

SALMON 情報

第6号

2012年3月

- さけますふ化放流チームの復興支援活動～来春の放流をめざして～
- 第2期中期計画期間におけるさけますセンター研究課題トピックス
- サケは海で何を食べているのでしょうか？
- ボックス式ふ化器による仔魚管理
- サケ科魚類のプロファイル-10 サケ
ほか



(図版提供：鈴木真貴さん 札幌市豊平川さけ科学館所蔵)

編集 北海道区水産研究所



独立行政法人
水産総合研究センター

目次

トピックス

- さけますふ化放流チームの復興支援活動～来春の放流をめざして～…… 伊藤二美男 3
 第2期中期計画期間におけるさけますセンター研究課題トピックス・さけます資源部 6

研究成果情報

- サケは海で何を食べているのでしょうか？…… 境 磨 8
 コラム：サケ稚魚は何を食べているのでしょうか？…… 長谷川 功・佐藤智希 9

技術情報

- ボックス式ふ化器による仔魚管理…… 岡田義郎 12

会議報告

- さけます関係研究開発等推進会議…… 石黒武彦 15
 第19回北太平洋溯河性魚類委員会年次会議とワークショップ…… 浦和茂彦 18

さけます情報

- サケ科魚類のプロファイル-10 サケ…… 永沢 亨 22
 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖…… 佐藤恵久雄 26



mini column

表紙の絵は、2011年5月5日に札幌市豊平川さけ科学館*が実施した「サケの絵をかこう！」に応募された、札幌市にお住まいの鈴木真貴さん（7才）の作品です。このときのテーマは「むれでおよぐ稚魚（ちぎよ）」でした。同時開催された「サケ稚魚体験放流」に参加して、その様子を絵にしたのでしょう。元気に旅立つ稚魚たちとそれを見送るご家族の笑顔を見ると、私たちも自然と笑みがこぼれてきます。



*札幌市豊平川さけ科学館ホームページ <http://www.sapporo-park.or.jp/sake/>

トピックス

さけますふ化放流チームの復興支援活動

～来春の放流をめざして～

伊藤 二美男 (北海道区水産研究所 業務支援課)

はじめに

平成23年3月11日14時46分、未曾有の大震災が発生し、多くの尊い命と共に様々な建物や施設等が失われました。その中には、東北太平洋岸に所在する多数のサケふ化放流施設と放流目前のサケ稚魚も含まれていました。水産総合研究センターにおいても、当該地域でふ化放流技術の普及活動を行っている東北区水産研究所の宮古庁舎が被災しました。

東北地方において秋サケは、漁業のみならず、加工・流通業を含め地域産業を支える重要な水産資源となっています。被災地をはじめ、日本のサケ資源のほとんどは人工ふ化放流により維持されているので、来春の放流ができなくなった場合、その後のサケ資源は大きく減少することが懸念されます。このため、さけますセンター（当時、4月に北海道区水産研究所と統合。）では、いち早く復興支援の検討に着手しました。

サケの多くは放流してから4年後と5年後に回帰します。たとえ昨春に放流するはずだった平成22年級群が震災でダメージを受けたとしても、その翌年、平成23年級群を良好な状態で放流すれば、資源の減少幅を少なくすることが期待できます。このため、平成23年秋までに河川捕獲を含むサケふ化放流体制をいかに復旧するかが、この地域の水産業復興の鍵を握ると確信したところです。

さけますふ化放流チームの活動

水産総合研究センターでは、4月13日に「水産業復興・再生のための調査研究開発推進本部」ならびに「現地推進本部」を設置し、私たちは「現地推進本部」の「さけますふ化放流チーム」として、さけます関係の復旧支援のための活動を行うこととなりました。

また、東北地方におけるサケふ化施設の復興の重要性に鑑み、国の第一次補正予算に来春のサケ稚魚の放流を可能にするための施設整備を支援する「さけます生産地震災復旧支援緊急事業」（以下、「緊急事業」）が盛り込まれました。

復興支援プラン 4月12日に水研センター本部、東北水研、日水研、北水研による第1回復興

支援検討会を開催し、復興支援プランの柱となる第1次現地実態調査の具体的な調査項目や調査計画を検討・決定しました。これを受けて4月18-28日には、短期間で効率的に調査を行うため、東北水研宮古庁舎のメンバーが各ふ化場を巡り、あらかじめ調査すべきふ化場を選定しました。また、4月19-20日には岩手県、宮城県、福島県の行政担当や県増協の担当者に対して、復興支援プラン及び第1次現地実態調査の内容を説明して了承いただくとともに、各県から水研センターに対して正式に協力要請を受けました。

第1次現地実態調査 第1次現地実態調査は、岩手県及び宮城県の被災したふ化場を対象として5月10-20日に行いました。福島県は、東京電力福島第一原子力発電所の事故により、現地入り不可能となったため、断念せざるを得ませんでした。

現地入りした時点では、震災後のまま放置されたふ化場が多数ありましたが、その一方で、既に瓦礫の撤去を始めているふ化場もあり、大変頼も



写真1. 岩手県上閉伊郡大槌町の被災した大槌ふ化場。平成23年5月10日、第1次現地実態調査で撮影。



写真2. 岩手県宮古市の津軽石ふ化場。平成23年5月10日、第1次現地実態調査で撮影。

しく感じたところです。この調査により、電気系統、配管系統は使用困難なもの、飼育池等は大きなダメージが無く、特にコンクリート製の場合には瓦礫を撤去するだけで復旧出来る目処が立ったことから、秋から始まる事業に間に合う希望が見えてきました。

第1次現地実態調査の結果、岩手県では沿岸ふ化場27ふ化場38施設のうち20ふ化場27施設が被災していましたが、瓦礫撤去が進めば、平成23年度の放流見込み数は2億6,230万尾（平成21年度実績は4億3,000万尾）と見積もられました。また、宮城県では17ふ化場19施設のうち12ふ化場14施設が被災し、瓦礫撤去が進んだ場合、平成23年度の放流見込み数は5,000万尾（同6,570万尾）と見積もられました。ただし、この見込み数は、秋までにふ化用水環境が被災前と変わらない水準に回復、と仮定してのものです。

これらの調査結果をもとに、5月27日に第2回目の復興支援検討会を開催し、第1次現地実態調査の結果報告と岩手・宮城県に提案する復興支援プランのとりまとめを行い、宮城県には5月30日に、岩手県には6月1日に提案しました。

井戸能力パイロット調査 第1次現地実態調査により、ふ化場の復旧には水没した井戸及び電気設備の回復が先決とわかりました。また、平成23年度ふ化放流見込み数の妥当性を検証するうえでも、ふ化用水復旧の見通しを早急に確認する必要があります。

このため、宮城県と岩手県へ「緊急事業」の中で、井戸調査を至急実施するよう提案しました。しかし、その時点ではまだ県の補正予算が成立しておらず、県では実施不可能なことから、水研センターへ先行調査が要請されました。さけますふ化放流チームは県の要請に応え、県が行う井戸調査での調査項目の絞り込み等を行うため、岩手県の2箇所と宮城県の2箇所において、6月20日から7月4日まで井戸能力パイロット調査を実施しました。この調査にあたっては、株式会社アク



写真3. 井戸能力パイロット調査。平成23年6月29日、宮城県気仙沼市の本吉ふ化場で撮影。

アジオテクノ（札幌市）が復興支援のためになればということで、採算を度外視して協力いただきましたことに感謝いたします。

調査の結果は、岩手県の安家川と気仙川のふ化場では、水質、水量とも異常は認められず、被災前の井戸能力への回復が可能と判断されました。また、「井戸状態の把握が必要」とする私たちの提案に呼応し、社団法人岩手県さけ・ます増殖協会も独自に井戸調査を実施し、私たちと同様の調査結果を得たことから、これ以降、岩手県においては「緊急事業」を活用した復旧工事に重点が移っています。

一方、宮城県は調査を行った本吉ふ化場では、近隣に気仙沼市の上水道用井戸があったため、ライフラインの確保を優先することとし、揚水調査は取り止めて水質調査のみ実施しました。また、南三陸町第二ふ化場では高濃度の塩化物イオンが検出され、井戸の塩水化が懸念されました。このため宮城県には、①本吉ふ化場の再開に向け、水道事業者と協議調整すること、②本吉ふ化場、南三陸町第二ふ化場とも、地盤沈下による井戸の塩水化の可能性があり、早急に再調査を行うこと、③その際、南三陸町第二ふ化場については井戸が潮汐の影響を受ける可能性があることから、最低24時間の連続揚水試験を行うことを助言しました。

高塩分による種卵発生試験 パイロット調査の結果、南三陸町第二ふ化場において、塩化物イオン濃度が約500mg/Lと観測されました。北海道さけ・ますふ化場の昭和55年度事業報告に「500mg/L以下の塩化物イオン濃度では支障ない」との報告はありますが、北海道の水温環境下での結果であるため、水温が高い本州域と同等の水温環境下における確認試験を、北水研札幌庁舎で急遽行うことにしました。

その結果、高水温条件下において採卵受精に用いた場合には、1/32海水でも大きな影響があることが判明しました。この結果を受けて、気仙沼地方振興事務所、気仙沼水産試験場、町担当者及び東北水研が協議し、①採卵受精には、この井戸水と河川水を使用しない、②受精、洗浄、吸水させた受精卵は、宮城県内水面水産試験場や他のふ化場に輸送して収容管理する、③発眼後に、元のふ化場へ輸送し収容管理するとの対応策を決めています。

ふ化器具等の提供 被災地では、ふ化器具などの製造に必要な資材が不足し、工場の生産能力にも限界があることから、ふ化器具等が必要な時期に入手できない可能性がありました。このため、被災ふ化場から要望のあったふ化器具等について、

北海道内からの無償貸与等が実施されました。

水研センターからは、ボックス型ふ化槽 135 台を 5 箇所、増ア型ふ化槽 18 台を 4 箇所のふ化場へ無償貸与しました。

また、社団法人北海道さけ・ます増殖事業協会の呼びかけに応じた社団法人根室管内さけ・ます増殖事業協会からは、受精卵輸送箱 105 箱が 9 箇所のふ化場へ、浮上槽 8 台が 3 箇所のふ化場へ無償譲渡されました。

第 2 次現地実態調査 第 1 次調査以降の、被災ふ化場、捕獲・採卵場などの復旧・復興状況や現状の問題点を把握するため、11 月 7-10 日に岩手県、宮城県において第 2 次現地実態調査を行いました。その結果は 11 月 21 日に岩手県へ、また 11 月 24 日には宮城県へ報告しています。

今回の調査では、岩手県の大槌川で捕獲作業が未着手であること、田老川ほか 4 箇所ふ化場で設計や設備装置の搬入遅れなどによって、復旧整備全体の遅れが認められました。また、秋サケの来遊数は平成 22 年度を上回ると予想されていましたが、



写真 4. 大槌ふ化場。平成 23 年 11 月 7 日、第 2 次現地実態調査で撮影。



写真 5. 津軽石ふ化場。平成 23 年 11 月 7 日、第 2 次現地実態調査で撮影。

残念ながら逆に 40%程度下回っており、総じて放流計画達成が危ぶまれる状況でした。このため、岩手県では県内の卵調整を含めた生産計画の見直しが必至の状況となっています。

南三陸町の河川環境調査 南三陸町の 3 河川について、津波の影響により防潮堤の樋門が稼働不可能なため、サケ親魚の遡上を心配する佐藤町長のご指摘もあり、5 月 31 日及び 7 月 5 日の 2 回に渡り現地調査を実施しました。いずれの河川も防波堤や河川堤防が壊れて河道が変化したことで、海面との繋がりには十分保たれており、河川及び河口部の瓦礫撤去も進んでいることから、サケの遡上や捕獲に問題は無いことを佐藤町長に報告しました。

おわりに

私たち「さけますふ化放流チーム」は、大震災発生直後から被災地におけるふ化放流事業の復興支援活動に努めてきました。

現在は、住宅地に隣接したふ化場が多い本州の立地条件を考慮した「防音型曝気（ばっき）筒の改良試験」、国の三次補正予算を活用した施設整備の基本設計を行うため、現地ふ化場担当者等の要望を取り入れた「概略図面の作成」、復興ふ化場における稚魚の飼育状況を確認し、放流数を把握するための「第 3 次現地実態調査」に取り組んでいます。

また、岩手県の緊急事業「岩手県サケふ化放流事業検討会」に関連して、平成 24 年度以降のふ化放流事業体制を含めた検討も進めています。

これらの活動で貫かれているのは、単に元通りにする復旧ではなく、将来像を見据えたふ化放流事業の新たな再生です。岩手県や宮城県ではそれぞれ復興プランが策定されており、岩手県では 25 年度を、宮城県では 29 年度を目標に本格的な復興を行う計画となっており、私たちは引き続き両県に対して技術的な支援を継続していきます。

一方、原発事故により現地入りが不可能な福島県については、平成 24 年度以降、県の要請に基づく技術支援を実施する予定であり、①現地立入り可能となった時点で、被災ふ化場の実態調査や井戸調査等を行う、②この結果に基づき復興整備及びふ化放流計画の立案に関する技術的な助言を行う、③被災した 22-23 年級群が回帰する 26-28 年には、種卵調整等に関する技術的な助言を行うことによって、ふ化放流事業の再生を支援したいと考えています。

トピックス

第2期中期計画期間におけるさけますセンター研究課題トピックス

北海道区水産研究所 さけます資源部

はじめに

旧さけますセンターでは、平成18年度から23年度にかけての水研センター第2期中期計画期間において、さけ類およびます類の個体群維持のためのふ化放流を実施するとともに、地域集団の遺伝的特性、増殖実態、生息環境に関するモニタリングや各種の研究開発課題に取り組んできました。これらの研究開発課題には、資源変動要因の解明をめざした課題、種苗の安定生産技術の高度化を目指した課題、遺伝的多様性に配慮した資源培養技術を目指す課題などが含まれます。ここではこれらの成果の一部を簡単に紹介します。

