C で推移した。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 4 に示した。試験期間 28～31 日を通しての飼料効率は、対照区 84 %（給餌量：0.50 kg/千尾）、2 割増区 91 %（給餌量：0.53 kg/千尾）であった。両区の試験終了時の体重は、対照区が平均 0.80 ± 0.12 g、2 割増区が平均 0.8 ± 0.13 g という結果となり、2 割増区が有意に大きい結果となった。ただし、両試験区の試験期間には 3 日間の差があり（対照区：31 日、2 割増区：28 日）、その差が試験終了時の体重結果に影響した可能性も考えられるため、日間成長の値を使用して両試験とも 31 日間の試験期間となるよう補正した値についても *t* 検定を用いて比較したが結果は同様であった。

2 回目

試験期間中の水温は対照区が平均 8.4 ± 0.05 °C、1 割増区が平均 8.4 ± 0.15 °C、2 割増区が平均 8.4 ± 0.21 °C で推移した。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 5 に示した。試験期間 32～34 日を通しての飼料効率は、対照区 108 %（給餌量：0.56 kg/千尾）、1 割増区 92 %（給餌量：0.61 kg/千尾）、2 割増区 80 %（給餌量：0.63 kg/千尾）であった。各区の試験終了時の体重は、対照区が平均 0.94 ± 0.12 g、1 割増区が平均 0.90 ± 0.10 g、2 割増区が平均 0.84 ± 0.10 g となり、対照区が 2 割増区と比較して有意に大きく、1 割増区が 2 割増区と比較し有意に大きい結果となった。ただし、3 試験区の試験期間には、最大 2 日間の差があり（対照区：34 日、1 割増区：33 日、2 割増区：32 日）、その差が試験終了時の体重結果に影響した可能性も考えられるため、日間成長の値を使用して全試験区分とも 33 日間の試験期間となるよう補正した値についても Tukey 法を用いて比較したが結果は同様であった。

2023（令和5）年試験期間中は、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は全試験区で良好だった。

1回目

試験期間中の飼育水温は対照区が平均 $7.8 \pm 0.49^{\circ}\text{C}$ 、2割増区が平均 $7.9 \pm 0.32^{\circ}\text{C}$ で推移した。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図6に示した。試験期間32日を通しての飼料効率は、対照区 108 %（給餌量：0.56 kg/千尾）、2割増区 101 %（給餌量：0.73 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から22日後に対照区が $0.73 \pm 0.10\text{ g}$ 、2割増区が平均 $0.87 \pm 0.11\text{ g}$ となり、対照区と比較して2割増区が有意に大きくなり、それ以降試験終了まで2割増区が有意に大きい体重で推移した。

2回目

試験期間中の水温は対照区が平均 $8.4 \pm 0.59^{\circ}\text{C}$ 、1割増区が平均 $8.3 \pm 0.56^{\circ}\text{C}$ 、2割増区が平均 $8.5 \pm 0.67^{\circ}\text{C}$ で推移した。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図7に示した。試験期間34～37日を通しての飼料効率は、対照区 100 %（給餌量：0.63 kg/千尾）、1割増区 93 %（給餌量：0.66 kg/千尾）、2割増区 92 %（給餌量：0.66 kg/千尾）であった。各区の試験終了時の体重は、対照区が平均 $0.99 \pm 0.13\text{ g}$ 、1割増区が平均 $0.98 \pm 0.12\text{ g}$ 、2割増区が平均 $0.95 \pm 0.15\text{ g}$ となり、3試験区の間には有意な差はなかった。ただし、3試験区の試験期間には、最大3日間の差があり（対照区：34日、1割増区：35日、2割増区：37日）、その差が試験終了時の体重結果に影響した可能性も考えられるため、日間成長の値を使用して全試験区分とも34日間の試験期間となるよう補正した値についても比較したが結果は同様であった。

2024（令和6）年試験期間中は、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は全試験区で良好だった。

試験期間中の飼育水温は対照区が平均 $8.5 \pm 0.17^{\circ}\text{C}$ 、2割増区が平均 $8.4 \pm 0.43^{\circ}\text{C}$ で推移した。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図8に示した。試験期間35～36日を通しての飼料効率は、対照区 110 %（給餌量：0.62 kg/千尾）、2割増区 91 %（給餌量：0.80 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から23～24日後に対照区が $0.67 \pm 0.01\text{ g}$ 、2割増区が平均 $0.80 \pm 0.01\text{ g}$ となり、対照区と比較して2割増区が有意に大きくなった。ただし、2試験区の試験経過期間には、1日間の差があり（対照区：23日、2割増区：24日）、その差が試験終了時の体重結果に影響した可能性も考えられるため、日間成長の値を使用して両区分とも23日間の試験期間となるよう補正した値についても比較したが結果は同様であった。しかしながら試験終了時の体重に有意な差はなかった。

（静内事業所）

2022（令和4）年級試験期間中は、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は全試験区で良好だった。

1回目

試験期間中の飼育水温は両区とも平均 $9.7 \pm 0.05^{\circ}\text{C}$ であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図9に示した。試験期間49日間を通しての飼料効率は、対照区

101 % (給餌量 : 1.30 kg/千尾)、1 割増区 101 % (給餌量 : 1.48 kg/千尾) であった。試験終了時の体重は、対照区が平均 1.69 ± 0.55 g、1 割増区平均 1.95 ± 0.48 g となり、1 割増区が有意に大きい結果となった。

2 回目

試験期間中の飼育水温は全区とも平均 9.6 ± 0.38 °C であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 10 に示した。試験期間 43 日間を通しての飼料効率は、対照区 117 % (給餌量 : 1.09 kg/千尾)、1 割増区 117 % (給餌量 : 1.24 kg/千尾)、2 割増区 108 % (給餌量 : 1.51 kg/千尾) であった。

体重は、試験開始から 28 日後に対照区が平均 0.87 ± 0.24 g、1 割増区が平均 0.85 ± 0.24 g、2 割増区が平均 0.98 ± 0.25 g となり、それ以降試験終了まで、2 割増区が対照区、1 割増区と比較して有意に大きく、対照区と 1 割増区の間には有意な差がない結果となった。

試験終了直後の体成分と血液成分 (肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht) の分析結果は、対照区でそれぞれ肝臓 Gly : 平均 3.18 ± 1.34 %、筋肉 Tri : 平均 1.87 ± 0.46 %、血漿 Glu : 平均 89.96 ± 18.85 mg/ml、血漿 Tri : 平均 579.78 ± 311.91 mg/dl、Ht : 平均 46.85 ± 4.82 % であった。1 割増区は、肝臓 Gly : 平均 3.12 ± 1.07 %、筋肉 Tri : 平均 1.91 ± 0.45 %、血漿 Glu : 平均 89.48 ± 15.41 mg/ml、血漿 Tri : 平均 555.60 ± 250.77 mg/dl、Ht : 平均 45.25 ± 5.29 % となった。2 割増区は、肝臓 Gly : 平均 3.43 ± 1.40 %、筋肉 Tri : 平均 2.37 ± 0.64 %、血漿 Glu : 平均 87.09 ± 13.65 mg/ml、血漿 Tri : 平均 526.91 ± 193.43 mg/dl、Ht : 平均 45.55 ± 3.90 % となった。3 区分ともに体成分および血液成分分析の結果に有意な差はなかった。

試験終了直後の瞬発遊泳力の測定結果 (平均、最大、最小) は、対照区でそれぞれ 57.10 ± 9.25 cm/s、 110.45 cm/s、 21.47 cm/s、1 割増区でそれぞれ 57.76 ± 9.24 cm/s、 110.45 cm/s、 21.47 cm/s、2 割増区でそれぞれ 63.05 ± 7.06 cm/s、 104.87 cm/s、 27.84 cm/s となった。3 区分間の瞬発遊泳力に有意な差はなかった。

2023 (令和 5) 年級の試験期間中は、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は全試験区で良好だった。

試験期間中の飼育水温は各区とも平均 9.7 ± 0.06 °C で推移し、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は両区ともに良好であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 11 に示した。試験期間 41 日間を通しての飼料効率は、対照区 115 % (給餌量 : 1.27 kg/千尾)、1 割増区 107 % (給餌量 : 1.47 kg/千尾)、2 割増区 97 % (給餌量 : 1.63 kg/千尾) であった。各区の試験終了時の体重は、対照区が平均 1.83 ± 0.31 g、1 割増区が平均 1.95 ± 0.37 g、2 割増区が平均 1.96 ± 0.31 g となり、3 試験区の間には有意な結果はなかった。しかしながら尾叉長については、試験開始から 21 日後に対照区が平均 4.84 ± 0.22 cm、1 割増区が平均 4.93 ± 0.24 cm、2 割増区が平均 4.97 ± 0.25 cm となり、対照区と比較して 2 割増区が有意に大きくなった。それ以降試験終了までは対照区と比較して 2 割増区が有意に大きい尾叉長で推移したが、対照区と 1 割増区、1 割増区と 2 割増区の間には有意差はなかった (図 12)。

2024 (令和 6) 年級の試験期間中は、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は全試験区で良好だった。

試験期間中の飼育水温は各区とも平均 10.0 ± 0.04 °C で推移し、特に疾病等は発生せず稚

魚の状態は両区ともに良好であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 13 に示した。試験期間 53 日を通しての飼料効率は、対照区 99%（給餌量：1.67 kg/千尾）、1 割増区 94 %（給餌量：2.09 kg/千尾）、2 割増区 96%（給餌量：2.46 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から 21 日後に対照区が平均 0.69 ± 0.02 g、1 割増区が平均 0.70 ± 0.02 g、2 割増区が平均 0.76 ± 0.01 g となり、2 割増区が対照区、1 割増区と比較して有意に大きくなったが、対照区と 1 割増区の間に有意な差はなかった。試験開始から 35 日後に対照区が平均 1.02 ± 0.04 g、1 割増区が平均 1.23 ± 0.05 g、2 割増区が平均 1.37 ± 0.05 g となった以降、試験終了まで、2 割増区が対照区、1 割増区と比較して有意に大きく、1 割増区が対照区と比較して有意に大きくなった。

<水槽規模>

各事業所の各試験区における飼育管理結果を表 4 に示した。各試験結果の詳細は以下のとおり。

（伊茶仁事業所）

2024（令和 6）年級の試験期間中の飼育水温は、対照区が平均 8.3 ± 0.03 °C、2 割増区が平均 8.4 ± 0.02 °C、4 割増区が平均 8.3 ± 0.01 °C で推移し、特に疾病等は発生せず稚魚の状態は両区ともに良好であった。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 14 に示した。試験期間 57 日を通しての飼料効率は、対照区 104%（給餌量：1.25 kg/千尾）、2 割増区 90%（給餌量：1.62 kg/千尾）、4 割増区 74%（給餌量：1.96 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から 23 日後に対照区が平均 0.58 ± 0.01 g、2 割増区が平均 0.62 ± 0.01 g、4 割増区が平均 0.64 ± 0.01 g となり、対照区と比較して 2 割増区、4 割増区が有意に大きくなった。それ以降試験終了まで、対照区と比較して 2 割増区もしくは 4 割増区が有意に大きくなったが、2 割増区と 4 割増区の間で有意な違いはなかった。

（千歳事業所）

2024（令和 6）年級の試験期間中の飼育水温は、対照区が平均 8.5 ± 0.09 °C、2 割増区が平均 8.5 ± 0.05 °C、4 割増区が平均 8.5 ± 0.05 °C で推移し、試験期間中に全ての区分でイクチオボドの寄生が確認され、4/25、5/9 に全区分で 1.5%食塩浴（45 分）の後 0.9%食酢浴 +1.5%食塩浴（15 分）を実施した。試験期間中の体重、飼料効率、日間成長の推移を図 15 に示した。試験期間 54 日を通しての飼料効率は、対照区 99%（給餌量：1.18 kg/千尾）、2 割増区 83%（給餌量：1.55 kg/千尾）、4 割増区 71%（給餌量：1.81 kg/千尾）であった。体重は、試験開始から 48 日後に対照区が平均 1.19 ± 0.06 g、2 割増区が平均 1.31 ± 0.09 g、4 割増区が平均 1.28 ± 0.09 g となり、対照区と比較して 2 割増区が有意に大きくなった。それ以降試験終了までは対照区と比較して試験区（2～4 割増区）の体重が大型傾向で推移するが、対照区と 2 割増区と 4 割増区の間で有意な違いはなかった。この結果は伊茶仁事業所で収集した結果と異なるが、要因としてイクチオボドの寄生が影響した可能性が推察された。

まとめ

2022（令和 4）年級～2024（令和 6）年級を対象に事業規模で実施した結果、多くの事業所で飼育開始から体重 0.8～1 g に達する前後までは、現状のサケ標準給餌率を目安として飼育管理を行うことで、稚魚の餌要求に見合った無駄のない給餌ができると推察できた。さらに体重 0.9g 前後以降試験実施範囲では、標準給餌率の 1～2 割増しの給餌量を与えることで、稚魚の成長をより促進できると推察できた。

しかしながら、2022（令和 4）年級～2024（令和 6）年級を対象に伊茶仁事業所で実施した事業規模のデータ収集の結果では、標準給餌率に対して 1～2 割の割増給餌を実施したが体重の推移に明瞭な差は認められなかった。明瞭な差が認められなかった要因としては、伊茶仁事業所でデータ収集できた期間が飼育開始～1g 程度までであり、割増給餌による体重への影響が現れる前に試験を終了した可能性が考えられた。このことから、2024（令和 6）年級を対象に事業規模ではデータ収集が困難であった体重 1.5g 以上までのデータ収集を水槽規模で実施したところ伊茶仁事業所でも 2～4 割増給餌区で体重の大型化が認められた。

2024（令和 6）年級を対象に水槽規模で実施した試験の結果、2 割増区と 4 割増区の間で稚魚の体重の推移に差は認められず、標準に対して 2 割増を越える給餌は、稚魚の早期大型化に繋がらないことが推察された。

ii）給餌開始時期の再検討に関する試験

【目的】

ふ化放流の現場の多くでは、仔魚の 8 割以上の腹部が縫合したタイミングを浮上＝飼育開始の目安としている。通常、浮上時の積算水温は、ふ化仔魚の臍嚢サイズや管理環境により幅はあるが、概ね 900℃～1,000℃である。しかしながら、組織学的にはそれ以前から、消化吸収器官の基本構造が仔魚に備わっていると報告されている（伴ほか 1995）。

そこで特に、飼育開始が遅く飼育期間が短くならざるを得ない後期採卵群について、従来よりも早期に浮上させ給餌を開始することでより長い飼育期間を確保し、従来よりも大型サイズでの放流が可能となるか検証する。

【方法】

通常、浮上の目安にしている積算温度よりも早期に稚魚を浮上させ給餌を開始した場合の稚魚の発育や形体に及ぼす影響を、事業規模の施設及び種卵数による試験で比較した。2022（令和 4）年級～2023（令和 5）年級にかけて鶴居と八雲の 2 事業所、2024（令和 6）年級では鶴居と天塩の 2 事業所で試験を実施した。

本試験では、通常浮上区と早期浮上区を設定し、早期浮上区は、各事業所で通常浮上させている積算温度に対して、85～130℃（日数で 9～18 日）程度早く浮上させた。なお、各事業所の仔魚管理（養魚池）および稚魚管理（飼育池、増収型アトキンス槽）を実施した施設の状況は表 5 に示したとおりである。試験開始日はふ化月日（その区分全体の 60%以上がふ化した日）とし、両区とも試験期間が同一日数となるよう試験終了日を決定した。

浮上時には、稚魚の卵黄重量を測定し、卵黄吸収の度合いを確認した。給餌開始以降は、旬に 1 回の水切り魚体測定を実施して稚魚の魚体重を把握し、給餌量を算出して飼育を継

続した。試験終了時には、魚体測定（60 尾）を行って体サイズを把握するとともに、健苗性を確認するため、海水適応能試験（供試魚 60 尾を 33psu の人工海水 60L 以上に投入し、48 時間後の生残率を算出）のほか、各区 20 尾を抽出し体成分及び血液成分（肝臓グリコーゲン (Gly)、筋肉トリグリセリド (Tri)、血漿グルコース (Glu)、血漿トリグリセリド (Tri)、ヘマトクリット値 (Ht)) を分析し比較を行った。

2023（令和 5）年級の八雲事業所については、通常浮上区（2,3n-4nH）と早期浮上区（2,3n-3nH）で異なる耳石コードを施標して放流した後、週 1 回を目安に遊楽部川河口で引き網調査を各標識魚が採集されなくなるまで実施した。なお、放流場所の八雲事業所から調査地点の位置関係については図 22 に示した。また、得られたデータについては t 検定 ($p < 0.05$) を用いて統計処理を行った。各事業所における試験区の浮上積算温度および給餌率は以下のと

・鶴居事業所試験

2022（令和 4）年級：通常浮上区（積算温度 930℃）に対して早期浮上区（積算温度 850℃）を設定した。試験開始時期を積算水温 500～501℃時点とし、試験期間中の給餌率は 2.8%とした。

2023（令和 5）年級：通常浮上区（積算温度 930℃）に対して早期浮上区（積算温度 850℃）を設定した。試験開始時期を積算水温 501～503℃時点とし、試験期間中の給餌率は 2.9%とした。

2024（令和 6）年級：通常浮上区（積算温度 930℃）に対して早期浮上区（積算温度 850℃）を設定した。試験開始時期を積算水温 491～496℃時点とし、試験期間中の給餌率は 2.6%とした。

・八雲事業所試験

2022（令和 4）年級：通常浮上区（積算温度 970℃）に対して早期浮上区（積算温度 830℃）を設定した。試験開始時期を積算水温 470～473℃時点とし、飼育期間中の給餌率は 2.8%とした。

2023（令和 5）年級：通常浮上区（積算温度 940℃）に対して早期浮上区（積算温度 840℃）を設定した。試験開始時期を積算水温 486～491℃時点とし、飼育期間中の給餌率は 2.8%とした。

・天塩事業所試験

2024（令和 6）年級：通常浮上区（積算温度 940℃）に対して早期浮上区（積算温度 840℃）を設定した。試験開始時期を積算水温 485℃時点とし、試験期間中の給餌率は 2.5-2.6%とした。

【結果及び考察】

試験実施中の管理経過を表 6 に示した。2022（令和 4）年級の試験日数は鶴居事業所で 86 日間、八雲事業所で 92 日間となった。2023（令和 5）年級の試験日数は、鶴居事業所で 83 日間、八雲事業所で 81 日間となった。2024（令和 6）年級の試験日数は、鶴居事業所で 82 日間、天塩事業所で 86 日間となった。

・鶴居事業所試験

1) 浮上時の稚魚の外観及び卵黄重量

2022（令和4）年級～2024（令和6）年級の浮上時稚魚の外観（腹部の縫合状態）を図16に示した。早期浮上区の方は卵黄が露見している個体が多く見られた。

2022（令和4）年級～2024（令和6）年級の浮上時卵黄重量を図17に示した。2022（令和4）年級では、通常浮上区が平均 0.018 ± 0.009 g、早期浮上区が平均 0.047 ± 0.015 g であり、早期浮上区が有意に大きかった。

2023（令和5）年級は、通常浮上区が平均 0.021 ± 0.009 g、早期浮上区が平均 0.053 ± 0.014 g であり、早期浮上区が有意に大きかった。

2024（令和6）年級は、通常浮上区が平均 0.010 ± 0.007 g、早期浮上区が平均 0.034 ± 0.011 g であり、早期浮上区が有意に大きかった。

2) 稚魚の管理状況

2022（令和4）年級では、試験期間86日の中で給餌を行った日数は早期浮上区で34日間、通常浮上区で21日間となり、早期浮上区は、通常浮上区よりも給餌日数を13日間延長することができた。

2023（令和5）年級では、試験期間83日の中で給餌を行った日数は早期浮上区で31日間、通常浮上区で22日間となり、早期浮上区は、通常浮上区よりも給餌日数を9日間延長することができた。

2024（令和6）年級では、試験期間82日の中で給餌を行った日数は早期浮上区で31日間、通常浮上区で19日間となり、早期浮上区は、通常浮上区よりも給餌日数を12日間延長することができた。

令和4～5年級では、早期浮上区は通常浮上区と比較して飼育初期の餌の食い付きがやや悪いとの報告があった。しかし、試験期間全体では、両区とも摂餌は良好で魚病の発生もなく、管理上の問題はなかった。

3) 試験終了時の体重、海水適応能、体成分・血液成分

2022（令和4）年級稚魚の体重は、通常浮上区が平均 0.57 ± 0.12 g、早期浮上区が平均 0.82 ± 0.11 g となり、早期浮上区の方が有意に大きかった。海水適応試験は両区ともに生残率100%であった（表7）。

体成分と血液成分（肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht）の分析結果は、通常浮上区は、肝臓 Gly：平均 $6.94 \pm 1.64\%$ 、筋肉 Tri：平均 $0.56 \pm 0.39\%$ 、血漿 Glu：平均 96.26 ± 9.25 mg/ml、血漿 Tri：平均 370.86 ± 87.99 mg/dl、Ht：平均 $40.69 \pm 2.24\%$ であった。早期浮上区は、肝臓 Gly：平均 $4.98 \pm 1.73\%$ 、筋肉 Tri：平均 $1.16 \pm 0.33\%$ 、血漿 Glu：平均 90.31 ± 9.01 mg/ml、血漿 Tri：平均 617.58 ± 134.69 mg/dl、Ht：平均 $42.35 \pm 5.01\%$ となった。

早期浮上区は通常浮上区と比較して、筋肉 Tri、血漿 Tri の値が有意に高かった。一方、肝臓 Gly については通常浮上区の方が早期浮上区と比較して有意に高い値となった。肝臓 Gly については、早期浮上区の方が有意に低い結果となっているが、もともと変動しやすい値であり、浮上積算温度の違いによる影響ではないと考えられる。

2023（令和5）年級の体重は、通常浮上区が平均 0.67 ± 0.11 g、早期浮上区が平均 $0.73 \pm$

0.13 g となり、早期浮上区の方が有意に大きかった。

海水適応試験は両区ともに生残率 100 %であった（表 7）。

体成分と血液成分（肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht）の分析結果は、通常浮上区は、肝臓 Gly：平均 $3.54 \pm 1.57\%$ 、筋肉 Tri：平均 $1.28 \pm 0.25\%$ 、血漿 Glu：平均 60.09 ± 9.29 mg/ml、血漿 Tri：平均 331.99 ± 41.68 mg/dl、Ht：平均 $39.55 \pm 5.41\%$ であった。早期浮上区は、肝臓 Gly：平均 $3.81 \pm 1.52\%$ 、筋肉 Tri：平均 $1.20 \pm 0.22\%$ 、血漿 Glu：平均 63.51 ± 6.89 mg/ml、血漿 Tri：平均 430.36 ± 101.15 mg/dl、Ht：平均 $37.50 \pm 3.85\%$ であった。

早期浮上区は通常浮上区と比較して、血漿 Tri の値が有意に高い値となった。

2024（令和 6 年）級の体重は、通常浮上区が平均 0.58 ± 0.01 g、早期浮上区が平均 0.78 ± 0.01 g となり、早期浮上区の方が有意に大きかった。

海水適応試験は両区ともに生残率 100 %であった（表 7）。

体成分と血液成分（肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht）の分析結果は、通常浮上区は、肝臓 Gly：平均 $2.65 \pm 0.31\%$ 、筋肉 Tri：平均 $0.86 \pm 0.06\%$ 、血漿 Glu：平均 70.17 ± 2.25 mg/ml、血漿 Tri：平均 266.14 ± 13.48 mg/dl、Ht：平均 $44.55 \pm 0.85\%$ であった。早期浮上区は、肝臓 Gly：平均 $3.69 \pm 0.30\%$ 、筋肉 Tri：平均 $1.29 \pm 0.05\%$ 、血漿 Glu：平均 79.30 ± 2.62 mg/ml、血漿 Tri：平均 370.31 ± 21.44 mg/dl、Ht：平均 $41.70 \pm 0.79\%$ であった。

体成分と血液成分の全項目で早期浮上群は通常浮上群に比較して有意に高かった。

・八雲事業所試験

1) 浮上時の稚魚の外観及び卵黄重量

2022（令和 4）年級～2023（令和 5）年級浮上時稚魚の外観（腹部の縫合状態）を図 18 に示した。早期浮上区の方は卵黄が露見している個体が多く見られた。

2022（令和 4）年級～2023（令和 5）年級稚魚の浮上時の卵黄重量を図 19 に示した。2022（令和 4）年級では通常浮上区で平均 0.000 ± 0.000 g であり、卵黄は完全に吸収されていたが、早期浮上区は平均 0.028 ± 0.010 g であり有意に大きかった。

2023（令和 5 年）級では、通常浮上区が平均 0.018 ± 0.012 g、早期浮上区が平均 0.057 ± 0.015 g であり、早期浮上区が有意に大きかった。

2) 稚魚の管理状況

2022（令和 4）年級は、試験期間 92 日の中で給餌を行った日数は早期浮上区で 38 日間、通常浮上区で 20 日間となり、早期浮上区は、通常浮上区よりも給餌日数を 18 日間延長することができた。

2023（令和 5）年級は、試験期間 81 日の中で給餌を行った日数は早期浮上区で 46 日間、通常浮上区で 35 日間となり、早期浮上区は、通常浮上区よりも給餌日数を 11 日間延長することができた。

早期浮上区では、2022（令和 4）年級は飼育初期の餌の食い付きの悪さ、2023（令和 5）年級では飼育初期に池底に停滞する多くの稚魚と摂餌活性のばらつきが報告されている。しかし、試験期間全体では、両区とも摂餌は良好で魚病の発生も無く、管理上の問題は発生しなかった。

3) 試験終了時の体重、海水適応能、体成分・血液成分

2022 (令和 4 年) 級の体重は、通常浮上区が平均 0.49 ± 0.02 g、早期浮上区が平均 0.78 ± 0.15 g となり、早期浮上区の方が有意に大きかった。

海水適応試験は両区ともに生残率 100 % であった (表 7)。

体成分と血液成分 (肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht) の分析結果は、通常浮上区は、肝臓 Gly : 平均 6.94 ± 1.64 %、筋肉 Tri : 平均 0.56 ± 0.39 %、血漿 Glu : 平均 96.26 ± 9.25 mg/ml、血漿 Tri : 平均 370.86 ± 87.99 mg/dl、Ht : 平均 40.69 ± 2.24 % であった。早期浮上区は、肝臓 Gly : 平均 4.98 ± 1.73 %、筋肉 Tri : 平均 1.16 ± 0.33 %、血漿 Glu : 平均 90.31 ± 9.01 mg/ml、血漿 Tri : 平均 617.58 ± 134.69 mg/dl、Ht : 平均 42.35 ± 5.01 % となった。

早期浮上区は通常浮上区と比較して、筋肉 Tri、血漿 Tri の値が有意に高かった。一方、肝臓 Gly については通常浮上区の方が早期浮上区と比較して有意に高い値となった。

2023 (令和 5) 年級の体重は、通常浮上区が平均 0.93 ± 0.18 g、早期浮上区が平均 1.20 ± 0.21 g となり、早期浮上区の方が有意に大きかった。

海水適応試験は両区ともに生残率 100 % であった (表 7)。

体成分と血液成分 (肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht) の分析結果は、通常浮上区は、肝臓 Gly : 平均 0.41 ± 0.49 %、筋肉 Tri : 平均 1.44 ± 0.27 %、血漿 Glu : 平均 70.91 ± 11.35 mg/ml、血漿 Tri : 平均 321.56 ± 81.67 mg/dl、Ht : 平均 50.85 ± 3.83 % であった。早期浮上区は、肝臓 Gly : 平均 1.73 ± 1.22 %、筋肉 Tri : 平均 1.29 ± 0.21 %、血漿 Glu : 平均 66.68 ± 7.39 mg/ml、血漿 Tri : 平均 194.72 ± 84.61 mg/dl、Ht : 平均 48.30 ± 3.64 % となった。

早期浮上区は通常浮上区と比較して、肝臓 Gly の値が有意に高く、血漿 Tri の値は有意に低かった。2022 (令和 4) 年級は全ての体成分と血液成分の分析項目で早期浮上区が高い傾向を示したが、2023 (令和 5) 年級は前年と比較して試験終了時の体重が大型であったため、特に栄養蓄積の違いが不明瞭になったと考えられた。

4) 稚魚の放流と降下状況

両区の放流と河川での稚魚の降下状況について表 8 に示した。早期浮上区は試験終了 6 日後に平均体重 1.45 ± 0.23 g で 366 千尾、通常浮上区は試験終了 3 日後に平均体重 1.04 ± 0.21 g で 318 千尾を放流した。早期浮上区は、4/23 の調査で平均体重 1.12 ± 0.38 g の稚魚が 5 尾採集され、4/30 の調査で平均 1.80 ± 0.13 g の稚魚が 2 尾採集された。通常浮上区の稚魚は、4/30 の調査で平均体重 1.20 ± 0.22 g の稚魚が 5 尾採集された。5/14 の調査では、両区共に稚魚は採集されなかった。

・天塩事業所試験

1) 浮上時の稚魚の外観及び卵黄重量

2024 (令和 6) 年級浮上時稚魚の外観 (腹部の縫合状態) を図 20 に示した。早期浮上区の方は卵黄が露見している個体が多く見られた。

2024 (令和 6) 年級稚魚の浮上時の卵黄重量を図 21 に示した。2024 (令和 6) 年級では通常浮上区で平均 0.010 ± 0.001 g、早期浮上区は平均 0.034 ± 0.002 g であり有意に大きかった。

2) 稚魚の管理状況

2024（令和 6）年級は、試験期間 86 日の中で給餌を行った日数は早期浮上区で 52 日間、通常浮上区で 43 日間となり、早期浮上区は、通常浮上区よりも給餌日数を 9 日間延長することができた。

3) 試験終了時の体重、海水適応能、体成分・血液成分

2024（令和 6）年級の体重は、通常浮上区が平均 0.71 ± 0.02 g、早期浮上区が平均 0.87 ± 0.02 g となり、早期浮上区の方が有意に大きかった。

海水適応試験は両区ともに生残率 100 %であった（表 7）。

体成分と血液成分（肝臓 Gly、筋肉 Tri、血漿 Glu、血漿 Tri、Ht）の分析結果は、通常浮上区は、肝臓 Gly：平均 $4.45 \pm 0.48\%$ 、筋肉 Tri：平均 $1.75 \pm 0.05\%$ 、血漿 Glu：平均 70.35 ± 1.61 mg/ml、血漿 Tri：平均 369.73 ± 16.45 mg/dl、Ht：平均 $42.70 \pm 1.40\%$ であった。早期浮上区は、肝臓 Gly：平均 $5.04 \pm 0.31\%$ 、筋肉 Tri：平均 $1.92 \pm 0.06\%$ 、血漿 Glu：平均 81.38 ± 1.81 mg/ml、血漿 Tri：平均 400.58 ± 15.29 mg/dl、Ht：平均 $49.83 \pm 0.63\%$ となった。

早期浮上区は通常浮上区と比較して、筋肉 Tri および血漿 Glu の値が有意に高く、肝臓 Gly および血漿 Tri の値についても高い傾向がみられた。

まとめ

2022（令和 4）年級～2024（令和 6）年級で試験を実施した結果、通常よりも早期に浮上させ給餌を開始することで、同一日数の管理期間の中で給餌日数を増やすことができ、結果としてより早期に大型化させることができた。また、早期浮上区の栄養状態は概ね通常浮上区以上であり、降下状況についても両区で大きな差は見られなかった。以上より、早期浮上の手法はサケ稚魚を早期に大型化する管理手法となりえると考えられた。

ただし、本手法は、従来基本としてきた手法とは異なるものであり、早期浮上区の方は、飼育開始直後に摂餌や遊泳活性が低い事象も見られるため、今後もデータの蓄積が必要である。引き続きデータ蓄積のため、令和 7 年級についても鶴居、天塩事業所で事業規模の試験を継続している。

【引用文献】

伴 真俊・長谷川裕康・阿部邦夫 (1995) サケの発育にともなう消化器官系の組織学的変化. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 49: 21-26.
北海道さけ・ますふ化場 (1996) 稚魚の管理. さけ・ますふ化事業実施マニュアル, 46-55.

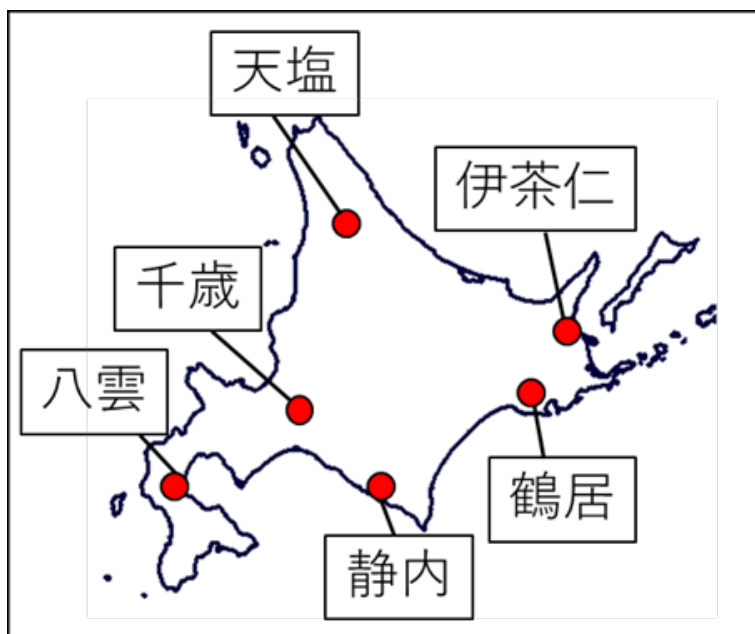


図 1. 各試験を行った事業所の位置図

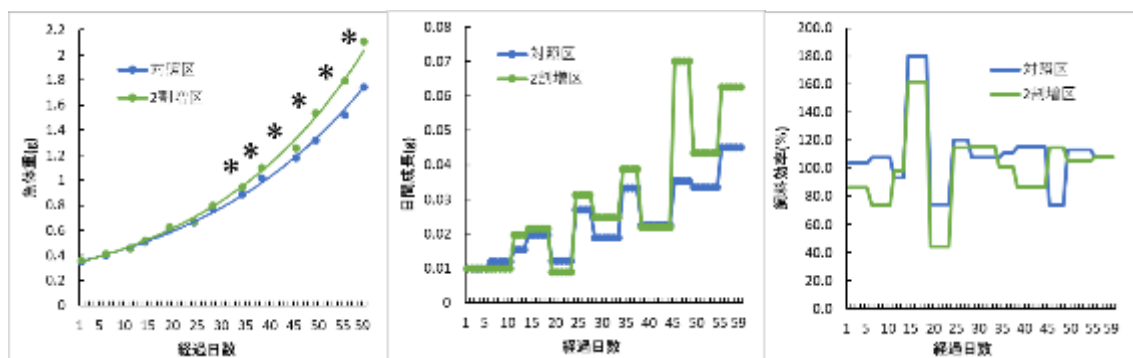


図 2. 鶴居事業所における 2022（令和 4）年級 2 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

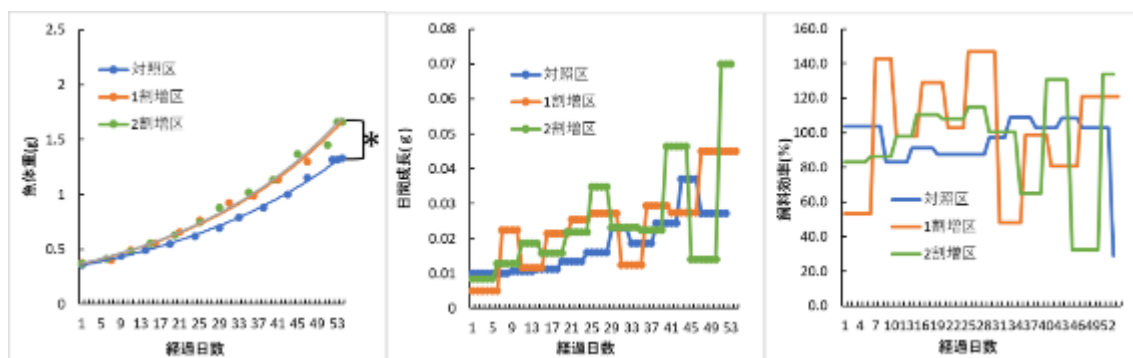


図 3. 鶴居事業所における 2023（令和 5）年級 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

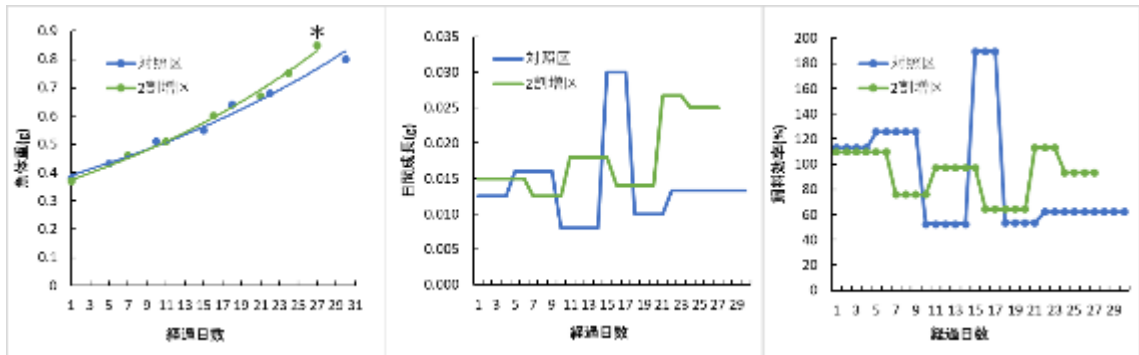


図 4. 伊茶仁事業所における 2022（令和 4）年級 1 回目の 2 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

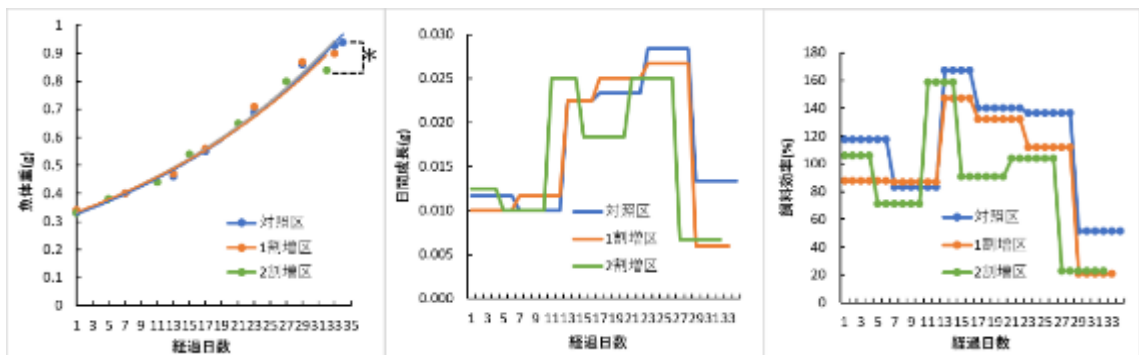


図 5. 伊茶仁事業所における 2022（令和 4）年級 2 回目の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

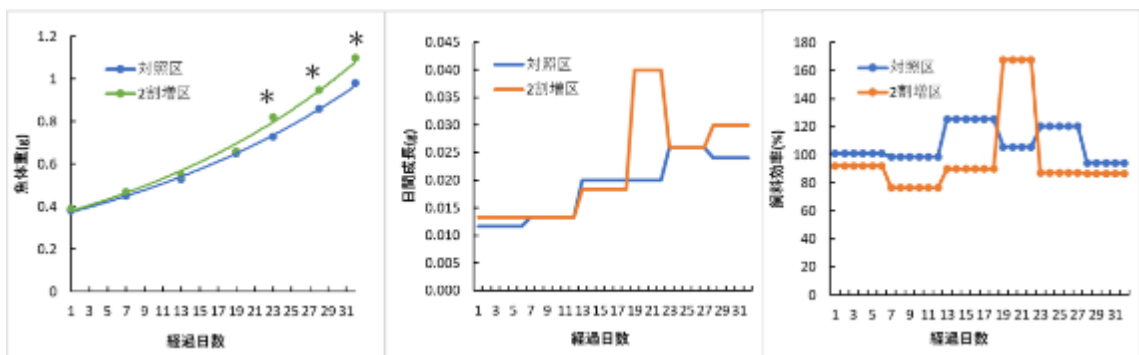


図 6. 伊茶仁事業所における 2023（令和 5）年級 1 回目の 2 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

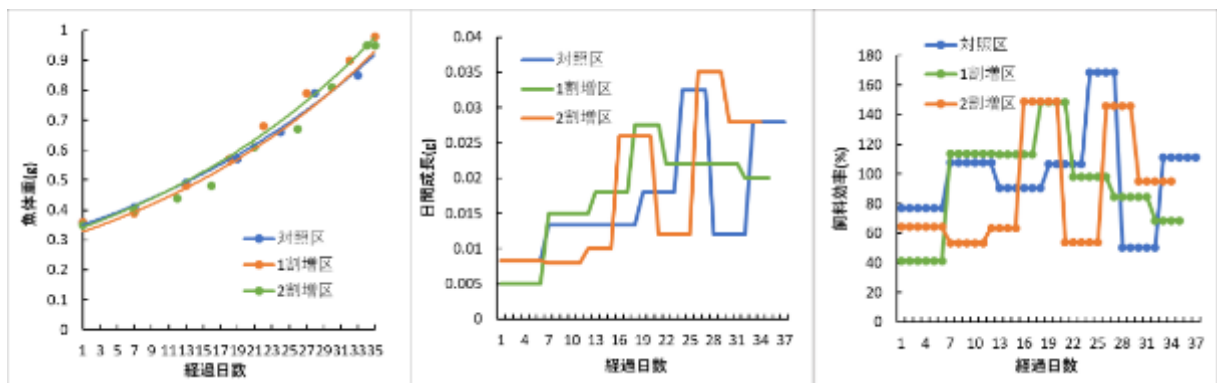


図 7. 伊茶仁事業所における 2023（令和 5）年級 2 回目の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

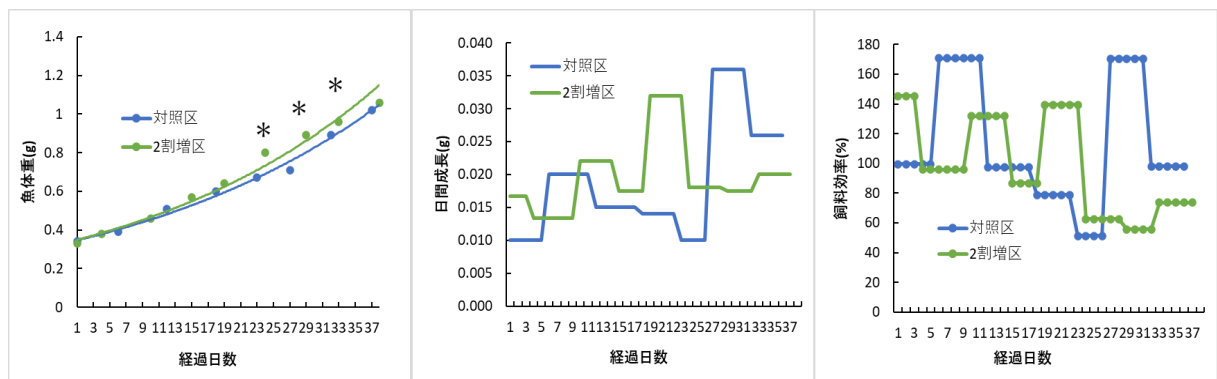


図 8. 伊茶仁事業所における 2024（令和 6）年級の 2 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

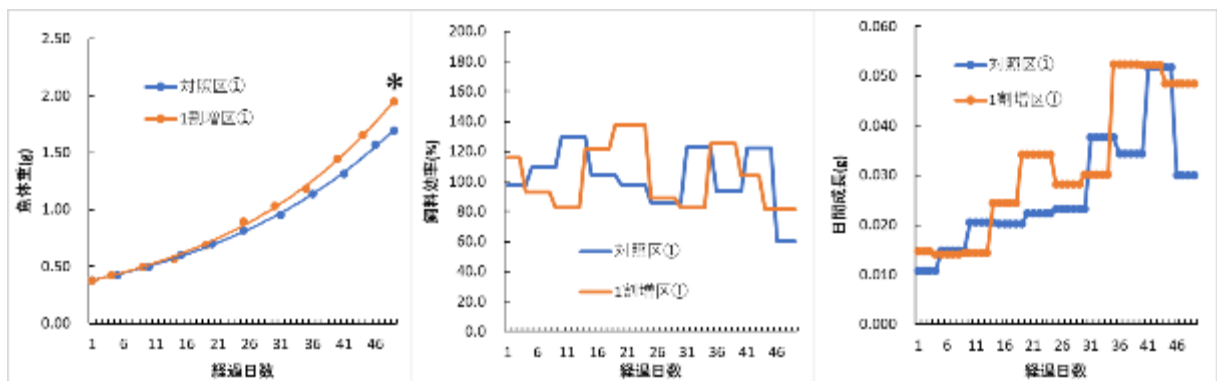


図 9. 静内事業所における 2022（令和 4）年級 1 回目の 2 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

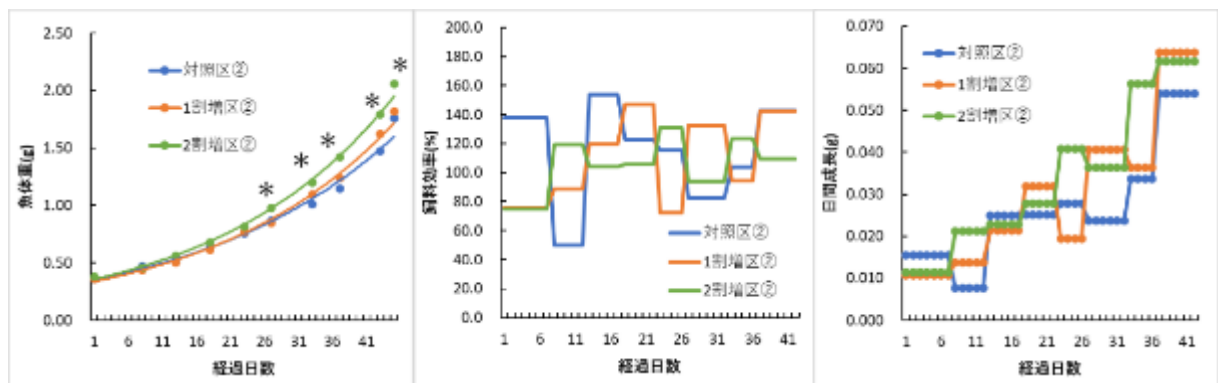


図 10. 静内事業所における 2022（令和 4）年級 2 回目の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

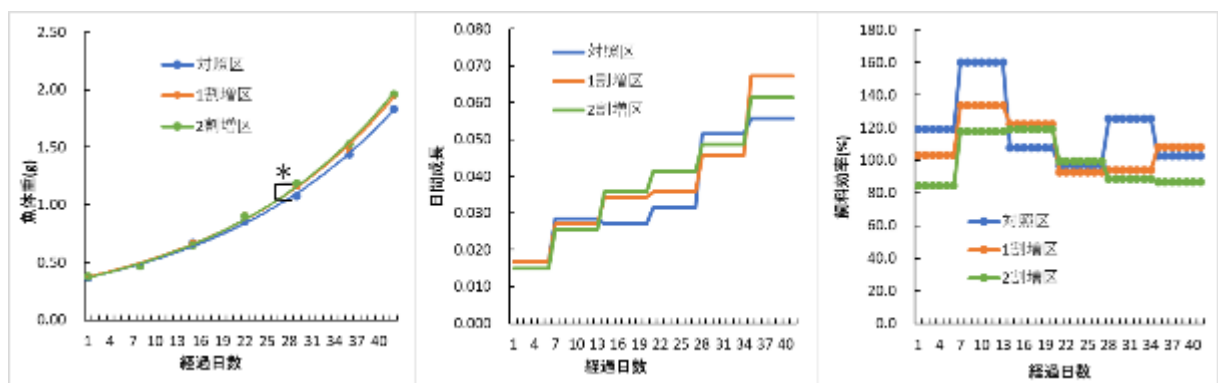


図 11. 静内事業所における 2023（令和 5）年級の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

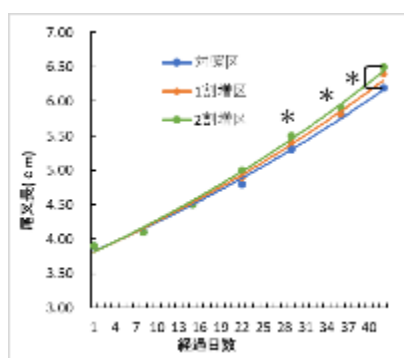


図 12. 静内事業所における 2023（令和 5）年級の 3 試験区の尾叉長（cm）の推移

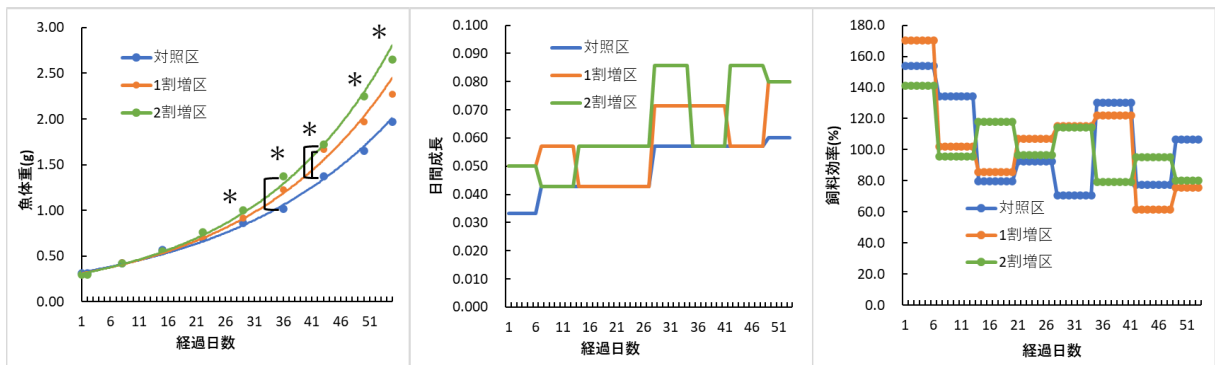


図 13. 静内事業所における 2024（令和 6）年級の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

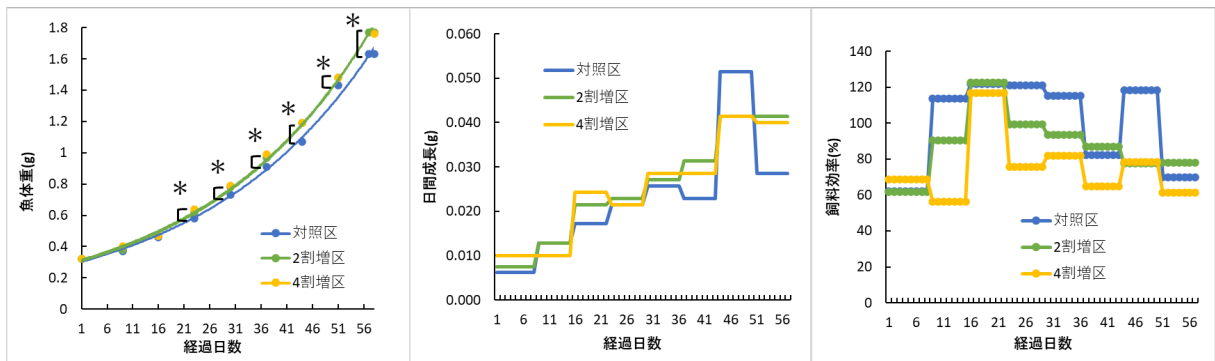


図 14. 伊茶仁事業所における 2024（令和 6）年級の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

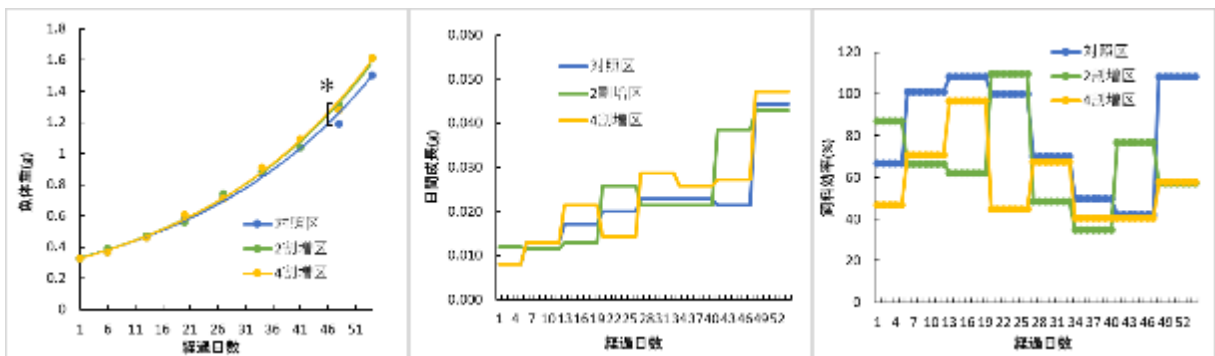


図 15. 千歳事業所における 2024（令和 6）年級の 3 試験区の魚体重（g）・日間成長（g）・飼料効率（%）の推移

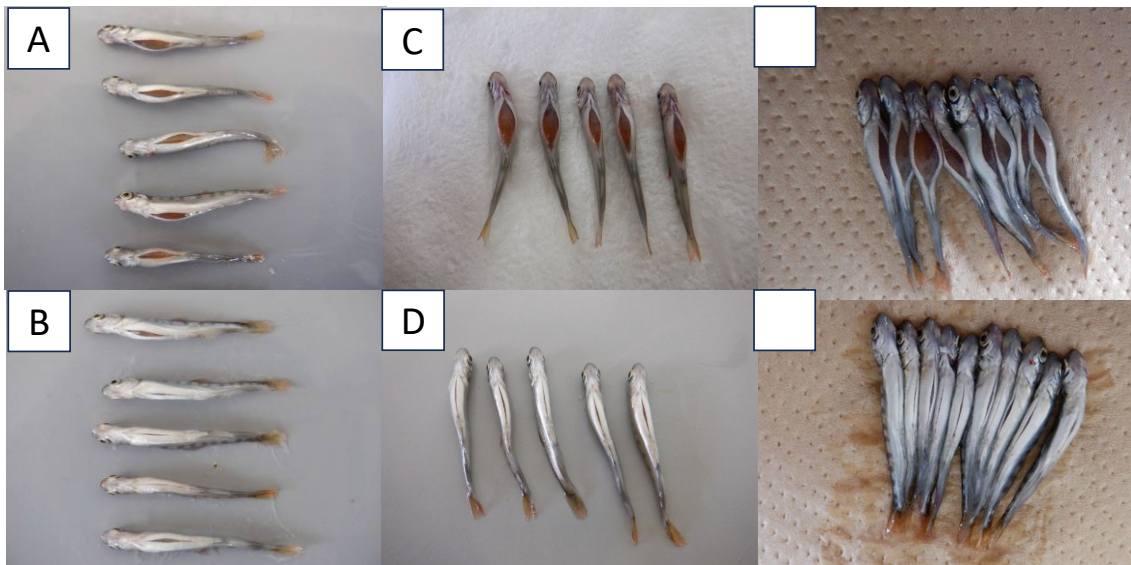


図 16. 鶴居事業所試験における浮上稚魚の外観 A：令和4年級早期浮上区、B：令和4年級通常浮上区、C：令和5年級早期浮上区、D：令和5年級通常浮上区、E：令和6年級早期浮上区、F：令和6年級通常浮上区。

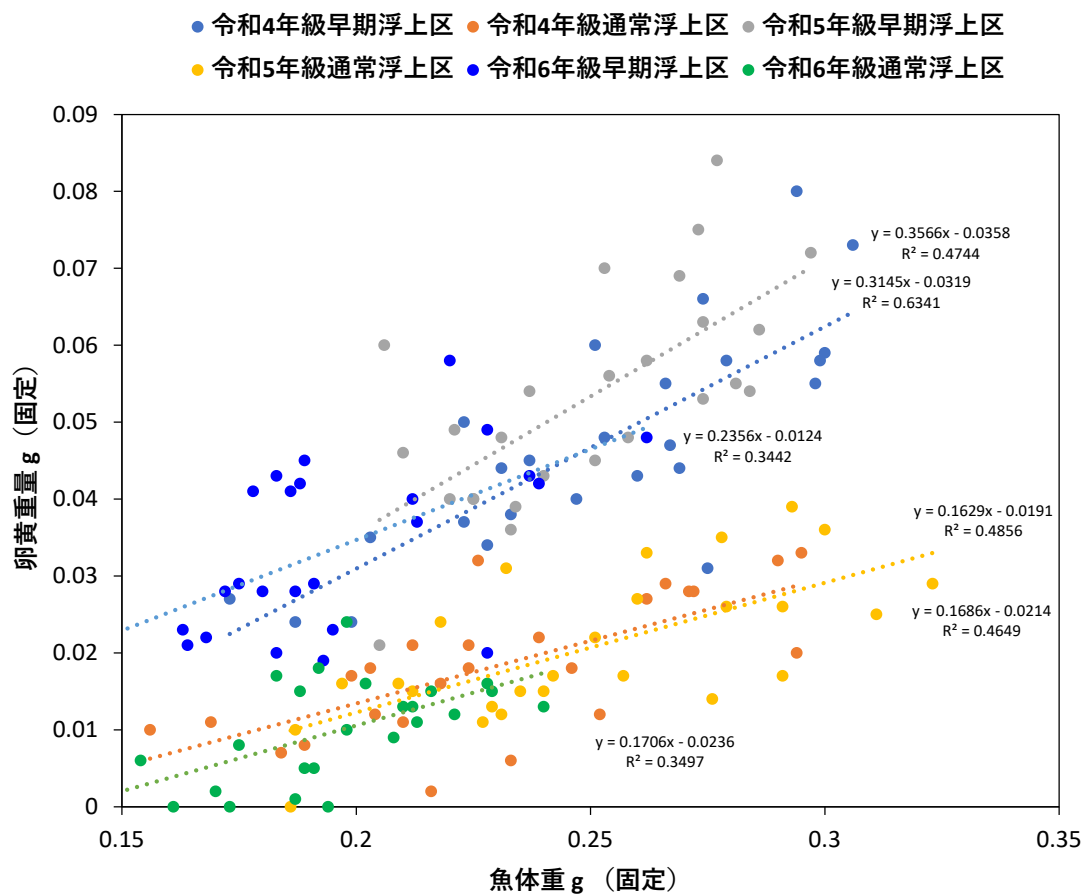


図 17. 鶴居事業所試験における浮上時卵黄重量

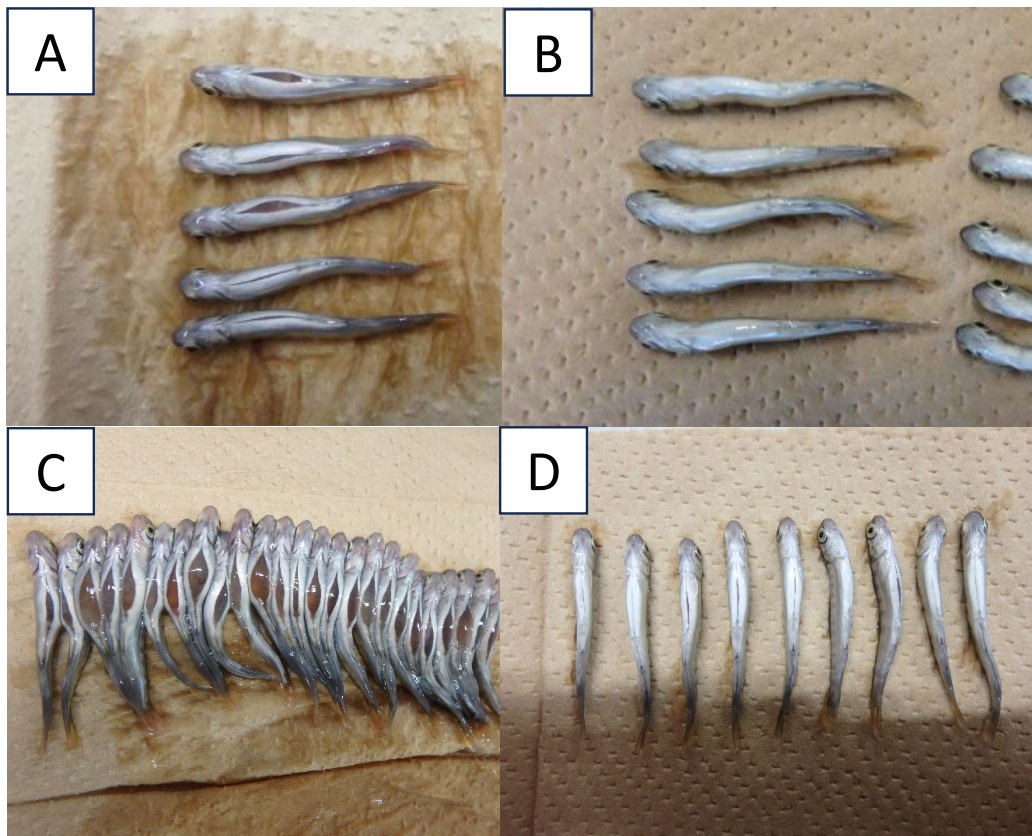


図 18. 八雲事業所試験における浮上稚魚の外観 A：令和 4 年級早期浮上区、B：令和 4 年級通常浮上区、C：令和 5 年級早期浮上区、D：令和 5 年級通常浮上区。

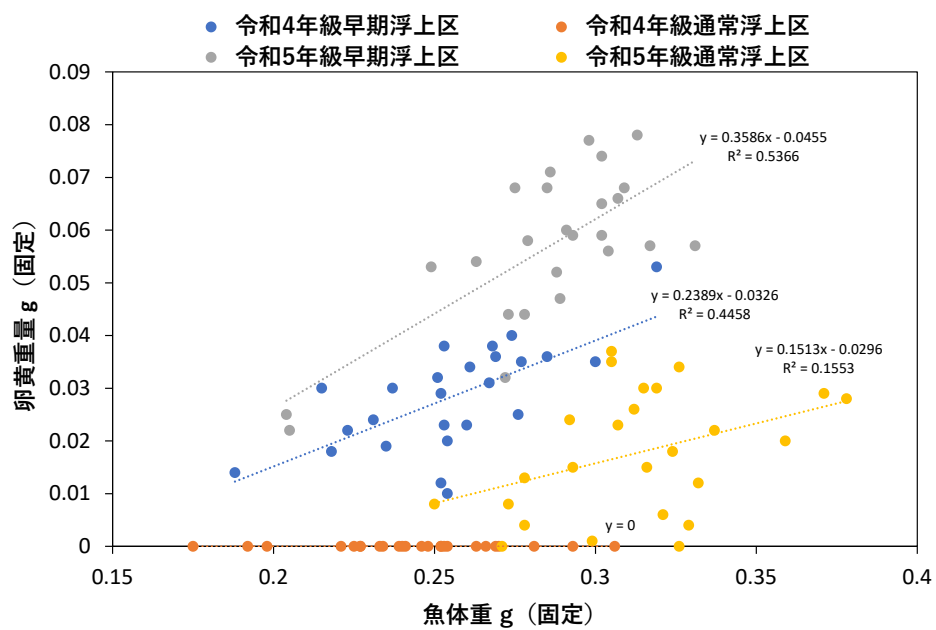


図 19. 雲事業所試験における浮上時卵黄重量



図 20. 天塩事業所試験における浮上稚魚の外観 A：令和6年級早期浮上区、B：令和6年級通常浮上区。

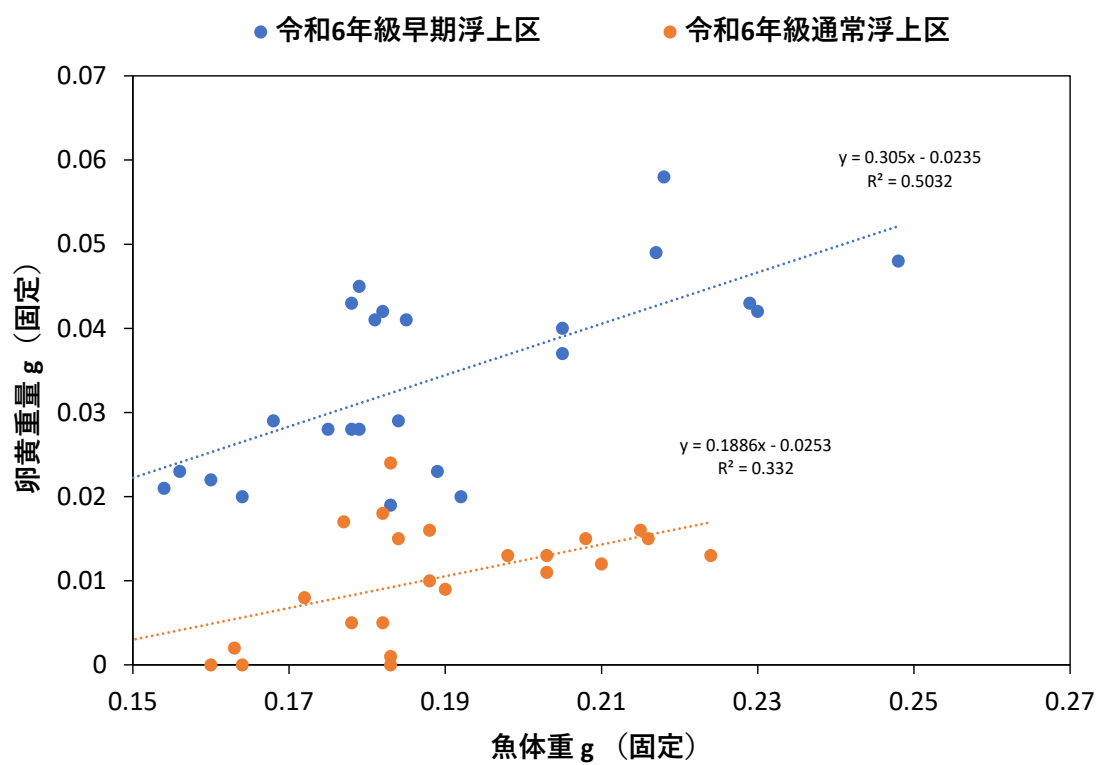


図 21. 天塩事業所試験における浮上時卵黄重量



図 22. 八雲事業所、遊楽部ふ化場および調査地点の位置関係（赤点線は遊楽部川）
 （出典：国土地理院タイル（<https://maps.gsi.go.jp>）を基に作成）

表 1. 2022（令和 4）年級各事業所の各試験区における飼育管理結果

2022(令和4)年級	鶴居事業所		伊茶仁事業所						静内事業所				
	7.5℃基準		8.0℃基準						9.0℃基準				
	1回目		1回目		2回目			1回目		2回目			
	標準	2割増	標準	2割増	標準	1割増	2割増	標準	1割増	標準	1割増	2割増	
給餌率(%)	2.7	3.2	2.8	3.4	2.8	3.1	3.4	3	3.3	3	3.3	3.6	
用水の種類	湧水	湧水	井戸水	井戸水	井戸水+ 混合水	井戸水+ 混合水	井戸水+ 混合水	地下水	地下水	地下水	地下水	地下水	
平均水温(℃)	7.6	7.4	8	7.8	8.4	8.4	8.4	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	
試験期間(日)	59	59	31	28	34	33	32	49	49	43	43	43	
供試尾数(千尾)	254	510	1114	549	526	526	563	1286	1590	349	350	349	
開始平均魚体重(g)	0.35	0.36	0.38	0.37	0.33	0.34	0.33	0.38	0.38	0.36	0.36	0.38	
終了時平均魚体重(g)	1.74	2.11	0.80	0.85	0.94	0.90	0.84	1.69	1.95	1.47	1.62	1.79	
生残率(%)	99.6	99.8	99.8	100	99.8	99.8	99.8	98.5	99.4	98.8	99.4	99.7	
日間成長(g)	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
飼料効率(%)	106	103	84	91	108	92	80	101	101	117	117	108	

表 2. 2023（令和 5）年級各事業所の各試験区における飼育管理結果

2023(令和5)年級	鶴居事業所			伊茶仁事業所					静内事業所		
	7.5℃基準			8.0℃基準					10.0℃基準		
	1回目			1回目		2回目			1回目		
	標準	1割増	2割増	標準	2割増	標準	1割増	2割増	標準	1割増	2割増
給餌率(%)	2.7	3.0	3.2	2.8	3.4	2.8	3.1	3.4	3.40	3.74	4.08
用水の種類	湧水	湧水	湧水	井戸水	井戸水	井戸水+ 混合水	井戸水+ 混合水	井戸水+ 混合水	地下水	地下水	地下水
平均水温(℃)	7.5	7.4	7.5	7.9	7.8	8.4	8.3	8.5	9.7	9.7	9.7
試験期間(日)	53	54	53	32	32	37	35	34	41	41	41
供試尾数(千尾)	700	1238	1180	502	503	1012	583	448	443	437	437
開始平均魚体重(g)	0.36	0.38	0.37	0.38	0.36	0.36	0.36	0.35	0.37	0.38	0.38
終了時平均魚体重(g)	1.33	1.66	1.66	0.98	1.1	0.99	0.98	0.95	1.83	1.95	1.96
生残率(%)	99.7	99.7	99.5	99.8	99.8	99.9	99.8	99.8	99.1	98.9	99.1
日間成長(g)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.017	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04
飼料効率(%)	97	102.2	92	107.8	101.4	100	93	92	115.4	106.7	97

表 3. 2024（令和 6）年級各事業所の各試験区における飼育管理結果（事業規模）

2024(令和6)年級	伊茶仁事業所		静内事業所		
	8.0℃基準		10.0℃基準		
	標準	2割増	標準	1割増	2割増
給餌率(%)	2.8	3.4	3.40	3.74	4.08
用水の種類	湧水+ 混合水	湧水+ 混合水	地下水	地下水	地下水
平均水温(℃)	8.5	8.5	10	10	10
試験期間(日)	36	37	53	53	53
供試尾数(千尾)	998	471	411	413	414
開始平均魚体重(g)	0.34	0.33	0.31	0.3	0.3
終了時平均魚体重(g)	1.02	1.06	1.97	2.27	2.65
生残率(%)	99.8	99.8	98.6	98.8	98.6
日間成長(g)	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
飼料効率(%)	110	91	99	94	96

表 4. 2024（令和 6）年級各事業所の各試験区における飼育管理結果（水槽規模）

2024(令和6)年級 水槽規模	千歳事業所			伊茶仁事業所		
	8.0℃基準					
	標準	2割増	4割増	標準	2割増	4割増
給餌率(%)	2.8	3.4	3.9	2.8	3.4	3.9
用水の種類	湧水	湧水	湧水	湧水	湧水	湧水
平均水温(℃)	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.3
試験期間(日)	54	54	54	57	57	57
供試尾数(千尾)	3	3	3	3	3	3
開始平均魚体重(g)	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32
終了時平均魚体重(g)	1.50	1.61	1.61	1.63	1.77	1.76
生残率(%)	99.4	97.0	97.8	99.5	99.8	99.5
日間成長(g)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
飼料効率(%)	99	83	71	105	90	74

