

3. 事業検討協議会

(1) 事業検討協議会

【目的】

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

【結果】

令和3年度は、2020年7月21～29日に第1回検討会をEメールでの通信により、また2022年2月2日に第2回検討会をWeb会議システムを用いて、それぞれ開催した(下記)。第1回目は調査計画の説明と検討を、第2回目は調査結果の暫定的報告と検討を実施した。外部専門家からは、

・先行事業開始から9年が経過しており、これまでに種々の条件下で放流した親魚の回帰率が解析されることが期待されているなかで、関係各位の努力により、集積された新たな技術開発が、さけ・ますふ化放流の現場に十分還元されていない(第1回検討会)

・大きな成果として、大型稚魚の放流が、高い成長速度を獲得し、初期減耗を少なくするのに有効であることが明らかになりつつあり、大型で遊泳力が高い稚魚を飼育し、それを最適な時期に放流するという放流手法の確立が非常に大事になる(第2回検討会)

といった指摘があった。

記

・令和3年度第1回検討会

- ① 日時：2021年7月21日(水)～7月29日(木)
- ② 形式：メール会議
- 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3名、共同研究機関14機関77名、支援組織5機関6名およびオブザーバー1機関1名の計88名
- 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

I 調査計画説明

全体計画 (水研機構水産資源研究所さけます部門資源生態部)

細部計画：

1. 河川内及び沿岸での減耗回避技術開発及び増殖技術の高度化
 - (1) 健苗育成技術開発
(北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場)
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
(岩手県水産技術センター、北里大学)
(全国さけ・ます増殖振興会)
 - (2) 放流手法技術開発
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
(岩手県水産技術センター、北里大学、北海道大学、水研機構水産技術研究所環境・応用部門水産工学部)
 - (3) 沿岸環境・幼稚魚追跡調査
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源生態部)
(北海道総合研究機構さけます・内水面試験場)
(水研機構水産資源研究所水産資源研究センター海洋環境部)
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
(山形県水産研究所、内水面水産研究所)

- (4) 親魚耳石標識確認調査
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
- 2. 効率的で持続的なふ化放流事業の構築に向けた検討及び技術開発
 - (1) ふ化放流コスト実態・統計調査
(全国さけ・ます増殖振興会)
 - (2) 省コストふ化放流技術開発
(水研機構水産資源研究所水産資源研究センター底魚資源部)
(富山県農林水産総合技術センター水産研究所)
- II 総合討論
- III 外部専門家講評
- IV その他

・令和3年度第2回検討会

- ① 日時：2022年2月2日（水）
- ② 形式：Web会議
- 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、水産庁増殖推進部裁培養殖課1名、共同研究機関12機関
37名およびオブザーバー1機関1名の計40名
- ⑤ 議事内容：下記に従って、調査結果の報告および質疑応答を行った。

議事次第

- I 結果報告
 - 1. 河川内及び沿岸での減耗回避技術開発及び増殖技術の高度化
 - (1) 健苗育成技術開発
(北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場)
(水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
(岩手県水産技術センター、北里大学)
(全国さけ・ます増殖振興会)
 - (2) 放流手法技術開発
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
(岩手県水産技術センター、北里大学、北海道大学、水研機構水産技術研究所環境・応用部門水産工学部)
 - (3) 沿岸環境・幼稚魚追跡調査
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源生態部)
(北海道総合研究機構さけます・内水面試験場)
(水研機構水産資源研究所水産資源研究センター海洋環境部)
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
(山形県水産研究所、内水面水産研究所)
 - (4) 親魚耳石標識確認調査
(水研機構水産資源研究所さけます部門資源増殖部)
 - 2. 効率的で持続的なふ化放流事業の構築に向けた検討及び技術開発
 - (1) ふ化放流コスト実態・統計調査
(全国さけ・ます増殖振興会)
 - (2) 省コストふ化放流技術開発
(水研機構水産資源研究所水産資源研究センター底魚資源部)
(富山県農林水産総合技術センター水産研究所)
- II 総合討論
- III 外部専門家講評
- IV その他

(2) 普及部会

実施機関及び担当者:

一般社団法人全国さけ・ます増殖振興会:内海邦夫、羽鳥達也

【目的】

先行事業及び本事業で得られた成果について、研究者等からの講演や実習等を通じ、速やかにふ化放流現場に普及する。

【方法】

年度内に1回普及部会を開催する。

【結果】

新型コロナウイルス感染症対策として、昨年度資料編纂した内容について、令和3年9月3日13:30~16:00、東京、北海道、富山、岩手を結びWEBセミナーを開催した。視聴アクセス数は、さけ・ますふ化場関係者、道県研究者等で72となった。

なお、当日のセミナーは、<http://www.honkei.jp/report/index.html> で公開している。

1. 講演概要

(1) 親魚捕獲について (ウライ方式からの転換)