海洋生活初期におけるサケ幼稚魚の生息状況評価

沿岸域に降海したサケ幼稚魚の耳石日周輪による成長履歴推定が可能となり (Saito et al. 2007)、この技術を使って北海道東部の根室海峡で採集したサケ幼稚魚 1998~2001 年級群 (降海年: 1999~2002 年) の比較を試みました (Saito et al. 2009)。2001 年に降海した 2000 年級群は、小型 (尾叉長 45 mm 未満) で降海した幼稚魚の沿岸での生残りが良く (図 1)、降海後の成長や魚体のコンディション、さらに分布密度も他の年級群に比べて良好でした。2001 年の根室海峡では、幼稚魚の餌となる動物プランクトンの分布密度が高く、このことが 2000 年級群の生残りを向上させたと考えられました。しかし、幼稚魚時の生息状況が最も良いと判断された 2000 年級群の根室海峡への回帰は 1998~2001 年級群のなかでも悪く (Saito et al. 2010)、幼稚魚の野外調査から将来の来遊資源状況を把握することの難しさが明らかとなりました。

サケ回帰率変動のメカニズム

サケ 1976~1998 年級群の回帰率変動を北海道 5 海区および本州 2 地域 (太平洋側および日本海側) で比較した結果、オホーツク海区と根室海区、えりも以西海区と本州太平洋という、隣接した地域で似た変動を示すことが明らかとなりました (Saito and Nagasawa 2009)。これは、降海後の沿岸海洋環境がサケ幼稚魚の生残りに密接に関与し、最終的に年級群豊度 (親魚として回帰する総尾数) の決定に影響するためです。事実、これらの地域のサケ回帰率変動は、幼稚魚の生残りを左右する

放流時の体サイズや、沿岸域の表面海水温等の情報を用いて比較的精度良く再現することが可能です (図 2)。今後、これらの知見は海洋環境の影響を考慮した来遊予測手法等への応用が期待されます。

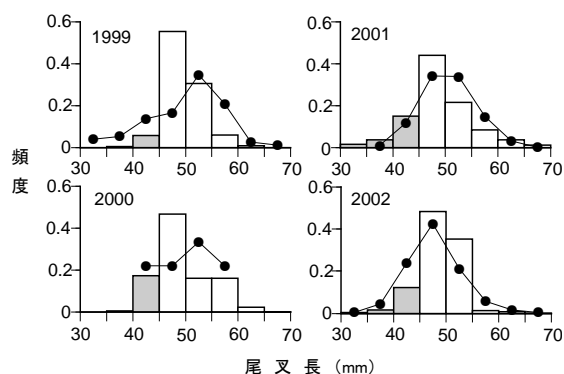


図 1. 北海道東部の根室海峡で採集されたサケ幼稚魚の、放流ピークである5月中~下旬における採集個体の体サイズ (折線) と、6月下旬に採集された個体の耳石から推定した降海時 (多くの個体は5月中~下旬に降海) の体サイズ (棒グラフ) の比較。棒グラフの灰色は小型 (尾叉長 45 mm 未満) で降海した個体 (以下、小型魚) を示す。2001 年以外の年では、5月に比べて6月下旬に採集されたサンプルで小型魚の割合が少なくなっており、小型で降海した個体の6月下旬までの生残りが悪いことが示唆された (Saito et al. 2009 を改変)。

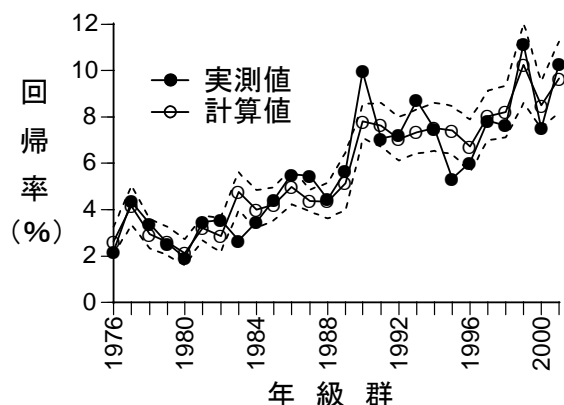


図 2. オホーツク海区と根室海区のサケ 1976~2001 年級群の回帰率の実測値と重回帰モデルによる計算値。破線は計算値の 95% 信頼区間を表す。重回帰モデルの説明変数として、放流サイズ、オホーツク海沿岸の表面海水温 (放流前年 11 月から放流年 7 月) および初回越冬海域の表面海水温 (降海年 12 月から翌 5 月) を使用 (Saito et al. 2010 を改変)。

採卵から浮上までの減耗抑制

サケのふ化放流事業において、蓄養した親魚を取り上げてから受精させるまでの工程は迅速に行うことが基本ですが、様々な事情により時間を要するふ化場もあります。親魚を取り上げた後の放置時間がふ化率に与える影響を調べた結果、取り上げ後の魚は60分以内に用いるのが良いものの、迅速な処理が困難な場合、精液は魚体外、卵は魚体内に保持することでふ化率の低下を抑制できることが明らかとなりました(図3)。また、経過時間を簡便に把握する目安として、魚の体色の変化が指標になることが分かりました(図4)。迅速な受精作業が困難なふ化場では、本実験で確かめた手法を応用することで卵管理期の負担を軽減し、ふ化率を向上させる効果が期待されます。

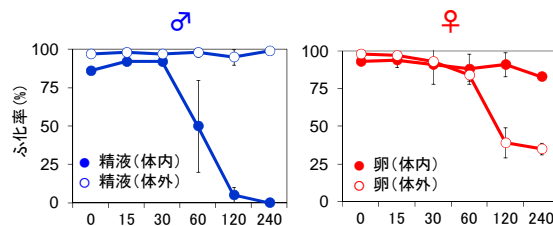


図3. 卵と精液を魚体内、あるいは魚体外で保持した際の経過時間がふ化率に与える影響。



図4. 蓄養池から取り上げ後の経過時間ともなうメスの体色変化. 上: 取り上げ直後. 下: 取り上げ60分後.

日本系サケの遺伝的集団構造

第2期に新たに実施した SNP (一塩基多型) やマイクロサテライト DNA 分析により日本系サケ個体群が北海道5地域および本州2地域に分かれることを再確認し(図5)、さらに本州太平洋個体群について少なくとも3つの地域個体群に分かれることが示唆されました。今後、第3期ではサケの地域個体群内の詳細な遺伝構造や産卵時期別の遺伝構造の解明に加え、現在詳細が不明なカラフトマス個体群構造を解明することで、日本系さけます類の河川個体群の遺伝的多様性管理方策や個体群識別手法の高度化に寄与することが期待されます。

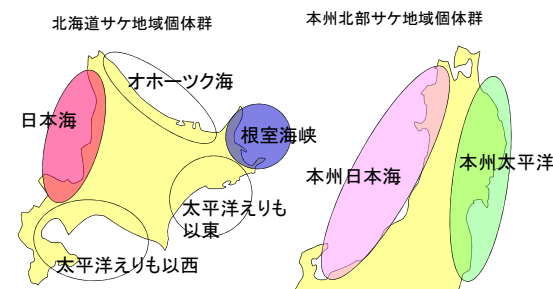


図5. 日本系サケの遺伝的集団構造。

河川生態系と調和したさけ・ます資源の保全技術の開発

耳石温度標識を用いた識別から、人工ふ化放流が大規模に実施されている我が国の主要河川においても野生魚が存在することを確認し、カラフトマス、サクラマスも含めた野生魚と放流魚の比率についての知見を得ました。また、野生個体群の回復、保全を図るため、自然産卵環境や産卵床内での生残に関して、異なるサイズの砂利を詰めた水槽を用いて実験的にサケ卵をふ化させ、床内の砂利粒径と生残率の相関を明らかにした(図6)ほか、放流魚を起源とするサケ産卵床の調査結果から、産卵場所や水温環境に時空間変化が確認され、これらは稚魚の降海時期を調節するための適応と考えられました。今後多くのデータの蓄積と精度向上とともに、定量化を図ることで、増殖効果判定への利用が期待されるほか、遺伝的多様性、固有性の情報も併せることで、野生個体群の保全、回復や放流魚との共存を図る方策への寄与が期待されます。

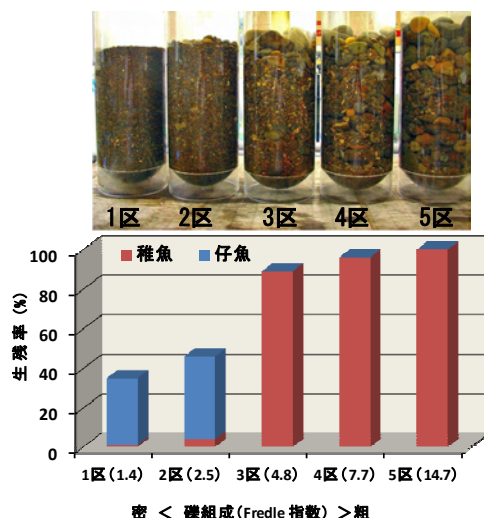


図6. 産卵床の砂利サイズと仔稚魚の生残の関係。産卵床の礫組成 (Fredle Index) と稚魚の浮上までの生残に相関が確認され、細かい砂利の産卵床ほど生残が低下していた。

研究成果情報

サケは海で何を食べているのでしょうか？

さかい おさむ
境 磨 (国際水産資源研究所 くろまぐろ資源部)



はじめに

河川で生まれたサケ(シロザケ) *Oncorhynchus keta* は、海に下った後、およそ4~5年で大きく成長して、再び生まれた川に戻ってきます。海で生活している間、サケは太平洋の沖合を広く回遊します。特に、日本の河川で生まれたサケは、最初の冬を北西太平洋で過ごした後、夏や秋にはベーリング海で摂餌し、さらに越冬のためアラスカ湾にまで移動することが、これまでの研究から明らかになっています(浦和 2000)。この大回遊のうち、サケはベーリング海での摂餌期に最も成長すると考えられています。そのため、ベーリング海環境に何らかの変化が起きると、サケの成長・成熟や、日本への回帰に大きく影響する可能性があります。

海洋環境変化と関連するサケの成長・成熟のメカニズムを明らかにするためには、「そもそもサケがどのような餌を食べているのか」「ベーリング海の餌環境はどのようなになっているのか」といった基礎的な知見が必要になります。そのため、これまで水産総合研究センターでは、夏季のベーリング海での若竹丸による流し網・はえ縄調査や、ベーリング・アリューシャンさけます国際共同調査(BASIS)での開洋丸による表中層トロール調査などで、分布や資源量の調査と併せて、海洋生活期のさけます類の食性や餌生物環境の把握に努めてきました。ここでは、それらの調査により明らかになってきた、ベーリング海でのサケの摂餌生態について紹介します。



図1. 食性を調べるために、ベーリング海で採集したサケから胃袋を採取し、その内容物を観察・分析しました。消化の進んだ胃内容物の餌生物種査定は、根気とやる気が必要な、骨の折れる作業です。

どのような餌を食べているの？

サケに限らず、生物が何を食べているかを調べるためには、野外で採集した対象生物の胃袋に何が入っているのかを観察するのが一般的です。我々も流し網やはえ縄、トロール網で漁獲されたサケから胃袋を摘出し、その内容物を観察・分析することで、どのような餌が、どれだけの割合で食べられていたのかを調べました(図1)。その結果、ベーリング海の海洋生態系において、サケが他のサケ属魚類 *Oncorhynchus* spp. (マスノスケ、ギンザケ、ベニザケ、カラフトマス、スチールヘッド) と比べて、多様な栄養段階の生物を捕食することがわかりました。

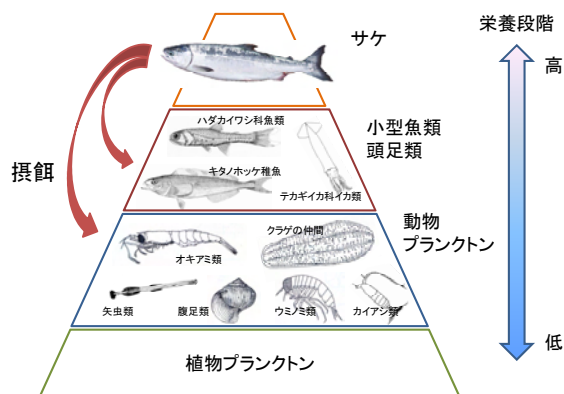


図2. ベーリング海生態系でのサケの餌利用の概念図。サケは高次捕食者として小型魚類・頭足類・動物プランクトンを捕食します。

「海洋生態系」や「栄養段階」と言っても、なかなかイメージが掴めないかもしれません。一般的に海の中でも陸上と同じように、草や木などの植物、植物を食べる草食動物、草食動物を食べる肉食動物が存在します。栄養段階とは、それらの食物連鎖の段階のことであり、より植物に近いほど栄養段階が低く、より肉食動物に近いほど栄養段階が高くなります。海洋生態系では、おおまかに植物プランクトン、植食動物プランクトン、肉食動物プランクトン、小型魚類・頭足類、大型魚類・哺乳類という栄養段階で食物連鎖が構成されています。

サケ属魚類の中でも、スチールヘッド、マスノスケ、およびギンザケは、主に比較的栄養段階が高い「魚類・頭足類」を餌とします。具体的には、ハダカイワシ科魚類(主にコヒレハダカ)や小型のテカギイカ科イカ