表 5. 試験を実施した施設の状況

事業所	対象年級	試験区分	養魚池情報					飼育池情報					増収型アトキンス槽での管理情報(2/12～2/17)区				
			平均水温 (℃)	長さ (m)	幅 (m)	水深 (cm)	流速 (cm/秒)	平均水温 (℃)	長さ (m)	幅 (m)	水深 (cm)	流速 (cm/秒)	平均水温 (℃)	長さ (m)	幅 (m)	水深 (cm)	流速 (cm/秒)
鶴居 事業所	令和4年級	通常浮上区 早期浮上区	7.6	30.4	1.68	10.5	0.72	7.5	20.4	5.2	50	0.77	-	-	-	-	-
	令和5年級	通常浮上区 早期浮上区	7.6-7.7	30.4	1.68	10.5	0.74	7.4-7.6	20.5	5.2	50	0.77	-	-	-	-	-
	令和6年級	通常浮上区 早期浮上区	7.7	30.4	1.68	10.5	0.74	7.6	20.5	5.2	50	0.82	-	-	-	-	-
八雲 事業所	令和4年級	通常浮上区 早期浮上区	7.1	28.8	1.65	12	0.45	6.4 6.7	30	3	50	0.67	-	-	-	-	-
	令和5年度	通常浮上区 早期浮上区	10.4	28.8	1.65	10	0.56	7.5	30	3	40	0.86	-	-	-	-	-
天塩 事業所	令和6年級	通常浮上区 早期浮上区	11.9	21.6	1.68	8.6-11.1	0.77-0.98	5.9-6.6	24.7	2.04	30-40	0.64-0.87	10.7	0.67-0.73	0.34	22.3	0.49

表 6. 各試験区の管理経過

事業所	対象年級	試験区分	試験実施 尾数(千尾)	ふ化(試験開始)		浮上		給餌開始	試験終了		給餌 期間	試験 期間
				月日	積算温度	月日	積算温度		月日	魚体重(g)		
鶴居 事業所	令和4年級	通常浮上区	1,103	12/28	500.3	2/22	936.6	3/3	3/23	0.57	20	86
		早期浮上区	1,104	1/3	500.8	2/17	851.2	2/24	3/29	0.82	33	86
	令和5年級	通常浮上区	1,173	12/31	503.0	2/26	935.0	3/1	3/22	0.67	21	83
		早期浮上区	1,169	12/27	501.0	2/9	840.0	2/17	3/18	0.73	30	83
	令和6年級	通常浮上区	1,309	12/21	490.6	2/17	937.2	2/21	3/12	0.58	19	82
		早期浮上区	1,294	12/27	495.9	2/10	842.4	2/15	3/18	0.71	31	82
八雲 事業所	令和4年級	通常浮上区	1,470	1/4	473.3	3/16	973.4	3/17	4/5	0.49	19	92
		早期浮上区	1,307	1/12	470.2	3/6	843.0	3/7	4/13	0.78	37	92
	令和5年級	通常浮上区	383	2/2	486.0	3/17	929.0	3/19	4/22	0.93	34	81
		早期浮上区	464	1/22	491.0	2/24	841.0	2/26	4/11	1.20	45	81
天塩 事業所	令和6年級	通常浮上区	350	11/24	485.0	1/2	948.0	1/5	2/17	0.71	43	86
		早期浮上区	350	11/24	485.0	12/24	845.0	12/27	2/17	0.87	52	86

表 7. 各試験区の試験終了時の海水適応能試験結果

実施 事業所	対象年級	試験区分	実施日		水温	供試	斃死	生残	生残率	供試魚		塩分濃度
			開始日	終了日	℃	尾数	尾数	尾数	%	尾叉長(cm)	体重(g)	psu
鶴居 事業所	令和4年級	通常浮上区	3/25	3/27	7.5	100	0	100	100	4.3	0.57	33
		早期浮上区	3/30	4/1	7.5	100	0	100	100	4.7	0.82	33
	令和5年級	通常浮上区	3/18	3/20	7.5	100	0	100	100	4.4	0.67	33
		早期浮上区	3/22	3/24	7.5	100	0	100	100	4.6	0.73	33
	令和6年級	通常浮上区	3/19	3/21	7.5	100	0	100	100	4.1	0.58	33
		早期浮上区	3/19	3/21	7.5	100	0	100	100	4.5	0.78	33
八雲 事業所	令和4年級	通常浮上区	4/5	4/7	8.5	100	0	100	100	4.2	0.49	33
		早期浮上区	4/11	4/13	8	100	0	100	100	4.7	0.78	33
	令和5年級	通常浮上区	4/22	4/24	7.5	100	0	100	100	5.1	0.93	33
		早期浮上区	4/3	4/5	5.7	100	0	100	100	5.4	1.2	33
天塩 事業所	令和6年級	通常浮上区	2/12	2/14	10.7	60	0	60	100	4.6	0.71	33
		早期浮上区	2/12	2/14	10.7	60	0	60	100	4.9	0.87	33

表 8. 引網調査時に採集された各試験区稚魚の降下状況

試験 区分	耳石標識	放流数 (千尾)	放流 月日	採捕 月日	放流～採捕 までの日数	採捕数 (尾)	放流時尾叉 長(cm)	放流時 体重(g)	放流時 肥満度	採捕時尾 叉長(cm)	採捕時 体重(g)	採捕時 肥満度	放流場所
早期 浮上区	2,3n-4nH	318	4/25	4/30	5	5	5.2	1.04	7.40	4.73	1.07	10.10	遊楽部ふ化場
			4/25	5/21	26	1				3.72	0.56	10.84	遊楽部ふ化場
通常 浮上区	2,2n,5nH	176	4/26	4/30	4	6	5.4	1.16	7.37	4.40	0.77	9.06	遊楽部ふ化場
			4/26	5/21	25	1				4.70	1.00	9.66	遊楽部ふ化場

小課題 2) 成長促進効果等を高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証

a) ビタミン C 添加等による高温耐性向上効果の検証

執筆者：富山県農林水産総合技術センター 水産研究所 甲谷葵

実施機関及び担当者

富山県農林水産総合技術センター 水産研究所：甲谷葵、野村幸司

【目的】

近年、全国的にサケ漁獲量が低迷し、富山県でも同様の傾向である。サケ不漁の原因として、太平洋側では稚魚期における海水温の急上昇が挙げられており、富山県沿岸においてもサケ稚魚降海期の海水温が上昇傾向である。このことから、適切な時期にサケ稚魚を放流するため、サケ稚魚の生息に適した水温を調査するとともに、生残率向上のため、ニジマスで効果のみられたビタミン C の給餌により（石川 2014、中村 2020）、高水温に耐えうる稚魚の生産を試みる。

【方法】

（1）ビタミン C 給餌放流試験

2025 年 10 月 27 日、30 日および 11 月 2 日に、黒部川内水面漁業協同組合で採卵されたサケ発眼卵 300 千粒を用い、ビタミン C 区（以下、VC 区）150 千粒および対照区 150 千粒の 2 群に分けて試験を実施した。

まず、ビタミン C 給餌が回帰率に与える効果を検証するため、発眼卵には耳石 ALC 標識を施標した。ALC 溶液（浸漬濃度は 200 ppm）は水酸化ナトリウムにより pH7 付近に調整の上、VC 区では 24 時間閉鎖循環を 1 回（標識コード A1H）、対照区では同様の閉鎖循環を積算水温約 50°C の間隔を空けて 2 回（標識コード A2H）実施した。

その後、浮上した稚魚に対し（積算水温 900°C 以降）、VC 区ではサケ・マス稚魚用飼料にビタミン C（1%、L-アスコルビン酸：食品添加物）および油脂（5%、食用なたね油）を添加した餌料、対照区では油脂（5%）のみを添加した餌料を、いずれの試験区とも同様の給餌率により給餌した。

（2）ビタミン C 給餌高温耐性試験

2024 年級の放流に用いたサケを VC 区および対照区から各 1,000 尾を抽出し、富山水研において冷海水（5～10°C）をかけ流した屋外 FRP 水槽（0.5 t）に試験区別に収容後、両区とも配合飼料のみで給餌飼育を行った。高水温耐性試験は 22°C に調温した 40 L の海水（止水）を満たした水槽に、各試験区からサケ稚魚 30 尾を無作為に抽出して収容した。水温はヒーターを用いて 1°C/15 min の速度で 28°C まで昇温させ、へい死尾数を経時的に記録した。試験は、冷海水飼育後 3、14、27、40、48、60 および 70 日の計 7 回実施した。供試魚のうちへい死尾数が 50% に達した時点の水温（LT₅₀）によって高温耐性を評価した。供試魚は、高水温耐性試験終了後、魚体測定を行った。魚体の尾叉長と体重は *t* 検定により、VC 区と対照区の有意差を検討した。

（３）採卵時期別飼育試験

2024 年 11 月 5 日に黒部川内水面漁業協同組合で採卵された群（早期群）および 11 月 29 日に採卵された群（後期群）から各 1,000 尾を抽出し、富山水研において屋外に設置した FRP 水槽（0.5 t）に表層海水（10～28℃）をかけ流し、早期群は 2025 年 2 月 18 日、後期群は同年 3 月 27 日からいずれの群も全てへい死するまで給餌飼育（配合飼料）を行った。給餌率はいずれの群も同様とし、飼育魚は概ね月 1 回の頻度で魚体測定を行うとともに、尾叉長と体重は t 検定により、早期群と後期群の有意差を検討した。さらに、生残率の経時変化を記録した。

【結果及び考察】

（１）ビタミン C 給餌放流試験

給餌は 2026 年 2 月下旬から 3 月中旬まで実施し、3 月中旬に黒部川において、VC 区および対照区各 150 千尾を輸送放流した。放流から 4 年後の耳石解析により回帰率を推定する予定である。

（２）ビタミン C 給餌高温耐性試験

各試験日の高水温耐性試験の結果を図 1 に示す。冷海水飼育 3 日目の試験日において、VC 区と対照区の LT_{50} はそれぞれ 25.8℃と 23.9℃であり、VC 区のほうが 1.9℃高かった。3 日目の LT_{50} の温度差が 7 回の試験日の中で最も大きく、日数の経過とともにその差は減少したものの、40 日目まで VC 区のほうが対照区より高い傾向が継続した（図 2）。各試験日の尾叉長および体重には両区間で有意差は認められなかった（ $p > 0.05$ ）（図 3）。以上から、淡水飼育期における高濃度ビタミン C 投与によって、降海後のサケ稚魚に対し高水温耐性を一定期間強化することが可能であると考えられる。

（３）採卵時期別飼育試験

飼育期間中の表層海水は、約 11～25℃の範囲で経時的に昇温した。早期群は 20℃を超えた時点から生残率が急激に低下した。一方、後期群は 24.6℃で全滅した（図 4）。

試験期間中の両群の平均体重の推移をみると、比較試験開始直後の 3 月 27 日時点は、早期群が 1.5 ± 0.4 g、後期群が 0.7 ± 0.2 g であり、約 2 倍の体重差がみられた。試験期間中の最後の測定 7 月 7 日（試験 102 日目）では、早期群が 10.4 ± 2.9 g、後期群が 12.4 ± 3.1 g であり、後期群が早期群を有意（ $p < 0.05$ ）に上回った（図 5）。早期群は低水温期・初期の成長に優れるが、高水温期では成長が鈍化した。一方、後期群は高水温条件下でも後半に急成長した。採卵時期の違いで、温度適応型が異なることが示唆された。

【引用文献】

- 石川孝典 (2014) マス類飼料へのビタミン C の最適投与量. 養殖ビジネス, 2014(4), 52-54.
中村永介 (2020) 養鱒現場での「ビタミン C」活用～魚の健康管理～. 富士養鱒場だより, 246, 1-3.

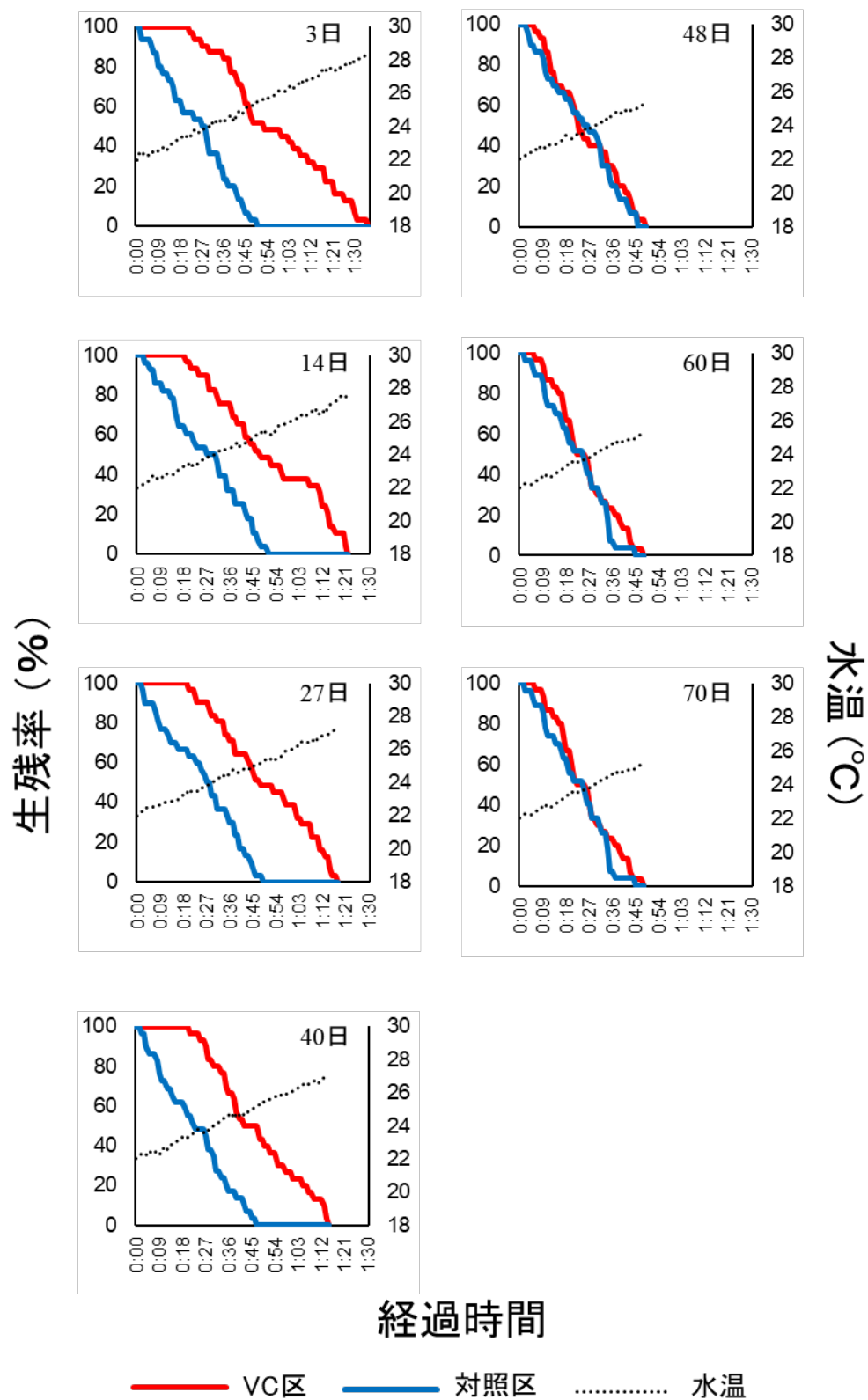


図 1. 高水温耐性試験結果

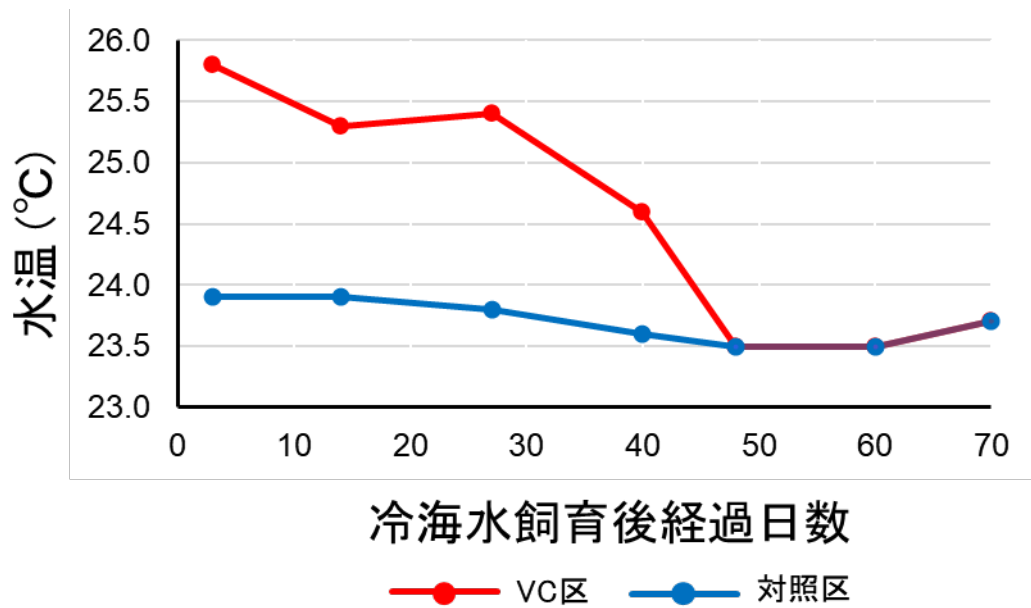


図 2. へい死尾数が 50%に達した時点の水温 (LT_{50}) の推移

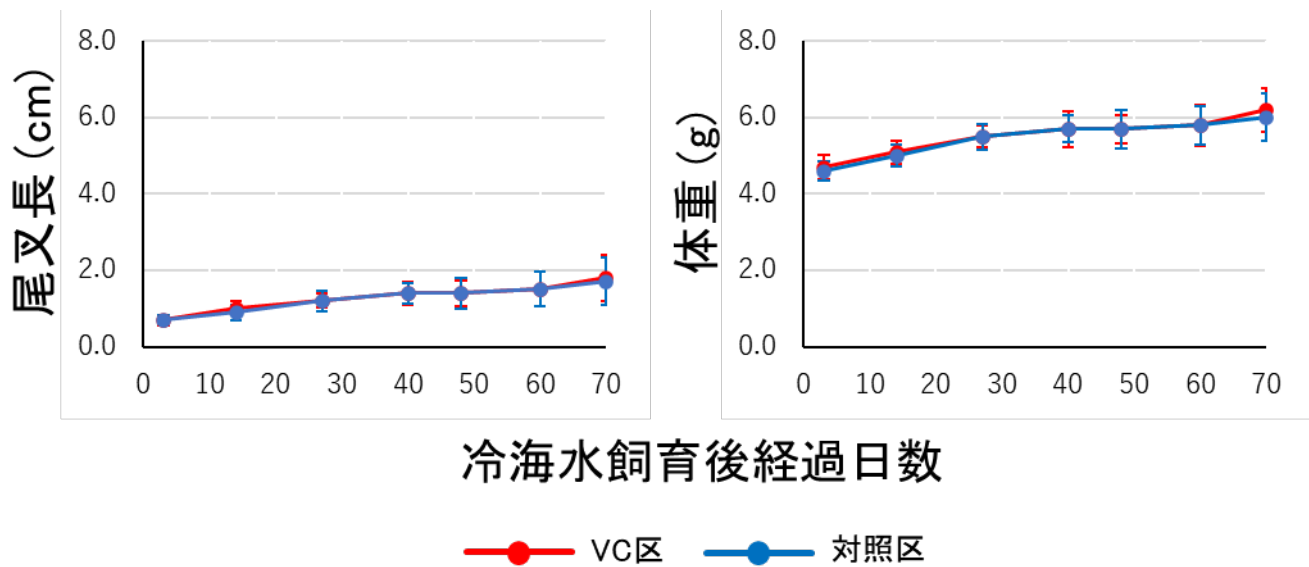


図 3. 尾叉長および体重の推移

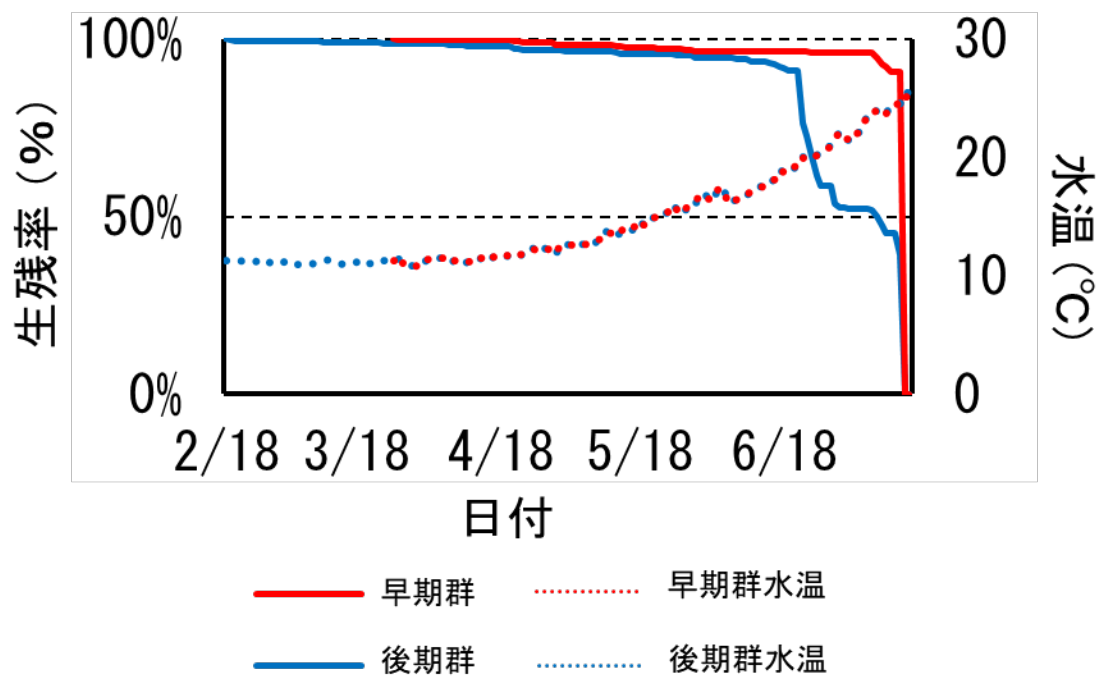


図 4. 早期群および後期群の生存率と飼育水温

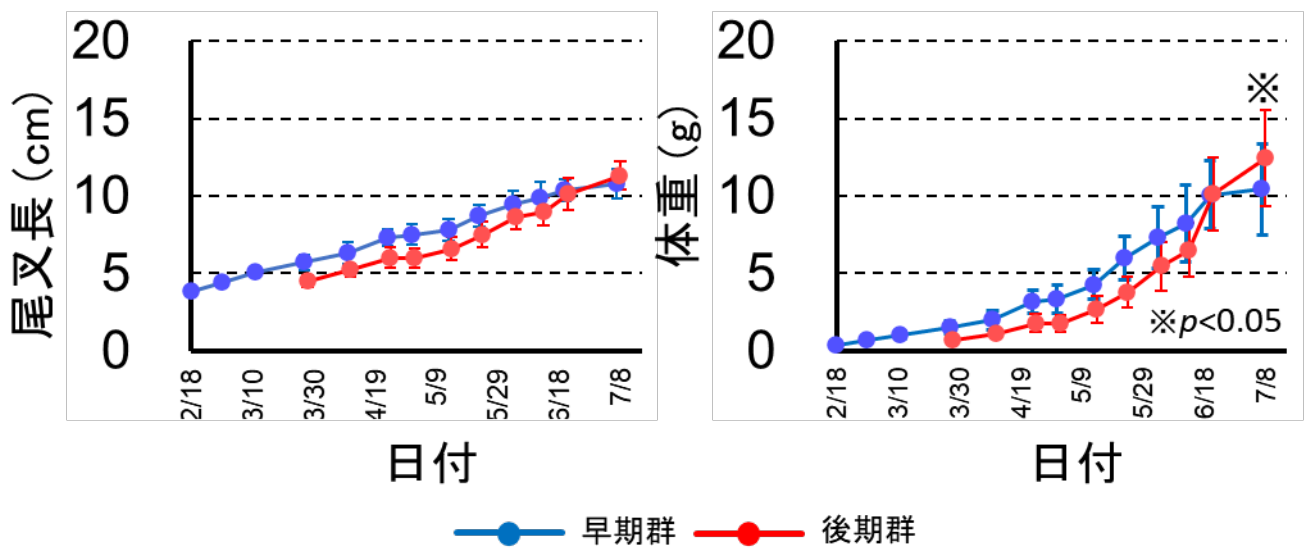


図 5. 尾叉長および体重の推移

b) サケ稚魚の成長・代謝特性の解明と魚油添加の効果検証

執筆者：北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部 虎尾充

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部： 虎尾充

【目的】

サケ稚魚にとって海洋生活初期は主要な減耗期の 1 つであり、体サイズや成長率が減耗に大きく関係していることが示唆されている。水温と摂餌は成長に関わる主要な要因であるが、水温がサケ稚魚の摂餌量、成長に与える影響の知見は少ない。本研究では、飼育実験によって、1. 海水移行後のサケ稚魚の成長特性と、2. その内的条件である代謝に与える水温と摂餌量の関係を明らかにし、サケ稚魚の成長にとっての適水温を検討する。また、3. 魚油添加飼料の給餌が海水移行後のサケ稚魚の成長率向上に寄与するかどうか検証する。

これまでの試験から、体重 1.0～1.5 g で海水移行したサケ稚魚は、飽食条件下では成長は 16～17℃で最大に、摂餌効率は 13℃で最大となることが明らかとなった。また、適水温であっても、餌の量が少ないと低成長になることも示された。本年度は大型（体重 3～4 g）で海水移行した場合でも同様の反応を示すのか検証を試みた。

【方法】

水温と摂餌量が海水移行後のサケ稚魚の成長に与える影響を調べる飼育試験を 2025 年 1 月～2 月に北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場の屋内飼育施設において行った。試験に用いたサケ稚魚は 2024 年 9 月 13 日に日本海さけ・ます増殖事業協会の協力で、北海道日本海側の千歳川由来の卵から得た。サケ稚魚は孵化後、海水飼育試験まで市販の配合飼料を与えて淡水中で飼育した。海水飼育試験開始時の体サイズは平均尾叉長 75.7 ± 1.6 mm、平均体重 3.4 ± 0.26 g であった。

海水飼育試験は異なる水温で 2 回実施した。冷却水循環装置で水温を 8℃に調整した恒温水槽内に、人工海水を満たした 38 L ガラス水槽 3 本設置し、ガラス水槽には外部濾過装置を備えた閉鎖循環系を構築した。これを 3 セット作成し、1 回目の実験ではそれぞれ 4℃、10℃、18℃、2 回目は 8℃、13℃、23℃とし、合計 6 区の水溫区を設定した。各ガラス水槽に魚体測定したサケ稚魚を 7 個体ずつ収容した。3 日間の馴致期間中に水温をそれぞれの設定水温に調整し、馴致期間中を含めて海水飼育開始後のサケ稚魚には解凍アルテミアを与えた。それぞれの水温区で、飽食量給餌区、飽食量の 1/2 量給餌区、1/4 量給餌区の 3 試験区を設定した。10 日間の海水飼育後に稚魚の尾叉長と体重を測定し、日間成長率を求めた。また、摂餌効率（給餌量に対する増重量の比）を求めた。

【結果及び考察】

飽食量区では 16.8℃で成長率が最大となった（図 1）。またこれを超えた高水温下では成長率が急激に低下した。給餌量を制限した試験区では成長率が大きく低下した。飽食量区で摂餌効率が最大となる水温は、既往（Torao 2022）の 1.2 g の稚魚で確認された 13℃より低い 12℃で確認された（図 2）。大型の稚魚ではより低い水温で効率的に成長するのかもしれない。

ない。ただし、全体的に成長率・摂餌効率が低く、飼育技術上の影響も考えられるため、再現性の確認が必要である。

【引用文献】

Torao M. 2022. Effect of water temperature on the feed intake, growth, and feeding efficiency of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* after seawater transfer. *Aquaculture Science*, 70: 97–106.

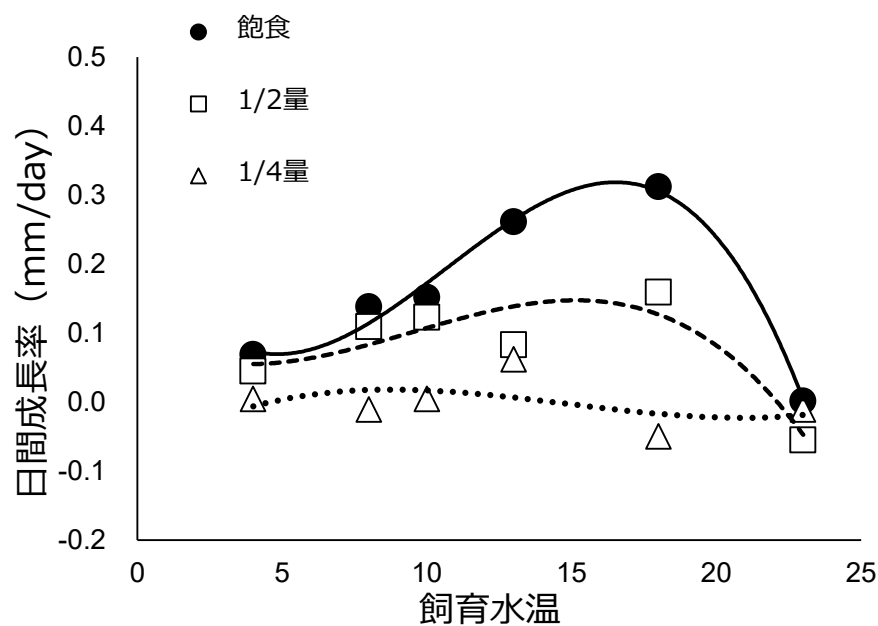


図 1. サケ稚魚（平均尾叉長 75.7 ± 1.6 mm、平均体重 3.4 ± 0.26 g）の飼育海水温と給餌量、尾叉長の日間成長率の関係

●はアルテミア飽食量給餌区、□は飽食量の 1/2 量給餌区、△は 1/4 量給餌区を示す

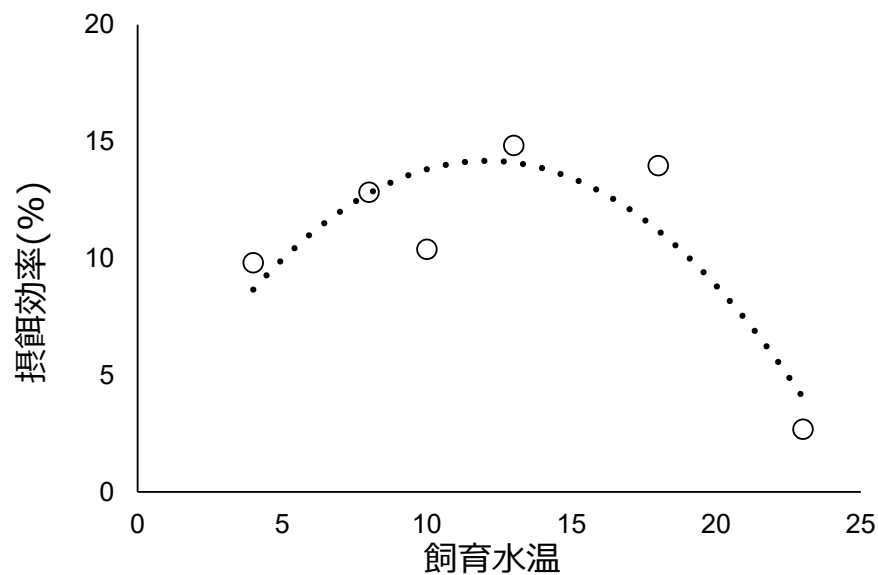


図 2. アルテミア飽食給餌条件下での飼育水温とサケ稚魚（平均尾叉長 75.7 ± 1.6 mm、平均体重 3.4 ± 0.26 g）の摂餌効率の関係

小課題 3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流

a) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 1: 北海道

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 日田和宏

実施機関及び担当者

十勝・釧路管内さけ・ます増殖事業協会： 新出幸哉、二瓶健志、後藤隆史

日本海さけ・ます増殖事業協会： 安藤孝雄、安藤雅規、佐藤献二郎

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部

技術課： 日田和宏

根室事業所： 中島歩

十勝事業所： 福田勝也

千歳事業所： 八重樫博文

尻別事業所： 羅津三則

【目的】

えりも以東海区 (i) 及び北海道日本海区 (ii) において耳石標識サケ幼稚魚を海中飼育により大型化して放流し、沿岸等における採集調査により追跡し、その後の成長や回遊などを把握する。

【方法】

- i. 令和 7 年級について、厚内漁港に設置した生簀で 1 ヶ月程度海中飼育を行い同時期に異なるサイズで放流し沿岸域において追跡するため、札内ふ化場にて大型放流群 (2.0 g 以上) 1,030 千粒、通常放流群 (2.0 g 以下) 1,030 千粒の発眼卵に耳石温度標識を施標する。大型放流群は札内ふ化場で仔稚魚管理し、放流尾数 900 千尾の生産を行う。通常放流群は更別第 1 ふ化場で仔稚魚管理し、放流尾数 900 千尾と各 1,800 千尾の生産を行う。
- ii. 令和 7 年級について、古平漁港に設置した生簀で大型化した稚魚と古平ふ化場で生産された稚魚を同時期に放流し沿岸域において追跡するため、古平漁港の海中飼育放流群 1,700 千粒と古平川からの自然放流群 1,700 千粒の発眼卵に京極ふ化場にて耳石温度標識を施標する。仔稚魚管理は古平ふ化場で行い、各 1,500 千尾の生産を行う。

【進捗状況】

○令和 7 年級耳石温度標識放流魚について

- i. 令和 7 年級、えりも以東海区、厚内漁港海中飼育の中止。

令和 7 年度は、全国的なサケ来遊不振の中、えりも以東地区の最終的な種卵確保数が、移入卵を含めても 108 百万粒となり、当初計画の 196 百万粒に対して種卵確保実績割合が 55%と深刻な種卵不足の状況至った。

このことから、課題実施地区では来春の稚魚放流数が大幅に減少することが決定的であり、4 年後の漁業資源だけでなく、種卵確保にも大きく影響することが懸念された。

そのなかで、本課題を実行しても、海中飼育稚魚は回帰率の向上は期待されるが、基本的に河川に回帰しないため、再生産親魚にはなりえないといった種卵確保に至る懸念が払拭できないことから、R7年度の海中飼育試験を断念し、その分の種卵を主要増殖河川である十勝川の河川放流に充て、今後の種卵確保に繋げるのが最善策であると協議結果を導き出し、今年度は中止とした。なお、本内容については、令和8年1月開催の令和7年度第2回検討行議会にて、全体周知を行った。

ii. 令和7年10月10日に美深川からの受精直後卵移入群と余市川で捕獲したサケ親魚から採卵した群と合わせた1,700千粒、令和7年10月24日に千歳川で捕獲した親魚から1,700千粒を採卵受精し、海中飼育群として10月10採卵群を自然放流群として10月24日採卵群とし、計画採卵数の3,400千粒を確保した。

確保した種卵は、京極ふ化場に収容し耳石温度標識を施した。耳石温度標識コードは、海中飼育群に2,2,1,4Hを古平ふ化場からの自然放流群に2-3,2Hの耳石標識コードを施した。

耳石温度標識を確実に施すことを確認するため、標識中の水温変化をデータロガーで記録した(図1、2)。その結果、水温変化は問題なく推移した。

施標後は両試験群とも古平ふ化場にて仔・稚魚管理を行い、試験群の海中飼育群を3月上旬に古平漁港へ設置する海中生け簀へ移送して2次飼育管理へ移行した。

放流計画の4月上旬まで、海中飼育での稚魚大型化に向け管理中であり、同じく耳石温度標識を施した、古平ふ化場から自然放流される群とともに4月上旬に放流予定となっている。

参考として、令和7年度事業 古平漁港及びふ化場での管理群の耳石温度標識対象群卵歴や放流数予定時期を表1に、海中飼育実施場所及び北日本海地区における古平海中飼育実施場所を図3に示す。

【結果】

○令和6年級耳石温度標識放流魚について

ii. 北海道日本海区

余市川で捕獲したサケ親魚から令和6年10月11日に1,177千粒、千歳川で捕獲されたサケ親魚から、令和6年10月11日に523千粒を採卵、受精し、合計1,700千粒を古平漁港における海中飼育放流群として京極ふ化場に収容した。

余市川で捕獲したサケ親魚から令和6年10月28日に935千粒、千歳川で捕獲されたサケ親魚から、令和6年10月28日に765千粒を採卵、受精し、合計1,700千粒を古平ふ化場からの自然放流群として京極ふ化場に収容した。

京極ふ化場にて10月11日採卵群の海中飼育群は、令和6年11月24日から令和6年12月4日の期間において2,2,1,4Hの耳石温度標識コードを検卵後の発眼卵に施した。

10月28日採卵群は、古平ふ化場からの自然放流群として、令和6年12月10日から12月19日の期間に2-3,2Hの耳石標識コードを検卵後の発眼卵に施した。

標識終了後、両試験群ともに古平ふ化場へ種卵を移動し、仔・稚魚管理へ移行・管理を実施した。

試験群のうち、海中飼育群は、令和 7 年 2 月 7 日にふ上平均魚体重 0.35 g から、自然放流群は令和 7 年 2 月 27 日に古平ふ化場で飼育管理を開始。

古平ふ化場にて飼育管理をいた海中飼育群は、平均魚体重 1.28 g になった令和 7 年 3 月 11 日に古平ふ化場から古平漁港に設置した海中生け簀へ移送し二次飼育管理へ移行した。自然放流群は、継続して古平ふ化場で管理。稚魚の成長は順調に推移し、令和 7 年 3 月 28 日に両試験群の放流に至った。

両試験区の放流について、海中飼育群は平均魚体重 1.34 g、1,583 千尾を放流した。自然放流群は 0.89 g、1,578 千尾を放流した。

以下、参考図表として、令和 6 年級の調査場所、試験における耳石温度標識放流魚の卵歴や放流数、サイズ等の結果を表 2 に示した。また、海中飼育生け簀に設置した水温計から、試験期間中の水温変化を過去年度との比較したグラフを図 4 に、自然放流群を管理した飼育池水温を計測し始めた令和 5 年級からの 2 か年比較分を図 5 に示した。

本試験が始まった令和 4 年級のふ化場から海中飼育へ移行後の平均魚体重と海中飼育実施期間から放流までの体重推移のグラフを昨年度の比較対比と併せたグラフを作成し、北日本海区 古平漁港海中飼育群を図 6 に自然放流群を図 7 へ示した。

【考察】

令和 7 年級の古平漁港（北日本海区）での海中飼育は、過去 2 か年と比べ 18 日間と 4 日程早い。これは、水温が高めに推移する水温予想を踏まえた結果となる。

令和 7 年度の本課題は、北日本海区のみの実施に留まったが、目的の海中飼育による大型化を図ることができ、令和 7 年度、春季沿岸域幼稚魚調査で採捕された際には、経路や成長度合等の把握に関する情報が得られ、課題イ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査にて結果へ反映され则认为。

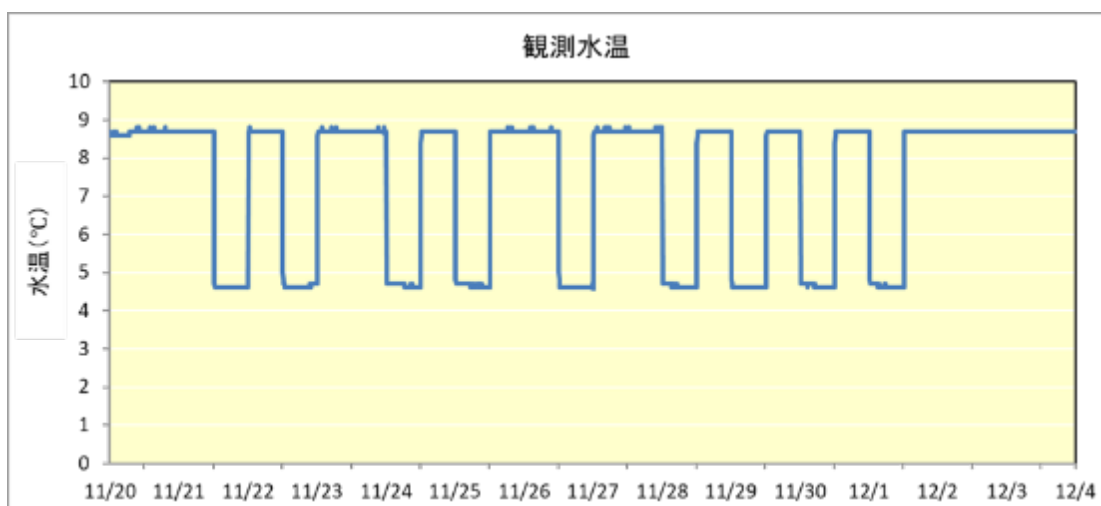


図 1. 古平漁港 海中飼育放流群 耳石温度標識時の水温変化（標識区分 1：2,2,1,4H）

* 冷却開始：令和 7 年 11 月 22 日 00：00（積算水温 322.7°C）

* 冷却終了：令和 7 年 12 月 02 日 00：00（積算水温 393.9°C）

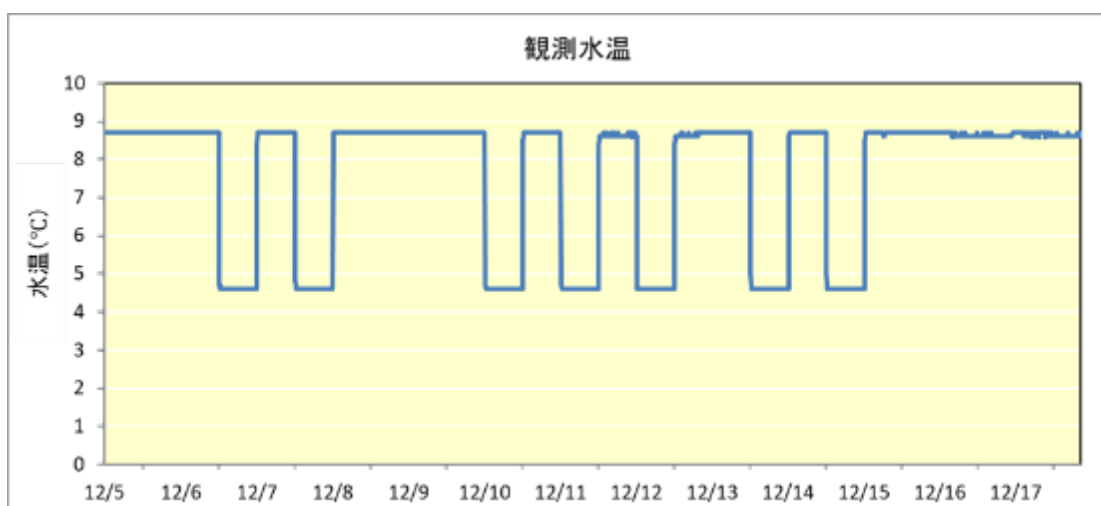


図 2. 古平ふ化場からの自然放流群 耳石温度標識時の水温変化（標識区分 2：2-3,2H）

* 冷却開始：令和 7 年 12 月 07 日 00：00（積算水温 326.6°C）

* 冷却終了：令和 7 年 12 月 15 日 12：00（積算水温 394.9°C）



図 3. 古平漁港における海中飼育放流試験実施位置と調査場所

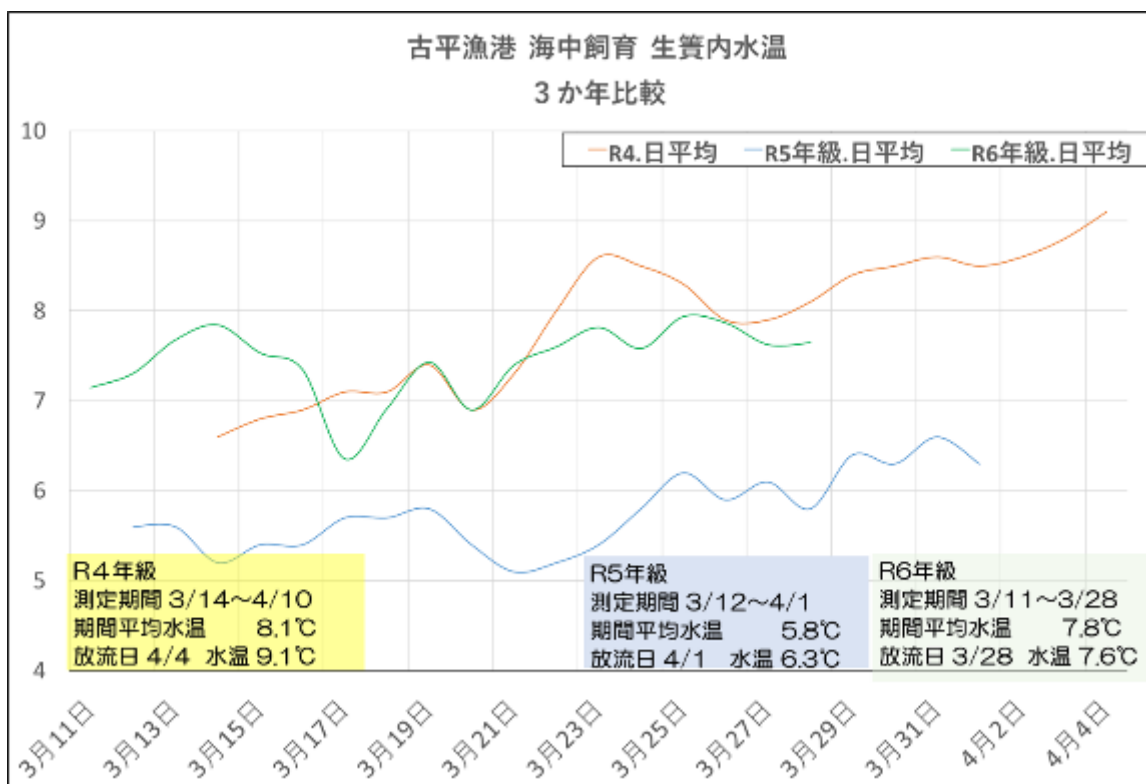


図 4. 北海道日本海区 古平漁港における海中飼育期間中の日別水温の推移（令和 4～6 年級の比較）

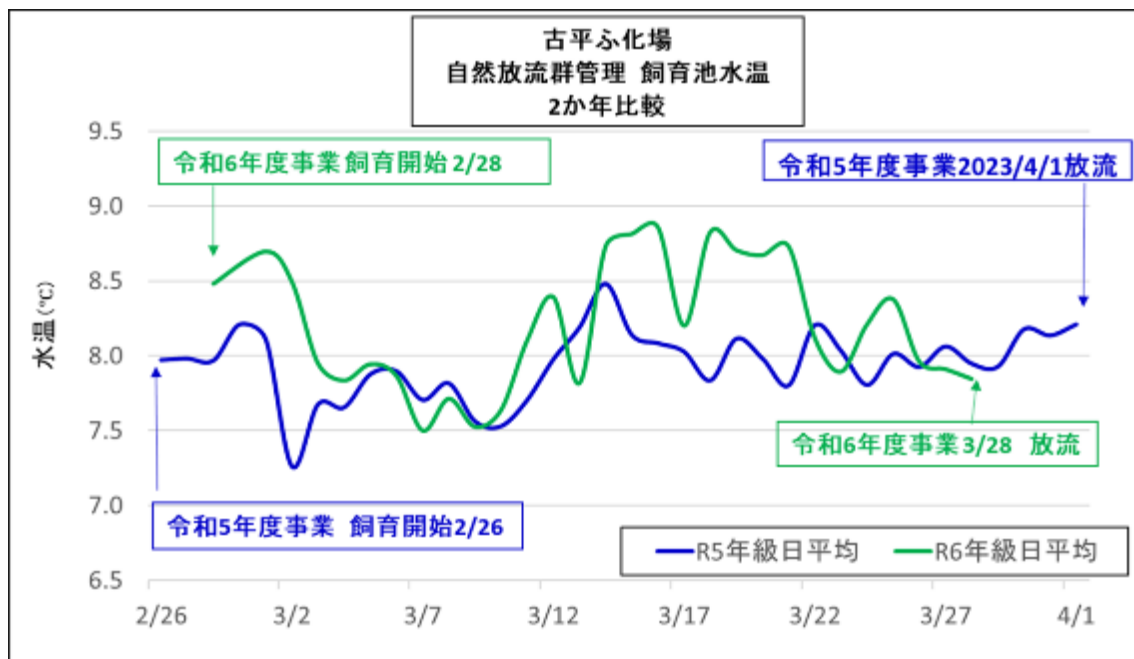


図 5. 令和 5 年級～6 年級の古平ふ化場自然放流管理群の飼育池日平均水温の推移

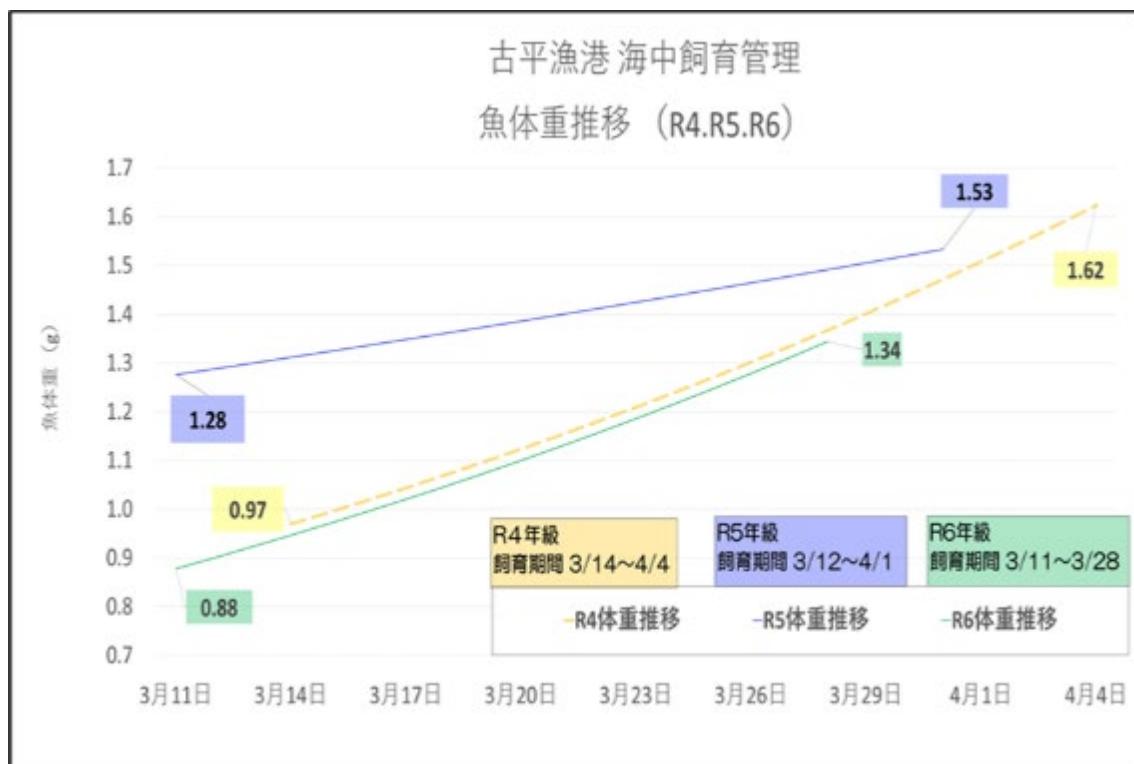


図 6. 令和 4 年級～6 年級の古平漁港海中飼育群の成長推移

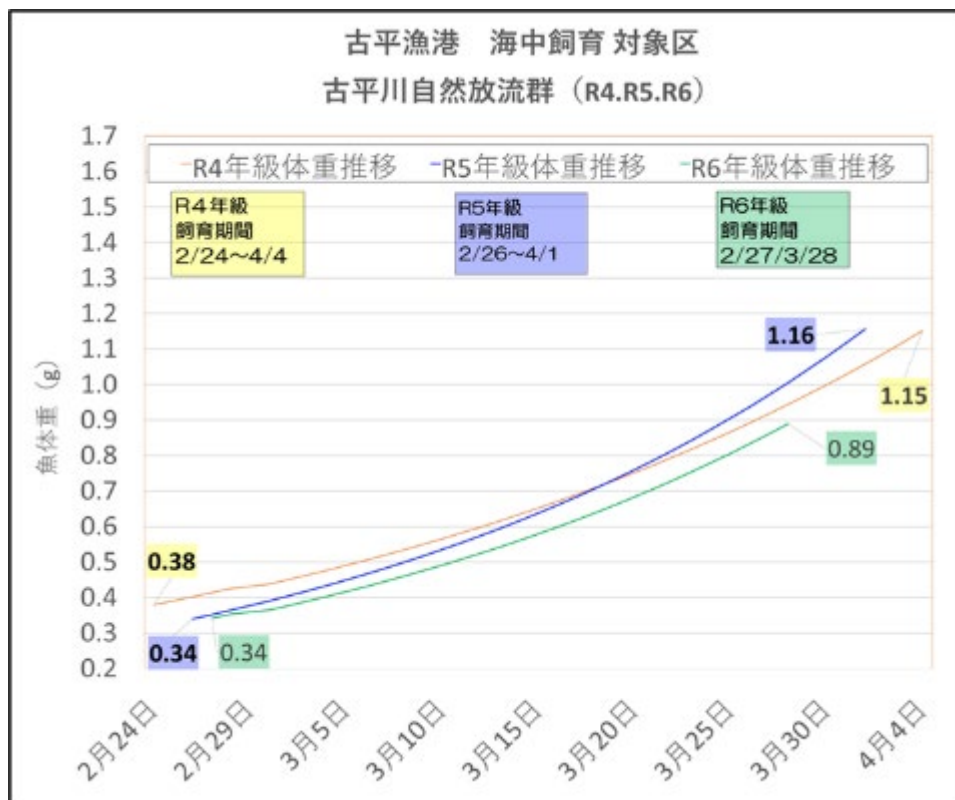


図 7. 令和 4 年級～6 年級の古平川自然放流群の成長推移

表 1. 令和 7 年度古平ふ化場における耳石温度標識卵歴と放流数および放流時期計画

標識 施設	生産 ふ化場	放流 場所	標識 区分	採卵年月日	標識 発眼卵数	耳石温度 標識コード	放流 尾数（計画）	放流 月日（計画）
京極 ふ化場	古平	古平漁港	海中飼育群	R7.10.10（美深）	863	2,2,1,4H	1,500	4月上旬 同一月日に 放流実施
				R7.10.10（余市）	837			
				計 1,700				
		古平川	自然放流群	R7.10.24(千歳)	1,700	2-3,2H	1,500	
				計 1,700				
				総計 3,400			3,000	

表 2. 令和 6 年級 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 放流結果

標識 施設	放流 場所	生産 ふ化場	標識区分	採卵月日	耳石温度 標識コード	放流尾数	放流月日	放流サイズ	
								FL(cm)	BW (g)
京極 ふ化場	古平漁港	古平	海中飼育群	R6.10.11	2,2,1,4H	1,583	R7.3.28	5.3	1.34
	古平川		自然放流群	R6.10.28	2-3,2H	1,578		4.6	0.89
総計						3,161			

b) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 2: 本州太平洋

執筆者：岩手県水産技術センター 及川仁

実施機関及び担当者

岩手県水産技術センター：岡部聖、及川仁

北海道大学大学院水産科学研究院：向井徹、長谷川浩平、閻乃箏

北里大学：笠井宏朗、清水恵子

水産研究・教育機構 水産技術研究所 水産工学部：澤田浩一、福田美亮、山本晋玄

【目的】

海中飼育を活用した種苗の大型化に資するための技術を開発する。

【方法】

岩手県の山田湾を試験実施海域とした。海中飼育施設は、織笠川河口から 300 m の位置にあるタテ 10 m×ヨコ 10 m の生簀 2 基を使用した。サケ稚魚は 1.0 g 程度に到達した時点で海中生簀内へと移送し、成長により大型化する過程で大目合への切り替えを行う大目網群と、目合を変えずに飼育する通常網群の 2 群を設定し、個別の耳石温度標識を施標した。大目網群の生簀網は 2 段構造とし、側面 4 面において通常網（網目 26 節）と大目網（網目 16 節）を連結した。稚魚投入時は通常網（4 m）とし、体重が 2 g に到達した時点で生簀枠に結わえておいた大目網部分（2 m）を海中に落網した。なお、通常網群の生簀網についても 2 段構造とし、同時に落網することで、両試験区の飼育密度を合わせた。飼育は、各試験群 10 万尾（うち標識魚各 5 万尾）とし、令和 7 年 3 月 25 日に海中生簀への投入、4 月 7 日に落網作業を実施し、4 月 23 日に放流した。

また、給餌については、AI 自動給餌機（餌ロボ、パシフィックソフトウェア株式会社製）を用いることにより、魚の行動に合わせた給餌を行った。AI 自動給餌機は、魚群の分布密度と活動量の変化から「食欲レベル」を 0～10 の 11 段階に評価し、モニタリングするシステムとなっている。給餌時間は、3 月 25 日から 4 月 14 日までは 9:00、11:00、13:00、15:00 の 4 回に分けて撒くように設定した。加えて、日間給餌予定量の 2 倍の量を、AI 機能により最大 50% まで削減するように設定し、AI 学習の促進を試みた。

試験中は、概ね 1 週間毎に各試験群 50 尾をサンプリングし、尾叉長、体重を測定した。また、放流時にサンプリングした 50 尾から耳石を取り出し、既往のとおりの日周輪紋解析により、日別の尾叉長及び成長速度を推定した。また、ア-1)-a)の大規模実証試験施設における飼育試験と同様の方法で、淡水飼育時、海中生簀収容時、落網時及び放流時の瞬間遊泳力と持続遊泳力を測定した。さらに、1 週間毎に稚魚 20 尾を海中生簀から採集し、北里大学の海水飼育施設で一晩絶食させた後、魚体を凍結保存した。適宜、魚体を解凍した後、筋肉と消化管について、ア-1)-a)と同様の方法で、トリグリセリド（TG）含有率を測定した。

大目網群については、音響プロファイラー（AZFP、周波数 125、200、455、769 kHz）により、前年度と同様に海中生簀内の飼育密度解析を行った。さらに、大目網からのサケ稚魚の逃避については、光学カメラにより 4 月 7 日に撮影を行い、前年同様、録画データをもと

に逃避個体の体長を推定した。

【結果及び考察】

大目網群と通常網群の尾叉長は、実測値と耳石日周輪紋からの推定値で明確な差はなかった。また、両群ともに落網した4月7日以降、尾叉長及び成長速度が大きくなった（図1）。遊泳力は、瞬間・持続遊泳力ともに、放流時まで両群に差は見られなかった（図2）。TG含有率は、通常網群における筋肉の4月15日を除き、両群に差はなく、筋肉、消化管ともに緩やかに低下していた（図3）。また、これまでと同様に消化管のTG含有率は胴体と比べて高かった。AI自動給餌機による給餌は、大目網群は食欲レベル0及び7、通常網群では食欲レベル0の時に無給餌となる割合が多く、全体の30%を超えていた（図4）。大目網生簀に設置したプロファイラーから推定した魚群密度を解析したところ、これまでと同様に日周期的な変化を示した。一方、大目網の落網前後に顕著な密度変化は観測されなかった（図5）。また、今年度までの結果から、サケ稚魚は表層を利用する割合が高いことが分かった。大目網からのサケの逃避は、網目切り替え直後から観察された（図6）。光学カメラの映像から推定した逃避稚魚の尾叉長（53.7mm）は、大目網落網直前の実測尾叉長（平均68.2mm）よりも小さかったことから、大目網切り替え直後に小型魚が逃避したと考えられた（図7）。

今年度は、両群ともにAI自動給餌機により十分な給餌が行われたため、成長や健苗性に差が出ることはなく、消化管を含む腹腔部位にエネルギーが蓄えられ、大型に成長したと考えられた。令和元年度以前の試験では、海水移行後1ヶ月程度の期間、TG含有率が低下する傾向にあったが、令和2年度以降は給餌量を1.25倍にすることで改善されており、今年度も大きく低下することはなかった。また、給餌機のAI機能の活用については、令和5年度試験では、どの食欲レベルにおいても無給餌の割合が10%未満であったことから、AI機能による余剰な給餌を削減する効果が確認できた。加えて、大目網落網時に逃避した稚魚は、小型魚がわずかに確認されたのみであったが、今年度は各群10万尾規模と、例年と比較して低密度での飼育であったため、大目網落網後に逃避する小型魚が少なかったためと考えられる。これまでの大目網を用いた試験結果から、本試験と同じ規格の網を使用する場合、適正な飼育密度は1.0 kg/m³程度であることが推察された。また、AI自動給餌機の使用により、十分な成長や余剰な給餌の削減効果は確認されたものの、食欲レベルが高い時に無給餌となる割合が高い等、改良の余地もあり、効率的な給餌に向けて、AI学習を更に進めていく必要がある。

今後は、試験魚の確保が困難になることが想定されることから、試験群を絞り、これまでの手法を活用して、海中生簀内の稚魚の動態を把握し、給餌方法を最適化することを目標に試験を継続する予定である。

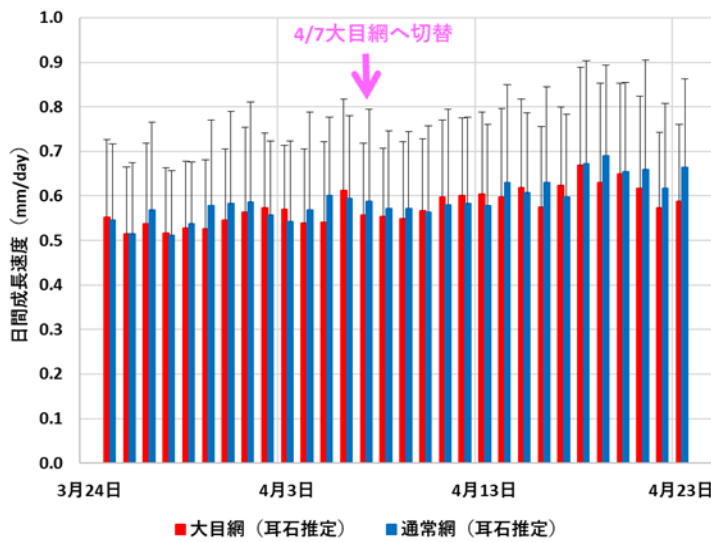
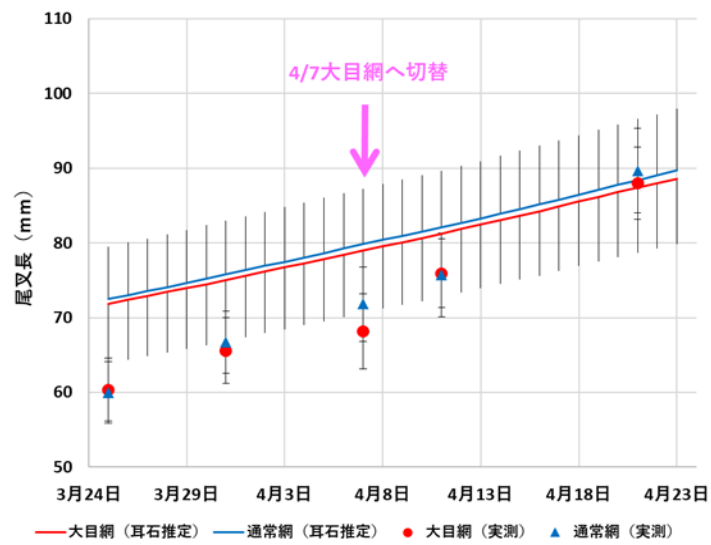


図 1. 尾叉長（上）、耳石日周輪紋から推定した日間成長速度（下）の推移

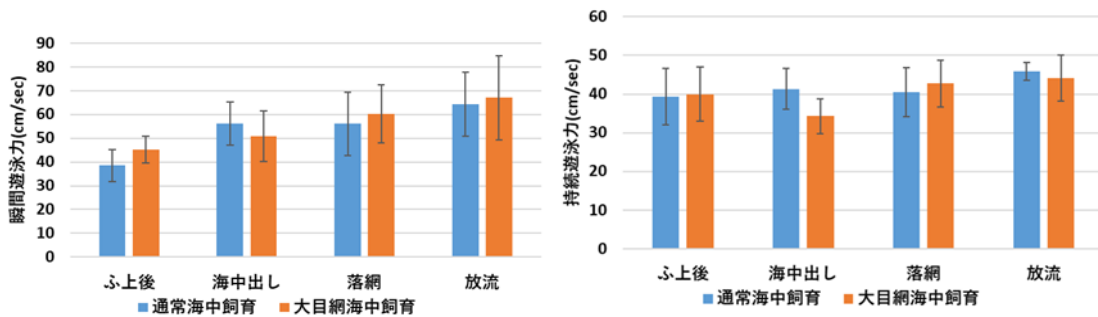


図 2. ふ上後、海中生簀収容時、落網時及び放流時の瞬間・持続遊泳力比較

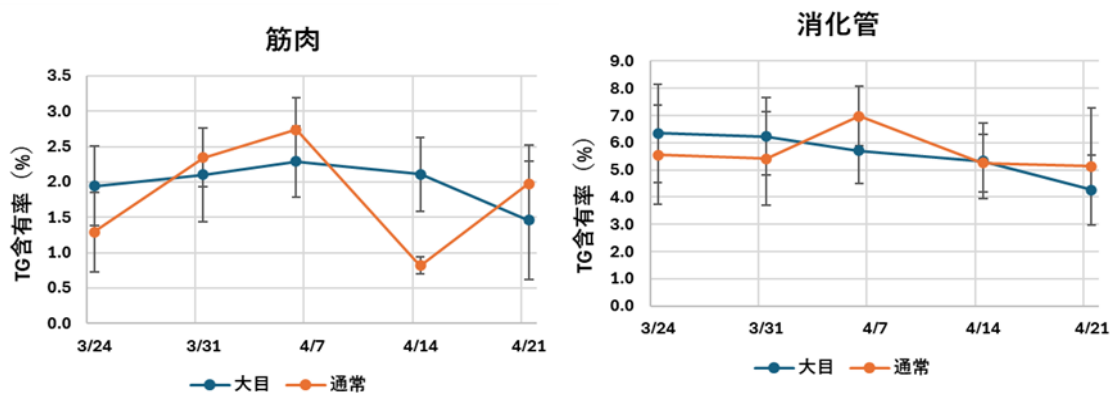


図3. 筋肉（左）と消化管（右）のTG含有率の推移

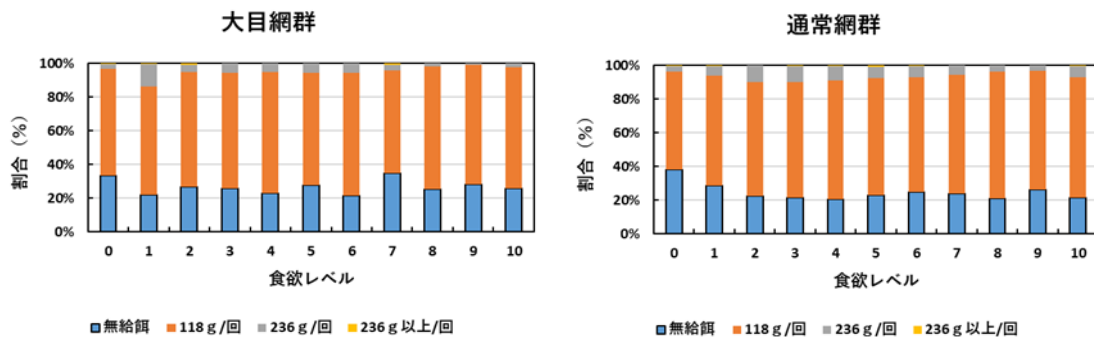


図4. 大目網群と通常網群の海中生簀に設置したAI自動給餌機による食欲レベル別1回あたりの給餌量の割合

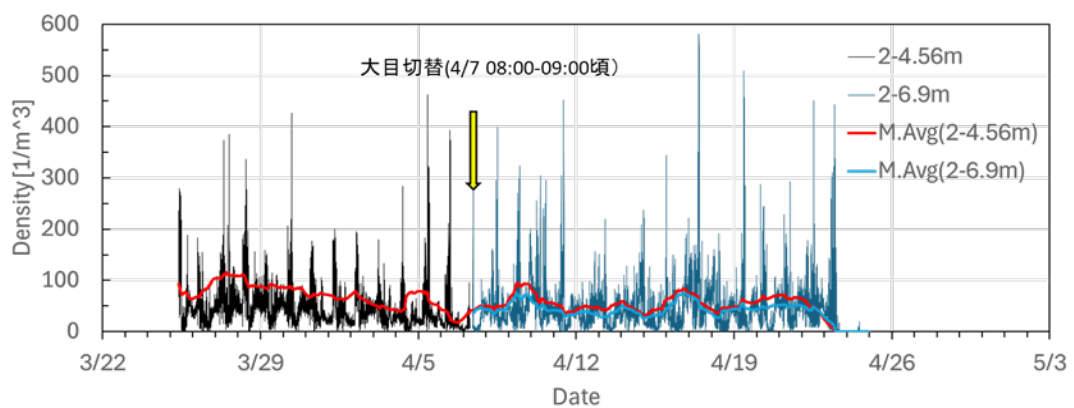


図5. 大目網生簀内における平均魚群密度の推移 黄色の矢印は大目網を落網した日を示す。

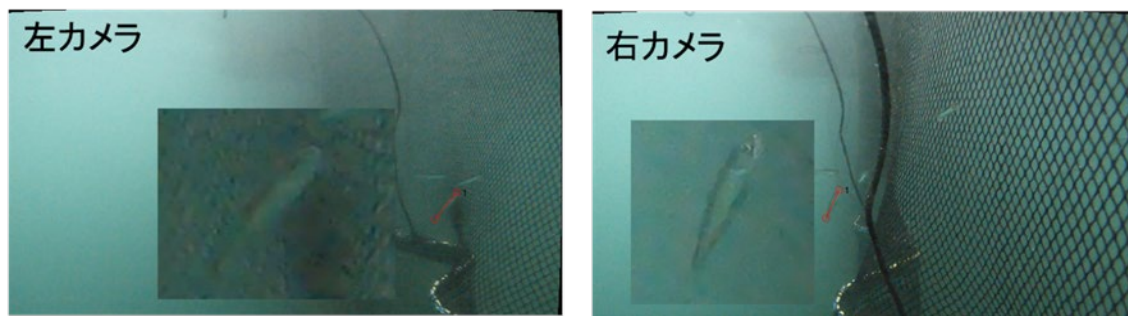


図 6. 左右の光学カメラにより捉えた大目網を抜ける稚魚

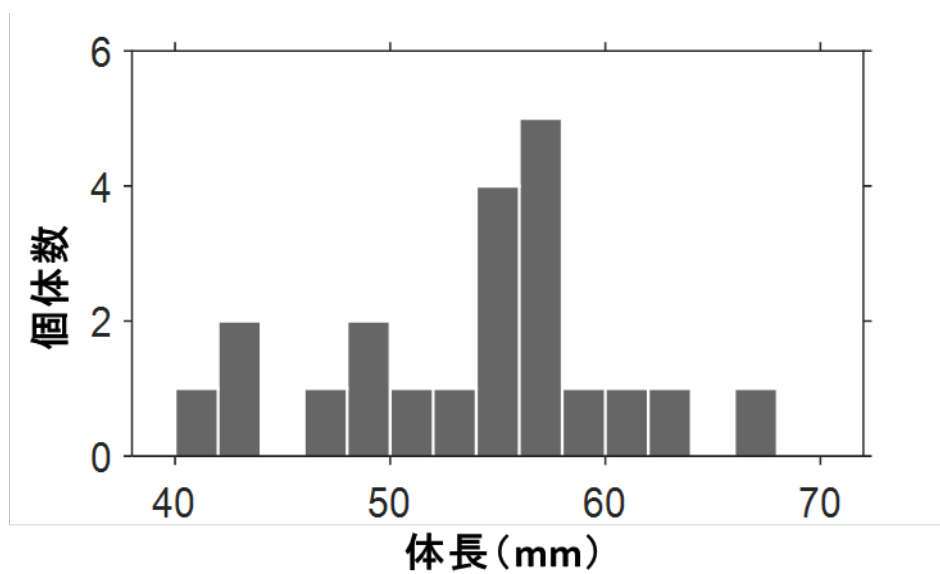


図 7. 光学カメラから推定した 4 月 7 日時点の推定尾叉長の頻度分布

小課題 4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証

a) 油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証

執筆者：北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 大森始

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部：下田和孝、大森始
虎尾充、小亀友也

同 道東センター： 實吉隼人

渡島管内さけ・ます増殖事業協会： 柳元孝二、鈴木慎、中村昌睦

【目的】

北海道におけるサケ来遊数は近年減少傾向にある。来遊数の変動には放流されたサケ稚魚の生残率が大きな影響を与えていると考えられている。放流後のサケ稚魚の生残率を高め、その後の回帰率を向上させるためには、サケ稚魚の種苗性を高めることが重要と考えられる。本試験では油脂添加した餌料をサケ稚魚に与え、栄養状態や遊泳力などの種苗性が向上するかどうか検討した。

【方法】

2024 年に回帰した親魚から採卵、受精させた卵のうち対照群は 10 月 22 日から 11 月 25 日の採卵群を、油脂添加群（以下、油脂群）は 11 月 5 日から 11 月 15 日の採卵群を試験卵とし、発眼卵期に耳石温度標識を施して 2 群を区別した。対照群の卵履歴は、えりも以西道南地区の戸切地川産、茂辺地川産、鹿部川産、知内川産および亀川産に加え、オホーツク海区の徳志別川産の移殖卵も用いた。油脂群はえりも以西道南地区の茂辺地川産、戸切地川産および知内川産の卵を用いた。ハッチコードは対照群を 2,3-2H、油脂群を 2-2,3H とした。上磯ふ化場において対照群は 2025 年 2 月 1 日から 3 月 8 日、油脂群は 2 月 20 日から 2 月 27 日の期間に飼育を開始し、油脂群には配合餌料に魚油を主体とするフィードオイルを給餌量の 3% 添加した餌料を与えた。飼育中は飼育池面積や注水量などの飼育条件が同一となるよう努めた。放流前に種苗性の指標と考えられる項目を測定した後、対照群は 3 月 18 日から 4 月 16 日の期間に、油脂群は 4 月 8 日に放流した（表 1）。

栄養状態は冷凍したサンプルの体長と体重を測定した後、対照群 30 尾、油脂群 30 尾の肝臓中のグリコーゲン含量とトリグリセリド含量を市販のキットを用いて測定した。分析に使用した肝臓と筋肉の重量でそれぞれの含量を除いて組織重量当たりの含量を求めた。遊泳力は大熊ほか（1998）に従い、スタミナトンネルを用いて各群 20 尾の瞬発遊泳速度を測定した後、体長と体重を測定した。

血液性状は高濃度海水への浸漬による負荷を与えた後の血中グルコース量を種苗性の指標とした。淡水、人工海水を用いて作成した塩分 33 と 42 の海水、各 20 L の計 3 区に各群 30 尾を投入した。24 時間後に生残した稚魚から 10 尾について体重を測定した後、尾柄部を切断して血液を採取し、簡易血糖測定器により血中グルコース量を測定した。

また、飢餓耐性を調べるため、4 月 10 日にサケ稚魚をさけます・内水面水産試験場（恵

庭市)に輸送した。屋内に設置した 60 L 水槽に各群 110 尾ずつ収容し、給餌をせずに淡水のかけ流しで飼育を行い、斃死魚を計数した。

【結果及び考察】

栄養状態の指標と考えられる肝臓中グリコーゲン含量の平均値と標準偏差は対照群が $0.69 \pm 0.71\%$ 、油脂群が $0.17 \pm 0.24\%$ と対照群の方が高い値を示したが (t 検定、 $p < 0.001$)、各群内での個体差が大きかった (図 1)。筋肉中トリグリセリド含量では対照群が $1.32 \pm 0.26\%$ 、油脂群が $1.26 \pm 0.44\%$ であり群間で違いは見られなかった (t 検定、 $p > 0.05$) (図 1)。

遊泳力は瞬発遊泳速度の尾叉長比で示した。平均値と標準偏差は対照群が 10.19 ± 0.98 FL/s、油脂群が 10.15 ± 1.16 FL/s となり、有意な差は見られなかった (図 2)。血液性状について生残した稚魚の平均血中グルコース量を測定した。平均値と標準偏差は対照群が淡水区 63.4 ± 6.8 mg/dL、塩分 33 区 67.8 ± 15.8 mg/dL、塩分 42 区 70.3 ± 9.1 mg/dL、油脂群では順に 66.6 ± 8.0 mg/dL、 85.0 ± 29.0 mg/dL、 136.0 ± 43.4 mg/dL を示し、塩分 42 区で有意な差が見られた (図 3)。

飢餓耐性の試験では、対照群は最初の斃死が確認されたのは試験開始から 18 日目であったのに対し、油脂群は 12 日目であった。また、試験開始から半数斃死に至ったのは対照群は 31 日目、油脂群は 34 日目とほぼ同じであった (図 4)。

これまでに 2018～2020 年級のサケ稚魚にはハーブオイル、2021 年級以降のサケ稚魚にはフィードオイルを添加した餌料を与え種苗性が向上するかどうか検討してきた。2023 年級および 2024 年級以外の年級では筋肉中トリグリセリド含量は対照群より油脂群の方が高い傾向があることから、栄養状態の向上のためには油脂添加の効果があるのかも知れない。

近年、知内川のサケ親魚の遡上が低調なことから、2024 年級から放流河川を戸切地川に変更した。ただし戸切地川においても親魚遡上数が減少していることから、他河川からの移殖卵を追加して対照群と油脂群を養成し、比較放流試験と種苗性評価を実施する。

【引用文献】

大熊一正ほか (1998) スタミナトンネルを用いて測定したサケ稚魚の突進速度. さけ・ます資源管理センター研究報告, 1, 45–48.