一般社団法人日高管内さけ・ます増殖事業協会 専務理事 清水勝

日高管内増協では平成20年からウライを設置せず、本川から支流を通じふ化場飼育池(蓄養池)に親魚を誘導する方式を採用した。本方式導入に当たっては、上流への遡上が多くなり、安定した種卵確保が可能か、さらには密漁を誘発するなどの懸念があった。試行の結果、親魚捕獲、種卵の計画的確保が可能となる一方、親魚や種卵の品質向上に寄与することが判明した。具体的には、①捕獲から採卵までの時間短縮、②親魚のストレス軽減、③捕獲から採卵までの一連の作業性の向上、④結果として良質卵の確保等が実現した。加えて、⑤近年多発する豪雨被害(ウライの流失)を回避することによる経済的効果が発現した旨の説明があった(図1)。

(2) サケとサクラマス親魚採捕から放流まで

黒部川内水面漁業協同組合 新田生

黒部川における放流等の実績、黒部川内水面漁協のふ化場施設の紹介、サケの採捕から放流までの作業工程のうち、特に留意すべき点、例えば、採卵・媒精時の雄雌比、イソジンによる消毒、ふ化槽収容、淘汰・検卵、飼育池への移動時の積算水温、給餌回数と飼育池清掃、放流時期等の事例が紹介された(図2)。

また、富山県の代表種であるサクラマス資源の動向、漁獲や放流状況、親魚の採捕や蓄養、蓄養槽の紹介、稚魚観察のポイントについての解説があった。

(3) サケ稚魚の泳力強化方法の検討

岩手県水産技術センター 漁業資源部 専門研究員 長坂剛志

岩手県水産技術センターが本委託事業の健苗育成技術開発試験2で実施している「高い泳力を持つ稚魚が生残に有利というモデルを証明することを目的」とした大規模実証試験施設でのサケ稚魚の遊泳力強化放流試験について経過説明があった(図3)。

2. 視聴後のアンケート結果

アンケートの回答数は45で、内容は以下のとおりとなった。

- (1) 所属：行政・試験研究機関 28 (62%)、増殖事業関係者 10 (22%)、海面漁業関係者 3 (6%)、内水面関係者 4 (8%)
- (2) 内容：有益 39 (86%)、普通 6 (13%)、意味なし 0 (0%)
- (3) WEBセミナーの感想：
 - ・回線不通などもなく聞きやすいセミナーだった。
 - ・遠隔地でも参加できるので、引き続きこのような形でセミナーが行われることを希望。
 - ・リアルタイムでの情報のやり取りができるのが非常に良かった。
 - ・参加へのハードルが低く、業務担当者に限らず関心のある職員が参加できる点が良かった。
 - ・チャットによる質問なので、質問の真意が伝えづらい。
 - ・現地開催では参加できない人も多いので、これまでに参加できなかった人にも聞いてもらう機会になり良かった。一方で、懇親会等の機会がない分、より深い情報交換が困難とも思った。
- (4) 今後必要な情報：
 - ・回帰率向上につながる稚魚の育成、放流方法。
 - ・サケ・マス稚魚生産におけるふ化場独自の工夫やコスト削減につながる取組。
 - ・ふ化場の規模に合わせた適正収容量の基準づくり。
 - ・沿岸漁業に携わる方々の話を聞ければ、もっと有意義になるのでは。
 - ・海水温の上昇に対するもっと踏み込んだ研究結果や対策。
 - ・サケ採卵時の気を付けるべきこと、稚魚飼育時の管理について聞きたい。
 - ・ふ化放流事業を辞めるふ化団体へのサポートについて。



図 1. 親魚捕獲について (ウライ方式からの転換、清水勝)

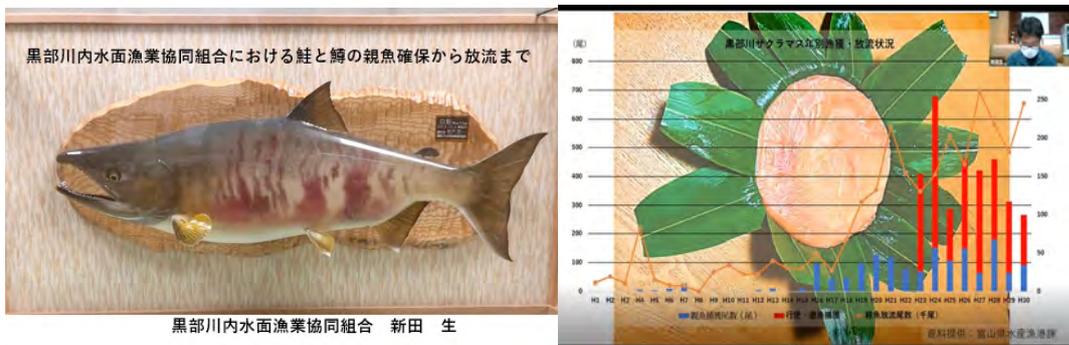


図 2. サケとサクラマスの親魚採捕から放流まで (新田生)