類（カムチャッカテカギイカやヒメドスイカ）が主要な餌になります。また、スケトウダラやキタノホッケの稚魚を食べることがあります。

一方、サケは、カラフトマスやベニザケと同様に、前述の「魚類・頭足類」に加え、より低い栄養段階の「動物プランクトン」をも柔軟に餌にすることが明らかになっています。動物プランクトンと言っても種類は様々ですが、非常に多く食べられているのは、小さなエビに似た形をしたオキアミ類（主に *Thysanoessa longipes*）や、ウミノミ類（主に *Themisto pacifica*）、カイアシ類（*Neocalanus* spp.）といった甲殻類動物プランクトンです。他にもクリオネやミジンウキマイマイ

などの浮遊性巻貝や、小さなクラゲ・サルパ（ウリクラゲなど）のようなゼラチン質の生物も食べることが報告されています（図2；Azuma 1995; Davis et al. 2009）。

カラフトマスの分布量がサケの食性に影響？

本誌の読者の皆さんならば、よくご存じのことだと思いますが、ベーリング海に分布するカラフトマスの尾数には、偶数年には極端に少なく、奇数年にのみ多いという特徴があります。ベーリング海に來遊するカラフトマスの大部分は、ロシアのカムチャッカ半島の東岸生まれですが（高木ら 1982）、そのうち、奇数年

コラム

サケ稚魚は何を食べているのでしょうか？

はせがわ こう さとう ともき
長谷川 功・佐藤 智希（北海道水産研究所 さけます資源部）



川の中や海に降りた直後の、大きさが10 cmにも満たないサケの稚魚は何を食べているのでしょうか？成魚と同様に、捕獲した稚魚の胃袋を摘出し、その内容を調べます。

一連の研究の結果、河川では、稚魚は口の大きさに合うサイズの生物ならばなんでも捕食し、餌生物に対する選り好みはしないことがわかりました。カゲロウ、カワゲラ、トビケラといった川の中にごく普通にみられる水生昆虫で小型のものを主に食べています。なかでも、体の小さな稚魚でも食べられる位小さな餌生物といえば、川の中ではユスリカ科の仲間（幼虫（赤虫）、蛹、成虫）が一番多いので、結果として胃袋の中はユスリカが目立つことになるようです。河川内での稚魚の成長に関しては、成長がみられる場合とみられない場合と相反する結果が得られています。この違いについては、川の中の餌生物量との関係だけでなく、水温が異なる季節に放流されたことによる採餌活性や融雪増水量の差による採餌効率の違い、あるいは餌を取り合うことになる同じサケ稚魚の密度の違いも影響しているようです。

河川から海へ降下した稚魚は、しばらくの間、河口域、渚帯および港湾内といった陸地から近い場所（沿岸域）で過ごします。沿岸域で獲れた稚魚の胃袋からは、浮遊して生活する動物プランクトン、海底で生活する底棲生物、海産の仔稚魚など様々な生物が見いだされます。そのうち、多くみられるのが浮遊性の動物プランクトンで、大型カイアシ類（主に *Neocalanus* spp.）、ウミノミ類（*Themisto japonica*）、オキアミ類幼生といった比較的大型の生物をよく捕食しています。時期によっては、ミジンコ類（枝角類）やオタマボヤ類（尾虫類）のような大きさが1 mm程度の小型の生物を捕食していることもあります。多くの研究では、沿岸域の稚魚は、より大型の餌を選択して食べるといわれていますが、必ずしもそうではありません。これには、稚魚を取り巻く海洋環境、餌生物の生産動態、同時期に出現する他の魚種との関係など様々な要因があると考えられています。

このように、サケの稚魚は成魚と同様、動物性ならば口の大きさに合う生物を選り好みせず食べるようです。

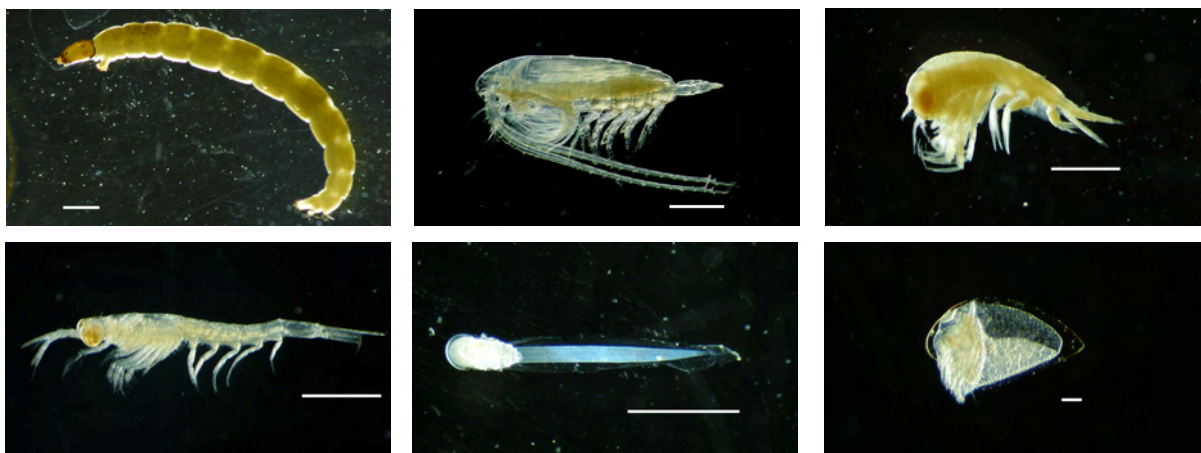


図. 河川、沿岸域におけるサケ稚魚の主な餌生物。左上：ユスリカ科の仲間。中上：カイアシ類（*Neocalanus* spp.）。右上：ウミノミ類（*Themisto japonica*）。左下：オキアミ類幼生。中下：オタマボヤ類。右下：ミジンコ類。スケールバーは1 mm、ただし左下のみは0.1 mm。

生まれの集団が、偶数年生まれの集団より非常に多いのです。奇数年においてカラフトマスはベーリング海の表層で最大の生物量を示すため、この隔年変動は同海域に分布するサケにも影響をおよぼしていると考えられています。実際、若竹丸による夏季ベーリング海での調査によると、カラフトマスが多い奇数年にはサケの餌に占める魚類・頭足類、および甲殻類動物プランクトンの割合が低く、クラゲなどのゼラチン質の生物の割合が多かったことが報告されています(図3; Tadokoro et al. 1996)。

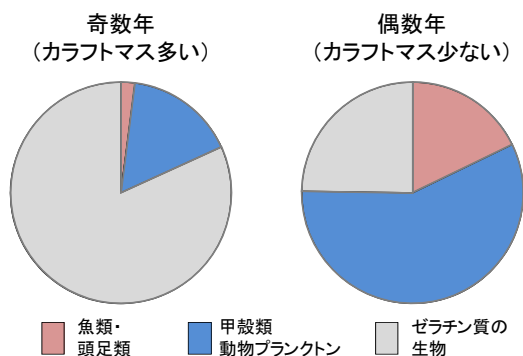


図3. 奇数年と偶数年でのサケの食性の違い(Tadokoro et al. 1996 を改変). カラフトマスの多い奇数年には、魚類や動物プランクトンの占める割合が低いことがわかりました。

前述のように、サケとカラフトマスは類似した餌生物を利用しています。夏季のベーリング海で、さけます類が餌として利用できる魚類・頭足類や動物プランクトンの総量に限りがあるとすれば、カラフトマスが多い奇数年には、その分だけサケが利用できる餌生物の量が少ないだろうと考えられます。偶数年と奇数年に見られるサケの食性の差は、サケとカラフトマスとの種間での餌生物をめぐる競争の結果を反映しているのかもしれない。

時空間的なサケと餌生物との分布の重複

ところで、これまでの研究によると、サケが遊泳する水深帯は、水温が大きく変化する水深帯(水温躍層; おおむね30~40 m)よりも浅いとされています(Ogura and Ishida 1995)。ベーリング海は、深い海域では水深3000 mを超えますが、サケはごく表面のわずかな部分にのみ生息しているのです。サケが利用できる餌生物が生息環境中にどのぐらいあるのかを考えるには、餌生物の種ごとに、表層環境での分布の特徴や生態を把握する必要があります。

過去の研究例によると、サケが餌とする生物の総量(バイオマス)は、必ずしもサケの分布する表層環境で常に多いわけではありません。ベーリング海の表層環境では、春ごろに春季ブルームと呼ばれる植物プランクトンの大量発生が起こり、その後、植物プランクトンを食べる甲殻類動物プランクトンのバイオマスが

春から夏にかけて急激に増加します。しかし、種ごとの生活史や季節的な鉛直移動を反映して、そのバイオマスは夏から秋にかけて減少し、冬には夏の10分の1程度になってしまうことが報告されています(Rudjakov et al. 1995)。また、サケの餌となる小型魚類のうち、その多くを占めるコヒレハダカ(ハダカイワシ科魚類の1種)は、昼夜で分布する深度を大きく変化させ、表層環境に回遊するのは夜間帯のみであることが知られています(Pearcy et al. 1977)。このような餌生物の分布量や分布水深の季節的・時間的な変化は、サケの食性にどのように影響しているのでしょうか?

ダイナミックな食性の季節変化・時間変化

BASIS 調査において、ベーリング海では開洋丸による夏~秋の食性調査を行いました(図4; Sakai et al. 2012)。その結果、夏から秋にかけて、サケの主要な餌生物が、オキアミ類を中心とする動物プランクトンから、ハダカイワシ科魚類を中心とする小型魚類へ大きく変化することが明らかになりました。これは、表層環境の動物プランクトンのバイオマスが季節的に減少することを反映して、サケがプランクトン食から魚食へと、その食性を変化させたと解釈できます(図5)。

また、夏・秋の両方で、午前中に採取したサケの胃内容物(主に夜間帯の摂餌を反映)には、午後採取した胃内容物(主に昼間の摂餌を反映)と比べ、ハダカイワシ科魚類(主にコヒレハダカ)が多く含まれるという結果が得られました。これは、コヒレハダカが表層に回遊し、その分布がサケと重複する夜間帯にのみ、サケに捕食されることを示しているといえます。

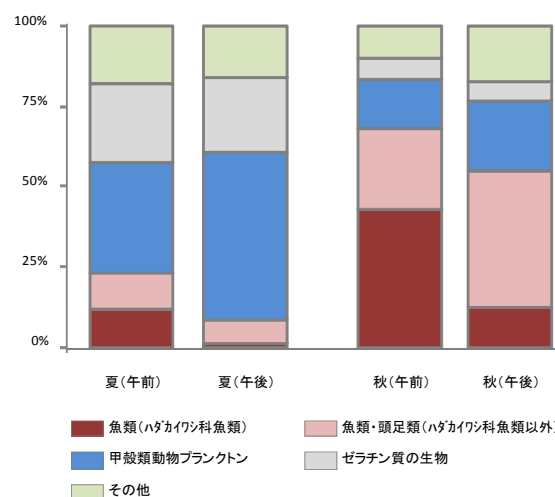


図4. 夏と秋、午前と午後での、サケの胃内容物中に占める餌生物の重量割合の違い(Sakai et al. 2012 を改変)。夏には餌生物の多くを占めていた動物プランクトンが、秋には大きく減少します。これは環境中の動物プランクトンの季節的な減少を反映していると考えられます。また、夜間の摂餌を反映すると考えられる午前中の胃内容物からは、ハダカイワシ科魚類が多く出現します。これはハダカイワシ科魚類の日周期的な鉛直移動により、夜間帯のみサケと分布水深が重複し、餌生物として利用されていることを反映したと考えられます。

ベーリング海は比較的高緯度に位置していますので、季節的な日長の変化が顕著です。調査期間中にも、夏には7時間だった夜間帯が、秋には12時間に増加しました。前述のとおり、サケの主要な餌であるコヒレハダカは、夜間にのみサケと分布が重複します。そのため、夜間帯が夏から秋にかけて長くなるに従い、サケがコヒレハダカを捕食する機会が増えたと考えられます。夏から秋にかけての食性の変化には、このような日周期的な餌生物との分布重複の変化も影響しているのかもしれない(図6)。

サケは環境中の餌生物の利用可能性を反映して、主要な餌生物を変化させていることが明らかになりました。つまり、サケは特定の餌生物に過度に依存せず、その時々で摂取可能な餌に柔軟にシフトすることが出来る日和見的食者 (opportunistic feeder) であると結論できます。

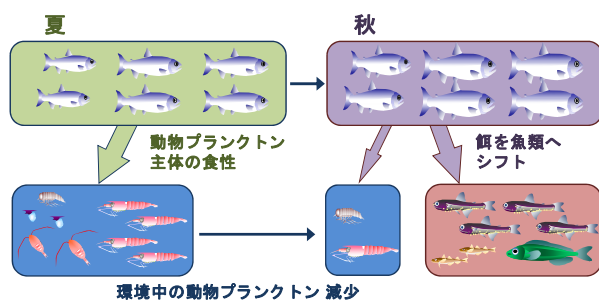


図5. サケの食性の季節変化の概念図。サケは、環境中の動物プランクトンの夏から秋にかけての減少を反映して、その主要な餌生物を魚類へシフトさせていると考えられます。