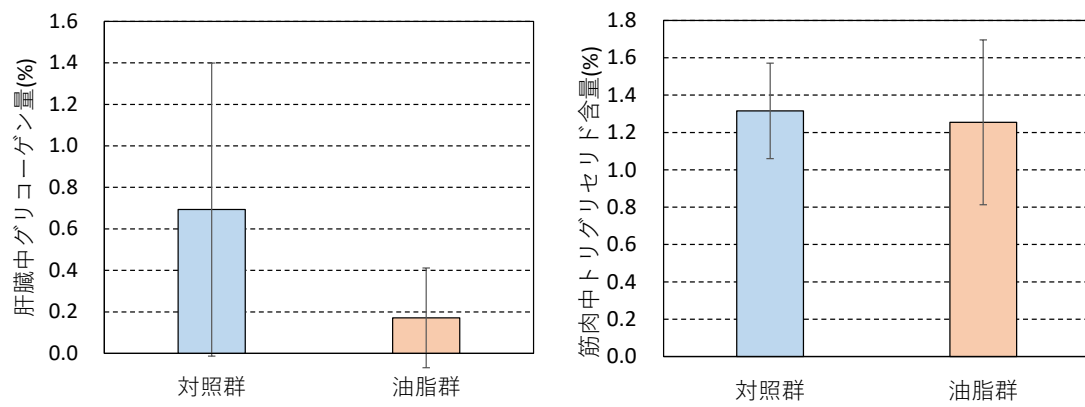


図 1. 放流前のサケ稚魚の栄養状態（エラーバーは標準偏差）

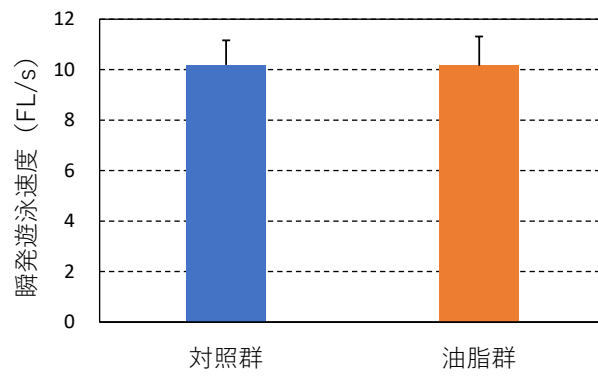


図 2. 体長当たりの瞬間遊泳速度（エラーバーは標準偏差）

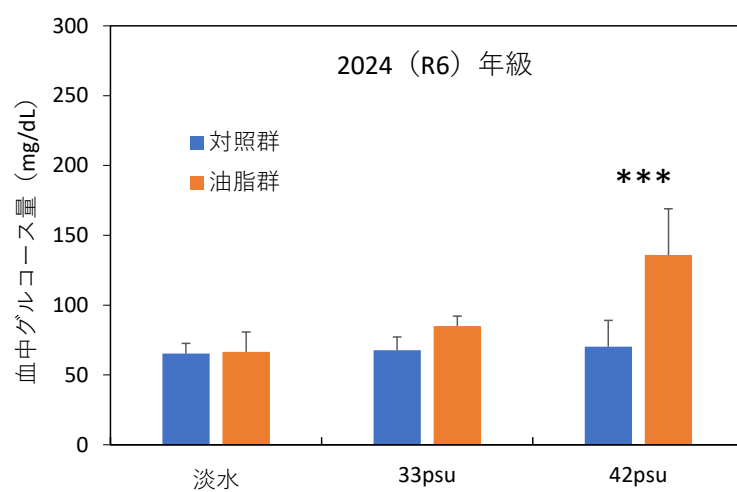


図 3. 高濃度海水試験後の血中グルコース量の平均値 (エラーバーは標準偏差、アスタリスクは有意差があることを示す *** : $P < 0.001$ 、 t 検定)

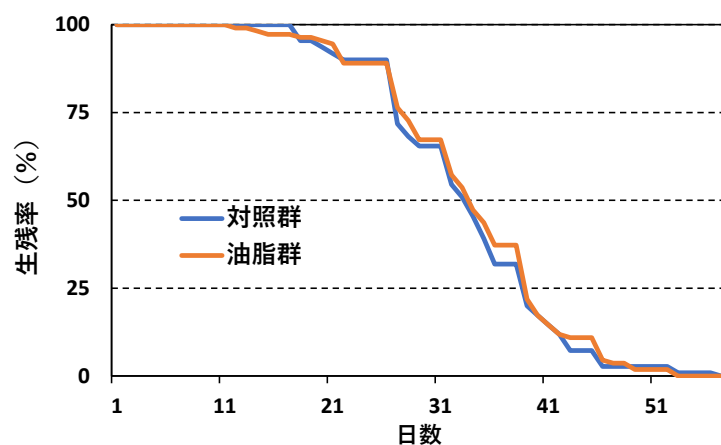


図 4. 飢餓耐性試験におけるサケ稚魚の生存率の推移

表 1. 上磯ふ化場におけるサケ稚魚の飼育概況

試験群	採卵月日	飼育開始	試験終了	添加期間 (日)	放流サイズ (g)	尾数 (千尾)	耳石標識
対照群	10/22～11/25	2/1～3/8	3/18～4/16		1.40～1.47	2,730	2,3-2H
油脂群	11/5～15	2/20～27	4/8	48	1.47	1,285	2-2,3H

b) 北海道根室地区における最適な放流時期の検証

執筆者：北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 道東センター 實吉隼人

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 道東センター：實吉隼人、刀祢和樹
根室管内さけ・ます増殖事業協会： 蠣崎宏、平澤勝秋、田中恒彦、川村斗史亜、堀章、
岩淵大昌

【目的】

稚魚の成長や生残に適した放流時期等を検証するため、根室海区において耳石標識サケ
幼稚魚を放流し、採集調査により追跡する。

【方法】

根室南部地区の西別川において 2024（令和 6）年に回帰した親魚から採卵、受精させた
卵に本別ふ化場において耳石温度標識を施し、4 月上旬放流群と 4 月下旬放流群の 2 群に
区別して管理し、魚体重 1 g 以上の稚魚各群概ね 1,500 千尾を生産して西別川に放流す
る。2025（令和 7 年）年級についても同様の放流試験を行うために本別ふ化場において発
眼卵に耳石温度標識を施標し、各群概ね 1,500 千尾の稚魚を生産する。

【結果及び考察】

2024 年級では、2024 年 9 月 27 日西別川採卵群を 4 月上旬放流群、10 月 15 日および 17
日採卵群を 4 月下旬放流群として発眼卵期に西別川の本別ふ化場において耳石温度標識を
施した。標識コードは 4 月上旬放流群を 2,3,5H、4 月下旬放流群を 2,9H とした。4 月上旬
放流群は 1,111 千尾を生産し、2025 年 4 月 10 日に本別ふ化場より放流、4 月下旬放流群は
1,251 千尾を生産し、4 月 24 日に同様に放流した（表 1）。放流サイズは 4 月上旬放流群
（2,3,5H）では尾叉長 51.0 mm、体重 1.1 g、4 月下旬放流群（2,9H）では尾叉長 51.0 mm、
体重 1.2 g であった。西別川では 3 月上旬から 5 月上旬にかけて 2024 年級群のサケ稚魚
39,235 千尾を放流した。

2025 年級は 2025 年 9 月 19 日および 23 日採卵群を 4 月上旬放流群、10 月 7 日、10 日お
よび 17 日の採卵群を 4 月下旬放流群として、発眼卵期に西別川の本別ふ化場において耳
石温度標識を施した。施標卵数と標識コードについては 4 月上旬放流群が 1,563 千粒で
2,3,5H、4 月下旬放流群が 1,575 千粒で 2,9H とした（表 2）。引き続き本別ふ化場で管理
し、各群 1 g 程度での放流を予定している。

表 1. 2024 (R6) 年級の標識放流試験群の放流結果

年級	放流河川	放流旬	放流月日	放流数 (千尾)	体長 (mm)	体重 (g)	標識 コード	採卵月日	捕獲河川
2024 (R6)	西別	4月上旬	4月10日	1,111	51.0	1.1	2,3,5H	9月27日	西別
		4月下旬	4月24日	1,251	51.0	1.2	2,9H	10月15・17日	

表 2. 2025 (R7) 年級の標識放流試験群の生産状況

年級	放流河川	放流旬	施標卵数 (千粒)	標識 コード	採卵月日	捕獲河川
2025 (R7)	西別	4月上旬	1,563	2,3,5H	9月19・23日	西別
		4月下旬	1,575	2,9H	10月7・10・17日	

c) 北海道東部における放流サイズや放流時期等の適正化の検討

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 小野郁夫

実施機関及び担当者

十勝・釧路管内さけ・ます増殖事業協会： 新出幸哉、林紀幸、後藤隆史、渡邊勝亮

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部

技術課：小野郁夫、日田和宏

根室事業所：渡邊誠、中島歩、川口玲央

鶴居事業所：小野ゆい

十勝事業所：福田勝也

【目的】

放流サイズや放流時期等の適正化の効果を検証するため、えりも以東海区において耳石標識サケ幼稚魚を放流し、採集調査により追跡する。

【方法】

令和6年級については、釧路川における放流時期の違いによる放流効果を検証するため、芦別ふ化場において4月上旬及び下旬に同サイズ放流する耳石温度標識稚魚各1,300千尾、鶴居事業所において同時期放流する大型サイズ及び通常サイズの耳石温度標識稚魚各1,300千尾を生産する（図1）。

令和7年級については、十勝川及び釧路川における放流時期や放流サイズの違いによる回帰効果の検証を行うため、釧路川において芦別ふ化場から4月上旬及び下旬に同サイズ放流する耳石温度標識稚魚各1,300千尾、鶴居事業所から同時期放流する大型サイズ2群の耳石温度標識稚魚各1,200千尾に加え、3月下旬560千尾と5月上旬に1,100千尾を生産する。十勝川においては、十勝事業所から4月及び5月に同サイズ放流する耳石温度標識稚魚各1,400千尾を生産する（図1）。

【結果及び考察】

（令和6年級の放流）

芦別ふ化場から放流される4月上旬放流群は、釧路川で捕獲されたサケ親魚から令和6年9月20日～9月24日に1,550千粒、4月下旬放流群も同河川のサケ親魚から令和6年10月7日～10月11日に1,550千粒を採卵し、両群ともに芦別ふ化場に収容され、4月上旬放流群に2n,2n-2H、4月下旬放流群に2n-2n,2Hの耳石温度標識コードを標識し（図2）、芦別ふ化場にて仔稚魚管理を行い、4月上旬放流群は4月3日に平均体重2.11gの稚魚を1,375千尾、4月下旬群は4月22日に平均体重2.75gの稚魚1,455千尾を釧路川支流鶴居芦別川へ自然放流した（表1）。

鶴居事業所から放流される大型サイズ放流群は、釧路川で捕獲されたサケ親魚から令和6年9月13日に676千粒、通常サイズ放流群においては、釧路川及び幌戸川で捕獲されたサケ親魚から令和6年9月13日～9月27日に600千粒を採卵し鶴居事業所に収容した。

当初、両群ともに 1,300 千粒を計画していたが、回帰不振による親魚不足のため、規模は半数程度となった。大型サイズ放流群に 2,11H、通常サイズ放流群に 2,3-4H の耳石温度標識コードを標識し（図 2）、鶴居事業所にて仔稚魚管理を行い、大型群は 3.75 g の稚魚 608 千尾、通常群は 2.79 g の稚魚 542 千尾を 4 月 9 日に放流した（表 1）。

放流後の釧路川河口域における曳網による幼稚魚採取調査において、4 月 8 日に 28 尾、4 月 17 日に 6 尾、4 月 24 日に 13 尾、5 月 13 日に 1 尾、合計 48 尾の標識魚が採取された。

（令和 7 年級の稚魚生産）

釧路川では、芦別ふ化場で生産する 4 月上旬放流群用に釧路川で捕獲した親魚から令和 7 年 9 月 16 日に 1,550 千粒、4 月下旬放流群用に令和 7 年 10 月 3 日に 1,550 千粒を採卵して芦別ふ化場に収容し、4 月上旬放流群に 2n,2n-2H、4 月下旬放流群に 2n-2n,2H の耳石温度標識を施した（図 3）。両群ともに芦別ふ化場にて仔稚魚管理を行い、それぞれの放流時期に放流サイズ 2.0 g 以上で放流予定である。鶴居事業所で生産する試験放流群についても釧路川で捕獲した親魚から 3 月下旬放流群用に令和 7 年 9 月 8 日に 603 千粒、大型サイズ 2.5 g 放流群用に令和 7 年 9 月 29 日に 1,265 千粒、大型サイズ 2.0 g 放流群用に令和 7 年 10 月 7 日に 1,229 千粒、5 月上旬放流群用に令和 7 年 10 月 11 日～10 月 15 日に 1,311 千粒を採卵して鶴居事業所に収容し、3 月下旬放流群に 2-3-2-2H、大型サイズ 2.5 g 放流群に 2,11H、大型サイズ 2.0 g 放流群に 2,3-4H、5 月上旬放流群に 2-4-1-2H の耳石温度標識を施した（図 3）。なお、3 月下旬放流群の施標は、鶴居事業所の水温調整装置が故障したことから虹別事業所において施標を行った。施標後の各放流群は鶴居事業所にて仔稚魚管理を行い、3 月下旬、4 月中旬、5 月上旬にそれぞれのサイズにて放流予定である。

十勝川においては、十勝事業所で生産する 4 月放流群用に十勝川で捕獲した親魚から令和 7 年 10 月 21 日 1,665 千粒、同日に 5 月放流群用に 1,660 千粒を採卵して十勝事業所へ収容し、4 月放流群に 2-5-2H、5 月放流群に 2,5,4H の耳石温度標識を施した（図 3）。両群ともに十勝事業所にて仔稚魚管理を行い、4 月及び 5 月に 2.0 g サイズにて放流予定である。

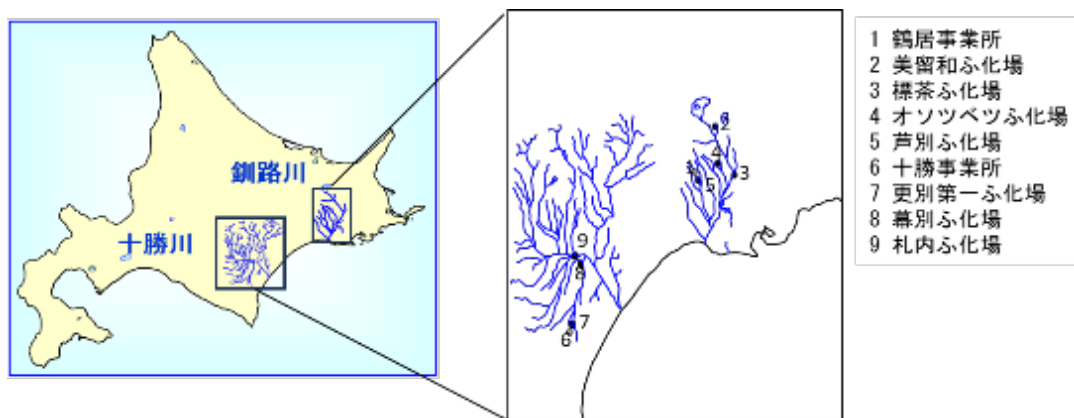


図 1. 芦別ふ化場、鶴居及び十勝事業所位置

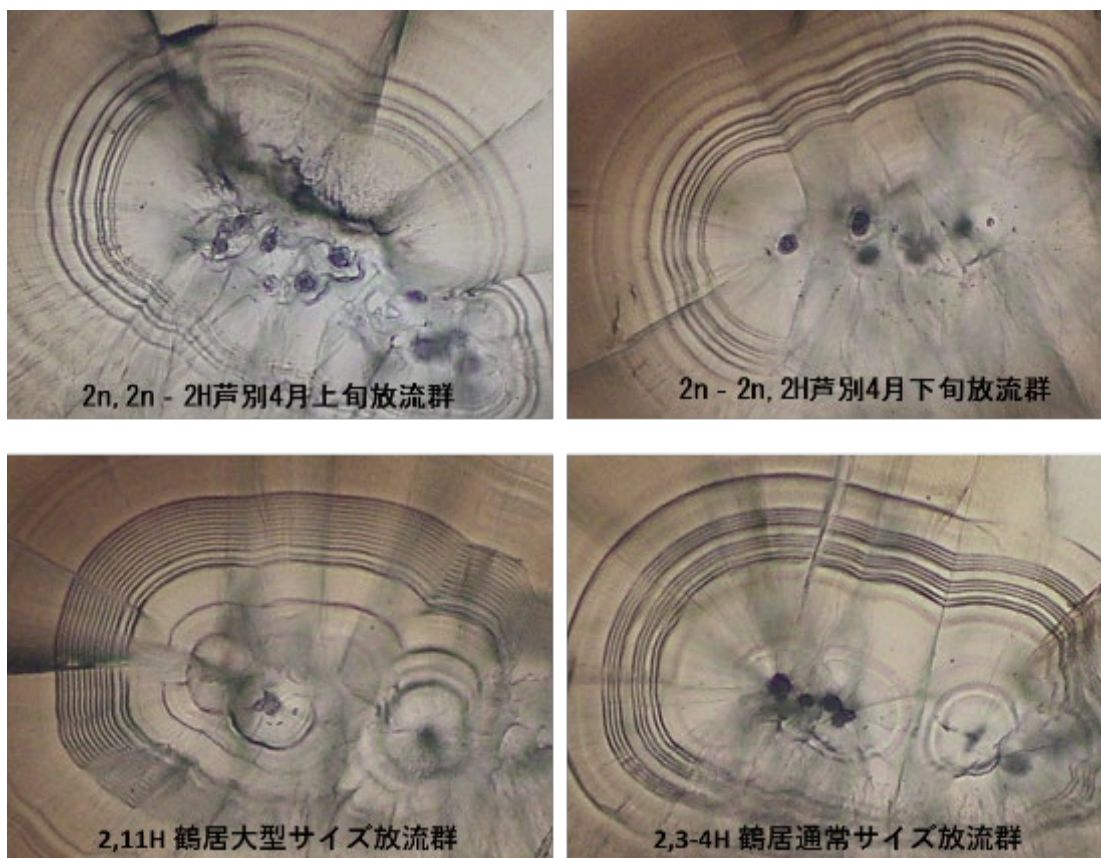


図 2. 令和 6 年級の芦別ふ化場及び鶴居事業所放流群の耳石温度標識像

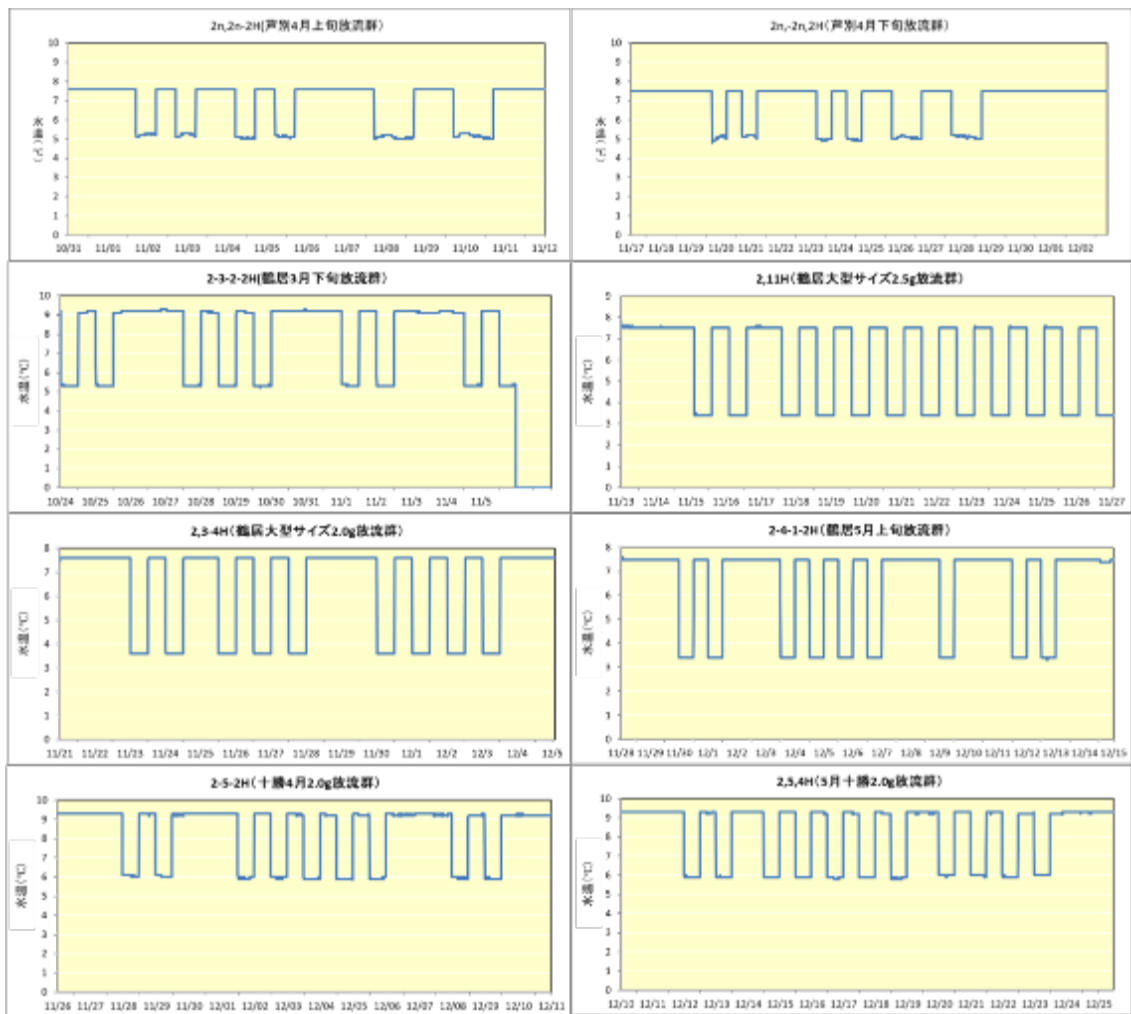


図 3. 令和 7 年級耳石温度標識放流群各群の標識期間水温

表 1. 釧路川における耳石温度標識稚魚の放流結果（令和 6 年級）

ふ化場名	放流区分	卵歴	採卵数	放流日	放流数	魚体重	耳石コード
芦別	4月上旬 放流群	9/20・24 釧路川	1,550 千粒	4月3日	1,375 千尾	2.11 g	2n,2n-2H
	4月下旬 放流群	10/7・11 釧路川	1,550 千粒	4月22日	1,455 千尾	2.75 g	2n-2n,2H
鶴居	4月3.0 g 放流群	9/13 釧路川	676 千粒	4月9日	608 千尾	3.75 g	2,11H
	4月2.0g 放流群	9/13・24・27 釧路川 幌戸川	600 千粒	4月9日	542 千尾	2.79 g	2,3-4H

d) 東北日本海における放流サイズや放流時期等の適正化の検討

執筆者：山形県内水面水産研究所 齋藤哲

実施機関及び担当者

山形県内水面水産研究所 内水面水産振興部：齋藤哲

【目的】

近年の地球温暖化によりサケにとって不適な沿岸海域の高水温化が進行していることから、放流種苗の大型化による河川や沿岸での幼稚魚の減耗回避が考えられている。放流種苗の大型化にあたっては、放流数の減少や飼育経費の増大に見合う放流サイズや放流時期の検討が必要である。本研究では、試験生産した大型サイズ群（3 g）と従来サイズ群（1 g）の標識稚魚を同日放流する。沿岸稚魚調査や回帰親魚の確認調査により、大型化の効果を評価し、前述の検討を行う。

【方法】

2025 年級について、月光川水系のふ化場（山形県遊佐町）において大型サイズ群と従来サイズ群の種卵をそれぞれ 33 万粒ずつ確保し、同水系柝川ふ化場内に設置された耳石温度標識装置（TR-H224DCHAS/有限会社タカツ産業）に発眼卵を収容して耳石温度標識を施し、両群とも赤川ふ化場（山形県鶴岡市）に移送して成長させ、3 月下旬に赤川へ同日放流する計画とした。大型サイズ群は高瀬川ふ化場の後期群で耳石コードは 2-2,1,2H とし、従来サイズ群は箕輪ふ化場の後期群で耳石コードは 2,2,1-2H とした。卵管理時の水温は高瀬川ふ化場は約 15℃、箕輪ふ化場は約 11℃であり、大型サイズ群の高瀬川ふ化場の方が約 4℃高いため同時期の採卵であっても浮上が早く、大型サイズ群と従来サイズ群の設定が可能である。

【結果及び考察】

山形県のサケふ化放流事業における 2026 年 1 月下旬時点での親魚の河川採捕尾数は 9,717 尾（前年比 25%）、採卵数は 11,345 千粒（同 37%）と深刻な種卵不足となったため 2025 年級の試験卵は確保できなかった。

【2024 年級の結果】

2024 年級の生産及び放流結果について表 1 に示す。河川捕獲数が少なかったことから大型サイズ群は当初予定していた高瀬川ふ化場から箕輪ふ化場での採卵に切り替え、2024 年 11 月 21 日から 22 日にかけて 33.0 万粒を採卵し、受精直後卵で高瀬川ふ化場に移送した。従来サイズ群は箕輪ふ化場で 11 月 30 日に 36.5 万粒を採卵した。発眼卵施標後、大型サイズ群は赤川ふ化場に移送、従来サイズ群は箕輪ふ化場に戻して飼育管理を行った。従来サイズ群は 2025 年 3 月 13 日に体重 0.65 g で赤川ふ化場に移送した。両群ともに赤川ふ化場で飼育を続け、3 月 24 日に大型サイズ群 30.0 万尾、従来サイズ群 32.5 万尾の全数を同日放流した。放流時の体重は大型サイズ群が 3.73 g、従来サイズ群が 1.24 g であった。

表 1. 2024 年級の生産及び放流結果

	標識コード	採卵ふ化場	採卵日	採卵数 (万粒)	放流日	放流尾数 (万尾)	放流時体重 (g/尾)
大型サイズ群	2-2,1,2H	箕輪	2024年11月21～ 22日	33.0	2025年3月24日	30.0	3.73
従来サイズ群	2,2,1-2H	箕輪	2024年11月30日	36.5	2025年3月24日	32.5	1.24

e) 新潟県沿岸における放流時期や放流サイズ等の適正化の検討

執筆者：新潟県水産海洋研究所 大野佑紀

同内水面水産試験場 吉田友和

実施機関及び担当者

新潟県水産海洋研究所 増殖環境課：大野佑紀

同内水面水産試験場 資源課：吉田友和

【目的】

近年、河川および沿岸域の水温上昇が指摘されており、サケ稚魚の放流時期および放流サイズの適正化が重要な課題となっている。本研究では、稚魚の飼育水温や放流環境の水温を踏まえた適切な放流条件を明らかにすることを目的として、標識放流調査を実施し、採捕調査により回帰状況を追跡する。また、サケ稚魚への酒粕給餌により大型化、高温ストレス耐性の向上を図るため、給餌試験及び高温耐性試験を実施し効果を検証した。

【方法】

(1) 標識放流調査

信濃川水系能代川の能代川ふ化場において、大型サイズ早期放流（大早）、大型サイズ後期放流（大後）、小型サイズ早期放流（小早）、小型サイズ後期放流（小後）の4区を設定した。各区10,000尾を目標にヒレ切りによる外部標識を施し、2月下旬から3月上旬にかけて放流した。放流サイズは例年の基準である1.2gを境として区分した。

(2) 給餌試験

供試魚には浮上後のサケ稚魚（採卵日2025年11月12日）を用いた。0.2t円形水槽に230尾をかけ流し（水温10.2～11.1℃）で飼育した。注水量は5L/minとなるよう調整した。

試験区は対照区、酒粕5%添加区、酒粕20%添加区及びビタミンC添加区の4区とした（表1）。餌料は配合飼料に油脂を添加し、酒粕及びビタミンCは油脂により表面に展着した。対照区は油脂添加のみとした。

給餌は魚体重に対して2.7%/日となるよう通常餌を基準に設定した。酒粕添加区では、通常餌の給餌量に対し5%及び20%に相当する添加物を上乗せして給餌した（外割で給餌）。2026年1月26日（積算水温922℃）から給餌試験を開始し、飼育期間中は定期的にサンプリングを行い、体重の推移を把握するとともに、高温耐性試験後には供試魚の尾叉長及び体重を測定した。

(3) 高温耐性試験

2026年2月から3月に計3回実施した。供試魚は10.2～11.1℃で飼育した個体を30～50尾程度用い、加温した止水条件下で高温ストレスを負荷した。試験水温は第1回26.5℃、第2回及び第3回は25.5℃とした。

試験開始後の時間経過に応じて供試魚の遊泳状況を撮影し、第1回試験では10、20、30

分後に、第2回及び第3回試験では1～90分まで段階的に記録した。撮影画像から横転していない個体を正常遊泳個体と判定し、その割合を遊泳率として算出した。遊泳率の経時変化を高温耐性の指標として評価した。併せて水質（NO₃⁻、NO₂⁻、NH₄⁺、DO、pH）を測定した。

【結果及び考察】

（1）標識放流調査

能代川において、大早区及び小早区を2月28日に、大後区及び小後区を3月7日に放流した。放流サイズは1.01～1.43 gの範囲であり、各区において計画どおり標識放流が実施された。

（2）給餌試験

生残率は、いずれの試験区も試験期間を通じて死亡はなく100%であった。すべての試験区において体重は順調に増加し、試験区間で顕著な成長差は認められなかった（図1）。酒粕添加区では酒粕を外割で給餌しているため摂餌量は理論上増加しているが、本試験条件下では成長促進効果は確認されなかった。尾叉長と体重の関係にはすべての試験区で正の相関が認められ、供試魚は正常な成長関係を維持していた（図2）。また、第1回及び第2回試験時において酒粕20%添加区では肥満度が低く、相対的にスリムな体型となる傾向がみられた（図3）。

成長差が認められなかった要因として、餌の栄養組成の違いが影響した可能性が一因として考えられる。通常餌は粗たんぱく質48.5%であるのに対し、酒粕は30.5%と低い（表2）。酒粕の添加により餌の栄養組成が変化したことで、摂取した栄養が体重増加に結びつきにくかった可能性がある。さらに、本試験では給餌量を魚体重の2.7%/日で一定に管理しているため、魚が摂取できる餌量には実質的な上限があり、これらの要因により成長差が現れにくかったと考えられる。

（3）高温耐性試験

遊泳率はいずれの試験においても時間経過とともに低下したが、その低下速度は試験区により異なった。第1回試験（26.5℃）では酒粕20%添加区が最も高い遊泳率を維持し、高温ストレス下においても遊泳能力の低下が比較的緩やかであった。一方、第2回及び第3回試験（25.5℃）ではビタミンC添加区が最も高い遊泳率を示し、酒粕20%添加区がそれに次ぐ傾向が認められた。酒粕5%添加区では対照区との差は小さかった（図4）。

試験期間中の水質はいずれの試験においても安定しており、良好な範囲で維持されていたことから、遊泳率の差は主として給餌条件の違いによるものと考えられた。

水温条件の違いに着目すると、26.5℃という高水温は供試魚にとって生理的負荷の大きい条件であり、このような強いストレス環境下において酒粕20%添加区で遊泳率が比較的高く維持されたことは、高温耐性の維持に関与した可能性が示唆される。

酒粕にはアミノ酸、ビタミン類、ペプチド類及び酵母由来成分が含まれており、これらは抗酸化作用やストレス応答機構の維持に関与すると考えられている。本試験において

も、これら複合的な機能性成分の作用により、高温環境下での生理機能の低下が抑制された可能性がある。

一方、ビタミンCについても既知の抗酸化作用により一定の耐性向上傾向が認められたが、最も高水温条件であった第1回試験では酒粕20%添加区と比較して明確な優位性はみられなかった。このことから、単一成分による作用に比べ、複数成分を含む酒粕が強いストレス条件下で有効に働いた可能性が考えられる。

また、酒粕20%添加区では耐性向上の傾向が認められたのに対し、5%区では明確な耐性は確認されなかったことから、これら機能性成分の効果は一定量以上の摂取により発現する可能性が示唆された。

なお、本試験は試験回数及び条件が限定されているため、今後の検証が必要である。しかし、本試験条件においては酒粕添加による成長への明確な負の影響は認められず、通常餌と同様の成長を維持しつつ、高温ストレス耐性の向上に寄与する可能性が示めされた。今後は最適な添加量や投与期間の検討に加え、血液成分や免疫指標等を用いた生理学的評価を行い、作用機序の解明を進める必要がある。

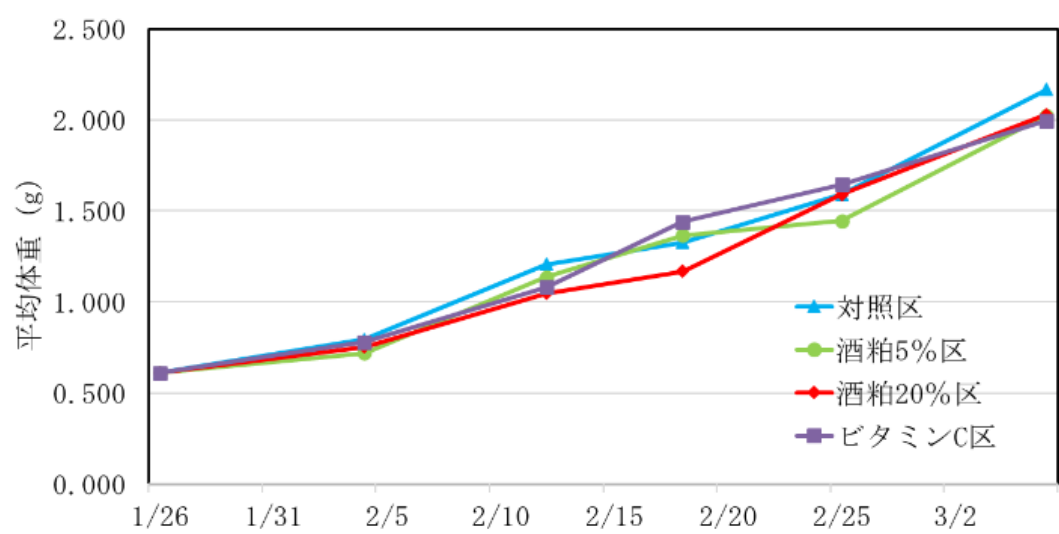


図 1. 平均体重の推移

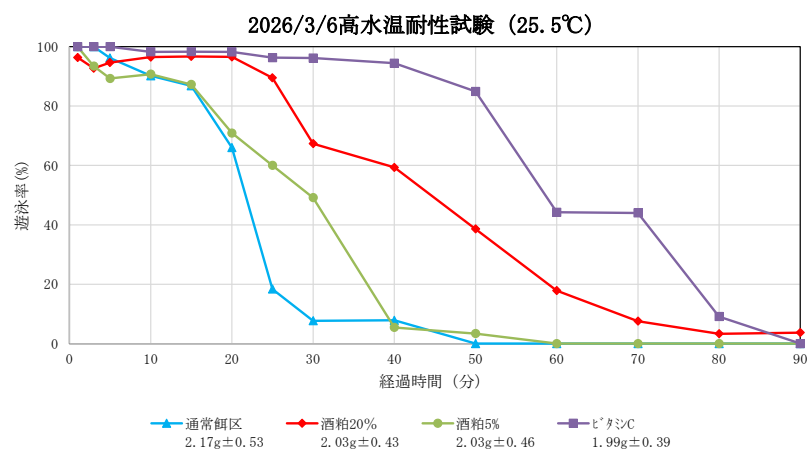
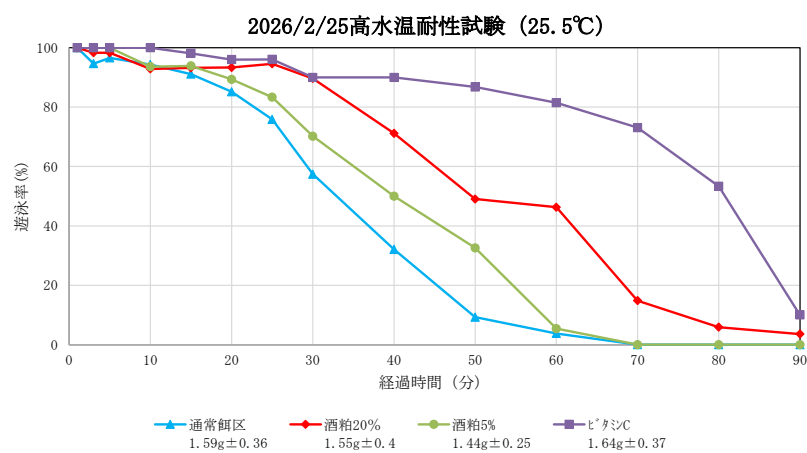
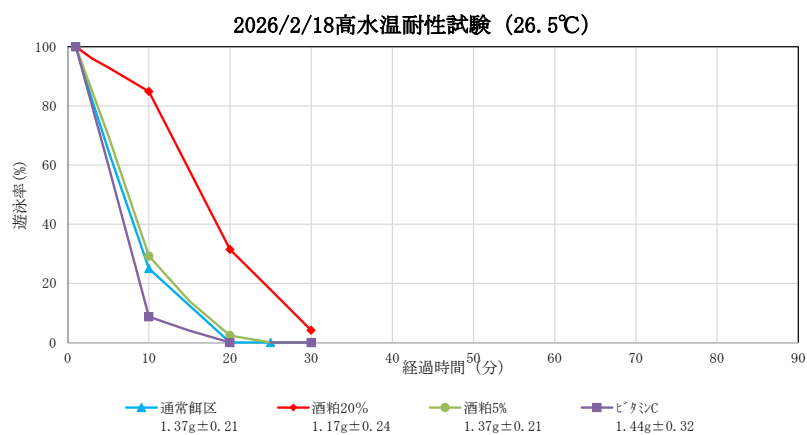


図 2. 各試験における遊泳率の推移 (凡例の下に示す数字は供試魚の体重 (mm) ± SD)

表 1. 各試験区の概要

試験区	飼料内容	区分
対照区	通常飼料100%＋油脂10%	基準区
酒粕5%区	通常飼料100%＋酒粕5%＋油脂10%	酒粕添加区
酒粕20%区	通常飼料100%＋酒粕20%＋油脂10%	酒粕添加区
ビタミンC区	通常飼料100%＋ビタミンC5%＋油脂10%	比較対照区

表 2. 試験に使用した通常餌と酒粕の栄養組成（抜粋）

項目	通常餌(%)	酒粕(%)
水分	8.4	14
粗たんぱく質	48.5	30.5
粗脂肪	6	3.3

課題Ⅱ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

小課題 1) 稚魚沿岸帯泳期における沿岸環境調査及びサケ幼稚魚追跡調査

a) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1

編者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 森下匠

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部：羽二生一将^{*1}、中島歩^{*2}、石原剛^{*3}、矢部貴大^{*4}、山谷和幸、坂上哲也、渡邊誠、川口玲央、佐田巖、吉野州正、八重樫博文、江田幸玄、根本康平、栗林誠、岡本大輝、加藤雅博、川上良美、福澤博明、大貫努、森下匠、外山義典、濱崎薫、江連睦子

*1：1)-a)-①【厚田沿岸域】主担当

*2：1)-a)-②【昆布森沿岸域】主担当

*3：1)-a)-③【えりも以西地区】主担当

*4：1)-a)-④【宗谷港】主担当

1)-a)-① 定点環境観測及び稚魚採捕調査 1（北海道厚田）

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 羽二生一将

【目的】

沿岸域におけるさけ・ます類幼稚魚の分布状況や生息環境等を調べるとともに、定点観測により水温情報等を把握し、ふ化放流及び来遊資源評価のための基礎資料とする。

【調査方法】

石狩市厚田区にて第三十八長生丸（6.6 t）を用船し、3 月下旬～6 月上旬まで各旬 1 回ずつ厚田沿岸の海洋観測及びさけ・ます類幼稚魚採捕調査を行った。調査定点は、厚田港から沖合 0.5 km 地点、1.0 km 地点、2.0 km 地点及び 10.0 km 地点の 4 カ所を設定した。海洋観測では CTD（JFE アドバンテック、兵庫）による海水温、塩分濃度等の鉛直観測、透明度板を用いた透明度の目視観測、プランクトンネットを用いたプランクトン採集を実施した。採集したプランクトンは湿重量の計測を行った。また、水深 3 m 下にメモリー式水温計（ケー・エンジニアリング、東京）を設置し、1 時間ごとに海水温を記録した。

【結果及び考察】

1. 沿岸水温

2025 年春季沿岸水温※を図 1 に示した。日平均水温は記録開始時点（3 月 29 日）においてすでに 5℃を超えており、8℃に達したのは 4 月 24 日、13℃に達したのが 5 月 28 日であった。日平均水温は、5 月 14 日までは過去 5 年平均（2020 年～2024 年）より低い水温であったが、5 月 15 日～5 月 18 日にかけて著しい水温上昇があり、以降は平年同様に推移した。13℃への到達日は過去 5 年平均より 5 日間早かった。また、サケ幼稚魚の沿岸域における生息適水温とされる 8.0～13.0℃の期間（以下、適水温帯）は 35 日間で、過去 5 年平均より 9 日間短かった。

2. プランクトン及び海洋観測

プランクトン湿重量を図 2-1～2-4 に示した。ただし、天候不良等でデータが収集できなかった旬については、データなしとした。3 月下旬の定点 1 及び 2 のプランクトン湿重量は、過去 10 年平均より高い値を示したが、その他の観測時期及び定点は、いずれも過去 10 年平均を下回っていた。

海洋観測の結果を表 1 に示した。調査地点の水深 3 m 深における塩分濃度は、4 月中旬の定点 1 及び 3 において低い値を示した。

3. サケ幼稚魚採捕状況

2011～2025 年までのサケ幼稚魚採捕尾数を図 3、旬ごとの採捕尾数を図 4 に示した。2025 年のサケ幼稚魚採捕尾数は 591 尾であり、過去 5 年平均の 1,245 尾より少なかった。サケ幼稚魚は、3 月下旬～5 月下旬の期間に確認され、6 月上旬の採捕はなかった。また、2025 年の採捕ピークは 4 月中旬であり、過去 5 年平均より 2 旬早かった。

4. 耳石解析結果

2025 年に採捕されたサケ幼稚魚の耳石解析結果を図 5 に示した。耳石温度標識魚（以下、標識魚）の有無を確認した結果、標識魚の割合は 71%、無標識魚は 29%であった。標識魚の放流由来別の内訳は、千歳川が 66.0%と最も高く、次いで古平漁港（海中飼育群）が 2.7%、古平川（自然放流群）が 1.6%であった。また、放流体制転換調査事業で実施した北海道日本海共通コードが 0.5%、サケ資源回復加速化事業で実施したコード（北海道 8 河川）が 0.2%の割合であった。2025 年における無標識の割合は、過去 5 年間（2020～2024）の平均値である 47.5%と比べて低い値を示した。

2025 年春の厚田沿岸で採捕されたサケ稚魚の耳石温度標識ごとの採捕率及び放流時の平均魚体重を表 2 に示した。千歳川由来の標識魚の採捕率は、採卵時期別では後期採卵群、中期採卵群、前期採卵群の順に高かった。また、4 月下旬に放流されたサイズ比較試験では両区分とも低い値を示した。また、古平川標識魚の採捕率では、3 月 28 日に 0.83 g でふ化場から自然放流された試験区分よりも、1.34 g で古平漁港から放流された海中飼育群の採捕率の方が高い値を示した。

5. サケ幼稚魚の体サイズ

図 6 に 2025 年に採捕された無標識魚と千歳川標識魚における試験区分ごとの体重の推移を示した。千歳川標識魚は、3 月下旬～5 月下旬にかけて出現し、平均魚体重は 0.70～3.05 g の範囲であった。各試験区分における採捕時平均魚体重のピークは、採卵期別回帰状況の把握試験において 5 月上旬、長期モニタリングにおいて 5 月中旬であった。また、サイズ比較試験において、4 月下旬 0.7 g 放流では 5 月下旬、4 月下旬 1.0 g 放流では 5 月上旬に最も高い平均魚体重を示した。無標識魚は、4 月上旬～5 月中旬にかけて出現し、平均魚体重は右肩上がりに推移した。

6. 考察

2025 年春季の厚田沿岸における適水温帯の期間は、過去 5 年間の平均と比較して 9 日間短縮していた。また、プランクトン湿重量は、3 月下旬の一部定点で高い値を示したものの、その後の観測では全定点でも過去 10 年平均を下回った。これらの結果から、2025 年春季の厚田沿岸における環境条件は、サケ幼稚魚の成育に好適ではなかった可能性が示唆される。

2025 年春季におけるサケ幼稚魚の採捕尾数は、過去 14 年間の平均値の約半数に減少した。この現象は沿岸環境のみでは説明しきれず、複数の要因が関連する可能性が高い。特に、例年は 5 月上旬に採捕尾数のピークがみられるが、2025 年は同時期の採捕尾数が少ない点特徴的であった。この要因として、千歳さけます事業所から石狩川へ放流される稚魚の放流時期及び放流数の変動が挙げられる。同事業所から放流される稚魚は採捕魚の半数以上を占めており、加えて 3 月の放流数が例年より約 2,000 千尾増加していたことから、放流時期の前倒しが沿岸における滞在期間や採捕状況に影響した可能性が考えられる。

また、3 月下旬～5 月下旬にかけて採捕された千歳川標識魚は、時期が進むにつれて、魚体重が増加する傾向を示した。さらに、耳石コード別の出現状況から、5 月上旬～5 月下旬にかけて確認されなくなった耳石コードが存在し、これらは 6 月上旬までに北海道日本海を北上したと推察された。6 月上旬は沿岸水温が 13℃を超えた時期と一致しており、過去

の知見とも整合する。一方、無標識魚についても5月下旬以降の採捕がなかったことから、千歳川標識魚と同様の時期に移動した可能性が高い。

厚田沿岸の水温は近年上昇傾向にあり、従来と異なる海洋環境が確認されている。千歳さけます事業所では、これらの環境変動に対応した放流手法の改善を進めており、本調査結果は今後の放流計画の検討に資する知見となり得る。今後は、放流時期及び放流数の変動が稚魚の成育及び降海後の行動に及ぼす影響を、海洋環境の変動と併せて評価することが必要と考えられる。

※ なお、2021～2025年に得られた春季厚田沿岸水温データは、水産庁水産資源調査・評価推進委託事業（国際資源）にて収集された値を使用した。

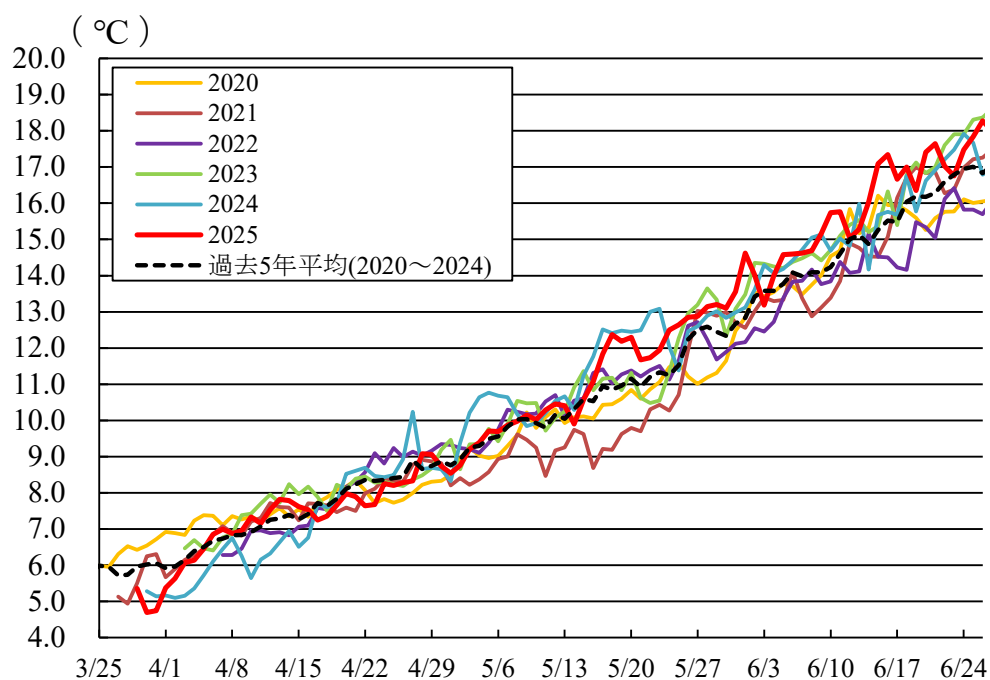


図 1. 春季厚田沿岸域における水温の推移

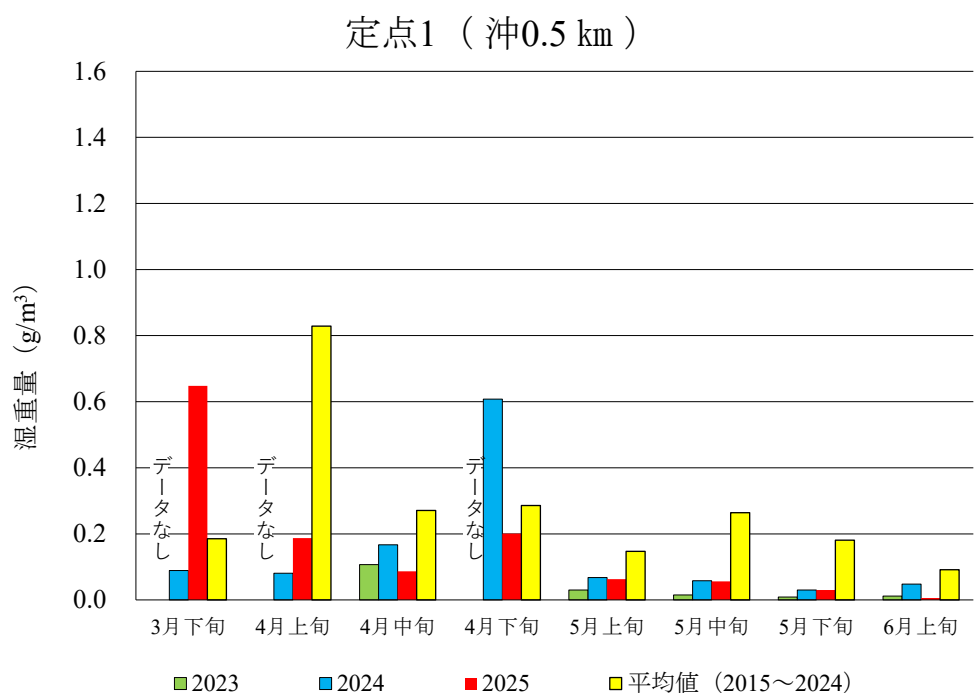


図 2-1. 春季厚田沿岸域における定点毎のプランクトン湿重量 (定点 1) 天候不良や濾水計不調によりデータが収集できていない箇所があり、データなしで示した。

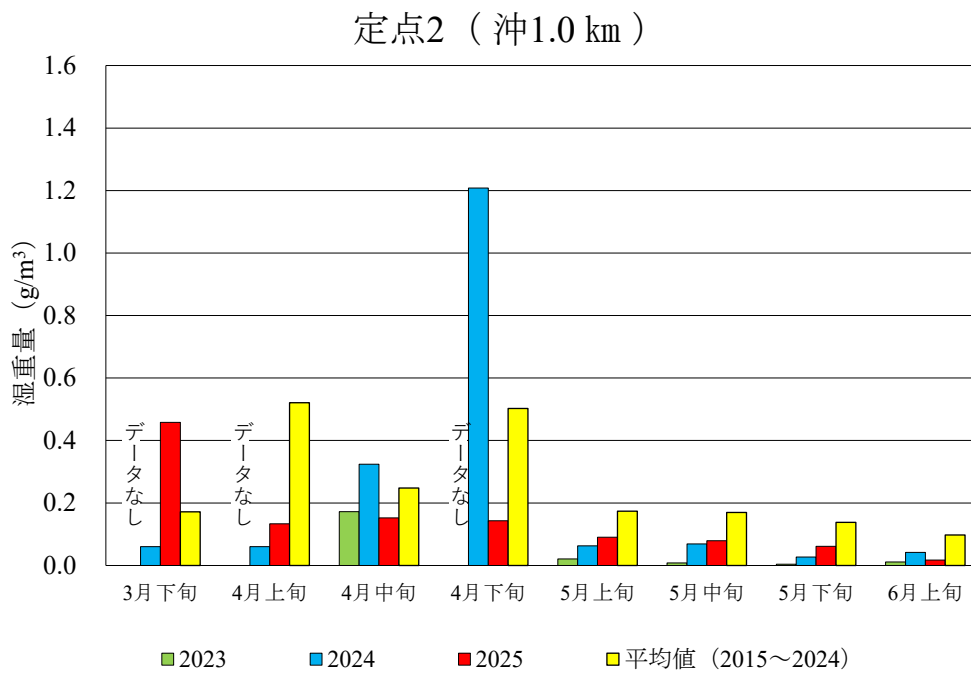


図 2-2. 春季厚田沿岸域における定点毎のプランクトン湿重量（定点 2） 天候不良や濾水計不調によりデータが収集できていない箇所があり、データなしで示した。

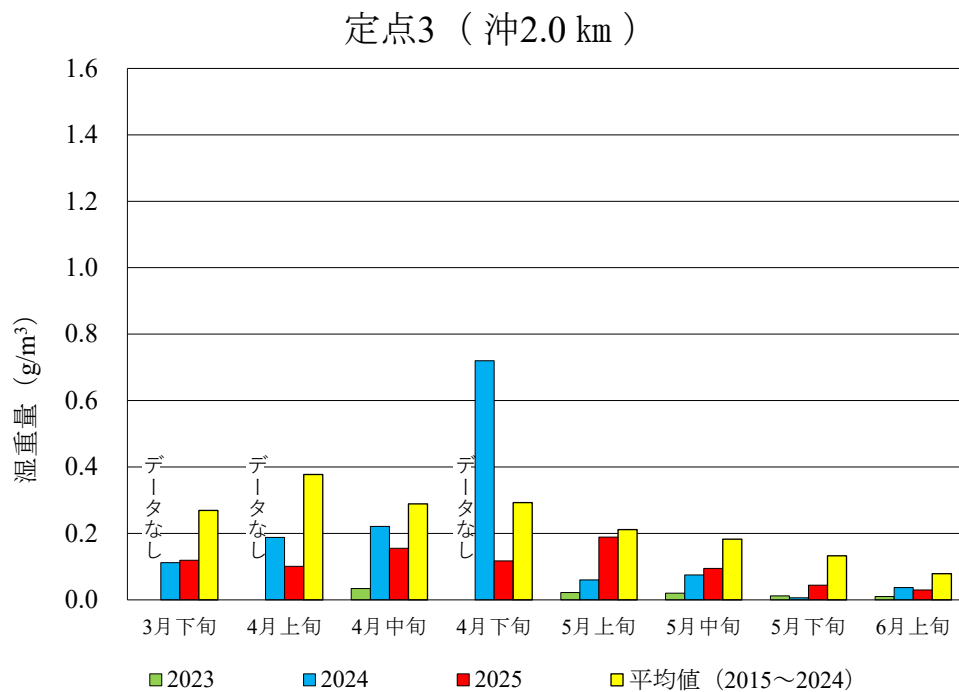


図 2-3. 春季厚田沿岸域における定点毎のプランクトン湿重量（定点 3） 天候不良や濾水計不調によりデータが収集できていない箇所があり、データなしで示した。

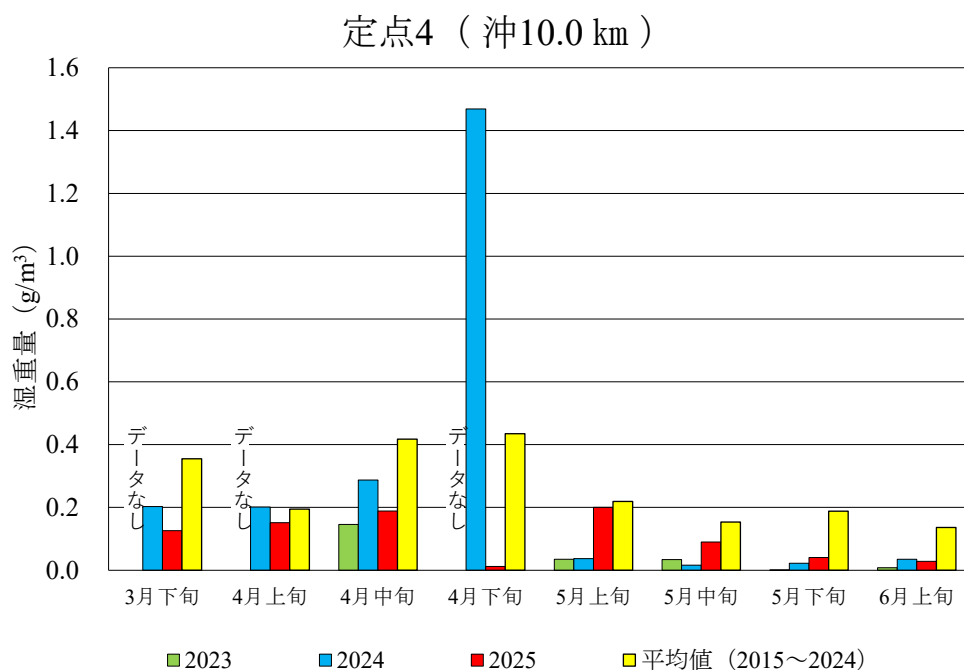


図 2-4. 春季厚田沿岸域における定点毎のプランクトン湿重量（定点 4） 天候不良や濾水計不調によりデータが収集できていない箇所があり、データなしで示した。

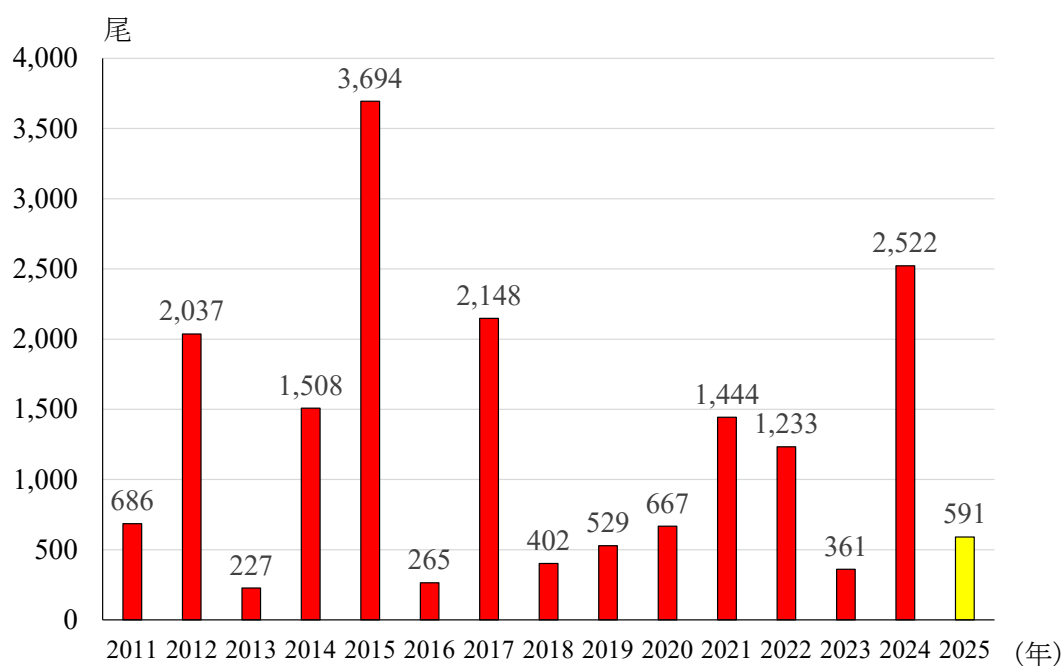


図 3. 春季厚田沿岸域における年ごとのサケ幼稚魚採捕尾数 2016 年 4 月下旬～5 月下旬は調査船トラブルのため調査未実施。

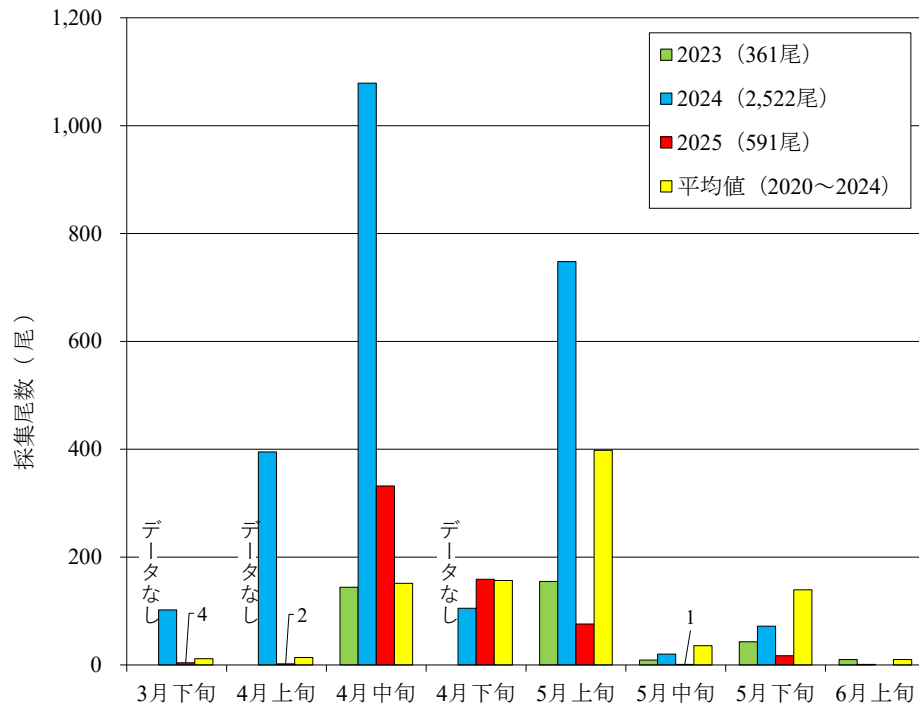


図4. 春季厚田沿岸域における旬別サケ幼稚魚採捕状況 天候不良などで曳網調査が未実施の箇所は、データなしと示した。

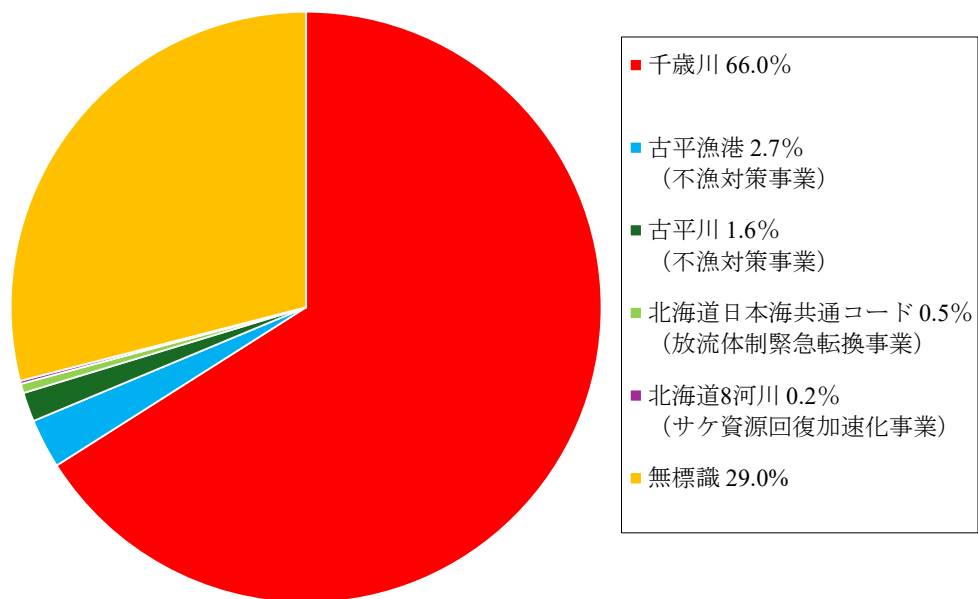


図5. 採捕されたサケ幼稚魚の耳石解析結果

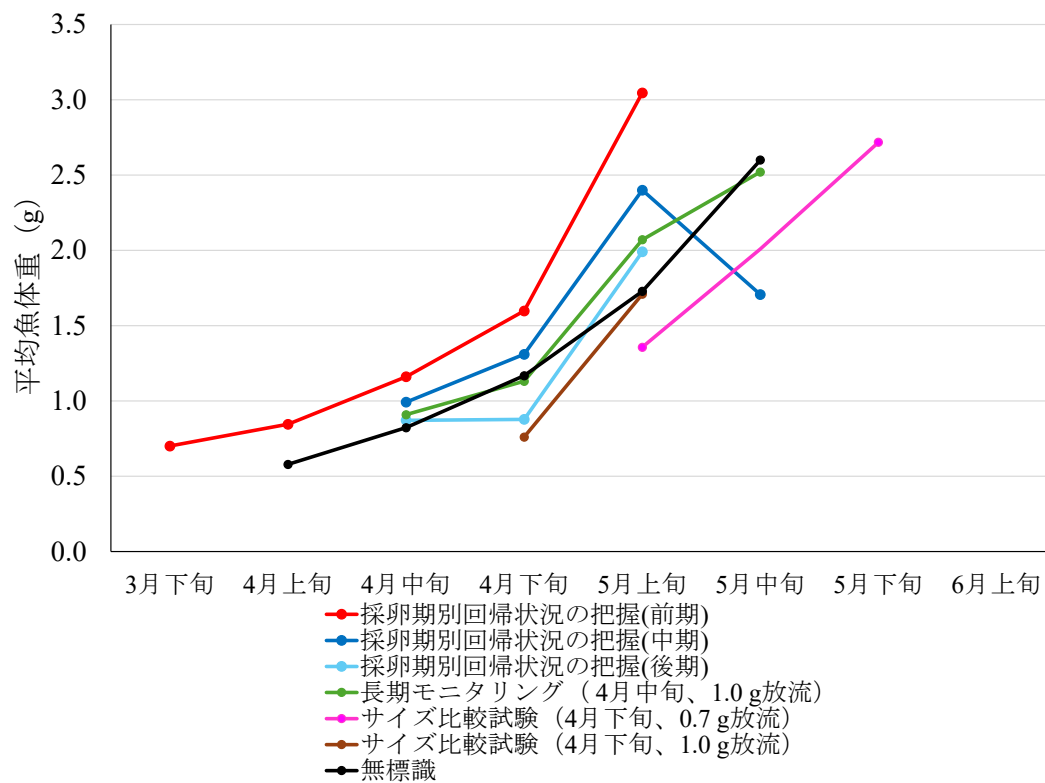


図 6. 2025 年春季厚田沿岸域調査で採捕されたサケ幼稚魚の魚体重の推移

調査月日	観測開始時刻	定点	距岸(km)	水深(m)	水深3m水温(℃)	水深3m塩分(PSU)	透明度(m)	プランクトン湿重量(g/m³)	サケ幼稚魚採捕数	魚体重(g)			備考
										最小	平均	最大	
3月25日	7:44	4	10.0	30	6.5	33.01	1.5	0.126	3	0.50	0.70	0.93	
3月25日	8:48	3	2.0	20	5.6	31.38	5.0	0.119	0	-	-	-	採捕なし
3月25日	9:27	2	1.0	18	5.8	31.63	4.0	0.458	0	-	-	-	採捕なし
3月25日	10:37	1	0.5	16	5.7	31.45	4.0	0.648	0	-	-	-	採捕なし
4月10日	7:30	4	10.0	29	7.4	30.67	1.0	0.151	0	-	-	-	採捕なし
4月10日	8:35	3	2.0	20	7.2	29.99	1.0	0.101	0	-	-	-	採捕なし
4月10日	9:51	2	1.0	18	7.5	30.59	1.0	0.133	0	-	-	-	採捕なし
4月10日	9:56	1	0.5	16	7.2	31.09	1.0	0.187	2	0.58	0.71	0.85	
4月18日	7:25	4	10.0	31	7.8	30.96	2.0	0.189	55	0.18	1.19	3.11	
4月18日	8:30	3	2.0	20	7.4	25.58	3.5	0.155	80	0.19	1.07	1.95	
4月18日	9:06	2	1.0	18	7.4	31.07	2.0	0.152	110	0.37	0.92	2.47	
4月18日	9:44	1	0.5	15	7.3	26.76	1.5	0.087	87	0.25	0.91	1.94	
4月23日	7:14	4	10.0	31	8.0	31.52	4.0	0.012	92	0.33	1.12	2.22	
4月23日	8:30	3	2.0	21	7.8	30.49	2.5	0.117	32	0.66	1.38	2.74	
4月23日	9:47	2	1.0	17	7.8	30.67	2.0	0.143	9	1.00	2.18	3.29	
4月23日	9:51	1	0.5	15	7.8	30.53	2.5	0.201	26	1.14	2.01	3.25	
5月8日	7:29	4	10.0	31	10.1	31.99	2.5	0.200	1	4.57	4.57	4.57	
5月8日	8:34	3	2.0	21	9.8	32.27	4.0	0.189	47	0.67	2.44	6.14	
5月8日	9:20	2	1.0	18	9.8	31.57	2.5	0.090	1	0.21	0.21	0.21	
5月8日	10:06	1	0.5	17	10.6	30.56	2.0	0.063	27	0.21	1.40	3.21	
5月18日	7:31	4	10.0	31	11.7	31.41	3.2	0.090	0	-	-	-	採捕なし
5月18日	8:31	3	2.0	20	9.3	33.13	3.2	0.095	0	-	-	-	採捕なし
5月18日	9:09	2	1.0	17	9.9	32.73	4.0	0.079	0	-	-	-	採捕なし
5月18日	9:56	1	0.5	16	9.9	32.55	4.5	0.056	1	1.71	1.71	1.71	
5月27日	7:24	4	10.0	31	12.4	31.22	7.5	0.040	0	-	-	-	採捕なし
5月27日	8:27	3	2.0	20	12.6	31.25	15.0	0.044	16	1.51	2.80	4.91	
5月27日	9:05	2	1.0	18	12.8	30.99	8.5	0.061	1	0.29	0.29	0.29	
5月27日	9:49	1	0.5	15	12.7	31.20	9.0	0.030	0	-	-	-	採捕なし
6月4日	7:25	4	10.0	30	14.7	31.83	4.0	0.028	0	-	-	-	採捕なし
6月4日	9:02	3	2.0	21	13.2	32.85	3.5	0.030	0	-	-	-	採捕なし
6月4日	9:48	2	1.0	19	13.1	33.24	4.5	0.017	0	-	-	-	採捕なし
6月4日	9:52	1	0.5	17	13.0	33.28	4.5	0.006	0	-	-	-	採捕なし