図 3. サケ稚魚の泳力強化方法の検討 (長坂剛志)

第2章 成果の要約

近年回帰率の低下が著しい我が国起源のサケ資源について、先行事業により近年のサケ来遊数の低下は放流からオホーツク海に至るまでの累積的減耗が大きな要因であることが示されてきたことから、本事業ではさけ・ます人工ふ化放流事業における飼育・放流技術の高度化と省コスト化、さらにその普及を目的として実施した。我が国沿岸のさけます資源に関与している試験研究機関とさけ・ます増殖団体が共同研究機関を設立して取り組み、以下の成果を得た。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、本報告書には昨年度から継続している調査・試験報告も含む。

- 1-(1)-① 餌料へのハープ成分を加えた油脂の添加により、サケ稚魚における原虫の防除効果が見られ、また脂質含量の向上が見られた。一方、飢餓体制や瞬間遊泳力においては明確な効果を示さなかった。
- 1-(1)-② 飼育密度を変えた比較試験の結果、全ての試験結果をまとめて比較すると飼料効率に有意差は見られなかったが、各事業所内での比較では、低密度や超低密度において餌料効率が高くなる結果もみられることがあった。給餌手法の違いによる生育への影響比較では、投餌場所、給餌頻度、更には逃避行動において何れも有意差は見られなかった。
- 1-(1)-③ 飼育流速を早めることで、サケ稚魚の持続遊泳力が向上する傾向がみられた。また持続遊泳力が高いグループのサケには、数日間の絶食の後にも遊泳力を維持出来る個体がみられた。また血中乳酸値が大きく上昇しない程度の流速で遊泳させると、サケ稚魚筋肉中のトリグリセリド含量が上昇し、エネルギー代謝関連遺伝子の発現レベルが上昇する傾向がみられた。
- 1-(1)-④ 平成30年度に海水適応試験を開始し、毎年適応率の改善が見られた。最終年度の令和3年度は88カ所で海水適応能試験を行い、適応率100%が79.5%。適応率90%台が19.6%で、80%以下の結果は3例に留まった。ふ化場現場において、本試験の有用性についての理解が深まり、普及が進んでいる。
- 1-(2)-① 海中飼育放流群と河川放流群を比較した結果では、瞬発遊泳力では両者間に有意な差は見られなかったが、肝臓糖分量では河川放流群の方が有意に高く、逆に筋肉脂肪量では海中飼育群の方が有意に高い結果が得られた。下流域輸送放流では、自然放流群が放流後約40日間河川内に滞留し、河川滞留期間中の成長が確認されたのに対し、下流域放流群は、放流後速やかに河口域まで降下した。
- 1-(2)-② 山田湾海中飼育試験において、改良大目網を導入し、海中飼育期間の途中で大型の目合に切り替えることで、大型稚魚の生産と遊泳力を向上させることができた。また、腸管充満度や内臓脂肪の蓄積量を目視確認することで、作業現場でも稚魚の摂餌状況や栄養状態を確認できる可能性が示唆された。
- 1-(3)-① 初夏の北海道太平洋沿岸に出現する動物プランクトンの組成が、冷水性カイアシ類から、より小さな枝角類や暖水性カイアシ類主体へと変わりつつある傾向が明らかになった。宗谷港でのサケ幼稚魚採集調査では、初めて本州日本海起源の個体が再捕され、対馬暖流沿いに日本海を北上する個体の存在が確認された。一方で、北海道太平洋側各地で実施されたサケ幼稚魚採集調査では、本州由来の個体が全く再捕されなかった。採集されたサケ幼稚魚の日周輪解析から、降海サイズや降海時期、成長速度についての検討を行った。
- 1-(3)-② 油脂添加餌料を用いて飼育したサケ稚魚を道南の知内川で放流した後追跡し、放流の前後で栄養状態の変化を調べた。筋肉中のトリグリセリドは、放流前は油脂添加群で高かったものの、放流翌日には対照群との差はみられなくなった。肝臓中グリコーゲン量は、油脂添加群、対照群共に放流翌日には大きく減少しており、群間での有意差はみられなかった。同様の調査を北海道東部太平洋でも行ったところ、筋肉中のトリグリ