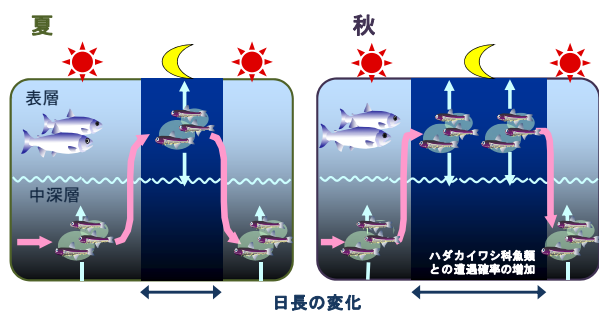


図6. 日長の季節変化と、サケによるハダカイワシ科魚類の捕食との関係。夏から秋にかけて夜間の時間帯が伸びることで、夜間にのみ表層へ移動するハダカイワシ科魚類とサケとの遭遇確率が増加し、より捕食されやすくなった可能性があります。

おわりに

近年、気候変動や地球温暖化など、自然環境の変化が水産資源にどのように影響するかを考慮した資源管理が求められています。サケ資源では、母川回帰個体の小型化や、回帰尾数の年変化、成熟サイズの変化など、海洋環境の変化に起因すると考えられる現象が観察されており、それが「なぜ」「どのように」起きるの

かを理解するために、生態系全体を視野に入れた調査・研究が必要となっています。その中で、本稿で御紹介したような食性調査が、生態系変化とサケとの関わりを見つけるための重要な手掛かりとなることが期待されます。「食べること」は生物にとって極めて基本的な行動のひとつです。生物が「何を」「いつ」「どれだけ」食べているかを明らかにすることは、その生物の生態系のなかでの位置づけや、環境の変化に対する応答の理解に不可欠です。サケが「何を食べているのか」を調べることは、単に「どんな餌を嗜好するか」を明らかにするだけではなく、サケと、それを取り巻く生態系の変化を理解する上で非常に重要だといえるでしょう。

引用文献

- Azuma, T. 1995. Biological mechanisms enabling sympatry between salmonids with special reference to sockeye and chum salmon in oceanic waters. *Fish. Res.*, 24: 291-300.
- Davis, N. D., A. V. Volkov, A. Y. Efimkin, N. A. Kuznetsova, J. L. Armstrong, and O. Sakai. 2009. Review of BASIS Salmon Food Habits Studies. *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull.*, 5: 197-208.
- Ogura, M., and Y. Ishida. 1995. Homing behavior and vertical movements of four species of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in the central Bering Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 532-540.
- Pearcy, W. G., E. E. Krygier, R. Mesecar, and F. Ramsey. 1977. Vertical distribution and migration of oceanic micronekton off Oregon. *Deep-Sea Res.*, 24: 223-245.
- Rudjakov, J. A., V. B. Tseitlin, and V. J. Kitain. 1995. Seasonal variations of mesoplankton biomass in the upper layer of the Bering Sea; understanding biomass oscillations in the ocean. *ICES J. Mar. Sci.*, 52: 747-753.
- Sakai, O., O. Yamamura, Y. Sakurai, T. Azumaya. 2012. Temporal variation in chum salmon, *Oncorhynchus keta*, diets in the central Bering Sea in summer and early autumn. *Environ. Biol. Fish.*, 93: 319-331.
- Tadokoro, K., Y. Ishida, N. D. Davis, S. Ueyanagi, and T. Sugimoto. 1996. Change in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stomach contents associated with fluctuation of pink salmon (*O. gorbuscha*) abundance in the central subarctic Pacific and Bering Sea. *Fish. Oceanogr.*, 5:2, 89-99.
- 高木健治・K. V. アロー・A. C. ハート・M. B. デル. 1982. 北太平洋の沖合水域におけるカラフトマス (*Oncorhynchus gorbuscha*) の起源. *INPFC 研報*, 40: 1-178.
- 浦和茂彦. 2000. 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題. *さけ・ます資源管理センターニュース*, 5: 3-9.

技術情報

ボックス式ふ化器による仔魚管理

おかだ よしろう
岡田 義郎 (北海道区水産研究所 八雲さけます事業所)



はじめに

サケ・マス類のふ化放流事業において仔魚期の管理は養魚池もしくは浮上槽を用いて行われています(図1)。北海道においてはこれまで養魚池による管理が一般的でしたが、近年では浮上槽の導入も進んできています。ただ、浮上槽を導入するには多大な設備投資を要するため、施設の老朽化などによる大規模な施設改修に併せて整備されるケースが主です。逆を言うと、施設能力が不足して浮上槽を導入したいという場合でも、経費の都合により大規模施設改修まで待たないといけないといった状況も見受けられます。しかし、施設能力が不足している中で無理に管理することは、その分種苗性を悪くしかねません。

そこで、そういった状況を少しでも緩和するため、北海道内のふ化場の卵管理において広く使用されているボックス式ふ化器(図2)を浮上槽の代わりに用いて仔魚管理を行いましたのでその結果を紹介します。なお、ボックス式ふ化器は卵期の管理で必要となるため、ふ化器本体への加工は一切行わないことを前提としました。

構造

本試験ではボックス式ふ化器を3段使用し、最上段である1段目はゴミや土砂等の沈砂池とし、2段目を仔魚管理に用い、3段目は2段目で浮上した稚魚を集める池としました。1・3段目は空きスペースとなっておりますので、構造の紹介は2段目の仔魚管理槽を記します。

① ふ化器は、水を入れた状態で水平になるよう、あらかじめ調整しておきます。まず、卵管理時に用いる下網(目合2.1×20mm)を取り付け、その上に30cm程度にカットしたネットリングを配置します(図3)。

② 厚さ20mmのポリエステル製濾過マットを下網2枚で挟み込みます(以下、「改良型下網」。図4)。濾過マットは下網より5mm程大きくすると、ふ化器本体との隙間を防止できます。

③ 改良型下網の内部に気泡が溜まるのを防ぐため、水を張った状態でネットリングの上に載せまします。改良型下網は、水の流れを整え、ゴミ等による下網の目詰まりから生じる流れの停滞を防ぎ、仔魚の脱落防止にも役立ちます(図5)。



図1. 養魚池(左)と浮上槽(右)。ただし、この浮上槽は観察のため透明な窓を設けた特別なものです。

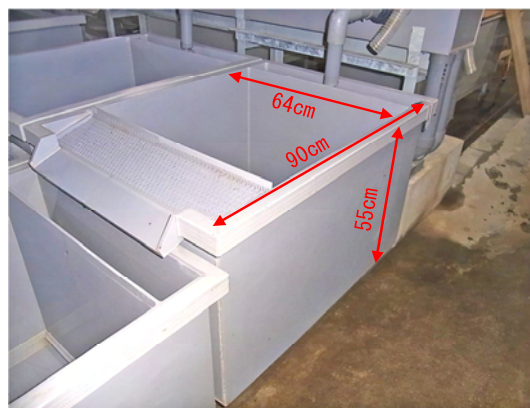


図2. ボックス式ふ化器。



図3. 下網の上に配置したネットリング(左側が排水部)。

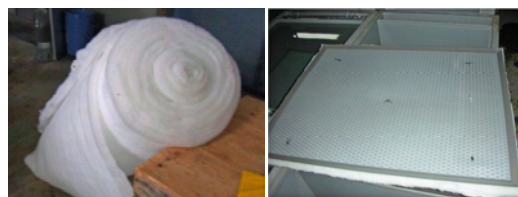


図4. 濾過マット(左)と改良型下網(右)。

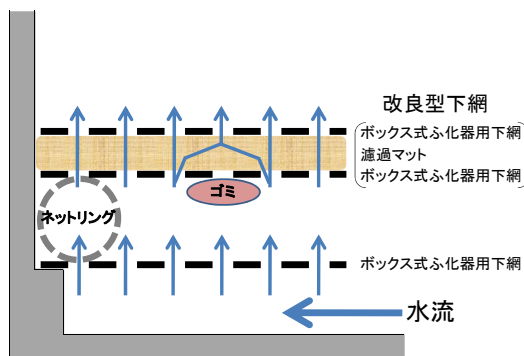


図5. 改良型下網の役割。

- ④ 改良型下網を設置したら (図6左上), 62 cm のネットリングを4~5段敷き詰め, その上に直交するように, 30 cm ほどのネットリングを重ね (図6右上), 更にその上に目合いの大きな下網 (目合 4.3×20 mm) を設置します (図6左下). 目合いの大きな下網は, ふ化前の卵を乗せるためのふ化盆の役目を果たします.
- ⑤ 最後に, 注水部から気泡が流入して目詰まりすることを防ぐため, 注水部へボックス式ふ化器用の整流板を設置します (図6右下). 整流板を設置する構造を持たないボックス式ふ化器には, 代わりにトリカルネットを丸めて挿入します.



図6. ふ化器のセッティング手順. 左上: 改良型下網を設置. 右上: 敷き詰めたネットリングと直交するように30cmのネットリングを配置 (右側が排水部). 左下: 目合いの大きな下網を設置 (右側が排水部). 右下: 注水部へ設置した整流板.

収容卵数および注水量

本試験では遊楽部川産のサケ卵を用い, 卵の収容は積算水温 460°C・日頃に行い, 水温 7.2°C前後で管理しました. 収容数および注水量は, 表1のように区分1~6といった様々な設定で行いました.

区分2で, 浮上時における排水部の溶存酸素量が, 仔魚管理時の下限溶存酸素量とされる 4 ppm 近くまで低下したものの, その他の区分は良好な状態で管理することができました.

また, 区分3の浮上体重が 0.34 g と, 他の区分より小さくなっていますが, これは側面窓から度々観察したためと思われます.

表1. 管理設定データ.

区分	収容卵数 (千粒)	収容卵重量		卵期注水量 (l/min)	ふ化尾数 (千尾)	浮上尾数 (千尾)	仔魚期注水量 (l/min)	ネットリング段数	排水部 DO (ppm)	浮上体重 (g)	浮上10日後の海水適応能
		(kg)	(kg/m ³)								
1	163	46.9	84	20	162	162	33	5	7.7	0.39	100%
2	137	39.5	71	20	136	136	14	4	4.3	0.38	—
3	137	39.5	71	20	136	136	20	4	7.1	0.34	100%
4	98	28.1	50	20	97	97	22	4	9	0.36	—
5	70	20.7	36	20	68	68	20	4	—	0.42	—
6	69	20.7	36	50	67	67	50	4	—	0.41	—

※区分1~4, 5~6が同一採卵群, 区分3は観察窓付きふ化器

卵の収容~仔魚の浮上までの経過状況

目合いの大きな下網の上にふ化前の卵を収容し (図7左上), 表1のと通りの水量を注水しました. 卵を収容してから仔魚が浮上するまでの期間は, 仔魚の流出防止のために排水部に上網を設置した上で遮光幕で覆って管理しました (図7下). ふ化した仔魚は目合いの大きな下網をすり抜けてネットリングが敷き詰められた層へ溜まります (図7右上).

ふ化が完了すると目合いの大きな下網の上には卵膜と死卵が残りますので (図8), 水道用ホースを用いてサイホンの原理で吸い取り除去しました. なお, 図8右のとおり, 卵膜が綺麗に分布していることから, 下からあがってくる水流に偏りはなことが分かります. 目合いが大きな下網は仔魚が浮上するまで設置したままにしました.

ふ化が完了したら注水量を表1のとおり変更しました. ふ化完了後から仔魚が浮上するまで, どの区分も斃死はほとんど生じませんでした, 区分2および3では浮上する頃には仔魚がネットリングに収まりきらない状況が観察された (図9) ことから, 区分1と同様にネットリング段数を5段にしておくことが望ましいと考えられました.



図7. ふ化開始までの経過. 左上: 卵の収容直後. 右上: ふ化の開始. 仔魚は大きな目合いの下網を抜けてネットリング層へ溜まっていく. 下: 遮光幕で覆ったふ化器.



図8. ふ化の完了. 左: 側面から. 右: 上面から.

飼育池への移行

仔魚がさいのうを吸収し浮上した段階で仔魚流出防止用の上網を外し（積算水温 910℃・日）、浮上した稚魚を下の段のふ化器へ自然に降下させます。稚魚を降下させるふ化器には稚魚流出防止用の上網のみを排水部に設置し、降下した稚魚は適時タモ網やサイホンで取り上げて飼育池へ移動させました。なお、最終的にネットリング内に残った稚魚はネットリングを取り除いた上でタモ網やサイホンで取り上げ飼育池へ移動させました（積算水温 930℃・日）。



図9. 区分3における浮上までの経過。数値は積算水温。
左上：490℃・日。右上：770℃・日。左下：840℃・日。右下：900℃・日。

おわりに

収容卵数 69～163 千粒（重量 20.7～46.9 kg）で試験した結果、いずれも大きな問題はなく稚魚生産を行うことができました。ただ、ネットリング 4 段に 136 千尾の仔魚を収容した場合には、ネットリングに収まりきれない状況が観察されたことから 5 段にすることが望まれました。また、収容仔魚数 136 千尾、注水量 14 リットル/分とした場合には浮上時の排水部の溶存酸素量が 4.3 ppm となり仔魚管理時の下限溶存酸素量とされる 4 ppm 近くになってしまったことから、注水量を少なくとも 20 リットル/分にしておくことが望まれました。

このことから、八雲さけます事業所では、①敷き詰めるネットリングの段数は仔魚数が 97 千尾以下の場合は 4 段、162 千尾以下の場合は 5 段、②ふ化するまでの注水量は収容卵数が 163 千粒以下の場合は 20 リットル/分、③ふ化完了以降の注水量は仔魚数が 136 千尾以下の場合は 20 リットル/分、仔魚数が 162 千尾以下の場合は注水量 32