表 1. 調査概要と海洋観測結果

表 2. 厚田沿岸で採捕された千歳川及び古平川由来のサケ幼稚魚の放流サイズと採捕率

放流場所	試験区分	放流日	放流数(千尾)	放流時平均魚体重(g)	採捕尾数(尾)	採捕率(%)
千歳川 (石狩川)	採卵期別回帰状況の把握(前期)	3/1~4/3	15,847	0.88	130	0.0008
	採卵期別回帰状況の把握(中期)	4/1~4/11	6,371	1.02	146	0.0023
	採卵期別回帰状況の把握(後期)	4/10	947	0.73	31	0.0033
	長期モニタリング (4月中旬、1.0g放流)	4/11~4/14	5,086	0.98	78	0.0015
	4月下旬放流でのサイズ比較試験 (4月下旬、0.7g放流)	4/21	1,064	0.77	2	0.0002
	4月下旬放流でのサイズ比較試験 (4月下旬、1.0g放流)	4/21	934	1.11	3	0.0003
古平川	不漁対策事業 海中飼育技術活用によるサケ種苗の大型化 及び実証のための放流(自然放流群)	3/28	1,578	0.83	10	0.0006
古平漁港	不漁対策事業 海中飼育技術活用によるサケ種苗の大型化 及び実証のための放流(海中飼育群)	3/28	1,583	1.34	16	0.0010

1)-a)-② 定点環境観測及び稚魚採捕調査 2（北海道昆布森）

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 中島歩

【目的】

昆布森沿岸に設定した定点において、サケ幼稚魚の分布、豊度、魚体サイズ及び生息環境をモニタリングする。採捕されたサケ幼稚魚の放流由来を耳石温度標識で識別するとともに、遺伝的系群識別や日周輪解析による降海・成長履歴調査に供する。

【方法】

調査は 2025 年 6 月 3 日～7 月 22 日の期間に週 1 回、計 8 回実施した。

環境観測定点 1～4（距岸約 0.4 km、1.3 km、3.5 km、及び 7.8 km）において環境観測を行うとともに、定点 2～4 間の調査ライン K01～K03（距岸距離はそれぞれ約 1.5～3.5 km、3.7～5.7 km、5.8～7.8 km）において、2 艘曳網によりサケ幼稚魚を採捕した。それぞれの調査水域について図 1 に示す。

環境観測では CTD を用いて水温・塩分の鉛直観測を行った。また改良型 NORPAC ネットにより、定点 1 は水深 10 m 層、定点 2～4 は水深 20 m 層からの鉛直曳きによりプランクトンを採集した。サンプルは中性ホルマリンで固定後、プランクトン湿重量を測定して 1 m³ あたりの現存量を推定した。さらに図 1 に示した位置の 3 m 深に記録式水温計を設置し、1 時間ごとの海水温を記録した。

2 艘曳網による幼稚魚採捕について、曳網は距離 2 km または 20 分間の短い方とした。採捕したサケ幼稚魚は持ち帰って凍結し、後日、解凍状態で尾叉長と体重を測定した。また稚魚は耳石標識コードから放流由来を調べた。さらに、遺伝分析に供するため尾叉長 10 cm 以上の個体から尾鰭を採取しアルコール固定したほか、毎回各定点のサケ幼稚魚最大 10 尾について胃内容物量の測定及び胃内容物組成分析に供するため、胃部を切り出し 10%海水ホルマリン固定した。

【結果及び考察】

1. 海水温及び塩分分布

記録式水温計による水温観測結果※を図 2 に示す。日平均水温が 8℃を超えたのは 6 月 11 日で過去 10 年平均より 4 日遅かった。一方、13℃に達したのは 7 月 7 日で、過去 10 年平均より 17 日早かった。サケ幼稚魚の分布に適しているとされる 8～13℃（以下、適水温帯）の期間は 26 日間で、過去 10 年で最も短かった。

環境観測調査ごとの、水深 3 m 下の水温について図 3、塩分濃度について図 4 にそれぞれ示す。各定点の水温は 6 月 3 日調査時において 6.9～7.6℃であったが、6 月 11 日調査時には 10℃に達した。定点 1 では 7 月 1 日に最も早く 13℃に達し、他の定点も 7 月 8 日調査では概ね 13℃となった。塩分は 6 月下旬までは調査定点間に大きな差はなく推移した。7 月以降は上下しながらも 33.0 付近まで上昇した。

2. プランクトン湿重量

観測定点ごとの海水 1 m³ 中のプランクトン湿重量の推移について図 5 に示す。定点 2 で

は6月18日まで高い値を示し、6月24日以降は定点1と同様の傾向であった。定点3、4では6月18日までは定点1と同等もしくは高い値であったが、6月24日以降は低位であった。採取や計量時の目視観察においては、6月18日調査までは各定点で大型の橈脚類や端脚類が見られたものの、6月24日以降それらは減少し、小型種が多数を占めているように見えた。

2015～2025年にかけての調査旬別のプランクトン平均湿重量を図6に示す。2025年は、実線で示す過去3年に対し、6月中旬～7月上旬にかけて高い傾向にあり、2020年に近い推移となっていた。

3. サケ幼稚魚等の採捕状況

調査日及び定点ごとの採捕数を図7に示す。曳網距離は各調査回及び定点ともほぼ2kmであった。6月18日～7月18日にかけて、サケ幼稚魚が計304尾採捕された。採捕数のピークは6月24日の145尾であった。曳網定点別では、沿岸側のK01で52.0%に当たる158尾が採捕された。調査年別の採捕数について図8に示す。2025年の採捕数は2018年、2022年に次いで少ない値であった。漁業者からの聞き取りによると、6月12日頃から定置網周辺でサケ稚魚が見られるようになり、6月下旬にかけて続いた。一方、曳網での採捕数は例年ピークとなることが多い6月下旬でも少なかった。この要因として、道南からえりも以東地区にかけての放流尾数が前年比で約66%であったこと等が考えられた。

4. サケ幼稚魚の体サイズ等

2020～2025年の、調査時期別の尾叉長と肥満度の分布を図9に示す。近年同様2025年においても6月中旬には比較的大きな個体が見られたものの、尾叉長12cmを超えるような大型個体は採捕されなかった。採捕数が最も多い6月下旬においては、尾叉長の分布がやや狭かったものの、肥満度は7～12と幅広い分布であり、個体によって摂餌状況が大きく異なるものと推察される。6月下旬の曳網時にはイカナゴ仔魚が多数目掛かりしていた。このことから、肥満度の高い稚魚は前述の大型の動物プランクトンやイカナゴ仔魚を捕食していたことも考えられる。7月上旬以降も肥満度は幅広い分布を示していた一方で、尾叉長の分布は広がりを見せ、8cm未満の小型の稚魚も採捕された。水温上昇により、離岸サイズに満たない稚魚も移動した可能性が高いと考えられる。

採捕時点の尾叉長や肥満度の分布は、直近の摂餌状況やその年変動を知る一つの手掛かりとなり得ることから、幼稚魚の採捕調査を引き続き実施する必要がある。

5. 耳石温度標識確認結果と耳石温度標識魚の放流及び再捕状況

採捕されたサケ幼稚魚のうち耳石標識の有無を確認できた304尾について、放流由来の内訳とそれらの尾叉長の範囲を表1に示す。耳石温度標識魚(以下、標識魚)は32尾(10.5%)で、複数河川から放流されたえりも以西河川共通コードを除くと十勝川由来が12尾で最多であった。標識魚の多くは6月19日調査までに確認された。2025年春、道南からえりも以東東部にかけての放流数に占める標識魚の割合は地域により10～68%であり、標識魚の発見数が多いえりも以東西部で37%であった。採捕魚に占める標識魚が10.5%と低かったことから、標識魚の割合がより低い地域由来の幼稚魚が多く含まれていた可能性が示唆される。

放流月日が明らかな十勝、釧路及び静内川各由来の標識魚について、放流時の平均尾叉長を起点とした採捕日までの尾叉長の推定日間成長率を算出した。放流由来別に、採捕月日と採捕時の尾叉長との関係を図 10 に、採捕月日と推定日間成長率との関係を図 11 にそれぞれ示す。これら 3 河川由来の標識魚については、いずれも離岸サイズである尾叉長 8 cm 以上で採捕された。静内川由来は 6 月中旬、十勝川由来は主に 6 月下旬に見られた。放流時の平均尾叉長からの推定ではあるものの、多くが 0.8%未満のやや低い成長率であっても離岸サイズに成長していた。これらの標識群はいずれも平均 6.1 cm 以上の尾叉長で放流されており、そうした大型サイズでの放流によって、比較的低い成長率であっても多くが離岸ピークとなった 6 月下旬までに離岸サイズに成長できたと考えられることもできる。

※ なお、2021～2025 年に得られた春季昆布森沿岸水温データは、水産庁水産資源調査・評価推進委託事業（国際資源）にて収集された値を使用した。

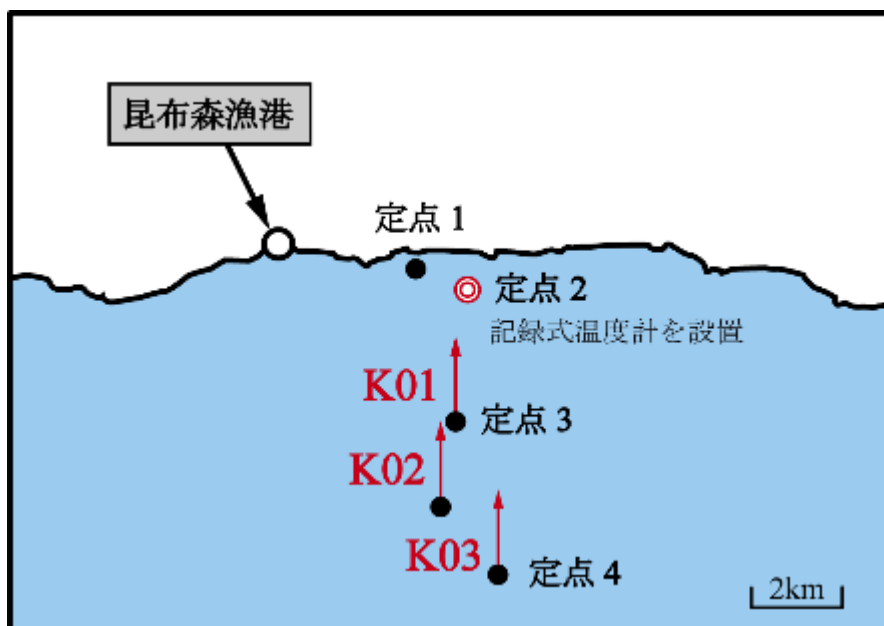


図 1. 調査地点図 定点 1～4 は環境観測定点、赤矢印 K01～K03 は 2 艘曳網による稚魚採捕調査のライン、赤◎は水温連続観測位置をそれぞれ示す。

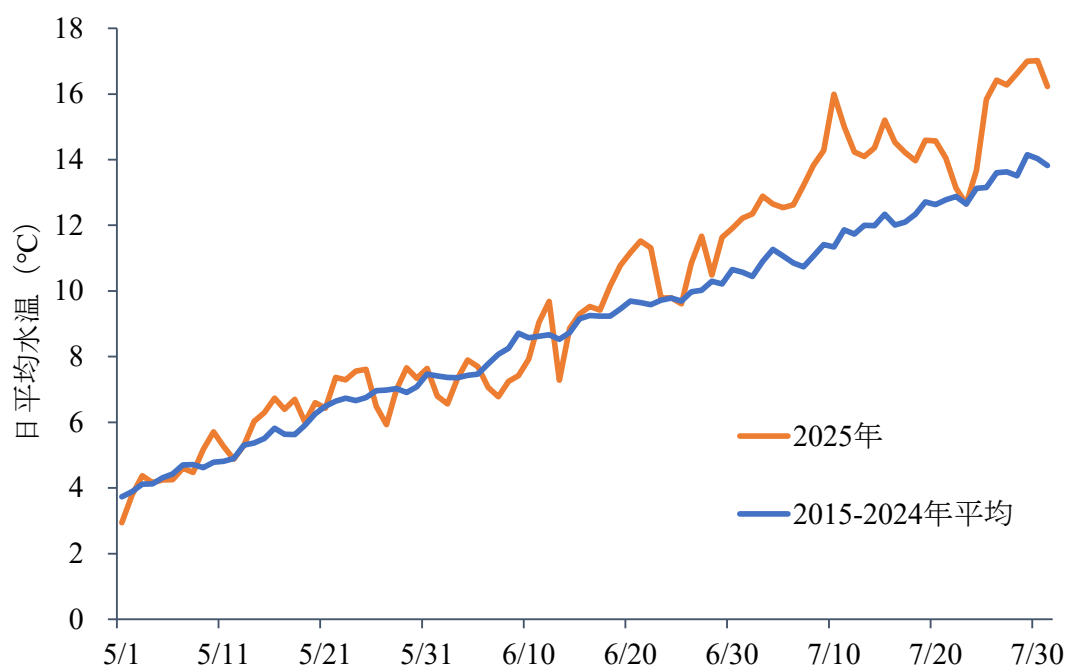


図 2. 記録式水温計による水深 3 m 下の日平均海水温

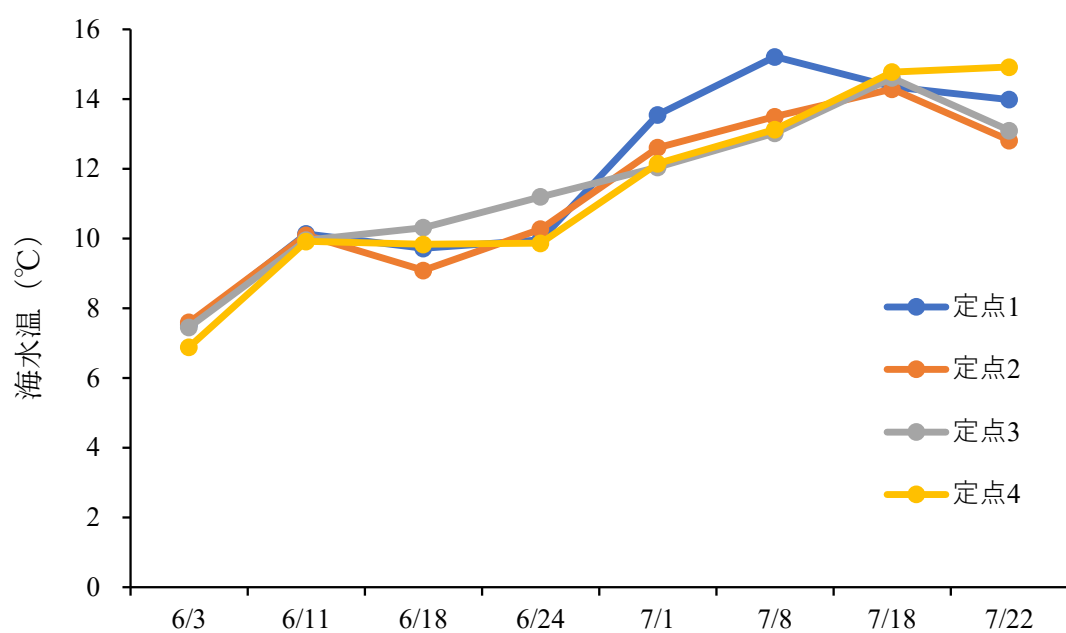


図 3. 2025 年の各観測定点における水深 3 m 下の水温

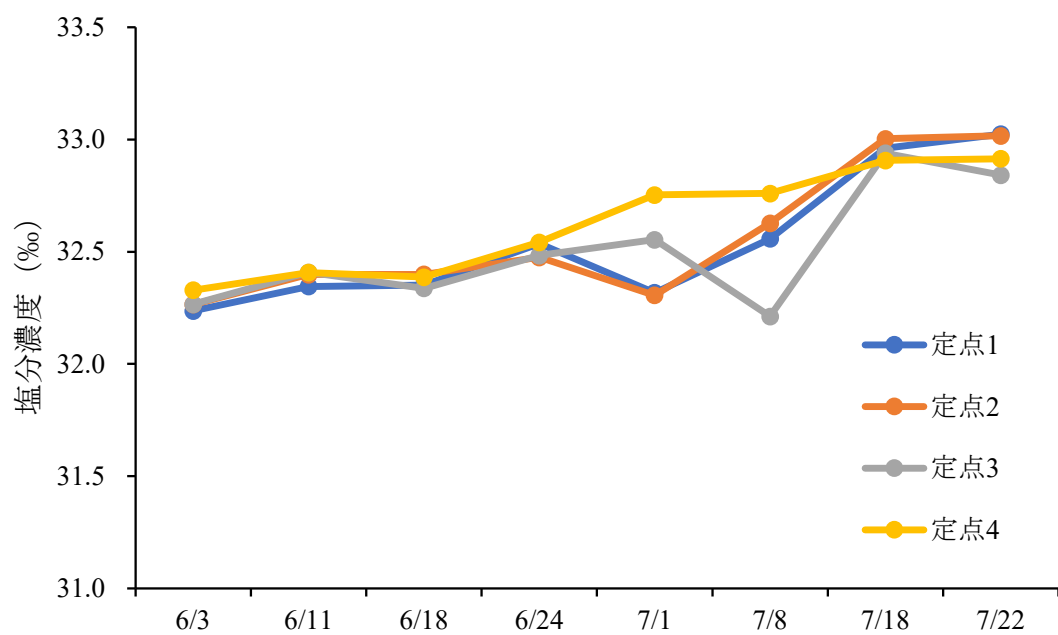


図 4. 2025 年の各観測定点における水深 3 m 下の塩分濃度

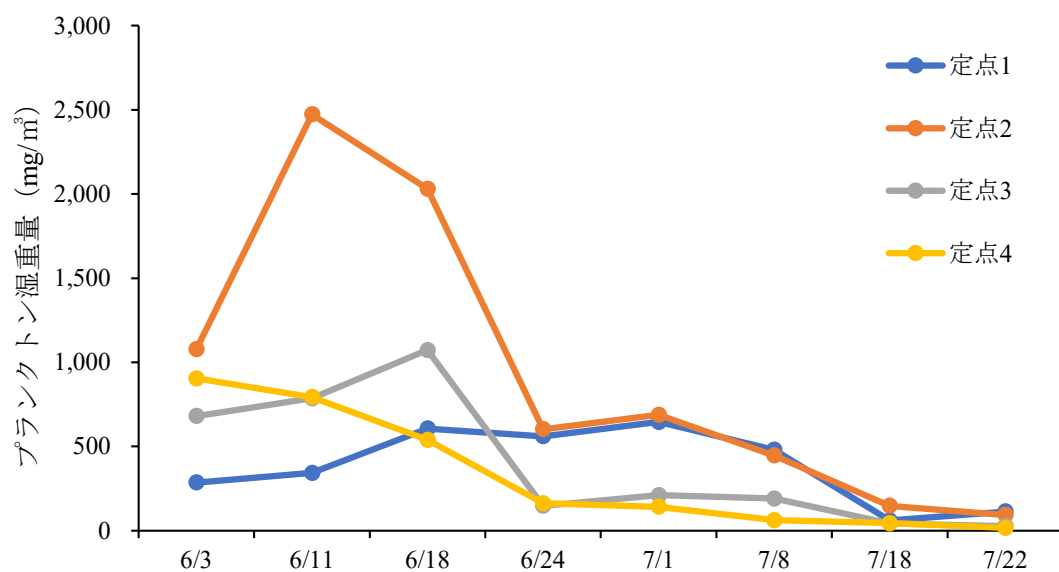


図 5. 2025 年の定点ごとのプランクトン湿重量

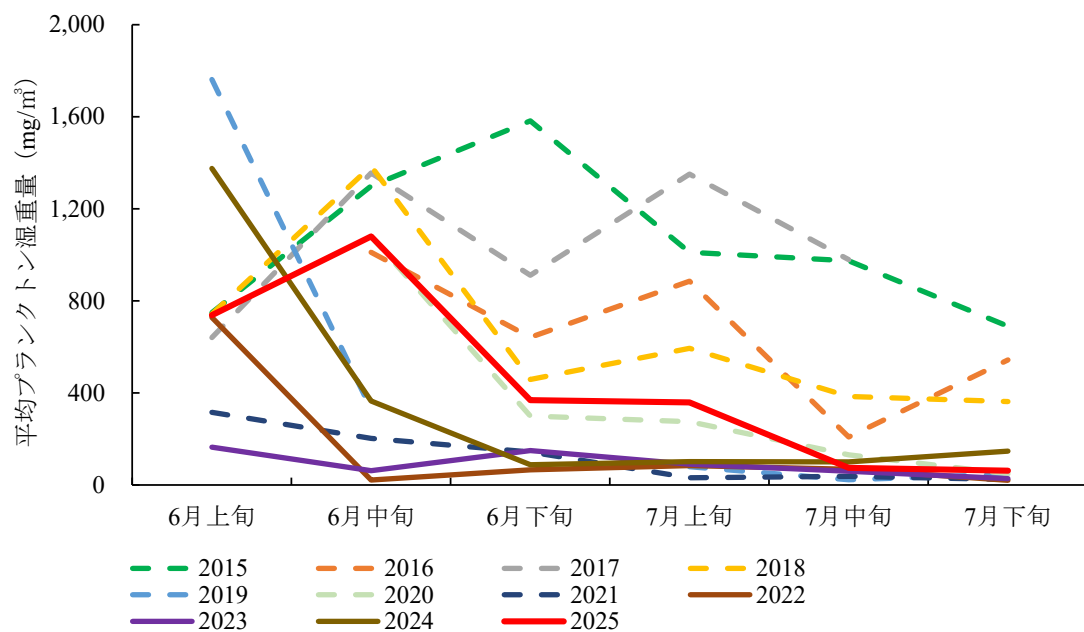


図 6. 2015～2025 年の旬平均プランクトン湿重量 湿重量は旬及び各定点の平均を示す。

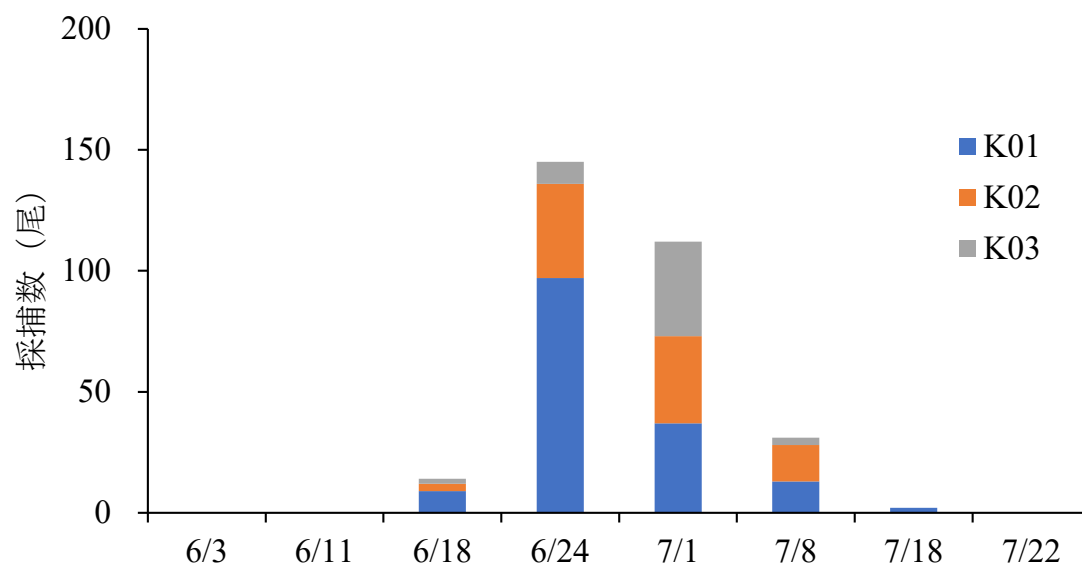


図 7. 2025 年の昆布森沿岸 2 艘曳網における定点ごとのサケ幼稚魚採捕数

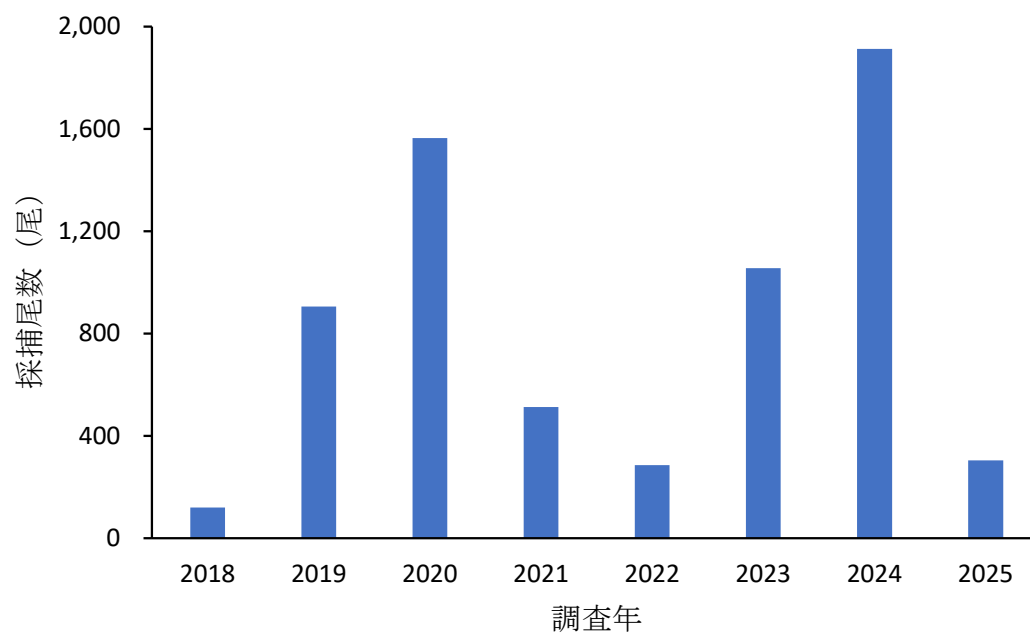


図 8. 昆布森沿岸 2 艘曳網における調査年ごとのサケ幼稚魚採捕数

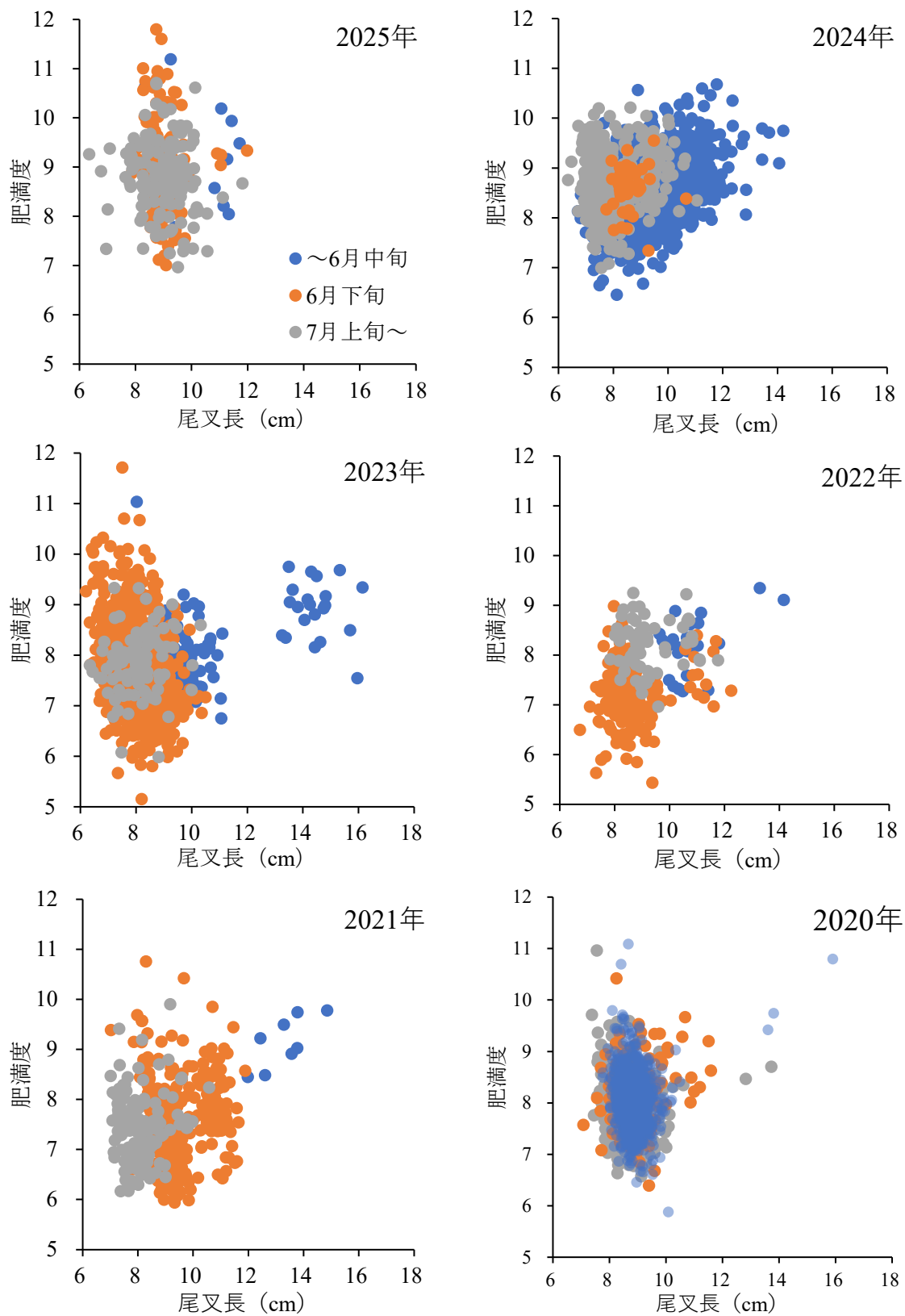


図 9. 2020～2025 年における幼稚魚の採捕時期別尾叉長と肥満度の関係

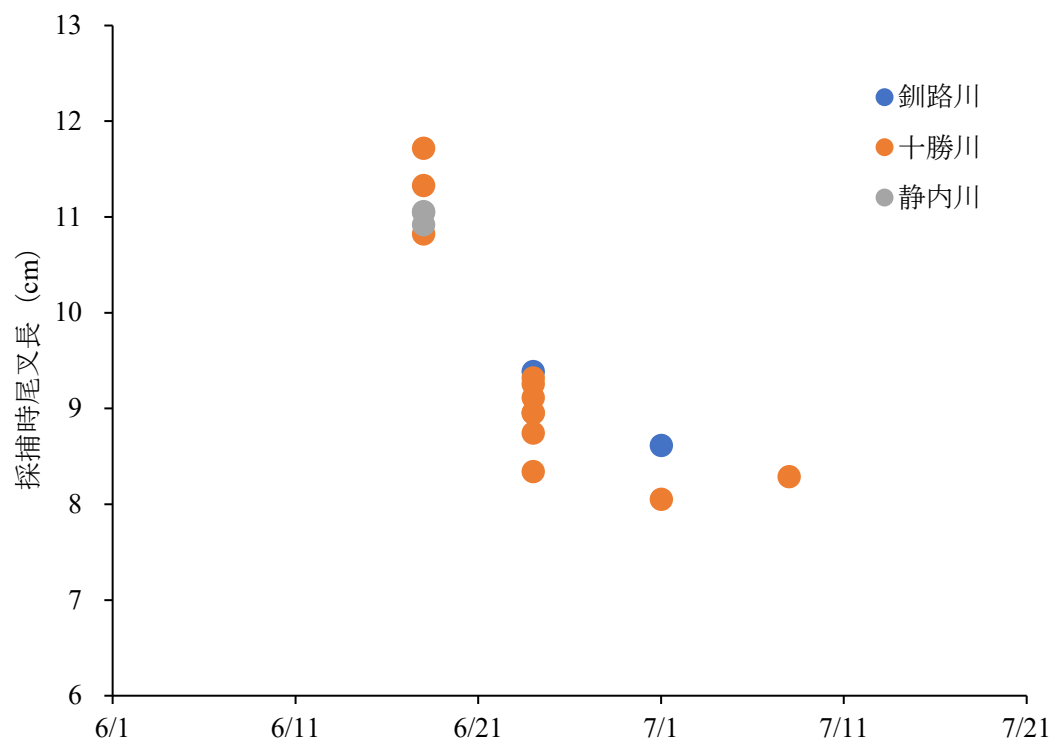


図 10. 放流由来別の採捕月日と採捕日尾叉長の関係

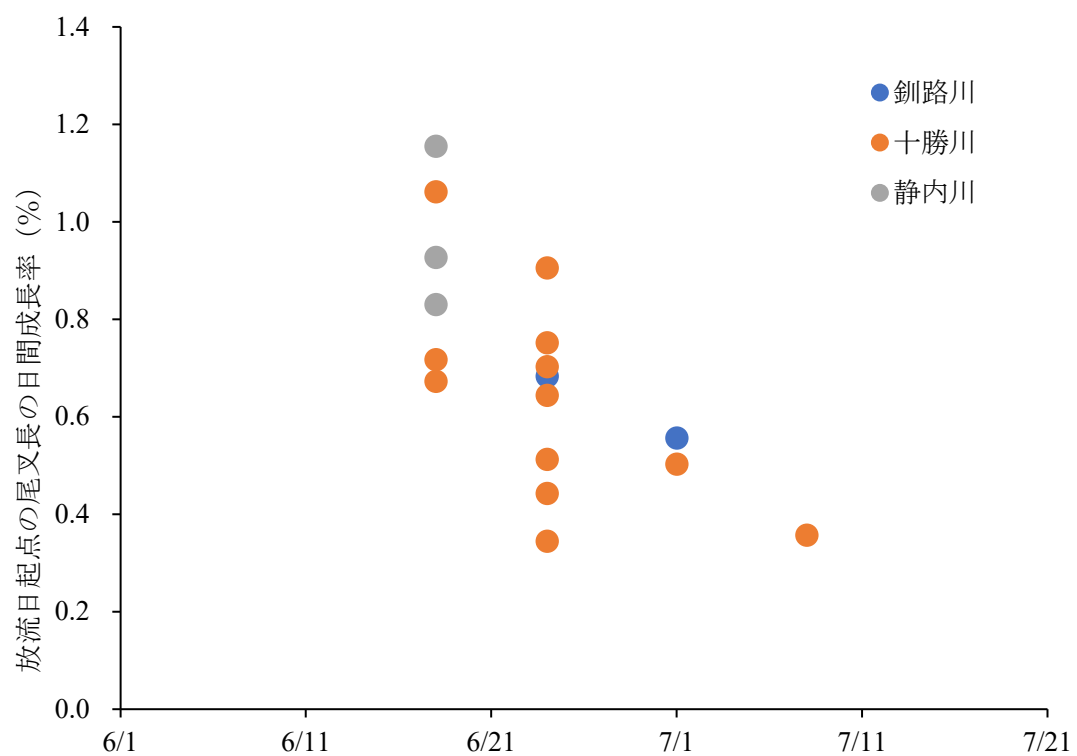


図 11. 放流由来別の採捕月日と推定日間成長率の関係

表 1. 2025 年昆布森沿岸サケ幼稚魚の耳石標識解析結果及び由来別の尾叉長

放流由来	調査月日								合計 (尾)	尾叉長 (cm)		
	6/3	6/11	6/18	6/24	7/1	7/8	7/18	7/22		平均	最少	最大
えりも以西河川共通コード			3	8	4				15	9.71	8.40	11.99
十勝川			3	7	1	1			12	9.41	8.05	11.72
静内川			3						3	11.01	10.92	11.06
釧路川				1	1				2	9.00	8.62	9.39
無標識			5	129	106	30	2		272	8.97	6.36	11.43
合計	0	0	14	145	112	31	2	0	304	9.04	6.36	11.99

1)-a)-③ 定置網等における稚魚採捕調査 1（北海道太平洋岸えりも以西）

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 石原剛

【目的】

春定置網の揚網時に採捕したサケ幼稚魚の耳石温度標識や遺伝的系群識別から、サケ幼稚魚の放流由来、移動時期・経路、体サイズの変遷を把握する。

【方法】

調査場所は、虎杖浜及び春立沿岸に設置された春定置網とした（図 1）。サケ幼稚魚の採捕は、定置網の揚網時にたも網を用いて行った。採捕したサケ幼稚魚は持ち帰り、冷凍後に体サイズ測定のほか、耳石及び遺伝サンプルを採取した。耳石は温度標識の有無を調べ、標識コードから放流由来を特定した。また、1 時間ごとの海水温の変化を調べるために距岸約 1 km にある各調査場所の海面下 3 m 層に記録式水温計を設置した。

【結果】

1. 沿岸水温

2025 年春季の各調査場所における日平均水温の推移を図 2 に示した。サケ幼稚魚が沿岸での生息に適しているとされる水温帯 8～13℃（以下、適水温帯）に着目すると、虎杖浜では 5 月 10 日に 8℃に達し、5 月 30 日に 13℃を超えた。春立では 5 月 15 日に 8℃を超え、5 月 25 日には 10℃に達した。その後、6 月 3 日にかけて 6℃まで低下したが、再び上昇し、6 月 15 日には 13℃を超えた。

2025 年春季の沿岸水温は、過去 5 年平均と比較して、虎杖浜では観測期間全体を通して平年より高く推移した。一方、春立では概ね平年並みに推移したものの、5 月下旬頃には平年を上回る水温が観測された。

また、春季の適水温帯の期間を図 3 に示した。両地点における 2025 年春季の適水温帯の期間について、虎杖浜では前年により 14 日間短く、平年（2008～2024 年）と比べて 9 日間短縮していた。一方、春立では、前年より 8 日間長く、平年（2010～2024 年）と比較しても 4 日間長かった。両地点とも、適水温帯の出現期間は年々早まる傾向が見られた。

2. サケ幼稚魚採捕状況

2025 年の採捕調査は、虎杖浜で 4 月 21 日～6 月 9 日、春立で 6 月 3 日～6 月 24 日に実施した（図 4）。サケ幼稚魚の採捕尾数は虎杖浜で 356 尾、春立で 2,483 尾であった。採捕尾数における耳石温度標識魚数（以下、標識魚）と無標識魚数を図 5 に示した。春立の採捕尾数は前年よりも少なかったが、2,000 尾を超え、過去 4 番目に多かった。2025 年の春立での採捕期間は 6 月 3 日～6 月 18 日であり、2024 年と比較すると開始で 11 日間遅く、終了で 5 日間遅かった。

採捕尾数のうち標識魚の占める割合は、虎杖浜で 24.2%、春立で 32.1%であり、いずれも過去 2 番目に高い割合であった。

標識魚の放流由来を表 1 に示した。例年同様、両地点で静内川由来の標識魚が最も多く確認された。また、遊楽部川由来の標識魚は前年より少なかったが、春立で 12 尾確認された。

そのほか、えりも以西海区の戸切地川由来やえりも以東海区の十勝川や釧路川由来、さらに水産庁補助事業や道事業の標識魚が確認された。また、本州由来の標識魚では、本州太平洋側由来が1尾、本州日本海側由来が2尾確認された。

3. 体サイズ組成

2025年における調査日ごとのサケ幼稚魚の尾叉長（以下、FL）の推移を図6に示した。虎杖浜では、4月下旬からFL 5～7 cm前後の個体が採捕され始め、採捕が多かった5月下旬及び6月上旬ではFL 9 cmを超える体サイズの個体を確認された。春立では6月上旬からFL 6～12 cm前後の個体を確認されたが、6月中旬にはFL 6～10 cm前後のサイズに移行した。

4. 耳石温度標識別の放流・採捕結果

・八雲さけます事業所（遊楽部川）標識魚（図7）

3月下旬から4月下旬にかけて5パターンの標識群が遊楽部川へ放流され、そのうち3パターンの標識群が確認された。ほぼ全ての標識群は6月6日に春立で採捕され、体サイズはFL 9.6～12.3 cmの範囲であった。確認された標識魚のほとんどは、3月下旬～4月下旬に放流された標識群（10月下旬採卵）であった。

・豊畑ふ化場（静内川）標識魚（図8）

4月上旬から5月中旬にかけて5パターンの標識群が静内川へ放流され、そのうち3パターンの標識群が採捕された。標識魚の多くは6月6日に春立で採捕され、その大半が4月中旬にFL 7.0 cmで放流された標識群であった。この標識群はFL 9.4～11.4 cmで、ほかの標識群の採捕時の尾叉長より大きい傾向を示した。

・静内さけます事業所（静内川）標識魚（図9）

4月上旬から5月上旬にかけて6パターンの標識群が静内川へ放流され、そのうち5パターンの標識群が採捕された。標識魚は、4月放流群が5月中旬～6月中旬にFL 6.8～11.7 cmで、5月放流群が5月中旬～6月上旬にFL 6.7～10.7 cmで採捕された。虎杖浜では4月下旬放流群が最も多く採捕され、春立では最後に放流された標識群（5月上旬放流群）が最も多く採捕された。両定点における標識魚の採捕結果から、早期に放流された群は、晚期放流群と比較して大きい体サイズを示す傾向が認められた。春立で調査終盤に採捕された標識群は、例年同様、ほかの標識群の採捕時の尾叉長よりも小さい傾向にあった。

5. 考察

2025年春季の虎杖浜では、沿岸水温が平年より高く適水温帯の期間が短かったものの、5月中旬～6月上旬まで、まとまった採捕があり、採捕尾数は前年よりもやや多かった。特に、沿岸水温が13℃以上となった6月上旬に最も多く採捕され、例年と異なる傾向が見られた。春立では採捕の中心は6月上旬であり、沿岸水温が13℃を超えた際の調査では例年同様に採捕数が減少したことから、6月中旬には春立よりも東側の海域へ移動した可能性が示唆される。

近年、適水温帯の形成時期は早まる傾向があり、静内さけます事業所では放流時期の早期化を進めている。2025 年春の放流はこの方針に沿い、前年より 1 旬早く終了した。春立では、静内さけます事業所から放流された最後の標識群が 6 月上旬に多数確認された一方、6 月中旬には採捕数が極めて少なかったことから、この時期までに沿岸域から沖合への移動が概ね完了したと考えられる。

今後は放流状況および沿岸調査の結果に加え、その後の回帰状況の推移についても継続的に注視していく必要があると考えられる。



図 1. えりも以西地区におけるサケ幼稚魚採捕調査場所

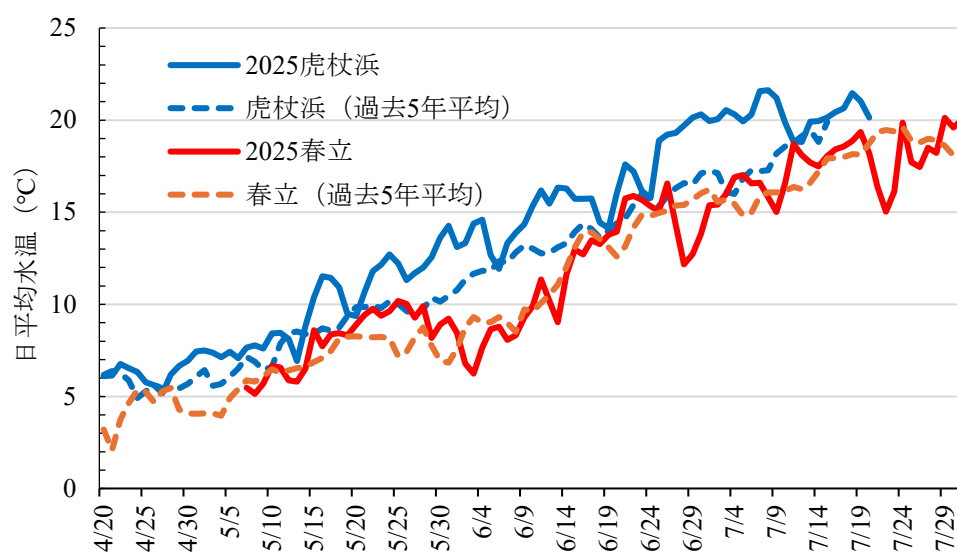


図 2. 2025 年春季の虎杖浜と春立の 3 m 深における日平均水温の推移

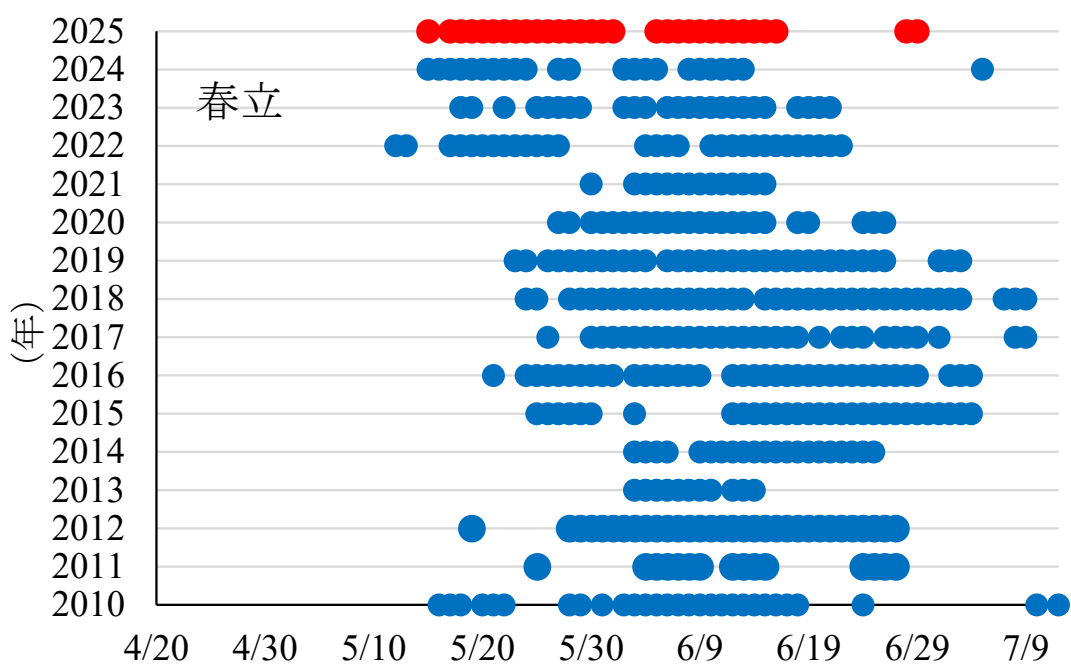
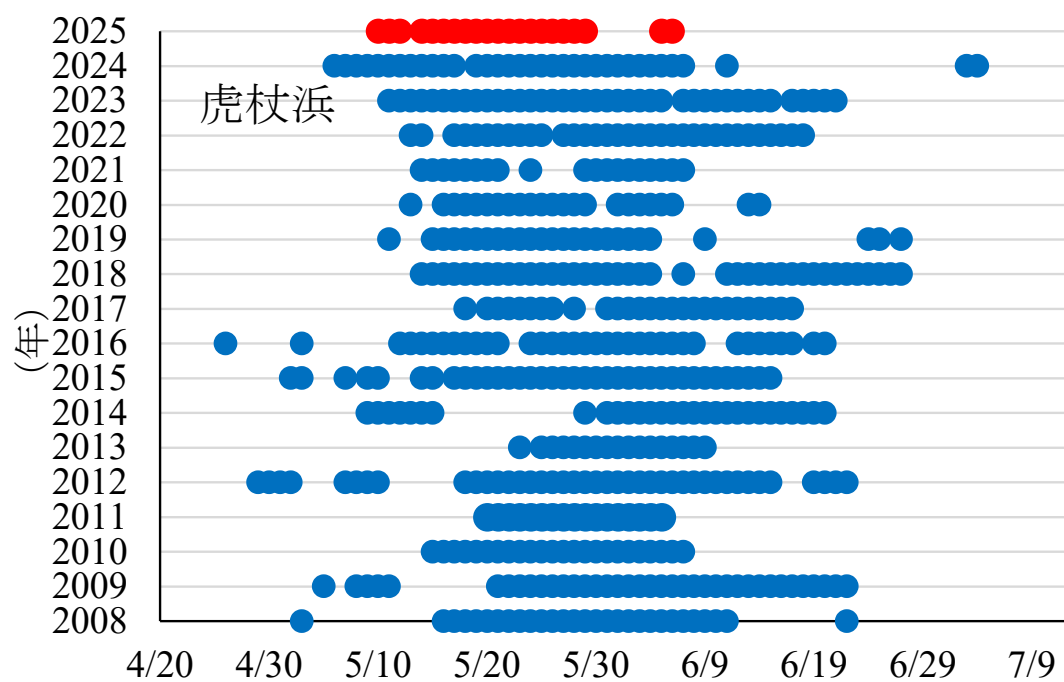


図 3. 虎杖浜と春立における日平均水温 8~13℃帯の期間

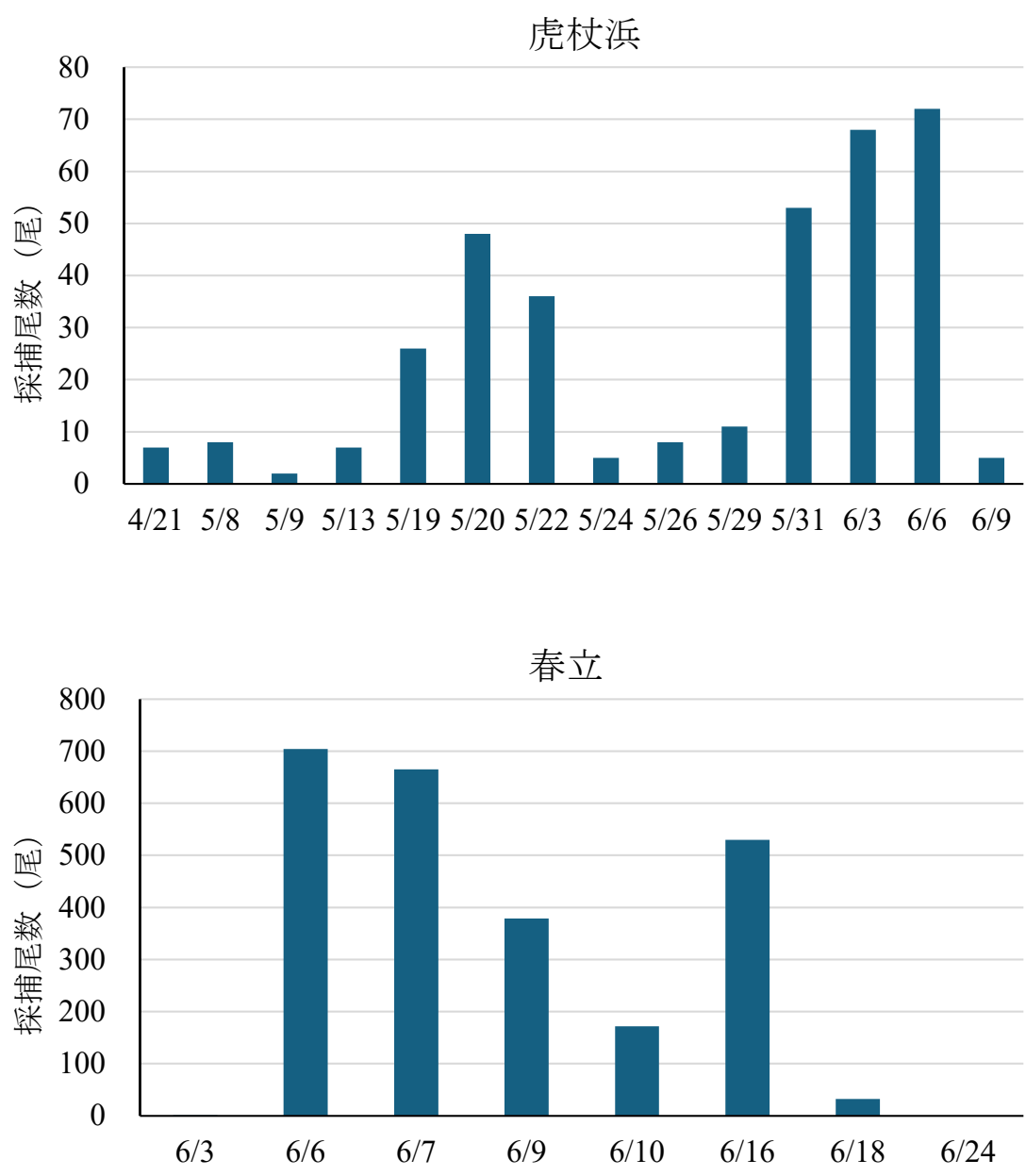


図 4. 2025 年の虎杖浜と春立における調査日ごとの採捕尾数

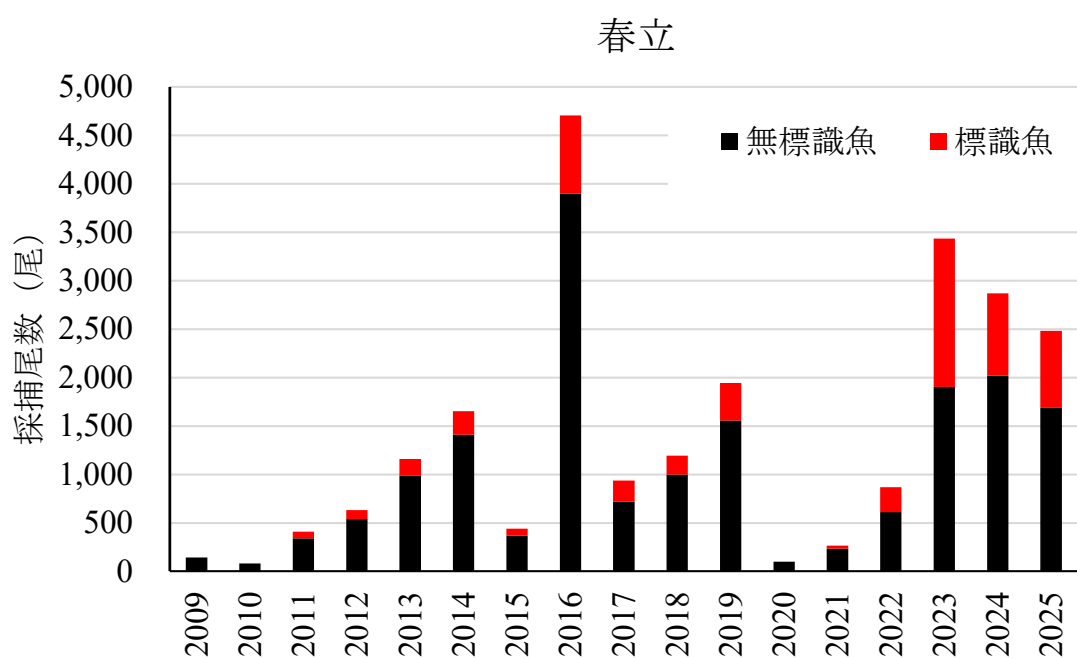
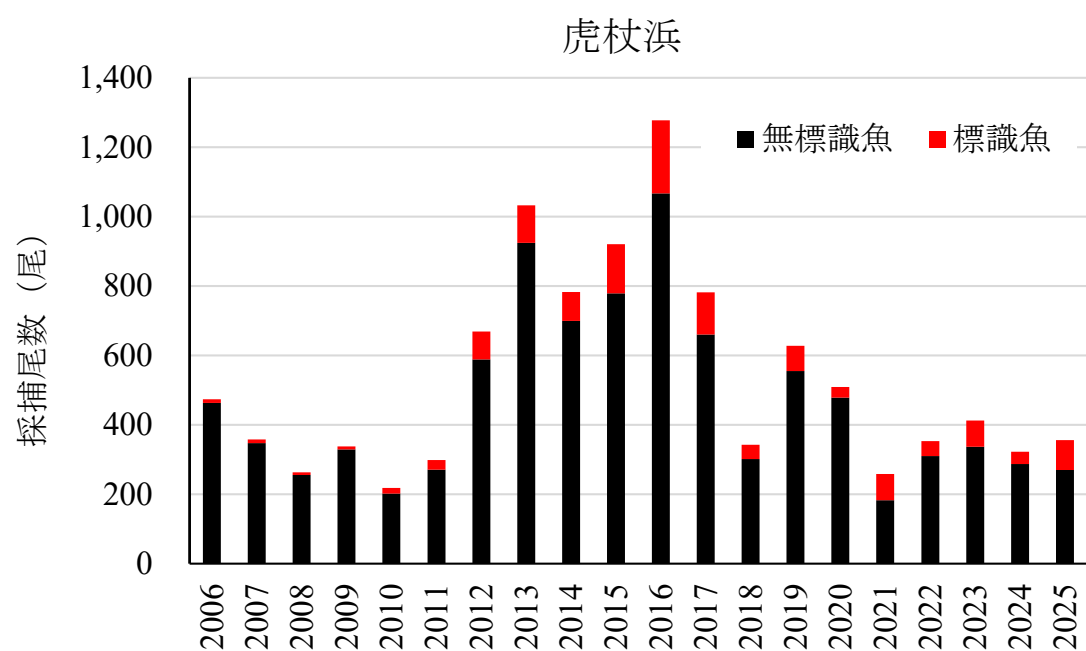


図 5. 虎杖浜と春立における標識魚及び無標識魚の採捕尾数

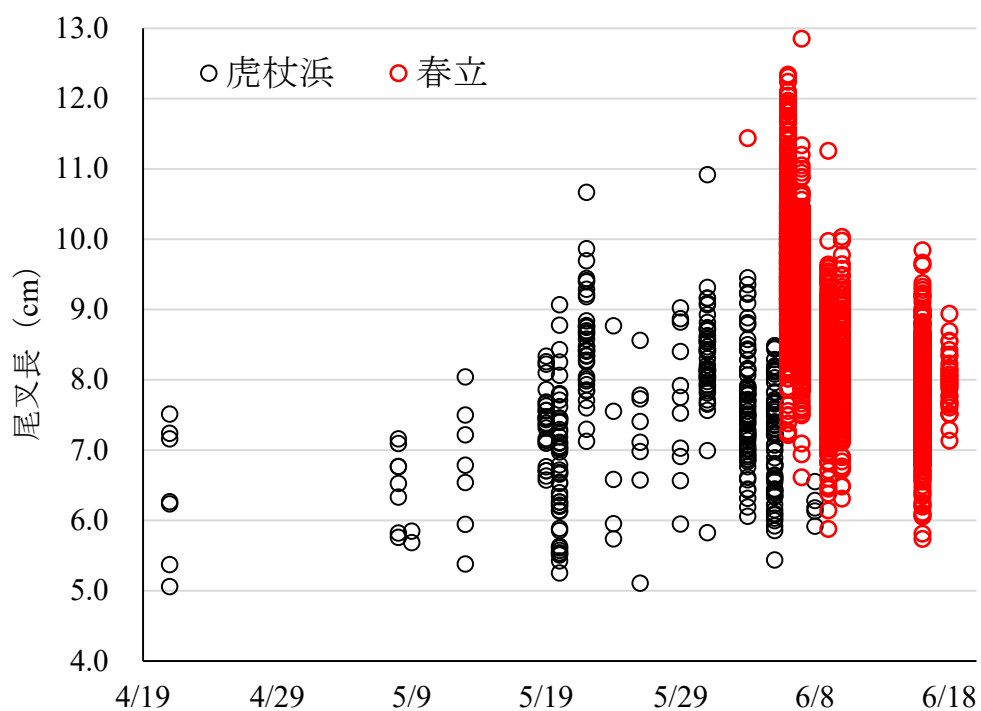


図 6. 2025 年春季の虎杖浜と春立における採捕日と尾叉長の推移 ○のプロットは見やすくするために、実際の採捕日より前後数日ずらして表示している。

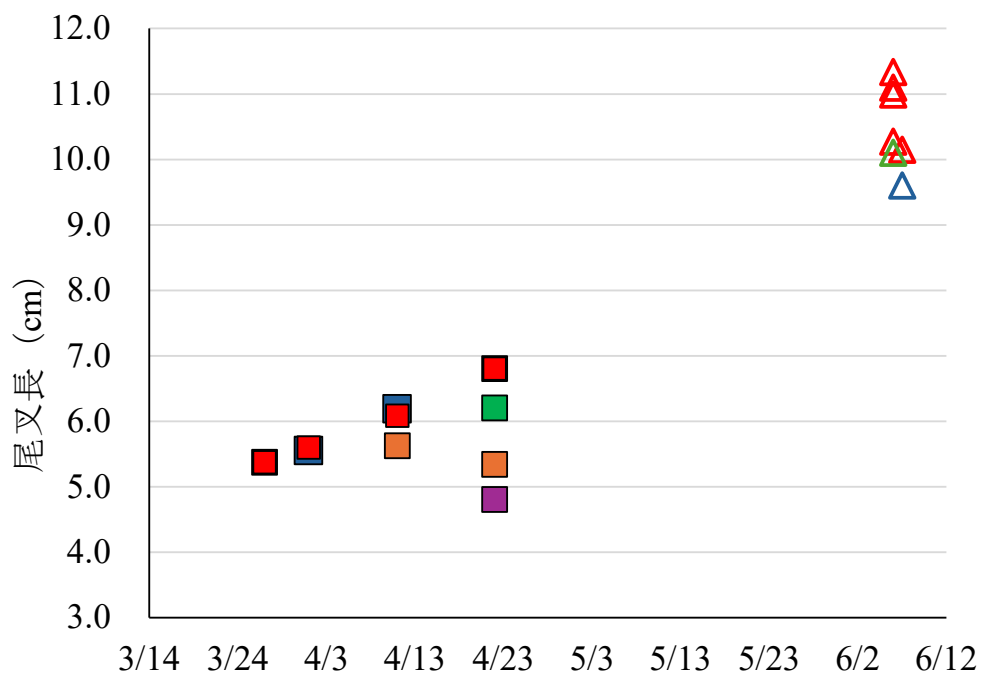


図 7. 八雲さけます事業所（遊楽部川）からの放流及び沿岸での採捕結果 ■のプロットは各標識群の放流日と尾叉長を示す。△のプロットは春立での採捕日と尾叉長を示す。いずれも標識コード別に色分けしている。なお、△のプロットは見やすくするために、実際の採捕日より前後数日ずらして表示している。

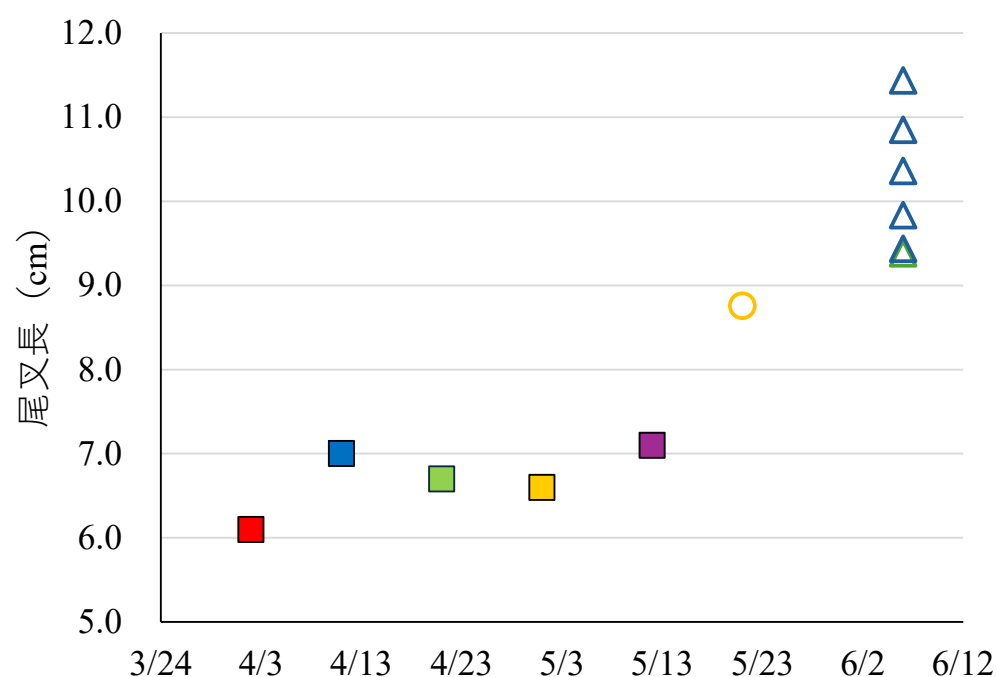


図 8. 豊畑ふ化場（静内川）からの放流状況及び沿岸での採捕状況 ■のプロットは各標識群の放流日と尾叉長を示す。○、△のプロットはそれぞれ虎杖浜、春立での採捕日と尾叉長を示す。いずれも標識コード別に色分けしている。

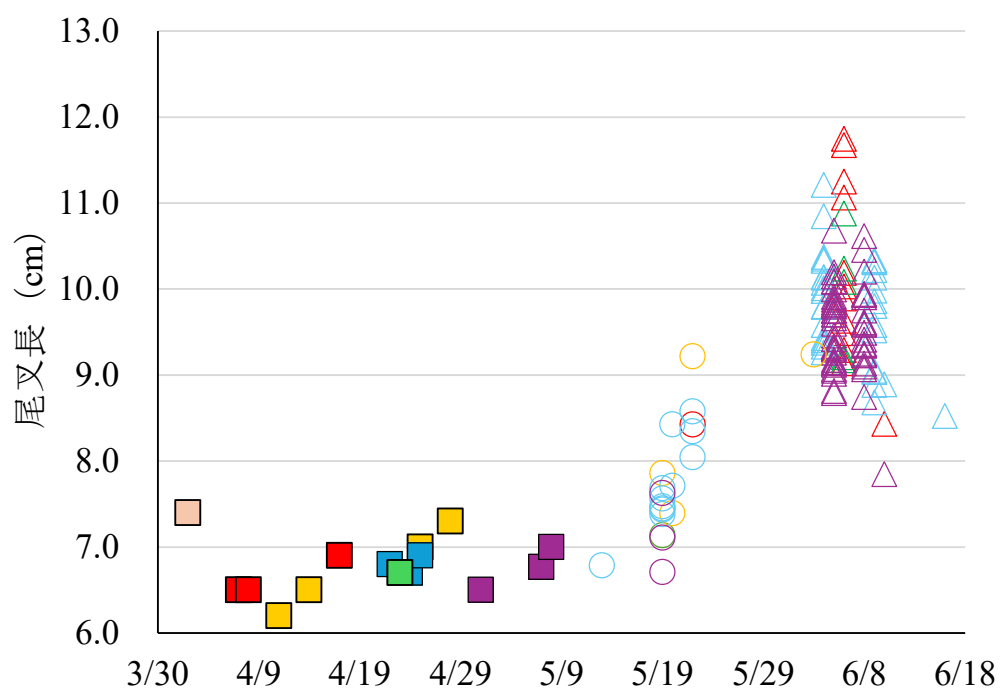


図 9. 静内さけます事業所（静内川）からの放流状況及び沿岸での採捕結果 ■のプロットは各標識群の放流日と尾叉長を示す。○、△のプロットはそれぞれ虎杖浜、春立での採捕日と尾叉長を示す。いずれも標識コード別に色分けしている。なお、○のプロットは見やすく