セリド、肝臓中のグリコーゲン共に、油脂添加群が対照群を上回りつつも、放流以降は日数の経過と共に減少した。根室管内での幼稚魚追跡調査では、河川放流群と海中飼育群の両方を採集したが、海中飼育群の体長が放流時よりも低下していたことから、大型の個体はこの調査では再捕されなかった可能性が示唆された。オホーツク海沖合で実施したサケ幼稚魚追跡調査では、1685 個体のサケ稚魚が採集された。耳石標識から、オホーツク海沿岸由来の個体が 6.6%、根室由来が 3.4%、北海道日本海由来が 3.2%含まれていた。太平洋岸由来の個体は発見されなかった。調査海域の東側沖合になるほど、根室海区からの放流魚の割合が増加した。

- 1-(3)-③ サケ幼稚魚回遊モデルの下、回帰率が高かった 2003 年級 (2004 年 6 月) と悪かった 2006 年級 (2007 年 6 月) のそれぞれについて、釧路川、十勝川、静内川から粒子を流し、サケ稚魚の動きと経験する水温をシミュレーションした。その結果、2007 年 6 月に放流された粒子は、2004 年に放流された粒子に比べて沿岸に留まり、経験水温は適水温よりも高温かつ適水温の機関が 2004 年よりも短かった。同様に回帰率が相対的に高かった 2011 年級 (2012 年 6 月) と悪かった 2015 年級 (2016 年 6 月) についても同様に、釧路川、十勝川の河口から粒子を流し、経験水温・塩分ならびに動きをシミュレーションした。その結果、2016 年の十勝川河口から投入された粒子の経験水温は 2012 年に投入された粒子に比べ低かった一方、経験塩分は 2016 年の方が高く、河川流量の季節変化の違いが現れた。また 2016 年に釧路川河口から投入した粒子は、沿岸に沿う移動が少なかった。2015 年級群は沖の暖水塊により、サケ稚魚にとって良好な輸送ルートが変更され、回帰率の低下に繋がった可能性が示唆された。
- 1-(3)-④ 令和 2 (2020) ならびに令和 3 (2021) 両年級群のサケ稚魚に採卵群別や試験群別に異なる耳石温度標識を施し、根室海域 1 河川と河口周辺、えりも以東海域 1 河川、えりも以西海域 2 河川、北海道日本海域 1 河川に放流した。
- 1-(3)-⑤ 山形・秋田両県沿岸～沖合で実施したサケ幼稚魚採集調査の結果、採集数のピークは 3 月にあり、4 月上旬には急減した。30 年ほど前に実施した同様の調査では採集のピークは 4 月中下旬であったことを考えると、北方への移動が早まっている可能性が示唆された。再捕個体の耳石温度標識を用いて、放流河川の特定を行った。2021 年度には回帰親魚についても標識混入率を推定した。
- 1-(4) 北海道及び本州太平洋側の計 5 河川に遡上するさけ親魚の鱗と耳石を採取し、標識放流群の河川回帰率を算出した。このうち、北海道太平洋岸 3 河川、22 標識群について、沿岸水温、放流体重、河川回帰率の関係から、沿岸水温が 4~8℃の頃に 2g 前後で放流魚の回帰率が高い傾向が見られた。
- 2-(1) 本州域のふ化場について、そのふ化場の規模、収入と支出の関係を分析し、以下の提言をまとめた：小規模のふ化場や近隣のふ化場同士でグループ化し、規模を拡大する。同一水系に存在するふ化場では、親魚捕獲から稚魚飼育までの各工程について役割分担を行うことでコストの低減が図られる。ふ化事業従事者の高齢化が進んでいることから、若い後継者が参入し易くなる活動・取り組みが必要である。ふ化放流事業が継続されていることによって、河川環境と生態系が保全される、等。
- 2-(2)-① 省コスト・低労力で実施可能な発眼卵大量放流手法を開発した。河床に穴を掘り、金属製フレームを設置した後、小石で河床とフレームの間の隙間を埋め、そこに発眼卵を散布する。更に小石で発眼卵を埋設した後、フレームを除去して終了となる。この方法では従来の直まき放流よりも作業効率が 6 倍向上した。
- 2-(2)-② サクラマスにおける発眼卵埋設放流の追跡調査を実施した。採捕されたサクラマス稚魚における放流由来魚と天然由来魚の割合から、天然親魚数が大きく減少した年級においては放流等による資源の添加が天然資源減少の穴埋めの役割を果たしていると考えられる一方、ある程度天然資源が存在する年は、放流等による効果が低く、費用対効果も低いことが考えられた。放流に要したコストは、2020,2021 両年ともに 9 月時点では埋設放流の方が稚魚放流よりも低コストであった。

- 3-(1) 2021年7月に第1回検討会を、2022年2月に第2回検討会を開催した。第1回目は調査計画の説明と検討を、第2回目は調査結果の報告と検討を行った。
- 3-(2) 新型コロナウイルス感染症対策として、各地の行政・試験研究機関、増殖事業関係者、ならびに漁業関係者らをネット会議システムで結び、前年度に資料編纂した内容についてウェブセミナーを開催した。

報告書とりまとめ担当：

本田聡（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）