リットル/分、とすることで、改良型下網およびネットリングを施したボックス式ふ化器による仔魚管理が行えることが分かりました。

ただし、これは八雲さけます事業所における結果であり、他の場所で行う場合には、下網などが目詰まりを起こさないような用水であるか注意したり（目詰まりする可能性がある水を使用せざるを得ない場合には、注水部整流板の上に濾材を入れるなどして対処）、排水部の溶存酸素量に注意するなど、それぞれのふ化場の環境に合わせた設定が必要と思います。とは言え、神経質になりすぎて中を頻繁に見ると、仔魚の安静を妨げるだけではなく、溶存酸素量を大幅に低下させ、酸欠を引き起こす原因となるので要注意です。

今後も八雲さけます事業所では、飼育移行時の効率化など、現場視点に立った使い易い技術を追求して行きたいと思っています。新たな知見が得られたときには再びご報告いたします。

会議報告

さけます関係研究開発等推進会議

いしぐる たけひこ
石黒 武彦（北海道区水産研究所 特任部長）

はじめに

平成23年8月17日に札幌市において、「さけます関係研究開発等推進会議」を開催しました。本会議は、さけます類に関する研究開発や個体群維持のためのふ化放流について、関係行政・試験研究機関及び増殖団体等との情報交換を密にし、連携強化を図ることにより、さけます類に関する総合的な研究開発等を効率的かつ効果的に推進することを目的に設置したもので、研究開発の計画・成果等に関する情報交換と連携研究の可能性等を検討する「研究部会」、研究開発等の成果普及・情報交換とニーズの把握を行う「成果普及部会」で構成されています。

研究部会

9時から水産庁、関係道県の試験研究機関、水産総合研究センター関係部署等の19機関65名参加の下に「研究部会」を開催しました。

北海道区水産研究所福田所長の挨拶、水産総合研究センター研究推進部の鈴木研究開発コーディネーターから水産総合研究センターの第三期中期計画について情報提供した後、議事に入りました。

平成23年度調査研究計画 11道県の試験研究機関および水産総合研究センターの平成23年度さけます関係研究開発課題を一覧にして報告しました。また、各試験研究機関が行った平成22年度の標識放流結果と平成23年度の標識放流計画についてさけます資源部から報告し、参加機関以外の報告漏れ等があった場合にはさけます資源部に情報提供し、標識魚再捕者への迅速な情報提供を行うことが確認されました。

日本系サケ資源状況の把握と変動 日本系サケ資源の変動に関する検討素材としてさけます資源部の永沢部長が、サケ来遊数の経年変化や地域別の来遊傾向、高水温がサケに与える影響等を紹介し、日本系サケ資源の現状認識について、各道県の担当者と意見交換を行いました。意見交換の結果、日本系サケ資源水準は高いが変動期に入ったこと、2010年の来遊数の減少が「2006年級の低水準」と「回帰時の高水温」に起因したことで意見が一致しました。

また、日本系サケの来遊数の変動が、長期的な環境変動によるものか、短期的要因によるものかについては今後の課題としました。

研究開発等のニーズと取組 競争的資金獲得のための研究開発課題については、さけます資源部の永沢部長から現在進行中のサケ関係のプロジェクト研究2件を紹介し、各道県の検討状況の報告と併せて意見交換を行いました。その結果、自然生産関連のニーズが高いことが確認され、その方向で今後も検討を進めることとし、引き続きアイデアを募集することとしました。

また、昨年確認されたモニタリングデータの共有化により、これまで印刷物で配布していた「サーモンデータベース」の範囲内のデータをCDで配布しました。配布データの取り扱いについては、提供された機関での使用に限定することとし、他機関のデータを使用して公表する場合には、①データ出典を必ず記載すること、②原則として公表前に公表媒体を原記録機関及びさけます資源部宛送付することを条件とすることが確認されました。

アンケート調査 平成22年に11道県の試験研究機関を対象に、研究部会の開催方法や課題等について、アンケート調査を行いました。今回の研究部会は、この調査結果を踏まえ、「サケ来遊資源とその増殖に関する課題を定例化する」とともに、道県の行政機関担当者のオブザーバー参加で



写真1. 「研究部会」会議全景。



写真2. 「研究部会」の座長を務めた永沢さけます資源部長。

開催されました。出席者からは一様に好意的な意見が出されており、今後も「サケ来遊資源とその増殖」を中心課題に、道県担当者との情報や意見の交換を行う場として、また、共同研究や競争的資金の獲得に向けて協議する場として開催したいと考えています。

成果普及部会

14時半からは関係道県の行政機関、増殖団体、漁業団体等も加えて68機関201名の参加の下に「成果普及部会」を開催しました。

水産総合研究センター井上理事の挨拶に続き、来賓を代表して水産庁増殖推進部研究指導課の伊集院総括から挨拶をいただき、議事に入りました。

成果発表 生産環境部の東屋生産変動グループ長が「海洋環境とサケの回帰率・成長の関係」と題して、アーカイバルタグを用いた沖合でのサケの遊泳パターンや北太平洋・ベーリング海における海洋環境の特徴を紹介し、海面水温と北海道で放流・捕獲されるサケの成長や回帰率について解析した結果、サケが降海した時の海面水温が高い（低い）と回帰率は高い（低い）関係を示したことを報告しました。

また、さけます資源部の伴ふ化放流技術グループ長が「採卵から浮上までの減耗抑制」と題して、サケ蓄養魚の成熟後の経過日数がふ化率に与える影響、また、蓄養魚を取り上げて死亡した後の経過時間や媒精後の経過時間がふ化率に与える影響の調査結果を報告しました。

次に、さけます資源部の大熊繁殖保全グループ長が「放流魚と野生魚の共存を考慮したさけます類の資源保全技術の開発」と題して、第二期中期計画において、新たな遺伝学的分析により、日本系サケ個体群が北海道5地域および本州2地域に分かれることを再確認した結果や、耳石温度標識を用いた識別から得られた一部河川の野生魚と放流魚の比率を報告しました。

情報提供 さけます資源部の斎藤資源評価グループ長が「平成22年度サケ来遊の総括及び今年度見込みについて」と題して、平成22年のこの会議で情報提供したシブリング法と環境要因等を使った重回帰モデルによる平成22年度のサケ来遊見込みについて、見込み値と実際の来遊数を比較し、いずれも実際の来遊数が見込み値を下回る結果となったこと、平成23年度のサケ来遊見込みについて、オホーツク・根室海区、太平洋、日本海の3地域別にシブリング法を使い推定した結果と、オホーツク・根室海区、えりも以西・本州太平洋の2地域別に環境要因等を使った重回帰モデルを使い推定した結果を紹介しました。

また、業務推進部の伊藤業務支援課長補佐が

「東日本大震災さけます復興支援について」と題して、水産総合研究センター現地推進本部（さけますふ化放流チーム）が、岩手・宮城両県や両県の増殖協会からの要請に基づき行った被災したふ化場の現地実態調査、井戸能力パイロット調査等の復興支援活動を紹介し、国の補正予算による岩手・宮城両県や両県の増殖協会が行う復興事業に対して今後も技術的支援を継続することを紹介しました。

なお、「成果発表」や「情報提供」の発表要旨を、北海道区水産研究所のホームページで公表していますので、興味のある方はご覧下さい。

<http://salmon.fra.affrc.go.jp/kaigi/H23bukai.htm>



写真3. 「成果普及部会」会議全景。



写真4. 「成果発表」での発表者。海洋環境とサケの回帰率・成長の関係：東屋生産変動グループ長（左上）、採卵から浮上までの減耗抑制：伴ふ化放流技術グループ長（右上）、放流魚と野生魚の共存を考慮したさけます類の資源保全技術の開発：大熊繁殖保全グループ長（左下）。



写真5. 「情報提供」での発表者。平成22年度サケ来遊の総括及び今年度見込みについて：斎藤資源評価グループ長（左）、東日本大震災さけます復興支援について：伊藤業務支援課長補佐（右）。

意見交換 最後に、本推進会議や水産総合研究センター等に対する要望や意見交換の場を設けました。事前に提出された要望及び意見として、県の財政事情が厳しい中で県営のふ化放流事業を行っている石川県水産総合センター（美川事業所）から要望されたふ化放流事業への支援策について、水産庁から、「県営ふ化事業への直接支援は難しく、強い水産業づくり交付金のなかのソフト事業を活用するなどの工夫を検討したい」と回答がなされました。

また、当日会場で出された要望及び意見として、山形県鮭人工孵化事業連合会から、「昨年、本州日本海の多くのふ化場で回帰が不調の中、一部のふ化場では過去最高の回帰数となったが、この差はどのようなことで生じたものか」と質問があり、日本海区水産研究所から、「基本に忠実なふ化事業を着実に実行した結果であり、現地担当者が見落とししていた誤り等を改善するなど、現場における技術の向上によるもの」と回答しました。

次に、秋田県関漁業生産組合より、「国や県の支援が年々厳しくなり、漁業者からの協力もあまり期待できない状況で内水面の組合長としては事業をどうやって継続するかが最大の悩みである。この会場には優れた漁業関係の指導者が集まっておられるので、本県のような状況をどのようにお考えか」との質問があり、北海道定置漁業協会より、「北海道では、漁業者が資金を出し、その資金でふ化場のほとんどが運営されている。まずは海面と内水面の漁業者間でしっかり連携してほしい。また、我々にできることがあれば協力したい」と回答がなされました。

最後に、社団法人岩手県さけ・ます増殖協会から、東日本大震災により大きな被害を受けた県内ふ化場について、会場内の各団体から様々な支援が行われたことに感謝の言葉が述べられるとともに、復興に向けた決意が表明されました。

アンケート結果

本推進会議の参加者を対象に、今後の会議をより充実させるためのアンケート調査を実施しました。質問「会議内容は業務に役立つ内容でしたか」に対し、「はい」48%、「まあまあ」50%、「あまり」または「いいえ」2%で、「配付資料は役立つ内容でしたか」に対し、「はい」57%、「まあまあ」38%、



写真6. 「意見交換」で発言された方々。山形県鮭人工孵化事業連合会の尾形会長理事（左上）、秋田県関漁業生産組合の須田組合長（右上）、北海道定置漁業協会の阿部会長理事（左下）、社団法人岩手県さけ・ます増殖協会の山崎専務理事（右下）。

「あまり」または「いいえ」各2%の回答でした。「業務に役立つ内容」や「取組むべき課題」としては、主に道県機関の担当者がサケ来遊資源情報を、民間増殖団体やさけます展示施設の担当者が増殖技術の開発事例をあげています。

おわりに

本推進会議は、道県の試験研究機関担当者に加え、道県の行政機関、漁業団体、増殖団体、市民団体などさけますに関係する様々な機関や団体が一堂に会し、情報や意見交換ができる貴重な機会となっています。

平成23年度から新たな中期目標期間（～27年度）に入った水産総合研究センターとしては、本推進会議をブロック推進会議とは異なる「分野別推進会議」に位置付けし、継続開催することにしました。また、本推進会議では、参加者を対象に毎回アンケート調査を実施し、関係者のニーズに沿った開催に努めるとともに、平成22年度には道県試験研究機関を対象に「研究部会」に関するアンケート調査を実施し、その改善に努めたところです。

これらアンケート調査で寄せられた関係者の意向も踏まえつつ、本推進会議をより充実したものになるよう努めて参りますので、今後とも多数の参加をお願いします。

会議報告

第19回北太平洋溯河性魚類委員会年次会議とワークショップ

浦和 茂彦 (北海道区水産研究所 さけます資源部)

さけ・ます類は、北太平洋を広く回遊し様々な地域個体群が混合して海洋生活する特性を持つことから、国際協力による海洋での調査や資源管理が不可欠です。北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC, <http://www.npafc.org/>) は 1993 年に発効した「北太平洋における溯河性魚類の系群の保存のための条約」により設立され、カナダ、日本、韓国、ロシアと米国の 5 カ国が加盟しています。条約対象魚種は、ベニザケ、カラフトマス、サケ、ギンザケ、マスノスケ、サクラマスとスチールヘッドの太平洋さけます類 (サケ属) 7 種で、条約水域内 (北緯 33 度以北の太平洋と接続水域の公海) での漁業が全面禁止されています。科学調査統計 (CSRS)、取締 (ENFO) と財政運営 (F&A) の各小委員会があり、CSRS では科学分科会と資源評価、耳石標識、系群識別、ベーリング海さけ・ます調査 (BASIS)、タグ標識の各作業グループが活動しています。2011 年 10 月 23 日より第 19 回 NPAFC 年次会議がカナダ BC 州のナナイモ (Nanaimo) で開催され、日本からは岡本政府代表をはじめとする 10 名が参加しました (写真 1, 2)。ここでは CSRS および年次会議に続いて開催されたサケとカラフトマスに関するワークショップの概要を紹介します。

さけます漁獲量と放流数

加盟国の総漁獲量は約 91 万トンで、史上最高 (114 万トン) を記録した前年 (2009 年) よりも 18% 減少しましたが、太平洋さけます類は依然として高い資源レベルにあります。日本の漁獲量は 17 万トンで全体の 19% を占めます。総放流数は約 52 億尾で前年よりも 9% 増加し、特にロシアからの放流数が初めて 10 億尾を越えたことが注目されます。日本の放流数 (20 億尾) は全体の 38% を占め、依然として高い割合です。これらの漁獲・放流統計データは、本号 26 頁に掲載されており、NPAFC のホームページ (www.npafc.org) でも最新データを閲覧できます。

NPAFC 科学計画に基づく研究活動

NPAFC 科学計画は、加盟各国が共同研究などを行うためのガイドラインであり、ほぼ 5 年毎に更新されています。現在の科学計画 (2011-2015 年版) のテーマは「気候変動下の海洋生態系にお

けるさけます類の生産予測」で、研究課題として、1) さけます幼魚の回遊と生残、2) ベーリング海におけるさけます類の生産に与える気候変動の影響、3) 北太平洋におけるさけます類の冬期の生残過程、4) 主要系群の生物学的モニタリング、5) 資源管理のための系群識別手法の開発と応用が含まれています。