するために、実際の採捕日より前後数日ずらして表示している。

表 1. 2025 年の虎杖浜と春立における調査期間とサケ幼稚魚解析結果 複数の河川、ふ化場から放流されている場合は事業名を表記した。

	調査場所	虎杖浜	春立
	調査期間	4/21～6/9	6/3～6/24
放流河川 ^{※1} (放流元ふ化場)	静内川（静内）	23	131
	静内川（豊畑）	1	6
	遊楽部川（八雲）		12
	戸切地川（上磯中野）		6
	十勝川（更別第2）	5	21
	十勝川（十勝）	6	16
	釧路川（鶴居）	1	5
	釧路川（芦別）		9
	釧路川（美留和）		1
	えりも以西共通コード①（さけ・ます放流体制緊急転換事業） ^{※2}	18	138
	えりも以西共通コード②（さけ・ます放流体制緊急転換事業） ^{※3}	12	51
	えりも以西共通コード③（さけ・ます放流体制緊急転換事業） ^{※4}	11	252
	北海道8河川共通コード（秋サケ資源回復加速化事業） ^{※5}	9	148
	安家川（下安家）、津軽石川（津軽石）		1
	川袋川（川袋）		1
	月光川（箕輪・榊川）		1
	無標識	270	1,684

^{※1}複数の河川、ふ化場から放流されている場合は、通称名（事業名）で表記

^{※2}日高幌別川（日高幌別）、敷生川（敷生）、戸切地川（上磯）、茂辺地川（遊楽部）

^{※3}日高幌別川（日高幌別）、敷生川（敷生）、戸切地川（遊楽部）、茂辺地川（遊楽部、福島）

^{※4}日高幌別川（日高幌別）、敷生川（敷生）、茂辺地川（遊楽部、福島）、戸切地川（遊楽部）

^{※5}頓別川（頓別）、天塩川（中川）、信砂川（信砂）、尻別川（京極）、標津川（標津）、十勝川（札内）、沙流川（沙流）、戸切地川（上磯中野）

1)-a)-④ 港湾における稚魚採捕調査（北海道宗谷港）

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部 矢部貴大

【目的】

さけます幼稚魚の分布状況や生息環境等を明らかにするため、港湾に蟄集するさけます幼稚魚の採捕及び環境観測を実施する。採捕したさけます幼稚魚の耳石温度標識を確認し、それらの移動時期・経路・体サイズなどの変遷を把握する。

【方法】

宗谷港での調査は、5月8日～6月25日の期間に合計11回、それぞれ調査員3～4名で2時間30分程度行った。日没後、防波堤上から港内に向けて集魚灯を点灯し、灯下に寄ってきたサケ幼稚魚をたも網を用いて採捕した。

調査時は環境観測として、塩分・水温計にて調査地点の表層及び底層の海水温と塩分を測定するとともに、調査地点付近（水深約1.5 m）に記録式水温計を設置し、1時間間隔で海水温の連続観測を行った。

2021年まで調査を行っていた定点1は物理的要因により進入不能となったため、2022年からは定点2で調査を実施した（図1）。また、2023年からは荒天時の予備地点として定点3を追加した。

【結果及び考察】

1. さけます幼稚魚採捕結果

幼稚魚採捕は5月8日～6月25日の間に定点2で計11回行い、サケ幼稚魚1,296尾を採捕した（表1、図2）。採捕のピークは5月中旬であり、5月14日の調査では386尾のサケ幼稚魚が採捕された。一方、6月は採捕数が減少し、5回実施した調査の合計の採捕数は132尾に留まった。また、今年も昨年に引き続きカラフトマス幼稚魚は採捕されなかった。

2. 水温及び塩分濃度観測結果

5月8日～6月25日までの期間において、調査地点での表層水温は10.4～18.0℃であった（図3）。調査地点付近に設置した連続観測の水温データは、調査地点と概ね同様の推移を示した。

調査地点の塩分は、表層で32.1～34.3、底層で32.0～35.5の範囲であった。

3. サケ幼稚魚の体サイズ測定結果

図4にサケ幼稚魚の尾叉長分布を示す。採捕されたサケ幼稚魚の尾叉長は3.4～8.3 cmの範囲であり、平均値は5.3 cmであった。なかでも、尾叉長5.0 cm前後に属する個体が最も多く、全体の62.3%を占めた。また、沖合移行サイズとされる8.0 cm以上に達した個体は2尾であった。

4. 耳石分析結果

採捕されたサケ幼稚魚の耳石を分析した結果を表 2 に示す。耳石温度標識魚（以下、標識魚）は 1,296 尾のうち 20 尾で、その全てが北海道の河川に由来するサケ幼稚魚であった。標識魚の由来は、天塩川が 16 尾、道事業（北海道 8 河川統一標識）が 3 尾、石狩川が 1 尾であった。天塩川、道事業により放流されたサケ稚魚は 5 月上旬～5 月下旬の間に採捕された一方、石狩川へ放流されたサケ稚魚は 6 月上旬に採捕されており、出現時期に差が見られた（図 5）。

天塩さけます事業所（以下、天塩事業所）から放流された天塩川由来の標識魚は、2 月中旬～4 月下旬放流群が 2 尾（尾叉長 5.8 cm）、4 月上旬 1.0 g 放流群が 1 尾（尾叉長 5.0 cm）、4 月下旬 1.0 g 放流群が 4 尾（尾叉長 6.4 cm）、5 月上旬 1.2 g 放流群が 9 尾（尾叉長 6.6 cm）確認された。

2025 年の宗谷港における標識魚の採捕数は過去 3 番目に少なく、総採捕数に占める標識魚の割合は、過去最低であった（図 6）。

5. 結果を踏まえての考察

2025 年の調査におけるサケ幼稚魚採捕のピークは 5 月中旬であり、6 月中旬以降は採捕数が減少した。これはここ数年の調査と同様の傾向であった。ただし、5 月中旬以降に採捕されたサケ幼稚魚については、5 月 14 日に宗谷港海中飼育の放流があり、港内に留まっていた放流魚が採捕された可能性がある。カラフトマス幼稚魚については、昨年の調査に引き続き採捕されていないが、近年の親魚の遡上不振により、降下稚魚が激減していることが要因の一つと考えられる。

サケ幼稚魚の離岸時期の指標となる水温 13.0℃への到達は、過去の調査では 6 月中旬となる頻度が高かったが、2025 年は 5 月下旬に達し、過去の調査と比較して最も早かった。また、表層水温は 6 月下旬に 18.0℃まで上昇し、過去の調査と比較して最も高く推移した。

総採捕数に占める標識魚の割合が過去の調査と比較して最も低かったことに加え、表層水温が過去の調査と比較して最も高く推移したことから、従来は岸沿いに移動していたサケ幼稚魚が、高水温帯を回避する行動を示し、宗谷岬周辺域において早期に離岸していた可能性が示唆される。この結果、サケ幼稚魚は沖合を通過する移動経路を選択したと考えられた。

近年の状況を踏まえ、2026 年の調査では、より多くの標識魚を採捕することを目的として、新たな調査地点の追加を検討している。



図 1. さけます幼稚魚採捕を行った地点と採捕の様子 （左）黄丸は 2021 年まで幼稚魚採捕を実施した調査点（定点 1）、赤丸は 2022 年からの調査点（定点 2）。2023 年から青丸の地点を荒天時の予備調査点として追加（定点 3）。（右）たも網を構えて集魚灯に集まるさけます幼稚魚を待つ調査員。

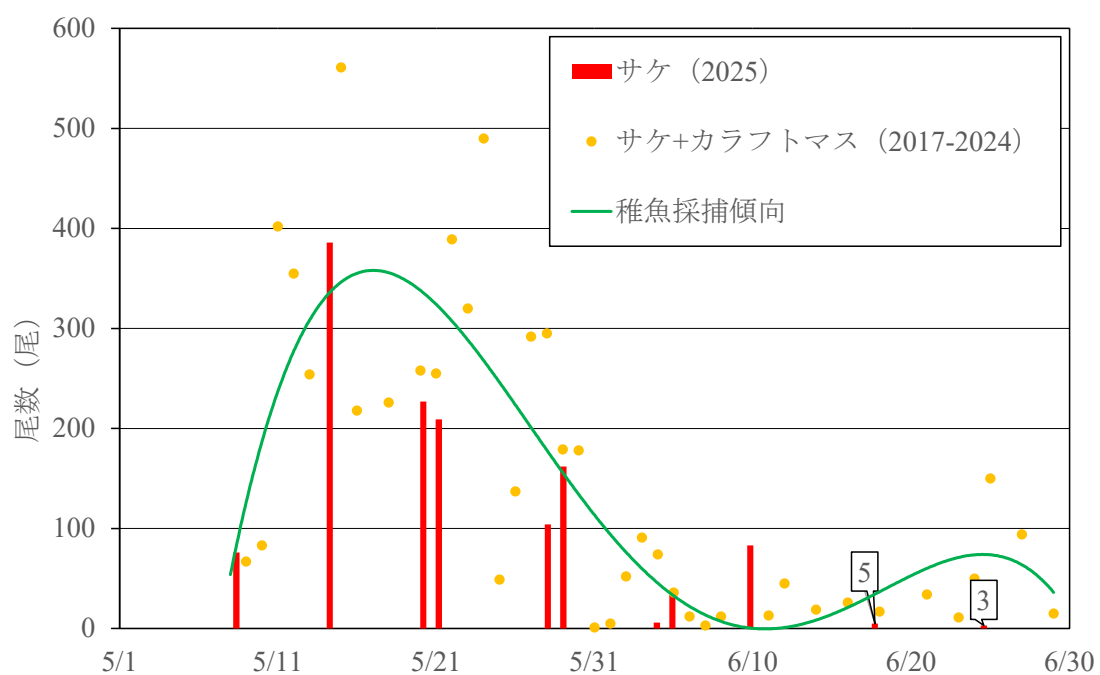


図 2. 2025 年宗谷港におけるさけます幼稚魚の採捕尾数と 2017 年～2024 年までの採捕数及び傾向 赤色棒グラフは 2025 年のサケ幼稚魚採捕数、黄色丸印は過去の月日におけるさけます幼稚魚採捕数、緑線は過去の採捕数から算出したさけます幼稚魚採捕傾向を示す。

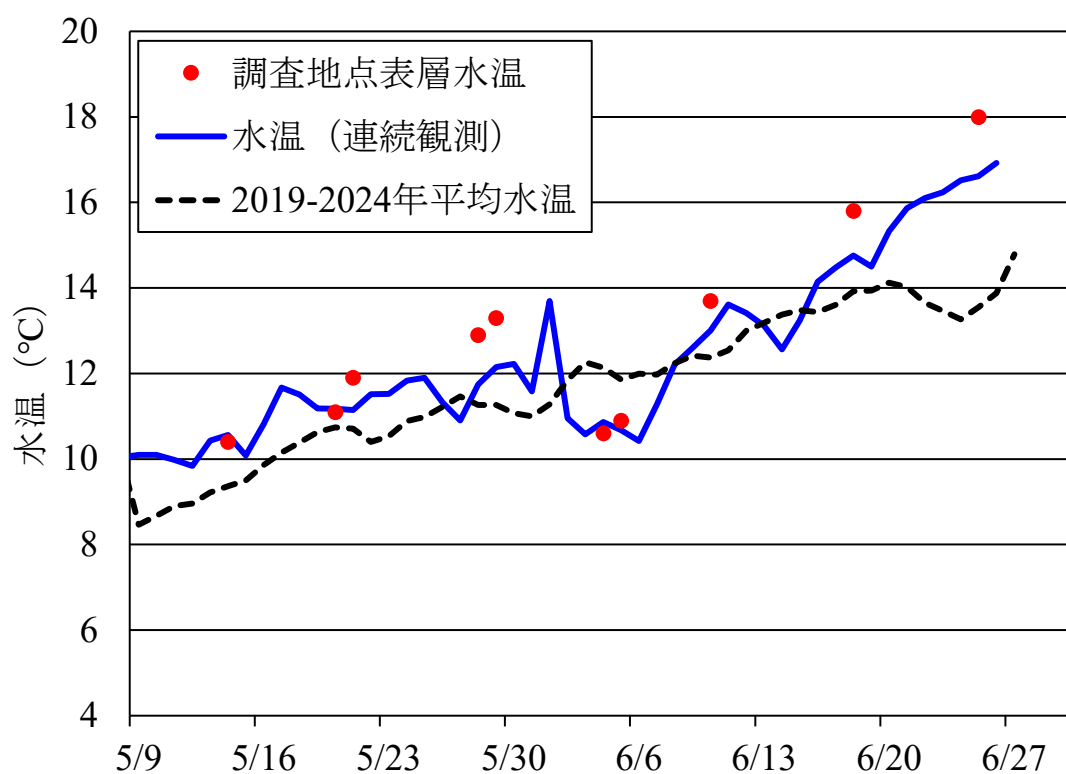


図 3. 2025 年宗谷港の表層水温と過去 6 年間の日平均水温 調査地点表層水温は調査日における 19 時 30 分の観測値を示す。

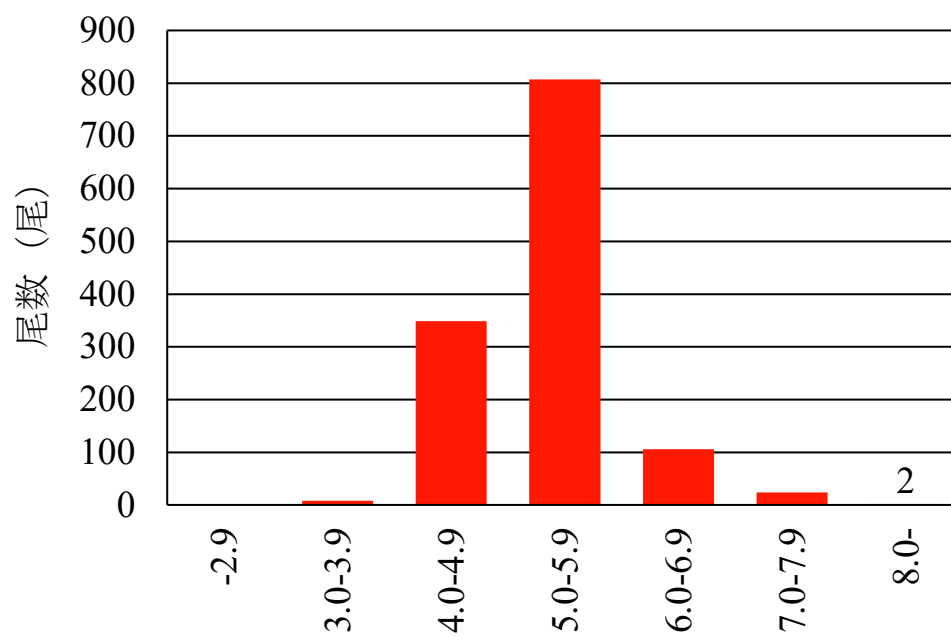


図 4. 宗谷港で採捕したサケ幼稚魚の尾叉長分布

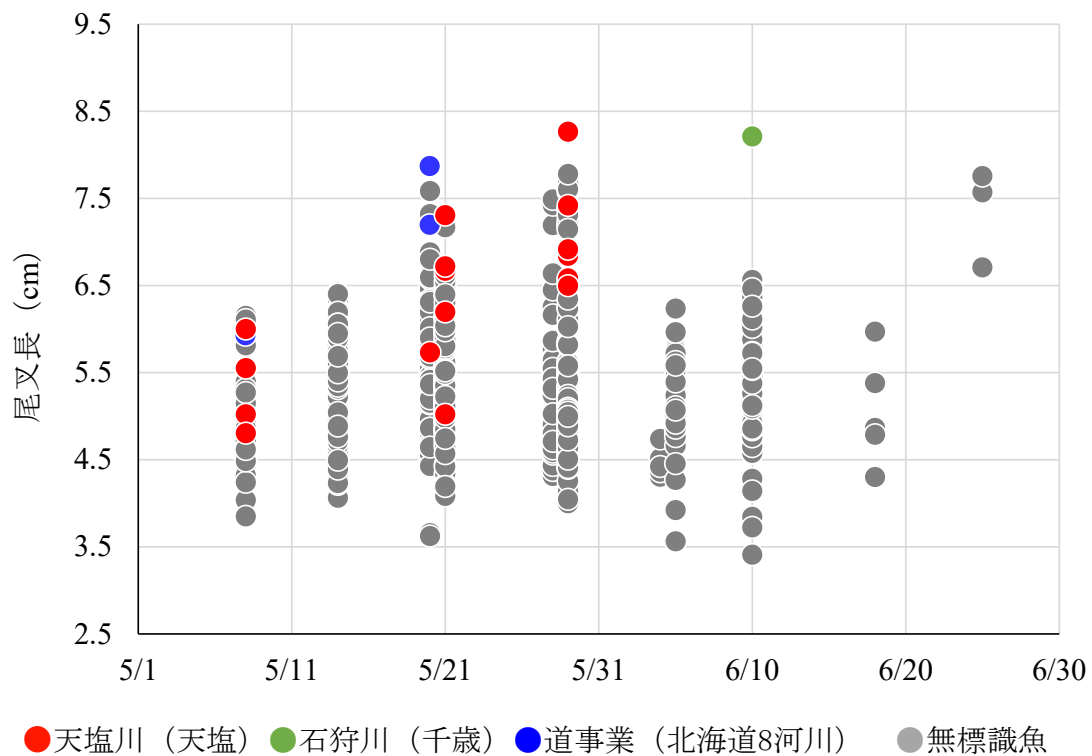


図 5. 宗谷港で採捕されたサケ幼稚魚の耳石温度標識ごとの採捕時期と尾叉長

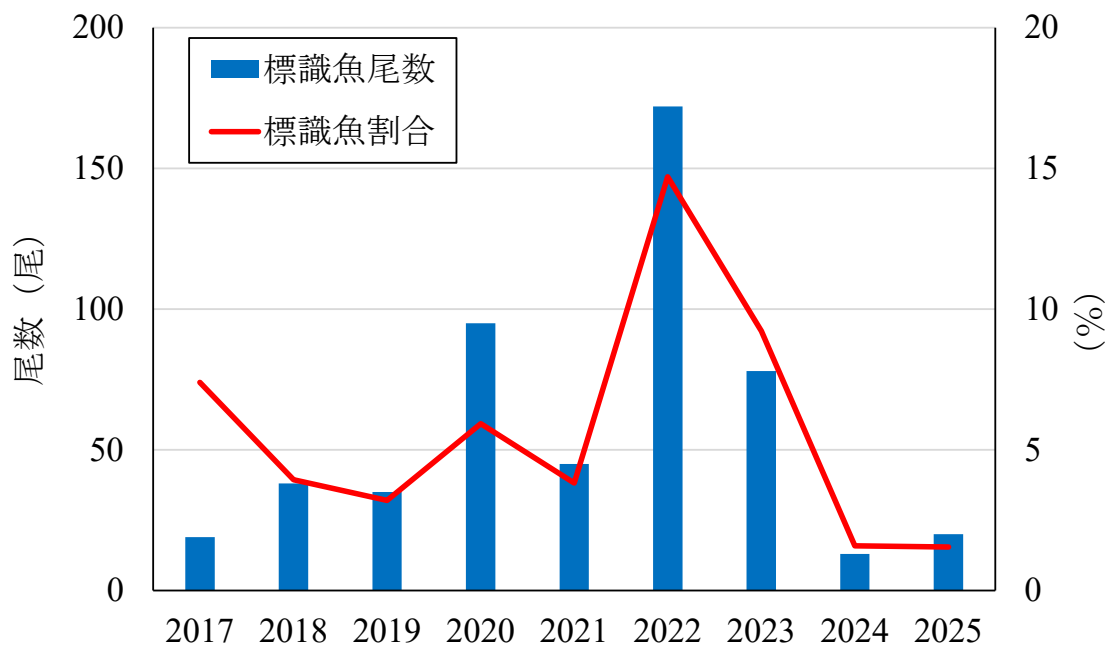


図 6. 調査年ごとの標識魚採捕数及び総採捕数に占める標識魚の割合

表 1. 各調査日の調査実施定点、表層水温及び採捕数

調査日	調査定点	表層水温 (℃)	採捕数 (尾)
5/8	定点2	10.5	76
5/14	定点2	10.4	386
5/20	定点2	11.1	227
5/21	定点2	11.9	209
5/28	定点2	12.9	104
5/29	定点2	13.3	162
6/4	定点2	10.6	6
6/5	定点2	10.9	35
6/10	定点2	13.7	83
6/18	定点2	15.8	5
6/25	定点2	18.0	3

表 2. 耳石分析により確認された耳石温度標識魚一覧

魚種	実施区分	由来水系名 (放流元ふ化場)	コード	標識対象	調査旬と確認尾数					
					5月上旬	5月中旬	5月下旬	6月上旬	6月中旬	6月下旬
サケ	水研機構	天塩川（天塩）	2n-3H	通常放流	2					
			2-1,3H	4月上旬1.0g	1					
			2,3,2H	4月下旬1.0g			4			
			2-1-2H	5月上旬1.2g	1	1	7			
	水研機構	石狩川（千歳）	2-1,4H	4月中旬1.0g				1		
	道事業	北海道8河川	2-1-4H		1	2				
			無標識		71	610	464	123	5	3

道事業：頓別川（頓別）、天塩川（中川）、信砂川（信砂）、尻別川（京極）、
標津川（中標津）、十勝川（札内）、沙流川（沙流）、戸切地川（上磯中野）

b) サケ幼稚魚の餌料環境と食性

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源生態部 佐藤智希

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源生態部：佐藤智希

【目的】

課題イー1)ーa)の北海道厚田沿岸および太平洋昆布森沿岸において採集された動物プランクトン試料について、種組成および個体数密度を分析し、サケ幼稚魚が沿岸に生息する時期の餌料環境の変動を把握する。また、同沿岸域において採捕されたサケ幼稚魚の胃内容物組成の変動を把握する。

【方法】

両沿岸域においてノルパックネットにより採集された動物プランクトン試料は、プランクトン分割器を使用して二分割し、一方の試料は 0.001 g 精度で湿重量を測定し、採集時に測定された濾水計の値を元に算出した濾水量から、単位体積あたりの生物量 (g/m^3) を見積もった。もう一方の試料は、種類別あるいは分類群ごとに個体数を計数し、算出された濾水量から、単位体積あたりの個体数密度 ($\text{個体}/\text{m}^3$) を見積もった。

サケ幼稚魚の胃内容物分析は、各採集日各定点最大 10 尾について実施した。尾叉長および魚体重を測定した後、胃を取り出し、10%ホルマリン海水で固定した。その後、胃から内容物を取り出し 0.001 g の精度で重量を測定して胃内容物重量指数（魚体重あたりの胃内容物重量の割合）を算出した。さらに、内容物は可能な限り下位の分類群まで同定し、個体数を計数した。また、損傷の程度が低い内容物について、同一種類 5 個体上限に、体長を測定した。

【結果及び考察】

1. 2025 年の動物プランクトン湿重量、個体数密度および分類群組成（4 定点の平均値）

2025 年の厚田沿岸域における動物プランクトン湿重量は、0.041 から $0.676 \text{ g}/\text{m}^3$ の範囲で変動していた（図 1）。3 月下旬に最も高かったが、それ以降は時期の経過とともに減少する傾向がみられた。最近 2 年（2023、2024 年）と比較すると高い傾向がみられた。

個体数密度は、295.1 から $9147.5 \text{ 個体}/\text{m}^3$ の範囲で変動しており、湿重量と同様の季節変動がみられた。最近 2 年と比較すると幾分高い傾向にあった。

分類群組成は、4 月中旬から 5 月下旬にかけて、大型カラヌス目カイアシ類（雌成体の体長が 2 mm 以上）、小型カラヌス目カイアシ類（雌成体の体長が 2 mm 未満）およびその他カイアシ類（カラヌス目以外のカイアシ類）の 3 分類群の占める割合が高い傾向にあったが、4 月中旬から 5 月上旬にかけてはクラゲ類の占める割合も同程度だった。また、6 月上旬には、棘皮類が大部分を占めていた（図 1）。湿重量および個体数密度が高かった 3 月下旬は、そのほとんどはその他（無脊椎動物卵）によるものだった。

2025 年の昆布森沿岸域における動物プランクトン湿重量は、0.062 から $1.098 \text{ g}/\text{m}^3$ の範囲で変動していた（図 2）。6 月 1 週から 6 月 3 週にかけて高い傾向にあったが、それ以降

は時期の経過とともに減少し、最近 2 年と比較すると高い傾向にあった。

個体数密度は、519.7 から 13,717.0 個体/m³ の範囲で変動していた（図 2）。7 月 2 週まではおよそ 5,000 個体/m³ 程度、あるいはそれ以上と比較的高い傾向にあったが、7 月 3 週以降、急激に減少した。最近 2 年と比較すると高い傾向だった。

分類群組成は、カイアシ類（大型カラヌス目、小型カラヌス目およびその他）の占める割合が 6 月 1 週から 2 週を除き低い傾向にあり、これらに代わって 6 月にはフジツボ類幼生が、7 月には枝角類の占める割合がそれぞれ高かった（図 2）。この傾向は最近 2 年と同様の傾向だった。

2025 年における両海域の動物プランクトン個体数密度および生物量は、最近 2 年より幾分高い傾向にあり、2022 年以前と比較しても同程度かそれ以上であったが（佐藤ほか 2022、佐藤 2024）、分類群組成は異なり、降海後のサケ幼稚魚に主に摂餌されているカイアシ類の割合が低く、クラゲ類、枝角類、フジツボ類、棘皮類のような小型で栄養に乏しい分類群の占める割合が高かったことから、サケ幼稚魚にとって厳しい餌料環境であったと推測される。

2. サケ幼稚魚の食性

2-1. 2025 年のサケ幼稚魚の胃内容物重量指数（魚体中に占める胃内容物重量の割合）

厚田沿岸域における胃内容物重量指数は、0.19 から 6.76% の範囲にあり、調査期間を通じての平均値は 2.4% で、最近 2 年（2023 年：1.2%、2024 年：1.5%）に比べて高い傾向にあった（図 3 左）。

昆布森沿岸域における胃内容物重量指数は、0.06 から 5.22% の範囲にあり、調査期間を通じての平均値は 1.5% で、最近 2 年（2023 年：2.0%、2024 年：2.6%）に比べて低い傾向にあった。（図 3 右）。

今後、両海域の胃内容物組成の分析結果と合わせて、2025 年の摂餌状況を評価する予定である。

2-2. 胃内容物組成（2024 年の結果）

2024 年に厚田沿岸域において 1 艘曳網により採集された幼稚魚のうち、102 尾について胃内容物を調査した。そのうち、空胃個体は 1 尾のみで、最近 2 年と比較して少なかった。

胃内容物組成（個体数比）は、各採集日で優占する分類群は異なるが、サケ稚魚はこれまでの報告と同様に多様な餌生物を利用していた（図 4 左）。3 月下旬から 4 月上旬には魚卵・仔稚魚類の占める割合が高かったが、それ以降はあまりみられなくなった。これに代わって、4 月下旬にはオキアミ類が、5 月上旬にはその他のカイアシ類の占める割合がそれぞれ非常に高かった。過去に 5 割以上を占めていた大型カイアシ類は、2023 年に続いて 2024 年も少なかった。また、4 月中旬には、これまであまりみられなかったフジツボ類幼生（その他に含まれる）の占める割合が比較的高かった。

昆布森沿岸域において 2 艘曳網より採集された幼稚魚のうち、113 尾について胃内容物を調査した。空胃個体は 3 尾であり、これまで同様に少なかった。

胃内容物組成（個体数比）は、厚田沿岸域と同様に多様な餌生物を利用していた（図 4

右)。6月には魚卵・仔稚魚類が5割程度を占めていたが、7月1週にはオキアミ類が5割以上、7月3週には端脚類が5割程度をそれぞれ占めていた。2023年7月には陸棲昆虫類の占める割合が高かったが、2024年にはその割合は少なかった。また、カイアシ類（大型カラヌス目、小型カラヌス目およびその他）の占める割合もそれほど高くなかった。

両沿岸域における胃内容物組成の過去の結果（佐藤 2024）では、カイアシ類を利用している割合が高かったが、近年は胃内容物中にみられる割合が低いことから、環境水中の影響を反映しているように見える。利用する餌生物の量や質を把握するための胃内容物分析は、沿岸滞泳期の成長に関わるため、今後も注視する必要がある。

【引用文献】

- 佐藤智希ほか. (2022) (3)-1-f. 動物プランクトンの群集構造 令和3年度さけ・ますふ化放流抜本対策事業調査報告書. 106-110.
- 佐藤智希. (2024) イ-1)-b) サケ幼稚魚の餌料環境と食性 令和5年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業さけ・ます不漁対策事業調査報告書. 115-118.

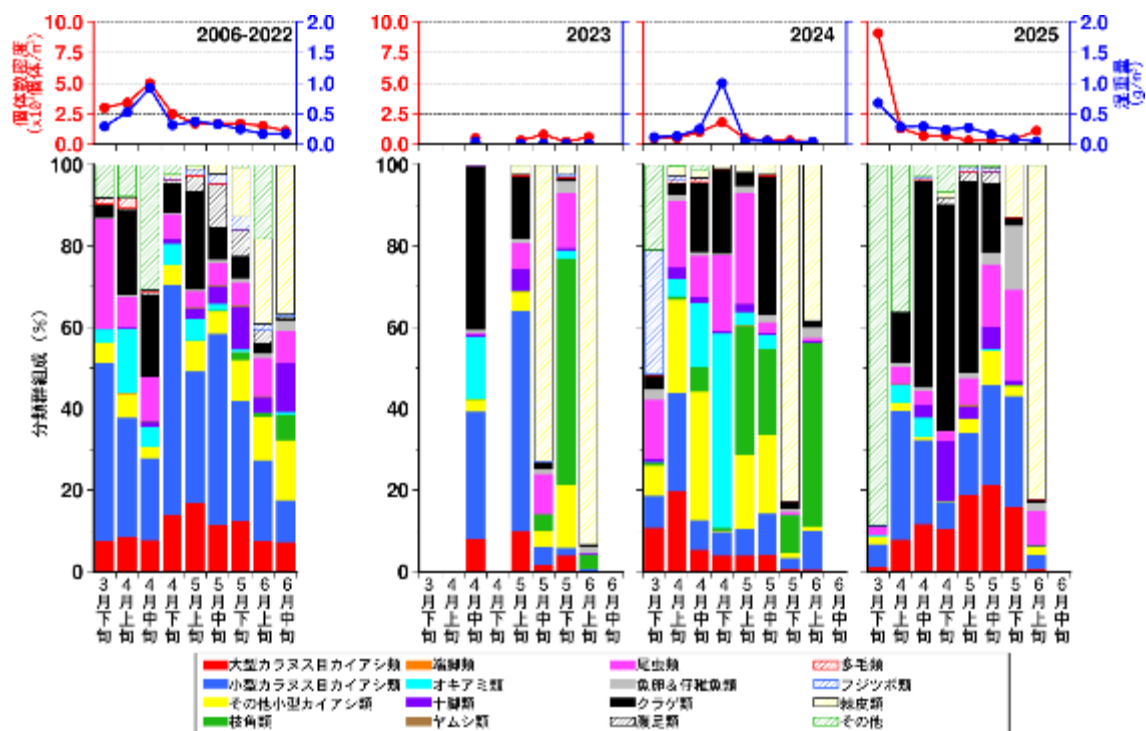


図 1. 厚田沿岸域における動物プランクトン生物量、個体数密度および分類群組成（4 定点の平均値）

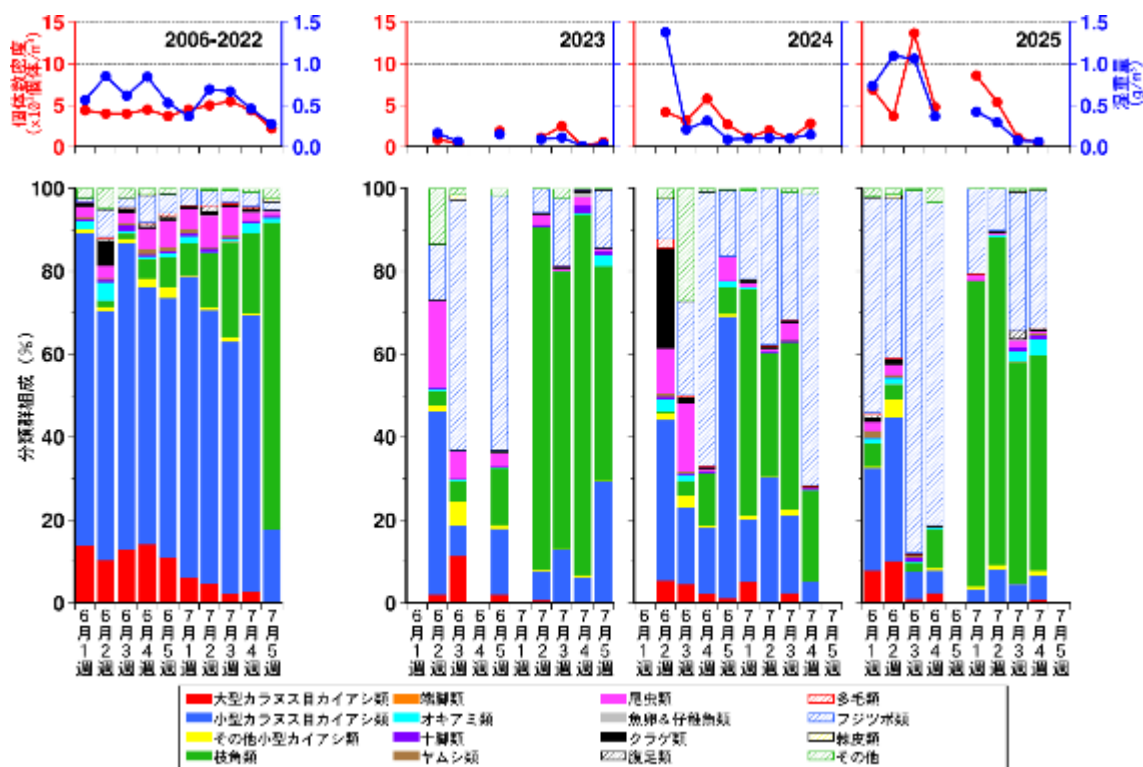


図 2. 昆布森沿岸域における動物プランクトン生物量、個体数密度および分類群組成（4 定点の平均値）

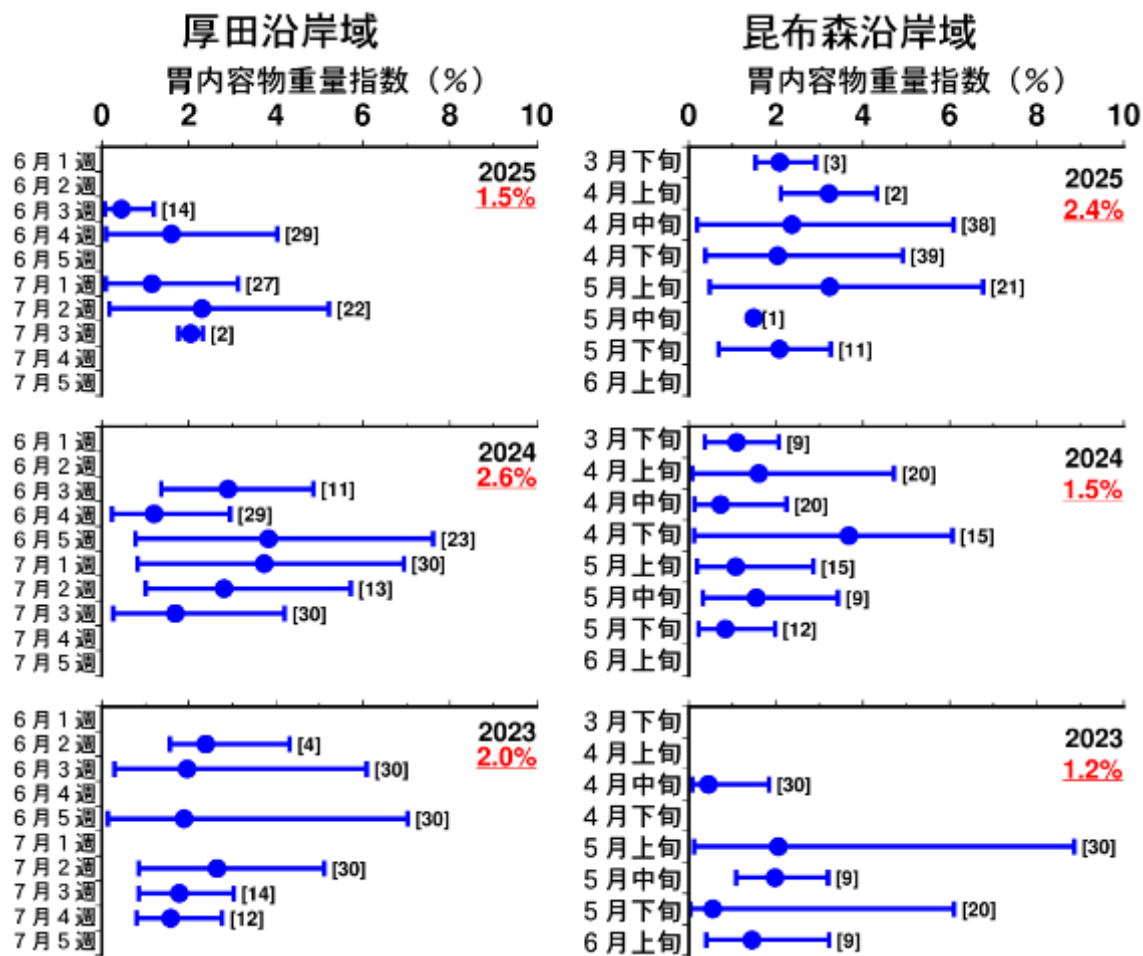


図3. 厚田および昆布森沿岸域におけるサケ幼稚魚の胃内容物重量指数（胃内容物重量-（魚体重-胃内容物重量）*100） 図中のカッコ内は調査個体数、赤字は年平均値。

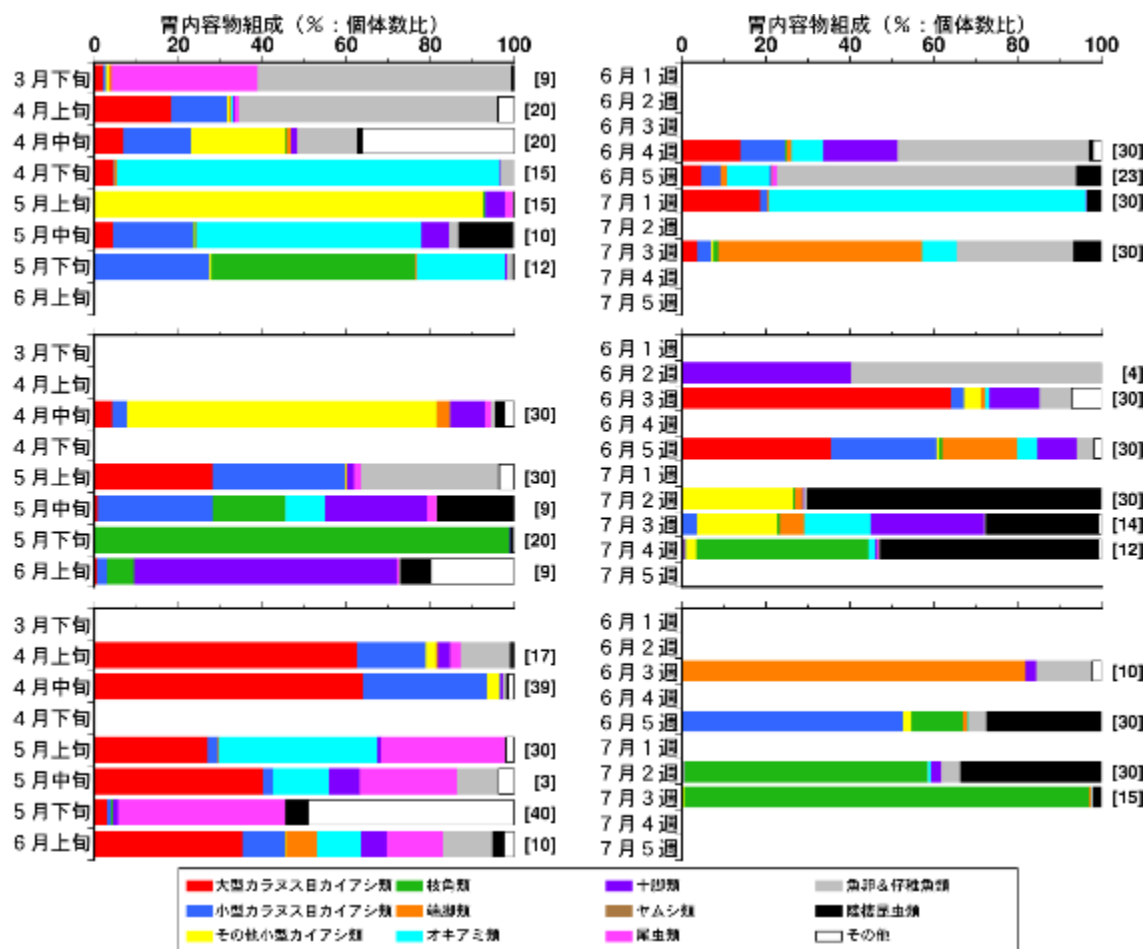


図 4. 厚田沿岸域におけるサケ幼稚魚の胃内容物組成（個体数比） カッコ内は調査個体数。

c) サケ幼稚魚の地理的起源推定

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源生態部 水本寛基

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源生態部：水本寛基

【目的】

2013－2024 年までに本事業の課題イ-1) -a) で得られたサケ稚魚の耳石温度標識データと遺伝分析データを再検証し、耳石分析と遺伝分析による地理的起源推定の結果の比較を行う。また、2025 年に本課題で得られたサケ稚魚のうち、遠方由来と思われる大型の無標識魚のみを対象として遺伝分析を行い、その地理的起源を明らかにする。

【方法】

2013－2024 年にかけて実施された北海道における定点環境観測および稚魚採集調査（以下稚魚採捕調査、虎杖浜・春立・昆布森、図 1）において採集されたサケ幼稚魚の耳石温度標識データおよび遺伝分析データを用いた。これらのデータを定点ごとにまとめ、耳石分析と遺伝分析により推定された系群組成を比較した。また、大型魚に調査地点近傍以外の地域から放流された魚が多いのかを調べるため、2012－2024 年にかけて実施された稚魚採捕調査の標識魚率と、標識魚のうち調査地点近傍河川産の割合（以下、地場産魚率）を、尾叉長グループ別に調べた。

2025 年度の稚魚採捕調査は 4 月下旬－7 月中旬にかけて実施した。遺伝標本は大型魚（虎杖浜：70 mm 以上、春立：90 mm 以上、昆布森：100 mm 以上）から採集し、遺伝分析には尾叉長降順で上位 50 個体を用いた。ただし、昆布森については尾叉長が 100 mm 以上の個体が少なかったため、標識の有無にかかわらずすべての標本を供した。遺伝標本からの DNA 抽出には Puregene DNA Extraction Kit（QIAGEN）を使用し、抽出した DNA を 384 ウェルプレートに分注した。これを既知の SNP（一塩基多型）マーカー 45 遺伝子座を対象に、TaqMan 法による遺伝子型の決定をリアルタイム PCR（QuantStudio 7 Flex リアルタイム PCR システム、ThermoFisher Scientific）で行った。得られた遺伝子型データをもとに、条件付き最尤法による遺伝的系群識別を行い（Whittle et al., 2021）、採集場所別に系群組成を推定した。推定した系群は北海道日本海・北海道オホーツク海/根室海峡、北海道太平洋、本州日本海、本州太平洋の 5 地域に区別した。最後に、無標識魚の系群組成と標識魚の尾叉長降順で上位 50 個体の耳石分析に基づく系群組成を比較した。ただし、後述の通り遺伝分析の結果を解釈できない事態となったため、本報告書には結果を示していない。すべての統計解析には、統計解析ソフト R ver.4.5.2（R Core Team 2025）を用いた。

【結果及び考察】

2013－2024 年に 3 定点で得られた耳石分析と遺伝分析による系群組成を比較したところ、両者は全ての地点で有意に異なっていた（MANOVA： $p < 0.001$ ）（図 2）。特に北海道太平洋系群における差が顕著で、耳石分析ではすべての地点で 95%以上が北海道太平洋系群であったのに対し、遺伝分析では約 60%と有意に少なかった（Wilcoxon の符号順位検定

+Holm の多重比較補正 : $p < 0.05$) (図 2)。また、この結果を時系列順に並べて比較したところ、観測開始当初から両者に一貫性はなかった (図 3)。耳石分析にもわずかに誤認があるとされるが、耳石分析は標識という物的証拠に基づくきわめて正確な分析と考えられる (大貫・富田 2017)。そのため耳石分析の結果が正しいと仮定して耳石分析と遺伝分析による系群組成が一致しないパターンを考えると、遺伝分析が正しい場合と間違っている場合の 2 パターンが挙げられる。これを検証するべく、昆布森の 2019–2024 年のデータを抜粋して標識魚と無標識魚に分けて再解析し、標識魚の耳石分析と遺伝分析による系群組成および標識魚と無標識魚の遺伝分析による系群組成を比較した。その結果、全ての年で標識魚の耳石分析と遺伝分析による系群組成が全く一致せず、対照的に標識魚と無標識魚の遺伝分析による系群組成は比較的に通っていた (図 4)。これらの結果から、遺伝分析の系群組成分析の精度が十分でない可能性も考えられた。一方、基準群の推定精度を評価するために 100%シミュレーション解析を行ったところ、いずれの系群も 80%以上の精度で識別可能であった (北海道日本海 : $89.1\% \pm 3.4\%$ 、北海道根室オホーツク : $90.5\% \pm 3.0\%$ 、北海道太平洋 : $81.7\% \pm 4.2\%$ 、本州日本海 : $80.2\% \pm 4.3\%$ 、本州太平洋 : $90.8\% \pm 3.2\%$)。このことから、本手法の基準群の推定精度に問題があるとは考えにくい。また、観測開始当初から耳石分析と遺伝分析の系群組成に一貫性がないことから、近年増加している移殖放流に伴う遺伝子流動により、各地の遺伝的固有性が崩壊したとも考えにくい。現段階で原因の解明には至っていないが、今後は機構河川における遡上親魚の耳石分析と遺伝分析による系群組成の比較や、別の分子マーカーの利用も含めて検証する必要がある。

2012–2024 年までに採捕された稚魚を年別・地点別に尾叉長昇順で 10 グループに整理し、標識魚率と地場産魚率を調べた。その結果、虎杖浜と春立では上位・下位 10%のグループは尾叉長のばらつきおよび誤差範囲が大きく、それ以外のグループはばらつきおよび誤差範囲が比較的小さかった (図 5)。一方、昆布森は他の 2 地点に比べてばらつきおよび誤差範囲が大きかった。標識魚率については尾叉長グループや地点にかかわらずほぼ一定で、およそ 15–20%であった (図 5)。地場産魚率は地点ごとに差はあるものの、尾叉長が小さいグループの方が高く、尾叉長が大きくなるにつれて低下する傾向であった (図 5)。これらの結果から、大型の標識魚は調査地点近傍以外の由来である割合が高く、遺伝分析の結果から標識魚と無標識魚で系群組成がほぼ同じであると仮定すると、無標識魚も同様に地場産魚率は低いと考えられた。この傾向は特に、ベーリング海までの回遊ルートの下流側に位置する昆布森で顕著であり、上流側の虎杖浜や春立と比べて他地域由来の多様な体サイズの個体がたどり着いていることに起因すると考えられた。

【引用文献】

大貫 努・富田泰生 (2017) 耳石温度標識の精度管理. SALMON 情報, 11, 12–14.

R Core Team (2025) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.r-project.org.>, accessed 29 January 2026.

Whittle, J. A., C. M. Kondzela, J. T. Watson, P. D. Barry, H. T. Nguyen, E. M. Yasumiishi, D. Nicolls and W. A. Larson (2021) Genetic stock composition analysis of chum salmon from the prohibited species catch of the 2018 Bering Sea walleye pollock trawl fishery and Gulf of

Alaska groundfish fisheries. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-420, 81p.

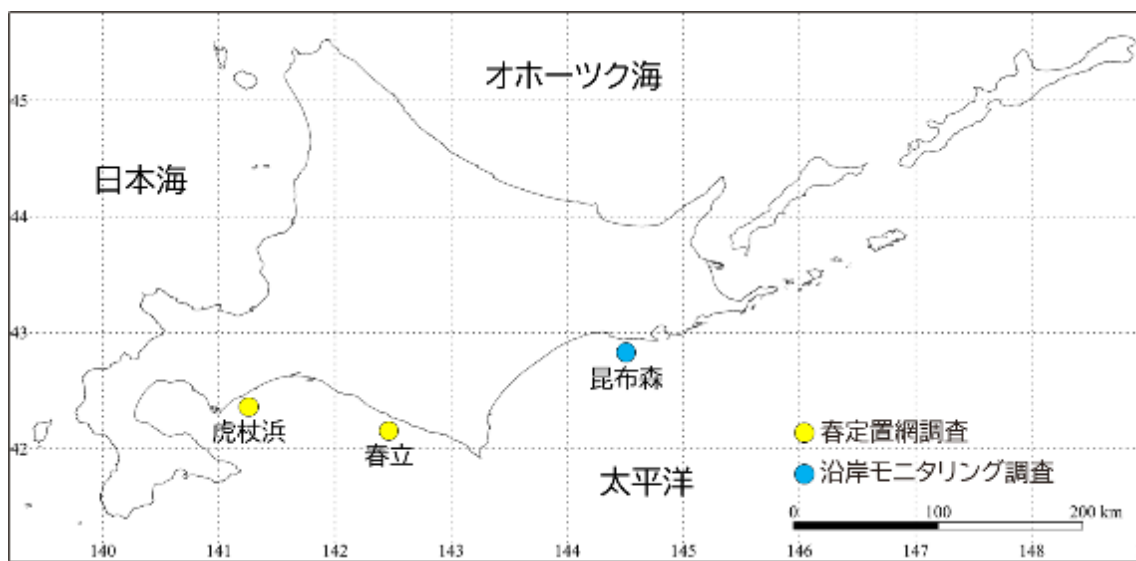


図 1. 稚魚採集調査を実施した北海道太平洋沿岸の定点および沖合調査海域

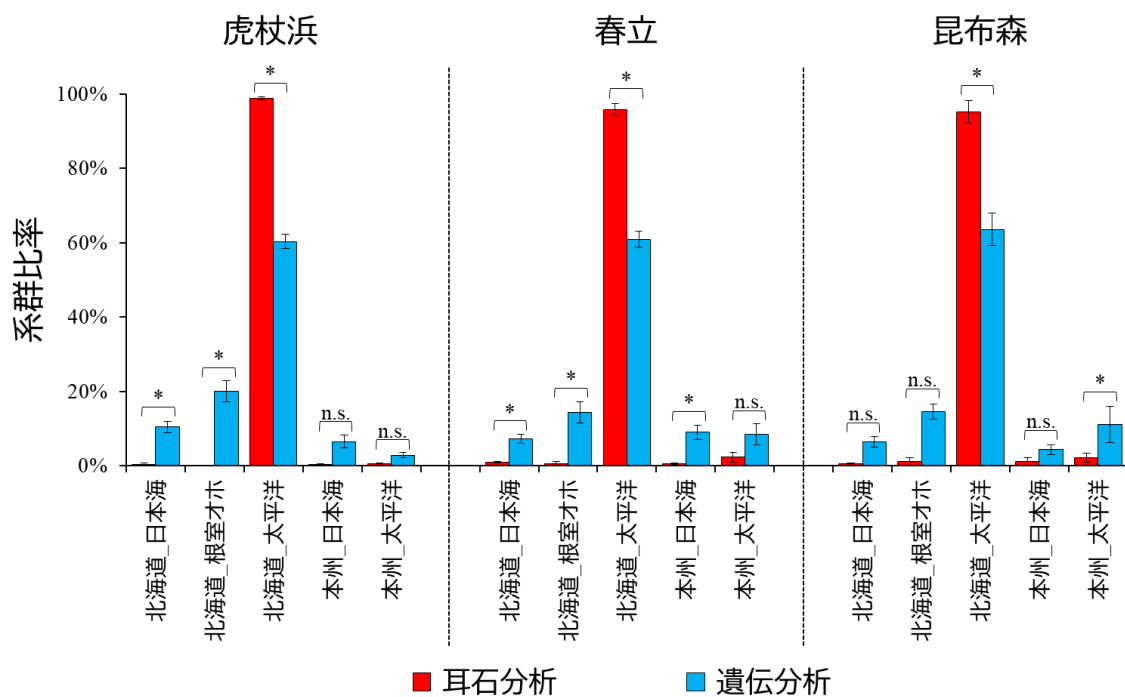


図 2. 2013－2024 年の地点別平均系群組成 遺伝分析は標識魚と無標識魚を区別していない。エラーバーは標準誤差。アスタリスクは $p < 0.05$ (Wilcoxon 符号順位検定+Holm の多重比較補正)。

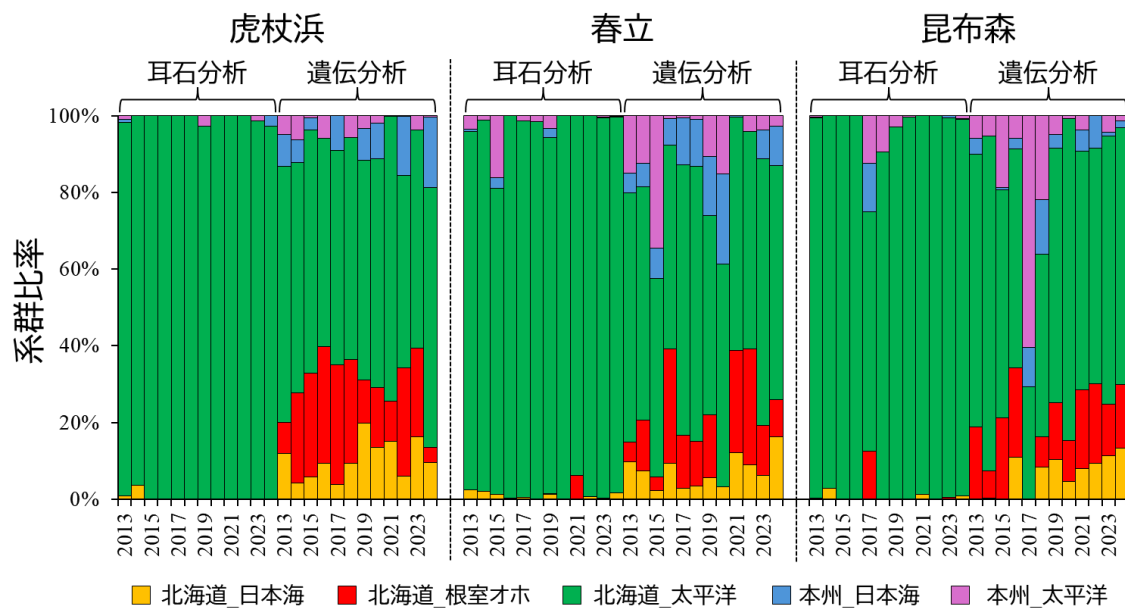


図 3. 2013－2024 年の地点別・年別系群組成

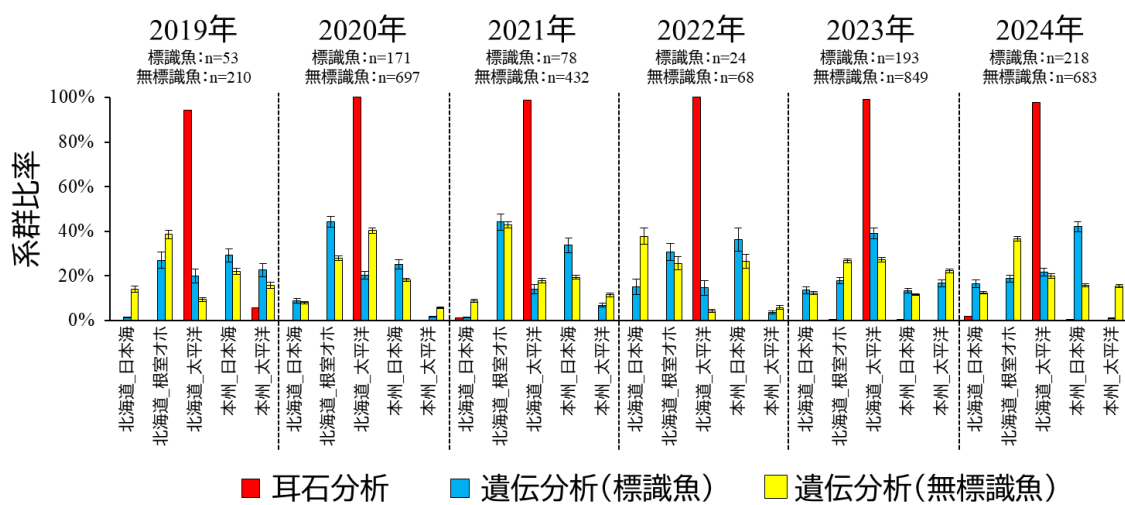


図 4. 2019－2024 年の昆布森における標識魚と無標識魚の耳石分析と遺伝分析による系群組成 エラーバーは標準偏差。

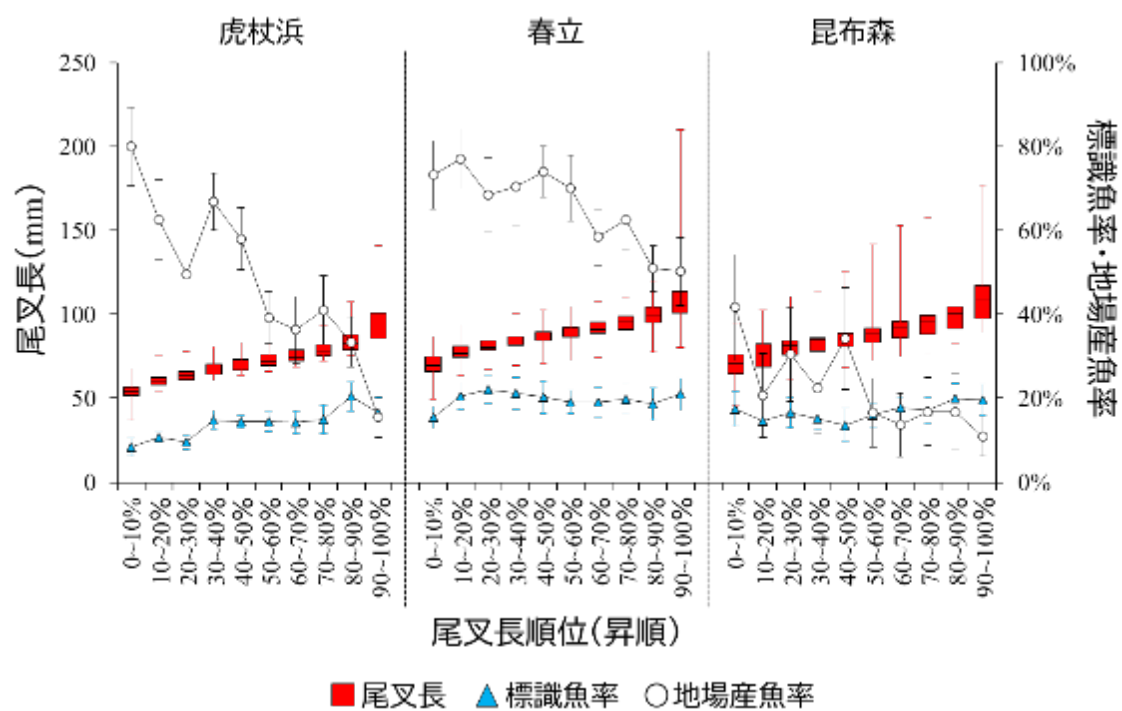


図 5. 2012－2024 年の地点別・尾叉長グループ別の尾叉長分布、標識魚率および地場産魚率 エラーバーは標準誤差。

d) サケ幼稚魚の耳石日周輪解析

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源生態部 斎藤寿彦

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 さけます部門 資源生態部：斎藤寿彦

【目的】

課題イ-1)-a)「北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1」で採捕した幼稚魚の耳石日周輪解による降海・成長履歴の把握や調査データの分析などを通じて、放流魚の生残条件について検討する。

【方法】

2024 年春季に、日本海側の厚田沿岸域で採集された石狩川、古平川（自然放流群）及び古平漁港（海中飼育群）由来のサケ耳石温度標識魚を主な供試魚とした。耳石温度標識の確認に使用しなかった耳石を用いて、既往の方法により降海時の尾叉長（以下、FL）、降海月日、降海から採捕までの日数を推定し、降海後の成長速度（（採集時 FL - 降海時 FL） / 降海から採捕までの日数）を評価した。石狩川産のサケ幼稚魚については、2017 年から成長速度の評価に取り組んできた。そこで、2017～2024 年の成長速度の違いを比較するとともに、成長速度に影響を及ぼす要因として、幼稚魚調査時に採集した動物プランクトンの湿重量密度（ g/m^3 ）と、降海から再捕までに各幼稚魚が沿岸域で経験した経験水温について年間の比較を行った。これらの年間比較はクラスカルウォリステストで行い、有意水準 5%で有意差が認められた場合、ボンフェローニ補正によるウィルコクソンの順位和検定による多重比較を行った。なお、幼稚魚の経験水温の算出に用いた海水温は気象庁が公表する緯度経度 0.25° メッシュの日平均表面海水温（MGDSST）であり、石狩川河口近傍メッシュの値を使い、耳石日周輪解析で推定した降海月日から再捕までの日平均表面海水温を平均した値を各個体の経験水温と定義した。また、古平川及び古平漁港から 2024 年 4 月 1 日に放流された自然放流群及び海中飼育群の成長について、ウィルコクソンの順位和検定を用いて比較を行った。

最近の研究によれば、沿岸域で高成長を遂げたサケ幼稚魚は初期生残も良い可能性が指摘されている（例えば、Honda et al. 2017、2019）。そこで、沿岸域で高成長を獲得する要因を検討する目的で、本事業で分析した 2016～2023 年級の石狩川産サケについて、個体の成長速度に、降海月日や降海サイズがどのように影響するかを明らかにするため、成長速度を従属変数、調査年、調査年の平均動物プランクトン湿重量、降海月日、降海サイズ、沿岸滞泳期間（降海月日から採集月日までの日数）および耳石標識コード（HC）を説明変数とする一般化加法モデルを構築した。モデル選択（説明変数の組み合わせ）は、赤池情報量規準（以下、AIC）により検討し、AIC が最小となるモデルを採択した。なお、構築するモデルの誤差分布は全てガンマ分布を仮定した。過去に石狩湾で実施されたサケ幼稚魚調査によれば、サケ幼稚魚が石狩湾を離れて北上回遊を開始する時の最小サイズは FL 70 mm であることが報告されている（眞山ほか 1982）。例年、厚田沿岸域でサケ幼稚魚がまとまって採集されるのは 5 月下旬までであることから、厚田沿岸域のサケ幼稚魚は 5

月下旬までに当該海域を離岸するものと思われる。そこで、モデル選択でベストモデルとなったモデルによる成長速度の推定値を使い、5月25日（5月下旬の代表月日）におけるFLの期待値を推定し、FL 70 mm に到達可能な降海月日と降海サイズの組み合わせについて検討した。

【結果及び考察】

2024年の厚田沿岸域では、3月下旬～6月上旬まで旬1回の頻度で海洋観測及び幼稚魚採集調査が実施され、のべ30回の曳網で合計2,522尾のサケ幼稚魚が採集された（羽二生2025）。サケ幼稚魚の耳石解析の結果、放流起源と割合は千歳川が37.0%、古平川（自然放流群）が3.6%、古平漁港（海中飼育群）が2.3%、北海道日本海側4河川（放流体制緊急転換事業）が1.0%、北海道9河川（サケ資源回復加速化事業）が0.6%、豊平川さけ科学館由来が0.2%及び無標識が55.3%であった（羽二生2025）。本分析では、石狩川（千歳川及び豊平川）、古平川及び古平漁港の標識魚のうち、調査日および調査定点ごとに最大20～30尾を無作為抽出したものを耳石日周輪解析のサンプルとした。分析に用いたサンプルの放流履歴、採集履歴および耳石日周輪解析の結果を表1に示す。

耳石日周輪解析の結果、石狩川産の標識魚の降海月日は3月7日から4月30日と推定された。このうち、実際の放流日以前に降海したと推定された個体は、HC 2-1,4Hの12尾（最も早い放流月日との差：平均2日、範囲1-6日）、HC 2-2-1,2Hの3尾（最も早い放流月日との差：平均3日、範囲1-5日）、HC 2-2-3Hの3尾（最も早い放流月日との差：平均2日、範囲1-4日）、HC 2-3-2Hの1尾（最も早い放流月日との差：1日）HC 2-3Hの1尾（最も早い放流月日との差：3日）およびHC 2-3,3Hの5尾（最も早い放流月日との差：4日、範囲1-9日）であった。しかし、これらの個体は推定降海日と実際の放流日との乖離が平均3日ほどと僅かであったことから、日周輪解析の測定誤差が推定結果に与える影響は軽微であるものと考え、これらの個体も含めて以後の分析を行うことにした。古平漁港の標識魚は3月12日に海中生簀に収容されたが、厚田沿岸域で採集された43尾から推定された海水移行日は3月10日～3月20日であり、実際の生簀収容月日とは-2～+8日の乖離があった。

2024年に採集された標識群ごとの成長速度（降海から再捕までの体成長）は平均0.30～0.38 mm/日と推定された（表1）。2017～2024年の厚田沿岸における石狩川産標識魚の成長速度（年平均値）を比較した結果、2024年の成長速度は過去最低値を記録した2023年と有意差はなく、前年に引き続き低い成長速度を記録した（図1、クラスカルウォリステスト： $\chi^2=434.89$ 、 $df=7$ 、 $p<0.0001$ 、[多重比較]ボンフェローニ補正によるウィルコクソン順位和検定： $p<0.0001\sim1$ ）。2017～2024年に厚田沿岸域でノルパックネットにより採集された動物プランクトン湿重量について年平均値の比較を行った結果、2017～2022年の動物プランクトン湿重量の年平均値は0.19～0.38 g/m³であったのに対して、2023年のそれは0.03 g/m³に過ぎず、2023年の動物プランクトン湿重量は2017～2022年の値を大きく下回った。2024年の動物プランクトン湿重量は年平均値が0.21 g/m³となり、2023年の値よりも増加したが、過去に比べると必ずしも高い値とは言えなかった（クラスカルウォリステスト： $\chi^2=66.458$ 、 $df=7$ 、 $p<0.0001$ 、[多重比較]ボンフェローニ補正によるウィルコクソン順位和検定： $p<0.0001\sim1$ ）。さらに、サケ幼稚魚の経験水温の年平均値を算出する

と、2017 年が 7.73℃、2018 年が 6.22℃、2019 年が 6.80℃、2020 年が 7.78℃、2021 年が 7.66℃、2022 年が 8.20℃、2023 年が 8.54℃そして 2024 年が 8.28℃となり、2022～2024 年の経験水温に有意差はない一方で、2017～2021 年までの経験水温に比較して有意に高い結果となった（クラスカルウォリステスト： $\chi^2 = 505.63$ 、 $df = 7$ 、 $p < 0.0001$ 、[多重比較] ボンフェローニ補正によるウィルコクソン順位和検定： $p < 0.0001 \sim 1$ ）。以上のことから、2022 年以降、サケ幼稚魚が経験する海水温が過去に比較して高くなってきたことに加えて、2024 年は 2023 年に引き続き動物プランクトン湿重量密度が低かったことが、2023 年および 2024 年に観察された成長速度の低下をもたらした要因となっている可能性が考えられた。

古平漁港で海中飼育された海中飼育群と古平川へ放流された自然放流群は、厚田沿岸域でそれぞれ 57 個体及び 93 個体が再捕された（表 1）。両放流群はいずれも 4/1 に海中生簀もしくは河川から放流された。耳石日周輪解析で推定した海中飼育群の 4/1 時点の平均尾叉長は 52.77 mm、一方の自然放流群の降海時の平均尾叉長（平均降海月日は 4/6）は 46.85 mm であり、その時点の尾叉長は前者が後者よりも有意に大きかった（ウィルコクソンの順位和検定： $W = 3004$ 、 $p < 0.0001$ ）。この傾向は再捕時も同様であり、再捕時の尾叉長も海中飼育群のほうが自然放流群よりも有意に大きかった（表 1、ウィルコクソンの順位和検定： $W = 2955.5$ 、 $p < 0.0001$ ）。しかし、4/1 以降の放流から再捕までの成長速度を比べると、自然放流群のほうが海中飼育群よりも成長速度は有意に大きかった（表 1、ウィルコクソンの順位和検定： $W = 994$ 、 $p < 0.001$ ）。当初の試験設定どおり、海中飼育群は自然放流群に比べて大型で放流され、再捕時のサイズも大型であったが、放流後の成長速度は自然放流群よりも小さく、また、沿岸域での回収率も自然放流群に比べて少なかった（表 1）。これらの結果が親魚の回帰にどのように影響するのか引き続き注視する必要がある。

成長速度を従属変数とする一般化加法モデルを検討するため、様々な説明変数を組み合わせた全 64 モデルを検討した（表 2）。モデル選択の結果、上位 6 モデルに沿岸滞泳期間、降海サイズおよび降海月日の 3 変数が説明変数として含まれていた。図 2 に、#64 モデルの、成長速度に対する放流サイズ、降海月日および沿岸滞泳期間の効果をそれぞれ示す。降海月日の効果は 1 月 1 日からの日数で 105 日（4/16）以降に降海したときに成長速度は高まる傾向が認められた。降海サイズは、FL 45.4 mm 以上で成長速度に対してプラスの効果が得られる可能性が示された。沿岸滞泳期間は降海直後からしばらくの期間は成長速度に対してマイナスの効果として作用し、降海後 9 日目にマイナス効果が最大となり、それ以降沿岸域に生息する日数が増加するとともに成長速度への効果が増加に転じ、21 日以降になるとプラスの効果を示すようになった。なぜ、降海直後の約 3 週間弱の期間、成長速度にマイナスの効果が認められるのか明確な理由を指摘することは困難であるが、もしかしたら降海直後は海水への馴致など淡水とは異なる環境への適応が必要となるため、成長の一時的な停滞が生じるのかもしれない。

表 2 に示した #64 モデルで推定した成長速度の予測値を用いて、5 月 25 日に FL 70 mm に到達可能な降海月日と降海サイズの組み合わせを図 3 に示した。眞山ほか（1982）は、サケ幼稚魚が石狩湾を離れて北上回遊を開始する時の最小サイズが FL 70 mm であることを報告している。つまり、図 3 で示した各調査年の FL 70 mm ラインを超える降海月日と降海サイズの条件をクリアすれば、サケ幼稚魚が厚田の調査海域を離岸する 5 月下旬まで

に北上回遊に適した FL 70 mm 以上に成長することが可能になると推察された。成長速度の小さかった 2023 年や 2024 年の FL 70 mm ラインは、他の年の FL 70 mm ラインよりも上位に位置しており、FL 70 mm に到達するためにはより早期に、大型サイズで降海することが必要になることが伺えた。

【引用文献】

- Honda K., et al. (2017) Growth rate characteristics of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* originating from the Pacific coast of Japan and reaching Konbumori, eastern Hokkaido. *Fish. Sci.*, 83: 987-996.
- Honda K., et al. (2019) First report of growth rate of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* captured in the Sea of Okhotsk offshore. *Ichthyol. Res.*, 66: 155-159.
- 羽二生一将. (2025) 1)-a-①. 定点環境観測及び稚魚採捕調査 1 (北海道厚田). 令和 6 年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業 さけ・ますふ化放流抜本対策 調査報告書. 68-75.
- 真山 紘ほか. (1982) 石狩産サケの生態調査-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, 1-17.

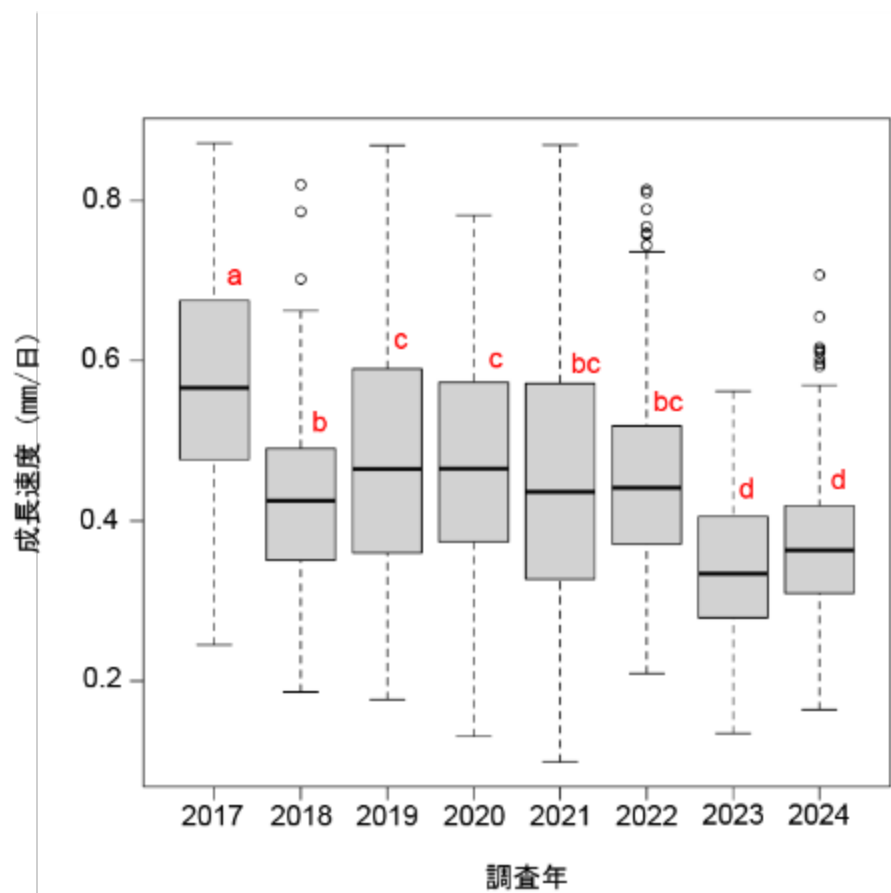


図 1. 厚田沿岸域で採集された石狩川産耳石温度標識サケの成長速度（箱ひげ図） グラフ中のアルファベットは統計学的な有意差を表す。

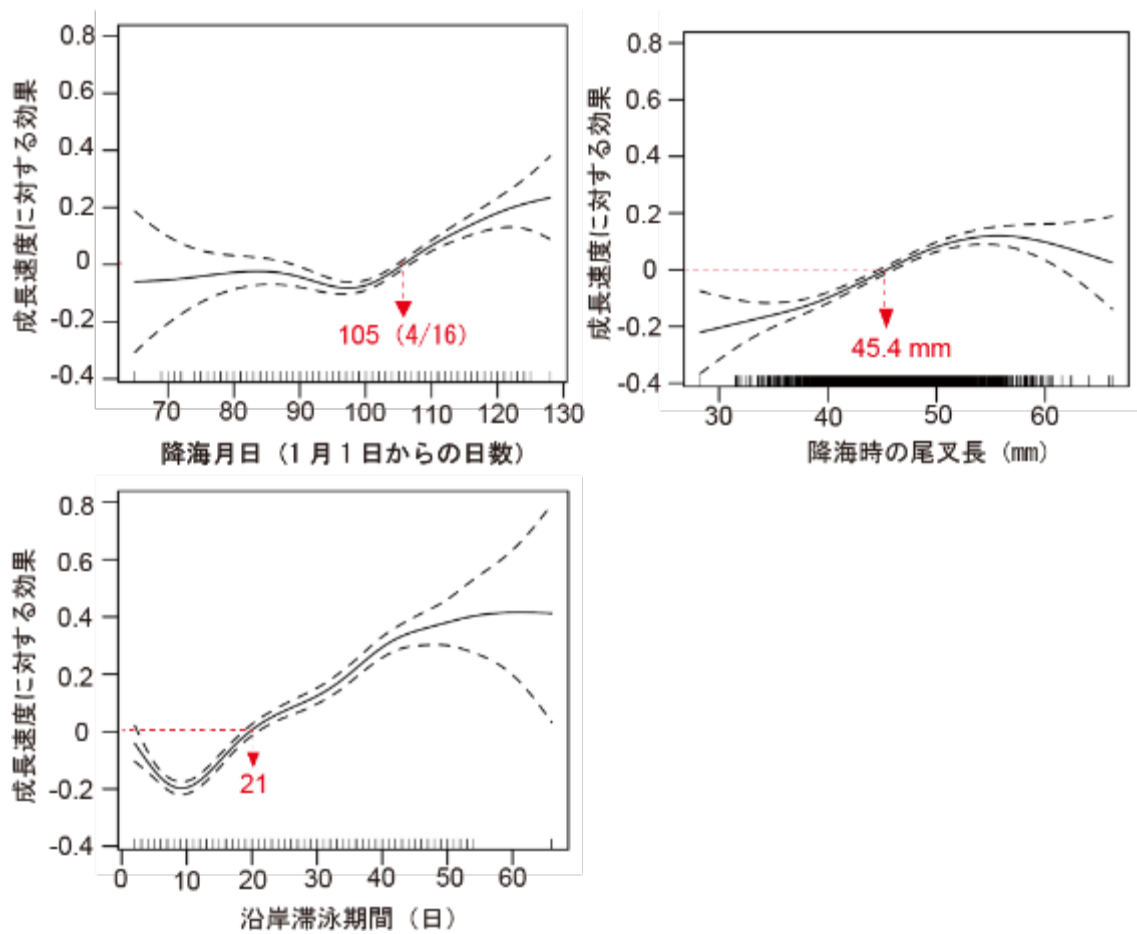


図2. 厚田沿岸で2017～2024年に採集された石狩産サケ幼稚魚の成長速度に影響を及ぼす要因 表2のモデル#64において認められた、降海月日、降海サイズ及び沿岸滞泳期間と成長速度の関係を示す。それぞれ説明変数が赤字以上の値のとき、成長速度にプラスの効果が生じる。

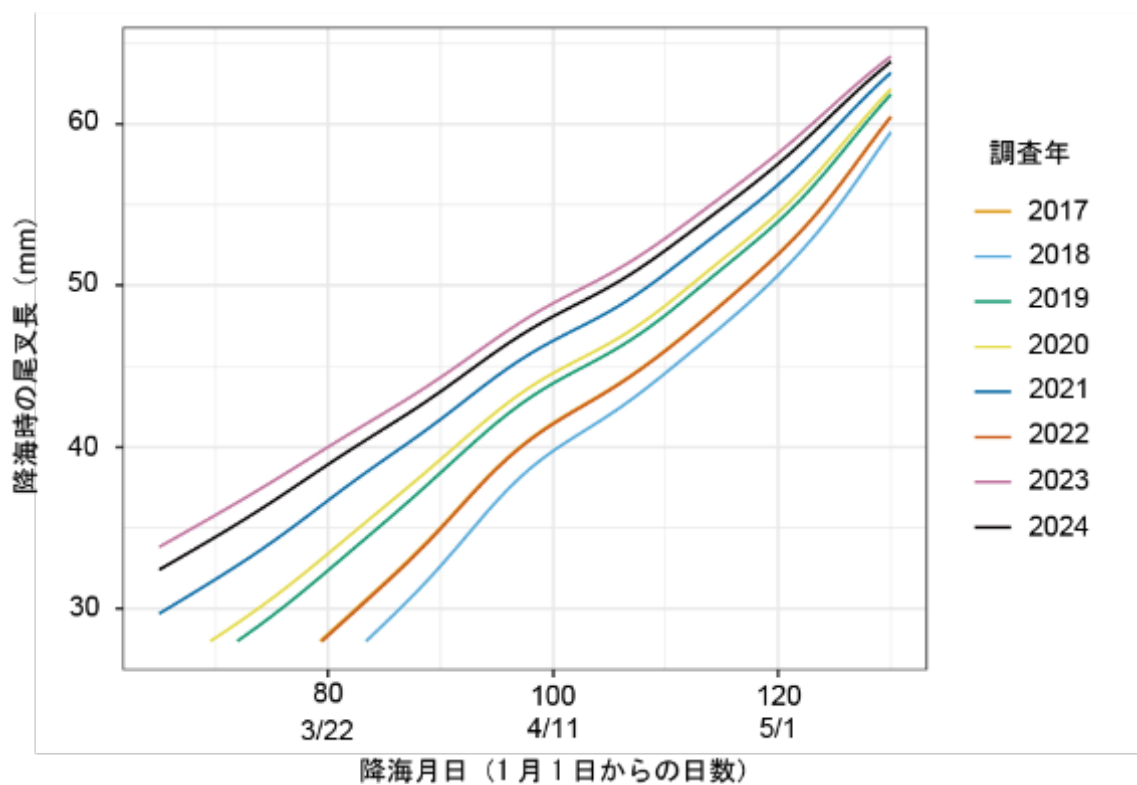


図 3. 表 2 モデル #64 において、成長速度の予測値を使って 5 月 25 日に尾叉長 70 mm に到達するための降海月日と降海時の尾叉長の関係 5 月 25 日までに尾叉長 70 mm 以上に成長するためには、各年の尾叉長 70 mm ラインを上回る降海月日と降海時の尾叉長が必要になることを意味する。

表 1. 2024 年厚田沿岸域で採集された石狩川、古平川および古平漁港起源の標識サケの放流履歴、採集履歴および日周輪解析結果

水系	耳石標識コード	放流履歴			厚田での採集履歴				耳石日周輪解析の結果			
		放流月日	放流サイズ ^{*3} (mm)	放流数 (千尾)	採集月日	再捕数	再捕サイズ ^{*1} (mm)	回収率 ^{*2}	標本数	推定降海日 ^{*1}	推定降海 ^{*1} サイズ (mm)	成長速度 ^{*1} (mm/日)
石狩川 (千歳川)	2-1, 4H	2024/4/15, 18	50.64	5,325	4/18-5/15	115	53.80 (38.50-63.94)	21.6	77	4/18 (4/9-27)	46.83 (35.50-55.22)	0.37 (0.18-0.56)
	2-2-1, 2H	2024/4/23	48.00	950	4/26-5/30	33	51.23 (45.42-57.87)	34.74	25	4/25 (4/18-30)	46.59 (37.23-52.70)	0.36 (0.22-0.54)
	2-2-3H	2024/4/8, 11	48.99	6,493	4/18-5/30	226	51.09 (45.24-66.70)	34.81	110	4/12 (4/4-27)	47.02 (38.76-57.70)	0.34 (0.16-0.61)
	2-3-2H	2024/4/23	45.00	999	4/26-5/9	29	48.90 (33.49-56.94)	29.03	24	4/26 (4/22-29)	44.25 (38.50-50.08)	0.38 (0.24-0.66)
	2-3, 3H	2024/4/15	49.00	953	4/18-5/30	29	51.71 (36.85-61.00)	30.43	19	4/18 (4/6-26)	46.00 (40.12-52.94)	0.38 (0.23-0.50)
	2, 3-3H	2024/3/1-4/2	47.64	15,532	3/26-5/9	498	48.96 (35.92-71.80)	32.06	236	3/29 (3/7-4/18)	43.85 (34.24-57.31)	0.38 (0.19-0.71)
石狩川 (豊平川)	2-2H	2024/3/29	54.00	44	4/18, 5/9	4	54.58 (48.29-58.02)	90.91	3	4/15 (4/11-19)	53.79 (40.73-55.67)	0.34 (0.27-0.47)
	2-3H	2024/4/16	62.00	4	4/18	1	58.81	250.00	1	4/14	56.92	0.38
古平漁港 (海中放流)	2, 2, 1, 4H	2024/4/1	55.00	1,485	4/18-5/9	57	58.82 (51.35-71.15)	38.38	42	-	52.77 ^{*4} (45.78-59.12)	0.30 ^{*4} (0.20-0.48)
古平川 (自然放流)	2-3, 2H	2024/4/1	50.00	1,537	4/18-5/9	93	51.67 (45.12-62.55)	60.51	76	4/6 (3/31-4/10)	46.85 (42.76-55.15)	0.35 (0.21-0.53)

*1：表中の数値は測定値あるいは推定値の平均を、括弧内はその範囲をそれぞれ示す。降海日が放流日より早く推定されたケースを含む。

*2：回収率=（再捕数/放流数）×10⁻⁶

*3：同一耳石標識コードの群が複数日にわたって放流されている場合は放流数による加重平均で放流サイズを算出。

*4：海中放流の推定降海サイズ及び成長速度は、生簀から放流された4/1時点の推定サイズ及び4/1から再捕までの成長速度をそれぞれ示す。

表 2. 2017～2024 年に厚田沿岸域で採集した石狩川産サケ幼稚魚（n = 2,455）における成長速度を従属変数とする一般化加法モデル（モデル選択） 全モデル 64 のうち上位 7 モデルを示す。説明変数の“+”はモデルに採択された変数を表す。HC は耳石標識コードの違いを、s（）はスプライン関数をそれぞれ示す。モデルの誤差項はガンマ分布を仮定。

モデル#	説明変数							GCV	AIC	Δ AIC	モデルにより説明された デビアン스%	統計学的に有意（p < 0.05）な説明変数
	定数	HC	調査年	動物プランクトン	s(沿岸滞泳期間)	s(降海サイズ)	s(降海月日)					
64	-0.8251	+	+	+	+	+	+	0.05338	-4429	0	50.4%	HC、動物プランクトン、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
62	-0.8251	+		+	+	+	+	0.05338	-4429	0	50.4%	HC、動物プランクトン、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
60	-0.6011	+	+		+	+	+	0.05338	-4429	0	50.4%	HC、動物プランクトン、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
58	-0.8992	+			+	+	+	0.05338	-4428.1	0.83	50.4%	HC、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
63	-0.992		+	+	+	+	+	0.054329	-4381.5	47.44	47.5%	調査年、動物プランクトン、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
59	-0.6267		+		+	+	+	0.054329	-4380.6	48.37	47.5%	調査年、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、s(降海月日)、定数
30	-0.551	+		+	+	+		0.055361	-4339.5	89.46	48.3%	HC、s(沿岸滞泳期間)、s(降海サイズ)、定数

GCV:一般化クロス・バリデーション標準

AIC:赤池情報量規準

Δ AIC: AIC最小モデルとの当該モデルのAICとの差

e) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 2

執筆者：北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 大森始、實吉隼人、
刀祢和樹

① 津軽海峡海域における海洋観測及び稚魚採捕調査

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 さけます資源部：

大森始、小亀友也、下田和孝

同

道東センター：實吉隼人

渡島管内さけ・ます増殖事業協会：柳元孝二、鈴木慎

【目的】

近年のサケ漁業は深刻な不漁が続き、増殖現場からはサケ資源の早期回復に向けた取り組みが望まれている。道南地区の津軽海峡海域は多くの増殖河川を有し、戸切地川などでは様々な試験放流が行われており、放流されたサケ稚魚の経路となる海洋環境の把握は重要と考えられる。そこで、放流後のサケ稚魚の移動や栄養状態などを調査するため、サケ稚魚が通過すると考えられる漁港で採捕調査を行った。また、沿岸の海洋観測から当地域の放流時期などに関する情報を蓄積した。本事業の油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証において、戸切地川に 2025 年春に放流された標識魚の追跡を行った。

【方法】

戸切地川に 2025 年 4 月 8 日に放流した油脂群約 130 万尾と同年 4 月 16 日に放流した対照群約 120 万尾の標識魚について、放流の翌日と 3 日後および 5 日後に北斗市の上磯漁港において夜間にタモ網を用いて 15 分間のサケ稚魚採捕を行った（図 1）。なお、対照群は 3 月中に一部調整放流を行ったが、これらについては調査対象としなかった。採捕したサケ稚魚は 100 尾を上限に冷凍して実験室へ持ち帰り、魚体測定をした後に耳石標識を確認した。標識魚が確認された際には筋肉中のトリグリセリド含量を市販のキットを用いて測定した。上磯漁港で採捕した稚魚は、5 %中性ホルマリンで一晩固定した後に 70 %エタノールに置換し、魚体測定と耳石標識の確認をした。

2025 年の 2 月上旬から 5 月下旬まで毎旬 1 回、北斗市上磯地区沿岸において海洋観測を行った（図 1）。観測は上磯地区の戸切地川河口に位置する上磯漁港の 2 km 沖合の地点（St. 2）で表面水温、透明度などの測定とノルパックネットによる動物プランクトンの採集を行った。

【結果及び考察】

合計 69 尾のサケ稚魚を採捕した。油脂群は放流の 3 日後に 2 尾、9 日後に 1 尾採捕され、対照群は放流の翌日に 14 尾、3 日後に 5 尾採捕された（図 2）。対照群の漁港滞在日数は短く、油脂群は長い傾向にあった。後述する上磯沖のプランクトン量は 4 月上旬には低く、4 月中旬に高くなったことから、4 月上旬に放流された油脂群は、漁港内に長く留

まる必要があったものと推測された。上磯漁港で採捕した標識魚の筋肉中トリグリセリド含量は、対照群が $1.23 \pm 0.27\%$ 、油脂群が $1.03 \pm 0.44\%$ であり群間で違いは見られなかった (t 検定、 $p > 0.05$) (図 3)。

2025 年の上磯沿岸の St. 2 における表面水温は 3 月上旬から放流の目安とされる 5°C を上回り、4 月上旬には沿岸での分布の適水温である 8°C に到達し、その上限である 13°C を 5 月中旬に超えた (図 4)。

2021 年以降の上磯地区沿岸の St. 2 における動物プランクトンの湿重量は、3 月中は少なく 4 月以降に増加する傾向が見られるが、2022 年や 2024 年のようにピーク（それぞれ、5 月上旬、4 月中旬）が見られる年がある一方、2023 年は調査期間を通じて低位で推移した (図 5)。2025 年は 4 月下旬から 5 月中旬にかけて湿重量が増加したものの、明瞭なピークは現れなかった。

動物プランクトンの分類群組成を湿重量比で示した (図 6)。主にカイアシ類、枝角類及び尾虫類が調査期間中に出現し、カイアシ類ではクラウソカラヌス *Pseudocalanus newmani*、枝角類ではウミオオメミジンコ *Podon leuckarti*、尾虫類ではサイズチボヤ *Fritillaria borealis* が優先した。

これまでの調査結果から、知内川や戸切地川から放流されたサケ稚魚は近隣の漁港に滞在しても数日で移動し、漁港を経由せず速やかに沖へ移動する傾向にあった。当地区のサケ稚魚の放流時期については、海水温の観測結果から見ると 3 月中の放流も可能ではあるが、動物プランクトンが増加するのは 4 月に入ってからなので、現在行われている 4 月上旬の放流は概ね適当と考えられた。

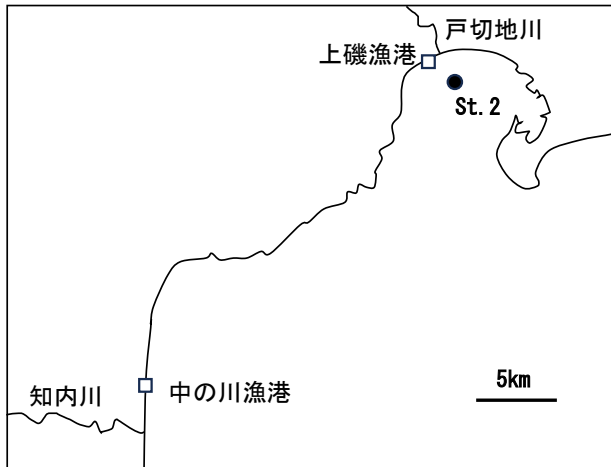


図 1. 津軽海峡海域の調査地点（上磯漁港および St.2）

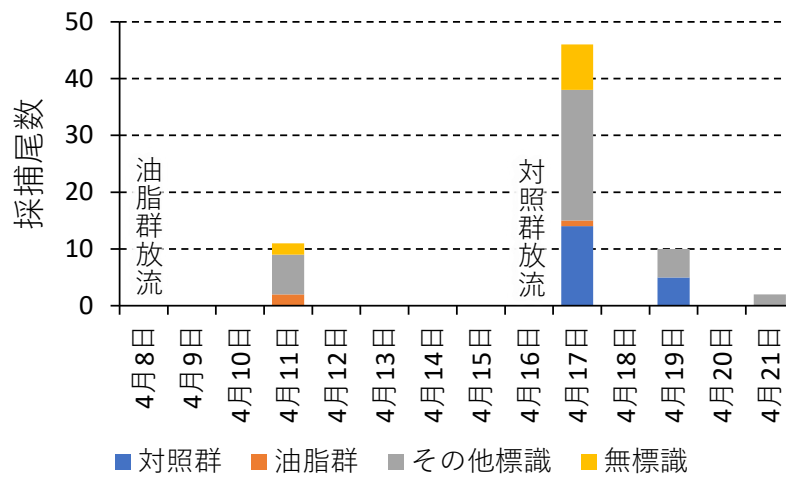


図 2. 上磯漁港におけるサケ稚魚採集尾数の推移

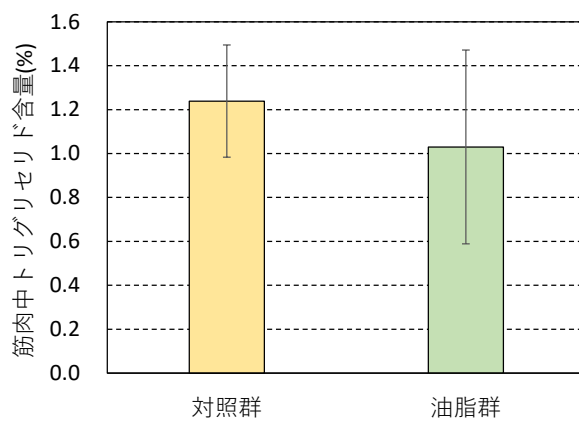


図 3. 上磯漁港で採捕したサケ稚魚の栄養状態 エラーバーは標準偏差。

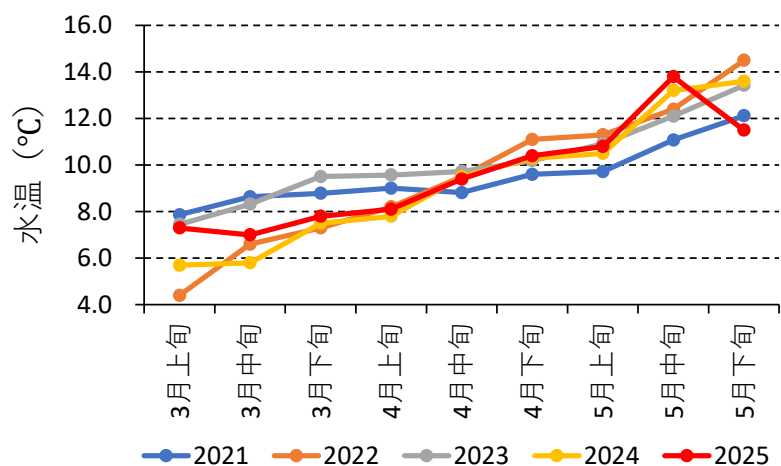


図 4. 上磯沿岸水温の推移

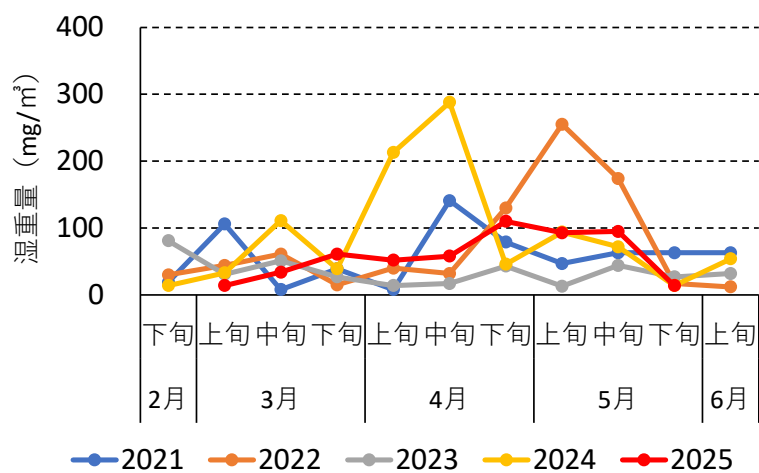


図 5. 上磯沿岸の動物プランクトンの湿重量の推移

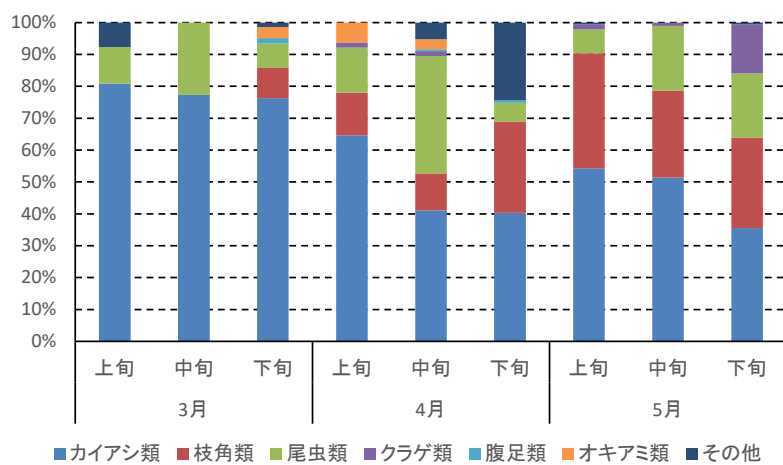


図 6. 2025 年の上磯沿岸の動物プランクトンの分類群組成の推移

② 根室湾～太平洋における海洋観測

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます内水面水産試験場 道東センター：實吉隼人、刀祢和樹
伊藤雅浩、春日井潔

【目的】

えりも以東東部根室半島沿岸および根室南部別海沿岸における、サケ幼稚魚の生息適期を把握する。

【方法】

2025 年 4 月上旬から 7 月中旬にかけて、えりも以東海区東部地区の歯舞沿岸（歯舞漁港沖合）1 km および 4 km 沖の地点で、また 2025 年 4 月上旬から 6 月下旬にかけて、根室海区南部地区の別海沿岸（西別川河口沖合）1 km および 7 km 沖の地点で、それぞれ毎旬 1 回の海洋観測を実施した（図 1）。各観測地点において、表面水温および透明度の測定、CTD を用いた水温・塩分の鉛直観測、ならびにノルパックネットを用いた海底直上からの鉛直曳きによる動物プランクトンの採集を行った。また、各海洋観測時には、歯舞漁港および別海漁港においても、表面水温の測定および CTD による鉛直観測を実施した。採集した動物プランクトンは、プランクトン分割器を用いて二分割し、一方を単位体積当たりの湿重量の測定に使用し、他方を動物プランクトン組成の分析に用いた。カイアシ類は種レベルまで、その他の動物プランクトンは可能な限り種レベルまで同定し、種ごとに個体数および湿重量を算出した。

【結果及び考察】

1) 海洋観測結果について

サケ稚魚の放流の目安とされる 5°C に表面水温が達した時期は、歯舞沿岸では、漁港内および 1 km 沖が 5 月上旬、4 km 沖が 5 月中旬であった（図 2）。同様に、別海沿岸では、漁港内が 4 月上旬、1 km 沖および 7 km 沖が 4 月下旬であった（図 3）。各観測地点の表面水温がサケ稚魚の沿岸分布の適水温範囲（8–13°C）に該当した期間は、歯舞沿岸では、1 km 沖で 6 月上旬から 6 月下旬まで（計 3 旬）、4 km 沖で 6 月上旬から 6 月中旬まで（計 2 旬）であった。また、両地点とも 5 月下旬から 6 月上旬にかけて、6 月下旬から 7 月上旬にかけて 4°C 以上の大幅な昇温が観測された。別海沿岸では、1 km 沖および 7 km 沖のいずれにおいても、5 月中旬から 6 月中旬まで（計 4 旬）であった。また、両地点とも 5 月中旬から 5 月下旬にかけて水温低下が観測された。

CTD による観測では、深度 5 m における塩分は、歯舞沿岸および別海沿岸のいずれにおいても、観測期間を通じて 33 以下であったが、緩やかに上昇する傾向が見られた（図 2、3）。透明度については、歯舞沿岸では両地点とも 4 月中旬に低い値を示した後、6 月上旬に最も高い値を示した（図 2）。その後、6 月下旬に再び低下した。別海沿岸では、両地点とも 4 月中旬に低い値を示したが、その後、1 km 沖では 5 月上旬および 5 月下旬に、7 km 沖では 5 月上旬および 6 月上旬に、それぞれ高い値を示した（図 3）。歯舞沿岸ならびに別

海沿岸の各地点において、透明度と水温および塩分の変化との間に、明瞭な関係は認められなかった。

2) 動物プランクトン湿重量について

歯舞沿岸における単位体積当たりの動物プランクトンの総湿重量は、1 km 沖では5月中旬にピークを示し、6月下旬にも増加が認められた（図4）。一方、4 km 沖では4月中旬に高い値を示した後、一旦減少し、5月下旬にピークが認められた。

別海沿岸における単位体積当たりの動物プランクトンの総湿重量は、1 km 沖では4月下旬に非常に高い値を示し、その後減少したが、5月下旬にもやや高い値を示した。一方、7 km 沖では増減を繰り返しながら推移し、4月中旬、5月上旬および6月中旬に高い値を示した。

両海域の各地点において、動物プランクトンの湿重量と透明度、水温および塩分の変化との間に、明瞭な関係は認められなかった。

また、動物プランクトンの種組成については現在分析中であるため、結果は次年度に報告する予定である。



図 1. 函舞沿岸および別海沿岸における調査定点 黄色○は調査定点を示す。

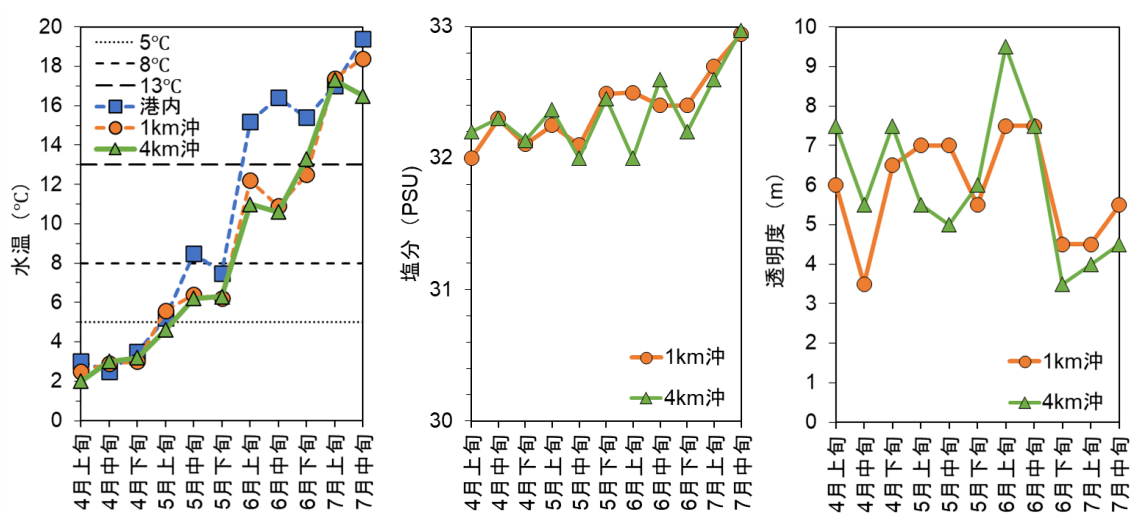


図 2. 函舞沿岸における表層水温（左）、深度 5 m の塩分（中央）、透明度（右）

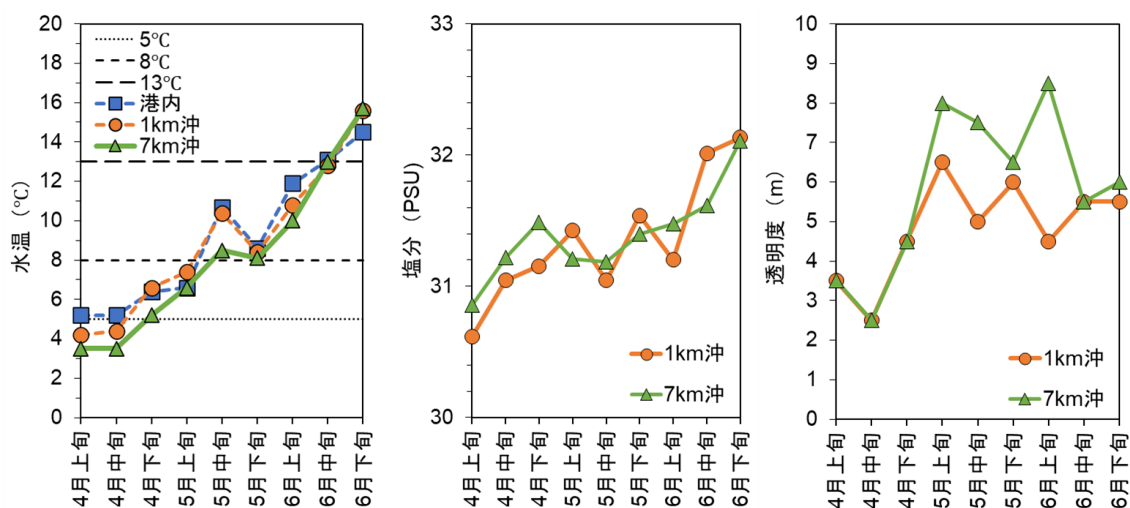


図 3. 別海沿岸における表層水温（左）、深度 5 m の塩分（中央）、透明度（右）

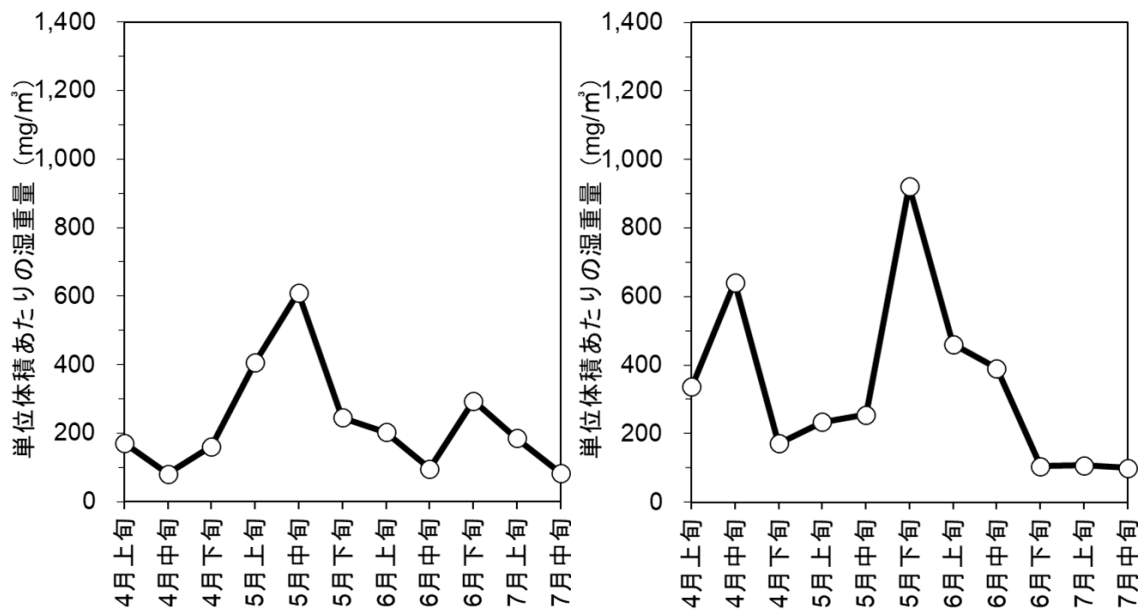


図 4. 歯舞沿岸における動物プランクトンの総湿重量 (左 : 1 km 沖、右 : 4 km 沖)

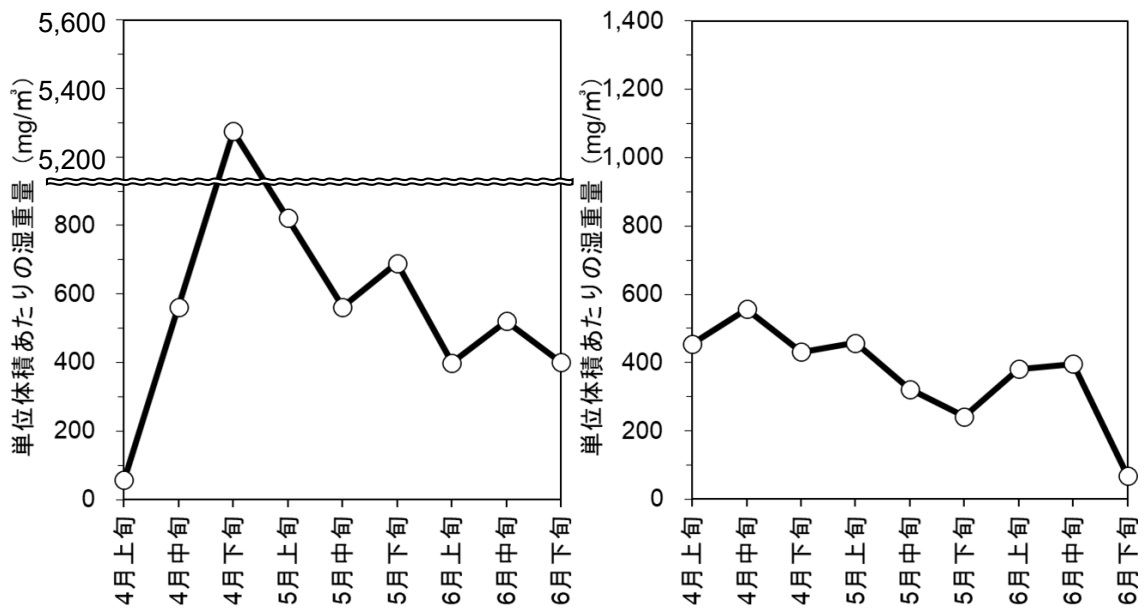


図 5. 別海沿岸における動物プランクトンの総湿重量 (左 : 1 km 沖、右 : 7 km 沖)

③ 根室湾沿岸における稚魚採捕調査

実施機関及び担当者

北海道立総合研究機構 さけます内水面水産試験場道東センター：實吉隼人、刀祢和樹
春日井潔、伊藤雅浩
根室管内さけ・ます増殖事業協会

【目的】

本事業の根室地区における最適な放流時期の検証において放流された、耳石温度標識を施したサケ稚魚を採集調査により追跡し、それらの移動や成長について把握する。

【方法】

2025 年の 4 月中旬から 5 月下旬にかけて旬 1 回、根室南部地区の西別川において稚魚採集を行った（図 1）。採集地点は標識魚を放流した本別ふ化場から約 80 km 下流にある捕獲場の上流側で、日中に投網により採集した。また、4 月中旬から 6 月中旬にかけて概ね旬 1 回、根室管内の羅臼地区、標津地区、野付地区、別海地区、根室半島地区のそれぞれ 4 ～5 カ所、計 21 カ所の渚帯や漁港において、地曳網によるサケ稚魚採集調査を行った（図 1）。別海地区の別海漁港と走古丹漁港では 4 月下旬から 6 月上旬に、根室半島地区の幌茂尻漁港とトーサムボロ漁港では 5 月上旬から 6 月上旬に、同地区の瑤瑤瑠漁港においては 6 月上旬と 6 月中旬に旬 1 回、夜間にたも網による 30 分間のサケ稚魚採集調査を行った。西別川の河口の距岸約 1 km 沖の地点では、5 月上旬から 5 月下旬にかけて旬 1 回、漁船による地曳網を用いた曳き網採集を行った。それぞれの調査時には表面水温を測定した。採集した稚魚の一部を 5%中性ホルマリンで固定して実験室に持ち帰り、概ね 4 時間後に 70%エタノールに置換し、魚体測定、胃内容物重量の測定および耳石標識の確認を行った。

本事業の標識魚、4 月上旬放流群（標識コード；2,3,5H、放流日；4 月 10 日）と 4 月下旬放流群（標識コード；2,9H、放流日；4 月 24 日）について、各調査で採集した両標識群の放流後の移動や体サイズ等を比較した。また、両群ともに放流時に 70 尾の稚魚を採集し、他のサンプルと同様に固定して魚体測定を行い、放流時の体サイズを求めた。放流時の体サイズは 4 月上旬放流群が体長 47.8 mm、体重 1.09 g、4 月下旬放流群が体長 46.2 mm、体重 0.92 g であった。

【結果及び考察】

西別川での調査では期間中に 117 尾の稚魚を採集した。図 2 には投網 10 投当たりの採集尾数と水温の推移を示した。採集のピークは 5 月上旬にあった。水温は 4 月中では 8℃前後で 5 月上旬には 10℃に達し、5 月下旬には 13.7℃を示した。本事業の耳石標識魚は採集されなかった。図 3 には採集したすべての稚魚の体長と肥満度の平均値について推移を示した。体長は概ね 50 mm 程度で推移した。肥満度は 4 月下旬では 7 であったが、5 月上旬以降は 6.5 程度に低下した。平均体重は 0.8 g 程度で推移した。

渚帯での地曳網による採集調査では、全地区でおよそ 29,000 尾の幼稚魚を採集し、その

うち 1,886 尾をサンプルとして耳石標識の有無を確認した。図 4 には別海地区と根室半島地区における稚魚採集数の推移と水温の推移を示した。別海地区では 5 月中旬に、根室半島地区では 5 月下旬に最も多くの稚魚を採集した。沿岸でのサケ稚魚の分布の適水温である 8~13℃の期間は、両地区ともに 5 月上旬から 6 月上旬の 4 旬であった。図 5 には本事業の標識魚について、調査旬ごとに採集場所と採集数を示した。4 月上旬放流群については、4 月下旬、5 月上旬、5 月下旬に別海地区と根室半島地区で計 5 尾採集した。4 月下旬放流群については、5 月中旬と下旬に別海地区と根室半島地区で計 7 尾を採集した。5 月下旬に最も多くの標識魚を採集した。図 6 には地曳網で採集した両群の体サイズと摂餌状況について各採集旬の平均値を示した。4 月上旬放流群は 4 月下旬に体長 46.6 mm、体重 0.6 g、肥満度 6.4 と放流時よりも低い肥満度を示したが、5 月上旬では体長 62.2 mm、体重 1.9 g、肥満度 7.8、5 月下旬では体長 70.4 mm、体重 2.9 g、肥満度 8.2 となった。4 月下旬放流群は 4 月下旬では体長 46.2 mm、体重 0.9 g、肥満度 9.1 と放流時に近い値を示した。5 月中旬には体長が 50 mm を超えたが体重は前旬と同程度で肥満度は 7.2 となり、5 月下旬では体長 57.0 mm、体重 1.2 g、肥満度 8.1 を示した。両群を比べると 5 月以降は 4 月上旬放流群が 4 月下旬放流群よりも大型であった。地曳網で採集した稚魚の胃内容物重量指数（胃内容物重量／（体重－胃内容物重量）×100）の平均値は、4 月上旬放流群は 5 月上旬に 3.1%と最も高い値を示し、5 月下旬には 1.8%となった。4 月下旬放流群では 5 月中旬に 1.4%を示し、5 月下旬には 2.6%と最も高い値を示した。また、どちらの群も根室北部地区での採捕はなく、降海後は概ね南下して根室半島沿いに移動し、適水温を超える前に渚帯からは移動したと推察される。

漁港でのたも網による夜間の採集調査では、合計で 2,608 尾の稚魚を採集し、そのうち 798 尾をサンプルとして耳石標識の有無を確認した。図 7 に別海地区と根室半島地区の各漁港における 30 分当たりの稚魚の採集数と水温を示した。別海漁港では 4 月下旬に最も多くの稚魚を採集し、5 月上中旬は 200 尾程度の稚魚を採集し、下旬には大きく減少した。走古丹漁港でも 4 月下旬の採集数は 250 尾を超えて最も多かったが、その後は数十尾の採集に留まった。別海漁港の水温は 7℃から 11℃の間で緩やかに昇温し、走古丹漁港では調査開始から 8℃を超え、5 月中旬には 15℃となった。根室地区の幌茂尻漁港では 5 月中旬に 300 尾を超える最も多くの稚魚を採集したが、前後の時期の採集数は数十尾であった。トーサムポロ漁港でも 5 月中旬に 420 尾と最も多くの稚魚を採集したが、その後は大きく減少した。6 月に実施した瑤瑤瑠漁港では上旬、中旬ともに数十尾の稚魚を採集した。水温は 5 月上旬では 10℃前後を示し、5 月下旬には 7℃台に低下したが、以降はいずれの漁港も適水温の範囲にあった。図 8 には本事業の標識魚の採集場所と採集尾数を示した。4 月上旬放流群を 4 月中旬から下旬に別海地区の漁港で採集し、5 月中旬には根室地区の漁港、6 月中旬には太平洋側の瑤瑤瑠漁港で採集し、計 11 尾となった。4 月下旬放流群については、4 月下旬から別海地区の漁港で採集し、5 月に入ると別海地区と根室地区両方の漁港で採集し、6 月上旬には瑤瑤瑠漁港で採集し、計 16 尾となった。地曳網よりも早くから両群が採集され、放流旬かその翌旬には降海していることが示された。ただ、根室海区での分布は地曳網と同様に 5 月下旬までであった。図 9 には両群の体サイズについて示した。4 月上旬放流群では 4 月中は放流時よりも小型であったが、5 月中旬に採集した個体では体長 60 mm、体重 1.6 g であった。4 月下旬放流群でも 4 月中は放流サイズより

も小型であったが、5月に入ると放流サイズと同程度に、5月下旬には平均体長は55 mm、体重は1.5 gを超えた。6月に瑤瑤漁港で採集された稚魚はいずれの群も体長は60 mm、体重は2.0 gを超えていた。肥満度は4月上旬放流群では7~7.5程度を示し、4月下旬放流群では4月下旬では7を下回ったが、以降は7.5程度で推移した。

5月上旬から5月下旬に西別川河口沖で行った漁船による曳網での採集調査では、稚魚の採集はなかった。

2025年の稚魚採集調査から、4月上旬放流群は放流の翌旬に、4月下旬放流群は放流旬のうちに降海し、その後は概ね南下して根室半島沿いに移動し、6月には根室海区の渚帯からは離脱すると推察された。4月上旬放流群は5月には体長60 mmに達し、4月下旬放流群よりも大型となっていた。本事業の課題イ-1)-e)-②で実施した別海1 km沖での海洋観測において、2025年は4月下旬の動物プランクトンの湿重量が高く、この時期の餌環境が好適なことが影響した可能性が考えられる。



図 1. 根室沿岸における幼稚魚採集調査地点

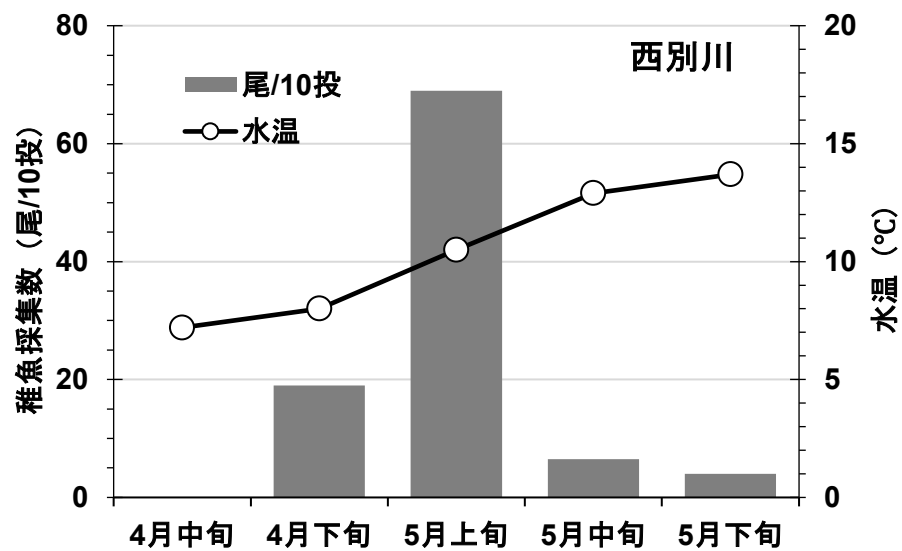


図 2. 西別川におけるサケ稚魚の採集数と水温

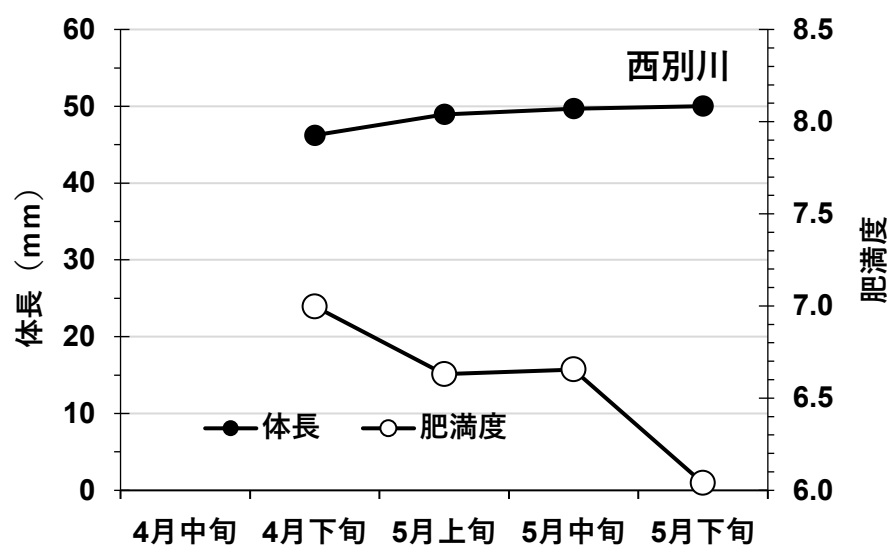


図 3. 西別川におけるサケ稚魚の体長と肥満度

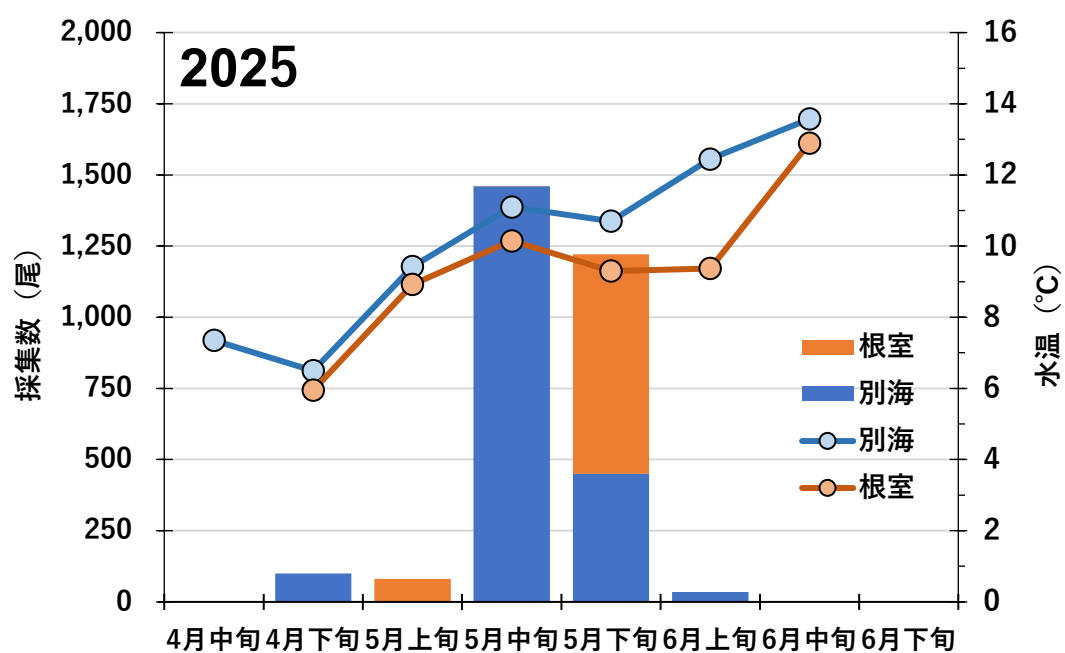


図 4. 根室南部地区における地曳網のサケ稚魚採集数と平均水温

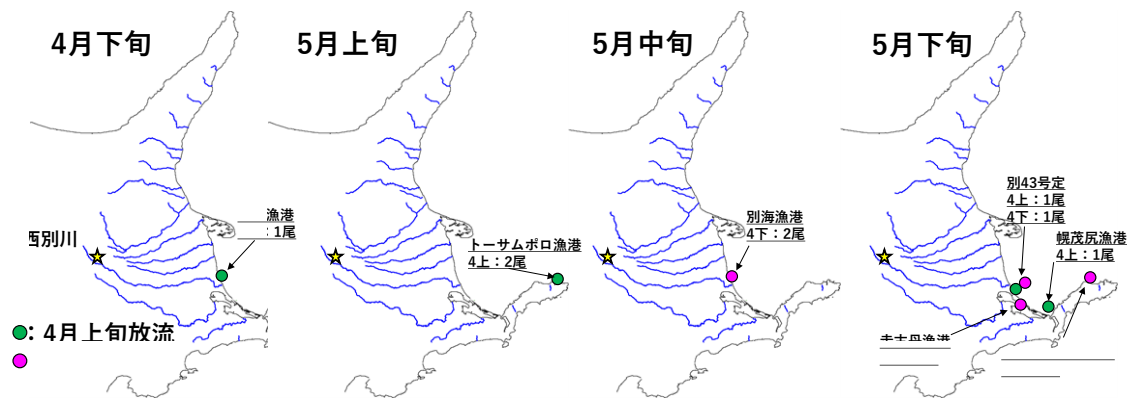


図 5. 地曳網調査による標識稚魚の採集場所と採集数

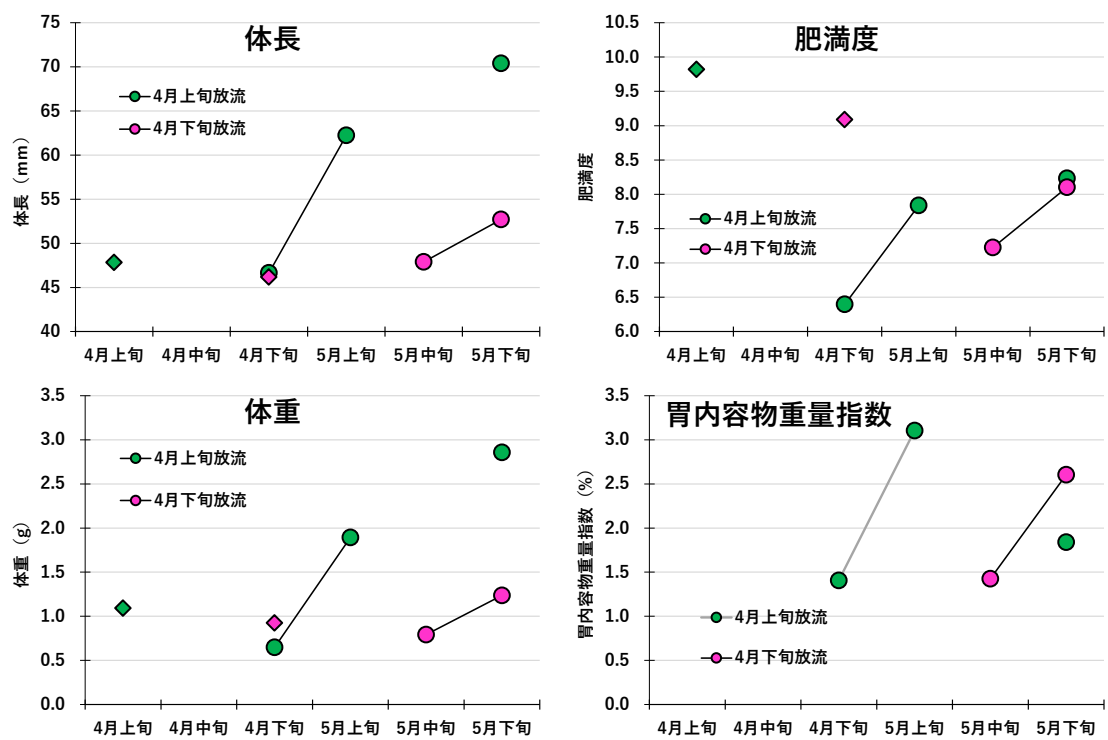


図 6. 地曳網で採集した標識稚魚の体サイズ

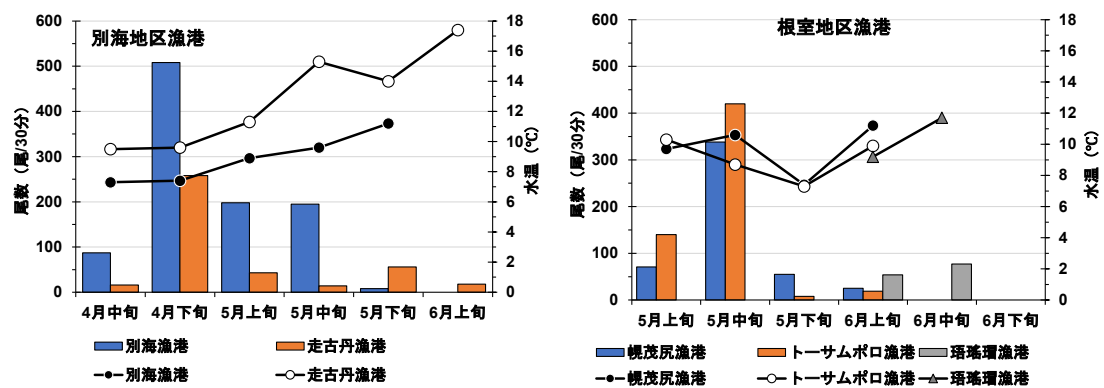


図 7. 漁港での夜間採集による稚魚の採集数と水温

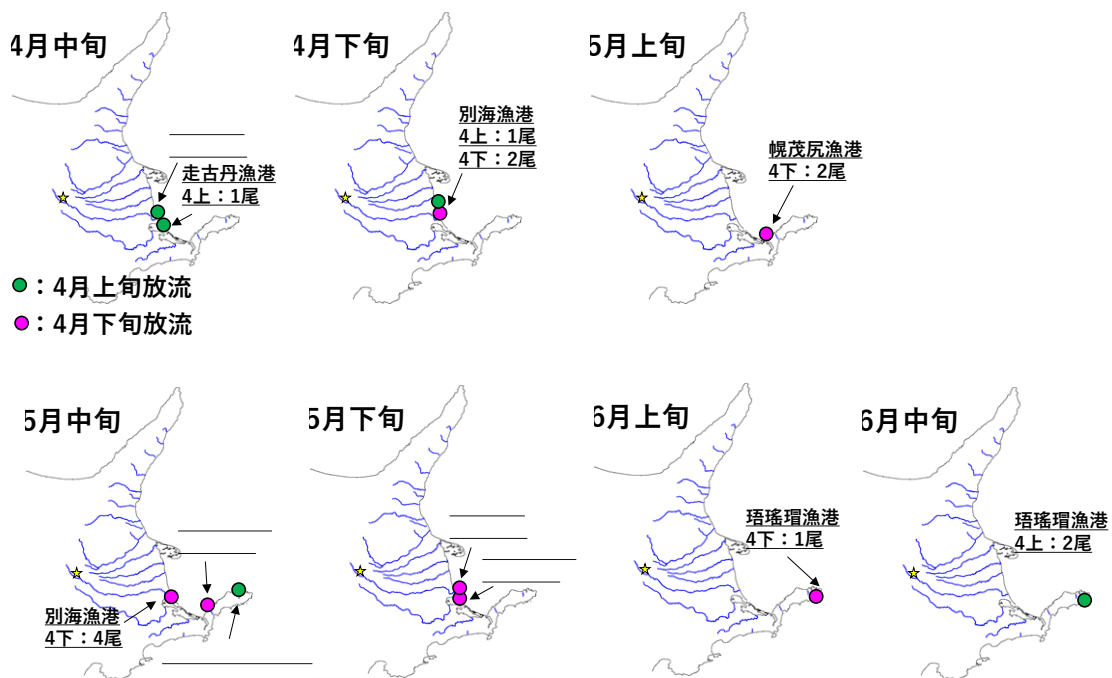


図 8. 漁港での夜間採集による標識稚魚の採集場所と採集数

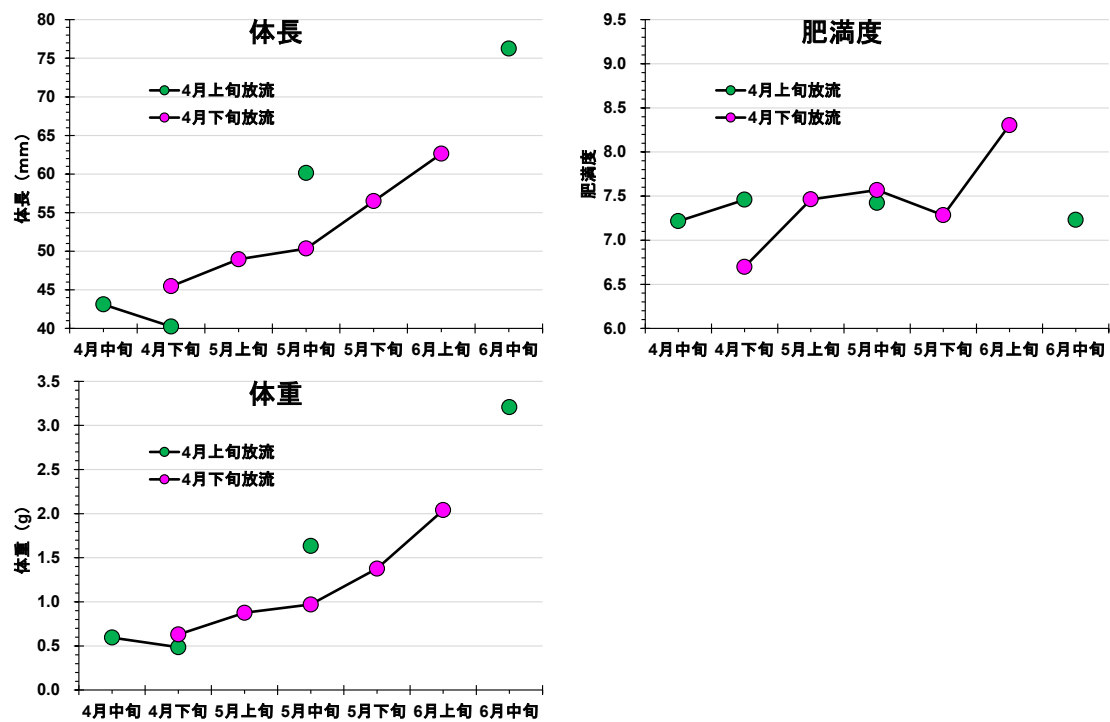


図 9. 夜間採集で採集した標識稚魚の体サイズ

f) 東北から北海道太平洋における海洋環境観測及び稚魚採捕調査

執筆者：岩手県水産技術センター 及川仁

実施機関及び担当者

岩手県水産技術センター：岡部聖、及川仁

北海道大学大学院水産科学研究院：向井徹、長谷川浩平、閻乃箏

水産研究・教育機構 水産技術研究所 水産工学部：澤田浩一、福田美亮、山本晋玄

【目的】

サケ稚魚の北上回遊期における東北から北海道太平洋沿岸域の海洋環境を把握し、サケ稚魚の移動実態や成長履歴等を明らかにする。

【方法】

岩手県沿岸及び北海道太平洋沿岸において、岩手県所属の漁業指導調査船「岩手丸」を用いて、海洋観測とサケ稚魚の採捕調査を行った。サケ稚魚の採捕は、昼間は表層トロール（3ノット、30分間曳網）、夜間は集魚灯及びタモ網を用いて実施した。また、採捕調査に合わせて、水温と塩分の観測、ノルパックネット鉛直20m曳による動物プランクトンの採集を行った。採捕したサケ稚魚から耳石を採取し、耳石温度標識によりその由来を確認したほか、既往の方法により耳石日周輪紋から成長履歴を確認した。

また、課題ア-3)-b)で用いた海中飼育生簀（山田湾奥）に音響プロファイラーを設置し、放流後の稚魚の成育環境のモニタリングを行った。なお、本調査は、課題ア-1)-a)及び課題ア-3)-b)で放流した稚魚の追跡調査も兼ねている。

【結果及び考察】

岩手県沿岸調査は、令和7年5月29日及び30日に実施した。各調査日とも稚魚の採捕はなく、令和元年級以降、採捕がない状況が続いている（図1）。令和7年の閉伊埼定点（沿岸0海里）における5月下旬から6月上旬の表面海水温は12.8℃と高く、動物プランクトン湿重量は昨年よりも低下して低水準となった（図2）。

北海道太平洋沿岸調査は、令和7年6月18日及び19日に実施し、計146尾のサケ稚魚を採捕した。稚魚は全て十勝沖の2定点で採捕され、分布域に偏りが見られた（図3）。体重は平均8.88gであり、過去の同調査結果と比較して大型であった。耳石を観察した結果、41尾に北海道由来の耳石温度標識が認められた（表1）。

また、山田湾奥に設置した音響プロファイラーにより、令和7年春季のT-Sダイアグラムを作成したところ、観測されたのはほぼ表層系水であった（図4）。さらに、同プロファイラーによるモニタリングで推定された0.5mm以上の動物プランクトン密度は、4月13日から20日にかけてピークがあったものの、低水準で推移していた（図5）。

令和7年4月に黒潮大蛇行が終息したことが宣言されたものの、春季の岩手県海域では、表面海水温が高く、餌となる動物プランクトン密度が低い傾向が継続しており、サケ稚魚の放流にあたっては、今後も沿岸海洋環境の動向を注視する必要がある。

今後、採捕した稚魚の海水移行日や日間成長速度を把握するとともに、サケ稚魚の追跡

調査と海洋環境のモニタリングを継続し、サケの北上経路の実態を把握する必要がある。

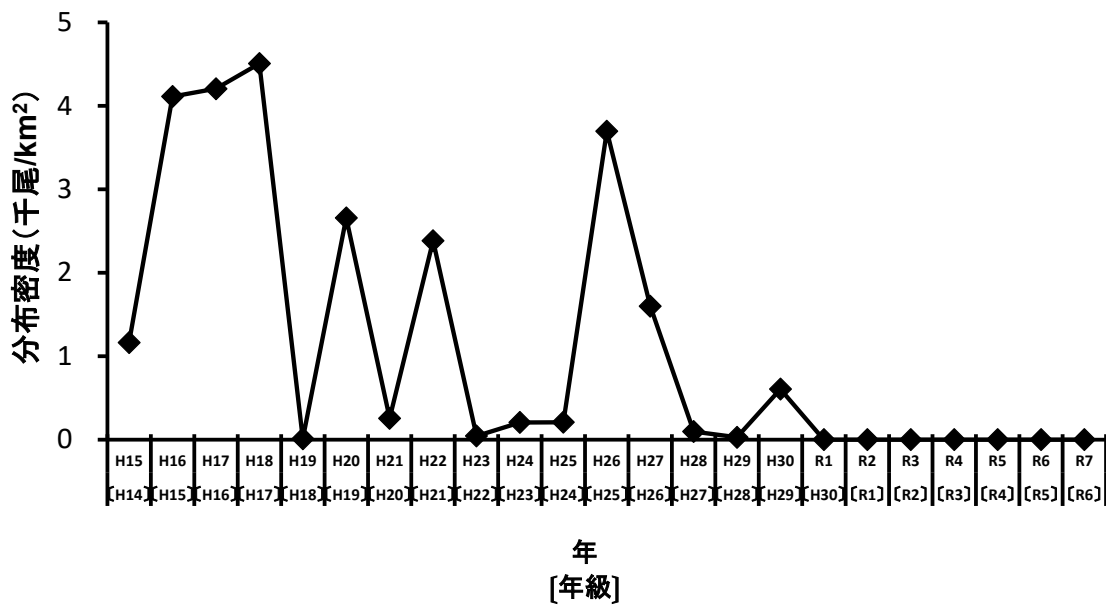


図 1. 岩手県沿岸表層トロール調査による稚魚分布密度の推移 5月下旬から6月上旬の平均値、[]内は年級。

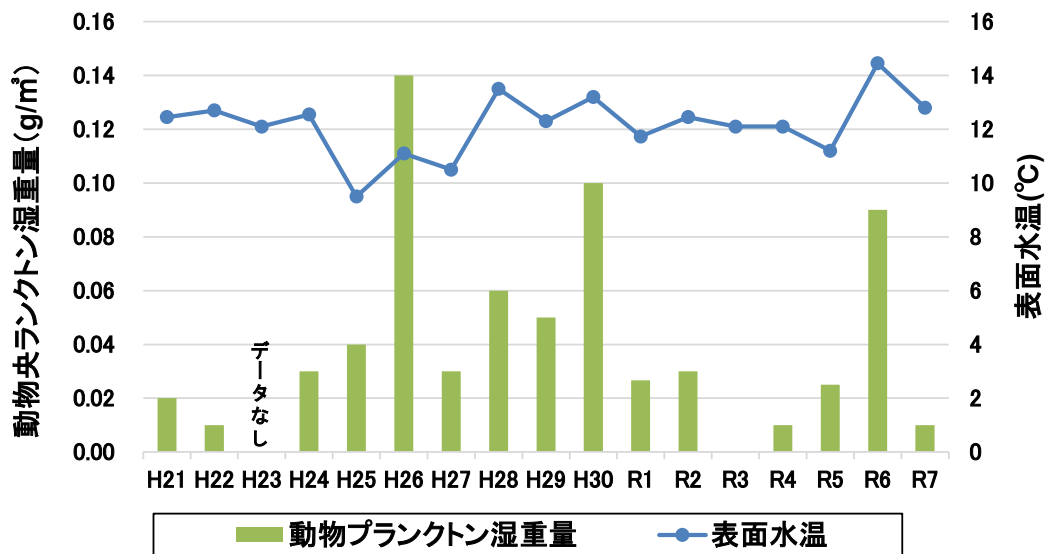


図 2. 閉伊埼定点（沿岸 0 海里）における表面海水温及び動物プランクトン湿重量の推移 5月下旬から6月上旬の平均値。

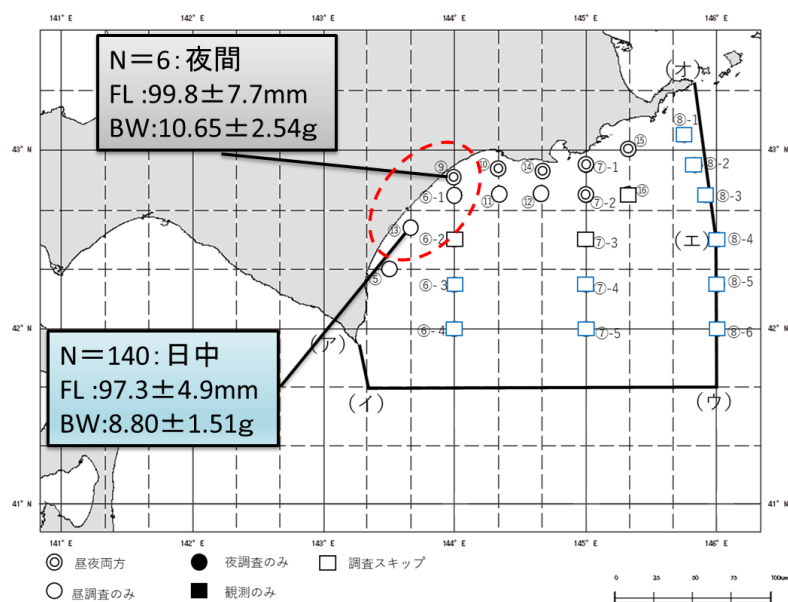


図 3. 岩手丸による令和 7 年北海道沿岸調査における稚魚の採捕数

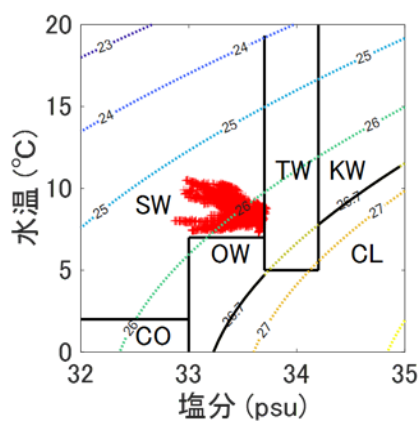


図 4. 山田湾奥に設置したプロファイラーによる令和 7 年春季の T-S ダイアグラム SW : 表層系水、TW : 津軽暖流系水、KW : 黒潮系水、OW : 親潮系水、CO : 沿岸親潮系水、CL : 下層冷水系水。Hanawa and Mitsudera (1987)による水塊分類に準ずる。