CSRS では、これらの研究課題毎にレビューを行いました。科学ドキュメント合計 43 編が各国より提出され、主要な論文についてプレゼンテーションと質疑応答を行いました。日本は、2010-2011 年に出版された論文等の要旨を研究課題毎に掲載した文献集を提出しました (Doc 1346)。また、日本系サケ幼稚魚の沿岸における生残機構、2011 年夏のベーリング海における北光丸調査結果、親魚モニタリングの実施体制、遺伝的系群識別の進捗状況について発表を行いました。



写真 1. Vancouver Island Convention Centre で開催された第 19 回 NPAFC 年次会議。



写真 2. バンクーバー島の港町ナナイモ。年次会議が開催された 10 月下旬は紅葉の真っ盛りでした。

グループ活動

科学分科会 (SSC) では、ワークショップやシンポジウムの将来における開催について検討が行われました。今回の年次会議後にサケとカラフトマスの資源変動に関するワークショップが開催されるほか、2014年に米国で開かれる年次会議の際に、第3回幼魚ワークショップが開催される予定です。なお、SSC 議長の Beamish 博士が退任し、後任として筆者が指名されました。

資源評価作業グループは、事務局と協力して統計データの電子化に取り組むと共に、さけます類の系群別資源状況のレビューを継続することを確認しました。耳石標識作業グループは、耳石標識放流データベースの更新を行いました。2011年の耳石標識放流数は約21億尾に増加し、総放流数の約40%が耳石標識魚でした。また、各国より2011年級群の耳石標識計画が提出され、日本は耳石標識放流数が約2億5千万尾に大幅増加する見込みであることを説明しました。各国の計画を精査した結果、標識パターンの重複はないことが確認されました。

系群別作業グループでは、各魚種の系群識別のための遺伝的基準群の整備状況を論議しました。特に各魚種ともロシア系基準群の不足が大きなネックとなっていますが、有効な打開策はありませんでした。タグ標識作業グループは、2011年における沖合標識放流と2010年の標識魚再捕記録を収録したドキュメントを共同で作成し委員会に提出しました。また、第2回本会議において、標識再捕報告者に送られる賞金の抽選会が行われ、北海道オホーツク海沿岸の沙留漁業協同組合に所

属する興さけ定置第2号の皆さんが1等賞金500ドルを獲得しました。

将来の会合

第20回年次会議は2012年10月7日よりロシアの St. Petersburg で開催されます。また、その後の年次会議を秋から春にシフトさせることになり、第21回年次会議は2014年春に米国で開催されることとなります。

サケとカラフトマスに関するワークショップ

年次会議に引き続き、NPAFC 主催の「サケおよびカラフトマスの高い豊度の説明に関するワークショップ」が当地で開催されました。太平洋さけます類の漁獲量は歴史的に高い水準にあります。それはサケとカラフトマス生産量の増加に支えられており、両魚種で全体の約80%を占めています。同時に、他のマスノスケ、ギンザケやサクラマスは減少傾向にあります(図1)。このような傾向は一般的に海洋環境が反映していると考えられます。将来的に海洋の生産力がどのように変動するか予測することは、さけます類を持続的に管理するための重要な課題です。

加盟5カ国および中国から91名が参加し、水研センターからは、永沢さけます資源部長をはじめ7名が参加し発表を行いました(写真3)。次の7つのトピックスについて33題の口頭発表、18題のポスター発表と論議が2日間に渡り行われました。

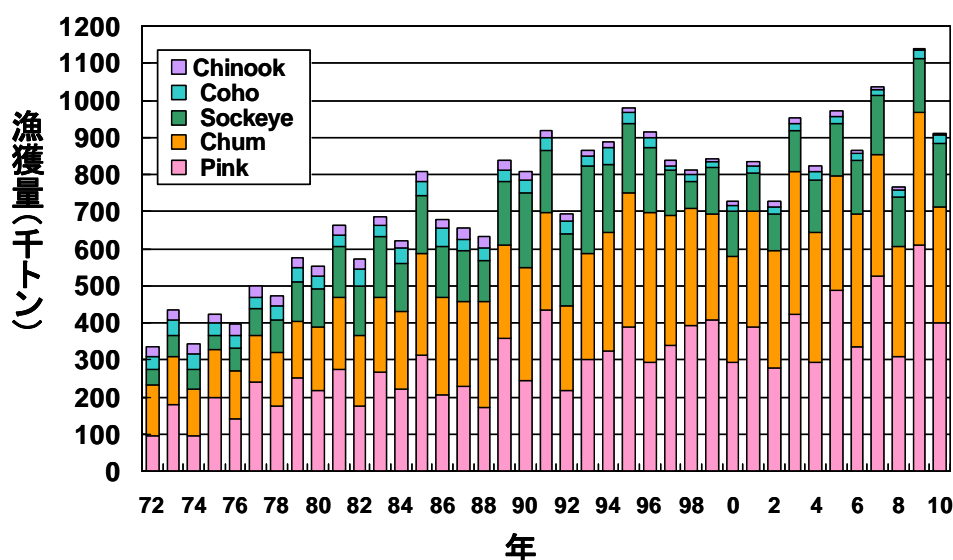


図1. 1972年から2010年にかけて北太平洋全域におけるさけます類の漁獲量の年変動(単位:千トン)。最近、マスノスケ(紫色)とギンザケ(青色)の漁獲量が減少し、カラフトマス(桃色)とサケ(オレンジ色)が大半を占めます。

[トピックス]

1. 地域別のカラフトマスとサケの生産トレンド
2. ふ化場生産
3. 海洋における移動と分布パターン
4. 摂餌, 成長と生残戦略
5. 野生およびふ化場魚を生産する海洋収容力
6. 気候変動下におけるさけます類の生産予測と管理
7. 将来の研究

サケとカラフトマス漁獲量は、日本と北米の南東アラスカ以南で減少傾向、他地域では増加か横ばい傾向にあります。サケとカラフトマスの豊度が高い理由は明確になりませんでした。1) 海洋における生産力が高く維持されていること、2) 両種とも淡水生活時期が短く、海洋における分布域が広いので気候変動の影響を比較的受けにくいこと、3) カラフトマスは生活周期が2年と短く成長が早いこと、4) サケは環境に合わせて餌生物をシフト可能で胃の収容力が高く消化速度が速いこと、5) カラフトマスの一部とサケはふ化放流により増加したこと、などが上げられていました。発表要旨と論議の内容は NPAFC Technical Report 8号に掲載され2012年5月頃にオンライン (www.npafc.org) 出版される予定です。

日本が提出したドキュメント

(これらのドキュメントは www.npafc.org で閲覧やダウンロードできます)

- FAJ. 2011. Japanese salmon research under the NPAFC Science Plan 2011-2015. NPAFC Doc. 1311. 3 pp. (NPAFC 科学計画下における日本のさけます調査計画)
- FRA. 2011. Cruise plans of Japanese research vessels involving incidental takes of anadromous fish in the North Pacific Ocean in 2011. NPAFC Doc. 1309. 3 pp. (2011年北太平洋においてさけます類の混獲を含む日本の調査船計画)
- Fukuwaka, M. 2011. Incidental catches of anadromous fish by Japanese research vessels in the North Pacific Ocean in 2010/2011 Fiscal Year. NPAFC Doc. 1310. (2010/2011年度北太平洋での日本の調査船によるさけます類の混獲)
- Hokkaido National Fisheries Research Institute. 2011. Japan salmon commercial catch statistics for 2010. NPAFC Doc. 1344. 2 pp. (2010年日本におけるさけます類の商業漁獲統計)
- Kamei, Y., K. Sakaoka, N. Hoshi, T. Abe, K. Imai, and S. Takagi. 2011. Results of 2010 salmon research by the Oshoro-maru. NPAFC Doc. 1308.

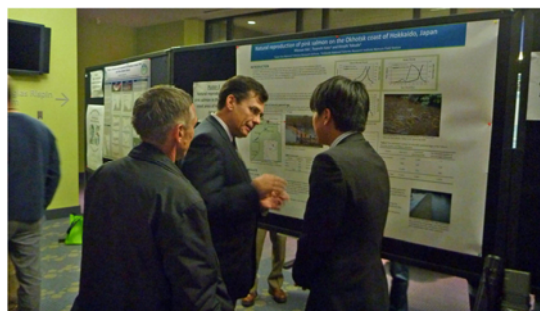


写真3. ワークショップでカラフトマスの自然遡上についてポスター発表を行った日水研の飯田技術員(右端)、カラフトマス研究で有名なロシアの Radchenko 博士(中央)との論議。



写真4. NPAFC の活動とさけます研究に大きく貢献し勇退した米国の Kate Myers 博士(左端)とカナダの Dick Beamish 博士(右から2人目)に、日本の研究者より感謝を込めてサクラマスの木彫り(釧路在住 中村俊幸氏作)を贈呈しました。

- 19 pp. (2010年おしよる丸によるさけます調査の結果)
- Morita, K., S. Sato, T. Sato, and T. Ohnuki. 2011. The summer 2011 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko maru. NPAFC Doc. 1348. 13 pp. (2011年夏期の北光丸によるさけます調査)
- Sasaki, K. and S. Takahashi. 2011. Preliminary 2010 salmon enhancement production in Japan. NPAFC Doc. 1345. 3 pp. (2010年日本におけるさけます類の増殖(暫定版))
- Sato, S., T. Nagasawa, and S. Urawa. 2011. Japanese bibliography in 2010-2011 for NPAFC Science

- Plan. NPAFC Doc. 1346. 14 pp. (NPAFC 科学計画に対応した 2010-2011 年出版の日本の文献集)
- Sato, S. and M. Takahashi. 2011. Proposed otolith marks for brood year 2011 salmon in Japan. NPAFC Doc. 1312, Rev.1. 7 pp. (さけます類 2011 年級群に対する日本の耳石標識計画)
- Sato, S., N. Watanabe, Y. Miyauchi, T. Chiba, M. Iida, Y. Okamoto, and T. Ohnuki. 2011. Release of otolith marked salmon from Japan in fall of 2010 and spring of 2011. NPAFC Doc. 1347. 11 pp. (2010 年秋と 2011 年春に放流された耳石標識さけます類の放流)

さけます情報

サケ科魚類のプロファイル-10 サケ

ながさわ とおる
永沢 亨 (北海道区水産研究所 さけます資源部)

サケ, *Oncorhynchus keta* (Walbaum) はサケ科のサケ属に分類される。属名の *Oncorhynchus* はギリシャ語が語源で、*oncos* (鉤) + *rynchos* (鼻)で鉤鼻という意味であり、種小名の *keta* はカムチャッカ半島での地方名から来ている。また、一般的名称としては標準和名であるサケの他、シロザケ、アキアジ、秋サケ、シャケなどと呼ばれる。また、オオメマス (本州太平洋側での呼称)、トキシラズおよびケイジはいずれも索餌回遊中の本種であり、オオメマス、トキシラズは春から夏にかけて漁獲されたもの、ケイジは未成熟個体が秋に成魚に混じって漁獲されたものを指す。英名は *chum salmon* あるいは *dog salmon* で、後者は繁殖期の雄で歯が犬歯状に良く発達する特徴に由来するという説がある。河川生活期の稚魚の外見的特徴としては、体高が低くほっそりしており、パーマークも細いことがあげられる。未成魚～索餌期の成魚では尾柄が比較的細く、鱗や体に黒色点がないことや、尾鱗に白色放射状が出現するという特徴がある。産卵期が近づき成熟が進むと、体側に暗赤褐色の斑紋が表れ、ブナと呼ばれるようになる。本種はサケ属の中ではマスノスケに次いで大きくなることが知られており (Salo 1991), 日本では尾叉長で 65 cm, 体重 3.5 kg 前後が平均的だが、大きな個体では尾叉長 1 m, 体重で 20 kg を越えるものも報告されている。

分布・系群

サケ属の中で最も分布範囲が広く、アジア側の韓国から北米側のカリフォルニアまでの太平洋および付属海に広く分布する。北極海側でも西はロシアのレナ川, 東は北米のマッケンジー川まで広く出現する (Neave et al. 1976; Salo 1991, 図 3)。日本での溯上南限記録は鹿児島川内川であるが (四宮ら 2003), 例年溯上が見られるのは日本海側が佐賀県 (佐賀県環境生活局 2004), 太平洋側では千葉県が南限である。遺伝学的解析から見て、現在日本のサケは大きく7系群に分けられると考えられている。北海道が日本海, オホーツク, 根室海峡, えりも以東, えりも以西の5系群, 本州が日本海側と太平洋側の2系群である (遺伝情報から見た系群図は本号7ページを参照)。



図 1. 河川生活期のサケ. 左: ふ化直後の仔魚 (撮影 野村哲一). 右: 稚魚 (撮影 平林幸弘).



図 2. サケ成魚. 上: 索餌期の成魚 (撮影 佐藤俊平). 中: オスの成熟魚 (撮影 野村哲一). 下: メスの成熟魚 (撮影 野村哲一).

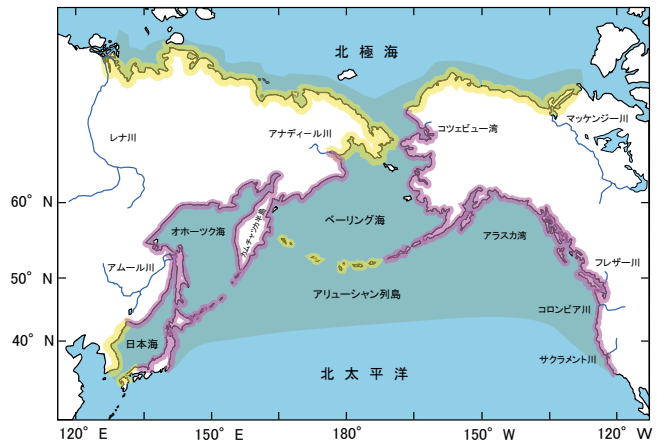


図 3. サケの分布域模式図. 網掛け部は海洋の分布域. 赤は、溯上が恒常的にみられる地域, 黄色は少なくとも散発的な溯上が認められた地域を示す. (Neave et al. 1976 を改変)

生活史

サケは全てが降海型で繁殖後死亡し、天然での河川型、河川残留型や陸封型は知られていない。アジア側のサケは溯上期の異なる2群に大別されており、溯上期の中心が7月～8月のものが夏ザケ、9月以降に溯上期の中心があるものが秋サケと呼ばれ、成長、孕卵数、卵サイズなどに差が認められている (Lovestikaia 1948; 佐野 1966; Salo 1991; Gritsenko 2002)。秋サケは日本、韓国、沿海州、サハリンおよびアムール川で見られ、夏ザケはカムチャッカ半島、オホーツク海北部沿岸、サハリン北部およびアムール川に分布する。アムール川は夏ザケと秋サケが共に溯上する河川として知られており、これより北方には夏ザケが、南方には秋サケが主に分布する。アムール川のように両方のタイプが共存する大きな河川では、秋サケは夏ザケよりも上流まで溯上し、主に湧水域で産卵するが、夏ザケはより下流域支流において特に湧水域を選択せず、河川水が浸透する河床で産卵する。アムール川では夏サケは秋サケよりも成長が遅く、平均サイズも小さく、孕卵数も少ない。日本のサケは基本的に秋サケに含まれ、4～10℃の水温が安定した湧水域での産卵が多いが、溯上時期の早い群では水温が1℃前後まで低下する礫域で行われるという夏ザケに近い産卵生態を示す例も報告されている (鈴木 2008)。

サケ卵のふ化までの所要日数は水温によって異なるものの、8℃で約60日、さらにふ化から卵黄吸収まで約60日を礫の間隙で過ごした後に浮上する。浮上後はユスリカ幼虫、カゲロウ幼虫、トビケラ幼虫などの水生昆虫をはじめ、カイアシ類、ヨコエビ類など利用できる餌を広く利用して成長する。浮上したサケ稚魚は河川の中でも流れの緩い場所に分布し、一般的には昼間は活発に餌を採り、夜間は表層に浮いて下流に向かって流れ下る。

北海道内のふ化放流魚の主群は流程が長めの西別川や石狩川（支流の千歳川）でも10日程度で降海するが、中には1～2ヶ月河川内にとどまって成長したのちに降海する稚魚も存在する。サハリンの河川やアムール川において降河する稚魚についても降河時の発育段階が異なる2型が知られており、前者は40mm未満に、後者は40mm以上にモードがある。後者の大型の稚魚は春の増水時に河川に接続する沼沢地などに生息し、活発に摂餌して成長した後に降海する (Gritsenko 2002)。

降海直後の稚魚は比較的低塩分の環境を好み、大きな河口や入り江などの浅海域でハルバクチクス目カイアシ類やヨコエビ類など多食するが、このような水域の少ない日本の沿岸では主に渚帯を含む離岸2km以内の沿岸を中心に広く分布し、港湾内などにも出現し、カイアシ類を中心とするプランクトンや陸生昆虫などを餌料として成長する。そして沿岸の表面水温が13℃を越える頃になると沿岸からより沖合に移動する。

日本生まれのサケ稚魚はその後列島にそって北上し、ほとんどの個体が最初の夏をオホーツク海で過ごすと考えられているが (浦和 2000, 図4)、系群ごとの詳しい移動経路については未だ十分に解明されていない。オホーツク海で日本系サケ稚魚はサハリン、アムール、西カムチャッカ、オホーツク北部起源などのロシア系サケと混交するが、分布の中心はロシア系のサケよりも南側にあると推定されている。ロシア側のトロール調査データによると、オホーツク以外の海域におけるサケ幼魚の分布は陸棚周辺に限られており、例外がオホーツク海域である。10月になるとオホーツク海に広く分布していたサケ稚魚は、択捉海峡やウルップ海峡等を通って北西太平洋に移動を開始する (Shuntov and Temnykh 2008)。

日本系のサケは、海洋での最初の冬を北西太平洋の亜寒帯前線周辺の狭い水域で、他のアジア系

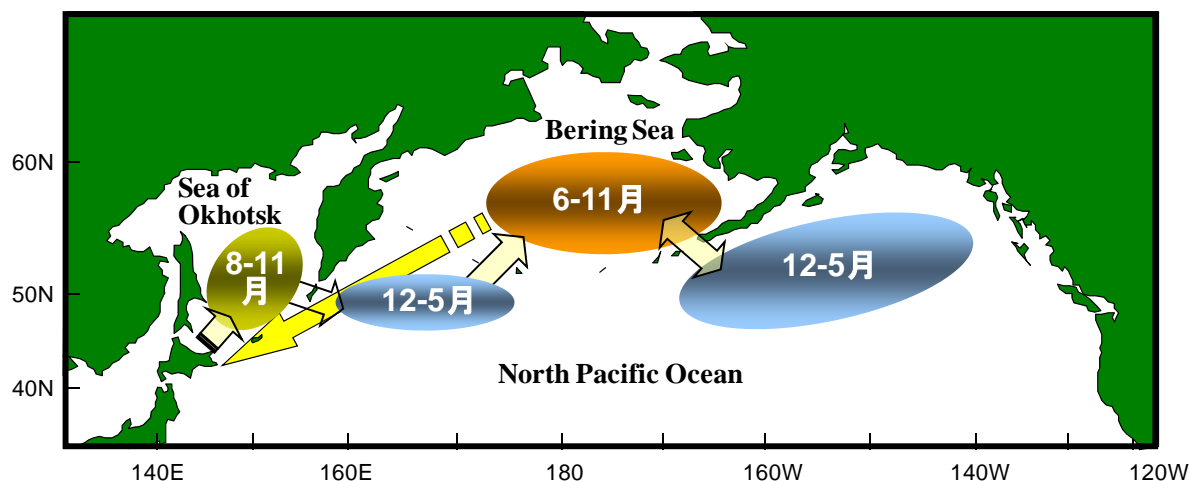


図4. 日本系サケの主要な回遊経路の推定図。(浦和 2000)

さけます類とともに過ごす。春の水温の上昇と共に日本系のサケは北方に移動し、夏季～秋季には主にベーリング海で索餌を行う。秋の水温低下とともにベーリング海からアラスカ湾に移動し、北米起源のサケと混交し海での 2 回目の冬を越す。その後、夏はベーリング海で索餌、冬はアラスカ湾で越冬という様子を数度繰り返し、最後の夏をベーリング海で過ごした後にカムチャッカ半島～千島列島に沿って回遊し日本沿岸に回帰する。日本のサケで最も多いのは3冬を海で過ごした後に回帰する4年魚で、これに次ぐ5年魚と合わせて全体の90%を占める。さらに3年魚、6年魚が順に続き、数は少ないが2年魚や7年魚も存在する。

海洋でのサケはオキアミ類、端脚類、大型のカイアシ類、翼足類などのプランクトンを中心にイカ類や魚類など多様な餌を食べて成長する。特に他のさけます類がほとんど利用しないサルパやクラゲ類などのゼラチン質プランクトンを利用する頻度が高い。また、ベニザケやカラフトマスなどの餌を巡る競合種が多い場合に、この傾向が強くなる (Tadokoro et al. 1996)。海洋におけるサケは餌の選択の柔軟性が高い (詳しくは、境 2012 本号 8-11 ページを参照)。

日本系のサケはオホーツク海やベーリング海などの沿海を含む北太平洋全域を広く利用しているという特徴がある。幼魚期や初回越冬期に同所的に出現するロシア系のサケはアラスカ湾まで回遊することはないし、北米系のサケが日本周辺まで回遊することもない。なぜ、日本系のサケだけがこのような大回遊を行うかについては不明の点が多いが、一つの要因としては北西太平洋における越冬好適海域の狭さがあるものと考えられている。産卵回遊期以外のサケの分布水温は下限が2.7℃、上限が15.6℃と考えられている (Azumaya and Nagasawa 2007)。冬期の北西太平洋海域ではこの水温帯の広がり小さく、アラスカ湾を中心とする北米側ではこの水温帯は広い。日本系のサケは他のアジア系さけます類との冬期における強い競合を避ける歴史的経過でこのような大回遊という性質を獲得したのではないだろうか？ このようにみると日本系サケは海域も餌資源も広く利用する、したたかな長距離ランナーと言えるだろう。

資源の利用と今後の展望

現在日本のサケの海面漁獲量は年変動があるものの20万トン前後であり、これらのほとんどが沿岸定置網の漁獲量である。1955年のさけます類全体の沿岸漁獲量が1万トン前後であることから実に20倍に増加し、北日本の沿岸漁業における最重要漁業資源となってきた。この資源増加は

1970年台後半の海洋環境の好転に支えられた側面はあるものの、サケ人工ふ化放流事業の発展による放流数の増加と回帰率の向上によるところが大きい (Kaeriyama 1998; 小林 2009)。一方商品としてのサケ、特に北海道の秋サケ消費や流通形態もこの期間に大きく変化してきた。道内の漁獲量が6万トン弱であった1984年の平均産地価格が767円/kgであったのに対し、漁獲量が16万トンを越えた1996年には166円/kgまで価格が下落 (佐野 2003)、道内で20万トンの漁獲をあげた2003年には最低の151円/kgを記録した。また、従来、日本ではさけ・ますの利用は塩蔵物を主流として定着していたが、嗜好の変化、流通や冷蔵冷凍技術の発達、さらには外食産業の発展により、さけ・ますの利用形態は塩蔵物主体から生鮮物へと変化してきた。また、海面養殖技術の定着によりチリやノルウェーから養殖さけ・ます (ギンザケ、タイセイヨウサケ、ニジマスなど) が輸入され、高脂質食品への嗜好の変化、流通段階での規格製品の需要増大と需要周年化によって日本に受け入れられたことも価格の低下の一因である。これらの流れの中で漁業者や流通業者も塩蔵新巻サケから生フィレーへのシフト、地域でのサケブランド化、中国向けを中心とした輸出促進など多くの努力を計り、一定の成果をあげてきた。これらの効果もあって2006年以降、北海道秋サケの平均産地価格は300円/kgを越える水準で推移している。特に生フィレーでの国内流通は大手量販店でもサンマと共に旬の季節商品としての位置を獲得してきたが、一方では生偏重によって量販店における周年商品としての地位をほぼ失ったという側面も否定できない。現在道内の大手量販店では年末に贈答品としての新巻鮭一本ものは目にするものの、山漬け以外の秋サケ切り身は全く売り場がない場合も少なくない。確かに消費者の減塩嗜好はあるが、比較的安価な塩水加工凍結の海面養殖ニジマス (トラウトサーモン) や同ギンザケは一定の売り場面積を確保して周年商品として流通している。秋サケの周年商品としての地位を回復させるためには、良質な塩引きサケの流通にも知恵を絞って再度力を入れる必要があるだろう。

日本のサケはこれまでふ化放流事業によって資源の増大維持が行われ、1970年台の資源低迷からの脱却期にはまさに栽培漁業の花形であった。しかし、国内市場の需要を越える漁獲水準に達したことや、価値観の変化等により、「さけます資源の維持はふ化放流だけで良いのか？ 野生魚や他の魚種にも、もっと配慮すべきではないのか？ 漁業以外の多面的利用もあるのではないのか？」等の意見が聞かれるようになってきた。また一部には「ふ化放流魚は野生魚や他魚種に悪影響をもたらすので排除すべきだ」「漁業資源として見た場

合は野生魚の存在は無視できる程度。したがって「ふ化放流事業や漁業での野生魚へ配慮は無用」等のふ化放流魚と野生魚を対立軸として捉える意見も散見する。北海道を例にとると近年の平均的な来遊尾数（沿岸漁獲数+河川捕獲数）は約 4,700 万尾である。一方資源が野生魚のみで支えられていた明治時代の最大来遊尾数は 1,100 万尾で近年の来遊尾数の 25% 以下であり、河川環境が改善されたとしても、ふ化放流事業なしで現在の資源水準を維持することは不可能であろう。それでは、日本のサケ資源を持続的に利用していくために全く野生魚は必要ない邪魔者なのであろうかという結論は決してそうではない。ふ化放流事業によって支えられているサケ資源の起源は野生魚であり、ふ化放流技術の発達も野生魚の生理・生態的特性に近づけるという方向性で発展してきた。また、近年のふ化放流事業は経済的側面から合理化・集約化が行われて来たが、これは一方ではリスクの集積でもあり、不測の事故等が起こった場合の資源に与える影響も大きい。これに対し野生魚の再生産は、個々が小規模なためふ化放流に比べ効率が低いと想定されるものの、リスクは分散しているし、環境さえ保全できればコストはかからない。また、野生魚にはふ化放流資源にはない環境に適応した遺伝的特性を有している可能性もあり、資源の保険としての意義も大きい。したがって、日本のサケ資源を持続的に賢く利用していくためには、ふ化放流魚と野生魚を対立軸として捉えるのではなく、共存・相互補完を目指した合理的な資源管理様式にいろいろな方面から知恵を出し合っていく必要があるだろう。