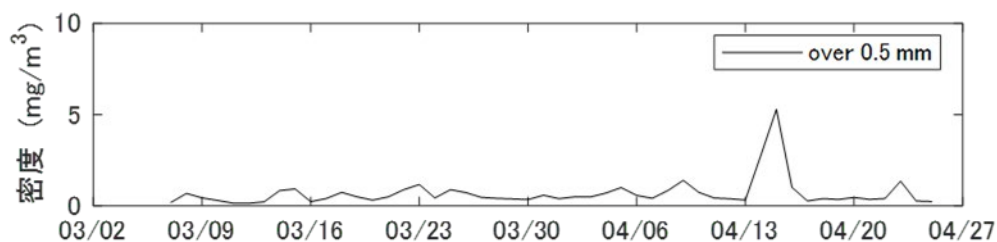


図 5. 山田湾奥に設置したプロファイラーによる春季の 0.5 mm 以上の動物プランクトン湿重量密度の推移

表 1. 採捕したサケの耳石温度標識、採捕時の尾叉長及び体重

採捕日	採捕場所	耳石温度標識	採捕時	
			尾叉長 (mm)	体重 (g)
R7.6.18	ST13-2 十勝沖	2,1-3,2H	93.5	7.19
			98.59	9.37
			87.37	6.3
			100.19	9.86
			96.1	7.31
			96.68	8.46
			95.13	8.01
			91.92	6.52
		2,2-3H	93.32	7.15
		2,2-7H	88.83	6.78
			97.34	7.92
		2,2n,2nH	98.47	8.3
			98.12	8.55
			91.55	7.86
			95.79	8.34
			95.43	7.34
			93.94	7.13
			101.85	10.19
			101.31	9.57
			105.16	10.79
			100.13	8.78
		2,5,4H	105.33	10.07
			96.91	8.03
			85.25	5.66
			100.36	10.74
		2-5-2H	99.69	9.53
			101.31	10.44
		2-1,3,2H	91.04	6.3
			96.93	8.31
		2,3,4H	95.04	8.27
			95.6	8.43
		2,4-5H	91.42	7.11
			98.04	8.01
		2-8H	98.09	10.21
			105.64	11.24
			91.55	7.95
			98.39	8.86
		2-4-3H	98.61	8.48
		2-1-4H	91.01	7.12
		無し(N=101)	97.4±4.9	8.8±1.5
R7.6.19	ST9 十勝沖	2,2,3,3H	99.83	11.05
		2,4,1,3H	104.34	11.56
		無し(N=4)	98.7±10.3	9.5±3.2

g) 東北日本海における環境観測及び稚魚採捕調査と耳石日周輪解析

執筆者：山形県水産研究所 高澤俊秀

① 吹浦沖～象潟沖調査

実施機関及び担当者

山形県水産研究所 スマート漁業推進部：高澤俊秀

山形県水産研究所 浅海増殖部：粕谷和寿

東北大学大学院農学研究科：片山知史

【目的】

山形県のサケ資源は昭和終期から平成初期にかけて大きく落ち込んだものの、その後は回復基調に移り、比較的良好な回帰（2008～2015年の平均では来遊19万尾、単純回帰率0.59%）を維持してきたが、2016～2024年は3～14万尾と低迷している。サケの減耗は放流から沿岸生活期にかけて最も大きいとされていることから、降海期の2～5月にかけて沿岸域において耳石温度標識魚（以下、標識魚）の追跡を主体とする幼稚魚採集や環境観測を実施し、本州日本海における初期生態（移動、成長）や耳石日周輪解析による成長履歴に関する知見を収集するとともに沿岸水温や動物プランクトンなど海洋環境や放流サイズや時期との関係を解明し、ふ化放流様式の改良に資する知見を提供する。

【方法】

秋田・山形県境海域において山形県漁業試験調査船「最上丸」による曳網採集を主とする調査であり、併せて水温・塩分測定、動物プランクトン採集を行った（図1）。採捕した稚魚は冷凍保存、動物プランクトンはホルマリン保存とし、計測や分析等に供した。

1) 沿岸稚魚調査 2024年級

時期：2025年3月～5月上旬（原則 各旬1日）

場所：山形県遊佐町吹浦沖の距岸1km、秋田県にかほ市象潟沖の1、2kmの3定線

採集方法：表層トロール（ニチモウ製D-LC-3型表中層網、袖網間隔7m、袖網高さ1.5m）を用いた往復表層曳き（曳網速度2.0knot、片道時間30min）

項目：幼稚魚採集数、体サイズ、耳石コード判別、耳石日周輪解析、胃内容物分析

2) 沿岸環境調査

時期：2025年3～5月

水温：前記の3定線における水深別CTD観測

県栽培漁業センター（鶴岡市三瀬）の用水温の引用

塩分：前記の3定線等における水深別CTD観測

動物プランクトン：前記の3定線におけるNORPACネットによる鉛直曳き採集

サンプル分析は株式会社 日本海洋生物研究所に委託した。

3) 耳石日周輪解析

耳石温度標識コード判別用のプレパラート（製作：水産研究・教育機構）を用いて、標識魚の日周輪観察により成長履歴を求める解析で、本年度は山形県月光川の2018年級、2020

～2022 年級（2019 年および 2021～2023 年春の放流）及び、秋田県川袋川の 2022 年級（2023 年春の放流）の大型群（1.95 g、3 月 13 日放流）と通常群（1.02 g、3 月 2 日放流）の 2 試験区の初期成長を調べた。

【結果及び考察】

1) 沿岸稚魚調査

①調査実施日と往復曳網数

最上丸による調査は 2025 年 3 月 12 日、3 月 19 日、3 月 27 日、3 月 31 日、4 月 23 日、4 月 24 日、5 月 8 日の計 7 日間実施し、往復曳網数は計 21 回となった。

②調査日別の採集数（図 2）

調査期間中の採集数は 996 尾と前年（581 尾）よりも多くなった。調査日別にみると、3 月 12～27 日の調査日は 130～486 尾と多く、3 月 31 日以降の調査日は 1～35 尾と少なかった。

③ 調査定線別の採集数（図 3）

調査定線別の採集数は、吹浦沖 1 km、象潟沖 1 km、象潟沖 2 km がそれぞれ 117 尾、710 尾、169 尾で、象潟沖 1km が最も多かった。

④ 体サイズ（図 4）

調査期間中（3 月 12 日は体サイズのデータ消失のため 3 月 19 日～5 月 8 日の調査日に限る）の体サイズは体重 0.32～4.6 g（平均 0.95 g）、尾叉長 34～79 mm（平均 46 mm）であった。

⑤ 標識魚の放流状況と再捕数（表 1）

標識魚の放流は秋田県の川袋川、山形県の月光川と赤川、新潟県の三面川の 4 水系で実施された。これらの放流数は計 9,379 千尾であった。放流時期は 2 月中旬～3 月下旬、放流群の平均体重は川袋川と赤川の大型放流群（1.8 g、3.8 g）以外は 0.78～1.24 g であった。

調査で再捕された標識魚は 365 尾で全採集数の 36.6%を占めた。放流水系別にみると調査海域に近い秋田県の川袋川と山形県の月光川はそれぞれ 225 尾、98 尾であり、山形県の赤川は 40 尾、新潟県の三面川は 2 尾であった。

⑥ 標識魚の再捕日と体サイズ（図 5）

放流水系別の再捕日と体サイズについては、川袋川は 3 月 12 日（194 尾）、3 月 19 日（31 尾）で体重は 0.52～1.57 g（平均 0.97 g）であった。月光川は 3 月 12 日（60 尾）、3 月 19 日（31 尾）、3 月 27 日（36 尾）で体重は 0.53～1.52 g（平均 0.86 g）であった。赤川は 3 月 27 日（40 尾）で体重は 0.92～4.62 g（平均 2.25 g）であった。三面川の 2 尾は 3 月 12 日の再捕だが、データ消失のため不明である。

2) 沿岸環境調査（図 6～8）

調査期間中の観測水温（水深 2 m）は吹浦沖 1 km では 9.0℃～13.0℃、象潟沖 1 km では

9.1℃～13.0℃であった。調査海域から約 50 km 南方に位置する県栽培漁業センター（鶴岡市三瀬）の用水温（距岸 640 m、水深 5 m において取水）は、月平均で 3 月は 9.8℃、4 月は 11.3℃、5 月は 14.3℃であり、1995 年から 2024 年までの過去 30 年平均（9.4℃、11.0℃、14.8℃）に対して、それぞれ 0.4℃、0.3℃高く、5 月は 0.5℃低かった。

また、動物プランクトンの個体密度は吹浦沖 1 km が 111～5,503 個/m³、象潟沖 1 km が 67～2,998 個/m³、象潟沖 2 km が 77～2,312 個/m³ であり、湿重量は、吹浦沖 1 km が 7.9～204.7 mg/m³（平均 63.9 mg/m³）、象潟沖 1 km が 8.0～145.4 mg/m³（同 79.9 mg/m³）、象潟沖 2 km が 4.5～105.4 mg/m³（同 57.3 mg/m³）であった。優占種については、概ねカイアシ類と尾虫類のどちらかであったが、枝角類が増えて優占種となることもあった。主要な餌生物と目されるカイアシ類のピークは 4 月であった。

一方、稚魚の胃内容物は吹浦沖 1 km は 3 月 31 日、4 月 24 日、5 月 8 日の 3 検体、象潟沖 1 km は 4 月 24 日、5 月 8 日の 2 検体を分析に供した。優占種は 4 月 24 日の吹浦沖 1 km でオキアミ類であった以外は、すべてカイアシ類であった。動物プランクトン採集で多かった尾虫類は含まれていなかった。

3) 耳石日周輪解析（図 9,10）

山形県月光川の 2018 年級および 2020～2022 年級（2019 年および 2021～2023 年春の放流）の海洋移動後の初期成長は、1 日あたりの平均成長量で 0.25 mm/d から 0.31 mm/d の範囲であった。ANOVA 検定を行った結果、有意差が確認された（ $p < 0.05$ ）。そこで、Games-Howell 検定を行った結果、2018 年級と 2020 年級、2018 年級と 2021 年級に有意差が確認され（ $p < 0.05$ ）、2018 年の海洋移動後の成長速度は 2020、2021 年より有意に高いことが示された。1 日あたり 0.25～0.31 mm という成長量は、他の海域に比べ、明らかに低いレベルである。

秋田県川袋川の 2022 年級（2023 年春の放流）の大型群と通常群の海洋移動後の相対成長速度は、 t 検定を行ったが有意差はなかった。成長させて放流した個体群と通常群の大きさを放流した個体群では相対的には成長速度に差がないことが示された。

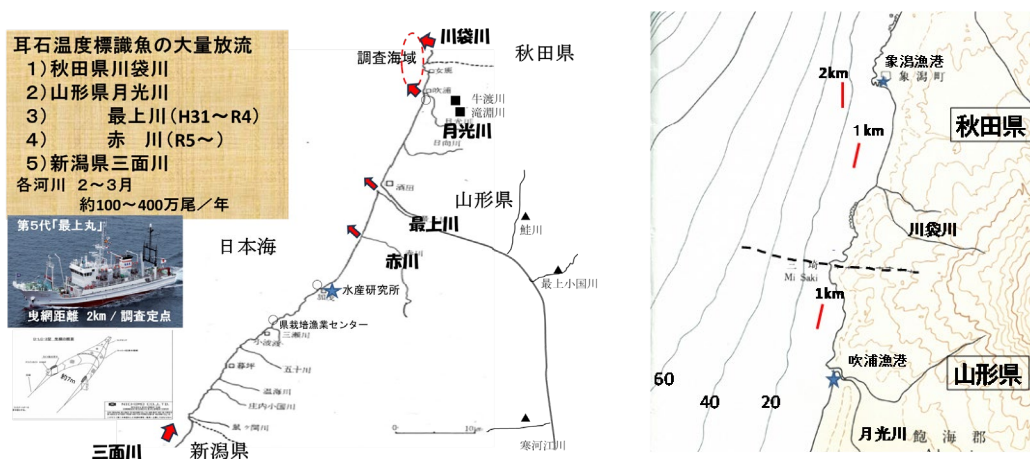


図 1. 沿岸調査の位置 (2025 年春)

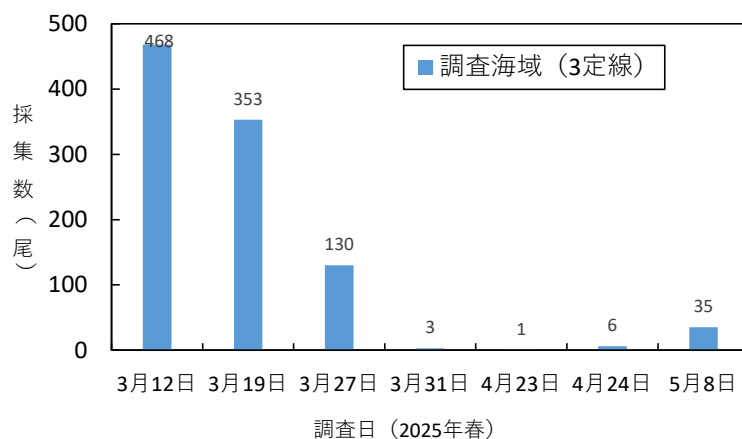


図 2. 調査日別の採集数 (2024 年級)

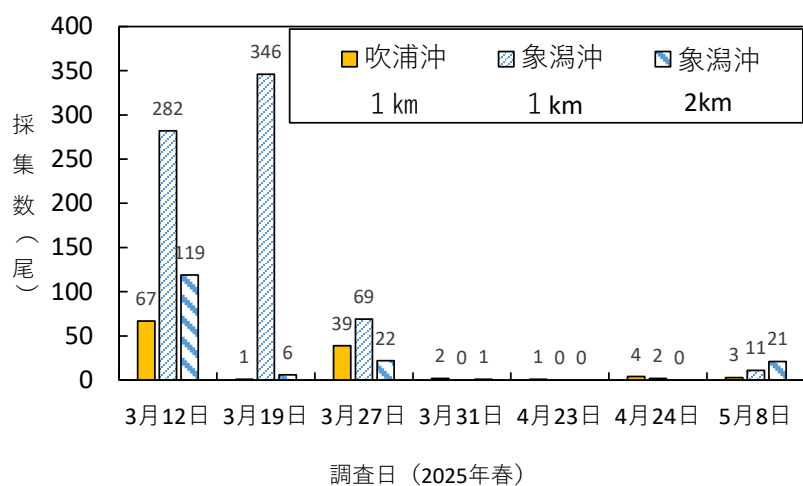


図 3. 調査定線別の採集数 (2024 年級)

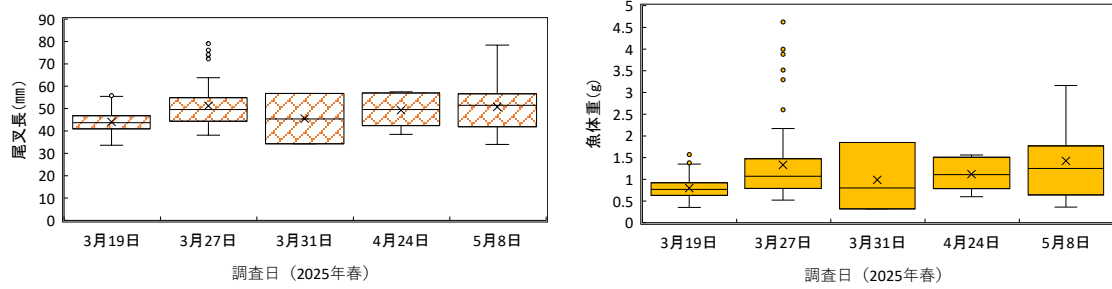


図 4. 調査定点線の体サイズ (2024 年級)

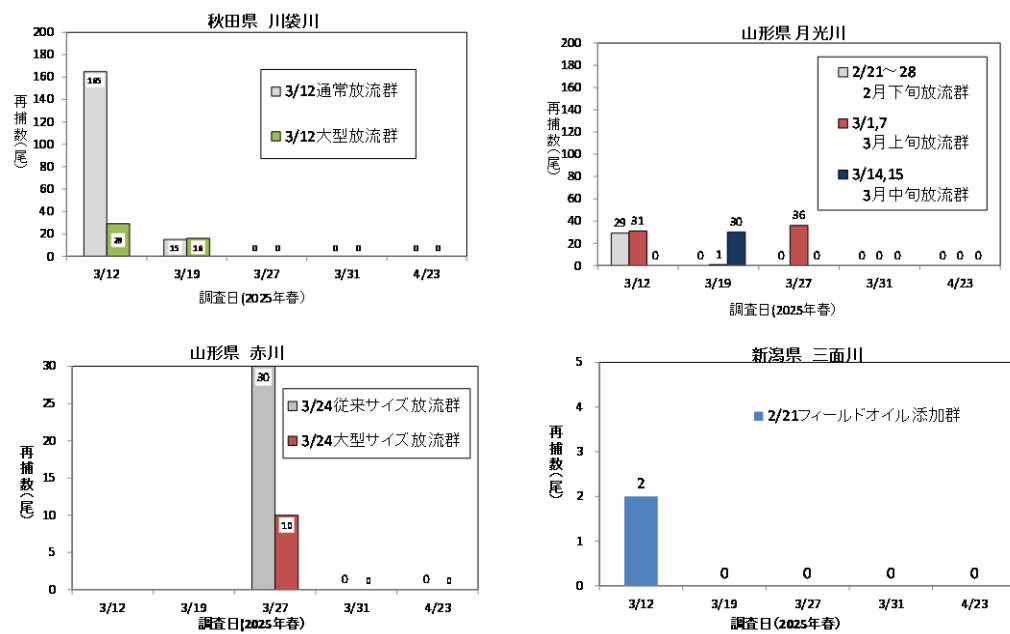


図 5. 標識魚の再捕状況 (2024 年級)

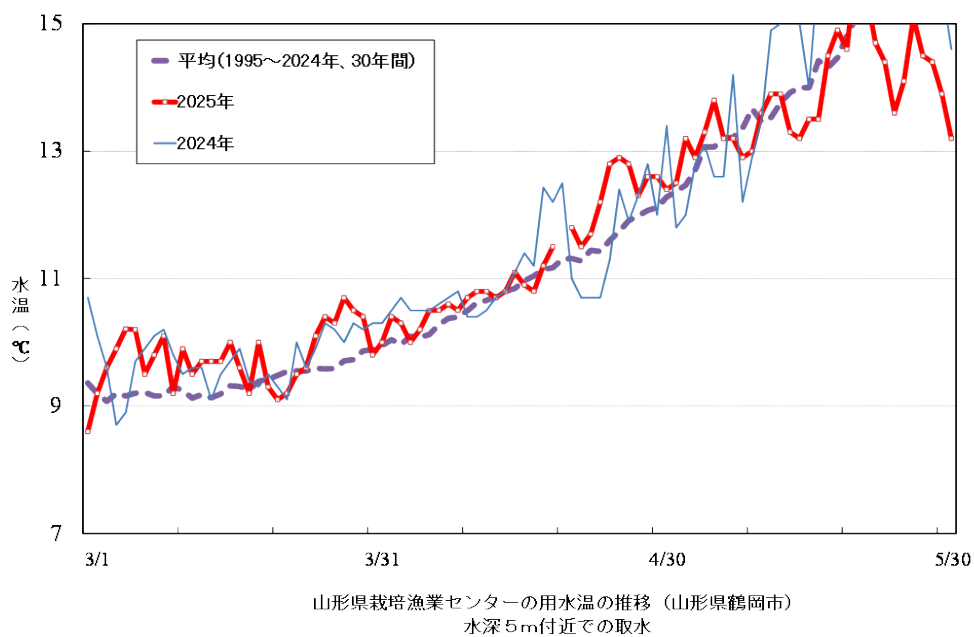


図 6. 沿岸表層の海水温の推移

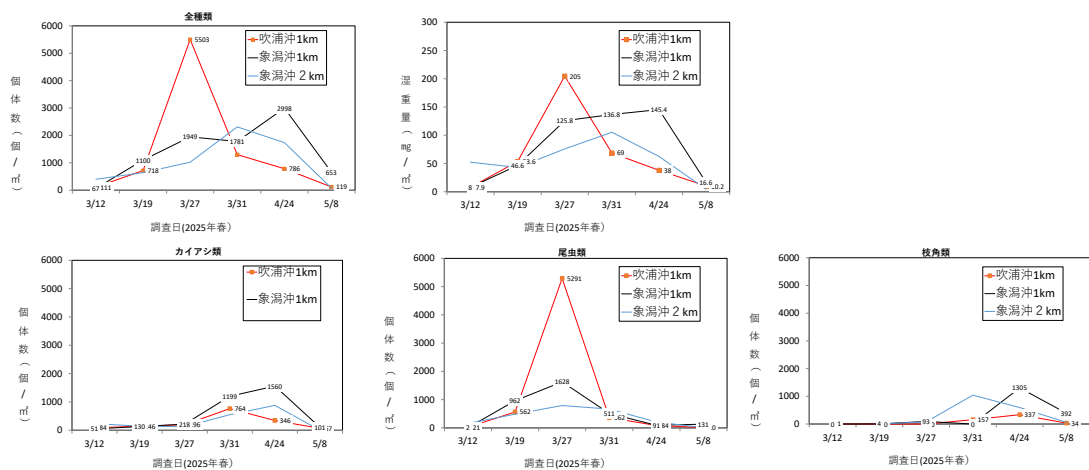


図 7. 動物プランクトンの推移 (2025 年春)

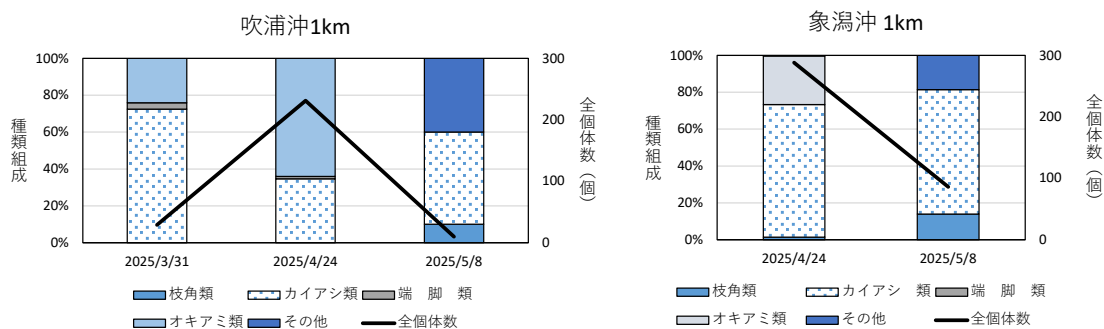


図 8. サケ稚魚の胃内容物（2025 年春）

降海後の初期成長（月光川の標識魚、2019,2020～2022年級）

年級群	2018 (2019年春)	2020 (2021年春)	2021 (2022年春)	2022 (2023年春)
個体数	42	54	34	33
海洋移動後 1日当たりの平均成長量 (mm)	0.31	0.27	0.25	0.27

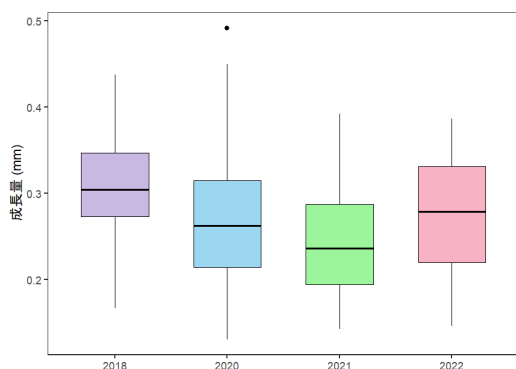


図 9. 月光川の標識魚の降海後初期成長

大型放流群と通常放流群の初期成長 (川袋川の標識魚、2022年級)

	大型放流群	通常放流群
個体数	17	177
放流時平均体重(放流日)	1.95g(3/13)	1.02g(3/4)
海洋移動後 1日当たりの平均成長量 (mm)	0.34	0.30
漁獲時平均尾叉長 (mm)	59.2	49.1

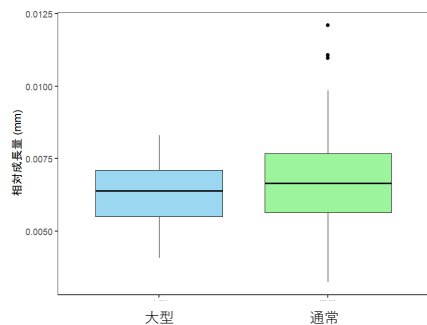


図 10. 川袋川の大型放流群と通常放流群の降海後の相対成長量の比較

表 1. 標識魚の放流と再捕結果の概要（2024 年級）

放流水系名	耳石コード	耳石試験区	放流元 ふ化場	放流（開始日）	放流数 （千尾）	平均魚体重 （g）	再捕数 （尾）	再捕平均体重 （g）	再捕日
秋田県	川袋川	2,1,2,2H	川袋	2025/3/12	2745	0.91	180	-	
		2-1,2H		2025/3/12	1351	1.8	45	-	
山形県	月光川	2,1-2H	2月下旬放流群	枺川	2025/2/28	845	1.18	30	2025/3/12 3/19,
				箕輪	2025/2/21-28	845	0.82	-	
		2,2-1,2H	3月上旬放流群	枺川	2025/3/7	700	1.04	32	-
				箕輪	2025/3/1	485	0.78	-	
	赤川	2,2-2H	3月中旬放流群	枺川	2025/3/14	846	0.99	36	0.8
				箕輪	2025/3/15	744	1.02	-	
		2,2,1-2H	従来放流群	赤川	2025/3/24	325	1.24	31	2025/3/27
		2-2,1,2H	大型放流群			300	3.78	9	
新潟県	三面川	2-3H	フィールドオイル添加餌料	三面	2025/2/21	183	0.95	2	2025/3/12

②男鹿半島沖調査

執筆者：秋田県水産振興センター 土田織恵

実施機関及び担当者

秋田県水産振興センター 資源部 ：奥山忍、土田織恵

【目的】

サケ資源の大きな変動要因として稚魚放流後の初期減耗が挙げられることから、沿岸生活期における幼稚魚の回遊生態や成長・生き残りに関する環境要因を解明することによって、放流時期の最適化のための手法を確立する。

【方法】

男鹿市船川沿岸で県の調査指導船「千秋丸」を用いてサケ稚魚採捕及び沿岸環境調査を実施した

(1) サケ稚魚採捕調査

時期：2025 年 3～5 月（各月 1～2 回）

場所：秋田県船川沖、距岸 1～5 km（1 km 毎）（図 1）

曳網距離：各線 1 km、東向き・西向きの 2 回実施

手法：表層トロール網（ニチモウ製 D-LC-3 型表中層網）を用いた表層曳き（曳網速度 2.0～2.5 Knot）。事故後は仮の網を使用して表層曳きを実施。

調査項目：魚体測定、耳石温度標識による放流河川判別（水研機構担当）、胃内容物調査

(2) 沿岸環境調査

場所：各ラインの幼稚魚採捕調査開始場所（ライン西端）

手法：CTD、プランクトンネット鉛直曳き

調査項目：水温、塩分、クロロフィル a（Chl-a）、プランクトン計数

【結果及び考察】

調査は 3 月 12 日、3 月 25 日、4 月 24 日、5 月 8 日、5 月 19 日の 5 日間、計 41 回実施した。3 月 25 日の 2 回目調査時に調査網をスクリー等に巻き込む事故を起こしたため、網が大破し 4 月上旬の調査は欠測となった。また、その後は別の稚魚調査で使用した網にフロートを付けて仮網とし調査を継続した。

(1) サケ稚魚採捕調査

サケ稚魚は 3 月 12 日及び 5 月 8 日の 3 km 東向き、5 月 19 日の 1 km 西向きの 3 回で各 1 尾入網した。全ての個体で耳石温度標識は確認されなかった（図 2、表 1）。

尾叉長及び体重は 3 月 12 日に 51.9 mm で 1.0 g、5 月 8 日に 59.6 mm で 1.8 g と大型化していたが、5 月 19 日は 40.5 mm で 0.6 g と小型化していた。

胃内容物は全ての個体で確認された。ほとんどが消化された溶解物であったが、橈脚類や端脚類らしき欠片も見られた（図 3、表 2、図 4）。

(2) 沿岸環境調査

水温は1回目の調査である3月12日には9.8℃と適水温になっていたが、事故後の4月23日には13.4℃と適水温を超えていた。しかし、適水温を超えていてもサケ稚魚の入網はあった。(図2、表1)

プランクトンは橈脚類が優先していたが、最もプランクトン個体数の多い4月24日は枝角類が優先していた。また、Chl-aも4月24日に最も多くなった(図5、表3)。

事故によりサケ稚魚の主たる遡上期と予測した3月後半～4月前半の調査ができず、採捕個体数が3尾と少なかった。そのため、時期や水温による採捕数や成長の変化は把握できなかった。

2026年春調査ではサケ稚魚の回遊ルートが判明しなかったことから、令和8年春は前年の定線に加えて更に沖合に南北定線を1線加えることとした。

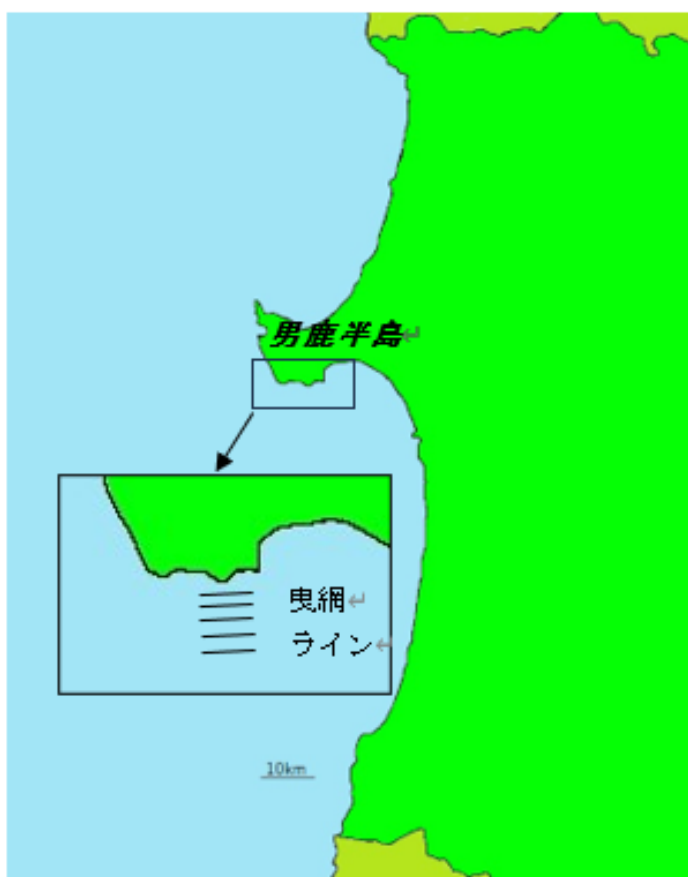


図 1. 調査定線図（2025 年春）

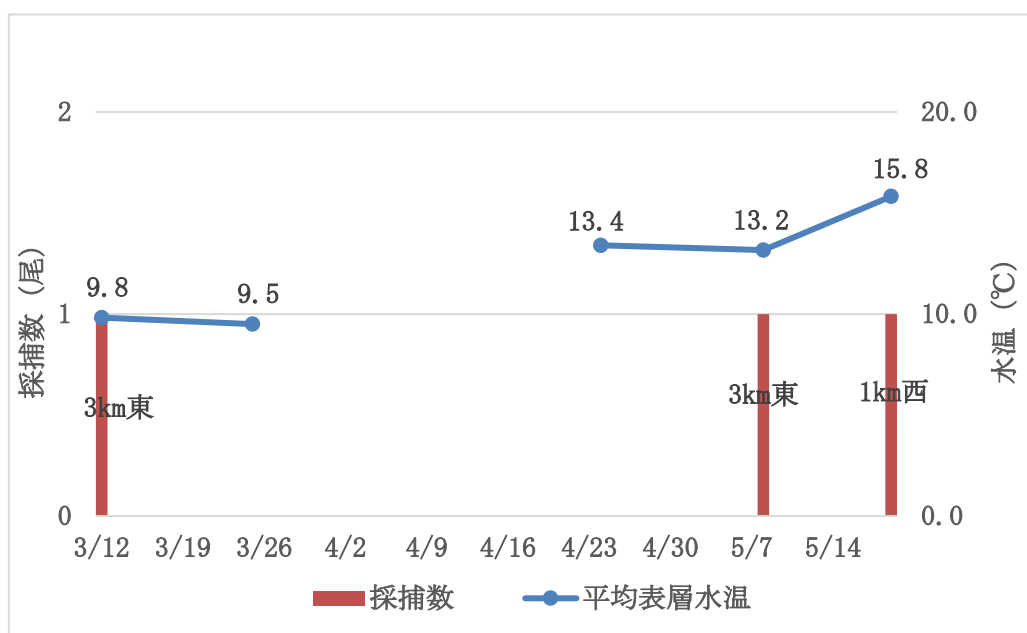


図 2. 調査日別の採捕数と平均表層水温

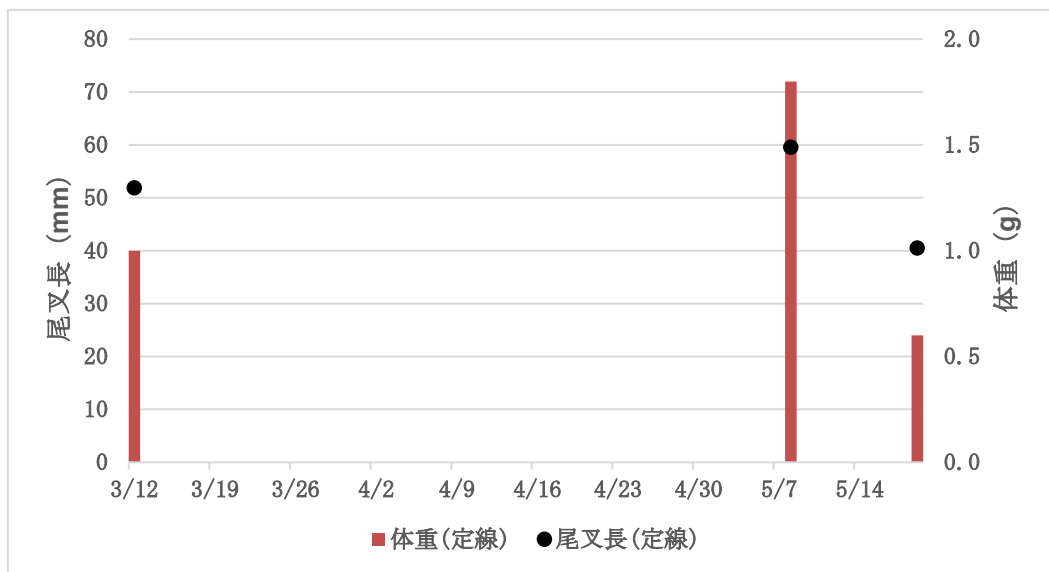


図 3. 調査日別の体重と尾叉長

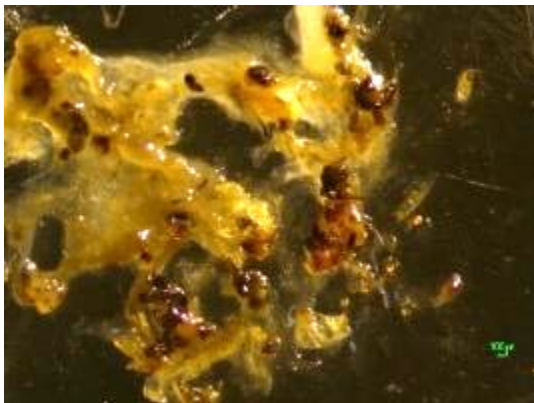


図 4. サケ稚魚の胃内容物写真

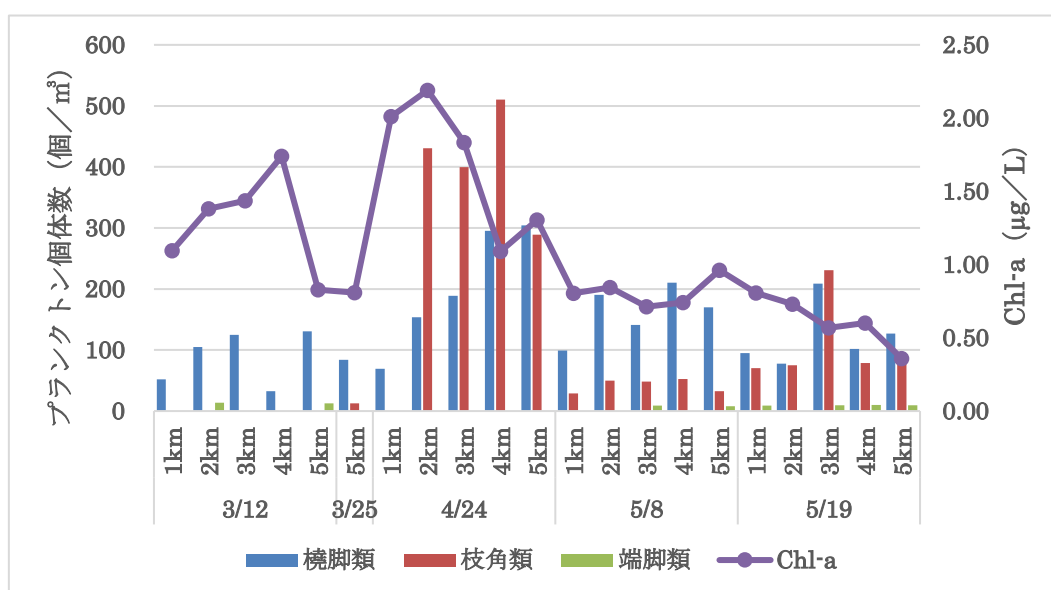


図 5. 調査日別定線別プランクトン個体数と Chl-a 量

表 1. 調査日別定線別採捕数と平均表層水温

	表層水温 (℃)	採捕数（尾）										計
		5 km		4 km		3 km		2 km		1 km		
		東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	
3月12日	9.8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
3月25日	9.5	0	事故									0
4月24日	13.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5月8日	13.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5月19日	15.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
計		0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	

表 2. 採捕稚魚の計測結果

採捕日	採捕場所	尾叉長 (mm)	体重 (g)	内臓除 去重量 (g)	胃内容 物重量 (g)	胃内容物
3月12日	3km東	51.9	1.0	0.8	0.026	溶解物
5月8日	3km東	59.6	1.8	1.5	0.013	溶解物
5月19日	1km西	40.5	0.6	0.5	0.005	溶解物

表 3. 調査日別定線別プランクトン個体数と Chl-a 量

採集日	3/12					3/25	4/24					5/8					5/19				
定線	1km	2km	3km	4km	5km	5km	1km	2km	3km	4km	5km	1km	2km	3km	4km	5km	1km	2km	3km	4km	5km
橈脚類	52	105	125	33	131	84	69	154	189	295	304	99	190	141	210	170	95	78	209	102	127
枝角類	0	0	0	0	0	13	0	430	400	510	289	29	50	48	53	33	70	75	231	79	93
端脚類	0	14	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	8	9	0	10	10	10
Chl-a	1.10	1.38	1.44	1.74	0.83	0.81	2.01	2.19	1.83	1.09	1.30	0.80	0.84	0.71	0.74	0.96	0.81	0.73	0.57	0.60	0.36

h) 新潟県沿岸における環境観測及び稚魚採捕調査

執筆者：新潟県水産海洋研究所 大野佑紀

実施機関及び担当者

新潟県水産海洋研究所 増殖環境課：大野佑紀

【目的】

新潟県のサケ来遊数は 2021 年以降減少傾向が続いており、原因の究明と対策が求められている。新潟県沿岸の表層水温と県内サケ来遊数との関係を分析したところ、早春（2 月～3 月）に 11℃未満の日数が多い年に降海した年級ほど回帰数が多い傾向が見られた。そこで、幼稚魚降海期の沿岸環境に着目し、新潟県沿岸における幼稚魚の初期生態（移動、成長）を把握するとともに、沿岸水温や動物プランクトンなど海洋環境との関係を解明することにより、放流魚の生残条件について検討を行う。

【方法】

新潟県海域において漁業調査船越路丸による稚魚の曳網採集、水温・塩分測定、動物プランクトン採集を行う。図 1 に採捕調査定線及び調査定点を示した。採集されたサケ稚魚は冷凍保存し、後日、魚体測定、外部標識魚の識別、胃内容物の DNA 分析に供する。

1) 沿岸稚魚調査 2025 年級

時期：2026 年 3 月上旬～4 月下旬（各月 2 回）

場所：新潟市松浜沖 1、2 km、村上市岩船沖 1 km の 3 定線

採集方法：表層トロール（ニチモウ製 D-LC-3 型表中層網、袖網間隔 7 m、袖網高さ 1.5 m）を用いた往復表層曳き（曳網速度 2.0 knot、片道 30 min）

項目：幼稚魚採集数、体サイズ、外部標識の有無、胃内容物の DNA 分析

2) 沿岸環境調査

時期：2026 年 3 月上旬～4 月下旬（各月 2 回）

場所：新潟市信濃川河口、胎内市村松浜沖、村上市荒川河口、三面川河口の 4 定点

項目：CTD による水深別水温及び塩分測定、NORPAC ネットによる動物プランクトン鉛直曳き採集及び分析

【結果及び考察】

令和 8 年 3 月 10～11 日に第 1 回調査、16～17 日に第 2 回調査を実施し、それぞれ 9 尾、161 尾のサケ稚魚が採集された。

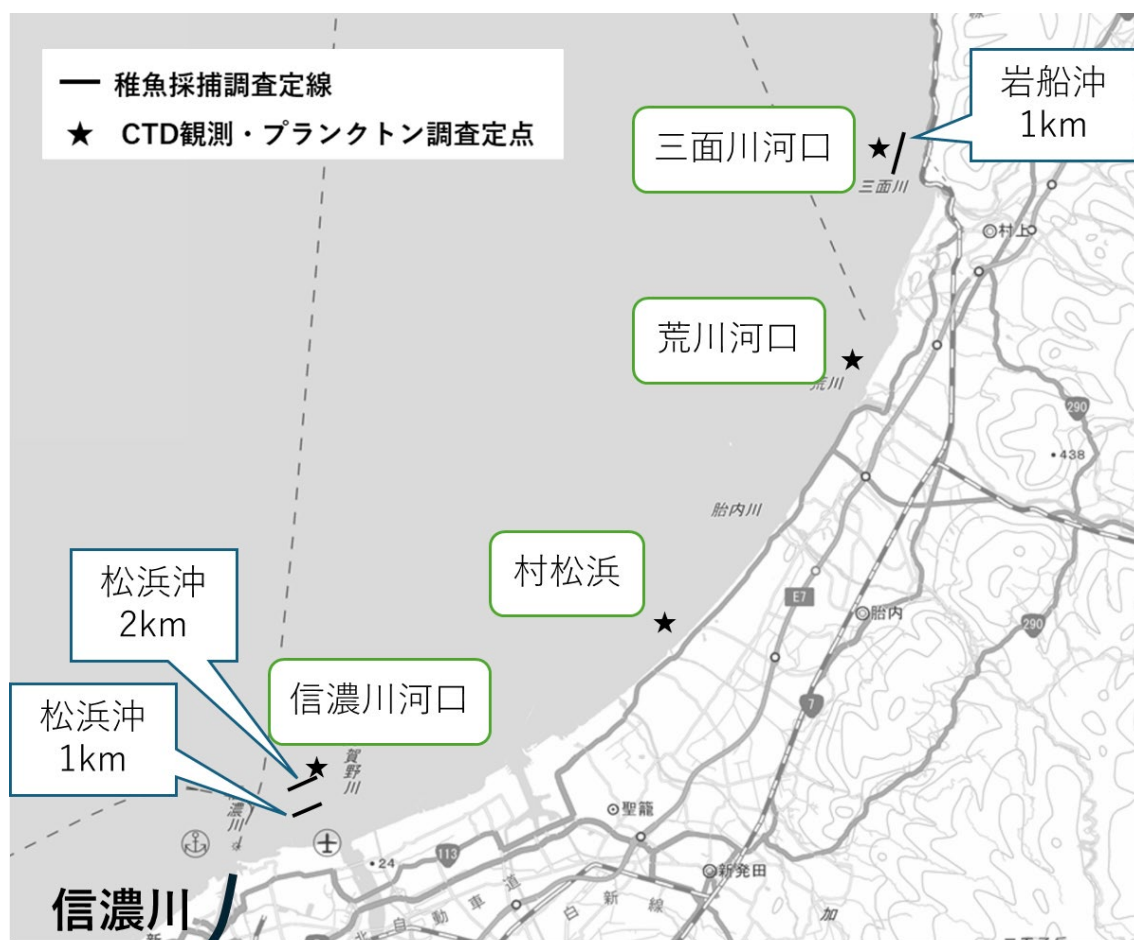


図 1. 新潟県沿岸調査位置（2026 年春）

小課題 2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証

a) 粒子追跡実験による稚魚の移動経路シミュレーション

執筆者：水産資源研究所 水産資源研究センター 海洋環境部 東屋知範

実施機関及び担当者

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター 海洋環境部：東屋知範、
中野渡拓也

【目的】

近年の日本のサケ来遊数と海洋環境との関係を調べる。

【資料・方法】

日本のサケ来遊数と海洋環境の関係を調べるために、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により、北海道太平洋、北海道日本海、本州太平洋、本州日本海の4海域に区分集計されたサケ来遊数データセットを用いた。そのうち2003年 - 2025年（主に1999年級群が来遊した年から2021年級群が来遊した年まで）の23年間分を解析に使用した。海洋環境データは、NOAA O1 SST V2 High Resolution Dataset の日平均海面水温（SST）と FRA_ROMS 再解析値による日平均水温、塩分、流速グリッドデータセットの2000年から2022年までの4月 - 7月を使用した（1999年級群の降海年から2021年級の降海年に対応する）。太平洋、日本海、オホーツク海を含む35°N - 55°N、135°E - 150°E で囲まれる領域内のグリッドデータを解析した。

日平均 SST グリッドデータから各年の月平均グリッド SST を求め、降海年に経験したであろう月平均 SST と各海域の来遊数の単純相関を調べた。更に日平均 SST グリッドデータから、サケ降海時の適水温到達日（8°Cに到達するジュリアンデイ）、適水温終了日（13°C以上になったジュリアンデイ）、適水温期間を年ごとに検出し、これら適水温指標と来遊数の単純相関を調べた。

4海域のサケ来遊数について主成分分析をおこない、その時空間変動パターンを抽出した。月平均 SST についても EOF 解析（海洋学での主成分分析）をおこない時空間変動を抽出した。サケ来遊数の主成分と各月の SST の EOF モードの相関関係を調べ、サケ来遊数と関係のある SST の時空間変動パターンを抽出した。来遊数の第1主成分のスコアで $\pm 1\sigma$ 以上となる年の表面水温、表面塩分、流れの再解析値をそれぞれ集め平均する合成解析を行なった。サケ来遊数の多かった年級群が降海した年をプラス年とし、少なかった年級群が降海した年をマイナス年とした。

【結果及び考察】

図1に北海道太平洋、北海道日本海、本州太平洋、本州日本海海域のサケ来遊数の経年変化を示す。2000年以降どの海域の来遊数も減少傾向にあり、その中に数年の年変動がみられた。

図2に2000年 - 2022年4月 - 7月降海時の SST と3年後の来遊数との相関係数の空間

分布を示す。北海道太平洋海域および本州太平洋海域の来遊数と4月の東北太平洋から北海道太平洋沿岸域のSSTには正の相関がみられた。しかし、6月と7月になると同海域の相関は負となった。これは、降海時の4月の沿岸域水温が相対的に高く、6月と7月の沿岸水温が相対的に低いと太平洋海域への来遊数が多かったことを示す。4海域の来遊数と6月のオホーツク海域のSSTには共通して正の相関があった。これは、6月のオホーツク海域のSSTが相対的に高いと4海域への来遊数が多かったことを示す。

2000年 - 2022年の降海時の適水温（8 - 13℃）到達日数、終了日数、適水温期間と来遊数の相関係数の空間分布を図3にそれぞれ示す。北海道太平洋海域および本州太平洋海域の来遊数と降海時の適水温到達日数および適水温終了日数の間には、相対的に高い正の相関関係が北海道沿岸域でみられた。これは、太平洋側の降海時の水温が相対的に低く、適水温到達時期や適水温期間が遅い場合に来遊数が多かったことを示す。一方、北海道日本海海域および本州日本海海域の来遊数と適水温到達日数の間には正の相関が、適水温期間の間には負の相関が北海道日本海沿岸域でみられた。

図1に示した4海域のサケ来遊数について主成分分析を行うと、第1主成分は4海域が同調して変動するパターンで、寄与率は76%であった。第2主成分は太平洋側と日本海側海域が逆変動するパターンで、寄与率は14%であった。累積寄与率は2成分で90%以上となり、この2成分でほぼサケ来遊数の変動を示すことがわかった。その第1、第2主成分のスコアの時間変化を図4に示した。スコアの時間変化は減少傾向がみられ、サケ来遊数の時間変化と同変動で表された。第2主成分のスコアの時間変化は2000年前半および2020年前後に正の値になった。第2主成分のスコアが正の場合、日本海海域の来遊数が相対的に多（少）い場合、逆に太平洋海域の来遊数が相対的に少（多）いことを示す。この様にサケ来遊数の経年変動には減少トレンドに加え、太平洋と日本海海域の逆の数年周期の変動を含んでいた。

次にSSTのEOF解析によるEOF第1 - 4モードまでの経年変化と来遊数の主成分の経年変化を月ごとに比較した。表1に示す様に、各月のSSTのEOF解析の累積寄与率は、EOF第4モードまでで60%以上となった。サケ来遊数の第2主成分までのスコアの経年変化と各月のEOF第4モードまでのスコアの経年変化との相関係数も表1に示した。サケ来遊数の第1主成分と6月のSSTのEOF第3モードに優位な負の相関（ $P < 0.01$ ）があった。また、サケ来遊数の第2主成分と6月のSSTのEOF第4モードにも優位な負の相関（ $P < 0.01$ ）があった。ここで、サケ来遊数変動に関係すると思われる6月のSSTの時空間変動に着目する。図5(a). に示す様に、6月のSSTのEOF第3モードの空間パターンは東北から北海道海域で正の値、オホーツク海では負の値を持つ空間パターンであった。これは、東北から北海道太平洋沿岸域でSSTが高（低）い場合、オホーツク海のSSTが低（高）いことを表す。表1で示した様にサケ来遊数の第1主成分の変動と6月のSSTのEOF第3モードは負の相関関係なので、EOF第3モードが負（正）、つまり太平洋沿岸域のSSTが低（高）く、オホーツク海のSSTが高（低）い時に降海したサケの来遊数は多（少）いことを示す。SSTのEOF第4モードの空間パターンは日本海側で正の値、太平洋側で負の値を持つ空間パターンであった（図5(b).）。日本海海域でSSTが高（低）い時、太平洋海域のSSTが低（高）いパターンを表す。サケ来遊数の第2主成分の変動と6月のSSTのEOF第4モードは負の相関関係なので、日本海のSSTが高（低）く、太平洋沿岸

域の SST が低（高）い時に降海したサケの来遊数は、日本海側で少（多）く、太平洋側で多（少）い。つまり、どちらの海域でも相対的に SST が低（高）いと来遊数が多（少）いことを示す。

来遊数の第 1 主成分のスコアで $\pm 1\sigma$ 以上になった年を集めると、プラス年は 2000、2001、2002、2003、2004 年、マイナス年は 2016、2018、2020、2021、2022 年であった。図 6 (a) および (b) に示した合成解析した表面水温、表面塩分のプラス年からマイナス年を引いた差の空間分布をみると、北海道から東北太平洋沿岸域にかけて青色が分布し、この海域ではプラス年はマイナス年より低温、低塩分であった。北海道から東北にかけての太平洋沿岸域の東西、南北成分流れ場の差は負（青色）が分布し、プラス年はマイナス年より南西に向う流れが卓越した（図 6 (c) (d)）。これらのことは、プラス年には北海道から東北にかけて沿岸親潮・親潮系の水が南下していたことを示す。一方、オホーツク海の水溫差は赤色が分布し、プラス年がマイナス年より高温であった。このことは、北海道太平洋沿岸域からオホーツク海海域までの SST の空間的水溫変化がプラス年はマイナス年より緩やかであったことを意味する。黒潮続流域の東西成分の流れ場の差をみると青色が分布し、マイナス年はプラス年より黒潮続流が北偏していたことを示す（図 6 (c)）。一方、本州日本海海域の南北成分の流れ場には、赤色が南北に帯状に分布した。これは、プラス年では東北から北海道へ連なる北向きの流れがマイナス年より卓越したことを示す（図 6 (d)）。北海道日本海海域の東西成分流れ場には、赤色が広く分布した。これはプラス年の流れ場はマイナス年より東向き（岸に向う流れ）が卓越したことを示す（図 6 (c)）。これらから、日本海海域のプラス年は、東北から北海道へ効率的に輸送され、更に沖合へ分散されにくい流れ環境であったことが示唆される。

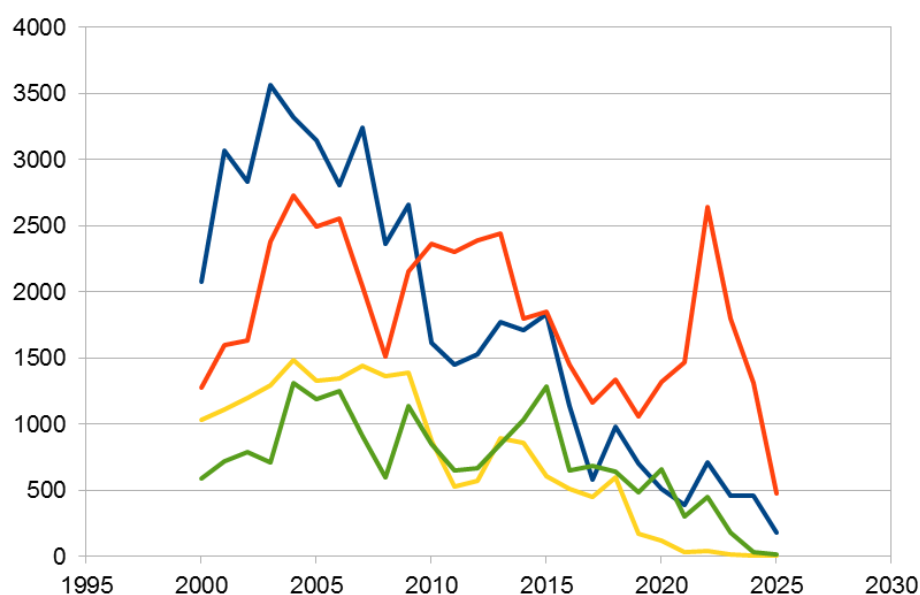


図 1. 来遊数の経年変化 青：北海道太平洋海域、赤：北海道日本海海域、黄：本州太平洋海域、緑：本州日本海海域。

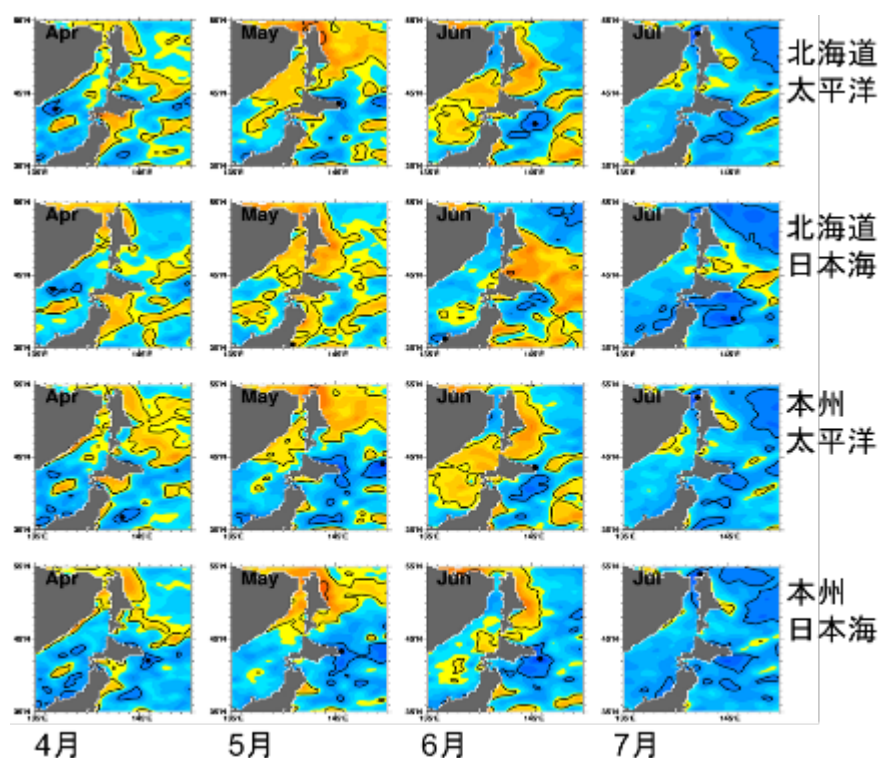


図 2. 来遊数と各月の SST との単純相関係数の空間分布 上段から北海道太平洋海域、北海道日本海海域、本州太平洋海域、本州日本海海域の来遊数について、左から 4 月、5 月、6 月、7 月の分布。暖色：正の相関係数の海域。寒色：負の相関係数の海域。SST が高（低）く、来遊数が多い（少ない）場合は正の相関に、SST が高（低）く、来遊数が少ない（多い）場合は負の相関になる。

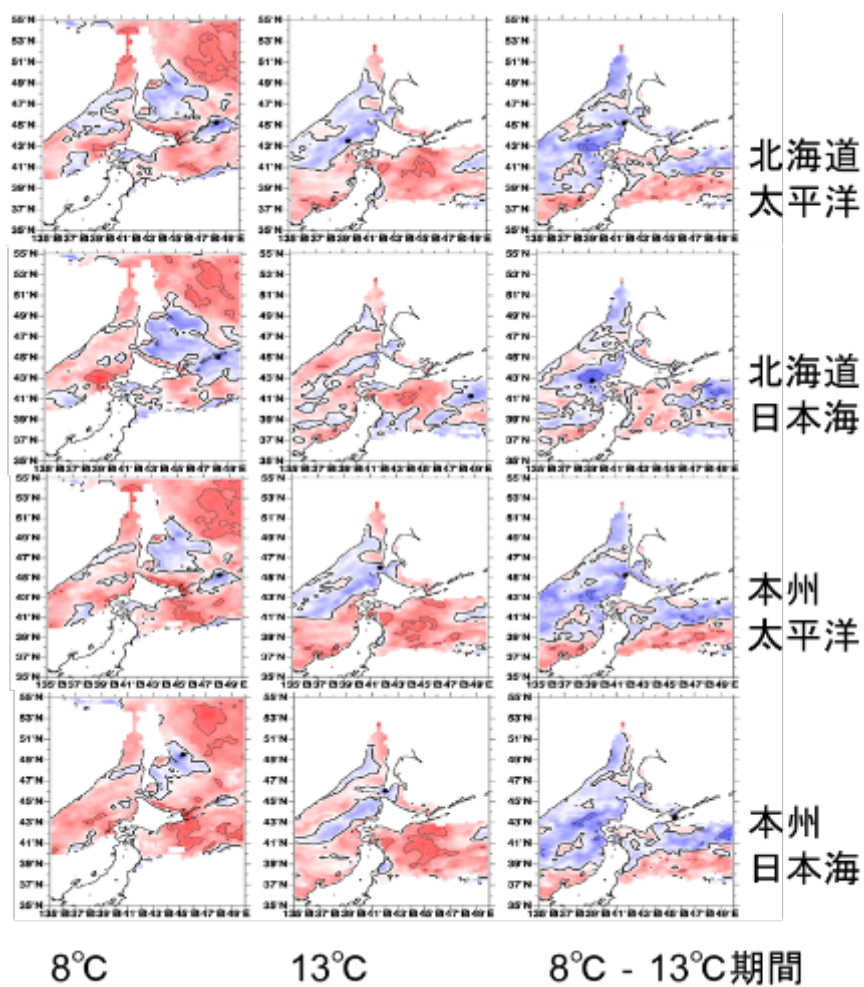


図 3. 来遊数と適水温到達日（ジュリアンデイ）、適水温終了日、適水温期間との単純相関係数の空間分布 暖色：正の相関係数の海域。寒色：負の相関係数の海域。適水温（8 - 13°C）到達日数、終了日数が遅（早）く、適水温期間が長（短）くて、来遊数が多い（少）い場合は正の相関になる。

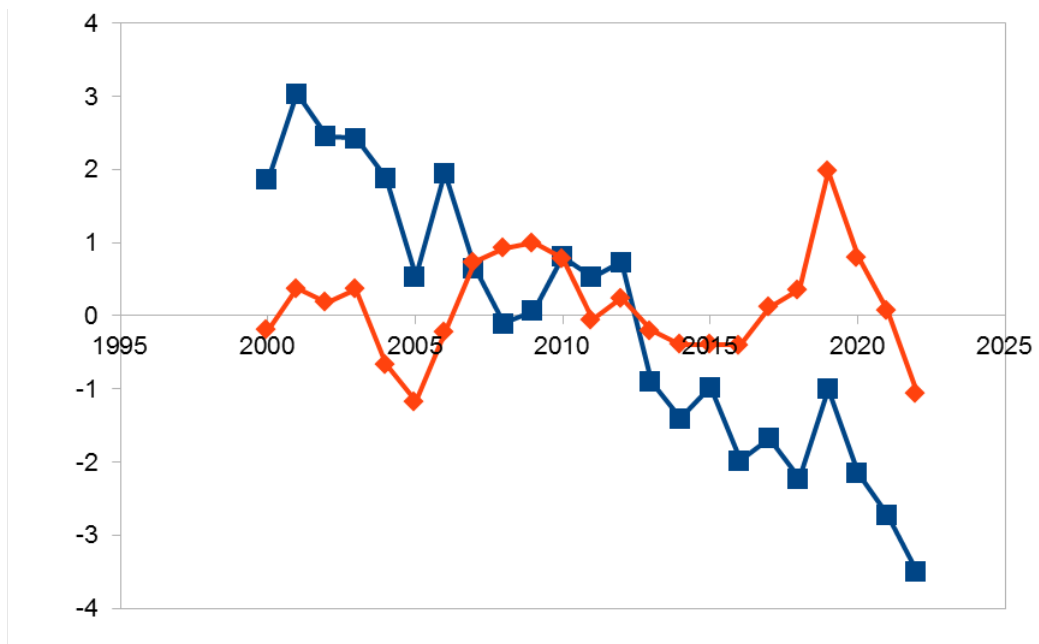


図 4. 来遊数の第 1、2 主成分のスコアの経年変化 青線：第 1 主成分、赤線：第 2 主成分。

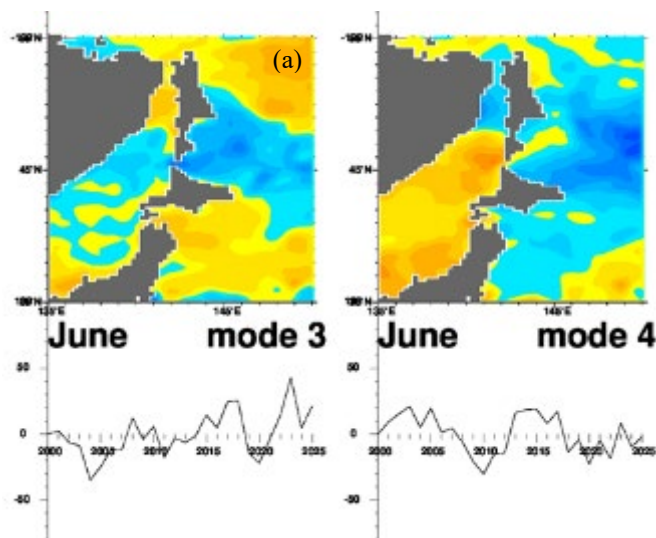


図 5. 6 月の SST の EOF 第 3 モード (a) と EOF 第 4 モードの空間パターン(b) 暖色：正の値、寒色：負の値。下段は EOF モードのスコアの経年変化。

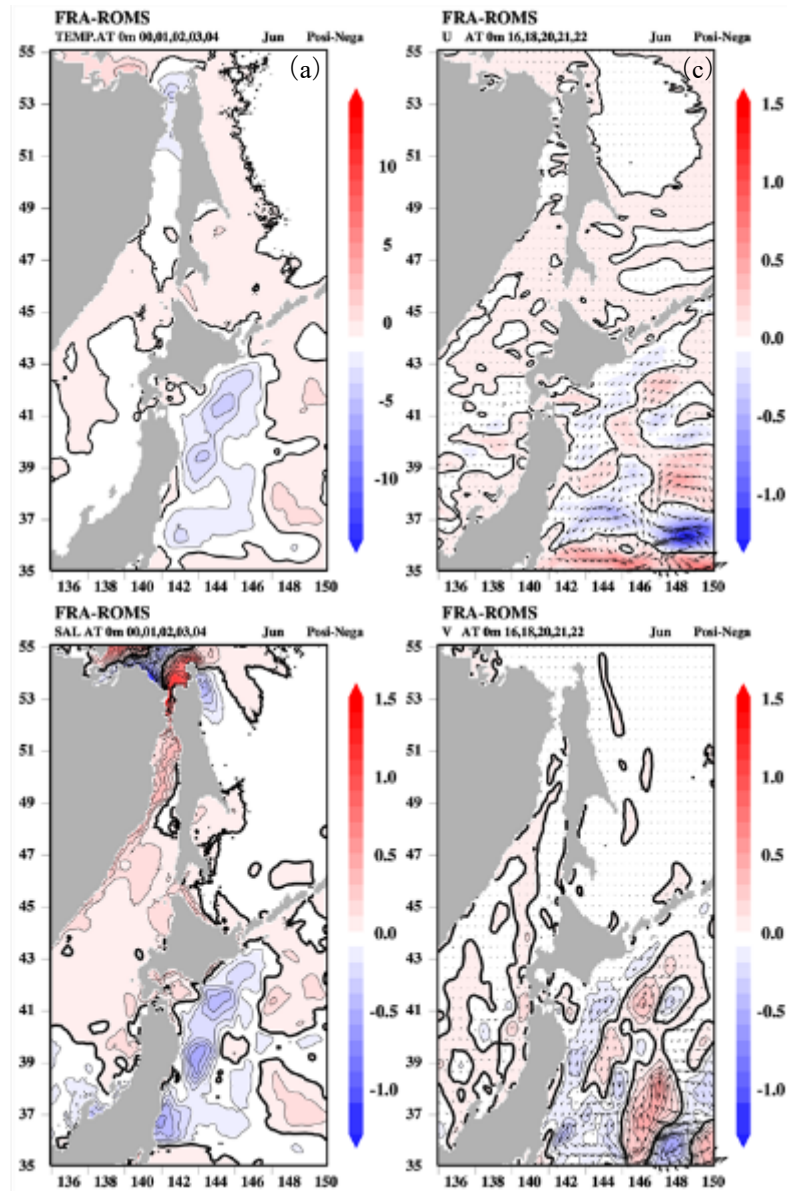


図 6. プラス年とマイナス年の水温差、塩分差、東西成分流速差および南北成分流速差の空間分布図 (a) プラス年とマイナス年の水温差の空間分布、(b) プラス年とマイナス年の塩分差の空間分布。赤：プラス年がマイナス年より高い。青：プラス年がマイナス年より低い。(c) プラス年とマイナス年の東西成分流速差の空間分布。赤：プラス年がマイナス年より東向きの流れが卓越。青：プラス年がマイナス年より西向きの流れが卓越。(d) プラス年とマイナス年の南北成分流速差の空間分布。赤：プラス年がマイナス年より北向きの流れが卓越。青：プラス年がマイナス年より南向きの流れが卓越。

表 1. 4～7 月の SST の各 EOF 成分とサケ来遊数の主成分との相関係数

	4 月				5 月			
	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
寄与率(%)	27	21	8	6	30	18	7	6
サケ来遊数								
第 1 主成分	-0.35	0.13	-0.18	-0.05	-0.29	0.28	0.22	-0.20
第 2 主成分	-0.12	-0.27	-0.17	-0.26	0.13	-0.23	-0.10	-0.37

	6 月				7 月			
	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
寄与率(%)	26	21	9	6	40	16	10	5
サケ来遊数								
第 1 主成分	0.12	-0.22	-0.63	0.26	-0.57	-0.02	0.40	0.14
第 2 主成分	-0.21	-0.26	-0.34	-0.61	-0.23	0.00	0.32	0.00