参考文献

- Azumaya T. and T. Nagasawa. 2007. Regional and seasonal differences in temperature and salinity limitation of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.). N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 4: 179-187.
- Gritsenko, O. F. 2002. Diadromous fishes of Sakhalin (systematic, ecology, and fisheries). VNIRO publishing, Moscow. 248 p.
- Kaeriyama, M. 1998. Dynamics of chum salmon *Oncorhynchus keta*, populations released from Hokkaido, Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 1: 90-102.
- 小林哲夫. 2009. 日本サケ・マス増殖史. 北海道大学出版会, 札幌. ix+310 p.
- Lovestikaia, E. A. 1948. Data on the biology of the Amur chum salmon. Izvestiya TINRO, 27: 115-137 (in Russian).
- Neave F., T. Yonemori and R. Bakkala. 1976. Distribution and origin of chum salmon in offshore waters of the North Pacific Ocean. Int. NorthPac. Fish Comm. Bull. 35: 1-79.
- 佐賀県環境生活局. 2004. 佐賀県レッドリスト Red List 2003. 佐賀県. 60 p.
- 境 磨. 2012. サケは海で何を食べているのでしょうか. SALMON 情報, 6: 8-11.
- Salo E. O. 1991. Life history of chum salmon. in Groot C, Margolith L. (eds). Pacific Salmon Life Histories. UBC Press, Vancouver. pp. 233-309.
- 佐野雅昭. 2003. サケの世界市場—アグリビジネス化する養殖業. 成山堂書店, 東京. iii+259 p.
- 佐野誠三. 1966. 北太平洋のさけます—第3部, 北太平洋さけますの生活史の検討 3. 極東産しるぎ. 北太平洋漁業国際委員会研報, 18: 33-45.
- 四宮明彦・真鍋尚也・櫻井 真. 2003. 鹿児島県西岸で捕獲された成熟サケ. 魚類学雑誌, 50: 147-151.
- Shuntov. V. P. and O. S. Temnykh. 2008. Pacific salmon in the coastal marine and ocean ecosystem. Vol 1. TINRO Center, Vladivostok (in Russian). 479 p.
- 鈴木俊哉. 2008. 自然再生産を利用したサケ資源保全への取り組み. SALMON 情報, 2: 3-5.
- Tadokoro, K., Y. Ishida, N. D. Davis, S. Uyeyanagi, and T. Sugimoto. 1996. Change in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stomach contents associated with fluctuation of pink salmon (*O. gorbuscha*) abundance in the central subarctic Pacific and Bering Sea. Fish. Oceanogr, 5: 89-99.
- 浦和茂彦. 2000. 日本系サケの回遊路と今後の研究課題. さけ・マス資源管理センターニュース, 5: 3-9.

さけます情報

北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖

佐藤 恵久雄 (北海道区水産研究所 業務支援課)

2010年の北太平洋

漁獲数

第19回NPAFC年次会議における各国の報告によると、2010年1-12月の北太平洋の漁獲数は4億2,305万尾で、前年の6億556万尾と比較して70%となりました(図1A)。

これを魚種別に見ると、カラフトマスが最も多い2億5,874万尾で全体の61%を占め、前年の4億3,542万尾に対し59%と減少しました。次いでサケが9,104万尾(構成比22%,対前年比84%)、ベニザケが6,547万尾(構成比15%,対前年比120%)と続き、これら3魚種で98%以上を占めています。ギンザケとマスノスケは、それぞれ633万尾(対前年比100%)、137万尾(対前年比130%)となりました(図1A)。

地域別では、ロシアが1億8,149万尾と最も多

く、以下、アラスカ州1億7,175万尾、日本5,412万尾、カナダ1,146万尾、WOCI(ワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州)418万尾、韓国6万尾と続いています(図1B)。

人工ふ化放流数

2010年1-12月に人工ふ化放流された幼稚魚数は52億4,351万尾で、前年の48億1,074万尾と比較して109%となりました(図1C)。

魚種別ではサケが31億7,484万尾で半数以上を占め、これに次ぐカラフトマスの14億4,519万尾と合わせると全体の9割近くを占めます(図1C)。

地域別では日本が20億1,158万尾と最も多く、以下、アラスカ州15億5,960万尾、ロシア10億3,353万尾、カナダ3億1,255万尾、WOCI3億909万尾、韓国1,719万尾と続いています(図1D)。

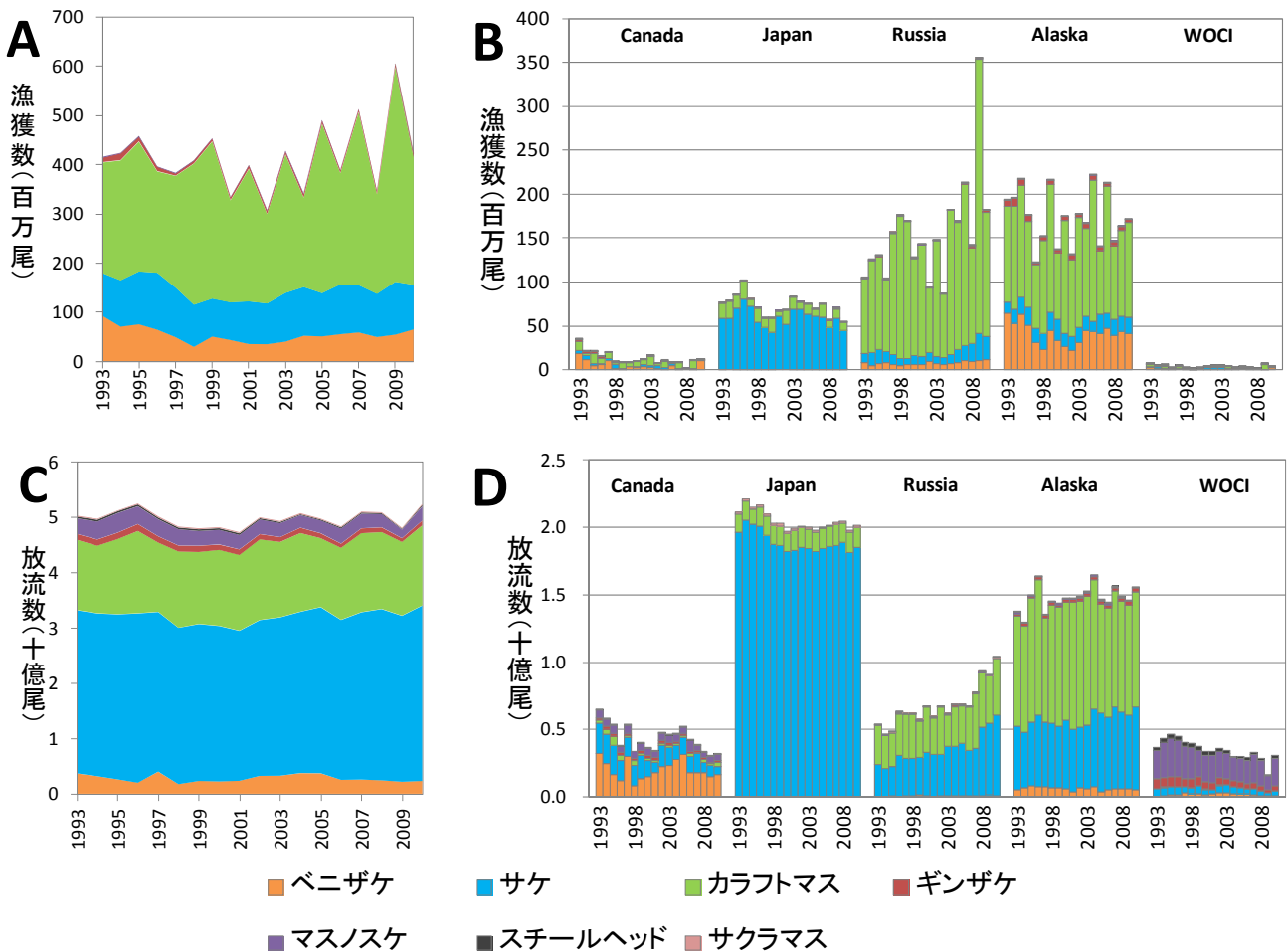


図1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A)、地域別魚種別の漁獲数 (B)、魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D)。1994-2008年は「NPAFC Statistical Yearbook」による確定値。2009年以降はNPAFC年次報告等で示された暫定値。1998年までのロシアにはEEZ(排他的経済水域)で他国が漁獲したものを含む。WOCIはワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州の合計。韓国は他国に比べ漁獲尾数・放流尾数ともわずかなため、図中では省略している。

2011 年度の日本

サケ

2011 年度の来遊数（沿岸漁獲と河川捕獲の合計）は 12 月 31 日現在で 4,329 万尾、前年度同期比 88% となっています（図 2）。地域別にみると、北海道は前年同期比 94%、本州は同 62% と本州の減少が大きく、また、両地域とも日本海側に比べ太平洋側の減少が大きくなっています。

総採卵数は 12 月 31 日現在で 19 億 65 万粒、前年同期比 90% となっています。北海道では定置網漁業の自主規制など、成魚を河川へ上らせるための対策が功を奏し、ほぼ計画どおりの種卵が確保されたものの、本州では計画を満たすことは困難とみられ、放流数も減少することが予想されます（図 2）。

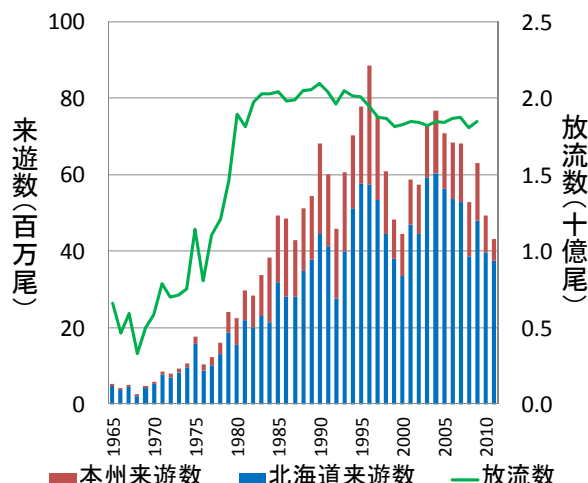


図2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数. 2011 年度来遊数は12月31日現在.

カラフトマス

主産地である北海道における 2011 年度来遊数は 553 万尾で前年度比 76% となりました。カラフトマスは来遊資源が隔年で変動する特徴があり、2003 年以降、奇数年は豊漁年にあたっていましたが、今年は近年の不漁年で最も少なかった 2006 年をも下回る来遊数になりました。

総採卵数は 1 億 5,727 万粒、前年度比 91% と計画数に満たず、放流数も減少するものと見込まれます（図 3）。

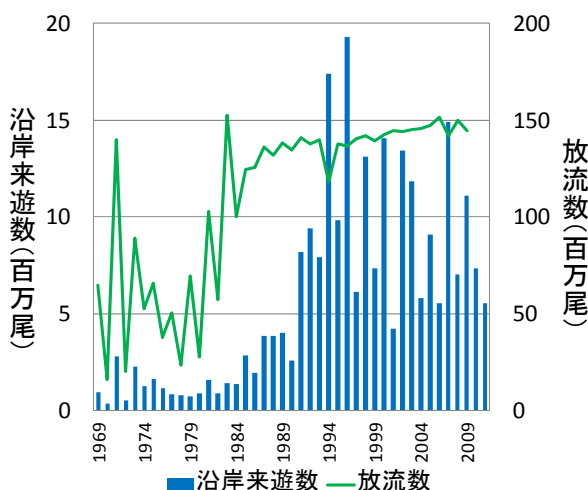


図3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数.

サクラマス

2011 年度の北海道における河川捕獲数は 17,606 尾で前年度比 334% と大幅に増加しました。しかし、河川の増水による親魚の逃避などがあったため、総採卵数は 278 万粒で前年度比 86% となりました。なお、2010、2011 年度の本州河川捕獲数については現在確認中です（図 4）。

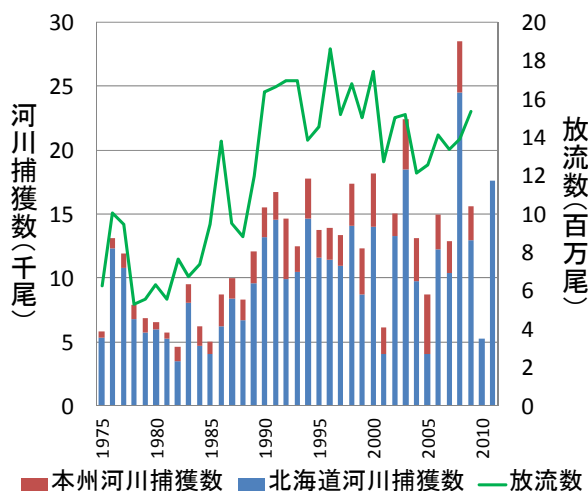


図4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数. 2010-2011年度の本州河川捕獲数は確認中.

ベニザケ

2011 年度の北海道 3 河川（安平川・静内川・釧路川）における河川捕獲数は 1,241 尾で前年度比 115% となりました。



北海道 天塩川と利尻富士 (天塩郡天塩町海岸通付近)
撮影：北海道区水産研究所 天塩さけます事業所 中島 歩

発行：独立行政法人水産総合研究センター

編集：独立行政法人水産総合研究センター 北海道区水産研究所

〒062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2条2丁目4-1

TEL 代表 011-822-2131 業務支援課 011-822-2161

FAX 代表 011-822-3342

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

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

執筆：(水産総合研究センター)

北海道区水産研究所 国際水産資源研究所

SALMON 情報 編集委員会

石黒武彦(委員長)、江連睦子、佐藤恵久雄、佐々木 系、矢野 豊、高橋 悟、森田健太郎

本誌掲載記事，図，写真の無断転載を禁じます。