緑ハイライトは統計的な有意差があることを示す (P<0.01)。

小課題 3) 回帰親魚の標識確認調査

a) 北海道（釧路川（雪裡川）、静内川、知内川、余市川）

執筆者：水産資源研究所 さけます部門 資源生態部 浅野眞美
資源増殖部 小役丸隼人

【実施機関及び担当者】

水産資源研究所 さけます部門 資源生態部：浅野眞美

水産資源研究所 さけます部門 資源増殖部：日田和宏、小役丸隼人、中島歩、小浦学人、
羽二生一将、川上良美

北海道立総合研究機構 さけます内水面水産試験場：大森始

十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会： 新出幸哉、林紀幸、佐藤友春、外崎祐太

渡島管内さけ・ます増殖事業協会： 柳元孝二、鈴木慎、中村昌睦

日本海さけ・ます増殖事業協会： 安藤孝雄、安藤雅規、佐藤献二郎、赤城伸哉

【目的】

先行の水産庁委託事業において標識放流した魚が放流河川へ回帰することから、放流パターン別回帰状況を解析し、ふ化放流手法の改良に活用する。

【方法】

釧路川（雪裡川）、静内川、知内川、余市川へ溯上する親魚から鱗及び耳石を採取し、年齢及び耳石標識パターンを解析することで、標識放流群毎の河川回帰率を算出した。併せて、回帰率向上につなげるため、これまで行ってきた各放流条件の結果を評価する必要がある。そのため、釧路川（雪裡川）と静内川の 2013 年級から 2019 年級のデータを使用し、応答変数 Y を 5 年魚までの推定河川捕獲数とし、説明変数 X として年級（カテゴリカル変数）、放流サイズ、放流時 SST か放流月日、放流時の北進方向の流向流速×放流時の東進方向の流向流速の交互作用項の 4 つを選び、各河川で一般化加法モデルを構築した。放流時 SST と放流月日は相関があるため、両方の変数を同じモデルには入れていない。釧路川（雪裡川）では、データ数の制約により流向流速の交互作用項は変数に入れられなかった。また、放流尾数が応答変数に大きく影響を与えるのは明らかなため、対数変換した後、オフセットとしてモデルに組み込んだ。釧路川（雪裡川）では 3 つの説明変数の組み合わせの違いで 11 モデルを、静内川では 4 つの説明変数の組み合わせの違いで 23 モデルを作成し、AIC が最小のモデルを応答変数の変動を最もよく説明するモデルとして各河川で選択した（表 4）。

【結果】

・釧路川

1) 遡上状況

本流：2025 年の釧路川本流での捕獲は 8 月上旬より開始され、捕獲終了となる 10 月下旬までに 6,750 尾（前年比 211.0%）であり、旬別では 9 月中旬の 2,409 尾が最も多い捕獲数となった。

支流雪裡川：2025 年の雪裡川での捕獲は 8 月下旬より開始され、捕獲終了となる 11 月下旬までに 15,157 尾（前年比 142.2%）であり、旬別では 9 月下旬の 4,130 尾が最も多い捕獲数となった。

雪裡川へ 8 月下旬から 11 月下旬までに遡上したサケ親魚から旬毎に雌雄 44～50 尾程度の鱗及び耳石を採取し、再生鱗等を除く解析可能な 944 尾分の年齢及び耳石温度標識パターンを解析した。

2) 耳石標識解析状況

耳石温度標識放流を行った芦別ふ化場産の標識魚（3～6 年魚）の耳石標識解析結果について報告する。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された 6 年魚（2019 年級）では、3 つの標識パターンのうち、油脂未添加給餌群・自然放流区 2n,2n-2H 標識が 1 尾、油脂添加給餌群・輸送放流区 2n-2n,3H 標識群が 3 尾確認された。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された 5 年魚（2020 年級）では、2 つの標識パターンのうち、油脂未添加給餌群・自然放流区 2n,2n-2H 標識が 31 尾、油脂添加給餌群・自然放流区 2n-2n,2H 標識が 8 尾確認された。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された 4 年魚（2021 年級）では、2 つの標識パターンのうち、油脂未添加給餌群・自然放流区 2n,2n-2H 標識が 78 尾、油脂添加給餌群・自然放流区 2n-2n,2H 標識が 65 尾確認された。

「さけ・ます不漁対策事業」で放流された 3 年魚（2022 年級）では、2 つの標識パターンのうち、4 月上旬 2.0 g 放流区 2n,2n-2H 標識が 1 尾、4 月下旬 2.0 g 放流区 2n-2n,2H 標識が 1 尾確認された。

3) モデルの検討

釧路川で選択されたモデルは以下の通り。s()は関数を示し、k=4 と設定を統一した。

Σ 5 年魚までの推定河川捕獲数 = 年級 + s(放流サイズ, k=4) + s(放流月日, k=4) + offset(log 放流尾数)

図 3 に、選択されたモデルの 5 年魚までの推定河川捕獲数に対する放流サイズ ($p=0.13$)、放流月日 ($p<0.05$) の効果を示す。

5 年魚までの推定河川捕獲数は、放流サイズが大きくなるほど増加する傾向が見られ、放流月日が 4 月中旬ごろを過ぎると減少する傾向が見られた。放流サイズは、統計的に有意ではなかったが、このモデルが AIC 最小モデルであり、変数としてモデルの当てはまりを改善させているため、変数に保持した。

・ 静内川

1) 遡上状況

2025 年の静内川での捕獲は 9 月中旬より開始され、捕獲終了となる 12 月上旬までに 67,440 尾（前年比 154.4%）であり、旬別では 10 月下旬の 17,814 尾が最も多い捕獲数となった。

静内川へ9月中旬から12月上旬までに遡上したサケ親魚から旬毎に雌雄50尾の鱗及び耳石を採取し、再生鱗等を除く解析可能な899尾分の年齢及び耳石温度標識パターンを解析した。

2) 耳石標識解析状況

耳石温度標識放流を行った豊畑ふ化場産の標識魚(5~6年魚)の耳石標識解析結果について報告する。

6年魚(2019年級)の標識は発見されなかった。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された5年魚(2020年級)では、5つの標識パターンのうち、9月下旬採卵区、2021/4/15放流群2,3,1,2H標識が6尾、10月上・中旬採卵区、2021/4/12~15放流群2,3,1,3H標識が10尾、10月下旬採卵区、2021/4/12~5/7放流群2,3,1,4H標識が9尾、9月下旬採卵区、2021/4/15放流群2,3,1,5H標識が4尾、11月採卵区、2021/5/11~25放流群2,3,1,3H標識が4尾発見された。

3) モデルの検討

静内川で選択されたモデルは以下の通り。s()は関数を示し、k=4と設定を統一した。

$\Sigma 5$ 年魚までの推定河川捕獲数 = 年級 + s(放流サイズ, k=4) + s(放流月日, k=4) + te(放流時の北進方向の流向流速, 放流時の東進方向の流向流速, k=c(4,4)) + offset(log 放流尾数)

図4に、選択されたモデルの5年魚までの推定河川捕獲数に対する放流サイズ($p < 0.001$)、放流月日($p < 0.001$)の効果を示す。5年魚までの推定河川捕獲数は、放流サイズが大きくなるほど増加する傾向が見られ、放流日が5月上旬ごろを過ぎると減少する傾向が見られた。

図5に、選択されたモデルの5年魚までの推定河川捕獲数に対する放流時の北進方向の流向流速×東進方向の流向流速($p = 0.14$)の効果を示す。5年魚までの推定河川捕獲数は、南東方向の流れで増える傾向にあった。放流時の北進方向の流向流速×東進方向の流向流速の交互作用項は、統計的に有意ではなかったが、このモデルがAIC最小モデルであり、変数としてモデルの当てはまりを改善させているため、変数に保持した。

・知内川

1) 遡上状況

2025年の知内川での捕獲は10月下旬より開始され、捕獲終了となる12月下旬までに91尾(前年比17.7%)であり、旬別では11月下旬の30尾が最も多い捕獲数となった。知内川へ10月下旬から11月下旬までに遡上したサケ親魚から旬毎に雌雄5~20尾程度の鱗及び耳石を採取し、再生鱗等を除く解析可能な91尾分の年齢及び耳石温度標識パターンを解析した。

2) 耳石標識解析状況

耳石温度標識放流を行った知内ふ化場産の標識魚(2~5年魚)の耳石標識解析結果について報告する。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された5年魚(2020年級)では、2つの標識パターンのうち、油脂添加飼料による健苗性向上試験 油脂添加区2-2,3H標識が1尾発見された。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された4年魚（2021年級）では、2つの標識パターンのうち、油脂添加飼料による健苗性向上試験 油脂添加区 2-2,3H 標識が9尾、油脂添加飼料による健苗性向上試験 未添加対照群 2,3-2H 標識が14尾発見された。

「さけ・ます不漁対策事業」で放流された3年魚（2022年級）では、2つの標識パターンのうち、油脂添加飼料による健苗性向上試験 油脂添加区 2-2,3H 標識が3尾、油脂添加飼料による健苗性向上試験 未添加対照群 2,3-2H 標識が6尾発見された。

「さけ・ます不漁対策事業」で放流された2年魚（2023年級）では、2つの標識パターンのうち、油脂添加飼料による健苗性向上試験 未添加対照群 2,3-2H 標識が1尾発見された。

・余市川

1) 遡上状況

2025年の余市川での捕獲は9月中旬より開始され、捕獲終了となる10月下旬までに11,936尾（前年比106.3%）であり、旬別では10月上旬の3,391尾が最も多い捕獲数となった。余市川へ9月中旬から10月下旬までに遡上したサケ親魚から旬毎に雌雄50尾程度の鱗及び耳石を採取し、再生鱗等を除く解析可能な499尾分の年齢及び耳石温度標識パターンを解析した。

2) 耳石標識解析状況

耳石温度標識放流を行った余市ふ化場産の標識魚（4～5年魚）の耳石標識解析結果について報告する。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された5年魚（2020年級）では、3つの標識パターンのうち、放流時期の違いによる放流効果検討 3月中旬放流区 2021/4/8～2021/4/15 放流群 2,2,1,4H 標識が66尾、同試験 3月下旬放流区 2021/3/15～2021/3/19 放流群 2,2,1,5H 標識が6尾、同試験 4月上旬放流区 2021/3/25～2020/3/29 放流区 2-3,2H 標識が13尾発見された。

「さけ・ますふ化放流抜本対策事業」で放流された4年魚（2021年級）では、3つの標識パターンのうち、放流時期の違いによる放流効果検討 4月中旬放流区 2022/4/8 放流群 2,2,1,4H 標識が82尾、同試験 3月中旬放流区 2022/3/11～2022/3/22 放流群 2,2,1,5H 標識が71尾、同試験 4月上旬放流区 2022/3/14～2022/4/1 放流区 2-3,2H 標識が99尾発見された。

年級（年齢）毎の標識発見数を表2に示した。また、各河川の雌雄別旬捕獲数に各標識放流群の混入率を乗じて標識放流群毎の回帰親魚数を推定し、過年度調査分とともに表3-1及び表3-2に示し、その中で本年度に回帰した年級までの累積数を放流数で除して推定回帰率を算出した。

図1に調査河川と放流ふ化場、図2と表1に2025年調査河川における年別捕獲数を示し



図 1. 2025 年回帰親魚調査河川

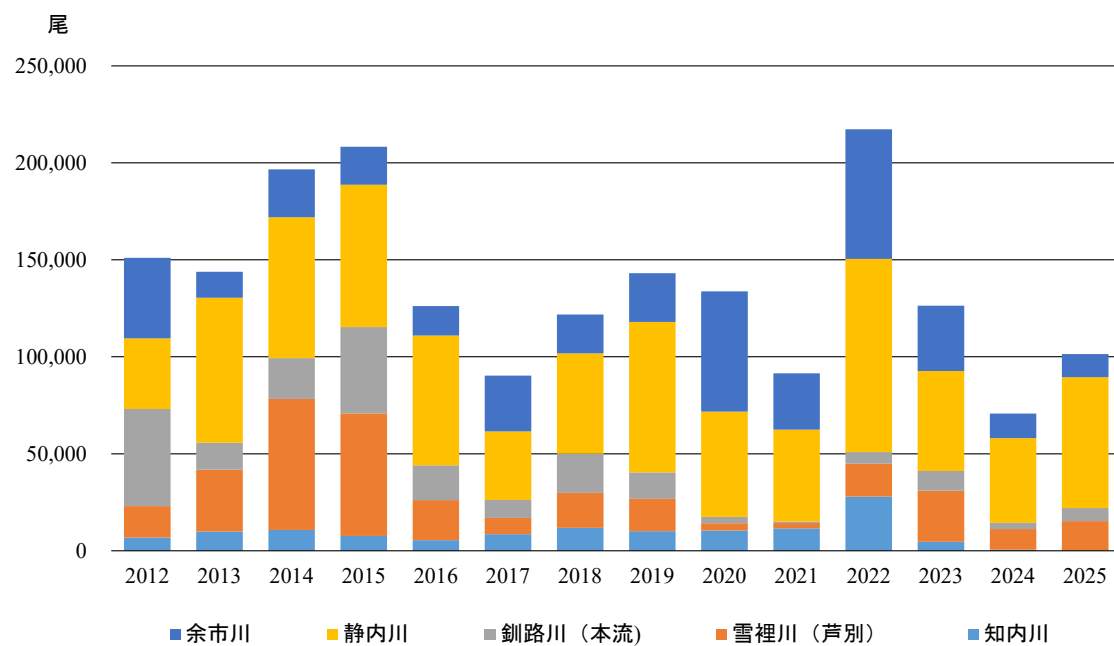


図 2. 調査河川における河川別捕獲数

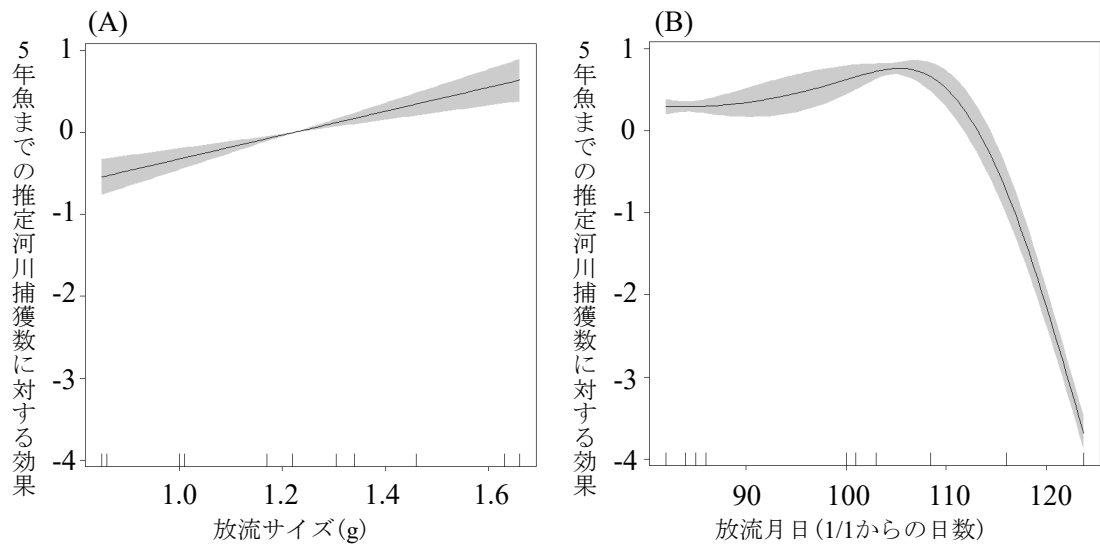


図 3. 釧路川（雪裡川）における選択されたモデルによる 5 年魚までの推定河川捕獲数に対する放流サイズ (A)、放流月日 (B) の効果

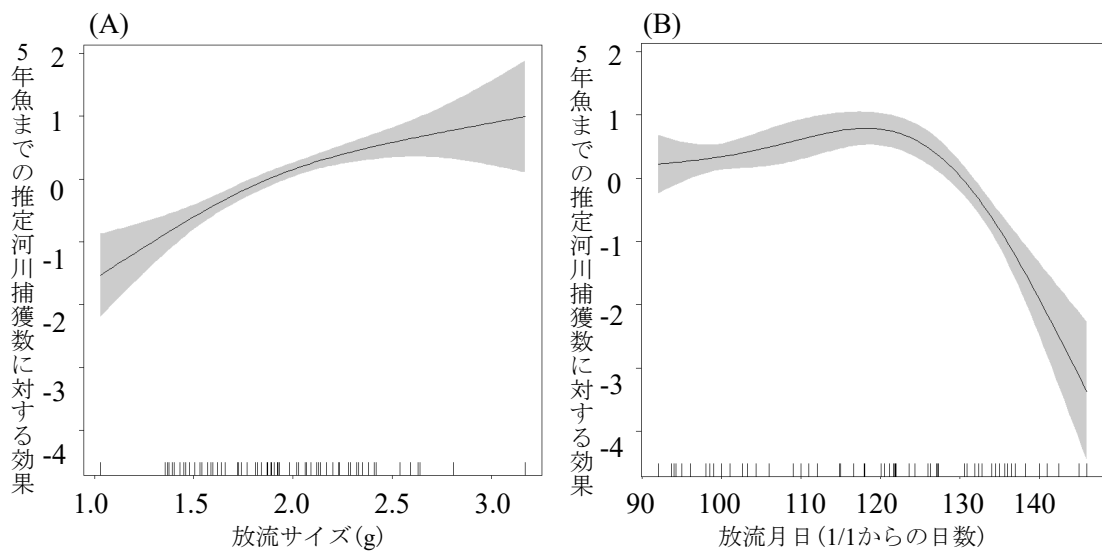


図 4. 静内川における選択されたモデルによる 5 年魚までの推定河川捕獲数に対する放流サイズ (A)、放流月日 (B) の効果

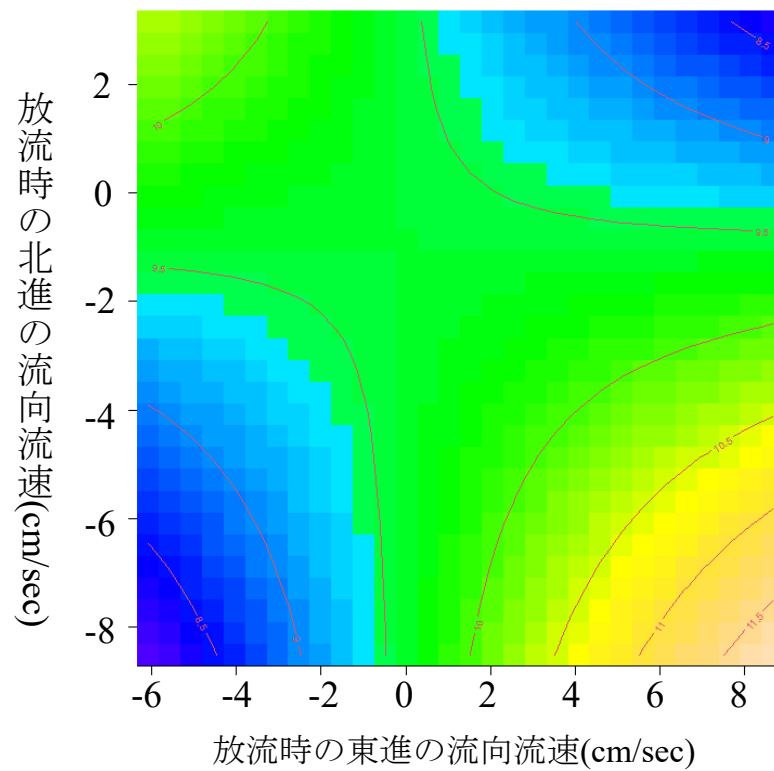


図 5. 静内川における選択されたモデルによる 5 年魚までの推定河川捕獲数に対する放流時の北進方向の流向流速×東進方向の流向流速の効果 赤色はプラス、青色はマイナス効果を示す。今回の分析では、北東方向、南西方向のデータがないため結果的に青色になっている。

表 1. 調査河川における河川別捕獲数

単位:尾

調査河川/ 年別捕獲数	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
知内川	6,834	9,865	10,693	7,591	5,422	8,521	11,813	10,079	10,480	11,522	27,934	4,633	515	91
雪裡川(芦別)	16,218	31,947	67,568	63,252	20,727	8,409	18,031	16,678	3,748	2,783	16,965	26,323	10,658	15,157
釧路川(本流)	50,034	13,892	21,012	44,470	17,888	9,308	20,173	13,612	3,204	818	5,940	10,183	3,199	6,750
静内川	36,395	74,737	72,710	73,419	66,971	35,311	51,718	77,627	54,269	47,309	99,684	51,572	43,668	67,440
余市川	41,549	13,387	24,686	19,528	15,159	28,714	20,096	25,101	62,053	29,058	66,742	33,600	12,689	11,936

表 2. 調査河川における年級（年齢）毎の標識発見数（単位：個）

調査河川	耳石標識 コード	不漁対策事業		抜本対策事業		
		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚
		2023年級	2022年級	2021年級	2020年級	2019年級
釧路川（芦別川）	2n,2n-2H	0	1	78	31	1
	2n-2n,2H	0	1	65	8	0
	2n-2n,3H					3
	2n-3n,2H					
静内川	2,3,1,2H				6	0
	2,3,1,3H				10	0
	2,3,1,4H				9	0
	2,3,1,5H				4	0
	2-3,1,3H				4	0
知内川	2,3-2H	1	6	14	0	0
	2-2,3H	0	3	9	1	0
余市川	2,2,1,4H			82	66	0
	2,2,1,5H			71	6	0
	2-3,2H			99	13	0

○灰色部は標識未実施および未掲載を示す。

表 3-1. 2025 年度回帰親魚調査で確認された耳石標識放流魚標識別推定回帰率

河川	事業名	年級	耳石温度 コード	標識推定尾数(尾)						放流尾数 (千尾)	推定 回帰率	放流旬	放流 魚体重 (g)
				2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	累計				
知内川	ふ化放流 抜本対策 事業	2019	2,3-2H	0	35	101	1	0	137	1,319	0.010%	4月下旬	1.40
			2-2,3H	0	76	71	3	0	150	1,425	0.011%	4月中旬	1.23
		2020	2,3-2H	0	101	81	0		182	1,379	0.013%	4月中旬	1.56
			2-2,3H	17	71	29	1		118	1,392	0.008%	4月中旬	1.39
		2021	2,3-2H	0	25	14			39	1,456	0.003%	4月中旬	1.26
			2-2,3H	0	20	9			29	1,518	0.002%	4月中旬	1.14
	不漁対策 事業	2022	2,3-2H	0	6				6	1,447	0.000%	4月上旬	1.41
			2-2,3H	0	3				3	1,410	0.000%	4月上旬	1.34
		2023	2,3-2H	1					1	2,316	0.000%	4月上旬	1.85
			2-2,3H	0					0	436	0.000%	4月上旬	1.52
余市川	ふ化放流 抜本対策 事業	2019	2,2,1,4H	0	3,234	3,397	355	0	6,986	1,627	0.429%	4月中旬	1.01
			2,2,1,5H	0	2,650	6,968	240	0	9,858	2,033	0.485%	3月上旬	1.15
			2-3,2H	161	6,260	6,370	193	0	12,984	2,354	0.552%	3月中旬	1.03
		2020	2,2,1,4H	0	712	4,275	1,463		6,449	1,476	0.437%	4月上旬	1.11
			2,2,1,5H	93	564	1,519	138		2,315	2,001	0.116%	3月中旬	1.04
			2-3,2H	93	1,988	2,362	287		4,731	1,946	0.243%	4月下旬	1.04
		2021	2,2,1,4H	0	76	2,077			2,153	1,042	0.207%	4月中旬	1.32
			2,2,1,5H	0	217	2,074			2,290	2,036	0.112%	3月中旬	1.14
			2-3,2H	45	587	2,107			2,739	1,967	0.139%	3月下旬	1.11

○標識発見数と河川捕獲数から標識回帰尾数を推定し、放流数で除して推定回帰率を示した。

表 3-2. 2025 年度回帰親魚調査で確認された耳石標識放流魚標識別推定回帰率

河川	事業名	年級	耳石温度 コード	標識推定尾数(尾)						放流尾数 (千尾)	推定 回帰率	放流旬	放流 魚体重 (g)
				2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	累計				
静内川	ふ化放流 抜本対策 事業	2018	2,3,1,2H	0	1,251	3,840	861	7	5,959	457	1.304%	4月上旬	1.93
			2,3,1,3H	0	2,237	4,552	924	0	7,713	1,496	0.516%	4月上旬	1.89
			2,3,1,4H	123	5,929	8,084	2,000	7	16,143	2,016	0.801%	5月下旬	2.23
			2,3,1,5H	0	800	2,663	780	0	4,243	453	0.937%	4月上旬	1.64
			2-3,1,3H	0	3,340	2,105	159	0	5,604	1,505	0.372%	5月下旬	2.64
		2019	2,3,1,2H	0	665	3,262	128		4,055	487	0.833%	4月中旬	2.32
			2,3,1,5H	0	544	3,995	205		4,744	486	0.976%	4月中旬	2.23
			2,3,1,3H	113	635	3,238	65		4,051	1,474	0.275%	4月中旬	2.13
			2,3,1,4H	0	1,182	5,634	127		6,943	1,782	0.390%	5月中旬	2.41
			2-3,1,3H	0	47	1,181	76		1,304	1,718	0.076%	5月下旬	2.12
		2020	2,3,1,2H	0	256	901			1,157	440	0.263%	4月中旬	2.11
			2,3,1,3H	0	1,248	2,772			4,020	1,522	0.264%	4月中旬	2.37
			2,3,1,4H	0	4,174	7,363			11,537	1,767	0.653%	5月上旬	2.79
			2,3,1,5H	0	749	1,090			1,839	440	0.418%	4月中旬	2.09
			2-3,1,3H	0	1,495	4,884			6,379	1,864	0.342%	5月下旬	2.52
釧路川 (芦別川)	ふ化放流 抜本対策 事業	2018	2n,2n-2H	0	50	798	93	0	941	1,256	0.075%	3月下旬	1.66
			2n-2n,2H	0	3	973	174	0	1,150	1,372	0.084%	3月下旬	1.35
			2n-2n,3H	0	0	35	74	0	109	1,348	0.008%	4月上旬	1.09
		2019	2n,2n-2H	0	184	1,474	382		2,040	1,344	0.152%	3月下旬	1.63
			2n-2n,2H	0	258	1,640	168		2,066	1,344	0.154%	3月下旬	1.60
			2n-2n,3H	0	40	1,156	215		1,411	1,366	0.103%	4月上旬	1.40
		2020	2n,2n-2H	0	555	1,176			1,731	1,281	0.135%	4月上旬	1.81
			2n-2n,2H	0	463	1,229			1,692	1,297	0.130%	4月上旬	1.77
		2021	2n,2n-2H	0	108				108	1,323	0.008%	4月上旬	2.10
			2n-2n,2H	0	282				282	1,321	0.021%	4月下旬	1.90
	不漁対策 事業	2022	2n,2n-2H	0					0	546	0.000%	4月上旬	2.43
			2n-2n,2H	0					0	551	0.000%	4月下旬	2.46

○標識発見数と河川捕獲数から標識回帰尾数を推定し、放流数で除して推定回帰率を示した。

表 4. 静内川および釧路川（雪裡川）で作成したモデル一覧 各河川の作成モデルを○で示し、その中で AIC 最小だったモデルを最適モデルとして◎で表した。

モデル	モデル式	釧路	静内
1	$Y = \text{年級} + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
2	$Y = s(\text{放流サイズ}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
3	$Y = s(\text{放流月日}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
4	$Y = s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
5	$Y = \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
6	$Y = \text{年級} + s(\text{放流サイズ}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
7	$Y = \text{年級} + s(\text{放流月日}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
8	$Y = \text{年級} + s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
9	$Y = \text{年級} + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
10	$Y = s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流月日}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
11	$Y = s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
12	$Y = s(\text{放流サイズ}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
13	$Y = s(\text{放流月日}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
14	$Y = s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
15	$Y = \text{年級} + s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流月日}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	◎	○
16	$Y = \text{年級} + s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	○	○
17	$Y = \text{年級} + s(\text{放流サイズ}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
18	$Y = \text{年級} + s(\text{放流月日}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
19	$Y = \text{年級} + s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
20	$Y = s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流月日}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
21	$Y = s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○
22	$Y = \text{年級} + s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流月日}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$	◎	
23	$Y = \text{年級} + s(\text{放流サイズ}, k=4) + s(\text{放流時SST}, k=4) + \text{te}(\text{北進方向の流向流速}, \text{東進方向の流向流速}, k=c(4,4)) + \text{offset}(\log(\text{放流尾数}))$		○

b) 東北太平洋（織笠川、熊野川）

執筆者：岩手県水産技術センター 及川仁

実施機関及び担当者

岩手県水産技術センター：岡部聖、及川仁

【目的】

海中飼育試験及び流速強化試験の効果を検証するため、放流河川に遡上する親魚から鱗及び耳石を採取し、耳石温度標識パターンから試験区毎の河川回帰率を算出する。

【方法】

令和7年度に織笠川及び熊野川に遡上した親魚から鱗及び耳石を採取し、年齢査定と耳石温度標識パターンの確認を行い、試験区毎の放流数から河川回帰率を算出した。なお、回帰率の算出には、回帰の主群となる3～5歳魚を用いた。織笠川では、令和7年10月16日から令和8年1月5日まで調査を実施した。今漁期は90尾の親魚がそ上し、81尾の鱗から年齢査定を行い、そのうち55尾から耳石を採取した。熊野川では、令和7年10月31日から同年12月17日まで調査を実施した。今漁期は55尾の親魚がそ上し、44尾の鱗から年齢査定を行い、そのうち42尾から耳石を採取した。

また、令和6年度の織笠川の温度標識の確認が完了したため、織笠川における令和元年級の試験魚の回帰率を併せて報告する。

【結果】

織笠川における令和元年級の回帰率は、海中飼育群が0.01%、短期海中飼育群が0.005%、大目網飼育群が0.0055%、河川放流群が0.015%であった（図1）。

織笠川にそ上した親魚の年齢組成は、2歳0%、3歳13.6%、4歳66.7%、5歳19.8%、6歳0%と4歳魚（令和3年級）が中心となっていた。耳石温度標識は現在、確認中である。なお、海中飼育試験の年級別の放流状況は表1のとおりであり、今回の耳石温度標識の確認により令和2年級の回帰率が算出される見込みである。

熊野川にそ上した親魚の年齢組成は、2歳0%、3歳15.9%、4歳79.5%、5歳4.5%、6歳0%と4歳魚（令和3年級）が中心となっていた。流速強化試験の年級別の放流状況を表2に示した。令和2年級は、流速強化区、対照区ともに回帰が見られなかった。令和3年級の3、4歳魚は、流速強化区の標識魚は確認されなかった。令和4年級の3歳魚は、対照区1尾の回帰が確認された。

今後、織笠川そ上親魚の耳石温度標識の確認を進めるとともに、次年度に回帰する親魚の鱗及び耳石温度標識の調査を継続し、各試験の効果の検証を行う。

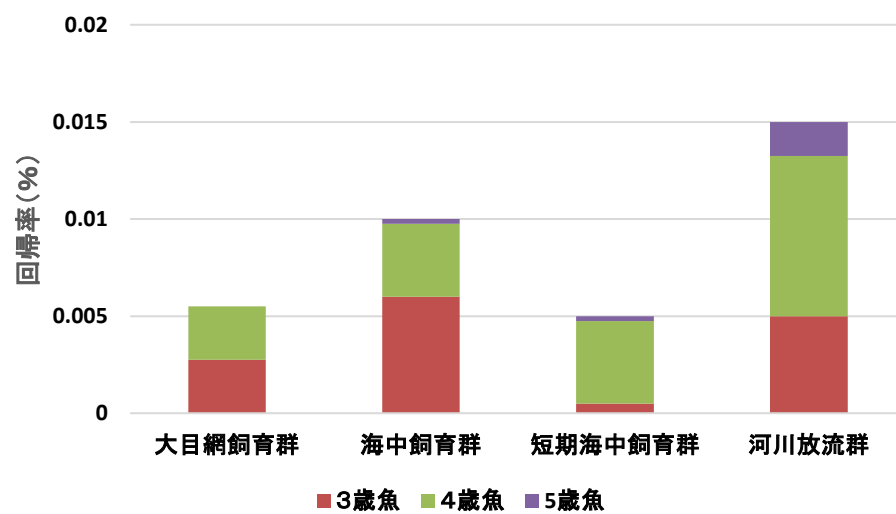


図 1. 織笠川における令和元年級の回帰率（3～5 歳魚）

表 1. 海中飼育試験の年級別の放流状況（令和元年級から令和 4 年級）

年級	試験群	標識	採卵日	海面移動日	海面移動サイズ		放流日	放流サイズ		標識放流尾数 (千尾)
					尾叉長(mm)	体重(g)		尾叉長(mm)	体重(g)	
令和元年級	海中飼育群	2-2.2H	2019/11/27	2020/3/24	50.9	0.98	2020/4/22	70.6	3.06	400
	短期海中飼育群	2.2nH	2019/11/29	2020/3/24	52.0	1.00	2020/4/7	58.8	1.51	400
	大目海中飼育群	2.5H	2019/11/25	2020/3/23	53.2	1.06	2020/5/13	85.4	5.29	400
	河川放流群	2n-2H	2019/11/30	-	-	-	2020/4/20	66.7	2.24	400
令和2年級	海中飼育群	2.2nH	2020/11/28	2021/3/5	44.3	0.58	2021/4/20	74.2	3.39	400
	短期海中飼育群	2-2.2H	2020/11/25	2021/3/5	47.5	0.73	2021/3/16	51.9	0.97	400
	大目海中飼育群	2.5H	2020/11/28	2021/3/5	46.4	0.68	2021/5/11	99.3	7.99	400
	河川放流群	2n-2H	2020/12/18	-	-	-	2021/4/27	66.0	2.14	400
		2n-2H	2020/12/23	-	-	-	2021/5/25	68.7	2.56	700
令和3年級	海中飼育群	2-2.2H	2021/11/29-30	2022/3/22	47.2	0.79	2022/5/18	83.6	4.78	300
	大目海中飼育群	2.5H	2021/11/29-30	2022/3/22	46.9	0.77	2022/5/18	90.9	6.12	300
	河川放流群	2n-2H	2021/12/2-9	-	-	-	2022/4/26	63.0	2.03	163
	河川放流群(4月中旬3g)	2.2nH	2021/12/15-22	-	-	-	2022/4/16-29	72.0	3.00	320
令和4年級	河川放流群(5月中旬8g)	2.2nH	2021/12/16-18	-	-	-	2022/5/11	100.0	8.06	322
	海中飼育群	2.2nH3	2022/10/31	2023/2/3	49.3	0.82	2023/4/11	88.9	6.70	400
	大目海中飼育群	2.2nH	2022/10/31	2023/2/3	53.8	1.11	2023/4/11	81.9	5.27	400

表 2. 流速強化試験の年級別の放流状況（令和 2 年級から令和 4 年級）

年級	試験群	標識	採卵日	放流日	放流サイズ		標識放流尾数 (千尾)
					尾叉長(mm)	体重(g)	
令和2年級	対照区	2.5H3	2020/12/14	2021/5/10	67.9	2.83	76
	流速強化区	2.5H2	2020/12/14	2021/5/10	68.1	2.91	73
令和3年級	流速強化区	2.5H2	2021/12/20-23	2022/5/14	76.4	4.05	14
令和4年級	対照区	2.5H3	2022/11/3	2023/4/20	64.3	2.63	146
	流速強化区	2.5H2	2022/11/2-3	2023/4/20	63.4	2.54	146

c) 東北日本海（最上川（鮭川、最上小国川、寒河江川）ほか海面）

執筆者：山形県水産研究所 高澤俊秀

実施機関及び担当者

山形県内水面水産研究所 内水面水産振興部：齋藤哲

山形県水産研究所 浅海増殖部：粕谷和寿

【目的】

先行事業（さけますふ化放流抜本対策事業）において表 1 のとおり最上川 3 支流（寒河江川、最上小国川、鮭川）に放流した標識魚（2018～2021 年級）について、河川捕獲や海面漁獲の状況及び回帰率を明らかにする。

【方法】

1) 河川回帰親魚調査

上記の 3 河川においてふ化場の捕獲尾数を記録するとともに親魚を確保する。確保した親魚は魚体測定や鱗による年齢査定とともに頭部から耳石を摘出して標識魚の耳石コード判別に供する。耳石コードの判別は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に依頼する。

2) 海面親魚調査

県内の漁獲尾数を記録するとともに鶴岡市由良管内の定置網で漁獲された親魚を確保する。確保した親魚は河川捕獲魚と同様のサンプル処理に供する。

【結果】

1) 河川回帰親魚調査（表 2, 3）

寒河江川は 2025 年 10 月 22 日～11 月 14 日に計 28 尾、最上小国川は 10 月 28 日～11 月 17 日に計 67 尾、鮭川は 11 月 11 日～11 月 21 日に計 33 尾、合計 128 尾を確保した。今後、鱗による年齢査定と耳石コード判別を予定している。

前年度に寒河江川、最上小国川、鮭川の 3 支流で確保した計 44 尾、計 103 尾、計 53 尾の合計 200 尾については、耳石コード判別の結果、2019 年級（5 年魚）は最上小国川で 1 尾、2020 年級（4 年魚）は寒河江川で 3 尾、最上小国川で 8 尾の計 11 尾、2021 年級（3 年魚）は最上小国川で 3 尾、鮭川で 1 尾の計 4 尾の標識魚が確認された。2018 年級（6 年魚）は確認されなかった。

2) 海面親魚調査（表 4）

2025 年 10 月 30 日～11 月 25 日に計 88 尾を確保した。今後、鱗による年齢査定と耳石コード判別を予定している。

前年度に確保した計 187 尾については、耳石コード判別の結果、最上川 3 支流由来の標識魚は 2020 年級（4 年魚）は 7 尾、2021 年級（3 年魚）は 1 尾の計 8 尾が確認された。他方、本県の月光川由来が 5 尾（2020 年級 4 尾、2021 年級 1 尾）、他県由来が 7 尾（2020 年級 3 尾、2021 年級 4 尾）確認された。2019 年級（6 年魚）と 2018 年級（5 年魚）は確認されなかった。

表 1. 先行事業（さけますふ化放流抜本対策事業）による最上川 3 支流標識放流

年級	標識コード	放流河川(支流名)		尾数(千尾)
2018	2n-2n,2H	鮭川	本流	100
			真室川	200
		最上小国川		350
2019	2,2-1,2H	寒河江川		380
	2-2,1,2H	寒河江川		312
	(一部2-2,1,3H 2-2,1,3nH)	最上小国川		312
	2,2,1-3H	鮭川	泉田川	406
2020	2-2,1,2H	寒河江川		345
		最上小国川		345
	2,2,1-2H	鮭川	泉田川	400
2021	2-2,1,2H	寒河江川		290
		最上小国川		320
	2,2,1-2H	鮭川	泉田川	404

表 2. 2024 年度の河川回帰親魚調査概要

	調査日	調査尾数(尾)
寒河江川	10月18日、10月25日、11月1日	44
最上小国川	10月25日、11月1日、11月15日	103
鮭川	11月8日、11月15日、11月22日	53

表 3. 2024 年度の河川回帰親魚調査における標識魚及び無標識魚尾数

	寒河江川		最上小国川		鮭川		備考
	標識魚(尾)	無標識魚(尾)	標識魚(尾)	無標識魚(尾)	標識魚(尾)	無標識魚(尾)	
2018年級	0	0	0	0	0	1	6年魚
2019年級	0	2	1	4	0	1	5年魚
2020年級	3	35	8	58	0	45	4年魚
2021年級	0	4	3	29	1	5	3年魚

表 4. 2024 年度の海面親魚調査における標識魚（検体数：187 尾）

年級	年齢	耳石コード	放流河川	支流、試験区	尾数
2021	3	2-2,1,2H	最上川	寒河江川、最上小国川	1
2020	4	2-2,1,2H	最上川	寒河江川、最上小国川	2
2020	4	2,2,1-2H	最上川	鮭川	5
2021	3	2,1-2H	月光川	従来密度区	2
2020	4	2,1-2H	月光川	従来密度区	1
2020	4	2,3nH	月光川	後期群	2
他県産標識魚					7

d) 本州日本海（富山県神通川水系）

執筆者：富山県農林水産総合技術センター 水産研究所 野村幸司

実施機関及び担当者

富山県農林水産総合技術センター 水産研究所：野村幸司、古川嵩恭

【目的】

富山県ではサクラマス資源維持のため、稚魚放流やスモルト放流を継続しているが、河川、海面ともに漁獲量の低迷が続いている。サクラマスは河川生活期間が長く、スモルト放流を行う場合は1年半もの飼育期間が必要であり、多大な労力とコストを要していることから、増殖手法の抜本的な見直しが必要である。このことから、ヤマメでは一定の増殖効果が確かめられた発眼卵放流（岸・徳原 2017）をサクラマスに応用し、回帰状況を検証する。

【方法】

2021 年埋設群

標識魚の試験放流は、神通川水系黒川において、2021 年 11-12 月に埋設放流（試験区：A1H）および 2022 年 4 月に稚魚放流（対照区：3H）により実施した。サクラマスの回帰年度である 2024 年 10-11 月に神通川水系で増殖用親魚として富山漁業協同組合により採捕されたサクラマス親魚 30 個体の耳石を解析した。

【結果及び考察】

2021 年埋設群

サクラマスの回帰年度である 2024 年 10-11 月に神通川水系で採捕したサクラマス親魚 30 個体の耳石を解析した結果、稚魚放流由来（3H）が 5 個体確認され、埋設放流由来は確認されなかった（表 1）。

2024 年の標識魚の混入率（15%）は 2023 年（24%）より低下したが、2024 年は 2023 年に比べて夏場の出水が多く、支流において 2023 年は殆ど見られなかったサクラマス産卵床が 2024 年は多数確認されたことから、2024 年は出水により支流上流部の産卵場への遡上が促されたものと考えられる。一方、2023 年のような夏場の渇水はサクラマス親魚の支流への遡上を妨げ、自然産卵への影響が大きくなることを示唆しており、今後は本研究で用いた遡上障害上流部での放流といった手法を実践していく必要がある。

【引用文献】

岸 大弼・徳原哲也 (2017) ヤマメ稚魚放流個体および発眼卵放流個体の残存状況と費用対効果の比較. 岐阜県水産研究所研究報告, 62: 1-7.

表 1. 当調査で実施した放流および回帰親魚耳石解析結果一覧

放流年	放流河川	試験区 発眼卵放流	対照区 稚魚放流	回帰年	解析 親魚数	耳石標識 親魚数
2018	山田川	24 千粒 (2, 2nH)	22 千 (A1H)	2021	33	0
2019	黒川	61 千粒 (A1H)	24 千尾 (3H)	2022	5	0
	井田川	124 千粒 (A1H)	50 千 (2, 2nH)			
2020	黒川	小卵 29 千 (A1H) 大卵 30 千 (A2H)	30 千尾 (3H)	2023	76	A2H : 1 3H : 18
2021	黒川上流	47 千粒 (A1H)	37 千尾 (3H)	2024	34	3H : 5

課題ウ 事業検討協議会

【目的】

外部専門家を含む検討会を開催し、本事業の調査実施計画および調査結果について検討する。

【結果】

令和7年度は2025年7月24日に第1回検討会を、また2026年1月20日に第2回検討会をそれぞれ札幌市内会議場にて開催した（下記）。第1回検討会では今年度の実施計画ならびに前年度第2回検討会開催時点で実施途中あるいは年度を跨いで実施された調査・試験結果の報告が行われた。また第2回検討会では今年度実施された課題のうち暫定的な調査結果が出ているものについて、その内容報告ならびに検討が行われた。なお、現在実施中ならびに年度を跨いで調査あるいは試験が行われる課題については、次年度第1回検討会で結果報告が行われる予定である。

第2回検討会では、予定された結果報告のほか、2018年以降は進んでいなかった沿岸幼稚魚調査結果のデータ共有とデータベース作成についての提案・議論が行われた。その結果、データベース作成について参画機関による合意が得られたことから、その実現に向け今後は年度末を目途に担当者間で個別にデータのやり取りを進めることとなった。

開催した2回の検討会では、外部専門家から以下のような講評・ご指摘をいただいた。

<第1回>

- ・大型種苗等飼育技術開発については成果が認められ、特にビタミンC添加により高水温耐性が上がることは他のさけ・ます類の陸上養殖にも応用ができることから、その効果の検証を行い、研究論文として発表して現場に還元されることを望む。回帰親魚の標識調査は2013年からの前身事業の調査で得られた結果があることから、どの海域でどのような沿岸環境や条件で放流されたものが親魚の沿岸漁獲数と河川捕獲数に関係しているのかについて報告してほしい。将来的に海水温の上昇の深刻化が懸念される中で、本事業の調査研究がますます重要となることから、一層の努力を期待する（上田名誉教授）。

<第2回>

- ・資源研さけます部門で公開された1/16更新版の道県別来遊数を見ると、本州日本海側の富山県・石川県では前年より多い捕獲数となっている。前年の捕獲数が少ないことが要因と考えられるが、サケの分布の南限である両県で捕獲数が増加するのは驚きであることから、可能ならば前年から改良されたふ化放流に関する手法を比較し、捕獲数増加の要因を探っていただきたい。大型の稚魚を放流しても回帰親魚の魚体重が減少する要因を探るため、ベーリング海でのサケの魚体重も過去と比較し減少しているのか、大型稚魚放流の効果の有無についても検証していただきたい（上田名誉教授）。
- ・来遊数が減少する要因を探るためにはモニタリングの基礎となるデータ収集が非常に重要となる。各位には各エリアでの地道なデータ収集を行うとともに、高度なテクニックを基にサケの来遊数が減少している要因を突き止めていただきたい（工藤教授）。

記

令和 7 年度第 1 回検討会

- ① 日時：2025 年 7 月 24 日（木）13：00～17：30
- ② 場所：第 2 水産ビル 3 階 3G 会議室（札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 1 番地）
- ③ 外部専門家：上田宏 名誉教授（北海道大学）
- ④ 出席者：外部専門家 1 名、水産庁増殖推進部栽培養殖課 1 名、共同研究機関 11 機関 47 名の合計 49 名（この他、オブザーバーとして 3 機関 6 名が参加）
- ⑤ 議事内容：下記に従って、実施計画の説明および質疑応答を行った。

議事次第

1 挨拶

会議主催者：水産資源研究所さけます部門長

事業委託元：水産庁増殖推進部栽培養殖課

2 出席者紹介

3 全体計画説明 [資源研さけます部門資源生態部長]

4 細部計画（前年度結果）説明

ア 大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

1) 成長促進効果等を高めるための管理技術の開発ならびに改善

- a) 流速管理による健苗生産技術の検討 [岩手水技セ]
- b) シロザケの成長が最大となる環境条件の把握 [技術研養殖部門]
- c) 大型種苗等育成のための既存管理技術の改善 [資源研さけます部門]

2) 成長促進効果等を高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証

- a) ビタミン C 添加等による高温耐性向上効果の検証 [富山水研]
- b) サケ稚魚の成長・代謝特性の解明と魚油添加の効果検証 [道総研]

3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流

- a) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 1：北海道 [資源研さけます部門]
- b) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 2：本州太平洋 [岩手水技セ]

4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証

- a) 油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証 [道総研]
- b) 北海道根室地区における最適な放流時期の検証 [道総研]
- c) 北海道東部における放流サイズや放流時期等の適正化の検討 [資源研さけます部門]
- d) 東北日本海における放流サイズや放流時期等の適正化の検討 [山形水研]
- e) 新潟県における放流時期や放流サイズ等の適正化の検討 [新潟水海研]

イ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

- 1) 稚魚沿岸帯泳期における沿岸環境観測及びサケ幼稚魚追跡調査
 - a) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1 [資源研さけます部門]
 - b) サケ幼稚魚の餌料環境と食性 [資源研さけます部門]
 - c) サケ幼稚魚の地理的起源推定 [資源研さけます部門]
 - d) サケ幼稚魚の耳石日周輪解析 [資源研さけます部門]
 - e) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 2 [道総研]
 - f) 東北から北海道太平洋における海洋環境観測及び稚魚採捕調査 [岩手水技セ]
 - g) 東北日本海における環境観測及び稚魚採捕調査と耳石日周輪解析 [山形水研, 秋田水振セ]
 - h) 新潟県沿岸における環境観測及び稚魚採捕調査 [新潟水海研]
- 2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証
 - a) 粒子追跡実験による稚魚の移動経路シミュレーション [資源研資源研究セ]
- 3) 回帰親魚の標識確認調査
 - a) 北海道(釧路川(雪裡川)、静内川、知内川、余市川) [資源研さけます部門]
 - b) 東北太平洋(織笠川、熊野川) [岩手水技セ]
 - c) 東北日本海(最上川(鮭川、最上小国川、寒河江川)ほか海面) [山形水研]
 - d) 本州日本海(富山県神通川水系) [富山水研]

5 外部専門家講評

6 その他

令和7年度第2回検討会

- ① 日時：2026年1月20日(火) 13:00～17:45
- ② 場所：第2水産ビル 8階 8BC会議室(札幌市中央区北3条西7丁目1番地)
- ③ 外部専門家：上田宏 名誉教授(北海道大学)
工藤秀明 教授(北海道大学大学院水産科学院)
- ④ 出席者：外部専門家2名、水産庁増殖推進部栽培養殖課2名、共同研究機関13機関51名の合計55名(この他、オブザーバーとして3機関5名が参加)
- ⑤ 議事内容：下記に従って、実施計画の説明および質疑応答を行った。

議事次第

1 挨拶

会議主催者：水産資源研究所さけます部門長

事業委託元：水産庁増殖推進部栽培養殖課

2 結果報告

ア 大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

- 1) 成長促進効果等を高めるための管理技術の開発ならびに改善
 - a) 流速管理による健苗生産技術の検討 [岩手水技セ]

- c) 大型種苗等育成のための既存管理技術の改善 [資源研さけます部門]
- 2) 成長促進効果等を高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証
 - a) ビタミンC 添加等による高温耐性向上効果の検証 [富山水研]
- 3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流
 - a) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 1: 北海道 [資源研さけます部門]
 - b) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 2: 本州太平洋 [岩手水技セ]
- 4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証
 - a) 油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証 [道総研]
 - b) 北海道根室地区における最適な放流時期の検証 [道総研]
- イ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査
 - 1) 稚魚沿岸帯泳期における沿岸環境調査及びサケ幼稚魚追跡調査
 - a) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1 [資源研さけます部門]
 - b) サケ幼稚魚の餌料環境と食性 [資源研さけます部門]
 - c) サケ幼稚魚の地理的起源推定 [資源研さけます部門]
 - d) サケ幼稚魚の耳石日周輪解析 [資源研さけます部門]
 - e) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 2 [道総研]
 - f) 東北から北海道太平洋における海洋環境観測及び稚魚採捕調査 [岩手水技セ]
 - g) 東北日本海における環境観測及び稚魚採捕調査と耳石日周輪解析 [山形水研+秋田水振セ]
 - 2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証
 - a) 粒子追跡実験による稚魚の移動経路シミュレーション [資源研資源研究セ]
 - 3) 回帰親魚の標識確認調査
 - a) 北海道（釧路川（雪裡川）、静内川、知内川、余市川） [資源研さけます部門]
 - b) 東北太平洋（織笠川、熊野川） [岩手水技セ]
 - c) 東北日本海（最上川（鮭川、最上小国川、寒河江川）ほか海面） [山形水研]
- 3 連絡事項
- 4 外部専門家講評
- 5 その他

第2章 成果の要約

本事業では、さけ・ます人工ふ化放流事業における飼育・放流技術の高度化、特に大型のサケ稚魚を生産・放流する為の技術開発に主眼を置くとともに、その稚魚が北上回遊する過程での生残や環境との関係を解明すべく各種課題を設定し、実施している。本年度得られた成果のうち主要な成果について、以下にその要約を記す。

なお、秋に産卵し翌年の春に降海するサケの生活史の特徴のため、本報告書作成時点ではまだ本年度の試験が始まっていない、あるいは試験中の課題（現在その実験に用いるサケ稚魚を飼育準備中）や、前年度末から本年度前半に掛けて実施した調査・試験の報告を含む。

課題ア 大型種苗等飼育技術及び放流手法技術開発

小課題1) 成長促進効果等を高めるための管理技術の開発ならびに改善

ア-1)-a) 流速管理による健苗生産技術の検討

令和6年級の大規模飼育試験では、アスタキサンチンオイル等を添加した改良餌料を給餌し、流速約5cm/秒の遊泳力強化工程（8時間/日）を実施した試験区、流速0.5cm/秒で改良餌料を給餌した試験区及び同流速で通常餌料を給餌した試験区の3群の遊泳力を比較したが、差は見られなかった。また、令和5年級の小規模飼育試験では、流速及び改良餌料給餌によりTG含有率が増加し、前年報告した遊泳力の増加と同調する傾向にあった。令和7年級の大規模飼育試験では、飼育環境を改善して流速強化及び改良餌料給餌による効果を改めて検証するとともに、飼育池に障害物を設置し、より効果的な遊泳力強化方法を調べる。

ア-1)-b) サケの成長が最大となる環境条件の把握

異なる光波長条件（白色および青色）を設定し、水温9℃の淡水から海水へ連続した飼育試験を実施した。淡水飼育終了時には青色光で肥満度が白色光より有意に高く示された。これらの稚魚は、海水移行15日後には青色光の方が尾叉長と体重が白色光より有意に大きく、瞬間遊泳能力も有意に高いことが示された。海水飼育終了時においても青色光区の方が尾叉長と体重が白色光より有意に大きかった。このことから、青色光を照射することで成長促進効果と遊泳能力の向上が図られることが示された。今後は同一飼育条件下における再現性の確認と、サケ稚魚が青色を知覚する方法がLED光の照射ではなく水槽色に置き換えることでも同様の成長促進効果が得られるか確認する飼育試験が必要と考えられる。

ア-1)-c) 大型種苗等育成のための既存管理技術の改善

i) サケ標準給餌率の再検討に関する試験

サケ標準給餌率に対して1割増、2割増、4割増で給餌する区を設定し体重の推移や飼料効率などを比較することで、放流までにより効果的に大型化に繋がる給餌手法を検討した。2022（令和4）年級～2024（令和6）年級を対象に事業規模で実施した結果、多くの事業所で飼育開始から体重0.8～1gに達する前後までは、現状のサケ標準給餌率を目安として飼育管理を行うことで、稚魚の餌要求に見合った無駄のない給餌ができると推察できた。さらに体重0.9g前後以降試験実施範囲では、標準給餌率の1～2割増しの給餌量を与えることで、稚魚の成長をより促進できると推察できた。しかしながら、2022（令

和 4) 年級～2024 (令和 6) 年級を対象に伊茶仁事業所で実施した事業規模のデータ収集の結果では、標準給餌率に対して 1～2 割の割増給餌を実施したが体重の推移に明瞭な差は認められなかった。明瞭な差が認められなかった要因としては、伊茶仁事業所でデータ収集できた期間が飼育開始～1g 程度までであり、割増給餌による体重への影響が現れる前に試験を終了した可能性が考えられた。このことから、2024 (令和 6) 年級を対象に事業規模ではデータ収集が困難であった体重 1.5g 以上までのデータ収集を水槽規模で実施したところ伊茶仁事業所でも 2～4 割増給餌区で体重の大型化が認められた。2024 (令和 6) 年級を対象に水槽規模で実施した試験の結果、2 割増区と 4 割増区の間で稚魚の体重の推移に差は認められず、標準に対して 2 割増を越える給餌は、稚魚の早期大型化に繋がらないことが推察された。今後もデータの蓄積が必要であることから、令和 7 年度についても引き続き、静内事業所で事業規模の試験、伊茶仁事業所、千歳事業所で水槽規模の試験を実施している。

ii) 給餌開始時の再検討に関する試験

特に、飼育開始が遅く飼育期間が短くならざるを得ない後期採卵群について、従来よりも早期に浮上させ給餌を開始することでより長い飼育期間を確保し、従来よりも大型サイズでの放流が可能となるか検証した。2022 (令和 4) ～2024 (令和 5) 年級を対象に 3 事業所で実施した結果から、通常よりも早期に浮上させ給餌を開始することで、同 1 日数の管理期間の中で給餌日数を増やすことができ、結果としてより早期に大型化させることができた。また、試験終了時の稚魚の状態にも問題点は見当たらなかったことから、サケ稚魚を早期に大型化する管理手法となりえると考えられた。ただし、早期浮上の手法は、従来基本としてきた手法とは異なるものであることから、今後もデータの蓄積が必要である。そのため、令和 7 年級についても引き続き、天塩事業所で事業規模の試験を継続している。

小課題 2) 成長促進効果等を高めるための餌料・餌料添加物の開発と実証

ア-2)-a) ビタミン C 添加等による高温耐性向上効果の検証

ビタミン C 添加餌料を与えた VC 区および対照区の 2 群でサケ稚魚を飼育し、2026 年 3 月に放流した。また、2025 年 3 月放流群の一部を用いた高温耐性試験では、放流日から 40 日後まで VC 区の生残率が対照区よりも良好であった。採卵時期別の表層海水での飼育試験では、後期群の生残率および成長が早期群と比較して良好であった。

ア-2)-b) サケ稚魚の成長・代謝特性の解明と魚油添加の効果検証

水温と摂餌量の異なる条件下で海水移行後の大型のサケ稚魚 (体重 3～4 g) の成長を調べたところ、飽食条件では最適な成長水温は体重 1.0～1.5 g の稚魚と同様の 16～17℃であったが、摂餌効率が最も高いのは 12℃であった。これは 1.0～1.5 g の稚魚の場合の 13℃よりも低く、大型の稚魚では比較的低水温で成長の効率が高い可能性がある。

小課題 3) 海中飼育技術の活用によるサケ種苗の大型化及び実証のための放流

ア-3)-a) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 1: 北海道

本小課題は、えりも以東海区 (i)、北海道日本海区 (ii) において耳石標識サケ幼稚魚を海中飼育放流により大型化し、沿岸等における採集調査により追跡して、その後の成

長、回遊などを従来サイズの海中飼育群と比較する目的である。令和7年級では、えりも以東海区 (i) おいて、全国的な来遊不振の中、深刻な種卵不足の状況に至り、厳しい状況の中確保した種卵を海中飼育群とすると、基本的に河川遡上しないことから、再生産親魚になりえない懸念が払拭できないため、海中飼育試験を断念して確保した種卵を主要増殖河川である十勝川を含む地区の河川放流に充てることを共同実施機関である十勝・釧路管内さけ・ます増殖事業協会から申し出があり協議した結果、えりも以東海区 (i) では今年度の実証放流を中止とした。なお、北海道日本海区 (ii) では、計画通り種卵が確保され、計画どおり進捗していること、考察として、令和7年春に放流された令和6年級耳石放流魚の試験毎の放流時期、サイズから目的の大型化を図った放流結果に至ったこと、令和7年度、春季沿岸域幼稚魚調査で採捕された際には、経路や成長度合等の把握に關しての情報が得られると考えられることを本文内で示している。

ア-3)-b) 海中飼育によるサケ種苗の大型化にかかる管理技術の開発 2: 本州太平洋

岩手県山田湾に目合を組み合わせた海中生簀を設置し、サケ稚魚が成長により大型化する過程で大目合への切り替えを行う大目網群と、目合を変えずに2段構造の通常網で飼育する通常網群の2群を設けた。両群ともAI自動給餌機を用いて給餌を行い、食欲レベルをモニタリングした。尾叉長、体重、TG含有率及び遊泳力において両群に差はなく、容積あたりの飼育密度の低下及びAI自動給餌機による規定量以上の給餌により、消化管を含む腹腔部位にエネルギーが蓄えられ、大型に成長したと考えられた。令和7年級は、試験魚の確保が困難なことから、生簀内の稚魚の動態を把握して給餌方法を最適化することを目標とし、試験群を絞り、AI自動給餌機で効率的に給餌して飼育した稚魚を、音響プロファイラー、光学カメラ及び体成分分析によりモニタリングすることで最適な給餌条件を検討していきたい。

小課題4) 放流手法の開発ならびに適正化の効果検証

ア-4)-a) 油脂添加餌料による回帰率向上効果の検証

これまでに2018～2020年級のサケ稚魚にはハーブオイル、2021年級以降のサケ稚魚にはフィードオイルを添加した餌料を与え種苗性が向上するかどうか検討してきた。2023年級と2024年級以外の年級では筋肉中トリグリセリド含量は対照群より油脂群の方が高い傾向があることから、栄養状態の向上のためには油脂添加の効果があると推測される。

ア-4)-b) 北海道根室地区における最適な放流時期の検証

北海道西別川においてサケ稚魚2群を、時期を変えて放流し、追跡により成長・生残を調べることを目標とし、2024年級群を放流し、2025年級群の稚魚は飼育中である。

ア-4)-c) 北海道東部における放流サイズや放流時期等の適正化の検討

北海道釧路川において、放流時期や放流サイズの違いによる放流効果を検証するため、放流区分別に耳石温度標識を施したサケ稚魚を放流し、追跡により成長・生残を調べることを目標とし、令和6年級のサケ稚魚を令和7年4月上旬、下旬にそれぞれ2.11g、2.75gサイズで放流。また、放流サイズ検証として4月上旬に通常群2.79g、大型群3.75gサイズで放流した。令和7年級においても、釧路川で放流時期を変えた放流及び放流サイズを変えた放流を、十勝川では、放流時期を変えた稚魚放流を行うためのサケ稚魚を飼育中である。

ア-4)-d) 東北日本海における放流サイズや放流時期等の適正化の検討

山形県赤川にサイズの異なるサケ稚魚 2 群を放流し、追跡調査により成長・生残を調べることが目標としているが、2025 年級は種卵不足により試験卵を確保できなかった。

ア-4)-e) 新潟県における放流時期や放流サイズ等の適正化の検討

新潟県能代川において、大早区及び小早区を 2 月 28 日に、大後区及び小後区を 3 月 7 日に放流した。放流サイズは 1.01～1.43 g の範囲であり、各区において計画どおり標識放流が実施された。これらの試験放流群をイ-1)-h)の調査により追跡し、成長・生残を調べる予定である。また、酒粕給餌による大型化、高温耐性向上効果を検証するため、酒粕 5%添加区、酒粕 20%添加区、ビタミン C 添加区、対照区の 4 区を設け体サイズ測定及び高温耐性試験を行った。結果、酒粕添加による成長への顕著な影響は認められなかったが、高温耐性向上へ寄与する可能性が示唆された。

課題イ 沿岸稚魚・幼稚魚追跡調査及び移動経路の解明調査

小課題 1) 稚魚沿岸滞泳期における沿岸環境調査及びサケ幼稚魚追跡調査

イ-1)-a) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 1

水産機構さけます部門が主体となり、北海道各地の沿岸域（厚田沖、昆布森沖、えりも以西の春定置網ならびに宗谷港）にてさけ・ます類幼稚魚の分布状況や生息環境を把握する調査を実施した。採捕したサケ幼稚魚の耳石温度標識から、太平洋側各調査地では北海道太平洋側の河川から放流された個体が、また日本海側の調査地では北海道日本海側の河川から放流された個体がそれぞれ検出された。えりも以西の春定置網では本州太平洋側または本州日本海側のふ化場から放流された個体が合計 3 尾確認された。

イ-1)-b) サケ幼稚魚の餌料環境と食性

課題イ-1)-a)で得られた厚田沿岸域および昆布森沿岸域における動物プランクトン試料を用いて生物量、個体群密度および分類群組成、曳き網によって採集されたサケ稚魚の胃内容物をそれぞれ調べた。2025 年における両海域の動物プランクトン個体数密度および生物量は、最近 2 年より幾分高い傾向にあり、2022 年以前と比較しても同程度かそれ以上であった。分類群組成は、カイアシ類の割合が低く、クラゲ類、枝角類、フジツボ類、棘皮類のような小型で栄養に乏しい分類群の占める割合が高かった。胃内容物重量指数は、厚田沿岸域では比較的高い傾向にあったが、昆布森沿岸域では低い傾向にあった。2024 年に採集されたサケ稚魚の胃内容物組成は、両沿岸域ともカイアシ類の割合が低く、それ以外の分類群を利用している割合が高かった。

イ-1)-c) サケ幼稚魚の地理的起源推定

2013－2024 年の課題イ-1)-a)およびイ-1)-f)で得られたサケ幼稚魚について、耳石標識と遺伝分析による地理的起源の整合性を調べた。その結果、標識魚の地理的起源は耳石標識と遺伝分析で大きく異なっていた。一方で、遺伝分析による標識魚と無標識魚の地理的起源はほぼ同じであった。また、この傾向は調査当初から一貫していた。以上の結果から、今後は分析する遺伝領域や解析手法の変更などを検討する必要がある。

イ-1)-d) サケ幼稚魚の耳石日周輪解析

日本海側の厚田沿岸域で 2024 年に採集されたサケ幼稚魚の耳石日周輪解析を実施し、2017 年以降の結果と比較したところ、2023～2024 年の成長速度はそれ以前の成長速度よ

りも低下していることが明らかとなった。その要因として、2022 年以降にサケ幼稚魚が経験する海水温が上昇傾向にあること、餌となる動物プランクトン湿重量密度が 2023 年以降、過去に比べて減少していることが影響している可能性が考えられた。また、2017～2024 年のデータを使い、成長速度を従属変数とする一般化加法モデルを検討した。推定した成長速度の予測値を用いて、サケ幼稚魚が離岸する 5 月下旬までに北上回遊に適した FL 70 mm 以上に成長することを可能とする降海時期と放流サイズを示した。

イ-1)-e) 北海道における定点環境観測及び稚魚採捕調査 2

道総研さけます内水試が主体となり、北海道各地の沿岸域（津軽海峡の北海道沿岸、根室半島沿岸、根室湾、歯舞沿岸）にてさけ・ます類幼稚魚の分布状況や生息環境を把握する調査を実施した。2024 年級群については津軽海峡沿岸では 4 月上旬、根室では 5 月中旬に、歯舞は 6 月上旬までに適水温の 8℃に達した。4 月上旬と 4 月下旬に西別川から放流した標識魚はそれぞれ 16 尾と 23 尾が再捕され、根室南部地区では概ね 5 月下旬まで分布した。

イ-1)-f) 東北から北海道太平洋における海洋環境観測及び稚魚採捕調査

岩手県沿岸及び北海道太平洋沿岸において、岩手県所属の漁業指導調査船を用いて海洋観測と稚魚の採捕調査を行った。岩手県沿岸調査（4 月下旬及び 5 月下旬）では稚魚を採捕できなかったが、北海道調査（6 月下旬）では 146 尾の稚魚を採捕した。稚魚は全て十勝沖で採捕され、分布域に偏りが見られた。41 尾の北海道由来の耳石温度標識魚が確認された。

イ-1)-g) 東北日本海における環境観測及び稚魚採捕調査と耳石日周輪解析

秋田・山形の県境沿岸において表層トロールにより採集したサケ稚魚 996 尾について、耳石標識を分析した結果、秋田県の川袋川、山形県の月光川と赤川、新潟県の三面川の 4 水系起源の標識魚を計 365 尾確認した。沿岸観測の結果、動物プランクトンの分布密度は少ない状況であった。耳石日周輪分析の結果、月光川水系の 2019、2021～2023 年春の成長速度は低位で、動物プランクトンの少なさが成長に影響したものと推察された。また、秋田県男鹿半島南部沿岸において表層トロールによりサケ稚魚を採集したが、3 月下旬の調査網をスクリー等に巻き込む事故により主たる降海時期と予測される 3 月下旬から 4 月上旬に調査ができず採捕個体は 3 尾にとどまった。そのため時期や水温による採捕数や成長変化は把握できなかった。沿岸観測の結果、最も動物プランクトン量の多かったのは 4 月下旬で、概ね、調査期間を通して橈脚類が優占したが、4 月下旬は枝角類が優占した。

イ-1)-h) 新潟県沿岸における環境観測及び稚魚採捕調査

調査は、令和 8 年 3 月 10～11 日及び 16～17 日に実施し、それぞれ 9 尾及び 161 尾のサケ稚魚が採集された。

小課題 2) 数理モデルを用いた大型サケ稚魚の行動様式の検証

イ-2)-a) 粒子追跡実験による稚魚の移動経路シミュレーション

日本のサケ来遊数と海洋環境の関係を調べるために、2003 年～2025 年までのサケ来遊数データ（北海道太平洋、北海道日本海、本州太平洋、本州日本海の 4 海域）と、降海時に経験した海面水温（SST）、適水温(8℃) 到達日、適水温（13℃）終了日、適水温

期間との相関解析をおこなった。その結果、6、7月の東北から北海道太平洋沿岸域の SST が相対的に低いと太平洋海域への来遊数が多かった。6月のオホーツク海域の SST が相対的に高いと4海域への来遊数が多かった。太平洋海域では降海時の SST が相対的に低く適水温時期、適水温期間が遅い場合に来遊数が多かった。日本海海域では降海時の適水温の昇温が遅く、適水温期間が短いほど来遊数が多かった。サケ来遊数と各月の SST について主成分分析をおこない時空間変動を抽出した。サケ来遊数の経年変動には4海域共通して減少トレンドと太平洋と日本海海域で逆になる数年周期変動を含んでいた。サケ来遊数の多かった年級群が降海した年と、少なかった年級群が降海した年の再解析値を集め平均する合成解析をおこなうと、多かった年級群が経験した年には、太平洋海域では南西の流れが卓越し、日本海海域で東北から北海道へ連なる北向きの流れが卓越した。以上のことから、太平洋海域では亜寒帯循環に関連する沿岸親潮、親潮の南下が、日本海海域では北向きの流れの消長が近年のサケ来遊数に影響していたことが示唆された。

小課題3) 回帰親魚の標識確認調査

本小課題については、過去に実施された先行事業で実施された多岐にわたる各種試験放流の結果に関連しており、かつその量も膨大であることから、ここでは一部を除き実施内容のみを記載し、結果については記載しない。詳細については本文をご覧頂きたい。

イ-3)-a) 北海道（釧路川（雪裡川）、静内川、知内川、余市川）

先行事業で放流されたサケの回帰率を算出すべく、北海道内4河川に溯上した親魚から鱗及び耳石を採取して年齢及び耳石標識パターンを把握し、試験群毎の回帰率を算出した。併せて、釧路川（雪裡川）と静内川の2013年級から2019年級のデータを使用し、応答変数 Y を5年魚までの推定河川捕獲数、説明変数 X として年級（カテゴリカル変数）、放流サイズ、放流時 SST か放流月日、放流時の北進方向の流向流速×放流時の東進方向の流向流速の交互作用項（静内川のみ）を選び、一般化加法モデルを構築することで、両河川での放流条件の検討を実施した。結果、釧路川（雪裡川）では、5年魚までの推定河川捕獲数は、放流サイズが大きくなるほど増加する傾向が見られ、放流日が4月中旬ごろを過ぎると減少する傾向が見られた。静内川では、5年魚までの推定河川捕獲数は、放流サイズが大きくなるほど、南東方向の流れほど増加する傾向が見られ、放流日が5月上旬ごろを過ぎると減少する傾向が見られた。

イ-3)-b) 東北太平洋（織笠川、熊野川）

先行事業で放流されたサケの回帰率を算出すべく、岩手県内2河川に溯上した親魚から鱗及び耳石を採取して年齢及び耳石標識パターンを把握し、試験群毎の回帰率を算出した。海中飼育試験を試みた令和元年級では、河川放流群、海中飼育群、大目網飼育群、短期海中飼育群の順に回帰率が高かった。令和2年級については、現在解析中である。また、流速管理による遊泳力を強化した飼育を試みた令和2年級では、試験区、対照区ともに回帰が見られなかった。

イ-3)-c) 東北日本海（最上川（鮭川、最上小国川、寒河江川）ほか海面）

先行事業で最上川に放流されたサケ（2018～2021年級）の回帰状況（回帰率等）を検証すべく、山形県の最上川ならびに沿岸で確保した親魚から鱗及び耳石を採取した。2024

年回帰群については、最上川由来の標識魚を河川で 16 尾、沿岸で 8 尾を確認した。2025 年回帰群については、河川で 128 尾、沿岸で 88 尾を確保した。今後、年齢査定及び耳石コード判別を行う。

イ-3)-d) 本州日本海（富山県神通川水系）

先行事業で神通川水系河川に埋設放流したサクラマス の状況を検証すべく、回帰親魚の耳石を解析した。2021 年の埋設群については、採捕した親魚 30 個体から 5 個体の標識魚（全て対照区稚魚放流由来）が確認された。

報告書とりまとめ担当：

佐藤俊平（水産研究・教育機構水産資源研究所さけます部門資源生態部）